

2021年
台灣持續改善競賽

決賽發表專輯
(一)

指導單位： 經濟部工業局

主辦單位：



台灣持續改善活動推行總會



財團法人中衛發展中心

協辦單位：財團法人福琳工商發展基金會

2021年台灣持續改善競賽獲獎名單

*各組別、類別依圈名筆劃排列

編號	獎別	組別	類別	公司	圈名	主題
1-01	金塔5星獎 最佳改善創新獎	至善組	自主改善	台灣積體電路製造(股)公司	F14A黑皮晶品圈	車用晶片品質專注完美，近乎苛求！
1-02	金塔5星獎	至善組	自主改善	台灣積體電路製造(股)公司	F14A黑皮晶鑽圈	擴散製程產能大躍進
1-03	金塔5星獎	至善組	自主改善	台灣積體電路製造(股)公司	F3陽光圈	陸海空物流精進，提升8吋晶圓生產力
1-04	金塔5星獎	至善組	自主改善	台灣積體電路製造(股)公司	F8產能卓越圈	產能超前部署，提升氧化物沉積生產力
1-05	金塔5星獎	至善組	自主改善	欣興電子(股)公司	明日之欣圈	降低壓合課不良率
1-06	金塔5星獎	至善組	自主改善	聯華電子(股)公司	進化圈	提升氧化銅還原沉積製程機台產能
1-07	金塔5星獎	至善組	自主改善	聯華電子(股)公司	熊蜂圈	提升薄膜機台生產力
1-08	金塔5星獎	至善組	自主改善	華邦電子(股)公司	毅力圈	改善32奈米快閃記憶體漏電不良率
1-09	金塔5星獎	至善組	自主改善	聯華電子(股)公司	響圈圈	先進製程廠傳送效能再進化
1-10	金塔5星獎	至善組	專案改善	聯華電子(股)公司	開拓圈	開拓堆疊式影像邏輯晶片新藍海
1-11	金塔5星獎	至善組	間接部門	台灣積體電路製造(股)公司	IT數位轉型圈	提升營收損益分析效率，溝通零距離
1-12	金塔5星獎	至善組	間接部門	聯華電子(股)公司	豹風圈	光罩超級守門員，源頭錯誤全攔截
1-13	金塔5星獎	至善組	間接部門	華邦電子(股)公司	精密圈	創建Small Pad之WAT Probe Card製作能力
1-14	金塔3星獎 最佳改善創新獎	團結組	自主改善	奇美醫療財團法人奇美醫院	救生圈	運用流程改造開創加護病房之醫療價值
1-15	金塔3星獎	團結組	自主改善	中龍鋼鐵(股)公司	電龍圈	降低鋼胚連續鑄產線電控系統異常發生頻率
1-16	金塔1星獎	自強組	自主改善	環球晶圓(股)公司	連袂揀晶圈	擴散製程大解密，提升營收大挑戰
1-17	金塔1星獎	自強組	自主改善	義大醫療財團法人義大醫院	不倒翁圈	透過周全性防跌措施降低跌倒發生率
1-18	金塔1星獎	自強組	自主改善	璨揚企業(股)公司	智働圈	導入自動化設備節省15%人力-2"/2.5"燈類
1-19	金塔1星獎	自強組	自主改善	中山醫學大學附設醫院	藥使圈	運用人因工程整合資訊科技提升住院on-line處方處理效能
1-20	金塔1星獎	自強組	自主改善	衛生福利部豐原醫院	五福藥師圈	提升使用類固醇住院病人整合照護效益
1-21	金塔1星獎	自強組	自主改善	台灣肥料(股)公司	滾石圈	提升產品A品質達半導體級標準
1-22	金塔1星獎	自強組	專案改善	新代科技(股)公司	新代圈	提升ENC產品生產之直通率

2021年台灣持續改善競賽獲獎名單

*各組別、類別依圈名筆劃排列

編號	獎別	組別	類別	公司	圈名	主題
1-23	金塔獎	特別組	節能減廢	欣興電子(股)公司	欣饗圈	建立廢木棧板再生傢俱營收，善盡企業社會責任
1-24	銀塔5星獎	至善組	自主改善	旺宏電子(股)公司	RAP圈	降低PHOTO顯影缺陷不良率
1-25	銀塔5星獎	至善組	自主改善	全興工業(股)公司	同心小組	內裝生產線大部屋化改善
1-26	銀塔5星獎	至善組	自主改善	長庚醫療財團法人桃園長庚紀念醫院	安心圈	提升大腸鏡檢查前腸道清潔完整率
1-27	銀塔5星獎	至善組	自主改善	臺北大眾捷運(股)公司	柳暗花明又一圈	提升緊急狀況時旅客事件處理效率
1-28	銀塔5星獎	至善組	自主改善	台灣松下電器(股)公司	飛馬隊	Entry AVN作業品質不良“0”挑戰
1-29	銀塔5星獎	至善組	自主改善	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	套圈圈	提升婦科腫瘤放射治療品質
1-30	銀塔5星獎	至善組	自主改善	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	救生圈	降低外科住院高齡病人謔妄發生率
1-31	銀塔5星獎	至善組	自主改善	國家中山科學研究院飛彈火箭研究所	智勝圈	降低燃燒室製造工時
1-32	銀塔5星獎	至善組	自主改善	華邦電子(股)公司	登峰圈	提升25奈米動態記憶體良率
1-33	銀塔5星獎	至善組	自主改善	澄清綜合醫院	愛腎圈	降低病人透析中低血壓的比率
1-34	銀塔5星獎	至善組	自主改善	臺中榮民總醫院	葡萄園圈	降低加護病房病人身體約束事件發生率
1-35	銀塔5星獎	至善組	自主改善	高雄榮民總醫院	榮重圈	提升嚴重敗血症照護品質
1-36	銀塔5星獎	至善組	自主改善	中國鋼鐵(股)公司	熔鋅圈	降低塗覆樹脂結痂缺陷剔退量
2-01	銀塔5星獎	至善組	自主改善	欣興電子(股)公司	轉轉圈	降低 H1廠覆晶產品Bump報廢率
2-02	銀塔5星獎	至善組	自主改善	統一企業(股)公司(新市)	響馬圈	優化大PE線產品品質
2-03	銀塔5星獎	至善組	專案改善	台灣積體電路製造(股)公司	F15A團結圈	矽晶圓金屬柵極製程大突破，拍照品質大躍進
2-04	銀塔5星獎	至善組	專案改善	台灣積體電路製造(股)公司	F15B威熊圈	奈米閘極空間最佳化,品質與良率大躍進
2-05	銀塔5星獎	至善組	專案改善	欣興電子(股)公司		降低VIP產品不良率
2-06	銀塔5星獎 最佳改善創新獎	至善組	間接部門	臺中榮民總醫院	金字塔圈	提升榮家醫療照護品質
2-07	銀塔3星獎	團結組	自主改善	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	PERFECT圈	降低關節置換術後90天居家跌倒發生率
2-08	銀塔3星獎	團結組	自主改善	台灣高速鐵路(股)公司	保庇圈	降低轉向架組裝A尺寸墊片調整次數

2021年台灣持續改善競賽獲獎名單

*各組別、類別依圈名筆劃排列

編號	獎別	組別	類別	公司	圈名	主題
2-09	銀塔3星獎	團結組	自主改善	至興精機(股)公司	突破圈	提昇EL551防滾設備生產力
2-10	銀塔3星獎	團結組	自主改善	國立成功大學醫學院附設醫院	海芋圈	降低住院病壓力性損傷發生率
2-11	銀塔3星獎	團結組	自主改善	奇美醫療財團法人奇美醫院	藥帶圈	透過連續性藥物整合照護減少常規手術病人抗血栓藥物的用藥疏失
2-12	銀塔3星獎	團結組	間接部門	台灣高速鐵路(股)公司	查差圈	降低帳差筆數
2-13	銀塔1星獎	自強組	自主改善	台灣肥料(股)公司台中廠	肥一圈	降低洗滌水泵浦的故障次數
2-14	銀塔1星獎	自強組	自主改善	高雄市立大同醫院(委託財團法人私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院經營)	藥使圈	縮短藥庫盤點日作業時間
2-15	銀塔1星獎	自強組	自主改善	台南市立醫院	太陽圈	降低加護病房病人失禁性皮膚炎發生率
2-16	銀塔1星獎	自強組	自主改善	東元電機(股)公司	同心圈	轉子銅棒固定技術改善
2-17	銀塔1星獎	自強組	自主改善	高雄市立小港醫院(委託財團法人私立高雄醫學大學經營)	五心圈	提升兒科病房發展評估執行正確率
2-18	銀塔1星獎	自強組	自主改善	臺北榮民總醫院	齊心圈	提升肺炎住院病人初始治療照護穩定率
2-19	銀塔1星獎	自強組	自主改善	奇美醫療財團法人柳營奇美醫院	加護圈	提升深頸部感染病人之照護品質
2-20	銀塔1星獎	自強組	自主改善	台灣肥料(股)公司苗栗廠	電競圈	將電子級S系列產品的品質提升為半導體等級
2-21	銀塔1星獎	自強組	自主改善	臺中榮民總醫院嘉義分院	綠圓圈	降低手術室器械到期重消率
2-22	銀塔1星獎	自強組	自主改善	中國醫藥大學北港附設醫院	醫家圈	提升出院準備服務成功轉銜長期照顧服務之比率
2-23	銀塔1星獎	自強組	專案改善	義大醫療財團法人義大醫院	滿意大家圈	門診衛耗材撥補流程改善
2-24	銀塔1星獎	自強組	專案改善	璨揚企業(股)公司	進化圈	少人化、同期化生產作業改善
2-25	銀塔1星獎	自強組	間接部門	高雄市立大同醫院(委託財團法人私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院經營)	快閃圈	提升傳送檢查病人作業效能
2-26	銀塔獎	特別組	節能減廢	旺宏電子(股)公司	達標圈	降低水處理碳排放量
2-27	銀塔獎	特別組	節能減廢	華邦電子(股)公司	綠帶圈	提升酸性化學機械研磨廢水系統混凝槽處理能力
2-28	銀塔獎	特別組	智能應用	台灣積體電路製造(股)公司	F8精進圈	測機與生產力大躍進,打造多元智能製造工廠
2-29	銅塔5星獎	至善組	自主改善	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	FFS圈	提升內科病人住出院管理效能
2-30	銅塔5星獎	至善組	自主改善	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	向陽圈	運用醫病共享決策提升神經免疫疾病病人照護品質

2021年台灣持續改善競賽獲獎名單

*各組別、類別依圈名筆劃排列

編號	獎別	組別	類別	公司	圈名	主題
2-31	銅塔5星獎	至善組	自主改善	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	血天使圈	降低院區間檢體運送異常率
2-32	銅塔5星獎	至善組	自主改善	中國鋼鐵(股)公司	氧機圈	降低C-6E氮壓機器鋼進出口閥檢修工時
2-33	銅塔5星獎	至善組	自主改善	統一企業(股)公司(中壢)	海獅圈	優化烘焙類品管檢驗作業
2-34	銅塔5星獎	至善組	自主改善	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	捷勁圈	降低急診病人72小時非計劃性返診率
2-35	銅塔5星獎	至善組	自主改善	盛餘(股)公司	黑白圈	提昇酸洗課鋼捲輸送器安全
2-36	銅塔5星獎	至善組	自主改善	高雄榮民總醫院	溫馨圈	降低手術病人停留恢復室大於2小時比率
3-01	銅塔5星獎	至善組	自主改善	三軍總醫院	零敏圈	降低尖峰時間病人於放射診斷部櫃檯-當日檢查報到與預約排程之等候時間
3-02	銅塔5星獎	至善組	自主改善	澄清綜合醫院中港分院	橋樑圈	提升綜合科加護病房安寧療利用率
3-03	銅塔5星獎	至善組	自主改善	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	戴髮圈	運用HFMEA降低化學治療給藥異常發生率
3-04	銅塔5星獎	至善組	間接部門	旺宏電子(股)公司	可靠圈	恢復Process Qual. 機台妥善率
3-05	銅塔3星獎	團結組	自主改善	童綜合醫療社團法人童綜合醫院	腎力圈	提升透析病人Hb(血色素)>10 g/dl合格率
3-06	銅塔3星獎	團結組	自主改善	奇美醫療財團法人奇美醫院	救腦二圈	提升住院病人急性缺血性腦中風再灌流治療效能
3-07	銅塔3星獎	團結組	自主改善	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	三色圈	提升住院化療病房癌因性疲憊評估執行率
3-08	銅塔3星獎	團結組	自主改善	國立成功大學醫學院附設醫院	藥智慧圈	運用HFMEA手法於導入智慧藥櫃系統降低住院病人藥物錯誤率
3-09	銅塔3星獎	團結組	自主改善	春源鋼鐵工業(股)公司	甜甜圈	降低退火積碳不良率
3-10	銅塔3星獎	團結組	自主改善	國立成功大學醫學院附設醫院	開心圈	降低非計劃性氣管內管滑脫事件發生率
3-11	銅塔3星獎	團結組	自主改善	國立成功大學醫學院附設醫院	標竿圈	以流程再造降低門診治療室病人等候時間
3-12	銅塔3星獎	團結組	自主改善	春源鋼鐵工業(股)公司	藍海圈	提升鋁材生產得料率
3-13	銅塔3星獎	團結組	自主改善	奇美醫療財團法人奇美醫院	急品圈安老組	提高急診高齡病人謔妄症之診斷率及預後
3-14	銅塔3星獎	團結組	專案改善	京元電子(股)公司	設計圈	降低Burn In Board(BIB)異常率
3-15	銅塔1星獎	自強組	自主改善	中山醫學大學附設醫院	同心圈	降低常規刀當日住院病人入手術室延遲率
3-16	銅塔1星獎	自強組	自主改善	光田醫療社團法人光田綜合醫院	陽光圈	運用醫療照護失效模式與效應分析提升加護病房氣管內管管路照護成效

指導單位：經濟部工業局

執行單位：財團法人中衛發展中心

協辦單位：財團法人福琳工商發展基金會

主辦單位：台灣持續改善活動推行總會

2021年台灣持續改善競賽獲獎名單

*各組別、類別依圈名筆劃排列

編號	獎別	組別	類別	公司	圈名	主題
3-17	銅塔1星獎	自強組	自主改善	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	閃電光圈	提升一般X光攝影服務品質之滿意度
3-18	銅塔1星獎	自強組	自主改善	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院	樂服圈	提升9A病房高齡住院長者衰弱之改善率
3-19	銅塔1星獎	自強組	自主改善	臺北市立聯合醫院和平婦幼院區	叮嚀圈	減少兒科不適宜磨粉分包發生率
3-20	銅塔1星獎	自強組	自主改善	行天宮醫療志業醫療財團法人恩主公醫院	孵蛋圈	降低兒科加護病房血液檢體凝固率
3-21	銅塔1星獎	自強組	自主改善	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院	快閃圈	運用LOSA提升急診室OHCA病人急救品質
3-22	銅塔1星獎	自強組	自主改善	天主教靈醫會醫療財團法人羅東聖母醫院	救生圈	降低急診護理師給藥流程不遵從率
3-23	銅塔1星獎	自強組	自主改善	臺南市立安南醫院-委託中國醫藥大學興建經營	童心圈	提升小兒胸腔物理治療家屬回覆示教正確率
3-24	銅塔1星獎	自強組	自主改善	臺北市立聯合醫院陽明院區	藥安圈	提升門診藥師發藥查核正確率
3-25	銅塔1星獎	自強組	自主改善	東元電機(股)公司	致道圈	降低PWCU系列電控基板不良率
3-26	銅塔1星獎	自強組	自主改善	秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院	環環圈	降低急診室檢體退件率
3-27	銅塔1星獎	自強組	自主改善	京和科技(股)公司	三環工圈	降低生產N2O每單位(KG)排氣量
3-28	銅塔1星獎	自強組	自主改善	中山醫學大學附設醫院	營養圈	提升癌症營養門診照護量
3-29	銅塔1星獎	自強組	自主改善	大千醫療社團法人南勢醫院	精神圈	運用醫療照護失效模式與效應分析(HFMEA)改善精神科住院病人用藥安全作業流程
3-30	銅塔1星獎	自強組	專案改善	華東科技(股)公司	盪盪圈	降低鐳線超音波高阻抗造成的鐳線自檢不合格件數
3-31	銅塔1星獎	自強組	專案改善	京和科技(股)公司	和作圈	降低CO2 產品之不良率
3-32	銅塔1星獎	自強組	專案改善	關東森林科技(股)公司(雲林)	關鑫二圈	化學品排放減量(回收)
3-33	銅塔1星獎	自強組	間接部門	台灣肥料(股)公司	烤雞圈	提升激勵績效獎金評核效率
3-34	銅塔1星獎	自強組	間接部門	聯新國際醫院	OSH圈	降低人員肌肉骨骼傷害風險
3-35	銅塔獎	特別組	節能減廢	國立成功大學醫學院附設醫院	北極圈	心臟加護病房感染性廢棄物減量
3-36	銅塔獎	特別組	節能減廢	台灣賽孚思科技(股)公司	智能圈	降低單位產品廠務系統耗電量
3-37	銅塔獎	特別組	LEAN	台南市立醫院	醫檢圈	運用精實思維暨風險管理提升門診檢驗報告作業效能

目 錄

台灣積體電路製造(股)公司	F14A 黑皮晶品圈	1
台灣積體電路製造(股)公司	F14A 黑皮晶鑽圈	26
台灣積體電路製造(股)公司	F3 陽光圈	53
台灣積體電路製造(股)公司	F8 產能卓越圈	76
欣興電子(股)公司	明日之欣圈	101
聯華電子(股)公司	進化圈	128
聯華電子(股)公司	熊蜂圈	156
華邦電子(股)公司	毅力圈	184
聯華電子(股)公司	響圈圈	208
聯華電子(股)公司	開拓圈	236
台灣積體電路製造(股)公司	IT 數位轉型圈	265
聯華電子(股)公司	豹風圈	288
華邦電子(股)公司	精密圈	218
奇美醫療財團法人奇美醫院	救生圈	344
中龍鋼鐵(股)公司	電龍圈	370
環球晶圓(股)公司	連袂揀晶圈	395
義大醫療財團法人義大醫院	不倒翁圈	420
璨揚企業(股)公司	智働圈	446
中山醫學大學附設醫院	藥使圈	471
衛生福利部豐原醫院	五福藥師圈	497
台灣肥料(股)公司	滾石圈	525
新代科技(股)公司	新代圈	569
欣興電子(股)公司	欣饗圈	597
旺宏電子(股)公司	RAP 圈	622
全興工業(股)公司	同心小組	649
長庚醫療財團法人桃園長庚紀念醫院	安心圈	684
臺北大眾捷運(股)公司	柳暗花明又一圈	710
台灣松下電器(股)公司	飛馬隊	735
佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	套圈圈	760

長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	救生圈·····	786
國家中山科學研究院飛彈火箭研究所	智勝圈·····	812
華邦電子(股)公司	登峰圈·····	638
澄清綜合醫院	愛腎圈·····	862
臺中榮民總醫院	葡萄園圈·····	888
高雄榮民總醫院	榮重圈·····	914
中國鋼鐵(股)公司	熔鋅圈·····	940

台灣持續改善競賽
書面資料

企業名稱：台灣積體電路(股)公司

組別：至善組

類別：自主改善

圈名(專案名稱)：Fab14A 黑皮晶品圈



Fab14A 黑皮晶品圈

110 年 7 月 15 日

台灣積體電路(股)公司



F14A黑皮晶品圈

車用晶片品質-專注完美，近乎苛求！

◆ 活動成果：

(1) 超越既有品質，良率再度突破→三大良率損失大幅改善>60%

(2) 台積車用晶片供應鏈品質第一→消費者抱怨ppm下降至ppb等級

◆ 無形效益：客戶讚譽十四廠晶圓高品質，團隊獲得世界車廠肯定

◆ 艱難挑戰：車用晶片製程難度大於24倍，人身安全刻不容緩

◆ 改善特點：

酸槽洗淨力新突破
反應效率大提升

爐管機台大改造
氣流溫度浮動縮小化

線寬優化雙首創
電路製程最佳化

◆ 活動效益：新台幣6億1千零80萬/年

◆ 活動時間：2019.01~2020.02

2 篇專利

2 篇營業秘密

D1:主題選定及團隊形成



外部需求-車用晶片(Automotive, ATV)高速成長

- 隨著汽車演進，新型汽車需要包含安全性、舒適性、娛樂等於一身。單一車輛中的車載晶片數目持續提升，高達1000多顆晶片。
- 2017~2021年複合成長率高達12.5%。



車聯網



自動駕駛功能



主動車距維持系統



盲點偵測系統

D1:主題選定及團隊形成



內部挑戰-車用晶片品質高規格要求

- 車用晶片品質好壞，輕微至車子故障、嚴重至人身安全。與消費性電子應用比較；**可靠度要求>100倍 + 使用年限30年**。

雨刷異常
雨刷繼電器接點材料瑕疵，恐有影響行車安全的疑慮。全數召回更換



安全氣囊偵測異常
氣囊奪命，全球死亡人數攀升至13人。全球召回數量已增至1億台



特性要求	消費性電子應用	車用晶片
溫度	0°C~40°C x5	-40°C~155°C
操作年限	1~3年 x5	15年
濕度負載	low xN	0%~100%
可容忍故障率	<3% xN	目標:0
供貨年限	2年以上 x15	30年以上

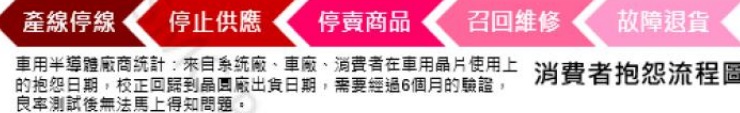
可靠性標準AEC-Q系列、品質管制標準ISO/TS 16949，功能安全標準ISO 26262，通過此類規範才是車規級認證。

D1:主題選定及團隊形成



內部挑戰-消費者抱怨追朔時程長，無法及時反應現況

- 消費者抱怨**居高不下**，提升良率提前降低抱怨確保晶片品質無虞。



- 選定主題為：
提升車用晶片良率
車用晶片品質-專注完美，近乎苛求！

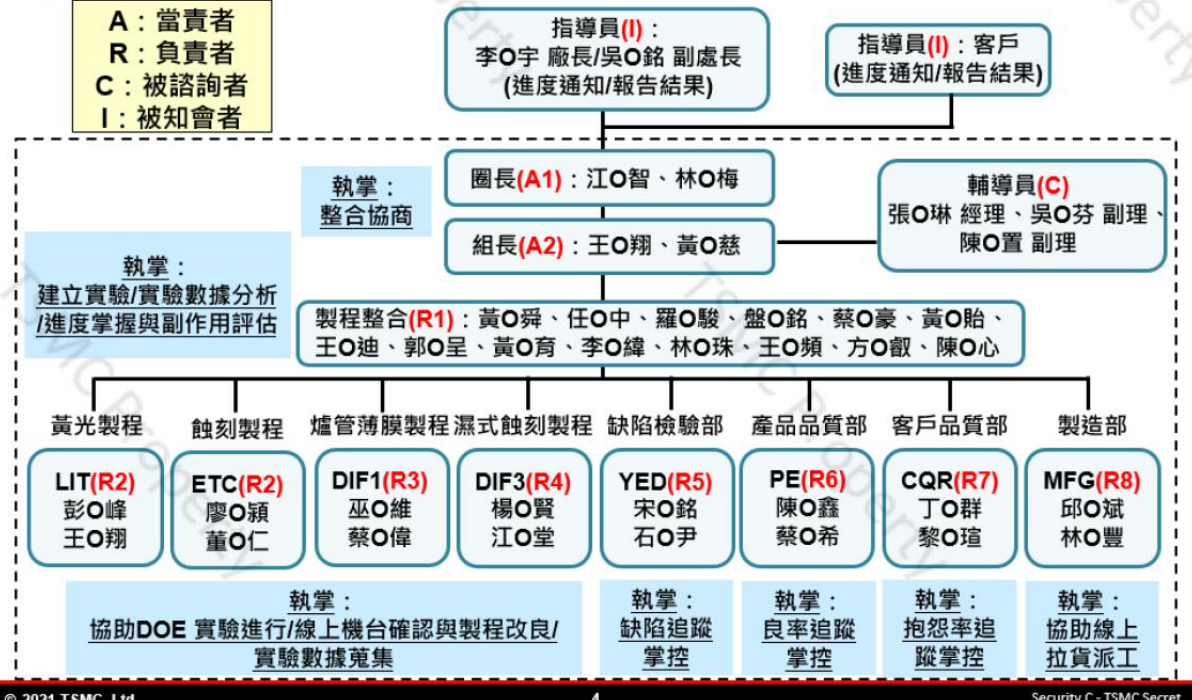
D1:主題選定及團隊形成



團隊形成

[ARCI法則] 當責管理：R1~R8每兩週開會檢視進度，(A)向(I)報告改善進度

A：當責者
R：負責者
C：被諮詢者
I：被知會者



D2:描述問題與現況掌握

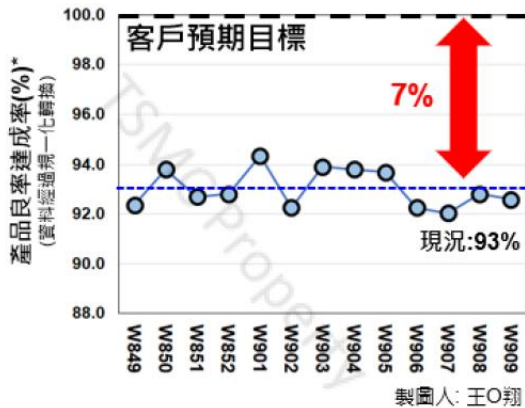


提升良率進行改善與晶片異常歸類

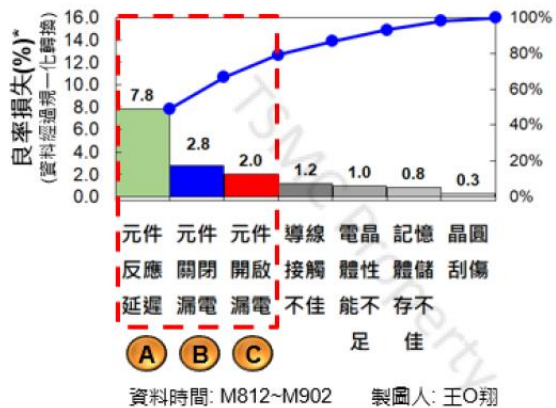
● 問題描述：良率與異常歸類分析

- 趨勢圖分析，目前產品良率達成率離客戶預期目標差距**7%**
- 柏拉圖分析，良率損失集中在“元件反應延遲、元件關閉漏電和開啟漏電”

產品良率達成率趨勢圖(改善前)



晶片異常歸類之柏拉圖分析



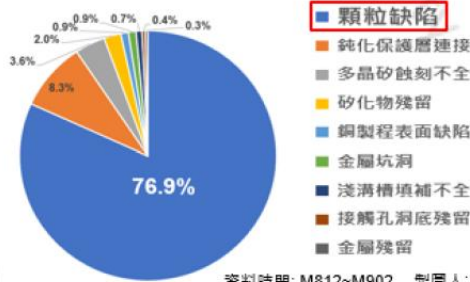
D2:描述問題與現況掌握



分析 (A) “元件反應延遲” 主要問題

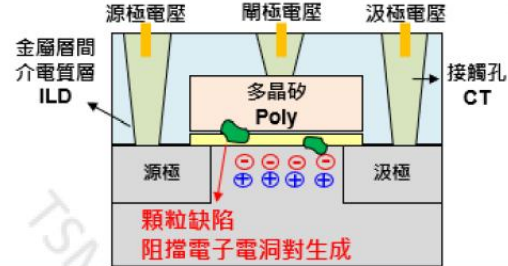
- 元件反應延遲：顆粒缺陷佔**76.9%**

元件反應延遲大餅圖

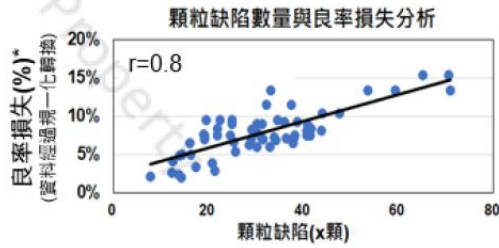


資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔

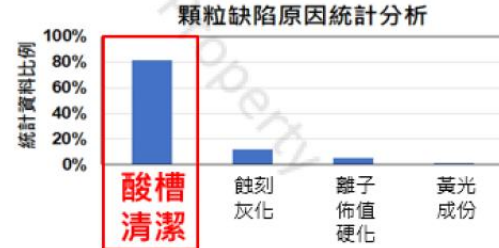
- 高壓測試：
顆粒缺陷阻擋元件電子電洞對生成，導致啟動電壓過大，元件延遲



顆粒缺陷與良率正相關，主要原因在於酸槽清洗力不足



資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔



資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔

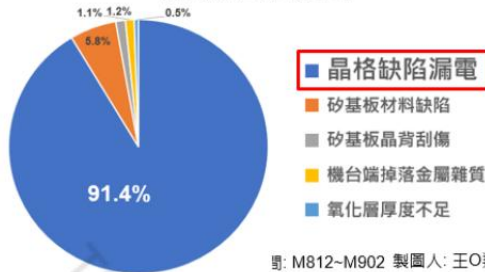
D2:描述問題與現況掌握



分析 (B) “元件關閉漏電” 主要問題

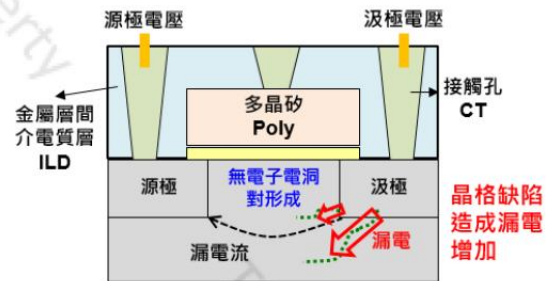
- 關閉漏電：晶格缺陷漏電佔**91.4%**

關閉漏電大餅圖

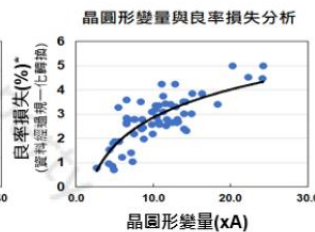
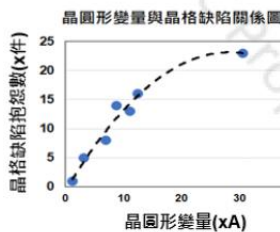


資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔

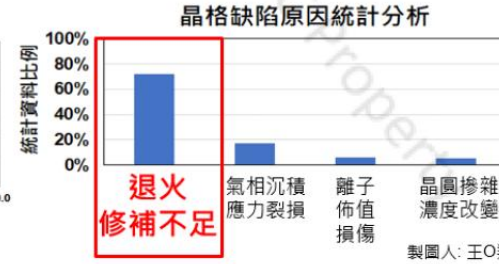
- 高壓/ 高溫測試：
晶格缺陷造成元件關閉下持續漏電



晶格缺陷與晶圓形變量正相關，以退火修補不足為主要



資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔



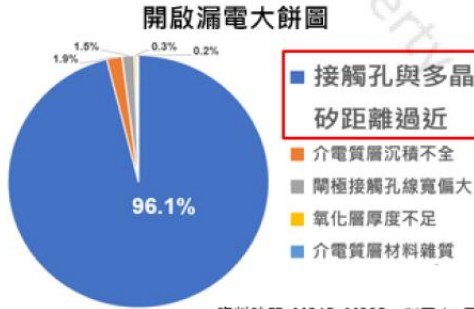
製圖人: 王O翔

D2:描述問題與現況掌握



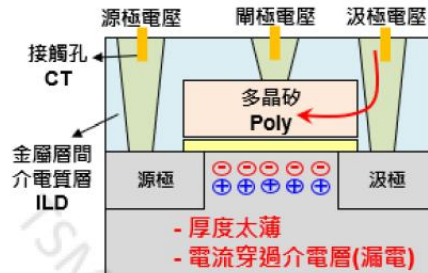
分析 ㊟ “元件開啟漏電” 主要問題

- 開啟漏電：接觸孔與多晶矽過近佔**96.1%**

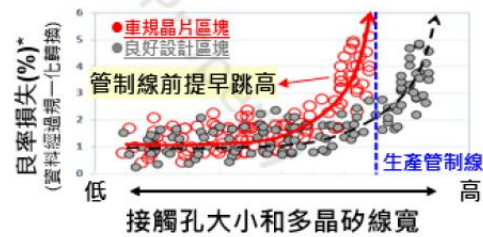
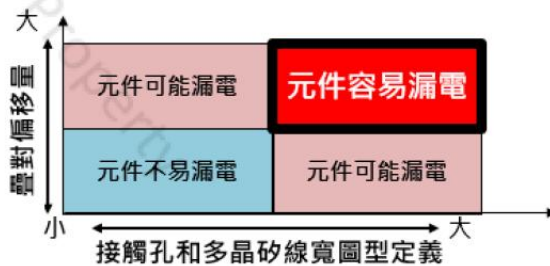


資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔

- 高壓/ 高頻測試：接觸孔與多晶矽距離過近，造成耐用度不佳，提早漏電



“接觸孔和多晶矽線寬圖型定義” 過大造成漏電且與產品設計有關



資料時間: M812~M902 製圖人: 王O翔

D2:描述問題與現況掌握



現況掌握：車用晶片需要精細設計與高度製程挑戰

- 現況掌握：車用晶片的電路設計複雜，存在不少製程技術、穩定度挑戰問題。與一般消費性電子應用商品，製程難度**>24 倍**。

製表人: 王O翔

產品	消費性電子應用	車用晶片	製成缺陷改善	難度
電晶體種類	1.0X	3.0X	顆粒缺陷	x3
高溫/離子佈植數目	1.0X	4.0X	晶格缺陷	x4
圖形定義數目	1.0X	2.0X	接觸孔與多晶矽距離過近漏電	x2

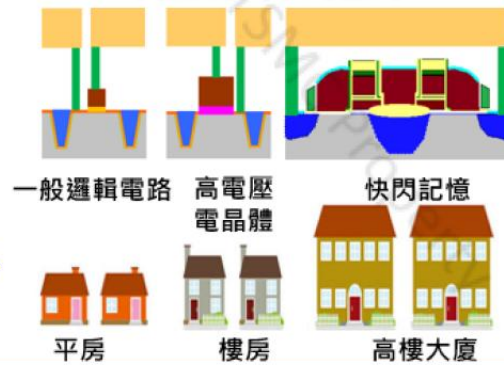
消費型 “電子物品”



製程
難度
> 24倍



高規格 “車用晶片”



D2:描述問題與現況掌握



- 利用**Smart 原則** + **Benchmark**訂定本次活動目標，並以甘特圖掌握進度。

Specific		車用晶片- 專注完美，近乎苛求				
Measurable		Ambitious				
改善KPI	特性	公式	現況	目標	目標差	Benchmark
良率達成率* (資料經過統一化轉換)	望大	優良品晶粒數 總出貨晶粒數	93%	100%	7%	2020 工程年度目標
A 元件反應延遲* (資料經過統一化轉換)	望小	不良品晶粒數 總出貨晶粒數	7.8%	3.9%	3.9%	
B 元件關閉漏電* (資料經過統一化轉換)	望小		2.8%	1.4%	1.4%	
C 元件開啟漏電* (資料經過統一化轉換)	望小		2.0%	1.0%	1%	
Realistic		系統圖拆解要因，工程實驗設計確認真因，矩陣圖評選對策，PDCA法實施對策				
Timely		活動期間2019/01~2020/02				

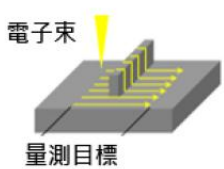
What	Who	When (From 2019/01 to 2020/02)												註解：時程說明					
		2019																	
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb				
車用晶片 專注完美，近乎苛求	負責人 代理人																		
D1 主題選定及團隊形成	王O翔 黃O皓																		
D2 描述問題及現況掌握	王O翔 王O頻																		
D3 執行及驗證 暫緩防護措施	王O頻 王O迪																		
D4 定義及驗證真因	王O頻 蔡O豪																		
D5 永久對策	蔡O豪 黃O皓																		
D6 效果確認	王O翔 王O迪																		
D7 預防再發及標準化	蔡O豪 王O頻																		
D8 恭賀團隊及未來方向	王O翔 黃O慈																		
會議追蹤																			

D2:描述問題與現況掌握



MSA (Measurement System Analysis) 量測系統分析

- 線寬量測機台：
利用**電子束聚焦成形**，加以顯像與量測



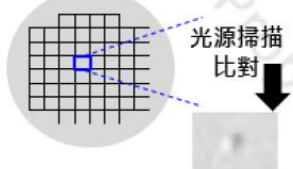
線寬量測			
MSA 項目	Gauge R&R	NDC	線性
合格標準	<10%	>5	<2%
量測結果	0.40%	93	0.40%
判定	合格	合格	合格

- 偏移量校正機台：
利用**光學顯微鏡對焦**，計算圖形偏移量



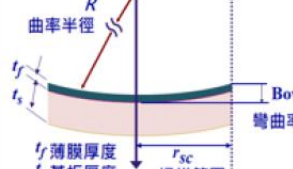
偏移量校正			
MSA 項目	Gauge R&R	NDC	解析度
合格標準	<10%	>5	<10%
量測結果	0.40%	93	0.40%
判定	合格	合格	合格

- 缺陷檢驗機台：
利用**晶粒-晶粒比對技術**搭配**光學顯微鏡**



缺陷檢驗		
MSA 項目	Kappa	缺陷捕獲率
合格標準	>95%	>85%
量測結果	98.50%	95.80%
判定	合格	合格

- 彎曲度偵測機台：
利用**晶圓反射波長不同**，計算晶片平整度



彎曲率偵測			
MSA 項目	Gauge R&R	NDC	線性
合格標準	<10%	>5	<2%
量測結果	0.60%	91	0.60%
判定	合格	合格	合格

D3: 執行及驗證暫時防堵措施



- 利用系統矩陣圖進行評估並執行暫時防堵措施 (優先考慮品質/時效性) :

問題	問題分類	可能原因	防堵措施	品質	時效	困難	成本	總分
A	顆粒缺陷 短路	酸槽清洗力不足	加強循環保養強度	90	93	96	58	337
		氧離子去光阻力不佳	修改氧離子濃度	81	80	56	73	290
B	晶格缺陷 漏電	離子佈植損傷	修改離子佈植能量	42	21	47	71	181
		氣相沉積應力裂損	修改沉積壓力	59	54	48	82	243
		退火修補不足	修改退火溫度	85	23	51	73	232
C	接觸孔跟 多晶矽 距離 太近 漏電	產品設計寬度不足	修改設計	71	13	25	75	184
		蝕刻控制剖面不佳	修改現行生產程式	39	19	44	77	179
		黃光對準偏移	修改黃光派貨模式	87	56	73	46	262

分析得到暫時防堵對策 → 加強循環保養強度

品質	評價內容			評價標準	判定
	時效	困難	成本	分/人	
對品質無影響	可立即看見成效	目前技術不變動	同於現行	7-10	加總分數超過300分以上表示值得先實施
對品質有間接影響	成效需短時間等待	改變現行技術	同於現行10%	4-6	
對品質有直接影響	成效需長時間等待	技術需再提升	超過現行10%	0-3	

*小組10參與評分 *評分滿分: 10*10*4=400 (最高標)

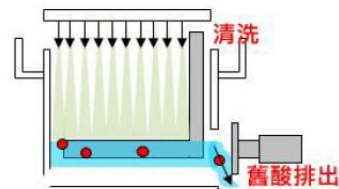
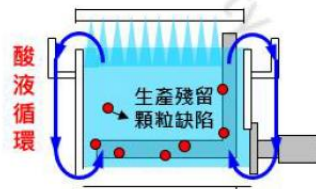
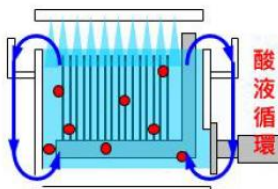
D3: 執行及驗證暫時防堵措施



優先防堵酸槽清洗力不足以達最佳時效性

- 循環保養原理: 利用酸液純循環, 將顆粒缺陷隨著舊酸排出機台腔體。

平時生產(晶圓缺陷清洗) **新增** 生產空檔(空機循環) **優化** 生產末期(清機換新酸)



酸液循環慢-顆粒缺陷易累積 空機純循環-排掉機台累積缺陷 舊酸全排出-清洗累積缺陷換新酸

創意聯想: 循環保養過程就像洗衣機槽洗淨



洗衣機洗衣-久了易藏汙納垢



空機槽洗淨-清除病毒細菌



洗衣槽大清潔-清除內外髒污

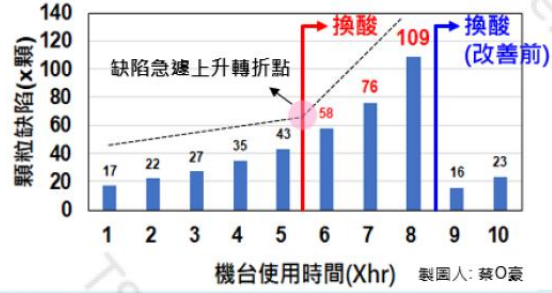
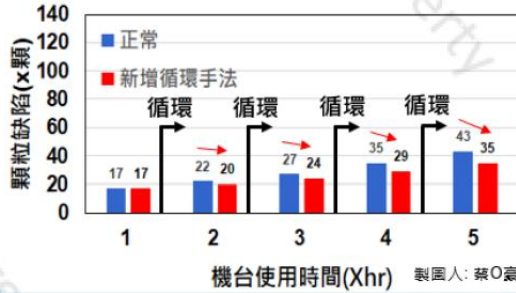
D3: 執行及驗證暫時防堵措施



暫時防堵措施：加強循環保養強度

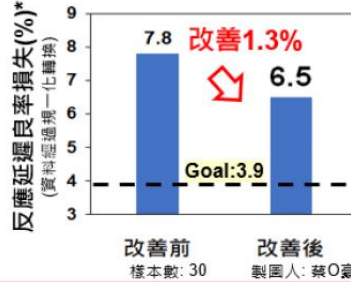
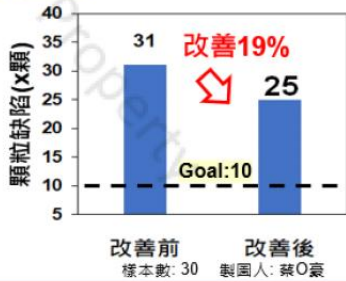
● 對策1-新增空機循環：每1Xhr一次

● 對策2-優化換新酸時機：壽命 8X→5Xhr



效果確認

● 長條圖分析，暫時防堵措施上線後，顆粒缺陷改善19%，良率改善1.3%。



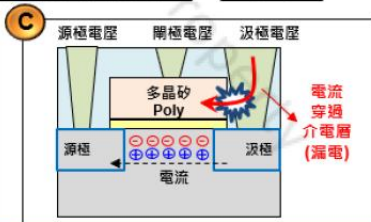
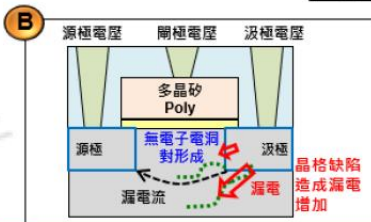
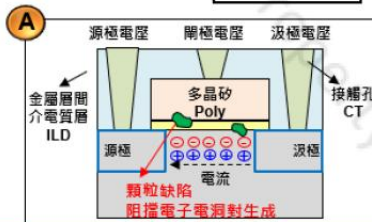
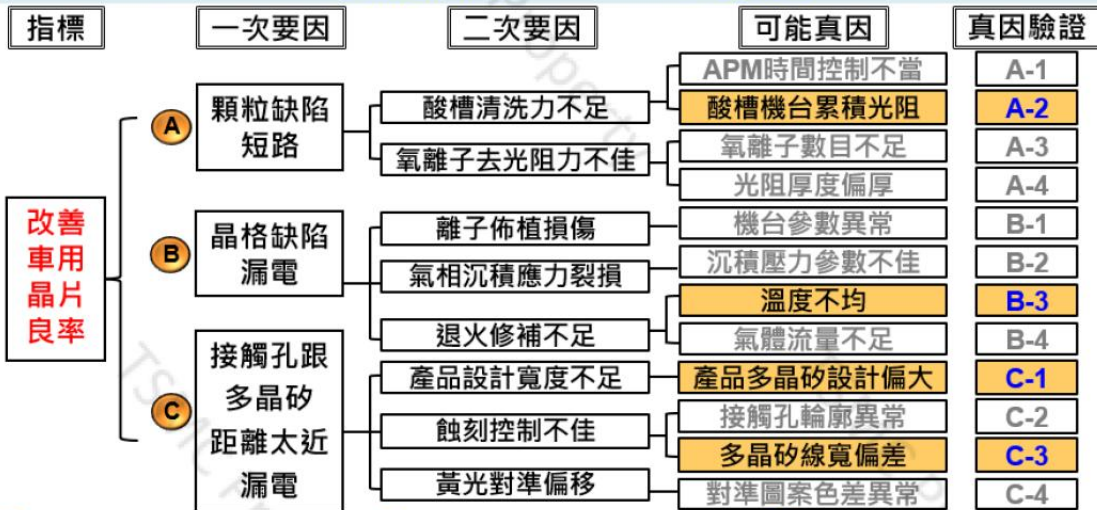
副作用

- 成本支出：增加38%
- 總產能影響：減少14%

D4: 定義及驗證真因



定義真因：利用【系統矩陣圖】三次展開12項要因設計實驗逐一驗證



D4:定義及驗證真因



驗證真因：針對上述可能要因分別進行推論分析，實驗設計與真因驗證

分類	可能真因	模型推導	分析手法	實驗數據與分析結果	結論
A 顆粒缺陷 短路	A-1 APM 時間 控制 不當	氨水(APM)溶劑為親水性 將助顆粒缺陷被水帶走 酸槽製程步驟 步驟1 (疏水) 步驟2(APM) (親水) 步驟3(水洗) 	[工程經驗] [惡化實驗] [相關分析]	氨水(APM)製程秒數 與良率低相關 	非真因
	A-2 酸槽 機台 累積 光阻	酸槽累積光阻濃度過高 造成去除能力不佳 	[工程經驗] [線上觀察] [相關分析]	顆粒缺陷與清洗帶有光 阻晶圓數強相關 	是真因

D4:定義及驗證真因



驗證真因A-2：酸槽機台累積光阻，造成去除能力降低

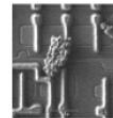
真因描述

經由個別站點分析，帶光阻過貨比增加，造成酸槽累積光阻濃度升高，去除能力遞減，需要提升化學反應速率。

酸槽站點	帶光阻過貨比(%)	缺陷平均值	缺陷趨勢圖
站點A	36.4%	27.5X	
站點B	10.6%	8X	
站點C	9.9%	7.5X	
站點D	29.1%	22X	
站點E	13.9%	10.5X	

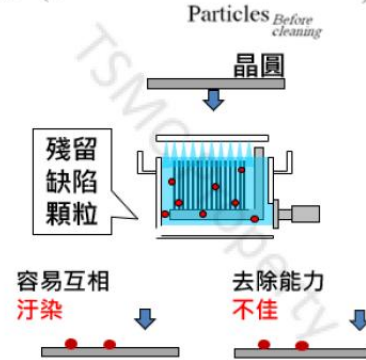
資料時間：M901~M903 製圖人：蔡O豪

Reference:
The New Concept for Particle
Remove in Wet Bench Cleaning



顆粒缺陷去除能力方程式：

$$PRE = (1 - \frac{\text{Particles}_{\text{after cleaning}} - \text{Particles}_{\text{Before cleaning}}}{\text{Particles}_{\text{Before cleaning}}}) \times 100$$



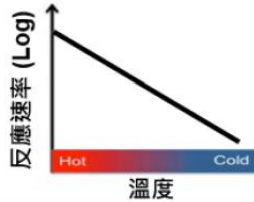
D5:列出、選定及驗證永久對策



對策A-2：升溫加速反應，加強顆粒缺陷去除能力

PLAN 透過阿瑞尼斯化學反應方程式，提升溫度加強化學反應。

- 酸槽累積光阻濃度升高，溫度未最佳化，造成光阻殘留
- 根據化學反應理論，提高溫度加強反應速度，尋找最佳去光阻程式

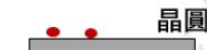


阿瑞尼斯化學反應方程式：
 $Rate = K \cdot \exp(-E_a / (RT))$

K：阿瑞尼斯常數，R：氣體常數， E_a ：反應活化能，T：反應溫度



溫度不佳，
造成光阻殘留



溫度不足(低溫)

溫度最佳化，
光阻去除能力佳



溫度適中



冷水洗衣，洗衣粉溶解不佳，
造成污垢、細菌殘留



溫水洗衣，洗衣粉溶解均勻，
污垢、細菌、汗臭一次解決

D5:列出、選定及驗證永久對策



對策A-2：升溫加速反應，加強光阻去除能力

DO 升溫加速反應降低顆粒缺陷，並搭配CO₂水濃度增加減輕圖形損傷。

	品質特徵質	特性	現況	期望值	量測方式
Y1	圖形損傷缺陷(顆)	望小	8x	<8x	光學量測
Y2	顆粒缺陷(顆)	望小	25x	<10x	光學量測
Y3	柵氧化層厚度	望目	23.5x	23.2x~23.8x	厚度量測

- 可控因子：響應曲面法(16 run)探討 X1/X2/X3對Y1/Y2/Y3最佳因子設定

選取因子	CO ₂ 水濃度 (X1)	SPM反應溫度 (X2)	SPM製程時間 (X3)
單位	a.u.	°C	sec.
類型	連續	連續	連續
水準1 (現行條件)	1X	1X	1X
水準2	1.3X	1.15X	0.6X
水準3	1.6X	1.3X	0.2X
製程極限	<2X	<1.5X	>0

- 因子解釋：

➢ CO₂水製程時間(X1)

晶圓容易累積電子，硫酸(SPM)反應加快將產生氣體容易跟電子摩擦形成電弧效應，導致圖形損傷，CO₂水增加將電子導掉

➢ 硫酸(SPM)反應因子(X2/X3)

此步驟為去光阻主要步驟，溫度提高加快反應，並同時調整時間最佳化

D5:列出、選定及驗證永久對策



對策A-2：升溫加速反應之實驗設計(DO)

- 利用p-value < 0.05判定各因子之模型配適度，建立最佳化模型。

	Y1：損傷缺陷(x類)	Y2：顆粒缺陷(x類)	Y3：厚度(A)																																																												
模型分析																																																															
殘差分析																																																															
檢定	Durbin-Watson Durbin- Number: 16 Watson of Obs. AutoCorrelation: -0.2337 Prob<DW: 0.8256 P>0.05 · 散亂分佈 Accept H0; residual independent	Durbin-Watson Durbin- Number: 16 Watson of Obs. AutoCorrelation: -0.2693 Prob<DW: 0.8697 P>0.05 · 散亂分佈 Accept H0; residual independent	Durbin-Watson Durbin- Number: 16 Watson of Obs. AutoCorrelation: 0.2223 Prob<DW: 0.0883 P>0.05 · 散亂分佈 Accept H0; residual independent																																																												
精準分析	Summary of Fit RSquare: 0.909347 RSquare Adj: 0.866837 Root Mean Square Error: 1.257571 Mean of Response: 9.11675 Observations (or Sum Wgts): 16 P<0.05 Reject H0; slope coefficient=0	Summary of Fit RSquare: 0.991113 RSquare Adj: 0.987888 Root Mean Square Error: 1.44257 Mean of Response: 15.54375 Observations (or Sum Wgts): 16 P<0.05 Reject H0; slope coefficient=0	Summary of Fit RSquare: 0.975072 RSquare Adj: 0.971236 Root Mean Square Error: 0.108309 Mean of Response: 23.5625 Observations (or Sum Wgts): 16 P<0.05 Reject H0; slope coefficient=0																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Source</th> <th>DF</th> <th>Squares</th> <th>Mean Square</th> <th>F Ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Model</td> <td>4</td> <td>160.74804</td> <td>40.1870</td> <td>25.4109</td> </tr> <tr> <td>Error</td> <td>11</td> <td>17.39633</td> <td>1.5815</td> <td>Prob>F: <0.0001*</td> </tr> <tr> <td>C. Total</td> <td>15</td> <td>178.14438</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Source	DF	Squares	Mean Square	F Ratio	Model	4	160.74804	40.1870	25.4109	Error	11	17.39633	1.5815	Prob>F: <0.0001*	C. Total	15	178.14438			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Source</th> <th>DF</th> <th>Squares</th> <th>Mean Square</th> <th>F Ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Model</td> <td>4</td> <td>2554.2083</td> <td>638.552</td> <td>206.8475</td> </tr> <tr> <td>Error</td> <td>11</td> <td>22.8911</td> <td>2.081</td> <td>Prob>F: <0.0001*</td> </tr> <tr> <td>C. Total</td> <td>15</td> <td>2577.0994</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Source	DF	Squares	Mean Square	F Ratio	Model	4	2554.2083	638.552	206.8475	Error	11	22.8911	2.081	Prob>F: <0.0001*	C. Total	15	2577.0994			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Source</th> <th>DF</th> <th>Squares</th> <th>Mean Square</th> <th>F Ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Model</td> <td>2</td> <td>5.9650000</td> <td>2.98250</td> <td>254.2458</td> </tr> <tr> <td>Error</td> <td>13</td> <td>0.1525000</td> <td>0.01173</td> <td>Prob>F: <0.0001*</td> </tr> <tr> <td>C. Total</td> <td>15</td> <td>6.1175000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Source	DF	Squares	Mean Square	F Ratio	Model	2	5.9650000	2.98250	254.2458	Error	13	0.1525000	0.01173	Prob>F: <0.0001*	C. Total	15	6.1175000		
Source	DF	Squares	Mean Square	F Ratio																																																											
Model	4	160.74804	40.1870	25.4109																																																											
Error	11	17.39633	1.5815	Prob>F: <0.0001*																																																											
C. Total	15	178.14438																																																													
Source	DF	Squares	Mean Square	F Ratio																																																											
Model	4	2554.2083	638.552	206.8475																																																											
Error	11	22.8911	2.081	Prob>F: <0.0001*																																																											
C. Total	15	2577.0994																																																													
Source	DF	Squares	Mean Square	F Ratio																																																											
Model	2	5.9650000	2.98250	254.2458																																																											
Error	13	0.1525000	0.01173	Prob>F: <0.0001*																																																											
C. Total	15	6.1175000																																																													

D5:列出、選定及驗證永久對策



對策A-2：升溫加速反應之實驗設計(DO)

	Y1：損傷缺陷(x類)	Y2：顆粒缺陷(x類)	Y3：厚度(A)																																																																																																																																																						
常態分佈檢定	Goodness-of-Fit Test Shapiro-Wilk W Test W: 0.914897 Prob<W: 0.1396 Note: Ho = The data is from the Normal distribution. Small p-values reject Ho. P>0.05 · Accept H0; data normal distribution	Goodness-of-Fit Test Shapiro-Wilk W Test W: 0.921102 Prob<W: 0.1757 Note: Ho = The data is from the Normal distribution. Small p-values reject Ho. P>0.05 · Accept H0; data normal distribution	Goodness-of-Fit Test Shapiro-Wilk W Test W: 0.941843 Prob<W: 0.3722 Note: Ho = The data is from the Normal distribution. Small p-values reject Ho. P>0.05 · Accept H0; data normal distribution																																																																																																																																																						
變異數同質性																																																																																																																																																									
模型公式	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Term</th> <th>Estimate</th> <th>Std Error</th> <th>t Ratio</th> <th>Prob> t </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X1</td> <td>-9.233233</td> <td>1.740825</td> <td>-5.30</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>(X1+1.3)/(X2-1.15)</td> <td>-44.44444</td> <td>12.97535</td> <td>-3.43</td> <td>0.0141*</td> </tr> <tr> <td>X2</td> <td>11.533333</td> <td>3.48168</td> <td>3.29</td> <td>0.0107*</td> </tr> <tr> <td>(X1+1.3)/(X2-1.15)</td> <td>21.872296</td> <td>11.20137</td> <td>1.95</td> <td>0.0702*</td> </tr> <tr> <td>(X2-1.15)/(X2-1.15)</td> <td>-16.15709</td> <td>45.2055</td> <td>-0.42</td> <td>0.6865</td> </tr> <tr> <td>(X2-0.6)/(X3-0.6)</td> <td>-1.756466</td> <td>6.357022</td> <td>-0.28</td> <td>0.7916</td> </tr> <tr> <td>(X2-1.15)/(X3-0.6)</td> <td>0.8333333</td> <td>8.731509</td> <td>0.09</td> <td>0.9345</td> </tr> <tr> <td>(X1+1.3)/(X3-0.6)</td> <td>-0.2083333</td> <td>4.865754</td> <td>-0.04</td> <td>0.9672</td> </tr> <tr> <td>X3</td> <td>0.05</td> <td>1.305619</td> <td>0.04</td> <td>0.9707</td> </tr> </tbody> </table>	Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t	X1	-9.233233	1.740825	-5.30	<0.0001*	(X1+1.3)/(X2-1.15)	-44.44444	12.97535	-3.43	0.0141*	X2	11.533333	3.48168	3.29	0.0107*	(X1+1.3)/(X2-1.15)	21.872296	11.20137	1.95	0.0702*	(X2-1.15)/(X2-1.15)	-16.15709	45.2055	-0.42	0.6865	(X2-0.6)/(X3-0.6)	-1.756466	6.357022	-0.28	0.7916	(X2-1.15)/(X3-0.6)	0.8333333	8.731509	0.09	0.9345	(X1+1.3)/(X3-0.6)	-0.2083333	4.865754	-0.04	0.9672	X3	0.05	1.305619	0.04	0.9707	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Term</th> <th>Estimate</th> <th>Std Error</th> <th>t Ratio</th> <th>Prob> t </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X2</td> <td>-96.6</td> <td>2.81886</td> <td>-30.72</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>(X2-1.15)/(X2-1.15)</td> <td>548.58238</td> <td>36.60014</td> <td>14.99</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>X3</td> <td>-10.225</td> <td>1.05708</td> <td>-9.67</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>(X2-1.15)/(X3-0.6)</td> <td>86.875</td> <td>7.73091</td> <td>11.23</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>(X1-1.3)/(X1-1.3)</td> <td>-18.40596</td> <td>9.150034</td> <td>-2.01</td> <td>0.0509</td> </tr> <tr> <td>(X3-0.6)/(X3-0.6)</td> <td>10.269397</td> <td>5.146694</td> <td>2.00</td> <td>0.0503</td> </tr> <tr> <td>(X1-1.3)/(X3-0.6)</td> <td>-2.8125</td> <td>3.939506</td> <td>-0.71</td> <td>0.5021</td> </tr> <tr> <td>(X1-1.3)/(X2-1.15)</td> <td>-4.722222</td> <td>10.50535</td> <td>-0.45</td> <td>0.6688</td> </tr> <tr> <td>X1</td> <td>0.03333333</td> <td>1.40944</td> <td>0.02</td> <td>0.9819</td> </tr> </tbody> </table>	Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t	X2	-96.6	2.81886	-30.72	<0.0001*	(X2-1.15)/(X2-1.15)	548.58238	36.60014	14.99	<0.0001*	X3	-10.225	1.05708	-9.67	<0.0001*	(X2-1.15)/(X3-0.6)	86.875	7.73091	11.23	<0.0001*	(X1-1.3)/(X1-1.3)	-18.40596	9.150034	-2.01	0.0509	(X3-0.6)/(X3-0.6)	10.269397	5.146694	2.00	0.0503	(X1-1.3)/(X3-0.6)	-2.8125	3.939506	-0.71	0.5021	(X1-1.3)/(X2-1.15)	-4.722222	10.50535	-0.45	0.6688	X1	0.03333333	1.40944	0.02	0.9819	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Term</th> <th>Estimate</th> <th>Std Error</th> <th>t Ratio</th> <th>Prob> t </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X2</td> <td>3.8666667</td> <td>0.268207</td> <td>14.42</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>X3</td> <td>1.275</td> <td>0.100578</td> <td>12.68</td> <td><0.0001*</td> </tr> <tr> <td>(X3-0.6)/(X3-0.6)</td> <td>0.3303501</td> <td>0.489189</td> <td>1.16</td> <td>0.2514</td> </tr> <tr> <td>(X1-1.3)/(X2-1.15)</td> <td>-0.8333333</td> <td>0.999548</td> <td>-0.83</td> <td>0.4364</td> </tr> <tr> <td>(X1-1.3)/(X3-0.6)</td> <td>0.3125</td> <td>0.37403</td> <td>0.83</td> <td>0.4364</td> </tr> <tr> <td>(X2-1.15)/(X2-1.15)</td> <td>-2.835249</td> <td>3.482377</td> <td>-0.81</td> <td>0.4466</td> </tr> <tr> <td>(X1-1.3)/(X1-1.3)</td> <td>0.4022989</td> <td>0.870594</td> <td>0.46</td> <td>0.6603</td> </tr> <tr> <td>(X2-1.15)/(X3-0.6)</td> <td>0.2083333</td> <td>0.749681</td> <td>0.28</td> <td>0.7904</td> </tr> <tr> <td>X1</td> <td>1.234e-15</td> <td>0.134103</td> <td>0.00</td> <td>1.0000</td> </tr> </tbody> </table>	Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t	X2	3.8666667	0.268207	14.42	<0.0001*	X3	1.275	0.100578	12.68	<0.0001*	(X3-0.6)/(X3-0.6)	0.3303501	0.489189	1.16	0.2514	(X1-1.3)/(X2-1.15)	-0.8333333	0.999548	-0.83	0.4364	(X1-1.3)/(X3-0.6)	0.3125	0.37403	0.83	0.4364	(X2-1.15)/(X2-1.15)	-2.835249	3.482377	-0.81	0.4466	(X1-1.3)/(X1-1.3)	0.4022989	0.870594	0.46	0.6603	(X2-1.15)/(X3-0.6)	0.2083333	0.749681	0.28	0.7904	X1	1.234e-15	0.134103	0.00	1.0000
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t																																																																																																																																																					
X1	-9.233233	1.740825	-5.30	<0.0001*																																																																																																																																																					
(X1+1.3)/(X2-1.15)	-44.44444	12.97535	-3.43	0.0141*																																																																																																																																																					
X2	11.533333	3.48168	3.29	0.0107*																																																																																																																																																					
(X1+1.3)/(X2-1.15)	21.872296	11.20137	1.95	0.0702*																																																																																																																																																					
(X2-1.15)/(X2-1.15)	-16.15709	45.2055	-0.42	0.6865																																																																																																																																																					
(X2-0.6)/(X3-0.6)	-1.756466	6.357022	-0.28	0.7916																																																																																																																																																					
(X2-1.15)/(X3-0.6)	0.8333333	8.731509	0.09	0.9345																																																																																																																																																					
(X1+1.3)/(X3-0.6)	-0.2083333	4.865754	-0.04	0.9672																																																																																																																																																					
X3	0.05	1.305619	0.04	0.9707																																																																																																																																																					
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t																																																																																																																																																					
X2	-96.6	2.81886	-30.72	<0.0001*																																																																																																																																																					
(X2-1.15)/(X2-1.15)	548.58238	36.60014	14.99	<0.0001*																																																																																																																																																					
X3	-10.225	1.05708	-9.67	<0.0001*																																																																																																																																																					
(X2-1.15)/(X3-0.6)	86.875	7.73091	11.23	<0.0001*																																																																																																																																																					
(X1-1.3)/(X1-1.3)	-18.40596	9.150034	-2.01	0.0509																																																																																																																																																					
(X3-0.6)/(X3-0.6)	10.269397	5.146694	2.00	0.0503																																																																																																																																																					
(X1-1.3)/(X3-0.6)	-2.8125	3.939506	-0.71	0.5021																																																																																																																																																					
(X1-1.3)/(X2-1.15)	-4.722222	10.50535	-0.45	0.6688																																																																																																																																																					
X1	0.03333333	1.40944	0.02	0.9819																																																																																																																																																					
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t																																																																																																																																																					
X2	3.8666667	0.268207	14.42	<0.0001*																																																																																																																																																					
X3	1.275	0.100578	12.68	<0.0001*																																																																																																																																																					
(X3-0.6)/(X3-0.6)	0.3303501	0.489189	1.16	0.2514																																																																																																																																																					
(X1-1.3)/(X2-1.15)	-0.8333333	0.999548	-0.83	0.4364																																																																																																																																																					
(X1-1.3)/(X3-0.6)	0.3125	0.37403	0.83	0.4364																																																																																																																																																					
(X2-1.15)/(X2-1.15)	-2.835249	3.482377	-0.81	0.4466																																																																																																																																																					
(X1-1.3)/(X1-1.3)	0.4022989	0.870594	0.46	0.6603																																																																																																																																																					
(X2-1.15)/(X3-0.6)	0.2083333	0.749681	0.28	0.7904																																																																																																																																																					
X1	1.234e-15	0.134103	0.00	1.0000																																																																																																																																																					

D5:列出、選定及驗證永久對策



工程解讀

X1 : CO ₂ 水濃度 DOE建議 : 1.49X 工程選取 : 1.5X	X2 : SPM反應溫度 DOE建議 : 1.19X 工程選取 : 1.2X	X3 : SPM製程時間 DOE建議 : 0.49X 工程選取 : 0.5X
<p>二氧化碳(CO₂)水 :</p> <p>二氧化碳加水將形成 [H+] 氫離子, [H+] 氫離子會吸引電子(e⁻), 將殘留在晶圓表面上的電子去除。 帶走負電荷</p>	<p>硫酸+雙氧水(SPM)溫度 :</p> <p>硫酸加溫將加速硫酸與光阻反應, 加速去除不殘留。</p> <p>去除光阻</p>	<p>硫酸+雙氧水(SPM)時間 :</p> <p>反應加速生成副產物H₂O, 將造成氧化層增厚, 需要對應降低製程時間。</p>

- 極值確認 : 重複10次確認極值, DOE驗證符合預期, 和10% window規格。

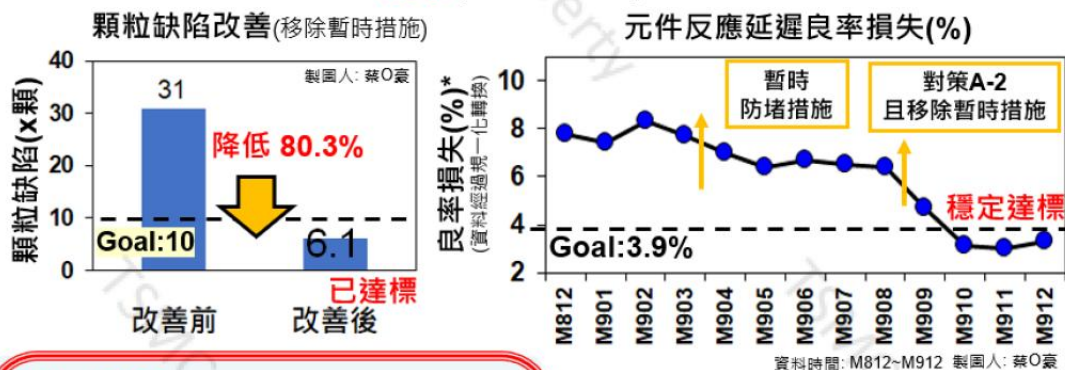
特徵值	目標	舊程式	DOE預測	實際
圖形損傷缺陷(x類)	<8	8	5.9~7.9	6.9
顆粒缺陷(x類)	<10	25	4.6~7	6.1
柵氧化層厚度	23.3x~23.7x	23.5x	23.5x~23.7x	23.6x

D5:列出、選定及驗證永久對策



對策A-2 : 升溫加速反應, 加強光阻去除能力

CHECK 趨勢圖分析, 對策A-2上線後, 顆粒缺陷改善>80%, “元件反應延遲”良率損失大幅改善60% (7.8%→3.1%), 連續3個月穩定達標。



附加利益 :

提升公司永續投資(ESG)價值

硫酸 : 減少使用 50%/月

廢棄物 : 減少生成 66%/月

成本 : 節省 60%/月

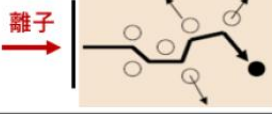
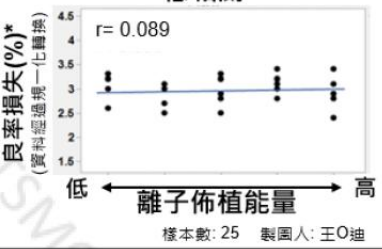
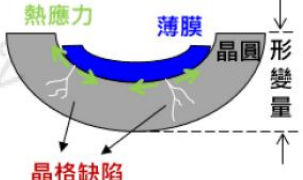
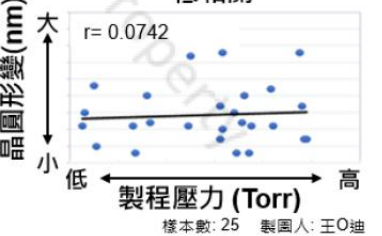
ACT

- 標準化: ECN E140201904017
- 水平展開: 展開至有製程的產品, 各種技術與客戶皆受惠

D4:定義及驗證真因



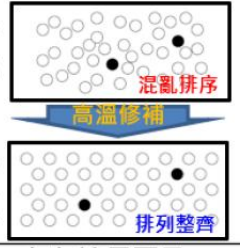
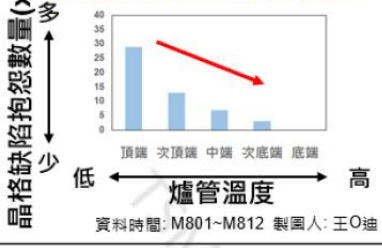
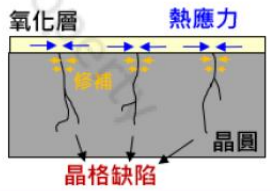
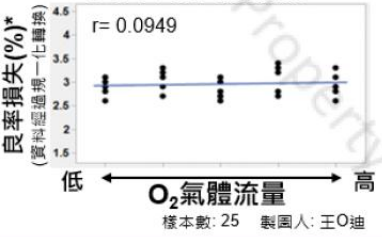
驗證真因：針對上述**可能要因**分別進行推論分析，實驗設計與真因驗證

分類	可能真因	模型推導	分析手法	實驗數據與分析結果	結論
B 晶格缺陷 漏電	B-1 離子佈植機台參數異常	高能佈植造成太多晶格原子偏移修補不全 能量 \propto 隨機碰撞率 $(E \propto S = S_n + S_e)$ 原子核 電子 	[工程經驗] [標竿學習] [相關分析]	離子佈植能量與良率損失低相關 	非真因
	B-2 氣相沉積壓力參數不佳	薄膜沉積壓力增加 加快沉積速度造成晶圓形變加劇 	[線上觀察] [相關分析]	製程壓力與晶圓形變低相關 	非真因

D4:定義及驗證真因



驗證真因：針對上述**可能要因**分別進行推論分析，實驗設計與真因驗證

分類	可能真因	模型推導	分析手法	實驗數據與分析結果	結論
B 晶格缺陷 漏電	B-3 淺溝槽退火修補溫度不均	晶格缺陷需要高溫修補 溫度不足將修補不全 	[工程經驗] [線上觀察] [長條圖]	爐管頂端和底端溫差與晶格缺陷抱怨數成正相關 	是真因
	B-4 淺溝槽退火修補氣體流量不足	氧氣流量不足 降低氧化層生成速度 降低熱應力修補缺陷 	[工程經驗] [標竿學習] [相關分析]	O ₂ 氣體流量與良率損失無相關 	非真因

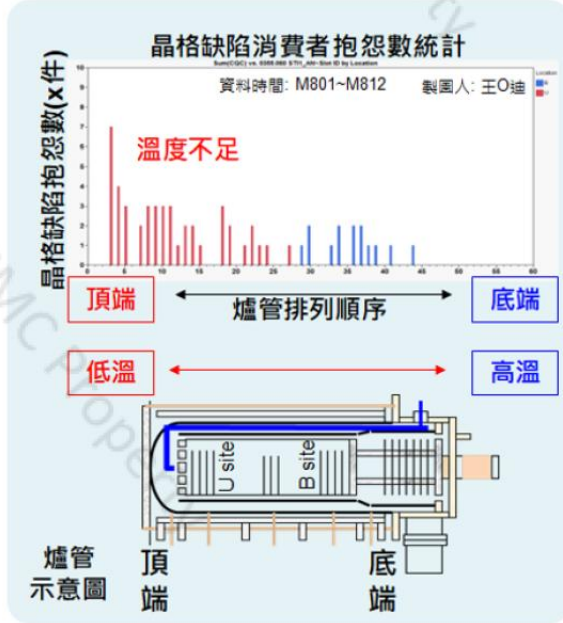
D4: 定義及驗證真因



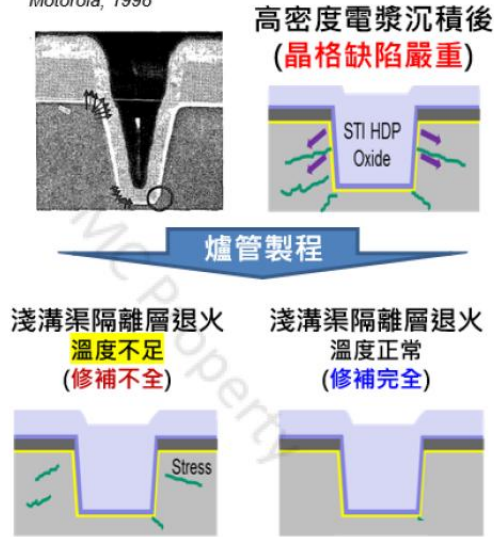
驗證真因B-3：淺溝渠隔離層退火溫度不均，造成晶格缺陷

真因描述

以文獻探討晶格缺陷在“高密度電漿沉積”後趨於嚴重，爐管端點高溫退火溫度不一，造成晶格缺陷修復不完整



Reference :
Characterization and Elimination of Trench Dislocations,
Motorola, 1998



D5: 列出、選定及驗證永久對策

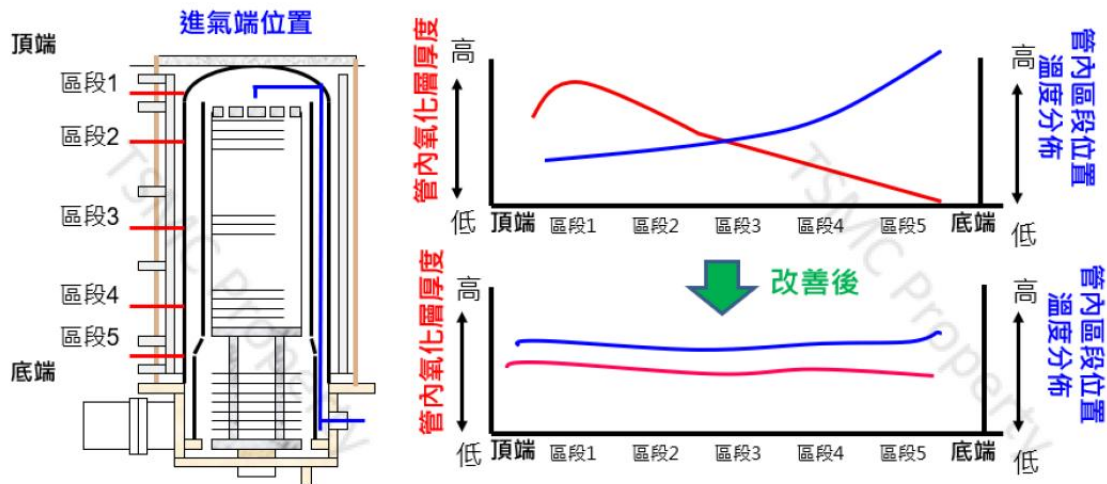


對策B-3：調整爐管機台氣流與溫度，改善晶格缺陷

PLAN

進氣管位置使頂端氧化層偏厚，頂端溫度低，可避免頂端氧化層厚度更厚。

- 調整爐管進氣管，改變管內氣流，讓氧化層厚度均勻
- 進行區段溫度控管，改善晶格缺陷修復差異



D5:列出、選定及驗證永久對策



對策B-3：智慧調整爐管機台溫度與氣流，改善晶格缺陷

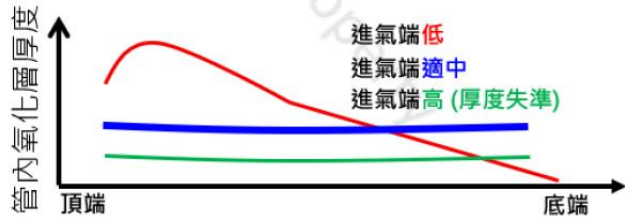
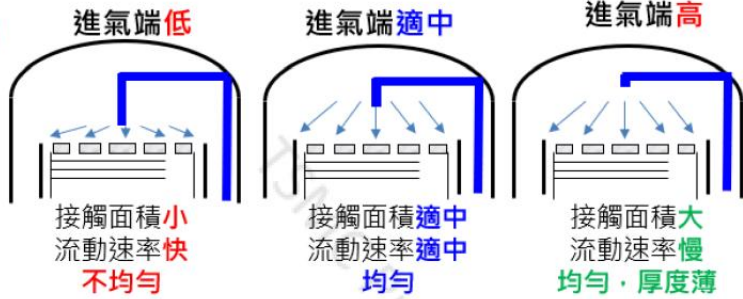
DO-1 定義爐管“進氣管配置高度”，增進氣流均勻度。

- 花灑理論發想，利用質量守恆定律，驗證不同進氣管配置高度
- 適當高度定義，具有最佳化均勻度與厚度

連續方程式(質量守恆定律)

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

If $A_2 > A_1$
→ $v_1 > v_2$



D5:列出、選定及驗證永久對策



對策B-3：DO-2 調整爐管機台溫度，改善晶格缺陷

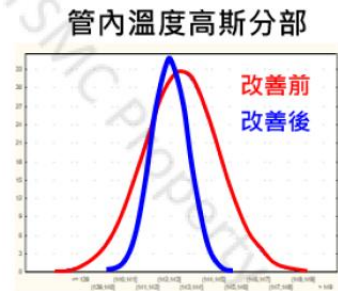
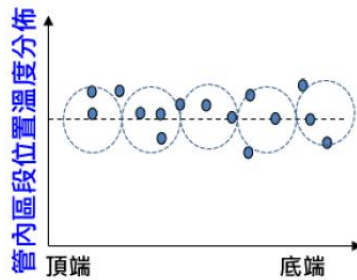
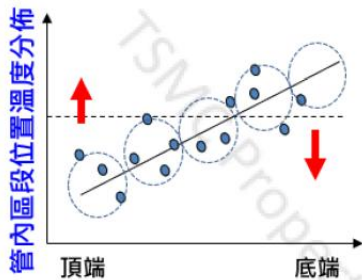
DO-2 增加爐管管內分區溫控 → 經驗學習，降低差異。

- 新增“區段溫控設定”，參考各項數據設定溫度最佳化

首創1
智能溫控設定

改善前: 因進氣端位置關係
管內溫度不均

改善後: 系統自動控制
溫度均勻



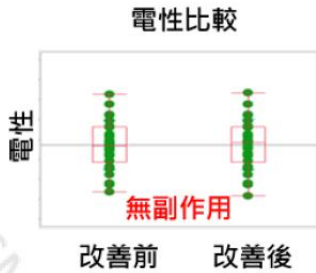
D5:列出、選定及驗證永久對策



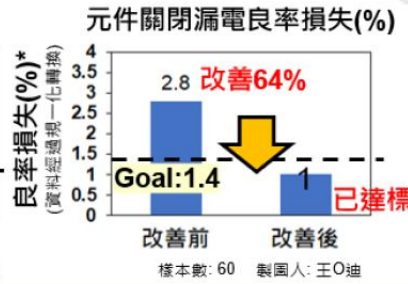
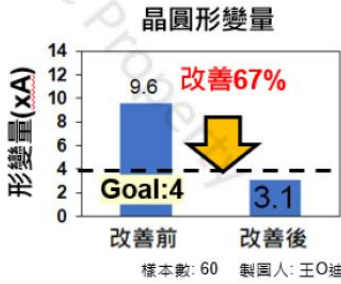
對策B-3：調整退火爐管機台溫度，改善晶格缺陷

CHECK

對策B-3上線後，利用“統計檢定”確認電性無副作用，形變量改善**67%**，“元件關閉漏電”良率損失大幅改善**64%**，超越目標。



α=0.05		改善前	改善後
實驗數據統計	樣本大小	30	30
	平均值	529.29	529.35
	標準差	3.07	3.12
1.常態確認 H0:常態分布 H1:非常態分布	(Shapiro-Wilk test) P-value	0.9108 (Accept H0)	0.9586 (Accept H0)
	2.變異同質確認 H0:σ ₁ ² =σ ₂ ² H1:σ ₁ ² ≠σ ₂ ²	F test P-value	0.9353 (Accept H0)
3.Equal variance t test H0:μ ₁ =μ ₂ H1:μ ₁ ≠μ ₂		P-value	0.9371 (Accept H0)
	結論:		兩組實驗電性無顯著差異



ACT

- 即時監控：FDC即時檢測，趨勢圖管制
- 標準化：ECN:E140201930110

D4:定義及驗證真因



驗證真因：針對上述可能要因分別進行推論分析，實驗設計與真因驗證

分類	可能真因	模型推導	分析手法	實驗數據與分析結果	結論
C 接觸孔跟多晶矽距離太近漏電	C-1 產品多晶矽設計偏大	車規晶片多晶矽(Poly)線寬大，壓縮疊對空間 PO與CT距離較小，漏電機率增加 [良好設計] [天生設計] [設計缺陷]	[線上觀察] [相關分析] [比較手法]	車規晶片設計良率損失提早發生 [散佈圖] ● 車規晶片區塊 ● 良好設計區塊 生產管制線 資料時間: M812-M902 製圖人: 王O翔	是真因
	C-2 接觸孔輪廓異常	接觸孔(CT)頂部線寬大，壓縮疊對(OVL)空間 CT輪廓異常增加漏電機率 CT Top_CD小 正常 CT Top_CD大 輪廓異常	[線上觀察] [相關分析]	接觸孔輪廓與良率損失低無關 r = 0.0608 [散佈圖] 接觸孔 (CT)頂部線寬大小(um) 樣本數: 100 製圖人: 黃O胎	非真因

D4:定義及驗證真因



驗證真因：針對上述可能要因分別進行推論分析，實驗設計與真因驗證

分類	可能真因	模型推導	分析手法	實驗數據與分析結果	結論
C 接觸孔跟多晶矽距離太近漏電	C-3 多晶矽線寬偏差	<p>多晶矽(Poly) 線寬偏差 · 增加漏電機率</p> <p>PO與CT距離較小，漏電機率增加</p> <p>製程正常 Poly CD 小 製程偏差 Poly CD 大</p>	[線上觀察] [相關分析]	<p>多晶矽(Poly)線寬與良率損失正相關</p> <p>良率損失(%)* 多晶矽 (Poly)線寬大小(um)</p> <p>樣本數: 100 製國人: 黃O胎</p>	是真因
	C-4 對準圖案色差異常	<p>前層圖案模糊不清造成疊對(OVL)失準偏移</p> <p>前層圖形清晰 前層圖形模糊</p> <p>準確對準 對準偏移</p>	[線上觀察] [相關分析]	<p>對準量測準確性與良率損失低相關</p> <p>良率損失(%)* 對準量測準確性參數</p> <p>樣本數: 100 製國人: 黃O胎</p>	非真因

D4:定義及驗證真因



驗證真因C-1/C-3：產品設計不良+線寬偏差，造成線路短路

情境發想

蓋印章理論：車用晶片電路圖如同筆劃密集的印章，字體要求清晰乾淨。



一般晶片



車用晶片

首創2

電路圖形辨識演算法

減少字黏在一起的機會

首創3

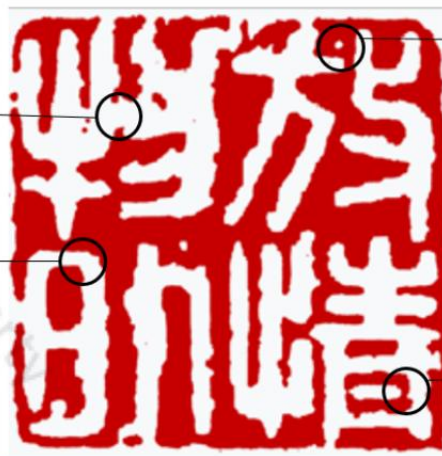
高低頻光譜偵測

每個筆劃粗細一致

字黏在一起
短路!!

轉彎處變細
電阻變大

註：放情物外
超脫於塵世之外



多跑出一個點
意外多了電路

筆劃斷了
斷路!!

D4: 定義及驗證真因



驗證真因C-1/C-3：產品設計不良+線寬偏差，造成線路短路

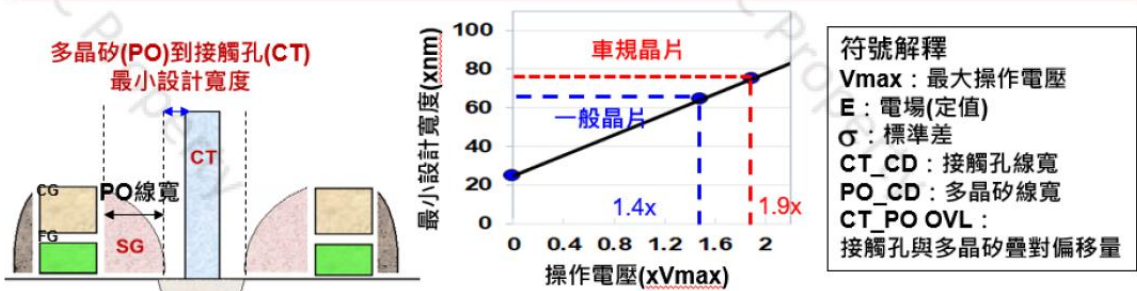
真因描述 車規晶片測試電壓比一般嚴苛~30%，根據**可靠度理論**推導發現：

- 多晶矽(Poly)到接觸孔(CT)最小設計距離不足，壓縮疊對(OVL)空間window

可靠度理論模型

$$\frac{V_{max}}{E} \times 10 + \sqrt{(3 * \sigma_{CO_CD}/2)^2 + (3 * \sigma_{PO_CD}/2)^2 + (3 * \sigma_{CO_PO_OVL})^2}$$

可靠度要求(nm)
(TDD8 (85C, <0.1% 30 years))
製造誤差(nm)
(CT_CD, PO_CD, CT-PO OVL)
多晶矽(Poly)到接觸孔(CT)最小設計寬度

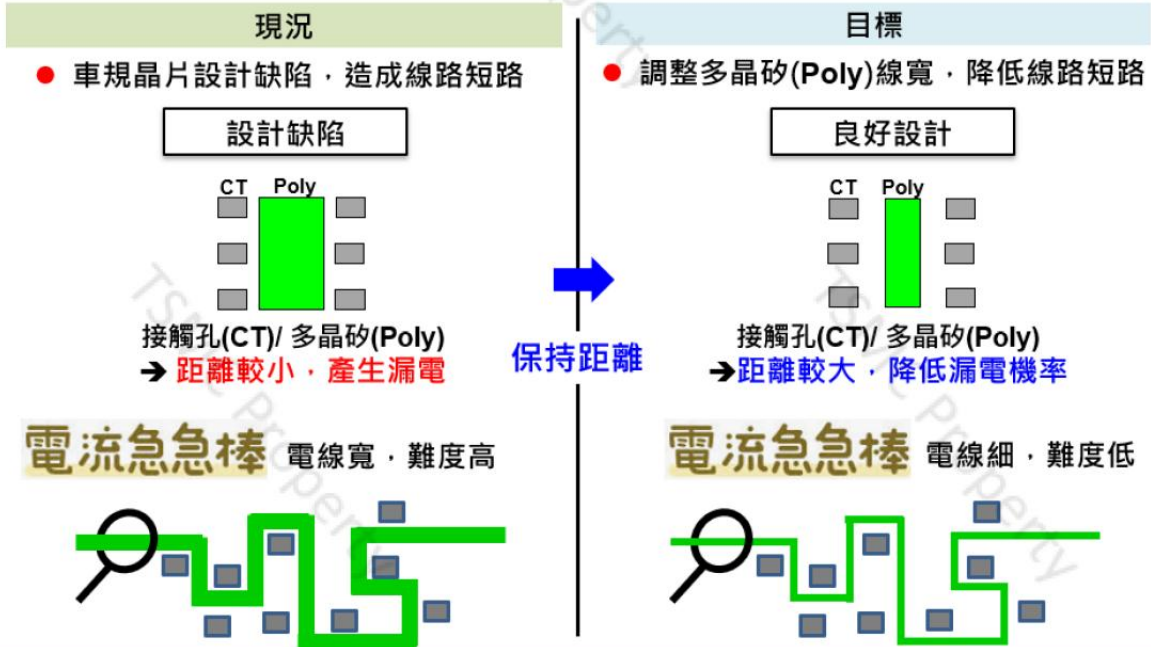


D5: 列出、選定及驗證永久對策



對策C-1：加大疊對有效線寬，降低多晶矽與接觸孔線路短路

PLAN 透過**可靠度模擬**優化接觸孔(CT)/多晶矽(Poly)線寬，增加疊對(OVL)空間。



D5:列出、選定及驗證永久對策



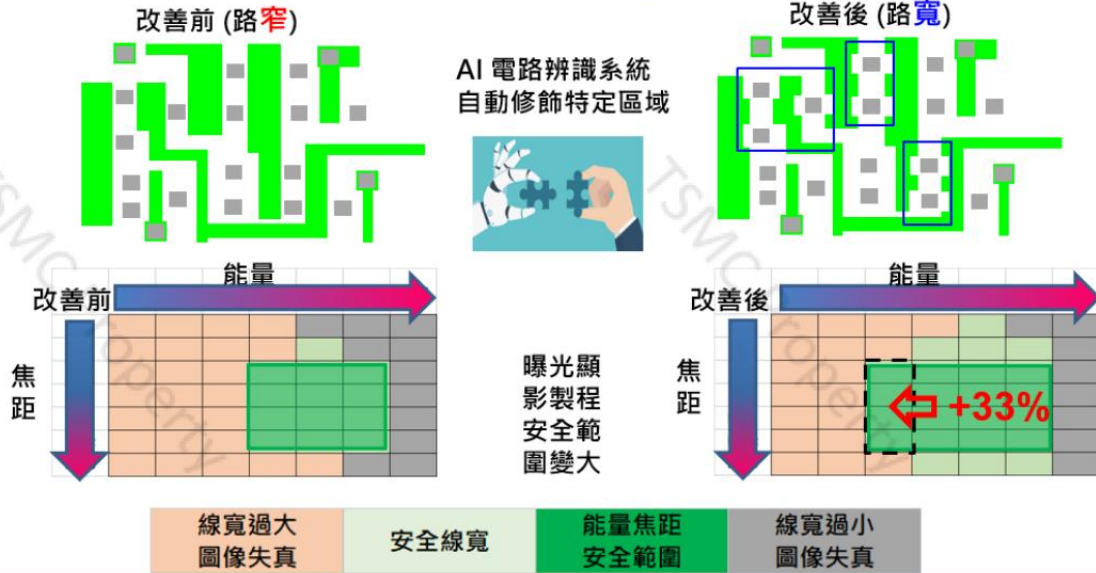
對策C-1：加大疊對有效線寬，避免線路短路

首創2

電路圖形
辨識演算法

DO 可靠度理論，增加多晶矽(Poly)與接觸孔(CT)疊對空間。

- 攜手客戶共同驗證藉由“圖形辨識演算法”後的優化電路
- 電路修飾後，有效曝光顯影安全範圍增加**33%**



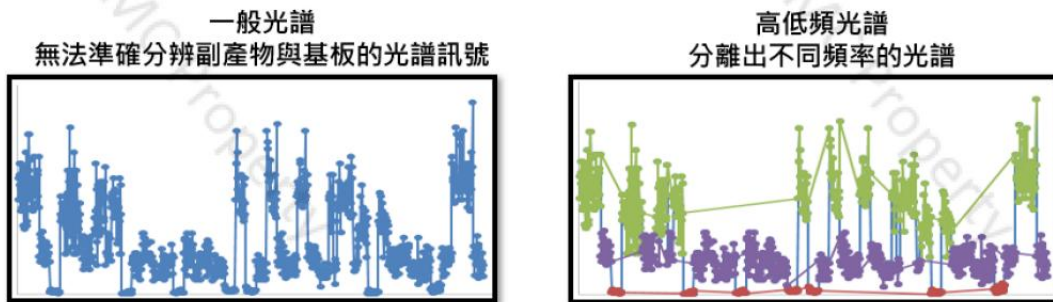
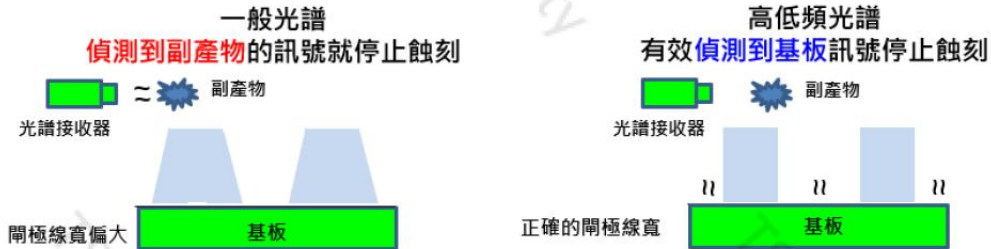
D5:列出、選定及驗證永久對策



對策C-3：控制線寬均勻度，避免線路短路

PLAN 蝕刻終點偵測控制：高低光譜界定蝕刻程度。

- 藉由有效分離出基板與副產物訊號，有效控制蝕刻至矽基板的深度與線寬



D5:列出、選定及驗證永久對策



對策C-3：控制線寬均勻度，避免線路短路

首創3
高低頻光譜
偵測

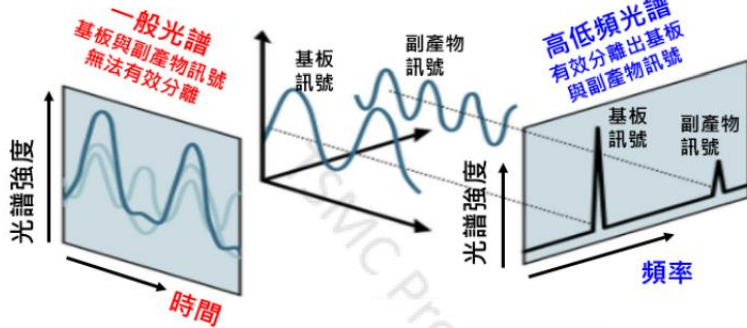
DO 蝕刻終點偵測控制：高低光譜界定蝕刻程度。

- 利用傅立葉轉換公式，將光譜強度對時間 $f(t)$ 的趨勢圖轉換光譜強度對頻率 $F(\omega)$ 的趨勢圖，有效分離出基板與副產物訊號

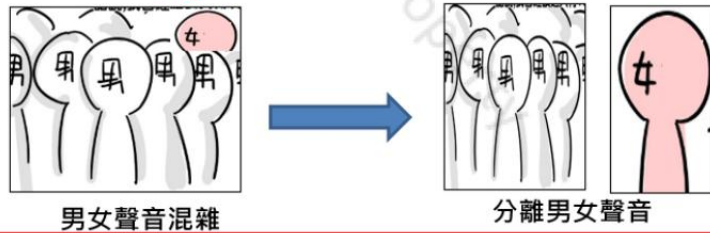
傅立葉轉換公式

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

將時間 $f(t)$ 的函數
轉換頻率 $F(\omega)$ 的函數



相同時間下，男女聲音混雜
無法有效辨認
在不同音頻高低下，可輕易
分離出男女聲音

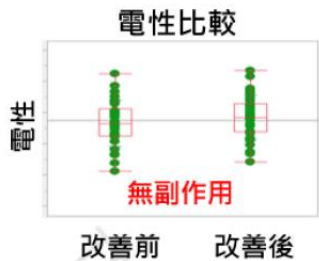


D5:列出、選定及驗證永久對策



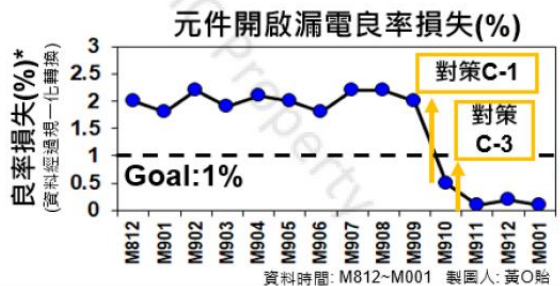
對策C-1/C-3：加大疊對有效線寬+控制線寬均勻度，降低線路短路

CHECK 對策C-1/C-3上線後，“統計檢定”確認電性無副作用，“元件開啟漏電”良率損失大幅改善95% (2% → 0.1%)，連續3個月穩定達標。



α=0.05		改善前	改善後
實驗數據統計	樣本大小	30	30
	平均值	1182.4	1192.4
	標準差	36.57	35.29
1.常態確認 H0:常態分布 H1:非常態分布	(Shapiro-Wilk test) P-value	0.9984 (Accept H0)	0.9967 (Accept H0)
2.變異同質確認 H0:σ ₁ ² =σ ₂ ² H1:σ ₁ ² ≠σ ₂ ²	F test P-value	0.8498 (Accept H0)	
3.Equal variance t test H0:μ ₁ =μ ₂ H1:μ ₁ ≠μ ₂	P-value	0.2856 (Accept H0)	
結論:	兩組實驗電性無顯著差異		

樣本數: 60 製圖人: 黃O貽



ACT

- 監控：產品設計偵測系統
- 防呆：訂定產品疊對範圍管制線
- 標準化：ECN:E140202002109

D6:執行永久對策及效果確認

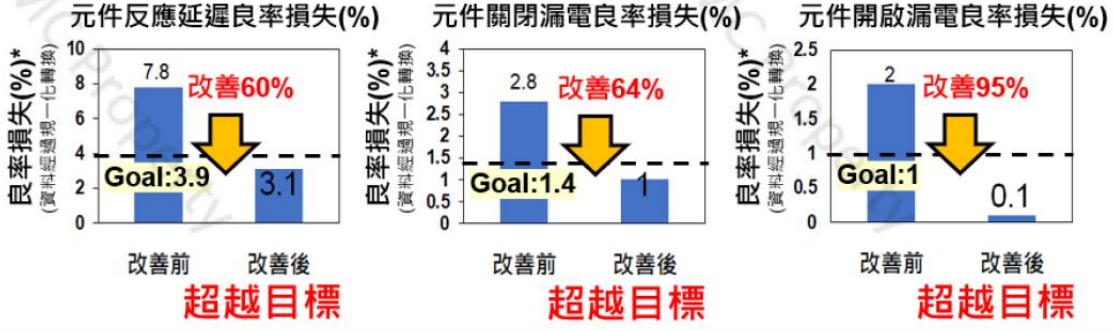
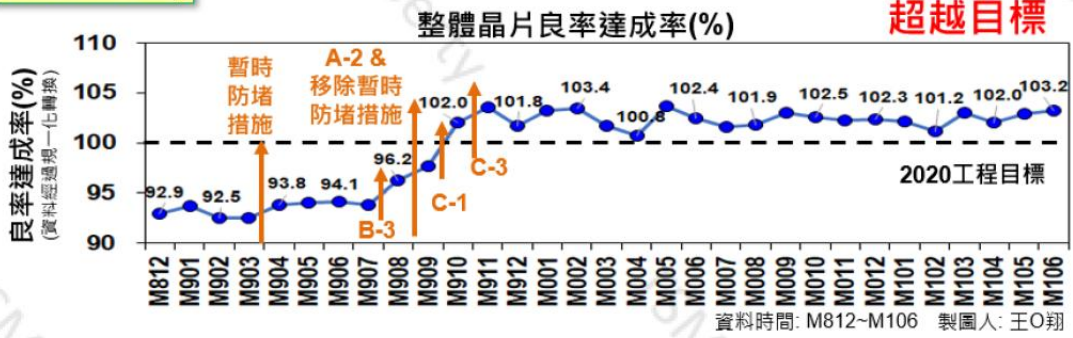


Unleash Innovation

有形效益：追蹤改善效果，良率達標且穩定

效果確認一

【趨勢圖】追蹤改善效果，皆超越目標，持續追蹤超過一年。



D6:執行永久對策及效果確認

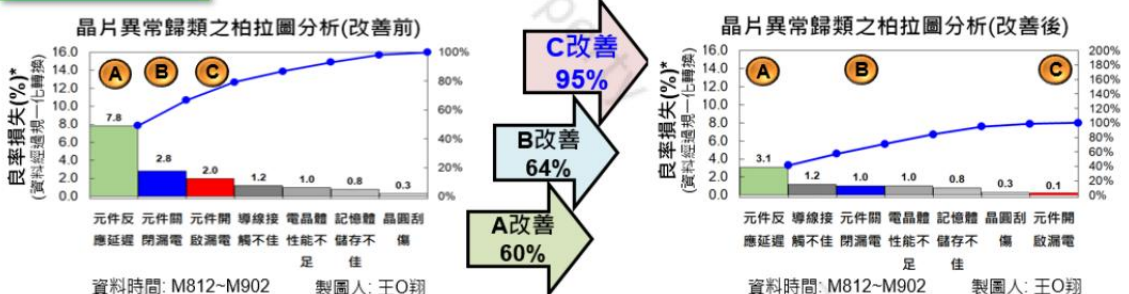


Unleash Innovation

有形效益：S.M.A.R.T 超越目標

效果確認二

由【柏拉圖】確認改善前後3大良率損失大幅改善>60%。



● 超越目標：超越2020工程目標+2.4%。

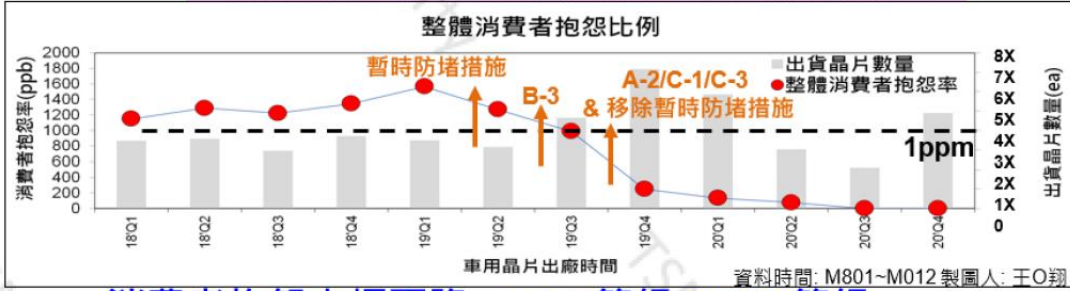
Specific		車用晶片-專注完美·近乎苛求				
Measurable		Ambitious				
改善KPI	特性	公式	現況	工程目標	實際達標	超越2020工程目標
良率達成率* (資料經過規一化轉換)	望大	優良品晶粒數 / 總出貨晶粒數	93%	100%	102.4%	2.4%
A 元件反應延遲* (資料經過規一化轉換)	望小	不良品晶粒數 / 總出貨晶粒數	7.8%	3.9%	3.1%	0.8%
B 元件關閉漏電* (資料經過規一化轉換)	望小		2.8%	1.4%	1.0%	0.4%
C 元件開啟漏電* (資料經過規一化轉換)	望小		2.0%	1.0%	0.1%	0.9%
Realistic	系統圖拆解要因·工程實驗設計確認真因·矩陣圖評選對策·PDCA法實施對策					
Timely	活動期間2019/01~2020/02					

D6:執行永久對策及效果確認



附加效益：消費者抱怨比例大幅下降，持續四季以上

效果確認三 【趨勢圖】分析消費者抱怨率，徹底根絕兩大宿疾：
“接觸孔跟多晶矽距離太近漏電”及“晶格缺陷”。



消費者抱怨大幅下降，ppm等級→ppb等級



資料時間：M801~M012 製圖人：王O翔
連續五季持續下降



資料時間：M801~M012 製圖人：王O翔
連續五季徹底根絕



資料時間：M801~M012 製圖人：王O翔
連續四季徹底根絕

D6:執行永久對策及效果確認



無形效益：創造幸福企業，企業與員工的共同成長

Attitude

追求至高品質的態度

站在巨人的肩膀向前進

Technology

提升市場的競爭力

郢匠揮斤、專利連發

Valuable

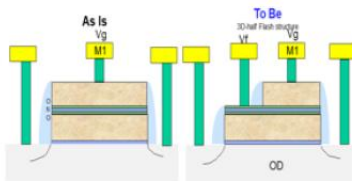
創造無限的價值

莫忘初衷，
基礎科學成就無價效益

教育、承傳、創新、突破
創造高規車用電子技術標準
平台，創造多元客戶群



保持競爭力，
晶片結構設計改善漏電
P20191593WW00
P20203748WW00



利用7項基本學理，
創造出億元的價值

對策	基本原理	領域
A-2	阿瑞尼斯反應式 化學反應理論	化學動力學 基礎化學
B-3	質量守恆理論	流體力學
C-1	可靠度理論 布林運算理論	半導體物理 邏輯學
C-3	傅立葉轉換 蝕刻選擇比理論	光電子學 材料科學

D7:預防再發及標準化



標準化與智財保護

車用晶片品質-專注完美，近乎苛求！



分類	對應對策	編號	姓名
專利	永久對策C-1相關	P20191593WW00	林O珠
專利	永久對策C-1相關	P20203748WW00	林O珠

分類	對應對策	編號	姓名
營業秘密	永久對策B-3 相關	OP20190129	董O仁
營業秘密	永久對策B-3 相關	OP20190911	梁O志

分類	對應對策	編號	姓名
提案	永久對策A-2相關	SUG-21608	王O頻
提案	永久對策A-2相關	SUG-2022	王O頻
提案	永久對策C-1相關	SUG-21623	王O頻
提案	永久對策C-1相關	SUG-4974	蔡O豪

分類	對應對策	編號	姓名
工程改善計畫	永久對策A-2相關	E140201921205	王O頻
工程改善計畫	永久對策A-2相關	E140201904017	王O頻
工程改善計畫	永久對策A-2相關	E140201914025	陳O良
工程改善計畫	永久對策B-3相關	E140201930110	蔡O偉
工程改善計畫	永久對策C-1相關	E140202002109	洪O珊

D7:預防再發及標準化



預防防呆：FMEA系統監控，預防再發

預防/防呆 製程線上利用失效模式與後果分析(FMEA)中風險優先順序數(AP)來建立防呆機制，確保每一片晶圓皆是高品質。

Severity (風險)/Probability(可能性)/Detection (可量測)/ Action Priority (風險優先順序數)

Key Index	S*P*D	AP	Action	S*P*D	IMPR AP
酸槽顆粒管制 	7*5*7	高	針對 酸槽顆粒 大小，建立管制系統，加強管制粒子數目規格需小於250顆	7*3*5	中
酸槽溫度管制 	7*4*6	高	加強管制各機台 酸槽化學液溫度 設定在+/-3%	7*3*3	低
爐管溫度監控 	8*5*6	中	加強監控 爐管機台溫度 與管制爐管內不同位置之製程溫度，誤差設定需小於 +/3%	8*2*3	低
產品線寬管制 	7*4*8	高	針對 產品線寬 管制，設定規格需在+/-3 sigma	7*2*5	中
產品量對管制 	7*5*7	高	針對 產品量對 管制，設定規格需在+/-3sigma	7*2*5	中

D8: 恭賀團隊及未來方向



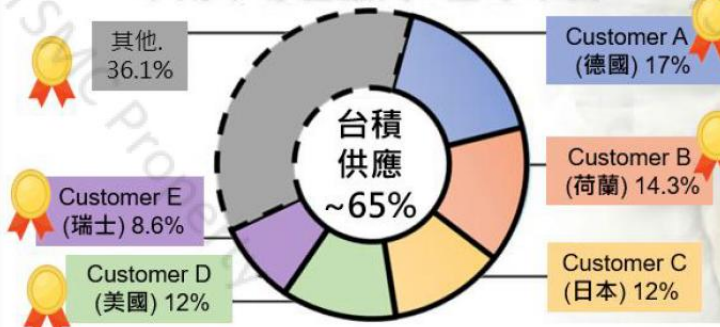
恭賀團隊：客戶感謝與肯定

- 團隊不僅成功提升良率 & 品質，降低車用晶片的抱怨率，因此獲得各家客戶頒獎與肯定，指定台積電F14A為生產車用晶片第一首選。



- 世界車用半導體廠商紛紛給予肯定 BRAVO & Award
- 某德國客戶: 破天荒頒發晶片供應商Award, 14年來唯獨給台積電
- 某美國客戶: 破天荒頒發晶片供應商Award, 20年來唯獨給台積電

車用半導體廠商- 全球市占



客戶遠從美國來表達感謝



註：以2020年營收計算 資料來源:路透社

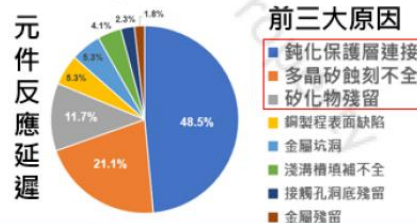
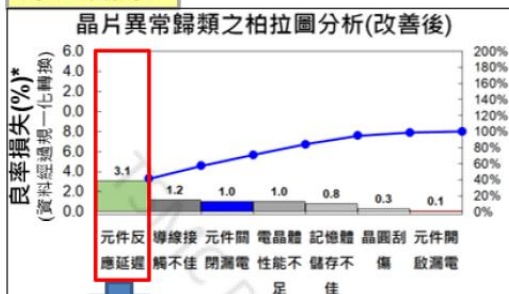
D8: 恭賀團隊及未來方向



下期主題：持續改善良率，降低顆粒缺陷

- 近年來，車用晶片產能成為世界各國經濟成長上的熱門話題，各國不斷對台積電提出增產需求，良率精進是共同的目標。
- 改善後元件反應延遲佔整體良率損失的40%，鎖定前三大原因朝“零”邁進。

線上觀察



下期目標

台積電公司未來仍持續提供汽車服務套件

發佈單位: 台灣積體電路製造股份有限公司

台積電汽車設計實現平台已獲得ISO 26262功能性安全標準的認證，涵蓋標準元件、通用型輸入輸出(GPIO)、以及SRAM基礎矽智財。此外，台積電基礎矽智財已通過AEC-Q100第一級規格的嚴格驗證，提供客戶多一層的品質保證。

台積電公司研究發展組織技術發展資深副總經理侯永清博士表示：「汽車應用向來要求最高的品質水準，隨著先進駕駛輔助系統及自動駕駛的出現，強大且高效的運算能力變得不可或缺，以驅動人工智慧推理引擎進行道路與交通感測，進而協助駕駛迅速做出決定。台積電公司處於獨特的優勢地位，擁有豐富的量產經驗與完備的設計生態系統，協助客戶釋放創新，同時滿足市場上對於更高安全性且更智慧化汽車的嚴格要求。」

除了健全的汽車矽智財生態系統，台積電晶圓廠取得IATF 16949認證，支援汽車產品的製造。台積電公司未來仍持續提供汽車服務套件 (Automotive Service Package) 以支援晶圓製造，內建「零缺陷思維」(Zero Defect Mindset) 進而強化管控使元件製造達到汽車零件等級的每百萬缺陷數 (DPPM) 目標，同時生產期間的安全投產專案 (Safe Launch Program) 也能夠確保成功推出新產品。

良率再提升，缺陷朝“零”邁進

- 目前進度：
D1-D4已完成，
D5 對策實行中 → 蝕刻率DOE實驗

台灣持續改善競賽

書面資料

企業名稱：台灣積體電路(股)公司

組別：至善組

類別：自主改善

圈名：Fab14A 黑皮晶鑽圈

主題：擴散製程產能大躍進



110 年 7 月 9 日

台灣積體電路(股)公司-F14A黑皮晶鑽圈



Unleash Innovation

擴散製程產能大躍進

- 活動成果：提升擴散製程產能**13.4%**，等同節省**2.1台**機台購機成本
- 關鍵挑戰：特殊製程精準度挑戰提升**1000**倍，半年內克服產能瓶頸
- 改善特點：

流場模擬 DOE 最佳清潔模型	脈衝式派工 基因演算法 產能最大化	機台拆解 機構創新改造 生產力提升
--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------
- 附加價值：總效益**2.5億**新台幣
- 無形效益：延長保養週期，減少**79.6%**人為清機與調機次數
- 活動期間：2019/10~ 2020/05

D1. 主題選定及團隊形成



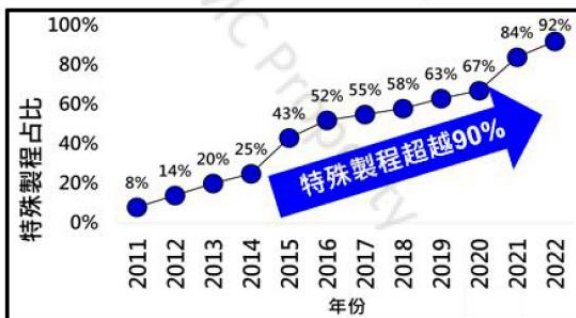
Unleash Innovation

外部需求-市場需要

- 市場需要1：因應智慧生活，物聯網相關半導體成長超過**25%**



- 市場需要2：因應物聯網，F14A特殊製程比例，將於2022年超越**90%**





Unleash Innovation

D1. 主題選定及團隊形成

半導體的關鍵為何在擴散製程？ 特殊製程又有多困難？

© 2021 TSMC, Ltd

2

Security CSMC Safety

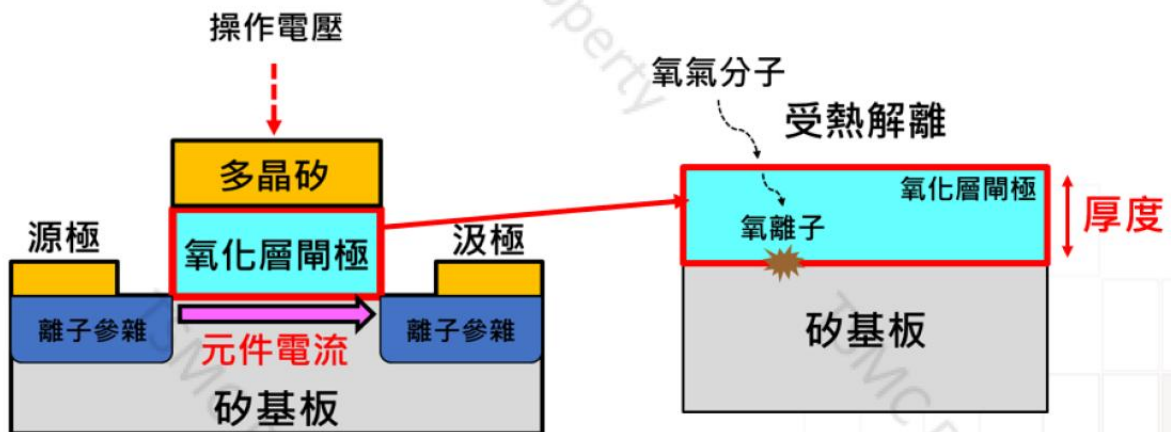
D1. 主題選定及團隊形成



Unleash Innovation

內部挑戰-關鍵製程

- 擴散製程為氧化層閘極的關鍵所在，堪稱半導體的**心臟**



電流小，元件**速度慢**
如同：手機/電腦處理速度慢

電流大，元件**漏電流**
如同：手機耗電/電腦過熱

固態元件物理：

$$I_D \sim u \cdot \left(\frac{kA}{t}\right) (V_D)^2$$

I_D ：元件電流 k ：介電常數
 u ：載子移動率 A ：氧化層面積
 V_D ：操作電壓 t ：氧化層厚度

氧化層厚度(t)↑~元件電流(I_D)↓

© 2021 TSMC, Ltd

3

Security CSMC Safety

D1. 主題選定及團隊形成



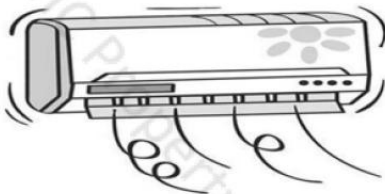
擴散腔體簡介與控溫機制

- 腔體簡介：溫度計讀溫回饋給上方燈管進行輸出調整達到**穩定控溫**

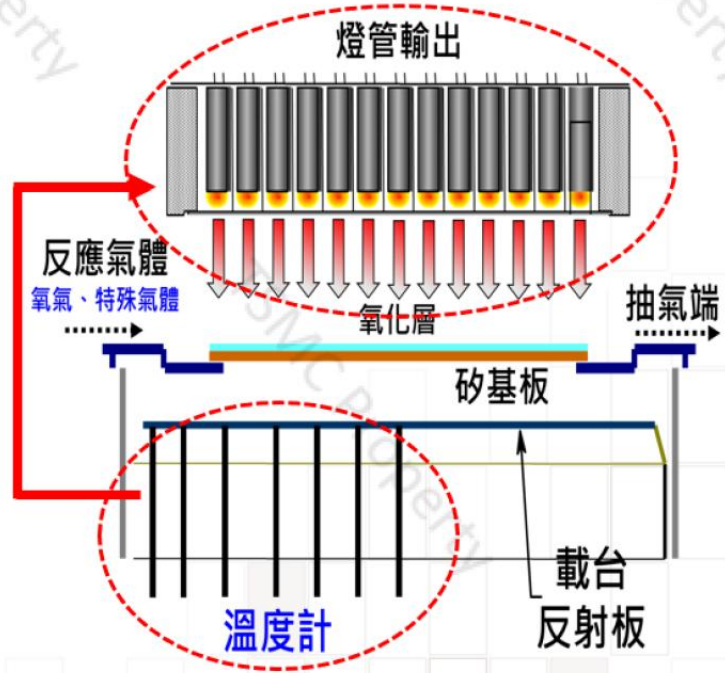
腔體溫度回饋控制器

溫度**太高**，燈管輸出**調小**
溫度**太低**，燈管輸出**調大**

創意發想 變頻冷氣控溫機制



- 溫度**太高**，**降溫**維持恆溫
- 溫度**太低**，**升溫**維持恆溫

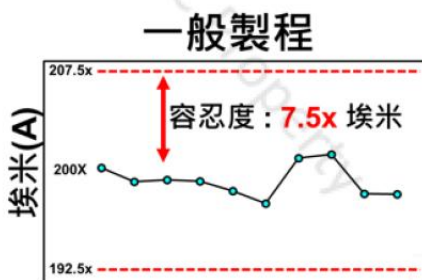


D1. 主題選定及團隊形成

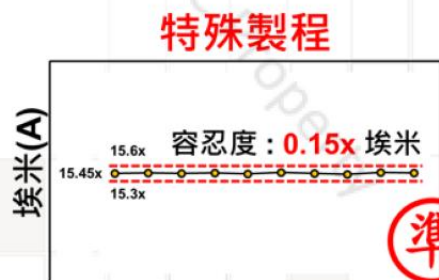


內部挑戰-特殊製程

- 特殊製程：厚度變薄幅度**20倍**x厚度容忍度變小**50倍**，**困難度提升1000倍**



容認度變小
50倍



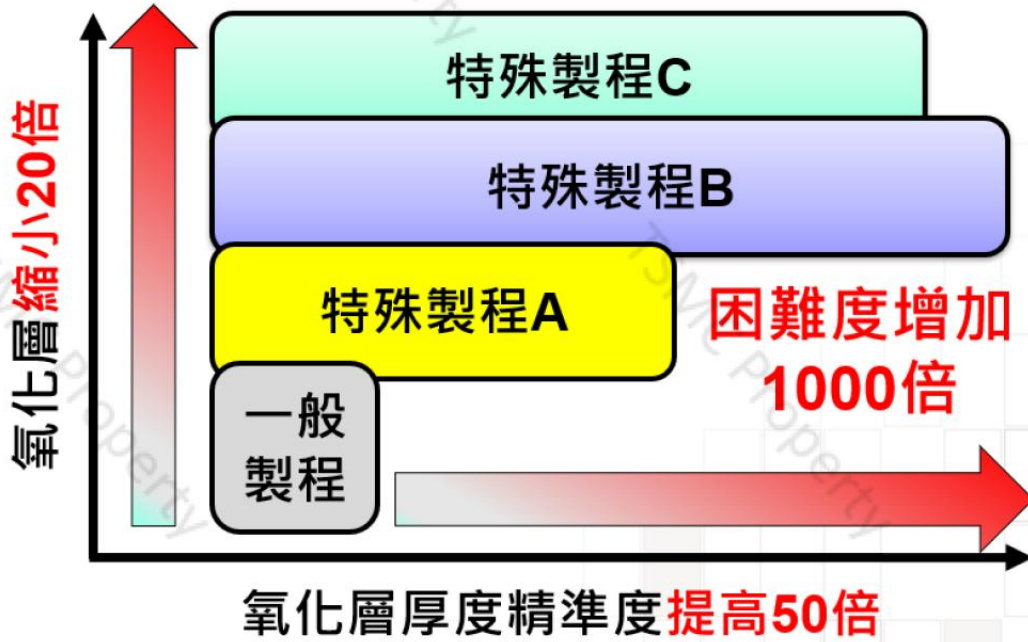
D1. 主題選定及團隊形成



Unleash Innovation

內部挑戰-製程多樣化

- 內部挑戰1：F14A特殊擴散製程呈現多樣化



D1. 主題選定及團隊形成



Unleash Innovation

內部挑戰-艱難技術

- 內部挑戰2：滿足市場需求，特殊製程困難度提升，增加生產困難

產品	以前	現況	差異
元件種類	一般	一般+特殊	困難度增加1000倍
程式數量	<100	>500	複雜度增加5倍
氣體分類	氧氣	氧氣+特殊氣體	

製圖人：林O昱

- 內部挑戰3：擴散為特殊製程產能瓶頸



製圖人：鄭O心

- 根據以上，本次主題選定為：

**擴散製程
產能大躍進**

D1. 主題選定及團隊形成



Unleash Innovation

團隊形成

ARCI 法則：當責管理 · R1-R4每兩週開會檢視進度 · (A)向(I)報告改善進度

A: 當責者
R: 負責者
C: 被諮詢者
I: 被通知者

執掌：
資源整合
跨部門協調

領導人：
李○宇廠長、鄭○賢副處長 (I)

團長 (A1)：林○民部經理
趙○樟經理、陳○立副理

輔導員 (C)：
張○琳經理
吳○芬、陳○置副理

組長 (A2)：林○昱、吳○宏

每兩周開會一次



D2. 描述問題及現況掌握

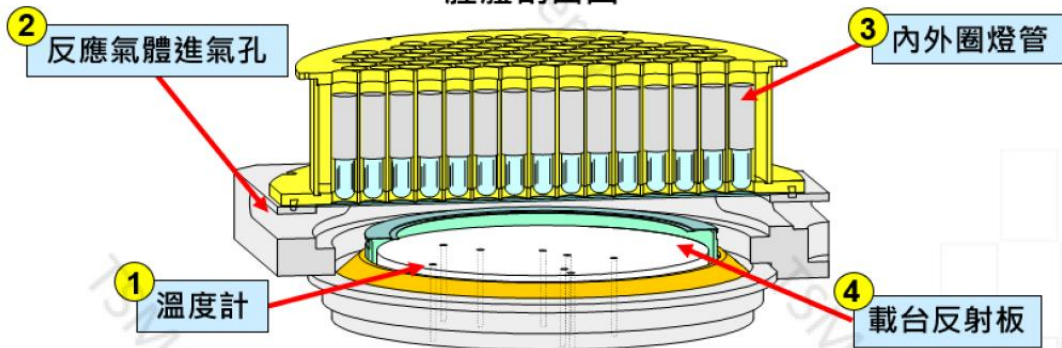


Unleash Innovation

回顧過去對擴散製程產能上的努力

- 標竿學習台積擴散製程產能相關改善競賽，找尋更多精進的機會點

腔體剖面圖



1 2014年 TSMC 擴散技術論壇競賽 改善內外圈溫差過大所造成的機台異常 	2 2015 TSMC 擴散技術論壇競賽 改善預熱階段氣體過少所造成的停機 	3 2018 TSMC 持續改善團隊競賽 改善燈管內外圈輸出不均所造成OVL不好(異常停機) 	4 2019 TSMC 持續改善團隊競賽 改善腔體清潔手法延長機台的可使用時間
---	---	--	---



D2. 描述問題及現況掌握

問題描述：利用層別法找出總產能的缺口在哪裡

- 層別1：由產能公式得知，可生產時間比例(AVL)達成率與目標差5.1%，每小時產生(WPH)達成率與目標差2.2%

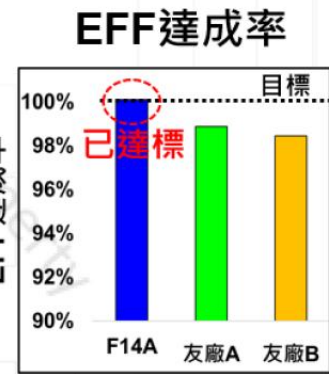
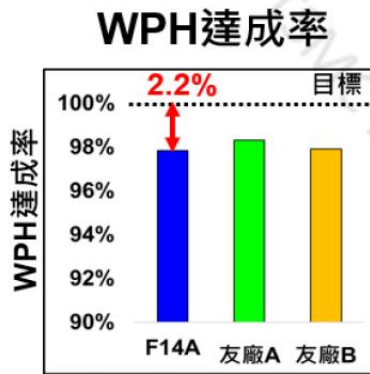
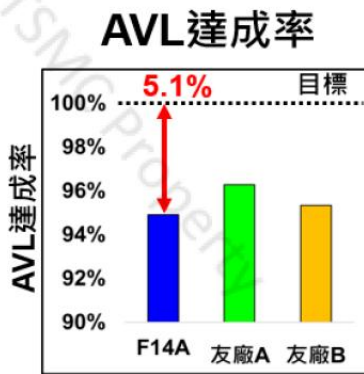
$$\text{Productivity(產能)} = \text{AVL} * \text{WPH} * \text{EFF} * \text{機台數} * \text{時間}$$

*為量產製程，購機不列入考慮

AVL：可生產時間比例(%)

WPH：每小時產出(片/小時)

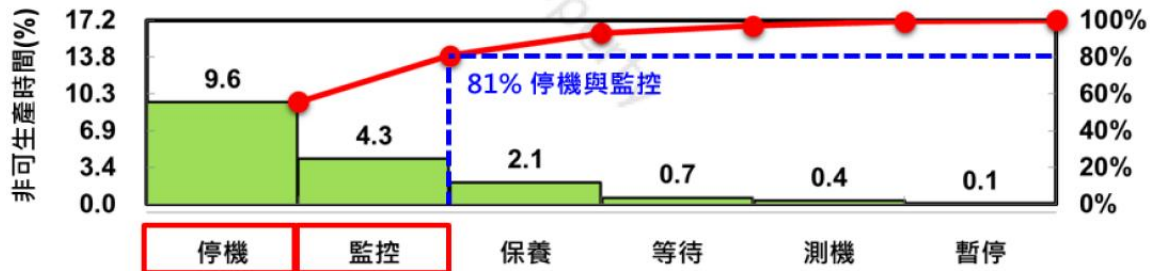
EFF：機台效率(%)



D2. 描述問題及現況掌握

問題描述：利用層別法找出總產能的缺口在哪裡

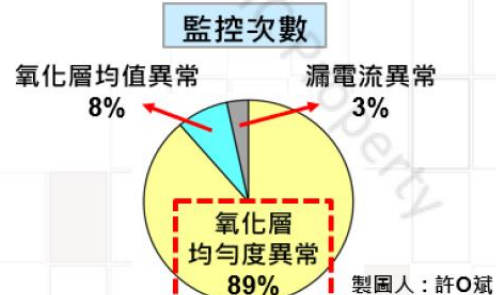
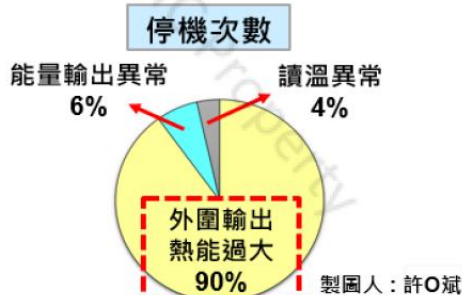
- 層別2：由柏拉圖分析和80/20法則，非可生產時間(%)的81%為：1.停機、2.監控



資料區間：2019/10~2020/01 製圖人：盧O丞

- 層別2-1：停機與監控次數圓餅圖分析：

1.外圍輸出熱能過大：90%、2.氧化層均勻度異常：89%



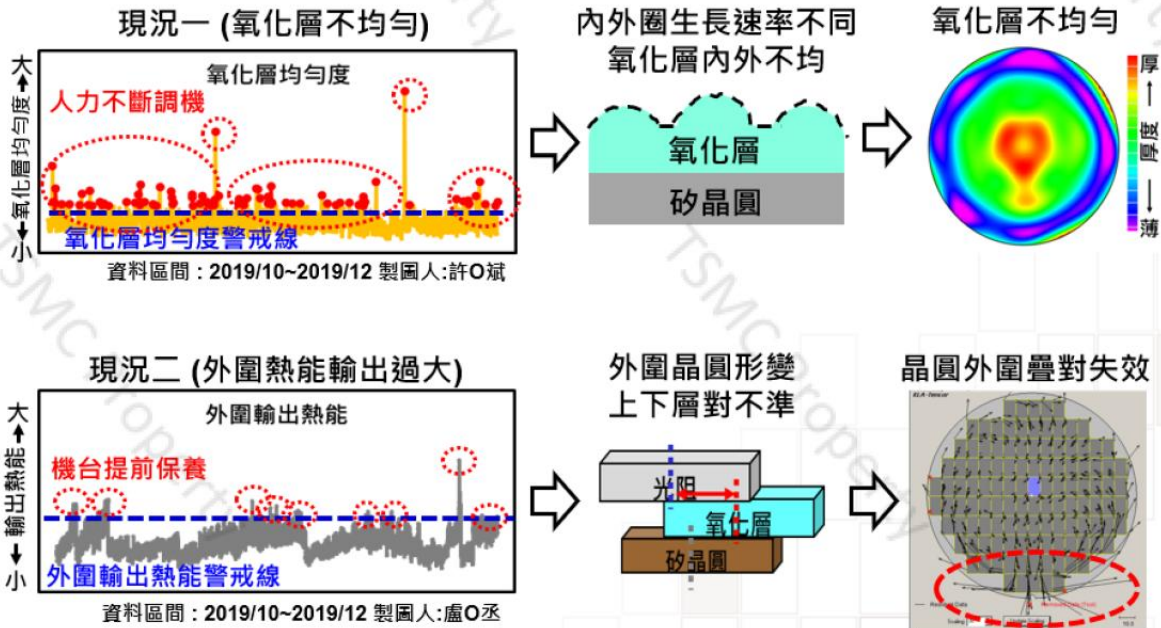
D2. 描述問題及現況掌握



Unleash Innovation

現況掌握：氧化層不均勻與外圍輸出熱能過大易造成停機與監控次數多

- 目前困境：腔體容易因為氧化層不均勻與外圍輸出熱能過大而停機與監控次數多



D2. 描述問題及現況掌握

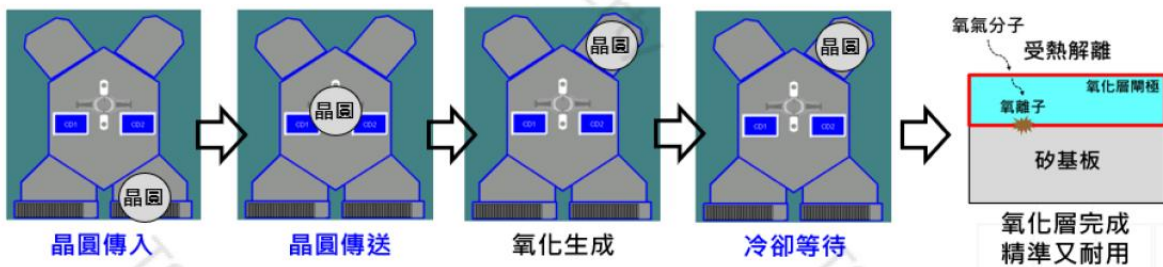


Unleash Innovation

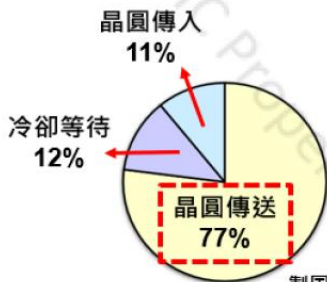
問題描述：利用層別法找出總產能的缺口在哪裡

- 層別3：根據擴散製程的生產流程，拆解分析WPH

- 層別3-1: 分析機台每片的生產流程



- 層別3-2: 非生產動作圓餅圖分析，晶圓傳送達77%



製圖人:李O珊

創意發想：冰鎮滷味製作流程





Unleash Innovation

D2. 描述問題及現況掌握

- 利用SMART原則訂定本次活動目標，並以甘特圖掌握進度

Specific (明確)	擴散製程產能大躍進			
Measurable (量化)	Productivity(產能) = AVL*WPH*EFF*機台數*時間			
Ambitious (雄心)	望大目標	現況	目標	望差(目標-現況)
	AVL :可生產時間比例達成率 (%)	94.9%	100%	5.1%
	WPH :每小時產出達成率 (%)	97.8%	100%	2.2%
Realistic (務實)	層別作解析，系統圖解要因、DOE找最佳，PDCA行對策			
Timely (時限)	活動期間：2019/10~2020/05			

擴散製程 產能大躍進	負責人	M910	M911	M912	M001	M002	M003	M004	M005	註解時程說明																	
		W941	W943	W945	W947	W949	W951	W952	W003		W004	W006	W007	W008	W009	W010	W011	W012	W013	W015	W016	W017	W018	W019	W020	W021	W022
		Plan											Actual														
D1	主顯場定圖形形成	林○晏																									註一：產能需求數據整理
D2	描述問題現況掌握	盧○丞																									註二：蒐集資料標準學習Benchmark
D3	暫時防堵措施	NA																									註三：本次改善為課題推成型，無暫時防堵措施
D4	定義驗證真因	何○鴻																									註三：W001週堆貨，會議順延至W002 註五：現場觀察與殘餘分析手法
D5	永久對策	吳○宏																									註五：W005農曆過年，順延一週 註六：加入稽核點和會議，加速實驗確認
D6	效果確認	曾○程																									
D7	預防再發標準化	吳○宏																									
D8	恭賀團隊未來方向	林○晏																									

會議追蹤 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 十一 十二 十三 十四 十五 十六

D4. 定義及驗證真因

- 定義真因：對AVL/WPH分析，標竿學習過去經驗選出可能的七項真因進行驗證

問題	來源	一次展開	二次展開	三次展開
擴散製程產能不足	AVL不足	A-氧化層均勻度異常	機台氣體流量分佈不均勻	A-1 進氣閥門孔數不同
			燈管輸出均勻度異常	A-2 控溫不均勻
		B-外圍輸出熱能過大	載台反射板外圍反射率異常	B-1 載台反射板外圍異常變色
	燈管周圍氮氣的冷卻效率		B-2 氮氣壓力大小	
	晶圓坐落載台的位置偏移量		B-3 晶圓位置偏移量	
	WPH不足	C-晶圓傳送太久	晶圓傳送等待時間太長	C-1 腔體閒置，晶圓等待
晶圓傳送機械手臂作動不順			C-2 傳送時間快慢不一	

製表人：林○晏



D4. 定義及驗證真因



Unleash Innovation

- 驗證真因：利用系統圖+工程經驗與品質手法逐一驗證

問題	可能真因	模型推導	驗證及實驗數據	驗證結果																																								
A 氧化層均勻度異常	進氣閥門孔數不同	<p>氣體執行擴散→多孔數分布均勻</p>	<p>氧化層均勻度</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="4">$\alpha = 0.05$</td> </tr> <tr> <td>實驗數據統計</td> <td>少孔數</td> <td>多孔數</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>樣本大小</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td></td> <td>平均值</td> <td>0.9151</td> <td>0.9196</td> </tr> <tr> <td></td> <td>標準差</td> <td>0.049</td> <td>0.069</td> </tr> <tr> <td>Equal (or unequal) Variance test</td> <td colspan="2">P-value</td> <td>0.7144</td> </tr> <tr> <td>H0: $\mu_1 = \mu_2$</td> <td colspan="2"></td> <td>Accept H0</td> </tr> <tr> <td>H1: $\mu_1 \neq \mu_2$</td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>結論</td> <td colspan="3">兩組實驗條件無顯著差異</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3">*P-value > α 為 Accept H0, P-value < α 為 Reject H0</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$				實驗數據統計	少孔數	多孔數			樣本大小	50	50		平均值	0.9151	0.9196		標準差	0.049	0.069	Equal (or unequal) Variance test	P-value		0.7144	H0: $\mu_1 = \mu_2$			Accept H0	H1: $\mu_1 \neq \mu_2$				結論	兩組實驗條件無顯著差異				*P-value > α 為 Accept H0, P-value < α 為 Reject H0			A-1 非真因
	$\alpha = 0.05$																																											
實驗數據統計	少孔數	多孔數																																										
	樣本大小	50	50																																									
	平均值	0.9151	0.9196																																									
	標準差	0.049	0.069																																									
Equal (or unequal) Variance test	P-value		0.7144																																									
H0: $\mu_1 = \mu_2$			Accept H0																																									
H1: $\mu_1 \neq \mu_2$																																												
結論	兩組實驗條件無顯著差異																																											
	*P-value > α 為 Accept H0, P-value < α 為 Reject H0																																											
	控溫不均勻	<p>前程殘酸造成溫度計上有殘酸</p>	<p>表面分析：硫 & 氯→來自前程殘酸</p> <p>人為調機 均勻度變好</p> <p>製圖人：曾○程</p>	A-2 真因																																								

© 2021 TSMC, Ltd

16

Security TSMC Secret TSMC Property

D4. 定義及驗證真因

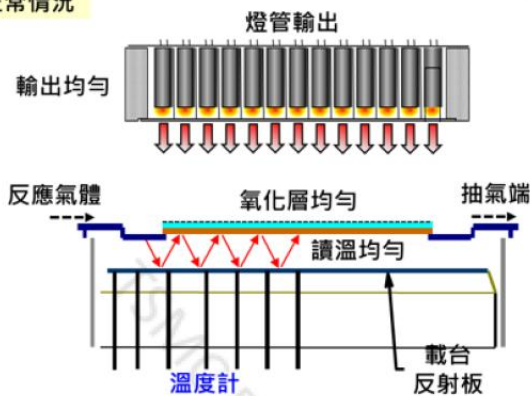


Unleash Innovation

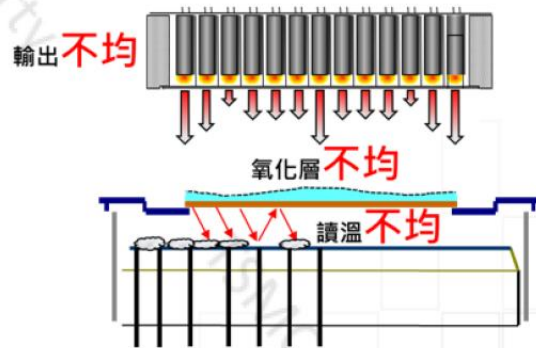
驗證真因A-2：控溫不均勻

- 真因描述：下方內外圈溫度計讀溫不均，回饋燈管輸出也會不均，氧化層就會不均

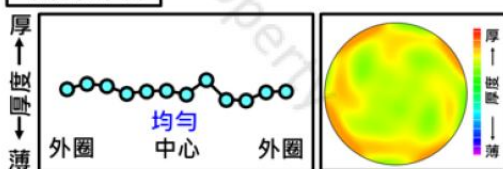
正常情況



異常情況

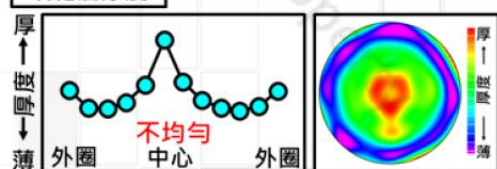


氧化層厚度



製圖人：何○鴻

氧化層厚度



製圖人：蔡○宏

© 2021 TSMC, Ltd

17

Security TSMC Secret TSMC Property

D5. 列出、選定及驗證永久對策

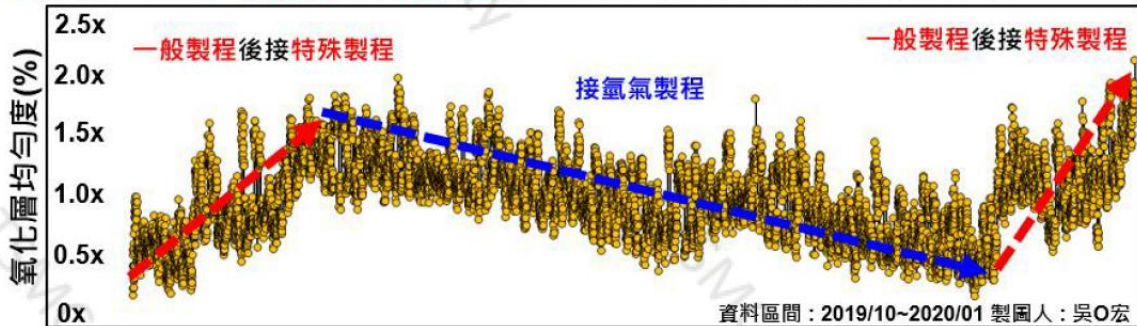


Unleash Innovation

對策A-2-1：智慧派工減緩腔體控溫不穩

PLAN 透過大數據分析得知線上不同產品的配置，會導致腔體控溫不穩

- 產品組成：一般製程後接特殊製程 → 導致腔體控溫不穩 → 氧化層不均勻



創意聯想：激烈運動完要進行拉筋伸展，才能進行下次激烈運動



激烈運動

局部痠痛

拉筋伸展

激烈運動

D5. 列出、選定及驗證永久對策

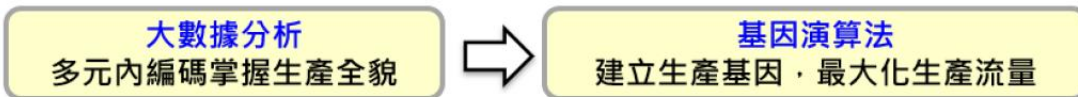


Unleash Innovation

對策A-2-1：智慧派工減緩腔體控溫不穩

DO 大數據分析搭配基因演算法，即時優化派工

- ✓ 標竿學習：2011 台積TQE [全球首創-智慧排程派工平台]
- ✓ 標竿學習：2019 TCIA 金塔獎(暨創新獎) [排程演算法]



In-put：未來流入組合

機台 vs 產品資訊

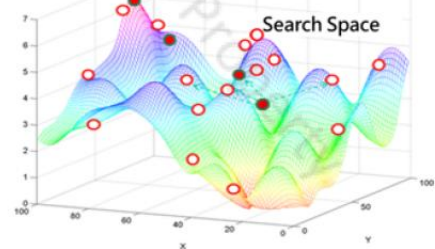
Out-put：機台生產狀況

● 基因演算模型

- Objectives:
 - Minimum Waiting/Handling Time of Production
 - No Over Q Time
 - Priority of Production
- Subject to:
 - Equipment Status and Recover Time
 - Equipment Running Productions
 - Logic/Speciality change cost under tool condition

● 對策

1. 一般+特殊 → 懲罰成本↑
2. 一般+特殊+氬氣 → 懲罰成本↓



D5. 列出、選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

對策A-2-1：智慧派工減緩腔體控溫不穩

DO 系統優化派工，使得氧化層均勻度趨於穩定

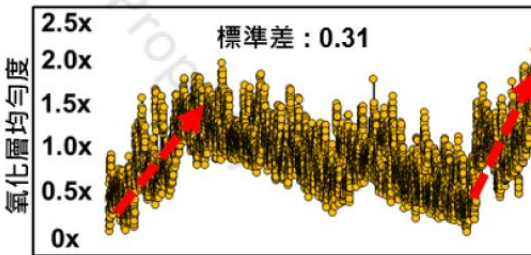
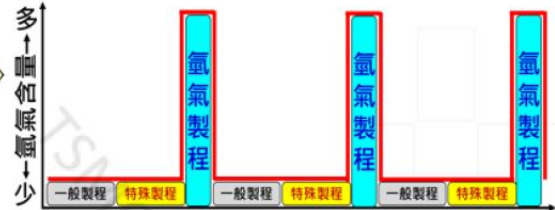
脈衝式派工
基因演算法

- 以前：邏輯與特殊製程混搭
✓ 控溫不穩定

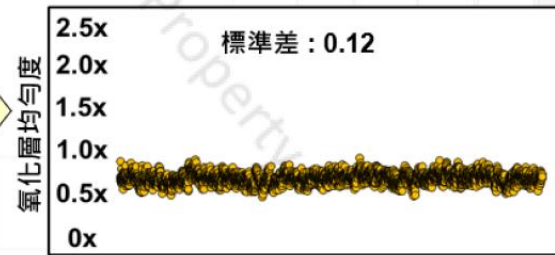
- 現在：後接大流量氬氣製程+脈衝式派工
✓ 減緩控溫不穩



脈衝式派工



均勻度穩定



區間：2019/10~2020/01 製圖人：吳O宏

區間：2020/02~2020/03 製圖人：吳O宏

D5. 列出、選定及驗證永久對策

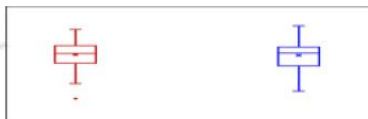


Unleash Innovation

對策A-2-1：智慧派工減緩腔體控溫不穩

CHECK

[統計檢定] 良率測試



改善前 改善後

無差異

商業考量，良率值不予顯示

$\alpha = 0.05$		改善前	改善後
實驗數據統計	樣本大小	50	50
	平均值	-	-
	標準差	0.338	0.317
1. 常態確認 H0: 常態分布 H1: 非常態分布 (Shapiro-Wilk test)	P-value	0.1385 Accept H0	0.8645 Accept H0
	F test P-value	0.661 Accept H0	
2. 變異同質確認 H0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ H1: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ 3. Equal (or unequal) Variance test H0: $\mu_1 = \mu_2$ H1: $\mu_1 \neq \mu_2$	P-value	0.799 Accept H0	
	結論	兩組實驗良率無顯著差異	

*P-value > α 為 Accept H0, P-value < α 為 Reject H0 製圖人：鄭O心

- AVL達成率上升2.2%至97.1%



製圖人：吳O宏

- 氧化層均勻度改善28%·厚度更均勻



製圖人：鄭O心

ACT

- 氧化層均勻度圖表警戒線即時監控派工成效
- 標準化：提案系統1篇、營業秘密1篇



Unleash Innovation

D4. 定義及驗證真因

- 驗證真因：利用系統圖+工程經驗與品質手法逐一驗證

問題	可能真因	模型推導	驗證及實驗數據	驗證結果
B 外圍輸出熱能過大	載台反射板外圍異常變色	前程殘酸累積 ↓ 外圍彩虹紋 ↓ 外圍熱能大 外圍彩虹圈 載台反射板	外圍輸出熱能 載台反射板外圍彩虹圈確實被消除了 製圖人：曾O程	B-1 真因
	氮氣壓力大小	燈管使用氮氣進行冷卻動作 ↓ 外圍氮氣吸熱效率差 ↓ 外圍熱能大	外圍輸出熱能 vs 氮氣壓力 $R^2 = 0.0461$ 低相關係數 無顯著關係 製圖人：李O珊	B-2 非真因
	晶圓位置偏移量	晶圓左右位置偏移大 ↓ 部份外圍受熱低 ↓ 外圍燈管輸出大	外圍輸出熱能 vs 位置偏移量 $R^2 = 0.00003$ 低相關係數 無顯著關係 製圖人：李O珊	B-3 非真因

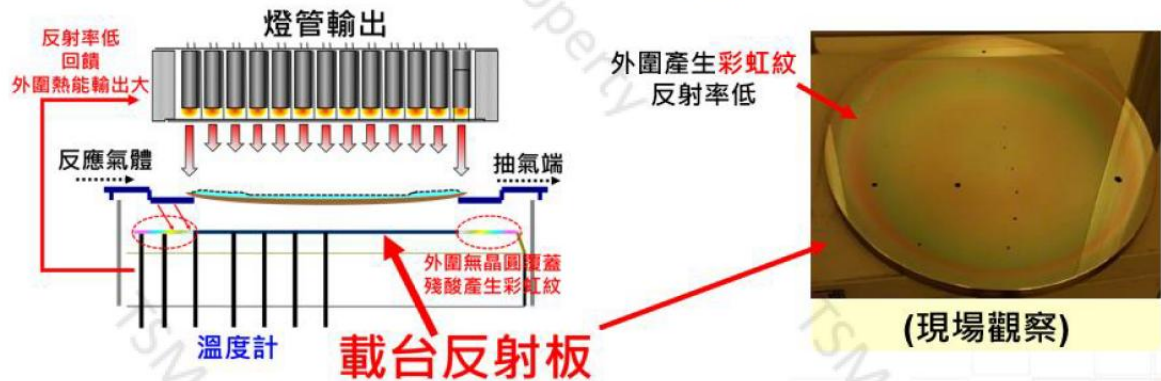
D4. 定義及驗證真因



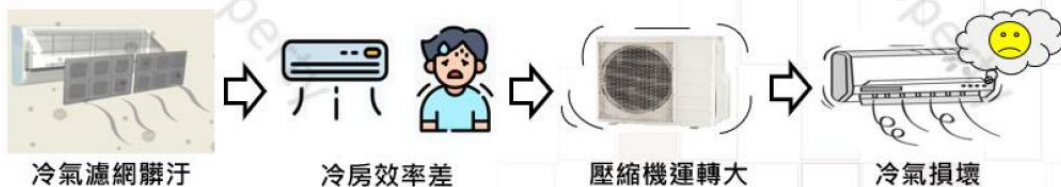
Unleash Innovation

驗證真因B-1：載台反射板外圍異常變色

- 真因描述：前程殘酸+外圍無晶圓覆蓋，易產生彩虹紋造成反射率低→外圍熱能大



創意發想：冷氣濾網髒汙造成冷房效率差，壓縮機加大運轉→冷氣易損壞



D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

對策B-1-1：利用氣體反應有效去除彩虹紋(專利申請中)

PLAN

創意聯想：利用氣體反應消除彩虹紋，免停機取代人為保養，達到產能，工作效率大幅提升

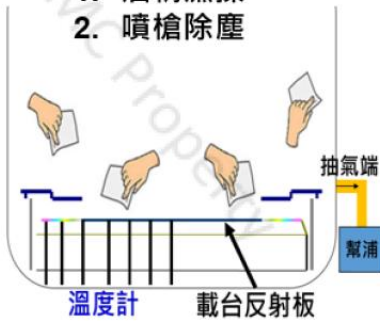
台積首創
自動現地清潔

傳統

打開機台
手動清潔

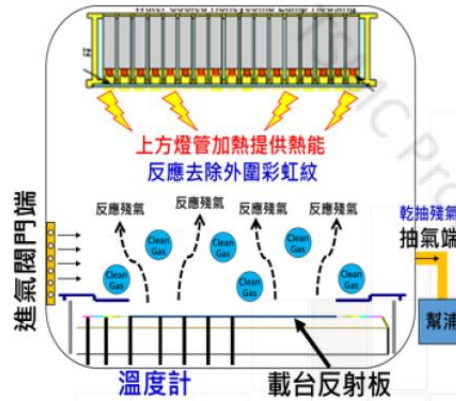
人為保養：

1. 酒精濕擦
2. 噴槍除塵



創新

不開機台
無人清潔



創意發想

濕拖、乾掃二合一
省時省力效果好



發想：
濕拖功能：化學反應
乾掃功能：物理抽氣

D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

PLAN

列出腔體可調整的所有參數，進行氣體的反應配置

腔體參數	選定理由	製程極限
氫氣比例 (%)	<p>比例越大 外圍熱能越小 小—外圍輸出熱能—大</p>	<p>製程尾氣溫度不可高於90x</p> <p>↓</p> <p>氫氣比例<50x</p>
執行壓力 (托耳)	<p>文獻參考:改變壓力可改變外圍氣體原子數</p>	<p>製程尾氣溫度不可高於90x</p> <p>↓</p> <p>執行壓力>3x</p>
作用時間 (秒)	<p>反應清除彩虹紋的時間</p>	<p>製程尾氣溫度不可高於90x</p> <p>↓</p> <p>作用時間<500x</p>
輸出熱能 (千瓦)	<p>熱能解離與加速反應</p>	<p>熱能>40x 溫度計損壞</p>

製表人：宋O融

疑問

參數要如何調整，才可以確實清除掉[外圍]的彩虹紋？

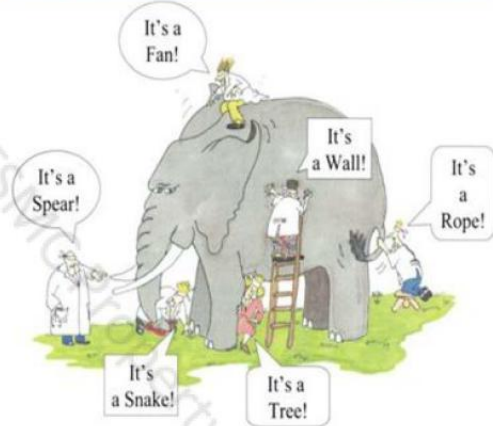


Unleash Innovation

流場模擬-看見看不見的!

以前

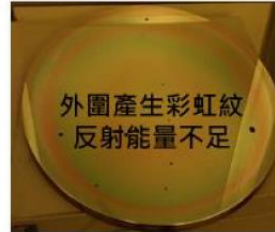
擬定對策時，如瞎子摸象一般
只能以自身空想與經驗去執行



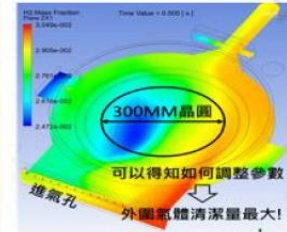
常常下錯對策，又要重新來過
造成不必要人力與時間的浪費

現在

觀察問題



流場模擬



觀察問題+流場模擬=擬定對策+一槍命中!

流場模擬解決流程

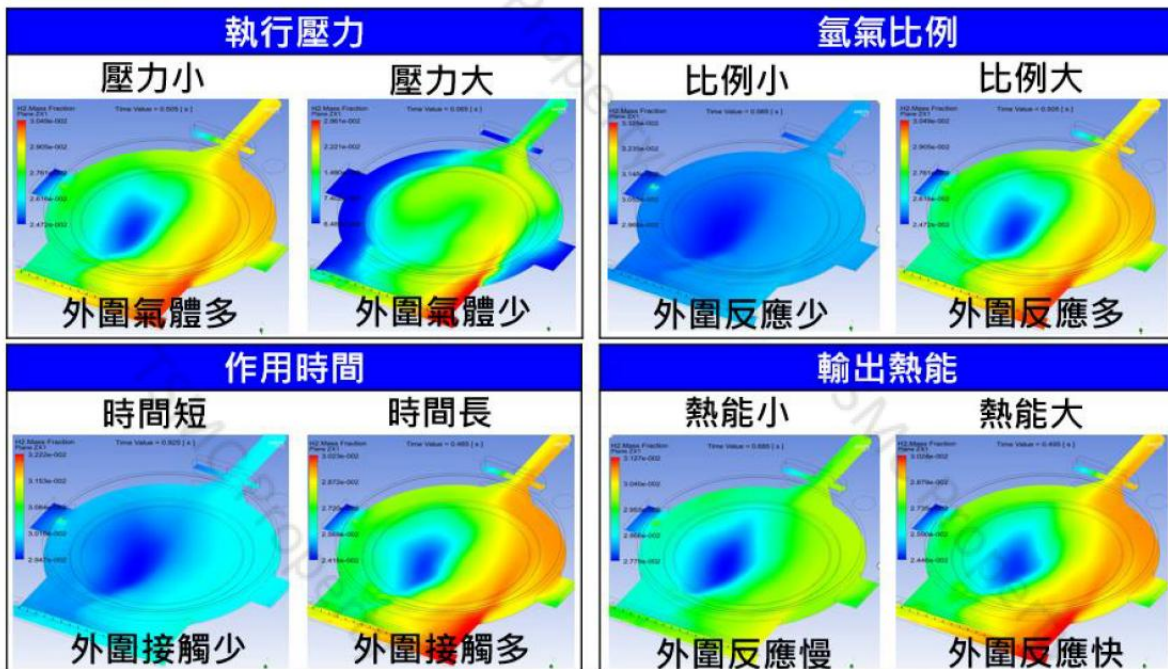


D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

DO 以流場模擬找出各個最佳的參數設定



疑問 用各自參數的最佳條件，就可以完全清除外圍彩虹紋嗎？

D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

DO 真因A-2、B-1與腔體調整參數相關，藉以DOE整合並找出最佳參數配置

- 以相關經驗與文獻探討，發現Y1/Y2除了主效應以外，必須還要考量參數彼此間的交互作用、二次平方(關係可能非線性)，才會是最佳參數配置。

	DOE 特徵值	性質	特性	現況	目標	量測方法
Y1	外圍輸出熱能 (千瓦)	連續性	望小	35.5x	<34.5x	電表量測
Y2	氧化層均勻度 (%)	連續性	望小	0.65x	<0.2x	光學量測

- 可控因子：Response Surface Design (26 run)，探討X1~4對Y1~2最佳設定

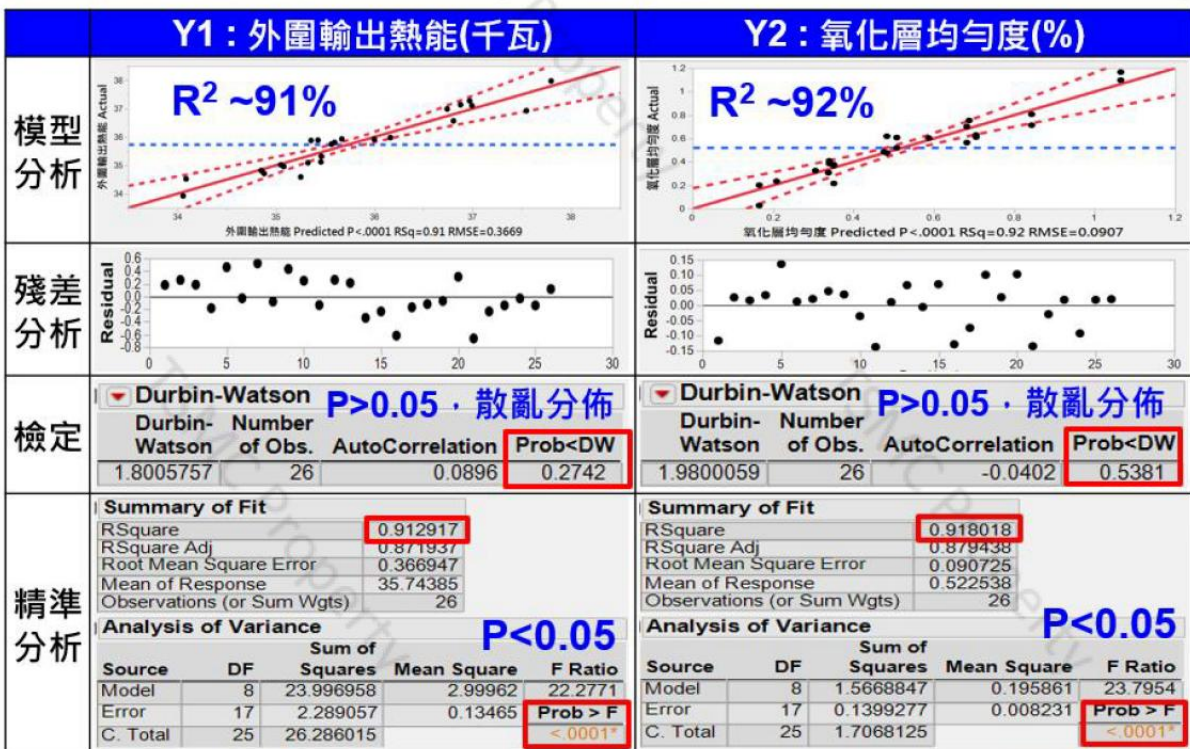
選取因子	氫氣(%) X1	壓力(托耳) X2	時間(秒) X3	熱能(千瓦) X4
類型	連續	連續	連續	連續
水準(低)	1x	4x	60x	6x
水準(高)	49x	11x	490x	39x
現行條件	25x	7.5x	275x	22.5x
製程極限	0.7x~50x	3x~12x	50x~500x	5x~40x

D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

- 利用P-value<0.05 判定各因子並憑藉 R²>90%，建立最佳化模型



D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

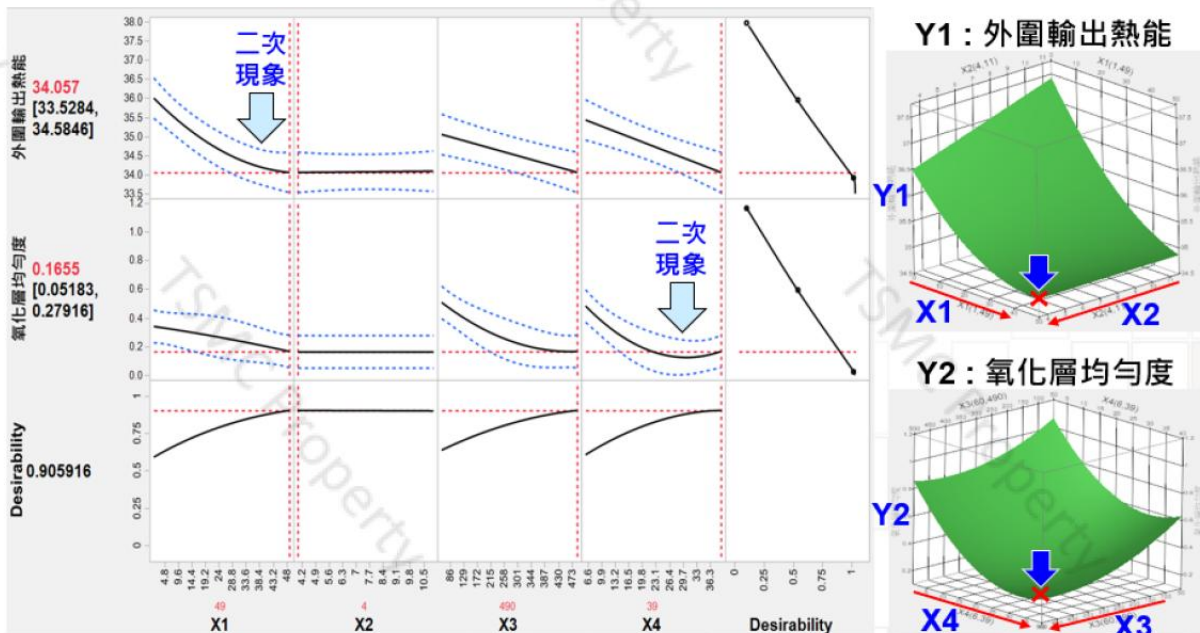
	Y1 : 外圍輸出熱能 (千瓦)	Y2 : 氧化層均勻度 (%)																																																																																										
變異數同質性	<p>殘差圖隨機散亂 沒有特定趨勢</p>	<p>殘差圖隨機散亂 沒有特定趨勢</p>																																																																																										
常態分佈檢定	<p>Goodness-of-Fit Test Shapiro-Wilk W Test W: 0.949970, Prob<W: 0.2315 P>0.05 Note: Ho = The data is from the Normal distribution. Small p-values reject Ho. Accept H0 ; data normal distribution</p>	<p>Goodness-of-Fit Test Shapiro-Wilk W Test W: 0.958854, Prob<W: 0.3695 P>0.05 Note: Ho = The data is from the Normal distribution. Small p-values reject Ho. Accept H0 ; data normal distribution</p>																																																																																										
模型公式	<p>Sorted Parameter Estimates</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Term</th> <th>Estimate</th> <th>Std Error</th> <th>t Ratio</th> <th>Prob> t </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>X1(1,49)</td><td>-1.008333</td><td>0.08649</td><td>-11.66</td><td><.0001*</td></tr> <tr><td>X3*X4</td><td>-0.3925</td><td>0.091737</td><td>-4.28</td><td>0.0005*</td></tr> <tr><td>X1*X1</td><td>0.4081944</td><td>0.155923</td><td>2.62</td><td>0.0180*</td></tr> <tr><td>X2(4,11)</td><td>0.2088889</td><td>0.08649</td><td>2.42</td><td>0.0273*</td></tr> <tr><td>X1*X2</td><td>-0.19375</td><td>0.091737</td><td>-2.11</td><td>0.0498*</td></tr> <tr><td>X1*X4</td><td>-0.1575</td><td>0.091737</td><td>-1.72</td><td>0.1042</td></tr> <tr><td>X4(6,39)</td><td>-0.135556</td><td>0.08649</td><td>-1.57</td><td>0.1355</td></tr> <tr><td>X3(60,490)</td><td>-0.103889</td><td>0.08649</td><td>-1.20</td><td>0.2462</td></tr> </tbody> </table>	Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t	X1(1,49)	-1.008333	0.08649	-11.66	<.0001*	X3*X4	-0.3925	0.091737	-4.28	0.0005*	X1*X1	0.4081944	0.155923	2.62	0.0180*	X2(4,11)	0.2088889	0.08649	2.42	0.0273*	X1*X2	-0.19375	0.091737	-2.11	0.0498*	X1*X4	-0.1575	0.091737	-1.72	0.1042	X4(6,39)	-0.135556	0.08649	-1.57	0.1355	X3(60,490)	-0.103889	0.08649	-1.20	0.2462	<p>Sorted Parameter Estimates</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Term</th> <th>Estimate</th> <th>Std Error</th> <th>t Ratio</th> <th>Prob> t </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>X4(6,39)</td><td>-0.175056</td><td>0.021384</td><td>-8.19</td><td><.0001*</td></tr> <tr><td>X3(60,490)</td><td>-0.141</td><td>0.021384</td><td>-6.59</td><td><.0001*</td></tr> <tr><td>X1(1,49)</td><td>-0.133556</td><td>0.021384</td><td>-6.25</td><td><.0001*</td></tr> <tr><td>X4*X4</td><td>0.1615427</td><td>0.054417</td><td>2.97</td><td>0.0086*</td></tr> <tr><td>X1*X4</td><td>0.0464375</td><td>0.022681</td><td>2.05</td><td>0.0564</td></tr> <tr><td>X3*X3</td><td>0.0950427</td><td>0.054417</td><td>1.75</td><td>0.0988</td></tr> <tr><td>X3*X4</td><td>-0.030062</td><td>0.022681</td><td>-1.33</td><td>0.2026</td></tr> <tr><td>X1*X1</td><td>-0.008957</td><td>0.054417</td><td>-0.16</td><td>0.8712</td></tr> </tbody> </table>	Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t	X4(6,39)	-0.175056	0.021384	-8.19	<.0001*	X3(60,490)	-0.141	0.021384	-6.59	<.0001*	X1(1,49)	-0.133556	0.021384	-6.25	<.0001*	X4*X4	0.1615427	0.054417	2.97	0.0086*	X1*X4	0.0464375	0.022681	2.05	0.0564	X3*X3	0.0950427	0.054417	1.75	0.0988	X3*X4	-0.030062	0.022681	-1.33	0.2026	X1*X1	-0.008957	0.054417	-0.16	0.8712
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t																																																																																								
X1(1,49)	-1.008333	0.08649	-11.66	<.0001*																																																																																								
X3*X4	-0.3925	0.091737	-4.28	0.0005*																																																																																								
X1*X1	0.4081944	0.155923	2.62	0.0180*																																																																																								
X2(4,11)	0.2088889	0.08649	2.42	0.0273*																																																																																								
X1*X2	-0.19375	0.091737	-2.11	0.0498*																																																																																								
X1*X4	-0.1575	0.091737	-1.72	0.1042																																																																																								
X4(6,39)	-0.135556	0.08649	-1.57	0.1355																																																																																								
X3(60,490)	-0.103889	0.08649	-1.20	0.2462																																																																																								
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t																																																																																								
X4(6,39)	-0.175056	0.021384	-8.19	<.0001*																																																																																								
X3(60,490)	-0.141	0.021384	-6.59	<.0001*																																																																																								
X1(1,49)	-0.133556	0.021384	-6.25	<.0001*																																																																																								
X4*X4	0.1615427	0.054417	2.97	0.0086*																																																																																								
X1*X4	0.0464375	0.022681	2.05	0.0564																																																																																								
X3*X3	0.0950427	0.054417	1.75	0.0988																																																																																								
X3*X4	-0.030062	0.022681	-1.33	0.2026																																																																																								
X1*X1	-0.008957	0.054417	-0.16	0.8712																																																																																								

D5. 列出,選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

- 利用 [desirability] 找出最佳化參數：
 - ✓ 氫氣(X1)為外圍輸出熱能(Y1)最顯著因子；熱能(X4)為氧化層均勻度(Y2)最顯著因子
 - ✓ 氫氣(X1)與外圍輸出熱能(Y1)；熱能(X4)與氧化層均勻度(Y2)有二次現象



D5. 列出, 選定及驗證永久對策

成員們經過討論：最佳配置的工程解讀

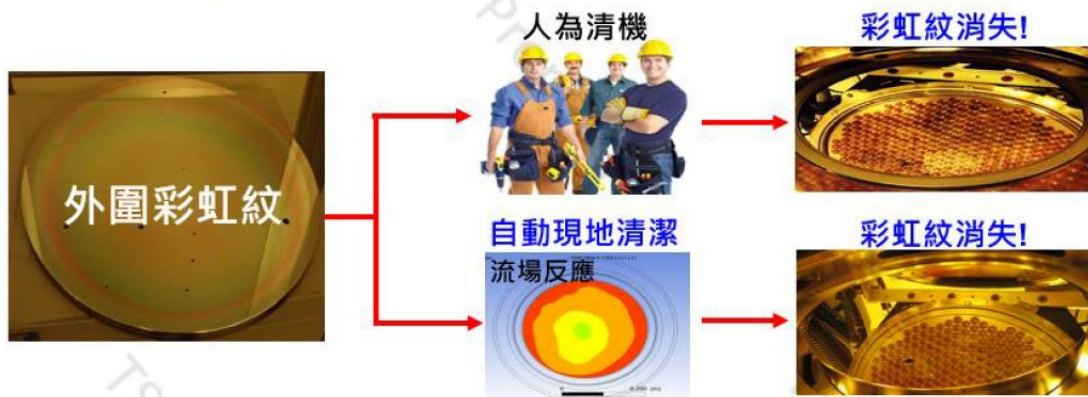
參數	改善前	改善後	交互作用	工程解讀
X1 氫氣(%)	25x	49x		壓力小、氫氣比例越高 外圍清除效率越好 平均自由路徑大 彩虹紋清除→效果佳
X2 壓力(托耳)	7.5x	4x		
X3 時間(秒)	275x	490x		熱能大、作用時間越長 整體清除效率越好 化學勒沙特列反應 彩虹紋清除→效果佳
X4 熱能(千瓦)	22.5x	39x		

- 極值確認：重複5次實驗確認，DOE驗證符合預期，確認10% window規格

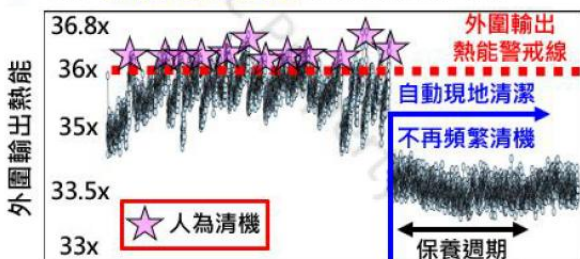
特徵值	目標	舊程式	DOE預測	實際
外圍輸出熱能(千瓦)	<34.5x	35.5x	33.5x~34.6x	34.1x
氧化層均勻度(%)	<0.2x	0.65x	0.05~0.28	0.16x

D5. 列出, 選定及驗證永久對策

- 導入自動現地清潔：不須停機就和人為清機有一樣的效果



- 導入自動現地清潔：延長保養週期



資料區間：2019/10~2020/05 製圖人：宋O融

- 導入自動現地清潔：腔體維持最佳狀態

方法	改善前	改善後
每月保養次數	80次	40次
人為調機次數	750次	90次
氧化層均勻度	0.65x	0.16x
外圍輸出熱能	35.6x	34x
黃光疊對失效次數	16次	1次

製圖人：許O斌

D5. 列出, 選定及驗證永久對策



Unleash Innovation

CHECK

[統計檢定] 良率測試



改善前 改善後

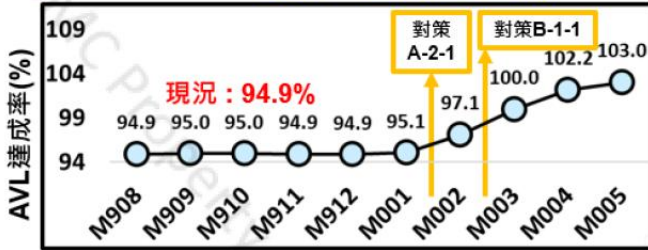
無差異

商業考量, 良率值不予顯示

α = 0.05		改善前	改善後
實驗數據統計	樣本大小	50	50
	平均值	-	-
	標準差	0.993	0.935
1. 常態確認 H0: 常態分布 H1: 非常態分布	(Shapiro-Wilk test) P-value	0.0515 Accept H0	0.117 Accept H0
	2. 變異同質確認 H0: $\sigma_1 = \sigma_2$ H1: $\sigma_1 \neq \sigma_2$	F test P-value	0.672 Accept H0
3. Equal (or unequal) Variance test H0: $\mu_1 = \mu_2$ H1: $\mu_1 \neq \mu_2$	P-value	0.412 Accept H0	
	結論	兩組實驗良率無顯著差異	

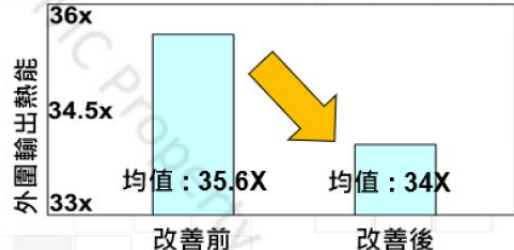
*P-value > α 為 Accept H0, P-value < α 為 Reject H0 製圖人: 宋O融

- AVL達成率上升5.9%至103% (超越目標)



製圖人: 許O斌

- 外圍輸出熱能改善4.5%, 外圍熱效應低



製圖人: 宋O融

ACT

- 監控: 外圍燈管輸出熱能圖表警戒線即時監控派工成效
- 標準化: 專利 (申請中) P202XXXXXWWXX, 提案系統一篇, 營業秘密一篇

D4. 定義及驗證真因



Unleash Innovation

- 驗證真因: 利用系統圖+工程經驗與品質手法逐一驗證共一項真因

問題	可能真因	模型推導	驗證及實驗數據	驗證結果
C 晶圓傳送太久	腔體間置晶圓等待	<p>首片產品製程結束 1. 已結束晶圓傳出後 2. 待生產晶圓才傳入 3. 後續晶圓如此等待</p> <p>↓</p> <p>等待時間過長 WPH慢</p>	<p>除首片外, 其他片的等待時間過長</p> <p>傳送等待時間</p> <p>製圖人: 許O倫</p>	C-1 真因
	傳送時間快慢不一	<p>機台兩隻機械手臂 • 啟動速度不一 • 傳送速度不同 • 進出作動不順</p> <p>↓</p> <p>快慢不一 WPH慢</p>	<p>兩隻手臂夾片時間差距在1X秒內 不構成WPH變慢的原因</p> <p>機械手臂夾片時間</p> <p>製圖人: 許O倫</p>	C-2 非真因

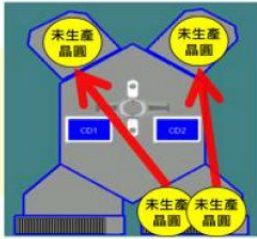


D4. 定義及驗證真因

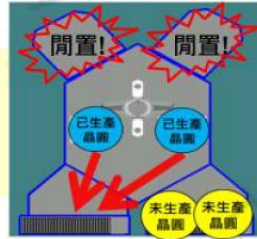
驗證真因C-1：腔體閒置，晶圓等待

● 真因描述：需等待晶圓生產結束傳回後，下片晶圓才開始傳入生產，生產速度慢

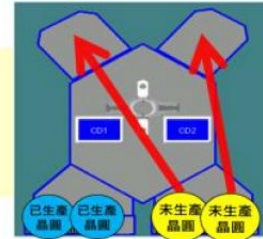
1 晶圓進入腔體



2 晶圓生產結束，優先傳回，腔體閒置



3 晶圓傳回後，才會抓下一片至腔體



● 如同超商結帳：

- 1 排隊結帳 (晶圓進入腔體)
- 2 結帳完畢→等待前一位消費者把找零收妥 (晶圓生產結束，優先傳回→腔體閒置)
- 3 下一位再進行結帳 (晶圓傳回晶圓出位置→抓下一片至腔體)

D5. 列出,選定及驗證永久對策

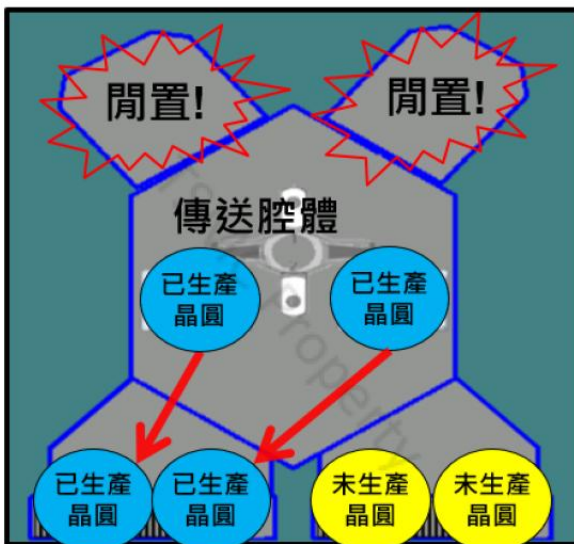
對策C-1-1：機台夾片順序改造，加速晶圓生產

PLAN

現況



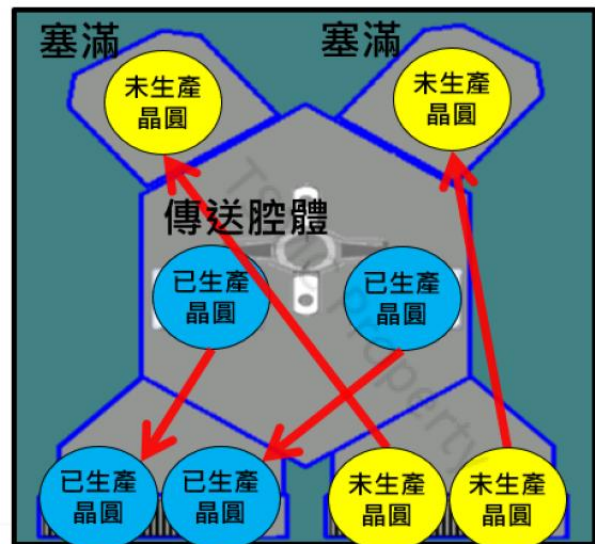
- 已生產晶圓先傳出，腔體閒置等待



目標



- 未生產晶圓同時傳入，腔體塞滿生產





Unleash Innovation

D5. 列出,選定及驗證永久對策

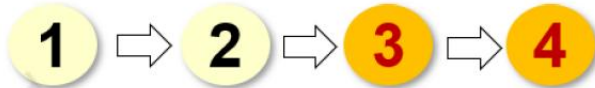
對策C-1-1：機台夾片順序改造 · 加速晶圓生產

DO

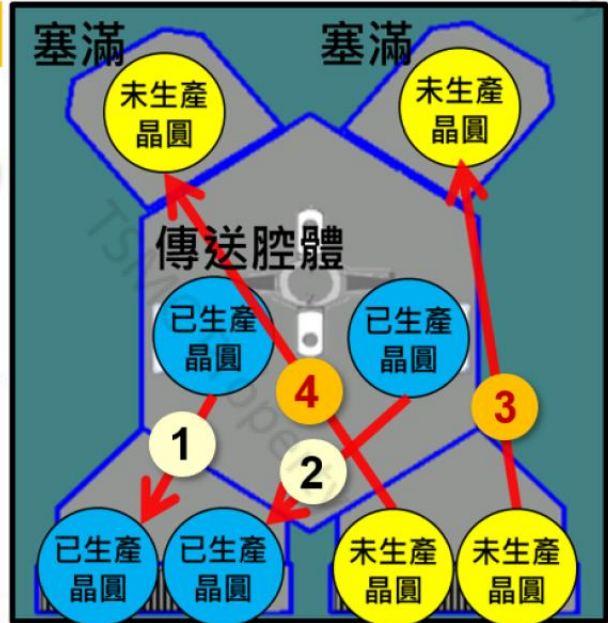
利用[ECRS原則]將生產流程改造，改變機台夾片順序，簡化傳送過程，讓生產步驟與傳送步驟同步進行

機台改造
推片模式

改善前



改善後



© 2021 TSMC, Ltd

38

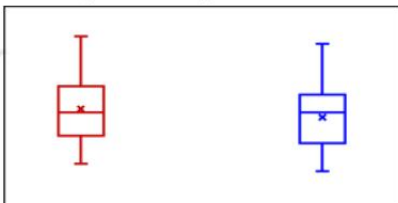
Security TSMC Secret

D5. 列出,選定及驗證永久對策

對策C-1-1：機台夾片順序改造 · 加速晶圓生產

CHECK

[統計檢定] 良率測試



改善前 改善後

無差異

商業考量，良率值不予顯示

α = 0.05		改善前	改善後
實驗數據統計	樣本大小	50	50
	平均值	-	-
	標準差	0.618	0.546
1. 常態確認 H0: 常態分布 H1: 非常態分布	(Shapiro-Wilk test) P-value	0.1767 Accept H0	0.3689 Accept H0
2. 變異同質確認 H0: $\sigma_{12} = \sigma_{22}$ H1: $\sigma_{12} \neq \sigma_{22}$	F test P-value	0.387 Accept H0	
3. Equal (or unequal) Variance test H0: $\mu_1 = \mu_2$ H1: $\mu_1 \neq \mu_2$	P-value	0.188 Accept H0	
結論	兩組實驗良率無顯著差異		

*P-value > α 為 Accept H0, P-value < α 為 Reject H0 製圖人：曾O程

● WPH達成率上升5.5%至103.2% (超越目標)



製圖人：李O珊

ACT

- 監控：晶圓在機台閒置時間監控系統
- 標準化：工程改善1篇，營業秘密1篇
- 防呆與預警：建立機台參數異常警戒系統

© 2021 TSMC, Ltd

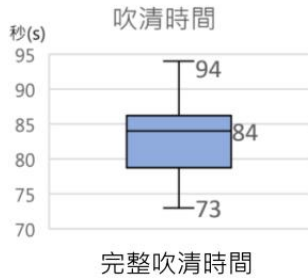
39

Security TSMC Secret

疑理驗證

於生產期間利用非正式訂單，由隨機人員，在無機台開合情況下，記錄完整吹清，所需時間，如下左圖。記錄不同產線速度下，機台開合所需時間，並計算製程控制在70mpm至110mpm間，剩餘可吹清的時間，如下右表。

缺陷可切除安全範圍換算時間 - 機台開合耗時 = 可吹清時間



產線速度(mpm)	110	100	90	80	70
缺陷可切除安全範圍換算時間	43.6	48	53.3	60	68.6
機台開合耗時(秒)	2.7	3	3.3	3.8	4.3
可吹清時間(秒)	40.9	45	50	56.2	64.3

疑理驗證

由上表，得知即使在最慢的生產速度下，可吹清時間也僅有64.3秒，相比吹清所需耗費的時間中位數為84秒少許多，就連最低耗時也需73秒，顯然吹清時間太少，造成吹清效果差。

判定E為真因

六、對策擬定

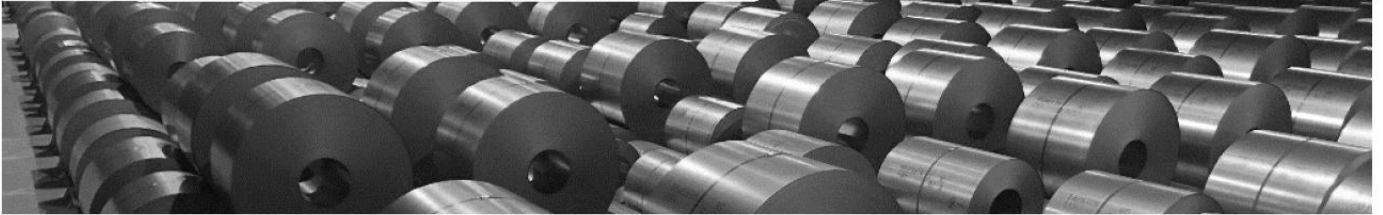
系統圖

主題	真因	目標	對策初擬	評量項目				總分	初選	備註	
				難易度	成本	不良影響	預估時間				
降低塗覆樹脂結痂剔量	B 下輥組供料來源有結痂	過濾供料結痂	B-1 新增沉靜槽	1	2	3	2	8	×	因其副作用會導致停機，不良影響太重，故不採用。	
			B-2 入料管口加濾網	3	3	1	3	10	○		採用
			B-3 使用現有中繼槽	3	3	2	3	11	○		
	D 下盛盤的流場無法排除泡泡	可有效將吹清時的泡泡排除	D-1 修改盛盤回流	2	2	3	3	10	○	採用	
			D-2 設計撈網機構	1	2	2	1	6	×		工安為最重要的因素，此改善仍有工安疑慮，故不採用。
			D-3 新增吸泡裝置	1	2	3	1	7	×		
	E 人員吹清時間太少	增加吹清效率或可吹清時間	E-1 修改吹管棒	3	3	1	3	10	○	採用	
			E-2 架設固定式吹管	2	3	3	3	11	○		
			E-3 產線降速吹清	1	1	1	3	6	×		

對策項次	難易度	成本	不良影響	預估時間
B-1 新增沉靜槽	須重新設計一個槽體，難度較高。	5~8萬。	過濾專用槽體，較無不良影響。	設計、委外加工、泥做、安裝，預估花費5個月施工。
B-2 入料管口加濾網	直接將濾網固定於管口，難度較低。	1千以內。	若濾網堵塞，可能會導致停機。	濾網網目選定後，即可安裝，1個月即可完成
B-3 使用現有中繼槽	修改管路即可，難度較低。	2萬以內。	需先測試，其槽體是否能有效過濾，且能容納修改後的結痂量。	測試以及管路修改工程，預估2個月內。
D-1 修改盛盤回流	需重新規劃設計，再行模擬，難易度中等。	10萬以內。	若能成功修改，使泡泡回流，其生產操作方式，與原先無差異，無不良影響	設計、模擬、測試需花費3個月的時間。
D-2 設計撈網機構	能加裝的空間有限，增設曲柄機構，難度較高。	5~15萬。	因空間狹窄，無法即時清理撈網，有可能導致其設備失效。	設計、委外加工、組裝、測試，需花費6個月以上。
D-3 新增吸泡裝置	能加裝的空間有限，增設吸泡幫浦，難度較高。	5~10萬。	將液面泡泡吸回循環槽，較無不良影響。	設計、委外加工、組裝、測試，需花費6個月以上。
E-1 修改吹管棒	輕量化吹管棒，難度較低。	2千元。	人工吹清會有捲夾風險。	實施容易，1個月內即可完成。
E-2 架設固定式吹管	將吹管定點、定時、定量，設計難度中等。	3萬以內。	自動吹清取代人工，無不良影響。	位置、時間、風壓等都必須測試，預估需3個月的時間。
E-3 產線降速吹清	降速也會連帶影響其它製程，執行難度較高。	產能損失超過20萬。	各項製程連帶影響，可能造成其它缺陷產生。	訂出操作通報後，即刻執行1個月內可完成。

熔鋅圈
NO.3 H.D. Galvanizing Line

七、對策實施

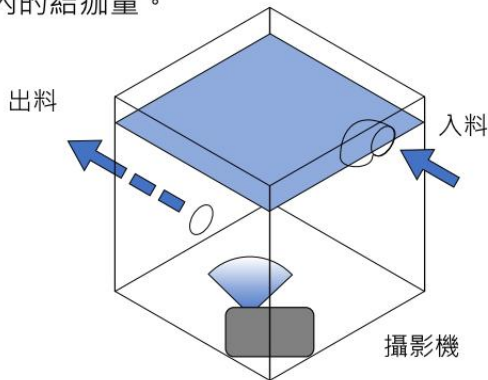


對策B-3：下軋組供料來源有結痂→使用現有中繼槽

- 問題說明：缺陷來自於下盛盤，除了盛盤南側的結痂，我們懷疑下盛盤的藥劑供料也有結痂。
- 驗證結果：經過真因驗證得知，供料管路確實有結痂，然而同一供料源的上軋組卻只有少許的結痂。

Plan 計畫

根據真因驗證的結果，藥劑經過上中繼槽後，管路內的結痂會減少，若了解中繼槽的特性，也許利用其減少結痂的原理，減少下盛盤供料管路內的結痂量。



在中繼槽內慢慢注入紅色水彩，觀察上中繼槽出口附近的水彩，有明顯向出口流動的趨勢。

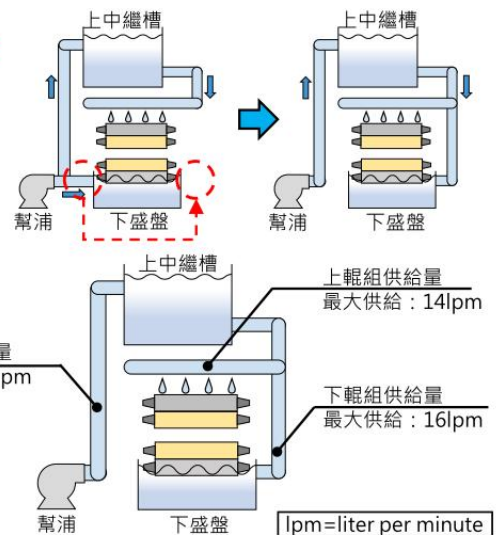


接著在水面上灑下高密度結痂，模擬結痂經由幫浦打出，由上中繼槽入口端進入槽體後的流向。



上述步驟重複數次，並在不同位置灑下結痂，發現高密度結痂沉澱的過程中，並沒有看到結痂由中繼槽流出。

經上述實驗，了解上軋組結痂量之所以不多，是因為結痂在流入上中繼槽後，沉澱於槽體底部，利用該特性，將原來供給至下盛盤的管路拆除，僅由中繼槽利用位能，將藥劑由上而下流動。



Do 實施

- 副作用確認：管路更改後，下軋組的供料，是否足夠下軋組的消耗量。

$$\text{藥劑耗用量} = \text{目標膜厚} \times \text{鋼帶寬度} \times \text{生產速度}$$



改善後下軋組最大供給量為16lpm，供料量皆大於耗用量，故藥劑供給量充足。

- 副作用確認：改善後由上中繼槽統一過濾，要確認槽體是否能夠過濾這麼多的結痂，若是結痂量超出可過濾的容量，結痂便會流出，使缺陷程度更加嚴重。



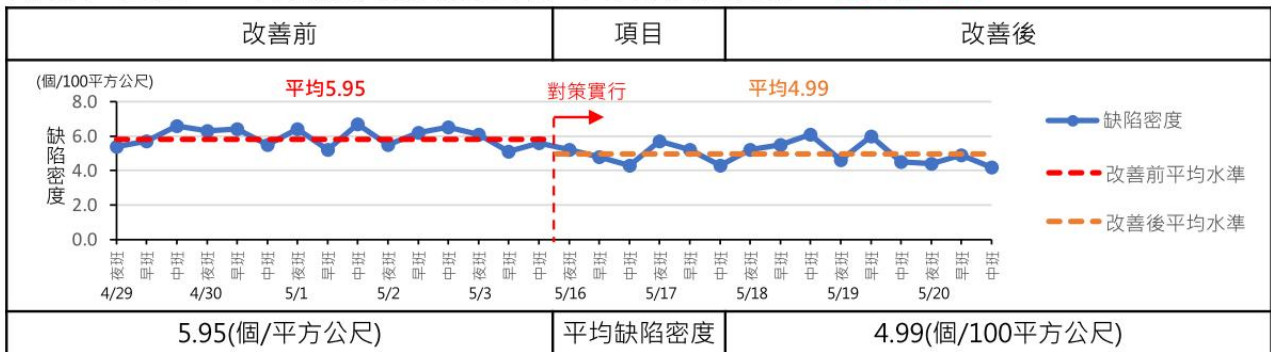
改善後結痂量無隨時間增加的趨勢，且平均值與改善前相同，表示中繼槽過濾容量充足。

七、對策實施

對策B-3：下軋組供料來源有結痂→使用現有中繼槽

Check 確認

改善後，透過ASIS收集結痂缺陷相關資料，並與改善前比較，有降低趨勢。



Action 處置

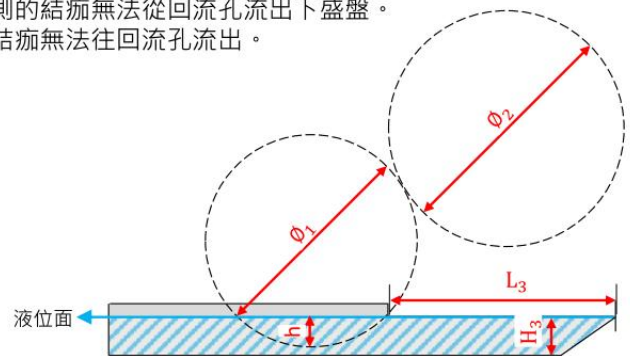
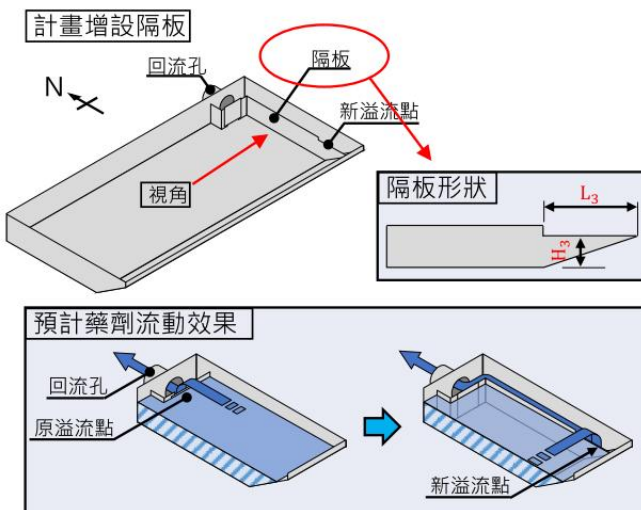
為了確保上中繼槽流量的穩定性，計畫把管路上的電子式流量計接上訊號線，將流量計的數值接到操作電腦的畫面上，方便操作人員隨時監測。

對策D-1：下盛盤的流場無法排除泡泡→修改下盛盤回流

- 問題說明：操作人員進行預防結痂吹清作業時，於東南側的結痂無法從回流孔流出下盛盤。
- 驗證結果：經過真因驗證得知，由於下盛盤的流場，使結痂無法往回流孔流出。

Plan 計畫

- 增設隔板，將下盛盤的溢流點位置，改到東南側，再加上引水道，使藥劑流入回流孔。



- 考量物料成本高度(H_3)要望小，但依規範浸在液面下的深度(h)必須大於軋徑的 $1/10$ 。
- 考量吹清效果寬度(L_3)要望大，但太寬則控制上會相對較困難，以不超過泡泡產生區域為原則。
- 不同的軋徑搭配，上述會有不同結果，帶漆軋的軋徑(ϕ_1)範圍是300-306mm，塗覆軋軋徑(ϕ_2)範圍是310-340mm。
- 經計算兩軋徑最小時可得最小高度(H_3)。
- 帶漆軋軋徑最小，塗覆軋軋徑最大時可得最大寬度(L_3)。

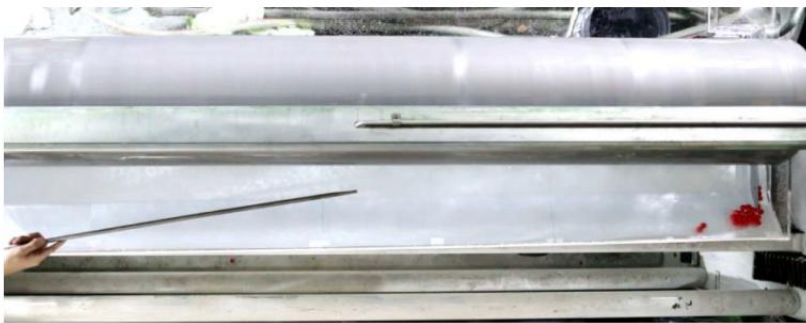
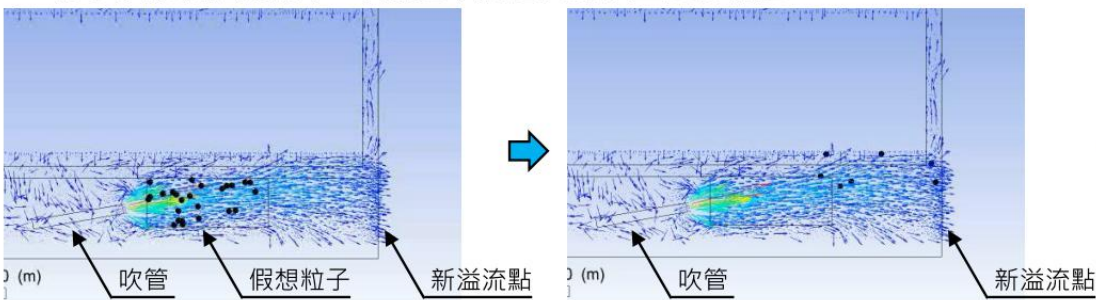
熔鋅圈
NO.3 H.D. Galvanizing Line

七、對策實施

對策D-1：下盛盤的流場無法排除泡泡→修改下盛盤回流

Do 實施

- 計算出關鍵尺寸後，使用Ansys軟體繪製加上隔板的下盛盤模型，計算是否可以將東南角的結痂導入引水道。
- 除了模擬軟體的結果，我們也使用壓克力模型進行驗證。



Check 確認

改善後，透過ASIS收集結痂缺陷相關資料，並與改善前比較，有降低趨勢(仍有進行人工吹清)。



Action 處置

- 將設計圖編號歸檔

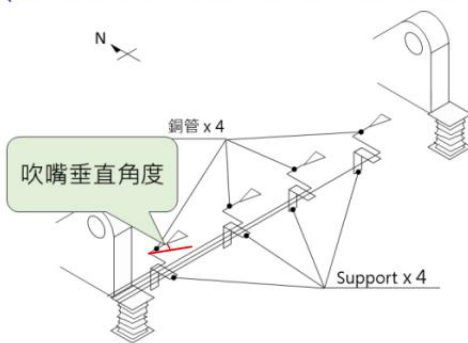
對策E-2：人員吹清時間太少→架設固定式吹管

- **問題說明**：操作人員進行預防結痂吹清作業時，基於安全、設備限制與節省成本等原因，使得吹清時間被壓縮。
- **驗證結果**：經過真因驗證得知，由於吹清的時間縮短，導致吹清後下盛盤液面仍有殘留的結痂。

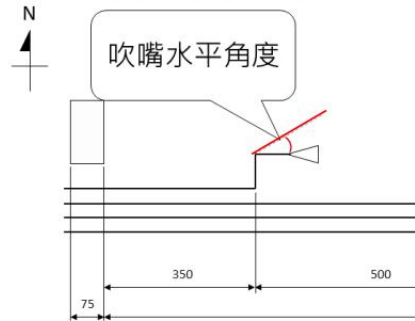
Plan 計畫

- **創意發想**：自動化洗車場
- 在下盛盤南側設計固定式吹管，透過**機械設備**提供高效率的吹清方式，以求**取代人力**。
- 為了設計出高效率的吹清設備，我們透過幾項簡單的實驗，發現**吹嘴水平角度**、**吹嘴垂直角度**、**吹嘴位置**以及來源**空氣壓力**的大小，會影響吹清的效率。然而我們沒有足夠的時間測試所有排列組合下的實驗結果，所以我們使用田口法來設計實驗，可以有效減少實驗的組數。在**四要因三水準**下選用**L9的直交表**，以吹清時間(望小)作為指標，進行測試並記錄。

- ①吹嘴垂直角度：
如上圖右所標示，0度表示吹嘴呈水平，10度表示吹嘴往下10度。
(0度:代號1、10度:代號2、20度:代號3)



- ②吹嘴水平角度：
如上圖左所標示，0度表示吹嘴往正東方向。
(0度:代號1、10度:代號2、20度:代號3)

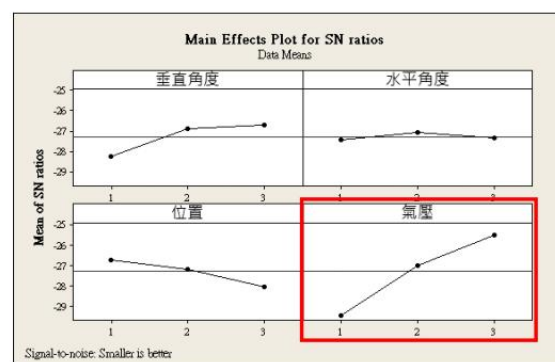
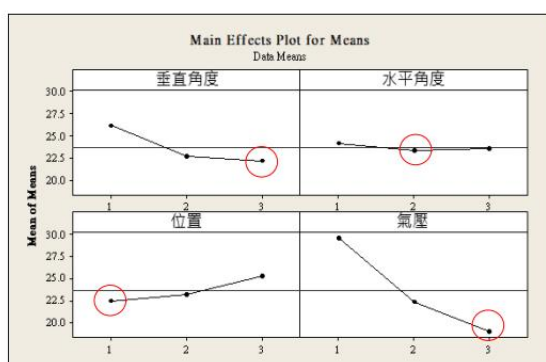


- ③吹嘴位置：
是指與下盛盤南側邊緣的距離。
(50mm:代號1、100mm:代號2、150mm:代號3)

- ④氣壓高低：
以現場壓力指示計為準，大於0.45MPa會造成藥劑的大量飛濺，小於0.15MPa效果極不明顯。
(0.15MPa:代號1、0.30MPa:代號2、0.45MPa:代號3)

- 經使用田口法(L9)代入相關數字，並依據該組合進行兩次實驗，獲得兩組數據，再由Minitab軟體進行分析，得知吹清秒數**最低的組合**為「垂直角度20度、水平角度10度、50mm、0.45MPa」，代號為**(3、2、1、3)**，觀察其SN比，又以氣壓的影響力為最大。

垂直角度	水平角度	位置	氣壓	耗時試驗1	耗時試驗2	平均耗時
1	1	1	1	32	31	31.5
1	2	2	2	24	24	24
1	3	3	3	22.5	23.5	23
2	1	2	3	18	18	18
2	2	3	1	29.5	30.5	30
2	3	1	2	20	20	20
3	1	3	2	23	23	23
3	2	1	3	16	16	16
3	3	2	1	27	28	27.5



對策E-2：人員吹清時間太少→架設固定式吹管

- 上述組合(3、2、1、3)中以氣壓之影響性較高，然尚未考量各因子間的交互作用，故以氣壓與其他因子之間做交互作用的再探討。
- 因氣壓影響性較高，故以此比較與其他三項要因之關係，分別為「氣壓&垂直角度」、「氣壓&水平角度」、「氣壓&位置」。

■ 定義代號:

氣壓代號VS吹嘴垂直角度、水平角度、或位置之代號(藍色區塊)，前者=後者，則新代號為1(黃色區塊)前者<後者，則新代號為2(黃色區塊)前者>後者，則新代號為3(黃色區塊)

- 針對交互作用的項目，再做一次田口分析，得知

氣壓&垂直角度:3

氣壓&水平角度:3

氣壓&位置:3

經對照其組合為「垂直角度、水平角度、50mm、0.45MPa」為考量交互作用後為**最佳解(2、1、2、3)**。

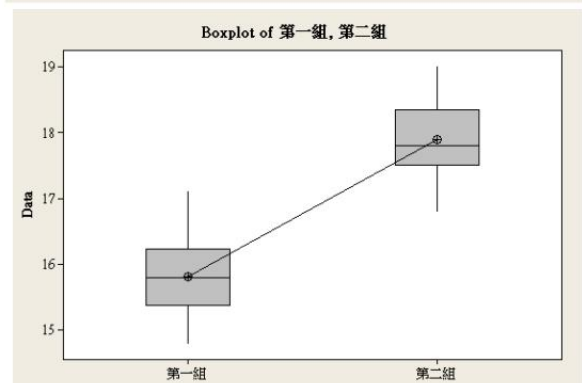
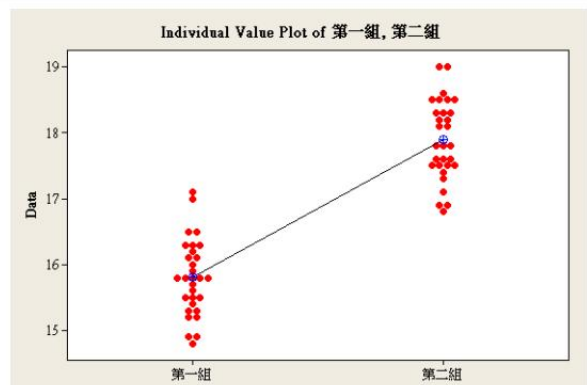
垂直角度	水平角度	位置	氣壓	耗時試驗1	耗時試驗2	氣壓&垂直角度	氣壓&水平角度	氣壓&位置	平均耗時
1	1	1	1	32	31	1	1	1	31.5
1	2	2	2	24	24	3	1	1	24
1	3	3	3	22.5	23.5	3	1	1	23
2	1	2	3	18	18	3	3	3	18
2	2	3	1	29.5	30.5	2	2	2	30
2	3	1	2	20	20	1	2	3	20
3	1	3	2	23	23	2	3	2	23
3	2	1	3	16	16	1	3	3	16
3	3	2	1	27	28	2	2	2	27.5

Level	垂直角度	水平角度	位置	氣壓	氣壓*垂直角度	氣壓*水平角度	氣壓*位置
1	26.17	24.17	22.50	29.67	22.50	26.17	26.17
2	22.67	23.33	23.17	22.33	26.83	25.83	26.83
3	22.17	23.50	25.33	19.00	21.67	19.00	18.00
Delta	4.00	0.83	2.83	10.67	5.17	7.17	8.83
Rank	5	7	6	1	4	3	2



- 為求實驗嚴謹，將第一組(3213)及第二組(2123)配置，各做30次實驗，並輔以獨立樣本之t檢定，用以比較兩組資料之平均數(吹清秒數)，是否存在差異。

- 兩組實驗，吹清秒數分別為15.803秒(SD=0.574)及17.890秒(SD=0.601)，平均差異為2.087(SD=1.009)，95%信賴區間為(-2.391, -1.783)，有顯著差異，且第一組之吹清秒數比第二組更短，P-Value = 0.000。



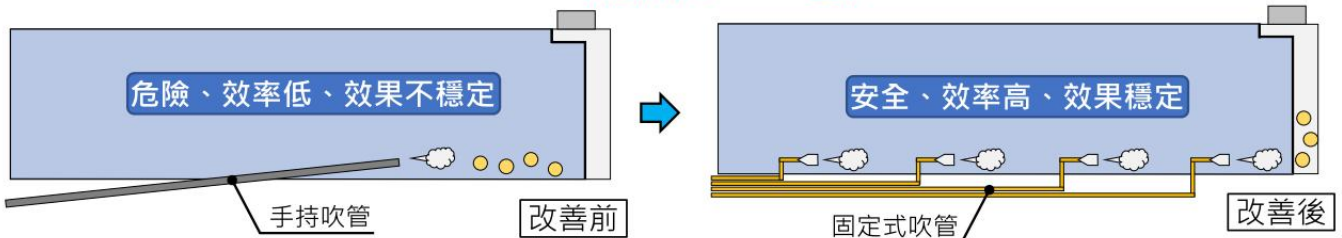
Paired T for 第一組 - 第二組				
	N	Mean	StDev	SE Mean
第一組	30	15.803	0.574	0.105
第二組	30	17.890	0.601	0.110
Difference	30	-2.087	1.009	0.184

95% CI for mean difference: (-2.463, -1.710)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -11.33 P-Value = 0.000

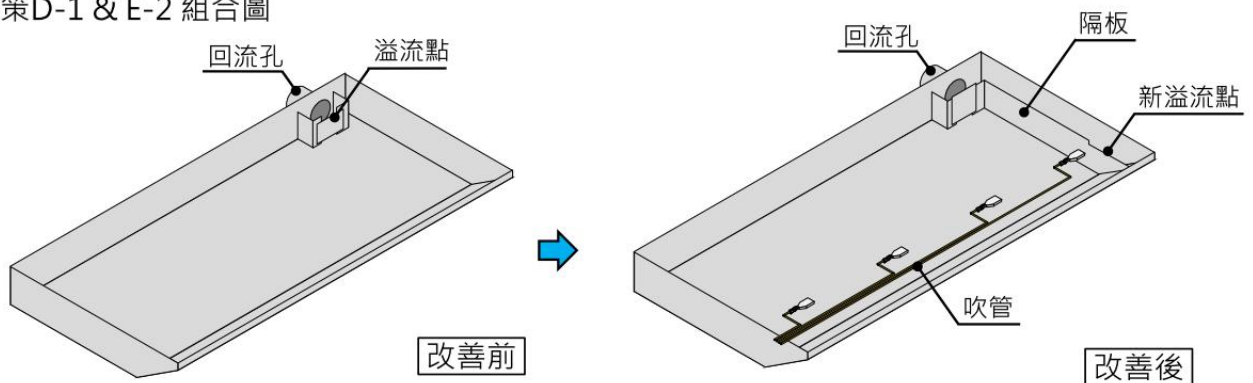
對策E-2：人員吹清時間太少→架設固定式吹管

Do 實施

- 配置組合：「垂直角度20度、水平角度10度、吹嘴位置50mm、0.45MPa」，經實驗後其吹清時間平均秒數為15.803秒，最大值为17.1、最小值为14.9秒，經考量為求所有結痂必須吹乾淨，故將產線之吹清秒數統一設定為19秒，以求產品不被結痂汙染。
- 安裝電磁閥與程控連結，設定焊道前後自動吹清，共吹19秒結束。

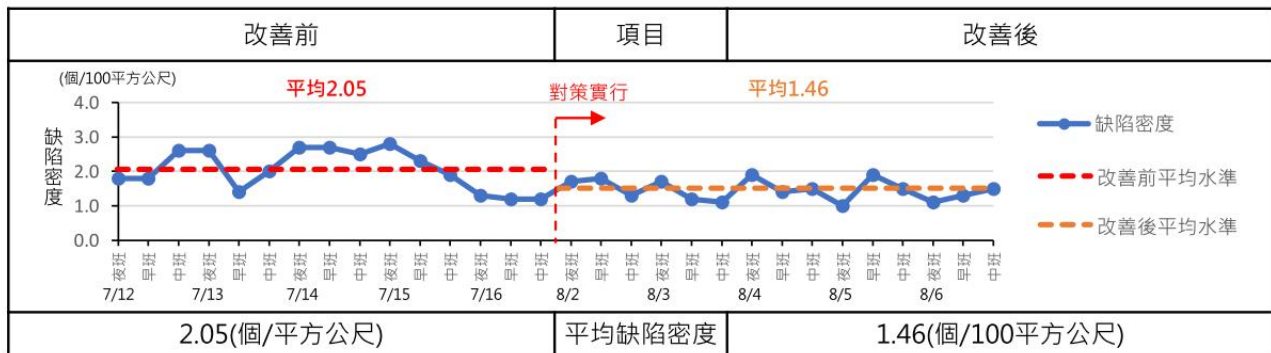


對策D-1 & E-2 組合圖



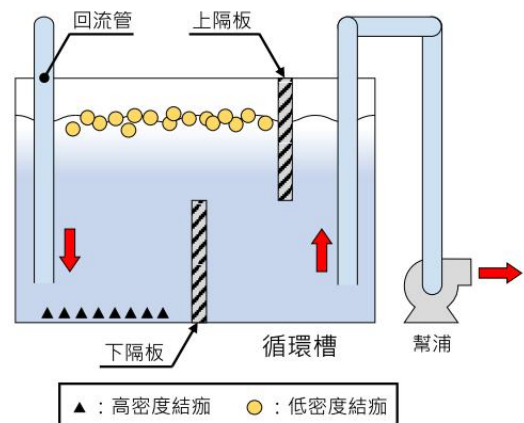
Check 確認

改善後，透過ASIS收集結痂缺陷相關資料，並與改善前比較，有降低趨勢，且以自動取代人工吹清，其效率大大提升，每個焊道所造成的廢料量從69.3m減少至31.7m。



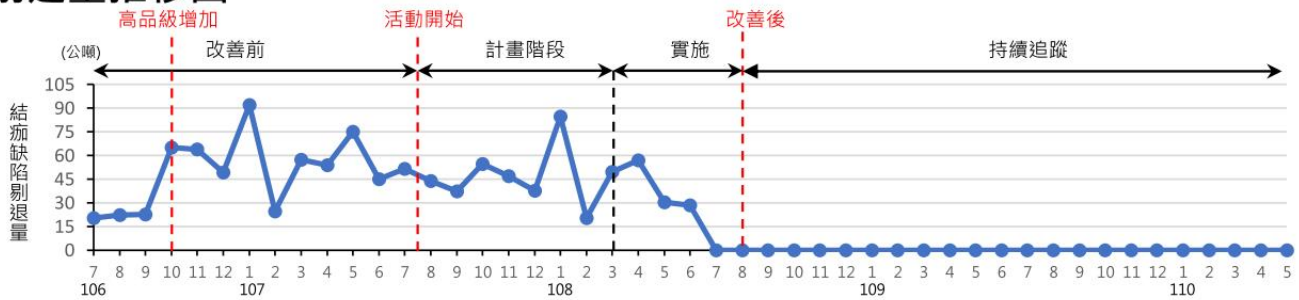
Action 處置

- 將設計圖編號歸檔
- 循環槽增加過濾功能：由於本對策以及下盛盤溢流點改善完成，大量的結痂從下盛盤流入循環槽，為了避免這些結痂在未來造成幫浦的堵塞或是增加上中繼槽的過濾壓力，我們在循環槽增加上下隔板，此種配置方式，可在隔離高密度結痂與低密度結痂的同時，透過連通管原理，維持藥劑的液位。
- 循環槽改善申請提案

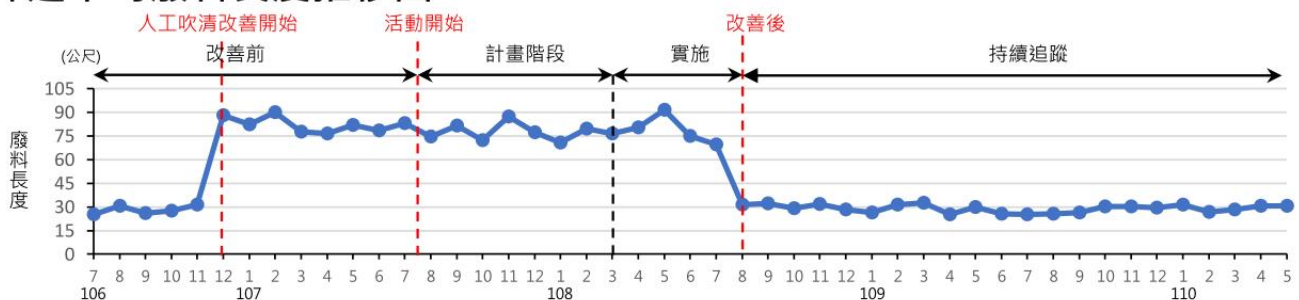


八、效果確認

剔退量推移圖



焊道平均廢料長度推移圖



目標達成率

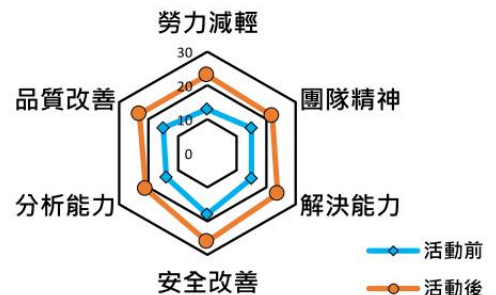
$(591.56 - 0) / (591.56 - 0) \times 100\% = 100\%$ · 達成雄心目標。

有形效益

- 減少的剔退效益：(改善前年剔退量-改善後年剔退量) × (108年剔退品價差)=**3,247,664元/年**。
- 減少的廢料切除效益：(改善前吹清的平均廢料切除重量-改善後吹清的平均廢料切除重量) × (108年廢料損失價格)=**9,312,450元/年**。
- 改善成本分五年攤提：**16,843元/年**。
- 合計總效益：減少的剔退效益 + 減少的廢料切除效益 - 改善成本 = **12,543,271元/年**。(經本公司工業工程處認證)

無形效益

- 我們改善了長久以來作業的不安全點，對我們來說相當有成就感，平安健康是無價的，本次活動圈員們自主學習 Ansys，利用模擬、實驗來避免 Try and Error，用簡單的方式解決問題，圈員能力都有所進步，這也是最大的收穫。
- 風險評估表：吹清作業之風險等級3→風險等級1。
- 減少剔退後重新煉鋼的碳排放=**1,342公噸 CO₂e/年**。每年約省下**3.4座大安森林公園**的吸碳量。



九、標準化

提案總計5件

項次	提案名稱	提案編號	提案人
1	四號塗覆機循環槽出口管路分離	Y5731080119	胡育璋
2	NO.4 塗覆機台下盛盤增加固定式吹管	Y5731080120	胡育璋
3	NO.4 塗覆機台下盛盤回流修改	Y5731080121	胡育璋
4	四號塗覆機循環槽新增懸浮物擋板	Y5731080232	陳秉懷
5	四號塗覆機循環槽新增沉澱物擋板	Y5731080233	陳秉懷

設計圖總計3件

項次	設計圖名稱	圖號
1	四號塗覆機結痂吹管	Y573-COATER-002
2	四號塗覆機結痂回流機構	Y573-COATER-003
3	四號塗覆機吹管支撐座	Y573-COATER-001

操作通報總計1件

項次	操作通報	編號	發布日期
1	四號塗覆機吹清設備作業	108-3CGL-C06	20190920

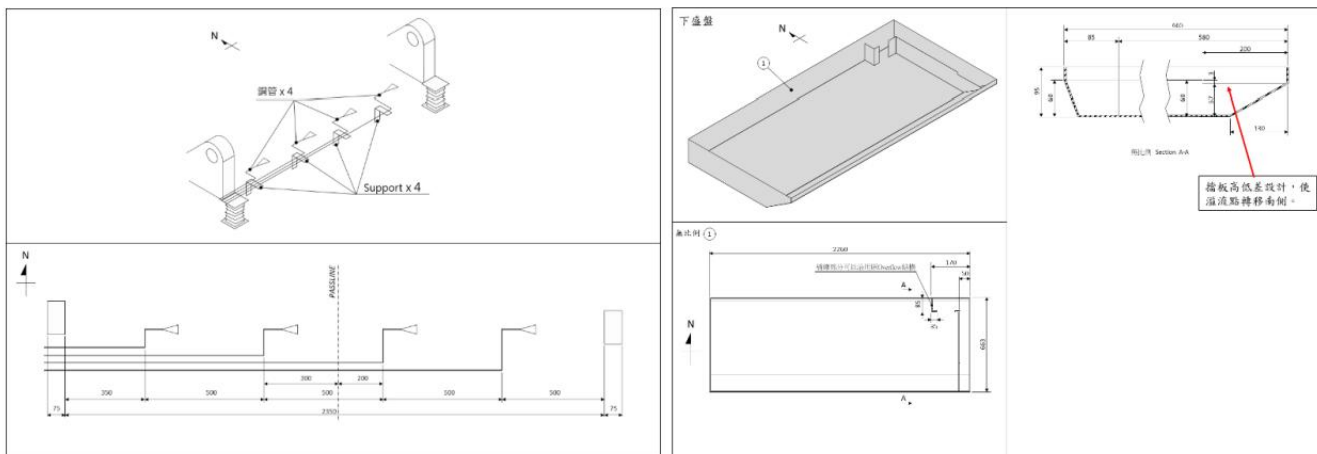
■ 專利申請1件

申請國別	申請號	專利名稱	廠內提案名稱
中華民國	110200275	塗覆機的液態原料結痂去除組件	熱浸鍍鋅塗覆機樹脂藥劑結痂移除設備

技術評估

1.本專利技術使用技術歸類：機械設計、塗覆技術

2.本專利技術可應用的領域：鋼鐵製造、機械設備



十、檢討與今後計畫

水平展開

中鋼公司軋鋼三場內，除了第三熱浸鍍鋅線外，還有第一及第二熱浸鍍鋅線，提升塗覆樹脂產品合格率，一直是三條熱浸鍍鋅共同的目標，若將此改善水平展開至其餘同性質的產線，定能為公司帶來更多效益。

殘留問題

- (1).若每個焊道通過盛盤，皆作預防性的吹清，不論液面有沒有結痂都一樣，雖然可以避免樹脂結痂造成產品剔退，但如果液面沒有結痂呢？如果沒有結痂就不吹清，是不是可減少焊道前後之廢料切除量，提高產率？
- (2).創意來源：天氣預報之降雨機率高，出門才帶傘。
- (3).實施進度：利用低階產品，紀錄各種參數，同時觀察液面是否出現結痂，目前資料持續集中。
- (4).預期效益：減少過度清潔液面，所造成之過度剪切廢料，提升產率及合格率。

下期活動主題

主題名稱：降低焊道前後板形不良剔退量

主題選定理由：目前板形不良的狀況，都要等到檢驗員反應才能知道，希望能透過自主管理活動，想出可以縮短反應的時間以降低處理成本及剔退量，經由圈員討論，決定獲選為下次主題。

國際型研討會

從精實管理到原價管理的精煉，成為世界級企業。



活動特色

從案例中學習豐田式的原價企劃與原價管理



參加對象

- 想要成為世界級企業的領導者
- 想要能精準控管成本的管理者
- 對「原價管理」手法有興趣者



專業師資



豊田エンジニアリング株式会社
Toyota Engineering Corporation

豊田工程技術株式會社 董事長
堀切 俊雄(Horikiri Toshio) 先生



活動時間與議程

2022年06月30日(四) 09:00~17:00、
2022年07月01日(五) 09:00~12:00

日期	2022.06.30 (四)	2022.07.01 (五)
時間		
09:00~12:00	<ul style="list-style-type: none">• 原價管理、原價企劃概要• 商品企劃的概要與CE	<ul style="list-style-type: none">• 採購部品・供應商的原價管理與案例• 依原價進行經營決策與演練• 海外生產企劃的概要與演練
12:00~13:00	午休	
13:00~15:30	<ul style="list-style-type: none">• 商品企劃的執行方式• 原價計畫・低減	
15:30~17:00	<p>【導入原價管理案例】 日本Sanipak株式會社 常務 中村先生</p>	



活動地點

中國文化大學推廣教育部—延平分部 (大新館)
APA藝文中心—4樓數位演講廳
(地址：台北市延平南路127號)



活動費用

\$5,000元 / 人

內含：

- ① **結訓證書**：受訓後可核發參與學員訓練時數證明。
- ② **贈書**：凡報名者即贈送「打造世界最強製造現場」書籍一本。
- ③ **免費訪視申請表**：學員可填寫訪視申請表，顧問可到廠進行訪視服務。



線上報名

<https://forms.gle/JSA1JcyAnqzFG7DG8>



財團法人中衛發展中心
Corporate Synergy Development Center





QCC(品管圈)活動輔導員證照考試簡章

一、主辦單位：財團法人中衛發展中心

二、考試日期：第 1 梯次每年 7 月第 3 週週六上午
第 2 梯次每年 11 月第 3 週週六上午

(以上若有變動請依當年度公告時間為主)

三、考試地點：分一般考場及企業特別考場

一般考場：北區：台北市中正區杭州南路一段 15-1 號 3F(中衛中心訓練教室)

中區：台中市台灣大道四段 925 號 20 樓之 2(中衛中心中區訓練教室)

南區：高雄市前鎮區新生路 248-40 號 2 樓(中衛中心南區訓練教室)

<將視報名人數決定是否開闢各區考場，以上如有變更另行通知>

企業特別考場：針對企業團體報名，於廠外增闢考場(詳洽本中心)

四、報考資格：

實際從事有關現場管理改善活動相關工作滿 3 年(含)以上並符合下列其中 1 項條件即可：

- 1.修習 QCC(品管圈)相關課程 30 小時(含)以上，且持有證明者。
- 2.著有 QCC(品管圈)相關書籍，或 QCC(品管圈)授課經驗 20 小時(含)以上，且持有證明者。以上不論 1.或 2 都須先經資料審查，合格者再進行筆試。

五、報名手續：

- 1.報名截止日期：各梯次考試日期前 1 個月(郵戳為憑)。

【例如：111 年第 2 梯次為例，考試時間為 11/19，報名截止日 10/21】

- 2.報名方式：一律採通訊報名(可接受個別報名或集體報名【集體報名：指資料或連繫由公司統一窗口寄送且不接受不同公司/團體整合並指定統一窗口報名】)。
- 3.回郵信封兩個，付郵資(寄發准考證用-28 元掛號、成績單用-28 元掛號)。

若為團體報名郵資(寄發准考證用-100 元掛號、成績單用-100 元掛號)

並在報名表最下方虛線部份填入姓名、地址、郵遞區號填寫完整，連同以下文件以掛號方式寄至本中心，信封註明 QCC(品管圈)輔導員證照考試：

◎報名表

◎QCC(品管圈)輔導員初審審查資料表

(報考資格符合四、報考資格之第 1 項者，需提出修習 QCC 課程 30 小時(含)以上證明及現場管理改善活動相關經驗；符合第 2 項者需提出相關著作或授課 20 小時(含)以上之證明)

◎身分證(影本)及 1 吋光面半身照片 2 張(背面寫姓名，報名表內貼 1 張另 1 張檢附)

◎報名費匯款收據(影本)

- 4.經資格審查通過後，最遲於考前 1 週寄發准考證及報名費收據並告知試場。准考證如損毀或遺失，應於考前向本中心申請補發，申請補發時，須攜帶身分證及 1 吋照片 1 張。
- 5.如報考資格證明文件不合，或有疑議時，本中心得通知報名人補繳。

六、報名費繳費方式：分基礎課程及進階課程兩單元

個人部分

項目	團結圈會員	非團結圈會員
報考單一單元	900 元/人	1100 元/人
報考兩單元	1600 元/人	1900 元/人

團體部分 10 人以上

項目	團結圈會員	非團結圈會員
報考單一單元	800 元/人	1000 元/人
報考兩單元	1400 元/人	1700 元/人

團體部分 20 人以上

項目	團結圈會員	非團結圈會員
報考單一單元	700 元/人	900 元/人
報考兩單元	1300 元/人	1500 元/人

1.報名費用請以支票、匯款、轉帳等方式繳交。

2.支票抬頭：財團法人中衛發展中心

3.匯款銀行：中國信託商業銀行 承德分行

匯款帳號：624-54-133567-8

凡已繳報名費因故不能前來應試者，報名費概不退還。

七、考試科目：分基礎課程及進階課程兩單元，採是非選擇及問答題 2 類：

單元	考試範圍
基礎課程	參考書籍：基層改善向下紮根或醫療品管的深耕活動 考試內容：(1)QCC 概論、(2)QC 七大手法、(3)品管圈活動運作要領、(4)問題型改善步驟
進階課程	參考書籍：基層改善向上發展、課題達成實踐手冊 考試內容：(1)課題型改善步驟、(2)新 QC 七大手法、(3)輔導員輔導要領、(4)其他改善手法

八、考試要則

1、每單元考試時間 80 分鐘，考試時間如下：

考試時間	單元
09：00~10：20	基礎課程
10：20~10：40	休息
10：40~12：00	進階課程

2、各單元為 35 題是非選擇題，3 題問答題。

3、使用藍色或黑色原子筆或鋼筆作答。

4、考生遲到 20 分鐘者不得進入考場，視同放棄，考試時間須經過 30 分鐘才能出考場。

九、成績評定

1、考試成績個別通知(考試後 1 個月可詢問成績)。

2、每一單元以 100 分為滿分，成績在 70 分〈含〉以上者為合格。

3、合格單元之成績有效保留期限為 2 年(不含報名當年度)。

十、部份成績及格者

凡未達合格之單元，得於保留年限(2 年)內重考，重考仍須按規定報名並繳納報名費。

十一、合格證書

基礎課程或進階課程成績合格者，由本中心頒發合格證明書；兩單元成績全部合格者，將由本中心頒發「QCC(品管圈)活動輔導員證書」，證書有效年限為 3 年，逾期依重認證辦法辦理。

十二、其他

1、報名相關事項請參閱財團法人中衛發展中心 TCIA 網站下載

<https://qcc.csd.org.tw/exam-message/>

2、報名表資料請至財團法人中衛發展中心索取或至 TCIA 網站下載

<https://qcc.csd.org.tw/exam-message/>

3、報名請寄台北市中正區杭州南路一段 15-1 號 3F 財團法人中衛發展中心(請註明 QCC(品管圈)輔導員證照考試字樣)。

4、報考人有任何疑問時請撥〈02〉23911368 轉 8539 或 E-mail: c0539@csd.org.tw

陳先生洽詢。



2022 年

團結圈活動實戰演練系列課程



課程特色

- 學員可從各單元切入學習
- 課程設計著重實例演練
- 結合團結圈輔導員證照制度
- 具豐富經驗之講師授課



參加對象

- 品質部門幹部、推動人員、輔導員
- 欲參加輔導員或進階輔導員證照制度考試
- 團結圈活動圈長、圈員



專業師資

中衛中心資深顧問： 陳建宇顧問、毛綺如顧問



上課地點

中衛發展中心（台中） 台中市西屯區台灣大道四段 925 號 20 樓之 2（暫定）



課程費用

- ① 單堂課程： 非會員 3,500 元
加入台灣持續改善活動推行體系會員，可享優惠價 3,200 元
- ② 系列課程： 非會員 20,000 元
（六堂課） 加入台灣持續改善活動推行體系會員，可享優惠價 18,000 元



線上報名



企業輔導部 諮詢輔導組 彭小姐

(02) 2391-1368 #1383

c1383@csd.org.tw

<https://qcc.csd.org.tw/>





2022 年

團結圈活動實戰演練系列課程

日期	07/28 (四) 台中 (Q301)	08/11 (四) 台中 (Q302)	08/25 (四) 台中 (Q303)
主題	QC 手法活用演練	新 QC 七手法活用演練	問題解決型改善步驟培訓
時間	09:30~16:30	09:30~16:30	09:30~16:30
講師	陳建宇	陳建宇	陳建宇
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> • 團結圈活動入門 • 基本 QC 手法介紹 • QC 手法之適用性 • QC 手法之作圖要領 • QC 手法實作演練 	<ul style="list-style-type: none"> • 新 QC 七手法介紹 (關聯圖法、親和圖法、系統圖法、矩陣圖法、PDPC 法、箭線圖法、矩陣數據解析法) • 新 QC 七手法之適用性 • 新 QC 七手法綜合運用 	<ul style="list-style-type: none"> • 問題的定義 • 問題解決型定義及其改善步驟之說明 • 問題解決型步驟介紹 • PDCA 循環意義、各步驟活動要領 • 團結圈活動案例介紹
費用	\$3,500 / 單堂	\$3,500 / 單堂	\$3,500 / 單堂

日期	09/01 (四) 台中 (Q304)	09/22 (四) 台中 (Q305)	10/13 (四) 台中 (Q306)
主題	課題達成型改善步驟培訓	團結圈輔導要領及評審培訓	團結圈績優案例研討解析
時間	09:30~16:30	09:30~16:30	09:30~16:30
講師	陳建宇	毛綺如	毛綺如
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> • 問題的定義 • 課題達成型定義及其改善步驟之說明 • 課題達成型改善步驟介紹 • 方案擬訂方法介紹 • 最適策追究方法介紹 • 團結圈活動案例介紹 	<ul style="list-style-type: none"> • 團結圈活動運作方式 • 團結圈活動輔導要領說明 • 評審人員素養與職責 • 評審作業的規範 • 評審方法與技巧 • 發問與講評之方法要領 	<ul style="list-style-type: none"> • 問題解決型改善活動案例研討 • 問題解決型步驟與手法重點活用 • 課題達成型改善活動案例研討 • 課題達成型步驟與手法重點活用
費用	\$3,500 / 單堂	\$3,500 / 單堂	\$3,500 / 單堂

企業輔導部 諮詢輔導組 彭小姐

(02) 2391-1368 #1383

c1383@csd.org.tw

<https://qcc.csd.org.tw/>





2022 年

團結圈活動實戰演練系列課程

報 名 表

課程代碼	課程費用	姓名	部門 / 職稱	性別	e-mail	用餐情形	
						葷	素
費用合計	元			繳費方式	<input type="checkbox"/> 支票 <input type="checkbox"/> 匯款 <input type="checkbox"/> ATM 轉帳		
公司 / 醫院名稱	(股) 公司 / 醫院			發票開立	<input type="checkbox"/> 二聯式 <input type="checkbox"/> 三聯式		
統一編號					<input type="checkbox"/> 合併開立 <input type="checkbox"/> 分開開立		
聯絡地址	□□□						
聯絡人				e-mail			
連絡電話	()	分機		傳真	()		
備註	<p>■ 報名方式：請填妥報名表 (可自行影印)，或以 google 表單、E-mail 或傳真報名，並請來電確認。 Google 表單網址與 QR code：https://forms.gle/p5H8qpa3vapqFgi78</p>  <p>■ 報名費用包含午餐餐盒、講義與講師等相關課程費用，交通 (停車) 敬請自理。</p> <p>■ 最低開課人數為 10 人，開課通知將於開課日一週前以 E-mail 發出，若未收到，敬請來電確認。</p> <p>■ 繳費方式 (請於課程一週前完成繳費，並請於匯款、轉帳後提供明細。若未於開課 3 日前告知取消參訓，恕不退費。)</p> <p>① 支票：支票抬頭「財團法人中衛發展中心」</p> <p>② 匯款、轉帳：匯款帳號：624-54-133567-8，中國信託商業銀行 承德分行； 戶名：「財團法人中衛發展中心」。</p> <p>■ 聯絡方式：財團法人中衛發展中心 彭小姐 E-mail：c1383@csd.org.tw 電話 / 傳真：(02) 2391-1368 #1383 / (02) 2391-1281</p> <p>■ 團結圈課程活動、證照考試相關網址：http://qcc.csd.org.tw/</p> <p>■ 本報名表如不敷使用，請自行影印。為求研習訓練之品質，各課程名額有限，敬請提早報名。</p> <p>■ 有關團結圈活動系列課程，歡迎詢問及提供您的寶貴建議，謝謝！</p>						



2022 年

團結圈活動實戰演練系列課程

個人資料保護聲明與同意書

財團法人中衛發展中心（下稱「本中心」）為落實個人資料保護及本中心個人資料保護政策要求，謹依個人資料保護法規定告知您下列事項：

- 一、本中心因辦理「2022 年團結圈活動-實戰演練系列課程」之事由，蒐集、處理及利用您所提供，或未來提供的個人資料，僅先告知下列事項：
- 二、個人資料蒐集之目的
 - (一) 提供本課程各項通知聯繫服務、報名者身分確認、寄送本中心相關之訊息及本中心內部管理之用。
 - (二) 為執行本中心主辦或協辦之課程、會議及其他活動之後續處理、聯絡及紀錄之用途。
 - (三) 為行銷、推廣本中心之書籍、服務，或進行其他與本中心依法得從事業務有關課程之後續處理、聯絡及紀錄之用途
- 三、個人資料蒐集之類別：姓名、聯絡方式等直接或間接辨識您個人之資料（如本報名表所載）
- 四、本中心對於您提供之個人資料，將妥為保存，並遵循以下原則使用您的個人資料：
 - (一) 本中心將於存續期間內於前述蒐集目的內使用您的個人資料，不另做其他用途。
 - (二) 本中心將於中華民國領域內使用您的個人資料，不會傳輸至其他國家或第三人。
 - (三) 本中心將使用您的資料進行電子報發送或相關活動訊息之發送，若您不願意再收到本中心提供之訊息，請至 <http://www.csd.org.tw> 取消。
- 五、依個人資料保護法第 3 條規定，您可以針對您的個人資料行使以下權利，若有個人資料權益相關問題，歡迎於上班時間與本中心聯絡（電話：02-2391-1368 #1383）
 - (一)查詢或請求閱覽。(二) 請求製給複製本。
 - (三) 請求補充或更正。(四) 請求停止蒐集、處理或利用。(五) 請求刪除。
 您因行使上述權利而導致您的權益產生減損時，本中心不負相關賠償責任。另依個人資料保護法第 14 條規定，本中心得酌收行政作業費用。
- 六、您可拒絕提供全部或部分個人資料，但若您不願意提供真實且正確完整的個人資料，將可能影響您享有本中心所提供服務之權益。

=====

※ 個人資料之同意提供

經財團法人中衛發展中心向本人告知上開事項，本人確已獲知且瞭解，並同意 貴中心於所列蒐集目的範圍內，合理蒐集、處理及利用本人之個人資料。且同意 貴中心留存此同意書，供日後取出查驗。

立同意書人

姓名：

日期： 2022 / /

【CI 學院】持續改善活動—預先防範型研習班



課程目的

培訓活動相關人員，學習持續改善活動手法，使活動順利進行並達成目標。



參加對象

活動圈輔導員 / 圈長等相關人員等。



專業師資

中衛發展中心資深顧問 毛綺如顧問

曾任醫策會醫品圈活動評審委員、經濟部中小企業處經營輔導專家工業類、

旭麗公司總經理室教育訓練、先鋒企業管理發展中心研究員。



日期	10/26 (三) 台北
時間	09:30~16:30 (6 小時)
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> ■ 持續改善活動介紹 ■ 品質改善程序選用要領 ■ 預先防範活動步驟及工具介紹 <ul style="list-style-type: none"> - 何謂預先防範型 - 預防型活動步驟展開 - 重要三步驟及工具介紹 ■ 優良案例賞析
費用	5,000 元 (會員二人 / 非會員三人 9 折)

◇ 上課地點：中衛發展中心 (台北) (暫定)
台北市杭州南路一段 15-1 號 3 樓

◇ 連絡資訊：中衛中心 彭小姐
02-2391-1368 #1383 / c1383@csd.org.tw



線上報名表

持續改善活動意義：

所謂持續改善活動（Continuous Improvement Activities），係指由工作性質相似或有相關連的人員，共同組成一個圈（小組），本著自動自發的精神，運用各種改善手法啟發個人潛能，透過團隊精神，結合群體智慧，群策群力的從事各種問題的改善活動，而能使每一成員有參與感、滿足感、成就感，並體認到工作的目的與意義。

持續改善活動泛指品管圈活動、小集團活動、自主管理活動、專案改善活動（QIT）及PM小組等團隊改善活動，其活動性質亦相類似。



台灣持續改善活動推行總會
財團法人中衛發展中心
台北市中正區杭州南路一段15-1號3F
TEL:02-23911368 | FAX: 02-23911281
網址：<https://qcc.csd.org.tw>

