

102年度研究計畫 IOSH102-A319

半導體封裝測試製程安全衛生調查研究 IOSH102-A319



勞安所研究報告

半導體封裝測試製程安全衛生 調查研究

Safety and Hygiene Assessment on Manufacturing
Processes of Photovoltaic Industries



勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

ISBN 978-986-04-0650-4
00120

9 789860 406504

GPN:1010300683
定價：新台幣120元

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

半導體封裝測試製程安全衛生調查研究

Safety and Hygiene Assessment on Manufacturing Processes of Integrated Circuit Assembly and Testing Industries

半導體封裝測試製程安全衛生調查研究

Safety and Hygiene Assessment on Manufacturing Processes of Integrated Circuit Assembly and Testing Industries

研究主持人：楊秀宜、張大元

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

研究期間：中華民國 102 年 03 月至 102 年 12 月

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 103 年 3 月

摘要

本研究主要是針對國內積體電路封裝測試產業可能之製程危害進行暴露評估與勞工危害認知調查，並且提出相關之改善及預防危害的建議。首先針對 5 家積體電路封裝測試公司製程進行現場訪視與危害評估，再規劃有害物暴露調查，包括氣狀有害物(苯、甲苯、乙醇、丙酮及異丙醇)與粒狀有害物(錫、鋁及鉛)採樣及分析，並且收集 200 份作業現場勞工的問卷，以瞭解勞工之危害認知程度。

研究發現在氣狀有害物方面，5 家積體電路封裝測試公司皆有測量到乙醇，其平均濃度為 605.1 ± 441.3 ppb (範圍：127.2-1744.3 ppb)；部分公司製程中測量到丙酮及異丙醇，其平均濃度分別為 200.6 ± 176.8 ppb (範圍：64.8-528.4 ppb)及 291.6 ± 169.4 ppb (範圍：171.8-411.4 ppb)；僅在 1 家公司製程中有測量到甲苯，其平均濃度為 180.3 ± 30.5 ppb (範圍：130.2-240.1 ppb)；然而 5 家公司製程中苯的量測濃度都低於偵測極限(6.95 ppb)。在粒狀有害物方面，5 家公司製程中空氣樣本的濃度都低於方法偵測極限(分別為錫： 1.0 mg/m^3 ，鋁： 5.13 mg/m^3 ，鉛： 0.56 mg/m^3)。從勞工危害認知問卷分析結果發現，暴露危害可能性之整體平均分數為 3.27 ± 0.99 分(滿分為 5 分)，勞工覺得作業場所「噪音暴露危害的可能性」最高(3.56 ± 1.02 分)，其次為「人因工程危害的可能性(3.25 ± 0.92 分)」與「氣狀有害物暴露危害的可能性(3.21 ± 1.06 分)」；在危害暴露產生的健康影響之認知部分，整體平均分數為 3.38 ± 0.94 分，勞工最擔心「人因工程引起的手臂肩頸疾病(3.63 ± 0.98 分)」，其次為「人因工程引起的職業性下半痛(3.58 ± 0.93 分)」與「噪音暴露引起的聽力損失(3.49 ± 0.92 分)」；在現場控制工程必要性之認知部分，整體平均分數為 3.54 ± 0.94 分，勞工認為最需要進行「降低極低頻電磁場危害的工程控制(3.67 ± 0.89 分)」，其次為「降低氣狀有害物的工程控制(3.64 ± 0.94 分)」與「降低粒狀有害物的工程控制(3.61 ± 0.89 分)」。噪音量測結果在模壓、電鍍、鐳線及切割製程超過 80 分貝。作業環境之極低頻磁場最高值為 10.4 mG，最低值則為 0.4 mG。

本研究顯示國內積體電路封裝測試產業製程所使用化學品種類不多，空氣中有害物測定結果低於 1/10「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」，噪音及極低頻磁場量測結果亦低於標準值與建議值，人因工程之相關危害是勞工關切之議題，可進一步規劃進行相關調查評估。

關鍵詞：積體電路封裝測試、暴露評估、有害物

Abstract

This study conducted exposure assessments of hazardous substances in manufacturing processes and surveyed workers' hazard perceptions with the aim of providing preventive suggestions for the integrated circuit (IC) packaging and testing industry. We chose five representative packaging and testing companies as the study population, and performed walk-through surveys and hazard assessments. Volatile organic compounds (benzene, toluene, ethanol, acetone, and isopropyl alcohol) and metal particles (tin, aluminum, and lead) in the air of the workplaces were sampled and analyzed. We also used a self-administered questionnaire to evaluate the hazard perceptions of 200 volunteers from the five companies.

The results showed that the average concentration of ethanol was 605.1 ± 441.3 ppb (range: 127.2-1744.3 ppb). Acetone and isopropanol had average concentrations of 200.6 ± 176.8 ppb (range : 64.8-528.4 ppb) and 291.6 ± 169.4 ppb (range: 171.8-411.4 ppb), respectively. Toluene was detected in only one company, with an average concentration of 180.3 ± 30.5 ppb (range: 130.2-240.1 ppb), and the concentrations of benzene were found to be below the detection limit in all five companies. Metal particles were found to be below the method detection limit (tin: $1.0 \text{ mg} / \text{m}^3$, aluminum: $5.13 \text{ mg} / \text{m}^3$, lead: $0.56 \text{ mg} / \text{m}^3$) in all five companies. Results of the hazard perception questionnaire revealed that the overall average score for potential hazard exposure was 3.27 ± 0.99 points (full score: 5 points). Workers gave the highest score (3.56 ± 1.02 points) for the potential of noise exposure in the workplace, followed by the potential of ergonomic hazards (3.25 ± 0.92 points) and the potential of exposure to gas hazards (3.21 ± 1.06 points). The overall average score of worker perceptions of health effects related to hazard exposure was 3.38 ± 0.94 points; the highest score went to concerns about "arm and neck diseases caused by ergonomics" (3.63 ± 0.98 points), followed by "occupational lower back pain caused by ergonomics" in second place (3.58 ± 0.93 points) and "noise induced hearing loss" in third (3.49 ± 0.92 points). The overall average score of worker perceptions of the necessity of control engineering in the workplace was

3.54±0.94 points; the highest score was recorded for “the necessity of controls to reduce the hazard of extremely low frequency electromagnetic fields” (3.63 ± 0.98 points), followed by “the necessity of controls to reduce gas hazards” (3.64 ± 0.94 points) and then “the necessity of controls to reduce particulate hazards” (3.61 ± 0.89 points).

This study revealed that Taiwan’s IC packaging and testing industry uses only a few types of chemicals. The concentrations of hazardous substances in IC packaging and testing processes were found to be below one-tenth the current occupational permissive exposure levels (PELs). The measured levels of noise and extremely low frequency magnetic fields were found to be below PELs and the recommend values of the Environmental Protection Administration. The industry’s workers are more worried about ergonomic hazards. We recommend, therefore, that an assessment of ergonomic hazard exposure in the industry should be carried out in the future.

Key Words: Integrated Circuit (IC) Assembly and Testing Industries, Exposure Assessment, Hazardous Substances

目錄

摘要.....	i
Abstract	iii
目錄.....	v
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
第一章 前言.....	1
第一節 目的.....	2
第二節 工作項目.....	2
第二章 研究方法.....	4
第一節 設備及材料.....	6
第二節 作業環境空氣樣品採樣分析.....	7
第三節 勞工危害認知問卷製作.....	15
第三章 結果.....	17
第一節 積體電路封裝測試產業製程之危害暴露資訊.....	17
第二節 作業環境空氣中有害物分析.....	26
第三節 勞工危害認知問卷調查.....	36
第四節 噪音危害.....	43
第五節 安全衛生狀況調查.....	44
第四章 結論與建議.....	46
誌謝.....	48
參考文獻.....	49
附錄.....	51

圖目錄

圖 1 封裝測試製程.....	20
-----------------	----

表目錄

表 1 金屬濃度之回收率(%).....	10
表 2 不同單位品保品管要求比較.....	11
表 3 方法偵測極限比較.....	12
表 4 液體標準品密度及百分比.....	14
表 5 分析工作之品保與品管.....	15
表 6 國內積體電路封裝測試廠商名單及聯絡方式.....	18
表 7 氣狀及粒狀有害物之危害資訊來源.....	21
表 8 氣狀有害物之危害資訊彙整.....	24
表 9 粒狀有害物之危害資訊彙整.....	24
表 10 製程中使用原物料.....	25
表 11 合作廠商(5 家)空氣樣本氣狀有害物分析.....	26
表 12 合作廠商(5 家)空氣樣本粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)分析.....	27
表 13 A 公司採樣分析結果.....	28
表 14 B 公司採樣分析結果.....	29
表 15 C 公司採樣分析結果.....	30
表 16 D 公司採樣分析結果.....	31
表 17 E 公司採樣分析結果.....	32
表 18 前製程各單元氣狀有害物濃度之比較.....	33
表 19 後製程各單元氣狀有害物濃度之比較.....	34
表 20 前製程各單元粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)濃度之比較.....	35
表 21 後製程各單元粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)濃度之比較.....	36
表 22 勞工對現場危害暴露可能性之認知.....	38
表 23 勞工對危害暴露產生的健康影響之認知.....	39
表 24 勞工對公司作業環境測定現況瞭解之評估.....	40
表 25 勞工佩戴防護具現況之評估.....	41
表 26 勞工對現場控制工程必要性之認知評估.....	42
表 27 噪音量測數值表.....	43

第一章 前言

半導體工業為我國近年來成長迅速的高科技新興產業，其產品包括分離式元件、積體電路(Integrated Circuit, IC)、光學元件及感應元件。台灣在 2008 年全球市場銷售額占有率依序為 6.8%、83.9%、7.2%及 2.1%，其中以積體電路佔有率最大，感應元件市場最小[1]，因此目前國內的半導體產業以生產 IC 為主。

由於全球 IC 產業的趨勢是高度專業分工，製造與封裝、測試分離，因此製程分工對我國的 IC 產業格外重要。事實上，台灣 IC 產業經過多年的努力，已經成為全球 IC 產業分工網絡中不可或缺且極具影響力的一環。其供應鏈中的關係非常密切，各領域的技術發展和所生產的產品彼此間之依存程度相當高；藉由各領域技術和產品的發展所產生之相依效應，使得整個產業帶動起來。

台灣從晶圓代工開始，逐步發展成目前上下游垂直分工之產業結構。上游至下游依序為 IC 設計、IC 製造、IC 封裝及 IC 測試。IC 封裝測試產業為台灣半導體之重要產業，2008 年台灣封裝測試產業市占率全球排名第一[1]。2008 年台灣整體 IC 產業產值(含設計、製造、封裝、測試)可達 1 兆 3,473 億新台幣；其中設計業產值為 3,749 億新台幣，製造業為 6,542 億新台幣，封裝業為 2,217 億新台幣，測試業為 965 億新台幣。在 2008 年，台灣從事封裝業務的廠商家數為 30 家，測試業務的廠商家數為 37 家[1]。

IC 封裝的使用材料可分為陶瓷及塑膠兩種，而目前商業應用上大多以塑膠封裝為主。以塑膠封裝中打線接合為例，其步驟依序為晶片切割、黏晶、錫線、封膠、剪切/成型、印字、電鍍及檢驗等[2]。在完成封裝作業後，則需經過晶圓測試、產品分類、雷射修補與加溫烘烤的後段測試流程[2]。

雖然 IC 封裝測試產業也是我國半導體工業極重要的一環，但是過去的研究大多以 IC 製造業勞工為主，少有研究探討 IC 封裝測試產業勞工之製程危害。相較於傳統產業，IC 製造與 IC 封裝測試勞工之作業時間皆長達 12 小時，而且是在溫度與濕度調控下之無塵室作業。

先前研究指出 IC 製程中需使用大量的毒性氣體及有機溶劑[3]。這些有害物可能由於作業人員的疏忽、處理設備的不當維護或故障，引發特殊的化學反應，進而逸散至大氣中造成異味、污染，對作業環境中的工作人員造成健康上的危害[4, 5]。

揮發性有機溶劑(Volatile Organic Compound, VOCs)是一種氣狀有害物，會對人體皮膚及眼睛產生不良刺激，甚至造成人體神經、呼吸、消化及血液等系統失調；若長期暴露於高濃度 VOCs，則會造成癌症的產生[6]。Lin 等[3]發現在半導體廠內無塵室間測的 VOCs 主要是從去光組製成中所逸散，包含二甲基亞砷、硫化甲基，異丙醇、二硫化二甲烷，甲苯及丙酮等。Chein 等[7]研究半導體廠區內的 VOCs 排放情況，發現 VOCs 的排放皆由晶圓清洗、蝕刻，光學顯影，光組剝除等製程所逸散，其物質包含異丙醇、丙酮、甲苯等化學物。Chang 等[4]人研究薄膜電晶體液晶顯示器(thin-film-transistor liquid-crystal display, TFT-LCD)勞工暴露於 VOCs 與腎功能障礙發生有關。在粒狀有害物方面，過去研究指出半導體工業製程中經常使用金屬化合物，勞工可能有較高的砷、鎘及銻等金屬暴露危害[8, 9]。

國內勞工安全衛生研究所曾經對於半導體產業進行大規模的職業衛生調查與健康影響評估，內容包括半導體工業噪音狀況調查[10]、半導體廠員工頸肩疼痛研究[11]、半導體業作業環境空氣中揮發性有機化合物氣相層析質譜儀分析方法建立[12]及半導體業砷金屬作業勞工健康危害調查研究[13]等。這些研究大多著重在 IC 製造產業的勞工，但是對於 IC 封裝及 IC 測試勞工在作業環境的危害暴露情況仍不清楚；特別是這些製程可能使用到不同的原物料，因此需要進一步的調查與研究，以瞭解 IC 封裝及測試工作場所可能之製程危害。

第一節 目的

隨科技進步及我國產業發展變遷，勞工於作業環境場所中所面臨之化學危害因子的種類與暴露形態日益複雜。台灣 IC 封測產業具全球舉足輕重的地位，正迅速發展中，但相關職業安全衛生報告卻闕如，本研究針對此產業可能產生之安全衛生危害進行調查研究，掌握國內相關勞工暴露之實況，並提出相關改善及預防危害之建議。

第二節 工作項目

- 一、針對積體電路封裝測試公司進行臨廠調查，以評估可能產生有害物之流程及安全衛生狀況調查。
- 二、對於廠區作業勞工進行危害認知的問卷調查。

- 三、對於製程之作業環境進行氣狀有害物及粒狀有害物的採樣與分析。
- 四、針對現場調查結果提出改善及預防的建議。

第二章 研究方法

本計畫在進行臨廠調查與評估之前，先從國內勞動檢查所及勞工保險局資料庫收集與彙整近五年國內積體電路封裝測試產業之職業災害與職業疾病資料。藉由網路資料收集國內積體電路封裝測試產業之廠商名冊與積體電路封裝測試之製程資料，並且經由 PubMed 醫學文獻資料庫收集積體電路封裝測試製程可能之危害暴露資訊。

在研究期間，總共徵求 5 家具代表性之積體電路封裝測試公司進行合作，其內容包括危害辨識、現場訪視、氣狀有害物採樣分析、粒狀有害物採樣分析及作業勞工危害認知的問卷調查。詳細的步驟說明如下：

一、危害辨識

收集與彙整近五年國內積體電路封裝測試產業職業災害與職業疾病資料，並且藉由文獻、網路資料等收集方式，瞭解製程中可能的危害物資料。

二、全場區的現場訪視

根據合作公司提供之廠區配置圖、製造流程圖、廠區人員分佈、勞工作業型態與以及環境監測資料，結合攜帶式光游離偵測器(Pocket Photo-Ionization Detector, PID, PMG-30, RAE System Inc.)、室內空氣品質監測儀(TSI Q-Trak Model 7575)及凝結微粒計數器(Condensation Particle Counter, TSI P-Trak Model 8525)，進行現場調查，以瞭解整體製程的暴露情況，協助採樣點的設置。

在揮發性有機溶劑方面，PID 的偵測範圍為 0-99.9 ppm、檢測下限為 0.1 ppm；Q-Trak Model 7575 的偵測範圍為 10-20,000 ppb，檢測下限為 10 ppb；在懸浮微粒方面，P-Trak Model 8525，偵測範圍為 0-500000 particles/cm³，檢測的微粒大小(氣動粒徑)範圍為 0.02-1 μm。

三、氣狀有害物採樣分析

(一) 攜帶式光游離偵測器(PID)

為了有效率地以不鏽鋼筒進行有機溶劑環境採樣，本研究團隊利用攜帶式光游離偵測器(PMG-30, RAE System Inc.)進行總揮發性有機物之測定，以釐清在哪些製程區有較高濃度之氣狀有害物暴露，必須進行更深入的氣狀有害物成份分析。

(二) 不銹鋼筒(Canister)採樣

接著使用不銹鋼筒(Canister)，並且根據我國公告的不銹鋼採樣筒火焰離子化偵測法(NIEA A732.10C) [14]進行氣狀有害物採樣及分析。經由危害辨識的過程，決定最主要之氣狀有害物種類，再進行成份與濃度分析。採樣前先將 ENTECH 不銹鋼採樣筒清洗乾淨並抽至 10^{-2} torr，再裝上流速控制閥以調整流速，然後帶至採樣地點，將筒閥打開以抽入室內環境的空氣，作為時量平均的濃度偵測。採樣結束後，將樣品送回實驗室使用 ENTECH 公司之預濃縮器冷凍捕集濃縮一定量的空氣樣本，自動脫附至氣相層析注入口前端再次冷凍聚焦，最後注入氣相層析儀搭載火焰離子偵測器(Gas Chromatography / Flame Ionization Detector, GC/FID)中測定樣本中氣狀有害物的含量。在所採用 NIEA A732.10C 的方法中，於液態氮冷卻的低溫下，利用預濃縮器引入氣相層析火焰離子偵測器分析系統 GC (Agilent Technologies, 7890A Gas Chromatography, U.S.A)中進行有機物種之定性與定量分析。

(三)粒狀有害物採樣分析

本研究利用可呼吸性粉塵採樣器(鋁製旋風分離器與尼龍旋風分離器)於製程作業現場進行採樣，所使用的採樣介質為 37 mm 混合纖維素酯(mixed cellulose esters, MCE)濾紙。由於濾紙極易因環境濕度及溫度之變動而影響樣品的品質，故本研究所使用的濾紙在採樣前後均會保存在恆溫恆濕的乾燥箱中調理，至少調理 48 小時以上再進行後續使用分析。實驗中使用六位數天平(MX5 microbalance, Mettler Toledo)量測重量，將新的濾紙秤重放入編號好的小型塑膠培養皿，置於恆濕的乾燥箱中備用。採樣完的濾紙放回原培養皿後，置於乾燥箱調理 48 小時以上再進行有害物成分分析。

藉由危害辨識的過程決定最主要的粒狀有害物種類，再進行成份分析。以感應偶合電漿光學發射光譜儀(Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometer, ICP-OES)與質譜儀(Inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS)分析金屬成分，ICP 技術被廣泛應用於微量重金屬的定量分析，具有可適用元素多、偵測範圍廣泛、偵測極限低、系統干擾低且一次可定量多種元素等優點。在進行分析前，須先對濾紙樣品進行消化步驟，本研究使用微波方法進行

消化，微波加熱分解之原理是利用電磁波激化消化溶液中的水分子與極化分子使之產生振動或轉動而導致摩擦生熱並使樣品得以分解。待消化完全後將消化液置於加熱板上緩慢加熱去除雜質干擾，接著加入硝酸定量，作為感應耦合電漿光學發射光譜儀與質譜儀進行金屬離子分析使用。

(四)危害認知

使用問卷調查勞工對作業環境危害因子的認知程度，包含物理性因子(如噪音、熱及輻射)，氣狀有害物、粒狀有害物及人因工程危害因子，以瞭解 IC 封裝測試勞工對於作業環境最關切的危害因子。並且根據作業環境之調查與評估結果，對於合作廠商提供相關改善及控制危害方法之建議。

第一節 設備及材料

一、設備

- (一)感應耦合電漿原子放射光譜儀(ICP-OES, Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometer)：Optima 7000DV，Perkin Elmer。
- (二)密閉式微波消化爐：MARSXpress，CEM。
- (三)冷凍捕集濃縮器：7100A Preconcentrator，ENTECH。
- (四)感應耦合電漿質譜分析儀(ICPMS, Inductively coupled plasma mass spectrometry)：7500ce，Agilent。
- (五)六位數天平：MX5 microbalance，Mettler Toledo。
- (六)可呼吸性粉塵採樣器(鋁製旋風分離器與尼龍旋風分離器)。
- (七)CENTER 322 噪音計：Center。
- (八)氣相層析儀搭載火焰離子偵測器：Agilent Technologies, 7890A，U.S.A。

二、材料

- (一) 不銹鋼筒(Canister)：ENTECH。
- (二) 混合纖維素酯(mixed cellulose esters, MCE)濾紙：37 mm，0.8 μm 。
- (三) 氫氣：純度99.999%。
- (四) 去離子水：使用Minipore Mini-Q所製的去離子水，其比電阻 (Specific

resistance) 需達 $\geq 18M \Omega\text{-cm}$ 。

(五) 硝酸：68%，試藥級。

(六) 定量瓶：10 mL，Class A。

(七) 燒杯：250 mL，Pyrex。

(八) ICP-OES 樣本瓶：PP 材質，15 mL 離心瓶，DB Falcon。

(九) 注射筒濾膜：25mm、0.45 μm Super Membrane，Pall。

(十) ICPMS 樣本瓶：PP 材質，4 mL。

第二節 作業環境空氣樣品採樣分析

一、採樣策略：

從 5 家臨場調查的結果發現，IC 封裝測試產業的共同相似製程包括切割、上片、烘烤、電漿、打線(銲線)、壓模、印字及電鍍。為了瞭解封裝測試產業製程暴露危害，本研究團隊主要是針對這些製程進行環境氣狀有害物(苯、甲苯、丙酮、乙醇及異丙醇)及粒狀有害物(錫、鋁及鉛)的採樣分析。每個採樣點進行上午 9 點到下午 4 點共 7 小時的連續採樣。此外在各廠區辦公室設置環境採樣點，作為勞工作業環境暴露的對照。

二、粒狀有害物採樣分析方法：

(一) 採樣前準備工作

重金屬採樣及分析方法，以可呼吸性粉塵採樣方式進行之。以 37 mm MCE (mixed cellulose ester) 濾紙進行採樣，秤重前濾紙經除靜電裝置處理後，每個樣品均以六位數天平秤重並記錄，置入採樣器後編號。採樣前後必須先置放於恆溫恆濕之防潮箱中 48 小時後秤重，此過程可避免濾紙重量受溫、濕度影響之干擾。

樣品採樣前需準備樣本數的 10% 之空白介質作為現場空白樣品；將濾紙置於電子乾燥箱調理過夜；將濾紙以精密天平秤重，並記錄欲採樣前濾紙所稱的重量 W_1 ，空白樣品濾紙所稱重量平均值為 B_1 ；天平每次秤重前都要歸零；而當以鑷子夾濾紙，如果濾紙易吸黏天平的秤盤，不易取下，則表示濾紙與稱盤間有靜電產生，為避免因靜電而造成天平秤重的誤差，故使用靜電去除裝置如靜電中和器、靜電接地環或金屬材質秤盤；連續兩次秤重讀值，其差值若小於 0.03 mg，取其平均值，否則稱取第三次重量，以其中較接近的兩次且差值小於 0.03 mg 者取平均值；將濾紙放入濾紙匣中並加以蓋緊

並標註辨識號碼。

若採樣完成之濾紙匣外表有積塵，可以濕紙巾擦拭濾紙匣之表面灰塵，以降低樣品處理過程之污染；將濾紙匣半開置於電子乾燥箱調理過夜，並保持濾紙採集面朝上；濾紙經調理後由濾紙匣取出秤重，在取濾紙時，須很小心地以鑷子夾濾紙邊緣，以免濾紙上之粉塵掉失，如果濾紙黏在濾紙匣上，須非常小心地以適當工具將濾紙推起，否則易將濾紙弄破。另外濾紙有明顯缺失如粉塵負載過重、洩漏、破損、潮濕等亦要記錄。

(二)濾紙秤重之校正與品質管制

精密天平使用前需以標準砝碼校正，並於每次秤重前都要歸零，且採樣前、後使用相同天平；採樣前後濾紙的秤重，其天平置放室的溫度控制變動在 20-23°C 之間，相對濕度控制變動在 35-45% 之間。

選用鋁製旋風分離器與尼龍旋風分離器作為採樣設備，組合好採樣器及泵浦並作採樣前流速校正，採樣流速設定分別為 2.5 L/min、1.7 L/min。校正次數為 3 次，並取其平均值。採樣後亦進行流速量測，以確認採樣期間的流速均保持穩定。

(三)MCE 濾紙分析前處理

濾紙之重金屬成分分析將委由弘光科技大學貴重儀器中心進行。濾紙前處理使用密閉式微波消化器(Mars, microwave digestion system, CEM)，相較於傳統消化方法密閉式微波消化具有下列之優點：只須少量的試劑、消化時間較快速、於密閉情況下消化可避免操作時吸入到酸氣及可保存樣品之完整性等，將濾紙分別放入鐵氟龍消化瓶內並分別加入試劑，微波消化使用試劑為 8 ml 65% HNO₃ (GR for analysis ISO, Merck)與 2 ml 30% H₂O₂ (GR for analysis ISO, Merck)，以 170°C 將濾紙進行微波消化，消化完成後將樣品到入鐵氟龍燒杯並置於加熱板上加熱直到消化液呈現清澈透明，以確定加入之酸已被去除，最後使用濾紙(Qualitative Filter Paper No.1, 110 mm, Advantec)過濾樣品，以 0.2% HNO₃ 定量至 25 ml 後，倒入聚乙烯瓶內(需先以 10% HNO₃ 浸泡十二小時以上)內，並存放於 4°C 冰箱內直到上機分析金屬濃度。

微波消化儀器條件設定如下：

最大功率：1200 W

效率：90%

升溫時間：20 分鐘

反應溫度：170°C

定溫加熱時間：10 分鐘

(四)樣本分析之品保品管

為了確保所有實驗的準確性、精密度及公信力，分析過程中所需使用之容器，均先以 10% HNO₃ 浸泡十二小時以上，以去除金屬之殘留，並於樣品分析前進行一系列之測試步驟，包括 ICP 系統調機測試，為確保儀器於每批次樣品分析時具有較佳之感度，於分析前事先清洗進樣系統，包括霧化器、混合腔與火炬等系統。配置元素標準溶液；調整電漿感度是否達到最佳感度(> 8000000 cps)，且進行準確度測試(RSD < 1%)，以利部分較低濃度元素之偵測；檢量線於各個批次實驗前以體積稀釋法配置五種以上各元素所需之濃度，並上機進行分析各金屬與不同濃度之檢量線，且各金屬線性迴歸(R²)需大於 0.995 以上方可繼續進行分析，並於分析過程中每批次(約 10 個樣品)進行檢量線之查核，以確保檢量線偏差之變異係數小於 5%；回收率測試則使用標準添加法測得；儀器偵測極限(instrument detection limit, IDL)之分析方法參照中華民國行政院環境保護署環境檢驗所 NIEA-PA107[15]分析方法，使用空白樣品上機進行七重複測定，取三倍標準差之值作為檢量線最低濃度，並確認線性迴歸值大於 0.995 以上，回收率計算方式如下：

$$\square\square\square(\%) = \frac{(\square\square\square\square\square\square - \square\square\square\square\square\square)}{\square\square\square\square\square\square} \times 100\%$$

重金屬錫(Sn)使用電感耦合原子發射光譜儀進行樣本分析，各項品質保證與控制參考環境檢驗所空氣中粒狀污染物金屬檢測方法－感應耦合電漿質譜儀(NIEA A306.10C)[16]。

1.檢量線配製

檢量線配製方法使用體積稀釋法，建立檢量線濃度 3.9 至 62.5 mg/m³，檢量線濃度至少 5 點以上，並確保檢量線濃度線性迴歸(R²)皆大於或等於 0.995，當條件達到訂定要求後再進行樣品分析。

2.儀器偵測極限(Instrument detection limit, IDL)

使用空白樣品進行七重複測定，取三倍標準差之值做為儀器偵測極限，金屬錫 IDL 測定結果為 0.96 mg/m³。

3.方法偵測極限(Method detection limit, MDL)

參考方法依據環境檢驗所公告 NIEA-PA107 分析方法，使用金屬標準液添加已知濃度(1 mg/L，最後稀釋 20 倍，並落於檢量線範圍內)，再扣除未添加之空白樣品，進行前處理微波消化後以 ICP-OES 分析，取三倍標準差之值做為方法偵測極限，結果為 1.0 mg/m³。

4.回收率(Recovery)

本分析選取三組以上空白樣品，使用金屬標準液添加已知濃度(1 mg/L)，再扣除未添加之空白樣品，進行儀器分析，以計算樣品回收率(%)為 103.1%。結果請參見表 5。

重金屬鉛(Pb)、鋁(Al)則使用感應耦合電漿質譜儀(Inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS)進行樣本分析，各項品質保證與控制參考環境檢驗所空氣中粒狀污染物金屬檢測方法－感應耦合電漿質譜儀(NIEA A305.10C)。

5.檢量線配製

檢量線配製方法使用體積稀釋法，建立檢量線濃度 Pb 為 0.625 至 10 mg/L 與 Al 檢量線濃度為 0.5 至 10 mg/L，檢量線濃度至少 5 點以上，並確保檢量線濃度線性迴歸(R²)皆大於或等於 0.995，當條件達到訂定要求後再進行樣品分析。

6.回收率(Recovery)

本分析選取三組以上空白樣品，使用金屬標準液添加已知濃度(Pb 為 100 μg；Al 為 100 μg)，再扣除未添加之空白樣品，進行儀器分析，以計算樣品回收率(%)鉛為 107.5%與鋁為 116.8%。結果請參見表 1。

表 1 金屬濃度之回收率(%)

Element	Recovery(%)
Sn	103.1
Pb	107.5
Al	116.8

三、氣狀有害物採樣分析方法

由於臨場調查的結果顯示現場氣狀有害物濃度都低於攜帶式儀器偵測極限(<0.1 ppm)，低於行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所公告之分析方法偵測極限(如表 3 所示)，並且環保署在空白樣本的品質管制上較勞研所嚴格(儀器空白總目標分析濃度需小於 10 ppb，如表 2)，所以本研究將根據行政院環保署公告之空氣中總揮發性有機化合物檢測方法－不銹鋼採樣筒／火焰離子化偵測法(NIEA A732)，進行工作時間揮發性有機溶劑之定量與定性分析。

表 2 不同單位品保品管要求比較

作業程序	執行方法	
	環保署	勞研所
分析工作之品質管制 空白樣本	目的是測知分析儀器是否可能遭致污染；空白測試之頻率為每一批樣品分析前；要求規格為儀器空白測試總目標分析物濃度需小於 10 ppbv	現場空白樣品應為每批採樣樣品中 10%或至少 2 個以上
分析工作之品質保證 精密度(RSD)	配置檢量線內一濃度樣本，連續分析三次，以求得分析之精密度，並根據分析結果計算其變異係數，其值小於± 10%	配置檢量線內一濃度樣本，連續分析三次，以求得分析之精密度，並根據分析結果計算其變異係數，其值小於± 10.5%
準確度(RPD)	配置檢量線內一濃度樣本，連續分析三次，分析準確度以相對誤差表示，其值小於± 15%	分析準確度以相對誤差表示，其值小於± 13%
檢量線	檢量線線性係數皆大於 0.995 以上	檢量線線性係數皆大於 0.995 以上

表 3 方法偵測極限比較

	方法偵測極限	
	環保署	勞研所
氣狀有害物(ppb)		
苯	0.24	410
甲苯	0.26	11
丙酮	0.86	50
粒狀有害物(mg/m ³)		
錫	—	10
鉛	0.08	1000
鋁	0.08	—

(一)揮發性有機物採樣分析方法

本研究利用 6 L 的不銹鋼筒(Canister)進行有機溶劑採樣。不銹鋼筒(Canister)採樣是根據行政院環保署公告之空氣中總揮發性有機化合物檢測方法－不銹鋼採樣筒／火焰離子化偵測法進行分析。採樣前先將 ENTECH[®]不銹鋼採樣筒清洗乾淨並抽至 10⁻² torr，以流量校正器調整流量，進行 7 小時的採樣，並裝置流速控制閥確保維持穩定流速(15 mL/min)，將筒閥打開以抽取作業環境的空氣，做為時量平均的濃度估計。

採樣結束後，將樣品送回實驗室以美國 ENTECH 公司之預濃縮器(7100A Preconcentrator)冷凍捕集濃縮一定量的空氣樣品，自動熱脫附至氣相層析注入口前端再次冷凍聚焦，最後注入氣相層析火焰離子偵測器(GC/FID)中測定樣品中 VOCs 的含量。根據行政院環保署公告空氣中總揮發性有機化合物檢測方法－不銹鋼採樣筒／火焰離子化偵測法的方法，於液態氮冷卻的低溫下，利用預濃縮器濃縮捕集不銹鋼筒內之 VOCs，再經由熱脫附及冷凍捕集程序，將氣體樣品引入氣相層析火焰離子偵測器系統(GC/FID-Agilent Gas Chromatograph, Model 7890A)中進行有機物種之定性與定量分析。

分析時，所採用之毛細分離管柱(Column)為 J&W HP-5, 30 m, 0.32 mm i.d. 0.25

$\mu\text{m}^{\circ}\text{GC}$ 操作條件為(a)Oven 初溫: 50°C 以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升溫至 100°C 後保持於此溫度 2 min
(b)載氣流率: $0.8 \text{ mL}/\text{min}$ (c)Split rate: $1/20$ 。FID 操作條件為(a)Heater: 300°C (b)氫
氣流速: $30 \text{ mL}/\text{min}$ (c)空氣流速: $400 \text{ mL}/\text{min}$ (d)氮氣流速: $26.2 \text{ mL}/\text{min}$ 。

標準氣體配製

以靜態稀釋來準備標準氣體。標準氣體的配製方法是先在靜態玻璃瓶(Entech Sta<MDLards Preparation)內配製各種待測物之混合標準氣體，再添加到不銹鋼採樣筒內以稀釋不同濃度的標準氣體。這是以液體標準品配製標準氣體的方式。配製標準氣體步驟如下：

- 1.先以氮氣沖洗 2L 靜態玻璃瓶，沖洗方法是將氣體管線連接到玻璃製靜態玻璃瓶頸部處以氮氣沖洗靜態玻璃瓶數分鐘後，立刻將靜態玻璃瓶之頸口以墊片蓋起來。
- 2.使用注射針注射預先已配製好的液體標準品(苯、甲苯、乙醇、丙酮及異丙醇)於靜態玻璃瓶內，之後將靜態玻璃瓶放在常溫讓溫度平衡。
- 3.從 2L 靜態玻璃瓶中一次抽取 $1 \mu\text{l}$ 注入 6L 的不銹鋼筒配置低濃度標準氣體，必須在相同溫度下使用注射針，以避免標準氣體凝結下來。
- 4.以此方法所配製之標準氣體可保存一星期，但使用一次後，需重新配製新的標準氣體。
- 5.以下列方程式計算靜態玻璃瓶內每一個化合物之濃度：

$$\text{濃度, } \text{mg} / \text{L} = \frac{(V_a)(d)}{V_f}$$

V_a : 液體標準品注射到靜態玻璃瓶內的體積, μL

d : 液體標準品的密度 $\text{mg}/\mu\text{L}$

V_f : 靜態玻璃瓶體積 L

所使用液體標準品之密度及百分比如表 4 所示。

表 4 液體標準品密度及百分比

標準品名稱	密度(mg/μL)	百分比(%)
苯	0.877	99.5
甲苯	0.867	99.7
乙醇	0.789	99.9
丙酮	0.791	99.5
異丙醇	0.786	99.5

在定性分析方面，先各別注入苯、甲苯、乙醇、丙酮及異丙醇氣體並確認五種化學物各別出現的滯留時間後，再利用不銹鋼瓶配置五種化學物混合之氣體，再次確認各化學物與各別注入之氣體其滯留時間之誤差在 1 秒以內；在定量分析方面，先使用靜態玻璃瓶將標準氣體濃度配製為 10 ppb，再使用不銹鋼瓶配置混合之標準氣體，做出濃度為 10、100、500、1000、2000 ppb 的檢量線，根據做出的檢量線進行有機溶劑之定量。

在採樣工作之品質管制部分，現場量測儀器品管要求為以乾式流量計校正不銹鋼桶上控制針閥的流量值，以確保不銹鋼桶採樣時流量的準確性。

在採樣工作之品質保證部分，對於採樣前置作業要求製定採樣控制表，以確保各類樣品合乎分析時體積、保存規定與期限；並且準備乾淨之不銹鋼瓶，以提供完整且乾淨的樣品組；此外必須製定採樣器材設備清點表及確定樣品保存方式，以確保採樣器材設備的完整性與樣品保存的要求，並且所有採樣人員要完成合格之訓練。對於現場採樣作業要求分配採樣人員工作，以確保品保/品管工作能夠確實執行；並且進行取樣與樣品保存，以確保取得具代表性的空氣樣品；此外必須填寫採樣記錄，以正確執行採樣作業並完整記錄採樣時之各項資料。對於樣品運送與接受作業方面，必須將不銹鋼瓶放置於無日照處，以避免高溫 45°C 以上與日照；當日採樣之樣品必須由專人送回實驗室，以確保樣品均能於 6 小時內送達實驗室；此外要求實驗室人員清點樣品並紀錄樣品狀況於樣品監控表，以確保樣品完整的接收進入實驗室並且於 48 小時內完成分析。

在分析工作之品質管制部分，將進行空白樣本分析以測知分析儀器是否可能遭

致污染。空白測試之頻率為每一批樣品分析前，要求規格為儀器空白測試總目標分析物濃度需小於 10 ppbv。

在分析工作之品質保證部分，對於精密度方面要求配置檢量線內一濃度樣本，在連續分析三次後，以求得分析之精密度；並且根據分析結果計算其變異係數 (Coefficient of variation, CV)，其值必須小於± 10%。在準確度方面，要求配置檢量線內一濃度樣本，在連續分析三次後，以下列公式計算分析結果；並且以相對誤差表示分析準確度，其值必須小於± 15%。相對誤差=(|量測濃度-配置濃度| /配置濃度) ×100%。在檢量線方面，所有檢量線要求線性係數皆大於 0.995 以上。結果如表 5 所示。

表 5 分析工作之品保與品管

化學品	檢量線	精密度 (RSD)	精確度 (RPD)	滯留時間 (min)	滯留時窗 (min)	偵測極限 (ppb)
苯	$y = 2.9995x + 43.808$ $R^2 = 0.9992$	3.6%	12%	4.468	4.462 - 4.474	6.95
甲苯	$y = 2.1299x - 25.632$ $R^2 = 0.998$	2.8%	13%	5.177	5.158 - 5.196	3.28
乙醇	$y = 0.5841x + 13.116$ $R^2 = 0.9998$	3.3%	9%	3.98	3.935 - 4.025	5.88
丙酮	$y = 0.4606x + 1.7744$ $R^2 = 0.9997$	4.9%	8%	4.074	4.045 - 4.103	4.51
異丙醇	$y = 0.5564x - 8.6206$ $R^2 = 0.9993$	2.8%	8%	4.197	4.17 - 4.225	3.77

第三節 勞工危害認知問卷製作

本研究團隊針對 IC 封裝測試產業製程可能的物理性危害因子(如噪音、極低頻磁場)及化學性危害因子(如氣狀有害物、粒狀有害物)設計勞工危害認知問卷，以瞭解 IC 封裝測試勞工對於作業環境最關切的危害因子。

問卷主要分為基本資料及危害認知評估兩部分，其中危害認知評估包括暴露危害的可能性、危害因子所產生的健康影響、作業環境測定頻率、防護具的使用及控制工

程之必要性。此問卷在完成初步設計後，先由行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所聘請的兩位專家進行內容效度的審查；在修改文字內容與增加一題問卷內部信度的題目後，發放 25 份初版問卷給 4 家合作廠商的現場勞工填寫，進行問卷內容的 Pre-test；最後再回收初版的 25 份問卷及收集勞工對於內容的建議，修正成為最終版本的問卷內容，詳細資料如附錄所示。

第三章 結果

第一節 積體電路封裝測試產業製程之危害暴露資訊

一、國內廠商名冊收集

經由線上股市(Yahoo、PChome)[17, 18]及網路搜尋引擎(Google)收集國內封裝測試產業的上市公司名單，並且經由人力銀行(1111)[19]與封裝測試廠商的網站資料，來瞭解其規模大小(員工人數)與在國內的地理分布位置。結果發現國內目前有 24 家的封裝測試廠商，詳細的公司名稱、員工人數及聯絡資料如表 6 所示。其中新北市 1 家、桃園縣 3 家、新竹市 5 家、新竹縣 6 家、苗栗縣 1 家、台中市 2 家、雲林縣 1 家、台南市 1 家及高雄市 4 家；並且員工人數 5000 人以上有 4 家、1000-4999 人之間的有 12 家、1000 人以下的有 8 家。從中徵求 5 家具代表性之積體電路封裝測試公司參與本研究，包括 3 家大規模及 2 家中規模的廠商。

表 6 國內積體電路封裝測試廠商名單及聯絡方式

公司名稱	員工人數	地址
矽品精密工業股份有限公司	18000	台中市
日月光半導體製造股份有限公司	15000	高雄市
日月光半導體製造股份有限公司(中壢廠)	6000	桃園縣
南茂科技股份有限公司	5000	台南縣
力成科技股份有限公司	4500	新竹縣
京元電子股份有限公司	4400	新竹市
頤邦科技股份有限公司	4000	新竹市
華泰電子股份有限公司	3000	高雄市
景碩科技股份有限公司	3000	桃園縣
福懋科技股份有限公司	2420	雲林縣
超豐電子股份有限公司	2400	苗栗縣
華東科技股份有限公司	2000	高雄市
菱生精密工業股份有限公司	2000	台中市
台灣典範半導體股份有限公司	1450	高雄市
矽格股份有限公司	1450	新竹縣
欣銓科技股份有限公司	1123	新竹縣
同欣電子工業股份有限公司	800	新北市
泰林科技股份有限公司	700	新竹縣
台灣星科金朋半導體股份有限公司	500	新竹縣
全智科技股份有限公司	340	新竹市
久元電子股份有限公司	268	新竹市
麥瑟半導體有限公司	250	桃園縣
逸昌科技股份有限公司	250	新竹縣
立衛科技股份有限公司	140	新竹市
合計	78991	

二、國內廠商製程資料收集

藉由現場訪視、網路搜尋以及查詢國內的碩博士論文資料庫，來收集積體電路封裝測試的製程資料。分別收集到五家公司關於封裝測試的流程，詳細內容如下：

A 公司：

切片—>上片—>烘烤(銀膠)—>電漿—>鍍線—>模壓—>印字—>切割—>電鍍(錫鉛)—>測試

B 公司：

黏晶—>研磨—>切片—>上片(銀膠)—>鍍線(金線)—>模壓(樹脂)—>印字—>植球(錫)—>切割

C 公司：

切片—>上片—>烘烤—>電漿—>鍍線—>模壓—>印字—>長烤—>切割—>成型—>電鍍—>彎腳—>合檢

D 公司：

黏晶—>清洗—>X-ray 檢驗—>烘烤—>點膠—>鍍線—>模壓(樹脂)—>印字—>植球—>切割—>合檢

E 公司：

貼片—>研磨—>撕片—>切割—>二目視—>烘烤—>印字—>電漿—>鍍線—>模壓—>內部印字/植球—>切割—>測試—>合檢—>包裝

 \去渣去結—>電鍍—>成型—>合檢—>包裝

發現從上述五家公司的製程中，發現其可能相同使用的原物料為銀膠、金線、樹脂及錫；而共同相似的製程包括黏晶、研磨、上片、電漿、烘烤、鍍線、模壓、切割、印字、電鍍及植球。前製程到鍍線站為止，後製程從模壓站開始，但是後續的程序會因產品類型而有所不同。封裝測試製程如圖 1 所示

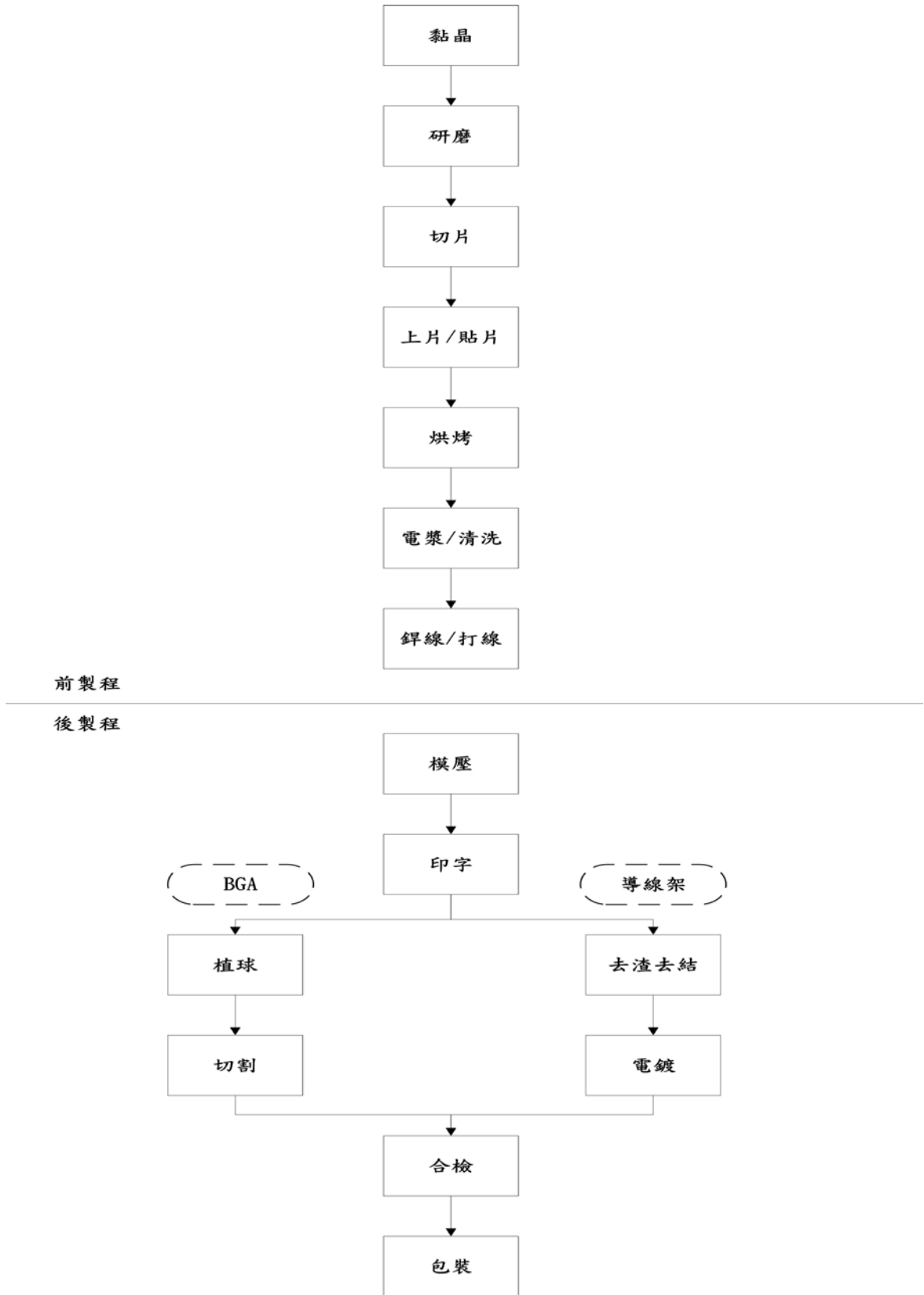


圖 1 封裝測試製程

三、製程相關危害物收集

經由現場訪視及廠商提供的化學物使用清單收集到的積體電路封裝測試之製程資料，對於勞工可能暴露到的粒狀有害物(如鋁、錫及鉛)與氣狀有害物(包括苯、甲苯、丙酮、乙醇及異丙醇)，藉由 PubMed 醫學文獻資料庫、國內環境保護署(Taiwan Environmental Protection Agency, Taiwan EPA)、行政院勞工委員會化學品全球調合制度(Global Harmonized System, GHS)[20]、國際化學品安全卡(International Chemical Safety Cards, ICSC)[21]、勞工安全衛生研究所(Institute of Occupational Safety and Health, IOSH)、美國環境保護署綜合風險資訊系統(Integrated risk information system, IRIS)[22]、美國職業安全衛生研究所(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)、美國職業安全衛生署(Occupational Safety and Health Agency, OSHA)、美國政府工業衛生師協會(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)、國際癌症研究總署(International Agency for Research on Cancer, IARC)[23]等國內外組織機構的網站與資料庫，收集積體電路封裝測試製程可能之危害暴露資訊。彙整由 IRIS、IARC、ACGIH、GHS 與 ICSC 等資料庫得到之資訊如表 7 所示，其急毒性、長期毒性及致癌性摘要如表 8 及表 9，詳細之內容說明如下。

表 7 氣狀及粒狀有害物之危害資訊來源

	苯	甲苯	乙醇	丙酮	異丙醇	錫	鋁	鉛
IRIS	v	v		v				v
GHS	v	v	v	v	v		v	v
ICSC	v	v	v	v	v	v	v	v
IARC	v	v			v			v
ACGIH	v	v	v	v	v		v	v

*勾選表示有相關資料已收集，空白部分則無相關資料

1. 苯(Benzene, CASRN：71-43-2)[21, 22]

以吸入途徑暴露苯，會產生神經性症狀，如困倦、頭暈眼花、神智不清等；若大量攝入時，會產生嘔吐、頭暈、以及抽搐等現象。若以皮膚接觸為途徑，暴露液態或是苯蒸氣，則會造成皮膚、眼睛、上呼吸道的刺激；皮膚接觸會造成接觸的部位出現紅腫起泡。而慢性長期吸入苯，會造成人體血液的失調，影響人類骨髓細胞（造血系統），造成再生不良性貧血以及免疫系統的傷害。苯甚至會造成染色體在結構上或數

量上的改變。其 IARC 致癌分類為 1，為人類致癌物。

2. 甲苯(Toluene, CASRN : 108-33-3)[21, 22]

甲苯急性暴露可能造成眼睛和呼吸道刺激。透過食入及吸入暴露甲苯會造成中樞神經系統的功能障礙及昏迷，其症狀包括了疲勞、倦意，頭痛及噁心；暴露於高濃度的情況下，可能發生中樞神經抑制作用，嚴重甚至死亡。食入高劑量的甲苯，除了可能造成嚴重的中樞神經系統異常，還會造成心肌梗塞、肝臟腫脹、腎臟的壞死。而關於甲苯慢性長期暴露的研究指出，對於職業工人或是濫用者所慢性長期暴露高濃度的甲苯會造成常疲倦、運動失調、腦部受損、聽覺及視覺的損害；長期或頻繁接觸甲苯能造成皮膚乾燥和龜裂。其 IARC 致癌分類為 3，ACGIH 為 A4，無法判斷為人體致癌性。

3. 乙醇(Ethanol, CASRN : 64-17-5)[21]

急性暴露造成眼睛及呼吸道刺激、頭痛、疲勞感、困倦及頭昏眼花等不適症狀，暴露於高濃度使人失去意識；嚴重急性中毒可能引起血糖過低、體溫過低和伸肌僵硬，吸入肺部可能引起肺炎。反覆或長期接觸皮膚可能導致脫脂、紅、癢、發炎、龜裂及可能二度感染，慢性中毒可能引起肝臟、腎臟、大腦、腸胃道和心肌衰退。其 ACGIH 為致癌分類為 A3，動物致癌。

4. 丙酮(Acetone, CASRN : 67-64-1)[21, 22]

急性吸入性暴露造成輕微的刺激鼻及咽。高濃度暴露可能造成嗜睡、噁心、嘔吐、酒醉感及頭暈。若倒吸入肺部會引起致命的肺部傷害。長期或頻繁接觸可能造成皮膚脫脂及皮膚炎，暴露於丙酮下會增加氯化溶劑的肝毒性。其 ACGIH 為致癌分類 A4，無法判斷為人體致癌性。

5. 異丙醇(Isopropyl alcohol, CASRN : 67-63-0)[21]

急性暴露可能造成暈眩、胃腸疼痛、痛性痙攣、噁心、嘔吐及腹瀉。大量的食入性暴露會造成意識喪失及死亡。慢性長期或頻繁接觸能造成皮膚乾燥和龜裂。動物實驗長期吸入會造成胚胎發育不全。其 IARC 致癌分類為 3，ACGIH 為 A4，無法判斷為人體致癌性。

6. 錫(Tin, CARSN : 7440-31-5)[21]

急性暴露造成呼吸道刺激。慢性長期暴露可能對肺有影響。

7.鋁(Aluminum, CARSN：7429-90-5)[21]

急性暴露鋁粉塵不會刺激皮膚，但會因磨擦而產生刺激感。吸入高濃度之鋁粉塵會造成物理性之磨擦，亦會沉積於鼻子之通路。慢性長期暴露細微鋁粉會造成肺組織之創傷(肺纖維素症)，其傷害肺的程度依粒子大小、濃度暴露時間及其他污染物而有所不同，會引起呼吸困難、咳嗽、困倦、食慾減弱及呼吸急促，以及類似氣喘之症狀。暴露於粉塵中除了肺組織受到傷害外，腦亦會受到傷害。其 ACGIH 為致癌分類 A4，無法判斷為人體致癌性。

8.鉛(Lead, CARSN：7439-92-1)[21, 22]

健康效應主要由慢性暴露所引起，長期暴露可能會造成食慾不振、噁心、口腔有金屬味、齒齦有鉛沈澱的鉛線、便秘、焦慮、貧血、臉部和眼睛周圍蒼白、過度疲倦、衰弱、失眠、頭痛、神經過敏、細小震顫、口齒不清、肌肉和關節疼痛，伴隨嚴重胃痛之腹痛。吸入或食入鉛數年可能發生手腕和踝部神經麻痺。鉛中毒最嚴重結果是嚴重頭痛、焦慮、昏腫、妄想及可能死亡的腦性疾病。其 IARC 致癌分類為 2B，可能人體致癌；ACGIH 致癌分類為 A3，動物致癌。

表 8 氣狀有害物之危害資訊彙整

	苯	甲苯	乙醇	丙酮	異丙醇
急毒性	刺激眼睛和呼吸道。 食入及吸入可能引起危害中樞神經系統的作 用。	刺激眼睛和呼 吸道。 食入及吸入可 能引起危害中 樞神經系統的 作用。	刺激眼睛及 呼吸道。 食入及吸入 可能引起危 害中樞神經 系統的作 用。	刺激眼睛及呼 吸道。	刺激眼睛及 呼吸道。 食入可能造 成暈眩、胃腸 疼痛、痛性痙 攣、噁心、嘔 吐及腹瀉。
長期毒性	長時間低濃 度暴露會損 害神經系 統。重複長期 接觸會使皮 膚發炎及起 泡。	慢性中樞神經 系統受損。 長期暴露可能 影響聽力。 長期或頻繁接 觸能造成皮膚 乾燥和龜裂。	反覆或長期 接觸皮膚可 能導致脫 脂。 可能引起不 良的繁殖影 響。	長期或頻繁接 觸能造成皮膚 乾燥和龜裂。 暴露於丙酮下 會增加氯化溶 劑的肝毒性。	長期或頻繁 接觸能造成 皮膚乾燥和 龜裂。
致癌性					
IARC	1	3			3
ACGIH	A1	A4	A3	A4	A4
TLV-TWA ^a (ppm)	0.5	50	1000	500	200
PEL-TWA ^b (ppm)	1	100	1000	750	400

^a Threshold limit value – time weight average (ACGIH)

^b Permissible exposure limit – time weight average (行政院勞委會)

表 9 粒狀有害物之危害資訊彙整

	錫	鋁	鉛
急毒性	刺激呼吸道。	高濃度之粉塵會沉積 於鼻子之通路。 食入大量粉塵會造成胃 及腸之磨擦刺激感。	
長期毒性	可能對肺有影響。	細微鋁粉會造成肺組織 之創傷。	長期暴露可能導致貧 血、肌肉及關節疼痛嚴 重胃痛及腎臟疾病。 人類生殖或發育造成 毒性。
致癌性			
IARC			2B
ACGIH		A4	A3
TLV -TWA ^a (mg/m ³)	2		0.05
PEL-TWA ^b (mg/m ³)	2		0.05

^a Threshold limit value – time weight average (ACGIH)

^b Permissible exposure limit – time weight average (行政院勞委會)

四、製程中使用化學品

從 5 家臨場調查結果及廠商提供原物料清單中發現，製程中所使用的原物料包括乙醇、銀膠、金線、樹脂、丙酮、異丙醇及錫球。這些原物料在前製程與後製程各單元的使用詳細情況如表 10 所示。

表 10 製程中使用原物料

Process	使用原物料
前製程	
黏晶	乙醇
研磨	乙醇
上片	銀膠
切片	乙醇
電漿	乙醇
烘烤	—
鐳線	金線
後製程	
模壓	樹脂
切割	乙醇
印字	丙酮/異丙醇
去渣去結	乙醇
電鍍	異丙醇
植球	錫球
點膠	—

第二節 作業環境空氣中有害物分析

從 5 家現場環境採樣的結果發現，在氣狀有害物方面，5 家公司製程空氣樣本皆有測量到乙醇，C 公司製程之乙醇濃度相較其他 4 家較高；A 公司在印字製程有測量到異丙醇，E 公司在電鍍製程測量到異丙醇。然而只有 D 公司有測量到丙酮，B 公司製程中有測量到甲苯。5 家製程空氣樣本濃度都遠低於行政院勞工委員會公告-勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，結果如表 11 所示。在粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)方面，5 家公司製程的空氣樣本重金屬成分皆低於方法偵測極限(參見表 12)。

表 11 合作廠商(5 家)空氣樣本氣狀有害物分析

Compound	number	Concentration(ppb)					PEL ^c
		A	B	C	D	E	
Acetone							
Mean±SD	10	<MDL ^a	<MDL ^a	<MDL ^a	200.6 ± 176.8	<MDL ^a	750000
(Range)					(64.8-528.4)		
Ethyl alcohol							
Mean±SD	10	445.3 ± 274.8	605.5 ± 288.3	1257.1 ± 233.7	441.2 ± 579.3	501.6 ± 207	1000000
(Range)		(127.2-969.8)	(325.1-1207.6)	(766.2-1574.5)	(139.4-1744.3)	(214.5-762.5)	
Isopropyl Alcohol							
Mean±SD	10	411.4 ± 12.1	<MDL ^b	<MDL ^b	<MDL ^b	171.8 ± 2.6	400000
(Range)							
Toluene							
Mean±SD	10	<MDL ^c	180.3 ± 30.5	<MDL ^c	<MDL ^c	<MDL ^c	100000
(Range)			(130.2-240.1)				
Benzene							
Mean±SD	10	<MDL ^d	<MDL ^d	<MDL ^d	<MDL ^d	<MDL ^d	1000
(Range)							

^aMDL(Method detection limit)= 4.51 ppb; ^bMDL= 3.77 ppb; ^cMDL=3.28 ppb; ^dMDL=6.95 ppb; ^ePermissible exposure limit.

表 12 合作廠商(5 家)空氣樣本粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)分析

Compound company	number	Concentration(mg/m ³)					PEL ^d
		A	B	C	D	E	
Tin							
Mean±SD (Range)	10	<MDL ^a	<MDL ^a	<MDL ^a	<MDL ^a	<MDL ^a	2000
Aluminum							
Mean±SD (Range)	10	<MDL ^b	<MDL ^b	<MDL ^b	<MDL ^b	<MDL ^b	無
Lead							
Mean±SD (Range)	10	<MDL ^c	<MDL ^c	<MDL ^c	<MDL ^c	<MDL ^c	50

^aMDL (Method detection limit) = 1.0 mg/m³; ^bMDL= 5.13 mg/m³; ^cMDL= 0.56 mg/m³;

^dPermissible exposure limit.

一、各廠別間調查結果

1.A 公司

本研究團隊於 102 年 11 月 12 日前往桃園 A 公司進行製程空氣採樣，並且利用 6 L 的不銹鋼筒進行氣狀有害物採樣進行現場即時的暴露評估。製程及現場調查結果如表 13 所示。

表 13 A 公司採樣分析結果

A 公司(n=10)

Process	Compound	Concentration (ppb)
切片	Ethyl alcohol	488
上片	Ethyl alcohol	369.4
烘烤	Ethyl alcohol	969.8
電漿	Ethyl alcohol	885.3
鐳線	Ethyl alcohol	380.6
模壓	Ethyl alcohol	127.2
印字	Ethyl alcohol	278.1
	Isopropyl Alcohol	411.4
切割	Ethyl alcohol	344.7
電鍍	Ethyl alcohol	406.5
辦公室	Ethyl alcohol	203.8

從採樣分析結果發現，最高濃度發現於烘烤製程，最低濃度則在模壓製程，只有印字製程發現有異丙醇。

2.B 公司

本研究團隊於 102 年 11 月 21 日前往新竹 B 公司進行製程空氣採樣，並且利用 6 L 的不銹鋼筒進行氣狀有害物採樣進行現場即時的暴露評估。製程及現場調查結果如表 14 所示。

表 14 B 公司採樣分析結果

B 公司(n=10)

Process	Compound	Concentration (ppb)
黏晶	Ethyl alcohol	608.9
	Toluene	196.6
研磨	Ethyl alcohol	680.2
	Toluene	164
切片	Ethyl alcohol	460.1
	Toluene	130.2
上片	Ethyl alcohol	341.4
	Toluene	170
鐳線	Ethyl alcohol	325.1
	Toluene	166.8
模壓	Ethyl alcohol	956.9
	Toluene	171.6
印字	Ethyl alcohol	441.5
	Toluene	182.2
植球	Ethyl alcohol	1207.6
	Toluene	201.6
切割	Ethyl alcohol	665.2
	Toluene	240.1
辦公室	Ethyl alcohol	368.3

從採樣分析結果發現，乙醇最高濃度發現於植球製程，最低濃度則在鐳線製程，除了辦公室以外，其餘製程皆有測量到甲苯。

3.C 公司

本研究團隊於 102 年 10 月 8 日前往台中 C 公司進行製程空氣採樣，並且利用 6 L 的不銹鋼筒進行氣狀有害物採樣進行現場即時的暴露評估。製程及現場調查結果如表 15 所示。

表 15 C 公司採樣分析結果

C 公司(n=10)

Process	Compound	Concentration (ppb)
切割	Ethyl alcohol	1326.1
上片	Ethyl alcohol	1452.3
烘烤	Ethyl alcohol	1574.5
電漿	Ethyl alcohol	1276.5
鐳線	Ethyl alcohol	1427.6
模壓	Ethyl alcohol	1017.2
印字	Ethyl alcohol	1203.5
成型	Ethyl alcohol	1171.6
電鍍	Ethyl alcohol	1355.7
辦公室	Ethyl alcohol	766.2

從採樣分析結果發現，乙醇最高濃度發現於烘烤製程，最低濃度則在模壓製程。

4.D 公司

本研究團隊於 102 年 10 月 22 日前往高雄 D 公司進行製程空氣採樣，並且利用 6 L 的不銹鋼筒進行氣狀有害物採樣進行現場即時的暴露評估。製程及現場調查結果如表 16 所示。

表 16 D 公司採樣分析結果

D 公司(n=10)

Process	Compound	Concentration (ppb)
黏晶	Ethyl alcohol	188.9
	Acetone	243.9
電漿	Ethyl alcohol	200.8
	Acetone	201.6
烘烤	Ethyl alcohol	243.9
	Acetone	528.4
點膠	Ethyl alcohol	1744.3
鐳線	Ethyl alcohol	198.1
模壓	Ethyl alcohol	372.7
印字	Acetone	64.8
植球	Acetone	99.7
切割	Acetone	65.1
辦公室	Ethyl alcohol	139.4

從採樣分析結果發現，乙醇最高濃度發現於點膠製程，最低濃度則在黏晶製程，在黏晶、電漿、烘烤、印字、植球及切割有測量到丙酮。

5.E 公司

本研究團隊於 102 年 10 月 29 日前往新竹 E 公司進行製程空氣採樣，並且利用 6 L 的不銹鋼筒進行氣狀有害物採樣進行現場即時的暴露評估。製程及現場調查結果如表 17 所示。

表 17 E 公司採樣分析結果

E 公司(n=10)

Process	Compound	Concentration (ppb)
研磨	Ethyl alcohol	264.5
印字	Ethyl alcohol	214.5
電漿	Ethyl alcohol	756.6
鐳線	Ethyl alcohol	600.4
植球	Ethyl alcohol	723.4
切割	Ethyl alcohol	762.5
模壓	Ethyl alcohol	543.1
去渣去結	Ethyl alcohol	328.4
電鍍	Ethyl alcohol	352.2
	Isopropyl Alcohol	171.8
辦公室	Ethyl alcohol	470

從採樣分析結果發現，乙醇最高濃度發現於切割製程，最低濃度則在印字製程，只有在電鍍製程有測量到異丙醇。

二、製程間濃度比較

根據 5 家公司空氣採樣分析結果，將相同製程以公司分類，比較氣狀有害物在相同製程濃度差異，結果如表 18，19 所示。

表 18 前製程各單元氣狀有害物濃度之比較

Process Company	Concentration (ppb)					
	Acetone	Mean±SD			Toluene	Benzene
黏晶		398.9 ± 297				
D	243.9	188.9	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
B	<MDL ^a	608.9	<MDL ^b	196.6	<MDL ^d	
研磨		472.4 ± 293.9				
E	<MDL ^a	264.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
B	<MDL ^a	680.2	<MDL ^b	164	<MDL ^d	
上片		721 ± 633.5				
C	<MDL ^a	1452.3	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
A	<MDL ^a	369.4	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
B	<MDL ^a	341.4	<MDL ^b	170	<MDL ^d	
切片		474.1 ± 19.7				
A	<MDL ^a	488	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
B	<MDL ^a	460.1	<MDL ^b	130.2	<MDL ^d	
電漿		779.8 ± 444.8				
C	<MDL ^a	1276.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
D	201.6	200.8	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
E	<MDL ^a	756.6	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
A	<MDL ^a	885.3	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
烘烤		929.4 ± 666.2				
C	<MDL ^a	1574.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
D	528.4	243.9	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
A	<MDL ^a	969.8	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
鐳線		586.4 ± 492.2				
C	<MDL ^a	1427.6	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
D	<MDL ^a	198.1	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
E	<MDL ^a	600.4	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
A	<MDL ^a	380.6	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d	
B	<MDL ^a	325.1	<MDL ^b	166.8	<MDL ^d	

^aMDL(Method detection limit)= 4.51 ppb; ^bMDL= 3.77 ppb; ^cMDL=3.28 ppb;

^dMDL=6.95 ppb.

表 19 後製程各單元氣狀有害物濃度之比較

Process Company	Concentration (ppb)				
	Acetone	Ethyl alcohol	Isopropyl Alcohol	Toluene	Benzene
模壓		603.4 ± 380.7			
C	<MDL ^a	1017.2	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
D	<MDL ^a	372.7	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
E	<MDL ^a	543.1	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
A	<MDL ^a	127.2	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
B	<MDL ^a	956.9	<MDL ^b	171.6	<MDL ^d
切割		774.6 ± 408.7			
C	<MDL ^a	1326.1	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
D	65.1	<MDL	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
E	<MDL ^a	762.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
A	<MDL ^a	344.7	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
B	<MDL ^a	665.2	<MDL ^b	240.1	<MDL ^d
印字		534.4 ± 456.2			
C	<MDL ^a	1203.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
D	64.8	<MDL	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
E	<MDL ^a	214.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
A	<MDL ^a	278.1	411.4	<MDL ^c	<MDL ^d
B	<MDL ^a	441.5	<MDL ^b	182.2	<MDL ^d
去渣去結					
E	<MDL ^a	328.4	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
電鍍		704.8 ± 564.3			
C	<MDL ^a	1355.7	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
E	<MDL ^a	352.2	171.8	<MDL ^c	<MDL ^d
A	<MDL ^a	406.5	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
植球		965.5 ± 342.4			
D	99.7	<MDL	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
E	<MDL ^a	723.4	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
B	<MDL ^a	1207.6	<MDL ^b	201.6	<MDL ^d
點膠					
D	<MDL ^a	1744.3	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
辦公室		389.5 ± 247.9			
C	<MDL ^a	766.2	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
D	<MDL ^a	139.4	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
E	<MDL ^a	470	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
A	<MDL ^a	203.8	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d
B	<MDL ^a	368.3	<MDL ^b	<MDL ^c	<MDL ^d

^aMDL(Method detection limit)= 4.51 ppb; ^bMDL= 3.77 ppb; ^cMDL=3.28 ppb;

^dMDL=6.95 ppb.

在 5 家公司製程中皆有測量到乙醇之氣狀有害物，最高濃度發現在黏膠製程 (1744.3 ppb)，但是只有 D 公司有此製程站別。整體製程中乙醇最高的平均濃度為植球製程，最低的平均濃度則為黏晶製程。部分公司製程中有測量到丙酮及異丙醇，只有在 B 公司製程中有測量到甲苯，但是 5 家公司製程的苯濃度皆低於偵測極限(6.95 ppb)。

由於 5 家公司的空氣樣本重金屬成分皆低於方法偵測極限，故各製程間無需比較其差異性(參見表 20 與 21)。

表 20 前製程各單元粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)濃度之比較

Process Company	Concentration(mg/m ³)		
	Tin	Aluminum	Lead
黏晶	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
研磨	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
上片	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
切片	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
電漿	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
烘烤	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
鐳線	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c

^aMDL (Method detection limit) = 1.0 mg/m³; ^bMDL= 5.13 mg/m³; ^cMDL= 0.56 mg/m³.

表 21 後製程各單元粒狀有害物(可呼吸性金屬粉塵)濃度之比較

Process Company	Concentration(mg/m ³)		
	Tin	Aluminum	Lead
模壓	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
切割	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
印字	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
去渣去結	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
電鍍	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
植球	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
點膠	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c
辦公室	<MDL ^a	<MDL ^b	<MDL ^c

^aMDL (Method detection limit) = 1.0 mg/m³; ^bMDL= 5.13 mg/m³; ^cMDL= 0.56 mg/m³.

第三節 勞工危害認知問卷調查

表 22 為「勞工對現場危害暴露可能性之認知」之結果，整體平均分數為 3.27±0.99 分，接近「也許」程度。其中以「您覺得在此作業場所是否有噪音暴露危害的可能性？」程度最高(3.56±1.02 分)，其次為「您覺得作業場所是否有人因工程危害的可能性？」(3.25±0.92 分)與「您覺得在此作業場所是否有氣狀有害物暴露危害的可能性？」(3.21±1.06 分)。

表 23 為「勞工對危害暴露產生的健康影響之認知」之結果，整體平均得分為 3.38±0.94 分，接近「普通」程度。其中以「您是否擔心人因工程引起的手臂肩頸疾病？」程度最高(3.63±0.98 分)，其次為「您是否擔心人因工程引起的職業性下半痛？」(3.58±0.93 分)與「您是否擔心噪音暴露引起的聽力損失？」(3.49±0.92 分)。

表 24 為「勞工對公司作業環境測定現況瞭解之評估」之結果；其中「勞工知道公司半年會定期進行的作業環境測定」以噪音的作業環境測定為最高(37.79%)，其次為粒狀污染物的作業環境測定(24.40%)；選項「勞工知道公司一年會定期進行的作業環境

測定」以噪音的作業環境測定為最高(44.57%)，其次為粒狀污染物的作業環境測定(19.27%)；選項「勞工不知道公司是否會定期進行的作業環境測定」以極低頻電磁場的作業環境測定為最高(28.99%)，其次為氣狀污染物的作業環境測定(28.50%)。

表 25 為「勞工佩戴防護具現況之評估」之結果，整體平均得分為 2.42 ± 1.50 分，接近「很少」程度。其中以「氣狀有害物個人防護具」佩戴程度最高(2.85 ± 1.66 分)，其次為「粒狀有害物」(2.75 ± 1.64 分)與「聽力防護具」(2.85 ± 1.65 分)；在「您在工作期間主要配戴何種聽力防護具？」方面，勞工大多無佩戴聽力防護具，「不適用」佔大多數(61.42%)，有佩戴者則使用率則以耳塞最多(27.92%)；在「您在工作期間配戴何種呼吸防護具?(粒狀污染物)」方面，「口罩」使用率最高(85.93%)，其次為「不適用」(10.05%)；在「您在工作期間配戴何種呼吸防護具?(氣狀污染物)」方面，「口罩」使用率最高(86.43%)，「不適用」者次之(11.06%)。

表 26 為「勞工對現場控制工程必要性之認知評估」之結果，整體平均得分為 3.54 ± 0.94 分，接近「普通」程度。其中以「您覺得作業場所是否需要進行降低極低頻電磁場危害的工程控制？」程度最高(3.67 ± 0.89 分)，其次為「您覺得作業場所是否需要進行降低氣狀有害物的工程控制？」(3.64 ± 0.94 分)與「您覺得作業場所是否需要進行粒狀有害物的工程控制？」(3.61 ± 0.89 分)。

表 22 勞工對現場危害暴露可能性之認知

	N	非常不可能(1)	不可能(2)	也許(3)	有可能(4)	非常有可能(5)	平均	標準差
1.您覺得在此作業場所是否有噪音暴露危害的可能性?	197	5(2.54%)	21(10.66%)	71(36.04%)	59(29.95%)	41(20.81%)	3.56	1.02
2.您覺得在此作業場所是否有極低頻電磁場暴露危害的可能性?	197	9(4.57%)	28(14.21%)	102(51.78%)	45(22.84%)	13(6.60%)	3.13	0.9
3.您覺得在此作業場所是否有粒狀有害物暴露危害的可能性?	199	13(6.53%)	36(18.09%)	74(37.19%)	54(27.14%)	22(11.06%)	3.18	1.06
4.您覺得在此作業場所是否有氣狀有害物暴露危害的可能性?	199	14(7.04%)	31(15.58%)	75(37.69%)	58(29.15%)	21(10.55%)	3.21	1.06
5.您覺得我們作業場所是否有人因工程危害的可能性?	199	8(4.02%)	23(11.56%)	98(49.25%)	52(26.13%)	18(9.05%)	3.25	0.92
							3.27	0.99

表 23 勞工對危害暴露產生的健康影響之認知

	N	非常不擔心(1)	不擔心(2)	普通(3)	擔心(4)	非常擔心(5)	平均	標準差
1.您是否擔心噪音暴露引起的聽力損失?	197	6(3.05%)	19(9.64%)	69(35.03%)	81(41.12%)	22(11.17%)	3.49	0.92
2.您是否擔心噪音暴露引起的心血管疾病?	197	8(4.06%)	55(27.92%)	72(36.55%)	53(26.90%)	9(4.57%)	3	0.95
3.您是否擔心極低頻電磁場暴露引起的血癌(白血病)?	197	3(1.52%)	36(18.27%)	82(41.62%)	62(31.47%)	14(7.11%)	3.24	0.89
4.您是否擔心極低頻電磁場暴露引起的腦癌?	197	3(1.52%)	36(18.27%)	78(39.59%)	63(31.98%)	17(8.63%)	3.28	0.91
5.您是否擔心粒狀有害物暴露引起的呼吸系統疾病?	199	5(2.51%)	31(15.58%)	60(30.15%)	78(39.20%)	25(12.56%)	3.44	0.98
6.您是否擔心粒狀有害物暴露引起的心血管疾病?	199	5(2.51%)	39(19.60%)	67(33.67%)	72(36.18%)	16(8.04%)	3.28	0.95
7.您是否擔心氣狀有害物暴露引起的呼吸系統疾病?	199	4(2.01%)	33(16.58%)	57(28.64%)	86(43.22%)	19(9.55%)	3.42	0.94
8.您是否擔心氣狀有害物暴露引起的致癌風險?	199	4(2.01%)	34(17.09%)	48(24.12%)	89(44.72%)	24(12.06%)	3.48	0.98
9.您是否擔心人因工程引起的職業性下半痛?	199	6(3.02%)	20(10.05%)	48(24.12%)	102(51.26%)	23(11.56%)	3.58	0.93
10.您是否擔心人因工程引起的手臂肩頸疾病?	199	8(4.02%)	16(8.04%)	48(24.12%)	96(48.24%)	31(15.58%)	3.63	0.98
							3.38	0.94

表 24 勞工對公司作業環境測定現況瞭解之評估

	N	半年	一年	不定期	沒有	不知道
1.您知道公司是否有定期進行噪音的作業環境測定?	197	48(37.79%)	37(44.57%)	30(24.39%)	12(23.52%)	70(17.19%)
2.您知道公司是否有定期進行極低頻電磁場的作業環境測定?	197	22(17.32%)	15(18.07%)	29(23.57%)	13(25.49%)	118(28.99%)
3.您知道公司是否有定期進行粒狀有害物的作業環境測定	198	31(24.40%)	16(19.27%)	33(26.82%)	15(29.41%)	103(25.30%)
4.您知道公司是否有定期進行氣狀有害物的作業環境測定?	199	26(20.47%)	15(18.07%)	31(25.20%)	11(21.56%)	116(28.50%)
		127	83	123	51	407

表 25 勞工佩戴防護具現況之評估

	N	從不(1)	很少(2)	有時(3)	經常(4)	總是(5)	平均	標準差
1.您在工作期間是否會配戴聽力防護具?	197	139(70.56%)	23(11.68%)	15(7.61%)	5(2.54%)	15(7.61%)	1.65	1.21
2.您在工作期間是否會配戴粒狀有害物個人防護具?	198	74(37.37%)	26(13.13%)	21(10.61%)	30(15.15%)	47(23.74%)	2.75	1.64
3.您在工作期間是否會配戴氣狀有害物個人防護具?	199	70(35.18%)	26(13.07%)	18(9.05%)	33(16.58%)	52(26.13%)	2.85	1.66
							2.42	1.50
	N	耳塞	耳罩	耳塞加耳罩	不適用	其他		
您在工作期間主要配戴何種聽力防護具?	197	55(27.92%)	1(0.51%)	4(2.03%)	121(61.42%)	16(8.12%)		
	N	口罩	被動式呼吸防護具	主動式呼吸防護具	不適用	其他		
您在工作期間配戴何種呼吸防護具?(粒狀污染物)	199	171(85.93%)	3(1.51%)	19(9.55%)	20(10.05%)	4(2.01%)		
	N	口罩	被動式呼吸防護具	主動式呼吸防護具	不適用	其他		
您在工作期間配戴何種呼吸防護具?(氣狀污染物)	197	172(86.43%)	2(1.01%)	0(0%)	22(11.06%)	3(1.51%)		

表 26 勞工對現場控制工程必要性之認知評估

	N	非常不需要(1)	不需要(2)	普通(3)	需要(4)	非常需要(5)	平均	標準差
1.您覺得作業場所是否需要進行降低噪音危害的工程控制?	197	6(3.05%)	17(8.63%)	54(27.41%)	95(48.22%)	25(12.69%)	3.59	0.93
2.您覺得作業場所是否需要改善工作實務以預防噪音危害?	197	6(3.05%)	28(14.21%)	69(35.03%)	71(36.04%)	23(11.68%)	3.39	0.97
3.您覺得作業場所是否需要進行降低極低頻電磁場危害的工程控制?	197	3(1.52%)	17(8.63%)	52(26.40%)	96(48.73%)	29(14.72%)	3.67	0.89
4.您覺得作業場所是否需要改善工作實務以預防極低頻電磁場危害?	199	2(1.01%)	29(14.57%)	58(29.15%)	84(42.21%)	26(13.07%)	3.52	0.93
5.您覺得作業場所是否需要進行粒狀有害物的工程控制?	199	2(1.01%)	22(11.06%)	54(27.14%)	94(47.24%)	27(13.57%)	3.61	0.89
6.您覺得作業場所是否需要改善工作實務以預防粒狀有害物危害?	199	5(2.51%)	31(15.58%)	63(31.66%)	80(40.20%)	20(10.05%)	3.4	0.95
7.您覺得作業場所是否需要進行降低氣狀有害物的工程控制?	199	2(1.01%)	27(13.57%)	43(21.61%)	95(47.74%)	32(16.08%)	3.64	0.94
8.您覺得作業場所是否需要改善工作實務以預防氣狀有害物危害?	199	6(3.02%)	29(14.57%)	56(28.14%)	84(42.21%)	24(12.06%)	3.46	0.98
9.您覺得作業場所是否需要進行降低人因工程的工程控制?	199	7(3.52%)	20(10.05%)	47(23.62%)	101(50.75%)	24(12.06%)	3.58	0.95
10.您覺得作業場所是否需要改善工作實務以預防人因工程危害?	199	8(4.02%)	21(10.55%)	56(28.14%)	85(42.71%)	29(14.57%)	3.53	0.99
							3.54	0.94

第四節 噪音危害

從 5 家公司噪音結果發現(表 27)，某些公司在模壓、電鍍、銲線及切割製程有超過 80 分貝的噪音，但是皆低於國內法規要求實施勞工聽力保護計畫與每半年進行作業環境測定的 85 分貝以及勞工容許暴露之八小時時量平均音壓級 90 分貝。

表 27 噪音量測數值表

Company	Process	Noise(Mean±SD) TWA-8hr(dBA)
A	模壓	MISS
	銲線	75.7±0.20
	電鍍	78.3±0.61
	辦公室	57.8±0.72
B	模壓	82.6±0.81
	植球	76.5±0.29
	銲線	80.1±0.11
	辦公室	51.5±0.55
C	模壓	79.2±0.48
	清洗	77.7±0.59
	電鍍	83.2±1.27
	辦公室	58.0±0.79
D	模壓	73.7±0.19
	切割	MISS
	銲線	72.7±0.41
	辦公室	56.7±1.65
E	模壓	79.8±0.81
	切割	84.5±0.071
	銲線	78.9±0.43
	辦公室	51.7±1.35

第五節 安全衛生狀況調查

到廠現場訪視時，就廠區現況歸納出以下安全衛生議題提供參考：

一、落實廠區安全管理

- (一)廠區裝、卸貨物作業時，由於其多種產品具高危害性，因此須落實車輛之防移位措施，如熄火、鑰匙管理、輪檔等。
- (二)使用堆高機運送物料時，請注意物料之固定，以避免物料於緊急煞車時掉落，而衍生之工安意外。
- (三)確認堆高機與裝、卸貨之運輸車輛於處理具火災爆炸潛在危害性化學品時，應採用防爆型堆高機或在排氣管末端增設滅焰器。

二、加強化學品安全管理

- (一)電鍍區有多種化學品為強酸與強鹼，然現場作業人員之安全防護僅有防護衣但下半身未完整防護如有作業人員著七、八分褲工作、部分人員未配戴個人防護器具作業(如安全眼鏡)，宜在強化人員之危害認知與安全作業紀律。
- (二)現場使用有高有害性物質如氫氟酸、TMAH(Tetramethylammonium Hydroxide)等，請在檢視各緩衝劑如敵氟靈、葡萄糖鈣及六氟靈等等之設置位置之合宜性及安全使用之教育訓練和演練。
- (三)氫氣房中設置有有氫氣儲槽，一旦洩漏會有窒息危害，請考量該區之缺氧危害之檢知與防制措施。另該區設置 UV/IR 火警監測系統，請在考量安全有無安全防護死角，並建議該區各處應有兩套監測系統覆蓋，以免發生單一系統故障而產生安全監控死角之問題。
- (四)製程中各管路與機台建議進行顏色管理，並將內含物之危害標示標註於機台上，同時亦將各內含物之流向標註清楚，以降低誤操作之發生機率。
- (五)現場錶閥應標示清楚正常作業之上下界限。另現場之開關閥除應標示清楚開關位置外，亦應標示清楚開與關之現況，對於常開或常關之開關閥，建議用束帶或鏈條固定，以防止誤動作而引發危險。
- (六)該廠雖設置有個人防護器具(PPE)儲存櫃，建議 1.依危害分析結果，評估與設置 PPE 之種類之數量。2.個人防護器具除管應建立管理與檢核機制，並將其檢核表設於櫃上，其內容應包含項次、項目、數量、狀況(正常與否)、現況(如使用中、

維修中或請購或採購中等等)、查核日期與查核相關人員等等。

(七)現場緊急沖淋設備設置數量不足，建議應依實際作業需求增設緊急沖淋設備、再檢視各設置位置是否合宜、標示是否清楚、緊急洗眼器水質和水壓之合宜性以及洗眼器之維護保養是否落實等等。

三、靜電危害防制

(一)該公司之作業區多屬高靜電危害區之作業，建議先確認地板(含走道及區內作業台)、工作服、鞋等之電阻值，以評估作業人員帶靜電之風險，並據此規劃合宜之抗靜電環境，以避免人員產生靜電放電之危害。

(二)全廠高靜電危害區內皆使用有推車，為有效消除靜電使用金屬輪接觸地板，此法有否會引起金屬火花之潛在危害請在評估之。另該區之各項靜電防護措施應(如桌墊、椅子、導電地板等等)定期量測電阻值。另離子風扇亦應定期量測其靜電荷中和效能。

(三)現場作業人員戴乳膠手套，請再確認手套材質是否具抗靜電性。

四、外勞安全衛生溝通管理

廠區雇用有外國籍勞工，故建議相關之教育訓練資料、安全危害標示、危險物與有害物標示及通識規則以及作業標準程序等都應有中、英文版本。

五、電氣安全與防爆

(一)穿牆管線未落實防火密封，部分電線配管未使用防爆金屬軟管。

(二)火災爆炸危害區內，部分防爆與非防爆電氣混存部分防爆電氣未有合格標章。

(三)部分電氣配管未設置防火阻止盒，萬一發生內部爆炸，火燄即有可能由拉線盒穿透而延燒至外部。

(四)依中華民國勞工安全衛生設施規則在火災爆炸危害區內易燃性蒸氣或氣體之濃度達爆炸下限值之百分之三十以上時，應即刻使勞工退避至安全場所，故矽品精密中壢廠工業應於火災爆炸危害區內(尤其是可燃液體儲存區)增設可燃性氣體洩漏偵測器，使可燃性氣體洩漏時能採取必要之人員疏散以火災爆炸防範措施。

(五)危險區域劃分建議再依 CNS3376 檢視之，並注意防爆電系不同系統之介面整合安全和防爆配管之工法問題，已使防爆電氣系統能有效發揮其功能。

第四章 結論與建議

本研究針對國內積體電路封裝測試產業可能之製程危害進行製程危害評估、暴露調查與安全衛生相關議題巡檢，以掌握相關勞工危害暴露實態。

一、結論

- (一)作業環境中氣狀有害物與粒狀有害物濃度都低於容許濃度標準，且各廠製程中的氣狀有害物平均濃度與成份因製程與設備而有差異。5 家公司製程皆有測量到乙醇，但是 C 公司乙醇之平均濃度相較其他 4 家公司較高，可能是因為無塵室之現場管理及製程懸浮微粒要求有所差異所導致。此外只有在 B 公司製程有測量到甲苯，可能是因為該廠區較小、化學品無妥善管理及調印泥室位在製程中間，導致調印泥時所使用化學品會逸散至作業環境中。D 公司乙醇平均濃度是最低的，可能是因為主要生產覆晶接合(Flip chip)產品，製程與其他廠商有所不同，但在點膠製程有著最高的乙醇濃度。A 公司及 E 公司有測量到異丙醇，分別在印字及電鍍製程，依廠商提供原物料使用清單，印字及電鍍製程本來就有使用。
- (二)前製程與後製程的氣狀有害物濃度有差異。前製程所量測到的氣狀有害物濃度比後製程低，可能是因為前製程的無塵室管理要求較為嚴格、整體通風換氣較佳及使用之原物料較單純所致，主要是以清潔劑(乙醇)為主；而且前製程所使用的機台都是密閉式，因此人員較不會直接暴露到高濃度的氣狀有害物。而後製程管理相較前製程要求較低，不是每個單元站別都有整體或局部的通風排氣；製程單元也會依產品而有所不同，且使用的原物料相較前製程多，主要包括乙醇、丙酮及異丙醇。
- (三)其他物理性危害：噪音量測結果在模壓、電鍍、鉚線及切割製程超過 80 分貝，但仍符合勞工安全衛生設施規則第 300 條第 1 項第 1 款規定。從勞工危害認知問卷調查及職業病資料收集結果發現，人因工程所導致的職業性下背痛及手臂肩頸疾病是勞工最關心之健康影響，需進一步評估分析相關危害。

二、建議

- (一)針對小規模廠商進行評估與調查：本研究團隊所進行的 5 家積體電路封裝測試公司製程危害暴露調查，包括 3 家大規模(5000 人以上)及 2 家中規模(1000-4999 人)的廠商，但是並未包括小規模(1000 人以下)的廠商。在研究過程中有與小規模的廠

商進行接洽，並且連絡相關採樣事宜，得到兩家小規模廠商同意合作。但是在進廠採樣前，廠商來電表示因人事調動而無法配合採樣，以及目前產線忙碌而無法進廠，所以最後本研究團隊無法進入小規模的積體電路封裝測試公司進行採樣與分析。小規模的公司可能會因為資源較小、人員管理不足及設備老舊等因素而有較大的危害。然而本研究無法探討其作業環境之製程危害現況，因此建議未來的研究能針對小規模廠商再進一步調查。

(二)人因工程所致可能危害需進一步評估分析：從勞工危害認知問卷調查及職業病資料收集結果發現，人因工程所導致的職業性下背痛及手臂肩頸疾病是勞工最關心之健康影響，需進一步評估分析相關危害。

(三)其他安全衛生議題值得加強注意：落實廠區裝卸貨、堆高機安全管理、加強化學品防護具使用管理、電氣安全與防爆及靜電危害防制等議題加強注意。

誌謝

本研究參與人員有中國醫藥大學職業安全與衛生學系張大元副教授、麥家睿研究生及逢甲大學環境工程與科學系張立德副教授參與執行，另外中台科技大學環境與安全衛生工程系謝明宏副教授、東南科技大學環境工程系林正鄰副教授及北區勞動檢查所陳永哲技正協助安全衛生現場訪視，及本所分析檢驗組李組長聯雄、楊副研究員秀宜參與研究，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] 李佩縈等, 2009 半導體年鑑. 2009: 工研院 IEK.
- [2] 何宗漢 . 半導體構裝製程簡介 . [cited 2013; Available from: http://www.feu.edu.tw/edu/mse/%E5%B0%88%E9%A1%8C%E6%BC%94%E8%AC%9B/20120314_%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E9%AB%94%E6%A7%8B%E8%A3%9D%E8%A3%BD%E7%A8%8B%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf.
- [3] Lin, Y.C., et al., Control of VOCs emissions by condenser pre-treatment in a semiconductor fab. *J Hazard Mater*, 2005. **120**(1-3): p. 9-14.
- [4] Chang, T.Y., et al., Exposure to volatile organic compounds and kidney dysfunction in thin film transistor liquid crystal display (TFT-LCD) workers. *J Hazard Mater*, 2010. **178**(1-3): p. 934-40.
- [5] Kotseva, K. and T. Popov, Study of the cardiovascular effects of occupational exposure to organic solvents. *Int Arch Occup Environ Health*, 1998. **71 Suppl**: p. S87-91.
- [6] Boeglin, M.L., D. Wessels, and D. Henshel, An investigation of the relationship between air emissions of volatile organic compounds and the incidence of cancer in Indiana counties. *Environ Res*, 2006. **100**(2): p. 242-54.
- [7] Chein, H. and T.M. Chen, Emission characteristics of volatile organic compounds from semiconductor manufacturing. *J Air Waste Manag Assoc*, 2003. **53**(8): p. 1029-36.
- [8] Chen, H.W., Exposure and health risk of gallium, indium, and arsenic from semiconductor manufacturing industry workers. *Bull Environ Contam Toxicol*, 2007. **78**(2): p. 123-7.
- [9] Hwang, Y.H., et al., Monitoring of arsenic exposure with speciated urinary inorganic arsenic metabolites for ion implanter maintenance engineers. *Environ Res*, 2002. **90**(3): p. 207-16.
- [10] 葉文裕、林守香、盧士一, 半導體工業噪音狀況之調查 2001: 勞工安全衛生研究季刊.
- [11] 杜宗禮、梁蕙雯、潘致弘, 半導體業員工肩頸疼痛之研究 2001: 勞工安全衛生研究季刊.
- [12] 吳榮泰、余榮彬, 葉., 應用霍式紅外光譜法調查半導體廠製程危害性氣體, 1999: 勞工安全衛生研究季刊.

- [13] 潘致弘, 半導體業砷金屬作業勞工健康危害調查研究, 2000: 勞工安全衛生研究所.
- [14] 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中總揮發性有機化合物檢測方法—不鏽鋼採樣筒/火焰離子化偵測法(NIEA A732.10C).
- [15] 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所, 環境檢驗方法偵測極限測定指引 (NIEA-PA107).
- [16] 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所, 空氣中粒狀污染物金屬檢測方法—感應耦合電漿質譜儀(NIEA A305.10C).
- [17] PChome 股市 . IC 封裝測試 . [cited 2013; Available from: <http://pchome.syspower.com.tw/group/mkt2/cid2312.html>].
- [18] Yahoo! 奇摩股市 . IC 封裝測試 . [cited 2013; Available from: <http://tw.stock.yahoo.com/s/list.php?c=IC%AB%CA%B8%CB%B4%FA%B8%D5>].
- [19] 1111 人立銀行 . 半導體產業 . [cited 2013; Available from: <http://www.1111.com.tw/>].
- [20] 行政院勞工委員會. 化學品全球調合制度(Global Harmonized System GHS). [cited 2013; Available from: http://ghs.cla.gov.tw/CHT/masterpage/index_CHT.aspx].
- [21] ILO, I.L.O. 國際化學品安全卡(International Chemical Safety Cards). [cited 2013; Available from: <http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>].
- [22] EPA, U.E.P.A. 綜合風險資訊系統(Integrated risk information system, IRIS). [cited 2013; Available from: <http://www.epa.gov/IRIS/>].
- [23] CANCER, I.A.F.R.O. AGENTS CLASSIFIED BY THE IARC MONOGRAPHS, VOLUMES 1-107. [cited 2013; Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>].

附錄

一、基本資料

- 1.員工代號：_____
- 2.出生年月：民國____年____月
- () 3.性別：(1)男 (2)女
- () 4.教育程度：
(1)不識字(沒讀過書) (2)國小學肄(畢)業 (3)初中(國中)畢業 (4)高中(高職)畢業(5)專科(二專、五專)畢業 (6)大學 (7)研究所以上
註:如果國中肄業則算國小畢業，以此類推
- 5.您進入貴公司工作的日期：民國____年____月
- () 6.您目前的工作時間類型：
(1)固定日班 (2)固定夜班 (3)輪班____班____輪 (4)其他_____
- () 7.您目前的職位：
(1)主管階層(包含經理、課長、主任) (2)工程師 (3)助理工程師 (4)管理師
(5)助理管理師 (6)技術員(包含領班) (7)其它_____
- () 8.您目前的作業部門：
(1)研磨 (2)切割/切削 (3)黏晶 (4)上片/鍍片 (5)鍍線/接線 (6)封膠 (7)烘烤
(8)電鍍 (9)壓模 (10)印字 (11)成型 (12)測試 (13)包裝 (14)其他

- 9.您進入此作業部門服務的日期：民國____年____月(總共____年)
- 10.您的身高____公分，體重____公斤
- () 11.您目前是否有吸菸習慣?(指最近半年來，每週吸菸三天以上)
(1)否 (2)是
- () 12.您目前是否有喝酒習慣?(指最近半年來，每週喝酒三天以上)
(1)否 (2)是
- () 13.您目前是否有嚼檳榔的習慣?(指最近半年來，每週嚼檳榔三天以上)
(1)否 (2)是
- () 14.您每日飲食是否至少一餐以上有攝取蔬菜或水果?
(1)否 (2)是
- () 15.您目前是否有每週至少三次且每次持續 30 分鐘以上的運動?
(1)否 (2)是
- () 16.您過去有沒有經醫師診斷患有「高血壓」?
(1)沒有 (2)有，民國____年，____月。
- () 17.您過去有沒有經醫師診斷患有「糖尿病」?
(1)沒有 (2)有，民國____年，____月。
- () 18.您過去有沒有經醫師診斷患有下列「心血管疾病」?

(1)沒有 (2)有，民國_____年，_____月。

二、噪音危害認知

- () 1.您覺得在此作業場所是否有噪音暴露危害的可能性?
(1)非常不可能(0-20%) (2)不可能(20-40%) (3)也許(40-60%) (4)有可能(60-80%) (5)非常有可能(80-100%)。
- () 2.您是否擔心噪音暴露引起的聽力損失?
(1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 3.您是否擔心噪音暴露引起的心血管疾病?
(1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 4.您是否擔心噪音暴露會在您的作業場所造成危害?
(1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 5.您知道公司是否有定期進行噪音的作業環境測定?
(1)半年 (2)一年 (3)不定期 (4)沒有 (5)不知道
- () 6.您在工作期間是否會配戴聽力防護具?
(1)從不(0%) (2)很少(1-25%) (3)有時(26-50%) (4)經常(51-75%)
(5)總是(76-100%)
- () 7.您在工作期間主要配戴何種聽力防護具?
(1)耳塞 (2)耳罩 (3)耳塞加耳罩 (4)不適用 (5)其他_____
- () 8.您覺得作業場所是否需要進行降低噪音危害的工程控制?
(1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要
- () 9.您覺得作業場所是否需要改善工作實務(如人員輪調、教育訓練及建立安全守則)以預防噪音危害?
(1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要

三、極低頻電磁場(來自機械設備 50/60Hz 的電壓、電流)危害認知

- () 1.您覺得在此作業場所是否有極低頻電磁場暴露危害的可能性?
(1)非常不可能(0-20%) (2)不可能(20-40%) (3)也許(40-60%) (4)有可能(60-80%) (5)非常有可能(80-100%)。
- () 2.您是否擔心極低頻電磁場暴露引起的血癌(白血病)?
(1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 3.您是否擔心極低頻電磁場暴露引起的腦癌?
(1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 4.您是否擔心極低頻電磁場暴露會在您的作業場所造成危害?
(1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 5.您知道公司是否有定期進行極低頻電磁場的作業環境測定?
(1)半年 (2)一年 (3)不定期 (4)沒有 (5)不知道

- () 6.您覺得作業場所是否需要進行降低極低頻電磁場危害的工程控制?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要
- () 7.您覺得作業場所是否需要改善工作實務(如人員輪調、教育訓練及建立安全守則)以預防極低頻電磁場危害?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要

四、粒狀有害物(懸浮微粒)危害認知

- () 1.您覺得在此作業場所是否有粒狀有害物暴露危害的可能性?
 (1)非常不可能(0-20%) (2)不可能(20-40%) (3)也許(40-60%) (4)有可能(60-80%) (5)非常有可能(80-100%)。
- () 2.您是否擔心粒狀有害物暴露引起的呼吸系統疾病?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 3.您是否擔心粒狀有害物暴露引起的心血管疾病?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 4.您是否擔心粒狀有害物暴露會在您的作業場所造成危害?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 5.您知道公司是否有定期進行粒狀有害物的作業環境測定?
 (1)半年 (2)一年 (3)不定期 (4)沒有 (5)不知道
- () 6.您在工作期間是否會配戴個人防護具?
 (1)從不(0%) (2)很少(1-25%) (3)有時(26-50%) (4)經常(51-75%)
 (5)總是(76-100%)
- () 7.您在工作期間配戴何種呼吸防護具?
 (1)口罩 (2)被動式呼吸防護具(如 N95) (3)主動式呼吸防護具(如 SCBA)
 (4)不適用 (5)其他_____
- () 8.您覺得作業場所是否需要進行粒狀有害物的工程控制?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要
- () 9.您覺得作業場所是否需要改善工作實務(如人員輪調、教育訓練及建立安全守則)以預防粒狀有害物危害?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要

五、氣狀有害物(揮發性有機溶劑)危害認知

- () 1.您覺得在此作業場所是否有氣狀有害物暴露危害的可能性?
 (1)非常不可能(0-20%) (2)不可能(20-40%) (3)也許(40-60%) (4)有可能(60-80%) (5)非常有可能(80-100%)。
- () 2.您是否擔心氣狀有害物暴露引起的呼吸系統疾病?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心

- () 3. 您是否擔心氣狀有害物暴露引起的致癌風險?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 4. 您是否擔心氣狀有害物暴露會在您的作業場所造成危害?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 5. 您知道公司是否有定期進行氣狀有害物的作業環境測定?
 (1)半年 (2)一年 (3)不定期 (4)沒有 (5)不知道
- () 6. 您在工作期間是否會配戴個人防護具?
 (1)從不(0%) (2)很少(1-25%) (3)有時(26-50%) (4)經常(51-75%)
 (5)總是(76-100%)
- () 7. 您在工作期間配戴何種呼吸防護具?
 (1)口罩 (2)被動式呼吸防護具(如 N95) (3)主動式呼吸防護具(如 SCBA)
 (4)不適用 (5)其他_____
- () 8. 您覺得作業場所是否需要進行降低氣狀有害物的工程控制?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要
- () 9. 您覺得作業場所是否需要改善工作實務(如人員輪調、教育訓練及建立安全守則)以預防氣狀有害物危害?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要

六、人因工程危害認知

- () 1. 您覺得我們作業場所是否有人因工程危害的可能性?
 (1)非常不可能(0-20%) (2)不可能(20-40%) (3)也許(40-60%) (4)有可能(60-80%) (5)非常有可能(80-100%)。
- () 2. 您是否擔心人因工程引起的職業性下背痛?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 3. 您是否擔心人因工程引起的手臂肩頸疾病?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 4. 您是否擔心人因工程暴露會在您的作業場所造成危害?
 (1)非常不擔心 (2)不擔心 (3)普通 (4)擔心 (5)非常擔心
- () 5. 您覺得作業場所是否需要進行降低人因工程的工程控制?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要
- () 6. 您覺得作業場所是否需要改善工作實務(如人員輪調、教育訓練及建立安全守則)以預防人因工程危害?
 (1)非常不需要 (2)不需要 (3)普通 (4)需要 (5)非常需要

國家圖書館出版品預行編目資料

半導體封裝測試製程安全衛生調查研究 / 楊秀宜, 張大元研究主持. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞研所, 民 103.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-04-0650-4(平裝)

1.職業衛生 2.勞工安全

412.53

103004039

半導體封裝測試製程安全衛生調查研究

著(編、譯)者:楊秀宜、張大元

出版機關:勞動部勞動及職業安全衛生研究所

221 台北縣汐止市橫科路 407 巷 99 號

電話:02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月:中華民國 103 年 3 月

版(刷)次:1 版 1 刷

定價:120 元

展售處:

五南文化廣場

台中市中區中山路 6 號

電話:04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話:02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」,網址為:
<http://www.ilosh.gov.tw/wSite/np?ctNode=273&mp=11>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述,並請注意需註明資料來源;有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN: 1010300683

SBN:978-986-04-0650-4