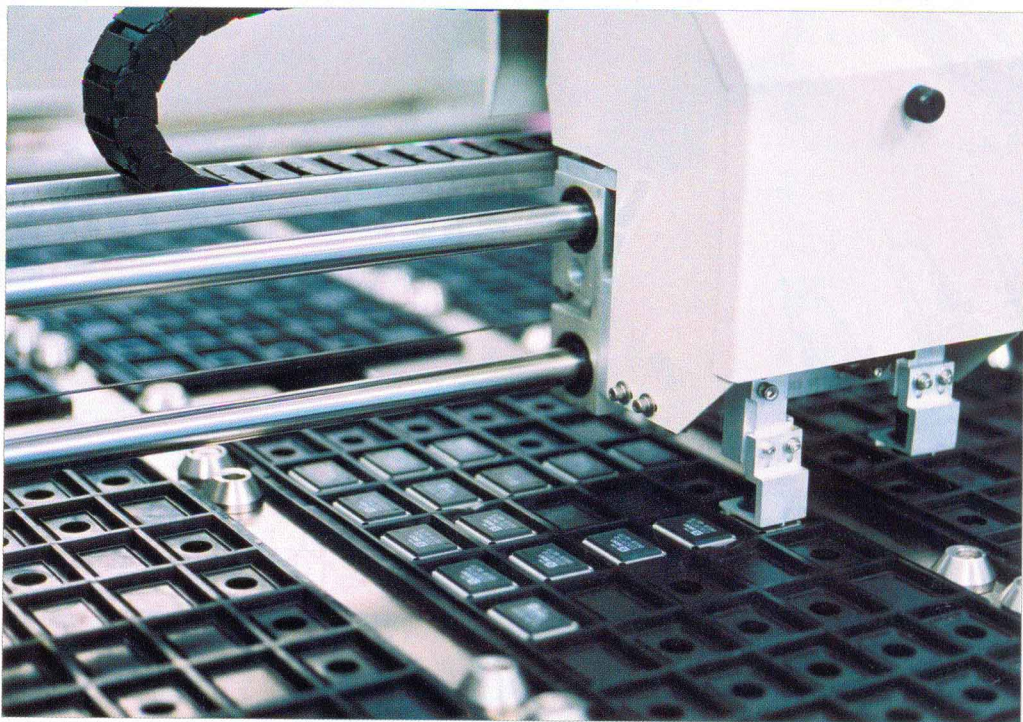


爲電子產品裝上避雷針

防止靜電對輕薄短小的電子產品造成損壞，
必須從工廠環境與晶片防護雙管齊下，才能收效

撰文／黃鈞銘 攝影／朱錦權

由於個人化的資訊及通訊產品愈來愈普及，每個人每天接觸許多的電子產品，如果這些產品沒有做好適當的防靜電措施，日常生活中因接觸所產生的靜電便會造成產品使用時的失效，因此美國、歐盟及日本等國都對這些電子資訊產品訂有極爲嚴格的靜電防護規範，所有產品要銷往這些地區時，必須通過靜電測試，而國內廠商開發的產品不能達到靜電防護的要求，便可能因此拿不到國外的代工訂單。



愈是高度自動化的工廠愈容易產生靜電 並且在大量生產時造成很大的損害

正視靜電對電子產品的危害

以歐盟所訂的CE規範為例，所有資訊家電產品都必須通過八千伏的靜電測試，有些重視產品可靠度的國外大廠甚至會將自己的產品靜電防護能力提高到一萬五千伏，並要求代工廠必須做到。

交大電子研究所副教授柯明道表示，爲了滿足安全規範中對靜電防護能力的要求，過去國內以代工製造爲主的電子資訊產業不論是晶圓製造、主機板或筆記型電腦廠商，都以改善工廠環境的防靜電能力爲主要目標，除了大量引進靜電環，靜電桌墊及離子風扇等器材，以避免人員或機器在操作時產生靜電，損壞產品，不過生產中的產品遭到靜電破壞而失效的例子仍時有所聞，工廠靜電防護顯然無法完全避免靜電對產品的破壞。

柯明道分析指出，靜電的產生是一種物理現象，任何物質只要經過磨擦，便會帶著靜電，工廠靜電防護只能降低靜電的能量，但是靜電是無法完全消除的。

尤其當電子資訊產品愈朝輕薄短小的潮流發展後，晶圓製程從0.35微米進入0.25微米製程時，晶片愈做愈小，晶片的金屬層非常的薄，線寬也很窄。

而爲了追求更高的生產效率，工場都朝高度自動化發展，輸送帶或無人搬運車在工廠內快速的移動，也會造成磨擦，從而產生更多的靜電，稍一不慎便會將晶片打穿，造成生產中的產品大量的失效，或者在長途運輸搬運過程中累積了許多靜電，當客戶拆封產品時造成產品尚未使用便壞死的現象。

而且當製程愈精細時晶片對靜電的承受能力會愈低，

曾經有一家封裝廠在封裝0.15微米的晶片時，所有晶片在封蓋打印後都損壞了，後來才發現晶片移動的過程產生磨擦造成靜電，而打死晶片。

產品的靜電防護能力不足，除了會造成工廠生產良率的下降外，甚至在出貨運送途中都會累積一定能量的靜電，當客戶收到貨品拆封時對脆弱的晶片便會造成致命性的損害，這種現象在生產液晶螢幕的廠商便曾經發生過。

由於靜電問題往往在產品大量生產時才會發現，不僅造成客戶對廠商生產品質管控的疑慮，而大量生產的產品因靜電問題必須立即將生產線叫停，連在途運輸中的產品也面臨暫時無法銷售的窘境，雙方生意的損失是很大的，而為了提高產品耐壓性，則必須重新設計產品，廠商損失頗大。

靜電防護要雙管齊下

柯明道指出，電子資訊產品的靜電防護能力不足，不僅與產品的機構設計有關，更與使用的晶片是否具有足夠的靜電防護能力有關。

未來要提高產品的靜電防護能力，唯有從工廠靜電防護與加強晶片的防靜電能力雙管齊下，在設計晶片時便將靜電防護的功能設計進去，才能提高晶片的整體可靠度，晶片也才能穩定與大量的生產，如果沒有做好晶片本身的

靜電防護能力，只一味的從改善工作場所的靜電防護措施著手，廠商勢必付出更高的成本，才能進一步降低產品在生產過程中因靜電所造成的損失。

國內向來以代工生產為主，對工廠的靜電防護都已經建立了不錯的基礎，但是對許多晶片設計公司來說，晶片本身的防靜電技術能力還處於萌芽階段。

柯明道指出，晶片的防靜電設計要在晶片訊號出入口處利用電路方法及元件方法去設置內部線路的避雷針，並且以最小面積來達到最大的耐壓性，同時不影響晶片本身原來的電性功能與成本。

防護電路要視每個晶片的線路佈局方法與PIN腳數不同等因素而量身訂製，靜電對晶片破壞的了解仍然處於實驗室探討的階段，尚未到全面了解的階段，到目前為止設計靜電防護電路只能靠經驗去摸索解決，不像晶片設計自動化一樣，已建立了一個可以放諸四海皆準的模式去模擬，因此這方面的設計人才嚴重不足。

尤其到了1.0微米以下的奈米製程時代，光罩開發費用愈來愈高，如果不在產品設計之初便將靜電防護功能設計進去的話，光是重新開發一套0.065微米的光罩便需要花費四百萬美元，若要使晶片達到合乎預期的功能，恐怕修改光罩的次數還不只一次，對一家晶片設計公司來說，產品開發的成本將會暴增到無法想像的地步。

目前國內的晶圓廠已自行開發出特定的防靜電電路IP，並免費授權給特定客戶使用，這個由國內工程師自行開發的ESD電路不僅獲得國外的專利，且比國外提供的標準CELL不僅面積更小，耐壓能力也比國外高出二三倍。

這項免費使用的設計技術，不但可以提高客戶產品的可靠度，也是晶圓廠避免其他競爭者以低價搶走客戶的一個很重要的手段。



柯明道認為，產品發生靜電問題就好像出疹子，早一點出，才會有抵抗力的，公司才能建立靜電的防護技術，在面對價格競爭時，靜電防護已經成為商業價格戰的最後堡壘。



凡是銷往歐盟地區的電子產品必須通過八千伏的靜電防護測試，因此必須雙管齊下從工廠靜電防護與加強晶片的防靜電能力

個人入行的經驗談

目前也擔任中華民國靜電放電防護工程學會理事長的柯明道，1988年就讀交大電子所博士班時，在指導教授的建議下，一頭栽進當時很冷門的靜電防護研究領域。當時由於電腦尚未普及，靜電所造成的影響尚不明顯，因此研究靜電防護的人很少，就連國外相關的論文也很難找到，只有像IBM及TI等公司因為研究較先進的半導體製程而有一些初步的成果，並申請了專利。

爲了尋找這些國外的專利資料，他每天從新竹搭車到台北，在中央標準局內影印相關資料，慢慢消化吸收後才逐漸了解一些防靜電觀念，後來聯電贊助他的研究計劃，他便開始利用聯電當時1.0微米的製程設備來做一些實驗，並於1993年成爲國內第一位研究靜電防護的博士，畢業後到工研院服國防役，因為當時晶片尺寸較大，對晶片靜電防護的要求還不高，除了繼續研究元件的耐壓試驗外，也同時擔任開發晶片的研究工作。

不過服役期間協助解決廠商產品靜電問題，卻使他從此走上專門研究靜電防護的路。柯明道回憶說，當時工研院曾開發出一顆電腦鍵盤用的控制晶片並賣給國內廠商，當時這家替IBM代工的廠商將組裝後的鍵盤送到美國去做靜電測試，結果產品卻無法通過測試，由於產品已在量產

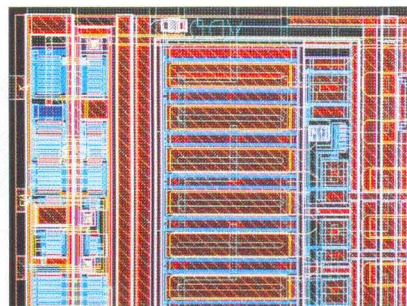
中，廠商請工研院必須立刻協助解決這個問題。

當時他雖然不是這顆晶片的設計工程師，但因為是國內第一位研究靜電防護的博士，因此大年初一被長官從台南老家召回新竹，第二天便火速飛到美國IBM實驗室，由於已無法重新修改晶片設計，便從鍵盤周邊電路設計著手，加強整個模組的防靜電功能，經過長達一年的研究改良，最後才通過二千伏的靜電測試。

由於成功的解決了這個棘手的問題，在工研院六年服役期間便有愈來愈多的廠商來尋求柯明道協助解決產品的靜電問題，因此柯明道便轉而專心投入靜電問題的研究，並且累積了超過四十個以上的專利。由於累積了許多經驗，也更能了解業者所面臨的問題，又引來更多廠商前來尋求協助，「當你跳入火坑而練就金剛不壞之身後，計劃便源源不斷的找上門來。」柯明道說

以教學培養人才

三年前在工研院服務期滿後，柯明道便回到交大電子研究所任教，找他協助解決靜電問題的廠商卻愈來愈多，而且大都是非常緊急的問題，使他無法專心的教學與研究，爲了讓自己不再分身乏術，他於是開始透過教學的方式來協助廠商培養自主的防靜電設計能力。



工研院已開發出的標準晶片防靜電I/O線路並授權廠商使用（右上）
加強晶片本身的靜電防護能力，才能提高電子產品的整體可靠度（上、右下）



由柯明道指導的學生已投入產業界服務，有助於靜電防護技術的普及

三年來經他指導的碩士班學生中已經有十幾位畢業進入產業界服務，他也利用暑假期間針對有經驗的工程師開設三十小時的靜電防護課程，去年的暑期課程就有一百七十餘人報名。其中一位在美國時曾參加過靜電防護課程的學員對他說，台灣辦的課程內容比在美國的課程好，因為這些教材大都取自國內各家公司實際發生的問題與解決方案，非常實用，最近這本講義的影印本甚至也流傳到美國矽谷。

現在除了教學外，柯明道有時也會受邀去評估廠商產品的防靜電設計，並給出正確的方向，等廠商有了初步結果後，再據以檢討設計的方向，這種與廠商共同解決靜電問題的互動方式，可以刺激他去想其他的解決方案，這些問題比國外大公司裡的專家所遇到的問題更廣而複雜。

由於一個人的精力有限，2000年11月柯明道也結合了一批人共同發起成立中華民國靜電放電防護工程學會，希望靠一群人的力量來協助推廣，短短一年內便已招收150位個人會員及18家公司的團體會員。

柯明道認為，教授領國家薪水，應該多將先進的研究成果留在台灣協助提升產業界的競爭力，而不只是要將研究成果用英文拿到國外去發表給老外聽。

台灣的靜電防護專利快速增加

目前柯明道也將開發出來的防靜電技術授權工研院，做成標準I/O CELL提供給業者使用，而國外廠商也開始委託工研院代為開發特定製程使用的標準靜電防護I/O LIBRARY。

經常參加國際學術會議的柯明道認為，台灣在半導體防靜電能力上已建立了不錯的基礎，有些地方甚至比日本廠商還要好，他曾在一個會議中對日本所發表的研究提出一些問題，結果台上報告的人卻無法回答，顯示台灣在靜電防護的想法比對方想的更深遠。

柯明道表示，早期美國廠商的半導體製程最為先進，當他們將遇到的問題解決了之後，也順便將這些結果申請專利，因此靜電防護專利都是由TI及IBM等公司所申請，不過現在國內晶圓廠的製程已非常先進，製程中發生的問題會愈多，在沒有其他地方可倣效的情形下，只有自行研發解決方法，如果解決了之後，便可以申請專利，有助於強化廠商的競爭條件。目前台灣在半導體的靜電防護專利數量上已超過亞太各國，而且由於申請的件數頗多，連美國專利局都愈審愈嚴格。

靜電防護能力可提昇產品競爭力

柯明道指出，產品發生靜電防護的問題就好像小孩子出疹子一樣，出了疹子才會有抵抗力，如果一家公司還沒有發生ESD的問題時，表示這家公司還未到量產的階段，等到發生問題後，從上到下才會體認到這個問題的重要性，並開始建立靜電防護的技術，也可以提升公司產品品質的競爭力，在面對價格競爭時可以有的不同的武器，而ESD技術看來已經成為高科技產業價格戰的最後堡壘。EW

有關靜電防護問題可洽柯明道教授 mdker@alab.ee.nctu.edu.tw
或上中華民國靜電放電防護工程學會網站參考 www.t-esda.org