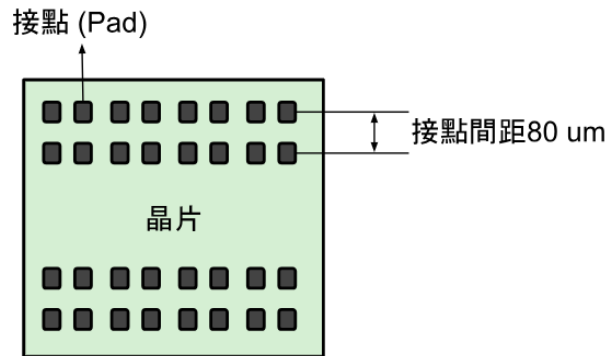


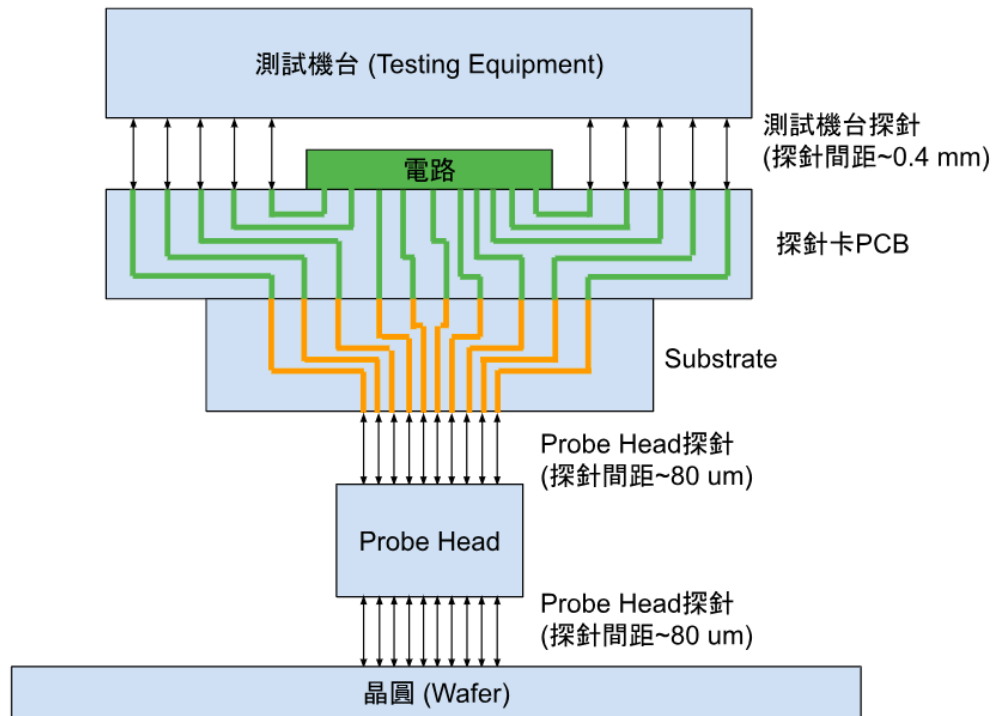
李家同  
侯冠維

我們過去曾介紹過半導體自動測試機台，機台可以對晶圓進行「晶圓測試」，由機台產生測試訊號，送給晶圓上面的晶片。訊號是透過晶片上的訊號接點（Pad）送入晶片的，圖一是晶片和接點的示意圖，請注意這只是個示意圖，實際上晶片上可能有數千個甚至上萬個接點。由於晶片非常小，接點彼此之間的距離是非常密的，目前常見的間距是80  $\mu\text{m}$ （1  $\mu\text{m}$  是  $10^{-6}$  米）。



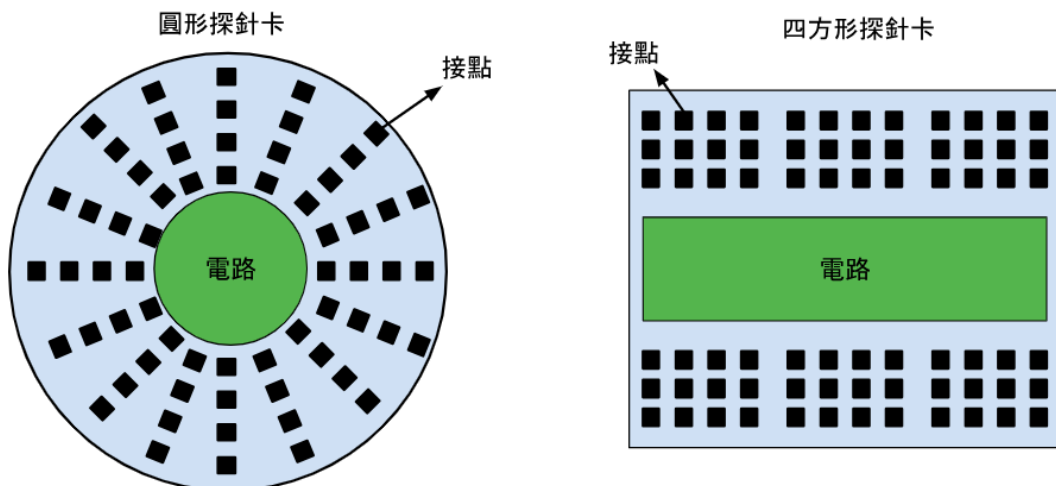
圖一

由於晶片上的接點很小，接點間的距離又相當近，測試機台如果想要將訊號準確的送進晶片內部，就需要一種稱為「探針卡（probe card）」的裝置，請看圖二。



圖二

圖二解釋了測試機台和晶圓的關係，測試機台要將信號先送到探針卡，也就是說測試機台和探針卡是靠探針聯絡的。這一種探針之間的距離是 0.4 mm ( $1\text{ mm}=10^{-3}\text{ 米}$ )。由於不同公司的測試機台有不同的探針排列方式，探針卡上的接點位置分佈必須與測試機台配合才行，圖三舉例兩種可能的接點位置分佈。



圖三

測試機台的探針會去接觸圖三中的接點，使測試機台送出的訊號能傳送到探針卡

上，這些接點的位置都是由測試機台公司定義好的規格，探針卡公司必須按照這個規格去製作探針卡。

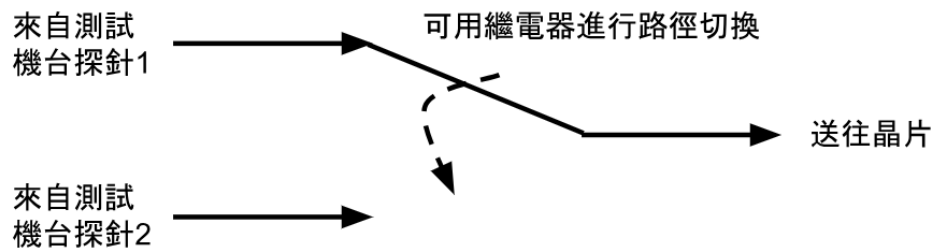
圖三中的圓型或四方型板子其實是一塊印刷電路板 (Printed Circuit Board, PCB)，這些訊號到達接點後，會透過 PCB 內部的走線傳送到電路板中央的電路。我們需要這些電路，因為探針卡內需要這些電路來執行以下的任務：

#### (1) 電源轉換電路 (power converter)：

由於晶片在測試時，可能會需要很多不同的電壓，例如需要 0.9V、1.8V、2.5V、3.3V 等，但有些測試機台並沒有提供這麼多種類的電壓，此時探針卡上會需要有 power converter 電路，將測試機台所供應的電源，轉換成晶片所需的電壓。

#### (2) 繼電器 (relay)：

一個晶片的某個接腳有可能在不同的測試階段要由測試機台的不同探針來控制，因此探針卡上會有許多繼電器，繼電器其實是一個開關，用來選擇晶片的訊號要從哪一個來源送過來，請看圖四。



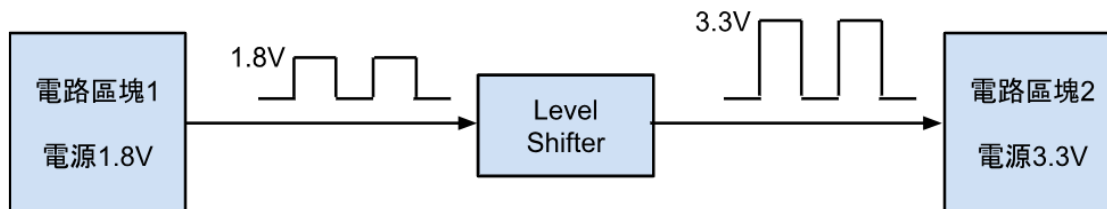
圖四

#### (3) 溫度感測電路

由於溫度變化對量測的準確度是有影響的，在測試進行中，我們希望維持環境溫度在限定的範圍內。因此在探針卡中可能會放入溫度感測電路，以監控環境溫度的變化。

#### (4) 邏輯位準轉換電路 (level shifter)

前面我們講到 power converter 會被用來進行電源的電壓轉換。除了電源以外，邏輯訊號有時也會需要進行電壓轉換，例如在晶片上，可能有兩塊由不同電源驅動的電路，他們之間訊號若要互相溝通，就需要由 level shifter 來進行電壓轉換，這個 level shifter 也要放在探針卡的電路中，請看圖五。

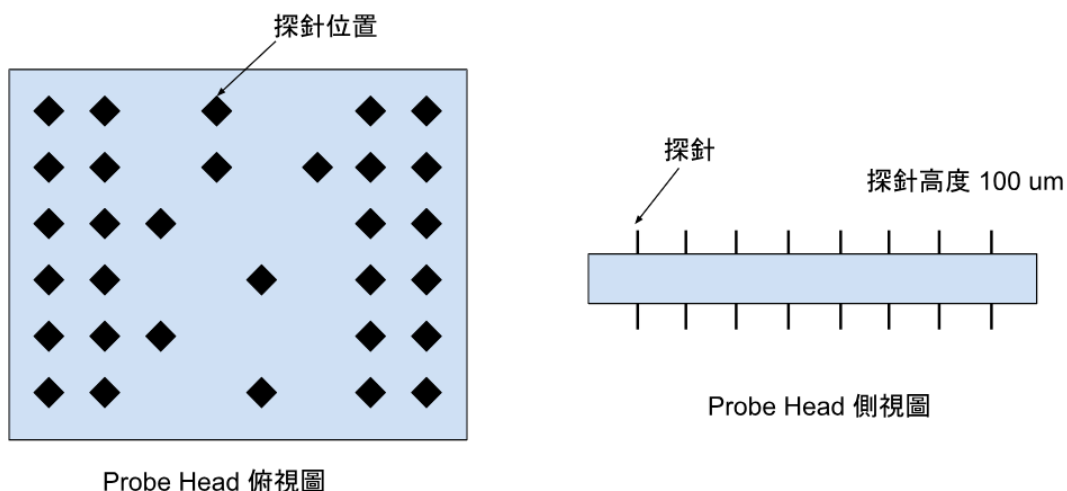


圖五

在探針卡的另一面，探針卡不能直接將信號送到晶片的，因為晶片的接點相當之小，晶片接點的間距大約是 80  $\mu\text{m}$ ，我們透過 probe head 和晶片接觸，probe head 的大小和晶片差不多，它的探針可以正確的戳到晶片的接點。

探針卡和 probe head 中間需要有一個 substrate，如圖二所示。Substrate 的功能是將從探針卡 PCB 過來的信號都送到 probe head，而且探針和探針之間的距離大為縮小。Substrate 是利用半導體製程與設備製造的，因此可以做到比 PCB 更精密的接線。日本有公司專門提供這種 substrate 的。我國的探針卡公司負責設計 substrate 中的走線，由於走線數量非常多，工程師需要考慮走線的阻抗不能太大，也要避免走線之間彼此干擾，設計完成後再交給 substrate 公司進行製造。

圖六顯示了 probe head 的示意圖。

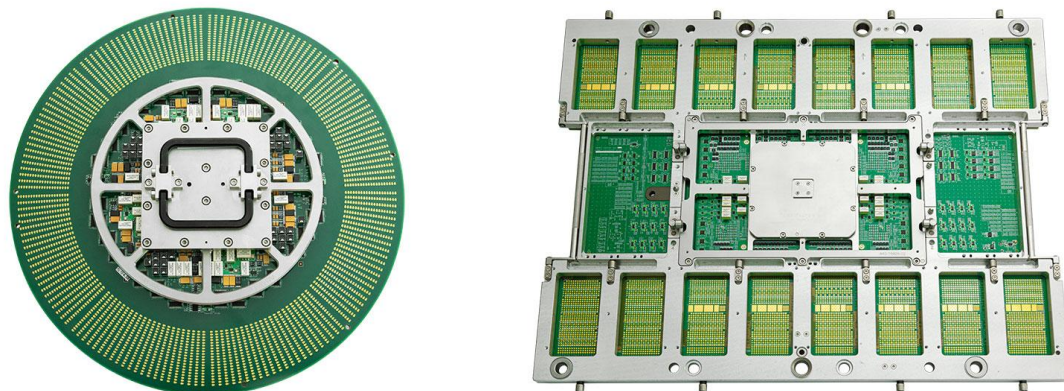


圖六

由於 probe head 的探針是要和晶片上的接點連接的，probe head 上探針擺放的位置必須和晶片設計工程師詢問，根據晶片上的接點位置來擺放。由於這些探針非常微小，而且擺放的位置必須相當精密，probe head 的製作相當困難，必須由專門的 probe head 公司來製作，我們台灣的探針卡公司和義大利的一家 probe head 公司合作的。Probe head 的探針其實有許多不同的形式，例如：懸臂式、垂直式、微機電式等等，在此我們就沒有

辦法一一介紹了，但由此讀者應該可以知道，probe head 其實是非常複雜的。

圖七顯示了兩張探針卡的照片，分別是圖三所畫的圓形探針卡和四方型探針卡兩種，都是我國的探針卡公司生產的。



圖七

我們要執行晶片測試需要三種工程師：(1) 晶片設計公司的工程師，(2) 探針卡公司的工程師，(3) 負責撰寫測試機台程式的測試工程師。晶片設計公司的工程師會將晶片設計的很多重要資訊告訴其他的工程師，探針卡公司的工程師根據這些資訊以及測試機台的特性設計探針卡，測試工程師根據所得到的資訊撰寫測試機台程式。

我國目前已經有公司能夠製造探針卡，雖然 substrate 和 probe head 需要向國外公司購買，但是從以上的介紹各位應該知道，要製造探針卡中的電路和設計 substrate 中的走線相當不容易，需要相當有經驗的工程師才能做到，因為探針卡都是客製化的產品，需要根據不同晶片的規格來製作，探針卡 PCB 中的線路需要應付不同的需要，例如高頻訊號、低雜訊、電源穩定性、抗電磁干擾等特殊需求來設計。目前我國的探針卡公司，除了可以服務我國的 IC 設計公司以外，也已經可以服務國外的 IC 設計公司。

希望各位讀者能夠知道，想要發展精密的工業產品，是需要相當多優秀的工程師的，晶片設計的工程師和探針卡工程師都必須非常了解電路，測試工程師必須相當了解晶片設計公司的要求。探針卡公司也需要投入相當多資源，並進行長時間的研究才能做出精密的探針卡。希望大家為我國的工程師鼓勵，因為他們的努力，我國的工業水準確實是在不斷提高的。

我們國家有探針卡公司是相當幸運的，假如我們沒有這一種公司，我們的晶片設計公司所做出來的晶片，就要委託外商來做探針卡，這會使我們的晶片成本大為提高，而且和外商溝通也是一件不容易的事。我們應該感謝我們國家有這種探針卡製作的公司，也應該給他們掌聲和鼓勵。