

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫一：微流體、光學系統整合晶片

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2218-E-007-030-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立清華大學電子工程研究所

計畫主持人：黃瑞星

報告類型：完整報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 11 月 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

微流體、光學系統整合晶片

Micro-fluidic Optical System Integration Chip (MOSIC)

計畫編號：NSC 91-2218-E-007-030

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：黃瑞星 國立清華大學電子工程研究所

國科會中區微機電研究中心

計畫參與人員：鄭明正 黃文社 黃俊源

一、中文摘要

本計畫是群體計畫微虛擬實境系統之分析、製造與測試子計畫一，並分三年執行。目的是建立多重晶片技術模組來組裝並整合微流體、微光學系統與積體電路。這些元件製作的製程差異甚大，不易單一積體化，必須藉著組裝整合成為一個系統。

在這一年的工作裡，我們著重在多重晶片組裝模組之設計與製作，並已完成了初步的量測。

計劃執行至今，我們已建立多重晶片基本模組：組裝基座的雛形設計，製作，晶片切割，以及初步的量測。各子計劃作整合對於微機電其他系統整合更具實務能力。

關鍵詞：微機電系統、多重晶片組裝、平行封裝系統

Abstract

This three-year project is one subproject of the group project entitled design, analysis, and test of the micro virtual reality system. It aims at developing MEMS Multichip Modules (MCM) for assembly and integration of micro fluidic, optical system, and integrated circuit. With MCM technology, we assemble a number of different components, from different wafers and technologies, onto a common host substrate.

In the past year, we focused on the design and fabrication MCMs substrate hosts. On to the common host substrate a

number of different system components from different wafers and technologies could be integrated with plug-in electrical connections.

Up to now, the establishment of fundamental technologies for MCMs is achieved, including the prototype common host substrate, the notch structure for the dicing of device, low temperature wafer bonding and the three-color-mixing device. Each component in the subprojects could be assembled and integrated to implement the whole micro virtual reality systems.

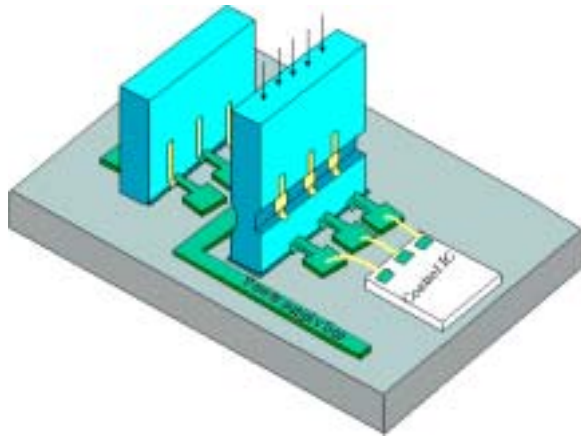
Keywords: MEMS, multi-chip module, MEMS assembly

二、緣由與目的

本微虛擬實境系統開發計畫主要利用 MEMS 技術製造包含視覺以及味覺之微機電系統。因此本微虛擬實境系統包含微光學調變元件、微光掃描元件、微味覺系統、控制與驅動電路、以及整合元件之組裝基座。

在本報告中只討論整合元件之組裝基座部份，示意圖如圖一。我們提出利用微機電多重晶片模組的技術，將不同系統與製程條件的元件組裝在同一個基材結構上。在這個基材上，我們主要利用厚模電鍍的懸臂結構來連接元件插卡，這種立體的懸臂結構不但可以對元件有一支撐固定的作用，也能將垂直方向的電性作一有效連接。此外，提供元件架設的插卡部分在

製程上也相當簡單。



圖一 多晶片組裝模組示意圖

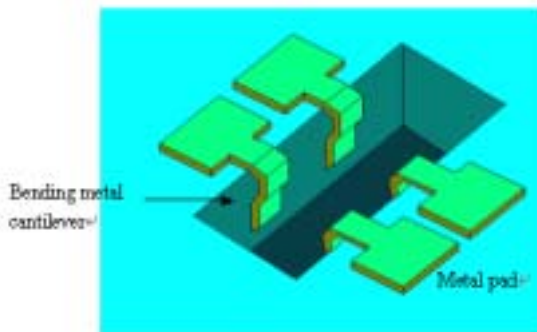
藉由簡單的組裝方式，我們便可將原本設計製造上截然不同的元件與系統全部整合在一個基材上了。

三、結果與討論

設計

在本子計畫中，我們提出了一種新式的微機電組裝的方法，在這個組裝的模組中，我們採用了兩個部分：

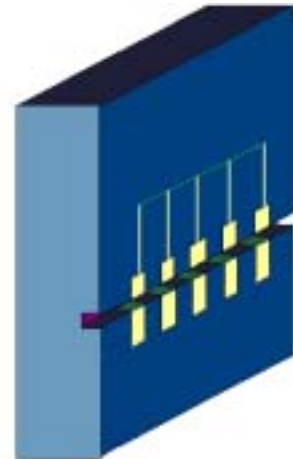
- (1) 基板(Substrate)：基板為整個結構的支撐，主要功能為提供金屬的懸臂(Cantilever)作為外界電路電源的連接傳導。此外在金屬懸臂上，設計有凸形的結構，我們希望在懸臂彎曲組裝的同時，凸形的結構能給予插卡一具有彈性且固定的作用，也適時地提供一水平壓迫的力量，如圖二所示。



圖二 基板結構示意圖

- (2) 插卡(Insertion card)：插卡主要是提供給欲組裝的元件，作為元件組裝

的架設版。在本子計畫中是設計基本的電阻線，用來測試插卡跟基板電性的連接。另外，在插卡的結構中，為了能與基板的懸臂相契合，故在卡面上我們也設計相對應的凹槽結構，如圖三所示。



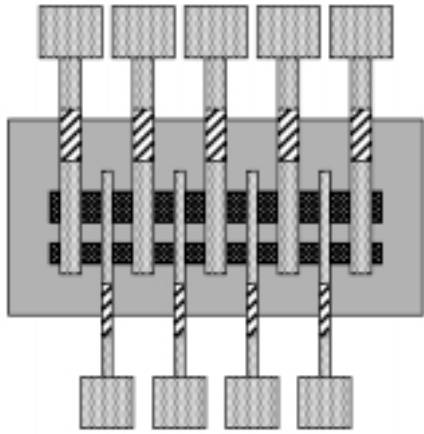
圖三 插卡結構示意圖

利用我們給予的晶片規格，任何不同製程的元件都能很快的整合在一起，更重要的是能夠在利用簡單的組裝過程，不需再經過任何實驗程序，隨插即用，也能將組裝元件所需的電性問題做一立即的導通。

製作

在基板的製程方面，使用了五道的光罩數(Mask)，大致的光罩定義、圖形如圖四所示。

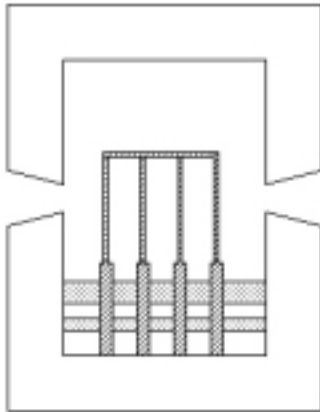
Mask 1 正面定義氧化層，作為懸臂立體結構的形成。Mask 2 在背面定義氧化層，作為背面蝕刻的開口。Mask 3 在正面定義氧化層，定義懸臂的面積。Mask 4 在正面定義光阻，鍍鉻(Cr)金屬層。Mask 5 在正面定義光阻，電鍍銅(Cu)做出懸臂。



圖四 基板全部光罩集合圖

在插卡的製程方面，較為簡單，使用了三道的光罩(Mask)，大致的光罩定義、圖形如圖五所示。

Mask 1 正面定義氧化層，用來蝕刻凹槽結構。Mask 2 正面圖樣，定義金屬線路與金屬墊區域。Mask 3 背面圖樣氧化層，定義蝕刻釋放元件區域。

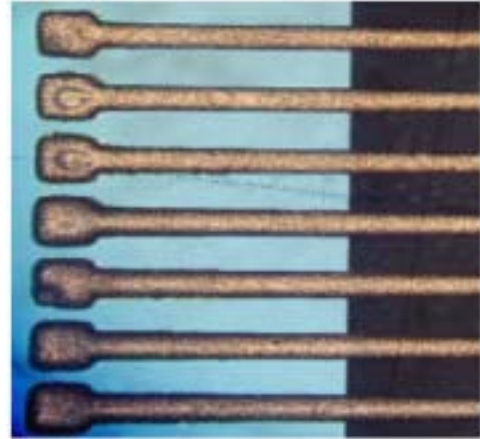


圖五 插卡全部光罩集合圖

結果與討論

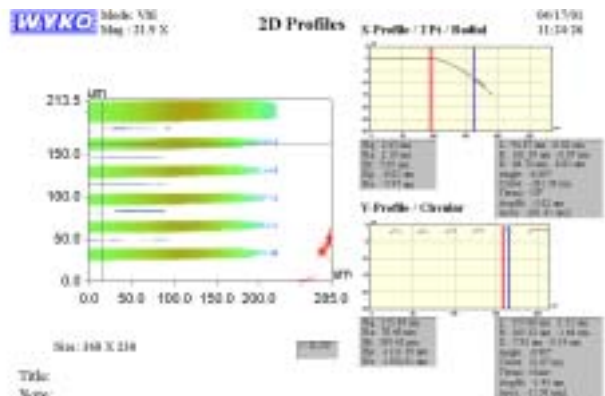
在懸臂彎曲的構想中，我們希望能利用雙層材料結構之間殘餘應力(residual stress)的不同，給予懸臂結構一自然彎矩效應的現象。實驗中選用的金屬為鉻(Cr)，在這雙重金屬層的懸臂中，懸臂頂點的彎曲深度是可以藉由公式去估算的，這跟材料的楊氏係數、厚度、尺寸都有關係。在之前實驗中，因為鉻的使用上沒有

非常精準的去要求，因此在彎曲程度上並沒有非常地全面性。圖六所示為測試彎曲的陣列懸臂結構，它是整體懸臂皆鍍上鉻才造成的一個彎曲效應。



圖六 懸臂前端利用應力彎曲

從實驗中可以發現的是，必須要鍍有相當足夠區域及厚度的鉻才能產生一個足夠的力量去彎曲整個懸臂結構，否則效果就如同圖六並不是非常的明顯。然而，相當程度的彎曲確實是可以幫助組裝的過程，使懸臂不易斷裂。因此，在未來此方法的設計上，材料的用量就必須更加的仔細，精確的估算。真正地使懸臂在釋放之後能達到理想的彎曲程度。圖七為利用WYKO量測圖六的分析結果。



圖七 WYKO量測結果

依據前面幾章的設計原理與製程方法，我們最終製得的基板與插卡結構如圖

八所示。



圖八 組裝後整體 SEM 圖示

在本子計畫中，雖然我們成功的實驗結果展現出來。主要是證明我們所提出的新式微機電多重晶片模組組裝技術，是真的可以應用在現有的技術領域。

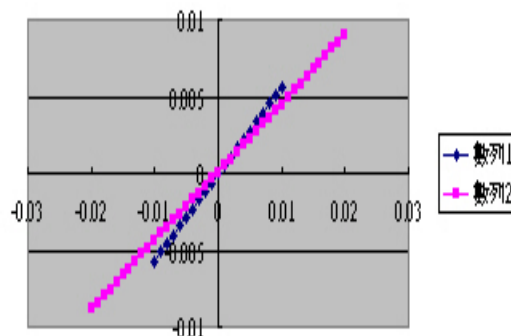
在完成基板跟插卡的組裝之後，利用當初我們在插卡面上設計的簡單電阻電路，藉由電性的量測，便可以知道整個組裝的架構是否真正的成功、基板上的金屬懸臂是否真的能對應到插卡中所設計的金屬墊中。如圖九所示，利用探針台來做電性的量測，圖十為量測的結果。



圖九 利用探針台來做電性的量測

根據組裝前後的電阻差異值(約 0.47)，再扣除多餘的基板懸臂阻值(約 0.37)，我們不難發現在組裝過程中，金屬

懸臂對插卡造成的接觸電阻，可以說是相當的微小(<0.1)，也因此可以說明此種組裝方式，並不會造成使用上相當的誤差



圖十 電性的量測結果

結論

從實驗結果可以發現，我們所提出的新式組裝方式，確實可以藉由這種隨插的方式，將基板和插卡這兩個分離的模組作一個快速且系統性的組裝，就連較困難的電性方面問題，也不再需要任何其他的步驟，即可一併在組裝的過程中完成連結了。

四、計畫成果自評

本計畫中我們利用微機電系統技術製作多晶片模組的基座以及測試用的插卡元件，以此元件為主體加上微光掃描鏡面及控制電路，即完成微虛擬實境系統的顯示器部分。

五、參考文獻

[1] Agnes Tixier, Yoshio Mita, Satoshi Oshima, Jean-Philippe Gouy and Hiroyuki Fujita, "3-D Microsystem packaging for interconnecting electrical, optical, and mechanical, microdevices to the external world." MEMS 2000

[2] H.seidel, L.csepregi, A.Heuberger, H.baumgartel, "Anisotropic etching of crystalline silicon in alkaline solutions." J.Electrochem.soc, vol 137, NO.11, November 1990.

