

SIGA 製程與應用技術

楊啟榮¹ 陳柏穎²

¹國立中山大學 機械工程博士

國立台灣師範大學 機電科技研究所 助理教授

²國立中山大學 機械與機電工程碩士

源自於 IC 製程的體型矽微加工技術雖然已發展成熟且用途廣泛，然而矽材質的脆性特性，使其無法直接作為複製用模板，故在大量生產的前提下仍有其缺點。因此，本研究將體型矽微加工技術結合量產性佳的 LIGA 製程，形成所謂的 SIGA 製程 (in German: Silizium-Mikrostruktur, Galvanoformun, Abformung, SIGA ; in English: Silicon-Microstructuring, Electroforming, Molding) 製程。

S. Kalveram 等人利用 SIGA 製程製作光波導元件 (Optical waveguide device) 【1】，而 J.R. Webster 等人則利用 SIGA 製程製作 DNA 檢驗用生物晶片 (Bio-chip)。這些研究說明結合體積微矽加工與 LIGA 複製量產技術的 SIGA 製程日益受到重視，事實上 SIGA 製程也是目前唯一可將矽微結構作量產的方式，而電鑄正是其關鍵技術所在。

電鑄是唯一可用以生產高深寬比金屬微結構的製程，故矽微加工所完成的矽模板，鋪上適當的金屬導電層作為電鑄起始層 (Seed layer)，即可藉由電鑄製程形成金屬結構。為了使電鑄結構達到所需的品質，除了控制鑄液的 pH 值、溫度、鎳金屬鹽濃度、及選擇適當的電流密度外，亦需控制緩衝鑄液 pH 值變化的硼酸濃度，及添加應

力消除劑(Stress reducer)以降低鑄層內應力。此外，溼潤劑(Wetting agent)的添加亦不可避免，溼潤劑可降低電鑄液的表面張力，使陰極產生之氫氣與氫氧化物膠體不易附著於鑄層表面，減低鑄層產生針孔及凹洞的機會，故又稱為針孔抑制劑。

圖 1 為微鋅電鑄的製程流程圖，其矽模板是利用本研究所實驗之最佳蝕刻參數製作而成的，現將製程說明如下：

- a. 首先利用 RCA 製程清洗 4 吋矽晶片 2 小時，然後將矽晶片置於高溫氧化爐管內 180 分鐘利用熱氧化法在矽晶圓上生長緻密的二氧化矽(SiO_2)層 $1\ \mu\text{m}$ ，當作溼式蝕刻阻擋層(Etch mask)。
- b. 在二氧化矽層上旋塗約 $2\ \mu\text{m}$ 厚的正型光阻 (AZ-4210)，軟烤 2 min 之後，使用 UV 光(I-line，波長 365 nm)進行曝光，將圖案定義於矽晶片上，所使用的圖案為 $50 \times 50\ \mu\text{m}$ 的正方形。
- c. 再利用氧化物蝕刻緩衝液(BOE, Buffer oxidation etchant)溶液蝕刻 15 分鐘，去除二氧化矽層產生蝕刻窗口(Etch window)。
- d. 將帶有光阻薄膜的矽晶圓置入丙酮(Acetone)中去除光阻，並使用超音波振盪器加強去除效果。
- e. 將試片分別置於 KOH 及 TMAH 蝕刻液中，在各種不同的操作條件下進行蝕刻。
- f. 以丙酮及純水清洗所蝕刻出之矽模板，如圖 2(a)所示。並用 CDA(Clean dry air)吹乾；將矽模板放置蒸鍍機內蒸鍍電鑄起始層 Cr/Cu，厚度為 200/2000Å。
- g. 將蒸鍍好之矽模板放置於黃銅片上，利用耐酸鹼膠帶將黃銅片固

定於電鑄專用夾具上，進行前處理。前處理步驟為鹼性脫脂、水洗、酸洗、水洗以及脫模處理，完成之後將夾具放入電鑄槽中以 1 ASD 電鑄。

- h. 電鑄完成，將電鑄之鎳模仁與矽模板分離，完成微模仁之製作，如圖 2(b)所示。

微模仁完成之後可配合熱印壓模(Hot embossing)法作大量生產的動作，所謂熱印壓法是新進發展之熱鑄塑膠微結構方法，其製程是對熱塑性聚合物(Thermoplastic polymer)加熱使其軟化後，再以金屬模仁進行壓模，脫模後即在聚合物材料上形成塑膠微結構，完成批次量生產，實現低成本微機電應用結構的量產技術。此技術極適合國內中小型企业發展，符合國內傳統產業轉型的需求。

參考文獻

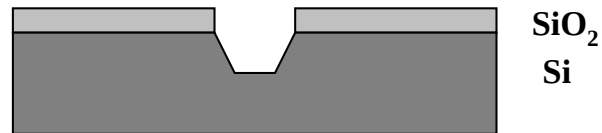
1. S. Kalveram and A. Neyer, Precision molding techniques for optical waveguide devices, SPIE 3135, 2-11, (1997).



(a) 熱氧化沉積SiO₂



(b) 微影及用BOE蝕刻SiO₂



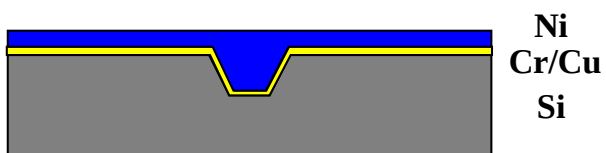
(c) 以最佳蝕刻參數蝕刻



(d) 使用BOE去除SiO₂



(e) 蒸鍍電鍍起始層Cr/Cu

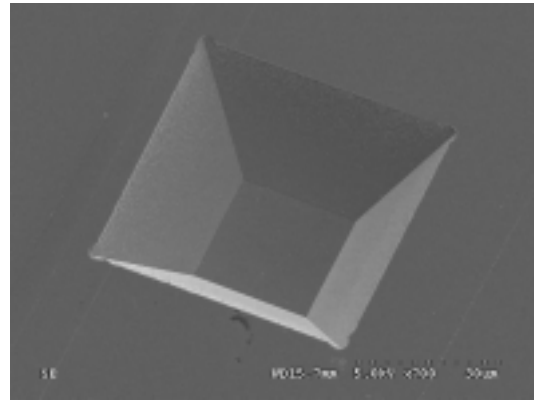
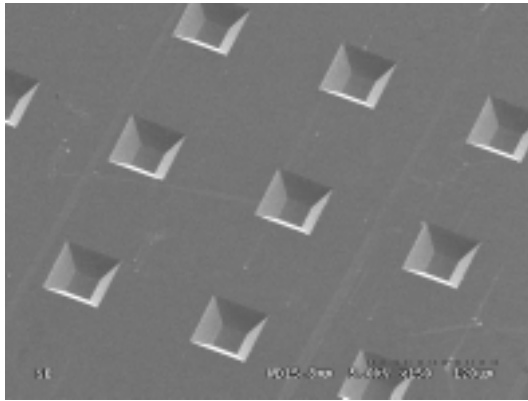


(f) 微鍍電鍍

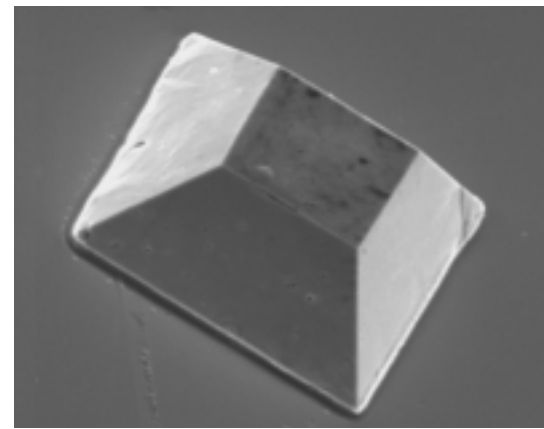
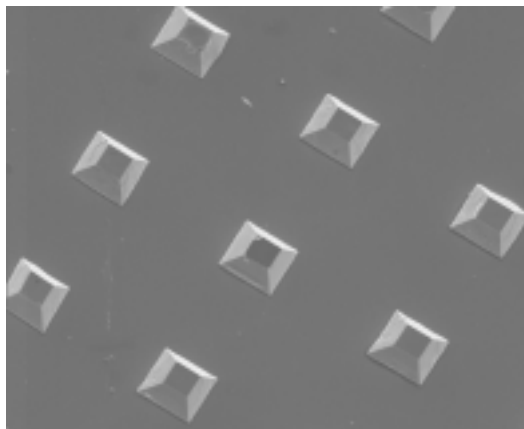


(g) 脫模

圖 1. 微鍍電鍍製程流程圖



(a)



(b)

圖 2. (a) 溼式蝕刻所蝕刻之矽模板；(b) 電鑄完成後之鎳模仁