第一章、簡介

1-1 前言

近年來由於半導體製程技術不斷進步，使得元件尺寸已縮小到次微米級甚至奈米等級，半導體製程中的微影技蝕刻術更是整個半導體製程中最重要也是最昂貴的技術，也就是說微影蝕刻技術，對於半導體、積體電路產業的發展有著密切的關係。這幾十年來微影蝕刻技術的進步速度，使得每隔18 ~ 24 個月在相同大小的晶片上，電晶體數量增加一倍的摩爾定律預言繼續實現。

以往的微影蝕刻技術則以光學微影蝕刻術使用佔絕大部分，它具有大量生產與速度快的優點，所以一直被廣泛地使用於半導體製程中。然而在光學微影蝕刻技術逐漸面臨於物理的極限與相關製程技術難以突破的問題，導致在線寬(Linewidth)與線距(Spacewidth)逐漸地縮小。當縮小至100 奈米以下(Sub-100 nm)的範圍後，製程技術的困難度與生產設備成本大幅增加，已經使的光學微影蝕刻技術，遇到了瓶頸。

此時，其他非光學式微影蝕刻技術陸續的被開發。如電子束蝕刻術(Electron-beam lithography)、X光刻術(X-ray Lithography, XRL)、離子投影蝕刻術(Ion Beam Projection Lithography, IPL)、電磁輻

射(Electromagnetic Radiation)蝕刻技術的極短紫外光(Extreme Ultra Violet, EUV)、奈米轉印微影術(Nanoimprint Lithography, NIL)等等，正在逐漸的展露頭角中。因此對於下世代微影技術 (Next Generation Lithography, NGL)，何種技術會脫穎而出，或說會出現何種方式的改變，大家都引頸期盼著，下面將介紹現今微影蝕刻技術發展的現況。

1-2 微影蝕刻技術發展現況

首先介紹光學微影蝕刻技術，在光學的概念中，如要縮短線寬的方法，主要的方式為縮短光源的波長、增大鏡頭的數值孔徑(Number Aperture, NA)和減小系統參數來提升微影系統的解析度，一般而言以縮短光源的波長為最直接且為最有效的方式。從初期發展的光源汞氙燈G-line(波長 436 nm)及汞氙燈I-line(波長 365 nm)的 0.35 ~ 0.5 微米製程技術，進展到目前的利用氟化氪(KrF)準分子雷射 (波長 248 nm)及 氟化氬(ArF)準分子雷射(波長 193 nm)的0.25 ~ 0.1 微米製程技術。

而氟(F_2)準分子雷射(波長 157 nm) 微影技術，因在開發過程上遇到許多瓶頸，某知名大廠也在2003 年宣佈放棄氟(F_2)準分子雷射微影技術的開發[1]。在2004年底，IBM利用氟化氬(ArF)微影設備結合浸潤式

微影(Immersion lithography)技術，推出一批實驗性微處理器，最小線寬已達90奈米。所謂浸潤式微影技術是指在投影鏡頭與晶圓之間用一種液體充滿，以獲得更好的解析度及增大鏡頭的數值孔徑，詳細資料請參閱[2]。一般氟化氬(ArF)微影設備的數值孔徑為 0.85 左右，而採用浸潤式技術後，可提升至1.0 以上，甚至是2[3]。因此目前發展現況以氟化氬(ArF)微影設備結合解析度增強技術[4-6]及浸潤式微影技術為主，希望能往45奈米製程邁進。

在非光學微影蝕刻技術上，電子束蝕刻技術雖然具有高解析度之優勢，但是無法大量生產是最大的致命傷，使其應用一直有其限制。所以有限角度散射投影式電子束蝕刻術(SCALPEL, scattering with angular limitation projection electron-beam lithography)、離子束投影蝕刻術(IPL)和極短紫外光蝕刻術 (EUV)等不同的微影蝕刻技術相繼出現，希望能發展出小於90奈米線寬且具備高量產能力的微影蝕刻技術。然而值得注意的是奈米轉印微影(Nanoimprint Lithography, NIL)技術的崛起，此技術強調低成本、高產能的優勢，其發展潛力不容小覷。

1-3 研究動機

由以上可以得知，光學微影蝕刻術在發展上，正被成本壓力與製程

技術困難度大幅提升，壓得透不過氣，使得其他的微影蝕刻技術有了機會。其中奈米轉印微影(NIL)技術，近幾年發展迅速，且已有量產機台。其原理是將所需要的圖形，先以電子束蝕刻技術製作於模仁(Mold)上，於基材上面塗佈光阻，將模仁壓印於基板上的光阻，以物理或是化學的反應使其光阻成形。此技術不但節省了光學微影蝕刻技術所需要複雜且昂貴的光學系統，並具有低成本、高產能的優勢。所以在2003年國際半導體技術(International Technology Roadmap for Semiconductors, ITRS 2003)藍圖首度將此技術列入考慮，並在2004 年版的國際半導體技術藍圖針對微影技術的規劃中，長期目標(2009 以後)提及轉印(Imprint)微影技術[7]，由此可見轉印微影技術的前瞻性及潛力。

因此我們希望能透過轉印的概念，利用電子束蝕刻術，將所需要的圖形，製作於模仁上。我們將利用電鍍原理，研究電鍍轉印出奈米金屬圖案，轉印出來的金屬圖案除了可以當作遮罩，也可直接作為金屬圖案使用。最終目的希望能利用此機制，發展出低成本、高產能的奈米電鍍轉印微影術，使得在奈米微影蝕刻領域，多一項選擇。