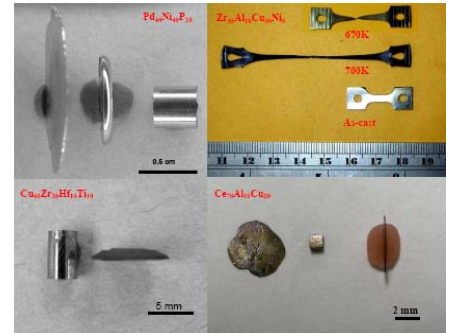


## (1) 金屬玻璃之機械性質研究與應用

近年來我們鈀基 (Pd-based)、金基 (Au-based)、鈾基 (Ce-based)、鋳基 (Zr-based) 與銅基 (Cu-based) 塊狀金屬玻璃中存在超塑性行為，針對此特性我們分別在各種金屬玻璃之過冷液態區間作超塑性與微米壓印實驗研究。

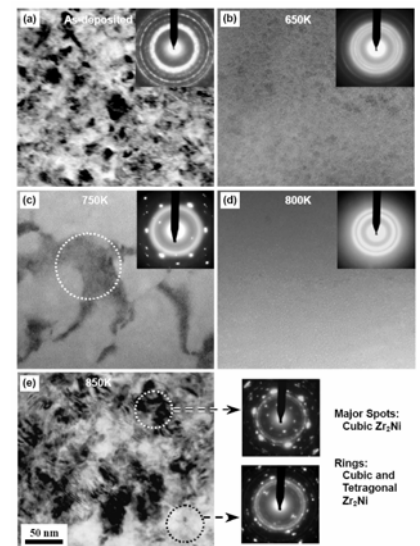
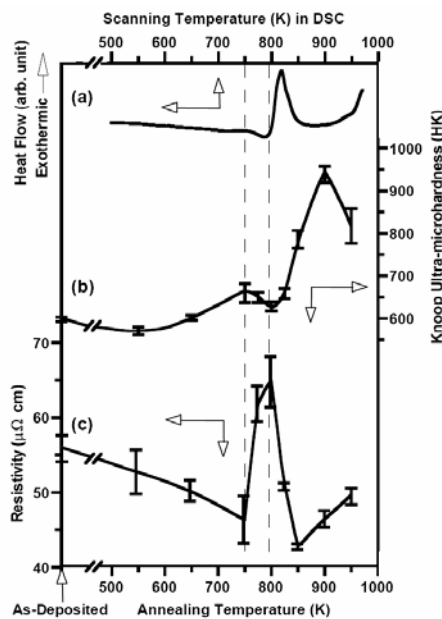
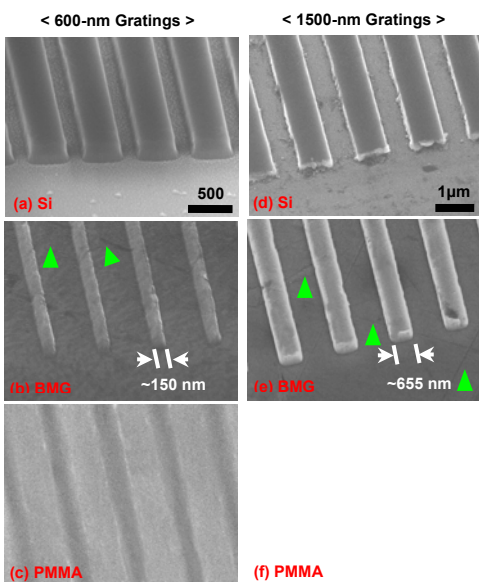
### (a) 超塑性研究

金屬玻璃合金當其溫度介於過冷液態區間，即玻璃轉換溫度 ( $T_g$ ) 與結晶溫度 ( $T_x$ ) 之間，材料會呈現軟化與黏滯流的狀態，由示差掃描熱分析儀 (DSC) 得到各別金屬玻璃合金的玻璃轉換溫度與結晶溫度之後，我們可以對金屬玻璃合金於其過冷液態區間進行壓縮或拉伸試驗。



### (b) 微米壓印研究

此研究為先於矽晶板上蝕刻出一些形狀，接者利用塊狀金屬玻璃合金，在過冷液態區間的均質變形能力，製造出具有高強度金屬玻璃合金的圖案，金屬玻璃合金有著非常優異的高溫成形能力當其回復至常溫時，又具有比一般傳統金屬要高的強度。且經壓印後的金屬玻璃與矽晶板模具有良好的對應性，壓印後的金屬玻璃也可進一步當作模具使用。



### (c) 金屬玻璃薄膜研究

在本研究中我們以濺鍍法鍍上二百奈米的單層膜，藉由退火方式可直接將其非晶質化程度提高且具有良好的玻璃成形性，我們所得之鋳基薄膜在玻璃轉換溫度下，利用快速退火方式可得基地為非晶質而有部分奈米結晶結構分布，此可造成強度、硬度的強化。再進一步運用金屬玻璃薄膜來提升 316L 不鏽鋼之四點彎曲疲勞性質。固態非晶化過程使得薄膜進一步改善試片表面粗糙度，明顯的提升了疲勞壽命與疲勞限強度。證實表面粗糙度、薄膜在基材上的附著力、薄膜本身的強度以及壓縮殘留應力對疲勞性質提升有極為重要的影響。

## (2) 無擴散阻絕層銅導線薄膜

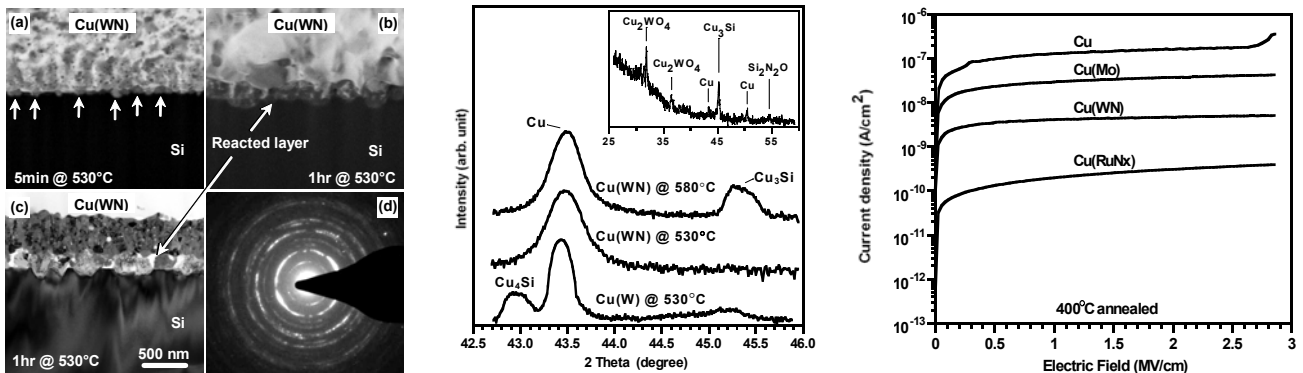
相較於鋁 (Al) 於矽元件上之銅金屬化製程因具較高之導電度與較佳之抗電遷移性，已被廣用於超大型積體電路 (ULSI) 與薄膜電晶體液晶顯示器之製造。然而，銅-矽間之交互作用及銅易擴散至矽或二氧化矽基板進而於低溫下生成銅矽化合物，此對微電子製程而言為必須解決之課題。無阻障層 (Barrierless or Barrier-free) 的銅製程將是一種解決方式，此係直接將具阻障層相當功能之物質以共同濺鍍方式摻雜於純銅中，藉以提升銅鍍層的熱穩定性提高，使之不易與矽基材反應，這不但可除去阻障層、亦可簡化製程、降低成本。以射頻磁控濺鍍法 (Magnetron Sputtering) 製備摻雜不互溶物質具低電阻與漏電流之銅合

金薄膜，可應用於積體電路、IC、TFT-LCD 等微電子元件領域，本實驗室近年來之重要研究成果如下：  
 (a) Cu(WN)/Si 系統

退火期間介於銅合金薄膜與無阻障層矽基板間有反應層形成。含少量WN相之銅合金薄膜係將銅與鎢於Ar/N<sub>2</sub>之混合氣體中作反應性共濺鍍沉積而製得。經在 530°C退火一小時，有一 200 nm厚之反應層生成於Cu(WN)/Si界面，可作為阻障層以保護薄膜免於與矽反應。X-ray繞射(XRD)、聚焦離子束(FIB)與穿透式電子顯微境(TEM)結果均證實此一反應層之形成，且獲知此一反應層由Cu<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>、Cu<sub>3</sub>Si與Si<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O組成。依漏電流與電阻量測結果得知銅摻雜微量之WN其熱穩定溫度可提升至 530°C，顯示其在未來無阻障層金屬化製程之應用極具潛力。

(b) Cu(RuNx)/Si 系統

退火期間介於銅合金薄膜與無阻障層矽基板間並無形成反應層。含少量RuNx相之銅合金薄膜係將銅與鎢於Ar/N<sub>2</sub>之混合氣體中作反應性共濺鍍沉積而製得。經在 680°C退火一小時，並無銅矽化合物形成，且可獲低電阻與漏電流。顯示其在未來無阻障層金屬化製程之非常具應用潛力。



### (3) 高介電陶瓷薄膜

(a) 鈦酸鋇系統

BaTiO<sub>3</sub>在居禮溫度附近的介電常數會呈現一個尖峰，在居禮溫度以下，呈現正方晶之結晶結構；居禮溫度以上，呈現立方晶的結晶結構。經由DSC的結果得知，鈦酸鋇薄膜的初始結晶溫度大約是在 500°C，經由快速退火爐在 700°C、30 分鐘加熱之後，可得到完全結晶的鈦酸鋇薄膜。此外，純鈦酸鋇薄膜的漏電流密度較大，因此實驗設計以氧化鈦的添加來降低元件的漏電流。結果顯示，氧化鈦的添加可有效抑制漏電流密度的產生，添加量越大產生的漏電流密度越小，此與晶粒大小和取代效應有極大的關係。

(b) 鈦酸鋇鋇系統

BST 在居禮溫度附近的介電常數會呈現一個相對尖峰，因此可調整 Sr 元素的組成比例，在元件操作溫度附近得到較高之介電常數。經由 In-situ 高溫鍍膜的 BST 薄膜，其介電常數會隨著基板溫度的增加而大幅的增加，大約可到達 200，最主要的原因是產生較大的晶粒和較佳的結晶性。經由 TEM 的觀察，隨著基板溫度的增加(450°C-650°C)，鈦酸鋇鋇薄膜之顯為組織同時存在非晶和結晶型態。當基板溫度到達 750°C，其顯為組織為完全結晶的柱狀結構且界面是相當的明顯，無任何互擴散的行為。我們也添加氧化鎂於鈦酸鋇鋇之中，研究發現氧化鎂的添加抑制鈦酸鋇鋇薄膜的晶粒成長，造成較差的結晶性。而經由 TEM 的觀察，發現有奈米晶的存在，經由 Diffraction Pattern 確認，為氧化鎂的奈米晶。

