

濕蝕刻矽薄膜厚度即時監控之新穎方法

A Novel Method for Real-Time Monitoring the Thickness of a Silicon Membrane During Wet Etching

李其源、吳政忠、陳永裕、陳文中、鄭英周、鮑世勇、張培仁、陳炳輝

Chi-Yuan Lee, Tsung-Tsong Wu, Yung-Yu Chen, Ying-Chou Cheng, Wen-Jong Chen, Shih-Yung Pao, Pei-Zen Chang, Ping-Hei Chen

本文提出利用表面聲波感測器即時監控濕蝕刻中矽晶片薄膜厚度之新穎方法。例如壓力感測器與加速度計及一些微機電系統元件常需要精確地控制矽晶片薄膜厚度，故濕蝕刻中能夠精確地控制矽晶片薄膜厚度是很重要的，因為控制地精準與否，會嚴重地影響其後製程進行及元件性能之好壞。因此，本文提出利用表面聲波感測器來即時監控濕蝕刻中矽晶片薄膜厚度可從幾十微米到八十微米，由實驗結果顯示，其實驗值與理論值誤差小於 3 微米，且量測架設簡單，未來更有潛力達到大量生產之目地。

This paper proposes a novel method based on the surface acoustic wave (SAW) sensor for monitoring *in situ* the thickness of a silicon membrane during batch chemical etching. Like pressure sensors and accelerometers, some micro-electro-mechanical systems (MEMS) devices require the thickness of silicon membranes to be known precisely. Precisely controlling the thickness of a silicon membrane during batch chemical etching is important, because it strongly influences post-processing and device performance. In summary, the proposed method for measuring the thickness of a silicon membrane in real time from tenths of μm to $80 \mu\text{m}$, is highly accurate, is simple to implement and can be mass-produced. The principles of the method, detailed process flows, the set-up for measuring thickness and simulation and experimental results are all discussed. The theoretical and measured values differ by an error of less than $3.00 \mu\text{m}$, so the experimental and theoretical values correlate well with each other.

一、研究背景

微機電系統 (micro-electro-mechanical system, MEMS) 是目前科技界公認最具未來發展潛力及前瞻性的研究領域，其主要用來製作懸臂樑 (cantilever beam)、薄膜 (diaphragm)、空穴

(cavity)、微流量控制系統 (micro-fluidic system)、噴墨印表頭 (ink-jet printing device) 等。

微機電系統的製造技術可概分為四類，分別為面型矽基加工 (surface micromachining)、體型矽基加工 (bulk micromachining)、LIGA 技術及各種微機械加工技術。面型矽基加工係指利用半導體製程之

薄膜沉積及蝕刻技術在矽晶片上製作出微機械元件。體型矽基加工係指利用非等向性蝕刻、蝕刻終止與蝕刻罩幕等技術蝕刻矽晶片本身，製作出微機械元件。LIGA 技術係結合 X-ray 光刻術、電鑄與射出成型製作出高深寬比微機械結構。微機械加工則利用切削加工、放電加工或射出成型等方法來製作出微機械元件。

非等向性濕蝕刻是用來在矽晶片上製造各種微結構之關鍵技術⁽¹⁾。例如壓力感測器、加速度計及一些微機電系統元件需要精確地控制矽晶片薄膜厚度，故濕蝕刻中能夠精確地控制矽晶片薄膜厚度是很重要的，因為控制得精不精準，會嚴重地影響其後製程進行及元件性能之好壞。使矽晶片變薄有各種加工方法，常用的方法有濕蝕刻⁽²⁾、乾蝕刻⁽³⁾及機械研磨。在濕蝕刻中，非等向性蝕刻液常用的有氫氧化鉀 (KOH)、四甲基氫氧化銨 (TMAH)、乙二胺磷苯二酚 (EDP)⁽⁴⁾，常用來達到大量生產的目的地，而乾蝕刻可精確地控制矽晶片薄膜厚度。濕蝕刻及乾蝕刻各有其優缺點⁽²⁾。

製造技術中非等向性濕蝕刻之蝕刻終止技術，主要分為下面幾種。P⁺ 自動停止蝕刻技術⁽⁵⁾，係以雜質重摻雜入矽晶片中 (如：硼離子濃度大於 10¹⁹ cm⁻³)，形成一蝕刻阻擋層，以控制薄膜厚度，但其會造成元件製作之污染與應力之產生且成本較高；電化學自動停止蝕刻⁽⁶⁾，為利用具有 *n* 型磊晶層之 *p* 型矽晶圓形成之 *p-n* 接合面 (*p-n* junction)，施以一反向偏壓進行蝕刻，並控制電壓降使蝕刻液僅能蝕刻至一特定厚度範圍，亦有利用類似或其改良之技術，如：光輔助電化學蝕刻停止技術 (photo-assisted electrochemical etch stop)，係利用輕摻雜之 *n* 型矽晶片與光強度控制蝕刻率；V 形槽深度尺監控⁽⁷⁾，係先加工 {100} 矽晶片，使其在元件製作區以外之區域產生一系列寬度不一之 V 形槽列，其蝕刻深度與開口寬度具有一固定關係，其後，在濕蝕刻矽晶片背面時，依照被蝕穿之已知 V 形槽中所具開口寬度判別矽薄膜之厚度；以及絕緣層絕緣矽晶 (silicon on insulator, SOI) 停止蝕刻技術⁽⁸⁾，係藉由結構層 (device layer) 矽晶片厚度決定所需矽薄膜之厚度 (一般為幾微米至幾十微米)，在結構層 (device layer) 與操控層 (handle layer) 矽晶片中夾置

一二氧化矽層 (SiO₂) 等，藉由蝕刻選擇性使蝕刻液從矽晶片背面蝕刻至二氧化矽層時即停止。以上之技術主要特徵為非即時監控濕蝕刻矽薄膜厚度。

目前主要之即時監控濕蝕刻矽薄膜蝕刻停止技術係由 Hiroshi Tosaka 等人⁽⁸⁾ 所提出之光學停止蝕刻技術，其在蝕刻之同時利用矽薄膜與蝕刻液之吸收光波長範圍不同，以干涉光譜儀偵測矽薄膜之吸收光波長範圍內光強度變化以得知矽薄膜厚度，此方法之限制為其薄膜必須能夠透光，故偵測範圍有限，僅在 2–20 μm 之間。本研究主要是提供另一種非光學式即時監控濕蝕刻矽薄膜之蝕刻停止技術，並擴大其偵測範圍，以利於生產各種微機電元件所需之矽薄膜厚度。

二、研究方法

1. 表面聲波在多層結構中有液體負載之波傳行為

在本節中，我們考慮表面聲波 (surface acoustic wave) 在多層結構中有液體負載之波傳行為。從理論模擬出相位速度 (phase velocity) 跟矽晶片薄膜厚度之關係，並跟實驗結果作比較。我們利用八階矩陣 (eight-dimensional matrix) 之公式來計算表面聲波在多層結構中有液體負載之波傳行為^(9,10)。使用此種方法的優點為不會因為多層結構層數的增加而使矩陣的維度增加造成計算上耗時，由於此特性，故特別適合用來分析其多層結構中有液體負載之波傳行為。

考慮一表面聲波在壓電薄膜 (piezoelectric thin film) 多層結構中有液體負載之波傳行為，一邊為半無窮域，一邊為負載液體，如圖 1 所示。利用八階矩陣之公式來計算表面聲波在多層結構中有液體負載之波傳行為，在界面 (interface) 地方其廣義曳力向量 (generalized traction vector, **T**) 及其廣義速度向量 (generalized velocity vector, **G**) 的關係式表達成方程式 (1)⁽¹¹⁾：

$$\mathbf{T}(H) = \mathbf{G}\mathbf{V}(H) \quad (1)$$

其中，**G** 是阻抗張量 (impedance tensor)，*H* 是多層

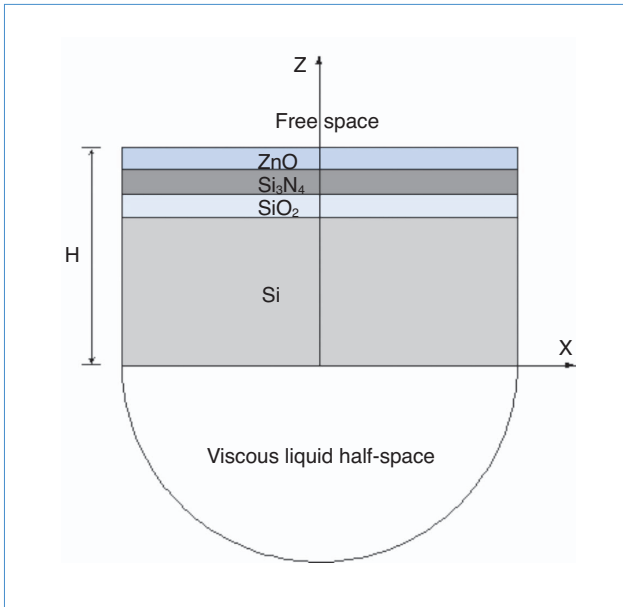


圖 1. 壓電薄膜多層結構有液體負載之示意圖。

結構之厚度 (thickness of a multi-layered structure)，因為在液體負載界面，波只能往上传播，所以全波阻 (global impedance) 可以等效為往上传播之聲波阻抗 (up-going wave impedance) 為 Z_1 ，因此，其關係式可表達成方程式 (2)：

$$\mathbf{T}_1(H^+) = \mathbf{Z}_1 \mathbf{V}_1(H^+) \quad (2)$$

在固體及液體接觸之界面，應力 (stress)、質點速度 (particle velocity)、電位勢 (electric potential) 與電位移 (electric displacement) 必須都滿足其連續的邊界條件：

$$\mathbf{T}(H) = \mathbf{T}_1(H^+), \mathbf{V}(H) = \mathbf{V}_1(H^+) = \mathbf{V}(H) \quad (3)$$

從方程式 (1)、(2) 與 (3)，可以得到

$$(\mathbf{G} - \mathbf{Z}_1) \mathbf{V}(H) = 0 \quad (4)$$

廣義速度向量其關係式必須滿足行列式 (determinant) 為零，才有其非零解 (non-trivial solution)

$$\det(\mathbf{G} - \mathbf{Z}_1) = 0 \quad (5)$$

利用方程式 (5)，可用來模擬計算出表面聲波在 Si(296.50 μm)/SiO₂(1000 Å)/Si₃N₄(1500 Å)/ZnO(15100 Å) 多層結構中有液體負載之波傳行為，並求出其頻散曲線，如圖 2 所示，所用來模擬計算之材料常數參見文獻⁽¹²⁾。由圖 2 所模擬計算出之結果可看出，表面聲波感測器之又指狀換能器波長 (80 μm) 設計可決定所欲偵測矽薄膜厚度，當矽晶片厚度大於 80 微米時，其速度會趨近於矽晶片之表面聲波波速，當矽晶片厚度小於 80 微米時，其表面聲波會與塊體波 (bulk wave) 耦合成為板波 (plate wave)，其速度會隨著矽晶片厚度之變薄而產生很大之改變。

2. 表面聲波感測器之設計

表面聲波又稱為雷利波 (Rayleigh wave)，它是由縱向波 (longitudinal wave) 及剪力波 (shear wave) 所耦合而成，其最大特點為其能量會集中在離開表面之一個波長範圍內⁽¹³⁾。本文係利用壓電薄膜配合其叉指狀換能器 (interdigital transducer) 來產生其表面聲波，其中該壓電薄膜材料常用的有氧化鋅 (ZnO)、氮化鋁 (AlN)、或銻鈦酸鉛 (PZT) 等，本文所採用之壓電薄膜為氧化鋅，其原因為其有較高之耦合係數 (high coupling coefficient)、較強之壓電效

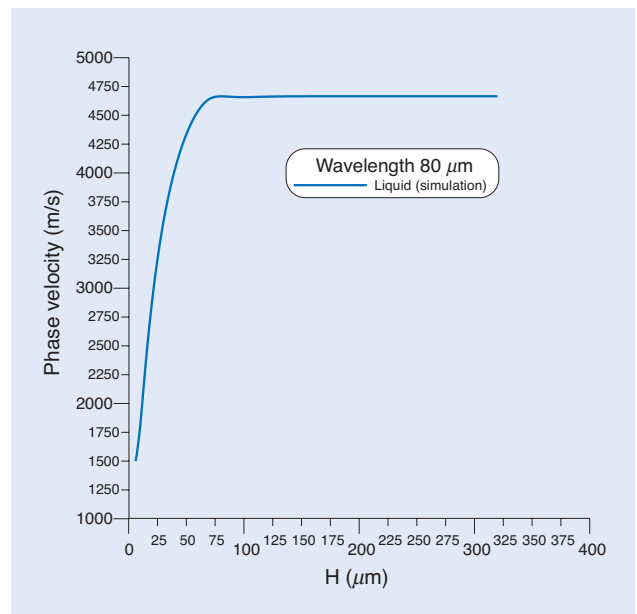


圖 2. 矽晶片基材有液體負載相位速度之頻散曲線。

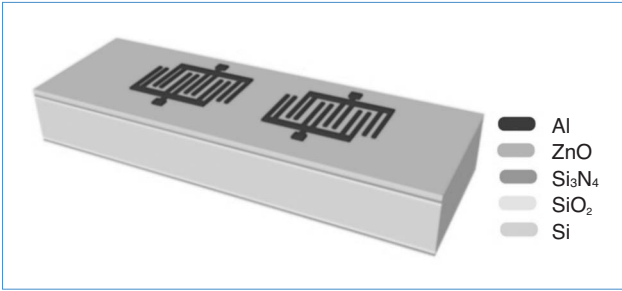


圖 3. 表面聲波感測器之結構示意圖。

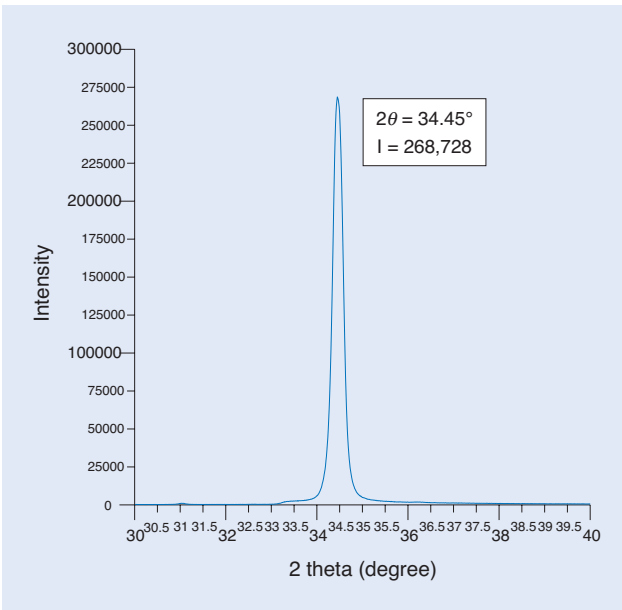
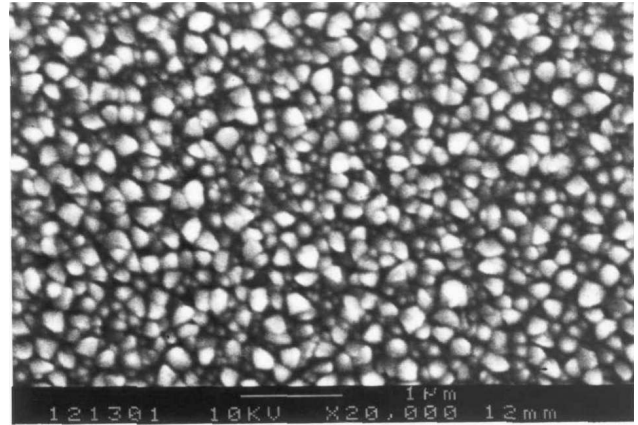


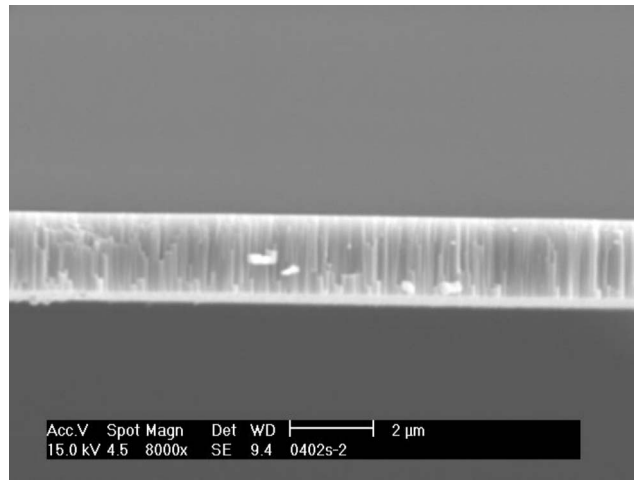
圖 4. 氧化鋅壓電薄膜之 X 光繞射分析。

應 (strong piezoelectric effect) 及可沉積於很多不同之基材上，在微機電系統上扮演著很重要的角色，已有很多不同方面之應用⁽¹⁴⁾。此表面聲波感測器之結構示意圖如圖 3 所示，其壓電薄膜材料氧化鋅係利用濺鍍 (sputtering) 技術濺鍍完成，圖 4 係利用 X 光繞射分析 (X-ray diffraction, XRD) 可明顯觀察出氧化鋅有很好之 (002) c 軸取向。

圖 5(a) 上視圖係利用掃描式電子顯微鏡 (scanning electron microscope, SEM) 可觀察其表面形貌非常均勻、緻密，圖 5(b) 從側視圖可觀察其為 6 mm 對稱之柱狀結構。壓電薄膜材料利用逆壓電效應 (converse piezoelectric effect) 可把輸入一交流電 (AC) 電壓於輸入之叉指狀換能器 (input



(a) 上視圖



(b) 側視圖

圖 5. 氧化鋅壓電薄膜之掃描式電子顯微鏡圖。

interdigital transducer) 產生一表面聲波，該表面聲波經一段時間並傳遞至另一輸出之叉指狀換能器 (output interdigital transducer)，且利用其正壓電效應 (direct piezoelectric effect) 把表面聲波轉換為電訊號輸出，其輸出之電壓或相位速度會隨著矽晶片厚度不同而改變。

圖 6 為一雙埠叉指狀換能器 (two-port interdigital transducer) 之示意圖，其中 λ 為叉指狀換能器之週期 (亦是表面聲波之波長)； W 為聲波孔徑 (acoustic aperture)，即為叉指狀換能器之叉指重疊長度， W 愈短會造成聲波繞射，愈長耦合愈強，但會造成諧振峰附近鋸齒狀產生，故通常設計在 30-100 倍波長間； L 為叉指狀換能器之叉指長度；兩叉指狀換

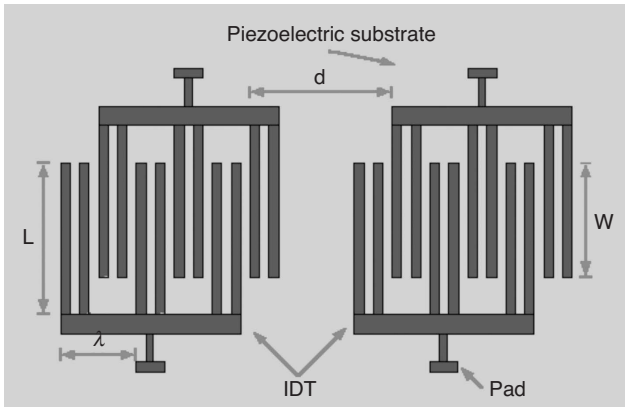


圖 6. 雙埠叉指狀換能器之示意圖。

能器之聲波傳遞距離 d 需為波長的整數倍，但不可太近造成電磁饋通 (electromagnetic feedthrough)，亦不可太遠造成傳遞之訊號無法接收；叉指對數 N 方面，數目越多輻射功率愈大，所能接收的信號愈強，但受尺寸的限制，數目多寡仍有其限制，在設計叉指狀換能器時很多參數必須加以適當設計如表 1 所示，其中特別值得一提的是，表面聲波感測器之叉指狀換能器波長 ($80 \mu\text{m}$) 設計可決定所欲偵測矽薄膜厚度，今假若欲控制一元件所需矽薄膜厚度範圍不同，可將叉指狀換能器之波長做適當的設計，而達到所欲偵測矽薄膜之厚度。

三、製程

此表面聲波感測器之製作流程如圖 7 所示。首先在一厚度為 $296.50 \mu\text{m}$ 、直徑為 100 mm 、 $\{100\}$ p 型矽晶片表面以高溫爐管熱氧化成長 1000 \AA 厚之二氧化矽 (SiO_2) 於矽晶片之兩面，再以低壓化學氣相沉積儀 (low pressure chemical vapor deposition, LPCVD) 沉積一 1500 \AA 厚之氮化矽 (Si_3N_4)，如圖 7(a) 所示，氮化矽作為濕蝕刻時之蝕刻罩幕層 (etching mask)，二氧化矽為減低矽晶片與氮化矽層之張應力影響。接著以反應性離子蝕刻機 (reactive ion etching, RIE) 乾蝕刻，在該矽晶片之背面形成一有圖樣之蝕刻洞 (etching hole)，如圖 7(b) 所示，然後在矽晶片之正面利用射頻磁控管 (RF magnetron sputter) 濺鍍一 $1.51 \mu\text{m}$ 厚之氧化鋅壓電

薄膜如圖 7(c) 所示，其製程操作條件如表 2 所示。隨後於氧化鋅表面利用電子槍蒸鍍機 (E-gun evaporator) 蒸鍍一 1000 \AA 厚之鋁金屬如圖 7(d) 所示，此鋁金屬再以黃光及掀舉 (lift-off) 製程產生一輸入叉指狀換能器與一輸出叉指狀換能器，叉指狀換能器之圖形與特徵，如前所詳述。最後將矽晶片以一蝕刻支撐架 (etching holder) 支撐，使矽晶片之

表 1. 叉指狀換能器之參數設計。

叉指狀換能器 (Interdigital transducer, IDT)	參數值 (Value of parameter)
叉指狀換能器之週期 (Periodicity of IDT, λ)	$80 \mu\text{m}$
叉指狀換能器之叉指長度 (Length of the IDT fingers, L)	$3600 \mu\text{m}$
叉指狀換能器之叉指重疊長度 (Length of overlap of the IDT fingers, W)	$3200 \mu\text{m}$
聲波傳遞距離 (Length of the path of acoustic propagation, d)	$1200 \mu\text{m}$
叉指對數 (Numbers of pairs, N)	90
鋁墊面積 (Area of pad)	$100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$

表 2. 濺鍍氧化鋅壓電薄膜之參數。

靶材 (Target)	ZnO, 4" diameter
氣體 (Gas, sccm)	Ar/O ₂ = 1 : 1
沉積壓力 (Deposition pressure, Pa)	9.5×10^{-5}
射頻功率 (RF power, W)	200
基材溫度 (Substrate temperature, °C)	210
濺鍍速率 (Sputtering rate, Å/h)	5020
靶材至基材距離 (Working distance, cm)	13

背面浸入一 KOH 之非等向性濕蝕刻液中，使暴露於蝕刻液的矽晶片進行非等向性蝕刻，其蝕刻操作條件為 KOH 蝕刻液的濃度為重量百分比 33%、蝕刻溫度為 72 °C 並以攪拌子加以攪拌，其蝕刻速率可達每分鐘 0.93 μm ，如圖 7(e) 所示。

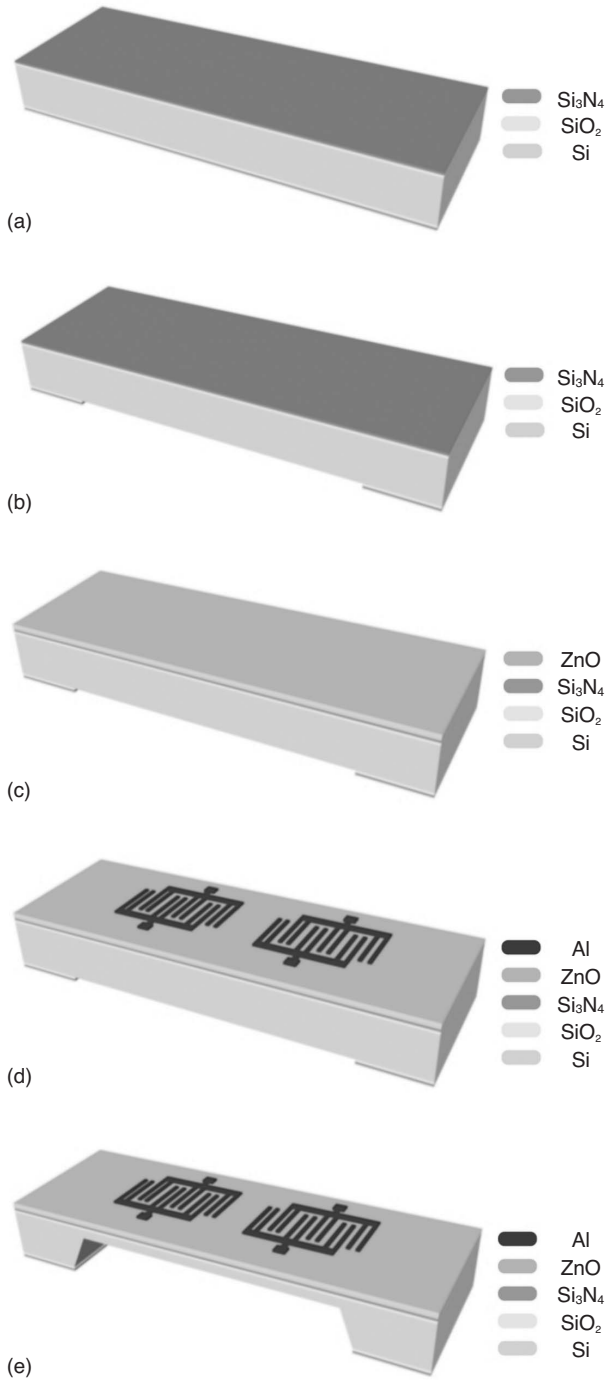


圖 7. 表面聲波感測器之製作流程。

四、實驗架設與結果討論

本文之實驗量測架設方式為將此雙埠叉指狀換能器與一 HP8714ES 之網路分析儀 (network analyzer) 相連接，並將矽晶片以一蝕刻支撐架支撐，使矽晶片之背面浸入一 KOH 之非等向性蝕刻液中，使暴露於蝕刻液的矽晶片進行非等向性蝕刻，如圖 8 所示。此時網路分析儀輸入一交流電訊號於輸入叉指狀換能器，該矽晶片上之氧化鋅壓電薄膜會因壓電效應 (piezoelectric effect) 激發產生一表面聲波，此表面聲波會傳遞至輸出叉指狀換能器，該輸出叉指狀換能器會將接收到之表面聲波轉換為電訊號輸出，藉由網路分析儀得到表面聲波之中心頻率，得知所形成之矽薄膜的即時厚度。其中，在網路分析儀方面，由於矽薄膜在液體中膜厚與相位速度 (相位速度 = 波長 \times 頻率) 之關係，如圖 2 所示，故在膜厚小於表面聲波之波長時，可利用頻率推知膜厚，而在膜厚大於表面聲波之波長時，頻率幾乎為一常數，此乃由於所產生之表面聲波，其能量集中於一個表面聲波波長之薄膜表面厚度，對於較厚之矽薄膜，蝕刻造成的矽薄膜厚度變化對頻率不具影響性；但當膜厚小於一個表面聲波波長之波長時，頻率隨著膜厚變小而呈線性迅速變小。

在頻率與插入損失 (insertion loss) 關係圖中，在不同矽薄膜厚度下，可由理論得知其與中心頻率之關係，故在濕蝕刻進行時，對應此關係圖，即可得知矽薄膜之即時厚度。當矽晶片未開始進行蝕刻前，先用 Alpha-step 500 表面輪廓儀 (surface profiler) 量測其矽晶片總厚度為 296.50 μm ，如圖 9(a) 所示，然後用一 μscan AF2000 雷射干涉儀 (z 軸解析度為 25 奈米) 量測其矽晶片背面未蝕刻前之厚度為 571.22 μm ，如圖 9(b) 所示。網路分析儀上會顯示出頻率與插入損失關係圖，中心頻率 F 為 58.01 MHz，如圖 9(c) 所示。當矽晶片厚度 H 漸漸被 KOH 濕蝕刻變薄，再用 μscan AF2000 雷射干涉儀量測其矽晶片背面蝕刻後之厚度為 776.85 μm ，如圖 9(d) 所示。經計算後得知此時其矽晶片厚度為 90.87 μm ，中心頻率仍為 58.01 MHz，與矽晶片未蝕刻前之中心頻率相同，此現象乃因表面聲波無法傳遞至矽薄膜底部，故雖厚度改變卻無法顯

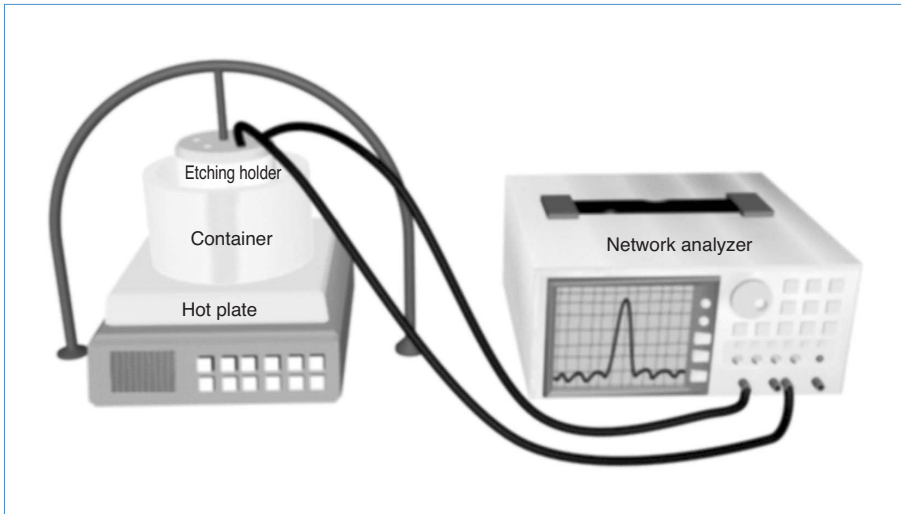


圖 8. 表面聲波感測器之實驗量測架設示意圖。

示於頻率改變上，如圖 9(e) 所示。接著繼續濕蝕刻矽晶片，同樣用 $\mu\text{scan AF2000}$ 雷射干涉儀量測其矽晶片背面之厚度為 $802.94 \mu\text{m}$ ，如圖 9(f) 所示，經計算後得知其矽晶片厚度漸漸變薄至 $64.78 \mu\text{m}$ 小於表面聲波之波長，中心頻率漂移變為 57.50 MHz ，如圖 9(g) 所示。依序再重複步驟，繼續濕蝕刻矽晶片，同樣用 $\mu\text{scan AF2000}$ 雷射干涉儀量測其矽晶片背面此時之厚度為 $811.83 \mu\text{m}$ ，如圖 9(h) 所示，經計算後得知其矽晶片厚度變薄到達預期厚度 $55.89 \mu\text{m}$ 時，中心頻率會漂移至目標值 56.40 MHz ，如圖 9(i) 所示。圖 10 顯示矽晶片厚度與中心頻率理論與實驗比較之結果，兩者之誤差在 3 微米內。

另外本文所提之設計方法若是剛好應用在表面聲波元件 (SAW device)，則可同時把所製作之表面聲波感測器一起製作完成在同一矽晶片上。但若是要監控壓力計或是其他製程相異元件之矽薄膜厚度，則勢必無法將所製作之表面聲波感測器一起製作完成在同一矽晶片，而需各自完成製作在不同矽晶片上。此時，在控制壓力計或其他元件之矽薄膜厚度時，本文所製作完成之表面聲波感測器之晶片所扮演的角色為蝕刻測試片一起放進溼蝕刻液中蝕刻，由於兩者元件非製作完成在同一矽晶片上，所以其矽薄膜厚度會有誤差產生，而可經由重複多次之實驗，累積足夠經驗，把其誤差補償回來，即可達到精確之矽薄膜厚度即時監控。

五、結論

本文之主要目的係在提供一種濕蝕刻矽薄膜厚度即時監控新穎方法，俾能在濕蝕刻進行中，直接量測出微米級之矽薄膜厚度，不需將矽薄膜移至外界量測，使其利於後續製程之操作，並在量產中減少成本、增加矽薄膜厚度精準度。

誌謝

筆者衷心地感謝台灣大學應用力學研究所劉世揚先生、顏凱翔先生、蕭富元先生、劉智偉先生、季君炎先生在實驗及量測上之諸多協助，以及國科會北區微機電中心提供無塵室設備以利實驗之進行。

參考文獻

1. G. T. A. Kovacs, N. I. Maluf, and K. E. Petersen, *Proceedings of the IEEE*, 1536 (1998).
2. K. R. Williams and R. S. Muller, *Journal of Microelectromechanical Systems*, **5**, 256 (1996).
3. J. Kiihamaki, H. Kattelus, J. Karttunen, and S. Franssila, *Sensors and Actuators*, **82**, 234 (2000).
4. N. Fujitsuka, K. Hamaguchi, H. Funabashi, E. Kawasaki, and T. Fukada, *The 12th International Conference on Solid State Sensors, Actuators and Microsystems*, 1667 (2003).
5. M. Madou, *Fundamentals of Microfabrication*, New York: CRC Press (1997).

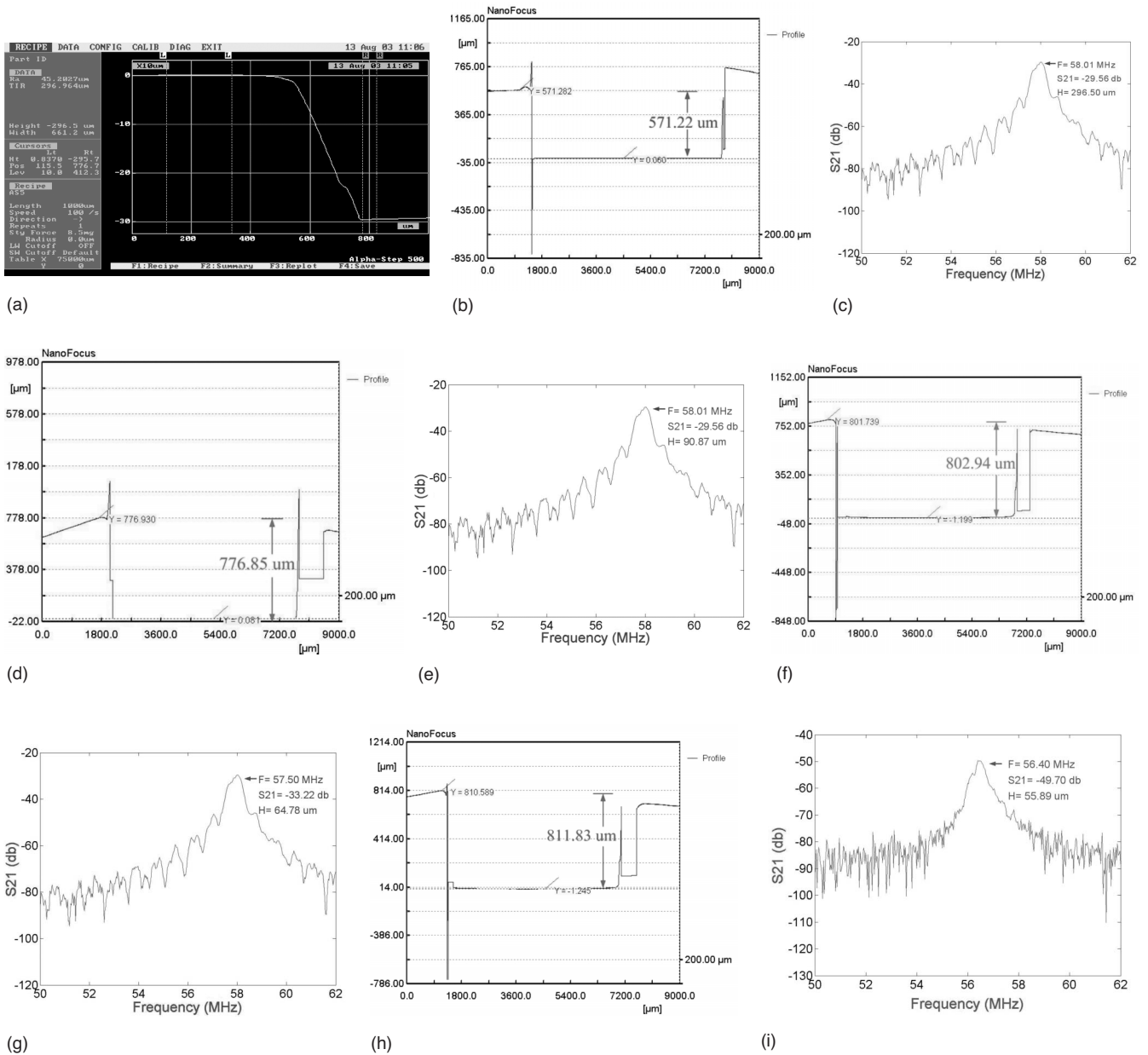


圖 9. 網路分析儀上所顯示之矽晶片蝕刻前與蝕刻後實驗結果之中心頻率與插入損失關係圖。

- C. M. A. Ashruf, P. J. French, P. M. Sarro, P. M. M. C. Bressers, and J. J. Kelly, *Mechatronics*, **8**, 595 (1998).
- P. Z. Chang and L. J. Yang, *J. Micromech. Microeng.*, **8**, 182 (1998).
- K. Minami, H. Tosaka, and M. Esashi, *J. Micromech. Microeng.*, **5**, 41 (1995).
- T. T. Wu and M. P. Chang, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **41**, 5451 (2002).
- T. T. Wu and T. Y. Wu, *Transactions of the ASME*, **66**, 262 (2002).
- M. B. Braga, *Wave Propagation in Anisotropic Layered Composites*, Ph.D. Dissertation, Stanford University, Stanford, CA (1990).
- B. A. Auld, *Acoustic Fields and Waves in Solid*, Volume I, R. E. Krieger, New York (1990).
- K. Uchino, *Ferroelectric Devices*, New York: Marcel Dekker (2000).
- T. Xu, G. Wu, G. Zhang, and Y. Hao, *Sensors and Actuators*, **104**, 61 (2003).
- C. K. Campbell, *Surface Acoustic Wave Devices for Mobile and Wireless Communication*, New York: Academic Press (1998).

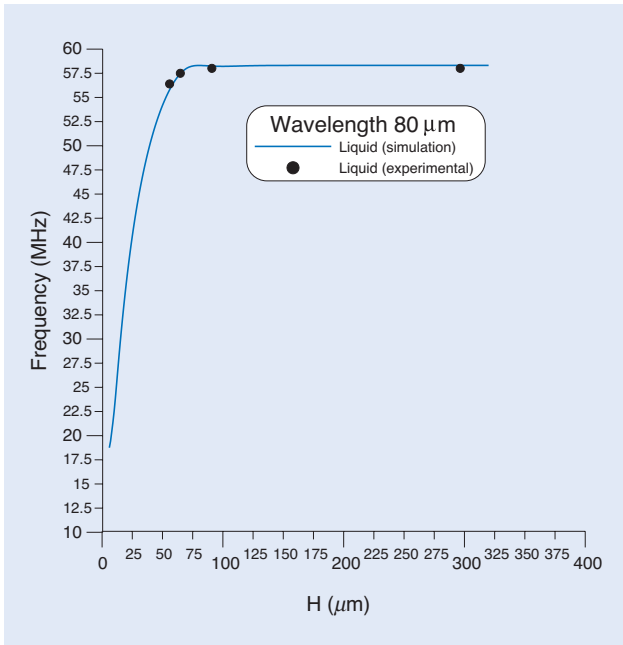


圖 10. 矽晶片厚度與中心頻率理論與實驗結果之比較圖。

- 李其源先生現為國立台灣大學機械工程研究所博士班研究生。
- 吳政忠先生為美國康乃爾大學理論暨應用力學博士，現任國立台灣大學應用力學研究所教授。
- 陳永裕先生為國立台灣大學應用力學研究所博士，現任國立台灣大學應用力學所博士後研究員。
- 鄭英周先生現為國立台灣大學機械工程研究所博士班研究生。
- 陳文中先生為國立台灣大學機械工程研究所博士，現任國立台灣大學應用力學所博士後研究員。
- 鮑世勇先生現為國立台灣大學應用力學研究所博士班研究生。

- 張培仁先生為美國康乃爾大學理論暨應用力學博士，現任國立台灣大學應用力學研究所教授。
- 陳炳輝先生為美國明尼蘇達大學機械工程博士，現任國立台灣大學機械工程研究所教授。
- Chi-Yuan Lee is a Ph.D. candidate in the Department of Mechanical Engineering at National Taiwan University.
- Tsung-Tsong Wu received his Ph.D. in theoretical and applied mechanics from Cornell University, USA. He is currently a professor in the Institute of Applied Mechanics at National Taiwan University.
- Yung-Yu Chen received his Ph.D. in applied mechanics from National Taiwan University. He is currently a post doctor in the Institute of Applied Mechanics at National Taiwan University.
- Ying-Chou Cheng is a Ph.D. candidate in the Department of Mechanical Engineering at National Taiwan University.
- Wen-Jong Chen received his Ph.D. in the Department of Mechanical Engineering from National Taiwan University. He is currently a post doctor in the Institute of Applied Mechanics at National Taiwan University.
- Shih-Yung Pao is a Ph.D. candidate in the Institute of Applied Mechanics at National Taiwan University.
- Pei-Zen Chang received his Ph.D. in theoretical and applied mechanics from Cornell University, USA. He is currently a professor in the Institute of Applied Mechanics at National Taiwan University.
- Ping-Hei Chen received his Ph.D. in department of mechanical engineering from Minnesota University, USA. He is currently a professor in the Department of Mechanical Engineering at National Taiwan University.