



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I462834 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：099145902

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 24 日

(51)Int. Cl. : **B32B37/06 (2006.01)****B32B37/12 (2006.01)****H01L23/00 (2006.01)****H01L21/02 (2006.01)**

(30)優先權：2010/03/02 法國

FR1051487

(71)申請人：S O I 科技矽公司 (法國) S.O.I. TEC SILICON ON INSULATOR
TECHNOLOGIES (FR)

法國

(72)發明人：佛瑞達茲 亞歷山卓委 VAUFREDAZ, ALEXANDRE (FR)；莫利納里 塞巴斯蒂安
MOLINARI, SEBASTIEN (FR)

(74)代理人：陳慧玲

(56)參考文獻：

EP 0854500A1

US 2006/0055003A1

US 2006/0160328A1

審查人員：傅仲陽

申請專利範圍項數：38 項 圖式數：4 共 17 頁

(54)名稱

利用熱機械效應製作經調節之多層構造之方法

PROCESS FOR FABRICATING A MULTILAYER STRUCTURE WITH TRIMMING USING
THERMO-MECHANICAL EFFECTS

(57)摘要

本發明係相關於製作一多層構造(130)之一製程，其包含：

- 將一第一晶圓(110)黏結至一第二晶圓(120)上(S1)，至少第一晶圓具有一斜角邊緣(117a，117b)，其黏結界面具有小於或等於 1 J/m^2 ；之黏附能量；與
- 將第一晶圓(110)薄化以便形成一移轉層(115)(S3，S4)。

在第一晶圓(110)薄化之前，利用一研磨輪(150)執行第一晶圓(110)邊緣之調節，其工作表面(151)包含有平均尺寸大於或等於 800 篩目或小於或等於 18 微米之礫質顆粒，該調節步驟係以大於或等於每秒 5 微米的下降速率降下研磨輪而執行，研磨輪之下降進入至第一晶圓更停止於離黏結界面少於或等於 $30 \mu\text{m}$ 的高度處。

The invention relates to a process for fabricating a multilayer structure (130) comprising: - bonding (S1) a first wafer (110) onto a second wafer (120), at least the first wafer having a chamfered edge (117a, 117b), the bonding interface having an adhesion energy of less than or equal to 1 J/m^2 ; and - thinning (S3, S4) the first wafer (110) so as to form a transferred layer (115). Before the thinning of the first wafer (110), a step of trimming the edge of the first wafer (110) is carried out using a grinding wheel (150), the working surface (151) of which comprises grit particles having an average size of greater than or equal to 800 mesh or less than or equal to 18 microns, said trimming step being carried out by lowering the grinding wheel at a rate of descent of greater than or equal to 5 microns per second, the descent of the grinding wheel into the first

wafer being furthermore stopped at a height (h_{110}) from the bonding interface of less than or equal to 30 μm .

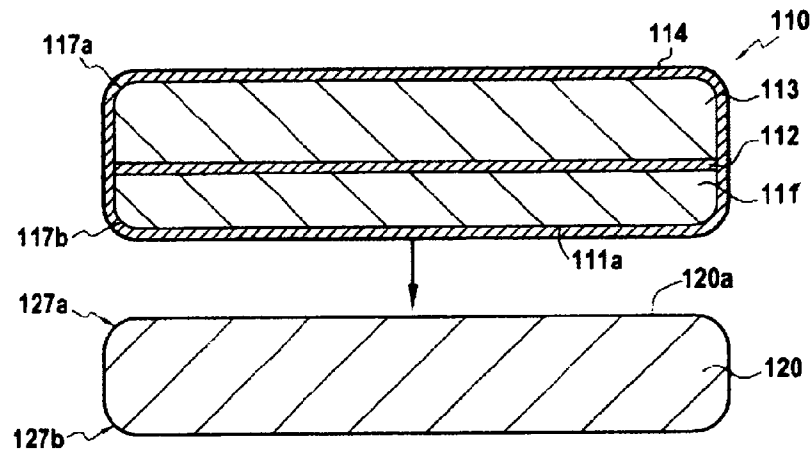


圖 1A

- 110 . . . 第一晶圓
- 111 . . . 矽層
- 111a . . . 側邊
- 112 . . . 埋置氧化物層
- 113 . . . 支撐
- 114 . . . 熱氧化物層
- 117a . . . 頂斜角
- 117b . . . 底斜角
- 120 . . . 第二晶圓
- 120a . . . 表面

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：99145902

※ 申請日：99 年 12 月 24 日

※IPC 分類：

B32B37/06 (2006.01),
B32B37/12 (2006.01),
H01L 23/06 (2006.01),
H01L 21/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用熱機械效應製作經調節之多層構造之方法/PROCESS FOR
FABRICATING A MULTILAYER STRUCTURE WITH TRIMMING
USING THERMO-MECHANICAL EFFECTS

二、中文發明摘要：

本發明係相關於製作一多層構造(130)之一製程，其包含：

- 將一第一晶圓(110)黏結至一第二晶圓(120)上(S1)，至少第一晶圓具有一斜角邊緣(117a, 117b)，其黏結界面具有小於或等於 1 J/m^2 之黏附能量；與
- 將第一晶圓(110)薄化以便形成一移轉層(115) (S3, S4)。

在第一晶圓(110)薄化之前，利用一研磨輪(150)執行第一晶圓(110)邊緣之調節，其工作表面(151)包含有平均尺寸大於或等於 800 篩目或小於或等於 18 微米之礫質顆粒，該調節步驟係以大於或等於每秒 5 微米的下降速率降下研磨輪而執行，研磨輪之下降進入至第一晶圓更停止於離黏結界面少於或等於 $30 \mu\text{m}$ 的高度處。

三、英文發明摘要：

The invention relates to a process for fabricating a multilayer structure (130) comprising:

- bonding (S1) a first wafer (110) onto a second wafer (120), at least the first wafer having a chamfered edge (117a, 117b), the bonding interface having an adhesion energy of less than or equal to 1 J/m^2 ; and
- thinning (S3, S4) the first wafer (110) so as to form a transferred layer (115).

Before the thinning of the first wafer (110), a step of trimming the edge of the first wafer (110) is carried out using a grinding wheel (150), the working surface (151) of which comprises grit particles having an average size of greater than or equal to 800 mesh or less than or equal to 18 microns, said trimming step being carried out by lowering the grinding wheel at a rate of descent of greater than or equal to 5 microns per second, the descent of the grinding wheel into the first wafer being furthermore stopped at a height (h_{110}) from the bonding interface of less than or equal to $30 \mu\text{m}$.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (圖 1A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110 第一晶圓	111 矽層
111a 側邊	112 埋置氧化物層
113 支撐	114 熱氧化物層
117a 頂斜角	117b 底斜角
120 第二晶圓	120a 表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於利用移轉至少一層至一支撐層上而製作多層半導體構造或底材(亦稱為多層半導體晶圓)之領域。

【先前技術】

多層構造(multilayer structures)的製作，通常包含有，例如，一矽質或 SOI (絕緣體上矽)晶圓的第一晶圓在，例如，由矽或藍寶石製成的第二晶圓或支撐(support)之上的直接晶圓黏結或融合黏結，黏結強化回火，以及第一晶圓的薄化，以便在第二晶圓上形成一層移轉層。

本發明更特別是有關於因黏結強化回火溫度限制而具有相對較弱黏結界面的多層構造。在直接晶圓黏結之後，其構造通常會進行回火以便強化兩晶圓之間的黏結，亦即是說，增加其間之黏結的表面能量(surface energy)。黏結強化回火溫度越高，其結果所形成之黏結或黏附能量便越大。

不過，在多種多層構造的情況之中，其黏結回火的溫度必須要予限制在相對較低的溫度上。

第一種情況是有關於所謂「異質」(“heterogeneous”)多層構造的製作，其中之異質性係在於，其所要組合的兩晶圓具有不同的熱膨脹係數，例如，在室溫(20°C)下差異達至少 10% 或 20%。此種異質性特別出現在特定應用於微電子或光電用途的 SOS (藍寶石上矽，silicon-on-sapphire (Al_2O_3))構造之中。在溫度增加的期間，例如由 200°C 及以上，兩晶圓中之一相對於另一晶圓的行為上的變異會導致異質構造中應力及/或應變的出現，其可能會導致兩晶圓或層間的脫層或脫離情形，及/或塑性形變及/或裂痕及/或底材或層其中之一的破裂。此即為黏結強化回火溫度在此等構造之中會有所限制之故。

第二種情況是相關於，其第一晶圓更包含了其所有或者元件或多個微元件中之一部份的多層構造，即如該些需要有一或多層的微元件被移轉到一最終支持層上的 3D 集積技術中的情況，其亦相關於電路移轉的情況，例如在背光成像器的製作中的情形。在此種情況下，黏結強化回火必須予以限制以免損傷到其微元件。

特別被用來形成移轉層以及支撐的晶圓的邊緣通常形成有斜角，或擁有圓滑邊緣，其用途是要讓晶圓的處理較為容易，並避免邊緣的碎屑化，此在晶圓的邊緣若是具有尖銳形狀時便可能會發生，此些碎屑常成為晶圓表面顆粒狀污染的來源。其斜角可具圓滑及/或倒角的形式。

不過，此些斜角的存在會使晶圓之間在其週緣之處無法達成良好接觸，此黏結上的弱點在黏結界面之處，會因前述黏結強化回火溫度上的限制而更為嚴重。其結果即會出現第一晶圓或移轉層只微弱地黏結，甚至完全未達成黏結的週緣區域。由於可能會出現無法控制形式的破裂，並以碎片或顆粒污染其構造的情形，第一晶圓或移轉層的此一週緣區域便必須去除掉。

因此，一旦晶圓被黏結在其支撐之上，且在該晶圓已被薄化之後，移轉層即進行調節以便去除掉斜角所延伸的週緣區域。其調節通常是利用機械性加工，特別是打磨的方式進行，以便處理移轉層的曝露表面，並深達其作為支撐用之第二晶圓。

不過，深層的機械性調節會在移轉層與其支持之間的黏結界面以及在移轉層本身兩者，皆導致剝離的問題。更精確而言，在黏結界面處，剝離的問題係對應於移轉層在接近於該層週緣處某些區域中的脫層，其可稱為「巨量剝落」(“macro peel-off”)。由於斜角的存在，在移轉層的接近週緣之處，其黏結能量相對較弱。其結果，此調節在移轉層的此區域內可以導致其移轉層與支持底材間黏結界面的部份黏結脫離情形。

因此，本技術領域中需要尋找一種製程，其可以容許一多層構造中的第一晶圓，或移轉層，能夠在不出現前述缺點的情況之下進行調節。

【發明內容】

本發明之目的係在於利用提供製作一多層構造(130)之一製程而解決前述問題：

- 將一第一晶圓黏結至一第二晶圓上，至少第一晶圓具有一斜角邊緣，其黏結界面具有小於或等於 1 J/m^2 之黏結表面能量，或黏附能量；與

- 將第一晶圓薄化以便形成一移轉層，

在此製程中，在第一晶圓薄化之前，利用一研磨輪執行第一晶圓邊緣調節之步驟，其工作表面包含有平均尺寸大於或等於 800 篩目或小於或等於 18 微米之礫質顆粒，該調節步驟係以大於或等於每秒 5 微米的下降速率降下研磨輪而執行，研磨輪之下降進入至第一晶圓更停止於離黏結界面少於或等於 $30 \mu\text{m}$ 的高度處。

利用在薄化之前調節第一晶圓，且在以上所界定的操作條件之下，便有可能可以獲得第一晶圓的完整調節，其同時需將研磨輪之穿透深度限制在低於第一晶圓所要調節部份之總高度以下(第一晶圓之內研磨輪之下降停止於黏結界面之上)。前述之剝離問題便得以避免。

依據本發明一要點，其調節步驟係在至少等於斜角邊緣所延伸之寬度的一個寬度上進行。

依據本發明一特定實施例，該製程包含有在黏結步驟之前，在第一晶圓之一側上製作一層元件之至少一步驟，第一晶圓之包含有該層元件之該側係被黏結於第二晶圓上。其更可執行在第一晶圓反對於製作有第一層元件側之一側上製作一第二層微元件之步驟。

使用本發明之調節製程可容許利用堆疊二或更多片的晶圓而製作三度空間構造，其同時亦可以減低在晶圓間的黏結界面及在元件層之中發生脫層的風險。其元件層中之一可特別地包含有影像感測器。

【實施方式】

本發明大致上可適用於對包含有至少兩晶圓的多層構造所進行之調節，此構造係利用黏結(bonding)而連結在一起，且其黏結的表面能量限制在 1 J/m^2 或更低，且兩晶圓中至少有一片在其週緣部份具有斜角或圓滑邊緣。此種多層構造特別是指利用具有不同熱膨脹係數，或包含有微元件的至少二片晶圓所製成，且其可令黏結穩定並增加其黏結能量的黏結強化回火之溫度必須予與限制的該些構造。本發明同樣亦可適用於其晶圓係利用其他諸如陽極黏結，金屬黏結，或黏劑黏結等的其他形態黏結方式而連結在一起的多層構造—只要其黏結能量保持低於 1 J/m^2 即可。

此些晶圓通常是為圓形並可能具各種不同直徑，特別是 100 mm，150 mm，200 mm 或 300 mm。

兩晶圓中之一可能已有元件形成於其中，其接著被黏結至作為支撐的另一晶圓上。「元件」一詞在此應指利用與晶圓不同材料所製作，且可能對一般進行黏結界面強化所常見的，對高溫相當敏感的任何元件。此些元件係為形成一電子元件或多個微電子元件，諸如電路或其接觸，甚或主動層等之所有或一部份的元件。

本發明更係特別適用於，但不限於，由藍寶石所製成之一第一晶圓或底材以及包含有諸如 SOI 構造的矽質一第二晶圓或底材之組合所形成的 SOS (藍寶石上矽) 構造。包含有藍寶石底材上一矽層的異質構造乃特具其優點。SOS 構造使高頻，低功率消耗元件的製作變為可能。此外，藍寶石底材更可極為良好地將熱消散掉，其例如，比石英底材為佳。

本發明建議進行調節，其中第一晶圓被調節至低於該晶圓總厚度的一個深度，但在特定條件之下會產生足以使第一晶圓所要調節的殘餘部份，亦即是說，位於黏結界面上方，研磨輪尚未穿透的第一晶圓之部份被剝離的熱機械效應(thermo-mechanical effect)。利用在工具到達第一及第二晶圓之間的黏結界面之前即阻止其下降，便可以避免上述剝離與黏結脫黏的問題。

更特定而言，在本發明中，其調節係利用一研磨輪進行，其工作表面，或其活動部份包含有平均尺寸小於或等於 18 微米或大於或等

於 800 篩目之礫質顆粒(grit particles)。該些礫質顆粒特別可以是鑽石顆粒。

此外，研磨輪之下降率，亦稱為前進速率，係大於或等於 $5\text{ }\mu\text{m/s}$ 。

此兩參數的調整可將對第一晶圓進行調節時，特別是在調節程序終端時的熱機械效應放大，並將其環，或第一晶圓在輪下的殘餘部份，特別是利用在其中產生裂痕而加以弱化，其結果可使剝離的進行較為容易。在本發明中，若在第一晶圓的薄化進行之前先執行調節，則此等效應便更為實際，因此而能夠在進行調節時實質移除更多的材料，以在調節終止時能夠獲得實質熱機械效應。

相較於習知技術其第一晶圓進行調節期間，其研磨輪被降至深達黏結界面之處，在本發明中，研磨輪是被停止在黏結界面以上的一個既定高度。更精確而言，研磨輪進入第一晶圓的穿透深度，亦稱為「目標深度」者，被調整到使得研磨輪的下降進入第一晶圓被停止於離黏結界面少於 $30\text{ }\mu\text{m}$ ，最好少於 $20\text{ }\mu\text{m}$ 距離之處。通常，研磨輪係被停止於離黏結界面 $30\text{ }\mu\text{m}$ 至 $10\text{ }\mu\text{m}$ 之間的高度之處。

在前述調節期間熱機械效應的極大化，以及兩層之間黏結界面的弱化，即可以完全地調節第一晶圓，其係利用所要調節的殘餘部份之剝離而獲得，即便第一晶圓並未以研磨輪研磨其整個厚度時亦然。

以下參考圖 1A 至 1E 及圖 2 說明此調節程序的一種作法。

以下參考圖 1A 至 1E 及圖 2 所說明的是利用一第一晶圓，或初始底材 110 (頂)，與一第二晶圓，或支持底材 120 (底)，而製作一 SOS 異質構造的一程序。第一晶圓 110，在其週緣之處，包含有一頂斜角 117a 與一底斜角 117b。同樣的，第二晶圓 120 在其週緣處亦包含有一頂斜角 127a 與一底斜角 127b。第一晶圓 120 之厚度約在 600 至 $900\text{ }\mu\text{m}$ 之間。

如圖 1A 所示，第一晶圓 110 包括有一 SOI 構造，其包含有亦由矽所製成之支撐 113 上的一矽層 111，一埋置氧化物層 112，其係，例如，由 SiO_2 所製成者，置於層 111 與支撐 113 之間。第一晶圓 110 的外表面先前已以厚度在 10 至 50 nm 之間的一熱氧化物層 114 所覆蓋，其係，例如，利用晶圓表面之氧化而形成，以便在後續的化學蝕刻步驟期間保護晶圓。第一晶圓 110 亦可由一單晶矽晶圓(monolithic silicon wafer)所構成，其上可以包含，亦可不包含有元件。

第二晶圓 120 係由一藍寶石晶圓所構成(圖 1A)。

第一晶圓 110 的側邊 111a (在此係被氧化物層 114 所覆蓋)與第二晶圓 120 的表面 120a 被安置成緊密接觸，且壓力被施加於兩晶圓其中之一之上，以便在接觸表面上啟始黏結波的傳遞(步驟 S1，圖 1B)。

如同一般所習知，直接晶圓黏結(direct wafer bonding)，或者，直接黏結(direct bonding)，的原理係以兩表面之間的直接接觸為基礎——此亦即是說，其間並未使用到任何特定的材料(黏劑，蠟，銅鐸(braze)，等等)。為了執行此種作業，其黏結的表面便必須要充份地平滑，沒

有物粒或其他污染，並且要將黏結表面帶到互相足夠接近的程度，以便可以啟始其間的接觸——其通常需要達到小於數奈米以下的分隔距離。在此種情況下，兩表面之間的吸引力會強大到使得直接黏結自動發生，亦即，因兩個要予黏結的表面其原子或分子之間的凡德瓦力引起了其間的黏結。

直到進行一次黏結強化回火之前，如此所進行的黏結並不穩固。要讓兩晶圓的組合接受回火亦是可能，但由於兩晶圓熱膨脹係數之間的差異，此回火的溫度必定要加以限制。在此所描述的實例之中，其回火不可超過 180°C ，並不超過約十小時的時間。這樣的回火只會容許黏結穩定到黏結之表面能量不超過 700 mJ/m^2 的程度。

依據本發明，在第一晶圓 110 薄化之前，先予進行調節(步驟 S2，圖 1C)。

如圖 1C 所顯示，由第一晶圓 110 的邊緣開始調節一個寬度 ld_{110} ，此寬度至少相對應於第一晶圓的底斜角 117b 所延伸的寬度。以 100 mm，200 mm 與 300 mm 直徑的晶圓而言，被調節的寬度 ld_{110} ，通常是在 2 mm 至 10 mm 之間，最好是在 2 mm 至 6 mm 之間。

調節係利用由第一晶圓 110 的頂側開始進行機械動作或加工(邊緣研磨)而執行的。其機械性動作可利用一研磨輪(砂磨)或任何其他能夠機械性地磨掉該層材料的工具進行。

在此所說明的實例之中，調節係利用具有一工作表面或一主動部件 151 的一研磨輪 150 而進行的，此亦即是說，包含了能夠將晶圓的材料研磨掉的礫質顆粒的表面，其係由平行於晶圓之平面的一第一部份 151a 與對應於研磨輪 150 之側邊的一第二部份 151b 所形成。依據本發明，研磨輪 150 之工作表面 151 包含有礫質顆粒，諸如鑽石顆粒，其平均尺寸小於或等於 18 微米(或，大於或等於 800 篩目(mesh))。

在調節的期間，第一晶圓 110 被調節到研磨輪 150 的一個(目標)下降深度 Pd_{110} ，其係相對於一高度 h_{110} 而界定，而此高度係相對於與黏結界面相對應之一參考平面(在此為熱氧化物層 114 與第二晶圓 120 的黏結面間的接觸平面)而界定的。深度 Pd_{110} 之選定是要令研磨輪只穿透第一晶圓的部份厚度。在此所說明之實例之中，調節深度 Pd_{110} 之選定是要將研磨輪 150 的下降停止於離開黏結界面 h_{110} 約 $30 \mu\text{m}$ 至 $10 \mu\text{m}$ 之間，由殘留在研磨輪 150 以下，環形部份或環 1110 開始的高度，會在熱機械效應之下而剝離。如此即可達成第一晶圓 110 的完全調節。

異質構造的製作以第一晶圓 110 的薄化而持續進行，以便形成對應於該片被調節之第一晶圓之一部份的一移轉層。其薄化係利用首先研磨第一晶圓 110 的支撐 113 而開始進行的(步驟 S3，圖 1D)。研磨係利用一研磨輪的工作表面保持頂抵在第一晶圓 110 的曝露面(圖 1D 中未顯示)上而執行的。在研磨期間，兩晶圓之組合利用一固持器(圖 1D 中未顯示)而被固持在第二晶圓 120 的背側上，該固持器亦稱為夾

頭，其包含有能夠，例如，利用吸力或其他的靜電系統而固持第二晶圓 120 的一盤片。在研磨期間，夾頭可能是靜止的，而研磨輪則在轉動。依另種方式，夾頭也可能繞其一軸心而轉動，研磨輪則可能轉亦可能不轉動。

研磨會在離藍寶石支持底材的表面 120a 約 65 μm 之處停止。

在此薄化的階段，亦即，在化學薄化步驟之前，第一晶圓 110 的支撐 113 的殘餘部份 113a 具有一個加工硬化表面(圖 1C)。

第一晶圓 110 的薄化可利用殘餘部份 113a 的化學蝕刻，亦稱為濕蝕刻，繼續進行(步驟 S4，圖 1E)，例如，利用 TMAH (氫氧化四甲銨 (tetramethylammonium hydroxide) 或 KOH 蝕刻液，或諸如 RIE (反應性離子蝕刻) 等的乾式蝕刻。

除了移除殘餘部份 113a，化學蝕刻亦有將可能在該部份被剝離後所留下的環形部份 1110 之任何碎片予以移除的作用。

在蝕刻之後，便可以獲得一個 SOS 多層構造 130，其包含有由第二晶圓 120 所形成的藍寶石支撐，以及至少對應於第一晶圓 110 矽層 111 的一移轉層 115—氧化物層 112 則，視需要，可被保留或予移除，例如，利用 HF 去氧化而移除。

以下參考圖 3A 至 3G 及圖 4 說明依據本發明一實施例，利用將形成於一第一晶圓或一初始底材 200 上的一層微元件移轉到一第二晶圓或支撐(底)底材 300 上而製作一三度空間構造之製程。

三度空間構造之製作可由在第一晶圓 200 的表面上形成一第一系列的微元件 204 而開始，晶圓 200 的週圍邊緣有一頂斜角 206a 與一底斜角 206b (圖 3A，步驟 S1)。於此所說明之實施例中，第一晶圓 200 係為一 SOI 多層構造，此亦即，其包含有置於亦以矽製作之底材 203 上的一矽層 201，一埋置氧化物層 202 (例如，一層 SiO_2) 則出現於層 201 與底材 203 之間。第一晶圓 200 的厚度約在 600 至 900 μm 之間。

微元件 204 係利用微影(photolithography)技術形成的，其係利用可界定對應於所要製作之微元件之圖形所將要形成之區域的光罩而進行製作。

如圖 3A 所顯示，第一晶圓 200 的外表面接著即以一層厚度在 0.1 至 3 μm 之間，並利用，例如，晶圓表面之氧化而形成的，例如，熱氧化物層 205 加以覆蓋，以便在後續的化學蝕刻步驟(步驟 S2)期間保護晶圓。第一晶圓 200 亦可利用單晶矽晶圓製成。

第二晶圓或支撐底材 300 係為一片矽晶圓，其週圍邊緣具有一頂斜角 306a 與一底斜角 306b。晶圓 300 的外表面以一層厚度為，例如，0.1 至 3 μm 之間的熱氧化物層 305 加以覆蓋 (圖 3B，步驟 S3)。

第一晶圓 200 包含有微元件 204 的側邊接著即被放置於透過熱氧化物層 205a 與 305 而與第二晶圓 300 的一側面緊密接觸的位置上，並對兩晶圓其中之一施以壓力，以便在其接觸表面之間啟動一次黏結波的傳遞(步驟 S4，圖 3C)。

兩晶圓之間的黏附係在不太高的溫度下進行，以免損傷元件及/或第一晶圓。更精確而言，在室溫下使晶圓相接觸之後，便可以執行一次黏度強化回火，但應在 450°C 以下的溫度進行，若在此溫度以上，則諸如鋁或銅等的某些金屬便會開始熔化。此等回火程序只允許黏結被穩定到其黏結能量不超過 1 J/m^2 的程度。

依據本發明，在黏結之後且在第一晶圓 200 薄化之前，晶圓 200 即進行調節(步驟 S5，圖 3D)。

於此所說明之實例之中，調節係利用具有一工作表面或一主動部件 401 的一研磨輪 400 而進行的，此亦即是說，包含了能夠將晶圓的材料研磨掉的礫質顆粒的表面，其係由平行於晶圓之平面的一第一部份 401a 與對應於研磨輪 400 之側邊的一第二部份 401b 所形成。如圖 3E 所顯示，第二部份 401b 係與第一部份 401a 垂直，以便形成一側邊 200c，其在第一晶圓中進行調節，且實質上垂直於第一晶圓之平面。依據本發明，研磨輪 400 之工作表面 401 包含有礫質顆粒，諸如鑽石顆粒，其平均尺寸小於或等於 18 微米(或，大於或等於 800 篩目)。

如圖 3D 所示，調節係在由第一晶圓 110 的邊緣開始的最小寬度 ld_{200} 上進行的，其係至少對應於第一晶圓的底斜角 206b 所延伸的寬度。以 100 mm，200 mm 與 300 mm 直徑的晶圓而言，被調節的寬度 ld_{200} ，通常是在 2 mm 至 10 mm 之間，最好是在 2 mm 至 6 mm 之間。

在調節的期間，第一晶圓 110 被調節到研磨輪 150 的一個(目標)下降深度 Pd_{200} ，其係相對於一高度 h_{200} 而界定，而此高度係相對於與黏結界面相對應之一參考平面(在此為熱氧化物層 205 與 305 的黏結面間的接觸平面)而界定的。深度 Pd_{200} 之選定是要令研磨輪只穿透第一晶圓的部份厚度。在此所說明之實例之中，調節深度 Pd_{200} 之選定是要將研磨輪 40 的下降停止於離開黏結界面 h_{200} 約 30 μm 至 15 μm 之間，由殘留在研磨輪 400 以下，環形部份或環 210 開始的高度，會在熱機械效應之下而剝離。如此即可達成第一晶圓 200 的完全調節。

三度空間構造的製作利用第一晶圓 200 的薄化而持續進行，亦即此晶圓出現在微元件層以上的某些部份的研磨(步驟 S6，圖 3E)，在此為底材 203a 的大部份。研磨是在與前述相同的條件之下進行的。

研磨會在離第二晶圓 300 的表面 300a 約 65 μm 之處停止。

在此薄化的階段，亦即，在化學薄化步驟之前，第一晶圓 200 的支撐 203 的殘餘部份 203a 具有一個加工硬化表面(圖 3E)。

第一晶圓 200 的薄化可利用殘餘部份 203a 的化學蝕刻而繼續進行(步驟 S7，圖 3F)，例如，利用 TMAH (氫氧化四甲銨(tetramethylammonium hydroxide))或 KOH 蝕刻液，慎或諸如 RIE (反應性離子蝕刻)等的乾式蝕刻。

一旦氧化物層 202 已被去除，第二層的微元件 214 即形成於層 201 的曝露表面(步驟 S8，圖 3G)。在此所說明的實例之中，微元件 214

係對正於埋置微元件 204 而形成，此係因所使用的是為與用來形成微元件 204 相類同的微影光罩之故。

此時即獲得一複合構造 500，其係由第二晶圓 300 與一移轉層 215 形成，其對應於第一晶圓 200 的殘餘部份，並包含有微元件 204 與 214。

作為一種變化，此三度空間構造可由一個多層堆疊構成，亦即，利用將一或更多片額外晶圓或底材黏結在層 201 上，其每一片額外晶圓係與其直接相鄰接的一或更多層對正。依據本發明，根據以上所說明的，在兩薄化步驟之間所執行的一個局部調節可對每一片晶圓進行，以便形成一層移轉層。此外，在一片額外晶圓的每一次移轉之前，其亦可以在曝露層上沉積一層氧化物層，其例如為一層 TEOS，以便使其組合更容易，並保護已調節區(在此區內其底下晶圓的材料被曝露出來)免受後續化學蝕刻的影響。

依一特定實施例，微元件層中之一特別可以包含有影像感應器。

依另一實施例，在與構成移轉層的第一晶圓組合之前，其元件先前已在其支持的第二晶圓內形成。

【圖式簡單說明】

本發明之特徵及優點參考以上配合附圖所進行說明性質，非限定性之特定實施例之說明即可變得更為清楚，圖式之中：

圖 1A 至 1E 為依據本發明一實施例製作一多層構造之製程步驟示意圖；

圖 2 為圖 1A 至 1E 所顯示製程所執行步驟之流程圖；

圖 3A 至 3G 之示意圖顯示一三度空間構造之製程，其執行本發明之調節程序；與

圖 4 為 3A 至 3G 所顯示三度空間構造製程所執行步驟之流程圖。

【主要元件符號說明】

110、200 第一晶圓	111、201 矽層
111a 側邊	112、202 埋置氧化物層
113 支撐	114、205305 熱氧化物層
117a、127a、206a、306a 頂斜角	117b、127b、206b、306b 底斜角

120 第二晶圓

1110、210 環

151、401 主動部件

151b、401b 第二部份

203 底材

115、215 移轉層

500 複合構造

120a、300a 表面

150、400 研磨輪

151a、401a 第一部份

113a、203a 殘餘部份

204、214 微元件

300 晶圓

七、申請專利範圍：

1. 製作一多層構造(130)之一製程，其包含：
 - 將一第一晶圓(110)黏結至一第二晶圓(120)上，至少第一晶圓具有一斜角邊緣(117a, 117b)，其黏結界面具有小於或等於 1 J/m^2 之黏附能量；與
 - 將第一晶圓(110)薄化以便形成一移轉層(115)，其特徵為其包含有，在第一晶圓(110)薄化之前，利用一研磨輪(150)執行第一晶圓(110)邊緣調節之步驟，其工作表面(151)包含有平均尺寸大於或等於 800 篩目或小於或等於 18 微米之礫質顆粒，該調節步驟係以大於或等於每秒 5 微米的下降速率降下研磨輪而執行，研磨輪之下降進入至第一晶圓更停止於離黏結界面少於或等於 $30 \mu\text{m}$ 的高度處。
2. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其特徵為其調節步驟係在至少等於斜角邊緣(117a、117b)所延伸之寬度的一個寬度(ld_{110})上進行。
3. 如申請專利範圍第 2 項之製程，其特徵為其調節步驟係在 2 mm 至 8 mm 之間的一個寬度(ld_{110})上進行。
4. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其特徵為其第一晶圓(110)在薄化之前具有至少 $600 \mu\text{m}$ 的厚度。
5. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其特徵為其薄化包括有一研磨步驟。
6. 如申請專利範圍第 1 項之製程，其特徵為其第一晶圓(110)係為一矽晶圓或一 SOI 構造。
7. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其特徵為其薄化更包括有在研磨步驟之後進行的一化學蝕刻步驟。
8. 如申請專利範圍第 6 項之製程，其特徵為，在黏結步驟之前，一層氧化物層(114)被形成於第一晶圓(110)之曝露表面上。
9. 如申請專利範圍第 7 項之製程，其特徵為，在黏結步驟之前，一層氧化物層(114)被形成於第一晶圓(110)之曝露表面上。
10. 如申請專利範圍第 1 至 9 項中任一項之製程，其特徵為其第一晶圓(110)包含有元件。

11. 如申請專利範圍第 1 至 9 項中任一項之製程，其特徵為其第二晶圓(120)係為一藍寶石晶圓。

12. 如申請專利範圍第 1 至 9 項中任一項之製程，其特徵為其第二晶圓(120)係為一矽晶圓。

13. 如申請專利範圍第 12 項之製程，其特徵為，在黏結步驟之前，一層氧化物層被形成於第二晶圓(120)之曝露表面上。

14. 如申請專利範圍第 10 項之製程，其特徵為其包含有，在黏結步驟之前，在第一晶圓(200)之一側上製作一層元件(204)之至少一步驟，第一晶圓(200)之包含有該層元件(204)之該側係被黏結於第二晶圓(300)上。

15. 如申請專利範圍第 14 項之製程，其特徵為其更包含有在第一晶圓(200)反對於製作有第一層元件(204) 側之一側上製作一第二層微元件(214)之步驟。

16. 如申請專利範圍第 14 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

17. 如申請專利範圍第 15 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

18. 如申請專利範圍第 2 至 3 項中任一項之製程，其特徵為其第一晶圓(110)在薄化之前具有至少 600 μm 的厚度。

19. 如申請專利範圍第 2 至 4 項中任一項之製程，其特徵為其薄化包括有一研磨步驟。

20. 如申請專利範圍第 2 至 5 項中任一項之製程，其特徵為其第一晶圓(110)係為一矽晶圓或一 SOI 構造。

21. 如申請專利範圍第 20 項之製程，其特徵為其薄化更包括有在研磨步驟之後進行的一化學蝕刻步驟。

22. 如申請專利範圍第 20 項之製程，其特徵為，在黏結步驟之前，一層氧化物層(114)被形成於第一晶圓(110)之曝露表面上。

23. 如申請專利範圍第 21 項之製程，其特徵為，在黏結步驟之

前，一層氧化物層(114)被形成於第一晶圓(110)之曝露表面上。

24. 如申請專利範圍第 10 項之製程，其特徵為其第二晶圓(120)係為一藍寶石晶圓。

25. 如申請專利範圍第 24 項之製程，其特徵為其包含有，在黏結步驟之前，在第一晶圓(200)之一側上製作一層元件(204)之至少一步驟，第一晶圓(200)之包含有該層元件(204)之該側係被黏結於第二晶圓(300)上。

26. 如申請專利範圍第 25 項之製程，其特徵為其更包含有在第一晶圓(200)反對於製作有第一層元件(204) 側之一側上製作一第二層微元件(214)之步驟。

27. 如申請專利範圍第 25 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

28. 如申請專利範圍第 26 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

29. 如申請專利範圍第 10 項之製程，其特徵為其第二晶圓(120)係為一矽晶圓。

30. 如申請專利範圍第 29 項之製程，其特徵為其包含有，在黏結步驟之前，在第一晶圓(200)之一側上製作一層元件(204)之至少一步驟，第一晶圓(200)之包含有該層元件(204)之該側係被黏結於第二晶圓(300)上。

31. 如申請專利範圍第 30 項之製程，其特徵為其更包含有在第一晶圓(200)反對於製作有第一層元件(204) 側之一側上製作一第二層微元件(214)之步驟。

32. 如申請專利範圍第 30 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

33. 如申請專利範圍第 31 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

34. 如申請專利範圍第 25 項之製程，其特徵為，在黏結步驟之前，一層氧化物層被形成於第二晶圓(120)之曝露表面上。

35. 如申請專利範圍第 34 項之製程，其特徵為其包含有，在黏

結步驟之前，在第一晶圓(200)之一側上製作一層元件(204)之至少一步驟，第一晶圓(200)之包含有該層元件(204)之該側係被黏結於第二晶圓(300)上。

36. 如申請專利範圍第 35 項之製程，其特徵為其更包含有在第一晶圓(200)反對於製作有第一層元件(204) 側之一側上製作一第二層微元件(214)之步驟。

37. 如申請專利範圍第 35 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

38. 如申請專利範圍第 36 項之製程，其特徵為該至少第一層元件(214)包含有影像感測器。

八、圖式：

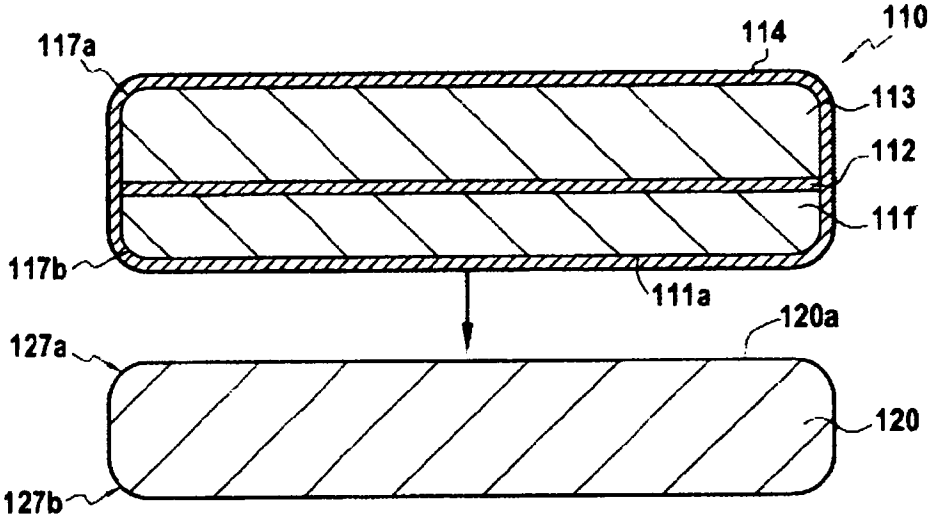


圖 1A

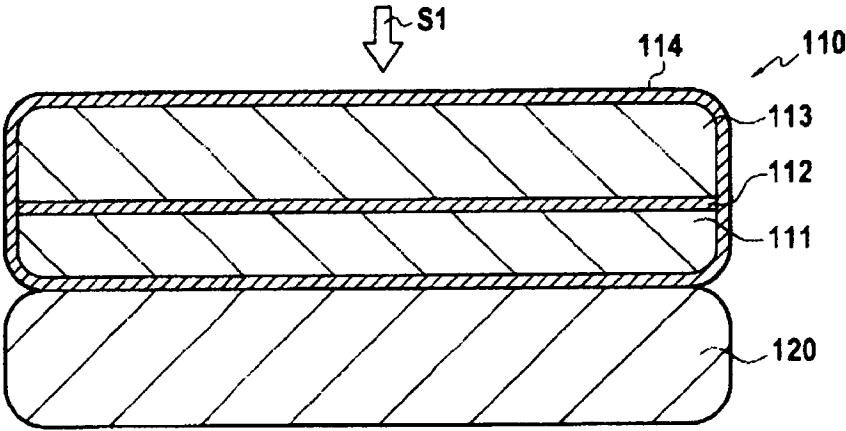


圖 1B

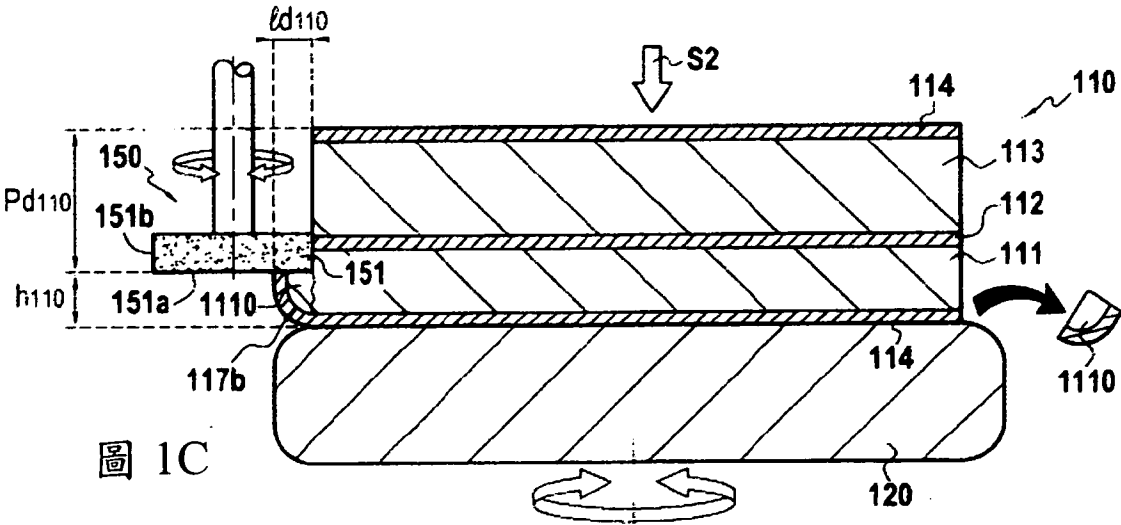


圖 1C

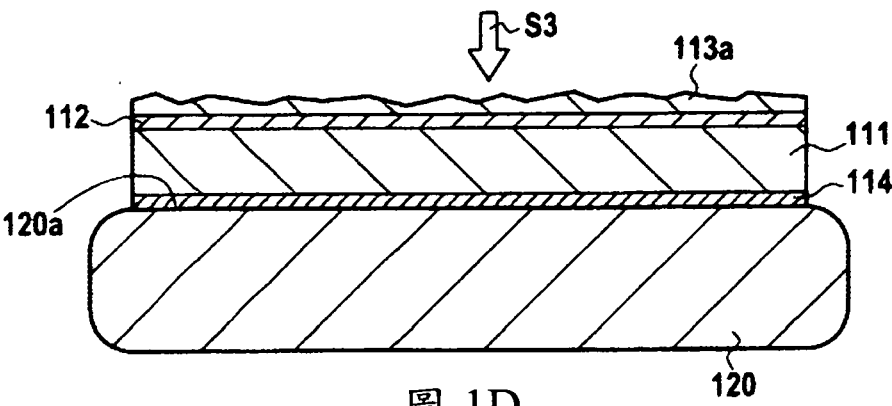


圖 1D

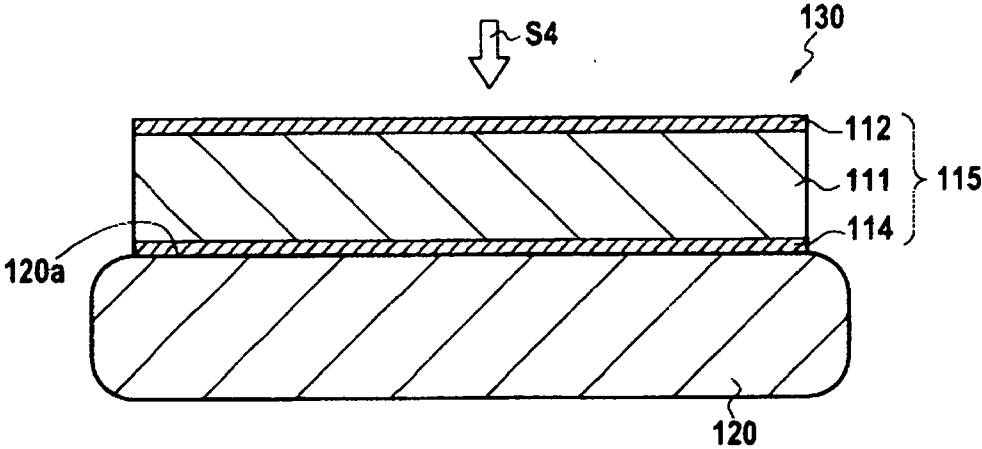


圖 1E

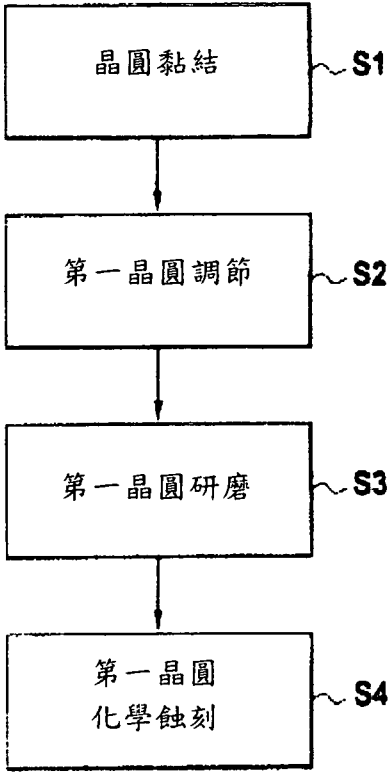


圖 2

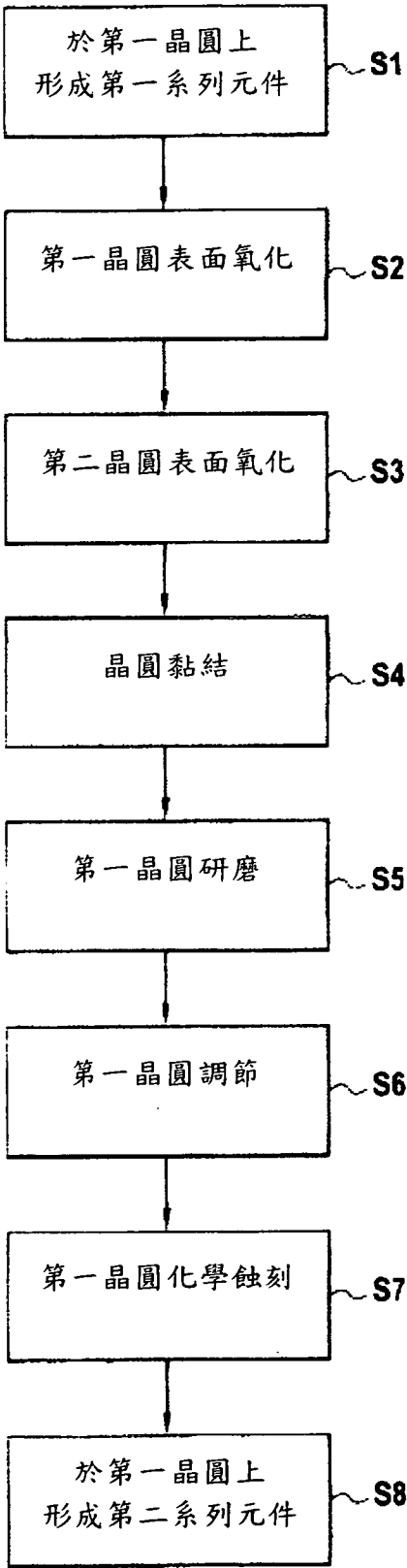


圖 4

