



(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 I637433 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：103135024

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 08 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/304 (2006.01)**B23K26/38 (2014.01)*

(30)優先權：2013/10/08 德國

10 2013 016 666.7

2014/09/03 德國

10 2014 013 107.6

(71)申請人：希爾提克特拉股份有限公司(德國) SILTECTRA GMBH (DE)

德國

(72)發明人：德勒斯雪 沃夫蘭 DRESCHER, WOLFRAM (DE)；瑞屈特 珍 RICHTER, JAN (DE)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

US 7052978B2

US 8440129B2

審查人員：施喻懷

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：3 共 28 頁

(54)名稱

使用雷射處理及溫度引起之應力的組合式晶圓製造方法

COMBINED WAFER PRODUCTION METHOD WITH LASER TREATMENT AND TEMPERATURE-INDUCED STRESSES

(57)摘要

本發明係關於一用於製造固體層的方法。根據本發明的方法包含下列步驟：為了至少一個固體層(4)的分離，提供一固體(2)；利用至少一個輻射源，特別是一雷射，在該固體的內部結構中產生缺陷，以預定一釋放平面，該固體層係沿著該平面與該固體分離；以及施加熱能至設置在該固體(2)上之一聚合物層(10)，以用於在該固體(2)中產生(特別是以機械的方式)應力，由於該應力，一裂縫沿著該釋放平面(8)在該固體(2)中擴展，該裂縫使該固體層(4)自該固體(2)分離。

The present invention relates to a method for producing solid layers. The method according to the invention comprises the steps of providing a solid body (2) for the detachment of at least one solid layer (4), generating defects by means of at least one radiation source, in particular a laser, in the inner structure of the solid body in order to predetermine a release plane along which the solid layer is detached from the solid body, and applying thermal energy to a polymer layer (10) disposed on the solid body (2) for generating, in particular mechanically, stresses in the solid body (2), a crack spreading in the solid body (2) along the release plane (8) due to the stresses, which crack detaches the solid layer (4) from the solid body (2).

指定代表圖：

符號簡單說明：

2 . . . 固體

8 . . . 釋放平面

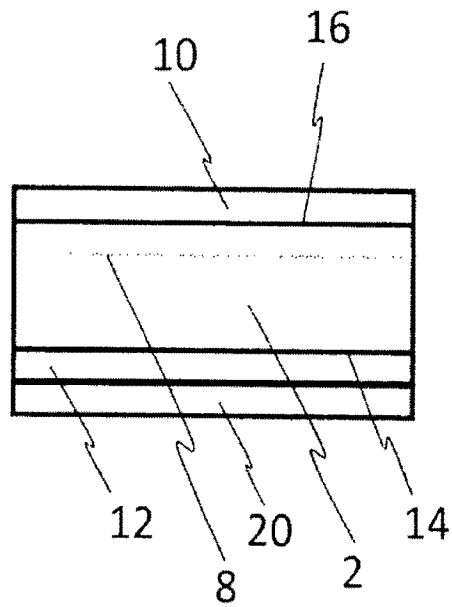
10 . . . 聚合物層

12 . . . 固持層

14 . . . 第一水平表面部分

16 . . . 第二水平表面部分

20 . . . 穩定化裝置



第 1b 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

使用雷射處理及溫度引起之應力的組合式晶圓製造方法

COMBINED WAFER PRODUCTION METHOD WITH
LASER TREATMENT AND TEMPERATURE-INDUCED
STRESSES

【技術領域】

【0001】本發明係關於一用於製造如請求項 1 之主題之固體層的方法，且係關於一藉由此方法製造的晶圓(請求項 13)。

【先前技術】

【0002】在許多技術領域(例如，微電子或光伏技術)中，例如矽、鍺或藍寶石之材料常以薄盤及薄板(所謂的晶圓)的形式被使用。當前的標準程序係藉由鋸切一鑄錠(ingot)來製造這些晶圓，但伴隨著相對大量的材料損失(「鋸口損失」)的發生。由於所用的來源材料常是非常昂貴的材料，因此致力於以低材料耗損且以更有效而更低成本地製造這些晶圓。

【0003】舉例來說，以當前的正規方法，僅僅在製造用於太陽能電池的矽晶圓時便損失所用材料的幾乎 50% 作為「鋸口損失」。在總體考量之下，此相當於超過二十億歐元的年度損失。由於晶圓的成本佔成品太陽能電池之成本的最大比例(超過 40%)，適當地改善晶圓製造可顯著地降低太陽能電池的成本。

【0004】省卻習知之鋸切及例如可藉由使用溫度引起之應力直接自較厚的工件分離薄晶圓的方法在無任何鋸口損失(「無鋸口切片」)的情況下對此類型的晶圓製造似乎顯得特別有吸引力。特別地，這些包括如例如在 PCT/US2008/012140 及 PCT/EP2009/067539 中所述的方法，其中施加至工件之一聚合物層係用於產生這些應力。

【0005】在前文提及的方法中，聚合物層具有一熱膨脹係數，其比該工件的大上幾乎兩個數量級(order)。此外，藉由利用玻璃轉移，可在聚合物層中實現相對高的彈性模數，且因此可在聚合物層/工件層系統中藉由冷卻來引起足夠大的應力，以致能自工件分離晶圓。

【0006】當自工件分離晶圓時，在各前文提及的方法中，聚合物仍黏附至晶圓的一側。晶圓在此處非常強烈地朝此聚合物層彎曲，且此致使受控的分離變得困難，並可導致例如分離晶圓的厚度差異。此外，強烈的彎曲致使額外的處理變得困難，且甚至可導致晶圓破裂。

【0007】當使用根據先前技術的方法時，所製造的晶圓通常全部具有較大的厚度差異，空間厚度分布常顯示具有四重對稱的圖案。當針對整個晶圓作考量時，使用先前方法時的總厚度差異(“total thickness variation”, TTV)常超過平均晶圓厚度的 100%(在其最薄點為例如 50 微米厚且在其最厚點為 170 微米厚之具有例如 100 微米之平均厚度的晶圓具有 $170-50=120$ 微米的 TTV，且此相當於相對其平均厚度之 120%的總厚度差異)。具有這些厚度差異強的晶圓不適於許多應用。此外，在最常發生

的四重厚度分布圖案的情況下，具有最大差異的區域不幸地發生在其最易斷裂的晶圓中間。

【0008】此外，在根據現在的先前技術的方法中，在分離本身期間的破裂傳播期間，會在相關的層系統中發生不需要的振盪，且這些對破裂前方的發展具有反效應，且特別可導致分離晶圓中顯著的厚度差異。

【0009】此外，使用先前的方法難以保證在聚合物層的整個表面各處可再現良好的熱接觸。不過，由於所用之聚合物的低導熱性，局部不足的熱接觸可導致層系統中之不需要的、明顯的局部溫度差異，其本身在所產生之應力場的可控性上以及在所製造之晶圓的品質上具有負面效應。

【0010】此外，公報 DE 196 40 594 A1 揭示一用於藉由光引起之邊界表面分解分離半導體材料的方法以及以此方法製成的設備，例如，結構化及獨立(free-standing)的半導體層及組件。根據 DE 196 40 594 A1 的方法包括對位於一基板及一半導體層之間或者位於半導體層之間的邊界表面照光，藉此，在邊界表面上或在為此目的設置之一吸收層中的光吸收導致材料分解。分解的邊界表面或半導體層係藉由選擇光波長及光強度、照射方向或者在材料製造期間之一薄犧牲層的插入來選定。此方法的缺點在於為了摧毀全體的層而必須使用高能量劑量，由於其能量需求之故，因此製程成本非常的高。

【0011】此外，公報 EP000002390044B1、EP000001498215B1、EP000001494271B1、EP000001338371B1 揭示一方法，其中雷射係用於工件的垂直分離。

【0012】此外，已知雷射支援方法係用於在晶圓內產生損壞點。此處使用一聚焦雷射在深處製造多光子激發，藉此，可在深處導致損壞而不會在一進入材料時便造成任何損壞。

【0013】典型地，此處使用具有 ns 脈衝持續時間(奈秒脈衝持續時間)的雷射，以便可發生經加熱之材料與雷射的強烈交互作用。典型地，此係藉由光子-聲子交互作用而發生，光子-聲子交互作用具有比多聲子激發明顯地更高的吸收。

【0014】此類型的方法例如已自 Ohmura 等人(Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2006, vol.17, p.381 et seq.)處得知。由 Ohmura 等人提出的晶圓處理作用於藉由在晶圓內產生缺陷來產生裂縫導引線，其係在分離一晶圓薄板的晶圓元件時部分地設置。由此方法所產生的缺陷此處係沿著垂直方向延伸，藉此，連接結構在個別的晶圓元件之間以垂直晶圓元件之主表面的角度經受縱向弱化。縱向弱化在此處具有 $>50\text{ }\mu\text{m}$ 的延伸。

【0015】用於分離晶圓元件，即產生具有 $>50\text{ }\mu\text{m}$ 之垂直延伸的延伸，其之優點係防止此類型的缺陷產生被應用在用於自一固體分離一或多個晶圓層的方法。一方面，在產生分布於晶圓表面各處的這些縱向缺陷的情況下，會在固體內製造一材料層，其僅可用於裂縫導引，卻不適於後續使用且因此構成廢材。另一方面，此廢材必須藉由例如拋光製程來移除，藉此，將產生額外的花

費。因此，本發明的目的在於提供一用於製造固體層或固體的方法，其致能廉價製造出具有所需厚度分布之固體薄板或不平整固體，裂縫平面周圍之垂直損壞的最小化。

【發明內容】

【0016】因此，本發明的目標在於提供一用於製造固體層的方法，其致能具有一致的厚度，特別是具有小於 120 微米之 TTV 之固體薄板或晶圓的廉價製造。根據本發明之另一態樣，其目標在於提供一用於製造一或多個固體層的方法，其中一裂縫傳播平面係利用雷射在固體內產生，個別的缺陷形成具有小於 50 μm 之垂直延伸的裂縫傳播平面。

【0017】上文具體指明的目標係藉由如請求項 1 之用於製造固體層的方法來達成。該方法較佳地在此處最起碼包含下列步驟：爲了至少一個固體層的分離，提供一工件或一固體；利用至少一個輻射源，特別是一雷射，特別是一 fs 雷射或一飛秒雷射，在該固體的內部結構中產生缺陷，以預定一釋放表面，該固體層係沿著該釋放表面自該固體分離；設置一接收層，以用於在該固體上固持該固體層；施加熱能至該接收層，以用於在該固體中產生(特別是以機械的方式)應力，由於該應力，一裂縫沿著該釋放平面在該固體中擴展，該裂縫使該固體層自該固體分離。

【0018】此解決方案是有利的，因爲，由於輻射源之故，該釋放層或該缺陷層可產生於該固體之中，藉此，

該裂縫在該裂縫傳播期間便受到指向或導引，且此致能實現非常小的 TTV，特別是小於 200 微米或 100 微米或小於 80 微米或小於 60 微米或小於 40 微米或小於 20 微米或小於 10 微米或小於 5 微米，特別是 4、3、2、1 微米。

【0019】因此，在一第一步驟中，該晶圓之暴露至射線在該固體內創造出一類型的穿孔，在一第二步驟中，該裂縫傳播沿著該穿孔發生或者該固體層沿著該穿孔自該固體分離。

【0020】附加的有利實施例為下列敘述及/或從屬項的主題。

【0021】根據本發明之一較佳實施例，該雷射具有小於 10 ps 的脈衝持續時間，特別較佳的是小於 1 ps，且最佳的是小於 500 fs。

【0022】根據本發明之一較佳實施例，用於釋放該固體層的該應力係藉由施加熱能至該接收層，特別是一聚合物層而由該固體產生。該施加熱能較佳地是將該接收層或聚合物層冷卻至環境溫度或低於環境溫度，且較佳的是低於 10°C，特別較佳的是低於 0°C，且更佳的是低於 -10°C。該聚合物層的冷卻最佳地發生在致使至少部分的該聚合物層(其較佳地由 PDMS 製成)執行玻璃轉移。此處的冷卻可為冷卻至低於 -100°C，其可例如利用液態氮來引發。此實施例是有利的，因為該聚合物層依據溫度變化而收縮及/或經受氣體轉移，並將此處產生的力傳遞至該固體，藉此，可在該固體中產生機械應力，其導

致一裂縫之生成及/或裂縫傳播，該裂縫初始沿著該第一釋放平面擴展，以分離該固體層。

【0023】根據本發明之一較佳實施例，該固體係設置在一用於固持該固體的固持層上，該固持層係設置在該固體之一第一水平表面部分之上，該固體之該第一水平表面部分係與該固體之一第二水平表面部分隔開，該聚合物層係設置在該第二水平表面部分之上，且該釋放平面係與該第一水平表面部分及/或該第二水平表面部分平行地對準或者產生為平行後兩者。

【0024】此實施例是有利的，因為該固體係至少部分(且較佳的是完全)地設置在該固持層及該聚合物層之間，藉此，透過這些層的其中一個層或透過兩個層，可將用於產生裂縫或傳播裂縫的應力引入該固體之中。

【0025】根據本發明之另一較佳實施例，用於提供欲引入該固體中之輻射的至少一個或正好一個輻射源係經過配置，以致其所發出的射線在該固體內的預定點上產生缺陷。此實施例是有利的，因為極度精確的缺陷可利用一輻射源，特別是利用雷射在該固體中產生。

【0026】針對此方法特別出現兩種應用，在下文稱之為「切片」及「薄化」。針對「切片」的情況，該方法通常用於自一甚至更厚的半導體塊釋放一厚層，典型係自一鑄錠釋放一晶圓(具有產業特定的厚度)。針對「薄化」的情況，該方法係用於自一晶圓分離一非常薄的層，且此相當於當前的研磨製程，但所具有的優點在於不需要的材料保持不受損壞並可被再利用。「薄化」及「切

片」之間的清楚區別是複雜的，因為例如，「薄化」亦可藉由自晶圓後側開始動作以便製造一薄層而發生，但雷射深深地穿透至材料中。

【0027】對「薄化」的情況而言：

【0028】根據本發明之另一較佳實施例，設置該輻射源，以致其發出之用以產生該釋放平面的射線穿透至該固體中達一預先定義的深度，特別是 $<100\text{ }\mu\text{m}$ 。較佳地，該釋放平面係形成為與該固體之一外部且較佳的是水平的表面平行地隔開。較佳地，該釋放平面係形成在該固體內，與該固體之該水平表面隔開小於100微米，且較佳的是小於50微米，且特別較佳的是小於或等於20、10、5或2微米。因此，該釋放平面較佳地係以由缺陷產生之平面的形式製成，形成在該固體內的該缺陷與該固體之該水平表面隔開小於100微米，且較佳的是小於50微米，且特別較佳的是小於20、10或2微米。

【0029】對「切片」的情況而言：

【0030】根據本發明之另一較佳實施例，設置該輻射源，以致其發出之用以產生該釋放平面的射線穿透至該固體中達一預先定義的深度，特別是 $<100\text{ }\mu\text{m}$ 。較佳地，該釋放平面係形成為與該固體之一外部且較佳的是水平的表面平行地隔開。較佳地，該釋放平面係形成在該固體內，與該固體之該水平表面隔開超過100微米，且較佳的是超過200微米，且特別較佳的是超過400或700微米。因此，該釋放平面較佳地係以由缺陷產生之平面的形式製成，形成在該固體內的該缺陷與該固體之該水

平表面隔開超過 100 微米，且較佳的是超過 200 微米，且特別較佳的是超過 400 或 700 微米。

【0031】根據本發明之另一較佳實施例，該固體係以一預定波長及/或輸出使之起作用，該預定波長較佳地適於該個別材料或基板。此實施例是有利的，因為缺陷的大小可受到該波長及/或該輸出的影響。

【0032】根據本發明之另一較佳實施例，該固體包括矽及/或鎳或鈣鈦礦，且該聚合物層及/或該固持層係至少部分且較佳地全部或超過 75%以聚二甲基矽氧烷 (PDMS)製成，該固持層係設置在一至少部分以至少一種金屬製成的穩定化裝置之一至少部分水平的表面上。該穩定化裝置較佳的是一薄板，特別是一包括鋁或由鋁製成的薄板。此實施例是有利的，因為透過該穩定化裝置及該固持層定義及牢固地固持該固體，藉此，可在該固體內非常精確地產生該應力。

【0033】根據本發明之另一較佳實施例，可設置或產生該固體中的應力，以致該裂縫生成及/或該裂縫傳播可受到控制，以便產生於該裂縫平面中生成的表面形貌 (topography)。因此，該應力可較佳地在該固體的不同區域中生成具有不同強度，較佳的是至少偶爾為之。此實施例是有利的，因為藉由控制該裂縫生成及/或該裂縫發展，所產生或分離之該固體層的形貌可有利地受到影響。

【0034】根據本發明之另一較佳實施例，該缺陷預定至少一個裂縫導引層，該至少一個裂縫導引層具有不同於水平形式之一形式。此解決方案是有利的，因為所產

生的該固體層或者所產生的該固體可具有不同於水平層之一形式。因此，不再僅是水平層，且亦可藉由裂縫傳播自一工件形成或產生三維主體。由於製造方法之故，以此方式製造的固體具有非常有利的表面，其僅可進行小幅度的再加工或完全無法進行再加工。因此，例如像是方解石(spar)或透鏡的光學元件可以一步驟或多步驟，特別是二或三步驟的分離製程製造。

【0035】因此，根據本發明之一較佳實施例，該裂縫導引層的形式至少在一些區段中具有三維物體，特別是透鏡或方解石的輪廓。

【0036】根據本發明之一較佳實施例，該缺陷係藉由一缺陷產生設備或該輻射源來產生，該缺陷產生設備係配置為致使該缺陷在該工件中於距離該缺陷產生設備一固定距離處產生，該工件及該缺陷產生設備係相對彼此傾斜，以致由該缺陷產生設備所產生的該缺陷係產生在該裂縫導引層中，該缺陷產生設備及該工件在缺陷產生期間係相對彼此僅以二維方式重新定位。因此，該缺陷產生設備較佳地係相對該工件重新定位，或者該工件係相對該缺陷產生設備重新定位，或者該缺陷產生設備及該工件兩者均相對彼此重新定位。

【0037】此實施例是有利的，因為該輻射源或該缺陷產生裝置僅需要為了產生缺陷而重新定位，且不需要對該缺陷產生設備作出任何修改，特別是不需要決定及設置經過改變的缺陷引入深度。

【0038】根據另一較佳實施例，該缺陷係藉由一缺陷產生設備或該輻射源來產生，該缺陷產生設備係配置為致使該缺陷在該工件中於距離該缺陷產生設備一段距離處產生，該距離隨時間改變，依據該缺陷產生設備及欲產生的缺陷之間的距離來引發(至少隨時間)該缺陷產生設備之一修改，特別是決定及設置一經過改變的缺陷引入深度。此實施例是有利的，因為較佳的是無須為了使該工件傾斜而設置傾斜設備。

【0039】該固體較佳地包括元素週期表之 3、4 及 5 主族的其中一個之一材料或一材料組合，例如，Si、SiC、SiGe、Ge、GaAs、InP、GaN、 Al_2O_3 (藍寶石)、AlN。特別較佳地，該固體包括出現在週期表之三及五族中之元素的組合。砷化鎵、矽、碳化矽等為此處可想到之材料或材料組合的範例。此外，該固體可包括陶瓷(例如， Al_2O_3 —氧化鋁)或以陶瓷製成，此處較佳的陶瓷為例如一般情況下的鈣鈦礦陶瓷(例如，含有 Pb、O、Ti/Zr 的陶瓷)；以及特殊情況下之鈮酸鉛鎂、鈦酸鋇、鈦酸鋰、釷鋁石榴石(特別是用於固體雷射應用的釷鋁石榴石晶體)、SAW 陶瓷(表面聲波)，例如，鈮酸鋰、正磷酸鎵(gallium orthophosphate)、石英(quartz)、鈦酸鈣等。因此，該固體較佳地包括一半導體材料或一陶瓷材料，或者特別較佳地，該固體係以至少一個半導體材料或一陶瓷材料製成。此外，可理解該固體包括一透明材料或部分由一透明材料(例如，藍寶石)製成或由一透明材料(例如，藍寶石)製造。另外的材料(此處可將之獨自或與另

一材料組合地視為固體材料)為例如「寬帶能隙」材料， InAlSb ，高溫超電導體，特別是稀土銅氧化物(rare-earth cuprates)(例如， $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$)。

【0040】根據本發明之另一較佳實施例，該輻射源或部分的該輻射源為一飛秒雷射(fs 雷射)的形式。此解決方案是有利的，因為藉由使用 fs 雷射來最小化該受擾動之材料的垂直傳播。藉由使用 fs 雷射，可非常準確地將缺陷引入該工件之中或在該工件之中產生缺陷。該 fs 雷射的波長及/或能量較佳地係依據材料來作出選擇。

【0041】根據本發明之另一較佳實施例，該輻射源，特別是該雷射束，特別是該 fs 雷射的能量係選擇為致使該固體內或該晶體內的損壞傳播小於瑞利(Rayleigh)長度的三倍，較佳的是小於瑞利長度，且特別較佳的是小於瑞利長度的三分之一。

【0042】根據本發明之另一較佳實施例，該雷射束，特別是該 fs 雷射的波長係選擇為致使該固體或該材料的吸收小於 10 cm^{-1} ，且較佳的是小於 1 cm^{-1} ，且特別較佳的是小於 0.1 cm^{-1} 。

【0043】根據本發明之另一較佳實施例，個別的缺陷分別由該輻射源，特別是該雷射，特別是 fs 雷射所引發的多光子激發而產生。

【0044】此外，本發明係關於一晶圓，其係藉由如請求項 1 至 12 中任一項之方法所製造。

【0045】此外，公報 PCT/US2008/012140 及 PCT/EP2009/067539 的主題係藉由參照本專利申請案的

主題而使其更加完整。同樣地，亦由本申請人於本專利申請案之申請日期提交且關於固體層製造領域之所有附加專利申請案的主題使本專利申請案的主題更加完整。

【0046】本發明之另外的優點、目標及性質係藉由伴隨圖式的下列敘述來加以解釋，其中根據本發明的晶圓製造係藉由範例來說明。在圖式中至少實質上關於其功能彼此相當之根據本發明之晶圓製造的組件或元件在此處可標示相同的參考數字，這些組件或元件在所有圖式中不須編號或說明。

【0047】較佳地將下文所述之圖式的個別或全部具體說明視為設計圖，亦即，圖式所示之尺寸、比例、功能性背景及/或配置較佳地正好或較佳地實質上對應根據本發明的設備或根據本發明的產品的那些。

【圖式簡單說明】

【0048】圖式顯示如下：

第 1a 圖一用於在一固體中產生缺陷的概略結構；

第 1b 圖在一固體層自一固體分離前之一層配置的概略圖；

第 1c 圖在一固體層自一固體分離後之一層配置的概略圖；

第 2a 圖用於利用光波產生缺陷之一第一概略繪示版本；

第 2b 圖用於利用光波產生缺陷之一第二概略繪示版本；及

第 3 圖釋放平面的概略圖。

【實施方式】

【0049】在第 1a 圖中，顯示固體 2 或一基板，其係設置在輻射源 18(特別是雷射)的區域中。固體 2 較佳地具有第一水平表面部分 14 及第二水平表面部分 16，第一水平表面部分 14 較佳地實質上對準或正好平行第二水平表面部分 16。第一水平表面部分 14 及第二水平表面部分 16 較佳地沿著較佳的是垂直或直立地對準之 Y 方向為固體 2 定界。水平表面部分 14 及 16 較佳地在 X-Z 平面中分別延伸，X-Z 平面較佳的是水平地對準。此外，由此圖可理解輻射源 18 使射線 6 照射至固體 2 之上。射線 6 深深地穿透固體 2(根據構造所界定)，並在相應位置或在一預定位置中產生一缺陷。

【0050】在第 1b 圖中，顯示一多層配置，固體 2 包括釋放平面 8，並在第一水平表面部分 14 的區域中設有固持層 12，固持層 12 接著較佳地由額外層 20 覆蓋，額外層 20 較佳的是一穩定裝置，特別是金屬板。聚合物層 10 較佳地設置在固體 2 之第二水平表面部分 16 之上。聚合物層 10 及/或固持層 12 較佳地至少部分地且特別較佳地完全由 PDMS 製成。

【0051】第 1c 圖顯示在裂縫生成及隨後的裂縫導引後之一狀態。固體層 4 黏附至聚合物層 10，並與剩餘的固體 2 分開一距離或可與剩餘的固體 2 隔開。

【0052】在第 2a 及 2b 圖中，顯示藉由以光射線在固體 2 中引入缺陷來產生如第 1a 圖所示之釋放平面 8 的範例。

【0053】因此，本發明係關於一用於製造固體層的方法。根據本發明的方法此處最起碼包含下列步驟：爲了至少一個固體層 4 的分離，提供固體 2；利用至少一個輻射源，特別是至少一個雷射，特別是至少一個飛秒雷射(fs laser)在固體的內部結構中產生缺陷，以預定一釋放平面，固體層係沿著此平面與固體分離；以及施加熱能至設置在固體 2 上的聚合物層 10，以用於在固體 2 中產生(特別是以機械的方式)應力，由於該應力，一裂縫沿著釋放平面 8 在固體 2 中擴展，該裂縫使固體層 4 自固體 2 分離。

【0054】在第 2a 圖中，概略地顯示缺陷 34 可如何形成於固體 2 中，特別是爲了利用輻射源 18，特別是一或多個雷射，特別是一或多個飛秒雷射，產生釋放平面 8。輻射源 18 因而以第一波長 30 及第二波長 32 發出輻射 6。波長 30、32 彼此匹配，且輻射源 18 及欲產生之釋放平面 8 之間的距離在此處係匹配，以致波長 30、32 在固體 2 中實質上或正好在釋放平面 8 上收斂，藉此，在收斂點 34，由於兩波長 30、32 的能量而產生一缺陷。缺陷可在此處透過不同的或組合的分解機制(例如，昇華或化學反應)來產生，分解在此處能夠以例如熱及/或光化學的方式啓動。

【0055】第 2b 圖顯示經聚焦的光射線 6，其焦點較佳地位於釋放平面 8 之中。此處可理解光射線 6 係藉由一或多個聚焦主體，特別是一或多個透鏡(未顯示)來聚焦。在此實施例中，固體 2 係以若干層製成，且較佳地

具有部分透明或透明的基板層 3 或者較佳的是以藍寶石製成或包括藍寶石的材料層。光射線 6 通過基板層 3 至較佳地由犧牲層 5 形成之釋放平面 8 之上，犧牲層 5 係暴露至輻射，以致在焦點之中或在焦點的區域之中以熱及/或光化學的方式引起犧牲層 5 之部分或完全的破壞。亦可理解用於產生釋放層 8 的缺陷係欲產生於兩層 3、4 間之一邊界表面的區域之中或正好產生於該邊界表面之上。因而亦可理解固體層 4 係欲產生在一載體層，特別是基板層 3 之上，且其可產生藉由一或多個犧牲層 5 及/或藉由在邊界表面(特別是介於固體層 4 及載體層之間)中產生缺陷而用於釋放或分離固體層 4 的釋放平面 8。

【0056】在第 3 圖中，顯示釋放平面 8，其具有具有不同缺陷密集度的區域 82、84、86。此處可理解複數個具有不同缺陷密集度的區域形成釋放平面 8，亦可理解釋放平面 8 之中的缺陷 34 係在表面各處實質上或精確地均勻分布。不同的缺陷密集度可依據表面製成爲相同或不同。較佳地，一第一增加的缺陷密集度構成裂縫生成密集度 82，其較佳地產生於邊緣區域中或者朝著邊緣或鄰接邊緣延伸。另外或替代地，可形成裂縫導引密集度 84，以致可監控或控制自固體 2 分離固體層 4 的裂縫。此外，另外或替代地，可產生中心密集度 86，其較佳地致能固體 2 之中心區域中之非常平整的表面。較佳地，裂縫導引密集度 84 係部分或完全的環形或者呈包圍的形式，且因此較佳地部分包圍且特別較佳地完全包圍固體 2 或固體層 4 的中心。此外，可理解裂縫導引密集度

84 係沿著自固體 2 之邊緣朝固體 2 之中心通過的方向步進地或者一致地或者不受控地減少。此外，可理解裂縫導引密集度 84 係以帶狀且均質地或者實質上或精確地均質地形成。

【0057】因此，根據本發明的方法較佳地包含下列步驟：

【0058】提供一工件，其係用於至少一個固體層及/或至少一個固體的分離，該工件具有至少一個暴露表面；在該工件內利用一輻射源，特別是一雷射，特別是一飛秒雷射或者一缺陷產生設備產生缺陷，該缺陷預定一裂縫導引層；在該工件之該暴露表面上附接或產生一接受層，以便形成一複合結構；回火該固持層，以在該工件內產生應力，該應力在該工件內引起裂縫傳播，一固體層沿著該裂縫導引層藉由該裂縫傳播自該工件分離。

【符號說明】

【0059】	
2	固體
3	基板
4	固體層
5	犧牲層
6	輻射
8	釋放平面
10	聚合物層
12	固持層

14	第一水平表面部分
16	第二水平表面部分
18	輻射源
20	穩定化裝置
30	第一輻射部分
32	第二輻射部分
34	缺陷產生的位置
82	裂縫生成密集度
84	裂縫導引密集度
86	中心密集度
X	第一方向
Y	第二方向
Z	第三方向

I637433

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

使用雷射處理及溫度引起之應力的組合式晶圓製造方法

COMBINED WAFER PRODUCTION METHOD WITH LASER
TREATMENT AND TEMPERATURE-INDUCED STRESSES

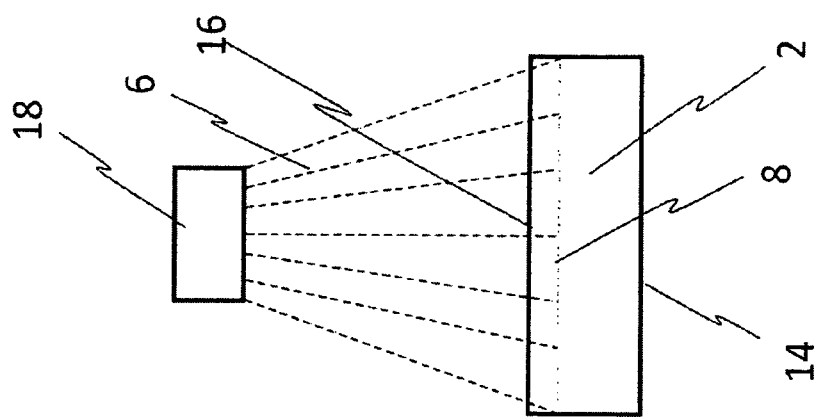
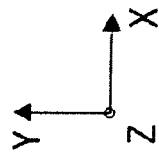
【中文】

本發明係關於一用於製造固體層的方法。根據本發明的方法包含下列步驟：爲了至少一個固體層(4)的分離，提供一固體(2)；利用至少一個輻射源，特別是一雷射，在該固體的內部結構中產生缺陷，以預定一釋放平面，該固體層係沿著該平面與該固體分離；以及施加熱能至設置在該固體(2)上之一聚合物層(10)，以用於在該固體(2)中產生(特別是以機械的方式)應力，由於該應力，一裂縫沿著該釋放平面(8)在該固體(2)中擴展，該裂縫使該固體層(4)自該固體(2)分離。

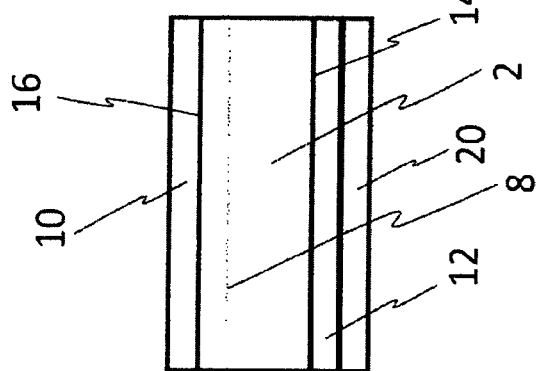
【英文】

The present invention relates to a method for producing solid layers. The method according to the invention comprises the steps of providing a solid body (2) for the detachment of at least one solid layer (4), generating defects by means of at least one radiation source, in particular a laser, in the inner structure of the solid body in order to predetermine a release plane along which the solid layer is detached from the solid body, and applying thermal energy to a polymer layer (10) disposed on the solid body (2) for generating, in particular mechanically, stresses in the solid body (2), a crack spreading in the solid body (2) along the release plane (8) due to the stresses, which crack detaches the solid layer (4) from the solid body (2).

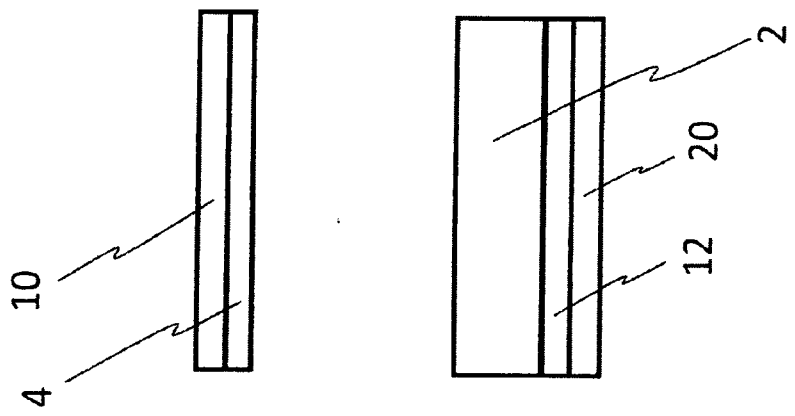
圖式



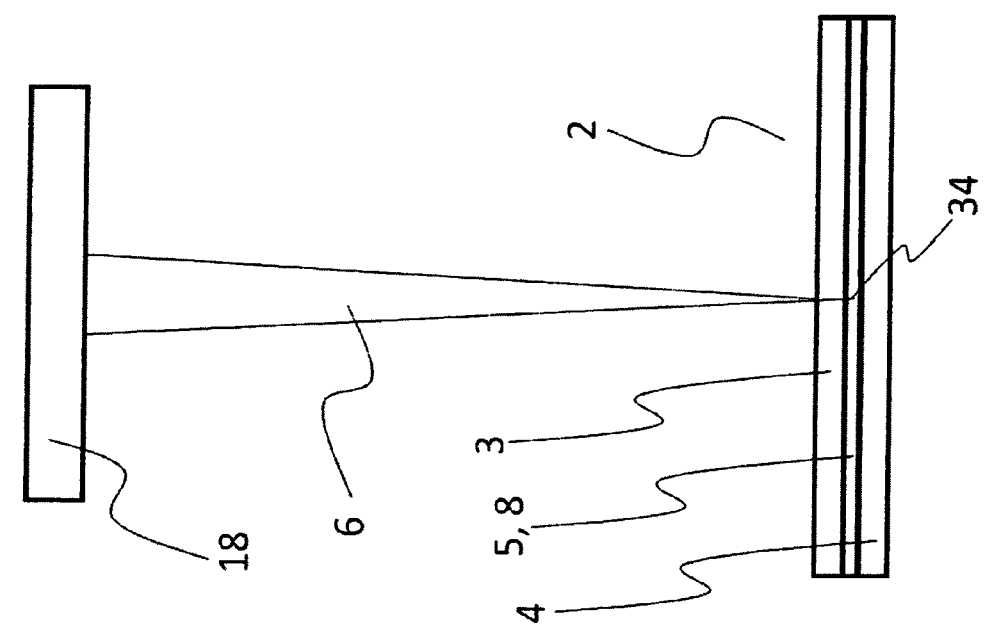
第1a圖



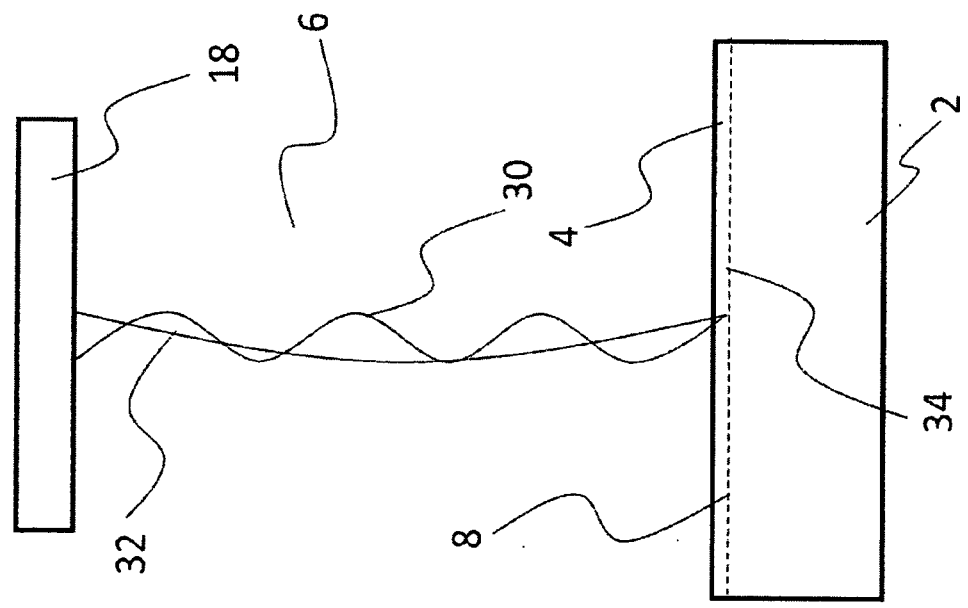
第1b圖



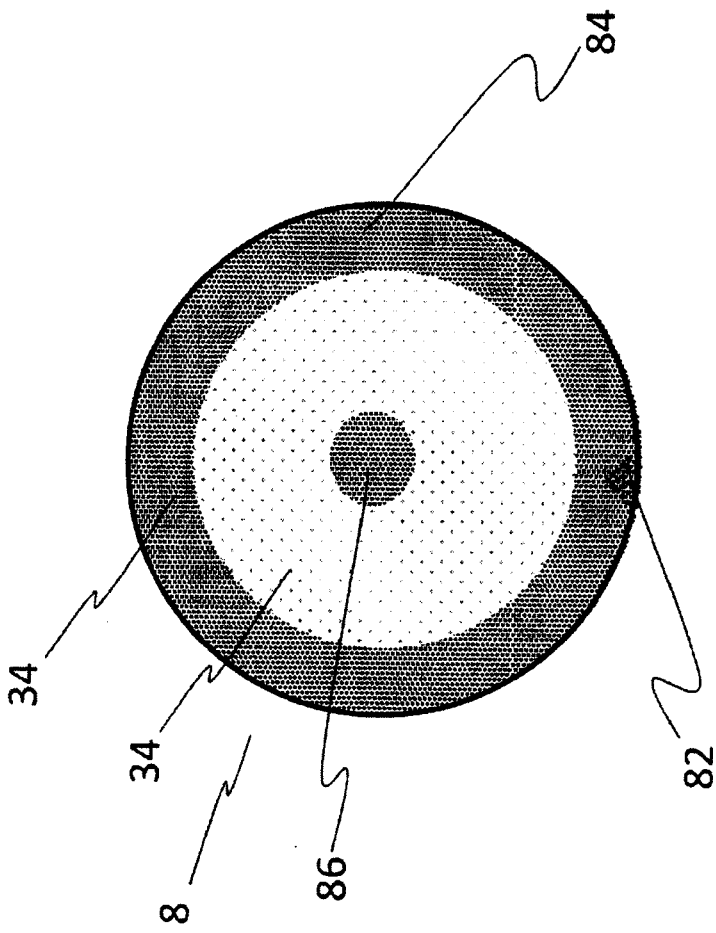
第1c圖



第2b圖



第2a圖



第 3 圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 1b 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

2	固 體
8	釋 放 平 面
10	聚 合 物 層
12	固 持 層
14	第 一 水 平 表 面 部 分
16	第 二 水 平 表 面 部 分
20	穩 定 化 裝 置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

申請專利範圍

1. 一種用於製造固體層的方法，

至少包含下列步驟：

提供用於分離至少一個固體層(4)的固體(2)；

利用至少一個雷射之雷射束，在該固體的內部結構中產生缺陷，以預定一釋放表面，該固體層係沿著該釋放表面自該固體分離；

設置一接收層(10)，以用於將該固體層(4)固持在該固體(2)上；

施加熱能至該接收層(10)，以用於在該固體(2)中產生機械應力，由於該應力，一裂縫在該固體(2)中沿著該釋放表面(8)擴展，該裂縫使該固體層(4)自該固體(2)分離；

該雷射束的波長係選擇為致使該固體的吸收小於 10 cm^{-1} 。

2. 如請求項 1 之方法，其中

用於提供欲引入該固體(2)之該輻射(6)的該至少一個雷射係配置成為致使其發出的該射線(6)在該固體(2)內的預定點產生該缺陷。

3. 如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係小於 $200\text{ }\mu\text{m}$ 。

4. 如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生

該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係小於 100 μm 。

5.如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係小於 50 μm 。

6.如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係小於 20 μm 。

7.如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係超過 100 μm 。

8.如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係超過 200 μm 。

9.如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定義的深度，該深度係超過 400 μm 。

10.如請求項 2 之方法，其中

該至少一個雷射係設置為致使其發出之為了產生該釋放表面(8)的該射線(6)穿透該固體(2)達一預先定

義的深度，該深度係超過 700 μm 。

11.如請求項 1 至 10 中任一項之方法，其中

該固體(2)係設置在一用於固持該固體(2)的固持層(12)上，該固持層(12)係設置在該固體(2)之一第一水平表面部分(14)之上，該固體(2)之該第一水平表面部分(14)係與該固體(2)之一第二水平表面部分(16)隔開，該聚合物層(10)係設置在該第二水平表面部分(16)之上，且該釋放表面(8)係與該第一水平表面部分(14)及/或該第二水平表面部分(16)平行地對準。

12.如請求項 1 之方法，其中

該固體(2)包括碳化矽及/或砷化鎵及/或一陶瓷材料，且該接收層由一聚合物層(10)構成，該聚合物層及/或該固持層(12)係至少部分由 PDMS 製成，該固持層(12)係設置在一至少部分由至少一種金屬製成之穩定化裝置(20)之一至少部分水平的表面之上。

13.如請求項 1 之方法，其中

該固體(2)中的該應力可設置為致使該裂縫生成及/或該裂縫傳播可受到控制，以便產生於一裂縫平面中生成的一表面之一預定形貌。

14.如請求項 1 之方法，其中

該至少一個雷射為一飛秒雷射。

15.如請求項 1 之方法，其中

該至少一個雷射具有一小於 10 ps 的脈衝持續時間。

16.如請求項 1 之方法，其中

該至少一個雷射具有一小於 1ps 的脈衝持續時間。

17.如請求項 1 之方法，其中

該至少一個雷射具有一小於 500fs 的脈衝持續時間。

18.如請求項 1 之方法，其中

該雷射束的能量係選擇為致使該固體內的該損壞傳播小於瑞利長度的 3 倍。

19.如請求項 1 之方法，其中

該雷射束的能量係選擇為致使該固體內的該損壞傳播小於瑞利長度。

20.如請求項 1 之方法，其中

該雷射束的能量係選擇為致使該固體內的該損壞傳播小於瑞利長度的三分之一。

21.如請求項 1 之方法，其中

該個別缺陷分別由飛秒雷射所引發之多光子激發而產生。