

(21) 申請案號：101128670

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 08 日

(51) Int. Cl. : *H01L21/762 (2006.01)*

(30) 優先權：2011/09/20 法國 1158330

(71) 申請人：梭意泰科公司 (法國) SOITEC (FR)
法國

(72) 發明人：費古特 克里斯多夫 FIGUET, CHRISTOPHE (FR) ; 果鐸 克里斯多夫 GOURDEL, CHRISTOPHE (FR)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 36 頁

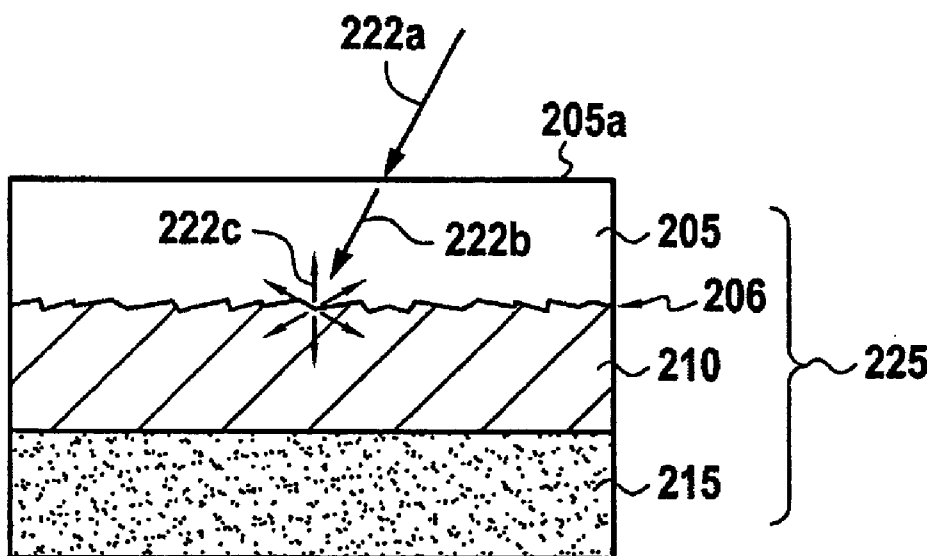
(54) 名稱

以剝落作用分離之複合結構之製造方法

METHOD FOR FABRICATING A COMPOSITE STRUCTURE TO BE SEPARATED BY EXFOLIATION

(57) 摘要

本發明係關於包含欲藉由輻照分離之層(215)之複合結構(225)的製造方法，該方法包含形成堆疊，該堆疊含有：- 載體基板(205)，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；- 欲分離之層(215)；及- 分離層(210)，其插入該載體基板與該欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於該確定波長之輻射(222a)之作用下以剝落作用分離，在形成該複合堆疊之步驟期間，該方法另外包含修改在該載體基板與該分離層之間之界面(206)處或在該載體基板之頂面(205a)上之反射光學性質的處理步驟。



205：載體基板

205a：頂面

206：界面

210：分離層

215：層

222a：輻射/入射光線

222b：光線

222c：散射光線

225：複合結構

(21) 申請案號：101128670

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 08 日

(51) Int. Cl. : *H01L21/762 (2006.01)*

(30) 優先權：2011/09/20 法國 1158330

(71) 申請人：梭意泰科公司 (法國) SOITEC (FR)
法國

(72) 發明人：費古特 克里斯多夫 FIGUET, CHRISTOPHE (FR) ; 果鐸 克里斯多夫 GOURDEL, CHRISTOPHE (FR)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 36 頁

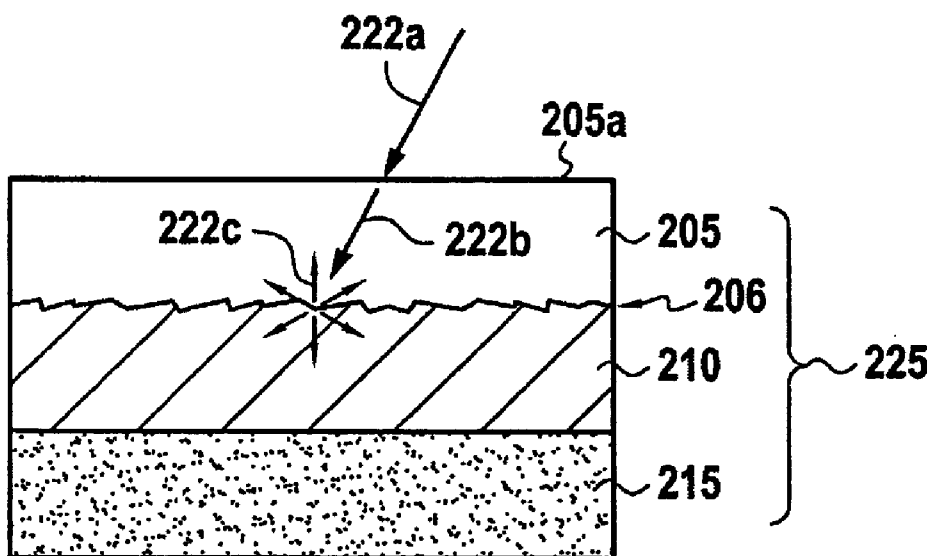
(54) 名稱

以剝落作用分離之複合結構之製造方法

METHOD FOR FABRICATING A COMPOSITE STRUCTURE TO BE SEPARATED BY EXFOLIATION

(57) 摘要

本發明係關於包含欲藉由輻照分離之層(215)之複合結構(225)的製造方法，該方法包含形成堆疊，該堆疊含有：- 載體基板(205)，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；- 欲分離之層(215)；及- 分離層(210)，其插入該載體基板與該欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於該確定波長之輻射(222a)之作用下以剝落作用分離，在形成該複合堆疊之步驟期間，該方法另外包含修改在該載體基板與該分離層之間之界面(206)處或在該載體基板之頂面(205a)上之反射光學性質的處理步驟。



205：載體基板

205a：頂面

206：界面

210：分離層

215：層

222a：輻射/入射光線

222b：光線

222c：散射光線

225：複合結構

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101128670

※申請日：101.8.08

※IPC 分類：H01L 21/762 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

以剝落作用分離之複合結構之製造方法

METHOD FOR FABRICATING A COMPOSITE STRUCTURE TO BE SEPARATED BY EXFOLIATION

二、中文發明摘要：

本發明係關於包含欲藉由輻照分離之層(215)之複合結構(225)的製造方法，該方法包含形成堆疊，該堆疊含有：

- 載體基板(205)，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；
- 欲分離之層(215)；及
- 分離層(210)，其插入該載體基板與該欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於該確定波長之輻射(222a)之作用下以剝落作用分離，

在形成該複合堆疊之步驟期間，該方法另外包含修改在該載體基板與該分離層之間之界面(206)處或在該載體基板之頂面(205a)上之反射光學性質的處理步驟。

三、英文發明摘要：

The invention relates to a method for fabricating a composite structure (225) comprising a layer (215) to be separated by irradiation, the method comprising the formation of a stack containing:

- a support substrate (205) formed from a material which is at least partially transparent at a determined wavelength;
- a layer (215) to be separated; and
- a separation layer (210) interposed between the support substrate and the layer to be separated, the separation layer being adapted to be separated by exfoliation under the action of radiation (222a) having a wavelength corresponding to the determined wavelength, the method furthermore comprising, during the step for forming the composite step, a treatment step modifying the optical properties in reflection at the interface (206) between the support substrate and the separation layer or on the upper face (205a) of the support substrate.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

205	載體基板
205a	頂面
206	界面
210	分離層
215	層
222a	輻射/入射光線
222b	光線
222c	散射光線
225	複合結構

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於複合(或多層)半導體結構之製造領域，且更具體而言係關於以剝落作用分離之方法，其使得例如在將層自初始載體轉移至最終載體之範疇內可剝離複合結構之一或多個層。

【先前技術】

在複合結構之製造領域中，能夠裝配及/或分離膜或層(例如半導體層或絕緣層)通常可為有用的。尤其需要該等分離以將層自初始基板轉移至最終基板。例如，在執行三維組件技術期間實施該等轉移，該三維組件技術涉及在同一層之兩個面(「正面」及「後面」)上形成電子、光伏打及/或光電子組件(3D整合)。亦實施層轉移以在後面照明成像器之製造期間轉移電路。層之轉移亦可用於改變上面形成有一或多個層之基板，以使新基板滿足尤其成本、物理特性(單元大小、熱穩定性...)等方面的要求。

薄膜轉移方法闡述於(例如)專利文件EP 0 858 110中。此方法尤其可借助以剝落作用分離之技術分離膜，此技術尤其需要穿過透明基板輻照複合結構。

現將參照圖1闡述製造複合結構之方法(步驟S1及S2)及以剝落作用分離之方法(步驟S3及S4)的例示性實施例。

首先，藉由在載體基板5之一個面上黏合(步驟S1)裝配所謂分離層10(或光學吸收層)。如下文更詳細指示，載體基板5在預定波長下至少部分透明。

隨後藉由在層10接觸載體基板5之側相對側之面上黏合來裝配層15(亦稱作「欲分離之層」),以便獲得複合結構25(步驟S2)。

應注意,在步驟S1及S2期間層5、10及15之裝配可借助任何適宜裝配技術(例如分子黏附黏合或涉及中間黏合層之技術)實施。

此外,未必藉由黏合來裝配層10及15以形成複合結構25。作為變化形式,層10及15中之至少一者可借助適宜沈積技術形成。分離層10可藉由(例如)PECVD(「電漿增強化學氣相沈積」)或LPCVD(「低壓CVD」)沈積來形成。

在形成複合結構25後,可以剝落作用實施分離層10之分離。此方法使得可自載體基板5剝離層15。

為此,借助電磁輻射20穿過載體基板5輻照分離層10(步驟S3)。載體基板5在輻射20之波長下至少部分透明。此處「部分透明」欲指基板在所述波長下之透射率為至少10%且較佳大於或等於50%。如下文所指示,所需之透明度等級將根據分離層10接收之電磁束20之能量量而變。

在此輻照步驟S3期間,分離層10吸收穿過載體基板5與分離層10之間之界面8的入射光。此輻照導致分離層10之材料中之原子或分子間的黏附力減少或消除。此乃因在輻射20作用下,構成分離層10之材料經受光化學激發及/或熱激發,其導致原子或分子鏈斷裂。該等斷裂由此引起分離層10以剝落作用以層10之實際厚度(所謂「內部」剝落作用)或在層10與載體基板5之間之界面8處或在層10與欲

分離之層 15 之間之界面 12 處(「界面」剝落作用)分離。此剝落現象亦可涉及在輻射 20 作用下由分離層 10 之材料釋放之一或多種氣體。

應注意，由輻射 20 誘發之分離未必導致分離層 10 中(或界面 8 及 12 中之一者處)剝離或實際分離，而是可能僅導致分離層 10 之材料弱化。在後一情形下，需要施加額外能量(例如，呈機械力形式)以在載體基板 5 與層 15 之間獲得實際剝離(若實際上期望該剝離)。

在完全分離基板 5 與層 15 (步驟 S4)後，出於形成新複合結構之目的，可再循環載體基板 5。

目前，根據圖 1 之佈置產生之複合結構通常具有以下組成中之一者：

- GaN/Al₂O₃，其對應於由 GaN 組成之分離層 10 及由藍寶石組成之載體基板 5；
- Si₃N₄/Al₂O₃，其對應於由 Si₃N₄ 組成之分離層 10 及由藍寶石組成之載體基板 5。

關於該等組成，以剝落作用分離之品質方面的結果通常令人滿意。在分離沈積於藍寶石基板上之 GaN 層時，例如，在良好條件下施加輻射 20 (於通常介於 190 nm 與 250 nm 之間之波長下)且無任何特定困難地獲得分離。

然而，申請者已觀察到，在對其他組成之複合結構 25 施加此分離方法時，結果可顯著降低。舉例而言，以剝落作用之分離對於 SiO₂/Si 型(即，矽上之二氧化矽)之複合結構 25 而言遠更困難。申請者已觀察到，以剝落作用分離之品

質方面的大的變化隨所研究批次而變化，且通常，分離愈不均勻，則需要於輻射中之暴露愈多。

因此，目前需要更好地適於以剝落作用分離之方法的複合結構，與所述複合結構之組成無關。尤其需要適於在良好條件下以剝落作用分離之非習用組成的複合結構。

【發明內容】

為此，本發明係關於包含欲藉由輻照分離之層之複合結構的製造方法，該方法包含形成堆疊，該堆疊至少含有：

- 載體基板，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；
- 欲分離之層；及
- 分離層，其插入載體基板與欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於該確定波長之輻射之作用下以剝落作用分離，

在形成複合堆疊之步驟期間，製造方法另外包含修改至少一個在載體基板與分離層之間之界面處或在載體基板接觸分離層之面相對側之該基板之頂面上之反射光學性質之處理步驟。

隨後可對本發明複合結構施加以剝落作用分離之方法，以自載體基板剝離欲分離之層。為此，對載體基板施加電磁波，其部分透射過該載體基板至下伏分離層。

修改反射光學性質之處理步驟有利地使得可在以剝落作用之分離方法期間限制或避免以此方式處理之一或多個界面處光束之反射。

本發明複合結構由此使得可減少以剝落作用之分離方法期間透射之能量隨載體基板厚度變化之變化，並使實際上透射至分離層中之能量最大化。由此大大改良載體基板與欲分離之層之間以剝落作用之分離的品質及重現性。該方法使得尤其可對複合結構實施以剝落作用之分離，該等複合結構具有不同於常用組成之組成且對光學干涉尤其敏感。

根據本發明之第一實施例，處理步驟包含在載體基板與分離層間之界面處及/或在載體基板之頂面上形成至少一個抗反射層。

此抗反射層之效應係組合呈反相之兩個反射，以使其具有相消性，此有利地使得可減少或防止以剝落作用之分離方法期間由載體基板透射之光輻射的任何反射。因此，光能量穿過載體基板到達分離層之透射最大化，此使得可顯著改良以剝落作用分離之品質。

抗反射層之折射率 n_2 實質上等於 $\sqrt{n_1 \times n_3}$ ，其中 n_1 及 n_3 分別係載體基板及分離層之折射率。甚至更佳地， $n_2 = \sqrt{n_1 \times n_3}$ 。

將光學指數 n_2 設定為接近(例如，在 $\pm 10\%$ 內，或甚至在 $\pm 5\%$ 內)或等於 $\sqrt{n_1 \times n_3}$ ，之值有利地使得可將以剝落作用分離方法之輻照步驟期間的不希望之反射限制至最小值。

此外，分離層可包含加熱子層及剝落作用子層，剝落作用子層適於在由加熱子層誘發之加熱作用下分解。

在一特定實施例中，載體基板由矽組成，加熱子層由二

氧化矽組成，剝落作用子層由 Si_3N_4 組成且抗反射層由 SiON 組成，該抗反射層之折射率實質上等於(或等於)2.61。

根據第一實施例之變化形式，在載體基板與分離層間之界面處形成抗反射層時，抗反射層之組成隨其厚度逐漸變化，以使其折射率 n_2 在其與載體基板之界面處等於 n_1 且在其與分離層之界面處等於 n_3 。

此變化形式有利地使得可避免涉及複合結構之界面處光學指數顯著跳躍。抗反射層與載體基板間之界面處之反射由此最小化。

根據此變化形式，分離層可包含由二氧化矽組成之加熱子層及由 Si_3N_4 組成之剝落作用子層，剝落作用子層適於在由加熱子層誘發之加熱作用下分解，載體基板由矽組成，且抗反射層之組成可由 SiO_x 組成，其中 x 在0與2之間逐漸變化。

如上文所指示，可在載體基板之頂面上形成抗反射層。若為此種情形，則抗反射層之組成可隨其厚度逐漸變化，以使其折射率 n_2 在其與載體基板之界面處等於 n_1 且在其與載體基板之界面相對側之上表面處等於 n_0 ， n_0 為在輻照期間於其中放置複合結構之介質的折射率。

組成之此逐漸變化有利地使得可避免載體基板頂面與放置複合結構之周圍介質間之界面處光學指數之顯著跳躍。載體基板頂面處之反射由此最小化，此使得可在分離方法期間使最大光能量透射至分離層。

此外，在載體基板與分離層間之界面處形成抗反射層時，抗反射層之厚度（表示為 e_1 ）較佳實質上等於 $(2M+1) \cdot \lambda/4$ ， M 係大於或等於 0 之奇數且 λ 係確定波長。甚至更佳地， $e_1 = (2M+1) \cdot \lambda/4$ 。藉由以此方式調節抗反射層之厚度，可將其反射減小至最小值。

根據本發明之第二實施例，處理步驟包含在載體基板與分離層間之界面處及/或在載體基板頂面上形成至少一個粗糙層，該粗糙層在量測域內具有大於或等於 50 Å rms 之平均粗糙度值，該量測域之尺寸等於該面中欲用輻射輻照之頂部區域之至少 3 倍。

該粗糙層之形成有利地使得可改良所述界面處之物理性質，該界面自鏡面狀態轉化為擴散狀態。此使得本發明複合結構對相長及相消光學干涉不敏感或不十分敏感（參見下文）。

可至少藉由機械研磨或化學蝕刻實施粗糙層之形成。

就此而言，本發明亦係關於如上文所述自本發明複合結構分離層之方法。分離方法包含借助對應於載體基板至少部分透明之波長之入射光穿過結構之載體基板輻照分離層，以藉由分離層之剝落作用誘發弱化或分離。

本發明以係關於包含複合堆疊之複合結構，該堆疊至少係自以下形成：

載體基板，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；

欲藉由輻照分離之層；及

分離層，其插入載體基板與欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於確定波長之輻射之作用下以剝落作用分離，

複合結構另外包含至少一個修改在載體基板與分離層之間之界面處或在載體基板接觸分離層之面相對側之該基板之頂面上之反射光學性質的層。

上文參照本發明製造方法解釋之實施例及優點類似地適於本發明複合結構。

根據一特定實施例中，修改反射光學性質之每一層分別對應於抗反射層及/或在 $5\ \mu\text{m}\times 5\ \mu\text{m}$ 之域內平均粗糙度值大於或等於 $50\ \text{\AA}\ \text{rms}$ 之粗糙層。

此外，該結構可包含至少一個修改對應於抗反射層之反射光學性質的層及至少一個修改對應於粗糙層之反射光學性質的層。

【實施方式】

自下文給出之說明參照附圖可明瞭本發明之其他特性及優點，該等附圖圖解說明暗指無限制之其例示性實施例。本發明係關於可在良好條件下、甚至對於傳統上不提供良好結果之組成以剝落作用分離之複合結構。

申請者已實施如下研究：其使得可證實，物理機制產生針對實施以剝落作用分離之方法遇到之困難。該研究尤其證實在複合結構之輻照期間載體基板中出現之光學干涉的作用。

現將參照圖2闡述此機制。此圖代表如上文參照圖1所述

之複合結構25。

圖2尤其代表在輻照步驟S3期間到達載體基板5之暴露表面5a的入射光線22a。至於遇到半吸收劑介質之任何光線，光線22a之一部分(未顯示)在基板5之上表面5a處經反射，而部分22b透射至載體基板5中。在其穿過載體基板5之厚度期間，透射光線22b之一部分經吸收且剩餘部分到達載體基板5與分離層10間之界面8。界面8再次發揮光學折光件作用，從而使光線22b部分經反射(反射光線22d)且剩餘部分22c透射至分離層10中。反射光線22d再次遇到上表面5a並產生載體基板5內之內部反射的新過程。

然而，穿過載體基板5之厚度之各種光線(22b、22d、22e.....)彼此相互作用，以端視其相移產生具有較高強度之波(此稱作相長干涉)或具有較低強度之波(此稱作相消干涉)。該等干涉現象產生由申請者觀察到之與由載體基板透射至分離層之輻射能量有關之強變化及顯著減少。

更具體而言，研究已顯示，干涉程度強烈取決於光學指數(或折射率)之跳躍，其係在暴露表面5a及界面8處由輻射遇到。理想地，所涉及各種材料間之光學指數差異應最小化。關於習用複合結構之組成(即Ga₃N/Al₂O₃或Si₃N₄/Al₂O₃)，情況尤其有利，此乃因對於波長介於150 nm與300 nm間之輻射而言指數跳躍係至多0.87(藍寶石及Si₃N₄之光學指數分別係1.87及2.27)。

另一方面，對於SiO₂/Si組成而言該情況遠不有利，其中對於波長超過1.5 μm之輻射而言，二氧化矽及矽之光學指

數分別係1.992及3.42。若暴露表面5a接觸空氣(指數等於1)，則(例如)對於波長為 $9.3\ \mu\text{m}$ 之輻射獲得光學指數之極大跳躍(層中之每一者之間約2.4或1.4)。該等大的光學指數跳躍促進在步驟S3期間產生透射至分離層10中之光強度之極強變化。

此外，在由二氧化矽組成之分離層及由矽組成之載體基板的上述情形下，與載體基板厚度有關之對干涉之敏感度等級係極端的。特定而言，在 $1.35\ \mu\text{m}$ 之矽厚度週期下觀察到最大透射強度。換言之，在考慮由矽組成之載體基板之達成透射最大值之厚度 L 時，原則上將在厚度 $L + 1.35/2\ \mu\text{m}$ 下獲得透射最小值且將在厚度 $L + 1.35\ \mu\text{m}$ 下獲得透射最大值。此意味著可必須以遠佳於 $0.675\ \mu\text{m}$ 之精確度等級控制由矽組成之載體基板之厚度，以避免至分離層中之輻射之透射顯著變化。目前由矽組成之載體基板並不可實現該控制等級，該厚度通常針對 $200\ \text{mm}$ 及 $300\ \text{mm}$ 之晶圓直徑分別以約 $5\ \mu\text{m}$ 及 $1.5\ \mu\text{m}$ 之幅度變化(總厚度變化或「TTV」)。

因此，對於諸如由矽組成之基板等基板的厚度之控制等級不足，此導致如上文解釋之透射能量的變化問題。

迄今為止尚未有效解決透射及光學干涉之問題，此尤其係由於其對傳統組成之複合結構的影響有限。因此，申請者已研發使得可克服上述缺陷及與所述結構之組成無關地克服上述缺陷之新複合結構。

現將參照圖3A及3B闡述本發明第一實施例之複合結

構。該等圖代表使得可獲得此複合結構之製造方法(步驟S10至S14)以及施加至該結構之以剝落作用分離之方法(步驟S16至S18)的實例。

如圖3A中所顯示，首先藉由沈積在載體基板105之表面105b上形成厚度 e_1 之抗反射層106(步驟S10)。可藉由任何適宜沈積技術(例如PECVD或LPCVD沈積)或任何其他適宜層形成技術產生抗反射層106。亦可構想藉由在載體基板105之面105b上黏合來裝配抗反射層106。下文將更詳細解釋此層106之目的及特性。

在此處所述實例中，載體基板105由矽組成。

隨後藉由在抗反射層106之暴露面(亦即接觸載體基板105之側相對側之面)上黏合來裝配分離層110(步驟S12)。

亦藉由在分離層110之暴露面上黏合來裝配欲分離之層115以便形成複合結構125(步驟S14)。

層110及115未必藉由黏合裝配以形成複合結構125。作為變化形式，可借助適宜沈積技術形成層110及115中之至少一者。分離層110可藉由(例如)PECVD或LPCVD沈積形成。

在形成結構125後，可藉由以剝落作用分離分離層110自載體基板105剝離層115(步驟S16及S18)。應注意，可在實施以剝落作用分離方法之前使複合結構125經受互補技術步驟。視情況在層115之後面上實施技術步驟(形成組件等)後，具體而言可在層115(例如最終基板)之暴露面上形成或裝配一或多個層。

為分離層 115 與載體基板 105，首先穿過載體基板 105 將電磁輻射 120 施加至分離層 110 上 (步驟 S16)。此呈束形式之輻射具有載體基板 105 至少部分透明之波長 λ 。於此波長下，基板 105 之透射率為至少 10%，且較佳大於或等於 50%。然而，可藉由增加步驟 S16 期間所施加束之能量量 (例如藉由聚焦該束) 補償低透射率。

在此處設想之實例中，分離層 110 可包含第一所謂加熱子層 (例如由二氧化矽組成) 及第二所謂剝落作用子層 (例如由 Si_3N_4 組成)。加熱子層之功能係在步驟 S16 期間在輻照效應下誘發加熱。剝落作用子層之功能係導致在自加熱子層透射之加熱能量效應下 (藉由熱傳導) 以剝落作用分離分離層 110。剝落作用子層適於在輻照期間在由加熱子層誘發之加熱效應下分解或弱化。

在一變化形式中，分離層 110 包含至少一個同時滿足加熱及剝落作用功能之子層。

關於抗反射層 106，其具有組合呈反相之兩個反射的效應，以使其具有相消性，此有利地使得可減少或防止由載體基板 105 透射之光輻射的任何反射，同時使分離層 110 之透射最大化。因此，抗反射層之功能與鏡式層之功能相反，該鏡式層可使載體基板 105 與分離層 110 間之界面處之反射最大化。就此而言，層 106 構成在載體基板 105 與分離層 110 間之界面處修改反射光學性質之層。

如參照複合結構 25 所指示，由輻射 120 誘發之分離未必導致分離層 110 中之剝離或實際分離，而是可僅導致層 110

弱化，此需要隨後施加額外能量(例如，呈機械力形式)以在載體基板105與層115之間獲得實際剝離。

在完全分離基板105與層115(步驟S18)後，出於形成新複合結構之目的，可再循環載體基板105。此循環可視情況涉及抗反射層106之移除。

為在輻照步驟S16期間盡可能防止不希望之反射，抗反射層106之光學指數 n_2 應接近且較佳等於處於每一側上之層之光學指數之積的平方根。換言之，指數 n_2 應滿足以下條件(1)：

$$n_2 = \sqrt{n_1 \cdot n_3} \pm 10\%$$

其中 n_1 及 n_3 分別對應於載體基板105及分離層110之光學指數。

指數 n_2 較佳係根據以下條件(2)加以選擇：

$$n_2 = \sqrt{n_1 \cdot n_3}$$

在此處設想之實例中，假定 n_1 及 n_3 分別係3.42及1.992。因此，抗反射層106之光學指數 n_2 係約2.61，且較佳等於此值。

此外，抗反射層106之反射率取決於其厚度 e_1 。針對層厚度 $e_1 = (2M+1) \lambda/4$ 獲得其反射率最小之理想情形，其中 M 係大於或等於0之整數。

在此處設想之實例中，輻射120之波長 λ 係9.3 μm 。為使抗反射層106之反射率最小化，厚度為約 $e_1 = 4.6 \mu\text{m}$ (在 $n_1 > n_3$ 時之情形)係有利的。

此外，如上文指示，反射程度強烈取決於所涉及材料間

之光學指數的跳躍(即， n_1 、 n_2 及 n_3 間之差)。根據此第一實施例之變化形式，抗反射層106應使得其光學指數 n_2 隨層106之厚度逐漸變化，以便在與載體基板105之界面處等於值 n_1 且在與分離層110之界面處等於 n_3 。為此，藉由沈積愈來愈富含二氧化矽以達到 SiO_2 化學計量之 Si-O_x 層(x 在0與2之間漸進變化)產生此處設想之抗反射層106。

此變化形式有利地使得可避免所涉及界面處之光學指數的顯著跳躍，且因此使抗反射層106與載體基板105間之界面處的反射最小化。

為使反射最小化同時使輻射至分離層110之透射最佳化，可在抗反射層106中產生一個或複數個奈米結構化子層，其稱為術語「蛾眼」層且其原則係含有尺寸遠小於所用輻射120之波長 λ 的圖案。該等「蛾眼」層對於全向入射光尤其具有極低反射程度。

尤其用於太陽能電池中之該等蛾眼型層詳細闡述於(例如)文件「*Characterization of antireflection moth-eye film on crystalline silicon photovoltaic module*」，(Noburu Yamada等人，*Optics Express*，第19卷，第S2期，第A118-A125號)中。蛾眼型奈米結構可(例如)以薄膜形式藉由電漿處理或藉由複合全像光學方法產生。

對於上述不同變化形式而言，應注意，可將抗反射層106佈置於載體基板105之暴露面105a上，而非定位於載體基板105與分離層110間之界面處。然而，此變化形式較不佳，此乃因其允許光線在載體基板105中進行至少一次內

部反射，即首次到達載體基板105與分離層110間之界面處之光線的反射。

為最佳化，後一變化形式應滿足條件(1)且較佳條件(2)，其對於光學指數 n_1 、 n_2 及 n_3 係如上文所提及。在此處設想之實例中，因此， n_2 應等於2.61。此外，厚度(表示為 e_1')應較佳使得 $e_1'=(2P+1)\lambda/4$ ，其中 P 係大於或等於0之整數。因此，對於 $9.3\ \mu\text{m}$ 之波長 λ 而言，佈置於載體基板105之面105a上之抗反射層106較佳係SiON合金，光學指數為2.61且厚度為 $2.32\ \mu\text{m}$ 、 $6.98\ \mu\text{m}$ 等。

或者，在載體基板之頂面105a上形成抗反射層106時，抗反射層之組成可隨其厚度逐漸變化，以使其折射率 n_2 在其與載體基板105之界面處等於 n_1 且在其與載體基板105之該界面相對側之上表面(即其暴露表面)處等於 n_0 ， n_0 係在輻照期間於其中放置該複合結構之周圍介質的折射率。

此指數梯度有利地使得可避免所涉及界面處之光學指數的顯著跳躍，且因此使抗反射層106與載體基板105間之界面處的反射最小化。

現將參照圖4A、4B、5A及5B闡述本發明第二實施例之複合結構。

更具體而言，該等圖代表使得可獲得複合結構225之製造方法(步驟S110至S114)以及施加至該結構之以剝落作用分離之方法(步驟S116至S118)的實例。

如圖4A中所顯示，首先使載體基板205經受粗糙化步驟S110，其使得可增加其一個表面(表示為205b)之粗糙度。

在尺寸等於輻照(在後續輻照步驟S116期間)區域之至少3倍之量測域(或表面)內，表面205b上達成之平均粗糙度較佳大於或等於 50 \AA rms (\AA 為埃且rms為「均方根」)，且甚至更佳至少等於 100 \AA rms 。特定而言，粗糙度值應高於(例如)具有雷射光斑之尺寸(即，例如， $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$)之域。此量測域可為(例如) $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 。

此粗糙化係(例如)借助蝕刻型化學方法(例如，在載體基板5由矽組成時TMAH蝕刻)或機械型方法(例如機械磨損或「研磨」、噴砂處理、拋光等)產生。或者，可使用該等方法中之至少兩者之組合以達成期望粗糙度值及表面情況。

隨後藉由在載體基板205之粗糙面205b上黏合來裝配分離層210(步驟S112)。由此獲得載體基板205與分離層210間之界面206，其特徵在於在等於輻照區域之至少3倍之域(例如， $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 之域)內，增加之粗糙度至少等於 50 \AA rms 或甚至 100 \AA rms 。此高粗糙度值在位於載體基板205與欲分離層210間之界面206處的厚度 e_2 之層(或區域)207上延伸。此區域207對應於由載體基板205及分離層210之材料組成之層，其位於厚度 e_2 上之界面206之任一側上。此厚度 e_2 可(例如)超過 300 \AA 且(例如)達到 500 \AA 之值。

在此處闡述之實例中，載體基板205由矽組成。此外，分離層210與分離層110相同。其包含(例如)由二氧化矽組成之加熱子層及由 Si_3N_4 組成之剝落作用子層(圖中未顯示)。

在實施步驟S112後，藉由在分離層210之暴露面(即，在接觸載體基板205之面相對側之後面)上黏合來裝配層215(步驟S114)。

應注意，未必藉由黏合裝配層210及215以形成複合結構225。作為變化形式，層210及215中之至少一者可借助適宜沈積技術形成。分離層210可藉由(例如)PECVD或LPCVD沈積形成。

在形成結構125後，可藉由實施與上文參照複合結構125闡述之方法相同之以剝落作用之分離方法自載體基板205剝離層215(步驟S114及S116)。

可在實施以剝落作用分離方法之前使複合結構225經受互補技術步驟。視情況在層215之後面上實施技術步驟(形成組件等)後，具體而言可在層215(例如最終基板)之暴露面上形成或裝配一或多個層。

為分離層215與載體基板205，首先穿過載體基板205將電磁輻射220施加至分離層210上(步驟S116)。此輻射具有載體基板205至少部分透明之波長 λ 。於此波長下，基板205之透射率為至少10%，且較佳大於或等於50%。然而，如參照基板105所指示，可藉由增加輻照步驟S116期間施加之束之能量補償載體基板205之低透射率。

先前實施之粗糙化之效應係改良界面206處之物理性質，該界面自鏡面狀態轉化為擴散狀態。粗糙層207尤其改良複合結構225之界面206處之發射中的光學性質。藉助此粗糙層207，複合結構225對相長及相消光學干涉不敏感

或不十分敏感。因此，層206構成在載體基板205與分離層210間之界面處修改反射光學性質之層。

應注意，根據替代形式，可在與載體基板205裝配之前使分離層206粗糙化。亦可使載體基板之表面205b及意欲接觸表面205b之分離層210之表面粗糙化。在所有情形下，層207上獲得之粗糙度值係如上文所述。

如圖5A中所顯示，在步驟S116中入射光線222a到達複合結構225之暴露表面205a時，光線之一部分222b在載體基板205中透射遠至界面206。層206之效應係使得界面206擴散，以使光線222b在界面206處以不同方向散射。散射光線222c由此沿多個方向部分透射至分離層210中，剩餘部分散射至載體基板205中。此散射使得可避免複合結構之載體基板205中出現之多重反射，該等反射產生不希望的光學干涉。

儘管入射輻射能之一部分未透射至分離層210，但此實施例之有利之處仍在於使得可抑制複合結構對透射能量隨載體基板厚度變化之變化之敏感性。

如參照結構25及125所指示，由輻射220誘發之分離未必產生分離層210中之剝離或實際分離，而是可僅導致層210弱化，此需要隨後施加額外能量(例如，呈機械力形式)以在載體基板205與層215之間獲得實際剝離。

在完全分離基板205與層215(步驟S118)後，出於形成新複合結構之目的，可再循環載體基板205。此再循環可視情況涉及藉由拋光載體基板之表面205b(或藉由任何其他

適宜方法)移除粗糙層207。

根據此第二實施例之圖5B中顯示之變化形式，在形成複合結構225之前、期間及/或之後使載體基板205之暴露表面205a粗糙化。由此在暴露表面205a上在厚度 e_3 之區域中獲得具有增加粗糙度之層(具有與針對第一變化形式界定之值相同之值)。此區域構成改良複合結構之反射光學性質的層227。厚度 e_3 係與厚度「 e_2 」大約相同之值。

在此變化形式中，粗糙表面205a(且更通常粗糙層207)之效應係使步驟S116期間輻照之每一光線224a以多個方向散射。在散射光線224b中，光線224c透射至界面206。此光線之部分224d隨後透射至分離層210中。然而，此變化形式具有關於圖5A之缺陷之缺陷，其在於在載體基板205與分離層210間之界面206處不可避免反射。因此，由界面206反射之光線224e係未透射至分離層210之輻射能量。

隨後由表面205a上之粗糙層227散射光線224e，此使得可避免載體基板205中出現之多重反射。因此，此變化形式使得可防止在載體基板之厚度中產生有害光學干涉。

因此，本發明複合結構有利地使得可減少輻照步驟期間透射之能量隨載體基板厚度變化之變化並使實際透射至分離層中之能量量最小化。藉此，由此大大改良載體基板與欲分離之層之間以剝落作用之分離的品質及重現性。本發明使得尤其可對複合結構實施以剝落作用之分離，該等複合結構具有不同於常用組成之組成且對光學干擾尤其敏感。

作為其他變化形式，可構想將抗反射層106佈置於複合結構之載體基板之每一面上，以便修改在其兩個面上(即在其暴露表面上及在與分離層之界面處)基板之反射光學性質。

亦可使載體基板之兩個面粗糙化(在該情形下載體基板包含粗糙層207及粗糙層227)。然而，此變化形式導致輻照步驟期間輻射能量透射方面的更顯著損失。

或者，載體基板可在其一個面上具有抗反射層，另一表面如上文所述經粗糙化。

此外應注意，載體基板及形成本發明複合結構之每一層可由複數個子層組成。具體而言，如上文所述，抗反射層106可由兩個或更多個子層形成。

根據本發明之另一變化形式，複合結構可包含載體基板與分離層間之界面處之抗反射層106及載體基板之上方(即暴露)面上之粗糙層227，或反之，載體基板與分離層間之界面處之粗糙層及載體基板之頂面上之抗反射層。

【圖式簡單說明】

圖1示意性代表製造複合結構之已知方法(步驟S1及S2)以及施加至該結構之以剝落作用分離的方法(步驟S3及S4)；

圖2示意性圖解說明在複合結構之載體基板中產生光學干涉之機制；

圖3A及3B示意性代表根據本發明之第一實施例製造複合結構之方法(步驟S10-S14)以及施加至該結構之以剝落作

用分離之方法(S16-S18)。

圖4A及4B示意性代表根據本發明之第二實施例製造複合結構之方法(步驟S110-S114)以及施加至該結構之以剝落作用分離之方法(S116-S118)。

圖5A及5B示意性代表根據本發明第二實施例之兩種變化形式對複合結構之輻照。

【主要元件符號說明】

5	載體基板
5a	曝露表面
8	界面
10	分離層
12	界面
15	層
20	電磁輻射
22a	入射光線
22b	透射光線
22c	光線
22d	反射光線
22e	光線
25	複合結構
105	載體基板
105a	頂面
105b	表面
106	抗反射層

110	分離層
115	層
120	電磁輻射
125	複合結構
205	載體基板
205a	頂面
205b	表面
206	界面
207	粗糙層
210	分離層
215	層
220	電磁輻射
222a	輻射/入射光線
222b	光線
222c	散射光線
224a	光線
224b	散射光線
224c	光線
224d	光線
224e	光線
225	複合結構
227	粗糙層

七、申請專利範圍：

1. 一種製造包含欲藉由輻照分離之層(115；215)的複合結構(125；225)之方法，該方法包含堆疊之形成(S10至S14；S110至S114)，該堆疊至少含有：

載體基板(105；205)，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；

該欲分離之層(115；215)；及

分離層(110；210)，其插入該載體基板與該欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於該確定波長之輻射(120；220)之作用下以剝落作用分離，

該製造方法之特徵在於，在形成該複合堆疊之該步驟期間，其另外包含至少一個修改在該載體基板與該分離層間之界面(106；206)處或在該載體基板接觸該分離層之面相對側之該基板之頂面(105a；205a)上之反射光學性質之處理步驟(S10；S110)。

2. 如請求項1之方法，其中該處理步驟包含在該載體基板與該分離層間之該界面處及/或在該載體基板之該頂面上形成至少一個抗反射層(106)。
3. 如請求項2之方法，其中該抗反射層(106)之折射率 n_2 實質上等於 $\sqrt{n_1 \times n_3}$ ，其中 n_1 及 n_3 分別係該載體基板及該分離層之折射率。
4. 如請求項1至3中任一項之方法，其中該分離層包含加熱子層及剝落作用子層，該剝落作用子層適於在由該加熱子層誘發之加熱作用下分解。

5. 如請求項4之方法，其中該載體基板由矽組成，該加熱子層由二氧化矽組成，該剝落作用子層由 Si_3N_4 組成且該抗反射層由 SiON 組成，該抗反射層之折射率實質上等於2.61。
6. 如請求項2之方法，其中當在該載體基板與該分離層間之該界面處形成抗反射層(106)時，該抗反射層之組成隨其厚度逐漸變化，從而使其折射率 n_2 在其與該載體基板之界面處等於 n_1 且在其與該分離層之界面處等於 n_3 。
7. 如請求項6之方法，其中該分離層包含由二氧化矽組成之加熱子層及由 Si_3N_4 組成之剝落作用子層，該剝落作用子層適於在由該加熱子層誘發之加熱作用下分解，該載體基板由矽組成，且
其中該抗反射層之組成由 SiO_x 組成，其中 x 在0與2之間逐漸變化。
8. 如請求項2之方法，其中當在該載體基板之該頂面(105a)上形成抗反射層時，該抗反射層之該組成隨其厚度逐漸變化，從而使其折射率 n_2 在其與該載體基板之界面處等於 n_1 且在其與該載體基板之該界面相對側之頂面處等於 n_0 ，
 n_0 係在該輻照期間於其中放置該複合結構之介質的折射率。
9. 如請求項1至3及6至8中任一項之方法，其中該抗反射層之厚度(e_1)在該載體基板與分離層間之該界面處實質上等於 $(2M+1) \cdot \frac{\lambda}{4}$ ， M 係大於或等於0之奇數且 λ 係該確定波

長。

10. 如請求項1至3及6至8中任一項之方法，其中該處理步驟包含在該載體基板(205)與該分離層(210)間之該界面(206)處及/或在該載體基板之該頂面(205a)上形成至少一個粗糙層(207)，該粗糙層在量測域內具有大於或等於50 Å rms之平均粗糙度值，該量測域之尺寸等於該頂面中欲用該輻射輻照之區域之至少3倍。
11. 如請求項10之方法，其中該粗糙層之該形成係至少藉由機械研磨或化學蝕刻實施。
12. 一種自如請求項1至11中任一項定義之結構分離層之方法，該方法包含借助對應於該載體基板至少部分透明之波長之入射光穿過該結構之該載體基板輻照該分離層，以藉由該分離層之剝落作用誘發弱化或分離。
13. 一種複合結構，其包含自至少以下形成之複合堆疊：
載體基板，其係自於確定波長下至少部分透明之材料形成；
欲藉由輻照分離之層；及
分離層，其插入該載體基板與該欲分離之層之間，該分離層適於在波長對應於該確定波長之輻射之作用下以剝落作用分離，
該複合結構之特徵在於，其另外包含至少一個修改在該載體基板與該分離層間之該界面處或在該載體基板接觸該分離層之該面相對側之該基板之頂面上之反射光學性質之層。

14. 如請求項13之結構，其中修改該等反射光學性質之每一層分別對應於抗反射層及/或在 $5\ \mu\text{m}\times 5\ \mu\text{m}$ 之域內平均粗糙度值大於或等於 $50\ \text{\AA}$ rms之粗糙層。
15. 如請求項14之結構，其中該結構包含至少一個修改對應於抗反射層之該等反射光學性質之層及至少一個修改對應於粗糙層之該等反射光學性質之層。

八、圖式：

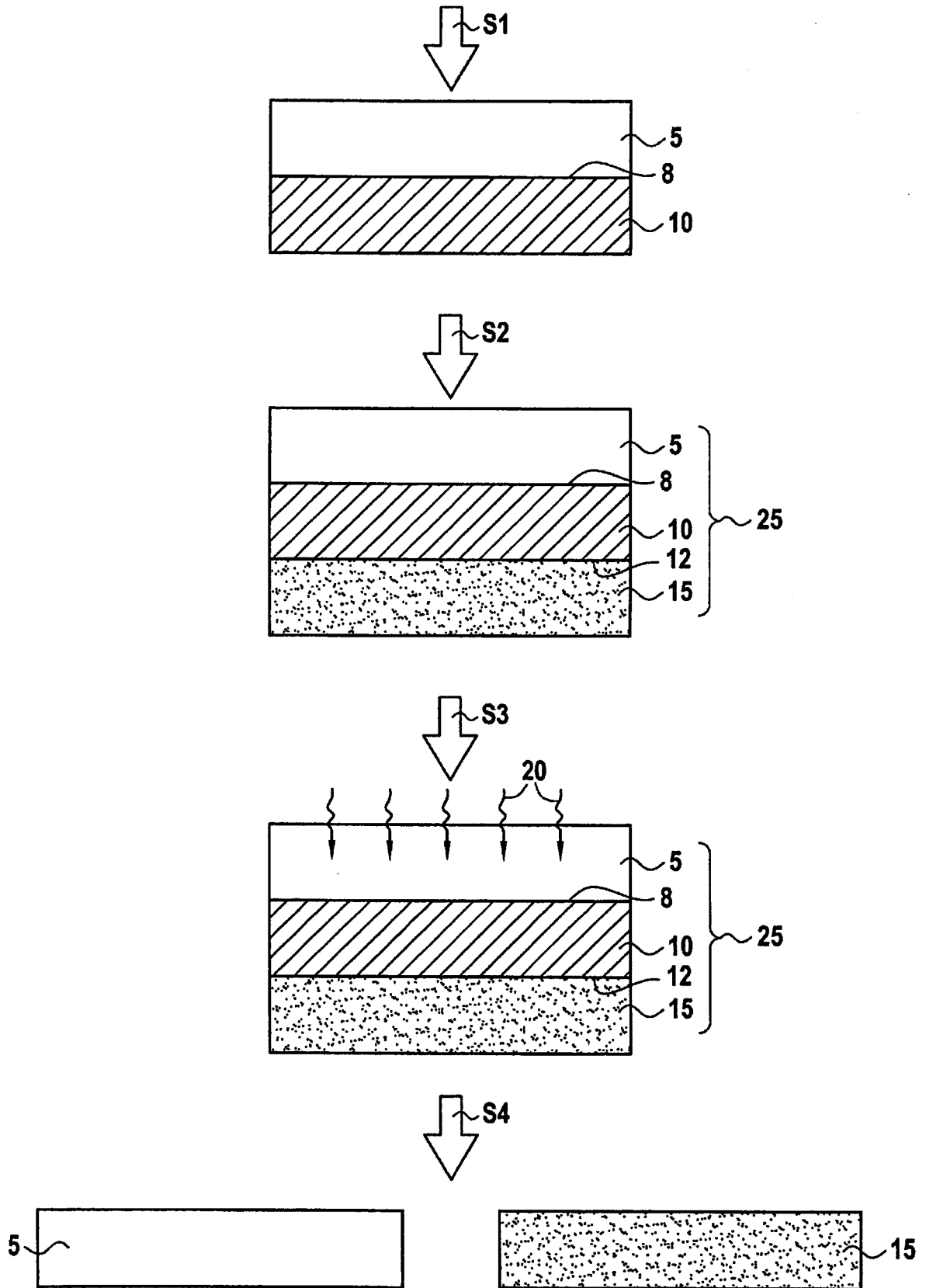
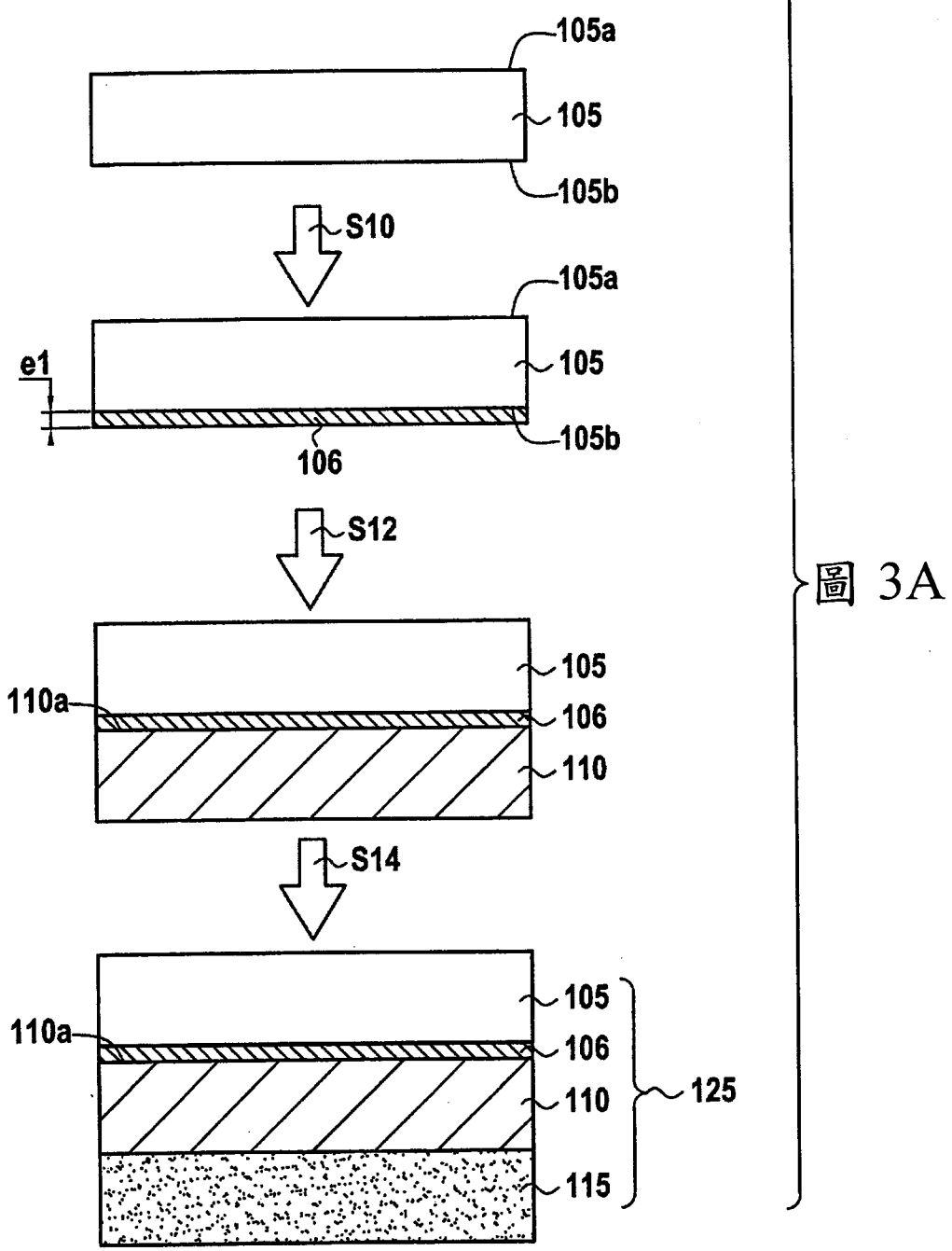
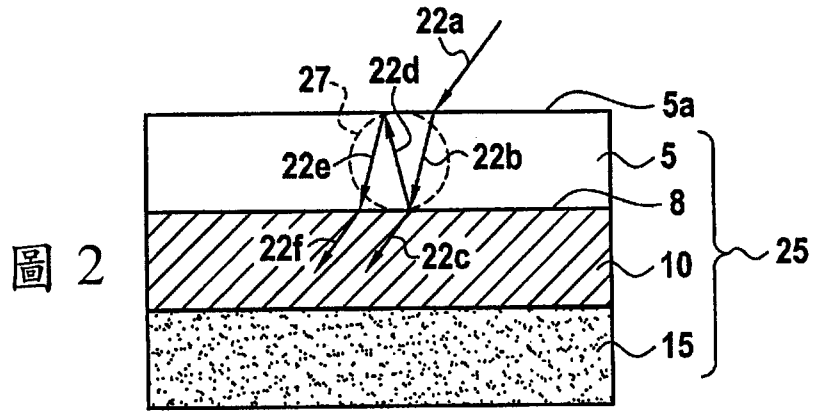


圖 1



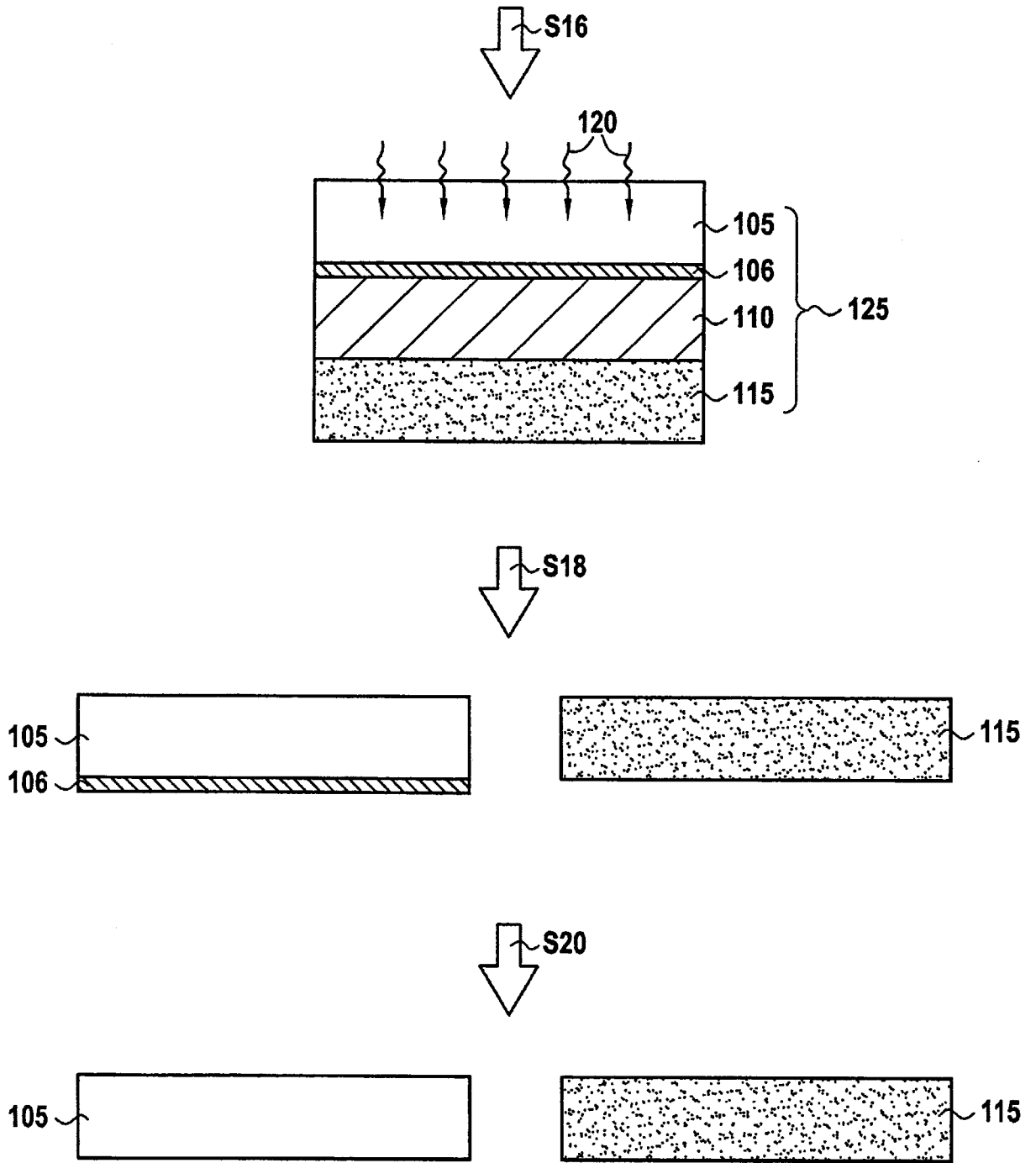


圖 3B

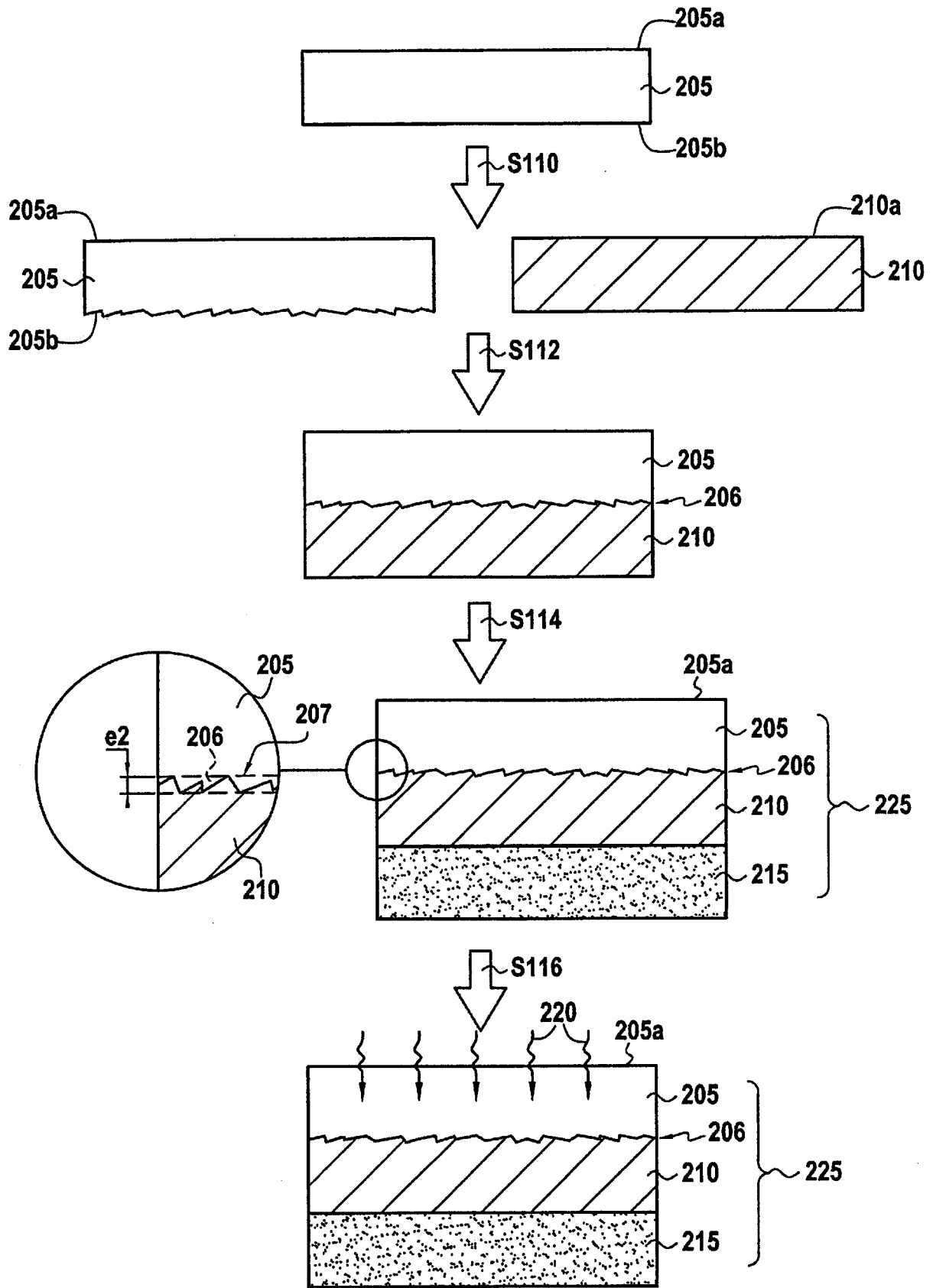


圖 4A

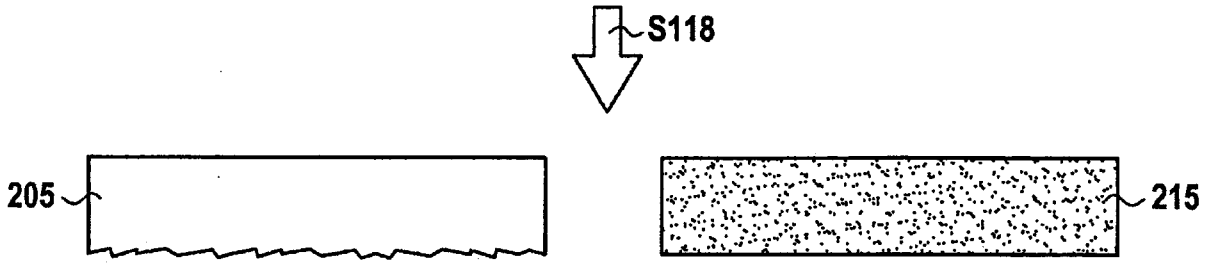


圖 4B

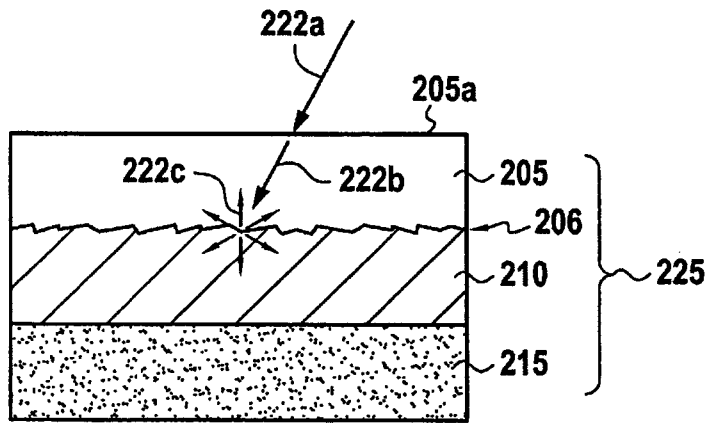


圖 5A

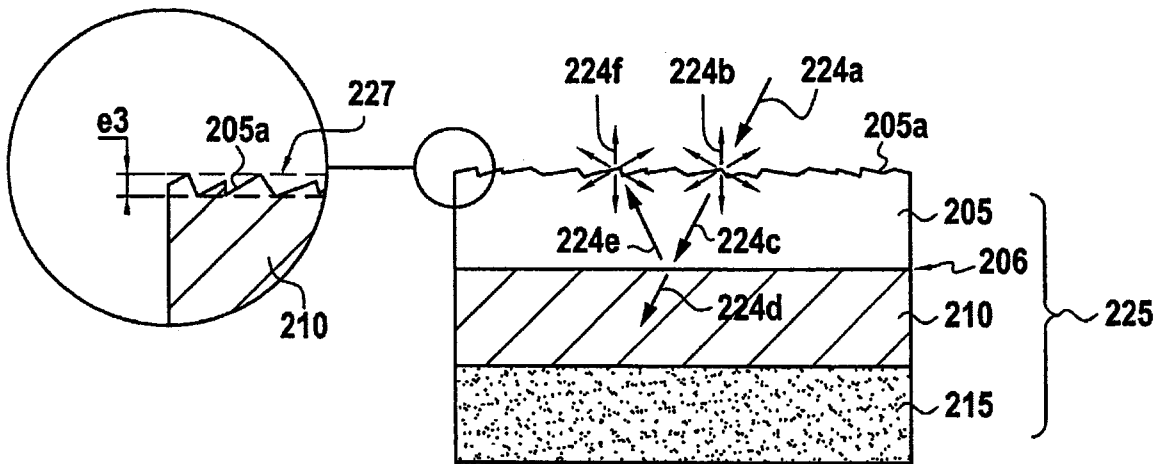


圖 5B