



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201639654 A

(43)公開日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：105101749

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 01 月 20 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/57 (2014.01)**

(30)優先權：2015/01/21 美國 62/105,761

(71)申請人：奧寶科技有限公司 (以色列) ORBOTECH LTD. (IL)
以色列

(72)發明人：沙諾 麥可 ZENOU, MICHAEL (IL)；寇特勒 茲維 KOTLER, ZVI (IL)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：7 共 28 頁

(54)名稱

斜角雷射誘發向前轉印 (L I F T) 噴射裝置

ANGLED LIFT JETTING

(57)摘要

本發明係關於一種用於在受體表面上沈積材料之裝置，其包括具有對置第一及第二表面之透明供體基板，使得該第二表面之至少一部分不平行於該受體表面，且該透明供體基板包括在該第二表面上之供體膜。該裝置另外包括光學裝配件，其經組態以引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在不平行於該受體表面之該第二表面部分上之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至該受體表面上。

An apparatus for material deposition on an acceptor surface includes a transparent donor substrate having opposing first and second surfaces, such that at least a part of the second surface is not parallel to the acceptor surface, and including a donor film on the second surface. The apparatus additionally includes an optical assembly, which is configured to direct a beam of radiation to pass through the first surface of the donor substrate and impinge on the donor film at a location on the part of the second surface that is not parallel to the acceptor surface, so as to induce ejection of droplets of molten material from the donor film onto the acceptor surface.

指定代表圖：

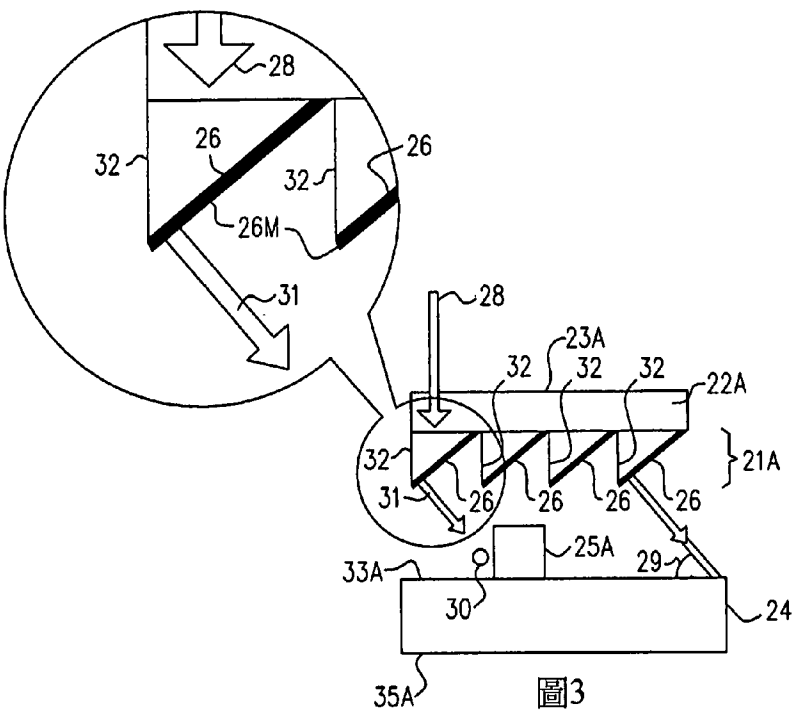


圖3

- 符號簡單說明：
- 21A . . . 第二(下部)表面
 - 22A . . . 非平面 LIFT 供體
 - 23A . . . 平面第一(上部)表面
 - 24 . . . 基板
 - 25A . . . 結構
 - 26 . . . 實質上類似小面
 - 26M . . . 材料
 - 28 . . . 雷射光束
 - 29 . . . 角度
 - 30 . . . 熔融材料小滴
 - 31 . . . 箭頭
 - 32 . . . 實質上類似小面
 - 33A . . . 受體表面/頂部表面
 - 35A . . . 基底表面

發明摘要

※ 申請案號：105/01749

※ 申請日：105.1.20

※IPC 分類：B33K 26/57 (2014.01)

【發明名稱】

斜角雷射誘發向前轉印(LIFT)噴射裝置

ANGLED LIFT JETTING

【中文】

● 本發明係關於一種用於在受體表面上沈積材料之裝置，其包括具有對置第一及第二表面之透明供體基板，使得該第二表面之至少一部分不平行於該受體表面，且該透明供體基板包括在該第二表面上之供體膜。該裝置另外包括光學裝配件，其經組態以引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在不平行於該受體表面之該第二表面部分上之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至該受體表面上。

【英文】

An apparatus for material deposition on an acceptor surface includes a transparent donor substrate having opposing first and second surfaces, such that at least a part of the second surface is not parallel to the acceptor surface, and including a donor film on the second surface. The apparatus additionally includes an optical assembly, which is configured to direct a beam of radiation to pass through the first surface of the donor substrate and impinge on the donor film at a location on the part of the second surface that is not parallel to the acceptor surface, so as to induce ejection of droplets of molten material from the donor film onto the acceptor surface.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

21A	第二(下部)表面
22A	非平面LIFT供體
23A	平面第一(上部)表面
24	基板
25A	結構
26	實質上類似小面
26M	材料
28	雷射光束
29	角度
30	熔融材料小滴
31	箭頭
32	實質上類似小面
33A	受體表面/頂部表面
35A	基底表面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

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】

斜角雷射誘發向前轉印(LIFT)噴射裝置

ANGLED LIFT JETTING

【技術領域】

本發明大體上係關於雷射直寫(laser direct writing)，且尤其關於用於雷射誘發向前轉印噴射的方法及系統。

【先前技術】

雷射誘發向前轉印(Laser-Induced Forward Transfer；LIFT)為一種用於直接印刷各種材料，諸如金屬及聚合物的技術。LIFT提供高印刷品質，然而高級電子器件包含難以均一塗佈的三維(3D)圖案。先前技術之實例如下提供。

頒予Duignan之美國專利6,792,326(其揭示內容以引用之方式併入本文中)描述一種用於小型結構製造的材料傳遞系統，其具有基板、具有沈積層的材料載體及朝向材料載體元件的雷射光束。該系統以相加操作模式或相減操作模式操作，使得當改變操作模式時工件不必自工具移除。

頒予Auyeung等人之美國專利6,805,918(其揭示內容以引用之方式併入本文中)描述一種用於雷射轉印及流變流體之沈積的方法，其中雷射能量打在包含流變流體之目標基板上，引起流變流體之一部分蒸發，且推動未蒸發流變流體至接收基板上。

頒予Huang之美國專利7,277,770(其揭示內容以引用之方式併入本文中)描述一種根據電腦輔助設計(CAD)於微電子器件之基板表面上製造所需電路組件的直寫方法及裝置。

頒予Babiarz等人之美國專利申請公開案2005/0095367(其揭示內容以引用之方式併入本文中)描述一種將黏性材料非接觸分配至基板表面上的方法，其使用具有噴嘴的噴射閥，該噴嘴引導該黏性材料以不垂直於該基板表面之噴射方向流動。不垂直噴射方向導致在基板上產生減少之潤濕面積的小滴。

以引用之方式併入本專利申請案中之文獻視為本申請案之整體部分，除了在某種程度上在此等併入文獻中以與本發明書中明確地或隱含地描述之定義有衝突之方式對任何術語進行定義以外，僅應考慮本發明書中之定義。

【發明內容】

本文所述之本發明之一實施例提供一種用於在受體表面上沈積材料之裝置，其包括具有對置第一及第二表面之透明供體基板，使得該第二表面之至少一部分不平行於該受體表面，且該透明供體基板包括在該第二表面上之供體膜。該裝置另外包括光學裝配件，其經組態以引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在不平行於該受體表面之該第二表面部分上之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至該受體表面上。

在一些實施例中，該第二表面包括週期性結構。在其他實施例中，該第二表面包括多重小面化結構(multi-faceted structure)。在又其他實施例中，該第二表面包括以對置角度定向且塗佈有不同各別供體膜的第一及第二小面。在替代實施例中，該第二表面包括第一及第二小面，其中僅該第一小面塗佈有該供體膜。在一實施例中，該第二表面包括彎曲結構。

根據本發明之一實施例另外提供一種用於材料沈積的裝置，其包括具有對置第一及第二表面之透明供體基板，使得該第二表面之至少一部分為非平面的，且該透明供體基板包括在該第二表面之非平面

部分上之供體膜。該裝置另外包括光學裝配件，其經組態以引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在該第二表面之非平面部分上之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至受體表面上。

根據本發明之一實施例另外提供一種用於材料沈積的方法，其包括提供具有對置第一及第二表面且在該第二表面上具有以對置角度定向之第一及第二小面的透明供體基板，且該透明供體基板包括在該等第一及第二小面上之供體膜。供體基板接近受體基板置放，其中該第二表面面向受體基板。一束輻射經引導以穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在回應於該第二表面之第一及第二小面選擇之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該等第一及第二小面上之供體膜噴出至該受體基板上。

根據本發明之一實施例進一步提供一種用於材料沈積的方法，其包括提供具有對置第一及第二表面且在該第二表面上具有供體膜的透明供體基板。該供體基板接近受體基板之受體表面置放，其中該第二表面面向該受體基板，且相對於該受體表面以傾斜角度，亦即以非垂直角度定向。一束輻射經引導以穿過該供體基板之第一表面，且在該第二表面以該傾斜角度定向時撞擊在該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至該受體表面上。

結合圖式自本發明實施例之以下詳細描述，將更全面理解本發明。

【圖式簡單說明】

圖1為根據本發明之一實施例用於在基板上直寫之系統的示意性立體說明圖；

圖2為根據本發明之一實施例展示圖1之系統細節的示意性側視圖；

圖3至圖6為根據本發明之實施例展示非平面雷射誘發向前轉印(LIFT)供體之細節的示意性截面圖；及

圖7為根據本發明之實施例展示不平行於受體基板之非平面LIFT供體之細節的示意性截面圖。

【實施方式】

綜述

下文所述本發明之實施例提供增強雷射誘發向前轉印(LIFT)技術之能力及可用性的方法及裝置。藉由此等實施例提供的增強適用於包含各種類型基板之電子電路上的印刷，且尤其適用於三維(3D)結構上的印刷。所揭示技術決不受限於此等特定應用內容，然而，本文所述之實施例之態樣亦可(在細節上作必要修改後)應用於除電子電路基板以外之基板上的基於LIFT之印刷。增強包括金屬及非金屬材料兩者之印刷。

在典型的基於LIFT之系統中，在供體表面與受體基板之間的小距離在基板上得到高印刷品質。然而，在基板上之3D結構上的印刷引起兩個挑戰：在供體表面與受體之下部表面之間的距離可能較大(在受體上得到低印刷品質)以及基板之3D結構之垂直側壁的塗層可能不良(「步階覆蓋」)。

下文所述本發明之實施例藉由提供不同、新穎類型之供體結構及定向以及操作LIFT系統之對應方法來克服一些此等侷限性。在一些實施例中，透明供體基板具有對置第一及第二表面，使得該第二表面之至少一部分不平行於受體表面且包含位於其上之供體膜。光學裝配件經組態以引導一束輻射穿過供體基板之第一表面，以撞擊在不平行於受體表面之第二表面部分上之位置處的供體膜上。撞擊誘發熔融材料(諸如金屬及聚合物)之小滴自供體膜噴出至受體表面上。

在其他實施例中，第二表面包含多重小面化、週期性結構，其

中該等小面中之至少一些塗佈有供體膜。多重小面化結構包含第一實質上類似小面及第二實質上類似小面，且該等第一及第二小面以對置角度定向且塗佈有不同各別供體膜。在又其他實施例中，供體之第二表面包含不平行於基板之水平表面的第一實質上類似小面及第二實質上類似小面，以及平行於基板之水平表面但未塗佈有供體膜的第三實質上類似小面。第三小面可用於經由供體原位檢驗LIFT方法。

在替代實施例中，第二表面包含彎曲結構。

在另一實施例中，透明供體基板具有對置第一及第二表面，使得該第二表面之至少一部分為非平面的，且該透明供體基板在該第二表面之非平面部分上具有供體膜。光學裝配件引導一束輻射穿過供體基板之第一表面，且撞擊在第二表面之非平面部分上之位置處的供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至受體表面上。

系統描述

圖1為根據本發明之一實施例用於在基板24上直寫之系統的示意性立體說明圖。此處展示之此系統及其組件僅說明本文所述之技術可實施的環境之類別。該等技術可使用其他類型之適合設備及以其他組態類似地實行。

圖1之系統建構在印刷及直寫裝置10周圍，其在安裝表面14上固持的電子電路12之基板24，諸如平板顯示器(FPD)或印刷電路板(PCB)上操作。在一般LIFT方法中，基板24亦稱為接收器或受體。術語「平板顯示器」、「FPD」、「印刷電路板」及「PCB」在本文中用於一般指不管用於沈積的基板材料及方法之類型，導電材料(諸如金屬)或非導電材料(諸如介電質及聚合物)沈積其上的任何類別之介電或金屬或半導體基板。裝置10可用於沈積新的層，諸如將金屬電路印刷於各種基板上或任何其他電子器件中。

裝置10包含光學裝配件16，其含有用於雷射誘發向前轉印(LIFT)

之雷射及光學器件。光學裝配件16及其操作參考隨附圖2描述。在一些實施例中，諸如藉由裝置10進行，例如當在PCB或FPD或任何其他適用器件上進行圖案化或層沈積時，直接印刷應用可包含可為原位(亦即在印刷製程期間監視及檢驗)、整合(亦即LIFT方法完成後即刻監視及檢驗所選裝置)或藉由獨立診斷系統的離線的其他診斷能力。

呈橋形式的置放裝配件20藉由沿著裝置10之軸進行線性移動將光學裝配件16置放在所述基板24上的相關位點上方。在其他實施例中，置放裝配件20可呈其他形式，諸如沿電路12及靜態裝配件16下方之一個(X)軸、兩個(X, Y)軸或三個(X, Y, Z)軸的移動平台。如下所述，控制單元27控制光學及置放裝配件之操作，且執行其他功能，諸如溫度控制，以執行所需檢驗、印刷、圖案化及/或其他製造及修復操作。

通常，控制單元27與操作員終端機23通信，該操作員終端機包含包括處理器34及顯示器36以及使用者介面及軟體的通用計算機。

圖2為根據本發明之一實施例展示裝置10，且尤其光學裝配件16之細節的示意性側視圖。雷射13發射脈衝式輻射，該脈衝式輻藉由光學器件15聚焦。雷射可包含例如具有倍頻輸出的脈衝式Nd:YAG雷射，且該雷射之脈衝幅度可宜藉由控制單元27控制。(控制單元27亦可經組態(雖然可能利用不平凡方式)以控制脈衝持續時間。)光學器件15可類似地控制以便調節由雷射光束形成的焦點之位置及尺寸。

在一些實施例中，可使用具有不同光束特徵的其他雷射(圖中未示)或任何其他照明源(例如LED或燈)。其他雷射可以另一波長及用另一光學器件設備操作，且可用於例如表面檢驗。

光學裝配件16以LIFT組態展示於圖2中。光學器件15將來自雷射13之光束聚焦至供體19上，該供體包含供體基板17，其中一或多個供體膜18沈積於基板17上。通常，基板17包含透明光學材料，諸如玻璃

或塑膠薄片或其他類型之透明基板，諸如矽晶圓或可撓性塑膠箔片。來自雷射13之光束(藉由置放裝配件20)與電路12之基板24上之所選位點對準，且供體19以自基板的所需間隙寬度D置放在該位點上方。通常，此間隙寬度為至少0.1 mm，且本發明人已發現，若進行雷射光束參數之恰當選擇，則可使用0.2 mm或甚至0.5 mm或0.5 mm以上之間隙寬度。

光學器件15將雷射光束經由基板17之外表面聚焦至膜18上，藉此引起熔融材料小滴自該膜噴出，跨越間隙且達至器件基板之表面上(例如達至結構化層25中)。

圖3為根據本發明之一實施例展示非平面LIFT供體22A之細節的示意性截面圖。供體22A對雷射光束28為透明的，且包含兩個表面，即通常垂直於雷射光束28且平行於基板24的平面第一(上部)表面23A及面向基板24的第二(下部)表面21A。在一實施例中，供體22A之下部表面為非平面的，且包含不平行於基板24的兩個或兩個以上小面。在圖3之實例中，供體22A之下部表面包含實質上類似小面32及實質上類似小面26。小面32通常平行於雷射28，且小面26具有斜度(梯度)，且塗佈有材料26M之一或多個膜，從而形成各別材料之單層或多層堆疊。在本發明及在申請專利範圍中，採用具有平坦且平面表面的小面。

在LIFT方法期間，雷射光束28提供脈衝式輻射於供體22A上。輻射穿過表面23A，且衝擊在所選小面26之供體膜上。由於所選小面不平行於基板24之受體表面33A(在此假設平行於基板之基底表面35A)，因此熔融材料小滴30以角度29自供體膜噴出至基板24之受體表面33A。基板24之受體表面33A在本文中亦稱為基板之頂部表面33A。通常，小滴30之噴射係垂直於小面26，且藉由箭頭31指示。因此，儘管雷射光束28垂直於基板24，但小面26之斜度導致所說明之斜角噴射，

以使小滴30沈積於基板24上之結構25A之側壁上。如圖中所說明，結構25A具有不平行於受體表面33A(亦即不平行於基底表面35A)之表面(諸如側壁)。在下文之描述中，其他結構25B、25C、25D、25E安裝於基板24上。該等其他結構具有與本文所述之結構25A相同的性質，亦即該等結構具有不平行於基板24之基底表面的表面。

在圖3之實例中，小滴自經塗佈之小面噴出的角度主要藉由供體22A之設計來設置。

在典型LIFT方法中，在供體22A與基板24 (以及結構25A)之間的小距離在基板24及結構25A上得到高印刷品質。另外，多重小面化結構以垂直於各小面的預界定所需方向提供容易的噴射，且因此實現3D結構之側壁的高塗層均一性。

在一些實施例中，供體22A之下部表面包含週期性結構(如圖3中所示)。在其他實施例中，供體22A之下部表面之結構可具有非週期性結構，其中不同斜度之小面沿著供體22A之下部表面。亦即，結構自供體22A之中心至供體之邊緣可為不同的。舉例而言，在供體22A邊緣處的小面之傾斜角度可比在中心處的小面之角度更陡。

在一替代實施例中，供體22A之下部表面可包含如將根據圖5描述的兩個以上小面。

圖4為根據本發明之一實施例展示非平面LIFT供體22B之細節的示意性截面圖。供體22B對雷射光束28 (圖4中未示)為透明的。供體22B之上部表面23B平行於基板24之頂部表面33A。供體22B之下部表面21B為非平面的，且包含不平行於基板24之受體表面33A的多重小面化結構，諸如實質上類似小面40及實質上類似小面42。各小面因此具有相對於基板24之受體表面的不同斜度。在一實施例中，小面以相對於光束28之對置、不必相等的角度(例如+45°及-30°)定向。兩種小面均可塗佈有不同各別供體膜，諸如如根據圖3所述之材料26M及另

一材料。

該等雙重材料結構可利用各種技術製造，諸如微影術、直接蒸發(在金屬塗層之情況下)，或藉由放置各小面用不同材料塗佈之雙角度(bi-angled)(例如錐形)結構。(在一些實施例中，一些小面可保持未經塗佈的。)在LIFT操作期間，兩種材料可實質上同時噴出，例如藉由使用兩個或兩個以上平行光束。替代或另外地，高重複率雷射可經掃描以有效地實現同時噴射。同時噴出可用於在基板24上形成混合材料(例如化合物)。進一步替代或另外地，兩種材料可連續印刷以形成混合材料結構。

由於小面40及42不平行於基板24之表面，熔融材料小滴30自供體膜以一定角度(亦即圖3中之角度29)噴出至基板24之表面。在一實施例中，小面40及42均塗佈有由類似或不同材料形成的膜。在一替代實施例中，僅一個小面(例如小面40)塗佈有膜。小滴30自小面40噴出藉由箭頭41指示，且小滴30通常以垂直於表面40的角度噴出，以塗佈結構25B之左側側壁。箭頭43說明小滴30自小面42噴出，通常以垂直於小面42的噴出角度，以塗佈結構25B之右側側壁。兩種噴出亦塗佈平行於供體22B之上部表面的基板24及結構25B之頂部表面。

在一些實施例中，小滴30之噴出同時進行，且在各小面上不同材料之情況下，小滴30之噴出可在基板24上形成各別材料之混合膜(例如化合物或合金)。在其他實施例中，小滴30自小面40噴出在小滴30自小面42噴出之前或之後進行。在小面40及42上不同材料之情況下，小滴30之依序噴出可在基板24上形成多層結構或同一層中的混合材料結構。

小滴之噴出角分別藉由小面40及42之斜度界定。在一些實施例中，在小面40及42上之塗佈材料為類似的，以遍及結構25B及基板24印刷同一材料。在其他實施例中，塗佈材料可為不同的，以在結構

25B及基板24上印刷混合或多層材料。

圖5為根據本發明之一實施例展示非平面LIFT供體22C之細節的示意性截面圖。供體22C對雷射光束28 (圖5中未示)為透明的。在一些實施例中，如下文中所述，供體22C可經組態以對可用於LIFT方法檢驗的另一雷射或另一照明源(諸如LED或燈)為透明的。

供體22C之上部表面23C平行於基板24之頂部表面33A。供體22C之下部表面21C包含不平行於基板24之表面33A及35A的實質上類似小面50及實質上類似小面52，以及平行於表面33A的實質上類似小面54。

如參考圖4所述，小面50及52在各小面上可塗佈有同一材料或不同材料。在一些實施例中，小面54不經塗佈，且在LIFT方法期間可用於原位檢驗，以監視LIFT印刷方法之品質。替代或另外地，未經塗佈之小面可用於其他檢驗應用，諸如對齊及/或對準。經由未經塗佈之小面的檢驗可使用與用於噴出相同的雷射或其他雷射(圖5中未示)或如上文所述之任何其他適合照明源(例如LED或燈)。

在其他實施例中，小面54可塗佈有待噴出之材料，在藉由箭頭55所示之噴出中通常垂直於基板24。自小面50及52之噴出(分別藉由箭頭51及53說明)通常分別垂直於小面50及52。箭頭51說明來自小面50之小滴30塗佈結構25C之左側側壁及頂部表面。箭頭55說明小滴30塗佈結構25C之頂部表面。箭頭53說明小滴30塗佈結構25C之右側表面。小面50及52之噴出角度主要藉由小面之各別斜度設置。

圖6為根據本發明之一實施例展示非平面LIFT供體22D之細節的示意性截面圖。供體22D對雷射光束28為透明的。供體22C之上部表面23D平行於基板24之頂部表面33A。供體22D之下部表面21D包含藉由供體22D之平坦下部表面77頂部上之供體膜塗佈的一或多個彎曲結構71。各彎曲結構71具有厚度 h 及寬度 L 。結構71在本文中亦稱為元件

71。藉助於實例，四個彎曲元件71展示於圖6中，且假設各別球之部分具有相等曲率半徑73。

然而，應瞭解，元件71可包含實質上任何彎曲表面，且因此例如可包含圓柱體之部分或另一彎曲實體(諸如橢球)之部分。另外，元件71可以週期性方式配置於表面21D上，或可配置為非週期性的。

通常，各元件71之寬度L實質上大於同一元件之厚度h，以當光束28衝擊在元件71上時避免該光束點失真。在一實施例中，厚度h為約100 μm 或100 μm 以下，在供體22D與表面33A之間間隙79在200 μm 至300 μm 範圍內或300 μm 以上。厚度及間隙之該等值確保在供體22D與基板24之間的印刷條件為實質上均一的。

元件71之曲率及衝擊在該元件上的光束28之位置界定小滴30自元件的噴出角度 θ_e ，小滴通常垂直噴出至衝擊區域。因此，操作員可控制在彎曲供體上的光束28之位置，以達成給定小滴30的所需噴出角度從而達成在基板上的所需位置。一般而言，藉由控制光束28、供體22D及/或基板24之位置，操作員可選擇在連續範圍內任何角度的小滴30之噴出角度，且可因此改變各小滴30在表面33A及結構25D上的降落角度及降落位置。在一實施例中，根據光束28量測的噴出角度之連續範圍處於 $+30^\circ$ 與 -30° 之間。

舉例而言，當光束28衝擊在元件71 (在此假設平行於表面33A)之中心上時，如箭頭72所說明，小滴30通常垂直噴出至表面33A。在此情況下，小滴塗佈表面33A或25D之頂部表面。當光束28衝擊在元件71之右側側面上時，小滴30以如箭頭74所說明之角度自供體膜噴出。在此情況下，小滴以非垂直角度(諸如圖3中所述之角度29)降落至受體表面33A或結構25D之左側側壁上。類似地，當光束28衝擊在元件71之左側上時，小滴30以與當光束衝擊在元件之右側側面上時之角度相反的角度自供體膜噴出，如由箭頭76所說明。在此情況下，小滴以

相反角度(與由箭頭74表示之實例相比)降落至受體表面33A或結構25D之右側側壁上。

在緊密填充元件71中，寬度L藉由最大允許之噴出角度及元件71之厚度h指定。若 θ_m 為最大噴出角度，則元件71之寬度(針對元件球體部分)藉由以下方程式給出：

$$L = \frac{2\sin(\theta_m)}{1 - \cos(\theta_m)} h$$

因此舉例而言，設置厚度h為100 μm 且假設最大噴出角度為 30° ，彎曲表面寬度L為約750 μm ，其實質上大於典型光點尺寸。類似考慮應用於其他緻密彎曲結構情況。

圖7為根據本發明之實施例展示不平行於基板24之表面33A及35A的非平面LIFT供體22E之細節的示意性截面圖供體22E以傾斜角66傾斜，其在供體22E之平面上部表面23E與平行於基板24之表面33A及35A的水平線之間量測。表面23E充當供體22E之界定平面表面，且傾斜角66在表面23E與平行於基板24之表面33A、表面35A的線之間。

供體22E對雷射光束28為透明的，且包含藉由供體膜塗佈且以傾斜角度面向基板24的下部表面21E。結構25E位於基板24上，且通常具有如圖7中所示之三維(3D)結構。

在一實施例中，裝置10之使用者11 (圖1)識別結構25E之3D結構上的形貌特徵，且置放供體22E，使得供體之下部表面以傾斜(亦即非垂直)於表面的角度朝向3D結構之表面。一旦供體22E及基板24經置放，使用者引導光束28撞擊在供體22E上，以使材料自供體膜通常垂直於供體22E之下部表面噴出至3D結構上。舉例而言，若角度66等於 10° ，且小滴30垂直於供體22E之下部表面噴出，則該等小滴將以相對於平行於基板24之水平線的 100° 噴出，且將以相對於基板24之表面33A量測的角度 $80^\circ(90^\circ-10^\circ)$ 降落在結構25E之頂部表面上。

在一些實施例中，供體22E之表面21E包含通常塗佈有供體膜的多個小面，諸如小面62及64。在其他實施例中，表面21E為平面的(亦即不包含小面)，且塗佈有供體膜。

在LIFT方法期間，雷射光束28發射脈衝式輻射至供體22E上。輻射穿過表面23E，且衝擊在供體22E之下部表面上的供體膜上，以誘發熔融材料小滴自供體膜噴出至受體表面上，其包含圖7之實例中的基板24之表面33A部分及結構25E之上部表面部分。

在供體22E之平面(非小面化)表面21E之第一種情況中，自供體膜的噴出角度跨供體為連續的，且因此光束28以角度 90° +角度66朝向結構25E噴出小滴。因此，小滴66以非垂直角度降落在基板24及結構25E之頂部表面上。如以上實例中所述，角度66等於 10° ，且因此自供體22E之噴出角度為 100° ，且在結構25E之頂部表面上的降落角度為 80° 。在小滴降落在垂直於基板24之表面的結構25E之側壁上之情況下，降落角度相對於側壁之表面將通常為 10° 。

在第二種情況(展示於圖7中)中，供體22E之下部表面包含實質上類似小面62及實質上類似小面64。在此實施例中，在LIFT方法期間，光束28穿過表面23E且衝擊在小面62之供體膜上，導致小滴30朝向結構25E之右側側壁及水平頂部表面噴出(由箭頭68表示)。在此情況下，噴出及降落角度視角度66及小面62相對於表面21E之斜度角度而定。

舉例而言，若角度66等於 10° ，小面62相對於供體22E之下部表面之角度為 60° 且噴出垂直於小面62之表面，則自小面62噴出之角度(箭頭68)等於 $10^\circ+60^\circ+90^\circ$ ，其相對於供體22E之下部表面等於 160° 。小滴30在結構25E之頂部表面上的降落角度將為 20° ($90^\circ-70^\circ$)，且在結構25E之左側垂直側壁上的降落角度將為 70° 。

類似地，光束28穿過供體22E之上部表面，且衝擊在小面64之供

體膜上，導致小滴30朝向結構25E之右側側壁及水平表面噴出(由箭頭70表示)。

在兩個實施例中，非零傾斜角66在比平行供體受體組態更接近於基板24的供體22E上均提供特定位置。在供體與受體之間的更小距離通常在LIFT方法中導致高印刷品質。

在圖7中，供體22E之左側連同小面62及64由於傾斜角66低於右側，與先前技術系統相比可在供體22E上的膜與結構25E之間提供更短距離(以在此等較短距離下在結構25E上提供較高印刷品質之小滴30)。如圖7中所示，傾斜之實施例在跨結構25E非均一高度之情況下提供高印刷效能，其中結構25E之右側高於該結構之左側。

如圖7中所說明，非零傾斜角66與供體22E之下部表面上的多重小面化結構之組合提供靈活性以根據結構25E之特定形貌調整LIFT方法。舉例而言，在圖7中最高3D結構在結構25E之右側中，且因此供體22E左側向下傾斜。在其中3D結構在結構25E之左側較高的相反情況中，供體22E右側可向下傾斜，其意謂傾斜角66與圖7中所展示之角度相反。舉例而言，角度66非 10° ，而為 -10° (或 170°)。可調適傾斜角與供體之多重小面化結構之組合提供靈活性，其可用於在供體22E之表面21E與結構25E之間達成較小距離，且因此提供針對結構25E之任何類型之3D特徵的高印刷品質。

應瞭解，上述實施例藉助於實例引用，且本發明不限於上文特定展示及描述之內容。確切而言，本發明之範疇包括上文所述之各種特徵之組合及子組合，以及熟習此項技術者在閱讀以上描述時將想到且未在先前技術中揭示的其變化及修改。

【符號說明】

- 10 印刷及直寫裝置
- 11 使用者

12	電子電路
13	雷射
14	安裝表面
15	光學器件
16	光學裝配件/靜態裝配件
17	供體基板
18	供體膜
19	供體
20	置放裝配件
21A	第二(下部)表面
21B	下部表面
21C	下部表面
21D	下部表面
21E	下部表面
22A	非平面LIFT供體
22B	非平面LIFT供體
22C	非平面LIFT供體
22D	非平面LIFT供體
22E	非平面LIFT供體
23	操作員終端機
23A	平面第一(上部)表面
23B	上部表面
23C	上部表面
23D	上部表面
23E	平面上部表面
24	基板

25	結構化層
25A	結構
25B	結構
25C	結構
25D	結構
25E	結構
26	實質上類似小面
26M	材料
27	控制單元
28	雷射光束
29	角度
30	熔融材料小滴
31	箭頭
32	實質上類似小面
33A	受體表面/頂部表面
34	處理器
35A	基底表面
36	顯示器
40	實質上類似小面
41	箭頭
42	實質上類似小面
43	箭頭
50	實質上類似小面
51	箭頭
52	實質上類似小面
53	箭頭

54	實質上類似小面
55	箭頭
62	實質上類似小面
64	實質上類似小面
66	傾斜角
68	箭頭
70	箭頭
71	彎曲結構/彎曲元件
72	箭頭
73	曲率半徑
74	箭頭
76	箭頭
77	平坦下部表面
79	間隙
D	間隙寬度
h	厚度
L	寬度
θ_e	噴出角度

申請專利範圍

1. 一種用於在受體表面上沈積材料之裝置，其包含：

具有對置第一及第二表面之透明供體基板，使得該第二表面之至少一部分不平行於該受體表面，且該透明供體基板包含在該第二表面上之供體膜；及

光學裝配件，其經組態以引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在不平行於該受體表面之該第二表面部分上之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至該受體表面上。

2. 如請求項1之裝置，其中該第二表面包含週期性結構。
3. 如請求項1之裝置，其中該第二表面包含多重小面化結構。
4. 如請求項3之裝置，其中該第二表面包含以對置角度定向且塗佈有不同各別供體膜的第一及第二小面。
5. 如請求項3之裝置，其中該第二表面包含第一及第二小面，且其中僅該第一小面塗佈有該供體膜。
6. 一種用於材料沈積之裝置，其包含：

具有對置第一及第二表面之透明供體基板，使得該第二表面之至少一部分為非平面的，且該透明供體基板包含在該第二表面之非平面部分上之供體膜；及

光學裝配件，其經組態以引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在該第二表面之非平面部分上之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至受體表面上。

7. 如請求項6之裝置，其中該第二表面包含週期性結構。
8. 如請求項6之裝置，其中該第二表面包含彎曲結構。
9. 如請求項6之裝置，其中該第二表面包含多重小面化結構。

10. 如請求項9之裝置，其中該第二表面包含以對置角度定向且塗佈有不同各別供體膜的第一及第二小面。

11. 如請求項9之裝置，其中該第二表面包含第一及第二小面，且其中僅該第一小面塗佈有該供體膜。

12. 一種用於材料沈積之方法，其包含：

提供透明供體基板，其具有對置第一及第二表面且在該第二表面上具有以對置角度定向之第一及第二小面，且其包含在該等第一及第二小面上之供體膜；

接近受體基板置放該供體基板，其中該第二表面面向該受體基板；及

引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且撞擊在回應於該第二表面之第一及第二小面選擇之位置處的該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該等第一及第二小面上之供體膜噴出至該受體基板上。

13. 如請求項12之方法，其中該熔融材料小滴自該供體膜噴出至該等第一及第二小面上係同時進行。

14. 如請求項12之方法，其中該熔融材料小滴自該供體膜噴出至該等第一及第二小面上係依序進行。

15. 一種用於材料沈積之方法，其包含：

提供透明供體基板，其具有對置第一及第二表面且在該第二表面上具有供體膜；

接近受體基板之受體表面置放該供體基板，其中該第二表面面向該受體基板且以相對於該受體表面的傾斜角度定向；及

引導一束輻射穿過該供體基板之第一表面，且在該第二表面以該傾斜角度定向時撞擊在該供體膜上，以誘發熔融材料小滴自該供體膜噴出至該受體表面上。

16. 如請求項15之方法，其中置放該供體基板包含識別該受體表面上的形貌特徵之三維(3D)形狀，且回應於該3D形狀定向該供體基板。
17. 如請求項15之方法，其中該第二表面包含彎曲結構。
18. 如請求項15之方法，其中該供體基板之第二表面包含多重小面化結構。
19. 如請求項18之方法，其中該多重小面化結構包含以對置角度定向且塗佈有該供體膜的第一及第二小面。
20. 如請求項19之方法，其包含使該等小滴自該等第一及第二小面之供體膜同時噴出至該3D形狀上。
21. 如請求項19之方法，其包含使該等小滴自該等第一及第二小面之供體膜依序噴出至該3D形狀上。
22. 如請求項15之方法，其中該供體基板之第二表面包含週期性結構。

圖式

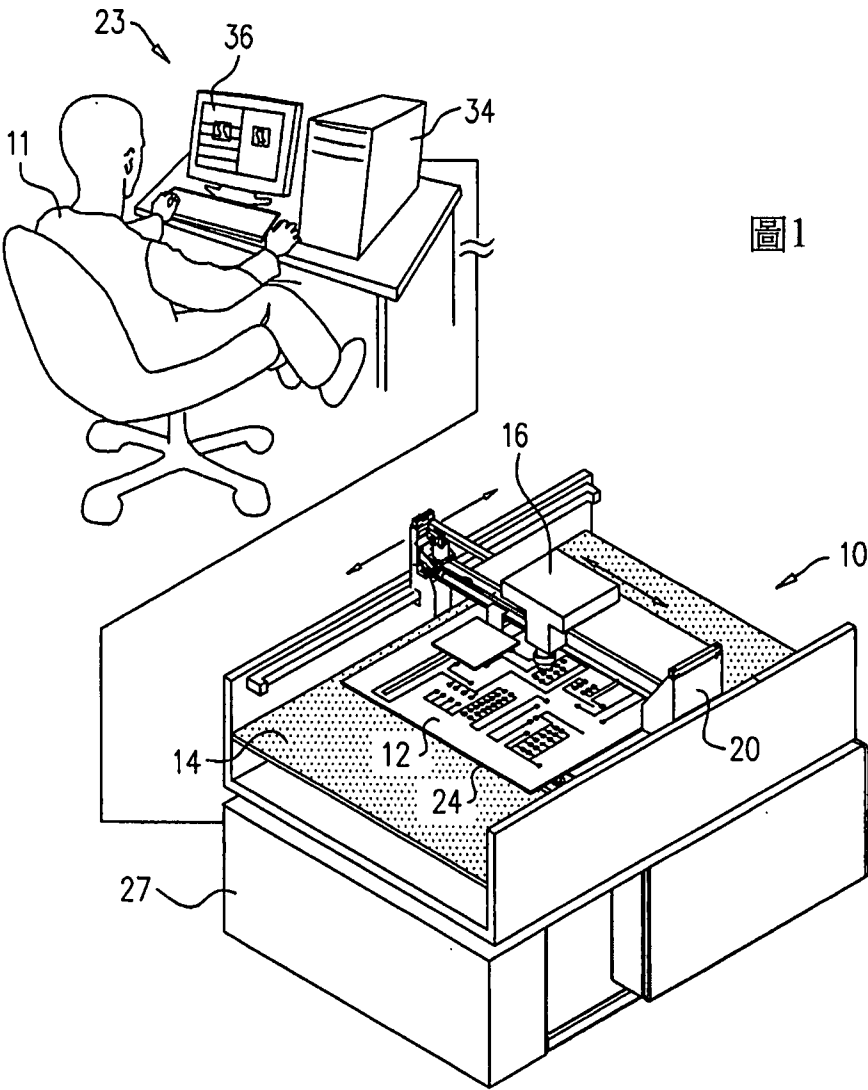


圖1

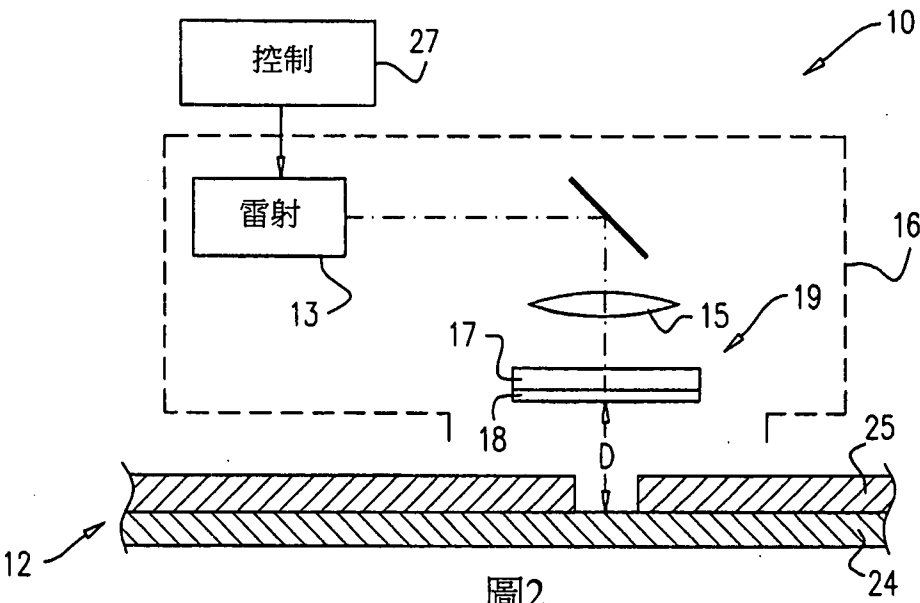


圖2

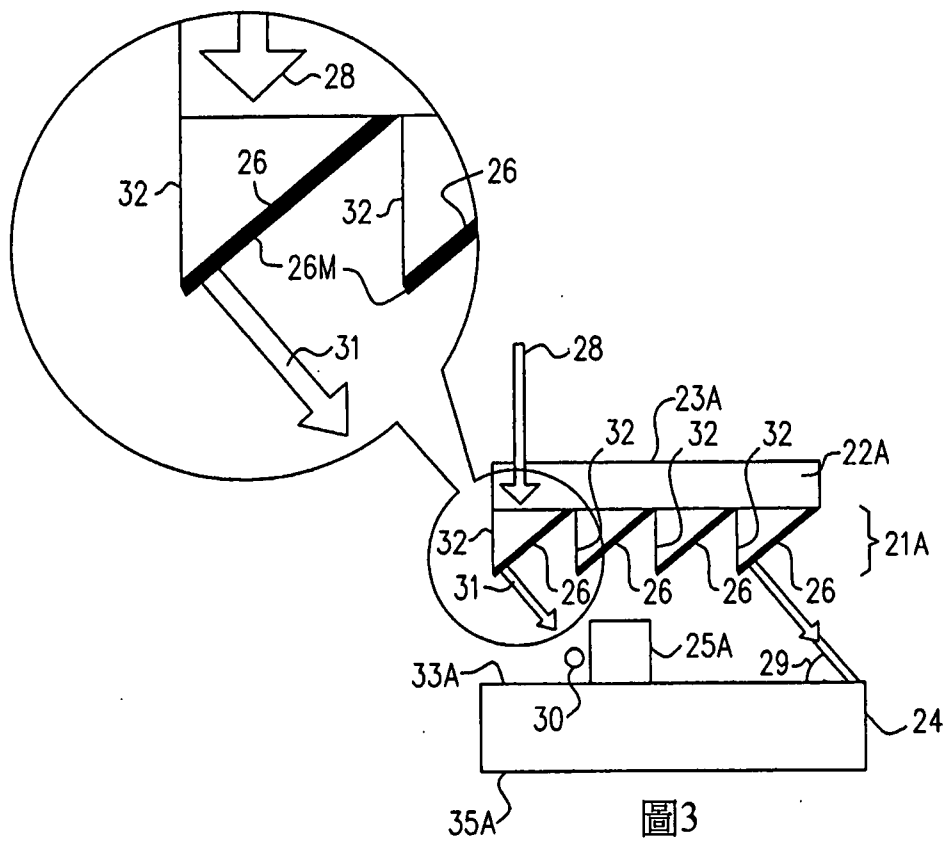


圖3

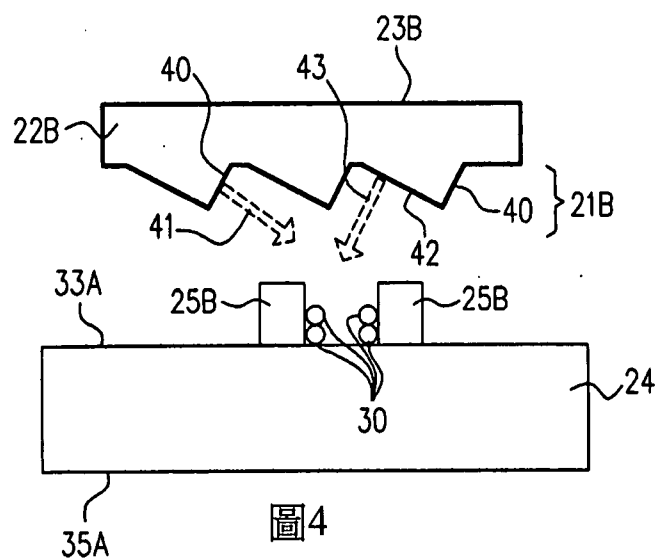
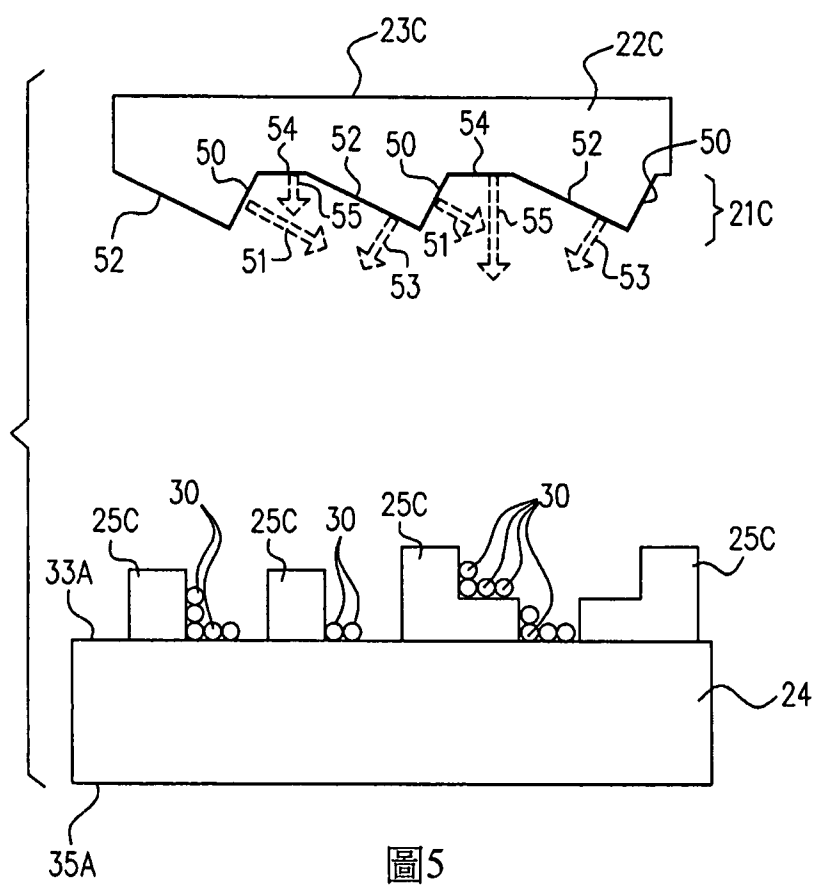


圖4



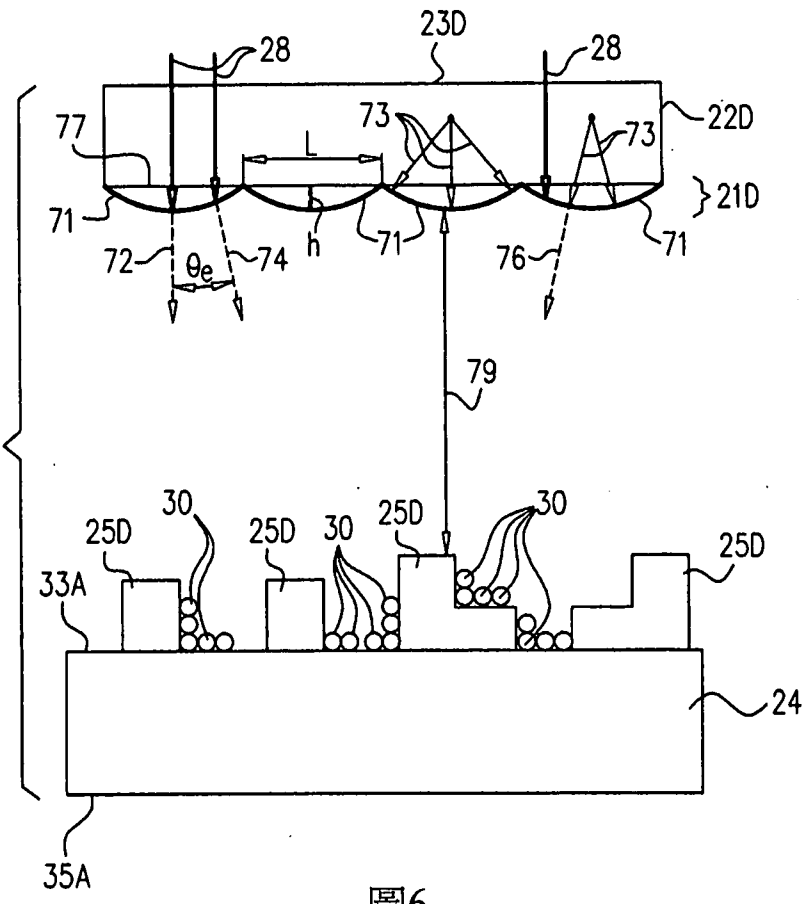


圖6

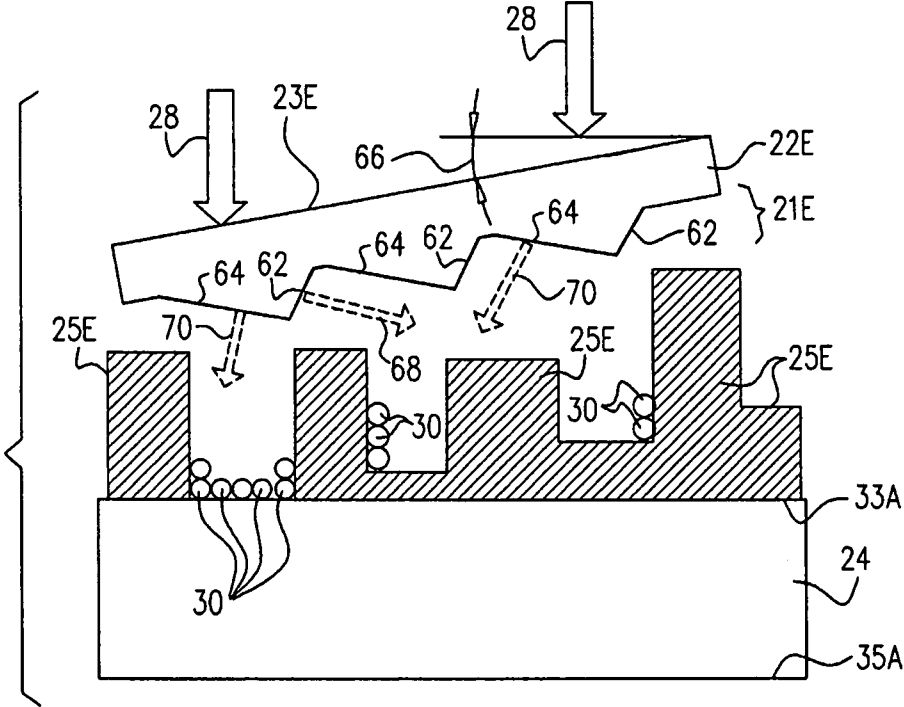


圖7