

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：096137838

B41J 2/05 (2006.01)

※申請日期：96 年 10 月 09 日

※IPC 分類：B81B 7/02 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 在噴墨噴嘴組件內的電極與致動器之間形成連接的方法，列印頭積體電路，及頁寬噴墨列印頭

(英) Method of forming connection between electrode and actuator in an inkjet nozzle assembly, printhead integrated circuit, and pagewidth inkjet printhead

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 銀川研究私人股份有限公司
 (英) SILVERBROOK RESEARCH PTY LTD

代表人：(中) 1. 奇亞 席維布魯克
 (英) 1. SILVERBROOK, KIA

地址：(中) 澳洲新南威爾士巴美因大令街 393 號
 (英) 393 Darling Street, Balmain, New South Wales, Australia
 2041

國籍：(中英) 澳洲 AUSTRALIA

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓名：(中) 葛雷果瑞 麥可艾弗伊
 (英) MCAVOY, GREGORY JOHN

國籍：(中) 愛爾蘭
 (英) IRELAND

2. 姓名：(中) 奇亞 席維布魯克
 (英) SILVERBROOK, KIA

國籍：(中) 澳洲
 (英) AUSTRALIA

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. P C T ; 2007/06/15 ; PCT/AU2007/000846 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：在噴墨噴嘴組件內的電極與致動器之間形成連接的方法，列印頭積體電路，及頁寬噴墨列印頭

一種形成一電連接於噴墨噴嘴組件內的電極與致動器之間的方法被提供。該方法包含的步驟為：(a)提供一具有一驅動電路層的基材，該驅動電路包括該電極用以連接至該致動器；(b)形成一絕緣物質壁於該電極上；(c)在至少該壁上形成一通孔(via)，該通孔露出該電極；(d)使用無電電鍍將導電物質填入該通孔中用以提供一連接器柱；及(e)形成至少部分的該致動器於該連接器柱上，藉以提供電氣連接於該致動器與該電極之間。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

METHOD OF FORMING CONNECTION BETWEEN ELECTRODE AND ACTUATOR IN AN INKJET NOZZLE ASSEMBLY, PRINTHEAD INTEGRATED CIRCUIT, AND PAGEWIDTH INKJET PRINTHEAD

A method of forming an electrical connection between an electrode and an actuator in an inkjet nozzle assembly is provided. The method comprises the steps of: (a) providing a substrate having a layer of drive circuitry, the drive circuitry including the electrode for connection to the actuator; (b) forming a wall of insulating material over the electrode; (c) defining a via in the wall, the via revealing the electrode; (d) filling the via with a conductive material using electroless plating to provide a connector post; (e) forming at least part of the actuator over the connector post, thereby providing electrical connection between the actuator and the electrode.

七、指定代表圖

(一)、本案指定代表圖為：第 (9) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 1：基 材
- 2：電 極
- 4：二 氧 化 矽 (SiO_2) 壁
- 6：聚 亞 醯 胺
- 7：室 頂 件

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於噴墨噴嘴組件及製造噴墨噴嘴組件的方法。本發明主要是爲了降低在供電給噴墨致動器時的電的損失而被研發的。

【先前技術】

本申請案先前已描述許多使用熱彎曲致動的 MEMS 噴墨噴嘴。熱彎曲致動大體上係指由一種有電流通過之材質的熱膨脹所產生之相關於另一材質的彎曲運動。非必要地，透過一槳片或槳葉的運動，該所產生的彎曲運動可被用來將墨水從一噴嘴開口噴出，該運動可在該一噴嘴室內產生一壓力波。

熱彎曲噴墨噴嘴的一些代表性種類在列於參考資料欄中的專利與專利申請案中被例示出來，這些參考資料的內容藉由此參照而被併於本文中。

本案申請人的美國專利第 6,416,167 號中揭露了一種噴墨噴嘴其具有一設置在一噴嘴室內的槳葉及一設置在該噴嘴室外面的熱彎曲式致動器。該致動器的形式爲熔接至一非導電材質(如，二氧化矽)的上被動樑上之導電材質(如，氮化鈦)的下主動樑。該致動器透過一穿過該噴嘴室的壁上的槽的臂連接至該槳葉。在將一電流通過該下主動樑時，該致動器會向上彎曲，該槳葉因而朝向一設在該噴嘴室的室頂上的噴嘴開口移動，藉以將一墨水滴噴出。此設

計的一項好處為它的結構簡單。此設計的缺點為該槳葉的兩面對著該噴嘴室內之相當黏稠的墨水工作。

本案申請人的美國專利第 6,260,953 號中揭露了一種噴墨噴嘴，在此噴墨噴嘴中該致動器形成該噴嘴室的一活動的室頂部分。該致動器的形式為一被一聚合體物質圍繞之導電物質的蜿蜒的芯材。在致動時，該致動器朝向該噴嘴室的室底板彎曲，升高在該室內的壓力並迫使一墨水液滴從設在該室的室頂上的噴嘴開口射出。該噴嘴開口是被設置在該室頂之不動的部分上。此設計的一項好處是該活動的室頂部分的一個面需要對著該噴嘴室內之相當黏稠的墨水工作。此設計的缺點為該被一聚合體物質圍繞之蜿蜒的導電元件很難用 MEMS 製程來製造。

本案申請人的美國專利第 6,623,101 號中揭露了一種噴墨噴嘴其包含一具有一可活動的室頂部分的噴嘴室，該室頂上設有一噴嘴開口。該可活動的室頂部分透過一臂連接至一設在該噴嘴室外面的熱彎曲式致動器。該致動器的形式為一上主動樑其與一下被動樑間隔開。藉由將該主動樑與該被動樑間隔開來，該熱彎曲效率被最大化，因為該被動樑不會如該主動樑的散熱器般地作用。在將電流通過該上主動樑時，其上開設有噴嘴開口之可活動的室頂部分被促使朝向該噴嘴室轉動藉以將墨水從噴嘴開口射出。因為該噴嘴開口與室頂部分一起移動，所以液滴飛行方向可藉由適當地改變該噴嘴邊緣的形狀來控制。此設計的一項好處為只有該活動的室頂部分的一個面必需要對著該噴嘴

室內的之相當黏稠的墨水工作。另一個好處為將該主動與被動樑件分隔開來可讓熱損失減至最小。此設計的缺點為該將該主動與被動樑件分隔開來會讓結構堅固性鬆動。

在所有的 MEMS 噴墨噴嘴設計中，存在著將電損失最小化的需求。在噴嘴設計是造成電的損失的主要不利結構所在的例子中，將電的損失最小化是特別重要的。例如，介於一致動器與一供應電流至該致動器的 CMOS 電極之間的一相對長的距離會讓電的損失更加嚴重。再者，彎折或扭曲電流路徑亦會讓電的損失更嚴重。

通常，在噴墨噴嘴中的致動器材質係選自於一種能夠滿足數項要件的物質。在機械式熱彎曲致動的噴嘴的例子中，這些要件包括導電性，熱膨脹係數，楊式模數等等。在熱汽泡形成式噴墨噴嘴的例子中，這些要件包括導電性，抗氧化性，抗爆裂性等等。因此，將可被瞭解的是，致動器材質的選擇通常是多種特性的折衷，且該致動器材質不一定具有最佳的導電性。在致動器材質本身具有次佳的導電性的例子中，將噴嘴組件中的電的損失減至最小是特別重要。

最後，在噴嘴設計上的任何改進都應與標準的 MEMS 製程相容。例如，某些材質與 MEMS 製程是不相容的，因為它們會導致晶圓廠的污染。

由以上所述，將可被瞭解的是，對於噴墨噴嘴的設計與製造上的改進存在著需求，用以將電的損失減至最小並提供更有效率之列印頭的液滴噴射。對於電的損失會因為

噴嘴設計之固有的外觀而被惡化之機械式熱彎曲致動的噴墨噴嘴的設計與製造的改良存在著特殊的需求。

【發明內容】

在本發明的第一態樣中，本發明提供一種形成一介於一噴墨噴嘴組件內的一電極與一致動器之間的電氣連接的方法，該方法包含的步驟為：

(a)提供一具有一驅動電路層的基材，該驅動電路包括該電極用以連接至該致動器；

(b)形成一絕緣物質壁於該電極上；

(c)在至少該壁上形成一通孔(via)，該通孔露出該電極；

(d)使用無電電鍍將導電物質填入該通孔中用以提供一連接器柱；及

(e)形成至少部分的該致動器於該連接器柱上，藉以提供電氣連接於該致動器與該電極之間。

選擇上地，介於該致動器與該電極之間的距離至少 5 微米。

選擇上地，該驅動電路層為一矽基材的 CMOS 層。

選擇上地，該驅動電路包括一對用於每一噴墨噴嘴組件的電極，每一電極都用各自的連接器柱連接至該致動器。

選擇上地，該絕緣物質壁係由二氧化矽構成。

選擇上地，該通孔具有垂直於該基材的一面的側壁。

選擇上地，該通孔具有 1 微米或更大之最小截面直徑。

選擇上地，該導電物質為金屬。

選擇上地，該導電物質為銅。

在另一態樣中，一種方法被提供，其進一步包含的步驟為：

在該無電電鍍之前，沉積一催化劑層於該通孔的基部上。

選擇上地，該催化劑為鈀。

選擇上地，該導電物質在形成該致動器之前用化學機械平坦化處理加以平坦化。

選擇上地，該致動器為一熱彎曲式致動器，其包含一平面的主動樑件其機械式地與一平面的被動樑件協作。

選擇上地，該熱彎曲式致動器至少部分地界定一用於該噴墨噴嘴組件的噴嘴室的室頂。

選擇上地，該絕緣物質壁界定該噴嘴室的一側壁。

選擇上地，步驟(e)包含沉積一主動樑物質於一被動樑物質上。

選擇上地，由該主動樑物質所構成的該主動樑件從該連接器柱的頂部延伸於一垂直於該柱的平面上。

在另一態樣中，本發明提供一種方法其進一步包含的步驟為：

在該主動樑物質的沉積之前，沉積一第一金屬墊於該連接器柱的頂部，該第一金屬墊被建構來促進電流從該連

接器柱流至該主動樑件。

選擇上地，該平面的主動樑件包含一彎曲的或蜿蜒的樑元件，該樑元件具有一第一端其被放置在一第一連接器柱上面及一第二端其被放置在一第二連接器柱上面，該第一及第二連接器柱彼此相鄰。

在另一態樣中，本發明提供一種方法其進一步包含的步驟為：

在該主動樑物質的沉積之前，沉積一或多個第二金屬墊於該被動樑物質上，該第二金屬墊被放置來促進電流流入該樑元件的彎曲區域中。

在第二態樣中，本發明提供一種列印頭積體電路其包含一基材，其具有複數個噴墨噴嘴組件形成在該基材的表面上，該基材具有驅動電路用來供應電力至該等噴嘴組件，每一噴嘴組件都包含：

一噴嘴室用來容納墨水，該噴嘴室具有一界定於其內的噴嘴開口；

一致動器用來經由該噴嘴開口噴出墨水；

一對設置在該基材的該表面上之電極，該等電極被電氣地連接至該驅動電路；及

一對連接器柱，每一連接器柱都將一個別的電極電氣地連接至該致動器，

其中每一連接器柱都從個別的電極直線地延伸至該致動器。

選擇上地，每一連接器柱相對該基材的該表面是垂直

的。

選擇上地，介於該致動器與該等電極之間的最短距離為至少 5 微米。

選擇上地，該等連接器柱的最小截面直徑為 2 微米或更大。

選擇上地，該等噴嘴組件被安排成複數個噴嘴列，該等噴嘴列沿著該基材縱長向地延伸。

選擇上地，介於一噴嘴列內的相鄰噴嘴開口之間的距離係小於 50 微米。

選擇上地，該致動器為一熱彎曲式致動器，其包含一平面的主動樑件其機械式地與一平面的被動樑件協作。

選擇上地，該熱彎曲式致動器至少部分地界定一用於該噴墨噴嘴組件的噴嘴室的室頂，該噴嘴開口被界定在該室頂上。

選擇上地，一絕緣物質壁界定該噴嘴室的側壁。

選擇上地，該主動樑件被電氣地連接至該等連接器柱的頂部。

選擇上地，該主動樑件的一部分被放置在該該等連接器柱的頂部上面。

在另一態樣中，本發明提供一系列印頭積體電路其更包含一第一金屬墊其放置在每一連接器柱的頂部與該主動樑件之間，每一第一有間隙的金屬墊都被建構來促進電流從一個別的連接器柱流至該主動樑件。

選擇上地，該主動樑件是由選自於包含：鋁合金；氮

化鈦與氮化鈦鋁的組群中之主動樑物質所構成的。

選擇上地，該主動樑件是由鈳鋁合金所構成的。

選擇上地，該平面的主動樑件包含一包含一彎曲的或蜿蜒的樑元件，該樑元件具有一第一端其被放置在一第一連接器柱上面及一第二端其被放置在一第二連接器柱上面，該第一及第二連接器柱彼此相鄰。

在另一態樣中，本發明提供一種列印頭積體電路其更包含至少一第二金屬墊，該第二金屬墊被放置來促進電流入該樑元件的彎曲區域內。

在另一態樣中，本發明提供一種列印頭積體電路其更包含在該室頂上之疏水性聚合物的外表面層。

選擇上地，該外表面層界定該列印頭積體電路的一平面的噴墨面，該平面的噴墨面除了該等噴嘴開口之外沒有實質上的外形結構。

選擇上地，該疏水性聚合物機械性地密封一介於該熱彎曲式致動器與該噴嘴室之間間隙。

在另一態樣中，本發明提供一種包含複數個噴墨頭積體電路的頁寬噴墨列印頭，該噴墨頭積體電路包含一基材，其具有複數個噴墨噴嘴組件形成在該基材的表面上，該基材具有驅動電路用來供應電力至該等噴嘴組件，每一噴嘴組件都包含：

一噴嘴室用來容納墨水，該噴嘴室具有一界定於其內的噴嘴開口；

一致動器用來經由該噴嘴開口噴出墨水；

一對設置在該基材的該表面上之電極，該等電極被電氣地連接至該驅動電路；及

一對連接器柱，每一連接器柱都將一個別的電極電氣地連接至該致動器，

其中每一連接器柱都從個別的電極直線地延伸至該致動器。

【實施方式】

圖 1 及 2 顯示如本案申請人稍早於 2002 年 12 月 4 日提申之美國專利申請案第 11/607,976 號中描述的一噴嘴組件，該申請案的內容藉由此參照被併於本文中。該噴嘴組件 400 包含一噴嘴室 401 其形成在一矽基材 403 的一鈍態化的 CMOS 層 402 上。該噴嘴室是由一室頂 404 及從該室頂延伸至該鈍態化的 CMOS 層 402 的側壁 405 所界定出來的。墨水藉由一與供墨渠道 407 流體連通的墨水入口 406 而被供應至該噴嘴室 401，該供墨渠道接受來自該矽基材 403 被測的墨水。墨水藉由界定在該室頂 404 上的噴嘴開口 408 從該噴嘴室 401 中被噴出。該噴嘴開口 408 與該墨水入口 406 錯開來。

如圖 2 中清楚看到的，室頂 404 具有一活動部分 409 其界定該室頂的總面積的絕大部分。該噴嘴開口 408 與噴嘴邊緣 415 被界定在該活動部分 409 上，使得該噴嘴開口與該噴嘴邊緣與該活動部分一起運動。

該活動部分 409 是由一具有一平面的上主動樑 411 與

一平面的下被動樑 412 的熱彎曲式致動器 410 所界定。該主動樑 411 被連接至一對電極接點(正極與地極)。電極 416 與 COMS 層中的驅動電路連接。

當需要從該噴嘴室 401 噴出一墨水液滴時，一電流流經介於兩個接點 416 之間的主動樑 411。該主動樑 411 被該電流迅速地加熱並相對於該被動樑 412 膨脹，藉以造成該致動器 410(其界定室頂 404 的該活動部分 409)向下朝向該基材 403 彎曲。致動器 410 的此一運動造成墨水被該噴嘴室 401 內快速增加的壓力從該噴嘴開口噴出。當電流停止時，該室頂 404 的活動部分 409 就能回復到它靜止的位置，這可將墨水從該入口 406 吸入到噴嘴室 401 內，以供下次噴墨之用。

在圖 1 及 2 所示的噴嘴設計中，界定至少一部分的噴嘴疏 401 的室頂 404 對於致動器 410 而言是有利的。這不只簡化了噴嘴組件 400 的整體設計與製造，更提供一更高的噴墨效率，因為只有該致動器 410 的一個面必需要對著該噴嘴室內的之相當黏稠的墨水工作。相較而言，具有一設置在噴嘴室內部的致動器槳葉的噴嘴組件效率較差，因為該致動器的兩面必需要對該室內的墨水工作。

然而，在該致動器 410 至少部分地界定該室 401 的室頂 404 的結構中，無可避免地在該主動樑 411 與該等和主動電極 411 相連接的電極 411 之間有一相對長的距離。電極 416 與致動器 410 之間之相對長的距離，迂迴曲折的電流路徑，及薄的樑材質的組合產生可接受的電的損失。

迄今，噴墨噴嘴的 MEMS 製造主要係依賴 PECVD(電漿強化的化學氣相沉積)及罩幕/蝕刻步驟來建造一噴嘴結構。使用 PECVD 來同時沉積該主動樑 411 與對該電極 416 的連接從 MEMS 製造的觀點來看是有利的，但無可避免地導致一薄的，迂迴曲折的連接，這在電流損失方面是不利的。電流損失在該樑材質不具有最佳的導電性時回更加惡化。例如，與鋁比較起來，一鈦鋁合金具有絕佳的熱彈性特徵，但導電性則不佳。

PECVD 的另一項缺點為，需要具有傾斜的側壁的一通孔 418 來實施沉積於側壁上。因為電漿方向性的關係，所 PECVD 無法將物質沉積在垂直的側壁上。傾斜的通孔側壁有數種問題。首先，需要具有傾斜的側壁之光阻支架(scaffold)，其典型地係藉由使用未對焦的光阻曝光來達成，這無可避免地會導致精確性的一些喪失。其次，該噴嘴組件的總足跡(footprint)面積被增加，藉此降低噴嘴聚集在一起的密度，此一在面積上的增加在噴嘴室的高度被加大時會被更嚴重地惡化。

減輕在噴嘴組件 400 內的電流損失的一項償試為引入一高度導電性的中間層 417，譬如鈦或鋁，於該電極接點 416 與該主動樑物質 411 之間(參見圖 1)。此中間 417 有助於減少一些電流損失，但仍存在有顯著的電流損失。

示於圖 1 及 2 中的噴嘴組件的另一項缺點為，該列印頭的噴墨面因為電極通孔 418 的關係而呈現非平面。該噴墨面的非平面性會導致結構上的弱點及列印頭維修期間的

問題。

有鑑於上述的問題，本案申請人開發出一種製造機械式熱彎曲噴墨噴嘴組件的方法，其無需依賴 PECVD 來形成從 CMOS 接點到該致動器的連接。將詳細加以說明的是，所得到的噴墨噴嘴組件具有最有最小的電流損失且其平面的噴墨表面具有一額外的結構上的好處。雖然本發明係參照一機械式熱彎曲噴墨噴嘴組件為例來加以體現，但應被瞭解的是，本發明可被應用到任何用 MEMS 技術所製造的噴墨噴嘴種類上。

圖 3 至 26 顯示用於圖 25 及 26 所示的噴墨噴嘴組件 100 的一連串 MEMS 製造步驟。該 MEMS 製造的起點為一標準的 CMOS 晶圓，其上具有 CMOS 元件電路形成在一矽晶圓的上部上。在 MEMS 製造處理的結束點，該晶圓被分切成為單獨的列印頭積體電路(IC)，每一 IC 都包含驅動電路及複數個噴嘴組件。

如圖 4 及 5 所示，一基詞 1 具有一電極 2 形成在其上部上。該電極 2 為一對相鄰的電極(正極與地極)中的一個電極用來供應電力至該噴墨噴嘴 100 的致動器。該等電極接受來自位在該基材 1 的上層上之 CMOS 驅動電路(未示出)的電力。

示於圖 4 及 5 中之另一電極 3 是用來提供電力至一鄰近的噴墨噴嘴。大體上，圖中顯示一噴嘴組件的 MEMS 製造步驟，該噴嘴組件為一陣列的噴嘴組件中的一個。下面的描述聚焦在這些噴嘴組件中的一個噴嘴組件的製造步驟

。然而，應被瞭解的是，對應的步驟被同時實施在所有形成在該晶圓上的噴嘴組件上。在一鄰近的噴嘴組件被部分地顯示於圖中的地方，這是可被乎略的。因此，電極 3 與鄰近的噴嘴組件將於本文中詳細說明。為了清晰起見，某些 MEMS 製造步驟將不會被顯示在鄰近的噴嘴組件上。

現翻到圖 3 至 5，第一系列的 MEMS 製造步驟開始於一 CMOS 晶圓。一 8 微米厚的二氧化矽層一開始被沉積在基材 1 上。該二氧化矽的深度界定該噴墨噴嘴之噴嘴室 5 的深度。依據所需之噴嘴室 5 的尺寸，該二氧化矽層的深度可在 4 微米至 20 微米之間，或從 6 微米到 12 微米之間。本發明的一項優點為，本發明可被用來製造具有相對深(如大於 6 微米)的噴嘴室的噴嘴組件。

在沉積該二氧化矽(SiO_2)層之後，它被蝕刻用以界定將成為噴嘴室 5 的側壁之壁 4，如圖 5 所示。圖 3 中之該暗色調的罩幕被用來將光阻(未示出)形成圖案，其將界定此蝕刻。任何適合二氧化矽之標準的非等方向性 DRIE(如， $\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 電漿)都可被用於此蝕刻步驟上。再者，任何可沉積的絕緣物質(如，氮化矽，氮氧化矽，氧化鋁)都可被用來取代該二氧化矽。圖 4 及 5 顯示在二氧化矽沉積與蝕刻步驟的第一系列之後的晶圓。

在第二系列的步驟中，該噴嘴室 5 被填入光阻或聚亞醯胺 6，它的作用係作為後續沉積步驟的犧牲支架。在準備下一個沉積步驟時，確保該聚亞醯胺 6 的頂面與該二氧化矽壁 4 的頂面共平面是很重要的。確保該二氧化矽壁 4

的頂面在 CMP 之後是乾淨的亦是很重要，且一簡短的清
潔蝕刻可被用來確保可達到以上的要求。

在第三系列的步驟中，該噴嘴室 5 的室頂件 7 被形成，以及高導電性的連接器柱 8 被形成下達該等電極 2。一開始，一 1.7 微米厚的二氧化矽層被沉積在該聚亞醯胺 6 與壁 4 上。此二氧化矽層界定該噴嘴室 5 的室頂件 4。接下來，一對通孔 (via) 藉由使用標準的 RDRIE 而被形成在該壁上下至該等電極 2。圖 8 中之暗色調的罩幕被用來形成光阻 (未示出) 圖案，該光阻係界定此蝕刻。該蝕刻係非等方向性蝕刻，使得通孔的側壁較佳地垂直於基材 1 的表面。這意謂著任何深度的噴嘴室都可在不影響到該噴嘴組件在晶圓上的總足跡面積之下被達成。此蝕刻可讓該對電極 2 經由通孔被露出。

接下來，通孔藉由使用無電電鍍而被填入高導電性金屬，譬如銅。銅無電電鍍方法在此技藝中係屬習知且可輕易地被加入到一晶圓代工廠中。典型地，一包含銅複合物的電解質，一乙醛 (如，甲醛) 及一氫氧化物沉積一銅塗層於基材的外露表面上。無電電鍍之前通常有一非常薄的種子金屬 (如，鈀) 塗層 (如，0.3 微米或更薄)，其可催化該電鍍處理。因此，通孔的無電電鍍之前有一 CVD 之適合的催化劑種子層 (如，鈀) 的沉積。

在該第三系列步驟的最後一個步驟中，該被沉積的銅接受 CMP 處理並停止在該二氧化矽室頂件 7 上用以提供一平面的結構。圖 9 及 10 顯示在此第三系列步驟之後的

噴嘴組件。從圖中可看出的是，在無電銅電鍍期間形成的銅連接器柱 8 與各個電極 2 相遇用以提供直線的導電路徑上達該室頂件 7。此導電路徑沒有彎折或扭結且具有至少 1 微米，至少 1.5 微米，至少 2 微米，至少 2.5 微米，或著少 3 微米的最小截面直徑。因此，該等銅連接器柱 8 在供應電力給該噴墨噴嘴組件內的致動器時有最小的電流損失。

在第四系列的步驟中，導電金屬墊 9 被形成，它們被建構來讓在任何可能的高電阻區域內的電力損失最小化。這些區域典型地是位在連接器柱 8 與熱彈性件的接合處，以及位在熱彈性件上的任何彎折處。該熱彈性件係在後續的步驟中形成且金屬墊 9 的功能在該噴嘴組件以其被完全形成的狀態加以描述時將可更容易被瞭解。

金屬墊 9 係藉由沉積 0.3 微米的鋁層於該室頂件 7 及連接器柱 8 上開始。任何高導電性的金屬(如，鋁，鈦，等等)都可被使用且被沉積的厚度應為約 0.5 微米或更薄，才不會對該噴嘴組件的整體平坦度有太嚴重的影響。在鋁層的沉積之後，一標準的金屬蝕刻(如， Cl_2/BCl_3)被用來界定該金屬墊 9。圖 11 中之該亮色調的罩幕被用將界定此蝕刻的光阻(未示出)形成圖案。

圖 12 及 13 顯示在該第四系列步驟之後的該噴嘴組件，其中金屬墊 9 被形成在將後續被形成之該熱彈性主動樑件的預定"彎曲區"內之連接器柱 8 上及在室頂件 7 上。為了清晰起見，金屬墊 9 並沒有被顯示在圖 13 中橫向相鄰

的噴嘴組件上。然而，將可被瞭解的是，在此陣列中的所有噴嘴組件都是同時被產生的且是依據本文中所描述的製造步驟。

在圖 14 至 16 所示之第五系列步驟中，一熱彈性主動樑件 10 被形成在該二氧化矽室頂件 7 上。部分的二氧化矽室頂件 7 因為被熔接到該主動樑件 10 上所以其作用係如一機械式熱彎曲式致動器的下被動樑件 16，該係由該主動樑 10 與該被動樑 16 所界定。該熱彈性主動樑件 10 可由任何適合的熱彈性材質構成，譬如氮化鈦氮化鈦鋁及鋁合金。如在本案申請人稍早於 2002 年 12 月 4 日提申之美國專利申請案第 11/607,976 號中描述的，鈦鋁合金是較佳的材質，因為它們結合了高熱膨脹性，低密度及高楊氏模數的有利特性。

爲了要該主動樑件 10，一 1.5 微米的主動樑物質一開始藉由標準 PECVD 被沉積。該樑物質然後使用標準的金屬蝕刻加以蝕刻用以界定該主動樑件 10。圖 14 中之亮色調的罩幕被來對界定此蝕刻的光阻(未示出)形成圖案。

在完成金屬蝕刻且如圖 15 及 16 所示之後，該主動樑件 10 包含部分的噴嘴開口 11 及一樑元件 12，其端部透過連接器柱 8 被電氣地連接至正極與電極電極 2。該平面的樑元件 12 從一第一(正極)連接器柱的頂部延伸出並彎曲 180 度用以回到一第二(地極)連接器柱的頂部。蜿蜒的樑元件結構，如申請人之美國專利申請案第 11/607,976 號中描述的，當然亦是在本發明的範圍內。

如在圖 15 及 16 中清楚所示的，金屬墊 9 被設置在促進電流流入到較高電阻的區域內。一金屬墊 9 被設置在該樑元件 12 的一彎曲區域內，且被夾在該主動樑件 10 與該被動樑件 16 之間。其它的金屬墊 9 被設置在連接器柱 8 的頂部與樑元件 12 的端部之間。將可被瞭解的是，金屬墊 9 可降低在這些區域內的電阻。

在圖 17 至 19 所示的第六系列的步驟中，該二氧化矽室頂件 7 被蝕刻用以完全地界定出一噴嘴開口 13 及該室頂的活動部分 14。圖 17 中之暗色調罩幕被用將界定此蝕刻的光阻(未示出)形成圖案。

如在圖 18 及 19 中清楚所示的，由此蝕刻所界定出來的該室頂的活動部分 14 包含一熱彎曲式致動器 15，它本身是由該主動樑件 10 與底下的被動樑件 16 所構成的。該噴嘴開口 13 亦被界定在該室頂的活動部分 14 上，使得該噴嘴開口在致動期間與該致動器一起移動。因此，該噴嘴開口 13 相對於該活動部分 14 是不動的，美國專利申請案第 11/607,976 號中所描述的當然亦是可行的且是在本發明的範圍內。

一在該室頂的活動部分 14 的附近的周圍間隙 17 將該室頂的活動部分 14 與不動部分 18 分開來。該間隙 17 可在致動器 15 的致動期間讓活動部分 14 彎曲到該噴嘴室 5 內並朝向該基材 1。

在圖 20-23 所示的第七系列的步驟中，一 3 微米厚之可光學地形成圖案的疏水聚合物層 19 被沉積到整個噴嘴

組件上，且被形成圖案用以重新界定該噴嘴開口 13。圖 20 中之暗色調的罩幕被用來將該疏水性聚合物 19 光學地形成圖案。

使用可光學地形成圖案的聚合物來塗佈該噴嘴組件陣列在 2007 年 3 月 12 日提申的美國專利第 11/685,084 號及 2007 年 4 月 27 日提申的第 11/740,925 號中有詳細的描述，這兩個申請案的內容藉由此參照而被併為本申請案的內容的一部分。典型地，該疏水性聚合物為改質聚二甲基矽氧烷 (Polydimethylsiloxane, 簡稱 PDMS)，或全氟聚乙炔 (PFPE)。此等聚合物特別有利，因為它們是可光學地形成圖案的，具有高疏水性且低楊式模數。

如在上述的美國專利申請案中描述的，包含該疏水性聚合物之 MEMS 製造步驟的確實順序是相當有彈性的。例如，在沉積該疏水性聚合物 19 之後再蝕刻該噴嘴開口 13 是絕對合理的，且使用該聚合物作為該罩幕來蝕刻的罩幕。將可被瞭解的是，在 MEMS 製造步驟的實際順序上的改變是在熟習此技藝者的可預見範圍內，且是被包括在本發明的範圍內。

該疏水性聚合物層 19 實施數種功能。首先，它對位在該室頂的活動部分 14 的附近的周圍間隙 17 提供一機械式的密封。該聚合物之低的楊氏模數 ($<1000\text{Mpa}$) 意謂著它不會顯著地抑制致動器的彎曲，同時防止墨水在致動期間經由間隙漏出來。其次，該聚合物具有一很高的疏水性，這可將墨水溢出到相對親水的噴嘴室外並溢到列印頭的噴

墨面 21 上的傾向降至最小。再者，該聚合物的作用如一保護層一般，這有助於該列印頭的維修。

在圖 24-26 所示之最終的第八系列步驟中，一供墨渠道 20 從該基材 1 的背側被蝕刻穿過該噴嘴室 5。圖 24 中之暗色調的罩幕被用來將界定此蝕刻的光阻(未示出)形成圖案。雖然在圖 25 及 26 中該供墨渠道 20 被顯示成與噴嘴開口 13 對準，但它亦可偏離該噴嘴開口，如在圖 1 中所示的噴嘴組件 400。

在供墨渠道蝕刻之後，被填入到該噴嘴室 5 內的該聚亞醯胺 6 藉由用氧電漿的去灰(ashing)處理，不論是前側去灰或是背側去灰，被去除掉用以提供該噴嘴組件 100。

所得到之如圖 25 與 26 所示的噴嘴組件 100 相較於圖 1 及 2 所示的噴嘴組件 400 具有數項優點。第一，噴嘴組件 100 在介於致動器的主動樑 10 與電極 2 之間的連接線上具有最小的電流損失。銅連接器柱 8 具有絕佳的導電性。這是因為其相對大的截面直徑(>1.5 微米)；銅固有的高導電性；及在該連接線上沒有任何的彎折。因此，銅連接器柱 8 可將從該驅動電路到該致動器的電路傳輸最大化。相反地，在圖 1 及 2 中率之噴嘴組件 400 內的對應連接線則是相對薄、迂迴曲折且是用與該主動樑 411 相同的材質製成。

第二，連接器柱 8 乖基材 1 的表面垂直地延伸出，讓該噴嘴室 5 的高度能夠在不影響噴嘴組件 100 的總足跡面積之下被增加。相反地，噴嘴組件 400 在電極 416 與主動

樑件 411 之間需要有斜度的連接線，使得連接線可用 PECVD 來形成。此斜度無可避免地會影響到噴嘴組件 400 的總足跡面積，如果噴嘴室 401 的高度將被增加(例如，用以提供改良的液滴噴出特徵)的話，則這將會是特別不利的。依據本發明，具有體積相對大的噴嘴室可用小於 50 微米的噴嘴間距被安排成列。

第三，在電極的區域內沒有凹坑或通孔之下，噴嘴組件 100 具有平面度高的噴墨面 21。該噴墨面的平坦性對於列印頭維修是有利的，因為它代表對於任何維修裝置而言是一平滑且可擦抹的表面。再者，不會有微粒被永久地陷在電極通孔或該噴墨面的其它彎曲特徵結構內的風險。

當然，將可被瞭解的是，本發明已經以舉例的方式加以描述且細節上的變化可在本發明之由下面的申請專利範圍所界定的範圍內被達成。

【圖式簡單說明】

圖 1 為一熱彎曲致動式噴墨噴嘴組件的側剖面圖，其具有一薄的，迂迴曲折的連接於一電極與一致動器之間；

圖 2 為圖 1 所示之噴嘴組件的切開立體圖；

圖 3 為用於氧化矽壁蝕刻之罩幕；

圖 4 為在形成噴嘴室側壁的第一系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 5 為示於圖 4 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 6 為在用聚亞醯胺填入噴嘴室的第二系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 7 為示於圖 6 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 8 為用於通孔蝕刻的罩幕；

圖 9 為在連接器柱被形成到達室頂的第三系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 10 為示於圖 9 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 11 為用於金屬板蝕刻的罩幕；

圖 12 為在導電金屬板被形成的第四系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 13 為示於圖 12 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 14 為用於主動樑件蝕刻的罩幕；

圖 15 為在一熱彎曲式致動器的一主動樑件被形成的第五系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 16 為示於圖 15 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 17 為用於氧化矽室頂件蝕刻的罩幕；

圖 18 為在一包含該熱彎曲式致動器的活動的室頂部分被形成的第六系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 19 為示於圖 18 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 20 為用將一可光學地形成圖案的疏水性聚合物形成圖案的罩幕；

圖 21 為在該疏水性聚合物層被沉積且被光學地形成圖案之的第七系列步驟之後之部分作好的噴墨噴嘴組件的側剖面圖；

圖 22 為示於圖 21 中之部分作好的噴墨噴嘴組件的立體圖；

圖 23 為圖 22 的立體圖，其中底下的 MEMS 層以虛線來顯示；

圖 24 為用於背側供墨渠道蝕刻的罩幕；

圖 25 為依據本發明之噴墨噴嘴組件的側剖面圖；及

圖 26 為圖 25 中所示之噴墨噴嘴組件的切開立體圖。

【主要元件符號說明】

400：噴嘴組件

401：噴嘴室

402：鈍態化的 CMOS 層

403：矽基材

404：室頂

405：側壁

406：墨水入口

407：供墨渠道

- 408 : 噴嘴開口
- 409 : 活動部分
- 415 : 噴嘴邊緣
- 410 : 熱彎曲式致動器
- 411 : 主動樑
- 412 : 被動樑
- 416 : 電極接點
- 418 : 通孔
- 417 : 中間層
- 2 : 電極
- 1 : 基材
- 100 : 噴墨噴嘴
- 3 : 電極
- 5 : 噴嘴室
- 4 : 二氧化矽 (SiO_2) 壁
- 6 : 聚亞醯胺
- 7 : 室頂件
- 8 : 連接器柱
- 9 : 金屬墊
- 10 : 主動樑件
- 16 : 被動樑件
- 12 : 樑件
- 13 : 噴嘴開口
- 14 : 活動部分

17：間隙

18：不動的部分

19：疏水性聚合物

21：噴墨面

20：墨水供應渠道

附件 5A : 第 096137838 號申請專利範圍修正本

民國 101 年 12 月 26 日修正

十、申請專利範圍

1~5 頁

1. 一種形成一電連接於一噴墨噴嘴組件內的一電極與一致動器之間的方法，該方法包含的步驟為：

(a) 提供一具有一驅動電路層的基材，該驅動電路包括該電極用以連接至該致動器；

(b) 形成一絕緣物質壁於該電極上，該絕緣物質壁界定一噴嘴室的一側壁；

(c) 在至少該壁上形成一通孔(via)，該通孔露出該電極；

(d) 使用無電電鍍將導電物質填入該通孔中用以提供一連接器柱；及

(e) 形成至少部分的該致動器於該連接器柱上，藉以提供電氣連接於該致動器與該電極之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中介於該致動器與該電極之間的距離至少 5 微米。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該驅動電路層為一矽基材的 CMOS 層。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該驅動電路包括一對用於每一噴墨噴嘴組件的電極，每一該電極都用各自的連接器柱連接至該致動器。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該絕緣物質壁係由二氧化矽構成。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該通孔具有垂直於該基材的一面的側壁。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該導電物質為銅。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其更包含：
在該無電電鍍之前，沉積一催化劑層於該通孔的基部上的步驟。

9.如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該催化劑為鈦。

10.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該導電物質在形成該致動器之前用化學機械平坦化處理加以平坦化。

11.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該致動器為一熱彎曲式致動器，其包含一平面的主動樑件其機械式地與一平面的被動樑件協作。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該熱彎曲式致動器至少部分地界定一用於該噴墨噴嘴組件的噴嘴室的室頂。

13.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中步驟(e)包含沉積一主動樑物質於一被動樑物質上。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中由該主動樑物質所構成的該主動樑件從該連接器柱的頂部延伸於一垂直於該柱的平面上。

15.一種列印頭積體電路其包含一基材，其具有複數個噴墨噴嘴組件形成在該基材的表面上，該基材具有驅動

電路用來供應電力至該等噴嘴組件，每一噴嘴組件都包含：

一噴嘴室用來容納墨水，該噴嘴室具有一界定於其上的噴嘴開口，該絕緣物質壁界定該噴嘴室的一側壁；

一致動器用來經由該噴嘴開口噴出墨水；

一對設置在該基材的該表面上的電極，該等電極被電氣地連接至該驅動電路；及

一對連接器柱，每一連接器柱都將一個別的電極電氣地連接至該致動器，其中每一連接器柱都從個別的電極直線地延伸至該致動器，其中：

每一連接器柱填入在該噴嘴室的該側壁中所定義的一通孔。

16.如申請專利範圍第 15 項之列印頭積體電路，其中每一連接器柱相對該基材的該表面是垂直的。

17.如申請專利範圍第 15 或 16 項之列印頭積體電路，其中介於該致動器與該等電極之間的最短距離為至少 5 微米。

18.如申請專利範圍第 15 項之列印頭積體電路，其中該等連接器柱的最小截面直徑為 2 微米或更大。

19.如申請專利範圍第 15 項之列印頭積體電路，其中該等噴嘴組件被安排成複數個噴嘴列，該等噴嘴列沿著該基材縱長向地延伸。

20.如申請專利範圍第 19 項之列印頭積體電路，其中在一噴嘴列內的相鄰噴嘴開口之間的距離係小於 50 微米。

21.如申請專利範圍第 15 項之列印頭積體電路，其中該致動器為一熱彎曲式致動器，其包含一平面的主動樑件其機械式地與一平面的被動樑件協作。

22.如申請專利範圍第 21 項之列印頭積體電路，其中該熱彎曲式致動器至少部分地界定該噴嘴室的一室頂，該噴嘴開口被界定在該室頂上。

23.如申請專利範圍第 21 或 22 項之列印頭積體電路，其中該主動樑件被電氣地連接至該等連接器柱的頂部。

24.如申請專利範圍第 23 項之列印頭積體電路，其中該主動樑件的一部分被放置在該等連接器柱的該頂部上面。

25.如申請專利範圍第 24 項之列印頭積體電路，其更包含一第一有空隙的(interstitial)金屬墊其被放置在每一連接器柱的該頂部與該主動樑件之間，每一第一有空隙的金屬墊都被建構來促進電流從一個別的連接器柱流至該主動樑件。

26.如申請專利範圍第 21 項之列印頭積體電路，其中該主動樑件是由選自於包含：鋁合金；氮化鈦；氮化鈦鋁；與鈳-鋁合金的組群中之主動樑物質所構成的。

27.如申請專利範圍第 21 項之列印頭積體電路，其中該平面的主動樑件包含一包含一彎曲的或蜿蜒的樑元件，該樑元件具有一第一端其被放置在一第一連接器柱上面及一第二端其被放置在一第二連接器柱上面，該第一及第二連接器柱彼此相鄰。

28.如申請專利範圍第 15 項之列印頭積體電路，其中

該側壁是由選自於包含：二氧化矽，氮化矽，氮氧化矽，與氧化鋁的組群中之材料所構成的。

29. 一種頁寬噴墨列印頭，其包含複數個如申起專利範圍第 15 項所述之列印頭積體電路。

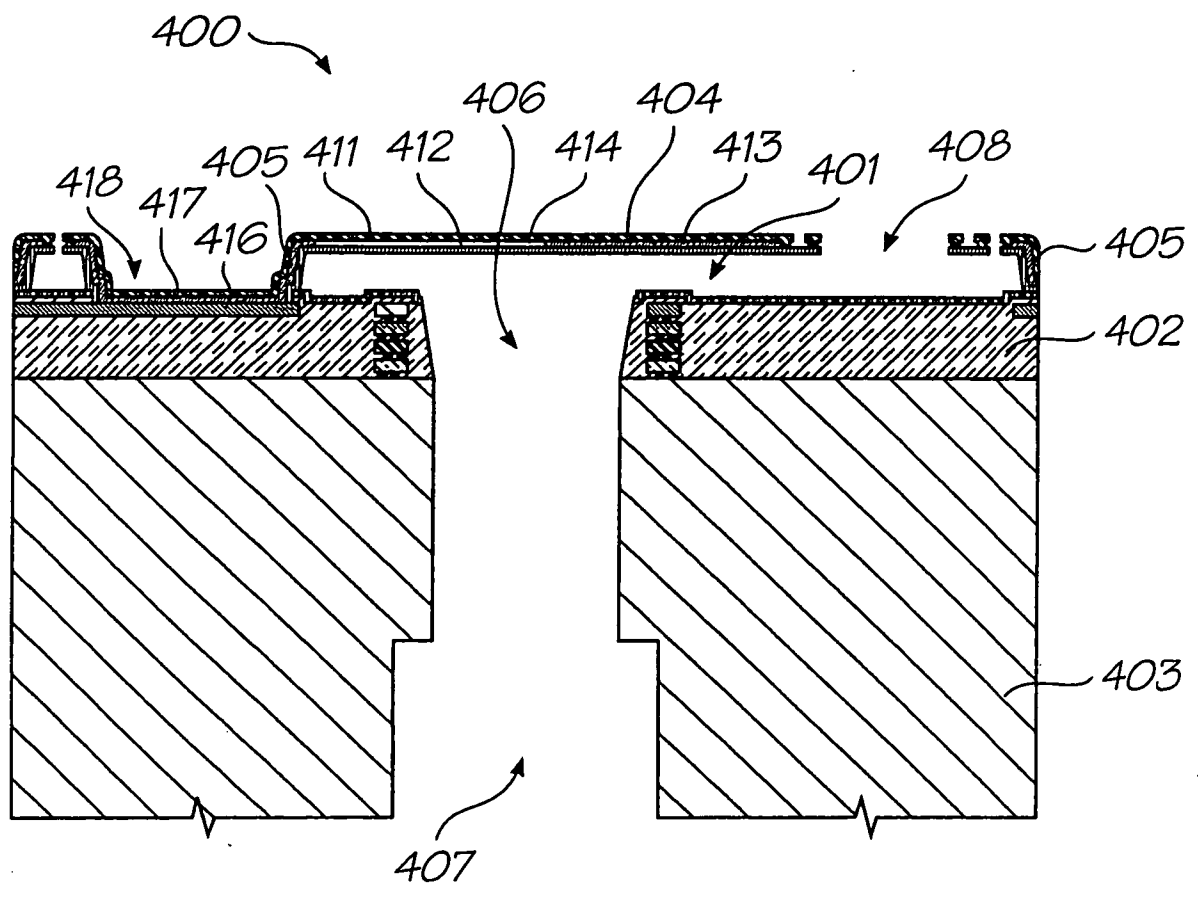


圖1

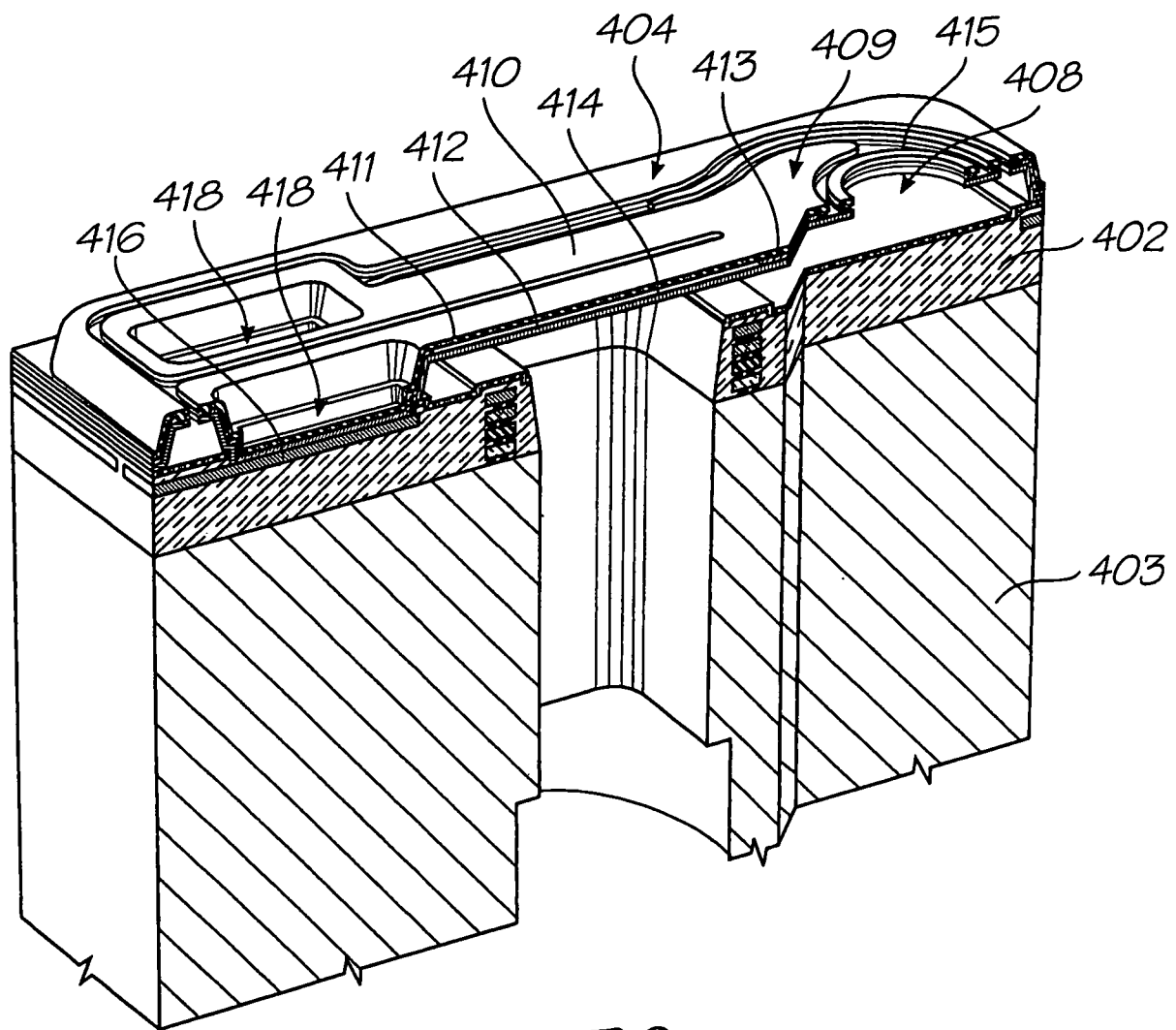


圖2

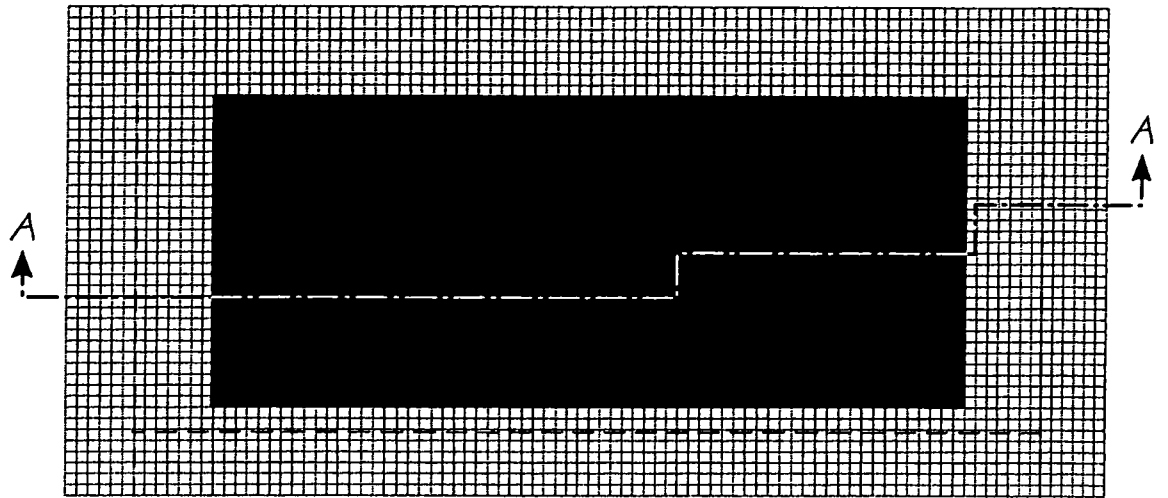


圖3

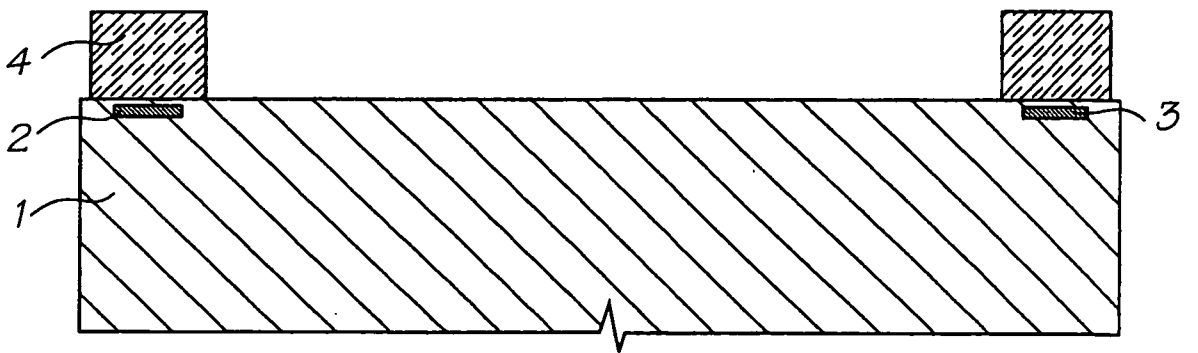


圖4

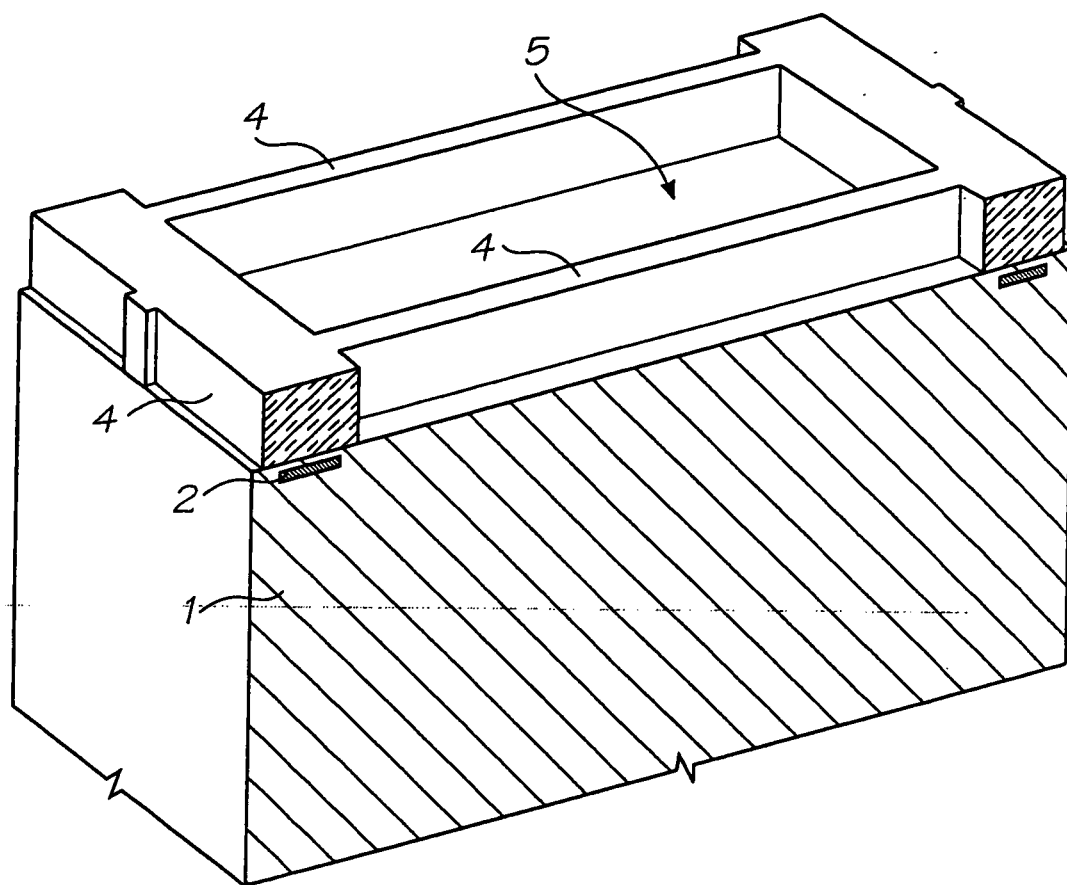


圖5

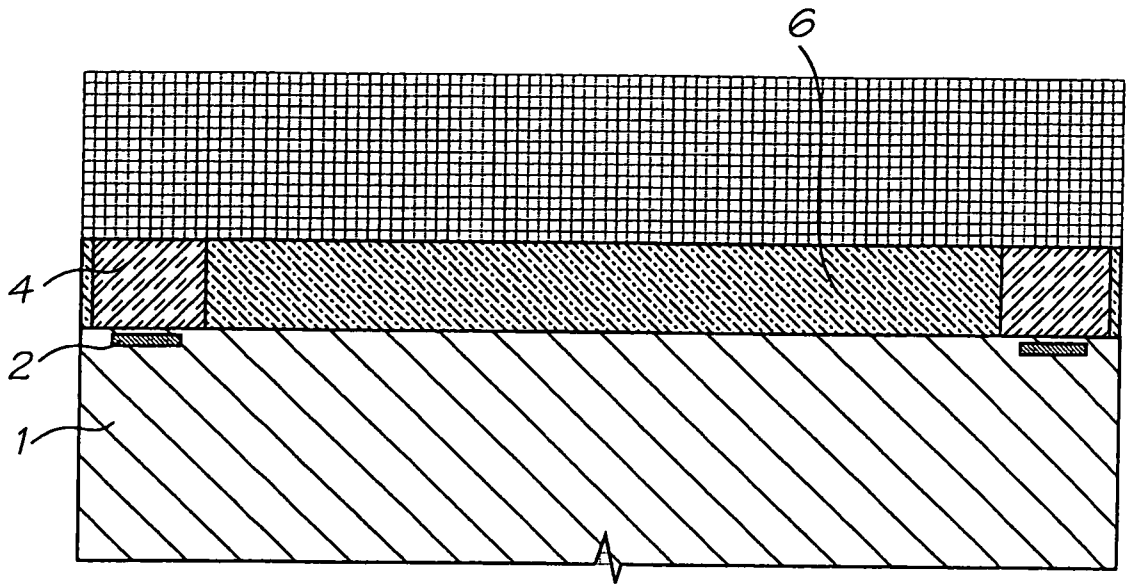


圖6

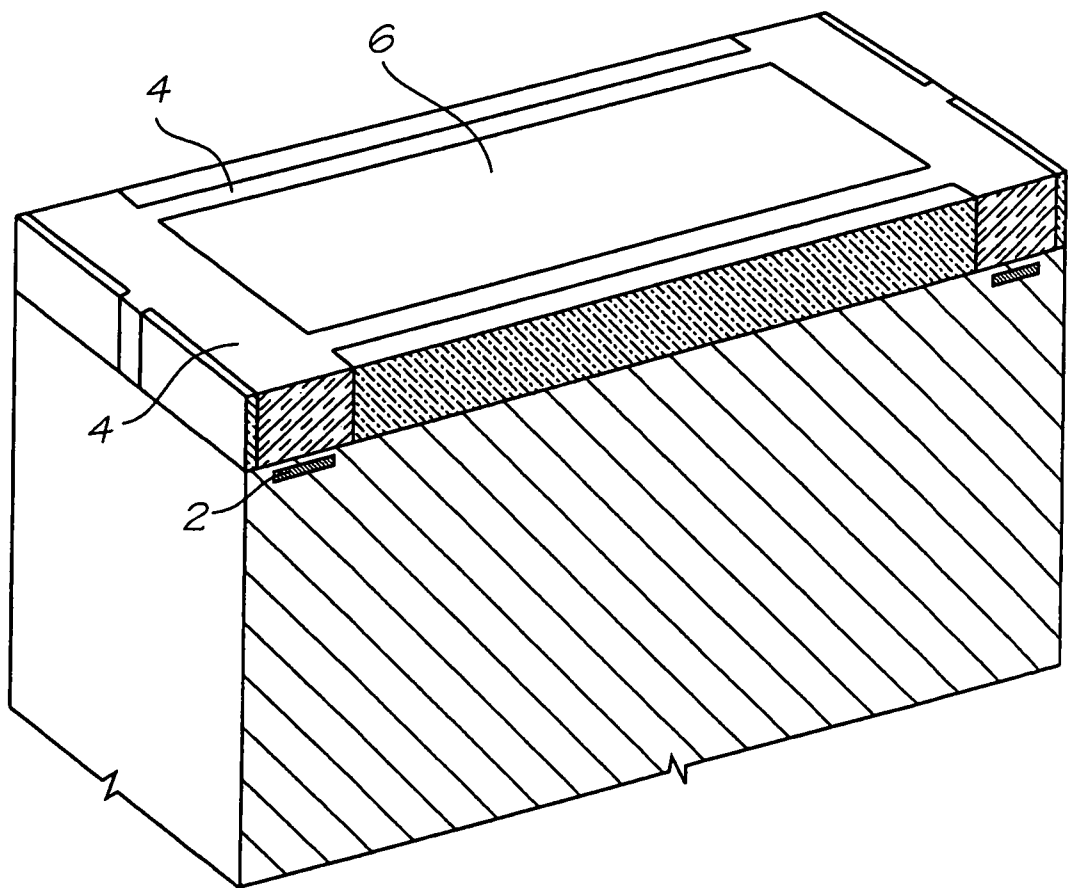


圖7

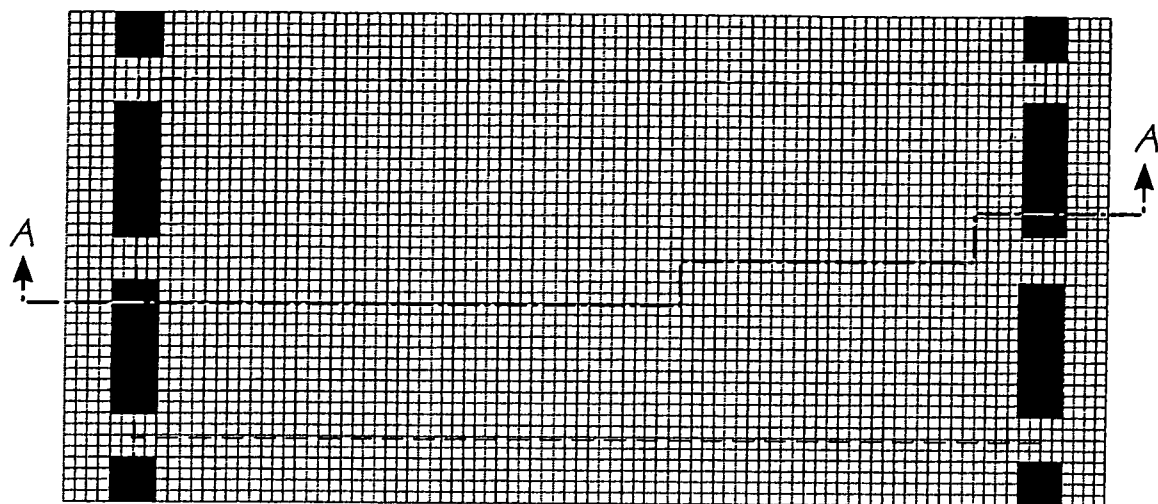


圖 8

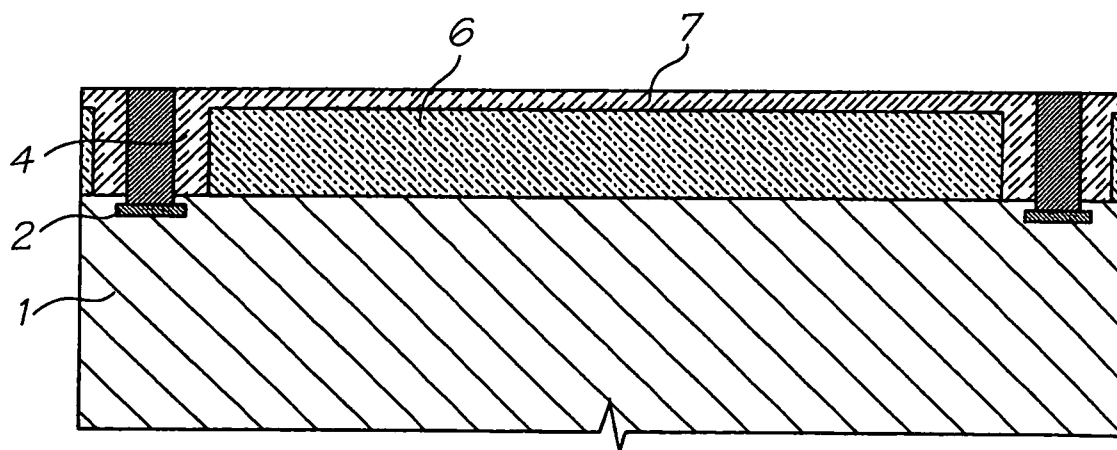


圖 9

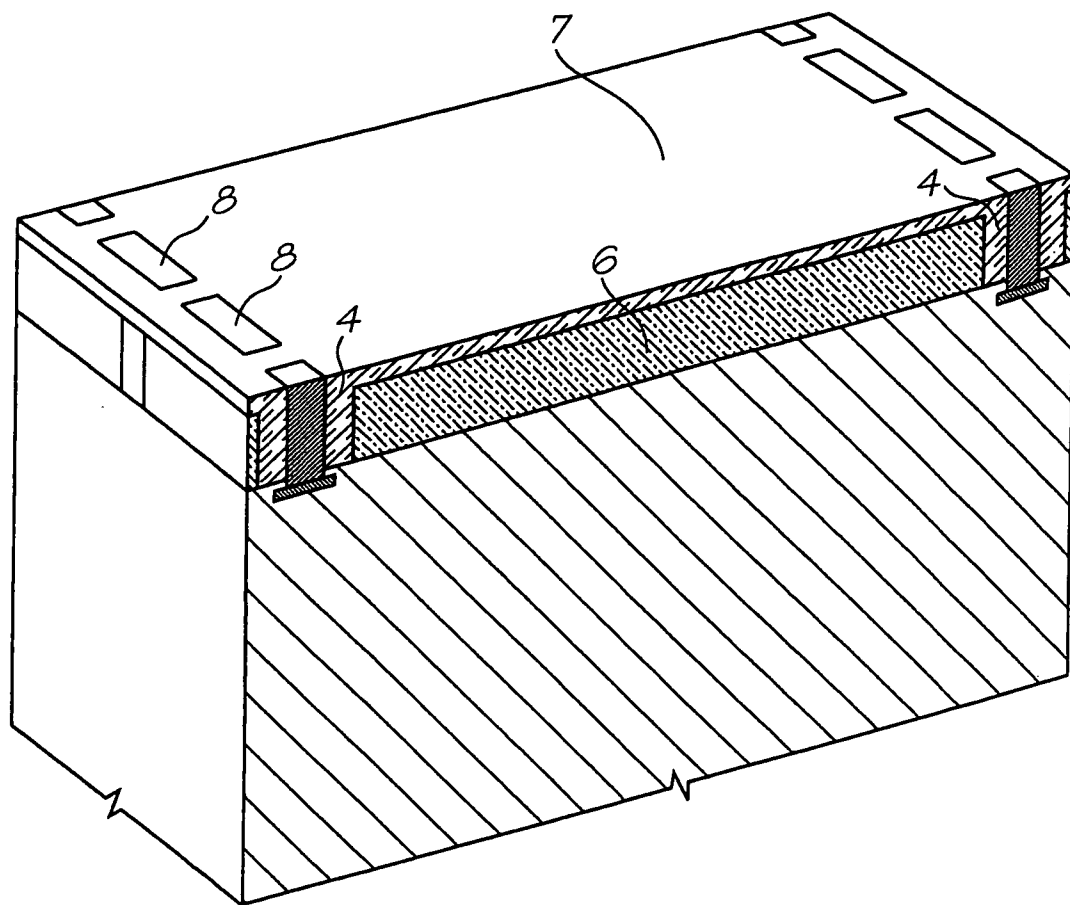


圖 10

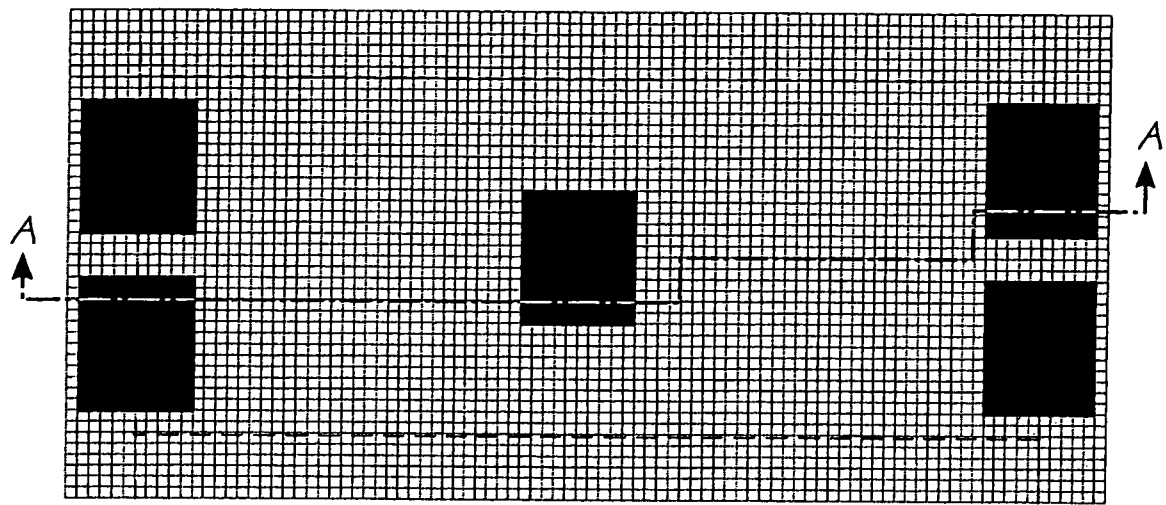


圖 11

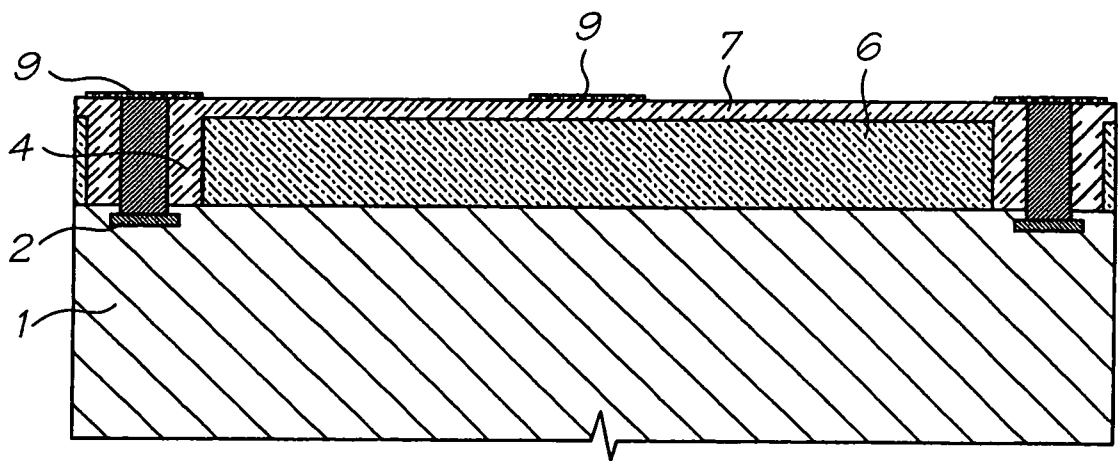


圖 12

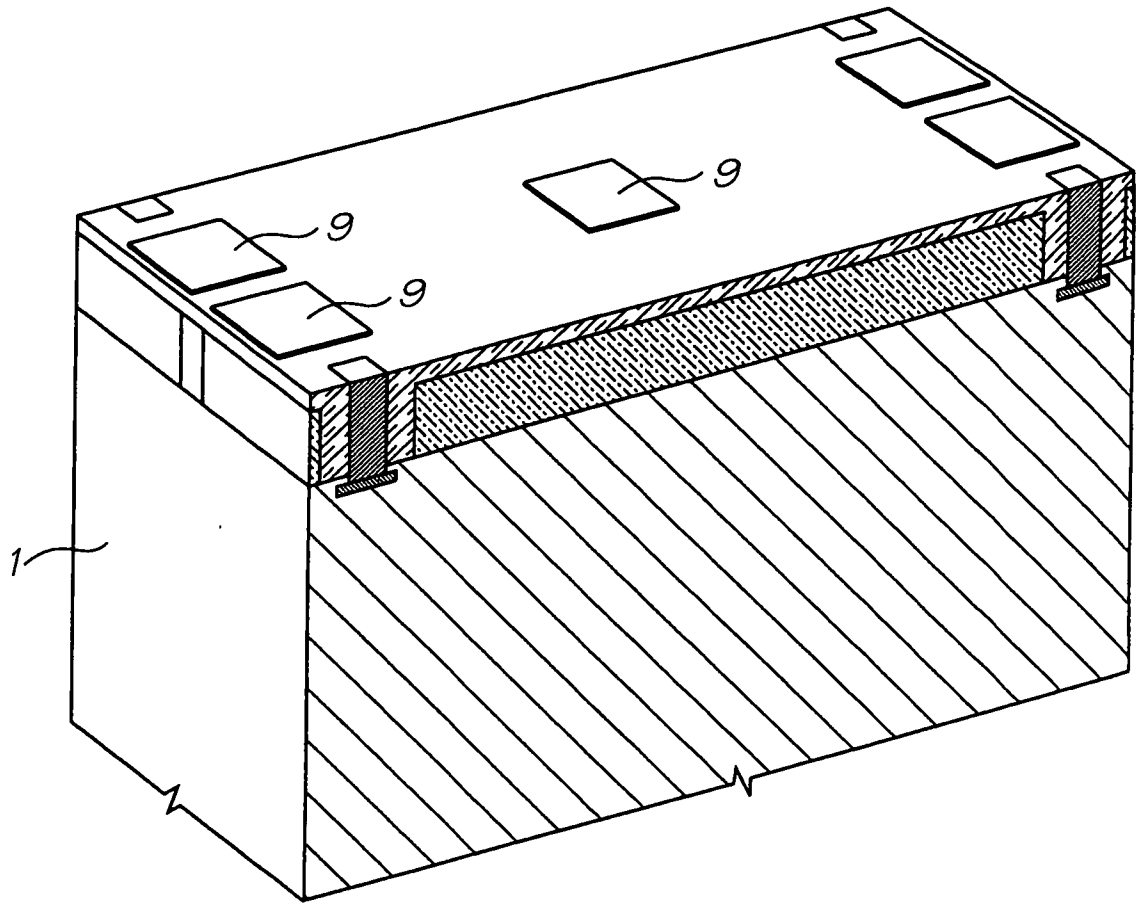


圖 13

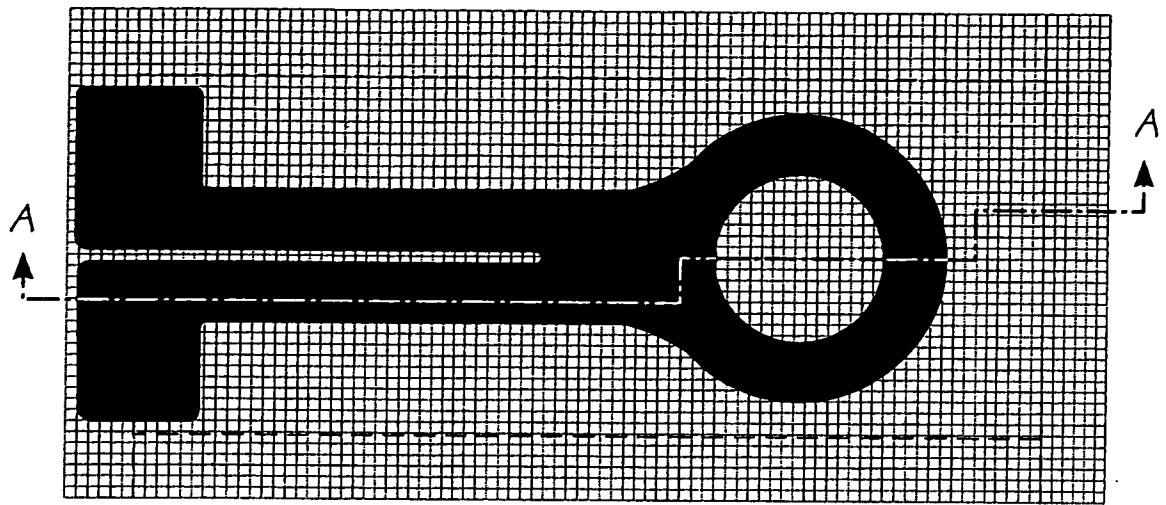


圖 14

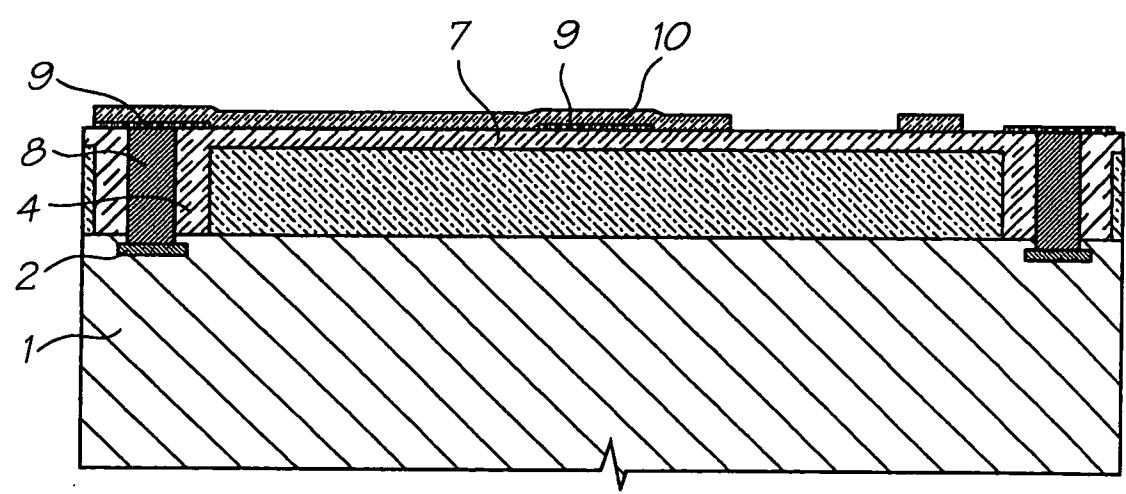


圖 15

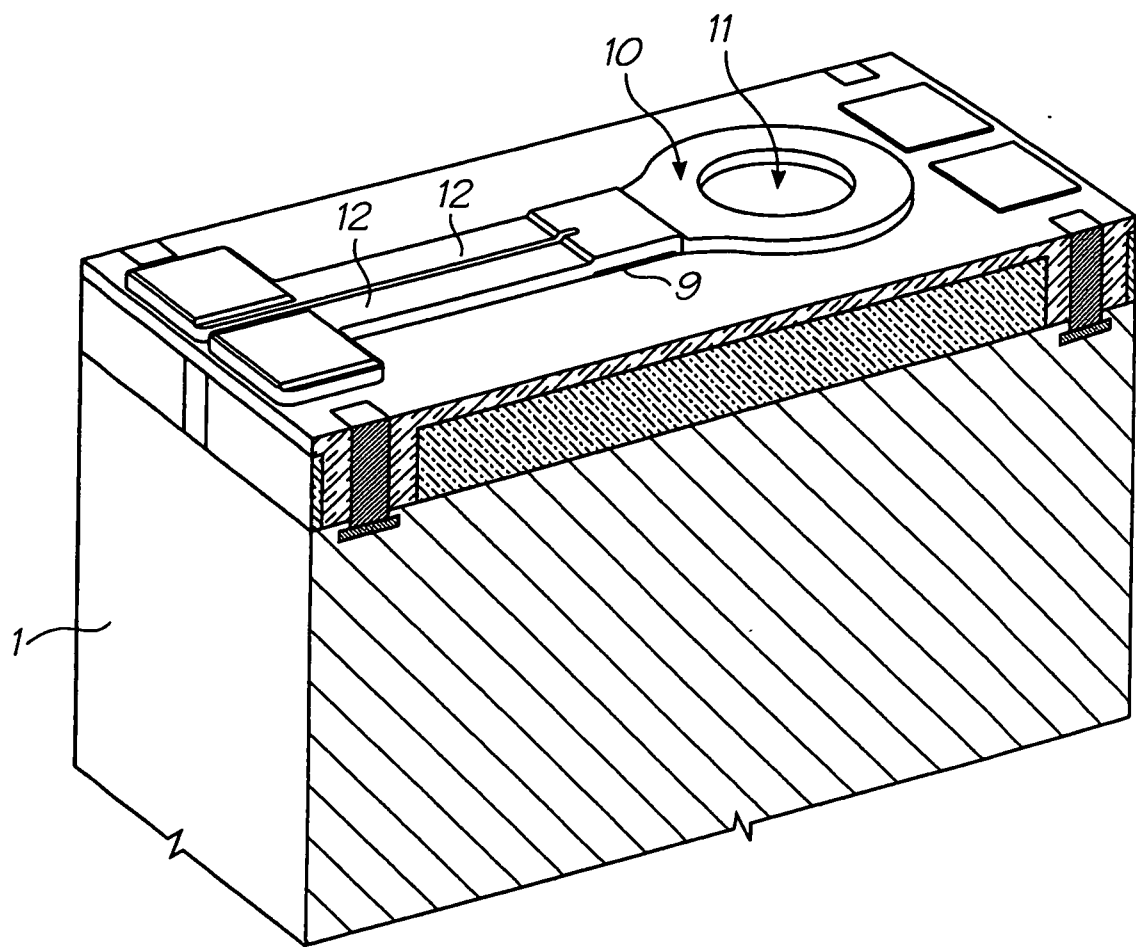


圖 16

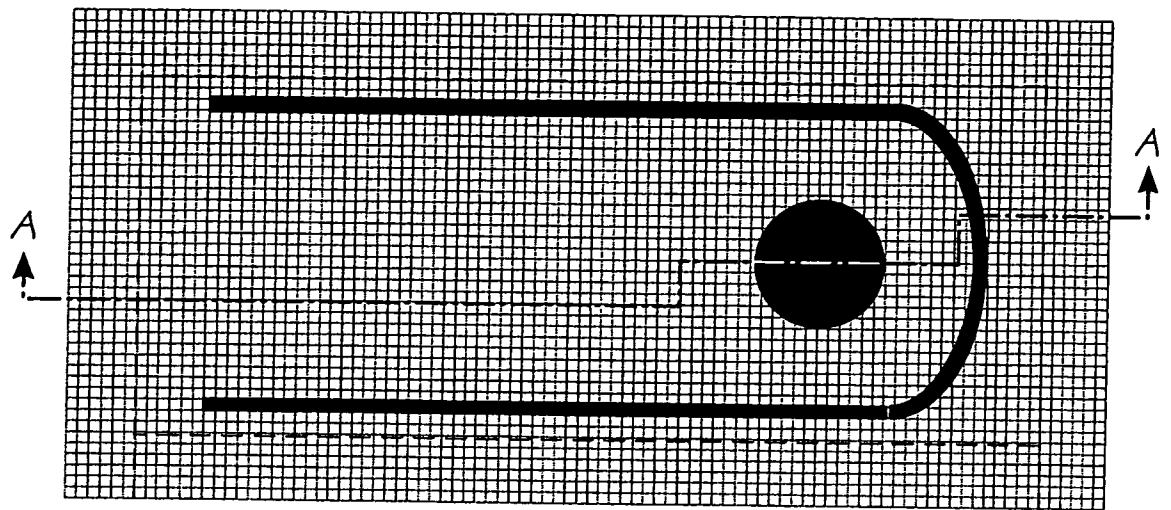


圖17

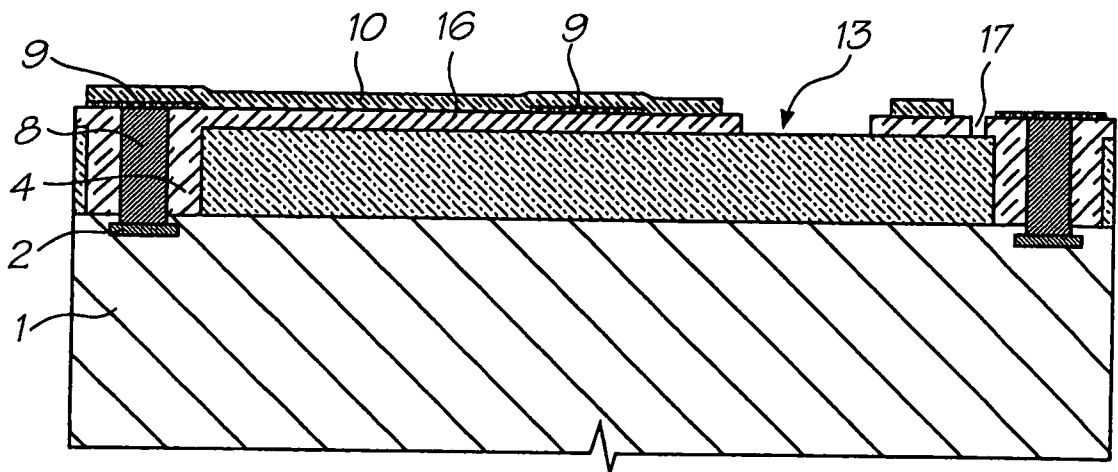


圖18

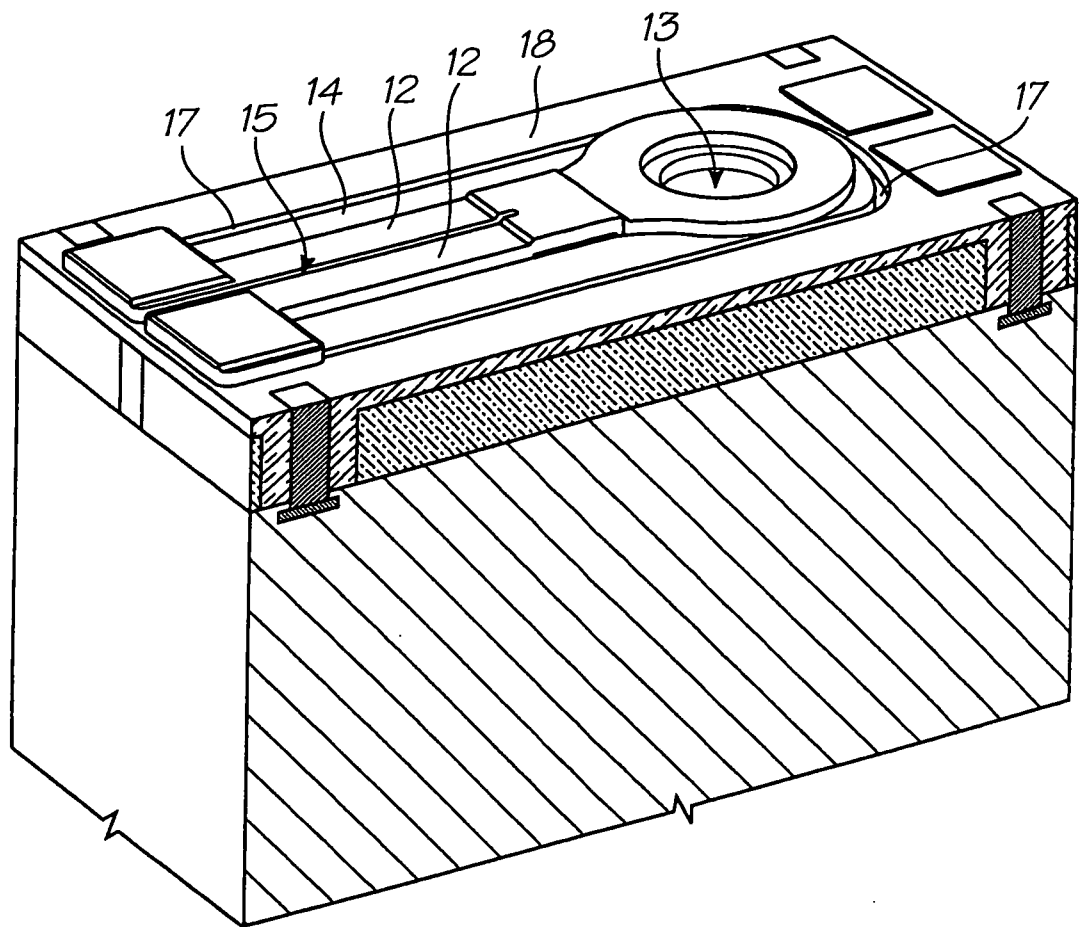


圖19

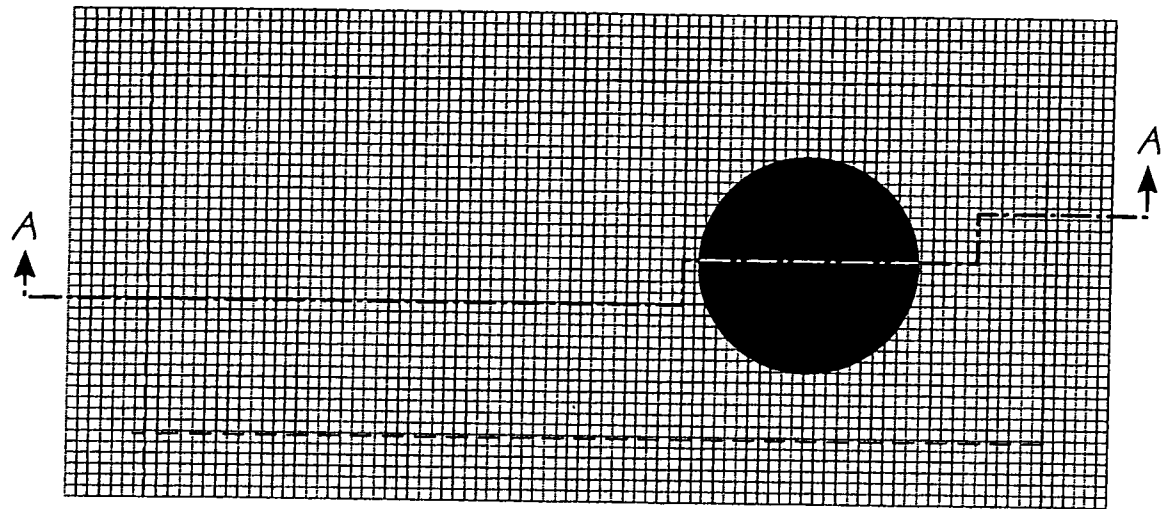


圖 20

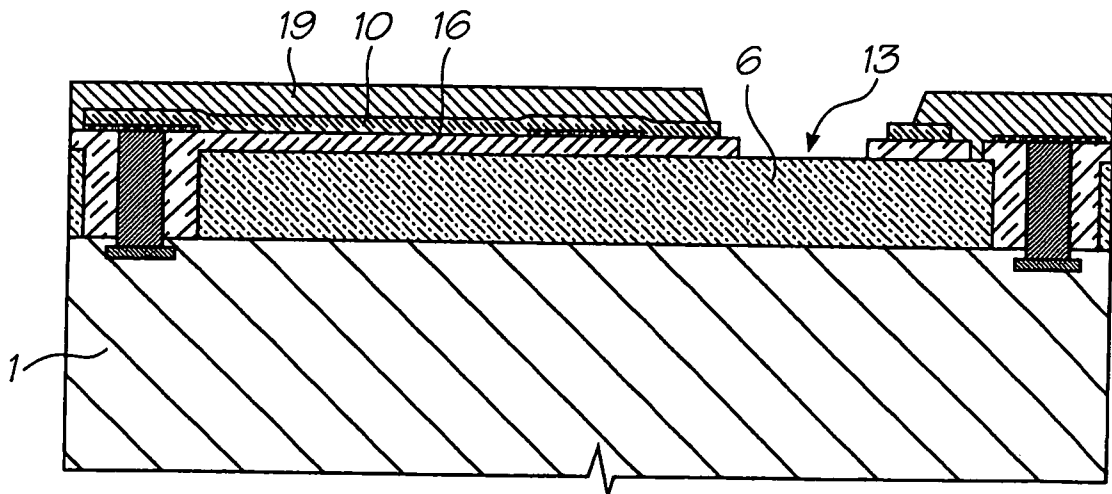


圖 21

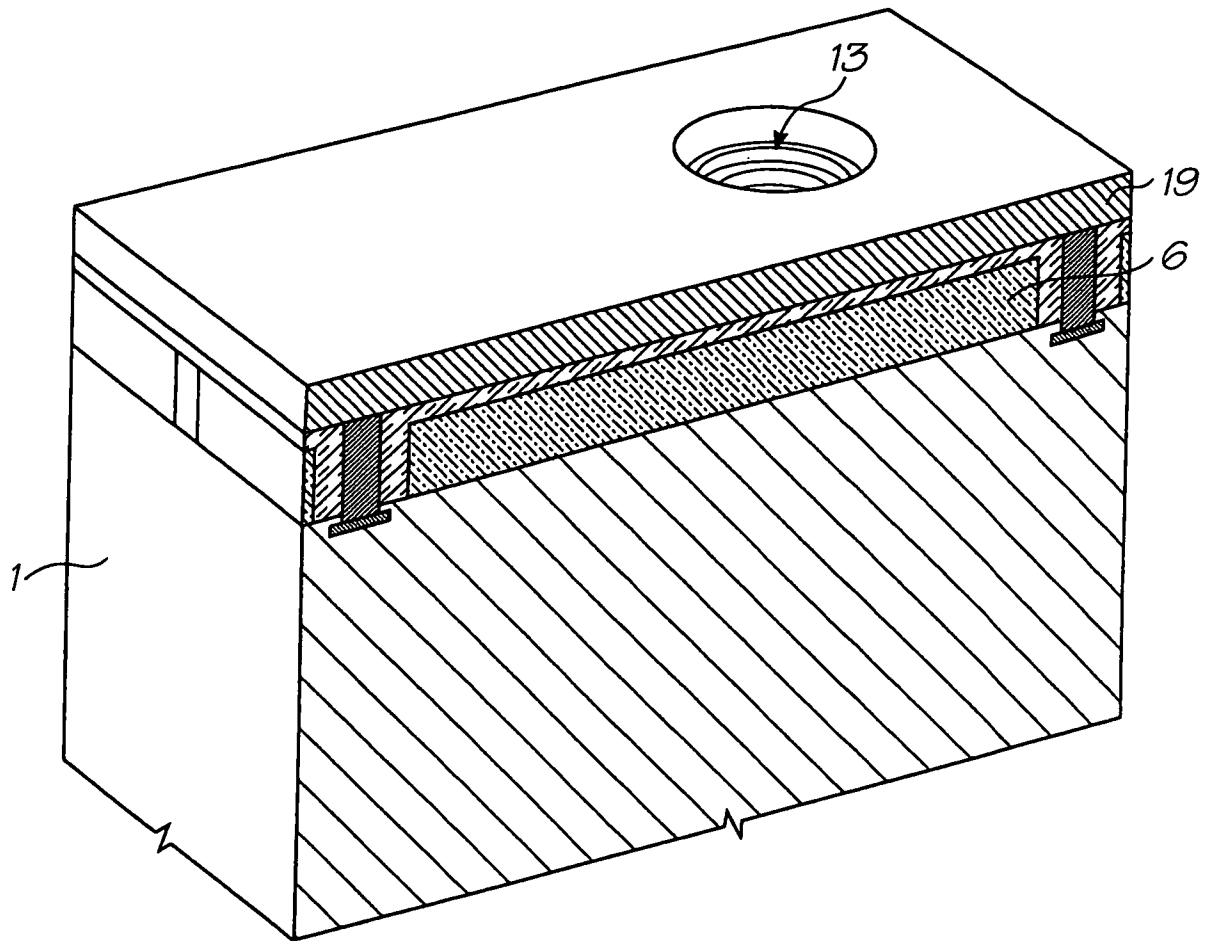


圖 22

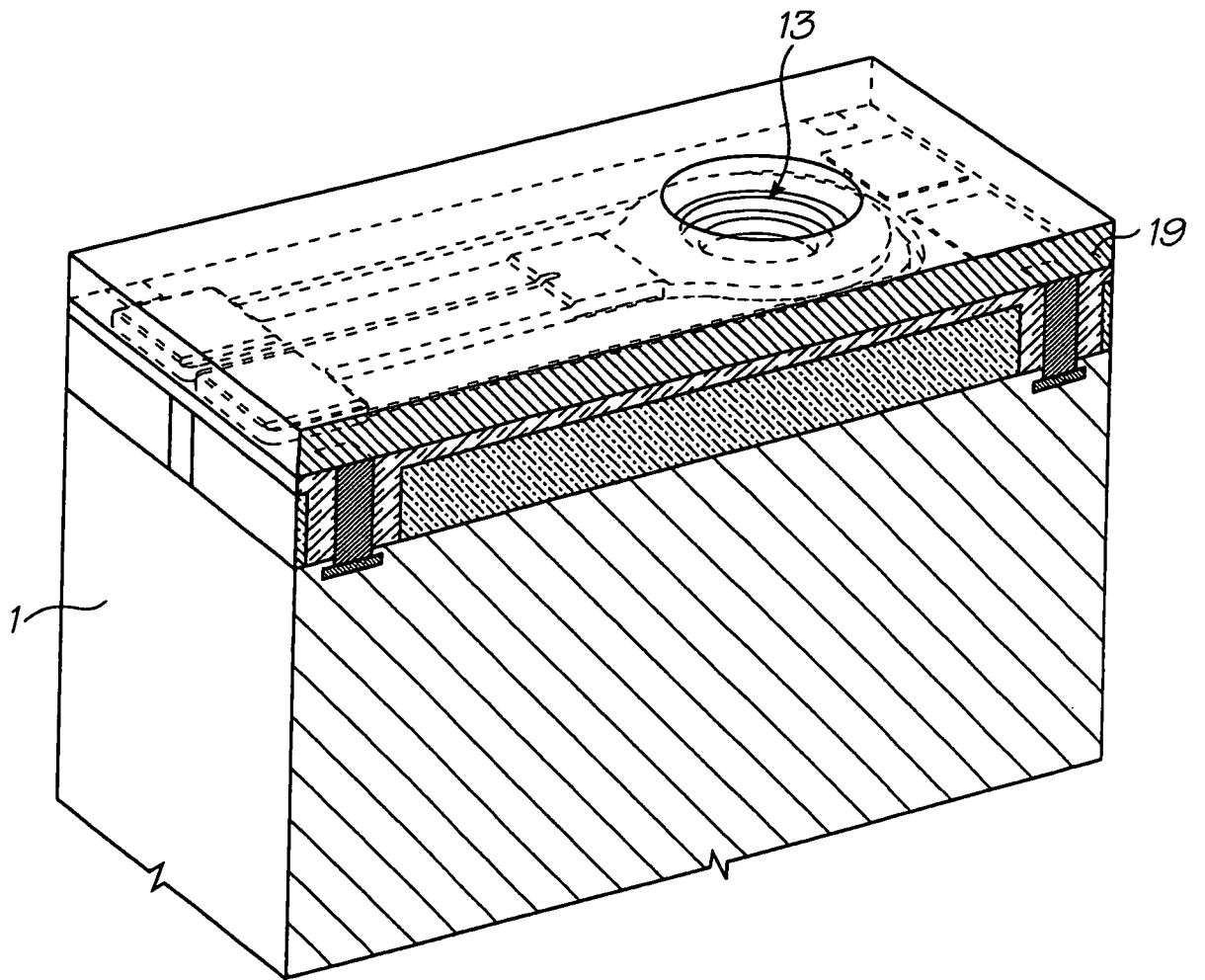


圖 23

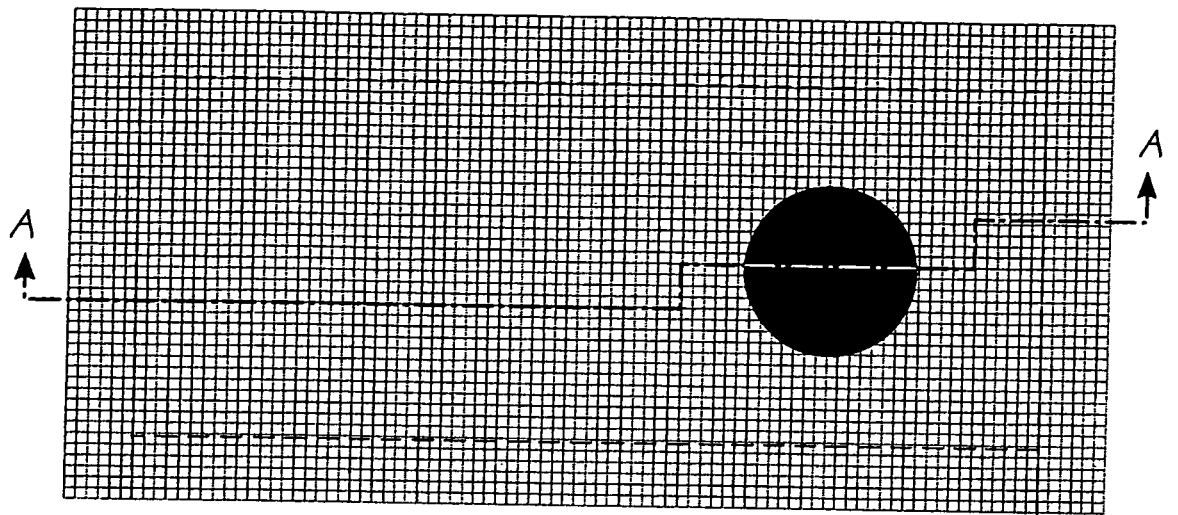


圖24

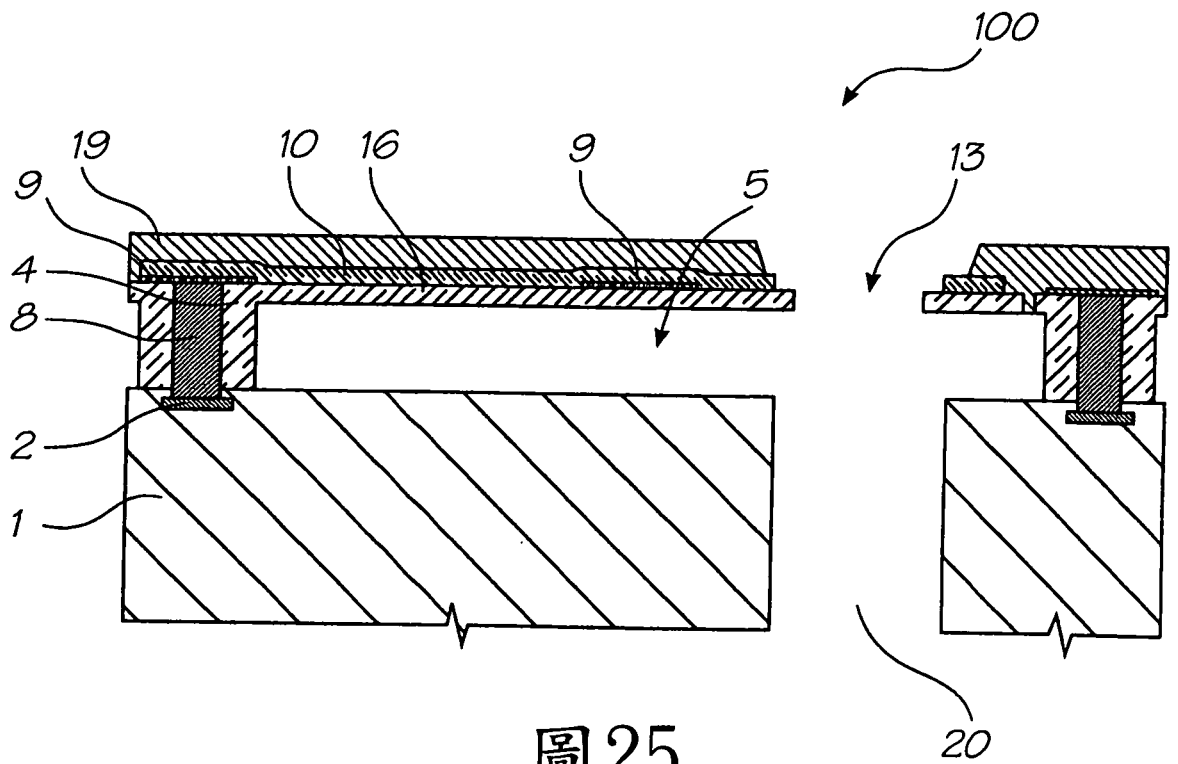


圖25

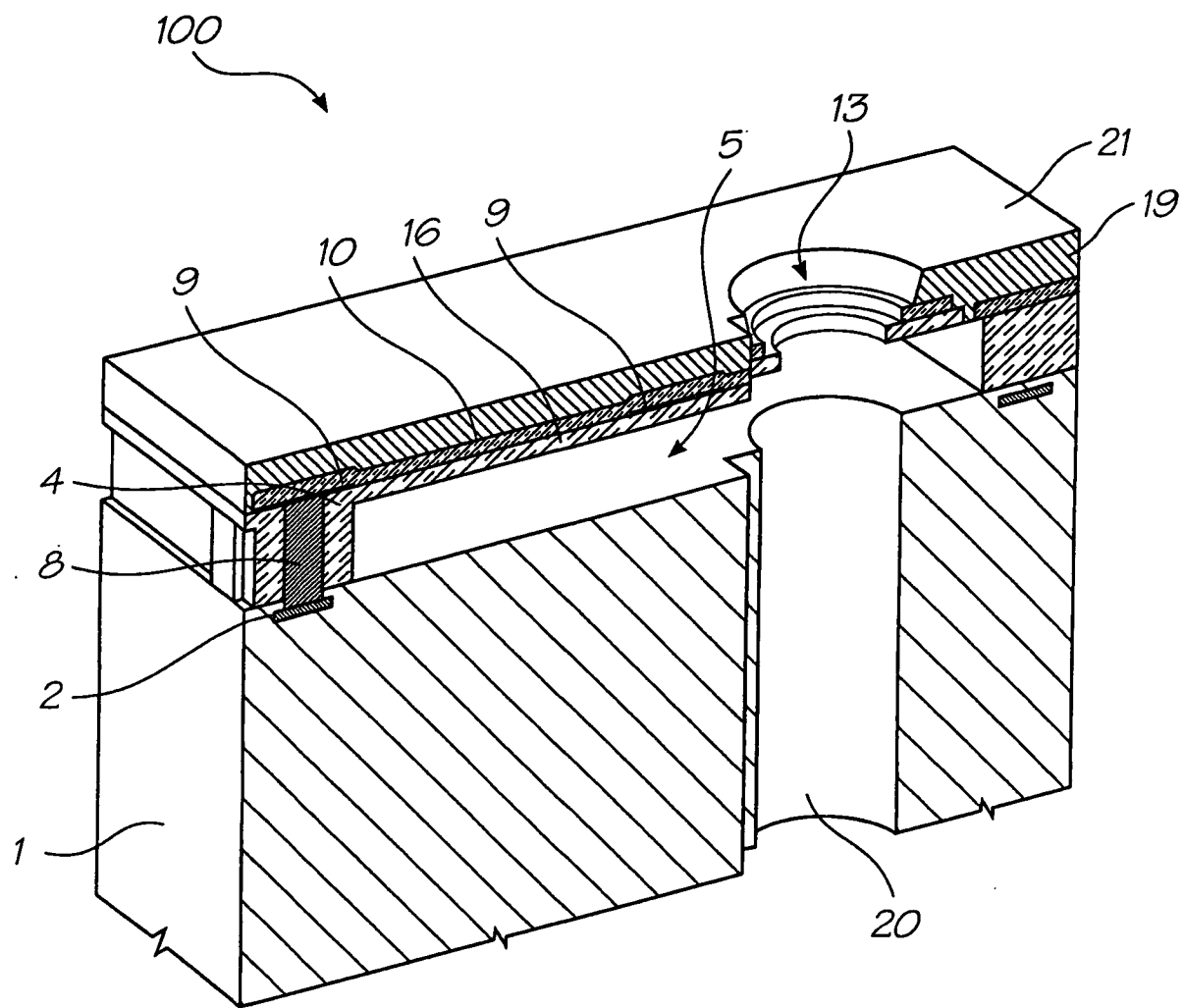


圖26