

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係與全彩有機電激發光二極體 (OLED, Organic Light Emitting Diodes) 陣列之製造方法有關，特別是指以一種具有厚度控制能力、建基於物理吸附之微接觸印刷技術為主的  
5 全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法。其中所含有的有機電激發光材料可以是低分子量或高分子量的，只要能適用於溶液製程即可。

### 【先前技術】

10 本案所相關之先前技術文獻如下：

[TV87] Tang, C. W.; VanSlyke, S. A.; "Organic electroluminescent diodes," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 51, pp. 913-915, 1987

[BBB90] Burroughes, J. H.; Bradley, D. D. C.; Brown, A. R.; Marks, R. N.; Mackay, K.; Friend, R. H.; Burns, P. L.;  
15 Holmes, A. B.; "Light-emitting diodes based on conjugated polymers," *Nature*, vol. 347, pp. 539-541, 1990

[FBT00] Forrest, S.; Burrows, P.; Thompson, M.; "The dawn of organic electronics," *IEEE Spectrum*, pp. 29-34, Sep. 2000

[CBY98] Chang, S.-C.; Bharathan, J.; Yang, Y.; Helgeson, R.;  
20 Wudl, F.; Ramey, M. B.; Reynolds, J. R.; "Dual-color polymer light-emitting pixels processed by hybrid inkjet printing," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 73, pp. 2561-2563, 1998

[WBF03] Wolk, M. B.; Baude, P. F.; Florczak, J. M.; McCormick, F. B.; Hsu, Y.; "Thermal transfer element and process for

forming organic electroluminescent devices,” *US Patent 6,582,876*, Jun. 2003

[HS02] Hoffend, Jr., T. R.; Staral, J. S.; “Thermal mass transfer donor element,” *US Patent 6,468,715*, Oct. 2002

5 [CSS01] Chen, J.; Salem, J. R.; Scott, J. C.; “Thermal dye transfer process for preparing opto-electronic devices,” *US Patent 6,214,151*, Apr. 2001

[ZWW03] Zhuang, Z.; Warren, Jr., L. F.; Williams, G. M.; Cheung, J. T.; “Patterning of polymer light emitting devices using electrochemical polymerization,” *US Patent 6,602,395*, Aug. 10 2003

[MFR03] Muller, C. D.; Falcou, A.; Reckefuss, N.; Rojahn, M.; Wiederhirn, V.; Rudati, P.; Frohne, H.; Nuyken, O.; Becker, H.; Meerholz, K.; “Multi-colour organic light-emitting displays by solution processing,” *Nature*, vol. 42, pp. 829-833, 15 2003

[BBH01] Birmstock, J.; Blassing, J.; Hunze, A.; Scheffel, M.; Stobel, M.; Heuser, K.; Wittmann, G.; Worle, J.; Winnacker, A.; “Screen-printed passive matrix displays based on light-emitting polymers,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 78, pp. 20 3905-3907, 2001

[She01] Sheats, J. R.; “Photolithographic processing for polymer LEDs with reactive metal cathodes,” *US Patent 6,171,765*, Jan. 2001

- [KW93] Kumar, A and Whitesides, G. M., "Features of gold having micrometer to centimeter dimensions can be formed through a combination of stamping with an elastomeric stamp and an alkanethiol "ink" followed by chemical etching," ,"  
5 *Appl. Phys. Lett.*, vol. 63, pp. 2002-2004, 1993
- [BFN02] Breen, T. L.; Fryer, P. M.; Nunes, R. W.; Rothwell, M. E.;  
"Patterning indium tin oxide and indium zinc oxide using microcontact printing and wet etching," *Langmuir*, 18(1);  
194-197, 2002
- 10 [NLR99] Nuesch, F; Li, Y; and Rothberg, L. J.; "Patterned surface dipole layers for high-contrast electroluminescent displays,"  
*Appl. Phys. Lett.*, 75(2), 1799-1801, 1999
- [KWC00] Koide, Y.; Wang, Q.; Cui, J.; Benson, D. D.; Marks, T. J.;  
15 "Patterned luminescence of organic light-emitting diodes by hot microcontact printing (H $\mu$ CP) of self-assembled monolayers," *J. Am. Chem. Soc.*, 122(45); 11266-11267, 2000
- [GNR00] Granlund, T.; Nyberg, T.; Roman, L. S.; Svensson, M.;  
Inganas, O.; "Patterning of polymer light-emitting diodes  
20 with soft lithography," *Adv. Mater.*, 12, 269-273, 2000
- [LZB04] Lee, T.-W.; Zaumseil, J.; Bao, Z.; Hsu, J. W. P.; Rogers, J. A., "Organic light-emitting diodes formed by soft contact lamination," *PNAS* (Proc. Of the Nat'l Academy of Sciences of USA), 101(2), 429-433, 2004

[LLW03] Liang, Z.; Li, K.; Wang, Q.; "Direct patterning of poly(p-phenylene vinylene) thin films using microcontact printing," *Langmuir*, 19, 5555-5558, 2003

按，自從 1987 年以及 1990 年發表的兩篇技術突破論文[TV87]與[BBB90]以來，低分子有機發光二極體以及高  
5 分子有機發光二極體應用於多種顯示器上的可能性即被廣泛的討論。以下說明以 OLED (Organic Light Emitting Diode) 泛指低分子或高分子有機發光二極體。

第一圖 a 係顯示一種習知 OLED 100 的架構。該 OLED  
10 具有一陰極 108 與一設置於一透明基板 102 上之透光的陽極 104，夾於該陰極與該陽極之間為一可以被電激發光的有機發光體 (light emitter) 106，一封裝層 110 則設置於該陰極上方用以保護該 OLED。該基板 102 一般係由玻璃或透明塑膠所製成，同時前述的架構中雖然僅有舉例出陽極 104  
15 為具有透光性，事實上該陰極或陰、陽二極均可設計為透光。第一圖 b 係顯示該有機發光體 106 更詳細的架構，該發光體在由該陰極至該陽極的方向上可由下列順序組成：  
一電子注入層 (EIL, Electron Injection Layer) 130，一電子傳送層 (ETL, Electron Transport Layer) 128，一電激發光層  
20 (EL, Electroluminescent Layer) 126，一電洞傳送層 (HTL, Hole Transport Layer) 124，以及一電洞注入層 (HIL, Hole Injection Layer) 122。除了該 EL 層以外，該發光體之所有其他層均為可選擇性而非必要的。一顆二極體之所以被稱為 OLED 的最重要要素就是其 EL 層係有機分子所製成，該

種有機分子可以是小分子量的，例如 Alq3 (aluminum tris(8-hydroxyquinoline))，或高分子量的，例如 PF (polyfluorene)。該陰極、陽極、以及該發光體的其他可選擇層則可以有機或無機材料所製成。

5 依據其驅動方式而言，由 OLED 陣列所製成的顯示器可被分為兩大類，即被動矩陣 (passive matrix) 顯示器以及主動矩陣 (active matrix) 顯示器。在被動矩陣顯示器中，陰極與陽極係各以平行成列但彼此垂直的方式設置於顯示器上。第二圖 a 及第二圖 b 分別顯示出陽極列與陰極列的  
10 排列方式。其中顯示出陽極 104 列係水平設置於基板 102 上，而陰極 104 列係垂直設於該基板 102、該陽極 104、以及該有機發光體 106 之集合物上方。(為方便交叉參考，本專利的圖示說明中對相同元件皆採用一致的符號，如第一圖與第二圖中基板符號皆為相同的 102)。每一陽極列與一  
15 陰極列的交叉定義出一個像素，在一陽極列與一陰極列分別施與一正電壓及一負電壓 (或接地) 時即驅動了相對應之像素。不同於被動矩陣顯示器中對一整列陽極與一整列陰極加電壓來驅動一像素的方式，在主動矩陣顯示器中，每一像素係被一獨立可定址驅動的電路所驅動。只要對每  
20 一像素有獨立可定址驅動之電路，主動矩陣顯示器之陽極與陰極仍可以各自平行成列但彼此垂直的方式設置，如第二圖 a 及第二圖 bB 所示，或是每一像素的陽極與陰極的其中之一或二者係依各像素分散設置，第二圖 c 係舉例顯示一 OLED 上依各像素分散設置之陰極。

在如何達到全彩 OLED 顯示器方面，則有堆疊設計與平行設計兩種[FTB00]。堆疊設計（第三圖 a）係在一透明基板 102 上堆疊三個 OLED，分別發出紅、綠、以及藍光，藉以形成一單一全彩像素。元件 302、304、及 306 係分別為三 OLED 發出紅、綠、以及藍色光。而紅、綠、以及藍光 OLED 的順序是依據其設計來決定的。以平行設計而言，可有三種不同的方式：第一種平行設計中（第三圖 b），將各個紅、綠、以及藍光 OLED，302、304、及 306 靠在一起置放於一透明基板 102 上方，以形成一全彩像素。第二種平行設計中（第三圖 c），係使用一白色光源 350 以及三濾光片 342、344、及 346，分別為紅、綠、以及藍光濾光。第三種平行設計中（第三圖 d），整合一光源 370 可發射一固定頻率的光，以及三色轉換元件 362、364、及 366，可將該固定頻率光分別轉換為紅、綠、及藍光。上述三種平行設計的紅、綠、及藍光元件的順序，是依據其設計來決定的。

而在 OLED 製造技術方面，有一些製造方法已為業界採用或知悉的。例如對於製造低分子 OLED 而言，熱蒸鍍法是業界公認的選擇；而對於高分子 OLED 或能適用於溶液製程的低分子 OLED 而言，兩種常用製造方式分別為應用於單色 OLED 的旋轉塗佈法與適用於全彩 OLED 的噴墨印刷法。但這些方法都有其侷限或亟待解決之處。熱蒸鍍法由於需要真空環境，因此對大尺寸 OLED 顯示器製造有其先天的侷限。旋轉塗佈技術則因為只能整片塗佈一層薄

膜，無法塗佈任意圖案之薄膜，因此無法應用於全彩 OLED 顯示器製造。噴墨印刷技術應用於全彩 OLED 的製造則是 1998 年左右提出的一項新技術[CBY98]，由於有機電激發光材料溶液屬於高揮發性，如何克服噴墨頭容易因為溶液揮發而阻塞，以及如何確保噴墨印刷之有機薄膜的均勻與平整性，是噴墨印刷法面臨的嚴峻技術挑戰。

由於熱蒸鍍法在大尺寸顯示器製造上的侷限，旋轉塗佈法僅限於單色顯示器，以及噴墨印刷法仍面臨重大的技術挑戰等因素，許多替代方案也因應地被提出，其中能夠直接對電激發光層進行圖案化、適用於全彩或多彩 OLED 顯示器製造的方法包括有：(1) 熱轉移法 (thermal transfer method, [WBF03、HS02、CSS01、以及其中的參考資料])、(2) 電化學聚合法 (electrochemical polymerization method, [ZWW03])、(3) 新高分子發光材料光顯影蝕刻法 (photolithography using new UV-curable electro-luminescent polymer, [MFR03])、(4) 網印法 (screen printing method, [BBH01])、以及 (5) 新光阻劑光顯影蝕刻法 (photolithography using a new photoresist, [She01])。以下以如何製造第四圖 a 所顯示的半成品全彩 OLED 像素，對上述替代方案一一作簡要說明。第四圖 a 的半成品全彩 OLED 像素係由一基板 102、一陽極層 104、一電洞注入層 122、一電洞傳送層 124、以及三個獨立分開圖案化的紅、綠、及藍色電激發光層 126 所組成。誠如本發明說明的一開始提到，電洞注入與傳輸層在 OLED 顯示器的設計中並

非一定需要。

第四圖 b 描述如何藉由「熱轉移法」分別獨立圖案化紅、綠、藍三個電激發光層。熱轉移法的關鍵要素是一施體元件 400。在[WBF03]中揭露的一項施體元件例子中，該施體元件 400 係由一施體基板 401、一光熱轉換層 402、以及一轉移層 403 所構成。以 OLED 製造應用而言，該轉移層將由電激發光材料所製成。藉由光照射 406 透過一光罩 405，該電激發光材料製成之轉移層的一部分 404 即會因為光熱轉換層所產生的熱能而脫離其餘的轉移層，而沉積於 (deposited) 置於下方之電洞傳送層 124。藉由重覆相同方式來完成圖案化其餘二個電激發光層，達成所需之半成品全彩 OLED 像素的製作。

第四圖 c 顯示「電化學聚合法」應用於 OLED 製造的方式，其中正極電極為製作於基板 102 表面的陽極圖案 104，所需之電激發光高分子的單體則溶於電解液 412 中，當一電壓源 416 施加於該正極電極與一負極電極 414 時，電解液中的單體即會被氧化，在陽極圖案 104 上形成帶正電之電激發光高分子，接著可以選擇性地進行電中和步驟以中和高分子電性。雖然電激發光高分子的帶正電並不會使該高分子喪失電激發光能力，電性的中和將可以大大提昇高分子電激發光效能 ([ZWW03])。由於電化學聚合需要設置正負電極，因此以電化學聚合法製造出來的 OLED 將無法具有電洞注入層或電洞傳送層，使得該 OLED 的電激發光效率無法被最佳化，降低了其整體發光效能。重覆相

同的程序來圖案化另外的二個電激發光層，即可達成所需之半成品全彩 OLED 像素。

第四圖 d 描述「新高分子發光材料光顯影蝕刻法」如何藉由使用特別合成之可以被紫外光硬化的電激發光高分子，將傳統的光顯影蝕刻技術應用於全彩 OLED 之製造。該特別合成之電激發光高分子在紫外光照射之前是可溶解的，經由紫外光照射後，即交鏈連結 (crosslinked) 而無法溶解。對於 OLED 的應用而言，該可以被紫外光硬化之電激發光高分子首先被旋轉塗佈於電洞傳送層 124 上，接下來配合一光罩 424 施以紫外光 426，再將未交鏈連結硬化的部份 422 洗掉後，一獨立圖案化的電激發光層 126 即產生。重覆此步驟即可製造出獨立圖案化之紅、綠、藍電激發光層，完成所需之半成品全彩 OLED 像素的製作。

第四圖 e 為以「網印法」製造 OLED 之示意圖。首先將一由聚酯纖維 (polyester fabric) 所製成之紗網 (screen) 434 置放於電洞傳送層 124 上的一預定高度 (此預定高度稱為“脫離距離 (snap-off distance)” 432)；接著將一光阻層 436 以光顯影蝕刻方式圖案化於該紗網上；再在塗覆著光阻圖案之紗網上鋪上一層電激發光材料之溶液 439；最後藉由一軟橡皮滾筒 438 滾過所鋪上之電激發光材料溶液，使得電激發光材料溶液經過紗網上沒有塗覆著光阻的部分沉積至電洞傳送層上，完成一電激發光圖案的製作。配合使用塗覆著適當光阻圖案的紗網，重覆上述網印步驟，即可獨立印出圖案化之紅、綠、藍三個電激發光層，完成所需之半成

品全彩 OLED 像素。

第四圖 f 至 h 描述「新光阻劑光顯影蝕刻法」如何應用一種新合成光阻劑，經過連續光顯影蝕刻方式製造一全彩 OLED。前面描述之「新高分子發光材料光顯影蝕刻法」係建

5 基於特別合成之電激發光高分子材料，而此「新光阻劑光顯影蝕刻法」則是建基於一種新合成之光阻劑。該光阻劑包含了一光酸產生 (photoacid generating) 材料以及忌熱性 (heat labile) 單體 [She01]。曝光時，光阻劑中光酸產生材料將釋放出酸；接著再將曝光後之光阻劑加熱至一預定溫度，此

10 時忌熱性單體因其忌熱特性以及光酸產生材料釋放出的酸的影響而交鏈連結形成穩定高分子；該鏈結成之高分子具有可溶解於不含水及活性氫之溶劑的特性。第四圖 f 至 h 描述如何應用此新合成光阻劑，經過連續光顯影蝕刻方式製造一全彩 OLED。第四圖 f 顯示塗佈於陰極 444 上之新光

15 阻劑 442 正接受曝光 448 之情形；第四圖 g 顯示新光阻劑的曝光部分在高溫鏈結後，經過不含水及活性氫之溶劑清洗後的結果；接著以反應式離子蝕刻 (reactive ion etching) 方式將沒有光阻保護之陰極與電激發光層部分去除。第四圖 h 顯示在第四圖 g 結果上繼續沉積一層電激發光層 466、

20 陰極 464、以及新光阻劑 462，經過同樣曝光顯影蝕刻過程，圖案化出第二個電激發光層。再次使用此曝光顯影蝕刻過程圖案化第三個電激發光層，完成所需之半成品全彩 OLED 像素之製造。由於過程中使用反應式離子蝕刻，因此以此「新光阻劑光顯影蝕刻法」製造出來的 OLED 將無法具有電

洞注入層或電洞傳送層，使得該 OLED 的電激發光效率無法被最佳化，降低了其整體發光效能。

在以上回顧之全彩 OLED 製作的替代方法中，以「熱轉移法」似乎為最可行、最有競爭力、最成熟的技術。「電化學聚合法」以及「新高分子電激發光材料光顯影蝕刻法」則因為需要使用特別合成之電激發光高分子，可能會使整個 OLED 元件之電激發光效能受到限制。此外，「電化學聚合法」尚有另一缺點 - 由於其所製造之 OLED 元件無法包含電洞注入與電洞傳送層，將使元件設計工程師無法對所製造之 OLED 元件進行電激發光效率的最佳化。「新光阻劑光顯影蝕刻法」亦有相同的缺點 - 無法包含電洞注入與電洞傳送層的限制。至於「網印法」則處於初期發展階段，所製造之 OLED 在像素之解析度以及開關電流比 (on/off current ratio) 部份，仍有相當大的改善空間。

除了前述製造多彩或全彩 OLED 的方法之外，尚有一些可能可行的技術存在。其中之一是與本發明直接相關的微接觸印刷 (micro contact printing) 技術，此技術是在 1993 年 Kumar 與 Whitesides [KW93] 所發表的技術文獻中首次見到。其概念與一般的印刷製程相似，係以一個表面上刻有圖案的印模 (stamp) 將墨水分子 (ink molecules) 轉印到基板上，達到在基板上形成所需之圖案的目的。而與一般印刷製程的差異在於其使用了一種表面具有極低自由能的印模 (例如以聚二甲基矽氧烷 PDMS, poly(dimethyl siloxane) 所製造之印模)，以及慎選墨水分子與基板材料，使墨水分

子在接觸到基板時，能以化學吸附或物理吸附的方式黏著於基板上，使得此技術具有可以轉印微米、甚至奈米特徵圖案之功能。至今有數種方法嘗試將微接觸印刷技術應用在 OLED 的製造，分別描述於[BFN02、NLR99、KWC00]，  
5 [GNR00]，[LZB04]，以及[LLW03]等技術論文中。其中 [BFN02、NLR99、KWC00]建議使用微接觸印刷技術來製造陽極；[GNR00]將此技術應用在製造電洞傳送層；[LZB04]則將它應用在陰極製造上；而[LLW03]僅止於探討如何以自組單層（self assembly monolayer）化學吸附方式將電激發光高  
10 分子吸附於特定基板上，沒有提出如何製造整個 OLED 元件。由以上簡單的敘述可以發現，現有應用微接觸印刷技術於 OLED 製造的所有研究，除了[LLW03]之外，沒有能夠直接圖案化電激發光材料，因此僅可應用在單色 OLED 製造上；而[LLW03]所提出之以自組單層化學吸附方式將電激發光  
15 高分子吸附於特定基板上的方法，由於自組單層化學吸附對材料與基板的選擇限制，未來實際應用於 OLED 製程之可行性將有極高困難度。

根據作者個人經驗，現有文獻中之所以未提到使用微接觸印刷技術來製造電激發光層，可能有兩個原因。第一  
20 個原因可能是由於現有的微接觸印刷技術缺乏有效控制轉印後圖案之厚度的機制。現有微接觸印刷技術的上墨方法 – 印台（inking pad）沾墨、浸入塗佈（dip-coating）、或噴灑（spraying）塗佈 – 由於無法精確控制上墨的量，造成在印模上所形成之墨水層的厚度變化量非常大，且多

在數百奈米至數微米間，無法滿足最佳 OLED 電激發光層厚度在一百奈米左右，且精度在大約十奈米以內的規格需求。第二個原因則可能是有機電激發光材料所需的溶劑皆屬高揮發性，如三氯甲烷 (chloroform)。溶劑的高揮發性使得現有微接觸印刷製程不易有效轉印電激發光材料。

### 【發明內容】

本發明主要目的在於提供一種以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其可以有效解決電激發光層難以圖案化之挑戰。

緣是，本發明提出一種以微接觸印刷技術為主之全彩 OLED 陣列製程方法，直接且有效地圖案化電激發光層，達到大尺寸全彩 OLED 陣列的製作。此種方法適用於可以溶液形式加工之小分子及高分子的 OLED 上。

本發明的特點在於應用了作者於最近提出申請的「一種可以控制膜厚之建基於物理吸附的微接觸印刷方法」專利[CHH04]，直接圖案化電激發光層（第一圖 b 中 126）。而對於佈設 OLED 中其他元件（第一圖 a 中的 102、104、108、110 或第一圖 b 中的 122、124、128、130）而言，則可以繼續使用此新提出之微接觸印刷方法或其他目前現有的技術。

### 【實施方式】

為了詳細說明本發明之特點所在，茲舉以下之一實施

例並配合圖式說明如后。

本實施例係描述本發明如何製造出如第三圖 b 所示之採平行設計的全彩 OLED 陣列。為免贅述，陣列中各個 OLED 係假設僅由必要層所組成，即陽極層 104、電激發光層 126、以及陰極層 108。第六圖 a 至第六圖 c 係顯示各層順序完成後之示意圖，以下詳細說明各層的製作方式。

步驟一、佈設陽極點 104。使用任何現有適合的技術在一基板 102 上製造出如第六圖 a 所示之陽極列 104。該基板可以是一硬基板（例如玻璃），或是一軟性基板（如透明高分子薄膜）。而陽極材料的選擇並不僅限於金屬，具有導電性之高分子亦可使用。除了導電性，若顯示器設計是光線由陽極端發出，則透明度也是陽極材料的考慮重點。

步驟二、佈設電激發光層 126。此步驟係為本發明之關鍵所在。其主要是在步驟一所製造出來的陽極點 104 上，製造出複數個具有複數層結構之有機電激發光點 106，各該有機電激發光點主要具有一電激發光層 126；製造該電激發光層 126 的方式係包含有下列(2A)及(2B)程序：

(2A) 可以控制所需厚度的上墨程序；

(2B) 印刷程序；

其中，(2A)所指之上墨程序可以進一步細分為表面潤濕與薄膜成長兩個步驟。第五圖 a 至 c 顯示此新微接觸印刷方法的上墨程序，包含了表面潤濕（surface wetting）與薄膜成長兩步驟。其中表面潤濕步驟屬於視需要而執行的一項工作，當需要時，其目的是在低表面自由能之印模上

成長一層潤濕層，以利在薄膜成長步驟時成功地成長所需要之墨水分子薄膜。第五圖 a 顯示一個表面刻有設計圖案之印模 502，如最初微接觸印刷技術文獻的建議，此印模的特點在具有極低的表面自由能。第五圖 b 顯示表面潤濕後，

5 在印模表面形成一潤濕層 503。潤濕層 503 可以由高揮發性溶劑，如甲苯 (toluene) 等，所構成；或可以是對印模表面進行處理後所產生的高反應官能基 (highly reactive functional group) 所組成，例如由對 PDMS 印模表面進行氧氣電漿處理過後產生的一層氫氧根、碳氫氧根、或過氧

10 根所組成。第五圖 c 顯示一層藉由一適當的薄膜成長方法成長於印模上的墨水分子薄膜，最簡單可能適用的薄膜成長方法為旋轉塗佈法。依使用之薄膜成長方法的不同，所成長之墨水薄膜有可能不只佈設於印模之突起表面部分 504，也會佈設於低凹表面部分 506。不過只要低凹表面夠

15 低，低凹處薄膜 506 的存在並不會影響突起處薄膜 504 在後續印刷程序中的轉印。

又，其中的(2B)所指之印刷程序，如第五圖 d 顯示第二階段印刷程序之示意圖。在此印刷程序中，將已上好墨的印模 502 置放於一基板 512 上，並施以一外加的熱源 514

20 以及提供適當印刷壓力 516。藉由該外加熱源 514 提高基板或印模的溫度，協助改善墨水分子與基板間潤溼與黏接的狀態，提高之基板或印模溫度可高於或低於墨水分子的玻璃轉換溫度。而外部施加的印刷壓力 516 可造成印模上的墨水分子薄膜與基板間有效接觸面積的增加，提升轉印效

果。在印刷程序中，可藉由改變基板或印模溫度與印刷壓力來達到墨水分子薄膜 504 轉印的最佳化。

在一預先設定的印刷時間之後，或是在一預定溫度達到時，或是在一預定印刷壓力達到時，或前述之各種情況之組合滿足時，印刷程序將切換到脫模程序。為了有效降低轉印後之薄膜圖案的表面粗糙度與殘留內應力，在脫模的過程中，隨著轉印之薄膜圖案的溫度下降，印模的下壓壓力將依據墨水分子的 P-V-T (壓力-體積-溫度，pressure - specific volume - temperature) 流變特性而降低。第五圖 e 顯示脫模後，轉印完成之薄膜圖案 504。

重複應用前述程序(2A)及(2B)三次，分別形成一個全彩 OLED 像素中發紅、綠、及藍光之電激發光層 126。第六圖 b 顯示以微接觸印刷方法，製造於陽極列 104 上方，與陽極列垂直的紅列 126R、綠列 126G、及藍列 126B 之電激發光層。其紅、綠、藍列的順序是依需求來設計。除了第六圖 b 所示之與陽極列 104 正交方式外，亦可選擇將電激發光層 126 直接覆蓋於陽極列上。

此外，該有機電激發光點 106 亦可如第一圖 b 所示，在該電激發光層 126 上下方佈設電子傳送層 128，電子注入層 130，電洞傳送層 124 以及電洞注入層 122，其製造方式可以概同於該電激發光層 126，係使用前揭之(2A)與(2B)程序所製成，或使用其他目前現有的技術來製成。除了該電激發光層之外，其餘各層均可視需要來製造或不製造。

步驟三、佈設陰極 108。以現有的合適方法將陰極佈設

於第二步驟產生之圖案化電激發光層 126 正上方。陰極材料的選擇包含了金屬以及導電高分子。若顯示器設計是光線由陰極端發出，則透明度也是陰極材料的考慮重點。在佈設陰極方法的選擇上，熱蒸鍍法配合一光罩為最常用的方法，而對於可溶解的導電高分子而言，第五圖中所顯示的(2A)及(2B)程序可以是另一種選擇。第六圖 c 係顯示佈設上陰極之後，全彩 OLED 陣列的斷面結構，其中陰極之圖號係 108。

此外，對於被動矩陣式 OLED 陣列而言，當步驟二中所產生之各電激發光層 126 間具有絕緣區時，則步驟三中的陰極 108 即不需要在各電激發光層 126 的正上方，而可適用於非方向性佈設方法，例如直接熱蒸鍍法。

上述僅為本發明之一實施例，所屬技術領域中具有一般知識者可基於本發明之創作精神以及觀念，來推知其他實施本發明之方法。例如，雖然前述實施例中僅提到製作 OLED 元件的三層必要結構 - 陽極、電激發光層、與陰極，其他可選擇的層，例如電洞注入層、電洞傳輸層、電子傳輸層、電子注入層等均可在必要的時候利用現有已知技術再加入本發明。又如上述實施例中亦可以選擇採用第二圖 c 中所示之完全像素化 (completely pixelated) 的陽極或/與陰極。再者，在陽極與陰極製作順序上，也可以採取與上述實施例中相反順序，即先佈設陰極，最後佈設陽極。此外，雖然上述實施例中，為了說明方便，使用了第三圖 b 中所示的平行設計來產生全彩像素，本發明亦可應用在其他全

彩像素的設計上。當欲製造第三圖 a 中所描述之堆疊設計時，可以在上述實施例中第二步驟，將發紅、綠、藍光之電激發光層以層層佈設方式堆疊一起；當擬採用第三 c 所述之第二類平行設計時，可以將上述實施例中的第二步驟

5 改為製作濾出不同頻率光線之濾光層列，再使用適當的電激發光材料來製造白色發光源於該等濾光層上；若擬採用第三圖 d 所述之第三類平行設計時，上述實施例中第二步驟將轉為製作可以轉換出不同頻率光線之光轉換層，再使用適當的電激發光材料來製造發射固定頻率之光源於該等

10 光轉換層上。因此本發明應不限制在前述實施例所揭之步驟，而應以本案之申請專利範圍為主。

**【圖式簡單說明】**

第一圖 a 與第一圖 b 係顯示有機電激發光二極體 (OLED) 的結構。

第二圖 a 至第二圖 c 係顯示陽極及陰極在主動矩陣或被動矩陣的 OLED 陣列中的可能佈設方式。

第三圖 a 至第三圖 d 係顯示全彩像素的四種設計。

第四圖 a 至第四圖 h 係顯示現有文獻中描述之製造全彩 OLED 的方法，但未顯示熱蒸鍍法、旋轉塗佈法、及噴墨印刷法。

第五圖 a 至第五圖 e 係顯示步驟(2)之實施方式。

第六圖 a 至第六圖 c 係本發明一實施例之示意圖，顯示本發明如何製造全彩 OLED 陣列。

**【主要元件符號說明】**

- 15 102 基板
- 104 陽極列
- 126R 發紅光之電激發光列
- 126G 發綠光之電激發光列
- 126B 發藍光之電激發光列
- 20 108 陰極列

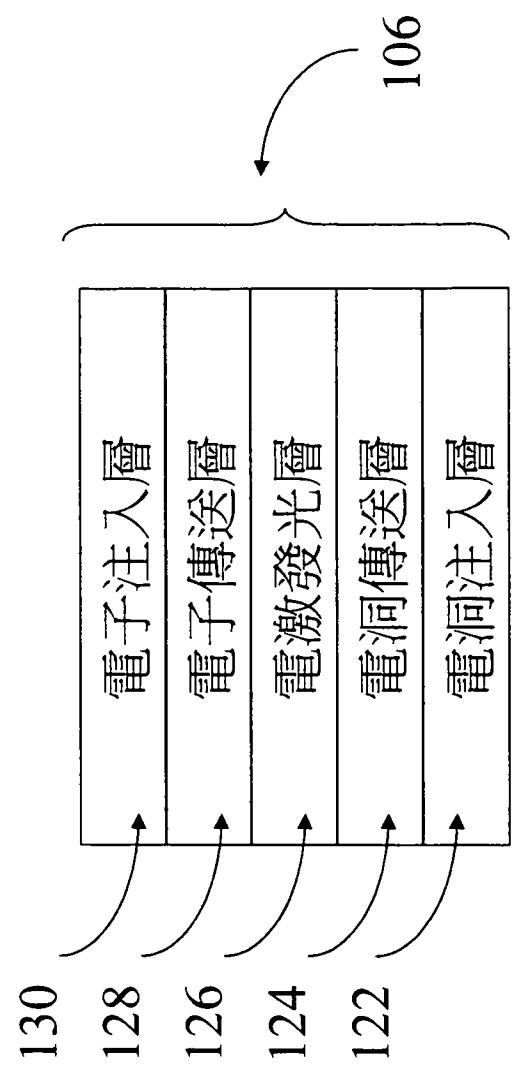
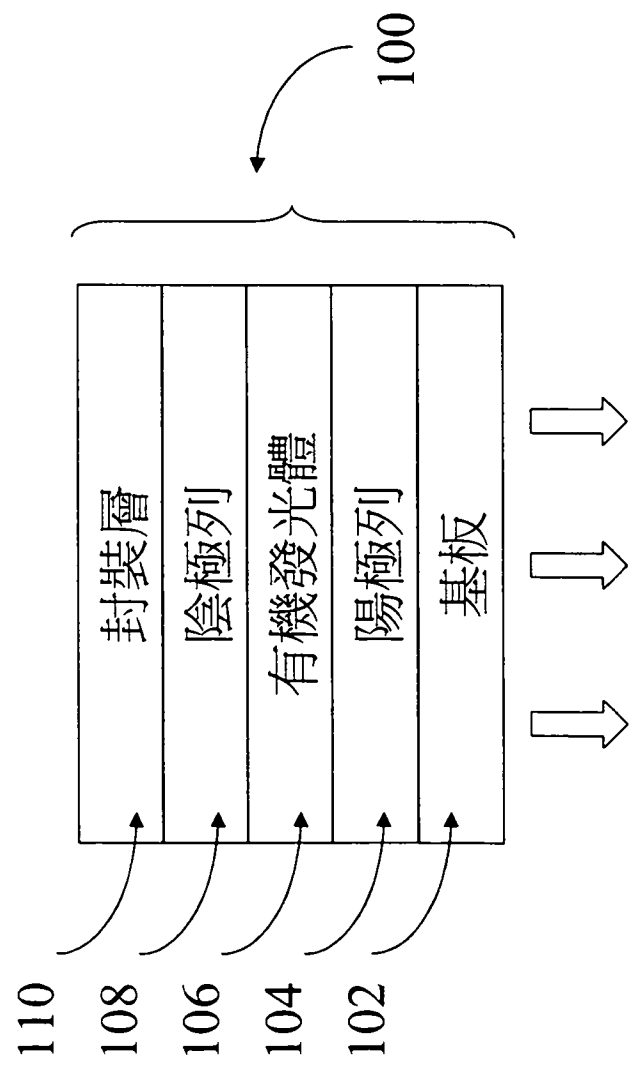
## 五、中文發明摘要：

以微接觸印刷技術為主之

全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法

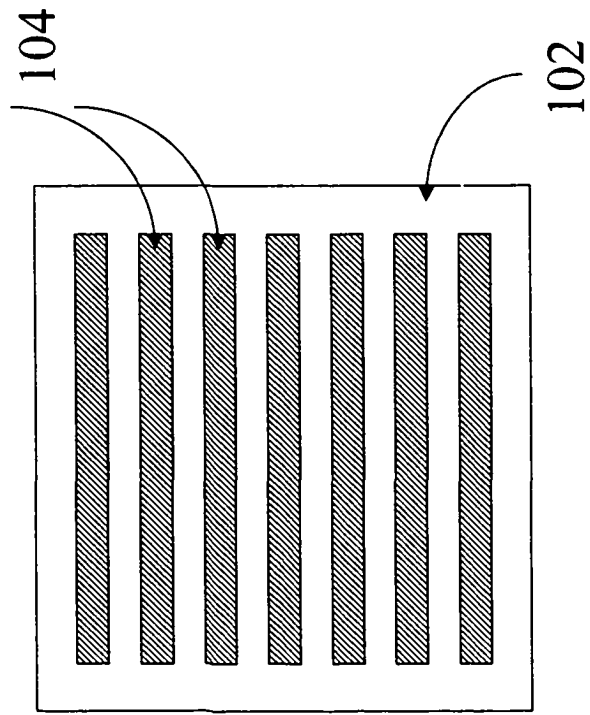
本發明是有關一種以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其主要係揭露一直接且有效的方法來製造全彩有機發光二極體陣列，其關鍵製程在於一種新發展出來的可以控制厚度之建基於物理吸附的微接觸印刷技術，其所包含的電激發光材質可以是低分子量或高分子量，只要能適用於溶液製程即可。

## 六、英文發明摘要：

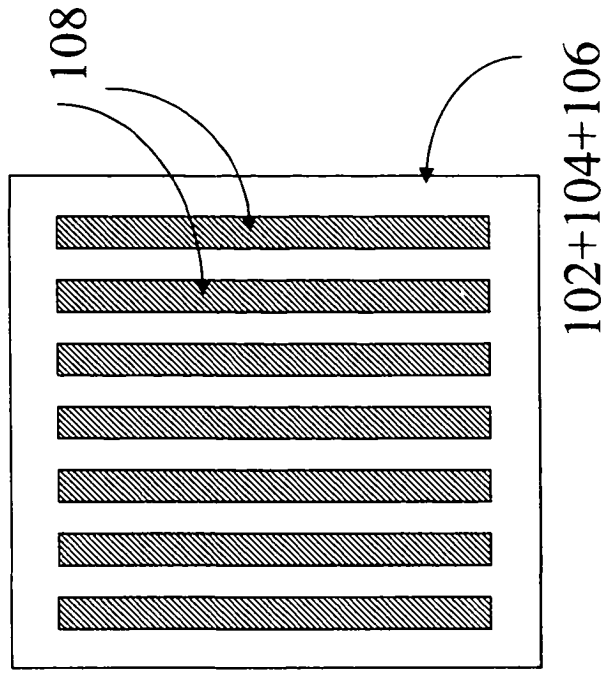


第一圖a

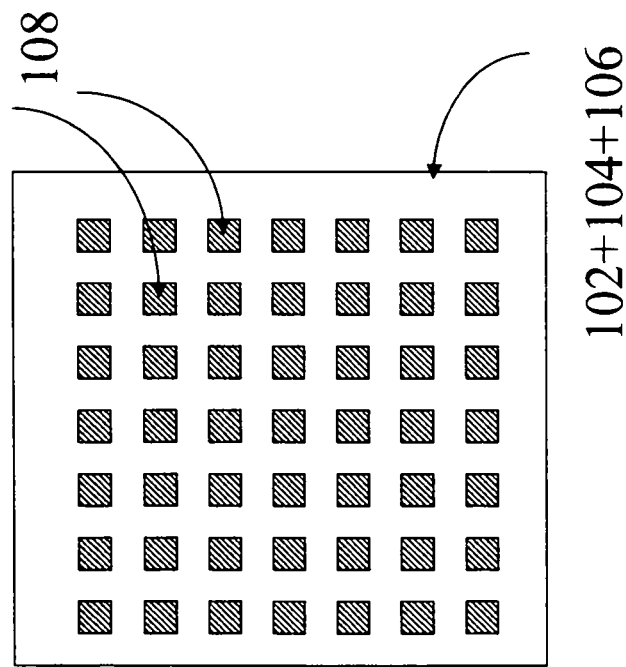
第一圖b



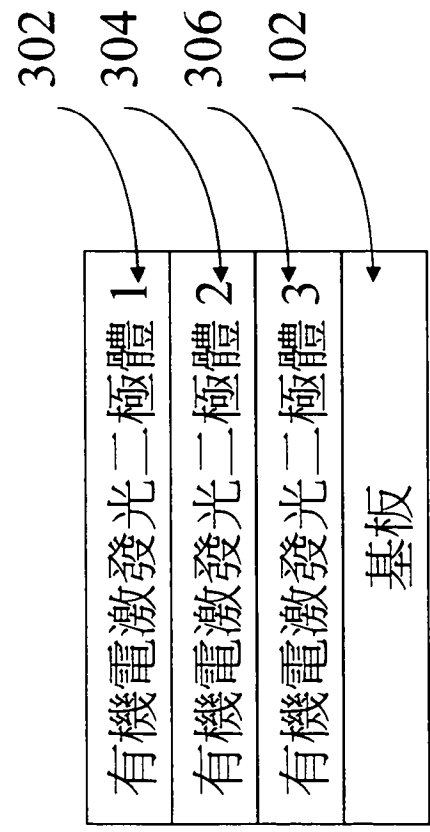
第二圖a



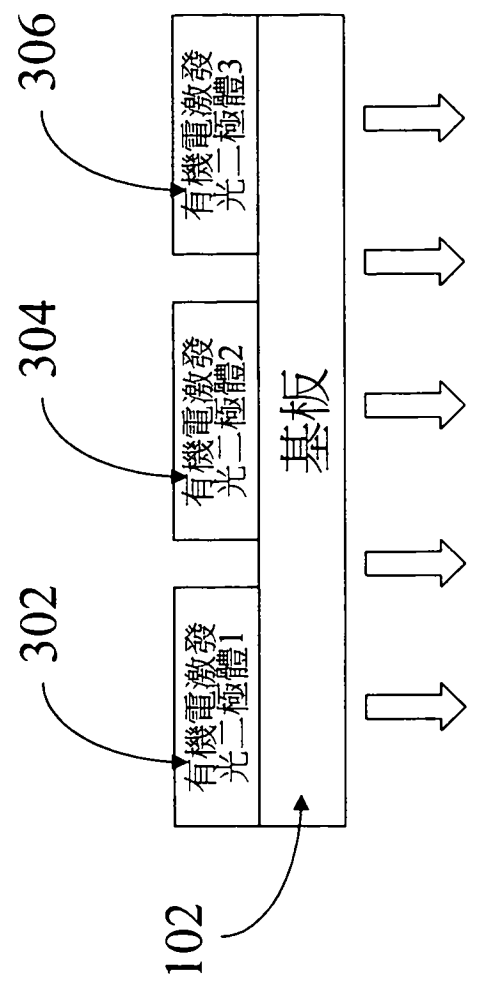
第二圖b



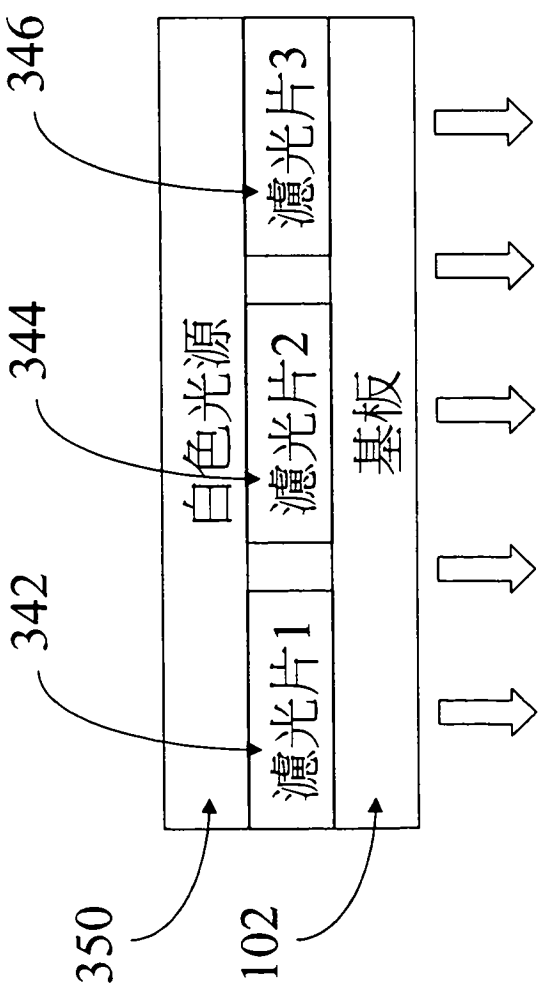
第二圖c



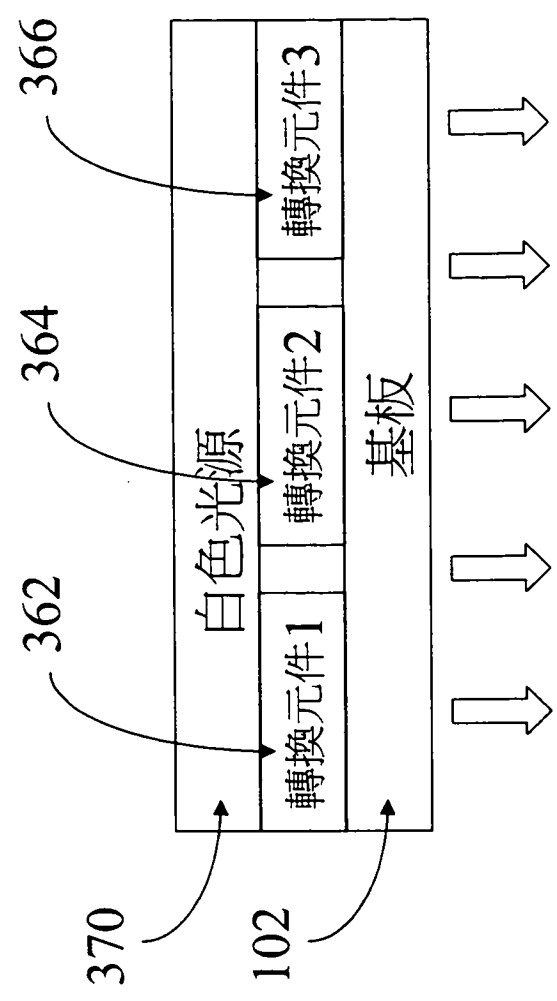
第三圖a



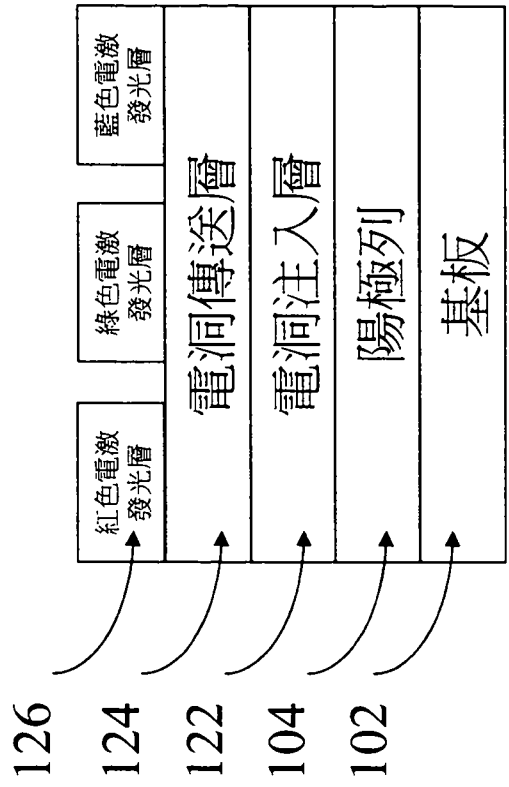
第三圖b



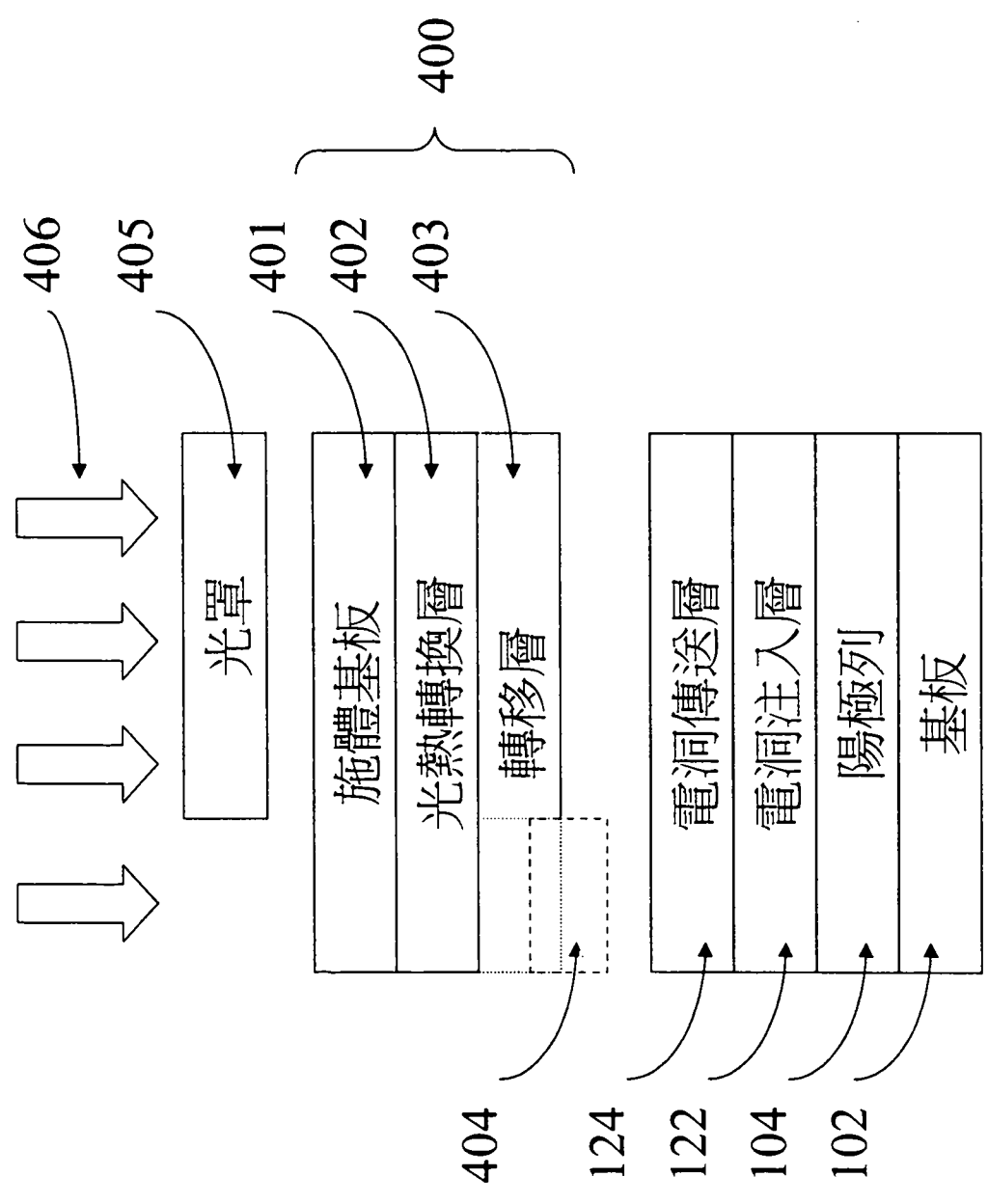
第三圖c



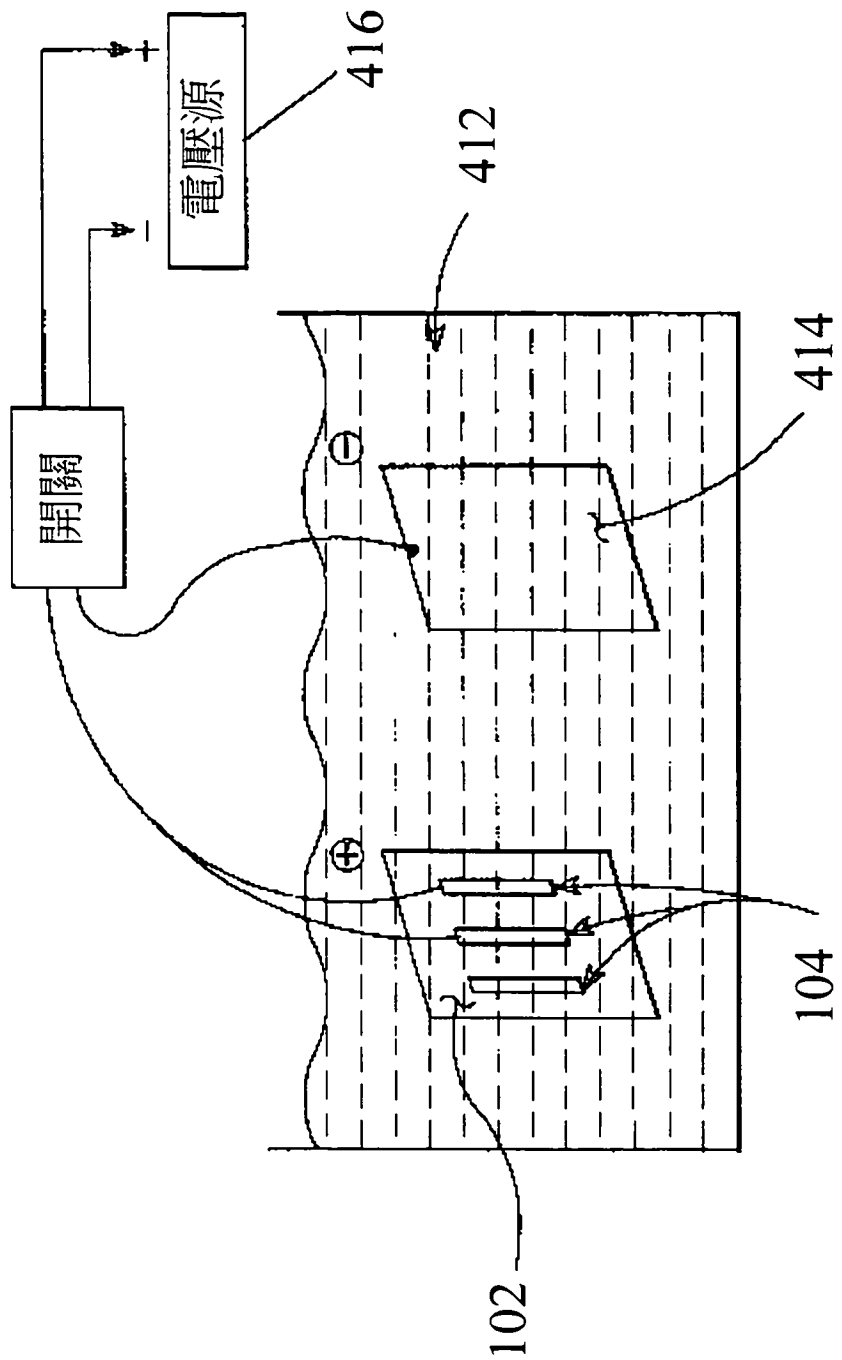
第三圖d



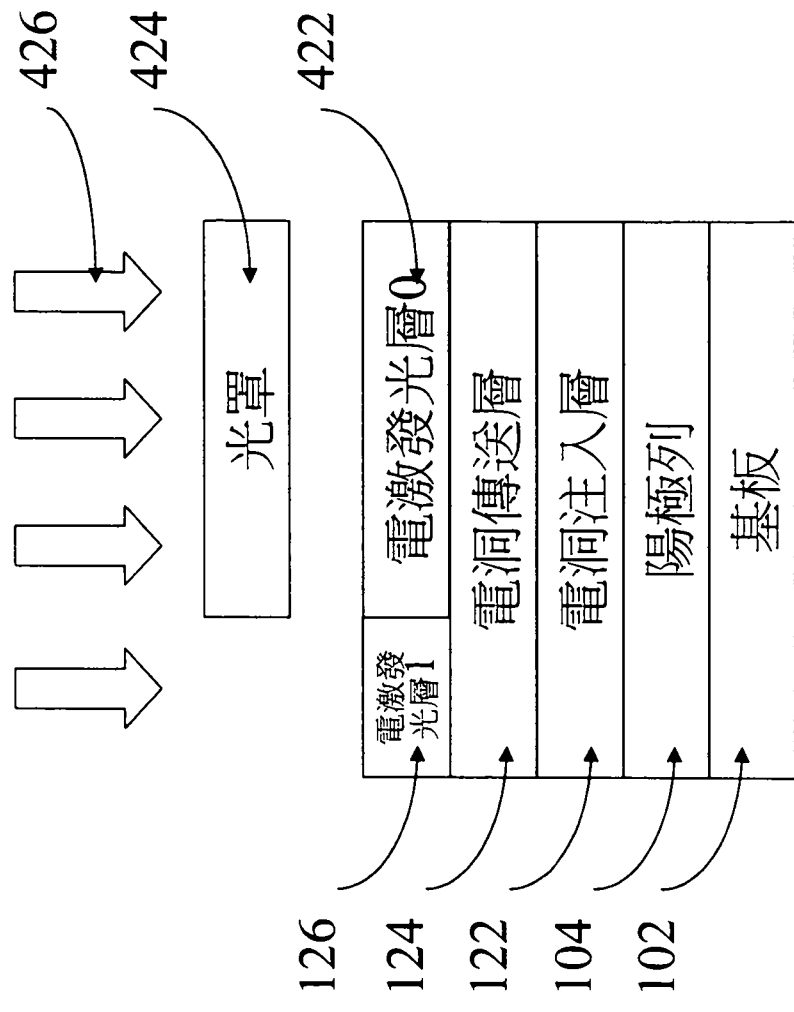
第四圖a



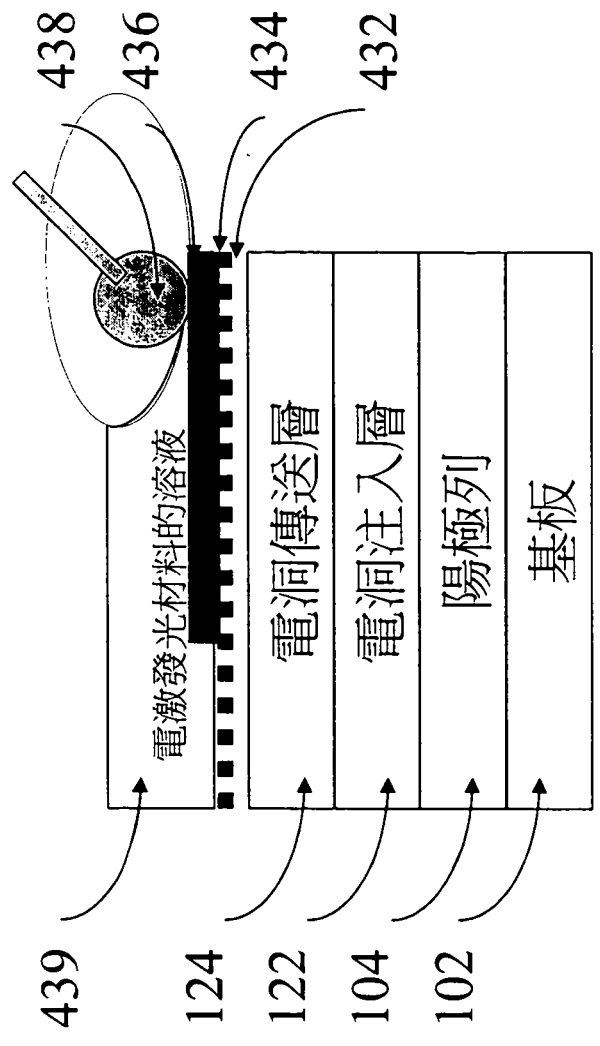
第四圖b



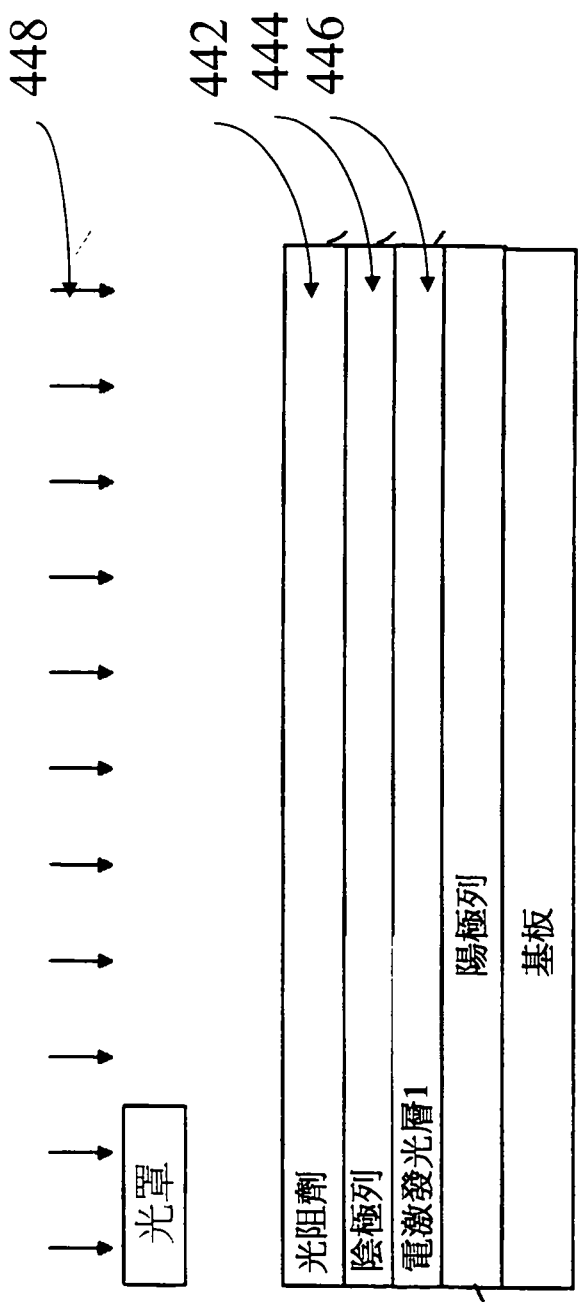
第四圖c



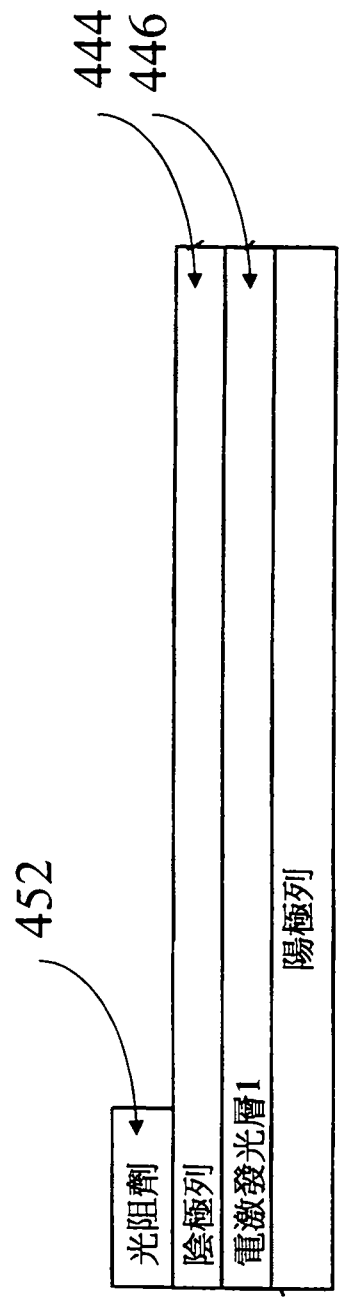
第四圖d



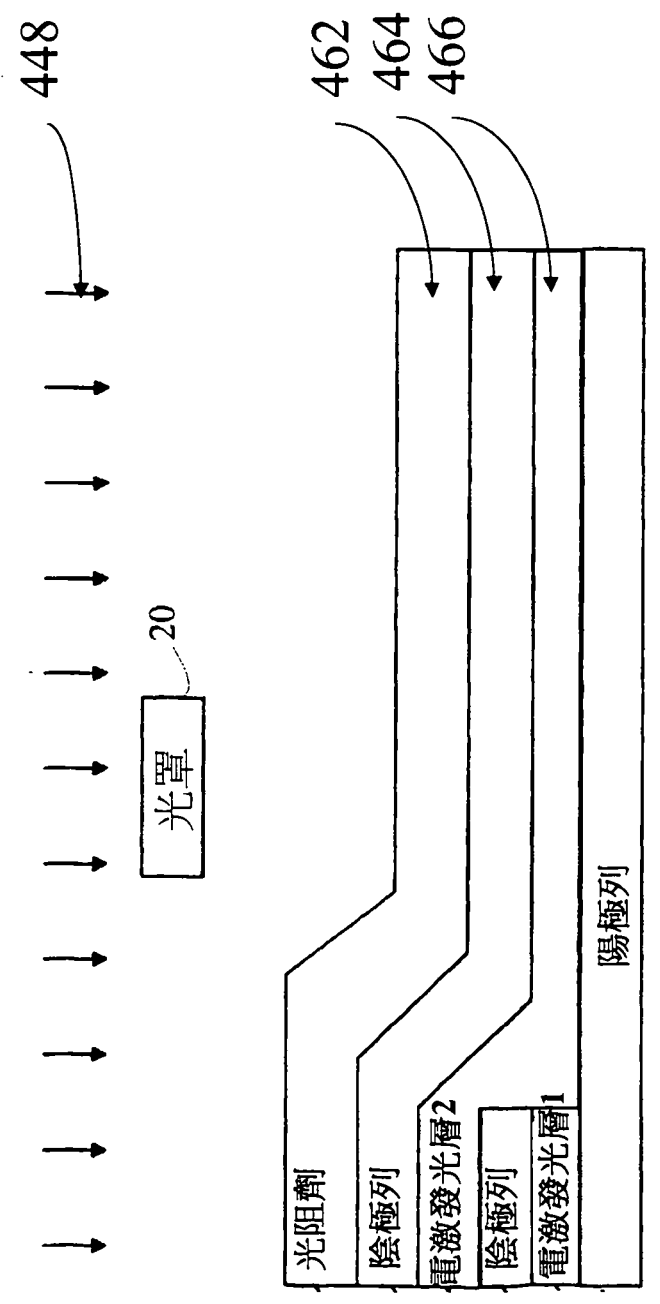
第四圖c



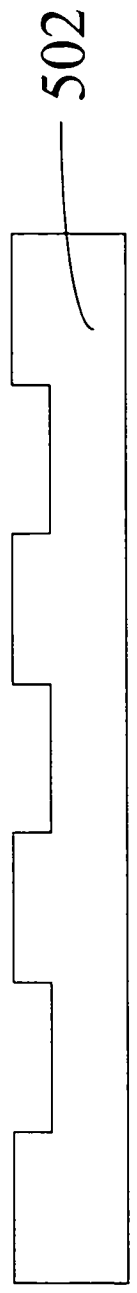
第四圖f



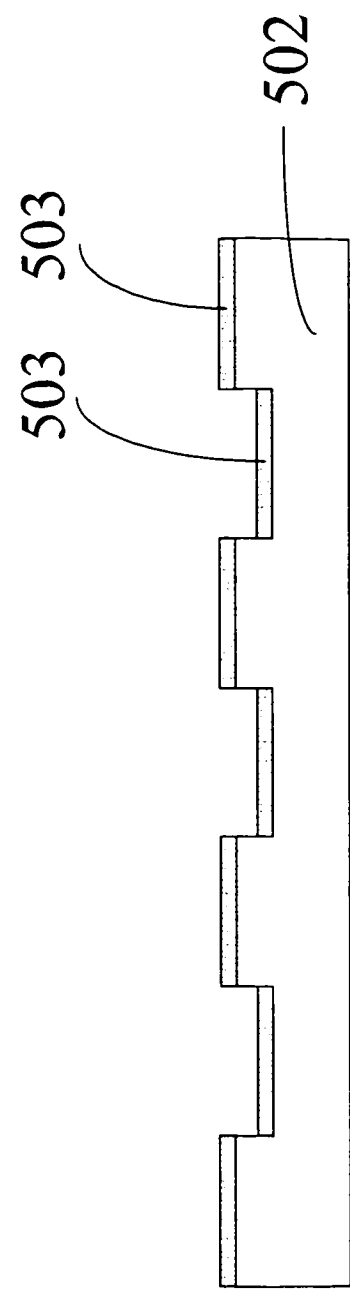
第四圖g



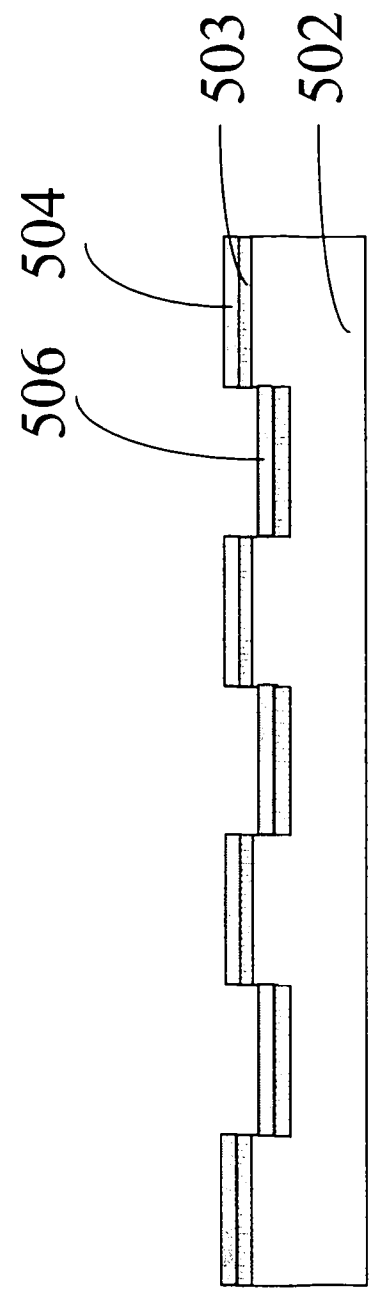
第四圖h



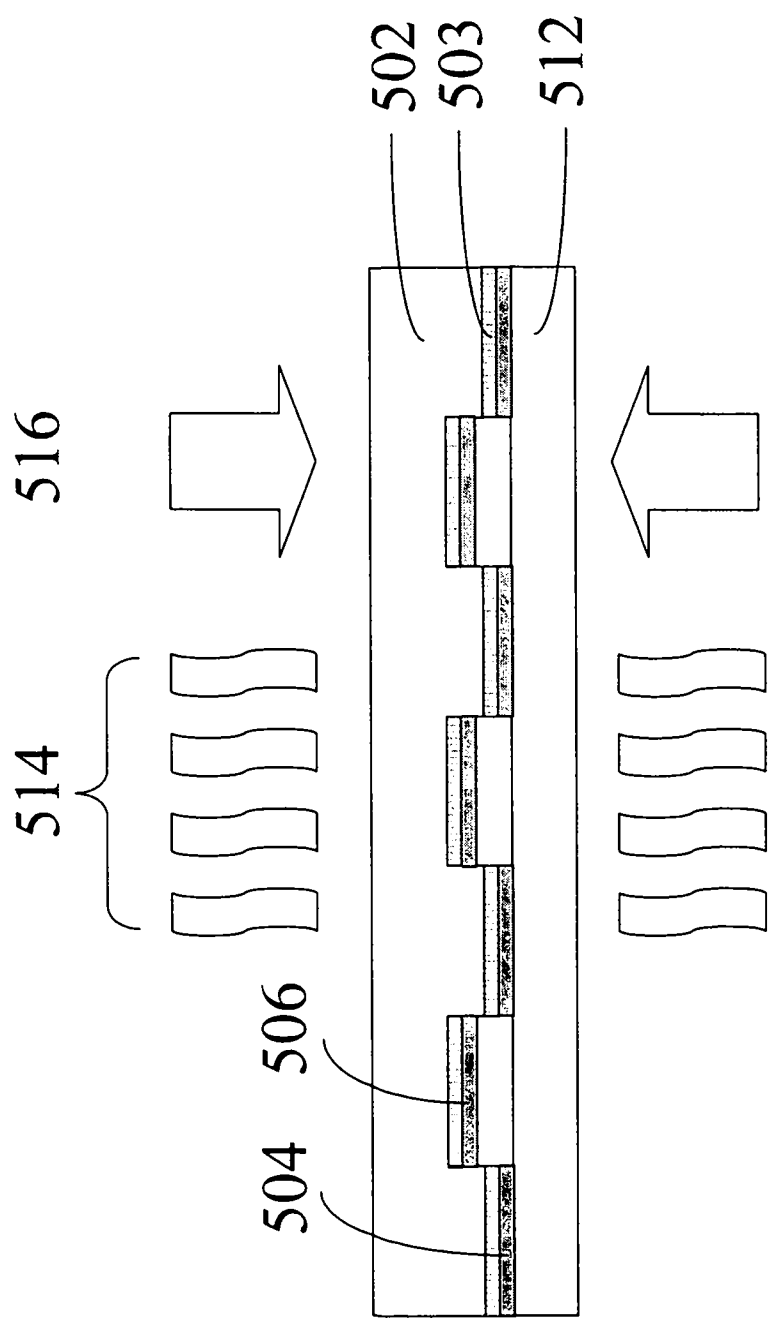
第五圖a



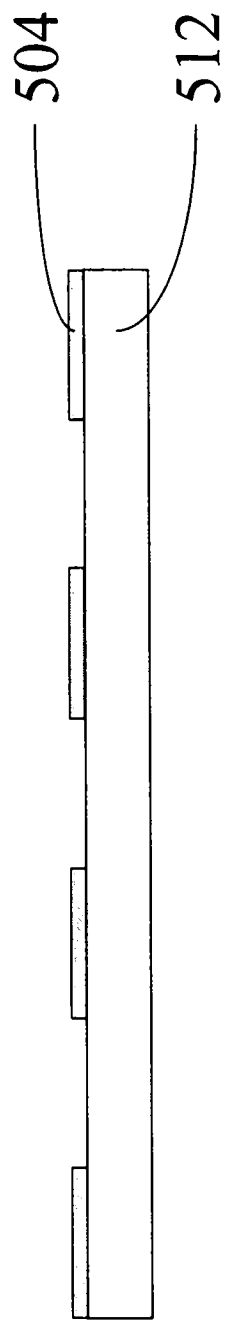
第五圖b



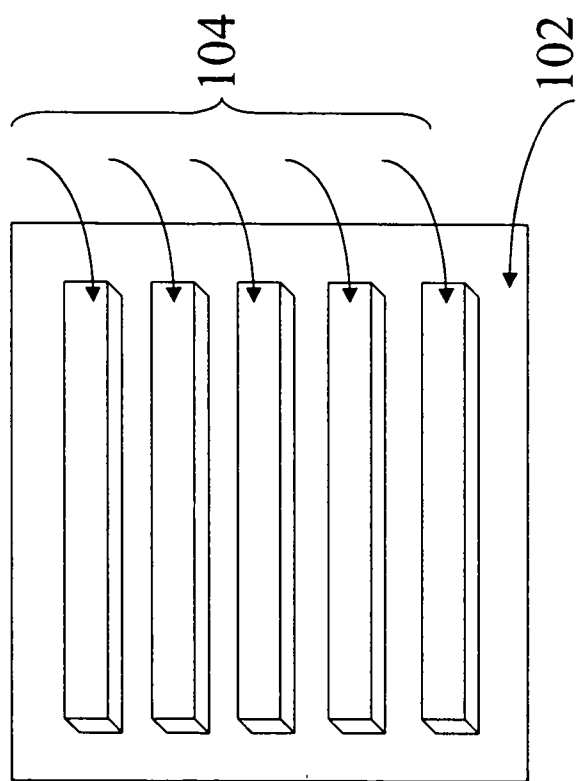
第五圖c



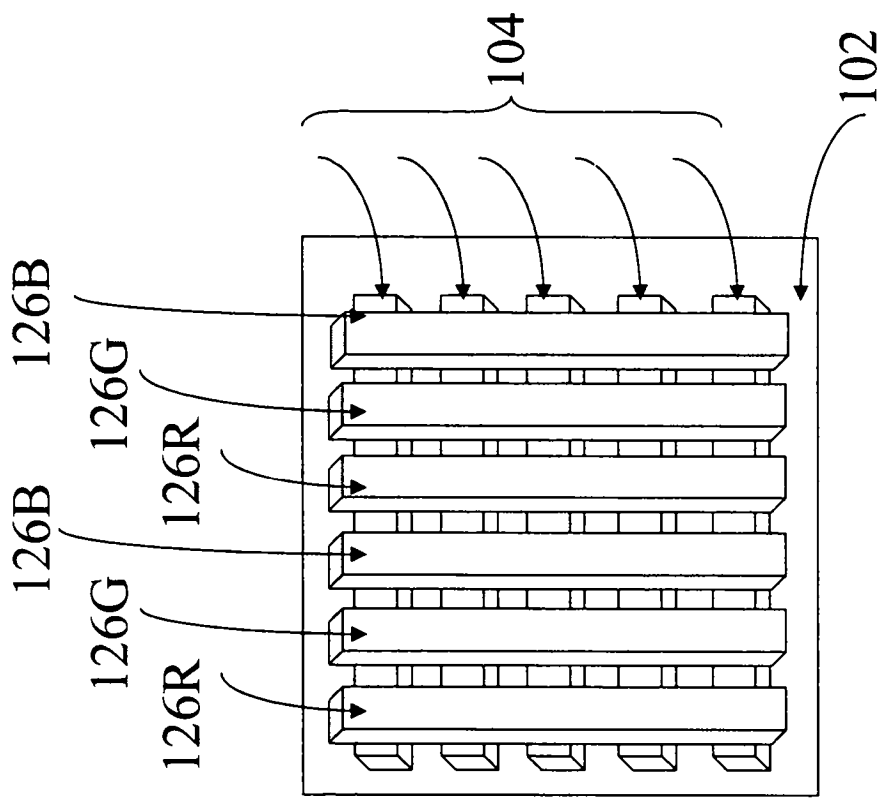
第五圖d



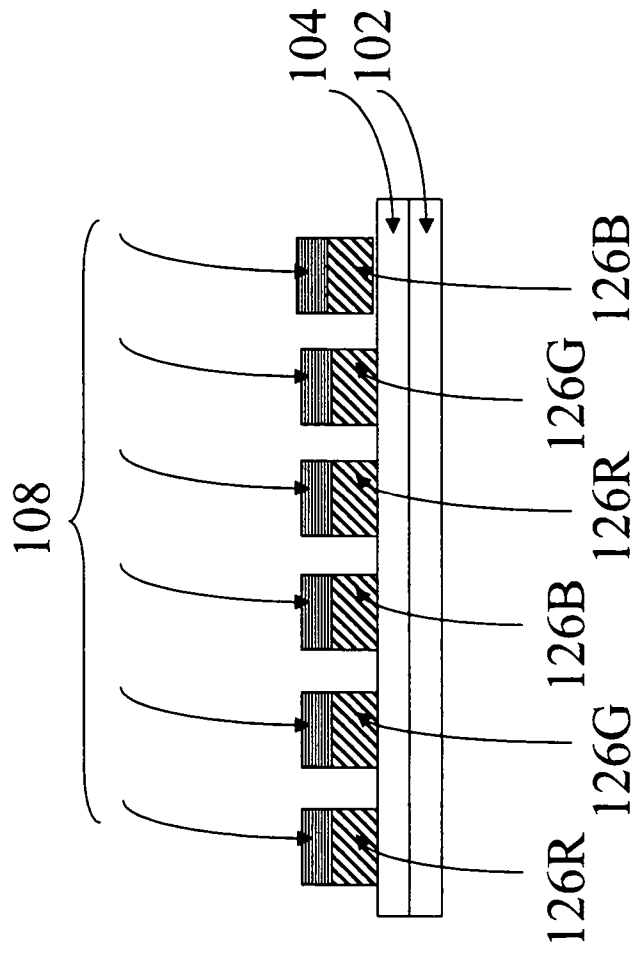
第五圖e



第六圖a



第六圖b



第六圖c

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(六)圖 c

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102 基板

104 陽極列

5 126R 發紅光之電激發光列

126G 發綠光之電激發光列

126B 發藍光之電激發光列

108 陰極列

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

**公告本**

**發明專利說明書**

98年7月16日修正  
補充

(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：95112242

※申請日期：95.4.6.

※IPC 分類：H01L 51/40.

**一、發明名稱：(中文/英文)**

以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法

**二、申請人：(共 1 人)**

姓名或名稱：(中文/英文)

國立中正大學 / NATIONAL Chung Cheng University

代表人：(中文/英文)(簽章) 吳志揚

住居所或營業所地址：(中文/英文)

嘉義縣民雄鄉大學路 168 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

**三、發明人：(共 7 人)**

姓 名：(中文/英文)

1. 鄭榮偉
2. 何正榮
3. 洪緯璿
4. 朱家德
5. 巫翔裘
6. 林煒淳
7. 王唯本

國 籍：(中文/英文)

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| 1. 中華民國 | 2. 中華民國 | 3. 中華民國 |
| 4. 中華民國 | 5. 中華民國 | 6. 中華民國 |
| 7. 中華民國 |         |         |

**四、聲明事項：(略)**

97年8月19日修(更)正本

## 十、申請專利範圍：

1. 一種以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，包含有下列步驟：

(1) 在一基板上製造複數個的陽極點（或陰極點）；

(2) 在步驟(1)所製造出來的陽極點(或陰極點)上，  
5 製造出複數個具有複數層結構之有機電激發光點，各該有機電激發光點主要具有一有機電激發光層；製造該有機電激發光層的方式係包含有下列(2A)及(2B)程序：

(2A) 可以控制所需厚度的上墨程序，其係將一具有所需厚度的墨水分子薄膜以適當之薄膜成長技術佈設於  
10 一刻有設計圖案或表面平坦之印刷印模上，不過使用表面平坦的印刷印模時，在該印刷印模上成長墨水分子薄膜後，必須伴隨一圖案產生步驟；同時可以視需要，在以薄膜成長技術佈設墨水分子薄膜前，在該印刷印模上成長一層具有短暫潤濕表面效果之潤濕層，如一層高揮發性之溶  
15 劑，短暫提高該印刷印模表面與墨水分子之親和性；

(2B) 印刷程序；以及

(3) 佈設複數個陰極點（當步驟(1)為陰極點時，則佈設陽極點）於步驟(2)所產生的有機電激發光點上，完成有機電激發光二極體陣列之製作。

20 2. 依據申請專利範圍第1項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：在步驟(1)中，該等陽極點（或陰極點）係以平行列狀排列，或是以分離的狀態一個接著一個排列。

3. 依據申請專利範圍第1項所述之以微接觸印刷技術

為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：  
在步驟（1）中，該基板係可為硬質物體，例如玻璃，或亦可為一撓性物體，例如高分子薄膜。

4. 依據申請專利範圍第 1 項所述之以微接觸印刷技術  
5 為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：  
在步驟（1）中，該陽極點（或陰極點）可為金屬或導電性有機材料。

5. 依據申請專利範圍第 1 項所述之以微接觸印刷技術  
為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：  
10 在程序(2B)中，係利用印刷方式將該印刷印模上佈設之墨水分子薄膜圖案轉印至一基板；轉印過程中，視需要可以外加的熱源提高該基板或該印刷印模的溫度，或施加印刷壓力，以增加轉印成功率。

6. 依據申請專利範圍第 5 項所述之以微接觸印刷技術  
15 為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：  
在程序(2B)中，在當擬轉印之墨水分子薄膜的表面硬化後，即可將該印刷印模移離該基板；或者視需要可在該印刷印模移離該基板之前，當一預先設定的印刷時間達到時，或是在一預定溫度達到時，或是在一預定印刷壓力達到時，  
20 或是前述之各種情況之組合滿足時，加上一額外的脫模程序，依據墨水分子的 P-V-T（壓力-體積-溫度）流變行為，同步減少外加的印刷壓力及基板或印刷印模溫度，藉此可在墨水分子薄膜冷卻時維持一固定的體積，進而達到使擬轉印之墨水分子圖案在印刷印模移開後，能具有更好的表

面平整與均勻度，以及減少殘留內應力的效果。

7. 依據申請專利範圍第 1 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：在步驟 (2) 中，該有機電激發光點係由複數層的物質所組成，其中必要的係為一有機電激發光層，而在該有機電激發光層之上下方則可以依設計需要，額外的佈設複數個可以增加二極體性能之結構層。

8. 依據申請專利範圍第 7 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：該有機電激發光層除外之額外佈設、用以增加二極體性能的結構層，可以包括如在該有機電激發光層之上方佈設一電子傳送層以及/或一電子注入層，或者於該有機電激發光層下方佈設一電洞傳送層以及/或一電洞注入層等。

9. 依據申請專利範圍第 8 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：除了該電激發光層可以步驟(2)來製造之外，其他額外結構層，如該電子傳送層，該電子注入層，該電洞傳送層以及該電洞注入層亦可以步驟(2)來製造。

10. 依據申請專利範圍第 7 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：該等有機電激發光點係分為並排之紅、綠、藍發光點，而可輕易的在製造過程中共用除了該電激發光層以外的其他結構層。

11. 依據申請專利範圍第 7 項所述之以微接觸印刷技

術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：該等有機電激發光點係分為紅、綠、藍發光點以上下堆疊的方式形成，其上下順序依設計狀態而定。

5 12. 依據申請專利範圍第 7 項或第 10 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：該等紅、綠、藍有機電激發光點之有機電激發光材料可以適當的彩色濾光材料代替，用以將一入射之白光濾出紅、綠、藍光，並使用適當的電激發光材料製造一白色發光點設於該等彩色濾光材料上。

10 13. 依據申請專利範圍第 7 項或第 10 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：該等紅、綠、藍有機電激發光點之有機電激發光材料可以適當的光頻轉換材料代替，用以將預定頻率  $f_0$  的一入射光轉換為紅、綠、藍光頻率，並製造一可發出頻率  $f_0$  的有機電激發光點，設於該等光頻轉換材料上方。

15 14. 依據申請專利範圍第 1 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：在步驟 (3) 中，佈設複數個陰極點 (步驟 (1) 為陰極點時，即佈設陽極點) 於步驟 (2) 中所產生的有機電激發光點上時，必須位於正上方，其可使用的�方法之一為配合光罩之熱蒸鍍法。

20 15. 依據申請專利範圍第 1 項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：在步驟 (3) 中，其陰極點 (步驟 (1) 為陰極點時，

即為陽極點)之材質係可以是金屬或導電性有機材料。

16. 依據申請專利範圍第1項或第14項所述之以微接觸印刷技術為主之全彩有機電激發光二極體陣列製程之方法，其中：當步驟(2)中所產生的有機電激發光點間具有絕緣區時，則步驟(3)中佈設的陰極點即不需要在發光點的正上方，此時可以使用適用的非方向性佈設方法，例如直接熱蒸鍍法。