



(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 I595106 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：102118763

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 28 日

(51)Int. Cl. : C23C14/35 (2006.01)

(30)優先權：2012/05/29 世界智慧財產權組織 PCT/EP2012/060055

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：史屈 艾芙琳 SCHEER, EVELYN (DE)；哈尼卡 麥卡司 HANIKA, MARKUS (DE)；史屈瓦尼斯 柯隆瑞德 SCHWANITZ, KONRAD (DE)；皮瑞里西 法畢歐 PIERALISI, FABIO (IT)；克隆佩 安德率斯 KLOEPPEL, ANDREAS (DE)；劉江 LIU, JIAN (DE)；露博 安德率斯 LOPP, ANDREAS (DE)

(74)代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

(56)參考文獻：

CN 101755071A

WO 92/01081A1

審查人員：李惟德

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：9 共 40 頁

(54)名稱

用於塗佈一基板之方法及塗佈機

METHOD FOR COATING A SUBSTRATE AND COATER

(57)摘要

一種藉由一陰極配置來塗佈一基板之方法係揭露，陰極配置包括至少二個可轉動陰極。此方法包括於一第一方向中轉動該至少二個可轉動陰極之至少一者，且同時於一第二方向中轉動該至少二個可轉動陰極之至少一者。第一方向係相反於第二方向。再者，一種用於控制一塗佈製程之控制器係揭露。此外，一種用於塗佈一基板之塗佈機係揭露。此塗佈機包括一陰極配置及一控制器。陰極配置具有至少二個可轉動陰極。此控制器係如此處所揭露。

A method for coating a substrate by means of a cathode arrangement including at least two rotatable cathodes is disclosed. The method includes rotating at least one of the at least two rotatable cathodes in a first direction, and, at the same time, rotating at least one of the at least two rotatable cathodes in a second direction. The first direction is opposite to the second direction. Furthermore, a controller for controlling a coating process is disclosed. Furthermore, a coater for coating a substrate is disclosed. The coater includes a cathode arrangement with at least two rotatable cathodes and a controller as disclosed herein.

指定代表圖：

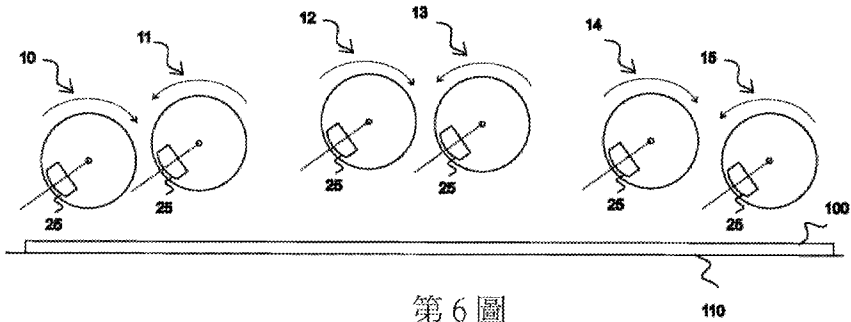
符號簡單說明：

10-15 . . . 可轉動陰極

25 . . . 磁鐵組

100 . . . 基板

110 . . . 基板支承件



公告本**發明摘要**

※ 申請案號：102118763

※ 申請日：102.5.28

※IPC 分類：C23C14/35 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於塗佈一基板之方法及塗佈機/METHOD FOR COATING A
SUBSTRATE AND COATER

【中文】

一種藉由一陰極配置來塗佈一基板之方法係揭露，陰極配置包括至少二個可轉動陰極。此方法包括於一第一方向中轉動該至少二個可轉動陰極之至少一者，且同時於一第二方向中轉動該至少二個可轉動陰極之至少一者。第一方向係相反於第二方向。再者，一種用於控制一塗佈製程之控制器係揭露。此外，一種用於塗佈一基板之塗佈機係揭露。此塗佈機包括一陰極配置及一控制器。陰極配置具有至少二個可轉動陰極。此控制器係如此處所揭露。

【英文】

A method for coating a substrate by means of a cathode arrangement including at least two rotatable cathodes is disclosed. The method includes rotating at least one of the at least two rotatable cathodes in a first direction, and, at the same time, rotating at least one of the at least two rotatable cathodes in a

second direction. The first direction is opposite to the second direction. Furthermore, a controller for controlling a coating process is disclosed. Furthermore, a coater for coating a substrate is disclosed. The coater includes a cathode arrangement with at least two rotatable cathodes and a controller as disclosed herein.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（6）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10-15：可轉動陰極

25：磁鐵組

100：基板

110：基板支承件

【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】(中文/英文)

用於塗佈一基板之方法及塗佈機/METHOD FOR COATING A
SUBSTRATE AND COATER

【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種用於塗佈一基板之方法、一種用於塗佈一基板之塗佈機、及一種用於控制一塗佈製程之控制器。更特別的是，本揭露係有關於一種用於塗佈一基板之方法與一種用於塗佈基板之塗佈機，特別是藉由濺鍍。更特別的是，本揭露係針對磁控濺鍍(magnetron sputtering)，其中陰極係典型地為一可轉動陰極，可轉動陰極包括一可轉動靶材。甚至更特別的是，此方法與此塗佈機係針對靜態濺鍍沉積。本揭露特別是有關於基板塗佈技術之解決方式，包含用於基板與塗佈的沉積、圖案化、及處理的裝備、製程及材料，代表性之例子包括(但並不以此為限)數種應用，此些應用包含：半導體及介電材料及裝置、矽基晶圓、平面顯示器(例如是薄膜電晶體(TFTs))、光罩及濾光片、能源轉換及儲存(例如是光伏電池、燃料電池、及電池)、固態照明(例如是發光二極體(LEDs)及有機發光二極體(OLEDs))、磁性及光學儲存、微機電系統(micro-electro-mechanical systems, MEMS)及奈米機電系統(nano-electro-mechanical systems, NEMS)及微光

機電系統(micro-optic electro-mechanical systems , MOEMS)、光機電系統(optic-electro-mechanical systems , OEMS)、微光及光電裝置(micro-optic and optoelectronic devices)、透明基板、建築及汽車玻璃、用於金屬及聚合物薄膜之金屬化系統與封裝、及微與奈米塑模。

【先前技術】

【0002】 在許多應用中，沉積一塗佈材料之一薄膜於一基板上係需要的。已知之用於沉積層的技術係特別為蒸鍍與濺鍍。

【0003】 濺鍍係用於沉積各種材料之薄膜於一基板之表面上的真空塗佈製程。舉例來說，濺鍍可用以沉積一金屬層，例如是鋁或陶瓷之薄層或一氧化層。在濺鍍製程期間，藉由以一惰性氣體或反應氣體之離子來轟擊靶材之表面，塗佈材料從由該材料所組成之靶材傳送至將進行塗佈之基板，惰性氣體或反應氣體之離子係藉由高壓來進行加速。當氣體離子撞擊靶材之外表面時，它們的動能係轉移至材料之原子，使得部分之材料的原子可得到足夠的能量來克服其束縛能(bonding energy)，以自靶材表面脫離且沉積於基板上。它們形成所需材料之一膜於其上。沉積膜之厚度係特別決定於基板暴露於濺鍍製程所持續的時間。

【0004】 進一步改善沉積層之性質係為持續的需求。當塗佈一層於一基板時，在基板上之層需具有高同質性(homogeneity)。在基板上之沉積層的厚度係僅可能在整個基板為均勻係特別需

要的。具有就例如是長晶結構(grown crystal structure)、比電阻(specific resistance)、層之應力、及光學性質來說之高度同質性之特性係進一步需要的。舉例來說，在製造金屬化層中，訊號延遲係決定於層之厚度，使得例如是在顯示器之製造中的厚度變化可能導致在略為不同的時間點供應能量給像素。當蝕刻一層來在不同位置達成相同結果時，均勻之層厚度更為重要。再者，沉積製程之成本應儘可能的低。

【0005】 為了改善一沉積層的此些性質，在濺鍍期間搖晃(wobble)一可轉動陰極的磁鐵係已提出。也就是說，一磁控濺鍍陰極之磁鐵以固定的角速度，不斷地在零位置附近的某些最大外部位置間移動係已提出。再者，可轉動陰極係於一方向中轉動一特定時間區段，且接著於相反方向中轉動同樣的時間區段係已提出。

【0006】 然而，此些方式在視應用而定之同質性的結果仍然無法令人滿意且仍可進一步的改善。

【發明內容】

【0007】 有鑑於上述內容，一種用於塗佈一基板之方法及一種用於塗佈一基板之塗佈機係提出。

【0008】 根據一方面，揭露一種藉由一陰極配置來塗佈一基板之方法，陰極配置包括至少二個可轉動陰極。此方法包括於一第一方向中轉動該至少二個可轉動陰極之至少一者，且同時於一

第二方向中轉動該至少二個可轉動陰極之至少一者。第一方向係相反於第二方向。

【0009】 根據另一方面，揭露一種用於控制一塗佈製程之控制器。此控制器係適用於執行此處所揭露之藉由一陰極配置來塗佈一基板之方法。

【0010】 根據另一方面，揭露一種用於塗佈一基板之塗佈機。此塗佈機包括一陰極配置及一控制器。陰極配置包括至少二個可轉動陰極。此控制器係如此處所揭露。

【0011】 進一步之觀點、詳細內容、優點及特性係從附屬申請專利範圍、說明與所附圖式來更為清楚明白。

【0012】 實施例亦針對用於執行各揭露方法之設備且包括用於執行各所述之方法步驟之設備元件。此些方法步驟可藉由硬體元件、藉由適當軟體之一電腦程式、藉由上述兩個或任何其他方法之任何結合來執行。再者，實施例亦針對對所述設備進行操作之方法或對所述之設備進行製造之方法。上述係包括用於執行此設備之功能的方法步驟，或用於製造此設備之元件的方法步驟。為了對本發明之上述及其他方面有更佳的了解，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【圖式簡單說明】

【0013】 為取得本揭露之特性且可詳細地了解，簡要摘錄於上之本揭露的更特有的說明可參照本揭露之實施例。本揭露之實

施例係繪示於所附之圖式中。

第 1-3 圖及第 5-9 圖繪示根據此處所述之實施例之一塗佈機的剖面圖，用以說明根據此處所述之用於塗佈一基板之方法。

第 4 圖繪示根據此處所述之實施例之一陰極組的剖面圖。

【實施方式】

【0014】 在下述之圖式的說明中，相同之參考號碼係意指相同之元件。一般來說，僅有有關於各別實施例的不同處會說明。

【0015】 如此處所述之以一材料塗佈一基板之製程一般係意指薄膜應用。名稱「塗佈(coating)」及名稱「沉積(depositing)」在此處係為同義。此處使用之名稱「基板」應包括不可彎折基板及可彎折基板，不可彎折基板例如是晶圓或玻璃板，可彎折基板例如是網狀物(webs)或薄片(foils)。在大部分之情況中，基板係為一不可彎折基板，例如是玻璃板，玻璃板舉例應用在一顯示器之製造中。應用於此處所述之實施例中的塗佈製程通常係為濺鍍。

【0016】 一般來說，濺鍍可以二極濺鍍(diode sputtering)或磁控濺鍍(magnetron sputtering)進行。磁控濺鍍特別是在其沉積率相對較高的部分具有優勢。一般來說，至少一磁鐵係位於可轉動陰極中，舉例來說，一個磁鐵或兩個磁鐵。根據數個實施例，磁鐵係可移動地配置於可轉動陰極中。此處所使用之可轉動陰極一般係為一可轉動曲線(curved)陰極，包括一可轉動曲線靶材。在一可轉動陰極中，為了捕捉在產生之磁場中的自由電子，藉由配置磁

鐵於陰極內，此些電子係被強迫移動至磁場內且無法逃脫。磁場係直接地產生於靶材表面下。此方式增加了氣體分子離子化的機率，通常為數個數量級。此方式轉而大大地增加了沉積率。

【0017】 一般來說，基板可在塗佈期間連續地移動(動態塗佈(dynamic coating))或將進行塗佈之基板可在塗佈期間靜止(靜態塗佈(static coating))。靜態塗佈係較動態塗佈消耗較小量之用於塗佈之靶材材料而具有優勢，因為基板支承件時常在後者之情況中亦被塗佈。靜態塗佈特別容許大面積基板之塗佈。基板係進入一塗佈面積中，塗佈係執行，且基板係再度自塗佈面積取出。本揭露特別是有關於靜態塗佈。

【0018】 濺鍍可用於顯示器之製造中。更詳細地來說，濺鍍可用於金屬化，例如是產生電極或匯流排。濺鍍亦可用於產生薄膜電晶體(thin film transistors, TFTs)，例如是在液晶顯示器(LCD)應用中。濺鍍亦可能用於製造透明導電層，例如是氧化銦錫(indium tin oxide, ITO)層，特別是用於彩色濾光片應用及/或像素ITO應用。舉例來說，沉積層可配置以形成一個 TFT 堆疊的較低電極。

【0019】 濺鍍亦可應用於生產薄膜太陽能電池。一般來說，一薄膜太陽能電池包括一背接觸件、一吸收層、及一透明導電氧化層(conductive oxide layer, TCO)。一般來說，背接觸件及 TCO 層係藉由濺鍍產生，而吸收層通常係以化學氣相沉積(chemical vapour deposition)製程製成。

【0020】 相較於蒸鍍製程，例如是化學氣相沉積，濺鍍係在可用於濺鍍之材料並無法用於蒸鍍的部分具有優勢。再者，在濺鍍製程中產生的層對基板的黏性通常係較在蒸鍍製程中強。再者，濺鍍係為方向性的製程，使得材料之主要部分係傳送至基板且不會(如同蒸鍍應用中)塗佈沉積設備之內部。本揭露特別是有關於濺鍍。

【0021】 因此，此處所述之塗佈機一般係為一濺鍍設備，且可轉動陰極係為可轉動濺鍍陰極。根據本揭露之數個方面所提供之數個可轉動陰極將在此處稱為「陰極配置(cathode arrangement)」。名稱「陰極」及「陰極組」將於此處以同義之方式使用。

【0022】 如此處所使用之名稱「磁鐵組」或「磁鐵」係為一單元，其具有產生一磁場之能力。一般來說，磁鐵組由一永久磁鐵所組成。此永久磁鐵一般係配置在可轉動陰極內。於許多實施例中，磁鐵組包括一磁鐵軛。藉由移動在陰極內之磁鐵組，更特別是藉由沿著可轉動陰極的軸作為可轉動中心來轉動磁鐵組，濺鍍材料可導向不同方向。特別是在結合磁鐵組之移動的情況中，提供至可轉動陰極的電壓或電力可隨著時間變化。也就是說，根據實施例，非固定之電壓或非固定之電力可提供至可轉動陰極。

【0023】 第 1 圖繪示位於一基板支承件 110 上之一基板 100 的示意圖。陰極配置 1 係繪示而包括可轉動陰極的陣列，也就是六個可轉動陰極 10、11、12、13、14、及 15，其以依照順序的方

式相鄰於基板 100。相較於在基板的電位，一負電位可供應至可轉動陰極。或者，殼體係做為陽極之用。

【0024】 在本揭露中，圖式係為沿著範例性繪示之基板的塗佈機之剖面示意圖。一般來說，可轉動陰極具有圓柱之形狀。也就是說，當注視著圖式時，陰極延伸至紙內且延伸出紙外。接著討論之亦僅繪示為剖面元件的磁鐵組同樣適用。磁鐵組可沿著圓柱之完整長度延伸。就技術上之理由來說，它們通常係沿著延伸至少 80%之圓柱長度，更特別是沿著延伸至少 90%之可轉動陰極的長度。

【0025】 根據此處所述之實施例，在可轉動陰極的陣列中的可轉動陰極之數目係為偶數，例如是兩個、四個、六個、八個、十個、十二個、十四個等。如下述將更為詳細的說明，每兩個相鄰之可轉動陰極可語意上結合且稱為「一對之可轉動陰極」。當如此處所使用的意指一對之可轉動陰極時，一對之可轉動陰極的兩個可轉動陰極可理解為彼此之位置相鄰。因此，它們有時亦可意指為「一對之相鄰的可轉動陰極」。

【0026】 當意指可轉動陰極的轉動時，應理解的是，可轉動陰極的外部元件係可轉動的，也就是靶材係可轉動的。如下述將更為詳細的說明，此亦可能包括可轉動陰極的其他部分係可轉動的，例如是背管係可轉動的。然而，可轉動陰極的某些元件一般係不適合轉動。此些部分應意指為可轉動陰極的「內部元件」。

【0027】 可轉動陰極係沿著其縱軸轉動。根據目前所述之實

施例，各個可轉動陰極可於第一方向(例如是順時針方向)中或第二方向(例如是逆時針方向)中轉動。第一方向係為相反於第二方向之轉動方向。根據此處所述之方面，至少一個可轉動陰極係於第一方向中轉動，且同時至少一個可轉動陰極係於第二方向中轉動。一般來說，如果偶數個可轉動陰極係提供，於第一方向中轉動之可轉動陰極之數目等同於第二方向中轉動之可轉動陰極的數目。

【0028】 於一陣列中之可轉動陰極的數目亦可為一奇數，例如是九個、十一個、十三個或十五個。如果奇數個可轉動陰極係提供，例如是 $2n+1$ 個可轉動陰極，則一般係 n 個可轉動陰極於第一方向中轉動，而 $n+1$ 個可轉動陰極於第二方向中轉動。相較於位在較靠近基板之中間的可轉動陰極來說，最外部之可轉動陰極(一般為第 $2n+1$ 個可轉動陰極)對基板之同質性與均勻性之影響較小，因為根據實施例，最外部之一個或兩個可轉動陰極可以突出之方式相鄰於基板放置，以減少在濺鍍期間之邊緣效應(edge effects)。

【0029】 如果此處係說明數個可轉動陰極轉動於相反方向中時，應可理解為它們係以此方式同時地(而非接續地)轉動。

【0030】 舉例來說，如同第 1 圖中所繪示之塗佈機包括六個可轉動陰極 10-15。應理解的是，此僅為範例性的目的，且塗佈機可能亦包括多於或少於六個的可轉動陰極，例如是十個。根據實施例，各個可轉動陰極具有一個相鄰之可轉動陰極(例如是於第

1 圖中之可轉動陰極 10 及 15)或兩個相鄰之可轉動陰極(例如是於第 1 圖中之可轉動陰極 11、12、13、及 14)。名稱「相鄰(neighbouring)」應在此處用以意指「鄰近(adjacent)」。此應意指此(些)可轉動陰極在討論中之可轉動陰極的旁邊。舉例來說，可轉動陰極 12 的相鄰之陰極係為可轉動陰極 11 及 13。

【0031】 根據典型之實施例但不限於第 1 圖中之例子，各可轉動陰極於一方向轉動，此方向相反於其一個或兩個相鄰者之轉動方向。舉例來說，如第 1 圖中所示，可轉動陰極可以交替方式轉動，也就是說，可轉動陰極 10、12、及 14 可於第一方向中轉動，而同時可轉動陰極 11、13、及 15 可於第二方向中轉動，換言之，可轉動陰極 11、13、及 15 於相反於第一方向之方向中轉動。或者，數個相鄰之可轉動陰極於第一方向中轉動，且同時剩餘陰極配置在相反方向中轉動係有可能的，舉例來說，可轉動陰極 10、11、及 12 可於第一方向中轉動，而可轉動陰極 13、14、及 15 同時於第二方向中轉動。或者，可轉動陰極 10、11、及 14 於第一方向中轉動，而可轉動陰極 12、13、及 15 同時於第二方向中轉動係有可能的。

【0032】 根據典型之實施例，至少一個可轉動陰極之轉動方向係不會在塗佈製程期間改變。一般來說，全部之可轉動陰極的轉動方向係不會在塗佈製程期間改變。在此處理解之塗佈製程可包括或由一個基板的塗佈所組成。

【0033】 可轉動陰極的轉動速度可為固定，例如是在整個濺

鍍製程。或者，一個或多個可轉動陰極的轉動速度可為非固定的。在任一方式中，無論轉動方向為何，陰極配置之全部之可轉動陰極的轉動速度一般係為相同。

【0034】 再者，如於此解釋且應用於此處之所有實施例之不同圖式中所繪示的，可轉動陰極至基板的距離可不同。一般來說，在陰極之間的名稱「距離」係在此處理解而意指陰極之中間軸與中間軸間的距離。

【0035】 舉例來說，位於較近於基板之邊緣的可轉動陰極至基板之距離可小於位於較遠於基板之邊緣(也就是朝向基板的中間或在基板的中間)的可轉動陰極至基板的距離。在此內容中所理解之距離係為從可轉動陰極的軸到基板的一虛擬線的長度，而虛擬線係以垂直方式碰到基板之表面。

【0036】 在基板 110 與數個陰極之間具有不同之距離的此一配置係繪示於第 1、2、5、6、7 圖及第 9 圖。特別是，在第 1 圖中，可轉動陰極的中心軸係以參考編號 21 標示。最外部之可轉動陰極 10 係位於最接近基板的位置，也就是相隔藉由虛線 22 所繪示之一距離。相較於此，可轉動陰極 11 係位於較遠離基板之位置，且可轉動陰極 12 係位於最遠離基板之位置，也就是相隔藉由虛線 23 所繪示之一距離。

【0037】 一般來說且不限於任何實施例而言，一個或多個最靠近基板之可轉動陰極(例如是第 1 圖中之可轉動陰極 10 及 15)的距離與一個或多個最遠離基板之可轉動陰極(例如是第 1 圖中

之可轉動陰極 12 及 13)的距離之比可在 0.6 至 0.8 之範圍內。舉例來說，最遠離基板之陰極可配置在相隔 170 mm 與 250 mm 之間的距離。最靠近基板之陰極可額外地或選擇地配置在相隔 110 mm 與 200 mm 之間的距離。

【0038】 如同已簡短之討論，已知的沉積技術係部分地導致厚度呈現非均勻性，特別是在垂直方向中。此有時意指「左至右傾向(left-to-right drift)」。更進一步來說，非均勻性係導致在基板上之廣泛阻抗分佈(extensive resistance distributions)。在基板上甚至有厚度之斜面。

【0039】 在濺鍍期間改變靶材之沉積方向係已提出，以改善沉積同質性。此方式在同質性上有所改善，然而，整體之沉積時間係增加，因為在改變轉動方向時係中斷了濺鍍製程。此外，靶材轉動驅動器之損耗增加係導致較高之維修成本及增加停工時間。

【0040】 根據本揭露之一方面，塗佈製程係未中斷。取而代之的是，在整個沉積期間，可選擇數目之可轉動陰極係於一方向中轉動，而可選擇數目之可轉動陰極係於相反方向中轉動。一般來說，可轉動陰極係以交替方式於相反方向中轉動，舉例來說，每第二個可轉動陰極係於第一方向中轉動，且在每第二個可轉動陰極間的可轉動陰極係於第二方向中轉動。可轉動陰極一般係某種程度上配置成一陣列以面向基板，如所有圖式所示。然而，如已討論之部分，各可轉動陰極與基板間的距離可能不同。

【0041】 本應用之發明人發現，提出之塗佈方法係改善了同質性，且因而改善了基板上之阻抗分佈。典型之濺鍍材料係為氧化銦(Indium-Oxide, IO)、氧化銦錫(Indium-Tin-Oxide, ITO)、氧化銦鋅(Indium-Zinc-Oxide, IZO)、氧化銦鎵鋅(Indium-Gallium-Zinc-Oxide, IGZO)。此些材料可以部分反應之方式濺鍍。再者，靶材可由金屬所組成，金屬例如是銅、鋁及鈦。此些材料可以非反應之方式進行濺鍍。

【0042】 反應濺鍍製程可提供靶材材料之沉積氧化物，例如是已列出之靶材材料的氧化物。然而，亦可沉積氮化物或氮氧化物。根據再更進一步之實施例，靶材材料亦可選自由鋁(例如是因產生氧化鋁(Al_2O_3))、矽、鉍及銲所組成之群組。

【0043】 第 2 圖繪示包括陽極 35 之一實施例。一正電位係提供至數個陽極，且它們配置在可轉動陰極之間。如圖所示且不限於第 2 圖之實施例，陽極可提供在各相鄰之可轉動陰極之間。此陽極一般可具有條(bar)形，條之軸一般係以平行於折角管(angular tube)之軸的方式配置。在其他實施例中，可提供分開的偏壓至基板。陽極之提供與應用係有可能用於此處所述之全部實施例，然而，為了清楚闡明之理由，陽極僅明確地在有關於第 2 及 3 圖中繪示。特別是，陽極可提供於數對之陰極之間，且將稍後詳細地討論。

【0044】 第 3 圖繪示一實施例，其中磁鐵組 25 係繪示而位於可轉動陰極 10-15 內。應用於此處所述之實施例中的典型之永久

磁鐵具有兩個北磁極 N 與一個南磁極 S。此些極各意指磁鐵組之一表面。此些表面一般係從其內部面向可轉動陰極。根據繪示之例子，陰極係以與相對於基板表面相同距離之方式配置。再者，陰極係範例性地繪示而具有相對於彼此一樣的距離。根據此處所述之實施例，此些特性之任何結合是可行的。

【0045】 雖然未清楚地繪示於第 3 圖中，第 3 圖之實施例的陰極亦可配置成弧形，如與第 1、2、6、7、及 9 圖相關之範例性地說明。陰極之數目可為六以外之任何數字，例如是十。如第 3 圖中所繪示之磁鐵的說明亦可應用於所有其他此處所述之實施例，特別是有關於具有數對之陰極之實施例。再者，繪示於第 3 圖中之陽極 35 並非強制的，其他形式之陽極亦可應用。

【0046】 在許多情況中，一個極係位於中間，而兩個相反之極於其相鄰。在第 3 圖中，放大之磁鐵組 25 係繪示來說明此一情況。如圖所示，南極係位於中間，而北極框住南極。極表面之形狀可選擇來適合它們所位於之可轉動曲線靶材之曲率。

【0047】 基板表面係定義一平面，其之剖面係繪示於圖式中。基板之方向係可在空間上為水平的或垂直的。特別是，考慮到一大面積塗佈，如果面積之方向係為垂直，在一基板之運送與處理可簡化且簡單。因此，此處之名稱「垂直」意指基板之平面。於其他實施例中，甚至有可能配置基板在水平和垂直方向之間的某個位置。

【0048】 本揭露係特別針對大面積基板塗佈。此處所述之實

施例可利用於顯示器物理氣相沉積(PVD)，也就是濺鍍沉積在用於顯示器市場之大面積基板上。根據一些實施例，大面積基板或對應之載體可具有至少 0.67 m^2 的尺寸，其中載體具有數個基板。尺寸典型可為約 0.67 m^2 ($0.73 \times 0.92 \text{ m}$ —第 4.5 代)至約 8 m^2 ，更典型為約 2 m^2 至約 9 m^2 或甚至大達 12 m^2 。一般來說，根據此處所說明之實施例所提供之用於結構、例如是陰極組的設備、以及方法之基板或載體係為此處所述之大面積基板。舉例來說，大面積基板或載體可為第 4.5 代、第 5 代、第 7.5 代、第 8.5 代、或甚至第 10 代，第 4.5 代對應於約 0.67 m^2 之基板($0.73 \times 0.92 \text{ m}$)、第 5 代對應於約 1.4 m^2 之基板($1.1 \text{ m} \times 1.3 \text{ m}$)、第 7.5 代對應於約 4.29 m^2 之基板($1.95 \text{ m} \times 2.2 \text{ m}$)、第 8.5 代對應於約 5.7 m^2 之基板($2.2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$)、第 10 代對應於約 8.7 m^2 之基板($2.85 \text{ m} \times 3.05 \text{ m}$)。甚至更高代，例如是第 11 代及第 12 代與對應之基板面積可以類似的方式實施。

【0049】 除了所述之轉動可轉動陰極的方法之外，磁鐵組 25 可在可轉動陰極內移動。此繪示於第 3 圖中，其中於可轉動陰極 10、11、12、13、與 15 中的各磁鐵組 25 係為了說明目的而繪示於可轉動陰極中的外部位置內，且其中於可轉動陰極 14 中的磁鐵組 25 係為了說明目的而繪示於零度位置(zero angle position)內。磁鐵組之移動可為穩定移動，或者移動係包括磁鐵組之停止時間，穩定移動舉例為在兩個外部位置(例如是在此兩個外部位置之間，其中一個繪示於第 3 圖中之陰極內)之間的震動。

【0050】 舉例來說，磁鐵組可保持在一零度位置以外之一位置達一預定時間區段。應注意的是，說法「自零度位置離開而定位磁鐵組達一可選擇之時間區段」應可理解為自零度位置離開而定位磁鐵組且保持其於確切的此位置達一段時間。在本揭露中，零度位置應定義為最接近基板之可轉動陰極內的位置。一般來說，此預定時間區段大於 0.1 秒，更特定係為 1 秒，更特定係大於 10 秒，且甚至更特定係大於 30 秒。磁鐵組之零度位置應可理解為最接近基板之可轉動陰極內的位置。在第 3 圖之實施例中，零度位置係藉由位於可轉動陰極 14 的磁鐵組 25 來表示。

【0051】 在濺鍍製程期間，於相反方向中轉動至少兩個可轉動陰極且從零度位置離開來定位磁鐵組之結合方法係已被證明對產生之層特性非常有利。從零度位置離開來定位磁鐵組例如是於濺鍍期間震動(搖晃)在可轉動陰極中之磁鐵組。

【0052】 根據本揭露之數個方面，磁鐵組係位於可轉動陰極內的一非零度位置達一預定時間區段。舉例來說，磁鐵組 25 可位於相對零度位置之 $-\alpha$ 角度的位置達一可選擇時間區段，且接著移動至第二個非零度位置，例如是相對零度位置之 $+\alpha$ 角度的位置達一可選擇時間區段。 $-\alpha$ 與 $+\alpha$ 之值應闡明為磁鐵組之第一位置一般係對應於第二位置，第二位置係鏡射於引導通過陰極之軸與零度位置的一虛擬平面。此處所述之一負角度應意指往左邊之一偏斜，而一正角度應意指往右邊之一偏斜。一般角度 α 之絕對值係高達 35° ，更特別是高達 25° 或僅 15° 。

【0053】 定位磁鐵組於一非零度位置係使得電漿不會產生在最接近基板之靶材表面上的面積，但產生在配置於旁邊的面積。因此，濺鍍變化係增加，使得磁鐵組之偏斜位置可致使在非預想進行塗佈之面積有一較高塗佈率，非預想進行塗佈之面積例如是基板支承件或塗佈室內之牆。也就是說，可能產生效率減少的情況。儘管有這樣的情況，藉由從零度位置離開而定位磁鐵組且同時於相反方向中轉動可轉動陰極，在基板上之沉積層之同質性可增加係已發現。當討論到層之同質性時，此應可大體上理解為於基板上之整個塗佈面積之層厚度的均勻性、晶體結構、比電阻、與層之應力。

【0054】 如已提出之部分，定位磁鐵組於一第一與一第二位置係特別的，其中第二位置具有相同之角度的絕對值，但鏡射於基板-靶材相互連接之平面。

【0055】 如此處所理解的，可轉動陰極之可轉動靶材可藉由一背管支撐，可轉動靶材係固定於背管。可轉動靶材的材料係裝配以在濺鍍製程期間散除且沉積於被塗佈之基板上。為了減少因濺鍍製程所導致之靶材上之高溫，在許多實施例中，可轉動陰極係提供有一冷卻材料管於其中。一般來說，水係用以做為冷卻材料。冷卻係必需的，因為送入濺鍍製程之電力的主要部分係轉換成靶材之熱，送入濺鍍製程之電力通常係為幾千瓦等級。舉例來說，靶材管的整個內部係填充有例如是水之冷卻材料。

【0056】 第 4 圖範例性地繪示更為詳細之此處實施例中所使

用之一可轉動陰極。可理解的是，繪示於第 4 圖中之所有的元件可應用在此處所述之所有實施例中。如第 4 圖所示，可轉動陰極包括下列之元件。可轉動靶材 20 係置於一背管 30 上。一般來說，可轉動靶材 20 係為一管件。背管 30 主要係藉由例如是黏接 (bonding) 或膠合 (gluing) 的方式來固定可轉動靶材 20，可轉動靶材 20 之材料應在濺鍍期間被散除。背管 30 可在某些實施例中省略。

【0057】 為了減少從濺鍍製程所產生之靶材之高溫，在許多實施例中，可轉動靶材 20 包括一冷卻材料管 40 於其中。冷卻材料管通常與靶材管共軸地配置。一般來說，水係用以做為冷卻材料。冷卻係必需的，因為送入濺鍍製程之能量的主要部分係轉變為靶材之熱。如第 4 圖所示，磁鐵件 25 係位於背管 30 與冷卻材料管 40 中，使得它可在需要時於其中移動到不同之角度位置。根據其他實施例，靶材管之整個內部係充滿例如是水之冷卻材料。

【0058】 一般來說，但並不限於第 4 圖之實施例，磁鐵件 25 可固定於可轉動陰極 10 的軸 21 上。此處所述之磁鐵組 25 的繞軸轉動的運動可藉由提供所需之旋轉力的一電動機來產生。在典型之實施例中，陰極組係裝配有兩個軸(未繪示於第 4 圖中)。固定有可轉動靶材 20 之一第一軸係如此處所述之在陰極組的運作中轉動。可移動之磁鐵組 25 一般係固定於第二軸。第二軸通常係某種程度上獨立於第一軸移動，以讓磁鐵組 25 如此處所述的

移動。

【0059】 根據實施例，磁鐵組之移動係在高速中進行，使得全部之移動時間係在低於 1 秒之範圍內，更特別是低於 0.5 秒。於一些實施例中，在移動時停止提供至靶材之電壓而可進一步增加均勻性係更加地有可能。因此，一般來說，電位之提供係同步於磁鐵組之定位。舉例來說，電位可在磁鐵組移動期間最大下降至一數值之 35%，更特別是最大電位值之 20%。

● 【0060】 根據此處所述之數個方面，相鄰之可轉動陰極間的距離可不同。特別是，一些相鄰之可轉動陰極彼此間可具有一第一距離，而其他可轉動陰極彼此間可具有一第二距離，而第一距離係大於第二距離。群聚之可轉動陰極的配置係提供一些優點，此些優點將於下述中討論。此處應可稱之為「可轉動陰極的非等距離定位」，且將更進一步說明在有關於第 5-8 圖中之範例性的實施例。

● 【0061】 除了所說明的可轉動陰極之不同轉動方向的有利效應之外，藉由下述之濺鍍的配置及方法，發明人發現在整個被塗佈基板的寬度上主要之層特性的梯度(gradient)係可進一步減少。主要之層特性例如是電與光性質(舉例為層之阻抗、傳導特性等)。於此之基板之「寬度」係理解為垂直於可轉動陰極的軸之延伸。

【0062】 所揭露之用於濺鍍之配置與方法將考慮接下來之圖式來範例性地說明。於第 5 圖中，六個可轉動陰極 10 至 15 係繪

示，然而，相較於到目前為止所說明之圖式，在第 5 圖之實施例中，它們係以非等距離方式定位。更特別的是，且並不以第 5 圖之實施例為限，每兩個相鄰之可轉動陰極彼此較為接近，因而在此處可理解為一「對」之可轉動陰極係有可能的。然而，相較於一對內之陰極，每對之可轉動陰極係較遠離相鄰對之可轉動陰極。根據典型之實施例，於每對之相鄰可轉動陰極中，一個可轉動陰極係於一方向中轉動，且另一可轉動陰極係於相反方向中轉動。

【0063】 一般來說，在一對之陰極內的兩個陰極間的距離相對於兩個相鄰對之間的距離的比係為 0.80 與 0.98 之間，更特別是 0.85 與 0.96 之間。舉例來說，一對之陰極間的距離可在 230 mm 與 280 mm 之間的範圍內，例如是在 240 mm 與 270 mm 之間。在一對之陰極內之兩個相鄰陰極間的距離可在 210 mm 與 260 mm 之間的範圍內，例如是 220 mm 與 250 mm 之間(所有距離係從中間軸量測至中間軸)。

【0064】 發明人發現，以此方式定位可轉動陰極係從前述效應中得到益處，前述效應係考慮濺鍍層之均勻性之改善及阻抗變化之減少。此外，相較於等距離定位來說，既然由於數對之陰極之間的距離增加，陰極之總需求係減少，提供之陰極數目可減少，使得製程成本可減少。

【0065】 包括六個可轉動靶材的三對之例子將就第 5 圖來做說明。於此，可轉動陰極 10 與 11、12 與 13、14 與 15 各形成一

對之可轉動陰極。一般來說，在具有 n 個可轉動陰極的情況中，一般係具有 $n/2$ 對之可轉動陰極。在本揭露中，僅有相鄰之可轉動陰極可理解為對。一對通常係包括兩個可轉動陰極。

【0066】 較第 5 圖的範例性配置更進一步來說，第 6 圖之實施例更說明磁鐵組 25。如先前之說明，磁鐵組可搖晃或位於零度位置以外之位置。

【0067】 為了說明之目的，可轉動陰極的範例性轉動方向係於第 6 圖中以箭頭繪示。有鑑於可轉動陰極於順時針或反時針方向中轉動係無關的，所述之實施例之各對之兩個可轉動陰極的一個係相對於同對之另一個陰極於相反方向中轉動。在第 6 圖之範例性實施例中，可轉動陰極之陣列的數個可轉動陰極係以交替方式轉動，也就是說，各可轉動陰極係相對其相鄰之可轉動陰極於相反方向中轉動。

【0068】 第 7 圖繪示與第 6 圖之實施例相同的塗佈機。如箭頭所示，塗佈機之操作的不同處係在於轉動方向相反於第 6 圖中所繪示之轉動方向。然而，如此處所述之許多實施例，且特別是繪示如第 6 圖中所示，陰極配置包括群聚之數對的可轉動陰極，其中在各對中之各可轉動陰極係相對於同對之另一可轉動陰極於相反方向中轉動。

【0069】 第 8 圖繪示一實施例，其中十個可轉動陰極 101-109、111 係如所述般以類似對之方式提供。它們於第 8 圖之實施例中全部係以相對基板相同距離的方式配置，於第 9 圖中以

類似對之方式配置之十個可轉動陰極 101-109、111 係位於相對基板不同之距離的位置。在一對內之可轉動陰極具有相對基板相同之距離，或在一對內之可轉動陰極具有相對基板不同之距離係有可能的。

【0070】 根據典型之實施例，一第一對之可轉動陰極內的兩個可轉動陰極間的距離相同於一第二對可轉動陰極內的兩個可轉動陰極間的距離。此亦繪示於第 5-9 圖中，其中各對之可轉動陰極係提供有兩個可轉動陰極，位於彼此相距同樣距離的位置。對整個陰極配置來說，相鄰對之陰極間的距離可選擇性地或額外一致。

【0071】 更特別的是，可轉動陰極的長度係略大於將進行塗佈之基板的長度。再者，可轉動陰極的陣列(換言之，群聚之可轉動陰極)可略寬於基板的寬度。「略(slightly)」一般包括於 100%與 110%之間的範圍。略大於塗佈長度/寬度之部分有助於避免邊界效應(boundary effects)。

【0072】 如數個圖式所示，群聚之可轉動陰極係以相對基板不同距離之方式配置。它們可以沿著一弧形的方式配置。弧形之形狀可使得較內部之可轉動陰極係相較於較外部之陰極組更遠離基板。此情況係繪示於第 1、2、5、6、7、及 9 圖中。或者，弧形之形狀定義群聚之陰極組的位置，使得較內部之陰極組係相較於較外部之陰極組靠近基板。散射(scattering)行為係決定於進行濺鍍之材料。因此，根據應用，也就是進行濺鍍之材料，提供

成弧形之陰極組將更增加同質性。弧形一般屬於一虛擬圓，具有至少 10 m 之典型半徑，例如是 15 m。

【0073】 除了此處所述之實施例，搖晃基板係選擇或額外的可能方式。名稱「搖晃」基板應可理解為在一有限距離中來回地移動基板。一般來說，基板位於一第一位置達一預定時間區段，且它位於一第二位置達一預定時間區段。在更進一步之實施例中，基板可額外地位於一第三位置及一第四位置。

【0074】 就增加層均勻性且因而使沉積層之電或光性質均質的部分來說，本揭露改善了塗佈品質。

【0075】 更進一步來說，根據此處所述之一些實施例，如已提及之部分，可轉動陰極的非等距離配置係節省濺鍍靶材而減少設備成本，例如是陽極、驅動器、水冷卻、電源供應器及塗佈機運作之成本。舉例來說，具有以等距離方式配置之十二個陰極的陰極配置可與以非等距離方式配置之十個陰極相較。電與光之層性質的梯度，像是片電阻及光透射，可更進一步減少或甚至避免。此外，沉積次數可減少且可轉動陰極驅動器上的損耗可減少。再者，由於數對之可轉動陰極間的距離係增加，靶材間之電子的串音干擾(crosstalk)可減少來增加陣列中之靶材壽命，串音干擾稱為跨角效應(cross corner effect)。

【0076】 前述係有關於本發明之實施例，其他與進一步之本發明的實施例可在不脫離本發明的基本範疇內獲取，且本發明之範圍係決定於下述之申請專利範圍。

【0077】 書面說明係利用例子來接揭露包括最佳模式之本發明，且亦使此領域之相關技術人員能製造及使用本發明。本發明係以各種特定之實施例來進行說明，此技術領域中之技術人員將認同，本發明可在申請專利範圍之精神及範圍內進行調整而施行。特別是，上述實施例之彼此非獨有之特性可彼此相互結合。本發明之可專利性範圍係藉由申請專利範圍所界定，且可能包括由此技術領域之相關人員所想起之其他例子。如果此些其他例子所具有之結構性元件並未與申請專利範圍的字面意義不同，或如果此些其他例子包括的等效結構性元件與申請專利範圍的字面意義係非實質上的差異，則此些其他例子係在申請專利範圍之範圍內。綜上所述，雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。本發明所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾。因此，本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

1：陰極配置

10-15、101-109、111：可轉動陰極

20：可轉動靶材

21：軸

22、23：虛線

25：磁鐵組

30：背管

35：陽極

40：冷卻材料管

100：基板

110：基板支承件

申請專利範圍

1. 一種藉由一陰極配置(1)來塗佈一基板之方法，該陰極配置包括至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)，該方法包括：

a) 於一第一方向中轉動該至少三個可轉動陰極之至少一者；以及

b) 同時於一第二方向中轉動該至少三個可轉動陰極之至少一者；

其中該第一方向係相反於該第二方向；

其中，該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)係位於包括一第一半徑之一弧的一周線(circumferential line)上，且該至少三個可轉動陰極的一者位於該至少三個可轉動陰極的其它二者之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該陰極配置包括至少四個可轉動陰極(10-15、101-109、111)。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該陰極配置(1)包括一偶數數目之可轉動陰極，其中一第一半數之該至少二個可轉動陰極(10-15、101-109、111)係於該第一方向中轉動，且一第二半數之該至少二個可轉動陰極(10-15、101-109、111)係於該第二方向中轉動。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該至少四個可轉動陰極(10-15、101-109、111)係以一交替方式於相反方向中轉動。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中至少二個相鄰的

該些可轉動陰極(10-15、101-109、111)間的距離係相異於至少另二個相鄰的該些可轉動陰極(10-15、101-109、111)間的距離。

6. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中至少二個相鄰的該些可轉動陰極(10-15、101-109、111)間的距離係相異於至少另二個相鄰的該些可轉動陰極(10-15、101-109、111)間的距離。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中至少二個相鄰的該些可轉動陰極(10-15、101-109、111)間的距離係相異於至少另二個相鄰的該些可轉動陰極(10-15、101-109、111)間的距離。

8. 如申請專利範圍第 1 至 7 項之任一項所述之方法，其中該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)包括一第一對之可轉動陰極與相鄰之一第二對之可轉動陰極，其中該第一對由二個相鄰之該些可轉動陰極所組成，其中該第二對由二個相鄰之該些可轉動陰極所組成。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該第一對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極之其中一者的轉動方向相反於該第一對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極之另一者的轉動方向。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之方法，其中該第二對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極之其中一者的轉動方向相反於該第二對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極之另一者的轉動方向。

11. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)包括一第一對之可轉動陰極與相鄰之一第二對之可轉動陰極，該第一對由二個相鄰之該些可轉動

陰極所組成，該第二對由二個相鄰之該些可轉動陰極所組成，且該第一對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極的距離相異於該第一對之可轉動陰極與該第二對之可轉動陰極間的距離。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中該第二對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極的距離相異於該第一對之可轉動陰極與該第二對之可轉動陰極間的距離。

13. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)包括一第一對之可轉動陰極與相鄰之一第二對之可轉動陰極，該第一對由二個相鄰之該些可轉動陰極所組成，該第二對由二個相鄰之該些可轉動陰極所組成，且該第一對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極的距離相同於該第二對之可轉動陰極之該二個可轉動陰極的距離。

14. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該至少二者可轉動陰極(10-15、101-109、111)各包括至少一個磁鐵組(25)於其中，該方法更包括：

相對該可轉動陰極來定位該磁鐵組(25)於一第一位置，使得該磁鐵組(25)係非對稱地相對一平面對齊達一預定第一時間區段，該平面係從該基板垂直地延伸至該可轉動陰極之軸；以及

移動該磁鐵組(25)至一第二位置且保持該磁鐵組於該第二位置達一預定第二時間區段，該第二位置亦非對稱地相對該平面對齊。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該第一對之可

轉動陰極及/或該第二對之可轉動陰極的各該可轉動陰極內之該些磁鐵組(25)係同時地定位及移動。

16. 一種用於控制一塗佈製程之控制器，其中該控制器係適用於執行根據申請專利範圍第 1 至 7 項之任一項的該方法。

17. 一種用於塗佈一基板之塗佈機，包括：

a) 一陰極配置(1)，包括至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)；以及

b) 一控制器，根據申請專利範圍第 16 項；

其中，該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)係位於包括一第一半徑之一弧的一周線上，且該至少三個可轉動陰極的一者位於該至少三個可轉動陰極的其它二者之間。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之該種用於塗佈一基板之塗佈機，其中該陰極配置(1)包括至少四個可轉動陰極(10-15、101-109、111)，且其中該至少四個可轉動陰極之至少二者間的距離係相異於該至少四個可轉動陰極之至少其他二者間的距離。

19. 一種藉由一陰極配置(1)來塗佈一基板之方法，該陰極配置包括至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)，該方法包括：

a) 於一第一方向中轉動該至少三個可轉動陰極之至少一者；以及

b) 同時於一第二方向中轉動該至少三個可轉動陰極之至少一者；

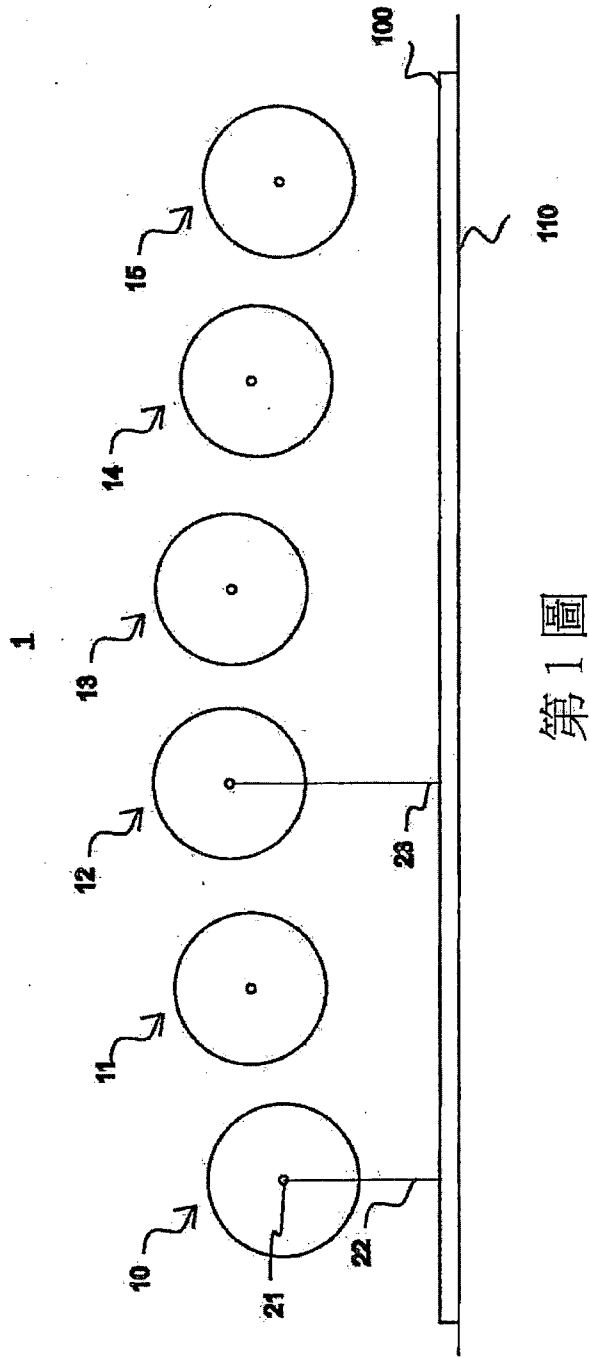
其中該第一方向係相反於該第二方向，該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)係位於包括一第一半徑之一弧的一周線上，且該至少三個可轉動陰極的一者位於該至少三個可轉動陰極的其它二者之間；

其中該至少三個可轉動陰極(10-15、101-109、111)各包括至少一個磁鐵組(25)位於其中，該方法更包括：

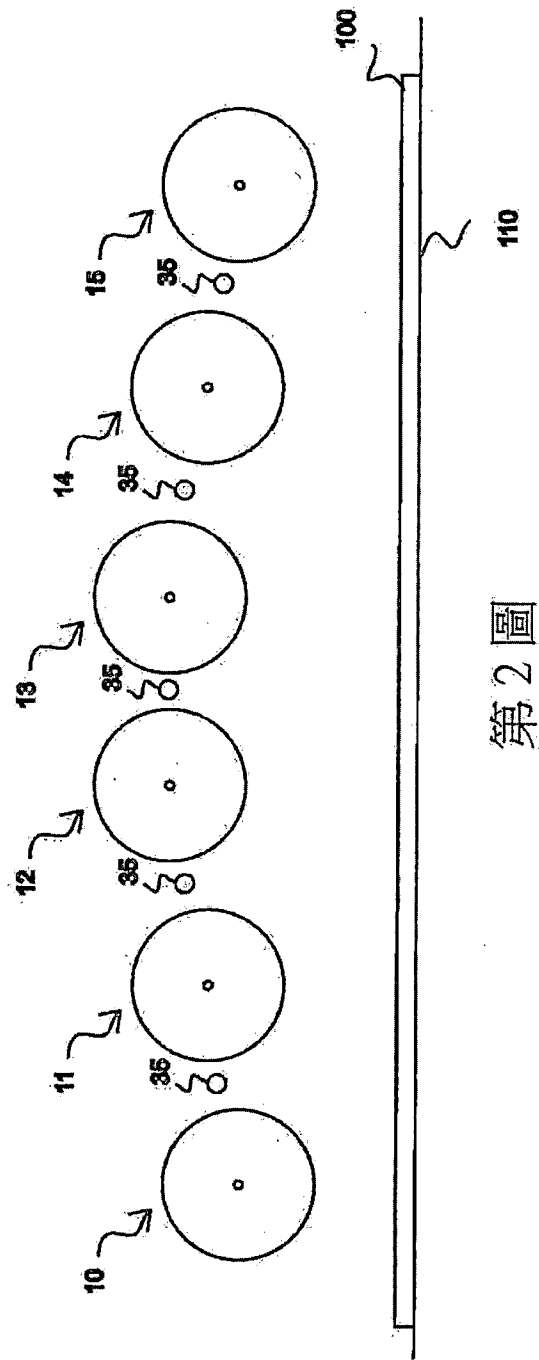
相對該可轉動陰極來定位該磁鐵組(25)於一第一位置，使得該磁鐵組(25)係非對稱地相對一平面對齊達一預定第一時間區段，該平面係從該基板垂直地延伸至該可轉動陰極之軸；以及

移動該磁鐵組(25)至一第二位置且保持該磁鐵組於該第二位置達一預定第二時間區段，該第二位置亦非對稱地相對該平面對齊。

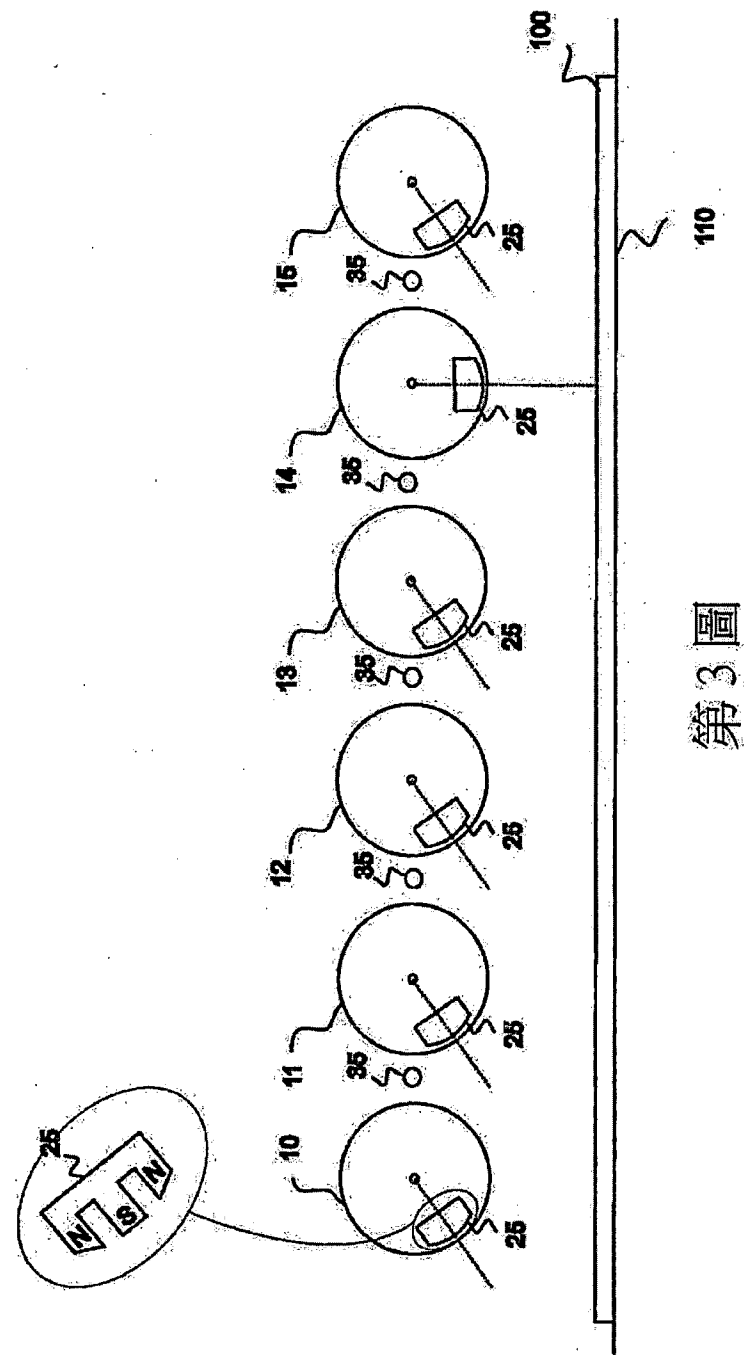
圖式



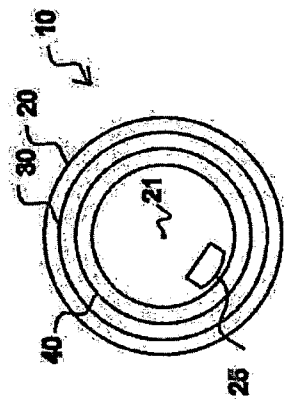
第1圖



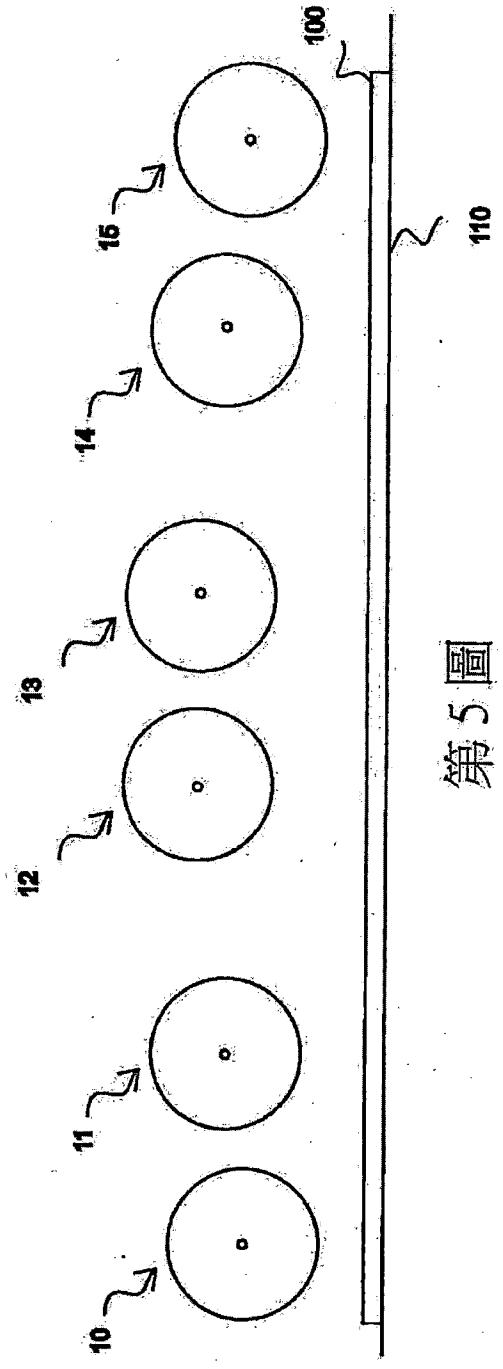
第 2 圖



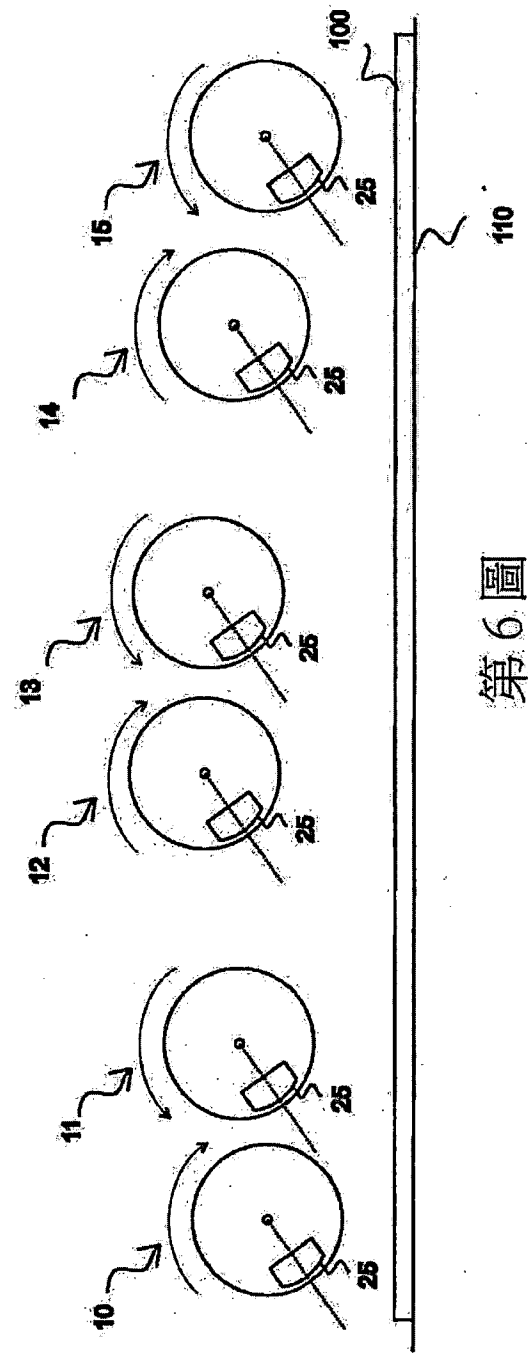
第 3 圖



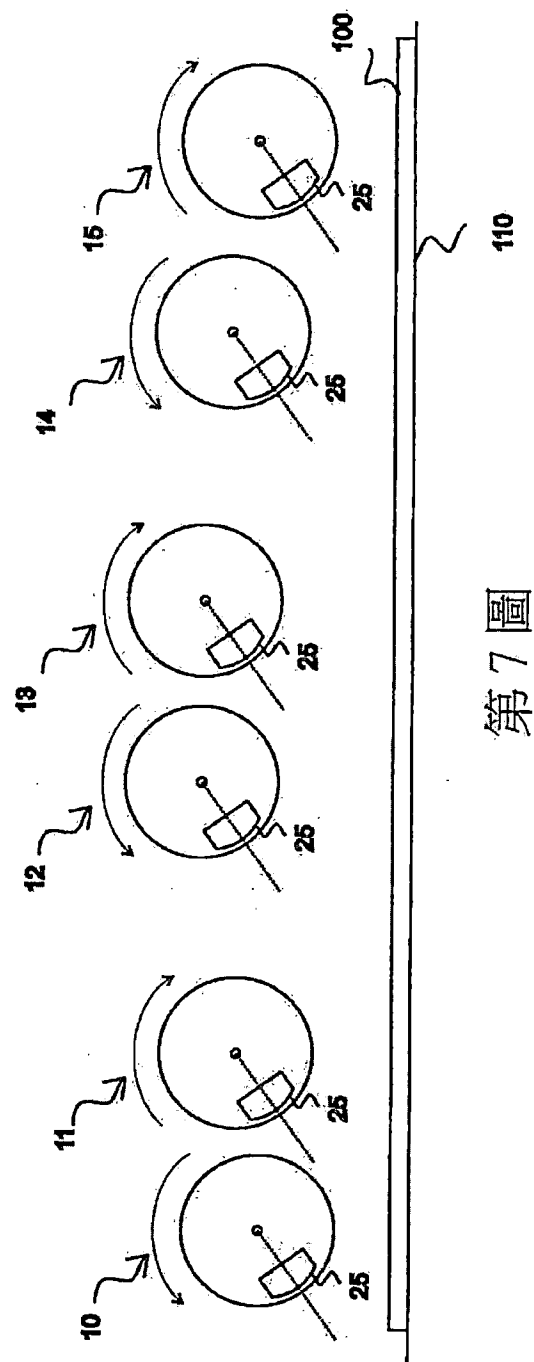
第 4 圖



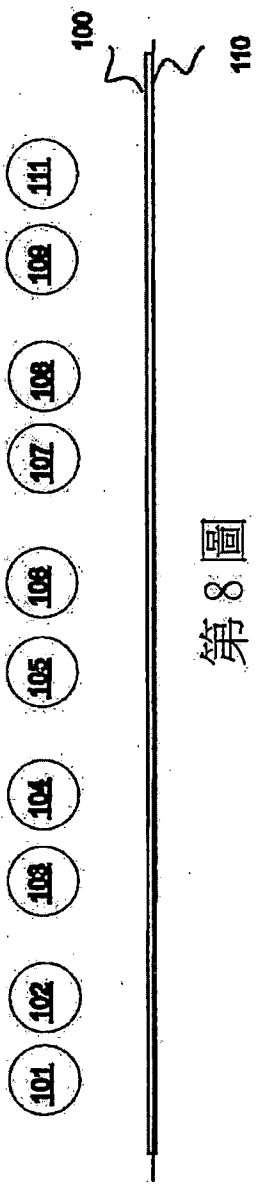
第 5 圖



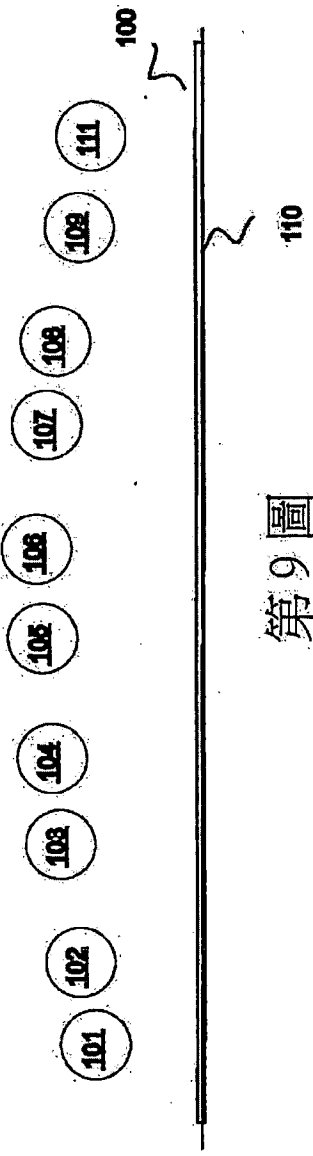
第 6 圖



第7圖



第 8 圖



第 9 圖