

I278175

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：91133074 ※IPC分類：H02N 7/00
G11B 7/00
※申請日期：91.11.11

壹、發明名稱

(中文) 靜電驅動機
(英文) Electrostatic Drive

貳、發明人(共1人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 多納德 J. 法森
(英文) Donald J. Fasen

住居所地址：(中文) 美國愛達荷州伯斯·西穆斯凱特道 12129 號
(英文) 12129 W. Musket Dr., Boise, ID 83713, U.S.A.

國籍：(中文) 美國 (英文) U.S.A.

參、申請人(共1人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 美商·惠普公司
(英文) HEWLETT-PACKARD COMPANY

住居所或營業所地址：(中文) 美國加州帕羅亞托·哈諾維街 3000 號
(英文) 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304, U.S.A.

國籍：(中文) 美國 (英文) U.S.A.

代表人：(中文) 安 O. 巴斯金
(英文) Ann O. Baskins

☐ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

捌、聲明事項

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為：_____

☐ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☒ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. 美國; 2002, 01, 11; 10/043,971

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係有關於一種靜電驅動機裝置，其中一或多個電極之電壓係被控制以產生靜電力，其產生此等電極所固定之二或更多個物件間之相對移動。

【先前技術】

發明背景

用以控制發生於一對物件間之靜電力之使用係已廣為人知。達成前述事項之一種方式為藉由添加或形成電極於一對物件，並施加電壓至此等電極以產生靜電力。藉由考慮此等物件間之實體連接之細節，此等電壓與結果靜電力可被運用以控制此等物件間之結果移動。

在微電機系統(MEMS)中，其經常需要經由一移動範圍影響物件間之非常微小、精密之移動。為此，某些時候大量電極被使用，其中個別電極係彼此接近地隔離，例如數微米(micrometer)或更少。在某些情況中，藉由更為減少相鄰電極間之間距或間隔即可獲得解析度增加(亦即較佳之移動步驟)。然而，在間距已為或接近給定製造技術所能達成之極限時，此並不可行。在其他情況中，即使技術上可行，增加電極密度仍非有利。舉例言之，增加電極密度將消耗額外空間、增加熱輸出、或要求非所欲之複雜支援電子。

無論相對移動之大小及品質如何，一般希望此等移動

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

可輕易加以控制。許多先前系統在此處失敗。其中有某些係難以控制，因為其並非以可允許將此等系統輕易合併於一封閉迴路控制系統之方式加以設計。其他系統要求使用複雜協定或命令語言以產生所欲移動。再其他系統要求系統操作者具有系統之機械細節之豐富知識以產生需要電壓及產生相對移動所需之靜電力。

5

玖、發明說明

【發明內容】

發明概要

本發明備置一種具有一動子及一定子之靜電驅動機，此動子具有數個可操作地添加於其上之動子電極，且此定
5 子具有數個可操作地添加於其上之定子電極。此等動子與定子係經由產生於此等動子電極以及此等定子電極間之靜電力而可相對於彼此移動。此靜電驅動機包括一被安裝為可將此等定子電極驅動於數個連續電壓狀態中之任一者之驅動器，其中每一電壓狀態係藉由此等定子電極之 LO 以
10 及 HI 電壓位準之組合而定義。由一電壓狀態轉換為連續相鄰電壓狀態可產生此等動子與定子間之相對移動之步階大小。對此等連續電壓狀態中之每一者而言，此驅動器係更被安裝為可選擇性地將施加於此等定子電極中之一者之電壓改變為介於此等 LO 以及 HI 電壓位準間之一數量，以產
15 生成比例之較小步驟大小並藉此增加此靜電驅動機之解析度。

圖式簡單說明

第 1 至 3 圖顯示使用根據本發明之靜電驅動機之電腦儲存裝置之不同態樣。

20 第 4 圖係根據本發明之靜電驅動機之概要描述。

第 5 圖係描述可存在於第 4 圖所示之各種定子電極之信號狀態的釋例波形圖。

第 6 圖係可被用以施加信號至第 4 圖所示之此等定子電極之驅動器系統之概要描述。

玖、發明說明

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

本發明係有關於一種靜電驅動機。此處所述之靜電驅動機實施例可被用於各種設定，但其已被證實當用於非常微小之電腦儲存裝置或其他 MEMS 系統時更具有益處。僅供說明之目的，下文所述之靜電驅動機實施例主要將以高密度 MEMS 電腦儲存裝置為背景進行討論。

第 1 及 2 圖個別顯示一可使用根據本發明之靜電驅動機之儲存裝置 100 之側邊橫截面及頂部橫截面圖。儲存裝置 100 包括數個場發射器，諸如 102 以及 104；一具有數個諸如 108 之儲存區域之儲存媒體 106；以及一相對於此等場發射器掃描(移動)此儲存媒體 106(或反之亦然)之微致動器 110。儲存裝置 100 可被安裝為可使每一儲存區域係可供儲存一位元或許多位元資訊之用。

此等場發射器可被安裝為具有非常尖銳之點的點發射器。舉例言之，每一場發射器可具有一約為一至數百奈米(nanometer)之曲率半徑。在操作期間，一預先選擇之電位差被施加於一場發射器以及其對應閘極間，例如發射器 102 以及環繞發射器 102 之環形閘極 103 間。由於此發射器之尖點之故，一電子束電流自此發射器被擷取並以高度精確率被導向此儲存區域。取決於此等發射器以及儲存媒體 106 間之距離、發射器之型式、以及所要求之此點大小(位元大小)，電子光學可被希冀以聚焦

玖、發明說明

此等電子束。一電壓亦可被施加至儲存媒體 106 以加速或減速此等場發射電子或用以輔助聚焦此等場發射電子。由於此等場發射器係被用以加速此儲存媒體上之所欲儲存區域，此處，此等場發射器亦將被歸類為存取裝置

5 。

殼體 120 通常係適於將儲存媒體 106 維持為部分真空，例如至少 10^{-5} 托耳(torr)。研究人員已使用半導體處理技術於真空腔室生產微製造場發射器。舉例言之，參見由瓊斯(Jonse)所著，刊登於 1992 年版 IEEE 元件合
10 成及製造科技第 1051 頁第 15 段之「矽場發射電晶體及二極體」(IEEE Transaction on Components, Hybrids and Manufacturing Technology, 15, page 1051, 1992)。

每一場發射器可對應於一或多個設置於儲存媒體 106 上之儲存區域。其中每一場發射器係可供數個儲存
15 區域用，儲存裝置 100 通常係適於掃描或影響殼體 120(例如場發射器)及儲存媒體 106 間之相對移動。舉例言之，微致動器 110 通常係適於將媒體 106 掃描至不同地區，使得每一場發射器係定位於不同儲存區域之上。以此種組態，微致動器 110 可被用於掃描儲存媒體上之場
20 發射器之一陣列(通常係二維陣列)。由於儲存媒體 106 係相對於殼體 120 移動，其將偶爾被歸類為「動子(mover)」。對應地，殼體 120 及各種相對於此殼體被固定之不同元件將偶爾被歸類為「定子(stator)」。

此等場發射器通常係被安裝為可經由其所產生之電

玖、發明說明

子束讀取以及/或寫入儲存區域上之資訊。如此一來，適用於儲存裝置 100 之場發射器必須產生夠狹窄之電子束以於儲存媒體 106 達成所欲位元密度。更詳而言之，此等場發射器必須提供具有足夠能量密度之電子束以實施所欲之讀取/寫入操作。各種方法可被用以製造此等場發射器。舉例言之，一種方法被揭露於 1976 年 12 月版之應用物理期刊第 12 卷第 47 期之由史賓德(Spindt)等人所著之「具有鉬錐之薄膜場發射陰極之物理特性」(“Physical Properties of Thin-Film Field Emission Cathodes With Molybdenum Cones” by Spindt et al, published in the Journal of Applied Physics, Vol. 47, No. 12, December 1976)。另一方法被揭露於 1991 年第 4 屆國際真空微電子論壇之技術摘要之由貝斯儀(Betsui)所著之「矽場發射器陣列之製造及特性」(“Fabrication and Characteristics of Si Field Emitter Arrays” by Betsui, published in Tech. Digest 4th Int. Vacuum Microelectronics Conf., Nagahama, Japan, page 26, 1991.)。此等發射器已成功地使用於各種應用，諸如平板顯示器。

20 此等場發射器可被設置為一個二維陣列(例如 100x100 發射器)，在 x 以及 y 方向皆具有 50 微米(micrometer)之發射器間距。每一發射器可存取成千上萬儲存區域內之位元。舉例言之，此等發射器可掃描(亦即相對移動)具有二維陣列儲存區域之儲存媒體，其

玖、發明說明

中，相鄰儲存區域間之周率可為 1 奈米或 100 奈米以上之片段，且其中，此微致動器之可操作範圍係 x 及 y 方向各 50 微米。同時，此等場發射器可被同時定址或以多工方式定址。平行定址架構可提供儲存裝置 100 有關存取時間及資料率之明顯效能增進。

第 3 圖係解釋用儲存媒體 106 之頂視圖，描述儲存區域之二維陣列及場發射器之二維陣列。外部電路(未顯示)被用以定址此等儲存區域。如此一來，其將經常需要將此儲存區域分割為列，諸如列 140，其中，每一列含有數個儲存區域，諸如儲存區域 108。通常，每一發射器係可用於數列，但無法用於此等列之全部長度。舉例言之，如前所述，發射器 102 係可供列 140 至 142 以及行 144 至 146 內之儲存區域使用。

前文所述係有關解釋用儲存裝置，其中根據本發明之靜電驅動機可被使用。此等型式之其餘儲存裝置之其餘態樣係揭露於美國專利第 5557596 號，該號專利之揭露內容係被包含於此處作為參考之用。

第 4 圖描述根據本發明之一靜電驅動機 150，包括數個固定於動子 154(例如儲存媒體 106)之動子電極 152、數個固定於定子 158(例如殼體 120)之定子電極 156、以及一驅動器 160。通常，如前所述，此等動子電極以及定子電極皆係設置為與移動軸(例如 x 軸)平行之線性組態。驅動器 160 可使動子電極 152 以及/或定子電極 156 之電壓上升，其將導致動子 154 以及定子 158 間之

玖、發明說明

靜電力之應用。由於此等靜電場以及機械懸置之邊緣被用以將此動子耦接至此定子，此等靜電力令此動子沿此 x 軸相對於此定子移動，如前所述。改變施加於此等電子之電壓將產生此等動子以及定子之相對位置的改變。

5 為達成沿其餘軸(例如 y 軸)或其他方向之相對移動，此描述排置可被再製以供此軸或方向用。舉例言之，如前所述，其希冀儲存媒體以二維方式移動，亦即移動於 x-y 平面。據此，此描述靜電驅動機系統將包括沿此等 x 軸以及 y 軸移動之動子電極以及定子電極。熟於此
10 技者將可瞭解本發明之範圍包括可產生多方向動作，包括線性/軸向動作以及曲線方向或其他型式方向之系統。

任何所欲假想數目之電極可被使用於各種幾何組態。如上文所述，其中，軸向動作係所欲者，此等動子以
15 及定子電極係大致以與此所欲軸或動作線性平行之方式排置。同時，其將希望提供足夠電極，使得此等動子以及定子中之至少某些於超出所欲動作範圍之全部時，係足夠接近以產生足夠之靜電力以引致此等物件間之相對動作。

20 舉例言之，特別參考第 4 圖，動子電極 152 係以一均一間距或間隔沿動子 154 之下表面之實質所有可用長度而設置。每一動子電極 152 之電壓係被指示為 1 或 0，其中，1 代表此電極係位於一 HI 電壓位準，且其中，0 代表此電極係位於一 LO 電壓位準，通常係接地。

玖、發明說明

如前文所述，此等動子上之電壓係與鄰近電極交替於 1 以及 0 間。一 40 伏特(volt)之 V_e 已證實為適當的，雖然其他電壓位準亦可適當地用於特定情況。在描述之組態中，動子電極之此等電壓並未改變。更確切言之，如下文將說明者，此等定子電極上之電壓係被改變為可產生可用於將此動子相對於此定子移動之改變靜電力。

仍請參考第 4 圖，定子電極 156 係類似地沿面對動子 154 之一定子 158 之表面以線性順序排置。如同動子電極，定子電極 156 通常係彼此均一地間隔設置，亦即，其具有均一之間距。然而，如下文將述者，此定子電極間隔可與此動子電極間隔不同。

如前文所述，定子電極 156 係設置於數個群組 163 內，每一群組含有自 S0 至 S6 等 7 個電極。驅動器 160 係被安裝為可經由數個不同電壓狀態或相位驅動每一定子電極群組之此等電極。此等相位係表示於可施加於此定子電極以產生所欲相對移動之概略表示之表 162 內。表 162 內之每一列定義一特定相位並指出於施加於定子電極 S0 至 S6 之供此相位用之電壓位準。舉例言之，在相位 0 時，此 HI 電壓位準(例如在此表中以 1 代表之 V_e)係被施加於此 S0 定子電極，此 LO 電壓位準(例如接地)係被施加於此 S1 定子電極，並以此類推。如前文所述，此等定子電極具有十四種不同之相位；在此表中，此等相位係以 0 至 13 標示。自一相位逐漸轉移為連續鄰近相位將導致動子 154 相對於定子 158 以一固定步階

玖、發明說明

大小移動。

如同經由匯流排型耦接 164 可見，藉由給定相位定義之 0 以及 1 之電壓圖形通常係被施加至位於此定子之七個定子電極群組中之每一者。據此，應可瞭解者為此等定子電極係邏輯地以及實體地劃分群組。此等定子電極係實體地劃分群組，因為每一群組包括七個實體地彼此相鄰於定子之定子電極。其係邏輯地劃分群組，因為此等七個群組係定子電極之最小群組，其中，此電器活動於此電極表面之全部長度相同地重複。每一群組自驅動器 160 接收同組之信號。

如圖所示，對此等七個定子電極群組 163 中之每一者而言，有六個動子電極佔據動子之相同長度。如此一來，定子電極間距係動子電極間距之 $6/7$ 。其餘群組以及間距比可被使用。舉例言之，此系統可被安裝為使此等定子電極係編組為多於或少於七個電極之邏輯群組。此等定子電極與此等動子電極之間距比可為 1:1 或不同於描述釋例中 7:6 比之其他值。

雖然許多組態皆係可能的，如描述釋例所述，最常被希冀使用者為此定子-動子間距比為 $(n):(n-1)$ ，其中， n 係每一邏輯/實體群組之定子電極數目。一般而言，每一相位前進之動子步階大小係此動子電極幾何以及此動子彈簧與靜電驅動機之相對力常數之函數。將可瞭解者為，對上文所述之定子-動子間距比 $(n):(n-1)$ 而言，至一相鄰相位之每一轉換將導致一等於除以每一邏輯/實體

玖、發明說明

群組之定子電極數目之動子電極間距的固定步階大小。

此假設產生於此等電極間之靜電力係較此動子彈簧力大出許多。舉例言之，假設一動子電極間距為 1.4 微米，且每一群組有七個定子電極，則此步階大小將為 0.2 微

5 米。如此一來，參考表 162，將此等定子電極電壓由相位 5 改變為相位 4 或相位 6 將導致動子 154 以及定子 158 間之 0.2 微米相對 x 軸位移。確實，在此釋例中，起始於如表 162 所示之此等 14 個不同相位中之任一者，增加或減少相位 1 將導致 0.2 微米之位移。

10 在許多情形中，藉由上文所述之電極幾何所產生之步階大小係適當的。在其他情形中，其希冀增加此動子之解析度(亦即藉由增加步階大小)。舉例言之，再參考第 1 至 3 圖所述敘之此儲存裝置之一實施態樣中，儲存媒體上之此等資料軌係 40 奈米寬，或係上文所述之釋
15 例之 0.2 微米步階大小的 1/5。為正確地存取此大小之資料軌，其需要一大於 0.2 微米之較高動子解析度。定位於較高解析度允許封閉迴路伺服控制之有效使用，減少量子化錯誤，以及允許此儲存裝置操作於軌偏移模式，如同資料回復處理經常要求者。

20 仍然參考第 4 圖，其描述用以增加動子解析度之系統以及方法。一般而言，此步階大小係藉由一或多個定子電極 156 之比例控制而減少。其已發現改變介於 LO 以及 HI 電壓信號間(亦即介於 0 以及 V_e 間)之此等定子電極之電壓將導致此步階大小之呈比例線性比例排列。

玖、發明說明

舉例言之，假設對相位 1(如表 162 中可見，定子電極 S0 至 S6 之位準={0 0 1 0 1 0 1})而言，此動子係位於 $x = 0$ 處。切換至相位 2(S0 至 S6 = {0 1 1 0 1 0 1})將導致動子前進至 $x = 0.2$ 微米處，假設此步階大小係如上文所述。代之以前進至相位 2，第二定子電極(S1)之電壓可自 0 至 1 成比例地增加，同時於所有定子電極之相位 1 值遠離此等定子電極，以達成較佳之解析度位置控制。如此一來，固定步階($x = 0.02$ 微米)之 10%可以設定於 S0 至 S6 = {0 0.1 1 0 1 0.1}之定子電極達成。此可想像為係相位 1 之「修改」。

此結果可更為一般地延伸至所描述系統，其中，增加解析度係經由每一定子電極群組之此等定子電極中之一者的成比例控制而達成。如表 162 中之虛線所示者，此成比例電極係與每一相位前進切換。S0 係成比例地受控制以供相位 0 用、S1 供相位 1、S2 供相位 2、以及以此類推。一般言之，如表 162 所示者，此成比例電極係相等於(相位模組 7)。如此一來，一旦此相位被判定，欲被控制之定子電極可使用一硬體或此模組 7 邏輯之軟體實施輕易地判定。

第 5 圖顯示供特定定子電極群組中之此等七個定子電極中之每一者用之波形圖。當此系統經由此等 14 個不同之相位循環時，每一定子電極係位於 LO 位準(0)以供六個連續相位用，經由一相位之轉移，且而後係位於 HI 位準(1)以供六個連續相位用。此等描述波形顯示此

玖、發明說明

等 LO 以及 HI 位準間之線性、跳躍轉移，指示在發生跳躍轉移之此相位期間，此給定定子電極係成比例地受控制。

舉例言之，在相位 9 內，此 S2 電極係成比例地受控制，並自 LO 轉移為 HI。在此相位期間，S2 係成比例地設定為 LO 以及 HI 間之某些比例排列值，以達成所欲位移數量，同時其餘所有電極保持為相位 9 所指定之 HI 以及 LO 位準。再一次，此可想像為係相位 9 之修改。當 S2 係設定於 0(LO)時，相位 9 並無法自第 4 圖之表 162 所示之此電壓狀態加以修改。當相位 9 係藉由增加 S2 之電壓而修改時，成比例之位移數量發生，亦即，藉由自相位 9 至相位 10 之簡單轉移，將發生與此固定步階大小成比例之情形。當 S2 電壓接近 1(HI)時，一與若簡單地將相位切換至相位 10 將發生之位移數量幾乎相等之位移數量已發生。若更需要其他位移，此等電極電壓係被切換至相位 10 所指定之位準，且此成比例電極切換至而後係成比例地控制以達成所欲位移之 S3。

如此一來，將可瞭解者為資訊中之至少二者係需要定位此動子。第一為此相位。如上文所討論者，此相位判定此等電極中之何者係成比例地控制，以及究係 HI 或 LO 位準被施加於剩餘位成比例電極。第二資訊片段為欲被施加至成比例電極以產生所欲動子位移之電壓。

此二項目皆可被包含於一多位元數位命令內，諸如

玖、發明說明

釋例控制命令 170，其包括一整數值 172 以及一分數值 174。整數值 172 指定欲將動子自某些參考點移動之相位步階數目(因相位前進所產生之位移)。在上文所述之釋例中，每一相位步階提供 0.2 微米之位移。所描述之

5 整數值 172 係一 8 位元數，如此一來，即可提供至 256 相位步階。此將提供約為 50 微米之相對位移可操作範圍，假設係使用上文所述之 0.2 微米步階大小。此範圍已經證實可使用於上文所述之釋例儲存裝置。此整數值場之位元大小可當然配合任何所欲數目相位步階而修改

10 。

整數值 172 通常係被處理以產生一指定此等定子電極之相位之 4 位元值。此可藉由使用硬體或軟體實施模式 14 計數器將整數值 172 轉換為一基底 14 值。任擇地，此整數值可經由下列基底 14 轉換中之一者直接轉換

15 為此相位：(1)相位 = $iv - \text{INT}(iv/14)$ ，其中 iv 係此整數值；或(2)相位 = $iv - \text{INT}((iv*64+iv*8+iv+72)/1024)$ 。

為將此動子移動所欲相位步階數目，驅動器 160 通常係經由所有中間連續相位循環定子電極 156。藉由說明，假設此動子係位於 $x = 0$ ，當整數值 172 為 0 時。當整數值 172 為 50 時，此動子已移動至 $x = 50*(0.2) = 10$ 微米。同時，在此點時(亦即 $x = 10$ 微米)，此等定子電極係位於相位 8($S0$ 至 $S6 = \{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\}$)。為將此動子移動另一 10 微米至 $x = 20$ 微米，一額外相位步階

20

玖、發明說明

係需要的。如此一來，開始於相位 8，此相位係增加 50 倍(自相位 8 至相位 9、10、11、12、13、0、1、等等)以產生影響所欲動作所需之靜電力。在第 100 步階，此等電極係位於相位 2。

- 5 分數值 174 指定一給定相位步階之分數值，且係被用以比例排列被施加於成比例控制電極之電壓。另一有關分數值 174 之思考方式為其係給定相位如何自如表 162 所描述之無法修改代表加以修改之說明。在所描述控制命令 170 中，一 12 位元小數值被使用，產生一小
- 10 於藉由一相位前進產生之基本步階大小 4096 倍之最終步階大小。據此，使用上文所述釋例之 0.2 微米相位步階，此 12 位元小數值提供動子解析度 0.05 奈米(0.2 微米/4096)，或一奈米之 1/20。

- 其將可瞭解者為，上文所述之此等成比例控制系統
- 15 以及控制命令提供數種優點。此等優點中之一者為簡化操作。就某種意義而言，上文所述之系統係作用為一數位至類比轉換器，其接收一數位輸入(例如控制命令 170)並響應產生一類比輸出(例如動子 154 之實體位移)。
- 此實體位移數量係可簡單地控制，因為其係隨此數位
- 20 輸入值線性地改變。此控制命令允許系統程式人員/設計者輕易程式化動作控制，無須具備此可動式系統之基本機械原理知識。除此之外，上文所述之成比例控制架構增進移動解析度，無須要求額外電極或複雜支援電子。

玖、發明說明

第 6 圖描述可被用以於定子電極 156 產生此等所欲電壓之驅動器 160 之各種元件。半橋 180 係設以供此等定子電極中之每一者用。每一半橋包括一耦接於一 P-FET184 以及一 N-FET186 之輸入閘極 182，具有至接地以及 V_e 之附接，與一供此定子電極電壓用之輸出接腳 188。一調節 op-amp190 係被設以達成此等電極中之一者之比例控制(例如藉由表 162 內之斜虛線指定之成比例控制電極)。電壓驅動器 192(電阻器 194 以及 196)與一 D-A 轉換器 198 係被耦接於此 op-amp 之此等輸入。

10 電極表 162 與第 4 圖所描述者係相同之表，且含有欲被施加至此等各種定子電極之此等電壓位準。驅動器 160 可更包括一處理器 202、記憶體 204、以及其他被安裝為可執行此處所述功能之硬體與軟體元件。

如前文所述，控制命令 170 係被施加至驅動器 160 以作為一輸入。如上文所述，整數值 172 指定數個相位步階以及相位，其中，此等定子電極必須被置放以達成命令移動。根據此相位，此等欲被施加至未成比例定子電極之電壓係已知。通常，此等電壓係根據諸如表 162(第 4 圖)所示之供各種相位用之此等值的儲存值而施加。

20 此相位選擇導致對此等未成比例電極之輸入被切換，使得此等儲存值被施加作為對此等控制電極輸出之半橋的輸入。詳而言之，非 1 即 0 被施加於此半橋之輸入閘極 182 以供此等未成比例電極中之每一者用。其中，當 1 被施加時，P-FET184 變為飽和，將電極輸出 188 連結

玖、發明說明

至 V_e 。當 0 被施加時，N-FET186 變為飽和，接地此電極輸出。

此相位值亦可判定對此成比例電極之輸入信號之切換。詳而言之，此相位判定此等半橋中之何者將被選擇地耦接至調節 op-amp190，以於此半橋之輸出產生介於接地以及 V_e 間之一輸出。根據此相位選擇，此選擇半橋之輸入閘極 182 係被耦接於 op-amp190 之輸出 208。此選擇半橋之輸出 188 係經由電阻器 196 被耦接於 op-amp190 之輸入側。

- 10 此所欲成比例電壓係藉由施加具有輸入 210 之 D-A 轉換器 198 而產生於此選擇半橋之輸出。輸入 210 係被設定為：(1) $f_v/4096$ ，其中， f_v 係分數值 174(假設分數值 174 係一 12 位元數)，或(2) $1-f_v/4096$ 。此等二種情形個別反映位移在某些時候係藉由增加電壓於此成比例電極而增加(情形 1)，以及在其他時間，其係藉由減少此成比例電極之電壓而增加(情形 2)。參考第 5 圖所示之此等電壓波形，其中，此轉換斜率係為正數(當供此電極用之第 4 圖表入口為 0 時)，D-A 轉換器 198 係設為 $f_v/4096$ (情形 1)。其中，此轉換斜率係為負數(當供此電極用之第 4 圖表入口為 1 時)，D-A 轉換器 198 係設為 $1-f_v/4096$ (情形 2)。

D-A 轉換器 198 之結果類比輸出經由此正端子與經由負端子提供之自選擇半橋而來之此電壓分割輸出被施加作為對 op-amp190 之一輸入。此等輸入之應用終究令

玖、發明說明

op-amp190 達到一均衡，於該點此所欲成比例電壓係來自此選擇半橋之輸出且被輸入至此給定定子電極。

一般相信，上文之討論內容包含數個具有獨立功用之發明。同時此等發明中之每一者皆已就其較佳形式加以討論，其中之特定實施例可有各種不同變化。此等發明之標的包括上文所述之各種元件、特徵、功能以及/或特性之所有新穎以及非顯而易知之組合及次組合。類似地，此處之申請專利範圍詳述以「一」或「一個第一」元件或其等效物，此等申請專利範圍應被瞭解為可包括一或多個此等元件，而非要求或排除二或更多此等元件。

一般相信，後附申請專利範圍具體地指明有關前文所述發明中之一者之新穎且非顯而易知的特定組合或次組合。以其他特徵、功能、元件以及/或特性之組合或次組合所說明之發明可經由修正現有申請專利範圍或以此應用或相關應用之新申請專利範圍表示。此等修正或新申請專利範圍，無論係有關不同發明或係有關相同發明、無論在範圍上係不同於、大於、小於或相等於原始申請專利範圍，皆應視為係被包括於本文揭露之發明之標的中。

【圖式簡單說明】

第 1 至 3 圖顯示使用根據本發明之靜電驅動機之電腦儲存裝置之不同態樣。

第 4 圖係根據本發明之靜電驅動機之概要描述。

玖、發明說明

第 5 圖係描述可存在於第 4 圖所示之各種定子電極之信號狀態的釋例波形圖。

第 6 圖係可被用以施加信號至第 4 圖所示之此等定子電極之驅動器系統之概要描述。

5 【圖式之主要元件代表符號表】

100 …… 儲存裝置	170 …… 控制命令
102、104 場發射器	172 …… 整數
103 …… 閘極	174 …… 分數
106 …… 儲存媒體、掃描媒 體	180 …… 半橋
108 …… 儲存區域	182 …… 輸入閘極
110 …… 微致動器	184 …… P-FET
120 …… 殼體	186 …… N-FET
140、141、142 列	188 …… 電極輸出
144、145、146 行	190 …… op-amp
150 …… 靜電驅動機	192 …… 電壓驅動器
152 …… 動子電極	194、196 電阻器
154 …… 動子	198 …… D-A 轉換器
156 …… 定子電極	202 …… 處理器
158 …… 定子	204 …… 記憶體
160 …… 驅動器	210 …… 輸入
162 …… 表	
163 …… 群組	
164 …… 匯流排型耦接	

肆、中文發明摘要

一種靜電驅動機 150，具有數個可操作地固定於一動子 154 之動子電極 152，以及數個可操作地固定於一定子 158 之定子電極 156。此等動子 154 以及定子 158 係被安裝為可經由產生於此等動子電極 152 以及定子電極 156 間之靜電力而相對於彼此移動。此靜電驅動機 160 包括一被安裝為可將此等定子電極 158 置放於數個連續電壓狀態中之任一者之驅動器，每一電壓狀態皆係藉由個別定子電極 156 之 LO 以及 HI 電壓位準組合而定義。自一電壓狀態轉換為一連續相鄰電壓狀態可產生此等動子 154 以及定子 158 間之相對移動步階大小。對此等連續電壓狀態中之每一者而言，為產生一成比例之較小步階大小，驅動器 160 係更被安裝為可選擇地將施加於此等定子電及 156 中之一者之電壓改變為此等 LO 以及 HI 電壓位準間之一數量。

伍、英文發明摘要

An electrostatic drive 150 having a plurality of mover electrodes 152 operatively secured to a mover 154, and a plurality of stator electrodes 156 operatively secured to a stator 158. The mover 154 and stator 158 are configured to move relative to each other via electrostatic force generated between the mover electrodes 152 and the stator electrodes 156. The electrostatic drive 160 includes a driver configured to place the stator electrodes 158 in any of a number of sequential voltage states, each being defined by a combination of LO and HI voltage levels at the individual stator electrodes 156. Transition from one voltage state to a sequentially adjacent voltage state produces a step size of relative movement between the mover 154 and stator 158. For each of the sequential voltage states, the driver 160 is further configured to selectively vary voltage applied at one of the stator electrodes 156 to an amount between the LO and the HI voltage levels, in order to produce a proportionally smaller step size.

拾、申請專利範圍

1. 一種靜電驅動機，包含：

一動子以及數個可操作地添附於其上之動子電極

；

一定子以及數個可操作地添附於其上之定子電極

5 ，該等動子以及定子係可經由產生於該等動子電極以及該等定子電極間之靜電力而相對於彼此移動；以及

一驅動器，其被安裝為可將該等定子電極驅動為數個連續電壓狀態中之任一者，每一電壓狀態係藉由一存在於該等定子電極之 LO 以及 HI 電壓位準組合
10 而定義，其中，自一電壓狀態轉換為一連續相鄰電壓狀態之轉換產生一介於該等動子以及定子間之相對移動步階大小，

其中，對該等電壓狀態中之每一者而言，該驅動器係更被安裝為可選擇性地將施加於該等定子電極中
15 之一者之電壓改變為一介於該等 LO 以及 HI 電壓位準間之數量，以產生一成比例較小步階大小。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之靜電驅動機，其中，該驅動器係被安裝為可根據一數位控制命令產生介於該等動子以及定子間之相對移動，該驅動器係更被安
20 裝為可產生介於該等動子以及定子間之隨該數位控制命令線性地改變之相對移動。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之靜電驅動機，其中，該數位控制命令包括該等數個連續電壓狀態中之一者之說明。

拾、申請專利範圍

- 4.如申請專利範圍第 2 項所述之靜電驅動機，其中，
該數位控制命令包括該等用以接收一介於該等 LO 以
及 HI 電壓位準間之改變電壓之該等定子電極中之一
或多個的說明。
- 5 5.如申請專利範圍第 4 項所述之靜電驅動機，其中，
該數位控制命令包括供用以接收一介於該等 LO 以及
HI 電壓位準間之改變電壓之該等一或多個定子電極
用之程度說明，其中，該改變電壓係自該 HI 電壓位
準或該 LO 電壓位準改變。
- 10 6.如申請專利範圍第 1 項所述之靜電驅動機，其中，
該等動子電極係彼此均一地隔離，且其中，該等定子
電極係彼此均一地隔離。
- 7.如申請專利範圍第 6 項所述之靜電驅動機，其中，
定子電極間之該間距係為該等動子間之該間距之(N-
15 1)/N 倍。
- 8.如申請專利範圍第 7 項所述之靜電驅動機，其中 N =
7。
- 9.一種靜電驅動機，包含：
一對被安裝為可相對於彼此移動之物件；
20 數個可操作地固定於該等物件中之一者之電極，
該等電極係被安裝為可使應用至該等電極之電壓產生
影響該等物件之相對移動之靜電力；以及
一被安裝為可選擇性地施加一電壓位準至該等電
極中之每一者之驅動器，該電壓位準係自由一 HI 位

拾、申請專利範圍

準、一 LO 位準、以及一自包括介於該等 HI 與 LO 位準間之位準範圍之比例排列位準所組成之該群組中選出，其中

該 HI 位準或該 LO 位準係施加於該等電極中之至少一者；以及

該比例排列位準係施加於該等其餘電極中之至少一者，其中，該驅動器係被安裝為可改變介於該等 HI 以及 LO 位準間之該比例排列位準以成比例地調整發生於該等物件間之該相對移動。

10 10. 一種靜電驅動電腦儲存裝置，包含：

一儲存媒體以及數個可操作地添附於其上之儲存媒體電極；

一可動地與該儲存媒體耦接之存取裝置，該存取裝置係被安裝為可存取該儲存媒體上之儲存地區；

15 數個相對於該存取裝置固定之存取裝置電極，該等儲存媒體以及存取裝置係可經由產生於該等儲存媒體電極以及該等存取裝置電極間之靜電力而相對於彼此移動；以及

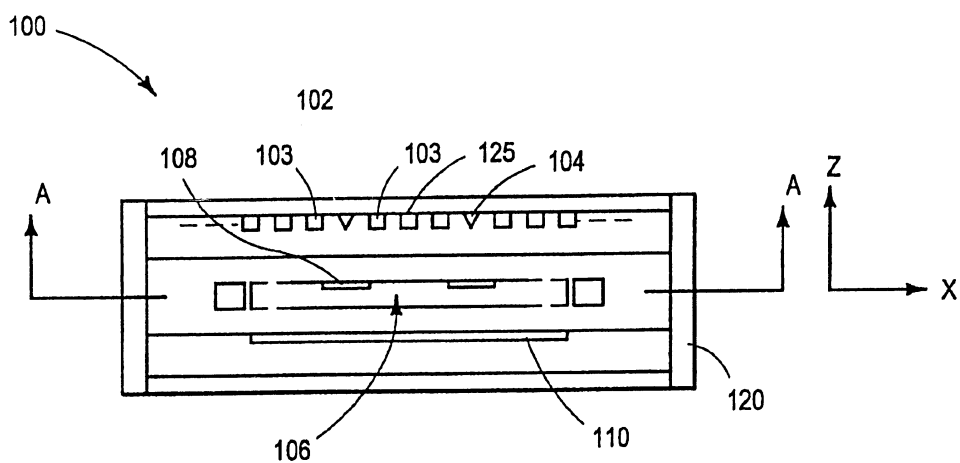
20 一被安裝為可將該等存取裝置電極驅動為數個連續電壓狀態中之任一者之驅動器，每一電壓狀態係介由一存在於該等存取裝置電極之 LO 以及 HI 電壓位準之組合而定義，其中，自一電壓狀態至一連續相鄰電壓狀態之轉換產生一介於該儲存媒體以及該存取裝置間之相對移動步階大小；

拾、申請專利範圍

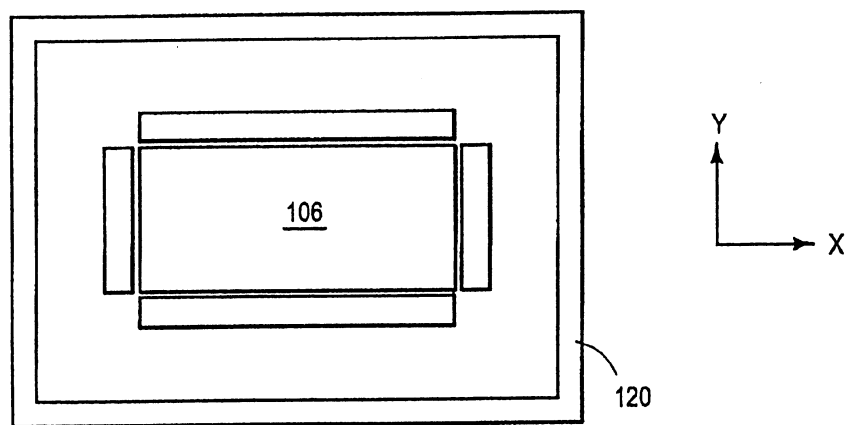
其中，對該等電壓狀態中之每一者而言，該驅動器係更被安裝為可選擇性地將施加於該等存取裝置電集中之一者之電壓改變為一介於該等LO以及HI電壓位準間之數量，以產生一成比例較小步階大小並藉此增加發生於該等儲存媒體以及存取裝置間之相對移動解析度。

5

1/5

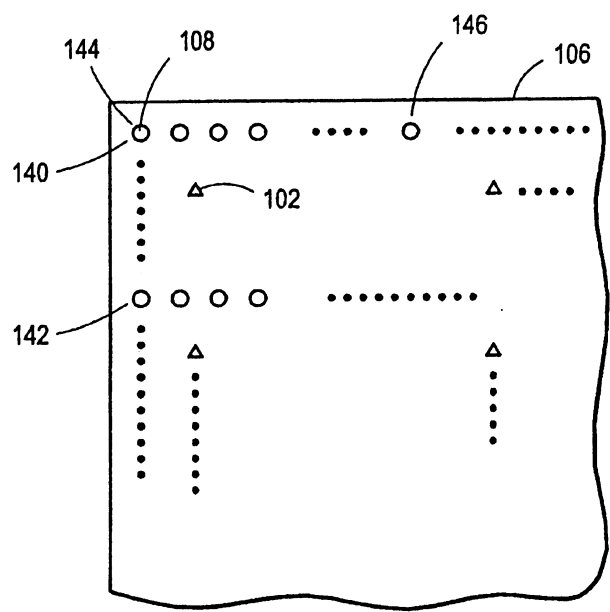


第 1 圖

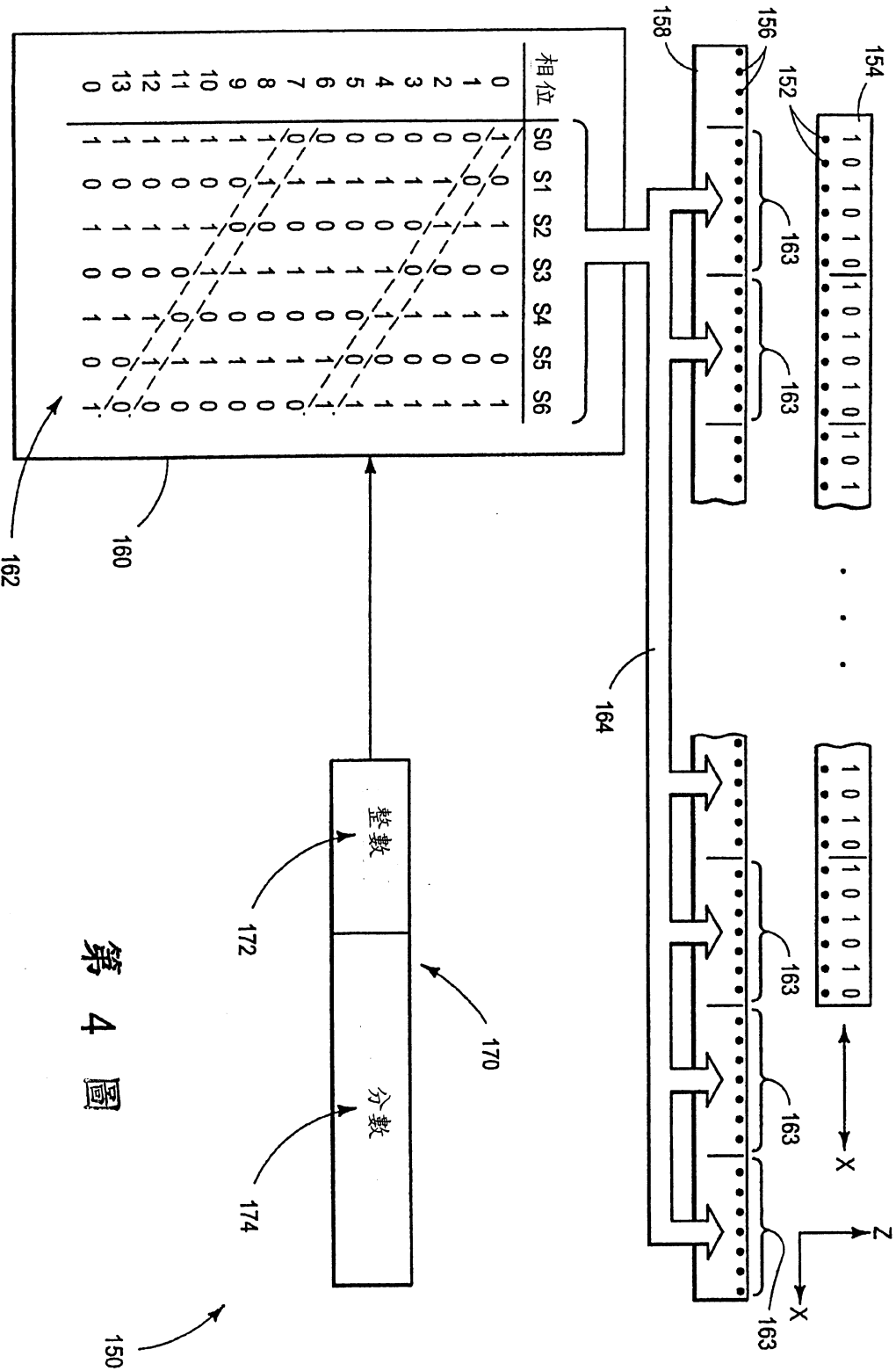


剖面 A-A

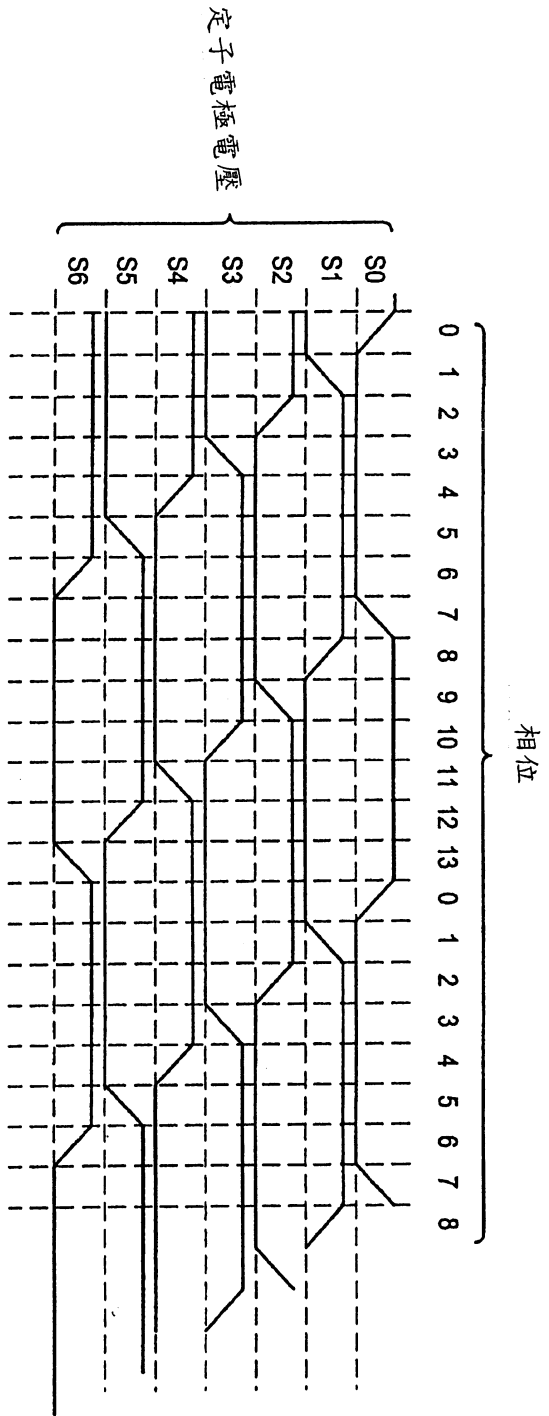
第 2 圖



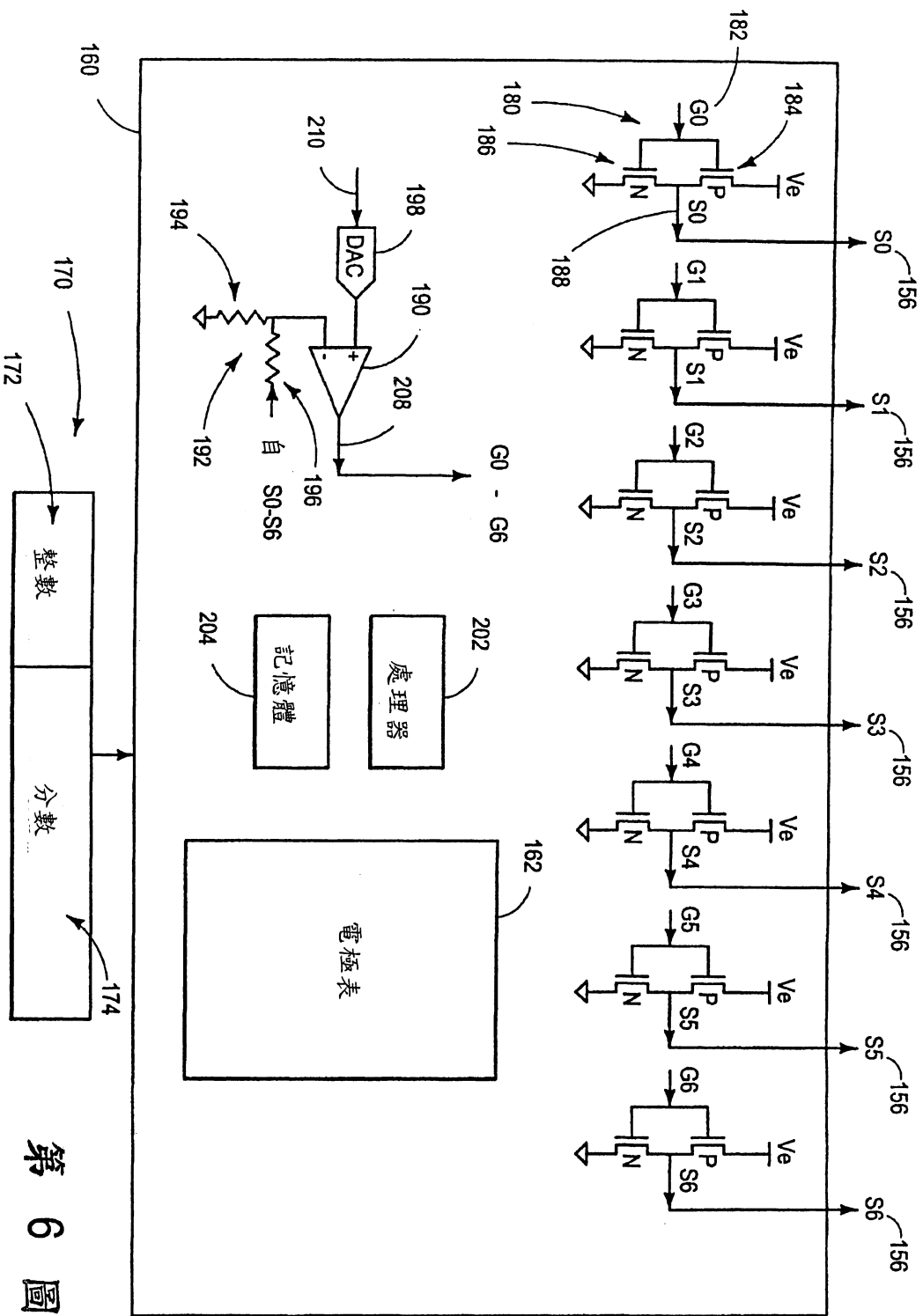
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖

陸、(一)、本案指定代表圖爲：第4圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

150	靜電驅動機	163	群組
152	動子電極	164	匯流排型耦接
154	動子	170	控制命令
156	定子電極	172	整數
158	定子	174	分數
160	驅動器		
162	表		

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：