

# 公告本

申請日期	89. 4. 7
案 號	89106426
類 別	G01D 5/24, 11/24 G01B 7/30

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

573116

## 發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	電容性的位移編碼器
	英 文	"CAPACITIVE DISPLACEMENT ENCODER"
二、發明 人	姓 名	伊紹 尼茲
	國 籍	以色列
	住、居所	以色列米斯蓋維市尤凡林大廈
三、申請人	姓 名 (名稱)	以色列商尼茲精密移動感測器公司
	國 籍	以色列
	住、居所 (事務所)	以色列米斯蓋維市郵箱1359號特瑞迪歐工業區特拉格大廈
	代 表 人 姓 名	亞里 米斯蓋維

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利, 申請日期: 案號: , 有 無主張優先權

美國 1999年04月19日 09/294,749 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於: , 寄存日期: , 寄存號碼:

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明(1)

### 發明領域

概略而言，本發明係關於位置感測器，特別係關於旋轉或直線位置之電容編碼器。

### 發明背景

旋轉角及直線位移的量測廣用於各種領域控制位置、速度及加速度。用於此項用途之非接觸式感測器概略述於同步機/解析器轉換手冊第一章，第四版，DDC ILC 資料裝置公司出版(紐約波希米爾1994年)，併述於此以供參考。

市售非接觸式全旋轉換能器(俗稱旋轉角度編碼器)幾乎絕對為光軸編碼器或電磁解析器。兩種類型的換能器皆為業界眾所周知。出售為集成裝置，包括其本身的軸及軸承以及呈模組裝置出售欲架設於一主軸上。

光編碼器提供二進制準位輸出信號且可劃分為絕對型及增量型。增量型編碼器較為普及，原因在於其構造簡單及成本低，但有下列缺點：

- 僅能量測相對位置。
- 此種編碼器對機械組裝以及安裝錯誤敏感。
- 此種編碼器的構造僅能提供有限的機械耐用性。

絕對光編碼器較為昂貴、較為龐大且通常非模組式。近年來引進一種改良型絕對編碼器其提供正弦波而非二進制準位輸出，其可內插而提供較高解析度。

電磁解析器之細節詳述於前述同步機/解析器轉換手冊，為捲繞的電感組件。其相當龐大、昂貴但高度耐用。當極對解析器提供兩種輸出電壓，電壓與 $\sin\theta$ 及 $\cos\theta$ 成比

## 五、發明說明 ( 2 )

例，其中 $\theta$ 為旋轉角。多極對解析器提供輸出電壓，該電壓係與 $\sin(n\theta)$ 及 $\cos(n\theta)$ 成比例，此處 $n$ 為極對數目。多極對解析器之解析度及準確度高，但輸出信號無法明白的於全圓旋轉上定義旋轉角。

雙速度解析器等於單極對及多極對解析器組合於同一根軸上的組合。其同時提供兩對輸出電壓，稱做粗及細通道。經由處理二通道可獲得準確且明白的讀值。但此種解析器甚至比單或多極對相對組件更龐大且更昂貴。

直線光編碼器為增量數位裝置，其類似增量旋轉編碼器，包括讀取頭，其相對尺規移動且產生輸出脈衝。目前高準確度長衝程的線性編碼器幾乎排它地全屬光學類型，但也有某些基於磁性原理的直線編碼器。並無電容式直線編碼器於商業上可用作孤立組件，但直線電容式編碼器廣用於數位卡規。

於本案及申請專利範圍內文，「編碼器」一詞表示位移換能器，其中固定元件與移動元件間的互動係基於一種重複類型，具有二進制或連續輸出信號。「移動元件」及「轉子」等詞用來敘述旋轉編碼器時互換使用，如同「固定元件」及「定子」等詞般。同理「讀取頭」及「尺規」分別表示直線編碼器的移動元件及固定元件。

即使經過多年的發展，光軸編碼器及電磁解析器仍然無法提供下列全部期望性質的組合：

- 具有高準確度及解析度的絕對讀值。
- 構造簡單且封裝容易。

## 五、發明說明 ( 3 )

- 製造成本低。

### 電容式旋轉角度編碼器的基本構想

電容式全圓旋轉絕對角度編碼器(CFRAAEs)基於轉子與定子間的電容式互動將旋轉角轉成輸出信號。其可建構成模擬單極或多極電磁解析器，亦即每次旋轉有一輸出信號重複一次或多次，以及模擬多速解析器。

CFRAAEs如專利參考文獻所述預期可提供比較光及電感式編碼器的顯著優點。但CFRAAE裝置由於多種困難結果全然沒有市場，但其困難尚未完全辨識、了解或解決。例如：

- 準確CFRAAE操作要求於寄生電容及外部干擾存在下甄別1毫微微法拉第(Femto-Farad)( $10^{-15}$  法拉第)以下的電容。因此屏蔽不受外部干擾變成具有關鍵重要性。
- 推定CFRAAEs需要昂貴、準確度高且穩定的電子組件。例如德國專利申請案DE 42 15 702敘述電容式角度編碼器，其中電容可藉雷射修整個別校正。
- 專利參考文獻敘述的CFRAAE中要求複雜的信號調理。用以此種內文的信號處理系統述於例如德國專利申請案DE 36 37 529以及對應的美國專利案4,851,835，併述於此以供參考。
- 對各種已知類型的編碼器缺乏系統性分類及分析。結果尚未發現新穎的配置及改良的可能。

因此業界普遍認為CFRAAE無法商業化。唯有限制旋轉

## 五、發明說明(4)

(實質上小於360度角)電容式換能器可實際應用，且僅有有限用途，其中換能器係集成於主機系統主要為光鏡掃描器內部。典型限制旋轉換能器述於美國專利3,312,892，3,732,553，3,668,672，5,099,386及4,864,295，併述於此以供參考。

類比式全圓旋轉換能器例如電磁解析器(與數位式或脈衝計數式相對)換能器典型提供兩個與旋轉角的正弦值及餘弦值成比例的正交輸出信號。不似電感耦合，由於電容耦合經常為正，通常唯一在電容式換能器獲得雙極輸出的唯一方式係測量二位移相關電容間的差異。

圖1為舉例說明此種原理之典型示意電路圖(也適用於電容式直線位移換能器)。二互補激勵電壓Q及Q'分別外加於固定發射器板41及42。移動接收器板40電容式耦合至發射器板且如業界已知連結至電荷放大器43。電荷放大器43之輸出電壓係與接收器板40與發射器板41及42間之個別電容 $C_1$ 與 $C_2$ 間之差異成比例。電荷放大器43的輸出經處理提供差異電容 $C_1-C_2$ 之振幅及極性，由此可導出板40相對於板41及42的位置。

經由以電磁解析器類似方式，CFRAAEs可製造成單極及多極配置。美國專利5,598,153併述於此以供參考，敘述一種典型單極CFRAAE。法國專利申請案77 29354說明一種多極編碼器，其中轉子與定子間的重疊每轉改變6次。前述美國專利案4,851,835敘述一種編碼器，其中單一轉子產生粗及細信號。

## 五、發明說明 ( 5 )

於相關專利參考文獻說明多種方法來將可變電容轉成輸出信號。此等方法分成兩大類：

1. 結合可變電容於一振盪器電路其藉由改變其頻率或工作週期回應。此種方法例如述於歐洲專利申請案 0 459 118 A1；德國專利申請案 DE 33 28 421；以及文章名稱“Kapacitives Sensorprinzip zur Absoluten Drehwinkelmessung”(旋轉絕對角量測之電容式感測器原理)，作者 Arnold 及 Heddergott 於 Elektronpraxis (1989 年 3 月)。
2. 結合交流激勵源用以獲得至少一個交流或直流輸出信號，其為編碼器中與角度有關電容的函數。若欲涵蓋全圓旋轉則需要兩個此種輸出。例如美國專利案 4,092,579 併述於此以供參考，敘述一種電容式解析器具有一激勵電壓源及二輸出電壓信號分別係與旋轉角的正弦及餘弦成比例。美國專利 4,429,307 也併述於此以供參考，敘述一種具有類似電路配置的電容式編碼器，但使用兩個具有相反極性的激勵電壓。

類似辦法例如述於歐洲專利申請案 0 226 716；德國專利申請案 DE 36 37 529；以及文章名稱“具有全圓範圍之準確且低成本的電容式絕對角位置感測器”，作者 Xiujun Li 等人，IEEE 儀器及測量之事務處理，45:2 (1996 年 4 月)，516-520 頁。

此種基於交流激勵的 CFRAAE 架構的準確度係與激勵電壓的品質有關。不準確可能導致激勵信號不具有高諧波純

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(6)

度及振幅不等，或偏離恰90度的相對相移。如前述德國專利申請案DE 36 37 529之圖3說明，相關困難可藉電路複雜程度克服。解決之道包括複雜數位模擬類比正弦電壓，如歐洲專利申請案0 226 716之提議；或採用準確且穩定的類比電路文件如前文Li等人之文章所述。

德國專利申請案DE 37 11 062也敘述一種使用交流方波激勵之電容式位置量測裝置。旋轉角係基於步進信號時間抽樣算出，該信號係來自於方波激勵電壓與電容交互作用結果隨著轉子的轉動改變(如該申請案圖2-d所示)。此種分開抽樣的缺點是信號對雜訊比(SNR)低，原因在於輸入電壓的抽樣忽略抽樣次數間的值且容易產生雜訊。

### 電容式編碼器類型

業界已知多種方法用以電連結CFRAAE之轉子及定子元件因而提供所需發射、旋轉相關調變、以及感測編碼器的靜電場。例如美國專利3,873,916及4,404,560併述於此以供參考，具有圖1概略電配置，其中發射板41及42表示定子，而接收板40表示轉子。此種配置的問題為轉子必須電連結至處理電子電路。為了能夠自由旋轉必須使用滑環來做電連結，滑環之已知缺點為摩擦且不可靠。

其它編碼器類型具有靜電場發射器及接收器位在一或多個定子元件上。例如美國專利5,099,386併述於此以供參考，敘述一種編碼器其具有一介電圖樣化之非電感式轉子介於發射與接收定子間。如此，無需電連結至轉子，但旋轉角有限。

## 五、發明說明 ( 7 )

美國專利3,668,672及3,732,553併述於此以供參考敘述構造概略類似美國專利5,099,386之CFRAAEs，但轉子具有圖樣化的導電塗層。塗層為電接地且作為電屏蔽，其選擇性改變定子元件間之電容測量值。已經提出多種方法來將轉子接地。例如美國專利3,668,672之圖10顯示用於此項用途的滑環。此種辦法的缺點為摩擦、可靠性低且成本高。美國專利3,732,553提供轉子接地，接地係仰賴接地編碼器殼體與轉子經由轉子固定器上的一軸間之接觸，但此種接觸也成問題，容後詳述。

歐洲專利申請案0 459 118(於其圖2)舉例說明一種用來使轉子接地的接觸梢端。此種辦法具有類似前述美國專利的缺點。同理，接地轉子用於前述Li等人敘述之電容式編碼器，述於文章「具有改良直線度之可集成電容式角位移感測器」，作者Wolffenbuttel及Van Kampen，感測器及致動器A. 25-27 (1991)，835-843頁。

另一型CFRAAE於轉子兩邊具有電感式塗層，其係電互連但其它皆為浮動。若有至少一塗層被圖樣化，則轉子作為定子上發射器與接收器板間的角相依性耦合橋。此型編碼器述於美國專利3,845,377，3,312,892，4,092,579，4,851,835，4,238,781及4,788,546，併述於此以供參考，以及德國專利申請案DE 42 15 702。美國專利4,851,835敘述多及轉子圖樣之一邊分成多個個別元件。

另一種「反摺」配置中，述於美國專利3,961,318及4,429,307，併述於此以供參考，發射器及接收器板置於轉

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

## 五、發明說明( 8 )

子一邊單一定子的共通固定基材上，且藉轉子上的導電圖樣耦合。另外，於此型編碼器之對稱性版本中，二定子元件各自有其本身的發射器及接收器板，設置於轉子兩邊。此型CFRAAEs述於美國專利4,788,546，併述於此以供參考以及述於德國專利申請案DE 37 11 062及英國專利申請案GB 2 176 013。

### 電容式直線位移編碼器

電容式直線位移編碼器(CLDEs)亦為業界已知，但僅用於CFRAAE參考文獻提示的部份可能的凹凸輪廓。例如美國專利4,429,307(併述於此以供參考)敘述一種CLDE，有一頭包括二正弦電感圖樣，係藉二互補激勵電壓激勵。電壓係於尺規上產生且透過耦合長條或發射器板電容式耦合至頭。頭上的圖樣耦合為尺規上的正弦及餘弦接收器板。如此移動頭電容式耦合至尺規而無需電佈線。該專利案未曾提及接收器板如何保護不受外界干擾，以及如何刪除由耦合條至接收器板的直接耦合。又因正弦及餘弦通道的增益係與其個別耦合條間的氣隙有關，因此氣隙間的任何差異將影響相對增益。因此準確度對投予尺規間的傾斜角敏感，且需要極為穩定且準確的電子組件。

美國專利3,961,318(併述於此以供參考)敘述兩種不同版本的第5型CLDEs。第一版本中，尺規無電佈線且電容耦合至頭，頭包括激勵源及接收器。尺規電極可分段且彼此隔開，因而可有數個尺規彼此毗連在一起而非電互連，如此擴充測量範圍。第二版本類似前述美國專利4,429,307。

## 五、發明說明 ( 9 )

如該專利案所述，正弦及餘弦信號比對傾斜度及組件容差敏感，對於毗鄰發射器與接收器板間的寄生電容耦合或防護不受外界干擾的問題尚無解答。

美國專利4,586,260(併述於此以供參考)敘述一種數位式佛尼爾(Vernier)卡規，其採用電容式直線編碼器。此種編碼器進一步說明於電容感測器第18章，作者Larry K. Baxter (IEEE出版社1997年)。此種激勵係利用二互補方波提供，頭被分成正弦及餘弦部份，各自包括本身的接收器板及放大器。尺規被解除佈線。此種CLDE的缺點如下：

1. 由於由二信號通道彼此於空間上及電子電路上分開，因此其增益匹配對頭的傾斜度以及電子組件的容差及溫度的穩定性敏感。
2. 尺規圖樣為矩形而非正弦形。結果形成圖樣的空間諧波限制由內插所得的準確度，但空間諧波大半被氣隙所壓制。
3. 垂直移動方向的個別尺規元件間有間隙因而更進一步增加空間諧波。

業界已知的高準確度CLDE裝置為增量式，換言之，產生相對而非絕對位移讀值。它方面，美國專利3,312,892(併述於此以供參考)敘述基於三角形固定板與矩形移動板間重疊的電容式位移換能器。此種配置構成絕對但大致上為「粗糙的」編碼器。

### 發明概述

本發明之一目的係提供改良的電容式位置感測裝置及方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 10 )

法。

本發明之某些特徵方面之目的係提供改良的電容式旋轉角度編碼器特別全圓旋轉絕對角度編碼器。

本發明之其它特徵方面之目的係提供改良型電容式直線位移編碼器。

本發明之某些特徵方面之進一步目的係提供短小的自容式電容式位置編碼器。

本發明之某些特徵方面之又另一目的係提供編碼器其具有改良的準確度及對外部干擾及環境條件之敏感度降低。

本發明之較佳具體實施例中，電容式移動編碼器用以感測移動物件相對於固定物件的位置，包括至少一固定元件耦合至固定物件，及一移動元件耦合至移動物件。週期性(時間調變)靜電場由發射器板發射，發射器板較佳係於固定元件上，但另外可於移動元件上。元件之一典型為移動元件上的電氣主動圖樣響應移動物件的移動，調變時間調變靜電場的封套。圖樣較佳包含鍍於元件上的導電材料，但也可使用形成圖樣化介電移動元件之方法。用於本發明及申請專利範圍之「電氣主動」一詞表示任何此種圖樣。處理電路感測調變後的靜電場且分析封套調變來決定移動物件的位置測量值。

移動元件及固定元件實質上由導電屏蔽包圍，導電屏蔽由移動物件及固定物件解除耦合，導電屏蔽屏蔽元件不受電氣干擾。發明人發現與業界已知的電容式位置感測器不同，分開屏蔽與其它環繞編碼器的物件，提供編碼器內本

## 五、發明說明 ( 11 )

質為低的信號準位之防護，防護不受外部干擾以及寄生耦合至供給用來產生靜電場及作動編碼器的激勵電壓。較佳導電屏蔽包圍處理電路以及移動元件及固定元件。

本發明之若干較佳具體實施例中，編碼器包含旋轉角度編碼器，較佳為全圓旋轉絕對角度編碼器。此等具體實施例中，移動元件包含一轉子，移動物件包含一轉軸，至少一固定元件包含一或多個定子，因此處理電路決定轉軸的旋轉位置測量值。屏蔽及轉子較佳於轉子附著於轉軸區域具有迷宮配置，因此防止漏電氣干擾導電屏蔽。

本發明之其它較佳具體實施例中，編碼器包含直線位移編碼器。此等具體實施例中，固定元件較佳包含一直尺，其太長而實際上無法由導電屏蔽包圍。此種情況下，屏蔽較佳包圍移動元件以及固定元件之一部份，於該元件上於任何指定時間設置移動元件。

本發明之若干較佳具體實施例中，感測轉軸位置之電容式旋轉角度編碼器包含一發射器及一接收器，典型於一或多個定子上呈發射板及接收板形式。發射器係由多節段設置環繞轉軸組成，各節段以一共通頻率產生一個週期性電場，但具有與其它節段不同的預定相位。較佳對轉子上的一或多極使用四節段。發射器節段以交流電壓激勵，交流電壓彼此為正交。結果形成的電場藉轉子旋轉調變，調變後的電場由接收器接收。

關聯編碼器的處理電路包含二同步偵測器電路，其與產生的電場同步接收來自二個別發射器激勵源的週期性輸入

## 五、發明說明 ( 12 )

以及來自接收器的處理信號，因而產生可指示旋轉角的正弦及餘弦的輸出。較佳偵測器電路接著為單一電荷放大器，經此放大器來自全部發射器節段的信號皆被接收用以處理。使用此種相位/正交激勵(PQE)及同步偵測可以比較業界已知編碼器所能達成的更高準確度、更佳信號對雜訊比以及對成分值偏差敏感度減低而決定轉子角度，業界已知編碼器典型使用單次抽樣而非全同步偵測，或使用一信號處理通道而非本發明之單一電荷放大器。結果無需高穩定度精確電路也無需作組件修改。結果所得簡單電路可方便地連同轉子及定子封裝且保護於導電屏蔽內部。

另外，編碼器包含整合一體的發射器及分段接收器板且輸出前述正弦及餘弦信號。此等較佳具體實施例之一例中，編碼器進一步包含一整流器，其整流交流輸入至編碼器因而提供直流電壓給偵測器電路，故編碼器可方便地替代電感解析器。

本發明之其它較佳具體實施例中，相位/正交激勵原理應用於對電容式直線編碼器賦與類似的優點。

本發明之若干較佳具體實施例中，編碼器包含一多速度編碼器，其中電氣主動圖樣包含平滑改變中的粗及細週期性電氣主動圖樣，其形狀較佳為正弦形。粗及細圖樣分別具有低及高空間頻率隨形成圖樣的元件上之位置決定。當移動元件移動時，圖樣根據低及高空間頻率調變靜電場封套。處理電路感測調變，因而決定移動物件位置之粗-及細-解析度測量值。處理電路解調後的輸出極為準確，原

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 13 )

因在於不似業界已知的多速度編碼器，本發明之電路之圖樣改變平順。較佳粗測量值為旋轉或直線位置的絕對測量值。

一個較佳具體實施例中，移動元件進一步具有中間電氣主動圖樣於其上，具有介於高與低頻率間的空間頻率。處理電路也感測對應中間圖樣之電場調變，俾決定於粗及細測量值中間解析度時移動物件位置之測量值。

部份此等多速度具體實施例中，粗圖樣被劃分為多節，分布於移動元件的表面上，因而減少由於轉子相對於定子傾斜造成電場調變引發的變異。用於此項目的之圖樣分解也可應用於本發明之單速度具體實施例。

本發明之若干較佳具體實施例中，其中編碼器包含粗及細圖樣，處理電路切換靜電場因而由二圖樣交互調變。如此電路交替決定移動物件的粗及細測量值。切換較佳係經由交替激勵固定元件不同的發射區進行。由於各區間以此種方式切換，因此使用單一固定元件及單一移動元件典型為單一定子及單一轉子可作粗及細測量而於信號處理電路無需複製。

其它本發明之較佳具體實施例中，電容式旋轉角度編碼器的轉子具有電氣主動圖樣，其以預定角頻率環繞轉軸重複多次，也有旋轉非對稱例如偏心特徵(亦即圖樣為非軸對稱性)。處理電路由於圖樣可感測靜電場的調變，俾決定旋轉角的細測量值，也感測偏心造成的調變俾決定轉軸旋轉角的粗測量值。如此無需如同先前較佳具體實施例需

## 五、發明說明 ( 14 )

要分開的粗圖樣及偵測通道，因此編碼器中孔(於中空軸編碼器之例)可製作成相當大或容納較大型轉軸。

本發明之若干較佳具體實施例中，移動元件包含複數電氣主動節段，其藉基材的開放空間彼此隔開而免除濕膜效應。節段可電絕緣或不電絕緣。較佳移動元件包含轉子，其中電氣主動節段環繞轉軸輻射狀向外凸起。使用電及機械分開節段可降低編碼器對傾斜的敏感度，防止水分堆積影響讀值。但業界已知之若干電容式編碼器係使用三維電氣主動圖樣，但皆非以本發明之方式開放。

本發明之若干較佳具體實施例中，第一及第二固定元件係設置於移動元件的兩相對邊因此發射靜電場通過其中。電位穩定電路經由感測於第一固定元件的交流電位以及外加相反電位給第二固定元件而維持移動元件於穩定虛擬接地電位。無需與移動元件作物理接觸或電接觸。移動元件的接地業界已知對某些類型編碼器較為優異。但類似本發明，先前技術之此種類型編碼器要求使用滑環(舉例)與移動元件作電接觸俾接地。

本發明之若干較佳具體實施例中，編碼器包含直線位移編碼器，其中固定元件包含尺規，及移動元件包含沿著尺規行進之一讀取頭。部份較佳具體實施例中，發射器及接收器板位於頭上，板與其互動的電氣主動圖樣則係位於尺規上。其它具體實施例中，發射器板位於尺規上，而接收器圖樣位於頭上。

若干較佳具體實施例中，尺規包含軟式印刷電路材料，

## 五、發明說明 ( 15 )

其固定於使用編碼器控制的機器上的固定物件(舉例)表面上。表面可為平坦或彎曲。此種具體實施例中，固定元件概略為圓柱形，而編碼器用來測量環繞圓柱軸的角度。

較佳尺規上或頭上的圖樣設計成經由與業界已知之電容式直線編碼器比較改良測量的穩定性及準確度，特別對於讀取頭與尺規間對正、夾角以及間隔間的改變免疫，以及對外部的干擾及濕度免疫。較佳圖樣於上下方向及邊至邊方向相對於頭及尺規的相對傾斜度為對稱因而降低傾斜敏感度。進一步較佳圖樣由間隙間歇打斷，特別於圖樣係在尺規之具體實施例，因而防止圖樣耦合讀取頭的干擾。較佳相位/正交激勵外加至發射器板，關聯的單一接收板及放大器輸出係使用同步偵測處理，說明如前。

本發明之若干較佳具體實施例中，電容式直線位移編碼器提供絕對位置測量值。較佳測量方式係交替感測讀取頭及尺規上的細及粗圖樣進行。另外或此外，設置一指標於尺規的一端，讀取頭的指標位置係使用該指標感測俾提供隨後增量測量時的絕對參考位置。根據本發明之較佳具體實施例，指標同樣也可設置於旋轉角度編碼器。

因此根據本發明之較佳具體實施例，提供一種電容式移動編碼器用以感測一移動物件相對於一固定物件的位置，該編碼器包括：

- 至少一固定元件，耦合至固定物件；
- 一移動元件耦合至移動物件且位於固定元件鄰近；
- 一場發射器，其產生靜電場，靜電場係由響應固定元件

## 五、發明說明 ( 16 )

與移動元件間的相對移動造成二元件間電容變化調變；

一導電屏蔽，其係由移動物件及固定物件二者電氣地解耦合，及其包圍移動元件及固定元件因而屏蔽二元件不接受外來電氣干擾；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場以及響應該靜電場決定移動物件位置的測量值。

較佳移動元件包括一轉子，移動物件包括一轉軸，及其中至少一固定元件包括至少一定子，因此處理電路決定轉軸旋轉位置測量值。進一步較佳，導電屏蔽將轉子及至少一定子連同處理電路之至少一部份包圍在一起。最佳至少一定子及轉子包括印刷電路板，板上架設至少部份處理電路中之至少一者。

較佳轉子包括概略平面板以及概略非平面的環形殼用以耦合轉子至軸，屏蔽延伸至毗鄰殼的轉子平面，因而防止電氣干擾由軸通至轉子。較佳編碼器係配置成轉子相對於定子至少旋轉360度。

較佳具體實施例中，編碼器包括環繞移動元件及固定元件的機械殼體，該殼體係由屏蔽電氣地解耦合。較佳，至少一固定元件包括二概略平行的交互隔開的固定元件，一者包括場發射器及另一場包括場接收器，其於殼體內部藉由加壓元件抵住介於其間的撓性導電件而彼此電耦合。

較佳固定元件包括一印刷電路板，板包括一延伸部由屏蔽凸起，延伸部對編碼器作電連結。

較佳具體實施例中，場發射器附著至固定元件，耦合而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 17 )

形成導電屏蔽的一部份。

較佳場發射器係附著於固定元件，移動元件具有電氣主動圖樣於其上，其調變靜電場。較佳，電氣主動圖樣包括導電材料或另外或此外包括介電材料。較佳至少一固定元件包括靜電場接收器，其係耦合至處理電路。較佳移動元件上的導電性電氣主動圖樣係維持於概略恆定電位。另外，移動元件上的導電性電氣主動圖樣為電氣浮動。較佳具體實施例中，至少一固定元件包括單一元件，發射器及接收器二者皆固定於該單一元件上。另一較佳具體實施例中，編碼器包括第二固定元件具有發射器及接收器附著於其上。

另外，移動元件上的導電材料耦合至處理電路且作為靜電場的接收器。

根據本發明之較佳具體實施例也提供一種電容式角度編碼器用以感測一轉軸位置，該編碼器包括：

一發射器，包括多節環繞轉軸設置，各節以共通頻率產生週期性靜電場但具有與其它節不同的預定相位；

一接收器，其響應來自多節的電場產生信號，因此各場的接收強度係呈轉軸旋轉之函數，藉發射器與接收器間之電容變異調變；以及

一偵測器電路包括至少一同步偵測器，其係與產生的場同步處理信號因而產生可指示旋轉角的輸出。

較佳至少一同步偵測器包括二同步偵測器，其產生輸出個別與旋轉角的正弦值及餘弦值成比例。又更佳接收器包

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 18 )

括單一輸入放大通道，來自全部發射器節段的信號皆係經由此通道接收處理。

較佳發射器板包括概略平面的發射定子，劃分為多節設置環繞轉軸軸線，其中多節最佳設置於四象限。

根據本發明之較佳具體實施例，額外提供一種電容式角度解析器，用以感測一轉軸位置，包括：

一發射器，其響應於指定頻率之交流電輸入產生週期性靜電場；

一接收器，包括多節環繞轉軸設置，其響應來自發射器的場產生信號，因此接收於各該節段之場係呈轉軸旋轉之函數藉發射器與接收器間之電容變異調變；

一信號處理電路，其處理來自接收器節段的信號因而產生一交流輸出可指示旋轉角；以及

一整流器電路，其整流交流輸出因而提供直流電壓給偵測器電路。

較佳編碼器包括一轉子耦合而與轉軸一起旋轉，且於其上具有電氣主動圖樣，因此轉子的旋轉調變於接收器接收的場。進一步更佳電氣主動圖樣包括導電材料，其最佳維持於地電位。

根據本發明之較佳具體實施例進一步提供一種電容式移動編碼器用以感測一移動物件相對於一固定物件的位置，該編碼器包括：

至少一固定元件，耦合至固定物件；

一移動元件耦合至移動物件且鄰近於固定元件；

## 五、發明說明 ( 19 )

一靜電場發射器，關聯固定元件或移動元件之一；

一場調變器關聯固定元件及移動元件之另一，包括於元件上平順改變的粗及細週期性電氣主動圖樣，圖樣以個別低及高空間頻率沿元件之一維改變，其經由以對應低及高空間頻率之調變頻率，響應固定元件與移動元件間的相對移動感應二元件間之電容變異調變電場而實質上不含空間諧波；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場以及響應於此，決定移動元件位置的粗及細測量值。

較佳固定元件包括定子，定子係由包括複數導電區的單一平面元件製成，導電區中至少一者為場發射器，及另一者接收場。

更佳移動元件包括一定子，於其上形成電氣主動圖樣，因此粗週期性圖樣包括概略圓形區於轉子上，以轉軸為中心係偏心設置；及細週期性圖樣包括正弦圖樣於轉子上環繞轉軸周邊設置。

較佳具體實施例中，場調變器進一步包括中間電氣主動圖樣於其上，該圖樣具有空間頻率介於高與低頻率間，及處理電路感測對應中間頻率之場調變。

根據本發明之較佳具體實施例，又提供一種電容式移動編碼器，用以感測移動物件相對於固定物件的位置，該編碼器包括：

至少一固定元件，耦合至固定物件；

一移動元件，耦合至移動物件且位於固定元件鄰近；

## 五、發明說明 ( 20 )

一靜電場發射器，關聯固定元件及移動元件之一；

一場調變器關聯固定元件及移動元件之另一，包括粗及細的週期性電氣主動圖樣於元件上，圖樣係以個別低及高空間頻率沿元件之一維改變，其經由於對應低及高空間頻率之調變頻率，感應響應於固定元件與移動元件間相對移動造成二元件間電容變化而調變電場；以及

處理電路，其切換靜電場因此可交替藉粗或細圖樣調變，以及其感測調變後的電場因而響應於此，交替決定移動物件位置的粗及細測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，額外提供一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包括：

一固定元件，耦合至固定物件及包括一靜電場發射器及接收器；

一移動元件，耦合至移動物件且鄰近於固定元件，以及包括一場調變器包括粗及細週期性電氣主動圖樣於移動元件上，其響應低及高空間頻率沿元件之一維改變，以及於對應低及高空間頻率之調變頻率，經由感應響應固定元件與移動元件間相對移動造成二元件間電容變異而調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場及響應於此，決定移動物件位置的粗及細測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，也提供一種電容式角度編碼器，用以感測一轉軸位置，包括：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 21 )

一或多個定子，其中一者包括一場發射器其產生一靜電場；

一轉子，耦合而隨轉軸旋轉，具有旋轉式非對稱之電氣主動圖樣於其上，其經由感應定子於轉子間的電容變化，該變化對每次轉軸旋轉重複一次，響應轉軸的旋轉調變靜電場，其中圖樣被劃分為多個子區，因而減少由於轉子相對於定子傾斜，於場突變出現的變異；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，以及響應粗及細變異，決定轉軸角的粗及細測量值。

較佳轉子上的電氣主動圖樣包括一概略圓形區相對於轉軸軸線偏心設置。

根據本發明之較佳具體實施例又提供一種電容式角度編碼器，用以感測轉軸位置，包括：

一轉子，耦合至轉軸，具有電氣主動區，其以轉軸軸線為中心呈非軸對稱，以及包括設置於轉子周邊的圖樣，其以預定角頻率環繞主軸重複多次；

至少一定子，具有關聯的靜電場，其藉電氣主動區因轉子旋轉感應出的電容變異調變；以及

處理電路，其感測轉軸每次旋轉時由於該區的非軸對稱而發生的場調變，因而響應於此，決定轉軸旋轉角的粗測量值，以及感測由於圖樣造成的場調變，因而決定旋轉角的細測量值。

較佳具體實施例中，編碼器包括一接收器耦合至一或多個定子之一，及其特徵為相對於軸線之非軸對稱，因此角

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 22 )

之粗測量值係響應細圖樣之非軸對稱與接收器間的互動決定。

另一較佳具體實施例中，編碼器包括一開關，開關被致動而交替決定角度的粗及細測量值。

根據本發明之較佳具體實施例進一步提供一防水電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，包括：

至少一固定元件，耦合至固定物件且有一關聯的靜電場；

一移動元件，耦合至移動物件，包括複數電氣主動節段彼此藉空間分隔，該等節段形成一圖樣其於移動物件移動時由於固定元件與移動元件間之電容變異而調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場以及響應於此，決定移動物件的位置測量值。

較佳衝擊於移動元件上的流體係由節段異位至分隔各節段的空間。

較佳具體實施例中，移動物件包括一轉軸，移動元件包括一轉子，由轉子有多個電氣主動節段環繞轉軸輻射狀向外凸起，及至少一固定元件包括至少一定子，因此處理電路決定轉軸旋轉位置測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，提供一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包括：

## 五、發明說明 ( 23 )

一移動元件，耦合至移動物件，具有電氣主動圖樣於其上；

第一及第二固定元件，耦合至固定物件，設置於移動元件的兩相對邊因而發射交替靜電場貫穿其中；

處理電路，耦合而感測響應因電氣主動圖樣移動造成固定元件間電容變異來調變靜電場，以及響應於此，決定移動元件位置的測量值；以及

一電位等化電路，其經由感測於第一固定元件的交流電位以及經由外加相反電位至第二固定元件而維持移動元件於概略恆定電位。

較佳概略恆定電位包括虛擬地電位。更佳電位等化電路實質上未與移動元件作電接觸。

根據本發明之較佳具體實施例更進一步提供一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包括：

一尺規，固定至固定物件；

一讀取頭，固定至移動物件因而可沿尺規移動，以及包括靜電場發射器其於讀取頭附近產生靜電場；

一電氣主動圖樣形成於尺規上，該圖樣引起尺規與讀取頭間電容的變異，因而響應讀取頭相對於尺規的移動調變靜電場，圖樣具有對稱性，因此調變實質上不受頭相對於尺規的傾斜影響；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測調變且響應於此決定移動物件位置的測量值。

## 五、發明說明 ( 24 )

較佳圖樣包括雙正弦形。又更佳讀取頭包括一接收器，其接收經調變後的靜電場，圖樣由圖樣間隙間歇中斷，因而抑制沿圖樣干擾耦合至讀取頭，其中間隙相對於尺規縱軸係以銳角形成。

此外根據本發明之較佳具體實施例，提供一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包括：

一尺規固定於固定物件，且包括一靜電場發射器其產生一靜電場於尺規附近；

一讀取頭，固定於移動物件因而沿尺規移動且有電氣主動圖樣形成於其上，該圖樣引起尺規與讀取頭間電容的變異，因而響應讀取頭相對於尺規的移動調變靜電場，圖樣具有對稱性，故調變實質上不受頭相對於尺規的傾斜度影響；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測調變，且響應於此，決定移動物件位置測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，額外提供一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包括：

一尺規，固定於固定物件的彎曲面；

一讀取頭，固定於移動物件因而可沿著尺規移動；

一靜電場發射器，其產生一靜電場於讀取頭附近；

一電氣主動圖樣形成於尺規或讀取頭上，該圖樣引起尺規與讀取頭間之電容變異，因而響應讀取頭相對於尺規的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 25 )

移動調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測調變，以及響應於此，決定移動物件沿彎曲面位置之測量值。

較佳具體實施例中，固定物件具有概略圓柱形，其中移動物件位置之測量包括一固定物件軸線為軸之角度測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，進一步提供一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：

一尺規，固定於固定物件；

一讀取頭，固定於移動物件因而沿尺規移動；

發射板固定於尺規，因而產生及接收一靜電場於讀取頭附近，板具有粗及細讀取配置；

一電氣主動接收板於讀取頭上，板係配置成頭相對於尺規移動，引起發射板與接收板間的電容變異，其調變由接收板接收的靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測於粗讀取配置場的調變，俾響應於此，決定移動物件位置之粗測量值，以及偵測於細讀取配置場的調變，俾響應於此，決定移動物件位置的細測量值。

較佳粗測量值包括絕對位置測量值。

較佳具體實施例中，發射板包括複數發射桿其集合劃分為至少二三角形區，以及其中於粗配置中，各區的桿被集

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 26 )

合激勵。較佳接收板包括一導電週期性圖樣重疊於概略四邊形區，其中當發射板係於粗讀取配置作業時，整個四邊形區係維持於一共通電位。

根據本發明之較佳具體實施例也提供一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包括：

至少一固定元件，耦合至固定物件；

一移動元件，耦合至移動物件；

發射及接收板固定於固定元件或移動元件，因而產生及接收一靜電場於移動元件附近，板包括至少一指標板於固定元件上的指標位置，因此由移動元件遭逢的靜電場於至少一指標板附近時可辨識為與位在一沿固定元件其它位置的靜電場不同；

一電氣主動圖樣形成於元件之一上，該圖樣引起元件間電容的變異，因而響應移動元件相對於固定元件的移動而調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，以及當移動元件係位在指標板附近時識別場的差異，因而響應於此，決定移動元件位在指標位置，及其偵測調變，以及響應於此，決定移動物件相對於指標位置的測量值。

根據本發明之較佳具體實施例進一步提供一種感測一轉軸位置之方法，該方法包括：

發射週期性靜電場，具有共通頻率於環繞軸的複數角位置，各場具有與其它信號不同的預定相位；

## 五、發明說明 ( 27 )

由多個位置感測場，以及響應呈轉軸旋轉之函數呈現的電容改變造成場調變而產生信號；以及

與發射場頻率同步處理信號因而產生可指示旋轉角的輸出。

根據本發明之較佳具體實施例又進一步提供一種感測轉軸位置之方法，包括：

接收於指定頻率之交流電輸入；

響應交流輸入產生一週期性靜電場；

整流部份交流輸入，因而提供直流電壓至偵測器電路；

感測於複數位置之靜電場，以及響應電容成轉軸之函數變異造成場調變而產生信號；以及

使用偵測器電路處理信號，因而於指定頻率產生一交流輸出可指示旋轉角。

根據本發明之較佳具體實施例，額外提供一種感測一移動物件相對於一固定物件移動位置之方法，該方法包括：

發射一靜電場於移動物件附近；

關聯平順改變中的粗及細週期性電氣主動圖樣與移動物件，圖樣係沿物件之移動維度以低及高空間頻率改變，其經由以對應低及高空間頻率之調變頻率，感應固定元件與移動元件間響應元件移動的電容變異而調變靜電場，實質上不含空間諧波；以及

感測調變後的靜電場，以及響應於此決定移動物件位置之粗及細測量值。

根據本發明之較佳具體實施例此外提供一種感測一移動

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 28 )

物件相對於一固定物件之位置之方法，包括：

發射一靜電場於移動物件附近；

關聯粗及細週期性電氣主動圖樣與移動物件，圖樣係以個別低及高空間頻率沿物件移動之一維改變，其經由於對應低及高空間頻率之調變頻率，感應固定元件與移動元件間響應二元件相對移動出現的電容變異而調變靜電場；

切換靜電場，故由粗及細圖樣交替調變；以及

感測調變後的靜電場因而響應於此，交替決定移動物件位置之粗及細測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，此外進一步提供一種感測一轉軸位置之方法，該方法包括：

耦合一轉子至轉軸，該轉子具有一電氣主動區其相對於轉軸為非軸對稱，以及包括一圖樣設置於轉子周邊，該圖樣係以預定角頻率環繞轉軸重複多次；

發射一靜電場於移動物件附近；

感測由於電氣主動區之非軸對稱造成每次旋轉發生一次的場調變，因而響應於此，決定轉軸旋轉角之粗測量值；以及

感測一圖樣造成場的調變，俾決定旋轉角之細測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，也提供一種感測移動物件相對於固定元件位置之方法，該方法包括：

耦合一其上具有電氣主動圖樣之移動元件至移動物件；

設置第一及第二固定元件於移動元件之兩相對邊，因而發射靜電場貫穿其中；

## 五、發明說明 ( 29 )

感測於第一固定元件之電位，且外加相反電位至第二固定元件，因而維持移動元件於概略恆定電位；以及

感測由於電氣主動圖樣移動而響應固定元件間電容變異而調變的靜電場，俾響應於此，決定移動物件的位置測量值。

根據本發明之較佳具體實施例，同樣提供一種感測一移動物件相對於一彎曲面之位置之方法，該方法包括：

固定一讀取頭於一移動物件；

固定一撓性尺規沿該彎曲面；

提供一電氣主動圖樣於尺規或讀取頭上，該圖樣引起尺規與讀取頭間電容之變異，因而響應讀取頭相對於尺規之移動調變靜電場；

產生一靜電場於讀取頭附近；以及

感測調變後的靜電場，因而偵測調變，以及響應於此決定移動物件沿彎曲面位置之測量值。

由後文較佳具體實施例之詳細說明連同附圖將更為了解本發明，附圖中：

### 圖式之簡單說明

圖1為示意電路圖顯示如業界已知之簡化電容式位置感測器；

圖2為示意說明圖，顯示根據本發明之較佳具體實施例單極電容式旋轉角度編碼器及其關聯電路之頂視圖；

圖3A-3E為示意剖面圖顯示根據本發明之較佳具體實施例之電容式移動編碼器類型；

## 五、發明說明 ( 30 )

圖4為根據本發明之較佳具體實施例之電容式旋轉角度編碼器之部份剖面圖；

圖5為根據本發明之另一較佳具體實施例之電容式旋轉角度編碼器之部份剖面圖；

圖6為示意剖面圖顯示根據本發明之較佳具體實施例之電容式旋轉角度編碼器之電屏蔽細節；

圖7為根據本發明之較佳具體實施例，具有虛擬接地轉子之電容式旋轉角度編碼器之示意分解圖；

圖8為示意方塊圖舉例說明根據本發明之較佳具體實施例源自電容式旋轉角度編碼器之信號之同步相位/正交處理電路；

圖9為示意電路圖顯示根據本發明之較佳具體實施例之圖8電路之組成；

圖10為根據本發明之較佳具體實施例之電容式旋轉角度編碼器及其用以模擬電磁解析器之電路之示意分解圖；

圖11A為根據本發明之較佳具體實施例於多極轉子上之導電板之頂視圖；

圖11B為根據本發明之較佳具體實施例用於圖11A之定子之導電板之頂視圖；

圖11C為根據本發明之另一較佳具體實施例用以替代圖11A之轉子之轉子上導電板之頂視圖；

圖12A為根據本發明之較佳具體實施例用於雙速編碼器之定子之導電板之頂視圖；

圖12B及12C為根據本發明之較佳具體實施例用於圖12A

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 五、發明說明 ( 31 )

之定子之轉子上導電板之頂視圖；

圖 13 為示意方塊圖舉例說明根據本發明之較佳具體實施例使用圖 12A 之定子及圖 12B 之轉子，源自電容式旋轉角度編碼器之信號之同步相位/正交處理電路；

圖 14 為根據本發明之較佳具體實施例用於三速編碼器之轉子上導電板之頂視圖；

圖 15 為示意方塊圖舉例說明根據本發明之較佳具體實施例使用圖 12A 之定子及圖 12B 或圖 12C 之轉子，源自經切換的粗/細電容式旋轉角度編碼器之信號之同步相位/正交處理電路；

圖 16A 為根據本發明之較佳具體實施例，用於不含粗圖樣之雙速編碼器之定子上導電板之頂視圖；

圖 16B 為根據本發明之較佳具體實施例用於圖 16A 之定子之轉子上導電板之頂視圖；

圖 17 為示意方塊圖舉例說明根據本發明之較佳具體實施例使用圖 16A 之定子及圖 16B 之轉子，源自電容式旋轉角度編碼器之信號之同步相位/正交處理電路；

圖 18A 及 18C 為根據本發明之較佳具體實施例用於另一不含粗圖樣之雙速編碼器之發射定子及接收定子上之導電板之頂視圖；

圖 18B 為根據本發明之較佳具體實施例用於圖 18A 及 18C 之定子之轉子上導電板之頂視圖；

圖 19 為根據本發明之較佳具體實施例用於電容式旋轉角度編碼器之具有三維圖樣之轉子之說明圖；

## 五、發明說明 ( 32 )

圖 20 為如業界已知電容式旋轉角度編碼器之示意剖面圖，舉例說明轉子傾斜對編碼器準確度的影響；

圖 21 為根據本發明之較佳具體實施例具有分節轉子之電容式旋轉角度編碼器之示意剖面圖；

圖 22 為採用圖 21 所示分節之單極轉子之示意頂視圖；

圖 23 為根據本發明之較佳具體實施例用於雙速電容式旋轉角度編碼器之混成型轉子之示意頂視圖；

圖 24 為根據本發明之較佳具體實施例之電容式直線位移編碼器之示意側視圖；

圖 25 為圖 24 之編碼器沿線 XXV-XXV 所取之示意剖面圖；

圖 26A 及 26B 為根據本發明之較佳具體實施例，用於電容式直線編碼器之讀取頭之側視圖，顯示電氣主動圖樣於其上；

圖 27 為根據本發明之較佳具體實施例用於電容式直線編碼器之尺規之側視圖；

圖 28 為根據本發明之較佳具體實施例用於電容式直線編碼器之尺規上分節導電圖樣之側視圖；

圖 29 及 30 為根據本發明之較佳具體實施例之電容式直線編碼器之示意剖面圖；

圖 31A 及 31B 為根據本發明之另一較佳具體實施例之電容式直線編碼器之示意剖面圖；

圖 32 為根據本發明之較佳具體實施例於圖 31A 之編碼器之讀取頭之示意側視圖，顯示發射及接收板於其上；

## 五、發明說明 ( 33 )

圖 33A 及 33B 為根據本發明之較佳具體實施例之絕對讀取電容式直線編碼器之尺規及讀取頭分別之示意側視圖；

圖 34 為根據本發明之較佳具體實施例用於絕對讀取電容式直線編碼器之尺規之示意側視圖；

圖 35 為根據本發明之較佳具體實施例之指標電容式直線編碼器之示意側視圖；以及

圖 36A 及 36B 為線圖其示意舉例說明由圖 35 之編碼器導出的讀值。

### 較佳具體實施例之詳細說明

#### 電容式編碼器之外型分類

用於本專利申請案之用途，可以類型分類電容式旋轉及直線編碼器。各類型係以靜電場發射器之接收器板所在位置以及轉子的電力特性及連結決定特徵。此種分類為求方便及清晰說明本發明之較佳具體實施例敘述及使用如後，也可應用於業界已知之電容式編碼器。但須了解本發明之原理非僅限於特定類型，除非此種限制經明白陳述。

圖 2 為根據本發明之較佳具體實施例之附有轉子元件 54 及單一定子元件 52 之單極 CFRAAE 50 之示意頂視圖，其包括四象限板 56，58，60 及 62。此類型編碼器於此處分類為「類型 1」。象限以相等頻率之交流電壓以及相對相移分別為 0 度，90 度，180 度及 270 度激勵。定子及轉子元件典型包含絕緣基材（為求簡明起見未顯示於附圖），絕緣基材上沈積導電的圖樣。接著當轉子移動時轉子與定子元件間的電容改變。

## 五、發明說明 ( 34 )

轉子54之圖樣係配置為偏心圓，例如述於伺服感測器-元件及應用，Y. Ohshima及Y. Akiyama編輯，科技通訊公司(加州凡士拉)，併述於此以供參考。偏心圓圖樣於定子板52之各對角線成對象限56-60及58-62間之差異耦合分別係與旋轉角之正弦或餘弦成比例。

連結至轉子之電荷放大器64之輸出電壓係與四種激勵電壓之加權和成比例，可經處理而提取出旋轉角之預定正弦及餘弦。此種辦法於後文稱做相位/正交激勵(PQE)。前述美國專利5,598,153說明一種構造類似CFRAAE 50但具有非正弦輸出之編碼器。

如圖2所示，第1型編碼器之缺陷為轉子54必須電連結至處理電子裝置。但可用於安裝轉子的轉軸已經連結至電源且可隨處理電子裝置自由旋轉的情況。

圖3A-3E為示意剖面圖顯示根據本發明之較佳具體實施例之五種其它類型CFRAAE標示為第2至6型。此等類型允許移動元件位移轉成成比例的電容變化而無需限制電連結至轉子。可方便地用於角度編碼器而不會限制旋轉，部份也可用於感測直線位移。

圖3A舉例說明第2型編碼器70。圖樣化之非導電(介電)轉子76位在二固定式定子元件72與74間，各自包含一非導電基材73。元件72塗覆以導電性發射器板78及80，元件74塗覆以導電接收器板82。發射器板78及80經過電激勵且與接收器板82作電容式互動。存在有轉子76可隨其介電常數提高板間電容。此型編碼器對轉子的傾斜及軸向

## 五、發明說明 ( 35 )

位置相對不敏感。此型編碼器述於前述美國專利 5,099,386。

圖 3B 舉例說明第 3 型編碼器 90，其類似第 2 型編碼器 70，但轉子 76 具有圖樣化導電性塗層 92，其係電接地且作為電屏蔽，選擇性改變定子元件 72 與 74 間的電容測量值。類似第 2 型，此型也對轉子傾斜及軸向位置相對不敏感。但於業界已知的第 3 型編碼器，轉子接地有困難。例如前述美國專利 3,668,672 所述滑環有摩擦、可靠性低及成本高等缺點。可經由轉子固定軸接觸接地的編碼器殼體將轉子接地，如前文美國專利 3,732,553 所述，但此種辦法有兩項嚴重缺點：

1. 於轉子之接地接觸不可靠，可能來自於軸承上潤滑劑膜的堆積。
2. 殼體上的電雜訊加諸轉子且耦合至接收器。

圖 3 舉例說明第 4 型編碼器 94，類似第 3 型編碼器，但轉子 76 兩邊分別塗布以導電塗層 96 及 98 其電互連但其它方面為浮動。若塗層經圖樣化，則轉子作為發射器板 78 及 80 與接收器板 82 間之角度相依性耦合橋。業界已知之第 4 型編碼器述於前述美國專利 3,845,377，3,312,892，4,092,579，4,851,835，4,238,781 及 4,788,546。

圖 3D 舉例說明第 5 型編碼器 100，其可視為第 4 型的「反摺」版本。此型編碼器中，發射器板 78 及 80 及接收器板 82 置於轉子 76 一邊之單一定子 102 之共通固定式基材 73 上。轉子上導電圖樣 104 藉發射器板激勵且耦合回接

## 五、發明說明 ( 36 )

收器板。來自接收器板的輸出信號係與轉子與定子間的可變交互電容成比例。業界已知之第5型編碼器述於前述美國專利3,961,318及4,429,307。

圖3E舉例說明第6型編碼器110，其主要為第5型編碼器100之對稱性版本。編碼器110包括互連的相同的定子元件112，於轉子76各邊各有一定子元件，其兩邊具有導電圖樣114。業界已知之第6型編碼器述於前述美國專利4,788,546，以及德國專利申請案DE 37 11 062及英國專利申請案GB 2 176 013。由於其對稱，故此種配置比第5型對轉子相對於轉軸傾斜誤差更不敏感。

### CFRAAE 構造及靜電屏蔽考量

圖4為根據本發明之較佳具體實施例之電容式全圓旋轉絕對角度編碼器(CFRAAE) 140之部份剖面圖。編碼器140包括二概略平面定子141及142及平面轉子148，較佳由印刷電路板製成。編碼器含於短圓柱形包圍體143及蓋144組成的殼體139內，蓋較佳為扣接接合。殼體較佳由塑膠例如聚碳酸酯射出模製。另外可由金屬製成。定子141及142利用導電分隔環145分開，其也作為編碼器電屏蔽的一部份，容後詳述。

定子141較佳包含多層印刷電路板，其上安裝處理電路138。定子141之部份146板延伸至殼體139之外作為連結端子。定子142有導電區於其上，其係作為靜電場發射器，定子141具有作為接收器的對映區。定子利用彈性體方向性導體147(俗稱「斑馬」)電互連，當殼體139封閉

## 五、發明說明 ( 37 )

時於外加壓力下形成定子間的連結但無需焊接。

轉子148較佳具有圖19示意舉例說明之形式，具有軸向伸長部149，有個中孔用以利用夾環151直接架設至主軸150。中空軸附著架構的優點為簡單且密實。周邊槽155容納安裝螺絲(圖中未顯示)，螺絲固定殼體139為業界稱做伺服安裝的方式。內導電套筒152(連同圖6所示選擇性外套筒153)形成迷宮137。迷宮耦合至殼體139內部的導電塗層154而形成含有轉子148之空間以及電路138的電屏蔽。屏蔽可保護編碼器不受外部電氣干擾，以及不受可能以其它方式經由軸150穿透殼體的干擾。若殼體139為金屬製成，則導電塗層154較佳藉非導電中間層(圖中未顯示)與殼體隔開。

編碼器140之構造簡單而中空的主軸因而藉本發明可達成高機械架設誤差-容差，容後詳述，若編碼器140為多極CFRAAE則特別顯著。相反地，為了應用中空軸構想至光編碼器，不僅需要內軸承來保有轉子與定子間的徑向對正，同時也須安裝完整編碼器殼體於撓性安裝框架俾吸收編碼器的中空軸與其安裝主軸間的機械未對正。此類型之典型光編碼器為型號HS35密封中空軸，Danaher控制公司出品，伊利諾州格爾尼。

編碼器140設計之另一優點係來自於容差對機械架設錯誤之效果，此型單一CFRAAE可用於某種範圍的軸直徑。可藉由使轉子148之中孔儘可能變大完成，採用一組配接器(圖中未顯示)用以架設於較小直徑軸上。編碼器140也

## 五、發明說明 ( 38 )

以內軸之軸承製造而於需要極高度準確度時確保轉子與定子間的未對正減至最低。

圖5舉例說明根據本發明之替代較佳具體實施例之編碼器160。編碼器160之構造係基於編碼器140的類似原理，但編碼器僅有單一定子板162。此種變化特別可用於第5型編碼器，如圖3D舉例說明。編碼器160之殼體139內側的導電塗層156屏蔽轉子148，替代於編碼器140內部定子板142提供的屏蔽。編碼器160之另一種電配置中，塗層156包括一剖面其作為發射器板而非為接地的連續塗層。二例中，塗層係經由斑馬連接器連接至板162。

具有圖4及5所示配置之編碼器已經由發明人製造。此等編碼器典型具有外徑57毫米可容納至多12毫米的主軸直徑。轉子148典型設計成包括32極對。如此獲得解析度為20位元(約1度的1/1000)，以及未經錯誤模式化，準確度為16位元(約1度的1/100)。電力消耗為20毫瓦。如何達成此種規格之細節說明如後。

雖然此處所述較佳具體實施例係關於其中定子及轉子為概略平坦的編碼器(如此可有利地使用光刻術製造)，但須了解本發明原理同樣應用於具有其它幾何形狀的電容式編碼器。例如於本發明之替代具體實施例中，未顯示於附圖，CFRAAE包含圓柱形轉子及定子。

需要保護接收器板不受電容耦合干擾為業界已知，但現有CFRAAE裝置無法提供足夠有效的保護。先前技術電容式編碼器之機械構造例顯示於發明背景引述的參考文獻。

## 五、發明說明 ( 39 )

全部此等例中，金屬製成的機械殼體係作為靜電屏蔽，其接地至信號地電位。但此種保護的實際效果有限，原因在於編碼器作業的機械環境同樣連結到相同的信號地電位。典型用途其中編碼器耦聯至電動馬達軸(特別架設於馬達殼體內部)，編碼器輸出信號受到地電流污染。當使用切換電源供應器時問題特別嚴重，例如於無電刷式直流或交流向量控制馬達。

業界尚未辨識的另一問題為經由軸耦合至編碼器的干擾。由於軸通常為金屬製成，且通過編碼器經保護的內部空間，因此軸上的任何雜訊將耦合至接收器板。再度此種情況於編碼器與切換模馬達共用一根軸時特別嚴重。此種問題於高於某種轉軸速度時更惡化，原因在於潤滑劑膜堆積於軸承珠上且錯誤中斷轉子與殼體間的電連續。事實上轉子及軸為電氣浮動，作為電容式橋，其耦合雜訊由馬達定子的繞線至編碼器的接收器板。

圖6為根據本發明之較佳具體實施例之編碼器140之示意剖面圖，顯示靜電保護方案細節。定子141及142顯示為分別包含印刷電路基板168及169，其上鍍有接收板170及發射板172。轉子148具有電氣主動圖樣，亦即改變發射板與接收板間的電容。較佳但非必要，轉子包含一片印刷電路基板其上鍍有導電部份來形成圖樣。定子、轉子及其間的氣隙以及至少部份處理電路138主要為接收器前置放大器係藉靜電屏蔽173保護。此屏蔽包含導電內層154，導電環145其分開二定子141及142及迷宮137包括套筒152

## 五、發明說明 ( 40 )

及 153，其有效封阻電容耦合由主軸 150 至屏蔽內側區段，但仍可於主軸與轉子 148 間致能機械耦聯。

編碼器殼體 139 (顯示於圖 4) 及軸 150 為電中線且可具有任何電位。不似業界已知之編碼器，殼體不作為任何電氣功能因此可經濟地由塑膠製成。電路 138 上方的屏蔽 166 較佳包含導電塗層於殼體內側，其與屏蔽 173 共通接地。接地連結至屏蔽 166 可經由接觸定子 141 的印刷電路板的地電位或經由撓性葉片 (圖中未顯示) 獲得。另外屏蔽可由金屬板製成。

由於屏蔽 173 也包圍發射器板 172，故約束其電場，且免除由編碼器 140 外側放射的電位干擾。它方面，雖然板 172 既非於地電位也非於任何其它固定電位，但其作為包圍體的一部份可保護編碼器內部的轉子空間。有關維持於地電位以外之電位之屏蔽的考慮述於文章名稱「感測器設計之電容技術應用」，作者 Heerens，物理學 E 期刊：科學儀器 19 (1986)，897-906 頁，併述於此以供參考。

要言之，編碼器 140 之內部元件藉一種方案與環境作雙向隔離，該方案有若干獨特特色：

1. 採用專用屏蔽 173 而與機械殼體獨立無關。
2. 屏蔽提供各方向的保護，但仍可作旋轉耦合至內部轉子。
3. 屏蔽包含若干組件，包括用於編碼器的印刷電路基板 168 及 169 上的導電層 154。
4. 屏蔽的若干組件例如發射器板非必然於固定電位。

## 五、發明說明(41)

### 轉子之虛擬接地

雖然接地轉子(第3型)編碼器有多種優點，但業界已知之全部此等編碼器要求地電位係經由物理接觸外加至轉子，伴隨有多種優點，如發明背景乙節所述。

圖7為根據本發明之較佳具體實施例之電容式編碼器188之示意分解圖，其中轉子194上的導電塗層195被有效(或虛擬)接地而實際上並未電連結至任何非旋轉元件。塗層195於轉子194表面上形成圖樣。用於本具體實施例之用途，塗層圖樣維持於固定電位即足，不必一定為地電位或任何特定直流電位。要言之，圖樣封阻定子191與196間於外加於發射定子191的電激勵頻率作電容式互動即足。雖然編碼器188顯示為單極編碼器，但可使用任何數目的極。

發射定子191包括四片發射器板192，標示為A，B，C及D。如前述，板係藉激勵電壓激勵，且與接收定子196上的環形板197以及轉子194上的導電圖樣195間作電容式互動。只要圖樣195接地或以其它方式固定於固定電位，則圖樣選擇性封阻四片發射器板之交流激勵不會與圖樣遮蔽區的接收器板196互動。

圖樣195利用放大器182維持於固定電位，圖樣耦合於定子196的輔助環形板198與定子191的輔助發射器板190間。至圖樣195呈電氣浮動程度，獲得根據其瞬間位置來自發射器板192的交流電位。此種交流電位於板198互動而產生電壓，電壓由放大器182放大及轉換。結果形成的

## 五、發明說明 ( 42 )

電壓  $V_{02}$  外加至板 190 俾透過電容式耦合經由導電圖樣 195 減低板 198 上的電壓。編碼器 188 的幾何為板 198 及面對轉子圖樣 195，而由發射器板 192 及 190 隱藏。由於放大器 182 操作結果，板 198 及圖樣 195 上交流電壓實質上被抵銷。如此圖樣維持於固定電位，且作為屏蔽，可選擇性阻斷由發射器板 192 至接收器板 197 的電容式耦合。於電荷放大器 180 之輸出的輸出電壓  $V_{01}$  耦合至接收器板 197，因而視需要反映出於板 197 之未遮蔽部份感應的電荷。

### 信號調理

圖 8 為根據本發明之較佳具體實施例之信號調理電路 200 之示意電路圖。電路 200 適合用作單速 CFRAAE，亦即編碼器僅能獲得一對輸出信號，與後述多速度具體例相反，其有兩對(粗及細)輸出。電路 200 為用於編碼器之相位/正交激勵(PQE)之同步偵測方法，其也方便地適合用於多速度編碼器類型。

電路 200 較佳用於有四象限的發射定子，如圖 2 所示定子 52。象限與接收定子板間的電耦合可以可變電容 206 至 209 表示，其係藉四相位交流電壓源 202 至 205 激勵，其典型提供交互正交的 10 千赫方波。電荷放大器 210 共同放大全部 4 個通道。放大器輸出係針對二相同通道來提供正弦及餘弦輸出。

各通道包括一同步偵測器 211 或 212 及一低通濾波器 213 或 214。同步偵測器 211 係由來源 202 的相位參考信號饋送，其輸出係由低通濾波器 213 濾波獲得正弦信號。同步

## 五、發明說明 ( 43 )

偵測器 212 被饋送以來自來源 203 之正交參考信號，而其輸出藉低通濾波器 214 濾波獲得餘弦信號。正弦及餘弦信號如業界已知，較佳藉微電腦或數位信號處理器(未顯示於附圖)數位化及處理。處理典型包含劃分作業用以獲得旋轉角的切線值，然後角本身藉代數計算或查表導出。

此種信號處理方案的優點除了簡單以外，全部四個通道的增益幾乎相等，而與電子組件的容差無關。此外，於輸出的直流偏壓低，此點對於減少計算輸出角的誤差相當重要。

電路 200 之 PQE 辦法附有同步正弦及餘弦偵測為電容式編碼器業界所未知。雖然前述德國專利申請案 DE 37 11 062 也使用帶有共通電荷放大器之 PQE，但電荷放大器輸出被抽樣而非如本發明同步解調。同步偵測器 211 及 213 之功能類似類比乘法器，由來自放大器 210 的輸入電壓饋電以及被饋送個別參考方波。低通濾波器 213 及 214 平均於預定頻寬的輸出信號。整體作業等於富立葉(Fourier)分析，表示輸出電壓係與於參考頻率相同相位的輸入電壓之總能量含量成比例。如前述，於業界已知電容式編碼器之正弦及餘弦輸出的信號/雜訊比係與  $t/T$  的方根成比例，其中  $T$  為參考方波週期， $t$  為抽樣孔口時間，其一成不變地遠比  $T$  更短。同步偵測提供比較時間抽樣遠更優異的信號/雜訊比，原因在於其輸出大致上為週期  $T$  多個樣本的平均值。

圖 9 為示意電路圖說明根據本發明之較佳具體實施例之

## 五、發明說明 ( 44 )

電路200之實務。U<sub>1</sub>作為輸入電荷放大器210，其饋送U<sub>2</sub>，U<sub>2</sub>為具有增益 $-R_3/R_2$ 之電壓反相器，其中大致上 $R_2=R_3$ 。U<sub>1</sub>包含任何適當類型的分立或集成FET輸入作業放大器。U<sub>2</sub>為通用作業放大器。U<sub>3</sub>為低電荷注入類比開關例如MAX 393，馬克辛(Maxim)集成產品公司製造，加州桑尼維爾。U<sub>3</sub>分別依據來自來源202及203之方波脈衝Sync1或Sync2指令選擇輸出U<sub>1</sub>或U<sub>2</sub>。如業界眾所周知，結果所得二輸出為低通濾波，較佳藉第三次冪沙倫安凱(Sallen-and-Key)主動濾波器濾波，濾波器各自包括三具電阻器，三具電容器及一具電壓從動件。此種濾波器具有於低頻之單位增益，而與被動組件的容差無關。放大器U<sub>4</sub>及U<sub>5</sub>可為任何低通偏位、低偏壓電流作業放大器。另一種可獲得預定穩定單位增益之低通濾波器為零-直流-偏位切換電容器型，亦為業界眾所周知。

如此正弦及餘弦處理通道的增益極接近相等，原因在於其共用U<sub>1</sub>及U<sub>2</sub>且對U<sub>3</sub>的切換電阻極為敏感。整體而言，二通道共用相同電子組件，但低通濾波器213及214除外，其獲得單位增益。實際信號增益可改變，主要原因在於放大器210關聯的電容器C<sub>1</sub>之變化。但因測得角度係基於二輸出比計算，於二通道之增益變化相同，無需準確或穩定組件。此種信號處理方法之性能極佳。例如32極對版本之輸出信號的12位元類比/數位轉換可於10千赫頻寬獲得19位元的角度解析度。

由於電路200簡單，特別經由與業界已知編碼電路的電

## 五、發明說明 ( 45 )

容位置比較，如用於例如圖6顯示之基板141上的接收定子，可將分立電路元件架設於同一片印刷電路板上。此具體實施例中，電路板較佳為四層印刷電路板，除了屏蔽層154及接收板170外另有二信號層。於鋪設各層時，須小心使激勵導體與信號導體間的距離增至最大。

圖10為示意分解圖，說明根據本發明之較佳具體實施例之電容式旋轉角度編碼器230及關聯的信號處理電路，其中編碼器及電路設計成模擬傳統繞線解析器。編碼器230意圖作為單極對解析器的落入置換亦即模擬解析器的輸入與輸出表現，但具有遠較低的側錄及較低製造成本。由於解析器為被動元件，主要為帶有交流輸入及交流輸出的可變變壓器，而電容式編碼器為帶有信號處理電路之主動元件，故編碼器230包括整流電路245，其將交流輸入電壓轉成正及負直流供應電壓用以饋電給電子電路。

編碼器230接收來自電壓源244的電源，如業界已知之解析器常用包含於7.5千赫典型為7伏RMS的輸入交流載波電壓。此種電壓外加至整流電路245，其供應正及負直流電壓+Vcc及-Vcc給電路元件。較佳如業界已知，電壓源244包含雙重電壓倍增器，但同樣也可使用任何其它適當的交流/直流轉換器電路。轉子174較佳虛擬接地，如前就圖7所述。另外轉子可如同第2型或第4型編碼器為電氣浮動。若使用第4型CFRAAE，則轉子圖樣較佳分節來減少對轉子傾斜的敏感，容後詳述。

編碼器本身包含發射定子240接收定子248及轉子174。

## 五、發明說明 ( 46 )

發射定子 240 包含發射器板 241，連同虛擬接地輔助板 170。接收定子 248 有四片接收器象限板 247，標示為 A，B，C 及 D，連同虛擬接地輔助板 178，透過虛擬接地迴路放大器 182 耦合至板 170。四片接收器象限板分別連結至四具電荷放大器 250，251，252 及 253，其產生對應交流輸出電壓  $V_a$ ， $V_b$ ， $V_c$  及  $V_d$ 。電壓  $V_a$ - $V_c$  及  $V_b$ - $V_d$  之振幅分別利用差異放大器 254 及 255 產生，如同電感解析器，係與旋轉角之正弦及餘弦成比例。

發明人發現編碼器 230 當以高於某種速度旋轉時有問題，表現為隨機雜訊加至輸出信號。雜訊的主要頻譜成分係於旋轉頻率，典型為 50 至 100 赫。問題可追蹤到由於空氣摩擦結果堆積於轉子 174 上的靜電荷。此種電荷由於轉子並未電接地因此不會耗散。因電荷隨機散佈於轉子表面，故於接收器板 247 感應不等電壓，出現輸出雜訊。此種辦法的補救之道係增加二對中於激勵頻率的帶通濾波器 (圖中未顯示) 串聯連結放大器 254 及 255。因激勵頻率遠高於旋轉頻率，故無需高選擇性，帶通濾波器可為簡單維恩 (Wien) 架橋網路。又因編碼器 230 具有四個分開信號通道，不似前文說明之 PQE 方案，不保證通道的增益匹配，於製造時典型需要藉電阻器修整獲得增益等化。

### 多速度編碼器

單極對 CFRAAEs 之準確度有限，第 5 型特別對轉子相對於定子的傾斜度敏感。多極對編碼器原則上較為準確且對機械不完整性較不敏感，原因在於其輸出信號係於多極平

## 五、發明說明(47)

均。但除非組合單極對編碼器否則無法提供絕對位置讀取，容後詳述。

雖然為求簡化起見，圖7-10所示編碼器為單極對型，但其中具體表現的原理同樣適用於多極及多速度編碼器。於本申請案之內文中，多速度編碼器定義為包括單極及多極可變電容之編碼器。單極電容作為粗通道，其輸出信號每轉重複一次；而細通道信號每轉重複多次。經由組合粗及細讀值，可獲得具有高度準確度及解析度之不含混的轉子位置。

圖11A及11B分別為根據本發明之較佳具體實施例第5型多速度電容式角度編碼器之轉子260上之多極導電圖樣及定子270上發射器板之頂視圖。為求方便說明，定子及轉子上的粗通道板及耦聯板未顯示於附圖。此種編碼器以單一定子270係等於八極解析器。轉子260包括8個正弦週期。定子270包括32片發射器板272。第四板連結至共通激勵電壓線 $V_1$ 至 $V_4$ 。四個激勵電壓彼此正交。

第5型多速度CFRAAEs對二通道採用單一定子及單一轉子，未曾提議於先前技術，或許原因在於二通道間之交互干涉過去已經變成不合實際。此種配置由Arnold及Heddergott明白討論於前述文章。

圖11C為根據本發明之較佳具體實施例之轉子262上不同導電圖樣之頂視圖，其為轉子260之負版本。轉子262等於轉子260，但編碼器之信號極性相反。

圖12A及12B根據本發明之較佳具體實施例分別為第5型

## 五、發明說明 ( 48 )

(單一定子)雙速度編碼器之定子300及轉子310上之導電板之頂視圖。定子300包含細發射器板313，粗發射器板314，及接收器板312。轉子310包含細圖樣板317，粗圖樣板315及接收器板312相對的耦聯板316。全部轉子板皆互連。板315及316間的分開並不需，僅顯示供舉例說明之用。注意轉子310上之粗及細圖樣平順改變而無尖銳的邊界點，不似業界人士已知之多速度轉子。結果如後文討論，當定子300之信號藉電路處理時，編碼器變成平順俐落的正弦輸出，實質上不含可能降低角測量準確度的失真。

圖12C為根據本發明之替代具體實施例之轉子320上導電板之頂視圖。轉子320之功能類似且可替代轉子310。差異為細圖樣板318其為前述板317之「負像」。

圖13為根據本發明之較佳具體實施例用於雙速度編碼器之信號調理電路330之示意圖。電路330使用PQE辦法，實質上類似前文就電路200所述，但具有分開的粗處理通道328及細處理通道329。

粗通道可變電容336至339係藉四相位交流電壓332至335激勵，典型為10千赫方波。細通道可變電容分別由電容344至347說明，典型係藉40千赫方波激勵。電子裝置包括電荷放大器348耦合至接收器板312(圖12A)，故共通用於全部粗及細通道。放大器輸出連結至粗及細處理通道，包含同步偵測器349至352及低通濾波器354至357。同步偵測器349及351係由合規相位參考電壓332及340饋

## 五、發明說明 ( 49 )

送，且由低通濾波器 354 及 356 濾波獲得粗及細正弦信號。同步偵測器 350 及 352 分別由正交參考信號 333 及 341 饋送，由低通濾波器 355 及 357 濾波獲得粗及細餘弦信號。如前述，類比信號較佳藉微電腦數位化及處理。

圖 14 為根據本發明之另一較佳具體實施例於三速度第 5 型 CFRAAE 轉子 380 上之導電板之頂視圖。轉子包括細通道 382，中通道 384 及粗通道 386 連同耦聯板 388。與適當調整適應的定子及信號調理電路並用，以三個處理通道替代二通道。圖 14 之配置例如可用於大直徑編碼器，而細通道有多個週期。此種情況下，粗通道不夠準確無法正確辨識適當細週期。增加中通道 384，有多個介於粗通道與細通道間的週期，可經由首先辨識於中通道的適當週期然後於細通道的適當週期而解決問題。

圖 15 為示意電路圖，顯示根據本發明之較佳具體實施例用於雙速旋轉編碼器如圖 12A-B 所示之二態可切換信號調理電路 420。電路 420 具有比較圖 13 所示多通道電路更簡單且更少組件的優點。

可變電容器 429 至 432 表示編碼器的細通道交互電容，可變電容 433 至 436 表示粗通道交互電容。開關 425 至 428 由共通邏輯信號(圖中未顯示)下指令外加激勵電壓 421 至 424 或地電位至細通道或粗通道電容，因而交替做出細及粗角度讀值。如參照較佳具體實施例所述，電荷放大器 447 提供輸出電壓，其係由同步偵測器 448 及 449 及低通濾波器 450 及 451 處理而獲得所切換通道(細或粗)的正弦及

## 五、發明說明 ( 50 )

餘弦輸出。

較佳粗處理通道用於辨識編碼器的絕對位置。粗信號典型為系統初始化所需。當系統啓動時，邏輯指令最初經由開關425至428將激勵波形轉向粗通道發射板(電容433至436)。結果所得粗位置決定用來辨識轉子所在的特定細週期。然後激勵電壓被轉向細通道發射器板(電容429至432)，細通道信號經處理獲得絕對準確轉子位置。

圖16A及16B分別為根據本發明之較佳具體實施例組成雙速度第5型CFRAAE之定子460及轉子470之導電板之頂視圖。本具體實施例中，轉子與定子間的多極可變電容用來產生粗及細角測量值。所得實際優點為對編碼器之特定外側直徑而言，可做出更大的中孔，容納相對大範圍的轉軸直徑。

定子460包含細發射板467及象限接收器板463至466。細板與轉子470上的細圖樣板468交互作用。轉子上的偏心耦聯板461耦聯交互作用至接收器板。由於板461的偏心，除非全部四象限電容加總否則耦合電容係與旋轉無關。當加總時獲得準確細通道讀值。此種情況下，若細通道輸出信號表示為 $A = R\sin(n\theta)$ 及 $B = R\cos(n\theta)$ ，則其向量和 $R$ 為常數表示為：

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

但若採用全部接收器象限，則向量和 $R$ 經調變，如此用來導出粗通道讀值。

圖17為示意方塊圖舉例說明根據本發明之較佳具體實

## 五、發明說明 ( 51 )

施例用於圖 16A 及 16B 之編碼器之信號處理電路 480。於初始化期間，較佳當軸為固定時，由電路 480 之正弦及餘弦通道輸出獲得四對直流電壓  $A_1, A_2, A_3$  及  $A_4$  以及  $B_1, B_2, B_3$  及  $B_4$ 。此係藉循序關閉開關 490, 491, 492 及 493 以及抽樣出現於濾波器 509 及 510 之輸出的輸出直流電壓進行。直流電壓為細電容 482, 483, 484 及 485 結果以及特定象限耦合電容 486, 487, 488 或 489 (分別對應於圖 16A 之象限 463, 464, 465 及 466) 連同電荷放大器 506 同步解調器 507 及 508 及低通濾波器 509 及 510 的固定增益結果。然後計算各對電壓之對應向量和獲得振幅  $R_1, R_2, R_3$  及  $R_4$ ，振幅係與特定軸角的象限耦合電容值成比例。對角線對差異  $R_1 - R_3$  及  $R_2 - R_4$  係與粗軸角之預定正弦及餘弦成比例。

於此初始化處理後，關閉四開關 490 至 493，如此將編碼器切換成細模。此模中，電壓源 494 至 497 及可變電容 482 至 485 由於細定子板與細轉子圖樣的互動用以決定細軸角。

圖 18A, 18B 及 18C 為根據本發明之較佳具體實施例之共同組成第 4 型編碼器的發射定子 520、轉子 525 及接收定子 527 之頂視圖。此編碼器舉例說明由多極交互電容獲得單極信號之第二方案。

定子 520 如同圖 11B 之轉子 270 包括多極發射器陣列包含多發射器板 529。但此例中，板 529 被分成四象限組 521 至 524，各組分開激勵。定子 527 包括環形接收器板 528。轉子 525 於兩邊有多極導電圖樣 526，二導電圖樣電連結。

## 五、發明說明 ( 52 )

接收自接收定子 527 之信號藉電路處理，電路概略類似電路 200，如圖 8 所示。此種情況下，電容 206 至 209 表示各象限之該組發射器板之可變電容。只要轉子 525 上之板 526 具有理想的多極圖樣，則來自低通濾波器 213 及 214 之輸出正弦及餘弦信號將表示細通道，而與一或多個發射器象限是否被激勵無關。但若例如由於轉子圖樣相對於轉軸為偏心或由於以軸為中心傾斜或於厚度每週期變化一次，因而轉子圖樣偏離理想圖樣，則若非全部象限皆被激勵，輸出信號將包括每轉一次的振幅調變。此種偏心或其它偏差容易被導入。如此若各象限輪流被激勵，且如前產生振幅  $R_1 - R_3$  及  $R_2 - R_4$ ，則獲得粗軸角的正弦及餘弦。當全部象限皆被激勵時，準確獲得細通道的正弦及餘弦。

其它同等方案亦屬可能，全部共通有一多極轉子，帶有某型偏離對稱每轉重複一次，定子可介於兩種配置間切換：一者為對稱，一者為具有打破對稱的特色。例如若具有理想多極圖樣的轉子用於一組其中不含一或多個週期組，則定子於對稱(接地象限)模時信號不受影響。但當定子切換成非對稱(單一象限)模時，信號振幅將以每轉一次的速率調變。

本發明之又更佳具體實施例中，帶有每週期一次對稱瑕疵多極轉子耦合至具有類似對稱瑕疵的定子。此種情況下，無需進行切換。例如定子 270(顯示於圖 11B)可未對正，或可去除定子的一節 272。轉子及定子瑕疵交互作用結果導致信號振幅  $R$  的週期性調變。於初始化週期，當轉

## 五、發明說明 ( 53 )

子轉動時，監視R俾辨識是否達到最大值或最小值位置。此位置定義為轉子的指標位置。但於正常作業期間，關聯前述週期性調變之細信號中的週期性誤差較佳經校正俾提供準確絕對讀值。此種具體實施例之優點為轉子中孔可製作成更大，原因為僅需細圖樣而無需耦聯板或粗圖樣板故。

### 分節及三維轉子

圖19為根據本發明之較佳具體實施例具有三維導電圖樣之轉子520之示意圖解視圖。本具體實施例中，轉子係由導電圖樣切割，形成由實心中部526向外伸出的多個徑向延伸部522，且介於延伸部間插入開放性凹部524。此種轉子設計之特別優異處為編碼器須於潮濕環境操作。若如業界一般實務，轉子面為平坦，則濕氣形成薄膜濕潤導電圖樣而使編碼器停止工作。當使用轉子520時，性能相等而與是否有水膜無關，轉子繼續獲得正確讀值。事實上，由於圖樣化區及開放區間每單位面積的電容差異比其它地區更高，故信號準位增高。雖然開放凹部524僅適用於細通道，但此種通道對編碼器的性能最具關鍵重要性。根據本發明之一具體實施例，除通道圖樣藉由使基板變薄而部份凹陷，因而經由使凹陷圖樣的每單位面積電容比濕的未凹陷區電容更小可降低濕氣影響。

前述歐洲專利申請案0226716說明具有三維轉子圖樣之第4型電容編碼器，其意圖改良於編碼器之靜電場分布的準確度。此種應用無關水分影響，關閉所述圖樣之凹部。

## 五、發明說明 ( 54 )

因此理由故轉子520優於業界已知之三維轉子，特別於接地轉子(第3型)具體實施例，其中接地水膜可作為連續屏蔽而與轉子圖樣是否部份凹陷無關。轉子520之設計也可用於第4型編碼器。

轉子520以及此處所述其它設計的轉子之基板可由任何適當之非導電材料製成，若適合可塗布以導電圖樣例如包覆銅玻璃-環氧樹脂或真空金屬化玻璃盤。較佳轉子盤及中部526組成單一部件，該部件由加強塑膠例如玻璃填充聚碳酸酯模製。本具體實施例中選擇性應用導電塗層於轉子之較佳方法係使用稱做熱衝鍛之方法，其中金屬薄膜由連續捲選擇性移轉至基板上且藉有圖樣的熱板加壓塗布於其上。較佳具體實施例中，圖樣首先以離型方式形成於注塑基板上，然後使用平坦未經圖樣化的熱板塗布。此種模製轉子之優點為可確保圖樣相對於轉軸準確且一致性對正。

本發明之另一較佳具體實施例中(未顯示於附圖)，轉子外緣略微升高高於圖樣化部份高度。升高步驟為間隔件，防止圖樣化部份與面對面的定子板接觸，因而防止於轉子與定子間在最終編碼器總成建立適當隔開之前塗層受損。升高圖樣之進一步優點於高濕條件下可證，於該條件下水膜形成於轉子上，說明如前。

又另一項選擇係由碳或其它導電聚合物填充的轉子導電區與轉子其它部份之非導電聚合物共同注塑。

任何旋轉感測器之重要特色為對轉子旋轉以外的其它機

## 五、發明說明 ( 55 )

械位移不敏感，例如對偏心或相對於轉軸傾斜造成的位移不敏感或對軸向安裝誤差不敏感。根據本發明之較佳具體實施例之全部CFRAAE皆對軸向安裝誤差大為不敏感，原因在於此種誤差至多影響正弦及餘弦通道可共通增益而非影響決定計算角的比值。多極電容編碼器之信號為多極的組合貢獻。結果此種編碼器不似光編碼器，對轉子相對於定子的傾斜及徑向未對正具有顯著自行補償作用及容差。

但單極CFRAAE的本質上對轉子偏心誤差敏感。對傾斜誤差的敏感度隨類型而定，以第2及3型最不敏感。由於第4型CFRAAE具有簡單的優點，故特別滿意地用以改良對轉子傾斜之不敏感度。

圖20為業界已知第4型CFRAAE 538之示意剖面圖，說明轉子傾斜的效果。編碼器538包括一第一定子540帶有發射器導電圖樣塗層541及545；第二定子542具有接收器導電塗層543；及轉子544，其略微傾斜且帶有電互連導電塗層547及548。定子540與轉子544間編碼器右邊之氣隙愈小，可相對於圖樣545提高發射器圖樣541對定子542接收的總體信號的貢獻。貢獻差異影響二通道的增益比，結果導致輸出誤差。雖然轉子544與接收器塗層543間之電容也被傾斜修改，但此種效應為兩種貢獻所共有而不影響其增益比。

圖21為根據本發明之較佳具體實施例之第4型CFRAAE 560之示意剖面圖。轉子561兩邊的導電圖樣被分成多個元件562-570其交互電絕緣。各元件兩邊帶有個別塗層547

## 五、發明說明 ( 56 )

及548電互連。本例忽略邊帶場效應，塗層545與轉子元件562間以及轉子元件與塗層543間的電容 $C_1$ 及 $C_2$ 串聯連結實質上係與轉子元件562之位置無關。關聯元件570之電容 $C_3$ 及 $C_4$ 之串聯連結以及關聯其它轉子元件的電容同樣實質上也與位置無關。如此圖樣的總電容與傾斜度大為無關。

圖22為根據本發明之較佳具體實施例之轉子561之示意頂視圖。該圖舉例說明塗層547分成多節572，如圖21所示以單極對構造配置成節段562-570。美國專利4,851,835說明第4型CFRAAE之轉子上多極圖樣之分節構造。但編碼器對轉子傾斜度免疫力改進對本例的重要性低，原因在於如前述由於各極可自行補償，故多極轉子本質上對傾斜不敏感。不似業界已知之編碼器，本發明提供單極對轉子561之傾斜免疫力提升。

圖23為根據本發明之較佳具體實施例之混成轉子580之示意頂視圖，其組合兩型CFRAAE於單一裝置。轉子580包含介電基材其模製獲得三維多極細通道圖樣582。因此此種圖樣屬於第2型。導電圖樣584如前述較佳經分解，形成於轉子基材上作為粗通道。如此粗圖樣作為第4型CFRAAE。其它不同型的組合亦屬可能。

### 電容式直線位移編碼器

前述就旋轉角測量說明的構想也可應用於電容式直線位移編碼器(CLDE)。此種編碼器包括固定元件亦即尺規跨距整個移動範圍，及一移動元件典型製成儘量短且稱做讀

## 五、發明說明 ( 57 )

取頭。雖然尺規可藉導電枕或其它手段(容後詳述)屏蔽，但更方便係屏蔽遠較短的頭。因此雖然並非必要，但CLDE之頭部包括接收器。不似多極對CFRAAE，自行補償傾斜誤差，CLDE缺圓形對稱，且本質上對尺規與頭間的相對傾斜度不敏感。本發明之較佳具體實施例設計成可克服此等缺點。

圖24及25為根據本發明之較佳具體實施例之CLDE 600帶有二板讀取頭602之示意說明圖。圖24為側視圖顯示編碼器的基本配置，可實現為第2，3或4型編碼器。圖25為圖24沿線XXV-XXV所取之示意剖面圖，顯示第2型之具體實施例。

CLDE 600包括尺規604連同頭602。如圖25所示，頭包括接收器板606及發射器板608。第2圖之具體實施例中，尺規604係由介電材料製成，包括三維緣較佳為正弦形狀而非筆直緣。第3或4型CLDE中(如後述)，圖樣印刷導電塗層於尺規上。尺規圖樣類似圖19所示三維轉子圖樣可為三維，但於本例需要夾住尺規沿其中線，而非如圖24及25之夾住底部。較佳頭602藉接地外屏蔽610保護不受電氣干擾。

圖26A為根據本發明之較佳具體實施例之第1型CLDE之讀取頭604之示意側視圖。第1型CLDE包括發射器板於尺規及單一接收器板於頭604，具有對稱的雙正弦圖樣612。雙正弦形係以二軸線為軸呈對稱。因此因頭環繞平行移動方向之縱軸傾斜以及環繞垂直頭與尺規間之氣隙的

## 五、發明說明 ( 58 )

軸旋轉造成的誤差實質上可自行補償。如此使用圖樣 612 比較先前技術 CLDE 裝置，可降低編碼器 600 之頭傾斜敏感度。因環繞垂直移動方向之軸之傾斜造成的錯誤係與圖樣中的週期數目成比例地減至最低。

圖 26B 為根據本發明之另一較佳 1 型具體例之讀取頭 620 之示意側視圖。本例中，藉兩邊之導電接地層 621 及 623 保護對稱性雙正弦接收器圖樣 622 不受外部干擾。

圖 27 為根據本發明之較佳具體實施例之具有接收器板 608 之第 1 型 CLDE 尺規 602 之示意側視圖。尺規 602 較佳結合頭 604 或 620 使用。發射器板包含多桿 624 圖樣，其藉四相位交流電壓較佳為方波激勵，如前文參照 CFRAAE 具體實施例所述。較佳採用 PQE 激勵連同圖 8 所示單通道偵測及解調方案，俾降低 CLDE 600 對組件容差的敏感度，以及於正弦及餘弦通道提供實質上相等增益。

圖 28 為根據本發明之另一較佳具體實施例用於第 4 型 CLDE 之雙正弦圖樣 632 於尺規 630 之示意側視圖。雖然接地屏蔽 610 (圖 25) 通常足夠防止電氣干擾進入第 2 及 3 型 CLDEs 的讀取頭 602，但於第 4 型 CLDE，尺規上的連續導電圖樣可能拾取干擾且耦合至接收器 606。如圖 28 所示，此種對干擾的敏感度可藉由以傾斜間隙 634 將圖樣 632 分節減低。任何時刻皆為主動的圖樣節段可屏蔽位於內側的頭 602，且由屏蔽 610 外側之未經保護節段絕緣。由於節段間之間隙 634 傾斜，故隨頭行進改變測得電容之正弦相依性不會受損，如業界已知，垂直間隙由於圖樣可能以正

## 五、發明說明 ( 59 )

弦方式改變中的電容導入非連續性。如此使用圖樣632可增進可達成之內插深度，結果比較業界已知之CLDE提升編碼器準確度。

圖29為根據本發明之較佳具體實施例之另一CLDE 640之示意剖面圖。CLDE 640之構造相對於CLDE 600(圖24及25)反相，故包含固定尺規644，其具有接收器板646及發射器板648毗鄰其中的縱槽。移動頭642跨其於槽內側。當移動頭以電方式接取或由於某種理由必須變成電被動性時，反相配置有用。

圖30為根據本發明之另一較佳具體實施例之經屏蔽反相CLDE 650之示意剖面圖。尺規654具有迷宮形的縱槽，包括接地屏蔽656來保護板646及648及頭652。CLDE 650原則上類似CLDE 640，但通常對外部干擾較有抗性。

較佳尺規644及投642(圖29)基於多層印刷電路技術，包含使用習知FR-4基板材料的印刷電路。典型印刷電路板之表面層包含發射器板648，及內層包括激勵線及屏蔽接地面。類似技術可用於此處所述較佳具體實施例。本發明之第1及5型之具體實施例中，尺規包含單一發射器(或接收器)板，尺規的背側遠離頭為自由，尺規可由薄多層基板製成，其然後黏合至採用編碼器的機器。若撓性尺黏合至筒形面，將可作角測量。另一項可能係串聯毗連若干尺規元件，例如圖28所示該型。因所得毗連準確度不匹配CLDE準確度，故較佳使用校準處理俾儲存元件的定位誤差。

## 五、發明說明 ( 60 )

本發明之較佳具體實施例之典型實務中，尺規係由後0.3毫米，寬12毫米，及長500毫米之FR-4長條製成。頭圖樣之週期長度為2毫米，測得的解析度為0.1微米。

圖31A為根據本發明之較佳具體實施例之第5型CLDE 660之示意剖面圖。CLDE包括尺規662及移動頭664，其具有發射器板668及670及接收器板674於其內面上。較佳尺規662內面具有圖28所示分節圖樣，例如圖樣632。雖然圖樣經分解來減少拾取干擾(如前文解說)，但頭之接收器板如CLDE 600不受相對板保護(圖25)。因此尺規662的背側塗布以接地塗層666俾保護接收器板674相對的節段不受外在干擾。用於相同目的，頭664於其外表面上具有接地塗層676。

圖31B為根據本發明之較佳具體實施例類似CLDE 660原理之另一種第5型CLDE 680之示意剖面圖。CLDE 680中，接地保護係由移動頭682的延伸部684提供。因此尺規662無需包括接地連結。

圖32為頭664之示意側視圖，顯示發射器板668及670及接收器板674設置於其上。發射器板較佳包含桿(如圖27所示)，桿設置於接收器板674任一邊上的上列及下列，其係電容式耦合至尺規圖樣632中部(圖28)。頭及圖樣的對稱構造可輔助降低CLDE對頭傾斜及旋轉的敏感度。CLDE之較佳信號調理方案為圖8所示該型PQE方案。

圖32所示CLDE原理也可於第6型配置實施(未顯示於附圖)。此例中，頭包括二電路基板附有發射器及接收器

## 五、發明說明 ( 61 )

板，各基板位於尺規各邊。同理尺規於其兩邊有圖樣例如圖樣632，其中二圖樣藉電互連。此種實務之優點為改良對干擾的免疫力，提高信號增益，降低對頭傾斜的敏感度。

圖33A及33B為根據本發明之較佳具體實施例之第1型絕對CLDE之尺規700及頭714之示意側視圖。本例之CLDE結構類似CLDE 660(圖31A)，操作上類似前述可切換的二速CFRAAEs。如此可於粗模與細模間切換，粗模提供頭714相對於尺規700的絕對位置，細模的操作上等於增量CLDE 660。只要粗模的讀取錯誤小於細通道週期長度，則粗及細讀值可合併獲得絕對位移讀值，其準確度及解析度僅受細通道所限。

如圖33A所示，尺規700上的發射器圖樣702實質上類似圖27所示，但圖樣之個別桿708藉對角分離線710分裂成兩組三角形704及706。各組704及706之桿708分開饋以四條PQE線，且可切換作為個別垂直桿或作為集合三角形發射器功能。頭714具有圖樣716，其較佳類似圖26B所示圖樣622。

用於細模作業，伴以增量位置測定，各桿708之二部份的PQE線互連，獲得增量CLDE作業。頭714上圖樣716之上區及下區718及720由中央正弦部722解開連結，且如前參照圖26B所述連結接地。

於粗模中，為了獲得絕對位置讀值，兩組704及706之全部部份桿互連。讀取頭之上區及下區由基地解除連結且互

## 五、發明說明 ( 62 )

連至部份 722，如此形成四邊形板。若讀取頭 714 與三角形組 704 間的電容為  $C_1$ ，組 706 之對應電容為  $C_2$ ，則差異  $C_1 - C_2$  係與頭相對於尺規 700 的位移成比例。爲了減少因桿 708 間間隙造成粗模讀取輸出的任何漣漪，讀取頭之前緣及後緣 724 及 726 較佳歪斜因而使板獲得平行四邊形。

粗通道準確度將決定可識別的細週期最大數目。因此對細圖樣之指定週期而言，粗通道準確度決定測量總長度。同理，對指定測量長度而言，粗通道準確度決定最小細週期長度，如此決定所得解析度。爲了獲得粗通道的最大準確度，較佳將兩大誤差源減至最低：

1. 尺規 700 與頭 714 間之氣隙容差，影響  $C_1$  及  $C_2$ 。因氣隙同等影響  $C_1$  及  $C_2$ ，故此種誤差可藉  $C_1 + C_2$  之合規度化  $C_1 - C_2$  之差。
2. 頭 714 相對於移動方向平行軸傾斜，其影響  $C_1$  與  $C_2$  間的平衡，此種誤差無法藉運算克服。

圖 34 爲根據本發明之較佳具體實施例之替代發射器圖樣 732 於尺規 730 之示意側視圖，其設計成可克服前述傾斜敏感度問題。三個三角形 734，736 及 738 用於粗模而非兩個三角形，結果獲得相對於傾斜軸爲對稱的配置。若  $C_1$  爲因三角形 734 及 738 造成的組合電容，及  $C_2$  爲來自於三角形 736 的電容，則  $C_1$  與  $C_2$  的變化至少至第一次冪爲止係可自行補償。

另一種可用於由增量編碼器當中絕對讀取之方法係於已知位置產生指標脈衝，其定義爲機械零，通常爲直線編碼

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂

線

## 五、發明說明 ( 63 )

器之尺規一端。當系統啓動時，頭移動至指標位置，由該處決定絕對位置。此種技術可用於角向及直線電容編碼器。

圖 35 為根據本發明之較佳具體實施例之第 1 型電容式直線編碼器 750 之示意側視圖，舉例說明此種指標構想。如前述，尺規 754 包含多個發射器桿 756，加上額外指標發射板 751 及 752 典型於其一端。讀取頭 753 包含三角形接收器板。較佳頭 753 具有切換圖樣例如圖樣 716 於頭 714 上 (圖 33B)，故可作為細測量及指標通道之公用接收器。

圖 36A 及 36B 為線圖示意顯示介於頭 753 與板 751 間感測的電容  $C_1$  及介於頭 753 與板 752 間感測的電容  $C_2$ 。圖 36A 顯示差  $C_1 - C_2$  呈頭位移之函數，圖 36B 顯示和  $C_1 + C_2$ 。差通道的零輸出信號重合和通道高於預設閾值的輸出信號指示指標位置。

編碼器 750 之信號調理較佳係基於圖 13 所示電路 330 之簡化版本。本例中，關聯位置通道之桿 756 於一頻率以四相位電壓 340 至 343 激勵而提供於低通濾波器 356 及 357 輸出之正弦及餘弦信號。指標通道板 751 及 752 藉電壓源 332 及 333 激勵，而提供信號於低通濾波器 354 及 355 之輸出，其係與指標電容  $C_1$  及  $C_2$  成比例。

除了已經參照 CLDEs 特別說明之特色外，須了解前文參照 CFRAAE 所述的其它特色也適用於 CLDEs，反之亦然。概略而言，雖然於此處所述較佳具體實施例以某種組合及配置顯示電容式移動編碼器的構想，但類似的元件及特點

## 五、發明說明 ( 64 )

可基於本發明原理與其它裝置以不同方式適應及分組。就此方面而言，參照此處定義之六型編碼器之任一型所述的本發明之特色也可應用於其它類型。全部此等組合及小組合、自適應及配置皆視為屬於本發明之範圍。

如此須了解前述較佳具體實施例僅供舉例說明，本發明之完整範圍係受隨附之申請專利範圍所限。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：電容性的位移編碼器)

一種電容式位移編碼器(140)用以感測移動物件相對於固定物件的位置，包括至少一個固定元件(141)耦聯至固定物件及一移動元件(148)耦聯至移動物件且係位在固定元件附近。一場發射器(142)產生一靜電場，靜電場係經由響應固定元件與移動元件間的相對移動產生的二元件間的電容改變而調變。一導電屏蔽(154)由移動物件及固定物件電氣地解耦，且包圍移動元件及固定元件，因而屏蔽元件不受外部電氣干擾。處理電路(138)耦合而感測調變後的靜電場以及響應於此決定移動物件位置的量測值。

## 英文發明摘要 (發明之名稱："CAPACITIVE DISPLACEMENT ENCODER")

A capacitive motion encoder (140), for sensing the position of a moving object relative to a stationary object, includes at least one stationary element (141), coupled to the stationary object and a moving element (148), coupled to the moving object and in proximity to the stationary element. A field transmitter (142) generates an electrostatic field, which is modulated by a change in capacitance between the stationary and moving elements responsive to relative motion of the elements. A conductive shield (154) is electrically decoupled from both the moving and the stationary objects, and encloses the moving and stationary elements so as to shield the elements from external electrical interference. Processing circuitry (138) is coupled to sense the modulated electrostatic field and to determine responsive thereto a measure of the position of the moving object.

## 六、申請專利範圍

1. 一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件的位置，該編碼器包含：
  - 至少一固定元件，耦合至固定物件；
  - 一移動元件耦合至移動物件且位於固定元件附近；
  - 一場發射器，其產生靜電場，靜電場係由響應固定元件與移動元件間的相對移動造成二元件間之電容變化調變；
  - 一導電屏蔽，其係由移動物件及固定物件二者電氣地解耦合，及其包圍移動元件及固定元件因而屏蔽二元件不接受外來電氣干擾；以及
  - 處理電路，耦合而感測調變後的靜電場以及響應該靜電場決定移動物件位置的測量值。
2. 如申請專利範圍第1項之編碼器，其中移動元件包含一轉子，移動物件包含一轉軸，及其中至少一固定元件包含至少一定子，因此處理電路決定轉軸旋轉位置測量值。
3. 如申請專利範圍第2項之編碼器，其中導電屏蔽包圍處理電路之至少一部份連同轉子及至少一個定子。
4. 如申請專利範圍第3項之編碼器，其中至少一個定子及轉子包含印刷電路板，至少一片印刷電路板上安裝處理電路之至少一部份。
5. 如申請專利範圍第2項之編碼器，其中轉子包含概略平面板以及概略非平面的環形殼用以耦合轉子至軸，屏蔽延伸至毗鄰殼的轉子平面，因而防止電氣干擾由軸通至

## 六、申請專利範圍

轉子。

6. 如申請專利範圍第2項之編碼器，其中編碼器係配置成轉子相對於定子至少旋轉360度。
7. 如前述申請專利範圍任一項之編碼器，包含機械殼體環繞移動元件及固定元件，該殼體係由屏蔽電氣地解耦合。
8. 如申請專利範圍第7項之編碼器，其中至少一固定元件包含二概略平行的交互隔開的固定元件，一者包含場發射器及另一場包含場接收器，其於殼體內部藉由加壓元件抵住介於其間的撓性導電件而彼此電耦合。
9. 如申請專利範圍第1-6項中任一項之編碼器，其中固定元件包含一印刷電路板，包括一伸長部其經由屏蔽凸起，於該伸長部對編碼器作電連結。
10. 如申請專利範圍第1-6項中任一項之編碼器，其中場發射器係附著於固定元件，且耦聯因而形成導電屏蔽的一部份。
11. 如申請專利範圍第1-6項中任一項之編碼器，其中場發射器係附著於固定元件，以及其中移動元件具有電氣主動圖樣於其上，該圖樣可調變靜電場。
12. 如申請專利範圍第11項之編碼器，其中電氣主動圖樣包含一種介電材料。
13. 如申請專利範圍第11項之編碼器，其中電氣主動圖樣包含一種導電材料。
14. 如申請專利範圍第13項之編碼器，其中導電材料係耦

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

合至處理電路且作為靜電場接收器。

15. 如申請專利範圍第13項之編碼器，其中至少一固定元件包含一靜電場接收器其係耦合至處理電路。
16. 如申請專利範圍第15項之編碼器，其中於移動元件上之導電性電氣主動圖樣係維持於概略恆定電位。
17. 如申請專利範圍第15項之編碼器，其中該移動元件上之導電性電氣主動圖樣為電氣浮動。
18. 如申請專利範圍第15項之編碼器，其中至少一固定元件包含單一元件，發射器及接收器係附著於元件上。
19. 如申請專利範圍第16項之編碼器，包含一第二固定元件具有一發射器及一接收器附著於其上。
20. 一種電容式角度編碼器，用以感測一轉軸位置，該編碼器包含：
  - 一發射器，包含環繞轉軸設置之多節，各節以共通頻率產生週期性靜電場但具有與其它節不同的預定相位；
  - 一接收器，其響應來自多節的電場而產生信號，俾使各電場的接收強度係呈轉軸旋轉之函數，藉發射器與接收器間之電容變異調變；以及
  - 一偵測器電路，包含至少一同步偵測器，其處理與產生的場同步之信號因而產生可指示旋轉角度的輸出。
21. 如申請專利範圍第20項之編碼器，其中至少一同步偵測器包含二同步偵測器，其產生輸出，該等輸出分別係與旋轉角之正弦及餘弦成比例。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

22. 如申請專利範圍第20項之編碼器，其中接收器包含單一輸入放大通道，經此通道來自全部發射器節段的信號接收用以處理。
23. 如申請專利範圍第20-22項中任一項之編碼器，其中發射器板包含概略平面的發射定子被劃分為多節設置於環繞轉軸軸線。
24. 如申請專利範圍第23項之編碼器，其中多節係排列於四個象限。
25. 如申請專利範圍第23項之編碼器，其中接收器包含概略平坦的轉子，有一接收器其以轉軸軸線為中心呈非軸對稱，及其係以毗鄰定子之轉軸為軸旋轉。
26. 如申請專利範圍第25項之編碼器，其中接收器具有概略圓形，且該圓形以轉軸軸線為中心呈偏心。
27. 如申請專利範圍第23項之編碼器，其中接收器包含概略平面的接收定子，以及包含概略平面的轉子其以軸之軸線為中心呈非軸對稱，及其係以轉軸旋轉且調變接收的信號。
28. 如申請專利範圍第27項之編碼器，其中轉子之電氣主動區具有概略圓形，其相對於軸之軸線呈偏心。
29. 一種電容式角度解析器，用以感測一轉軸位置，包含：
  - 一發射器，其響應於指定頻率之交流電輸入而產生週期性靜電場；
  - 一接收器，包含環繞轉軸設置之多節，其響應來自發射器的電場而產生信號，因此接收於各該節段之電場

## 六、申請專利範圍

係呈轉軸旋轉之函數藉發射器與接收器間之電容變異調變；

一信號處理電路，其處理來自接收器節段的信號因而產生一可指示旋轉角度之交流輸出；以及

一整流器電路，其整流交流輸出因而提供直流電壓給偵測器電路。

30. 如申請專利範圍第29項之解析器，其中信號處理電路係與產生的電場同步處理信號，及其中交流輸出包含二輸出，其分別係與旋轉角之正弦及餘弦成比例。
31. 如申請專利範圍第29項之解析器，包含一轉子耦合而連同轉軸旋轉且具有電氣主動圖樣於其上，故轉子的旋轉可調變於接收器接收的電場。
32. 如申請專利範圍第31項之解析器，其中電氣主動圖樣包含導電材料。
33. 如申請專利範圍第32項之解析器，其中導電材料係維持於地電位。
34. 一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件的位置，該編碼器包含：
  - 至少一固定元件，耦合至固定物件；
  - 一移動元件，耦合至移動物件且鄰近於固定元件；
  - 一靜電場發射器，關聯於固定元件或移動元件之一；
  - 一場調變器，關聯於固定元件及移動元件之另一，包含於元件上平順改變的粗及細週期性電氣主動圖樣，

## 六、申請專利範圍

圖樣以個別低及高空間頻率沿元件之一維改變，其經由以對應低及高空間頻率之調變頻率，響應固定元件與移動元件間的相對移動感應二元件間之電容變異調變電場而實質上不含空間諧波；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場以及響應於此，決定移動元件位置的粗及細測量值。

35. 如申請專利範圍第34項之編碼器，其中移動元件包含一轉子，及移動物件包含一轉軸，以及其中固定元件包含一定子，故處理電路可決定轉軸旋轉位置之測量值。
36. 如申請專利範圍第35項之編碼器，其中定子包含單一平面元件包括複數導電區，其中至少一者為場發射器，及另一者接收場。
37. 如申請專利範圍第35項之編碼器，其中電氣主動圖樣係形成於轉子上，故粗週期性圖樣包含概略圓形區於轉子上，相對於轉軸偏心設置，及其中細週期性圖樣包含正弦圖樣於轉子上環繞轉軸之周邊設置。
38. 如申請專利範圍第37項之編碼器，其中粗圖樣之概略圓形區被分成多個子區分布於轉子表面上，因而減少於場調變時由於轉子相對於定子傾斜造成的變化。
39. 如申請專利範圍第34-38項中任一項之編碼器，其中場調變器進一步包含中間電氣主動圖樣於其上，該圖樣具有空間頻率介於高與低頻率間，及處理電路感測對應中間頻率之場調變。
40. 一種電容式移動編碼器，用以感測移動物件相對於固定

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

物件的位置，該編碼器包含：

至少一固定元件，耦合至固定物件；

一移動元件，耦合至移動物件且位於固定元件鄰近；

一靜電場發射器，關聯於固定元件及移動元件之一；

一場調變器，關聯於固定元件及移動元件之另一，包含粗及細的週期性電氣主動圖樣於元件上，圖樣係以個別低及高空間頻率沿元件之一維改變，其經由於對應低及高空間頻率之調變頻率，感應響應於固定元件與移動元件間相對移動造成二元件間電容變化而調變電場；以及

處理電路，其切換靜電場因此可交替藉粗或細圖樣調變，以及其感測調變後的電場因而響應於此，交替決定移動物件位置的粗及細測量值。

41. 如申請專利範圍第40項之編碼器，其中移動元件包含一轉子，以及移動物件包含一轉軸，其中至少一固定元件包含一定子，因此處理電路決定轉軸旋轉位置測量值。

42. 一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：

一固定元件，耦合至固定物件及包含一靜電場發射器及接收器；

一移動元件，耦合至移動物件且鄰近於固定元件，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

以及包含一場調變器包含粗及細週期性電氣主動圖樣於移動元件上，其響應低及高空間頻率沿元件之一維改變，以及於對應低及高空間頻率之調變頻率，經由感應響應固定元件與移動元件間相對移動造成二元件間電容變異而調電靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場及響應於此，決定移動物件位置的粗及細測量值。

43. 如申請專利範圍第42項之編碼器，其中移動元件包含一轉子，及移動物件包含一轉軸，以及其中固定元件包含一定子，包括複數導電區，其中至少一區為場發射器及另一區為接收器，因此處理電路決定轉軸旋轉位置之相對測量值。

44. 一種電容式角度編碼器，用以感測一轉軸位置，包含：

一或多個定子，其中一者包含一場發射器其產生一靜電場；

一轉子，耦合而隨轉軸旋轉，具有旋轉式非對稱之電氣主動圖樣於其上，其經由感應定子於轉子間的電容變化，該變化對每次轉軸旋轉重複一次，響應轉軸的旋轉調變靜電場，其中圖樣被劃分為多個子區，因而減少由於轉子相對於定子傾斜，於電場突變出現的變異；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，以及響應粗及細變異，決定轉軸角的粗及細測量值。

45. 如申請專利範圍第44項之編碼器，其中轉子上的電氣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

主動圖樣包含相對於轉軸軸線位在偏心位置之概略圓形區。

46. 一種電容式角度編碼器，用以感測轉軸位置，包含：

一轉子，耦合至轉軸，具有電氣主動區，其以轉軸軸線為中心呈非軸對稱，以及包含設置於轉子周邊的圖樣，其以預定角頻率環繞主軸重複多次；

至少一定子，具有關聯的靜電場，其藉電氣主動區因轉子旋轉感應出的電容變異調變；以及

處理電路，其感測轉軸每次旋轉時由於該區的非軸對稱而發生的場調變，因而響應於此，決定轉軸旋轉角的粗測量值，以及感測由於圖樣造成的電場調變，因而決定旋轉角的細測量值。

47. 如申請專利範圍第46項之編碼器，其中電氣主動區包含一概略圓形區，該區相對於轉軸軸線為偏心。

48. 如申請專利範圍第46項之編碼器，包含一接收器耦合至一或多個定子之一，及其特徵為相對於軸線之非軸對稱，因此角之粗測量值係響應細圖樣之非軸對稱與接收器間的互動決定。

49. 如申請專利範圍第46-48項中任一項之編碼器，包含一開關，開關被致動而決定角度之交替粗與細測量。

50. 如申請專利範圍第49項之編碼器，其中定子包含多個導電定子，各自耦合至處理電路，響應開關致動而由扇區接收得的成組信號可交替決定粗及細角度測量。

51. 一防水電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

## 六、申請專利範圍

一 固定物件之位置，包含：

至少一固定元件，耦合至固定物件且有一關聯的靜電場；

一 移動元件，耦合至移動物件，包含複數電氣主動節段彼此藉空間分隔，該等節段形成一圖樣其於移動物件移動時由於固定元件與移動元件間之電容變異而調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場以及響應於此，決定移動物件的位置測量值。

52. 如申請專利範圍第51項之編碼器，其中衝擊於移動元件的流體係由節段位移至分隔各節段的空間。

53. 如申請專利範圍第51或52項之編碼器，其中移動物件包含一轉軸，移動元件包含一轉子，由轉子有多個電氣主動節段環繞轉軸輻射狀向外凸起，及至少一固定元件包含至少一定子，因此處理電路決定轉軸旋轉位置測量值。

54. 一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：

一 移動元件，耦合至移動物件，具有電氣主動圖樣於其上；

第一及第二固定元件，耦合至固定物件，設置於移動元件的兩相對邊因而發射交替靜電場貫穿其中；

處理電路，耦合而感測響應因電氣主動圖樣移動造成固定元件間電容變異來調變靜電場，以及響應於此，

## 六、申請專利範圍

決定移動元件位置的測量值；以及

一電位等化電路，其經由感測於第一固定元件的交流電位以及經由外加相反電位至第二固定元件而維持移動元件於概略恆定電位。

55. 如申請專利範圍第54項之編碼器，其中概略恆定電位包含虛擬接地。

56. 如申請專利範圍第54項之編碼器，其中電位等化電路實質上未與移動元件作電接觸。

57. 如申請專利範圍第54-56項中任一項之編碼器，其中移動物件包含一轉軸，及移動元件包含一轉子耦聯至轉軸，以及其中第一及第二固定元件包含一對定子，因此處理電路決定轉軸之旋轉位置測量值。

58. 一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：

一尺規，固定至固定物件；

一讀取頭，固定至移動物件因而可沿尺規移動，以及包含靜電場發射器其於讀取頭附近產生靜電場；

一電氣主動圖樣形成於尺規上，該圖樣引起尺規與讀取頭間電容的變異，因而響應讀取頭相對於尺規的移動調變靜電場，圖樣具有對稱性，因此調變實質上不受頭相對於尺規的傾斜影響；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測調變且響應於此決定移動物件位置的測量值。

59. 如申請專利範圍第58項之編碼器，其中圖樣包含雙正

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

弦形。

60. 如申請專利範圍第58或59項之編碼器，其中讀取頭包含一接收器，其接收經調變後的靜電場，圖樣由圖樣間隙間歇中斷，因而抑制沿圖樣干擾耦合至讀取頭，其中間隙相對於尺規縱軸係以銳角形成。
61. 一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：
- 一尺規固定於固定物件，且包含一靜電場發射器其產生一靜電場於尺規附近；
  - 一讀取頭，固定於移動物件因而沿尺規移動且有電氣主動圖樣形成於其上，該圖樣引起尺規與讀取頭間電容的變異，因而響應讀取頭相對於尺規的移動調變靜電場，圖樣具有對稱性，故調變實質上不受頭相對於尺規的傾斜度影響；以及
  - 處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測調變，且響應於此，決定移動物件位置測量值。
62. 如申請專利範圍第60項之編碼器，其中圖樣包含雙正弦形。
63. 一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：
- 一尺規，固定於固定物件的彎曲面；
  - 一讀取頭，固定於移動物件因而可沿著尺規移動；
  - 一靜電場發射器，其產生一靜電場於讀取頭附近；
  - 一電氣主動圖樣形成於尺規或讀取頭上，該圖樣引起

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

尺規與讀取頭間之電容變異，因而響應讀取頭相對於尺規的移動調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測調變，以及響應於此，決定移動物件沿彎曲面位置之測量值。

64. 如申請專利範圍第63項之編碼器，其中固定物件具有概略圓柱形，其中移動物件位置之測量包含一固定物件軸線為軸之角度測量值。

65. 一種電容式直線位移編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：

一尺規，固定於固定物件；

一讀取頭，固定於移動物件因而沿尺規移動；

發射板固定於尺規，因而產生及接收一靜電場於讀取頭附近，板具有粗及細讀取配置；

一電氣主動接收板於讀取頭上，板係配置成頭相對於尺規移動，引起發射板與接收板間的電容變異，其調變由接收板接收的靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，因而偵測於粗讀取配置場的調變，俾響應於此，決定移動物件位置之粗測量值，以及偵測於細讀取配置場的調變，俾響應於此，決定移動物件位置的細測量值。

66. 如申請專利範圍第65項之編碼器，其中粗測量值包含絕對位置測量。

67. 如申請專利範圍第65或66項之編碼器，其中發射板包

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

含複數發射桿其集合劃分為至少二三角形區，以及其中於粗配置中，各區的桿被集合激勵。

68. 如申請專利範圍第67項之編碼器，其中接收板包含一導電週期性圖樣重疊於概略四邊形區，其中當發射板係於粗讀取配置作業時，整個四邊形區係維持於一共通電位。

69. 一種電容式移動編碼器，用以感測一移動物件相對於一固定物件之位置，該編碼器包含：

至少一固定元件，耦合至固定物件；

一移動元件，耦合至移動物件；

發射及接收板固定於固定元件或移動元件，因而產生及接收一靜電場於移動元件附近，板包含至少一指標板於固定元件上的指標位置，因此由移動元件遭逢的靜電場於至少一指標板附近時可辨識為與位在一沿固定元件其它位置的靜電場不同；

一電氣主動圖樣形成於元件之一上，該圖樣引起元件間電容的變異，因而響應移動元件相對於固定元件的移動而調變靜電場；以及

處理電路，耦合而感測調變後的靜電場，以及當移動元件係位在指標板附近時識別場的差異，因而響應於此，決定移動元件位在指標位置，及其偵測調變，以及響應於此，決定移動物件相對於指標位置的測量值。

70. 如申請專利範圍第69項之編碼器，其中固定元件包含直尺帶有指標板於其一端，以及其中移動元件包含一讀

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

取頭其沿尺規移動。

71. 一種感測一轉軸位置之方法，該方法包含：

發射週期性靜電場，具有共通頻率於環繞軸的複數角位置，各場具有與其它信號不同的預定相位；

由多個位置感測場，以及響應呈轉軸旋轉之函數呈現的電容改變造成場調變而產生信號；以及

與發射場頻率同步處理信號因而產生可指示旋轉角的輸出。

72. 如申請專利範圍第71項之方法，其中處理信號包含產生與旋轉角之正弦及餘弦成比例的輸出。

73. 一種感測轉軸位置之方法，包含：

接收於指定頻率之交流電輸入；

響應交流輸入產生一週期性靜電場；

整流部份交流輸入，因而提供直流電壓至偵測器電路；

感測於複數位置之靜電場，以及響應電容成轉軸之函數變異造成場調變而產生信號；以及

使用偵測器電路處理信號，因而於指定頻率產生一交流輸出可指示旋轉角。

74. 如申請專利範圍第73項之方法，其中處理信號包含產生與旋轉角之正弦及餘弦成比例的輸出。

75. 一種感測一移動物件相對於一固定物件移動位置之方法，該方法包含：

發射一靜電場於移動物件附近；

## 六、申請專利範圍

關聯於平順改變中的粗及細週期性電氣主動圖樣與移動物件，圖樣係沿物件之移動維度以低及高空間頻率改變，其經由以對應低及高空間頻率之調變頻率，感應固定元件與移動元件間響應元件移動的電容變異而調變靜電場，實質上不含空間諧波；以及

感測調變後的靜電場，以及響應於此決定移動物件位置之粗及細測量值。

76. 如申請專利範圍第75項之方法，其中移動物件包含一轉軸，以及其中關聯移動物件之粗圖樣包含界定一概略圓形區於轉子上，該區相對於轉軸係偏心設置。

77. 一種感測一移動物件相對於一固定物件之位置之方法，包含：

發射一靜電場於移動物件附近；

關聯於粗及細週期性電氣主動圖樣與移動物件，圖樣係以個別低及高空間頻率沿物件移動之一維改變，其經由對應低及高空間頻率之調變頻率，感應固定元件與移動元件間響應二元件相對移動出現的電容變異而調變靜電場；

切換靜電場，故由粗及細圖樣交替調變；以及

感測調變後的靜電場因而響應於此，交替決定移動物件位置之粗及細測量值。

78. 一種感測一轉軸位置之方法，該方法包含：

耦合一轉子至轉軸，該轉子具有一電氣主動區其相對於轉軸為非軸對稱，以及包含一圖樣設置於轉子周邊，

## 六、申請專利範圍

該圖樣係以預定角頻率環繞轉軸重複多次；

發射一靜電場於移動物件附近；

感測由於電氣主動區之非軸對稱造成每次旋轉發生一次的場調變，因而響應於此，決定轉軸旋轉角之粗測量值；以及

感測一圖樣造成場的調變，俾決定旋轉角之細測量值。

79. 如申請專利範圍第78項之方法，其中耦合轉子包含耦合轉子與電氣主動區，其特徵為相對於轉軸之旋轉軸線為非軸對稱。

80. 一種感測移動物件相對於固定元件位置之方法，該方法包含：

耦合一其上具有電氣主動圖樣之移動元件至移動物件；

設置第一及第二固定元件於移動元件之兩相對邊，因而發射靜電場貫穿其中；

感測於第一固定元件之電位，且外加相反電位至第二固定元件，因而維持移動元件於概略恆定電位；以及

感測由於電氣主動圖樣移動而響應固定元件間電容變異而調變的靜電場，俾響應於此，決定移動物件的位置測量值。

81. 一種感測一移動物件相對於一彎曲面之位置之方法，該方法包含：

固定一讀取頭於一移動物件；

## 六、申請專利範圍

固定一撓性尺規沿該彎曲面；

提供一電氣主動圖樣於尺規或讀取頭上，該圖樣引起尺規與讀取頭間電容之變異，因而響應讀取頭相對於尺規之移動調變靜電場；

產生一靜電場於讀取頭附近；以及

感測調變後的靜電場，因而偵測調變，以及響應於此決定移動物件沿彎曲面位置之測量值。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

先前技術

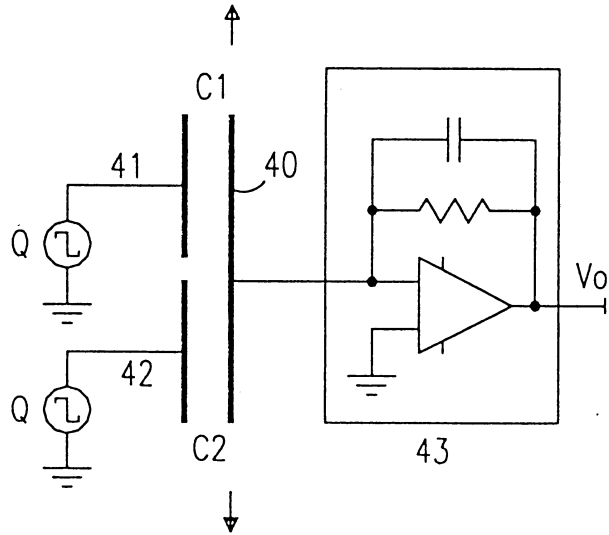


圖 1

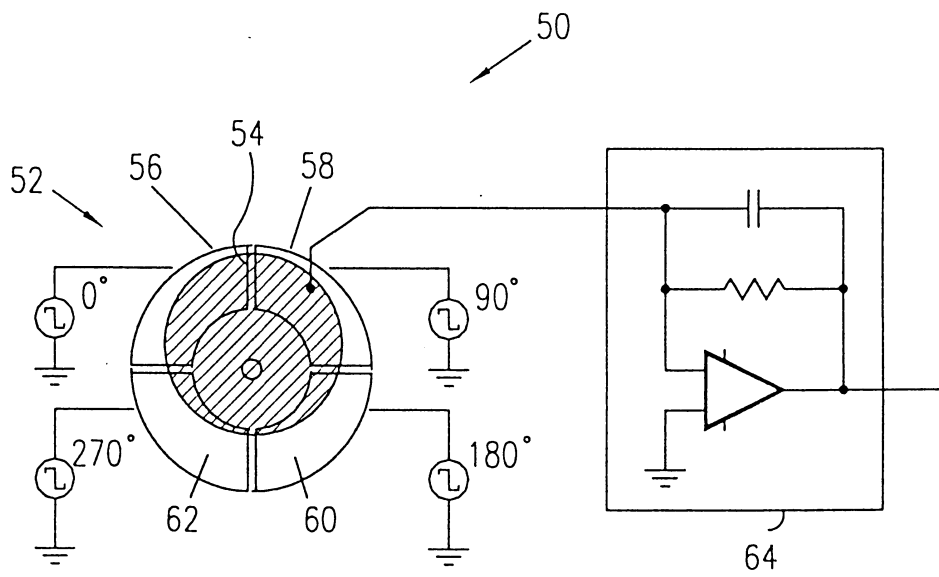


圖 2

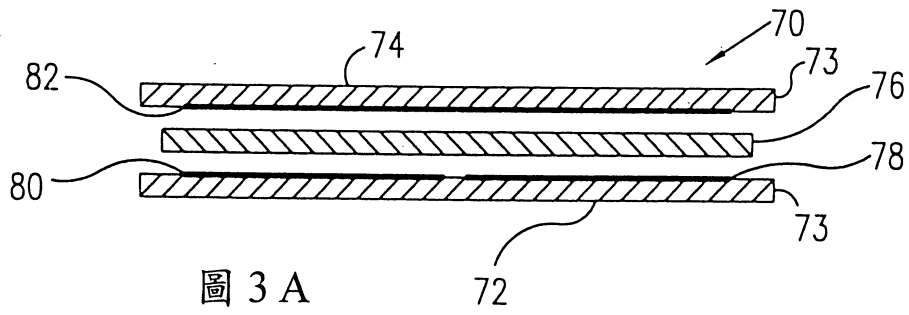


圖 3 A

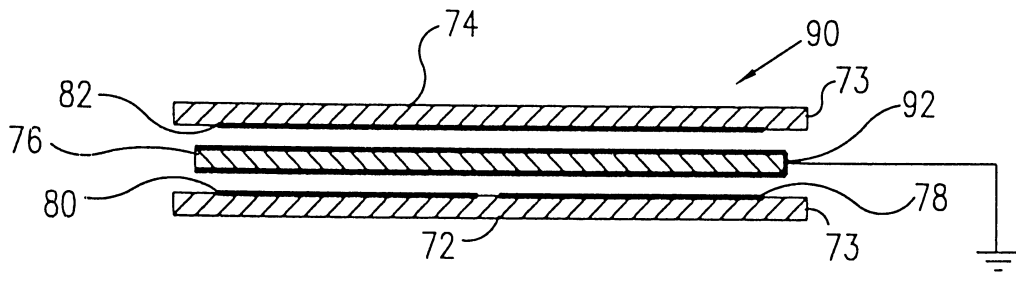


圖 3 B

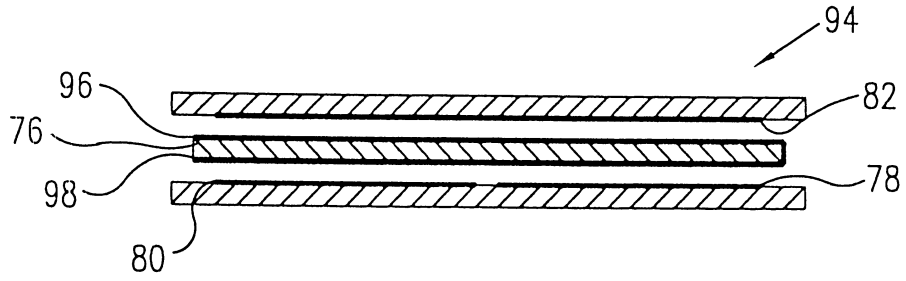


圖 3 C

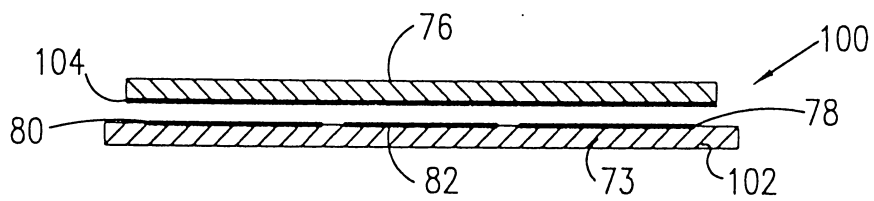


圖 3 D

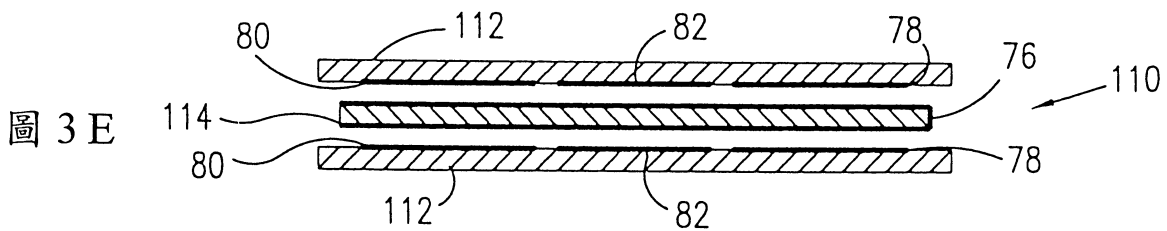


圖 3 E

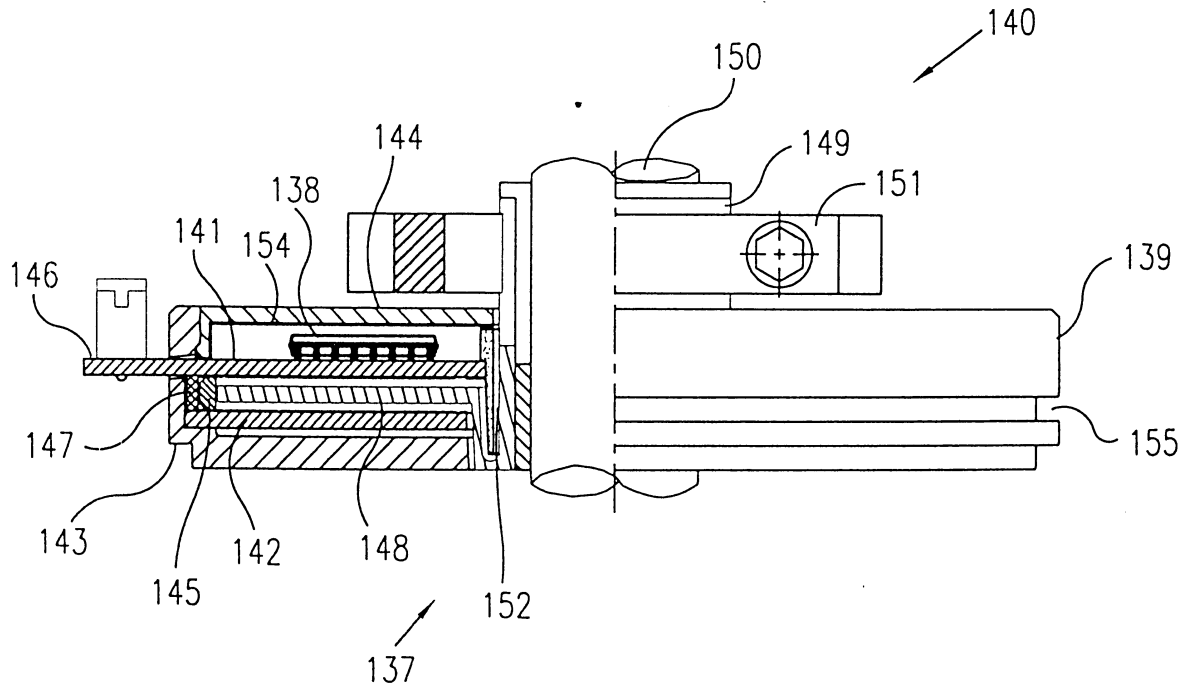


圖 4

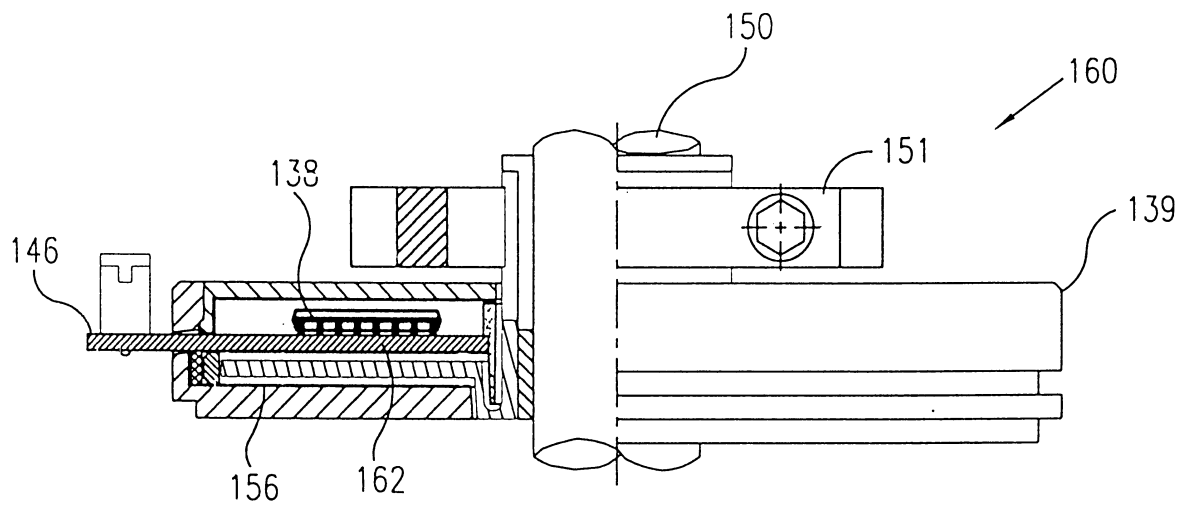


圖 5

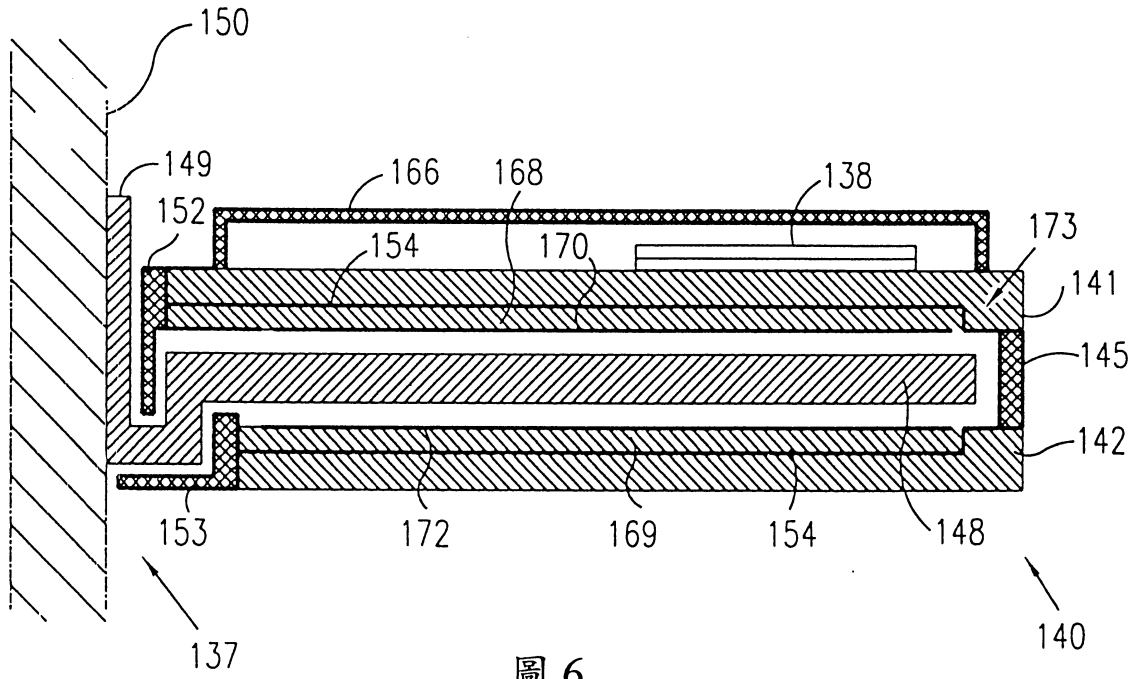


圖 6

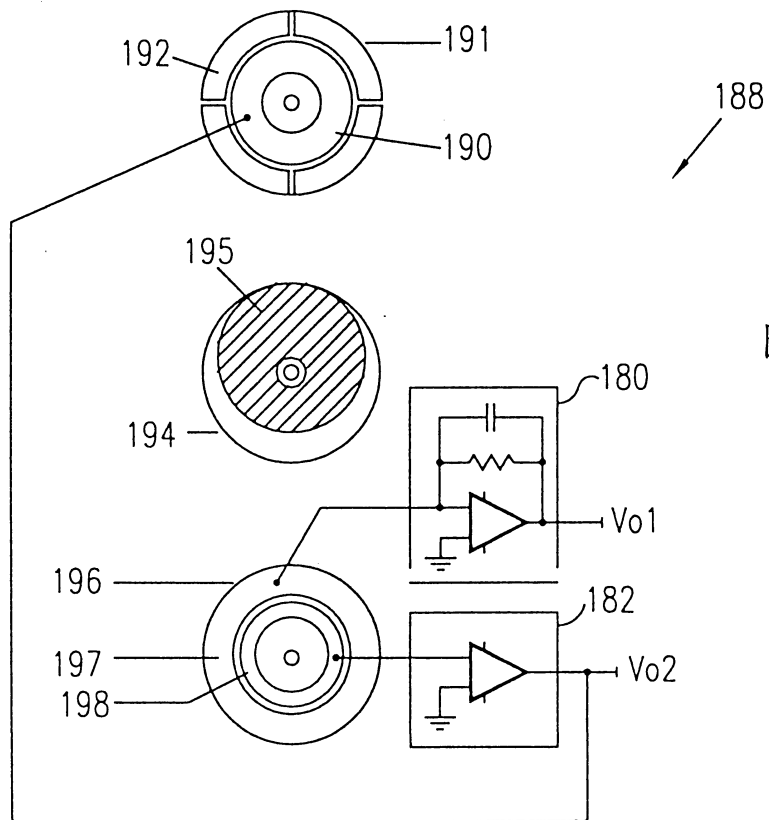


圖 7

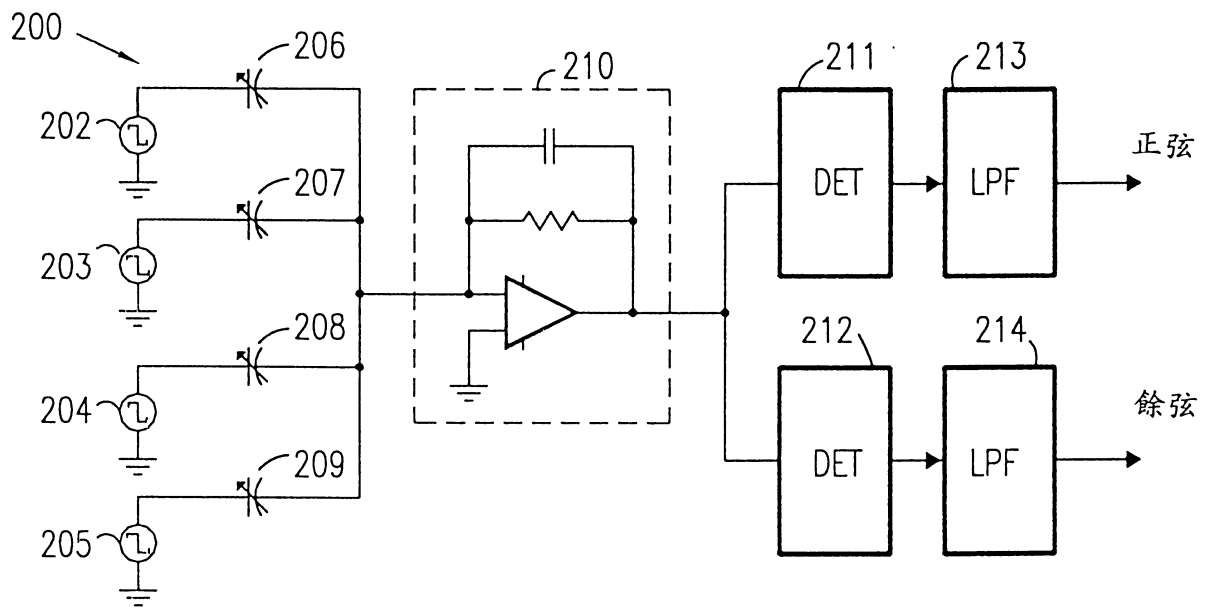


圖 8



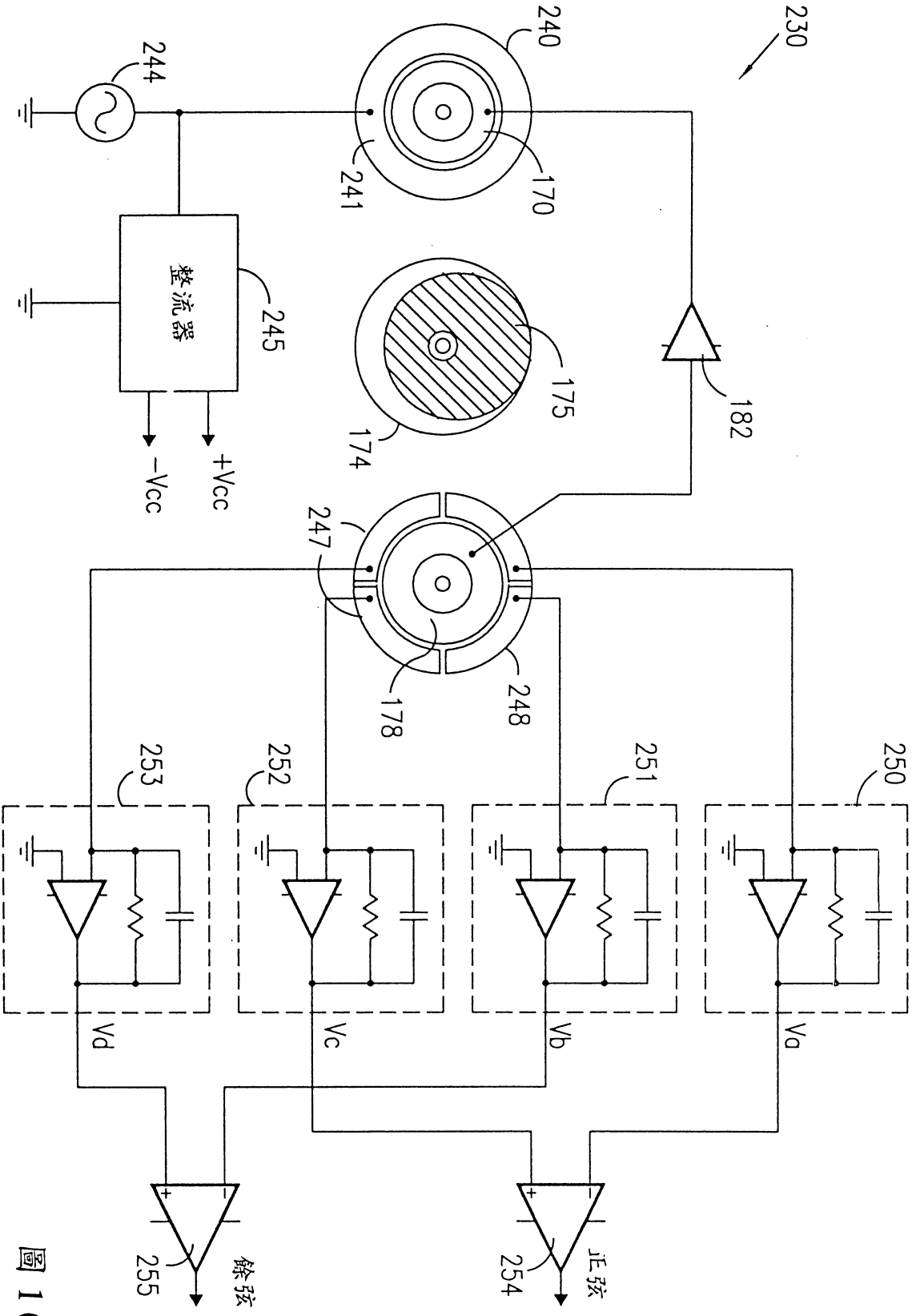


圖 10

圖 11A

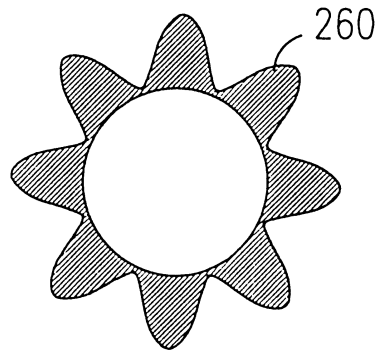


圖 11B

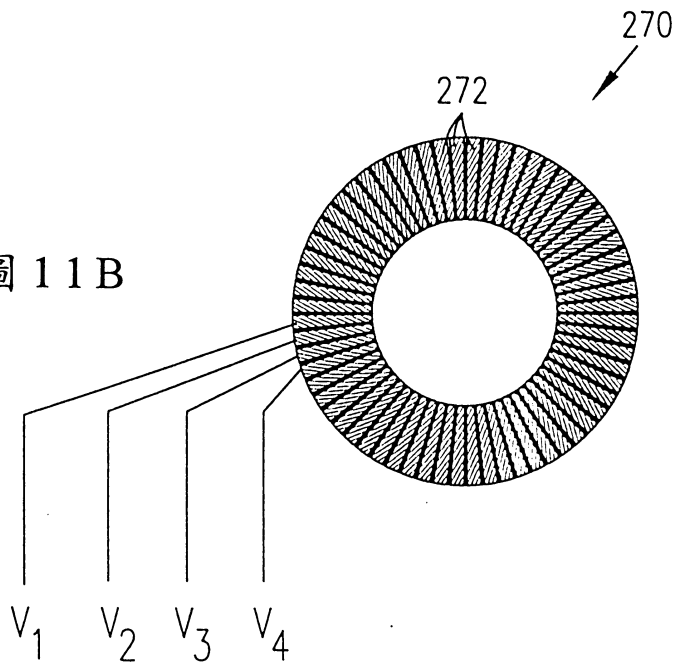


圖 11C

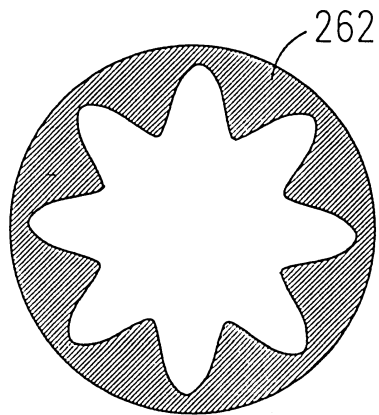


圖 12A

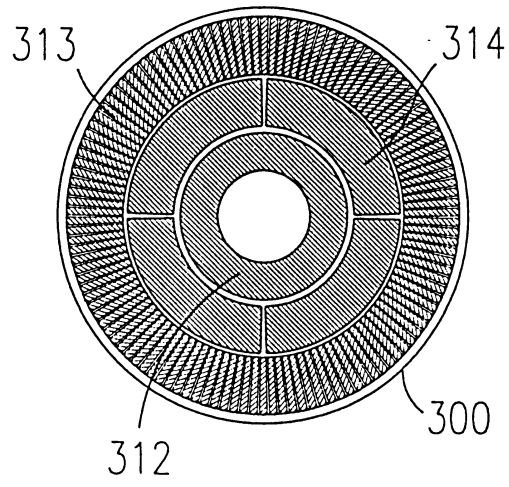


圖 12B

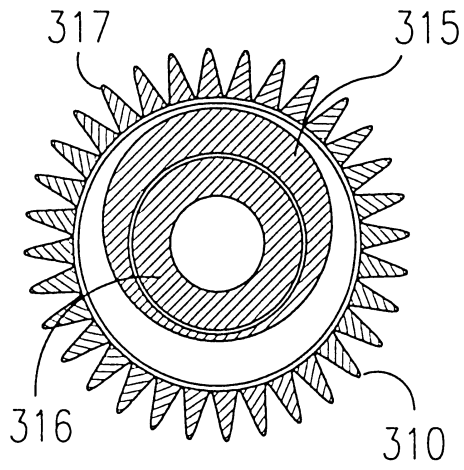
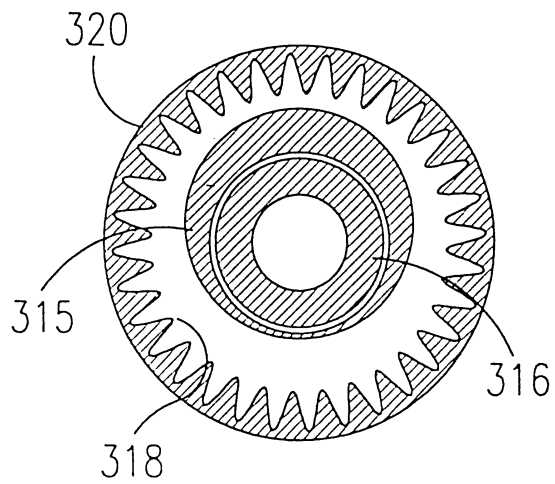


圖 12C



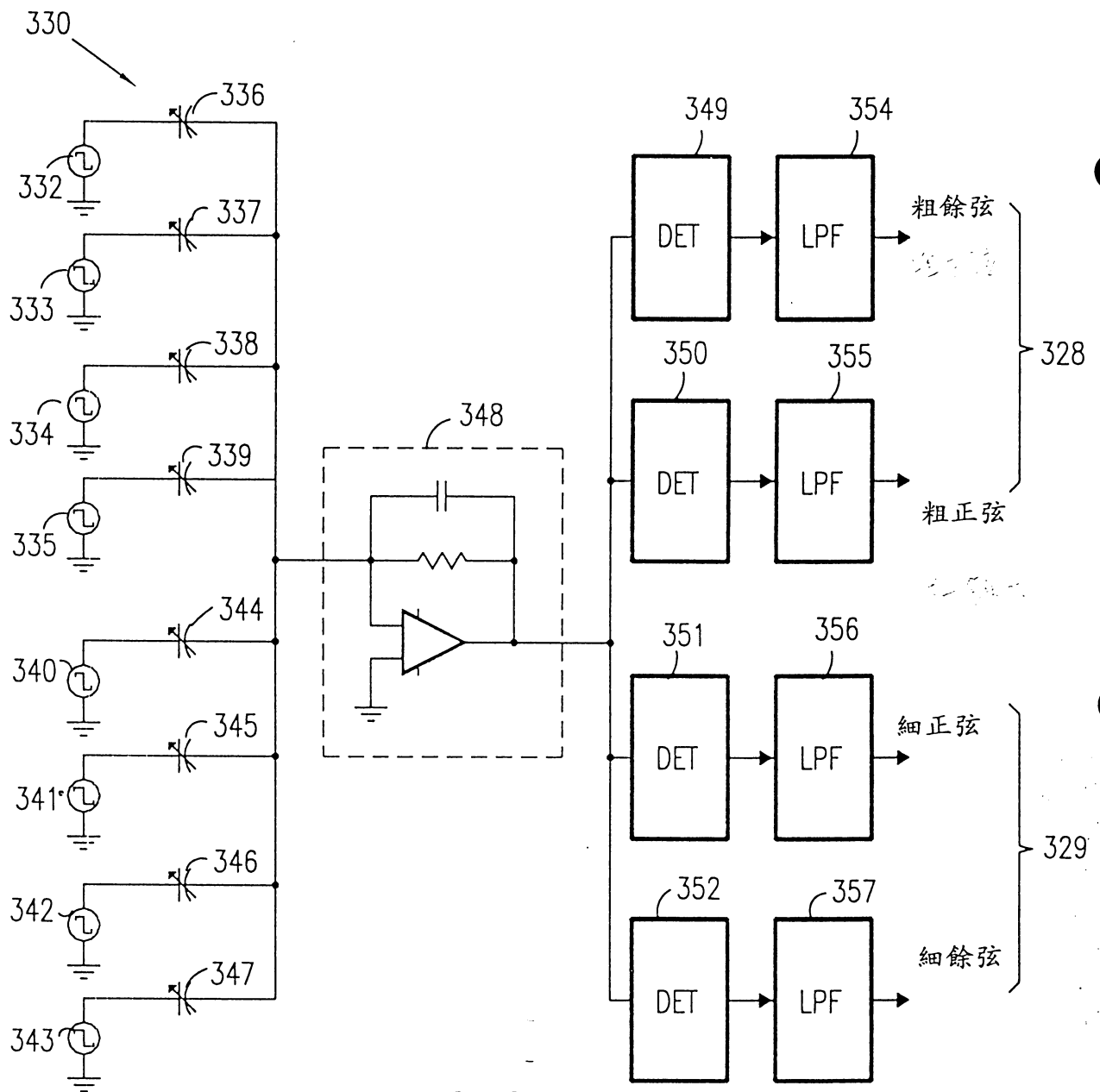


圖 13

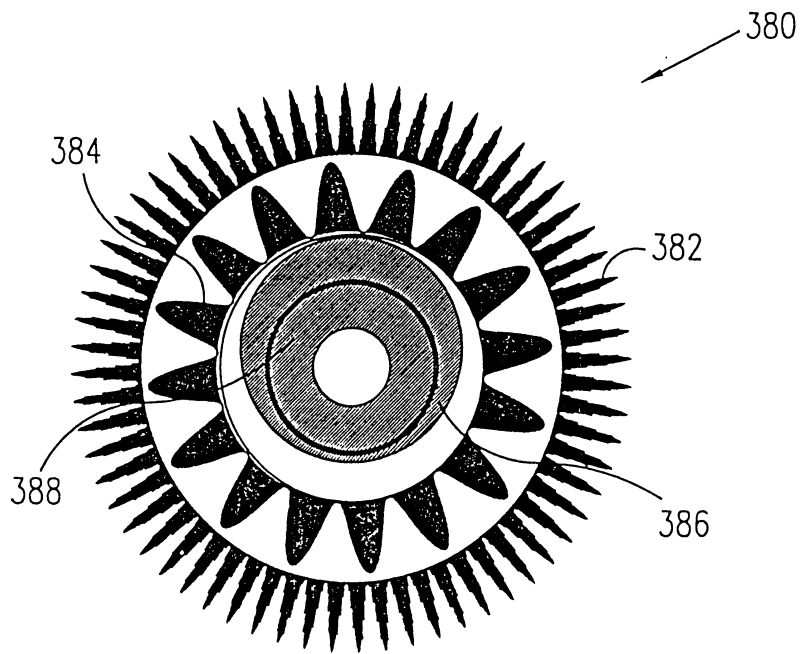


圖 14

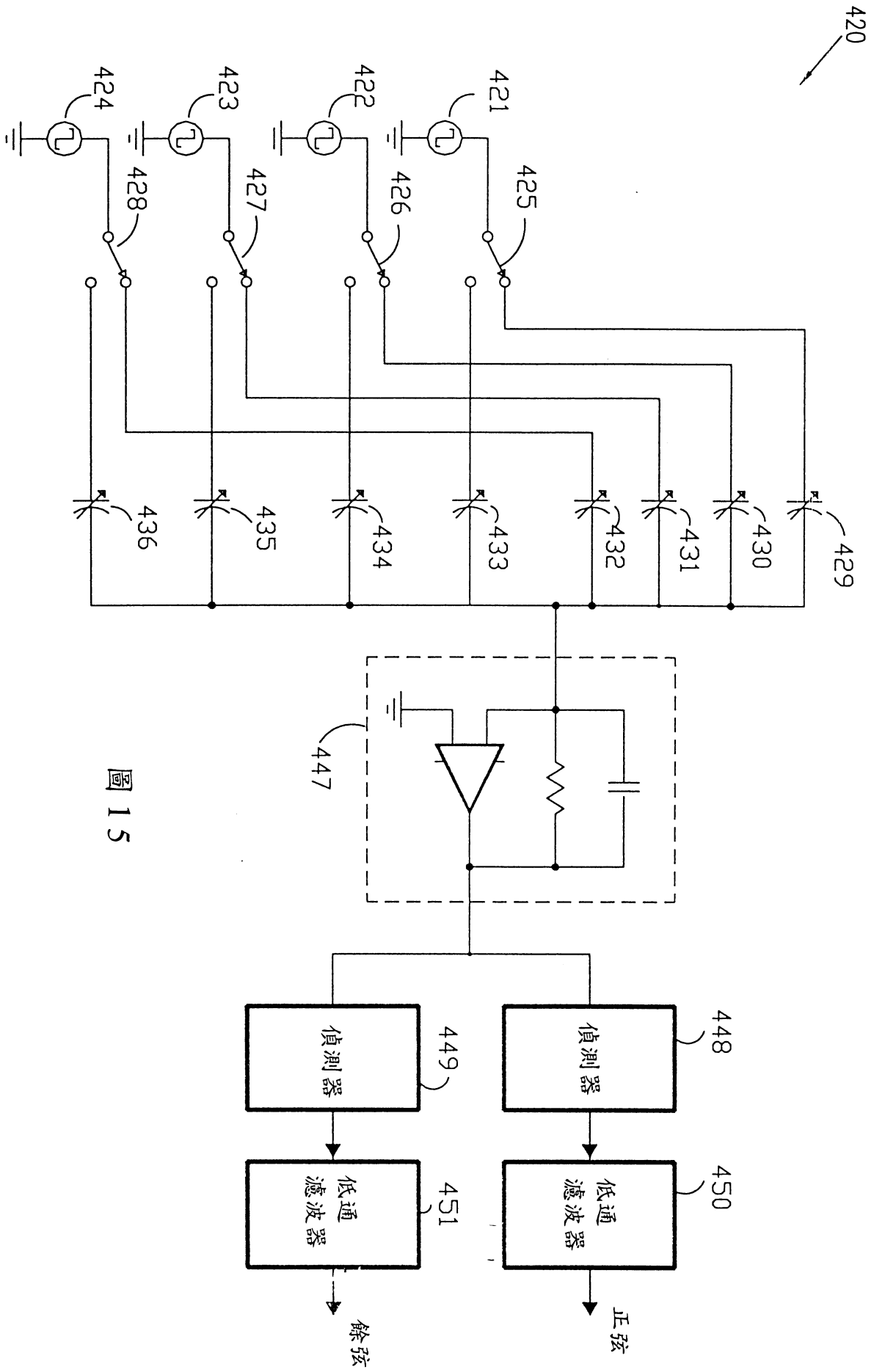


圖 15

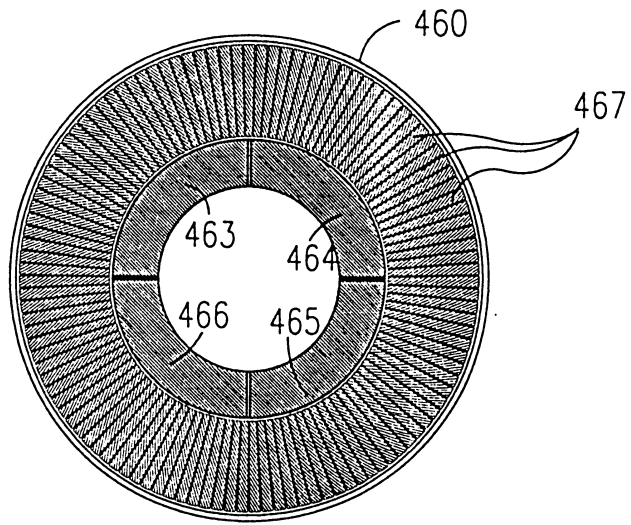


圖 16A

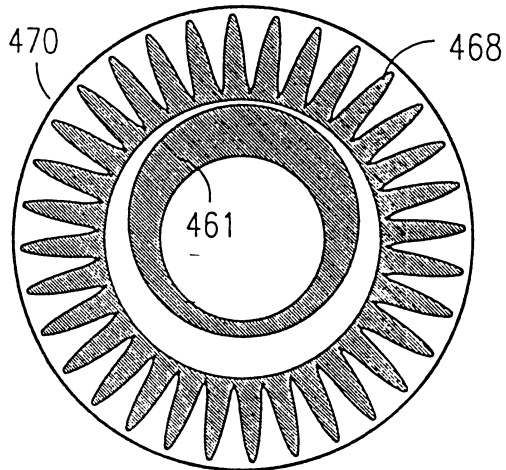


圖 16B

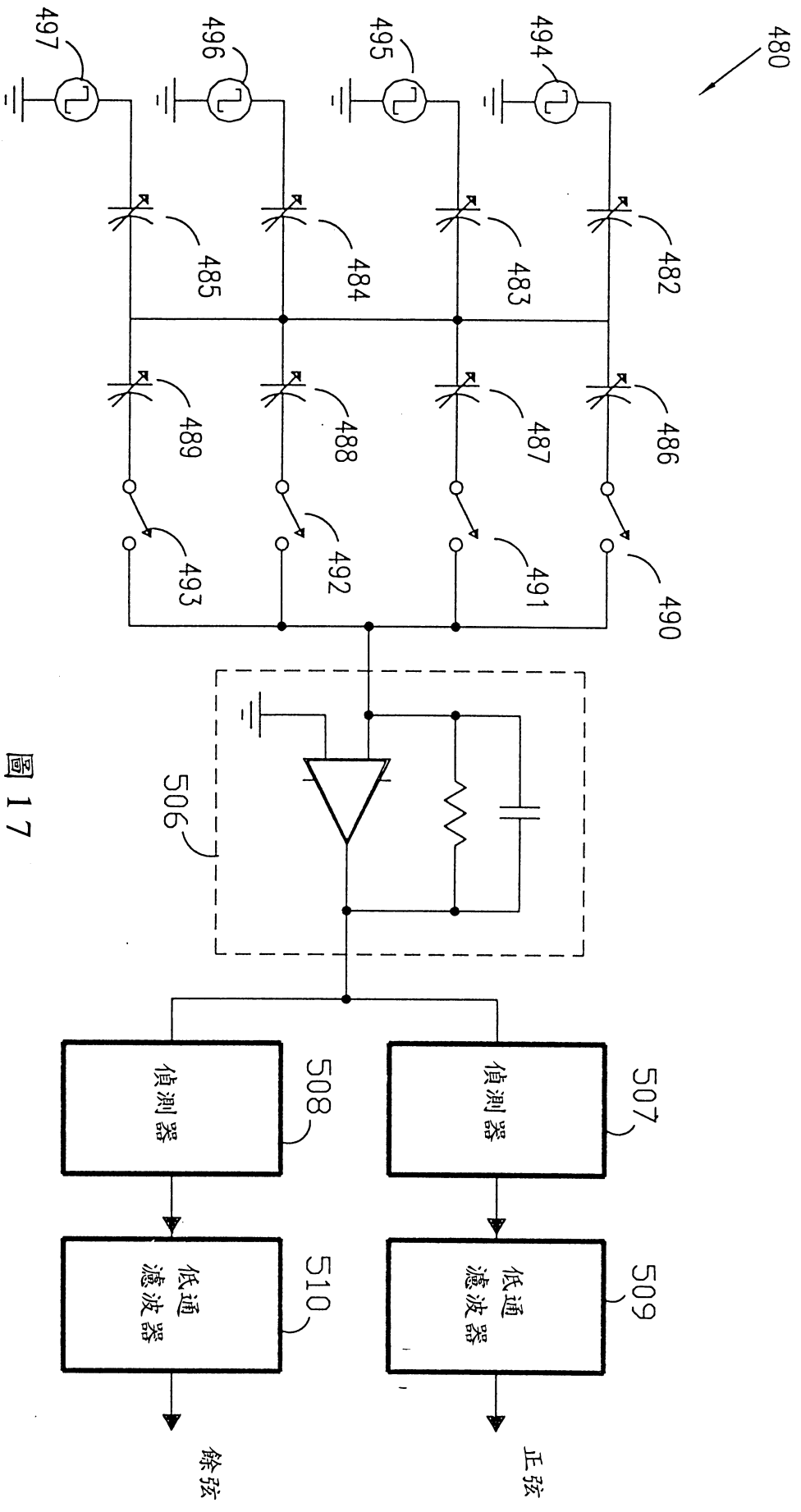


圖 17

圖 18A

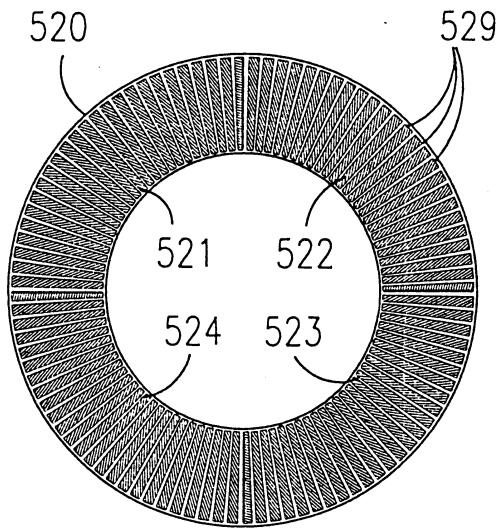


圖 18B

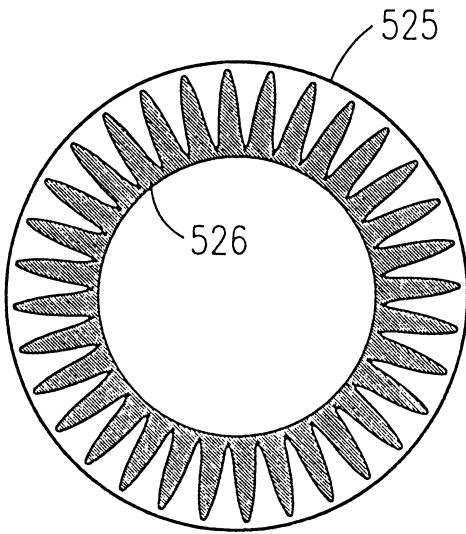
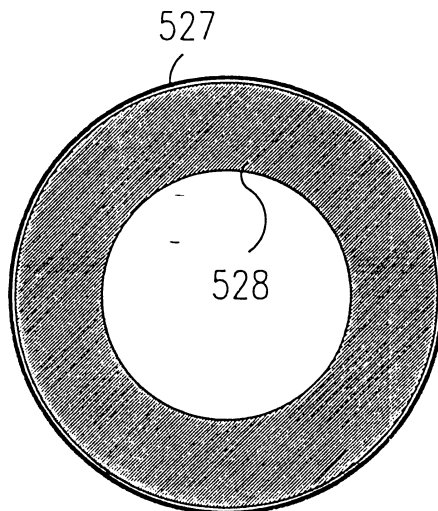


圖 18C



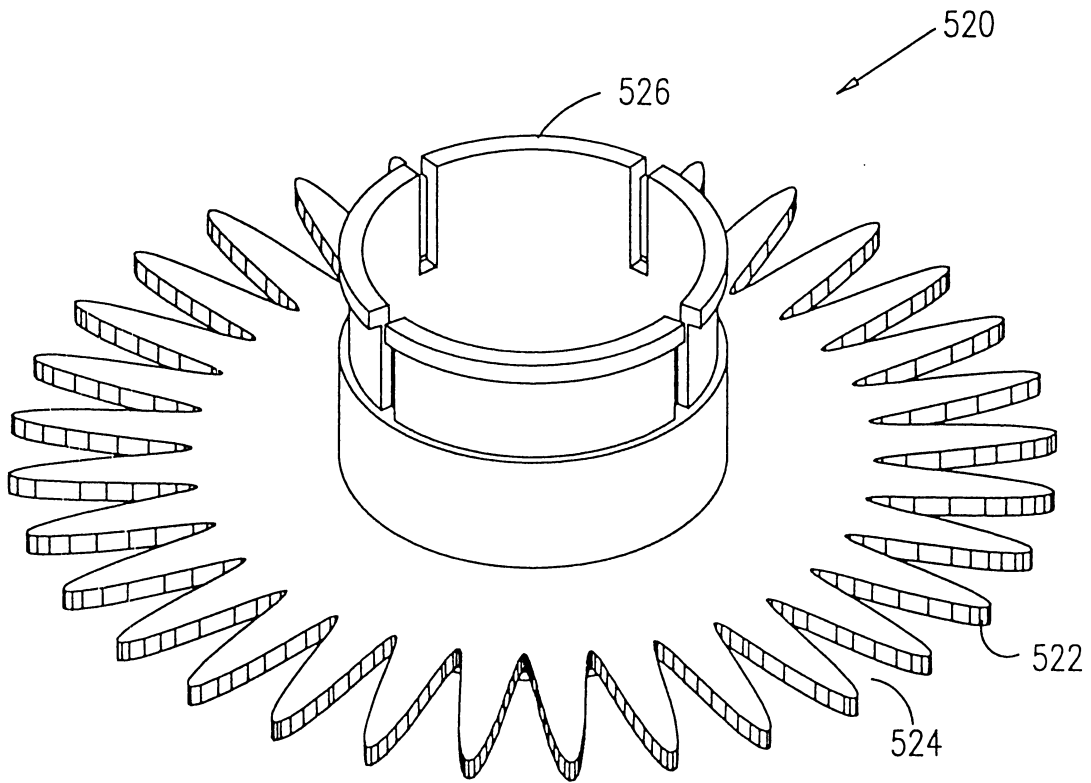


圖 19

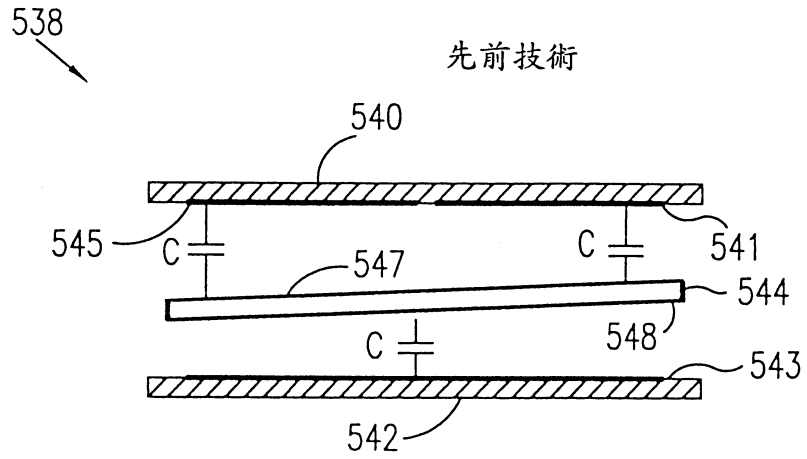


圖 20

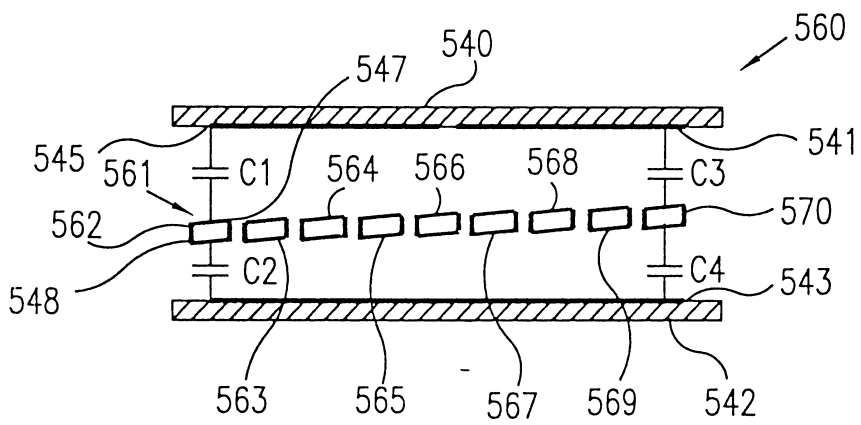


圖 21

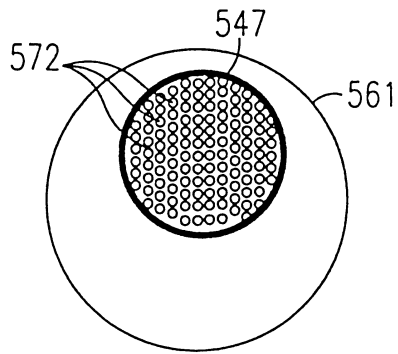


圖 22

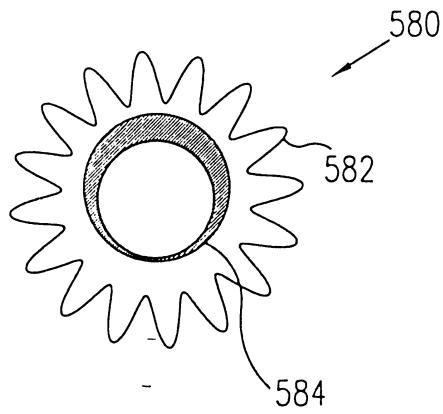


圖 23

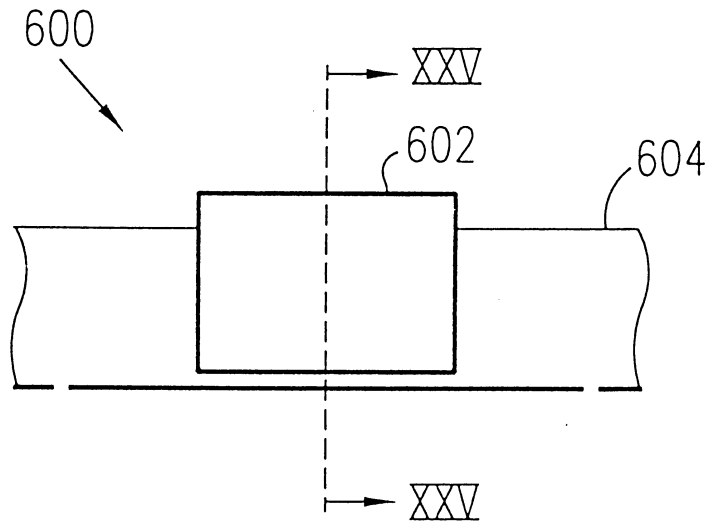


圖 24

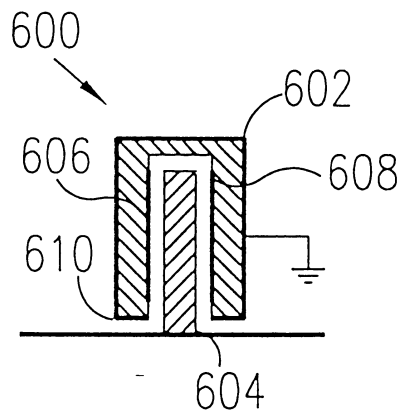


圖 25

圖 26A

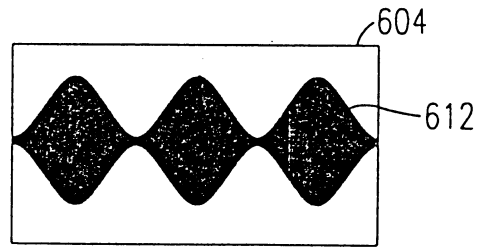


圖 26B

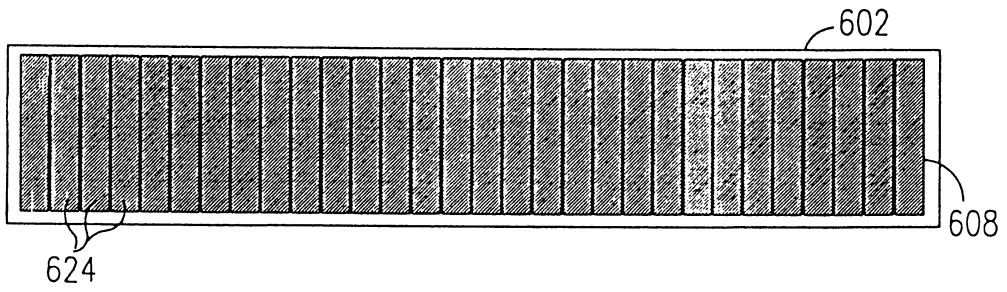
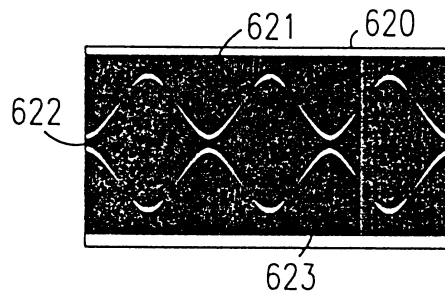
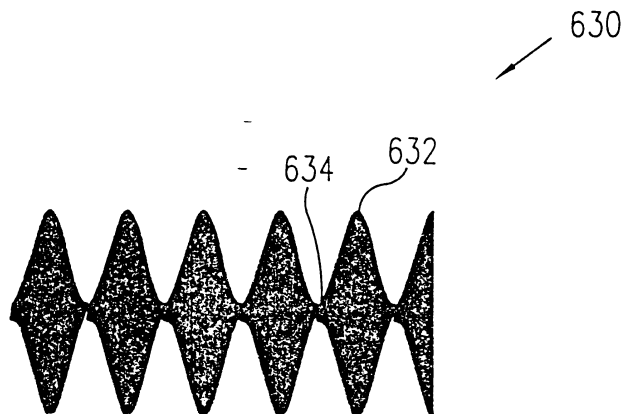


圖 27

圖 28



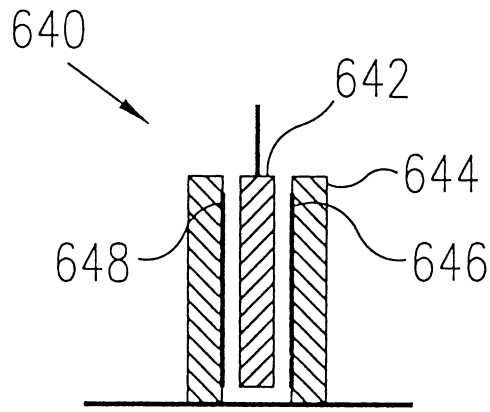


圖 29

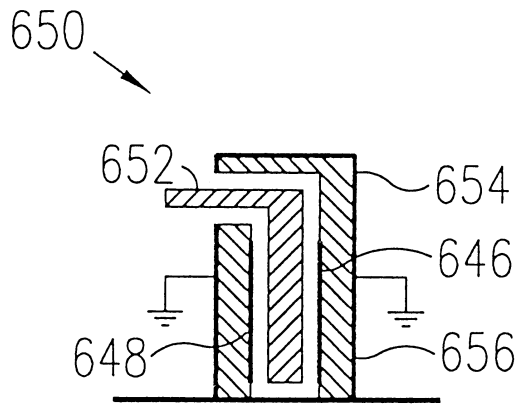


圖 30

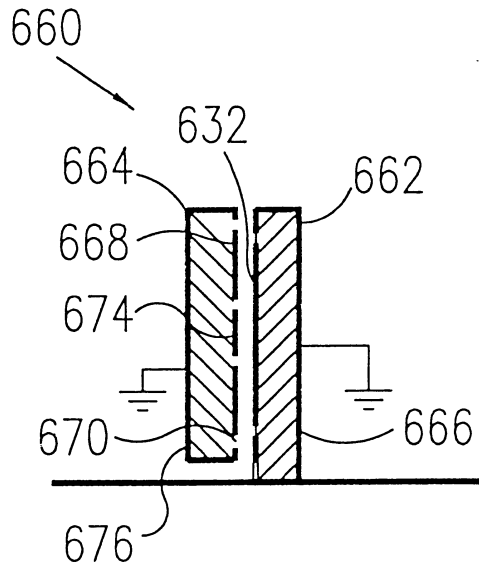


圖 31 A

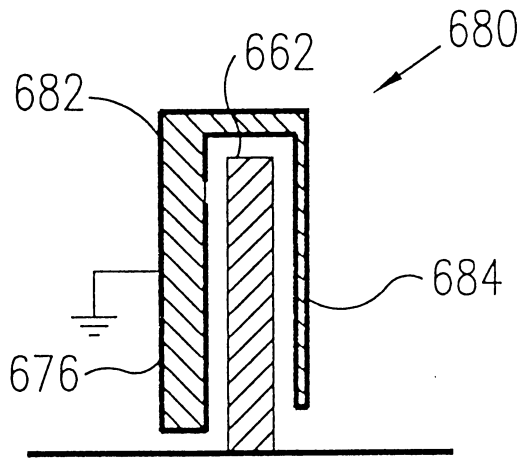


圖 31 B

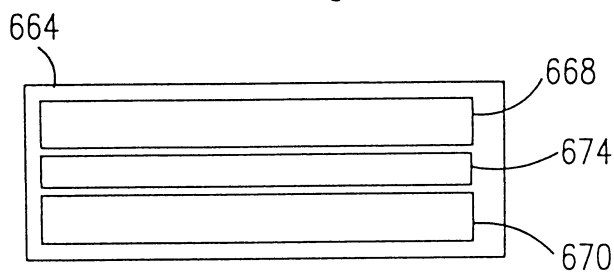


圖 32

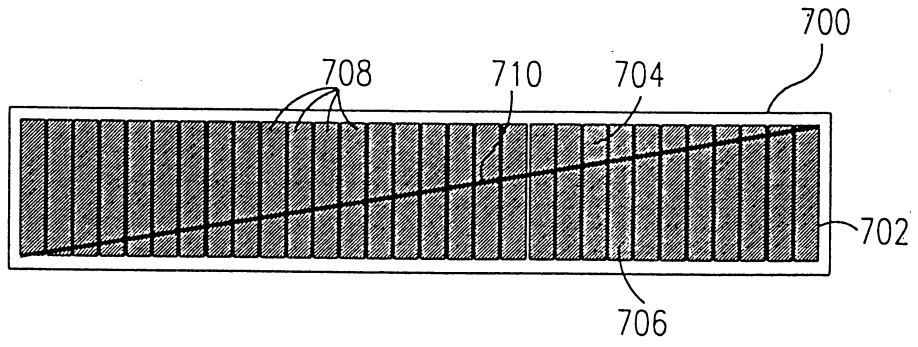


圖 33 A

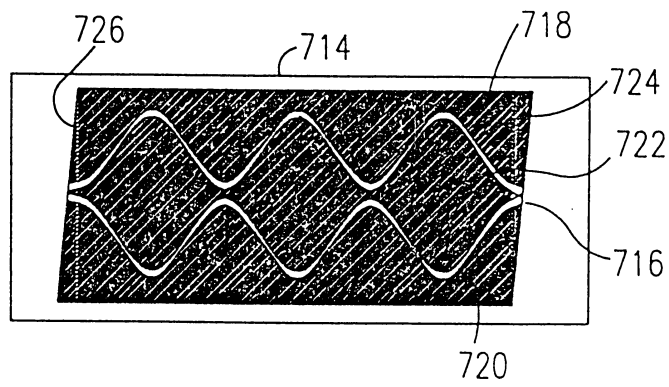


圖 33 B

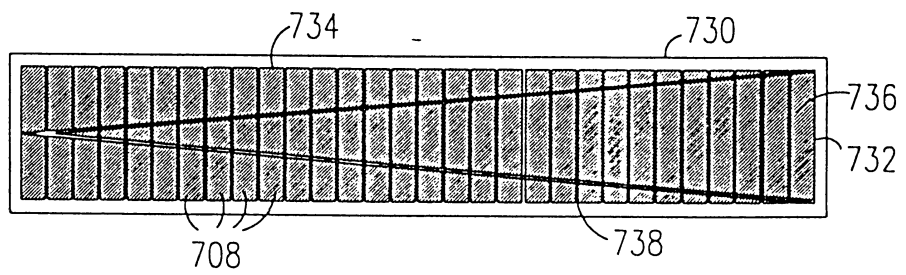


圖 34

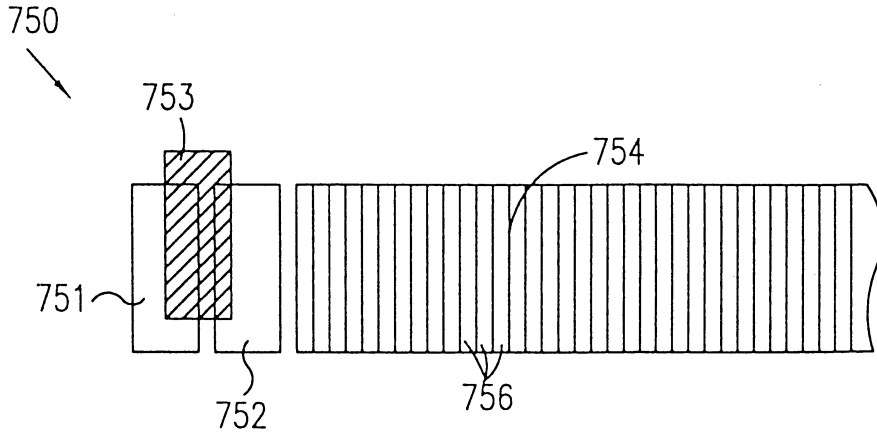


圖 35

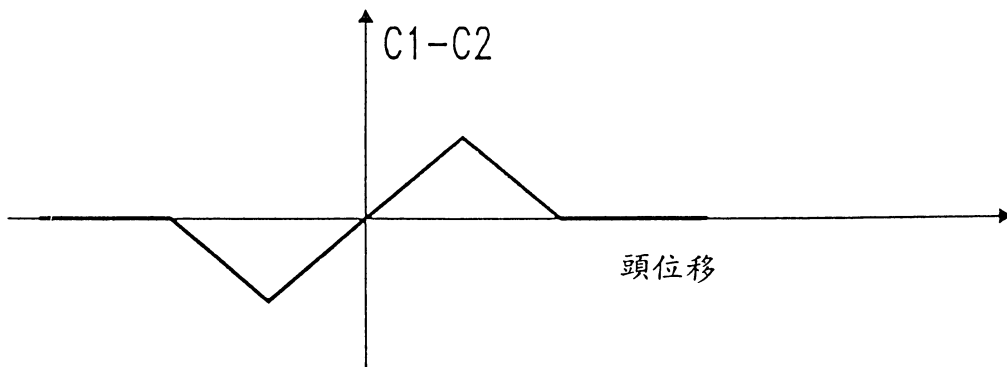


圖 36A

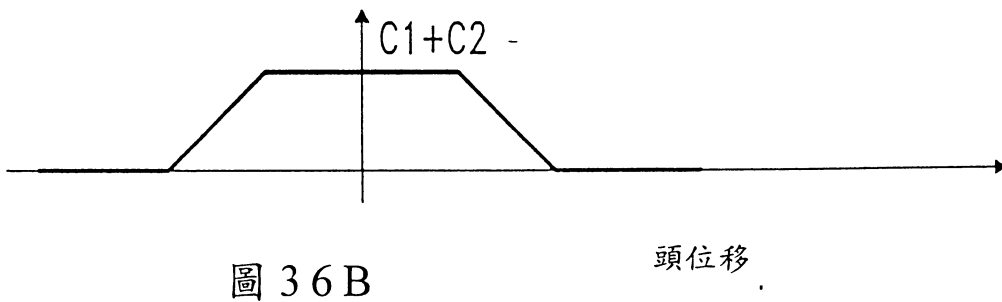


圖 36B