

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94137370

※申請日期：94.10.25

※IPC 分類：H02K $\frac{2}{12}$ (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電動機械之轉子-定子結構

ROTOR-STATOR STRUCTURE FOR ELECTRODYNAMIC
MACHINES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商洛華托奇公司

NOVATORQUE, INC.

代表人：(中文/英文)

約翰 潘崔

PETRO, JOHN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州北亥蘭市羅絲維爾路 4616 號 108 室

4616 ROSEVILLE ROAD, SUITE 108, NORTH HIGHLANDS,
CALIFORNIA 95660, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 約翰 派翠克 潘崔

PETRO, JOHN PATRICK

2. 凱 喬治 華森

WASSON, KEN GEORGE

國籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004 年 10 月 25 日；60/622,258

2. 美國；2004 年 12 月 23 日；11/021,417

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種電動機械之轉子-定子結構，其最小化磁通量路徑長度並消除背鐵以增加每單位尺寸(或單位重量)的扭矩及/或效率並減少製造成本。在一具體實施例中，一示範性轉子-定子結構可包括一軸，其界定一旋轉軸線；且包括一轉子，其上將至少二個實質圓錐形磁鐵安裝於該軸上。該等磁鐵包含彼此面對並面向空氣隙的圓錐形磁性表面。在某些具體實施例中，實質直的場極部件可予以同軸配置並具有形成於該等場極之兩端的通量互動表面。將該等表面定位成接近於該等面向圓錐形磁性表面，以界定功能性空氣隙。纏繞在該等場極上之線圈中的電流提供可選擇的磁場，其與通量互動區域中的磁通量互動以提供扭矩至該軸。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	轉子-定子結構	213b	極面
202	轉子總成	217b	延伸端部
204a	主動場極部件	220a	圓錐形磁鐵
204b	主動場極部件	220b	圓錐形磁鐵
204c	主動場極部件	221a	圓錐形磁鐵表面
206a	場極部件	221b	圓錐形磁鐵表面
206c	場極部件	223a	外部磁鐵表面
207b	極面	222	軸
207c	極面	230	軸承
208a	線圈	240a	前安裝板
208b	線圈	240b	後安裝板
208c	線圈	242	溝槽
211b	延伸端部	244	腔

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於電動機、交流發電機、發電機等，更特定言之係關於用於電動機之轉子-定子結構，其(例如)藉由最小化磁通量路徑的長度或弄直穿過場極部件的路徑或兩種方式，增加每單位尺寸(或每單位重量)的輸出扭矩。此外，轉子-定子結構可保存資源，例如藉由最小化損耗及消除「背鐵」材料來減少製造成本。

【先前技術】

在用於分數與次分馬力電動機的傳統定子與轉子結構中，通常將永久磁鐵整合於轉子總成中，該總成通常在與強磁性定子結構相同的平面中旋轉，該結構提供用於磁鐵的磁返回路徑與電流產生通量。使電流穿過纏繞在定子部件結構的磁極區域周圍之線圈纏繞組，產生亦稱為安匝(「AT」)產生通量的電流產生通量。在發揮功能時，該等及其他電動機之傳統定子與轉子結構具有數個缺點，如以下所說明。

圖 1 說明例證常用定子與轉子結構之傳統電動機。電動機 100 為圓筒形電動機，其係由定子結構 104、磁集線器 106 與軸 102 組成。電動機 100 的轉子結構包含一或多個永久磁鐵 110，其全部係經由磁集線器 106 附於軸 102 以在定子結構 104 內旋轉。定子結構 104 通常包含場極 118，每個場極具有纏繞在每個場極 118 周圍的線圈纏繞組 112(圖中僅顯示一個)。定子結構 104 包含槽 108，其係部分用以

提供線路通道，以在製造期間將線圈線路纏繞在定子場極 118 周圍。槽 108 亦提供鄰近場極 118 之間的磁分離。定子結構 104 包含周邊通量承載片斷 119，作為磁返回路徑 116 之部分。在許多情況下，定子結構 104 係由層壓結構 114 組成，該等結構通常係採用各向同性(例如非晶粒定向)磁透材料形成。為其中存在永久磁鐵產生通量與 AT 產生通量的若干磁返回徑路之一的磁返回路徑 116，係顯示為在周邊通量承載片斷 119 處實際上稍顯弓形，但是包含進入場磁極區域 118 的相對急轉彎。

包含電動機 100 的傳統電動機之一個缺點在於，磁返回路徑 116 需要相對較長的長度，以完成用於從一個轉子磁極 110 發射並經由磁返回路徑 116 穿過另一轉子磁極 110 之通量的磁路。此外，磁返回路徑 116 並非較佳用以承載磁通量的直線。如圖所示，磁返回路徑 116 在定子路徑中具有二個九十度的轉彎。磁返回路徑 116 一次從場磁極區域 118 轉向周邊通量承載片斷 119，並接著再從周邊通量承載片斷 119 轉向另一場磁極區域 118。該等兩次轉彎對於有效率地承載通量而言係次最佳。如本發明所實施，與承載場磁極之間的此類通量所必需的其他材料相比，磁返回路徑 116 需要較多的材料或「背鐵」。因此，磁返回路徑 116 增加傳統電動機的重量與尺寸，從而增加電動機形狀因數與製造此類電動機的材料之成本。

傳統電動機之另一缺點在於，層壓結構 114 不能有效地使用各向異性材料來最佳化通量密度，及減少通量承載極

(例如透過場極 118)與周邊通量承載片斷 119 之定子區域中的磁滯損失。特定言之，周邊通量承載片斷 119 包含非直通量路徑，其限制將此類各向異性材料用以最小化磁滯損失(或「鐵損失」)。磁滯為磁性材料保持其磁化的趨向。「磁滯損失」為磁化及消磁構成定子區域之磁性材料所需要的能量，其中磁滯損失隨磁性材料之數量的增加而增加。由於磁返回路徑 116 具有一或多個九十度或更大的轉彎，所以使用各向異性材料(例如晶粒定向材料)無法有效地減少磁滯損失，因為周邊通量承載片斷 119 中的磁返回路徑 116 將抄捷徑穿過層壓結構 114 之定向方位。例如，若方向 120 代表用於層壓結構 114 的晶粒之方位，則磁返回路徑 116 之至少二個部分會橫穿晶粒之方向 120，從而阻礙定子周邊通量承載片斷 119 之該等部分的通量密度容量。因此，一般尚未在類似於定子結構 104 的結構中實施各向異性材料，因為通量路徑通常係曲線而非直線的，此會限制藉由使用此類材料所提供的利益。

傳統電動機之另一缺點係磁返回路徑 116 之相對較長的長度。改變磁場(例如在電動機交換頻率下發展的磁場)，可以使渦流在層壓結構 114 中以與引起渦流的磁場相反之方位發展。渦流會導致功率損失，其係與磁通量發生變化所用的速率之功率函數略成比例，並與受影響的層壓材料之體積略成比例。

通用的電動機之其他缺點包含，用以減小「齒槽效應」或掣動扭矩的特殊技術之實施方案不能較佳地適合於具有

各種類型的電動機設計之應用。齒槽效應扭矩為「急衝性」運動而非平穩旋轉運動所導致的非均勻角扭矩。此效應通常在低速情況下最明顯，並且當磁極 118 係在相對於磁極的不同角位置時施加加法與減法扭矩於負載。此外，固有的旋轉加速度與減速度會引起音響振動。

在另一類型的電動機中，以相對較大的直徑(或徑向距離)將磁極定位在轉子軸周圍。一般將該等磁極與引起該等磁極的永久磁鐵同軸配置在軸周圍，而使鄰近磁極的極性交替。電樞磁碟通常將永久磁鐵支撐物為垂直於轉子軸之平面中的獨立、非單石磁鐵。根據電動機設計之某原則來設計諸如此類之結構。依據此原則，藉由增加磁極與轉子軸之間的徑向距離來達到輸出扭矩的增加。因此，此類電動機之磁極在與轉子軸的較大距離處得到不斷地定位，以增加從旋轉軸至空氣隙的扭矩臂距離，從而增加輸出扭矩。此方法之一缺點在於，在形成較大電動機結構(例如用以形成磁通量返回路徑的結構)中要消耗額外材料來適應較大的扭矩臂距離。通常使用「背鐵」形成該等磁通量返回路徑以完成較大的通量路徑，其實際上一般係迂迴的。藉由添加背鐵來完成磁路，磁通量所穿過的磁性材料體積會增加，此會不利地趨向於增加磁滯及渦流損失，兩種情況可統稱為「核心損失」。此外，添加背鐵來完成磁路還會增加磁通量路徑的長度，從而加重核心損失。此類電動機的另一缺點在於，電動機的體積會增加，因為將磁極定位成進一步遠離軸，此繼而限制可用的應用及此類電動機之使用。

「背鐵」為一術語，其常用以說明一實體結構(及引起該實體結構的材料)，該結構係通常用以完成另一開式磁路。背鐵結構一般係僅用以將磁通量從一個磁路元件傳輸至另一磁路元件，例如從一個磁透場極至另一磁透場極，或從一永久磁鐵之一磁極至另一永久磁鐵之一磁極，或兩者。此外，「背鐵」結構一般並非形成用以接受相關聯的安匝產生元件，例如一或多個線圈。

考慮到上述說明，需要提供一轉子-定子結構，其最小化電動機與發電機中的上述缺點，並增加以每單位尺寸或每單位重量或兩者為基礎的輸出扭矩及效率，以及保存製造及/或運轉期間的資源。

【發明內容】

本發明揭示一種系統、裝置與方法，其用以實施用於電動機械的示範性轉子-定子結構，該等機械如電動機、發電機、交流發電機等。依據本發明之一項具體實施例，用於電動機械的轉子-定子結構包括圓錐形磁鐵，該磁鐵具有圓錐表面，其係軸向配置在一旋轉軸上以便該等圓錐表面彼此面對。圓錐形磁鐵包含至少二個圓錐形磁鐵，其加以定位以便二個圓錐形磁鐵之極化方向實質上係方向相反。此外，轉子-定子結構亦可包含與軸同軸配置的場極部件。場極部件具有通量互動表面，其係形成於場極部件的端部並鄰近於面向通量互動表面的圓錐表面之部分。通量互動表面採用圓錐表面之部分定義空氣隙，並係配置成磁耦合場極部件至圓錐形磁鐵。在某些情況下，轉子-定子結構包含

一軸，其上係附著圓錐形磁鐵，該軸定義旋轉軸。圓錐表面各具有相對於旋轉軸從約 10 度至約 80 度之傾斜角。在一項具體實施例中，場極部件之每個進一步包括一磁透材料，其係從每個場極部件之一端連續至另一端，其中每個場極部件之至少一部分係配置成接受一元件（例如一或多個線圈），以產生安匝（「AT」）通量。在另一具體實施例中，轉子-定子結構進一步包括一或多個線圈，其至少一個係纏繞在場極部件之每個周圍以形成主動場極部件。在某些情況下，轉子-定子結構不包括背鐵，從而減少磁滯損失及用以製造電動機械的材料。在另一具體實施例中，轉子-定子結構之場極部件的至少一個係實質直的。實質直的場極部件可以提供磁鐵之間相對較短的磁通量路徑，與在某些傳統定子結構中使用背鐵相比，伴隨此點可減小磁透材料之體積。藉由減小傳導磁通量所透過的磁透材料之體積，可以減少磁滯損失。

一示範性轉子-定子結構之場極部件與圓錐形磁鐵可以配置成，最小化與從第一圓錐形磁鐵之一表面部分延伸至第二圓錐形磁鐵之一表面部分的實質直線一致的磁通量路徑之一路徑部分中的線性偏差，該路徑部分於該等表面部分中結束。在一特定具體實施例中，轉子-定子結構係配置成產生磁通量路徑，其本質上係由第一圓錐形磁鐵、第二圓錐形磁鐵、場極部件之至少一個與二或多個空氣隙組成。在某些實例中場極部件可以包括層壓結構以最小化渦流，從而減少功率損失。可以採用由磁透材料組成的基板，

以減少磁透材料之損耗的方式形成層壓結構。應注意在某些實例中，層壓結構之至少一個係各向異性的，該等結構可以包含晶粒定向材料。在一項具體實施例中，轉子-定子結構進一步包括纏繞在場極部件之至少一個周圍的線圈以形成至少一個主動場極部件，其中使至少該一個場極部件定形，以最小化與藉由消除經由槽纏繞線圈的需求將線圈纏繞在傳統場磁極上相關聯的製造複雜性。在另一具體實施例中，通量互動表面之每個進一步包括斜通量互動表面，以減小鄰近場極部件之間的場磁極間隙，從而最小化掣動扭矩。亦可以藉由使二個圓錐形磁鐵之極化方向偏移約 150 至約 180 度來減小掣動扭矩。轉子-定子結構之至少一項範例中的場極部件係定位的，同時圓錐形磁鐵可以相對於場極部件旋轉；而在其他範例中，圓錐形磁鐵保持定位而場極部件相對於圓錐形磁鐵旋轉。

依據本發明之另一具體實施例，用於具有一軸的電動機械之轉子-定子結構包括一轉子，其具有軸向配置在該軸周圍的至少二個磁鐵。二個磁鐵可以彼此分離並可具有預定磁性極化之區域。磁鐵可以各具有實質上與軸成銳角的主要尺度之面向磁性表面。面向磁性表面一般彼此面對，磁性極化實質上係在相反要方向上。磁性極化可以說明為位於穿過磁鐵表面，同時實質上垂直於軸的平面內。在一項具體實施例中，磁鐵實質上為圓錐形磁鐵，並且磁性表面為圓錐形磁性表面。轉子-定子結構亦可包含場極，其係與軸同軸配置並具有形成於場極之端部的通量互動表面。通

常將通量互動表面定位成鄰近於面向磁性表面，其一般係與其主要尺度同延，從而定義其之間的功能空氣隙。場極部件之每個可以具有磁透性，其中通量互動表面係配置成磁耦合場極部件至圓錐形磁鐵。在至少一個實例中，一或多個場極部件各進一步包括該等一或多個場極部件周圍的一線圈，從而形成一或多個主動場極部件。在一項具體實施例中，轉子-定子結構係配置成限制磁通量路徑僅穿過圓錐形磁鐵、場極部件、通量互動表面與空氣隙之二項。同樣地，不包括背鐵。在一特定具體實施例中，場極部件包括矽鐵合金、鎳鐵合金、鈷鎳合金、磁粉末合金與軟磁性複合物之一或多項，而圓錐形磁鐵可以為由一磁鐵材料組成的永久磁鐵，該磁鐵材料具有小於 1.3 個單位之一反衝磁導率，該單位係表達為釐米、克及秒(「CGS」)之單位。舉例而言，圓錐形磁鐵可以完全或部分由釹鐵(「NdFe」)組成。另舉例而言，磁鐵可以由陶瓷、釷鈷(「SmCo」)或任何其他稀土磁鐵材料組成。

依據本發明之另一具體實施例，用於電動機械的一示範性轉子-定子結構包括一軸，其定義一旋轉軸並具有一第一端部部分、一中央部分與一第二端部部分。轉子-定子結構包含至少一第一磁鐵，其具有成形為一圓錐體之至少一部分的一表面以形成一第一圓錐表面，該第一磁鐵具有一第一極化方向並且係在該第一端部部分軸向置放於該軸上。此外，轉子-定子結構可以包含一第二磁鐵，其具有成形為一圓錐體之至少一部分的一表面以形成一第二圓錐表面，

該第二磁鐵具有一第二極化方向並且係在該第二端部部分軸向置放於該軸上，以便該第一極化方向實質上係與該第二極化方向相反。一般而言，第二圓錐表面面對或面向第一圓錐表面。轉子-定子結構係進一步由實質上與軸同軸配置的若干場極部件組成。場極部件之每個包括若干實質直的層壓結構，其至少一個係由各向異性材料組成，並且係與其他層壓結構平行配置而且與旋轉軸平行。場極部件之每個具有其第一場極部件端部處的一第一極靴及其第二場極部件端部處的一第二極靴，將該第一極靴定位成鄰近於第一圓錐表面之一部分以形成一第一通量互動區域，而將該第二極靴定位成鄰近於第二圓錐表面之一部分以形成一第二通量互動區域。此外，轉子-定子結構包含纏繞在該等若干場極部件之至少一個周圍的至少一個線圈，以形成一主動場極部件。同樣地，至少在某些情況下，轉子-定子結構係配置成產生至少一個磁通量路徑，其係限於僅穿過第一磁鐵、第二磁鐵、主動場極部件與第一及第二通量互動區域。在一特定具體實施例中，至少一個線圈實質上在軸向方向延伸主動場極部件之長度，以減少自主動場極部件之周邊的通量洩漏。

在另一具體實施例中，第一極靴與第二極靴進一步分別包括一第一極面與一第二極面，其中使該第一極面的至少一部分成形以形成一第一空氣隙，其具有由第一圓錐表面之部分與第一極面之間的距離定義的間隙厚度；並且使該第二極面的至少一部分成形以形成一第二空氣隙，其具有

由第二圓錐表面之部分與第二極面之間的距離定義的間隙厚度。間隙厚度一般係不大於第一磁鐵或第二磁鐵之平均直徑的 40%。在另一具體實施例中，第一磁鐵與第二磁鐵各為雙極磁鐵，其以一方式加以定向以便其極化的差異達 150 度與 180 度之間的角度，其中雙極磁鐵之每個為單石磁鐵。在某些具體實施例中，第一磁鐵與第二磁鐵分別為多極磁鐵。用於轉子-定子結構的一示範性組態包含三或四個場極與雙極磁鐵。另一組態包含六或八個場磁極，其係配置成採用四極圓錐形磁鐵運轉。在某些實例中，轉子-定子結構可以配置成接收電力作為進入至少一個線圈的電流以實施一電動機。在其他實例中，轉子-定子結構可以配置成接收機械動力作為軸周圍的旋轉運動以實施一發電機。

依據本發明之另一具體實施例，用於電動機械的一示範性轉子-定子結構包括：一軸，其定義一旋轉軸；至少二個永久磁鐵，其各具有至少一個圓錐表面與一外部表面，將該等至少二個永久磁鐵之每個同軸附於該軸上，以便該至少一個圓錐表面之一彼此面對；複數個線圈集；與複數個強磁性場極部件。實質上將複數個強磁性場極部件置放成實質上平行於軸，強磁性場極部件之每個具有沿軸向方向的一長度，該長度實質上至少在至少二個永久磁鐵之二個至少一圓錐表面之間延伸。強磁性場極部件之每個亦具有至少一個中央部分，在其周圍纏繞複數個線圈集之一線圈集。強磁性場極部件之每個具有一極靴，其具有形成於強磁性場極部件之每個端部的至少一個極磁面。每個極面一

般係配置成採用或經由至少二個永久磁鐵之任一個的至少一個圓錐表面之一部分形成通量互動區域。

依據至少一項具體實施例，一示範性轉子-定子結構可加以置放在一電動機內，以提供可由相對於相同尺寸及/或重量的傳統電動機之此類電動機傳送的較大輸出扭矩。在一項具體實施例中，轉子-定子結構提供相對較短且較直的磁性路徑，並且比用於電動機械之傳統轉子-定子結構更有效率地使用材料。在將各向異性磁透材料(例如晶粒定向材料)用以形成本發明之特定具體實施例之場極部件的情況下，此類材料之固有的磁特性可貢獻通量承載區域中的通量密度之增加。應注意，該等材料可能或可能不用以形成層壓結構。消除或至少減少外部返回路徑，例如傳統上採用背鐵實施的返回路徑，從而節省重量並減小實施本發明之轉子-定子結構的各具體實施例之電動機械的總體尺寸。在另一具體實施例中，轉子-定子結構採用相同的輸出扭提供比類似尺寸的傳統電動機大的電動機效率。此效率增加係至少部分由於較低的電阻纏繞阻，其將功率損失轉化成較低的電流平方乘以電阻(即 $I^2 \cdot R$)，同時產生在傳統電動機之類似尺寸封裝或電動機機殼中建立的相同安匝產生通量。此外，與傳統電動機相比，本發明之轉子-定子結構的製造並不複雜(例如線圈纏繞組程序)，而且成本較低(例如由於材料的保存)。

【實施方式】

下列定義適用於針對本發明之某些具體實施例所說明的

某些元件。該等定義可同樣在本文中擴大。

本文所用的術語「空氣隙」指磁鐵表面與面向極面之間的空間或間隙。此類空間可以實體上說明為至少由磁鐵表面與極面之面積所限制的體積。空氣隙用以致動轉子與定子之間的相對旋轉並定義通量互動區域。雖然空氣隙通常係採用空氣填充，但是不必如此限制。

本文所用的術語「背鐵」通常說明實體結構(與引起該實體結構的材料)，其係通常用以完成另一開式磁路。特定言之，背鐵結構係一般僅用以將磁通量從一個磁路元件傳輸至另一磁路元件，例如從一個磁透場極部件至另一個磁透場極部件，或從第一磁鐵之一磁極至第二磁鐵之一磁極，或兩者，而無需場極部件或磁極之間的中間安匝產生元件，例如線圈。此外，背鐵結構一般並非形成用以接受相關聯的安匝產生元件，例如一或多個線圈。

本文所用的術語「線圈」指連續捲積的導體之裝配，其係配置成導電式耦合至磁透材料以產生磁通量。在某些具體實施例中，術語「線圈」可以說明為「纏繞組」或「線圈纏繞組」。

本文所用的術語「線圈區域」一般指線圈所纏繞的場極部件之一部分。

本文所用的術語「核心」指場極部件之一部分，其中一線圈通常係置放在極靴之間並且一般係由磁透材料組成，以提供磁通量路徑之一部分。

本文所用的術語「場極部件」一般指一元件，其係由磁

透材料組成並係配置成提供其周圍可以纏繞線圈的一結構(即該元件係配置成基於產生磁通量之目的而接收線圈)。在某些具體實施例中，場極部件包含一核心(即核心區域)與至少二個極靴，一般將極靴之每個定位在該核心之個別端部或在其附近。但是應注意，在其他具體實施例中，場極部件包含一核心與僅一個極靴。此外，場極部件並非配置成產生安匝通量。在某些具體實施例中，術語「場極部件」可一般說明為「定子核心」。在某些具體實施例中，場極部件一般具有一細長形狀，以便場極部件之長度(例如場極部件之端部之間的距離)一般係大於其寬度(例如核心之寬度)。

本文所用的術語「主動場極部件」指一核心、一或多個線圈與至少一個極靴之一總成。特定言之，主動場極部件可以說明為採用一或多個線圈裝配用以可選擇性地產生安匝通量的場極部件。在某些具體實施例中，術語「主動場極部件」可以一般說明為「定子核心部件」。

本文所用的術語「強磁性材料」指一般呈現磁滯現象並且其磁導率係取決於磁化力的材料。此外，本文所用的術語「強磁性材料」亦可以指磁透材料，其相對磁導率係大於單一磁導率並且取決於磁化力。

本文所用的術語「場互動區域」指其中從二或多個來源發展的磁通量，以可以產生相對於該等來源的機械力及/或扭矩之方式而向量式互動的區域。一般而言，術語「通量互動區域」可與術語「場互動區域」交換使用。此類來源

之範例包含場極部件、主動場極部件及/或磁鐵或其部分。雖然場互動區域通常係在旋轉機械俗語中稱為「空氣隙」，但是場互動區域為一較廣義的術語，其說明自二或多個來源的磁通量向量式互動以產生相對於該等來源的機械力及/或扭矩，因此不限於空氣隙之定義(即不限於由磁鐵表面與極面之面積及從二個區域之間的周邊延伸的平面所定義的體積)。例如，可以將場互動區域(或其至少一部分)定位在磁鐵內部。

本文所用的術語「發電機」一般指電動機械，其係配置成將機械能轉換成電能，而不管(例如)其輸出電壓波形。因為可以類似地定義「交流發電機」，所以術語發電機在其定義內包含交流發電機。

本文所用的術語「磁鐵」指產生其外部磁場的主體。同樣地，術語磁鐵包含永久磁鐵、電磁鐵等。

本文所用的術語「電動機」一般指電動機械，其係配置成將電能轉換成機械能。

本文所用的術語「磁透材料」為說明性術語，其一般指具有通量密度(「B」)與施加磁場(「H」)之間的磁定義關係之材料。此外，希望「磁透材料」為一廣義術語，其包括但不限於強磁性材料、軟磁性複合物(「SMC」)等。

本文所用的術語「極面」指極靴之一表面，其面向通量互動區域(及空氣隙)之至少一部分，從而形成通量互動區域(及空氣隙)之一邊界。在某些具體實施例中，術語「極面」可一般說明為「定子表面」。

本文所用的術語「極靴」指場極部件之部分，其便於定位極面以便其面向轉子(或其一部分)，從而用以使空氣隙定形並控制其磁阻。一般將場極部件之極靴定位在核心之每個端部附近，極靴在線圈區域上或在其附近開始並於極面上結束。在某些具體實施例中，術語「極靴」可一般說明為「定子區域」或「通量互動表面」之至少一部分或兩者。

本文所用的術語「軟磁性複合物」(「SMC」)指部分由絕緣磁粒子組成的材料，例如絕緣塗布鐵粉末金屬材料，其可加以模制以形成本發明之轉子-定子結構之一元件。

說明

圖 2 為依據本發明之一特定具體實施例的一示範性轉子-定子結構之分解圖。在此範例中，轉子-定子結構 200 係配置成增加每單位尺寸(或每單位重量)產生的扭矩，以藉由最小化透過場極部件的磁通量路徑之長度實施電動機。在某些具體實施例中，場極部件 204 提供直的或實質直的通量路徑(或其片斷)，以最小化磁通量之線性偏差。通常而言，路徑片斷一般係平行於旋轉軸。因此藉由實施直的或實質直的路徑，與需要磁通量圍繞周邊急轉彎(例如場極區域之間九十度(或約該數值)的角度)之傳統磁返回路徑設計相比，該等場極部件之每個提供相對較低的磁阻通量路徑。同樣地，本發明之各具體實施例的轉子-定子結構可以實施直的或實質直的路徑，以致動電動機械能採用較小的磁損失與較大的效率運轉。以下說明適用於具有除圓錐形磁鐵形狀以外或與之等同的形狀之磁鐵。

在此範例中，轉子-定子結構 200 包含轉子總成 202 與若干主動場極部件 204(即主動場極部件 204a、204b 與 204c)，因此主動場極部件 204 係配置成磁耦合至並驅動轉子總成 202 之磁鐵。轉子總成 202 包含二個圓錐形磁鐵 220(即圓錐形磁鐵 220a 與 220b)，其係安裝在或附於軸 222 上，以便圓錐形磁鐵 220a 上的圓錐形磁鐵表面 221a 之至少一部分面對圓錐形磁鐵 220b 上的圓錐形磁鐵表面 221b 之至少一部分。特定言之，圓錐形磁鐵 220 之較小直徑端部(即最近的圓錐體頂點：若有，或最近的圓錐體概念頂點：若由於(例如)圓錐之截斷而沒有)彼此面對。此外，將圓錐形磁鐵 220 各定位成鄰近於主動場極部件 204 之一組端部。在本發明之各具體實施例中，圓錐形磁鐵表面 221a 與 221b 各具有相對於旋轉軸的一傾斜角，其中該傾斜角係從約 5 度至約 85 度。在一特定具體實施例中，傾斜角可以從約 10 度至約 80 度。在至少一項具體實施例中，傾斜角係與旋轉軸成約 30 度，例如在圓錐形磁鐵 220 係由相對較高性能的磁鐵材料組成之情況下(例如具有最大能量乘積與「Br」及高矯頑磁性之相對較高數值的磁鐵，以下說明)。在各具體實施例中，軸 222 可以由磁透材料組成，而在其他具體實施例中該軸可以由非磁或非導電材料組成。同樣地，轉子-定子結構 200 不需要軸 222 形成通量路徑。主動場極部件 204 與圓錐形磁鐵 220a 及 220b 可足以形成依據本發明之至少一具體實施例的通量路徑。

每一個主動場極部件 204 各包含場極部件 206 及纏在個

別場極部件 206 周圍的絕緣線圈 208。將場極部件 206 定位成與旋轉軸同軸，可由軸 222 之軸線定義該旋轉軸。一般將線圈 208a、208b 與 208c 分別纏繞在場極部件 206a、206b 與 206c 之中央部分周圍，以在採用電流使線圈 208 通電時，於場極部件 206 中產生安匝產生磁通量。在至少一具體實施例中，一或多個主動場極部件 204 係至少部分由定子總成(圖中未顯示)構成。極面 207 係在主動場極部件 204 之每個端部區域上，將極面之每個定位成鄰近於並面向圓錐形磁鐵 220 之圓錐形磁鐵表面的至少一部分，從而定義磁鐵表面(或其部分)與極面之間的功能空氣隙。依據本發明之一特定具體實施例，使極面 207 成形以模擬磁鐵之表面，例如圓錐形磁鐵 220a 之表面。例如，極面 207b 為凹面，其曲率類似於圓錐形磁鐵 220a 之凸面的曲率。在本發明之一具體實施例中，選擇性的延伸端部(例如延伸端部 211b)從場極部件 206 縱向延伸，並在及/或超過圓錐形磁鐵 220 之外部表面延伸。另外舉例而言，延伸端部 217b 係配置成超過圓錐形磁鐵 220b 之外部表面延伸以插入溝槽 242 之一中，從而構造轉子-定子結構 200。應注意在某些具體實施例中，省略延伸端部 211b(此為圖中未顯示的場極部件 206 之其他延伸端部)，從而延伸磁鐵之較大直徑端部至或超出與場極部件 206 之外部表面相關聯的徑向距離。

因為轉子總成 202 或若干主動場極部件 204 可配置成彼此旋轉，所以轉子-定子結構 200 可視需要包含軸承 230 及前安裝板 240a 與後安裝板 240b。在一特定具體實施例中，

安裝板 240a 與 240b 可由非磁及/或非導電材料製造。安裝板 240a 與 240b 中的腔 244 係設計成接收軸承 230，而溝槽 242 係設計成接收延伸端部之至少一部分，例如主動場極部件之延伸端部 217b。在某些情況下，溝槽 242 限制主動場極部件 204 的移動，以維持相對於轉子總成 202 的適當位置。保護機殼(圖中未顯示)可添加以保護轉子總成 202 與主動場極部件 204，並且亦可作為用於一或多個線圈 208 的散熱器。雖然可用以實施示範性轉子-定子結構 200，但是本發明之各具體實施例不限於包含安裝板 240a 與 240b 以及軸承 230 與溝槽 242，尤其係在產生依據本發明之各具體實施例的通量路徑之情況下。

應注意雖然顯示由絕緣線圈 208 纏繞繞每個場極部件 206，但是依據一特定具體實施例，可由線圈 208 纏繞繞幾乎所有場極部件 206。例如，可以分別從主動場極部件 204b 與 204c 中省略線圈 208b 與 208c，以形成電動機，例如其製造成本少於包含線圈 208b 與 208c 的情況。在沒有線圈 208b 與 208c 的情況下，部件 204b 與 204c 構成場極部件而非主動場極部件。還應注意雖然場極部件 206a、206b 與 206c 係顯示為直的場極部件，但是並不需要場極部件 206a、206b 與 206c 係直的或實質直的。在某些具體實施例中，可使場極部件 206a、206b 與 206c 之一或多個定形以實施非直的場極部件，以在除直通量路徑以外的路徑中輸送通量。例如，可使場極部件 206a、206b 與 206c 定形以將線圈 208 定位成更接近於軸 222，從而減小實施轉子-定

子結構 200 的電動機械之體積。本文所用之某些具體實施例中的術語「非直」通量路徑，可以說明為具有二個連續片斷並具有 60 度與 90 度之間的角度之通量路徑。在某些具體實施例中，術語「實質直的」可指直通量路徑(例如與直線沒有偏差之路徑)與具有 60 度或較小角度的通量路徑。

在至少一項具體實施例中，一或多個主動場極部件 204 之每個僅包含一或多個線圈 208 與一場極部件，例如 206a、206b 與 206c 之任一個。在某些情況下，主動場極部件 204 可以包含磁帶、紙及/或塗料等，其並不添加實質支撐物用於纏繞在場極部件周圍的線圈繞組。一般而言，將一或多個線圈 208 之纏繞阻直接纏繞在場極部件本身上。一或多個線圈 208 之導體一般可以包含絕緣體。但是在此特定具體實施例中，主動場極部件 204 之每個不必包含任何其他中間結構，例如線圈承體結構，其需要製造程序期間的額外材料成本與勞動。

圖 3 描述轉子-定子結構 200 之一端視圖 300，其說明依據本發明之一項具體實施例，配置成經由空氣隙與圓錐形磁鐵 220a 之面向磁性表面互動的極面之方位。圖 3 缺少前安裝板 240a、軸承 230 與圓錐形磁鐵 220a，其全部加以省略以描述主動場極部件與線圈形狀以及場極之間的場極間隙(「G」)之端視圖。如圖所示，線圈 208a、208b 與 208c 分別包含場極部件 206a、206b 與 206c 以形成主動場極部件 204a、204b 與 204c，其全部加以緊密地定位以增加實施轉子-定子結構 200 的電動機或發電機之封裝密度(與使用

通常採用圖 1 之槽 108 所纏繞的線圈纏繞阻之傳統電動機相比)。圖 3 亦描述延伸端部 311a、311b 與 311c，及個別主動場極部件 204a、204b 與 204c 之極面 307a、207b 與 207c 的邊緣。極面 307a、207b 與 207c 係定位成形成該等極面或表面之各項與圓錐形磁鐵 220a 之圓錐形磁鐵表面的至少一部分之間的磁空氣隙。此外，由構成主動場極部件 204a、204b 與 204c 的場極部件之側面(或邊緣)定義場極間隙。例如，間隙「G」代表如由(例如)從個別場極部件 206b 與 206c(圖 2)之側面延伸的平面 310 與 320 所定義的場極間隙之任一個。

圖 4 描述轉子-定子結構 200 與定位成鄰近於依據本發明之一具體實施例的極面 307a、207b 與 207c(圖 3)之圓錐形磁鐵 220a 的另一端視圖 400。如圖所示，圓錐形磁鐵 220a 之外部磁鐵表面 223a 係可見的，其為延伸端部 311a、311b 與 311c 及線圈 208 之突出邊緣。應注意在此範例中，圓錐形磁鐵 220a 為雙極磁鐵(即永久磁鐵)，其具有北極(「N」)與南極(「S」)。應注意在某些具體實施例中，可以使用電磁鐵實施圓錐形磁鐵 220a 與 220b。此外，圖 4 還定義三個斷面圖。第一斷面圖 X-X 直接穿過將場極部件 206a 與線圈 208 分成兩半的中線，接著經由磁鐵 220a 穿過其他場極部件 206b 與 206c 之間的場極間隙。第二斷面圖 Y-Y 將場極部件 206a 與線圈 208a 分成兩半，並接著經由磁鐵 220a 穿過場極部件 206b 與 208b。類似於第二斷面圖 Y-Y 的第三斷面圖 Y'-Y' 將場極部件 206a 與線圈 208a 分成兩半，並接

著經由磁鐵 220a 穿過場極部件 206c 與 208c。圖 5A 顯示斷面圖 X-X，而視圖 Y-Y 與 Y'-Y' 產生類似的圖式，兩者皆係描述在圖 5B 中。

圖 5A 與 5B 描述斷面圖，其說明依據本發明之至少一項具體實施例的一示範性磁通量路徑。圖 5A 描述轉子-定子結構 500 之主動場極部件 204a 之一斷面圖，該斷面圖顯示線圈 208a 與場極部件 206a 之斷面圖 X-X。在此範例中，主動場極部件 204a 包含極面 307a 與 505b、極靴 507a 與 507b、線圈區域 506 與線圈 208a。在圖 5A 之視圖 X-X 中，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 係在相反方向上直徑式磁化，並定位成鄰近於場極部件 206a 之個別極靴 507a 與 507b。相應地，極靴 507a 之極面 307a 採用磁鐵表面 221a 之至少一部分 521a 形成磁空氣隙 551a，部分 521a 面向極面 307a 並顯示為斷面。同樣地，極靴 507b 之極面 505b 採用磁鐵表面 221b 之至少一部分 521b 形成磁空氣隙 551b，部分 521b 面向極面 505b 並顯示為斷面。應注意部分 521a 與 521b 不必分別延伸圓錐形磁鐵 220a 與 220b 之軸向長度。例如，部分 521a 與 521b 可以由限制在圓錐形磁鐵 220a 與 220b 之最大與最小斷面直徑之間的區域所定義，並可以為任何尺寸。相應地，部分 521a 與 521b 僅需要採用極面形成空氣隙，依據至少一項具體實施例，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 之其他表面部分並非配置成形成空氣隙。此外，線圈 208a 封閉場極部件 206a 之線圈區域 506，因此由包圍場極部件 206a 之一部分的線圈 208a 之軸向長度近似地定義線圈區

域 506。圖 5A 未描述一或多個場互動區域，其可以包含比空氣隙(例如空氣隙 551a)大的一空間，並可以延伸至(例如)圓錐形磁鐵 220a。

在本發明之至少一項具體實施例中，個別圓錐形磁鐵 220a 與 220b 上的表面之磁鐵部分 521a 與 521b 的至少一個可以定義為由一傾斜角(「 θ 」)501 限制，該傾斜角係相對於旋轉軸的角。在所示的範例中，旋轉軸係與軸 222 相連。在一特定具體實施例中，傾斜角(「 θ 」)501 係與軸 222 所成的 30 度角。但是應注意角 501 可以為任何角。

利用相反的極化，採用其指向方向 502 的北極(「N」)極化圓錐形磁鐵 220a，而採用其指向方向 504 的北極(「N」)極化圓錐形磁鐵 220b。在某些具體實施例中，在正好相反的方向(即方向 502 與 504 之間 180 度)上直徑式磁化圓錐形磁鐵 220a 與 220b。但是在其他具體實施例中，方向 502 與 504 可以偏移至除 180 度以外的方向之間的任何角度，例如，以減小掣動扭矩(「齒槽效應」)。在一特定具體實施例中，方向 502 與 504 係偏移至從約 150 度至約 180 度之間的一角度。在各具體實施例中，各極化圓錐形磁鐵 220a 與 220b(或其他類型的磁鐵)以使極化方向在實質垂直於旋轉軸之一或多個平面上，其中術語「實質垂直」亦可以在某些具體實施例中指垂直角度。

圖 5B 描述主動場極部件 204a 或主動場極部件 204b 或主動場極部件 204c 之斷面，並描述依據本發明之一項具體實施例的磁通量路徑。為了便於說明，僅說明視圖 Y-Y。視

圖 Y-Y 為線圈 208a 及穿過線圈 208b 的場極部件 206a 與場極部件 206b 之斷面圖。磁通量路徑 560 穿過場極部件 206a 與 206b，並穿過圓錐形磁鐵 220a 與 220b。基於說明之目的，磁通量路徑 560(或通量路徑)可以說明為包括藉由重疊原理所組合的二個通量路徑。圓錐形磁鐵 220a 與 220b 形成第一通量路徑(即永久磁鐵產生通量)，而由線圈之安匝發展的通量形成第二通量路徑(即安匝產生通量)。在此範例中，作為第一通量路徑的磁通量離開圓錐形磁鐵 220a 之北極(「N」)並穿過空氣隙 551a 以進入極面 307a(圖 3)，北極係與面向極面 307a 的表面部分 521a 一致。第一通量路徑接著縱向穿過場極部件 206a，並再接著在鄰近於圓錐形磁鐵 220b 的場極部件 206a 之端部處離開極面 505b。第一通量路徑繼續穿過空氣隙 551b 並進入圓錐形磁鐵 220b 的南極(「S」)，南極一般與磁強磁性表 221b 之表面部分 521b 一致並面向極面 505b。第一通量路徑穿過圓錐形磁鐵 220b 至其北極，其一般與面向極面 213b 的磁鐵表面 221b 之表面部分 561b 一致。接著，第一通量路徑穿過空氣隙 551c 並進入極面 213b(圖 2)。從此處，第一通量路徑透過場極部件 206b 返回至其離開的極面 207b，穿過空氣隙 551d，並接著進入圓錐形磁鐵 220a 的南極，從而完成第一通量路徑。一般而言，圓錐形磁鐵 220a 的南極與面向極面 207b 的磁鐵表面 221a(圖 2)之表面部分 561a 一致。應注意在所示的情況下，離開極面 207b 的通量係等同於離開極面 207c 的通量。應注意不需要補充結構或材料來形成磁通量路徑

560 之任何部分。同樣地，轉子-定子結構 550 不包含背鐵。

在一特定具體實施例中，設定圓錐形磁鐵 220 之直徑以便圓錐形磁鐵 220 之每個中的通量路徑之長度係相對大於四個空氣隙 551a 至 551d，從而建立較佳的磁鐵負載線。應注意四個空氣隙 551a 至 551d 之每個提供通量互動區域以便於極面與磁鐵之間(或透過兩者)的磁通量互動。應注意圓錐形磁鐵 220a 或 220b 之磁通量路徑係顯示為沿磁化軸對準(即從南極至北極)，此可以貢獻低磁鐵製造成本及可以產生每單位體積(或尺寸)之相對較高輸出扭矩的磁鐵。藉由將適當的磁鐵材料用於特定應用，可以最佳地選擇磁鐵之矯頑磁性，其為決定在強外部磁場的影響下磁鐵如何較佳地保持其內部通量對準的磁鐵之特性。

在至少一項具體實施例中，轉子-定子結構 550(圖 5B)產生磁通量路徑 560 之至少一部分，其從第一圓錐形磁鐵 220a 之磁鐵表面的表面部分 521a 附近，實質上線性延伸至第二圓錐形磁鐵 220b 之磁鐵表面的表面部分 521b 附近。在一個實例中，磁通量路徑之部分本質上係由第一圓錐形磁鐵 220a 之表面部分 521a、第二圓錐形磁鐵 220b 之表面部分 521b、至少一場極部件(例如場極部件 206a)與二或多個空氣隙(例如空氣隙 551a 與 551b)組成。

在本發明之至少一項具體實施例中，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 可以具有至少下列二種磁特性。第一，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 能夠產生磁通量，例如根據通量密度「B」採用高斯 CGS 單位所測量的磁通量。「CGS」指根據釐米、克及秒

所說明的單位。第二，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 之磁鐵材料為抵抗消磁的磁鐵。能夠高度抵抗消磁的材料係通常說明為具有「高矯頑磁性」，此為熟習技術人士所知。合適數值的消磁場可用以促使特定磁鐵材料的通量密度輸出為零。同樣地，具有相對較高矯頑磁性數值的磁鐵材料，一般指示能夠經受住較大數值的不利之外部磁場強度而不遭受消磁影響的磁鐵材料。在一特定具體實施例中，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 係由下列磁鐵材料組成：在運轉條件於合理預期運轉條件中可靠的情況下，其具有相對接近於 1.00 的反衝磁導率數值與足夠的矯頑磁性 H_d 。

磁鐵材料的部分特徵通常為此類材料之最大能量乘積。此外，磁鐵材料的特徵為「 Br 」，其為於在閉路中測量並且未將所測量的外部磁場施加於磁性材料的情況下自磁鐵材料的磁通量密度輸出。通常將最大通量密度數值表示為「 Br 」。高數值的 Br 指示磁鐵材料能夠產生每極面積的較大磁通量(即高通量密度)。在至少一項具體實施例中，於在相對較小的裝置體積中需要相對較大的扭矩之組態中，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 使用具有高通量產生能力(即具有高數值的「 Br 」)之磁鐵。

在各具體實施例中，圓錐形磁鐵 220a 與 220b(或其他磁鐵)使用高數值 Br 磁鐵，其在軸向方向上可以相對較短並且使用約 30 度(例如與旋轉軸)的錐角。但是在某些具體實施例中，圓錐形磁鐵 220a 與 220b(或適合於實施本發明之其他磁鐵)使用具有較低成本及較低數值 Br 的磁鐵材料。

在此情況下，一般採用具有相對大於與較高數值 B_r 相關聯的磁鐵之面積的空氣隙實施磁鐵。特定言之，用於空氣隙的較大面積係藉由增加磁鐵的軸向長度形成，從而增加面向個別極面的磁性表面之表面積。同樣地，可以使用相同外徑裝置(例如電動機機殼)中的較小錐角(例如小於 30 度)，雖然在軸向方向上較長。雖然輸出扭矩性能與 K_m 可以在許多具體實施例中保持相同，但是製造成本在低數值 B_r 版本中可能較少，儘管軸向長度可能會增加。

雖然本發明之各具體實施例涵蓋大量使用任何已知可用磁鐵材料進行的電動機設計及/或發電機設計，但是至少一項具體實施例使用具有數值 B 與不利的施加磁場強度 H 之低比率的磁鐵材料，此類比率通常係規定在許多磁鐵材料資料表中，其係採用個別材料的 B_r 點進行測量，該等比率定義此類材料之「反衝磁導率 B_r 」。雖然在某些情況下磁鐵材料不必僅限於高矯頑磁性數值，但是在經受預期的不利磁場或熱條件之情況下，磁鐵材料應呈現可預計的輸出通量密度。同樣地，依據本發明之一項具體實施例，在考量使用一示範性轉子-定子結構進行電動機及/或發電機設計的情況下，「反衝磁導率」數值可以為至少一個因數。

反衝磁導率一般表達數值 B 與不利的施加磁場強度的數值之間的關係。反衝磁導率的數值通常係根據 CGS 單位評估(因為空氣的磁導率為 1.0 個 CGS 單位)，並且可以藉由將接近或為 B_r 的數值 B (例如表達為高斯)除以不利的施加磁場強度之數值(例如接近或為 H_c 的 H ，其係表達為奧斯

特)來決定。對於某些磁鐵材料而言，平均反衝磁導率數值可加以決定並可以選擇磁鐵材料。在一項具體實施例中，可以藉由國際磁學協會(「IMA」)維護的磁性材料生產者協會(「MMPA」)標準 0100-00，定義反衝磁導率以用於各種磁性材料。應注意亦可根據 MKS 單位(即米、千克及秒)說明反衝磁導率。

一般而言，反衝磁導率的數值不小於用 CGS 單位所表達的反衝磁導率。然而，反衝磁導率數值越接近於 1.0，則特定測量的材料之矯頑磁性越高。在本發明之大多數具體實施例中，反衝磁導率的數值通常係小於 1.3。典型的高矯頑磁性磁鐵材料，例如由釹鐵(「NdFe」)及其變化所組成的磁鐵，可以具有約 1.04 個 CGS 單位的反衝磁導率數值。此類變化之一範例為釹鐵硼或「NdFeB」。通用低成本陶瓷磁鐵(例如由鐵酸鹽陶瓷組成的磁鐵)可以具有約 1.25 的比率數值，其使陶瓷磁鐵可在大多數應用中充分地執行功能。應注意典型高性能陶瓷磁鐵之平均反衝磁導率通常係或多或少在 1.06 至 1.2 個 CGS 單位的範圍內。

纏繞在場極部件 206 之每個周圍的線圈 208 形成第二通量路徑。在此範例中，由圖 5B 之線圈 208a 與 208b 中的安匝產生的通量在相同路徑中進行至永久磁通量，下列情況除外：從安匝產生能量的角度觀察，圓錐形磁鐵 220a 與 220b 具有類似於空氣之有效特性的有效特性。同樣地，在場極部件 206a 內(例如在線圈區域 506 內)產生的安匝通量，係出現在鄰近於圖 5A 與 5B 之圓錐形磁鐵 220a 與 220b

的極面上。

在至少一項特定具體實施例中，線圈 208 可以包含箔導體，其為具有帶有相對較大寬度與相對較小高度的矩形斷面之導體。可以使用層間具有絕緣體的箔導體來代替線路，以減小纏繞阻電阻並增加相同可用纏繞組體積中的電流處理能力。使用箔導體還可以減小纏繞組的電感。在一項具體實施例中，將絕緣附於箔的一個側面上以隔離後來圍繞核心之纏繞阻中的箔導體。也就是說，箔導體之僅一個側面要絕緣，因為一個側面可絕緣箔導體(或箔線圈)之先前纏繞組部分的非絕緣側。有利的係，此會減小線圈 208 所需要的絕緣之數量，從而節省資源，增加封裝密度，並增加另外由完全絕緣導體(即在所有側上絕緣，例如絕緣線路)填充之空間中的安匝數(同時減少導體匝數)。因為箔導體亦提供相對較小的彎曲半徑，因此其可以減小具有較急彎曲之導體中常見的纏繞阻電阻。藉由減小電阻，此類導體亦可在產生安匝通量中保存功率，尤其係在電池供應之電動機應用中。

圖 5C 描述依據本發明之一項具體實施例，離開產生該安匝磁通量的主動場極部件之極面的第二通量路徑之一範例。在此圖中，安匝(「AT」)產生通量係產生於主動場極部件 204a 中，並接著從圖 5C 之極面 513a(或如顯示為圖 5B 中的極面 505b)離開，同時接近分成二半以形成通量 570 與 570b。接著，安匝通量 570a 進入極面 213b，而安匝通量 570b 進入極面 513c。再接著，第二通量路徑之個別部分

接著透過其他場極部件(例如場極部件 206b 與 206c)縱向行進至該等其他場極部件之其他端部，以返回至初始產生第二通量路徑的主動場極部件 204a。

圖 5D 描述依據本發明之一項具體實施例，返回至產生安匝磁通量的主動場極部件之極面的第二通量路徑之一範例。如圖所示，安匝磁通量 570c 與 570d 離開個別極面 207b 與 207c 以進入極面 307a，從而完成第二通量路徑(即安匝磁通量路徑)之磁路。

概念上而言，由圖 5D 中的主動場極部件 204a、204b 與 204c 之每個場極部件中的安匝產生的磁場，可視為主動場極部件之端部區域或極靴中的極面之每個上的磁電位之區域。在圓錐形磁鐵之面向表面與其鄰近極面之間的空氣隙中，第一通量路徑中的通量與第二通量路徑中的通量以熟習技術人士所熟悉的方式進行互動，其中依據本發明之至少一項具體實施例，此類互動可用以藉由實施轉子-定子結構 200 的電動機產生扭矩。轉子-定子結構 200 之第一與第二通量路徑係至少部分有效率，因為通量係藉由穿過線圈 208 的電流包含在場極部件 206 之核心區域 506(圖 5A)內。由圓錐形磁鐵 220 之每個產生的磁通量在通量互動區域中與自主動場極部件 204 之極面的磁通量進行互動。同樣地，通量洩漏路徑(若有)一般係限於極靴 507a 與 507b(圖 5A，二者皆包含場極部件 206 之側面與背面)中的相對較小的區域。因為第一與第二通量路徑在場極部件 206 之磁透材料中亦大部分係直的，所以該等場極部件較佳地適用於

以有效率的方式採用各向異性(例如晶粒定向)磁性材料加以實施。同樣地，場極部件 206 可以由任何各向異性磁性材料組成，與使用各向同性非晶粒定向磁性材料相比，該等各向異性材料能夠承載較高通量密度並降低磁方位之方向(例如沿晶粒定向材料之晶粒)上的磁損失。

為了說明本發明，考量一示範性各向異性(例如晶粒定向)材料可以具有至少 20,300 高斯之磁飽和數值，而典型的各向同性層壓材料(例如「M19」層壓材料)具有 19,600 高斯之飽和數值。此外，與各向同性材料所需的 460 奧斯特相比，各向異性材料達到飽和所需要的施加磁場僅為 126 奧斯特。在 60 Hz 及 15000 高斯電感的情況下，各向異性晶粒定向材料(例如 0.014 英寸厚的層壓結構)之核心損失可以為約每磅 0.66 瓦特。藉由對比，在相同條件下，典型各向同性材料可以具有約每磅 1.64 瓦特的核心損失。考慮到上述說明，在形成場極部件 206 中使用各向異性材料比使用各向同性材料比較有利。依據至少一項具體實施例，場極部件 206 之相對較直的形狀致動各向異性材料之有效使用，不像傳統電動機之磁通量路徑一樣。

不像傳統電動機之輸出扭矩產生一樣，由本發明之各具體實施例的轉子-定子結構 200 產生的輸出扭矩，不必與從軸 222 之旋轉軸至主動空氣隙 551a 至 551d(圖 5B)的半徑成比例。所有其他因數相同，即增加極面及空氣隙與軸 222 的徑向距離不會以傳統電動機設計規則所指示的方式來改變輸出扭矩。例如，傳統電動機設計概念指出：承載安匝

通量的區域應設計成具有低磁阻路徑，包含為空氣隙的安匝磁通量路徑之部分。依據本發明之各具體實施例，安匝磁通量路徑具有透過由永久磁鐵(例如圓錐形磁鐵 220)佔據的空間之相對較高的磁阻，而其峰值扭矩產生與相同尺寸或重量之大多數傳統電動機之峰值扭矩產生相比(再次說明，其他因素相同)係相對較高。在一特定具體實施例中，構成圓錐形磁鐵 220 的磁鐵材料具有類似於空氣之磁導率數值的磁導率數值，同樣地，每個圓錐形磁鐵 220 之體積顯現為安匝磁路之額外空氣隙。在至少一項具體實施例中，由電動機械產生的輸出扭矩係全部或部分與圓錐形磁鐵 220 之體積成比例。

在轉子-定子結構 200 之運轉中，線圈 208 係按順序通電以引起轉子總成 202 旋轉。通電後的線圈會在極面上產生磁電位。該等磁電位趨向於將磁鐵(例如圓錐形磁鐵 220)之內部磁場方向重新定向為施加外部磁場之方向。外部磁場可有效地代表圓錐形磁鐵 220 之角度引導消磁場，以便在實施轉子-定子結構 200 的電動機於高扭矩負載條件下之情況下消磁場能夠達到相對較大的幅度。強消磁場可以不利地重新磁化具有不充分矯頑磁性的圓錐形磁鐵 220 之磁鐵材料。基於此原因，本發明之至少一項具體實施例使用適合於高扭矩負載並具有：(1)較低的 B 與不利施加磁場強度比率，(2)相對較低的反衝磁導率(例如小於 1.3 個 CGS 單位)的磁鐵材料。

在本發明之一具體實施例中，產生的扭矩係透過磁鐵(例

如圓錐形磁鐵 220)的自然傾斜，以尋找最低能量位置。因此，可以為永久磁鐵之圓錐形磁鐵 220 的磁極趨向於朝最大磁吸引力之區域旋轉而遠離磁排斥之區域，因而此「磁電位」區域係由安匝產生磁場建立在通電主動場極部件 204 之兩端的空氣隙中。因為具有相對較高矯頑磁性的磁鐵將抵抗試圖角位移其內部磁場的方向，所以對角位移的此抵抗力係表明為永久磁鐵之主體上的機械扭矩，從而傳輸扭矩給軸。同樣地，磁鐵(例如圓錐形磁鐵 220)可以發展並接著傳輸扭矩給軸作為施加於負載的有用輸出扭矩。

圖 6A、6B 與 6C 說明依據本發明之另一具體實施例的另一示範性轉子-定子結構之端視圖 600。圖 6A 與 6B 顯示一轉子-定子結構之端視圖 600，而圖 6C 為圖 6B 之部分斷面圖 A-A。圖 6A 顯示主動場極部件 604，各具有個別場極部件 606 之端部的斜極面 607。每個斜極面 607 均具有一成形表面，其一般追蹤鄰近磁鐵(例如圓錐形磁鐵 220a)之面向表面部分的定形表面之表面特徵，以形成具有(例如)相對較恆定的空氣隙厚度之空氣隙。空氣隙厚度一般指極面與磁鐵之面向表面之間的垂直距離。斜極面 607 係至少部分由相對於鄰近磁鐵之磁化方向(例如極化方向)成小角度或斜角的場極部件 606 之表面邊緣及/或側面定義。斜邊緣及/或側面係在圖 6A 中顯示為第一斜邊緣 650 與第二斜邊緣 652，兩者係配置為場極部件 606 之邊緣，以在將主動場極部件 604 配置在轉子-定子結構中時形成斜場磁極間隙 660。舉例而言，考量第一斜邊緣 650c 係配置成形成相對

於一磁鐵(圖中未顯示)之至少一個極化方向 630 的一角度 622。進一步考量第二斜邊緣 652b 係配置成形成相對於極化方向 630 的一角度 620。角度 620、622 可以為相同角度或可適合於形成場磁極間隙 660 的任何其他角度，其係與相關之一或多個磁鐵之極化方向成斜角。應注意圖 6C 為部分斷面圖，其顯示：配置斜邊緣，以便磁性極化之徑向平面 631 不與場磁極邊緣 650 或場磁極邊緣 652 對準。特定言之，場磁極邊緣 650c 與場磁極邊緣 652b 皆不相對於磁化平面 631 對準(即成斜角)。

圖 6B 為顯示場極部件 606 之兩端的斜極面邊緣之端視圖 670。藉由在一轉子-定子結構中實施圖 6A 之斜場磁極間隙 660，可減小掣動扭矩(「齒槽效應」)。在至少一項具體實施例中，斜場磁極間隙 660 係調適成用於直徑式極化的永久磁鐵，例如圓錐形磁鐵 220。在此實施例中，圖 6B 之端視圖 670 為顯示配置成類似於鄰近圓錐形磁鐵 220a 之表面外形的表面外形之極面 607 的端視圖，極面 607 係類似於圖 6A 所示的極面。圖 6B 亦顯示第一斜邊緣 680 與第二斜邊緣 682，其係與場極部件 606 之另一端的極面相關聯(例如在與第一斜邊緣 650 與第二斜邊緣 652 相關聯的極靴相反的另一極靴處的極面，其藉由虛線指示)。第一斜邊緣 680 與第二斜邊緣 682 在此情況下分別具有類似於第一斜邊緣 650 與第二斜邊緣 652 之角度的角度，但是面對與(例如)圓錐形磁鐵 220b 相關聯的磁鐵表面。同樣地，由邊緣 650 與 652 形成的場極間隙之角方向係與由邊緣 680 與 682 形

成場極間隙之角方向相反。因此，直徑式極化磁鐵一般不會與具有類似於形成場平面 310 與 320(圖 3)之間的場極間隙「G」之極面側面的極面側面之場極間隙對準，其可為在電動機中齒槽效應扭矩之來源。應注意，邊緣 650 與 652 之間的距離以及邊緣 680 與 682 之間的距離，可根據需要配置成盡可能窄以最小化場極間隙的齒槽效應效應。

圖 7A 與 7B 說明依據本發明之一項具體實施例的一示範性場極部件。雖然場極部件 206a、206b 與 206c 之每個可以由單件磁透材料(例如藉由金屬注射模制程序、鍛造、鑄造或任何其他製造方法形成的一件)組成，但是該等場極部件也可以由多個件組成，如圖 7A 與 7B 所示。圖 7A 描述場極部件 206 之一，其作為由整合在一起之若干層壓結構 704 組成的堆疊場極部件 700。在此實例中，堆疊場極部件 700 具有一外部表面 702，其具有帶弧度的圓筒形外徑；與一相對較直的內部表面 706，其用以增加線圈封裝密度，同時仍留有空間用以旋轉軸。場極部件端部區域 720 一般包含極面 707，用以與場極部件 700 之每個端部的永久磁鐵之通量互動，然而中央部分 722(例如，一中央場極部件部分)一般包含極面 707 之間的核心區域，例如線圈區域 506(圖 5A)。一線圈(圖中未顯示)可以或多或少地纏繞在中央部分 722 周圍。圖 7B 為堆疊場極部件 700 與可以由各向異性材料組成的層壓結構 704 之透視圖。在此範例中，各向異性材料包含晶粒定向材料。

還應注意可以在(例如)圖 7A 至 7B 中說明的場極部件之

任一個中實施各纏繞組圖案以增強性能。例如，中央或完全涵蓋纏繞組可以涵蓋該結構之兩端的場極部件 700 之實質所有的側面及/或背面，以減少可能從一個場極部件洩漏至另一個場極部件的通量。同樣地，線圈之線路不必纏繞在垂直於場極部件之長軸的平面中，而係成一斜角。將線圈置放於接近磁空氣隙，該等線圈可以更有效地減少(例如)極靴區域中的通量洩漏。應注意上述纏繞組圖案可應用於本文說明的場極部件之任一個。

圖 8 說明具有依據本發明之一特定具體實施例的斜極面之另一示範性場極部件。如圖所示，堆疊場極部件 800 係採用若干層壓結構 804 構造，類似於堆疊場極部件 700。圖案化層壓結構 804 以提供斜極面 807。極面 807 係由第一斜邊緣 850 與第二斜邊緣 852 限制，而另一極靴中的另一極面 807 係由第一斜邊緣 880 與第二斜邊緣 882 限制。應注意邊緣 850、852、880 與 882 可以分別對應於圖 6B 之邊緣 650、652、680 與 682。在某些情況下，可以採用最小化製造期間的浪費之方式，利用自單一基板(例如金屬薄片或類似物)或自不同基板之一系列的類似或不同圖案化形狀，有利地形成(例如壓印)層壓結構 804(與層壓結構 704)。此外，例如層壓結構 704(圖 7B)與層壓結構 804(圖 8)的製造不會浪費通常投入用以建立圓形定子結構中的圓孔之材料。

在某些具體實施例中，層壓結構 704 與 804 可以採用層壓式各向異性(例如晶粒定向)薄片堆疊裝配，磁方位之方向

係縱向定向，例如平行於旋轉軸。因此通量可以輕易地從電動機之一端軸向傳導至另一端。層壓結構可以彼此電絕緣，此可以減少渦流損失。在一項具體實施例中，層壓結構 704 與 804 係由晶粒定向鋼組成，並採用相對低成本的材料提供具有高磁導率、低損失及/或高飽和位準的各種場極部件。適合於實施層壓結構 704 與 804 的各向異性材料之一種類型為冷軋晶粒定向鋼，或「CRGO 層壓鋼」。為了說明依據至少一項具體實施例使用晶粒定向層壓結構的優點，與在相同條件下具有約 5950 的磁導率之常用各向同性層壓鋼(例如「M19」層壓結構)相比，冷軋晶粒定向鋼在經歷 10,000 高斯之施加磁場時可以具有 50,000 的磁導率。應注意以上說明的磁導率係根據直流電(「DC」)磁導率。依據本發明之各具體實施例，可以採用許多不同的磁透材料製造場極部件，該等材料如矽鐵合金、鋼合金、鐵合金、鎳鐵合金、鈷鎳合金、磁粉末合金、軟磁性複合物等。亦瞭解為「SMC 材料」的軟磁性複合材料係由也具有磁導性的壓實電絕緣粒子組成。同樣地，在與具有相對較高頻率的傳統 SiFe 層壓材料相比的情況下，SMC 材料呈現出相對較低的渦流損失。SMC 材料的另一明顯優點係其能夠透過使用適當設計的緊密模型與衝模以三維形成。

圖 9A 至 9M 說明依據本發明之各具體實施例，可在轉子-定子結構中實施之其他形狀的永久磁鐵之範例。雖然圖 2 所示的磁鐵為圓錐形狀，但是希望將術語「圓錐形」視為廣義上包含形成一或多個表面或其部分的一或多個形狀，

在同軸式安裝於軸上的情況下，該等表面係與軸成一角度，以便在延伸時至少一個表面將與旋轉軸交叉。因此，術語「圓錐形磁鐵」意味著涵蓋任何磁鐵組態，其使圓錐形或朝某一點的錐形之表面的至少一部分與旋轉軸同軸或在旋轉軸上。例如，至少一種類型的圓錐形磁鐵具有一或多個表面，因此該等表面之每個中的磁鐵之斷面一般(或平均地)沿磁鐵之軸向長度逐漸增加或減小。在至少一項特定具體實施例中，用以說明圓錐形磁鐵表面之一部分的相關尺度為表面邊界，例如可在空間相對於一條線加以定向的成形表面積。

圖 9A 顯示作為圓錐形磁鐵之範例的完整圓錐形磁鐵，而圖 9B 描述一圓錐形磁鐵，其係說明為「直立圓錐之截頭錐」之一斜截圓錐體磁鐵，該截頭錐為藉由切掉一直立圓錐的頂部所建立的截頭錐(例如切割體形成平行於下基礎的上基礎，或直立圓錐磁鐵之外部表面)。應注意除圖 9A 所示以外的其他錐角係在本發明之範圍內。圖 9C 顯示一圓錐形磁鐵可以包含圓筒形部分，其係加在大直徑端(或在某些情況下加在小直徑端，如圖 9I 所示)，以最佳化電路中的磁通量。圖 9D 說明為以「步進」或階段形式的一圓錐形磁鐵。圖 9E 與 9F 顯示適合於實施依據本發明之具體實施例的一磁鐵之替代形狀的範例，其中一圓錐形磁鐵可以為半球形磁鐵。圖 9G 與 9H 為顯示各具體實施例之圓錐形磁鐵可以分別具有任何類型的凹面與任何類型的凸面之一般圖示。

圖 9I 顯示依據本發明之一項具體實施例的一示範性圓錐

形磁鐵。在本文中，圓錐形磁鐵 940 包含其中形成腔 952 的一外部表面 950。腔 952 為可選腔並且可用以包裝軸承或類似物。在某些具體實施例中，腔 952 延伸至表面 954、956 與 958 之一或多個內側。應注意腔 952 可以具有沿其軸向長度之不同的內部尺度。圓錐形磁鐵 940 包含三個表面：第一圓筒形表面 954、圓錐表面 956 與第二圓筒形表面 958。在各具體實施例中，圓錐形磁鐵 940 可以包含：或少或多的表面、具有較大或較小直徑的圓筒形表面、與圓錐形表面 956 之較深或較淺的傾斜角度等。圖 9J 與 9K 分別顯示依據本發明之一項具體實施例的一示範性圓錐形磁鐵之端視圖與側視圖。圓錐形磁鐵 971 係由二個圓錐形磁鐵 970 與 972 組成。在此範例中，將圓錐形磁鐵 972 置放(插)在圓錐形磁鐵 970 內。在一項具體實施例中，圓錐形磁鐵 970 係由 NdFe 磁性材料(或其變體)組成，而圓錐形磁鐵 972 係由陶瓷磁性材料組成。在某些具體實施例中，缺少圓錐形磁鐵 972，從而形成由圓錐形磁鐵 970 組成的中空圓錐形磁鐵(圖中未顯示的安裝夾具)。在至少一項特定具體實施例中，圓錐形磁鐵 972 可以由磁透材料而非磁性材料形成。在一項具體實施例中，圓錐形磁鐵 972 不必穿過圓錐形磁鐵 970 延伸，而係可以在圓錐形磁鐵 970 內從一端延伸至任何軸向長度。

圖 9L 與 9M 解說依據本發明之另一具體實施例的其他圓錐形磁鐵。圖 9L 說明作為一圓錐形磁鐵的金字塔形磁鐵，雖然為斜截式，但是係採用任何數量的斜截三角形表面 978

形成。圖 9M 說明至少一項具體實施例之圓錐形磁鐵 980，其中圓錐形磁鐵 980 包含斜截金字塔磁鐵 990，其包含形成於其中或其上的磁性區域 992。磁性區域 992 包含不同於斜截金字塔磁鐵 990 之磁性材料的磁性材料。每個磁性區域 992 可以選擇成具有任何預定極性。在一具體實施例中，斜截金字塔磁鐵 990 為四側式並且係由陶瓷材料(例如磁性材料)組成，並且每個磁性區域 992(圖式中隱藏其二個)係由 NdFe 磁鐵材料組成，而且其係形成於斜截金字塔磁鐵 990 上面。在其他具體實施例中，金字塔磁鐵 990 可以具有任何數量的側面。在各具體實施例中，金字塔形磁鐵 990 為磁鐵支撐物並且不一定要由磁性材料組成，而可由磁透材料組成。在某些具體實施例中，磁鐵支撐物 990 可以形成為具有如圖 9A 至 9H 所示的任何形狀，將任何數量的磁性區域 992 置放在磁鐵支撐物 990 上。在此情況下，磁性區域 992 可以為適合於置放在磁鐵支撐物 990 之特定形狀上的任何形狀。

在本發明之特定具體實施例中，圓錐形磁鐵具有各向異性、得以直徑式磁化、並且定形為具有相對於旋轉軸線之約 30 度的錐角之斜截圓錐體。依據某些具體實施例的圓錐形磁鐵係在一般於實質上垂直(包含垂直)於軸線的一或多個平面中的方向上直徑式磁化。該等類型的磁鐵組態之至少一個優點在於，此類直徑圓錐形磁鐵可以在與磁鐵材料之原始磁性方位相同的方向上磁化，此為磁鐵提供較高的能量乘積(即更強的磁鐵)。異向性磁鐵亦可相對較容易製造

並具有每單位磁鐵體積之相對較高的磁效率。直徑(即 2 極)磁鐵之另一優點為，在具有三個主動場極部件與三相位的電動機中，僅有一個電性迴轉用於電動機之每個機械迴轉。因此直徑磁鐵會完全或部分減少電動機驅動電路中的渦流損失、磁滯(「核心」或「鐵」)損失及電性切換損失。在某些具體實施例中，圓錐形磁鐵可以：(1)包含鋼核心而非係固體磁鐵材料，(2)係採用呈現良好矯頑磁性之環磁鐵構造，(3)係採用弧形片斷磁鐵構造，(4)係直接模製於軸桿上，(5)得以徑向極化，(6)包含中空核心而非係固體磁鐵材料，或可以包含任何其他類似的特徵。

圖 10 顯示依據本發明之一項具體實施例的多極磁鐵。在此範例中，永久磁鐵 1000 為四極磁鐵，其係磁性定向成具有從南極(「S」)至北極(「N」)的弓形磁性路徑 1010。其他數量的極與磁鐵方位係在本發明之範疇與精神內。此外，多極磁鐵(例如永久磁鐵 1000)可以為依據某些具體實施例的單石磁鐵或非單石磁鐵。如應用於永久磁鐵之本文所用的術語「單石」提出：永久磁鐵係由積體磁極組成，因此永久磁鐵具有非離散性並且其結構實質上係均勻的。同樣地，單石永久磁鐵缺乏磁極之間的任何實體介面。因此單石磁鐵係由連續磁鐵材料組成。藉由比對，永久磁鐵 1000 可以為由單獨的磁鐵組成之非單石磁鐵，每個單獨的磁鐵貢獻一朝外的北極或南極，因此在單獨的子成分之間存在實體介面。同樣地，非單石磁鐵因此可以由相鄰但為非連續的磁鐵材料組成。特定言之，每個單獨的子成分包

含連續磁鐵材料，但是實體介面引起總體上構成磁鐵之磁鐵材料中的不連續。應注意術語「單石」亦可以應用於本發明之各種轉子-定子結構的場極部件及其他元件。應注意在至少一項具體實施例中，非單石磁鐵可以包含其中將單獨子成分配置成彼此相隔一距離以便其不彼此接觸的磁鐵。

圖 11 顯示作為本發明之一替代具體實施例的轉子-定子結構 1100 之一端視圖。一般而言，數量為三個之主動場極部件可有效率地使用通常可用於電動機或發電機內的圓筒形體積或空間。同樣地，「三」個主動場極部件一般係用以提供相對較高的封裝密度。但是為了提供更平衡的運轉，可以使用三個以上的主動場極部件。如圖所示，六個主動場極部件 1102 係同軸配置於一旋轉軸並等距離地定位在該軸周圍。此外，將四極磁鐵 1104 定位成鄰近於主動場極部件 1102 的極面。在此實例中，四極磁鐵 1104 為個別磁鐵弧形片斷之複合物。轉子-定子結構 1100 可以提供在相對於包含三個主動場極部件之轉子-定子結構的更大磁性平衡，因為相反的主動場極部件 1102 之線圈一般可以同時加以勵磁。其他數量的主動場極部件及其他偶數數量的磁極可以適當加以組合以實施本發明之轉子-定子結構。

在本發明之一項具體實施例中，一示範性轉子-定子結構係置放在電動機中以產生取決於磁鐵之體積、通量互動區域中的互動磁場之向量方向、通量互動區域中的通量密度、空氣隙之面積以及極面之面積的扭矩幅度。因此，由

永久磁鐵產生的通量密度越高且由主動場極部件產生的通量密度越高，則發展越高的扭矩，直至在場極部件中達到明顯的飽和。此類轉子-定子結構之磁鐵材料應該具有充分的矯頑磁性以預防預計應用中的部分或全部消磁。

熟習技術人士不需要對實施及使用本文說明的轉子-定子結構之具體實施例的額外說明，然而可藉由以從最優先至最不優先的順序檢查下列參考而發現某些有用的指導：「IEEE 100：IEEE 標準術語之官方詞典」，電氣與電子工程學會(Kim Breitfelder 及 Don Messina 版本第七版 2000)，「通用電動機術語」，如由小型電動機與運動協會(「SMMA」)定義，以及「永久磁鐵材料之標準規格：磁性材料生產商協會(「MMPA」)標準第 0100-00 號」，國際磁學協會。

基於說明之目的，上述說明使用特定術語以提供對本發明的全面瞭解。然而，熟習技術人士應明白實施本發明並不需要特定細節。事實上，此說明不應視為將本發明之任何特徵與方面限於任何具體實施例；相反，一項具體實施例的特徵與方面可輕易地與其他具體實施例交換。例如，雖然具體實施例之以上說明係與電動機有關，但是該說明可應用於所有電動機械，例如發電機。因此，基於解說及說明之目的揭示本發明之特定具體實施例的以上說明。不希望該等說明能詳盡或將本發明限制為揭示的精確形式；顯然可按照以上原理來進行許多修改及變更。選擇並說明具體實施例以便最佳說明本發明之原理及其實際應用；從而使熟習技術人士能最佳利用本發明，以及具有適合於所

預期的特定使用之各種修改的各種具體實施例。應注意，並非本文說明的每個利益均需要由本發明之各具體實施例加以實現；相反，任何特定具體實施例均可以提供一或多個以上說明的優點。希望下列申請專利範圍及其等效勿定義本發明之範圍。

【圖式簡單說明】

結合附圖參考上述詳細說明，可更全面地瞭解本發明，其中：

圖 1 例證傳統電動機中實施的常用定子與轉子結構；

圖 2 為依據本發明之一項具體實施例，其中磁鐵為圓錐形狀的一示範性轉子-定子結構之分解圖；

圖 3 描述沒有磁鐵的圖 2 之轉子-定子結構的一端視圖，其說明依據本發明之一項具體實施例，配置成經由空氣隙與圓錐形磁鐵之面向磁性表面互動的極面之方位；

圖 4 描述圖 2 之轉子-定子結構的另一端視圖，其說明定位成鄰近於依據本發明之一具體實施例的極面之圓錐形磁鐵；

圖 5A 與 5B 描述斷面圖，其說明依據本發明之至少一項具體實施例的一示範性磁通量路徑；

圖 5C 描述依據本發明之一項具體實施例，離開產生安匝磁通量的一定子部件之極面的第二通量路徑之一範例；

圖 5D 描述依據本發明之一項具體實施例，進入最初產生圖 5C 之安匝磁通量的一主動場極部件之一極面的第二通量路徑之一範例；

圖 6A 與 6B 說明依據本發明之另一具體實施例的另一示範性轉子-定子結構之一端視圖；

圖 6C 描述依據本發明之一項具體實施例的圖 6A 與 6B 之轉子-定子結構的一部分斷面圖；

圖 7A 與 7B 說明依據本發明之一項具體實施例的一示範性場極部件；

圖 8 說明具有依據本發明之一特定具體實施例的斜極面之另一示範性場極部件；

圖 9A 至 9M 說明可在依據本發明之各具體實施例的一示範性轉子-定子結構中實施之其他形狀的永久磁鐵之範例；

圖 10 顯示依據本發明之一項具體實施例的多極磁鐵；以及

圖 11 顯示作為本發明之一替代具體實施例的另一轉子-定子結構之一範例的一端視圖。

在附圖之數個視圖中，相同參考數字指相關零件。應注意大多數參考數字包含一或二個最左邊的數字，其一般識別介紹該參考編號的圖式。

【主要元件符號說明】

100	電動機
104	定子結構
106	磁集線器
108	槽
110	永久磁鐵
112	線圈纏繞組
114	層壓結構

- 118 場磁極
- 119 周邊通量承載片斷
- 200 轉子-定子結構
- 202 轉子總成
- 204 場極部件
- 204a 主動場極部件
- 204b 主動場極部件
- 204c 主動場極部件
- 206 場極部件
- 206a 場極部件
- 206b 場極部件
- 206c 場極部件
- 207 極面
- 207b 極面
- 207c 極面
- 208 線圈
- 208a 線圈
- 208b 線圈
- 208c 線圈
- 211b 延伸端部
- 213b 極面
- 217b 延伸端部
- 220 圓錐形磁鐵
- 220a 圓錐形磁鐵

- 220b 圓錐形磁鐵
- 221a 圓錐形磁鐵表面
- 221b 圓錐形磁鐵表面
- 223a 外部磁鐵表面
- 222 軸
- 230 軸承
- 240a 前安裝板
- 240b 後安裝板
- 242 溝槽
- 244 腔
- 307a 極面
- 311a 延伸端部
- 311b 延伸端部
- 311c 延伸端部
- 500 轉子-定子結構
- 505b 極面
- 506 線圈區域
- 507a 極靴
- 507b 極靴
- 513a 極面
- 513c 極面
- 550 轉子-定子結構
- 551a 空氣隙
- 551b 空氣隙

551c	空氣隙
551d	空氣隙
560	磁通量路徑
604	主動場極部件
606	場極部件
607	斜極面
631	磁化平面
650	第一斜邊緣
650c	場磁極邊緣
652	第二斜邊緣
652b	第二斜邊緣
660	磁極間隙
680	第一斜邊緣
682	第二斜邊緣
700	堆疊場極部件
702	外部表面
704	層壓結構
706	內部表面
707	極面
720	端部區域
722	中央部分
800	堆疊場極部件
804	層壓結構
807	斜極面

850	第一斜邊緣
852	第二斜邊緣
880	第一斜邊緣
882	第二斜邊緣
940	圓錐形磁鐵
950	外部表面
952	腔
954	第一圓筒形表面
956	圓錐形表面
958	第二圓筒形表面
970	圓錐形磁鐵
971	圓錐形磁鐵
972	圓錐形磁鐵
978	表面
980	圓錐形磁鐵
990	磁鐵
992	磁性區域
1000	永久磁鐵
1100	轉子-定子結構
1102	主動場極部件
1104	四極磁鐵

十、申請專利範圍：

101. 6. 04

1. 一種電動機械之轉子-定子結構，其包括：

圓錐形磁鐵，其具有圓錐形表面，該等表面係軸向配置在一旋轉軸線上以便該等圓錐形表面彼此面對，該等圓錐形磁鐵包含至少二個圓錐形磁鐵，其被定位成使得該等至少二個圓錐形磁鐵之該等極化方向實質上係相反的；以及

場極部件，其係同軸配置於該軸線並具有通量互動表面，其係形成於該等場極部件之該等端部並鄰近於面向該等通量互動表面的該等圓錐形表面之部分，各該場極部件與其他該場極部件之間形成一場磁極間隙，該等通量互動表面與該等圓錐形表面之該等部分界定空氣隙，使個該圓錐形磁鐵與個該場極部件之間建立一空氣隙，

其中該等通量互動表面係配置成磁性耦合該等場極部件至該等圓錐形磁鐵，

其中該等空氣隙、該等圓錐形磁鐵及該等場極部件係足以形成一閉合通量路徑，該閉合通量路徑穿透過至少二不同方向之該等場極部件，並穿透過至少二實質相反方向之該等圓錐形磁鐵。

2. 如請求項1之轉子-定子結構，其進一步包括一軸，該軸上係附著該等圓錐形磁鐵，該軸界定該旋轉軸線。
3. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等圓錐形表面各具有與該旋轉軸線的一傾斜角，該角係從約10度至約80度。
4. 如請求項1之轉子-定子結構，其中各該等場極部件進一步

包括：

一磁透材料，其係從每個場極部件之一端連續至另一端；以及

至少一部分，其係配置成接受用以產生安匝(「AT」)通量的一元件。

5. 如請求項1之轉子-定子結構，其進一步包括一線圈，該線圈係纏繞在每個該等場極部件上以形成主動場極部件。
6. 如請求項5之轉子-定子結構，其中該轉子-定子結構不包括背鐵，從而減少磁滯損失及用以製造一電動機械的材料。
7. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等場極部件之至少一個實質上係直的。
8. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等場極部件與該等圓錐形磁鐵係配置成最小化與從一第一圓錐形磁鐵之一表面部分延伸至一第二圓錐形磁鐵之一表面部分的一實質直線一致的一磁通量路徑之一路徑部分中的線性偏差，該路徑部分終結於該等表面部分。
9. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該轉子-定子結構係配置成產生磁通量路徑，其本質上係由下列組成：

該第一圓錐形磁鐵；

該第二圓錐形磁鐵；

該等場極部件之至少一個；以及

二或多個空氣隙。
10. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等場極部件包括層壓

結構以將渦流最小化，從而減少功率損失。

11. 如請求項10之轉子-定子結構，其中該等層壓結構係以減少一磁透材料之浪費的一方式採用由該磁透材料組成的一基板所形成。
12. 如請求項10之轉子-定子結構，其中該等層壓結構包括複數個磁導層壓結構，其至少一個係各向異性的。
13. 如請求項1之轉子-定子結構，其進一步包括一線圈，該線圈係纏繞在該等場極部件之至少一個上以形成至少一個主動場極部件。
14. 如請求項13之轉子-定子結構，其中該至少一個場極部件係定形以最小化與藉由避免經由一槽來纏繞該線圈來將該線圈纏繞在該至少一個場極部件上相關聯的製造複雜性。
15. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等圓錐形磁鐵之一個圓錐形磁鐵具有一第一極化方向，而該等圓錐形磁鐵之另一個圓錐形磁鐵具有一第二極化方向，該第一極化方向係與該第二極化方向成一極化角，以最小化掣動扭矩，該極化角係從約150度至180度的任一角度。
16. 如請求項1之轉子-定子結構，其中各該等通量互動表面進一步包括一斜通量互動表面，以減小鄰近場極部件之間的場磁極間隙，從而最小化掣動扭矩。
17. 如請求項16之轉子-定子結構，其中該斜通量互動表面包含一界定一場磁極間隙的一第一側面之第一邊緣與一界定另一場磁極間隙的一第二側面之第二邊緣，藉此該第

一側面與該第二側面之間維持不與至少該等圓錐形磁鐵之一之一極化方向相對齊之角度，其中一第一場極部件之一第一邊緣與一第二場極部件之一第二邊緣形成該場磁極間隙。

18. 如請求項1之轉子-定子結構，其中各該場極部件係一長形場極部件，其具有一在一軸向方向之長度尺寸，該長度尺寸大於一寬度尺寸。

19. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該通量路徑至少穿通過二不同方向上之該等場極部件。

20. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等極化方向不包含與該旋轉軸線平行之方向。

21. 如請求項1之轉子-定子結構，其中該等極化方向係組構以形成各該圓錐形磁鐵內部之內之該閉合通量路徑之一通量路徑部份，該通量路徑部份延伸通過一包含該旋轉軸線之平面。

22. 如請求項21之轉子-定子結構，其中該通量路徑部份由一第一點延伸至一第二點，其中該第一點及第二點係在附隨於該相同圓錐形表面之圓錐形表面部份上。

23. 如請求項22之轉子-定子結構，其中該等極化方向原則上係各垂直於該旋轉軸線。

24. 如請求項23之轉子-定子結構，其中該等極化方向係各垂直於該旋轉軸線。

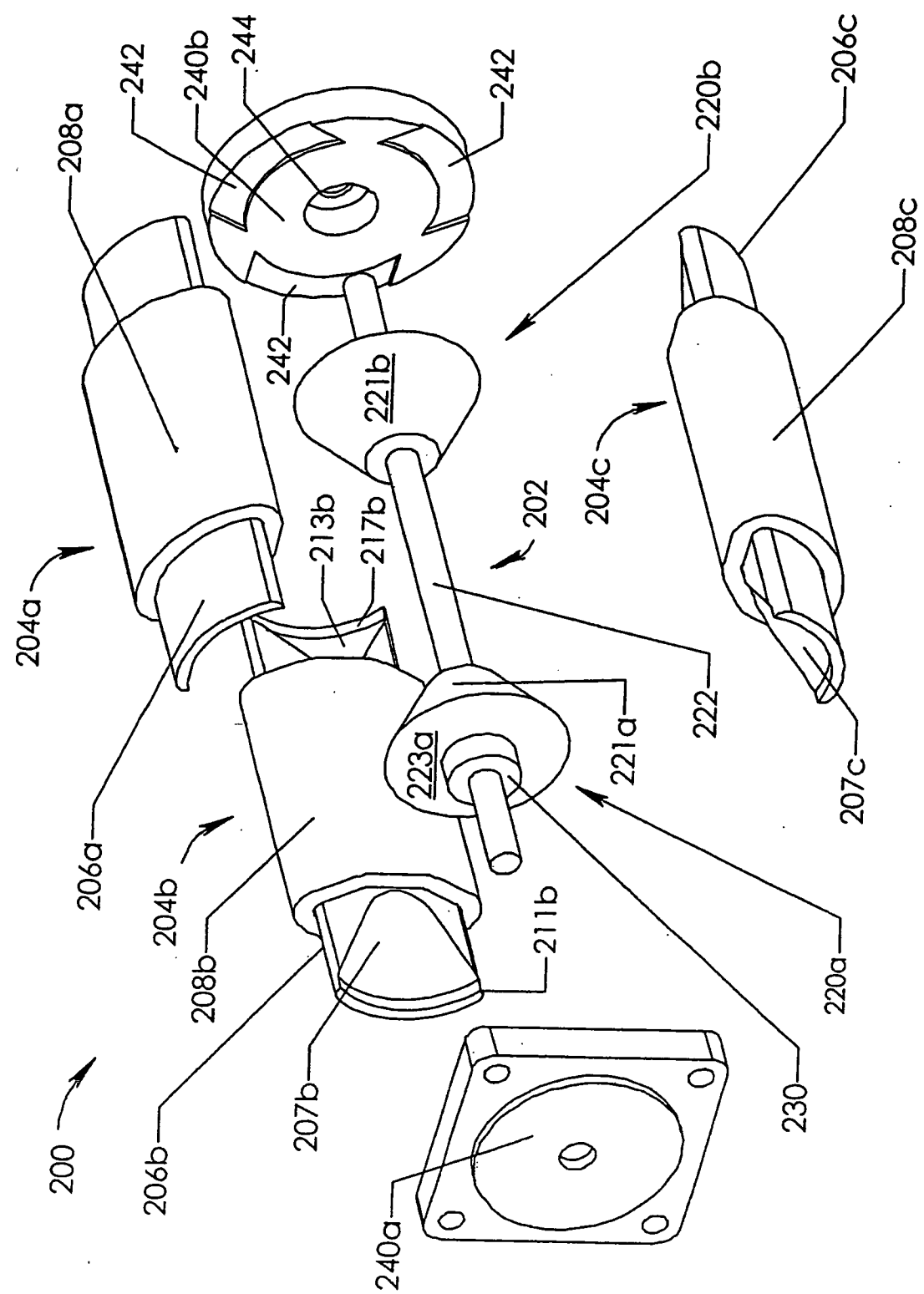


圖 2

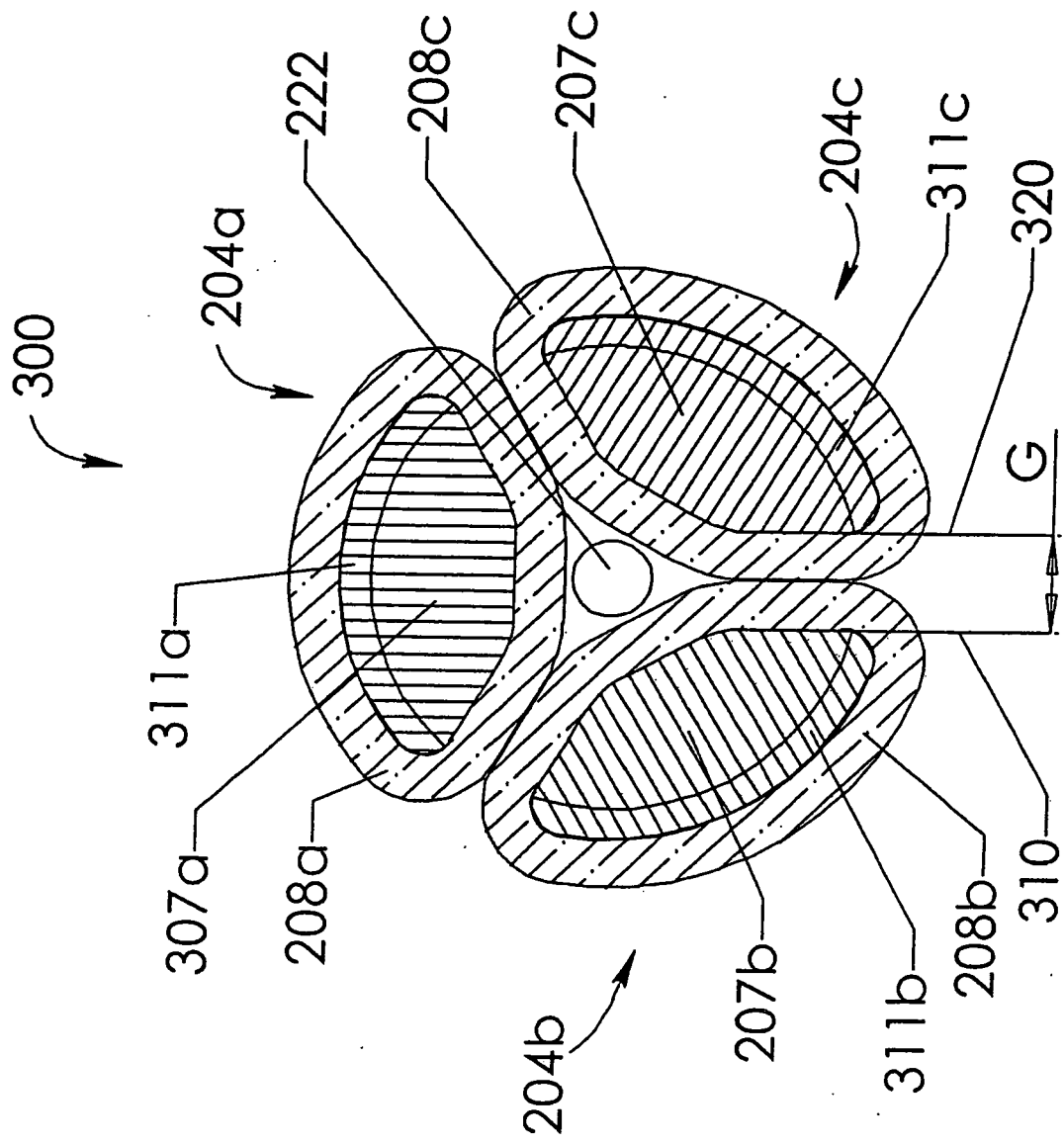


圖 3

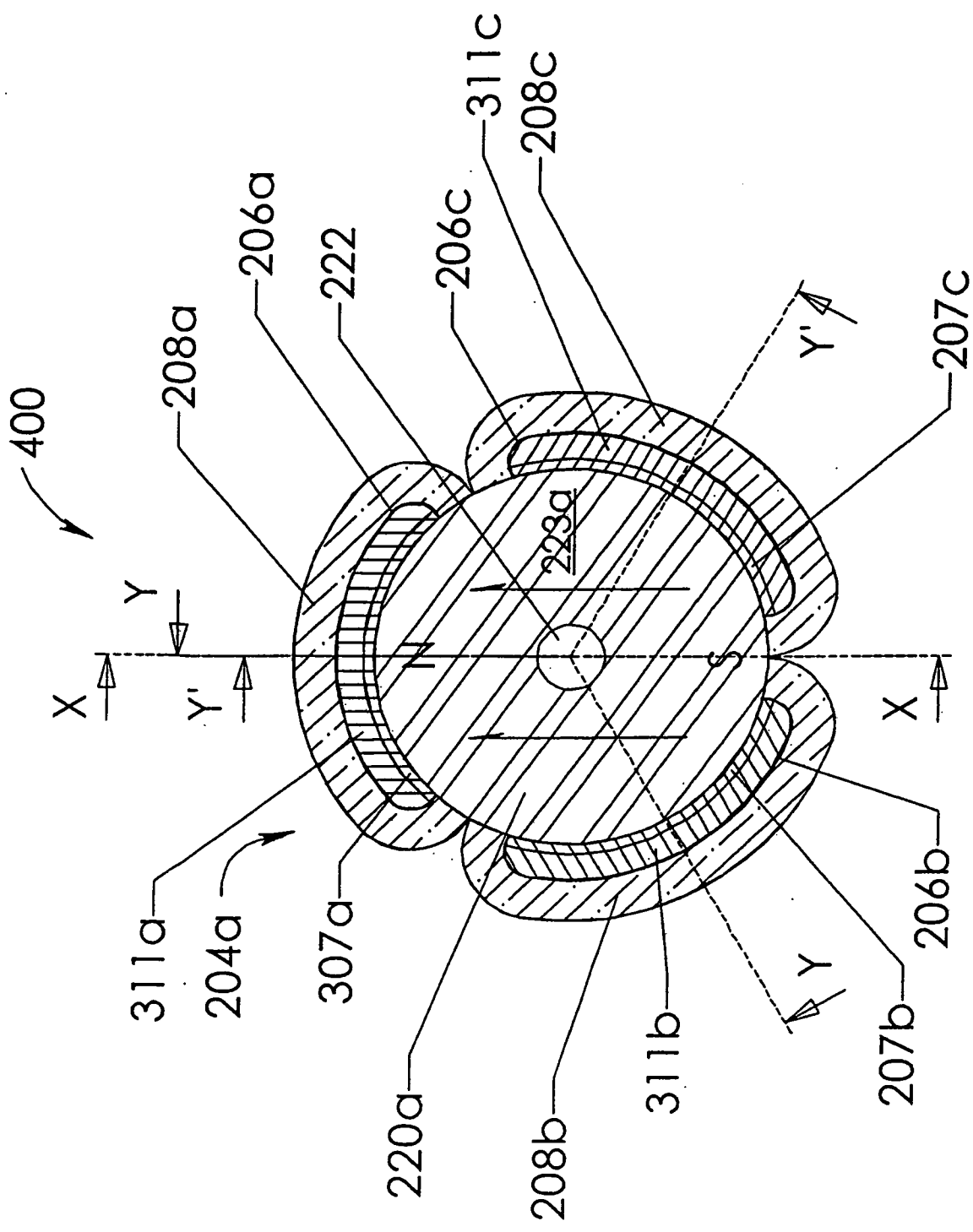


圖 4

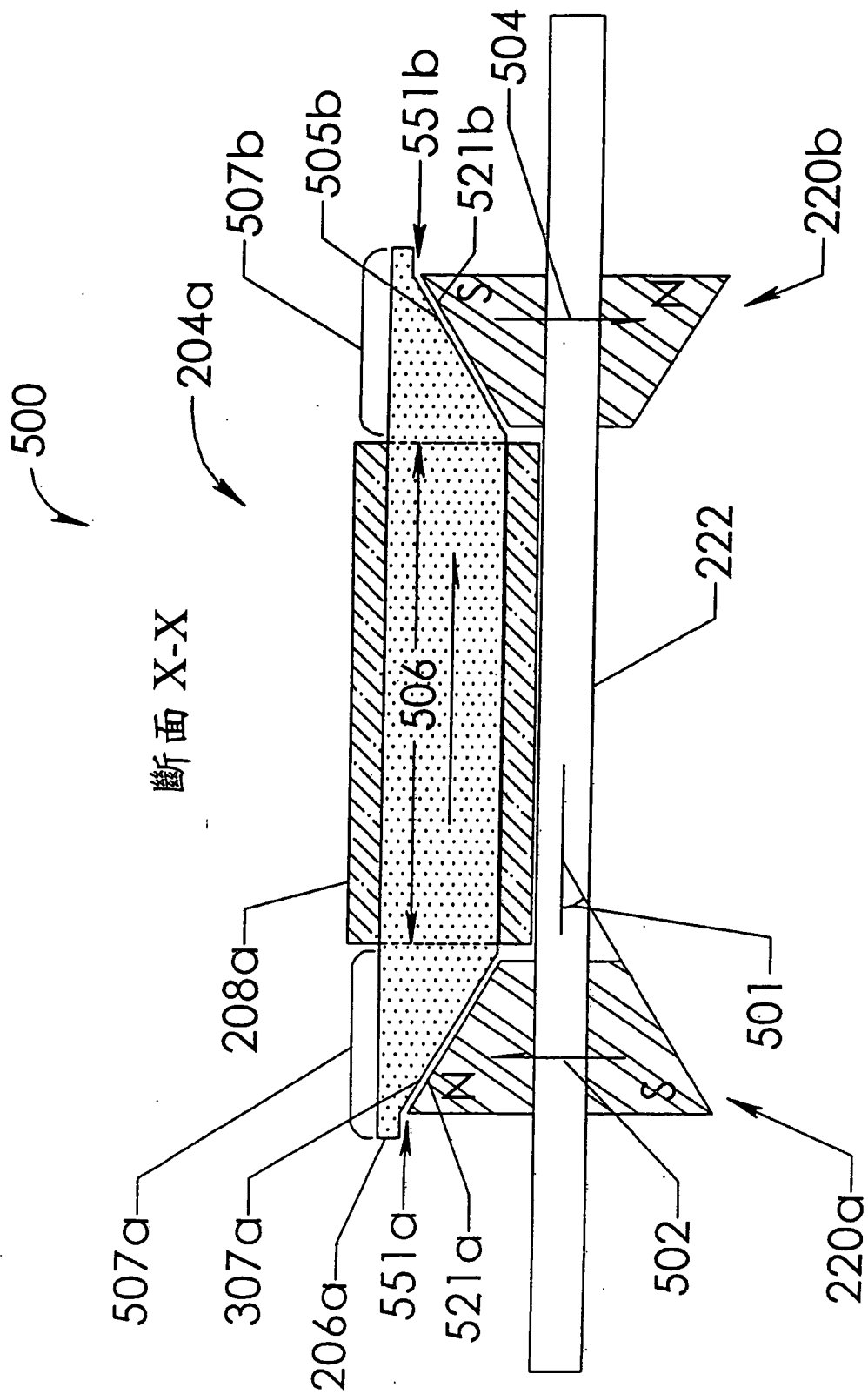
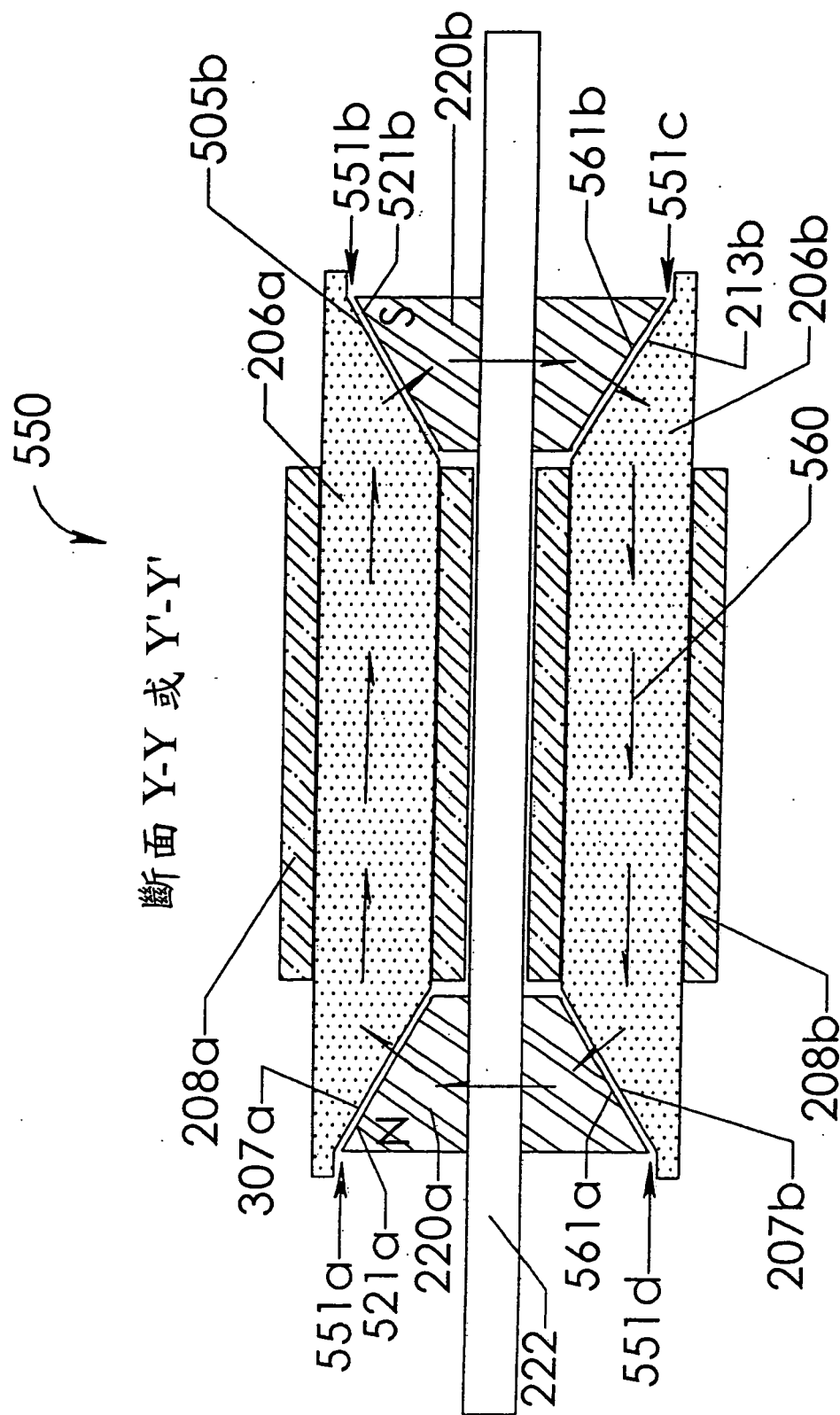


圖 5A



5B 圖

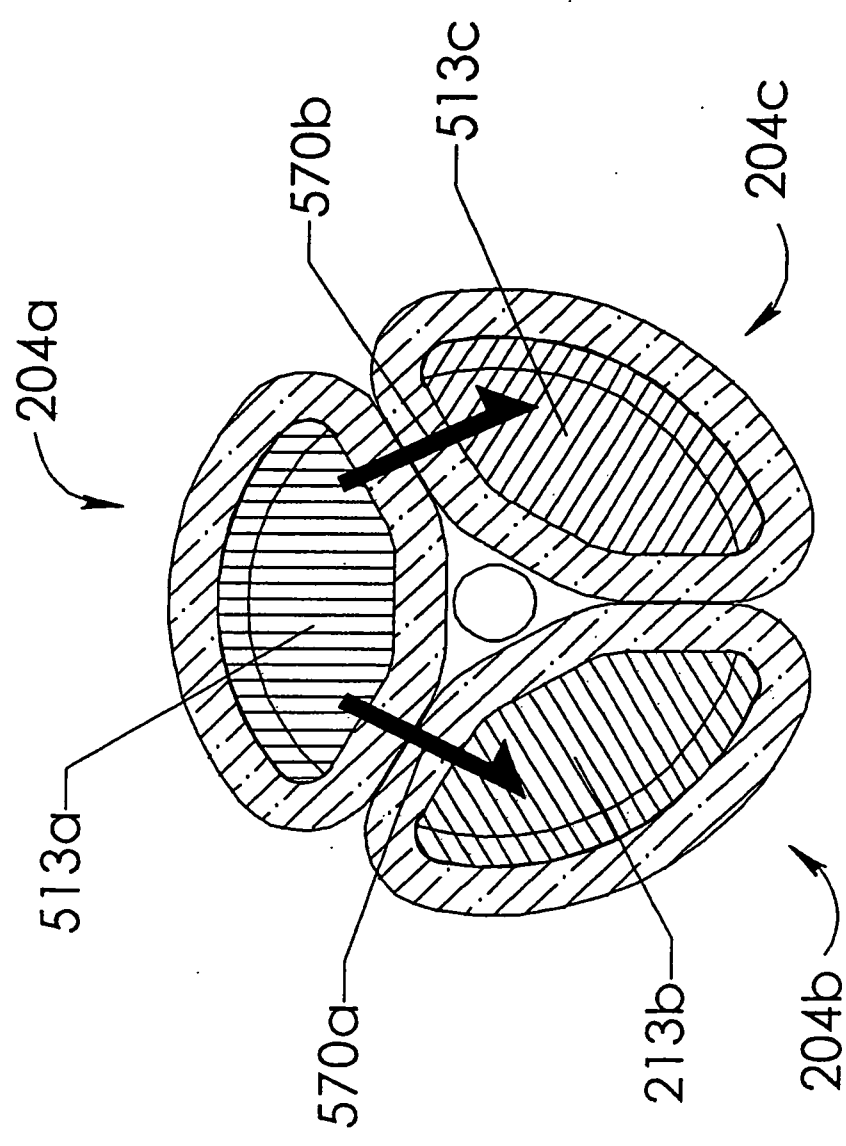


圖 5C

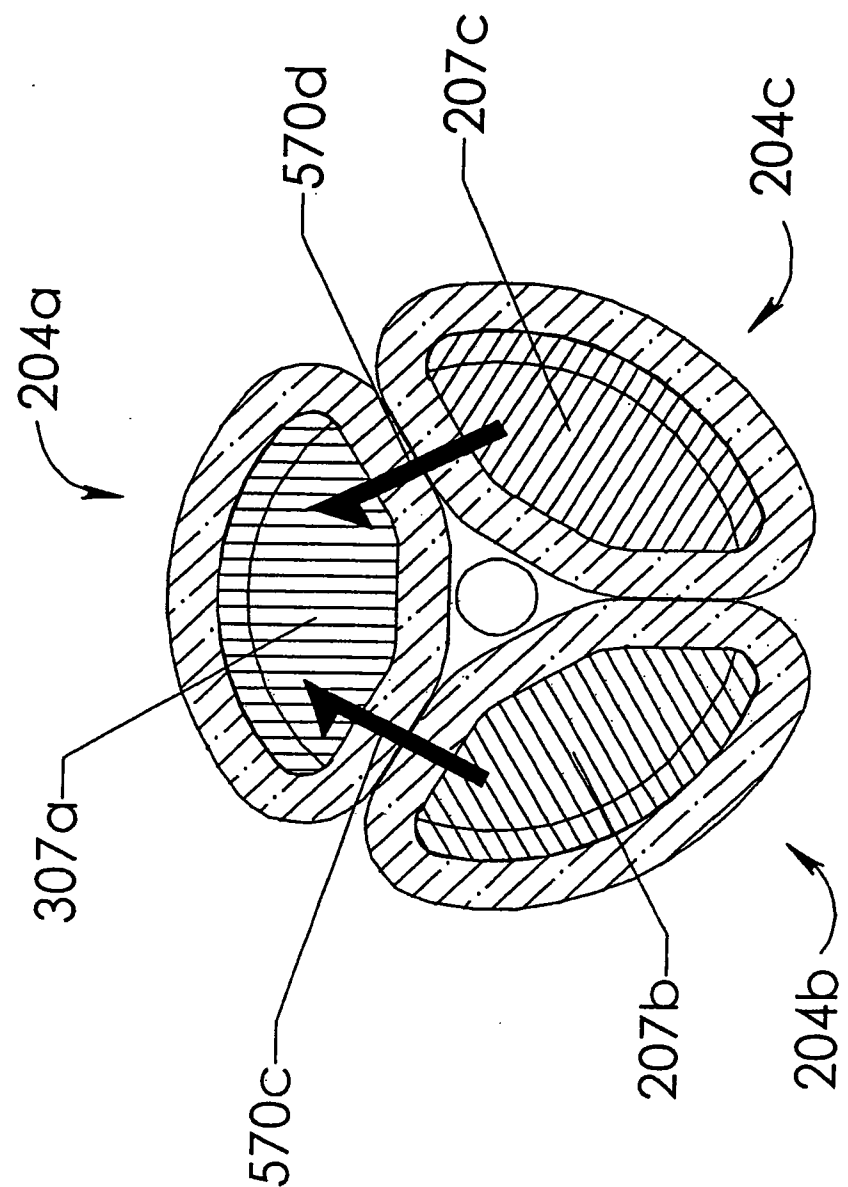


圖 5D

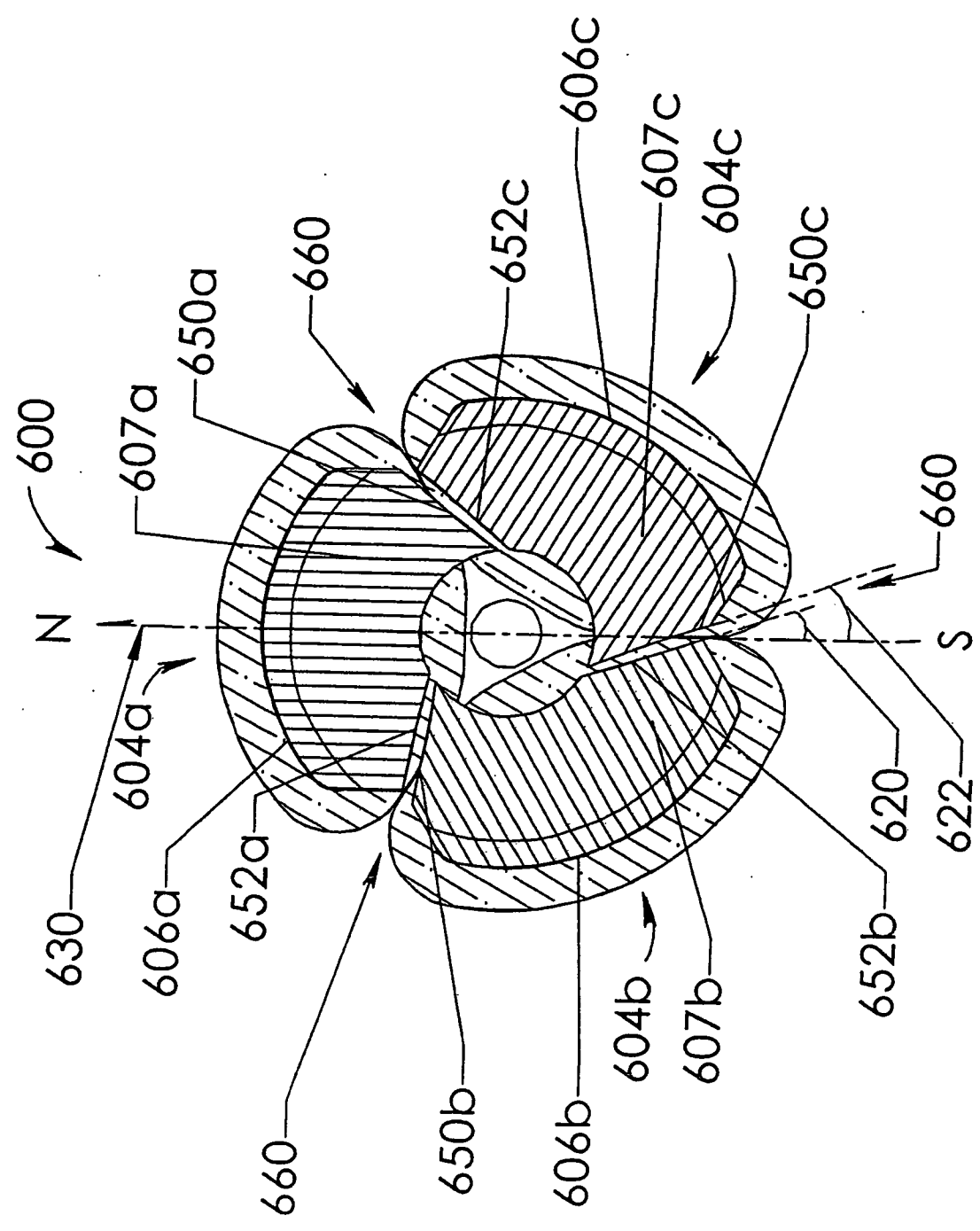


圖 6A

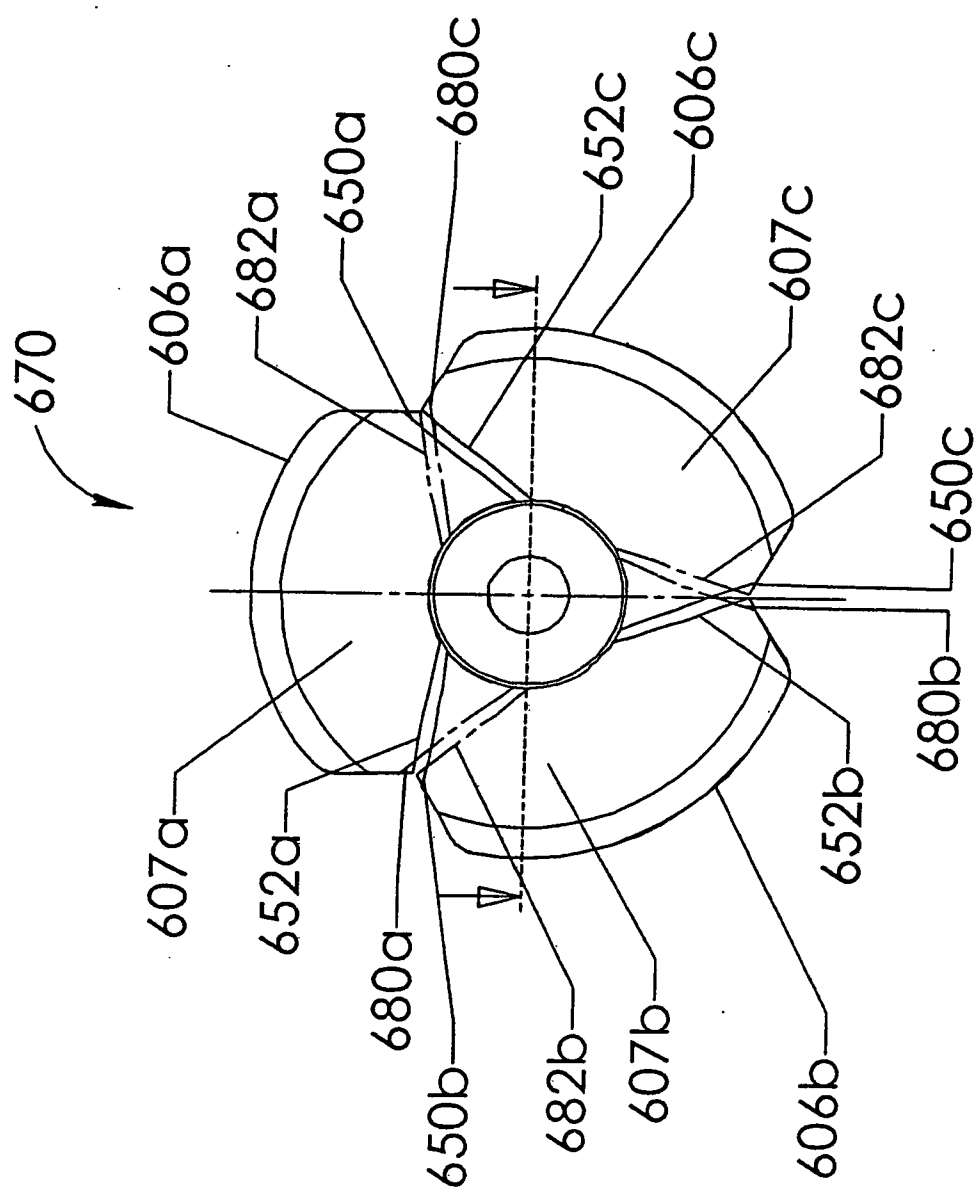


圖 6B

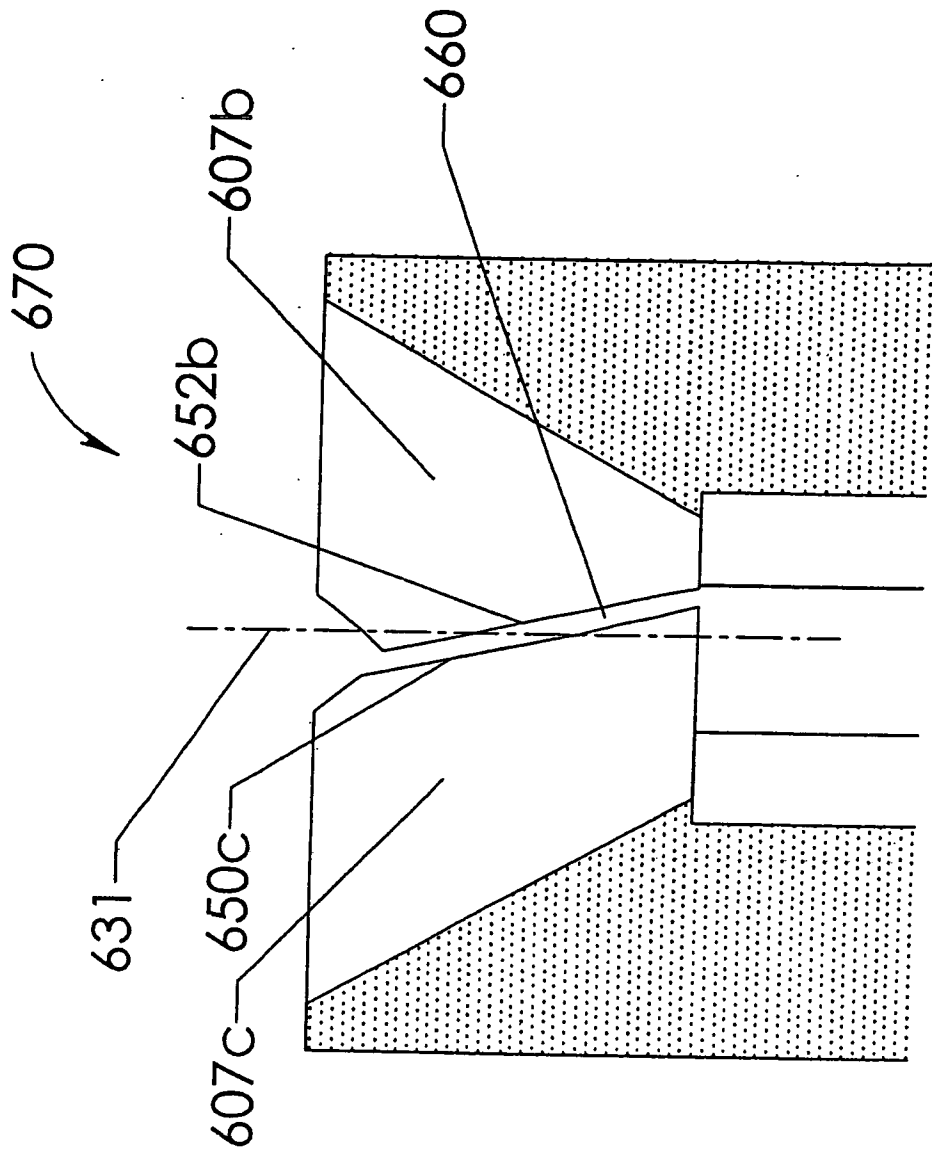


圖 6C

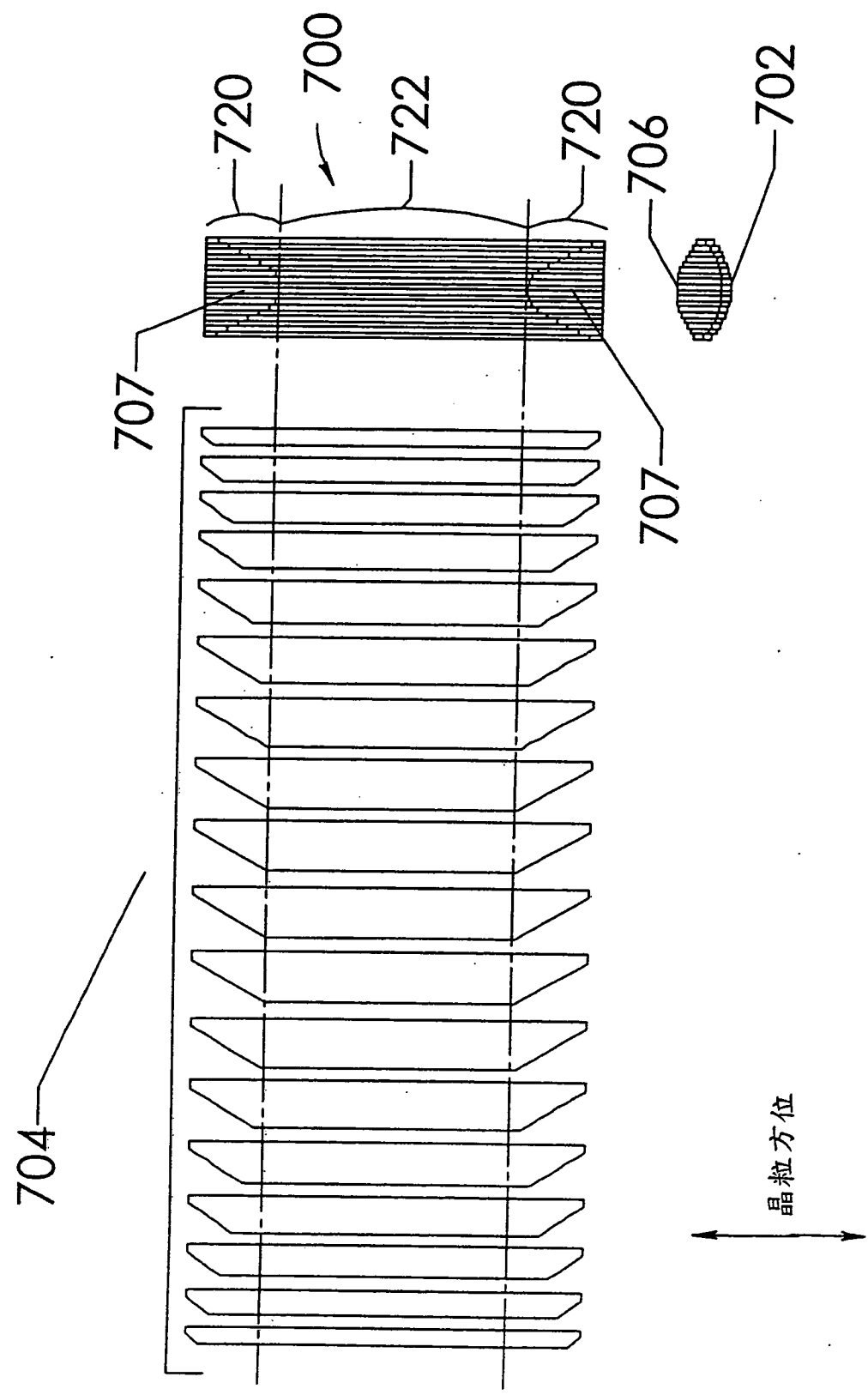


圖 7A

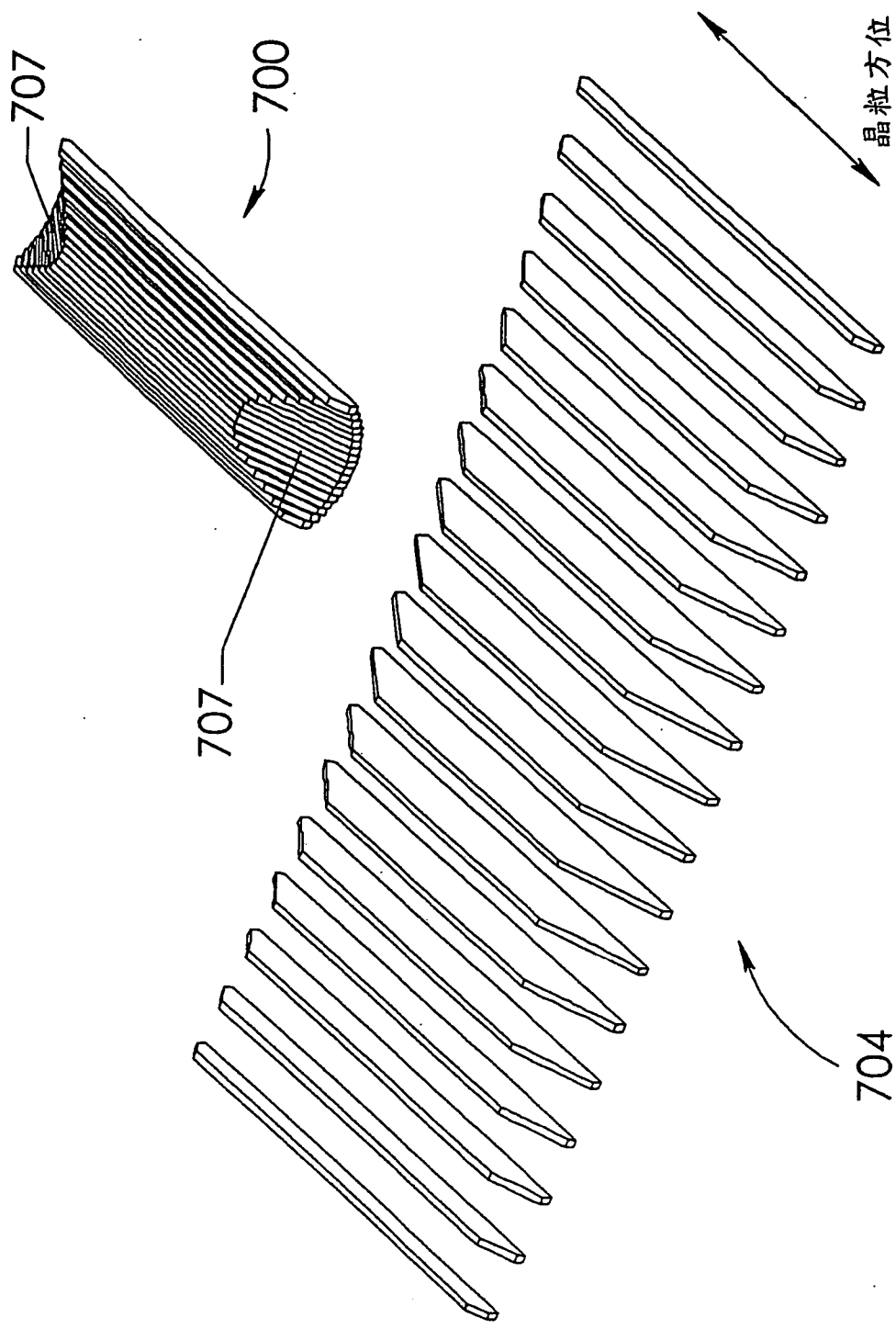


圖 7B

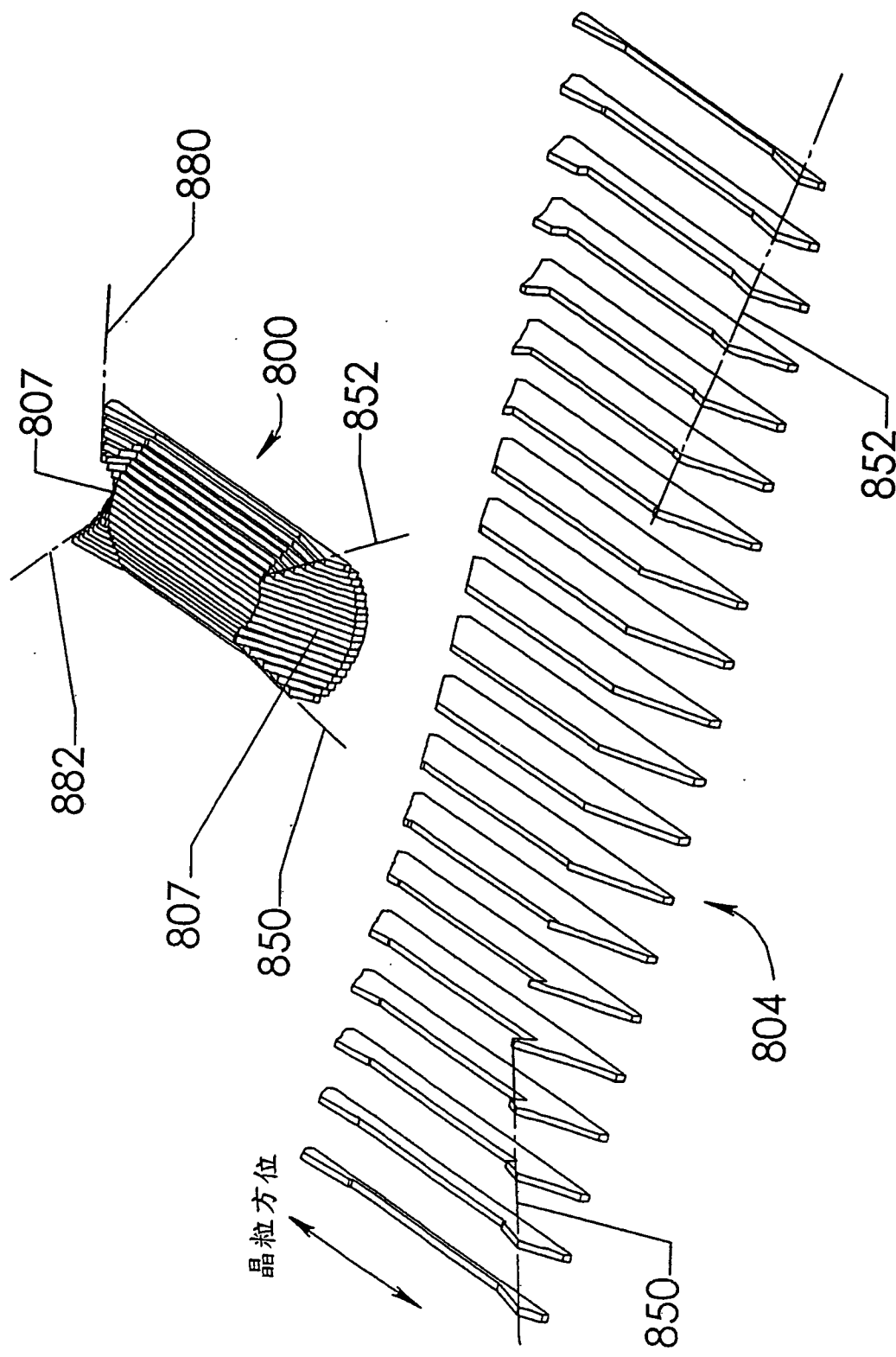


圖 8

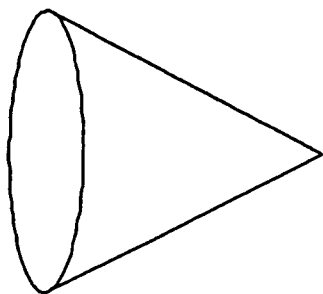


圖 9A

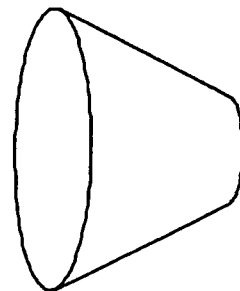


圖 9B

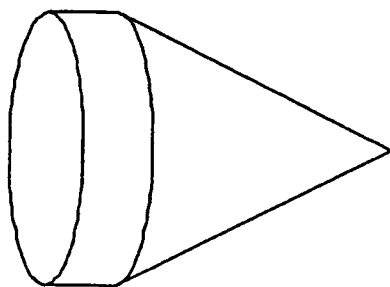


圖 9C

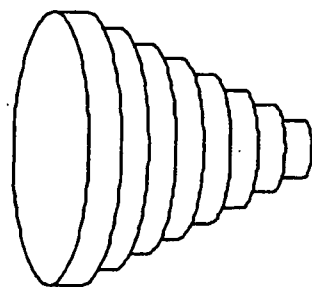


圖 9D

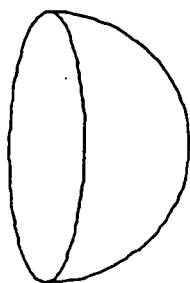


圖 9E

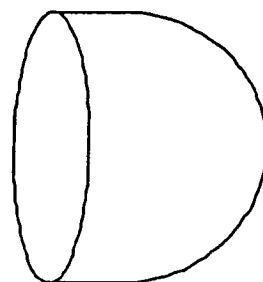


圖 9F

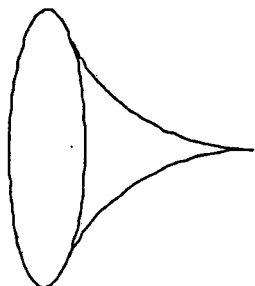


圖 9G

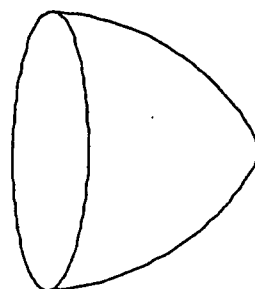


圖 9H

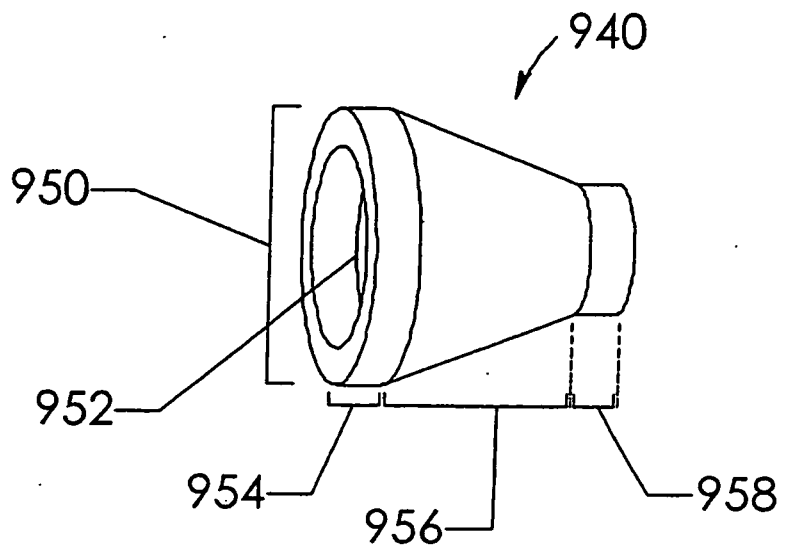


圖 9I

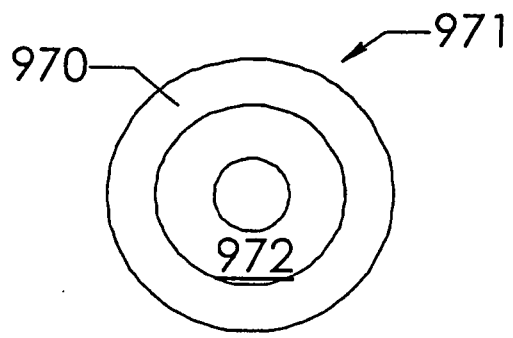


圖 9J

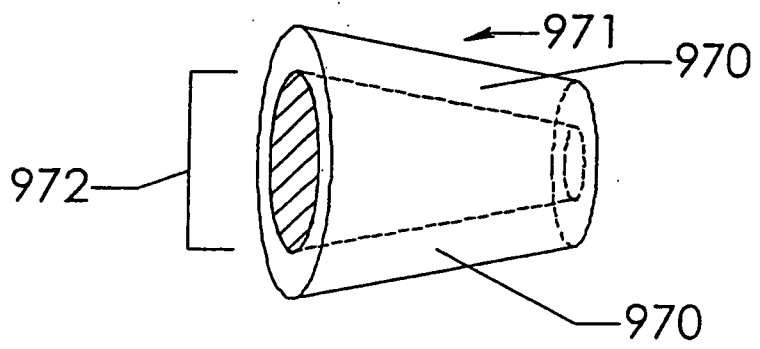


圖 9K

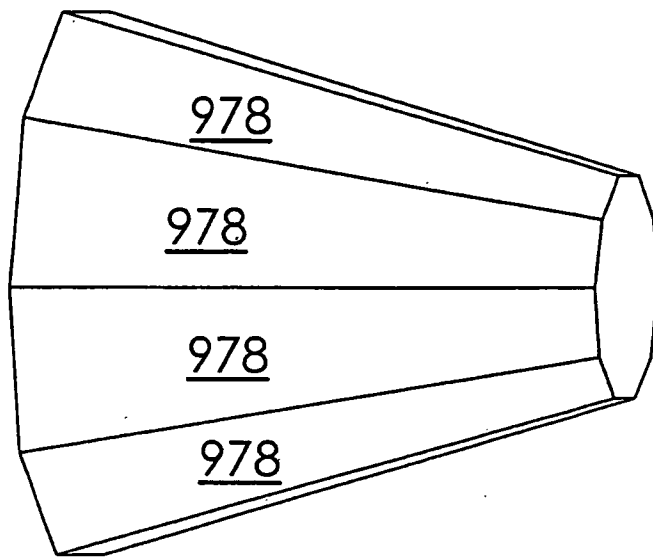


圖 9L

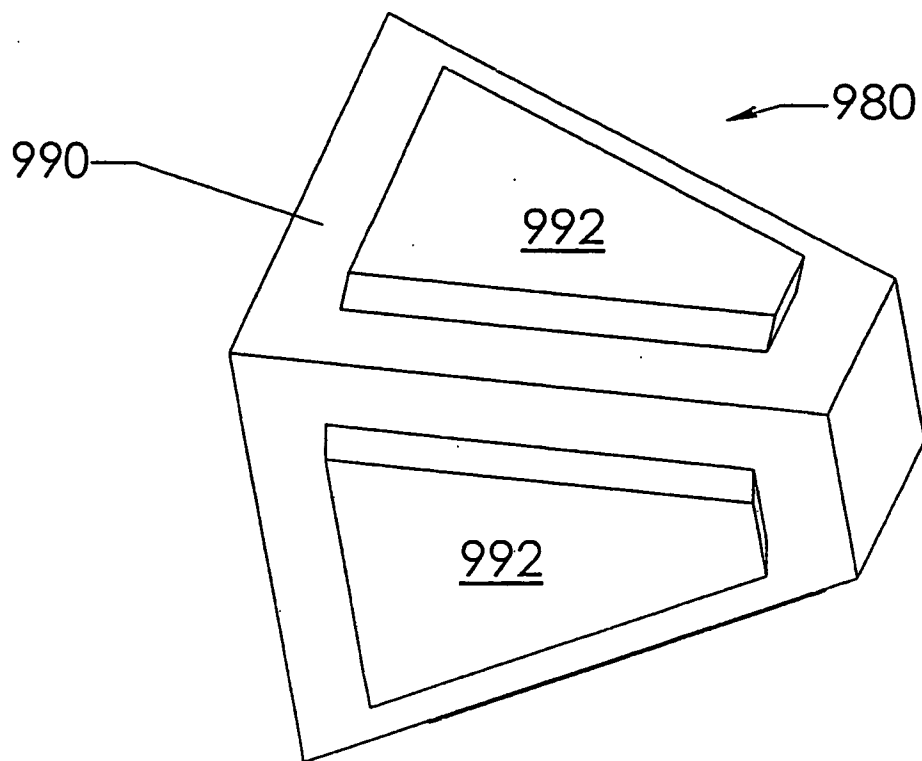


圖 9M

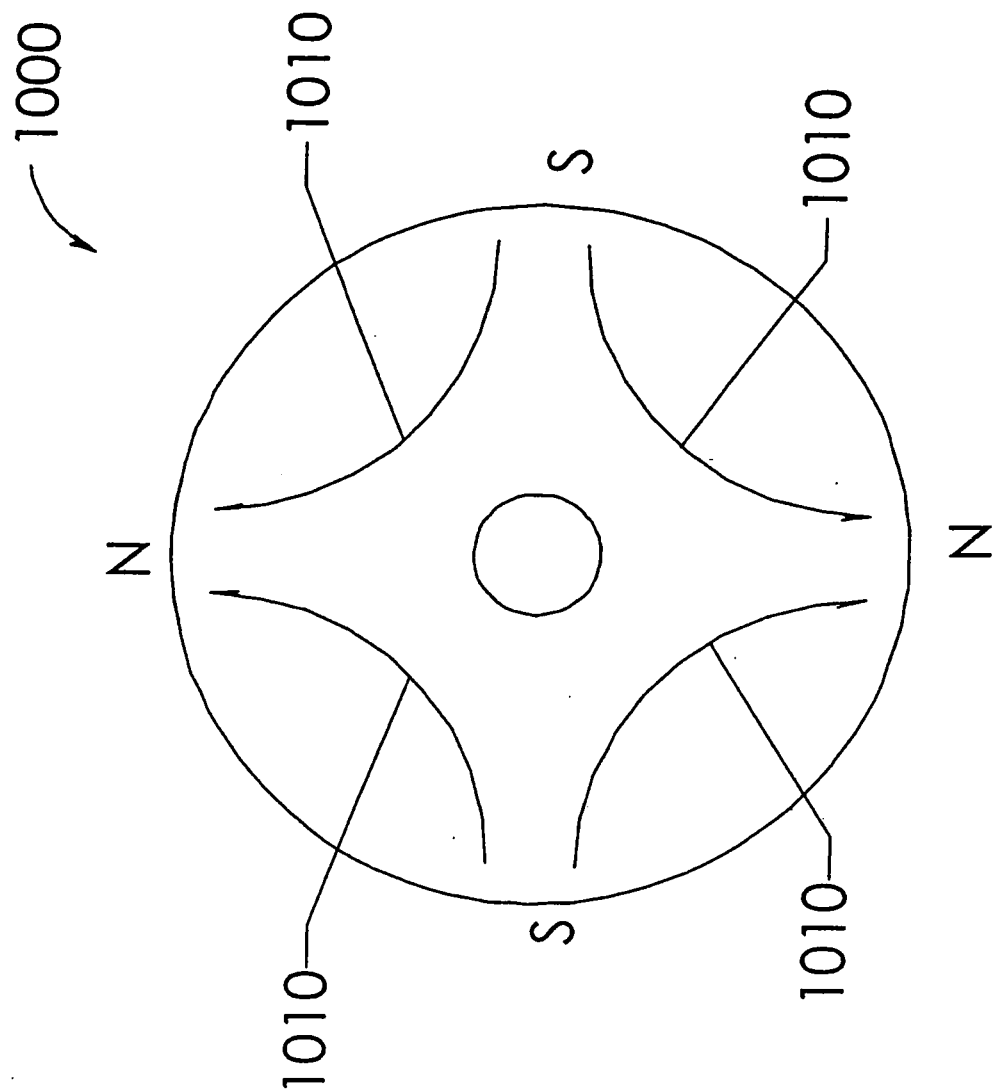


圖 10

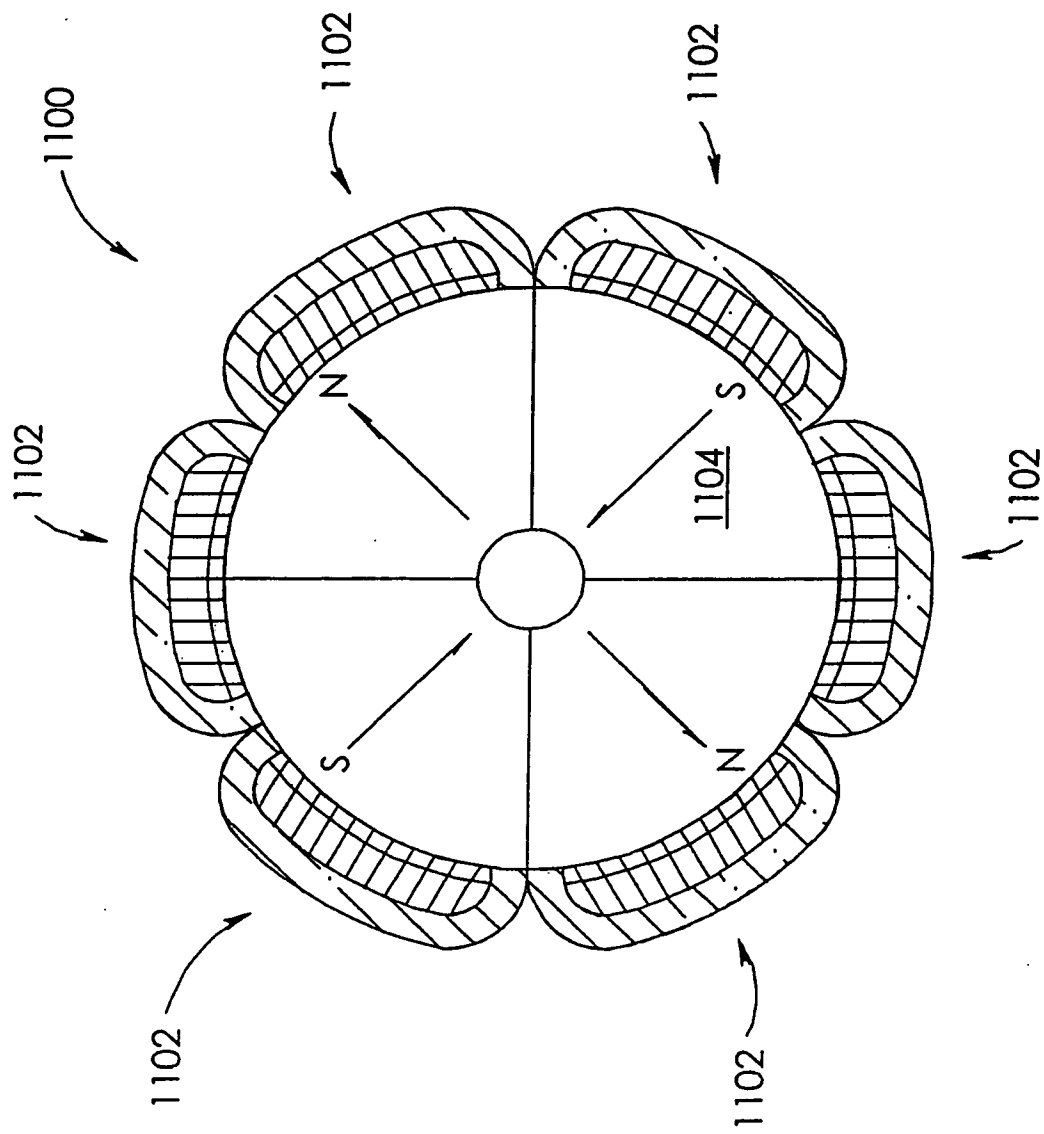


圖 11