



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I451663 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：100104387

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl. : *H02K1/14 (2006.01)**H02K21/12 (2006.01)*

(30)優先權：2010/03/15 美國

61/314,071

2010/05/03 美國

12/772,962

(71)申請人：卓越汽車有限責任公司 (美國) MOTOR EXCELLENCE, LLC (US)

美國

(72)發明人：柯立 大衛 G CALLEY, DAVID G. (US)；高爾 丹尼爾 S COLE, DANIEL S.

(US)；戴爾 約翰 M DYER, JOHN M. (US)；詹耐斯克 湯瑪士 F JANECEK,

THOMAS F. (US)

(74)代理人：李宗德

(56)參考文獻：

TW 200824221A

US 7034424B2

US 2007/0252466A1

US 2007/0267929A1

審查人員：莊程傑

申請專利範圍項數：26 項 圖式數：22 共 0 頁

(54)名稱

用於一橫向通量機器的定子、電機及其定子的製造方法

STATOR FOR TRANSVERSE FLUX MACHINE, AND ELECTRICAL MACHINE AND
MANUFACTURE OF STATOR OF THE SAME

(57)摘要

本發明揭示一種電機，例如橫向通量機器及/或換向通量機器，該電機可設置成透過實施第六相位偏移，達成降低的總體頓轉扭力。該電機內個別頓轉扭力波形可平均分配通過電壓相位的六分之一或其他合適間隙，導致該電機的該整體頓轉扭力波形幅度降低及/或正弦波性增加。

Electrical machines, for example transverse flux machines and/or commutated flux machines, may be configured to achieve reduced overall cogging torque via implementation of a sixth-phase offset. Individual cogging torque waveforms in the electrical machine may be evenly distributed across one-sixth of a voltage phase or other suitable spacing, resulting in a reduced magnitude and/or increased sinusoidality of the overall cogging torque waveform for the electrical machine.

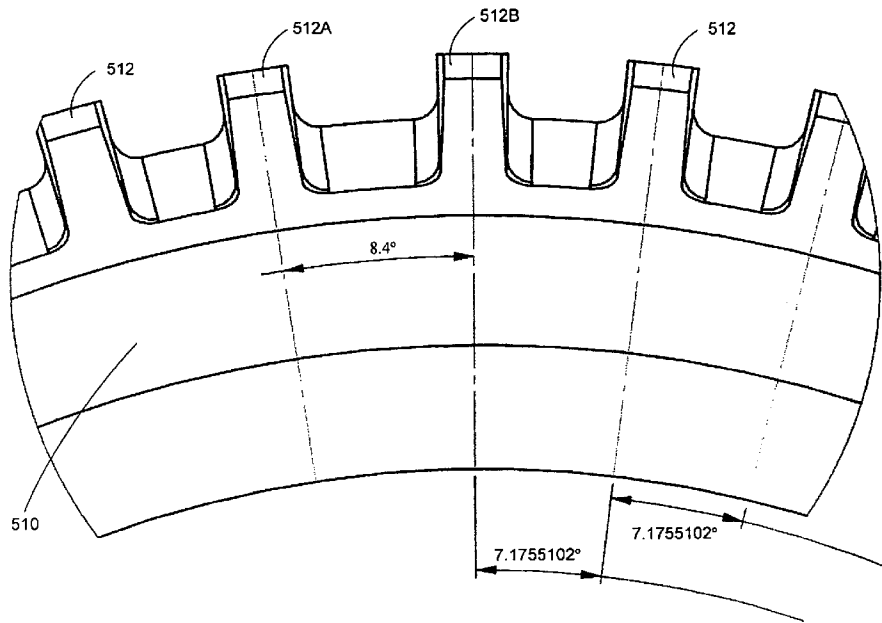


圖 5B

510 . . . 定子組合；
定子部分
512 . . . 定子齒
512A . . . 定子齒
512B . . . 定子齒

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100104387

※ 申請日：100 年 2 月 10 日 ※IPC 分類：H02K 1/14 (2006.01)
H02K 21/12 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於一橫向通量機器的定子、電機及其定子的製造方法

STATOR FOR TRANSVERSE FLUX MACHINE, AND

ELECTRICAL MACHINE AND MANUFACTURE OF STATOR OF
THE SAME

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種電機，例如橫向通量機器及/或換向通量機器，該電機可設置成透過實施第六相位偏移，達成降低的總體頓轉扭力。該電機內個別頓轉扭力波形可平均分配通過電壓相位的六分之一或其他合適間隙，導致該電機的該整體頓轉扭力波形幅度降低及/或正弦波性增加。

三、英文發明摘要：

Electrical machines, for example transverse flux machines and/or commutated flux machines, may be configured to achieve reduced overall cogging torque via implementation of a sixth-phase offset. Individual cogging torque waveforms in the electrical machine may be evenly distributed across one-sixth of a voltage phase or other suitable spacing, resulting in a reduced magnitude and/or increased sinusoidality of the overall cogging torque waveform for the electrical machine.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 5B。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

510 定子組合；定子部分

512 定子齒

512A 定子齒

512B 定子齒

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無。

六、發明說明：

【相關申請案參照】

本申請案為 2010 年 3 月 15 日所提出，名為「具有相位偏移的橫向及/或換向通量系統」的第 61/314,071 號美國臨時專利申請案的非臨時專利申請案，上述申請案的完整內容在此以引用方式併入本文。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於電氣系統，尤其係關於橫向通量機器以及換向通量機器。

【先前技術】

頓轉扭力為大多數永磁電機，例如電動馬達與發電機，之內呈現的情況。未通電時，電機會朝產生最低磁電路磁阻(或最高磁導)的旋轉位置而去，可察覺此情況為對於電機旋轉的間歇阻力。淨頓轉扭力在電機旋轉時為零，頓轉扭力交替「阻止」與「鼓勵」電機的旋轉。不過，因為在電機大多數旋轉位置上暫時頓轉扭力不為零，所以頓轉扭力在電機內造成噪音與震動。這潛在導致電氣及/或機械部件磨損及/或提早故障。另外，會導致由電機所驅動及/或驅動電機的系統內的震動，造成其他噪音、磨損及/或故障。

因為頓轉扭力的這些與其他非所需後果，因此已經嘗試過減少及/或最小化頓轉扭力的許多前方式。不過，吾人仍舊想要提供改善的系統及方法，來減少及/或最小化電

機內的頓轉扭力，及/或提供具有背面電動勢(electromotive force, EMF)波形(更接近理想正弦波)的電機，特別是橫向通量機器及/或換向通量機器。

【發明內容】

本發明係關於修改橫向及/或換向通量機器內頓轉扭力之系統及方法。在示範具體實施例內，橫向通量機器的定子包括一第一定子部分，該部分包括數量為 N 並且繞著該第一定子部分四周佈署的第一組定子齒。該第一組定子齒內第一定子齒與相鄰第二定子齒，由大約 $(360/N)$ 度加上大約 $(1/6 * (360/N))$ 度的角度距離，中心對中心來分隔。該第一組定子齒內所有其他相鄰定子齒，由大約 $(360/N)$ 度減去大約 $((1/6 * (360/N)) / (N-1))$ 度的角度距離，中心對中心來分隔。

在另一示範具體實施例內，電機包括一轉子以及一第一定子、第二定子以及第三定子，其分別至少部分包圍一第一線圈、第二線圈以及第三線圈。該第一定子、第二定子以及第三定子每一者都設置具有第六相位偏移。該第一定子、第二定子以及第三定子每一者都磁耦合至該轉子，並且該第一定子、第二定子以及第三定子彼此的相位都不同。該電機為至少橫向通量機器或換向通量機器其中之一。

在另一示範具體實施例內，電機包括一轉子以及至少部分包圍一線圈的一定子。該轉子與定子的互動產生複數個頓轉扭力波形，並且該等複數個頓轉扭力波形平均分配

通過從零到電機電壓相位六分之一的相位偏移。該電機為至少橫向通量機器或換向通量機器其中之一。

此發明內容段落的内容僅作為本發明的簡介，並不用於限制所附申請專利範圍之範疇。

【實施方式】

以下只說明許多示範具體實施例，並非以任何方式用於限制本發明的範疇、應用性或設置。而是以下說明用於提供適當的例示，用於實施包括最佳模式的許多具體實施例。將可了解，在不背離所附申請專利範圍範疇之下，可對這些具體實施例內所描述元件的功能與排列進行許多改變。

為了簡化起見，本說明書內並不會詳細說明電氣系統建構、管理、操作、測量、最佳化及/或控制的傳統技術，以及頓轉扭力縮減與磁通量運用、集中、控制及/或管理的傳統技術。此外，本說明書內許多圖式中顯示的連接線用於代表許多元件間之示範功能關係及/或實際耦合。吾人應該注意，在現實電氣系統內，例如 AC(alternating current, 交流)同步電動馬達，可有許多替代或額外功能關係或實際連接。

例如傳統 AC 同步馬達，先前的電動馬達具有許多缺陷，例如：許多先前電動馬達具有高峰值頓轉扭力，例如超過馬達輸出扭力十分之一(1/10)的峰值頓轉扭力，因而易於有過度的震動及/或噪音，尤其是在高每分鐘轉數(Run

Per Minute, RPM)運轉時。另外，許多先前的電動馬達具有至少部分非正弦的頓轉扭力波形，使得馬達的峰值頓轉扭力難以降低，尤其是當加總多相位馬達內多重相位的頓轉扭力時。

另外，許多先前的電動馬達具有至少部分非正弦背面 EMF 波形。因此，利用一般正弦輸入驅動這些電動馬達時，馬達產生的結果扭力隨馬達旋轉而變，也就是一般熟知的扭力波動(torque ripple)情況。

不過即使先前的橫向通量機器及/或換向通量機器都無法克服這些困難，例如：特定先前橫向通量機器受到相對高頓轉扭力的困擾，其他的仍舊具有大體上偏離理想正弦波的頓轉扭力波形。另外，先前降低頓轉扭力的方法時常導致產生的橫向通量機器及/或換向通量機器的複雜度及/或費用顯著提高。再者，某些先前橫向通量機器已經設置具有大體上非正弦的背面 EMF 波形，導致由近乎正弦輸入驅動這些橫向通量機器時提高扭力波動。

相對來說，運用根據本揭示原理設置的橫向通量機器及/或換向通量機器，能夠減少及/或最小化頓轉扭力及/或背面 EMF 的許多問題。針對本說明書內所使用，「橫向通量機器」及/或「換向通量機器」可為任何電機，其中磁通量路徑具有截面，讓通量橫越至機器的旋轉面。在示範具體實施例內，磁鐵及/或通量集中部件位於轉子上及/或隨機器操作而移動，該電機可為純「橫向」通量機器。在另一示範具體實施例內，磁鐵及/或通量集中部件位於定子上及/或隨機器操作而維持靜止，該電機可為純「換向」通量

機器。可立即了解，在特定設置當中，「橫向通量機器」可藉由固定轉子並移動定子而成為「換向通量機器」，反之亦然。再者，線圈可固定至定子，另外，線圈可固定至轉子。

再者，本說明書列出功能與裝置設計的範圍，其橋接換向通量機器與橫向通量機器之間的間隙。特定設計正好落在這兩類別之間，或可考慮同時屬於兩者。因此，精通技術人士將了解，在此揭示當中對於「橫向通量機器」的參考同樣適用於對於「換向通量機器」的參考，反之亦然。

再者，橫向通量機器及/或換向通量機器可用多種方式設置，例如：參閱圖 2A，換向通量機器可設置成具有至少部分圍繞線圈 220 並且一般與轉子 250 的旋轉平面對齊之定子 210。這種設置稱為「軸向間隙」。在另一設置當中，參閱圖 2B，換向通量機器設置成具有定子 210，其相對於轉子 250 的旋轉平面而旋轉大約 90 度。這種設置稱為「徑向間隙」。

此時請參閱圖 3A，換向通量機器內的通量交換器 352 可利用至少部分延伸進入定子 310 所定義的凹穴內，來咬合至少部分圍繞線圈 320 的定子 310。這種設置稱為「凹穴咬合」。請參閱圖 3B，換向通量機器內的通量交換器 352 藉由相當接近定子 310 的兩終端表面，來咬合定子 310。這種設置稱為「表面咬合」。類似咬合方式可用於橫向通量機器，並且以類似方式參照。例如：在示範具體實施例內，請參閱圖 3C，橫向通量機器 300 包括由定子 310 圍繞至少一部分的線圈 320。在軸向間隙設置當中，定子 320

表面咬合轉子 350。

此時請參閱圖 4A 至圖 4C，根據示範具體實施例，定子部分 410A 包括具有一組定子「齒」412A 的一般環形結構。在橫向通量機器中，至少部分定子部分 410A 設置成為轉子的通量交換器。例如：該組定子齒的一或多個齒 412A 或其一部分，每一個都可作為通量交換器。

根據許多示範具體實施例，定子齒 412A 之間的區域可考慮為「間隙」或「溝渠」，並且可包括許多形狀，例如：溝渠可包括圓柱形、橢圓形、三角形、矩形、梯形及/或任何合適的形狀。類似地，定子齒 412A 可包括許多形狀，例如：定子齒 412A 可包括矩形、三角形、方形、立方體形、錐形及/或設置成讓定子齒 412A 作為通量交換器的任何其他合適形狀或幾何形狀。

定子部分 410A 及/或定子齒 412A 可包括設置成傳導磁通量的任何合適材料，例如：定子部分 452 可包括矽鋼、粉末狀金屬、電鍍粉末狀金屬、軟磁複合材料、非晶質金屬、奈米結晶組成物、鐵鈷合金及/或類似者及/或這些的組合。在示範具體實施例內，利用粉末狀金屬或其他合適材料模造所需形狀，可形成定子部分 410A。在另一示範具體實施例內，可利用從一般環形片的單一材料(例如矽鋼)去除材料，例如利用加工，來形成定子部分 410A。再者，透過任何合適的方法及/或設備，鑄造、壓製、燒結、模切、加工、衝壓、黏貼、層壓、打磨、平滑化、彎曲、模造、電鍍、塗佈及/或其他塑造及/或形成定子部分 410A。

此時請參閱圖 4B，在許多示範具體實施例內，定子部分 410A 可設置成至少部分包圍線圈 420。例如：定子部分 410A 可設置為其中可以放置部分線圈 420 的溝渠、凹穴或其他空間。另外，定子部分 410A 可設置具有一或多個進出孔 416A，如此線圈 420 可通過進入定子部分 410A 及/或從此伸出，或者耦合至外部電部件，例如以便提供供電電流給線圈 420 及/或接收來自線圈 420 的感應電流。

此時請參閱圖 4C，根據許多示範具體實施例，兩個類似的定子部分 410A 和 410B 可放在一起，以便至少部分圍繞或包圍線圈 420 (如圖 4B 內所描繪)。如此，定子部分 410A 和 410B 可形成定子組合 410。在示範具體實施例內，定子部分 410A 和 410B 繞著線圈 420 放在一起時，定子齒 412A 和定子齒 412B 會交錯。如此，定子組合 410 設置成具有定子齒 412A 與定子齒 412B 形成的一組交替通量交換器。透過進出孔 416A 和 416B 提供電連接給定子組合 410 內的線圈 420。

再者，於許多示範具體實施例內，定子組合 410 設置成為「多路徑」定子組合。一般而言，橫向通量機器的多路徑定子組合可包括任何結構、組合及/或機構或裝置，其設置成在複數個第一通量集中轉子部分與複數個具有相對極性的第二通量集中轉子部分之間提供複數個通量路徑。用另一種方式來說，多路徑定子組合可提供「多對多」通量交換設置給橫向通量機器，其中通量可從任何第一通量集中轉子部分傳導至具有相對極性的任何第二通量集中轉子部分。

此時請參閱圖 4D，根據示範具體實施例，定子齒 412A 之每一者都平均分配在定子部分 410A 四周，例如：示範定子部分 410A 可設置成具有 50 個定子齒 412A。平均分配在定子部分 410A 四周時，定子齒 412A 的間隔角度距離為大約 7.2° 中心對中心 (360° 除以 $50 = 7.2^\circ$)。本說明書內使用的「平均分配角度距離」可考慮為相鄰定子齒之間 (例如定子部分 410A 上相鄰定子齒 412A 之間) 中心對中心的角度距離，其具有 $(360/X)$ 度之值，其中 X 為定子齒的總數。根據平均分配角度距離設置的定子齒或其他通量交換器可考慮為「平均分配」。用另一種方式來說，「平均分配角度距離」可考慮為在橫向通量機器及/或換向通量機器內，具有共同極性的連續通量集中器 (或具有共同極性的連續磁極) 間之中心對中心角度距離。一般而言，在此示範計算方式之下，「平均分配角度距離」將具有等於 720 度除以電機內極數 (或 360 除以極對數) 之值。

在示範具體實施例內，具有平均分配定子齒 412A 的定子部分 410A 耦合至具有平均分配定子齒 412B 的類似定子部分 410B，以形成具有平均分配通量交換器的定子組合 410。在定子組合 410 內，定子齒 412A 和 412B 當成通量交換器。因此，定子齒 412A 和 412B 提供從具有交替永久磁鐵與通量集中器的轉子內第一組通量集中器，到具有相對極性的轉子內第二組通量集中器之複數個通量路徑。因此，定子組合 410 可用來與轉子連接，以便形成可操作的橫向通量機器。

請參閱圖 4E，根據示範具體實施例，定子組合 410

連接線圈 420 和轉子 450 的操作導致橫向通量機器 400 的可操作行為，也就是至少部分由頓轉扭力波形 480 與背面電動勢(EMF)波形 490 展現的行為。如所見，頓轉扭力波形 480 內含與理想正弦波的顯著偏離，例如頓轉扭力波形 480 的區段 482 和 484。用另一種方式來說，頓轉扭力波形 480 包括第一諧波以外的顯著諧波內容(例如第二諧波的幅度及/或超過第一諧波幅度一個百分比，例如 5%，的較高諧波)。由於頓轉扭力波形 480 具有非零峰值幅度，橫向通量機器 400 會產生結果操作噪音及/或震動。

不過運用相位偏移，例如第六相位偏移，根據本揭示原理，可降低電機的頓轉扭力波形之峰值幅度。例如：頓轉扭力波形的峰值幅度可從大約 6 牛頓米降低至大約 0.1 牛頓米。另外，電機的頓轉扭力波形能更接近正弦波，例如利用降低第二諧波及/或較高諧波的幅度。再者，電機的背面 EMF 波形能更接近正弦波，例如利用降低第二諧波及/或較高諧波的幅度。此時請參閱圖 5A，根據示範具體實施例，定子部分 510 設置成具有一些定子齒 512。定子部分 510 類似於定子部分 410A 及/或 410B，並且定子齒 512 可類似於定子齒 412A 及/或 412B，如上述。不過，定子齒 512 分配在定子部分 510 的方式和定子齒 412A 分配在定子部分 410A 的方式不同。具體而言，定子齒 512 未平均分配在定子部分 510 四周。

② 此時請參閱圖 5B，根據示範具體實施例，定子齒 512 未平均分配在定子部分 510 四周，而是對至少一個定子齒 512 套用「偏移」。例如：示範定子部分 510 可設置成具有 50 個定子齒 512。其中定子齒 512 平均分配在定子部分 510

四周時，定子齒 512 應該間隔 7.2° 中心對中心 (360° 除以 $50=7.2^\circ$) 的角度距離。取而代之，用平均分布角度距離加上等於平均分布角度距離六分之一 ($1/6$) 的增加角度距離來分隔兩個定子齒 512A 和 512B。在此範例中，定子齒 512A 和 512B 由 $7.2^\circ + (1/6 * 7.2^\circ) = 8.4^\circ$ 中心對中心的角度距離所分隔。為了容納定子齒 512A 與 512B 之間增加的角度距離，相較於平均分配角度距離，定子部分 510 上一或多個剩餘定子齒 512 彼此稍微靠近一點，例如：每一個剩餘定子齒 512 都可位移類似的角度距離，以便偏移定子齒 512A 和 512B 之間增加的角度間隙。

在示範具體實施例內，利用平均分配通過定子齒 512 之間其他 49 個角度距離的些微間隙縮小，來補償 1.2° 的增加角度距離 (加入定子齒 512A 與 512B 之間的距離)。除了定子齒 512A 與定子齒 512B 之間的間隙以外，該間隙縮小導致所有間隙都具有 $7.2^\circ - (1.2^\circ / 49) = 7.17551020^\circ$ 中心對中心的定子齒角度距離。因此在定子部分 510 上 50 個內齒間隙之中，49 個設置成具有 7.17551020° 的角度距離，並且其中一個設置成具有 8.4° 的角度距離。一般來說，其中一個間隙已經擴充大約平均分配角度距離的六分之一，然後平均壓縮剩餘的間隙，以便容納已經增加的一個間隙。

上述「第六相位偏移」間隙原理可套用至任何合適數量的定子齒、馬達極及/或類似者。例如：在具有 60 齒的示範定子部分內，平均分配角度距離應為 $360^\circ / 60 = 6^\circ$ 中心對中心。因此為了實施第六相位偏移，兩個相鄰定子齒應該相隔 $6^\circ + (6^\circ * 1/6) = 7^\circ$ 中心對中心，而剩餘齒可相隔 $6^\circ - ((6^\circ * 1/6) / 59) = 5.98305^\circ$ 中心對中心。在具有 30 齒的另一

示範定子部分內，平均分配角度距離應為 $360^\circ/30=12^\circ$ 中心對中心。因此，兩個相鄰定子齒可相隔 $12^\circ+(12^\circ*1/6)=14^\circ$ 中心對中心，而剩餘齒可相隔 $12^\circ-((12^\circ*1/6)/29)=11.931034^\circ$ 中心對中心。再者，可運用任何合適數量的定子齒及/或任何合適的平均分配角度距離。

除了前述第六相位偏移以外，也可實施平均分配角度距離六分之一的整數倍數之間隙偏移，例如：可實施三分之一間隙($2*1/6$)、一半間隙($3*1/6$)、三分之二間隙($4*1/6$)及/或其他合適的間隙。在一範例中，在具有 60 齒的示範定子部分內，平均分配角度距離應為 $360^\circ/60=6^\circ$ 中心對中心。因此若套用三分之一間隙，兩個定子齒可相隔 $6^\circ+(6^\circ*1/3)=8^\circ$ 中心對中心，而剩餘齒可相隔 $6^\circ-((6^\circ*1/3)/59)=5.966101^\circ$ 中心對中心。若套用一半間隙，兩個定子齒可相隔 $6^\circ+(6^\circ*1/2)=9^\circ$ 中心對中心，而剩餘齒可相隔 $6^\circ-((6^\circ*1/2)/59)=5.949152^\circ$ 中心對中心。運用平均分配角度距離六分之一的整數倍數間隔之類似間隔方式可套用至任何合適數量的馬達極、定子齒及/或類似者。

如本說明書內所使用，在特定示範具體實施例內，「第六相位偏移」可視為表示任何橫向通量機器及/或換向通量機器內一種馬達極(及/或通量交換器及/或通量集中器)的設置，其中共同極性的兩個相鄰馬達極(及/或通量交換器及/或通量集中器)間之角度距離等於共同極性的馬達極(及/或通量交換器及/或通量集中器)間之平均分配角度距離、增加不為零的角度距離、平均分配角度距離六分之一的正整數倍數，並且其中共同極性的至少部分剩餘相鄰馬達極(及/或通量交換器及/或通量集中器)間之角度距離，減

少預定比例的少量增加角度距離。

在許多示範具體實施例內，根據下列一般方程式，計算第六相位偏移或其他偏移：

$$\text{位移角度} = ((720/\text{磁極}) * (\text{交換數量} - \text{位移} - 1)) / (\text{交換數量} - 1)$$

其中：

「位移角度」為平均分配角度距離減去預定比例的少量增加角度距離；

「磁極」為橫向通量機器、換向通量機器或其他電機內的極數；

「交換數量」為要分配第六相位偏移或其他偏移的通量交換器數量；以及

「位移」為所需的偏移，例如 1/6、1/3、1/5 等。

例如在具有 100 個磁極的橫向通量機器內，需要偏移遍及整個橫向通量機器時，交換數量通常為每對磁極 50 減一。相較之下，若只需偏移遍及橫向通量機器的一半，則交換數量應為 25。

在一個示範具體實施例內，100 磁極橫向通量機器設置成具有 1/6 偏移遍及整個橫向通量機器。因此，平均分配角度距離為 7.2° (720° 除以 100 個磁極)，而平均分配角度距離的六分之一 1.2° ($7.2^\circ/6$)。運用上述方程式，可獲得剩餘磁極的適當間隙如下：位移角度 $= ((720/100) * (50 - 1/6 - 1)) / (50 - 1) = 7.17551020^\circ$ 。因此為了實施通過具有 100 磁極的整個橫向通量機器所分配之第六相位偏移，則兩相鄰磁極之間的中心對中心間隙為

$8.4^{\circ}(7.2^{\circ}+1.2^{\circ})$ ，並且剩餘相鄰磁極每一者之間的中心對中心間隙為 7.17551020° 。類似方式可用於橫向通量機器、換向通量機器及/或其他電機內任何極數。

如之前所提及，第六相位偏移或其他偏移可遍及整個電機；或者是，第六相位偏移或其他偏移可只遍及部分電機。另外，電機內可呈現多重偏移，每一偏移都只遍及部分電機。在許多示範具體實施例內，「單」第六相位偏移考慮為，利用調整橫向通量機器及/或換向通量機器內所有磁極(及/或通量交換器及/或通量集中器)之間隙所實施的第六相位偏移。另外，「雙」第六相位偏移可由，依照第六相位偏移，利用調整橫向通量機器及/或換向通量機器內大約一半磁極(及/或大約一半的通量交換器及/或通量集中器)之間隙，並且也依照另一第六相位偏移，調整剩餘一半磁極的間隙所實施。用另一種方式來說，在「雙」第六相位偏移設置當中，第一個第六相位偏移只分配通過部分橫向通量機器及/或換向通量機器，並且第二個第六相位偏移分配通過橫向通量機器及/或換向通量機器的剩餘部分。「三」第六相位偏移與較多的第六相位偏移也可實施。因此需要使用大於單第六相位偏移的第六相位偏移，例如以便減少由於累積製造及/或組合公差問題造成的對準誤差。

另外，在許多示範具體實施例內，第六相位偏移可搭配多相位裝置內每一線圈實施，例如：特定多相位裝置可設置具有第一線圈、第二線圈以及第三線圈，每一線圈都只橫越多相位裝置的部分周邊。利用調整與第一線圈相關聯的通量交換器之間隙，可實施第六相位偏移。利用調整

與第二線圈相關聯的通量交換器之間隙，可實施另一第六相位偏移。利用調整與第三線圈相關聯的通量交換器之間隙，又可實施另一第六相位偏移。再者，利用調整磁極(及/或通量集中器)間隙而非另外調整通量交換器的間隙，也可實施第六相位偏移。與每一線圈相關聯的第六相位偏移都類似，或者該等第六相位偏移可隨線圈不同。關於多相橫向通量機器及/或換向通量機器的額外詳細資訊都揭示於 2009 年 11 月 3 日所提出，與本申請案為同一申請人所申請，標題為「POLYPHASE TRANSVERSE AND/OR COMMUTATED FLUX SYSTEMS」的第 12/611,737 號同樣待決美國專利申請案，其內容以引用方式全部併入本文。

在許多示範具體實施例內，製造公差、材料特性、熱變化、機械變化及/或類似者都會導致難以用精確及/或精準方式實施間隙。因此，在特定示範具體實施例內，馬達極、通量交換器及/或通向集中器之間角度距離，與將製造公差及/或其他處理變化列入考慮時所計算之第六相位偏移角度距離一致時，橫向通量機器及/或換向通量機器內磁極、通量交換器及/或通量集中器的設置可考慮為「第六相位偏移」概念的實施(根據本揭示原理)。用另一種方式來說，即使任何特定磁極、通量交換器及/或通量集中器未完全根據第六相位偏移而分隔，平均來說磁極、通量交換器及/或通量集中器之間的間隙接近依照第六相位偏移的適當間隙。

在示範具體實施例內，請參閱圖 5A 和圖 5B，具有設置著第六相位偏移的定子齒 512 之第一定子部分 510 耦合

至也具有設置著第六相位偏移的定子齒 512 之另一定子部分 510，以形成具有第六相位偏移通量交換器的定子組合。然後，該定子組合可用來與具有交替永久磁鐵以及通量集中器的轉子與線圈連接，以便形成可操作的橫向通量機器。

運用特定定子齒之間的第六相位偏移，橫向通量機器 500 達到具有降低的峰值幅度與提高的正弦波性的頓轉扭力波形。再者，運用第六相位偏移，相較於不同的偏移(例如大於或小於第六相位偏移的偏移)，橫向通量機器 500 達到具有降低的峰值幅度與提高的正弦波性的頓轉扭力波形。如本說明書中所使用，「提高的正弦波性」與類似用語可視為表示更接近理想正弦波的方式(例如特徵在於利用降低第二諧波及/或較高諧波的幅度)，並且「降低的正弦波性」與類似用語可視為表示更遠離理想正弦波(例如特徵在於利用提高第二諧波及/或較高諧波的幅度)。

此時請參閱圖 5C，根據許多示範具體實施例，橫向通量機器 500 的頓轉扭力波形隨著橫向通量機器 500 內相位偏移的變化而變化。此時例示對應至示範 100 磁極橫向通量機器 500 內許多偏移的頓轉扭力波形，該等波形的幅度單位為牛頓米。

頓轉扭力波形 580A 代表橫向通量機器 500 在實施零相位偏移時(用另一種方式來說，所有定子齒都依照平均分配角度距離中心對中心相隔時)的運作。頓轉扭力波形 580B 代表第二十相位偏移的實施(平均分配角度距離的 $1/20$ 或 0.05)；頓轉扭力波形 580C 代表第九相位偏移的實

施(平均分配角度距離的 $1/9$ 或 0.1111)；頓轉扭力波形 580D 代表第五相位偏移的實施(平均分配角度距離的 $1/5$ 或 0.2)；頓轉扭力波形 580E 代表第四相位偏移的實施(平均分配角度距離的 $1/4$ 或 0.25)；頓轉扭力波形 580F 代表第十分之三相位偏移的實施(平均分配角度距離的 $3/10$ 或 0.3)；以及頓轉扭力波形 580G 代表第三相位偏移的實施(平均分配角度距離的 $1/3$ 或 0.3333)。有關這些示範模型頓轉扭力波形的額外詳細資料，以及在橫向通量機器 500 的線圈 520 內所產生對應的示範模型開路 RMS 電壓，都呈現在底下表 1 內。

表 1

頓轉齒波形	相位偏移	頓轉扭力峰值幅度(牛頓米)	頓轉扭力 RMS 值(牛頓米)	開路電壓 RMS 值(伏特)
580A	0	6.38	4.52	18.79
580B	$1/20$ (0.05)	6.26	4.38	18.70
580C	$1/9$ (0.1111)	5.30	3.96	18.36
580	$1/6$ (0.1666)	5.01	3.51	17.88
580D	$1/5$ (0.2)	4.83	3.21	17.51
580E	$1/4$ (0.25)	4.19	2.72	16.88
580F	$3/10$ (0.3)	3.28	2.17	16.15
580G	$1/3$ (0.3333)	2.58	1.78	15.60

頓轉扭力波形 580 代表第六相位偏移的實施。請注意，頓轉扭力波形 580 比由相位偏移大於或小於第六相位

偏移所表示的頓轉扭力波形更接近正弦波。另外請注意，頓轉扭力波形 580 的峰值幅度與 RMS 值比對應的頓轉扭力波形 580A (具有零相位偏移)約小 22%。再者，開路電壓僅已下降大約 5%。另外，頓轉扭力波形 580G 代表第三波形偏移，為第六相位偏移整數倍數($2 * 1/6 = 1/3$)。不過，與第三相位偏移相關聯的開路 RMS 電壓比與第六相位偏移相關聯的開路 RMS 電壓低，如所例示。

此時請參閱圖 5D，根據示範具體實施例，產生頓轉扭力波形 580 來回應橫向通量機器 500 的運作。圖 5D 內的例示用於比較，由橫向通量機器 400 所產生的頓轉扭力波形 480 (例如其中利用零相位偏移)。如所見，頓轉扭力波形 580 具有比頓轉扭力波形 480 還要低的峰值幅度。因此，橫向通量機器 500 運作期間的震動與噪音都會減少。

另外，頓轉扭力波形 580 在特性方面大體上比頓轉扭力波形 480 還要像正弦波，頓轉扭力波形 580 上已無非正弦波區域 482 和 484。因此，能夠更輕易平衡及/或減少與橫向通量機器 500 內定子組合 510 運作相關聯的頓轉扭力，例如：特定橫向通量機器可由多定子組合 510 構成，其中每一定子組合 510 都具有類似的正弦波頓轉扭力波形，但是每一定子組合都偏移 120 度。

此時請參閱圖 5E，根據示範具體實施例，實施定子組合 510 內的第六相位偏移也會影響透過定子組合 510 運作所產生的背面 EMF。在示範具體實施例內，背面 EMF 波形 590 比背面 EMF 波形 490 更像正弦波。因此，定子組合 510 比定子組合 410 更容易整合至多相設置中，因為

正弦波波形更易於適當控制、特徵化及/或結合。另外，由大體上正弦波輸入驅動的定子組合 510 可產生較少扭力波動，同時背面 EMF 波形 590 更像正弦波。

另外，背面 EMF 波形 590 相較於背面 EMF 波形 490，具有降低的峰值幅度。因此，橫向通量機器 500 可達到的最高潛在扭力強度降低。不過，峰值頓轉扭力下降伴隨的優點可偏移已降低的背面 EMF 峰值幅度之下降側，尤其是需要較低噪音運作及/或較低震動運作時。另外，已改良的背面 EMF 波形 590 正弦波性所伴隨之好處係可偏移已降低的背面 EMF 峰值幅度之下降側，例如：因為背面 EMF 波形 590 正像正弦波，扭力波動減少。另外，因為背面 EMF 波形 590 更像正弦波，更容易讓控制器感應更佳的電流波形進入橫向通量機器 500。

另外，在許多多相位裝置內，多相位裝置內頓轉扭力的峰值幅度，會在多相位裝置的背面 EMF 峰值幅度只有些微減少之消長(trade-off)之下大幅減少。

如上述，在特定示範具體實施例內，利用設置橫向通量機器及/或換向通量機器在共同極性的馬達極(及/或通量交換器及/或通量集中器)之間具有平均分配角度距離、增加不為零的角度距離、平均分配角度距離六分之一的正整數倍數，並且其中共同極性的至少部分剩餘相鄰馬達極(及/或通量交換器及/或通量集中器)間之角度距離減少預定比例的少量增加角度距離，來達成第六相位偏移的原理。在其他示範具體實施例內，利用設置橫向通量機器及/或換向通量機器具有任何合適的馬達極(及/或通量交換

器及/或通量集中器)之設置來達成第六相位偏移的原理，假設這種設置導致橫向通量機器及/或換向通量機器內單獨的頓轉扭力波形，其大體上平均分配跨越大約電壓相位的六分之一($1/6$)。

例如：在許多示範具體實施例內並且此時參閱圖 6，依照第六相位偏移來設置橫向通量機器。橫向通量機器設置成在運作時產生頓轉扭力波形 680。頓轉扭力波形 680 表示從橫向通量機器內磁通量路徑的變化磁阻產生的個別頓轉扭力波形 680A - 680G 的加總。頓轉扭力波形 680A - 680G 大體上均勻分配通過橫向通量機器的電壓相位六分之一(頓轉相位的三分之一)。

在這些示範具體實施例內，與各個別頓轉扭力波形關聯的橫向通量機器的實體部件(例如磁鐵、通量集中器、通量交換器及/或類似者)可彼此分開安置，例如：雖然在橫向通量機器運作時，頓轉扭力波形 680B 和 680C 在相鄰相位內，不過產生頓轉扭力波形 680B 和 680C 的實體部件在橫向通量機器內實際上並未彼此相鄰。用另一種方式來說，產生頓轉扭力波形 680B 的實體部件可位於橫向通量機器內任何合適之角度位置內，類似地，產生頓轉扭力波形 680C 的實體部件可位於橫向通量機器內任何合適之角度位置內。一般來說，在橫向通量機器及/或換向通量機器運作期間，與相鄰相位內個別頓轉扭力波形相關聯的實體部件，實際上在橫向通量機器及/或換向通量機器內並不需要相鄰。

另外，在許多示範具體實施例內，橫向通量機器及/

或換向通量機器內特定個別頓轉扭力波形在相位上重疊時，則可依照第六相位偏移來設置橫向通量機器及/或換向通量機器，例如：請再次參閱圖 6，橫向通量機器可設置具有兩個頓轉扭力波形取代例示為 680A 的一個頓轉扭力波形(即兩個頓轉扭力波形具有大體上類似的相位、幅度與其他特性)，兩個頓轉扭力波形取代例示為 680B 的一個頓轉扭力波形，以此類推。用另一種方式來說，橫向通量機器可設置成具有與頓轉扭力波形 680A 相關聯的第一實體部件，以及與具有大體上和頓轉扭力波形 680A 類似幅度、相位與其他特性之頓轉扭力波形相關聯的第二實體部件。

因此在許多示範具體實施例內，橫向通量機器可設置成具有許多直接「重疊」的個別頓轉扭力波形。不過，假設個別頓轉扭力波形維持平均分配通過橫向通量機器內電壓相位的六分之一，即使特定個別頓轉扭力波形重疊，橫向通量機器可考慮依照第六相位偏移來設置。因此，橫向通量機器內任何數量的個別頓轉扭力波形都可「重疊」，假設相等數量的個別頓轉扭力波形都可彼此「重疊」於通過橫向通量機器內電壓相位六分之一上之另一平均分配位置之每一位置上。

除了運用第六相位偏移的單相位裝置以外，本揭示原理還考量多相位裝置，其中每一相位都設置成具有第六相位偏移。此時請參閱圖 7A，在許多示範具體實施例內，橫向通量機器及/或換向通量機器可運用多相位設置，其中每一相位都實施第六相位偏移，如上面所揭示。在示範具體實施例內，多相位裝置 700 包括單一轉子 750，其耦合

至三個相位部件 700A、700B 和 700C。轉子 750 包括交替通量集中器 752 與永久磁鐵 754。相位部件 700A 包括部分圍繞線圈 720A 的定子組合 710A。相位部件 700B 和 700C 類似，分別包括部分圍繞線圈 720B 和 720C 的定子組合 710B 和 710C。定子組合 710A、710B 和 710C 設置成通量以交替方向繞著線圈 720A、720B 和 720C 傳導，來回應轉子 750 的轉動。

請參閱圖 7B，在示範具體實施例內，定子組合 710A 設置成具有兩組定子齒 712A1 和 712A2。定子齒 712A1 和 712A2 都依照第六相位偏移來設置。類似地，每一定子組合 710B 和 710C 都包括依照第六相位偏移設置的兩組定子齒。

在示範具體實施例內，請參閱圖 7C，多相位裝置 700 的每一相位部件 700A、700B 和 700C 可設置成，相關聯頓轉扭力波形 780A、780B 和 780C 彼此大約偏離三分之一相位(例如偏移大約 120 度)。因為在任何特定旋轉位置上多相位裝置 700 的頓轉扭力幅度為該旋轉位置上多相位裝置 700 的個別相位部件之頓轉扭力加總，可大幅降低多相位裝置 700 的結合頓轉扭力波形 780X 之峰值幅度。用另一種方式來說，因為個別相位部件 700A、700B 和 700C 在對應定子 710A、710B 和 710C 內實施第六相位偏移之後，具有大體上正弦波的頓轉扭力波形 780A、780B、780C，所以相位部件 700A、700B 和 700C 可依需要偏移，以便將結合的頓轉扭力波形 780X 之峰值幅度降低及/或最小化。

例如：三個一般正弦波波形 780A、780B 和 780C 可偏移，以便總是將波形 780X 之峰值幅度加總至接近零(例如：小於任一波形 780A、780B 及/或 780C 峰值幅度 10%、5%及/或 2%的峰值幅度)。因此多相位裝置 700 可設置成由於多相位裝置 700 的頓轉扭力峰值幅度降低，如頓轉扭力波形 780X 所例示，所以運轉時大幅降低噪音及/或震動。在示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度可從大約 5.8 牛頓米降低至大約 0.2 牛頓米。在許多示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度可從大約 3 牛頓米至大約 100 牛頓米之間降低至大約 0.05 牛頓米至大約 2 牛頓米。

再者，在許多示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度相較於用零相位偏移設置的類似多相位裝置之頓轉扭力峰值幅度，只降低一百分比。在示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度降低至少 50%。在另一示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度降低至少 90%。又在另一示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度降低至少 97%。

結合多相位裝置 700 的每一相位部件 700A、700B、700C 之 RMS 開路電壓只有少量減少，可達成上述多相位裝置 700 的頓轉扭力波形 780X 峰值幅度減少。在示範具體實施例內，在與用零相位偏移設置的類似多相位裝置比較之下，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度減少大約 90%，而每一相位部件 700A、700B、700C 的 RMS 開路電壓只減少大約 4%。在另一示範具體實施例內，頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度減少大約 97%，而每一相位部件 700A、

700B、700C 的 RMS 開路電壓只減少大約 5%。如此，透過運用第六相位偏移，用少量電壓「交換」大幅減少之頓轉扭力波形 780X 的峰值幅度。相較之下，請暫時參閱圖 7D，用零相位偏移設置的多相位裝置只能獲得有限的相關頓轉扭力波形 780X' 的峰值幅度降低，而頓轉扭力波形 780A'、780B' 和 780C' 大體上並非正弦波。

再者，如底下表 2 的示範模型值所例示，相較於實施非第六相位偏移，實施第六相位偏移(或其非零整數倍數)可大幅降低多相位裝置 700 內頓轉扭力波形的峰值幅度。

表 2

示範多相位裝置 700 的每一相位 內之相位偏移	示範多相位裝置 700 頓轉扭力峰 值幅度(牛頓米)	示範多相位裝置 700 頓轉扭力 RMS 值(牛頓米)	相較於 0 相位偏 移，頓轉扭力峰 值幅度的減少%
0	5.87	4.01	0
1/20 (0.05)	4.91	3.52	16.4%
1/9(0.1111)	2.28	1.72	61.2%
1/7(0.1429)	0.86	0.72	85.4%
1/6 (0.1666)	0.23	0.15	96.1%
1/5 (0.2)	0.76	0.66	87.0%
1/4 (0.25)	1.04	0.89	82.3%
3/10 (0.3)	0.51	0.47	91.3%
1/3 (0.3333)	0.23	0.15	96.1%

本揭示原理可套用至橫向通量機器及/或換向通量機器。再者，本揭示原理也可套用至許多傳統電動馬達內具

體實施的徑向通量機器，例如：多相位徑向通量電動馬達的每一相位都可依照第六相位偏移來設置，允許多相位徑向通量電動馬達達成降低頓轉扭力峰值幅度的目的。

上面揭示的第六相位偏移原理可適當與橫向通量機器及/或換向通量機器相關的許多其他原理結合，例如：本揭示原理可適當與橫向通量機器和換向通量機器內定子的原理結合，例如局部定子及/或間隙定子的原理，如於2009年11月3日所提出，與本申請案為同一申請人所申請，標題為「TRANSVERSE AND/OR COMMUTATED FLUX SYSTEM STATOR CONCEPTS」的第12/611,728號同樣待決美國專利申請案所描述，其內容以引用的方式全部併入本文。

本揭示原理也可適當與橫向通量機器及/或換向通量機器內轉子(例如帶纏繞轉子及/或多路徑轉子)的原理結合，如於2009年11月3日所提出，與本申請案為同一申請人所申請，標題為「TRANSVERSE AND/OR COMMUTATED FLUX SYSTEM ROTOR CONCEPTS」的第12/611,733號同樣待決美國專利申請案所描述，其內容以引用的方式全部併入本文。

本揭示原理也可適當與多相位橫向通量機器及/或多相位換向通量機器的原理結合，如於2009年11月3日所提出，與本申請案為同一申請人所申請，標題為「POLYPHASE TRANSVERSE AND/OR COMMUTATED FLUX SYSTEMS」的第12/611,737號同樣待決美國專利申請案所描述，其內容以引用的方式全部併入本文。

本揭示原理也可適當與橫向通量機器及/或換向通量機器內延伸磁鐵、突出轉子及/或定子齒重疊的原理結合，如具有相同提案日期，與本申請案為同一申請人所申請，標題為「TRANSVERSE AND/OR COMMUTATED FLUX SYSTEMS CONFIGURED TO PROVIDE REDUCED FLUX LEAKAGE, HYSTERESIS LOSS REDUCTION, AND PHASE MATCHING」的同樣待決美國專利申請案所描述，其內容以引用的方式全部併入本文。

本揭示原理也可適當與電動自行車內的橫向通量機器及/或換向通量機器的運用原理結合，如具有相同提案日期，與本申請案為同一申請人所申請，標題為「TRANSVERSE AND/OR COMMUTATED FLUX SYSTEMS FOR ELECTRIC BICYCLES」的同樣待決美國專利申請案所描述，其內容以引用的方式全部併入本文。

再者，本揭示原理可適當與本文內以引用的方式併入的任一及/或所有同樣待決美國專利申請案內描述之任意數量原理結合。因此例如：特定橫向通量機器及/或換向通量機器可合併使用第六相位偏移、使用延伸磁鐵、使用突出轉子、使用定子齒重疊、使用帶纏繞轉子、使用多路徑轉子、使用局部定子、使用多相位設計及/或類似者。所有這些結合、交換及/或其他相互關係都考慮位於本揭示內容的範疇內。

雖然已經在許多具體實施例內顯示本揭示原理，在不背離本發明原理與範疇之下，可運用專為特定環境與操作

需求所特別調整而在實務上使用之結構、排列、比例、元件、材料與部件之修改。這些與其他改變或修改皆欲包括在本發明的範疇內，並且表示於下列申請專利範圍內。

至此已經參考許多具體實施例說明本發明。不過一般技術者會了解，在不背離本發明範疇之下，可進行許多修改與變更。因此，本說明書僅供例示之用並無限制之意，並且所有這類修改都傾向於包含在本發明的範疇內。同樣地，本說明書於上述許多具體實施例說明好處、其他優點以及問題的解決辦法，不過，好處、優點、問題的解決辦法，以及會導致任何好處、優點或解決辦法發生或變得更加顯著的任何元素都不能構成專利申請範圍任一項或全部的關鍵、必需或重要特徵或元素。如此處所使用，「包括(comprises、comprising)」或其他任何變化之詞都用於涵蓋非互斥包括，像是包括一系列元件的處理、方法、物件或設備不只包含這些元件，還包括未明確列入或隱含於這種處理、方法、物件或設備內的其他元件。另外如本說明書內所使用，「已耦合」、「耦合」或任何其他變化等詞彙欲用於涵蓋實體連接、電連接、磁性連接、光連接、通訊連接、功能性連接及/或任何其他連接。申請專利範圍內使用類似於「至少 A、B 或 C 其中之一」的用語時，其含意在於下列任一：(1)至少 A 其中之一；(2)至少 B 其中之一；(3)至少 C 其中之一；(4)至少 A 其中之一與至少 B 其中之一；(5)至少 B 其中之一與至少 C 其中之一；(6)至少 A 其中之一與至少 C 其中之一；或(7)至少 A 其中之一、至少 B 其中之一與至少 C 其中之一。

在示範具體實施例內，一電機包括：複數個磁鐵，其

與複數個通量集中器交錯，其中該等複數個磁鐵具有交替的磁方位，如此該等複數個通量集中器具有交替的磁極；以及複數個數量為 N 的交換器，其設置成傳輸來自該等複數個通量集中器的通量，其中一第一交換器與該等複數個交換器內一相鄰第二交換器，由大約 $(360/N)$ 度加上大約 $(1/6 * (360/N))$ 度的角度距離，中心對中心分隔，以及其中該等複數個交換器內所有其他相鄰交換器，由大約 $(360/N)$ 度減去大約 $((1/6 * (360/N)) / (N-1))$ 度的角度距離，中心對中心分隔。

在示範具體實施例內，形成橫向通量機器的一定子部分之方法包括：計算繞著該定子部分四周分配的一組定子齒之平均分配角度距離，其中該平均分配角度距離等於 360 度除以該組內定子齒總數；計算該組內一第一定子齒與一相鄰第二定子齒的一第六相位偏移距離，其中該第六相位偏移距離等於該平均分配角度距離的六分之一；將該第一定子齒與該第二定子齒定位在該定子部分的四周上，如此從中心對中心測量時，該第一定子齒與該第二定子齒由大約等於該平均分配角度距離加上該第六相位偏移距離的一角度距離所分隔；以及將該組定子齒內該等剩餘的定子齒定位在該定子部分的四周上，如此除了在該第一定子齒與該相鄰第二定子齒之間該中心對中心角度距離以外，該組內相鄰定子齒之間所有中心對中心角度距離都大約等於： $(\text{該平均分配角度距離}) - ((\text{該第六相位偏移距離}) / (\text{該組內定子齒的數量減一}))$ 。

在示範具體實施例內，一電機包括：一定子，該定子包括一第一定子部分與一第二定子部分，該第一定子部分

包括一第一組定子齒，其依照一第六相位偏移繞著該第一定子部分的四周分配，以及該第二定子部分包括一第二組定子齒，其依照一第六相位偏移繞著該第二定子部分的四周分配；一線圈，至少部分由該第一定子部分與該第二定子部分包圍；以及一轉子，其磁耦合至該定子，其中該轉子包括與複數個通量集中器交錯的複數個磁鐵，其中該等複數個磁鐵具有交替的磁方位，如此該等複數個通量集中器具有交替的磁極，以及其中該電機為至少一橫向通量機器或一換向通量機器其中之一。在該轉子的一第一位置內，該第一組定子齒設置成傳輸來自具有一第一極性的第一組該等複數個通量集中器之通量，以及在該轉子的該第一位置內，該第二組定子齒設置成將通量傳輸至具有一相對於該第一極性的極性之第二組該等複數個通量集中器。在該轉子的一第二位置內，該第一組定子齒設置成傳輸通量至該第二組該等複數個通量集中器，以及在該轉子的該第二位置內，該第二組定子齒設置成傳輸來自該第一組該等複數個通量集中器之通量。與該電機運轉相關聯的該頓轉扭力波形大體上為正弦波。

在示範具體實施例內，降低一電裝置內扭力波動之方法包括：依照一第六相位偏移設置該電裝置內複數個通量交換器，以便提高該電裝置的背面 EMF 波形之該正弦波性；以及用一正弦波輸入電壓將該電裝置內的一線圈通電。

在示範具體實施例內，降低一多相位裝置內頓轉扭力幅度之方法包括：依照一第六相位偏移設置該多相位裝置內第一、第二和第三組通量交換器之每一者，以便分別提

高一第一、第二和第三頓轉扭力波形之該正弦波性；以及對準該多相位裝置內該第一、第二和第三組交換器之每一者，如此每一組彼此之間的相位差大約 120 度相位角。

在示範具體實施例內，一電機包括：實體部件的一第一組 A 包括一第一磁鐵、一第一通量集中器以及一第一通量交換器，其中組 A 設置成產生一第一頓轉扭力波形；實體部件的一第二組 B 包括一第二磁鐵、一第二通量集中器以及一第二通量交換器，其中組 B 設置成產生一第二頓轉扭力波形；以及實體部件的一第三組 C 包括一第三磁鐵、一第三通量集中器以及一第三通量交換器，其中組 C 設置成產生一第三頓轉扭力波形；其中該電機內組 A、組 B 和組 C 的該實體位置與該第一頓轉扭力波形、該第二頓轉扭力波形和該第三頓轉扭力波形之間該相位關係無關，其中該電機依照一第六相位偏移來設置，以及其中該電機為至少一橫向通量機器或一換向通量機器其中之一。

在示範具體實施例內，一電機包括複數組實體部件，每組都包括一磁鐵、一通量集中器以及一通量交換器，其中每組都設置成產生一頓轉扭力波形，其中至少在該電機內並未實際相鄰的兩組，產生相位相鄰的頓轉扭力波形，其中該電機依照一第六相位偏移來設置，以及其中該電機為至少一橫向通量機器或一換向通量機器其中之一。

【圖式簡單說明】

請參閱下列說明、申請專利範圍與附圖：

圖 1A 例示根據示範具體實施例的示範橫向通量機

器；

圖 1B 例示根據示範具體實施例的示範換向通量機

器；

圖 2A 例示根據示範具體實施例的示範軸向間隙設

置；

圖 2B 例示根據示範具體實施例的示範徑向間隙設

置；

圖 3A 例示根據示範具體實施例的示範凹穴咬合設

置；

圖 3B 例示根據示範具體實施例的示範表面咬合設

置；

圖 3C 例示根據示範具體實施例的示範表面咬合橫向

通量設置；

圖 4A 例示根據示範具體實施例具有平均分配定子齒

間隙的示範定子部分；

圖 4B 例示根據示範具體實施例圖 4A 中耦合至一線

圈的定子部分；

圖 4C 例示根據示範具體實施例耦合來形成定子組合

的兩個示範定子部分；

圖 4D 例示根據示範具體實施例的平均分配定子齒間

隙；

圖 4E 例示根據示範具體實施例由圖 4C 的示範定子組

合所產生之頓轉扭力以及背面 EMF 波形；

圖 5A 例示根據示範具體實施例具有不平均分配定子

齒間隙的示範定子部分；

圖 5B 例示根據示範具體實施例依照第六相位偏移的

不平均分配定子齒間隙；

圖 5C 例示根據示範具體實施例利用改變偏移所產生

的示範頓轉齒波形；

圖 5D 例示由圖 4C 的示範定子組合所產生的示範頓轉扭力波形，與根據示範具體實施例由設置具有第六相位偏移的示範定子組合所產生之示範頓轉扭力波形做比較；

圖 5E 例示由圖 4C 的示範定子組合所產生的示範頓轉扭力與背面 EMF 波形，與根據示範具體實施例由設置具有第六相位偏移的示範定子組合所產生之示範頓轉扭力與背面 EMF 波形做比較；

圖 6 例示電機的示範頓轉扭力波形，其中頓轉扭力波形之間的關係與相關實體部件之間的實體關係無關；

圖 7A 例示根據示範具體實施例其中每一相位都運用第六相位偏移的示範多相位裝置；

圖 7B 例示根據示範具體實施例其中每一相位都運用第六相位偏移的示範多相位裝置；

圖 7C 例示根據示範具體實施例使用第六相位偏移設置的示範多相位裝置之頓轉扭力波形；以及

圖 7D 例示根據示範具體實施例使用零相位偏移設置的示範多相位裝置之頓轉扭力波形。

【主要元件符號說明】

210	定子
220	線圈
250	轉子
300	橫向通量機器
310	定子
320	線圈
350	轉子

352	通量交換器
410	定子組合
410A	定子部分
410B	定子部分
412A	定子齒
412B	定子齒
416A	進出孔
416B	進出孔
420	線圈
450	轉子
452	定子部分
480	頓轉扭力波形
482	區段；非正弦波區域
484	區段；非正弦波區域
490	背面電動勢(EMF)波形
500	橫向通量機器
510	定子組合；定子部分
512	定子齒
512A	定子齒
512B	定子齒
520	線圈
580	頓轉扭力波形
580A	頓轉扭力波形
580B	頓轉扭力波形
580C	頓轉扭力波形

580D	頓轉扭力波形
580E	頓轉扭力波形
580F	頓轉扭力波形
580G	頓轉扭力波形
590	背面 EMF 波形
680	頓轉扭力波形
680A	頓轉扭力波形
680B	頓轉扭力波形
680C	頓轉扭力波形
680D	頓轉扭力波形
680E	頓轉扭力波形
680F	頓轉扭力波形
680G	頓轉扭力波形
700	多相位裝置
700A	相位部件
700B	相位部件
700C	相位部件
710A	定子組合
710B	定子組合
710C	定子組合
712A1	定子齒
712A2	定子齒
720A	線圈
720B	線圈
720C	線圈

750	轉子
752	通量集中器
754	永久磁鐵
780A	頓轉扭力波形
780B	頓轉扭力波形
780C	頓轉扭力波形
780X	頓轉扭力波形
780A'	頓轉扭力波形
780B'	頓轉扭力波形
780C'	頓轉扭力波形
780X'	頓轉扭力波形

七、申請專利範圍：

1. 一種用於一橫向通量機器的定子，該定子包括：
一第一定子部分，其包括一第一組定子齒，
其中該第一組定子齒內一第一定子齒與一相鄰第二定子齒，皆由一第一角度距離，中心對中心來分隔，
其中該第一組定子齒內一或多個剩餘定子齒，由一第二角度距離，中心對中心來分隔，其中該第二角度距離異於該第一角度距離，以及
其中該第一角度距離係以一相位偏移計算，該相位偏移計算如一平均分配角度距離與該第一組定子齒的一比值。
2. 如申請專利範圍第 1 項之定子，另包括：
一第二定子部分，其包括一第二組定子齒，
其中該第二組定子齒內一第一定子齒與一相鄰第二定子齒，由一第三角度距離來分隔，以及
其中該第二組定子齒內一或多個剩餘定子齒，皆由一第四角度距離來分隔，其中該第四角度距離異於該第三角度距離。
3. 如申請專利範圍第 1 項之定子，其中該第一組定子齒圍繞在該第一定子部分四周並且數量為 N ，而該第一角度距離為大約 $(360/N)$ 度加上大約 $(1/6*(360/N))$ 度。
4. 如申請專利範圍第 2 項之定子，其中該第一組定子齒內該一或多個剩餘定子齒由該第二角度距離，中心對中心來分隔，且其中該第二角度距離為大約 $(360/N)$ 度減去大約 $((1/6*(360/N))/(N-1))$ 度。

5. 如申請專利範圍第 2 項之定子，其中該第一定子部分與該第二定子部分耦合，如此該第一組定子齒與該第二組定子齒交錯。
6. 如申請專利範圍第 2 項之定子，其中該第一組定子齒之任一者都提供一通量路徑至該第二組定子齒之任一者，該通量路徑至少部分圍繞一線圈而橫越，而該線圈至少部分由該第一定子部分與該第二定子部分所包圍。
7. 如申請專利範圍第 1 項之定子，其中該第一定子部分包括至少矽鋼、粉末狀金屬或非晶質金屬其中之一。
8. 如申請專利範圍第 2 項之定子，其中與該定子運轉相關聯的一結合頓轉扭力波形是一理想正弦波。
9. 如申請專利範圍第 1 項之定子，其中該相位偏移為該第一組定子齒之該平均分配角度距離六分之一的一整數倍數。
10. 如申請專利範圍第 9 項之定子，其中該相位偏移為該第一組定子齒之該平均分配角度距離六分之一。
11. 如申請專利範圍第 1 項之定子，其中該定子用以耦接一電動腳踏車。

12. 一種電機，包括一電動馬達，該電機包括：

一第一定子、第二定子以及第三定子，其分別至少部分包圍一第一線圈、第二線圈以及第三線圈，以及

一轉子，磁耦合該第一定子、第二定子以及第三定子其中之一，該轉子用以相對於該第一定子、第二定子以及第三定子旋轉，

其中該第一定子、第二定子以及第三定子每一者都設置具有第六相位偏移，

其中該第一定子、第二定子以及第三定子彼此的相位都不同，以及

其中該電機為至少一橫向通量機器或一換向通量機器其中之一。

13. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中該第一定子與該第二定子的相位差 120 度，其中該第二定子與該第三定子的相位差 120 度並且其中該第三定子與該第一定子的相位差 120 度。

14. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中該電機的該頓轉扭力峰值幅度相較於使用一零相位偏移設置的一類似電機而言，下降至少 90%。

15. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中該電機設置成具有超過 50 的極數，並且其中該電機設置成具有小於六吋的外直徑。

16. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中與該第一定子運作相關聯的該個別頓轉扭力波形平均分配在一相位內，通過該電機的一電壓相位之六分之一。
17. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中該第一線圈、該第二線圈以及該第三線圈並未相對於該電機的一旋轉軸，橫越重疊角度位置。
18. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中該第一線圈、該第二線圈以及該第三線圈之每一者並未完全橫越繞著該機器的一旋轉軸。
19. 如申請專利範圍第 12 項之電機，其中該電機具有一頓轉扭力，該扭力具有小於該電機峰值輸出扭力的 1%之峰值幅度。
20. 一種電機，包括一電動馬達，該電機包括：
一定子，其至少部分包圍一線圈，以及
一轉子，用以相對於該定子旋轉，
其中該轉子與定子的該互動產生複數個頓轉扭力波形，
其中該等複數個頓轉扭力波形平均分配通過從零到該電機電壓相位六分之一的一相位偏移，以及
其中該電機為至少一橫向通量機器或一換向通量機器其中之一，
其中該轉子包括複數個磁鐵與複數個通量集中器，並且其

中至少該等複數個磁鐵的兩個往遠離該線圈的一方向延伸，至比該等複數個通量集中器的一相鄰通量集中器還要遠之一距離。

21. 如申請專利範圍第 20 項之電機，其中該轉子至少一部分在至少該定子的一分開第一邊、該定子的一分開第二邊或該定子的該分開第一邊與該定子的該分開第二邊兩者其中之一上，比該定子突出。

22. 如申請專利範圍第 20 項之電機，其中在該電機內產生該等複數個頓轉扭力波形的實體部件之放置與該等複數個頓轉扭力波形間之該相位關係無關。

23. 如申請專利範圍第 20 項之電機，其中該電機設置成具有至少一雙第六相位偏移或一三第六相位偏移其中之一。

24. 一種電機之定子的製造方法，包括：

提供一第一定子部分，其包括一第一組定子齒，

其中該第一組定子齒內一第一定子齒與一相鄰第二定子齒，皆由一第一角度距離，中心對中心來分隔，以及

其中該第一組定子齒內一或多個剩餘定子齒，由一第二角度距離，中心對中心來分隔，其中該第二角度距離異於該第一角度距離。

25. 如申請專利範圍第 24 項之製造方法，其中該第一組定子齒圍繞在該第一定子部分四周並且數量為 N ，而該第一角

度距離為大約 $(360/N)$ 度加上大約 $(1/6*(360/N))$ 度。

26. 如申請專利範圍第 25 項之製造方法，其中該第一組定子齒內該一或多個剩餘定子齒由該第二角度距離，中心對中心來分隔，且其中該第二角度距離為大約 $(360/N)$ 度減去大約 $((1/6*(360/N))/(N-1))$ 度。

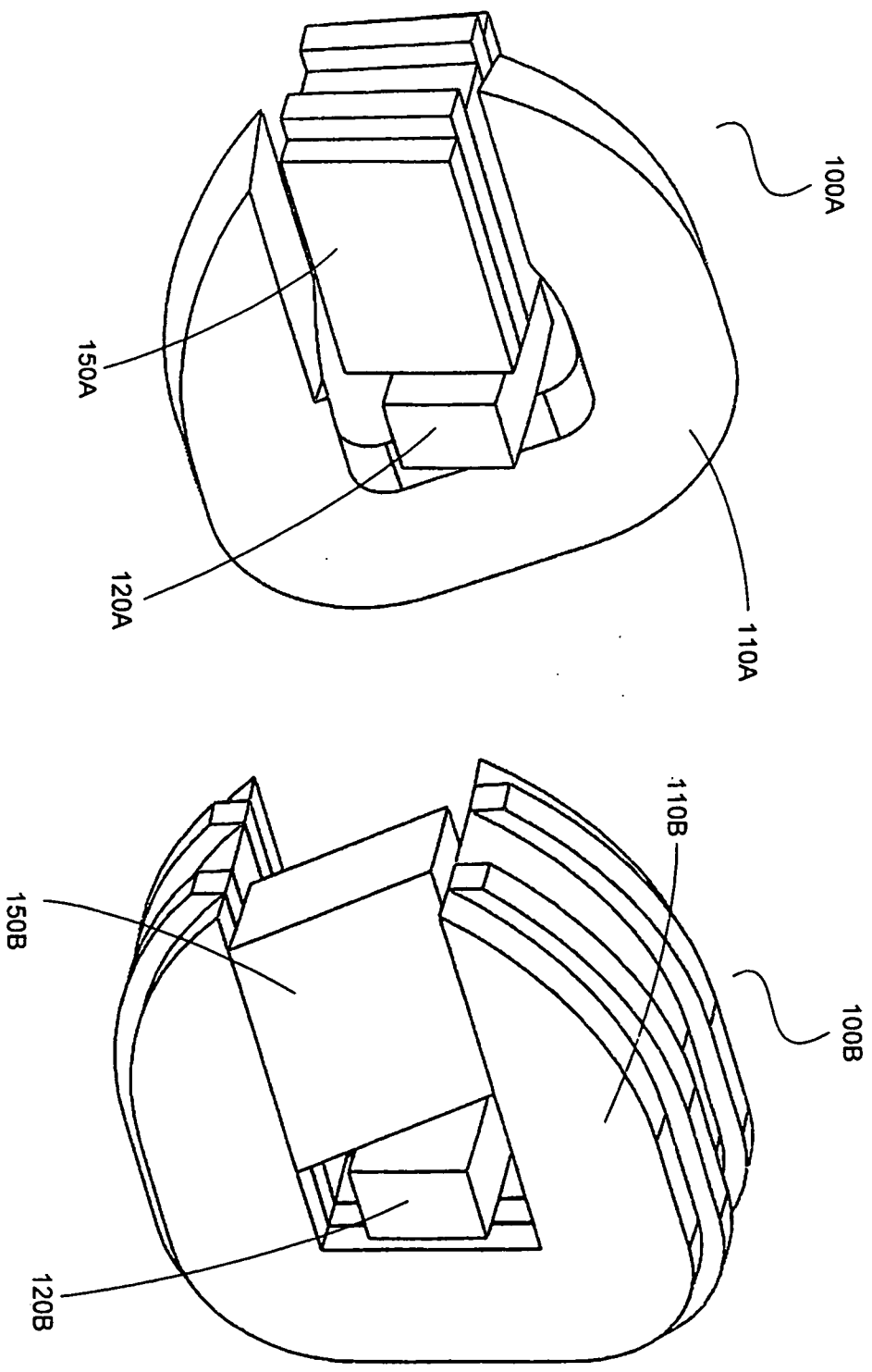


圖 1A

圖 1B

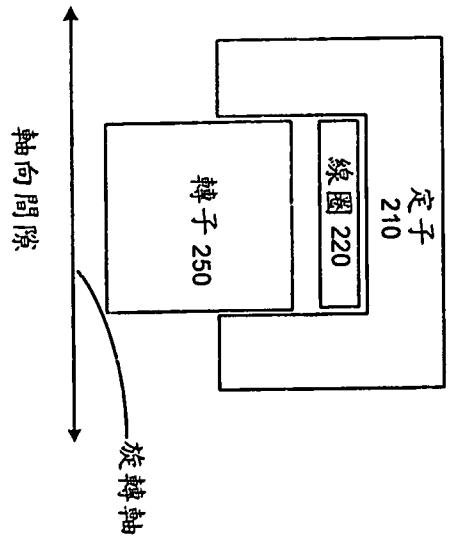


圖 2A

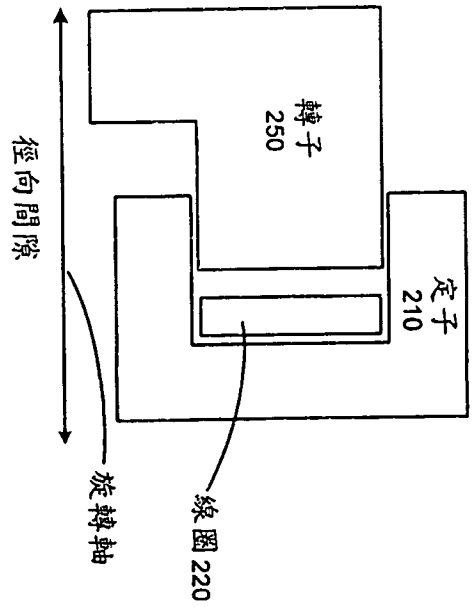


圖 2B

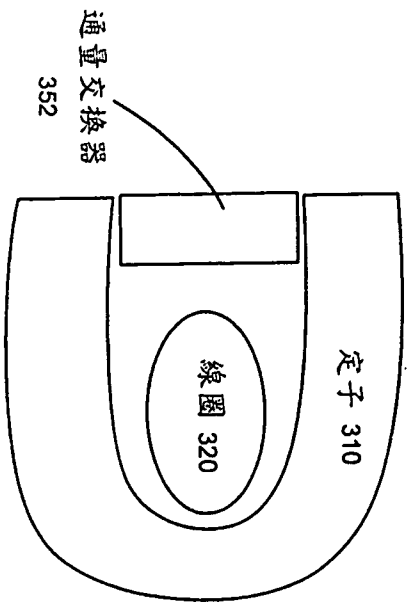


圖 3A

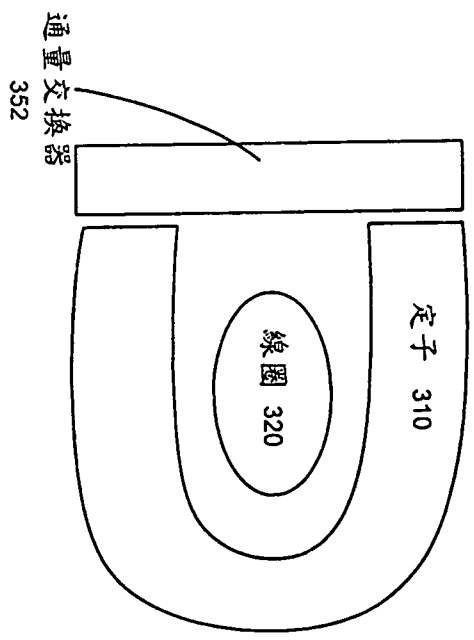


圖 3B

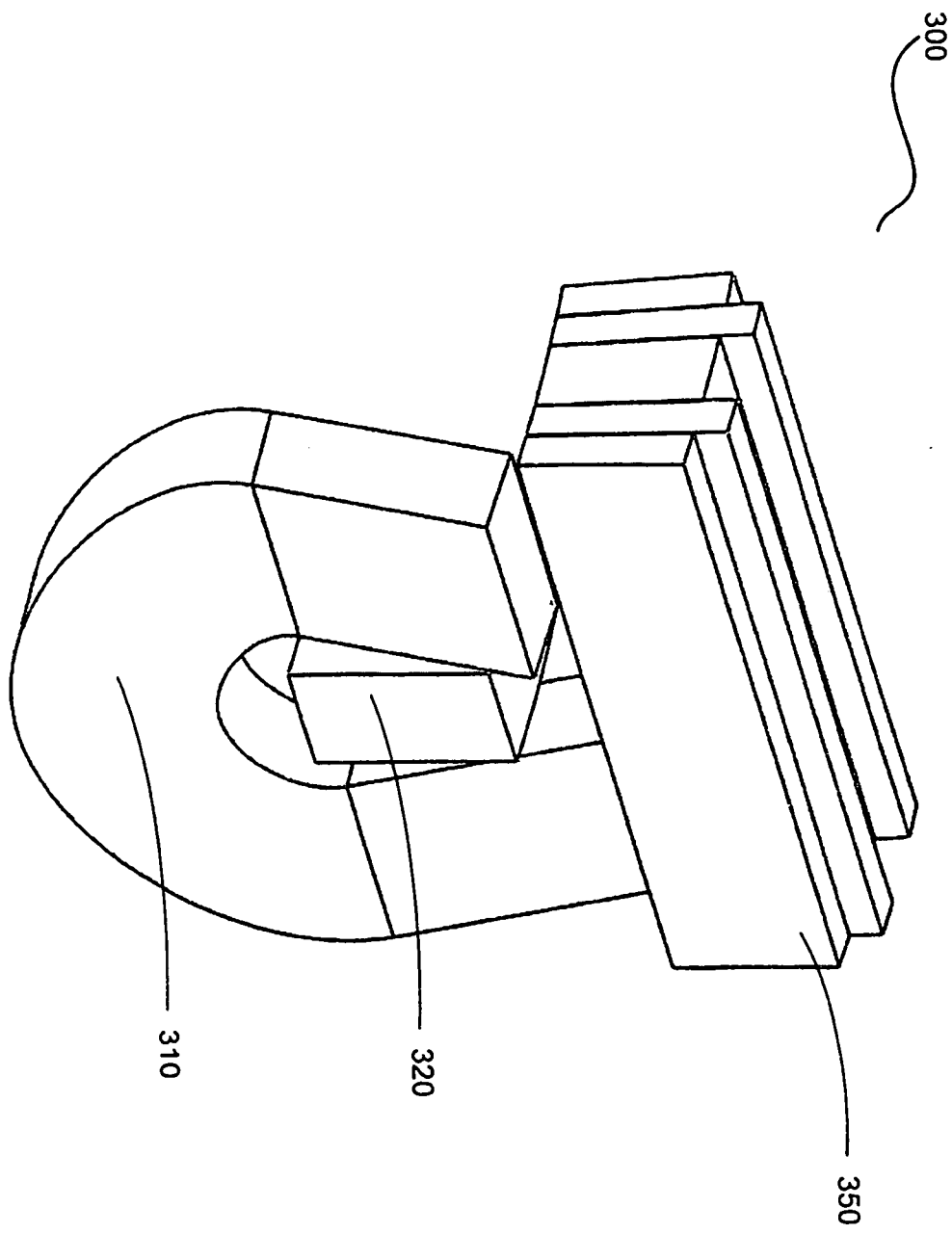


圖 3C

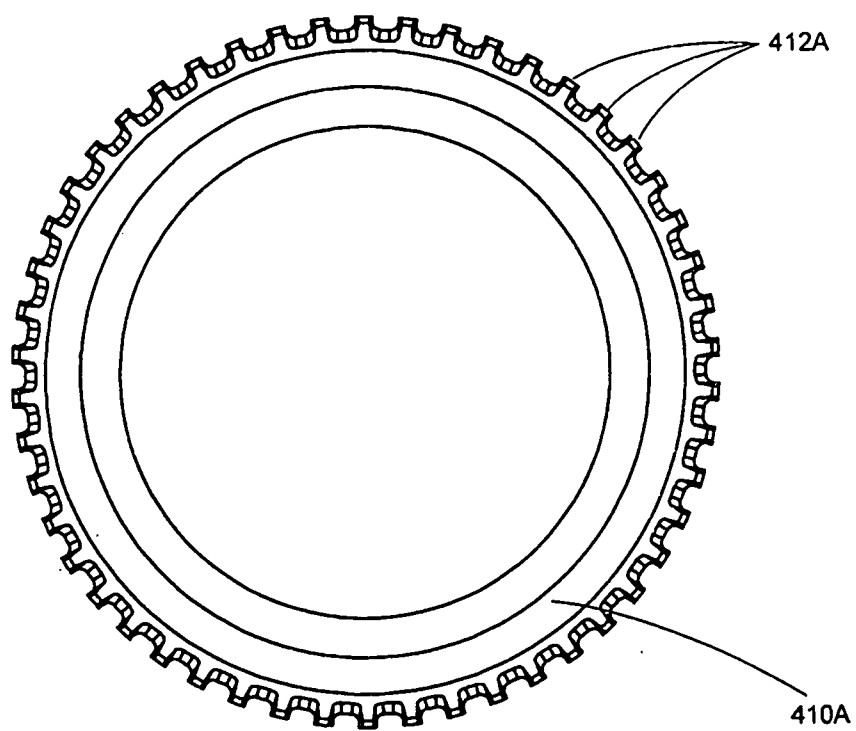


圖 4A

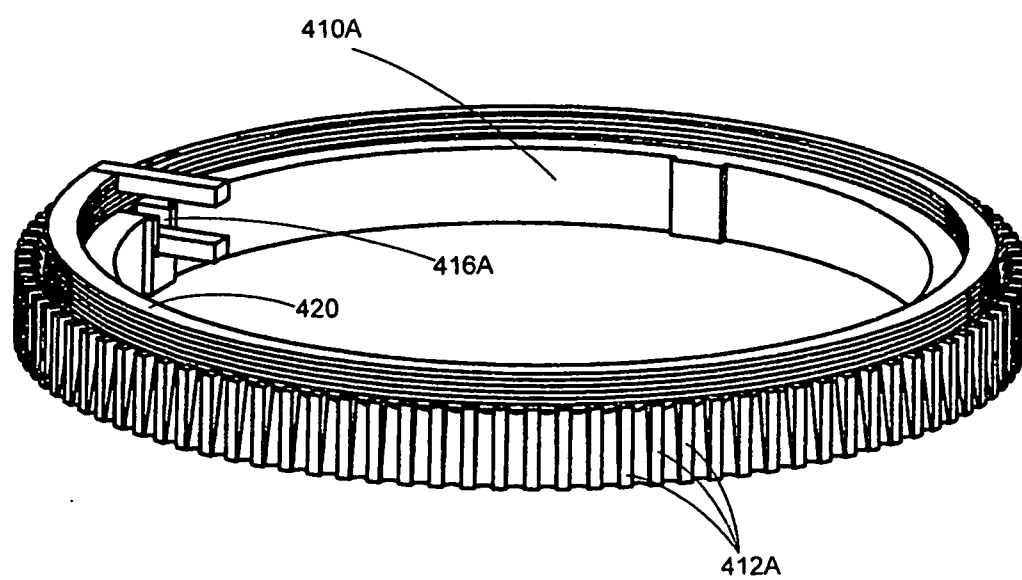


圖 4B

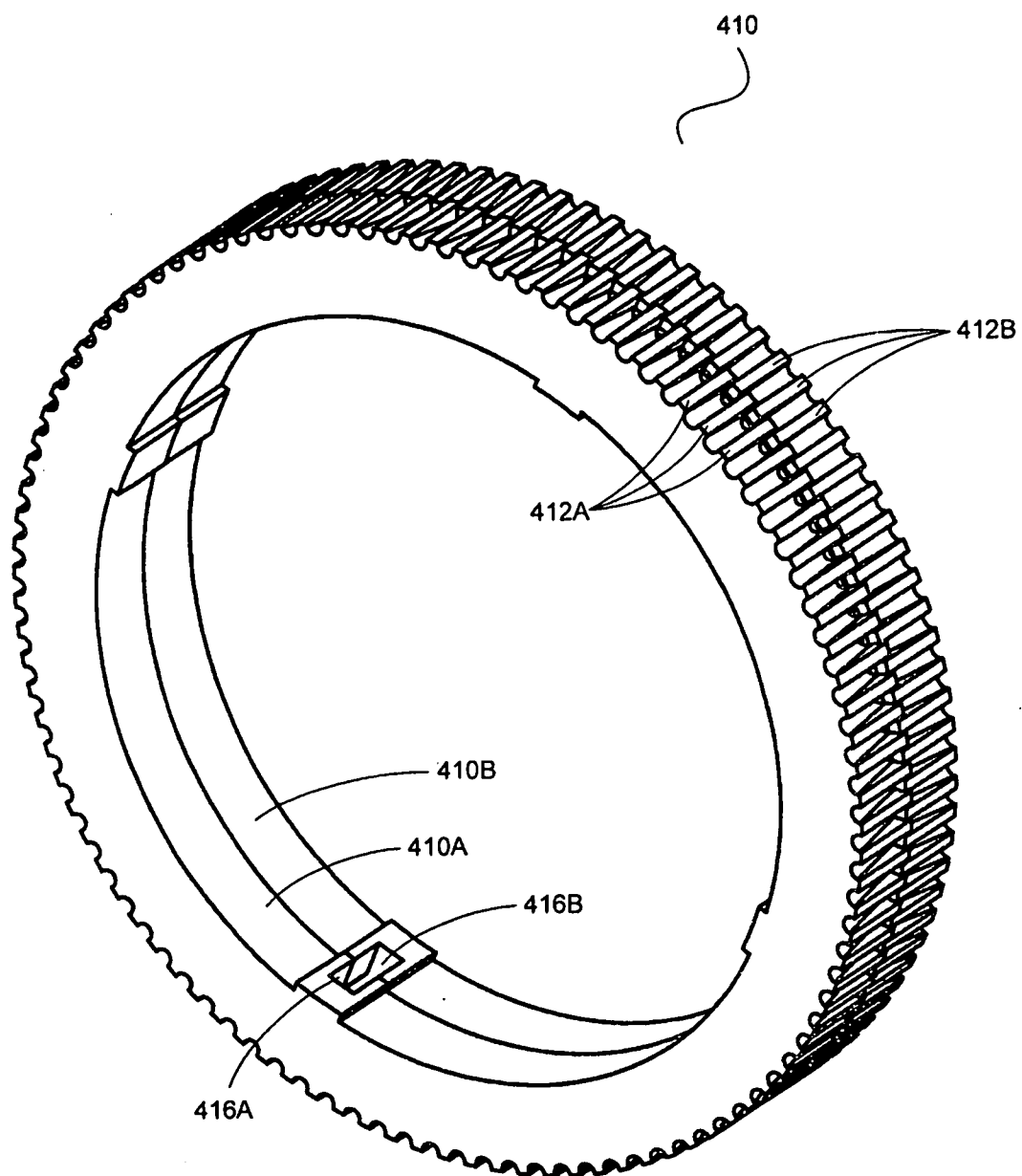


圖 4C

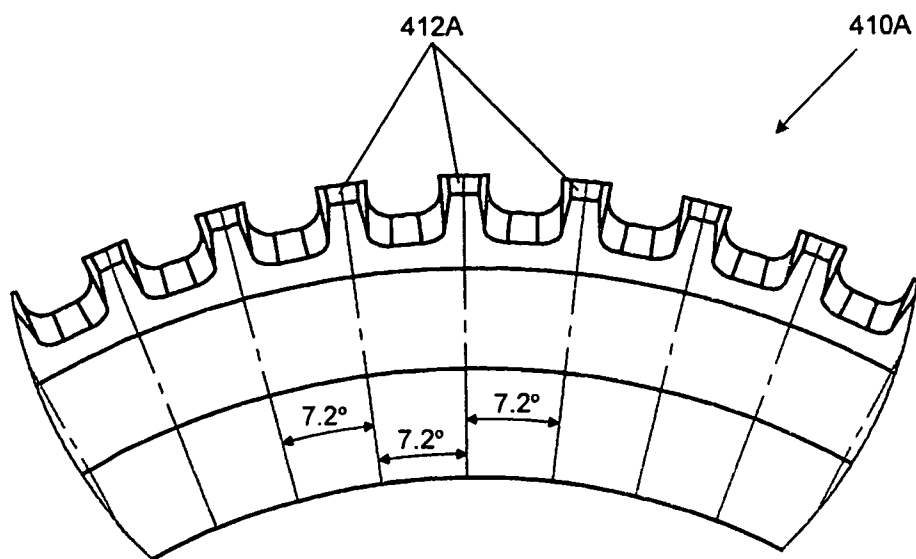


圖 4D

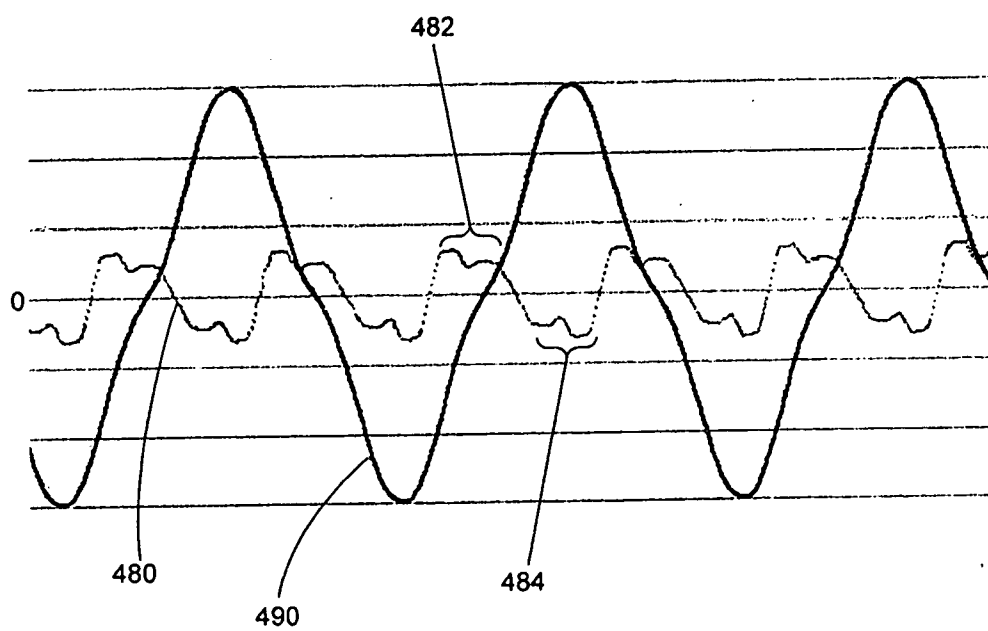


圖 4E

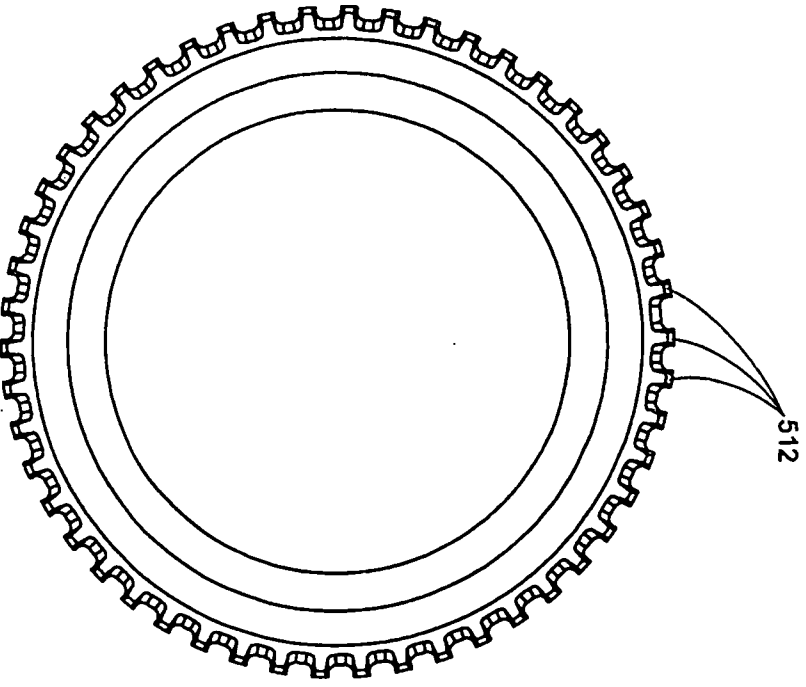
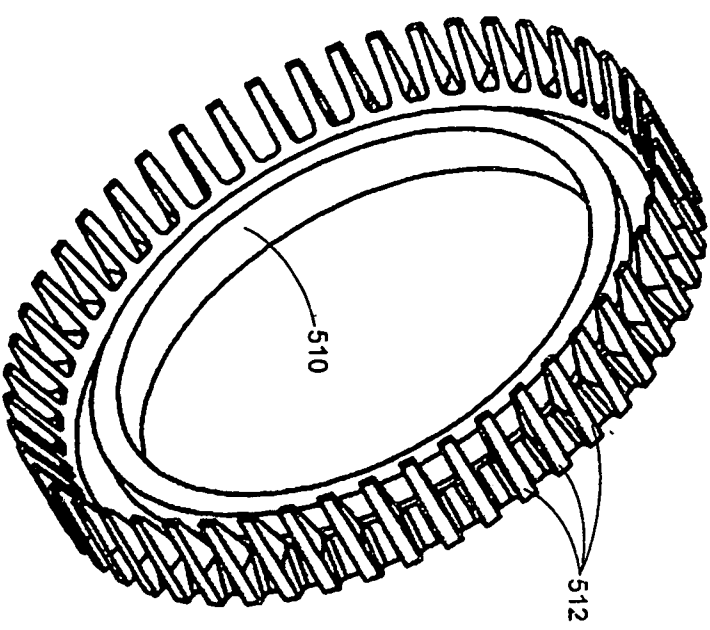


圖 5A

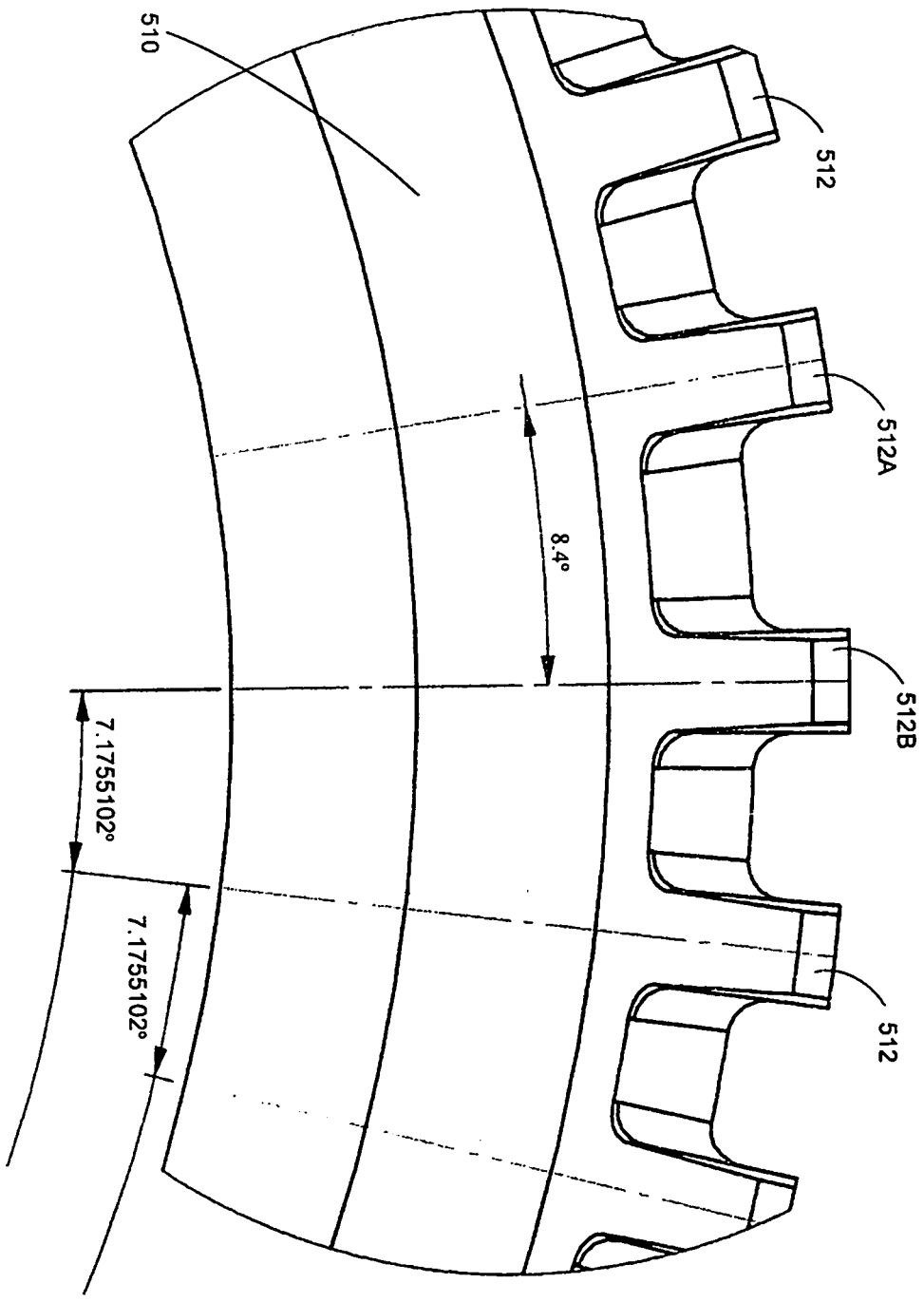


圖 5B

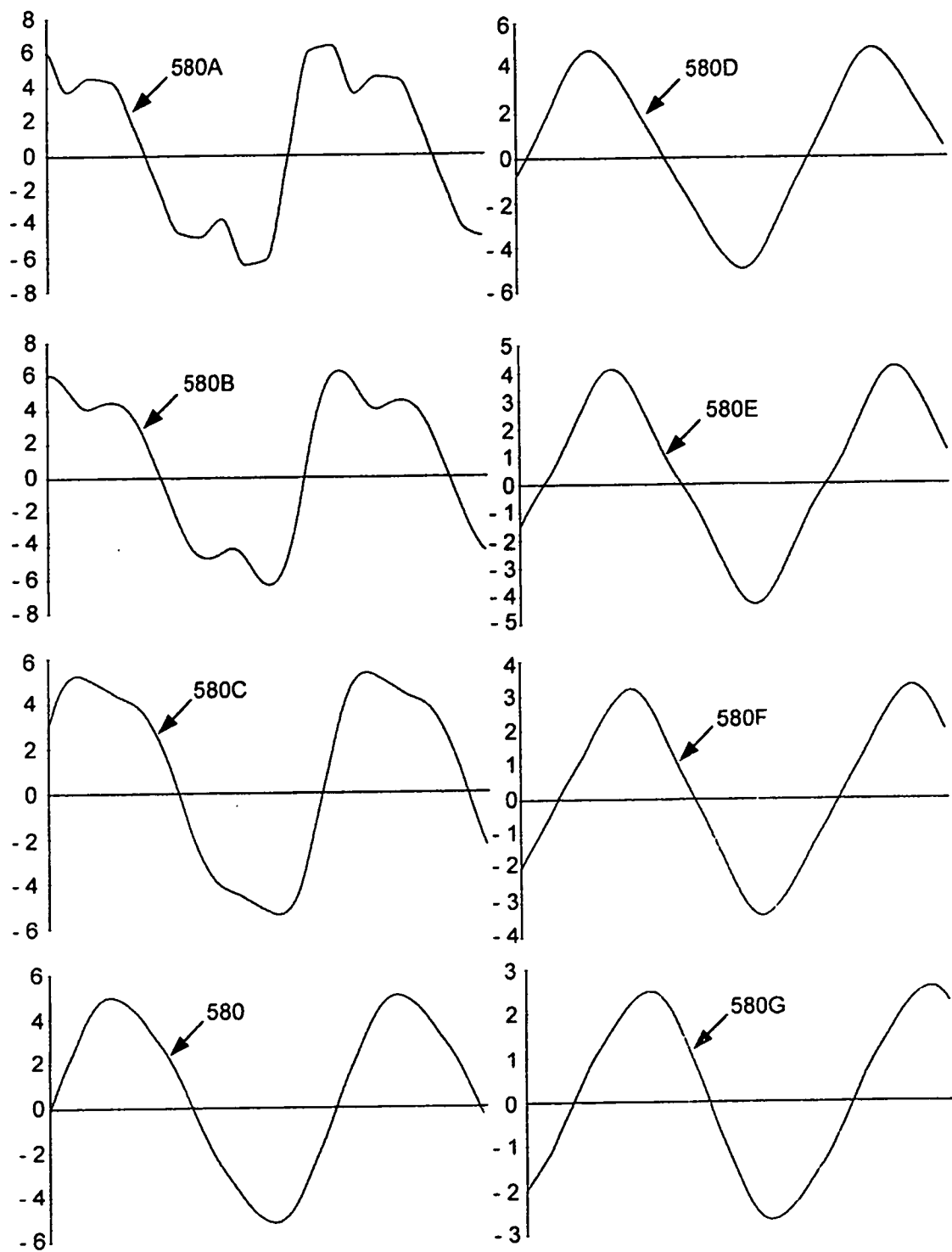


圖 5C

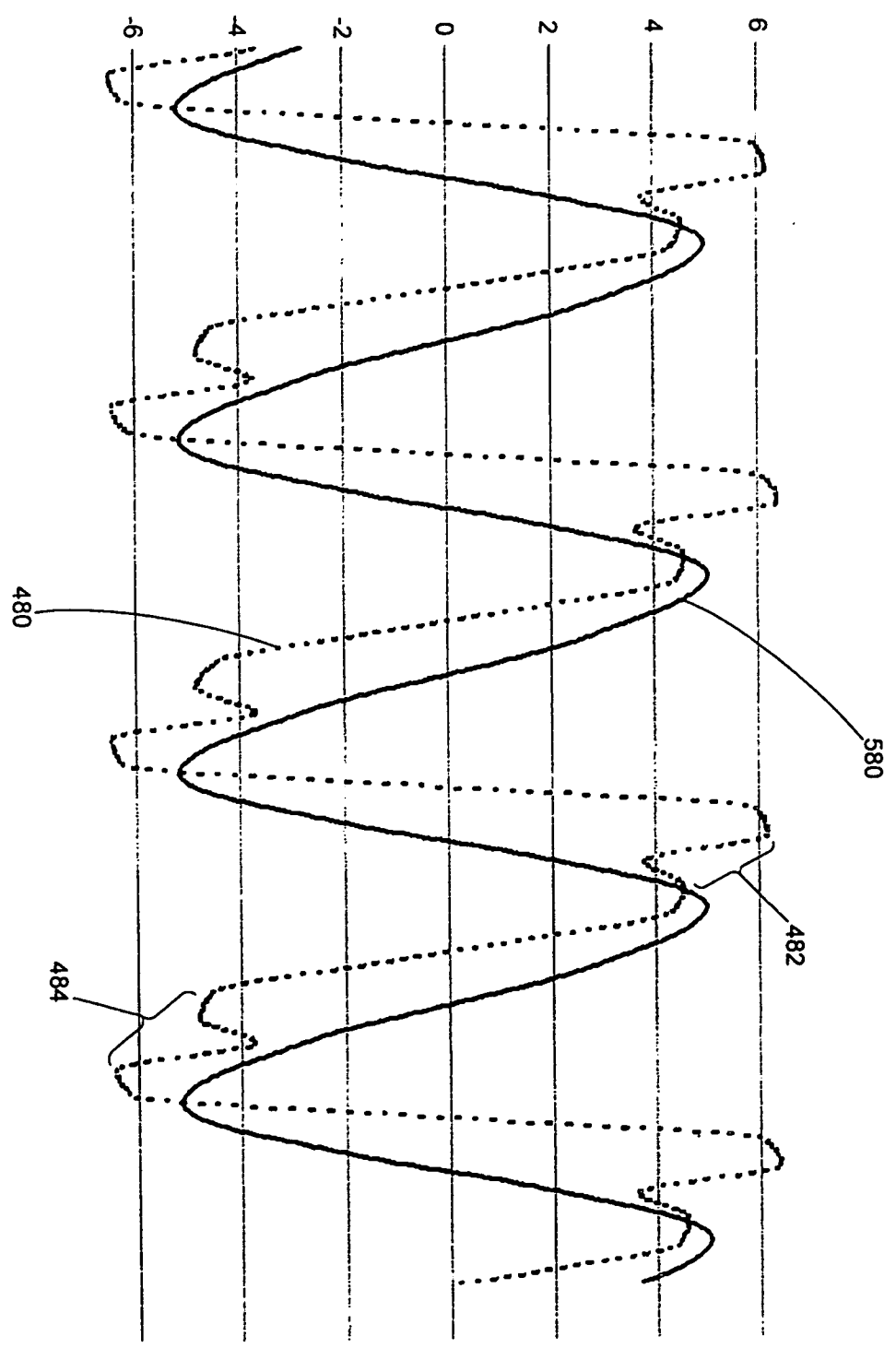


圖 5D

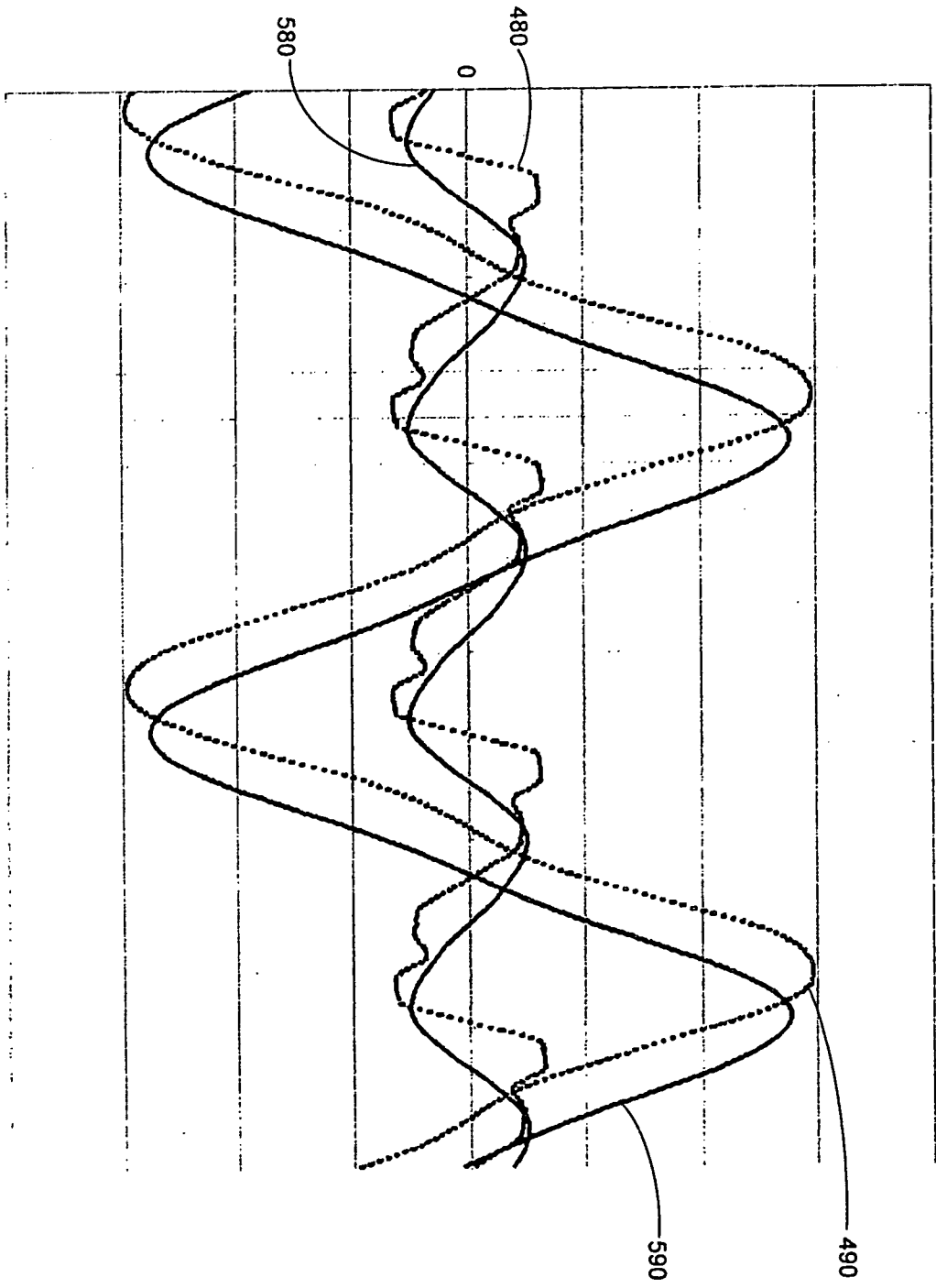


圖 5E

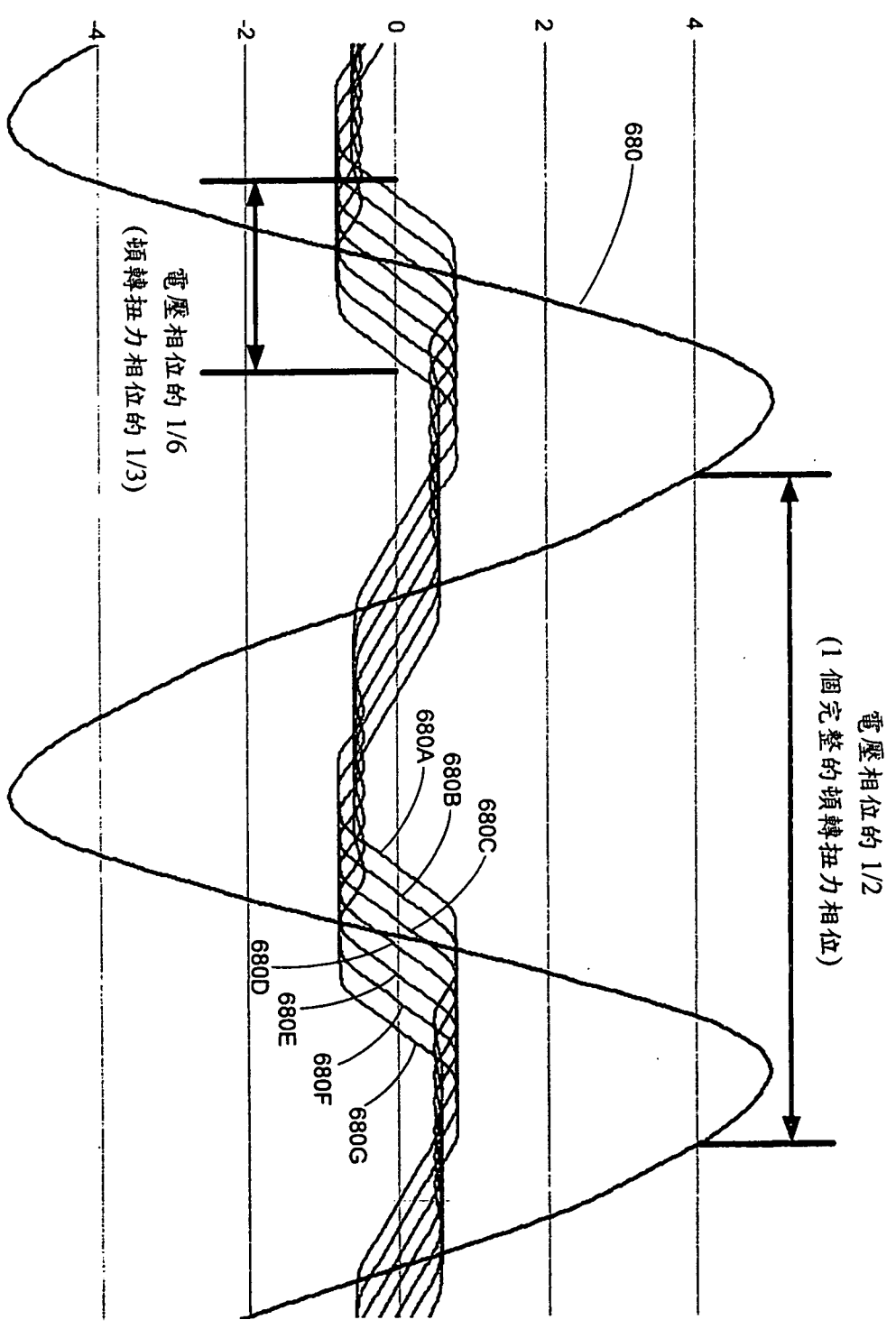


圖 6

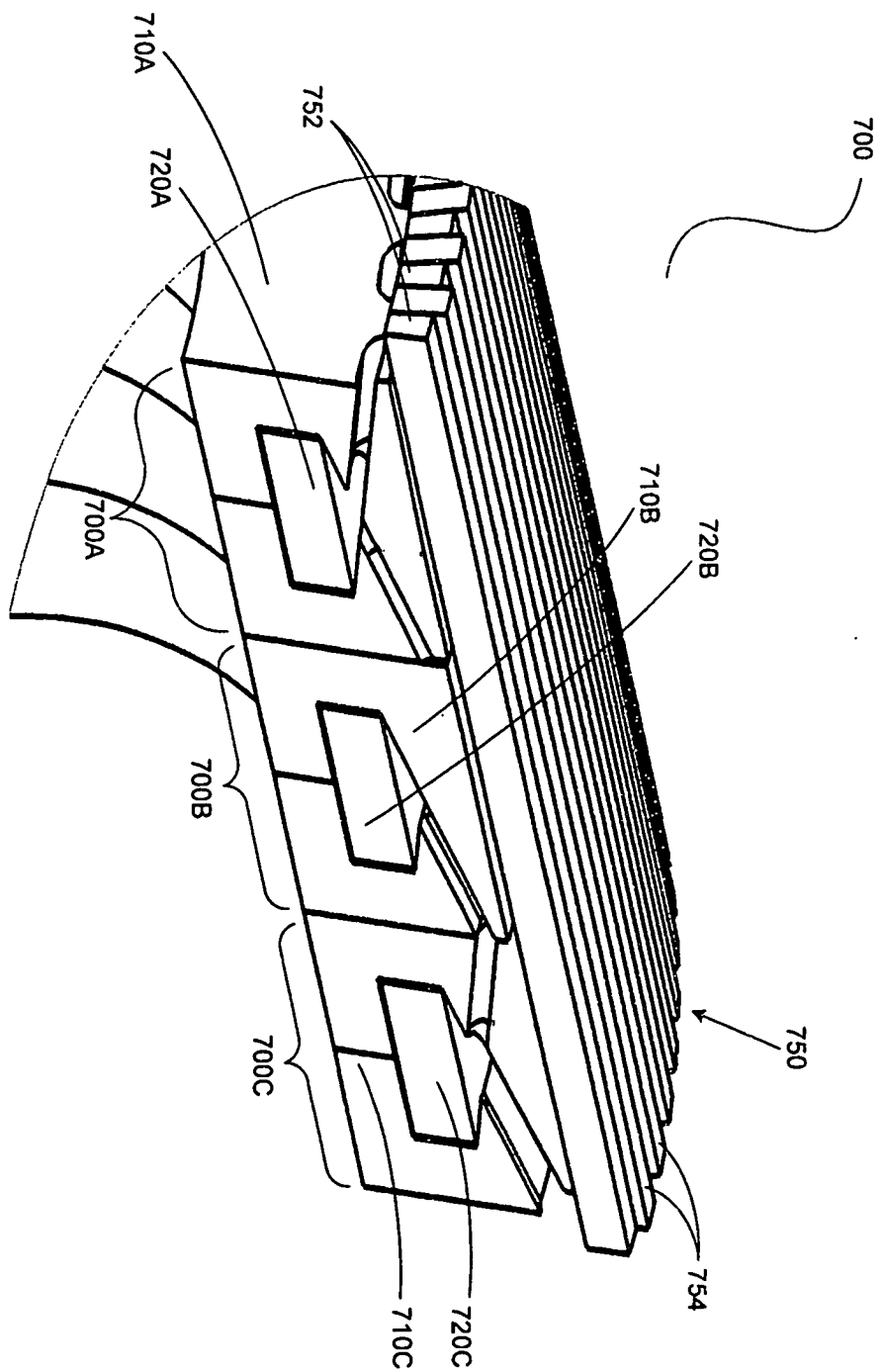


圖 7A

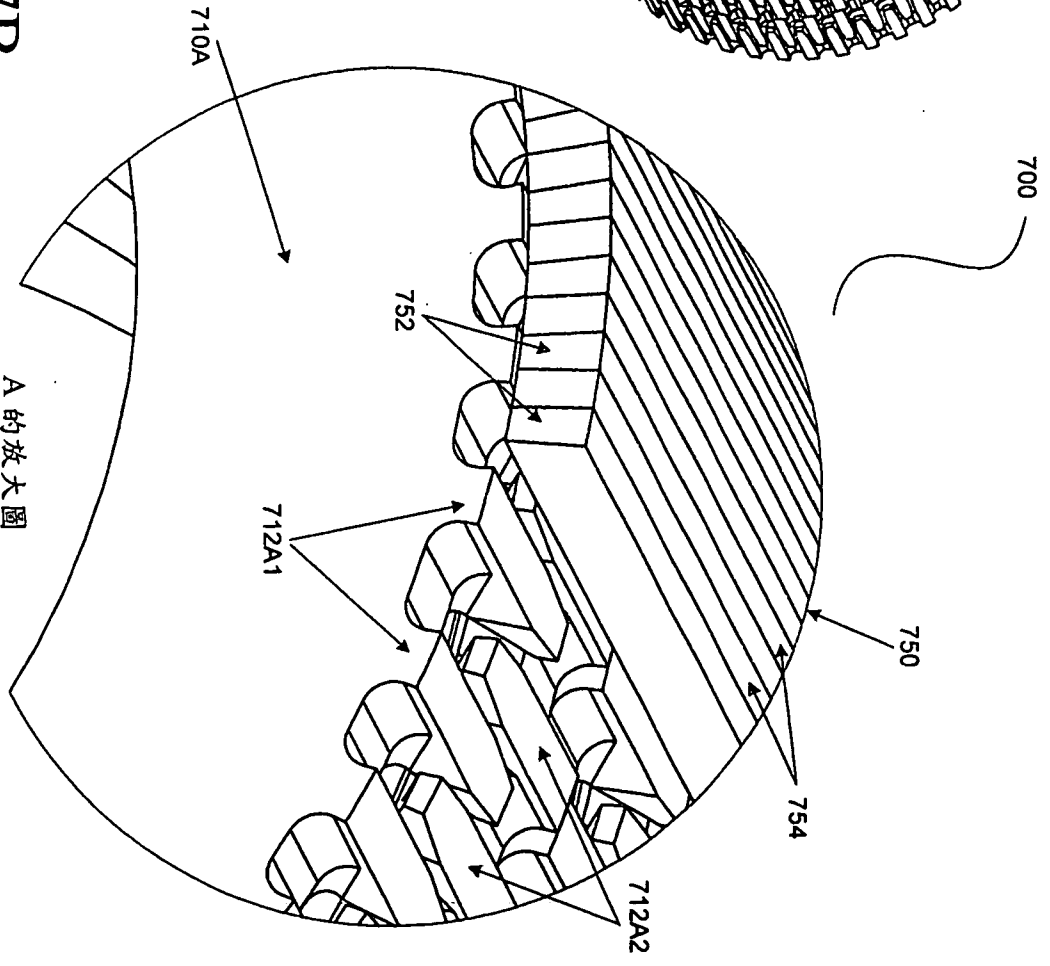
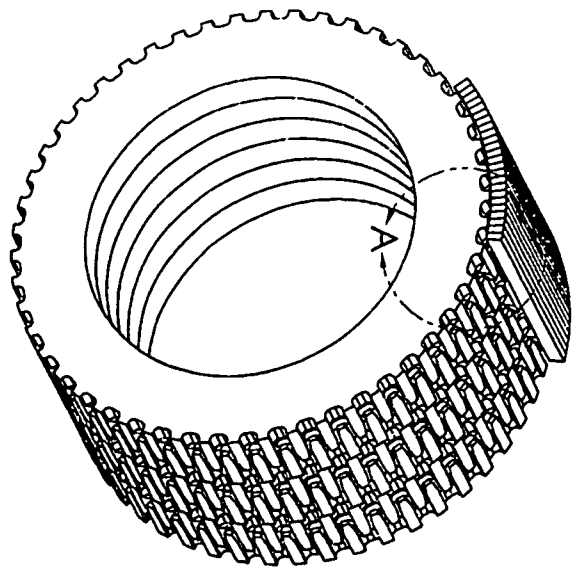


圖 7B

A 的放大圖

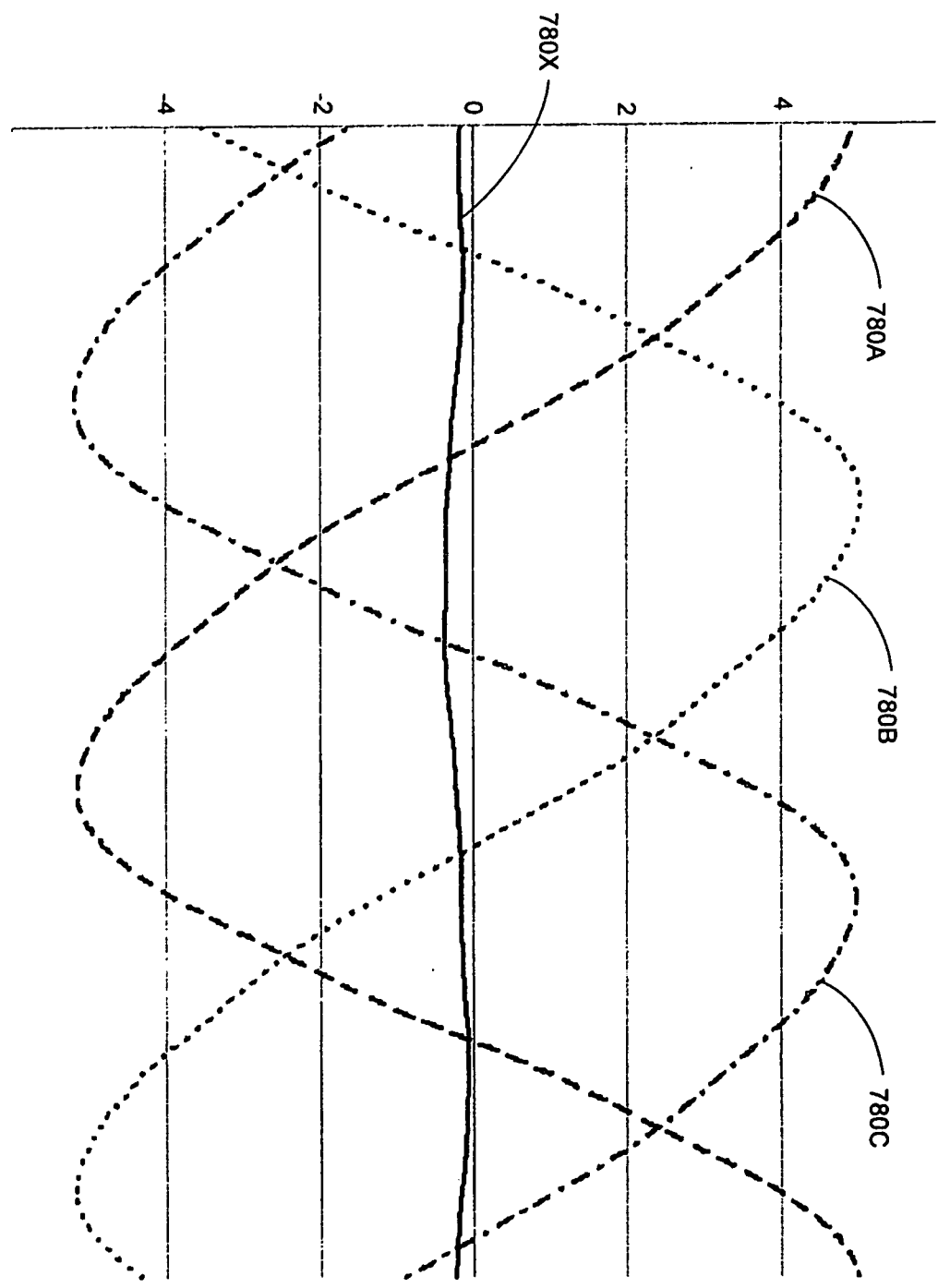


圖 7C

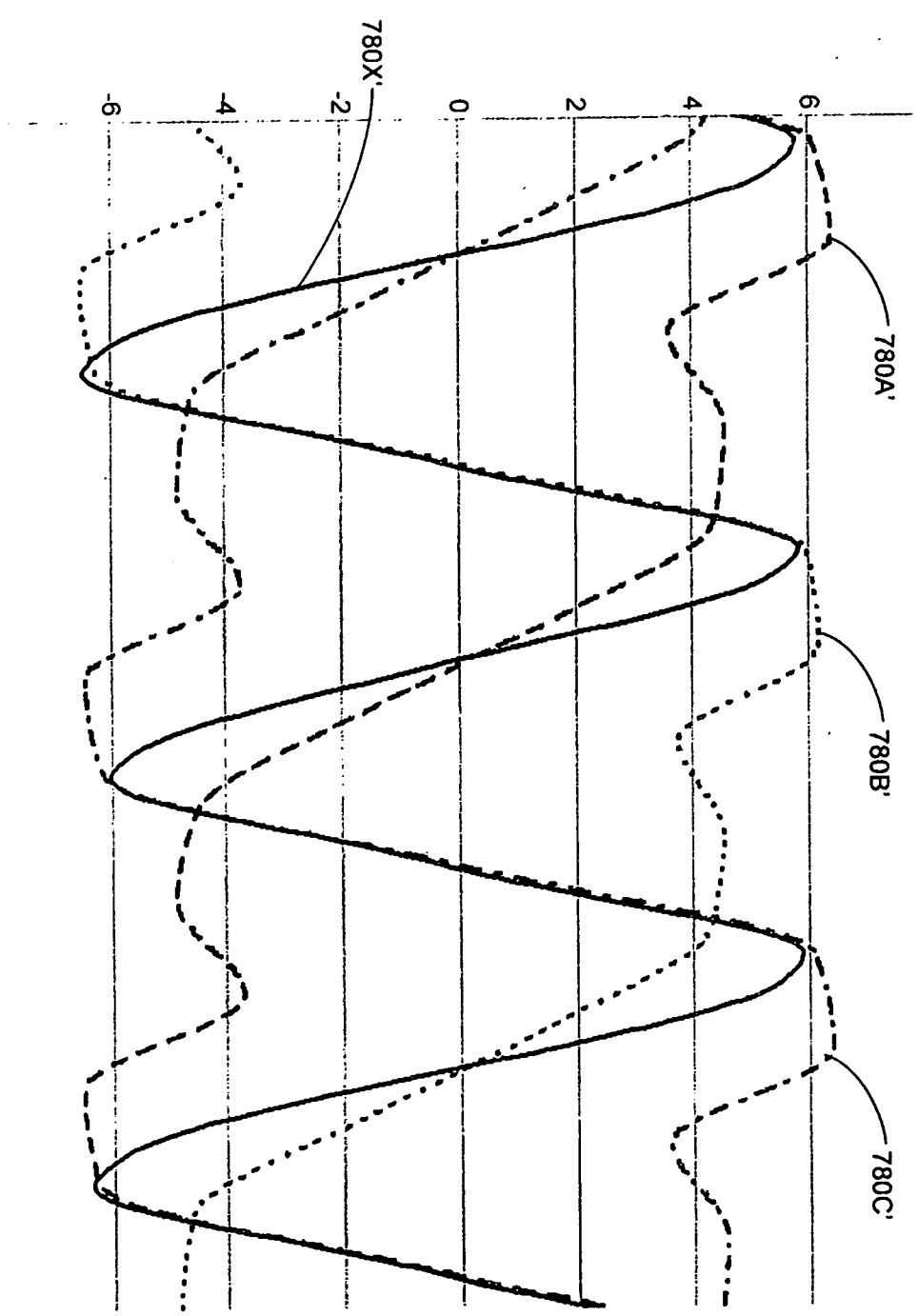


圖 7D