



(21)申請案號：109130357

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl. : *H02K1/12 (2006.01)**H02K1/18 (2006.01)**H02K1/26 (2006.01)**H02K17/16 (2006.01)*

(30)優先權：2019/09/10 以色列

269253

(71)申請人：以色列商獨特變壓器技術有限公司 (以色列) U.T.T. UNIQUE TRANSFORMER TECHNOLOGIES LTD. (IL)

以色列

(72)發明人：伯洛汀斯基 佑瑞 BOLOTINSKY, YURI (IL)；艾達 伊萊瑟 ADAR, ELIEZER (IL)

(74)代理人：周良謀；周良吉

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：7 共 52 頁

(54)名稱

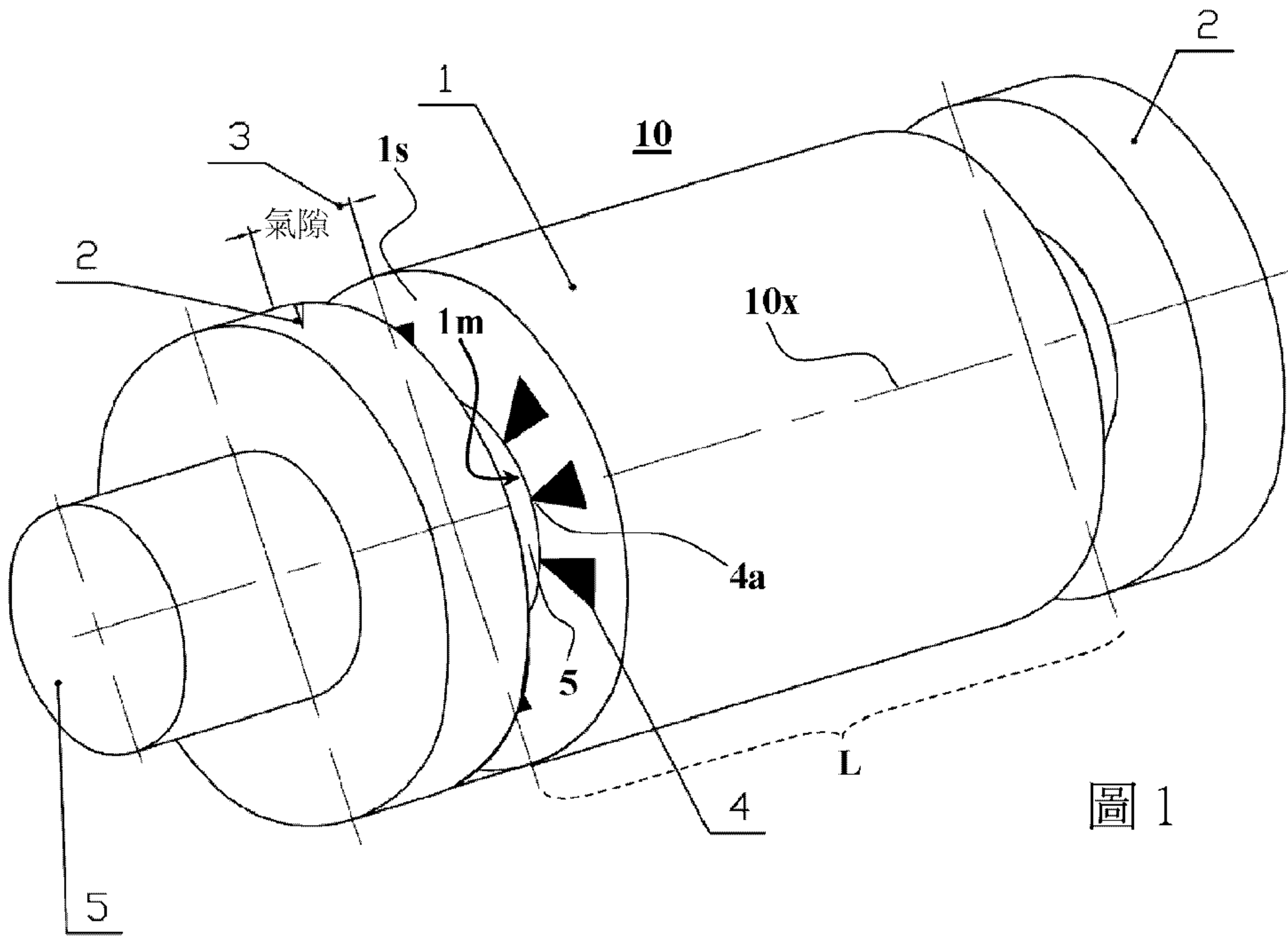
三相非同步電機及其製造方法

(57)摘要

本案揭示的為軸向間隙電機，其磁性芯元件係由纏繞的磁性帶製成，以提供可於磁性及電性損耗減至最低之情況下在廣泛範圍之運作模式中運作的輕量且小尺寸之實施例。該軸向間隙電機包含具有沿其通過之中央通道的圓柱形定子組件、同軸於電機之旋轉軸線在定子組件之中央通道內通行的旋轉軸、及同心地附接至該軸且磁性耦合於至少一圓柱形定子組件的一或二環形轉子組件。定子組件可具有從沿其長度延伸之複數個磁性帶層製成的複數個角柱形磁性芯元件、及包含裝設於角柱形磁性芯元件之上之複數個線圈的主繞組。各轉子組件可具有從螺旋纏繞之磁性帶製成的環狀磁性芯元件、及包含蛛形導電結構的次(短路)繞組，該蛛形導電結構具有徑向延伸於同心內與外導電環之間的複數個導電輻條，該內及外導電環係電連接至該等輻條。

Disclosed are axial-gap electrical machines which magnetic core elements are made of wound magnetic ribbons to provide relatively lightweight and small size implementations that can be operated in a wide range of operational modes with minimized magnetic and electrical losses. The axial-gap electrical machine comprise a cylindrically-shaped stator assembly having a central passage passing therealong, a rotatable shaft passing within the central passage of the stator assembly coaxial to the axis of rotations of the electric machine, and one or two annular rotor assemblies concentrically attached to the shaft and magnetically coupled to the at least one cylindrically-shaped stator assembly. The stator assembly can have a plurality of prism-shaped magnetic core elements made from a plurality of magnetic ribbon layers extending along its length, and a primary winding comprising a plurality of coils mounted over the prism-shaped magnetic core elements. Each rotor assembly can have a toroidal-shaped magnetic core element made from a spiral wound of magnetic ribbon, and a secondary (short-circuit) winding comprising a spider-shaped electrically conducting structure having a plurality of electrically conducting spokes radially extending between concentric inner and outer electrically conducting rings electrically connected to said spokes.

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:定子組件

1m:通道

1s:環形端側

2:轉子組件

3:氣隙

4:磁性芯元件

5:軸

10:馬達

10x:軸線



202125947

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 三相非同步電機及其製造方法**【英文發明名稱】** THREE-PHASE ASYNCHRONOUS ELECTRIC MACHINE
AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

【中文】 本案揭示的為軸向間隙電機，其磁性芯元件係由纏繞的磁性帶製成，以提供可於磁性及電性損耗減至最低之情況下在廣泛範圍之運作模式中運作的輕量且小尺寸之實施例。該軸向間隙電機包含具有沿其通過之中央通道的圓柱形定子組件、同軸於電機之旋轉軸線在定子組件之中央通道內通行的旋轉軸、及同心地附接至該軸且磁性耦合於至少一圓柱形定子組件的一或二環形轉子組件。定子組件可具有從沿其長度延伸之複數個磁性帶層製成的複數個角柱形磁性芯元件、及包含裝設於角柱形磁性芯元件之上之複數個線圈的主繞組。各轉子組件可具有從螺旋纏繞之磁性帶製成的環狀磁性芯元件、及包含蛛形導電結構的次(短路)繞組，該蛛形導電結構具有徑向延伸於同心內與外導電環之間的複數個導電輻條，該內及外導電環係電連接至該等輻條。

【英文】 Disclosed are axial-gap electrical machines which magnetic core elements are made of wound magnetic ribbons to provide relatively lightweight and small size implementations that can be operated in a wide range of operational modes with minimized magnetic and electrical losses. The axial-gap electrical machine comprise a cylindrically-shaped stator assembly having a central passage passing therealong, a rotatable shaft passing within the central passage of the stator assembly coaxial to the

axis of rotations of the electric machine, and one or two annular rotor assemblies concentrically attached to the shaft and magnetically coupled to the at least one cylindrically-shaped stator assembly. The stator assembly can have a plurality of prism-shaped magnetic core elements made from a plurality of magnetic ribbon layers extending along its length, and a primary winding comprising a plurality of coils mounted over the prism-shaped magnetic core elements. Each rotor assembly can have a toroidal-shaped magnetic core element made from a spiral wound of magnetic ribbon, and a secondary (short-circuit) winding comprising a spider-shaped electrically conducting structure having a plurality of electrically conducting spokes radially extending between concentric inner and outer electrically conducting rings electrically connected to said spokes.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:定子組件

1m:通道

1s:環形端側

2:轉子組件

3:氣隙

4:磁性芯元件

5:軸

10:馬達

10x:軸線

【發明說明書】

【中文發明名稱】 三相非同步電機及其製造方法

【英文發明名稱】 THREE-PHASE ASYNCHRONOUS ELECTRIC MACHINE
AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

【技術領域】

【0001】 本申請案大致關於軸向間隙馬達的領域，且尤其關於非同步三相軸相間隙電機的領域。

【先前技術】

【0002】 包含碟形定子及/或轉子的三相軸向間隙非同步馬達為已知。一般而言，如此的軸向間隙三相非同步馬達用在諸多低功率裝置中，通常藉由具有恆定頻率之電流供應器而運作。這些馬達通常具有連結至配置成繞旋轉軸線(亦即馬達的軸線)轉動之轉子的中央軸，且其轉子係與馬達的定子隔開一垂直氣隙，所以此馬達配置中的磁通量軸向流過該氣隙。

【0003】 近來，磁性帶(例如由非晶軟式磁性材料製成)因其有益的磁性質(低損耗、高磁導率)及機械性質(高強度及防鏽性)，而被用於如此三相非同步馬達之磁性系統的製造中。由於高效率及低成本，所以在馬達芯中使用由非晶材料製成之磁性帶尤其有利，其導致在磁系統中之損耗的實質減低，且因此導致馬達之效率係數的增加。這些馬達效能上的改善對於例如用於電動載具中藉由交替頻率電流運作之重負荷動力機(例如50-200kW)是有利的。

【0004】 美國專利第6,784,588號敘述具有大致多面體狀塊體非晶金屬磁性元件的高效率電動馬達，在該磁性元件中，複數層的非晶金屬帶黏性疊層在一起，以形成具有多面體形狀的大致三維部件。塊體非晶金屬磁性元件可包含弓形表面，且較佳地包含相對彼此而設置的兩個弓形表面。磁性元件可在約50 Hz至約20000 Hz之範圍內的頻率下運作。當馬達在激磁頻率「f」下運作至峰值感應位準 $B_{\max}$ 時，該元件呈現少於約「L」的鐵損(core loss)，其中L係由方程式 $L=0.005 \cdot f(B_{\max})^{1.5}+0.000012 \cdot f^{1.5}(B_{\max})^{1.6}$ 所賦予，該鐵損、該激磁頻率及該峰值感應位準係分別以瓦特/公斤、赫、及特士拉(tesla)為單位加以量測。

【0005】 美國專利第7,144,468及6,803,694號建議從螺旋捲繞環形圓柱之鐵磁非晶金屬帶形成例如馬達或發電機之軸向通量電機用的單一非晶金屬磁性元件。該圓柱係黏性接合且設有複數槽，該等槽係形成於該圓柱之環形面的其中之者中，且從該圓柱的內直徑延伸至外直徑。這些元件係用於建構高效率的軸向通量電動馬達。當在激磁頻率「f」下運作至峰值感應位準 $B_{\max}$ 時，單一非晶金屬磁性元件具有少於「L」的鐵損，其中L係由方程式 $L=0.0074 \cdot f(B_{\max})^{1.3}+0.000282 \cdot f^{1.5}(B_{\max})^{2.4}$ 所賦予，該鐵損、該激磁頻率及該峰值感應位準係分別以瓦特/公斤、赫、及特士拉為單位加以量測。

【0006】 美國專利第8,836,192號揭示軸向間隙轉動電機及其所用之轉子。在軸向間隙轉動電機中，轉子包含藉由包覆非晶帶捲繞環形芯而形成之轉子軛，該非晶帶捲繞環形芯係藉由將非晶磁性金屬帶捲繞成環形芯而獲得。具有複數極的磁體在非晶帶捲繞環形芯朝向定子之表面周向設置。

【0007】 美國專利第8,680,736號敘述包含由複數非晶金屬箔帶積層形成之芯部的電樞芯，其中電樞芯設有至少兩個相關於積層的切塊表面。非晶金

屬係用做非晶體金屬箔帶的鐵基底。切塊表面係垂直於非晶體箔帶的積層。又再者，定子包含呈碟形的定子芯固持構件，該定子具有實質上呈與定子芯之剖面形狀相同之形狀的複數個孔或凹部，且其中定子芯係插入定子芯固持構件的該等孔或凹部中，且藉由大致固定其個別中央部而加以固持，該等中央部係相對於其軸向。

【0008】 加拿大專利第1139814號敘述具有各由薄非晶金屬帶之同心疊層的線圈製成之定子本體及轉子本體的鼠籠式感應馬達。該帶係已開槽，以容納轉子及定子繞組。該馬達類似於習知的碟形馬達，除了二次側為同心匝之刻痕非晶金屬帶的線圈來代替實心銅或鋁碟，其藉由減少有效氣隙而改善效率。揭示了帶線圈的製造方法，其中相同的刻痕以逐漸增加之刻痕間之間隔形成在帶邊緣，該間隔在帶的纏繞之後容許刻痕彼此對齊，以在定子或轉子本體的端部形成槽孔。

【發明內容】

【0009】 本申請案大致關於軸向間隙(亦稱為軸相通量)電機，其磁性芯元件係由配置成實質上使芯中之磁損耗減至最小的纏繞之磁性帶製成，該磁性帶係由軟式磁性材料製成，例如但不限於非晶形或奈米晶體帶。軸向間隙電機通常為因其磁性芯元件之磁損耗而在受限運作範圍中運作之巨大且沉重的單元。此處揭示的軸向間隙電機實施例提供相對輕量及小尺寸的實例，其可於最小化磁性及電性損耗的情況下，在寬廣的運作模式範圍中運作。

【0010】 此處揭示的軸向間隙電機實施例包含具有沿其通過之中央通路/通道的至少一圓柱形定子組件、通過定子組件之中央通道且同軸於電機之旋轉

軸線的可轉動軸、及同心地附接至軸且磁性耦合於至少一圓柱形定子組件的至少一環形轉子組件。在一些實施例中，定子組件的中央通道為實質上圓柱形。

【0011】 定子組件包含複數個角柱形磁性芯元件，其各從裝設在定子組件中的複數個縱向延伸之磁性帶層建構，使得磁性帶層的長軸實質上平行於定子的旋轉軸線。如以下將詳細說明，角柱形磁性芯元件中的鄰近定位之磁性帶層之間的間隙可利用非磁性材料填充。角柱形磁性芯元件係配置在定子中，使得其頂角指向電機的旋轉軸線，且其對稱平面從該旋轉軸線徑向延伸。至少一線圈係設置在定子的各角柱形磁性芯元件上方，以於電機的運作狀態中在角柱形磁性芯元件的端部提供定子的磁極。

【0012】 定子的角柱形磁性芯元件係平均且周向地繞電機之旋轉軸/軸線而分布於定子組件內部。以此方式，定子之角柱形磁性芯元件的磁性帶層可實質上相關於芯元件之環形配置而正切地對準。在一些實施例中，定子的角柱形磁性芯元件係附接在兩個非導電性且非磁性的平行碟形支撐元件之間。然而，可在碟形支撐元件之外額外使用其他附接手段、或使用其他附接手段代替碟形支撐元件，例如使用非導電性及非磁性弧形附接肋及/或彎曲附接板，以供定子的各對鄰近定位之角柱形芯元件之間的連接。

【0013】 轉子組件包含環形磁性芯元件及導電蛛形結構，該環形磁性芯元件由螺旋纏繞磁性帶製成，且具有穿過其螺旋纏繞帶之內環與外環之間的複數個軸向溝槽，該導電蛛形結構包含至少部分容納於轉子之環形磁性芯元件之徑向溝槽內部的複數個徑向輻條。轉子組件係裝置於可轉動軸上，使得其磁性芯元件、及藉其固持之導電蛛形結構面向定子的環形端側(亦即面向定子的磁極)，或介於具有多於一個定子之電機的兩定子之間。

【0014】 在一些實施例中，轉子的導電蛛形結構包含內導電環及外導電環，且其輻條係藉由電性連接至(例如藉由軟焊)內及外環且徑向延伸於內與外環之間的複數個導電板而實施，使得該等板留駐在由同心環定義的徑向平面中。在一些實施例中，各導電板的至少一些部分係容納在形成於轉子組件之環形磁性芯元件中的個別徑向溝槽中。因此，蛛形結構的各導電板之一些部分可從其個別徑向溝槽朝外突出，藉此形成複數個扇葉，該等扇葉配置成使空氣朝定子組件及其中央通道流動並流通空氣。導電板的幾何尺寸可加以調整，以保證對於電機被設計成在其中運作的所有運作電力供給頻率皆維持經定義的效率程度，藉此設定機器的所需效率因數。

【0015】 在一些實施例中，轉子組件包含非導電性且非磁性碟形基底元件，其係配置成固持轉子的環形芯元件，而導電蛛形結構藉此受到固持。轉子的碟形基底元件可具有同心的內環形唇部及外環形唇部，該內環形唇部及外環形唇部從碟形基底元件的表面區域軸向突出，以形成其中轉子之環形芯元件被容納並固持(例如藉由黏著及/或螺絲)的環形空穴。在一些實施例中，轉子的碟形基底元件包含在同一具有環形空穴的面中徑向穿過的複數個通風通道。該等徑向通道通過內與外唇部之間並穿透內與外唇部，且亦穿透環形空穴，藉此形成用以促進電機之外容積/環境與定子組件之中央通道之間的空氣流通的通風通道。

【0016】 此處使用的用語「電動馬達」(或簡稱「馬達」)大致表示額外包含發電機以及可選用性地運作為發電機之再生馬達的旋轉電機。此處揭示的馬達實施例可用於建構這些裝置的任何者。在此處揭示的非同步電動馬達實施例

中，馬達的磁場係藉由交流(AC)電源供給至定子組件的AC電流而產生，且轉子的角速度 n 相依於馬達的電力供給之頻率 f 。

【0017】 此處使用的用語「非導電性材料」係指具有極低導電性的材料，例如介電質及/或電絕緣材料，其對於所屬領域具有通常知識者而言係為人熟知。此處使用的用語「非磁性材料」係指無法被磁化的材料，例如但不限於鋁、銅、塑膠。

【0018】 因此，本發明教示設計成在可變頻率電流供給(例如在25至525 Hz的範圍內)上運作之三相非同步電機的技术及架構。取決於選定的運作頻率，而獲得由個別力矩及角速度(旋轉速度)特性化的不同運作模式。在如此實施例中，電機的起始特性特徵可針對250 Hz之頻率加以計算，最大旋轉速度係於525 Hz之頻率下獲得，且最小速度在25 Hz之頻率。

【0019】 此處揭示的一發明態樣有關用於軸向間隙電機的定子組件。該定子組件包含複數個以角柱形式製成的磁性芯，該等角柱形磁性芯元件之各者包含沿其長度延伸的複數個(平行)磁性帶層；複數個線圈，其建構軸向間隙電機的主繞組，該等線圈之各者裝設於角柱形磁性芯元件的其中一者之上；及支撐結構，配置成固定式固持圍繞且平行於電機之旋轉軸線而周向排列於支撐結構內的角柱形磁性芯元件，使得角柱形磁性芯元件的頂角朝向旋轉軸線，且角柱形磁性芯元件的對稱平面從旋轉軸線徑向地延伸。

【0020】 可選地、但在一些實施例中較佳地，角柱形磁性芯元件的剖面形狀實質上為具有銳角頂角的等腰三角形。在一些實施例中，支撐結構包含非導電性且非磁性的兩個碟形支撐元件。在定子組件中，角柱形磁性芯元件係附接

於碟形支撐元件之間，且實質上垂直於該等碟形支撐元件。磁性帶層可從非晶、或奈米晶體磁性材料製成。

【0021】 在一些實施例中，定子組件包含電導體，該電導體互連於線圈之間以形成三相線圈系統，且配置成一旦連接至三相電源，便提供既定數目的定子組件之磁極。

【0022】 在一些實施例中，定子組件包含周向排列在其內的十八個角柱形磁性芯元件。以此配置，線圈之間藉由電導體的互連可配置成形成六個磁極。

【0023】 此處揭示的另一發明態樣有關用於軸向間隙電機的轉子組件。舉例而言且非限制性，軸向間隙電機可包含依據以上或以下所揭示之任何實施例的定子組件。轉子組件包含從螺旋纏繞之磁性帶形成的環狀磁性芯元件，其中環狀磁性芯元件包含延伸於其螺旋纏繞之帶的內與外環/匝之間複數個徑向溝槽；及建構軸向間隙電機之次繞組的蛛形導電結構。蛛形導電結構包含複數個導電輻條，該等導電輻條係徑向延伸於電連接至該等輻條的同心內與外導電環之間。導電輻條之各者可配置成至少部分容納於環狀磁性芯元件的徑向溝槽之一個別者中。

【0024】 導電蛛形結構的導電輻條之各者可藉由徑向延伸於同心之內與該外導電環之間的導電板而實施。可選地、但在一些實施例中較佳地，導電板之各者的一部分從其中設置導電板的環狀磁性芯元件之個別徑向溝槽朝外突出。以此方式，轉子組件用以在軸向間隙電機的運作期間，使空氣朝定子組件流動。導電板的幾何尺寸可加以選定以設定軸向間隙電機的經定義效率因數。

【0025】 轉子組件包含由非磁性且非導電性材料製成的碟形基底元件。碟形基底元件係配置成容納並固持轉子組件的環狀磁性芯元件。碟形基底元件可

具有從其表面軸向突出之同心的內及外環形唇部。內及外環形唇部可配置為形成環形空穴，該環形空穴係配置成容納並固持轉子組件的環狀磁性芯元件。可選地、但在一些實施例中較佳地，碟形基底元件包含複數個徑向溝槽，該等徑向溝槽在同心的內與外環形唇部之間通行並穿透內及外環形唇部。該等徑向溝槽可配置成促進空氣通過該處，以供在軸向間隙電機的運作期間使定子組件通風。

【0026】 此處揭示的又另一發明態樣有關軸向間隙電機，包含：具有複數個磁性芯元件及主繞組的至少一定子組件，該等磁性芯元件(在此亦稱為角柱形磁性芯元件)的每一者從沿其長度延伸之磁性帶層建構並以角柱形式製成，該主繞組包含裝設在角柱形磁性芯元件之上的複數個線圈；沿著定子組件之中央通路/通道通行的旋轉軸；及耦接至或連接至該旋轉軸且包含磁性芯元件(在此亦稱為環狀磁性芯元件)及次繞組(短路轉子繞組/蛛形件)的至少一轉子組件，該磁性芯元件係從螺旋纏繞之磁性條或帶以環狀形式製成，該次繞組具有由導電材料(舉例而言，例如銅之材料)製成之兩同心環及徑向延伸於兩同心環之間且與之電連接的導電桿或板(在此亦稱為輻條，舉例而言，由例如銅之導電材料製成)。導電桿或板可至少部分容納於環狀磁性芯元件之徑向溝槽內部。

【0027】 可選地、但在一些實施例中較佳地，導電桿或板係設置在形成於轉子組件之環狀磁性(電路)芯元件之端部表面中的徑向溝槽內部。在一些實施例中，次繞組之徑向延伸的桿或板係配置成從轉子組件的環狀磁性芯元件之表面突出，並藉此形成設計為在電機的運作期間將冷卻空氣流導引至定子繞組及磁性電路的扇葉。

【0028】 大致而言，軸向間隙電機可包含依據以上或以下揭示之實施例的任一者之至少一定子組件；定位在沿著定子組件之中央通道中的旋轉軸；及依據以上或以下揭示之實施例的任一者之至少一轉子組件，其係同心地裝設於旋轉軸上，使得軸向間隙形成於轉子的蛛形導電結構與至少一定子組件之間。

【0029】 此處揭示的又另一發明態樣有關用於軸向間隙電機之定子組件的建構方法。該方法包含從纏繞的磁性帶媒介製備一或更多矩形環狀結構，從該矩形環狀結構切出一或更多矩形平行六面體切塊；從矩形平行六面體切塊之各者切出一或更多角柱形磁性芯元件；將一或更多線圈設置於角柱形磁性芯元件之各者之上，該線圈建構軸向間隙電機的主繞組；及圍繞且平行於電機之旋轉軸線而將角柱形磁性芯元件周向裝設於支撐結構內，使得角柱形磁性芯元件的頂角朝向旋轉軸線，且角柱形磁性芯元件的對稱平面從旋轉軸線徑向延伸。

【0030】 將角柱形磁性芯元件裝設於支撐結構內的步驟可包含：將角柱形磁性芯元件附接於非導電性且非磁性之兩碟形支撐元件之間。該方法可包含在線圈之間互連以形成三相線圈系統，該三相線圈系統係配置成對定子組件提供既定數目的磁極。在一些應用中，定子組件包含十八個角柱形磁性芯元件。以此方式，線圈之間的互連可配置成形成六個磁極。

【0031】 此處揭示的又另一發明態樣有關轉子組件的建構方法。舉例而言且非限制性，轉子組件可用於包含以上或以下揭示之實施例任一者之定子組件的軸向間隙電機中。該方法包含從螺旋纏繞的磁性帶媒介製備環狀磁性芯元件；在環狀磁性芯元件中形成複數個徑向溝槽，該等徑向溝槽延伸於環狀磁性芯元件的螺旋纏繞之磁性帶媒介的內與外環之間；藉由在同心的內與外導電環之間將複數個導電輻條電連接在一起製備蛛形導電結構，而建構該軸向間隙電

機的次繞組；將蛛形導電結構附接至環狀磁性芯元件，使得蛛形導電結構之導電輻條之各者至少部分容納於環狀磁性芯元件的徑向溝槽之一個別者中。

【0032】 在一些實施例中，蛛形導電結構的製備包含使用導電板來實施該等輻條。可選地、且在一些實施例中較佳地，製備蛛形導電結構的步驟包含將導電板設置在環狀磁性芯元件的個別徑向溝槽中，使得導電板之各者的一部分從該個別徑向溝槽朝外突出。在一些實施例中，該方法包含決定導電板的幾何尺寸，以設定軸向間隙電機的經定義效率因數。

【0033】 可選地、但在一些實施例中較佳地，該方法可包含製備由非磁性且非導電性材料製成的碟形基底元件，並將轉子組件的環狀磁性芯元件附接至碟形基底元件。在一些實施例中，該方法包含在碟形基底元件中形成環形空穴，並將轉子的環狀磁性芯元件設置在環形空穴中。在一些實施例中，該方法包含在將環狀磁性芯元件設置在環形空穴中之前，於碟形基底元件中形成複數個徑向溝槽。該等徑向溝槽可在軸向間隙電機的運作期間促進空氣通過及定子組件的通風。

【0034】 此處揭示的又另一發明態樣有關軸向間隙電機(例如電動馬達或直流發電機)的建構方法。該方法包含依據以上或以下揭示實施例之任一者製備至少一定子組件；將旋轉軸設置在定子組件內部的中央通道中；依據以上或以下揭示實施例之任一者製備至少一轉子組件；及將至少一轉子組件裝設在旋轉軸上，使得軸向間隙形成於轉子的蛛形導電結構與至少一定子組件之間。

【圖式簡單說明】

【0035】 為了理解本發明且了解其在實務上如何執行，現將僅藉由非限制性實例並參照隨附圖式敘述實施例。圖中所示的特徵旨在顯示本發明的一些實施例，如非另外明示指出。在圖中，類似的參考編號用以指示對應的部件，且其中：

【0036】 圖1為依據一些可能實施例的軸向間隙電機之立體視角示意圖；

【0037】 圖2A及2B示意性顯示依據一些可能實施例的軸向間隙電機之定子，其中圖2A顯示定子的立體視圖，且圖2B顯示定子的剖面圖；

【0038】 圖3A至3C示意性顯示依據一些可能實施例的定子之磁性芯元件架構，其中圖3A及3B例示定子磁性芯元件的可能製造程序，且圖3C顯示具有線圈之定子磁性芯的立體視圖；

【0039】 圖4A及4B示意性顯示依據一些可能實施例的定子組件，其中圖4A顯示定子組件的剖面圖，且圖4B顯示定子組件的立體視圖；

【0040】 圖5A至5G示意性顯示依據一些可能實施例的轉子組件，其中圖5A顯示安裝至共用可轉動軸的兩個轉子組件；圖5B顯示轉子的環形磁性芯之前視圖及剖面圖；圖5C顯示轉子之蛛形結構的前視圖及剖面圖；圖5D顯示轉子之碟形基底元件的前視圖及剖面圖；圖5E顯示轉子組件的前視圖及剖面圖；圖5F顯示具有兩轉子組件安裝於其上的可轉動軸之剖面圖；且圖5G顯示具有兩轉子組件安裝於其上的可轉動軸之立體視圖；

【0041】 圖6A及6B分別顯示依據一些可能實施例的軸向間隙電機之立體視圖及剖面圖；且

【0042】 圖7示意性顯示依據一些可能實施例的定子之線圈對三相電源的電連接。

【實施方式】

【0043】 以下將參照圖示敘述本揭示內容的一或更多具體實施例，該等實施例應在所有方面皆視為僅為例示性，且絕不應視為限制性。為了努力提供這些實施例的簡明敘述，因此說明書中並未敘述實際實施例的所有特徵。圖中所示的元件未必按比例，而是將重點放在清楚顯示本發明的原理。本發明可以其他具體形式及實施例提供，而不背離此處所述的實質特性。

【0044】 圖中所示且在以下敘述的實施例係大致針對感應軸向間隙電機。這些電機一般可包含一或更多定子組件及一或更多碟形轉子組件，各定子組件具有大致開放的圓柱形結構，該圓柱形結構具有沿其通過的中央(圓柱)通道，該碟形轉子組件面向定子組件的環形端側並與其隔開，以在各碟形轉子組件與定子組件之個別環形端側之間形成軸向氣隙。

【0045】 定子組件、及/或轉子組件包含由磁性帶製成(例如由非晶金屬製成)的磁性芯。磁性芯元件的磁性帶纏繞或堆疊以形成配置在電機之轉子及定子內部的多層結構，使得通過磁性芯元件的磁通量線實質上平行於磁性帶層，以藉此實質上預防渦電流損耗。可選地、且在一些實施例中較佳地，磁性芯元件的鄰近定位之磁性帶層/帶之間間隙係以非磁性材料填充。

【0046】 轉子組件係固定式附接至中央軸，該中央軸係配置成繞通過定子組件之中央通道之旋轉軸線旋轉。氣隙定位在軸向分隔的平行平面之間，該等平行平面實質上垂直於中央軸(亦即垂直於電機的軸線)，且實質上平行於定子組件的環形端側。

【0047】 在一些實施例中，定子組件包含剛性框架，該剛性框架包含由電性絕緣非磁性材料(舉例而言，由一類型的塑膠或玻璃纖維材料製成，例如STEF)製成的兩個碟形支撐元件，且複數個磁性芯元件周向分布並固定式安裝於兩個碟形支撐元件之間。在一些實施例中，磁性芯元件係從由軟式磁性材料製成之磁性帶製作，該軟式磁性材料係例如但不限於非晶或奈米晶體材料(舉例而言：例如但不限於2605SA1、1K101的鐵基材料、例如但不限於GM414的奈米晶體合金)。定子組件的磁性芯元件可形成為諸多不同剖面形狀(例如圓形、三角形、正方形、矩形、多面體形、或任何其他合適的多邊形)。

【0048】 在一些實施例中，定子組件的磁性芯元件為拉長的角柱形元件，其具有三角形剖面形狀。拉長的角柱形定子芯元件係設置在定子組件，使得各角柱形定子芯元件的頂角係徑向朝向定子的軸向軸(亦即旋轉軸線)。在可能的實施例中，定子的芯元件之剖面實質上為等腰三角形，且朝向轉子之旋轉軸線的芯元件之頂角為銳角。各定子中使用之磁性芯元件的數目取決於電機的磁極數目。可選地、但在一些實施例中較佳地，18(十八)個磁性芯元件裝設至每一定子組件。如以下將詳細說明，此定子組件的磁性芯元件之配置係設計成使定子的磁性芯元件與轉子之次繞組之間跨過電機之軸向間隙的磁性耦合最大化。

【0049】 各定子磁性芯元件係配置成在其上方容納電機之主繞組的至少一電磁線圈。在一些實施例中，主繞組的電磁線圈係電性互連以提供用以接收/產生馬達電機之三相電力供給的三相線圈系統。舉例而言、且在非限制性的情況下，利用具備帶有電性互連之電磁線圈以形成三相電磁線圈系統的18(十八)個磁性芯元件之主繞組，定子組件可配置成提供6(六)個磁極。

【0050】 為了使磁損耗減至最小，在一些可能實施例中，定子的磁性芯元件為多層結構，其中磁性帶層經配置形成沿著磁性芯元件之長度延伸之複數個平行磁性帶層的角柱形堆疊。磁性芯元件係裝設於定子中，使得其平行磁性帶層(垂直的)平行於電機的旋轉軸線。以此方式，通過定子的各磁性芯之磁通量方向與延伸於磁性芯元件內之非晶帶層的方向重合，亦即沿著磁性芯的長度，藉此實質上使定子芯的磁損耗減至最小。

【0051】 定子的磁性芯元件可附接(舉例而言，由例如環氧黏著劑之強力黏性材料黏著)至設置在定子組件之端面處的電性絕緣碟形支撐元件。碟形支撐元件可進一步由具有弧形剖面且由剛性材料(例如不鏽鋼)製成的間隔件加以互連，該等間隔件係周向附接於定子組件之外直徑範圍。可選地、但在一些實施例中較佳地，電性絕緣碟形支撐元件係由例如但不限於不鏽鋼桿的精準結構元件加以互連。此設計以例如約0.01mm的高精確度，提供電機的定子之圓形端部表面與碟形轉子組件之環形面之間的準確對準。

【0052】 因此，定子的磁性芯系統形成沿著電機之旋轉軸線通過的中央(圓柱形)通道。電機的中央軸係設置成沿著定子的中央通路/通道延伸，使得固定式附接至中央軸的一或更多碟形轉子組件實質上平行於定子組件的環形端面，且與其分隔，以在兩者之間提供約0.25至1.0mm的氣隙。

【0053】 各轉子組件可具有由非磁性及電絕緣材料製成(舉例而言，由例如STEF級玻璃纖維之一類型之塑膠或玻璃纖維材料製成)的碟形基底元件，其配置成固持轉子的磁性芯及該磁性芯上的短路次繞組。碟形基底元件係固定式且同心地附接至電機的軸，且轉子組件的磁性芯係固定式且同心地附接至碟形基底元件，使得其面向定子組件之環形端側的一個別者，亦即面向定子的磁極。

可選地、但在一些實施例中較佳地，轉子的磁性芯為從例如非晶合金或奈米晶體合金帶之磁性帶製成的環形結構磁性芯，該磁性帶纏繞而形成螺旋纏繞帶積層。

【0054】 轉子的磁性芯係裝設於電機的軸上，使得其磁性芯的螺旋纏繞帶與該軸實質上同心，因此螺旋纏繞帶之環寬度實質上正切於纏繞螺旋。可選地、但在一些實施例中較佳地，纏繞至轉子之磁性芯的螺旋磁性帶之連續匝之間間隙係以非磁性材料(例如空氣、膠、或任何合適的非磁性填料)加以填充。以此方式，定子之磁極產生的磁通量可輕易軸向通過轉子的磁性芯之正切環/圈寬度，但實質上防止磁通量徑向通過該處，且藉此最小化/防止磁損耗。

【0055】 在一些實施例中，轉子的環形磁性芯結構包含形成(例如藉由切割/研磨板)於面向定子組件之環形側中的複數個徑向延伸之溝槽。該徑向延伸之溝槽從轉子磁性芯結構的內環/圈延伸直到其外環/圈，以在其中固持構成電機之次繞組的導電蛛形結構。導電蛛形結構可從同心導電內及外環形元件組裝而成，該內環形元件及該外環形元件係藉由從內環形元件徑向延伸至外環形元件之複數個導電輻條彼此電性連接。

【0056】 尤其，在一些實施例中，蛛形結構的導電外環形元件係位於轉子之環形磁性芯結構的外環/圈上方，且蛛形結構的導電內環形元件係位於轉子之環形磁性芯結構的內環/圈上方(或內環/圈內)。在一些實施例中，導電輻條係由狹窄平坦的導電板所實施。該狹窄平坦的導電板之一致性及幾何尺寸係依據電機的功率及其運作模式而加以調適。

【0057】 蛛形結構的輻條/導電板之各者係至少部分容納於轉子之磁性芯環形結構的徑向延伸溝槽之一個別者中。各板在其一端電性連接至內環形導電

元件，且在其另一端電性連接至外環形導電元件，藉此形成轉子的導電蛛形結構。蛛形結構的導電內環形元件、導電外環形元件、及導電板可從任何合適的導電材料製造，例如但不限於銅、銀、鋁。

【0058】 藉由改變形成於轉子之環形磁性芯結構中之徑向溝槽的形狀，且相應地改變藉其容納並固持之導電板的形狀及/或厚度，電機的性质可受調適以提供所需的機器的之功率特性及運作頻率與速度。可選地、但在一些實施例較佳地，次元件的各導電板係配置成使其一些部分容納於徑向溝槽的一個別者中，而其另一部分軸向突出於溝槽，以形成扇葉元件。在一些實施例中，導電板從徑向溝槽朝外突出之部分的高度為約20至40mm，可選地為約30mm。

【0059】 在此轉子配置的情況下，導電蛛形結構亦用以藉著由蛛形結構之軸向突出板形成的離心式扇葉結構使電機的內部元件通風。在運作期間，轉子組件及軸向軸繞著電機的軸線旋轉，所以由蛛形結構之軸向突出板部形成的離心式扇葉結構迫使空氣流朝向定子組件之中央通道通行並穿過該中央通道，且越過設置在定子組件之中央通道內的軸向軸。

【0060】 如在此揭示採用磁性(例如非晶材料)帶建構馬達之定子及轉子之磁性芯元件的非同步軸向間隙感應馬達實施例可在驅動馬達之電流供給的寬廣頻率範圍下運作。在此揭示之軸向間隙馬達實施例的磁性芯係由非晶磁性材料製成，該非晶材料具有相依於通過該等軸向間隙馬達實施例之繞組之電流的頻率之相當低磁損耗程度，且因此該等軸向間隙馬達實施例可在實質上比通常用於習知具有鋼製磁性芯之軸向間隙轉子之電頻率更高的電頻率下運作，舉例而言，由非晶磁性材料製成之磁性芯在50 Hz之頻率下的損耗為鋼製同等磁性芯中之損耗的 5(五)分之一。

【0061】 因此，在定子及轉子的磁性心中使用如此的非晶磁性材料實現轉子在寬廣運作頻率範圍中運作，但仍維持馬達的高效率程度，例如97%。舉例而言，且在不成為限制的情況下，此處揭示的軸向間隙電機實施例可設計為電動載具用三相馬達。該電動馬達可加以調適以供藉由能在例如25 Hz至525 Hz之間改變由其供給之電流頻率的電功率源而運作，對於該等頻率而言，磁性系統的磁損耗以高精準度侷限在所需範圍內。

【0062】 於此發明人進行此處揭示的電動馬達設計之磁性芯元件的全尺寸試驗，透過該試驗，而決定以下針對馬達之磁損耗的方程式：

$$P_0 = 15.53 \times B^{1.93} \times f^{1.485} \text{ W/kg},$$

其中 P_0 為以[W/kg]為單位的磁損耗之計算值；

B 為以特士拉[Tesla, T]為單位的磁性心中感應之磁場；且

f 為以[kHz]為單位的電功率源之頻率。

【0063】 針對發明之若干例示特徵、製程階段、及原理的概觀，圖中示意性且圖像式顯示的軸向間隙感應電機之實例主要欲針對軸向間隙馬達。這些馬達系統顯示為展示用以提供軸向間隙電機之若干特徵、製程、及原理的一例示實施例，但其亦有助於其他應用，且可在不同變化例中作成。因此，此敘述內容將參照所示實例而進行，但一旦從此處的敘述內容、說明、及圖式理解原理，便理解以下請求項中所述的發明亦可在無數其他方式中實施。所有如此變化例、以及對所屬領域中具有通常知識者顯而易見且有助於軸向間隙電機應用的任何其他修飾結可適當地利用，且將落在此揭示內容的範圍內。

【0064】 圖1示意性顯示依據一些可能實施例的三相非同步馬達10。馬達10包含具有沿其通過之同心圓柱形通道1m的圓柱形定子組件1、及兩個碟形轉子

組件2。轉子組件2固定式附接至同心通過定子組件1之圓柱形通道1m的軸向軸5。軸向軸5及附接至其之轉子組件2構成馬達10的轉子，並配置成相對定子組件1繞馬達軸線10x旋轉，定子組件1在馬達10的運作期間保持靜止。在此特定且非限制性實例中，馬達10包含一定子組件1及兩個轉子組件2，但亦可利用此處揭示的原理及技術類似地設計其他配置(例如具有單一轉子組件、或二或更多定子組件及三或更多轉子組件的馬達)。

【0065】 定子組件1包含沿定子組件1之長度通過之複數個周向分布的定子磁性芯元件4。設置在定子組件1中的定子磁性芯元件4之數目係取決於馬達10中所需的磁極數目。各定子磁性芯元件4沿著實質上平行於馬達軸線10x的定子組件1之長度L延伸，使得定子磁性芯元件4的端側之各者面向轉子組件2的不同者。個別氣隙3形成於各轉子組件2與定子組件1之個別環形端側1s之間。

【0066】 圖2A顯示裝設在兩個碟形支撐元件6之間的馬達10之磁性芯結構1c。碟形支撐元件6係由電絕緣非磁性材料製成，磁性芯元件4牢固地固定在該電絕緣非磁性材料之間以形成鼠籠結構。在一些實施例中，磁性芯結構1c包含用於碟形元件之間之圓柱形支撐(例如使用螺絲及螺帽)的元件(未顯示)。

【0067】 圖2B顯示馬達10的磁性芯結構1c。在此特定且非限制性實例中，磁性芯結構1c包含八個磁性芯元件4，其各在剖面上呈三角形。可選地、但在一些實施例中較佳地，磁性芯元件4的剖面具有等腰三角形的形狀。磁性芯元件4係繞馬達的旋轉軸線10x周向平均分布，使得其頂角4g(若芯元件具有等腰三角形剖面形狀則為銳角)指向馬達的旋轉軸線10x。磁性芯元件4係位於碟形支撐元件6的內直徑Di與外直徑Do之間，且其係設置在碟形支撐元件6中，使得其三角形剖面的對稱軸線4s徑向延伸於內直徑Di與外直徑Do之間。

【0068】 舉例而言，碟形支撐元件6可從一類型之塑膠或玻璃纖維材料製造，例如CTEF。注意若要使用鋼製碟形元件來代替，磁性芯元件所產生之磁通量的閉合涉及氣隙中之感應上的降低、以及磁損耗上的增加。一般而言，在碟形支撐元件6中使用導電材料(例如鋁)由於鋁材料與磁通量交叉而產生感應損耗。因此，這些碟形支撐元件6係從電絕緣且非磁性材料製成，且其定義存在於接近定子組件1之外直徑處的圓形區域。此設計確保定子組件1之磁性芯元件4的中間表面與外端部表面之間的高精準度平行性，其相應地確保定子組件之磁性芯元件4的端部表面(1s處)之相同精準及對準程度，且因此確保分別形成在轉子組件2與定子組件1之間的氣隙3之精確度。

【0069】 如圖2B中所見，各定子磁性芯元件4為由具有朝其頂角4g逐漸縮減之寬度W之磁性帶層4r所製成的多層結構。如圖2B中亦見到，電磁線圈11的繞線設置成被覆磁性芯元件4之各者。電磁線圈11可電性互連以提供所需的定子組件1之主繞組元件。磁性帶層4r在磁性芯結構1c中實質上平行於旋轉軸線10x而延伸，使得電磁線圈11所產生的磁通量平行於旋轉軸線且實質上對準磁性帶層4r延伸於磁性芯元件4中之方向而軸向通行穿過磁性芯元件4。

【0070】 圖3A至3C顯示在一些實施例中用於定子磁性芯元件4之製造的製程。參照圖3A，具有大致矩形的環狀矩形磁性芯件30從磁性帶31(例如非晶材料帶或奈米晶體材料帶)繞成。在一些實施例中，磁性帶31的寬度Ti為約70至100mm、可選地約80至90mm、可選地約85mm，且其厚度為約36mm。矩形環狀磁性芯件30的長度Lp可為約500至1000mm、可選地在600至850mm之範圍內、可選地約720mm。磁性芯件30的寬度可為約200至400mm、可選地在250至350mm之範圍內、可選地約300mm。磁性帶31可由鐵基材料製成，例如且不限於用於

約1 kHz之電流頻率的2605SA1或1K101，或由奈米晶體合金製成，例如且不限制在針對大於1 kHz之頻率的GM414。

【0071】 在磁性芯件30的製造期間，細的氣隙通常形成在磁性帶31之鄰近定位的層(帶)之間，其尺寸取決於磁性帶31的繞組密度。在一些實施例中，磁性帶31的繞組密度比率在0.8至0.95的範圍內，且在此情形中，磁性帶31的鄰近定位之層之間間隙尺寸通常介於1至4微米之間。

【0072】 在完成繞組後，將磁性帶31之自由端牢固地附接披覆纏繞磁性帶的最後一匝(例如藉由黏著劑及/或焊接)，且磁性芯件30經歷熱處理及浸漬(例如藉由樹脂/清漆)以獲得實質上剛性的磁性芯件30。舉例而言，磁性芯件30可浸漬在膠或清漆材料中，且之後例如在合適的爐中乾燥。因此，在乾燥的磁性芯件30中，磁性帶31的鄰近定位之層之間間隙以非磁性間隔件/填料(亦即乾燥的膠/清漆材料)加以填充。可選地、但在一些實施例中較佳地，在磁性芯元件之性質的計算/設計期間將繞組密度係數納入考量。

【0073】 接著將剛性的磁性芯件30沿著切割線Ct切開(例如藉由具有良好切割品質及高切割精度的研磨盤)以獲得矩形(例如平行六面體)的磁性芯件切塊32。在一些實施例中，磁性芯件切塊32的長度(圖3B中的Ln)為約85至150mm，可選地在100至120mm的範圍內，可選地約112mm。磁性芯件切塊32的寬度Wr可為約70至110mm，可選地在85至105mm的範圍內，可選地約92mm。磁性芯件切塊32的厚度實質上等於磁性芯件切塊32自其建構之磁性帶31的寬度Ti。

【0074】 接著如圖3B所示，沿著切割線Cn從各磁性芯件切塊32切出(例如藉由研磨盤)一或更多狹長角柱形磁性芯元件4。切割線Cn可以所需的傾斜角度 α 從最頂部的磁性帶層31-1朝最底部的磁性帶層31-n施加，藉此獲得磁性芯元件4

的磁性帶層31-1、31-2...31-n之寬度W上的逐漸減小。切割通過磁性芯件32之磁性帶層31的角度 α 係相關於第一/最頂部的磁性帶層31-1之表面的法線Nr而定義，且其將定子磁性芯元件4的頂角4g定義為約 2α 度。在一些實施例中，頂角 2α 為約 10° 至 30° ，可選地約 20° 。在一些實施例中，磁性芯元件4的長度Ln為約85至150mm，可選地在100至120mm的範圍內，可選地約112mm。在一些實施例中，磁性芯元件4的高度Wr為約70至110mm，可選地在85至105mm的範圍內，可選地約92mm。磁性芯元件4的寬度W為約20至40mm，可選地在30至38mm的範圍內，可選地約36mm。

【0075】 在從磁性芯件32切出磁性芯元件4後，將一或更多線圈11安裝/纏繞於各磁性芯元件4之上。圖3C顯示具有線圈11之繞組7設置於其之上的磁性芯元件4。接著將各磁性芯元件附接(例如藉由環氧黏著劑黏貼)於定子的碟形支撐元件6，如圖2A及2B所示。此外，碟形支撐元件6可藉由複數桿及/或由不鏽鋼製成且周向設置在定子之外直徑上的若干圓柱形間隔件互連。

【0076】 此磁性芯元件4的製造程序可類似地用以建構具有任何合適磁極數目的定子磁性芯結構1c。舉例而言且非限制性，在一些實施例中， 2α 頂角4g為依據定子組件1之磁極數目加以調整的銳角。在可能實施例中，定子組件1係配置成容納具有四個磁極的三相線圈系統，其中各磁性芯元件4的 2α 頂角4g為約 30° 。在其他可能實施例中，定子組件1係配置成容納具有六個磁極的三相線圈系統，其中各磁性芯元件4的 2α 頂角4g為約 20° 。因此，各磁性芯元件4的 2α 頂角4g可大致藉由運算式 $2\alpha = 120^\circ/m$ 而定義，其中m為定子組件的磁極數目。

【0077】 如圖2B、3B及3C中所見，利用此磁性芯元件4的製造技術，而在磁性芯結構1c中，達成平行於磁性芯元件4之長軸、且從而亦平行於馬達之旋轉

軸線的磁性帶層31之縱向配置。此磁性芯元件4中之磁性帶層31、及定子組件1中之磁性芯元件4的配置確保線圈11產生的磁通量線實質上對齊且實質上重合磁性帶層31的方向，其實質上使磁性芯結構1c中的磁損耗減至最小。

【0078】 因此，所獲得的磁性芯結構1c係由帶有個別線圈11且具有極低磁損耗的一組剛性磁性芯元件4構成。設置在磁性芯元件4之上的線圈11互連以形成三相線圈系統，且藉此產生通向轉子組件2穿過軸向間隙3的旋轉磁場。

【0079】 依據一些可能實施例的附接(例如藉由螺絲及/或螺栓)至定子支撐板44之定子組件1，圖4A顯示其橫剖面圖及縱剖面圖，且圖4B顯示其立體圖。在此具體且非限制性實例中，定子組件1包含18(十八)個角柱形磁性芯元件4，期個具有至少一線圈11裝設於其之上。磁性芯元件4係圍繞馬達的軸線10x平均地周向分布且與馬達的軸線10x實質上平行。可選地、但在一些實施例中較佳地，磁性芯元件4係如以上參照圖3A至3C從磁性帶(31)建構，且其設置在定子組件1內部，使得其磁性帶(31)實質上平行於馬達的軸線10x，以與線圈11產生的磁通量線重合。

【0080】 在此定子配置中，線圈11藉由例如匯流排條11b的電導體電性互連，該匯流排條11b沿著周向剖面通行、繞磁性芯結構1c延伸，以形成配置成設定定子組件1之6(六)個磁極三相線圈系統。尤其，環狀磁性芯結構1c中分隔60°之每一組6(六)個線圈11係電性串聯並在運作期間受三相電源的其中一相供電，以藉此設定馬達的6(六)個磁極。每一組6(六)個串聯線圈11在其一段電性連接至將該組串聯線圈11連接至馬達之電接點組件1n以從三相電源(未顯示)接收電流的功率供給導體/匯流排條11p，且在其另一端電性連接至另一導體/匯流排條11p，將來自該組串聯線圈11之回流電流遞送至馬達的電接點組件1n。

【0081】 依據一些實施例，圖5A顯示兩個轉子組件2同心附接至馬達之軸5的配置。各轉子組件2包含由非磁性且電絕緣材料製成的碟形基底元件8、至少部分容納在基底元件8之具角度空穴(圖5D中的8g)內的轉子環形磁性芯9、及容納且固持於基底元件8之徑向溝槽(圖5B及5E中的17)中次繞組結構(導電蛛形組件)19，如以下將詳細敘述。次繞組結構19包含複數個徑向延伸的導電輻條(圖5C中的16)。可選地、但在一些實施例中較佳地，導電輻條的位置及方向使次繞組結構19的輻條之長度(圖5C中的 H_p)對準定子組件1的磁性芯元件4之三角形剖面的高度(圖2B中的 H_t)。定子組件1與轉子組件2之間的耦合可藉由將磁性芯元件4之三角形剖面的高度(H_t)設定成與次繞組結構19的輻條之長度(H_p)重合而加以最佳化，以藉此確保轉子組件與定子組件之間的最大交互作用，亦即藉由使 $H_p \approx H_t$ 。

【0082】 依據一些可能實施例，圖5B顯示轉子組件2之磁性芯9的前視圖。在一些實施例中，磁性芯9從磁性帶(例如由非晶合金或奈米晶體合金製成)所製成，該磁性帶係纏繞以形成具有內直徑 D_i (例如約60至80mm)及外直徑 D_o (例如約230至280mm)的環形芯結構。在環形結構的纏繞後，磁性芯9經歷熱處理及浸漬(例如藉由樹脂/清漆)，且接著使其乾燥(例如在爐中)，以獲得實質上剛性的轉子磁性芯9。如以上所述，在此製程中，細間隙形成在纏繞之磁性帶的鄰近定位之匝之間，該等細間隙在浸漬及乾燥製程期間被被磁性材料填充。

【0083】 接著在剛性的磁性芯9之前側(亦即面向定子組件之側)中形成(例如從內直徑 D_i 至外直徑 D_o)複數個徑向溝槽17。各徑向溝槽17延伸於磁性芯9的內直徑 D_i 與外直徑 D_o 之間，且配置成容納蛛形組件/電性短路次繞組結構19的個別狹窄平坦導電板/輻條(圖4C及4E中的16)之至少一部分。

【0084】 圖5B進一步顯示沿著線F-F及G-G取得的磁性芯9之剖面圖。磁性芯9的寬度 W_b 實質上等於磁性芯9從其繞成之磁性帶的寬度，該寬度在一些實施例中為約35至45mm，可選地約40mm。在一些實施例中，用以建構磁性芯9的磁性帶之厚度為約25微米。轉子組件之磁性芯9的磁性帶可為例如由1K101材料製成之一類型的非晶帶。在一些實施例中，徑向溝槽17的深度 a 為約20至30mm，可選地約22.5mm。徑向溝槽17的寬度 W_g 可為約2至3mm，可選地約2.5mm。在此配置中，設置在徑向溝槽17中的輻條/板16之厚度可在2.25至2.75mm的範圍內，可選地約2mm，且其長度(圖5C中之 H_p)可在15至25mm的範圍內，可選地約20mm。轉子組件的環形磁性芯9具有內直徑 D_i 、及外直徑 D_o ，在一些實施例中，該內直徑 D_i 在70至90mm的範圍內，可選地約80mm，在一些實施例中，該外直徑 D_o 在220至280mm的範圍內，可選地約250mm。

【0085】 依據一些可能實施例，圖5C顯示包含內導電環 R_i 及外導電環 R_o 、以及徑向延伸於內導電環 R_i 及外導電環 R_o 之間之複數個導電板16的蛛形組件19。導電板16的端部連接至導電環 R_i 及 R_o 。內導電環 R_i 可配置成對準轉子之磁性芯9的內直徑 D_i ，且外導電環 R_o 可配置成對準磁性芯9的外直徑 D_o 。導電板16因此電性連接至導電環 R_i 及 R_o (例如藉由焊接)，從而建構成轉子的電性短路次繞組。

【0086】 圖5C進一步顯示沿著線H-H取得的蛛形組件19之剖面圖。在一些實施例中，導電板(例如狹窄平坦的條)16之寬度 b 為約15至25mm，可選地約20mm。板16、以及內及外環 R_i 及 R_o 可從任何合適導電材料製造，例如但不限於銅、黃銅、或鋁。在一些實施例中，板16與環 R_i 及 R_o 之材料的選擇取決於馬達的功率及其運作模式。板16的厚度可在1.5至2.5mm的範圍內，可選地約2mm。

在一些實施例中，板16的端部從徑向溝槽17軸向突出(約20至40mm)，藉此形成通風扇葉。

【0087】 圖5D顯示具有內環形唇部8i及外環形唇部8o的碟形基底元件8，內環形唇部8i及外環形唇部8o從碟形基底元件8的前表面朝上突出，並在內環形唇部8i及外環形唇部8o之間形成環形空穴8g。形成在碟形基底元件8中的環形空穴8g係配置成容納並固持轉子2的磁性芯9，而藉此承載蛛形組件(電性短路的次繞組)19。碟形基底元件8可例如藉由被覆法、模造法、雕刻法從任何合適電絕緣且非磁性材料製備，例如但不限於塑膠、或玻璃纖維(例如STEF級玻璃纖維)。

【0088】 轉子的碟形基底元件8更包含在內環形唇部8i與外環形唇部8o之間徑向延伸且開槽的通風通道13之系統。徑向切割穿過外環形唇部8o的徑向通道13之端部與延伸通過定子組件且圍繞馬達軸(5)之圓柱形同心通道(1m)流體連通，且其切割穿過外環形唇部8o之相對側端部與馬達的外容積(例如被包圍在馬達之外殼內)流體連通。因此，形成在碟形基底元件8中的各徑向通道13促進馬達之外容積及馬達之圓柱形同心通道(1m)之間的空氣通過，其在馬達運作期間用於馬達的冷卻。

【0089】 徑向通道13作為用以藉由空氣冷卻馬達的離心扇葉，該空氣藉由轉子組件之板16形成的離心扇葉片而流動，從而在馬達101內形成內部通風系統。在此特定且非限制性的實例中，碟形基底元件8包含10(十)個徑向通道13。然而，可依據設計需求及規格在碟形基底元件8中形成任何合適數目的徑向通道13，亦即，徑向通道13的數目可大於或小於十。

【0090】 徑向通風通道13的數目、及其幾何尺寸取決於馬達的功率。舉例而言且非限制性，在環形磁性芯9下方通過之通風通道13的數目可為8(八)。圖5D

進一步顯示沿著通行穿過徑向通道13其中一者之線D-D、及在兩相鄰徑向通道13之間之線E-E取得之碟形基底元件8的剖面圖。在一些實施例中，碟形基底元件8的寬度H2受調適以容納形成於其中的徑向通道13，例如約7至25mm。在一些實施例中，徑向通道13的深度H1為約5至10mm，且其寬度Wo可在5至15mm的範圍內。在一些實施例中，環形空穴8g的深度H可受調適以在其中至少部分容納轉子環形磁性芯9，例如約2至12mm。在一些實施例中，碟形基底元件8的內直徑為約70至90mm，可選地約80mm。在一些實施例中，碟形基底元件8的外直徑為約250至310mm，可選地約280mm。

【0091】 圖5E為轉子組件2的前視圖，其顯示磁性芯9裝設於碟形基底元件8之環形空穴8g中、且蛛形組件19具有其導電板16裝設於磁性芯9之徑向溝槽17中的情況下之碟形基底元件8。轉子組件2之磁性芯9係裝設於碟形基底元件8中，以面向定子組件(1)的環形面，且形成定子組件(1)與轉子組件(2)之間的軸向氣隙(3)。在一些實施例中，各導電板16的至少一些部分從其個別的溝槽17朝外突出，藉此形成複數個通風扇葉，而用於藉由馬達運作期間所獲得的離心式空氣循環從磁性芯及繞組移除熱量。

【0092】 通風扇葉藉由使空氣流過各轉子組件2的碟形基底元件8之徑向通道13而進一步促進定子組件的通風。以此方式，碟形轉子組件2一起在馬達10的運作期間在馬達10內產生內部通風系統。通風通道13連接內直徑di內的轉子之內區域與圍繞轉子外直徑do的馬達之外區域/環境，且藉此產生馬達用的雙側通風系統，其在圖5F中最清楚可見。

【0093】 在一些實施例中，蛛形組件19的內導電環Ri及外導電環Ro在其遠端處被焊接至導電板16，且內導電環Ri及外導電環Ro附接(例如藉由螺絲)至碟

形基底元件8，以置放浮動於導電板16之個別徑向溝槽17內部之導電板16的至少一部份，使得轉子組件2的導電板16與磁性芯9之間無直接接觸，亦即導電板16的各者在其個別徑向溝槽17中浮動。

【0094】 依據一些可能實施例，圖5G顯示具有兩轉子組件2之馬達軸5的立體圖。在此特定且非限制性的實例中，各轉子碟形基底元件8包含48(四十八)個通風通道13，且各轉子磁性芯9亦包含48(四十八)個徑向溝槽17。此外，在此例示實施例中，導電蛛形組件19的導電板16係完全設置在其個別徑向溝槽17內，亦即，其並未從轉子磁性芯9的表面軸向突出。

【0095】 圖5F顯示具有兩個轉子組件裝設於其上的馬達之軸5的剖面圖。如圖5F最清楚可見，形成在轉子組件2之碟形基底元件8中的徑向通道13係於轉子組件2的外直徑處(8o處)對轉子組件2的外容積/環境開放，且在其內直徑處(8i處)對定子組件1之內容積開放，該內容積係沿著轉子組件2之間之軸5的一部分由定子組件(1)之同心圓柱形通道(1m)所圍起。以此方式，複數個空氣通路55形成通過轉子的外容積/環境與內容積之間的各轉子組件2。

【0096】 依據一些可能實施例，圖6A顯示在馬達軸5通過定子組件1之同心圓柱形通道(1m)、且兩個定子支撐板44藉由螺樁附接於定子組件1之側方之上後，馬達10的立體圖。圖6B顯示一些實施例中被包圍於外殼60內部之馬達10的剖面圖。軸5可藉由軸承連接至外殼及/或連接至定子支撐板44。亦可見到，轉子組件2之碟形基底元件8的徑向通風通道13在形成於外殼60內之外環形空穴63與定子組件1之同心圓柱形通道1m之間提供複數個空氣通路55。

【0097】 依據一些可能實施例，圖7示意性顯示設置在定子組件1之磁性芯元件(1)之上的線圈11之電連接性。線圈11係排列成群組A、群組B、及群組C，

其中各群組的線圈11繞著馬達之軸線(10x)分隔60°。各群組的線圈11以串聯方式彼此電性連接，以形成三相線圈系統，其中線圈11彼此電性異相。在運作上，線圈的各群組A、B及C係電性連接至三相電源70的個別電性相。

【0098】 供給至線圈11的三相電流在定子組件(1)之磁性系統中產生交替旋轉磁場。該磁場從定子的磁性芯元件(4)之遠端出現進入軸向氣隙(3)，並與轉子組件(2)的磁性芯(9)及導電蛛形組件(19，亦即電性短路次繞組)交互作用。轉子組件(2)中感應之交替的磁場在蛛形組件(19)的板(16)中產生電流，其在轉子組件(2)中有效產生反向旋轉的磁場。

【0099】 在板(16)中演變之電流的大小取決於馬達的功率。舉例而言，對於50 kVA的馬達功率，轉子中演變的電流為約72A。這些電流產生轉子組件(2)的扭矩。由於轉子組件(2)裝設於共用的軸5上，所以其所產生的扭矩使軸5在定子組件(1)產生的旋轉磁場之方向上旋轉。轉子組件的角速度可藉由改變三相電源70的頻率而加以調整。在一些實施例中，電源70的頻率在25 Hz至525 Hz之間改變，以生成可變的角速度。

【0100】 此處揭示的馬達實施例係設計成在不同運作模式中工作。起動模式、標稱功率模式、以及最高速模式可定義於馬達的運作電頻率範圍內。因此，在一些實施例中，所使用的電源為25至525 Hz之範圍內之可變頻率的電流，其提供以下的旋轉速度：在250 Hz之頻率—旋轉速度為約每分鐘5000轉(rpm)，在25 Hz之頻率—約500 rpm，且在525 Hz之頻率—旋轉速度為約10500 rpm。

【0101】 此處揭示之藉由可變頻率之電流而運作以調整扭矩、旋轉速度、及馬達之電磁特性的馬達實施例可有利地用於電動載具。馬達的最重要之特性的其中一者為效率係數，其取決於馬達之磁性芯及繞組中的電磁損耗程度。在

一些實施例中，由於定子及轉子(分別為1及2)的磁性芯元件(4及9)係從非晶材料製成之磁性帶建構，所以感應及對應的磁損耗程度經選擇而在馬達的所有運作模式中皆有高效率程度，例如約97%。如此高效率程度在習知的非同步馬達設計中無法達成。

【0102】 此處發明人發現，從非晶材料帶(例如2605SA1)建構之馬達的磁性芯元件之不同部分中的磁損耗值可藉由以下方程式決定：

$$P_o = 15.53 \times B^{1.93} \times f^{1.485} \quad (1)$$

其中 P_o 為以[W/kg]為單位的磁損耗之運算值， B 為以[特士拉]為單位的磁性芯元件中感應之磁場，且 f 為以[Hz]為單位的三相電源之頻率。依據方程式(1)，計算定子及轉子組件的磁性芯元件/電路中之磁損耗。在此情形中，磁電路中之感應的計算係依據通常方法而進行。在如此磁性芯元件的製造中，執行以下操作：將非晶帶/條繞在心軸上、以膠或清漆浸漬、在爐中乾燥並利用研磨盤切割。

實例 1

【0103】 以下製程可用於線性定子磁性芯元件的製造，該磁性芯元件具有三角形剖面形狀，並具有約112mm之長度、約85mm之高度、約20°的頂角、及約36mm的最上方磁性帶層31-1(亦即相對頂角4g的層)之寬度。具有約85mm之寬度Ti(亦即定義)的非晶磁性帶31繞成矩形環狀結構(舉例而言，如圖3A所示)，該矩形環狀結構具有約500至1000mm之長度 L_p 及約200至400mm之寬度 Tr 。之後，將磁性帶31的自由端牢固地附接至最後一匝，矩形環狀結構30經歷熱處理、浸漬於樹脂/清漆中並乾燥。然後藉由研磨盤沿著切割線Ct切割環狀磁性芯結構30，以獲得二或更多具有約112mm之長度 L_n 及寬度 W_r 的矩形切塊32。接著從矩形元

件切割出角柱，該等角柱的長度已相等(例如112mm)、且寬度具有磁性芯結構30的側邊寬度 W_r 。

【0104】 接著，藉由研磨盤以相對法線 N_r 約 10° 之斜角從各矩形磁性芯切塊32至最上方磁性帶層切割出一或更多角柱形磁性芯元件4，以處理矩形磁性芯切塊32的第一橫向側。之後，將研磨盤朝反方向旋轉 20° ，以處理矩形磁性芯切塊32的第二橫向側，進而獲得線性三角形磁性芯元件4。

【0105】 轉子的磁性芯9為從具有約40mm之帶寬及約25微米之厚度的纏繞磁性帶(舉例而言，例如由1K101材料製成之非晶帶)製成的環狀結構。環狀磁性芯9的內直徑 D_i 為約80mm，且其外直徑 D_o 為約250mm。為了對環狀磁性芯9提供固性，將其以膠或清漆浸漬，且之後在爐中乾燥。環狀磁性芯9的環狀纏繞密度可在0.85至0.95的範圍內，使得形成在相鄰定位之磁性帶匝/層之間的間隙在1至4微米之範圍內。在浸漬及乾燥之後，這些間隙被乾燥的膠或清漆填充。

【0106】 接著在轉子的環狀磁性芯元件中形成徑向溝槽，且短路之轉子次繞組的輻條/板係設置在所形成的溝槽中，使得轉子組件附接至軸之後，該等輻條/板面向定子的磁性芯元件。溝槽的數目及其尺寸可依據馬達的功率而選定。舉例而言，在一些實施例中，溝槽寬度為約2.5mm，且其深度為約22.5mm。轉子的次繞組可由銅製成，且使用具有約2mm之厚度及約20mm之寬度(圖5C中之b)的板。

【0107】 在此情形中，板的寬度為20mm，小於轉子之環狀磁性芯元件從其繞成的磁性帶/條之寬度。因此，由定子組件產生的磁通量在大於形成在轉子之磁性芯元件中之徑向溝槽深度的深度上，通至轉子的環狀磁性芯元件中，並

從該處通往環狀磁性芯元件的連續磁性帶/條層。在此配置中，磁通量通過轉子之環狀磁性芯元件的路徑具有最低的磁阻、及最小的磁損耗。

【0108】 垂直於轉子之環狀磁性芯元件從其繞成的帶/條之平面的磁通量路徑並未被考量，因為環狀磁性芯元件中之非磁性間隙的總量顯著地大，例如總計約2至6mm。在此情形中，針對如此垂直磁通量的磁阻大小達到相當大的值，且因此徑向磁通量的大小實質上歸零。

實例 2

【0109】 針對三相非同步馬達，磁損耗比係藉由以上的方程式(1)利用以下特性加以計算：

- 47kW的馬達功率，
- 從500至10500rpm之範圍內的可變旋轉速度，
- 三相AC電源(70)的可變頻率在25至525 Hz的範圍內。

【0110】 針對磁性電路的不同部分，首先使用方程式(1)決定 $f=25$ Hz之頻率下的磁損耗比，針對該頻率之定子磁極產生的磁場為 $B_{POL} = 1.494$ [特士拉]，如以下所示：

$$P_{opol} = 15.53 \times B^{1.93} \times f^{1.485} = 15.53 \times 1.494^{1.93} \times 25^{1.485} = 0.141 \text{ [W/kg]}。$$

【0111】 轉子之磁性芯元件的齒部(亦即徑向溝槽17之間)中感應的磁場為 $B_{Z2} = 1.511$ [特士拉]，針對該磁場之轉子中的對應磁損耗比為：

$$P_{0Z2} = 15.53 \times B^{1.93} \times f^{1.485} = 15.53 \times 1.511^{1.93} \times 25^{1.485} = 0.145 \text{ [W / kg]}。$$

【0112】 轉子之磁性芯的基部(亦即不包含徑向溝槽17的芯部)中感應的磁場為 $B_{Y2} = 1.487$ [特士拉]，針對該磁場之經運算的磁損耗比為：

$$P_{0Y2} = 15.53 \times B^{1.93} \times f^{1.485} = 15.53 \times 1.487^{1.93} \times 25^{1.485} = 0.141 \text{ [W/ kg]}。$$

【0113】 因此，取決於所使用的運作頻率，可基於轉子之磁性電路之各部分的權重來運算總磁損耗。在以上實例中，考量250 Hz、150 Hz、25 Hz、125 Hz及525 Hz的運作頻率，針對該等頻率，轉子之磁性電路的總磁損耗分別為：60.24 [W]；76.0 [W]；5.4 [W]；55.25 [W]；及42.72 [W]。考量到減少之磁損耗值使馬達之基本參數其中一者趨近零，可決定效率，該效率將在給定運作頻率下分別等於97.32%；96.69%；79.6%；95.3%；97.36%。

【0114】 針對定子及轉子組件之磁性芯元件(包含沿其長度延伸的複數個磁性帶層)之製造使用非晶材料容許將馬達的運作頻率提高至25至525 Hz的範圍內。此外，此處揭示之實施例顯著使芯件的磁損耗減少/降至最低，容許馬達之幾何尺寸及重量上的顯著減少，且更重要地，容許約97%的高效率。吾人發現，將上述參數維持在正確位準係大幅相依於建構馬達之次繞組的導電板16之幾何，且亦大幅相依於運作頻率。

【0115】 如以上說明及顯示於相關圖式中，本發明提供三相軸向間隙馬達及其相關設計方法。雖然已說明本發明的特定實施例，但吾人將理解，本發明並不限於該等實施例，因為可由熟悉所屬領域者作成修飾，尤其是在鑒於前述教示的情況下。如將由熟悉所屬領域者所察知，本發明可從上述技術中採用多於一者以各式各樣的方式執行，而皆不超出本發明的範圍。

【符號說明】

【0116】

1:定子組件

1c:磁性芯結構

- 1m:通道
- 1n:電接點組件
- 1s:環形端側
- 2:轉子組件
- 3:氣隙
- 4:磁性芯元件
- 4g:頂角
- 4r:磁性帶層
- 4s:對稱軸線
- 5:軸
- 6:碟形支撐元件
- 8:基底元件
- 8g:環形空穴
- 8i:內環形唇部
- 8o:外環形唇部
- 9:磁性芯
- 10:馬達
- 10x:軸線
- 11:線圈
- 11b:匯流排條
- 11p:功率供給導體/匯流排條
- 13:通道

16:輻條、板

17:溝槽

19:次繞組結構

30:磁性芯件

31:磁性帶

31-1、31-2、31-n:磁性帶層

32:切塊

44:定子支撐板

55:空氣通路

60:外殼

61:螺樁

63:環形空穴

70:電源

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種定子組件，其係用於軸向間隙電機，該定子組件包含：

複數個角柱形磁性芯元件，該等角柱形磁性芯元件之各者包含沿其長度延伸的複數個磁性帶層；

複數個線圈，其建構該軸向間隙電機的一主繞組，該等線圈之各者裝設於該等角柱形磁性芯元件的其中一者之上；及

一支撐結構，配置成固定式固持圍繞且平行於該電機之一旋轉軸線而周向排列於該支撐結構內的該等角柱形磁性芯元件，使得該等角柱形磁性芯元件的一頂角朝向該旋轉軸線，且該等角柱形磁性芯元件的對稱平面從該旋轉軸線徑向地延伸。

【請求項2】 如請求項1之定子組件，其中各個該等角柱形磁性芯元件的剖面形狀實質上為具有一銳角頂角的一等腰三角形。

【請求項3】 如請求項1之定子組件，其中該支撐結構包含非導電性且非磁性的兩個碟形支撐元件，且其中該等角柱形磁性芯元件係附接於該等碟形支撐元件之間，且實質上垂直於該等碟形支撐元件。

【請求項4】 如請求項1之定子組件，其中該等磁性帶層係由非晶或奈米晶體磁性材料製成。

【請求項5】 如請求項1之定子組件，包含電導體，該電導體互連於該等線圈之間以形成一三相線圈系統，且配置成藉由將該定子組件連接至一三相電源而對該定子組件提供一既定數目的磁極。

【請求項6】 如請求項1、2、3、4或5之定子組件，包含十八個角柱形磁性芯元件。

【請求項7】 如請求項6之定子組件，其包含互連於該等線圈之間以形成三相線圈系統的電導體，其中該等線圈之間藉由該電導體的互連形成六個磁極。

【請求項8】 一種轉子組件，其係用於包含如請求項1之該定子組件的軸向間隙電機，該轉子組件包含：

一環狀磁性芯元件，其從螺旋纏繞之磁性帶形成，該環狀磁性芯元件包含複數個徑向溝槽，該等徑向溝槽係延伸於該環狀磁性芯元件之螺旋纏繞之帶的內環與外環之間；及

一蛛形導電結構，其建構該軸向間隙電機的一次繞組，該蛛形導電結構包含複數個導電輻條，該等導電輻條係徑向延伸於電連接至該等導電輻條的同心之內導電環與外導電環之間，該等導電輻條之各者配置成至少部分容納於該環狀磁性芯元件的該等徑向溝槽之一個別者中。

【請求項9】 如請求項8之轉子組件，該等導電輻條之各者係藉由徑向延伸於同心之該內導電環與該外導電環之間的一導電板而實施。

【請求項10】 如請求項9之轉子組件，其中該導電板之各者的一部分從其中設置該導電板的該環狀磁性芯元件之個別徑向溝槽朝外突出，以藉此在該軸向間隙電機的運作期間，使空氣朝該定子組件流動。

【請求項11】 如請求項9之轉子組件，其中該導電板的幾何尺寸係經選定以設定該軸向間隙電機的一經定義效率因數。

【請求項12】 如請求項8之轉子組件，包含由非磁性且非導電性材料製成的一碟形基底元件，該碟形基底元件係配置成容納並固持該轉子組件的該環狀磁性芯元件。

【請求項13】 如請求項12之轉子組件，其中該碟形基底元件包含從其表面軸向突出之同心的內環形唇部及外環形唇部，該內環形唇部及該外環形唇部形成一環形空穴，該環形空穴係配置成容納並固持該轉子組件的該環狀磁性芯元件。

【請求項14】 如請求項13之轉子組件，其中該碟形基底元件包含複數個徑向溝槽，該等徑向溝槽在同心的該內環形唇部與該外環形唇部之間通過並穿透該內環形唇部及該外環形唇部，且配置成促進空氣通過該等徑向溝槽，以供在該軸向間隙電機的運作期間使該定子組件通風。

【請求項15】 一種軸向間隙電機，包含：

至少一如請求項1、2、3、4或5的定子組件；

一旋轉軸，定位於沿著該定子組件之一中央通道中；及

至少一如請求項8、9、10、11、12、13或14的轉子組件，其係同心地裝設於該旋轉軸上，使得一軸向間隙形成於該轉子組件的該蛛形導電結構與該至少一定子組件之間。

【請求項16】 一種定子組件的建構方法，該定子組件係用於軸向間隙電機，該方法包含：

從纏繞的磁性帶媒介製備一或更多矩形環狀結構，並從該矩形環狀結構切出一或更多矩形平行六面體切塊；

從該矩形平行六面體切塊之各者切出一或更多角柱形磁性芯元件；

將一或更多線圈設置於該角柱形磁性芯元件之各者之上，該線圈建構該軸向間隙電機的一主繞組；及

圍繞且平行於該電機之一旋轉軸線而將該角柱形磁性芯元件周向裝設於一支撐結構內，使得該角柱形磁性芯元件的一頂角朝向該旋轉軸線，且該角柱形磁性芯元件的對稱平面從該旋轉軸線徑向延伸。

【請求項17】 如請求項16之定子組件的建構方法，其中將該角柱形磁性芯元件裝設於該支撐結構內的步驟包含：將該角柱形磁性芯元件附接於非導電性且非磁性之兩碟形支撐元件之間。

【請求項18】 如請求項16之定子組件的建構方法，包含在該線圈之間互連以形成一三相線圈系統，該三相線圈系統係配置成對該定子組件提供一既定數目的磁極。

【請求項19】 如請求項16、17或18之定子組件的建構方法，其中該定子組件包含十八個角柱形磁性芯元件，且其中該線圈之間的互連係配置成形成六個磁極。

【請求項20】 一種轉子組件的建構方法，該轉子組件係用於包含如請求項16、17或18之定子組件的軸向間隙電機，該方法包含：

從螺旋纏繞的磁性帶媒介製備一環狀磁性芯元件；

在該環狀磁性芯元件中形成複數個徑向溝槽，該等徑向溝槽延伸於該環狀磁性芯元件的螺旋纏繞之磁性帶媒介的內環與外環之間；

藉由在同心的內導電環與外導電環之間電連接複數個導電輻條，而製備一蛛形導電結構，該蛛形導電結構建構該軸向間隙電機的一次繞組；

將該蛛形導電結構附接至該環狀磁性芯元件，使得該蛛形導電結構之該等導電輻條之各者至少部分容納於該環狀磁性芯元件的該等徑向溝槽之一個別者中。

【請求項21】 如請求項20之轉子組件的建構方法，其中製備該蛛形導電結構的步驟包含使用導電板來實施該等導電輻條。

【請求項22】 如請求項21之轉子組件的建構方法，其中製備該蛛形導電結構的步驟包含將該導電板設置在該環狀磁性芯元件的個別徑向溝槽中，使得該導電板之各者的一部分從該個別徑向溝槽朝外突出。

【請求項23】 如請求項20之轉子組件的建構方法，包含決定該導電板的幾何尺寸，以設定該軸向間隙電機的一經定義效率因數。

【請求項24】 如請求項20之轉子組件的建構方法，包含製備由非磁性且非導電性材料製成的一碟形基底元件，並將該轉子組件的該環狀磁性芯元件附接至該碟形基底元件。

【請求項25】 如請求項24之轉子組件的建構方法，包含在該碟形基底元件中形成一環形空穴，並將該轉子組件的該環狀磁性芯元件設置在該環形空穴中。

【請求項26】 如請求項25之轉子組件的建構方法，包含在將該環狀磁性芯元件設置在該環形空穴中之前，於該碟形基底元件中形成複數個徑向溝槽，以藉此在該軸向間隙電機的運作期間促進空氣通過及該定子組件的通風。

【請求項27】 一種軸向間隙電機的建構方法，包含：

依據如請求項16之定子組件的建構方法，製備至少一定子組件；

將一旋轉軸設置在該定子組件內部的一中央通道中；

依據如請求項20之轉子組件的建構方法，製備至少一轉子組件；及

將該至少一轉子組件裝設在該旋轉軸上，使得一軸向間隙形成於該轉子組件的該蛛形導電結構與該至少一定子組件之間。

【請求項28】 一種軸向間隙電機，包含：

至少一定子組件，包含複數個角柱形磁性芯元件及一主繞組，該等角柱形磁性芯元件係從沿著其長度延伸之複數個磁性帶層所製成，該主繞組包含裝設在該等角柱形磁性芯元件之上的複數個線圈；

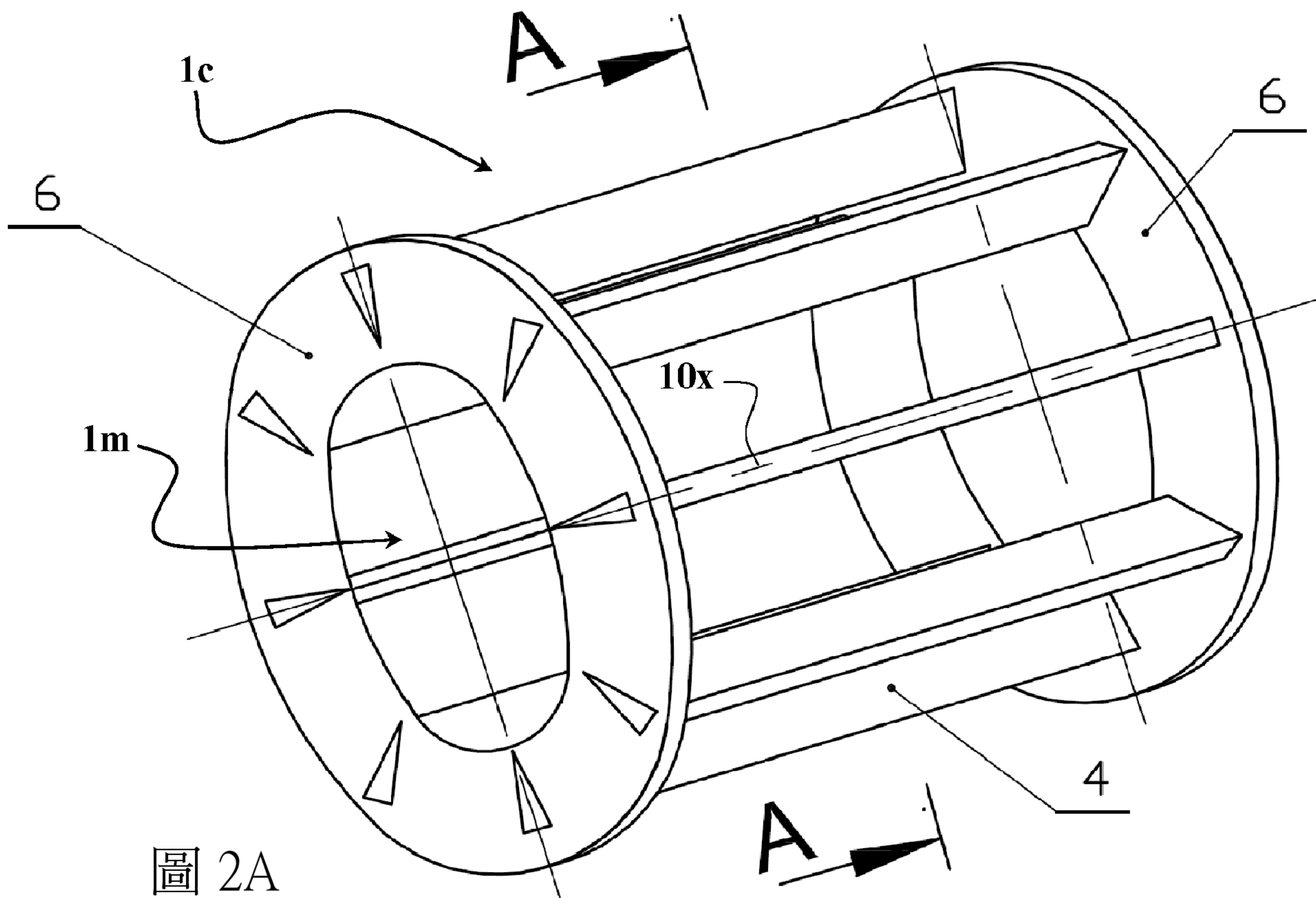
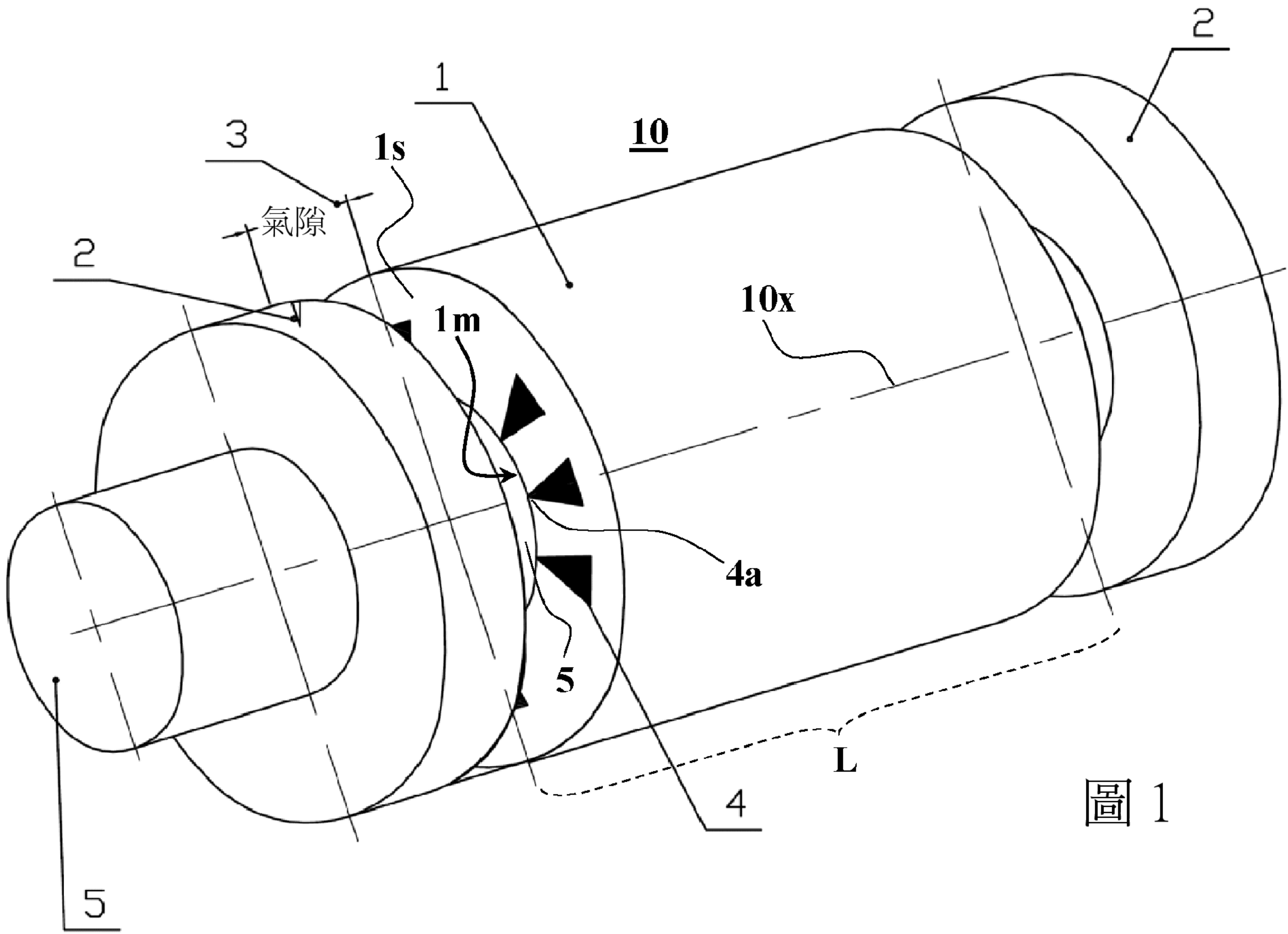
一旋轉軸，穿過該定子組件的一中央通道；及

至少一轉子組件，連接至該旋轉軸，且包含一環狀磁性芯元件及一次繞組，該環狀磁性芯元件係由螺旋纏繞之磁性條或磁性帶製成，該次繞組包含徑向延伸於同心之內導電環與外導電環之間的一組導電桿或板，該內導電環及該外導電環係電連接至該等導電桿或板，該等導電桿或板至少部分定位於形成在該環狀磁性芯元件中之徑向溝槽內。

【請求項29】 如請求項28之軸向間隙電機，其中該至少一定子組件係配置成提供十八個角柱形磁性芯元件並形成六個磁極。

【請求項30】 如請求項28或29之軸向間隙電機，其中該轉子組件的該次繞組之該等導電桿或板係配置成形成複數個扇葉，該等扇葉用以在該電機的運作期間將空氣流朝該定子組件導引。

【發明圖式】



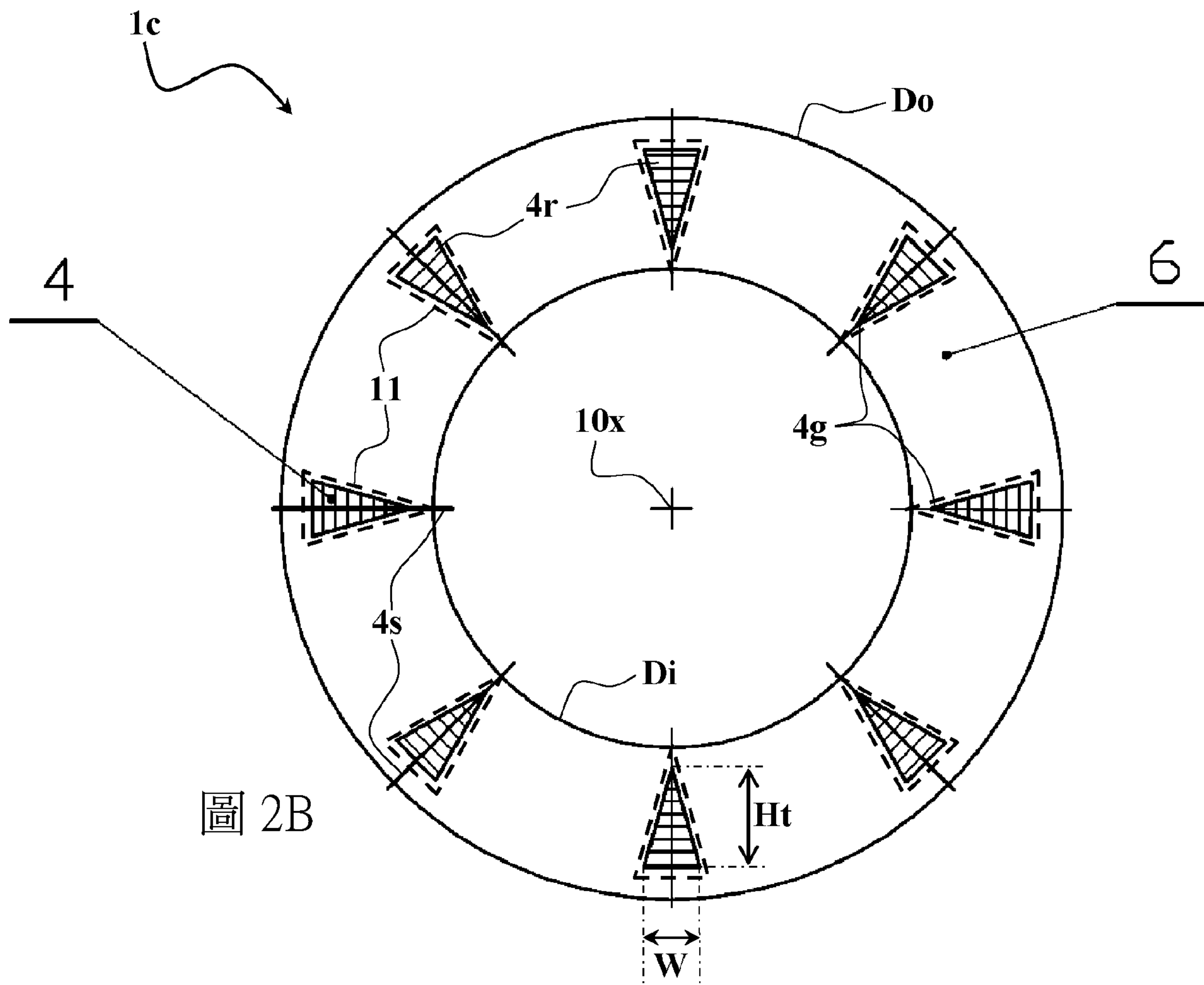


圖 2B

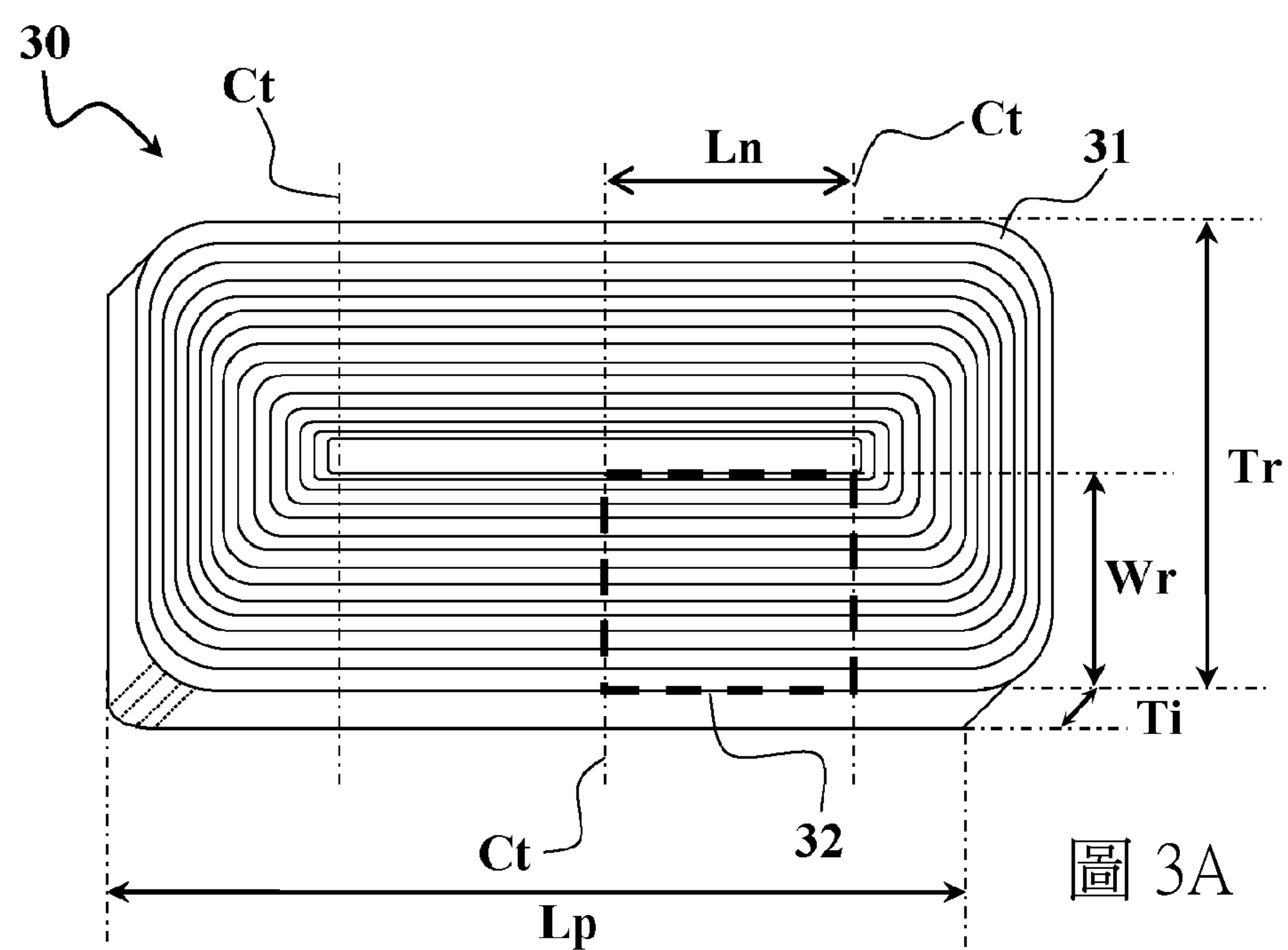


圖 3A

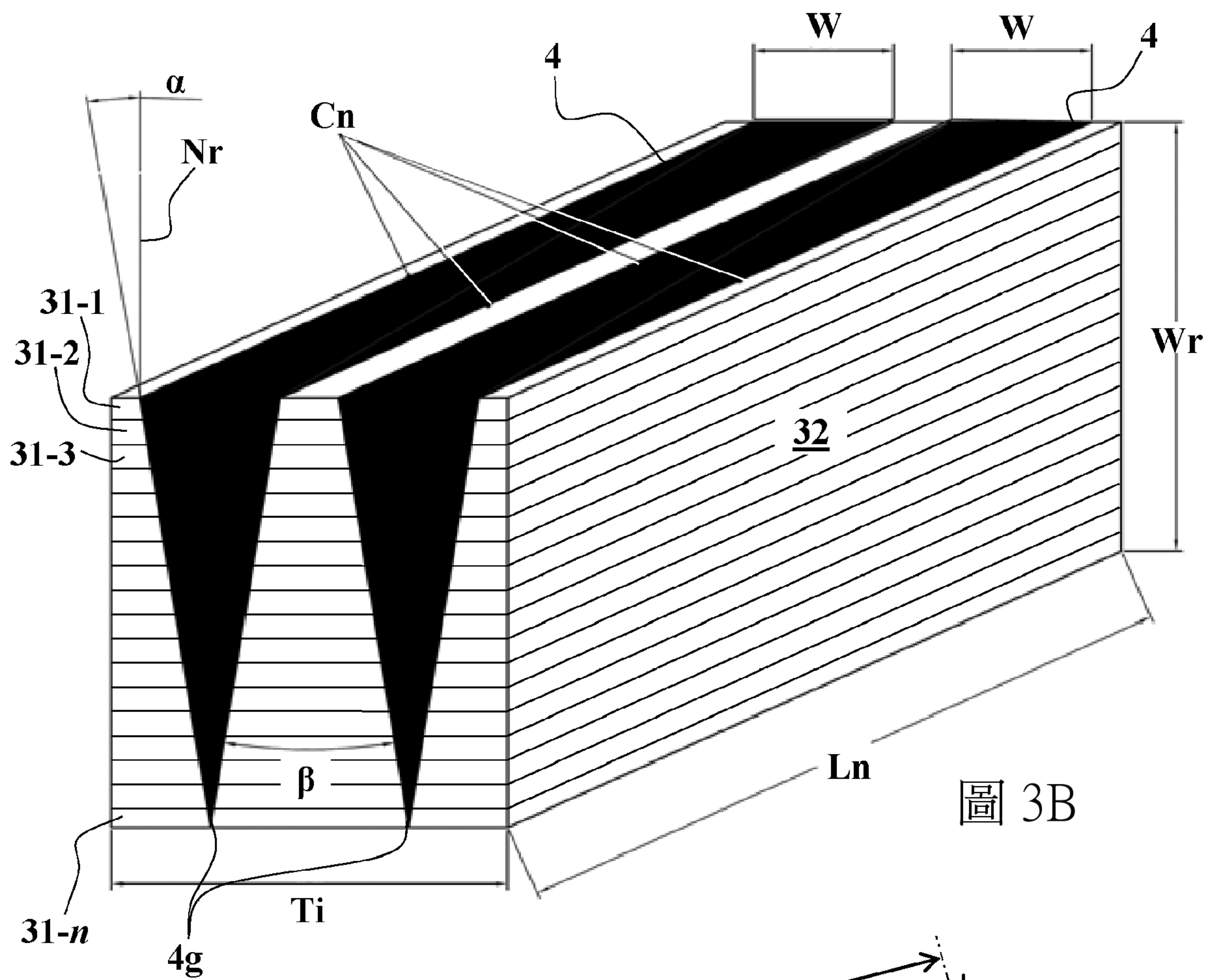


圖 3B

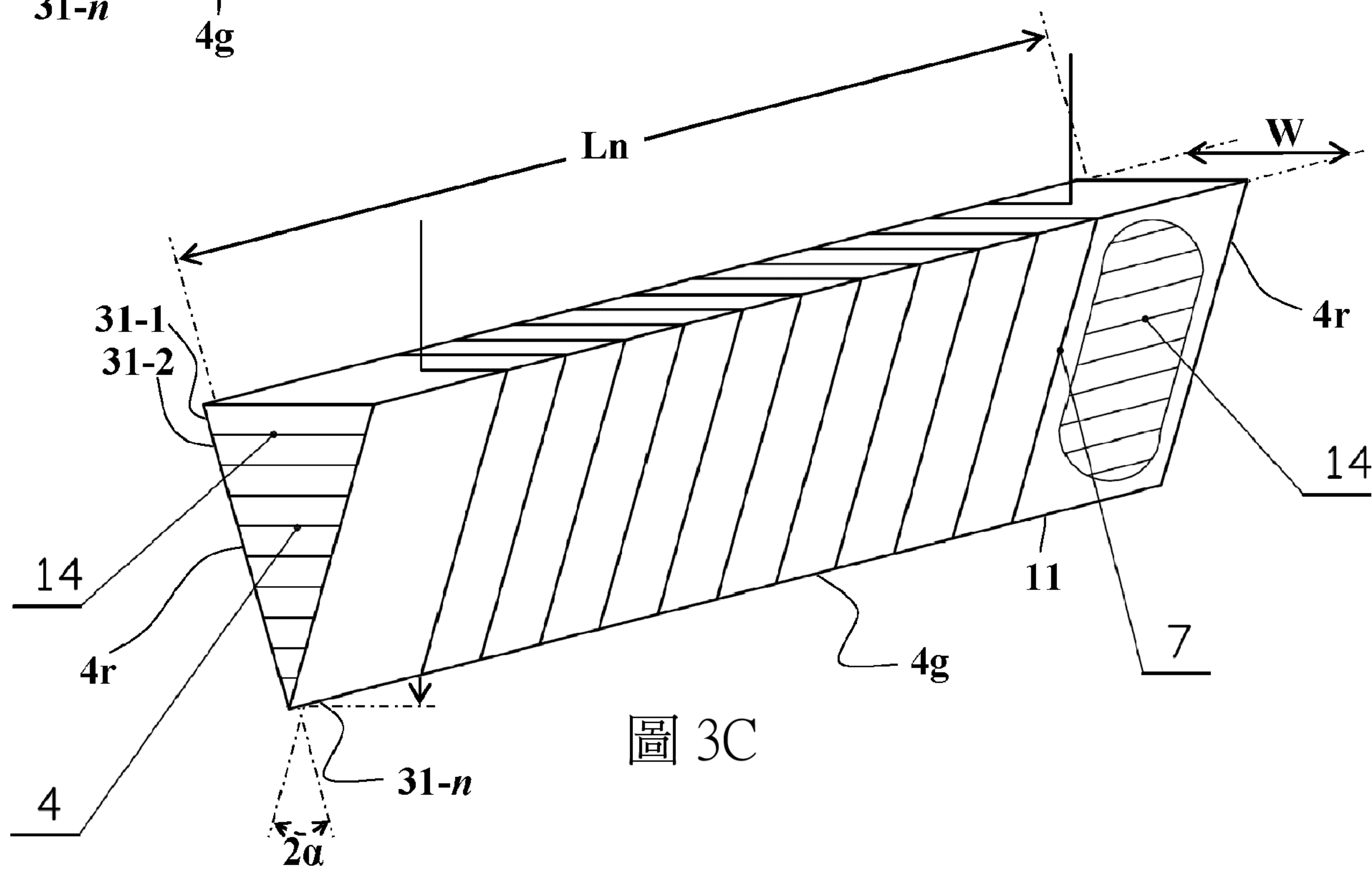


圖 3C

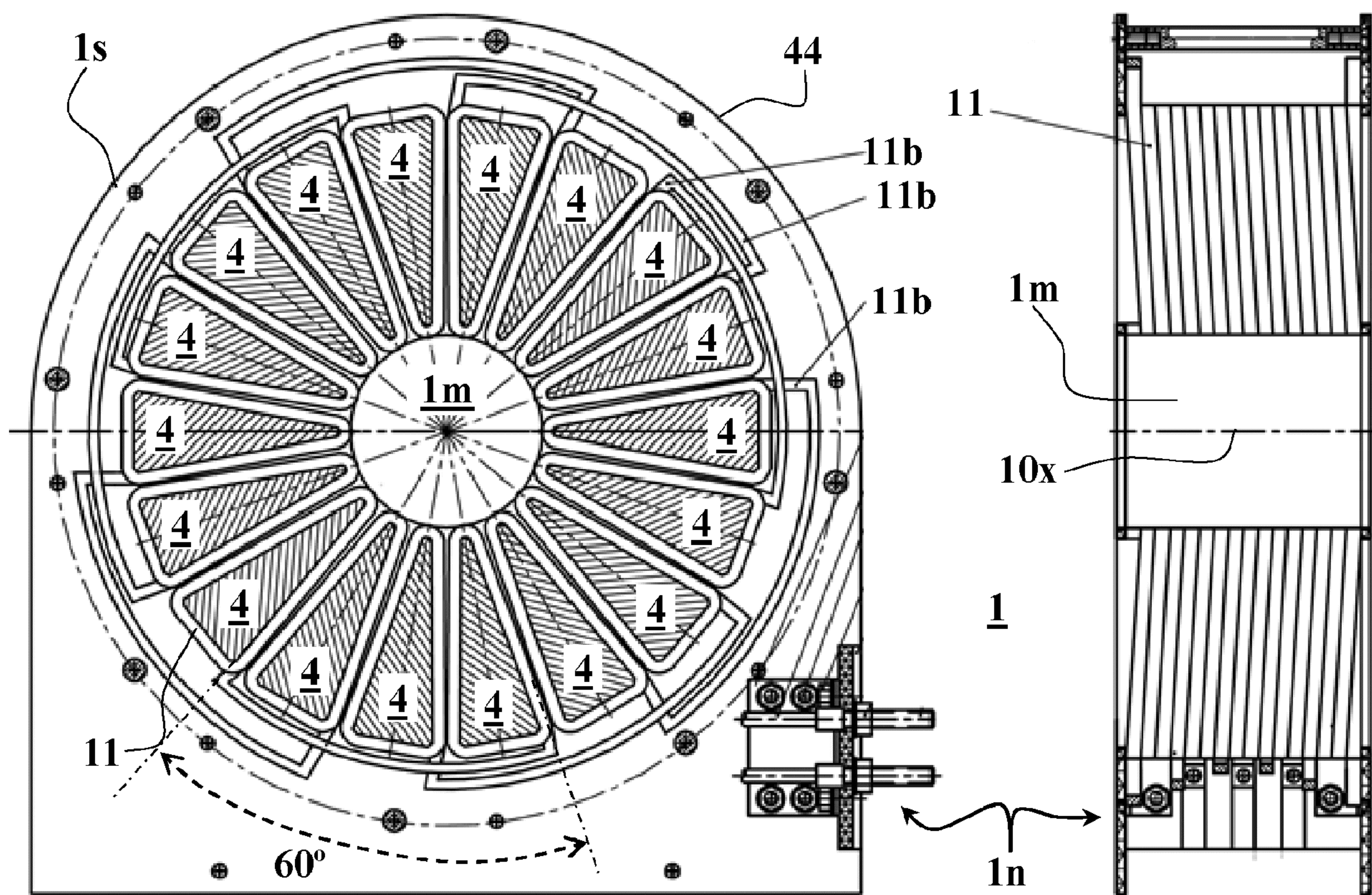


圖 4A

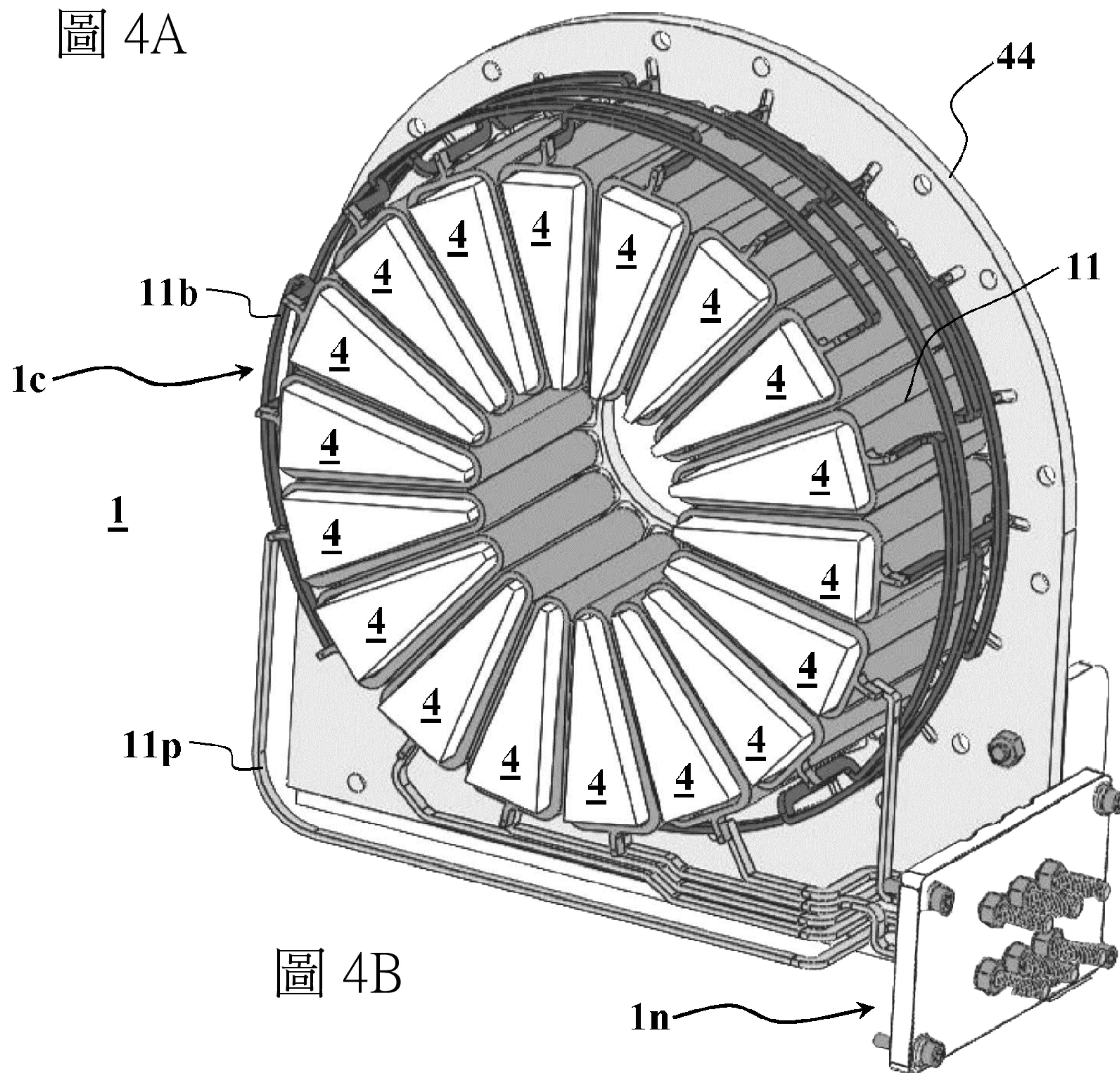


圖 4B

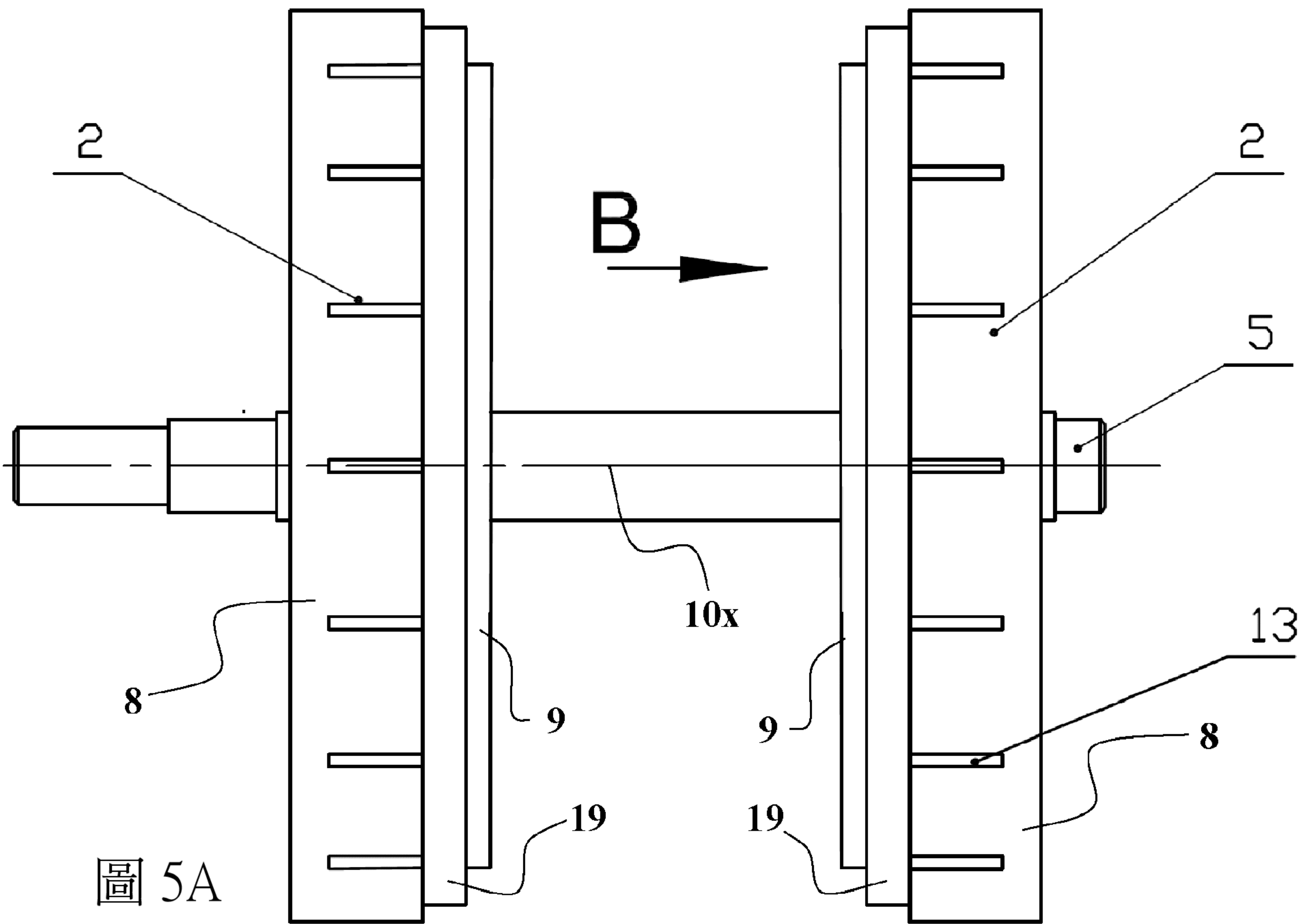


圖 5A

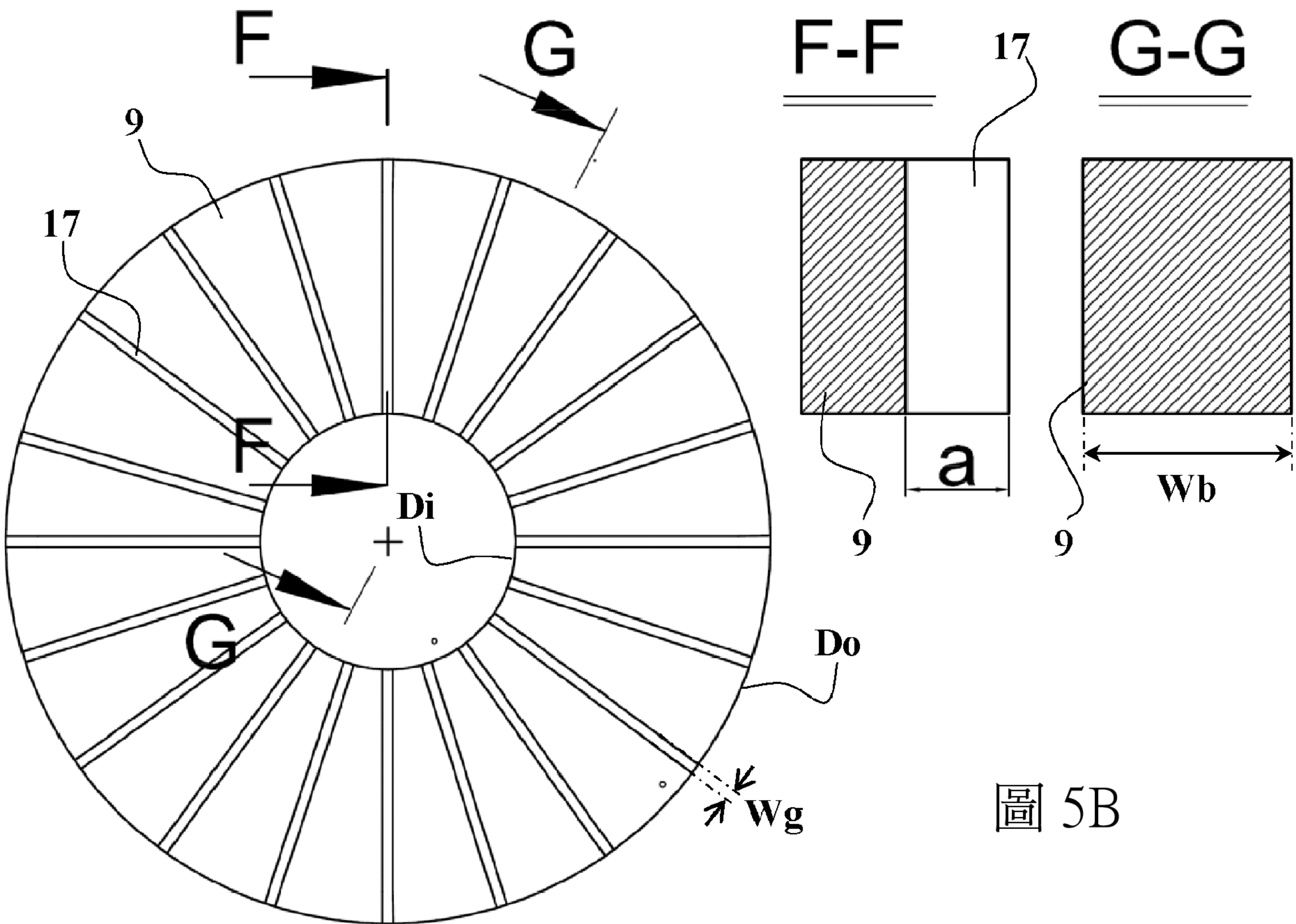


圖 5B

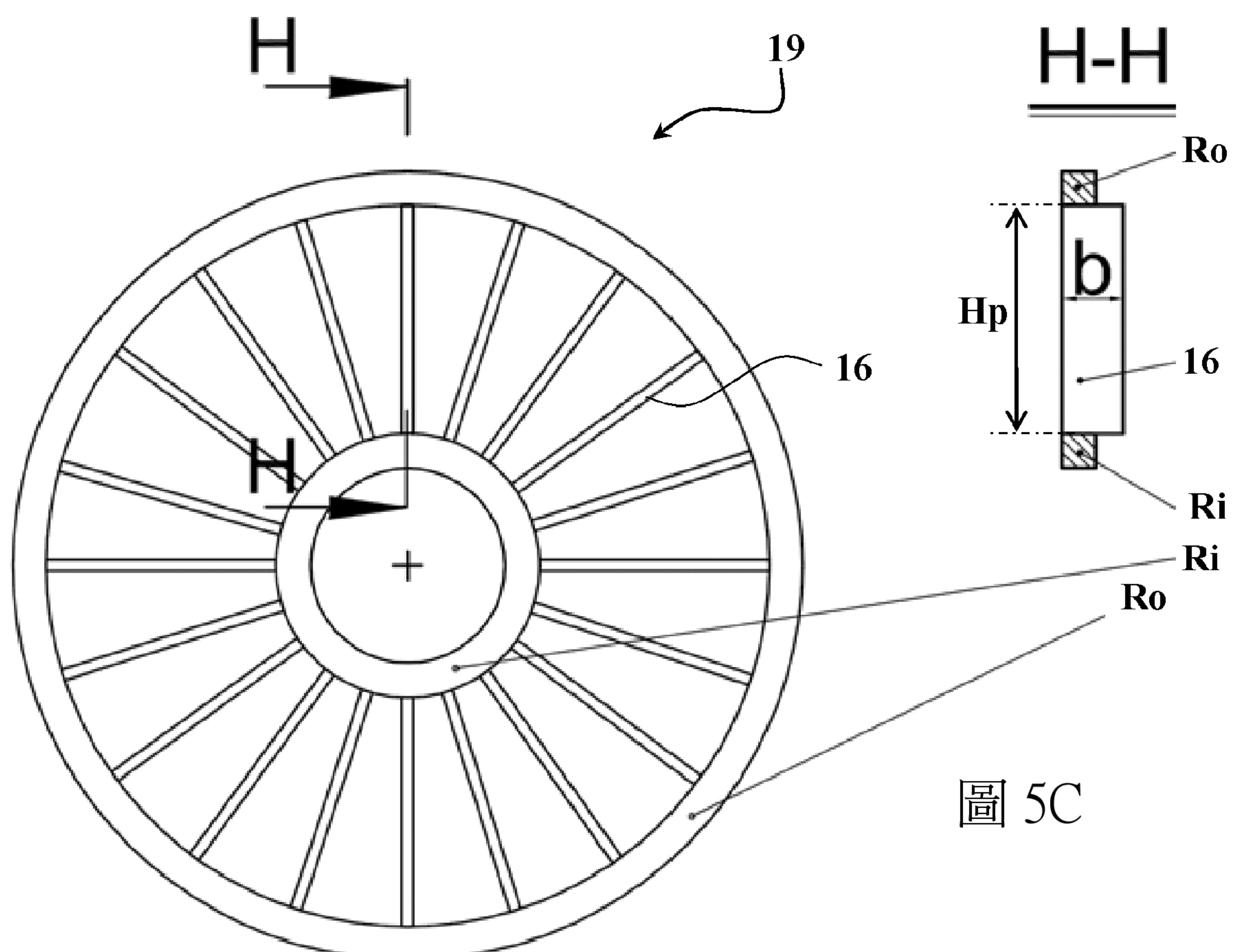


圖 5C

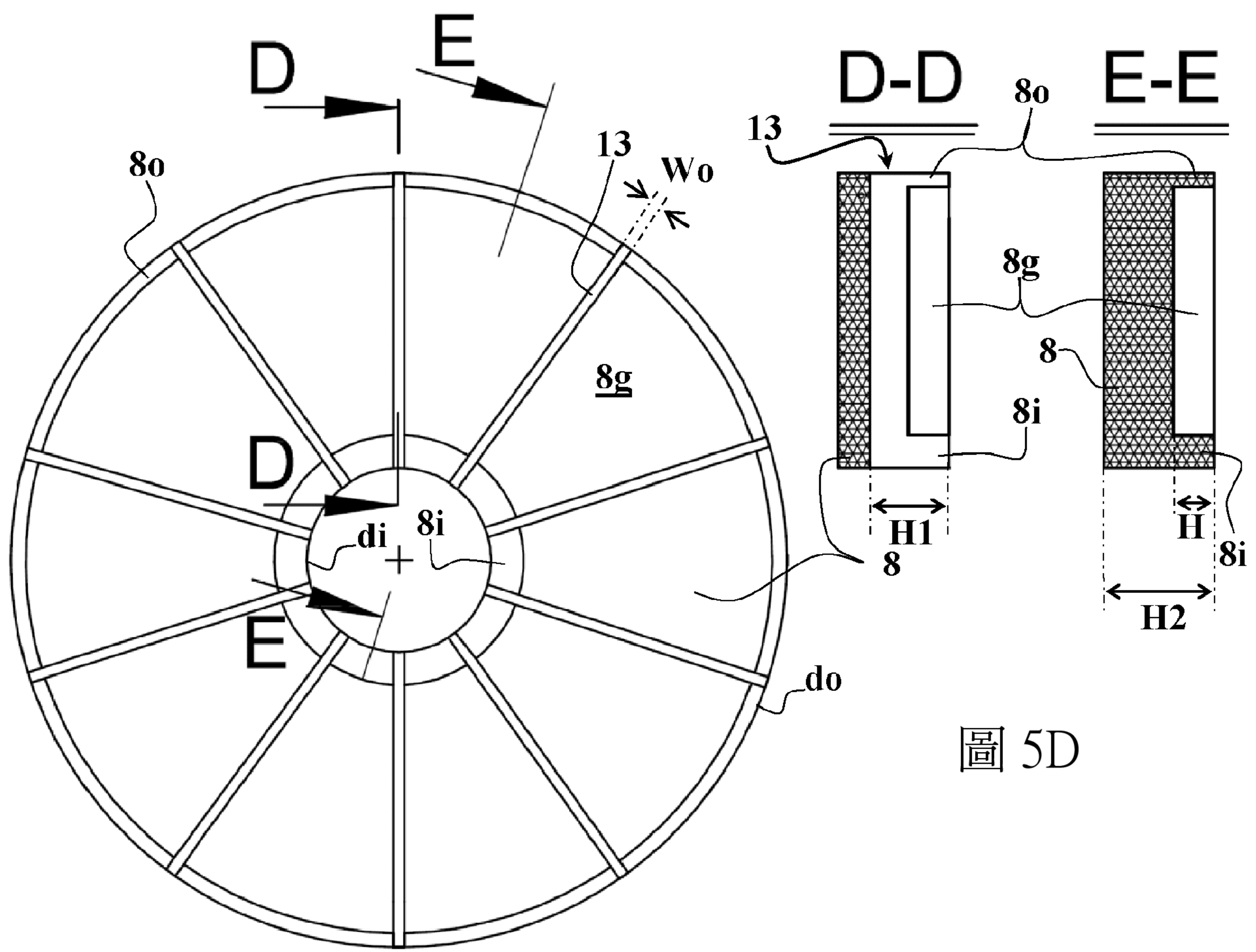


圖 5D



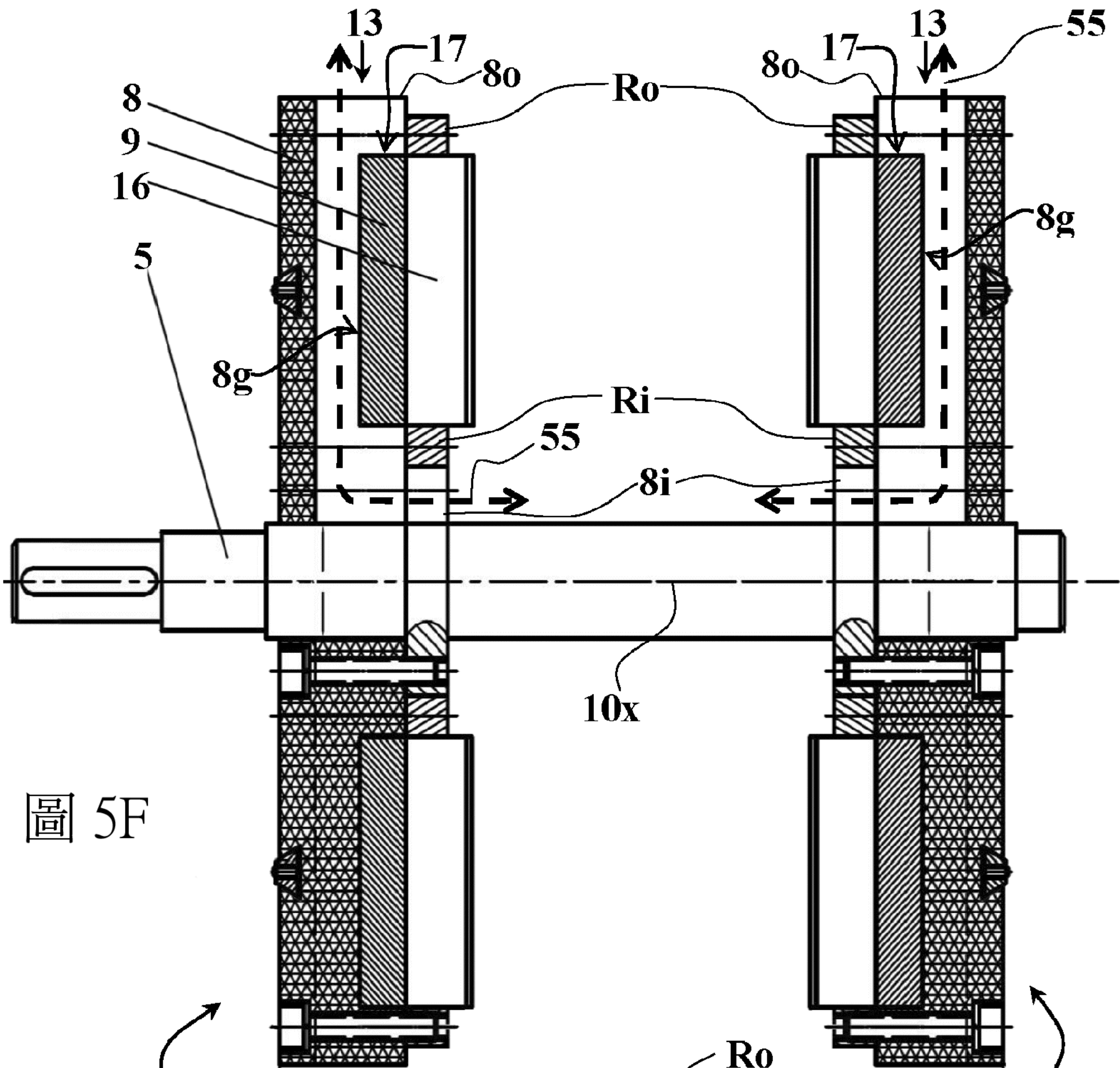


圖 5F

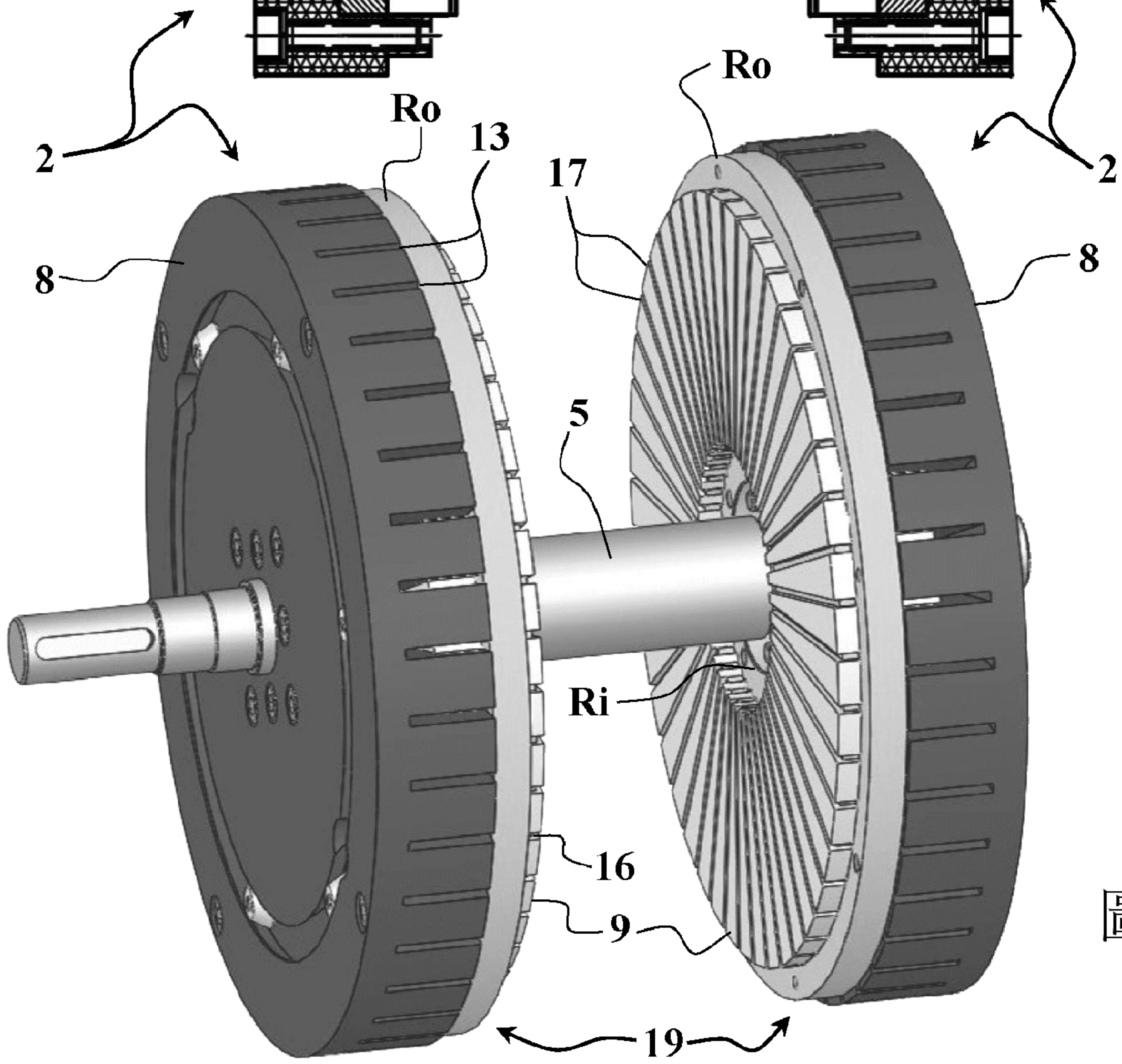
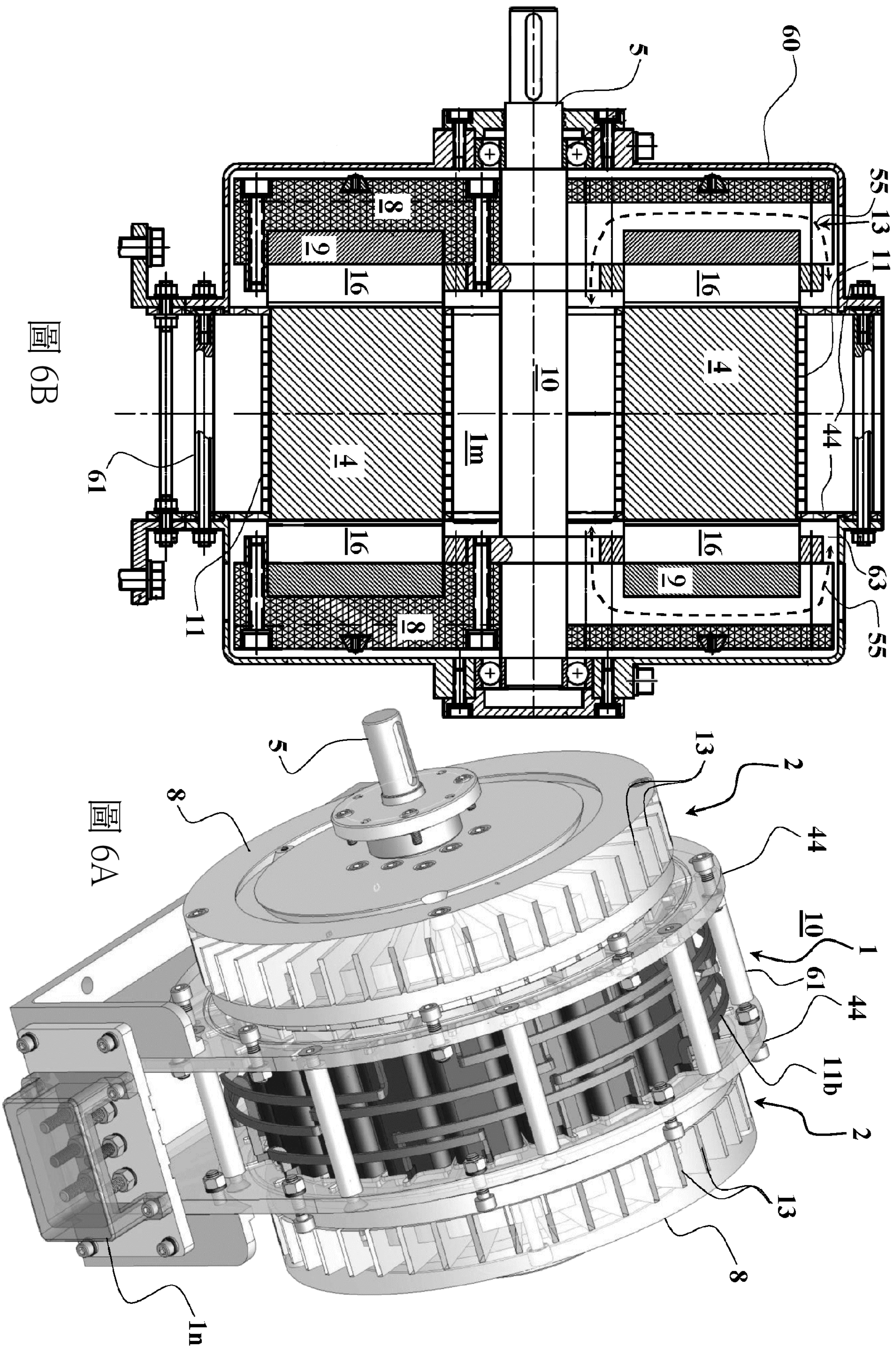


圖 5G



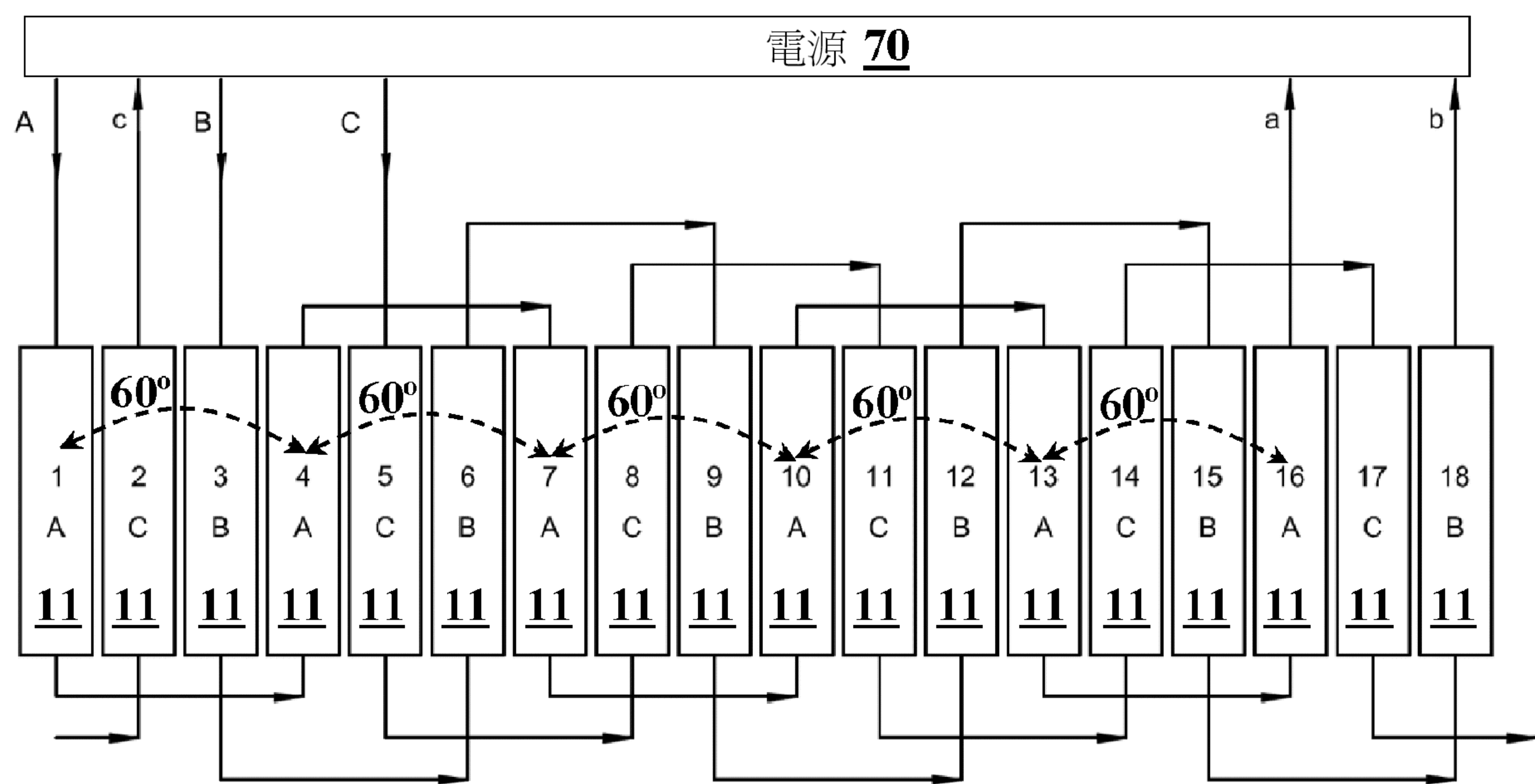


圖 7