201720019

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201720019 A

(43)公開日： 中華民國 106 (2017) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：105115937 (22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 05 月 23 日

(51)Int. Cl.： *H02K1/12 (2006.01)* *H02K15/02 (2006.01)*

(30)優先權：2015/11/25 世界智慧財產權組織 PCT/JP2015/083125

(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：荻野謙 OGINO, KEN (JP)；湯谷政洋 YUYA, MASAHIRO (JP)；北野達也 KITANO, TATSUYA (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：13 共 36 頁

(54)名稱

旋轉電機及旋轉電機的製造方法

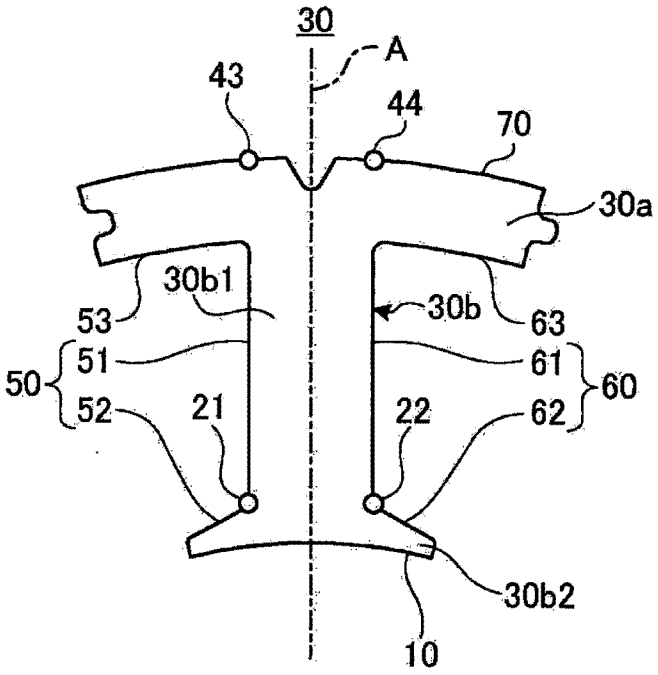
ROTATING ELECTRICAL MACHINE AND METHOD FOR MAKING THE SAME

(57)摘要

本發明之旋轉電機，具備：定子芯，該定子芯係積層複數片電磁鋼板而構成且具有芯背部 30a 與自芯背部 30a 突出的齒部 30b，齒部 30b 具有：相對於向複數個電磁鋼板之積層方向延伸且將齒部 30b 之寬度予以等分的平面配置排列於齒部 30b 之第 1 側面 50 且配置排列於積層方向的複數個第 1 熔接部 21、及相對於朝積層方向延伸之平面配置排列於齒部 30 之第 2 側面 60 且配置排列於積層方向的複數個第 2 熔接部 22。複數個第 1 熔接部 21 與複數個第 2 熔接部 22 係於積層方向配置排列成交錯狀。

A rotating electrical machine of the present invention comprises: a stator core formed by laminating a plurality of electromagnetic steel plates and having a core back portion 30a and a tooth portion 30b projected from the core back portion 30a, wherein the tooth portion 30b comprises: a plurality of first welding portions 21 arranged in an laminated direction of the plurality of electromagnetic steel plates and arranged on a first side surface 50 of the tooth portion 30b with respect to a plane that extending in the laminated direction and equally divide the width of the tooth portion 30b; and a plurality of second welding portions 22 extending in the laminated direction and arranged on a second side surface 60 of the tooth portion 30b with respect to the plane extending in the laminated direction. The plurality of first welding portions 21 and the plurality of second welding portions 22 are arranged to be staggered in the laminated direction.

指定代表圖：



第5圖

符號簡單說明：

10・・・前端面

21・・・第 1 熔接部

22・・・第 2 熔接部

30・・・芯片

30a・・・芯片外徑

30b・・・齒部

30b1・・・齒部基部

30b2・・・齒部前端部

43・・・第 3 熔接部

44・・・第 4 熔接部

50・・・第 1 側面

51、52、61、62・・・側面

53、63・・・內側面

60・・・第 2 側面

70・・・外側面

201720019

發明摘要

※申請案號：105115837

※申請日：105.5.23

※IPC分類：H02K 1/12 (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

旋轉電機及旋轉電機的製造方法

ROTATING ELECTRICAL MACHINE AND METHOD FOR MAKING THE SAME

【中文】

本發明之旋轉電機，具備：定子芯，該定子芯係積層複數片電磁鋼板而構成且具有芯背部 30a 與自芯背部 30a 突出的齒部 30b，齒部 30b 具有：相對於向複數個電磁鋼板之積層方向延伸且將齒部 30b 之寬度予以等分的平面配置排列於齒部 30b 之第 1 側面 50 且配置排列於積層方向的複數個第 1 熔接部 21、及相對於朝積層方向延伸之平面配置排列於齒部 30 之第 2 側面 60 且配置排列於積層方向的複數個第 2 熔接部 22。複數個第 1 熔接部 21 與複數個第 2 熔接部 22 係於積層方向配置排列成交錯狀。

【英文】

A rotating electrical machine of the present invention comprises: a stator core formed by laminating a plurality of electromagnetic steel plates and having a core back portion 30a and a tooth portion 30b projected from the core back portion 30a, wherein the tooth portion 30b comprises: a plurality of first welding portions 21 arranged in an laminated direction of the plurality of electromagnetic steel plates and arranged on a first side surface 50 of the tooth portion 30b with respect to a plane that extending in the laminated direction and equally divide the width of the tooth portion 30b; and a plurality of second welding portions 22 extending in the laminated direction and arranged on a second side surface 60 of the tooth portion 30b with respect to the plane extending in the laminated direction. The plurality of first welding portions 21 and the plurality of second welding portions 22 are arranged to be staggered in the laminated direction.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 5 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10	前端面
21	第 1 熔接部
22	第 2 熔接部
30	芯片
30a	芯片外徑
30b	齒部
30b1	齒部基部
30b2	齒部前端部
43	第 3 熔接部
44	第 4 熔接部
50	第 1 側面
51、52、61、62	側面
53、63	內側面
60	第 2 側面
70	外側面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

旋轉電機及旋轉電機的製造方法

ROTATING ELECTRICAL MACHINE AND METHOD FOR MAKING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係有關具備定子及配置在定子之內側之轉子的旋轉電機及旋轉電機的製造方法。

【先前技術】

【0002】 近年來在使用於各式各樣用途的旋轉電機中，定子芯(stator core)係積層複數片的電磁鋼板，並將已積層的電磁鋼板之各者於積層方向熔接，藉此形成圓筒狀。由於如此方式形成的定子芯係不使用型砧(swage)，所以具有模具之製作費用較低的優點。但是，由於係熔接定子芯，所以會形成複數個電磁鋼板之各者在熔接部導通的狀態。如此一來，從轉子朝定子流動的磁通會交鏈(interlinkage)於熔接部，由於磁通會經時地變化而造成渦電流流動，所以渦電流損失會加大。

【0003】 專利文獻 1 記載有：於定子芯的內周面沿定子芯的熔接方向施予交錯狀的熔接。專利文獻 1 之先前技術係藉藉由施予交錯狀的熔接，而謀求抑制交鏈磁通所造成的影響，即抑制渦電流損失而改善旋轉電機的運轉效率。(先前技術文獻)

(專利文獻)

【0004】

專利文獻 1：日本特開 2000－333388 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決的課題)

【0005】 然而，由於專利文獻 1 的構造係於定子芯的內周面存在有熔接部，所以轉子與熔接部的距離變近，而會有因交鏈磁通造成熔接部分的影響之虞。亦即，於積層方向被熔接成交錯狀的複數個熔接部，係以複數片電磁鋼板不分離的方式存在有重疊(overlap)的部分。從轉子往定子芯流動的磁通會交鏈於重疊部分，因此於重疊部分會產生渦電流所造成的渦電流損失，導致旋轉電機的運轉效率降低。

【0006】 本發明係鑒於上述問題而研發完成者，目的在於：獲得一種可達到提升旋轉電機之運轉效率的旋轉電機。

(解決課題之手段)

【0007】 為解決上述課題而達成目的，本發明之旋轉電機具備定子芯，該定子芯係積層複數片電磁鋼板而構成且具有芯背部(core back)與自芯背部突出的齒部(teeth)。齒部具有：配置排列於齒部之第 1 側面且配置排列於複數片電磁鋼板之積層方向的複數個第 1 熔接部、及配置排列於齒部之第 2 側面且配置排列於積層方向的複數個第 2 熔接部。複數個第 1 熔接部與複數個第 2 熔接部係

於積層方向配置排列成交錯狀。

(發明的效果)

【0008】 本發明之旋轉電機可達到提升旋轉電機之運轉效率的效果。

【圖式簡單說明】

【0009】

第 1 圖係實施形態 1 之旋轉電機的構成圖。

第 2 圖係第 1 圖所示之定子芯的剖面圖。

第 3 圖係構成第 2 圖所示之定子芯之芯片的放大圖。

第 4 圖係顯示在第 1 圖所示之轉子產生的磁通流動於芯片之情形的圖。

第 5 圖係顯示於第 2 圖所示之芯片設有熔接部之狀態的圖。

第 6 圖係第 5 圖所示之芯片的立體圖。

第 7 圖係用以說明於實施形態 1 之旋轉電機中，作用於熔接部之熔接收縮力的圖。

第 8 圖係顯示於實施形態 1 之旋轉電機中，在熔接部之重疊部產生之電流迴路(current loop)的示意圖。

第 9 圖係自第 8 圖所示之 IX－IX 之箭號方向所見的剖面圖。

第 10 圖係顯示第 5 圖所示之芯片之第 1 變形例的圖。

第 11 圖係顯示第 5 圖所示之芯片之第 2 變形例的圖。

第 12 圖係顯示第 5 圖所示之芯片之第 3 變形例的圖。

第 13 圖係用以說明實施形態 2 之旋轉電機的製造方法

的圖。

【實施方式】

【0010】 以下，依據圖式來詳細說明本發明之實施形態之旋轉電機及旋轉電機的製造方法。此外，並非依據以下所示之實施形態來限定本發明。

【0011】 實施形態 1

第 1 圖係實施形態 1 之旋轉電機的構成圖。第 2 圖係第 1 圖所示之定子芯的剖面圖。第 3 圖係構成第 2 圖所示之定子芯之芯片的放大圖。

【0012】 旋轉電機 100 具有：環狀的定子 1、及配置於定子 1 之內側的轉子 2。

【0013】 定子 1 具有：環狀的定子芯 3、及捲繞於定子芯 3 的繞線 4。

【0014】 第 2 圖所示之定子芯 3 係將複數片第 3 圖所示之芯片 30 配置排列於轉子 2 之旋轉方向而形成。

【0015】 轉子 2 具有：軸(shaft)5、及配設於軸 5 之外周面的永久磁鐵 6。

【0016】 於轉子 2 的外周面與定子芯 3 的內周面之間設有間隙 7。藉由永久磁鐵 6 產生的磁通與繞線 4 產生的磁通的作用而產生轉矩(torque)，轉子 2 藉由該轉矩而旋轉。

【0017】 芯片 30 係積層複數層將鋼板母材衝孔 T 字形狀所獲得的電磁鋼板而構成。於實施形態 1 中，電磁鋼板的材料係矽鋼或阿姆可(armco)鐵。複數片電磁鋼板分別經過絕緣鍍敷(coating)。因此，在積層有複數片電磁鋼板

的情形下，相鄰接的電磁鋼板各者為相互絕緣。

【0018】 芯片 30 具有：圓弧狀的芯背部(core back) 30a、及自芯背部 30a 突出的齒部 30b。

【0019】 齒部 30b 具有：自芯背部 30a 突出的齒部基部 30b1、及設置在齒部基部 30b1 之前端的齒部前端部 30b2。

【0020】 齒部前端部 30b2 之周圍方向的寬度比齒部基部 30b1 的寬度還大。齒部前端部 30b2 係朝周圍方向兩側突出的鍔狀或傘狀。周圍方向係相等於第 1 圖所示之轉子 2 的旋轉方向。

【0021】 如以上方式構成的芯片 30 藉由熔接而形成複數片電磁鋼板於積層方向接合的狀態。積層方向係積層複數片電磁鋼板的方向。

【0022】 第 4 圖係顯示在第 1 圖所示之轉子產生的磁通流動於芯片之情形的圖。箭頭表示在轉子 2 產生的磁通流動的路徑。在轉子 2 產生的磁通以齒部前端部 30b2、齒部基部 30b1、芯背部 30a 的順序來流動，進而朝向在周圍方向鄰接之未以圖式顯示的芯背部流動。

【0023】 如以上所述，形成芯片 30 之複數片電磁鋼板各者為相互絕緣。然而，以熔接機熔接經積層後的複數片電磁鋼板時，電磁鋼板之已施加了熔接的部分就變得沒有絕緣鍍敷，而使熔接部與複數片電磁鋼板成為導通狀態。

【0024】 由於在轉子 2 產生之磁通的交鏈，會於熔接部流動渦電流而產生渦電流損失。特別是設置有往芯片 30

之積層方向連續成直線狀的熔接部時，於熔接部之積層方向的長度愈長則渦電流損失也愈大。

【0025】 為了抑制這類的渦電流損失，有效的方式係設置朝芯片 30 之積層方向配置排列成交錯狀的熔接部。所謂交錯狀乃指於與積層方向正交的方向鄰接之熔接部於積層方向配置成相互不同的形態。藉由設置交錯狀的熔接部，配置排列成交錯狀之各個熔接部於積層方向的長度會變短。如此一來，流動於熔接部之渦電流會於積層方向被分割。

【0026】 因此，與設置有朝芯片 30 之積層方向連續成直線狀之熔接部相比較，配置排列成交錯狀的熔接部能夠抑制渦電流損失，且能確保芯片 30 的機械強度。

【0027】 第 5 圖係顯示於第 2 圖所示之芯片設有熔接部之狀態的圖。第 6 圖係第 5 圖所示之芯片的立體圖。

【0028】 齒部 30b 具有第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22。

【0029】 第 1 熔接部 21 係向電磁鋼板之積層方向延伸，並相對於平面 A 配置排列於齒部 30b 之一側的第 1 側面 50 且沿著積層方向分離而配置。

【0030】 平面 A 係朝齒部 30b 突出的方向延伸且將齒部基部 30b1 的周方向寬度等分的假想線。

【0031】 第 1 側面 50 包含：齒部基部 30b1 的側面 51、及除了齒部 30b 之前端面 10 以外的齒部前端部 30b2 的側面 52。

【0032】 圖式所例示的是第 1 熔接部 21 配置排列於側面 51 與側面 52 的交界部。

【0033】 第 2 熔接部 22 係向電磁鋼板之積層方向延伸，並相對於平面 A 配置排列於齒部 30b 之另一側的第 2 側面 60 且沿著積層方向分離而配置。

【0034】 第 2 側面 60 包含：齒部基部 30b1 的側面 61、及除了齒部 30b 之前端面 10 以外的齒部前端部 30b2 的側面 62。

【0035】 圖式所例示的是第 2 熔接部 22 配置排列於側面 61 與側面 62 的交界部。

【0036】 如第 6 圖所示，第 1 熔接部 21 與第 2 熔接部 22 係沿著積層方向而配置排列成交錯狀。即芯片 30 於除了齒部 30b 之前端面 10 以外的部分，具有熔接成交錯狀的第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22。

【0037】 芯背部 30a 具有配置排列於芯背部 30a 之外側面 70 的第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44。芯背部 30a 之外側面 70 相當於第 2 圖所示之定子芯 3 的外周面。

【0038】 第 3 熔接部 43 係相對於平面 A 配置排列於與第 1 側面 50 相同側，且沿著積層方向分離而配置。

【0039】 第 4 熔接部 44 係相對於平面 A 配置排列於與第 2 側面 60 相同側，且沿著積層方向分離而配置。

【0040】 如第 6 圖所示，第 3 熔接部 43 與第 4 熔接部 44 沿著積層方向配置排列成交錯狀。

【0041】 藉由對齒部 30b 之前端面 10 以外的部分施

予熔接，與對齒部 30b 之前端面 10 施予熔接的情況相比較，自轉子 2 至第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 的距離變長。藉此，第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 不易受到在轉子 2 產生的交鏈磁通的影響，而能抑制渦電流損失。其結果，可達致旋轉電機 100 之運轉效率的提升。

【0042】 此外，定子芯之齒部前端面進行交錯狀的熔接，而於芯背部的外周面進行非交錯狀之平面狀的熔接時，齒部前端面之熔接面積與芯背部之外周面的熔接面積不同。因此，熔接時的熔接應變所造成的變形量在齒部前端面與芯背部的外周面不同。藉此，會因齒部前端側之於積層方向的尺寸精度的降低而產生齒槽效應轉矩(cogging torque)脈動。

【0043】 實施形態 1 之旋轉電機 100 的芯片 30 則是以齒部側之熔接面積與芯背部側的熔接面積相等的方式，將第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 配置排列成交錯狀，且將第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44 配置排列成交錯狀。所以，能夠抑制齒槽效應轉矩的產生。

【0044】 第 6 圖所示之複數個熔接部 21a 構成第 1 熔接部 21。複數個熔接部 22a 構成第 2 熔接部 22。複數個熔接部 43a 構成第 3 熔接部 43。複數個熔接部 44a 構成第 4 熔接部 44。

【0045】 第 6 圖的例子中，複數個熔接部 43a 之各者於積層方向的位置與複數個熔接部 22a 之各者於積層方向的位置相同。

【0046】 再者，複數個熔接部 44a 之各者於積層方向的位置與複數個熔接部 21a 之各者於積層方向的位置相同。

【0047】 如此的方式施予熔接的理由如以下所述。在此以熔接部 21a 及熔接部 44a 為例來說明。

【0048】 藉由作用於熔接部 21a 的熔接收縮力，齒部前端部 30b2 側之複數片電磁鋼板之各者被往積層方向壓縮。此時，位於比平面 A 更靠第 2 側面 60 側的芯背部 30a，各個電磁鋼板會產生翹曲而於鄰接的電磁鋼板之間會產生間隙。由於該間隙而造成芯片 30 之剛性的降低並且磁特性劣化，導致旋轉電機之運轉效率的降低。

【0049】 實施形態 1 之芯片 30 則以消除此類應變的方式配置排列有熔接部 44a。因此，可抑制在電磁鋼板之間產生的間隙而改善磁特性。其結果，能夠抑制旋轉電機之運轉效率的降低。

【0050】 再者，由於能夠抑制在電磁鋼板之間產生的間隙，所以可抑制芯片 30 之剛性的降低，能確保在旋轉電機運轉時定子芯 3 的真圓度，能抑制振動及躁音的產生。

【0051】 繼而，由於能夠抑制在電磁鋼板之間產生的間隙，所以可抑制定子芯 3 之內徑的尺寸精度的降低所造成的齒槽效應轉矩脈動的產生，能抑制振動及躁音的產生。此外，所謂定子芯 3 之內徑的尺寸精度的降低，乃指因熔接而使各個電磁鋼板於積層方向變形，則將複數片芯片 30 組合成環狀時，就會使環狀的定子芯 3 的內徑劣化。

【0052】 第7圖係用以說明於實施形態1之旋轉電機中，作用於熔接部之熔接收縮力的圖。於第7圖中，將設置於芯背部30a之第3熔接部43及第4熔接部44的一部分放大顯示。

【0053】 箭頭B係以示意的方式顯示因第3熔接部43及第4熔接部44冷卻而產生的積層方向的熔接收縮力。

【0054】 如第7圖所示，僅在芯背部30a設置有第3熔接部43及第4熔接部44的情況，與第5圖所示對齒部30b的前端面10施予熔接的情況相比較，自轉子2至第3熔接部43及第4熔接部44的距離變長。因此，不易受到在轉子2產生的交鏈磁通的影響，而能抑制渦電流損失。

【0055】 然而，因熔接部43與熔接部44產生的熔接收縮力，芯背部30a側之複數片電磁鋼板會被往積層方向壓縮。此時，在屬於未熔接部分的齒部前端部30b2側，各個電磁鋼板會產生翹曲，於鄰接的電磁鋼板之間會產生間隙。

【0056】 實施形態1之芯片30係以利用第5圖所示之在第1熔接部21及第2熔接部22產生的熔接收縮力來抵消在第3熔接部43及第4熔接部44產生的熔接收縮力的方式而構成。藉此，能夠抑制齒部前端部30b2側之複數片電磁鋼板之間產生間隙。

【0057】 接著利用第8圖及第9圖來說明熔接條件。

【0058】 第8圖係顯示於實施形態1之旋轉電機中，在熔接部之重疊部產生之電流迴路的示意圖。第9圖係自

第 8 圖所示之 IX－IX 所見的剖面圖。

【0059】 於第 8 圖中，將設置於芯片 30 之芯背部 30a 的第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44 的一部分放大顯示。

【0060】 符號 41 係熔接部 43a 及熔接部 44a 於積層方向的重疊部。

【0061】 符號 H 係於與積層方向正交之方向之熔接部 44a 的寬度。熔接部 43a 的寬度也同樣地定義。

【0062】 L1 係於重疊部 41 中，熔接部 44a 及熔接部 43a 之於積層方向的重疊長度。

【0063】 L2 係於與積層方向正交之方向鄰接之熔接部 44a 與熔接部 43a 之間的距離。

【0064】 第 9 圖顯示熔接部寬度 H 與熔接滲透深度 T。熔接滲透深度 T 係自芯背部 30a 之外周面朝第 2 圖所示之定子芯 3 之中心達一定範圍之熔接部的寬度。

【0065】 如第 8 圖所示，於熔接部 43a 與熔接部 44a 之重疊部 41 會因在轉子 2 產生之交鏈磁通而產生渦電流 11，而會產生起因於渦電流的渦電流損失 W。

【0066】 渦電流損失 W 與重疊部面積 S_1 與熔接滲透面積 S_2 與重疊長度 L1 之間具有下述式子(1)的關係。熔接滲透面積 S_2 係由第 9 圖所示之熔接部寬度 H 及熔接滲透深度 T 所求得。

【0067】 $W \propto S_1 \hat{} 2 \times S_2 / L1 \cdots (1)$

【0068】 以下具體地說明式子(1)

【0069】 所謂渦電流損失 W 乃指在重疊部 41 之熔接

部 43a、44a 產生的渦電流損失。

【0070】 該渦電流損失 W 係以下述式子(2)表示。I 係電流，E 係電壓，R 係電阻。

【0071】 $W = I \times E = E \hat{} 2 / R \cdot \cdot \cdot (2)$

【0072】 電壓 E 依據交鏈磁通而產生，所以能以 $E \propto d\phi / dt$(法拉第(Faraday)之電磁感應的法則)來表示。

【0073】 在此說明，磁通 ϕ 能以 $\phi = B \times S_1$ 來表示。B 係磁通密度，S_1 係重疊部面積。

【0074】 重疊部面積 S_1 係將從芯片 30 之外周面俯視第 8 圖所示之重置部 41 時的面積，能以重疊長度 L1×重疊寬度 L2 而求得。

【0075】 由以上所述，電壓 E 與重疊部面積 S_1 之間具下述式子(3)的關係性。

【0076】 $E \propto S_1 \cdot \cdot \cdot (3)$

【0077】 另一方面，電阻 R 係重疊處之熔接部的電阻。電阻 R 的值與長度成正比，與面積成反比，因此，電阻 R 與重疊長度 L1 與熔接滲透面積 S_2 之間具有下述式子(4)的關係性。

【0078】 $R \propto L1 / S_2 \cdot \cdot \cdot (4)$

【0079】 由上述式子(2)至(4)可導出上述式子(1)。

【0080】 依據上述式子(1)，渦電流損失 W 係與重疊長度 L1 成正比，因此，重疊長度 L1 愈短則渦電流損失 W 愈小。以將重疊長度 L1 設成相當於 1 片電磁鋼板的尺寸，能夠將在重置部 41 產生的渦電流損失 W 降低至最少。

【0081】 實施形態1之芯片30係複數個第1熔接部21的各者之於積層方向的端部與複數個第2熔接部22的各者之於積層方向的端部，以複數片電磁鋼板之中的1片的厚度於積層方向重疊。再者，實施形態1之芯片30係複數個第3熔接部43的各者之於積層方向的端部與複數個第4熔接部44的各者之於積層方向的端部，以複數片電磁鋼板之中的1片的厚度於積層方向重疊。依據此構成，可降低在第1熔接部21與第2熔接部22之重疊部產生的渦電流損失，而且可降低在第3熔接部43與第4熔接部44之重疊部產生的渦電流損失，而能期待更提升電動機效率。

【0082】 在將每一片電磁鋼板進行了交錯熔接的情況下，交錯熔接的次數變多，芯片30之軸長度愈大，則相對於芯片30的自重之機械剛性就愈小。因此，在往下一個工程搬運時，會產生熔接部斷裂的問題，造成芯片30處理上的困難。

【0083】 為了防止此類問題，必須調整熔接部長度以使熔接部長度的強度比施加於熔接部之荷重還大。

【0084】 熔接部之拉伸強度P能以下述式子(5)表示。A係熔接部長度，D係芯片30的拉伸強度，T係熔接滲透深度。熔接部長度A係從配置排列成交錯狀之複數個熔接部群之於積層方向的一端至另一端的寬度。

【0085】 $P = A \times D \times T \cdots (5)$

【0086】 從上述式子(5)可得知熔接部之拉伸強度P係與熔接部長度A成正比。將拉伸強度P設成比施加於熔

接部之荷重還大，且將重疊長度 L1 設成與 1 片電磁鋼板 1 的厚度相等的狀態係實施形態 1 之芯片 30 的製造條件。藉由此製造條件，能防止搬運時之熔接部的斷裂而提升生產性，且能將渦電流損失 W 的產生抑制達到最小程度。

【0087】 此外，加大熔接滲透深度 T 也能提高熔接部的強度。然而，從上述式子(1)可瞭解熔接滲透深度 T 愈大，則熔接滲透面積 S_2 愈大，所以渦電流損失 W 愈大。因此，期望將熔接滲透深度 T 儘量地設得淺。

【0088】 以下說明芯片 30 的變形例。

【0089】 第 10 圖係顯示第 5 圖所示之芯片之第 1 變形例的圖。與第 5 圖所示之芯片 30 之不同點係在於：省略第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44、以及第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 的位置不同。

【0090】 第 1 熔接部 21 配置排列於齒部基部 30b1 的側面 51，第 2 熔接部 22 配置排列於與齒部基部 30b1 的側面 61 相同側。

【0091】 芯片 30-1 係省略第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44，因此能降低製作成本(cost)。再者，芯片 30-1 之從轉子 2 至第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 的距離變長，所以不易受到在轉子 2 產生之交鏈磁通的影響，可進一步抑制渦電流損失，而能夠期待更提升電動機效率。

【0092】 第 11 圖係顯示第 5 圖所示之芯片之第 2 變形例的圖。與第 5 圖所示之芯片 30 之不同點係在於第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44 的位置不同、以及第 1 熔接部

21及第2熔接部22的位置不同。

【0093】 芯片30-2的第3熔接部43係配置排列於芯背部30a的內側面53，且沿著積層方向分離而配置排列。內側面53係位於配置齒部30b的面之中相對於平面A而為與第1側面50相同側的面。

【0094】 芯片30-2的第4熔接部44係配置排列於芯背部30a的內側面63，且沿著積層方向分離而配置排列。內側面63係位於配置齒部30b的面之中相對於平面A而為與第2側面60相同側的面。

【0095】 於芯片30-2，自轉子2至第1熔接部21及第2熔接部22的距離變長，所以不易受到在轉子2產生之交鏈磁通的影響，可進一步抑制渦電流損失，而能夠期待更提升電動機效率。

【0096】 再者，芯片30-2係以第1熔接部21與第3熔接部43相對向的方式來配置排列，並以第2熔接部22與第4熔接部44相對向的方式來配置排列。因此，與設置有第1熔接部21及第2熔接部22的情況相比較，可抑制在製造芯片30-2時在電磁鋼板之間產生的間隙。所以，可提升芯片30-2的磁特性，而能謀求達到旋轉電機100之運轉效率的提升。

【0097】 再者，芯片30-2係以第1熔接部21與第3熔接部43相對向的方式來配置排列，並以第2熔接部22與第4熔接部44相對向的方式來配置排列。因此，與第3熔接部43及第4熔接部44配置列排列於芯背部30a的外

側面 70 的情況相比較，熔接作業變得容易，而能縮短芯片 30-2 的製作時間。

【0098】 此外，第 11 圖所示之第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44 也可與第 5 圖所示之第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44 同樣地配置排列。具體而言，第 11 圖所示之複數個熔接部 43a 各者於積層方向的位置係與複數個熔接部 22a 各者於積層方向的位置相同。再者，複數個熔接部 44a 各者於積層方向的位置係與複數個熔接部 21a 各者於積層方向的位置相同。藉由如此地設置熔接部，可抑制上述的電磁鋼板的翹曲，而可抑制在電磁鋼板之間產生的間隙，所以能夠抑制旋轉電機之運轉效率的降低。再者，由於可抑制在電磁鋼板之間產生的間隙，所以可抑制起因於定子芯 3 之內徑之尺寸精度的降低所造成的齒槽效應轉矩脈動的產生，而能夠抑制振動及躁音的產生。

【0099】 第 12 圖係顯示第 5 圖所示之芯片之第 3 變形例的圖。與第 5 圖所示之芯片 30 的不同點係在於省略第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44、以及第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 的位置不同。

【0100】 芯片 30-3 的第 1 熔接部 21 配置排列於齒部前端部 30b2 的側面 52。

【0101】 芯片 30-3 的第 2 熔接部 22 配置排列於齒部前端部 30b2 的側面 62。

【0102】 芯片 30-3 中，係以可抑制齒部前端部 30b2 側之電磁鋼板的應變量的方式設置有第 1 熔接部 21 及第 2

熔接部 22。因此，能抑制齒部前端部 30b2 側之應變量，而能抑制起因於定子芯 3 之內徑的尺寸精度之降低所造成的齒槽效應轉矩脈動的產生。其結果，能夠抑制旋轉電機之振動及躁音的產生。

【0103】 實施形態 2

第 13 圖係用以說明實施形態 2 之旋轉電機的製造方法的圖。於第 13 圖顯示在實施形態 2 之旋轉電機的製造方法中使用之設置有應變計(gauge)16 的芯片 30-4。芯片 30-4 係具有與實施形態 1 之芯片 30 同樣的形狀。

【0104】 利用模具而從鋼板母材衝孔所得到的芯片，即電磁鋼板會帶有所謂下垂(sagging)及毛邊(burr)的變形。該下垂及毛邊也會因鋼板母材之板厚偏差而產生。由於下垂及毛邊，已積層的電磁鋼板群在鄰接的電磁鋼板之間會產生間隙。由於該間隙的尺寸會參差不齊，所以在熔接已積層之電磁鋼板群時，一旦從熔接機輸出的雷射(laser)通過該間隙而進入電磁鋼板群的內部，則會造成熔接入熱量的不均勻，而會造成熔接滲透面積不均勻。

【0105】 接著，說明熔接入熱量與芯片 30-4 之收縮量的關係。

【0106】 熱應變所導致的收縮量與利用熔接機熔接芯片 30-4 時從能量(energy)源所賦予的熔接入熱量成正比。藉由調整該熔接入熱量而能控制(control)齒部 30b 的收縮量。

【0107】 如以下的式子(6)，收縮量 S 係依熔接入熱

量 Q(J／mm)、齒部 30b 的板厚 h(mm)、材料的線膨脹係數 α(1／℃)、密度 ρ(g／mm^3)及比熱 c(J／g℃)來決定。

【0108】 $S = \alpha Q / c \rho h$ ・・・(6)

【0109】 由上述式子(6)可得知收縮量 S 與熔接入熱量 Q 成正比。亦即，一旦因熔接入熱量 Q 的變動而使熔接滲透面積不均勻，則熔接所造成的熔接應變也會不均勻，而導致定子芯 3 的內徑之尺寸精度的降低。

【0110】 其次，說明齒槽效應轉矩。

【0111】 10 極 12 槽(slot)的永久磁鐵式的旋轉電機中，齒槽效應轉矩包含極數的成分與槽數的成分。極數的成分係齒槽效應轉矩之 12 諧波及 12 倍高次諧波成分，槽數的成分係齒槽效應轉矩之 10 諧波及 10 倍高次諧波成分。齒槽效應轉矩之 10 諧波及 10 倍高次諧波成分係起因於定子芯 3 之內徑的尺寸精度。

【0112】 從上述內容可得知，熔接入熱量 Q 之不均勻會導致熔接應變及定子芯 3 之內徑的尺寸精度的降低，進而使齒槽效應轉矩劣化。

【0113】 為了解決此類的問題，實施形態 2 之旋轉電機的製造方法包含以下的步驟。

(1) 將應變計 16 貼於芯片 30-4 之齒部前端部 30b2 的前端面 10。

(2) 以應變計 16 測量起因於芯背部側之熔接之齒部前端部側的應變量，並以抵消所測量到的應變量的方式，觀察第 1 側面 50 及第 2 側面 60 之應變量之同時，一邊調整熔接

滲透量且一邊將第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 設成交錯狀。即，應用以應變計 16 測量到的應變量而控制熔接入熱量。

【0114】 藉由控制熔接入熱量而能抑制熔接應變，能提升定子芯 3 之內徑的尺寸精度。藉此降低齒槽效應轉矩之 10 諧波及 12 倍高次諧波成分，降低齒槽效應轉矩總和，而能提供轉矩脈動小的旋轉電機。

【0115】 再者，由於芯片 30a 側的熔接部，即第 3 熔接部 43 及第 4 熔接部 44 之各者之熔接部之間的距離不依存於損失，所以例如藉由調整該熔接部之間的距離而抵消掉於芯片 30-4 之內徑側之積層方向的應變，亦可獲得同樣的效果。

【0116】 再者，實施形態 2 之旋轉電機的製造方法，也可包含：一邊藉由調整第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 之各個熔接部的熔接長度而將熔接部之拉伸強度設成比施加於熔接部之荷重還大，一邊將第 1 熔接部 21 及第 2 熔接部 22 於積層方向配置排列成交錯狀之工程。藉此，能防止在搬運時熔接部的斷裂而提升生產性，且能夠將渦電流損失 W 之產生抑制到最小程度。

【0117】 以上的實施形態所表示的構成係表示本發明之內容的一例者，而也可與其他眾所周知的技術組合，亦可在不脫離本發明之主旨的範圍內，省略或變更構成的一部分。

【符號說明】

【0118】

1	定子
2	轉子
3	定子芯
4	繞線
5	軸
6	永久磁鐵
7	間隙
10	前端面
11	渦電流
16	應變計
21	第 1 熔接部
21a、22a、43a、44a	熔接部
22	第 2 熔接部
30、30-1、30-2、30-3、30-4	芯片
30a	芯片外徑
30b	齒部
30b1	齒部基部
30b2	齒部前端部
41	重疊部
43	第 3 熔接部
44	第 4 熔接部
50	第 1 側面
51、52、61、62	側面

53、63	內側面
60	第 2 側面
70	外側面
100	旋轉電機

申請專利範圍

1. 一種旋轉電機，係具備：

定子芯，係積層複數片電磁鋼板而構成，且具有芯背部與自前述芯背部突出的齒部，

前述齒部具有：

複數個第 1 熔接部，係配置排列於前述齒部之第 1 側面且配置排列於前述複數片電磁鋼板之積層方向；及

複數個第 2 熔接部，係配置排列於前述齒部之第 2 側面且配置排列於前述積層方向；

其中，前述複數個第 1 熔接部與前述複數個第 2 熔接部係於前述積層方向配置排列成交錯狀。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之旋轉電機，其中，前述芯背部係具有配置排列於前述芯背部之外側面的複數個第 3 熔接部及複數個第 4 熔接部，

前述複數個第 3 熔接部係相對於朝前述齒部所突出的方向延伸且將前述齒部的寬度予以等分之假想的平面，配置排列於與前述第 1 側面相同側且配置排列於前述積層方向，

前述複數個第 4 熔接部係相對於前述平面，配置排列於與前述第 2 側面相同側且配置排列於前述積層方向，

前述複數個第 3 熔接部與前述複數個第 4 熔接部係於前述積層方向配置排列成交錯狀。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之旋轉電機，其中，前述芯背部係具有配置排列於前述芯背部之內側面的複數個第 3 熔接部及複數個第 4 熔接部，

前述複數個第 3 熔接部係相對於朝前述齒部所突出的方向延伸且將前述齒部的寬度予以等分之假想的平面，配置排列於與前述第 1 側面相同側且配置排列於前述積層方向，

前述複數個第 4 熔接部係相對於前述平面，配置排列於與前述第 2 側面相同側且配置排列於前述積層方向，

前述複數個第 3 熔接部與前述複數個第 4 熔接部係於前述積層方向配置排列成交錯狀。

4. 如申請專利範圍第 2 或 3 項所述之旋轉電機，其中，前述複數個第 3 熔接部之各者於前述積層方向的位置係與前述複數個第 2 熔接部之各者於前述積層方向的位置相同，

前述複數個第 4 熔接部之各者於前述積層方向的位置係與前述複數個第 1 熔接部之各者於前述積層方向的位置相同。

5. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之旋轉電機，其中，前述齒部係具有：自前述芯背部突出的齒部基部、及設置於前述齒部之前端的齒部前端部，

前述第 1 側面係包含：於前述齒部基部之側面及於前述齒部前端部的側面，

前述第 2 側面係包含：於前述齒部基部之側面及於前述齒部前端部的側面，

前述複數個第 1 熔接部係配置排列於前述齒部前端部的前述第 1 側面，

前述複數個第 2 熔接部係配置排列於前述齒部前端部的前述第 2 側面。

6. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之旋轉電機，其中，前述齒部係具有：自前述芯背部突出的齒部基部、及設置於前述齒部之前端的齒部前端部，

前述第 1 側面係包含：於前述齒部基部之側面及於前述齒部前端部的側面，

前述第 2 側面係包含：於前述齒部基部之側面及於前述齒部前端部的側面，

前述複數個第 1 熔接部係配置排列於前述齒部基部的前述第 1 側面，

前述複數個第 2 熔接部係配置排列於前述齒部基部的前述第 2 側面。

7. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之旋轉電機，其中，前述齒部係具有：自前述芯背部突出的齒部基部、及設置於前述齒部之前端的齒部前端部，

前述第 1 側面係包含：於前述齒部基部之側面及於前述齒部前端部的側面，

前述第 2 側面係包含：於前述齒部基部之側面及於前述齒部前端部的側面，

前述複數個第 1 熔接部係配置排列於前述齒部基部的前述第 1 側面與前述齒部前端部之前述第 1 側面的交界部，

前述複數個第 2 熔接部係配置排列於前述齒部基部的前述第 2 側面與前述齒部前端部之前述第 2 側面的交界部。

8. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之旋轉電機，其中，前述複數個第 1 熔接部的各者之於前述積層方向的端部與前述複數個第 2 熔接部的各者之於前述積層方向的端部，係以前述複數片電磁鋼板之三片份以下的厚度於前述積層方向重疊。

9. 一種旋轉電機的製造方法，該旋轉電機係具有積層複數片電磁鋼板而構成且具有芯背部與自前述芯背部突出的齒部的定子芯，該製造方法包含下列步驟：

一邊藉由調整複數個第 1 熔接部及複數個第 2 熔接部之各個熔接部的熔接長度而將熔接部之拉伸強度設成比施加於熔接部之荷重還大，一邊將前述複數個第 1 熔接部及前述複數個第 2 熔接部於積層方向配置排列成交錯狀，其中，前述複數個第 1 熔接部係配置排列於前述齒部之第 1 側面且配置排列於前述複數片電磁鋼板的積層方向，而前述複數個第 2 熔接部係配置排列於前述齒部之第 2 側面且配置排列於前述積層方向。

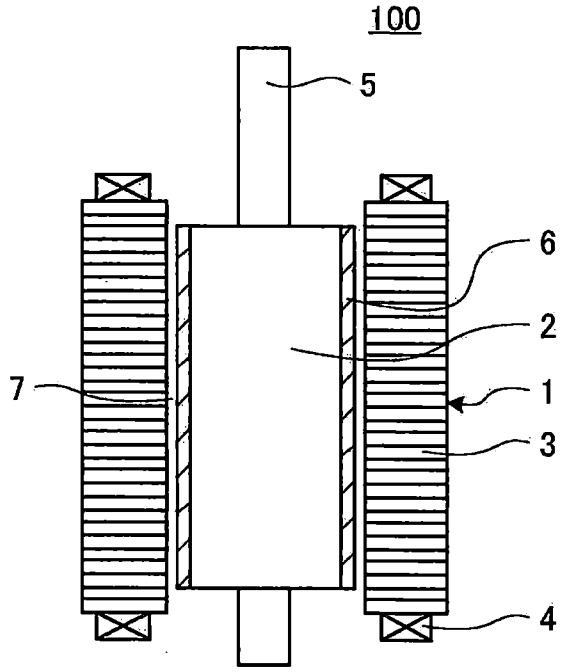
10. 一種旋轉電機的製造方法，該旋轉電機係具有積層複

數片電磁鋼板而構成且具有芯背部與自前述芯背部突出的齒部的定子芯，該製造方法包含下列步驟：

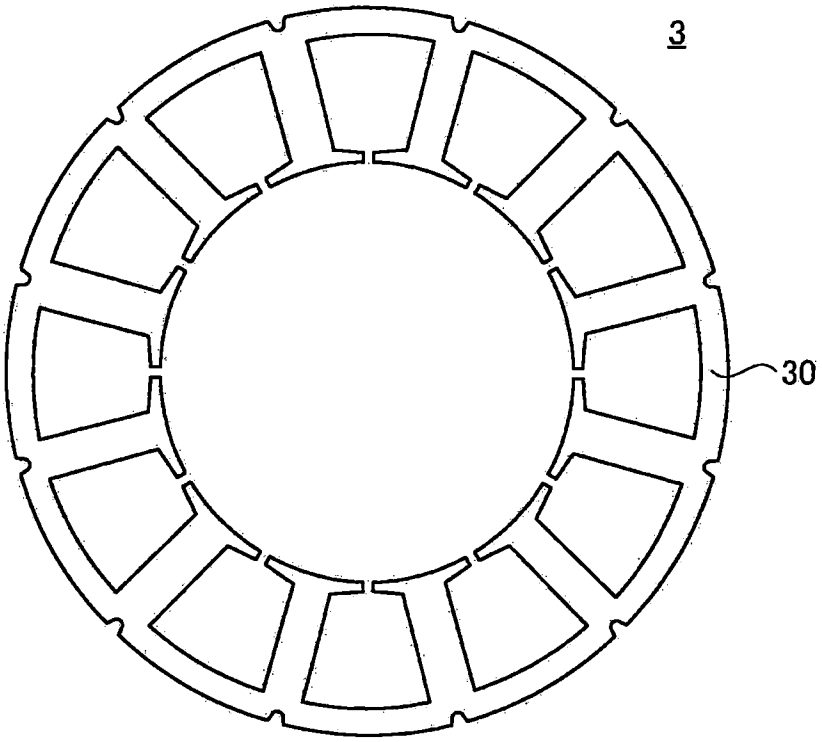
將應變計貼於前述齒部之前端部之步驟；及

一邊藉由使前述芯背部側之應變量相抵消的方式觀察前述齒部之第 1 側面及前述齒部之第 2 側面的應變量並且調整熔接滲透量，一邊將複數個第 1 熔接部及複數個第 2 熔接部於前述複數片電磁鋼板之積層方向配置排列成交錯狀之步驟，其中，前述複數個第 1 熔接部係配置排列於前述齒部之前述第 1 側面且配置排列於前述複數片電磁鋼板的前述積層方向，而前述複數個第 2 熔接部係配置排列於前述齒部之前述第 2 側面且配置排列於前述積層方向。

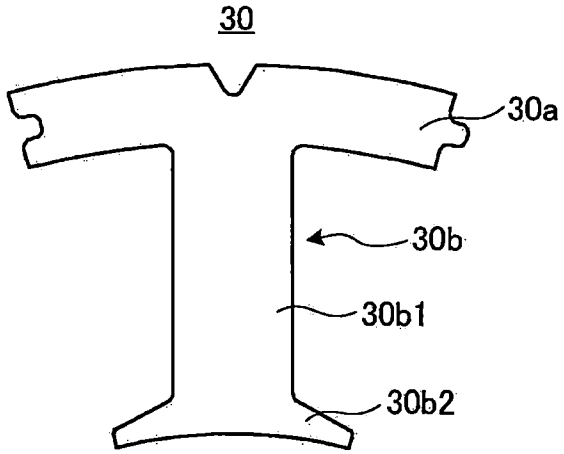
圖式



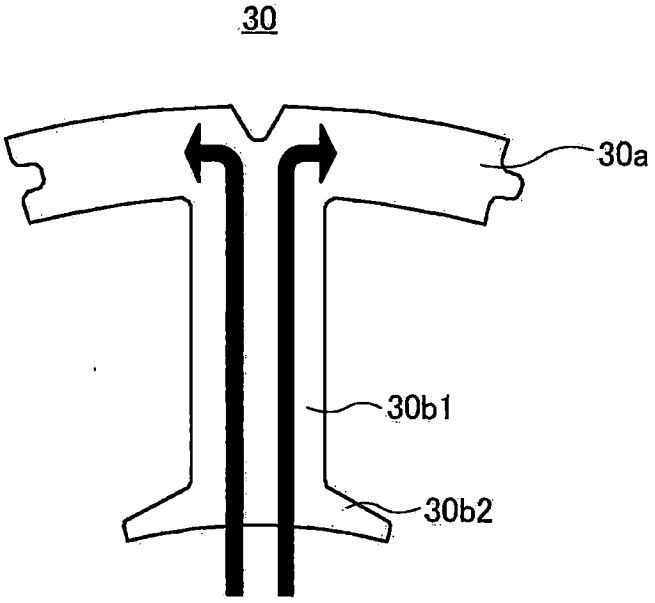
第1圖



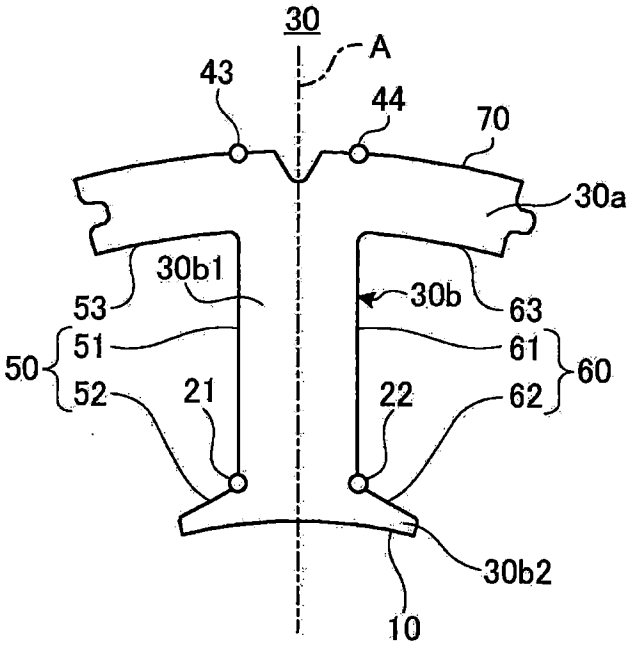
第2圖



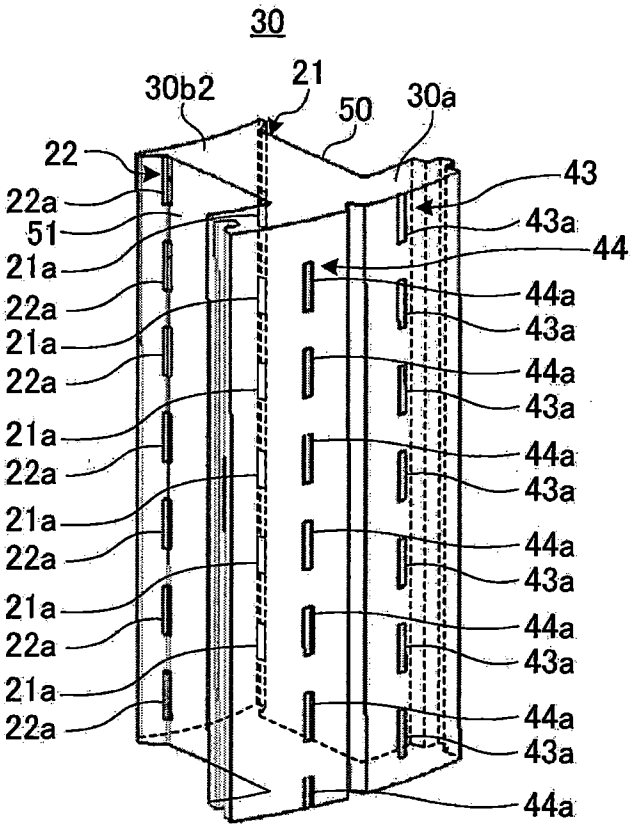
第3圖



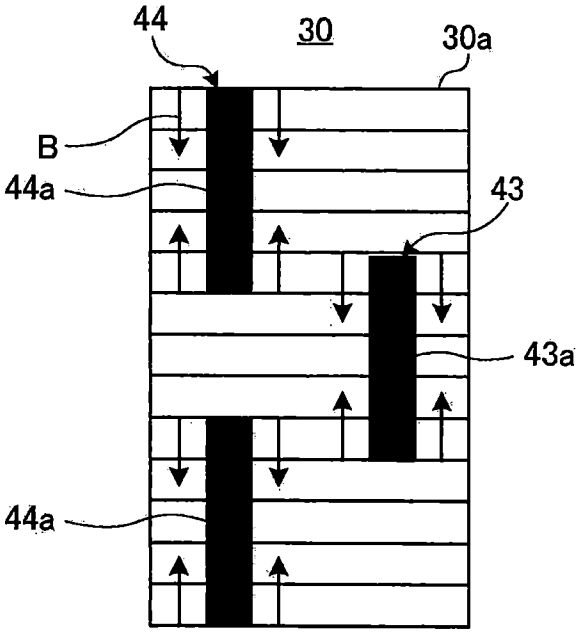
第4圖


30
A
43
44
70
30a
30b1
30b
53
63
50
51
61
60
52
21
22
62
30b2
10

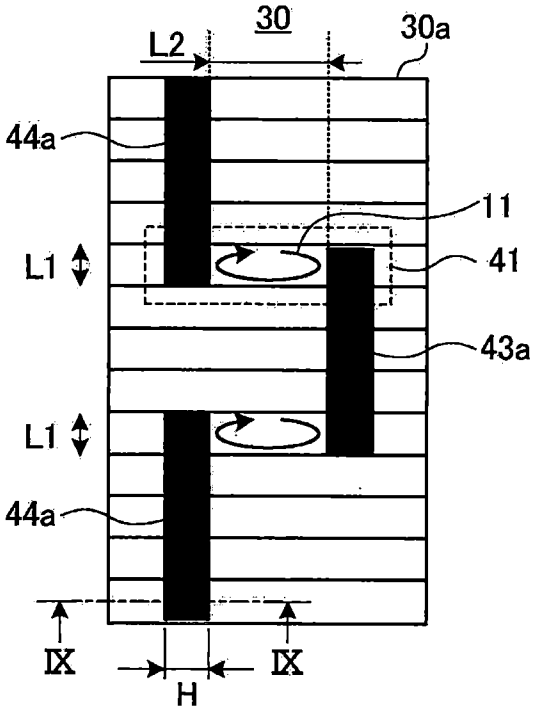
第5圖


30
30b2
21
50
30a
22
22a
51
21a
43
43a
44
44a

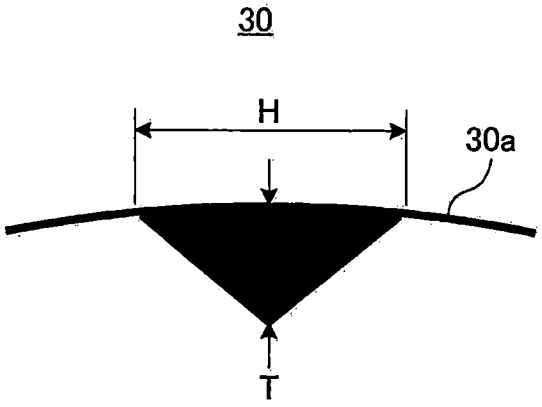
第6圖



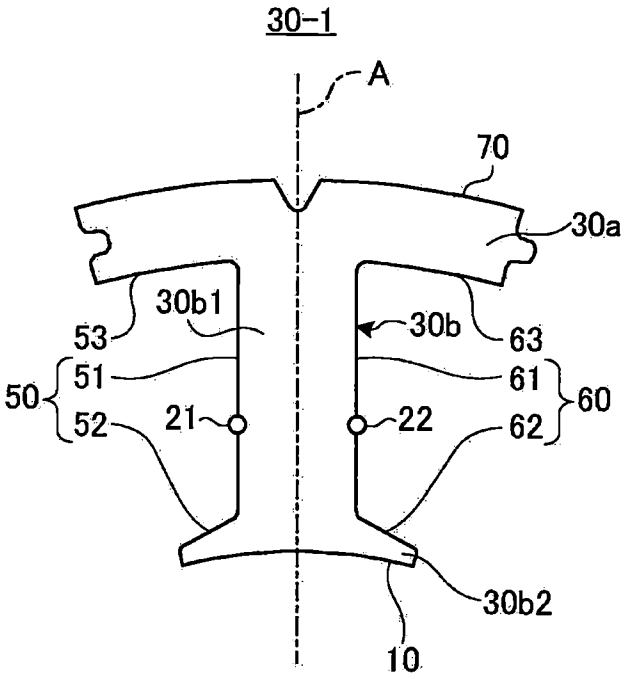
第7圖



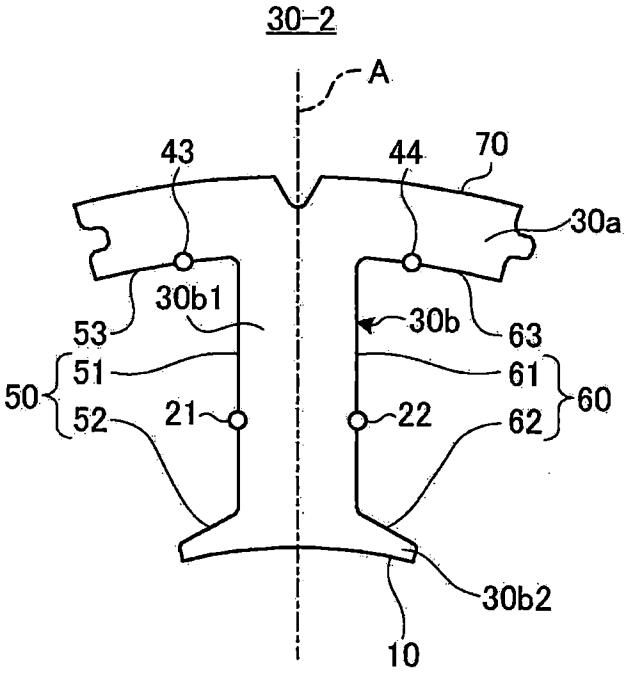
第8圖



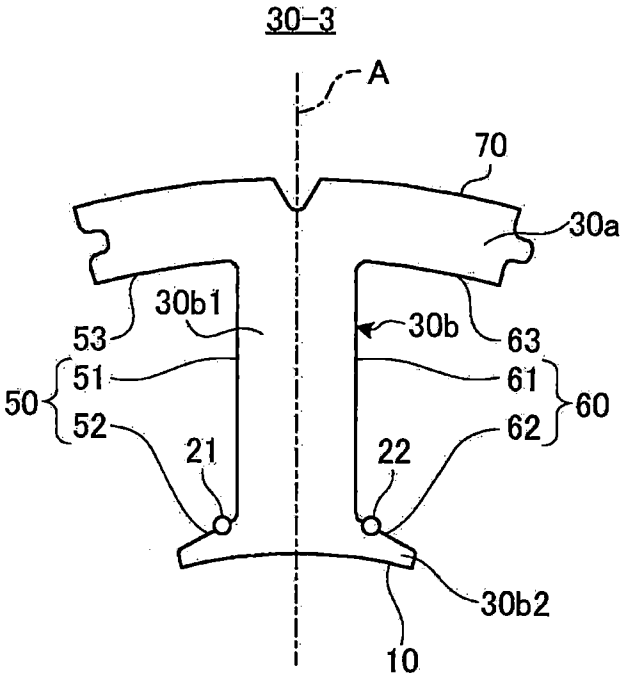
第9圖



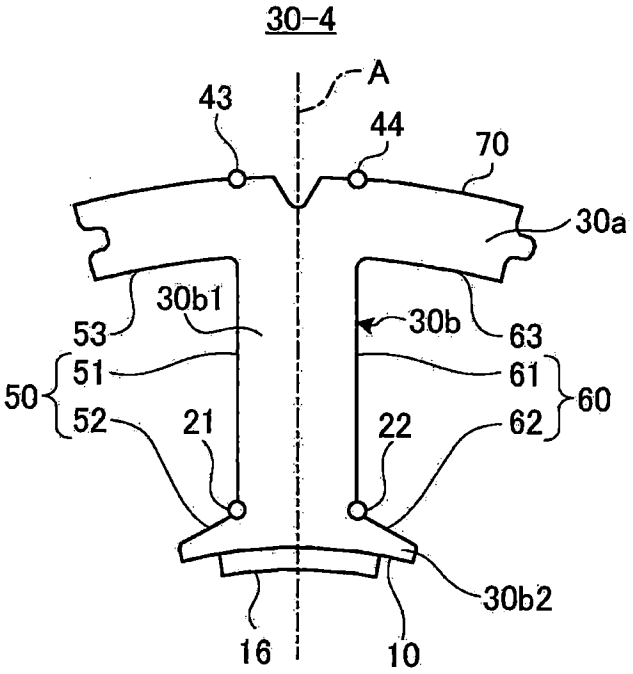
第10圖


30-2
A
43
44
70
30a
30b1
30b
53
63
51
61
50
60
52
21
22
62
30b2
10

第11圖


30-3
A
70
30a
30b1
30b
53
63
51
61
50
60
52
21
22
62
30b2
10

第12圖



第13圖