



(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 I794839 B

(45) 公告日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 01 日

(21) 申請案號：110122217 (22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 17 日

(51) Int. Cl. : H02K15/02 (2006.01) H01F41/02 (2006.01)

(30) 優先權：2020/06/17 日本 2020-104252

(71) 申請人：日商日本製鐵股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)  
日本(72) 發明人：田中一郎 TANAKA, ICHIRO (JP)；竹田和年 TAKEDA, KAZUTOSHI (JP)；福地  
美菜子 FUKUCHI, MINAKO (JP)；高谷真介 TAKATANI, SHINSUKE (JP)；山崎  
修一 YAMAZAKI, SHUICHI (JP)

(74) 代理人：劉法正；尹重君

(56) 參考文獻：

TW	I398351B	JP	2006-49719A
JP	2015-168839A	JP	2016-9710A

審查人員：林宥榆

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：8 共 29 頁

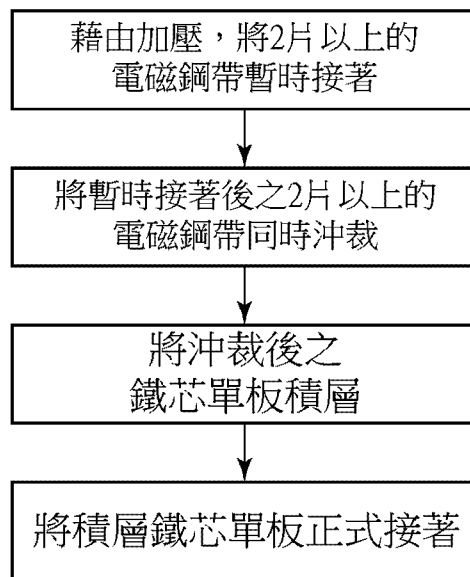
(54) 名稱

積層鐵芯之製造方法

(57) 摘要

本發明之積層鐵芯之製造方法，係藉由將具備絕緣被膜之電磁鋼帶沖裁加工而獲得鐵芯單板，並藉由積層前述鐵芯單板來製造積層鐵芯之方法；在即將進行前述沖裁加工前，使用導引滾筒加壓 2 片以上的電磁鋼帶，藉此進行暫時接著，在將前述暫時接著後之前述 2 片以上的前述電磁鋼帶插入沖裁模具後，進行前述沖裁加工，藉此獲得前述鐵芯單板。

指定代表圖：



【圖8】



I794839

公告本

【發明摘要】

【中文發明名稱】

積層鐵芯之製造方法

【中文】

本發明之積層鐵芯之製造方法，係藉由將具備絕緣被膜之電磁鋼帶沖裁加工而獲得鐵芯單板，並藉由積層前述鐵芯單板來製造積層鐵芯之方法；在即將進行前述沖裁加工前，使用導引滾筒加壓 2 片以上的電磁鋼帶，藉此進行暫時接著，在將前述暫時接著後之前述 2 片以上的前述電磁鋼帶插入沖裁模具後，進行前述沖裁加工，藉此獲得前述鐵芯單板。

【指定代表圖】 圖8

【代表圖之符號簡單說明】

(無)

【特徵化學式】

(無)

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

積層鐵芯之製造方法

### 【技術領域】

【0001】 本發明有關一種積層鐵芯之製造方法。

本案係依據已於2020年6月17日於日本提申之日本特願2020-104252號主張優先權，並於此援引其內容。

### 【先前技術】

【0002】 用於馬達(旋轉電機)的積層鐵芯，是藉由沖裁加工將電磁鋼板沖裁成預定的形狀後將其在模具內積層來製造。近年來，為了減低馬達製品之鐵損，針對該等製品係使用薄化後之電磁鋼板。然而，在薄化後之電磁鋼板中，有著在以往的積層鐵芯之製造方法中從未產生過的課題。譬如，可舉沖裁次數增加這點。其原因在於當將電磁鋼板的板厚減低至以往的一半時，沖裁次數會翻倍。為了確保與以往同等之生產性，必須將沖裁速度加快。由於電磁鋼板的板厚變薄，必須將沖裁模具的餘隙縮窄，要將沖裁速度變快這點在確保沖裁模具之壽命上有其極限。

【0003】 專利文獻1中記載了一種積層鐵心之製造方法。並且，專利文獻1中記載了一種為了提升生產性而將2片以上電磁鋼板貼合後沖裁加工的技術。然而，在專利文獻1中，為了使形成於電磁鋼板彼此之間的接著層完全硬化或不完全硬化而會進行加熱，所以無法充分地提升生產性。

先前技術文獻

專利文獻

【0004】 專利文獻1：日本專利特開2005-191033號公報

### 【發明內容】

**【0005】發明欲解決之課題**

本發明係依據上述實際情形而做成者，其目的在於提供一種生產性優異之積層鐵芯之製造方法。

**【0006】用以解決課題之手段**

本發明主旨如下。

(1)本發明一態樣之積層鐵芯之製造方法，係藉由將具備絕緣被膜之電磁鋼帶沖裁加工而獲得鐵芯單板，並藉由積層前述鐵芯單板來製造積層鐵芯之方法；

在即將進行前述沖裁加工前，使用導引滾筒加壓2片以上的電磁鋼帶，藉此進行暫時接著；

在將前述暫時接著後之前述2片以上的前述電磁鋼帶插入沖裁模具後，進行前述沖裁加工，藉此獲得前述鐵芯單板。

(2)如上述(1)之積層鐵芯之製造方法，其中前述暫時接著時之前述2片以上的前述電磁鋼帶的表面溫度可為15~50°C。

(3)如上述(1)或(2)之積層鐵芯之製造方法，其中藉由前述導引滾筒所行之前述加壓時的加壓力可為2.0~10.0MPa。

(4)如上述(1)至(3)中任一項之積層鐵芯之製造方法，其可在前述沖裁加工後，藉由將前述鐵芯單板加熱至180~250°C來進行正式接著。

(5)如上述(1)至(4)中任一項之積層鐵芯之製造方法，其中前述絕緣被膜可具有接著能力。

**【0007】發明效果**

根據本發明之上述態樣，可提供一種生產性優異之積層鐵芯之製造方法。

**【圖式簡單說明】**

**【0008】**圖1為具備有積層鐵芯之旋轉電機的截面圖。

圖2為該積層鐵芯的側視圖。

圖3為圖2的A-A截面圖。

圖4為用以形成該積層鐵芯之胚料的俯視圖。

圖5為圖4的B-B截面圖。

圖6為圖5之C部位的放大圖。

圖7為製造裝置的側視圖，該製造裝置係用來製造該積層鐵芯。

圖8為本實施形態之積層鐵芯之製造方法的流程圖。

## 【實施方式】

### 【0009】 用以實施發明之形態

以下，參照圖式來說明本發明一實施形態之積層鐵芯之製造方法。首先，說明藉由本實施形態之積層鐵芯之製造方法所製造之積層鐵芯、具備該積層鐵芯之旋轉電機及用以形成該積層鐵芯之胚料。又，在本實施形態中，作為旋轉電機係舉電動機，具體而言係交流電動機，更具體而言係同步電動機，再更具體而言係舉永久磁鐵磁場型電動機為一例來說明。此種電動機譬如適合被採用於電動汽車等。

### 【0010】 (旋轉電機10)

如圖1所示，旋轉電機10具備定子20、轉子30、罩殼50及旋轉軸60。定子20及轉子30容置於罩殼50內。並且，定子20固定於罩殼50內。

在本實施形態中，旋轉電機10採用了轉子30位於定子20之直徑方向內側的內轉子型。然而，旋轉電機10亦可採用轉子30位於定子20之外側的外轉子型。又，在本實施形態中，旋轉電機10為12極18槽的三相交流馬達。惟，極數、槽數及相數等可適當變更。

旋轉電機10例如藉由對各相施加有效值10A、頻率100Hz之激磁電流，而能以轉數1000rpm旋轉。

### 【0011】 定子20具備定子用接著積層鐵芯(以下稱為定子鐵芯)21與未圖示

之繞線。

定子鐵芯21具備環狀的芯背部22與複數個齒部23。以下，將定子鐵芯21(或芯背部22)之中心軸線O方向稱為軸方向，將定子鐵芯21(或芯背部22)之直徑方向(與中心軸線O正交的方向)稱為直徑方向，且將定子鐵芯21(或芯背部22)之圓周方向(在中心軸線O周圍環繞的方向)稱為圓周方向。

**【0012】** 在從軸方向觀看定子20的俯視視角下，芯背部22係形成為圓環狀。

複數個齒部23係從芯背部22之內周朝向直徑方向內側(沿著直徑方向朝向芯背部22之中心軸線O)突出。並且，複數個齒部23係在圓周方向上空出同等角度間隔來配置。在本實施形態中，按以中心軸線O為中心之中心角20度為間隔，設置有18個齒部23。複數個齒部23被形成為互為同等形狀且同等大小。藉此，複數個齒部23互相具有相同的厚度尺寸。

前述繞線被捲繞於齒部23。前述繞線可呈集中捲繞，亦可呈分佈捲繞。

**【0013】** 轉子30相對於定子20(定子鐵芯21)係配置於直徑方向的內側。轉子30具備轉子鐵芯31與複數個永久磁鐵32。

轉子鐵芯31係形成為環狀(圓環狀)，該環狀(圓環狀)配置成與定子20同軸。在轉子鐵芯31內配置有前述旋轉軸60。旋轉軸60被固定於轉子鐵芯31。

複數個永久磁鐵32被固定於轉子鐵芯31。在本實施形態中，2個1組的永久磁鐵32會形成1個磁極。複數組永久磁鐵32係在圓周方向上空出同等角度間隔來配置。在本實施形態中，按以中心軸線O為中心之中心角30度為間隔，設置有12組(全體為24個)永久磁鐵32。

**【0014】** 在本實施形態中，永久磁鐵磁場型電動機採用了磁鐵埋入型馬達。於轉子鐵芯31形成有在軸方向上貫通轉子鐵芯31之複數個貫通孔33。複數個貫通孔33係對應複數個永久磁鐵32之配置來設置。各永久磁鐵32係在配置於

對應之貫通孔33內的狀態下被固定於轉子鐵芯31。將各永久磁鐵32固定到轉子鐵芯31這點，例如可藉由以接著劑接著永久磁鐵32之外表面與貫通孔33之內表面等來實現。另外，永久磁鐵磁場型電動機亦可取代磁鐵埋入型而採用表面磁鐵型馬達。

**【0015】** 定子鐵芯21及轉子鐵芯31皆為積層鐵芯。例如，如圖2所示，定子鐵芯21係藉由在積層方向上積層複數片鐵芯單板40而形成。

另外，定子鐵芯21及轉子鐵芯31各自的積層厚度(沿中心軸線O之總長)例如設為50.0mm。定子鐵芯21之外徑設為例如250.0mm。定子鐵芯21之內徑設為例如165.0mm。轉子鐵芯31之外徑設為例如163.0mm。轉子鐵芯31之內徑設為例如30.0mm。惟，該等數值為一例，定子鐵芯21之積層厚度、外徑及內徑、以及轉子鐵芯31之積層厚度、外徑及內徑並非僅限於該等數值。在此，定子鐵芯21之內徑係以定子鐵芯21中之齒部23的前端部為基準。亦即，定子鐵芯21之內徑為與所有齒部23之前端部內接之假想圓的直徑。

**【0016】** 形成定子鐵芯21及轉子鐵芯31之各鐵芯單板40例如係藉由將如圖4至圖6所示之胚料1沖裁加工等而形成。胚料1為鐵芯單板40之母材的鋼板(電磁鋼板)。胚料1可舉例如帶狀鋼板或切割板等。

雖然尚在說明積層鐵芯的途中，但以下是針對該胚料1進行說明。又，在本說明書中，有時會將鐵芯單板40之母材的帶狀鋼板稱為胚料1或電磁鋼帶1。並且有時會將沖裁加工胚料1或電磁鋼帶1而做成可用於積層鐵芯之形狀後的鋼板稱為鐵芯單板40。

#### **【0017】 (胚料1)**

胚料1例如係以被捲成卷料1A的狀態來處理。在本實施形態中，胚料1係採用無方向性電磁鋼板。無方向性電磁鋼板可採用JIS C 2552：2014之無方向性電磁鋼帶。然而，胚料1亦可取代無方向性電磁鋼板而採用方向性電磁鋼板。此時

之方向性電磁鋼板可採用JIS C 2553：2019之方向性電磁鋼帶。另外，還可採用JIS C 2558：2015之無方向性薄電磁鋼帶及方向性薄電磁鋼帶。

【0018】關於胚料1之平均板厚 $t_0$ 的上下限值，也考慮到胚料1作為鐵芯單板40來使用的情況，例如設定成如以下。

隨著胚料1變薄，胚料1的製造成本增加。因此，若考慮到製造成本，胚料1之平均板厚 $t_0$ 的下限值為0.10mm，且宜為0.15mm，較佳為0.18mm。

另一方面，若胚料1過厚，雖然製造成本變得良好，但在胚料1作為鐵芯單板40來使用的情況下，渦電流損耗會增加而鐵芯鐵損劣化。因此，若考慮鐵芯鐵損及製造成本，則胚料1之平均板厚 $t_0$ 的上限值為0.65mm，且宜為0.35mm，較佳為0.30mm。

作為滿足胚料1之平均板厚 $t_0$ 的上述範圍者，可例示0.20mm。

【0019】又，胚料1之平均板厚 $t_0$ 不僅包含後述母材鋼板2的厚度，還包含絕緣被膜3的厚度。另外，胚料1之平均板厚 $t_0$ 的測定方法譬如係利用以下測定方法。例如，在胚料1被捲成卷料1A之形狀的情況下，將胚料1的至少一部分退捲成平板形狀。在已退捲為平板形狀之胚料1中，選定胚料1之長邊方向的預定位置(例如，從胚料1之長邊方向端緣離開胚料1之總長10%份量之長度的位置)。在該選定位置上，將胚料1沿著其寬度方向區分為5個區域。在成為該等5個區域之境界的4處測定胚料1之板厚。並且可以4處板厚之平均值作為胚料1之平均板厚 $t_0$ 。

【0020】關於該胚料1之平均板厚 $t_0$ ，其上下限值當然亦可採用來作為鐵芯單板40之平均板厚 $t_0$ 的上下限值。又，鐵芯單板40之平均板厚 $t_0$ 的測定方法譬如係利用以下測定方法。例如，在圓周方向上空出同等間隔，在4處(亦即，以中心軸線O為中心每隔90度)測定積層鐵芯之積層厚度。將所測出之4處的積層厚度分別除以被積層之鐵芯單板40的片數，算出每1片的板厚。並且可以4處

之板厚平均值作為鐵芯單板40之平均板厚 $t_0$ 。

【0021】如圖5及圖6所示，胚料1具備母材鋼板2與絕緣被膜3。胚料1係帶狀母材鋼板2的兩面經絕緣被膜3被覆而成。在本實施形態中，胚料1大部分係由母材鋼板2形成，且於母材鋼板2表面形成有較母材鋼板2更薄之絕緣被膜3。

【0022】如以下以質量%單位所示，母材鋼板2的化學組成以質量%計含有2.5%~4.5%的Si。又，藉由將化學組成設為該範圍，可將胚料1(鐵芯單板40)之降伏強度設定為例如380~540MPa。

【0023】 Si：2.5%~4.5%

Al：0.001%~3.0%

Mn：0.05%~5.0%

剩餘部分：Fe及不純物

【0024】使用胚料1來作為鐵芯單板40時，絕緣被膜3係在積層方向上相鄰之鐵芯單板40間發揮絕緣性能。又，在本實施形態中，絕緣被膜3具備接著能力，可將在積層方向上相鄰之鐵芯單板40接著。絕緣被膜3可為單層結構，亦可為多層結構。更具體而言，例如絕緣被膜3可為兼具絕緣性能與接著能力的單層結構，亦可為包含絕緣性能優異之基底絕緣被膜與接著性能優異之表層絕緣被膜之多層結構。

【0025】在本實施形態中，絕緣被膜3係遍及母材鋼板2兩面的整面無間隙地覆蓋該兩面。然而，在可確保前述絕緣性能或接著能力之範圍中，絕緣被膜3之一部分的層亦可非無間隙地覆蓋母材鋼板2的兩面。換言之，絕緣被膜3之一部分的層亦可間斷性地設置於母材鋼板2的表面。惟，為了確保絕緣性能，母材鋼板2兩面必須被絕緣被膜3覆蓋，使整面皆不露出。具體而言，絕緣被膜3不具有絕緣性能優異之基底絕緣被膜而為兼具絕緣性能與接著能力之單層結構時，絕緣被膜3必須遍及母材鋼板2整面無間隙地形成。相對於此，當絕緣被

膜3為包含絕緣性能優異之基底絕緣被膜與接著能力優異之表層絕緣被膜之多層結構時，除了遍及母材鋼板2的整面無間隙地形成基底絕緣被膜與表層絕緣被膜兩者之外，就算是遍及母材鋼板整面無間隙地形成基底絕緣被膜並且間斷性地設置表層絕緣被膜，也可兼顧絕緣性能與接著能力。

【0026】用以形成基底絕緣被膜之塗覆組成物並無特別限定，例如可使用含鉻酸處理劑、含磷酸鹽處理劑等一般處理劑。

【0027】具備接著能力之絕緣被膜為後述之電磁鋼板用塗覆組成物被塗佈於母材鋼板上而成。具備接著能力之絕緣被膜例如為兼具絕緣性能與接著能力之單層結構的絕緣被膜、或設置於基底絕緣被膜上之表層絕緣被膜。具備接著能力之絕緣被膜在製造積層鐵芯時，於加熱壓接前係呈未硬化狀態或半硬化狀態(B階段)，並且會透過加熱壓接時的加熱使硬化反應推進而展現出接著能力。

【0028】一般的絕緣皮膜雖具備絕緣性能，但不具備接著能力。如上述，本實施形態之絕緣皮膜在具備接著能力與絕緣性能這點上，係與一般的絕緣被膜及藉由接著劑所形成之接著層差異甚大。

【0029】又，作為將形成有不具接著能力之絕緣被膜的母材鋼板2彼此接著的方法，有一方法係透過由可表現出接著性之熱硬化性樹脂所構成之接著劑來將上述母材鋼板2彼此接著。藉由該方法被接著而製出之鐵芯單板40因為在沖裁加工前2片或2片以上之母材鋼板2彼此已接著，故鐵芯單板40本身已接著，然而呈接著有2片或2片以上之該母材鋼板2之狀態的鐵芯單板40彼此並未接著。因此，便需要一在該等鐵芯單板40彼此的正面與背面之任一面另行塗佈接著劑的步驟，而生產性差。當對具備接著能力與絕緣性能之絕緣被膜進一步使用了接著劑時，空間因數會降低，因而會成為磁特性差之積層鐵芯。

【0030】電磁鋼板用塗覆組成物並無特別限定，可舉例如含有環氧樹脂與環氧樹脂硬化劑之組成物。亦即，作為具備接著能力之絕緣被膜，可舉含有環

氧樹脂與環氧樹脂硬化劑之膜作為一例。

【0031】環氧樹脂可使用一般的環氧樹脂，具體而言若為一分子中具有2個以上環氧基之環氧樹脂，即可無特別限制地使用。所述環氧樹脂可舉例如雙酚A型環氧樹脂、雙酚F型環氧樹脂、苯酚酚醛清漆型環氧樹脂、甲酚酚醛清漆型環氧樹脂、脂環式環氧樹脂、環氧丙基酯型環氧樹脂、環氧丙基胺型環氧樹脂、海因(hydantoin)型環氧樹脂、三聚異氰酸酯型環氧樹脂、丙烯酸改質環氧樹脂(環氧丙烯酸酯)、含磷環氧樹脂、及該等之鹵化物(溴化環氧樹脂等)或加氫物等。環氧樹脂可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0032】電磁鋼板用塗覆組成物亦可含有丙烯酸樹脂。

丙烯酸樹脂並無特別限定。作為用於丙烯酸樹脂之單體，可例示譬如丙烯酸、甲基丙烯酸等不飽和羧酸、(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸正丁酯、(甲基)丙烯酸異丁酯、(甲基)丙烯酸環己酯、(甲基)丙烯酸2-乙基己酯、(甲基)丙烯酸2-羥乙酯、(甲基)丙烯酸羥丙酯等(甲基)丙烯酸酯。又，所謂(甲基)丙烯酸酯意指丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯。丙烯酸樹脂可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0033】丙烯酸樹脂亦可具有源自丙烯酸單體以外之其他單體的構成單元。其他單體可舉例如乙烯、丙烯、苯乙烯等。其他單體可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0034】使用丙烯酸樹脂時，亦可作為使丙烯酸樹脂接枝於環氧樹脂之丙烯酸改質環氧樹脂來使用。在電磁鋼板用塗覆組成物中，亦可作為形成丙烯酸樹脂之單體來包含。

【0035】環氧樹脂硬化劑可使用具有潛伏性之加熱硬化型之物，可舉例如芳香族多胺、酸酐、酚系硬化劑、二氰二胺、三氟化硼-胺錯合物、有機酸醯肼等。芳香族多胺可舉例如間苯二胺、二胺基二苯甲烷、二胺基二苯基砒等。酚

系硬化劑可舉例如苯酚酚醛清漆樹脂、甲酚酚醛清漆樹脂、雙酚酚醛清漆樹脂、三吡改質苯酚酚醛清漆樹脂、可溶酚醛樹脂等。其中，環氧樹脂硬化劑宜為酚系硬化劑，較佳為可溶酚醛樹脂。環氧樹脂硬化劑可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0036】 在電磁鋼板用塗覆組成物中，環氧樹脂硬化劑之含量宜相對於環氧樹脂100質量份為5~35質量份，較佳為10~30質量份。

【0037】 電磁鋼板用塗覆組成物亦可摻混硬化促進劑(硬化觸媒)、乳化劑、消泡劑等之添加劑。添加劑可僅使用1種，亦可將2種以上併用。

【0038】 關於絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ 的上下限值，也考慮到胚料1作為鐵芯單板40來使用的情況，例如設定成如以下。胚料1作為鐵芯單板40來使用時，絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ (鐵芯單板40(胚料1)每面的厚度)係調整成可確保在互相積層之鐵芯單板40間的絕緣性能及接著能力。

【0039】 在單層結構之絕緣被膜3的情況下，絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ (鐵芯單板40(胚料1)每面的厚度)例如可設為 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $8.0\mu\text{m}$ 以下。

在多層結構之絕緣被膜3的情況下，基底絕緣被膜之平均厚度例如可設為 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $1.2\mu\text{m}$ 以下，宜為 $0.7\mu\text{m}$ 以上且 $0.9\mu\text{m}$ 以下。表層絕緣被膜之平均厚度例如可設為 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $8.0\mu\text{m}$ 以下。

又，胚料1中之絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ 的測定方法可按與胚料1之平均板厚 $t_0$ 同樣想法，求算複數處之絕緣被膜3的厚度，作為該等厚度之平均來求算。

【0040】 關於該胚料1中之絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ ，其上下限值當然亦可採用來作為鐵芯單板40中之絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ 的上下限值。又，鐵芯單板40中之絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ 的測定方法譬如係利用以下測定方法。例如，在形成積層鐵芯的複數片鐵芯單板40之中，選定位於積層方向最外側之鐵芯單板40(表面在積層方向露出之鐵芯單板40)。在所選定之鐵芯單板40的表面中，選

定直徑方向的預定位置(例如，在鐵芯單板40之內周緣與外周緣的正中間(中央)的位置)。在所選定之位置上，在圓周方向上空出同等間隔，在4處(亦即，以中心軸線O為中心每隔90度)測定鐵芯單板40之絕緣被膜3的厚度。並且可以所測出之4處厚度之平均值作為絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ 。

又，如所述這般在位於積層方向最外側之鐵芯單板40中測定絕緣被膜3之平均厚度 $t_1$ 的理由在於：絕緣被膜3係被精心製作成絕緣被膜3之厚度在沿著鐵芯單板40之積層方向的積層位置上幾乎不變。

【0041】藉由將如以上所述之胚料1沖裁加工來製造鐵芯單板40，並且利用鐵芯單板40來製造積層鐵芯(定子鐵芯21或轉子鐵芯31)。

【0042】(積層鐵芯之積層方法)

以下，回到積層鐵芯之說明。如圖3所示，形成定子鐵芯21之複數片鐵芯單板40係透過絕緣被膜3來積層。

【0043】在積層方向上相鄰之鐵芯單板40係藉由絕緣被膜3遍及整面來接著。換言之，在鐵芯單板40中朝向積層方向的面(以下稱為第1面)係遍及整面皆成為接著區域。然而，在積層方向上相鄰之鐵芯單板40亦可未遍及整面被接著。換言之，在鐵芯單板40之第1面中，亦可混合存在有接著區域41a與非接著區域(未圖示)。

【0044】在本實施形態中，用以形成轉子鐵芯31之複數片鐵芯單板係藉由圖1所示之斂合件42(定位銷)來互相固定。但，形成轉子鐵芯31之複數片鐵芯單板也可與定子鐵芯21同樣地具有藉由絕緣被膜3來固定之積層結構。

另外，定子鐵芯21或轉子鐵芯31等積層鐵芯亦可藉由所謂之捲繞層疊來形成。

【0045】(積層鐵芯之製造方法)

以下，參照圖7及8，同時說明本發明一實施形態之積層鐵芯之製造方法。又，

圖7為製造裝置的側視圖，該製造裝置係用來製造該積層鐵芯，圖8為本實施形態之積層鐵芯之製造方法的流程圖。以下，在說明製造方法時，首先先說明積層鐵芯之製造裝置100(以下簡稱為製造裝置100)。

【0046】 在製造裝置100中，係從2個卷料1A(鋼帶)將胚料1朝向輸送方向上游側(圖7的右側)送出，同時藉由導引滾筒2A將2片胚料1暫時接著。接著，將暫時接著後的2片胚料1更進一步朝向輸送方向上游側送出，同時藉由配置於各站的模具進行複數次沖裁而逐漸形成鐵芯單板40的形狀。然後，將沖裁後之鐵芯單板40積層且輸送到未圖示之加熱裝置，一邊使其升溫一邊加壓。其結果，透過絕緣被膜3使在積層方向上相鄰之鐵芯單板40接著(亦即，使絕緣被膜3之中位於接著區域41a的部分發揮接著能力)，而完成正式接著。

【0047】 雖然在圖7中製造裝置100具備有2個卷料1A，但亦可具備3個以上的卷料1A。

又，製造裝置100具備複數階的沖裁站110。沖裁站110可為二階，亦可為三階以上。各階之沖裁站110具備配置於胚料1之下方的母模111與配置於胚料1之上方的公模112。又，複數階的沖裁站110有時會統稱為沖裁模具。

【0048】 本實施形態之積層鐵芯之製造方法，係藉由將具備絕緣被膜之電磁鋼帶沖裁加工而獲得鐵芯單板，並藉由積層前述鐵芯單板來製造積層鐵芯之方法；在即將進行前述沖裁加工前，使用導引滾筒加壓2片以上的電磁鋼帶，藉此進行暫時接著，在將前述暫時接著後之前述2片以上的前述電磁鋼帶插入沖裁模具後，進行前述沖裁加工，藉此獲得前述鐵芯單板。

以下，說明其詳細內容。

【0049】 (藉由加壓所行之暫時接著)

首先，在即將藉由沖裁模具進行沖裁加工前，藉由使用了導引滾筒2A之加壓將2片以上的胚料1(電磁鋼帶)暫時接著。要被暫時接著之胚料1的兩面具有絕

緣被膜3。該絕緣被膜3宜以使平均厚度 $t_1$ 在上述範圍中之方式來形成。另外，如上述，該絕緣被膜3具備絕緣性能及接著能力。

又，導引滾筒2A係用以將胚料1輸送到沖裁模具中的滾筒，該導引滾筒2A係配置於沖裁模具的輸送方向上游側(圖7之左側)。另外，所謂即將進行沖裁加工前意指在暫時接著後且在沖裁加工前不進行任何加工。

**【0050】** 在本實施形態中，所謂暫時接著意指不加熱而藉由加壓來將沖裁加工前之2片以上的胚料1加以接著。在暫時接著之後，胚料彼此成為暫時定位的狀態。暫時接著後之2片以上的胚料1係在沖裁加工之後，藉由後述加熱而被正式接著。

又，在本實施形態中，在將2片以上的胚料1彼此接著時不使用接著劑。當並非藉由加壓所行之暫時接著而是利用接著劑來接著時，由於空間因數會降低，故會成為磁特性差之積層鐵芯。因此，不宜使用接著劑。

**【0051】** 如上述，在本實施形態中，無須在暫時接著時加熱2片以上的胚料1。為了在暫時接著時加熱胚料1，必須有加熱裝置並且還需要時間來加熱胚料1，因此生產性會明顯降低。暫時接著時之2片以上的胚料1的表面溫度設為常溫即可，譬如設為 $15\sim 50^{\circ}\text{C}$ 即可。胚料1的表面溫度可藉由使用紅外線輻射溫度計分別測定暫時接著時在2片以上胚料1之寬度方向之中央部的溫度，並算出其等之平均值來獲得。

**【0052】** 在暫時接著時，由導引滾筒2A所帶來之加壓力宜設為 $2.0\sim 10.0\text{MPa}$ 。藉由將加壓力設為該範圍，可確實地將2片以上的胚料1暫時接著。

**【0053】** 2片以上的胚料1是否呈已被暫時接著的狀態這點係利用以下方法來判斷。

採取預定尺寸之試驗片，且將該試驗片供於拉伸試驗(依據JIS K 6850:1999

之剪切拉伸試驗)。藉由拉伸試驗獲得之每單位面積的剝離強度為 $5\text{N}/\text{cm}^2$ 以上時，判斷為2片以上的胚料1係呈已被暫時接著的狀態。

#### 【0054】 (沖裁加工)

藉由導引滾筒2A將暫時接著後之2片以上的胚料1插入沖裁模具(圖7之複數階之沖裁站110)中，並逐漸沖裁加工成所欲形狀。所謂的所欲形狀，例如係具有定子鐵芯21或轉子鐵芯31之形狀之鐵芯單板40的形狀。被沖裁成所欲形狀後之鐵芯單板40則積層於位於沖裁模具中最下游方向的母模111內。藉由依序重複以上說明之沖裁加工及積層，來堆疊預定片數之鐵芯單板40。

#### 【0055】 (正式接著)

將積層後之鐵芯單板40往未圖未之加熱裝置輸送，並利用加熱裝置來加熱至例如 $180\sim 250^\circ\text{C}$ 之溫度區，藉此進行正式接著。透過該加熱，接著劑(絕緣被膜3)會硬化而形成接著區域41a。要往加熱裝置輸送時，係將積層後之鐵芯單板40以未圖示之夾具從積層方向的兩側夾持並保持，然後進行輸送即可。

根據以上說明之方法，便可製造出積層鐵芯。

【0056】 又，在本實施形態中，鐵芯單板40是否呈已被正式接著的狀態這點係與暫時接著的判斷時同樣地藉由進行剪切拉伸試驗來判斷。剝離強度為 $250\text{N}/\text{cm}^2$ 以上時，判斷為鐵芯單板40係呈已被正式接著之狀態。

#### 【0057】 實施例

##### (實施例1)

作為本發明態樣，準備了二個卷料，該卷料為於表面形成有絕緣被膜且經加工成預定縱剪寬度之板厚： $0.20\text{mm}$ 之無方向性電磁鋼帶的卷料。無方向性電磁鋼帶係使用以質量%計具有Si： $3.3\%$ 、Al： $0.7\%$ 及Mn： $0.2\%$ ，且剩餘部分為Fe及不純物者。絕緣被膜設定為具備絕緣性能及接著能力之單層絕緣被膜。絕緣被膜之平均厚度為在鐵芯單板單面為 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $8.0\mu\text{m}$ 以下。使用導引滾筒將2片

無方向性電磁鋼帶加壓，藉此進行暫時接著。又，導引滾筒之加壓力為2.0~10.0MPa，暫時接著時之無方向性電磁鋼帶的表面溫度為15~50°C。將暫時接著後之2片無方向性電磁鋼帶供於依據JIS K 6850：1999之剪切拉伸試驗，結果，所得之每單位面積的剝離強度為5N/cm<sup>2</sup>以上。

【0058】 接著，將暫時接著後之無方向性電磁鋼帶插入沖裁模具中，並在暫時接著狀態下直接沖裁成預定之鐵芯單板形狀。藉由同步重複該動作，將鐵芯單板積層於位於沖裁模具中最下游方向的母模內。然後將積層後之鐵芯單板輸送至加熱裝置，藉由加熱至180~250°C來正式接著。將正式接著後之無方向性電磁鋼板供於依據JIS K 6850：1999之剪切拉伸試驗，結果，所得之每單位面積的剝離強度為250N/cm<sup>2</sup>以上。

於上述無方向性電磁鋼帶上形成有具接著能力之絕緣被膜。因此，藉由利用加熱裝置來加熱經積層於母模內之鐵芯單板，便可獲得已被正式接著之積層鐵芯。

#### 【0059】 (實施例2)

準備板厚：0.20mm之無方向性電磁鋼帶，該無方向性電磁鋼帶以質量%計具有Si：3.3%、Al：0.7%及Mn：0.2%，且剩餘部分為Fe及不純物，並且於表面具備絕緣被膜。以絕緣被膜而言，係使用含鉻酸處理劑來作為用以形成基底絕緣被膜之被覆組成物，並且形成具有絕緣性能及接著能力之絕緣被膜來作為設置於該基底絕緣被膜上之表層絕緣被膜。絕緣被膜之基底絕緣被膜之平均厚度為0.3μm以上且1.2μm以下，表層絕緣被膜之平均厚度為1.5μm以上且8.0μm以下。將該無方向性電磁鋼帶裁切成25mm×200mm，並疊合25mm×25mm的面積，以表1所示之各種加壓力加壓。然後，使疊合部往剪切方向以3mm/分鐘之試驗速度供於依據JIS K 6850：1999之剪切拉伸試驗。

## 【0060】 [表1]

試驗編號	加壓力 (MPa)	剝離強度 (N/cm <sup>2</sup> )
1	0.5	-
2	1.5	3.1
3	2.1	5.1
4	3.2	7.5
5	5.5	8.1
6	9.5	8.5

【0061】 加壓力小之試驗編號1及2無法獲得充分的剝離強度，無法實現暫時接著狀態。相對於此，試驗編號3~6因加壓力在適當範圍內，因此剝離強度係在適當範圍內，實現了良好的暫時接著狀態。

## 【0062】 (實施例3)

準備二個卷料，該卷料為經加工成預定縱剪寬度之板厚：0.20mm之無方向性電磁鋼帶的卷料。無方向性電磁鋼帶係使用以質量%計具有Si：3.3%、Al：0.7%及Mn：0.2%，且剩餘部分為Fe及不純物者。

【0063】 No.7及9之表面形成有絕緣被膜。該絕緣被膜設為具備絕緣性能及接著能力之單層絕緣被膜。絕緣被膜之平均厚度為在鐵芯單板單面為1.5 $\mu$ m以上且8.0 $\mu$ m以下。

No.8則未形成絕緣被膜。

【0064】 No.7係在將2片無方向性電磁鋼帶加熱之後，使用導引滾筒來加壓。

No.8係於無方向性電磁鋼帶彼此之間塗佈接著劑，然後使用導引滾筒來加壓。

No.9係於具備上述絕緣被膜之無方向性電磁鋼帶之間塗佈接著劑，然後使用導引滾筒來加壓。

【0065】又，No.7~9之導引滾筒的加壓力為2.0~10.0MPa。No.7在加壓時，無方向性電磁鋼帶之表面溫度高於50°C。No.8及9係使用可表現出接著性之熱硬化性樹脂來作為接著劑，並且在加壓時，無方向性電磁鋼帶之表面溫度設為15~50°C。

【0066】接著，將加壓後之無方向性電磁鋼帶插入沖裁模具中，沖裁成預定之鐵芯單板形狀。藉由同步重複該動作，將鐵芯單板積層於位於沖裁模具中之最下游方向的母模內。然後將積層後之鐵芯單板輸送至加熱裝置，藉由加熱至180~250°C來接著。

【0067】No.7係在加壓前進行了加熱，因此雖然沖裁加工前之無方向性電磁鋼帶已接著，但沖裁後之鐵芯單板彼此並未接著。為了將所述之鐵芯單板彼此接著，需要藉由接著劑所行之接著、斂合、熔接及焊接等，而生產性差。

【0068】No.8並未形成絕緣被膜而是藉由接著劑將無方向性電磁鋼帶彼此接著，因此與No.7同樣地，雖然沖裁加工前之無方向性電磁鋼帶已接著，但沖裁後之鐵芯單板彼此並未接著。而且，由於並未形成絕緣被膜，故絕緣性差且磁特性差。

【0069】No.9係在絕緣皮膜上塗佈了接著劑，因此與未使用接著劑之實施例1相較之下，No.9之空間因數較差。

【0070】以上，已說明了本發明一實施形態及實施例。惟，本發明之技術範圍並非僅限定於前述實施形態及實施例，在不脫離本發明主旨之範圍內可加入各種變更。

【0071】譬如，定子鐵芯21的形狀並非僅限定於上述實施形態所示之形態。具體而言，定子鐵芯21之外徑及內徑尺寸、積層厚度、槽數、齒部23之圓

周方向與直徑方向的尺寸比例、齒部23與芯背部22之直徑方向的尺寸比例等，可因應所欲之旋轉電機特性來任意設計。

【0072】雖然在前述實施形態之轉子30中，2個1組的永久磁鐵32形成有1個磁極，但本發明並不僅限於該形態。例如，亦可為1個永久磁鐵32形成有1個磁極，或可為3個以上永久磁鐵32形成有1個磁極。

【0073】在上述實施形態中，作為旋轉電機10係舉永久磁鐵磁場型電動機為一例進行了說明，但如以下所例示這般，旋轉電機10之構造並不僅限於此，也可進一步採用以下未例示之各種公知構造。

【0074】在上述實施形態中，作為旋轉電機10係舉永久磁鐵磁場型電動機為一例進行了說明，但本發明並非僅限於此。例如，旋轉電機10亦可為磁阻型電動機或電磁鐵磁場型電動機(磁場繞組型電動機)。

【0075】在上述實施形態中，作為交流電動機係舉同步電動機為一例進行了說明，但本發明不限於此。例如，旋轉電機10亦可為感應電動機。

【0076】在上述實施形態中，作為旋轉電機10係舉交流電動機為一例進行了說明，但本發明不限於此。例如，旋轉電機10亦可為直流電動機。

【0077】在上述實施形態中，作為旋轉電機10係舉電動機為一例進行了說明，但本發明不限於此。例如，旋轉電機10亦可為發電機。又，亦可應用於變壓器。

【0078】另外，在不脫離本發明主旨之範圍內，可將前述實施形態之構成要素適當置換成周知之構成要素，又，亦可適當組合前述變形例。

## 【符號說明】

### 【0079】

1:胚料(電磁鋼帶)

2:母材鋼板

- 3:絕緣被膜
- 10:旋轉電機
- 20:定子
- 21:定子鐵芯(定子用接著積層鐵芯)
- 22:芯背部
- 23:齒部
- 30:轉子
- 31:轉子鐵芯
- 32:永久磁鐵
- 33:貫通孔
- 40:鐵芯單板
- 41a:接著區域
- 42:斂合件
- 50:罩殼
- 60:旋轉軸
- 100:積層鐵芯之製造裝置(製造裝置)
- 110:沖裁站
- 111:母模
- 112:公模
- 1A:卷料
- 2A:導引滾筒
- A-A,B-B:線
- C:部位
- O:中心軸線

$t_0$ : 胚料之平均板厚

$t_1$ : 絕緣被膜之平均厚度

**【發明申請專利範圍】**

**【請求項1】** 一種積層鐵芯之製造方法，特徵在於，係藉由將具備絕緣被膜之電磁鋼帶沖裁加工而獲得鐵芯單板，並藉由積層前述鐵芯單板來製造積層鐵芯之方法；

前述絕緣被膜具有接著能力，且

在前述方法中，

在即將進行前述沖裁加工前，使用導引滾筒並在不塗布接著劑下加壓2片以上的電磁鋼帶，藉此進行暫時接著；

在將前述暫時接著後之前述2片以上的前述電磁鋼帶插入沖裁模具後，進行前述沖裁加工，藉此獲得前述鐵芯單板，並在不塗布接著劑下積層前述鐵芯單板。

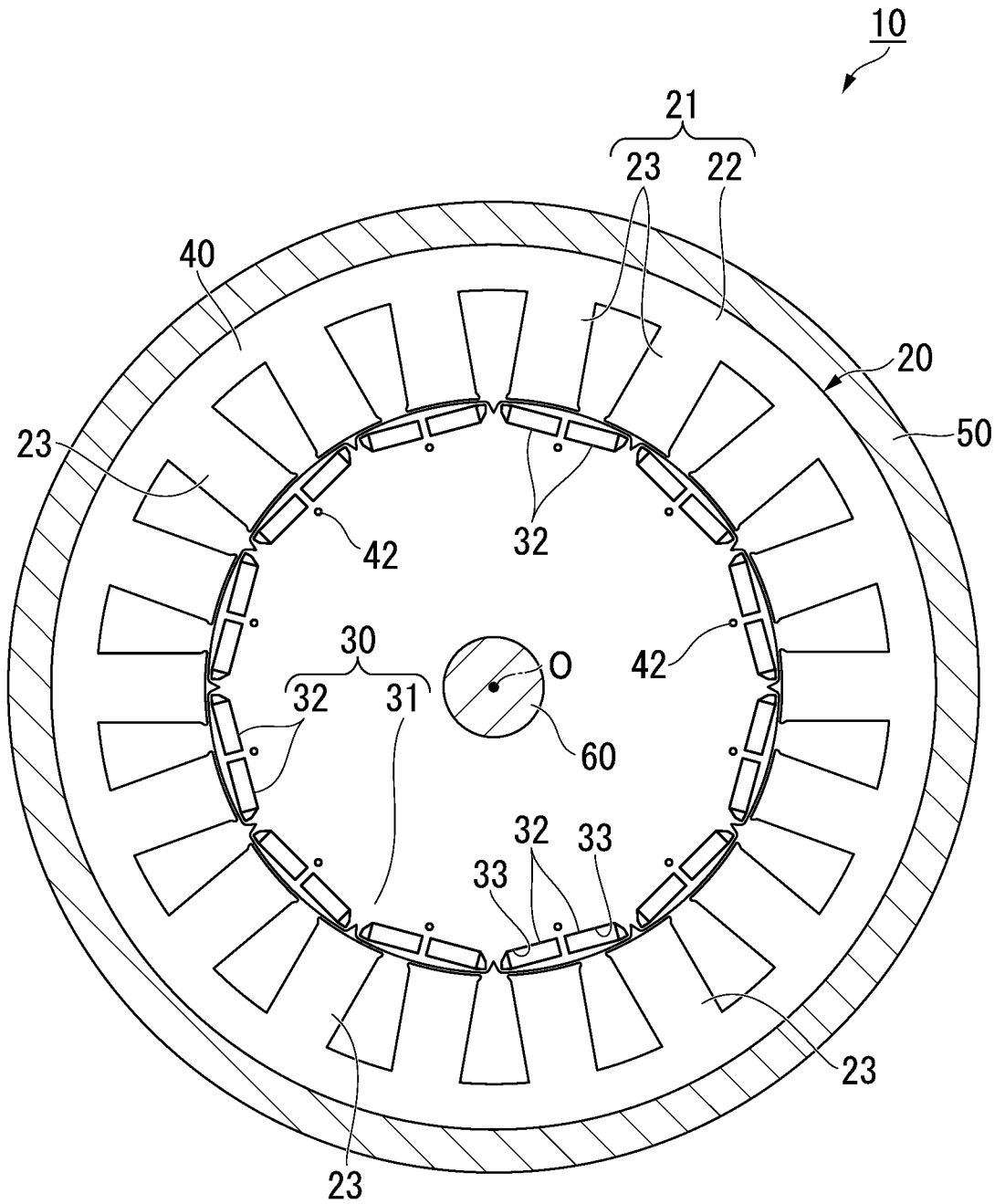
**【請求項2】** 如請求項1之積層鐵芯之製造方法，其中前述暫時接著時之前述2片以上的前述電磁鋼帶的表面溫度為15~50°C。

**【請求項3】** 如請求項1或2之積層鐵芯之製造方法，其中藉由前述導引滾筒所行之前述加壓時的加壓力為2.0~10.0MPa。

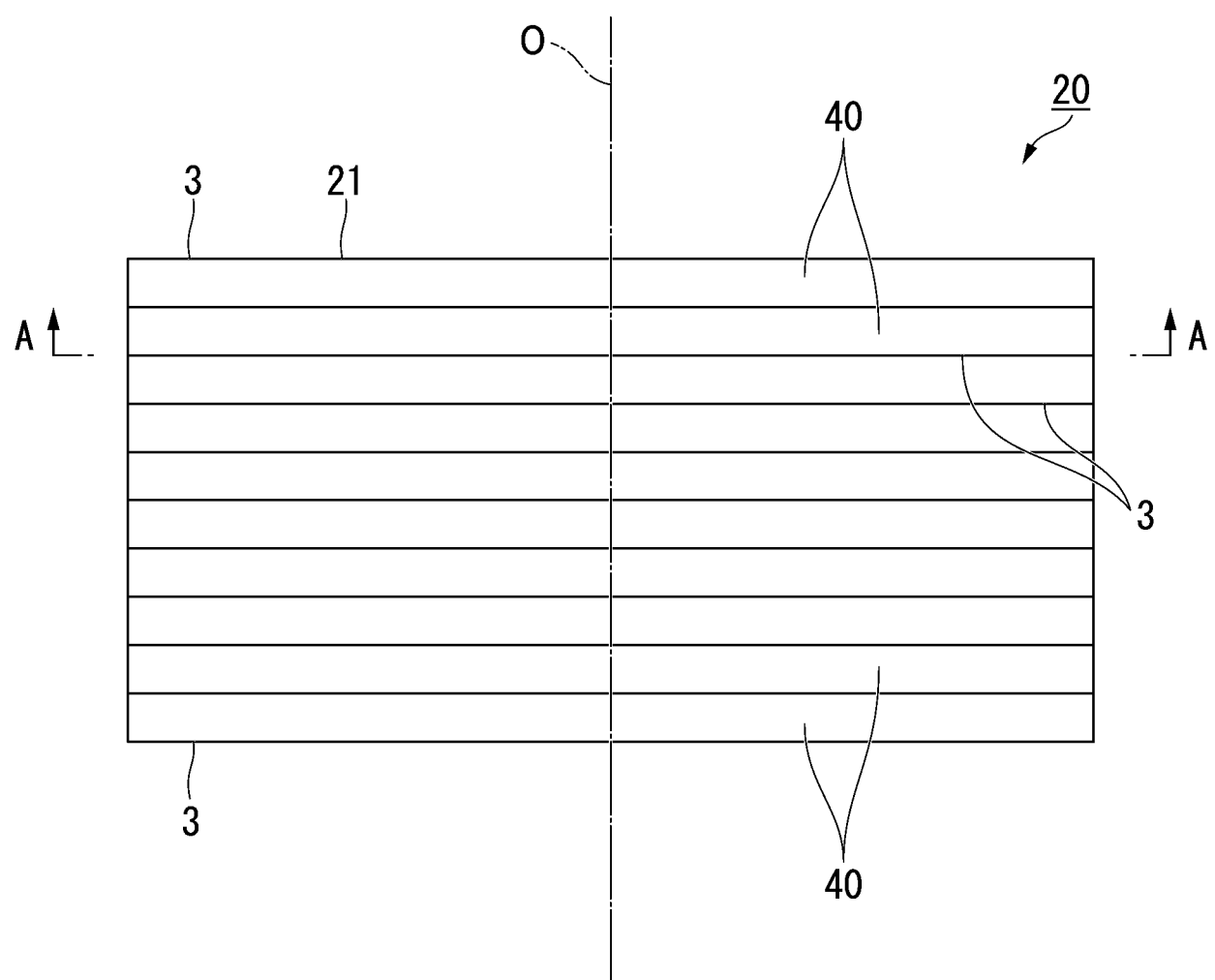
**【請求項4】** 如請求項1或2之積層鐵芯之製造方法，其中在前述沖裁加工後，藉由將前述鐵芯單板加熱至180~250°C來進行正式接著。

**【請求項5】** 如請求項3之積層鐵芯之製造方法，其中在前述沖裁加工後，藉由將前述鐵芯單板加熱至180~250°C來進行正式接著。

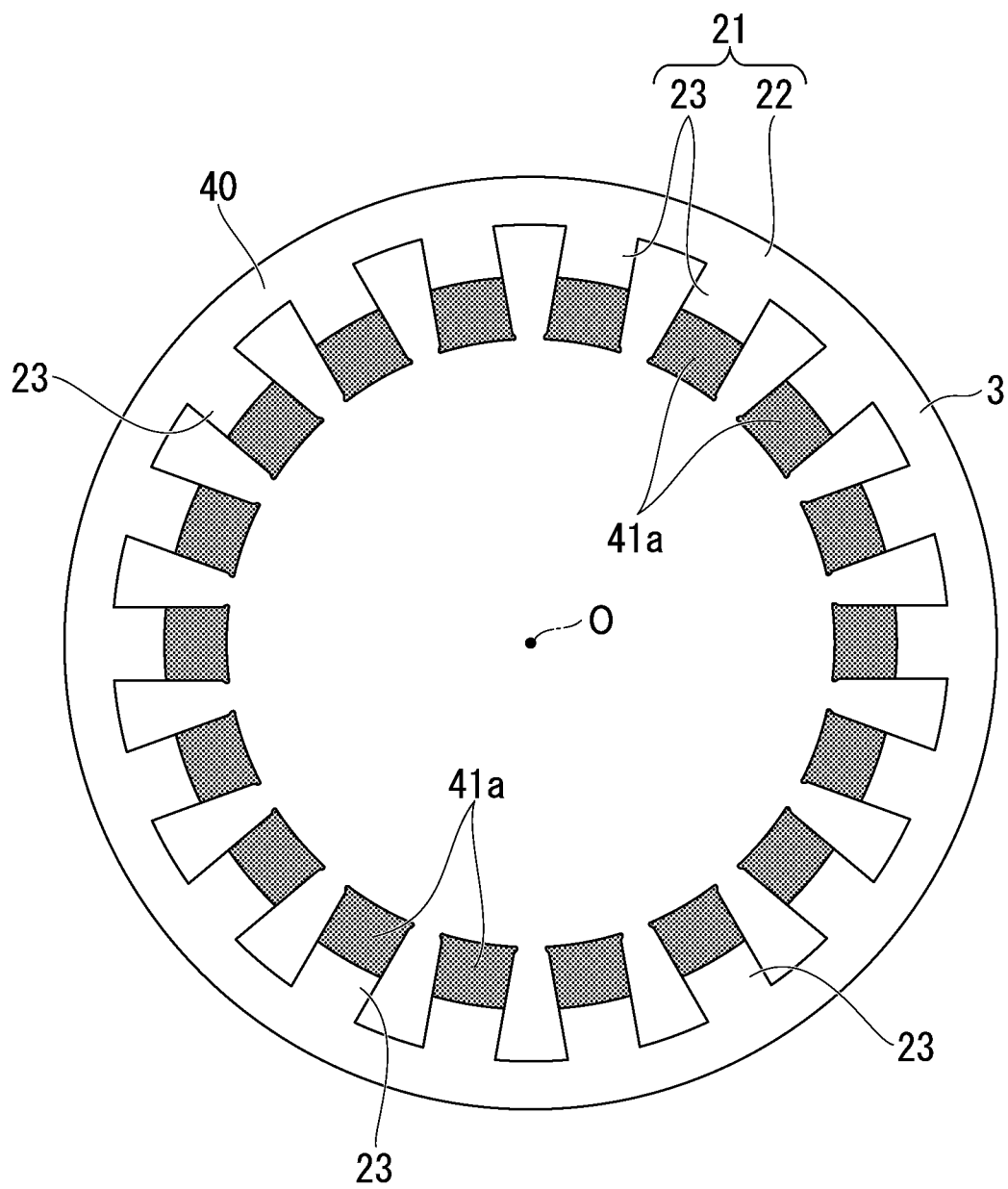
【發明圖式】



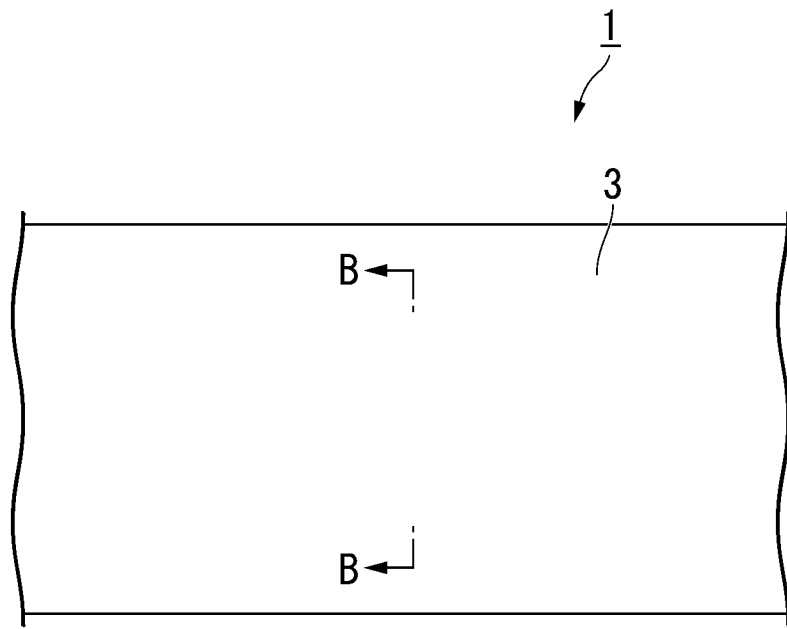
【圖1】



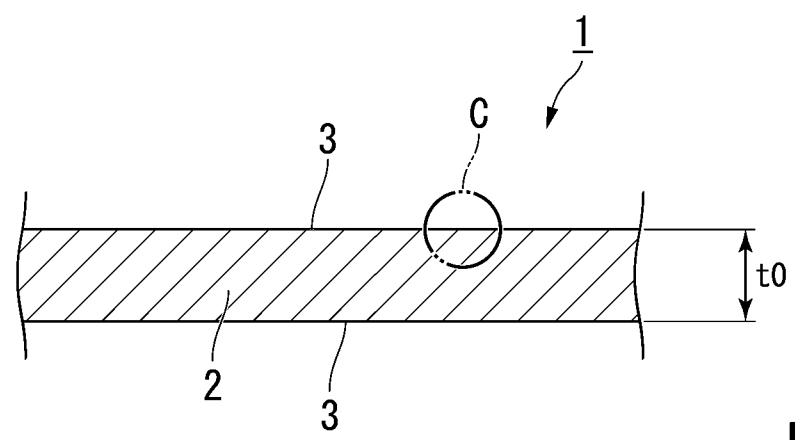
【圖2】



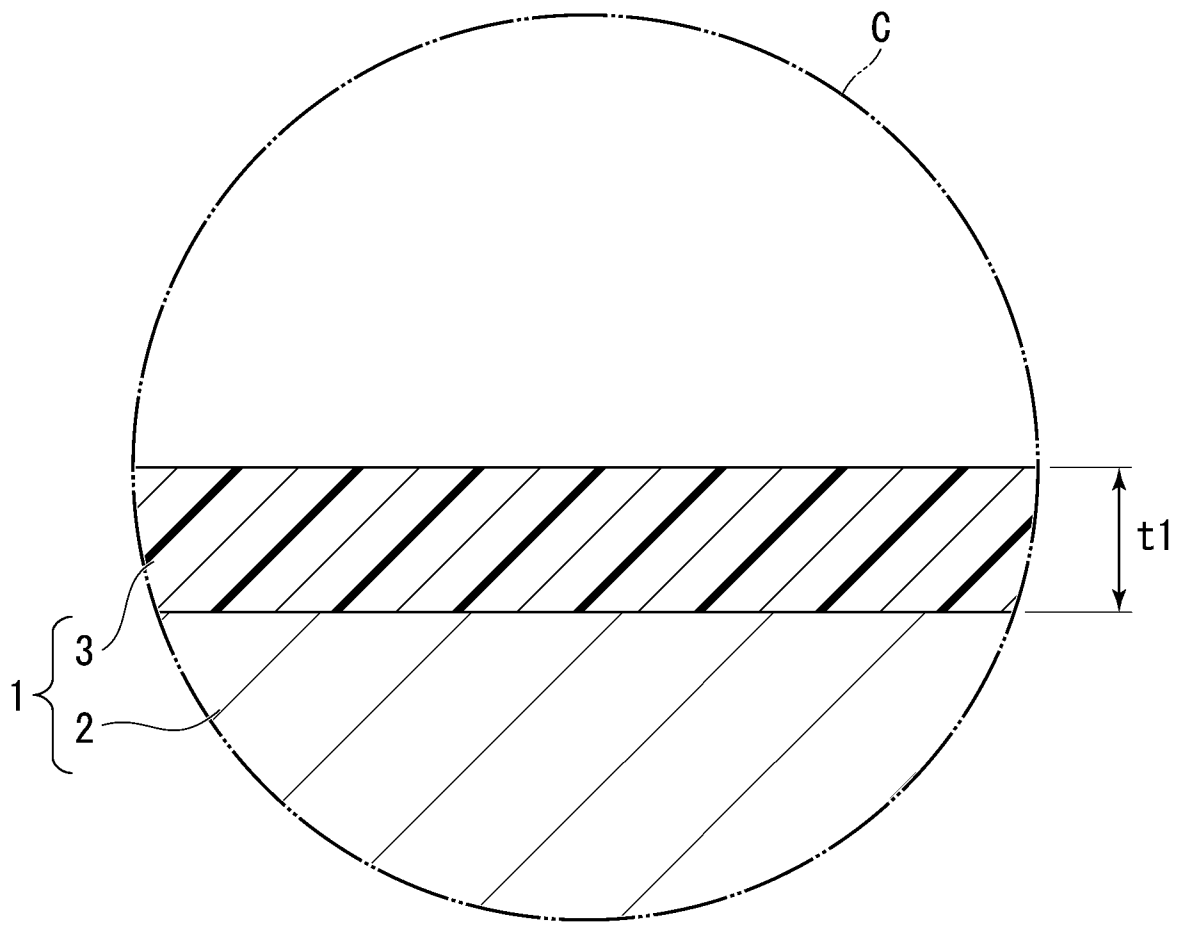
【圖3】



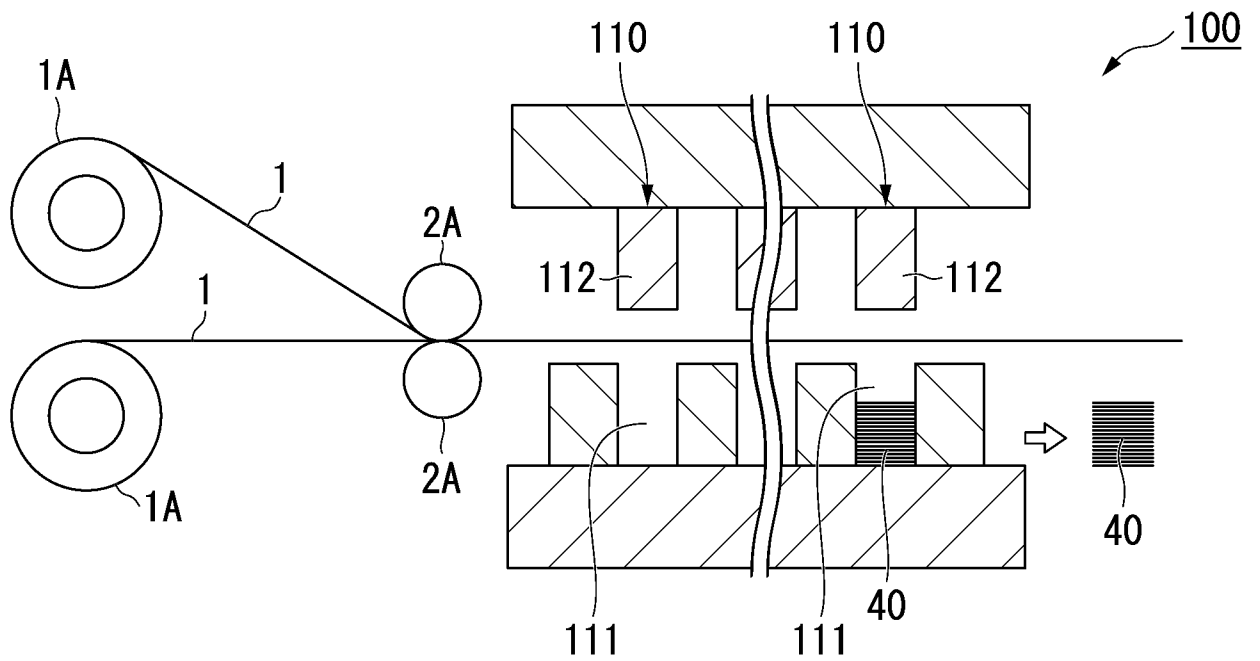
【圖4】



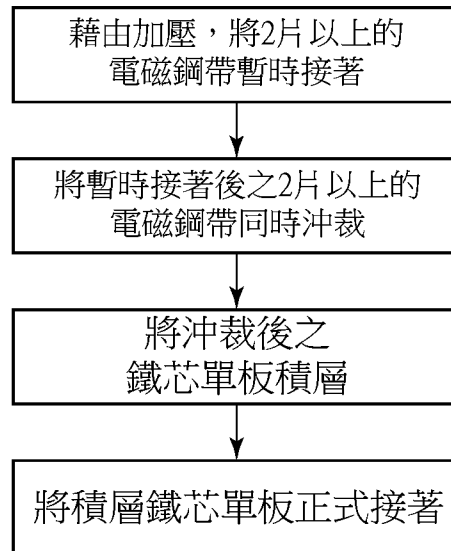
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】