



(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 I725670 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：108146213

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 17 日

(51) Int. Cl. :

*B32B15/082 (2006.01)**B32B7/12 (2006.01)**B32B37/12 (2006.01)**C09D133/00 (2006.01)**C09D7/40 (2018.01)**C09J133/02 (2006.01)**C09J135/00 (2006.01)**C09J163/00 (2006.01)**C09J121/00 (2006.01)**C09J11/06 (2006.01)**C09J5/04 (2006.01)**H02K1/18 (2006.01)**H02K15/02 (2006.01)*

(30) 優先權：2018/12/17 日本

2018-235868

(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：高谷真介 TAKATANI, SHINSUKE (JP)；藤井浩康 FUJII, HIROYASU (JP)；竹田和年 TAKEDA, KAZUTOSHI (JP)

(74) 代理人：劉法正；尹重君

(56) 參考文獻：

JP 2010-4716A

JP 2017-11863A

審查人員：黃怡菱

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：4 共 35 頁

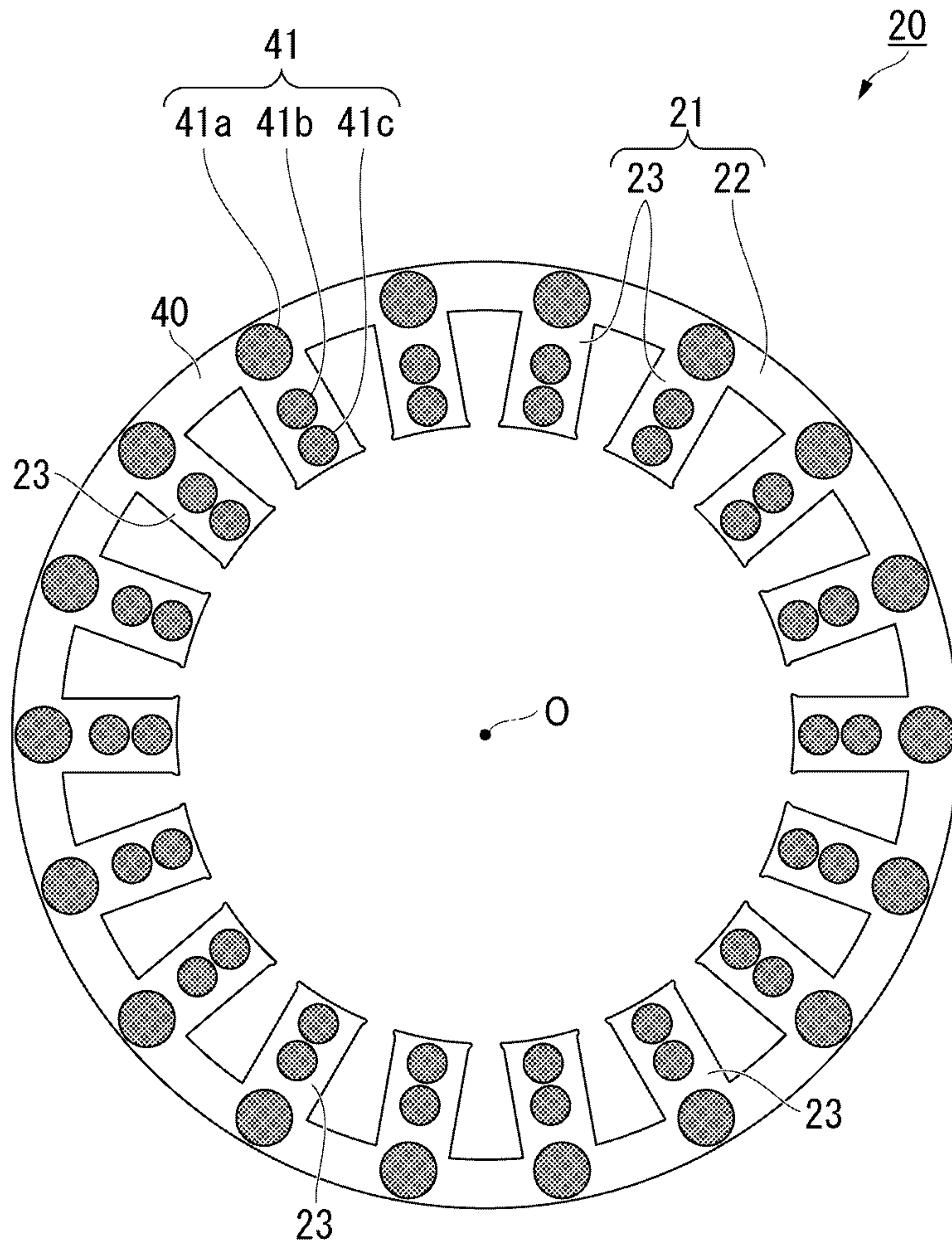
(54) 名稱

積層鐵芯、其製造方法及旋轉電機

(57) 摘要

本發明之積層鐵芯具備：複數個電磁鋼板，互相積層，且前述電磁鋼板之兩面被絕緣被膜被覆；及接著部，設置於在積層方向上相鄰之前述電磁鋼板彼此之間，並將前述電磁鋼板彼此接著，又，形成接著部之接著劑包含第一相與第二相，接著部具有海結構部之前述第一相及島結構部之前述第二相的海島結構，前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，前述第一相的 SP 值為 $8.5\sim 10.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，前述第二相包含彈性體，前述第二相的 SP 值為 $7.5\sim 8.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。

指定代表圖：



符號簡單說明：

20:定子

21:定子鐵芯

22:抽芯部

23:齒部

40:電磁鋼板

41,41a,41b,41c:接著部

O:中心軸線

【圖3】

公告本

I725670

【發明摘要】

【中文發明名稱】

積層鐵芯、其製造方法及旋轉電機

【中文】

本發明之積層鐵芯具備：複數個電磁鋼板，互相積層，且前述電磁鋼板之兩面被絕緣被膜被覆；及接著部，設置於在積層方向上相鄰之前述電磁鋼板彼此之間，並將前述電磁鋼板彼此接著，又，形成接著部之接著劑包含第一相與第二相，接著部具有海結構部之前述第一相及島結構部之前述第二相的海島結構，前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，前述第一相的 SP 值為 $8.5\sim 10.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，前述第二相包含彈性體，前述第二相的 SP 值為 $7.5\sim 8.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】

20:定子

21:定子鐵芯

22:抽芯部

23:齒部

40:電磁鋼板

41,41a,41b,41c:接著部

O:中心軸線

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

積層鐵芯、其製造方法及旋轉電機

【技術領域】

【0001】 本發明有關一種積層鐵芯、其製造方法及旋轉電機。

本發明是依據已於2018年12月17日於日本提出申請的特願2018-235868號而主張優先權，並在此引用其內容。

【先前技術】

【0002】 截至目前，已知有一種如下述專利文獻1所記載的積層鐵芯。該積層鐵芯中，相鄰之電磁鋼板在積層方向接著。

【0003】 先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：日本特開2011-023523號公報

【發明內容】

【0004】 發明欲解決之課題

前述以往的積層鐵芯中，針對使磁特性提升尚有改善的餘地。

【0005】 本發明是有鑑於前述情況而作成者，其目的在於使積層鐵芯的磁特性提升。

【0006】 用以解決課題之手段

為解決前述課題，本發明提出了以下手段。

(1)本發明第一態樣是一種積層鐵芯，該積層鐵芯具備：複數個電磁鋼板，互相積層，且前述電磁鋼板之兩面被絕緣被膜被覆；及接著部，設置於在積層方向上相鄰之前述電磁鋼板彼此之間，並將前述電磁鋼板彼此接著，又，形成前述接著部之接著劑包含第一相與第二相，前述接著部具有海結構部即前述第

一相及島結構部即前述第二相的海島結構，前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，前述第一相的SP值為 $8.5\sim 10.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，前述第二相包含彈性體，前述第二相的SP值為 $7.5\sim 8.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。

(2)在如前述(1)之積層鐵芯中，前述第一相的SP值與前述第二相的SP值的差可為 $0.1\sim 3.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。

(3)在如前述(1)或前述(2)之積層鐵芯中，前述第一相的含量相對於前述接著部的總體積可為50體積%以上。

(4)在如前述(1)至前述(3)中任一項之積層鐵芯中，前述環氧樹脂的含量相對於前述第一相的總體積可為50體積%以上。

(5)在如前述(1)至前述(4)中任一項之積層鐵芯中，前述丙烯酸樹脂的含量相對於前述第一相的總體積可為5~45體積%。

(6)在如前述(1)至前述(5)中任一項之積層鐵芯中，前述硬化劑的含量相對於前述第一相的總體積可為1~40體積%。

(7)在如前述(1)至前述(6)中任一項之積層鐵芯中，前述硬化劑可為酚醛型苯酚樹脂。

(8)如前述(1)至前述(7)中任一項之積層鐵芯可為定子用。

【0007】 (9)本發明第二態樣是製造如前述(1)至前述(8)中任一項之積層鐵芯之方法；該方法是於電磁鋼板表面塗佈包含第一相與第二相之接著劑後，重疊複數個前述電磁鋼板並使前述接著劑硬化而形成接著部，前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，前述第二相包含彈性體。

【0008】 (10)本發明第三態樣是一種旋轉電機，其具備如前述(1)至前述(8)中任一項之積層鐵芯。

【0009】 發明效果

根據本發明，可提升積層鐵芯之磁特性。

【圖式簡單說明】

【0010】 圖1是具備本發明一實施形態之積層鐵芯之旋轉電機的截面圖。

圖2是圖1所示積層鐵芯的側面圖。

圖3是圖2之A-A截面圖。

圖4是顯示積層鐵芯之製造裝置的概略構成的側面圖。

【實施方式】

【0011】 用以實施發明之形態

以下，參照圖式，說明本發明一實施形態之積層鐵芯及具備該積層鐵芯之旋轉電機。另外，本實施形態中，作為旋轉電機是舉出電動機，具體而言是交流電動機，更具體而言是同步電動機，再更具體而言是舉永久磁鐵磁場型電動機為一例來進行說明。此種電動機適合被採用於例如電動汽車等。

【0012】 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。定子20固定於罩殼50。

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

旋轉電機10，例如可以藉由對各相施加有效值10A，頻率數100Hz之勵磁電流，而以旋轉數1000rpm旋轉。

【0013】 定子20具備定子鐵芯21及未圖示之捲線。

定子鐵芯21具備環狀的抽芯部22及複數個齒部23。以下，將定子鐵芯21(或抽芯部22)之中心軸線O方向稱作軸方向，將定子鐵芯21(或抽芯部22)之直徑方向(與中心軸線O正交的方向)稱作直徑方向，並將定子鐵芯21(或抽芯部22)之圓周方向(在中心軸線O周圍繞的方向)稱作圓周方向。

【0014】 在從軸方向觀看定子20之俯視視角下，抽芯部22是形成為圓環狀。

複數個齒部23是從抽芯部22朝向直徑方向內側(沿著直徑方向朝向抽芯部22之中心軸線O)突出。複數個齒部23是在圓周方向上空出同等間隔來配置。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是形成為互為同等形狀且同等大小。

前述捲線是捲繞於齒部23。前述捲線可為集中捲繞，亦可為分布捲繞。

【0015】 轉子30相對於定子20(定子鐵芯21)配置於直徑方向的內側。轉子30具備轉子鐵芯31及複數個永久磁鐵32。

轉子鐵芯31是形成為與定子20配置於同軸的環狀(圓環狀)。在轉子鐵芯31內配置有前述旋轉軸60。旋轉軸60固定於轉子鐵芯31。

複數個永久磁鐵32固定於轉子鐵芯31。本實施形態中，2個1組的永久磁鐵32會形成1個磁極。複數組的永久磁鐵32是在圓周方向空出同等間隔來配置。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)的永久磁鐵32。

【0016】 本實施形態中，作為永久磁鐵磁場型電動機，採用了嵌入磁鐵型馬達。

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是對應複數個永久磁鐵32而設置。各永久磁鐵32是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。各永久磁鐵32之對轉子鐵芯31的固定，例如可藉由將永久磁鐵32之外面與貫通孔33之內面以接著劑接著等來實現。另外，作為永久磁鐵磁場型電動機，亦可取代嵌入磁鐵型馬達而採用表面磁鐵型馬達。

【0017】 定子鐵芯21及轉子鐵芯31皆為積層鐵芯。如圖2所示，定子20是藉由複數個電磁鋼板40積層而形成。

又，定子鐵芯21及轉子鐵芯31各自的積層厚度設為例如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，該等之值為一例，定子鐵芯21之積層厚度、外徑或內徑、以及轉子鐵芯31之積層厚度、外徑或內徑並不限於該等之值。此處，定子鐵芯21之內徑是以定子鐵芯21中齒部23之前端部為基準。定子鐵芯21之內徑是與所有齒部23之前端部內接的假想圓之直徑。

【0018】 形成定子鐵芯21及轉子鐵芯31之各電磁鋼板40，是例如藉由將成為母材之電磁鋼板沖裁加工等而形成。電磁鋼板40可使用周知的電磁鋼板。電磁鋼板40的化學組成並無特別限定。在本實施形態中是採用無方向性電磁鋼板作為電磁鋼板40。無方向性電磁鋼板可採用例如JIS C2552：2014的無方向性電鋼帶。

然而，作為電磁鋼板40，亦可取代無方向性電磁鋼板而採用方向性電磁鋼板。方向性電磁鋼板可採用例如JIS C2553：2012的方向性電鋼帶。

【0019】 為了改善電磁鋼板的加工性及積層鐵芯的鐵損，電磁鋼板40的兩面被覆有絕緣被膜。構成絕緣被膜的物質可應用例如：(1)無機化合物、(2)有機樹脂及(3)無機化合物與有機樹脂的混合物等。無機化合物可舉出譬如：(1)重鉻酸鹽與硼酸鹽之複合物、(2)磷酸鹽與二氧化矽之複合物等。有機樹脂可舉出譬如：環氧樹脂、丙烯酸樹脂、丙烯酸苯乙烯樹脂、聚酯樹脂、聚矽氧樹脂及氟樹脂等。

有機樹脂可與後述接著劑所包含的有機樹脂相同，亦可不同。

【0020】 為了確保在互相積層之電磁鋼板40間的絕緣性能，絕緣被膜的厚度(電磁鋼板40每單面的厚度)宜設為0.1 μm 以上。

另一方面，隨著絕緣被膜變厚，絕緣效果會飽和。又，隨著絕緣被膜變厚，

占積率會降低，且作為積層鐵芯之性能會降低。因此，絕緣被膜在可確保絕緣性能的範圍內越薄越好。絕緣被膜的厚度(電磁鋼板40每單面的厚度)宜為 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $5\mu\text{m}$ 以下，較佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。

絕緣被膜的厚度可藉由例如以顯微鏡等觀察沿厚度方向切割電磁鋼板40而成之切割面來測定。

【0021】 隨著電磁鋼板40變薄，鐵損的改善效果會逐漸飽和。又，隨著電磁鋼板40變薄，電磁鋼板40的製造成本會增加。因此，考慮到鐵損的改善效果及製造成本，電磁鋼板40的厚度宜設為 0.10mm 以上。

另一方面，若電磁鋼板40過厚，電磁鋼板40之沖壓作業會變得困難。因此，若考慮到電磁鋼板40的沖壓作業，電磁鋼板40的厚度宜設為 0.65mm 以下。

又，電磁鋼板40若變厚，鐵損便會增大。因此，若考慮到電磁鋼板40的鐵損特性，則電磁鋼板40的厚度宜為 0.35mm 以下，較佳為 0.25mm 以下，在 0.20mm 以下更佳。

考慮到上述的點，各電磁鋼板40的厚度例如宜為 0.10mm 以上且 0.65mm 以下，較佳為 0.10mm 以上且 0.35mm 以下，更佳為 0.10mm 且 0.25mm 以下，尤佳為 0.10mm 且 0.20mm 以下。另外，電磁鋼板40的厚度也包含絕緣被膜的厚度。

電磁鋼板40的厚度可藉由例如測微器等來測定。

【0022】 如圖3所示，形成定子鐵芯21之複數個電磁鋼板40是隔著接著部41而積層。接著部41是形成於定子鐵芯21之抽芯部22與齒部23。接著部41是從抽芯部22的內周朝向直徑方向內側(沿著直徑方向朝向抽芯部22之中心軸線O)形成為如41a、41b及41c。在複數個齒部23分別形成有接著部41b、41c。在對應於複數個齒部23之位置的抽芯部22形成有接著部41a。

【0023】 接著部41是由包含第一相與第二相之接著劑形成。

接著部41具有第一相與第二相之海島結構。此處，所謂「海島結構」意指

由其中一種成分所構成的相(島結構部)分散在由另一種成分所構成的相(海結構部)中之相分離結構。

本實施形態之電磁鋼板40藉由接著部41具有海島結構，而易於緩和在電磁鋼板40產生的應變。藉由緩和在電磁鋼板40產生的應變，磁滯損失容易減低，結果可使積層鐵芯的磁特性提升。堅硬的第一相之硬化物與柔軟的第二相之海島結構容易吸收在電磁鋼板40產生的應變，因此被認為是可緩和在電磁鋼板40產生的應變之結構。

另外，所謂磁滯損失，是指藉由積層鐵芯之磁場的方向變化而產生之能量損失的情況。磁滯損失是鐵損的一種。

本實施形態之接著部41中，第一相形成連續相之海結構部，第二相形成分散相之島結構部。第一相與第二相之何者會形成海結構部是依該相的黏度或量來決定。本實施形態之接著部41中，是由相較於第二相黏度較低且量較多的第一相來形成連續相之海結構部。

【0024】 形成接著部41之接著劑包含第一相與第二相。

第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑。作為第一相的硬化物，從容易提高接著部41的接著強度的觀點來看，宜為經對環氧樹脂接枝聚合丙烯酸樹脂而成的丙烯酸改質環氧樹脂。

【0025】 接著劑是例如藉由在常壓下加熱至80°C以上來促進硬化，而成為硬化物。此處，所謂「常壓」是指並未特別減壓亦未加壓時的壓力，通常為約1大氣壓(0.1MPa)。

第一相的含量相對於接著劑的總體積宜為50體積%以上，較佳為50~95體積%，更佳為60~90體積%，70~80體積%尤佳。第一相的含量若在上述下限值以上，就容易提高接著部41的接著強度。第一相的含量若在上述上限值以下，就容易緩和在電磁鋼板40產生的應變。

第一相的含量是第一相的體積相對於25°C下之接著劑的總體積之比率。

【0026】第一相的SP值(溶解度參數)為 $8.5\sim 10.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，宜為 $8.7\sim 10.5(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，較佳為 $9.0\sim 10.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。第一相的SP值若在上述下限值以上，接著部41便容易形成與第二相之海島結構。第一相的SP值若在上述上限值以下，就容易將接著劑塗佈於電磁鋼板40的表面。

在本說明書中「SP值」意指希德布朗(Hildebrand)的溶解度參數。

第一相的SP值譬如可利用下述方法進行測定。於無方向性電磁鋼板表面塗佈構成第一相之樹脂組成物，並加熱至120°C使其硬化。對所得硬化物擦上已知SP值之各種溶劑，在因第一相的硬化物溶解於溶劑而溶劑變色時，以該溶劑的SP值作為第一相的SP值。

【0027】作為已知SP值之各種溶劑，可舉出例如：正戊烷(SP值： $7.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、正己烷(SP值： $7.3(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、二乙基醚(SP值： $7.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、正辛烷(SP值： $7.6(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、氯乙烯(SP值： $7.8(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、環己烷(SP值： $8.2(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、乙酸異丁酯(SP值： $8.3(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、乙酸異丙酯(SP值： $8.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、乙酸丁酯(SP值： $8.5(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、四氯化碳(SP值： $8.6(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、甲基丙基酮(SP值： $8.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、二甲苯(SP值： $8.8(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、甲苯(SP值： $8.9(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、乙酸乙酯(SP值： $9.1(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、苯(SP值： $9.2(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、甲基乙基酮(SP值： $9.3(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、二氯甲烷(SP值： $9.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、丙酮(SP值： $9.9(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、二硫化碳(SP值： $10.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、乙酸($10.1(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)、正己醇(SP值： $10.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$)等。

【0028】第一相的SP值可透過構成第一相之環氧樹脂的種類與含量、丙烯酸樹脂的種類與含量及硬化劑的種類與含量等來調整。

【0029】第一相之環氧樹脂之數量平均分子量宜為1200~20000，較佳為2000~18000，更佳為2500~16000。環氧樹脂之數量平均分子量若在上述下限值

以上，就容易提高接著部41的接著強度。環氧樹脂之數量平均分子量若在上述上限值以下，就容易提高接著部41的穩定性。

環氧樹脂之數量平均分子量是使用聚苯乙烯來作為標準物質，並可藉由JIS K7252-1：2008所記載之粒徑篩析層析法(SEC：Size-Exclusion Chromatography)來測定。

【0030】環氧樹脂可舉出例如：經在鹼觸媒的存在下使表氯醇與雙酚縮合而成者、及藉由經在鹼觸媒的存在下使表氯醇與雙酚縮合成低分子量的環氧樹脂後，使該低分子量環氧樹脂與雙酚進行加成聚合反應而得者等。在此，「低分子量環氧樹脂」意指數量平均分子量小於1200的環氧樹脂。

環氧樹脂亦可為組合了2價之羧酸之環氧酯樹脂(epoxy ester resin)。2價之羧酸可舉出例如：琥珀酸、己二酸、庚二酸、壬二酸、癸二酸、十二烷二酸、六氫鄰苯二甲酸等。

雙酚可舉出：雙酚A、雙酚F、雙酚AD等，且以雙酚A、雙酚F為佳。

鹼觸媒可舉出氫氧化鈉、氫氧化鉀等。

該等環氧樹脂可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0031】環氧樹脂的含量相對於第一相的總體積宜為50體積%以上，較佳為50~94體積%，更佳為55~90體積%，60~80體積%尤佳。環氧樹脂的含量若在上述下限值以上，就容易提高接著部41的接著強度。環氧樹脂的含量若在上述上限值以下，就容易緩和在電磁鋼板40中產生的應變。

環氧樹脂的含量是環氧樹脂的體積相對於25°C下之硬化前的第一相的總體積之比率。

【0032】第一相之丙烯酸樹脂之數量平均分子量宜為5000~100000，較佳為6000~80000，更佳為7000~60000。丙烯酸樹脂之數量平均分子量若在上述下限值以上，就容易提高接著部41的接著強度。

丙烯酸樹脂之數量平均分子量若在上述上限值以下，就容易抑制接著劑成為高黏度，而容易將接著劑塗佈於電磁鋼板40的表面。

丙烯酸樹脂之數量平均分子量可利用與環氧樹脂之數量平均分子量相同的方法來測定。

【0033】 丙烯酸樹脂可舉出例如：將選自於丙烯酸、甲基丙烯酸、馬來酸、伊康酸、巴豆酸等不飽和羧酸中之至少1種加以聚合或共聚而得之丙烯酸樹脂；使選自於上述不飽和羧酸中之至少1種的單體、及選自於下述自由基聚合性不飽和單體中之至少1種共聚而成之丙烯酸樹脂等。

自由基聚合性不飽和單體可舉出：(1)丙烯酸2-羥乙酯、甲基丙烯酸2-羥乙酯、丙烯酸羥丙酯、甲基丙烯酸羥丙酯等丙烯酸或甲基丙烯酸之碳原子數為1~8個的羥烷酯；(2)丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸正丁酯、丙烯酸異丁酯、甲基丙烯酸異丁酯、丙烯酸三級丁酯、甲基丙烯酸三級丁酯、丙烯酸環己酯、甲基丙烯酸環己酯、丙烯酸2-乙基己基、甲基丙烯酸2-乙基己基、丙烯酸月桂酯、甲基丙烯酸月桂酯、丙烯酸十八酯、甲基丙烯酸十八酯、丙烯酸癸酯等丙烯酸或甲基丙烯酸之碳原子數為1~24個的烷基酯或環烷基酯；(3)丙烯醯胺、甲基丙烯醯胺、N-甲基丙烯醯胺、N-乙基丙烯醯胺、二丙酮丙烯醯胺、N-羥甲基丙烯醯胺、N-羥甲基甲基丙烯醯胺、N-甲氧甲基丙烯醯胺、N-丁氧甲基丙烯醯胺等官能性丙烯醯胺或官能性甲基丙烯醯胺；(4)苯乙烯、乙烯基甲苯、 α -甲基苯乙烯等芳香族乙烯基單體、(5)乙酸乙烯酯、丙酸乙烯酯、丙烯腈、甲基丙烯腈等之脂肪族乙烯基單體等。

【0034】 上述不飽和單體之較佳組合可舉出例如：甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸2-乙基己基及丙烯酸之組合；苯乙烯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯及甲基丙烯酸之組合；苯乙烯、丙烯酸乙酯及甲基丙烯酸之組合；甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯及丙烯酸之組合等。

【0035】 經對環氧樹脂接枝聚合丙烯酸樹脂而成的丙烯酸改質環氧樹脂(以下亦稱為「接枝化物」)，可藉由例如：在有機溶劑溶液中，於苯甲醯基過氧化物等自由基產生劑存在之下，對高分子量環氧樹脂接枝聚合上述之自由基聚合性不飽和單體來獲得。在此，「高分子量環氧樹脂」意指數量平均分子量在1200以上的環氧樹脂。

用於接枝聚合反應之自由基產生劑相對於自由基聚合性不飽和單體之固體成分100質量份，宜為3~15質量份。

【0036】 上述接枝聚合反應可藉由例如以下方式進行：於經加熱至80~150°C的高分子量環氧樹脂之有機溶劑溶液，花費1~3小時來添加經均勻混合了自由基產生劑而成之自由基聚合性不飽和單體，並且維持相同溫度1~3小時。

【0037】 用於上述接枝聚合反應之有機溶劑，只要是可溶解高分子量環氧樹脂及自由基聚合性不飽和單體且可與混合水之有機溶劑即可。

此類有機溶劑可舉出例如：異丙醇、丁醇、2-羥基-4-甲基戊烷、2-乙基己醇、環己醇、乙二醇、二乙二醇、1,3-丁二醇、乙二醇單乙基醚、乙二醇單丁基醚、二乙二醇單甲基醚等醇系溶劑；丙酮、甲基乙基酮等酮系溶劑；賽璐蘇系溶劑及卡必醇系溶劑。另外，亦可使用不與水混溶的非活性有機溶劑，此類有機溶劑可舉出例如：甲苯、二甲苯等芳香族系烴類、乙酸乙酯、乙酸丁酯等酯類。

【0038】 丙烯酸樹脂的含量相對於第一相的總體積宜為5~45體積%，較佳為10~40體積%，更佳為15~30體積%。丙烯酸樹脂的含量若在上述下限值以上，就容易提高接著部41的接著強度。丙烯酸樹脂的含量若在上述上限值以下，就容易使第一相的SP值穩定。

丙烯酸樹脂的含量是丙烯酸樹脂的體積相對於25°C下之硬化前的第一相的總體積之比率。

【0039】 第一相之硬化劑可使用一般使用之環氧樹脂硬化劑。作為第一相

之硬化劑，可使用例如選自於以下中之至少1種：脂肪族多胺、脂環族多胺、芳香族多胺、聚醯胺多胺、改質多胺等多胺系硬化劑；單官能性酸酐物(酞酸酐、六氫酞酸酐、甲基四氫酞酸酐、甲基六氫酞酸酐、甲基納迪克酸酐、氯茵酸酐等)、雙官能性酸酐(焦蜜石酸酐、二苯甲酮四甲酸酐、乙二醇雙(脫水偏苯三甲酸酯)、甲基環己烯四甲酸酐等)、遊離酸酸酐(偏苯三甲酸、聚壬二酸酐等)等酸酐物系硬化劑；酚醛型或可溶酚醛樹脂型苯酚樹脂、脲樹脂、三聚氰胺樹脂等之含有羥甲基的初始縮合物；及潛在性硬化劑等。

潛在性硬化劑可舉出例如：二氰二胺、三聚氰胺、有機酸二醯肼、胺醯亞胺、酮亞胺(ketimine)、三級胺、咪唑鹽、三氟化硼胺鹽、微膠囊型硬化劑(將硬化劑封入以酪蛋白等形成之微膠囊中，藉由加熱及加壓使微膠囊破裂而與樹脂產生硬化反應者)、分子篩型硬化劑(使硬化劑吸附在吸附性化合物的表面而成者，是藉由加熱來釋放吸附分子而與樹脂產生硬化反應者)等。

【0040】 作為硬化劑，從容易提高接著部41之接著強度的觀點來看，以酚醛型苯酚樹脂(苯酚酚醛樹脂)為佳。在此，「酚醛型苯酚樹脂」是指利用酸觸媒使苯酚類與醛類縮合反應而得之樹脂。

苯酚類可舉出苯酚。

醛類可舉出甲醛。

酸觸媒可舉出草酸或2價的金屬鹽。

酚醛型苯酚樹脂在常溫(25°C)下為固體，並被分類為熱塑性樹脂。酚醛型苯酚樹脂中，於構成苯酚樹脂的苯酚核(芳香環)幾乎沒有鍵結-CH₂OH基。

【0041】 硬化劑的含量相對於第一相的總體積宜為1~40體積%，較佳為5~30體積%，更佳為10~20體積%。硬化劑的含量若在上述下限值以上，就容易提高接著部41的接著強度。硬化劑的含量若在上述上限值以下，就容易提高接著部41的穩定性。

硬化劑的含量是硬化劑的體積相對於25°C下之硬化前的第一相的總體積之比率。

【0042】 第二相包含彈性體。彈性體可舉出天然橡膠、合成橡膠，以合成橡膠為佳。

合成橡膠可舉出：聚丁二烯系合成橡膠、腈系合成橡膠、氯丁二烯系合成橡膠等。

聚丁二烯系合成橡膠可舉出例如：異戊二烯橡膠(IR，SP值：7.9~8.4(cal/cm³)^{1/2})、丁二烯橡膠(BR，SP值：8.1~8.6(cal/cm³)^{1/2})、苯乙烯丁二烯橡膠(SBR，SP值：8.1~8.7(cal/cm³)^{1/2})、聚異丁烯(丁基橡膠，IIR，SP值：7.7~8.1(cal/cm³)^{1/2})、乙烯丙烯二烯橡膠(EPDM，SP值：7.9~8.0(cal/cm³)^{1/2})等。

腈系合成橡膠可舉出例如：丙烯腈丁二烯橡膠(NBR，SP值：8.7~10.5(cal/cm³)^{1/2})、丙烯酸橡膠(ACM，SP值：9.4(cal/cm³)^{1/2})等。

氯丁二烯系合成橡膠可舉出氯丁二烯橡膠(CR，SP值：8.2~9.4(cal/cm³)^{1/2})等。

合成橡膠除上述之外，亦可使用：胺甲酸酯橡膠(SP值：10.0(cal/cm³)^{1/2})、聚矽氧橡膠(SP值：7.3~7.6(cal/cm³)^{1/2})、氟橡膠(FKM，SP值：8.6(cal/cm³)^{1/2})、氯磺化聚乙烯(CSM，SP值：8.1~10.6(cal/cm³)^{1/2})、表氯醇橡膠(ECO，SP值：9.6~9.8(cal/cm³)^{1/2})等。

從耐熱性優異且易於緩和於電磁鋼板40產生之應變的觀點看來，彈性體以SBR、EPDM、NBR為佳。

彈性體可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0043】 第二相亦可含有彈性體以外的化合物。彈性體以外的化合物可舉出例如上述丙烯酸樹脂等。

彈性體的含量相對於第二相的總體積宜為50體積%以上，較佳為70體積%以

上，更佳為90體積%以上，100體積%尤佳。彈性體的含量若在上述下限值以上，接著部41便容易形成第一相與第二相之海島結構，而容易緩和在電磁鋼板40產生的應變。

彈性體的含量是彈性體的體積相對於25°C下之第二相的總體積之比率。

【0044】 第二相的含量相對於接著劑的總體積宜為5~50體積%，較佳為10~40體積%，更佳為20~30體積%。第二相的含量若在上述下限值以上，就容易緩和在電磁鋼板40產生的應變。第二相的含量若在上述上限值以下，就容易提高接著部41的接著強度。

第二相的含量是第二相的體積相對於25°C下之接著劑的總體積之比率。第二相的體積可藉由將第二相浸漬於25°C的水中，根據增加之水的體積來求算。

【0045】 第二相的SP值為 $7.5\sim 8.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，宜為 $7.7\sim 8.2(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，較佳為 $7.9\sim 8.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。第二相的SP值若在上述下限值以上，就容易將接著劑塗佈於電磁鋼板40的表面。第二相的SP值若在上述上限值以下，接著部41便容易形成第一相與第二相之海島結構。

第二相的SP值譬如可利用下述方法進行測定。於無方向性電磁鋼板表面塗佈構成第二相之樹脂組成物，並加熱至120°C使其硬化。對所得硬化物擦上已知SP值之各種溶劑，在因第二相的硬化物溶解於溶劑而溶劑變色時，以該溶劑的SP值作為第二相的SP值。

作為已知SP值之各種溶劑，可舉出與測定第一相的SP值時之SP值為已知的各種溶劑同樣的溶劑。

【0046】 第二相的SP值可透過構成第二相的樹脂組成物中彈性體的種類與含量、第二相所含彈性體以外的化合物的種類與含量、及該等之組合來調整。

【0047】 第一相的SP值與第二相的SP值的差宜為 $0.1\sim 3.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，較佳為 $1.0\sim 3.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，更佳為 $1.5\sim 2.5(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。第一相的SP值與第二相的SP值

的差若在上述下限值以上，接著部便容易形成第一相與第二相之海島結構。第一相的SP值與第二相的SP值的差若在上述上限值以下，第二相便會均勻分散，而容易提高接著劑的穩定性。除此之外，第一相的SP值與第二相的SP值的差若在上述數值範圍內，就容易緩和在電磁鋼板40產生的應變，使積層鐵芯的鐵損良好，而更加容易提升積層鐵芯的磁特性。

第一相的SP值與第二相的SP值的差，可藉由分別測定第一相的SP值與第二相的SP值，從所得第一相的SP值減去所得第二相的SP值來求算。

【0048】 本實施形態之接著劑除上述第一相與第二相外，亦可包含任意成分。任意成分可舉出：聚烯烴樹脂、聚胺甲酸乙酯樹脂、聚醯胺樹脂、聚醯亞胺樹脂、聚酯樹脂、聚矽氧樹脂、氟樹脂等合成樹脂；二氧化矽或氧化鋁等氧化物微粒子；導電性物質；難溶性鉻酸鹽等防鏽添加劑；著色顏料(例如縮合多環系有機顏料、酞青素系有機顏料等)；著色染料(例如偶氮系染料、偶氮系金屬錯鹽染料等)；成膜助劑；分散性提升劑；消泡劑等。

該等任意成分可單獨使用1種，亦可將2種以上併用。

【0049】 接著劑包含任意成分時，任意成分的含量相對於25°C下之接著劑的總體積宜為1~40體積%。

【0050】 本實施形態之接著劑除熱硬化型之接著劑外，亦可使用自由基聚合型之接著劑等，從生產性的觀點看來，較理想的是使用常溫硬化型之接著劑。常溫硬化型之接著劑是在20°C~30°C下硬化。常溫硬化型之接著劑宜為丙烯酸系接著劑。代表性之丙烯酸系接著劑有SGA(第二代丙烯酸系接著劑；Second Generation Acrylic Adhesive)等。在不損及本發明效果之範圍內，使用厭氧性接著劑、瞬間接著劑、含彈性體之丙烯酸系接著劑皆可。又，此處所謂的接著劑是指硬化前的狀態，接著劑硬化後是成為接著部41。

【0051】 接著部41在常溫(20°C~30°C)下的平均拉伸彈性模數E設為

1500MPa~4500MPa的範圍內。接著部41的平均拉伸彈性模數E若小於1500MPa，便會產生積層鐵芯的剛性降低之不良情況。因此，接著部41的平均拉伸彈性模數E的下限值設為1500MPa，較佳是設為1800MPa。相反地，接著部41的平均拉伸彈性模數E若大於4500MPa，則會產生形成於電磁鋼板40表面的絕緣被膜剝落的不良情況。因此，接著部41的平均拉伸彈性模數E的上限值設為4500MPa，較佳是設為3650MPa。

又，平均拉伸彈性模數E是利用共振法測定。具體而言，是依據JIS R 1602：1995來測定拉伸彈性模數。

更具體而言，首先製作測定用的試樣(未圖示)。該試樣是將2片電磁鋼板40之間利用測定對象之接著劑來接著，並使其硬化，形成接著部41而獲得。該硬化在接著劑為熱硬化型的情況下，是藉由按實際操作上的加熱加壓條件來加熱加壓而進行。另一方面，接著劑為常溫硬化型時是藉由在常溫下加壓而進行。

然後，以共振法測定該試樣之拉伸彈性模數。藉由共振法所行拉伸彈性模數的測定方法，如上所述是依據JIS R 1602：1995來進行。然後，藉由計算將電磁鋼板40本身的影響部分從試樣的拉伸彈性模數(測定值)除去，從而可求出接著部41單體的拉伸彈性模數。

以上述方式從試樣求得的拉伸彈性模數會等於積層鐵芯整體之平均值，因此將該數值視為平均拉伸彈性模數E。組成是設定成使平均拉伸彈性模數E在沿著其積層方向的積層位置或積層鐵芯之中心軸線周圍的圓周方向位置幾乎不變。因此，平均拉伸彈性模數E亦可用測定位於積層鐵芯之上端位置之硬化後的接著部41而得的數值來作為該值。

【0052】 接著方法可採用例如：在電磁鋼板40塗佈接著劑後，藉由加熱及壓接之任一者或兩者來接著之方法。又，加熱手段可為例如在高溫槽或電爐內之加熱、或是直接通電之方法等任何手段。

【0053】 為了穩定地獲得充分的接著強度，接著部41的厚度宜為 $1\mu\text{m}$ 以上。

另一方面，若接著部41的厚度大於 $100\mu\text{m}$ ，接著力會飽和。又，隨著接著部41變厚，占積率會降低，積層鐵芯之鐵損等磁特性會降低。因此，接著部41的厚度宜為 $1\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下，較佳為 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。

另外，關於以上所述，接著部41的厚度意指接著部41的平均厚度。

【0054】 接著部41的平均厚度設為 $1.0\mu\text{m}$ 以上且 $3.0\mu\text{m}$ 以下較佳。接著部41的平均厚度若小於 $1.0\mu\text{m}$ ，便無法如前述地確保充分的接著力。因此，接著部41的平均厚度的下限值設為 $1.0\mu\text{m}$ ，較佳是設為 $1.2\mu\text{m}$ 。相反地，若接著部41的平均厚度變厚到大於 $3.0\mu\text{m}$ ，會發生因熱硬化時的收縮所致之電磁鋼板40的應變量大幅增加等的不良情況。因此，接著部41的平均厚度的上限值設為 $3.0\mu\text{m}$ ，較佳是設為 $2.6\mu\text{m}$ 。

接著部41的平均厚度是積層鐵芯整體的平均值。接著部41的平均厚度在沿著其積層方向的積層位置或積層鐵芯之中心軸線周圍的圓周方向位置幾乎不變。因此，接著部41的平均厚度，可用在積層鐵芯之上端位置中在圓周方向10處以上測定到之數值的平均值來作為該值。

【0055】 另外，接著部41的平均厚度可例如改變接著劑的塗佈量來調整。又，接著部41的平均拉伸彈性模數E，例如在熱硬化型之接著劑時，可藉由變更於接著時施加的加熱加壓條件及硬化劑種類之一者或兩者來調整。

【0056】 本實施形態中，用以形成轉子鐵芯31的複數個電磁鋼板40是藉由歛合C(定位銷)來互相固定。然而，用以形成轉子鐵芯31的複數個電磁鋼板40亦可藉由接著部41來互相接著。

又，定子鐵芯21或轉子鐵芯31等之積層鐵芯亦可藉由所謂之轉動積層來形成。

【0057】 本發明一實施形態之積層鐵芯之製造方法具有以下步驟：於電磁

鋼板表面塗佈包含第一相與第二相之接著劑的步驟，前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，前述第二相包含彈性體(塗佈步驟)；積層已塗佈接著劑之複數個電磁鋼板的步驟(積層步驟)；及使接著劑硬化而形成接著部的步驟(硬化步驟)。

接下來，針對本實施形態之定子鐵芯21的製造方法，參照圖式進行說明。

【0058】 如圖4所示，在製造裝置100中，是一邊從鋼捲Q(鋼帶)將母鋼板P往箭頭F方向送出，一邊藉由配置於各站的模具進行複數次沖裁來逐漸地形成電磁鋼板40的形狀。將接著劑塗佈於電磁鋼板40的下表面(塗佈步驟)後，積層經沖裁後之電磁鋼板40(積層步驟)，並且藉由一邊加壓一邊加熱接著，使接著劑硬化而以接著部41來接著複數個電磁鋼板40彼此，從而形成定子鐵芯21(硬化步驟)。

【0059】 製造裝置100具備：在最靠近鋼捲Q的位置的第一段沖裁站110、鄰接配置於較該沖裁站110更在沿著母鋼板P之搬運方向之下游側的第二段沖裁站120、及鄰接配置於較該沖裁站120又更在下游側的接著劑塗佈站130。

沖裁站110具備：配置於母鋼板P之下方的母模111、及配置於母鋼板P之上方的公模112。

沖裁站120具備：配置於母鋼板P之下方的母模121、及配置於母鋼板P之上方的公模122。

接著劑塗佈站130具備塗佈器131，該塗佈器131具備因應接著劑之塗佈型樣而配置之複數支注射器。

【0060】 製造裝置100在較接著劑塗佈站130更下游的位置具備積層站140。該積層站140具備：加熱裝置141、外周沖裁母模142、隔熱構件143、外周沖裁公模144及彈簧145。

加熱裝置141、外周沖裁母模142及隔熱構件143配置於母鋼板P之下方。另一方面，外周沖裁公模144及彈簧145配置於母鋼板P之上方。

【0061】 在製造裝置100中，首先從鋼捲Q將母鋼板P往圖4之箭頭F方向依序送出。然後，首先對該母鋼板P施行藉由沖裁站110所行沖裁加工。接著，對該母鋼板P施行藉由沖裁站120所行沖裁加工。藉由該等沖裁加工，在母鋼板P獲得圖3所示具有抽芯部22與複數個齒部23之電磁鋼板40的形狀(沖裁步驟)。惟，在此時間點尚未完全沖裁，因此沿著箭頭F方向往下一個步驟前進。在下一步驟之接著劑塗佈站130中，從塗佈器131之前述各注射器供給之接著劑被塗佈成點狀(塗佈步驟)。

【0062】 接著，母鋼板P被送出到積層站140，藉由外周沖裁公模144沖裁並且精確度良好地積層(積層步驟)。在該積層時，電磁鋼板40會因彈簧145而受到一定的加壓力。藉由依序重複如以上說明之沖裁步驟、塗佈步驟及積層步驟，便可堆疊預定片數之電磁鋼板40。此外，以如上述方式堆疊電磁鋼板40而形成的積層體是藉由加熱裝置141加熱至例如60~200°C。藉由該加熱，接著劑硬化而形成接著部41(硬化步驟)。

藉由以上各步驟，定子鐵芯21便完成。

【0063】 如以上說明地，本實施形態之旋轉電機及積層鐵芯中，是將兩面被絕緣被膜被覆之複數個電磁鋼板積層，且在積層方向上相鄰之電磁鋼板彼此之間是以包含第一相與第二相之接著劑所形成的接著部來接著。藉由以接著部來接著電磁鋼板彼此之間，可獲得充分接著強度。

除此之外，各個接著部具有第一相與第二相之海島結構。因此，本實施形態之旋轉電機及積層鐵芯易於緩和在電磁鋼板產生的應變。其結果，易於減低磁滯損失，而可提升積層鐵芯的磁特性。

本實施形態積層鐵芯的磁特性已有提升。因此，本實施形態積層鐵芯適合作為定子用積層鐵芯(定子鐵芯)。積層鐵芯亦可作為轉子鐵芯使用。

【0064】 又，本發明之技術範圍並不限於前述實施形態，在不脫離本發明

主旨之範圍內可加入各種變更。

【0065】 定子鐵芯的形狀並不限定於前述實施形態中所示形狀。具體而言，定子鐵芯之外徑及內徑的尺寸、積層厚度、槽數、齒部23之圓周方向與直徑方向的尺寸比率、齒部23與抽芯部22之直徑方向的尺寸比率等，可因應所欲之旋轉電機的特性而任意設計。

【0066】 雖然前述實施形態的轉子中，2個1組的永久磁鐵32形成有1個磁極，但本發明並不限於此。例如，可為1個永久磁鐵32形成1個磁極，亦可為3個以上的永久磁鐵32形成1個磁極。

【0067】 前述實施形態中，作為旋轉電機是舉出永久磁鐵磁場型電動機為一例進行了說明，但如以下所例示地旋轉電機的結構並不限於此，可更採用以下未例示之各種周知結構。

前述實施形態中，作為同步電動機是舉出永久磁鐵磁場型電動機為一例進行了說明，但本發明並不限於此。例如，旋轉電機亦可為磁阻型電動機或電磁鐵磁場型電動機(捲線磁場型電動機)。

前述實施形態中，作為交流電動機是舉出同步電動機為一例進行了說明，但本發明並不限於此。例如，旋轉電機亦可為感應電動機。

前述實施形態中，作為電動機是舉出交流電動機為一例進行了說明，但本發明並不限於此。例如，旋轉電機亦可為直流電動機。

前述實施形態中，作為旋轉電機是舉出電動機為一例進行了說明，但本發明並不限於此。例如，旋轉電機亦可為發電機。

【0068】 前述實施形態中，例示了將本發明之積層鐵芯應用於定子鐵芯的情況，但亦可應用於轉子鐵芯。

【0069】 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構成要素，並且亦可適當組合前述變形例。

【0070】 實施例

[實施例1~7、比較例1~8]

準備厚度0.25mm的鋼帶，在該鋼帶的兩面塗佈含有磷酸金屬鹽及丙烯酸樹脂乳液的絕緣被膜處理液，在300°C下進行燒附而形成了以單面計0.8 μ m的絕緣被膜。

將經形成絕緣被膜後的鋼帶進行捲取，製成鋼捲Q。將鋼捲Q安裝於上述製造裝置100後，從鋼捲Q將母鋼板P往箭頭F方向送出。使用製造裝置100，藉由沖裁而形成了單板鐵芯(電磁鋼板40)，前述單板鐵芯具有外徑300mm及內徑240mm的環狀，並且在內徑側設置了18處長度30mm且寬度15mm的長方形齒部(沖裁步驟)。

接著，一邊將沖裁後之單板鐵芯依序進給，一邊在圖3所示各位置將表1所示組成的接著劑塗佈成每1處5mg之點狀(塗佈步驟)，然後積層(積層步驟)。藉由重複同樣的作業，而獲得積層了130片單板鐵芯之積層體。一邊以壓力10MPa加壓所得積層體，一邊在120°C下加熱使接著劑硬化(硬化步驟)，而製造出各例的積層鐵芯(定子鐵芯)。接著部的平均厚度為1.5 μ m。

【0071】 表1中，第一相之各成分の種類如下述。

<環氧樹脂>

A1：雙酚F型。

A2：雙酚A型。

A3：雙酚AD型。

【0072】 <丙烯酸樹脂>

B1：丙烯酸。

B2：甲基丙烯酸。

B3：馬來酸。

【0073】 <硬化劑>

C1：二乙基氨基丙胺(DEAPA)。

C2：酚醛型苯酚樹脂。

C3：甲基六氫酞酸酐。

【0074】 表1中，第二相的種類如下述。

<彈性體>

D1：EPDM(SP值：7.9~8.0(cal/cm³)^{1/2})。

D2：SBR(SP值：8.1~8.7(cal/cm³)^{1/2})。

D3：NBR(SP值：8.7~10.5(cal/cm³)^{1/2})。

【0075】 表1中，第一相之各成分的比率表示相對於第一相的總體積之各成分含量(體積%(vol%))。

表1中，第二相的比率表示相對於接著劑的總體積之含量(體積%(vol%))。第二相設為彈性體100體積%。

表1中，SP值的單位為(cal/cm³)^{1/2}。第一相的SP值是利用下述方法測定。於電磁鋼板表面塗佈構成第一相之樹脂組成物，並加熱至120°C使其硬化。對所得硬化物擦上表2所示已知SP值之各種溶劑，在因第一相的硬化物溶解於溶劑而溶劑變色時，以該溶劑的SP值作為第一相的SP值。

第二相的SP值是利用下述方法測定。將與構成第一相之樹脂組成物混合前的彈性體加熱至120°C使其硬化。對所得硬化物擦上表2所示已知SP值之各種溶劑，在因第二相的硬化物溶解於溶劑而溶劑變色時，以該溶劑的SP值作為第二相的SP值。

另外，在第一相的SP值及第二相的SP值之測定中，準備表2所示各溶劑、及經適當混合該等溶劑中之2種以上而調整了SP值之混合溶劑，而設定成可在7.0~11.4之範圍以每0.1測定SP值。

表1中，「有無海島結構」是以包含接著部的方式

沿直徑方向切割積層鐵芯，利用顯微鏡等觀察所得切割面，若確認到相分離結構便設為「有」，若無確認到相分離結構則設為「無」。

【0076】 接著，實施了用以驗證上述作用效果的驗證試驗。另外，本驗證試驗是藉由使用了軟體之模擬來實施。軟體是利用JSOL股份公司製的有限元素法電磁場解析軟體JMAG。

【0077】 透過前述模擬求出各例之積層鐵芯的鐵損。

又，作為比較對象，也求出複數個電磁鋼板被整層斂合而成之積層鐵芯的鐵損。並且求出將各例之積層鐵芯的鐵損除以成為上述比較對象之積層鐵芯的鐵損而得之值(鐵損比)。若各例之積層鐵芯的鐵損與成為上述比較對象之積層鐵芯的鐵損同等，鐵損比便會成為100%。鐵損比越小，各例之積層鐵芯的鐵損便越小，作為積層鐵芯的磁特性就越優異。

算出各例之積層鐵芯的鐵損比，並依據下述評估基準評估了各例之積層鐵芯的磁特性。結果列示於表1。

《評估基準》

A：鐵損比小於100%。

B：鐵損比在100%以上。

【0078】 [表1]

No.	丙烯酸改質環氧樹脂(第一相)						彈性體(第二相)			有無海島結構	磁性特性
	環氧樹脂		丙烯酸樹脂		硬化劑		種類	比率 [vol/%]	SP值		
	種類	比率 [vol/%]	種類	比率 [vol/%]	種類	比率 [vol/%]					
實施例1	A1	55	B1	5	C1	40	D1	20	7.9	有	A
實施例2	A1	50	B2	10	C2	40	D1	25	8.0	有	A
實施例3	A1	65	B1	25	C2	10	D3	30	8.4	有	A
實施例4	A2	65	B1	30	C2	5	D2	40	8.1	有	A
實施例5	A3	59	B1	40	C3	1	D3	50	7.9	有	A
實施例6	A1	63	B3	22	C2	15	D2	25	8.3	有	A
實施例7	A1	58	B1	22	C2	20	D3	30	8.4	有	A
比較例1	A1	45	B1	45	C2	10	D3	30	8.4	無	B
比較例2	A1	40	B1	50	C2	10	D3	30	8.4	無	B
比較例3	A1	35	B1	55	C2	10	D3	30	8.4	無	B
比較例4	A1	30	B1	60	C2	10	D3	30	8.4	無	B
比較例5	A3	59	B1	40	C3	1	D3	55	9.0	無	B
比較例6	A1	65	B3	15	C2	20	D3	60	7.5	無	B
比較例7	A1	57	B1	3	C1	40	D3	65	7.6	無	B
比較例8	A1	50	B1	5	C1	45	D3	25	7.8	無	B

【0079】 [表2]

溶劑	SP值 (cal/cm ³) ^{1/2}	溶劑	SP值 (cal/cm ³) ^{1/2}
正戊烷	7.0	二甲苯	8.8
正己烷	7.3	甲苯	8.9
二乙基醚	7.4	乙酸乙酯	9.1
正辛烷	7.6	苯	9.2
氯乙烯	7.8	甲基乙基酮	9.3
環己烷	8.2	二氯甲烷	9.7
乙酸異丁酯	8.3	丙酮	9.9
乙酸異丙酯	8.4	二硫化碳	10.0
乙酸丁酯	8.5	乙酸	10.1
四氯化碳	8.6	正己醇	10.7
甲基丙基酮	8.7	環己醇	11.4

【0080】 如表1所示，應用了本發明之實施例1~7中，鐵損比小於100%，成功提升了磁特性。

另一方面，第一相的SP值在本發明範圍外之比較例1~4、8的鐵損比在100%以上。

第二相的含量多且接著部不具有海島結構的比較例5~7，其等的鐵損比在100%以上。

【0081】 從以上結果可知：根據本發明積層鐵芯，成功抑制了鐵損從而可提升積層鐵芯的磁特性。

【0082】 產業上之可利用性

根據本發明，可使積層鐵芯之磁特性提升。據此，產業上之可利用性是很大的。

【符號說明】

【0083】 10:旋轉電機

- 20:定子
- 21:定子鐵芯
- 22:抽芯部
- 23:齒部
- 30:轉子
- 31:轉子鐵芯
- 32:永久磁鐵
- 33:貫通孔
- 40:電磁鋼板
- 41,41a,41b,41c:接著部
- 50:罩殼
- 60:旋轉軸
- 100:製造裝置
- 110,120:沖裁站
- 111,121:母模
- 112,122:公模
- 130:接著劑塗佈站
- 131:塗佈器
- 140:積層站
- 141:加熱裝置
- 142:外周沖裁母模
- 143:隔熱構件
- 144:外周沖裁公模
- 145:彈簧

A:截面

C:斂合

F:箭頭

O:中心軸線

P:母鋼板

Q:鋼捲

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種積層鐵芯，具備：複數個電磁鋼板，互相積層，且前述電磁鋼板之兩面被絕緣被膜所被覆；及

接著部，設置於在積層方向上相鄰之前述電磁鋼板彼此之間，並將前述電磁鋼板彼此接著，

又，形成前述接著部之接著劑包含第一相與第二相，

前述接著部具有海結構部即前述第一相及島結構部即前述第二相的海島結構，

前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，

前述第一相的SP值為 $8.5\sim 10.7(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，

前述第二相包含彈性體，

前述第二相的SP值為 $7.5\sim 8.4(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ ，

前述第一相的含量相對於前述接著部的總體積為50體積%以上，

前述環氧樹脂的含量相對於前述第一相的總體積為50體積%以上。

【請求項2】 如請求項1之積層鐵芯，其中前述第一相的SP值與前述第二相的SP值的差為 $0.1\sim 3.0(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。

【請求項3】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述丙烯酸樹脂的含量相對於前述第一相的總體積為5~45體積%。

【請求項4】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述硬化劑的含量相對於前述第一相的總體積為1~40體積%。

【請求項5】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述硬化劑為酚醛型苯酚樹脂。

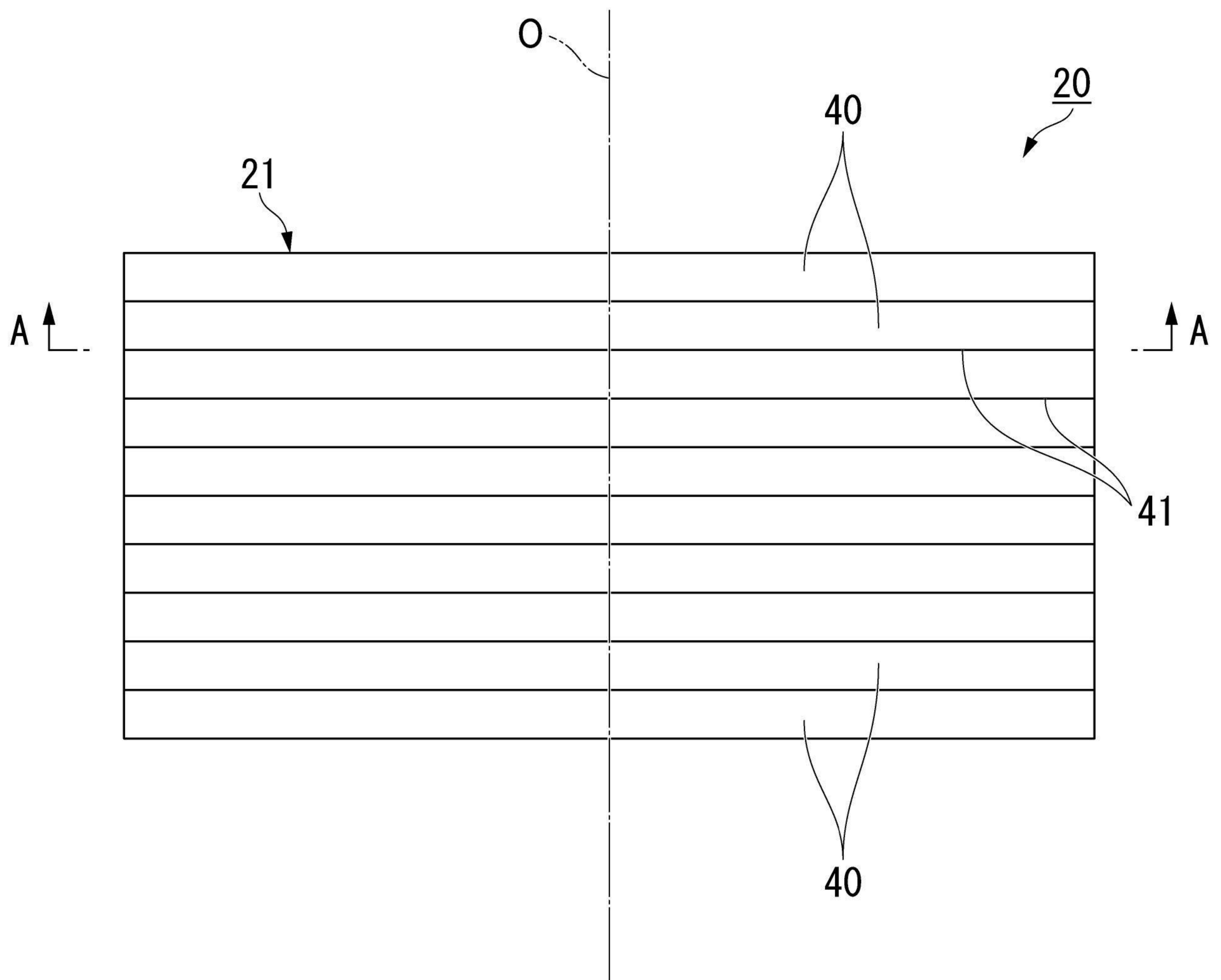
【請求項6】 如請求項1或2之積層鐵芯，其為定子用。

【請求項7】 一種積層鐵芯之製造方法，是製造如請求項1至6中任一項之

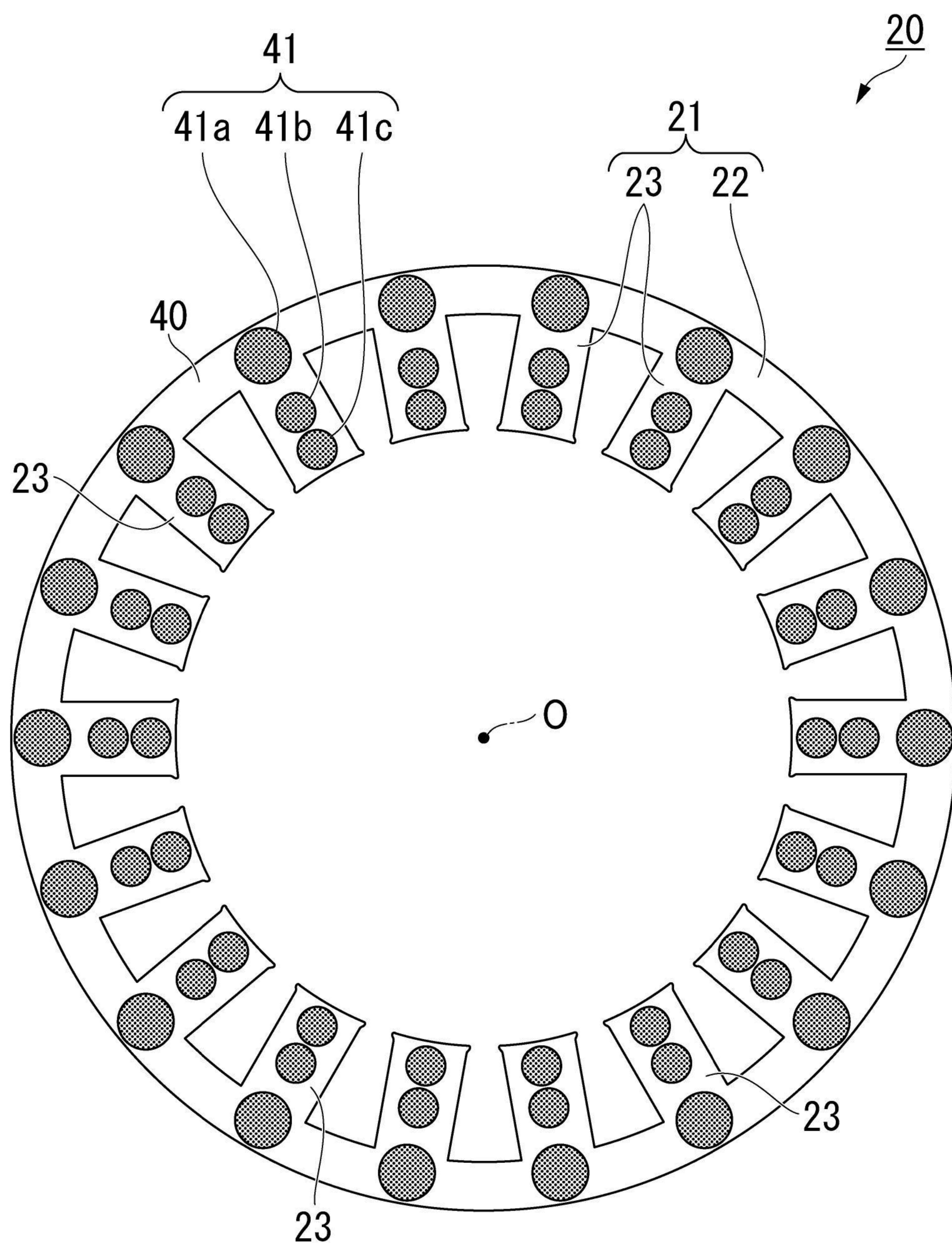
積層鐵芯之方法；

該製造方法是於電磁鋼板表面塗佈包含第一相與第二相之接著劑後，重疊複數個前述電磁鋼板並使前述接著劑硬化而形成接著部，前述第一相包含環氧樹脂、丙烯酸樹脂及硬化劑，前述第二相包含彈性體。

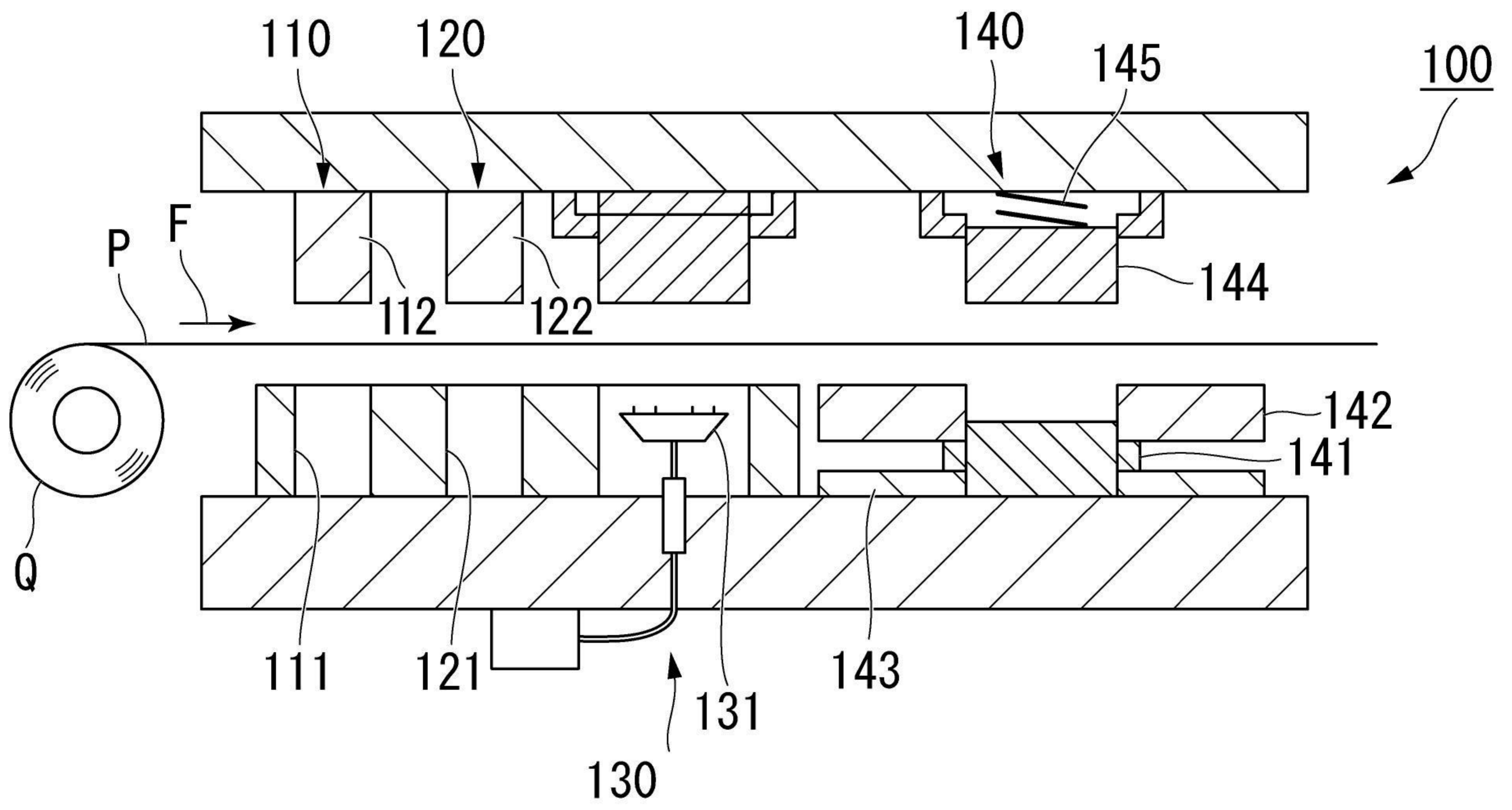
【請求項8】 一種旋轉電機，其具備如請求項1至6中任一項之積層鐵芯。



【圖2】



【圖3】



【圖4】