



(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 I735105 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：108146215 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 17 日
(51)Int. Cl. : H02K15/02 (2006.01) H02K1/22 (2006.01)
(30)優先權：2018/12/17 日本 2018-235859
(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：上川畑正仁 KAMIKAWABATA, MASAHIRO (JP)；平山隆 HIRAYAMA, RYU
(JP)；竹田和年 TAKEDA, KAZUTOSHI (JP)
(74)代理人：劉法正；尹重君
(56)參考文獻：
TW 201037944A JP 2008-67459A
JP 2015-171202A JP 2018-93704A
審查人員：陳丙寅
申請專利範圍項數：12 項 圖式數：5 共 31 頁

(54)名稱

積層鐵芯及旋轉電機

(57)摘要

本發明之積層鐵芯具備在厚度方向上積層之複數個電磁鋼板，電磁鋼板具備：環狀之芯背部；及複數個齒部，從芯背部朝向徑方向突出，並且在芯背部之圓周方向上空出間隔而配置，又，複數個電磁鋼板當中，位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部並未互相接著。

指定代表圖：

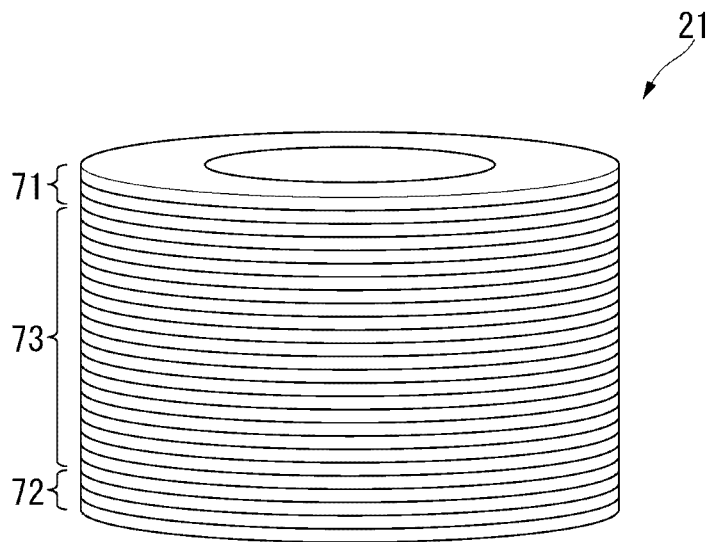
符號簡單說明：

21:定子鐵芯(積層鐵
芯)

71:上端部(第 1 端部)

72:下端部(第 2 端部)

73:中央部



【圖3】



I735105

【發明摘要】

【中文發明名稱】

積層鐵芯及旋轉電機

【中文】

本發明之積層鐵芯具備在厚度方向上積層之複數個電磁鋼板，電磁鋼板具備：環狀之芯背部；及複數個齒部，從芯背部朝向徑方向突出，並且在芯背部之圓周方向上空出間隔而配置，又，複數個電磁鋼板當中，位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部並未互相接著。

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】

21:定子鐵芯(積層鐵芯)

71:上端部(第1端部)

72:下端部(第2端部)

73:中央部

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

積層鐵芯及旋轉電機

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種積層鐵芯及旋轉電機。

本發明是依據已於2018年12月17日於日本提出專利申請之特願2018-235859號主張優先權，並在此引用其內容。

【先前技術】

【0002】 自以往就已知有如下述專利文獻1所記載的積層鐵芯。在此積層鐵芯中，接著有在積層方向上相鄰的電磁鋼板。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2015-136228號公報

【發明內容】

發明欲解決之課題

【0004】 在前述以往的積層鐵芯中，針對使磁特性提升仍有改善的餘地。

【0005】 本發明是有鑒於前述事情而作成的發明，目的在於使磁特性提升。用以解決課題之手段

【0006】 為了解決前述課題，本發明提出以下之手段。

(1)本發明之第一態樣是一種積層鐵芯，前述積層鐵芯具備在厚度方向上積層之複數個電磁鋼板，前述電磁鋼板具備：環狀之芯背部；及複數個齒部，從前述芯背部朝向徑方向突出，並且在前述芯背部之圓周方向上空出間隔而配置，又，前述複數個電磁鋼板當中，位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互

相接著，位於沿著積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部並未互相接著。

【0007】 一般而言，接著劑是在硬化時收縮。因此，會伴隨於接著劑之硬化而對電磁鋼板賦與壓縮應力。若被賦與壓縮應力，會在電磁鋼板產生應變。一旦產生應變，積層鐵芯的鐵損即變大。此時，恐有積層鐵芯的磁特性降低之虞。

【0008】 根據此構成，複數個電磁鋼板當中，位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部並未互相接著。因此，可以在位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部中，抑制產生應變之情形。據此，相較於將包含沿著積層方向的中央部之所有電磁鋼板的齒部皆進行接著的情況，可以使積層鐵芯的磁特性提升。

另一方面，在沿著積層鐵芯的積層方向之外側的其中一側及另一側，將複數個電磁鋼板的齒部互相接著。因此，相較於例如將沿著積層鐵芯的積層方向之包含外側的其中一側及另一側的所有電磁鋼板的齒部皆不進行接著的情況，可以抑制位於沿著積層鐵芯的積層方向之外側的其中一側及另一側之電磁鋼板的齒部之浮起(翹曲)。從而，可以提升積層鐵芯的磁特性。

【0009】 (2)在前述(1)所記載之積層鐵芯中，亦可為：位於沿著前述積層方向的中央部之電磁鋼板的片數，比位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的片數及位於沿著前述積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的片數更多。

一般而言，在未以接著劑互相接著的齒部，不會產生因接著劑的收縮所造成的應變。另一方面，在藉由接著劑而互相接著的齒部，會產生因接著劑的收縮所造成的應變。根據此構成，不會產生應變的齒部的片數，變得分別比位於

沿著積層方向之外側的其中一側及另一側且產生有應變之齒部的片數都更多。因此，可以將在積層鐵芯整體產生的應變變得更小。

【0010】 (3)在前述(1)或(2)所記載之積層鐵芯中，亦可為：位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的片數與位於沿著前述積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的片數為相等。

根據此構成，讓沿著積層鐵芯之積層方向之外側的其中一側的厚度、與沿著積層鐵芯之積層方向之外側的另一側的厚度變得相等。此外，讓沿著積層鐵芯之積層方向之外側的其中一側所產生的應變量、與沿著積層鐵芯之積層方向之外側的另一側所產生的應變量變得相等。藉此，可以抑制於積層鐵芯整體所產生之應變的偏倚。

【0011】 (4)在前述(1)~(3)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的片數對前述積層鐵芯所具備之前述複數個電磁鋼板的總片數之比率為1%以上且10%以下。

若此比率小於1%時，將位於沿著積層方向之外側的其中一側的齒部接著之接著部的接著力會降低。因此，變得難以保持積層鐵芯整體的形狀。另一方面，若此比率超出10%時，將位於沿著積層方向之外側的其中一側的齒部互相接著之接著部的接著力會飽和。藉由將此比率設成1%以上且10%以下，可以既抑制在齒部之接著上所使用之接著部的量，並且保持積層鐵芯整體的形狀。

【0012】 (5)在前述(1)~(4)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：前述接著部是設置於前述齒部中的被接著之面的整面。

根據此構成，可以抑制因接著部而於齒部產生之應變的偏倚。從而，可以抑制於積層鐵芯整體所產生之應變的偏倚。

【0013】 (6)在前述(1)~(4)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：前述接著部是設置於前述齒部中的被接著之面的外周緣。

根據此構成，可以抑制互相接著之在積層方向上相鄰的齒部的外周緣彼此分開之情形。

【0014】 (7)在前述(1)~(6)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：位於沿著前述積層方向的中央部之電磁鋼板的前述齒部並未互相斂合，且未互相熔接，位於沿著前述積層方向的中央部之電磁鋼板的前述芯背部並未互相接著，且未互相斂合，並且未互相熔接。

一般而言，當將齒部、芯背部互相斂合、或互相熔接後，會在齒部、芯背部產生層間短路。

根據此構成，因為齒部及芯背部並未互相斂合，且未互相熔接，所以可以抑制在位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部及芯背部產生的層間短路。

此外，因為芯背部並未互相接著，所以可以將在位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的芯背部產生的應變變得較小。

【0015】 (8)在前述(1)~(7)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部與在前述積層方向上相鄰的齒部並未互相斂合，且未互相熔接，位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的芯背部未在前述積層方向上相鄰的芯背部並未互相接著，且未互相斂合，並且未互相熔接。

根據該構成，因為齒部及芯背部並未互相斂合，且未互相熔接，所以可以抑制在位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部及芯背部產生的層間短路。

此外，因為芯背部並未互相接著，所以可以將在位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的芯背部產生的應變變得較小。

【0016】 (9)在前述(1)~(8)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：前述接

著部的平均厚度為 $1.0\mu\text{ m}\sim 3.0\mu\text{ m}$ 。

【0017】 (10)在前述(1)~(9)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：前述接著部的平均拉伸彈性模數 E 為 $1500\text{MPa}\sim 4500\text{MPa}$ 。

【0018】 (11)在前記(1)~(10)中任一項所記載之積層鐵芯中，亦可為：前述接著部是由含彈性體之丙烯酸系接著劑所構成之包含SGA的常溫接著型丙烯酸系接著劑。

【0019】 (12)本發明之第二態樣是一種旋轉電機，前述旋轉電機具備前述(1)~(11)中任一項所記載之積層電芯。

根據此構成，可以提升旋轉電機的磁氣特性。

發明效果

【0020】 根據本發明，可以使磁特性提升。

【圖式簡單說明】

【0021】 圖1是本發明的一實施形態之旋轉電機的截面圖。

圖2是圖1所示之旋轉電機所具備的定子的平面圖。

圖3是本發明的一實施形態之定子鐵芯的立體圖。

圖4是本發明的一實施形態之定子鐵芯的平面圖。

圖5是本發明的一實施形態之定子鐵芯的平面圖。

【實施方式】

用以實施發明之形態

【0022】 以下，參照圖式來說明本發明的一實施形態之積層鐵芯及旋轉電機。

再者，在本實施形態中，作為旋轉電機，是列舉電動機，具體而言是列舉交流電動機為一例來說明。交流電動機更具體而言為同步電動機，再更具體而言為永磁磁場型電動機。這種電動機可在例如電動汽車等中合宜地採用。

【0023】如圖1及圖2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是容置於罩殼50內。定子20是固定於罩殼50。

在本實施形態中，作為旋轉電機10而使用的是轉子30位於定子20的內側之內轉子型的旋轉電機。但是，作為旋轉電機10，亦可使用轉子30位於定子20的外側之外轉子型的旋轉電機。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。然而，例如極數或槽數、相數等是可以適當變更的。

【0024】定子20具備定子鐵芯21、及未圖示之繞組。

定子鐵芯21具備環狀的芯背部22與複數個齒部23。在以下，將定子鐵芯21(芯背部22)的軸方向(定子鐵芯21的中心軸線O方向)稱為軸方向。將定子鐵芯21(芯背部22)的徑方向(正交於定子鐵芯21的中心軸線O的方向)稱為徑方向。將定子鐵芯21(芯背部22)的圓周方向(環繞定子鐵芯21的中心軸線O周圍的方向)稱為圓周方向。

【0025】在從軸方向來觀看定子20的平面視角下，芯背部22是形成為圓環狀。

複數個齒部23是從芯背部22朝向徑方向(沿著徑方向並朝向芯背部22的中心軸線O)突出。複數個齒部23是在圓周方向上空出同等的間隔而配置。在本實施形態中，以每間隔以中心軸線O為中心之中心角20度的方式設置有18個齒部23。複數個齒部23是互相形成為同等的形狀且同等的大小。

前述繞組是捲繞於齒部23。前述繞組可為集中捲繞，亦可為分布捲繞。

【0026】轉子30是相對於定子20(定子鐵芯21)而配置於徑方向的內側。轉子30具備轉子鐵芯31與複數個永久磁鐵32。

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

複數個永久磁鐵32是固定於轉子鐵芯31。在本實施形態中，2個1組的永久

磁鐵32形成有1個磁極。複數組永久磁鐵32是在圓周方向上空出同等的間隔而配置。在本實施形態中，以每間隔以中心軸線O為中心之中心角30度的方式設置有12組(整體為24個)永久磁鐵32。

【0027】 在本實施形態中，是採用磁鐵埋入型馬達來作為永磁磁場型電動機。

於轉子鐵芯31形成有在軸方向上貫通轉子鐵芯31的複數個貫通孔33。複數個貫通孔33是對應於複數個永久磁鐵32而設置。各永久磁鐵32是在已配置於所對應之貫通孔33內的狀態下固定於轉子鐵芯31。藉由例如將永久磁鐵32的外表面與貫通孔33的內表面以接著劑接著等，可將各永久磁鐵32固定於轉子鐵芯31。再者，亦可取代磁鐵埋入型馬達而採用表面磁鐵型馬達來作為永磁磁場型電動機。

【0028】 定子鐵芯21及轉子鐵芯31皆為積層鐵芯。積層鐵芯是藉由積層複數個電磁鋼板40而形成。

再者，定子鐵芯21及轉子鐵芯31各自的積層厚度是設為例如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。但是，這些值只是一例，定子鐵芯21之積層厚度、外徑或內徑、及轉子鐵芯31之積層厚度、外徑或內徑，並不受限於這些值。

在此，定子鐵芯21之內徑是以定子鐵芯21中的齒部23的前端部為基準。定子鐵芯21的內徑是在所有齒部23的前端部內接的假想圓之直徑。

【0029】 形成定子鐵芯21及轉子鐵芯31之各電磁鋼板40是藉由例如將成為母材的電磁鋼板沖裁加工等而形成。電磁鋼板40可以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來作為電磁鋼板40。作為無方向性電磁鋼板，可以採用例如JIS(日本工業規格)C

2552：2014的無方向性電鋼帶。

然而，亦可取代無方向性電磁鋼板而採用方向性電磁鋼板來作為電磁鋼板40。方向性電磁鋼板可以採用JIS C 2553：2012的方向性電鋼帶。

【0030】為了改善電磁鋼板的加工性或積層鐵芯的鐵損，在電磁鋼板40的兩面設置有絕緣被膜。構成絕緣被膜的物質可以適用例如：(1)無機化合物、(2)有機樹脂、(3)無機化合物與有機樹脂之混合物等。無機化合物可列舉例如：(1)重鉻酸鹽與硼酸之複合物、(2)磷酸鹽與二氧化矽之複合物等。有機樹脂可列舉：環氧系樹脂、丙烯酸系樹脂、丙烯酸苯乙烯系樹脂、聚酯系樹脂、聚矽氧系樹脂及氟系樹脂等。

【0031】為了確保在互相積層的電磁鋼板40之間的絕緣性能，絕緣被膜的厚度(在電磁鋼板40每個單面的厚度)宜設為 $0.1\mu\text{m}$ 以上。

另一方面，絕緣效果隨著絕緣被膜變厚而飽和。又，隨著絕緣被膜變厚而使占積率降低，且作為積層鐵芯之性能降低。從而，絕緣被膜在可以確保絕緣性能的範圍內以較薄為佳。絕緣被膜的厚度(在電磁鋼板40每個單面的厚度)宜為 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $5\mu\text{m}$ 以下。絕緣被膜的厚度較佳為 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。

【0032】隨著電磁鋼板40變薄而讓鐵損的改善效果逐漸飽和。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，若考慮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之壓製沖裁作業即變得較困難。

因此，若考慮電磁鋼板40的壓製沖裁作業，電磁鋼板40的厚度宜設為 0.65mm 以下。

又，若電磁鋼板40變厚，鐵損即增大。因此，若考慮電磁鋼板40的鐵損特性，電磁鋼板40的厚度宜設為 0.35mm 以下。電磁鋼板40的厚度較佳為 0.20mm 或者 0.25mm 。

考慮到上述之點，各電磁鋼板40的厚度可為例如0.10mm以上且0.65mm以下。各電磁鋼板40的厚度宜為0.10mm以上且0.35mm以下，較佳為0.20mm或0.25mm。再者，電磁鋼板40的厚度也包含絕緣被膜的厚度。

【0033】如圖3所示，形成定子鐵芯21的複數個電磁鋼板40是在厚度方向上積層。厚度方向是電磁鋼板40的厚度方向。厚度方向相當於電磁鋼板40的積層方向。再者，在圖3中，為了方便而省略了齒部23的圖示。複數個電磁鋼板40是相對於中心軸線O而同軸地配置。電磁鋼板40具備芯背部22及複數個齒部23。

在定子鐵芯21中，複數個電磁鋼板40當中位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板(在圖3中位於定子鐵芯21之積層方向的上端部(第1端部)71之電磁鋼板)40(以下也稱為第1鋼板集合體76)的齒部23，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部23彼此之間的接著部41(顯示於圖2)而互相接著。

【0034】位於定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的齒部23，僅藉由接著而固定。位於定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的齒部23並未藉由其他的手段(例如歛合等)來固定。亦即，如圖2所示，在位於定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的表面(第1面)40a，形成有設置有接著部41的接著區域、與未設置有接著部41的非接著區域。

再者，設置有接著部41的電磁鋼板40的接著區域意指：在電磁鋼板40的第1面40a當中，設置有未被斷開地經硬化的接著劑之區域。又，未設置有接著部41的電磁鋼板40的非接著區域意指：在電磁鋼板40的第1面40a當中，未設置有未被斷開地經硬化的接著劑之區域。

【0035】又，在定子鐵芯21中，複數個電磁鋼板40當中位於沿著積層方向之外側的另一側之電磁鋼板(在圖3中位於定子鐵芯21之積層方向的下端部(第2端部)72之電磁鋼板)40(以下也稱為第2鋼板集合體77)的齒部23，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部23彼此之間的接著部41而互相接著。

位於定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的齒部23，僅藉由接著而固定，並未藉由其他的手段(例如歛合等)來固定。亦即，在位於定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的表面(第1面)40a，形成有設置有接著部41的接著區域、與未設置接著部41的非接著區域。

此外，在定子鐵芯21中，複數個電磁鋼板40當中位於沿著積層方向的中央部73之電磁鋼板(在圖3中位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板)40(以下也稱為第3鋼板集合體78)的齒部23並未互相接著。

【0036】 如圖2所示，位於定子鐵芯21的上端部71及下端部72之電磁鋼板40(第1鋼板集合體76的齒部23、及第2鋼板集合體77的齒部23)彼此並未互相進行整面接著。這些電磁鋼板40彼此是在齒部23中互相局部地接著。

在此，將在積層方向上相鄰之電磁鋼板40彼此之間，未被斷開地經硬化的接著劑稱為1個接著部41。

【0037】 在本實施形態中，在從積層方向觀看電磁鋼板40之平面視角下，在積層方向上相鄰之電磁鋼板40彼此是藉由接著部41而在互相分開的18處(18個齒部23)接著。各接著部41在平面視角下形成為帶狀，並沿著齒部23的外形而配置。

【0038】 在此所謂帶狀，也包含帶的寬度在中途改變的形狀。例如，圓形狀之點在未被斷開的情形下朝一個方向連續的形狀，也包含在朝一個方向延伸的帶狀中。

接著部41配置於齒部23之被接著的表面(面)23a中的中央部。接著部41延伸至與表面23a中的與芯背部22相連的外周緣為止。

藉由以接著部41來接著齒部23，相較於將齒部23歛合的情況，可以容易地確保接著面積(接合面積)。

【0039】 構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的片數為2片以上。構成

定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的片數為2片以上。構成定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的片數為2片以上。

【0040】 構成定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的片數，宜比構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的片數及構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的片數更多。

亦即，構成定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的片數宜比構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的片數更多。並且，構成定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的片數宜比構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的片數更多。

【0041】 構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的片數與構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的片數宜為相等。

又，位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71之電磁鋼板40的片數對定子鐵芯21所具備的複數個電磁鋼板40的總片數(厚度)之比率宜為1%以上且10%以下。此比率較佳為2%以上且8%以下，最佳為5%。針對位於定子鐵芯21之積層方向的下端部72之電磁鋼板40，也與位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71之電磁鋼板40同樣。

【0042】 較佳的是，在定子鐵芯21的上端部71及下端部72中，接著部41是如圖4所示地設置於電磁鋼板40的齒部23中的被接著之面(圖2所示之表面23a)的整面。亦即，較佳的是，在定子鐵芯21的上端部71及下端部72中，電磁鋼板40的齒部23之表面23a的整面是隔著接著部41而積層。

又，如圖5所示，較佳的是將接著部41設置於齒部23之表面23a的外周緣。在此例中，在表面23a的外周緣的一部分並未設置有接著部41。此一部分為此外周緣當中，與芯背部22相連的部分中的此外周緣延伸的方向的中央部。

【0043】 在接著部41，可使用例如聚合結合之熱硬化型的接著劑等。作為接著劑的組成物，可適用：(1)丙烯酸系樹脂、(2)環氧系樹脂、(3)包含有丙烯酸

系樹脂及環氧系樹脂的組成物等。

作為接著劑，除了熱硬化型之接著劑以外，亦可使用自由基聚合型之接著劑等。從生產性的觀點來看，所期望的是常溫硬化型(常溫接著型)之接著劑。常溫硬化型之接著劑是在 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 硬化。再者，在本說明書中，使用「 $\sim$ 」來表示的數值範圍意指將「 $\sim$ 」的前後所記載的數值作為下限值及上限值來包含之範圍。

作為常溫硬化型的接著劑，宜為丙烯酸系接著劑。代表性的丙烯酸系接著劑，有SGA(第二代丙烯酸系接著劑，Second Generation Acrylic Adhesive)等。在不失去本發明之效果的範圍內，亦可使用厭氧性接著劑、瞬間接著劑、含彈性體之丙烯酸系接著劑之任一種。

另外，在此所謂的接著劑是指硬化前的狀態。接著劑若硬化，即成為接著部41。

【0044】 接著部41之常溫($20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$)下的平均拉伸彈性模數E是設為 $1500\text{MPa}\sim 4500\text{MPa}$ 的範圍內。若接著部41之平均拉伸彈性模數E小於 1500MPa ，即產生以下的不良狀況：積層鐵芯之剛性降低。因此，接著部41的平均拉伸彈性模數E的下限值宜設為 1500MPa ，且較佳為 1800MPa 。相反地，若接著部41的平均拉伸彈性模數E超過 4500MPa ，即產生以下的不良狀況：形成在電磁鋼板40之表面的絕緣被膜剝落。因此，接著部41的平均拉伸彈性模數E的上限值宜設為 4500MPa ，且較佳為 3650MPa 。

【0045】 再者，平均拉伸彈性模數E是藉由共振法而測定。具體而言，是根據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)。此試樣是藉由於2片電磁鋼板40之間以測定對象之接著劑來進行接著並使其硬化來形成接著部41而獲得。此硬化在接著劑為熱硬化型的情況下，是藉由以實際作業上的加熱加壓條

件來加熱加壓而進行。另一方面，在接著劑為常溫硬化型的情況下，是藉由在常溫下加壓而進行。

並且，以共振法測定關於此試樣的拉伸彈性模數。如上述，藉由共振法所進行之拉伸彈性模數的測定方法是根據JIS R 1602：1995而進行。然後，藉由計算將電磁鋼板40本身的影響份量從試樣的拉伸彈性模數(測定值)中除去，藉此可求出接著部41單體的拉伸彈性模數。

如此進行而從試樣所求得的拉伸彈性模數會變得與作為積層鐵芯即定子鐵芯21整體的平均值相等。因此，將此數值視為平均拉伸彈性模數E。平均拉伸彈性模數E是將組成設定為：在沿著其積層方向的積層位置或定子鐵芯21之中心軸線周圍的圓周方向位置上幾乎不變。因此，平均拉伸彈性模數E也可以用測定了位於定子鐵芯21的上端位置之硬化後的接著部41的數值來作為該值。

【0046】 作為使用了熱硬化型之接著劑的接著方法，可以採用例如以下之方法：在電磁鋼板40塗佈接著劑後，藉由加熱及壓接之任一種或兩種方式來進行接著。再者，加熱手段可使用例如在高溫槽或電爐內的加熱、或直接通電的方法等。加熱手段可為任何一種手段。

【0047】 為了獲得穩定且充分的接著強度，接著部41的厚度宜設為 $1\mu\text{ m}$ 以上。

另一方面，若接著部41的厚度大於 $100\mu\text{ m}$ ，接著力即飽和。又，隨著接著部41變厚而使占積率降低，且積層鐵芯的鐵損等之磁特性降低。因此，接著部41的厚度為 $1\mu\text{ m}$ 以上且 $100\mu\text{ m}$ 以下。接著部41的厚度更佳是 $1\mu\text{ m}$ 以上且 $10\mu\text{ m}$ 以下。

再者，在上述中接著部41的厚度意指接著部41的平均厚度。

【0048】 接著部41的平均厚度宜設為 $1.0\mu\text{ m}$ 以上且 $3.0\mu\text{ m}$ 以下。若接著部41的平均厚度小於 $1.0\mu\text{ m}$ ，即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是設為 $1.0\mu\text{ m}$ ，較佳是設為 $1.2\mu\text{ m}$ 。相反地，若接著部41的平均厚度大於 $3.0\mu\text{ m}$ 而變得較厚，會產生以下不良狀況：由熱硬化時的收縮所造成的電磁鋼板40的應變量大幅增加等。因此，接著部41的平均厚度的上限值是設為 $3.0\mu\text{ m}$ ，較佳是設為 $2.6\mu\text{ m}$ 。

接著部41的平均厚度是作為定子鐵芯21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定子鐵芯21之中心軸線周圍的圓周方向位置上幾乎不變。因此，接著部41的平均厚度，可以用在定子鐵芯21的上端位置中，且在圓周方向10處以上所測定到的數值的平均值來作為該值。

【0049】再者，接著部41的平均厚度可以例如改變接著劑的塗佈量而調整。又，接著部41的平均拉伸彈性模數E在例如熱硬化型之接著劑的情況下，可以藉由變更在接著時所施加的加熱加壓條件及硬化劑種類之其中一者或兩者之作法等來調整。

【0050】構成定子鐵芯21的中央部73之複數個電磁鋼板40的齒部23並未藉由接著部41而互相固定(未被接著)。此齒部23也未藉由歛合件(定位銷)而互相固定(未被歛合)。此齒部23並未藉由熔接而互相固定(未被熔接)。此齒部23並未藉由接著部41、歛合件、熔接等之任何固定手段來互相固定。

又，構成定子鐵芯21的中央部73之複數個電磁鋼板40的芯背部22，並未藉由接著部41而互相固定(未被接著)。此芯背部22也未藉由歛合件(定位銷)而互相固定(未被歛合)。此芯背部22並未藉由熔接而互相固定(未被熔接)。此芯背部22並未藉由接著部41、歛合件、熔接等之任何固定手段來互相固定。

【0051】構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的齒部23，與在積層方向上相鄰的齒部23並未藉由歛合件(定位銷)而互相固定(未被歛合)。此齒部23並未藉由熔接而互相固定(未被熔接)。

構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的芯背部22，亦可藉由設置於在

積層方向上相鄰的芯背部22彼此之間的接著部41，而與在積層方向上相鄰的芯背部22互相接著。這些芯背部22彼此亦可不互相接著。又，構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的芯背部22，亦可於在積層方向上相鄰的芯背部22彼此之間不藉由歛合件(定位銷)來互相固定。這些芯背部22彼此亦可不互相歛合。又，構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的芯背部22，亦可於在積層方向上相鄰的芯背部22彼此之間不藉由熔接來互相固定。這些芯背部22彼此亦可不互相熔接。

【0052】 構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的齒部23，與在積層方向上相鄰的齒部23並未藉由歛合件(定位銷)而互相固定(未被歛合)。此齒部23並未藉由熔接而互相固定(未被熔接)。

構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的芯背部22，亦可藉由設置於在積層方向上相鄰的芯背部22彼此之間的接著部41而互相接著。這些芯背部22彼此亦可不互相接著。又，構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的芯背部22，亦可於在積層方向上相鄰的芯背部22彼此之間不藉由歛合件(定位銷)來互相固定。這些芯背部22彼此亦可不互相歛合。又，構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的芯背部22，亦可於在積層方向上相鄰的芯背部22彼此之間不藉由熔接來互相固定。這些芯背部22彼此亦可不互相熔接。

【0053】 再者，在本實施形態中，形成轉子鐵芯31的複數個電磁鋼板40是藉由歛合件42(定位銷)而互相固定(參照圖1)。然而，亦可將形成轉子鐵芯31的複數個電磁鋼板40隔著接著部41來積層。

再者，定子鐵芯21或轉子鐵芯31等的積層鐵芯亦可藉由所謂的轉動積層來形成。

【0054】 再者，位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71及下端部72之電磁鋼板40的齒部23，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部23彼此之間的接著部

41而各自互相接著。此齒部23因為藉由接著部41而互相接著，所以各自保持為一定的形狀。

另一方面，位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23，是被已保持為一定的形狀的定子鐵芯21之位於積層方向的上端部71及下端部72之電磁鋼板40所夾住。因此，在例如已將定子鐵芯21之軸線配置成沿著上下方向時，可藉由位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71之電磁鋼板40的齒部23的重量，而將位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23朝下方按壓。從而，可將位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23保持為一定的形狀。

【0055】 如以上而構成之定子鐵芯21，是如以下地被製造。

將已於齒部23塗佈有接著劑之電磁鋼板40積層預定之片數，而構成位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71之電磁鋼板40。同樣地，將已於齒部23塗佈有接著劑之電磁鋼板40積層預定之片數，而構成位於定子鐵芯21之積層方向的下端部72之電磁鋼板40。在使用常溫硬化型的接著劑時，接著劑是在常溫下硬化而成為接著部41。

將未塗佈接著劑之電磁鋼板40積層預定之片數，而構成位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40。

以位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71及下端部72之電磁鋼板40朝積層方向夾住位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40。

利用以上的步驟來製造定子鐵芯21。

【0056】 較佳的是，所製造出之定子鐵芯21是藉由例如未圖示之治具從積層方向的兩側將芯背部22夾住，而預先更加確實地保持定子鐵芯21的形狀。

當將前述繞組線捲繞於已利用治具保持住形狀之定子鐵芯21的齒部23後，即可製造定子20。即便將治具從定子20取下，仍可藉由繞組線而更加確實地保

持定子鐵芯21的形狀。

【0057】 上述旋轉電機10可以藉由例如對各相施加有效值10A、頻率100Hz之勵磁電流，而以旋轉數1000rpm來進行旋轉。

【0058】 一般而言，接著劑是在硬化時收縮。因此，伴隨於接著劑之硬化，會對電磁鋼板40賦與壓縮應力。若被賦與壓縮應力後，會在電磁鋼板40產生應變。一旦產生應變，定子鐵芯21的鐵損即變大。此時，恐有定子鐵芯21的磁特性降低之虞。

【0059】 根據以上所說明之本實施形態之定子鐵芯21，複數個電磁鋼板40當中，位於沿著積層方向的中央部73(第3鋼板集合體78)之電磁鋼板40的齒部23並未互相接著。因此，可以在位於沿著積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23中，抑制產生應變之情形。據此，相較於將包含沿著積層方向的中央部之所有電磁鋼板的齒部皆進行接著的情況，可以使定子鐵芯21的磁特性提升。

另一方面，在定子鐵芯21的上端部71(第1鋼板集合體76)及下端部72(第2鋼板集合體77)中，僅複數個電磁鋼板40的齒部23被互相接著。因此，相較於例如將沿著定子鐵芯的積層方向之包含外側的其中一側及另一側的所有電磁鋼板的齒部皆不進行接著的情況，可以抑制構成定子鐵芯21的上端部71、下端部72之電磁鋼板40的齒部23之浮起(翹曲)。因此，可以提升定子鐵芯21的磁特性。

【0060】 又，複數個電磁鋼板40當中，位於定子鐵芯21的上端部71及下端部72之電磁鋼板40的齒部23各自互相接著。另一方面，複數個電磁鋼板40當中，位於沿著積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23並未互相接著。藉此，定子鐵芯21因為可在位於沿著積層方向的中央部73之電磁鋼板40上在積層方向上分離，所以定子鐵芯21並未成為一體的構造物。

一般而言，在一體的構造物中，是將共振頻率決定為固定之值。另一方面，在未成為一體的構造物中，未能將共振頻率決定為固定之值，而使構造物變得

難以共振。從而，本實施形態之定子鐵芯21可以發揮共振抑制效果。

【0061】 在本實施形態之定子鐵芯21(積層鐵芯)中，構成定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的片數，比構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的片數更多。此外，構成定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的片數，比構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的片數更多。

一般而言，在未以接著劑互相接著的齒部，不會產生因接著劑的收縮所造成的應變。另一方面，在藉由接著劑而互相接著的齒部，會產生因接著劑的收縮所造成的應變。在本實施形態之定子鐵芯21中，是未產生應變的齒部23之片數，變得分別比位於沿著積層方向的上端部71及下端部72且產生應變的齒部23之片數多。從而，可以將在定子鐵芯21整體所產生的應變變得較小。

【0062】 在本實施形態之定子鐵芯21(積層鐵芯)中，構成定子鐵芯21的上端部71之電磁鋼板40的片數與構成定子鐵芯21的下端部72之電磁鋼板40的片數為相等。從而，定子鐵芯21的上端部71與下端部72的厚度變得相等。此外，在定子鐵芯21的上端部71與下端部72所產生的應變量也變得相等。藉此，可以抑制產生於定子鐵芯21整體之應變的偏倚。

【0063】 位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71之電磁鋼板40的片數對定子鐵芯21所具備之複數個電磁鋼板40的總片數之比率為1%以上且10%以下。若此比率小於1%時，將定子鐵芯21之積層方向的上端部71的齒部23互相接著之接著部41的接著力會降低。因此，變得難以保持定子鐵芯21整體的形狀。另一方面，若此比率超出10%時，將積層方向的上端部71的齒部23互相接著之接著部41的接著力會飽和。藉由將此比率設成1%以上且10%以下，可以既抑制在齒部23之接著上所使用之接著部41的量，並且保持定子鐵芯21整體的形狀。此比率較佳為2%以上且8%以下。

【0064】 在本實施形態之定子鐵芯21(積層鐵芯)中，在定子鐵芯21的上端

部71及下端部72中，將接著部41設置於電磁鋼板40的齒部23中的被接著之面(表面23a)的整面。藉此，可以抑制因接著部41而於齒部23產生之應變的偏倚。從而，可以抑制於定子鐵芯21整體所產生之應變的偏倚。

在本實施形態之定子鐵芯21(積層鐵芯)中，在定子鐵芯21的上端部71及下端部72中，將接著部41設置於電磁鋼板40的齒部23之表面23a的外周緣。從而，可以抑制互相接著之在積層方向上相鄰的齒部23的外周緣彼此分開之情形。

【0065】 一般而言，當將齒部、芯背部互相斂合、或互相熔接後，會在齒部、芯背部產生層間短路。

在本實施形態之定子鐵芯21(積層鐵芯)中，位於定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的齒部23並未互相斂合，且未互相熔接。並且，位於定子鐵芯21的中央部73之電磁鋼板40的芯背部22並未互相接著，且未互相斂合，並且未互相熔接。

因為齒部23及芯背部22並未互相斂合，且未互相熔接，所以可以抑制在位於沿著積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23及芯背部22產生的層間短路。

此外，因為芯背部22並未互相接著，所以可以將在位於沿著積層方向的中央部73之電磁鋼板40的芯背部22產生的應變變得較小。

【0066】 在本實施形態之定子鐵芯21(積層鐵芯)中，在定子鐵芯21的上端部71，電磁鋼板40的齒部23並未互相斂合，且未互相熔接。並且，在定子鐵芯21的上端部71，電磁鋼板40的芯背部22有以下情況：並未互相接著，且未互相斂合，並且未互相熔接。

在此情況下，因為齒部23及芯背部22並未互相斂合，且未互相熔接，所以可以在定子鐵芯21的上端部71，抑制在齒部23及芯背部22產生的層間短路。

此外，因為芯背部22並未互相接著，所以可以在定子鐵芯21的上端部71，

將在芯背部22產生的應變變得較小。

【0067】 本實施形態之旋轉電機10，因為具備本實施形態之定子鐵芯21，所以可以提升旋轉電機10的磁特性。

【0068】 再者，本發明之技術範圍並不限於前述實施形態，且可在不脫離本發明之主旨的範圍內加入各種變更。

例如定子鐵芯的形狀，並不限定於以前述實施形態所示之形態。具體而言，定子鐵芯之外徑及內徑的尺寸、積層厚度、槽數、齒部之圓周方向與徑方向的尺寸比率、齒部與芯背部之徑方向的尺寸比率等，可因應於所期望的旋轉電機的特性而任意設計。

【0069】 在前述實施形態中的轉子中，雖然是2個1組的永久磁鐵32形成有1個磁極，但本發明並非受限於此。例如，亦可為1個永久磁鐵32形成有1個磁極，亦可為3個以上的永久磁鐵32形成有1個磁極。

位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40的齒部23亦可與在積層方向上相鄰的齒部23互相斂合。此齒部23亦可與在積層方向上相鄰的齒部23互相熔接。

位於定子鐵芯21之積層方向的中央部73之電磁鋼板40的芯背部22亦可與在積層方向上相鄰的芯背部22互相接著。此芯背部22亦可與在積層方向上相鄰的芯背部22互相斂合。此芯背部22亦可與在積層方向上相鄰的芯背部22互相熔接。

【0070】 位於定子鐵芯21之積層方向的上端部71之電磁鋼板40的齒部23亦可與在積層方向上相鄰的齒部23互相斂合。此齒部23亦可與在積層方向上相鄰的齒部23互相熔接。

位於定子鐵芯21之積層方向的下端部72之電磁鋼板40的齒部23亦可與在積層方向上相鄰的齒部23互相斂合。此齒部23亦可與在積層方向上相鄰的齒部23互相熔接。

【0071】 在前述實施形態中，作為旋轉電機，雖然是列舉永磁磁場型電動機為一例並進行了說明，但是旋轉電機的構造如以下所例示地並非受限於此。旋轉電機的構造亦可進一步採用於以下未例示之各種周知的構造。

在前述實施形態中，作為同步電動機，是列舉永磁磁場型電動機為一例並進行了說明。但是，本發明並非受限於此。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(磁場繞組型電動機)。

在前述實施形態中，作為交流電動機，是列舉同步電動機為一例並進行了說明。但是，本發明並非受限於此。例如，旋轉電機亦可為感應電動機。

在前述實施形態中，作為電動機，是列舉交流電動機為一例並進行了說明。但是，本發明並非受限於此。例如，旋轉電機亦可為直流電動機。

在前述實施形態中，作為旋轉電機，是列舉電動機為一例並進行了說明。但是，本發明並非受限於此。例如，旋轉電機亦可為發電機。

【0072】 在前述實施形態中，例示了將本發明之積層鐵芯適用於定子鐵芯的情況。本發明之積層鐵芯亦可適用於轉子鐵芯。

【0073】 此外，在不脫離本發明的主旨之範圍內，可適當進行將前述實施形態中的構成要素置換成周知的構成要素之作法。又，亦可適當組合前述之變形例。

產業上之可利用性

【0074】 根據本發明，可以提供提升了磁特性的積層鐵芯、以及具備有此積層鐵芯的旋轉電機。據此，產業上之可利用性是很大的。

【符號說明】

【0075】 10:旋轉電機

20:定子

21:定子鐵芯(積層鐵芯)

- 22: 芯背部
- 23: 齒部
- 23a: 表面(面)
- 30: 轉子
- 31: 轉子鐵芯(積層鐵芯)
- 32: 永久磁鐵
- 33: 貫通孔
- 40: 電磁鋼板
- 40a: 第1面(表面)
- 41: 接著部
- 42: 歛合件
- 50: 罩殼
- 60: 旋轉軸
- 71: 上端部(第1端部)
- 72: 下端部(第2端部)
- 73: 中央部
- 76: 第1鋼板集合體
- 77: 第2鋼板集合體
- 78: 第3鋼板集合體
- O: 中心軸線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種積層鐵芯，具備在厚度方向上積層之複數個電磁鋼板，前述電磁鋼板具備：

環狀之芯背部；及

複數個齒部，從前述芯背部朝向徑方向突出，並且在前述芯背部之圓周方向上空出間隔而配置，

又，前述複數個電磁鋼板當中，位於沿著積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的齒部，是藉由設置於在積層方向上相鄰的齒部彼此之間的接著部而互相接著，位於沿著積層方向的中央部之電磁鋼板的齒部並未互相接著。

【請求項2】 如請求項1之積層鐵芯，其中位於沿著前述積層方向的中央部之電磁鋼板的片數，比位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的片數及位於沿著前述積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的片數更多。

【請求項3】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的片數與位於沿著前述積層方向之外側的另一側之電磁鋼板的片數為相等。

【請求項4】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的片數對前述積層鐵芯所具備之前述複數個電磁鋼板的總片數之比率為1%以上且10%以下。

【請求項5】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述接著部是設置於前述齒部中的被接著之面的整面。

【請求項6】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述接著部是設置於前述齒部中的被接著之面的外周緣。

【請求項7】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中位於沿著前述積層方向的中央部之電磁鋼板的前述齒部並未互相斂合，且未互相熔接，

位於沿著前述積層方向的中央部之電磁鋼板的前述芯背部並未互相接著，且未互相斂合，並且未互相熔接。

【請求項8】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的齒部與在前述積層方向上相鄰的齒部並未互相斂合，且未互相熔接，

位於沿著前述積層方向之外側的其中一側之電磁鋼板的芯背部與在前述積層方向上相鄰的芯背部並未互相接著，且未互相斂合，並且未互相熔接。

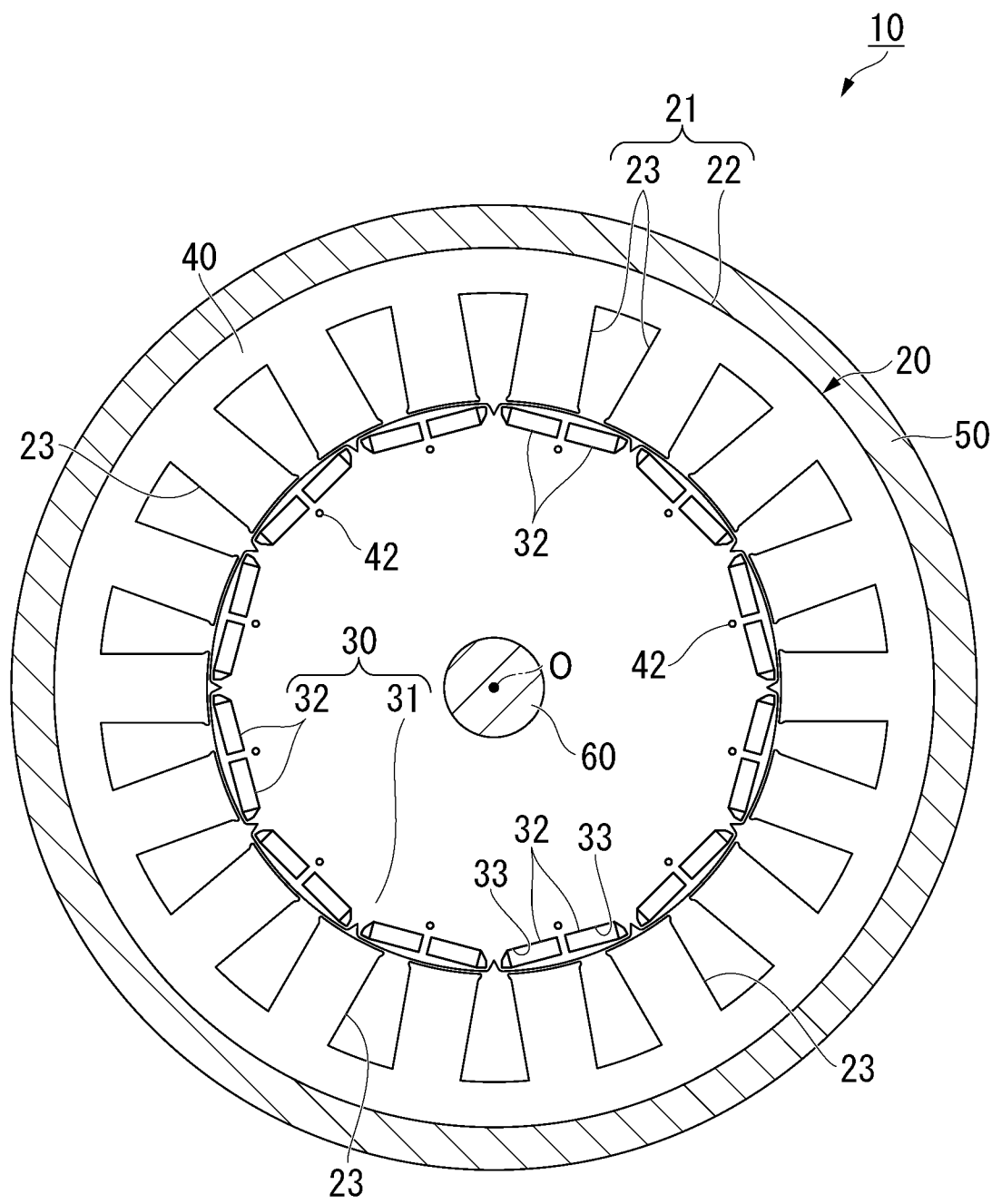
【請求項9】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述接著部的平均厚度為 $1.0\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ 。

【請求項10】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述接著部的平均拉伸彈性模數E為 $1500\text{MPa}\sim 4500\text{MPa}$ 。

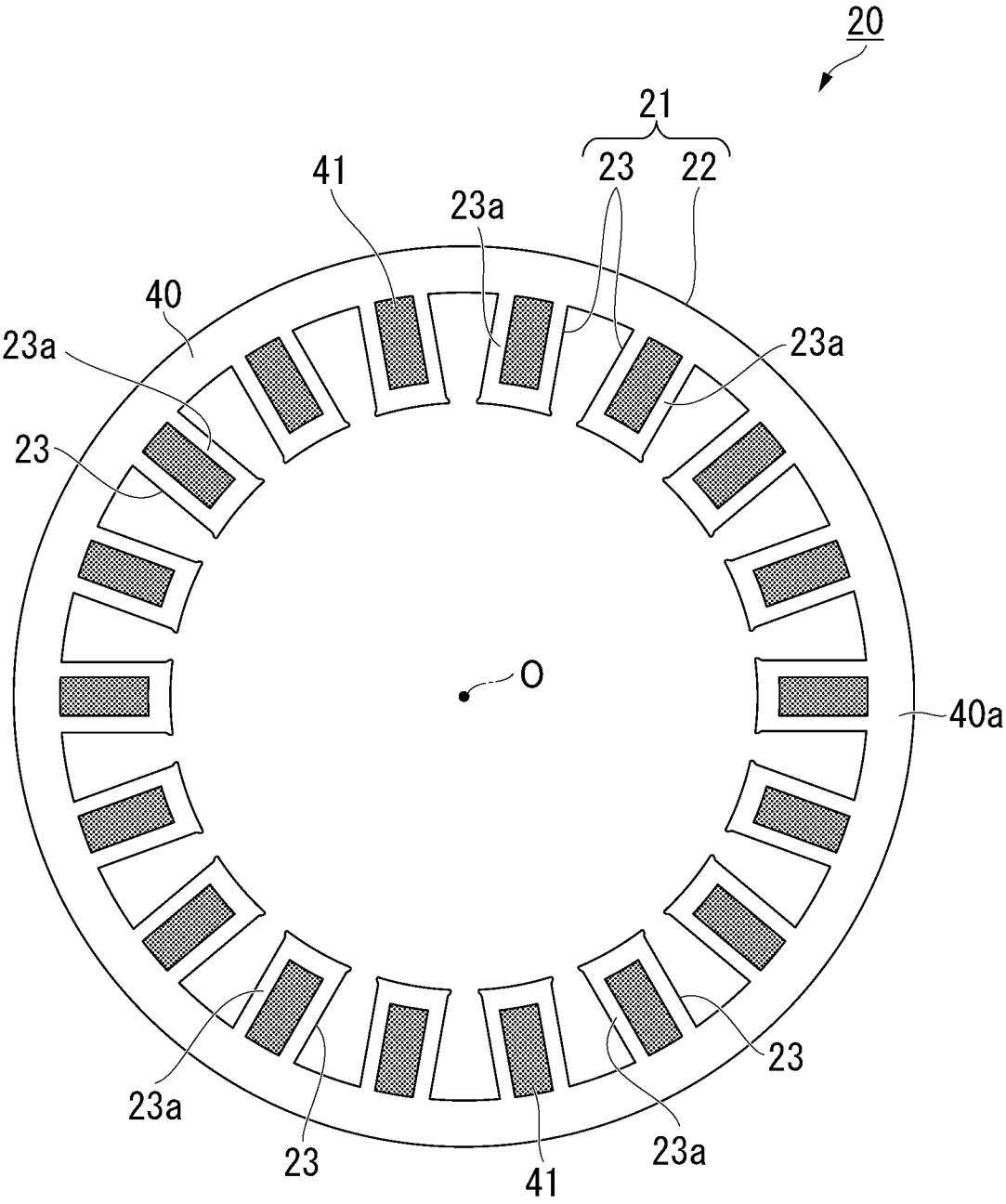
【請求項11】 如請求項1或2之積層鐵芯，其中前述接著部是由含彈性體之丙烯酸系接著劑所構成之包含SGA的常溫接著型丙烯酸系接著劑。

【請求項12】 一種旋轉電機，具備如請求項1至11中任一項之積層鐵芯。

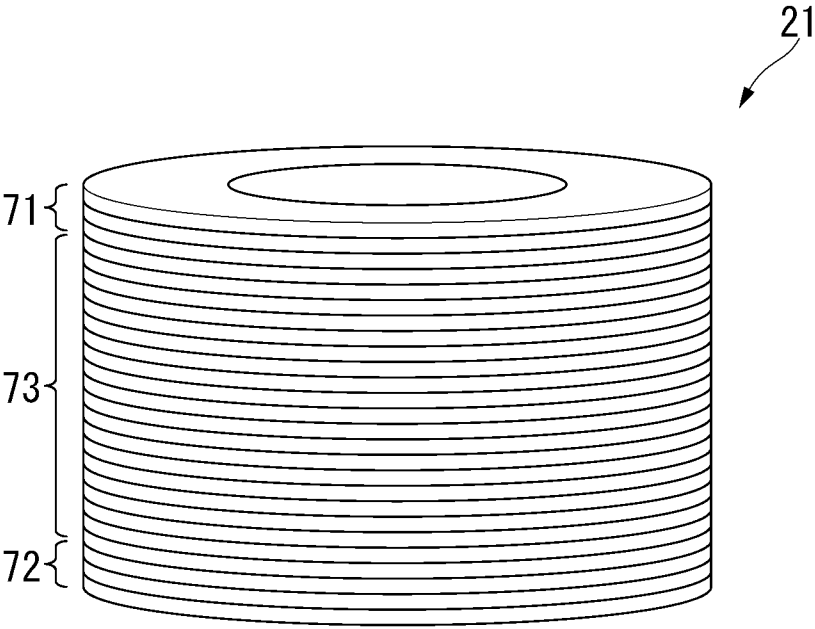
【發明圖式】



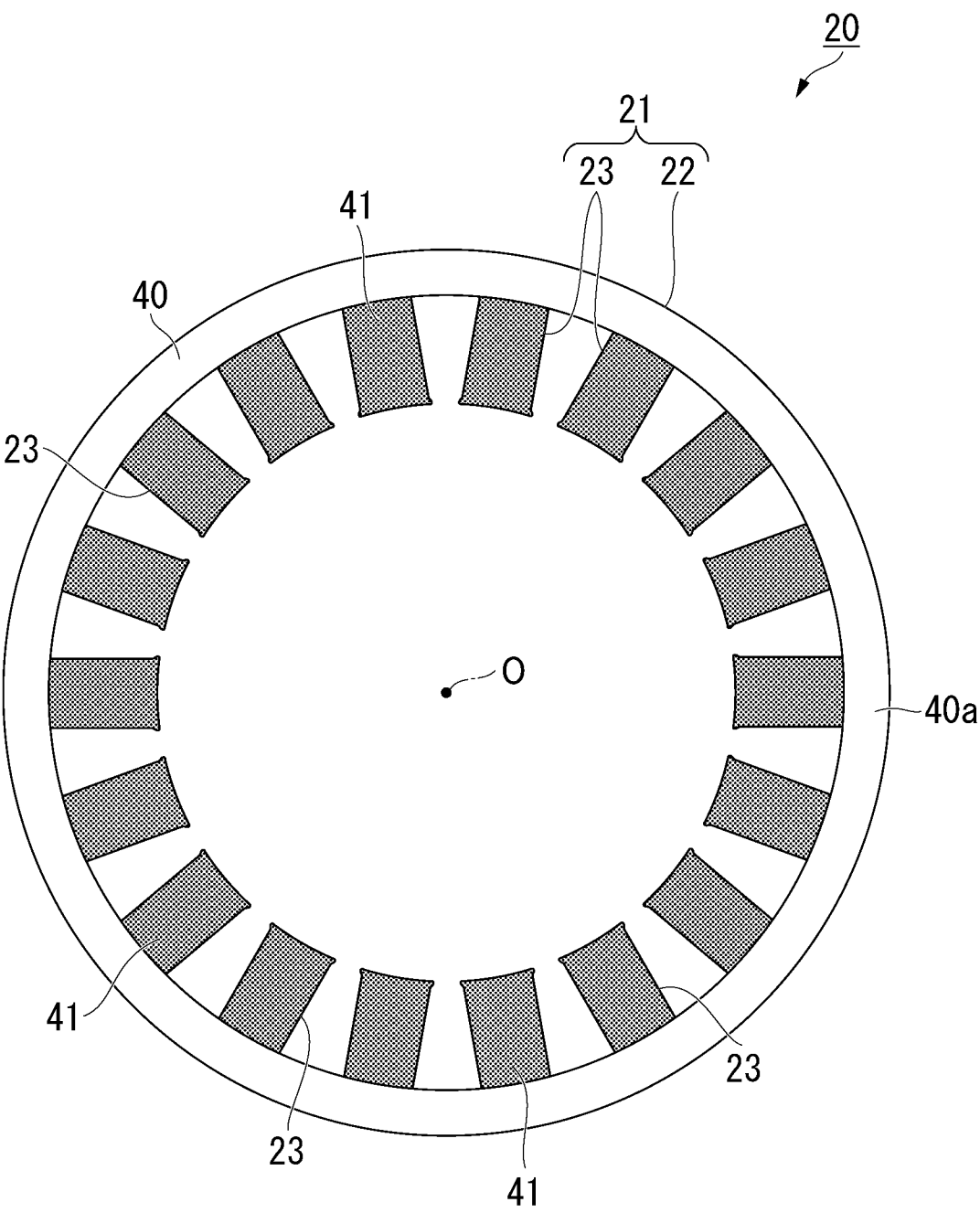
【圖1】



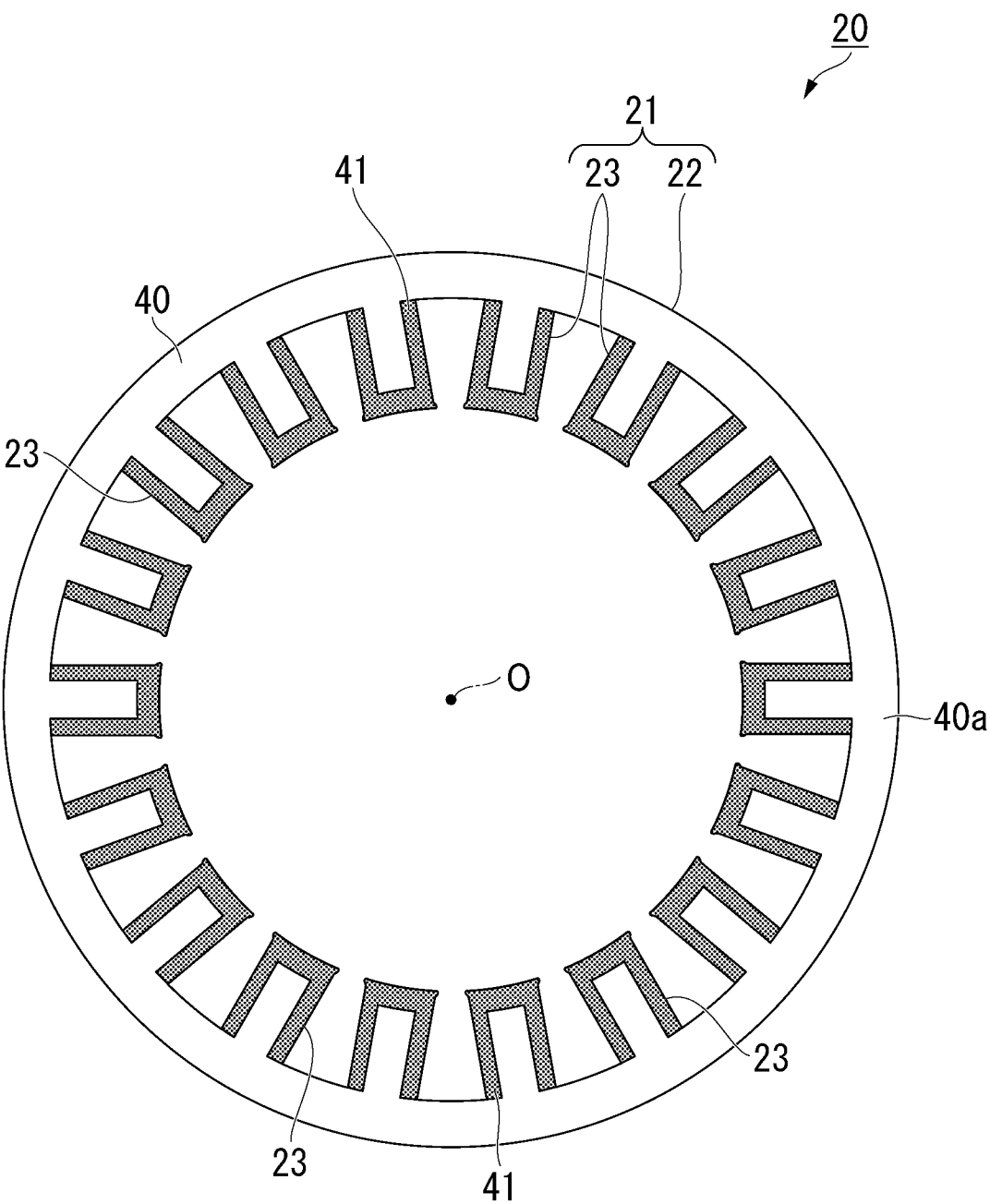
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】