



(10) **DE 10 2018 007 626 A1** 2019.04.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 007 626.2**

(22) Anmeldetag: **26.09.2018**

(43) Offenlegungstag: **11.04.2019**

(51) Int Cl.: **H02K 1/27 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

2017-195132 **05.10.2017** **JP**
2017-223398 **21.11.2017** **JP**

(71) Anmelder:

Fanuc Corporation, Oshino-mura, Yamanashi, JP

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80639 München, DE**

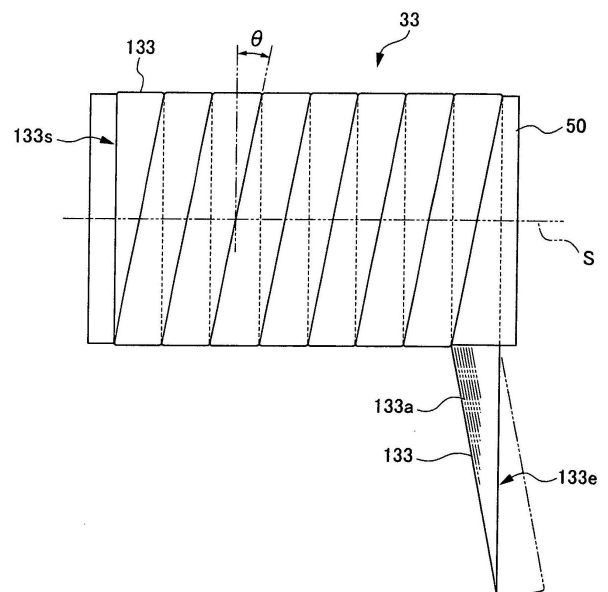
(72) Erfinder:

**Takano, Shinobu, Oshino-mura, Yamanashi, JP;
Kajiya, Takafumi, Oshino-mura, Yamanashi, JP;
Maeda, Hisashi, Oshino-mura, Yamanashi, JP;
Matsumoto, Kaname, Oshino-mura, Yamanashi,
JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ROTOR, drehende elektrische Maschine und Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Rotor bereitgestellt, durch den eine Verminderung der Festigkeit eines Hüllrohrs und eine Ablösung der Endflächen unterbunden werden können. Ein Rotor umfasst: ein drehendes Element; mehrere Dauermagnete, die an einer äußeren Umfangsseite des drehenden Elements angeordnet sind; und ein Hüllrohr 33, das auf der Seite einer äußeren Umfangsfläche der mehreren Dauermagnete vorgesehen und aus einem bandartigem Faserbündel 133 ausgebildet ist, in dem mehrere in einer Richtung ausgerichtete fadenartige Fasern durch Harz eben gebündelt sind, wobei das Hüllrohr 33 so ausgebildet ist, dass das bandartige Faserbündel 133 in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung umläuft und das bandartige Faserbündel 133 entlang der Axialrichtung angeordnet ist und eine Endfläche des bandartigen Faserbündels 133 am Umlaufbeginn und eine Endfläche am Umlaufende der Axialrichtung des Hüllrohrs 33 zugewandt sind.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor, eine drehende elektrische Maschine mit einem Rotor und ein Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr.

Verwandte Technik

[0002] Als ein Typ von drehender elektrischer Maschine, bei der Dauermagnete für den Rotor verwendet werden, ist der Elektromotor des SPM-Typs (SPM: surface permanent magnet, Oberflächendauermagnet) bekannt, bei dem Dauermagnete auf der äußeren Umfangsseite eines drehenden Elements (einer Manschette, einer Drehwelle, etc.) angeordnet sind. Bei diesem Typ von SPM-Elektromotor ist zum Unterbinden eines Abfallens der Dauermagnete von dem Rotor aufgrund der durch eine Erhöhung der Drehzahl verursachten Zentrifugalkraft bei einer Drehung mit hoher Drehzahl ein Hüllrohr so installiert, dass es den äußeren Umfang der Dauermagnete bedeckt. Als Material, aus dem das Hüllrohr ausgebildet ist, werden verbreitet faserverstärkte Harze (FRP: fiber reinforced resin) verwendet, und insbesondere werden aus Gründen wie einer hohen Festigkeit und eines geringen Gewichts häufig (nachstehend als „CFRP“ (carbon fiber reinforced resin) bezeichnete) kohlenstofffaserverstärkte Harze verwendet.

[0003] Herkömmlicherweise ist als Verfahren zur Herstellung eines CFRP-Hüllrohrs beispielsweise ein (nachstehend als „Bahnwickeln“ bezeichnetes) Verfahren bekannt, bei dem bahnartiges CRPF zur Herstellung einer zylindrischen Form auf eine als Kern dienende Vorrichtung gewickelt wird. Da beim Bahnwickeln jedoch in Abschnitten am Wicklungsbeginn und Wicklungsende des CFRP eine Stufe erzeugt werden kann, erstrecken sich die Fasern an diesem Abschnitt nicht geradeaus, und es tritt ein Mäandern auf. Da sich in dem Abschnitt, an dem ein Mäandern der Fasern auftritt, die Festigkeit des Hüllrohrs weiter als in einem Abschnitt verringert, in dem kein Mäandern der Fasern auftritt, ist es schwierig, die Spannungen bei einer Drehung des Rotors geeignet aufzunehmen. Daher wurde ein (nachstehend als „Bandwickeln“ bezeichnetes) Verfahren (siehe beispielsweise Patentschrift 1) zum Wickeln von bandartigem CFRP (des später beschriebenen CFRP-Faserbündels) in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung der Vorrichtung zur Herstellung einer zylindrischen Form vorgeschlagen.

[0004] Patentschrift 1: ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichung Nr. 2016-82773

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Da bei dem vorstehend erwähnten, in Patentschrift 1 beschriebenen Bandwickeln an den Abschnitten des bandartigen CFRP am Wicklungsbeginn und am Wicklungsende eine Stufe erzeugt werden kann, wird davon ausgegangen, dass sich die Festigkeit an diesem Abschnitt ähnlich wie beim Bahnwickeln verringert. Da zudem die Endflächen des bandartigen CFRP am Wicklungsbeginn und Wicklungsende eine in der Umfangsrichtung des Rotors freiliegende Schnittfläche aufweisen, wird davon ausgegangen, dass sich im Falle einer unzureichenden Haftkraft der Endfläche die Endfläche durch den Winddruck bei einer Drehung des Rotors ablöst.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Rotor, eine drehende elektrische Maschine und ein Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr bereitzustellen, durch die eine Verminderung der Festigkeit des Hüllrohrs und eine Ablösung seiner Endfläche unterbunden werden können.

[0007] Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft einen Rotor (beispielsweise den später beschriebenen Rotor **30**), der umfasst: ein drehendes Element (beispielsweise die später beschriebene Manschette **31**); mehrere Dauermagnete (beispielsweise den später beschriebenen Dauermagneten **32**), die an einer äußeren Umfangsseite des drehenden Elements angeordnet sind; und ein Hüllrohr (beispielsweise das später beschriebene Hüllrohr **33**), das auf der Seite einer äußeren Umfangsfläche der mehreren Dauermagnete vorgesehen und aus einem bandartigen Faserbündel (beispielsweise dem später beschriebenen CFRP-Faserbündel **133**) ausgebildet ist, in dem mehrere in einer Richtung ausgerichtete fadenartige Fasern durch Harz eben bzw. flach gebündelt sind; wobei das Hüllrohr so ausgebildet ist, dass das bandartige Faserbündel entlang der Umfangsrichtung (beispielsweise der später beschriebenen Umfangsrichtung DR) in einem Spiralmuster umläuft und das bandartige Faserbündel entlang der Axialrichtung (beispielsweise der Richtung entlang der später be-

schriebenen Drehachsengerade S) angeordnet ist; und wobei eine Endfläche des bandartigen Faserbündels am Umlaufbeginn und eine Endfläche am Umlaufende der Axialrichtung des Hüllrohrs zugewandt sind.

[0008] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann bei dem unter dem ersten Aspekt beschriebenen Rotor das bandartige Faserbündel des Hüllrohrs so in Abständen angeordnet sein, dass es sich entlang der Axialrichtung nicht überlagert.

[0009] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann bei dem unter dem ersten oder zweiten Aspekt beschriebenen Rotor das Hüllrohr umfassen: eine erste Schicht, in der das bandartige Faserbündel in der Axialrichtung in einem Spiralmuster durchgehend von einem Ende zum anderen Ende umläuft; und eine zweite Schicht, in der das bandartige Faserbündel in der Axialrichtung in einem Spiralmuster durchgehend von dem anderen Ende zu dem einen Ende umläuft, wobei die erste Schicht und die zweite Schicht in der radialen Richtung des Hüllrohrs wechselseitig geschichtet sind.

[0010] Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung können bei dem unter dem dritten Aspekt beschriebenen Rotor in dem Hüllrohr das bandartige Faserbündel (**133**), das die erste Schicht bildet, und das bandartige Faserbündel (**133**), das die zweite Schicht bildet, jeweils unterschiedliche Schnittwinkel (beispielsweise später beschriebene Winkel **θ1**, **θ2**) mit der Axialrichtung aufweisen.

[0011] Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung können bei dem unter dem dritten oder vierten Aspekt beschriebenen Rotor in dem Hüllrohr das bandartige Faserbündel, das die erste Schicht bildet, und das bandartige Faserbündel, das die zweite Schicht bildet, jeweils unterschiedliche Breiten (beispielsweise die später beschriebenen Breiten **W1**, **W2**) aufweisen.

[0012] Gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung können bei dem unter einem unter dem dritten bis fünften Aspekt beschriebenen Rotor in dem Hüllrohr das bandartige Faserbündel, das die erste Schicht bildet, und das bandartige Faserbündel, das die zweite Schicht bildet, jeweils unterschiedliche Stärken (beispielsweise die später beschriebenen Stärken **T1**, **T2**) aufweisen.

[0013] Ein siebter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine drehende elektrische Maschine (beispielsweise den später beschriebenen Elektromotor **1**), die umfasst: den unter einem unter dem ersten bis sechsten Aspekt beschriebenen Rotor und einen Stator (beispielsweise den später beschriebenen Stator **20**), der an der äußeren Umfangsseite des Rotors vorgesehen ist.

[0014] Ein achter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr, das an einer äußeren Umfangsfläche eines Rotors vorgesehen ist, an dessen äußerer Umfangsseite mehrere Dauermagnete angeordnet sind, wobei das Herstellungsverfahren die Schritte umfasst: beim Wickeln eines Faserbündels, in dem eine Mehrzahl von fadenförmigen faserverstärkten Harzes eben bzw. flach gebündelt sind, in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung eines drehenden Elements oder einer zylindrischen Vorrichtung (beispielsweise der später beschriebenen Vorrichtung **50**) und Anordnen des bandartigen Faserbündels entlang der Axialrichtung des drehenden Elements oder der zylindrischen Vorrichtung und derartiges schräges Abschneiden einer Endfläche des bandartigen Faserbündels am Wicklungsbeginn (beispielsweise der später beschriebenen Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn) und einer Endfläche am Wicklungsende (beispielsweise der später beschriebenen Endfläche **133e** am Wicklungsende), dass die Endfläche des bandartigen Faserbündels am Wicklungsbeginn und die Endfläche am Wicklungsende rechtwinklig zur Axialrichtung des Hüllrohrs sind; und Ausrichten der Endfläche des bandartigen Faserbündels am Wicklungsbeginn und der Endfläche am Wicklungsende in der Axialrichtung des Hüllrohrs durch Wickeln des bandartigen Faserbündels in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung des drehenden Elements oder der zylindrischen Vorrichtung und Anordnen des bandartigen Faserbündels entlang der Axialrichtung des drehenden Elements oder der zylindrischen Vorrichtung.

[0015] Ein neunter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr, das an einer äußeren Umfangsfläche eines Rotors vorgesehen ist, an dessen äußerer Umfangsseite mehrere Dauermagnete angeordnet sind, wobei das Herstellungsverfahren die Schritte umfasst: Wickeln eines Faserbündels, in dem eine Mehrzahl von fadenförmigen faserverstärkten Harzes eben bzw. flach gebündelt sind, in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung eines drehenden Elements oder einer zylindrischen Vorrichtung, und Anordnen des bandartigen Faserbündels entlang der Axialrichtung des drehenden Elements oder der zylindrischen Vorrichtung; und schräges Abschneiden eines Endes des auf das drehende Element oder die zylindrische Vorrichtung gewickelten bandartigen Faserbündels am Wicklungsbeginn und eines Endes am

Wicklungsende in einer zur Axialrichtung des drehenden Elements oder der zylindrischen Vorrichtung rechtwinkligen Richtung.

[0016] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen Rotor, eine drehende elektrische Maschine und ein Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr bereitzustellen, durch die eine Verminderung der Festigkeit des Hüllrohrs und eine Ablösung seiner Endfläche unterbunden werden können.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Schnittansicht, die die Konfiguration eines Elektromotors **1** gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 2 ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht eines Rotors **30**;

Fig. 3A ist ein schematisches Diagramm, das einen Schritt der Herstellung eines Hüllrohrs **33** gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 3B ist ein schematisches Diagramm, das einen Schritt der Herstellung eines Hüllrohrs **33** gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 4A ist ein schematisches Diagramm, das einen Schritt der Herstellung eines Hüllrohrs **33A** gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt;

Fig. 4B ist ein schematisches Diagramm, das einen Schritt der Herstellung eines Hüllrohrs **33A** gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt;

Fig. 4C ist ein schematisches Diagramm, das einen Schritt der Herstellung eines Hüllrohrs **33A** gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt;

Fig. 5A ist ein schematisches Diagramm, das eine erste Konfiguration eines Hüllrohrs **33B** gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt;

Fig. 5B ist ein schematisches Diagramm, das eine zweite Konfiguration eines Hüllrohrs **33B** gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt;

Fig. 6 ist ein schematisches Diagramm, das die Konfiguration eines Hüllrohrs **33C** gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt; **Fig. 7A** ist ein schematisches Diagramm, das eine erste Konfiguration eines Hüllrohrs **33D** gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt;

Fig. 7B ist ein schematisches Diagramm, das eine zweite Konfiguration eines Hüllrohrs **33D** gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt; und

Fig. 7C ist ein schematisches Diagramm, das eine dritte Konfiguration eines Hüllrohrs **33D** gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt.

GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0017] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die der vorliegenden Beschreibung beiliegenden Zeichnungen sämtlich schematische Diagramme sind und dass die Form jedes Teils, der Maßstab, die Längen-/Breiten-Abmessungsverhältnisse, etc. zur Erleichterung des Verständnisses, etc. modifiziert oder übertrieben dargestellt sind. Zudem wurde in den Zeichnungen auf eine Schraffur, die auf den Querschnitt eines Elements hinweist, gegebenenfalls verzichtet.

[0018] In der vorliegenden Beschreibung, etc. schließt die Terminologie, die die Form, die geometrischen Erfordernisse und deren Erstreckung angibt, d.h. Begriffe wie „parallel“ und „Richtung“, zusätzlich zu den strengen Bedeutungen dieser Terminologie auch einen Bereich einer Erstreckung, die als im Wesentlichen parallel betrachtet werden kann, und einen Bereich ein, der grob als diese Richtung betrachtet werden kann. In der vorliegenden Beschreibung, etc. wird die Gerade, die als Drehzentrum der später beschriebenen Drehwelle **35** dient, abgekürzt als „Drehachsengerade S“ bezeichnet, und die Richtung längs dieser Drehachsengerade S wird auch als „Axialrichtung“ bezeichnet. Die Definitionen dieser „Drehachsengerade S“ und der „Axialrichtung“ sind nicht auf die Drehwelle **35** beschränkt und werden auch für den Eisenkern **21**, den Rotor **30**, die Manschette **31**, den Dauermagneten **32**, das Hüllrohr **33**, die Vorrichtung **50**, etc. verwendet, die später beschrieben werden. In der vorliegenden Beschreibung, etc. wird ein bandartiges Faserbündel, in dem mehrere in einer Richtung angeordnete fadenartige Kohlenstofffasern (CF) durch Harz eben bzw. flach gebündelt sind, als „CFRP-Faserbündel“ bezeichnet, und die mit Harz imprägnierte (einzelne) fadenartige Kohlenstofffaser wird

als „fadenartige CFRP“ bezeichnet. Zudem wird die in dem CFRP-Faserbündel enthaltene Kohlenstofffaser bzw. die fadenartige CRPF einfach als „Faser“ bezeichnet.

(Erste Ausführungsform)

[0019] Zunächst wird ein Elektromotor **1** erläutert, der als drehende elektrische Maschine dient, die mit dem Rotor **30** gemäß der ersten Ausführungsform ausgestattet ist. **Fig. 1** ist eine Schnittansicht, die die Konfiguration eines Elektromotors **1** gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Konfiguration des in **Fig. 1** gezeigten Elektromotors **1** jede Konfiguration sein kann, solange der Rotor **30** gemäß der Ausführungsform anwendbar ist.

[0020] Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst der Elektromotor **1** als Hauptbestandteile ein Gehäuse **10**, einen Stator **20**, den Rotor **30**, die Drehwelle **35**, und Lager **13**. Das Gehäuse **10** ist ein externes Element des Elektromotors **1** und umfasst einen Gehäusehauptkörper **11** und eine Wellenöffnung **12**.

[0021] Der Gehäusehauptkörper **11** ist ein Gehäuse, das den Stator **20** umschließt und hält. Der Gehäusehauptkörper **11** hält den Rotor **30** über die Lager **13**. Der Gehäusehauptkörper **11** umfasst eine Zufuhröffnung **14**, eine Abgabeöffnung **15** und eine Öffnung **16**. Die Zufuhröffnung **14** ist eine Öffnung zur Zufuhr von Kühlmittel zu einem Strömungskanal **23** eines Statorgehäuses **22** und mit einem (nicht dargestellten) Zufuhrrohr für das Kühlmittel verbunden. Die Abgabeöffnung **15** ist eine Öffnung zur Abgabe des Kühlmittels, das durch den Strömungskanal **23** geströmt ist, und mit einem (nicht dargestellten) Auslassrohr für das Kühlmittel verbunden. Die Öffnung **16** ist eine Öffnung zum Hindurchführen aus dem Stator **20** gezogener elektrischer Drähte **27**. Die Wellenöffnung **12** ist eine Öffnung, durch die die (später beschriebene) Drehwelle **35** verläuft.

[0022] Der Stator **20** ist ein zusammengesetztes Element, das ein drehendes Magnetfeld zum Veranlassen einer Drehung des Rotors **30** erzeugt. Der Stator **20** ist insgesamt in einer zylindrischen Form ausgebildet und im Inneren des Gehäuses **10** befestigt. Der Stator **20** umfasst den Eisenkern **21** und das Statorgehäuse **22**.

[0023] Der Eisenkern **21** ist ein Element, in dessen Inneren eine Wicklung **26** angeordnet werden kann. Der Eisenkern **21** ist in einer zylindrischen Form ausgebildet und im Inneren des Statorgehäuses **22** angeordnet. An der Innenfläche des Eisenkerns **21** sind mehrere (nicht dargestellte) Nuten ausgebildet, und die Wicklung **26** ist in diesen Nuten angeordnet. Es ist darauf hinzuweisen, dass ein Teil der Wicklung **26** in der Axialrichtung des Eisenkerns **21** aus beiden Enden des Eisenkerns **21** vorsteht. Der Eisenkern **21** wird durch Aufeinander-schichten mehrerer dünner Bleche wie elektromagnetischer Stahlbleche zur Herstellung eines Schichtkörpers und Integrieren dieses Schichtkörpers durch Verkleben, Verpressen, etc. gefertigt.

[0024] Das Statorgehäuse **22** ist ein Element, das den Eisenkern **21** in seinem Inneren hält. Das Statorgehäuse **22** ist in einer zylindrischen Form ausgebildet und an der Außenseite des Stators **20** angeordnet. Der Eisenkern **21** ist zur Aufnahme der Spannungen, die durch das Drehmoment des Rotors **30** entstehen, fest mit dem Statorgehäuse **22** verbunden. Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst das Statorgehäuse **22** gemäß der vorliegenden Ausführungsform an der Außenfläche den Strömungskanal **23** zur Kühlung der von dem Eisenkern **21** übertragenen Wärme. Der Strömungskanal **23** ist eine einzelne oder mehrere Spiralnut(en) in der Außenfläche des Statorgehäuses **22**. Das von der Zufuhröffnung **14** des Gehäusehauptkörpers **11** (des Gehäuses **10**) zugeführte (nicht dargestellte) Kühlmittel wird nach dem derartigen Durchströmen des Inneren des Strömungskanals **23**, dass es der Außenfläche des Statorgehäuses **22** in einem Spiralmuster folgt, aus der Auslassöffnung **15** des Gehäusehauptkörpers **11** nach außen abgegeben.

[0025] Aus dem Eisenkern **21** des Stators **20** ist der elektrisch an die Wicklung **26** angeschlossene elektrische Draht **27** gezogen. Dieser elektrische Draht **27** ist an die (nicht dargestellte) Stromquelle angeschlossen, die außerhalb des Elektromotors **1** installiert ist. Während des Betriebs des Elektromotors **1** wird dem Eisenkern **21** beispielsweise Drei-Phasen-Wechselstrom zugeführt, wodurch ein drehendes Magnetfeld zum Drehen des Rotors **30** erzeugt wird.

[0026] Der Rotor **30** ist eine Komponente, die sich durch die magnetische Wechselwirkung mit dem von dem Stator **20** erzeugten drehenden Magnetfeld dreht. Der Rotor **30** ist an der inneren Umfangsseite des Stators **20** vorgesehen. Die Konfiguration des Rotors **30** wird später beschrieben.

[0027] Die Drehwelle **35** ist ein Element, das den Rotor **30** hält. Die Drehwelle **35** ist so eingesetzt, dass sie durch die Achsenmitte des Rotors **30** verläuft, und ist an dem Rotor **30** befestigt. Die beiden Lager **13** sind auf die Drehwelle **35** aufgesetzt. Die Lager **13** sind Elemente, die die Drehwelle **35** drehbar halten, und in dem

Gehäusehauptkörper **11** vorgesehen. Die Drehwelle **35** wird von dem Gehäusehauptkörper **11** und den Lagern **13** um die Drehachsengerade *S* drehbar gehalten. Zudem verläuft die Drehwelle **35** beispielsweise durch die Wellenöffnung **12** und ist mit einer (nicht dargestellten) Abtragvorrichtung, Kraftübertragung, Räderuntersetzung, etc. verbunden, die außerhalb installiert sind.

[0028] Wenn bei dem in **Fig. 1** gezeigten Elektromotor **1** dem Stator **20** (dem Eisenkern **21**) Drei-Phasen-Wechselstrom zugeführt wird, wird an dem Rotor **30** durch die magnetische Wechselwirkung zwischen dem Stator **20**, an dem ein drehendes Magnetfeld erzeugt wird, und dem Rotor **30** ein Drehmoment erzeugt, und dieses Drehmoment wird über die Drehwelle **35** nach außen ausgegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass der Elektromotor **1** beispielsweise eine Synchronelktromotor des IPM-Typs (IPM: interior permanent magnet, eingebetteter Dauermagnet) sein kann, obwohl im Zusammenhang mit der vorliegenden Ausführungsform ein vorstehend beschriebener Synchronelktromotor des SPM-Typs als Elektromotor **1** erläutert ist.

[0029] Als nächstes wird die Konfiguration des Rotors **30** erläutert. **Fig. 2** ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht des Rotors **30**. Wie in **Fig. 2** gezeigt, umfasst der Rotor **30** eine Manschette **31** (ein drehendes Element), Dauermagnete **32** und ein Hüllrohr **33**. Die Manschette **31** ist ein Element mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form, an dem mehrere Dauermagnete **32** angebracht sind, und zwischen der Drehwelle **35** (siehe **Fig. 1**) und den mehreren Dauermagneten **32** vorgesehen. Die mehreren Dauermagnete **32** sind entlang der Umfangsrichtung *DR* der Manschette **31** angeordnet. Die Manschette **31** ist aus einem magnetischen Material wie beispielsweise unlegiertem Stahl ausgebildet. Der Rotor **30** mit der Manschette **31** auf der inneren Umfangsseite wird durch Presspassung auf den äußeren Umfang der Drehwelle **35** aufgesetzt. Es ist darauf hinzuweisen, dass in der vorliegenden Beschreibung, etc. der in **Fig. 2** gezeigte Pfeil für die Umfangsrichtung *DR* nicht nur auf die Manschette **31** angewendet wird, sondern auch auf die Dauermagnete **32** und das Hüllrohr **33**.

[0030] Die Dauermagnete **32** sind Elemente, die ein Magnetfeld erzeugen, und wie in **Fig. 2** gezeigt, entlang der Umfangsrichtung *DR* auf der äußeren Umfangsseite der Manschette **31** ausgerichtet (in **Fig. 2** sind nur die vier auf der zugewandten Seite dargestellt). In den acht Reihen der Dauermagnete **32** sind N-polige Dauermagnete **32** und S-polige Dauermagnete **32** abwechselnd in der Umfangsrichtung *DR* der Manschette **31** angeordnet. Die Dauermagnete **32** sind mittels einer Klebstoffschicht **34** an der äußeren Umfangsfläche der Manschette **31** befestigt. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Ausführungsform ist ein Beispiel gezeigt, bei dem jede Reihe von Dauermagneten **32** entlang der Axialrichtung des Rotors **30** zweigeteilt ist; es besteht jedoch keine Beschränkung hierauf, und die Dauermagnete **32** können entlang der Längsrichtung des Rotors **30** in drei oder mehr Teile oder gar nicht unterteilt sein.

[0031] Das Hüllrohr **33** ist ein Element mit einer zylindrischen Form zur Abdeckung der mehreren Dauermagnete **32**. Das Hüllrohr **33** ist an der äußeren Umfangsfläche der auf der Manschette **31** angeordneten Dauermagnete **32** montiert. Durch die Montage des Hüllrohrs **33** an der äußeren Umfangsfläche der Dauermagnete **32** ist es möglich, ein Abfallen der Dauermagnete **32** von dem Rotor **30** aufgrund der durch die Drehung des Rotors **30** erzeugten Umfangskraft zu unterbinden.

[0032] Das Hüllrohr **33** wird durch Wickeln eines bandartigen CFRP-Faserbündels auf eine zylindrische Vorrichtung bei gleichzeitigem Aufbringen von Zug geformt, wie später beschrieben. Als als Quelle des CFRP-Faserbündels dienendes Fasermaterial ist Kohlenstofffaser vorzuziehen; außer Kohlenstofffaser ist es jedoch beispielsweise möglich, ein Material mit einer hohen spezifischen Festigkeit wie Glasfaser, Aramidfaser, Siliciumcarbidgefaser, Borfaser und Titanlegierungsfaser zu verwenden.

[0033] Zur Montage des Hüllrohrs **33** an dem Rotor **30** ist es beispielsweise möglich, eine Technik zu verwenden, bei der das an der äußeren Umfangsseite der Manschette vorgesehene Hüllrohr durch Aufsetzen der Manschette mit der kegelförmigen Oberfläche auf die äußere Umfangsfläche der Drehachse mit der gleichen kegelförmigen Oberfläche nach außen erweitert wird (siehe ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichung Nr. 2016-82773, etc.). Durch die Verwendung einer derartigen Technik ist es möglich, das Hüllrohr **33** durch die von dem Festsitz abhängige Kontraktionskraft an dem Rotor **30** zu montieren. Dadurch wirkt bei dem Hüllrohr **33** eine ausreichende Gegenkraft zum Halten der Dauermagnete **32** zur in der radialen Richtung inneren Seite, die der bei einer Drehung des Rotors **30** erzeugten Zentrifugalkraft entgegenwirkt. Auf diese Weise wird durch die zur in der radialen Richtung des Hüllrohrs **33** inneren Seite wirkende Gegenkraft ein Abfallen der Dauermagnete **32** von dem Rotor **30** aufgrund der Zentrifugalkraft unterbunden. Die in der radialen Richtung innere Seite ist eine Richtung der Annäherung an die Drehachsengerade *S* von der Außenseite des Rotors **30**.

[0034] Es ist darauf hinzuweisen, dass der Festsitz eine Dimension eines Betrags ($D2 - D1$) ist, um die der Außendurchmesser $D2$ der auf der Manschette **31** angeordneten Dauermagnete **32** den Innendurchmesser $D1$ des Hüllrohrs **33** vor der Erweiterung des Durchmessers (vor der Montage) überschreitet, wie in **Fig. 2** gezeigt. Obwohl die Montage des Hüllrohrs **33** an der äußeren Umfangsfläche der Dauermagnete **32** bei einer Erhöhung dieses Festsitzes schwieriger wird, ist es möglich, das Einwirken einer höheren Gegenkraft zur in der radialen Richtung inneren Seite durch das montierte Hüllrohr **33** zu veranlassen.

[0035] Als nächstes wird die Konfiguration des Hüllrohrs **33** gemäß der ersten Ausführungsform erläutert. Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** sind jeweils schematische Diagramme, die einen Prozess zur Fertigung des Hüllrohrs **33** gemäß der ersten Ausführungsform zeigen. Das Hüllrohr **33** gemäß der ersten Ausführungsform wird durch Wickeln eines bandartigem CFRP-Faserbündels **133** auf die äußere Umfangsfläche einer Vorrichtung **50** (einer zylindrischen Vorrichtung) geformt, wie in **Fig. 3A** gezeigt. Genauer wird das CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung DR (siehe **Fig. 2**) der Vorrichtung **50** gewickelt und entlang der Axialrichtung der Vorrichtung **50** angeordnet. Das Hüllrohr **33** wird durch Wickeln des CFRP-Faserbündels **133** auf die Vorrichtung **50** und das Entfernen der Vorrichtung **50** nach dem Aushärten des Imprägnierharzes fertiggestellt.

[0036] Die Anordnungsrichtung des fadenartigen CFRP **133a**, aus dem das CFRP-Faserbündel **133** ausgebildet ist, wird parallel zur Längsrichtung des CFRP-Faserbündels **133** (das gleiche gilt für die weiteren Ausführungsformen). Zudem liegt ein Winkel θ , in dem sich die Längsrichtung des CFRP-Faserbündels **133** mit einer zu der Drehachsengerade S der Vorrichtung **50** rechtwinkligen Gerade schneidet, in einem Bereich von $0^\circ < \theta < 90^\circ$.

[0037] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Länge des CFRP-Faserbündels **133** in der Längsrichtung und die Breite entsprechend der Länge des Hüllrohrs **33** in der Axialrichtung, der Anzahl der Wicklungen des CFRP-Faserbündels **133**, etc. eingestellt. Zudem wird das CFRP-Faserbündel **133** so gewickelt, dass die Seitenflächen einander entlang der Axialrichtung des Hüllrohrs **33** nicht überlagern und dass keine Lücken entstehen (das gleiche gilt für die zweite bis vierte Ausführungsform, die später beschrieben werden).

[0038] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn und die Endfläche **133e** am Wicklungsende (nachstehend abgekürzt als „beide Endflächen“ bezeichnet) an den Wicklungsbeginn- und Wicklungsendabschnitten des CFRP-Faserbündels **133** ausgebildet. Beide Endflächen des CFRP-Faserbündels **133** sind abgeschnittene Abschnitte, die in Bezug auf die Längsrichtung des CFRP-Faserbündels **133** derart schräg ausgebildet sind, dass sie beim Wickeln des CFRP-Faserbündels **133** um die Vorrichtung **50** jeweils rechtwinklig zur Drehachsengerade S sind. Es ist darauf hinzuweisen, dass in **Fig. 3A** die Kontur des CFRP-Faserbündels **133** vor dem Abschneiden am Wicklungsabschlussabschnitt durch eine Zwei-Punkt-Strich-Linie dargestellt ist.

[0039] Bei dem Hüllrohr **33** gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn und die Endfläche **133e** am Wicklungsende jeweils vorab an Wicklungsbeginn- und Wicklungsendabschnitten des CFRP-Faserbündels **133** erzeugt. Aus diesem Grund wird das Hüllrohr **33**, wie in **Fig. 3B** gezeigt, beim Wickeln des CFRP-Faserbündels **133** um die Vorrichtung **50** so geformt, dass das CFRP-Faserbündel **133** entlang der Umfangsrichtung DR (siehe **Fig. 2**) umläuft und das CFRP-Faserbündel **133** entlang der Axialrichtung angeordnet ist. Anschließend gelangen beide Endflächen (**133s**, **133e**) des CFRP-Faserbündels **133** in dem Hüllrohr **33** in einem Zustand, in dem sie der Axialrichtung zugewandt sind. Das Herstellungsverfahren des Hüllrohrs **33** gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann auch auf die dritte bis fünfte Ausführungsform angewendet werden, die später beschrieben werden.

[0040] Da bei dem vorstehend erläuterten Hüllrohr **33** gemäß der ersten Ausführungsform beide Endflächen des CFRP-Faserbündels **133** der Axialrichtung des Hüllrohrs **33** zugewandt sind, entsteht keine Stufe an dem Wicklungsbeginn- und dem Wicklungsendabschnitt des bandartigen CFRP-Faserbündels **133**. Dementsprechend kann an dem Wicklungsbeginn- und dem Wicklungsendabschnitt des CFRP-Faserbündels **133** eine Verminderung der Festigkeit des Hüllrohrs **33** unterbunden werden, da sich die Fasern gerade erstrecken und kein Kriechen auftritt. Daher ist es möglich, die Spannungen bei einer Drehung des Rotors **30** geeignet aufzunehmen. Zudem liegen bei dem Hüllrohr **33** gemäß der ersten Ausführungsform die abgeschnittenen Oberflächen an beiden Endflächen des CFRP-Faserbündels **133** in der Umfangsrichtung DR des Rotors **30** nicht frei. Aus diesem Grund ist es selbst dann möglich, eine Ablösung der Endflächen aufgrund des Winddrucks bei einer Drehung des Rotors **30** zu unterbinden, wenn davon ausgegangen wird, dass die Haftkraft der Endflächen nicht ausreichend ist.

(Zweite Ausführungsform)

[0041] Als nächstes wird die Konfiguration eines Hüllrohrs **33A** gemäß der zweiten Ausführungsform erläutert. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich hinsichtlich des Herstellungsverfahrens für das Hüllrohr **33A** von der ersten Ausführungsform. Bei dem Hüllrohr **33A** gemäß der zweiten Ausführungsform stimmen die übrigen Konfigurationen mit denen gemäß der ersten Ausführungsform überein. Aus diesem Grund wird in den **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** auf die Darstellung des Rotors **30** (siehe **Fig. 2**) verzichtet, für den das Hüllrohr **33A** angewendet wird. Zudem sind in den Erläuterungen und Zeichnungen zur zweiten Ausführungsform Elemente, etc., die denen gemäß der ersten Ausführungsform ähnlich sind, durch die gleichen Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform bezeichnet, und auf anderweitig redundante Erläuterungen wird verzichtet.

[0042] Die **Fig. 4A**, **Fig. 4B** und **Fig. 4C** sind jeweils schematische Diagramme, die die Prozesse zur Fertigung des Hüllrohrs **33A** gemäß der zweiten Ausführungsform zeigen. Das Hüllrohr **33A** gemäß der zweiten Ausführungsform wird durch Wickeln des CFRP-Faserbündels **133**, bei dem die Endflächen am Wicklungsbeginn und am Wicklungsende nicht abgeschnitten sind, um die äußere Umfangsfläche der Vorrichtung **50** geformt, wie in **Fig. 4A** gezeigt. Das CFRP-Faserbündel **133** wird um die äußere Umfangsfläche der Vorrichtung **50** gewickelt, wobei Zug aufgebracht wird.

[0043] Nach dem Wickeln des CFRP-Faserbündels **133** um die Vorrichtung **50** und vor dem Härten des Harzes werden der Wicklungsbeginn- und der Wicklungsendabschnitt des CFRP-Faserbündels **133** entlang der Schnittlinie CL abgeschnitten, wie in **Fig. 4B** gezeigt. Die Schnittlinie CL ist eine virtuelle Linie, die in einer zur Drehachsengerade S rechtwinkligen Richtung eingestellt ist. Wenn der Wicklungsbeginn- und der Wicklungsendabschnitt des CFRP-Faserbündels **133** entlang der Schnittlinie CL abgeschnitten werden, wird die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn an dem Wicklungsbeginnabschnitt des CFRP-Faserbündels **133** gebildet, und die Endfläche **133e** am Wicklungsende wird an dem Wicklungsendabschnitt des CFRP-Faserbündels **133** gebildet, wie in **Fig. 4C** gezeigt. Diese beiden Endflächen sind abgeschnittene Oberflächen, die in Bezug auf die Längsrichtung des CFRP-Faserbündels **133** jeweils schräg ausgebildet sind, wie in **Fig. 4B** gezeigt, und jeweils Oberflächen werden, die rechtwinklig zur Drehachsengerade S des Hüllrohrs **33A** sind, wie in **Fig. 4C** gezeigt.

[0044] Bei dem Hüllrohr **33A** gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden bei dem CFRP-Faserbündel **133** die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn und die Endfläche **133e** am Wicklungsende jeweils nach dem Wickeln um die Vorrichtung **50** an dem Wicklungsbeginn- und dem Wicklungsendabschnitt erzeugt. Aus diesem Grund wird das Hüllrohr **33A** so geformt, dass das CFRP-Faserbündel **133** entlang der Umfangsrichtung umläuft und dass das CFRP-Faserbündel **133** entlang der Axialrichtung angeordnet ist, wie in **Fig. 4C** gezeigt. Anschließend sind beide Endflächen (**133s**, **133e**) des CFRP-Faserbündels **133** des Hüllrohrs **33A** Oberflächen, die jeweils rechtwinklig zu der Drehachsengerade S sind und in einen Zustand gelangen, in dem sie der Axialrichtung zugewandt sind. Das Herstellungsverfahren für das Hüllrohr **33** gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann auch auf die dritte bis fünfte Ausführungsform angewendet werden, die später beschrieben werden.

[0045] Auch bei dem vorstehend erläuterten Hüllrohr **33A** gemäß der zweiten Ausführungsform sind beide Endflächen des CFRP-Faserbündels **133** der Axialrichtung zugewandt, und die abgeschnittenen Oberflächen liegen in der Umfangsrichtung DR (siehe **Fig. 2**) des Rotors **30** nicht frei. Aus diesem Grund ist es ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform möglich, eine Verminderung der Festigkeit des Hüllrohrs **33A** und eine Ablösung der Endfläche des CFRP-Faserbündels **133** zu unterbinden.

[0046] Zudem wird bei dem Hüllrohr **33A** gemäß der zweiten Ausführungsform das CFRP-Faserbündel **133** in einem Zustand abgeschnitten, in dem der Wicklungsbeginnabschnitt belassen wird. Aus diesem Grund wird vor dem Beginn des Wickelns des CFRP-Faserbündels **133** um die Vorrichtung der verbliebene Wicklungsbeginnabschnitt durch ein Gerät oder dergleichen befestigt, wodurch es möglich ist, das CFRP-Faserbündel **133** um die Vorrichtung **50** zu wickeln, während ein stärkerer Zug aufgebracht wird. Dementsprechend wird das CFRP-Faserbündel **133** in einem Zustand um die Vorrichtung **50** gewickelt, in dem sich mehr Fasern gerade erstrecken. Daher ist es bei dem Hüllrohr **33A** möglich, die Festigkeit des Hüllrohrs **33A** weiter zu erhöhen, da eine Aufnahme von Spannungen durch mehr Fasern ermöglicht wird.

(Dritte Ausführungsform)

[0047] Als nächstes wird ein Hüllrohr **33B** gemäß der dritten Ausführungsform erläutert. Das Hüllrohr **33B** gemäß der dritten Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in dem Punkt, dass es eine zweischichtige Struktur ist. Bei dem Hüllrohr **33B** gemäß der dritten Ausführungsform stimmen die übrigen

Konfigurationen mit denen gemäß der ersten Ausführungsform überein. Aus diesem Grund wird in den **Fig. 5A** und **Fig. 5B** auf die Darstellung des Rotors **30** verzichtet, für den das Hüllrohr **33B** angewendet wird. Zudem sind in den Erläuterungen und Zeichnungen zur dritten Ausführungsform Elemente, etc., die denen gemäß der ersten Ausführungsform ähnlich sind, durch die gleichen Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform bezeichnet, und im Übrigen wird auf redundante Erläuterungen verzichtet.

[0048] **Fig. 5A** ist ein schematisches Diagramm, das eine erste Konfiguration des Hüllrohrs **33B** gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 5A** gezeigt, wird das Hüllrohr **33B** gemäß der ersten Konfiguration geformt, indem ein erstes CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung der Vorrichtung **50** gewickelt wird und ein zweites CFRP-Faserbündel **134** in der gleichen Richtung wie das erste CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster auf diese Schicht gewickelt wird. Bei dem Hüllrohr **33B** mit der ersten Konfiguration sind, obwohl dies nicht dargestellt ist, beispielsweise die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn und die Endfläche **133e** am Wicklungsende, wie die im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform (siehe **Fig. 3B**) gezeigten, an dem Wicklungsbeginn- und dem Wicklungsendabschnitt des ersten CFRP-Faserbündel **133** und des zweiten CFRP-Faserbündels **134** ausgebildet (das gleiche gilt für die später beschriebene zweite Konfiguration).

[0049] Wie in **Fig. 5A** gezeigt, läuft das erste CFRP-Faserbündel **133** in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33B** durchgehend in einem Spiralmuster von einem Ende zum anderen Ende auf der äußeren Umfangsfläche der Vorrichtung **50** um. Das erste CFRP-Faserbündel **133** bildet eine erste Schicht auf der äußeren Umfangsfläche der Vorrichtung **50**. Das zweite CFRP-Faserbündel **134** läuft in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33B** durchgehend in einem Spiralmuster von einem Ende zum anderen Ende auf der äußeren Umfangsfläche des ersten CFRP-Faserbündels **133** um. Das zweite CFRP-Faserbündel **134** bildet eine zweite Schicht auf der äußeren Umfangsfläche der ersten Schicht (des ersten CFRP-Faserbündels **133**).

[0050] Bei dem Hüllrohr **33B** mit der ersten Konfiguration ist der Winkel **θ2**, in dem die Längsrichtung des zweiten CFRP-Faserbündels **134** die Drehachsengerade S der Vorrichtung **50** schneidet, so eingestellt, dass er größer als der Winkel **θ1** ist, in dem die Längsrichtung des ersten CFRP-Faserbündels **133** die Drehachsengerade S der Vorrichtung **50** schneidet ($\theta_2 > \theta_1$). Wenn der Winkel **θ1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** beispielsweise 85° beträgt, ist der Winkel **θ2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** auf 87° eingestellt.

[0051] Da sich bei dem Hüllrohr **33B** mit der ersten Konfiguration der Winkel **θ1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** von dem Winkel **θ2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** unterscheidet, ist es im Vergleich zu einem Fall, in dem der gleiche Winkel als Winkel **θ2** und als Winkel **θ2** festgelegt wird, möglich, den Winkelbereich weiter zu erweitern, in dem Spannungen von den Fasern aufgenommen werden. Dementsprechend ist es möglich, die Festigkeit in der Umfangsrichtung und der Axialrichtung des Hüllrohrs **33B** weiter zu erhöhen. Insbesondere ist es durch die Erhöhung der Festigkeit in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33B** möglich, die Festigkeit in der Axialrichtung bei der Montage des Hüllrohrs **33B** an dem Rotor **30** sicherzustellen. Zudem ist es nach der Montage des Hüllrohrs **33B** an dem Rotor **30** möglich, ein Abfallen der Dauermagnete **32** von dem Rotor **30** effektiver zu unterbinden. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei der Konfiguration gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Winkel **θ1** des ersten CFRP Faserbündels **133** so eingestellt sein kann, dass er größer als der Winkel **θ2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** ist ($\theta_1 > \theta_2$).

[0052] **Fig. 5B** ist ein schematisches Diagramm, das eine zweite Konfiguration des Hüllrohrs **33B** gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 5B** gezeigt, wird das Hüllrohr **33B** mit der zweiten Konfiguration gebildet, indem das erste CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung der Vorrichtung **50** gewickelt wird und das zweite CFRP-Faserbündel **134** in der dem ersten CFRP-Faserbündel **133** entgegengesetzten Richtung in einem Spiralmuster auf diese Schicht gewickelt wird.

[0053] Bei dem Hüllrohr **33B** mit der zweiten Konfiguration ist der Winkel **θ1**, in dem die Längsrichtung des ersten CFRP-Faserbündels **133** die Drehachsengerade S der Vorrichtung **50** schneidet, so eingestellt, dass er mit dem Winkel **θ2** übereinstimmt, in dem die Längsrichtung des zweiten CFRP-Faserbündels **134** die Drehachsengerade S der Vorrichtung **50** schneidet ($\theta_1 = \theta_2$).

[0054] Da bei dem Hüllrohr **33B** mit der zweiten Konfiguration das zweite CFRP-Faserbündel **134** in der dem CFRP-Faserbündel **133** entgegengesetzten Richtung auf die obere Schicht des ersten CFRP-Faserbündels **133** gewickelt wird, verflechten sich die Fasern des ersten CFRP-Faserbündels **133** und die Fasern des zweiten CFRP-Faserbündels **134** nicht. Dementsprechend können die Fasern eine größere Kraft aufnehmen, da es möglich ist, die in den jeweiligen Schichten aus Faserbündeln enthaltenen Fasern in einem zugbelasteterem Zustand um die Vorrichtung **50** zu wickeln. Daher ist es auch bei dem Hüllrohr **33B** mit der zweiten Konfiguration

möglich, die Festigkeit in der Umfangsrichtung und in der Axialrichtung weiter zu erhöhen. Insbesondere ist es durch die Erhöhung der Festigkeit in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33B** möglich, die Festigkeit in der Axialrichtung bei der Montage des Hüllrohrs **33B** an dem Rotor **30** aufrechtzuerhalten. Zudem ist es nach der Montage des Hüllrohrs **33B** an dem Rotor **30** möglich, ein Abfallen der Dauermagnete **32** von dem Rotor **30** effektiver zu unterbinden.

[0055] Es ist darauf hinzuweisen, dass bei dem Hüllrohr **33B** mit der zweiten Konfiguration der Winkel **θ1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** so eingestellt sein kann, dass er größer als der Winkel **θ2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** ist ($\theta_1 > \theta_2$), und dass der Winkel **θ2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** so eingestellt sein kann, dass er größer als der Winkel **θ1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** ist ($\theta_2 > \theta_1$).

(Vierte Ausführungsform)

[0056] Als nächstes wird ein Hüllrohr **33C** gemäß einer vierten Ausführungsform erläutert. Das Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in dem Punkt, dass es eine zweischichtige Struktur aufweist und dass sich die Breite und die Stärke der CFRP-Faserbündel in jeder Schicht voneinander unterscheiden. Bei dem Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform stimmen die übrigen Konfigurationen mit denen gemäß der ersten Ausführungsform überein. Aus diesem Grund wird in **Fig. 6** auf die Darstellung des Rotors **30** verzichtet, für den das Hüllrohr **33C** angewendet wird. Zudem sind in den Erläuterungen und den Zeichnungen zu der vierten Ausführungsform Elemente, etc., die denen gemäß der ersten Ausführungsform ähnlich sind, durch die gleichen Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform bezeichnet, und im Übrigen wird auf redundante Erläuterungen verzichtet.

[0057] **Fig. 6** ist ein schematisches Diagramm, das die Konfiguration des Hüllrohrs **33C** gemäß der vierten Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 6** gezeigt, wird das Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform geformt, indem das erste CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung der Vorrichtung **50** gewickelt wird und auf seine obere Schicht in der gleichen Richtung wie das erste CFRP-Faserbündel **133** das zweite CFRP-Faserbündel **134** in einem Spiralmuster gewickelt wird. Bei dem Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform werden, obwohl dies nicht dargestellt ist, die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn und die Endfläche **133e** am Wicklungsende, wie die im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform gezeigten (siehe **Fig. 3B**), beispielsweise an dem Wicklungsbeginn- und dem Wicklungsendabschnitt des ersten CFRP-Faserbündels **133** und des zweiten CFRP-Faserbündels **134** erzeugt.

[0058] Wie in **Fig. 6** gezeigt, läuft das erste CFRP-Faserbündel **133** in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33C** durchgehend in einem Spiralmuster von einem Ende zum anderen Ende auf der äußeren Umfangsfläche der Vorrichtung **50** um. Das erste CFRP-Faserbündel **133** bildet eine erste Schicht auf der äußeren Umfangsfläche der Vorrichtung **50**. Das zweite CFRP-Faserbündel **134** läuft in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33C** in einem Spiralmuster durchgehend von dem einen Ende zu dem anderen Ende auf der äußeren Umfangsfläche des ersten CFRP-Faserbündels **133** um. Das zweite CFRP-Faserbündel **134** bildet eine zweite Schicht auf der äußeren Umfangsfläche der ersten Schicht (des ersten CFRP-Faserbündels **133**).

[0059] Das Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform ist so eingestellt, dass die Breite **W2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** breiter als die Breite **W1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** ist ($W_2 > W_1$). Wenn die Breite **W1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** 4 mm beträgt, ist die Breite **W2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** beispielsweise auf 6 mm eingestellt.

[0060] Zudem ist das Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform so aufgebaut, dass die Stärke **T2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** stärker als die Stärke **T1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** ist ($T_2 > T_1$). Wenn die Stärke des ersten CFRP-Faserbündels **133** 0,1 mm beträgt, ist die Stärke **T2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** beispielsweise auf 0,12 mm eingestellt. Es ist darauf hinzuweisen, dass das Faserbündel durch eine geeignete Kombination der Faserdurchmesser und der Anzahl an Fasern auf jede Stärke eingestellt werden kann. So ist es beispielsweise selbst bei der gleichen Anzahl an Fasern möglich, das Faserbündel zu verstärken, wenn der Faserdurchmesser erhöht wird, und es ist selbst bei einem übereinstimmenden Faserdurchmesser möglich, durch eine Erhöhung der Anzahl an Fasern eine Verstärkung herbeizuführen.

[0061] Bei dem Hüllrohr **33C** gemäß der vierten Ausführungsform unterscheiden sich das erste CFRP-Faserbündel **133** und das zweite CFRP-Faserbündel **134** hinsichtlich der Breite und Stärke; daher ist es möglich, die Festigkeit des Hüllrohrs **33C** im Vergleich zu einem Fall, in dem die Breite und die Stärke der CFRP-Faserbündel einer zweischichtigen Struktur auf die gleichen Abmessungen eingestellt sind, weiter zu optimieren. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei der Konfiguration gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine derarti-

ge Einstellung vorgenommen werden kann, dass die Breite **W1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** breiter als die Breite **W2** des zweiten CFRP-Faserbündels **133** ist ($W1 > W2$). Zudem kann eine derartige Einstellung vorgenommen werden, dass die Stärke **T1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** stärker als die Stärke **T2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** ist ($T1 > T2$).

(Fünfte Ausführungsform)

[0062] Als nächstes wird ein Hüllrohr **33D** gemäß der fünften Ausführungsform erläutert. Das Hüllrohr **33D** gemäß der fünften Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in dem Punkt, dass die Seitenfläche des CFRP-Faserbündels so angeordnet ist, dass sie sich entlang der Axialrichtung überlagert oder in Abständen angeordnet ist. Bei dem Hüllrohr **33D** gemäß der fünften Ausführungsform stimmen die übrigen Konfigurationen mit denen gemäß der ersten Ausführungsform überein. Aus diesem Grund wird in den **Fig. 7A** bis **Fig. 7C** auf die Darstellung des Rotors **30** verzichtet, für den das Hüllrohr **33D** angewendet wird. Zudem sind in den Erläuterungen und den Zeichnungen zu der fünften Ausführungsform Elemente, etc., die denen gemäß der ersten Ausführungsform ähnlich sind, durch die gleichen Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform bezeichnet, und im Übrigen wird auf redundante Erläuterungen verzichtet.

[0063] **Fig. 7A** ist ein schematisches Diagramm, das eine erste Konfiguration des Hüllrohrs **33D** gemäß der fünften Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 7A** gezeigt, läuft bei dem Hüllrohr **33D** mit der ersten Konfiguration das CFRP-Faserbündel **133** in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33D** in einem Spiralmuster durchgehend von einem Ende zum anderen Ende um und ist so angeordnet, dass die Seitenflächen einander entlang der Axialrichtung überlagern. An dem Abschnitt, an dem sich das CFRP Faserbündel **133** überlagert, ist ein stufiger Teil **133b** ausgebildet. Bei dem Hüllrohr **33D** mit der ersten Konfiguration ist die Breite **W3**, um die sich das CFRP-Faserbündel **133** überlagert, beispielsweise innerhalb eines Bereichs von 0,1 bis 1 mm eingestellt.

[0064] Bei dem Hüllrohr **33D** mit der ersten Konfiguration sind, obwohl dies nicht dargestellt ist, die Endfläche **133s** am Wicklungsbeginn und die Endfläche **133e** am Wicklungsende, wie die im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform gezeigten (siehe **Fig. 3B**), an dem Wicklungsbeginn- und dem Wicklungsendabschnitt des CFRP Faserbündels **133** ausgebildet (das gleiche gilt für die zweite Konfiguration und die dritte Konfiguration, die später beschrieben werden).

[0065] Auch bei dem vorstehend erläuterten Hüllrohr **33D** mit der ersten Konfiguration sind beide Endflächen des CFRP-Faserbündels **133** der Axialrichtung zugewandt, und die abgeschnittenen Oberflächen liegen in der Umfangsrichtung DR des Rotors **30** nicht frei (siehe **Fig. 2**). Aus diesem Grund ist es, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, möglich, eine Verminderung der Festigkeit des Hüllrohrs **33D** und eine Ablösung der Endfläche des CFRP-Faserbündels **133** zu unterbinden. Da bei dem Hüllrohr **33D** mit der ersten Konfiguration das erste CFRP-Faserbündel **133** so angeordnet ist, dass die Seitenflächen einander entlang der Axialrichtung überlagern, ist es zudem möglich, die Dichte der Fasern in der Umfangsrichtung des Hüllrohrs **33D** weiter zu erhöhen.

[0066] **Fig. 7B** ist ein schematisches Diagramm, das die zweite Konfiguration des Hüllrohrs **33D** gemäß der fünften Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 7B** gezeigt, läuft das CFRP-Faserbündel **133** bei dem Hüllrohr **33D** mit der zweiten Konfiguration in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33D** in einem Spiralmuster durchgehend von einem Ende zum anderen Ende um und ist in Abständen entlang der Axialrichtung angeordnet. In einem Abschnitt, in dem sich das CFRP-Faserbündel **133** nicht überlagert, ist ein Spaltteil **133c** ausgebildet. Bei dem Hüllrohr **33D** mit der zweiten Konfiguration ist eine Breite **W4** des Spaltteils **133c**, in dem sich das CFRP-Faserbündel **133** nicht überlagert, beispielsweise innerhalb eines Bereichs von 0,1 bis 1 mm eingestellt.

[0067] Auch bei dem vorstehend erläuterten Hüllrohr **33D** mit der zweiten Konfiguration sind beide Endflächen des CFRP-Faserbündels **133** der Axialrichtung zugewandt, und eine Schnittfläche liegt in der Umfangsrichtung DR des Rotors **30** nicht frei (siehe **Fig. 2**). Ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform ist es möglich, beispielsweise eine Verminderung der Festigkeit des Hüllrohrs **33D** und eine Ablösung der Endfläche des CFRP-Faserbündels **133** zu unterbinden.

[0068] Zudem ist bei dem Hüllrohr **33D** mit der zweiten Konfiguration das (nachstehend einfach als „Faserbündel“ bezeichnete) CFRP-Faserbündel **133** in einem Abstand entlang der Axialrichtung angeordnet. Da bei der zweiten Konfiguration die einander überlagernden Abschnitte des Faserbündels nicht in einer konvexen Form vorstehen wie bei der Konfiguration, bei der die Seitenflächen des Faserbündels einander überlagern, wird selbst in einem Fall, in dem das Faserbündel in mehreren Schichten gewickelt ist, der vorstehende Abschnitt nicht allmählich größer, wenn mehr Schichten vorgesehen sind. Aus diesem Grund können bei der

zweiten Konfiguration im Vergleich zu einer Konfiguration, bei der die einander zugewandten Seiten der Faserbündel einander überlagern, mehr Faserbündel aufgewickelt werden, wenn mehrere Schichten von Faserbündeln aufgewickelt werden. Dadurch ist es bei der Betrachtung der einander überlagernden Faserbündel in einem Querschnitt in der radialen Richtung des Hüllrohrs **3** möglich, die Anzahl der Fasern pro Flächeneinheit (Querschnittsfläche) zu erhöhen. Dementsprechend ist es bei gleicher Einstellung des Spalts zwischen dem äußeren Umfang des Rotors **30** (dem Dauermagneten **32**) und dem inneren Umfang des Stators **20** bei dem Hüllrohr **33D** möglich, im Vergleich zu einer Konfiguration, bei der die Seitenflächen der Faserbündel einander überlagern, mehr Faserbündel aufzuwickeln. Aus diesem Grund ist es bei der zweiten Konfiguration möglich, die Festigkeit des Hüllrohrs **33D** zu erhöhen.

[0069] Da es zudem bei der zweiten Konfiguration möglich ist, das Faserbündel auf eine relativ glatte Oberfläche zu wickeln, ohne dass die einander überlagernden Abschnitte des Faserbündel in einer konvexen Form vorstehen, tritt beim Wickeln mehrerer Schichten von Faserbündeln kaum ein Erschlaffen der oberen Faserbündelschicht durch einen konvex vorstehenden Abschnitt der unteren Faserbündelschicht auf, und es ist möglich, das Faserbündel so zu wickeln, dass es sich in jeder Schicht normal erstreckt. Aus diesem Grund ist es bei der zweiten Konfiguration möglich, ein Erschlaffen des gewickelten Faserbündels zu unterbinden. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei der zweiten Konfiguration selbst unter der Annahme eines Falls, in dem in dem Faserbündel in der unteren Schicht ein Spalt vorhanden ist, das Faserbündel in der oberen Schicht nicht in den Spalt in dem Faserbündel in der unteren Schicht gelangt, da das Faserbündel in der oberen Schicht das Faserbündel in der unteren Schicht stets schneidet.

[0070] Fig. **7C** ist ein schematisches Diagramm, das eine dritte Konfiguration eines Hüllrohrs **33D** gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt. Wie in Fig. **7C** gezeigt, wird das Hüllrohr **33D** mit der dritten Konfiguration geformt, indem das erste CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung der Vorrichtung **50** gewickelt wird und auf seine obere Schicht das zweite CFRP-Faserbündel **134** in der gleichen Richtung wie das erste CFRP-Faserbündel **133** in einem Spiralmuster gewickelt wird.

[0071] Bei dem Hüllrohr **33D** mit der dritten Konfiguration läuft das erste CFRP-Faserbündel **133** in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33D** in einem Spiralmuster durchgehend von dem einen Ende zu dem anderen Ende um und ist so angeordnet, dass die Seitenflächen einander entlang der Axialrichtung überlagern. Das erste CFRP-Faserbündel **133** bildet eine erste Schicht auf der äußeren Umfangsfläche der Vorrichtung **50**. Das erste CFRP-Faserbündel **133** läuft mit einem Wicklungsabstand **P1** um. Der stufige Teil **133b** ist an einem Abschnitt ausgebildet, an dem sich das erste CFRP-Faserbündel **133** überlagert.

[0072] Zudem läuft bei dem Hüllrohr **33D** mit der dritten Konfiguration das zweite CFRP-Faserbündel **134** in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33D** in einem Spiralmuster durchgehend von dem einen Ende zu dem anderen Ende um und ist in der Axialrichtung in Abständen angeordnet. Das zweite CFRP-Faserbündel **134** bildet die zweite Schicht auf der äußeren Umfangsfläche der ersten Schicht (des ersten CFRP-Faserbündels **133**). Das zweite CFRP-Faserbündel **134** läuft mit dem Wicklungsabstand **P2** um. In einem Abschnitt, in dem keine Überlagerung durch das zweite CFRP-Faserbündel **134** erfolgt, ist ein Spaltteil **133c** ausgebildet.

[0073] Bei der dritten Konfiguration sind der Wicklungsabstand **P1** des ersten CFRP-Faserbündels **133** und der Wicklungsabstand **P2** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** so eingestellt, dass sie übereinstimmen ($P1 = P2$). Aus diesem Grund ist bei dem Hüllrohr **33D** mit der dritten Konfiguration der stufige Teil **133b** in dem Abschnitt, in dem das erste CFRP-Faserbündel **133** überlagert wird, so angeordnet, dass er zwischen den Spaltteil **133c** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** gelangt.

[0074] Bei dem Hüllrohr **33D** mit der dritten Konfiguration ist der in dem Abschnitt, in dem das erste CFRP-Faserbündel **133** überlagert wird, ausgebildete stufige Teil **133b** so angeordnet, dass er zwischen den Spaltteil **133c** des zweiten CFRP-Faserbündels **134** gelangt. Aus diesem Grund nimmt der in dem ersten CFRP-Faserbündel **133** ausgebildete stufige Teil **133b** eine Form an, die nicht an der äußeren Umfangsfläche des Hüllrohrs **33D** vorsteht. Dementsprechend kann selbst bei einer derartigen Anordnung des ersten CFRP-Faserbündels **133**, dass die Seitenflächen einander in der Axialrichtung überlagern, der in dem erste CFRP-Faserbündel **133** ausgebildete stufige Teil **133b** die Außendurchmesserabmessungen des Hüllrohrs **33D** zur weiteren Erhöhung der Dichte der Fasern in der Umfangsrichtung dadurch gleichmäßiger halten, dass er nicht an der äußeren Umfangsfläche des Hüllrohrs **33D** vorsteht.

[0075] Obwohl vorstehend Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert wurden, darf die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehend erläuterten Ausführungsformen beschränkt werden, es sind verschiedene Modifikationen und Abänderungen wie bei den später beschriebenen modifizierten Ausführungsformen

möglich, und diese sind ebenfalls in den technischen Umfang der vorliegenden Erfindung eingeschlossen. Zudem sind die im Zusammenhang mit den Ausführungsformen beschriebenen Ergebnisse lediglich beispielhaft für die bevorzugtesten Ergebnisse, die durch die vorliegende Erfindung erzielt werden, und es besteht keine Beschränkung auf die im Zusammenhang mit den Ausführungsformen beschriebenen Ergebnisse. Es ist darauf hinzuweisen, dass die vorstehend erläuterten Ausführungsformen und die später beschriebenen modifizierten Ausführungsformen in geeigneter Kombination verwendet werden können; auf eine diesbezügliche genaue Erläuterung wird jedoch verzichtet.

(Modifizierte Ausführungsformen)

[0076] Bei der zweiten Konfiguration (siehe **Fig. 7B**) gemäß der fünften Ausführungsform kann die Breite **W4** des Spaltteils **133c** entsprechend der Anzahl der Wicklungen des CFRP-Faserbündels **133** modifiziert werden, und sie kann in der Axialrichtung des Hüllrohrs **33D** teilweise modifiziert werden. Wie bei der zweiten Konfiguration gemäß der fünften Ausführungsform kann die Konfiguration des Hüllrohrs **33D** mit der Anordnung in einem Abstand an der Seitenfläche des CFRP-Faserbündels **133** entlang der Axialrichtung beispielsweise auch auf das als dritte Ausführungsform (siehe **Fig. 5A** und **Fig. 5B**) und als vierte Ausführungsform (siehe **Fig. 6**) gezeigte Hüllrohr mit einer zweischichtigen Struktur angewendet werden. In diesem Fall kann die Breite **W4** des Spaltteils **133c** in der ersten Schicht (dem ersten CFRP-Faserbündel **133**) und der zweiten Schicht (dem zweiten CFRP-Faserbündel **134**) auf jeweils unterschiedliche Abmessungen eingestellt sein. Bei dem als dritte bis fünfte Ausführungsform gezeigten Hüllrohr mit der zweischichtigen Struktur können die Materialien wie die Kohlenstofffaser und das Harz verändert werden, aus denen das erste CFRP-Faserbündel **133** und das zweite CFRP-Faserbündel **134** ausgebildet sind.

[0077] Bei der ersten Konfiguration (**Fig. 7A**) gemäß der fünften Ausführungsform kann der Spaltteil **133c**, in dem keine Überlagerung des CFRP-Faserbündels **133** vorliegt, teilweise ausgebildet sein, und bei der zweiten Konfiguration (**Fig. 7B**) gemäß der fünften Ausführungsform kann der stufige Teil **133b**, in dem sich das CFRP-Faserbündel **133** überlagert, teilweise ausgebildet sein.

[0078] Im Zusammenhang mit der Ausführungsform ist als Beispiel die Manschette **31** als drehendes Element erläutert, das den Rotor **30** bildet; es besteht jedoch keine Beschränkung hierauf. Bei einer Konfiguration, bei der die Dauermagnete nicht über die Manschette **31** auf der äußeren Umfangsseite der Drehwelle **35** angeordnet sind, kann das drehende Element die Drehwelle **35** sein.

[0079] Im Zusammenhang mit der Ausführungsform ist ein Beispiel erläutert, bei dem das Hüllrohr **33** durch Wickeln des CFRP-Faserbündels **133** auf die äußeren Umfangsfläche der Vorrichtung **50** geformt wird; es besteht jedoch keine Beschränkung hierauf. Das Hüllrohr **33** kann durch direktes Wickeln des CFRP-Faserbündels **133** auf die äußere Umfangsseite der Dauermagnete **32** (siehe **Fig. 2**) geformt werden.

Bezugszeichenliste

1:	Elektromotor
20:	Stator
30:	Rotor
31:	Manschette
32:	Dauermagnet
33, 33A, 33B, 33C, 33D:	Hüllrohr
35:	Drehwelle
50:	Vorrichtung
133:	CFRP-Faserbündel (bandartiges Faserbündel), 133a: fadenartiges CFRP, 133b: stufiger Teil, 133c: Spaltteil, 133s: Endfläche am Wicklungsbeginn, 133e: Endfläche am Wicklungsende,
134:	zweites CFRP-Faserbündel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 201682773 [0004, 0033]

Patentansprüche

1. Rotor (30), der umfasst:
ein drehendes Element (31, 35);
mehrere Dauermagnete (32), die auf einer äußeren Umfangsseite des drehenden Elements (31, 35) angeordnet sind; und
ein Hüllrohr (33), das auf der Seite einer äußeren Umfangsfläche der mehreren Dauermagnete (32) vorgesehen und aus einem bandartigen Faserbündel (133) ausgebildet ist, in dem mehrere in einer Richtung ausgerichtete fadenartige Fasern durch Harz eben gebündelt sind,
wobei das Hüllrohr (33) so ausgebildet ist, dass das bandartige Faserbündel (133) in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung umläuft, und das bandartige Faserbündel (133) entlang der Axialrichtung angeordnet ist, und
wobei eine Endfläche des bandartigen Faserbündels (133) am Umlaufbeginn und eine Endfläche am Umlaufende der Axialrichtung des Hüllrohrs (33) zugewandt sind.
2. Rotor (30) nach Anspruch 1, wobei das bandartige Faserbündel (133) in dem Hüllrohr (33) so in Abständen angeordnet ist, dass es sich entlang der Axialrichtung nicht überlagert.
3. Rotor (30) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Hüllrohr (33) umfasst:
eine erste Schicht, in der das bandartige Faserbündel (133) in der Axialrichtung durchgehend in einem Spiralmuster von einem Ende zum anderen Ende umläuft; und
eine zweite Schicht, in der das bandartige Faserbündel (133) in der Axialrichtung durchgehend in einem Spiralmuster von dem anderen Ende zu dem einen Ende umläuft,
wobei die erste Schicht und die zweite Schicht in der radialen Richtung des Hüllrohrs (33) wechselseitig geschichtet sind.
4. Rotor (30) nach Anspruch 3, wobei in dem Hüllrohr (33) das bandartige Faserbündel (133), das die erste Schicht bildet, und das bandartige Faserbündel (133), das die zweite Schicht bildet, jeweils unterschiedliche Schnittwinkel mit der Axialrichtung aufweisen.
5. Rotor (30) nach Anspruch 3 oder 4, wobei in dem Hüllrohr (33) das bandartige Faserbündel (133), das die erste Schicht bildet, und das bandartige Faserbündel (133), das die zweite Schicht bildet, jeweils unterschiedliche Breiten aufweisen.
6. Rotor (30) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei in dem Hüllrohr (33) das bandartige Faserbündel (133), das die erste Schicht bildet, und das bandartige Faserbündel (133), das die zweite Schicht bildet, jeweils unterschiedliche Stärken aufweisen.
7. Drehende elektrische Maschine, die umfasst:
den Rotor (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und
einen Stator (20), der an der äußeren Umfangsseite des Rotors (30) vorgesehen ist.
8. Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr (33), das an einer äußeren Umfangsfläche eines Rotors (30) vorgesehen ist, an dessen äußerer Umfangsseite mehrere Dauermagnete (32) angeordnet sind, wobei das Herstellungsverfahren die Schritte umfasst:
beim Wickeln eines bandartigen Faserbündels (133), in dem mehrere in einer Richtung angeordnete fadenartige Fasern durch Harz eben gebündelt sind, in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung eines drehenden Elements (31, 35) oder einer zylindrischen Vorrichtung (50) und Anordnen des bandartigen Faserbündels (133) entlang der Axialrichtung des drehenden Elements (31, 35) oder der zylindrischen Vorrichtung (50) und derartiges schräges Abschneiden einer Endfläche des bandartigen Faserbündels (133) am Wicklungsbeginn (133s) und einer Endfläche am Wicklungsende (133e), dass die Endfläche des bandartigen Faserbündels (133) am Wicklungsbeginn (133s) und die Endfläche am Wicklungsende (133e) rechtwinklig zur Axialrichtung des Hüllrohrs (33) sind; und
Ausrichten der Endfläche des bandartigen Faserbündels (133) am Wicklungsbeginn (133s) und der Endfläche am Wicklungsende (133e) in der Axialrichtung des Hüllrohrs (33) durch Wickeln des bandartigen Faserbündels (133) in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung des drehenden Elements (31, 35) oder der zylindrischen Vorrichtung (50), und Anordnen des bandartigen Faserbündels (133) entlang der Axialrichtung des drehenden Elements (31, 35) oder der zylindrischen Vorrichtung (50).

9. Herstellungsverfahren für ein Hüllrohr (33), das an einer äußeren Umfangsfläche eines Rotors (30) vorgesehen ist, an dessen äußerer Umfangsseite mehrere Dauermagnete (32) angeordnet sind, wobei das Herstellungsverfahren die Schritte umfasst:

Wickeln eines bandartigen Faserbündels (133), in dem mehrere in einer Richtung angeordnete fadenartige Fasern durch Harz eben gebündelt sind, in einem Spiralmuster entlang der Umfangsrichtung eines drehenden Elements (31, 35) oder einer zylindrischen Vorrichtung (50), und Anordnen des bandartigen Faserbündels (133) entlang der Axialrichtung des drehenden Elements (31, 35) oder der zylindrischen Vorrichtung (50); und schräges Abschneiden eines Endes des auf das drehende Element (31, 35) oder die zylindrische Vorrichtung (50) gewickelten bandartigen Faserbündels (133) am Wicklungsbeginn und eines Endes am Wicklungsende in einer zur Axialrichtung des drehenden Elements (31, 35) oder der zylindrischen Vorrichtung (50) rechtwinkligen Richtung.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

FIG .1

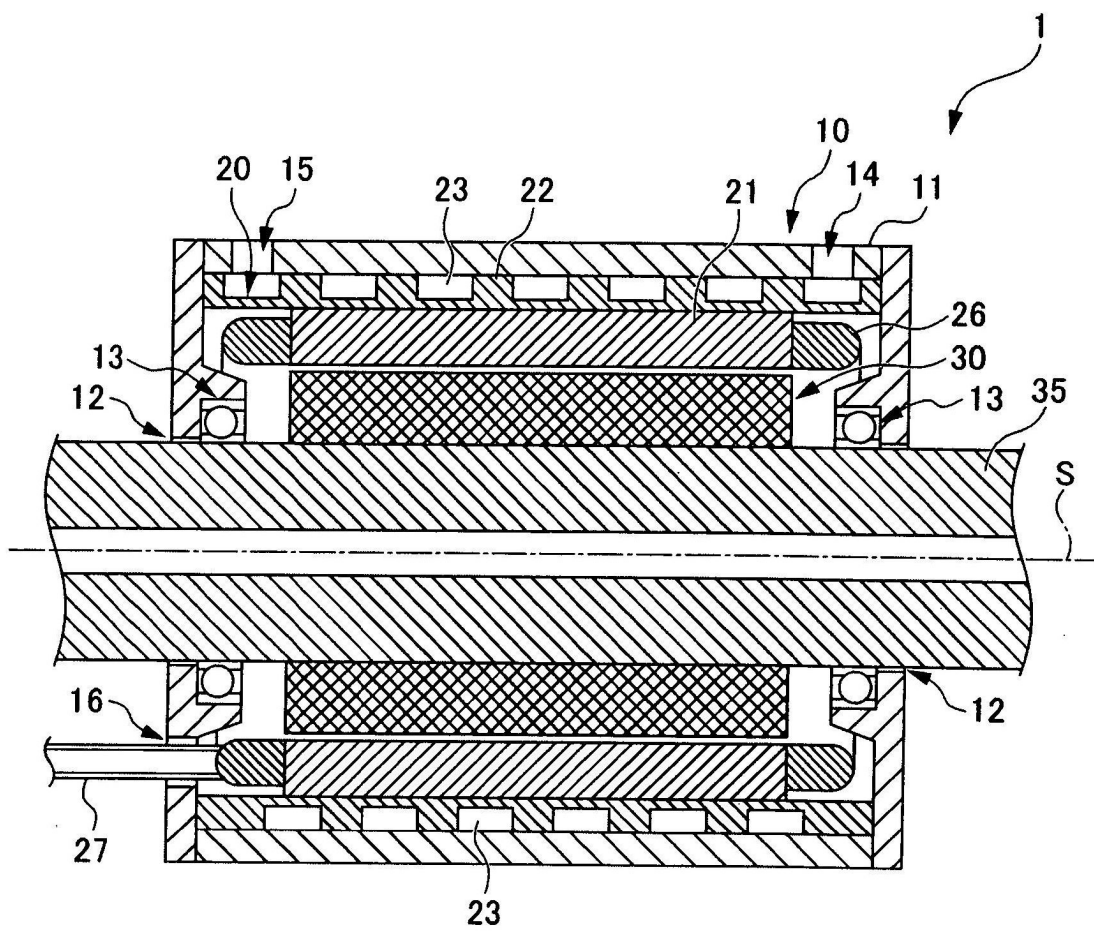


FIG .2

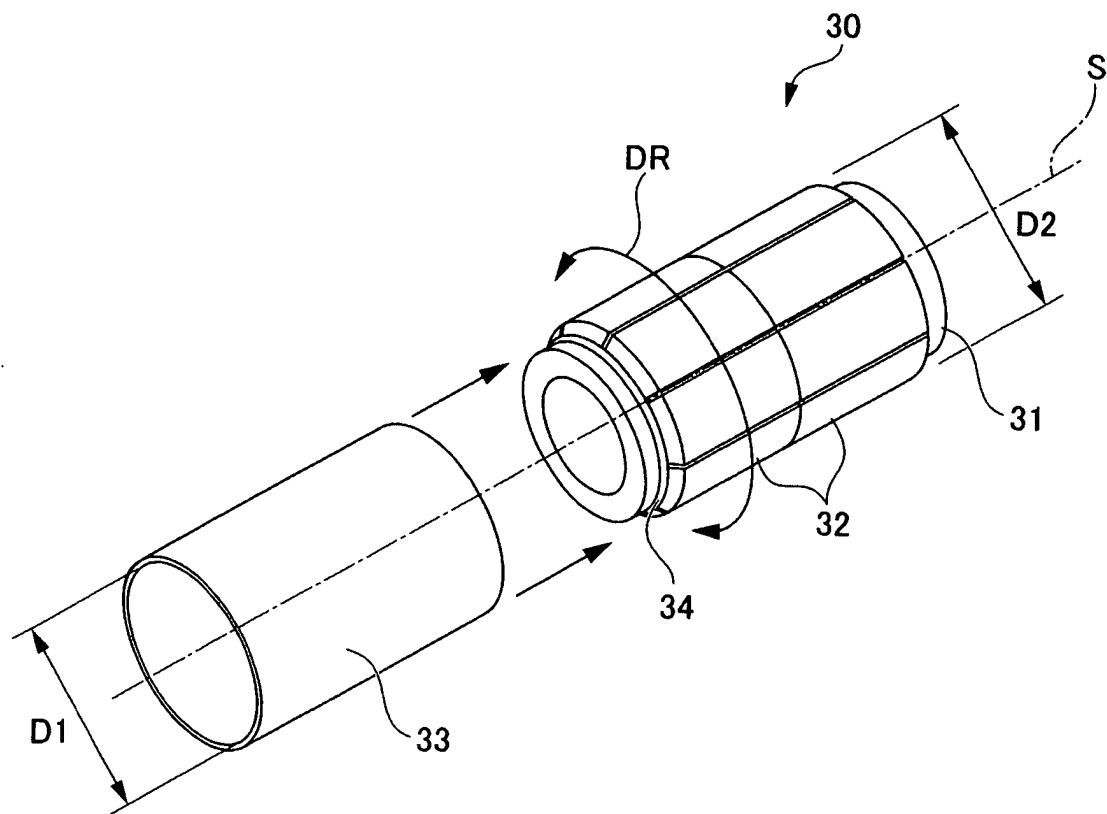


FIG .3A

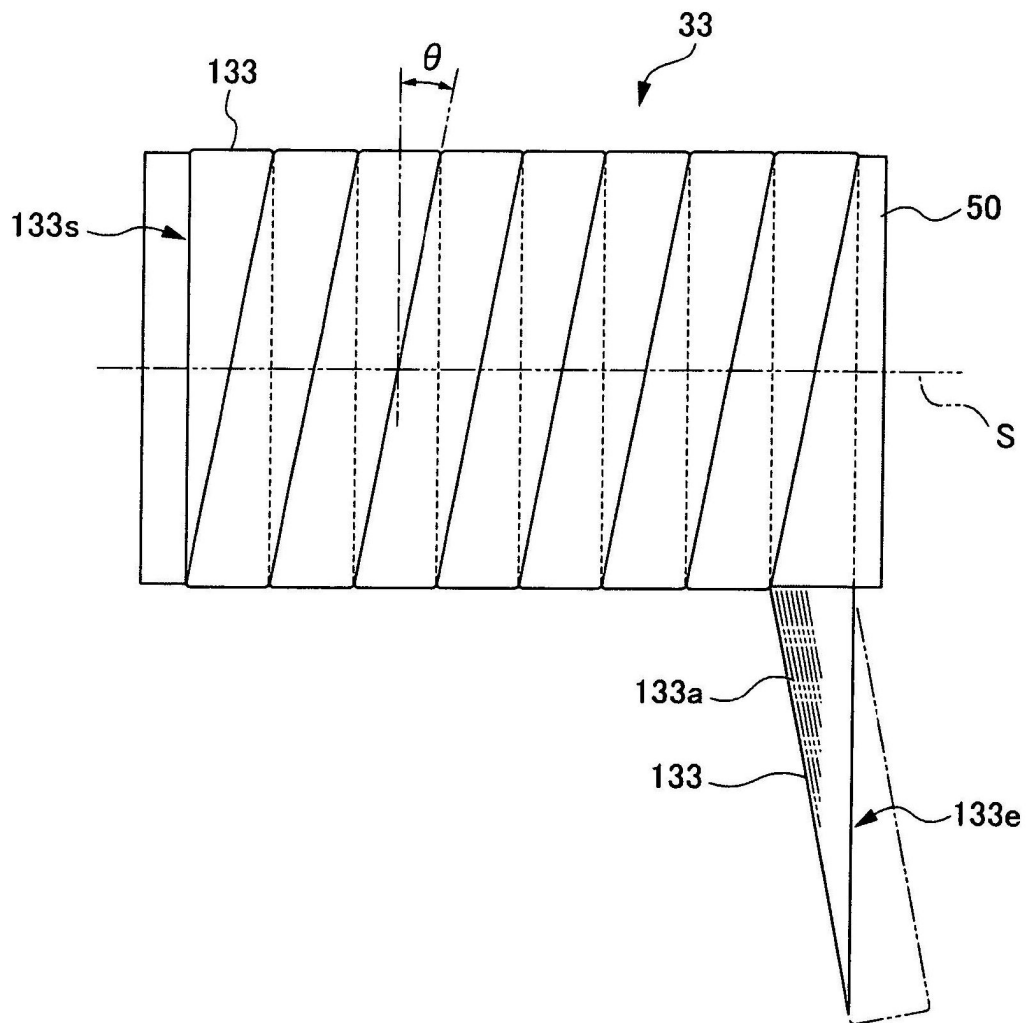


FIG .3B

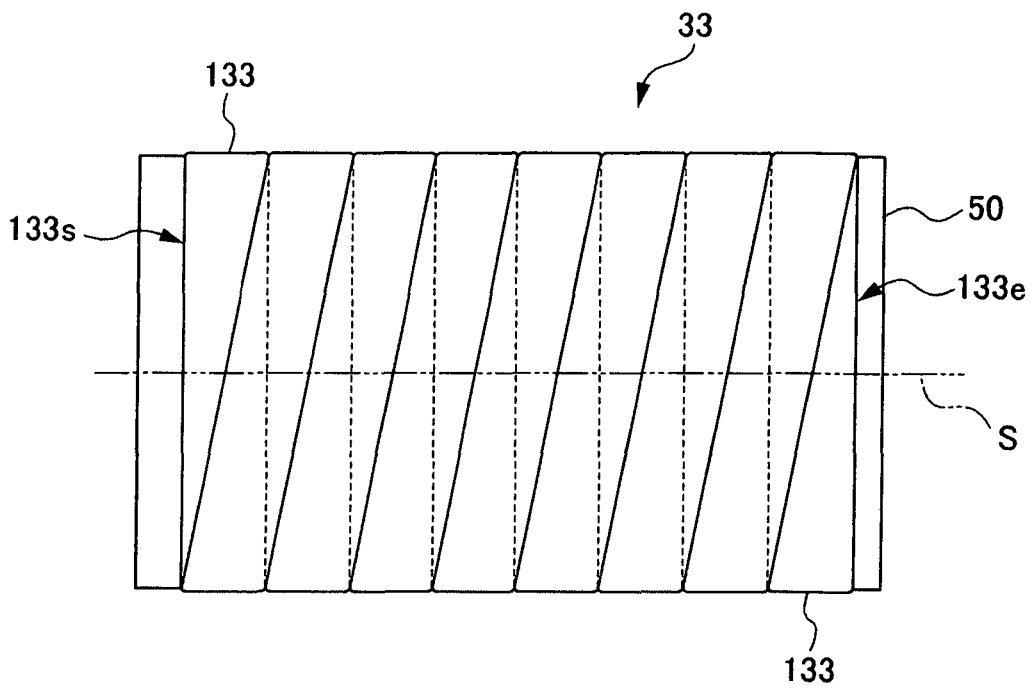


FIG .4A

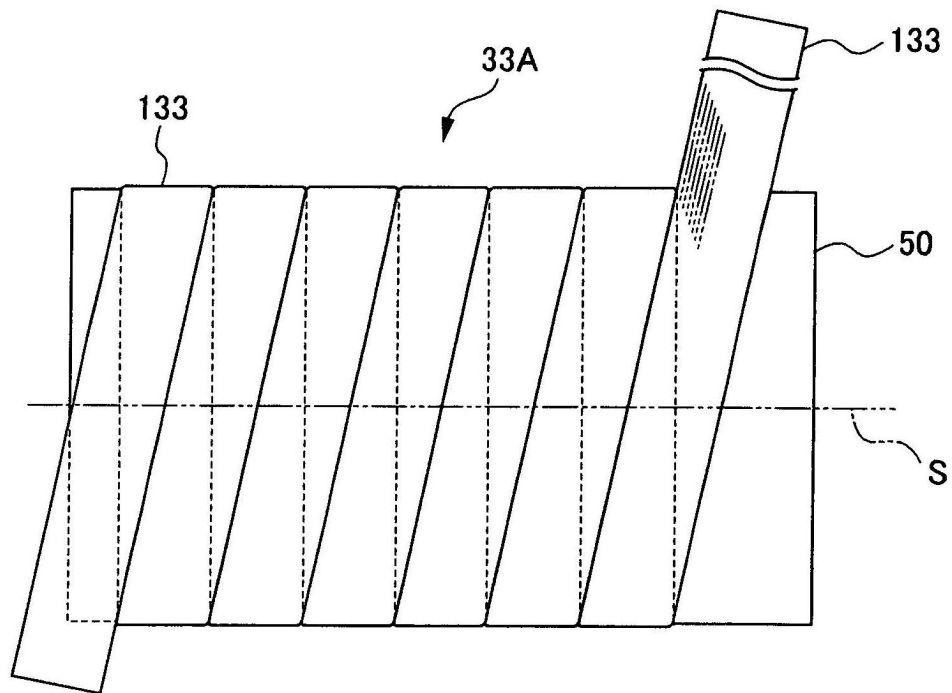


FIG .4B

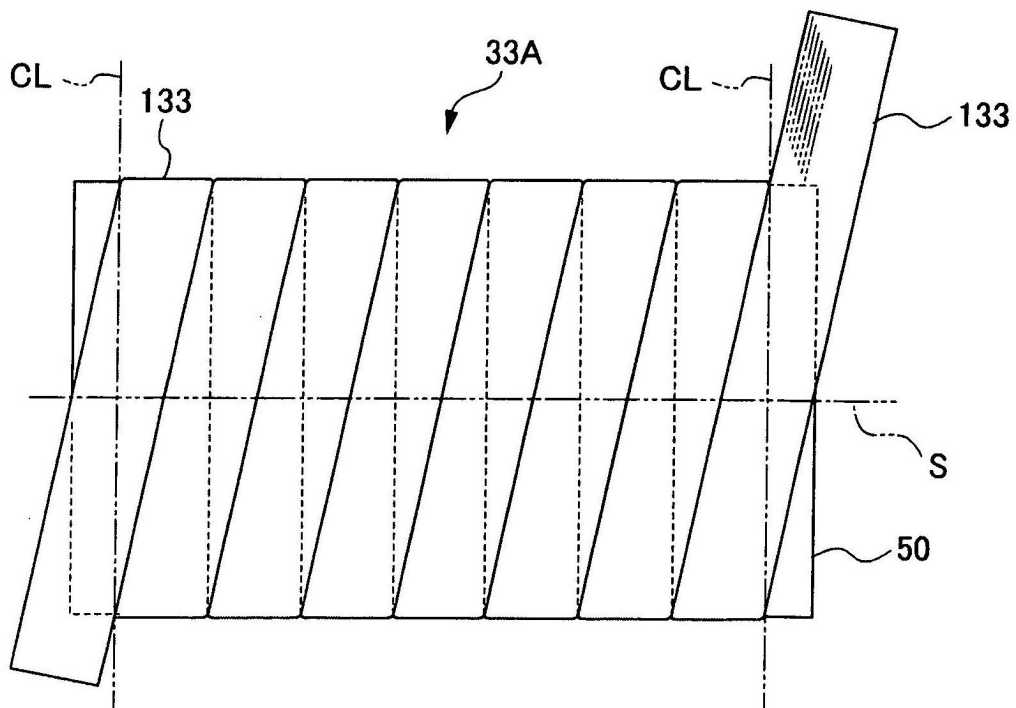


FIG .4C

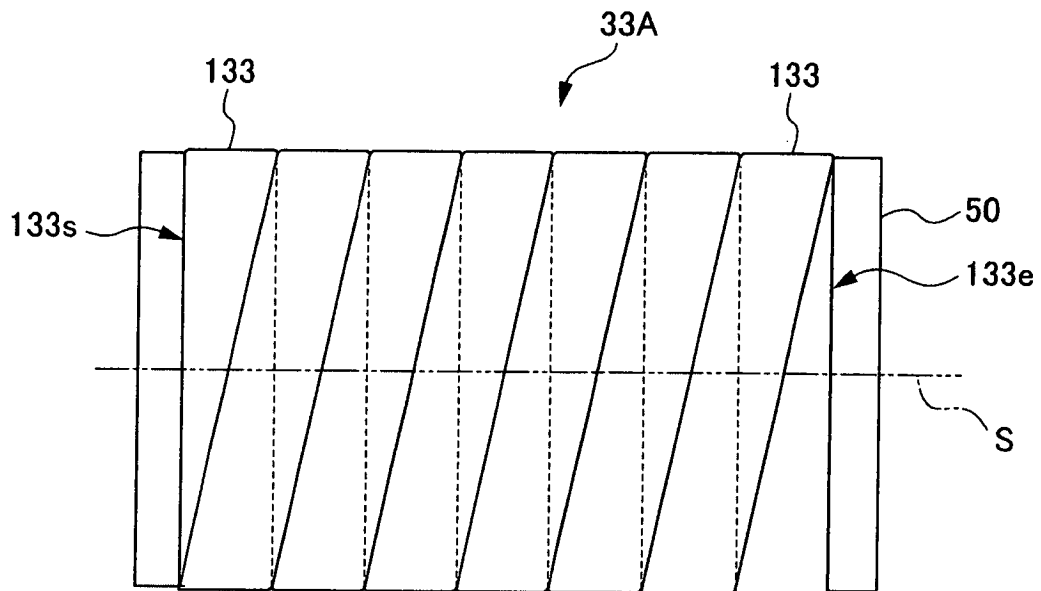


FIG .5A

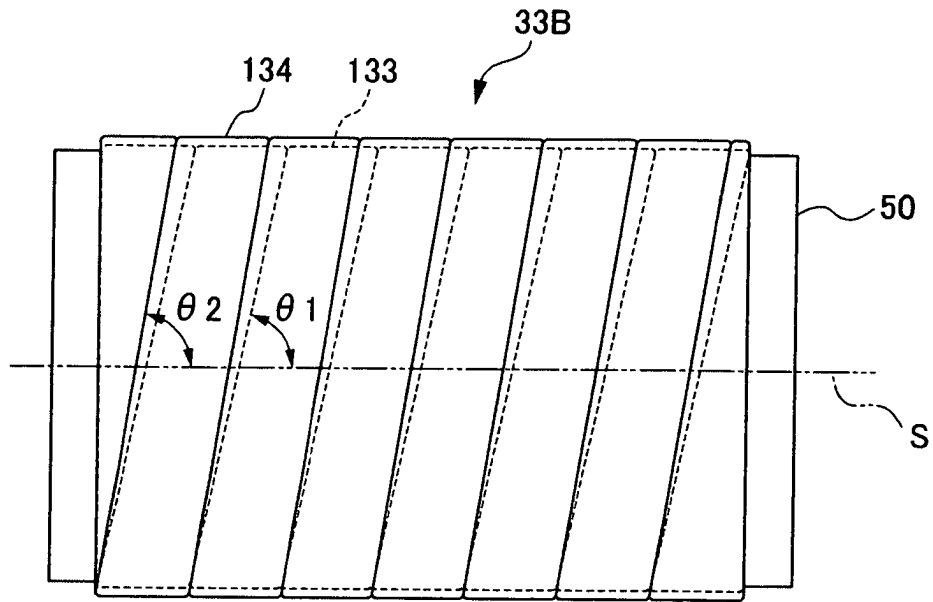


FIG .5B

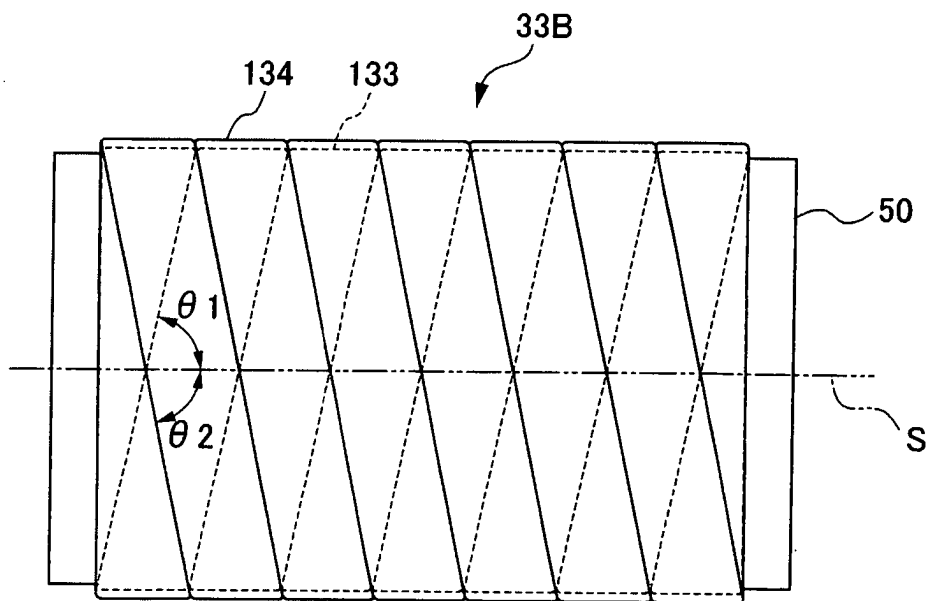


FIG .6

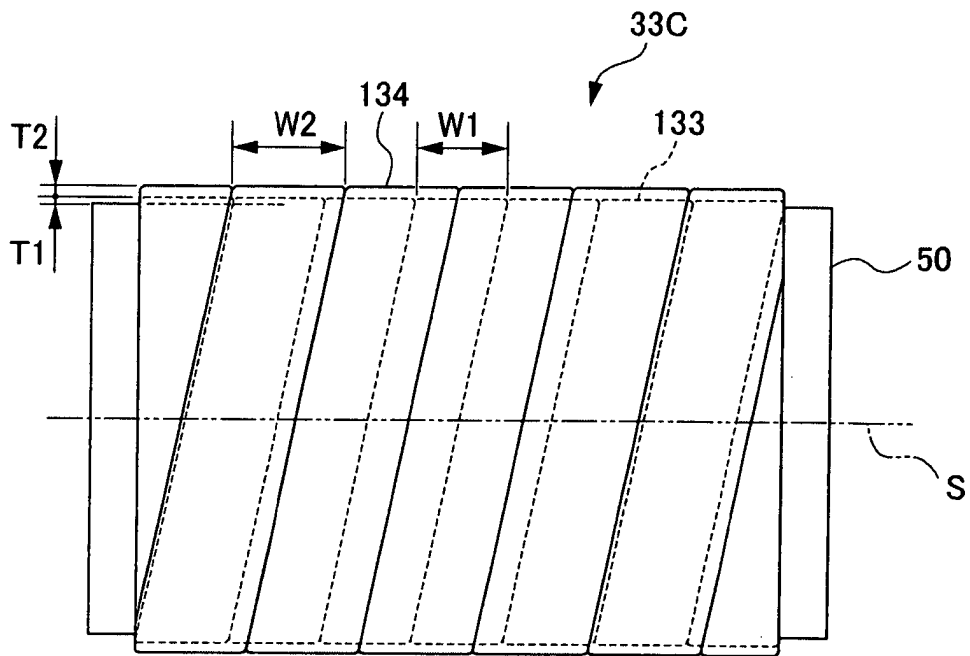


FIG .7A

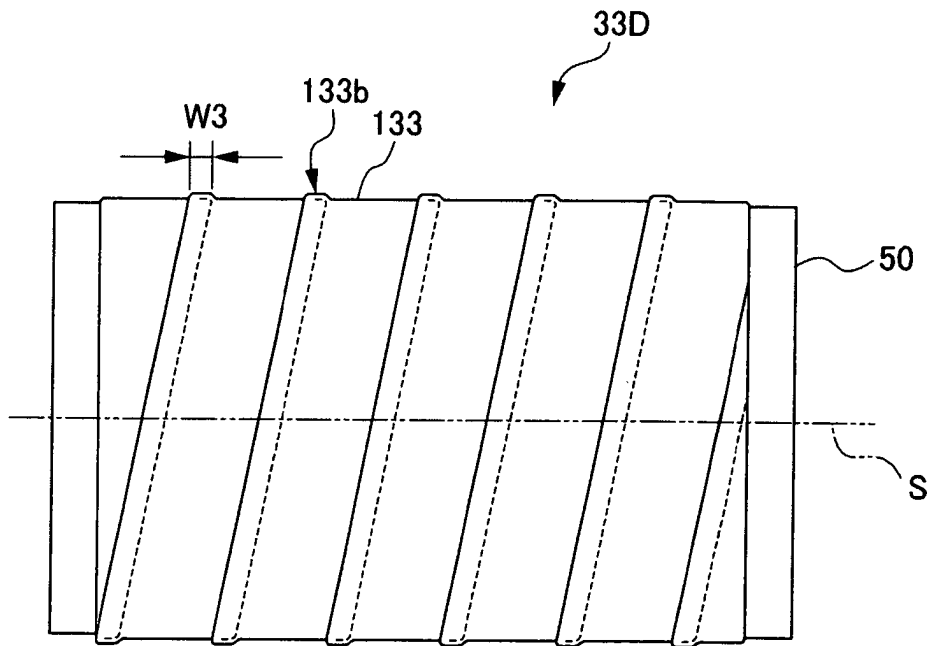


FIG .7B

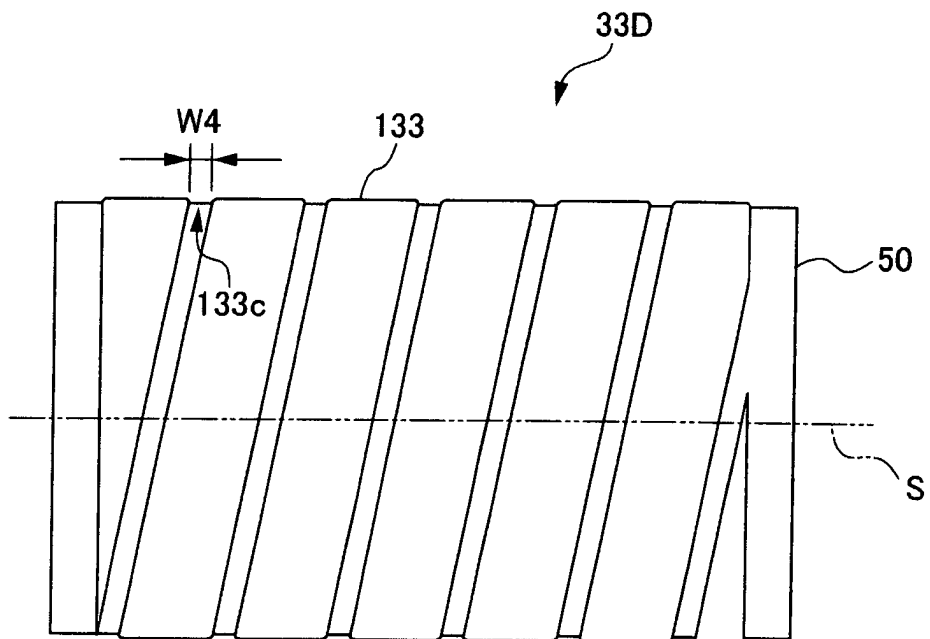


FIG .7C

