(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4260906号
(P4260906)

(45)発行日　平成21年4月30日(2009.4.30)　(24)登録日　平成21年2月20日(2009.2.20)

(51)Int.Cl.		F I		
B29C 70/16	(2006.01)	B29C	67/14	C
B29D 23/00	(2006.01)	B29D	23/00	
B29K 105/08	(2006.01)	B29K	105:08	
B29L 23/00	(2006.01)	B29L	23:00	
B29L 31/04	(2006.01)	B29L	31:04	

請求項の数 30　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平7-274107
(22)出願日　平成7年10月23日(1995.10.23)
(65)公開番号　特開平8-207152
(43)公開日　平成8年8月13日(1996.8.13)
審査請求日　平成14年9月10日(2002.9.10)
(31)優先権主張番号　9412587
(32)優先日　平成6年10月21日(1994.10.21)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

(73)特許権者　592027148
ソシエテ・ナショナル・デテユード・エ・ドウ・コンストリユクシオン・ドウ・モトール・ダヴイアシオン、“エス．エヌ．ウ．セ．エム．アー．”
フランス国、７５７２４・パリ・セデツクス・１５、ブルバール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・バラン・２
(74)代理人　100062144
弁理士　青山　葆
(72)発明者　ペーター・ヴェルキ
ドイツ連邦共和国４１１８７メンヒェングラートバッハ、イム・シュラウン５３番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合体チューブの製造方法およびその装置並びにそれにより得られる複合体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートの両方をマンドレル上に巻き付けることにより、環状のチューブ状複合体を製造する方法であって、

１）　予め設定された温度にマンドレルを予熱するステップと；

２）　強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとを上記マンドレルに固定するステップと；

３）　上記ファブリックと上記シートとを同時に巻き付けるために上記マンドレルを所定の速度で回転させ、ファブリック及びシートに所定の張力を付与するステップと；

４）　上記マトリックス材料を熱する加熱手段とマンドレルを冷却する冷却手段とを駆動するステップと；

５）　チューブが所望の直径に達したときに、上記加熱手段およびマンドレルの回転の両方を停止するステップと；

６）　上記マンドレルの温度を予め設定された予熱温度に導くに十分な設定期間の後、上記冷却手段を停止するステップと；

７）　上記マンドレルを取り外すステップと；

を有することを特徴とする複合体チューブの製造方法。

【請求項２】

上記マンドレルの予め設定された回転数の間、強化繊維ファブリック及びマトリックス材料が、それらの所定の運転張力よりも低い張力を受けていることを特徴とする請求項１

記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項３】
上記マンドレルが上記複合体の予備成形体を構成していることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項４】
上記強化繊維ファブリックが、予め含浸して添加された重合体を有する剥き出しの繊維の織り構造を備えていることを特徴とする請求項１記載の複合材料チューブの製造方法。
【請求項５】
上記繊維が、カーボン，ポリパラフェニレンテレフタルアミド若しくはケブラー（登録商標），ガラス，青銅，及び、それらの混合物で作られた繊維を含むグループから選ばれた繊維で構成されていることを特徴とする請求項４記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項６】
上記重合体が、ＰＴＦＥ（Polytetrafluoroethylene）又はＰＴＦＣＥ（Polytrifluorochloroethylene）、もしくは他の熱硬化性の重合体のグループから選ばれることを特徴とする請求項４記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項７】
上記マトリックス材料のシートが、上記重合体に加え、材料の摩擦学的特性を向上させるための、少なくとも１つの添加剤を含有することを特徴とする請求項４記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項８】
上記添加剤が、二硫化モリブデン，炭化シリコン，グラファイト，銀及び鉛を含むグループから選ばれた物質で構成されていることを特徴とする請求項７記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項９】
上記マンドレルが、０．１ｒｐｍから０．５ｒｐｍの範囲内にある一定速度で回転させられることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１０】
上記強化繊維ファブリックの所定の張力が、５０Ｎ／cmから２００Ｎ／cmの範囲にあることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１１】
上記マトリックス材料のシートの所定の張力が、１Ｎ／cmから１０Ｎ／cmの範囲にあることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１２】
上記所定の張力が、強化繊維ファブリック及びマトリックス材料を送り出しているローラを制動することにより得られることを特徴とする請求項１０記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１３】
上記マンドレルがエアの循環により冷却されることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１４】
上記複合体が、上記強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートの間の溶着領域のまわりを赤外線で熱することにより、非接触で熱せられることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１５】
上記複合体の加熱が、強化繊維ファブリック及び／又はマトリックス材料のシートを溶着領域から上流で予熱することにより補強されることを特徴とする請求項１４記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１６】
上記溶着領域が、４５°の角度にわたって広がっていることを特徴とする請求項１４記載の複合体チューブの製造方法。

【請求項１７】
上記マンドレルが、赤外線加熱手段を用いて、直接的に、予熱されることを特徴とする請求項１４記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１８】
上記マンドレルが、炉内で予熱されることを特徴とする請求項１記載の複合体チューブの製造方法。
【請求項１９】
強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートの両方をマンドレルに巻き付けることにより、チューブ状の複合体を製造するための装置であって、その間で駆動手段によってマンドレルが回転させられる２つの直立部を備えたロードキャリング機構を有するとともに、マンドレル上に、強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとを組み合わせて固定するための手段、上記ファブリックとシートとがマンドレル上に同時に巻き付けられている間、それらを引っ張るための引張手段、および、この方法で得られ、強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとの間の溶着領域に配置された複合材料を加熱するための加熱手段を有することを特徴とする装置。
【請求項２０】
上記加熱が、非接触の赤外線装置により実行されることを特徴とする請求項１９記載の装置。
【請求項２１】
上記マンドレルが、強化繊維ファブリックの自由端とマトリックス材料のシートの自由端を受け合うために、実質的にその全長に沿って延びるスロットを有することを特徴とする請求項１９記載の装置。
【請求項２２】
上記マンドレルが、冷却流体の循環を可能にするための通路により貫通されていることを特徴とする請求項１９記載の装置。
【請求項２３】
上記マンドレルが、複合体の予備成形体を構成していることを特徴とする請求項１９記載の装置。
【請求項２４】
上記加熱手段が、加熱手段とチューブとの間の距離を一定に保つために、パンタグラフアセンブリによって、複合体のチューブの直径の増大の作用に伴って動かされることを特徴とする請求項１９記載の装置。
【請求項２５】
上記溶着領域から上流側に配置された予熱手段を有することを特徴とする記請求項１９記載の装置。
【請求項２６】
上記溶着領域から下流側に配置され、材料の連続的な層の間の圧力を向上させるように設定された圧縮装置を有することを特徴とする請求項１９記載の装置。
【請求項２７】
予め含浸して添加された重合体を有する剥き出しの繊維で作られた強化繊維ファブリックと、上記重合体で構成され、所定の添加剤が充填されたマトリックス材料のシートとを同時に取り外し可能なマンドレル上に巻き付けることにより作られることを特徴とする複合体。
【請求項２８】
上記繊維が、カーボン，ポリパラフェニレンテレフタルアミド若しくはケブラー（登録商標），又は、ガラス，青銅、それらの混合物で作られた繊維のグループから選ばれることを特徴とする請求項２７記載の複合体。
【請求項２９】
上記重合体が、ＰＴＦＥ（Polytetrafluoroethylene）又はＰＴＦＣＥ（Polytrifluorochloroethylene）、もしくは、他の熱硬化性の重合体を含むことを特徴とする請求項２７

記載の複合体。
【請求項３０】
上記添加剤が、二硫化モリブデン，炭化シリコン，グラファイト，銀及び鉛を含むグループから選ばれることを特徴とする請求項２７記載の複合体。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、摩擦学的および力学的に高い特性、特に、低い摩擦係数を有する複合材料から管体（チューブ）を製作する方法、そして、特に、低温(例えば、２０Ｋから６００Ｋ)で使用することができる環状のベアリング及びベアリングケージを製造することを意図した方法に関する。本発明は、また、この方法を実施するための装置、およびそれによって得られた素材に関する。
【０００２】
【従来の技術】
今日、ベアリングケージを製作するのに使用される材料は、特に極低温において、十分に満足できるものではなく、それらはまた、第一に、高速回転で生じ、ケージの破壊を引き起こす力学上の問題に関連した、そして、第二に、ケージとそれが収納するボール,ローラー又はニードルとの間の摩擦に関連した数多くの欠点に悩まされており、それらは、ベアリングの過熱を生じさせ得る同種のものである。
これらの困難に対する部分的な解決法が、今日、ガラス繊維およびＰＴＦＥ（ポリテトラフルオロエチレン：Ｐｏｌｙｔｅｔｒａｆｌｕｏｒｏｅｔｈｙｌｅｎｅ）を基礎にした複合材料を用いることによって提供されており、この複合材料は、特に、高速回転での作動が可能であり、そして、主として２つの在来の方法、すなわち、射出及びワインディング（ｗｉｎｄｉｎｇ）に基づいて製造される。
【０００３】
第一の方法は、良好な力学的特性が得られることを可能にできないという大きな欠点が付きまとうが、しかし、いかなる種類のものであれ特定の性質を付与するための適切な添加剤を、この方法で作られるべき材料に添加することを、より容易にするという利点がある。
回転しているマンドレルに糸（スレッド：ｔｈｒｅａｄ）を巻き付けることから成る第二の方法は、繊維が一定方向に向けられているために、周方向において良好な力学的特性を得ることを可能にするが、それでも、長手方向については劣っており、そのために、この方法で製作されたベアリングの牽引強度を制限する結果になる。このタイプのワインディングの弱点は、（螺旋状の（ヘリカル：ｈｅｌｉｃａｌ）ワインディングを用いて）５０°に近い最適の角度で上記スレッドが交差させられた場合でもつきまとう。それに加えて、この方法で得られた材料は、摩擦係数の大きなばらつきがあり、このばらつきは、特に、様々な繊維の巻き付け方向に依存し、また、この材料で製造されたケージ又はベアリングの寿命及び安定性の両方に影響を及ぼす。ガラス繊維の存在が、明白な欠点を生じさせ得る研磨特性をこの材料に付与することに気が付くこともまた妥当である。
織物（ファブリック：ｆａｂｒｉｃ）のシートに適用される単純なワインディング方法は、軸方向と周方向の両方について良好な力学的性質を得ることを可能にするけれども、潤滑剤が含浸できず、潤滑剤がかなりの量含有されることを妨げるので、摩擦および耐摩耗性についての適切な摩擦学上の性質が得られることを可能にするものではない。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
そこで、本発明は、現在の方法では不可能である、第一に、周方向と長手方向の両方において高い力学的特性を有し、また、第二に、摩擦および耐摩耗性について非常に良好な摩擦学上の特性を有する素材を製造する新規な方法を提供することを目的とする。
【０００５】
【課題を解決するための手段】

この目的は、公知の方法で得られ送りロールに備えられた強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートの両方をマンドレル上に巻き付けることにより、チューブ状の複合体を製造する方法であって、

１） 予め設定された温度にマンドレルを予熱するステップと；

２） 強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとを上記マンドレルに固定するステップと；

３） 上記ファブリックと上記シートとを同時に巻き付けるために上記マンドレルを所定の速度で回転させ、ファブリック及びシートに所定の張力を付与するステップと；

４） 材料を熱する加熱手段とマンドレルを冷却する冷却手段とを駆動するステップと；

５） チューブが所望の直径に達したときに、上記加熱手段およびマンドレルの回転の両方を停止するステップと；

６） 上記マンドレルの温度を予め設定された予熱温度に導くに十分な設定期間の後、上記冷却手段を停止するステップと；

７） 上記マンドレルを取り外すステップと；

を有する方法によって達成される。

【０００６】

強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートの両方が共通のマンドレル上に同時に巻き付けられるという、このまったく斬新で新規な２重ワインディング法は、従来の単一の巻き付け法により、互いに混合されることができない材料を結合することを可能にする。それにより、高い力学的特性を呈する二次元構造を有する複合材料を得ることが可能となる。特定の変形実施例においては、マンドレルは、複合体用の予備成形体を構成しており、その複合体の一体化された一部分を形成している。

強化繊維ファブリックは、剥き出しの繊維が織られた構造及び予め含浸して添加された重合体（ポリマー：ｐｏｌｙｍｅｒ）を有する。繊維は、カーボン,"ケブラー"の名で知られたポリパラフェニレンテレフタルアミド,ガラス又は青銅の繊維により、もしくは、そのような繊維の混合物により構成されている。上記重合体は、好ましくは、ＰＴＦＥ又はＰＴＦＣＥ、もしくは、いかなるものであれ他の熱硬化性の重合体を有する。

【０００７】

マトリックス材料のシートは、重合体と、材料の摩擦学的特性および熱伝導特性を改善するために、少なくとも１つの添加剤とを含んでいる。上記添加剤は、好ましくは、二硫化モリブデン(MoS_2)，炭化シリコン(ＳｉＣ)，グラファイト，銀もしくは鉛から成る。

本発明の方法は、広範囲な強化材／マトリックス／添加剤の割合、従って、広範囲な特性、特に、優れた耐摩耗性及び低摩擦係数のような、とりわけ好ましい摩擦学上の特性を有している複合物を得ることを可能にしている。

好ましくは、マンドレルはエアの循環によって冷却され、加熱が、好ましくは、重合体と加熱手段との間のいかなる変位をも避けるために、強化ファブリックとマトリックス材料のシートとの間の溶着領域の周囲に赤外線加熱を用いることにより、接触することなく行なわれる。それでも、複合材料の加熱は、強化繊維ファブリック及び／又はマトリックス材料のシートを溶着領域から上流側で予熱することによって補強され得る。溶着領域は、好ましくは、４５°の角度にわたって広がる。

複合材料を作っている連続的な層の間の最良の接着を得るために、マンドレルは、使用される前に、炉内で予熱される。

【０００８】

【作用】

上記製造方法の変形実施例においては、マンドレルは、赤外線加熱手段によって、直接的に予熱され、それにより、補助的な炉を使用する必要は回避されるが、その場合は、ファブリック及びシート上に固定されるのに、マンドレルの回転が中断されることが必要となる。

本発明は、また、強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートの両方をマンドレル

に巻き付けることにより、チューブ状の複合体を製造するための装置を提供する。該装置は、その間で駆動手段によってマンドレルが回転させられる２つの直立部を備えたロードキャリング機構を有するとともに、マンドレル上に、強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとを組み合わせて固定するための手段、上記ファブリックとシートとがマンドレル上に同時に巻き付けられている間、それらを引っ張るための引張手段、および、この方法で得られ、強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとの間の溶着領域に配置された複合材料を加熱するための加熱手段を有する。この加熱手段は、好ましくは、非接触の赤外線装置により実行される。

【０００９】

上記マンドレルは、強化繊維ファブリック及びマトリックス材料のシートの自由端を受け合うために、実質的にその全長に沿って延びるスロットを有している。マンドレルへの固定は、１回転あるいは２回転の後に自然に生じ、その後に、ファブリック及びシートが、所定の運転時の張力を受ける。それに加えて、マンドレルは、冷却流体の循環を可能にするための通路によって貫通されている。好ましくは、加熱手段は、パンタグラフアッセンブリによって、複合材料のチューブの直径が増加することによる作用として移動し、その結果、加熱手段とチューブの距離が一定に維持される。複合材料の連続的な層の間の接着性は、溶着領域から上流側に配置された予熱手段を用いることにより、及び、随意的に、溶着領域から下流側に配置された圧縮装置を用いることにより増強され得る。

【００１０】

最後に、本発明は、重合体が含浸された剥き出しの繊維で作られた強化繊維ファブリックと、同じ重合体で構成され、所定の添加剤が含まれたマトリックス材料のシートとの両方を同時に巻き付けるために、上述の特定の装置を使用することにより、上述の方法を適用して作られる複合材料に関する。上記繊維は、カーボン，ケブラー，ガラス，青銅およびそのような繊維の混合物でなる繊維のグループから選ばれ、上記重合体は、ＰＴＦＥ又はＰＴＦＣＥ又はいかなる他の熱硬化性の重合体でなり、また、上記添加剤は、二硫化モリブデン，炭化シリコン，グラファイト，銀又は鉛でなるグループの物質から選ばれる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を、添付図面に基づいて詳細に説明する。

本発明に係るその製造方法が図１に非常に模式的に示されている複合材料の管体を裁断することにより、ベアリング若しくはベアリングケージ又は他の類似の製品(例えば、ガスケット,ジャーナルベアリング若しくはインサート)が得られる。それはマンドレル１０のまわりに構成され、そこでは、実質的にマンドレルの長さに等しい幅を有し、カーボン，"ケブラー(Kevlar)"，ガラス又は青銅の繊維、あるいは、例えばＰＴＦＥのような重合体を予め含浸させられた繊維の混合物で作られた、強化ファブリックにより構成された第一ストリップ１２と、それと同じ幅を有しており、耐摩耗性の添加物，潤滑剤、又は、いかなるものであれ、例えば熱伝導性などの材料特性を改善するのに適当な他の物質が充填され得るＰＴＦＥもしくはＰＴＦＣＥのような重合体により形成されたマトリックス材料のシートで構成された第二ストリップ１４との両方が巻き付けられる。強化ファブリックとマトリックス材料のシートとが同時に巻き付けられる間に、そして、随意的には、それに先立って、ファブリック１２とシート１４は、赤外線非接触加熱手段１６及び１８によって加熱され、一方、マンドレル１０は同時に冷却される。加熱の波長は、選択された重合体による吸収が最良になるように決定される。

【００１２】

強化ファブリック及びマトリックス材料のシートを得ることを可能にする作用は、従来の方法を含んでいる。従って、マトリックス材料のシートは、粉末を焼結し熱間圧延することによって得られるプレートから作られてもよく、そのとき、シートは、本発明に係る方法を実行するために、結果としてそこから送り出されることが可能で、また、以下で詳細に述べられる、第一シリンダ２０に巻き付けられている。使用される粉末は重合体タイプであり、同様に粉末状に分散された様々な添加剤が添加されていてもよい。

同様に、強化ファブリックは、第二シリンダ２２から、例えばＰＴＦＥのような、問題の重合体が溶解した懸濁液を含んでいる水鉢２４へ送り出される剥き出しの繊維ファブリックを含有させることによって得ることができる。その後、炉（オーブン：ｏｖｅｎ）２６の通過がファブリック１２を得るために必要な乾燥を実現する。

【００１３】

強化ファブリックの今一つの実施は、多重パスコーティングタワーにおいて、ファブリックを予めコーティングすることにある。この場合には、その作業は、巻き付けを続けることが出来ないが、ファブリックの大きな幅が覆われることを可能にする。巻き付けが可能であるためには、そのとき、ファブリックが裁断されている必要がある。

これらの含浸作業は、限定され決められた量のマトリックス材料を加えることにより、強化繊維及びマトリックスの間の接着を準備することを目的としたものである。

【００１４】

図２は、強化ファブリックとマトリックスのシートとを同時に巻き付けることを可能にする図１のマンドレルの構造を詳細に示している。マンドレル１０は、円筒形の本体１００を備え(この形状は不可欠ではなく、長方形のもの、多数の突出部を有するもの、又は、多角形の形状のものも同様に可能である)、第一及び第二の端部１１０,１２０を有する。スロット１３０は、強化ファブリック及びマトリックス材料のシートの自由端を、これらをマンドレルへ固定するために受け合うという目的で、その長さの主な部分にわたって、本体１００を真っ直ぐに通っている。ファブリック及びシートをマンドレルに固定するためのこの解決法は、当然ながら、たとえそれが好ましいものであっても、唯一の可能性のある解決法ではない。取り外し可能な部分を締め付けるための螺子を有する解決法を実施することもまた可能であろう。水又は他のいかなる液体の循環をも設定することもまた可能であるが、経路１４０は、冷却された流体、好ましくは、エアを運ぶことによってマンドレルを冷却することができるように、マンドレルの回転軸に平行に貫通させられており、流体は、マンドレルの一端、例えば、端部１１０に形成された入口オリフィス１５０から循環され、他端に形成された出口オリフィス１６０へ向かって流れる。マンドレルは、適当な手段であればいかなる手段によってでも回転させられ、特に、本発明の方法を適用した２重のワインディングによる複合チューブの製作にとりわけ適した装置を示す図３に表された、電気的に駆動される手段により回転させられる。

【００１５】

上記装置は、基本的には、マンドレルの２つの端部が係合された２つの直立部３２及び３４を有するロードベアリング機構を備えており、上記マンドレルは、モータユニット３６により、その一端から一定速度で回転させられる(そのとき、冷却された液体又は気体の注入装置(不図示)は、都合良く、上記マンドレルの他端に設置されている)。溶着領域にある複合材料を、強化繊維とマトリックスとを接着させるのに必要な温度にするために、(接触および抵抗素子の使用によって加熱を行うこともまた可能ではあるが)一定温度の非接触加熱手段１６が、マンドレルの全長に沿って配列された１つ又はそれ以上の赤外線チューブ４２により構成されている。加熱装置は、例えば、ローレット目が刻まれたノブ４６,４８を備えた螺子アッセンブリにより、高さ方向および奥行き方向において調節可能な支持部材４４上に支持されている。例えば、直立部材３８及び４０の間に配列されたテンションローラが、あるいは、いかなるものであれ他の類似した装置が、複合材料の様々な層の間の十分な圧力を保証するために、強化ファブリック上及びマトリックス材料のシート上に一定の張力を維持する働きをしている。この張力は、また、送りシリンダ２０及び２２に、特に電磁気的に、ブレーキを加えることによって得られることが観察され得る。それに加えて、溶着領域からの出口側の圧縮装置が、層の間の圧力を増加させ、かつ、補助的な特徴として冷却をもたらすために働くこともできる。

【００１６】

正確に製造されているチューブの直径の変化に追随することを可能としている好適な実施の形態においては、支持部材が、パンタグラフアッセンブリ５０によって移動させられ得る。上記アッセンブリは、マンドレル１０の長手方向の軸に垂直な平面内において実質的

にその２つの端部のレベルにに配置された２つのアーム５２及び５４を有し、該アームは、直立部３２及び３４に固定された固定点６０の周りにヒンジ結合されたロッドによって構成されている。これら各アームの上部はフィーラ（ｆｅｅｌｅｒ）装置５６に連結される一方、その底部は、加熱手段１６の支持部材４４を弾性的に保持するための保持装置５８に係合している。フィーラ装置は、マンドレルの全長についてその上に置かれ、た少なくとも１本のバー６２を好適に備えており、該バー６２はチューブの直径の増加に伴って動かされ、それによって、(固定点６０に関して)反対方向におけるアームの底部を変位させ、その結果、アームが置かれ、弾性手段６４により装置のロードキャリング機構を支持している基盤６６へ連結されている保持装置５８(例えば、支持部材４４)の位置を自動的に低下させる。かかるパンタグラフアッセンブリを使用することにより、加熱手段とチューブの表面との間に、その直径にかかわらず、一定の距離が維持されることを保証し得る。従って、単位面積当たりの放射束は実質的に一定であり、層の間の接着性、そして、また、複合材料の均一性が改善される。

【００１７】

上記装置において実施される製造方法は、実質的にマンドレルの長さに等しい幅を有する強化ファブリック及びマトリックス材料の両者を、同時に巻き付ける(２重ワインディングする)ことにより、上記材料のチューブを製作するものである。供給原料は、従来の方法によって予め得られる。その方法は、それ自身、以下のステップを有している：

１） 予め設定された温度にマンドレルを予熱するステップ；

２） 強化繊維ファブリックとマトリックス材料のシートとを上記マンドレルに固定するステップ；

３） 上記マンドレルを所定の速度で回転させ、ファブリック及びシートに所定の張力よりも低い予め設定された張力を付与するステップ；

４） 材料を熱する加熱手段とマンドレルを冷却する冷却手段とを駆動するステップ；

５） マンドレルが予め設定された回数だけ回転した後、所定の張力の下にファブリックとシートを配置するステップ；

６） チューブが所望の直径に達したときに、上記加熱手段およびマンドレルの回転の両方を停止するステップ；

７） 上記マンドレルの温度を予め設定された予熱温度に導くために、予め設定された十分な時間の後、上記冷却手段を停止するステップ；そして

８） 上記マンドレルを取り外し、もし必要なら、上記チューブを抜き取るステップ。

【００１８】

層の間の良好な接着性を確保するために不可欠なマンドレルを予熱するステップは、オーブン内で独立して、あるいは加熱手段を用い装置において直接的に行なわれる。第一の場合、マンドレル上にファブリックとシートとを固定するために、少しの間、上記加熱を中断する必要がある。接着性は、特に、直径の大きなチューブに対して、また、例えば青銅繊維のような、ある特定の繊維を用いた場合に、溶着領域から上流で強化繊維ファブリックを予熱することによって(手段１８を使用することによって)、より改善され得る。このような予熱は、また、マトリックス材料のシートに適用し得ることが観察され得る。マンドレルの最初の数回転、実際には最初の２又は３回転の間に、供給原料に対して、より低い張力、例えばその基準値の１０％を加えることの目的は、それ以前の固定ステップにおいてそれらが置かれたマンドレルのスロットから、それらが外れることを防止することである。それでも、もし、固定が異なった方法で、特に、螺子の締め付けによって行われておれば、この予防手段はもはや必要とされず、強化ファブリック及びマトリックス材料のシートの最初の回転から、所定の張力が適用されることができ、その場合、ステップ５)は無意味となる。

【００１９】

チューブからのマンドレルの引き抜きは、固定スロット内に差し込まれたファブリック及びシートの端部に剪断を生じさせることになるので、使用のためにチューブを裁断する前に、複合体チューブの内側を加工する必要がある。それでも、マンドレルが、最終的な材

料の一体的部分を形成している予備成形体を構成する場合には、そうした引き抜きが行なわれることは必要とされないことが認められ得る。

【００２０】

上述の方法を使用して、強化繊維に対するマトリックスの体積比が６で、低密度の、力学的及び摩擦学的に高い特性を有する複合体を製作するテストが行なわれた。この結果、４０％のガラス繊維と６０％のＰＴＦＥからなるチューブについて、１４０Paよりも大きい円周方向及び軸方向の引張力の限度を認めることができ、１５％のカーボン繊維と８５％のＰＴＦＥからなるチューブについては、その限度が２００Paに上昇することが認められた。後者のタイプの材料を用いれば、ステンレス鋼上での(繊維に対して)平行な及び直交する摩擦係数は、それぞれ０.０５及び０.１５よりも小さかった。

【００２１】

本発明の方法を使用すれば、約１０％の非常に少ない含有量の強化繊維と、それに対応して９０％近くの高い含有量の重合体とを有する材料を得ることが可能である。成分に添加される強化材のマトリックスに対する強化材の割合は、材料を最適とすることができるように、広範囲にわたって変更することができる。それに加えて、そして、とりわけ、この２重ワインディング法は、強化繊維ファブリックを、鉛,銀,グラファイトもしくは二硫化モリブデン(MoS_2)のような、それには混和しにくいが、その一方でＰＴＦＥマトリックスには非常に容易に一体化される材料と組み合わせることを可能にする。MoS_2が充填されたＰＴＦＥマトリックスと　ＰＴＦＥが含浸されたカーボン繊維強化材とを有する複合材料が、以下の条件下で製作された：

約２００℃にマンドレルを予熱する；

チューブの直径に依存する、１分間当たり０.１回転(ｒｐｍ)から０.５ｒｐｍの範囲でのマンドレルの回転速度；

５０Ｎ／cmから２００Ｎ／cmまでの強化ファブリックの張力；

１Ｎ／cmから１０Ｎ／cmのマトリックスシートの張力；

約７００℃の加熱温度(チューブの表面温度については、３８０℃より高温)；そして、

約４５°の角の領域にわたる加熱。

チューブの表面温度は重合体を溶融させるに足る高温でなければならないが、品質低下を回避できないほど高過ぎてはならず、また、強化ファブリックの張力は、特に溶着領域において、繊維の力学的強度により負わされた限度を越えてはならない。

【００２２】

その特に優れた力学的および摩擦学的特性のために、２重ワインディングによりチューブを得るための本発明の方法の結果として得られる材料は、低温で作動するベアリングケージ、あるいは、ジャイロスコープに使用されるもののように注油することができないケージを作るのに、特に適している。上記材料は、また、動的磁気ベアリングを用いている産業機械のランド面における使用にもまた適している。

尚、本発明は、以上の実施態様に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良あるいは設計上の変更が可能であることは言うまでもない。

【００２３】

【発明の効果】

本発明の複合材料チューブの製造方法によれば、単一の巻き付け法によっては互いに混合されることができない材料を結合することが可能になり、その結果、力学的に高い特性を呈する二次元構造を有する複合材料を得ることができる。また、本発明の方法は、強化材／マトリックス／添加剤の割合について広い範囲を有しており、その結果として、特に、優れた耐摩耗性及び低摩擦係数のような、とりわけ好ましい摩擦学上の特性を有する複合物を得ることができる。

【００２４】

　また、更に、本発明の複合材料チューブの製造方法によれば、層の間の良好な接着を確保するために不可欠な、マンドレルを予熱する工程は、炉内で別個に、あるいは、加熱手段を用いて装置で直接的に行なわれるが、第一に、マンドレル上にファブリックとシート

とを固定するためには、幾らかの間、加熱を中断する必要があり、その接着性は、特に、直径の大きなチューブに関し、また、青銅繊維のような、ある特定の繊維を用いた場合に、溶着領域から上流側で強化繊維ファブリックを予熱することによって改善される。更に、上記マンドレルの最初の２回転又は３回転の間に、弱い張力、例えば、その公称値の１０％の張力を供給材料に加えることで、該供給材料がマンドレルから外れることを防止できる。

【００２５】

また、更に、本発明の複合材料チューブの製造方法によれば、約１０％の非常に少ない含有量の強化繊維、それに対応して９０％近くの高い含有量の重合体とを有する材料を得ることができる。成分に添加される強化材のマトリックスに対する強化材の割合は、材料を最適とすることができるように、広範囲にわたって変更することができる。それに加えて、そして、とりわけ、この２重ワインディング法は、強化繊維ファブリックを、鉛,銀,グラファイトもしくは二硫化モリブデン(MoS_2)のような、それには混和しにくいが、その一方でＰＴＦＥマトリックスには非常に容易に一体化される材料と組み合わせることを可能にする。

【００２６】

また、本発明の装置によれば、マンドレル上に、強化繊維ファブリックとマトリックスのシートの両方を同時に巻き付けることにより、複合材料から成る環状チューブを製造することができる。また、更に、パンタグラフアッセンブリを用いて、加熱手段とチューブの表面とを、その直径にかかわらず、一定距離に維持することができる。更に、この結果として、単位面積当たりの放射束が実質的に一定となり、層の間の接着性、そしてまた、複合材料の一様性が改善される。

【００２７】

また、更に、本発明の複合材料チューブによれば、その特に優れた力学的および摩擦学的特性のために、２重ワインディングによりチューブを得るための本発明の方法の結果として得られる材料は、低温で作動するベアリングケージ、あるいは、ジャイロスコープに使用されるもののように注油することができないケージを作るのに、特に適している。上記材料は、また、動的磁気ベアリングを用いている産業機械のランド面における使用にもまた適している。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の実施の形態に係る複合材料を製造する方法を示す概略図である。

【図２】　上記実施の形態に係る製造方法で用いられるマンドレルの正面説明図である。

【図３】　上記実施の形態に係る製造方法を実施する装置の外観を示す正面説明図である。

【図４】　図３のIV－IV線に沿った断面説明図である。

【符号の説明】

１０…マンドレル

１６,１８…加熱手段

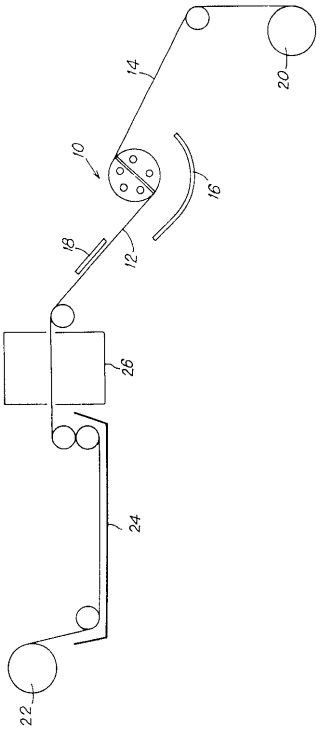
３２,３４…直立部

５０…パンタグラフアッセンブリ

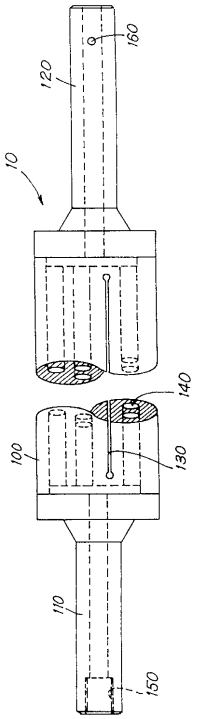
１３０…スロット

１４０…通路

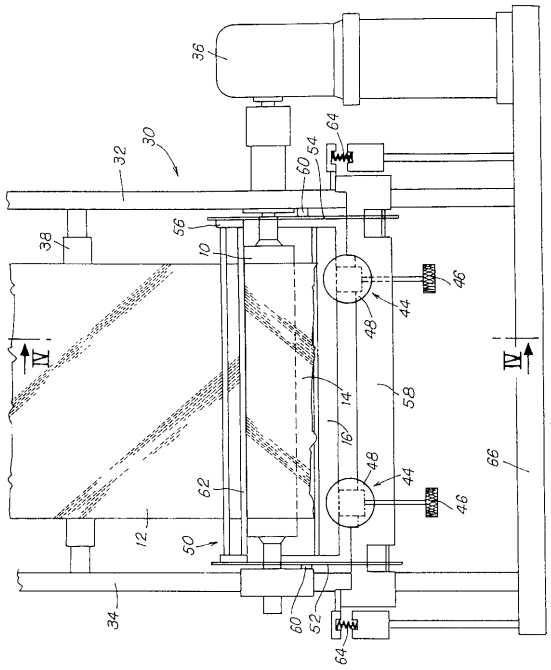
【図１】


14
20
10
16
18
12
26
24
22

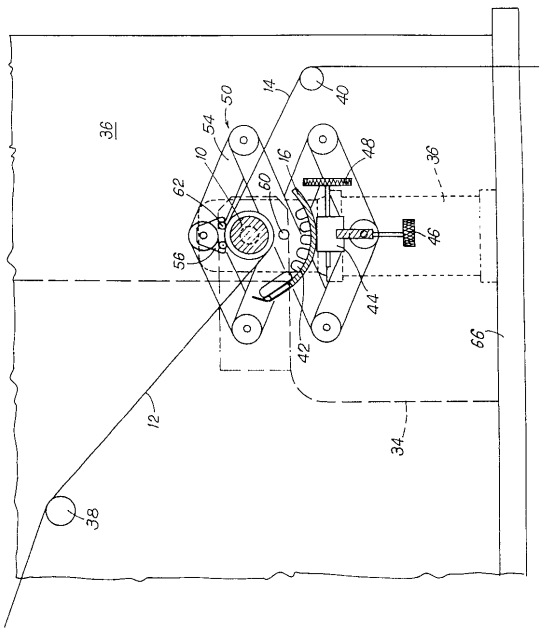
【図２】


160
120
10
140
100
130
110
150

【図３】


36
30
32
64
54
60
56
38
10
46
44
48
IV
IV
14
58
16
66
62
48
44
46
12
50
34
60
52
64

【図４】


36
14
50
40
54
10
16
48
36
62
60
56
46
44
42
66
12
34
38

フロントページの続き

(72)発明者　エマニュエル・エデリーヌ
フランス２７６３０エコ、リュ・デュ・ブー・リュカ８番
(72)発明者　ジャン－フランソワ・クルトゥニー
フランス７８１６０マルリー・ル・ロア、シュマン・デュ・オ・デ・ゾルム２０番

審査官　佐藤　健史

(56)参考文献　特開平０５－２１２８１２（ＪＰ，Ａ）
ＪＩＳ工業用語大辞典，日本，(財)日本規格協会，１９９５年１１月２０日，第４版，557

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B29C70/00～70/88
B29D23/00～23/24