

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-234603

(P2007-234603A)

(43) 公開日 平成19年9月13日(2007.9.13)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO 1 J 9/02 (2006.01)		HO 1 J 9/02	J	
HO 1 J 35/10 (2006.01)		HO 1 J 35/10	C	

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-53472 (P2007-53472)	(71) 出願人	594141406 シュンク・コーレンストップテヒニーク・ ゲーエムペーハー
(22) 出願日	平成19年3月2日(2007.3.2)		
(31) 優先権主張番号	102006010232.0		
(32) 優先日	平成18年3月2日(2006.3.2)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		
		(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 冷却体を製造する方法および冷却体

(57) 【要約】

【課題】 冷却体を製造する方法およびかような冷却体を、知られた構造の冷却体と比較して高い熱伝導率が達成可能であるので、より良好な放熱がなされるように、改善することである。

【解決手段】 方法に関して、冷却体を形成するために、炭素ナノ管および結合剤からなる混合物を形成し、続いて、熱処理する。

【選択図】 図1

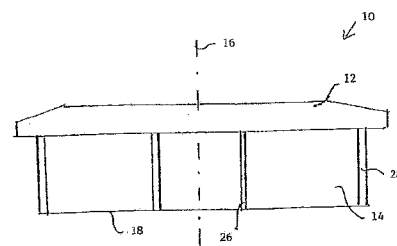


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭素材料からなる熱伝導率が高い冷却体、特に、X線管の回転陽極体の冷却体を製造する方法であって、前記冷却体は、回転軸に対して直角に延びておりかつ熱伝導のために前記冷却体に結合された燃焼リングを有し、前記回転軸を中心として回転可能である陽極体を具備し、

前記冷却体を、複数の炭素ナノ管と結合剤との混合物を形成し、続いて、熱処理することにより形成することを特徴とする方法。

【請求項 2】

ナノ管として、開放の端部を有しおよび／または開放の端部を有しないおよび／または中空空間を有しおよび／または中空空間を有しない単壁のおよび／または多壁のナノ管を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 3】

前記混合物における前記ナノ管の容積割合 V は、 $20 \text{ 容積} \% \leq V \leq 70 \text{ 容積} \%$ 、特に $50 \text{ 容積} \% \leq V \leq 65 \text{ 容積} \%$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記混合物に、黒鉛またはカーボンのような熱伝導性の充填剤を混合することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記熱伝導性の充填剤の容積割合 VF は、 $0 \text{ 容積} \% \leq VF \leq 40 \text{ 容積} \%$ 、特に $0 \text{ 容積} \% \leq VF \leq 10 \text{ 容積} \%$ であることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。 20

【請求項 6】

前記混合物を形成するために、この混合物を等方に、半等方にまたは軸方向に加圧することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記冷却体を射出成形によって成形することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記成形された混合物を、硬化、熱分解および黒鉛化することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記成形された混合物を、特に C V I 法で、1 度または数度再圧縮することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 30

【請求項 10】

ナノ管として、直径 D を有するナノ管を用い、この直径は、実質的に $100 \text{ nm} \leq D \leq 150 \text{ nm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

ナノ管として、気相成長炭素繊維を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

ナノ管として、直径 D を有するナノ管を用い、この直径は、 $D \leq 500 \text{ } \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 40

【請求項 13】

前記混合物は、直径の著しく異なるナノ管からなる二項混合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

炭素ナノ管として、長さ L を有する炭素ナノ管を用い、この長さは、実質的に $L \leq 150 \text{ } \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記混合物から成形されかつ熱処理された冷却体を、場合によっては必要な再加工程後に、内側および／または外側に外装することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

外装として、特に炭素繊維材料（C F C）からなる支持リングを用いることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

炭素材料からなる熱伝導率の高い冷却体（14）、特に、X線管の回転陽極体の冷却体であって、この冷却体は、回転軸に対して直角に延びておりかつ熱伝導のために前記冷却体に結合されている燃焼リング（12）を有し、前記回転軸（16）を中心として回転可能な陽極体（10）を具備し、

前記冷却体（14）は、複数の炭素陽極管からなりまたはまたは炭素陽極管を有する、有機基材上のセラミック成形体であることを特徴とする冷却体。

【請求項 18】

前記炭素ナノ管は、炭素マトリックスに埋め込まれており、前記炭素ナノ管の容積割合 V は、 $20 \text{ 容積} \% \leq V \leq 70 \text{ 容積} \%$ 、特に $50 \text{ 容積} \% \leq V \leq 65 \text{ 容積} \%$ であることを特徴とする請求項 17 に記載の冷却体。

【請求項 19】

前記炭素ナノ管は直径 D を有し、この直径は、実質的に $100 \text{ nm} \leq D \leq 150 \text{ nm}$ であることを特徴とする請求項 17 に記載の冷却体。

【請求項 20】

前記炭素ナノ管は気相成長炭素繊維であることを特徴とする請求項 17 に記載の冷却体。

【請求項 21】

前記冷却体（14）は、長さ L を有し、この長さは、実質的に $L \leq 150 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 17 に記載の冷却体。

【請求項 22】

前記冷却体（14）は、内側および外側に、支持リング（26, 28）を有することを特徴とする請求項 17 に記載の冷却体。

【請求項 23】

前記支持リング（26, 28）は、炭素繊維材料（C F C）からなることを特徴とする請求項 22 に記載の冷却体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、炭素材料からなる熱伝導率が高い冷却体、特に、X線管の回転陽極体の冷却体を製造する方法に関する。この冷却体は、回転軸に直角方向に延びておりかつ熱伝導のために冷却体に結合される燃焼リングを有する、回転軸を中心として回転可能である陽極体を具備する。更に、本発明は、炭素材料からなる熱伝導率の高い冷却体、特に、X線管の回転陽極体の冷却体に関し、この冷却体は、回転軸に直角方向に延びておりかつ熱伝導のために冷却体に結合されている燃焼リングを有する、回転軸を中心として回転可能な陽極体を具備する。

【背景技術】

【0002】

冷却体を有する回転陽極体は、特許文献 1 から読み取れる。燃焼リングにすなわちターゲット面に発生する高温を良好に放出するために、冷却体は、ゴブレット形の形状を有する。その目的は、冷却体の内側で延びておりかつ高い熱伝導率を有する炭素繊維を、ターゲット面および回転軸に共軸に延びておりかつ冷却剤が貫流している冷却管において、鈍的に終わらせるためである。

【0003】

特許文献 2 は、互いに平行に延びている複数の炭素繊維が炭素マトリックスによる結合されていることによって、C 複合体による熱伝導のための接続がなされてなる回転陽極体に関する。炭素繊維の熱伝導率は、 400 W/mK ないし 1000 W/mK の間の範囲にあることが可能である。

10

20

30

40

50

【0004】

ブレブレグからなりかつ炭素繊維を有する回転陽極体は、特許文献3に記載されている。

【0005】

プリント回路または半導体層のような特に電子部材のための冷却体は、特許文献4から公知である。冷却体は複数のナノ管を有する複合体を具備し、基材は金属である。

【0006】

回転陽極体において熱を放出するために、炭素繊維材料が適切であることが明らかになった。何故ならば、これらの炭素繊維材料は、通常使用される金属体に比較して軽量だからである。それ故に、回転陽極体は、高い周波数で回転し、それによって、より大きな直径を有することが可能である。しかしながら、実際には、放熱が、高度に開発されたX線管、特にCT装置の要求に十分には応じられないことが明らかになった。かくして、稼動の頻繁な中断を要する加熱が生じる。更に、炭素複合材料からなる回転陽極体が、冷却剤が貫流する冷却管を有し、それ故に、構造的な構造がコスト高であることは欠点である。

【特許文献1】DE-B-103 04 936

【特許文献2】US-A-5,943,389

【特許文献3】特開昭61-22546

【特許文献4】W0-A-2005/028549

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、冷却体を製造する方法およびかような冷却体を、知られた構造の冷却体と比較して高い熱伝導率が達成可能であるので、より良好な放熱がなされるように、改善することである。冷却液が貫流される特別な冷却通路を特に必要とすることなく、冷却体を簡単な構造にすることが意図される。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明では、課題は、方法に関して、冷却体を形成するために、炭素ナノ管および結合剤からなる混合物を形成し、続いて、熱処理することによって、実質的にこのことによって解決される。

【0009】

既知の従来の技術とは異なり、炭素からなるナノ管（ナノチューブまたはナノ繊維ともいう）が、結合剤と混合され、次に、例えば、等方の、半等方のまたは軸方向の加圧あるいは射出成形によって、成形体が製造され、続いて、この成形体が熱処理される。

【0010】

この場合、熱処理は、硬化、熱分解または炭化および黒鉛化焼成を含むことが可能である。樹脂射出法（resin transfer molding（RTM））も用いられることができる。CVI（Chemical Vapor Infiltration）による1度または数度の再圧縮がなされることができ。

【0011】

C/C成形体の製造の際に用いられるあらゆる方法が使用可能である。

【0012】

等方加圧がなされるとき、圧力は、1000barと2000barの間の範囲で、好ましくは2000barの範囲で用いられるほうがよい。同様なことが半等方加圧による製造に該当する。軸方向の加圧が実行されるとき、圧力は、500barないし700barの間、好ましくは700barの範囲にある。

【0013】

本発明では、冷却体、特に回転陽極体の冷却体が、有機基材上に用いられる。この冷却体は、高い放熱をもたらす複数の炭素ナノ管を有するセラミック体として形成されている。

10

20

30

40

50

【0014】

ナノ管（ナノチューブ）として、開放の端部を有しおよび／または開放の端部を有さないおよび／または中空空間を有しおよび／または中空空間を有しない単壁および／または多壁のナノ管を用いることができる。しかしながら、実質的に10nmと150nmの間の範囲の直径を有するナノチューブが、すなわち、いわゆる多壁のナノチューブが用いられることが、特に提案されている。かように用いられる繊維の長さは、最大限50μmまでの範囲にあることが可能である。しかし、このことによって、本発明が制限されることはない。

【0015】

特に、かようなナノ管からなる混合物は樹脂で製造される。炭素繊維ナノ管の容積割合は、20容積%と70容積%の間、好ましくは50容積%と65容積%の間にある。この場合、この混合物に充填剤、例えば、伝導性の良い黒鉛またはカーボンが混合される。混合物には、<1.0nm、特に<2.5nmの直径を有する炭素ナノチューブが、所望の程度に混合されることができる。

【0016】

ナノチューブの使用によって、熱伝導率の高い成形体が生じる。熱伝導率は600W/mKであるか、それより大きい。

【0017】

この場合、直径の小さいナノチューブの場合に存する極端に高い表面を防ぐために、100nmと150nmの間の直径範囲にある多壁のナノチューブが用いられることは好ましい。しかし、ナノチューブの表面が高ければ高いほど、表面に複数の物質が付着する危険性が増す。これらの物質は、結果として、成形体の熱伝導率が全体的に望ましくないほどに低下するほどの良好でない伝導率を示す。

【0018】

熱処理に関して、再圧縮、特に、パイロカーボン（PyC）を用いたCVI法で気相含浸が行なわれることを参照されたい。他の適切な含浸剤も同様に可能である。但し、これらの含浸剤が炭素に変換される場合に限る。

【0019】

炭化および黒鉛化のような熱処理工程は、700℃と1200℃の間、または2400℃と3500℃の間の温度範囲でなされるほうがよい。炭化が900℃と1150℃の間で、黒鉛化が2600℃と3300℃の間でなされることは好ましい。

【0020】

成形体が十分な安定性を有するとき、或る実施の形態では、方法に関して、熱処理された冷却体を、場合によっては必要な再加工程後に、内側および／または外側に外装することが提案されている。この場合、外装として、特に炭素繊維強化炭素（CFC）からなる支持リングを用いることができる。

【0021】

明細書の最初の部分に記載されたタイプの冷却体は、冷却体が、複数の炭素ナノ管を含む成形体からなり、またはこれらの炭素ナノ管を含むことを特徴とする。炭素ナノ管は、特に、開放の端部を有しおよび／または開放の端部を有しないおよび／または中空空間を有しおよび／または中空空間を有しない単壁および／または多壁のナノ管である。成形体におけるナノ管の容積割合Vは、20容積%ないし70容積%であり、特に50容積%と65容積%の範囲にある。

【0022】

更に、成形体は、黒鉛またはカーボンのような熱伝導性の充填剤を含むことができる。

【0023】

ナノ管が、平均的に100nmと150nmの間にある直径を有するが、中空空間を有しないナノ管であることが好ましい。熱伝導率を高めるために、直径の小さいナノ管を混合することができる。

【0024】

このことは別に、成形体に含まれるナノ管の直径の範囲は、本発明を逸脱することなく、最大限 500 nm であることが可能である。

【0025】

ナノ管の二頂混合物 (bimodale Mischung)、すなわち第 1 のおよび第 2 のナノ管も、同様に可能である。第 1 のナノ管は、第 2 のナノ管が平均的に有する直径とは著しく異なる直径を平均的に有する。

【0026】

更に、本発明は、成形体が、炭素繊維材料からなる支持リングにより内側および／または外側で区画されていることができる環状ディスクとして、形成されていることを提案する。

10

【0027】

他の形状も考えられるが、このことによって、本発明が限定されることはない。

【0028】

成形体は、等方の、半等方のまたは軸方向の加圧によって製造されていることができる。成形体を射出成形品として形成する可能性もある。

【0029】

しかしまた、成形体を、未加工段階におけるまたは炭素材料としてのブランクから機械加工によって、製造することができる。

【0030】

未加工段階におけるブランクを、以下のように、製造することができる。炭素ナノ管、結合剤および充填剤から配合された混合物を、熱間圧縮法によって、約 150 °C の温度で、約 700 bar で、加熱可能な鍛造型の中で最終的な輪郭に近く圧縮する。

20

【0031】

軸方向の加圧は、同様に、約 150 °C に予め加熱された鍛造型の中でなされることができ、約 30 分の保持時間が好ましい。混合物自体をは鍛造型に入れるのは、鍛造型が所望の温度を有する場合である。

【0032】

軸方向の加圧法によるブランクの製造の際に、配合された混合物を低温の鍛造型に入れて、次に、所定の温度／圧力／時間サイクルの下で圧縮を実行して未加工物体を製造する可能性がある。

30

【0033】

等方加圧の際には、低温等方方法が選択される。環状の回転陽極体のナノ冷却体を、シリンダ状の管の形態で (半等方で) 製造すること好ましい。その目的は、加工コストを減らすためである。続いて、半等方で加圧された本体を、最終硬化まで、温度／時間サイクルに委ねる。

【0034】

炭素材料は、以下のことを意味する。炭素ナノ管を有するコンパウンドは、粉末のような比較可能なコンステンシーを有し、従って、炭素材料の標準製造法に対応して加圧、硬化、炭化および黒鉛化されることができる。その結果、炭素材料が生じる。製造技術は、種々の形状を可能にする。これらの形状は、続いて、加工され、回転陽極体が形成されることができ

40

【0035】

本発明の他の詳細、利点および特徴は、複数の請求項から、これらの請求項から読み取ることができかつ単独でおよび／または組合せて用いられる複数の特徴からのみならず、図面から見て取れる実施の形態の以下の記載からも、明らかである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

図 1 には、特にコンピュータトモグラフのために定められた回転陽極体 10 が原理的に示されている。回転陽極体 10 は、実施の形態では、燃焼リング 12 および冷却体 14 により構成されている。この燃焼リングは、例えばタングステンからなることができる。回

50

転陽極体 10 は、図示しないシャフトで支持されており、軸すなわち回転軸 16 を中心として回転可能である。

【0037】

高い測定点密度を短時間で達成するために、用途に関して、回転陽極体 10 を 150 Hz のおよび 400 Hz よりも高い周波数で回転することができる。これの直径は、150 ないし 250 mm の範囲にあることができる。しかし、このことが制限として解釈されることはない。

【0038】

熱を燃焼リング 12 から良好に放出することによって、回転陽極体 10 が長時間に亘って中断なしに用いられることができることが達成される。熱を放出するために、冷却体 14 は、複数の炭素ナノ管と樹脂との混合物から製造された成形体である。この場合、炭素ナノ管としては、特に、100 nm ないし 150 nm の直径を有し、中空空間を有しないいわゆる気相成長炭素繊維が用いられる。回転陽極体における炭素ナノ管の容積割合は、20 容積% ないし 70 容積% の間の、好ましくは、50 容積% と 65 容積% の間の範囲にある。

10

【0039】

熱伝導率を高めるために、回転陽極体 10 を製造するための初混合物に、より直径の小さいナノ管またはナノチューブ、特に単壁のナノ管またはナノチューブが付加されていることが可能である。熱伝導率の良い添加剤、例えばピッチまたはカーボンを混合することもできる。

20

【0040】

かような冷却体 14 は、600 W/mK よりも高い熱伝導率を有する。それ故に、燃焼リング 12 からの良好な放熱がなされることができ。

【0041】

十分な安定性を得るために、冷却体 14 は、内側にすなわち回転軸側に、高力 CFC からなる支持リング 26 を有する。外側にも、この支持リングに対応する支持リング 28 が設けられており、支持リング 28 は、冷却体 14 にプレスされている。他の固定方法も同様に可能である。

【0042】

実施の形態 1

かような冷却体 14 を製造するためには、まず、ナノ管と、硬化樹脂である結合剤とからなる混合物が製造される。結合剤としては、フェノール樹脂のような樹脂が用いられることが好ましい。他のポリマー、熱可塑性樹脂も同様に可能である。炭素ナノ管の割合が、50 容積% ないし 65 容積% の範囲にあるほうがよい。かような混合物からは、射出成形によってまたは等方加圧、半等方加圧または軸方向加圧によって、回転陽極体 10 の最終形態に近い成形体を製造することができる。この成形体は、C/C 製造に対応して、炭化および黒鉛化される。次に、炭素あるいは炭化によって炭素に変換される物質による含浸がなされる。含浸された形態は、次に、熱処理される。熱処理された成形体の 1 度または数度の再圧縮がなされることが可能である。再圧縮は、CVI によってなされることができ。

30

40

【0043】

熱処理は炭化および黒鉛化工程も含む。炭化は 700 °C と 1200 °C の間、特に 900 °C と 1150 °C の間の範囲でなされ、黒鉛化は 2400 °C と 3500 °C の間で、特に 2600 °C と 3300 °C の間でなされる（工程順序は 1 度または数度の再圧縮を含んでもよい）。

【0044】

続いて、成形体は、切削加工によって加工されて、最終形態が形成される。最後に、加工される物体に、内側のおよび／または外側の CFC リングすなわち支持リング 26, 28 の形態の支持構造体を取り付けることができる。

【0045】

50

実施の形態 2

冷却体を製造するために、炭素ナノ管からなるコンパウンド、または結合剤としてのフェノール樹脂を有する気相成長炭素繊維を、例えば150℃の予め熱せられた鍛造型に注入し、700barの圧縮圧力下で、外径205mmおよび内径138mmの寸法および70mmの高さを有するリングに対し軸方向に、約30分の停止時間で加圧する。続いて、被成形部材を、鍛造型から取り出し、圧縮肌の除去後に、炭化、黒鉛化し、次いで、3回の含浸／再炭化サイクルに委ねる。次に、2800℃より高い温度で最終黒鉛化および最終加工がなされる。最終加工後に、CVDによって、冷却体をパイロカーボンで被覆する。その目的は、使用中に粒子の放出を防止するためである。冷却体は、CFCの支持リングを有することができる。但し、このことがX線回転陽極体の所望の回転数によって必要である場合に限る。ターンテーブル上での取着および燃焼リングの取付は、知られた技術で、特にろう付け工程によってなされる。

10

【0046】

本発明では、冷却体として、セラミック体が用いられる。このセラミック体の出発基材は、炭素ナノ管および結合剤の混合物を有する有機基材である。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】特にコンピュータシミュレーションのために定められた回転陽極体を原理的に示す。

【符号の説明】

【0048】

20

- 10 回転陽極体
- 12 燃焼リング
- 14 冷却体
- 16 軸、回転軸
- 26 支持リング、CFCリング
- 28 支持リング、CFCリング

【図 1】

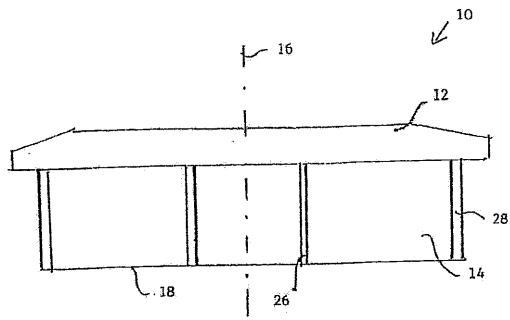


Fig. 1

フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (72)発明者 ローランド・バイス
ドイツ連邦共和国、ディー 3 5 6 2 5 ヒューテンベルク、タールシュトラッセ 5 9
- (72)発明者 トーステン・シャイベル
ドイツ連邦共和国、ディー 6 1 2 3 1 バート・ナウハイム、アム・ハイングラベン 1 9
- (72)発明者 マルティーン・ヘンリヒ
ドイツ連邦共和国、ディー 3 5 5 8 2 ベッツラー、ツィールハオスベーク 4
- (72)発明者 マルコ・エーバート
ドイツ連邦共和国、ディー 3 5 0 8 3 ベッター、マルブルガー・シュトラッセ 2 4
- (72)発明者 アンドレーアス・ラオアー
ドイツ連邦共和国、ディー 3 5 2 7 4 キルヒハイン、マルブルガー・シュトラッセ 1