

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年1月14日(14.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/006668 A1

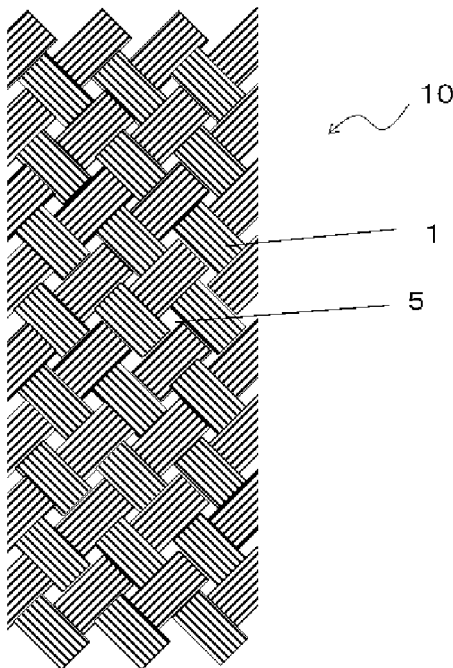
- (51) 国際特許分類:
B32B 1/08 (2006.01) C04B 41/87 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01) G21C 3/06 (2006.01)
B32B 5/08 (2006.01) G21C 3/30 (2006.01)
B32B 18/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069805
- (22) 国際出願日: 2015年7月9日(09.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-141329 2014年7月9日(09.07.2014) JP
- (71) 出願人: イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5038604 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者: 久保 修一 (KUBO Syuichi); 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP). 高木 俊 (TAKAGI Takashi); 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所, 外 (EIKOH PATENT FIRM, P.C. et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: TUBULAR BODY AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 管状体及びその製造方法



(57) Abstract: Provided is a high-strength, heat-resistant, and high-performance tubular body comprising a ceramic/ceramic composite material in which ceramic fibers are used as a braided body, said tubular body having fewer defects owing to bending of the fiber. Also provided is a method for manufacturing said tubular body. The tubular body (100) comprises a substrate and a CVD ceramic layer (3) covering the surface of the substrate, the substrate comprising a cylindrical braided body (10) made of ceramic fibers (1), and a ceramic sintered body layer (2) packed between the ceramic fibers (1). A method for manufacturing the tubular body (100), comprising a weaving step for weaving the ceramic fibers (1) and manufacturing the cylindrical braided body (10), a substrate production step for applying a ceramic precursor onto the braided body (10) and then sintering the assembly to seal the spacing between threads in the braided body (10), and a CVD step for covering the substrate with a CVD ceramic layer (3) and producing the tubular body (100).

(57) 要約: セラミック繊維を組紐体として用いたセラミック／セラミック複合材であって、製造時の繊維の折れによる欠陥が少なく、高強度で耐熱性を有する高性能な管状体及びその製造方法を提供する。管状体(100)は、セラミック繊維(1)からなる筒状の組紐体(10)とセラミック繊維(1)間を充填するセラミック焼成体層(2)とからなる基材と、基材の表面を覆うCVDセラミック層(3)とからなる。管状体(100)の製造方法は、セラミック繊維(1)を製織し、筒状の組紐体(10)を製造する製織工程と、組紐体(10)にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより組紐体(10)の織目を封止する基材製造工程と、基材にCVDセラミック層(3)を被覆し管状体(100)を製造するCVD工程と、からなる。

WO 2016/006668 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：管状体及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、セラミック／セラミック複合材からなる管状体及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] SiC／SiC複合材からなる管状体は、高強度のSiC繊維を骨材とし、主にSiCがマトリックスを構成する。SiCは、耐熱性を有するとともに耐酸化性のある素材であるので、C／Cコンポジット（炭素繊維強化炭素複合材）が使用できない酸化雰囲気下で利用できる特徴がある。

[0003] 特許文献1には、放射線照射等の過酷な条件下においても、耐熱性、強度性および精密加工性に優れるという特性を有するスリーブ（管状体）として、SiC繊維強化SiC複合材料（SiC／SiC）からなる円筒状薄肉スリーブであって、気孔率が40％以下で、かつ、肉厚が5mm以下であることを特徴とする円筒状SiC複合材料スリーブが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開平11-116337号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、前記記載のSiC繊維強化SiC複合材料（SiC／SiC複合材）からなる管状体は、弾性率の高いSiC繊維を用いている。SiC繊維などのセラミック繊維は、耐熱性を備え、高強度であることから、放射線照射等の過酷な条件下などでも利用できる特徴はあるものの、セラミック繊維は有機繊維とは異なり弾性率が高く、曲げにより簡単に折れる、毛羽立ちし易いといった問題がある。このため、組紐体を製織し繊維が折れないようセラミック／セラミック複合材を得ることは困難である。

本発明では、前記課題を鑑み、セラミック繊維を組紐体として用いたセラミック／セラミック複合材であって、製造時の繊維の折れによる欠陥が少なく、高強度で耐熱性を有する高性能な管状体及びその製造方法を提供することと目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 《管状体》

前記課題を解決するための本発明の管状体は、セラミック繊維からなる筒状の組紐体と前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材と、前記基材の表面を覆うCVDセラミック層と、からなる。

[0007] 本発明の管状体によれば、セラミック繊維からなる筒状の組紐体と前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材と、前記基材の表面を覆うCVDセラミック層と、からなるので、セラミック／セラミック複合材を構成し、強靱な管状体を得ることができる。

また、前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層を有しているので、セラミック繊維が製織される際、組紐体に織目など厚さが薄い部分があっても、セラミック焼成体層が薄い部分に集中的に充填されるので、肉厚が薄く弱い部分のない平滑な表面の管状体を得られる。さらにCVD炉に入れられる前に、セラミック焼成体層が繊維どうしを固定することができるのでCVD炉内で加熱した際に熱膨張差などにより繊維が折れにくく、毛羽立ちを発生しにくくすることができ、確実にCVDセラミック層を沈着させることができる。

さらに、緻密体であるCVDセラミック層を有しているので、不浸透性が高く高強度の管状体を得ることができる。

[0008] 本発明の管状体は、以下の態様であることが好ましい。

(A-1) 前記セラミック繊維は、SiC繊維である。

[0009] SiC繊維は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のセラミック繊維として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。

- [0010] (A-2) 前記CVDセラミック層は、CVD-SiC層である。
- [0011] CVD法で得られた被膜は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のCVD-SiC層として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。
- [0012] (A-3) 前記セラミック焼成体層は、SiC焼成体層である。
- [0013] SiC焼成体層は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のセラミック焼成体層として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。
- [0014] (A-4) 前記組紐体は、前記セラミック繊維のストランドが製織されてなる。
- [0015] セラミック繊維は、細い繊維を複数束ねたストランドの形態で使用するにより、しなやかに曲げることができ、毛羽立ちの発生を防ぐことができる。さらに、セラミック繊維は再配列することができるのでストランドの断面形状が自由に変化できる。ストランドは、厚さの薄いバンド状に変形することにより、織目が大きくなりすぎることを防ぐことができ、平滑な表面の管状体を得ることができる。
- [0016] (A-5) 前記組紐体は、織目に空隙を有することを特徴とする。
- [0017] 本発明の管状体は、組紐体の織目に空隙を有することにより、織目に接するセラミック繊維の曲がり方を緩やかにすることができ、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき、毛羽立ちのない高強度の管状体を得ることができる。
- [0018] (A-6) 前記空隙の内接円の直径は、0.1～5mmである。
- [0019] 本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が0.1mm以上であると、織目に接する繊維の曲がり方を緩やかにできるので、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき、毛羽立ちのない高強度の管状体を得ることができる。
- 本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が5mm以下であると、織目に起因する管状体の表面の起伏を小さくすることができ

きるので、セラミック焼成体層が充填されることにより、肉厚が薄い弱い部分のない平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0020] (A-7) 前記セラミック焼成体層は、骨材を含有する。

[0021] 本発明の管状体は、セラミック焼成体層に、骨材を含有することにより、組紐体の有する凹みに効率良くセラミック焼成体層を充填することができる。これは、セラミック焼成体層に骨材を含有することにより、製造時の収縮を小さく抑えることができ、凹みを解消する能力が大きいからである。このため、平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0022] (A-8) 前記管状体は、原子力用である。

本発明の管状体は、セラミック／セラミック複合材で構成され、耐熱性を有している上に、高い強度を備えているので、原子力燃料を収納するチャンネルボックスなど原子力用として好適に利用することができる。

[0023] ≪管状体の製造方法≫

前記課題を解決するための本発明の管状体の製造方法は、セラミック繊維を製織し、筒状の組紐体を製造する製織工程と、前記組紐体にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより前記組紐体の織目を封止する基材製造工程と、基材にCVDセラミック層を被覆し管状体を製造するCVD工程と、からなる。

[0024] 本発明の管状体の製造方法によれば、セラミック繊維を製織し、筒状の組紐体を製造する製織工程の後に、前記組紐体にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより前記組紐体の織目を封止する基材製造工程を有している。このため、CVD工程でCVDセラミック層が形成される前に、織目などの厚さが薄い部分があっても、セラミック前駆体が薄い部分に集中的に充填され、前記組紐体の織目を封止するので、平滑な表面の管状体を製造することができる。さらにCVD炉に入れられる前に、セラミック焼成体層が繊維どうしを固定することができるのでCVD炉内で加熱した際に熱膨張差などにより繊維が折れにくく、毛羽立ちを発生しにくくことができ、確実にCVDセラミック層を沈着させることができる。

- [0025] さらに、緻密体であるCVDセラミック層を被覆するCVD工程を有しているので、不浸透性が高く高強度の管状体を製造することができる。
- [0026] (B-1) 前記セラミック繊維は、SiC繊維である。
- [0027] SiC繊維は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のセラミック繊維として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を製造することができる。
- [0028] (B-2) 前記CVD工程は、SiCのCVD工程である。
- [0029] CVD法で得られた被膜は、耐熱性を備え、高強度であるので、SiCを化学気相成長(CVD)させることにより、高強度で耐熱性の高い管状体を製造することができる。
- [0030] (B-3) 前記セラミック前駆体は、SiC前駆体である。
- [0031] SiC焼成体層は、耐熱性を備え、高強度であるので、SiC前駆体を焼成し管状体のセラミック焼成体層として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。
- [0032] (B-4) 前記組紐体は、前記セラミック繊維のストランドが製織されてなる。
- [0033] セラミック繊維は、細い繊維を複数束ねたストランドの形態で使用するにより、しなやかに曲げることができ、毛羽立ちの発生を防ぐことができる。さらに、セラミック繊維は再配列することができるのでストランドの断面形状が自由に変化できる。ストランドは、厚さの薄いバンド状に変形することにより、織目が大きくなりすぎることを防ぐことができ、平滑な表面の管状体を得ることができる。
- [0034] (B-5) 前記組紐体は、前記織目に空隙を有する。
- [0035] 本発明の管状体の製造方法では、組紐体の織目に空隙を有するように製造することにより、織目に接するセラミック繊維の曲がり方を緩やかにすることができ、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき高強度の管状体を製造することができる。
- [0036] (B-6) 前記空隙の内接円の直径は、0.1～5mmである。

[0037] 本発明の管状体の製造方法は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が0.1 mm以上であると、織目に接する繊維の曲がり方を緩やかにすることができるので、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき高強度の管状体を製造することができる。

[0038] 本発明の管状体の製造方法は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が5 mm以下であると、織目に起因する管状体の表面の起伏を小さくすることができるので、セラミック焼成体層が充填されることにより、薄く弱い部分のない平滑な表面の管状体を製造することができる。

[0039] (B-7) 前記セラミック前駆体は骨材を含有する。

[0040] 本発明の管状体の製造方法は、セラミック焼成体層に、骨材を含有することにより、組紐体の有する凹みに効率良くセラミック焼成体層を充填することができる。これは、セラミック焼成体層に骨材を含有することにより、製造時の収縮を小さく抑えることができ、凹みを解消する能力が大きいからである。このため、平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0041] (B-8) 前記管状体は、原子力用である。

本発明から得られる管状体は、セラミック／セラミック複合材で構成され、耐熱性を有している上に、高い強度を備えているので、原子力燃料を収納するチャンネルボックスなど原子力用として好適に利用することができる。

発明の効果

[0042] 本発明の管状体によれば、セラミック繊維からなる筒状の組紐体と前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材と、前記基材の表面を覆うCVDセラミック層と、からなるので、セラミック／セラミック複合材を構成し、強靱な管状体を得ることができる。

また、前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層を有しているので、セラミック繊維が製織される際、組紐体に織目など厚さが薄い部分があっても、セラミック焼成体層が薄い部分に集中的に充填されるので、肉厚が薄く弱い部分のない平滑な表面の管状体を得られる。さらにCVD炉に入れられる前に、セラミック焼成体層が繊維どうしを固定することができるの

でCVD炉内で加熱した際に熱膨張差などにより繊維が折れにくく、毛羽立ちを発生しにくくすることができ、確実にCVDセラミック層を沈着させることができる。

さらに、緻密体であるCVDセラミック層を有しているので、不浸透性が高く高強度の管状体を得ることができる。

[0043] 本発明の管状体の製造方法によれば、セラミック繊維を製織し、筒状の組紐体を製造する製織工程の後に、前記組紐体にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより前記組紐体の織目を封止する基材製造工程を有している。このため、CVD工程でCVDセラミック層が形成される前に、織目などの厚さが薄い部分があっても、セラミック前駆体が薄い部分に集中的に充填され、前記組紐体の織目を封止するので、平滑な表面の管状体を製造することができる。さらにCVD炉に入れられる前に、セラミック焼成体層が繊維どうしを固定することができるのでCVD炉内で加熱した際に熱膨張差などにより繊維が折れにくく、毛羽立ちを発生しにくくことができ、確実にCVDセラミック層を沈着させることができる。

さらに、緻密体であるCVDセラミック層を被覆するCVD工程を有しているので、不浸透性が高く高強度の管状体を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]図1は、本発明の実施例1の工程フローを示す。

[図2]図2は、本発明の実施例1の管状体の断面を示し、図の上が管状体の外側、図の下が管状体の内側を示す。

[図3]図3は、本発明の実施例1の組紐体段階の正面図であり、長手方向が図の上下方向である。

[図4]図4は、本発明の実施例1の組紐体段階の織目の拡大図である。空隙には、内接円が図示されている。

[図5]図5は、本発明の実施例1の外観写真を表す図面である。

発明を実施するための形態

[0045] 本明細書において、織目とは、織物の繊維と繊維の間をしめす。繊維が束

(ストランド) になっている場合には、ストランドとストランドとの間を示す。織目に空隙を有する場合には、その空隙が織目を構成する。

本明細書において、CVDセラミック層とは、CVD法により形成されたセラミック層を示す。

[0046] 《管状体》

本発明の管状体は、セラミック繊維からなる筒状の組紐体と前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材と、前記基材の表面を覆うCVDセラミック層と、からなる。

[0047] 本発明の管状体の組紐体とは、糸を組み合わせで作った紐であり、管状に製織されているので中空の紐となる。組紐体の中手方向に切れ目を入れて展開すると、例えば縦糸、緯糸がそれぞれ斜めに交差した織布となる。

CVDセラミック層は、管状体の内側及び外側のいずれに形成されていてもよいが、内側及び外側の両側に形成されていることが望ましい。両側に形成されていることでより高強度な管状体を得ることができる。

[0048] 本発明の管状体のセラミック繊維とは、特に限定されないが例えば、SiC繊維、TaC繊維、WC繊維、炭素繊維、Ta₂N₅繊維、チタンシリコンカーバイド繊維などが挙げられる。

[0049] 本発明の管状体のセラミック焼成体とは、焼成されて得られたセラミックであれば良く特に限定されない。例えば、樹脂からなるセラミック前駆体を焼成して得られたセラミック焼成体、セラミックの粉末に焼結助剤を加え焼成したセラミックの焼結体でも良い。

セラミック前駆体としては、ポリカルボシラン、ポリオルガノボロシラザン、ポリメタロキサン、ポリボロシロキサン、ポリカルボシラザンなどが挙げられる。焼成することによりポリカルボシランからはSiC、ポリオルガノボロシラザンからはSiNBCセラミック、ポリメタロキサンからは酸化物系セラミック、ポリオルガノボロシラザンからは、B-Si-C-N系セラミック、ポリカルボシラザンからはSi-C-N系セラミックが得られる。

[0050] 本発明の管状体のCVDセラミック層は、セラミック繊維からなる筒状の組紐体とセラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材の表面を覆う。CVDセラミック層は、化学気相成長法で形成されるので、緻密で高強度な被膜となる。

本発明の管状体によれば、セラミック繊維からなる筒状の組紐体と前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材と、前記基材の表面を覆うCVDセラミック層と、からなるので、セラミック／セラミック複合材を構成し、強靱な管状体を得ることができる。

また、前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層を有しているので、セラミック繊維が製織される際、組紐体に織目など厚さが薄い部分があっても、セラミック焼成体層が薄い部分に集中的に充填されるので、肉厚が薄く弱い部分のない平滑な表面の管状体を得られる。さらにCVD炉に入れられる前に、セラミック焼成体層が繊維どうしを固定することができるのでCVD炉内で加熱した際に熱膨張差などにより繊維が折れにくく、毛羽立ちを発生しにくくすることができ、確実にCVDセラミック層を沈着させることができる。

[0051] さらに、緻密体であるCVDセラミック層を有しているので、不浸透性が高く高強度の管状体を得ることができる。

[0052] 本発明の管状体のセラミック繊維は、SiC繊維であることが好ましい。

[0053] SiC繊維は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のセラミック繊維として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。

[0054] 本発明の管状体のセラミック繊維は、表面にセラミック繊維と組成の異なる繊維被覆層を有していても良い。繊維被覆層としては、熱分解炭素、BNなどが挙げられる。あらかじめセラミック繊維に被覆しておいても、製織工程後に被覆することもできる。繊維被覆層はセラミック焼成体層とセラミック繊維との界面に形成されるので、セラミック焼成体層あるいはCVDセラミック層から伸展するクラックをSiC繊維に伝達しないように応力を分散

することができる。このため、高強度の管状体を得ることができる。

[0055] 本発明の管状体のCVDセラミック層は、CVD-SiC層であることが好ましい。

[0056] CVD法で得られた被膜は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のCVD-SiC層として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。

[0057] 本発明の管状体のセラミック焼成体層は、SiC焼成体層である。

[0058] SiC焼成体層は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のセラミック焼成体層として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。

[0059] 本発明の管状体のセラミック繊維は繊維直径が5～20 μm であることが好ましい。

SiC繊維の繊維直径が5 μm 以上であると繊維表面に発生する微少な傷などの欠陥の影響を小さくすることができ、折れにくくすることができる。

SiC繊維の繊維直径が20 μm 以下であると、曲げに伴って延びる側の外表面に発生する張力を抑制することができ、折れにくくすることができる。

[0060] 本発明の管状体の組紐体は、前記セラミック繊維のストランドが製織されてなることが好ましい。

[0061] セラミック繊維は、細い繊維を複数束ねたストランドの形態で使用するにより、しなやかに曲げることができ、毛羽立ちの発生を防ぐことができる。さらに、セラミック繊維は再配列することができるのでストランドの断面形状が自由に変化できる。ストランドは、厚さの薄いバンド状に変形することにより、織目が大きくなりすぎることを防ぐことができ、平滑な表面の管状体を得ることができる。

ストランドを構成するセラミック繊維の数は100～10000本であることが好ましい。ストランドを構成するセラミック繊維の数が100本以上であると、ストランドを曲げた際にセラミック繊維が自由に再配列しやすく、曲げ応力のかかりにくい薄いバンド状に容易に変形することができる。

[0062] ストランドを構成するセラミック繊維の数が10000本以下であると、ストランドを曲げた際にセラミック繊維が自由に再配列しやすく、曲げ応力のかかりにくい薄いバンド状に容易に変形することができる。

[0063] 本発明の管状体の組紐体は、織目に空隙を有することが好ましい。

[0064] 本発明の管状体は、組紐体の織目に空隙を有することにより、セラミック繊維どうしの間隔を広げ織目に接するセラミック繊維の曲がり方を緩やかにすることができ、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき、毛羽立ちのない高強度の管状体を得ることができる。

[0065] 本発明の管状体の組紐体の織目の空隙の内接円の直径は、0.1～5mmであることが好ましい。

[0066] 本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が0.1mm以上であると、セラミック繊維どうしの間隔を広げ織目に接する繊維の曲がり方を緩やかにすることができるので、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき、毛羽立ちのない高強度の管状体を得ることができる。

本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が5mm以下であると、織目に起因する管状体の表面の起伏を小さくすることができるので、セラミック焼成体層が充填されることにより、肉厚が薄く弱い部分のない平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0067] 本発明の管状体の組紐体の織目の空隙の内接円の直径のさらに望ましい範囲は、0.2～2mmである。

[0068] 本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が0.2mm以上であると、セラミック繊維どうしの間隔をさらに広げ織目に接する繊維の曲がり方を緩やかにすることができるので、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき、毛羽立ちのない高強度の管状体を得ることができる。

本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が2mm以下であると、織目に起因する管状体の表面の起伏をさらに小さくすることができるので、セラミック焼成体層が充填されることにより、肉厚が薄く

弱い部分のない平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0069] 本発明の管状体のセラミック焼成体層は、骨材を含有することが好ましい。

[0070] 本発明の管状体は、セラミック焼成体層に、骨材を含有することにより、組紐体の有する凹みに効率良くセラミック焼成体層を充填することができる。これは、セラミック焼成体層に骨材を含有することにより、製造時の収縮を小さく抑えることができ、凹みを解消する能力が大きいからである。このため、平滑な表面の管状体を得ることができる。

骨材としては、セラミックの粒子などが挙げられる。具体的には、SiC、WC、ジルコニア、マグネシア、アルミナ、シリカ、コーゼライトなどが挙げられ特に限定されない。

[0071] 本発明の管状体は、原子力用であることが好ましい。

本発明の管状体は、セラミック／セラミック複合材で構成され、耐熱性を有している上に、高い強度を備えているので、原子力燃料を収納する燃料被覆管、チャンネルボックスなど原子力用として好適に利用することができる。このような管状体を用いることにより、炉内が高温に曝されても、冷却水との反応を抑え、水素ガスの発生を防止することができる。

[0072] 《管状体の製造方法》

前記課題を解決するための本発明の管状体の製造方法は、セラミック繊維を製織し、筒状の組紐体を製造する製織工程と、前記組紐体にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより前記組紐体の織目を封止する基材製造工程と、基材にCVDセラミック層を被覆し管状体を製造するCVD工程と、からなる。

[0073] 本発明の管状体の製造方法の組紐体とは、糸を組み合わせて作った紐であり、管状に製織されているので中空の紐となる。組紐体の中手方向に切れ目を入れて展開すると、例えば縦糸、緯糸がそれぞれ斜めに交差した織布となる。

本発明の管状体のセラミック繊維とは、特に限定されないが例えば、Si

C繊維、T a C繊維、WC繊維、炭素繊維、T a N繊維、チタンシリコンカーバイド繊維などが挙げられる。

[0074] 本発明の管状体の製造方法のセラミック焼成体とは、焼成されて得られたセラミックであれば良く特に限定されない。例えば、樹脂からなるセラミック前駆体を焼成して得られたセラミック焼成体、セラミックの粉末に焼結助剤を加え焼成したセラミックの焼結体でも良い。

[0075] セラミック前駆体としては、ポリカルボシラン、ポリオルガノボロシラザン、ポリメタロキサン、ポリボロシロキサン、ポリカルボシラザンなどが挙げられる。焼成することによりポリカルボシランからはS i C、ポリオルガノボロシラザンからはS i N B Cセラミック、ポリメタロキサンからは酸化物系セラミック、ポリオルガノボロシラザンからは、B－S i－C－N系セラミック、ポリカルボシラザンからはS i－C－N系セラミックが得られる。

本発明の管状体の製造方法のC V D工程では、C V Dセラミック層がセラミック繊維からなる筒状の組紐体とセラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材の表面を覆う。C V Dセラミック層は、化学気相成長法で形成されるので、緻密で高強度な被膜となる。

[0076] 本発明の管状体の製造方法によれば、セラミック繊維を製織し、筒状の組紐体を製造する製織工程の後に、前記組紐体にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより前記組紐体の織目を封止する基材製造工程を有している。このため、C V D工程でC V Dセラミック層が形成される前に、織目などの厚さが薄い部分があっても、セラミック前駆体が薄い部分に集中的に充填され、前記組紐体の織目を封止するので、平滑な表面の管状体を製造することができる。さらにC V D炉に入れられる前に、セラミック焼成体層が繊維どうしを固定することができるのでC V D炉内で加熱した際に熱膨張差などにより繊維が折れにくく、毛羽立ちを発生しにくくすることができ、確実にC V Dセラミック層を沈着させることができる。

[0077] さらに、緻密体であるC V Dセラミック層を被覆するC V D工程を有して

いるので、不浸透性が高く高強度の管状体を製造することができる。

[0078] 焼成は、例えば800～2000℃で処理することができる。

[0079] 本発明の管状体の製造方法のセラミック繊維は、SiC繊維であることが好ましい。

[0080] SiC繊維は、耐熱性を備え、高強度であるので、管状体のセラミック繊維として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を製造することができる。

[0081] 本発明の管状体の製造方法のセラミック繊維は、表面にセラミック繊維と組成の異なる繊維被覆層を有していても良い。繊維被覆層としては、熱分解炭素、BNなどが挙げられる。あらかじめセラミック繊維に被覆しておいても、製織工程後に被覆することもできる。繊維被覆層はセラミック焼成体層とセラミック繊維との界面に形成されるので、セラミック焼成体層あるいはCVDセラミック層から伸展するクラックをSiC繊維に伝達しないように応力を分散することができる。このため、高強度の管状体を得ることができる。

[0082] 本発明の管状体の製造方法のCVD工程は、SiCのCVD工程であることが好ましい。

[0083] CVD法で得られた被膜は、耐熱性を備え、高強度であるので、SiCを化学気相成長(CVD)させることにより、高強度で耐熱性の高い管状体を製造することができる。

[0084] 本発明の管状体の製造方法のセラミック前駆体は、SiC前駆体であることが好ましい。

[0085] SiC前駆体を焼成して得られるSiC焼成体層は、耐熱性を備え、高強度であるので、SiC前駆体を焼成し管状体のセラミック焼成体層として使用することにより、高強度で耐熱性の高い管状体を得ることができる。SiC前駆体は、例えばポリカルボシランなどの有機珪素樹脂である。

[0086] 本発明の管状体製造方法のセラミック繊維は繊維直径が5～20μmであることが好ましい。

S i C繊維の繊維直径が5 μ m以上であると繊維表面に発生する微少な傷などの欠陥の影響を小さくすることができ、折れにくくすることができる。

S i C繊維の繊維直径が20 μ m以下であると、曲げに伴って延びる側の外表面に発生する張力を抑制することができ、折れにくくすることができる。

[0087] 本発明の管状体の製造方法の組紐体は、セラミック繊維のストランドが製織されてなることが好ましい。

[0088] セラミック繊維は、細い繊維を複数束ねたストランドの形態で使用するにより、しなやかに曲げることができ、毛羽立ちの発生を防ぐことができる。さらに、セラミック繊維は再配列することができるのでストランドの断面形状が自由に変化できる。ストランドは、厚さの薄いバンド状に変形することにより、織目が大きくなりすぎることを防ぐことができ、平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0089] ストランドを構成するセラミック繊維の数は100～10000本であることが好ましい。ストランドを構成するセラミック繊維の数が100本以上であると、ストランドを曲げた際にセラミック繊維が自由に再配列しやすく、曲げ応力の係りにくい薄いバンド状に容易に変形することができる。

ストランドを構成するセラミック繊維の数が10000本以下であると、ストランドを曲げた際にセラミック繊維が自由に再配列しやすく、曲げ応力のかかりにくい薄いバンド状に容易に変形することができる。

[0090] 本発明の管状体の製造方法の組紐体は、織目に空隙を有することが好ましい。

[0091] 本発明の管状体の製造方法では、組紐体の織目に空隙を有するように製造することにより、織目に接するセラミック繊維の曲がり方を緩やかにすることができ、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき高強度の管状体を製造することができる。

[0092] 本発明の管状体の製造方法の空隙の内接円の直径は、0.1～5mmであることが好ましい。

[0093] 本発明の管状体の製造方法は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内

接円が0.1 mm以上であると、織目に接する繊維の曲がり方を緩やかにすることができるので、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき高強度の管状体を製造することができる。

本発明の管状体の製造方法は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が5 mm以下であると、織目に起因する管状体の表面の起伏を小さくすることができるので、セラミック焼成体層が充填されることにより、肉厚が薄い弱い部分のない平滑な表面の管状体を製造することができる。

[0094] 本発明の管状体の組紐体の織目の空隙の内接円の直径のさらに望ましい範囲は、0.2～2 mmである。

[0095] 本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が0.2 mm以上であると、セラミック繊維どうしの間隔をさらに広げ織目に接する繊維の曲がり方を緩やかにすることができるので、セラミック繊維にかかる曲げ応力を小さくでき、毛羽立ちのない高強度の管状体を得ることができる。

本発明の管状体は、管状体を構成する組紐体の織目の空隙の内接円が2 mm以下であると、織目に起因する管状体の表面の起伏をさらに小さくすることができるので、セラミック焼成体層が充填されることにより、肉厚が薄く弱い部分のない平滑な表面の管状体を得ることができる。

[0096] 本発明の管状体の製造方法のセラミック前駆体は骨材を含有することが好ましい。

[0097] 本発明の管状体の製造方法は、セラミック焼成体層に、骨材を含有することにより、組紐体の有する凹みに効率良くセラミック焼成体層を充填することができる。これは、セラミック焼成体層に骨材を含有することにより、製造時の収縮を小さく抑えることができ、凹みを解消する能力が大きいからである。このため、平滑な表面の管状体を得ることができる。

骨材としては、セラミックの粒子などが挙げられる。具体的には、SiC、WC、ジルコニア、マグネシア、アルミナ、シリカ、コーゼライトなどが挙げられ特に限定されない。

[0098] 本発明の管状体は、原子力用であることが好ましい。

本発明の管状体は、セラミック／セラミック複合材で構成され、耐熱性を有している上に、高い強度を備えているので、原子力燃料を収納する燃料被覆管、チャンネルボックスなど原子力用として好適に利用することができる。このような管状体を用いることにより、炉内が高温に曝されても、冷却水との反応を抑え、水素ガスの発生を防止することができる。

実施例

[0099] 以下本発明の実施例について図を用いて説明する。図1は、本発明の実施例1の工程フローを示す。図2は、本発明の実施例1の管状体の断面を示し、図の上が管状体の外側、図の下が管状体の内側を示す。図3は、本発明の実施例1の組紐体段階の正面図であり、長手方向が図の上下方向である。図4は、本発明の実施例1の組紐体段階の織目の拡大図である。空隙には、内接円が図示されている。図5は、本発明の実施例1の外観写真を表す図面である。

[0100] 本発明の管状体及びその製造方法について、実施例1を用いて順に説明する。

[0101] <製織工程>図1(a)

セラミック繊維1はSiC繊維を用いた。セラミック繊維は、繊維直径7.5 μ mの宇部興産株式会社製SiC繊維「チラノSA3」を1600本束ねたストランドの形態で使用した。64本のストランドを、ブレードイング装置を用い、内径 ϕ 10mm、長さ400mmの組紐体を得た。

[0102] <基材製造工程>図1(b)

得られた組紐体に、 ϕ 10mmの黒鉛製の丸棒を挿入し、セラミック前駆体であるポリカルボシランを塗布した。さらに黒鉛製の丸棒とともに1200℃で焼成したのち、黒鉛の丸棒を抜き取り、基材を得た。得られたセラミック焼成体層2は、SiCである。

[0103] <CVD工程>図1(c)

得られた基材をCVD炉に入れ、シランガス及びメタンを原料ガスとして

導入し、CVDセラミック層を形成した。CVDセラミック層はシランガス及びメタンを原料ガスとしたので、CVD-SiC層である。CVDの成膜温度は、1200℃である。

以上の工程により、セラミック繊維1がSiC繊維、セラミック焼成体層2がSiC焼成体層、CVDセラミック層3がCVD-SiC層である断面が円形の管状体を得られた。

[0104] 次に得られた管状体100について説明する。図2は、本発明の実施例1の管状体100の断面を示し、図の上が管状体100の外側、図の下が管状体100の内側を示す。図3は、本発明の実施例1の管状体100の正面図であり、長手方向が図の上下方向である。図4は、本発明の実施例1の管状体100を構成する組紐体10の織目の拡大図である。織目には空隙5を有し、空隙5には、内接円6が図示されている。図5は、本発明の実施例1の外観写真を表す図面である。

[0105] 図2は、管状体100を構成する組紐体10のある1本のストランドに沿って切断した断面図である。組紐体10は、展開すると平織りとなるようにストランドが交互に織られている。ストランドが交差する箇所では、ストランドは曲げられ上下に入れ替わっている。

図3は、組紐体段階の正面図である。右回りストランド32本、左周りのストランド32本により製織されている。ストランドの交差する織目には、空隙5を有している。

空隙の内接円6の説明図を、図4に示す。組紐体10における空隙5の内接円6の直径は0.5mmである。図5は得られた管状体100の外観写真を表す図面である。管状体100の外径はφ11mm、内径はφ10mmであった。得られたSiC/SiC複合材よりなる管状体100は、毛羽立ちはなく、平滑な表面が得られ管状体の表面全体がCVD-SiC層により覆われている。

[0106] <性能評価>

得られた実施例1の管状体を100mmの長さに切断し1200℃に加熱

し、水中投下したが、クラック、割れは発生しなかった。

[0107] <比較例>

S i C粉末を原料とし、押出成形、焼結して得たS i C焼結体を用い、同様に水中投下試験を実施した。長さ150mm、内径10mm外径 ϕ 12mmのS i Cパイプを同様に1200℃に加熱し、水中に透過したところ、バラバラに割れた。

比較例1のS i C焼結体よりなる管状体と、実施例1のS i C/S i C複合材よりなる管状体とを比較し、本発明によれば高強度の管状体を得ることができることが確認された。

[0108] 本出願は、2014年7月9日出願の日本国特許出願（特願2014-141329）に基づくものであり、それらの内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0109] 本発明の管状体は、原子力用途の燃料集合体材料として用いられる薄肉長尺角筒、薄肉長尺円筒などの様々な形状にも利用することができる。

符号の説明

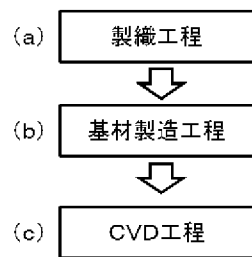
- [0110] 1 セラミック繊維
2 セラミック焼成体層
3 CVDセラミック層
5 空隙
6 内接円
10 組紐体
100 管状体

請求の範囲

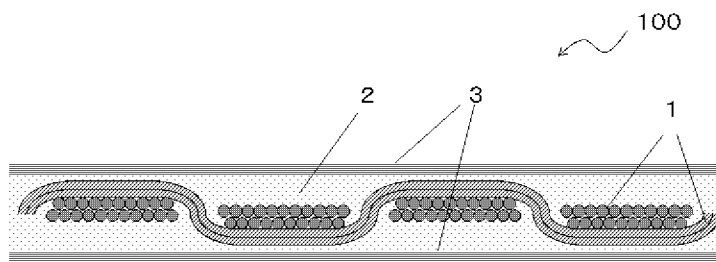
- [請求項1] セラミック繊維からなる筒状の組紐体と前記セラミック繊維間を充填するセラミック焼成体層とからなる基材と、
前記基材の表面を覆うCVDセラミック層と、
からなることを特徴とする管状体。
- [請求項2] 前記セラミック繊維は、SiC繊維であることを特徴とする請求項1に記載の管状体。
- [請求項3] 前記CVDセラミック層は、CVD-SiC層であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の管状体。
- [請求項4] 前記セラミック焼成体層は、SiC焼成体層であることを特徴とする請求項1～請求項3のうちのいずれか1項に記載の管状体。
- [請求項5] 前記組紐体は、前記セラミック繊維のストランドが製織されてなることを特徴とする請求項1～請求項4のうちのいずれか1項に記載の管状体。
- [請求項6] 前記組紐体は、織目に空隙を有することを特徴とする請求項1～請求項5のうちのいずれか1項に記載の管状体。
- [請求項7] 前記空隙の内接円の直径は、0.1～5mmであることを特徴とする請求項6に記載の管状体。
- [請求項8] 前記セラミック焼成体層は、骨材を含有することを特徴とする請求項1～請求項7のうちのいずれか1項に記載の管状体。
- [請求項9] 前記管状体は、原子力用であることを特徴とする請求項1～請求項8のうちのいずれか1項に記載の管状体。
- [請求項10] セラミック繊維を製織し、筒状の組紐体を製造する製織工程と、
前記組紐体にセラミック前駆体を塗布した後、焼成することにより前記組紐体の織目を封止する基材製造工程と、
基材にCVDセラミック層を被覆し管状体を製造するCVD工程と、
からなることを特徴とする管状体の製造方法。

- [請求項11] 前記セラミック繊維は、S i C繊維であることを特徴とする請求項10に記載の管状体の製造方法。
- [請求項12] 前記C V D工程は、S i CのC V D工程であることを特徴とする請求項10または請求項11に記載の管状体の製造方法。
- [請求項13] 前記セラミック前駆体は、S i C前駆体であることを特徴とする請求項10～請求項12のうちのいずれか1項に記載の管状体の製造方法。
- [請求項14] 前記組紐体は、前記セラミック繊維のストランドが製織されてなることを特徴とする請求項10～請求項13のうちのいずれか1項に記載の管状体の製造方法。
- [請求項15] 前記組紐体は、前記織目に空隙を有することを特徴とする請求項10～請求項14のうちのいずれか1項に記載の管状体の製造方法。
- [請求項16] 前記空隙の内接円の直径は、0.1～5mmであることを特徴とする請求項15に記載の管状体の製造方法。
- [請求項17] 前記セラミック前駆体は骨材を含有することを特徴とする請求項10～請求項16のうちのいずれか1項に記載の管状体の製造方法。
- [請求項18] 前記管状体は、原子力用であることを特徴とする請求項10～請求項17のうちのいずれか1項に記載の管状体の製造方法。

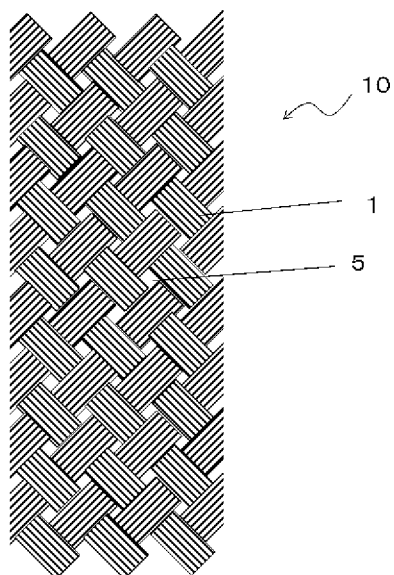
[図1]



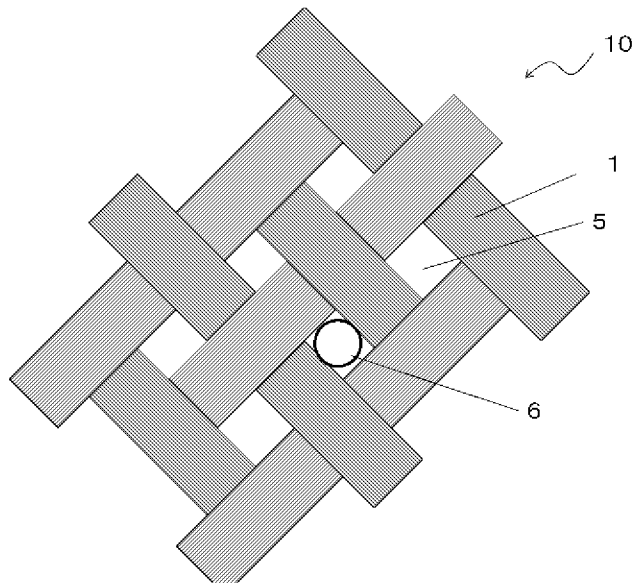
[図2]



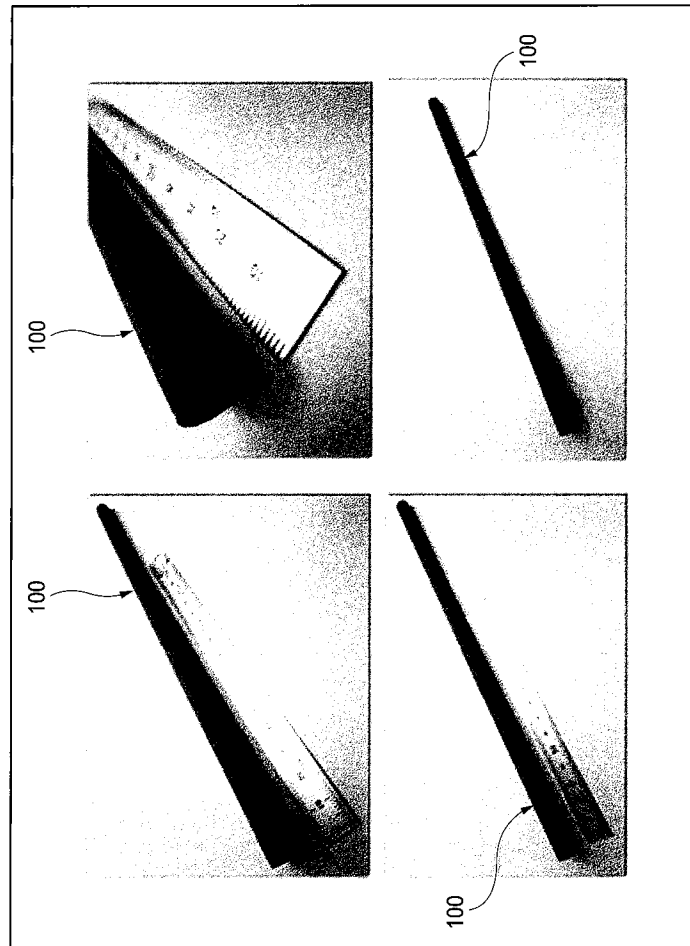
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B32B1/08(2006.01)i, B32B5/02(2006.01)i, B32B5/08(2006.01)i, B32B18/00(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, G21C3/06(2006.01)i, G21C3/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B32B1/00-43/00, C04B41/80-41/91, G21C3/00-3/64, G21C21/00-21/18, C04B35/56-35/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 5182077 A (Gamma Engineering Corp.), 26 January 1993 (26.01.1993), claims 1, 5; column 4, lines 6 to 9; column 4, lines 14 to 16; column 4, lines 23 to 25; column 4, lines 38 to 41; column 4, line 60 to column 5, line 6; column 7, lines 8 to 13; column 7, lines 20 to 28 (Family: none)	1, 5-10, 14-18 2-4, 11-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 October 2015 (05.10.15)

Date of mailing of the international search report
13 October 2015 (13.10.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069805

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	LORRETTE C., SAUDER C. and CHAFFRON L., PROGRESS IN DEVELOPING SIC/SIC COMPOSITE MATERIALS FOR ADVANCED NUCLEAR REACTORS, 18th International Conference on Composite Materials, International Committee on Composite Materials [online], 2011.08, [retrieved on 2015.10.01], Retrieved from the Internet:<URL: http://www.iccm-central.org/Proceedings/ICCM18proceedings/data/2.%20Oral%20Presentation/Aug25%28Thursday%29/Th05%20Carbon%20and%20Ceramic%20Matrix%20Composites/Th05-4-IF2017.pdf >, entire text	2-4, 11-13
Y	JP 2008-501977 A (Westinghouse Electric Company, L.L.C.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0025], [0027] & US 2006/0039524 A1 & EP 1774534 A4 & CN 101019193 A & KR 10-2007-0020128 A	13
X A	FEINROTH, Herbert et al., Progress in Developing an Impermeable, High Temperature Ceramic Composite for Advanced Reactor Clad And Structural Applications, ICAPP'02: 2002 International congress on advances in nuclear power plants, La Grange Park: American Nuclear Society, 2002.06, ISBN 0-89448-663-2, entire text, particularly, page 2, right column, lines 14 to 17, page 3, left column, lines 37 to 40, right column, lines 11 to 16, right column, lines 24 to 27, right column, lines 34 to 37, page 4, left column, line 52 to right column, line 14, page 6, left column, lines 30 to 32, fig. 1, 2	1-9 10-18
A	JP 2013-210372 A (Ibiden Co., Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), entire text (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B32B1/08(2006.01)i, B32B5/02(2006.01)i, B32B5/08(2006.01)i, B32B18/00(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, G21C3/06(2006.01)i, G21C3/30(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B32B1/00-43/00, C04B41/80-41/91, G21C3/00-3/64, G21C21/00-21/18, C04B35/56-35/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	US 5182077 A (Gamma Engineering Corporation) 1993.01.26, 請求項 1, 5, 第 4 欄第 6-9 行, 第 4 欄第 14-16 行, 第 4 欄第 23-25 行, 第 4 欄第 38-41 行, 第 4 欄第 60-第 5 欄 6 行, 第 7 欄第 8-13 行, 第 7 欄第 20-28 行 (ファミリーなし)	1, 5-10, 14-18 2-4, 11-13

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

加賀 直人

4 S

5 8 1 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	LORRETTE C., SAUDER C. and CHAFFRON L., PROGRESS IN DEVELOPING SIC/SIC COMPOSITE MATERIALS FOR ADVANCED NUCLEAR REACTORS, 18th International Conference on Composite Materials, International Committee on Composite Materials [online], 2011.08, [retrieved on 2015.10.01], Retrieved from the Internet:<URL: http://www.iccm-central.org/Proceedings/ICCM18proceedings/data/2.%20Oral%20Presentation/Aug25%28Thursday%29/Th05%20Carbon%20and%20Ceramic%20Matrix%20Composites/Th05-4-IF2017.pdf >, 全文	2-4, 11-13
Y	JP 2008-501977 A (ウエスチングハウス・エレクトリック・カンパニー・エルエルシー) 2008.01.24, 段落【0025】、【0027】 & US 2006/0039524 A1 & EP 1774534 A4 & CN 101019193 A & KR 10-2007-0020128 A	13
X A	FEINROTH, Herbert et al., Progress in Developing an Impermeable, High Temperature Ceramic Composite for Advanced Reactor Clad And Structural Applications, ICAPP'02: 2002 International congress on advances in nuclear power plants, La Grange Park: American Nuclear Society, 2002.06, ISBN 0-89448-663-2, 全文, 特に第2頁右欄第14-17行, 第3頁左欄第37-40行, 右欄第11-16行, 右欄第24-27行, 右欄第34-37行, 第4頁左欄52行-右欄14行, 第6頁左欄第30-32行, 図1, 図2	1-9 10-18
A	JP 2013-210372 A (イビデン株式会社) 2013.10.10, 全文 (ファミリーなし)	1-18