

(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
2021年10月7日(07.10.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/200966 A1

(51) 国際特許分類:

C01B 21/064 (2006.01) *C04B 38/00* (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01) *C04B 41/83* (2006.01)
H01L 23/373 (2006.01) *C04B 35/583* (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01) *C08K 3/38* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/013571

(22) 国際出願日: 2021年3月30日(30.03.2021)

(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 2020-064245 2020年3月31日(31.03.2020) JP

(71) 出願人: デンカ株式会社 (**DENKA COMPANY LIMITED**) [JP/JP]; 〒1038338 東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 井之上 紗緒 梨 (**INOUE Saori**); 〒1038338 東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号 デンカ株式会社内 Tokyo (JP). 岩切 翔二 (**IWAKIRI Shoji**); 〒1038338 東京都中央区日

本橋室町二丁目1番1号 デンカ株式会社内 Tokyo (JP). 南方 仁孝 (**MINAKATA Yoshitaka**); 〒1038338 東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号 デンカ株式会社内 Tokyo (JP). 吉松 亮 (**YOSHIMATSU Ryo**); 〒1038338 東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号 デンカ株式会社内 Tokyo (JP). 古賀 竜士 (**KOGA Ryuji**); 〒1038338 東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号 デンカ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (**HASEGAWA Yoshiki et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

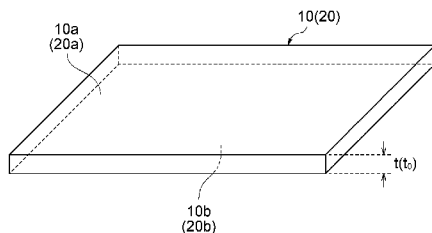
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** BORON NITRIDE SINTERED BODY, COMPLEX, AND HEAT DISSIPATION MEMBER

(54) 発明の名称: 窒化ホウ素焼結体及び複合体、並びに放熱部材

(57) **Abstract:** Provided is a boron nitride sintered body that includes boron nitride particles and pores and that has a compressive elastic modulus of 0.8 GPa or less. Also provided is a complex including the boron nitride sintered body and a resin at least partially loaded in the pores of the boron nitride sintered body.

(57) 要約: 窒化ホウ素粒子と気孔とを含む窒化ホウ素焼結体であって、圧縮弾性率が0.8 GPa以下である、窒化ホウ素焼結体を提供する。窒化ホウ素焼結体と、窒化ホウ素焼結体の気孔の少なくとも一部に充填された樹脂と、含む複合体を提供する。



KN, KP, KR, KW, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：窒化ホウ素焼結体及び複合体、並びに放熱部材

技術分野

[0001] 本開示は、窒化ホウ素焼結体及び複合体、並びに放熱部材に関する。

背景技術

[0002] パワーデバイス、トランジスタ、サイリスタ、CPU等の部品においては、使用時に発生する熱を効率的に放熱することが求められる。このような要請から、従来、電子部品を実装するプリント配線板の絶縁層の高熱伝導化を図ったり、電子部品又はプリント配線板を、電気絶縁性を有する熱インターフェース材（Thermal Interface Materials）を介してヒートシンクに取り付けたりすることが行われてきた。このような絶縁層及び熱インターフェース材には、樹脂と窒化ホウ素等のセラミックスとで構成される複合体（放熱部材）が用いられる。

[0003] このような複合体として、多孔性のセラミックス成形体に樹脂を含浸させた複合体を用いることが検討されている。窒化ホウ素は、潤滑性、高热伝導性、及び絶縁性等を有していることから、窒化ホウ素を含むセラミックスを放熱部材に用いることが検討されている。特許文献1では、配向度及び黒鉛化指数を所定の範囲にして、熱伝導率に優れつつ熱伝導率の異方性を低減する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-162697号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年の電子デバイスは高集積化が進んでいる。これに伴って、電子デバイスを構成する各種部品は、高い位置精度で搭載されることが求められる。このような観点から、各種部品は、他の部品との接着性に優れることが求めら

れている。

[0006] そこで、本開示は、他部材との密着性に優れる窒化ホウ素焼結体を提供する。また、本開示は、他部材との接着性に優れる複合体を提供する。また、本開示では、上述の複合体を備えることによって、十分に高い信頼性を有する放熱部材を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は、一つの側面において、窒化ホウ素粒子と気孔とを含む窒化ホウ素焼結体であって、圧縮弾性率が 0.8 GPa 以下である、窒化ホウ素焼結体を提供する。このような窒化ホウ素焼結体は、例えば、対向する一对の部材間に挟んで押圧されると、適度に変形するため、当該一对の部材との密着性に優れる。また、上記窒化ホウ素焼結体は、気孔を含むことから、樹脂を含浸しやすい。樹脂を含浸させて複合体とし、この複合体を対向する一对の部材間に挟んで押圧して接合すると、窒化ホウ素焼結体の圧縮弾性率が低いいため、容易に圧縮変形する。変形すると複合体に含浸されていた樹脂が染み出す。染み出した樹脂の作用によって、複合体を他部材に強固に接着することができる。このように、上記窒化ホウ素焼結体は、接着性に優れる複合体を簡便に製造することができる。

[0008] 上記焼結体の圧縮強さは 1.5 MPa 以上であってよい。このような圧縮強さを有することによって、部材として用いたときの破損を抑制することができる。

[0009] 上記窒化ホウ素焼結体の気孔率は $40\sim75$ 体積%であってよい。これによって、窒化ホウ素焼結体の強度と熱伝導率を維持しつつ、樹脂の含浸量を十分に大きくすることができる。このような窒化ホウ素焼結体は、優れた絶縁性と接着性を高い水準で両立できる複合体を形成することができる。

[0010] 上記窒化ホウ素焼結体のかさ密度は $600\sim1400\text{ kg/m}^3$ であってよい。これによって、窒化ホウ素焼結体の強度と熱伝導率を維持しつつ、樹脂の含浸量を十分に大きくすることができる。このような窒化ホウ素焼結体は、優れた絶縁性と接着性を高い水準で両立できる複合体を形成することがで

きる。

[0011] 上記窒化ホウ素焼結体の配向性指数は20以下であってよい。これによって、熱伝導率の異方性を十分に低減することができる。

[0012] 本開示は、一つの側面において、上述のいずれかの窒化ホウ素焼結体と、当該窒化ホウ素焼結体の気孔の少なくとも一部に充填された樹脂と、含む複合体を提供する。この複合体は、上述の窒化ホウ素焼結体と樹脂とを含む。この複合体を対向する一对の部材間に挟んで押圧して接合すると、窒化ホウ素焼結体の圧縮弾性率が低いため、容易に圧縮変形する。変形すると複合体に含浸されていた樹脂が染み出す。染み出した樹脂の作用によって、複合体を他部材に強固に接着することができる。したがって、この複合体は、他部材との接着性に優れる。

[0013] 本開示は、一つの側面において、上述の複合体を有する放熱部材を提供する。この放熱部材は上述の複合体を有することから、接着性に優れる。

発明の効果

[0014] 本開示によれば、他部材との密着性に優れる窒化ホウ素焼結体を提供することができる。また、本開示は、他部材との接着性に優れる複合体を提供することができる。また、本開示では、上述の複合体を備えることによって、十分に高い信頼性を有する放熱部材を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、窒化ホウ素焼結体（放熱部材）の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、場合により図面を参照して、本開示の実施形態を説明する。ただし、以下の実施形態は、本開示を説明するための例示であり、本開示を以下の内容に限定する趣旨ではない。

[0017] 一実施形態に係る窒化ホウ素焼結体は、窒化ホウ素の一次粒子同士が焼結して構成される窒化ホウ素粒子と気孔とを含有する。窒化ホウ素焼結体は窒化ホウ素粒子で構成されてよい。窒化ホウ素焼結体の圧縮弾性率は、0.8 GPa以下であり、0.7 GPa以下であってよく、0.6 GPa以下であ

ってもよい。圧縮弾性率が小さい窒化ホウ素焼結体は、押圧すると容易に圧縮変形する。このため、他部材との密着性に優れる。また、窒化ホウ素焼結体は気孔を含むため、樹脂が含浸されやすい。したがって、樹脂を多く含浸する複合体を容易に製造することができる。

[0018] 窒化ホウ素焼結体の圧縮弾性率は、その形状を保持する観点から、0.02 GPa以上であってよく、0.2 GPa以上であってよい。これによって、窒化ホウ素焼結体又はこれを用いて得られる複合体を対向する一对の部材間に挟んで押圧して接合したときに、適度に変形して部材との密着性を高くすることができる。圧縮弾性率は、株式会社島津製作所製の精密万能試験機（商品名：オートグラフAG-X）を用い、JIS K7181に準拠して測定することができる。窒化ホウ素焼結体の圧縮弾性率の一例は、0.02～0.8 GPaである。

[0019] 窒化ホウ素焼結体の圧縮強さは、例えば、1.5 MPa以上であってよく、3.0 MPa以上であってよく、5.0 MPa以上であってよい。このような圧縮強さを有することによって、部材として用いたときの破損を抑制することができる。圧縮強さは、圧縮試験機によって測定することができる。窒化ホウ素焼結体の圧縮強さは20 MPa以下であってよく、15 MPa以下であってよく、12 MPa以下であってよく、10 MPa以下であってよい。圧縮強さも、株式会社島津製作所製の精密万能試験機（商品名：オートグラフAG-X）を用いて測定することができる。窒化ホウ素焼結体の圧縮強さの一例は、1.5～20 MPaである。

[0020] 窒化ホウ素焼結体に含まれる気孔の平均細孔径は10 μ m未満であってよい。気孔のサイズを小さくすることによって、窒化ホウ素粒子の一次粒子同士の接触面積を十分に大きくすることができる。したがって、気孔率を高くしても、強度を比較的高くすることができる。

[0021] 気孔の平均細孔径は、水銀ポロシメーターを用い、0.5 p s i aから60,000 p s i aまで圧力を増やしながら加圧したときの細孔径分布に基づいて求められる。横軸を細孔径、縦軸を累積細孔容積としたときに、累積

細孔容積が全細孔容積の50％に達するときの細孔径が平均細孔径である。
水銀ポロシメーターとしては、株式会社島津製作所製のものをを用いることができる。

[0022] 窒化ホウ素焼結体の気孔率、すなわち、窒化ホウ素焼結体における気孔の体積比率は、40～75体積％であってよく、45～70体積％であってよい。気孔率が大きくなり過ぎると窒化ホウ素焼結体の強度及び熱伝導率が低下する傾向にある。一方、気孔率が小さくなり過ぎると複合体を製造したときの樹脂の含有量が減少する傾向にある。

[0023] 気孔率は、窒化ホウ素焼結体の体積及び質量から、かさ密度 $[B \text{ (kg/m}^3\text{)}]$ を算出し、このかさ密度と窒化ホウ素の理論密度 $[2280 \text{ (kg/m}^3\text{)}]$ とから、下記式(1)によって求めることができる。なお、複合体に含まれる窒化ホウ素焼結体の気孔率を測定する場合には、複合体に含まれる樹脂を燃焼させて除去することで測定することができる。

$$\text{気孔率 (体積\%)} = [1 - (B / 2280)] \times 100 \quad (1)$$

[0024] かさ密度 B は、600～1400 kg/m³であってよく、800～1200 kg/m³であってもよい。かさ密度 B が小さくなり過ぎると窒化ホウ素焼結体の強度が低下する傾向にある。一方、かさ密度 B が大きくなり過ぎると樹脂の含浸量が減少して複合体の絶縁性が低下する傾向にある。

[0025] 窒化ホウ素焼結体の熱伝導率は、10 W/(m・K)以上であってよく、15 W/(m・K)以上であってよく、20 W/(m・K)以上であってよく、25 W/(m・K)以上であってもよい。熱伝導率が高い窒化ホウ素焼結体を用いることによって、放熱性能に十分に優れる放熱部材を得ることができる。熱伝導率(H)は、以下の計算式(2)で求めることができる。熱伝導率(H)は、70 W/(m・K)以下であってよく、60 W/(m・K)以下であってよく、50 W/(m・K)以下であってよい。熱伝導率(H)の一例は、10～70 W/(m・K)である。

$$H = A \times B \times C \quad (2)$$

[0026] 式(2)中、 H は熱伝導率(W/(m・K))、 A は熱拡散率(m²/s e

c)、Bはかさ密度 (kg/m^3)、及び、Cは比熱容量 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)を示す。熱拡散率Aは、レーザーフラッシュ法によって測定することができる。かさ密度Bは、窒化ホウ素焼結体の体積及び質量から求めることができる。比熱容量Cは、示差走査熱量計を用いて測定することができる。

[0027] 窒化ホウ素焼結体は、窒化ホウ素以外の成分を含んでいてもよい。窒化ホウ素焼結体における窒化ホウ素の含有量は、90質量%以上であってよく、95質量%以上であってよく、98質量%以上であってよい。

[0028] 窒化ホウ素焼結体は、図1に示すようなシート状（薄板形状）であってよい。シート状の窒化ホウ素焼結体10は、厚み t_0 が小さいため、樹脂組成物の含浸を円滑に行うことができる。これによって、窒化ホウ素焼結体の気孔に樹脂が十分に充填され、絶縁性に優れる複合体を得ることができる。窒化ホウ素焼結体10の厚み t_0 は、2mm未満であってよく、1mm未満であってよく、0.5mm未満であってもよい。成形体作製の容易性の観点から、窒化ホウ素焼結体10の厚み t_0 は、0.1mm以上であってよく、0.2mm以上であってもよい。窒化ホウ素焼結体10の主面10aの面積は、25 mm^2 以上であってよく、100 mm^2 以上であってよく、500 mm^2 以上であってよく、800 mm^2 以上であってよく、1000 mm^2 以上であってもよい。

[0029] 窒化ホウ素焼結体の形状は図1の形状に限定されず、例えば、円盤型のシート状であってもよいし、主面10aが湾曲したC型のシート状であってもよい。また、ブロック状の窒化ホウ素焼結体を切断及び／又は研磨して、図1のようなシート状に加工してもよい。ただし、切断等の加工を行うと、材料ロスが発生する。このため、シート状の成形体を用いてシート状の窒化ホウ素焼結体を作製すれば材料ロスを低減することができる。これによって、窒化ホウ素焼結体及び複合体の歩留まりを向上することができる。なお、ブロック状の窒化ホウ素焼結体は、例えば、多面体であるときに、全ての辺が相応の長さを有しており、シート状の窒化ホウ素焼結体よりも大きな厚みを有する。すなわち、ブロック状とは、切断することで複数のシート状（薄板

状)のものに分割できるような形状をいう。

[0030] 窒化ホウ素焼結体における窒化ホウ素結晶の配向性指数は、20以下であってよく、18以下であってよく、15以下であってよい。これによって、熱伝導性の異方性を十分に低減することができる。したがって、窒化ホウ素焼結体10のようにシート状の場合、厚み方向に沿う熱伝導率を十分に高くすることができる。窒化ホウ素焼結体10の厚み方向に沿う熱伝導率が上述の値であることが好ましい。窒化ホウ素焼結体の配向性指数は、0.5以上であってよいし、3以上であってよいし、5以上であってよい。本開示における配向性指数は、窒化ホウ素結晶の配向度を定量化するための指標である。配向性指数は、X線回折装置で測定される窒化ホウ素の(002)面と(100)面のピーク強度比 $[I(002)/I(100)]$ で算出することができる。

[0031] 一実施形態に係る複合体は、窒化ケイ素焼結体と樹脂の複合体であり、上述の窒化ホウ素焼結体と窒化ホウ素焼結体の気孔の少なくとも一部に充填された樹脂とを有する。樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、シアネート樹脂、シリコンゴム、アクリル樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、不飽和ポリエステル、フッ素樹脂、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンサルファイド、全芳香族ポリエステル、ポリスルホン、液晶ポリマー、ポリエーテルスルホン、ポリカーボネート、マレイミド樹脂、マレイミド変性樹脂、ABS(アクリロニトリル-ブタジエンスチレン)樹脂、AAS(アクリロニトリル-アクリルゴム・スチレン)樹脂、AES(アクリロニトリル・エチレン・プロピレン・ジエンゴム・スチレン)樹脂、ポリグリコール酸樹脂、ポリフタルアミド、ポリアセタール等を用いることができる。これらのうちの1種を単独で含んでもよいし、2種以上を組み合わせ含んでもよい。

[0032] 複合体がプリント配線板の絶縁層に用いられる場合、耐熱性及び回路への

接着強度向上の観点から、樹脂はエポキシ樹脂を含んでよい。複合体が熱インターフェース材に用いられる場合、耐熱性、柔軟性及びヒートシンク等への密着性向上の観点から、樹脂はシリコン樹脂を含んでよい。樹脂は硬化物（Cステージ状態）であってもよいし、半硬化物（Bステージ状態）であってもよい。

[0033] 複合体における窒化ホウ素粒子の含有量は、複合体の全体積を基準として、25～65体積%であってよく、39～48体積%であってもよい。複合体における脂組（半硬化物と硬化物の合計）の含有量は、複合体の全体積を基準として、35～75体積%であってよく、52～61体積%であってもよい。このような割合で窒化ホウ素粒子及び樹脂を含む複合体は、高い接着性と熱伝導率を高水準で両立することができる。

[0034] 複合体における樹脂（半硬化物と硬化物の合計）の含有量は、複合体の全質量を基準として、10～70質量%であってよく、10～60質量%であってよく、20～60質量%であってよく、20～55質量%であってよく、25～55質量%であってよい。このような割合で樹脂を含む複合体は、高い接着性と熱伝導率を高水準で両立することができる。複合体における樹脂の含有量は、複合体を加熱して樹脂を分解して除去し、加熱前後の質量差から樹脂の質量を算出することによって求めることができる。

[0035] 複合体における樹脂の充填率は、80体積%以上であってよく、90体積%以上であってよく、92体積%以上であってもよい。樹脂の充填率は、窒化ホウ素焼結体における全ての気孔のうち、樹脂（半硬化物＋硬化物）が充填されている気孔の体積比率を示している。

[0036] 複合体における気孔率は、20体積%以下であってよく、10体積%以下であってよく、8体積%以下であってよく、6体積%以下であってよく、5体積%以下であってよく、4体積%以下であってよい。これによって高い接着性と高い絶縁性を十分に高い水準で両立することができる。

[0037] 複合体は、窒化ホウ素焼結体及びその気孔中に充填された樹脂に加えて、その他の成分をさらに含有してもよい。その他の成分としては、硬化剤、無

機フィラー、シランカップリング剤、消泡剤、表面調整剤、湿潤分散剤等が挙げられる。無機フィラーは、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化亜鉛、窒化ケイ素、窒化アルミニウム及び水酸化アルミニウムからなる群より選ばれる1種又は2種以上を含んでよい。これによって、複合体の熱伝導性を一層向上することができる。

[0038] 複合体及び放熱シートは、窒化ホウ素焼結体と同様に、図1に示すようなシート状（薄板形状）であってよい。シート状の複合体20（放熱部材20）は、厚みが小さいため、電子デバイス等の放熱部材として好適に用いることができる。また、樹脂組成物が十分に含浸されている。複合体20（放熱部材20）の厚み t は、2mm未満であってよく、1mm未満であってよく、0.5mm未満であってもよい。ある程度の強度を維持する観点から、複合体20（放熱部材20）の厚み t は、0.1mm以上であってよく、0.2mm以上であってもよい。複合体20（放熱部材20）の主面20a, 20bの面積は、それぞれ、25mm²以上であってよく、100mm²以上であってよく、500mm²以上であってよく、800mm²以上であってよく、1000mm²以上であってもよい。

[0039] 本実施形態の複合体は、上述の窒化ホウ素焼結体と樹脂とを含む。この複合体を対向する一对の部材間に挟んで押圧して接合すると、窒化ホウ素焼結体の圧縮弾性率が低いため、容易に圧縮変形する。変形すると複合体に含浸されていた樹脂が染み出す。染み出した樹脂の作用によって、複合体を他部材に強固に接着することができる。したがって、この複合体は、他部材との接着性に優れる。したがって、複合体は十分に高い信頼性を有する。

[0040] 窒化ホウ素焼結体、複合体及び放熱部材の製造方法の例を以下に説明する。なお、以下の製造方法には、上述の窒化ホウ素焼結体、複合体及び放熱部材の説明内容が適用される。

[0041] <窒化ホウ素焼結体の製造方法>

本例の製造方法は、窒化ホウ素粉末を焼結して、ブロック状の窒化ホウ素焼結体を得る焼結工程を有する。原料粉末としては、例えば、平均粒径が0

、 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ であるアモルファス窒化ホウ素粉末、及び、平均粒径が $3.0 \sim 40 \mu\text{m}$ である六方晶窒化ホウ素粉末が挙げられる。これらの粉末を、ヘンシェルミキサー等を用いて混合してもよいし、ディスパライザーを用いて水又はエタノール溶液中、スラリー状にして混合してもよい。このような窒化ホウ素粉末を含むスラリーを、噴霧乾燥機等で球状化处理し、成形した後に焼結して、窒化ホウ素焼結体を得てもよい。成形には、金型を用いてもよく、冷間等方加圧（cold isostatic pressing：CIP）法を用いてもよい。

[0042] 上述のそれぞれの窒化ホウ素粉末の平均粒径は、レーザー回折光散乱法による粒度分布測定における、累積粒度分布の累積値50%の粒径である。粒度分布測定機としては、例えば「MT3300EX」（日機装社製）が挙げられる。測定に際し、溶媒には水、分散剤としてはヘキサメタリン酸を用い、前処理として、30秒間、ホモジナイザーを用いて20Wの出力をかけて分散処理させる。水の屈折率には1.33、窒化ホウ素粉末の屈折率については1.80を用いる。一回当たりの測定時間は30秒間である。

[0043] 窒化ホウ素粉末の焼結の際には、焼結助剤を用いてもよい。焼結助剤は、例えば、酸化イットリア、酸化アルミナ及び酸化マグネシウム等の希土類元素の酸化物、炭酸リチウム及び炭酸ナトリウム等のアルカリ金属の炭酸塩、炭酸カルシウム等のアルカリ土類金属の炭酸塩、並びにホウ酸等であってよい。焼結助剤を配合する場合、焼結助剤の添加量は、例えば、窒化ホウ素粉末100質量部に対して、例えば、1.5～25質量部であってよく、3.0～22質量部であってもよい。焼結助剤の添加量を上記範囲内とすることで、ある程度の強度を有しつつ、高い気孔率を有する窒化ホウ素焼結体を円滑に得ることができる。

[0044] 焼結工程の焼結温度は、例えば、 1600°C 以上であってよく、 1700°C 以上であってもよい。焼結温度は、例えば、 2200°C 以下であってよく、 2100°C 以下であってよく、 2000°C 以下であってもよい。焼結時間は、例えば、1時間以上であってよく、30時間以下であってもよい。焼結

時の雰囲気は、例えば、窒素、ヘリウム、及びアルゴン等の不活性ガス雰囲気下であってよい。

[0045] 焼結には、例えば、バッチ式炉及び連続式炉等を用いることができる。バッチ式炉としては、例えば、高周波炉、マッフル炉、管状炉、及び雰囲気炉等を挙げることができる。連続式炉としては、例えば、ロータリーキルン、スクリーコンベア炉、トンネル炉、ベルト炉、プッシャー炉、及び琴形連続炉等を挙げることができる。このようにして、ブロック状の窒化ホウ素焼結体を得ることができる。

[0046] <複合体の製造方法>

本例の複合体の製造方法は、ブロック状（例えば、厚みが2 mm超のバルク体である。）の窒化ホウ素焼結体に樹脂組成物を含浸させる含浸工程と切断工程とを有する。樹脂組成物は、流動性及び取り扱い性向上の観点から、主剤、硬化剤及び溶剤を含有してもよい。また、これらの他に、無機フィラー、シランカップリング剤、消泡剤、表面調整剤、湿潤分散剤等を含有してもよい。

[0047] 樹脂成分としては、例えば硬化又は半硬化反応によって上述の複合体の説明で挙げた樹脂となるものを用いることができる。溶剤としては、例えば、エタノール、イソプロパノール等の脂肪族アルコール、2-メトキシエタノール、1-メトキシエタノール、2-エトキシエタノール、1-エトキシ-2-プロパノール、2-ブトキシエタノール、2-（2-メトキシエトキシ）エタノール、2-（2-エトキシエトキシ）エタノール、2-（2-ブトキシエトキシ）エタノール等のエーテルアルコール、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル等のグリコールエーテル、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ジイソブチルケトン等のケトン、トルエン、キシレン等の炭化水素が挙げられる。これらのうちの1種を単独で含んでもよいし、2種以上を組み合わせ含んでもよい。

[0048] 含浸は、窒化ホウ素焼結体に樹脂組成物を付着させて行う。例えば、窒化

ホウ素焼結体を樹脂組成物に浸漬して行ってもよい。浸漬した状態で加圧又は減圧条件として行ってもよい。また例えば、厚みが $2\mu\text{m}$ 以下のシート状である窒化ホウ素焼結体の場合、窒化ホウ素焼結体に樹脂組成物を塗布して含浸させることもできる。このようにして、窒化ホウ素焼結体の気孔に樹脂を充填することができる。

[0049] 含浸工程は、密閉容器を備える含浸装置内を用いて行ってもよい。一例として、含浸装置内で減圧条件にて含浸を行った後、含浸装置内の圧力を上げて大気圧よりも高くして加圧条件で含浸を行ってもよい。このように減圧条件と加圧条件の両方を行うことによって、窒化ホウ素焼結体の気孔に樹脂を十分に充填することができる。減圧条件と加圧条件とを複数回繰り返し行ってもよい。含浸工程は、加温しながら行ってもよい。窒化ホウ素焼結体の気孔に含浸した樹脂組成物は、硬化又は半硬化が進行したり、溶剤が揮発したりした後、樹脂（硬化物又は半硬化物）となる。このようにして、窒化ホウ素焼結体とその気孔に充填された樹脂とを有する複合体が得られる。気孔の全てに樹脂が充填されている必要はなく、一部の気孔には樹脂が充填されていなくてもよい。窒化ホウ素焼結体及び複合体は、閉気孔と開気孔の両方を含んでよい。

[0050] 含浸工程の後に、気孔内に充填された樹脂を硬化させる硬化工程を有してもよい。硬化工程では、例えば、含浸装置から樹脂が充填された複合体を取り出し、樹脂（又は必要に応じて添加される硬化剤）の種類に応じて、加熱、及び／又は光照射により、樹脂を硬化又は半硬化させる。

[0051] 含浸工程は、大気圧下又は減圧条件下での含浸、加圧条件下での含浸、或いはこれらを組み合わせて行ってもよい。減圧条件下で含浸工程を実施する場合における含浸装置内の圧力は、例えば、 1000Pa 以下、 500Pa 以下、 100Pa 以下、 50Pa 以下、又は 30Pa 以下であってよい。加圧条件下で含浸工程を実施する場合における含浸装置内の圧力は、例えば、 1MPa 以上、 3MPa 以上、 10MPa 以上、又は 30MPa 以上であってよい。

- [0052] 含浸工程において、樹脂組成物を含む溶液を加熱してもよい。上記溶液を下記の温度範囲で加熱することによって、溶液の粘度が調整され樹脂の含浸を促進することができる。含浸させる際の樹脂組成物を含む溶液の粘度は、例えば、 $500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下であってよい。このような粘度を有する溶液を用いることによって、樹脂組成物を窒化ホウ素焼結体に十分に含浸させることができる。
- [0053] 含浸工程では、樹脂組成物を含む溶液に窒化物焼結体を浸漬した状態で所定の時間保持する。当該所定の時間は、例えば、5時間以上であってよく、10時間以上であってもよい。
- [0054] 含浸工程の後に、気孔内に充填された樹脂を硬化させる硬化工程を有してもよい。硬化工程では、例えば、含浸装置から樹脂が充填された複合体を取り出し、樹脂（又は必要に応じて添加される硬化剤）の種類に応じて、加熱、及び／又は光照射により、樹脂を硬化又は半硬化させる。「半硬化」（Bステージともいう）とは、その後の硬化処理によって、更に硬化させることができるものをいう。半硬化の状態であることを利用し金属基板等の被着体へ仮圧着して、その後加熱することによって被着体と接着してもよい。半硬化物にさらに硬化処理を施すことで「完全硬化」（Cステージともいう）の状態となり得る。樹脂が半硬化の状態にあるか否かは、例えば、示差走査熱量計によって確認することができる。
- [0055] 切断工程では、得られた樹脂含浸体を、例えばワイヤーソーを用いて切断する。ワイヤーソーは、例えば、マルチカットワイヤーソー等であってよい。）で切断して調製することができる。このようにして、シート状の複合体を得ることができる。
- [0056] 窒化ホウ素焼結体及び複合体の製造方法の例を説明したが、これらの製造方法は上述の例に限定されない。
- [0057] 以上のとおり、幾つかの実施形態を説明したが、本開示は上記実施形態に何ら限定されるものではない。例えば、焼結工程では、成形と焼結を同時に行うホットプレスによって窒化ホウ素焼結体を得てもよい。

実施例

[0058] 実施例及び比較例を参照して本開示の内容をより詳細に説明するが、本開示は下記の実施例に限定されるものではない。

[0059] (実施例 1)

<窒化ホウ素焼結体の作製>

平均粒径が $8.0\ \mu\text{m}$ である六方晶窒化ホウ素粉末（酸素含有量：0.8 質量%、窒化ホウ素純度：99.0 質量%）が 40.0 質量%、及び、平均粒径が $13.0\ \mu\text{m}$ である六方晶窒化ホウ素粉末（酸素含有量：0.3 質量%、窒化ホウ素純度：99.0 質量%）が 60.0 質量%となるようにそれぞれ測り取り、これらを配合して原料粉末を調製した。

[0060] 粉末状のホウ酸と炭酸カルシウムを配合して焼結助剤を調製した。調製にあたっては、100 質量部のホウ酸に対して、炭酸カルシウムを 60 質量部配合した。原料粉末 100 質量部に対して焼結助剤を 14 質量部、バインダ（ポリビニルアルコール（「ゴーセノール」、日本合成化学工業株式会社製））を 10 質量部配合した。得られた配合物を、溶解するまで 50°C で加熱攪拌した後、噴霧乾燥機にて乾燥温度 230°C で球状化处理を行った。このようにして、球状化处理された混合粉末を調製した。なお、噴霧乾燥機の球状化装置としては、回転式アトマイザーを使用した。

[0061] 上記混合粉末を、冷間等方加圧（CIP）装置（株式会社神戸製鋼所製、商品名：ADW800）に充填し、 30MPa の圧力で圧縮し成形体を作製した。作製した成形体を、バッチ式高周波炉（富士電波工業株式会社製、商品名：FTH-300-1H）を用いて 2000°C で 10 時間保持して焼結した。これによって、ブロック状の窒化物焼結体を得た。なお、焼成は、炉内に窒素を標準状態で流量が $10\text{L}/\text{分}$ となるように流しながら、炉内を窒素雰囲気下に調整して行った。

[0062] <圧縮弾性率の測定>

JIS K7181 に準拠して、 20°C における圧縮弾性率を以下の手順で求めた。窒化ホウ素焼結体を加工して四角柱形状（縦×横×厚み = 10mm

m×10mm×4mm)の測定用試料を作製した。圧縮試験機(株式会社島津製作所製 商品名:オートグラフAG-X)の測定装置を用いて、圧縮速度1mm/min、ロードセル100kN、200℃の条件で測定を行った。結果は表1に示すとおりであった。

[0063] <圧縮強さの測定>

200℃における圧縮強さを以下の手順で求めた。窒化ホウ素焼結体を加工して四角柱形状(縦×横×厚み=10mm×10mm×0.3~4.0mm)の測定試料を作製した。圧縮試験機(島津製作所製 商品名:オートグラフAG-X)を用いて、圧縮速度1mm/minの条件で圧縮強さの測定を行った。結果は表1に示すとおりであった。

[0064] <熱伝導率の測定>

窒化ホウ素焼結体の厚さ方向の熱伝導率(H)を、以下の計算式(2)で求めた。

$$H = A \times B \times C \quad (2)$$

[0065] 式(2)中、Hは熱伝導率(W/(m・K))、Aは熱拡散率(m²/sec)、Bはかさ密度(kg/m³)、及び、Cは比熱容量(J/(kg・K))を示す。熱拡散率Aは、窒化ホウ素焼結体を、縦×横×厚み=10mm×10mm×2mmのサイズに加工した試料を用い、レーザーフラッシュ法によって測定した。測定装置はキセノンフラッシュアナライザ(NETZSCH社製、商品名:LFA447NanoFlash)を用いた。

[0066] かさ密度Bは窒化ホウ素焼結体の体積及び質量から算出した。比熱容量Cは、示差走査熱量計(株式会社リガク製、装置名:ThermoPlus Evo DSC8230)を用いて測定した。熱伝導率H及びかさ密度Bの結果を表1に示す。

[0067] <気孔率の測定>

得られた窒化ホウ素焼結体の体積及び質量を測定し、当該体積及び質量からかさ密度B(kg/m³)を算出した。このかさ密度と窒化ホウ素の理論密度(2280kg/m³)とから、以下の計算式(3)によって気孔率を求め

た。結果は表 1 に示すとおりであった。

$$\text{気孔率 (体積\%)} = [1 - (D / 2280)] \times 100 \quad (3)$$

[0068] <配向性指数の測定>

X線回折装置（株式会社リガク製、商品名：ULTIMA-IV）を用いて、窒化ホウ素焼結体の配向性指数 $[I(002) / I(100)]$ を求めた。X線回折装置の試料ホルダーにセットした測定試料（窒化ホウ素焼結体）にX線を照射して、ベースライン補正を行った。その後、窒化ホウ素の（002）面と（100）面のピーク強度比を算出した。これを配向性指数 $[I(002) / I(100)]$ とした。結果は、表 1 に示すとおりであった。

[0069] <複合体の作製>

圧力が 0.03 kPa に制御された含浸装置内において、エポキシ樹脂（三菱ケミカル株式会社製、商品名：エピコート 807）と硬化剤（日本合成化学工業株式会社製、商品名：アクメックス H-84B）を含む樹脂組成物中に、窒化ホウ素焼結体を浸漬し、窒化ホウ素焼結体に樹脂組成物を含浸させた。含浸後、大気圧下、温度 150℃ で 60 分間加熱して樹脂を半硬化させ、室温（25℃）になるまで冷却し複合体（加工前）を作製した。複合体の表面部分を構成する半硬化物層を切断して除去し、その後、マルチカットワイヤーソーで複合体を切断して厚さ 0.4 mm の複合体シートを得た。複合体シートにおける樹脂の充填率は、表 2 に示すとおり、94.0 体積％であった。この含有量は、以下の手順で求めた。

[0070] <樹脂の充填率>

複合体における樹脂の充填率は、複合体を作製する前と後のかさ密度と理論密度から下記式（4）によって求めた。

$$\text{複合体における樹脂の充填率 (体積\%)} = ((\text{複合体のかさ密度} - \text{窒化ホウ素焼結体のかさ密度}) / (\text{複合体の理論密度} - \text{窒化ホウ素焼結体のかさ密度})) \times 100 \quad \dots (4)$$

[0072] 複合体の理論密度は下記式（5）より求めた。

複合体の理論密度＝窒化ホウ素焼結体の真密度＋樹脂の真密度×（１－窒化ホウ素焼結体のかさ密度／窒化ホウ素焼結体の真密度）・・・（５）

[0073] 窒化ホウ素焼結体（複合体）のかさ密度は、JIS Z 8807：2012の幾何学的測定による密度及び比重の測定方法に準拠し、シート状（立方体）の窒化ホウ素焼結体（複合体）の各辺の長さ（ノギスにより測定）から計算した体積と、電子天秤により測定した質量から求めた（JIS Z 8807：2012の9項参照）。窒化ホウ素焼結体及び樹脂の真密度は、JIS Z 8807：2012の気体置換法による密度及び比重の測定方法に準拠し、乾式自動密度計を用いて測定した窒化ホウ素焼結体及び樹脂の体積と質量から求めた（JIS Z 8807：2012の11項の式（14）～（17）参照）

[0074] ＜樹脂の含有量＞

複合体シートにおける樹脂の含有量は、表2に示すとおりであった。この樹脂の含有量（質量％）は、複合体全体に対する樹脂の質量比率である。樹脂の含有量は、複合体より樹脂を焼き飛ばし測定した。樹脂を焼き飛ばした後の窒化ホウ素焼結体と複合体の質量差から樹脂の質量を算出し、この樹脂の質量を複合体の質量で除することによって算出した。

[0075] ＜複合体の気孔率＞

上述のとおり求めた窒化ホウ素焼結体の気孔率と、複合体における樹脂の充填率とから、以下の式（6）によって複合体の気孔率を算出した。結果は表2に示すとおりであった。

複合体の気孔率（体積％）＝窒化ホウ素焼結体の気孔率（体積％）－（窒化ホウ素焼結体の気孔率（体積％）×樹脂の充填率（体積％）×100）
・・・（6）

[0076] ＜接着性の評価＞

シート状の銅箔（縦×横×厚み＝100mm×20mm×0.035mm）と、平板状の銅板（縦×横×厚み＝100mm×20mm×1mm）との間に、上述のシート状の複合体シート（縦×横×厚み＝40mm×20mm

× 0.4 mm) を配置した。このようにして、銅箔、複合体及び銅板をこの順に備える積層体を得た。当該積層体を 200℃及び 5 MPa の条件下で 5 分間加熱及び加圧した後、200℃及び大気圧の条件下で 2 時間加熱処理した。

[0077] 上述の処理を施したのち、JIS K 6854-1:1999「接着剤—はく離接着強さ試験方法」に準拠して、複合体から銅箔を剥離する 90° はく離試験を行った。この試験では、20℃における複合体のピール強度を、万能試験機（株式会社エーアンドディ製、商品名：RTG-1310）を用いて求めた。試験速度：50 mm/min、ロードセル：5 kN、測定温度：室温（20℃）の条件で測定を行って、凝集破壊部分の面積を測定した。測定結果から、以下の基準で接着性を評価した。結果を表 2 に示す。なお、凝集破壊部分とは、銅箔に接着していた複合体の接着面のうち、複合体が破壊した部分の面積である。

A：接着面全体に対する凝集破壊部分の面積比率が 80%以上

B：接着面全体に対する凝集破壊部分の面積比率が 70%以上 80%未満

C：接着面全体に対する凝集破壊部分の面積比率が 20%以上 70%未満

[0078] （実施例 2）

成形体を作製する際に、冷間等方加圧（CIP）装置にて 35 MPa の圧力で混合粉末を圧縮して成形体を得たこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様に行なった。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0079] （実施例 3）

成形体を作製する際に、冷間等方加圧（CIP）装置にて 90 MPa の圧力で混合粉末を圧縮し成形体を得たこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測

定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0080] (実施例 4)

成形体を作製する際に、冷間等方加圧 (CIP) 装置にて 10 MPa の圧力で混合粉末を圧縮し成形体を得たこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0081] (実施例 5)

平均粒径が 0.8 μm であるアモルファス窒化ホウ素粉末 (酸素含有量: 1.8 質量%、窒化ホウ素純度: 97.2 質量%) が 40.0 質量%、及び、平均粒径が 13.0 μm である六方晶窒化ホウ素粉末 (酸素含有量: 0.3 質量%、窒化ホウ素純度: 99.0 質量%) が 60.0 質量%となるようにそれぞれ測り取り、配合して原料粉末を調製した。この原料粉末を用いたこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0082] (実施例 6)

成形体の作製方法を、冷間等方加圧 (CIP) から金型成形 (成形圧力: 50 MPa) に変更したこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0083] (実施例 7)

成形体の作製方法を、冷間等方加圧 (CIP) から金型成形 (成形圧力: 15 MPa) に変更したこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0084] (実施例 8)

噴霧乾燥機による球状化処理を行わず、ヘンシェルミキサーを用いて、原料粉末と焼結助剤を攪拌して混合粉末を調製した。この混合粉末を用いて冷間等方加圧装置で成形体を作製したこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0085] (実施例 9)

噴霧乾燥機による球状化処理を行わなかったこと、及び、冷間等方加圧装置に代えて、金型成形（成形圧力：30 MPa）で成形体を作製したこと以外は、実施例 8 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0086] (比較例 1)

平均粒径が 18.0 μm である六方晶窒化ホウ素粉末（酸素含有量：0.3 質量%、窒化ホウ素純度：99.1 質量%）が 40.0 質量%、及び、平均粒径が 13.0 μm である六方晶窒化ホウ素粉末（酸素含有量：0.3 質量%、窒化ホウ素純度：99.0 質量%）、が 60.0 質量%となるようにそれぞれ測り取り、これらを配合して原料粉末を調製した。この原料粉末を用いたこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0087] (比較例 2)

成形体を作製する際に、冷間等方加圧（CIP）装置にて 150 MPa の圧力で圧縮し成形体を得たこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0088] (比較例 3)

焼結助剤の調製に際し、ホウ酸 100 質量部に対して炭酸カルシウムを 5

7 質量部配合して焼結助剤を調製したこと、及び、原料粉末 100 質量部に対して焼結助剤を 1.0 質量部配合したこと以外は、実施例 1 と同じ手順で、窒化ホウ素焼結体及び複合体を作製した。窒化ホウ素焼結体及び複合体の各測定を、実施例 1 と同様にして行った。結果は表 1 及び表 2 に示すとおりであった。

[0089] [表1]

窒化ホウ素焼結体						
	圧縮弾性率 [GPa]	圧縮強さ [MPa]	かさ密度 [kg/m ³]	熱伝導率 [W/(m・K)]	気孔率 [体積%]	配向性 指数
実施例1	0.40	4.0	1000	32	56.1	7
実施例2	0.60	6.0	1050	35	53.9	8
実施例3	0.80	9.0	1210	45	46.9	7
実施例4	0.20	2.0	750	15	67.1	7
実施例5	0.40	4.0	900	30	60.5	6
実施例6	0.60	6.0	1000	25	56.1	16
実施例7	0.20	3.0	740	14	67.5	17
実施例8	0.50	5.0	1000	25	56.1	20
実施例9	0.70	5.0	1300	10	43.0	0.6
比較例1	0.85	7.0	1000	32	56.1	7
比較例2	1.10	9.0	1420	60	37.7	7
比較例3	1.00	9.0	1100	35	51.8	6

[0090] [表2]

複合体				
	樹脂の充填率 [体積%]	樹脂の含有量 [質量%]	気孔率 [体積%]	接着性の評価
実施例1	94.0	42.1	3.4	A
実施例2	94.0	39.8	3.2	A
実施例3	94.0	33.1	2.8	A
実施例4	95.0	54.0	3.4	A
実施例5	95.0	46.5	3.0	A
実施例6	94.0	42.1	3.4	A
実施例7	95.0	54.5	3.4	A
実施例8	94.0	42.1	3.4	A
実施例9	94.0	29.6	2.6	A
比較例1	94.0	42.1	3.4	B
比較例2	93.0	25.2	2.6	C
比較例3	94.0	37.7	3.1	B

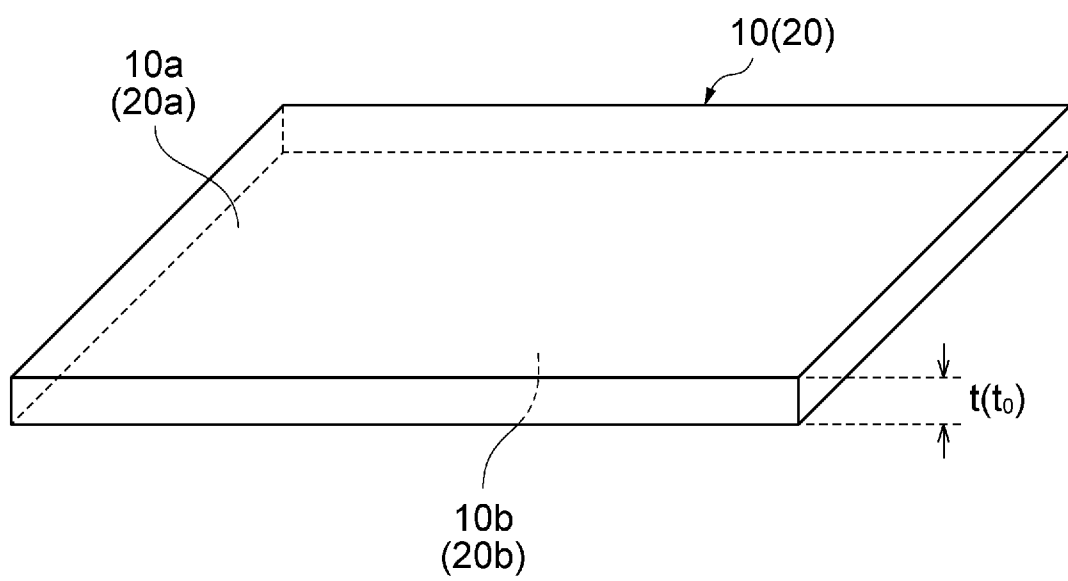
符号の説明

[0091] 1 0…窒化ホウ素焼結体、2 0…複合体（放熱部材）。

請求の範囲

- [請求項1] 窒化ホウ素粒子と気孔とを含む窒化ホウ素焼結体であって、
圧縮弾性率が0.8 GPa以下である、窒化ホウ素焼結体。
- [請求項2] 圧縮強さが1.5 MPa以上である、請求項1に記載の窒化ホウ素
焼結体。
- [請求項3] 気孔率が40～75体積％である、請求項1又は2に記載の窒化ホ
ウ素焼結体。
- [請求項4] かさ密度が600～1400 kg/m³である、請求項1～3のい
ずれか一項に記載の窒化ホウ素焼結体。
- [請求項5] 配向性指数が20以下である、請求項1～4のいずれか一項に記載
の窒化ホウ素焼結体。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の窒化ホウ素焼結体と、前記窒
化ホウ素焼結体の前記気孔の少なくとも一部に充填された樹脂と、含
む複合体。
- [請求項7] 請求項6に記載の複合体を有する放熱部材。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/013571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B 21/064(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H01L 23/373(2006.01)i; C08L 101/00(2006.01)i; C04B 38/00(2006.01)i; C04B 41/83(2006.01)i; C04B 35/583(2006.01)i; C08K 3/38(2006.01)i

FI: C04B35/583; C01B21/064 M; C04B38/00 303Z; C04B41/83 G;

C08L101/00; C08K3/38; H01L23/36 D; H01L23/36 M

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)

C01B21/064; H01L23/36; H01L23/373; C08L101/00; C04B38/00; C04B41/83;
C04B35/583; C08K3/38

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

JSTPlus/JST7580/JSTChina (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017/155110 A1 (DENKA COMPANY LIMITED) 14 September 2017 (2017-09-14) claims, paragraph [0064], table 1	1-7
X	JP 2016-103611 A (DENKA COMPANY LIMITED) 02 June 2016 (2016-06-02) paragraph [0041], table 1	1-7
A	JP 7-61855 A (SHINAGAWA REFRACT CO., LTD.) 07 March 1995 (1995-03-07) entire text	1-7



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

"I" 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
04 June 2021 (04.06.2021)

Date of mailing of the international search report
15 June 2021 (15.06.2021)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/013571

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2017/155110 A1	14 Sep. 2017	US 2019/0092695 A1 claims, paragraph [0078], table 1 EP 3428223 A1 KR 10-2018-0124915 A CN 109153801 A	
JP 2016-103611 A	02 Jun. 2016	(Family: none)	
JP 7-61855 A	07 Mar. 1995	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C01B 21/064(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H01L 23/373(2006.01)i; C08L 101/00(2006.01)i; C04B 38/00(2006.01)i; C04B 41/83(2006.01)i; C04B 35/583(2006.01)i; C08K 3/38(2006.01)i FI: C04B35/583; C01B21/064 M; C04B38/00 303Z; C04B41/83 G; C08L101/00; C08K3/38; H01L23/36 D; H01L23/36 M														
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（IPC）） C01B21/064; H01L23/36; H01L23/373; C08L101/00; C04B38/00; C04B41/83; C04B35/583; C08K3/38 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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） JSTPlus/JST7580/JSTChina (JDreamIII)			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2017/155110 A1（デンカ株式会社）14.09.2017（2017-09-14） 請求の範囲、[0064]、表1</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2016-103611 A（デンカ株式会社）02.06.2016（2016-06-02） [0041]、表1</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 7-61855 A（品川白煉瓦株式会社）07.03.1995（1995-03-07） 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2017/155110 A1（デンカ株式会社）14.09.2017（2017-09-14） 請求の範囲、[0064]、表1	1-7	X	JP 2016-103611 A（デンカ株式会社）02.06.2016（2016-06-02） [0041]、表1	1-7	A	JP 7-61855 A（品川白煉瓦株式会社）07.03.1995（1995-03-07） 全文	1-7
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	WO 2017/155110 A1（デンカ株式会社）14.09.2017（2017-09-14） 請求の範囲、[0064]、表1	1-7												
X	JP 2016-103611 A（デンカ株式会社）02.06.2016（2016-06-02） [0041]、表1	1-7												
A	JP 7-61855 A（品川白煉瓦株式会社）07.03.1995（1995-03-07） 全文	1-7												
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 04.06.2021		国際調査報告の発送日 15.06.2021												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 手島 理 4T 5083 電話番号 03-3581-1101 内線 3465												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/013571

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2017/155110	A1	14.09.2017	US 2019/0092695 A1 請求の範囲、[0078]、表1 EP 3428223 A1 KR 10-2018-0124915 A CN 109153801 A	
JP	2016-103611	A	02.06.2016	(ファミリーなし)	
JP	7-61855	A	07.03.1995	(ファミリーなし)	