

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7537434号
(P7537434)

(45)発行日 令和6年8月21日(2024.8.21)

(24)登録日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(51)国際特許分類

F I

B 3 2 B 17/06 (2006.01)

B 3 2 B 17/06

B 3 2 B 18/00 (2006.01)

B 3 2 B 18/00

B

請求項の数 12 (全24頁)

(21)出願番号	特願2021-533969(P2021-533969)	(73)特許権者	000000044
(86)(22)出願日	令和2年7月14日(2020.7.14)		A G C 株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/027398		東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
(87)国際公開番号	WO2021/015059	(74)代理人	100107766
(87)国際公開日	令和3年1月28日(2021.1.28)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	令和5年2月7日(2023.2.7)	(74)代理人	100070150
(31)優先権主張番号	特願2019-137123(P2019-137123)		弁理士 伊東 忠彦
(32)優先日	令和1年7月25日(2019.7.25)	(72)発明者	小川 修平
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
		(72)発明者	A G C 株式会社内
			野村 周平
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内
		(72)発明者	中澤 伯人
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層部材

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

波長850nmにおける直線透過率が80%以上であるガラス部材と、
前記ガラス部材上に樹脂である接合層と、
前記接合層上にSi-SiC部材と、
を有し、

前記Si-SiC部材の比熱が0.745J/g・K以下である、積層部材。

【請求項2】

前記ガラス部材の波長850nmにおける直線透過率が90%以上である、請求項1に記載の積層部材。

【請求項3】

前記Si-SiC部材の熱伝導率が190W/m・K～300W/m・Kである、請求項1または2に記載の積層部材。

【請求項4】

前記ガラス部材の厚さが2mm～40mmであり、
前記Si-SiC部材の厚さが0.5mm～10mmである、請求項1乃至3のいずれか一に記載の積層部材。

【請求項5】

前記Si-SiC部材の20～200における平均線膨張係数αから前記ガラス部材の20～200における平均線膨張係数βを引いた値の絶対値|α-β|が2.0

p p m / 以下である、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の積層部材。

【請求項 6】

前記 S i - S i C 部材の 2 0 ~ 2 0 0 における平均線膨張係数 α が 2 . 1 0 p p m / ~ 4 . 0 0 p p m / である、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の積層部材。

【請求項 7】

前記 S i - S i C 部材のヤング率が 3 0 0 G P a ~ 4 2 0 G P a である、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の積層部材。

【請求項 8】

前記樹脂は、耐熱温度 2 3 0 ~ 5 0 0 の樹脂である、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の積層部材。

10

【請求項 9】

前記 S i - S i C 部材は、金属 S i 含有比率が 8 w t % ~ 6 0 w t % である、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の積層部材。

【請求項 1 0】

密度が 2 . 4 5 g / c m ³ ~ 2 . 6 5 g / c m ³ である、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の積層部材。

【請求項 1 1】

反り量が 0 . 2 5 m m 以下である、請求項 1 乃至 1 0 のいずれかに記載の積層部材。

【請求項 1 2】

前記 S i - S i C 部材の上に設けられる第 2 の接合層と、

20

前記第 2 の接合層を介して前記 S i - S i C 部材と接合される第 2 の S i - S i C 部材と、を更に有する、請求項 1 乃至 1 1 のいずれかに記載の積層部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ガラス部材と S i - S i C 部材を積層した積層部材に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

システムキッチンには、作業台、加熱調理器などがワークトップで繋がっている。ワークトップの素材としては、ステンレス、人工大理石、セラミックス等が用いられている。

30

【0 0 0 3】

加熱調理器は、ワークトップに設けられた開口に組み込まれる。加熱調理器は、被加熱体（鍋等）を載置するトッププレートを備える。トッププレートの素材としては、結晶化ガラス（特許文献 1 参照）、セラミックス等が用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【文献】日本国特開 2 0 1 2 - 1 4 8 9 5 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0 0 0 5】

近年、デザイン性の面から、ワークトップとトッププレートを同じ素材にすることが要望されている。しかしながら、既存の素材では、以下の点が問題となっていた。

【0 0 0 6】

ステンレスは、耐擦傷性が低い。

【0 0 0 7】

人工大理石は、耐熱性や熱伝導率が低いため、トッププレート素材に適さない。

【0 0 0 8】

結晶化ガラスは、結晶の析出の制御が難しいためワークトップに用いられるような大面積基板の製造が難しい。

50

【 0 0 0 9 】

また、加熱調理器のトッププレートに用いるような加熱部材は、高速で昇降温でき、耐衝撃性が高いことが求められる。加熱部材を高速で昇降温させるためには、加熱部材は薄い方が好ましい。一方で、加熱部材の耐衝撃性を高めるためには、加熱部材は厚い方が好ましい。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような背景に鑑みなされたものであり、本発明の一態様では、加熱部材として好適な積層部材を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様は、

[1] 波長 8 5 0 n m における直線透過率が 8 0 % 以上であるガラス部材と、

前記ガラス部材上に樹脂である接合層と、

前記接合層上に S i - S i C 部材と、

を有する積層部材である。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様の積層部材は、

[2] 前記ガラス部材の波長 8 5 0 n m における直線透過率が 9 0 % 以上であることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様の積層部材は、

[3] 前記 S i - S i C 部材の熱伝導率が 1 9 0 W / m ・ K ~ 3 0 0 W / m ・ K であることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様の積層部材は、

[4] 前記ガラス部材の厚さが 2 m m ~ 4 0 m m であり、

前記 S i - S i C 部材の厚さが 0 . 5 m m ~ 1 0 m m であることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様の積層部材は、

[5] 前記 S i - S i C 部材の 2 0 ~ 2 0 0 における平均線膨張係数 α から前記ガラス部材の 2 0 ~ 2 0 0 における平均線膨張係数 β を引いた値の絶対値 $|\alpha - \beta|$ が 2 . 0 p p m / 以下であることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

本発明の一態様の積層部材は、

[6] 前記 S i - S i C 部材の 2 0 ~ 2 0 0 における平均線膨張係数 α が 2 . 1 0 p p m / ~ 4 . 0 0 p p m / であることが好ましい。

【 0 0 1 7 】

本発明の一態様の積層部材は、

[7] 前記 S i - S i C 部材のヤング率が 3 0 0 G P a ~ 4 2 0 G P a であることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明の一態様の積層部材は、

[8] 前記樹脂は、耐熱温度 2 3 0 ~ 5 0 0 の樹脂であることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

本発明の一態様の積層部材は、

[9] 前記 S i - S i C 部材は、金属 S i 含有比率が 8 w t % ~ 6 0 w t % であることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

本発明の一態様の積層部材は、

[1 0] 密度 2 . 4 5 g / c m ³ ~ 2 . 6 5 g / c m ³ が好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

本発明の一態様の積層部材は、

[1 1] 反り量が 0.25 mm 以下が好ましい。

【 0 0 2 2 】

本発明の一態様の積層部材は、

[1 2] 前記 Si-SiC 部材の上に設けられる第2の接合層と、

前記第2の接合層を介して前記 Si-SiC 部材と接合される第2の Si-SiC 部材と、を更に有する、積層部材であることが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明の一態様によると、加熱部材として好適な積層部材を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図1】図1は本発明の一態様の積層部材を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 5 】

以下において、本発明の一態様の積層部材について詳細に説明する。

【 0 0 2 6 】

本明細書において、数値範囲を示す「 $\sim$ 」とは、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含む意味で使用され、特段の定めがない限り、以下において「 $\sim$ 」は、同様の意味をもって使用される。

【 0 0 2 7 】

(積層部材)

図1は、本発明の一態様の積層部材100の断面図である。積層部材100は、ガラス部材101と、ガラス部材101上に設けられた接合層103と、接合層103上に設けられた Si-SiC 部材105と、を有する。積層部材100は、ガラス部材101と、接合層103と、 Si-SiC 部材105と、が、この順に積層された積層構造を有する。

【 0 0 2 8 】

本発明の一態様の積層部材100の製造方法は、ガラス部材101と Si-SiC 部材105を、接合層103を間に介して貼り合わせればよい。

【 0 0 2 9 】

積層部材100の反り量は、 0.25 mm 以下が好ましい。積層部材100の反り量は、 0.20 mm 以下がより好ましく、 0.10 mm 以下がさらに好ましく、 0.05 mm 以下が特に好ましい。積層部材100の反り量が上述の値以下であれば、応力発生時に、特定の箇所へ応力が集中することを防ぐことができるため、耐割れ性を向上させることができる。また、積層部材100をキッチン用に施工した際に、積層部材100の反りにより周囲が歪んで積層部材100に映り込みデザイン性が低くなるのを避けることができる。また、積層部材100上に被加熱体を載置した際に、被加熱体がぐらつくことを防ぐことができる。

【 0 0 3 0 】

積層部材100の反り量は、非接触の3次元形状測定装置により測定できる。

【 0 0 3 1 】

積層部材100の密度は、 $2.45\text{ g/cm}^3 \sim 2.90\text{ g/cm}^3$ が好ましい。積層部材100の密度は、 2.50 g/cm^3 以上がより好ましく、 2.54 g/cm^3 以上がさらに好ましく、 2.56 g/cm^3 以上が特に好ましい。積層部材100の密度は、 2.85 g/cm^3 以下がより好ましく、 2.80 g/cm^3 以下がさらに好ましく、 2.65 g/cm^3 以下が特に好ましい。密度が上述の範囲であれば、積層部材を加熱部材として筐体に組み込む際の施工性が向上する。

【 0 0 3 2 】

密度は、積層部材100の総重量を、積層部材100の総体積で除した値である。

10

20

30

40

50

【0033】

積層部材100の総重量は、重量測定器により測定できる。

【0034】

積層部材100の総体積は、デジタルメジャーにより測定できる。

【0035】

積層部材100のSi-SiC部材105側の最上面の面積(積層部材100のSi-SiC部材105側の主表面)は、 $0.01\text{m}^2 \sim 10\text{m}^2$ が好ましい。積層部材100の最上面の面積は、 0.15m^2 以上がより好ましく、 0.30m^2 以上がさらに好ましく、 0.60m^2 以上が特に好ましく、 0.90m^2 以上が最も好ましい。積層部材100の最上面の面積は、 8m^2 以下がより好ましく、 6m^2 以下がさらに好ましく、 4m^2 以下が特に好ましく、 3m^2 以下が最も好ましい。

10

【0036】

最上面の面積は、積層部材100の寸法をデジタルメジャーで測定して算出する。積層部材100の最上面の面積が上述の範囲であれば、加熱部材として筐体に組み込む際の施工性が向上する。

【0037】

積層部材100は、ガラス部材101とSi-SiC部材105とを、接合層103を間に介して、例えば $150 \sim 380$ の温度で貼り合わせて得ることができる。

【0038】

(Si-SiC部材)

Si-SiC部材105は、炭化ケイ素(SiC)とケイ素(Si)とを含む複合材料で構成された焼結部材である。

20

【0039】

Si-SiC部材105は、SiCを $40\text{wt}\% \sim 92\text{wt}\%$ 、Siを $8\text{wt}\% \sim 60\text{wt}\%$ 含有するセラミックスである。

【0040】

Si-SiC部材は、SiCを $50\text{wt}\% \sim 87\text{wt}\%$ 、Siを $13\text{wt}\% \sim 50\text{wt}\%$ 含有するものが好ましく、SiCを $55\text{wt}\% \sim 82\text{wt}\%$ 、Siを $18\text{wt}\% \sim 45\text{wt}\%$ 含有するものがより好ましく、SiCを $60\text{wt}\% \sim 77\text{wt}\%$ 、Siを $23\text{wt}\% \sim 40\text{wt}\%$ 含有するものがさらに好ましく、SiCを $65\text{wt}\% \sim 72\text{wt}\%$ 、Siを $28\text{wt}\% \sim 35\text{wt}\%$ 含有するものが特に好ましい。Si-SiC部材のSiおよびSiCの含有率が上述の範囲であれば、Si-SiC部材の熱的特性と機械的特性のバランスに優れた部材とできる。

30

【0041】

Si-SiC部材の組成は、特に限定されず、SiCおよびSi以外に焼結助剤成分や微量の不純物などが含有されていてもよい。焼結助剤は、特に限定されないが、例えばBe、BeO、 B_4C 、BN、Al、AlNが挙げられる。

【0042】

Si-SiC部材105の厚さは、 $0.5\text{mm} \sim 10\text{mm}$ が好ましい。Si-SiC部材105の厚さは、 1.5mm 以上がより好ましく、 2.0mm 以上がさらに好ましく、 2.5mm 以上が特に好ましい。Si-SiC部材105の厚さは、 7.0mm 以下がより好ましく、 5.0mm 以下がさらに好ましく、 4.0mm 以下が特に好ましい。

40

【0043】

Si-SiC部材105は、ガラス部材101で支持されることで、薄くできる。Si-SiC部材105を薄くできるため、素早い昇降温が可能となる。

【0044】

Si-SiC部材105の厚さは、ノギスやデジタルメジャーにより測定できる。

【0045】

$20 \sim 200$ におけるSi-SiC部材105の平均線膨張係数 α は、 $2.10\text{ppm}/^\circ\text{C} \sim 4.00\text{ppm}/^\circ\text{C}$ が好ましい。以下、 $20 \sim 200$ におけるSi-Si

50

C部材105の平均線膨張係数 α を、単に平均線膨張係数 α とも呼ぶ。平均線膨張係数 α は、 $2.30\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上がより好ましく、 $2.50\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上がさらに好ましく、 $2.70\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上が特に好ましい。平均線膨張係数 α は、 $3.60\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下がより好ましく、 $3.40\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下がさらに好ましく、 $3.20\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下が特に好ましい。Si-SiC部材105の平均線膨張係数 α が上述の範囲であれば、Si-SiC部材105とガラス部材101との平均線膨張係数を一致させやすい。

【0046】

平均線膨張係数 α は、測定する温度範囲を $20 \sim 200$ とした熱機械分析装置(TMA)により測定できる。

【0047】

20におけるSi-SiC部材105の熱伝導率は、 $130\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K} \sim 300\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ が好ましい。20におけるSi-SiC部材105の熱伝導率は、 $190\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上がより好ましく、 $230\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上がさらに好ましく、 $250\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上が特に好ましい。20におけるSi-SiC部材105の熱伝導率は、 $290\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下がより好ましく、 $280\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下がさらに好ましく、 $270\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下が特に好ましい。Si-SiC部材105の熱伝導率が上述の範囲であれば、加熱部材として均熱性が向上する。また、Si-SiC部材105の熱伝導率が上述の範囲であれば、Si-SiC部材105製造時に熱伝導率がばらつくことによる歩留まりの低下を防ぐことができ、Si-SiC部材105の品質を安定させやすい。

【0048】

熱伝導率は、レーザーフラッシュ法により測定できる。

【0049】

20におけるSi-SiC部材105の比熱は、 $0.690\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K} \sim 0.745\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ が好ましい。20におけるSi-SiC部材105の比熱は、 $0.700\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 以上がより好ましく、 $0.705\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 以上がさらに好ましく、 $0.710\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 以上が特に好ましい。20におけるSi-SiC部材105の比熱は、 $0.736\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 以下がより好ましく、 $0.727\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 以下がさらに好ましく、 $0.718\text{ J}/\text{g}\cdot\text{K}$ 以下が特に好ましい。Si-SiC部材105の比熱が上述の範囲を満たすことで、加熱部材として素早い昇降温が可能となる。

【0050】

比熱は、レーザーフラッシュ法により測定できる。

【0051】

Si-SiC部材105のヤング率は、 $300\text{ GPa} \sim 420\text{ GPa}$ が好ましい。Si-SiC部材105のヤング率は、 320 GPa 以上がより好ましく、 330 GPa 以上がさらに好ましく、 340 GPa 以上が特に好ましい。Si-SiC部材105のヤング率は、 400 GPa 以下がより好ましく、 380 GPa 以下がさらに好ましく、 370 GPa 以下が特に好ましい。ヤング率は、低い方が耐熱衝撃性が高い。本発明の一態様に係るSi-SiC部材105は、ヤング率が上述の範囲を満たすことで、耐熱衝撃性が向上するため好ましい。また、本発明の一態様に係るSi-SiC部材105のヤング率は、他の炭化ケイ素質のセラミックスに比べてヤング率が低いいため、耐熱衝撃性が高く好ましい。

【0052】

ヤング率は、日本工業規格(JIS-R1602-1995)に記載された弾性率試験方法により20で測定できる。

【0053】

Si-SiC部材105の曲げ強度は、 $130\text{ MPa} \sim 300\text{ MPa}$ が好ましい。Si-SiC部材105の曲げ強度は、 180 MPa 以上がより好ましく、 220 MPa 以上がさらに好ましく、 230 MPa 以上が特に好ましい。Si-SiC部材105の曲げ強度は 280 MPa 以下がより好ましく、 270 MPa 以下がさらに好ましく、 260 MPa 以下が特に好ましい。Si-SiC部材105の曲げ強度が上述の範囲を満たすことで

10

20

30

40

50

、落下物による Si - SiC 部材 105 ひいては積層部材 100 の割れを防止でき、耐衝撃性を高めることができる。

【0054】

曲げ強度は、日本工業規格 (JIS - R 1601 - 2008) に記載された曲げ強さ試験方法により 20 で測定できる。

【0055】

Si - SiC 部材 105 のビッカース硬さ (Hv) は、16 GPa ~ 27 GPa が好ましい。ビッカース硬さは、19 GPa 以上がより好ましく、20 GPa 以上がさらに好ましく、21 GPa 以上が特に好ましい。ビッカース硬さは、25 GPa 以下がより好ましく、24 GPa 以下がさらに好ましく、23 GPa 以下が特に好ましい。Si - SiC 部材 105 のビッカース硬さが上述の範囲を満たすことで、Si - SiC 部材 105 ひいては積層部材 100 の耐擦傷性が向上する。

10

【0056】

ビッカース硬さは、ビッカース硬さ計システムにより 20 で測定できる。

【0057】

(ガラス部材 101)

ガラス部材 101 のガラス組成は、特に限定されない。ガラス部材 101 としては、例えば、ソーダライムガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、無アルカリガラスが挙げられる。また、ガラス部材 101 は、化学強化されたガラス (化学強化ガラス) であってもよい。

20

【0058】

ガラス部材 101 の厚さは、Si - SiC 部材 105 を支持できる厚さであればよい。ガラス部材 101 の厚さは、2 mm 以上が好ましく、5 mm 以上がより好ましく、10 mm 以上がさらに好ましく、15 mm 以上が特に好ましい。ガラス部材 101 の厚さは、40 mm 以下が好ましく、35 mm 以下がより好ましく、30 mm 以下がさらに好ましく、25 mm 以下が特に好ましい。ガラス部材 101 の厚さが上述の範囲であれば、支持部材として十分な強度を維持できる。

【0059】

ガラス部材 101 の厚さは、ノギスやデジタルメジャーにより測定できる。

【0060】

20 ~ 200 におけるガラス部材 101 の平均線膨張係数 β は、 $0.01 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ ~ $4.50 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ が好ましい。以下、20 ~ 200 におけるガラス部材 101 の平均線膨張係数 β を、単に平均線膨張係数 β とも呼ぶ。平均線膨張係数 β は、 $1.00 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以上がより好ましく、 $1.50 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以上がさらに好ましく、 $1.80 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以上が特に好ましい。平均線膨張係数 β は、 $3.50 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下がより好ましく、 $3.10 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下がさらに好ましく、 $2.70 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下が特に好ましい。ガラス部材 101 の平均線膨張係数 β が上述の範囲であれば、ガラス部材 101 と Si - SiC 部材 105 との平均線膨張係数を一致させやすくできる。

30

【0061】

Si - SiC 部材 105 の平均線膨張係数 α からガラス部材 101 の平均線膨張係数 β を引いた値の絶対値 $|\alpha - \beta|$ は、 $2.00 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下が好ましい。絶対値 $|\alpha - \beta|$ は、 $1.00 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下がより好ましく、 $0.50 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下がさらに好ましく、 $0.30 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ 以下が特に好ましい。両者の平均線膨張係数差を上述の値以下とすることで、得られる積層部材 100 の反りを防止できる。

40

【0062】

波長 850 nm におけるガラス部材 101 の直線透過率は、80 % 以上が好ましく、85 % 以上がより好ましく、90 % 以上がさらに好ましく、92 % 以上が特に好ましい。波長 850 nm におけるガラス部材 101 の直線透過率が 80 % 以上であれば、加熱利用に十分な赤外線透過量とできる。

【0063】

50

直線透過率は、入射光の入射角を 0° とし、ガラス部材101をその厚み方向に直線的に透過する光の透過率であって、分光光度計により20で測定できる。

【0064】

ガラス部材101のヤング率は、 $40\text{ GPa} \sim 120\text{ GPa}$ が好ましい。ガラス部材101のヤング率は、 45 GPa 以上がより好ましく、 50 GPa 以上がさらに好ましく、 55 GPa 以上が特に好ましい。ガラス部材101のヤング率は、 100 GPa 以下がより好ましく、 90 GPa 以下がさらに好ましく、 80 GPa 以下が特に好ましい。ガラス部材101のヤング率が上述の範囲であれば、支持部材として十分な強度を保つことができる。

【0065】

ガラス部材101のヤング率は、日本工業規格(JIS-R1602-1995)に記載された超音波パルス法により20で測定できる。

【0066】

ガラス部材101の曲げ強度は、 $70\text{ MPa} \sim 800\text{ MPa}$ が好ましい。ガラス部材101の曲げ強度は、 100 MPa 以上がより好ましく、 150 MPa 以上がさらに好ましく、 200 MPa 以上が特に好ましい。ガラス部材101の曲げ強度は、 700 MPa 以下がより好ましく、 600 MPa 以下がさらに好ましい。ガラス部材101の曲げ強度が上述の範囲であれば、落下物によるガラス部材101ひいては積層部材100の割れを防止できる。また、ガラス部材101の曲げ強度が上述の範囲であれば、ガラス製造時にガラスの曲げ強度がばらつくことによる歩留まりの低下を防ぐことができ、ガラス品質を安定させやすい。

【0067】

ガラス部材101の曲げ強度は、ASTM規格(ASTM C1499-01)に記載されたガラスのリング曲げ試験により20で測定できる。

【0068】

次に、本発明の一態様を構成するガラス部材101について、好ましいガラス組成について説明する。なお、本明細書におけるガラス組成(ガラス部材の対象成分の含有量)は、酸化物基準の質量百分率表示(wt%)で示す。

【0069】

ガラス部材101は、 SiO_2 を含有する。 SiO_2 は、ガラスの主成分である。 SiO_2 の含有量は、ガラスの耐候性を高めるためには、 $50\text{ wt}\%$ 以上が好ましく、 $55\text{ wt}\%$ 以上がより好ましく、 $58\text{ wt}\%$ 以上がさらに好ましく、 $61\text{ wt}\%$ 以上が特に好ましい。 SiO_2 の含有量は、ガラスの粘性を低くして製造性を高めるためには、 $81\text{ wt}\%$ 以下が好ましく、 $76\text{ wt}\%$ 以下がより好ましく、 $71\text{ wt}\%$ 以下がさらに好ましく、 $67\text{ wt}\%$ 以下が特に好ましい。

【0070】

ガラス部材101は、 Al_2O_3 を含有してもよい。 Al_2O_3 は、ガラスの耐候性を高め、線膨張係数を低くするのに有用な成分である。 Al_2O_3 含有量は、好ましくは $1.5\text{ wt}\%$ 以上、より好ましくは $5\text{ wt}\%$ 以上、さらに好ましくは $10\text{ wt}\%$ 以上である。一方、ガラスの耐酸性を高めるために、及び、ガラスの失透を抑制するためには、 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは $26\text{ wt}\%$ 以下であり、より好ましくは $23\text{ wt}\%$ 以下であり、さらに好ましくは $20\text{ wt}\%$ 以下である。

【0071】

ガラス部材101は、 B_2O_3 : $5 \sim 23\text{ wt}\%$ を含有してもよい。 B_2O_3 は、ガラスの線膨張係数を調整するのに有用な成分である。ガラスの線膨張係数を抑制し、ガラスの高温粘性を低くするためには、 B_2O_3 の含有量は $5\text{ wt}\%$ 以上が好ましく、より好ましくは $9\text{ wt}\%$ 以上とし、さらに好ましくは $12\text{ wt}\%$ 以上とし、特に好ましくは $14.5\text{ wt}\%$ 以上とする。一方、ガラスの耐候性を向上させるためには、 B_2O_3 の含有量は $22\text{ wt}\%$ 以下が好ましく、より好ましくは $19\text{ wt}\%$ 以下とし、さらに好ましくは $17.5\text{ wt}\%$ 以下とし、特に好ましくは $16\text{ wt}\%$ 以下とする。

10

20

30

40

50

【0072】

ガラス部材101は、RO（ROは、MgO、CaO、SrO、及びBaOのうちの少なくとも1つであり、ROの含有量はMgO、CaO、SrO、及びBaOの合計量を表す）を含有してもよい。ROは、ガラスの粘性を低くして溶解性を高め、膨張係数を制御するために、好ましくは0.1wt%以上、より好ましくは1.0wt%以上、さらに好ましくは3.0wt%以上含有させてもよい。一方、ガラスの失透温度を低くして溶解性を高め、線膨張係数を制御するためには、ROの含有量は、好ましくは15wt%以下であり、より好ましくは12wt%以下であり、さらに好ましくは7.5wt%以下である。

【0073】

MgOは、ガラスの粘性を低くして溶解性を高め、線膨張係数を制御するために含有させてもよい。MgOの含有量は、0.05wt%以上が好ましく、0.7wt%以上がより好ましく、1.8wt%以上がさらに好ましい。一方、ガラスの失透温度を低くして溶解性を高め、線膨張係数を制御するためには、MgOの含有量は、6wt%以下が好ましく、4.0wt%以下がより好ましく、2.5wt%以下がさらに好ましい。

10

【0074】

CaOは、ガラスの粘性を低くして溶解性を高め、線膨張係数を制御するために含有させてもよい。CaOの含有量は、10wt%以下が好ましく、5wt%以下がより好ましく、3wt%以下がさらに好ましい。

【0075】

SrOは、ガラスの失透温度を低くして溶解性を高め、線膨張係数を制御するために含有させてもよい。SrOの含有量は、15wt%以下が好ましく、7.8wt%以下がより好ましく、4.5wt%以下がさらに好ましい。

20

【0076】

BaOは、ガラスの失透温度を低くして生産性を高め、線膨張係数を制御するために含有させてもよい。BaOの含有量は、20wt%以下が好ましく、10wt%以下がより好ましく、6wt%以下がさらに好ましい。

【0077】

ガラス部材101は、R₂O：0.01～5.8wt%（R₂Oは、Li₂O、Na₂O、及びK₂Oのうちの少なくとも1つであり、R₂Oの含有量はLi₂O、Na₂O、及びK₂Oの合計量を表す）含有することが好ましい。

30

【0078】

R₂Oは、ガラス原料の熔融を促進し、線膨張係数、粘性等を調整するのに有用な成分である。上記効果を良好に発揮するために、R₂Oの含有量は、0.01wt%以上が好ましく、0.1wt%以上がより好ましく、0.5wt%以上がさらに好ましい。

【0079】

R₂Oの含有量は、5.8wt%以下とすることにより、ガラスの線膨張係数を小さくして、温度変化の際に発生する応力を小さくできる。R₂Oの含有量は、好ましくは5.0wt%以下であり、より好ましくは4.0wt%以下であり、さらに好ましくは3.0wt%以下、特に好ましくは2.5wt%以下である。

【0080】

なお、Li₂Oを含有しない場合のR₂O、すなわちNa₂O及びK₂Oの合計量は、線膨張係数を小さくする観点から、2.9wt%以下が好ましく、2.5wt%以下がより好ましく、2.0wt%以下がさらに好ましい。

40

【0081】

Li₂Oは、ガラス原料の熔融を促進し、線膨張係数、粘性等を調整するのに有用な成分である。Li₂Oは、含有量が0wt%であってもよい。Li₂Oの含有量は、0.05wt%以上が好ましく、0.15wt%以上がより好ましく、0.3wt%以上がさらに好ましい。一方、ガラスの線膨張係数を小さくして、温度変化の際に発生する応力を小さくするためには、Li₂Oの含有量は2.5wt%以下が好ましく、2wt%以下がより好ましく、1.5wt%以下がさらに好ましい。

50

【0082】

Na_2O は、ガラス原料の熔融を促進し、線膨張係数、粘性等を調整するのに有用な成分である。 Na_2O は、含有量が0wt%であってもよい。 Na_2O の含有量は、0.1wt%以上が好ましく、0.25wt%以上がより好ましく、0.5wt%以上がさらに好ましい。一方、ガラスの線膨張係数を小さくして、温度変化の際に発生する応力を小さくするためには、 Na_2O は5.6%以下が好ましく、3%以下がより好ましく、2%以下がさらに好ましく、1%以下が特に好ましい。

【0083】

K_2O は、ガラス原料の熔融を促進し、線膨張係数、粘性等を調整するのに有用な成分である。 K_2O は、含有量が0wt%であってもよい。 K_2O の含有量は、0.05wt%以上が好ましく、0.15wt%以上がより好ましく、0.3wt%以上がさらに好ましく、0.55wt%以上が特に好ましい。一方、ガラスの線膨張係数を小さくして、高温に曝された際に発生する応力を小さくするためには、 K_2O は3.0wt%以下が好ましく、2.5wt%以下がより好ましく、1.5wt%以下がさらに好ましい。

10

【0084】

ZrO_2 は、ガラスの耐薬品性を向上させるために含有させてもよい。 ZrO_2 の含有量は、0.02wt%以上が好ましく、0.2wt%以上がより好ましく、0.4wt%以上がさらに好ましい。一方、ガラスの失透温度を低くして生産性を高めるためには、 ZrO_2 の含有量は、2wt%以下が好ましく、1.0wt%以下がより好ましく、0.6wt%以下がさらに好ましい。

20

【0085】

P_2O_5 は、ガラスの結晶化や失透を防止して、ガラスを安定化させるのに有効な成分であり、含有させてもよい。上記効果を良好に発揮するためには、 P_2O_5 の含有量は、0.8wt%以上が好ましく、4.5wt%以上がより好ましく、7.7wt%以上がさらに好ましい。一方、 P_2O_5 の含有量を22wt%以下とすることにより、ガラスの高温粘性を高くしすぎずに、ガラスを安定化できる。 P_2O_5 の含有量は、好ましくは18wt%以下であり、より好ましくは13.5wt%以下である。

【0086】

Fe_2O_3 は、ガラスの色味を損なうことなく、ガラスの清澄性を改善させ、熔融炉の底素地の温度制御をするために含有させてもよい。 Fe_2O_3 ：0.00001~0.2wt%が好ましく、0.0001~0.05wt%がさらに好ましく、0.001~0.005wt%が特に好ましい。 Fe_2O_3 の含有量は、0.00001wt%以上が好ましく、0.0001wt%以上がより好ましく、0.001%以上がさらに好ましい。一方、ガラスの色味を維持させるためには、 Fe_2O_3 の含有量は、0.2wt%以下が好ましく、0.15wt%以下がより好ましく、0.1wt%以下がさらに好ましく、0.01wt%以下が特に好ましい。

30

【0087】

本発明の一態様を構成するガラス部材101は、典型的には実質的に上記成分からなることが好ましいが、さらに本発明の一態様に係る目的を損なわない範囲で ZnO を13wt%まで含有してもよい。

40

【0088】

また、本発明の一態様を構成するガラス部材101は、典型的には実質的に上記成分からなることが好ましいが、本発明の一態様に係る目的を損なわない範囲で他の成分(TiO_2 等)を合計8wt%まで含有してもよい。

【0089】

さらに、本発明の一態様を構成するガラス部材101はガラスの熔融の際の清澄剤として、 SO_3 、塩化物、フッ化物、ハロゲン、 SnO_2 、 Sb_2O_3 、 As_2O_3 などを適宜含有してもよい。さらに、色味の調整のため、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Mn 、 V 、 Se 、 Au 、 Ag 、 Cd などの着色成分を含有してもよい。また積極的に着色させたい場合は0.1wt%以上の範囲で Fe 、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Mn 、 V 、 Se 、 Au 、 Ag 、 Cd などの

50

着色成分を含有してもよい。

【0090】

なお、上記他の成分のうち、 SO_3 、塩化物、フッ化物、ハロゲン、 SnO_2 、 Sb_2O_3 、および As_2O_3 からなる群から選択される少なくとも1種を含有する場合、清澄性の観点からは、これら群の合計含有量は、0.0001wt%以上が好ましく、0.0005wt%以上がより好ましく、0.001wt%以上がさらに好ましい。一方、ガラス特性に影響を与えないためには、これら群の合計含有量は、2.0wt%以下が好ましく、1.5wt%以下がより好ましく、1.0wt%以下がさらに好ましい。

【0091】

(接合層103)

接合層103は、ガラス部材101とSi-SiC部材105とを接合する樹脂である。接合層103を構成する樹脂は、例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂またはフッ素樹脂が挙げられる。

【0092】

接合層103は、例えば加熱プレス装置を用いて作製できる。ガラス部材101とSi-SiC部材105との間に、接合層103を構成する樹脂フィルムを挟み込む(この構成を仮積層体とする)。仮積層体を樹脂フィルムの軟化点以上の温度に加熱し、仮積層体に圧力をかけてプレスし、ガラス部材101とSi-SiC部材105とを接合する。接合時に泡の巻き込みを防ぐために、仮積層体は真空雰囲気下でプレスすることが好ましい。

【0093】

アンカー効果を高めるために、ガラス部材101の樹脂フィルム(接合層103)との接触面およびSi-SiC部材105の樹脂フィルム(接合層103)との接触面は、ブラスト処理などで適度に荒らしておいてもよい。

【0094】

接合層103の厚さは、0.001mm~0.300mmが好ましい。接合層103の厚さは、0.005mm以上であってもよく、0.008mm以上であってもよく、0.010mm以上であってもよい。接合層103の厚さは、0.150mm以下であってもよく、0.050mm以下であってもよく、0.030mm以下であってもよい。

【0095】

接合層103の厚さは、SEM断面観察による撮影のデジタルデータや画像処理ソフトを用いて算出できる。

【0096】

波長850nmにおける接合層103の直線透過率は、88%以上が好ましく、91%以上がより好ましく、93%以上がさらに好ましく、95%以上が特に好ましい。接合層103の直線透過率が88%以上であれば、加熱利用に十分な赤外線の透過量とできる。

【0097】

直線透過率は、入射光の入射角を0°とし、接合層103をその厚み方向に直線的に透過する光の透過率であって、分光光度計により20°で測定できる。

【0098】

接合層103の耐熱温度は、200~500°が好ましい。接合層103の耐熱温度は、230°以上がより好ましく、260°以上がさらに好ましく、310°以上が特に好ましく、360°以上が特に好ましい。接合層103の耐熱温度は、470°以下であってもよく、450°以下であってもよく、430°以下であってもよい。

【0099】

接合層103の耐熱温度は、大気雰囲気下で熱重量測定(TGA)を行い、測定対象物の重量が1wt%減少した温度とする。

【0100】

(本発明に係る一態様の他の例)

上記とは異なる本発明に係る態様について説明する。本態様の積層部材は、上記Si-SiC部材105の上に設けられる第2の接合層と、第2の接合層を介して上記Si-S

10

20

30

40

50

i C 部材 1 0 5 と接合される第 2 の S i - S i C 部材と、を更に有する。第 2 の S i - S i C 部材は、上記 S i - S i C 部材 1 0 5 と同様に構成されるので、説明を省略する。

【 0 1 0 1 】

S i - S i C 部材 1 0 5 と第 2 の S i - S i C 部材とを積層させた構造とすることで、複雑な形状の積層部材を作製しやすくなる。例えば、積層部材中に温度測定用のセンサーを差し込むための空間を設ける場合には、予め S i - S i C 部材 1 0 5 と第 2 の S i - S i C 部材の一方に溝加工を施しておき、他方を貼り合わせることで積層部材中に空間を設けることが容易となる。

【 0 1 0 2 】

第 2 の接合層によって S i - S i C 部材 1 0 5 と第 2 の S i - S i C 部材とを接合する方法は、特に限定されないが、例えば、エポキシ樹脂やフッ素樹脂などの樹脂を用いた接合、スズやインジウムなどの熔融金属を用いた接合、ガラスフリットを用いた接合が挙げられる。積層部材を加熱部材として用いることを想定すると、耐熱性および熱伝導率の観点から、金属を用いた接合が好ましい。

10

【 0 1 0 3 】

耐熱性および熱伝導率の観点から、ガラスフリットは耐熱性が高いが熱伝導率が低く、樹脂は耐熱性および熱伝導率どちらも低いため、金属を用いた接合が好ましい。金属としては、例えばインジウム、スズ、スズ系合金、鉛系合金などが挙げられる。熱伝導率、耐熱性および環境負荷の観点からは、特にスズ金属およびスズ系合金が好ましい。

【 0 1 0 4 】

20

熔融金属を用いて接合する例を説明する。S i - S i C 部材 1 0 5 と第 2 の S i - S i C 部材を所望の温度、例えば 2 5 0 ~ 2 7 0 に加熱する。加熱した S i - S i C 部材と第 2 の S i - S i C 部材の接合面に超音波を当てながら、所望の温度（例えば 2 5 0 ~ 2 7 0 ）近傍の温度で熔融しておいた金属を塗り込んだのち、接合面同士を重ね合わせればよい。

【 0 1 0 5 】

積層部材は、第 2 の S i - S i C 部材の上に設けられる第 3 の接合層と、第 3 の接合層を介して第 2 の S i - S i C 部材と接合される第 3 の S i - S i C 部材と、を更に有してもよい。第 3 の接合層は、第 2 の接合層と同様に構成される。また、第 3 の S i - S i C 部材は、S i - S i C 部材 1 0 5 と同様に構成される。但し、積層部材は、厚さの観点で、第 3 の接合層及び第 3 のセラミックス部材を更に有しないことが好ましい。

30

【 0 1 0 6 】

本発明の一態様の積層部材は、積層部材を急速に冷却できる構成を有していてもよい。例えば、本発明の一態様の積層部材は、S i - S i C 部材 1 0 5 と接合層 1 0 3 との間、S i - S i C 部材 1 0 5 と第 2 の接合層との間、又は第 2 の S i - S i C 部材と第 2 の接合層との間に流路を備えてもよい。または、本発明の一態様の積層部材は、S i - S i C 部材 1 0 5 、又は第 2 の S i - S i C 部材が流路になるように加工されてもよい。または、本発明の一態様の積層部材は、ガラス部材 1 0 1 と接合層 1 0 3 との間に流路を備えてもよい。または、本発明の一態様の積層部材は、ガラス部材 1 0 1 が流路になるように加工されてもよい。積層部材は、流路に水を流して冷却することができる。

40

【 0 1 0 7 】

本発明の一態様の積層部材は、透過率および照射効率を高める反射防止膜を備えてもよい。例えば、本発明の一態様の積層部材は、ガラス部材 1 0 1 の接合層 1 0 3 側とは反対側の主表面および / またはガラス部材 1 0 1 の接合層 1 0 3 側の主表面に反射防止膜を備えてもよい。また、本発明の一態様の積層部材は、S i - S i C 部材 1 0 5 の接合層 1 0 3 側の主表面又は第 2 セラミックス部材の第 2 の接合層側の主表面に反射防止膜を備えてもよい。反射防止膜は、赤外線を透過させる面に設けることで、照射効率（加熱効率）を高めることができる。

【 0 1 0 8 】

本発明の一態様の積層部材は、温度センサーを備えていてもよい。例えば、本発明の一

50

態様の積層部材は、温度センサーをSi-SiC部材105、又は第2のSi-SiC部材の内側に備えてもよい。一例としては、Si-SiC部材105、又は第2のSi-SiC部材の側面に穴を開け、温度センサーを差し込んだ構成とする。この場合、温度センサーはSi-SiC部材105の接合層103側とは反対側の主表面の直下、又は第2のSi-SiC部材の第2の接合層とは反対側の主表面の直下に配置する。温度センサーは接合層103又は第2の接合層とは接しないように、かつ、温度センサーが露出しないように配置する。温度センサーにより、Si-SiC部材105の接合層103側とは反対側の主表面温度、又は第2のSi-SiC部材の第2の接合層とは反対側の主表面温度を測定できる。

【0109】

10

本発明の一態様の積層部材は、加熱部材として好適に使用できる。本発明の一態様の積層部材は、例えば、加熱調理器の加熱部材として好適に使用できる。

【0110】

また、本発明の一態様の積層部材は、キッチンのワークトップ（天板）として用いてもよい。

【0111】

また、本発明の一態様の積層部材は、加熱調理器のトッププレートとキッチンのワークトップとしての機能を兼ね備えてもよい。

【実施例】

【0112】

20

以下、本発明の一態様を実施例によって説明するが、本発明の一態様はこれらにより限定されるものではない。なお、表中の各測定結果について、空欄は未測定であることを表す。

【0113】

（ガラス部材サンプルの作製）

作製したガラスを表1に示す。

【0114】

30

40

50

【表 1】

ガラス部材サンプル	i-A	i-B	i-C	i-D	ii	iii	iV	V	Vi	Vii	Viii
SiO ₂	78.13	78.13	78.13	78.13	80.84	78.13	78.13	58.57	72.45	100	62.91
Al ₂ O ₃	1.98	1.98	1.98	1.98	2.16	1.98	1.98	15.71	1.36		23.04
B ₂ O ₃	14.19	14.19	14.19	14.19	13.16	14.19	14.19	9.05			
MgO								3.23	2.84		0.78
CaO								3.98	9.55		
SrO								7.67			
BaO											2.89
RO合計								14.88	12.39		3.67
Li ₂ O											4.47
Na ₂ O	5.57	5.57	5.57	5.57	3.68	5.57	5.57	1.50	13.67		0.52
K ₂ O	0.07	0.07	0.07	0.07	0.16	0.07	0.07	0.28			0.57
R ₂ O合計	5.64	5.64	5.64	5.64	3.84	5.64	5.64	1.78	13.67		5.56
ZrO ₂	0.03	0.03	0.03	0.03		0.03	0.03				2.12
TiO ₂											0.71
Fe ₂ O ₃	0.03	0.03	0.03	0.03		0.03	0.03		0.13		
P ₂ O ₅											0.86
ZnO											0.39
SnO ₂											0.74
SUM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
厚さ (mm)	10	2	1.5	20	10	10	10	10	10	10	10
平均線膨張係数 β (ppm/°C)	2.9	2.9	2.9	2.9	3.3	2.9	2.9	4.2	8.1	0.05	0.04
直線透過率 (%)	90.9	91.4	91.5	90.1	91.7	90.4	90.4	90.6	92.7	92.8	89.0
ヤング率 (GPa)	57	57	57	57	68	57	59	77	74	74	91
曲げ強度 (MPa)	89	89	89	89	108	89	211	112	94	94	156

組成 (wt%)

厚さ (mm)

平均線膨張係数 β (ppm/°C)

直線透過率 (%)

ヤング率 (GPa)

曲げ強度 (MPa)

【0115】

表1の(i-A)～(Vi)のガラスは、表1に示される酸化物基準の質量百分率表示の各ガラス組成となるように、次のように作製した。酸化物、水酸化物、炭酸塩または硝酸塩等、一般に使用されているガラス原料を適宜選択し、ガラスとして10000gになるように秤量した。次に、混合した原料を白金のつぼに入れ、1500～1700の抵抗加熱式電気炉に投入して12時間程度溶融し、脱泡、均質化した。得られた溶融ガラスを型材に流し込み、ガラス転移点+50の温度において1時間保持した後、0.5/分の速度で室温まで冷却し、ガラスブロックを得た。

【0116】

10

20

30

40

50

表 1 の (V i i) のガラスは、A G C 株式会社製の合成石英ガラス (製品名 : A Q) を用いた。

【 0 1 1 7 】

表 1 の (V i i i) のガラスは、表 1 に示される酸化物基準の質量百分率表示の各ガラス組成となるように、ガラスを次のように作製した。酸化物、水酸化物、炭酸塩または硝酸塩等、一般に使用されているガラス原料を適宜選択し、ガラスとして 1 0 0 0 0 g になるように秤量した。次に、混合した原料を白金るつぽに入れ、1 6 0 0 の抵抗加熱式電気炉に投入して 5 時間程度熔融し、脱泡、均質化した。得られた熔融ガラスを型材に流し込み、ステンレスローラーを用いて成形し、除冷炉を用いて室温まで冷却した。このガラス成形体を電気炉に入れ、7 8 0 で 2 時間加熱した後に、1 . 5 / 分の速度で 8 5 0 まで昇温させ、8 5 0 で 3 時間加熱し、5 . 0 / 分の速度で室温まで冷却し、ガラスブロックを得た。

10

【 0 1 1 8 】

得られたガラスブロックを切断、研削、研磨加工し、ガラス部材サンプル (縦 3 0 0 m m 、横 3 0 0 m m) を得た。得られたガラス部材サンプルについて、以下の測定を行った。測定結果を表 1 に示す。

【 0 1 1 9 】

厚さは、デジタルメジャーで 2 0 で測定した。

【 0 1 2 0 】

平均線膨張係数 β は、ブルカー・エイックスエス社製の示差熱膨張計 (T M A) 「 T M A 4 0 0 0 S A 」を用いて、2 0 ~ 2 0 0 の温度範囲で測定した。

20

【 0 1 2 1 】

直線透過率は、分光光度計により 2 0 、波長 8 5 0 n m で測定した。

【 0 1 2 2 】

ヤング率は、日本工業規格 (J I S - R 1 6 0 2 - 1 9 9 5) に記載された超音波パルス法により 2 0 で測定した。

【 0 1 2 3 】

曲げ強度は、A S T M 規格 (A S T M C 1 4 9 9 - 0 1) に記載されたガラスのリング曲げ試験により 2 0 で測定した。

【 0 1 2 4 】

30

(S i - S i C 部材サンプルの作製)

作製した S i - S i C を表 2 に示す。

【 0 1 2 5 】

40

50

【表 2】

Si-SiC部材サンプル	a-1	a-2	a-3	a-4	b	c	d	e	f	g
組成 (wt%)	33	33	33	33	29	37	41	28	57	11
	67	67	67	67	71	63	59	72	43	89
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
厚さ (mm)	5	10	15	8	5	5	5	5	5	5
第2の接合層(スズ金属) (mm)	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-
平均線膨張係数 α (ppm/°C)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.3	2.7	2.7	2.2	2.8	2.7
熱伝導率 (W/m・K)	225	225	225	225	242	231	235	220	256	169
比熱 (J/g・K)	0.716	0.716	0.716	0.716	0.738	0.732	0.744	0.719	0.720	0.749
ヤング率 (GPa)	365	365	365	365	383	348	321	391	221	404
曲げ強度 (MPa)	207	207	207	207	256	165	131	253	82	231
ビッカース硬さ (HV) (GPa)	20.5	20.5	20.5	20.5	22.5	19.4	16.7	23.5	9.1	23.9

【 0 1 2 6 】

Si-SiC部材サンプル(a-1)～(a-3)を次のように作製した。混練機(宮崎鉄工株式会社製、型番:MP100)に、SiC粉末(太平洋ランダム株式会社製、型番:GMF-12S(平均粒径0.7μm))71.0wt%と、カーボンブラック(平均粒径0.03μm)2.0wt%と、バインダーとしてメトローズ(信越化学株式会社製、型番SM8000)5.5wt%と、純水21.5wt%を投入し、6時間混練し坯土を得た。得られた坯土を、押出成形機(宮崎鉄工株式会社製、型番:FM100)に投入し、ヘッド圧1.0MPa、吐出量1200g/minの条件で押出し成形して成形体を得た。得られた成形体を、50℃で4日間乾燥した後に、450℃の大気雰囲気下で3

時間加熱し脱脂して脱脂体を得た。得られた脱脂体を、カーボン焼成炉で 10^{-3} Paの真空雰囲気下1700 の条件で2時間焼成して焼結体を得た。焼成後、アルゴン雰囲気下1670 の条件でSiを含浸させ、Si-SiC部材を得た。得られたSi-SiC部材を、縦30 cm、横30 cm、表2に示す厚さになるように加工した。

【0127】

Si-SiC部材サンプル(a-4)は、Si-SiC部材と第2のSi-SiC部材とを、スズ金属を用いてボンディング接合して作製した。Si-SiC部材と第2のSi-SiC部材とは、それぞれ、サンプル(a-1)と同様に作製し、厚さ3.8 mmに加工して得た。ボンディング接合は、次のように行った。Si-SiC部材と第2のSi-SiC部材とを250 に加熱し、予め250 で溶融しておいたスズ金属を、Si-SiC部材と第2のSi-SiC部材の接合面に超音波を当てながら塗り込み、塗り込んだ後に接合面同士を重ね合わせた。

10

【0128】

Si-SiC部材サンプル(b)は、原料粉末の量を変えた以外はサンプル(a-1)と同様に作製した。サンプル(b)の原料粉末の量は、SiC粉末69.0 wt%と、カーボンブラック6.0 wt%、メトロース5.1 wt%、純水19.9 wt%とした。

【0129】

Si-SiC部材サンプル(c)は、原料粉末の量を変えた以外はサンプル(a-1)と同様に作製した。サンプル(c)の原料粉末の量は、SiC粉末69.0 wt%と、カーボンブラック1.0 wt%、メトロース6.1 wt%、純水23.9 wt%とした。

20

【0130】

Si-SiC部材サンプル(d)は、原料粉末の量を変えた以外はサンプル(a-1)と同様に作製した。サンプル(d)の原料粉末の量は、SiC粉末64.0 wt%と、カーボンブラック0.5 wt%、メトロース7.2 wt%、純水28.3 wt%とした。

【0131】

Si-SiC部材サンプル(e)は、原料粉末の量を変えた以外はサンプル(a-1)と同様に作製した。サンプル(e)の原料粉末の量は、SiC粉末70.0 wt%と、カーボンブラック6.0 wt%、メトロース4.9 wt%、純水19.1 wt%とした。

【0132】

Si-SiC部材サンプル(f)は、原料粉末の量および原料のシリコン粉末の種類を変えた以外はサンプル(a-1)と同様に作製した。サンプル(f)の原料粉末の量は、SiC粉末48.0 wt%と、シリコン粉末(山石金属株式会社製、型番: No. 700 (平均粒径 $2.5 \mu\text{m}$)) 25.0 wt%、メトロース5.5 wt%と、純水21.5 wt%とした。

30

【0133】

Si-SiC部材サンプル(g)は、原料粉末の種類および量を変えた以外はサンプル(a-1)と同様に作製した。サンプル(g)の原料粉末の量は、SiC粉末(太平洋ランダム株式会社製、型番: GMF-12S (平均粒径 $0.7 \mu\text{m}$)) 63.0 wt%と、SiC粉末(太平洋ランダム株式会社製、型番: GMF-5C (平均粒径 $2.4 \mu\text{m}$)) 21.0 wt%と、メトロース3.3 wt%と、純水12.7 wt%とした。

40

【0134】

得られたSi-SiC部材サンプル(a-1)~(g)について、以下の測定を行った。測定結果を表2に示す。

【0135】

Si-SiC部材サンプルの各成分量(組成)は、誘導結合プラズマ質量分析計ICP-MS(島津製作所社製)により測定した。

【0136】

厚さは、株式会社エー・アンド・デイ社製のノギス(AD-5764A)を用いて20で測定した。

【0137】

50

Si - SiC 部材と第 2 の Si - SiC 部材とを接合する第 2 の接合層（スズ金属）の厚さは、Si - SiC 部材サンプル（a - 4）全体の厚さと、用意した Si - SiC 部材の厚さと第 2 の Si - SiC 部材の厚さの総和との差とした。

【0138】

平均線膨張係数 α は、ブルカー・エイエックスエス社製の示差熱膨張計（TMA）「TMA4000SA」を用いて、20 ～ 200 の温度範囲で測定した。

【0139】

熱伝導率は、京都電子工業社製のレーザーフラッシュ法熱物性測定装置「MODEL LFA-502」を用いて、20 の温度下で測定した。

【0140】

比熱は、京都電子工業社製のレーザーフラッシュ法熱物性測定装置「MODEL LFA-502」を用いて、20 の温度下で測定した。

【0141】

ヤング率は、株式会社ティー・エス・イー社製のオートコム万能試験機「AC-300KN」を用いて、日本工業規格（JIS-R1602-1995）に記載された弾性率試験方法により 20 で測定した。

【0142】

曲げ強度は、株式会社ティー・エス・イー社製のオートコム万能試験機「AC-300KN」を用いて、日本工業規格（JIS-R1601-2008）に記載された曲げ強さ試験方法により 20 で測定した。

【0143】

ビッカース硬さは、ビッカース硬さ計システム（日鉄住金テクノロジー社製）を用いて、10kgf の押し込み荷重で 15 秒間押し込むことにより 20 で測定した。

【0144】

（接合層）

表 3 に示す樹脂の樹脂フィルムについて、以下の測定を行った。測定結果を表 3 に示す。

【0145】

【表 3】

接合層(樹脂)	フッ素(F)	エポキシ(EP)	ポリイミド(PI)
厚さ (mm)	0.03	0.03	0.03
直線透過率 (%)	95.4	90.4	87.8
耐熱温度 (°C)	411	246	215

【0146】

厚さは、デジタルメジャーで測定した。

【0147】

直線透過率は、分光光度計により 20 、 850 nm で測定した。

【0148】

耐熱温度は、大気雰囲気下で熱重量測定（TGA）を行い、樹脂フィルムの重量が 1 wt % 減少した温度とした。

【0149】

なお、表 3 に示す樹脂フィルムは、積層部材の接合層となる。

【 0 1 5 0 】

(積層部材の作製)

作製した積層部材を表 4 及び表 5 に示す。

【 0 1 5 1 】

【表 4 】

例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ガラス部材サンプル	i-A	i-A	i-A	i-A	i-A	i-A	i-A	i-A	i-A	i-B	ii	iii
接合層	F	EP	PI	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Si-SiC部材サンプル	a-1	a-1	a-1	b	c	d	e	f	g	a-2	a-1	a-1
温度上昇評価	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
耐衝撃性評価	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○
耐熱性評価	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
反り量 (mm)	0.055	0.064	0.051	0.076	0.048	0.044	0.092	0.019	0.035	0.059	0.077	0.053
密度 (g/cm ³)	2.62	2.61	2.61	2.63	2.61	2.59	2.63	2.55	2.70	2.79	2.62	2.62
面積 (m ²)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
接合層の厚さ (mm)	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
平均線膨張係数 α (ppm/°C)	2.6	2.6	2.6	2.3	2.7	2.7	2.2	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6
平均線膨張係数 β (ppm/°C)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.3	2.9
α - β (ppm/°C)	0.33	0.33	0.33	0.56	0.24	0.16	0.72	0.12	0.23	0.33	0.73	0.33

【 0 1 5 2 】

10

20

30

40

50

【表 5】

例	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ガラス部材サンプル	iv	v	vi	vii	-	-	i-A	viii	i-C	i-D	i-A
接合層	F	F	F	F	-	-	-	-	F	F	F
Si-SiC部材サンプル	a-1	a-1	a-1	a-1	a-3	a-1	-	-	a-1	a-1	a-4
温度上昇評価	○	○	○	○	×	○	×	×	○	○	○
耐衝撃性評価	○	○	○	○	-	×	-	-	△	○	○
耐熱性評価	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
反り量 (mm)	0.052	0.192	0.542	0.235	0.010	0.011	0.008	0.013	0.045	0.044	0.121
密度 (g/cm ³)	2.62	2.62	2.62	2.72	2.85	2.85	2.48	2.51	2.77	2.78	2.75
面積 (m ²)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
接合層の厚さ (mm)	0.02	0.04	0.04	0.01	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02
平均線膨張係数 α (ppm/°C)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	-	-	2.6	2.6	2.6
平均線膨張係数 β (ppm/°C)	2.9	4.2	8.1	0.05	-	-	2.9	0.04	2.9	2.9	2.9
$ \alpha - \beta $ (ppm/°C)	0.33	1.63	5.53	2.52	-	-	-	-	0.33	0.33	0.33

【0153】

表4及び表5に示す組み合わせで、例1～16、21～23のサンプル（積層部材）を製造した。また、例17～20のサンプルを準備した。例1～16、21～23は実施例、例17～20は比較例である。

【0154】

まず、SiC研磨紙を用いて、ガラス部材サンプルの樹脂フィルムと接触する側の表面を、 $Ra = 0.2 \text{ mm}$ の面粗さに加工した。同様に、SiC研磨紙を用いて、Si-SiC部材の樹脂フィルムと接触する側の表面を、 $Ra = 0.2 \text{ mm}$ の面粗さに加工した。次に、表3に示す樹脂フィルムを、ガラス部材サンプルとSi-SiC部材サンプルとの間

に挟み込み、樹脂フィルムの軟化点 + 20 度の温度に加熱し、2 MPa の圧力をかけて 5 分間プレスすることで、ガラス部材サンプルと Si - SiC 部材サンプルとを接合した。

【0155】

< 評価 >

各サンプルについて、以下の評価を行った。

【0156】

(温度上昇評価)

例 1 ~ 23 のサンプルに、2 KW の赤外線ランプ 9 個を用いて赤外線 (850 nm) を 2 分照射し、温度上昇の評価を行った。評価は、サンプルの最表面の温度が 200 を超える場合は○、サンプルの最表面の温度が 200 を超えない場合は×とした。積層部材である例 1 ~ 16、21 ~ 23 のサンプルは、ガラス部材側から赤外線を照射し、Si - SiC 部材側の最表面温度で評価した。例 17 ~ 例 20 のサンプルは、赤外線照射側と反対側の最表面温度で評価した。

10

【0157】

表 5 に示すように、例 17、19、20 は×であった。例 17 のサンプルは、温度上昇は見られたものの、200 に到達しなかった。例 19、20 のサンプルは、温度上昇しなかった。

【0158】

(耐衝撃性評価)

例 1 ~ 16、18、21 ~ 23 のサンプルに、533 g の鋼球を落下させ、耐衝撃性の評価を行った。耐衝撃性評価は、各例についてサンプル数 3 つ (n = 3) で行った。サンプルの外周部には、厚さ 3 mm、幅 15 mm、硬さ A50 のゴム板製の支持枠を設け、上下から挟み込み固定した。鋼球はサンプルの中心から距離 25 mm 以内の範囲に入るように落下させた。評価は、落球高さ 20 cm で、サンプル数 3 つのうち 2 つ以上が割れた場合は×、サンプル数 3 つのうち 1 つが割れた場合は○、サンプル 3 つが割れなかった場合は○とした。積層部材である例 1 ~ 16、21 ~ 23 のサンプルは、Si - SiC 部材側から鋼球を落下させた。なお、例 17、19、20 は温度上昇評価が×であったため、耐衝撃性は評価しなかった。表 4、表 5 に示すように、例 1 ~ 7、9 ~ 16、22、23 は○であり、例 8、21 は×であり、例 18 は×であった。

20

【0159】

(耐熱性評価)

各サンプルを 230 の温度で 24 時間加熱し、外観変化の目視評価を行った。評価は、外観上の変化 (変色、泡、異物の発生、接合層の滲みだしなど) が無かった場合は○、外観上の変化があった場合は×とした。表 4 に示すように、例 3 は×であった。

30

【0160】

(反り量)

例 1 ~ 23 のサンプルの反り量は、三鷹光機株式会社製の非接触三次元形状測定装置「NH - 5Ns」を用いて、ISO 25178 - 605 に準拠してサンプル表面の三次元性状を測定し、サンプル表面の最大傾斜式平面度を求めることで測定した。具体的には、精密定盤の上にサンプルを置き、レーザオートフォーカス顕微鏡を用いてサンプル上面の各点の高さを測定し、サンプル上面を平行な 2 つの平面で挟んだときにできる隙間の値、つまり、最大傾斜式平面度を反り量として求めた。

40

【0161】

(密度)

例 1 ~ 23 のサンプルの重量を、株式会社ディジ・テック社製のデジタルメジャーで測定した体積で除して求めた。

【0162】

(面積)

例 1 ~ 23 のサンプルの最上面の面積 (積層部材の場合は Si - SiC 部材の露出している主表面、単部材の場合は一方の主表面) を、株式会社ディジ・テック社製のデジタル

50

メジャーで測定した寸法から求めた。

【 0 1 6 3 】

（ 接合層の厚さ ）

例 1 ～ 1 6 、 2 1 ～ 2 3 のサンプルの接合層（樹脂）の厚さを、S E M断面観察により算出した。

【 0 1 6 4 】

表 4 及び表 5 の結果より、本発明の一態様の積層部材は温度上昇速度が速く、耐衝撃性が高く、加熱部材として好適であることがわかった。

【 0 1 6 5 】

本出願は、2 0 1 9 年 7 月 2 5 日に日本国特許庁に出願された特願 2 0 1 9 - 1 3 7 1 2 3 号に基づく優先権を主張するものであり、特願 2 0 1 9 - 1 3 7 1 2 3 号の全内容を本出願に援用する。10

【 符号の説明 】

【 0 1 6 6 】

- 1 0 0 積層部材
- 1 0 1 ガラス部材
- 1 0 3 接合層
- 1 0 5 S i - S i C 部材

20

30

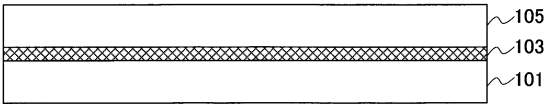
40

50

【図面】

【図 1】

100



10

20

30

40

50

フロントページの続き

A G C 株式会社内

審査官 鏡 宣宏

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 0 8 1 9 3 2 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 0 9 7 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 0 6 7 5 6 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 2 7 9 4 5 (J P , A)
特表 2 0 1 2 - 5 0 7 4 5 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 3 2 B 1 / 0 0 - 4 3 / 0 0
C 0 3 C 2 7 / 0 0 - 2 9 / 0 0
C 0 4 B 3 7 / 0 0 - 3 7 / 0 4