

(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
2025年3月20日(20.03.2025)



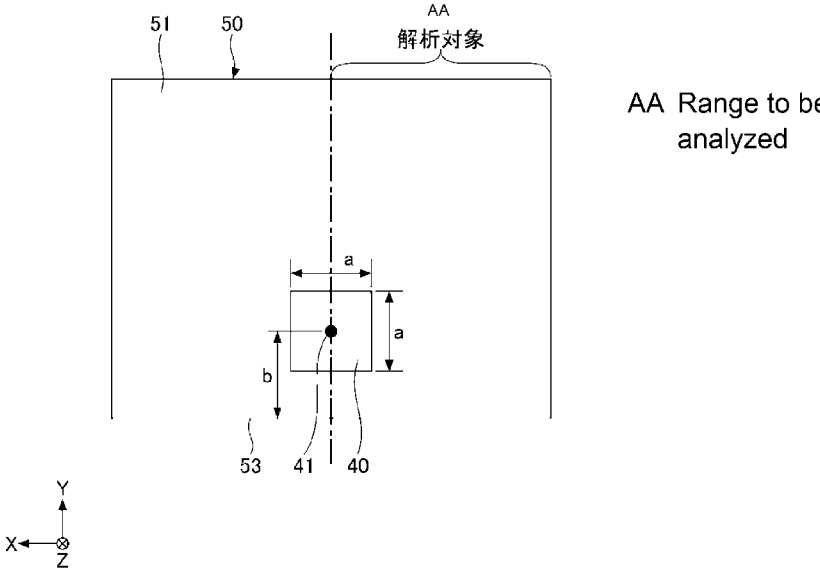
(10) 国際公開番号
WO 2025/057793 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 17/00 (2006.01) *E06B 7/28* (2006.01)
C03C 27/12 (2006.01) *H05B 3/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/031354
- (22) 国際出願日: 2024年8月30日(30.08.2024)
- (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 2023-148377 2023年9月13日(13.09.2023) JP
- (71) 出願人: A G C 株式会社 (AGC INC.) [JP/JP];
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 平松 徹也 (HIRAMATSU Tetsuya);
〒1008405 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 Tokyo (JP).
園田 龍太 (SONODA Ryuta); 〒1008405 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 T. S. パートナーズ, 外 (T.S. PARTNERS et al.); 〒1010047 東京都千代田区内神田一丁目18番13号 内神田中央ビル7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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: SUBSTRATE WITH HEAT GENERATOR

(54) 発明の名称: 発熱体付き基板

〔図2〕



(57) **Abstract:** The present invention inhibits thermal cracking. The present invention includes a substrate having a fracture toughness value of 1 [MPa·m^{1/2}] or less and a heat generator provided to the substrate. When the Young's modulus of the substrate is expressed by E [MPa], the average coefficient of linear expansion of the substrate at 20-300 °C is expressed by α [1/°C], the square root of the area of a portion where the heat generator and the substrate lie on each other in a plan view is expressed by a [mm], the distance in the plan view from a

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

highest-temperature point in the heat generator to an edge of the substrate is expressed by b [mm], and the difference between the temperature at the highest-temperature point and the ambient temperature is expressed by ΔT , then the conditional expressions $c_1 \times (c_2 + c_3 \times a + c_4 \times b + c_5 \times \Delta T) \leq 6.9$ and $c_1 = E \times \alpha / 0.208$ are established, wherein when a is less than 50 mm, then $c_2 = -2.279$, $c_3 = 0.154$, $c_4 = -0.037$, and $c_5 = 0.069$; and when a is 50 mm or more, then $c_2 = 0.116$, $c_3 = 0.054$, $c_4 = -0.044$, and $c_5 = 0.101$.

(57) 要約: 熱割れを抑制すること。破壊靱性値が $1 [\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}]$ 以下の基板と、前記基板に設けられた発熱体と、を備え、前記基板のヤング率を $E [\text{MPa}]$ 、前記基板の 20 乃至 300°C における平均線膨張係数を $\alpha [1/^\circ\text{C}]$ 、前記発熱体が前記基板に平面視で重複する面積の平方根を $a [\text{mm}]$ 、前記発熱体の最高温度点から前記基板のエッジまでの平面視での距離を $b [\text{mm}]$ 、前記最高温度点の温度と雰囲気温度との差を ΔT とするとき、 $c_1 \times (c_2 + c_3 \times a + c_4 \times b + c_5 \times \Delta T) \leq 6.9$ 、 $c_1 = E \times \alpha / 0.208$ という条件式が成立し、 a が 50 mm 未満のとき、 $c_2 = -2.279$ 、 $c_3 = 0.154$ 、 $c_4 = -0.037$ 、 $c_5 = 0.069$ とし、 a が 50 mm 以上のとき、 $c_2 = 0.116$ 、 $c_3 = 0.054$ 、 $c_4 = -0.044$ 、 $c_5 = 0.101$ とする。

明 細 書

発明の名称：発熱体付き基板

技術分野

[0001] 本開示は、発熱体付き基板に関する。

背景技術

[0002] 従来、アンテナ導体が設けられたガラス板が知られている（例えば、下記の特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2020/095818号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] アンテナ導体等の発熱体が脆性の基板に設けられている場合、基板が発熱体の発熱により割れることがある。この割れの現象は、熱割れと呼ばれる。

[0005] 本開示は、熱割れを抑制可能な、発熱体付き基板を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 第1態様は、

破壊靱性値が1 [MPa・m^{1/2}]以下の基板と、

前記基板に設けられた発熱体と、を備え、

前記基板のヤング率をE [MPa]、前記基板の20乃至300℃における平均線膨張係数を α [1/℃]、前記発熱体が前記基板に平面視で重複する面積の平方根をa [mm]、前記発熱体の最高温度点から前記基板のエッジまでの平面視での距離をb [mm]、前記最高温度点の温度と雰囲気温度との差を ΔT とすると、

$$c_1 \times (c_2 + c_3 \times a + c_4 \times b + c_5 \times \Delta T) \leq 6.9$$

$$c_1 = E \times \alpha / 0.208$$

という条件式が成立し、

a が 50 mm 未満のとき、

$$c_2 = -2.279, c_3 = 0.154, c_4 = -0.037, c_5 = 0.069$$

とし、

a が 50 mm 以上のとき、

$$c_2 = 0.116, c_3 = 0.054, c_4 = -0.044, c_5 = 0.101$$

とする、発熱体付き基板である。

- [0007] 第2態様は、第1態様の発熱体付き基板であって、
前記発熱体は、前記基板の表面に設けられた部分を含んでよい。
- [0008] 第3態様は、第1又は第2態様の発熱体付き基板であって、
前記発熱体は、前記基板の表面に形成された導体を含んでよい。
- [0009] 第4態様は、第3態様の発熱体付き基板であって、
前記導体は、放射素子を含んでよい。
- [0010] 第5態様は、第3又は第4態様の発熱体付き基板であって、
前記導体は、フィルタを含んでよい。
- [0011] 第6態様は、第1から第5のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、
、
前記発熱体は、前記基板の表面に接触する部品を含んでよい。
- [0012] 第7態様は、第1から第6のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、
、
前記基板の厚さを t [m]、前記基板の熱伝導率を λ [W / (m · K)]
、前記基板の総合熱伝達係数を β [W / (m² · K)] とするとき、
$$(t / \lambda) < (1 / \beta) \times 0.10$$

が成立してもよい。
- [0013] 第8態様は、第1から第7のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、
、
前記基板の厚さは、2 mm 以上 19 mm 以下であってもよい。

[0014] 第9態様は、第1から第8のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、

前記基板は、ガラス板を含んでよい。

[0015] 第10態様は、第1から第9のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、

前記基板は、ヤング率又は平均線膨張係数が相違する複数の層を含んでもよく、

前記条件式における c_1 は、前記複数の層の各々の c_1 のうちで最も大きな値としてもよい。

[0016] 第11態様は、第1から第10のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、

前記基板は、建物用のガラス板でもよい。

[0017] 第12態様は、第1から第10のいずれか一の態様の発熱体付き基板であって、

前記基板は、車両用のガラス板でもよい。

発明の効果

[0018] 本開示によれば、熱割れを抑制可能な、発熱体付き基板を提供できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]一実施形態に係る発熱体付き基板の一例の断面図である。

[図2]一実施形態に係る発熱体付き基板の一例の平面図である。

[図3]条件Aの導出に使用した有限要素法の計算条件と計算結果を示す図である。

[図4]条件Aの導出に使用した有限要素法の計算条件と計算結果を示す図である。

[図5]重回帰分析により得られた回帰式による推測精度を説明するための図である。

[図6]熱伝導率 λ が $1 \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}$ で厚さ t が 2 mm 以上 19 mm 以下の基板（ガラス板）の両表面の温度を比較した表である。

[図7]基板の層構成と各物性値を例示する表である。

[図8]重回帰分析により得られた回帰式による推測精度を説明するための図である。

[図9]条件Aによる判定例を示す表である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、実施形態について図面を参照して説明する。なお、理解の容易のため、図面における各部材の縮尺は実際とは異なる場合がある。平行、直角、直交、水平、垂直、上、下、左、右などの方向には、実施形態の作用及び効果を損なわない程度のずれが許容される。角部の形状は、直角に限られず、弓状に丸みを帯びてもよい。平行、直角、直交、水平、垂直には、略平行、略直角、略直交、略水平、略垂直が含まれてもよい。

[0021] 本明細書では、三軸方向（X軸方向、Y軸方向、Z軸方向）の三次元直交座標系を用い、基板の幅方向又は横方向をX軸方向とし、基板の高さ方向又は縦方向をY軸方向とし、基板の厚さ方向をZ軸方向とする。基板の下から上に向かう方向を＋Y軸方向とし、その反対方向を－Y軸方向とする。

[0022] X軸方向、Y軸方向、Z軸方向は、それぞれ、X軸に平行な方向、Y軸に平行な方向、Z軸に平行な方向を表す。X軸方向とY軸方向とZ軸方向は、互いに直交する。XY平面、YZ平面、ZX平面は、それぞれ、X軸方向及びY軸方向に平行な仮想平面、Y軸方向及びZ軸方向に平行な仮想平面、Z軸方向及びX軸方向に平行な仮想平面を表す。

[0023] 例えば、X軸方向及びZ軸方向は、水平面に平行な方向（水平方向）に略平行であり、Y軸方向は、水平面に垂直な鉛直方向に略平行である。

[0024] 図1は、一実施形態に係る発熱体付き基板の一例の断面図である。図1に示す発熱体付き基板は、基板50と発熱体40を備える。基板50と発熱体40は、Z軸方向に積層する。

[0025] 基板50は、－Z軸方向に面する表面51と、＋Z軸方向に面する表面52とを有する。基板50のZ軸方向の厚さtは、表面51と表面52との間の距離に相当する。

- [0026] 基板50は、破壊靱性値が1 [MPa・m^{1/2}] 以下である。破壊靱性値は、破壊が起こる際の応力拡大係数の臨界値に相当する。破壊靱性値が1 [MPa・m^{1/2}] 以下の材料の例として、シリカガラス、ソーダライムガラス、ホウ珪酸ガラス、無アルカリガラス、アルミノシリケートガラスなどが挙げられる。
- [0027] 基板50は、単板に限定されず、合わせガラスであってもよく、複層ガラスであってもよく、Low-Eガラスであってもよく、調光ガラスであってもよく、線状部材入りガラスであってもよい。Low-Eガラスは、低放射ガラスともいい、熱線反射機能を有するコーティング層（透明導電膜）が窓ガラスのいずれかの表面にコーティングされたものでもよい。線状部材入りガラスは、金属製の網がガラスの内部に挿入されている網入板ガラスであってもよく、金属製の網状ではない線がガラスの内部に挿入されている線入板ガラスであってもよい。
- [0028] 基板50は、ディスプレイ、ソーラーパネル、アンテナ、窓ガラスなどに使用される基板でもよい。基板50は、建物用又は車両用のガラス板でもよい。建物用のガラス板として、窓ガラス、ガラスファサード、室内用ガラスなどが挙げられる。車両用のガラス板として、窓ガラス、車内用ガラスなどが挙げられる。発熱体40付き基板50の用途は、これらに限られない。
- [0029] 発熱体40は、それ自体が熱を発生するものであり、例えば、発熱体40の機能を発揮させるために発熱体40に電流が流れることにより熱を発生させる。
- [0030] 発熱体40は、基板50に設けられている。発熱体40は、基板50の表面及び内部のうちの少なくとも一方に設けられている。図1は、発熱体40が基板50の表面51に設けられた部分を含む場合を例示する。発熱体40は、表面52に設けられた部分を含むものでもよい。基板50が複数の誘電体層を含む場合、発熱体40は、基板50に含まれる複数の誘電体層の間に位置してもよい。
- [0031] 発熱体40が基板50の表面に設けられた部分を含む場合、当該部分は、

基板 5 0 の表面 5 1 又は表面 5 2 に印刷等により形成された導体でもよい。そのような導体の例として、アンテナ用導体（放射素子、フィルタ、給電素子など）、電気配線、ヒータ配線などが挙げられる。

[0032] 発熱体 4 0 が基板 5 0 の表面に設けられた部分を含む場合、発熱体 4 0 は、基板 5 0 の表面 5 1 又は表面 5 2 に接触する部品を含んでもよい。そのような部品の例として、電子部品、電気部品、機械部品などが挙げられる。電子部品の例として、トランジスタ、ＩＣ（Integrated Circuit）などが挙げられる。ＩＣの例として、アナログＩＣ、ドライバーＩＣ、電源ＩＣ、通信ＩＣ、プロセッサ、メモリ、マイクロコンピュータ、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＬＳＩ（Large Scale Integration）などが挙げられる。発熱体 4 0 は、電流が流れる抵抗素子を含んでもよい。

[0033] 発熱体 4 0 が基板 5 0 の表面に接触する形態には、発熱体 4 0 が基板 5 0 の表面に直接接触する形態に限られず、熱伝導性を有する部材（例えば、半田、接着剤など）を介して当該表面に間接的に接触する形態が含まれてもよい。例えば、発熱体 4 0 は、基板 5 0 の表面に形成された回路に半田又は接着剤等により取り付けられても、基板 5 0 に形成された穴に嵌め合い又は締結等により取り付けられてもよい。

[0034] 図 2 は、一実施形態に係る発熱体付き基板の一例の平面図である。基板 5 0 及び発熱体 4 0 の形状は、四角形又は円形など、特に限定されない。図 2 は、基板 5 0 及び発熱体 4 0 の各々の平面視の形状が四角形の場合を例示する。

[0035] 図 2 に示す発熱体 4 0 の形状は、平面視で縦横の寸法が $a \times a$ の正方形である。発熱体 4 0 の発熱による最高温度点 4 1 から基板 5 0 のエッジ 5 3 までの平面視での距離を b とする。距離 b は、基板 5 0 の周縁であるエッジのうち最高温度点 4 1 から最も近接するエッジまでの最短距離に相当する。図 2 のように、発熱体 4 0 が基板 5 0 に設けられている形態では、寸法 a が大きいほど、又は、距離 b が短いほど、最高温度点 4 1 に最近接のエッジ 5 3

に発生する応力が大きくなり、基板 50 が熱割れする可能性が高くなる。このため、本開示は、基板 50 の熱割れを抑制可能な発熱体付き基板を提供する。条件によって、基板面内の最大発生応力は、面内（例えば発熱体近傍）で発生することがある。しかし、本開示で対象とする破壊靱性値の小さい脆性材料は、面内よりもエッジ部分での破壊応力が小さいことが一般的であるので、エッジ部の発生応力のみに着目する。また、エッジ部での最大発生応力は、最高温度点 41 から平面視での基板 50 の最短距離のエッジに発生する。

[0036] 図 2 において、基板 50 に発生する応力を σ [MPa]、基板 50 のヤング率を E [MPa]、基板 50 の 20 乃至 300℃における平均線膨張係数を α [1/℃]、発熱体 40 が基板 50 に平面視で重複する面積の平方根を a [mm]、発熱体 40 の最高温度点 41 から基板 50 のエッジ 53 までの平面視での距離を b [mm]、最高温度点 41 の温度と雰囲気温度との差を ΔT とする。発熱体 40 が基板 50 に平面視で重複する面積の平方根（＝寸法 a ）は、発熱体 40 の大きさの平均寸法を表す。最高温度点 41 の温度は、サーモグラフィにより測定可能である。

[0037] 発熱体 40 付き基板 50 は、

$$c_1 \times (c_2 + c_3 \times a + c_4 \times b + c_5 \times \Delta T) \leq 6.9 \quad \dots$$

式 1

$$c_1 = E \times \alpha / 0.208 \quad \dots \text{式 2}$$

という条件式 A1 が成立し、

a が 50 mm 未満のとき、

$$c_2 = -2.279, c_3 = 0.154, c_4 = -0.037, c_5 = 0.069$$

とし、

a が 50 mm 以上のとき、

$$c_2 = 0.116, c_3 = 0.054, c_4 = -0.044, c_5 = 0.101$$

とする（条件A）。

[0038] 発熱体40付き基板50が条件Aを満たすと、後述のシミュレーション及び判定例で示すように、基板50の熱割れが抑制される。

[0039] 式1の左辺は、基板50のエッジ53に発生する応力 σ [MPa] に相当する。ヤング率 E 、平均線膨張係数 α 、寸法 a 、距離 b 及び温度差 ΔT から求められる式1の左辺の値が、基板50のエッジ破壊許容応力である6.9 [MPa] 以下になるように寸法 a 、距離 b 及び温度差 ΔT が選定されることで、基板50の熱割れを抑制できる。式1の右辺の6.9は、厚さ t が20mm以下のソーダライムガラスの長期のエッジ破壊許容応力 [MPa] の値にほぼ等しい。破壊靱性値が1 [MPa $\cdot$ m $^{1/2}$] 以下の基板であれば、基板のエッジ破壊許容応力は、基板の材質によっては大きく変わらないと考えられる。

[0040] 式1は、フックの法則に似せた回帰式である。 c_1 は、ホウ珪酸ガラスのヤング率及び平均線膨張係数で規格化したヤング率に相当する。 $(c_2 + c_3 \times a + c_4 \times b + c_5 \times \Delta T)$ は、基板50のひずみに相当する。 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 は、回帰係数である。式2内の「0.208」は、「 $6.4 \times 10^4 \times 3.25 \times 10^{-6}$ 」を計算した値である。「 6.4×10^4 」は、ホウ珪酸ガラスのヤング率 [MPa] に相当する。「 3.25×10^{-6} 」は、ホウ珪酸ガラスの20乃至300℃における平均線膨張係数 [1/℃] に相当する。

[0041] 次に、条件Aをシミュレーションにより導出する方法について説明する。

[0042] 図3及び図4は、条件Aの導出に使用した有限要素法（FEM）の計算条件と計算結果を示す図である。基板50の表面51に発熱体40を設置した条件において、寸法 a 、距離 b 及び発熱体40の発熱量（温度）を変化させて、最高温度点41の温度及びエッジ53の応力 σ の分布（図2の右半分）を評価した。基板50は、発熱体40の寸法に応じて、一辺が400 [mm] と1000 [mm] の2種類の正方形のホウ珪酸ガラスを想定した。評価時のその他の条件は、

雰囲気温度 $T_{air} : 25 [^{\circ}\text{C}]$

基板 50 の厚さ $t : 5 [\text{mm}]$

基板 50 の表面 51 の総合熱伝達係数 : $4 [W/m^2 \cdot K]$ (静穏な室内を想定)

基板 50 のヤング率 $E : 6.4 \times 10^4 [MPa]$

基板 50 の平均線膨張係数 $\alpha : 3.25 \times 10^{-6} [1/^{\circ}\text{C}]$

基板 50 の熱伝導率 : $1.2 [W/m \cdot K]$

基板 50 のポアソン比 : 0.2

とした。

[0043] 図 5 は、重回帰分析により得られた回帰式による推測精度を説明するための図である。横軸は、図 3 及び図 4 に示す FEM により計算された応力 σ の最大値を示す。縦軸は、図 3 及び図 4 に示す FEM の計算条件及び計算結果から重回帰分析により最小二乗法を用いて導出された回帰式 (条件 A) により計算された式 1 の左辺の値であり、応力 σ を意味する。

[0044] a が 2 mm 以上 50 mm 未満のとき、「 $c_2 = -2.279$ 、 $c_3 = 0.154$ 、 $c_4 = -0.037$ 、 $c_5 = 0.069$ 」としたときの回帰式 (条件 A) の決定係数 R^2 は、 0.86 である。 a が 50 mm 以上 200 mm 以下のとき、「 $c_2 = 0.116$ 、 $c_3 = 0.054$ 、 $c_4 = -0.044$ 、 $c_5 = 0.101$ 」としたときの回帰式 (条件 A) の決定係数 R^2 は、 0.89 である。このように、決定係数 R^2 は比較的高いので、回帰式 (条件 A) は、応力 σ の推定精度が高いと言える。

[0045] 次に、基板 50 の厚さについて説明する。

[0046] 基板 50 の厚さを $t [\text{m}]$ 、基板 50 の熱伝導率を $\lambda [W/(m \cdot K)]$ 、基板 50 の総合熱伝達係数を $\beta [W/(m^2 \cdot K)]$ とする。このとき、基板 50 の熱割れを抑制するためには、厚さ t を、

$$(t/\lambda) < (1/\beta) \times 0.10 \quad \dots \text{式 } 3a$$

が成立する長さに設定することが好ましい。基板 50 の熱割れを抑制するためには、厚さ t を、

$$(t/\lambda) < (1/\beta) \times 0.05 \quad \dots \text{式 } 3b$$

が成立する長さに設定することがより好ましく、

$$(t/\lambda) < (1/\beta) \times 0.02 \quad \dots \text{式 } 3c$$

が成立する長さに設定することがさらに好ましい。

[0047] あるいは、基板50の熱割れを抑制するためには、厚さ t を2mm以上19mm以下の長さに設定することが好ましい。

[0048] 例えば、図1において、発熱体40の熱が表面51から基板50を通して表面52に伝わるとする。基板50の厚さを t [m]、基板50の熱伝導率を λ [W/(m·K)] とすると、基板50の熱抵抗 $R1$ [m²·K/W] は、 (t/λ) と表される。基板50がガラス板の場合、代表値として $\lambda = 1$ とすると、厚さ t が2mm以上19mm以下の場合、熱抵抗 $R1$ は、0.002 [m²·K/W] 以上0.019 [m²·K/W] 以下である。一方、表面51の総合熱伝達係数を β [W/(m²·K)] とすると、表面51の熱抵抗 $R2$ [m²·K/W] は、 $(1/\beta)$ と表される。基板50がガラス板の場合、代表値として $\beta = 4$ (静穏空気の場合の代表値) とすると、熱抵抗 $R2$ は、0.25 [m²·K/W] である。

[0049] このように、基板50として厚さ t が2mm以上19mm以下のガラス板を想定した場合、基板50の厚さ方向の熱抵抗 $R1$ は、基板50の表面51の熱抵抗 $R2$ よりも十分に小さい ($R1 < R2 \times 0.1$ 。つまり、式3aが成立する)。よって、表面51の温度 $T1$ は、表面52の温度 $T2$ にほぼ等しい。したがって、厚さ t が2mm以上19mm以下であれば、基板50の厚さ方向の温度分布は小さく、厚さ t の違いによる応力 σ の変化は小さい。

[0050] 図6は、熱伝導率 λ が1 [W/(m·K)] で厚さ t が2mm以上19mm以下の基板50 (ガラス板) において、表面51の温度 $T1$ と表面52の温度 $T2$ を比較した表である。図6に例示するように、厚さ t にかかわらず、表面51の温度 $T1$ は、表面52の温度 $T2$ にほぼ等しい。

[0051] したがって、基板50の熱割れを抑制するためには、上記の式3a, 3bもしくは3cを満たす、又は、厚さ t が2mm以上19mm以下であること

が好ましい。

[0052] また、厚さ t が 2 mm 以上であれば、立体的な発熱体 40 を表面 51 に取り付けるための十分な強度が得られる。また、厚さ t が 1.9 mm 以下であれば、発熱体 40 がアンテナを含む場合、基板 50 の電波透過性能がよい。基板 50 の厚さ t は、3 mm 以上 1.5 mm 以下であることがより好ましく、6 mm 以上 1.2 mm 以下であることがさらに好ましい。

[0053] 次に、基板 50 の層構造について説明する。基板 50 の層構造は、単層に限らず、複数層でもよい。基板 50 は、ガラス板等の誘電体層を含んでもよい。

[0054] 基板 50 は、ヤング率 E 又は平均線膨張係数 α が相違する複数の層を含んでもよい。基板 50 の熱割れを抑制するためには、上記の条件式 A1 における $c1$ は、複数の層の各々の $c1$ のうちで最も大きな値とすることが好ましい。これにより、複数の層のうちで最も割れやすい層の熱割れを抑制できる。

[0055] 図 7 は、基板の層構成と各物性値を例示する表である。基板 50 は、第 1 層から第 5 層まで順に、ホウ珪酸ガラス、OCA (Optical Clear Adhesive)、ホウ珪酸ガラス、OCA 及びホウ珪酸ガラスを含む。この場合、上記の条件式 A1 における $c1$ は、複数の層の各々の $c1$ のうちで最も大きな 1.2 が採用される。

[0056] 図 8 は、重回帰分析により得られた回帰式による推測精度を説明するための図である。図 8 は、図 7 に示す複数の層を含む基板 50 の第 1 層と第 3 層のホウ珪酸ガラスの間に縦 20 mm 横 30 mm の二つの発熱体 40 があり、それらを OCA で接着した形態において、温度差 ΔT を 50 °C から 125 °C まで変化させて、エッジ 53 に発生する応力 σ を評価した結果を示す。一方の発熱体 40 に関する距離 b は、60 mm であり、他方の発熱体 40 に関する距離 b は 85 mm である。縦軸は、FEM により計算された応力 σ の最大値を示す。横軸は、図 3 及び図 4 に示す FEM の計算条件及び計算結果から重回帰分析により最小二乗法を用いて導出された回帰式 (条件 A) により計

算された式 1 の左辺の値であり、応力 σ を意味する。図 8 に示すように、距離 b が 60 mm の場合も 85 mm の場合も、各々の応力 σ は傾き 1 の一直線上に沿ってプロットされている。よって、基板 50 が複数の層を含んでも、又は、発熱体 40 が複数の発熱体を含んでも、回帰式（条件 A）から得られる応力 σ の推定精度は、高いと言える。

[0057] 図 9 は、条件 A による判定例を示す表である。図 9 は、寸法 a 、距離 b 、温度差 ΔT 及び係数 c_1 のうちのいずれかが異なる複数種の発熱体 40 付き基板 50 について、条件式 A 1 より算出された式 1 の左辺の値が 6.9 以下となる条件 A を満たす場合を「OK」と示し、条件 A を満たさない場合を「NG」と示している。発熱体 40 付き基板 50 のパラメータとして条件 A を満たす場合を選定することで、基板 50 の熱割れを抑制できる。

[0058] 以上の通り、実施形態を説明したが、上記実施形態は、例として提示したものであり、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上記実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の組み合わせ、省略、置き換え、変更などを行うことが可能である。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

なお、2023 年 9 月 13 日に出願された日本特許出願第 2023-148377 号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示として、取り入れるものである。

符号の説明

- [0059] 40 発熱体
41 最高温度点
50 基板
51, 52 表面
53 エッジ

請求の範囲

- [請求項1] 破壊靱性値が $1 \text{ [MPa} \cdot \text{m}^{1/2}]$ 以下の基板と、
前記基板に設けられた発熱体と、を備え、
前記基板のヤング率を $E \text{ [MPa]}$ 、前記基板の 20 乃至 300°C における平均線膨張係数を $\alpha \text{ [1/}^\circ\text{C]}$ 、前記発熱体が前記基板に平面視で重複する面積の平方根を $a \text{ [mm]}$ 、前記発熱体の最高温度点から前記基板のエッジまでの平面視での距離を $b \text{ [mm]}$ 、前記最高温度点の温度と雰囲気温度との差を ΔT とするとき、
$$c_1 \times (c_2 + c_3 \times a + c_4 \times b + c_5 \times \Delta T) \leq 6.9$$
$$c_1 = E \times \alpha / 0.208$$
という条件式が成立し、
 a が 50 mm 未満のとき、
 $c_2 = -2.279$ 、 $c_3 = 0.154$ 、 $c_4 = -0.037$ 、 $c_5 = 0.069$
とし、
 a が 50 mm 以上のとき、
 $c_2 = 0.116$ 、 $c_3 = 0.054$ 、 $c_4 = -0.044$ 、 $c_5 = 0.101$
とする、発熱体付き基板。
- [請求項2] 前記発熱体は、前記基板の表面に設けられた部分を含む、請求項1に記載の発熱体付き基板。
- [請求項3] 前記発熱体は、前記基板の表面に形成された導体を含む、請求項2に記載の発熱体付き基板。
- [請求項4] 前記導体は、放射素子を含む、請求項3に記載の発熱体付き基板。
- [請求項5] 前記導体は、フィルタを含む、請求項3に記載の発熱体付き基板。
- [請求項6] 前記発熱体は、前記基板の表面に接触する部品を含む、請求項2に記載の発熱体付き基板。
- [請求項7] 前記基板の厚さを $t \text{ [m]}$ 、前記基板の熱伝導率を $\lambda \text{ [W/(m} \cdot$

K)]、前記基板の総合熱伝達係数を β [W / (m² · K)] とするとき、

$$(t / \lambda) < (1 / \beta) \times 0.10$$

が成立する、請求項 1 に記載の発熱体付き基板。

[請求項8] 前記基板の厚さは、2 mm 以上 19 mm 以下である、請求項 1 に記載の発熱体付き基板。

[請求項9] 前記基板は、ガラス板を含む、請求項 1 に記載の発熱体付き基板。

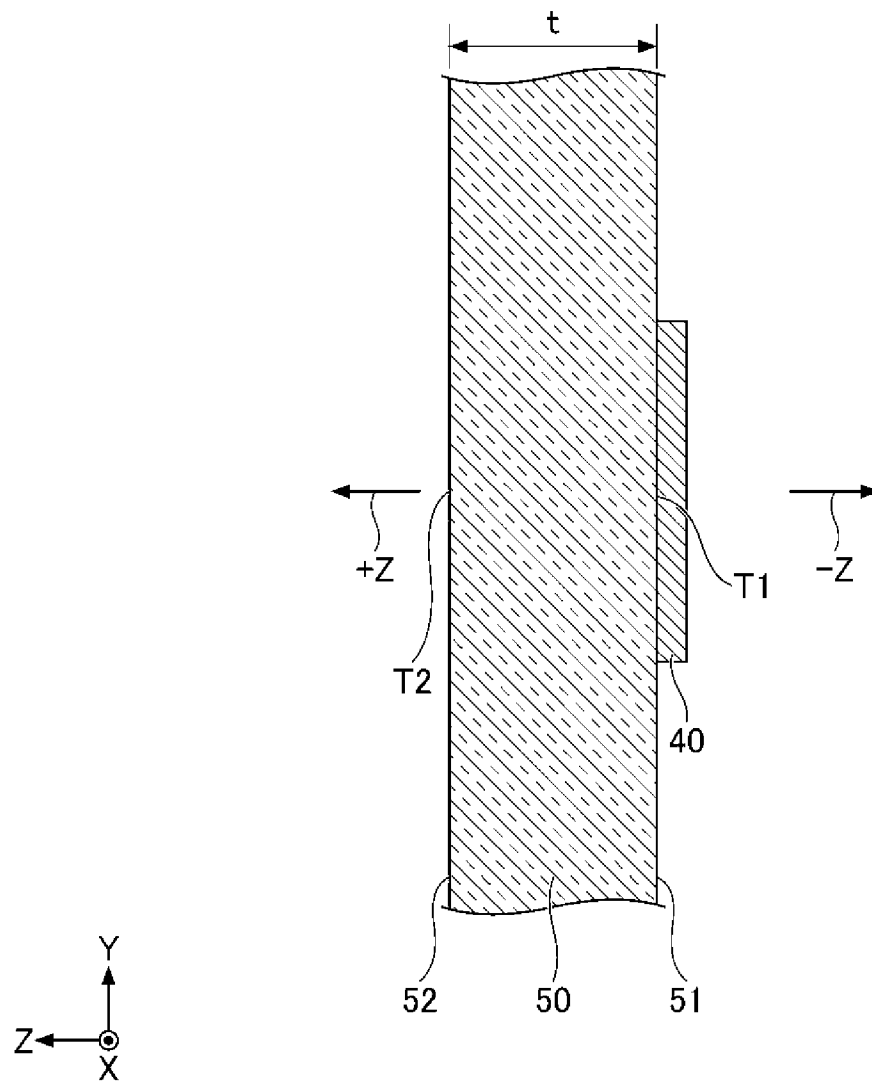
[請求項10] 前記基板は、ヤング率又は平均線膨張係数が相違する複数の層を含み、

前記条件式における c_1 は、前記複数の層の各々の c_1 のうちで最も大きな値とする、請求項 1 に記載の発熱体付き基板。

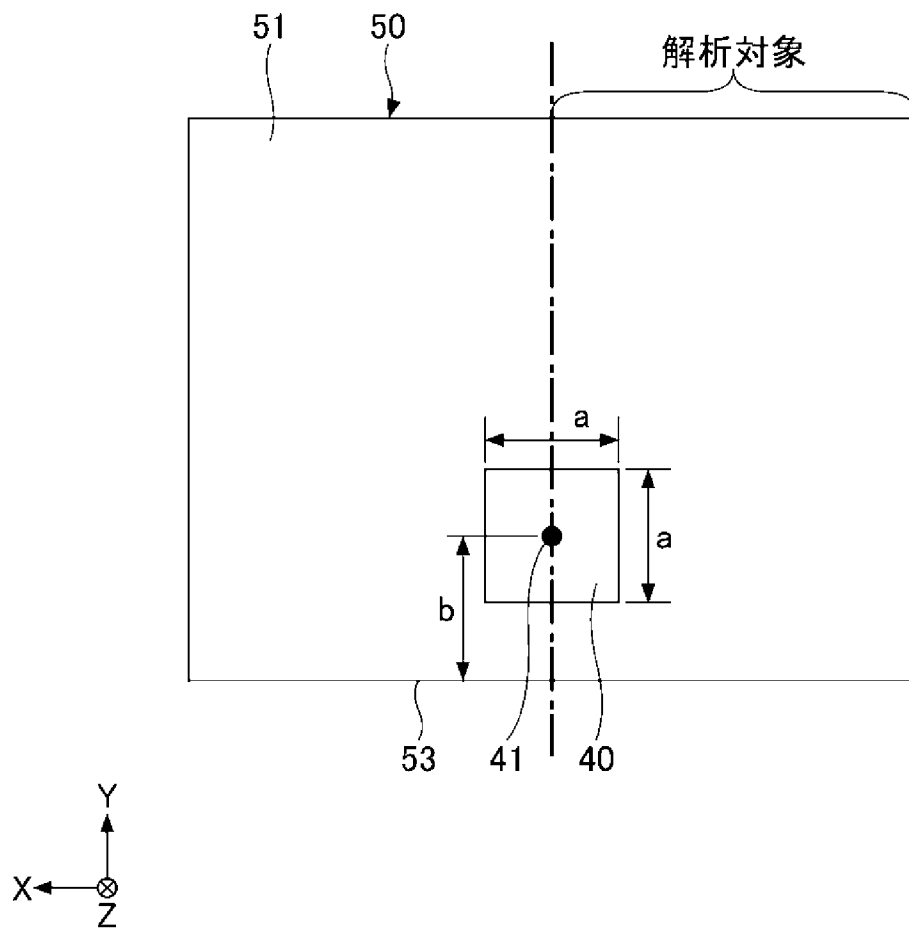
[請求項11] 前記基板は、建物用のガラス板である、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の発熱体付き基板。

[請求項12] 前記基板は、車両用のガラス板である、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の発熱体付き基板。

[図1]



[図2]



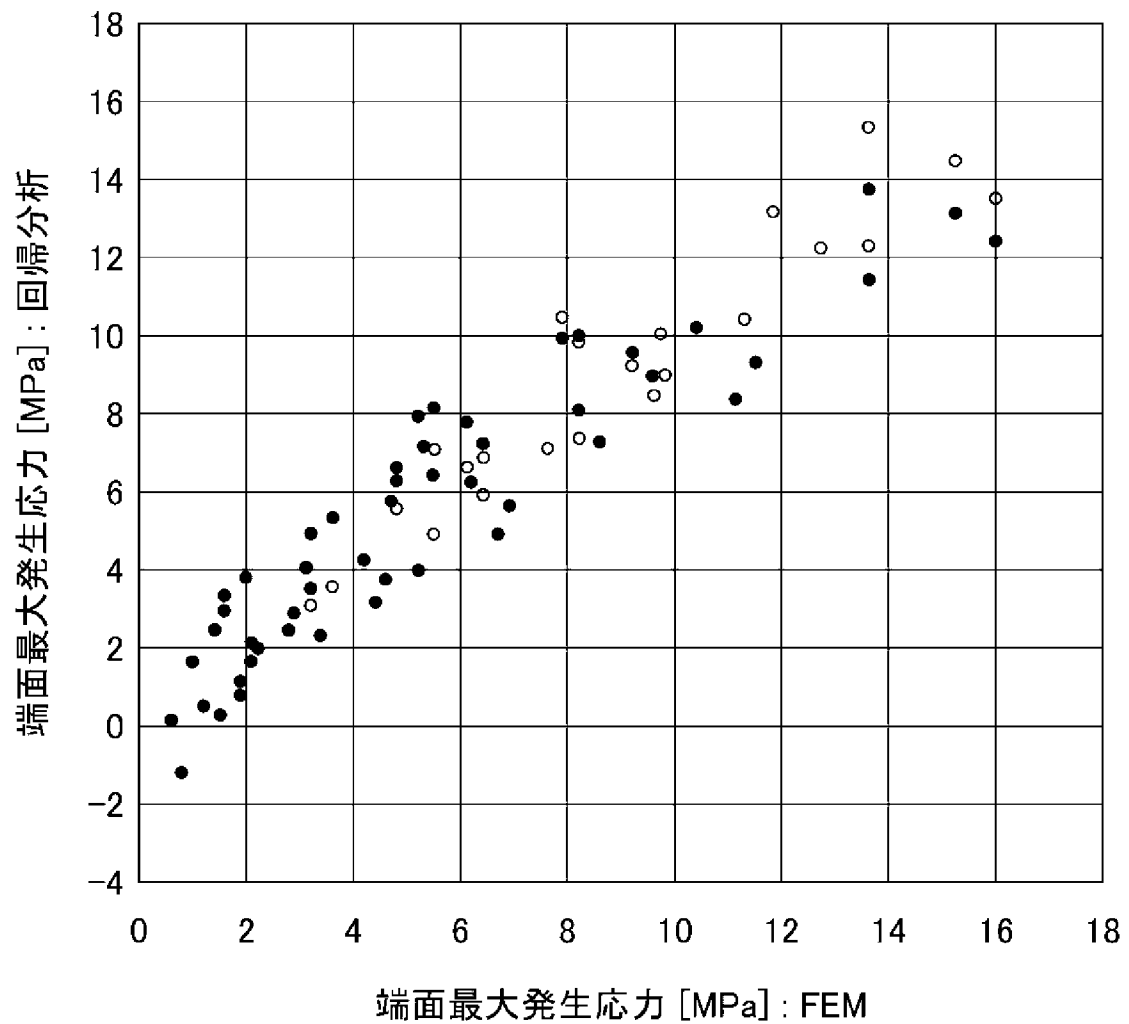
[図3]

FEM計算条件					FEM計算結果	
No	基板 一辺の長さ [mm]	基板厚 t [mm]	a [mm]	b [mm]	発熱体 最高温度 [°C]	基板エッジ 応力 σ [MPa]
1	400	5	20	15	82.7	4.2
2	400	5	20	20	78.6	4.6
3	400	5	20	30	75.0	4.4
4	400	5	20	50	73.2	3.4
5	400	5	20	90	72.8	1.9
6	400	5	20	15	111.8	6.2
7	400	5	20	20	105.6	6.9
8	400	5	20	30	100.2	6.7
9	400	5	20	50	97.4	5.2
10	400	5	20	90	96.8	2.8
11	400	5	20	15	169.6	10.4
12	400	5	20	20	159.3	11.5
13	400	5	20	30	150.3	11.1
14	400	5	20	50	145.6	8.6
15	400	5	20	90	144.6	4.7
16	400	5	5	7.5	81.5	2.1
17	400	5	5	12.5	77.8	2.1
18	400	5	5	22.5	75.0	1.9
19	400	5	5	42.5	73.7	1.5
20	400	5	5	82.5	73.4	0.8
21	400	5	5	7.5	109.8	3.1
22	400	5	5	12.5	104.4	3.2
23	400	5	5	22.5	100.2	2.9
24	400	5	5	42.5	98.1	2.2
25	400	5	5	82.5	97.7	1.2
26	400	5	5	7.5	166.3	5.2
27	400	5	5	12.5	157.2	5.3
28	400	5	5	22.5	150.2	4.8
29	400	5	5	42.5	146.8	3.6
30	400	5	5	82.5	146.1	2.0

[図4]

No	FEM計算条件				FEM計算結果	
	基板 一辺の長さ [mm]	基板厚 t [mm]	a [mm]	b [mm]	発熱体 最高温度 [°C]	基板エッジ 応力 σ [MPa]
31	400	5	50	30	79.9	5.5
32	400	5	50	35	77.5	6.1
33	400	5	50	45	75.3	6.4
34	400	5	50	65	74.0	5.5
35	400	5	50	105	73.7	3.2
36	400	5	50	30	107.2	8.2
37	400	5	50	35	103.6	9.2
38	400	5	50	45	100.2	9.6
39	400	5	50	65	98.3	8.2
40	400	5	50	105	97.9	4.8
41	400	5	50	30	161.7	13.6
42	400	5	50	35	155.6	15.2
43	400	5	50	45	150.1	16.0
44	400	5	50	65	146.9	13.6
45	400	5	50	105	146.3	7.9
46	400	5	2	6	105.3	1.6
47	400	5	2	11	102.2	1.6
48	400	5	2	21	99.9	1.4
49	400	5	2	41	98.9	1.0
50	400	5	2	81	98.7	0.6
51	1000	5	100	70	100.2	9.7
52	1000	5	100	90	98.5	9.8
53	1000	5	100	130	97.8	7.6
54	1000	5	100	210	97.7	3.6
55	1000	5	200	120	100.0	11.8
56	1000	5	200	140	99.5	12.7
57	1000	5	200	180	99.3	11.3
58	1000	5	200	260	99.3	6.4

[図5]



[図6]

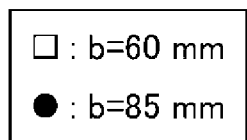
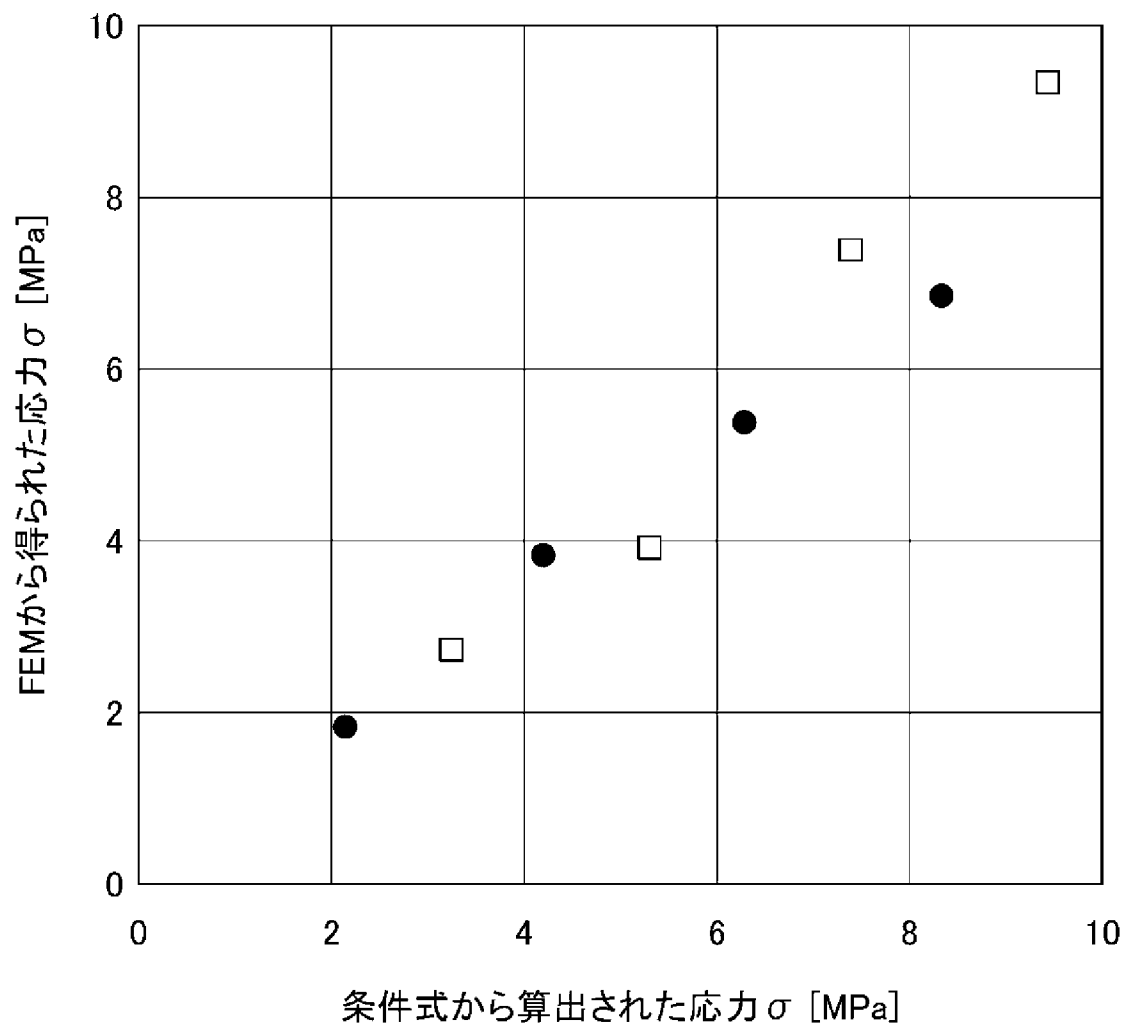
T _{air} =25 [°C]	T ₂ [°C]			
	t=2 mm	t=5 mm	t=10 mm	t=19 mm
T ₁ =75°C	74.6	74.0	73.1	71.5
T ₁ =100°C	99.4	98.6	97.2	94.8
$(t/\lambda)/(1/\beta)$	0.008	0.02	0.04	0.076

[図7]

	材料	各層厚 [mm]	ヤング率E [MPa]	平均線膨張係数 α [1/K]	c1
1	ホウ珪酸ガラス	0.5	7.1×10^4	3.6×10^{-6}	1.2
2	OCA	0.025	$1.0 \times 10^3 *$	$6.0 \times 10^{-5} *$	0.3
3	ホウ珪酸ガラス	3.3	6.4×10^4	3.25×10^{-6}	1.0
4	OCA	0.025	$1.0 \times 10^3 *$	$6.0 \times 10^{-5} *$	0.3
5	ホウ珪酸ガラス	0.5	7.1×10^4	3.6×10^{-6}	1.2

*: 推定値

[図8]



[図9]

	a [mm]	b [mm]	ΔT [°C]	基板	c1	σ [MPa]	判定
1	5	8	60	ソーダライムガラス	3.03	7.03	NG
2	5	50	60	ソーダライムガラス	3.03	2.36	OK
3	5	8	135	ソーダライムガラス	3.03	22.65	NG
4	5	50	135	ソーダライムガラス	3.03	17.98	NG
5	20	15	60	ソーダライムガラス	3.03	13.26	NG
6	20	15	85	ソーダライムガラス	3.03	18.47	NG
7	20	15	110	ソーダライムガラス	3.03	23.67	NG
8	20	80	110	ソーダライムガラス	3.03	16.44	NG
9	50	28	85	ソーダライムガラス	3.03	30.82	NG
10	50	100	85	ソーダライムガラス	3.03	21.12	NG
11	100	53	85	ソーダライムガラス	3.03	35.60	NG
12	100	140	85	ソーダライムガラス	3.03	23.88	NG
13	200	103	85	ソーダライムガラス	3.03	45.16	NG
14	200	300	85	ソーダライムガラス	3.03	18.62	NG
15	5	8	60	ホウ珪酸ガラス	1.00	2.32	OK
16	5	50	60	ホウ珪酸ガラス	1.00	0.78	OK
17	5	8	135	ホウ珪酸ガラス	1.00	7.48	NG
18	5	50	135	ホウ珪酸ガラス	1.00	5.94	OK
19	20	15	60	ホウ珪酸ガラス	1.00	4.38	OK
20	20	15	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	6.10	OK
21	20	15	110	ホウ珪酸ガラス	1.00	7.81	NG
22	20	80	110	ホウ珪酸ガラス	1.00	5.43	OK
23	50	28	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	10.17	NG
24	50	100	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	6.97	NG
25	100	53	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	11.75	NG
26	100	140	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	7.88	NG
27	200	103	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	14.91	NG
28	200	300	85	ホウ珪酸ガラス	1.00	6.15	OK

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/031354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C03C 17/00</i> (2006.01)i; <i>C03C 27/12</i> (2006.01)i; <i>E06B 7/28</i> (2006.01)i; <i>H05B 3/20</i> (2006.01)i FI: C03C17/00; C03C27/12 M; E06B7/28 D; H05B3/20 326 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) C03C17/00-C03C17/44; C03C27/12; B60J1/00; H05B3/20 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	JP 2023-6653 A (NIPPON SHEET GLASS COMPANY, LIMITED) 18 January 2023 (2023-01-18) paragraphs [0038]-[0059], fig. 1-4	1-12
A	JP 2002-216650 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 02 August 2002 (2002-08-02)	1-12
A	JP 2011-133721 A (TOKAI RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 07 July 2011 (2011-07-07)	1-12
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 21 October 2024		Date of mailing of the international search report 05 November 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 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/JP2024/031354

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2023-6653	A	18 January 2023	EP 4366465 A1 paragraphs [0039]-[0060], fig. 1-4 WO 2023/277007 A1 CN 117598025 A	
JP	2002-216650	A	02 August 2002	(Family: none)	
JP	2011-133721	A	07 July 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
C03C 17/00(2006.01)i; C03C 27/12(2006.01)i; E06B 7/28(2006.01)i; H05B 3/20(2006.01)i
FI: C03C17/00; C03C27/12 M; E06B7/28 D; H05B3/20 326

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））
C03C17/00-C03C17/44; C03C27/12; B60J1/00; H05B3/20
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 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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	JP 2023-6653 A（日本板硝子株式会社）18.01.2023（2023 - 01 - 18） [0038]-[0059], 図1-4	1-12
A	JP 2002-216650 A（松下電器産業株式会社）02.08.2002（2002 - 08 - 02）	1-12
A	JP 2011-133721 A（東海ゴム工業株式会社）07.07.2011（2011 - 07 - 07）	1-12

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
21.10.2024

国際調査報告の発送日
05.11.2024

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）

酒井 英夫 4T 9631

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/JP2024/031354

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2023-6653	A	18.01.2023	EP 4366465 A1 [0039]-[0060], 図1-4 WO 2023/277007 A1 CN 117598025 A	
JP	2002-216650	A	02.08.2002	(ファミリーなし)	
JP	2011-133721	A	07.07.2011	(ファミリーなし)	