

(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
2019年9月6日(06.09.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/167931 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 23/13 (2006.01) *H05K 1/02* (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01) *H05K 1/09* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/007268

(22) 国際出願日: 2019年2月26日(26.02.2019)

(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 2018-037269 2018年3月2日(02.03.2018) JP

(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 北原 丈嗣 (KITAHARA, Takeshi); 〒3308508 埼玉県さいたま市大宮区北袋町1-600 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP). 湯本 遼平(YUMOTO, Ryohei);

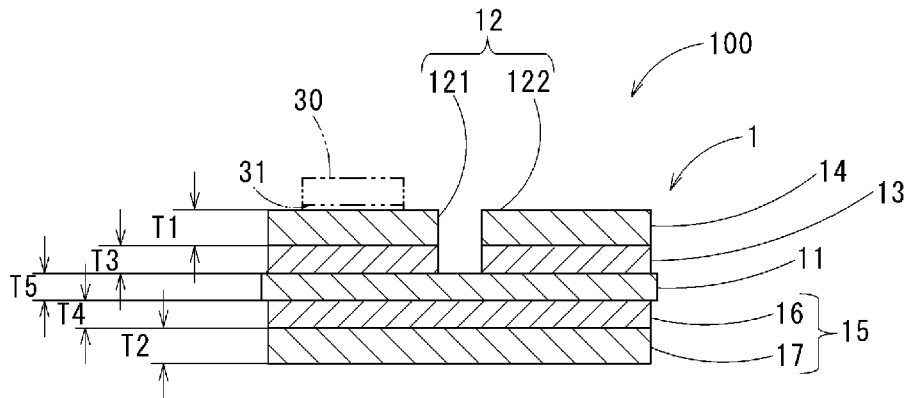
〒3308508 埼玉県さいたま市大宮区北袋町1-600 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP). 長友 義幸(NAGATOMO, Yoshiyuki); 〒3308508 埼玉県さいたま市大宮区北袋町1-600 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 青山 正和 (AOYAMA, Masakazu); 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶町3-3-9 喜助新千代田ビル3階 青陽特許事務所 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, JO, KE, KG, KH, 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,

(54) Title: INSULATED CIRCUIT BOARD

(54) 発明の名称: 絶縁回路基板



(57) Abstract: An insulated circuit board in which a circuit layer having formed therein a circuit pattern is joined to one surface of a ceramic substrate, and a metal layer is joined to the other surface, wherein: the circuit layer has a first circuit layer comprising aluminum joined to the ceramic substrate, and a second circuit layer comprising copper joined to the upper surface of the first circuit layer; the metal layer has a first metal layer comprising aluminum joined to the ceramic substrate, and a second metal layer comprising copper joined to the upper surface of the first metal layer; the thickness of the first circuit layer and the first metal layer is 0.2 to 0.9 mm (inclusive) and the thickness of the second circuit layer is 0.65 to 2.0 mm (inclusive); the area ratio $S1/S2$ is 0.5 to 0.8 (inclusive), where $S1$ is the joining area of the circuit layer and $S2$ is the joining area of the metal layer; and the thickness ratio $T1/T2$ is 1.4 to 3.2 (inclusive), where $T1$ is the thickness of the second circuit layer and $T2$ is the thickness of the second metal layer.

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), 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))

(57) 要約: セラミックス基板の一方の面に回路パターンが形成された回路層が接合され、他方の面に金属層が接合されてなる絶縁回路基板であって、回路層は、セラミックス基板に接合されたアルミニウムからなる第1回路層と、第1回路層の上面に接合された銅からなる第2回路層と、を有し、金属層は、セラミックス基板に接合されたアルミニウムからなる第1金属層と、第1金属層の上面に接合された銅からなる第2金属層と、を有し、第1回路層及び第1金属層の厚さは、0.2 mm以上0.9 mm以下かつ同じ厚さであり、第2回路層の厚さは、0.65 mm以上2.0 mm以下であり、回路層の接合面積をS1、金属層の接合面積をS2としたときの面積比 $S1/S2$ が0.5以上0.8以下、第2回路層の厚さをT1、第2金属層の厚さをT2としたときの厚さ比 $T1/T2$ が1.4以上3.2以下である。

明 細 書

発明の名称：絶縁回路基板

技術分野

[0001] 本発明は、大電流、高電圧を制御する半導体装置に用いられるパワーモジュール用基板等の絶縁回路基板に関する。本願は、2018年3月2日出願された特願2018-037269号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 絶縁回路基板として、窒化アルミニウムを始めとするセラミックスからなる絶縁基板の一方の面に回路層が接合されるとともに、他方の面に金属層が接合されたパワーモジュール用基板が知られている。

[0003] 例えば、特許文献1に開示されているパワーモジュール用基板では、絶縁基板に接合された回路層及び金属層のそれぞれは、純度が99.999%以上の純銅で形成されている。このため、温度サイクルが繰り返し作用した場合に回路層及び金属層に再結晶が生じることにより、回路層及び金属層の内に生じた内部応力を低減させて、クラックなどが生じないようにしているが、その効果は充分ではない場合がある。

[0004] 近年、セラミックス基板の表面にアルミニウム又はアルミニウム合金からなるアルミニウム層が接合され、アルミニウム層の上面に銅又は銅合金からなる銅層が固相拡散接合された絶縁回路基板が用いられている。アルミニウム層には応力緩衝機能があるため、セラミックス基板の表面に接合されるアルミニウム層の厚さ及び銅層の厚さは、略同じに設定されることがよいとされている。また、アルミニウム層の応力緩衝機能により、銅層の厚さを、例えば、0.4mm以上にできる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-221547号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] セラミックス基板の表面にアルミニウム又はアルミニウム合金からなる回路層及び金属層を接合し、回路層に回路パターンを形成した後、回路層及び金属層の上面に比較的厚い銅又は銅合金からなる金属板を接合した場合、回路パターンの形状や面積などによっては、セラミックス基板の回路層側の面の応力と、金属層側の面の応力とのバランスが崩れて、セラミックス基板に大きな反りが発生する。
- [0007] 絶縁回路基板へのはんだ付け時の反り変化が大きいと、はんだ付けに支障をきたすので、高温時の反りの変化が小さい絶縁回路基板が望まれている。
- [0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、反り変化を抑制できる絶縁回路基板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の絶縁回路基板は、セラミックス基板と；前記セラミックス基板の一方の面に接合されて回路パターンを形成する回路層と；前記セラミックス基板の他方の面に接合された金属層と；を備える絶縁回路基板であって、前記回路層は、前記セラミックス基板に接合されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1回路層と、前記第1回路層の上面に接合された銅又は銅合金からなる第2回路層と、を有し、前記金属層は、前記セラミックス基板に接合されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1金属層と、前記第1金属層の上面に接合された銅又は銅合金からなる第2金属層と、を有し、前記第1回路層及び前記第1金属層の各厚さは等しく、 0.2 mm 以上 0.9 mm 以下であり、前記第2回路層の厚さ T_1 は 0.65 mm 以上 2.0 mm 以下であり、前記回路層の接合面積 S_1 と前記金属層の接合面積 S_2 との面積比 S_1/S_2 が 0.5 以上 0.8 以下、前記第2回路層の厚さ T_1 と前記第2金属層の厚さ T_2 との厚さ比 T_1/T_2 が 1.4 以上 3.2 以下である。
- [0010] 本発明では、第1回路層及び第1金属層の上面に第2回路層及び第2金属

層を接合する際に、セラミックス基板の回路パターン間に応力が発生しても、第2金属層の厚さが第2回路層の厚さよりも薄いので、セラミックス基板の回路層側の面及び金属層側の面の応力をバランスさせることができる。したがって、絶縁回路基板の反りを低減しつつ、はんだ付けの際等における高温時の反り変化を抑制できる。

[0011] 厚さ比 $T1/T2$ が、1.4未満では、回路層側を凸とする反りを解消できず、厚さ比 $T1/T2$ が3.2を超えると第2金属層が薄過ぎて、高温の反り変化が大きい。このように厚さ比 $T1/T2$ を設定することは、面積比 $S1/S2$ が0.5以上0.8以下の場合の反り低減に有効である。第1回路層及び第1金属層の厚さが0.2mm未満であるとアルミニウム又はアルミニウム合金による応力緩衝効果が低下し、0.9mmを超えると回路パターンを形成する際の制約が大きい。

[0012] 本発明の絶縁回路基板の好ましい態様としては、前記第2回路層は前記第1回路層の上面に固相拡散接合されており、前記第2金属層は前記第1金属層の上面に固相拡散接合されているとよい。

[0013] この絶縁回路基板において、より好ましくは、前記第2回路層の厚さ $T1$ が1.0mm以上2.0mm以下である。

[0014] この絶縁回路基板において、より好ましくは、前記面積比 $S1/S2$ が0.6以上0.8以下である。

[0015] この絶縁回路基板において、より好ましくは、前記厚さ比 $T1/T2$ が1.8以上2.5以下である。

[0016] この絶縁回路基板において、より好ましくは、前記第1回路層および前記第1金属層の各厚さが0.2mm以上0.6mm以下である。

[0017] この絶縁回路基板において、前記回路パターンは0.5mm～2.0mm幅の回路層非接合部を有してもよい。

[0018] この絶縁回路基板において、より好ましくは、前記セラミックス基板の厚さは0.2mm～1.2mmである。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、絶縁回路基板のはんだ付けの際等における高温時の反り変化を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の一実施形態に係る絶縁回路基板を用いたパワーモジュールを示す断面図である。

[図2A]上記実施形態における絶縁回路基板を回路層側から見た平面図である。

。

[図2B]上記実施形態における絶縁回路基板を金属層側から見た平面図である。

。

[図3A]図1に示す絶縁回路基板の製造方法を説明する断面図である。

[図3B]図1に示す絶縁回路基板の製造方法を説明する断面図である。

[図3C]図1に示す絶縁回路基板の製造方法を説明する断面図である。

[図4A]図1に示す絶縁回路基板の製造方法を説明する断面図である。

[図4B]図1に示す絶縁回路基板の製造方法を説明する断面図である。

[図4C]図1に示す絶縁回路基板の製造方法を説明する断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

[0022] [絶縁回路基板の概略構成]

本発明に係る絶縁回路基板の製造方法により製造される絶縁回路基板1は、図1に示すように、いわゆるパワーモジュール用基板であり、絶縁回路基板1の表面には、図1の二点鎖線で示すように素子30が搭載され、パワーモジュール100となる。素子30は、半導体を備えた電子部品であり、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、FWD (Free Wheeling Diode)等の種々の半導体素子が選択される。

[0023] 素子30は、図示を省略するが、上部に上部電極部が設けられ、下部に下

部電極部が設けられており、下部電極部が回路層 12 の上面にはんだ 31 等により接合されることで、素子 30 が回路層 12 の上面に搭載される。素子 30 の上部電極部は、はんだ等で接合されたリードフレーム等を介して回路層 12 の回路電極部等に接続される。

[0024] [絶縁回路基板の構成]

絶縁回路基板 1 は、セラミックス基板 11 と、セラミックス基板 11 の一方の面に接合された回路層 12 と、セラミックス基板 11 の他方の面に接合された金属層 15 とを備える。

[0025] セラミックス基板 11 は、回路層 12 と金属層 15 の間の電氣的接続を防止する矩形板状の絶縁基板であって、例えば窒化アルミニウム (AlN)、窒化珪素 (Si_3N_4)、ジルコニア強化アルミナ基板等により形成され、その厚さ T_5 は $0.2\text{ mm} \sim 1.2\text{ mm}$ である。

[0026] 本実施形態のセラミックス基板 11 は、窒化アルミニウムにより形成され、サイズが $100\text{ mm} \times 110\text{ mm}$ 、厚さ T_5 が 1.0 mm に設定されている。

[0027] 回路層 12 は、図 1 及び図 2 に示す例では、相互に分断されて回路パターンを形成する 2 つの小回路層 121, 122 からなる。各小回路層 121, 122 は、セラミックス基板 11 の一方の面に相互に間隔（例えば、 $0.5\text{ mm} \sim 2.0\text{ mm}$ ）を開けて接合される。換言すると、小回路層 121, 122 の間に、回路層 12 の金属が接合されていない幅 $0.5\text{ mm} \sim 2.0\text{ mm}$ の余白部 A_{r1} が形成される。回路層 12 は、セラミックス基板 11 に接合される第 1 回路層 13 と、第 1 回路層 13 の上面に接合される第 2 回路層 14 とを備えている。

[0028] 第 1 回路層 13 には、純度 99 質量%以上の純アルミニウム又はアルミニウム合金が用いられ、例えば JIS 規格では 1000 番台のアルミニウム、特に 1N99（純度 99.99 質量%以上：いわゆる 4N アルミニウム）を用いることができる。第 1 回路層 13 の厚さは、 0.2 mm 以上 0.9 mm である。第 1 回路層 13 の厚さが 0.2 mm 未満であると純アルミニウム又

はアルミニウム合金による応力緩衝効果が低く、0.9 mmを超えると回路パターンを形成する際の制約が大きくなるからである。

[0029] 本実施形態の第1回路層13は、純度99質量%以上の純アルミニウムにより形成され、その厚さT3は0.6 mmに設定されている。

[0030] 第2回路層14は、無酸素銅等の銅又はジルコニウム添加銅合金等の銅合金により形成され、その厚さT1は0.65 mm以上2.0 mm以下に設定されている。第2回路層14の厚さT1は、後述する第2金属層17の厚さT2よりも大きく、厚さ比 $T1/T2$ が1.4以上3.2以下に設定される。

[0031] 本実施形態の第2回路層14は、無酸素銅により形成され、その厚さT1が1.0 mmに設定されている。各小回路層121, 122の間隔は、1.0 mmに設定されている。

[0032] 金属層15は、セラミックス基板11に接合される第1金属層16と、第1金属層16の上面に接合される第2金属層17とを備えている。

[0033] 第1金属層16は、上記第1回路層13と同様に、純度99質量%以上の純アルミニウム又はアルミニウム合金を用いて形成され、その厚さT4は、0.2 mm以上0.9 mmである。

[0034] 本実施形態の第1金属層16は、純度99質量%以上の純アルミニウムにより形成され、その厚さT4は0.6 mmに設定されている。すなわち、第1回路層13及び第1金属層16は、同じ組成で、かつ、同じ厚さ($T3 = T4$)である。

[0035] 第2金属層17は、無酸素銅等の銅又はジルコニウム添加銅合金等の銅合金により形成され、その厚さT2は0.4 mm以上1.4 mm以下に設定されている。第2金属層17の厚さT2は、第2回路層14の厚さT1よりも小さく、厚さ比 $T1/T2$ が1.4以上3.2以下に設定される。

[0036] 本実施形態の第2金属層17は、無酸素銅により形成され、その厚さT2が0.7 mmに設定されている。

[0037] このように構成される絶縁回路基板1において、セラミックス基板11に

対する回路層 12 の接合面積を S_1 (mm^2)、セラミックス基板 11 に対する金属層 15 の接合面積を S_2 (mm^2) としたときに、面積比 S_1 / S_2 は、0.5 以上 0.8 以下となる関係に調整される。各接合面積 S_1 、 S_2 は、いずれも 30°C における値である。

[0038] 本実施形態では、回路層 12 は、小回路層 121、122 からなるため、回路層 12 の接合面積 S_1 は、セラミックス基板 11 に対する小回路層 121 の接合面積 S_{11} と小回路層 122 の接合面積 S_{12} との総和となる。

[0039] [絶縁回路基板の製造方法]

次に、本実施形態の絶縁回路基板 1 の製造方法について説明する。絶縁回路基板 1 の製造方法は、第 1 回路層 13 となるアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第 1 回路層用金属板 130 及びアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第 1 金属層 16 となる第 1 金属層用金属板 150 をセラミックス基板 11 に接合する第 1 接合工程と、第 1 接合工程により接合された第 1 回路層用金属板 130 (第 1 回路層前駆体 13A) に回路パターンを形成して第 1 回路層 13 を形成する回路パターン形成工程と、銅又は銅合金の板材をプレス加工して、第 2 回路層 14 となる回路パターンを有する第 2 回路層用金属板 140 と、第 2 金属層 17 となる一枚板の第 2 金属層用金属板 170 とを形成する金属板形成工程と、第 1 回路層 13 の上面に第 2 回路層用金属板 140 を、及び第 1 金属層 16 の上面に第 2 金属層用金属板 170 を接合する第 2 接合工程と、を含む。以下、この工程順に説明する。

[0040] (第 1 接合工程)

まず、図 3A に示すように、同じ厚さを有する第 1 回路層用金属板 130 及び第 1 金属層用金属板 160 を、それぞれ A1-Si 系のろう材を用いてセラミックス基板 11 に接合する。具体的には、セラミックス基板 11 の表面及び裏面に、それぞれ A1-Si 系のろう材箔 18 を介在させて第 1 回路層用金属板 130 及び第 1 金属層用金属板 160 を積層し、これらの積層体をカーボン板により挟持し、積層方向に荷重をかけながら真空中で加熱することにより、セラミックス基板 11 と第 1 回路層用金属板 130 及び第 1 金

属層用金属板 160 を接合する。これにより、セラミックス基板 11 の表面に第 1 回路層前駆体 13A 及び裏面に第 1 金属層 16 が接合部（ろう付け部）を介して接合された図 3B に示す状態となる。

[0041] この工程における積層方向の加圧は $0.3\text{ MPa} \sim 1.5\text{ MPa}$ で、温度は 630°C 以上 655°C 以下とするとよい。Al-Si 系ろう材箔は、厚さ $5\text{ }\mu\text{m} \sim 15\text{ }\mu\text{m}$ であるとよい。Al-Si 系ろう材の他、Al-Ge 系、Al-Cu 系、Al-Mg 系、Al-Mn 系、又は Al-Si-Mg 系ろう材を用いることもできる。

[0042] （回路パターン形成工程）

次に、第 1 回路層前駆体 13A の表面にマスクを印刷した後、酸性の有機溶剤等を用いてエッチングを行うことにより回路パターンを形成する。このマスクは、第 1 回路層前駆体 13A の表面に必要な応じて回路パターンを形成するように設けられる。これにより、第 1 回路層前駆体 13A に回路パターンが形成されて、図 3C に示すように、第 1 回路層 13 がセラミックス基板 11 に接合された状態となる。

[0043] （金属板形成工程）

図 4A に示すように、銅又は銅合金により形成される圧延された板材（以下、銅圧延材という）をプレス加工により打ち抜き、第 2 回路層用金属板 140 及び第 2 金属層用金属板 170 を形成する。具体的には、厚さ 0.4 mm 以上 1.4 mm 以下の銅圧延材をプレスすることにより、矩形板状（例えば、 $95\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ ）の第 2 金属層用金属板 170 が形成される。また、厚さ 0.65 mm 以上 2.0 mm 以下の銅圧延材をプレスすることにより、所望のパターン形状（図 4A～4C に示す例では、矩形板状）を有する 2 つの第 2 回路層用金属板 140 が形成される。このようにして形成された第 2 回路層用金属板 140 の総面積（接合面積 S_1 に同じ）と第 2 金属層用金属板 170 の面積（接合面積 S_2 に同じ）との面積比（面積比 S_1 / S_2 に同じ）は、 0.5 以上 0.8 以下に設定されている。

[0044] （第 2 接合工程）

次に、図4Bに示すように、第1回路層13の上面に各第2回路層用金属板140を接合するとともに、第1金属層16の上面に第2金属層用金属板170を接合する。具体的には、各第1回路層14の上面及び第1金属層16の上面に、それぞれAg-Cu-Ti系ろう材箔18を介在させて第2回路層用金属板140及び第2金属層用金属板170を積層し、これらの積層体をカーボン板により挟持し、積層方向に荷重をかけながら真空中で加熱することにより、第1回路層13に第2回路層用金属板140を接合して厚さT1の第2回路層14を形成するとともに、第1金属層16に第2金属層用金属板170を接合して厚さT2の第2金属層を形成する。

[0045] これにより、図4Cに示すように、セラミックス基板11の表面に、第1回路層13および第2回路層14が積層されてなる回路層12が接合部（ろう付け部）を介して固相拡散接合されるとともに、セラミックス基板11の裏面に第1金属層16および第2金属層17が積層されてなる金属層15が接合部（ろう付け部）を介して固相拡散接合された絶縁回路基板1が形成される。

[0046] この工程における積層方向への加圧は0.1MPa～1.0MPa、加熱温度は800℃～930℃とするとよい。Ag-Cu-Ti系ろう材箔は、厚さ5μm～15μmであるとよい。Ag-Cu-Ti系ろう材の他、Cu-P系ろう材を用いることもできる。

[0047] このように製造された絶縁回路基板1は、第2回路層14の厚さT1が0.65mm以上2.0mm以下であり、回路層12の接合面積S1及び金属層15の接合面積S2の面積比 $S1/S2$ が0.5以上0.8以下、第2回路層14の厚さT1と第2金属層17の厚さT2との厚さ比 $T1/T2$ が1.2以上1.7以下となる。

[0048] ここで、セラミックス基板11の表裏面に生じる応力は、回路層12や金属層15との接合部では圧縮応力となる。回路層12が接合された表面ではパターンが形成されているので、図2Bに示すように、パターン間の回路層非接合部Ar1（パターンが形成されることによりセラミックス基板11が

露出している領域A r 1)の裏面には金属層15による圧縮応力、表面には引張応力が生じる。このため、回路層12側を凸とする反りが生じ易い。この場合、回路層12及び金属層15が厚いほど、反りも顕著である。

[0049] これに対し、セラミックス基板11の回路パターン間の回路層非接合部A r 1(上記領域A r 1)に残留応力が発生しても、第2金属層17の厚さT2が第2回路層14の厚さT1よりも薄いので、セラミックス基板11の回路層12側の面及び金属層15側の面のバランスを保つことができる。したがって、はんだ付けの際における高温の反り変化を抑制できる。

[0050] 細部構成等は実施形態の構成のものに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

[0051] 例えば、上記実施形態において、第1回路層前駆体13Aをエッチングすることにより、第1回路層13を形成したが、これに限らず、プレスで打ち抜いた複数の金属板をセラミックス基板11に接合するようにしてもよい。

[0052] 上記実施形態では、絶縁回路基板1をパワーモジュール用基板として用いる例を説明したが、この絶縁回路基板1は、LED素子用基板等、各種の絶縁基板として用いることもできる。

実施例

[0053] 次に、本発明の効果について実施例を用いて詳細に説明するが、本発明は下記の実施例に限定されるものではない。

[0054] 実施例1～7及び比較例1～4の各試料は、厚さ1.0mm、100mm×110mmの窒化アルミニウムからなるセラミックス基板に、純アルミニウムからなる厚さ0.6mmの第1回路層及び無酸素銅からなる厚さT1の第2回路層からなる回路層と、純アルミニウムからなる厚さ0.6mmの第1金属層及び無酸素銅からなる厚さT2の第2金属層とを接合した絶縁回路基板である。

[0055] 各試料について、第2回路層の厚さT1と第2金属層の厚さT2およびその厚さ比 $T1/T2$ 、セラミックス基板に対する回路層の接合面積S1と金属層の接合面積S2との面積比 $S1/S2$ を表1に示す。回路層を構成する

2つの小回路層の間隔は全ての試料において1.0mmとした。

[0056] 比較例4については、回路層及び金属層は、無酸素銅により形成されている第2回路層および第2金属層だけを備え、アルミニウム層（第1回路層及び第1金属層）を備えないものとした。

[0057] 各構成部材を上記実施形態で述べた製造方法により接合して、絶縁回路基板の各試料を作製した。そして、得られた各試料につき、30℃から285℃に加熱した後冷却して30℃とする一連の温度変化を伴う加熱試験において、285℃加熱時の反り量（加熱時反り）及び285℃に加熱した後冷却して30℃となった際の30℃での反り量（戻り反り）をそれぞれ金属層側から測定した。

[0058] 反り量は、セラミックス基板の変化をモアレ式三次元形状測定機でセラミックス基板の中央の矩形範囲（75mm×85mmの範囲）を測定し、その変化量も求めた。各反り量においては、金属層が凹状となる反りを「－」、凸状となる反りを「＋」の数値で表記した。

[0059] 実施例1～7及び比較例1～4の各絶縁回路基板に対して、温度を－40℃～150℃の間で500回変化させる温度サイクル試験を実行した後、セラミックス基板に割れがあるか否かを目視にて判定した。この際、セラミックス基板に割れがあるものを不良「B」、セラミックス基板に割れないものを良「A」と判定した。表1に結果を示す。

[0060] [表1]

	アルミニウム層の有無	S1/S2	T1 (mm)	T2 (mm)	T1/T2	285℃反り (μm)	戻り反り (μm)	変化量 (μm)	セラミックス基板の割れ評価
実施例1	有	0.75	1	0.45	2.22	430	380	50	A
実施例2	有	0.75	1	0.6	1.66	440	－450	890	A
実施例3	有	0.75	1	0.7	1.42	510	－430	940	A
実施例4	有	0.75	1.2	0.6	2.00	412	253	159	A
実施例5	有	0.75	1.5	0.7	2.14	385	125	260	A
実施例6	有	0.8	1	0.6	1.66	420	－358	778	A
実施例7	有	0.67	1	0.6	1.66	411	－330	741	A
比較例1	有	0.75	1	1.0	1.00	830	－710	1540	A
比較例2	有	0.75	1	0.9	1.11	760	－780	1540	A
比較例3	有	0.75	1	0.8	1.25	700	－620	1320	A
比較例4	無	0.75	1	0.45	2.22	320	450	130	B

[0061] 表1からわかるように、回路層の接合面積S1及び金属層の接合面積S2の面積比S1/S2が0.5以上0.8以下の場合、厚さ比T1/T2が1

、4以上3.2以下である実施例1～7では、変化量が $1000\mu\text{m}$ 以下と小さく、はんだ付けの際等の高温時における反り量が小さい絶縁回路基板が得られることが確認できた。

[0062] 比較例4は、面積比 $S1/S2$ 及び厚さ比 $T1/T2$ が上記範囲内であることから反り量の変化量は小さいものの、回路層及び金属層のそれぞれがアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1回路層及び第1金属層を有していないため、上記温度サイクル試験の結果、セラミックス基板が割れた。このため、セラミックス基板の割れを抑制するために、回路層及び金属層のそれぞれが、セラミックス基板に接合されるアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1回路層及び第1金属層と、第1回路層の上面に接合される銅又は銅合金からなる第2回路層及び第1金属層の上面に接合される銅又は銅合金からなる第2金属層と、を備えることが有効であると確認できた。

産業上の利用可能性

[0063] 絶縁回路基板のはんだ付けの際等における高温時の反り変化を抑制する。

符号の説明

- [0064] 1 絶縁回路基板
- 11 セラミックス基板
 - 12 回路層
 - 13 第1回路層
 - 13A 第1回路層前駆体
 - 14 第2回路層
 - 15 金属層
 - 16 第1金属層
 - 17 第2金属層
 - 18 ろう材箔
 - 30 素子
 - 31 はんだ
 - 100 パワーモジュール

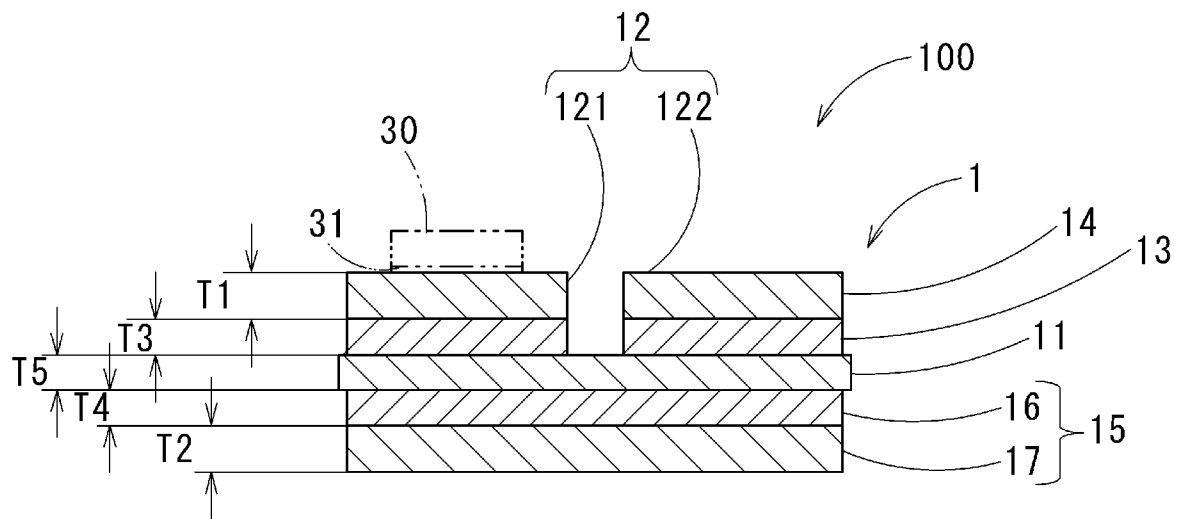
- 1 2 1 小回路層
- 1 2 2 小回路層
- 1 3 0 第1回路層用金属板
- 1 4 0 第2回路層用金属板
- 1 6 0 第1金属層用金属板
- 1 7 0 第2金属層用金属板
- S 1 接合面積
- S 2 接合面積
- S 1 1 接合面積
- S 1 2 接合面積
- T 1 第2回路層の厚さ
- T 2 第2金属層の厚さ
- T 3 第1回路層の厚さ
- T 4 第1金属層の厚さ
- T 5 セラミックス基板の厚さ
- A r 1 領域（回路層非接合部）

請求の範囲

- [請求項1] セラミックス基板と；前記セラミックス基板の一方の面に接合されて回路パターンを形成する回路層と；前記セラミックス基板の他方の面に接合された金属層と；を備える絶縁回路基板であって、
- 前記回路層は、前記セラミックス基板に接合されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1回路層と、前記第1回路層の上面に接合された銅又は銅合金からなる第2回路層と、を有し、
- 前記金属層は、前記セラミックス基板に接合されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1金属層と、前記第1金属層の上面に接合された銅又は銅合金からなる第2金属層と、を有し、
- 前記第1回路層及び前記第1金属層の各厚さは等しく、0.2mm以上0.9mm以下であり、
- 前記第2回路層の厚さ T_1 は0.65mm以上2.0mm以下であり、
- 前記回路層の前記セラミックス基板に対する接合面積 S_1 と前記金属層の前記セラミックス基板に対する接合面積 S_2 との面積比 S_1/S_2 が0.5以上0.8以下、前記第2回路層の厚さ T_1 と前記第2金属層の厚さ T_2 との厚さ比 T_1/T_2 が1.4以上3.2以下であることを特徴とする絶縁回路基板。
- [請求項2] 前記第2回路層は、前記第1回路層の上面に固相拡散接合されており、
- 前記第2金属層は、前記第1金属層の上面に固相拡散接合されている
- ことを特徴とする請求項1に記載の絶縁回路基板。
- [請求項3] 前記第2回路層の厚さ T_1 が1.0mm以上2.0mm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の絶縁回路基板。
- [請求項4] 前記面積比 S_1/S_2 が0.6以上0.8以下であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の絶縁回路基板。

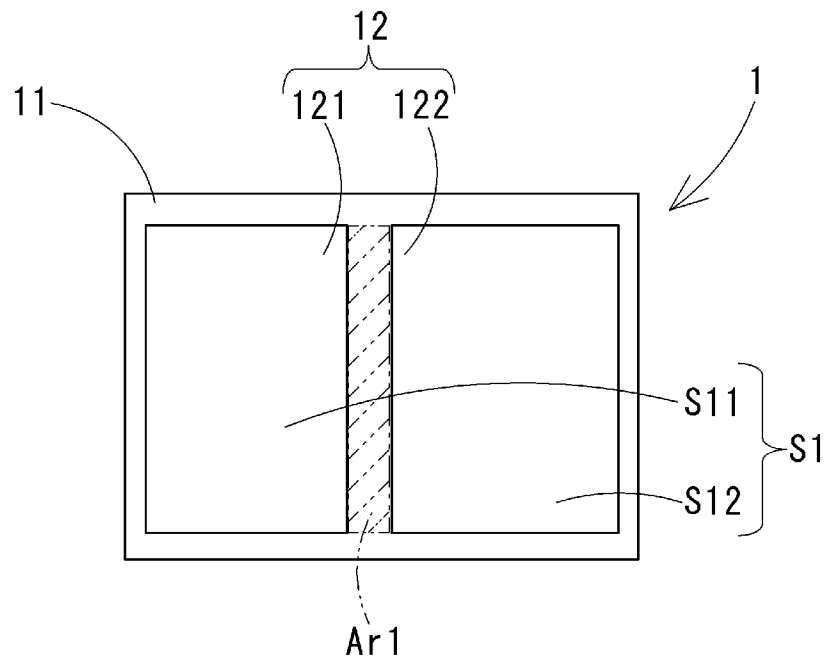
- [請求項5] 前記厚さ比 $T1 / T2$ が 1.8 以上 2.5 以下であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の絶縁回路基板。
- [請求項6] 前記第 1 回路層および前記第 1 金属層の各厚さが 0.2 mm 以上 0.6 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の絶縁回路基板。
- [請求項7] 前記回路パターンは 0.5 mm ～ 2.0 mm 幅の回路層非接合部を有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の絶縁回路基板。
- [請求項8] 前記セラミックス基板の厚さは 0.2 mm ～ 1.2 mm であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の絶縁回路基板。

[図1]



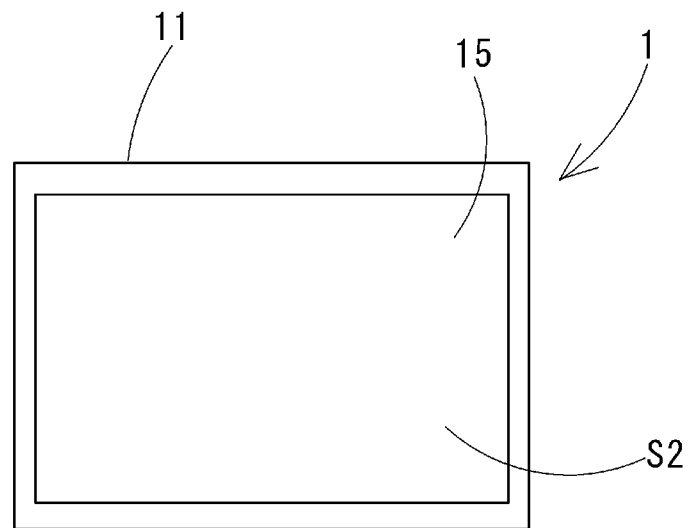
[図2A]

FIG. 2A



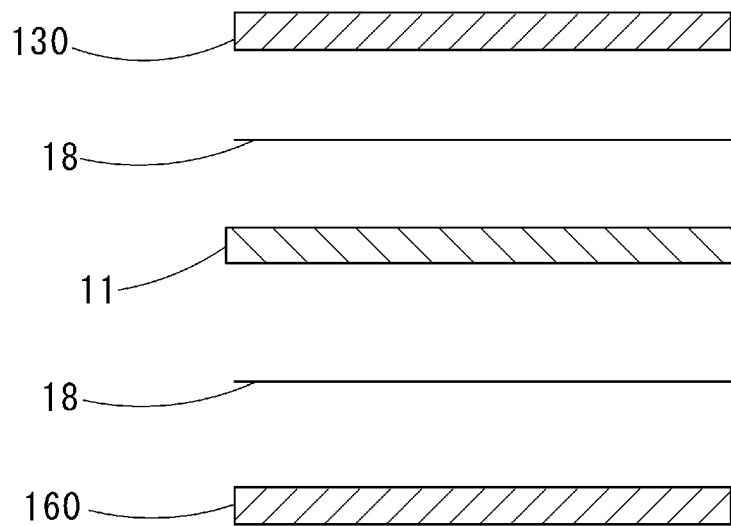
[図2B]

FIG. 2B



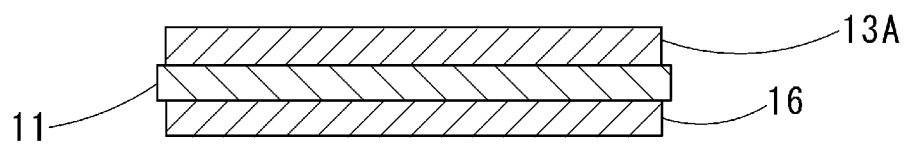
[図3A]

FIG. 3A



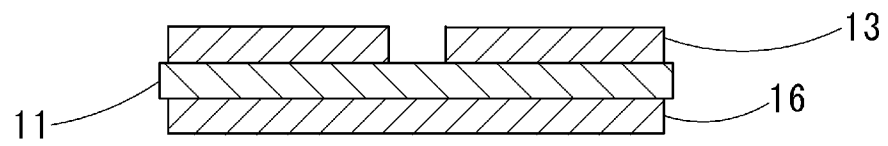
[図3B]

FIG. 3B



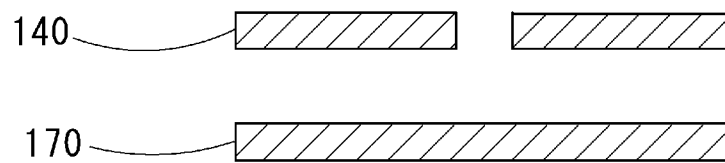
[図3C]

FIG. 3C



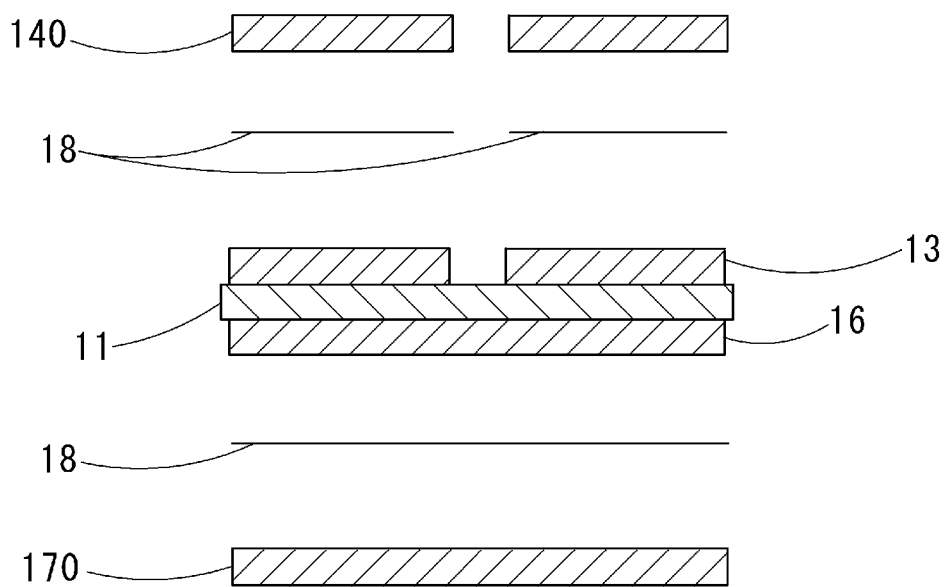
[図4A]

FIG. 4A



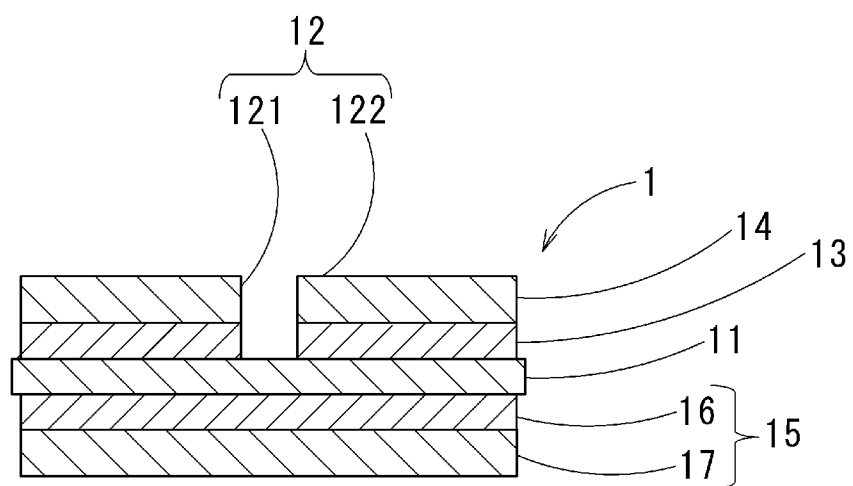
[図4B]

FIG. 4B



[図4C]

FIG. 4C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L23/13 (2006.01) i, H01L23/12 (2006.01) i, H05K1/02 (2006.01) i,
H05K1/09 (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)

Int.Cl. H01L23/13, H01L23/12, H05K1/02, H05K1/09

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y	JP 2017-73483 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 13 April 2017, paragraphs [0024]-[0055], fig. 1-7 & US 2018/0301391 A1, paragraphs [0047]-[0094] & WO 2017/061379 A1 & EP 3361501 A1 & TW 201727851 A & CN 108140625 A & KR 10-2018-0066134 A	1-8
Y	JP 2015-216370 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 03 December 2015, paragraphs [0042]-[0049], fig. 8-9 & US 2017/0053852 A1, paragraphs [0087]-[0097] & WO 2015/163453 A1 & EP 3136433 A1 & TW 201611208 A & KR 10-2016-0122853 A & CN 106165090 A	1-8
Y	JP 2017-139508 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 10 August 2017, paragraph [0026] (Family: none)	1-8
Y	JP 2017-228693 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 28 December 2017, paragraphs [0026]-[0051], fig. 1-4 (Family: none)	1-8

☐ 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
12 April 2019 (12.04.2019)

Date of mailing of the international search report
23 April 2019 (23.04.2019)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L23/13(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H05K1/02(2006.01)i, H05K1/09(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（IPC））

Int.Cl. H01L23/13, H01L23/12, H05K1/02, H05K1/09

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y	JP 2017-73483 A（三菱マテリアル株式会社）2017.04.13, [0024]-[0055], [図1]-[図7] & US 2018/0301391 A1, [0047]-[0094] & WO 2017/061379 A1 & EP 3361501 A1 & TW 201727851 A & CN 108140625 A & KR 10-2018-0066134 A	1-8
Y	JP 2015-216370 A（三菱マテリアル株式会社）2015.12.03, [0042]-[0049], [図8]-[図9] & US 2017/0053852 A1, [0087]-[0097] & WO 2015/163453 A1 & EP 3136433 A1 & TW 201611208 A & KR 10-2016-0122853 A & CN 106165090 A	1-8

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

12.04.2019

国際調査報告の発送日

23.04.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

河合 俊英

5 F

3238

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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	JP 2017-139508 A (三菱マテリアル株式会社) 2017. 08. 10, [0026] (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2017-228693 A (三菱マテリアル株式会社) 2017. 12. 28, [0026]-[0051], [図 1]-[図 4] (ファミリーなし)	1-8