

(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
2022年6月23日(23.06.2022)



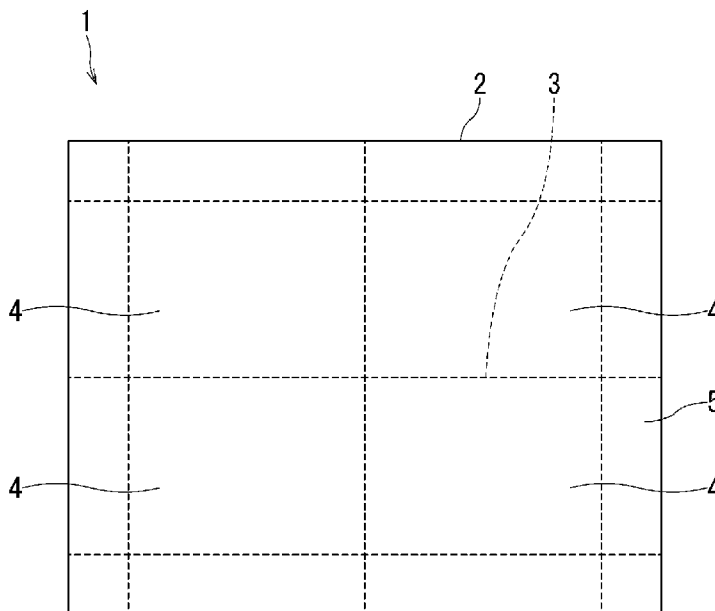
(10) 国際公開番号

WO 2022/131273 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 1/02 (2006.01) *H01L 23/13* (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01) *H05K 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/046148
- (22) 国際出願日: 2021年12月14日(14.12.2021)
- (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 2020-208106 2020年12月16日(16.12.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA**) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社 (**TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.**)
- [JP/JP]; 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 松本 幸久 (**MATSUMOTO, Yukihisa**); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 Kanagawa (JP). 星野 尚人 (**HOSHINO, Naoto**); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 東京国際特許事務所 (**TOKYO INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目13番地6 第一K・Sビル402号室 Kanagawa (JP).

(54) **Title:** CERAMIC SCRIBE SUBSTRATE, CERAMIC SUBSTRATE, METHOD FOR MANUFACTURING CERAMIC SCRIBE SUBSTRATE, METHOD FOR MANUFACTURING CERAMIC SUBSTRATE, METHOD FOR MANUFACTURING CERAMIC CIRCUIT BOARD, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR ELEMENT

(54) 発明の名称: セラミックスクライブ基板、セラミック基板、セラミックスクライブ基板の製造方法、セラミック基板の製造方法、セラミック回路基板の製造方法、及び、半導体素子の製造方法



(57) **Abstract:** A ceramic scribe substrate according to an embodiment comprises, on the surface side of a scribe line for forming a ceramic substrate, a continuous groove in which a plurality of grooves are connected by irradiating with a fiber



WO 2022/131273 A1

(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, 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))

laser, wherein the depth of the continuous groove is more than 50 [μm], and falls within the range of 0.15 times to 0.55 times the thickness of the ceramic substrate.

(57) 要約 : 実施形態に係るセラミックススクライブ基板は、セラミックス基板を形作るためのスクライブラインの表面側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がった連続溝を備え、連続溝の深さが、50 [μm] よりも大きく、かつ、セラミックス基板の厚さの0.15倍以上0.55倍以下の範囲内である。

明 細 書

発明の名称：

セラミックススクライプ基板、セラミックス基板、セラミックススクライプ基板の製造方法、セラミックス基板の製造方法、セラミックス回路基板の製造方法、及び、半導体素子の製造方法

技術分野

[0001] 実施形態は、おおむね、セラミックススクライプ基板、セラミックス基板、セラミックススクライプ基板の製造方法、セラミックス基板の製造方法、セラミックス回路基板の製造方法、及び、半導体素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、パワーエレクトロニクス、次世代パワー半導体等の大電流を必要とする半導体素子の発展に伴って、放熱性と電気絶縁性を兼ね備えたセラミックス基板の需要は年々増加している。特に、小型化・高性能化に伴い素子の発熱が増加するにつれ、放熱を効率よく行うためにセラミックス基板の厚さは薄くなる傾向にある。

[0003] 一方で、セラミックス基板の製造コストを下げるために、より大きな形状で製造をすることが行われている。セラミックス基板のなかで高強度・高靱性を有し高い放熱性を兼ね備えた窒化珪素基板では、 $220\text{ [mm]} \times 220\text{ [mm]} \times 0.32\text{ [mm]}$ の大きさの基板が開示されている（特許文献1）。

[0004] 製造コストを下げるために大きく製造した窒化珪素基板を、使用する製品サイズに分割する方法のひとつとして、レーザ加工により形成されたスクライプラインを利用して多数個取りする方法が開示されている（特許文献2）。特許文献2によれば、レーザ加工による多数個取りに伴う分割の際に、窒化珪素基板のマイクロクラックが必要以上に発生せず、多数個取りのためのスクライプライン加工も、容易かつ低コストで行うことができる。

[0005] その一方で、分割前の基板が大きく薄くなったために、高強度・高靱性を

有する窒化珪素基板をレーザ加工することによって発生する課題が明らかになってきた。たとえば、窒化珪素基板が高強度を有するためにスクライブラインに沿ってブレイクするには大きな力が必要となるため、レーザを窒化珪素基板の厚さ方向に深く入れる必要がある。しかしながら、窒化珪素基板が薄いとレーザによるスクライブライン形成後の加工工程や搬送時に加えられた力により分割されてしまう可能性が大きくなる。これとは逆にレーザを窒化珪素基板厚さ方向に浅く入れると、途中工程で分割される可能性は低くなるが、ブレイク時に大きな力をかける必要があり、作業の負荷が発生し、かつ大きな力をかけることによる外周部に欠けや亀裂が発生することがわかった。

[0006] すなわちレーザ加工をすればセラミックス基板にスクライブラインを形成することは可能であるが、スクライブライン形成後の作業能率を向上し、かつ欠けや亀裂の発生を防止するにはスクライブラインの加工方法の制御が必要であることが判明した。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第6399252号公報

特許文献2：特開2002-176119号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 近年、パワー半導体チップのジャンクション温度上昇に伴い、回路基板の高信頼化が求められている。このため高信頼性を損なうことなく、放熱性と電気絶縁性を兼ね備えた高強度で薄いセラミックス回路基板が求められている。

[0009] 実施形態は、このような問題を解決するものであり、放熱性と電気絶縁性を兼ね備えた高強度で薄い大型セラミックス基板から効率よく小型基板を製造可能にしたコストパフォーマンスに優れたセラミックス基板に関する。

課題を解決するための手段

[0010] 実施形態に係るセラミックススクライブ基板は、セラミックス基板を形作るためのスクライブラインの表面側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がった連続溝を備え、連続溝の深さが、50 [μm] よりも大きく、かつ、セラミックス基板の厚さの0.15倍以上0.55倍以下の範囲内である。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施形態に係るセラミックススクライブ基板の一例を示す上面図。
[図2]実施形態に係るセラミックススクライブ基板のスクライブ断面の一例を示す断面図。
[図3]図2のA部分を拡大した部分断面図。
[図4]実施形態に係るセラミックス回路基板の一例を示す図。
[図5]実施形態に係る、樹脂モールドで一体化されたセラミックス回路基板の一例を示す側面図。

実施形態

- [0012] 以下、図面を参照しながら、セラミックススクライブ基板、セラミックス基板、セラミックススクライブ基板の製造方法、セラミックス基板の製造方法、セラミックス回路基板の製造方法、及び、半導体素子の製造方法の実施形態について詳細に説明する。
- [0013] 実施形態に係るセラミックススクライブ基板に設けられるスクライブラインとは、セラミックス基板を形作るためのものであり、セラミックス基板を分割する前のスクライブラインおよび分割後のスクライブライン痕を示すものとする（以下、「スクライブライン」と呼ぶ）。実施形態に係るセラミックススクライブ基板のスクライブラインは、レーザ、例えばファイバーレーザの照射により表面側に複数の溝が繋がった連続溝を有し、連続溝の深さが50 [μm] よりも大きく、かつ、セラミックス基板の厚さの0.15倍以上0.55倍以下であることを特徴とするものである。さらに、スクライブラインの深部側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がっていな

い非連続溝群をさらに備えることが好適である。以下、実施形態に係るセラミックススクライブ基板、セラミックス基板、セラミックススクライブ基板の製造方法、セラミックス基板の製造方法、セラミックス回路基板の製造方法、及び、半導体素子の製造方法について詳細に説明する。

[0014] 図1に実施形態に係るセラミックス基板の一例の上面図を示した。1はセラミックススクライブ基板、2はセラミックス多個取り基板、3はスクライブライン、4は製品となる個々のセラミックス基板であり、5は製品としては使用しない周辺部である。

[0015] なお、セラミックススクライブ基板1は、分割により複数のセラミックス基板を取得可能なセラミックス多個取り基板2と、分割により1個のセラミックス基板を取得可能なセラミックス1個取り基板（図示省略）とを含む。図1は、縦横2個ずつの計4個のセラミックス基板4を、縦横3個ずつの計6個のスクライブライン3に沿ってレーザスクライブで多数個取り可能なセラミックス多個取り基板2の例を示したものである。セラミックススクライブ基板1は、このようなセラミックス多個取り基板2に限定されるものではなく、1個のセラミックス基板を製品形状に加工可能なスクライブラインを有するセラミックス1個取り基板であっても良いし、縦横2個を超えた数量の多数個取り可能なスクライブラインを有するセラミックス多個取り基板であっても良い。また、セラミックス基板4の周辺全てにスクライブライン3を形成する必要はなく、スクライブライン3は1ヵ所以上あれば良いものとする。また、図1ではセラミックススクライブ基板1は平面図で長方形状をしているが、略多角形状をしていても良い。

[0016] セラミックススクライブ基板1が窒化珪素基板である場合は、三点曲げ強度600 [MPa] 以上、さらには700 [MPa] 以上と高強度にすることができ。また、熱伝導率は50 [W/m・K] 以上、さらには80 [W/m・K] 以上のものがある。また、セラミックススクライブ基板1が窒化アルミニウム基板である場合は、熱伝導率170 [W/m・K] 以上、さらには230 [W/m・K] 以上と高熱伝導率にすることができ。また、三

点曲げ強度は350 [MPa]以上、さらには450 [MPa]以上のものがある。特に、近年は高強度と高熱伝導の両方を併せ持つ窒化珪素基板および窒化アルミニウム基板もある。なお、セラミックススクライブ基板1が窒化珪素基板である場合は、セラミックス基板4も窒化珪素基板であることは言うまでもなく、また、セラミックススクライブ基板1の三点曲げ強度等は、セラミックス基板4の三点曲げ強度等と同義である。

これらのセラミックススクライブ基板1は単板であってもよいし、多層構造などの立体構造を有していても良い。

[0017] スクライブライン3はファイバーレーザにて加工されたレーザスクライブラインである。ファイバーレーザは、ファイバーレーザとはJIS-Z 3001-5 (2013)で定義されているものに準拠したものである。

[0018] 図2に実施形態に係るセラミックススクライブ基板1のスクライブ断面の一例を示す。6はレーザ照射をしている側の面であるレーザ照射面(表面)、7はレーザ照射により表面側に複数の溝が繋がった連続溝、8はレーザ照射により深部側に複数の溝が繋がっていない非連続溝群(複数の凹部)、9はレーザ照射をしていない側であってレーザ照射面6の反対側の面であるレーザ非照射面(裏面)である。なお、セラミックススクライブ基板1が形作るセラミックス基板4の4辺のスクライブライン3の少なくとも1辺のスクライブライン3の表面側に連続溝7が備えられるようにセラミックススクライブ基板1に連続溝7を設ければよい。

[0019] 図3は図2のA部分の断面を拡大している。Tはセラミックススクライブ基板1の厚さ、D1はセラミックススクライブ基板1の表面から連続溝7の最深部までの距離(連続溝7の深さ)、D2は連続溝7の最深部から非連続溝群8の最深部までの距離(非連続溝群8の深さ)を示す。なお、セラミックススクライブ基板1の厚さは、セラミックス基板4の厚さと同義である。

[0020] 連続溝7の深さD1および非連続溝群8の深さD2は、セラミックス基板4の断面から求めることができる。スクライブライン3に沿って分割した後のセラミックス基板4の断面を顕微鏡や走査型電子顕微鏡(SEM: Scanning Electron Microscope)で観察する。

anning Electron Microscope) により写真撮影する。拡大した写真において、連続溝 7 の最深部（非連続溝群 8 の隣り合う溝に挟まれる山部）にセラミックス基板 4 の表面と平行になるように線を引き、セラミックス基板 4 の表面から当該最深部までの距離を深さ D 1 として測定する。同様に、拡大した写真において、非連続溝群 8 の最深部にセラミックス基板 4 を示す像の表面と平行になるように線を引き、連続溝 7 の最深部から非連続溝群 8 の最深部までの距離を深さ D 2 として測定する。これにより、深さ D 1、D 2 を簡易的に得ることができる。連続溝 7 の深さ D 1 は、非連続溝群 8 の 1 個の山部の位置に基づいて測定してもよいし、非連続溝群 8 のうち等間隔で離れた複数、例えば 10 個の山部の位置に基づいて測定して算術平均してもよい。また、非連続溝群 8 の深さ D 2 の場合は非連続溝群 8 のうち 1 個の溝の深さを測定してもよいし、非連続溝群 8 のうち等間隔で離れた複数、例えば 10 個の溝の深さを測定して算術平均してもよい。

[0021] レーザ照射面 6 からの連続溝 7 の深さ D 1 は、50 [μm] よりも大きくなっている。連続溝 7 は高強度であるセラミックススクライブ基板 1 をスムーズに分割するために形成される。連続溝 7 の深さを 50 [μm] よりも大きくすることによりセラミックススクライブ基板 1 の分割時に大きな力をかけることが不要となる。さらには、連続溝 7 の深さは 75 [μm] より大きいほうが好ましく、100 [μm] よりも大きいことがより好ましい。

[0022] 一方で連続溝 7 の深さ D 1 はセラミックススクライブ基板 1 の厚さ T の 0.15 倍以上 0.55 倍以下である。深さ D 1 がセラミックススクライブ基板 1 の厚さ T の 0.15 倍よりも小さい場合は、分割時に大きな力がかかるため分割後のセラミックス基板 4 の分割箇所割れや亀裂などの不良が発生しやすい。また、深さ D 1 がセラミックススクライブ基板 1 の厚さ T の 0.55 倍を超えると後工程や搬送時で小さな力がかっただけで分割されてしまい、安定して製造ができないためである。さらには、連続溝 7 の深さ D 1 はセラミックススクライブ基板 1 の厚さ T の 0.2 倍以上 0.5 倍以下が好ましく、0.25 倍以上 0.45 倍以下であることがより好ましい。

[0023] 連続溝 7 より深部側に形成された非連続溝群 8 の深さ D_2 はセラミックスクライブ基板 1 の厚さの $0 \sim 0.45$ 倍以下である。深さ D_2 がセラミックスクライブ基板 1 の厚さ T の 0.45 倍を超えると後工程や搬送時で小さな力がかかっただけで分割されてしまい、安定して製造ができないためである。さらには、非連続溝群 8 の深さ D_2 はセラミックスクライブ基板 1 の厚さ T の 0.05 倍以上 0.4 倍以下が好ましく、 0.1 倍以上 0.35 倍以下であることがより好ましい。

[0024] 図 3 において、 W は非連続溝群 8 の開口箇所の幅（以下、「溝開口幅」と呼ぶ）、 P は非連続溝群 8 の隣り合う溝間の距離（以下「溝間距離」と呼ぶ）を示す。なお、図 3 において非連続溝群 8 の溝間距離 P は、隣り合う溝の最深部間の距離を測定しているが、隣り合う溝の最浅部間の距離を測定することも可能である。

溝開口幅 W および溝間距離 P は、例えば前述の深さ D_2 を測定した 10 点について、隣接する溝との間で溝間距離 P と溝開口幅 W を測定して算術平均して求める。

[0025] 非連続溝群 8 の溝間距離 P は $10 [\mu\text{m}]$ 以上 $100 [\mu\text{m}]$ 以下である。溝間距離 P が $100 [\mu\text{m}]$ よりも大きい場合は、分割時に大きな力がかかるため分割後のセラミック基板 4 の分割箇所に欠けや亀裂などの不良が発生しやすい。また、溝間距離 P が $10 [\mu\text{m}]$ よりも小さい場合は後工程や搬送時で小さな力がかかっただけで分割されてしまい、安定して製造ができないためである。さらには、非連続溝群 8 の溝間距離 P は $20 [\mu\text{m}]$ 以上 $90 [\mu\text{m}]$ 以下が好ましく、 $30 [\mu\text{m}]$ 以上 $80 [\mu\text{m}]$ 以下であることがより好ましい。

[0026] 非連続溝群 8 の溝開口幅 W は $5 [\mu\text{m}]$ 以上 $50 [\mu\text{m}]$ 以下である。溝開口幅 W が $50 [\mu\text{m}]$ よりも大きい場合は、分割時に大きな力がかかるため分割後のセラミック基板 4 の分割箇所に欠けや亀裂などの不良が発生しやすい。また、溝開口幅 W が $5 [\mu\text{m}]$ よりも小さい場合は後工程や搬送時で小さな力がかかっただけで分割されてしまい、安定して製造ができない

めである。さらには、非連続溝群8の溝開口幅Wは10 [μm]以上45 [μm]以下が好ましく、15 [μm]以上40 [μm]以下であることがより好ましい。

[0027] 非連続溝群8の溝開口幅Wは5 [μm]以上50 [μm]以下である。溝開口幅Wが50 [μm]よりも大きい場合は、分割時に大きな力がかかるため分割後のセラミックス基板4の分割箇所割れや亀裂などの不良が発生しやすい。また、溝開口幅Wが5 [μm]よりも小さい場合は後工程や搬送時で小さな力がかかっただけで分割されてしまい、安定して製造ができないためである。さらには、非連続溝群8の溝開口幅Wは10 [μm]以上45 [μm]以下が好ましく、15 [μm]以上40 [μm]以下であることがより好ましい。

[0028] さらに、連続溝7のレーザ照射痕の明度とセラミックススクライブ基板1の表面の明度との差（溝明度の差）は5以下であることが好適である。レーザ加工時にアシストガスを使用しないと連続溝7の表面はレーザ加工の残渣により黒色に変化する。レーザ残渣は後工程により除去されることもあるが、表面に残った場合には、剥がれ落ちる可能性がある。また、アシストガスを使用せずにレーザ出力を大きくすると加工速度を上げることができるが、連続溝7の表面に与えるダメージが大きくなる。このため連続溝7のレーザ照射痕の明度とセラミックススクライブ基板1の表面の明度との差が小さい方がセラミックス基板に与えるダメージが少なくなる。さらには、連続溝7のレーザ照射痕の明度とセラミックス基板の表面の明度の差は4以下が好ましくは、3以下であることがより好ましい。

なお、明度はJIS Z 8721（1993）で定義されているものに準拠したものである。

[0029] レーザ加工により分割後のセラミックス基板4に、金属板などの金属回路を接合してセラミックス回路基板を形成することが可能である。図4に実施形態に係るセラミックス回路基板10の一例を示す。図4中、4はセラミックス基板、6はレーザ照射面、9はレーザ非照射面、10はセラミックス回

路基板、11は金属回路、12は金属放熱板である。セラミックス基板4のレーザ照射面6に金属放熱板12が接合される。一方で、セラミックス基板4のレーザ非照射面9に金属回路11が接合される。

[0030] 金属回路11に使用される金属板は銅(Cu)や銅系合金、アルミニウム(Al)などがあげられる。セラミックス基板(製品部分)4と金属回路11は接合層(図中には表示せず)を介して接合されていることが好ましい。また、金属放熱板を接合する場合も接合層を介して接合することが好ましい。また、セラミックス基板4と金属回路11の間に、Ti(チタン)などの活性金属を含む活性金属ろう材により接合層を設けることが好ましい。活性金属は、Ti以外にも、Zr(ジルコニウム)が挙げられる。活性金属ろう材としては、Ti以外に、Ag(銀)またはCuのいずれか1種を主成分とする混合物が挙げられる。また、Tiは0.1[w t %]以上10[w t %]以下、Cuは10[w t %]以上60[w t %]、Agは残部である。また、必要に応じ、In(インジウム)、Sn(錫)、Al、Si(珪素)、C(炭素)、Mg(マグネシウム)から選ばれる1種以上を1[w t %]以上15[w t %]以下添加してもよい。活性金属ろう材を用いた活性金属接合法は、セラミックス基板4の表面に活性金属ろう材ペーストを塗布し、その上に金属回路11を配置する。これを600[°C]以上900[°C]以下で加熱して接合するものである。活性金属接合法によれば、セラミックス基板4と銅回路板である金属回路11の接合強度を16[k N/m]以上とすることができる。

[0031] また、金属回路11の表面に、Ni(ニッケル)、Ag(銀)、Au(金)から選ばれる1種を主成分とする金属薄膜を設けても良いものとする。これら金属薄膜としては、めっき膜、スパッタ膜などが挙げられる。金属薄膜を設けることにより、耐食性やはんだ濡れ性を向上させることができる。

[0032] 図4では、スクライブライン3が形成されたレーザ照射面6とは反対側のレーザ非照射面(レーザ非加工面)9に金属回路11を形成しているが、レーザ照射面6に金属回路11を形成することも可能である。これは、本発明

のレーザスクライブであれば、レーザスクライブ形成時によるダメージが小さく応力を緩和できるためである。レーザ照射面 6 に金属回路 11 を形成した場合は、スクライブライン 3 を利用して回路形成のための位置合わせをすることが容易である。また、逆にレーザ照射面 6 に金属放熱板 12 を形成した場合は、樹脂モールド 16 の樹脂との密着性の向上が図られる。

[0033] このようなセラミックス回路基板 10 は、金属回路 11 に接合層を介して半導体素子を実装したことを特徴とする半導体モジュール 13 に好適である。

[0034] 図 5 に実施形態に係る半導体モジュール（半導体装置）の一例を示す。図 5 中、10 はセラミックス回路基板、13 は半導体モジュール、14 はワイヤーボンディング、15 は半導体素子、16 は樹脂モールド、17 はリードフレームである。

[0035] 図 5 では、セラミックス回路基板 10 の金属回路 11 上に接合層（図示せず）を介して半導体素子 15 を接合している。同様に、接合層（図示せず）を介しリードフレーム 17 を接合している。隣り合う金属回路 11 同士をワイヤーボンディング 14 で導通している。図 5 では、半導体素子 15 の他にワイヤーボンディング 14 と金属回路 11 を接合している。ワイヤーボンディング 14 が接続されたセラミックス回路基板 10 を樹脂モールド 16 で一体化することで半導体モジュール 13 としている。半導体モジュール 13 は、このような構造に限定されるものではない。たとえば、ワイヤーボンディング 14 とリードフレーム 17 はどちらか一方であっても良い。また、半導体素子 15、ワイヤーボンディング 14 およびリードフレーム 17 は、金属回路 11 にそれぞれ複数個設けても良い。

[0036] また、半導体素子 15 やリードフレーム 17 を接合する接合層は、はんだ、ろう材などが挙げられる。はんだは鉛フリーはんだが好ましい。また、はんだは融点が 450 [°C] 以下のものを示す。ろう材は融点が 450 [°C] を越えたものを示す。また、融点が 500 [°C] 以上のものを高温ろう材と呼ぶ。高温ろう材は Ag を主成分とするものが挙げられる。

- [0037] 樹脂モールド16でセラミックス回路基板10全体を封止する場合は、図4に示したセラミックス回路基板10のようにスクライブ面が金属回路11と反対側（放熱板側）であることが望ましい。これはレーザスクライブで発生した非連続溝群8には樹脂が入り込みにくく空孔になる可能性があるためである。空孔は放熱性を妨げるため発生を抑止するようにスクライブライン3を金属放熱板12側に形成する。
- [0038] 半導体素子15は小型化が進む一方でチップからの発熱量は増加の一途をたどっている。そのため、半導体素子15を搭載するセラミックス回路基板10においては放熱性の向上が重要になっている。また、半導体モジュール13の高性能化のために、セラミックス回路基板10上に複数の半導体素子15を実装するようになってきている。半導体素子15一つだけでも素子の真性温度を超えてしまうと、抵抗が負のマイナス側の温度係数に変化してしまう。これに伴い、電力が集中的に流れる熱暴走を起こして瞬時に破壊してしまう現象がおきる。よって、放熱性を向上させることは有効である。また、半導体装置13は、自動車（電気自動車含む）、電鉄車両、産業機械およびエアコン等のインバータに用いられるPCU、IGBT、IPMモジュールに用いることができる。自動車は、電気自動車化が進んでいる。半導体装置13の信頼性が向上することは、そのまま自動車の安全性につながることである。電鉄、産業機器なども同様である。
- [0039] 次に、実施形態に係るセラミックススクライブ基板1のうち窒化珪素基板のレーザスクライブ方法について説明する。窒化珪素基板のレーザスクライブは前述の構成を有していれば、その製造方法は特に限定されるものではないが、歩留まり良く得るための方法として次のものが挙げられる。
- [0040] まず、窒化珪素基板を用意する。特に、窒化珪素基板から生成されるセラミックス回路基板10全体の放熱性を考慮すると、窒化珪素基板の熱伝導率50 [W/m・K] 以上かつ三点曲げ強度600 [MPa] 以上であることが好ましい。
- [0041] また、レーザ非照射面9側の金属回路11とレーザ照射面6側の金属放熱

板12の導通を行うときは、貫通孔を有する窒化珪素基板を用意する。窒化珪素基板に貫通孔を設ける場合は、予め成形体の段階で貫通孔を設けても良い。また、窒化珪素焼結体に貫通孔を設ける工程を行っても良い。貫通孔を設ける工程は、レーザスクライブと同様なレーザ加工、切削加工などにより行われる。切削加工は、ドリルなどによる穴あけ加工などにより行われる。

[0042] 窒化珪素基板をファイバーレーザ加工機の精密加工テーブル上にセットする。窒化珪素基板にファイバーレーザを照射して連続溝7と非連続溝群8からなるスクライブライン3を形成する。このときファイバーレーザ加工機の条件により、所定の大きさの連続溝7および非連続溝群8を形成する。この際、セラミックススクライブ基板1としての窒化珪素基板にファイバーレーザにより表面側に連続溝7を形成した後に、ファイバーレーザにより深部側に非連続溝群8を形成すればよい。

[0043] 次に、セラミックススクライブ基板1としての窒化珪素基板に応力を印加してスクライブライン3に沿ってセラミックススクライブ基板1を分割することで1または複数のセラミックス基板4を製造する。

[0044] 次に、セラミックス基板4としての窒化珪素基板に金属回路11を接合する。

窒化珪素基板と金属回路11の接合は、活性金属接合法で行うことが好ましい。活性金属接合法は、Tiなどの活性金属を混合した活性金属ろう材を用いるものとする。また、活性金属ろう材としては、Ti、Ag、Cuの混合物が挙げられ、例えば、Tiは0.1 [wt%] 以上10 [wt%] 以下、Cuは10 [wt%] 以上60 [wt%] 以下、Agは残部である。また、必要に応じ、In、Sn、Al、Si、C、Mgから選ばれる1種以上を1 [wt%] 以上15 [wt%] 以下添加してもよいものとする。

[0045] 活性金属ろう材をペースト化する。ペーストは、ろう材成分と有機物を混合したものであるが、ろう材成分は均一に成分が混合される必要がある。これは、ろう材成分が不均一に分布するとろう付けが安定せず接合不良の原因となるためである。

[0046] 活性金属ろう材ペーストをセラミックス基板4に塗布する。その上に銅板を配置する。次に、これを600 [°C] 以上900 [°C] 以下で加熱して接合する工程を行うものである。加熱工程は、必要に応じ、真空中や非酸化性雰囲気で行うものとする。また、真空中で行う場合は、 1×10^{-2} [Pa] 以下であることが好ましい。また、非酸化性雰囲気は窒素雰囲気やアルゴン雰囲気が挙げられる。

真空中または非酸化性雰囲気とすることにより、接合層が酸化されるのを抑制することができる。これにより、接合強度の向上が図られる。

[0047] 接合する金属回路11は、回路形成用に予めパターン形状に加工したもの、パターン加工が行われていない一枚板のどちらでもよい。また、一枚板を用いた場合は、接合後にエッチング加工を施して、パターン形状に加工するものとする。このとき金属回路11はスクライブライン3が形成された面とは反対側の面に形成する。この工程により、セラミックス回路基板10としての窒化珪素金属回路基板を製造することができる。

[0048] 次に、半導体素子15などを接合する工程を行う。半導体素子15を接合する箇所に接合層を設ける。接合層は、はんだまたはろう材が好ましい。接合層を設けて、その上に半導体素子15を設ける。また、必要に応じ、接合層を介してリードフレーム17を接合する。また、必要に応じ、ワイヤーボンディング14を設けるものとする。また、半導体素子15、リードフレーム17、ワイヤーボンディング14は必要な数を設けるものとする。半導体素子15、リードフレーム17、ワイヤーボンディング14が行われた窒化珪素回路基板を樹脂モールド16で一体化することにより内部を密閉する。

[0049] 以上では、セラミックス回路基板10が、セラミックススクライブ基板1から分割後のセラミックス基板4に金属回路11などを接合することで製造されるものとして説明したが、その場合に限定されるものではない。例えば、セラミックススクライブ基板の中の分割前のセラミックス基板4に金属回路11などを接合し、金属回路11などが接合されたセラミックススクライブ基板1に応力を印加してスクライブライン3に沿って分割することで製造

されてもよい（表2で後述する実施例および比較例の結果）。つまり、セラミックススクライブ基板1の分割工程と、金属回路11などの接合工程との順序は問わない。

[0050] 実施形態に係るセラミックススクライブ基板1のうち窒化アルミニウム基板のレーザスクライブ方法について説明する。まず、窒化アルミニウム基板を用意する。特に、回路基板全体の放熱性を考慮すると熱伝導率 $170 [W/m \cdot K]$ 以上かつ三点曲げ強度 $350 [MPa]$ 以上であることが好ましい。窒化アルミニウム基板のレーザスクライブは前述の構成を有していれば、その製造方法は特に限定されるものではないが、歩留まり良く得るための方法としては、上述の窒化珪素基板および窒化珪素回路基板と同様の製造工程をとるものとする。

[0051] （実施例1～32、比較例1～20）

セラミックススクライブ基板には、縦 $40 [mm]$ ×横 $50 [mm]$ で厚さが $0.32 [mm]$ および $0.50 [mm]$ の窒化珪素基板（熱伝導率 $90 [W/m \cdot K]$ 、三点曲げ強度 $650 [MPa]$ ）を用意した。また、縦 $40 [mm]$ ×横 $50 [mm]$ で厚さが $0.635 [mm]$ および $0.80 [mm]$ の窒化アルミニウム基板（熱伝導率 $170 [W/m \cdot K]$ 、三点曲げ強度 $400 [MPa]$ ）を用意した。

[0052] 次に図1に示すようにセラミックススクライブ基板の表面側にファイバレーザによりアシストガスを使用して実施例1～32および比較例1～20の各条件で1枚のセラミックススクライブ基板あたり6本のレーザ加工を101枚ずつ行った。各条件のレーザ加工後のセラミックススクライブ基板のうち1枚を分割して、分割後のセラミックス基板の断面の中央部近傍を（端部から約 $10 [mm]$ の位置）をSEMにて倍率100倍で観察し写真を撮影した。セラミックス基板の表面、連続溝の最深部、非連続溝群の最深部に線を引き、連続溝の深さ $D1$ 、非連続溝群の深さ $D2$ を求めた。

[0053] また、非連続溝群の溝間距離 P および溝開口幅 W を、写真の連続した10点について隣接した非連続溝群との溝間距離 P と溝開口幅 W を測定して算術

平均して求めた。なお、比較例 7 と比較例 16 ではアシストガスを使用せずに加工を行った。実施例と比較例の測定結果を表 1 に示す（表 1 において窒化珪素基板は Si_3N_4 、窒化アルミニウム基板は AlN と表記した）。

[0054] [表 1]

摘要	セラミックス基板	基板厚さT [mm]	連続溝の深さD1 [μm]	非連続溝群の深さD2 [μm]	D1/T	D2/T	溝間距離P [μm]	溝開口幅W [μm]
実施例1	Si ₃ N ₄	0.32	55	0	0.17	0.00	—	—
実施例2	Si ₃ N ₄	0.32	55	0	0.17	0.00	—	—
実施例3	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	12	6
実施例4	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	12	12
実施例5	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	98	6
実施例6	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	98	6
実施例7	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	98	48
実施例8	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	98	48
実施例9	Si ₃ N ₄	0.32	170	0	0.53	0.00	12	6
実施例10	Si ₃ N ₄	0.32	170	0	0.53	0.00	12	6
実施例11	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	12	6
実施例12	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	12	6
実施例13	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	12	12
実施例14	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	12	12
実施例15	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	98	6
実施例16	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	98	6
実施例17	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	98	48
実施例18	Si ₃ N ₄	0.32	170	140	0.53	0.44	98	48
実施例19	Si ₃ N ₄	0.50	80	0	0.16	0.00	—	—
実施例20	Si ₃ N ₄	0.50	80	0	0.16	0.00	—	—
実施例21	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	12	6
実施例22	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	12	6
実施例23	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	12	12
実施例24	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	12	12
実施例25	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	98	6
実施例26	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	98	6
実施例27	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	98	48
実施例28	Si ₃ N ₄	0.50	270	220	0.54	0.44	98	48
実施例29	AlN	0.64	100	0	0.16	0.00	—	—
実施例30	AlN	0.64	340	280	0.54	0.44	98	48
実施例31	AlN	0.80	130	0	0.16	0.00	—	—
実施例32	AlN	0.80	430	350	0.54	0.44	98	48
比較例1	Si ₃ N ₄	0.32	45	0	0.14	0.00	—	—
比較例2	Si ₃ N ₄	0.32	55	160	0.17	0.50	—	—
比較例3	Si ₃ N ₄	0.32	55	0	0.17	0.00	8	5
比較例4	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	10	4

比較例5	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	102	5
比較例6	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	98	52
比較例7	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	12	6
比較例8	Si ₃ N ₄	0.50	45	0	0.09	0.00	—	—
比較例9	Si ₃ N ₄	0.50	70	0	0.14	0.00	—	—
比較例10	Si ₃ N ₄	0.50	280	0	0.56	0.00		
比較例11	Si ₃ N ₄	0.50	240	230	0.48	0.46	12	6
比較例12	Si ₃ N ₄	0.50	80	140	0.16	0.28	8	5
比較例13	Si ₃ N ₄	0.50	80	140	0.16	0.28	10	4
比較例14	Si ₃ N ₄	0.50	80	140	0.16	0.28	102	5
比較例15	Si ₃ N ₄	0.50	80	140	0.16	0.28	98	52
比較例16	Si ₃ N ₄	0.50	80	140	0.16	0.28	12	6
比較例17	Si ₃ N ₄	0.32	55	0	0.17	0.00	—	—
比較例18	Si ₃ N ₄	0.32	55	140	0.17	0.44	12	6
比較例19	AlN	0.64	90	0	0.14	0	—	—
比較例20	AlN	0.80	430	300	0.54	0.38	120	60

[0055] 表1から分かる通り、実施例および比較例16～20では、セラミックススクライブ基板の連続溝の深さD1、非連続溝群の深さD2、連続溝の深さ／基板の厚さ（D1／T）、非連続溝群の深さ／基板の厚さ（D2／T）、溝間距離P、溝開口幅Wの値は好ましい範囲内であった。一方、比較例1～15では、それらの値が好ましい範囲外となった。

[0056] 次に、各条件で分割してSEM写真観察を行ったセラミックススクライブ基板の表面と連続溝とについて微小面分光色差計により明度を測定して差を求めた。

[0057] また、実施例および比較例で作製した分割前のセラミックススクライブ基板について銅板を活性金属接合法により両面に接合した。銅板は、縦40 [mm] ×横50 [mm] ×厚さ0.5 [mm] の無酸素銅を使用した。活性金属接合法に用いた活性金属ろう材は、2 [wt%] のTi、10 [wt%] のSn、30 [wt%] のCu、Ag残部を有機成分と混合してペースト状にした活性金属ペーストを使用した。

[0058] 半自動スクリーン印刷機により、320×320 [mm]、250メッシュ、ステンVのスクリーンメッシュを使用してセラミックススクライブ基板のスクライブ面に活性金属ペーストを印刷し乾燥し、引続きレーザ非照射面

にも印刷乾燥した。このときプリンターのスキージの加圧によりセラミックス基板がスクライブラインから分断されたものは印刷不良としてカウントして後工程には流品しなかった。

[0059] ペーストを印刷乾燥したセラミックス基板の上下両面に銅板を配置して、さらに治具により板状の治具により挟み上方より重しを乗せて加熱接合工程を行った。加熱接合は、接合温度は810 [°C]、接合時間は10分、真空中 (1×10^{-2} [Pa] 以下) で行った。

[0060] 加熱接合後に、銅板をエッチング加工して回路形状にした。表銅板は3カ所の回路形状とし、裏銅板もエッチング加工して周囲にプルバックを設けた。

[0061] エッチング加工したセラミックス基板を自動基板分割機によりスクライブしてセラミックス回路基板を得た。つまり、実施例および比較例に係るセラミックススクライブ基板の中の分割前のセラミックス基板に金属回路などを接合し、金属回路などが接合されたセラミックススクライブ基板に応力を印加してスクライブラインに沿って分割することでセラミックス基板回路を製造する。セラミックス回路基板の外観を検査して、割れ残り、基板周囲部に発生した欠けや亀裂などをスクライブ不良としてカウントして後工程には流品をしなかった。

[0062] 実施例および比較例に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板に対し、中央回路部に半導体素子を搭載した。次に、ワイヤーボンディングを行った。その後、トランスファーモールド法により樹脂モールドで一体化を行った。

[0063] 次に、実施例および比較例に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板に対し、半導体素子を接合した回路側の基板周囲について、超音波探傷法 (SAT) により、樹脂とセラミックス回路基板の間の空孔率を評価した。空孔率 [%] は (樹脂がセラミックス基板と密着せず空孔が存在した部分の長さの合計 / セラミックス基板周囲長さ) $\times 100$ として、空孔率95 [%] 未満を樹脂剥がれ不良とした。

[0064] 実施例および比較例について得られた結果を表2に示す。なお、スクライ
ブ不良率 [%] および樹脂剥がれ不良 [%] は、前工程で発生した不良を除
いているが、製品数量100枚当たりの不良率として計算した。

[0065] [表2]

摘要	溝明度の差	スクライプ面	印刷不良率 [%]	スクライプ不良率 [%]	樹脂剥がれ不良率 [%]
実施例 1	< 1	非回路側	0	2	0
実施例 2	5	非回路側	0	1	1
実施例 3	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 4	5	非回路側	0	0	1
実施例 5	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 6	5	非回路側	0	0	0
実施例 7	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 8	5	非回路側	0	0	1
実施例 9	< 1	非回路側	0	1	0
実施例 10	5	非回路側	0	1	1
実施例 11	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 12	5	非回路側	1	0	1
実施例 13	< 1	非回路側	1	0	0
実施例 14	5	非回路側	0	0	0
実施例 15	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 16	5	非回路側	2	0	0
実施例 17	< 1	非回路側	1	0	0
実施例 18	5	非回路側	0	0	2
実施例 19	< 1	非回路側	0	2	0
実施例 20	5	非回路側	0	1	1
実施例 21	< 1	非回路側	1	0	0
実施例 22	5	非回路側	2	0	0
実施例 23	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 24	5	非回路側	1	0	1
実施例 25	< 1	非回路側	2	0	0
実施例 26	5	非回路側	1	0	2
実施例 27	< 1	非回路側	0	0	0
実施例 28	5	非回路側	1	0	1
実施例 29	< 1	非回路側	0	1	0
実施例 30	5	非回路側	1	0	0
実施例 31	< 1	非回路側	0	2	0
実施例 32	5	非回路側	1	0	0
比較例 1	< 1	非回路側	0	9	0
比較例 2	< 1	非回路側	7	0	0
比較例 3	< 1	非回路側	5	7	0
比較例 4	< 1	非回路側	0	9	0
比較例 5	< 1	非回路側	0	7	0
比較例 6	< 1	非回路側	6	0	0

比較例7	6	非回路側	0	0	7
比較例8	< 1	非回路側	0	10	0
比較例9	< 1	非回路側	0	8	0
比較例10	< 1	非回路側	5	0	0
比較例11	< 1	非回路側	8	0	0
比較例12	< 1	非回路側	0	5	0
比較例13	< 1	非回路側	0	7	0
比較例14	< 1	非回路側	0	5	0
比較例15	< 1	非回路側	5	0	0
比較例16	6	非回路側	0	0	8
比較例17	< 1	回路側	0	0	6
比較例18	< 1	回路側	0	0	7
比較例19	< 1	非回路側	0	7	0
比較例20	6	回路側	7	9	9

[0066] 表2から分かる通り、実施例および比較例1～15に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板の溝明度の差およびスクライブ面の向きは好ましい範囲内であった。一方、比較例16～18に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板は好ましい範囲外となった。

[0067] また、実施例に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板は、ペースト印刷不良が発生しないか不良率が小さかった。ペースト印刷時にセラミックススクライブ基板の表面に掛かる圧力に耐えるレーザスクライブが形成されたためである。それに対して比較例では、割れ不良が多く発生した。レーザスクライブが大きく入ったためペースト印刷時の圧力に耐えきれなかったためである。

[0068] また、実施例に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板は、スクライブ不良が発生しないか不良率が小さかった。スクライブの一定荷重に対してセラミックススクライブ基板を分割可能なレーザスクライブが形成されたためである。それに対して比較例では、スクライブ不良が多く発生した。レーザスクライブが十分に形成されていないため、スクライブの一定荷重ではラインに沿って分割することができず、欠け不良や亀裂不良の原因となったためである。

[0069] また、実施例に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミッ

クス回路基板は、樹脂剥がれ不良が発生しなかったかは不良率が小さかった。樹脂モールドをした箇所にレーザスクライブによるレーザ加工による残渣および、連続溝と非連続溝群の跡がなかったため、レーザ残渣による未接合や、連続溝と非連続溝群の跡による空孔が発生しなかったためである。それに対して比較例に係るセラミックススクライブ基板から製造されたセラミックス回路基板では、樹脂剥がれ不良が多く発生した。レーザ残渣による未接合、連続溝と非連続溝群による空孔が剥がれ不良の原因となったためである。

[0070] 以上、本発明のいくつかの実施形態を例示したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、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、種々の省略、置き換え、変更などを行うことができる。これら実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、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。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

請求の範囲

- [請求項1] セラミックス基板を形作るスクライブラインの表面側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がった連続溝を備え、
前記連続溝の深さが、50 [μm] よりも大きく、かつ、前記セラミックス基板の厚さの0.15倍以上0.55倍以下の範囲内であることを特徴とするセラミックススクライブ基板。
- [請求項2] 前記スクライブラインの深部側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がっていない非連続溝群を備えることを特徴とする請求項1に記載のセラミックススクライブ基板。
- [請求項3] 前記非連続溝群の深さが、前記セラミックス基板の厚さの0を超えて0.45倍以下であることを特徴とする請求項2に記載のセラミックススクライブ基板。
- [請求項4] 前記非連続溝群の隣り合う溝間の距離が10 [μm] 以上100 [μm] 以下であることを特徴する請求項2ないし請求項3のいずれか1項に記載のセラミックススクライブ基板。
- [請求項5] 前記非連続溝群の各溝の幅が5 [μm] 以上50 [μm] 以下であることを特徴する請求項2ないし請求項4のいずれか1項に記載のセラミックススクライブ基板。
- [請求項6] 前記連続溝のレーザ照射痕の明度と前記セラミックス基板の表面の明度との差が5以下であることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のセラミックススクライブ基板。
- [請求項7] 前記セラミックス基板は窒化珪素基板または窒化アルミニウム基板であることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載のセラミックススクライブ基板。
- [請求項8] 4辺のスクライブラインの少なくとも1辺のスクライブラインの表面側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がった連続溝を備え、
前記連続溝の深さは、50 [μm] よりも大きく、かつ、セラミッ

クス基板の厚さの0.15倍以上0.55倍以下の範囲内であることを特徴とするセラミックス基板。

[請求項9] 前記スクライブラインの深部側に、ファイバーレーザの照射により複数の溝が繋がっていない非連続溝群を備えることを特徴とする請求項8に記載のセラミックス基板。

[請求項10] 請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の前記セラミックススクライブ基板にファイバーレーザにより前記表面側に前記連続溝を形成した後に、ファイバーレーザにより深部側に複数の溝が繋がっていない非連続溝群を形成することを特徴とするセラミックススクライブ基板の製造方法。

[請求項11] 請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の前記セラミックススクライブ基板に応力を印加して前記スクライブラインに沿って分割することでセラミックス基板を製造することを特徴とするセラミックス基板の製造方法。

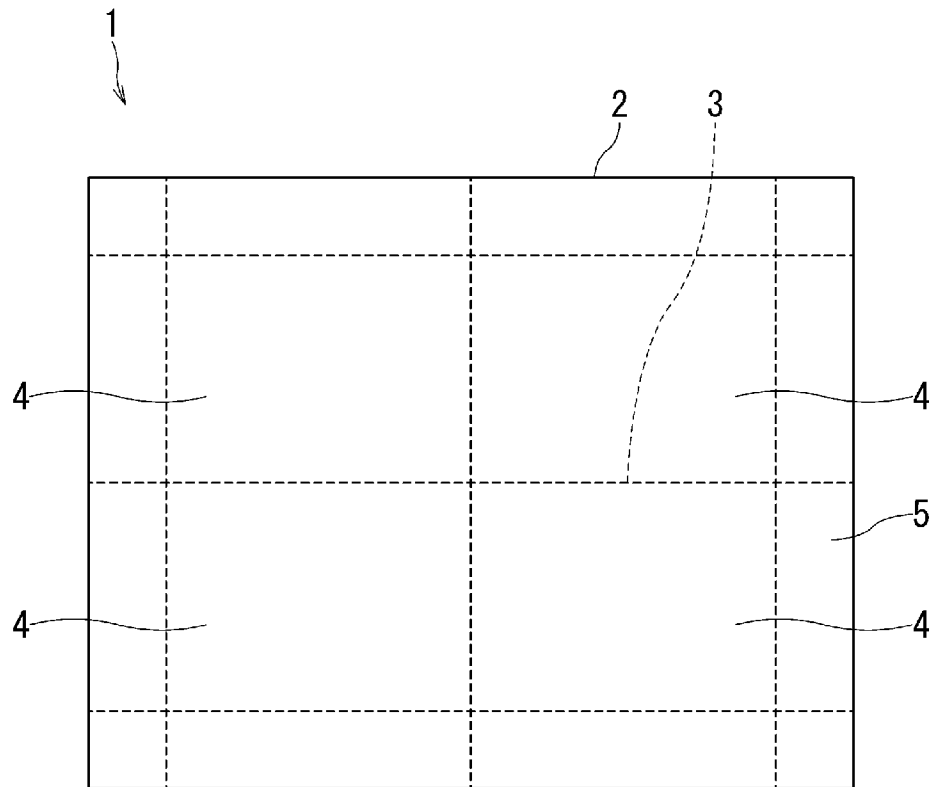
[請求項12] 請求項11に記載の前記セラミックス基板の製造方法を含み、前記セラミックス基板に金属回路を接合することでセラミックス回路基板を製造することを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法。

[請求項13] 請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の前記セラミックススクライブ基板に金属回路を接合し、前記金属回路が接合された前記セラミックススクライブ基板に応力を印加して前記スクライブラインに沿って分割することでセラミックス回路基板を製造することを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法。

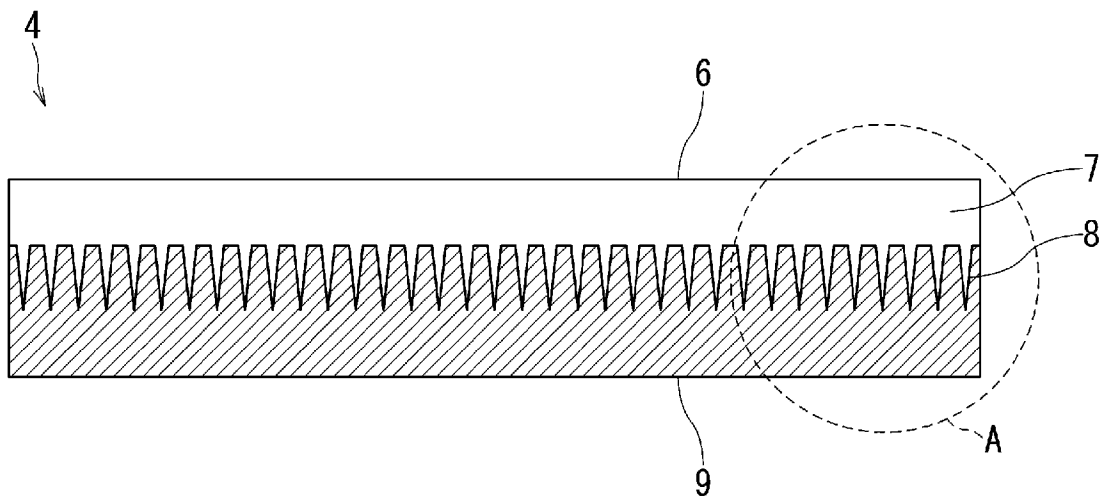
[請求項14] 前記セラミックス基板の、前記スクライブラインが形成された面とは反対側の面に前記金属回路を接合することを特徴とする請求項12ないし請求項13のいずれか1項に記載のセラミックス回路基板の製造方法。

- [請求項15] 請求項 1 2 ないし請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載のセラミックス回路基板の製造方法を含み、
 前記セラミックス回路基板に半導体素子を実装することで半導体装置を製造することを特徴とする半導体装置の製造方法。
- [請求項16] 前記セラミックス基板と前記金属回路と、前記半導体素子とを樹脂モールドにより一体化することを特徴とする請求項 1 5 に記載の半導体装置の製造方法。

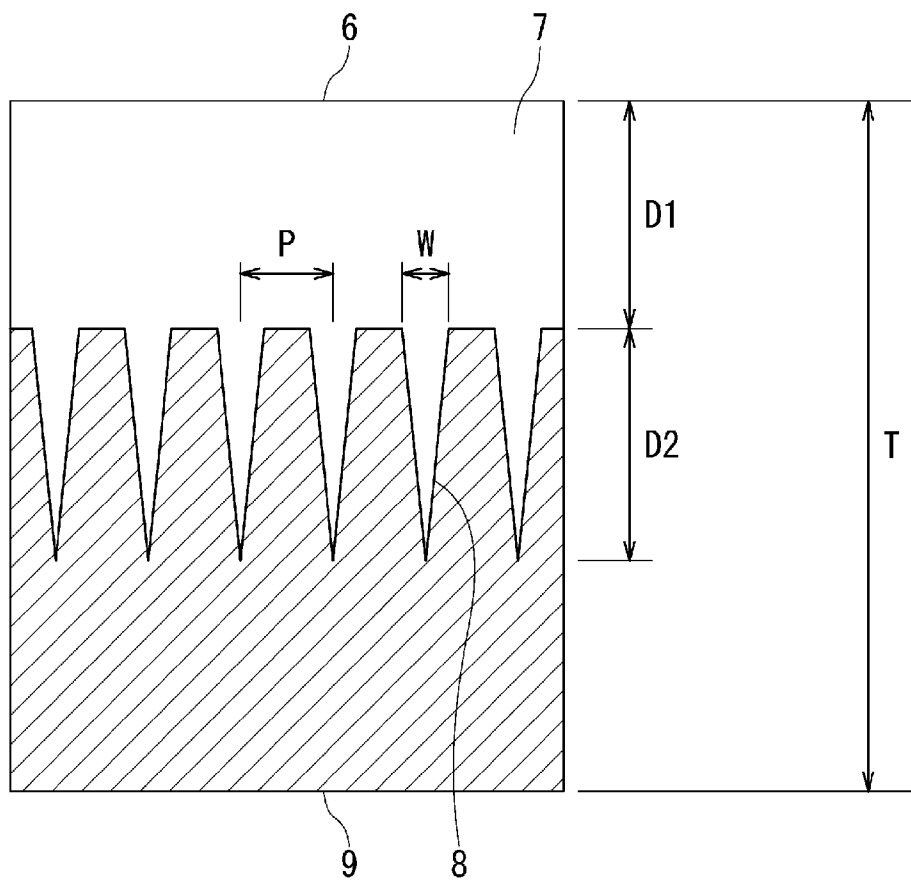
[図1]



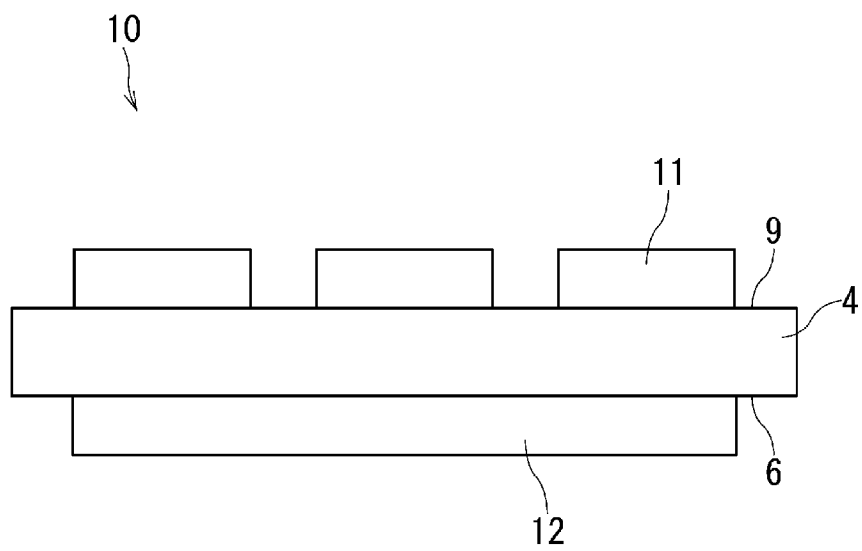
[図2]



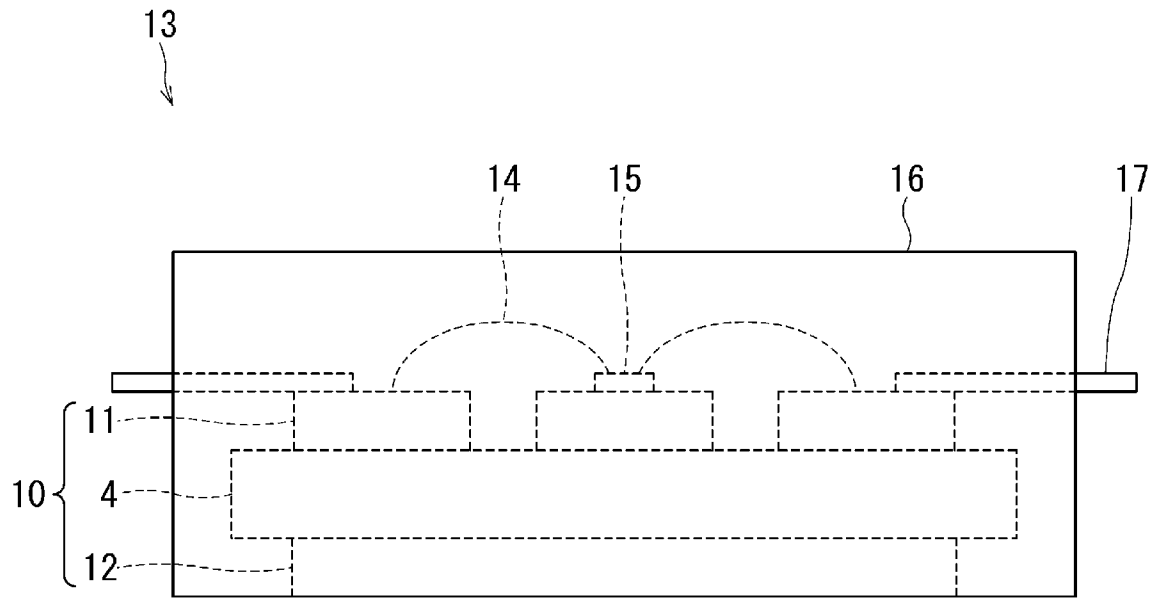
[図3]



[図4]



[図5]



(注: はんだ付けは図示していない)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/046148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H05K 1/02 (2006.01)i; H01L 23/12 (2006.01)i; H01L 23/13 (2006.01)i; H05K 3/00 (2006.01)i FI: H05K1/02 G; H01L23/12 C; H01L23/12 D; H05K3/00 X		
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) H05K1/02; H01L23/12; H01L23/13; H05K3/00		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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	WO 2009/154295 A1 (HITACHI METALS, LTD.) 23 December 2009 (2009-12-23) paragraphs [0012], [0021]-[0024], [0029], [0035], [0040], [0041]	1, 7-8, 11-13, 15
Y		2-7, 9-16
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 063402/1986 (Laid-open No. 174364/1987) (NEC CORP.) 05 November 1987 (1987-11-05), page 2, line 13 to page 3, line 2, page 3, line 17 to page 4, line 3, fig. 1	2-7, 9-16
Y	JP 2006-036602 A (KYOCERA CORP.) 09 February 2006 (2006-02-09) paragraphs [0002]-[0005]	6, 10-16
Y	JP 2011-071374 A (KYOCERA CORP.) 07 April 2011 (2011-04-07) paragraph [0020], fig. 1	14-16
Y	JP 2002-076532 A (KYOCERA CORP.) 15 March 2002 (2002-03-15) paragraph [0018], fig. 1	14-16
Y	JP 2001-267458 A (NEW JAPAN RADIO CO., LTD.) 28 September 2001 (2001-09-28) paragraph [0025]	16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 February 2022		Date of mailing of the international search report 08 March 2022
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/JP2021/046148

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2009/154295	A1	23 December 2009	US 2011/0177292 A1 paragraph [0014], [0015], [0038]-[0041], [0054], [0062], [0068] EP 2315508 A1 CN 102132635 A KR 10-2011-0036812 A	
JP	62-174364	U1	05 November 1987	(Family: none)	
JP	2006-036602	A	09 February 2006	(Family: none)	
JP	2011-071374	A	07 April 2011	(Family: none)	
JP	2002-076532	A	15 March 2002	(Family: none)	
JP	2001-267458	A	28 September 2001	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05K 1/02(2006.01)i; H01L 23/12(2006.01)i; H01L 23/13(2006.01)i; H05K 3/00(2006.01)i FI: H05K1/02 G; H01L23/12 C; H01L23/12 D; H05K3/00 X		
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）） H05K1/02; H01L23/12; H01L23/13; H05K3/00 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	WO 2009/154295 A1（日立金属株式会社）23.12.2009（2009-12-23） 段落[0012], [0021]-[0024], [0029], [0035], [0040]-[0041]	1,7-8,11-13,15
Y		2-7,9-16
Y	日本国実用新案登録出願61-063402号（日本国実用新案登録出願公開62-174364号）の 願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本電気株式会 社）05.11.1987（1987-11-05）第2ページ第13行-第3ページ第2行、第3ページ第17行- 第4ページ第3行、図1	2-7, 9-16
Y	JP 2006-036602 A（京セラ株式会社）09.02.2006（2006-02-09） 段落[0002]-[0005]	6,10-16
Y	JP 2011-071374 A（京セラ株式会社）07.04.2011（2011-04-07） 段落[0020], 図1	14-16
Y	JP 2002-076532 A（京セラ株式会社）15.03.2002（2002-03-15） 段落[0018], 図1	14-16
Y	JP 2001-267458 A（新日本無線株式会社）28.09.2001（2001-09-28） 段落[0025]	16
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 21.02.2022	国際調査報告の発送日 08.03.2022	
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） 小林 大介 5D 9848 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	

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/JP2021/046148

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2009/154295	A1	23.12.2009	US 2011/0177292 A1 段落[0014]-[0015], [0038]-[0041], [0054], [0062], [0068] EP 2315508 A1 CN 102132635 A KR 10-2011-0036812 A	
JP	62-174364	U1	05.11.1987	(ファミリーなし)	
JP	2006-036602	A	09.02.2006	(ファミリーなし)	
JP	2011-071374	A	07.04.2011	(ファミリーなし)	
JP	2002-076532	A	15.03.2002	(ファミリーなし)	
JP	2001-267458	A	28.09.2001	(ファミリーなし)	