

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/097908 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010年9月2日(02.09.2010)

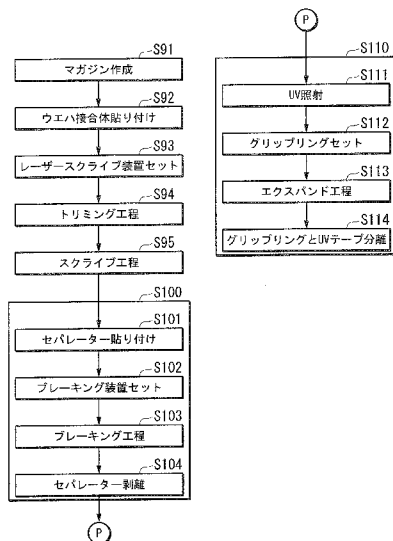
- (51) 国際特許分類:
C03B 33/07 (2006.01) H01L 21/301 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01) H03H 3/02 (2006.01)
C03B 33/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/053337
- (22) 国際出願日: 2009年2月25日(25.02.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): セイコーインスツル株式会社 (SEIKO INSTRUMENTS INC.) [JP/JP]; 〒2618507 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 Chiba (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 沼田 理志 (NUMATA, Masashi) [JP/JP]; 〒2618507 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 松下 義治 (MATSUSHITA, Yoshiharu); 〒1500012 東京都渋谷区広尾1丁目11番2号 A I O S 広尾ビル807号 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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,

[続葉有]

(54) Title: JUNCTION-GLASS CUTTING METHOD, PACKAGE MANUFACTURING METHOD, PACKAGE, PIEZOELECTRIC VIBRATOR, OSCILLATOR, ELECTRONIC DEVICE, AND RADIO-CONTROLLED WATCH

(54) 発明の名称: 接合ガラスの切断方法、パッケージの製造方法、パッケージ、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計

[図]



S91 CREATE MAGAZINE
S92 ADHERE WAFER JUNCTION
S93 SET LASER SCRIBING DEVICE
S94 TRIMMING STEP
S95 SCRIBING STEP
S100 ADHERE SEPARATOR
S101 SET BRAKING DEVICE
S102 BRAKING STEP
S103 PEEL SEPARATOR
S104 PEEL SEPARATOR
S110 IRRADIATE UV
S111 SET GRIP RING
S112 EXPANDING STEP
S113 EXPANDING STEP
S114 SEPARATE GRIP RING AND UV TAPE

(57) Abstract: Provided is a junction-glass cutting method for cutting a junction glass, in which a plurality of glass substrates are junctioned on their junction faces through a junction material, along a cut-scheduled line. The junction glass cutting method is characterized by comprising a first laser irradiating step of emitting a first laser to irradiate a beam of the absorption band wavelength of the junction material, along the cut-scheduled line, thereby to separate the junction material on the cut-scheduled line from the junction faces, a second laser irradiating step of emitting a second laser to irradiate a beam of the absorption band wavelength of the junction material, along the cut-scheduled line, thereby to form a groove in one face of the junction glass, and a cutting step of cutting the junction glass along the cut-scheduled line by applying a splitting stress to the cut-scheduled line of the junction glass.

(57) 要約: 複数のガラス基板の接合面同士が接合材料を介して接合されてなる接合ガラスを、切断予定線に沿って切断する接合ガラスの切断方法であって、前記接合材料の吸収帯域波長の光を照射する第1レーザーを前記切断予定線に沿って照射して、前記切断予定線上の前記接合材料を前記接合面から剥離する第1レーザー照射工程と、前記接合ガラスの吸収帯域波長の光を照射する第2レーザーを前記切断予定線に沿って照射して、前記接合ガラスの前記一方の面に溝を形成する第2レーザー照射工程と、前記接合ガラスの前記切断予定線に対して割断応力を加えることで、前記切断予定線に沿って前記接合ガラスを切断する切断工程とを有することを特徴とする接合ガラスの切断方法。

WO 2010/097908 A1

WO 2010/097908 A1



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, 添付公開書類:

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
TG).

明 細 書

接合ガラスの切断方法、パッケージの製造方法、パッケージ、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計

技術分野

[0001] 本発明は、接合ガラスの切断方法、パッケージの製造方法、パッケージ、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話や携帯情報端末機器には、時刻源や制御信号等のタイミング源、リファレンス信号源等として水晶等を利用した圧電振動子(パッケージ)が用いられている。この種の圧電振動子は、様々なものが知られているが、その1つとして、表面実装(SMD)型の圧電振動子が知られている。この種の圧電振動子としては、例えば互いに接合されたベース基板及びリッド基板と、両基板の間に形成されたキャビティと、キャビティ内に気密封止された状態で収納された圧電振動片(電子部品)とを備えている。

[0003] ここで、上述した圧電振動子を製造する際には、リッド基板用ウエハにキャビティ用の凹部を形成する一方、ベース基板用ウエハ上に圧電振動片をマウントした後、両ウエハを接合層を介して陽極接合し、複数のパッケージがウエハの行列方向に形成されたウエハ接合体とする。そして、ウエハ接合体に形成された各パッケージ毎(キャビティ毎)にウエハ接合体を切断することで、キャビティ内に圧電振動片が気密封止された複数の圧電振動子(パッケージ)を製造するものである。

[0004] ところで、ウエハ接合体の切断方法としては、例えば歯先にダイヤモンドが付着したブレードを用い、ウエハ接合体を厚さ方向に沿って切断(ダイシング)する方法が知られている。

しかしながら、ブレードによる切断方法では、ブレードの幅を考慮した切断代をキャビティ間に設ける必要があるため、1枚のウエハ接合体から取り出せる圧電振動子の数が少ないこと、また切断時におけるチッピングの発生、切断面が粗いこと等の問題があった。また、加工速度が遅いため、生産効率が悪いという問題もあった。

[0005] また、金属棒の先端にダイヤモンドを埋め込み、このダイヤモンドによってウエハ接合体の表面における切断予定線に沿って傷(スクライブライン)を付けた後、スクライブラインに沿って切断応力を加えて切断する方法も知られている。

しかしながら、上述の方法では、スクライブラインに無数のチッピングが発生するため、ウエハが割れやすく、また切断面の表面精度も粗くなるという問題がある。

[0006] そこで、上述のような問題に対応するために、ウエハ接合体をレーザーにより切断する方法が開発されている。このような方法としては、例えば特許文献1に示されるように、ウエハ接合体の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射し、ウエハ接合体の切断予定線に沿って多光子吸収による改質領域を形成する。そして、ウエハ接合体に切断応力(衝撃力)を加えることにより、改質領域を起点としてウエハ接合体を切断するものである。

特許文献1:特許第3408805号

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1の構成では、ウエハ接合体の内部にレーザーのパルス痕が無数に発生し、このパルス痕がダメージ層となってウエハ接合体の内部に残存する。そして、このダメージ層に応力が集中することで、ウエハ接合体の切断時にウエハ接合体の面方向へのクラックが発生するという問題がある。また、ウエハ接合体の切断後に形成される圧電振動子の機械的耐久性が低下するという問題がある。

[0008] また、ウエハ接合体は、上述したように接合層を介して陽極接合することにより形成されるが、ウエハの接合時には接合層の全体に一括して電圧を印加する必要がある。そのため、接合層はウエハ接合体の接合面に連続的に形成されている必要がある。そして、接合面に連続的に接合層が形成された状態、すなわち各圧電振動子間で接合層が繋がった状態でウエハ接合体を切断しようとする、ブレーキング時においてウエハ接合体の厚さ方向へのクラック進行が妨げられる。これにより、ウエハ接合体の面方向へのクラック等が発生して、各圧電振動子毎の所望のサイズにウエハ接合体を切断することができないという問題がある。

その結果、最悪の場合にはキャビティと外部とが連通してキャビティ内の気密を保

てなくなるという問題がある。これらの製品は、不良品として扱われるため、1枚のウエハ接合体から取り出される良品の数が減少し、歩留まりが低下するという問題がある。

[0009] そこで、本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、接合ガラスを所定サイズ毎に切断することで、歩留まりを向上させることができる接合ガラスの切断方法、パッケージの製造方法、パッケージ、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0010] 上述した課題を解決するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明に係る接合ガラスの切断方法は、複数のガラス基板の接合面同士が接合材料を介して接合されてなる接合ガラスを、切断予定線に沿って切断する接合ガラスの切断方法であって、前記接合材料の吸収帯域波長の光を照射する第1レーザーを前記切断予定線に沿って照射して、前記切断予定線上の前記接合材料を前記接合面から剥離する第1レーザー照射工程と、前記接合ガラスの吸収帯域波長の光を照射する第2レーザーを前記切断予定線に沿って照射して、前記接合ガラスの前記一方の面に溝を形成する第2レーザー照射工程と、前記接合ガラスの前記切断予定線に対して割断応力を加えることで、前記切断予定線に沿って前記接合ガラスを切断する切断工程とを有することを特徴としている。

[0011] この構成によれば、切断工程に先立って、ガラス基板の表層部分に切断予定線に沿って溝を形成した後、切断予定線に沿って割断応力を加えることで、接合ガラスを切断することができる。この場合、従来のようなブレードによる切断方法に比べて、切断代が非常に小さい、切断速度が速い、切断面の表面精度が良好、チッピングの発生がない等のメリットがある。また、接合ガラスの内部にダメージ層が形成される虞もないので、接合ガラスの切断時における接合ガラスの面方向へのクラックの発生や、切断後における接合ガラスの機械的耐久性が低下することがない。

特に、第2レーザー照射工程に先立って切断予定線上の接合材料を剥離しておくことで、切断時に接合ガラスの厚さ方向へのクラック進行を促進するとともに、に接合ガラスの面方向へのクラック進行を防ぐことができる。したがって、接合ガラスが切断予定線に沿ってスムーズに切断されることになる。これにより、切断面の表面精度を

向上させることができるとともに、切断時に接合ガラスの割れ等を防ぎ、接合ガラスを所望のサイズに切断することができる。

- [0012] また、前記接合材料は、導電性を有する金属材料からなり、前記接合ガラスは、前記複数のガラス基板の前記接合面同士が陽極接合され、前記第1レーザー照射工程では、前記第1レーザーの波長を532nmに設定することを特徴としている。

この構成によれば、金属材料を介してガラス基板同士を陽極接合することで、接着剤等でガラス基板同士を接合した場合に比べて、経時劣化や衝撃等によるずれや、接合ガラスの反り等を防ぎ、ガラス基板同士を強固に接合することができる。

特に、第1レーザー照射工程において、波長が532nmの第1レーザーを用いることで、レーザー光の出力が全て接合材料で吸収され加熱されるため、接合材料が速やかに熔融し、レーザー光の照射領域の接合材料がレーザー光の照射領域より外側へ収縮する。これにより、切断予定線上における接合材料を良好に剥離することができる。

- [0013] また、前記ガラス基板は、ソーダ石灰ガラスからなり、前記第2レーザー照射工程では、前記第2レーザーの波長を266nmに設定することを特徴としている。

この構成によれば、ソーダ石灰ガラスからなるガラス基板に対して、波長が266nmの第2レーザーを照射することで、接合ガラスの表層部分においてレーザー光が完全吸収されることになり、接合ガラスの表層部分に所望の溝を形成することができた。すなわち、チップングやデブリの発生が少なく、直線性が良好な溝を形成することができるので、その後の切断工程において、接合ガラスを所望のサイズに切断することができる。

- [0014] また、前記切断工程では、前記接合ガラスの他方の面から前記溝に沿って割断応力を加えることを特徴としている。

この構成によれば、接合ガラスの他方の面から溝に沿って割断応力を加えることで、接合ガラスをよりスムーズ、かつ容易に切断することができるため、より良好な切断面を得ることができる。

- [0015] また、前記接合ガラスは、前記切断予定線上の一部のみに前記接合材料を配置して接合され、前記第1レーザー照射工程では、前記切断予定線上に配置された前記

接合材料のみに前記第1レーザーの光を照射することを特徴としている。

この構成によれば、第1レーザー照射工程において、第1レーザーによって剥離する接合材料の面積を減少させることができる。これにより、第1レーザー照射工程の作業時間を短縮して、作業効率を向上させることが可能である。

[0016] また、本発明に係るパッケージの製造方法は、接合材料を介して互いに接合された複数のガラス基板と、前記複数のガラス基板の内側に形成されたキャビティと、を備え、前記キャビティ内に電子部品を封入可能なパッケージの製造方法であって、上記本発明の接合ガラスの切断方法を用いて、前記パッケージの形成領域毎に前記複数のガラス基板を切断することを特徴としている。

この構成によれば、上記本発明の接合ガラスの切断方法を用いてガラス基板を切断することで、切断時に接合ガラスの厚さ方向へのクラック進行を促進するとともに、に接合ガラスの面方向へのクラック進行を防ぐことができる。したがって、切断時にガラス基板がパッケージ形成領域毎の切断予定線に沿ってスムーズに切断されることになる。これにより、切断面の表面精度を向上させることができるとともに、切断時にガラス基板の割れ等を防ぎ、ガラス基板を所望のサイズに切断することができる。

これにより、キャビティの気密が確保することができ、信頼性の高いパッケージを提供することができる。したがって、良品として取り出されるパッケージの数を増加することができ、歩留まりを向上させることができる。

[0017] また、本発明に係るパッケージは、接合材料を介して互いに接合された複数のガラス基板と、前記複数のガラス基板の内側に形成されたキャビティと、を備え、前記キャビティ内に電子部品が封入されたパッケージであって、前記パッケージは、上記本発明の接合ガラスの切断方法を用いて切断されてなり、前記パッケージにおける前記第2レーザーの照射面側の外周縁部には、前記第2レーザーによって形成された前記溝が割断されてなる面取り部を有していることを特徴としている。

この構成によれば、切断されたパッケージを取り出す際に、パッケージを取り出すための器具がパッケージの角部に接触した場合であっても、チップングの発生を抑制することができるので、パッケージを良品の状態で取り出すことができる。

なお、面取り部は、第2レーザーにより溝を形成した後、溝(切断予定線)に沿って

切断することで自動的に形成することができるので、切断後のパッケージにそれぞれ面取り部を形成する場合に比べて迅速、かつ容易に面取り部を形成することができる。その結果、作業効率を向上させることができる。

さらに、このように溝に沿って接合ガラスを切断することで、パッケージの切断面の表面精度を向上させ、信頼性の高いパッケージを提供することができる。

[0018] また、本発明に係る圧電振動子は、上記本発明のパッケージの前記キャビティ内に、圧電振動片が気密封止されてなることを特徴としている。

この構成によれば、キャビティ内の気密性を確保し、振動特性に優れた圧電振動子を提供することができる。

[0019] また、本発明に係る発振器は、上記本発明の圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴としている。

[0020] また、本発明に係る電子機器は、上記本発明の圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴としている。

[0021] また、本発明に係る電波時計は、上記本発明の圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴としている。

[0022] 本発明に係る発振器、電子機器及び電波時計においては、上述した圧電振動子を備えているので、圧電振動子と同様に信頼性の高い製品を提供することができる。

発明の効果

[0023] 本発明に係る接合ガラスの切断方法によれば、第2レーザー照射工程に先立って切断予定線上の接合材料を剥離しておくことで、切断時に接合ガラスの厚さ方向へのクラック進行を促進するとともに、に接合ガラスの面方向へのクラック進行を防ぐことができる。したがって、接合ガラスが切断予定線に沿ってスムーズに切断されることになる。これにより、切断面の表面精度を向上させることができるとともに、切断時に接合ガラスの割れ等を防ぎ、接合ガラスを所望のサイズに切断することができる。

また、本発明のパッケージの製造方法及びパッケージによれば、上記本発明の接合ガラスの切断方法を用いてガラス基板を切断することで、キャビティの気密が確保することができ、信頼性の高いパッケージを提供することができる。したがって、良品として取り出されるパッケージの数を増加することができ、歩留まりを向上させることが

できる。

また、本発明に係る圧電振動子によれば、キャビティ内の気密性を確保し、振動特性に優れた信頼性の高い圧電振動子を提供することができる。

本発明に係る発振器、電子機器及び電波時計においては、上述した圧電振動子を備えているので、圧電振動子と同様に信頼性の高い製品を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]本発明に係る圧電振動子の一実施形態を示す外観斜視図である。
- [図2]図1に示す圧電振動子の内部構成図であって、リッド基板を取り外した状態で圧電振動片を上方から見た図である。
- [図3]図2に示すA-A線に沿った圧電振動子の断面図である。
- [図4]図1に示す圧電振動子の分解斜視図である。
- [図5]図1に示す圧電振動子を製造する際の流れを示すフローチャートである。
- [図6]図5に示すフローチャートに沿って圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、圧電振動片をキャビティ内に收容した状態でベース基板用ウエハとリッド基板用ウエハとが陽極接合されたウエハ接合体の分解斜視図である。
- [図7]個片化工程の流れを示すフローチャートである。
- [図8]個片化工程を説明するための図であって、ウエハ接合体の断面図である。
- [図9]個片化工程を説明するための図であって、ウエハ接合体の断面図である。
- [図10]個片化工程を説明するための図であって、ウエハ接合体の断面図である。
- [図11]個片化工程を説明するための図であって、ウエハ接合体の断面図である。
- [図12]個片化工程を説明するための図であって、ウエハ接合体の断面図である。
- [図13]個片化工程を説明するための図であって、ウエハ接合体の断面図である。
- [図14]トリミング工程を説明するための説明図であり、ウエハ接合体のリッド基板用ウエハを取り外した状態を示すベース基板用ウエハの平面図である。
- [図15]波長(nm)に対する透過率(%)の関係を示したグラフである。
- [図16]第1レーザー選定試験においてYAGレーザーを用いてトリミングラインを形成した場合の接合層の状態を示した図である。
- [図17]第1レーザー選定試験において第2高調波レーザーを用いてトリミングラインを

形成した場合の接合層の状態を示した図である。

[図18]本発明に係る発信器の一実施形態を示す構成図である。

[図19]本発明に係る電子機器の一実施形態を示す構成図である。

[図20]本発明に係る電波時計の一実施形態を示す構成図である。

[図21]本実施形態における他の構成であるパターニング工程を説明するための説明図であり、ウエハ接合体のリッド基板用ウエハを取り外した状態を示すベース基板用ウエハの平面図である。

符号の説明

[0025] 1…圧電振動子(パッケージ) 5…圧電振動片(電子部品) 23…接合層(接合材料)
40…ベース基板用ウエハ(ガラス基板) 50…リッド基板用ウエハ 60…ウエハ接
合体(接合ガラス) 87…第1レーザー 88…第2レーザー 90…面取り部 100…
発振器 101…発振器の集積回路 110…携帯情報機器(電子機器) 113…電子
機器の計時部 130…電波時計 131…電波時計のフィルタ部 C…キャビティ M
…輪郭線(切断予定線) M'…スクライブライン(溝)

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面に基づいて、本発明の実施形態を説明する。

(圧電振動子)

図1は、本実施形態における圧電振動子の外観斜視図であり、図2は圧電振動子の内部構成図であって、リッド基板を取り外した状態で圧電振動片を上方から見た図ある。また、図3は図2に示すA-A線に沿った圧電振動子の断面図であり、図4は圧電振動子の分解斜視図である。

図1～4に示すように、圧電振動子1は、ベース基板2とリッド基板3とで2層に積層された箱状に形成されており、内部のキャビティC内に圧電振動片5が収納された表面実装型の圧電振動子1である。そして、圧電振動片5とベース基板2の外側に設置された外部電極6, 7とが、ベース基板2を貫通する一対の貫通電極8, 9によって電氣的に接続されている。

[0027] ベース基板2は、ガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる透明な絶縁基板で板状に形成されている。ベース基板2には、一対の貫通電極8, 9が形成される一対

のスルーホール(貫通孔)21, 22が形成されている。スルーホール21, 22は、ベース基板2の外側端面(図3中下面)から内側端面(図3中上面)に向かって漸次径が縮径した断面テーパ形状をなしている。

[0028] リッド基板3は、ベース基板2と同様に、ガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる透明の絶縁基板であり、ベース基板2に重ね合わせ可能な大きさの板状に形成されている。そして、リッド基板3のベース基板2が接合される接合面側には、圧電振動片5が收容される矩形状の凹部3aが形成されている。

この凹部3aは、ベース基板2及びリッド基板3が重ね合わされたときに、圧電振動片5を收容するキャビティCを形成する。そして、リッド基板3は、凹部3aをベース基板2側に対向させた状態でベース基板2に対して後述する接合層(接合材料)23を介して陽極接合されている。なお、リッド基板3の上部周縁には、圧電振動子1の製造工程の後述するスクライブ工程時において、リッド基板3の角部が面取りされた面取り部90が形成されている。

[0029] 圧電振動片5は、水晶、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の圧電材料から形成された音叉型の振動片であり、所定の電圧が印加されたときに振動するものである。

この圧電振動片5は、平行に配置された一对の振動腕部24, 25と、一对の振動腕部24, 25の基端側を一体的に固定する基部26とからなる平面視略コの字型で、一对の振動腕部24, 25の外表面上には、振動腕部24, 25を振動させる図示しない一对の第1の励振電極と第2の励振電極とからなる励振電極と、第1の励振電極及び第2の励振電極に電氣的に接続された一对のマウント電極とを有している(何れも不図示)。

[0030] このように構成された圧電振動片5は、図3, 4に示すように、金等のバンプBを利用して、ベース基板2の内側端面に形成された引き回し電極27, 28上にバンプ接合されている。より具体的には、圧電振動片5の第1の励振電極が、一方のマウント電極及びバンプBを介して一方の引き回し電極27上にバンプ接合され、第2の励振電極が他方のマウント電極及びバンプBを介して他方の引き回し電極28上にバンプ接合されている。これにより、圧電振動片5は、ベース基板2の内側端面から浮いた状態

で支持されるとともに、各マウント電極と引き回し電極27、28とがそれぞれ電氣的に接続された状態となっている。

[0031] そして、ベース基板2の内側端面側(リッド基板3が接合される接合面側)には、導電性材料(例えば、アルミニウム)からなる陽極接合用の接合層23が形成されている。この接合層23は、リッド基板3に形成された凹部3aの周囲を囲むようにベース基板2の周縁に沿って形成されている。そして、ベース基板2とリッド基板3とは、凹部3aをベース基板2の接合面側に対向させた状態でベース基板2に対して接合層23を介して陽極接合されている。

[0032] また、外部電極6、7は、ベース基板2の外側端面面における長手方向の両端に設置されており、各貫通電極8、9及び各引き回し電極27、28を介して圧電振動片5に電氣的に接続されている。より具体的には、一方の外部電極6は、一方の貫通電極8及び一方の引き回し電極27を介して圧電振動片5の一方のマウント電極に電氣的に接続されている。また、他方の外部電極7は、他方の貫通電極9及び他方の引き回し電極28を介して、圧電振動片5の他方のマウント電極に電氣的に接続されている。

[0033] 貫通電極8、9は、焼成によってスルーホール21、22に対して一体的に固定された筒体32及び芯材部31によって形成されたものであり、スルーホール21、22を完全に塞いでキャビティC内の気密を維持しているとともに、外部電極6、7と引き回し電極27、28とを導通させる役割を担っている。具体的に、一方の貫通電極8は、外部電極6と基部26との間で引き回し電極27の下方に位置しており、他方の貫通電極9は、外部電極7の上方で引き回し電極28の下方に位置している。

[0034] 筒体32は、ペースト状のガラスフリットが焼成されたものである。筒体32は、両端が平坦で且つベース基板2と略同じ厚みの円筒状に形成されている。そして、筒体32の中心には、芯材部31が筒体32の中心孔32cを貫通するように配されている。また、本実施形態ではスルーホール21、22の形状に合わせて、筒体32の外形が円錐状(断面テーパ状)となるように形成されている。そして、この筒体32は、スルーホール21、22内に埋め込まれた状態で焼成されており、これらスルーホール21、22に対して強固に固着されている。

上述した芯材部31は、金属材料により円柱状に形成された導電性の芯材であり、

筒体32と同様に両端が平坦で、かつベース基板2の厚みと略同じ厚さとなるように形成されている。

なお、貫通電極8, 9は、導電性の芯材部31を通して電気導通性が確保されている。

[0035] このように構成された圧電振動子1を作動させる場合には、ベース基板2に形成された外部電極6, 7に対して、所定の駆動電圧を印加する。これにより、圧電振動片5の各励振電極に電流を流すことができ、一对の振動腕部24, 25を接近・離間させる方向に所定の周波数で振動させることができる。そして、この一对の振動腕部24, 25の振動を利用して、時刻源、制御信号のタイミング源やリファレンス信号源等として利用することができる。

[0036] (圧電振動子の製造方法)

次に、上述した圧電振動子の製造方法について、図5に示すフローチャートを参照しながら説明する。

初めに、図5に示すように、圧電振動片作製工程を行って図1～4に示す圧電振動片5を作製する(S10)。また、圧電振動片5を作製した後、共振周波数の粗調を行っておく。なお、共振周波数をより高精度に調整する微調に関しては、マウント後に行う。

[0037] (第1のウエハ作成工程)

図6は、圧電振動片をキャビティ内に収容した状態で、ベース基板用ウエハとリッド基板用ウエハとが陽極接合されたウエハ接合体の分解斜視図である。

次に、図5, 6に示すように、後にリッド基板3となるリッド基板用ウエハ50を、陽極接合を行う直前の状態まで作製する第1のウエハ作製工程を行う(S20)。具体的には、ソーダ石灰ガラスを所定の厚さまで研磨加工して洗浄した後に、エッチング等により最表面の加工変質層を除去した円板状のリッド基板用ウエハ50を形成する(S21)。次いで、リッド基板用ウエハ50の内側端面50a(図6における下面)に、エッチング等により行列方向にキャビティC用の凹部3aを複数形成する凹部形成工程を行う(S22)。

次に、後述するベース基板用ウエハ40との間の気密性を確保するために、ベース

基板用ウエハ40との接合面となるリッド基板用ウエハ50の内側端面50a側を少なくとも研磨する研磨工程(S23)を行い、内側端面50aを鏡面加工する。以上により、第2のウエハ作成工程(S20)が終了する。

[0038] (第2のウエハ作成工程)

次に、上記工程と同時或いは前後のタイミングで、後にベース基板2となるベース基板用ウエハ40を、陽極接合を行う直前の状態まで作製する第1のウエハ作製工程を行う(S30)。まず、ソーダ石灰ガラスを所定の厚さまで研磨加工して洗浄した後に、エッチング等により最表面の加工変質層を除去した円板状のベース基板用ウエハ40を形成する(S31)。次いで、例えばプレス加工等により、ベース基板用ウエハに一对の貫通電極8, 9を配置するためのスルーホール21, 22を複数形成するスルーホール形成工程を行う(S32)。具体的には、プレス加工等によりベース基板用ウエハ40の一方の面から凹部を形成した後、ベース基板用ウエハ40の他方の面側から研磨することで、凹部を貫通させ、スルーホール21, 22を形成することができる。

[0039] 続いて、スルーホール形成工程(S32)で形成されたスルーホール21, 22内に貫通電極8, 9を形成する貫通電極形成工程(S33)を行う。これにより、スルーホール21, 22内において、芯材部31がベース基板用ウエハ40の両端面40a, 40b(図6における上下面)に対して面一な状態で保持される。以上により、貫通電極8, 9を形成することができる。

[0040] 次に、ベース基板用ウエハ40の内側端面40aに導電性材料をパターンニングして、接合層23を形成する接合層形成工程を行う(S34)とともに、引き回し電極形成工程を行う(S35)。なお、接合層23はベース基板用ウエハ40におけるキャビティCの形成領域以外の領域、すなわちリッド基板用ウエハ50の内側端面50aとの接合領域の全域に亘って形成する。このようにして、第2のウエハ製作工程(S30)が終了する。

[0041] 次に、第2のウエハ作成工程(S30)で作成されたベース基板用ウエハ40の各引き回し電極27, 28上に、圧電振動片作成工程(S10)で作成された圧電振動片5を、それぞれ金等のバンプBを介してマウントする(S40)。そして、上述した各ウエハ40, 50の作成工程で作成されたベース基板用ウエハ40及びリッド基板用ウエハ50を重ね合わせる、重ね合わせ工程を行う(S50)。具体的には、図示しない基準マーク

等を指標としながら、両ウエハ40, 50を正しい位置にアライメントする。これにより、マウントされた圧電振動片5が、リッド基板用ウエハ50に形成された凹部3aとベース基板用ウエハ40とで囲まれるキャビティC内に収納された状態となる。

[0042] 重ね合わせ工程後、重ね合わせた2枚のウエハ40, 50を図示しない陽極接合装置に入れ、図示しない保持機構によりウエハの外周部分をクランプした状態で、所定の温度雰囲気中で所定の電圧を印加して陽極接合する接合工程を行う(S60)。具体的には、接合層23とリッド基板用ウエハ50との間に所定の電圧を印加する。すると、接合層23とリッド基板用ウエハ50との界面に電気化学的な反応が生じ、両者がそれぞれ強固に密着して陽極接合される。これにより、圧電振動片5をキャビティC内に封止することができ、ベース基板用ウエハとリッド基板用ウエハ50とが接合したウエハ接合体60を得ることができる。そして、本実施形態のように両ウエハ40, 50同士を陽極接合することで、接着剤等で両ウエハ40, 50を接合した場合に比べて、経時劣化や衝撃等によるずれや、ウエハ接合体60の反り等を防ぎ、両ウエハ40, 50をより強固に接合することができる。

[0043] その後、一对の貫通電極8, 9にそれぞれ電氣的に接続された一对の外部電極6, 7を形成し(S70)、圧電振動子1の周波数を微調整する(S80)。

[0044] (個片化工程)

図7は、ウエハ接合体の個片化工程の手順を示すフローチャートである。また、図8～13はウエハ接合体の断面図であり、個片化工程を説明するための工程図である。

周波数の微調が終了後、接合されたウエハ接合体60を切断して個片化する個片化工程を行う(S90)。

個片化工程(S90)では、図7, 8に示すように、まずUVテープ80及びリングフレーム81を用いて、ウエハ接合体60を保持するためのマガジン82を作成する(S91)。リングフレーム81は、その内径がウエハ接合体60の直径よりも大径に形成されたリング状の部材であり、厚さがウエハ接合体60と同等に形成されている。また、UVテープ80はポリオレフィンからなるシート材にアクリル系の粘着剤が塗布されたものであり、具体的には電気化学工業製のUHP-1525M3や、リンテック製のD510T等が好適に用いられている。また、UVテープのシート材の厚さは、170 μ m程度のものを用

いることが好ましい。シート材の厚さが $170\mu\text{m}$ より薄いUVテープを用いると、後述するブレーキング工程(S103)において、ウエハ接合体60とともにUVテープ80が切断されてしまう虞があるため好ましくない。

[0045] マガジン82は、リングフレーム81の一方の面81aから、貫通孔81bを塞ぐようにUVテープ80を貼り付けることで作成することができる。そして、リングフレーム81の中心軸とウエハ接合体60の中心軸とを一致させた状態で、UVテープ80の粘着面にウエハ接合体60を貼着する(S92)。具体的には、ベース基板用ウエハ40の外側端面40b側(外部電極側)を、UVテープ80の粘着面に貼着する。これにより、ウエハ接合体60がリングフレーム81の貫通孔81b内にセットされた状態となる。この状態で、ウエハ接合体60をレーザースクライブ装置(不図示)に搬送する(S93)。

[0046] 図14は、トリミング工程を説明するための説明図であり、ウエハ接合体のリッド基板用ウエハを取り外した状態を示すベース基板用ウエハの平面図である。

ここで、図9、14に示すように、リッド基板用ウエハ50とベース基板用ウエハ40とを接合している接合層23を剥離するトリミング工程(第1レーザー照射工程)を行う(S94)。トリミング工程(S94)では、接合層23の吸収帯域波長の光を出射するレーザー、例えば波長が 532nm の第2高調波レーザーからなる第1レーザー87を用い、レーザー光R1の照射領域の接合層23を溶融させる。この場合、第1レーザー87から出射されたレーザー光R1は、ビームスキャナ(ガルバノメーター)によって反射された後、F θ レンズを介して集光される。そして、集光されたレーザー光R1をウエハ接合体60におけるリッド基板用ウエハ50の外側端面50b側から照射しながら、レーザー光R1とウエハ接合体60とを平行に相対移動させる。具体的には、各キャビティCを仕切る隔壁上、すなわち圧電振動子1の輪郭線(切断予定線)M(図6参照)に沿って第1レーザー87を走査する。

なお、トリミング工程(S94)におけるレーザー光R1のスポット径は、例えば $10\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下程度が好ましく、本実施形態では $20\mu\text{m}$ 程度になるように設定されている。また、トリミング工程(S94)のその他の条件としては、例えば第1レーザー87の加工点平均出力が 1.0W 、周波数変調が 20kHz 、走査速度が 200mm/sec 程度に設定することが好ましい。

これにより、輪郭線M上の接合層23がレーザー光R1を吸収して加熱されることで、接合層23が溶融し、レーザー光R1の照射領域(輪郭線M)より外側へ収縮する。その結果、両ウエハ40, 50の接合面(リッド基板用ウエハ50の内側端面50a及びベース基板用ウエハ40の内側端面40a)上に、接合面から接合層23が剥離されてなるトリミングラインTが形成される。

[0047] 次に、図10に示すように、リッド基板用ウエハ50における外側端面50bの表層部分にレーザー光R2を照射し、ウエハ接合体60にスクライブラインM'を形成する(S95: スクライブ工程(第2レーザー照射工程))。スクライブ工程(S95)では、リッド基板用ウエハ50(ソーダ石灰ガラス)の吸収帯域波長の光を出射するレーザー、例えば波長が266nmのUV-Deepレーザーからなる第2レーザー88を用い、レーザー照射領域のリッド基板用ウエハ50の表層部分を溶融させる。具体的には、トリミング工程(S94)と同様に、第2レーザー88とウエハ接合体60とを平行に相対移動させ、圧電振動子1の輪郭線Mに沿ってレーザーを走査する。すると、リッド基板用ウエハ50の表層部分がレーザー光R2を吸収して加熱されることで、リッド基板用ウエハ50が溶融し、V溝状のスクライブラインM'が形成される。なお、上述したように第1レーザー87と第2レーザー88とは、各圧電振動子1の輪郭線Mに沿って走査される。これにより、接合層23が剥離されたトリミングラインTとスクライブラインM'とは、ウエハ接合体60を厚さ方向からみて重なるように配置されることになる。

[0048] なお、スクライブ工程(S95)において、リッド基板用ウエハ50の表層部分でのレーザー光R2のスポット径は、例えば10 μ m以上30 μ m以下程度が好ましく、本実施形態では20 μ m程度になるように設定されている。これは、スクライブラインM'の幅(ウエハ接合体60の切断代)と深さを考慮して設定されており、スポット径が10 μ m未満であると、スクライブラインM'を所望の深さに形成することができず、一方スポット径が30 μ mより大きいと、スクライブラインM'の幅が広すぎてウエハ接合体60の切断代が大きくなってしまいうため好ましくない。また、スクライブ工程(S95)のその他の条件としては、例えば第2レーザー88の加工点出力が250mW~600mW、パルスエネルギーが100 μ J、加工閾値フルーエンスが30J/(cm²・pulse)、走査速度が40mm/sec~60mm/secに設定することが好ましい。

[0049] 次に、スクライブラインM'が形成されたウエハ接合体60を、1つ1つの圧電振動子1に切断する切断工程を行う(S100)。

切断工程(S100)では、まず図11に示すように、リングフレーム81の他方の面81cに、貫通孔81bを塞ぐようにセパレーター83を貼り付ける(S101)。なお、セパレーター83の材料としては、ポリエチレンテレフタレートフィルム(いわゆる、PET材)、例えば東レ製のルミラーT60(20 μ mt $\sim$ 60 μ mt)が好適に用いられている。これにより、ウエハ接合体60は、UVテープ80とセパレーター83とにより挟持された状態で、リングフレーム81の貫通孔81b内に保持される。そして、この状態でウエハ接合体60をブレーキング装置内に搬送する(S102)。

[0050] 次いで、ブレーキング装置内に搬送されたウエハ接合体60に対して、切断応力を加えるブレーキング工程を行う(S103)。ブレーキング工程(S103)では、刃の長さがウエハ接合体60の直径よりも長い切断刃70(刃先角度が例えば60度 $\sim$ 90度)を用意し、この切断刃70をベース基板用ウエハ40の外側端面40b側からスクライブラインM'(トリミングラインT)に合わせ、ウエハ接合体60に押し当てる。これにより、ウエハ接合体60の厚さ方向に沿ってクラックが発生し、ウエハ接合体60は、リッド基板用ウエハ50上に形成されたスクライブラインM'に沿って折れるように切断される。そして、各スクライブラインM'毎に切断刃70を押し当てることで、ウエハ接合体60を輪郭線M毎のパッケージに一括して分離することができる。その後、ウエハ接合体60に貼り付けられたセパレーター83を剥離する(S104)。なお、本実施形態のようにブレーキング工程(S103)において、スクライブラインM'の形成面の反対側、すなわちベース基板用ウエハ40の外側端面40bからスクライブラインM'に沿って切断応力を加えることで、ウエハ接合体60をよりスムーズ、かつ容易に切断することができる。そのため、より良好な切断面を得ることができる。また、上述した切断応力とはスクライブラインMから離間する方向(各圧電振動子1が離間する方向)に発生する引張応力である。

[0051] 次に、個片化された圧電振動子1を取り出すためのピックアップ工程を行う(S110)。まず、マガジン82のUVテープ80に対してUV照射し、UVテープ80の粘着力を低下させる(S111)。次に、図12に示すように、リングフレーム81の貫通孔81b内に、

グリップリング85のうち、内側リング85aをウエハ接合体60の周囲を取り囲むようにセットする(S112)。なお、グリップリング85はウエハ接合体60の外径よりも大きく、リングフレーム81の貫通孔81bの内径よりも小さく形成された樹脂製のリングであり、内側リング85aと、内径が内側リング85aの外径と同等に形成された外側リング85b(図13参照)とで構成されている。すなわち、内側リング85aは外側リング85bの内側に嵌まり込むようになっている。

[0052] 続いて、個片化された圧電振動子1を取り出しやすくするため、圧電振動子1間のスペースを拡大するエクスパンド工程を行う(S113)。具体的には、内側リング85aをUVテープ80側に向けてウエハ接合体60ごと押し込む(図12中矢印参照)。すると、UVテープ80がウエハ接合体60の径方向外側に向かって延伸することで、UVテープ80に貼着された圧電振動子1同士が離間し、圧電振動子1間のスペースが拡大する。そして、図13に示すように、この状態で内側リング85aの外側に外側リング85bをセットする。具体的には、内側リング85aと外側リング85bとの間にUVテープ80を挟んだ状態で、両者を嵌め合わせる。これにより、UVテープ80が延伸された状態でグリップリング85に保持される。そして、グリップリング85の外側のUVテープ80を切断し、リングフレーム81とグリップリング85とを分離する。

[0053] その後、UVテープ80に対して再びUV照射し、UVテープ80の粘着力をさらに低下させる。これにより、UVテープ80から圧電振動子1が分離される。そして、UVテープから分離された圧電振動子1を1つ1つ取り出していく。なお、本実施形態では上述したブレーキング工程(S103)において、リッド基板用ウエハ50のスクライブラインM'に沿って個片化を行うため、個片化された圧電振動子1のリッド基板3の上部周縁にはスクライブラインM'によってC面取りが施された面取り部90が形成される(例えば、C10 μ m程度)。

以上により、互いに陽極接合されたベース基板2とリッド基板3との間に形成されたキャビティC内に圧電振動片5が封止された、図1に示す2層構造式表面実装型の圧電振動子1を一度に複数製造することができる。

[0054] その後、図5に示すように、内部の電気特性検査を行う(S120)。すなわち、圧電振動片5の共振周波数、共振抵抗値、ドライブレベル特性(共振周波数及び共振抵抗

値の励振電力依存性)等を測定してチェックする。また、絶縁抵抗特性等を併せてチェックする。そして、最後に圧電振動子1の外観検査を行って、寸法や品質等を最終的にチェックする。これをもって圧電振動子1の製造が終了する。

[0055] このように、本実施形態では、圧電振動子1の個片化工程(S90)において、輪郭線M上の接合層23を両ウエハ40, 50から剥離するトリミング工程(S94)を行った後、スクライブ工程(S95)を経て切断刃70によりウエハ接合体60をブレーキングする構成とした。

この構成によれば、ブレーキング工程(S103)に先立って、リッド基板用ウエハ50の表層部分に輪郭線Mに沿ってスクライブラインM'を形成することで、従来のようなブレードによる切断方法に比べて、切断代が非常に小さい、切断速度が速い、切断面の表面精度が良好、チッピングの発生がない等のメリットがある。また、ウエハ接合体60の内部にダメージ層が形成される虞もないので、ウエハ接合体60の切断時におけるウエハ接合体60の面方向へのクラックの発生や、切断後における圧電振動子1の機械的耐久性が低下することがない。

[0056] 特に、スクライブ工程(S95)に先立って輪郭線M上の接合層23を剥離しておくことで、ブレーキング時にウエハ接合体60の厚さ方向へのクラック進行を促進するとともに、ウエハ接合体60の面方向へのクラック進行を防ぐことができる。したがって、ウエハ接合体60が輪郭線Mに沿ってスムーズ、かつ容易に切断されることになる。これにより、切断面の表面精度を向上させることができるとともに、ブレーキング時にウエハ接合体60の割れ等を防ぎ、ウエハ接合体60を所望のサイズに切断することができる。これにより、キャビティCの気密が確保することができ、振動特性の優れた信頼性の高い圧電振動子1を提供することができる。

したがって、一枚のウエハ接合体60から良品として取り出される圧電振動子1の数を増加することができ、歩留まりを向上させることができる。

[0057] また、本実施形態の圧電振動子1のリッド基板3は、その周縁部に面取り部90が形成されている構成とした。

この構成によれば、ピックアップ工程(S110)において、個片化された圧電振動子1を取り出す際に、圧電振動子1を取り出すための器具が、圧電振動子1の角部に接

触した場合であっても、チッピングの発生を抑制することができるので、圧電振動子1を容易に取り出すことができる。

また、面取り部90は、第2レーザー88によりスクライブラインM'を形成した後、スクライブラインM'に沿って切断することで自動的に形成することができるので、切断後の圧電振動子1にそれぞれ面取り部90を形成する場合に比べて迅速、かつ容易に面取り部90を形成することができる。その結果、作業効率を向上させることができる。

さらに、このようにスクライブラインM'に沿ってウエハ接合体60を切断することで、圧電振動子1の切断面の切断精度を向上させ、信頼性の高い圧電振動子1を提供することができる。

[0058] (第1レーザー選定試験)

ここで、本願発明者は、トリミング工程に最適な第1レーザーを選定するために、第1レーザー選定試験を行った。図15は波長(nm)に対する透過率(%)の関係を示したグラフである。

まず、本実施形態のトリミング工程では、上述したように両ウエハ40, 50(図9参照)から接合層23を剥離するため、リッド基板用ウエハ50を透過して接合層23まで到達するレーザーを用いる必要がある。そのため、本試験では図15に示すように、透過率が40%程度以上あるレーザーとして、波長1030nmのYAG(Yttrium Aluminum Garnet)レーザー、及び本実施形態で用いた波長532nmの第2高調波レーザーを用い、これらのレーザーにより接合層23を剥離した。そして、各レーザーによるトリミング能力、すなわちレーザー照射領域の接合層23の状態を測定した。

[0059] 図16, 17は第1レーザー選定試験における、レーザー照射領域の接合層23の状態を示す図であり、図16はYAGレーザー、図17は本実施形態で用いた第2高調波レーザーを用いた場合を示している。

図16に示すように、YAGレーザーを用いて接合層23のトリミングを行うと、トリミングラインTの幅方向に沿って筋状のクラック(いわゆる、マイクロクラック(図16中符号K参照))が発生する結果となった。マイクロクラックが発生した状態で、その後のブレーキング工程を行うと、ウエハ接合体60を所望の輪郭線Mに沿って切断できず、不良品となる圧電振動子1が多く発生する結果となった。なお、図16におけるトリミング幅

は124 μ mに設定した。

これに対して、図17に示すように、第2高調波レーザーを用いると、トリミングラインTには上述したマイクロクラックの発生はなく、良好なトリミング状態であることがわかる。これは、接合層23の吸収帯域波長の光を出射する第2高調波レーザーを用いることで、レーザー光の出力が全て接合層23で吸収され加熱されるため、接合層23が速やかに熔融し、レーザー光の照射領域の接合層23がレーザー光の照射領域より外側へ収縮したものと考えられる。

[0060] 以上により、トリミング工程(S94)を行う第1レーザー87に第2高調波レーザーを採用することで、輪郭線M上の接合層23が完全に剥離された、所望のトリミングラインTを形成することができる。したがって、その後のブレーキング工程(S103)において、ウエハ接合体60を所望のサイズに切断することができる。

[0061] (第2レーザー選定試験)

次に、本願発明者は、上述したスクライブ工程(S95)に用いる第2レーザー88を選定するための第2レーザー選定試験を行った。具体的に、本願発明者は、波長の異なる複数のレーザーをガラス基板の表層にそれぞれ照射し、ガラス基板の表層にスクライブラインを形成した。そして、形成されたスクライブラインの品質や、スクライブラインを形成するために費やした時間、コスト等を測定した。

[0062] 本願発明者は、以下に示すレーザーを用いて第2レーザー選定試験を行った。

<実施例1>

UV-Deepレーザー

波長 266nm

<比較例1>

ArFエキシマレーザー

波長 193nm

<比較例2>

KrFエキシマレーザー

波長 248nm

<比較例3>

UV-Deepレーザー

波長 355nm

<比較例4>

第2高調波レーザー(グリーンレーザー)

波長 532nm

<比較例5>

YAGレーザー

波長 1030nm or 1064nm

<比較例6>

CO₂レーザー

波長 10.6 μ m

[0063] 以上のレーザーを用いてスクライブラインを形成した結果、以下の表1のような結果が得られた。表1は波長の異なる複数のレーザーを用いてスクライブラインを形成した場合の品質、速度、装置費用、及びこれらの試験結果に基づいた総合評価を示している。

[0064] [表1]

		品質	速度	装置費用	総合評価結果
比較例 1	ArF エキシマレーザー 193nm	×	×	×	× : チッピング多、デブリ多、生産性無、熱吸収大
比較例 2	KrF エキシマレーザー 248nm	×	×	×	× : チッピング多、デブリ多、生産性無、熱吸収大
実施例 1	UV-Deep レーザー 266nm	◎	○	○	◎ : チッピング少、デブリ少、直線性良
比較例 3	UV-Deep レーザー 355nm	△	○	○	△ : チッピング多、デブリ少、蛇行
比較例 4	グリーンレーザー 532nm	×	-	○	× : 加工不可
比較例 5	YAG レーザー 1030or1064nm	×	-	○	× : (1) 大板から短冊加工に最適、個片化不可 (2) 熱応力によるデバイス配置に制約 (3) レーザー入射は、きつかけを事前に入れないと切断を開始しない
比較例 6	CO ₂ レーザー 10.6 μm	△	◎	○	× : (1) スクライブライン画像認識不安定、個片化不可 (2) レーザー入射時は、きつかけを事前に入れないと切断を開始しない

[0065] 表1に示すように、本実施形態で用いたUV-Deepレーザーよりも波長の短いレーザー(比較例1, 2)によりスクライブラインを形成すると、スクライブラインにチッピングやデブリ(発塵)が多く発生した。さらに、比較例1, 2のレーザーは、レーザー出力を増加することができず、スクライブラインの形成速度(レーザーの走査速度)が遅く、また装置コストも高いという結果が得られた。

また、波長が355nmのUV-Deepレーザーを用いた場合(比較例3)には、チッピングが多く発生するとともに、直線性が悪く、スクライブラインが蛇行してしまうという結果が得られた。

そして、グリーンレーザーやYAGレーザー、CO₂レーザーを用いた場合(比較例4~6)には、図15に示すように、ガラス基板に対する透過率が大きいため、ガラス基板にレーザーが吸収されずに透過してしまう。その結果、ガラス基板の表層に所望のスクライブラインを形成することができなかった。

[0066] 以上のような比較例に対して、実施例1のようにスクライブ工程に波長266nmのUV-Deepレーザーを採用することで、ガラス基板の表層部分においてレーザー光が完全吸収されることになり、ガラス基板の表層部分に所望のスクライブラインを形成することができた。すなわち、チッピングやデブリの発生が少なく、直線性が良好なスクライブラインを形成することができるので、その後のブレーキング工程(S103)において、ウェハ接合体60を所望のサイズに切断することができる。

[0067] (発振器)

次に、本発明に係る発振器の一実施形態について、図18を参照しながら説明する。

本実施形態の発振器100は、図18に示すように、圧電振動子1を、集積回路101に電氣的に接続された発振子として構成したものである。この発振器100は、コンデンサ等の電子部品102が実装された基板103を備えている。基板103には、発振器用の上述した集積回路101が実装されており、この集積回路101の近傍に、圧電振動子1が実装されている。これら電子部品102、集積回路101及び圧電振動子1は、図示しない配線パターンによってそれぞれ電氣的に接続されている。なお、各構成部品は、図示しない樹脂によりモールドされている。

[0068] このように構成された発振器100において、圧電振動子1に電圧を印加すると、この圧電振動子1内の圧電振動片5が振動する。この振動は、圧電振動片5が有する圧電特性により電気信号に変換されて、集積回路101に電気信号として入力される。入力された電気信号は、集積回路101によって各種処理がなされ、周波数信号として出力される。これにより、圧電振動子1が発振子として機能する。

また、集積回路101の構成を、例えば、RTC(リアルタイムクロック)モジュール等を要求に応じて選択的に設定することで、時計用単機能発振器等の他、当該機器や外部機器の動作日や時刻を制御したり、時刻やカレンダー等を提供したりする機能を付加することができる。

[0069] 上述したように、本実施形態の発振器100によれば、高品質化された圧電振動子1を備えているので、発振器100自体も同様に高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定した高精度な周波数信号を得ることができる。

[0070] (電子機器)

次に、本発明に係る電子機器の一実施形態について、図19を参照して説明する。なお電子機器として、上述した圧電振動子1を有する携帯情報機器110を例にして説明する。始めに本実施形態の携帯情報機器110は、例えば、携帯電話に代表されるものであり、従来技術における腕時計を発展、改良したものである。外観は腕時計に類似し、文字盤に相当する部分に液晶ディスプレイを配し、この画面上に現在の時刻等を表示させることができるものである。また、通信機として利用する場合には、手首から外し、バンドの内側部分に内蔵されたスピーカ及びマイクロフォンによって、従来技術の携帯電話と同様の通信を行うことが可能である。しかしながら、従来の携帯電話と比較して、格段に小型化及び軽量化されている。

[0071] 次に、本実施形態の携帯情報機器110の構成について説明する。この携帯情報機器110は、図19に示すように、圧電振動子1と、電力を供給するための電源部111とを備えている。電源部111は、例えば、リチウム二次電池からなっている。この電源部111には、各種制御を行う制御部112と、時刻等のカウントを行う計時部113と、外部との通信を行う通信部114と、各種情報を表示する表示部115と、それぞれの機能部の電圧を検出する電圧検出部116とが並列に接続されている。そして、電源

部111によって、各機能部に電力が供給されるようになっている。

[0072] 制御部112は、各機能部を制御して音声データの送信及び受信、現在時刻の計測や表示等、システム全体の動作制御を行う。また、制御部112は、予めプログラムが書き込まれたROMと、このROMに書き込まれたプログラムを読み出して実行するCPUと、このCPUのワークエリアとして使用されるRAM等とを備えている。

[0073] 計時部113は、発振回路、レジスタ回路、カウンタ回路及びインターフェース回路等を内蔵する集積回路と、圧電振動子1とを備えている。圧電振動子1に電圧を印加すると圧電振動片5が振動し、この振動が水晶の有する圧電特性により電気信号に変換されて、発振回路に電気信号として入力される。発振回路の出力は二値化され、レジスタ回路とカウンタ回路とにより計数される。そして、インターフェース回路を介して、制御部112と信号の送受信が行われ、表示部115に、現在時刻や現在日付或いはカレンダー情報等が表示される。

[0074] 通信部114は、従来の携帯電話と同様の機能を有し、無線部117、音声処理部118、切替部119、増幅部120、音声入出力部121、電話番号入力部122、着信音発生部123及び呼制御メモリ部124を備えている。

無線部117は、音声データ等の各種データを、アンテナ125を介して基地局と送受信のやりとりを行う。音声処理部118は、無線部117又は増幅部120から入力された音声信号を符号化及び複号化する。増幅部120は、音声処理部118又は音声入出力部121から入力された信号を、所定のレベルまで増幅する。音声入出力部121は、スピーカやマイクロフォン等からなり、着信音や受話音声を増幅したり、音声を集音したりする。

[0075] また、着信音発生部123は、基地局からの呼び出しに応じて着信音を生成する。切替部119は、着信時に限って、音声処理部118に接続されている増幅部120を着信音発生部123に切り替えることによって、着信音発生部123において生成された着信音が増幅部120を介して音声入出力部121に出力される。

なお、呼制御メモリ部124は、通信の発着呼制御に係るプログラムを格納する。また、電話番号入力部122は、例えば、0から9の番号キー及びその他のキーを備えており、これら番号キー等を押下することにより、通話先の電話番号等が入力される。

[0076] 電圧検出部116は、電源部111によって制御部112等の各機能部に対して加えられている電圧が、所定の値を下回った場合に、その電圧降下を検出して制御部112に通知する。このときの所定の電圧値は、通信部114を安定して動作させるために必要な最低限の電圧として予め設定されている値であり、例えば、3V程度となる。電圧検出部116から電圧降下の通知を受けた制御部112は、無線部117、音声処理部118、切替部119及び着信音発生部123の動作を禁止する。特に、消費電力の大きな無線部117の動作停止は、必須となる。更に、表示部115に、通信部114が電池残量の不足により使用不能になった旨が表示される。

[0077] すなわち、電圧検出部116と制御部112とによって、通信部114の動作を禁止し、その旨を表示部115に表示することができる。この表示は、文字メッセージであっても良いが、より直感的な表示として、表示部115の表示面の上部に表示された電話アイコンに、×(バツ)印を付けるようにしても良い。

なお、通信部114の機能に係る部分の電源を、選択的に遮断することができる電源遮断部126を備えることで、通信部114の機能をより確実に停止することができる。

[0078] 上述したように、本実施形態の携帯情報機器110によれば、高品質化された圧電振動子1を備えているので、携帯情報機器自体も同様に高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定した高精度な時計情報を表示することができる。

[0079] 次に、本発明に係る電波時計の一実施形態について、図20を参照して説明する。

本実施形態の電波時計130は、図20に示すように、フィルタ部131に電氣的に接続された圧電振動子1を備えたものであり、時計情報を含む標準の電波を受信して、正確な時刻に自動修正して表示する機能を備えた時計である。

日本国内には、福島県(40kHz)と佐賀県(60kHz)とに、標準の電波を送信する送信所(送信局)があり、それぞれ標準電波を送信している。40kHz若しくは60kHzのような長波は、地表を伝播する性質と、電離層と地表とを反射しながら伝播する性質とを併せもつため、伝播範囲が広く、上述した2つの送信所で日本国内を全て網羅している。

[0080] (電波時計)

以下、電波時計130の機能的構成について詳細に説明する。

アンテナ132は、40kHz若しくは60kHzの長波の標準電波を受信する。長波の標準電波は、タイムコードと呼ばれる時刻情報を、40kHz若しくは60kHzの搬送波にAM変調をかけたものである。受信された長波の標準電波は、アンプ133によって増幅され、複数の圧電振動子1を有するフィルタ部131によって濾波、同調される。

本実施形態における圧電振動子1は、上述した搬送周波数と同一の40kHz及び60kHzの共振周波数を有する水晶振動子部138、139をそれぞれ備えている。

[0081] さらに、濾波された所定周波数の信号は、検波、整流回路134により検波復調される。

続いて、波形整形回路135を介してタイムコードが取り出され、CPU136でカウントされる。CPU136では、現在の年、積算日、曜日、時刻等の情報を読み取る。読み取られた情報は、RTC137に反映され、正確な時刻情報が表示される。

搬送波は、40kHz若しくは60kHzであるから、水晶振動子部138、139は、上述した音叉型の構造を持つ振動子が好適である。

[0082] なお、上述の説明は、日本国内の例で示したが、長波の標準電波の周波数は、海外では異なっている。例えば、ドイツでは77.5kHzの標準電波が用いられている。従って、海外でも対応可能な電波時計130を携帯機器に組み込む場合には、さらに日本の場合とは異なる周波数の圧電振動子1を必要とする。

[0083] 上述したように、本実施形態の電波時計130によれば、高品質化された圧電振動子1を備えているので、電波時計自体も同様に高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定して高精度に時刻をカウントすることができる。

[0084] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、上述した実施形態では、音叉型の圧電振動片5を例に挙げて説明したが、音叉型に限られるものではない。例えば、厚み滑り振動片としても構わない。

[0085] また、上述した実施形態では、切断工程においてリッド基板用ウエハ50の外側端面50bにスクライブラインM'を形成する一方、ベース基板用ウエハ40の外側端面4

0bから切断刃70を押し当てる場合について説明したが、これに限られない。例えば、ベース基板用ウエハ40の外側端面40bにスクライブラインM'を形成する一方、リッド基板用ウエハ50の外側端面50bから切断刃70を押し当ててもよい。

さらに、ベース基板用ウエハ40に凹部3aを形成してもよく、両ウエハ40, 50に凹部3aをそれぞれ形成してもよい。

[0086] さらに、上述した第1レーザーや第2レーザーは一例に過ぎず、材料によって適宜選択可能である。

また、接合層23は、接合工程(S60)での電氣的導通を確保するために、両ウエハ40, 50上において連続的に形成されていなければならないが、必ずしも上述した実施形態のように、両ウエハ40, 50の接合面の全域に接合層23を形成した状態で両ウエハ40, 50を接合する必要はない。すなわち、上述した実施形態では、トリミング工程(S94)において輪郭線M上の接合層23を一括して両ウエハ40, 50から剥離する場合について説明したが、接合工程(S60)に先立って、不要な接合層23を予め除去するパターニング工程を行うことも可能である。具体的には、図22に示すように、接合工程(S60)に先立って、輪郭線M上の接合層23をパターニングし、接合層23を所定間隔毎に除去し、接合層23間が一部のみで接続されるようにしておいても構わない。

このように、接合工程(S60)の前に予め不要な接合層23を除去しておくことで、接合後のトリミング工程(S94)において、第1レーザー87によって剥離する接合層23の面積を減少させることができる。これにより、トリミング工程(S94)の作業時間を短縮して、作業効率を向上させることが可能である。

産業上の利用可能性

[0087] ウエハ接合体から良品として取り出されるパッケージの数を増加することができ、歩留まりを向上させることができる。

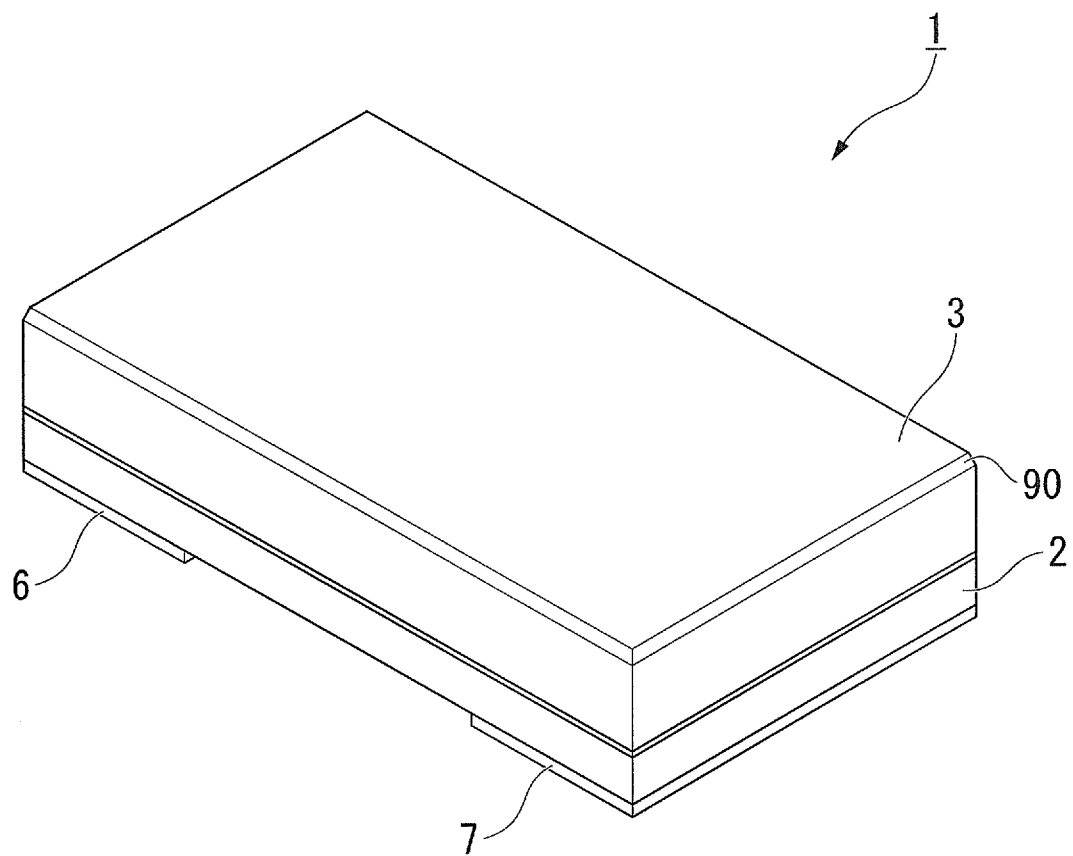
請求の範囲

- [1] 複数のガラス基板の接合面同士が接合材料を介して接合されてなる接合ガラスを、
切断予定線に沿って切断する接合ガラスの切断方法であって、
前記接合材料の吸収帯域波長の光を照射する第1レーザーを前記切断予定線に沿って照射して、前記切断予定線上の前記接合材料を前記接合面から剥離する第1レーザー照射工程と、
前記接合ガラスの吸収帯域波長の光を照射する第2レーザーを前記切断予定線に沿って照射して、前記接合ガラスの前記一方の面に溝を形成する第2レーザー照射工程と、
前記接合ガラスの前記切断予定線に対して割断応力を加えることで、前記切断予定線に沿って前記接合ガラスを切断する切断工程とを有することを特徴とする接合ガラスの切断方法。
- [2] 請求項1記載の接合ガラスの切断方法であって、
前記接合材料は、導電性を有する金属材料からなり、
前記接合ガラスは、前記複数のガラス基板の前記接合面同士が陽極接合され、
前記第1レーザー照射工程では、前記第1レーザーの波長を532nmに設定することを特徴とする接合ガラスの切断方法。
- [3] 請求項1または請求項2記載の接合ガラスの切断方法であって、
前記ガラス基板は、ソーダ石灰ガラスからなり、
前記第2レーザー照射工程では、前記第2レーザーの波長を266nmに設定することを特徴とする接合ガラスの切断方法。
- [4] 請求項1ないし請求項3の何れか1項に記載の接合ガラスの切断方法であって、
前記切断工程では、前記接合ガラスの他方の面から前記溝に沿って割断応力を加えることを特徴とする接合ガラスの切断方法。
- [5] 請求項1ないし請求項4の何れか1項に記載の接合ガラスの切断方法であって、
前記接合ガラスは、前記切断予定線上の一部のみに前記接合材料を配置して接合され、
前記第1レーザー照射工程では、前記切断予定線上に配置された前記接合材料

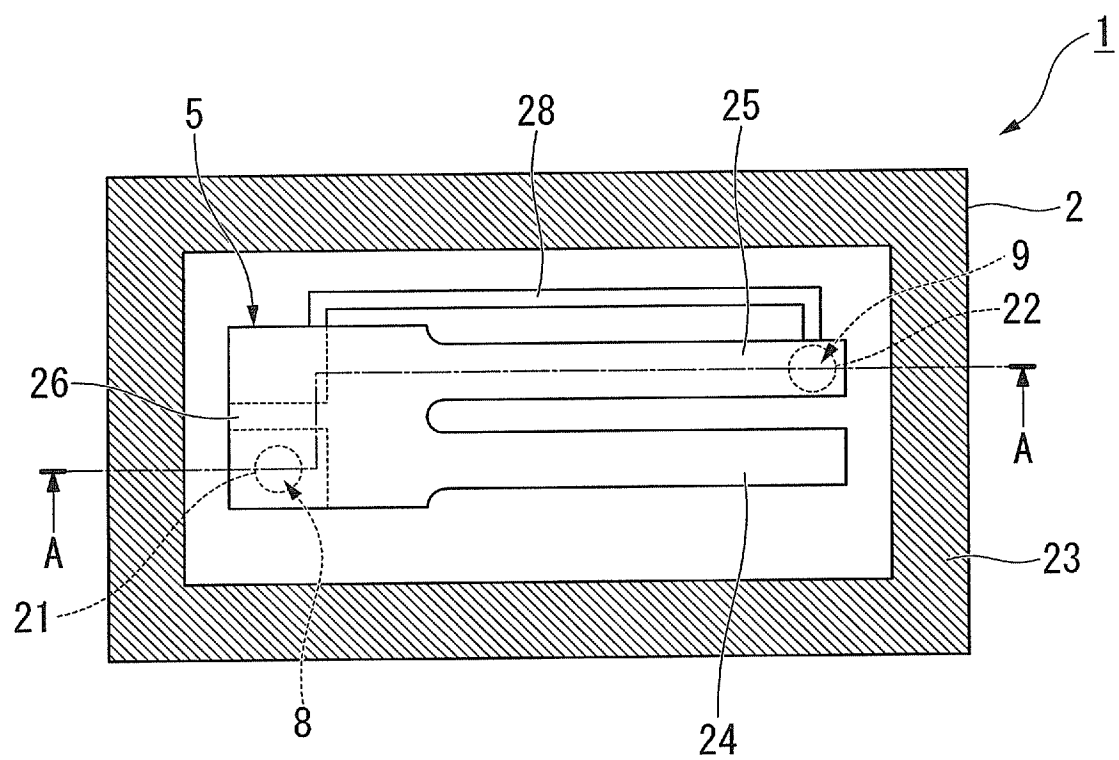
のみに前記第1レーザーの光を照射することを特徴とする接合ガラスの切断方法。

- [6] 接合材料を介して互いに接合された複数のガラス基板と、前記複数のガラス基板の内側に形成されたキャビティと、を備え、前記キャビティ内に電子部品を封入可能なパッケージの製造方法であって、
- 請求項1ないし請求項5の何れか1項に記載の接合ガラスの切断方法を用いて、前記パッケージの形成領域毎に前記複数のガラス基板を切断することを特徴とするパッケージの製造方法。
- [7] 接合材料を介して互いに接合された複数のガラス基板と、前記複数のガラス基板の内側に形成されたキャビティと、を備え、前記キャビティ内に電子部品が封入されたパッケージであって、
- 前記パッケージは、請求項1ないし請求項5の何れか1項に記載の接合ガラスの切断方法を用いて切断されてなり、
- 前記パッケージにおける前記第2レーザーの照射面側の外周縁部には、前記第2レーザーによって形成された前記溝が割断されてなる面取り部を有していることを特徴とするパッケージ。
- [8] 請求項7記載のパッケージの前記キャビティ内に、圧電振動片が気密封止されてなることを特徴とする圧電振動子。
- [9] 請求項8に記載の前記圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴とする発振器。
- [10] 請求項8に記載の前記圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴とする電子機器。
- [11] 請求項8記載の前記圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴とする電波時計。

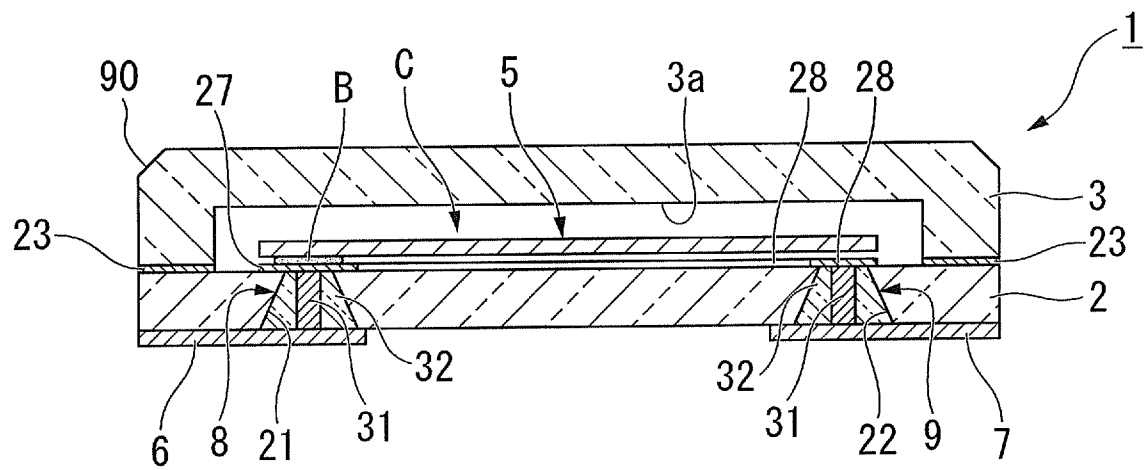
[図1]



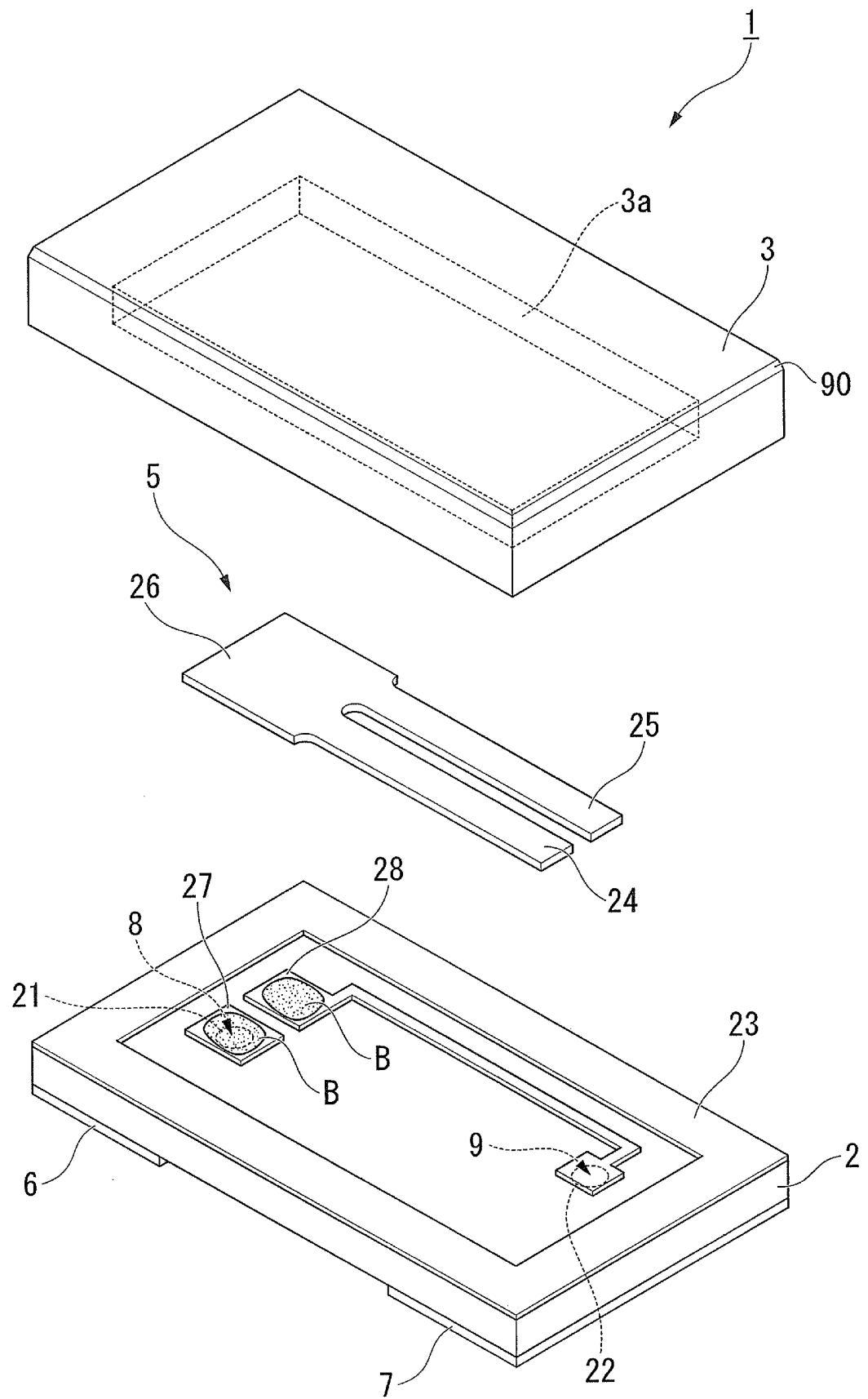
[図2]



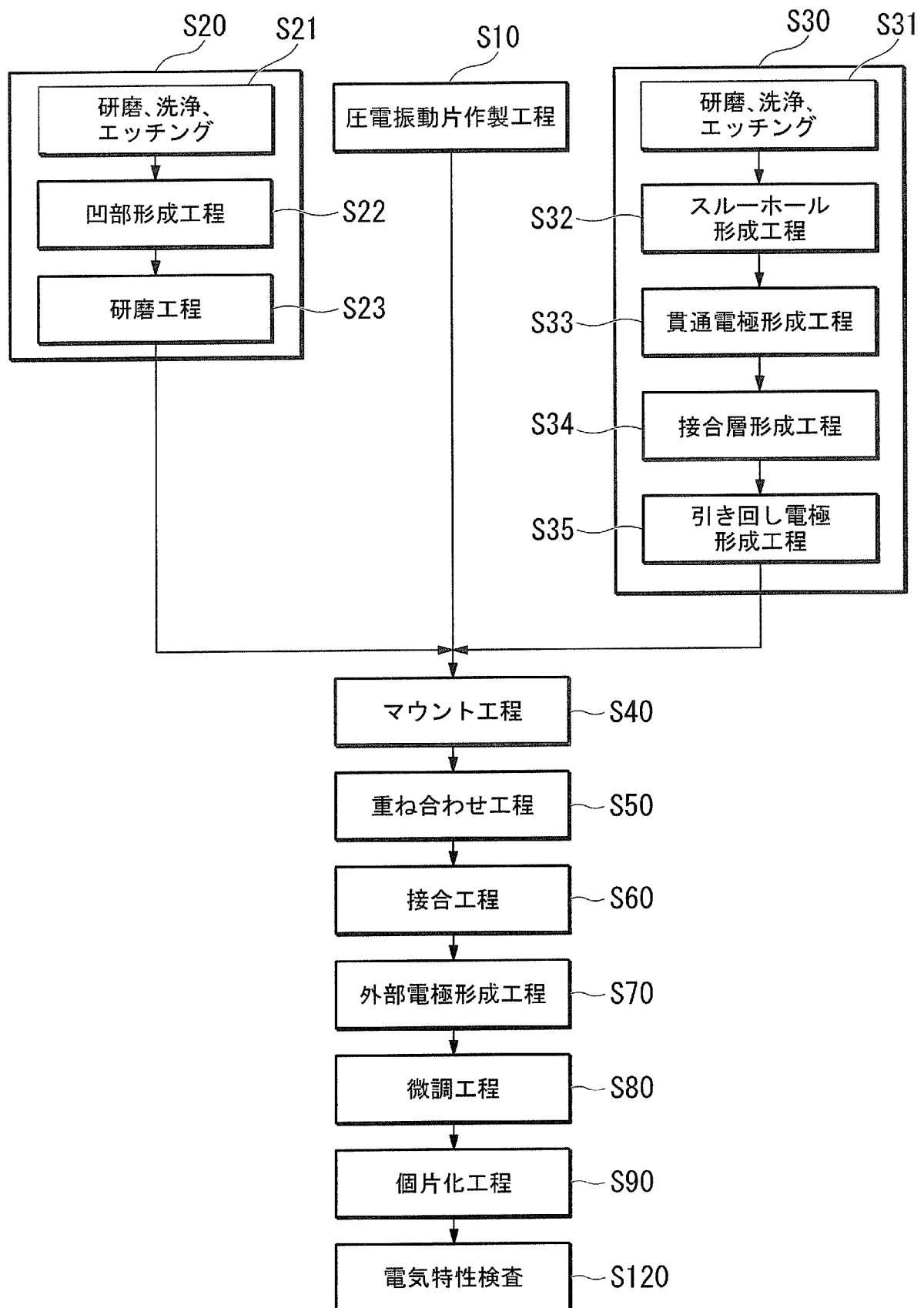
[図3]



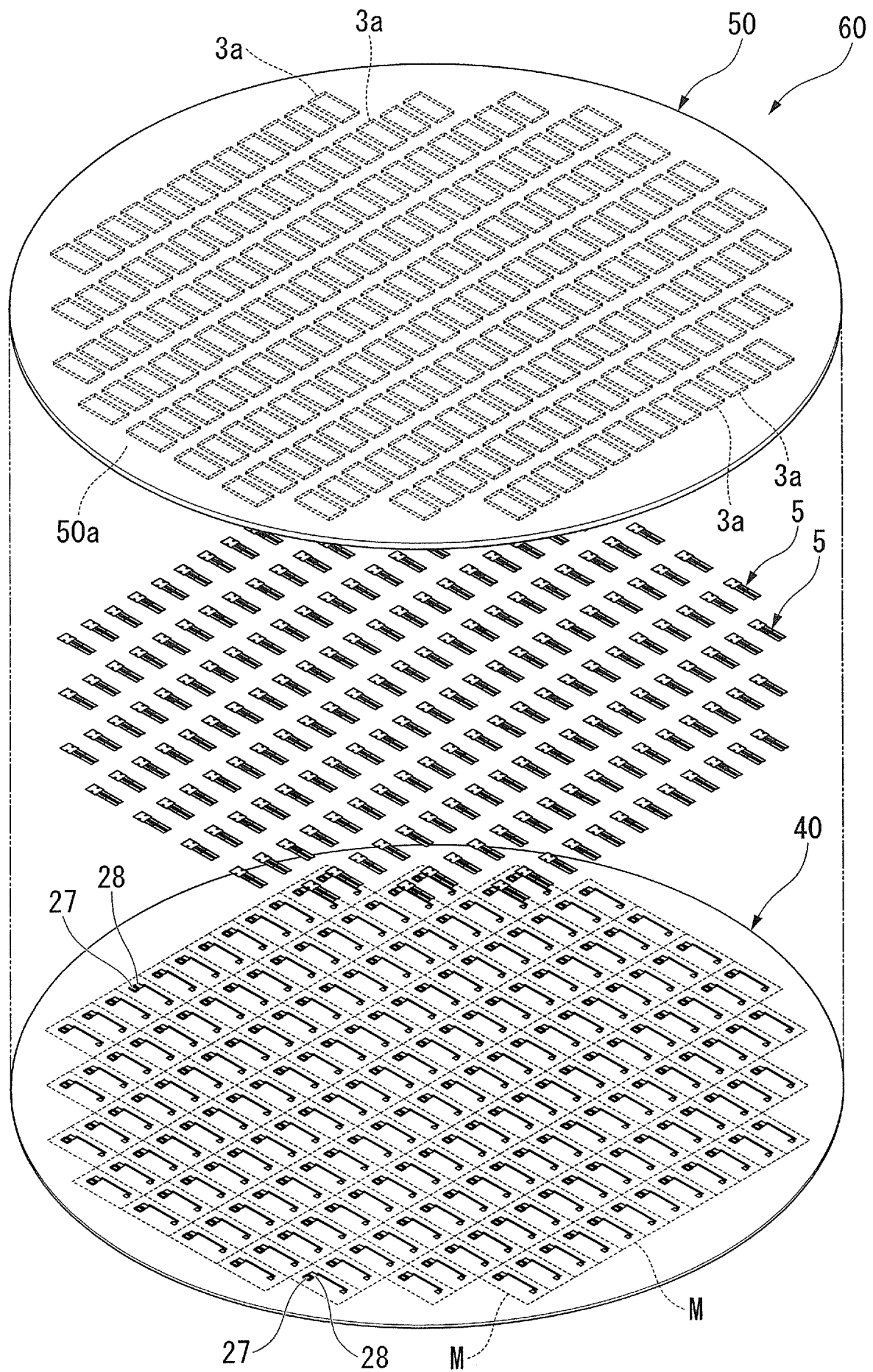
[図4]



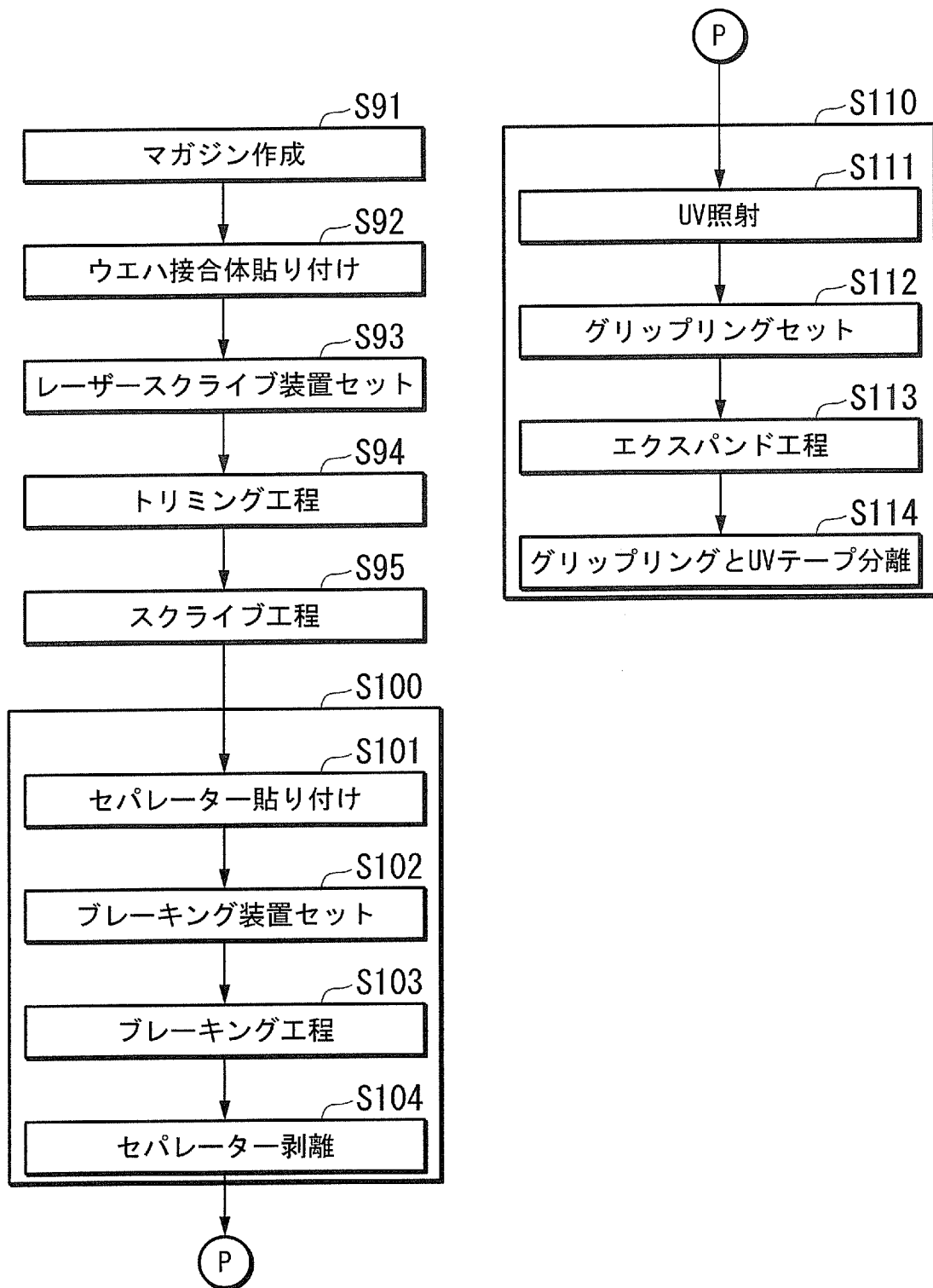
[図5]



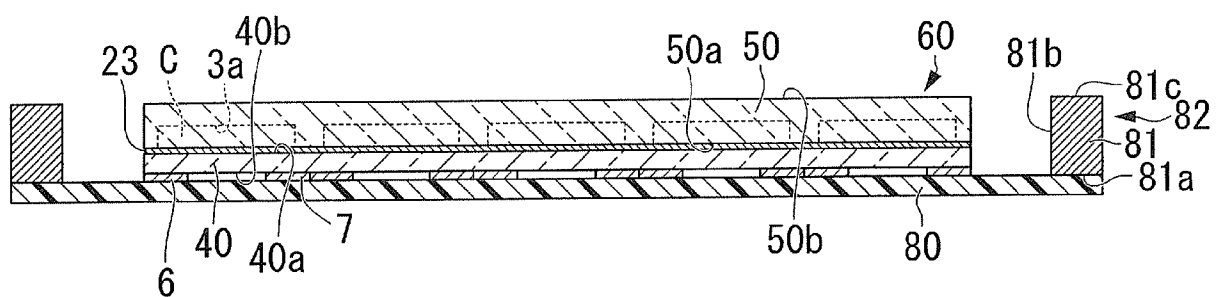
[図6]



[図7]

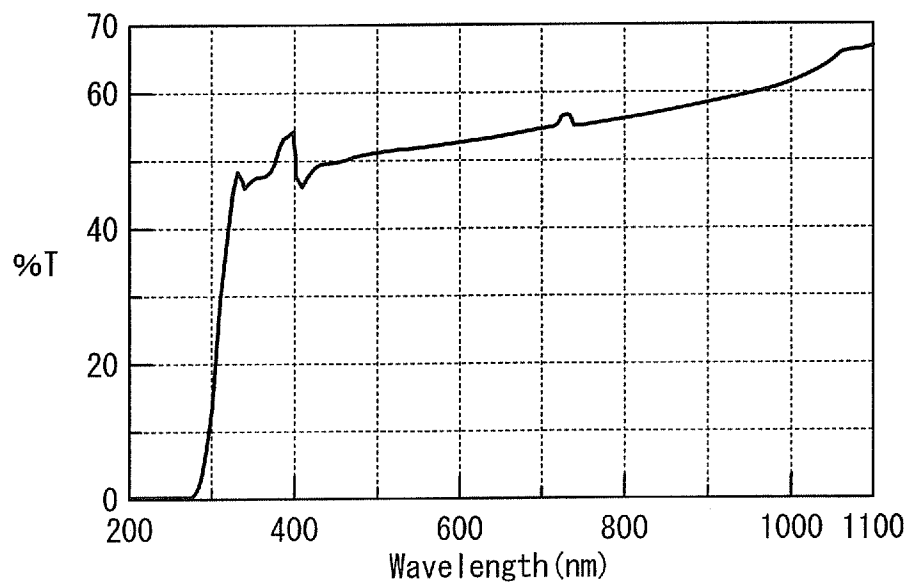


[図8]

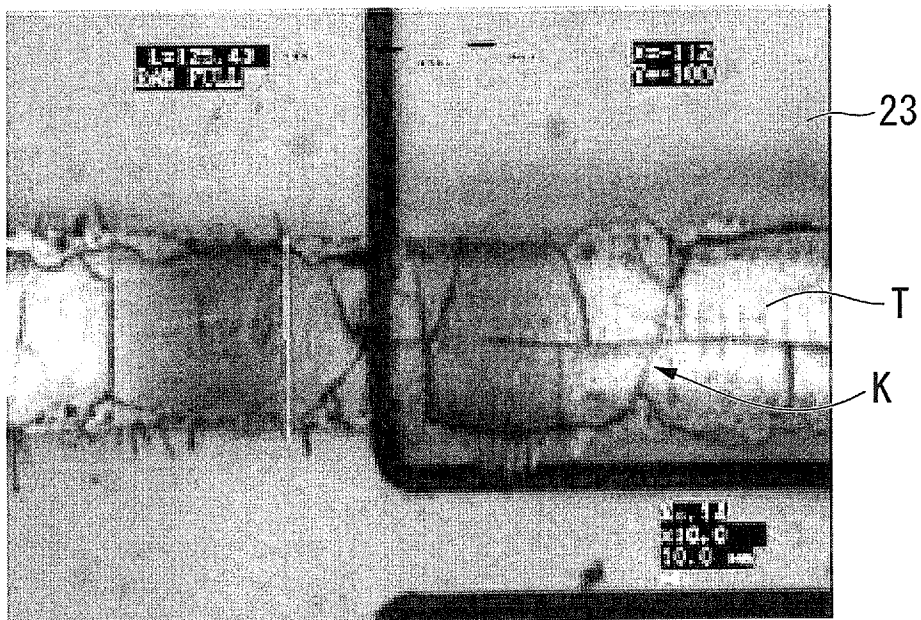


[illegible][illegible][illegible]

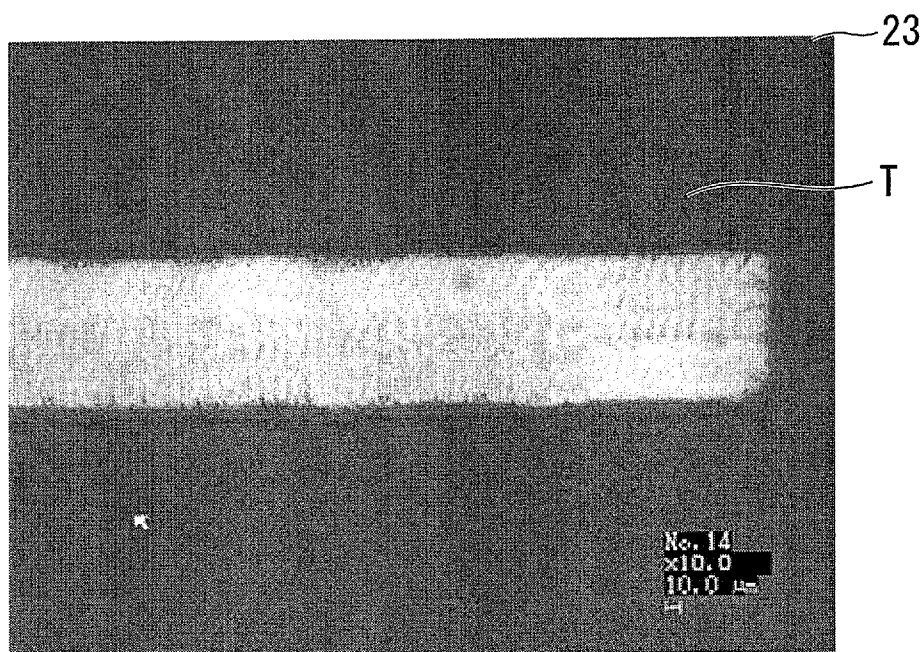
[図15]



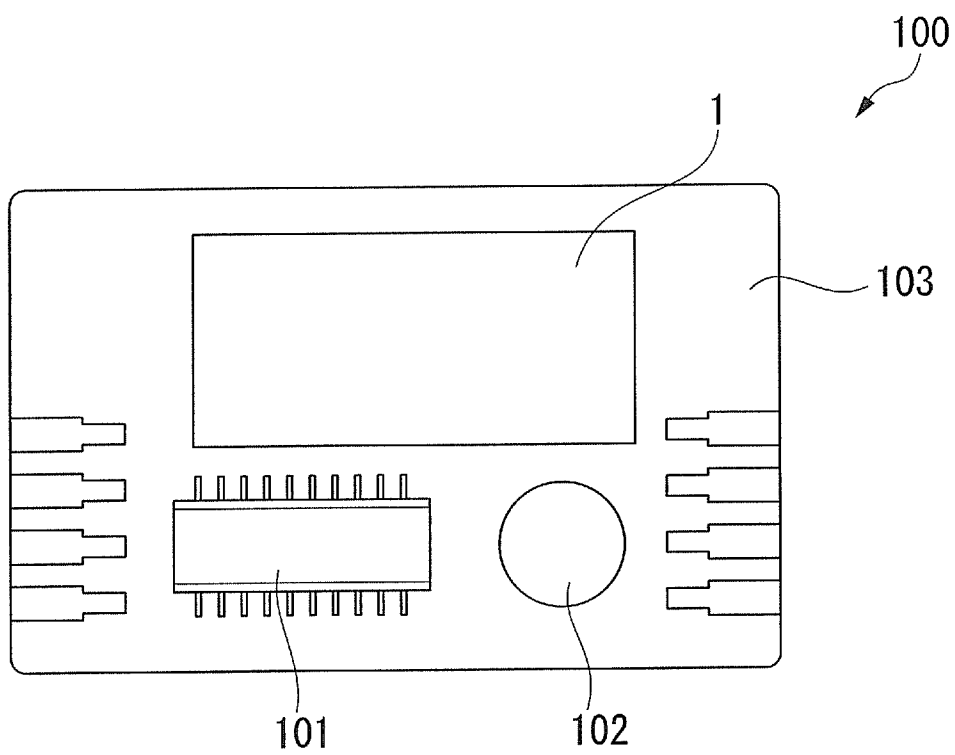
[図16]



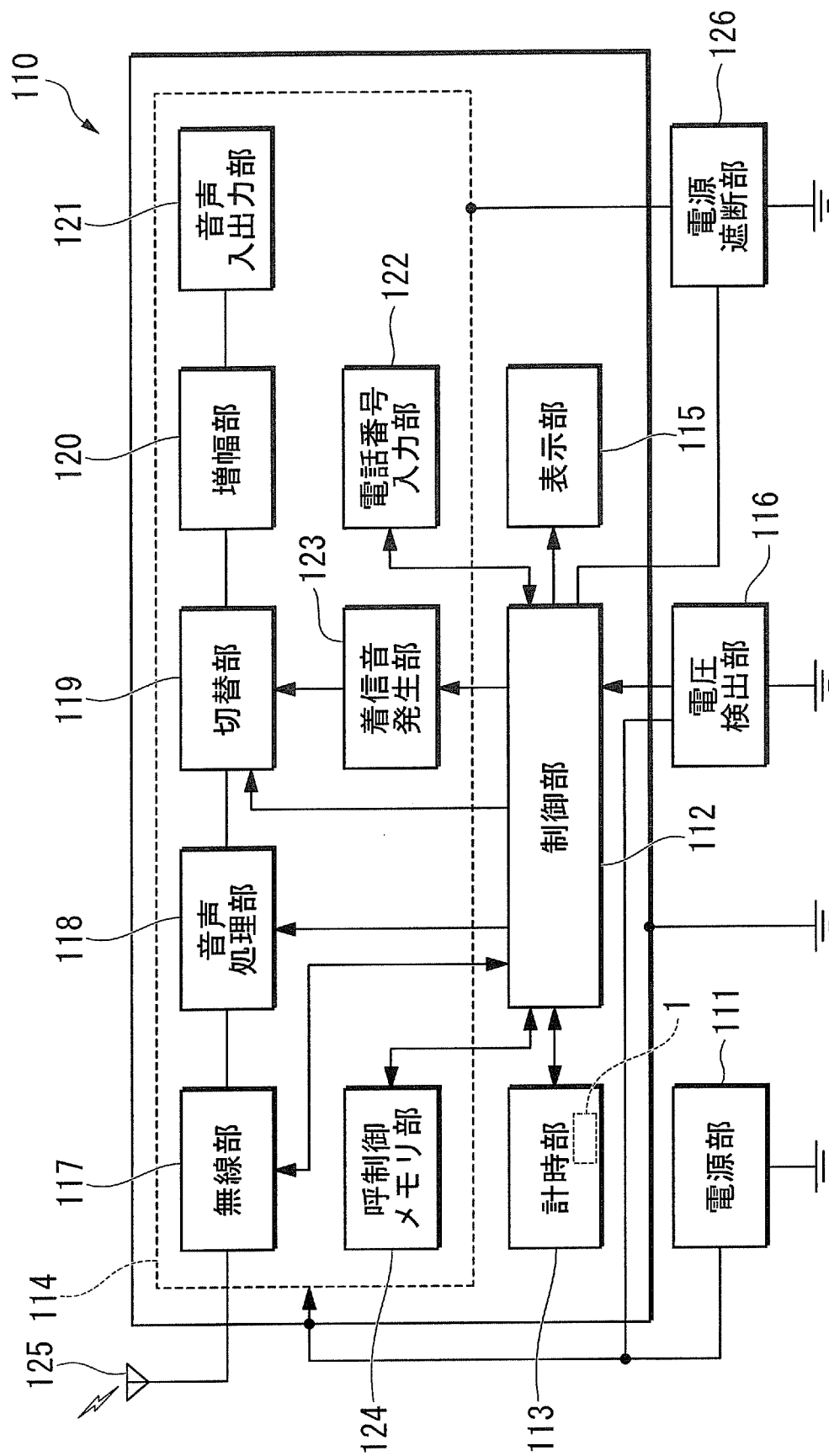
[図17]



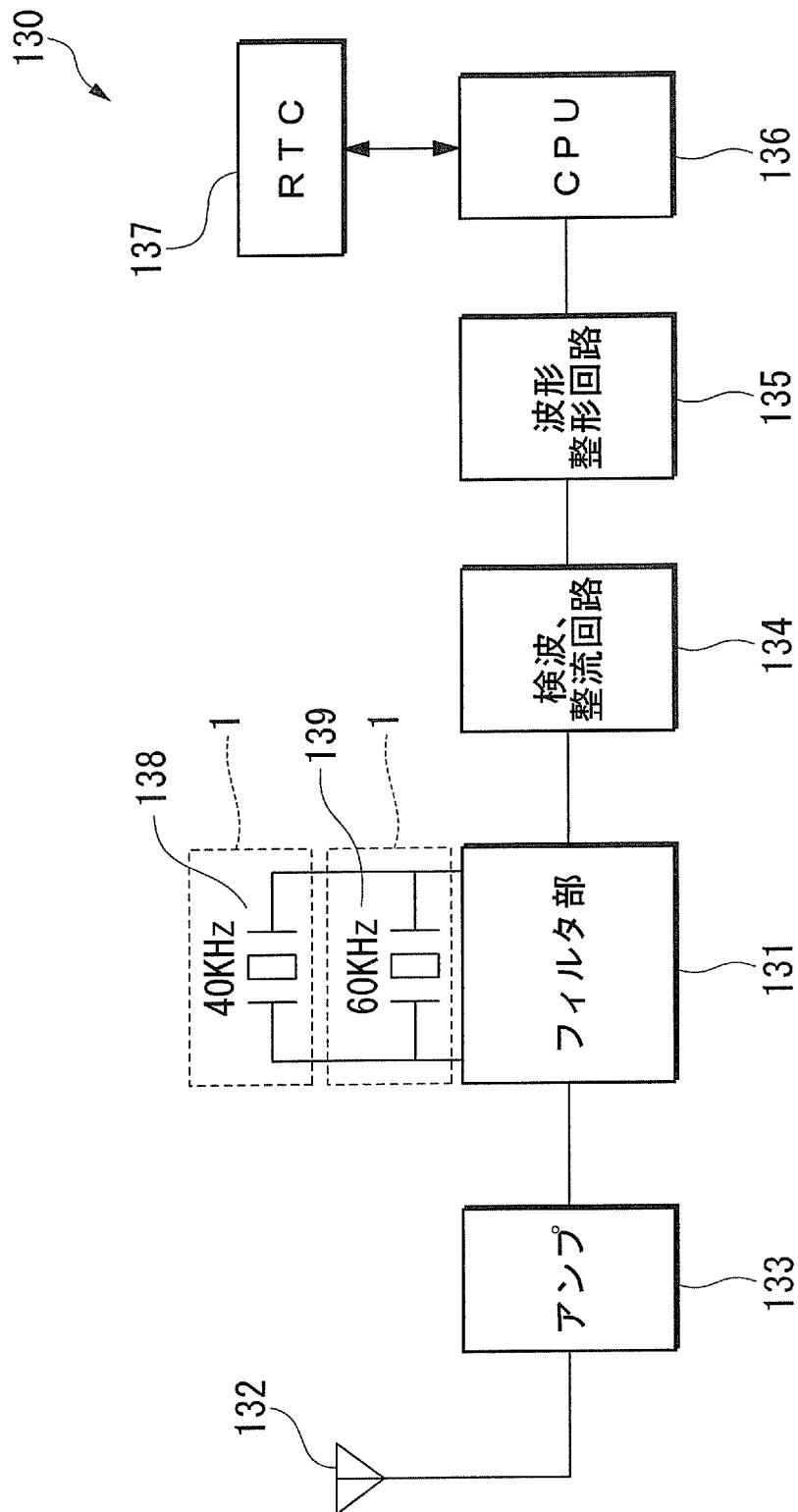
[図18]



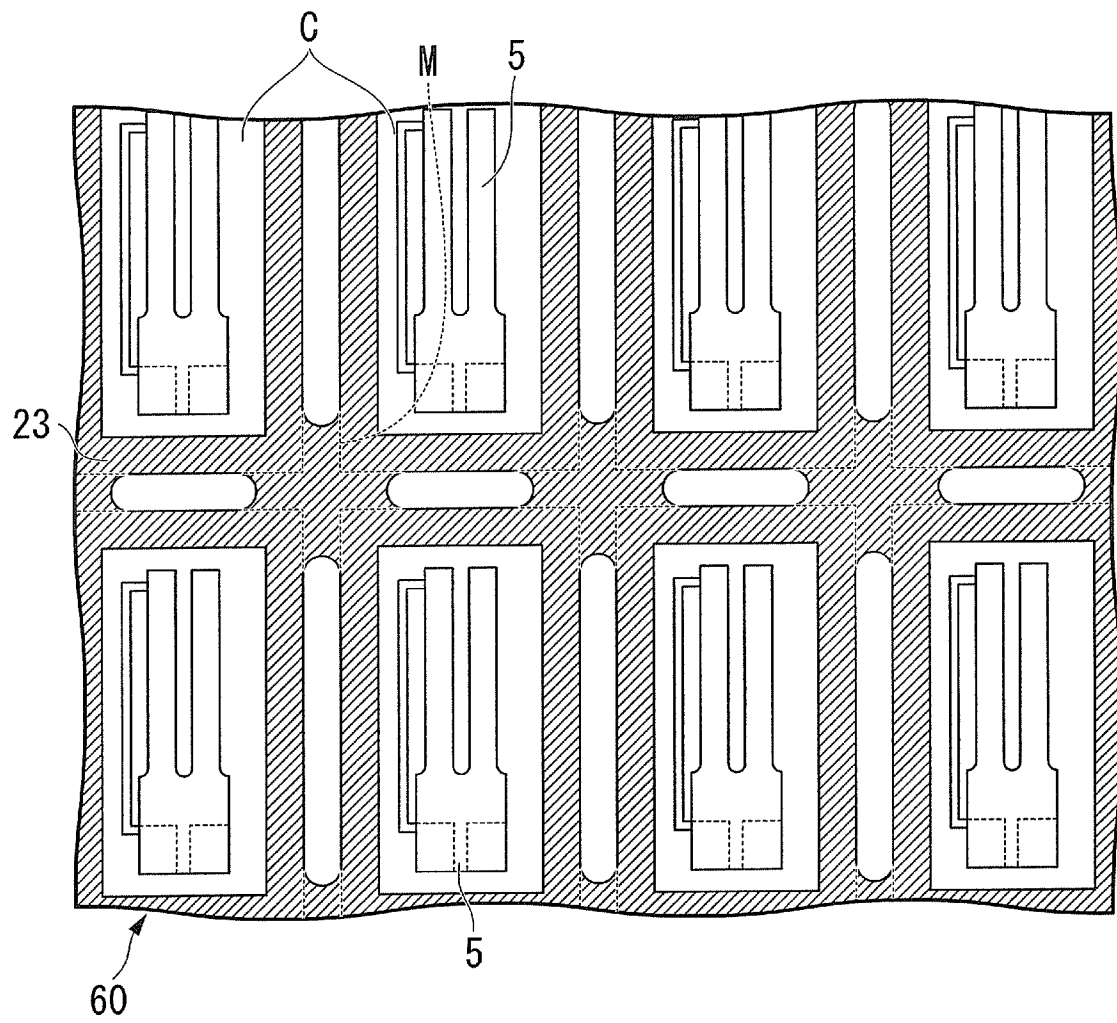
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B33/07(2006.01)i, B23K26/00(2006.01)i, C03B33/09(2006.01)i, H01L21/301(2006.01)i, H03H3/02(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)

C03B33/07, B23K26/00, C03B33/09, H01L21/301, H03H3/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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 Y	JP 2004-182530 A (Kabushiki Kaisha Emikku), 02 July, 2004 (02.07.04), Claims; Par. Nos. [0015] to [0019]; Figs. 1, 2, 5 to 7 (Family: none)	1, 4 2, 3, 5-11
X Y	JP 2008-252805 A (Kyocera Kinseki Corp.), 16 October, 2008 (16.10.08), Claims; Par. Nos. [0018] to [0026]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	7, 8 2, 3, 5-11

☒ 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

"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
07 April, 2009 (07.04.09)

Date of mailing of the international search report
14 April, 2009 (14.04.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053337

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-346782 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 04 December, 2002 (04.12.02), Claim 3 & US 2004/0056008 A1 & KR 10-2002-0088296 A & TW 496807 B & CN 1386606 A	3
Y	JP 2006-157872 A (Seiko Instruments Inc.), 15 June, 2006 (15.06.06), Claims 9, 11, 13 & US 2006/0091765 A1	9-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C03B33/07(2006.01)i, B23K26/00(2006.01)i, C03B33/09(2006.01)i, H01L21/301(2006.01)i, H03H3/02(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 (I P C))

Int.Cl. C03B33/07, B23K26/00, C03B33/09, H01L21/301, H03H3/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 Y	JP 2004-182530 A (株式会社エミック) 2004.07.02, 特許請求の範囲、【0015】 - 【0019】、図1, 2, 5 - 7 (ファミリーなし)	1, 4 2, 3, 5-11
X Y	JP 2008-252805 A (京セラキンセキ株式会社) 2008.10.16, 特許請求の範囲、【0018】 - 【0026】、図1 - 6 (ファミリーなし)	7, 8 2, 3, 5-11

☒ 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
「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
「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

0 7 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

山崎 直也

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

4 T

3 2 3 4

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 2002-346782 A (サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド) 2002. 12. 04, 請求項 3 & US 2004/0056008 A1 & KR 10-2002-0088296 A & TW 496807 B & CN 1386606 A	3
Y	JP 2006-157872 A (セイコーインスツル株式会社) 2006. 06. 15, 請求項 9, 11, 13 & US 2006/0091765 A1	9-11