

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-242123
(P2012-242123A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012. 12. 10)

(51) Int.Cl.
GO 1 L 9/00 (2006.01)

F I
GO 1 L 9/00 3 0 7

テーマコード (参考)
2 F 0 5 5

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2011-109566 (P2011-109566) 平成23年5月16日 (2011. 5. 16)	(71) 出願人 000006507 横河電機株式会社 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 (72) 発明者 関森 幸満 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横 河電機株式会社内 Fターム(参考) 2F055 BB20 CC55 DD05 EE39 FF07 GG12
-----------------------	--	---

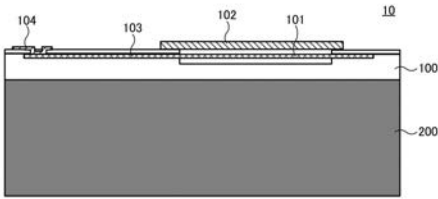
(54) 【発明の名称】 振動式圧力トランスデューサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 振動式圧力トランスデューサにおいて、圧力計測範囲を拡大する。

【解決手段】 振動子101と、振動子を覆うシェル102とを備えたシリコン基板100と、シリコンよりもヤング率の大きい部材で形成され、シリコン基板101に接合された補助基板200とを備えた振動式圧力トランスデューサ。補助基板は、ヤング率の大きい材料の結晶方位が最大となる方向が、前振動子の長さ方向と平行となるように接合し、シリコン基板よりも厚い。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動子と、前記振動子を覆うシェルとを備えたシリコン基板と、シリコンよりもヤング率の大きい材料で形成され、前記シリコン基板に接合された補助基板と、を備えたことを特徴とする振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 2】

前記補助基板は、前記ヤング率の大きい材料の結晶方位が最大となる方向が、前記振動子の長さ方向と平行となるように接合されたことを特徴とする請求項 1 に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 3】

前記補助基板は、前記シリコン基板よりも厚いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 4】

前記補助基板は、前記シリコン基板の振動子形成面の裏面に接合されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 5】

前記補助基板は、前記裏面の全面に接合されていることを特徴とする請求項 4 に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 6】

前記補助基板は、前記シリコン基板の振動子形成面に接合されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 7】

前記補助基板は、前記振動子を覆うシェルとして接合されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3、6 のいずれか 1 項に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 8】

前記補助基板にダイヤフラムが形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【請求項 9】

絶対圧センサとして機能する請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の振動式圧力トランスデューサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動式圧力トランスデューサに関し、特に、振動式圧力センサの圧力計測範囲を拡大させる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

真空室内に微細な振動子を形成し、この振動子に加えられる歪を高精度に測定する振動式トランスデューサは、振動式センサチップとして圧力センサ等に用いられている。

【0003】

図 11 は、振動式トランスデューサを圧力センサに適用した振動式圧力センサチップの構成例を示す図である。本図に示すように振動式圧力センサチップ 50 は、裏面にダイヤフラム 505 が形成されたシリコン基板 500 に 4 本の振動子 501（便宜的に 1 つの振動子のみ符号を付している）が形成され、2 本の振動子を組として 2 つのシェル 502 で覆われている（便宜的に 1 つのシェルのみ符号を付している）。

【0004】

シリコン基板 500 上には、端子として、それぞれの振動子 501 に接続するためのボンディングパッド 503 a、ボンディングパッド 503 b、ボンディングパッド 503 c、ボンディングパッド 503 d と、それぞれのシェル 502 に接続するためのボンディングパッド 503 e、ボンディングパッド 503 f と、シリコン基板 500 の電位を定める

10

20

30

40

50

ためのボンディングパッド 503 g が形成されている。

【0005】

振動式圧力センサチップ 50 は、ボンディングパッド 503 から与えられる電圧による静電力等によって、シリコンで形成され、両端がシリコン基板 500 に固定された振動子 501 を励振し、ダイアフラム 505 を介して振動子 501 に印加された歪を振動子 501 の共振周波数の変化として検出することで圧力の測定を行なう。共振周波数の変化は、ボンディングパッド 503 から取り出される電気信号に基づいて検出することができる。

【0006】

また、図 12 は、振動式トランスデューサを圧力センサに適用した場合の別構成例である。本図に示すように振動式圧力センサチップ 300 は、ダイアフラム 302 が形成されたシリコン基板 301 に振動子 310 が形成され、シェル 320 により覆われている。シェル 320 内は、振動子 310 の機械的 Q 値を高くするために真空度の高い真空室となっており、封止材 330 によって封止されている。

10

【0007】

図 11、図 12 に示した振動式圧力センサチップ 50、振動式圧力センサチップ 300 は、静圧、差圧両方を測定するためのセンサとなっており、差圧も測定するために、ダイアフラム 505、ダイアフラム 302 を備え、ダイアフラムの上面側と下面側とを隔てる構造となっている。また、図 12 に示すように、シリコン基板 301、500 の下面にガラス台座 340 を接合し、ガラス台座 340 を介して伝送器等に固定される。

【0008】

20

ガラス台座 340 は、シリコンとガラスとの熱膨張係数を合わせることによって、ダイアフラムへの熱応力を抑え、陽極接合可能なガラスが使用されている。ガラスは、いろいろな種類が用いられるが、いずれの場合もシリコンよりもヤング率が小さく、高圧力による歪が生じやすい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2005-347676 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0010】

振動式圧力センサチップでは、振動子の歪の変化を検出して計測を行なう。このため、振動子には張力を与えておく必要がある。しかしながら、超高圧の静圧圧力の計測の際には、振動子の両端を固定するシリコン基板に縮みが生じ、計測に必要な振動子の張力を保てなくなる。このため、従来の振動式圧力センサチップでは超高圧の静圧圧力の計測が困難であり、圧力計測範囲にシリコンの物性による制限が生じていた。

【0011】

そこで、本発明は、振動式圧力トランスデューサにおいて、圧力計測範囲を拡大することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0012】

上記課題を解決するため、本発明の振動式圧力トランスデューサは、振動子と、前記振動子を覆うシェルとを備えたシリコン基板と、シリコンよりもヤング率の大きい材料で形成され、前記シリコン基板に接合された補助基板と、を備えたことを特徴とする。

【0013】

ここで、前記補助基板は、前記ヤング率の大きい材料の結晶方位が最大となる方向が、前記振動子の長さ方向と平行となるように接合されたことが望ましい。

【0014】

また、前記補助基板は、前記シリコン基板よりも厚いことが望ましい。また、前記補助基板は、前記シリコン基板の振動子形成面の裏面に接合することができる。このとき、前

50

記補助基板は、前記裏面の全面に接合することができる。

【0015】

あるいは、前記補助基板は、前記シリコン基板の振動子形成面に接合するようにしてもよい。あるいは、前記補助基板は、前記振動子を覆うシェルとして接合するようにしてもよい。前記補助基板にダイアフラムを形成してもよいし、ダイアフラムを形成せずに絶対圧センサとして機能させるようにしてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、振動式圧力トランスデューサにおいて、圧力計測範囲を拡大することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態である振動式圧力センサチップの構成例を示す断面図である。

【図2】本発明の実施形態である振動式圧力センサチップの構成例を示す上面図である。

【図3】振動式圧力センサチップの製造工程例を説明する図である。

【図4】振動子を形成したシリコン基板と同じ厚さのシリコン基板を、サファイア基板を挟むように接合した構造を示す図である。

【図5】ヤング率の大きい材料をシェルとした構造を示す断面図である。

【図6】ヤング率の大きい材料をシェルとした構造を示す上面図である。

【図7】ヤング率の大きい材料をシェルの近傍に配置した構造を示す図である。

20

【図8】シリコン基板の裏面の一部にヤング率の大きい材料基板を接合した構造を示す図である。

【図9】差圧センサ構造に適用した場合の構造を示す図である。

【図10】振動式圧力センサチップの別構成例を示す図である。

【図11】振動式トランスデューサを圧力センサに適用した場合の従来の構成例である。

【図12】振動式トランスデューサを圧力センサに適用した場合の従来の別構成例である。

。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施形態である振動式圧力センサチップの構成例を示す側面図であり、図2は、上面図である。

30

【0019】

本実施形態において、振動式圧力センサチップ10は、振動子101、シェル102、配線103、ボンディングパッド104が形成されたシリコン基板100の裏面全面に補助基板として機能するサファイア基板200が接合された構造となっている。シリコン基板100表面の構造は従来と同様とすることができる。

【0020】

本構成例では、シリコン基板100にダイアフラム等を形成せず、ダイアフラム等に歪が吸収されない構造となっている。このため、シリコン基板100とサファイア基板200の合成された静圧歪が振動子101に伝わるようになっている。

40

【0021】

すなわち、本構成例の振動式圧力センサチップ10は、ダイアフラムを持たない構造の絶対圧センサである。振動式圧力センサでは、絶対圧を計測する場合、ダイアフラム等の湾曲歪を必ずしも必要としないので、振動式圧力センサチップ10は、ダイアフラムを形成せずに、振動子101の長さ方向に掛かる静圧によって発生する歪の変化を計測する。

【0022】

本構成例では、シリコン基板100と、ヤング率の大きなサファイアで形成したサファイア基板200とが接合されるため、双方の基板厚さの比によって、静圧が印加されたときの歪量が決まってくる。サファイア基板200の方を厚くすることによって、サファイアよりもヤング率の小さいシリコンの影響を小さくし、単位圧力当たりの歪量を小さくで

50

きる。このため、超高圧下でも振動子 101 の張力を保つことができ、シリコン基板とガラス台座とを接合して構成される従来の振動式圧力センサチップよりも高圧力の計測が可能となる。

【0023】

本構成例の振動式圧力センサチップ 10 は、例えば、図 3 (a) に示すようなシリコン振動子 101 を形成したシリコン基板 100 a に対して、図 3 (b) に示すように、素子面と反対面側の基板部分 100 b (図中破線部) を研削加工して、薄肉化することでシリコン基板 100 を形成し、シリコン基板 100 よりも厚いサファイア基板 200 を接合した構造となっている。

【0024】

サファイア基板 200 は、ヤング率が最大となる結晶方位が、振動子 101 の長さ方向と平行となるように接合することが望ましい。ウェーハ接合後は、ダイシングを行なうことにより、チップ化することができる。

【0025】

シリコンとサファイアとは、熱膨張係数に開きがあるため、加工プロセスは高温のプロセスとしないようにする必要がある。このため、シリコン基板 100 上に形成されるシリコン振動子 101 などにおいて高温プロセスとなるプロセスを終えた後、サファイア基板 200 の接合を行なうようにする。シリコン基板 100 とサファイア基板 200 との接合は、プラズマを利用して表面を活性化する接合方法によって行なうことができる。

【0026】

本構成例では、補助基板としてサファイア基板 200 を接合しているが、シリコンよりもヤング率の大きい LiTaO_3 、 LiNbO_3 、 SiC 、 AlN 、窒化珪素、アルミナ、ジルコニア、サーメットなどの材料 (以下、「ヤング率の大きい材料」と総称する) に変更しても同様の効果を得ることができる。これらの材料は、絶縁体であることが望ましいが、絶縁体に限定されるものではない。シリコン基板 100 と接合する材料のヤング率とシリコンのヤング率との比を考慮して材料を選択することで、計測する圧力レンジ毎のセンサの最適感度を得ることができる。

【0027】

また、本構成例では、シリコン基板 100 にサファイア基板 200 を接合した 2 層構造としているが、3 層以上の積層構造となってもよい。例えば、図 4 に示す振動式圧力センサチップ 10 a のように、振動子 101 を形成したシリコン基板 100 と同じ厚さのシリコン基板 220 を、サファイア基板 200 を挟むように接合するようにしてもよい。このような構造とすることで、振動式圧力センサチップ 10 b が反るように発生する応力を緩和することができる。

【0028】

また、シリコン基板 100 の裏面に代えて、あるいは裏面に加え、振動子形成面側に補助基板としてヤング率の大きい材料を貼り付けるようにしてもよい。少なくとも振動子 101 の固定端からもう一方の固定端まで伸びるように貼り付けることによって、振動式圧力センサチップが反るように発生する応力が振動子 101 に与える影響を緩和することができる。

【0029】

例えば、図 5、図 6 に示す振動式圧力センサチップ 10 b のように、ヤング率の大きい材料をシェル 102 b とした構造としてもよい。この場合、ヤング率の大きい材料に挟み込まれるように振動子 101 が配置されるため、ヤング率の大きい材料の影響を得やすい構造となる。また、通常であれば、シェルの耐圧を得るためにシェルの厚さを厚くする必要があるが、ヤング率の大きい材料をシェルの構成部材とすることで、従来よりも薄い厚さでシェルの強度を確保できる。このため、シリコンの物性影響を小さくして、ヤング率の大きい材料の物性影響を大きくできるメリットもある。このとき、図 6 のように、振動式圧力センサチップ 10 b の横幅までシェル 102 b の幅を広げると、圧力による発生歪が均等に掛かるようになるため、性能を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0030】

また、図7に示す振動式圧力センサチップ10cのように、ヤング率の大きい材料105をシェル102の近傍に配置した構造としてもよい。この場合、ヤング率の大きい材料105を、シェル102を挟み込むように配置し、振動子101の両固定端よりも外側からヤング率の大きい材料105がつながるようにすると、圧力による発生歪が均等に掛かるようになるため、性能を向上させることができる。

【0031】

シリコン基板100とサファイア基板200等との接合については、ダイレクトボンディングを例示しているが、シリコン基板100側、サファイア基板200側、またはその両方の接合面に接合の相性がよい膜を成膜しておくことで、十分な接合強度を得る接合方法を用いてもよい。

10

【0032】

例えば、シリコン基板100側に酸化膜を形成し、酸化膜とサファイア基板200とを接合する組み合わせ、サファイア基板200側にシリコンを成膜し、シリコン基板100とシリコンとの接合をする接合する組み合わせ、シリコン基板100とサファイア基板200双方に酸化膜成膜する組み合わせなどがある。また、金属膜を介しての金属接合や、共晶接合などを行なうようにしてもよい。

【0033】

サファイア基板200等の接合は、裏面全面に接合した方が簡易的に構成できるが、必ずしも裏面全面への接合でなくてもよい。例えば、シリコン基板100をセンサチップに切り出した後、サファイア基板200等のヤング率の大きい材料基板を接合するようにして、製作するチップ毎に使用する材料基板を変更することで、所望の圧力レンジのセンサチップ製造対応が可能となる。このとき、ヤング率の大きい材料基板の部材面積を少なくできれば、基板の取れ数が多くなることによってコストを低減することが可能となる。例えば、図8に示す振動式圧力センサチップ10dのように、振動子101の両固定端よりも外側からヤング率の大きい材料基板211がつながるようにすると、圧力による発生歪が均等に掛かるようになるため、性能を向上させることができる。

20

【0034】

また、本発明は、図9に示す振動式圧力センサチップ150のように、差圧センサ構造に適用することもできる。シリコン基板151にヤング率の大きい材料基板152を接合した後、ヤング率の大きい材料基板152に凹部を形成してダイヤフラム153を形成することで、ダイヤフラム153の変位を歪で計測する差圧センサとすることができる。

30

【0035】

このような構造とすることで、振動式圧力センサチップ150は、高圧の静圧下でも差圧の測定が可能となる。また、ヤング率の大きい材料基板152としてサファイアのような高耐食性材料を用いると、腐食性の測定媒体であっても計測が可能となるメリットも得ることができる。

【0036】

また、図10に示すようなダイヤフラム163の内部と境界部とに振動子およびシェル161、162を配置した構成の振動式圧力センサチップ160の裏面にサファイア等のヤング率の大きい材料基板を接合させる構造としてもよい。

40

【符号の説明】

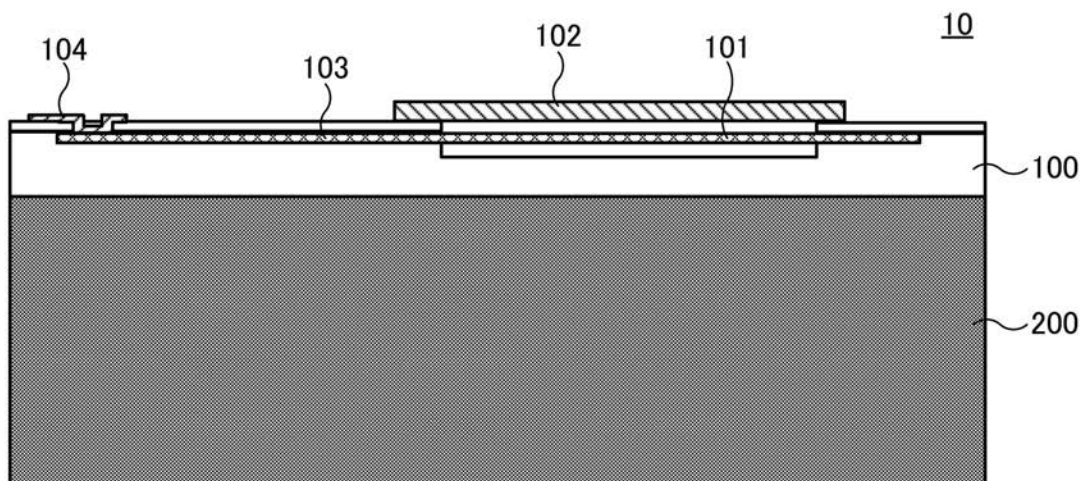
【0037】

10…振動式圧力センサチップ、50…振動式圧力センサチップ、100…シリコン基板、101…振動子、102…シェル、103…配線、104…ボンディングパッド、105…ヤング率の大きい材料、150…振動式圧力センサチップ、151…シリコン基板、152…ヤング率の大きい材料基板、153…ダイヤフラム、160…振動式圧力センサチップ、161…振動子およびシェル、162…振動子およびシェル、163…ダイヤフラム、200…サファイア基板、211…ヤング率の大きい材料基板、220…シリコン基板、300…振動式圧力センサチップ、301…シリコン基板、302…ダイヤフラム

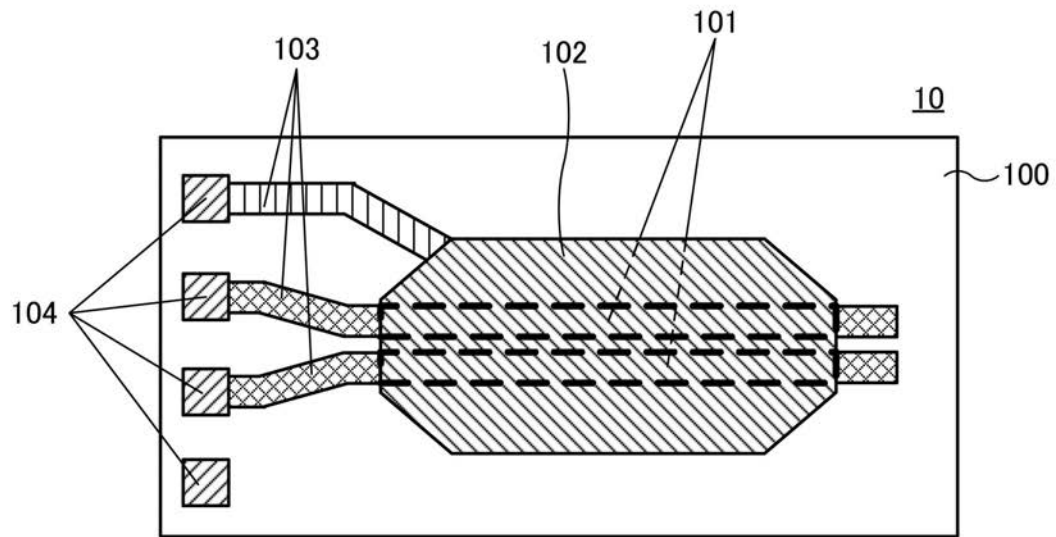
50

、 3 1 0 … 振 動 子、 3 2 0 … シ ェ ル、 3 3 0 … 封 止 材、 3 4 0 … ガ ラ ス 台 座、 5 0 0 … シ
リ コ ン 基 板、 5 0 1 … 振 動 子、 5 0 2 … シ ェ ル、 5 0 3 … ボ ン デ ィ ン グ パ ッ ド、 5 0 5 …
ダ イ ア フ ラ ム

【 図 1 】

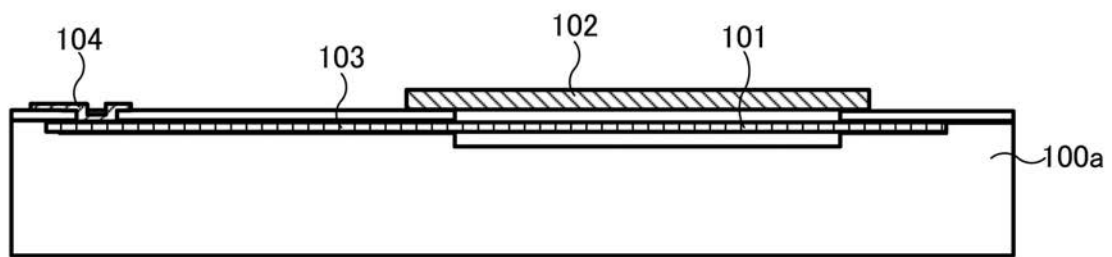


【図 2】

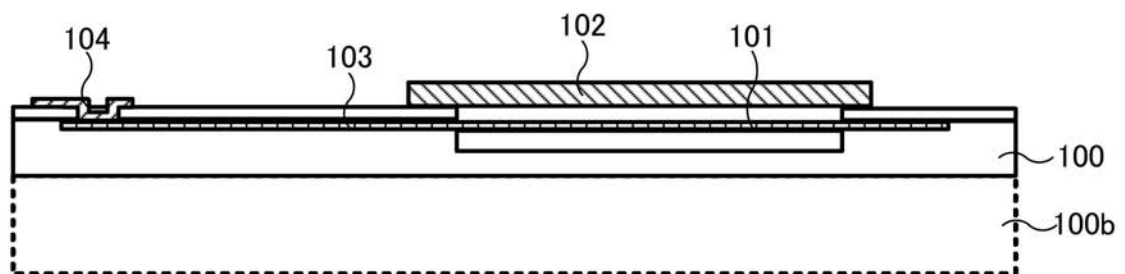


【図 3】

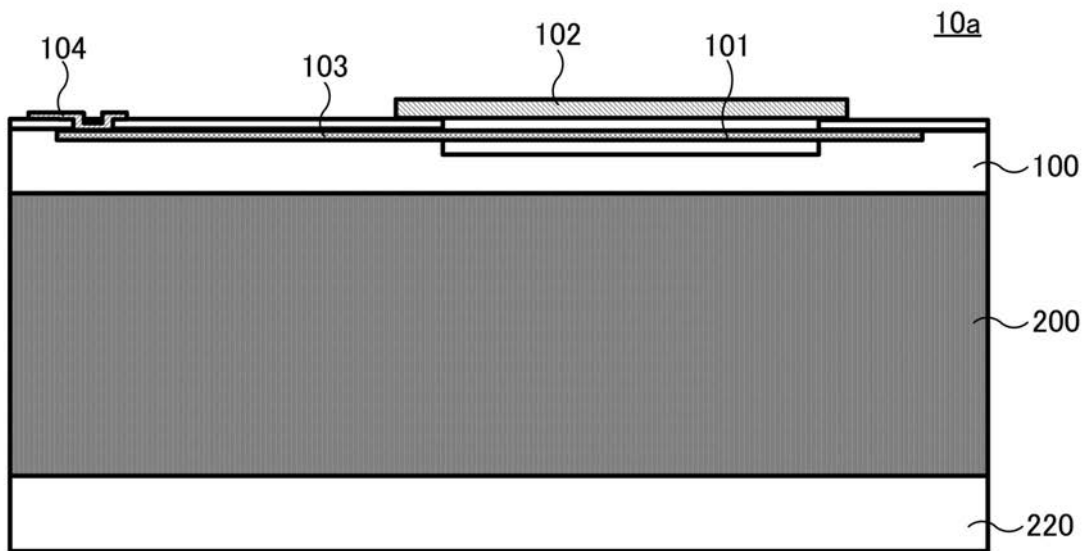
(a)



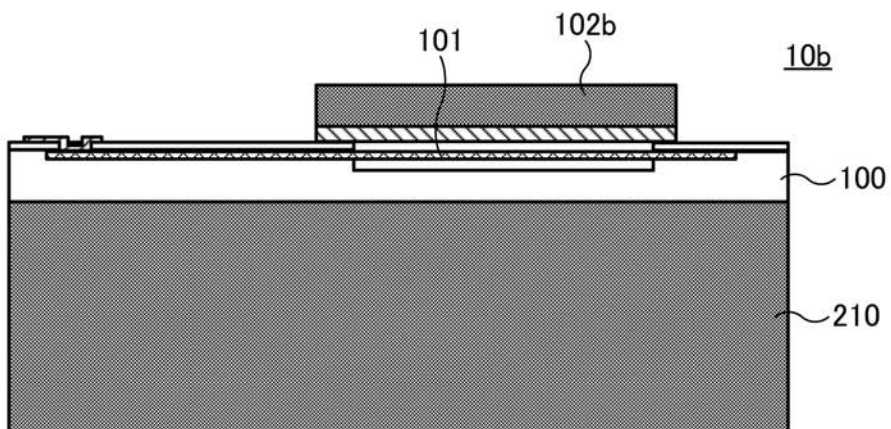
(b)



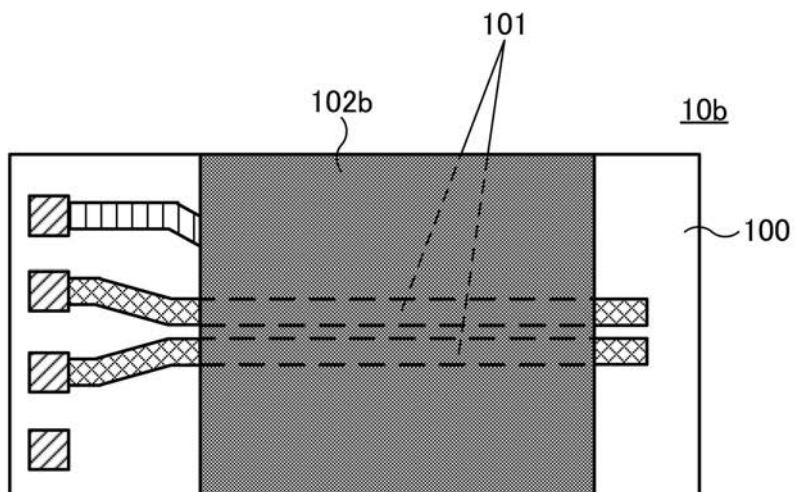
【図 4】



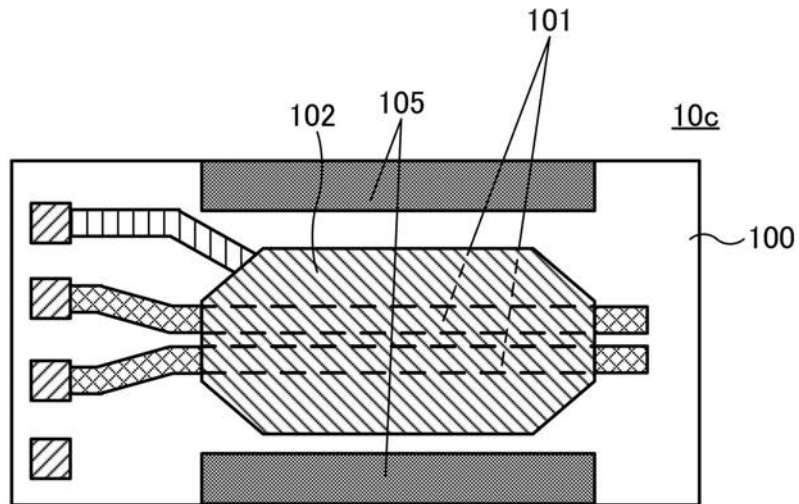
【図 5】



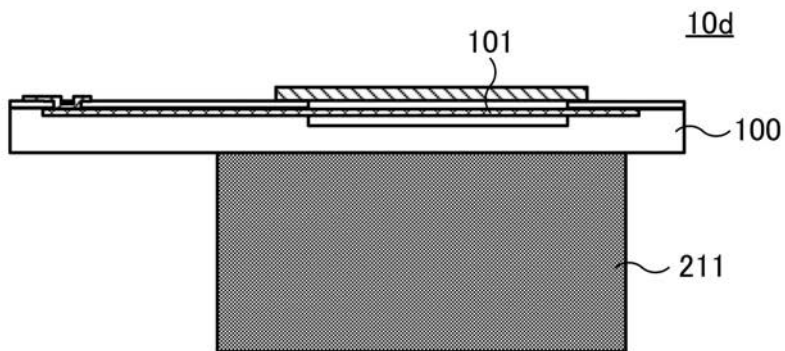
【図 6】



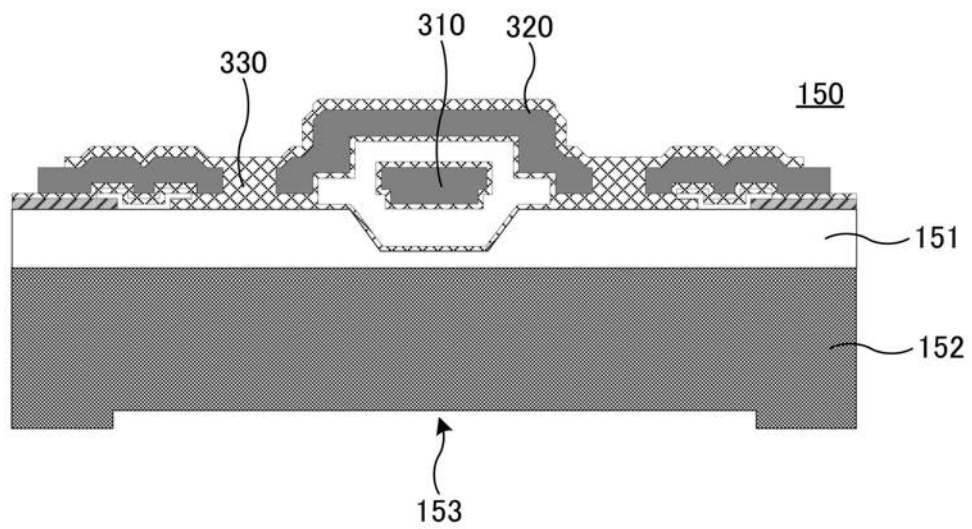
【図 7】



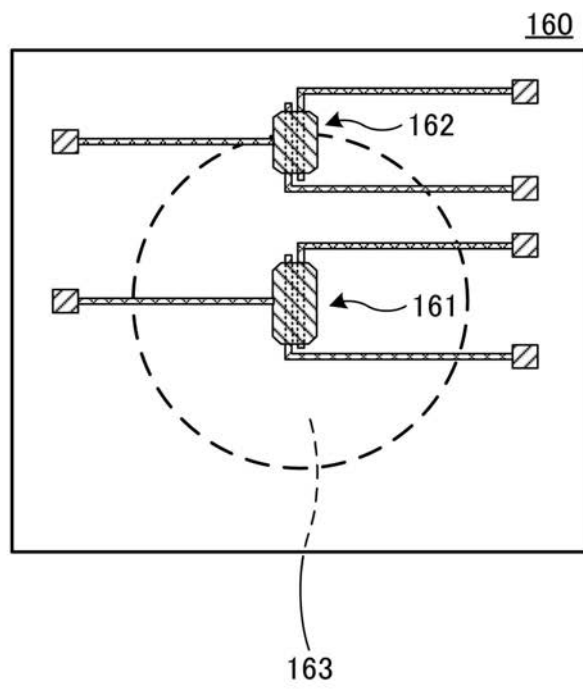
【図 8】



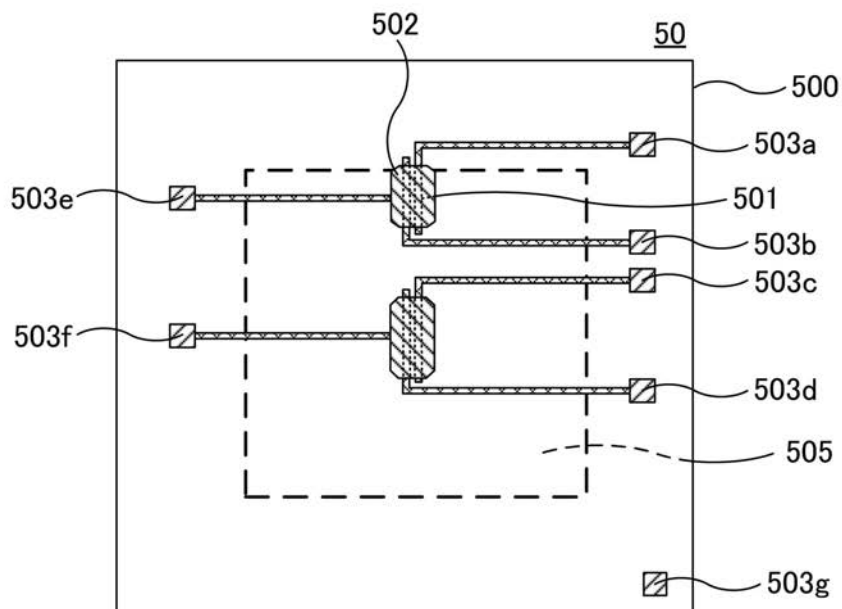
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 1 2】

