

(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2013-125855
(P2013-125855A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 1/02 (2006.01)	H05K 1/02 G	4E068
H05K 3/00 (2006.01)	H05K 3/00 N	5E338
B23K 26/00 (2006.01)	H05K 3/00 X	
C04B 41/91 (2006.01)	B23K 26/00 D	
	B23K 26/00 H	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-273631 (P2011-273631)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成23年12月14日 (2011.12.14)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	吉池 政史
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	4E068 AD00 CA02 CA03 CA15 CB02 CD01 CE03 CE04 DA11 DB12 5E338 AA18 BB47 EE33

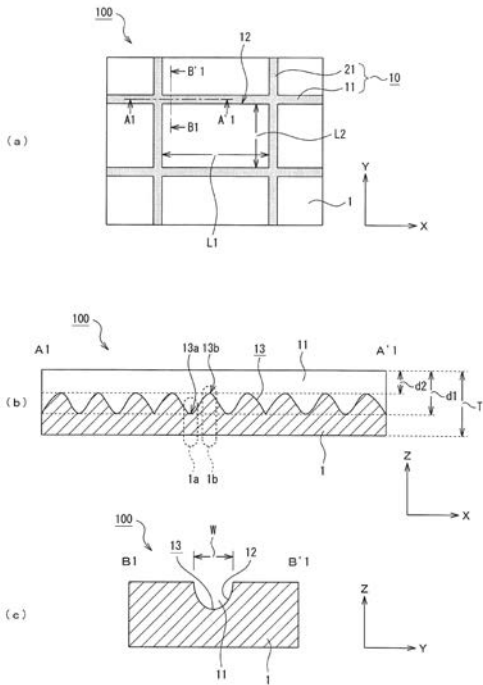
(54) 【発明の名称】 セラミック基板、電子デバイス及び電子機器と、電子デバイスの製造方法及びセラミック基板の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】端面の割れ、欠けの発生を抑制することができるセラミック基板、電子デバイス及び電子機器と、電子デバイスの製造方法及びセラミック基板の製造方法を提供する。

【解決手段】セラミックからなる基材1と、前記基材1の一方の面側に形成された溝部11、21と、を備えている。前記溝部11、21の平面視による形状は帯状である。また、前記溝部11、21の底面13のうちの第1の底面13aと前記一方の面との間の距離は、前記溝部11、21の底面13であって前記第1の底面13aとは異なる位置にある第2の底面13bと前記一方の面との間の距離よりも大きい。溝部11、21の平面形状は帯状であり、溝部11、21の側面12は平面又は緩やかに湾曲した面となっている。この側面12は、セラミック基板10を分割した後は、分割後のセラミック基板の端面となる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

平面視による形状が直線部を含む溝部を表面に備えているセラミック基板であって、前記溝部の底面には凹凸を備えていることを特徴とするセラミック基板。

【請求項 2】

前記溝部が交差している交差領域を有し、

前記交差領域の底面は、前記溝部が交差していない領域の底面よりも、前記表面との間の距離が大きいことを特徴とする請求項 1 に記載のセラミック基板。

【請求項 3】

前記溝部の底面は、前記溝部の延設方向に凹凸が連続して配置されている形状であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のセラミック基板。

10

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載のセラミック基板から分割して取得した基板と、

電子部品と、を備えていることを特徴とする電子デバイス。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載のセラミック基板に電子部品を搭載する工程と、

20

前記電子部品を搭載した後に前記セラミック基板を分割する工程と、を含むことを特徴とする電子デバイスの製造方法

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載のセラミック基板から分割して取得した基板に電子部品を搭載する工程を含むことを特徴とする電子デバイスの製造方法

【請求項 8】

セラミック基板の表面にレーザーを照射して溝部を形成する方法であって、

平面視による形状が直線部を含む側面を形成する側面形成工程と、

底面に凹凸を形成する底面加工工程と、を備えていることを特徴とするセラミック基板の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、セラミック基板、電子デバイス及び電子機器と、電子デバイスの製造方法及びセラミック基板の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

セラミック基板は電気絶縁性に優れており、小型、薄型化も可能なことから、圧電デバイス用の基板として、今後多用されることが期待されている。圧電デバイスの製造工程において、セラミック基板は、初めに 1 枚の大きな基板で用意され、この大きな基板を複数枚の基板に分割される。そして、分割された複数枚のセラミック基板の各々に圧電素子（水晶の振動片等）が取り付けられる。なお、圧電素子の取り付けは、セラミック基板を分割する前に行われる場合と、分割後に行われる場合とがある。

40

【0003】

従来、セラミック基板の分割は、焼成前のセラミック基板の表面に金型を押し付けて溝（即ち、ブレイクライン）を形成し、焼成後の基板をこのブレイクラインに沿って割ることにより行われていた。或いは、セラミック基板の分割は、レーザー光によるミシン目加工により行われていた。

レーザー光によるミシン目加工とは、焼成後のセラミック基板の表面にレーザー光を一定の間隔で照射してミシン目状の連続する孔を形成する方法のことである。このミシン目

50

状の連続する孔をブレイクラインとして、セラミック基板を分割する。これにより、1枚のセラミック基板から、複数枚のセラミック基板を得る。

【0004】

また、ミシン目加工以外でも、レーザー光を用いたブレイクラインの形成方法として、特許文献1に開示されたものがある。即ち、特許文献1には、セラミック基板の表面にレーザー光を照射して、平面視で楕円が連続した形状のブレイクラインを形成することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特開2004-179556号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したように、特許文献1の方法で形成されるブレイクラインは、平面視で楕円が連続した形状となる。このようなブレイクラインに沿って1枚の大きなセラミック基板を分割すると、分割後の複数のセラミック基板の各々の外周側面（即ち、端面）には、ミシン目加工と比較すれば大きさは小さいものの、楕円に対応した凹凸が残されてしまう。

セラミック基板の端面に凹凸が残されると、この凹凸の凸部が他のセラミック基板や、他の部材、製造装置等と接触して欠けてしまう可能性がある。セラミック基板の端面が欠けてしまうと、基板自体の品質が損なわれてしまう。また、この欠けた片が、他のセラミック基板や、他の部材、製造装置などに付着して、工程環境を悪化させてしまう可能性がある。

20

【0007】

そこで、この発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、欠けの発生を抑制できるようにしたセラミック基板、電子デバイス及び電子機器と、電子デバイスの製造方法及びセラミック基板の製造方法を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係るセラミック基板は、平面視による形状が直線部を含む溝部を表面に備えているセラミック基板であって、前記溝部の底面には凹凸を備えていることを特徴とする。

30

また、上記のセラミック基板において、前記溝部が交差している交差領域を有し、前記交差領域の底面は、前記溝部が交差していない領域の底面よりも、前記表面との間の距離が大きいことを特徴としてもよい。

【0009】

また、上記のセラミック基板において、前記溝部の底面は、前記溝部の延設方向に凹凸が連続して配置されている形状であることを特徴としてもよい。

本発明の別の態様に係る電子デバイスは、上記のセラミック基板から分割して取得した基板と、電子部品と、を備えていることを特徴とする。ここで、本発明の「電子部品」としては、例えば、後述する圧電デバイス120が挙げられる。圧電デバイスには、その種類として、水晶の振動片等が含まれる。

40

【0010】

本発明のさらに別の態様に係る電子機器は、上記の電子デバイスを備えていることを特徴とする。ここで、本発明の「電子機器」としては、例えば、携帯電話、GPS端末、デジタルカメラ、時計（腕時計を含む）、ゲーム機のコントローラ、等が挙げられる。

本発明のさらに別の態様に係る電子デバイスの製造方法は、上記のセラミック基板に電子部品を搭載する工程と、前記電子部品を搭載した後に前記セラミック基板を分割する工程と、を含むことを特徴とする。

【0011】

50

本発明のさらに別の態様に係る電子デバイスの製造方法は、上記のセラミック基板から分割して取得した基板に電子部品を搭載する工程を含むことを特徴とする。

本発明のさらに別の態様に係るセラミック基板の製造方法は、セラミック基板の表面にレーザーを照射して溝部を形成する方法であって、平面視による形状が直線部を含む側面を形成する側面形成工程と、底面に凹凸を形成する底面加工工程と、を備えていることを特徴とする。

【0012】

また、本発明は、以下の各態様であってもよい。

即ち、上記課題を解決するために、本発明の一態様に係るセラミック基板は、セラミックからなる基材と、前記基材の一方の面側に形成された溝部と、を備え、前記溝部の平面視による形状は帯状であり、前記溝部の底面のうちの第1の底面と前記一方の面との間の距離は、前記溝部の底面であって前記第1の底面とは異なる位置にある第2の底面と前記一方の面との間の距離よりも大きいことを特徴とする。ここで、「帯状」とは、平面視で、溝部の幅方向の両側辺が、当該溝部の延設方向に沿って直線となっている形状のことである。

10

【0013】

このような構成であれば、基材であって、第1の底面の下にある第1の部位は、第2の底面の下にある第2の部位よりも薄くて強度が低い。即ち、第2の部位は、第1の部位よりも厚くて強度が高い。この第2の部位が存在することにより、セラミック基板の強度を高く保持することができ、セラミック基板が強度不足で意図せず割れてしまうことを防ぐことができる。また、セラミック基板を分割する工程では、第1の部位よりも第2の部位に力が集中してクラックが生じやすい。そして、第2の部位に生じたクラックを起点として、強度の小さい第1の部位が切断される。このため、セラミック基板を溝部に沿って容易に分割することができる。

20

【0014】

このように、セラミック基板を分割する前の工程では、セラミック基板が強度不足で割れてしまうことを防ぐことができる。また、セラミック基板を分割する工程では、セラミック基板を溝部に沿って容易に分割することができる。このため、セラミック基板は、その取り扱い（即ち、ハンドリング）の容易性と分割の容易性とを両立することができる。

さらに、溝部の平面視による形状（以下、平面形状ともいう。）は帯状であり、溝部の側面は平面又は緩やかに湾曲した面となっている。この側面は、セラミック基板を分割した後は、分割後のセラミック基板の外周側面（即ち、端面）となる。分割後のセラミック基板の端面に凹凸を残さないようにすることができるため、凹凸を起点とする端面の割れ、欠けの発生を抑制することができる。端面が欠け難いため、セラミック基板の品質向上に寄与することができる。また、欠けたセラミック片が、他のセラミック基板や、他の部材、製造装置などに付着することを防ぐことができるので、工程環境の汚染を防止することができる。

30

【0015】

また、上記のセラミック基板において、前記溝部は、平面視による形状が帯状である第1の溝部と、平面視による形状が帯状であり、前記第1の溝部と平面視で交差する第2の溝部と、を有し、前記第1の溝部と前記第2の溝部とが交差する交差領域の底面と前記一方の面との間の距離は、前記溝部であって前記第1の溝部と前記第2の溝部とが交差しない非交差領域の底面と前記一方の面との間の距離よりも大きいことを特徴としてもよい。

40

【0016】

このような構成であれば、セラミック基板の強度に関し、交差領域の強度を非交差領域の強度よりも低くすることができ、交差領域を非交差領域よりも割れ易くすることができる。交差領域が割れやすくなっているため、交差領域を起点として非交差領域方向にクラックが進行し、非交差領域を割ることができる。このため、非交差領域が意図しない方向に割れたり、欠けたりすることを抑制できる。交差領域は、分割後のセラミック基板では角部に相当するため、角部のチッピングを抑制することができる。

50

【 0 0 1 7 】

また、上記のセラミック基板において、前記溝部の底面の少なくとも一部は、縦断面視で、前記溝部の延設方向に沿って凹凸が連続して配置された形状であることを特徴としてもよい。ここで、「縦断面」とは、セラミック基板をその厚さ方向で切断したときの断面のことである。このような構成であれば、溝部の延設方向に沿って、低強度の第1の部位と、高強度の第2の部位とが交互に配置される。従って、ハンドリングの容易性と分割の容易性をそれぞれ高めることができる。

【 0 0 1 8 】

また、上記のセラミック基板において、前記溝部の底面の一部は、縦断面視で、前記溝部の延設方向に沿う直線の形状であることを特徴としてもよい。このような構成であれば、直線の形状を有する（即ち、平坦な）底面の深さを調整することで、ハンドリングの容易性と分割の容易性をそれぞれ調整することができる。

また、上記のセラミック基板において、前記凹凸の形状は波状であることを特徴としてもよい。このような構成であれば、溝部の底面は縦断面視で波の形状（以下、波状ともいう。）となる。波状の底面は、例えば、レーザー加工で形成することができる。

【 0 0 1 9 】

また、上記のセラミック基板において、前記凹凸の形状はノコギリの刃状であることを特徴としてもよい。このような構成であれば、溝部の底面は縦断面視でノコギリの刃のような形状（以下、ノコギリ刃状ともいう。）となる。ノコギリ刃状の底面は、例えば、レーザー加工で形成することができる。

本発明の別の態様に係る圧電デバイスは、上記のセラミック基板と、前記セラミック基板に取り付けられた圧電素子と、を備えていることを特徴とする。このような構成であれば、セラミック基板の端面が欠けにくい圧電デバイスを提供することができる。

【 0 0 2 0 】

本発明のさらに別の態様に係るセラミック基板の製造方法は、セラミックからなる基材の一方の面側に、平面視による形状が帯状である溝部を形成する溝部形成工程と、前記溝部の底面のうちの第1の底面と前記一方の面との間の距離が、前記溝部の底面であって前記第1の底面とは異なる位置にある第2の底面と前記一方の面との間の距離よりも大きくなるように、前記溝部の底面を加工する底面加工工程と、を備えていることを特徴とする。このような構成であれば、欠けの発生を抑制可能なセラミック基板を製造することができる。

【 0 0 2 1 】

また、上記のセラミック基板の製造方法において、前記溝部形成工程では、前記基材の一方の面に第1のレーザー光を照射すると共に、当該第1のレーザー光を前記基材に対して相対的に移動させることにより、前記基材に前記溝部を形成し、前記底面加工工程では、前記溝部の底面に第2のレーザー光を照射すると共に、当該第2のレーザー光を前記溝部の延設方向に沿って相対的に移動させることにより、前記底面を縦断面視で凹凸が連続して配置された形状に加工し、前記第2のレーザー光の発振周波数は、前記第1のレーザー光の発振周波数よりも小さく、且つ、前記第2のレーザー光の前記基材に対する相対的な移動速度は、前記第1のレーザー光の前記基材に対する相対的な移動速度よりも大きいことを特徴としてもよい。

【 0 0 2 2 】

このような方法であれば、溝部形成工程では、平面形状が帯状となるように溝部を形成することができる。また、底面加工工程では、縦断面視による形状（以下、縦断面形状ともいう。）が溝部の延設方向に沿って凹凸が連続して配置された形状となるように底面を加工することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 第1実施形態に係るセラミック基板100の第1の構成例を示す図。

【 図 2 】 セラミック基板100の第2の構成例を示す図。

10

20

30

40

50

【図 3】セラミック基板 100 の第 3 の構成例を示す図。

【図 4】分割後のセラミック基板 110 と、圧電デバイスの構成例を示す図。

【図 5】第 2 実施形態に係るセラミック基板 200 の第 1 の構成例を示す図。

【図 6】セラミック基板 200 の第 2 の構成例を示す図。

【図 7】第 3 実施形態に係る溝部形成装置 300 の構成例を示す図。

【図 8】レーザー発振器 304 によるパルス発振の波形の一例を示す図。

【図 9】ガルバノスキャナ 310 の構成例を示す図。

【図 10】第 3 実施形態に係るセラミック基板の第 1 の製造方法を示す図。

【図 11】第 3 実施形態に係るセラミック基板の第 1 の製造方法を示す図。

【図 12】第 3 実施形態に係るセラミック基板の第 2 の製造方法を示す図。

10

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する各図において、同一の構成を有する部分には同一の符号を付し、その重複する説明は省略する。

(1) 第 1 実施形態

(1.1) 第 1 の構成例

図 1(a) ~ (c) は、本発明の第 1 実施形態に係るセラミック基板 100 の構成例 (第 1 の構成例) を示す平面図及び断面図である。

【0025】

20

図 1(a) ~ (c) に示すように、このセラミック基板 100 は、セラミックからなる基材 1 と、この基材 1 の一方の面 (例えば、表面) の側に形成された溝部 10 と、を備えている。このセラミック基板 100 は複数枚の基板に分割される前の基板である。溝部 10 は、セラミック基板 100 を分割するためのブレイクラインである。また、セラミックの種類としては、例えばアルミナやジルコニア等を主成分とするものが挙げられる。なお、セラミックの種類はこれに限定されるものではなく、任意の材料を選択してよい。

【0026】

図 1(a) ~ (c) に示すように、溝部 10 は、平面視で X 軸方向に延設された第 1 の溝部 11 と、平面視で X 軸方向と直交する Y 軸方向に延設された第 2 の溝部 21 と、を有する。第 1 の溝部 11 の平面視による形状 (即ち、平面形状) は帯状であり、その側面 12 には凹凸が形成されていない。ここで、帯状とは、平面視で、溝部の幅方向の両側辺が、当該溝部の延設方向に沿って直線となっている形状のことである。第 1 の溝部 11 の側面 12 は平面、又は、図 1(c) に示すようにセラミック基板 100 の厚さ方向 (即ち、Z 軸方向) に向かって緩やかに湾曲した面となっている。同様に、第 2 の溝部 21 の平面形状も帯状であり、その側面は平面又は Z 軸方向に向かって緩やかに湾曲した面となっている。

30

【0027】

また、図 1(b) に示すように、第 1 の溝部 11 の底面 13 は、縦断面視で、X 軸方向に沿って複数の凹凸が連続して配置された形状となっている。ここで、「縦断面」とは、セラミック基板 100 をその厚さ方向で切断したときの断面のことである。第 1 の溝部 11 の底面には、凹凸の凹部に対応する底面 (即ち、第 1 の底面) 13a と、凹凸の凸部に対応する底面 (即ち、第 2 の底面) 13b とが存在する。凹部に対応する底面 13a と基材 1 表面との間の距離を d_1 とし、凸部に対応する底面 13b と基材 1 表面との間の距離を d_2 としたとき、距離 d_1 は距離 d_2 よりも大きい ($d_1 > d_2$)。また、図 1(b) に示すように、第 1 の溝部 11 の底面 13 において、隣り合う凹部と凸部とを結ぶ線は曲線となっており、連続した複数の凹凸の縦断面視による形状 (即ち、縦断面形状) は波状となっている。つまり、底面 13 の縦断面形状は波状となっている。

40

【0028】

図 1(b) において、セラミック基板 100 の厚さ T は、例えば 0.5 mm である。また、距離 d_1 は、例えば 0.1 ~ 0.25 mm である。距離 d_2 は、例えば 0.05 ~ 0

50

、1 mm程度である。図1(c)に示すように、第1の溝部11の幅wは、例えば0.02~0.1 mm程度である。なお、図示しないが、第2の溝部21の底面も、縦断面視で、Y軸方向に沿って複数の凹凸が連続して配置された形状となっている。第2の溝部21の底面の縦断面形状も波状であり、その大きさ(d1、d2、w)は、例えば第1の溝部11のそれらと同じ値となっている。

また、図1(a)において、第1の溝部11と第2の溝部21とで平面視で囲まれた領域(即ち、分割後のセラミック基板)の大きさは、例えば、各辺の長さL1、L2が1.5~2.0 mm程度である。次に、セラミック基板100の第2、第3の構成例をそれぞれ説明する。

【0029】

(1.2) 第2の構成例

図2は、セラミック基板100の構成例(第2の構成例)を示す断面図である。図2に示す第2の構成例において、図1(a)~(c)に示した第1の構成例との違いは、溝部10の底面の縦断面形状にある。それ以外の点は第1の構成例と同じであり、溝部10の平面形状は図1(a)に示した通りである。

図2に示すように、この第2の構成例において、第1の溝部11の底面の縦断面形状は、ノコギリ刃状となっている。即ち、底面13の縦断面形状はX軸方向に複数の凹凸が連続して配置された形状となっており、凹凸の凹部と凸部とを結ぶ線は直線となっている。図示しないが、第2の溝部21の底面の縦断面形状も、第1の溝部11と同様に、ノコギリ刃状であってもよい。

【0030】

(1.3) 第3の構成例

図3は、セラミック基板100の構成例(第3の構成例)を示す断面図である。図3に示す第3の構成例において、図1(a)~(c)に示した第1の構成例との違いは、第2の構成例と同様、溝部10の底面の縦断面形状にある。図3に示すように、この第3の構成例において、第1の溝部11の底面13の縦断面形状は、波と直線とを組み合わせた形状となっている。即ち、底面13の一部である底面13cは、その縦断面形状がX軸方向に沿う直線の形状となっている。

図示しないが、第2の溝部21の底面の縦断面形状も、第1の溝部11と同様に、波と直線とを組み合わせた形状であってもよい。また、第1の溝部11の底面の縦断面形状と、第2の溝部21の底面の縦断面形状は、その少なくとも一方が、ノコギリの刃と直線とを組み合わせた形状であってもよい。

【0031】

(1.4) 第1実施形態の効果

本発明の第1実施形態(第1、第2、第3の構成例)によれば、基材1であって、第1の底面13aの下にある第1の部位1aは、第2の底面13bの下にある第2の部位1bよりも薄くて強度が小さい。即ち、第2の部位1bは、第1の部位1aよりも厚くて強度が大きい。第2の部位1bが存在することにより、セラミック基板100の強度を高く保持することができ、セラミック基板100が強度不足で意図せず割れてしまうことを防ぐことができる。

【0032】

また、セラミック基板100を分割する工程では、第1の部位1aよりも第2の部位1bに力が集中してクラックが生じ易い。そして、第2の部位1bに生じたクラックを起点として、強度の小さい第1の部位1aが切断される。このため、セラミック基板100を分割する工程では、セラミック基板100を溝部10に沿って容易に分割することができる。

【0033】

このように、セラミック基板100を分割する前の各工程では、セラミック基板100が強度不足で割れてしまうことを防ぐことができる。また、セラミック基板100を分割する工程では、セラミック基板100を溝部10に沿って容易に割ることができる。この

10

20

30

40

50

ため、セラミック基板 100 は、そのハンドリングの容易性と分割の容易性を両立することができる。

【0034】

さらに、第 1 の溝部 11 の平面形状は帯状であり、第 1 の溝部 11 の側面 12 は平面又は緩やかに湾曲した面となっている。この側面 12 は、図 4 (a) に示すように、分割により得られる複数枚のセラミック基板 110 の各々の外周側面 (即ち、端面) となる。分割後のセラミック基板 110 の端面に凹凸を残さないようにすることができるため、凹凸を起点とする端面の割れ、欠けの発生を抑制することができる。これにより、セラミック基板の品質向上に寄与することができる。また、欠けたセラミック片が、他のセラミック基板や、他の部材、製造装置などに付着することを防ぐことができるので、工程環境の汚染を防止することができる。

10

また、第 3 の構成例によれば、縦断面形状が直線の形状である底面 13c の深さ (即ち、底面 13c と基材 1 表面との間の距離) d_3 を、例えば $d_2 < d_3$ d_1 の範囲内で任意に調整することにより、セラミック基板 100 の強度 (即ち、割れ易さであり、割れ難さでもある) を調整することができる。

【0035】

(2) 第 2 実施形態

本発明では、第 1 の溝部 11 と第 2 の溝部 21 とが交差する交差領域の底面を、溝部 10 であって第 1 の溝部 11 と第 2 の溝部 21 とが交差しない非交差領域の底面よりも深く形成してもよい。第 2 実施形態では、このような形態について、複数の例を挙げて説明する。

20

(2.1) 第 1 の構成例

図 5 (a) 及び (b) は、本発明の第 2 実施形態に係るセラミック基板 200 の構成例 (第 1 の構成例) を示す平面図及び断面図である。

図 5 (a) 及び (b) に示すように、このセラミック基板 200 において、第 1 の溝部 11 と第 2 の溝部 21 とが交差する交差領域の底面 33 は、第 1 の溝部 11 又は第 2 の溝部 21 であって互いに交差しない非交差領域の底面よりも、基材 1 表面から深い位置に形成されている。

【0036】

図 5 (b) に示すように、第 1 の構成例では、第 1 の溝部 11 の非交差領域の底面 13 は、縦断面視で直線である。図示しないが、第 2 の溝部 21 の非交差領域の底面も、縦断面視で直線である。一方、交差領域の底面 33 は、縦断面視で凹部となっている。第 1 の構成例において、非交差領域の底面 13 と基材 1 表面との間の距離を d_4 とし、交差領域の底面 33 と基材 1 表面との間の距離を d_5 としたとき、距離 d_5 は距離 d_4 よりも大きい ($d_5 > d_4$)。距離 d_4 は、例えば 0.05 ~ 0.1 mm である。距離 d_5 は、例えば 0.1 ~ 0.25 mm である。

30

【0037】

(2.2) 第 2 の構成例

また、本発明の第 2 実施形態では、図 5 (b) に示した交差領域の底面 33 と、第 1 実施形態で説明した各構成例とを組み合わせてもよい。

40

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係るセラミック基板 200 の構成例 (第 2 の構成例) を示す断面図である。図 6 に示すように、第 1 の溝部 11 の底面 13 は、縦断面視で、X 軸方向に沿って複数の凹凸が連続して配置された形状となっている。この連続する複数の凹凸の縦断面形状は、例えば波状となっている (又は、図 3 に示したノコギリ刃状であってもよい。)。また、第 1 の溝部 11 と第 2 の溝部 21 とが交差する交差領域の底面 33 は、溝部 10 の非交差領域にある何れの底面よりも、基材 1 表面から深い位置に形成されている。

【0038】

(2.3) 第 2 実施形態の効果

本発明の第 2 実施形態によれば、セラミック基板 200 の強度に関し、交差領域の強度

50

は非交差領域の強度よりも低く、交差領域は非交差領域よりも割れ易い。交差領域が割れやすくなっているため、交差領域を起点として非交差領域方向にクラックが進行し、非交差領域を割ることができる。このため、非交差領域が意図しない方向に割れたり、欠けたりすることを抑制できる。交差領域は、分割後のセラミック基板では角部に相当するため、角部のチップングを抑制することができる。

また、第2の構成例によれば、上記の効果と第1実施形態の効果の両方を奏する。

(3) 第3実施形態

次に、本発明の第3実施形態に係るセラミック基板の製造方法と、その製造方法に適した溝部形成装置について説明する。まず始めに、溝部形成装置の構成例について説明する。

10

【0039】

(3.1) 製造装置

図7は、本発明の第3実施形態に係る溝部形成装置300の構成例を示すブロック図である。図7に示すように、この溝部形成装置300は、PC描画コントローラ301と、レーザー発振コントローラ302と、ガルバノコントローラ303と、レーザー発振器304と、加工ステージ305と、ステージコントローラ306と、装置電源307と、レーザー電源308と、ガルバノスキャナ310とを備えている。

【0040】

PC描画コントローラ301は、例えば、第1、第2実施形態で説明した溝部10の設計に関する情報（例えば、溝部を形成する座標位置（X，Y）、溝部の深さ（距離d1、d2、d3、d4、d5）等）に関する情報を保持している。PC描画コントローラ301は、この設計に関する情報に基づいて、レーザー発振コントローラ302、ガルバノコントローラ303及びステージコントローラ306にそれぞれ制御信号を送信する。

20

【0041】

レーザー発振コントローラ302は、レーザー発振器304に制御信号を送信して、そのレーザーのパルス周期 T （ $=1/f$ 、 f ：発振周波数）、パルス幅、出力を制御する。ガルバノコントローラ303は、ガルバノスキャナ310に制御信号を送信して、ガルバノスキャナ310によるレーザー光の走査動作を制御する。

レーザー発振器304は、レーザー光をガルバノスキャナ310に向けて出射する。レーザー発振器304の種類は、例えば、光励起方式YAGレーザー発振器である。

30

【0042】

加工ステージ305は、基材1を支持するためのステージである。この加工ステージ305は、例えば、ガルバノスキャナ310の直下でステージを水平方向（X軸方向、Y軸方向）に移動するためのスライド機構を有する。ステージを移動させるための駆動力は、図示しない電気モーターから供給される。ステージコントローラ306は、加工ステージ305に制御信号を送信して、ステージの移動動作を制御する。

【0043】

装置電源307は、溝部形成装置300の各部（例えば、PC描画コントローラ301、レーザー発振コントローラ302、ガルバノコントローラ303、ステージコントローラ306、レーザー電源308、ガルバノスキャナ310）にそれぞれ電源を供給する。レーザー電源308は、所定の電流・電圧値に調整され、安定化された電源をレーザー発振器304に供給する。

40

【0044】

図8は、レーザー発振器304によるパルス発振の波形の一例を示す図である。図8において、 T はパルス周期を、 τ はパルス幅（即ち、レーザー光を照射している期間）を示す。レーザー発振器304によるパルス周期 T は例えば10～100 μsec であり、そのパルス幅 τ は例えば60 ns である。なお、上述したように、パルス周期 T 、パルス幅 τ の各長さは、レーザー発振コントローラ302によって制御される。

【0045】

図9は、ガルバノスキャナ310の構成例を示す概念図である。図9に示すように、ガ

50

ルバノスキャナ 310 は、例えば、1 段目のガルバノミラー 312 と、2 段目のガルバノミラー 313 と、f レンズ 314 と、を備えている。レーザー発振器 304 から出射されたレーザー光は、1 段目のガルバノミラー 312、2 段目のガルバノミラー 313、f レンズ 314 を通って、加工ステージ 305 上の対象物（この例では、図示しない基材 1 表面）に照射される。

【0046】

ガルバノミラー 312 はガルバノモーター 312a にミラー 312b が取り付けられた構成になっている。同様に、ガルバノミラー 313 はガルバノモーター 313a にミラー 313b が取り付けられた構成になっている。2 つのガルバノミラー 312、313 がそれぞれレーザー光の入射角を変化させ、加工ステージ 305 上の任意の X Y 座標へとレーザー光を導く。ガルバノモーター 312a、313a がレーザー光の入射角を高速・高精度に変更・制御することで、レーザー光の照射点を高速・高精度に移動・制御することができる。基本的に 1 段目のミラー 312b よりも 2 段目のミラー 313b の方が大きい。f レンズ 314 は、ガルバノミラー 312、313 によって導かれてきたレーザー光が加工ステージ 305 の表面に垂直に照射されるように、レーザー光を屈折・集光させる。

【0047】

（3.2）第 1 の製造方法

次に、セラミック基板の製造方法について説明する。ここでは、図 7 に示した溝部形成装置 300 を用いて、基材 1 の表面に溝部 10 を形成する場合について説明する。

図 10（a）～図 11 は、本発明の第 3 実施形態に係るセラミック基板の製造方法（第 1 の製造方法）を示す概念図である。図 10（a）は平面図であり、図 10（b）は断面図である。

まず始めに、図 7 に示した溝部形成装置 300 の加工ステージ 305 上に、（溝部が形成される前の）基材 1 を配置する。次に、レーザー発振器 304 からガルバノスキャナ 310 を介して、基材 1 の表面上にレーザー光を照射させる。ここでは、例えば、図 9 に示した 1 段目のガルバノミラー 312、及び、2 段目のガルバノミラー 313 がそれぞれレーザー光の入射角を変更させる。或いは、入射角の変更と並行して、ガルバノスキャナ 310 に対して加工ステージ 305 を相対的に移動させてもよい。このような操作により、図 10（a）に示すように、レーザー光を X 軸方向に沿って走査させる。これにより、図 10（a）及び（b）に示すように、基材 1 の表面に平面形状が帯状である第 1 の溝部 11' を形成する（以下、溝部形成工程という。）。

【0048】

溝部形成工程では、例えば後述の底面形成工程と比べて、パルスの周波数 f （ $= 1 / T$ ）を大きくし、且つ、基材 1 の表面に対するレーザー光の相対的な移動速度 v （一定）を遅くする。これにより、各ショットが X 軸方向で被って、重なり合う。この重なり合うところは図 10（a）のように加工され、巨視的に見ると帯状状となる。

なお、本発明者は、上記の溝部形成工程に関し、基材 1 の表面に照射されるレーザー光のスポット径 L を $11 \mu m$ とし、パルス発振の周波数 f を $1 E 5 H z$ とし、レーザー光の移動速度 v を $50 mm / sec$ として、実際に、レーザー光を基材 1 の表面に対して走査してみた。その結果、平面形状が帯状である第 1 の溝部 11' が形成されることを確認した。また、第 1 の溝部 11' の底面はほぼ平坦（即ち、基材 1 の表面とほぼ平行）であり、上記の条件では底面に凹凸は十分に形成されないことも確認した。

【0049】

次に、図 10（b）に示すように、この第 1 の溝部 11' の（ほぼ平坦な）底面 13' に対して、レーザー光を再度照射して、この底面 13' に X 軸方向に沿って連続した凹凸を形成する（以下、底面加工工程という。）。この底面加工工程も、溝部形成工程と同様に、ガルバノスキャナ 310 又は加工ステージ 305 を操作して、レーザー光を平面視で X 軸方向に沿って移動させる。

【0050】

ここで、底面加工工程では、例えば、上記の溝部形成工程と比べて、パルス発振の周波

10

20

30

40

50

数を小さくし、且つ、移動速度 v (一定) を速くする。即ち、溝部形成工程で基材 1 に照射するレーザー光 (第 1 のレーザー光) のパルス発振の周波数を f_1 とし、第 1 のレーザー光の移動速度を v_1 とする。また、底面形成工程で基材 1 に照射するレーザー光 (第 2 のレーザー光) のパルス発振の周波数を f_2 とし、第 2 のレーザー光の移動速度を v_2 とする。このとき、 $f_1 > f_2$ 、且つ、 $v_1 < v_2$ とする。これにより、底面 13' に凹凸を形成し、例えば図 1 (a) ~ (c) に示した第 1 の溝部 11 を完成することができる。

【0051】

或いは、上記の底面加工工程では、レーザー光の 1 ショット (1 パルス) で形成できる凹部の大きさ (幅) に対して、凹部の配置間隔がこの幅よりも大きくなるように、パルス発振の周波数 f とレーザー光の移動速度 v とを制御してもよい。これにより、第 1 の溝部 11' の底面 13' に複数の凹凸を等間隔に形成することができる。

また、底面加工工程で、底面 13' に形成される凹凸を大きな波状にする場合は、レーザー光のエネルギー (即ち、レーザー発振器 304 の出力) 又は焦点位置、若しくはその両方を周期的に変更するとよい。これにより、基材 1 の表面において、レーザー光により加工される深さが変化するため、第 1 の溝部 11' の底面 13' を大きな波状 (例えば、図 1 (b) に示した波状) に形成することができる。

【0052】

なお、図示しないが、第 2 の溝部 21 も、上記と同様の方法で、第 1 の溝部 11 と並行して形成することができる。例えば、溝部形成工程では、X 軸方向に沿ってレーザー光を走査させた後で、Y 軸方向に沿ってレーザー光を走査させる。次に、底面加工工程では、X 軸方向に沿ってレーザー光を走査させた後で、Y 軸方向にそってレーザー光を走査させる。これにより、例えば図 1 (a) に示した第 2 の溝部 21 を完成させることができる。

【0053】

次に、例えば図 2 に示したようなノコギリ刃状の底面を形成するのに適した方法について説明する。

(3.3) 第 2 の製造方法

図 12 は、本発明の第 3 実施形態に係るセラミック基板の製造方法 (第 2 の製造方法) を示す概念図である。

【0054】

図 12 に示すように、第 1 の溝部 11' の底面 13' をノコギリの刃状に形成する場合は、例えば底面加工工程で、レーザー光を X 軸方向に沿って走査させながら、その移動速度 v を、X 軸方向における位置 (即ち、座標位置) に応じて変化させる。移動速度 v が遅い座標位置ではより多くのショットが被るため、深い位置まで加工される (即ち、削られる)。移動速度 v が速い座標位置ではショットが被る回数は少ないため、深い位置まで加工されることはない。レーザー光を X 軸方向に沿って走査さえながら、この移動速度 v の遅い、速いを繰り返すことにより、第 1 の溝部 11' の底面 13' をノコギリ状にすることができる。図示しないが、第 2 の溝部 21 についても、上記と同様の方法で、その底面をノコギリ状にすることができる。

【0055】

(3.4) 第 3 実施形態の効果

本発明の第 3 実施形態によれば、第 1 実施形態又は第 2 実施形態で示した第 1 の溝部 11、第 2 の溝部 21 を基材 1 の表面にそれぞれ形成することができる。

(4) 電子部品、電子機器

図 4 (a) に示したように、上記のセラミック基板 100、200 は、溝部 10 に沿って分割することにより、複数枚のセラミック基板 110 に個片化される。図 4 (b) に示すように、このセラミック基板 110 の表面に、水晶の振動片等の圧電素子 (電子部品の一例) 120 を取り付けることにより、圧電デバイス (電子デバイスの一例) が形成される。なお、本発明において、圧電素子 120 の取り付けは、セラミック基板 100 を分割する前後の何れのタイミングで行ってもよい。圧電素子 120 の取り付けを何れのタイミ

10

20

30

40

50

ングで行ったとしても、セラミック基板 110 の端面が欠けにくい圧電デバイスを提供することができる。

【0056】

また、本発明では、上記の電子デバイスを各種の機器に組み込むことによって、基板の欠けが少なく、品質の高い電子機器を提供することができる。このような電子機器としては、例えば、携帯電話、GPS 端末、デジタルカメラ、時計（腕時計を含む）、ゲーム機のコントローラ、等が挙げられる。

【符号の説明】

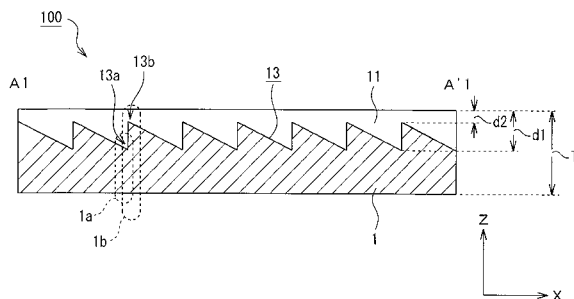
【0057】

1 基材、1a 第1の部位、1b 第2の部位、10 溝部、11 第1の溝部、11'（溝部形成工程を終え、且つ、底面加工工程が施される前の）溝部、12（第1の溝部の）側面、13（第1の溝部の）底面、13a（凹部に対応する）底面、13b（凸部に対応する）底面、13c（縦断面形状が直線である）底面、13'（溝部形成工程を終え、且つ、底面加工工程が施される前の）底面、21 第2の溝部、33 交差領域の底面、100、200（分割前の）セラミック基板、110（分割後の）セラミック基板、120 圧電素子、300 溝部形成装置、301 描画コントローラ、302 レーザー発振コントローラ、303 ガルバノコントローラ、304 レーザー発振器、305 加工ステージ、306 ステージコントローラ、307 装置電源、308 レーザー電源、310 ガルバノスキャナ、312、313 ガルバノミラー、312a、313a ガルバノモーター、312b、313b ミラー、314 f レンズ

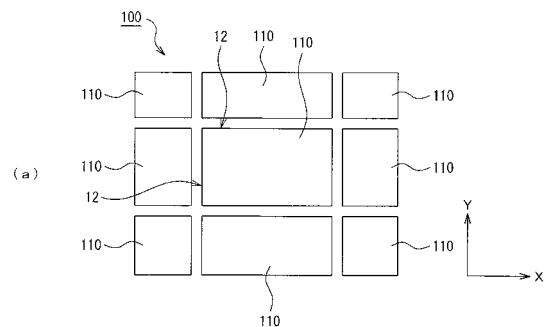
10

20

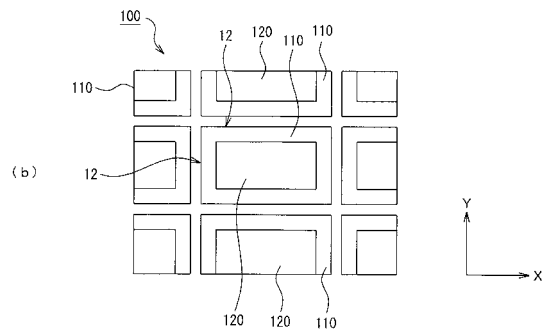
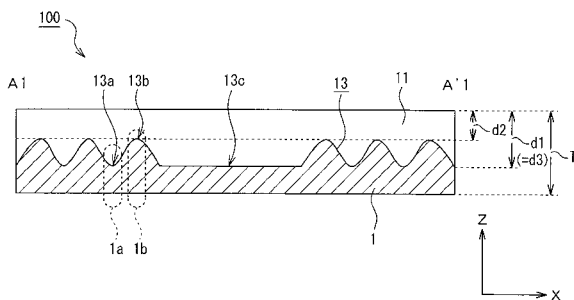
【図2】



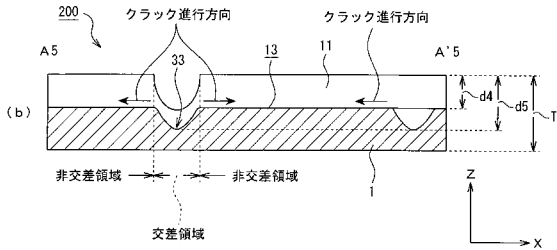
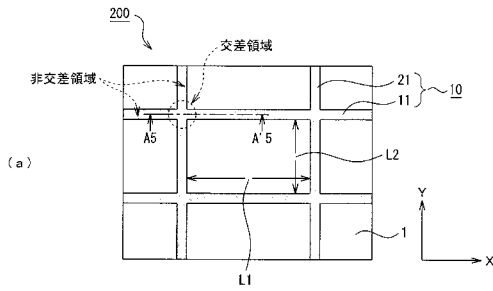
【図4】



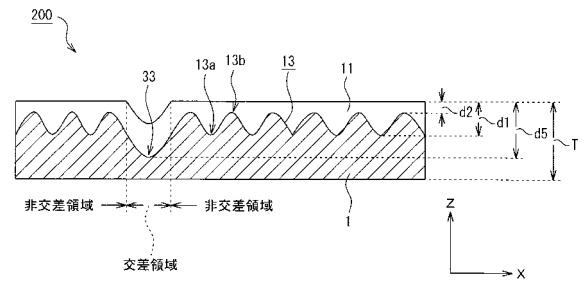
【図3】



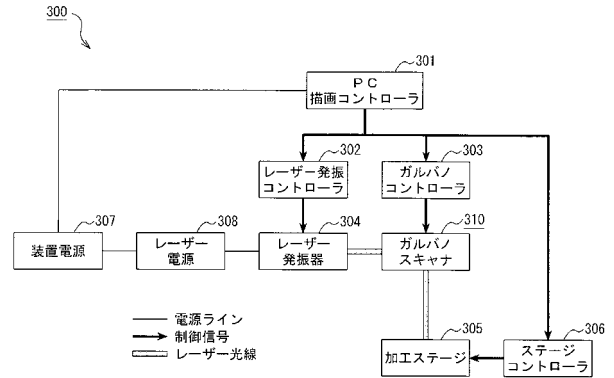
【図 5】



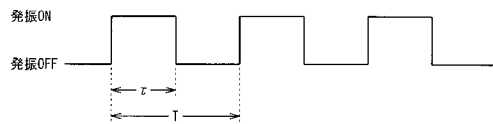
【図 6】



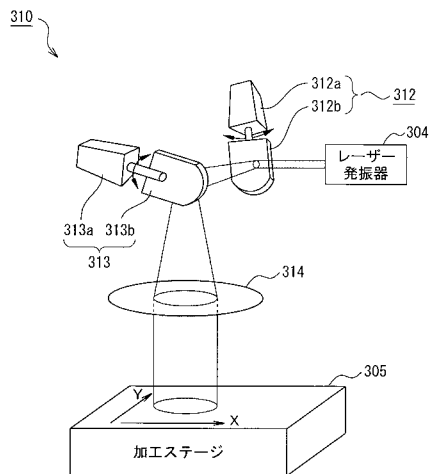
【図 7】



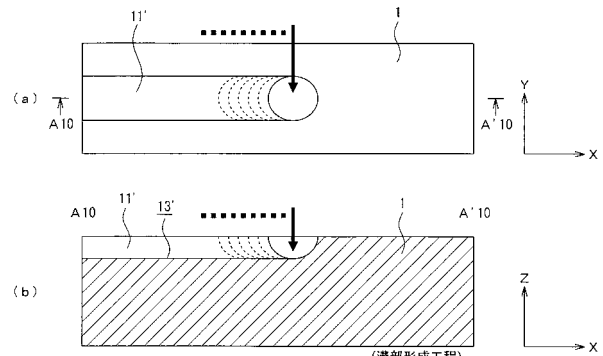
【図 8】



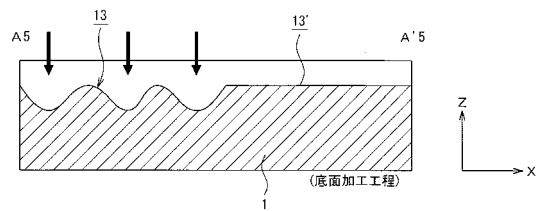
【図 9】



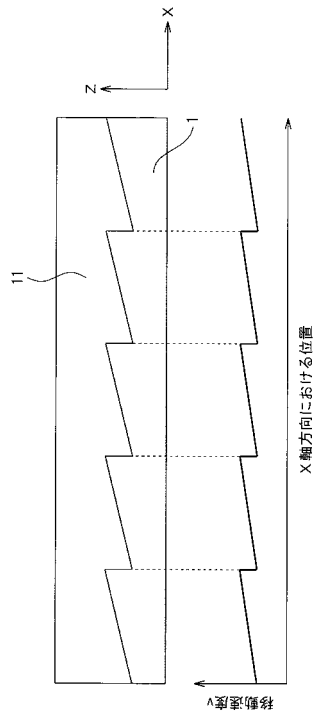
【図 10】



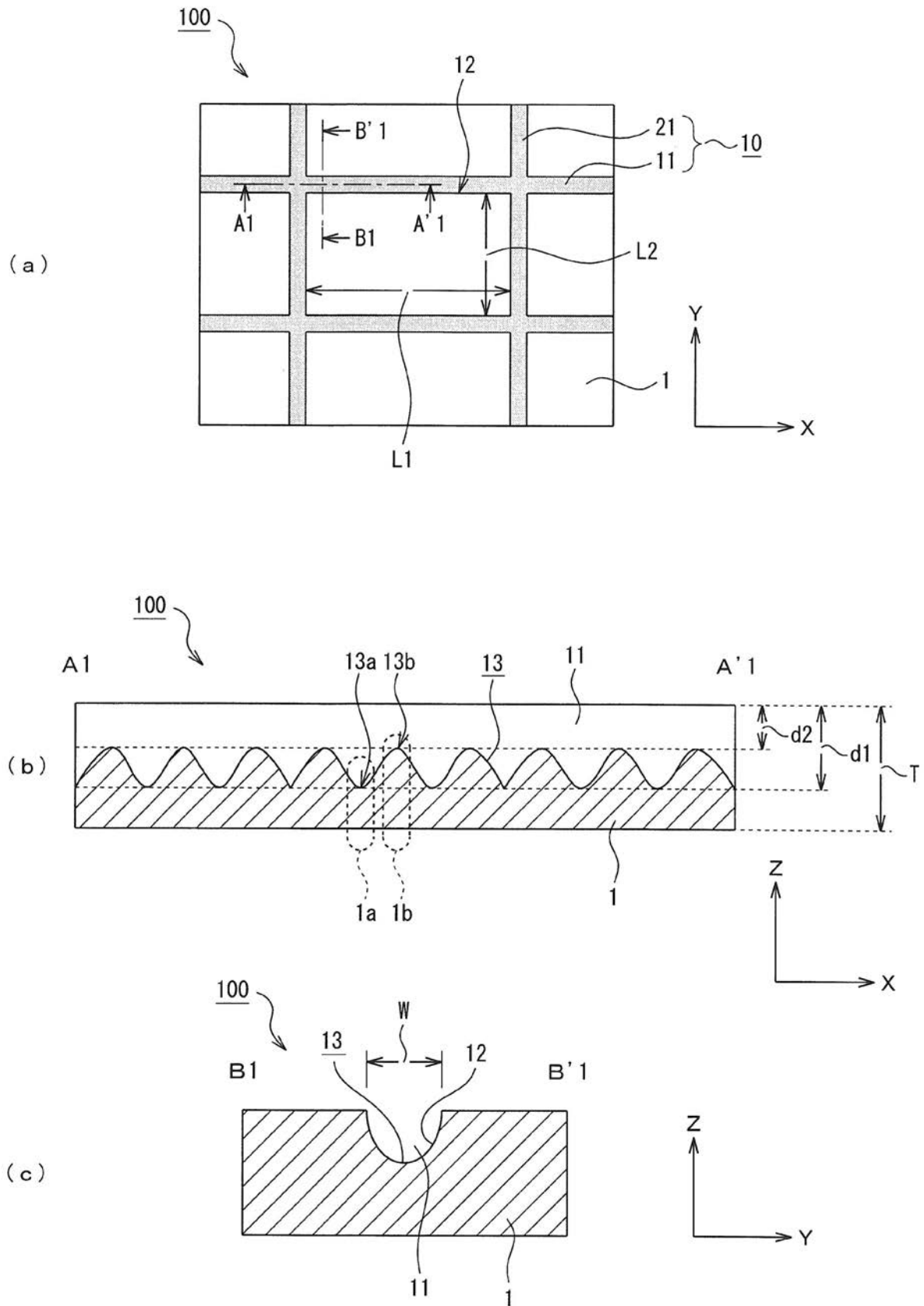
【図 11】



【図 12】



【図 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

C 0 4 B 41/91

E