

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5646367号
(P5646367)

(45) 発行日 平成26年12月24日(2014.12.24)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int.Cl.	F I
H03H 9/02 (2006.01)	H03H 9/02 A
H01L 23/10 (2006.01)	H01L 23/10 A
	H01L 23/10 B

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-39130 (P2011-39130)	(73) 特許権者	000232483
(22) 出願日	平成23年2月25日(2011.2.25)		日本電波工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-178620 (P2012-178620A)		東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚
(43) 公開日	平成24年9月13日(2012.9.13)		NAビル
審査請求日	平成26年1月8日(2014.1.8)	(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	高橋 岳寛
			埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2
			日本電波工業株式会社狭山事業所内
		審査官	畑中 博幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水晶デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電圧の印加により振動する励振部と前記励振部の周囲を囲む枠部とを有する水晶材により形成され、前記枠部が第1方向と該第1方向と交差する第2方向の辺を有する矩形形状の水晶素子と、

前記枠部の一主面に接合され、前記第1方向と前記第2方向の辺を有する矩形形状のベースと、

前記枠部の他主面に接合され、前記第1方向と前記第2方向の辺を有する矩形形状のリッドと、を備え、

前記枠部、前記ベース及び前記リッドのそれぞれの前記第1方向には、前記水晶素子の前記第1方向の熱膨張率に対応した第1接合材が塗布され、

前記枠部、前記ベース及び前記リッドのそれぞれの前記第2方向には、前記水晶素子の前記第2方向の熱膨張率に対応し、前記第1接合材とは異なる第2接合材が塗布される水晶デバイス。

【請求項2】

前記第1接合材は、前記水晶素子の前記第1方向の熱膨張率に同等、又は前記水晶素子の前記第1方向の熱膨張率と前記ベース及び前記リッドの前記第1方向の熱膨張率との中間値に同等の熱膨張率を有し、

前記第2接合材は、前記水晶素子の前記第2方向の熱膨張率に同等、又は前記水晶素子の前記第2方向の熱膨張率と前記ベース及び前記リッドの前記第2方向の熱膨張率との中

10

20

間値に同等の熱膨張率を有する請求項 1 に記載の水晶デバイス。

【請求項 3】

前記水晶素子は A T カット水晶材であり、前記ベース及び前記リッドは A T カット水晶材、Z カット水晶材又はガラス材である請求項 1 又は請求項 2 に記載の水晶デバイス。

【請求項 4】

前記水晶素子は Z カット水晶材であり、前記ベース及び前記リッドは A T カット水晶材、Z カット水晶材又はガラス材である請求項 1 又は請求項 2 に記載の水晶デバイス。

【請求項 5】

前記第 1 接合材及び前記第 2 接合材は、ポリイミド樹脂又は融点が 5 0 0 度以下のガラスである請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の水晶デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面実装型の水晶デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

各種電子機器、例えば携帯電話などの 1 台の電子機器には複数個の表面実装型の水晶デバイスが使用されている。これらの電子機器が小型化、さらには安価に製造する要求に応えるため、水晶デバイスも小型化と製造コストの低下とが求められている。このため様々な表面実装型の水晶デバイス及びその製造方法が提案されている。水晶デバイスが小型化するに従い、電子基板に占める面積だけでなく、厚みも薄くさせることが望まれている。表面実装型の多くの水晶デバイスは水晶発振する水晶素子をベースとリッド（蓋）とで接合されている。これら、水晶発振する水晶素子、ベース、及びリッドを薄くするに従い、それらの素材の熱膨張係数の違いが接合部の剥がれ、破損または歪みによる周波数変動の原因となっている。

【0003】

特許文献 1 においては、接合剤に緩衝層を形成し、緩衝層の熱膨張係数を、水晶発振する水晶素子の熱膨張係数と、封止板（リッド）との熱膨張係数との中間値にすることで、接合部の剥がれ、破損を防いでいる。また、特許文献 2 においては、接合剤の熱膨張係数がベースまたは蓋（リッド）の熱膨張係数の中間値もしくは同一の値にすることで、接合部の剥がれ、破損を防いでいる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】実開平 2 - 1 5 0 8 2 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 2 7 1 0 9 3

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に開示された水晶デバイスは、水晶発振する水晶素子とベース、水晶素子とリッドとの接合に、例えば水晶素子に第 1 接着剤を塗布し、ベースに第 2 接着剤を塗布し、この第 1 接着剤と第 2 接着剤との間に緩衝層を形成させている。このため、作業工程が増えることで製造コストが高つく課題がある。

【0006】

また、特許文献 2 に開示された水晶デバイスは、ベースまたはリッドの熱膨張係数の中間値もしくは同一の値の接合剤が使用されているが、水晶発振する水晶素子との接合が考慮されていない課題がある。

【0007】

また、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示された水晶デバイスは、水晶素子とベース、水晶素子とリッドとを接合する際に、水晶素子の長辺方向または短辺方向において、結晶軸

10

20

30

40

50

の違いからそれぞれの方向で熱膨張係数が異なることが考慮されていない課題がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記の課題に鑑み水晶発振する水晶素子を励振部として使用し、コストを低減し、且つ温度変化によって破損又は周波数変動が少ない表面実装型的水晶デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

第 1 観点の水晶デバイスは、電圧の印加により振動する励振部と励振部の周囲を囲む枠部とを有する水晶材により形成され、枠部が第 1 方向と該第 1 方向と交差する第 2 方向の辺を有する矩形形状の水晶素子と、枠部の一主面に接合され、第 1 方向と第 2 方向の辺を有する矩形形状のベースと、枠部の他主面に接合され、第 1 方向と第 2 方向の辺を有する矩形形状のリッドと、を備え、水晶材の枠部、ベース及びリッドのそれぞれの第 1 方向の辺には、水晶素子の第 1 方向の熱膨張率に対応した第 1 接合材が塗布され、水晶材の枠部、ベース及びリッドのそれぞれの第 2 方向の辺には、水晶素子の第 2 方向の熱膨張率に対応し、第 1 接合材とは異なる第 2 接合材が塗布される。

10

【 0 0 1 0 】

第 2 観点の水晶デバイスは、第 1 の観点到に記載の水晶デバイスにおいて、第 1 接合材が、水晶素子の第 1 方向の熱膨張率に同等、又は水晶素子の第 1 方向の熱膨張率とベース及びリッドの第 1 方向の熱膨張率との中間値に同等の熱膨張率を有し、第 2 接合材が、水晶素子の第 2 方向の熱膨張率に同等、又は水晶素子の第 2 方向の熱膨張率とベース及びリッドの第 2 方向の熱膨張率との中間値に同等の熱膨張率を有する。

20

【 0 0 1 1 】

第 3 観点の水晶デバイスは、第 1 の観点または第 2 の観点到に記載の水晶デバイスにおいて、水晶素子は A T カット水晶材であり、ベース及びリッドは A T カット水晶材、Z カット水晶材又はガラス材である。

【 0 0 1 2 】

第 4 観点の水晶デバイスは、第 1 の観点または第 2 の観点到に記載の水晶デバイスにおいて、水晶素子は Z カット水晶材であり、ベース及びリッドは A T カット水晶材、Z カット水晶材又はガラス材である。

30

【 0 0 1 3 】

第 5 観点の水晶デバイスは、第 1 の観点から第 4 の観点的いずれか一項に記載の水晶デバイスにおいて、第 1 接合材及び第 2 接合材が、ポリイミド樹脂又は融点が 5 0 0 度以下のガラスである。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明の水晶デバイスは、水晶発振する水晶素子の第 1 方向の熱膨張率に最適な第 1 接合材と第 2 方向の熱膨張率に最適な第 2 接合材を用いることで、温度変化によって破損又は周波数変動が少ない小型化及び薄型化した表面実装型的水晶デバイスを提供し、且つコストの低減が可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】第 1 水晶デバイス 1 0 0 の分解構成図である。

【図 2】図 1 の A - A 断面図である。

【図 3】(a) は、リッド 1 0 の平面図である。(b) は、第 1 水晶素子 2 0 の平面図である。(c) は、ベース 3 0 の平面図である。

【図 4】(a) は、第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 の第 1 塗布方法を示した図である。(b) は、第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 の第 2 塗布方法を示した図である。(c) は、第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 の第 3 塗布方法を示した図である。

【図 5】第 1 水晶デバイス 1 0 0 製造のフローチャートである。

50

【図 6】A T カット水晶基板の水晶ウエハ 2 0 W の概略平面図である。

【図 7】Z カット水晶基板のベースウエハ 3 0 W の概略平面図である。

【図 8】Z カット水晶基板のリッドウエハ 1 0 W の概略平面図である。

【図 9】第 2 水晶デバイス 1 1 0 の分解構成図を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明の範囲は以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

(第 1 実施形態)

< 第 1 水晶デバイス 1 0 0 の構成 >

【 0 0 1 7 】

本実施形態の第 1 水晶デバイス 1 0 0 は、プリント基板の表面に導電材で接合して実装される表面実装型の第 1 水晶デバイス 1 0 0 である。本実施形態の第 1 水晶デバイス 1 0 0 は水晶発振する第 1 水晶素子 2 0 として A T カット水晶基板を用い、リッド 1 0 及びベース 3 0 に Z カット水晶基板を用いた場合について説明する。以下に、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の構成を、図 1、図 2 及び図 3 を参照しながら説明する。図 1 は、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の分解構成図であり、図 2 は図 1 の A - A 断面図である。また、図 3 (a) は、リッド 1 0 の平面図であり、図 3 (b) は、第 1 水晶素子 2 0 の平面図であり、図 3 (c) は、ベース 3 0 の平面図である。

【 0 0 1 8 】

ここで、A T カット水晶基板は、主面 (Y Z 面) が結晶軸 (X Y Z) の Y 軸に対して、X 軸を中心として Z 軸から Y 軸方向に 3 5 度 1 5 分傾斜している。しかし、本明細書では第 1 水晶デバイス 1 0 0 の長方向を y 軸方向、短辺方向を x 軸方向、上下方向を z 軸方向として説明する。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示されるように、第 1 水晶デバイス 1 0 0 は、リッド 1 0 と、ベース 3 0 と、第 1 水晶素子 2 0 とにより構成されている。第 1 水晶デバイス 1 0 0 は、上側 (+ z 軸側) にリッド 1 0 が配置され、下側 (- z 軸側) にベース 3 0 が配置され、リッド 1 0 とベース 3 0 とに挟まれた位置に第 1 水晶素子 2 0 が配置されている。また、ベース 3 0 の下面には外部電極 3 1 が形成されている。以下、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の長辺方向を y 軸方向、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の短辺方向を x 軸方向、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の上下方向を z 軸方向として説明する。

【 0 0 2 0 】

本実施形態の第 1 水晶デバイス 1 0 0 は第 1 水晶素子 2 0 の上側に第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 が塗布されている。また、ベース 3 0 の上側に第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 が塗布されている。

【 0 0 2 1 】

図 2 で示されるようにリッド 1 0 と第 1 水晶素子 2 0 及び第 1 水晶素子 2 0 とベース 3 0 とは第 2 接合材 5 2 で接合される。また図示されていないが第 1 接合材 5 1 も同様にリッド 1 0 と第 1 水晶素子 2 0 及び第 1 水晶素子 2 0 とベース 3 0 とを接合している。なお、リッド 1 0 と第 1 水晶素子 2 0 及び第 1 水晶素子 2 0 とベース 3 0 との接合方法は後述する。

【 0 0 2 2 】

図 3 (a) に示されるように、リッド 1 0 は、y 軸方向と長辺方向が平行であり、x 軸方向と短辺方向が平行である長方形の主面を有している。図 2 に示されるように、リッド 1 0 の主面には + z 軸側の主面である上面と、- z 軸側の主面である天井面 1 1 とが形成されている。- z 軸側の面の外周部には第 1 水晶素子 2 0 と接合する面である接合面 1 5 が形成されている。リッド 1 0 には、凹穴が接合面 1 5 から天井面 1 1 に延長するように形成される。また、リッド 1 0 は Z カット水晶基板を母材として形成されている。

【 0 0 2 3 】

図 3 (b) に示されるように、第 1 水晶素子 2 0 は、励振電極 2 7 が形成されている励振部 2 1 と、励振部 2 1 の周囲を取り囲むように形成されている枠部 2 5 とを有している。また、励振部 2 1 と枠部 2 5 とは接続部 2 4 によって接続されている。引出電極 2 8 は、開口部 2 2 及び枠部 2 5 の一部を通り、第 1 水晶素子 2 0 の下側の枠部 2 5 の角まで引き出されている。引出電極 2 8 は、枠部 2 5 の角の電極パッド 2 3 とベース 3 0 に形成されている接続電極 3 2 (図 1 及び図 3 (c) 参照) とを接続する。第 1 水晶素子 2 0 に形成されている電極は、水晶上に形成されているクロム層 C r と、クロム層 C r 上に形成されている金層 A u とにより構成されている。また、第 1 水晶素子 2 0 は A T カット水晶基板を母材として形成されている。また、第 1 水晶素子 2 0 は枠部 2 5 の外周部の上側に第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 が塗布されている。

10

【 0 0 2 4 】

図 3 (c) に示されるように、ベース 3 0 は、y 軸方向と長辺方向が平行であり、x 軸方向と短辺方向が平行である長方形の主面を有している。図 1 及び図 2 に示されるように、この主面は、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の一部として組み立てられたときに第 1 水晶デバイス 1 0 0 の外部に面している下面 (- z 軸側) と、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の内部に面している底面 3 3 (+ z 軸側) との 2 つが形成されている。ベース 3 0 の + z 軸側の面の外周部には、第 1 水晶素子 2 0 の枠部 2 5 と接合するための枠部 3 5 が形成されている。底面 3 3 には枠部 3 5 から凹形状 (図 1 及び図 2 参照) が形成されている。ベース 3 0 の枠部 3 5 には接続電極 3 2 が形成され、下面には外部電極 3 1 (図 1 及び図 2 参照) が形成されている。また、ベース 3 0 は Z カット水晶基板を母材として形成されている。また、ベース 3 0 は枠部 3 5 の外周部の上側 (+ z 軸側) に第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 が塗布されている。

20

【 0 0 2 5 】

上述されたように第 1 水晶デバイス 1 0 0 は、リッド 1 0 及びベース 3 0 に Z カット水晶基板を用い、第 1 水晶素子 2 0 に A T カット水晶基板を用いている。これは Z カット水晶基板が A T カット水晶基板よりも安価であるため、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の製造コストを下げることができる。

【 0 0 2 6 】

また、リッド 1 0、第 1 水晶素子 2 0 及びベース 3 0 に同じ水晶材を用いることで第 1 水晶デバイス 1 0 0 はリッド 1 0 及びベース 3 0 と第 1 水晶素子 2 0 との接合時、または表面実装時等に 4 0 0 近くまで加熱される際の熱による応力から周波数変動や破損の原因を減少することができる。しかし、熱による周波数変動や破損は皆無になるわけではなく、Z カット水晶基板と A T カット水晶基板との熱膨張係数の違いからリッド 1 0 及びベース 3 0 と第 1 水晶素子 2 0 との間に応力がかかり、熱は周波数変動や破損の原因となる。さらに、周波数変動や破損の原因として、A T カット水晶基板の第 1 水晶素子 2 0 の長辺方向 (y 軸方向) と短辺方向 (x 軸方向) とではそれぞれ熱膨張係数が異なる点や、Z カット水晶基板で形成されたリッド 1 0 及びベース 3 0 においても、その長辺方向と短辺方向とではそれぞれ熱膨張係数が異なる点がある。

30

40

【 0 0 2 7 】

熱膨張係数の違いの原因として水晶基板の結晶軸の違いがある。水晶基板は人工水晶から形成されるが、人工水晶はオートクレーブによって水晶の結晶を Z 軸方向に大きく成長させて形成させる。Z カット水晶基板は、人工水晶から Z 軸に沿ってカットされて形成される。このため Z カット水晶基板は結晶軸が X 軸、Y 軸、Z 軸により定義される (第 1 水晶デバイス 1 0 0 の長辺方向、短辺方向、上下方向は、それぞれ y 軸方向、x 軸方向、z 軸方向と定義している)。また、A T カット水晶基板は、人工水晶から X 軸を回転軸として Y 軸から Z 軸方向に 3 5 度 1 5 分回転した方向に沿ってカットされて形成される。Z カット水晶基板と A T カット水晶基板とはカット方向が異なることにより、同じ人工水晶で

50

あっても各軸方向への熱膨張係数が異なる。

< 接合方法及び塗布方法 >

【 0 0 2 8 】

第 1 水晶デバイス 1 0 0 は、第 1 水晶素子 2 0、リッド 1 0 及びベース 3 0 に水晶材を用いることにより、水晶材同士の接合時または表面実装時等の熱膨張の影響が少なくなっているが、それでもなお、大きな温度変化が伴う場合には、第 1 水晶デバイス 1 0 0 が破損又は周波数変動することがある。第 1 水晶素子 2 0、リッド 1 0 及びベース 3 0 の長辺方向の熱膨張係数、または短辺方向の熱膨張係数を考慮した接合材を用いることで、大きな温度変化においても熱膨張の影響が少ない第 1 水晶デバイス 1 0 0 を製造することができる。

10

【 0 0 2 9 】

図 4 は第 1 水晶素子 2 0 とリッド 1 0 とを接合するために第 1 水晶素子 2 0 の上側 (+z 側) に第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 の塗布領域を示した図である。なお、図 4 の第 1 水晶素子 2 0 は説明しやすいように電極を図示していない。

【 0 0 3 0 】

図 4 に示されるように、第 1 水晶素子 2 0 の枠部 2 5 の長辺方向 (第 1 方向) の辺には、A T カット水晶基板の長辺方向の熱膨張係数と同等な第 1 接合材 5 1 を帯状に塗布しており、第 1 水晶素子 2 0 の枠部 2 5 の短辺方向 (第 2 方向) には、A T カット水晶基板の短辺方向の熱膨張係数と同等な第 2 接合材 5 2 を帯状に塗布してある。

20

【 0 0 3 1 】

塗布方法は 3 個の塗布方法がある。図 4 (a) は、第 1 塗布方法を示した図であり、図 4 (b) は、第 2 塗布方法を示した図であり、図 4 (c) は、第 3 塗布方法を示した図である。

【 0 0 3 2 】

図 4 (a) に示されるように、第 1 塗布方法は第 1 水晶素子 2 0 の枠部 2 5 において、第 1 接合材 5 1 を塗布する第 1 塗布領域 6 1 が第 1 水晶素子 2 0 の長辺方向の全長を占め、その間の短辺方向を第 2 塗布領域 6 2 として第 2 接合材 5 2 を塗布する方法である。

【 0 0 3 3 】

図 4 (b) に示されるように、第 2 塗布方法は第 1 水晶素子 2 0 の枠部 2 5 において、第 2 接合材 5 2 を塗布する第 2 塗布領域 6 2 が第 1 水晶素子 2 0 の短辺方向の全長を占め、その間の長辺方向を第 1 塗布領域 6 1 として第 1 接合材 5 1 を塗布する方法である。

30

【 0 0 3 4 】

図 4 (c) に示されるように、第 3 塗布方法は第 1 水晶素子 2 0 の枠部 2 5 において、枠部 2 5 の角部を第 1 接合材 5 1 と第 2 接合材 5 2 とで等分する方法であり、第 1 塗布領域 6 1 と第 2 塗布領域 6 2 との合流部が 4 5 度の角度で分割されて形成されている。

【 0 0 3 5 】

第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 はスクリーン印刷等の手法で形成される。また、第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 の材料はポリイミド樹脂、または融点が 5 0 0 度以下のガラスペースト (パナジウムを主原料とする低融点ガラス) を用いる。ポリイミド樹脂はその分子構造により熱膨張係数が異なることから、A T カット水晶基板の長辺方向及び短辺方向の熱膨張係数と同等のポリイミド樹脂の接合材を選択する。また、ガラスペーストは添加するフィラーの含有量の違いから熱膨張係数を変化させることで、A T カット水晶基板の長辺方向及び短辺方向の熱膨張係数と同等のガラスペーストの接合材を選択する。

40

【 0 0 3 6 】

また、第 1 接合材 5 1 は A T カット水晶基板の長辺方向の熱膨張係数と Z カット水晶基板の長辺方向の熱膨張係数との中間値を用い、第 2 接合材 5 2 は A T カット水晶基板の短辺方向の熱膨張係数と Z カット水晶基板の短辺方向の熱膨張係数との中間値を用いてもよい。

【 0 0 3 7 】

50

上述したように、本実施形態では第1水晶素子20とリッド10との接合方法と、第1水晶素子20の枠部25の上側における塗布方法とを示したが、第1水晶素子20とベース30との接合方法についても同様であり、ベース30の枠部35の上側における塗布方法も同様である。また、本実施形態では第1水晶素子20の上側に第1接合材51又は第2接合材52を塗布しているが、第1水晶素子20の枠部25の上側に塗布せずに、リッド10側の接合面15に塗布して第1水晶素子20とリッド10とを接合してもよい。また、ベース30の枠部35の上側に第1接合材51又は第2接合材52を塗布せずに、第1水晶素子20の枠部25の下側に塗布して第1水晶素子20とベース30とを接合してもよい。

< 第1水晶デバイス100の製造方法 >

10

【0038】

図5から図8を参照して、リッド10及びベース30にZカット水晶基板が用いられ、第1水晶素子20にATカット水晶基板が用いられた第1水晶デバイス100の製造方法について説明する。

【0039】

図5は、第1水晶デバイス100製造のフローチャートである。

【0040】

ステップS01で、ATカット水晶基板の水晶ウエハ20Wを用意する工程が行われる。この工程では、ATカット水晶基板の水晶ウエハ20Wに第1水晶素子20が形成される。

20

【0041】

図6は、ATカット水晶基板の水晶ウエハ20Wの概略平面図である。第1水晶素子20がAT振動子であるため、水晶ウエハ20WにはATカット水晶基板が用いられる。水晶ウエハ20Wの周縁部の一部には結晶方向を特定するためのオリエンテーションフラットOFが形成されている。オリエンテーションフラットOFの代わりに、ノッチが水晶ウエハ20Wに形成されていても良い。水晶ウエハ20Wは、直径は例えば3インチまたは4インチである。水晶ウエハ20Wには、図3(b)で示された第1水晶素子20が複数形成される。なお、説明の都合上、図6の水晶ウエハ20Wには34個の第1水晶素子20が描かれているが、実際の製造においては、1枚のウエハに数百から数千の第1水晶素子20が形成される。また、水晶ウエハ20Wは図示されるように励振電極27及び引出電極28の形成と第1接合材51及び第2接合材52の塗布とが行われる。なお、本実施形態のATカット水晶基板の結晶軸は第1水晶素子20の長辺方向をX軸、短辺方向をZ'軸として形成し、X軸とZ'軸が直交する方向をY'軸として形成してある。

30

【0042】

図5のステップS02では、Zカット水晶基板のベースウエハ30Wを用意する工程が行われる。この工程では、Zカット水晶基板のベースウエハ30Wが用意される。

【0043】

図7は、Zカット水晶基板のベースウエハ30Wの概略平面図である。ベースウエハ30Wは、母材としてZカット水晶基板が用いられ、周縁部の一部に結晶方向を特定するためのオリエンテーションフラットOFが形成されている。ベースウエハ30Wも、直径が例えば3インチまたは4インチである。ベースウエハ30Wには、図3(c)で示されたベース30が複数形成される。なお、水晶ウエハ20Wと同様にベースウエハ30Wには34個のベース30が描かれているが、実際の製造においては、1枚のウエハに数百から数千のベース30が形成される。また、ベースウエハ30Wは、図示されるように、水晶ウエハ20Wと向かい合う面に凹みが形成され、その周囲に枠部35が形成されている。さらに、接続電極32、外部電極31(図1及び図2参照)の形成と、第1接合材51及び第2接合材52の塗布とが行われている。

40

【0044】

図5のステップS03では、Zカット水晶基板のリッドウエハ10Wを用意する工程が行われる。この工程では、Zカット水晶基板のリッドウエハ10Wが用意される。

50

【 0 0 4 5 】

図 8 は、Z カット水晶基板のリッドウエハ 1 0 W の概略平面図である。リッドウエハ 1 0 W は、母材として Z カット水晶基板が用いられており、周縁部の一部に結晶方向を特定するためのオリエンテーションフラット O F が形成されている。リッドウエハ 1 0 W も、直径が例えば 3 インチまたは 4 インチである。リッドウエハ 1 0 W には、図 3 (a) で示されたリッド 1 0 が複数形成される。なお、水晶ウエハ 2 0 W と同様にリッドウエハ 1 0 W には 3 4 個のリッド 1 0 が描かれているが、実際の製造においては、1 枚のウエハに数百から数千のリッド 1 0 が形成される。また、リッドウエハ 1 0 W は、図示されるように、水晶ウエハ 2 0 W と向かい合う面に凹み (破線で表示) が形成され、その周囲に接合面 1 5 が形成されている。

10

以上のステップ S 0 1 からステップ S 0 3 の工程は順不同で行われる。

【 0 0 4 6 】

図 5 のステップ S 0 4 では、接合工程が行われる。接合工程はベースウエハ 3 0 W 及びリッドウエハ 1 0 W と水晶ウエハ 2 0 W とを接合する工程である。ベースウエハ 3 0 W 、リッドウエハ 1 0 W 及び水晶ウエハ 2 0 W は、オリエンテーションフラット O F を目印としてベースウエハ 3 0 W の上に水晶ウエハ 2 0 W 、さらにその上にリッドウエハ 1 0 W を正確に載置し、加圧加熱処理することによって接合される。同時に、第 1 水晶素子 2 0 に形成された引出電極 2 8 の電極パッド 2 3 とベース 3 0 の接続電極 3 2 とも電氣的に接合される。なお、接合工程は、所定の気圧より低い真空状態または不活性ガスで満たされた状態で行われる。励振部 2 1 の周囲が真空状態または不活性ガスで満たされた状態になることで、第 1 水晶デバイス 1 0 0 の周波数の安定が図られる。なお、本実施形態の接合工程はベースウエハ 3 0 W 、水晶ウエハ 2 0 W 及びリッドウエハ 1 0 W が同時に接合されているが、この限りでなく、複数の接合工程を経てもよい。例えば、ベースウエハ 3 0 W と水晶ウエハ 2 0 W とを接合した後、リッドウエハ 1 0 W と水晶ウエハ 2 0 W とを接合する方法等がある。

20

【 0 0 4 7 】

図 5 のステップ S 0 5 は、分割工程である。分割工程では、ウエハに固定された状態の第 1 水晶デバイス 1 0 0 を図 6 から図 8 で示されたスライスライン S L の位置でダイシングソー又はレーザーソーにより切断され、数百から数千の第 1 水晶デバイス 1 0 0 に分割される。

30

【 0 0 4 8 】

上記に示された第 1 水晶デバイス 1 0 0 の製造方法は、第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 が水晶ウエハ 2 0 W の上側及びベースウエハ 3 0 W の上側に塗布した場合を説明したが、第 1 接合材 5 1 及び第 2 接合材 5 2 を塗布する場所は、水晶ウエハ 2 0 W の上側と下側との両側に塗布してもよい。または、ベースウエハ 3 0 W の上側及びリッドウエハ 1 0 W の下側に塗布してもよい。

【 0 0 4 9 】

本実施形態ではリッドウエハ 1 0 W 、及びベースウエハ 3 0 W の母材に Z カット水晶基板を用いた説明をしているが、A T カット水晶基板を用いてもよい。リッドウエハ 1 0 W 、及びベースウエハ 3 0 W の母材に A T カット水晶基板を用いる場合は、水晶ウエハ 2 0 W の結晶軸の X 軸、Y ' 軸、Z ' 軸と同様な方向でリッド 1 0 、及びベース 3 0 を形成する。第 1 水晶素子 2 0 の結晶軸と同じ結晶軸でリッド 1 0 、及びベース 3 0 を形成することでリッド 1 0 と第 1 水晶素子 2 0 との長辺方向、ベース 3 0 と第 1 水晶素子 2 0 との長辺方向、さらに、リッド 1 0 と第 1 水晶素子 2 0 との短辺方向、ベース 3 0 と第 1 水晶素子 2 0 との短辺方向で同じ膨張係数になる。この場合に使用する第 1 接合材 5 1 は第 1 水晶素子 2 0 の長辺方向の熱膨張係数と同等にし、第 2 接合材 5 2 は第 1 水晶素子 2 0 の短辺方向の熱膨張係数と同等とする。この組み合わせで形成する第 1 水晶デバイス 1 0 0 は温度変化によって破損又は周波数変動が少なくなる。

40

【 0 0 5 0 】

また、リッドウエハ 1 0 W 及びベースウエハ 3 0 W の母材にガラス基板を用いて形成し

50

てもよい。リッドウエハ 10 W 及びベースウエハ 30 W の母材にガラス基板を使用する場合は第 1 水晶素子 20 の枠部 25 の長辺方向の熱膨張係数と同等な第 1 接合材 51 を塗布し、第 1 水晶素子 20 の枠部 25 の短辺方向の熱膨張係数と同等な第 2 接合材 52 を塗布する方法がある。また、第 1 接合材 51 の熱膨張係数は第 1 水晶素子 20 の長辺方向の熱膨張係数とガラス基板の長辺方向の熱膨張係数との中間値を用い、第 2 接合材 52 は第 1 水晶素子 20 の短辺方向の熱膨張係数とガラス基板の短辺方向の熱膨張係数との中間値を用いてもよい。

【0051】

第 1 実施形態は第 1 水晶素子 20 に A T カット水晶基板を用いていたが、本実施形態では第 2 水晶素子 40 に Z カット水晶基板を用いる。Z カット水晶基板を母材とした第 2 水晶素子 40 として音叉型の第 2 水晶素子 40 がある。図 9 は音叉型の第 2 水晶素子 40 を用いた第 2 水晶デバイス 110 の分解構成図を示した図である。図示されるように第 2 水晶デバイス 110 は音叉型の第 2 水晶素子 40、リッド 10、ベース 30 で構成されている。なお、第 2 水晶素子 40 以外の構成は第 1 実施形態と同様であり、その説明を省く。また第 1 実施形態と同じ構成要件については同様の符号を用いる。なお、本実施形態の第 2 水晶デバイス 110 の第 2 水晶素子 40 とベース 30 にキャストレーション 70 を形成している。キャストレーション 70 はベース 30 の外部電極 31 と第 2 水晶素子 40 の励振電極 47 とを電氣的に接続するための貫通孔であり、第 2 水晶素子 40 とベース 30 の四隅に形成されている。

【0052】

第 2 水晶素子 40 は Z カット水晶基板を母材としている。第 2 水晶素子 40 は音叉型水晶振動部 41 と、音叉型水晶振動部 41 を囲む枠部 42 とで構成されている。

【0053】

音叉型水晶振動部 41 は、一对の振動腕 43 が備わり、振動腕 43 の表裏両面には溝部 44 が形成されている。音叉型水晶振動部 41 は枠部 42 と接続部 45 とで接続されている。

【0054】

振動腕 43 の先端付近は幅広に形成されており、ハンマー型の形状をしている。また、振動腕 43 のハンマー型の部分では錘金属膜 46 も形成して錘の役目と周波数調整の役目とをさせている。錘の役目としては振動腕 43 に電圧をかけた際に振動しやすくさせ、また安定した振動をすることができる。

【0055】

第 2 水晶素子 40 は公知のフォトリソグラフィ技術とエッチング技術などを用い外形、及び溝部 44 を形成する。

【0056】

外形と溝部 44 とを形成した第 2 水晶素子 40 は次に錘金属膜 46、励振電極 47、及び引出電極 48 を形成する。励振電極 47 は音叉型水晶振動部 41 の振動腕 43 及び溝部 44 に形成され、励振電極 47 を形成する際に、錘金属膜 46 及び接続部の引出電極 48 の金属膜を同時に形成する。

【0057】

音叉型の第 2 水晶素子 40 の枠部 42 には、第 1 実施形態と同様にその長辺方向に第 1 接合材 51 が塗布され、短辺方向に第 2 接合材 52 が塗布される。また、第 1 接合材 51 及び第 2 接合材 52 の塗布方法も第 1 実施形態と同様することができる。

【0058】

リッド 10 又はベース 30 の母材は第 1 実施形態と同様に Z カット水晶基板、A T カット水晶基板、ガラス基板を用いることが可能である。

【0059】

リッド 10 又はベース 30 の母材に Z カット水晶基板を用いる際には、Z カット水晶基

10

20

30

40

50

板を母材とした音叉型の第２水晶素子４０の結晶軸に合致させて形成し、第１接合材５１に音叉型の第２水晶素子４０の長辺方向の膨張係数と同等の接合材を選択し、第２接合材５２に第２水晶素子４０の短辺方向の膨張係数と同等の接合材を選択するのが好適である。

【００６０】

リッド１０又はベース３０の母材にＡＴカット水晶基板、またはガラス基板を用いる際には、第１接合材５１に音叉型の第２水晶素子４０の枠部４２の長辺方向の熱膨張係数と同等な接合材５１を選択し、第２接合材５２に第２水晶素子４０の枠部４２の短辺方向の熱膨張係数と同等な接合材を選択する方法がある。また、第１接合材５１は音叉型の第２水晶素子４０の長辺方向の熱膨張係数とＡＴカット水晶基板またはガラス基板の長辺方向の熱膨張係数との中間値の接合材を選択し、第２接合材５２は音叉型の第２水晶素子４０の短辺方向の熱膨張係数とＡＴカット水晶基板またはガラス基板の短辺方向の熱膨張係数との中間値の接合材を選択する方法でもよい。

10

【００６１】

以上、本実施形態の最適な実施例について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本実施形態はその技術的範囲内において実施例に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

【符号の説明】

【００６２】

１０	...	リッド	１０Ｗ	...	リッドウエハ
１１	...	天井面			
１５	...	接合面			
２０	...	第１水晶素子、	２０Ｗ	...	水晶ウエハ
２１	...	励振部			
２２	...	開口部			
２４	...	接続部			
２５	...	枠部			
２７	...	励振電極、	２８	...	引出電極
３０	...	ベース	３０Ｗ	...	ベースウエハ
３１	...	外部電極、	３２	...	接続電極
３３	...	底面			
３５	...	枠部			
３６	...	接合面			
４０	...	第２水晶素子			
４１	...	音叉型水晶振動部			
４２	...	枠部			
４３	...	振動腕			
４４	...	溝部			
４５	...	接続部			
４６	...	錘金属膜			
４７	...	励振電極			
４８	...	引出電極			
５１	...	第１接合材			
５２	...	第２接合材			
６１	...	第１塗布領域			
６２	...	第２塗布領域			
７０	...	キャストレーション			
１００	...	第１水晶デバイス			
１１０	...	第２水晶デバイス			
Ａｕ	...	金属層			

20

30

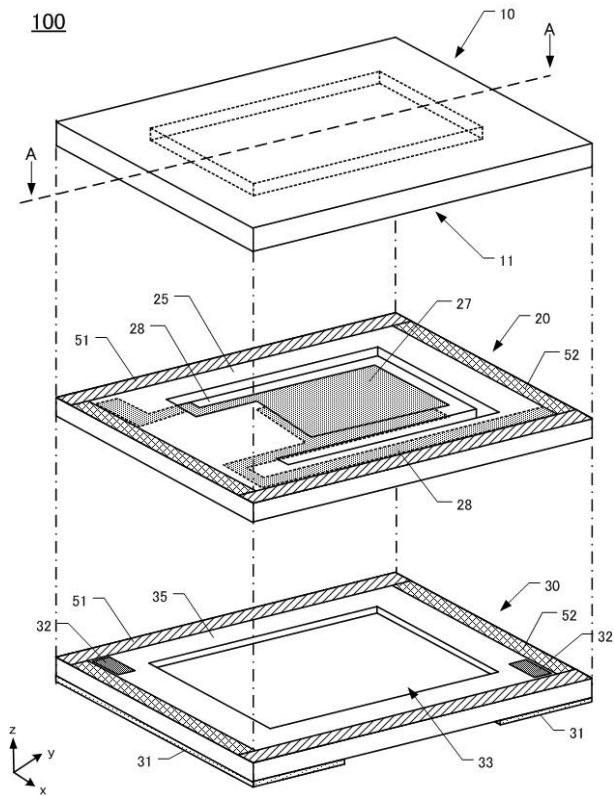
40

50

C r	...	クロム層
S L	...	スライスライン

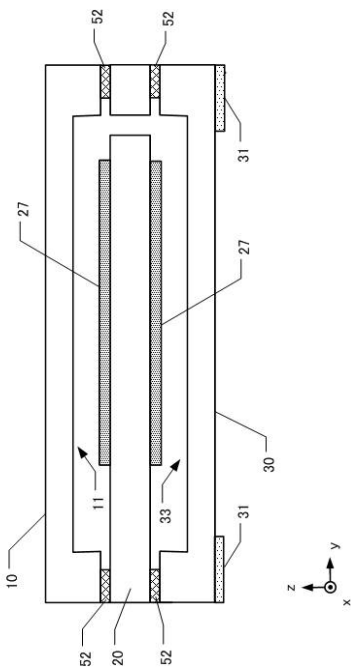
【図 1】

100

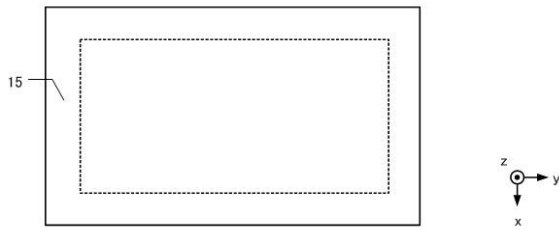
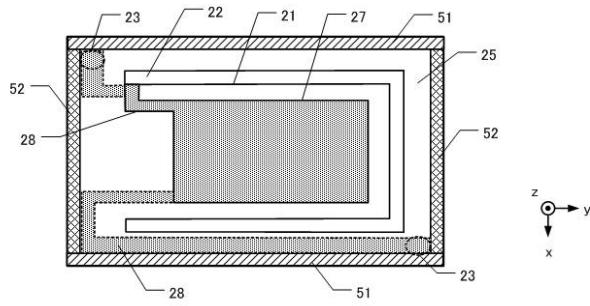


【図 2】

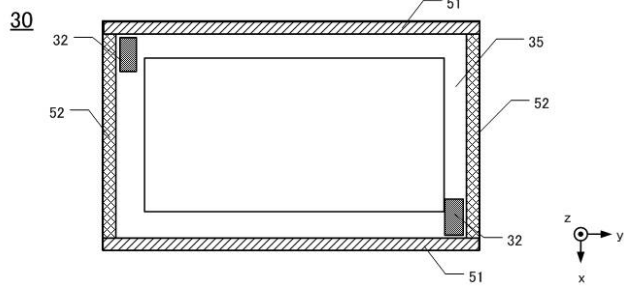
100



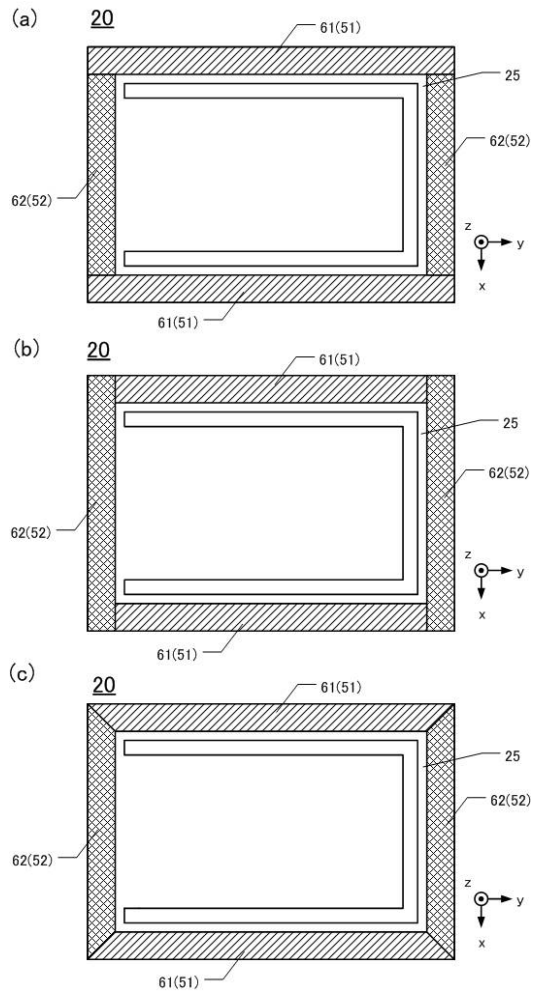
【図 3】

(a) 10(b) 20

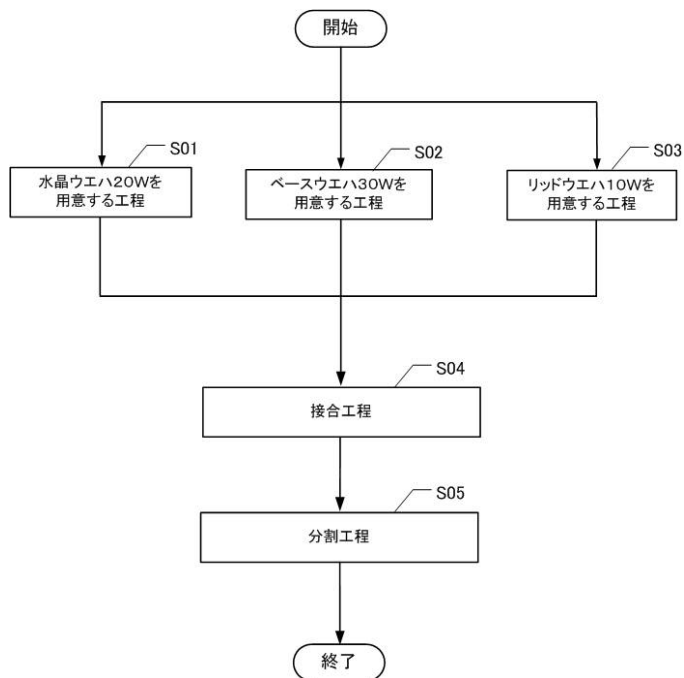
(c)



【図 4】

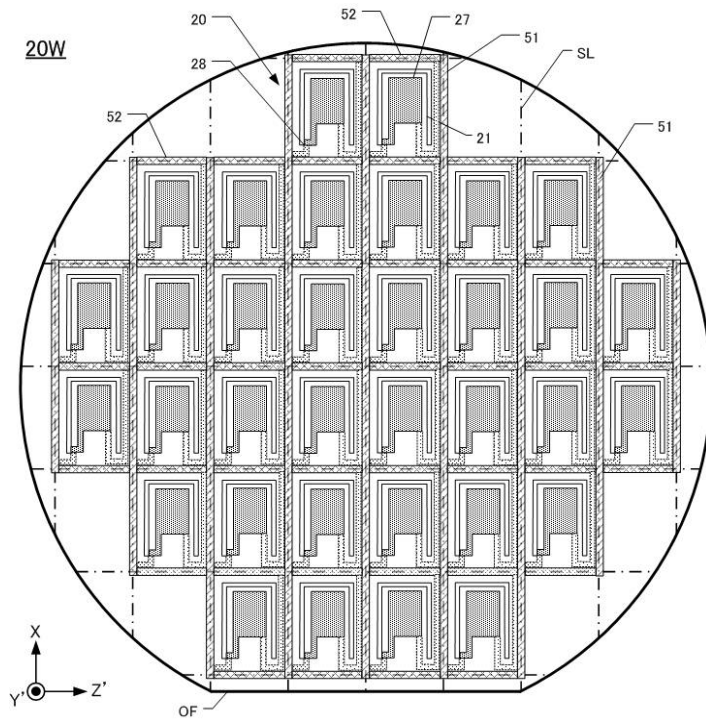


【図 5】



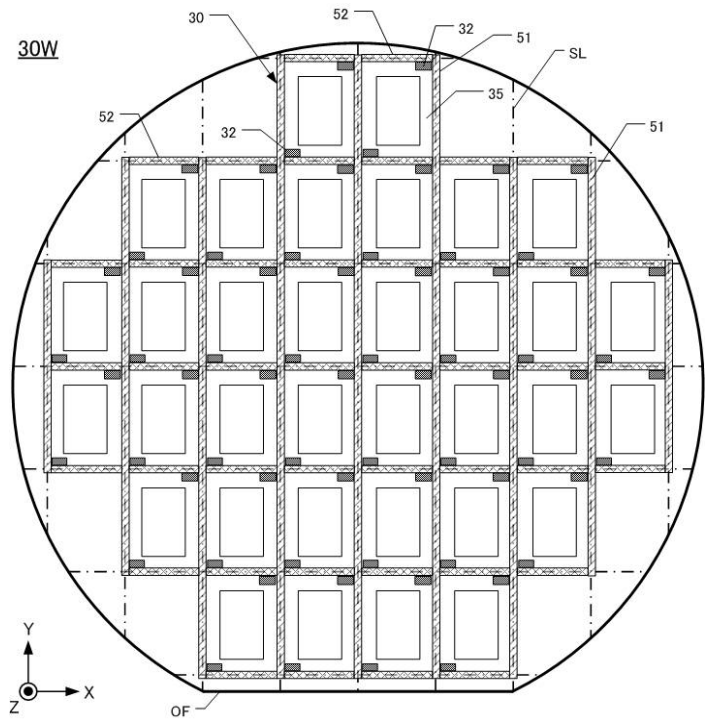
【図 6】

20W



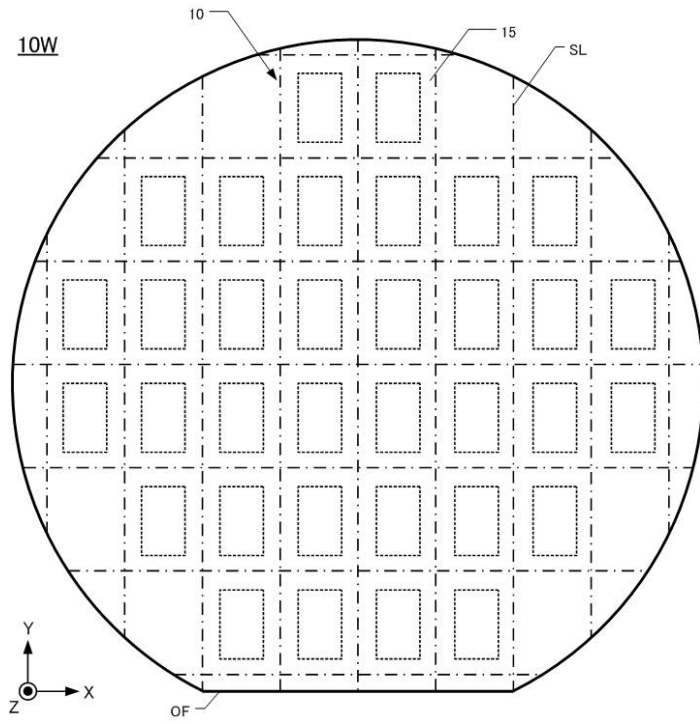
【図 7】

30W



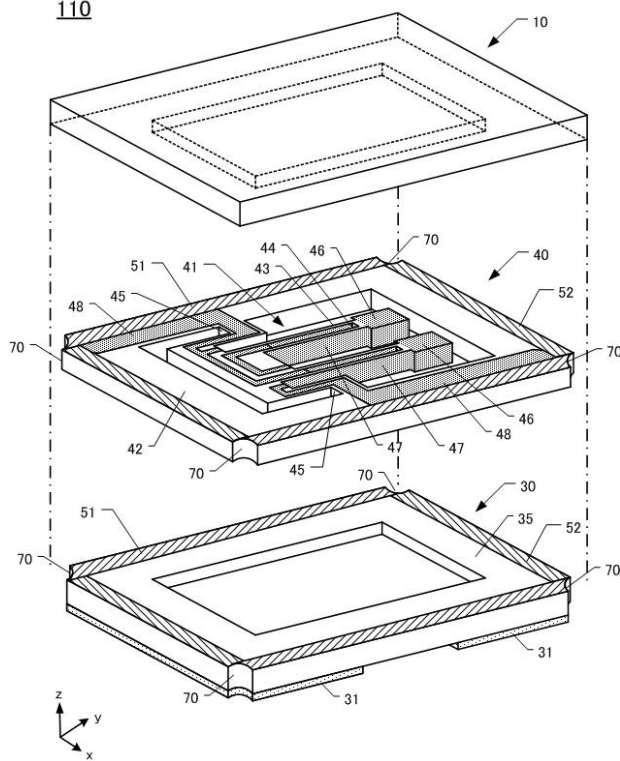
【 図 8 】

10W



【 図 9 】

110



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平02 - 150829 (JP, U)
特開2001 - 177373 (JP, A)
特開2007 - 243681 (JP, A)
特開昭56 - 119518 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03H 9/02
H01L 23/10