

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5134928号
(P5134928)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl. F I
B 2 4 B 1/00 (2006.01) B 2 4 B 1/00 Z
 H O 1 L 21/304 (2006.01) H O 1 L 21/304 G O 1 Z

請求項の数 2 (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-311643 (P2007-311643) | (73) 特許権者 | 000236436 |
| (22) 出願日 | 平成19年11月30日(2007.11.30) | | 浜松ホトニクス株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2009-131942 (P2009-131942A) | | 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 |
| (43) 公開日 | 平成21年6月18日(2009.6.18) | (74) 代理人 | 100088155 |
| 審査請求日 | 平成22年11月25日(2010.11.25) | | 弁理士 長谷川 芳樹 |
| | | (74) 代理人 | 100140442 |
| | | | 弁理士 柴山 健一 |
| | | (74) 代理人 | 100092657 |
| | | | 弁理士 寺崎 史朗 |
| | | (74) 代理人 | 100124291 |
| | | | 弁理士 石田 悟 |
| | | (72) 発明者 | 内山 直己 |
| | | | 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 |
| | | | 浜松ホトニクス株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工対象物研削方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

板状の加工対象物を所定の厚さに研削するための加工対象物研削方法であって、
 前記加工対象物の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記加工対象物の外縁から所定の距離内側に前記外縁に沿って設定された改質領域形成ラインに沿って、前記加工対象物に改質領域を形成する工程と、
 前記改質領域を形成した後に、前記加工対象物の一方の主面を保持手段で保持した状態で、前記加工対象物の他方の主面を研削し、前記改質領域を残存させずに、前記改質領域から延びる割れを残存させて、前記割れを少なくとも前記加工対象物の前記他方の主面に露出させる工程と、を含むことを特徴とする加工対象物研削方法。

10

【請求項2】

板状の加工対象物を所定の厚さに研削するための加工対象物研削方法であって、
 前記加工対象物の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記加工対象物の外縁から所定の距離内側に前記外縁に沿って設定された改質領域形成ラインに沿って、前記加工対象物に改質領域を形成する工程と、
 前記改質領域を形成した後に、前記加工対象物の一方の主面を保持手段で保持した状態で、前記加工対象物の他方の主面を研削し、前記改質領域、及び前記改質領域から延びる割れを残存させて、前記割れを前記加工対象物の前記一方の主面及び前記他方の主面に露出させない工程と、を含むことを特徴とする加工対象物研削方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、加工対象物を所定の厚さに研削するための加工対象物研削方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来の加工対象物研削方法としては、板状の加工対象物の内部にレーザ光を照射することで、加工対象物の外縁部を除去し、外縁部を除去した後に加工対象物の主面を研削するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。このような加工対象物研削方法では、加工対象物の外縁にナイフエッジが生ずるのを防止することが図られている。

【特許文献1】特開2006-108532号公報

10

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、上述したような加工対象物研削方法では、加工対象物を研削した際、加工対象物の外縁部で割れが生じると、この割れが内側に伸展し、ひいては加工対象物が割れるという問題がある。研削された加工対象物の厚さが薄い場合には、加工対象物の外縁部にチッピング（欠け）が生じ易いことから、かかる問題は顕著となる。さらには、加工対象物の厚さに依存して、外縁部の除去に、多大なレーザでの加工処理時間を要する問題も存在している。

【0004】

20

そこで、本発明は、加工対象物を確実に研削することができる加工対象物研削方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

上記課題を解決するために、本発明に係る加工対象物研削方法は、板状の加工対象物を所定の厚さに研削するための加工対象物研削方法であって、加工対象物の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、加工対象物の外縁から所定の距離内側に外縁に沿って設定された改質領域形成ラインに沿って、加工対象物に改質領域を形成する工程と、加工対象物の主面を研削する工程と、を含むことを特徴とする。

【0006】

30

この加工対象物研削方法では、加工対象物の外縁から所定の距離内側に外縁に沿って設定された改質領域形成ラインに沿って、加工対象物に改質領域を形成している。この改質領域又は改質領域から延びる割れによって、加工対象物の研削に起因して外縁部で生じた割れが内側に伸展するのを抑制することができる。その結果、加工対象物を確実に研削することができる。なお、「割れ」には、亀裂、切れ目及び裂け目等を含んでいる（以下、同じ）。

【0007】

また、加工対象物の主面を研削する工程は、改質領域を形成する工程を実施した後に実施されることが好ましい。この場合、加工対象物の研削中にその外縁部で割れが発生したとしても、改質領域又は改質領域から延びる割れによって、割れが内側に伸展するのを抑制することができる。

40

【0008】

このとき、改質領域を形成する工程においては、改質領域から延びる割れのみが研削後の加工対象物に残存するように、加工対象物に改質領域を形成することが好ましい。この場合、切削後の加工対象物には改質領域が残存しないことから、発塵を低減することができる。

【発明の効果】**【0009】**

本発明によれば、加工対象物を確実に研削することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0010】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0011】

本実施形態に係る加工対象物研削方法においては、板状の加工対象物の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、加工対象物の外縁から所定の距離内側に外縁に沿って設定された改質領域形成ラインに沿って、加工対象物に改質領域を形成する。そこで、まず、この改質領域の形成について、図1～図9を参照して説明する。

【0012】

図1に示すように、レーザ加工装置100は、レーザ光Lをパルス発振等するレーザ光源101と、レーザ光Lの光軸の向きを90°変えるように配置されたダイクロイックミラー103と、レーザ光Lを集光するための集光用レンズ105と、を備えている。また、レーザ加工装置100は、集光用レンズ105で集光されたレーザ光Lが照射される加工対象物1を支持するための支持台107と、支持台107をX、Y、Z軸方向及びZ軸回り方向（以下、単に「方向」という）に移動させるためのステージ111と、レーザ光Lの出力やパルス幅等を調節するためにレーザ光源101を制御するレーザ光源制御部102と、ステージ111の移動を制御するステージ制御部115と、を備えている。

10

【0013】

このレーザ加工装置100においては、レーザ光源101から出射されたレーザ光Lは、ダイクロイックミラー103によってその光軸の向きを90°変えられ、支持台107上に載置された加工対象物1の内部に集光用レンズ105によって集光される。これと共に、ステージ111が移動させられ、加工対象物1がレーザ光Lに対して改質領域形成ライン5に沿って相対移動させられる。これにより、改質領域形成ライン5に沿って、切断の起点となる改質領域が加工対象物1に形成されることとなる。以下、この改質領域について詳細に説明する。

20

【0014】

図2に示すように、板状の加工対象物1には、加工対象物1に改質領域を形成するための予定ラインである改質領域形成ライン5が設定されている。改質領域形成ライン5は、直線状に延びた仮想線である。加工対象物1の内部に改質領域を形成する場合、図3に示すように、加工対象物1の内部に集光点Pを合わせた状態で、レーザ光Lを改質領域形成ライン5に沿って（すなわち、図2の矢印A方向に）相対的に移動させる。これにより、図4～図6に示すように、改質領域7が改質領域形成ライン5に沿って加工対象物1の内部に形成される。

30

【0015】

なお、集光点Pとは、レーザ光Lが集光する箇所のことである。また、改質領域形成ライン5は、直線状に限らず曲線状であってもよいし、仮想線に限らず加工対象物1の表面3に実際に引かれた線であってもよい。また、改質領域7は、連続的に形成される場合もあるし、断続的に形成される場合もある。また、改質領域7は少なくとも加工対象物1の内部に形成されていればよい。また、改質領域7を起点に亀裂が形成される場合があり、亀裂及び改質領域7は、加工対象物1の外表面（表面、裏面、若しくは外周面）に露出していてもよい。

40

【0016】

ちなみに、ここでは、レーザ光Lが、加工対象物1を透過すると共に加工対象物1の内部の集光点近傍にて特に吸収され、これにより、加工対象物1に改質領域7が形成される（すなわち、内部吸収型レーザ加工）。よって、加工対象物1の表面3ではレーザ光Lが殆ど吸収されないため、加工対象物1の表面3が溶融することはない。一般的に、表面3から溶融され除去されて穴や溝等の除去部が形成される（表面吸収型レーザ加工）場合、加工領域は表面3側から徐々に裏面側に進行する。

【0017】

ところで、本実施形態にて形成される改質領域は、密度、屈折率、機械的強度やその他

50

の物理的特性が周囲とは異なる状態になった領域をいう。例えば、(1) 溶融処理領域、(2) クラック領域、絶縁破壊領域、(3) 屈折率変化領域等があり、これらが混在した領域もある。

【0018】

本実施形態での改質領域は、レーザー光の局所的な吸収や多光子吸収という現象により形成される。多光子吸収とは、材料の吸収のバンドギャップ E_G よりも光子のエネルギー h が小さいと光学的に透明となるため、材料に吸収が生じる条件は $nh > E_G$ であるが、光学的に透明でも、レーザー光 L の強度を非常に大きくすると $nh > E_G$ の条件 ($n = 2, 3, 4, \dots$) で材料に吸収が生じる現象をいう。多光子吸収による溶融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第66集(2000年4月)の第72頁~第73頁の「ピコ秒パルスレーザーによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

10

【0019】

また、D.Du, X.Liu, G.Korn, J.Squier, and G.Mourou, "Laser Induced Breakdown by Impact Ionization in SiO_2 with Pulse Widths from 7ns to 150fs", Appl Phys Lett 64(23), Jun. 6, 1994に記載されているようにパルス幅が数ピコ秒からフェムト秒の超短パルスレーザー光を利用することにより形成される改質領域を利用してもよい。

【0020】

(1) 改質領域が溶融処理領域を含む場合

加工対象物(例えばシリコンのような半導体材料)の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザー光 L を照射する。これにより、集光点近傍にてレーザー光 L が吸収されて加工対象物の内部が局所的に加熱され、この加熱により加工対象物の内部に溶融処理領域が形成される。

20

【0021】

溶融処理領域とは、一旦溶融後再固化した領域や、まさに溶融状態の領域や、溶融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、溶融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造及び多結晶構造を含む構造に変化した領域を意味する。加工対象物がシリコン単結晶構造の場合、溶融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。

30

【0022】

図7は、レーザー光が照射されたシリコンウェハ(半導体基板)の一部における断面の写真を示した図である。図7に示すように、半導体基板11の内部に溶融処理領域13が形成されている。

【0023】

入射するレーザー光の波長に対して透過性の材料の内部に溶融処理領域13が形成されたことを説明する。図8は、レーザー光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示す線図である。ただし、シリコン基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さ t が $50 \mu m$ 、 $100 \mu m$ 、 $200 \mu m$ 、 $500 \mu m$ 、 $1000 \mu m$ の各々について上記関係を示した。

40

【0024】

例えば、Nd:YAGレーザーの波長である $1064 nm$ において、シリコン基板の厚さが $500 \mu m$ 以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザー光 L が 80% 以上透過することが分かる。図7に示す半導体基板11の厚さは $350 \mu m$ であるので、溶融処理領域13は半導体基板11の中心付近、つまり表面から $175 \mu m$ の部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ $200 \mu m$ のシリコンウェハを参考にすると、 90% 以上なので、レーザー光 L が半導体基板11の内部で吸収されるのは僅かであり、殆どが透過する。しかし、 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザー光 L をシリコンウェハ内部に集光することで集光点とその近傍で局所的にレーザー光が吸収され溶融処理

50

領域 1 3 が半導体基板 1 1 の内部に形成される。

【 0 0 2 5 】

なお、シリコンウェハには、溶融処理領域を起点として亀裂が発生する場合がある。また、溶融処理領域に亀裂が内包されて形成される場合があり、この場合には、その亀裂が、溶融処理領域においての全面に渡って形成されていたり、一部分のみや複数部分に形成されていたりすることがある。更に、この亀裂は、自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。溶融処理領域から亀裂が自然に成長する場合には、溶融処理領域が溶融している状態から成長する場合と、溶融処理領域が溶融している状態から再固化する際に成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も溶融処理領域はシリコンウェハの内部に形成され、切断面においては、図 7 に示すように、内部に溶融処理領域が形成されている。

10

【 0 0 2 6 】

(2) 改質領域がクラック領域を含む場合

加工対象物（例えばガラスや LiTaO_3 からなる圧電材料）の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザー光 L を照射する。このパルス幅の大きさは、加工対象物の内部にレーザー光 L が吸収されてクラック領域が形成される条件である。これにより、加工対象物の内部には光学的損傷という現象が発生する。この光学的損傷により加工対象物の内部に熱ひずみが誘起され、これにより加工対象物の内部に、1 つ又は複数のクラックを含むクラック領域が形成される。クラック領域は絶縁破壊領域とも言える。

20

【 0 0 2 7 】

図 9 は電界強度とクラックの大きさとの関係の実験結果を示す線図である。横軸はピークパワー密度であり、レーザー光 L がパルスレーザー光なので電界強度はピークパワー密度で表される。縦軸は 1 パルスのレーザー光 L により加工対象物の内部に形成されたクラック部分（クラックスポット）の大きさを示している。クラックスポットが集まりクラック領域となる。クラックスポットの大きさは、クラックスポットの形状のうち、最大の長さとなる部分の大きさである。グラフ中の黒丸で示すデータは集光用レンズ (C) の倍率が 1 0 0 倍、開口数 (NA) が 0 . 8 0 の場合である。一方、グラフ中の白丸で示すデータは集光用レンズ (C) の倍率が 5 0 倍、開口数 (NA) が 0 . 5 5 の場合である。ピークパワー密度が 10^{11} (W/cm^2) 程度から加工対象物の内部にクラックスポットが発生し、ピークパワー密度が大きくなるに従いクラックスポットも大きくなることが分かる。

30

【 0 0 2 8 】

(3) 改質領域が屈折率変化領域を含む場合

加工対象物（例えばガラス）の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が 1ns 以下の条件でレーザー光 L を照射する。このように、パルス幅が極めて短い状態で加工対象物の内部にレーザー光 L が吸収されると、そのエネルギーが熱エネルギーに転化せず、加工対象物の内部にはイオン価数変化、結晶化又は分極配向等の永続的な構造変化が誘起され、屈折率変化領域が形成される。

【 0 0 2 9 】

なお、改質領域とは、溶融処理領域、絶縁破壊領域、屈折率変化領域等やそれらが混在した領域を含めて、その材料において改質領域の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域であったり、格子欠陥が形成された領域であったりする。これらをまとめて高転移領域と言うこともできる。

40

【 0 0 3 0 】

また、溶融処理領域や屈折率変化領域、改質領域の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域、格子欠陥が形成された領域は、更にそれら領域の内部や改質領域と非改質領域との界面に亀裂（割れ、マイクロクラック）を内包している場合がある。内包される亀裂は改質領域の全面に渡る場合や一部分のみや複数部分に形成される場合がある。

【 0 0 3 1 】

ちなみに、加工対象物の結晶構造やその劈開性等を考慮して、改質領域を次のように形

50

成することが好ましい。

【0032】

すなわち、シリコン等のダイヤモンド構造の単結晶半導体からなる基板の場合は、(111)面(第1劈開面)や(110)面(第2劈開面)に沿った方向に改質領域を形成するのが好ましい。また、GaAs等の閃亜鉛鉱型構造のIII-V族化合物半導体からなる基板の場合は、(110)面に沿った方向に改質領域を形成するのが好ましい。更に、サファイア(Al_2O_3)等の六方晶系の結晶構造を有する基板の場合は、(0001)面(C面)を主面として(1120)面(A面)或いは(1100)面(M面)に沿った方向に改質領域を形成するのが好ましい。

【0033】

また、上述した改質領域を形成すべき方向(例えば、単結晶シリコン基板における(111)面に沿った方向)、或いは改質領域を形成すべき方向に直交する方向に沿って基板にオリエンテーションフラットを形成すれば、そのオリエンテーションフラットを基準とすることで、改質領域を容易且つ正確に基板に形成することが可能になる。

【0034】

次に、本発明の第1実施形態に係る加工対象物研削方法について説明する。

【0035】

本実施形態の加工対象物研削方法は、例えば厚さが $15\mu m \sim 25\mu m$ (所定の厚さ:以下、「最終研削厚さ」という)の極薄の半導体基板を形成するために加工対象物を研削するものである。図10に示すように、研削加工の対象となる加工対象物1は、例えばシリコンからなる円板状を呈している。ここでは、加工対象物1は、円筒状のシリコンインゴットを輪切り状に切断して形成されている。この加工対象物1は、その外縁Eから所定の距離内側に、改質領域形成ライン5が設定されている。なお、加工対象物1では、説明の便宜上オリエンテーションフラットを省略する。また、ここでの「研削」とは、砥石、刃物、エッチング液等で機械的、化学的、電気化学的に表面を削って滑らかにすることを意味し、また、研磨と同義である。

【0036】

この改質領域形成ライン5は、加工対象物1の外縁Eに沿った円環状を呈している。改質領域形成ライン5は、図12(a)に示すように、加工対象物1において外縁部25と該外縁部25の内側の有効領域26との境界に設定されている。外縁部25は、加工対象物1における曲面状に突出する側面を含んで構成された部分である。この外縁部25は、側方視において断面が弓形状を呈しており、その厚さが外側に行くに従って薄くなっている。なお、外縁部25は、側方視において断面が半弓形状や矩形状でもよく、また、その厚さが外側に行くに従って薄くなるストレートなテーパ状の場合もある。

【0037】

有効領域26は、結晶成長により形成された半導体動作層、フォトダイオード等の受光素子、レーザダイオード等の発光素子、又は回路として形成された回路素子等の機能素子22を形成するための領域である。

【0038】

以上に説明した加工対象物1に研削加工を施す場合、まず、図11(a)に示すように、加工対象物1の裏面(主面)21にテープ31を貼り付けて保持し、この加工対象物1を、表面3が上方に位置するようにステージ(不図示)上に載置する。ここでのテープ31としては、BG(BackGrind)テープが用いられている。ちなみに、保持治具や保持基板で加工対象物1を保持してステージ上に載置する場合もある。

【0039】

この状態で、加工対象物1の内部に集光点を合わせて加工対象物1の表面3側からレーザ光Lを照射しながら、レーザ光Lに対しステージを方向(図中の矢印R方向)に相対回転させる。これにより、図11(b)に示すように、外周縁の改質領域形成ライン5(図10参照)に沿って、加工対象物1の内部に改質領域7を形成し、改質領域7の上端部及び下端部から、厚さ方向に沿って延びる亀裂(割れ)C1を生じさせる。なお、この改

10

20

30

40

50

質領域 7 には、その内部に亀裂が含まれてもよい。

【 0 0 4 0 】

続いて、図 1 2 (a) に示すように、加工対象物 1 の表面 3 における有効領域 2 6 に、複数の機能素子 2 2 をマトリックス状に配設されるように形成した後、図 1 2 (b) に示すように、加工対象物 1 を上下反転して裏面 2 1 を上方に位置させる。そして、図 1 2 (c) に示すように、研削砥石 3 2 (グライNDER) で加工対象物 1 の裏面 2 1 を研削し、加工対象物 1 を最終研削厚さに薄化する。ここで、研削後の加工対象物 1 a では、亀裂 C 1 のみが残存しており、この亀裂 C 1 が裏面 2 1 に露出している。つまり、裏面 2 1 にハーフカット亀裂 C 1 が露出した状態となっている。

【 0 0 4 1 】

加工対象物 1 を薄化した後には、隣り合う機能素子 2 2 間を通るような格子状に設定された切断予定ラインに沿って、加工対象物 1 を切断するための切断起点領域が形成される。ここでは、切断起点領域として、加工対象物に集光点を合わせてレーザ光を照射し、改質領域 7 と同様な切断用改質領域を形成している。切断起点領域は、レーザアブレーション、スクライブ若しくはブレードダイシング等で形成された溝等でもよい。そして、加工対象物 1 がエキスパンドテープに張り替えられ、このエキスパンドテープが拡張されることで、切断起点領域を起点として加工対象物 1 が切断予定ラインに沿って分断 (切断) される。ちなみに、加工対象物 1 の研削中、研削後又はエキスパンドテープ拡張時において、改質領域 7 を起点として改質領域形成ライン 5 (図 1 0 参照) に沿って加工対象物 1 が切断されてもよい。

【 0 0 4 2 】

ところで、従来、加工対象物 1 を研削して加工対象物 1 を薄化した場合、厚さが特に薄い外縁部 2 5 でチッピングや亀裂が生じ、亀裂が内側に伸展することがある。また、加工対象物 1 の研削中に、研削のために加工対象物 1 に加えられる力によって外縁部 2 5 でチッピングや亀裂が生じ、亀裂が内側に伸展することがある。つまり、加工対象物 1 の研削に起因して外縁部 2 5 で生じた割れが、有効領域 2 6 に向かって内側に伸展するおそれがある。

【 0 0 4 3 】

この点、本実施形態の加工対象物研削方法では、加工対象物 1 の外縁 E から所定の距離内側に設定された改質領域形成ライン 5 に沿って、加工対象物 1 に改質領域 7 を形成している。これにより、改質領域 7 又は改質領域 7 から延びる割れ C 1 によって、外縁部 2 5 で生じた割れが有効領域 2 6 に向かって内側に伸展するのを抑制ひいては遮断することができ、加工対象物を確実に研削することができる。研削後の加工対象物 1 a の厚さが極薄の本実施形態では、外縁部 2 5 にチッピング (欠け) が特に生じ易いことから、かかる効果は顕著となる。

【 0 0 4 4 】

図 1 3 (a) は、本実施形態の加工対象物研削方法による研削後の加工対象物における裏面側を示す平面図、図 1 3 (b) は、図 1 3 (a) の b - b 線に沿う断面拡大図である。図 1 3 に示すように、加工対象物 1 a の外縁部 2 5 では、外縁部 2 5 にチッピング 2 7 が生じている。また、チッピング 2 7 及び外縁部 2 5 からは亀裂 2 8 が延びている。ここで、亀裂 2 8 は、上方視において亀裂 C 1 が延在する円周方向に延び易くなっていることがわかる。また、亀裂 2 8 の加工対象物 1 の内側への進展が、亀裂 C 1 で留まっているのがわかる。つまり、改質領域 7 及び改質領域 7 から延びた亀裂 C 1 にあっては、亀裂 2 8 を内側に伸展させないストッパとして機能し、亀裂 2 8 が外縁部 2 5 から有効領域 2 6 へ延びるのを防ぐ予防線となっている。

【 0 0 4 5 】

また、本実施形態では、上述したように、加工対象物 1 の研削が、改質領域 7 を形成した後実施されている。これにより、加工対象物 1 の研削中にその外縁部 2 5 で亀裂 2 8 が発生したとしても、改質領域 7 又は改質領域 7 から延びる亀裂 C 1 によって、亀裂 2 8 が内側に伸展するのを抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態では、上述したように、研削後の加工対象物 1 a に亀裂 C 1 のみが残存している。すなわち、改質領域 7 から延びる亀裂 C 1 のみが研削後の加工対象物 1 a に残存するように、加工対象物 1 に改質領域 7 が形成されている。この場合、切削後の加工対象物 1 a には改質領域 7 が残存しないことから、発塵を低減することができる。

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態では、上述したように、加工対象物 1 において外縁部 2 5 と有効領域 2 6 との境界に形成されている。ここで、加工対象物 1 においては、外縁部 2 5 の厚さが有効領域 2 6 の厚さよりも薄くなっていることから、外縁部 2 5 から亀裂が生じ易いため、外縁部 2 5 と有効領域 2 6 との境界に改質領域 7 を形成することで、亀裂が内側に伸展するのを確実に抑制することができる。また、外縁部 2 5 と有効領域 2 6 との境界の内側に改質領域 7 を形成してもよく、この場合には、上記と同様に亀裂が内側に伸展するのを確実に抑制することができる。さらに、外縁部 2 5 と有効領域 2 6 との境界の外側に改質領域 7 を形成してもよく、この場合には、有効領域を十分に活用することができる。

10

【 0 0 4 8 】

ちなみに、加工対象物 1 に改質領域 7 を形成した後に、その表面 3 に機能素子 2 2 を形成したが、表面 3 に機能素子 2 2 を形成した後に改質領域 7 を形成してもよく、改質領域 7 の形成と機能素子 2 2 の形成とは順不同である。これについては、以下の実施形態においても同様である。

【 0 0 4 9 】

次に、本発明の第 2 実施形態に係る加工対象物研削方法について説明する。なお、本実施形態の説明においては、上記第 1 実施形態と異なる点を主に説明する。

20

【 0 0 5 0 】

本実施形態の加工対象物研削方法では、図 1 4 (a) に示すように、改質領域 7 の上部及び下部から厚さ方向に沿って延びる亀裂 C 2 を生じさせた加工対象物 1 を、裏面 2 1 が上方に位置するように配置する。そして、図 1 4 (b) に示すように、研削砥石 3 2 で加工対象物 1 の裏面 2 1 を研削し、加工対象物 1 を最終研削厚さに薄化する。ここで、研削後の加工対象物 1 b では、改質領域 7 が残存しており、改質領域 7 及びこの改質領域 7 から延びる亀裂 C 2 が、表面 3 及び裏面 2 1 に露出しない状態となっている。

【 0 0 5 1 】

本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、加工対象物 1 を確実に研削するという効果等を奏する。また、本実施形態では、研削後の加工対象物 1 b において改質領域 7 が表面 3 及び裏面 2 1 に露出しないため、発塵を低減することができる。

30

【 0 0 5 2 】

次に、本発明の第 3 実施形態に係る加工対象物研削方法について説明する。なお、本実施形態の説明においては、上記第 1 実施形態と異なる点を主に説明する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態の加工対象物研削方法では、図 1 5 (a) に示すように、加工対象物 1 の表面 3 に複数の機能素子 2 2 を形成してテープ 3 1 を貼り付け、この加工対象物 1 を裏面 2 1 が上方に位置するようにステージ上に載置する。そして、図 1 5 (b) に示すように、研削砥石 3 2 で加工対象物 1 の裏面 2 1 を研削し、最終研削厚さよりも厚い状態まで加工対象物 1 を薄化する。ここでは、加工対象物 1 が略半分の厚さになるように薄化している。なお、この際の研削後の裏面 2 1 の表面粗さは、後に照射するレーザー光 L を透過させ得る粗さ程度にまで仕上がっていることが好ましい。

40

【 0 0 5 4 】

この状態で、図 1 5 (c) に示すように、加工対象物 1 の内部に集光点を合わせて加工対象物 1 の裏面 2 1 側からレーザー光 L を照射しながら、ステージを方向 (図中の矢印 R 方向) に相対回転させる。これにより、図 1 6 (a) に示すように、改質領域形成ライン 5 に沿って加工対象物 1 の内部に改質領域 7 を形成し、この改質領域 7 の上部及び下部から、厚さ方向に沿って延びる亀裂 C 3 を生じさせる。

50

【0055】

そして、図16(b)に示すように、研削砥石32で加工対象物1の裏面21を再び研削し、加工対象物1を最終研削厚さに薄化する。ここで、研削後の加工対象物1cでは、亀裂C3のみが残存しており、この亀裂C3が表面3及び裏面21に露出している。つまり、表面3及び裏面21にハーフカット亀裂C3が露出した状態となっている。

【0056】

本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、加工対象物1を確実に研削するという効果等を奏する。また、本実施形態では、上述したように、表面3及び裏面21の双方に亀裂C3が露出しているため、加工対象物1の外縁部25で生じた亀裂が内側に伸展するのを一層抑制することができる。

10

【0057】

次に、本発明の第4実施形態に係る加工対象物研削方法について説明する。なお、本実施形態の説明においては、上記第3実施形態と異なる点を主に説明する。

【0058】

本実施形態の加工対象物研削方法では、研削砥石32で加工対象物1の裏面21を研削し、最終研削厚さよりも厚い状態まで加工対象物1を薄化した後、図17(a)に示すように、改質領域形成ライン5に沿って、加工対象物1の内部に改質領域7を形成し、この改質領域7の上端部及び下端部から、厚さ方向に沿って延びる亀裂C4を生じさせる。

【0059】

そして、図17(b)に示すように、研削砥石32で加工対象物1の裏面21を研削し、加工対象物1を最終研削厚さに薄化する。ここで、研削後の加工対象物1dでは、改質領域7が残存しており、改質領域7及び改質領域7から延びる亀裂C2が、表面3及び裏面21に露出しない状態となっている。

20

【0060】

本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、加工対象物1を確実に研削するという効果等を奏する。また、本実施形態では、研削後の加工対象物1dにおいて改質領域7が表面3及び裏面21に露出しないため、発塵を低減することができる。

【0061】

次に、本発明の第5実施形態に係る加工対象物研削方法について説明する。なお、本実施形態の説明においては、上記第3実施形態と異なる点を主に説明する。

30

【0062】

本実施形態の加工対象物研削方法では、研削砥石32で加工対象物1の裏面21を研削し、最終研削厚さよりも厚い状態まで加工対象物1を薄化した後、図18(a)に示すように、改質領域形成ライン5に沿って、加工対象物1の内部に改質領域7を形成し、この改質領域7の上端部及び下端部から、厚さ方向に沿って延びる亀裂C5を生じさせる。

【0063】

そして、図18(b)に示すように、研削砥石32で加工対象物1の裏面21を研削し、加工対象物1を最終研削厚さに薄化する。ここで、研削後の加工対象物1eでは、亀裂C5のみが残存しており、この亀裂C5が裏面21に露出している。つまり、裏面21にハーフカット亀裂C5が露出した状態となっている。

40

【0064】

本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、加工対象物1を確実に研削するという効果等を奏する。

【0065】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、加工対象物1にテープ31を貼り付けたが、加工対象物1を保持し得るテープ以外の保持具でもよいし、図19に示すように、環状のダイシングフレーム33で保持されたダイシングテープ34を貼り付けてもよい。この場合、加工対象物1を分断する際に拡張するエキスパンダテープとして、ダイシングテープ34を利用することができる。

【0066】

50

また、上記実施形態では、加工対象物 1 に改質領域 7 を形成した後に加工対象物 1 を最終研削厚さに研削したが、これとは逆に、加工対象物 1 を最終研削厚さに研削した後に加工対象物 1 に改質領域 7 を形成してもよい。ただし、研削前に改質領域 7 を形成する方が、研削後のハンドリング等の際に外縁部 2 5 から発生する亀裂 2 8 をストップさせることができるため、より望ましい。

【 0 0 6 7 】

また、上記実施形態では、改質領域 7 は亀裂 C 1 ~ C 5 を含んでいるが、改質領域（熔融処理領域）のみでもよい。切断予定ラインに沿って加工対象物 1 の内部に切断の起点となる改質領域を形成し加工対象物 1 をチップ状に切断するという方法（＝ステルスダイシング方式）や、レーザスクライプのように溝を形成し加工対象物 1 に応力を印加してチップ状に切断するという方法においては、亀裂が存在している方が、ダイシングテープを拡張する際に加工対象物 1 に応力を加え易くなり加工対象物 1 の切断が容易になると共に、外縁部 2 5 の切断も容易となる。

【 0 0 6 8 】

また、上記実施形態は、半導体材料からなる加工対象物 1 に熔融処理領域を含む改質領域 7 を形成したが、ガラスや圧電材料等、他の材料からなる加工対象物の内部に、クラック領域や屈折率変化領域等、他の改質領域を形成してもよい。また、上記実施形態での亀裂は、切れ目及び裂け目等の割れであってもよい。

【 0 0 6 9 】

なお、本発明において、外縁（外周円）E に沿って改質領域 7 が形成された研削済みの加工対象物 1 には、上述したステルスダイシング方式やスクライピングによる切断方式、レーザによる完全切断やブレードダイシング等の切断方法が利用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 0 】

【図 1】改質領域の形成に用いられるレーザ加工装置の概略構成図である。

【図 2】改質領域の形成の対象となる加工対象物の平面図である。

【図 3】図 2 の加工対象物の III - III 線に沿っての断面図である。

【図 4】レーザ加工後の加工対象物の平面図である。

【図 5】図 4 の加工対象物の V - V 線に沿っての断面図である。

【図 6】図 4 の加工対象物の VI - VI 線に沿っての断面図である。

【図 7】レーザ加工後のシリコンウェハの切断面の写真を表した図である。

【図 8】レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。

【図 9】レーザ光のピークパワー密度とクラックスポットの大きさとの関係を示すグラフである。

【図 10】第 1 実施形態に係る加工対象物研削方法の対象となる加工対象物の平面図である。

【図 11】第 1 実施形態に係る加工対象物研削方法を説明するための図 10 の XI - XI 線に沿う概略断面図である。

【図 12】図 11 の後続の図である。

【図 13】研削後の加工対象物における裏面側を示す平面図である。

【図 14】第 2 実施形態に係る加工対象物研削方法を説明するための図 11 に対応する概略断面図である。

【図 15】第 3 実施形態に係る加工対象物研削方法を説明するための図 11 に対応する概略断面図である。

【図 16】図 15 の後続の図である。

【図 17】第 4 実施形態に係る加工対象物研削方法を説明するための図 11 に対応する概略断面図である。

【図 18】第 5 実施形態に係る加工対象物研削方法を説明するための図 11 に対応する概略断面図である。

【図 19】実施形態に係る加工対象物研削方法の他の例を説明するための図 11 に対応す

10

20

30

40

50

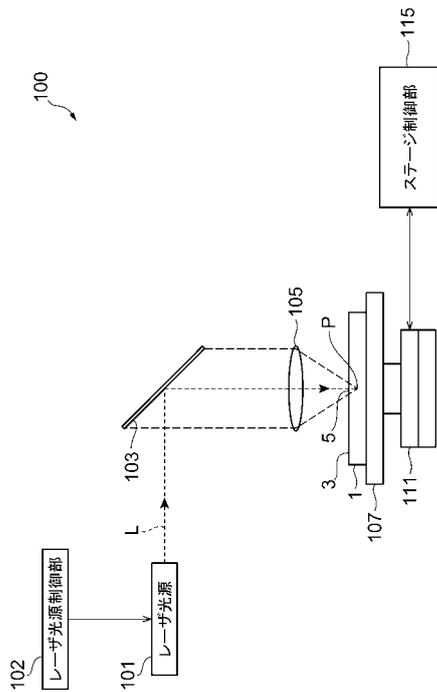
る概略断面図である。

【符号の説明】

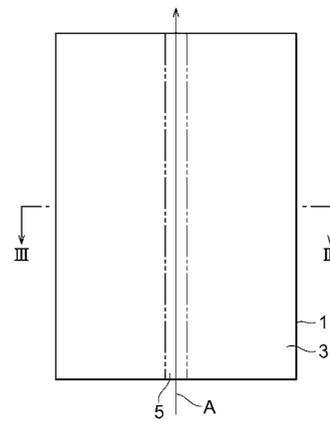
【0071】

1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e...加工対象物、5...改質領域形成ライン、7...改質領域、21...裏面(主面)、C1~C5...改質領域から延びる亀裂、E...外縁、L...レーザー光、P...集光点。

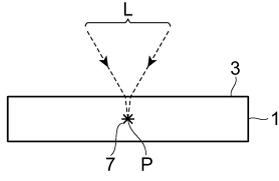
【図1】



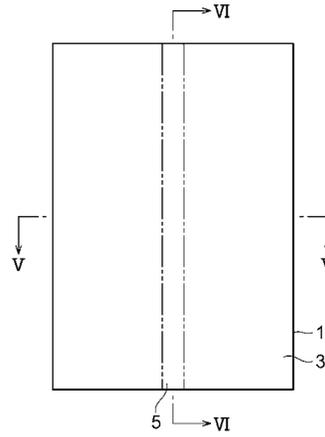
【図2】



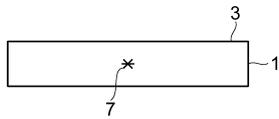
【 図 3 】



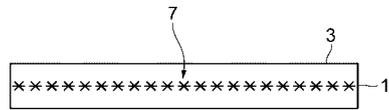
【 図 4 】



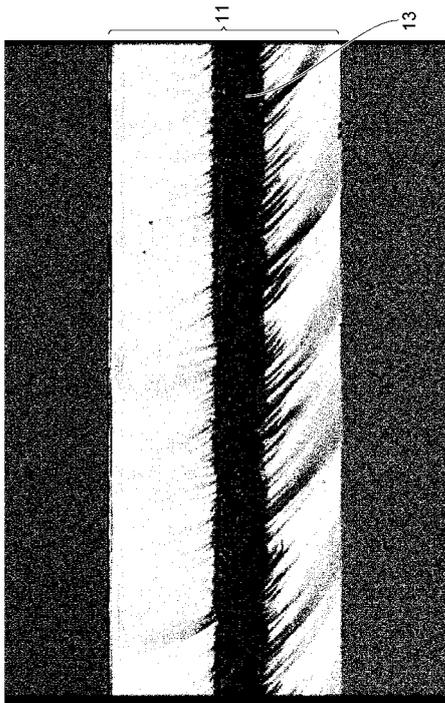
【 図 5 】



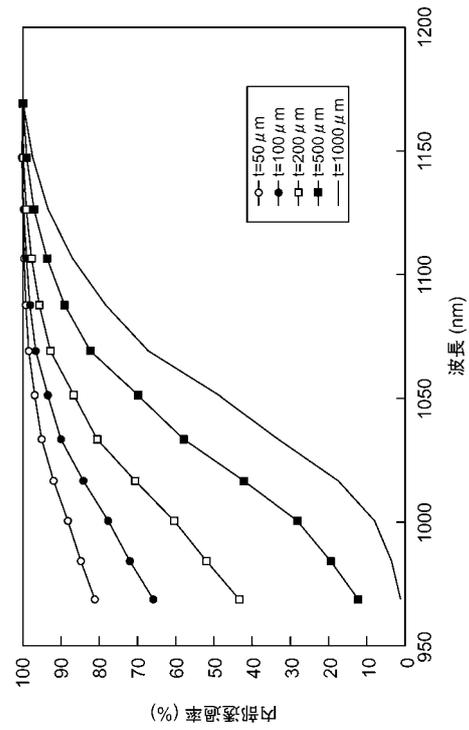
【 図 6 】



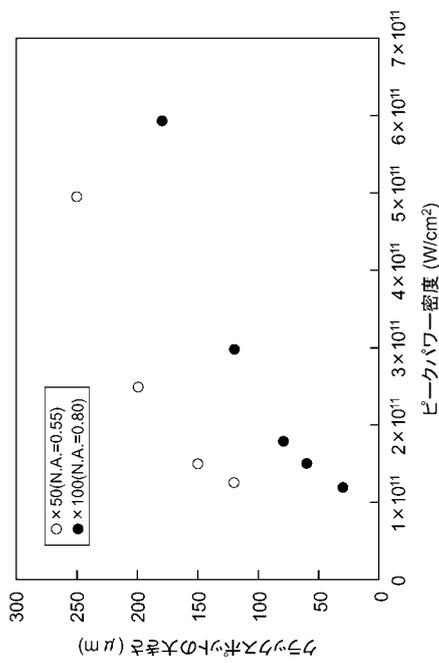
【図7】



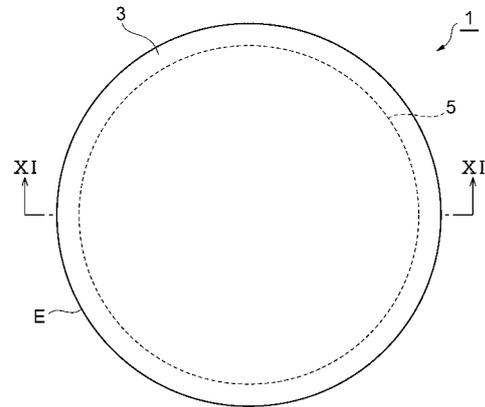
【図8】



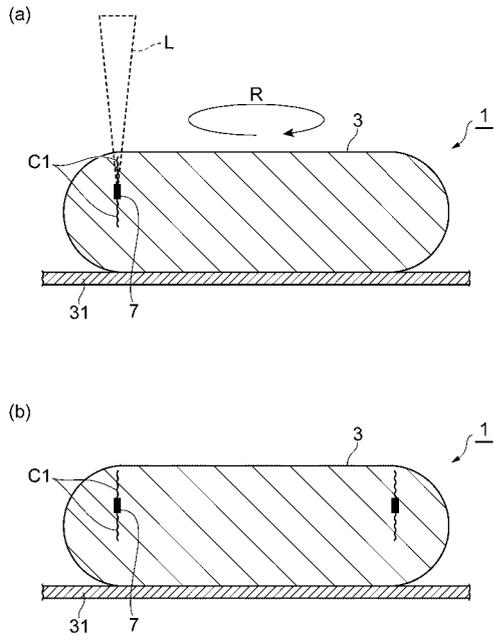
【図9】



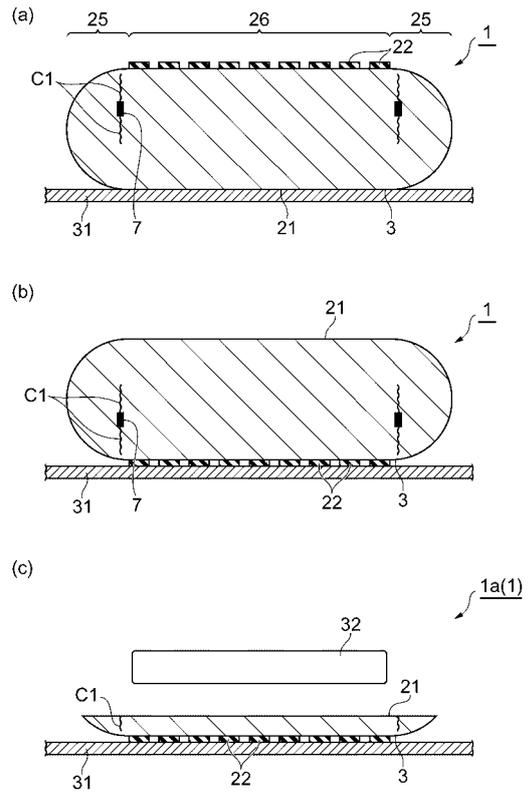
【図10】



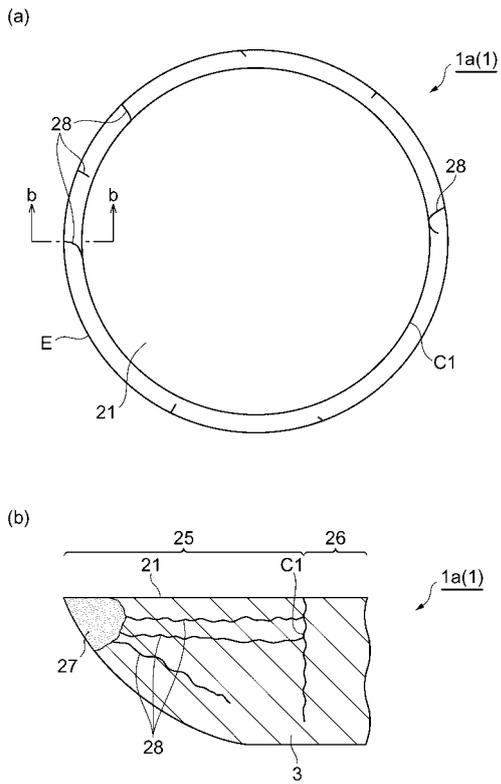
【 図 1 1 】



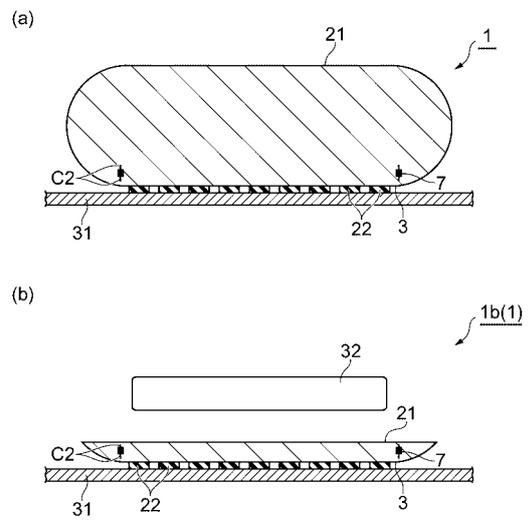
【 図 1 2 】



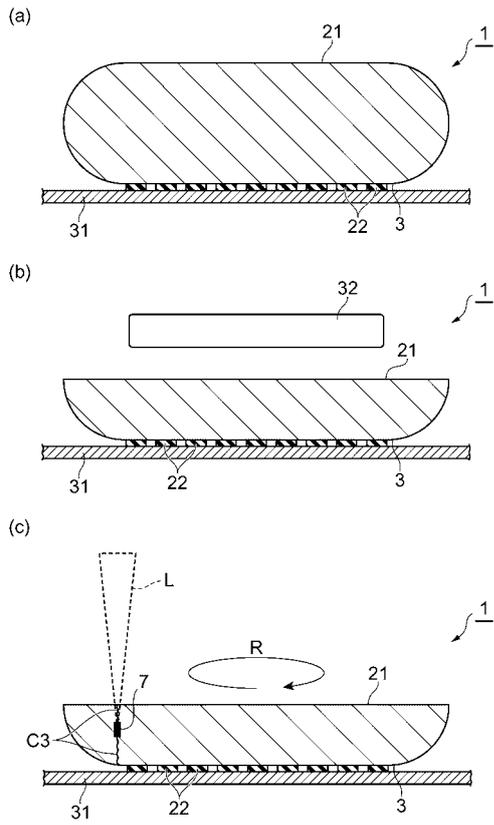
【 図 1 3 】



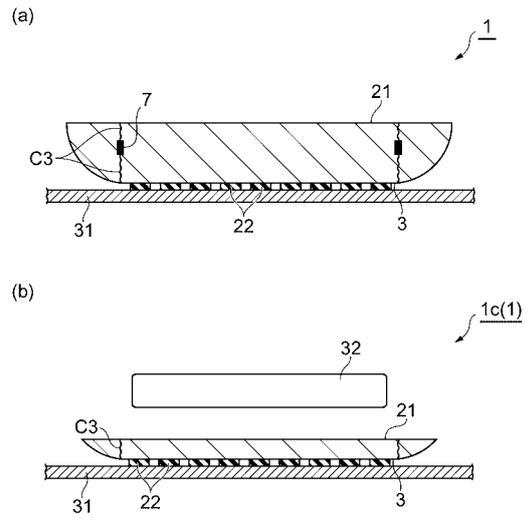
【 図 1 4 】



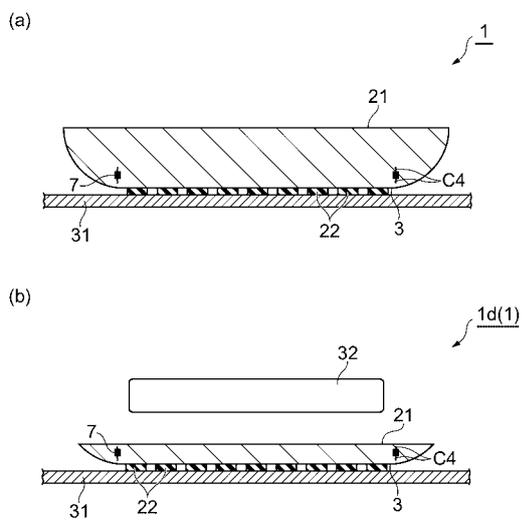
【 図 1 5 】



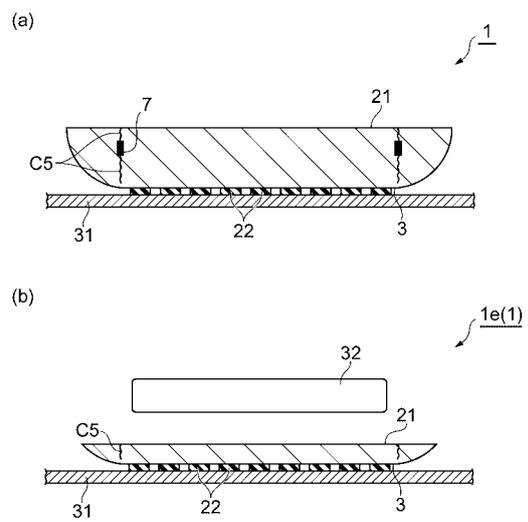
【 図 1 6 】



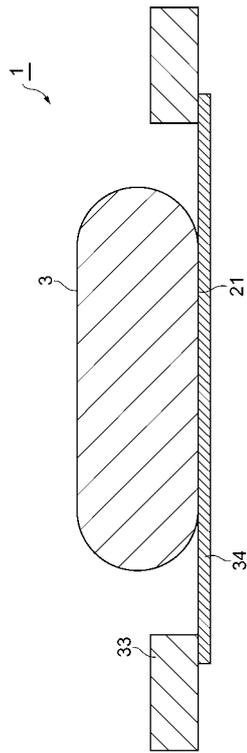
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 19 】



フロントページの続き

審査官 橋本 卓行

- (56)参考文献 特開2004-111606(JP,A)
特開2007-096115(JP,A)
特開2007-235068(JP,A)
特開2004-349623(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|---------|-----------------------|
| B 2 4 B | 1 / 0 0 |
| H 0 1 L | 2 1 / 3 0 4 |
| B 2 3 K | 6 / 0 0 |
| B 2 4 B | 7 / 2 2 |
| B 2 4 B | 3 7 / 0 0 - 3 7 / 3 4 |
| H 0 1 L | 2 1 / 3 0 1 |