

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6961297号  
(P6961297)

(45) 発行日 令和3年11月5日 (2021.11.5)

(24) 登録日 令和3年10月15日 (2021.10.15)

(51) Int.Cl.

F I

**H O 1 L 21/301 (2006.01)**  
**B 2 3 K 26/53 (2014.01)**  
**B 2 8 D 5/04 (2006.01)**  
**B 2 6 F 3/00 (2006.01)**

H O 1 L 21/78 Q  
H O 1 L 21/78 V  
H O 1 L 21/78 B  
B 2 3 K 26/53  
B 2 8 D 5/04 Z

請求項の数 3 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-142910 (P2017-142910)  
(22) 出願日 平成29年7月24日 (2017.7.24)  
(65) 公開番号 特開2019-24048 (P2019-24048A)  
(43) 公開日 平成31年2月14日 (2019.2.14)  
審査請求日 令和2年5月15日 (2020.5.15)

(73) 特許権者 000134051  
株式会社ディスコ  
東京都大田区大森北二丁目13番11号  
(74) 代理人 100075384  
弁理士 松本 昂  
(74) 代理人 100172281  
弁理士 岡本 知広  
(74) 代理人 100206553  
弁理士 笠原 崇廣  
(72) 発明者 淀 良彰  
東京都大田区大森北二丁目13番11号  
株式会社ディスコ内  
(72) 発明者 趙 金艶  
東京都大田区大森北二丁目13番11号  
株式会社ディスコ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チップの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交差する複数の分割予定ラインによってチップとなる複数の領域に区画されたチップ領域と、該チップ領域を囲む外周余剰領域と、を表面に有する板状の被加工物から複数の該チップを製造するチップの製造方法であって、

該表面と裏面との一方が上方に位置付けられるように被加工物を保持テーブルで直に保持する保持ステップと、

該保持ステップを実施した後に、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームの集光点を該保持テーブルに保持された被加工物の内部に位置づけるように該分割予定ラインに沿って被加工物の該チップ領域にのみ該レーザビームを照射し、該チップ領域の該分割予定ラインに沿って改質層を形成するとともに、該外周余剰領域を改質層が形成されていない補強部とするレーザ加工ステップと、

該レーザ加工ステップを実施した後に、該保持テーブルから被加工物を搬出する搬出ステップと、

該搬出ステップを実施した後に、被加工物に力を付与して被加工物を個々の該チップへと分割する分割ステップと、を備え、

該分割ステップでは、シートが貼られていない被加工物に超音波振動を付与して被加工物を個々の該チップへと分割することを特徴とするチップの製造方法。

【請求項2】

該レーザ加工ステップを実施した後、該分割ステップを実施する前に、該補強部を除去

する補強部除去ステップを更に備え、

該保持ステップ、該レーザ加工ステップ、該搬出ステップ、該分割ステップ、及び該補強部除去ステップは、いずれも、該表面と該裏面との該一方が上方に位置付けられた状態で実施されることを特徴とする請求項 1 に記載のチップの製造方法。

【請求項 3】

該保持テーブルの上面は、柔軟な材料によって構成されており、

該保持ステップでは、該柔軟な材料で被加工物の該表面側を保持することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のチップの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、板状の被加工物を分割して複数のチップを製造するチップの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ウェーハに代表される板状の被加工物（ワーク）を複数のチップへと分割するために、透過性のあるレーザビームを被加工物の内部に集光させて、多光子吸収により改質された改質層（改質領域）を形成する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。改質層は、他の領域に比べて脆いので、分割予定ライン（ストリート）に沿って改質層を形成してから被加工物に力を加えることで、この改質層を起点に被加工物を複数のチップへと分割できる。

20

【0003】

改質層が形成された被加工物に力を加える際には、例えば、伸張性のあるエキスパンドシート（エキスパンドテープ）を被加工物に貼って拡張する方法が採用される（例えば、特許文献 2 参照）。この方法では、通常、レーザビームを照射して被加工物に改質層を形成する前に、エキスパンドシートを被加工物に貼り、その後、改質層を形成してからエキスパンドシートを拡張して被加工物を複数のチップへと分割する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献 1】特開 2002 - 192370 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 206136 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、上述のようなエキスパンドシートを拡張する方法では、使用後のエキスパンドシートを再び使用することができないので、チップの製造に要する費用も高くなり易い。特に、粘着材がチップに残留し難い高性能なエキスパンドシートは、価格も高いので、そのようなエキスパンドシートを用いると、チップの製造に要する費用も高くなる。

【0006】

40

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、エキスパンドシートを用いることなく板状の被加工物を分割して複数のチップを製造できるチップの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、交差する複数の分割予定ラインによってチップとなる複数の領域に区画されたチップ領域と、該チップ領域を囲む外周余剰領域と、を表面に有する板状の被加工物から複数の該チップを製造するチップの製造方法であって、該表面と裏面との一方が上方に位置付けられるように被加工物を保持テーブルで直に保持する保持ステップと、該保持ステップを実施した後に、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビ

50

ームの集光点を該保持テーブルに保持された被加工物の内部に位置づけるように該分割予定ラインに沿って被加工物の該チップ領域にのみ該レーザビームを照射し、該チップ領域の該分割予定ラインに沿って改質層を形成するとともに、該外周余剰領域を改質層が形成されていない補強部とするレーザ加工ステップと、該レーザ加工ステップを実施した後に、該保持テーブルから被加工物を搬出する搬出ステップと、該搬出ステップを実施した後に、被加工物に力を付与して被加工物を個々の該チップへと分割する分割ステップと、を備え、該分割ステップでは、シートが貼られていない被加工物に超音波振動を付与して被加工物を個々の該チップへと分割するチップの製造方法が提供される。

#### 【0008】

本発明の一態様において、該レーザ加工ステップを実施した後、該分割ステップを実施する前に、該補強部を除去する補強部除去ステップを更に備え、該保持ステップ、該レーザ加工ステップ、該搬出ステップ、該分割ステップ、及び該補強部除去ステップは、いずれも、該表面と該裏面との該一方が上方に位置付けられた状態で実施されても良い。また、本発明の一態様において、該保持テーブルの上面は、柔軟な材料によって構成されており、該保持ステップでは、該柔軟な材料で被加工物の該表面側を保持しても良い。

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

本発明の一態様に係るチップの製造方法では、被加工物を保持テーブルで直に保持した状態で、被加工物のチップ領域にのみレーザビームを照射して分割予定ラインに沿う改質層を形成し、その後、超音波振動を付与して被加工物を個々のチップへと分割するので、被加工物に力を加えて個々のチップへと分割するためにエキスパンドシートを用いる必要がない。このように、本発明の一態様に係るチップの製造方法によれば、エキスパンドシートを用いることなく板状の被加工物を分割して複数のチップを製造できる。

#### 【0010】

また、本発明の一態様に係るチップの製造方法では、被加工物のチップ領域にのみレーザビームを照射して分割予定ラインに沿う改質層を形成するとともに、外周余剰領域を改質層が形成されていない補強部とするので、この補強部によってチップ領域は補強される。よって、搬送等の際に加わる力によって被加工物が個々のチップへと分割されてしまい、被加工物を適切に搬送できなくなることもない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1】被加工物の構成例を模式的に示す斜視図である。

【図2】レーザ加工装置の構成例を模式的に示す斜視図である。

【図3】図3(A)は、保持ステップについて説明するための断面図であり、図3(B)は、レーザ加工ステップについて説明するための断面図である。

【図4】図4(A)は、レーザ加工ステップの後の被加工物の状態を模式的に示す平面図であり、図4(B)は、レーザ加工ステップの後の被加工物の状態を模式的に示す断面図である。

【図5】図5(A)及び図5(B)は、補強部除去ステップについて説明するための断面図である。

【図6】図6(A)及び図6(B)は、分割ステップについて説明するための断面図である。

【図7】変形例に係る保持ステップについて説明するための断面図である。

【図8】図8(A)は、変形例に係る分割ステップについて説明するための断面図であり、図8(B)は、変形例に係る分割ステップでチップ領域を分割する前の被加工物の状態を模式的に示す平面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0012】

添付図面を参照して、本発明の一態様に係る実施形態について説明する。本実施形態に係るチップの製造方法は、保持ステップ(図3(A)参照)、レーザ加工ステップ(図3

10

20

30

40

50

(B)、図4(A)及び図4(B)参照)、搬出ステップ、補強部除去ステップ(図5(A)及び図5(B)参照)、及び分割ステップ(図6参照)を含む。

【0013】

保持ステップでは、分割予定ラインによって複数の領域に区画されたチップ領域と、チップ領域を囲む外周余剰領域と、を有する被加工物(ワーク)をチャックテーブル(保持テーブル)で直に保持する。レーザ加工ステップでは、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームを照射し、分割予定ラインに沿う改質層(改質領域)をチップ領域に形成するとともに、外周余剰領域を改質層が形成されていない補強部とする。

【0014】

搬出ステップでは、保持テーブルから被加工物を搬出する。補強部除去ステップでは、被加工物から補強部を除去する。分割ステップでは、超音波振動を付与して被加工物を複数のチップへと分割する。以下、本実施形態に係るチップの製造方法について詳述する。

【0015】

図1は、本実施形態で使用される被加工物(ワーク)11の構成例を模式的に示す斜視図である。図1に示すように、被加工物11は、例えば、シリコン(Si)、ヒ化ガリウム(GaAs)、リン化インジウム(InP)、窒化ガリウム(GaN)、シリコンカーバイド(SiC)等の半導体、サファイア( $Al_2O_3$ )、ソーダガラス、ホウケイ酸ガラス、石英ガラス等の誘電体(絶縁体)、又は、タンタル酸リチウム( $LiTaO_3$ )、ニオブ酸リチウム( $LiNbO_3$ )等の強誘電体(強誘電体結晶)でなる円盤状のウェハ(基板)である。

【0016】

被加工物11の表面11a側は、交差する複数の分割予定ライン(ストリート)13でチップとなる複数の領域15に区画されている。なお、以下では、チップとなる複数の領域15の全てを含む概ね円形の領域をチップ領域11cと呼び、チップ領域11cを囲む環状の領域を外周余剰領域11dと呼ぶ。

【0017】

チップ領域11c内の各領域15には、必要に応じて、IC(Integrated Circuit)、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)、LED(Light Emitting Diode)、LD(Laser Diode)、フォトダイオード(Photodiode)、SAW(Surface Acoustic Wave)フィルタ、BAW(Bulk Acoustic Wave)フィルタ等のデバイスが形成されている。

【0018】

この被加工物11を分割予定ライン13に沿って分割することで、複数のチップが得られる。具体的には、被加工物11がシリコンウェハの場合には、例えば、メモリやセンサ等として機能するチップが得られる。被加工物11がヒ化ガリウム基板やリン化インジウム基板、窒化ガリウム基板の場合には、例えば、発光素子や受光素子等として機能するチップが得られる。

【0019】

被加工物11がシリコンカーバイド基板の場合には、例えば、パワーデバイス等として機能するチップが得られる。被加工物11がサファイア基板の場合には、例えば、発光素子等として機能するチップが得られる。被加工物11がソーダガラスやホウケイ酸ガラス、石英ガラス等でなるガラス基板の場合には、例えば、光学部品やカバー部材(カバーガラス)として機能するチップが得られる。

【0020】

被加工物11がタンタル酸リチウムや、ニオブ酸リチウム等の強誘電体でなる強誘電体基板(強誘電体結晶基板)の場合には、例えば、フィルタやアクチュエータ等として機能するチップが得られる。なお、被加工物11の材質、形状、構造、大きさ、厚み等に制限はない。同様に、チップとなる領域15に形成されるデバイスの種類、数量、形状、構造、大きさ、配置等にも制限はない。チップとなる領域15には、デバイスが形成されていなくても良い。

【0021】

本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物 1 1 として円盤状のシリコンウェーハを用い、複数のチップを製造する。具体的には、まず、この被加工物 1 1 をチャックテーブルで直に保持する保持ステップを行う。図 2 は、本実施形態で使用されるレーザ加工装置の構成例を模式的に示す斜視図である。

【 0 0 2 2 】

図 2 に示すように、レーザ加工装置 2 は、各構成要素が搭載される基台 4 を備えている。基台 4 の上面には、被加工物 1 1 を吸引、保持するためのチャックテーブル（保持テーブル）6 を X 軸方向（加工送り方向）及び Y 軸方向（割り出し送り方向）に移動させる水平移動機構 8 が設けられている。水平移動機構 8 は、基台 4 の上面に固定され X 軸方向に概ね平行な一対の X 軸ガイドレール 1 0 を備えている。

10

【 0 0 2 3 】

X 軸ガイドレール 1 0 には、X 軸移動テーブル 1 2 がスライド可能に取り付けられている。X 軸移動テーブル 1 2 の裏面側（下面側）には、ナット部（不図示）が設けられており、このナット部には、X 軸ガイドレール 1 0 に概ね平行な X 軸ボールネジ 1 4 が螺合されている。

【 0 0 2 4 】

X 軸ボールネジ 1 4 の一端部には、X 軸パルスモータ 1 6 が連結されている。X 軸パルスモータ 1 6 で X 軸ボールネジ 1 4 を回転させることにより、X 軸移動テーブル 1 2 は X 軸ガイドレール 1 0 に沿って X 軸方向に移動する。X 軸ガイドレール 1 0 に隣接する位置には、X 軸方向において X 軸移動テーブル 1 2 の位置を検出するための X 軸スケール 1 8 が設置されている。

20

【 0 0 2 5 】

X 軸移動テーブル 1 2 の表面（上面）には、Y 軸方向に概ね平行な一対の Y 軸ガイドレール 2 0 が固定されている。Y 軸ガイドレール 2 0 には、Y 軸移動テーブル 2 2 がスライド可能に取り付けられている。Y 軸移動テーブル 2 2 の裏面側（下面側）には、ナット部（不図示）が設けられており、このナット部には、Y 軸ガイドレール 2 0 に概ね平行な Y 軸ボールネジ 2 4 が螺合されている。

【 0 0 2 6 】

Y 軸ボールネジ 2 4 の一端部には、Y 軸パルスモータ 2 6 が連結されている。Y 軸パルスモータ 2 6 で Y 軸ボールネジ 2 4 を回転させることにより、Y 軸移動テーブル 2 2 は Y 軸ガイドレール 2 0 に沿って Y 軸方向に移動する。Y 軸ガイドレール 2 0 に隣接する位置には、Y 軸方向において Y 軸移動テーブル 2 2 の位置を検出するための Y 軸スケール 2 8 が設置されている。

30

【 0 0 2 7 】

Y 軸移動テーブル 2 2 の表面側（上面側）には、支持台 3 0 が設けられており、この支持台 3 0 の上部には、チャックテーブル 6 が配置されている。チャックテーブル 6 の表面（上面）は、上述した被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側（又は表面 1 1 a 側）を吸引、保持する保持面 6 a になっている。保持面 6 a は、例えば、酸化アルミニウム等の硬度が高い多孔質材で構成されている。ただし、保持面 6 a は、ポリエチレンやエポキシ等の樹脂に代表される柔軟な材料で構成されていても良い。

40

【 0 0 2 8 】

この保持面 6 a は、チャックテーブル 6 の内部に形成された吸引路 6 b（図 3（A）等参照）やバルブ 3 2（図 3（A）等参照）等を介して吸引源 3 4（図 3（A）等参照）に接続されている。チャックテーブル 6 の下方には、回転駆動源（不図示）が設けられており、チャックテーブル 6 は、この回転駆動源によって Z 軸方向に概ね平行な回転軸の周りに回転する。

【 0 0 2 9 】

水平移動機構 8 の後方には、柱状の支持構造 3 6 が設けられている。支持構造 3 6 の上部には、Y 軸方向に伸びる支持アーム 3 8 が固定されており、この支持アーム 3 8 の先端部には、被加工物 1 1 に対して透過性を有する波長（吸収され難い波長）のレーザビーム

50

１７（図３（Ｂ）参照）をパルス発振して、チャックテーブル６上の被加工物１１に照射するレーザ照射ユニット４０が設けられている。

【００３０】

レーザ照射ユニット４０に隣接する位置には、被加工物１１の表面１１ａ側又は裏面１１ｂ側を撮像するカメラ４２が設けられている。カメラ４２で被加工物１１等を撮像して形成された画像は、例えば、被加工物１１とレーザ照射ユニット４０との位置等を調整する際に使用される。

【００３１】

チャックテーブル６、水平移動機構８、レーザ照射ユニット４０、カメラ４２等の構成要素は、制御ユニット（不図示）に接続されている。制御ユニットは、被加工物１１が適切に加工されるように各構成要素を制御する。

10

【００３２】

図３（Ａ）は、保持ステップについて説明するための断面図である。なお、図３（Ａ）では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。保持ステップでは、図３（Ａ）に示すように、例えば、被加工物１１の裏面１１ｂをチャックテーブル６の保持面６ａに接触させる。そして、バルブ３２を開いて吸引源３４の負圧を保持面６ａに作用させる。

【００３３】

これにより、被加工物１１は、表面１１ａ側が上方に露出した状態で保持テーブル６に吸引、保持される。なお、本実施形態では、図３（Ａ）に示すように、被加工物１１の裏面１１ｂ側をチャックテーブル６で直に保持する。つまり、本実施形態では、被加工物１１に対してエキスパンドシートを貼る必要がない。

20

【００３４】

保持ステップの後には、被加工物１１に対して透過性を有する波長のレーザビーム１７を照射し、分割予定ライン１３に沿う改質層を形成するレーザ加工ステップを行う。図３（Ｂ）は、レーザ加工ステップについて説明するための断面図であり、図４（Ａ）は、レーザ加工ステップの後の被加工物１１の状態を模式的に示す平面図であり、図４（Ｂ）は、レーザ加工ステップの後の被加工物１１の状態を模式的に示す断面図である。なお、図３（Ｂ）では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。

【００３５】

レーザ加工ステップでは、まず、チャックテーブル６を回転させて、例えば、対象となる分割予定ライン１３の延びる方向をＸ軸方向に対して平行にする。次に、チャックテーブル６を移動させて、対象となる分割予定ライン１３の延長線上にレーザ照射ユニット４０の位置を合わせる。そして、図３（Ｂ）に示すように、Ｘ軸方向（すなわち、対象の分割予定ライン１３の延びる方向）にチャックテーブル６を移動させる。

30

【００３６】

その後、対象となる分割予定ライン１３上の２箇所に存在するチップ領域１１ｃと外周余剰領域１１ｄとの境界の一方の直上にレーザ照射ユニット４０が到達したタイミングで、このレーザ照射ユニット４０からレーザビーム１７の照射を開始する。本実施形態では、図３（Ｂ）に示すように、被加工物１１の上方に配置されたレーザ照射ユニット４０から、被加工物１１の表面１１ａに向けてレーザビーム１７が照射される。

40

【００３７】

このレーザビーム１７の照射は、レーザ照射ユニット４０が、対象となる分割予定ライン１３上の２箇所に存在するチップ領域１１ｃと外周余剰領域１１ｄとの境界の他方の直上に到達するまで続けられる。つまり、ここでは、対象の分割予定ライン１３に沿ってチップ領域１１ｃ内にのみレーザビーム１７を照射する。

【００３８】

また、このレーザビーム１７は、被加工物１１の内部の表面１１ａ（又は裏面１１ｂ）から所定の深さの位置に集光点を位置付けるように照射される。このように、被加工物１１に対して透過性を有する波長のレーザビーム１７を、被加工物１１の内部に集光させることで、集光点及びその近傍で被加工物１１の一部を多光子吸収により改質し、分割の起

50

点となる改質層（改質領域）１９を形成できる。本実施形態では、対象の分割予定ライン１３に沿ってチップ領域１１ｃ内にのみレーザビーム１７を照射するので、対象の分割予定ライン１３に沿ってチップ領域１１ｃ内にのみ改質層１９が形成される。

#### 【００３９】

対象の分割予定ライン１３に沿って所定の深さの位置に改質層１９を形成した後は、同様の手順で、対象の分割予定ライン１３に沿って別の深さの位置に改質層１９を形成する。具体的には、例えば、図４（Ｂ）に示すように、被加工物１１の表面１１ａ（又は裏面１１ｂ）からの深さが異なる３つの位置に改質層１９（第１改質層１９ａ、第２改質層１９ｂ、第３改質層１９ｃ）を形成する。

#### 【００４０】

ただし、１つの分割予定ライン１３に沿って形成される改質層１９の数や位置に特段の制限はない。例えば、１つの分割予定ライン１３に沿って形成される改質層１９の数を１つにしても良い。また、改質層１９は、表面１１ａ（又は裏面１１ｂ）にクラックが到達する条件で形成されることが望ましい。もちろん、表面１１ａ及び裏面１１ｂの両方にクラックが到達する条件で改質層１９を形成しても良い。これにより、被加工物１１をより適切に分割できるようになる。

#### 【００４１】

被加工物１１がシリコンウェーハの場合には、例えば、次のような条件で改質層１９が形成される。

被加工物：シリコンウェーハ

レーザビームの波長：１３４０ｎｍ

レーザビームの繰り返し周波数：９０ｋＨｚ

レーザビームの出力：０．１Ｗ～２Ｗ

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：１８０ｍｍ／ｓ～１０００ｍｍ／ｓ、代表的には、５００ｍｍ／ｓ

#### 【００４２】

被加工物１１がヒ化ガリウム基板やリン化インジウム基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層１９が形成される。

被加工物：ヒ化ガリウム基板、リン化インジウム基板

レーザビームの波長：１０６４ｎｍ

レーザビームの繰り返し周波数：２０ｋＨｚ

レーザビームの出力：０．１Ｗ～２Ｗ

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：１００ｍｍ／ｓ～４００ｍｍ／ｓ、代表的には、２００ｍｍ／ｓ

#### 【００４３】

被加工物１１がサファイア基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層１９が形成される。

被加工物：サファイア基板

レーザビームの波長：１０４５ｎｍ

レーザビームの繰り返し周波数：１００ｋＨｚ

レーザビームの出力：０．１Ｗ～２Ｗ

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：４００ｍｍ／ｓ～８００ｍｍ／ｓ、代表的には、５００ｍｍ／ｓ

#### 【００４４】

被加工物１１がタンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の強誘電体でなる強誘電体基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層１９が形成される。

被加工物：タンタル酸リチウム基板、ニオブ酸リチウム基板

レーザビームの波長：５３２ｎｍ

レーザビームの繰り返し周波数：１５ｋＨｚ

レーザビームの出力：０．０２Ｗ～０．２Ｗ

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：270 mm/s ~ 420 mm/s、代表的には、300 mm/s

【0045】

被加工物11がソーダガラスやホウケイ酸ガラス、石英ガラス等なるガラス基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：ソーダガラス基板、ホウケイ酸ガラス基板、石英ガラス基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：50 kHz

レーザビームの出力：0.1 W ~ 2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：300 mm/s ~ 600 mm/s、代表的には、400 mm/s

【0046】

被加工物11が窒化ガリウム基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：窒化ガリウム基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：25 kHz

レーザビームの出力：0.02 W ~ 0.2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：90 mm/s ~ 600 mm/s、代表的には、150 mm/s

【0047】

被加工物11がシリコンカーバイド基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：シリコンカーバイド基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：25 kHz

レーザビームの出力：0.02 W ~ 0.2 W、代表的には、0.1 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：90 mm/s ~ 600 mm/s、代表的には、シリコンカーバイド基板の劈開方向で90 mm/s、非劈開方向で400 mm/s

【0048】

対象の分割予定ライン13に沿って必要な数の改質層19を形成した後は、上述の動作を繰り返し、他の全ての分割予定ライン13に沿って改質層19を形成する。図4(A)に示すように、全ての分割予定ライン13に沿って改質層19が形成されると、レーザ加工ステップは終了する。

【0049】

本実施形態では、分割予定ライン13に沿ってチップ領域11c内のみ改質層19を形成し、外周余剰領域11dには改質層19を形成しないので、この外周余剰領域11dによって被加工物11の強度が保たれる。これにより、搬送等の際に加わる力によって被加工物11が個々のチップへと分割されてしまうことはない。このように、レーザ加工ステップの後の外周余剰領域11dは、改質層19が形成されたチップ領域11cを補強するための補強部として機能する。

【0050】

また、本実施形態では、外周余剰領域11dに改質層19を形成しないので、例えば、改質層19から伸長するクラックが表面11a及び裏面11bの両方に到達し、被加工物11が完全に分割された状況でも、各チップが脱落、離散することはない。一般に、被加工物11に改質層19が形成されると、この改質層19の近傍で被加工物11は膨張する。本実施形態では、改質層19の形成によって発生する膨張の力を、補強部として機能するリング状の外周余剰領域11dで内向きに作用させることで、各チップを押さえつけ、脱落、離散を防止している。



## 【 0 0 5 1 】

レーザ加工ステップの後には、チャックテーブル 6 から被加工物 1 1 を搬出する搬出ステップを行う。具体的には、例えば、被加工物 1 1 の表面 1 1 a (又は、裏面 1 1 b) の全体を吸着、保持できる搬送ユニット (不図示) で被加工物 1 1 の表面 1 1 a の全体を吸着してから、バルブ 3 2 を閉じて吸引源 3 4 の負圧を遮断し、被加工物 1 1 を搬出する。なお、本実施形態では、上述のように、外周余剰領域 1 1 d が補強部として機能するので、搬送等の際に加わる力によって被加工物 1 1 が個々のチップへと分割されてしまい、被加工物 1 1 を適切に搬送できなくなることはない。

## 【 0 0 5 2 】

搬出ステップの後には、被加工物 1 1 から補強部を除去する補強部除去ステップを行う。図 5 (A) 及び図 5 (B) は、補強部除去ステップについて説明するための断面図である。なお、図 5 (A) 及び図 5 (B) では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。補強部除去ステップは、例えば、図 5 (A) 及び図 5 (B) に示す切削装置 5 2 を用いて行われる。

10

## 【 0 0 5 3 】

切削装置 5 2 は、被加工物 1 1 を吸引、保持するためのチャックテーブル 5 4 を備えている。このチャックテーブル 5 4 の上面の一部は、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c を吸引、保持する保持面 5 4 a になっている。保持面 5 4 a は、チャックテーブル 5 4 の内部に形成された吸引路 5 4 b やバルブ 5 6 等を介して吸引源 5 8 に接続されている。

## 【 0 0 5 4 】

20

チャックテーブル 5 4 の上面の別の一部には、被加工物 1 1 の外周余剰領域 1 1 d (すなわち、補強部) を吸引、保持するための吸引路 5 4 c の一端が開口している。吸引路 5 4 c の他端側は、バルブ 6 0 等を介して吸引源 5 8 に接続されている。このチャックテーブル 5 4 は、モータ等の回転駆動源 (不図示) に連結されており、鉛直方向に概ね平行な回転軸の周りに回転する。

## 【 0 0 5 5 】

チャックテーブル 5 4 の上方には、切削ユニット 6 2 が配置されている。切削ユニット 6 2 は、保持面 5 4 a に対して概ね平行な回転軸となるスピンドル 6 4 を備えている。スピンドル 6 4 の一端側には、結合材に砥粒が分散されてなる環状の切削ブレード 6 6 が装着されている。

30

## 【 0 0 5 6 】

スピンドル 6 4 の他端側には、モータ等の回転駆動源 (不図示) が連結されており、スピンドル 6 4 の一端側に装着された切削ブレード 6 6 は、この回転駆動源から伝わる力によって回転する。切削ユニット 6 2 は、例えば、昇降機構 (不図示) に支持されており、切削ブレード 6 6 は、この昇降機構によって鉛直方向に移動する。

## 【 0 0 5 7 】

なお、チャックテーブル 5 4 の上面には、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に対応する位置に、切削ブレード 6 6 との接触を防ぐための切削ブレード用逃げ溝 (不図示) が形成されている。

## 【 0 0 5 8 】

40

補強部除去ステップでは、まず、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b をチャックテーブル 5 4 の保持面 5 4 a に接触させる。そして、バルブ 5 6 , 6 0 を開き、吸引源 5 8 の負圧を保持面 5 4 a 等に作用させる。これにより、被加工物 1 1 は、表面 1 1 a 側が上方に露出した状態でチャックテーブル 5 4 に吸引、保持される。なお、本実施形態では、図 5 (A) に示すように、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側をチャックテーブル 5 4 で直に保持する。つまり、ここでも、被加工物 1 1 に対してエキスパンドシートを貼る必要がない。

## 【 0 0 5 9 】

次に、切削ブレード 6 6 を回転させて、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に切り込ませる。併せて、図 5 (A) に示すように、チャックテーブル 5 4 を、鉛直方向に概ね平行な回転軸の周りに回転させる。これにより、チップ領域 1 1

50

c と外周余剰領域 1 1 d との境界に沿って被加工物 1 1 を切断できる。

【 0 0 6 0 】

その後、バルブ 6 0 を閉じて、被加工物 1 1 の外周余剰領域 1 1 d に対する吸引源 5 8 の負圧を遮断する。そして、図 5 ( B ) に示すように、チャックテーブル 5 4 から外周余剰領域 1 1 d を除去する。これにより、チャックテーブル 5 4 上には、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c のみが残る。

【 0 0 6 1 】

補強部除去ステップの後には、被加工物 1 1 を個々のチップへと分割する分割ステップを行う。具体的には、超音波振動を付与して被加工物 1 1 を分割する。図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) は、分割ステップについて説明するための断面図である。なお、図 6 ( A ) 及び

10

【 0 0 6 2 】

分割ステップは、例えば、図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) に示す分割装置 7 2 を用いて行われる。分割装置 7 2 は、純水等の液体 2 1 が貯留される槽 7 4 を備えている。この槽 7 4 は、被加工物 1 1 ( チップ領域 1 1 c ) の全体を収容できる程度の大きさに形成されており、その底には、超音波振動を発生させるための超音波振動子 7 6 が取り付けられている。

【 0 0 6 3 】

超音波振動子 7 6 は、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等の圧電材料でなる圧電材料層と、圧電材料層を挟む一対の電極層と、を含む。電極層には、所定の周波数の交流電力を供給するための交流電源 7 8 が接続されており、超音波振動子 7 6 は、交流電源 7 8 から供給される交流電力の周波数に応じた周波数で振動する。

20

【 0 0 6 4 】

液槽 7 4 の上方には、被加工物 1 1 を保持するための保持ユニット 8 0 が配置されている。保持ユニット 8 0 の下面側の一部は、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側 ( 又は裏面 1 1 b 側 ) に接する接触面 8 0 a になっている。接触面 8 0 a は、例えば、ポリエチレンやエポキシ等の樹脂に代表される柔軟な材料で構成されていることが望ましい。

【 0 0 6 5 】

これにより、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側に形成されているデバイス等の破損を防ぎ易くなる。ただし、接触面 8 0 a の材質等に特段の制限はない。また、接触面 8 0 a を囲む位置には、下向きに突出する環状の突起 8 0 b が設けられている。この突起 8 0 b によって、個々のチップへと分割された後の被加工物 1 1 の飛散を防止できる。

30

【 0 0 6 6 】

保持ユニット 8 0 の内部には、接触面 8 0 a に接する被加工物 1 1 に対して負圧を伝えるための吸引路 8 0 c が設けられている。吸引路 8 0 c の一端側は、バルブ 8 2 等を介して吸引源 8 4 に接続されている。吸引路 8 0 c の他端側は、接触面 8 0 a に接する被加工物 1 1 の各領域 1 5 を吸引できるように、接触面 8 0 a に開口している。すなわち、接触面 8 0 a には、各領域 1 5 に対応する複数の開口部が設けられている。

【 0 0 6 7 】

よって、被加工物 1 1 を接触面 8 0 a に接触させた上で、バルブ 8 2 、吸引路 8 0 c 等を通じて吸引源 8 4 の負圧を複数の開口部に作用させることで、被加工物 1 1 を適切に吸引、保持できる。上述のように、本実施形態では、各領域 1 5 に対応する位置に複数の開口部を設けているので、個々のチップへと分割された後の被加工物 1 1 も適切に吸引、保持できる。

40

【 0 0 6 8 】

本実施形態に係る分割ステップでは、まず、保持ユニット 8 0 の接触面 8 0 a を被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側に接触させる。次に、バルブ 8 2 を開いて、吸引源 8 4 の負圧を複数の開口部に作用させる。これにより、図 6 ( A ) に示すように、被加工物 1 1 は、保持ユニット 8 0 によって吸引、保持される。

50

## 【 0 0 6 9 】

その後、図 6 ( B ) に示すように、保持ユニット 8 0 を下降させて、槽 7 4 に貯留されている液体 2 1 に被加工物 1 1 を浸漬させる。保持ユニット 8 0 を十分に下降させた後には、バルブ 8 2 を閉じて吸引源 8 4 の負圧を遮断する。その結果、図 6 ( B ) に示すように、被加工物 1 1 は保持ユニット 8 0 から取り外される。

## 【 0 0 7 0 】

なお、保持ユニット 8 0 の下降量は、突起 8 0 b によって、個々のチップへと分割された後の被加工物 1 1 の飛散を防止できる範囲で調整されることが望ましい。すなわち、槽 7 4 の底と突起 8 0 b の下端との隙間が、被加工物 1 1 の厚みより小さくなるように保持ユニット 8 0 の下降量を調整する。

10

## 【 0 0 7 1 】

次に、交流電源 7 8 から超音波振動子 7 6 に交流電力を供給して、超音波振動子 7 6 を振動させる。これにより、被加工物 1 1 には、超音波振動子 7 6 から発生した超音波振動が、槽 7 4 及び液体 2 1 を介して付与される。そして、この超音波振動の力によって、被加工物 1 1 の改質層 1 9 からクラック 2 3 が伸長する。これにより、被加工物 1 1 は分割予定ライン 1 3 に沿って複数のチップ 2 5 へと分割される。

## 【 0 0 7 2 】

被加工物 1 1 に付与される超音波振動の条件としては、例えば、次のようなものが挙げられる。

出力：2 0 0 W

20

周波数：2 0 k H z , 2 8 k H z

付与時間：3 0 秒 ~ 9 0 秒

## 【 0 0 7 3 】

ただし、超音波振動の条件は、被加工物 1 1 を適切に分割できる範囲で任意に設定できる。被加工物 1 1 が複数のチップ 2 5 へと分割された後には、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側と接触面 8 0 a とを再び接触させた上で、バルブ 8 2 を開き、吸引源 8 4 の負圧を作用させる。これにより、複数のチップ 2 5 へと分割された後の被加工物 1 1 を保持ユニット 8 0 で保持して槽 7 4 の外部へと搬出できる。

## 【 0 0 7 4 】

以上のように、本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物（ワーク）1 1 をチャックテーブル（保持テーブル）6 で直に保持した状態で、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c にのみレーザビーム 1 7 を照射して分割予定ライン 1 3 に沿う改質層 1 9 を形成し、その後、超音波振動を付与して被加工物 1 1 を個々のチップ 2 5 へと分割するので、被加工物 1 1 に力を加えて個々のチップ 2 5 へと分割するためにエキスパンドシートを用いる必要がない。このように、本実施形態に係るチップの製造方法によれば、エキスパンドシートを用いることなく板状の被加工物 1 1 であるシリコンウェーハを分割して複数のチップ 2 5 を製造できる。

30

## 【 0 0 7 5 】

また、本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c にのみレーザビーム 1 7 を照射して分割予定ライン 1 3 に沿う改質層 1 9 を形成するとともに、外周余剰領域 1 1 d を改質層 1 9 が形成されていない補強部とするので、この補強部によってチップ領域 1 1 c は補強される。よって、搬送等の際に加わる力によって被加工物 1 1 が個々のチップ 2 5 へと分割されてしまい、被加工物 1 1 を適切に搬送できなくなることもない。

40

## 【 0 0 7 6 】

なお、本発明は、上記実施形態等の記載に制限されず種々変更して実施可能である。例えば、上記実施形態の保持ステップでは、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側をチャックテーブル 6 で直に保持して、表面 1 1 a 側からレーザビーム 1 7 を照射しているが、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側をチャックテーブル 6 で直に保持して、裏面 1 1 b 側からレーザビーム 1 7 を照射しても良い。

50

## 【 0 0 7 7 】

図 7 は、変形例に係る保持ステップについて説明するための断面図である。この変形例に係る保持ステップでは、図 7 に示すように、例えば、ポリエチレンやエポキシ等の樹脂に代表される柔軟な材料でなる多孔質状のシート（ポラスシート）4 4 によって上面が構成されたチャックテーブル（保持テーブル）6 を用いると良い。

## 【 0 0 7 8 】

このチャックテーブル 6 では、シート 4 4 の上面 4 4 a で被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側を吸引、保持することになる。これにより、表面 1 1 a 側に形成されているデバイス等の破損を防止できる。このシート 4 4 はチャックテーブル 6 の一部であり、チャックテーブル 6 の本体等とともに繰り返し使用される。

10

## 【 0 0 7 9 】

ただし、チャックテーブル 6 の上面は、上述した多孔質状のシート 4 4 によって構成されている必要はなく、少なくとも、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側に形成されているデバイス等を傷つけない程度に柔軟な材料で構成されていれば良い。また、シート 4 4 は、チャックテーブル 6 の本体に対して着脱できるように構成され、破損した場合等に交換できることが望ましい。

## 【 0 0 8 0 】

また、上記実施形態では、搬出ステップの後、分割ステップの前に、補強部除去ステップを行っているが、例えば、レーザ加工ステップの後、搬出ステップの前に、補強部除去ステップを行っても良い。

20

## 【 0 0 8 1 】

また、補強部除去ステップを省略することもできる。この場合には、例えば、補強部の幅が被加工物 1 1 の外周縁から 2 mm ~ 3 mm 程度になるように、レーザ加工ステップで改質層 1 9 を形成する範囲を調整すると良い。また、例えば、分割ステップでチップ領域 1 1 c を分割する前に、補強部に分割の起点となる溝を形成しても良い。図 8 ( A ) は、変形例に係る分割ステップについて説明するための断面図であり、図 8 ( B ) は、変形例に係る分割ステップでチップ領域 1 1 c を分割する前の被加工物 1 1 の状態を模式的に示す平面図である。

## 【 0 0 8 2 】

変形例に係る分割ステップでは、分割装置 7 2 で被加工物 1 1 に超音波振動を付与する前に、上述した切削装置 5 2 を用いて分割の起点となる溝を形成する。具体的には、図 8 ( A ) 及び図 8 ( B ) に示すように、外周余剰領域 1 1 d ( すなわち、補強部 ) に切削ブレード 6 6 を切り込ませて、分割の起点となる溝 1 1 e を形成する。この溝 1 1 e は、例えば、分割予定ライン 1 3 に沿って形成されることが望ましい。このような溝 1 1 e を形成することにより、超音波振動で被加工物 1 1 を外周余剰領域 1 1 d ごと分割できるようになる。なお、変形例に係る分割ステップでは、切削装置 5 2 が備えるチャックテーブル 5 4 の吸引路 5 4 c やバルブ 6 0 等を省略できる。

30

## 【 0 0 8 3 】

また、上記実施形態の分割ステップでは、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側を保持ユニット 8 0 で吸引、保持しているが、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側を保持ユニット 8 0 で吸引、保持しても良い。

40

## 【 0 0 8 4 】

その他、上記実施形態及び変形例に係る構造、方法等は、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施できる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 5 】

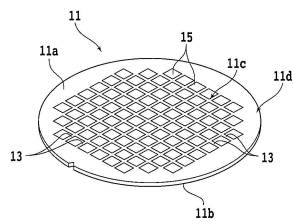
- 1 1 被加工物（ワーク）
- 1 1 a 表面
- 1 1 b 裏面
- 1 1 c チップ領域

50

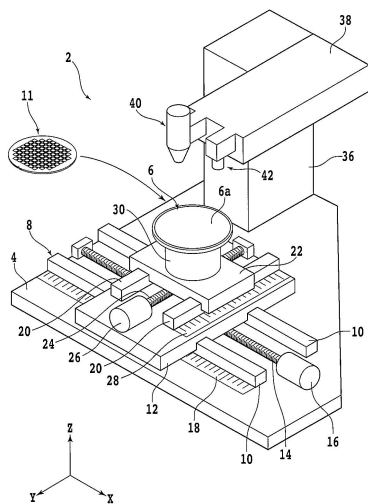
1 1 d	外周余剰領域	
1 3	分割予定ライン（ストリート）	
1 5	領域	
1 7	レーザビーム	
1 9	改質層（改質領域）	
1 9 a	第 1 改質層	
1 9 b	第 2 改質層	
1 9 c	第 3 改質層	
2 1	液体	
2 3	クラック	10
2 5	チップ	
2	レーザ加工装置	
4	基台	
6	チャックテーブル（保持テーブル）	
6 a	保持面	
6 b	吸引路	
8	水平移動機構	
1 0	X 軸ガイドレール	
1 2	X 軸移動テーブル	
1 4	X 軸ボールネジ	20
1 6	X 軸パルスモータ	
1 8	X 軸スケール	
2 0	Y 軸ガイドレール	
2 2	Y 軸移動テーブル	
2 4	Y 軸ボールネジ	
2 6	Y 軸パルスモータ	
2 8	Y 軸スケール	
3 0	支持台	
3 2	バルブ	
3 4	吸引源	30
3 6	支持構造	
3 8	支持アーム	
4 0	レーザ照射ユニット	
4 2	カメラ	
4 4	シート（ポラスシート）	
4 4 a	上面	
5 2	切削装置	
5 4	チャックテーブル（保持テーブル）	
5 4 a	保持面	
5 4 b	吸引路	40
5 4 c	吸引路	
5 6	バルブ	
5 8	吸引源	
6 0	バルブ	
6 2	切削ユニット	
6 4	スピンドル	
6 6	切削ブレード	
7 2	分割装置	
7 4	槽	
7 6	超音波振動子	50

- 7 8 交流電源
- 8 0 保持ユニット
- 8 0 a 保持面
- 8 0 b 突起
- 8 0 c 吸引路
- 8 2 バルブ
- 8 4 吸引源

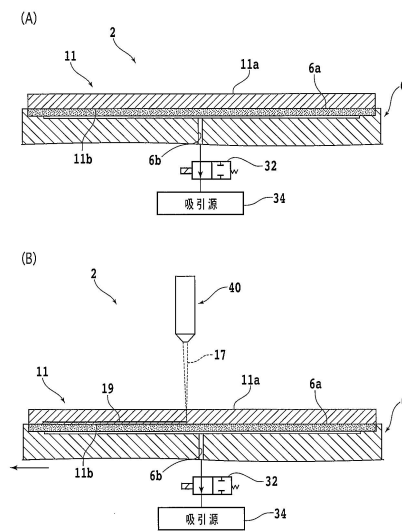
【図 1】



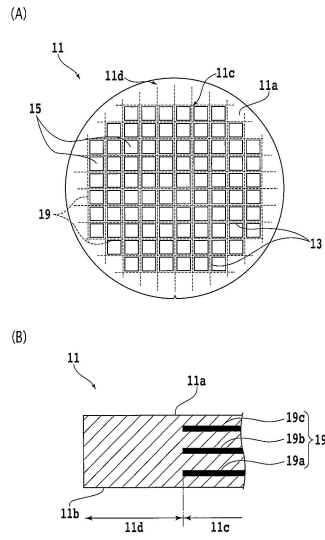
【図 2】



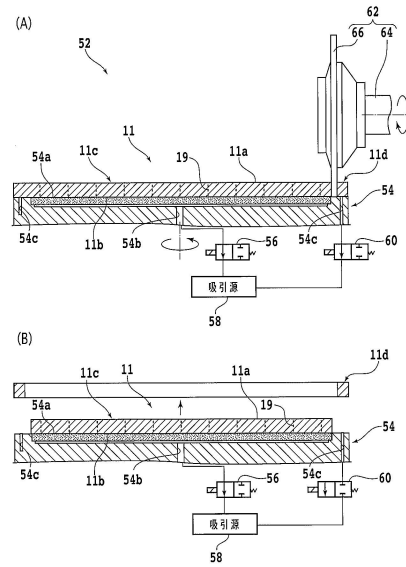
【図 3】



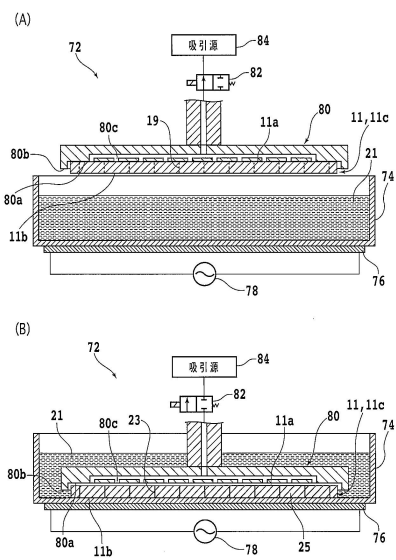
【図 4】



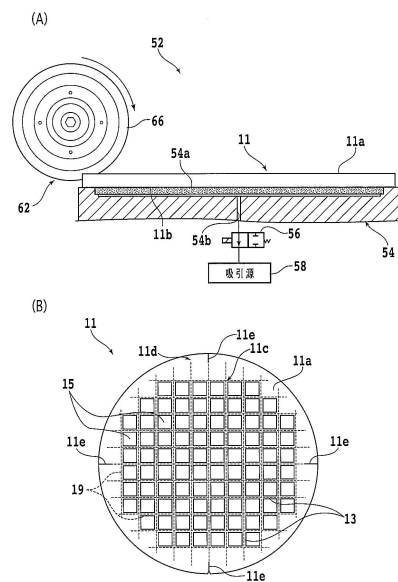
【図 5】



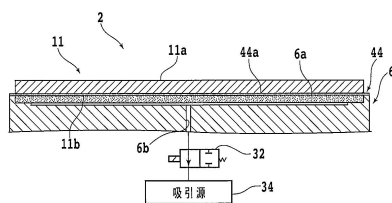
【図 6】



【図 8】



【図 7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 6 F 3/00 E

審査官 空 哲次

(56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 2 3 6 0 3 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 5 - 1 1 5 3 5 0 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 1 9 9 8 3 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 2 1 / 3 0 1  
B 2 3 K 2 6 / 5 3  
B 2 8 D 5 / 0 4  
B 2 6 F 3 / 0 0