

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年6月18日(18.06.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/087904 A1

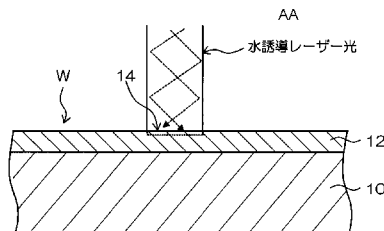
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/301 (2006.01) B23K 26/364 (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01) H01L 21/304 (2006.01)
B23K 26/146 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/082656
- (22) 国際出願日: 2014年12月10日(10.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-258288 2013年12月13日(13.12.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社東京精密(TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1928515 東京都八王子市石川町2968-2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 野口 俊(NOGUCHI, Shun); 〒1928515 東京都八王子市石川町2968-2 株式会社東京精密内 Tokyo (JP). 千葉 清隆(CHIBA, Kiyotaka); 〒1928515 東京都八王子市石川町2968-2 株式会社東京精密内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三(MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 私書箱第176号 新都市国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

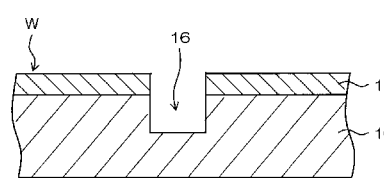
(54) Title: WAFER PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: ウェーハ加工方法

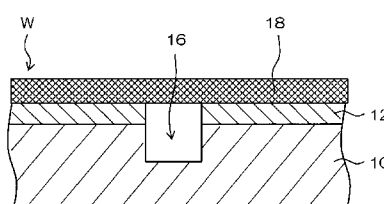
[図5]



[図6]



[図7]



AA Water-induced laser light

(57) Abstract: Provided is a wafer processing method by which a wafer of good processed quality can be divided into individual chips, while improving productivity and reducing cost. This wafer processing method is a method by which a wafer (W) in which are formed regions demarcating a plurality of chips by predetermined dividing lines (14) in a device layer (12) formed on the surface of a semiconductor substrate (10) is divided into individual chips along the predetermined dividing lines, wherein the method includes: a groove formation step for irradiating the wafer, from the side of the surface thereof on which the device layer is formed, with laser light induced by a liquid beam, doing so along the predetermined dividing lines, to eliminate the device layer in the predetermined dividing lines as well as to form grooves (16) in the semiconductor substrate; and a back surface processing step for processing the back surface of the wafer, and reducing the thickness of the wafer.

(57) 要約: 生産性の向上及びコストダウンを図りつつ、良好な加工品質でウェーハを個々のチップに分割できるウェーハ加工方法を提供する。本発明のウェーハ加工方法は、半導体基板(10)の表面に形成されたデバイス層(12)に複数のチップが分割予定ライン(14)によって区画された領域に形成されているウェーハ(W)を、分割予定ラインに沿って個々のチップに分割する方法であって、ウェーハのデバイス層が形成される表面側から、液体ビームによって誘導されたレーザー光を分割予定ラインに沿って照射することにより、分割予定ラインにおけるデバイス層を除去するとともに半導体基板に溝(16)を形成する溝形成工程と、ウェーハの裏面を加工して、ウェーハの厚さを薄くする裏面加工工程と、を含む。

WO 2015/087904 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： ウェーハ加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置や電子部品等のウェーハを個々のチップに分割するウェーハ加工方法に関し、特に、半導体基板の表面に絶縁膜（例えばLow-k膜）及び機能膜が積層された積層体からなるデバイス層が形成されたウェーハの加工方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造工程等において、表面に半導体装置や電子部品等が形成されたウェーハは、プロービング工程で電気試験が行われた後、ダイシング工程で個々のチップ（ダイ、又はペレットとも言われる）に分割され、次に個々のチップはダイボンディング工程で部品基台にダイボンディングされる。ダイボンディングされた後はワイヤボンディングされ、ワイヤボンディングされた後は、樹脂モールドされて、半導体装置や電子部品等の完成品となる。

[0003] プロービング工程の後ウェーハは、図13に示すように、片面に粘着層が形成された厚さ100 μ m程度のダイシングテープ（ダイシングシートとも称される）Sに裏面を貼り付けられ、剛性のあるリング状のフレームFにマウントされる。ウェーハWはこの状態でダイシング工程内、ダイシング工程→ダイボンディング工程間、及びダイボンディング工程内を搬送される。

[0004] ダイシング工程では、微細なダイヤモンド砥粒で形成されたダイシングブレードと呼ばれる薄型砥石でウェーハWに研削溝を入れてウェーハをカットするダイシング装置が用いられている。

[0005] ダイシング装置では、このダイシングブレードを30,000～60,000rpmで高速回転させてウェーハWに切込み、ウェーハWを完全切断（フルカット）する。このときウェーハWの裏面に貼られたダイシングテープSは、表面から10 μ m程度しか切り込まれていないので、ウェーハWは個々のチップTに切断されてはいるものの、個々のチップTがバラバラにはな

らず、チップ同士の配列が崩れていないので全体としてウェーハ状態が保たれている。

[0006] 近年、ＩＣ、ＬＳＩ等のデバイスの高集積化、小型化に伴い、シリコン等の半導体基板の表面に、ＳｉＯＦ、ＢＳＧ（ＳｉＯＢ）等の無機物系の膜やポリイミド系、パリレン系（パリレンは登録商標）等のポリマー膜である有機物系の膜からなる低誘電率絶縁体被膜（Ｌｏｗ－ｋ膜）と回路を形成する機能膜とが積層された積層体からなるデバイス層が形成されたウェーハが実用化されている。

[0007] しかし、このようなデバイス層のあるウェーハのダイシングは、膜剥がれやバリ等が発生しやすく、ダイシング工程における大きな問題となっている。特に、デバイス層にＬｏｗ－ｋ膜が含まれる場合、Ｌｏｗ－ｋ膜は非常に脆いことから、ダイシングブレードによる切断が行われると、Ｌｏｗ－ｋ膜に剥離が生じやすい問題がある。すなわち、ダイシングブレードによって切断すると、Ｌｏｗ－ｋ膜が破壊され、この破壊された領域がデバイス形成領域（チップ形成領域）に広がると、チップは不良品となり、製造される半導体装置の歩留りを低下させてしまう要因となる。

[0008] 上記問題を解消するために、ダイシングブレードによる切断に先立って、ストリートと称される分割予定ラインに沿ってレーザー加工溝を形成してデバイス層を分断した後に、ダイシングブレードによって切断を行う方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

[0009] 特許文献１に記載された方法は、図１４に示すように、最初に、表面に絶縁膜及び機能膜が積層された積層体（デバイス層）が形成されたウェーハの表面に保護膜を形成する保護膜形成工程が行われる（ステップＳ１００）。次に、ウェーハの表面に、保護膜を通してレーザー光を照射するレーザー光照射工程が行われる（ステップＳ１０２）。このレーザー光照射工程では、ストリートに沿ってレーザー光を往復移動させることにより、ウェーハのストリートを形成する積層体には、ストリートに沿ってダイシングブレード（切削ブレード）の幅より広い幅のレーザー加工溝が形成される。

[0010] レーザー光照射工程が実施された後、ウェーハの表面に被覆された保護膜を除去する保護膜除去工程が行われる（ステップS104）。次に、ウェーハのストリートに形成されたレーザー加工溝に沿ってダイシングブレードでウェーハを切削するダイシング工程（切削工程）が行われる（ステップS106）。これにより、ウェーハは、ストリートに形成されたレーザー加工溝に沿って裏面に達する切削溝が形成される。この結果、ウェーハはストリートに形成されたレーザー加工溝に沿って切断され、個々のチップに分割される。このダイシング工程においてはダイシングブレードによって半導体基板（シリコン基板等）だけが切断されることになる。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2006-140311号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、特許文献1に記載された方法では、ダイシング装置のほかにレーザー加工装置（レーザースクライバ）が必要である。また、レーザー照射工程では、ダイシングブレードの幅より広いレーザー加工溝を形成するために、レーザー光の照射を1つのストリートに沿って往復移動して行わなければならない。このため、生産性が悪く、コストアップを招く問題がある。

[0013] また、特許文献1に記載された方法では、加工時の熱ダメージやコンタミネーションを防ぐため、レーザー光照射工程が実施される前にウェーハの表面に保護膜を形成する必要がある、保護膜にかかるコストも問題となっている。

[0014] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、生産性の向上及びコストダウンを図りつつ、良好な加工品質でウェーハを個々のチップに分割できるウェーハ加工方法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

- [0015] 上記目的を達成するために、本発明の第1態様に係るウェーハ加工方法は、半導体基板の表面に形成されたデバイス層に複数のチップが分割予定ラインによって区画された領域に形成されているウェーハを、分割予定ラインに沿って個々のチップに分割する方法であって、ウェーハのデバイス層が形成される表面側から、液体ビームによって誘導されたレーザー光を分割予定ラインに沿って照射することにより、分割予定ラインにおけるデバイス層を除去するとともに半導体基板に溝を形成する溝形成工程と、ウェーハの裏面を加工して、ウェーハの厚さを薄くする裏面加工工程と、を含む。
- [0016] 本態様によれば、溝形成工程においてウェーハの表面側から液体ビームによって誘導されたレーザー光を分割予定ラインに沿って照射することにより、分割予定ラインにおけるデバイス層を除去するとともに半導体基板に溝を形成するので、ウェーハの表面に保護膜を形成しなくても、加工時の熱ダメージやコンタミネーションを防ぐことができ、歩留りの向上を実現して信頼性を向上させることができる。また、ダイシングブレードによるダイシングやレーザーダイシング等のダイシング工程が不要となる。したがって、生産性の向上及びコストダウンを図りつつ、良好な加工品質でウェーハを個々のチップに分割できる。
- [0017] 本発明の第2態様に係るウェーハ加工方法は、第1態様において、裏面加工工程は、溝がウェーハの裏面に露出するまでウェーハの裏面を加工する。
- [0018] 本態様によれば、裏面加工工程によってウェーハは個々のチップに分割される。したがって、裏面加工工程が行われた後にエキスパンド工程を行う必要がなく、更なる生産性の向上を図ることができる。
- [0019] 本発明の第3態様に係るウェーハ加工方法は、第1態様において、裏面加工工程は、溝がウェーハの裏面に露出する前にウェーハの裏面の加工を終了し、裏面加工工程が行われたウェーハの表面又は裏面にダイシングテープを貼付するダイシングテープ貼付工程と、ダイシングテープに張力を加えて、個々のチップ間隔を拡大するエキスパンド工程と、をさらに含む。

[0020] 本態様によれば、裏面加工時にウェーハに形成された溝はウェーハの裏面に露出しないので、裏面加工時に使用する薬液等がウェーハの表面（デバイス面）に溝を介して回り込む危険性を排除できる。

[0021] 本発明の第4態様に係るウェーハ加工方法は、第1態様～第3態様のいずれかにおいて、ウェーハは、デバイス層にLow-k膜が含まれるウェーハである。

[0022] 本発明の第5態様に係るウェーハ加工方法は、第1態様～第3態様のいずれかにおいて、ウェーハは、デバイス層にGaN（窒化ガリウム）が含まれるウェーハである。

[0023] 第4態様及び第5態様は、本発明の効果がより顕著となる観点から好ましい態様の1つである。すなわち、半導体基板の表面に形成されるデバイス層にLow-k膜やGaN（窒化ガリウム）が含まれる場合でも、膜剥がれやバリ等が発生することなく、ウェーハを個々のチップに分割することができるので、歩留りの向上を実現して信頼性を向上させることができる。

[0024] 本発明の第6態様に係るウェーハ加工方法は、第1態様～第5態様のいずれかにおいて、液体ビームは、アルカリ水溶液からなる。

[0025] 本態様によれば、高アスペクト比の溝を形成することができ、加工レートが向上する。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、生産性の向上及びコストダウンを図りつつ、良好な加工品質でウェーハを個々のチップに分割できる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の一実施形態に係るウェーハ加工方法の流れを示すフローチャート

[図2]レーザー加工装置の構成を示す概略図

[図3]ウェーハの一例を示す断面図

[図4]レーザー加工部の構成を示す構成図

[図5]ウェーハに水誘導レーザー光が照射される様子を示す概略図

[図6]水誘導レーザー光が照射された後のウェーハの状態を示す概略図

[図7]ウェーハの表面に保護テープが貼付られた状態を示す概略図

[図8]ウェーハの裏面加工が行われる様子を示す概略図

[図9]本発明の他の実施形態に係るウェーハ加工方法の流れを示すフローチャート

[図10]裏面加工工程が行われる様子を示す概略図

[図11]ウェーハの裏面にダイシングテープを貼付した状態でエキスパンド工程が行われる様子を示す概略図

[図12]ウェーハの表面にダイシングテープを貼付した状態でエキスパンド工程が行われる様子を示す概略図

[図13]フレームにマウントされたウェーハを表わす斜視図

[図14]従来のウェーハ加工方法の流れを示すフローチャート

発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付図面に従って本発明の好ましい実施形態について説明する。

[0029] 図1は、本発明の一実施形態に係るウェーハ加工方法の流れを示すフローチャートである。

[0030] <水誘導レーザー光照射工程>

まず、ウェーハWの表面に水誘導レーザー光を照射する水誘導レーザー光照射工程（本発明の「溝形成工程」に相当）が行われる（ステップS10）。この水誘導レーザー光照射工程は、図2に示すレーザー加工装置20を用いて実施される。

[0031] 図2に示すレーザー加工装置20は、主として、ウェーハWを移動させるウェーハ移動部22と、ウェーハWの表面を観察する観察光学部24と、ウェーハWをレーザー加工するレーザー加工部26と、レーザー加工装置20の各部を制御する制御部28とから構成されている。

[0032] 図3は、ウェーハWの一例を示す断面図である。図3に示すウェーハWは、シリコン等の半導体基板10からなり、半導体基板10の表面10aにはデバイス層12が形成されている。デバイス層12は、Low-k膜と、回

路を形成する機能膜とが積層された積層体により形成される。ウェーハWは、格子状に配列された分割予定ライン14によって複数の領域に区画され、この区画された各領域に半導体チップを構成する各種デバイスが形成されている。レーザー加工装置20には、このようなウェーハWが供給されるものとする。

[0033] ウェーハ移動部22は、ウェーハWを吸着保持する吸着ステージ30と、本体ベース34上に設けられたXYZ θ テーブル32とを有する。

[0034] 吸着ステージ30は、不図示のポンプを有するとともに、複数の吸着穴が表面に設けられている。吸着ステージ30は、ポンプを作動させることにより、吸着穴を介してウェーハWを吸着保持する。

[0035] XYZ θ テーブル32は、不図示のガイドレールを備え、制御部28に制御されて、XYZ θ の4方向に移動する。なお、図2に示す例では、XYZの3方向は互いに直交し、このうちX方向およびY方向は水平方向であり、Z方向は鉛直方向である。また θ 方向は、鉛直方向軸（Z軸）を回転軸とする回転方向である。

[0036] 観察光学部24は、吸着ステージ30に吸着保持されたウェーハWに対向するように設けられ、図示しない照明装置及び図示しないCCD（Charge Coupled Device）カメラを有する。観察光学部24は、制御部28の指示に従って、ウェーハWに照明光を照明装置により照射して、ウェーハWからの反射光をCCDカメラにより電気信号に変換することで、ウェーハWの表面の撮像データを得る。この撮像データは制御部28に送られて、ウェーハWのアライメントに用いられる。

[0037] レーザー加工部26は、制御部28の指示に従って、ウェーハWの表面に水誘導レーザー光を照射する。

[0038] 図4は、レーザー加工部26の構成を示す構成図である。同図に示すように、レーザー加工部26は、レーザー光供給部36、液体供給部38、及び加工ヘッド40を備えている。

[0039] レーザー光供給部36は、レーザー光源42を備えており、レーザー光源

42から発振されたレーザー光は、コリメートレンズ44、ミラー46、集光レンズ48等の光学系を経て加工ヘッド40の内部に集光される。

[0040] 液体供給部38は、液体（本例では水）を貯留するタンク50及びポンプ52を備えており、ポンプ52により加圧された液体（加圧液体）が加工ヘッド40に供給される。

[0041] 加工ヘッド40は、液体供給部38から供給された液体を一時的に収容する液体チャンバー54と、液体供給部38から供給された液体を液体チャンバー54に導入するための液体導入口56と、レーザー光供給部36から供給されたレーザー光を加工ヘッド40の内部に導く窓部58と、液体の噴射口を形成するノズル60とを備えている。

[0042] 窓部58は、加工ヘッド40の本体であるヘッド本体62の上面（ウェーハW側とは反対側の面）に設けられており、レーザー光供給部36から供給されたレーザー光を透過可能な光透過性材料から構成される。光透過性材料としては、例えば、ガラス、石英、サファイア、透明プラスチック（例えば、アクリル樹脂、硬質塩化ビニールなど）を用いることができる。これにより、レーザー光供給部36から供給されたレーザー光は、窓部58を介して加工ヘッド40（ヘッド本体62）の内部に形成される液体チャンバー54内（具体的にはノズル60の入口部）に導かれる。

[0043] ノズル60は、ヘッド本体62の下面（ウェーハW側の面）に設けられた微小孔からなり、液体チャンバー54を挟んで窓部58と対向する位置に配置される。すなわち、ノズル60は、レーザー光供給部36から窓部58を介して液体チャンバー54の内部に導かれるレーザー光の光軸上に配置されており、ノズル60から噴射される液体の噴射方向とレーザー光の光軸は一致している。これにより、レーザー光供給部36から窓部58を介して液体チャンバー54の内部に導かれるレーザー光は、ノズル60から照射されるビーム状の液体（液体ビーム）の内部を全反射しながらウェーハWに向かって誘導され、ウェーハWの表面に照射される。なお、本明細書では、液体ビームの内部を、全反射を繰り返しながら液体ビームの噴射方向に沿って誘導

されるレーザー光を「水誘導レーザー光」と称する。

[0044] 次に、上述の如く構成されるレーザー加工装置 20 を用いて実施する水誘導レーザー光照射工程について説明する。

[0045] この水誘導レーザー光照射工程では、まず、レーザー加工装置 20 の吸着ステージ 30 上にウェーハ W の表面（デバイス層 12 が形成された側の面）を上向きにして載置し、吸着ステージ 30 上にウェーハ W を吸着保持する。

[0046] この状態でウェーハ W は、観察光学部 24 の照明装置と CCD カメラによって表面からアライメントされる。アライメント方法は画像処理を用いたアライメント方法で行われる。なお、画像処理を用いたアライメント方法は一般的によく知られているので、説明は省略する。

[0047] アライメントが終了すると、XYZ θ テーブル 32 が XY 方向に移動して、ウェーハ W の表面に形成された分割予定ラインに沿って、加工ヘッド 40 のノズル 60 からウェーハ W に向かってビーム状の液体（液体ビーム）が噴射される。このとき、レーザー光供給部 36 から窓部 58 を介して加工ヘッド 40（ヘッド本体 62）の内部の液体チャンバー 54 内に導入されたレーザー光は、ノズル 60 から噴射される液体ビームの内部で全反射を繰り返しながらウェーハ W に向かって誘導され、図 5 に示すように、ウェーハ W の表面の分割予定ライン 14 が形成される位置に照射される。これにより、図 6 に示すように、膜剥がれやバリ等が発生することなく、分割予定ライン 14 におけるデバイス層 12 が除去されるとともに、ウェーハ W の半導体基板 10 には、分割予定ライン 14 に沿って所定深さの加工溝 16 が形成される。

[0048] このように本実施形態では、水誘導レーザー光が照射されるウェーハ W の加工位置（すなわち分割予定ライン 14）には常に高圧の液体（ウォータージェット）が供給されるので、レーザー加工時に発生するデブリと称される加工屑が発生しても、このデブリが加工領域周辺に付着することもない。また、水誘導レーザー光によって熔融した物質を加工位置から取り除き汚染を避けると同時に被加工物としてのウェーハ W を冷却することができる。したがって、ウェーハ W の表面に保護膜を形成しなくても、加工時の熱ダメージ

やコンタミネーションを効果的に防ぐことができ、歩留りの向上を実現して信頼性を向上させることができる。

[0049] また、本実施形態では、液体ビームの噴射幅（ビーム径）によってレーザー光の照射範囲を容易に制御することが可能であり、例えば30 μ m程度の幅で加工溝を形成することができる。したがって、1つの分割ラインにおいて複数回の加工が不要となり、ウェーハWの加工送り回数が減少され、生産性のよい高品質な加工溝16を形成することが可能となる。

[0050] なお、本実施形態では、水誘導レーザー光照射工程におけるレーザー加工条件として、例えば以下のように設定される。

[0051] 光源 : UV（紫外線）ーパルスレーザー
 波長 : 400nm以下
 繰り返し周波数 : 1～100kHz
 平均出力 : 0.5～10W
 加工送り速度 : 10～1000mm/s

このように本実施形態では、レーザー光源として、UV光源が好ましく用いられる。UV光源から照射される紫外線領域の光（UV光）は金属による吸収率が高く、金属除去性能が向上する。したがって、分割予定ライン14上にTEG（Test Element Group）等の金属膜が形成されている場合でも、水誘導レーザー光の照射により金属膜を効率的に除去することができる。

[0052] また、本実施形態では、加工ヘッド40のノズル60から噴射される液体ビームが水からなる態様を示したが、これに限らず、例えばシリコンオイル、アルカリ水溶液等からなる態様も好ましく採用することができる。特に、液体ビームがアルカリ水溶液からなる態様によれば、液体ビームが水からなる態様に比べて、高アスペクト比の加工溝16を形成することができ、加工レートの向上を図ることが可能となる。

[0053] <裏面加工工程>

次に、ウェーハWの表面に形成されたデバイス層12を保護するために、片面に粘着剤を有する保護テープ（BG（バックグラインド）テープ）18

をウェーハWの表面に貼付した後（図7参照）、ウェーハWの裏面を加工して、ウェーハWの厚さを薄くする裏面加工工程が行われる（ステップS12）。

[0054] この裏面加工工程では、表面に保護テープ18が貼付されたウェーハWは、図8に示すように、バックグラインダ装置70の回転する吸着テーブル72に保護テープ18側を下向きにして吸着され、裏面を回転する砥石74で研削され（図8の（A）部）、所定の厚さ（400 μ m以下）に加工される。次いで吸着テーブル72に保持されたまま図示しない研磨ヘッドによって研磨されて、研削加工時に形成された加工変質層が除去される（図8の（B）部）。保護テープ18は研削加工圧に対して十分な硬度を有しているので、精度よく加工することができる。

[0055] このような裏面加工工程が行われた後のウェーハWの厚さは、ステップS10の水誘導レーザー光照射工程でウェーハWに形成された加工溝16がウェーハWの裏面に露出（表出）するまで行われる。これにより、ウェーハWは個々のチップに分割される。

[0056] 以上のように、本実施形態によれば、水誘導レーザー光照射工程において半導体基板10の表面にデバイス層12が形成されたウェーハWの表面側から水誘導レーザー光を分割予定ライン14に沿って照射する。これにより、膜剥がれやバリ等が発生することなく、分割予定ライン14におけるデバイス層12を除去できるとともに、半導体基板10に所定深さの加工溝16を形成することができる。このため、ウェーハWの表面に保護膜を形成しなくても、加工時の熱ダメージやコンタミネーションを防ぐことができ、歩留りの向上を実現して信頼性を向上させることができる。また、ダイシングブレードによるダイシングやレーザーダイシング（ステルスダイシングとも称される）等のダイシング工程が不要となるので、生産性の向上を図ることが可能となる。したがって、生産性の向上及びコストダウンを図りつつ、良好な加工品質でウェーハWを個々のチップに分割できる。

[0057] さらに本実施形態では、水誘導レーザー光照射工程が行われた後に、ウェー

ーハWの裏面を加工して、ウェーハWの厚さを薄くする裏面加工工程が行われるので、チップングや割れかけが生じることがなく、端面形状が良好な極薄のチップを製造することができる。

[0058] なお、本実施形態では、ウェーハWとして、デバイス層12にLow-k膜を含むウェーハを加工する場合について説明したが、これに限らず、例えば、デバイス層12にGaN（窒化ガリウム）を含むウェーハを加工する場合についても同様の効果を得ることができる。

[0059] 次に、本発明の他の実施形態について説明する。図9は、本発明の他の実施形態に係るウェーハ加工方法の流れを示す説明図である。図10は、裏面加工工程が行われる様子を示す概略図である。図11は、エキスパンド工程が行われる様子を示す概略図である。図9～図11において、これまで示した図と共通又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0060] 図9に示すウェーハ加工方法では、裏面加工工程において、図10に示すように、ウェーハWに形成された加工溝16がウェーハWの裏面に露出する直前で裏面加工を終了する（ステップS12）。

[0061] 上記の裏面加工工程が行われた後、片面に粘着剤を有するダイシングテープSをウェーハWの裏面に貼付した後、ウェーハWの表面に貼付されている保護テープ18を剥離するダイシングテープ転写工程が行われる（ステップS14）。これにより、図11の（A）部に示すように、ウェーハWの裏面にダイシングテープSが貼付された状態となる。

[0062] 次に、図11の（B）部に示すように、ウェーハWの裏面に貼り付けられたダイシングテープSに張力を加えて引き伸ばすことにより、ウェーハWの各チップ間の間隔を拡大するエキスパンド工程が行われる（ステップS16）。これにより、ウェーハWを個々のチップTに分割することができる。

[0063] このウェーハ加工方法によれば、裏面加工工程においてウェーハWに形成される加工溝16はウェーハWの裏面に露出しないので、裏面加工時に使用する薬液がウェーハWの表面（デバイス面）へ回り込む危険性を排除できる。

[0064] なお、ダイシングテープ転写工程において、転写回数は増えるが、図12の(A)部に示すように、ウェーハWの表面にダイシングテープSを貼付するようにしてもよい。その後、エキスパンド工程において、図12の(B)部に示すように、ダイシングテープSに張力を加えて引き伸ばすことにより、ウェーハWを個々のチップTに分割することができる。この態様によれば、ウェーハWにはダイシングテープS側に加工溝16が形成されるので、ウェーハWの表面にダイシングテープSが貼付された状態でエキスパンド工程を行う場合に比べて、より小さな張力でウェーハWを個々のチップTに分割することが可能となる。

[0065] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。

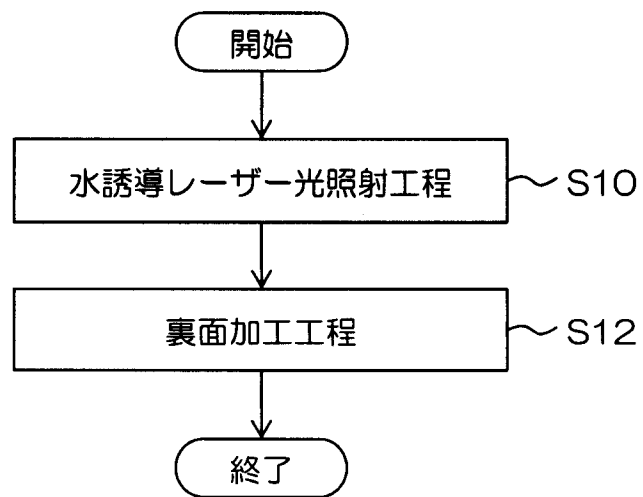
符号の説明

[0066] 10…半導体基板、12…デバイス層、14…分割予定ライン、16…加工溝、18…保護テープ、20…レーザー加工装置、22…ウェーハ移動部、24…観察光学部、26…レーザー加工部、28…制御部、30…吸着ステージ、32…XYZ θ テーブル、36…レーザー光供給部、38…液体供給部、40…加工ヘッド、42…レーザー光源、50…タンク、52…ポンプ、54…液体チャンバー、56…液体導入口、58…窓部、60…ノズル、F…フレーム、S…ダイシングシート、T…チップ、W…ウェーハ

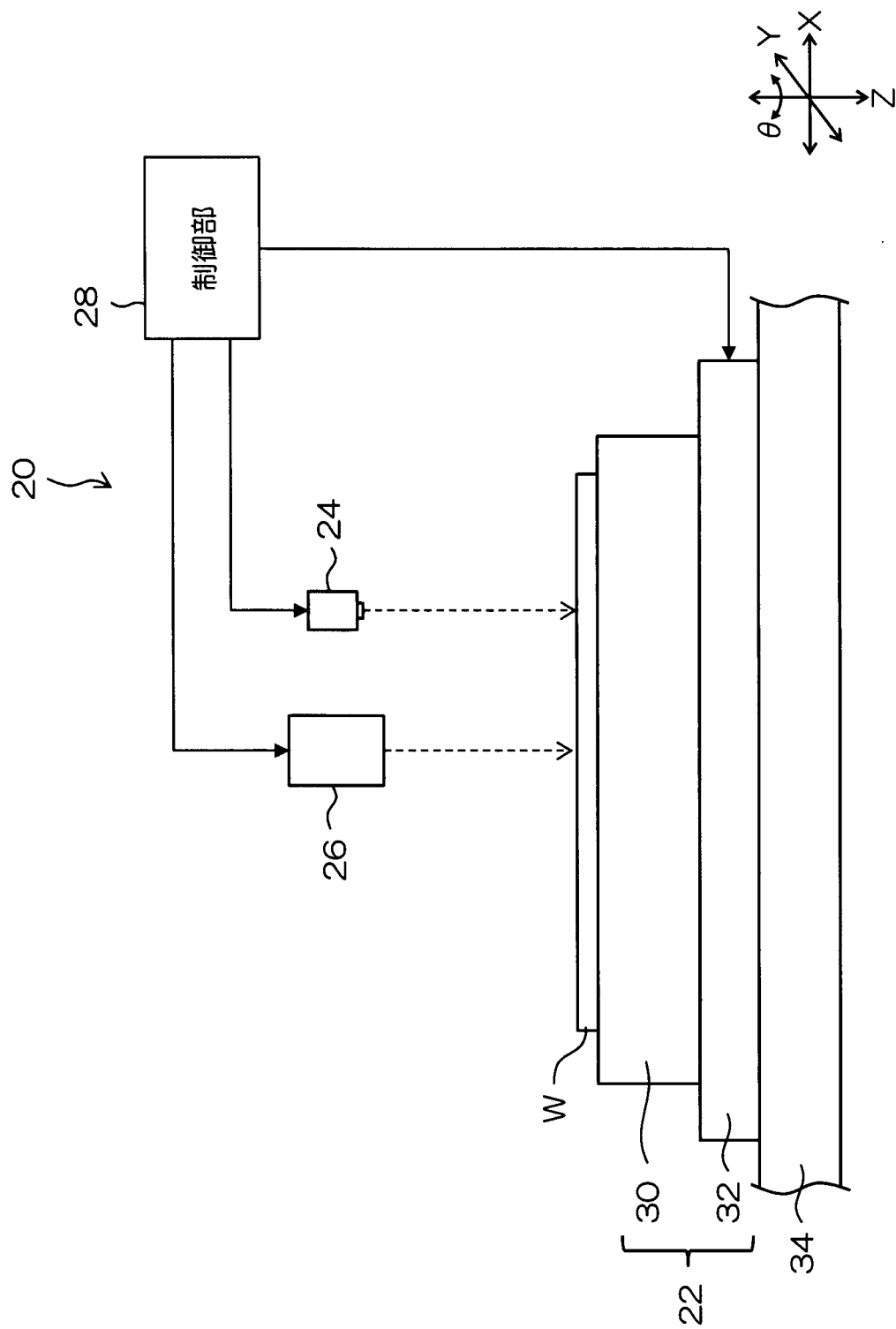
請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板の表面に形成されたデバイス層に複数のチップが分割予定ラインによって区画された領域に形成されているウェーハを、前記分割予定ラインに沿って個々のチップに分割する方法であって、
- 前記ウェーハの前記デバイス層が形成される表面側から、液体ビームによって誘導されたレーザー光を前記分割予定ラインに沿って照射することにより、前記分割予定ラインにおける前記デバイス層を除去するとともに前記半導体基板に溝を形成する溝形成工程と、
- 前記ウェーハの裏面を加工して、前記ウェーハの厚さを薄くする裏面加工工程と、
- を含むウェーハ加工方法。
- [請求項2] 前記裏面加工工程は、前記溝が前記ウェーハの裏面に露出するまで前記ウェーハの裏面を加工する請求項1に記載のウェーハ加工方法。
- [請求項3] 前記裏面加工工程は、前記溝が前記ウェーハの裏面に露出する前に前記ウェーハの裏面の加工を終了し、
- 前記裏面加工工程が行われた前記ウェーハの表面又は裏面にダイシングテープを貼付するダイシングテープ貼付工程と、
- 前記ダイシングテープに張力を加えて、個々のチップ間隔を拡大するエキスパンド工程と、
- をさらに含む請求項1に記載のウェーハ加工方法。
- [請求項4] 前記ウェーハは、前記デバイス層にLow-k膜が含まれるウェーハである請求項1～3のいずれか1項に記載のウェーハ加工方法。
- [請求項5] 前記ウェーハは、前記デバイス層にGaNが含まれるウェーハである請求項1～3のいずれか1項に記載のウェーハ加工方法。
- [請求項6] 前記液体ビームは、アルカリ水溶液からなる請求項1～5のいずれか1項に記載のウェーハ加工方法。

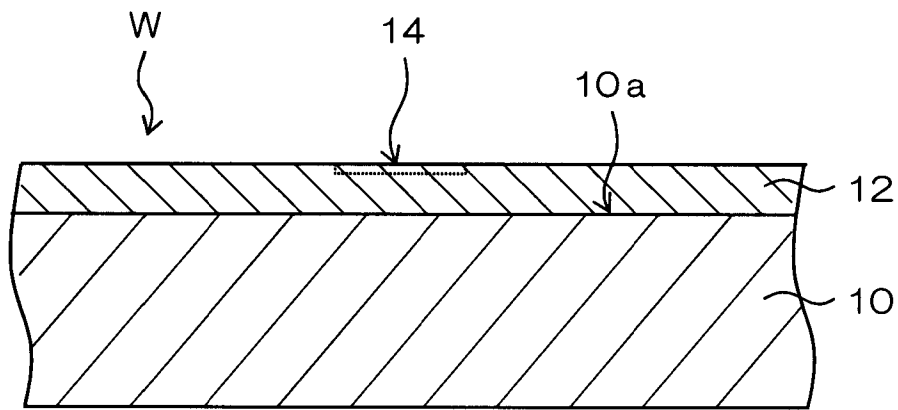
[図1]



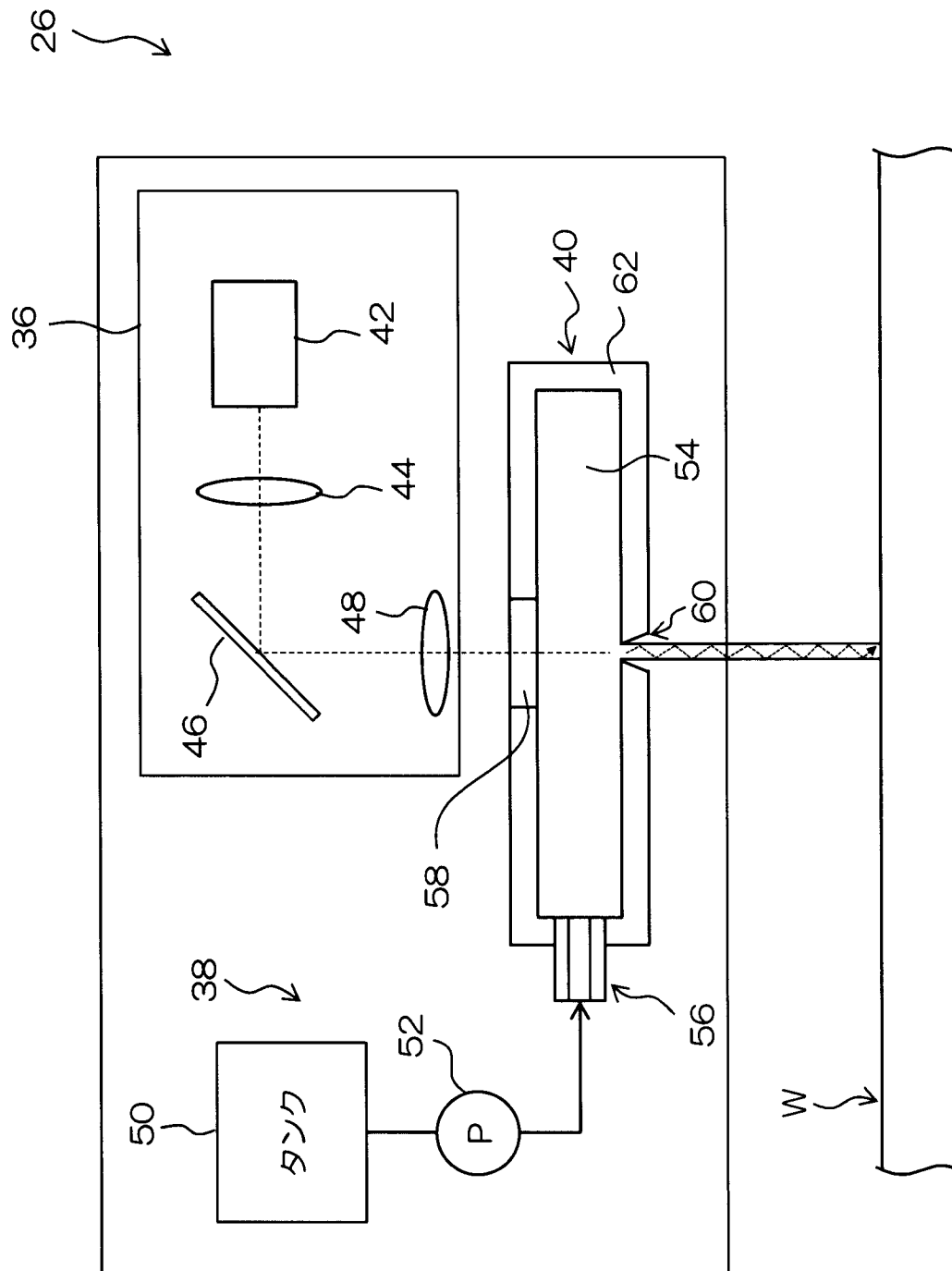
[図2]



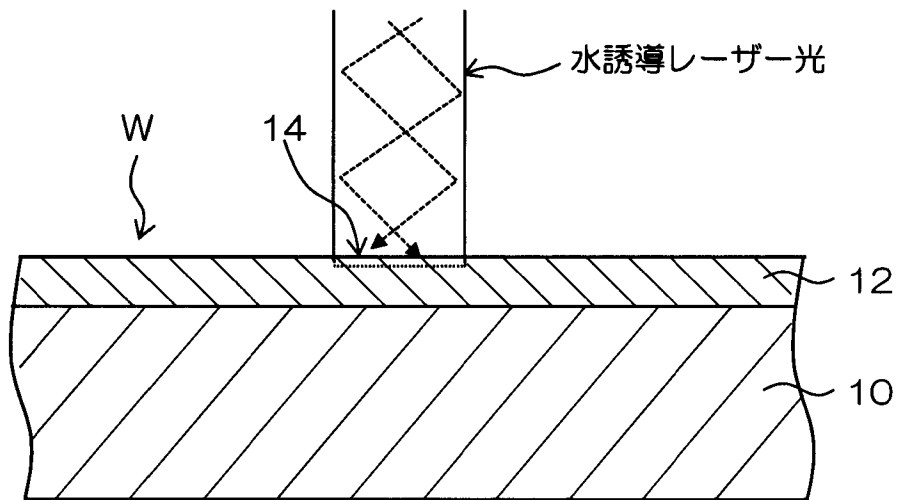
[図3]



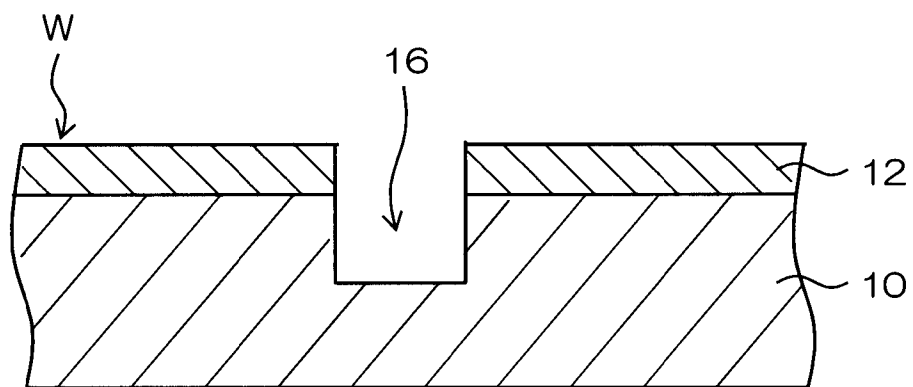
[図4]



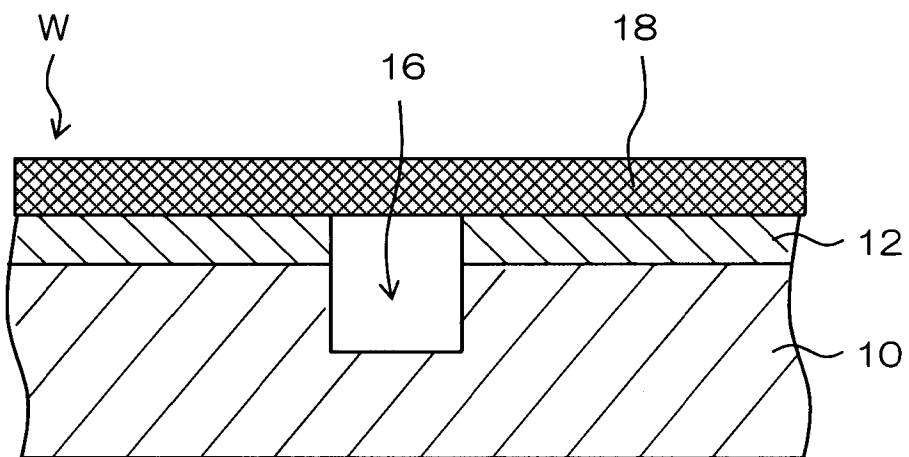
[図5]



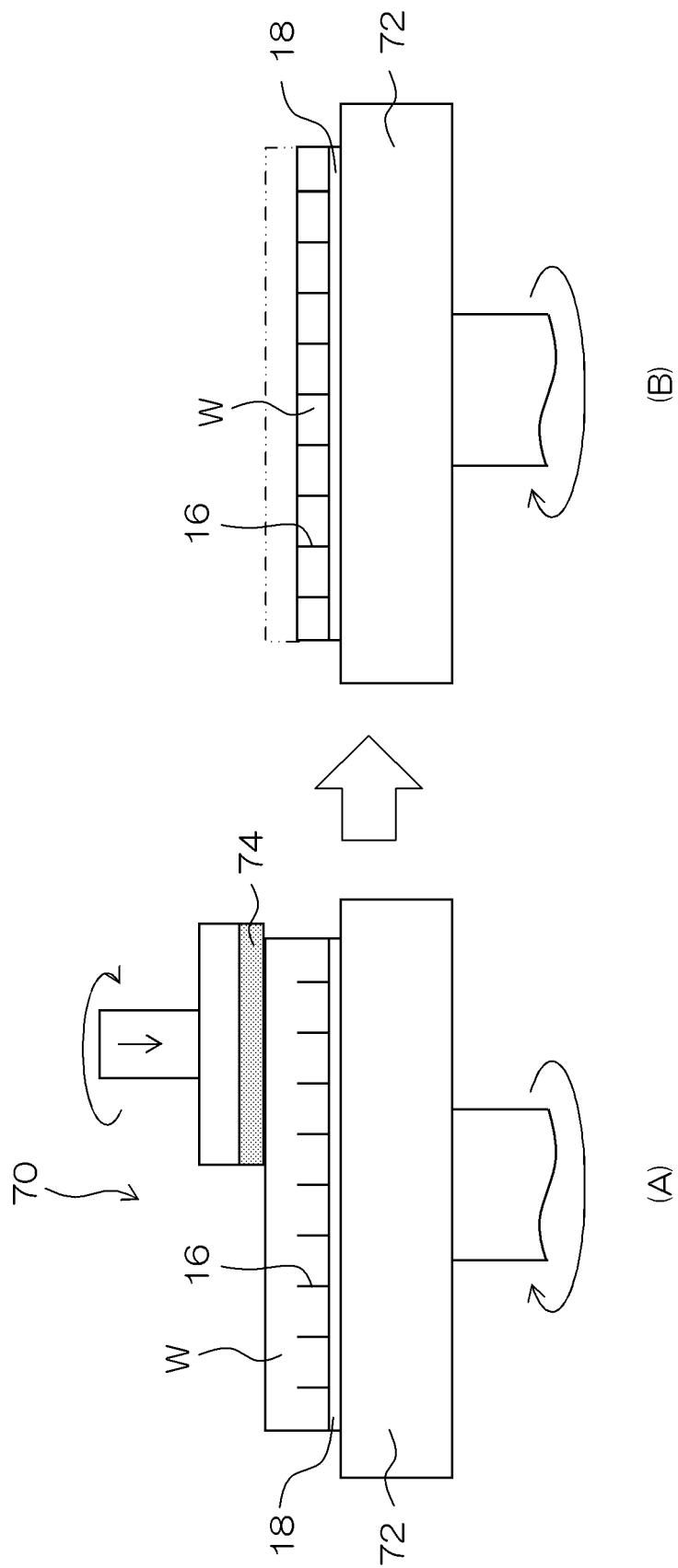
[図6]



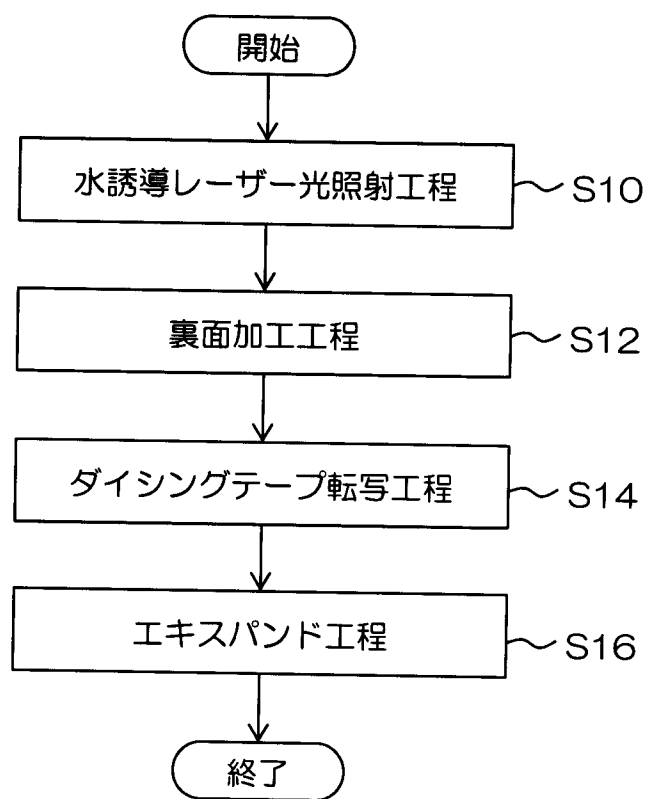
[図7]



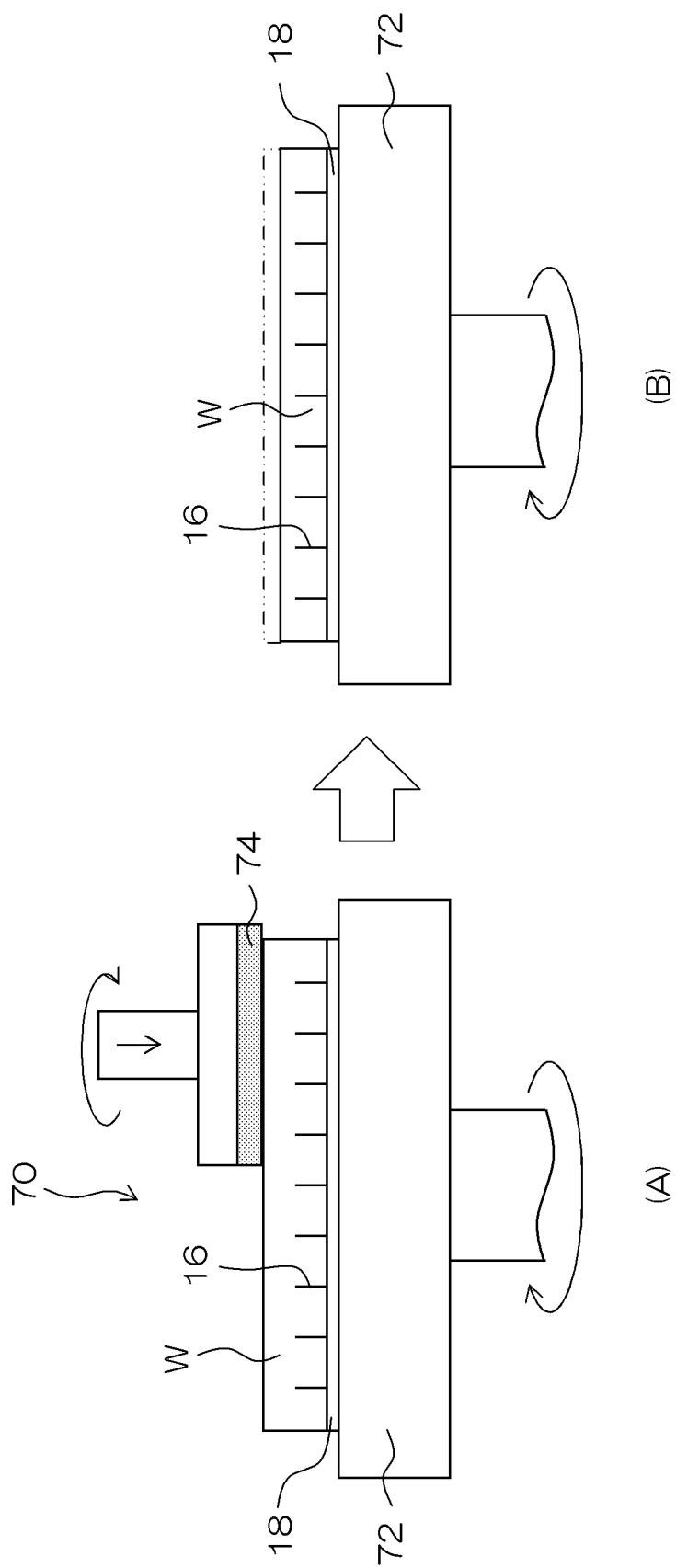
[図8]



[図9]

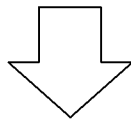
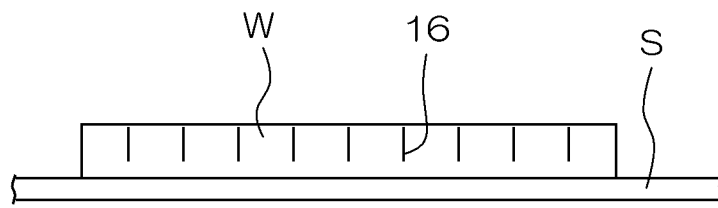


[図10]

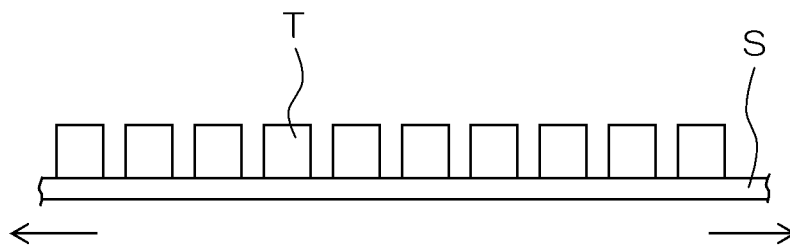


[図11]

(A)

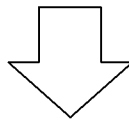
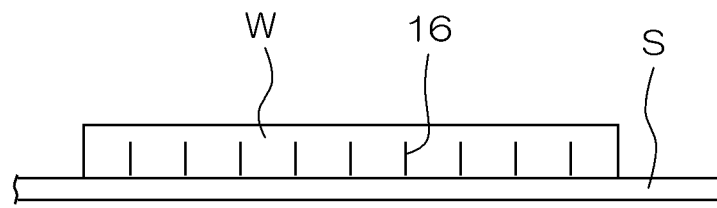


(B)

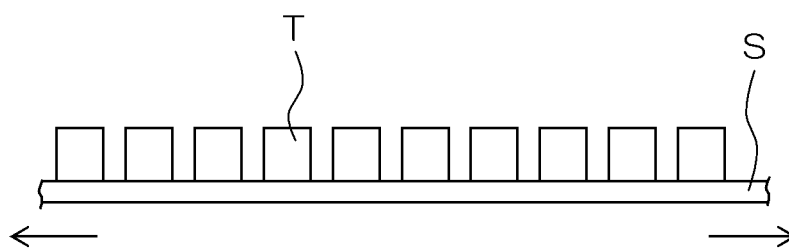


[図12]

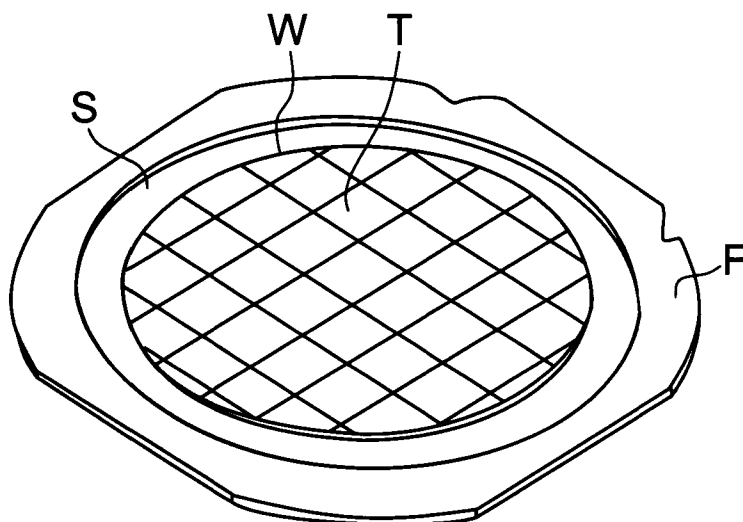
(A)



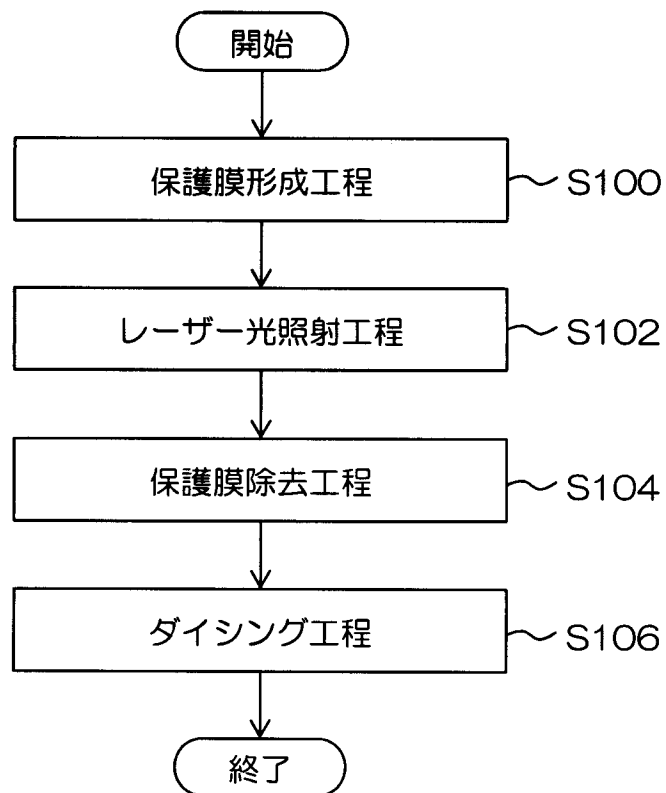
(B)



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/301(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/146(2014.01)i,
B23K26/364(2014.01)i, H01L21/304(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/301, B23K26/00, B23K26/146, B23K26/364, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-153349 A (Disco Inc.), 03 July 2008 (03.07.2008), claim 1; fig. 3 to 7 & DE 102007059697 A1	1-2 3-6
Y	JP 2011-091239 A (Disco Inc.), 06 May 2011 (06.05.2011), claim 1; paragraphs [0027], [0034], [0038], [0040], [0052]; fig. 5 to 15 (Family: none)	3-6
Y	JP 2012-004478 A (Disco Inc.), 05 January 2012 (05.01.2012), paragraphs [0018], [0024] (Family: none)	4, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 February 2015 (23.02.15)

Date of mailing of the international search report
03 March 2015 (03.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082656

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-125961 A (Semileads Optoelectronics Co., Ltd.), 24 June 2013 (24.06.2013), paragraphs [0039] to [0040], [0054]; fig. 3A, 3B & US 2012/0168714 A1 & EP 2472602 A2 & WO 2013/086781 A1 & CN 103165806 A & KR 10-2013-0069351 A	5-6
Y	JP 2011-101062 A (Canon Inc.), 19 May 2011 (19.05.2011), paragraphs [0030], [0034], [0048]; fig. 1 (Family: none)	5-6
Y	JP 2011-056514 A (Kaneka Corp.), 24 March 2011 (24.03.2011), claims 1, 3; paragraph [0026] (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/301(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/146(2014.01)i, B23K26/364(2014.01)i,
H01L21/304(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/301, B23K26/00, B23K26/146, B23K26/364, H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2008-153349 A（株式会社ディスコ）2008.07.03, 【請求項1】, 【図3】 - 【図7】 & DE 102007059697 A1	1-2 3-6
Y	JP 2011-091239 A（株式会社ディスコ）2011.05.06, 【請求項1】, 【0027】, 【0034】, 【0038】, 【0040】, 【0052】, 【図5】 - 【図15】 （ファミリーなし）	3-6
Y	JP 2012-004478 A（株式会社ディスコ）2012.01.05, 【0018】, 【0024】 （ファミリーなし）	4, 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

馬場 進吾

3 P

5 2 7 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-125961 A (旭明光電股▲ふん▼有限公司) 2013. 06. 24, 【0039】 - 【0040】 , 【0054】 , 【図 3A】 , 【図 3B】 & US 2012/0168714 A1 & EP 2472602 A2 & WO 2013/086781 A1 & CN 103165806 A & KR 10-2013-0069351 A	5-6
Y	JP 2011-101062 A (キヤノン株式会社) 2011. 05. 19, 【0030】 , 【0034】 , 【0048】 , 【図 1】 (ファミリーなし)	5-6
Y	JP 2011-056514 A (株式会社カネカ) 2011. 03. 24, 【請求項 1】 , 【請 求項 3】 , 【0026】 (ファミリーなし)	6