

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

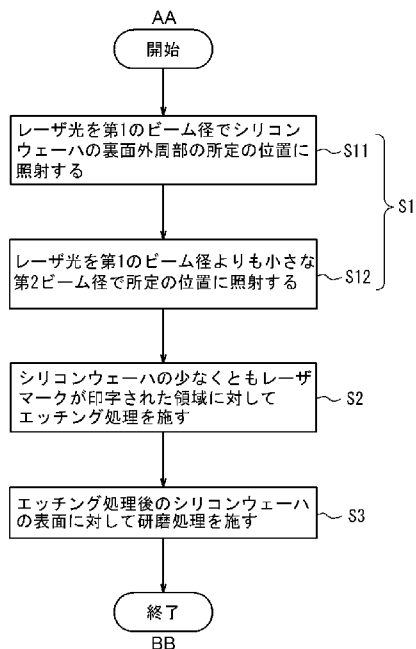
WO 2020/084931 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/02 (2006.01) *B24B 1/00* (2006.01)
B23K 26/00 (2014.01) *H01L 21/304* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/035200
- (22) 国際出願日: 2019年9月6日(06.09.2019)
- (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 2018-198503 2018年10月22日(22.10.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社SUMCO (SUMCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 平川 瑶一朗 (HIRAKAWA Yoichiro);
〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社SUMCO内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji);
〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SILICON WAFER WITH LASER MARK, AND SILICON WAFER WITH LASER MARK

(54) 発明の名称: レーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法およびレーザマーク付きシリコンウェーハ

[図1]



AA... START
S11... IRRADIATE PREDETERMINED POSITION OF OUTER PERIPHERAL PORTION OF BACK SURFACE OF SILICON WAFER WITH LASER BEAM HAVING FIRST BEAM DIAMETER
S12... IRRADIATE PREDETERMINED POSITION WITH LASER BEAM HAVING SECOND BEAM DIAMETER SMALLER THAN FIRST BEAM DIAMETER
S2... PERFORM ETCHING PROCESSING ON AT LEAST REGION WHERE LASER MARK IS PRINTED OF SILICON WAFER
S3... PERFORM POLISHING PROCESSING ON SURFACE OF SILICON WAFER AFTER ETCHING PROCESSING
BB... END

(57) Abstract: The present invention manufactures a silicon wafer that has no elevated portion at peripheral edges of dots constituting a laser mark after polishing processing. This method comprises: a laser mark printing step for printing a laser mark having a plurality of dots on a silicon wafer; an etching step for performing etching processing on at least a region where the laser mark is printed of the silicon wafer; and a polishing step for performing polishing processing on the surface of the silicon wafer after the etching step. In the laser mark printing step, each of the plurality of dots is

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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

formed by a first step for forming a first portion of the dot by irradiating a predetermined position of an outer peripheral portion of the silicon wafer with a laser beam having a first beam diameter, and a second step for forming a second portion of the dot by irradiating the predetermined position with a laser beam having a second beam diameter smaller than the first beam diameter, and the first step is performed such that the first portion has a depth at which at least part of the first portion is left after the polishing step.

(57) 要約：研磨処理後にレーザマークを構成するドット周縁に隆起部のないシリコンウェーハを製造する。シリコンウェーハに複数のドットを有するレーザマークを印字するレーザマーク印字工程と、シリコンウェーハの少なくともレーザマークが印字された領域に対してエッチング処理を施すエッチング工程と、エッチング工程後のシリコンウェーハの表面に対して研磨処理を施す研磨工程とを含む。上記レーザマーク印字工程において、複数のドットの各々を、レーザ光を第1のビーム径でシリコンウェーハの外周部の所定の位置に照射してドットの第1の部分を形成する第1工程と、レーザ光を前記第1のビーム径よりも小さな第2のビーム径で所定の位置に照射してドットの第2の部分を形成する第2工程とにより形成し、第1工程は、第1の部分が、研磨工程後に第1の部分の少なくとも一部が残る深さを有するように行う。

明 細 書

発明の名称：

レーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法およびレーザマーク付きシリコンウェーハ

技術分野

[0001] 本発明は、レーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法およびレーザマーク付きシリコンウェーハに関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体デバイスの基板として、シリコンウェーハが広く使用されている。このシリコンウェーハは、以下のように得られる。すなわちまず、チョクラルスキー（Czochralski、CZ）法等により育成した単結晶シリコンインゴットをブロックに切断し、ブロックの外周部を研削した後、スライスする。

[0003] 次に、スライスにより得られたシリコンウェーハに対して、面取り処理、およびラップ処理、平面研削処理、両頭研削処理などの処理の1つまたは複数の処理を適宜施す。これらの処理が施されたシリコンウェーハのおもて面または裏面の外周部には、レーザ光の照射によりウェーハ管理や識別のための識別符号（マーク）を印字する場合がある。レーザ光により印字されたマーク（以下、「レーザマーク」と言う。）は、複数の凹部（ドット）の集合からなる文字や記号で構成され、目視またはカメラ等により識別可能な大きさを有している。

[0004] 上記レーザ光の照射により、ドットの周縁には環状の隆起部が形成される。そのため、上記レーザマークが印字されたシリコンウェーハの少なくともレーザマークが印字された領域（以下、「レーザマーク領域」とも言う。）に対して、エッチング処理を施して上記隆起部を除去した後、シリコンウェーハの表面に対して研磨処理を施す（例えば、特許文献1参照）。続いて研磨処理が施されたシリコンウェーハに対して最終洗浄を施し、各種検査を行

って所定の品質基準を満たすものが製品として出荷される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-29355号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述のように、レーザマークの印字の際に形成された、ドット周縁の隆起部は、エッチング処理によって除去されている。しかしながら、研磨処理後のシリコンウェーハを検査したところ、ドット周縁に隆起部が形成されていることが判明した。近年、半導体デバイスの微細化・高集積化が益々進行し、シリコンウェーハには極めて高い平坦性が要求されている。また、デバイス形成領域についてもウェーハ径方向外側に年々拡大しており、ウェーハ外周部に対しても高い平坦性が要求されている。上記ドット周縁の隆起部は、ウェーハ外周部の平坦性を低下させる。

[0007] そこで本発明の目的は、研磨処理後にレーザマークを構成するドット周縁に隆起部のないレーザマーク付きシリコンウェーハを製造することができる方法およびレーザマーク付きシリコンウェーハを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決する本発明の要旨構成は以下の通りである。

(1) 所定の方法で育成した単結晶シリコンインゴットをスライスして得られたシリコンウェーハに複数のドットを有するレーザマークを印字するレーザマーク印字工程と、

前記シリコンウェーハの少なくともレーザマークが印字された領域に対してエッチング処理を施すエッチング工程と、

前記エッチング工程後の前記シリコンウェーハの表面に対して研磨処理を施す研磨工程と、

を含み、

前記レーザマーク印字工程において、前記複数のドットの各々を、レーザ光を第1のビーム径で前記シリコンウェーハの外周部の所定の位置に照射して前記ドットの第1の部分を形成する第1工程と、レーザ光を前記第1のビーム径よりも小さな第2のビーム径で前記所定の位置に照射して前記ドットの第2の部分を形成する第2工程とにより形成し、

前記第1工程は、前記第1の部分が、前記研磨工程後に前記第1の部分の少なくとも一部が残る深さを有するように行うことを特徴とするレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。

[0009] (2) 前記第1のビーム径は前記第2のビーム径の100%越え120%以下である、前記(1)に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。

[0010] (3) 前記第1工程は複数回のレーザ光の照射により行う、前記(1)または(2)に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。

[0011] (4) 前記第2工程は複数回のレーザ光の照射により行う、前記(1)～(3)のいずれか一項に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。

[0012] (5) 外周部に複数のドットを有するレーザマークを備えるレーザマーク付きシリコンウェーハであって、

前記ドットが、第1の壁面によって区画された第1の部分と、該第1の部分よりも前記シリコンウェーハ表面から深い位置に設けられ、第2の壁面および底面によって区画された第2の部分とを有し、

前記シリコンウェーハの表面に対する前記第1の壁面の傾斜角が前記第2の壁面の傾斜角よりも小さいことを特徴とするレーザマーク付きシリコンウェーハ。

[0013] (6) 前記シリコンウェーハの表面が鏡面研磨されている、前記(5)に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハ。

[0014] (7) 前記第1の部分の深さが0超え23 μm 以下である、前記(5)または(6)に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハ。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、研磨処理後にレーザマークを構成するドット周縁に隆起部のないレーザマーク付きシリコンウェーハを製造することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法のフローチャートである。

[図2]本発明によりウェーハ外周部の平坦度が向上するメカニズムを説明する図である。

[図3]レーザマーク印字工程後のドットの模式断面図である。

[図4]エッチング工程後のドットの模式断面図である。

[図5]研磨工程後のドットの模式断面図である。

[図6]ドットの表面プロファイルを示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] (レーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法)

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法のフローチャートを示している。本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法は、所定の方法で育成した単結晶シリコンインゴットをスライスして得られたシリコンウェーハに複数のドットを有するレーザマークを印字するレーザマーク印字工程（ステップS1）と、シリコンウェーハの少なくともレーザマークが印字された領域に対してエッチング処理を施すエッチング工程（ステップS2）と、エッチング工程後のシリコンウェーハの表面に対して研磨処理を施す研磨工程（ステップS3）とを含む。ここで、複数のドットの各々を、レーザ光を第1のビーム径でシリコンウェーハの外周部の所定の位置に照射してドットの第1の部分形成する第1工程（ステップS11）と、レーザ光を第1のビーム径よりも小さな第2のビーム径で所定の位置に照射してドットの第2の部分形成する第2工程（ステップS12）とにより形成し、第1工程は、第1の部分が、研磨工程後に第1の部分の少なくとも一部

が残る深さを有するように行うことを特徴とする。

[0018] 上述のように、シリコンウェーハの外周部にレーザマークを印字した際に形成されるドット周縁の隆起部は、エッチング処理によって除去されている。それにもかかわらず、研磨処理後に、ドット周縁に隆起部が形成されていることが判明したのである。

[0019] 本発明者は、上記隆起部が形成される原因について鋭意検討した。その結果、研磨処理中にドット周縁にて作用する砥粒が不足しているのではないかと考えた。すなわち、図2に示すように、研磨パッドPとシリコンウェーハWとの間に研磨スラリーを供給してシリコンウェーハWの表面を研磨すると、研磨スラリーに含まれる砥粒GがドットD内に落下してドットDの周縁での砥粒が不足し（図2（a））、その結果、ドットD周縁での研磨量が他の部分の研磨量に比べて減少して、ドットD周縁に隆起部Bが形成されたのではないかと考えた（図2（b））。

[0020] そこで、本発明者は、上記推測に基づいてドットD周縁での隆起部Bの形成を抑制する方途について鋭意検討した結果、複数のドットDの各々を、レーザ光を第1のビーム径でシリコンウェーハの外周部の所定の位置に照射する第1工程と、レーザ光を第1のビーム径よりも小さな第2のビーム径で上記所定の位置に照射する第2工程とにより形成することが極めて有効であることを見出したのである。

[0021] 上記ビーム径が異なる複数段階のレーザ光照射により、径が比較的大きな第1の部分と径が比較的小さな第2の部分からなるドットが形成される。本発明者が検討した結果、こうしたドットが形成されたシリコンウェーハに対してエッチング処理を施すと、ウェーハWの表面に近い第1の部分において、傾斜が小さな壁面が形成されることが分かった（図2（c））。

[0022] 上記隆起部Bの形成が抑制されるメカニズムは必ずしも明らかではないが、上述のような傾斜が小さな壁面によって、砥粒GがドットDの深い位置に落下するのが抑制され、ドットDの周縁に滞留する砥粒Gが増加して隆起部Bの形成が抑制されたためと考えられる。

[0023] また、本発明者は、上記第1工程において、第1の部分を、研磨工程後に第1の部分の少なくとも一部が残る深さで形成することにより、隆起部Bの形成を防止できることを見出した（図2（d））。これは、研磨処理の開始から終了まで、傾斜が小さな壁面が消失するのを防止することができ、研磨スラリーに含まれる砥粒GがドットDの深い位置に落下するのが抑制されるためと考えられる。

[0024] このように、本発明者は、レーザマークの印字工程をビーム径が異なる複数段階のレーザ光照射により行い、ビーム径が比較的大きなレーザ光の照射によって形成される第1の部分を、研磨工程後に第1の部分の少なくとも一部が残る深さを有するように形成することによって、ドットD周縁の隆起部Bの形成を防止できることを見出し、本発明を完成させたのである。以下、各工程について説明する。

[0025] まず、ステップS1において、所定の方法で育成した単結晶シリコンインゴットをスライスして得られたシリコンウェーハに複数のドットを有するレーザマークを印字する（レーザマーク印字工程）。

[0026] 上記レーザマーク印字工程は、具体的には以下の2つの工程により行う。まず、ステップS11において、レーザ光を第1のビーム径D1でシリコンウェーハの外周部の所定の位置に照射する（第1工程）。これにより、シリコンウェーハの外周部の所定の位置に、第1の径D1および第1の深さd1を有する孔（第1の部分）が形成される。

[0027] なお、上記孔は、ウェーハのおもて面および裏面のいずれに形成してもよい。また、孔の第1の径D1とは、ウェーハ最表面での径を意味している。さらに、第1の深さd1は、ウェーハ表面から孔の最深部までの深さを意味している。

[0028] 上記シリコンウェーハとしては、CZ法や浮遊帯域溶融法（Floating Zone、FZ）法により育成された単結晶シリコンインゴットに対して、公知の外周研削処理、スライス処理、面取り処理、およびラップ処理、平面研削処理、両頭研削処理などの処理の1つまたは複数の処理を適宜施

して得られたものを用いることができる。

[0029] 上記単結晶シリコンインゴットの育成は、育成したシリコンインゴットから採取されたシリコンウェーハが所望の特性を有するように、酸素濃度や炭素濃度、窒素濃度等を適切に調整することができる。また、導電型についても、適切なドーパントを添加してn型またはp型とすることができる。

[0030] レーザ光源としては、例えば赤外線レーザやCO₂レーザ、YLFレーザ（固体レーザ）を用いることができる。このうち、熱損傷を低く抑えることができることから、YLFレーザを用いることが好ましい。

[0031] シリコンウェーハに照射するレーザ光のビーム径は、レーザ光の出力や電流値で制御することができ、レーザ光の出力を大きくすることによりビーム径を大きくすることができる。本第1工程においては、後述する第2工程の第2のビーム径よりも大きな第1のビーム径で、レーザ光を照射することにより、シリコンウェーハの外周部の所定の位置に、第1の径D1および第1の深さd1の孔（第1の部分）を形成する。

[0032] 1回のレーザ光の照射により形成される孔の深さは、レーザ光の出力に依存せず、装置にもよるが、例えば約4 μm／回である。1回のレーザ光の照射により上記第1の深さd1の孔が得られない場合には、第1工程においてレーザ光照射を複数回行うことにより、上記第1の深さd1の孔を形成することができる。

[0033] 本発明においては、上記第1の深さd1は、後の研磨処理後に第1工程で設けられた孔の少なくとも一部が残る深さとすることが肝要である。これにより、後の研磨工程の開始から終了まで、径が比較的大きな第1の部分において、図2（c）に示したような壁面の傾斜が小さな部分が常時存在するようになり、隆起部の形成を防止することができる。

[0034] また、第1の深さd1の上限については、エッチング後に形成される角度の小さな面に近い形状をエッチング前に形成させるという点から、後述する第2工程の後に形成される孔の第2の深さd2に対して50%以下とすることが好ましい。ここで、第2の深さd2は、第2工程によって、第1工程で

形成された孔の中にさらに形成された孔の部分の深さであり、ウェーハ表面からの深さではない。

[0035] 次に、ステップS 1 2において、レーザ光を第1のビーム径よりも小さな第2のビーム径D 2で上記所定の位置、すなわち、第1工程でレーザ光を照射した位置に照射する（第2工程）。これにより、第1工程において形成された、第1の径D 1および第1の深さd 1の孔の中に、第1の径D 1よりも小さな第2の径D 2および第2の深さd 2の孔が形成される。

[0036] 第1工程と同様に、1回のレーザ光の照射により上記第2の深さd 2の孔が得られない場合には、第2工程においてレーザ光照射を複数回行うことにより、上記第2の深さd 2の孔を形成することができる。

[0037] 第2のビーム径に対する第1のビーム径の割合（ $D 1 / D 2$ ）は100% 越え120%以下とすることが好ましい。より好ましくは、105%以上120%以下とする。これにより、後の研磨工程後に形成される隆起部の形成の抑制効果をより高めることができる。

[0038] このように、シリコンウェーハの外周部の所定の位置に、第1の直径D 1および第1の深さd 1と第2の深さd 2との和の深さを有する孔を形成することができる。本明細書では、このように形成された孔をドットと呼ぶ。上記第1工程および第2工程を別の位置において繰り返し行って複数のドットを形成することにより、レーザマークを印字することができる。

[0039] なお、上述の説明では、第1工程および第2工程を行って1つのドットを形成した後、別のドットを形成しているが、まず全てのドット形成位置に対して第1工程を行った後に、第2工程を行うようにしてもよい。

[0040] また、上述の説明では、第1工程を行った後に第2工程を行っているが、第2工程を行った後に第1工程を行うこともできる。この場合、まず第2工程において第2の直径D 2、第2の深さd 2の孔を形成し、続く第1工程において第2の直径D 2よりも大きな第1の直径D 1、深さd 1の孔を形成する。ここで、第1工程においては、第2工程で形成された孔にもレーザ光が照射されるため、第1工程で形成された孔の深さはd 1だけ深くなってd 1

+ d 2 になり、結果として第 1 工程を行った後に第 2 工程を行って形成された場合と同様のドットが形成される。

[0041] なお、後のエッチング工程および研磨工程において、シリコンウェーハの表面部分が除去され、各ドットの径および深さが変化する。よって、上記第 1 工程および第 2 工程では、研磨工程後のシリコンウェーハについて、最終製品での直径および最終製品での深さを有する複数のドットを有するレーザーマークが得られるよう、各工程でのビーム径や設ける孔の深さを適切に設定するようにする。

[0042] 上記レーザーマーク印字工程の後、ステップ S 2 において、シリコンウェーハの少なくともレーザーマークが印字された領域に対してエッチング処理を施す（エッチング工程）。このエッチング工程は、ステップ S 1 におけるレーザー光の照射により、ドットの内部を含めたシリコンウェーハの表面部分が除去され、ドットの周縁に形成された隆起部も除去される。また本エッチング工程により、ラップ処理によりシリコンウェーハに生じた歪みを除去することもできる。

[0043] 上記エッチング工程の一例として、レーザーマーク印字後のシリコンウェーハを、エッチング槽に充填されたエッチング液に浸して保持し、ウェーハを回転させながらエッチングする方法を挙げることができる。

[0044] エッチング液としては、アルカリ性のエッチング液を用いることが好ましく、水酸化ナトリウムまたは水酸化カリウム水溶液からなるエッチング液を用いることが更に好ましい。このエッチング工程により、レーザーマークを構成するドット部周縁の隆起部を除去するとともに、ラップ処理によりシリコンウェーハに生じた歪みを除去することもできる。

[0045] 上記エッチング工程の後、ステップ S 3 において、エッチング工程後のシリコンウェーハの表面に対して研磨処理を施す（研磨工程）。本研磨工程においては、砥粒を有する研磨スラリーを用いてエッチング後のウェーハの両面を研磨する。これにより、シリコンウェーハの表面が鏡面研磨される。

[0046] 本研磨工程は、キャリアにシリコンウェーハを嵌め込み、ウェーハを、研

磨布を貼りつけた上定盤および下定盤で挟み、上下定盤とウェーハとの間に、例えばコロイダルシリカ等のスラリーを流し込み、上下定盤およびキャリアを互いに反対方向に回転させて、シリコンウェーハの両面に対して鏡面研磨処理を施す。これにより、ウェーハ表面の凹凸を低減して平坦度の高いウェーハを得ることができる。

[0047] 具体的には、研磨スラリーとしては、研磨砥粒としてコロイダルシリカを含むアルカリ性のスラリーを用いる。

[0048] 上記研磨工程の後、シリコンウェーハの少なくとも片面を片面ずつ仕上げ研磨する片面仕上げ研磨する。この仕上げ研磨においては、片面のみの研磨および両面の研磨の両者を含む。両面を研磨する場合には、一方の表面の研磨を行った後他方の表面の研磨を行う。

[0049] その後、仕上げ研磨処理の後、研磨処理が施されたシリコンウェーハに対して洗浄する。具体的には、例えばアンモニア水、過酸化水素水および水の混合物であるSC-1洗浄液や、塩酸、過酸化水素水および水の混合物であるSC-2洗浄液を用いて、ウェーハ表面のパーティクルや有機物、金属等を除去する。

[0050] 最後に、洗浄されたシリコンウェーハの平坦度、ウェーハ表面のLPDの数、ダメージ、ウェーハ表面の汚染等を検査する。この検査において所定の品質を満足するシリコンウェーハのみが製品として出荷される。

[0051] こうして、研磨処理後にレーザマークを構成するドット周縁に隆起部のないレーザマーク付きシリコンウェーハを製造することができる。

[0052] (レーザマーク付きシリコンウェーハ)

次に、本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハについて説明する。本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハは、上述の方法により製造された、外周部に複数のドットを有するレーザマークを備えるレーザマーク付きシリコンウェーハである。ここで、上記ドットが、第1の壁面によって区画された第1の部分と、該第1の部分よりも前記シリコンウェーハ表面から深い位置に設けられ、第2の壁面および底面によって区画された第2の

部分とを有し、シリコンウェーハの表面に対する第1の壁面の傾斜角が第2の壁面の傾斜角よりも小さいことを特徴とする。

[0053] 上述のように、レーザマーク印字工程において、レーザマークを構成するドット周縁での隆起部の形成を防止することができる。よって、本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハは、レーザマークを構成するドットの周縁に隆起部のないものであり、従来のものよりもウェーハ外周部の平坦性が高い、表面が鏡面研磨されたシリコンウェーハである。

[0054] また、本発明のレーザマーク付きシリコンウェーハの第1の部分の深さは、0を超え23 μm 以下とすることが好ましい。

実施例

[0055] 以下、具体的な実施例および従来例を挙げて説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0056] (発明例)

図1に示したフローチャートに従って、直径が116 μm 、深さが58 μm の複数のドットからなるレーザマーク付きシリコンウェーハを作製した。まず、CZ法により育成された直径300 mmの単結晶シリコンインゴットをブロックに切断し、外周研削した後、スライスして、面方位(100)のシリコンウェーハとした。次いで、得られたシリコンウェーハの裏面外周部にレーザマークを印字した。具体的には、レーザ光源としてYFLレーザを用い、第1工程として、レーザ出力値：3000 μJ の条件の下で狙い直径110 μm 、狙い深さ4 μm で7回照射した後、第2工程として、レーザ出力値：1500 μJ の条件の下で狙い直径65 μm 、狙い深さ4 μm で7回照射した。その結果、図3に示すような、直径109.0 μm の第1の部分と、直径64.5 μm の第2の部分とからなるドットが形成された。

[0057] 続いて、レーザマークが印字されたシリコンウェーハに対してエッチング処理を施した。具体的には、エッチング液としては濃度48%の水酸化ナトリウム水溶液を用い、取り代は15 μm とした。エッチング処理後のドットの断面模式図を図4に示す。

[0058] その後、エッチング処理が施されたシリコンウェーハに対して、両面研磨処理を施した。具体的には、キャリアにエッチング処理が施されたシリコンウェーハを嵌め込み、ウェーハを、研磨布を貼りつけた上定盤および下定盤で挟み、上下定盤とウェーハとの間に、コロイダルシリカを含むアルカリ性の研磨スラリーを流し込み、上下定盤およびキャリアを互いに反対方向に回転させて、シリコンウェーハの両面に対して鏡面研磨処理を施した。この両面研磨処理での取り代は、片面あたり $5\ \mu\text{m}$ とした。研磨処理後のドットの断面模式図を図5に示す。図5から明らかなように、研磨処理後において、第1の部分の一部が残っていた。

[0059] 続いて、上記研磨処理が施されたシリコンウェーハに対して仕上げ研磨した後、洗浄して、本発明によるレーザマーク付きシリコンウェーハを得た。同条件で5枚のレーザマーク付きシリコンウェーハを作製した。

[0060] (従来例)

発明例と同様にレーザマーク付きシリコンウェーハを作製した。ただし、レーザマークを構成する複数のドットの各々は、レーザ出力値が $1500\ \mu\text{J}$ の条件の下で、狙い直径 $100\ \mu\text{m}$ 、狙い深さ $4\ \mu\text{m}$ で14回照射して形成した。その他の条件は、発明例と全て同じである。レーザマーク印字後、エッチング処理後、および研磨処理後のドットの断面模式図を、それぞれ図3、図4および図5に示す。

[0061] <ドットの表面プロファイルの測定>

上記発明例および従来例により得られたレーザマーク付きシリコンウェーハについて、レーザマークを構成するドットの表面プロファイルを測定した。具体的には、測定装置 (K L A - T e n c o r 社製、W a f e r S i g h t 2) を用いて全てのドットの周縁部の高さを測定した。

[0062] 図6は、上述のように作製された発明例および従来例のシリコンウェーハについて、レーザマークを構成するドットの表面プロファイルを示している。図6から明らかなように、従来例においては、ドットの周縁に $50\ \text{nm}$ を超える高さの隆起部が形成されている。これに対して、発明例においては、

隆起部は形成されておらずにドットの周縁が凹んでおり、第1工程において形成された第1の部分の一部が残っていることが分かる。このように、本発明により、ドット周縁に隆起部のないレーザマーク付きシリコンウェーハが得られることが分かる。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明によれば、本発明によれば、研磨処理後にレーザマークを構成するドット周縁に隆起部のないレーザマーク付きシリコンウェーハを製造することができるため、半導体ウェーハ製造業において有用である。

符号の説明

[0064] B 隆起部
D ドット（凹部）
G 砥粒
P 研磨パッド
W シリコンウェーハ

請求の範囲

- [請求項1] 所定の方法で育成した単結晶シリコンインゴットをスライスして得られたシリコンウェーハに複数のドットを有するレーザマークを印字するレーザマーク印字工程と、
- 前記シリコンウェーハの少なくともレーザマークが印字された領域に対してエッチング処理を施すエッチング工程と、
- 前記エッチング工程後の前記シリコンウェーハの表面に対して研磨処理を施す研磨工程と、
- を含み、
- 前記レーザマーク印字工程において、前記複数のドットの各々を、レーザ光を第1のビーム径で前記シリコンウェーハの外周部の所定の位置に照射して前記ドットの第1の部分を形成する第1工程と、レーザ光を前記第1のビーム径よりも小さな第2のビーム径で前記所定の位置に照射して前記ドットの第2の部分を形成する第2工程とにより形成し、
- 前記第1工程は、前記第1の部分が、前記研磨工程後に前記第1の部分の少なくとも一部が残る深さを有するように行うことを特徴とするレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。
- [請求項2] 前記第1のビーム径は前記第2のビーム径の100%越え120%以下である、請求項1に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。
- [請求項3] 前記第1工程は複数回のレーザ光の照射により行う、請求項1または2に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。
- [請求項4] 前記第2工程は複数回のレーザ光の照射により行う、請求項1～3のいずれか一項に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハの製造方法。
- [請求項5] 外周部に複数のドットを有するレーザマークを備えるレーザマーク付きシリコンウェーハであって、

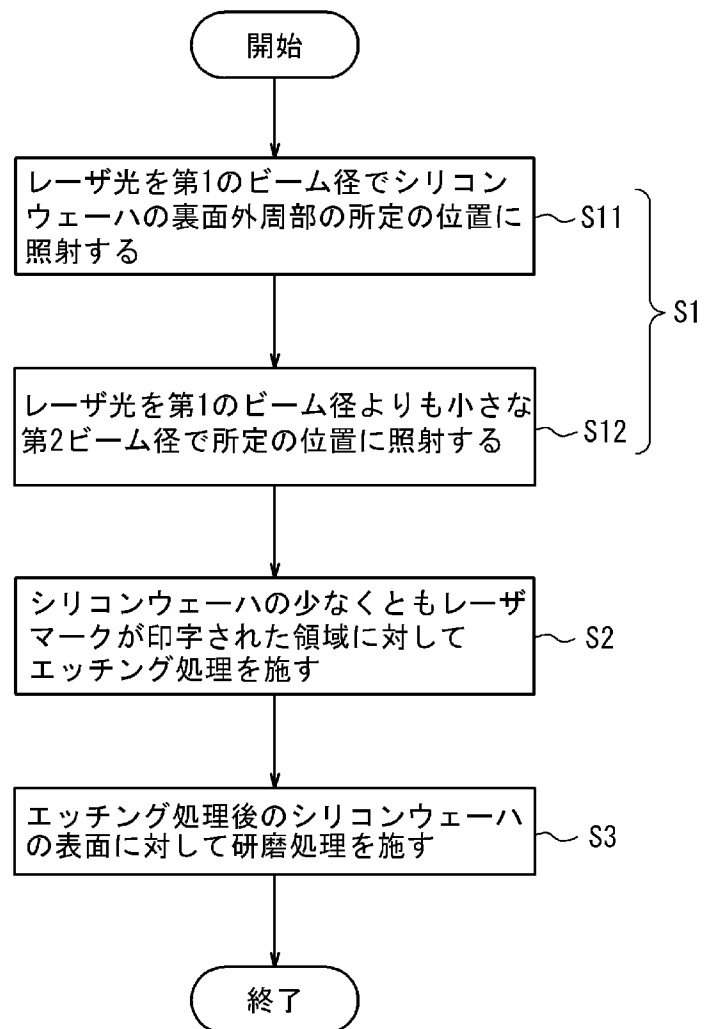
前記ドットが、第1の壁面によって区画された第1の部分と、該第1の部分よりも前記シリコンウェーハ表面から深い位置に設けられ、第2の壁面および底面によって区画された第2の部分とを有し、

前記シリコンウェーハの表面に対する前記第1の壁面の傾斜角が前記第2の壁面の傾斜角よりも小さいことを特徴とするレーザマーク付きシリコンウェーハ。

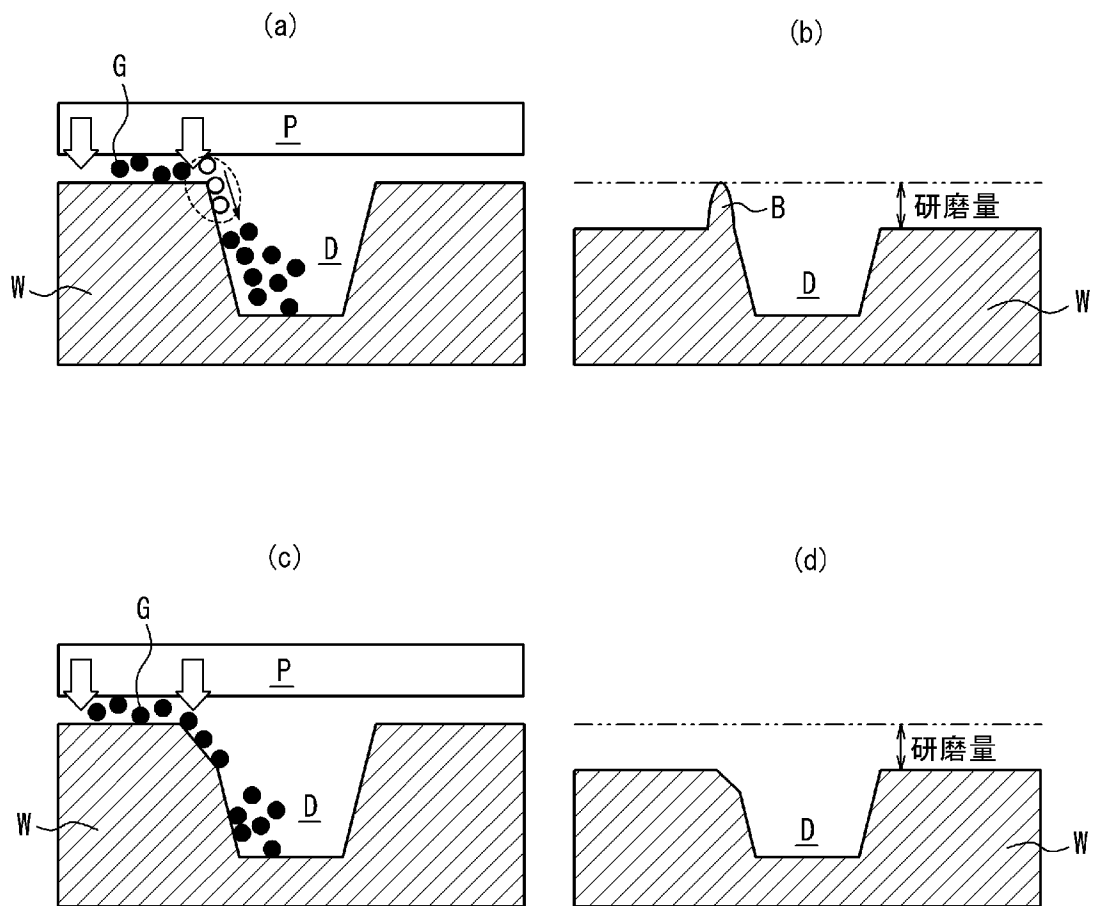
[請求項6] 前記シリコンウェーハの表面が鏡面研磨されている、請求項5に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハ。

[請求項7] 前記第1の部分の深さが0を超え $23\mu\text{m}$ 以下である、請求項5または6に記載のレーザマーク付きシリコンウェーハ。

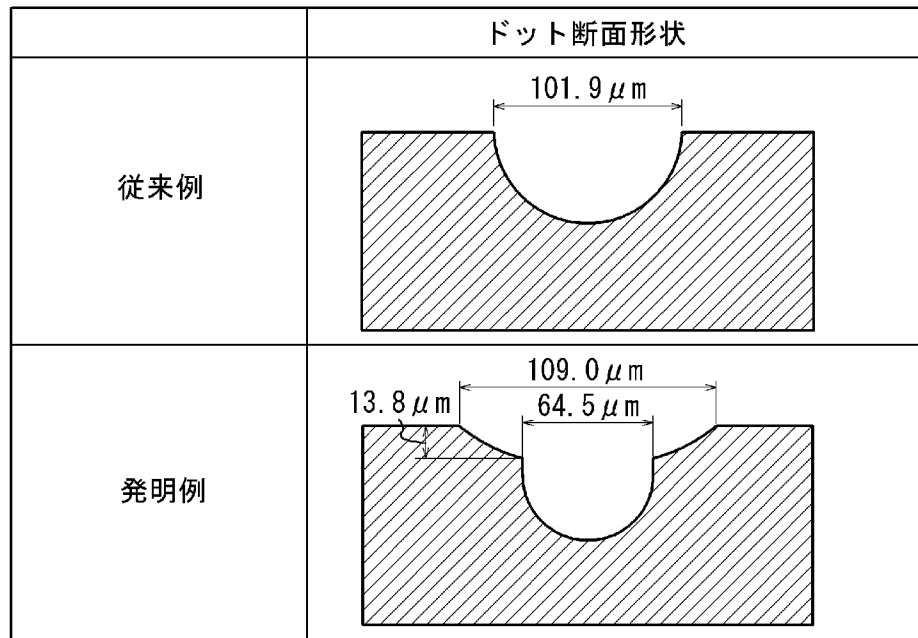
[図1]



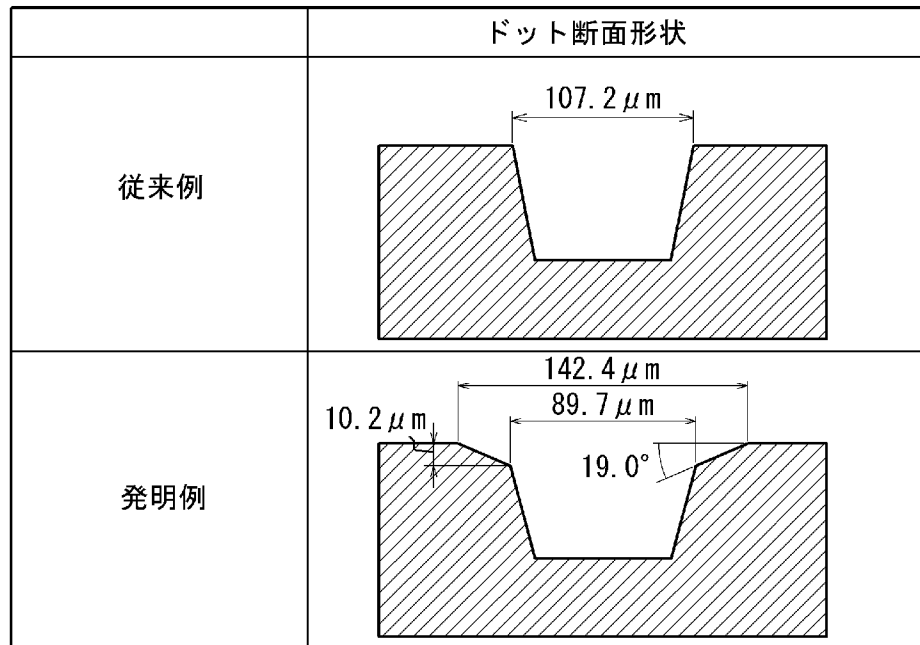
[図2]



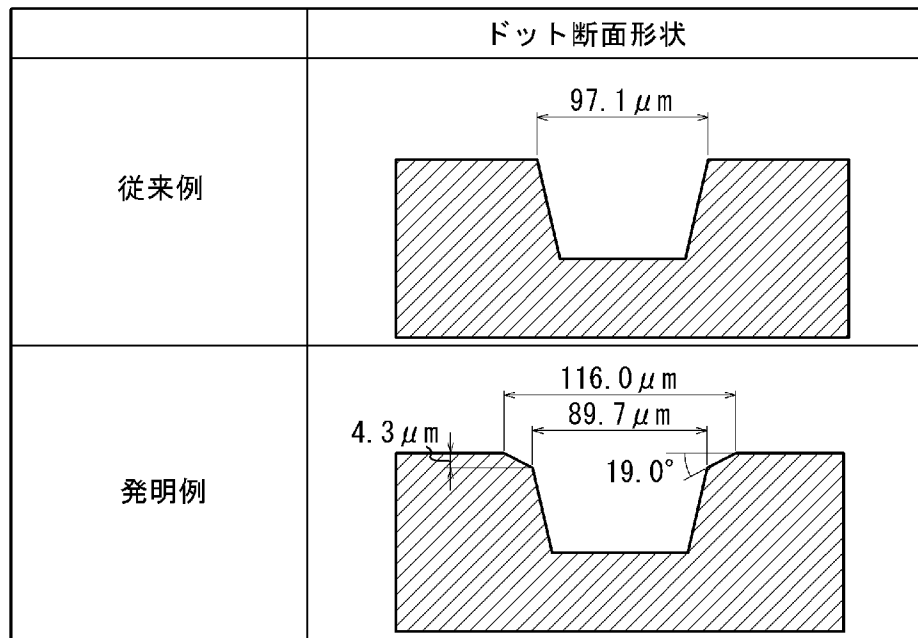
[図3]



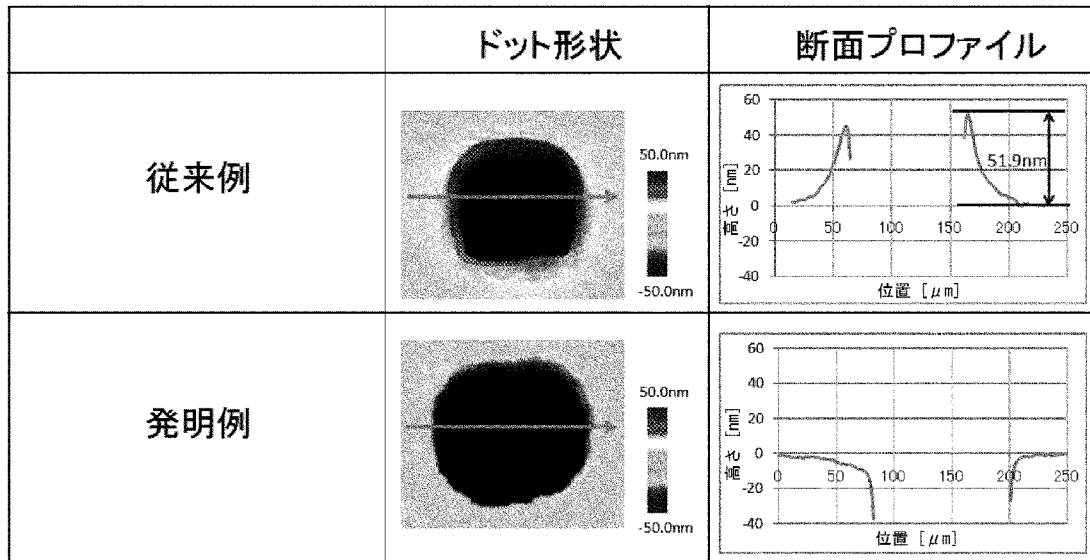
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/035200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/02 (2006.01) i, B23K26/00 (2014.01) i, B24B1/00 (2006.01) 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)

Int.Cl. H01L21/02, B23K26/00, B24B1/00, H01L21/304-308, H01L23/544

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	US 2008/0135981 A1 (YAMAMOTO, Haruhiko) 12 June 2008, paragraphs [0002], [0017]-[0019], fig. 2 (Family: none)	5, 7 6-7
Y	JP 9-223648 A (TOSHIBA CORPORATION) 26 August 1997, paragraphs [0025]-[0042], fig. 1-10 (Family: none)	1-4, 6-7
Y	JP 60-206130 A (FUJITSU LIMITED) 17 October 1985, page 1, lower right column, line 20 to page 2, upper right column, line 15, page 2, lower left column, line 18 to page 3, lower right column, line 4, fig. 1-4 (Family: none)	1-4



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
08.11.2019

Date of mailing of the international search report
19.11.2019

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/JP2019/035200

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 59-84515 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 16 May 1984, page 1, lower left column, line 15 to page 2, lower right column, line 19, fig. 1-6 (Family: none)	1-4
Y	JP 2011-187706 A (SUMCO CORPORATION) 22 September 2011, paragraphs [0022]-[0038], fig. 1 (Family: none)	1-4, 6-7
Y	JP 10-156560 A (NEC CORPORATION) 16 June 1998, paragraphs [0002], [0003], [0008]-[0012], fig. 1-4 (Family: none)	3-4
A	JP 2001-230165 A (TOSHIBA CORPORATION) 24 August 2001 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/02(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B24B1/00(2006.01)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（IPC））

Int.Cl. H01L21/02, B23K26/00, B24B1/00, H01L21/304-308, H01L23/544

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	US 2008/0135981 A1 (YAMAMOTO, Haruhiko) 2008.06.12, 段落[0002], [0017]—[0019]及びFIG. 2（ファミリーなし）	5, 7 6-7
Y	JP 9-223648 A（株式会社東芝）1997.08.26, 段落[0025]—[0042]及び図1—10（ファミリーなし）	1-4, 6-7
Y	JP 60-206130 A（富士通株式会社）1985.10.17, 第1頁右下欄20行—第2頁右上欄15行、第2頁左下欄18行—第3頁右下欄4行及び第1—4図（ファミリーなし）	1-4

☒ 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

08.11.2019

国際調査報告の発送日

19.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

安田 雅彦

5 F

9447

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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 59-84515 A (東京芝浦電気株式会社) 1984. 05. 16, 第1頁左下欄15行ー第2頁右下欄19行及び第1ー6図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2011-187706 A (株式会社SUMCO) 2011. 09. 22, 段落[0022]ー[0038]及び図1 (ファミリーなし)	1-4, 6-7
Y	JP 10-156560 A (日本電気株式会社) 1998. 06. 16, 段落[0002]ー[0003], [0008]ー[0012]及び図1ー4 (ファミリーなし)	3-4
A	JP 2001-230165 A (株式会社東芝) 2001. 08. 24 (ファミリーなし)	1-7