

(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
2017年12月28日(28.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/221577 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/301 (2006.01) H01L 29/12 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017873

(22) 国際出願日: 2017年5月11日(11.05.2017)

(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 2016-123898 2016年6月22日(22.06.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 長屋 正武 (NAGAYA Masatake); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番

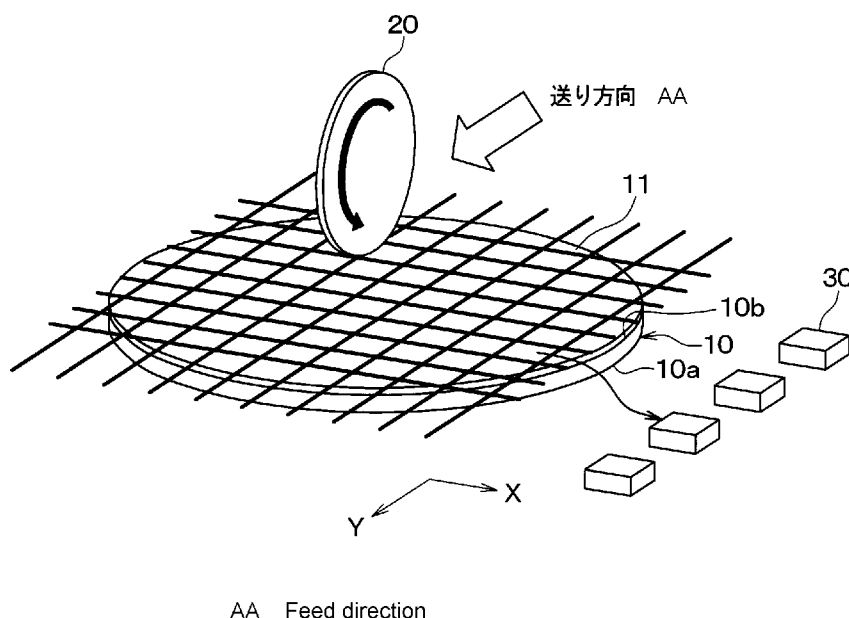
地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 河合 潤 (KAWAI Jun); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 富田 洋祐 (TOMITA Yosuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ゆうあい特許事務所 (YOU-I PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目6番5号 名古屋錦シティビル4階 Aichi (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, KE, KG, KH, KN,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SILICON CARBIDE SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 炭化珪素半導体装置の製造方法



(57) Abstract: When a back surface electrode (11) covers a back surface (10b), which is made to be a chamfered surface, of a SiC semiconductor wafer (10) and scribe lines cannot be confirmed, reference lines (12, 13) are formed before dicing cuts. Thus, even if the upper surface for dicing cuts is made to be a chamfered surface, scribe lines can be estimated with reference to the reference lines (12, 13) and cutting can be performed. Therefore, even if cutting is performed at higher speeds than the conventional, high-quality SiC semiconductor devices with little chipping can be manufactured, and costs can be lowered with little blade wear.



KP, KR, KW, 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, 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)）

(57) 要約：S i C半導体ウェハ（10）のうちC面とされる裏面（10b）が裏面電極（11）で覆われてスクライブラインが確認できない場合において、ダイシングカット前に目安線（12、13）を形成する。これにより、ダイシングカットの加工上面をC面とする場合であっても、目安線（12、13）を基準としてスクライブラインを推定してダイシングカットを行うことが可能となる。従って、従来よりも高速に切断しても、チップングの少ない高品質なS i C半導体装置を製造でき、ブレード摩耗も少なく低コスト化も可能となる。

明 細 書

発明の名称：炭化珪素半導体装置の製造方法

関連出願への相互参照

[0001] 本出願は、2016年6月22日に出願された日本特許出願番号2016-123898号に基づくもので、ここにその記載内容が参照により組み入れられる。

技術分野

[0002] 本開示は、縦型半導体素子を形成した炭化珪素（以下、SiCという）半導体ウェハをチップ単位に分割してSiC半導体装置を製造するSiC半導体装置の製造方法に関するものである。

背景技術

[0003] 従来より、SiC半導体ウェハに対してデバイス形成を行ったのち、ダイシングブレードによるダイシングカットによってSiC半導体ウェハをチップ単位に分割し、SiC半導体装置を製造している。このとき、より低抵抗なデバイスとするために、SiC半導体ウェハを薄く研削などで加工してから、チップ単位に分割を行っているが、SiC半導体ウェハを薄くしているために、チップにチップングと呼ばれる欠けが発生し易くなる。特に、ダイヤモンドに近い硬度を有するSiC単結晶では、劈開性を併せ持ち、加工条件によっては、チップの表裏面や側面のチップングを誘発させる。このチップングがのちの組み付けなどにおいて異種材料との応力差によるチップの欠けや割れに繋がり得るため、ダイシングカット時のチップングを低減することが重要である。

[0004] そこで、特許文献1において、SiC半導体ウェハをチップ単位に分割する際のチップングの発生を抑制する方法が提案されている。具体的には、ダイシングブレードの回転方向をSiC半導体ウェハにおけるC面側からSi面側に向かう方向とすることで、チップングを抑制している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-013812号公報

発明の概要

[0006] しかしながら、SiC半導体ウェハに対して縦型半導体素子を形成する場合、表面側がSi面とされ、裏面側がC面とされることがあり、その場合には、裏面の全面に裏面電極が形成されて、ダイシングカットを行うスクライブラインを認識することができない。このため、的確にチップ単位に分割することができないという問題が発生する。

[0007] 本開示は上記点に鑑みて、SiC半導体ウェハのC面側が電極で覆われる場合であっても、的確にチップ単位に分割することができるSiC半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の1つの観点における炭化珪素半導体装置の製造方法は、表面がSi面とされると共に裏面がC面とされ、半導体素子が形成されていると共に、裏面のうち少なくとも半導体素子が形成された部分が裏面電極によって覆われた半導体ウェハを用意することと、半導体ウェハの表面より、スクライブラインに沿った目安線を形成することと、裏面電極が形成された状態で、目安線を基準として裏面側からダイシングブレードによるダイシングカットを行って有効領域をチップ単位に分割することと、を含んでいる。

[0009] このように、SiC半導体ウェハのうちC面とされる裏面が裏面電極で覆われてスクライブラインが確認できない場合において、ダイシングカット前に目安線を形成するようにしている。このため、ダイシングカットの加工上面をC面とする場合であっても、目安線を基準としてスクライブラインを推定してダイシングカットを行うことが可能となる。これにより、的確にチップ単位に分割することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態にかかる半導体ウェハをダイシングブレードによって切断してチップを取り出すときの様子を示した斜視図である。

[図2]ダイシングブレードによるカット方向および送り方向を示した断面図で

ある。

[図3A]ダイシングカットを行う前の半導体ウェハの正面図である。

[図3B]目安線を形成した半導体ウェハの正面図である。

[図3C]目安線を基準として裏面側からダイシングカットする様子を示した半導体ウェハの裏面図である。

[図4]ノッチが形成された半導体ウェハに対して目安線を形成するときの様子を示した半導体ウェハの正面図である。

[図5]ダイシングカットの加工条件を示した図表である。

[図6]ダイシングカットを行うワークを説明した正面図である。

[図7A]ダイシングカット後のワークから取り出した1チップの正面図である。

[図7B]ダイシングカット後のワークから取り出した1チップの裏面図である。

[図8]ダイシングカットの結果を示した図表である。

[図9]チップングに形成されたチップングの大きさを表すチップング量を示した図である。

[図10]ダイシングブレードの幅および移動方向への送り速度を変えてチップング量を調べたときの結果を示した図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

[0012] (第1実施形態)

第1実施形態にかかるS i C半導体装置の製造方法について説明する。なお、S i C半導体装置を製造する際には、S i C半導体ウェハに対してデバイス製造プロセスを施したのち、チップ単位に分割するというプロセスを経るが、デバイス製造プロセスについては従来と同様であるため、チップ単位に分割するプロセスについて説明する。

- [0013] 図1に示すように、デバイス製造プロセスを経たSiC半導体ウェハ10を用意する。このSiC半導体ウェハ10は、表面10a側がSi面、裏面10b側がC面とされている。SiC半導体ウェハ10には、デバイスとして縦型半導体素子、例えばMOSFETやショットキーダイオードなどが形成されており、裏面10bの全面が裏面電極11によって覆われている。
- [0014] このような縦型半導体素子が形成されたSiC半導体ウェハ10をダイシングブレード20にて切断することで、チップ単位に分割し、SiC半導体装置のチップ30を製造する。具体的には、SiC半導体ウェハ10の表面10a上における一方向をX方向、X方向に対して垂直な方向をY方向とするXY平面上において、ダイシングブレード20を走査し、所定のサイズの半導体チップを製造している。例えば、SiC半導体ウェハ10として、表面10aが(0001)面、裏面10bが(000-1)面のものを用い、X方向を(1-100)、Y方向を(11-20)として、X方向およびY方向にダイシングカットを行う。
- [0015] このとき、SiC半導体ウェハ10にチップングが発生することを抑制するために、C面とされた裏面10b側にダイシングブレード20を配置し、ダイシングブレード20の刃を裏面10b側から表面10a側に向かう方向に入れるようにしてダイシングカットを行う。つまり、裏面10b側にダイシングブレード20を配置し、C面側からSi面側に向かう方向に刃を入れるようにしている。
- [0016] ダイシングブレード20によるダイシングカットについては、図2に示すようにSiC半導体ウェハ10を保持して、分割後にチップがズレたりしないように、ダイシングテープ40を貼り付けた状態で行っている。また、ダイシングブレード20の回転方向については2方向ある。具体的には、図2の紙面右方向がダイシングブレード20の進行方向とした場合において、矢印A1のようにダイシングブレード20の刃が上から下に向かうダウンカットと、矢印A2のようにダイシングブレード20の刃が下から上に向かうアップカットがある。いずれの回転方向のダイシングカットであっても良いが

、後述するようにチップング低減に加えて、ダイシングカット後の残留応力やブレード摩耗量の低減などを加味すると、ダウンカットの方が好ましい。

[0017] ただし、C面となる裏面10b側よりダイシングブレード20にてダイシングカットを行うようにすることから、裏面10bの全面が裏面電極11によって覆われており、スクライブラインを確認することができない。

[0018] このため、チップ単位にダイシングカットを行う前に、スクライブラインを確認できるようにするための処理を行う。

[0019] 具体的には、図3Aに示すように、デバイス形成を行ってスクライブラインが決まった状態のSiC半導体ウェハ10を用意する。そして、図3Bに示すように、表面10a側からスクライブラインに沿ってダイシングカットを行い、X方向とY方向それぞれの目安線12、13を形成する。目安線12、13については、チップとして取り出される有効領域RAの最も外側のラインとしても良いが、ここではチップとされない無効領域RB内において、チップとされる有効領域RAから所定距離離れた位置に形成されるようにしている。目安線12、13から有効領域RAまでの距離は同じであっても良いし、異なっても良い。なお、有効領域RAは、SiC半導体ウェハ10のうち円弧状となる外縁部を避けた内側の領域であり、無効領域RBは、有効領域RAの外側に位置する部分である。

[0020] 目安線12、13については、スクライブラインが確認できる状態で形成しており、SiC半導体ウェハ10を表面10a側からダイシングカットすることによって形成している。このため、目安線12、13を形成する際には、Si面側からC面側に向かう方向にダイシングブレード20の刃が入られることになり、チップングの発生が懸念される。したがって、目安線12、13を有効領域RAの最も外側のラインとしても良いが、チップングの発生を考慮すると、無効領域RB内に目安線12、13を形成することが好ましい。このように、目安線12、13を有効領域RAから所定距離離れた位置に形成されるようにすることで、目安線12、13の形成時にチップングが発生したとしても、最終的に形成されるチップの端面でのチップングの

発生を抑制できるようにしている。

[0021] なお、ここでは目安線12、13の2本、つまり直交するX方向とY方向それぞれに平行な線を形成するようにした。しかしながら、図3Aに示すように、SiC半導体ウェハ10にオリエンテーションフラット（以下、オリフラと言う）14が形成される場合、オリフラ14を目安線12、13の一方、本実施形態の場合は目安線13として用いることもできる。すなわち、オリフラ14がX方向もしくはY方向に形成されているのであれば、当該方向について、目安線12、13の代わりとすることができる。

[0022] また、図4に示すように、オリフラ14ではなく、SiC半導体ウェハ10として、切り欠きであるノッチ15が形成されているものもある。この場合には、図中破線で示したように、ノッチ15が形成された位置などにおいて、X方向もしくはY方向に沿って目安線12、13を形成すれば良い。

[0023] このようにして目安線12、13を形成したら、その後に、上記したようにSiC半導体ウェハ10の表面10a側にダイシングテープ40を貼り付け、裏面10b側からダイシングブレード20によってダイシングカットを行う。このとき、SiC半導体ウェハ10に対して目安線12、13を形成してあるため、目安線12、13を基準としてスクライブラインを認識し、スクライブラインに沿ってX方向およびY方向にダイシングブレード20を走査することでダイシングカットを行う。すなわち、目安線12、13の形成位置が有効領域RAから所定距離の位置としているため、目安線12、13を基準としてスクライブラインを推定することができる。これにより、裏面電極11によってスクライブラインを視認することができなくても、目安線12、13を基準としての的確にスクライブラインに沿ってダイシングカットを行うことが可能となり、的確にチップ単位に分割することができる。

[0024] また、上記したように、目安線12、13を無効領域RB内、具体的には有効領域RAから所定距離離れた位置に形成するようにしている。このため、仮に目安線12、13を形成する際にチップングが発生していたとしても、新たにスクライブラインでダイシングカットを行ったときに、チップング

が発生した部分を除去することが可能となる。したがって、製造後のチップは、チップングが抑制されたものとすることができる。

[0025] 続いて、ダイシングカットの加工条件について説明する。

[0026] ダイシングカットが行われるS i C半導体ウェハ10については、縦型半導体素子の低抵抗化、つまりオン抵抗低減のために、裏面10bを研削などで加工して薄くしてから裏面電極11を形成するようにしている。このため、S i C半導体ウェハ10の厚みは、例えば125 μm 以下とされ、好ましくは100 μm 以下とされる。そして、このように薄いS i C半導体ウェハ10をダイシングカットすることから、チップングの発生を抑制すべく、ダイシングブレード20の幅（以下、ブレード幅という）や進行方向への送り速度、回転方向を規定している。

[0027] 図5は、加工条件を示した図表である。S i C半導体ウェハ10で構成されるワークを複数用意し、各ワークに対して条件を変えてダイシングカットを行った。

[0028] ワークとしては、図6に示すように、有効領域RAの寸法を30mm $\square$ とするものを用意し、Indexが2mm $\times$ 2mmとなるチップを作製するようにした。また、ダイシングカットの方向としては、(1-100)方向となるCH1の方向を行った後、(11-20)方向となるCH2の方向を行うようにしたが、順序を逆としても良いし、交互に行ってもよい。

[0029] ダイシングブレード20のブレード幅については40 μm としており、回転数を30000回転/minとし、ダイシングカットの方向についてはアップカットとダウンカットの両方について行った。さらに、ダイシングブレード20の移動方向への送り速度を10、20、30mm/Sの3段階で切替えてダイシングカットを行った。すなわち、アップカットにおいて送り速度を切替えて3つのワークに対してダイシングカットを行うとともに、ダウンカットにおいて送り速度を切替えて3つのワークに対してダイシングカットを行った。切削水量や冷却水量、すなわちダイシングブレード20の切断面側への供給水量やダイシングブレード20の両端面側への供給水量につい

ては、共に、 $1\text{ L}/\text{min}$ とした。そして、このようなダイシングカットを、ダイシングするワークの加工上面をS i面とする場合とC面とする場合それぞれについて行った。

[0030] このようなダイシングカットを行った後、各ワークについて、図6中にハッチングで示したように、分割した複数のチップの中の任意の4つを抜き出して、チップングの様子を調べた。ここでは、ワーク中心を中心とした対称位置に配置されている4つをサンプルとした。

[0031] チップングの様子については、図7Aに示すようにチップの表面10a側と、図7Bに示すようにチップの裏面10b側と、4つの断面(1)～(4)のそれぞれ、つまり合計12箇所について確認したところ、図8に示す結果となった。図中に示したチップング量とは、チップングの大きさ表しており、図9に示すように深さが変化しているチップングの場合、チップング量が最大となる値をチップング量Maxとして記載してある。図9は断面図ではないが、チップング箇所にハッチングを示してある。また、4辺それぞれにおけるチップング量Maxの平均値をチップング量Aveとして記載してある。さらに、チップング量Maxとなっていた位置をMax位置として記載してある。

[0032] さらに、残留応力とは、ダイシングカット後におけるサンプル中の残留応力のことであり、サンプルについて光学顕微鏡画像に基づいてラマン分光分析を行うことで確認を行った。ブレード摩耗量については、ダイシングカット前後でのダイシングブレード20の外径の変化量を調べた。

[0033] その結果、図8に示すように、ダイシングカットを行う加工面の上面をS i面とする場合には、カット方向がダウンカット、アップカットいずれの場合にも、チップング量Maxが $170\text{ }\mu\text{m}$ 、 $79\text{ }\mu\text{m}$ と大きな値となり、平均のチップング量Aveについても $108.2\text{ }\mu\text{m}$ 、 $40.5\text{ }\mu\text{m}$ と大きな値となっていた。残留応力についても、カット方向を変えても最大値Maxが 90.2 Mpa 、 85.7 Mpa となり、平均値Aveも 78.1 Mpa 、 78.2 Mpa と大きな値となった。ブレード摩耗量については、ダウン

カットの場合は平均値 Ave が $1.9 \mu m/m$ とさほど多くなかったが、アップカットの場合には平均値 Ave が $3.7 \mu m/m$ と多くなった。

[0034] これに対して、ダイシングカットを行う加工面の上面をC面とする場合には、カット方向がダウンカット、アップカットいずれの場合にも、チップング量 Max が $29 \mu m$ 、 $36 \mu m$ と小さな値となり、平均のチップング量 Ave についても $18.2 \mu m$ 、 $25.8 \mu m$ と小さな値となっていた。残留応力についても、ダウンカット、アップカットいずれの場合にも最大値 Max が $57.2 Mpa$ 、 $53.5 Mpa$ となり、平均値 Ave も $49.2 Mpa$ 、 $48.9 Mpa$ と小さな値となった。ブレード摩耗量については、アップカットの場合にも、平均値 Ave が $1.8 \mu m/m$ とさほど多くなかったが、ダウンカットの場合には、平均値 Ave が $1.0 \mu m/m$ と小さな値であった。

[0035] これらの実験結果に基づき、ダイシングカットを行う加工上面をC面とすることで、Si面とする場合と比較して、チップング量を減少させることが可能になるし、残留応力についても低減することが可能になることが判る。また、ブレード摩耗量についても、ダイシングカットを行う加工上面をC面とすることで低減することが可能となり、特にカット方向をダウンカットとすることで、顕著にブレード摩耗量を低減することが可能となる。

[0036] ここで、上記実験では、ブレード摩耗量についても確認したが、これはチップング量とダイシングブレード20のブレード幅との間に相関関係があるためである。すなわち、ブレード幅が厚くなるほどブレード摩耗量を減らすことができるものの、ブレード幅を厚くするとチップング量が大きくなるため、ブレード幅をある程度の幅以下にする必要がある。ブレード幅を厚くしたとしても、ダイシングカット時におけるダイシングブレード20の移動方向への送り速度を遅くすればチップング量を小さくできるが、スループットの観点からは送り速度を早くすることが望ましい。このため、送り速度を早くしつつ、ダイシングブレード20の摩耗量を少なく抑えるには、ブレード幅をある程度の幅以下にしつつも、カット方向や加工上面をSi面とC面の

いずれにするかなどに基づき摩耗量の低減を図ることが必要になる。

[0037] 図10は、ブレード幅 t を $40\mu\text{m}$ 、 $70\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ としたダイシングブレード20を用い、ダイシングブレード20の移動方向への送り速度を変えてチップング量を調べたときの結果を示している。ここでは、SiC半導体ウェハ10で構成されるワークのC面を加工上面として、C面側からダウンカットでワークをダイシングカットし、ワークの表面と裏面それぞれのチップング量を調べている。

[0038] この図に示されるように、ブレード幅を $40\mu\text{m}$ とした場合には、送り速度が 10mm/sec 、 15mm/sec いずれの場合であっても、チップング量を小さく抑えることができていた。これに対して、ブレード幅を $70\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ とした場合には、送り速度を 10mm/sec とした場合のワークの表面側のチップング量についてのみ抑えられていたが、それ以外の場合にはチップング量を抑えることができていなかった。特に、送り速度が早くなるほど、チップング量が増大していた。

[0039] 従来では、一般的にダイシングカット時におけるブレードの送り速度が $3\sim 5\text{mm/sec}$ とされ、この速度域ではブレード幅が広がったとしてもチップング量は小さく抑えることができるが、高いスループットが得られない。高いスループットが得られるようにするためには、例えば送り速度を 10mm/sec 以上とするのが好ましく、より好ましくは 15mm/sec 以上にするが良い。このような送り速度としてもチップング量を低減できるブレード幅は $40\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。そして、ダイシングブレード20の摩耗量をより低減するために、カット方向をダウンカットにすると良い。

[0040] 以上説明したように、SiC半導体ウェハ10のうちC面とされる裏面10bが裏面電極11で覆われてスクライブラインが確認できない場合において、ダイシングカット前に目安線12、13を形成するようにしている。このため、ダイシングカットの加工上面をC面とする場合であっても、目安線12、13を基準としてスクライブラインを推定してダイシングカットを行

うことが可能となる。これにより、的確にチップ単位に分割することができる。

[0041] また、SiC半導体ウェハ10の厚みを薄く、具体的には $125\mu\text{m}$ 以下とするような場合にはチップングが発生し易くなるが、C面側からダイシングカットできることから、チップングを抑制することや残留応力を低減することが可能となる。特に、ダイシングブレード20のブレード幅を $40\mu\text{m}$ 以下とすることで、ダイシングカット時の送り速度を高くしてもチップングを抑制することが可能となる。さらに、ダイシングカットのカット方向をダウンカットとすることで、ダイシングブレード20の摩耗量を低減することが可能となる。

[0042] また、残留応力の観点から言えば、ダイシングカットの加工上面をC面とし、カット方向をアップカットとする場合に最も残留応力が小さくなる。このため、デバイスのパターン構成やダイシングカットを行う切断ピッチによっては、カット方向をアップカットとすることで、残留応力を小さくすることも可能となる。

[0043] (他の実施形態)

本開示は、上記した実施形態に準拠して記述されたが、当該実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

[0044] 例えば、上記実施形態では、SiC半導体ウェハ10に形成される半導体素子として縦型半導体素子を例として挙げたが、ダイシングカットの加工上面となるC面が沿面電極によって覆われる構造の一例を挙げたに過ぎない。すなわち、C面側が電極によって全面覆われるような構造とされる場合のダイシングカットの際に上記と同様の問題が発生するため、縦型半導体素子以外であっても同様の構造が適用される半導体素子についても上記実施形態を適用できる。例えば、C面側を接地電位に固定するために裏面電極を形成す

るような構造とされる場合が挙げられる。

[0045] また、C面の全面が裏面電極11によって覆われる場合について説明したが、少なくともチップ化される半導体素子が形成された部分が裏面電極11によって覆われて、スクライブラインが確認し難くなる構造について、上記実施形態と適用できる。

[0046] また、上記実施形態では、目安線12、13として、直線状に無効領域RBの一部の円弧部分を切断したものを形成したが、表面10a側からダイシングカットすることで、裏面10bからも確認できる印となる目安線12、13が形成されていれば良い。このため、無効領域RBの一部の円弧部分を除去するように切断していなくても、一部を切り欠くことで目安線12、13を形成しても良い。

[0047] さらに、目安線12、13の形成については、様々なダイシング方法を含む様々な加工方法もしくは切断方法によって行える。例えば、切れ目線を入れて分割するブレーキング、レーザダイシング、ダイシングブレードもしくはレーザダイシングでハーフカットを行ってからのブレーキングなど、様々な加工方法もしくは切断方法によって目安線12、13を形成できる。

[0048] なお、結晶の方位を示す場合、本来ならば所望の数字の上にバー（一）を付すべきであるが、電子出願に基づく表現上の制限が存在するため、本明細書においては、所望の数字の前にバーを付すものとする。

請求の範囲

- [請求項1] 表面（10a）がSi面とされると共に裏面（10b）がC面とされ、半導体素子が形成されていると共に、前記裏面のうち少なくとも前記半導体素子が形成された部分が裏面電極（11）によって覆われた半導体ウェハ（10）を用意することと、
- 前記表面より、前記スクライブラインに沿った目安線（12、13）を形成することと、
- 前記裏面電極が形成された状態で、前記目安線を基準として前記裏面側からダイシングブレード（20）によるダイシングカットを行って前記有効領域をチップ単位に分割することと、を含んでいる炭化珪素半導体装置の製造方法。
- [請求項2] 前記半導体ウェハのうち、前記半導体素子が形成された部分を前記ダイシングカットにて前記スクライブラインに沿ってチップ単位に分割する有効領域（RA）とし、前記有効領域の外側を無効領域（RB）として、
- 前記目安線を形成することでは、前記無効領域内において、前記表面からダイシングカットすることで、前記有効領域から離れた位置に前記目安線を形成する請求項1に記載の炭化珪素半導体装置の製造方法。
- [請求項3] 前記チップ単位に分割することでは、前記ダイシングブレードとしてブレード幅が40 μ m以下のものを用いる請求項1または2に記載の炭化珪素半導体装置の製造方法。
- [請求項4] 前記チップ単位に分割することでは、前記ダイシングブレードの送り速度を10mm/sec以上とする請求項3に記載の炭化珪素半導体装置の製造方法。
- [請求項5] 前記チップ単位に分割することでは、前記半導体ウェハの切断部において、前記ダイシングブレードの刃が上から下に向かうダウンカットにより前記チップ単位に分割する請求項1ないし4のいずれか1つ

に記載の炭化珪素半導体装置の製造方法。

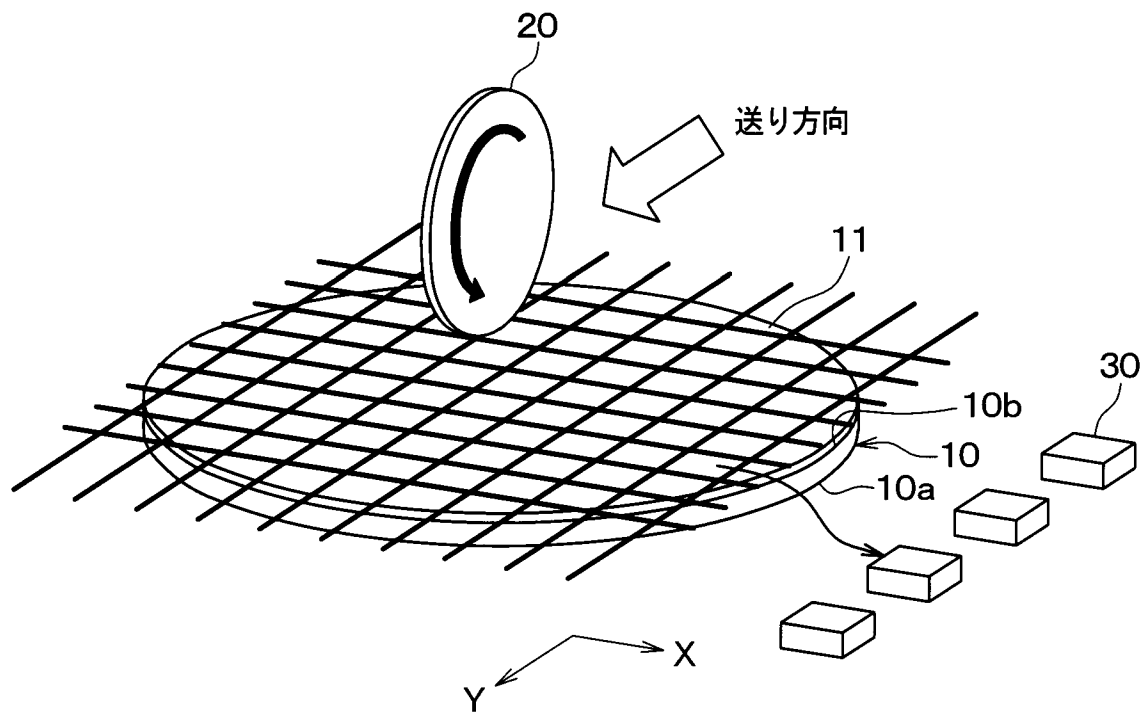
[請求項6]

前記半導体ウェハを用意することにおいて、前記半導体ウェハとして前記スクライブラインの一方向と平行なオリエンテーションフラット（14）が形成されているものを用意し、

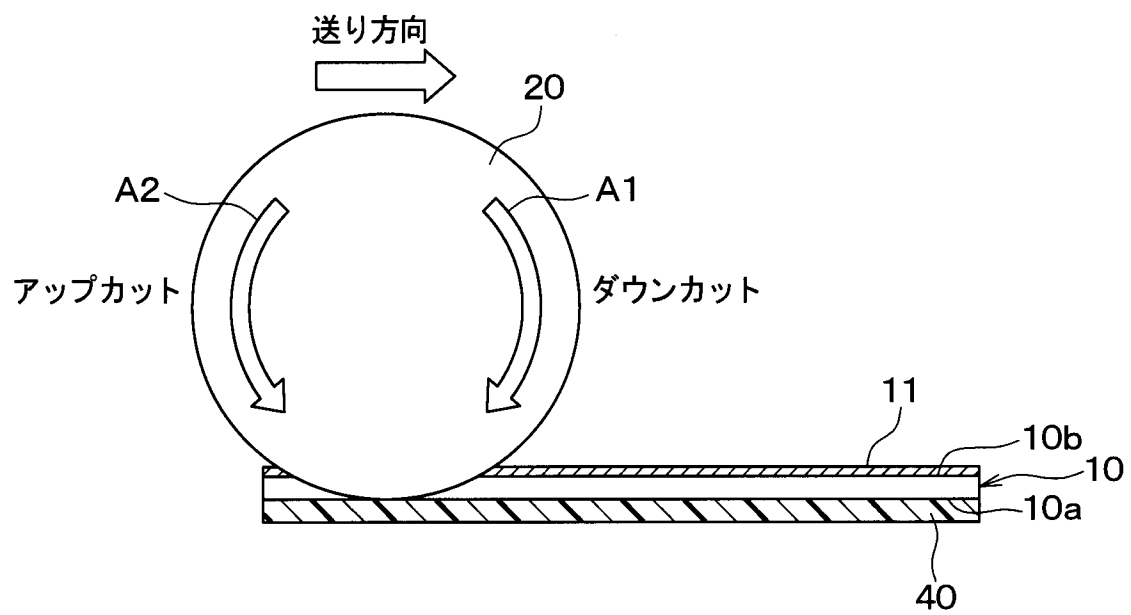
前記目安線を形成することでは、前記目安線として、前記オリエンテーションフラットに対して垂直な方向のものを第1目安線として前記ダイシングカットによって形成し、

前記チップ単位に分割することでは、前記オリエンテーションフラットを第2目安線として、前記第1目安線と前記第2目安線を基準として前記チップ単位に分割する請求項1ないし5のいずれか1つに記載の炭化珪素半導体装置の製造方法。

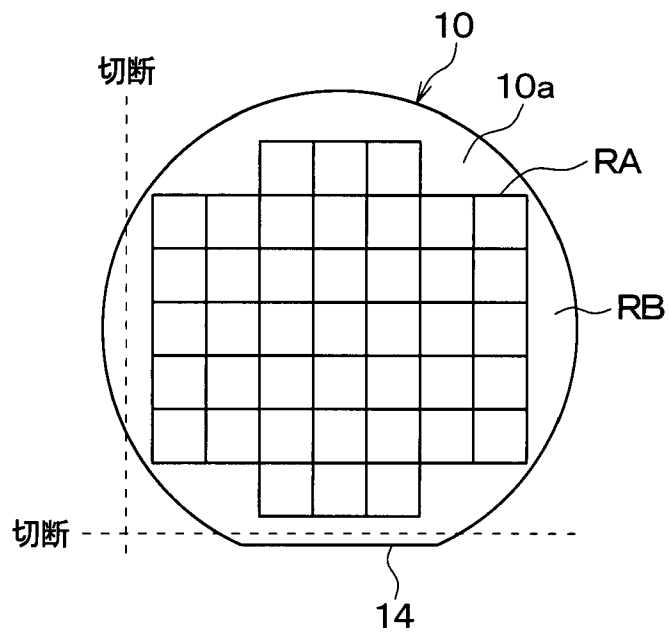
[図1]



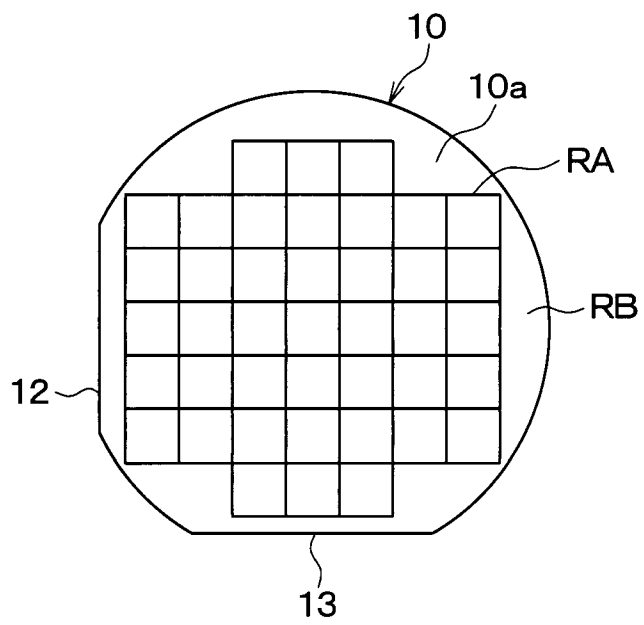
[図2]



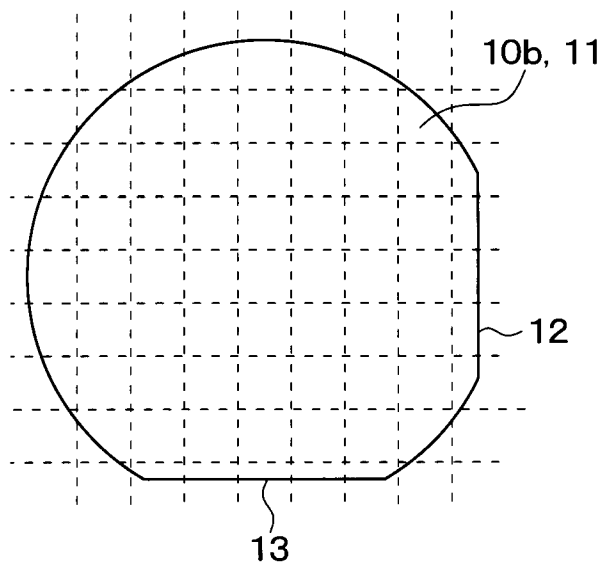
[図3A]



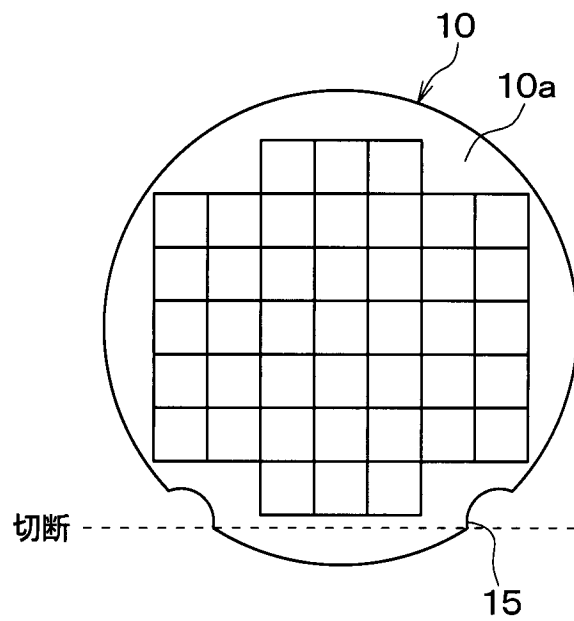
[図3B]



[図3C]



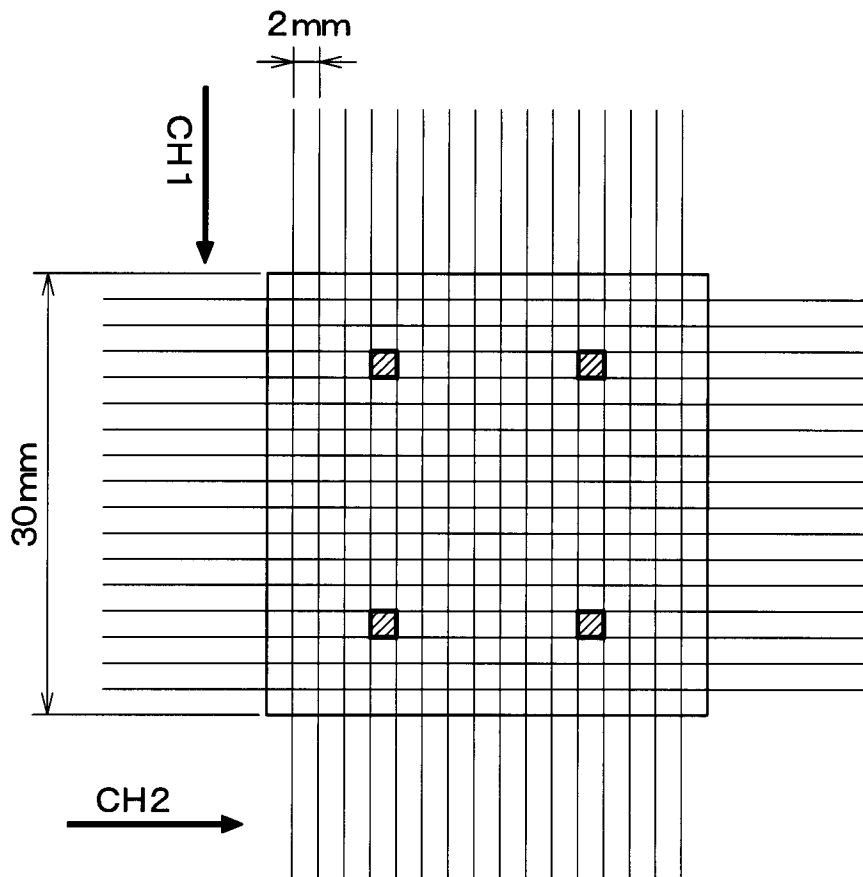
[図4]



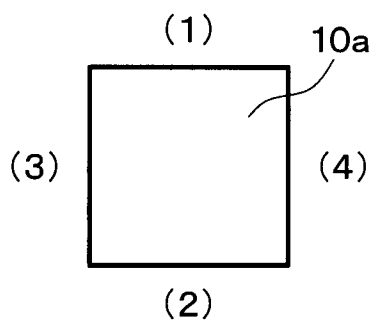
[図5]

ワーク	ブレード幅 μm	主軸回転数 (回転/min)	送り速度 (mm/S)	Index (mm)	切削水量 (L/min)	冷却水量 (L/min)
30mm□ t125 μm	40	30000	10, 20, 30	2×2	1	1

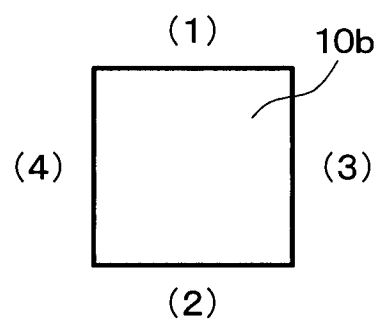
[図6]



[図7A]



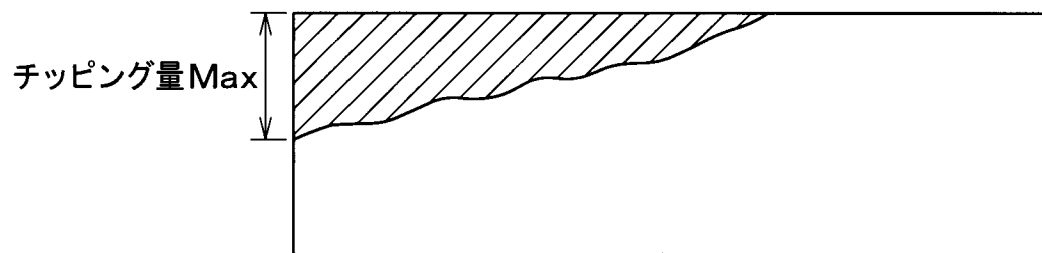
[図7B]



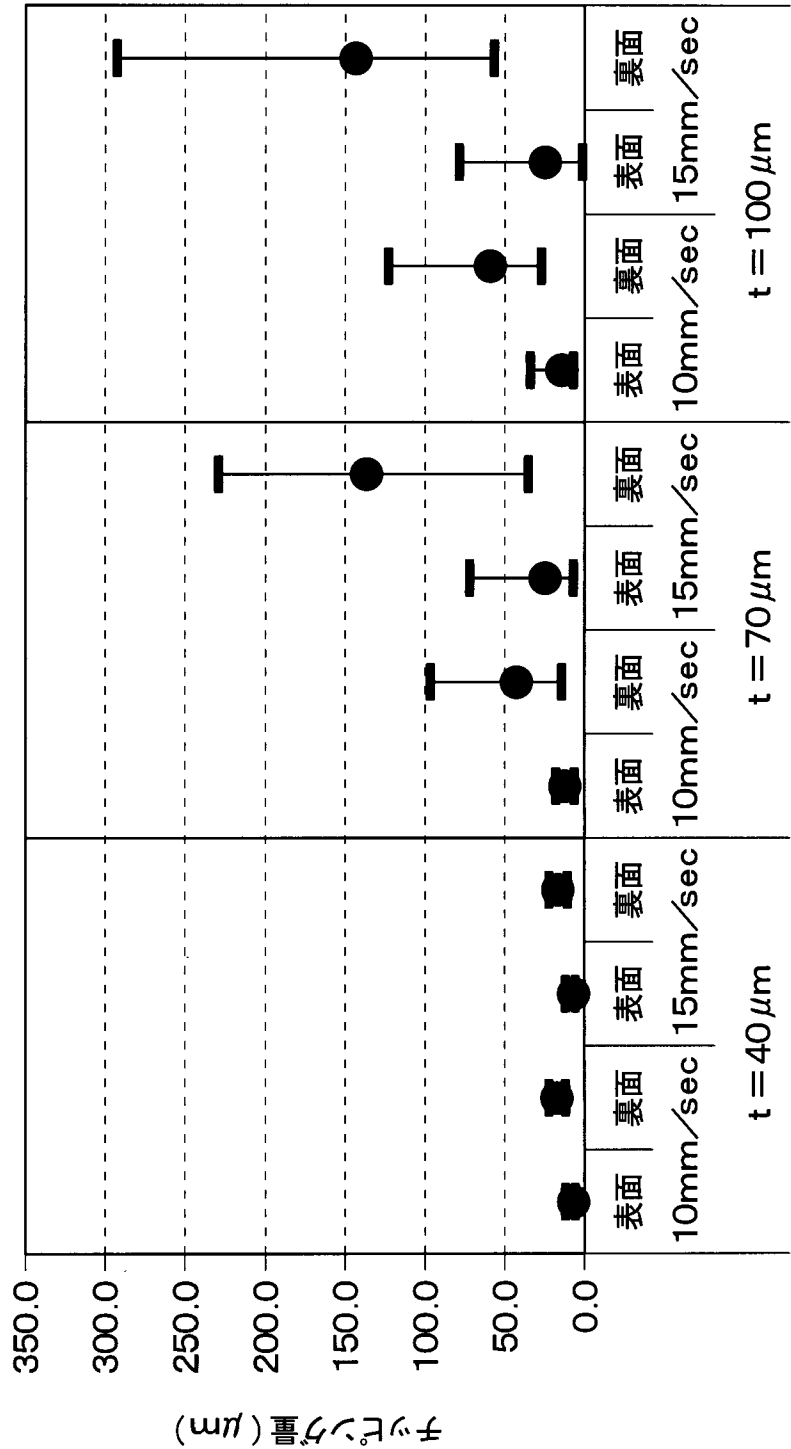
[図8]

加工 上面	カット 方法	チッピング量 μm			残留応力 Mpa		ブレード摩耗量 $\mu\text{m}/\text{m}$
		Max	Ave	Max 位置	Max	Ave	Ave
Si	Down	170	108.2	裏面	90.2	78.1	1.9
	Up	79	40.5	側面	85.7	78.2	3.7
C	Down	29	18.2	裏面	57.2	49.2	1.0
	Up	36	25.8	側面	53.5	48.9	1.8

[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/301(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i,
H01L29/78(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, H01L21/336, H01L29/12, H01L29/78

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2006-86200 A (Enzan Factory Co., Ltd.), 30 March 2006 (30.03.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-105211 A (Disco Inc.), 14 May 2009 (14.05.2009), entire text; all drawings & CN 101419936 A	1-6
A	JP 2014-13812 A (Disco Inc.), 23 January 2014 (23.01.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ 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
18 July 2017 (18.07.17)

Date of mailing of the international search report
01 August 2017 (01.08.17)

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/JP2017/017873

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-161944 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/301(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i, H01L29/78(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. H01L21/301, H01L21/336, H01L29/12, H01L29/78

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2006-86200 A（株式会社塩山製作所）2006.03.30, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2009-105211 A（株式会社ディスコ）2009.05.14, 全文, 全図 & CN 101419936 A	1-6
A	JP 2014-13812 A（株式会社ディスコ）2014.01.23, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-6

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

18.07.2017

国際調査報告の発送日

01.08.2017

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）

川原 光司

50

5382

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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
A	JP 2013-161944 A (三菱電機株式会社) 2013.08.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6