

(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
2013 年 10 月 3 日(03.10.2013)



(10) 国際公開番号

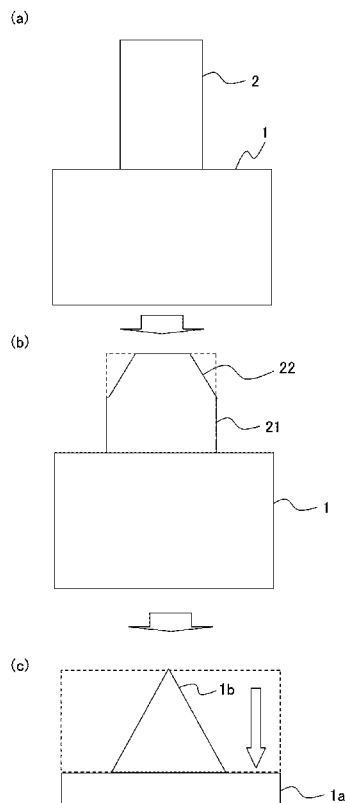
WO 2013/145509 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 33/22 (2010.01)
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/000185
- (22) 国際出願日: 2013 年 1 月 17 日(17.01.2013)
- (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 2012-071732 2012 年 3 月 27 日(27.03.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 西田 貴信(NISHIDA, Takanobu); 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号シャープ株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 山本 秀策, 外(YAMAMOTO, Shusaku et al.); 〒5406015 大阪府大阪市中央区城見一丁目 2 番 2 7 号クリスタルタワー 1 5 階 Osaka (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: WAFER PROCESSING METHOD, WAFER PROCESSING DEVICE AND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: ウエハ処理方法、ウエハ処理装置および半導体発光素子の製造方法



(57) Abstract: [Problem] To efficiently form an optimum projection/indentation shape for reducing generated light loss in a light-emitting layer. [Solution] The invention is a wafer processing method in which, on the basis of a mask (2) that has been patterned on a wafer that configures a film-for-etching (1), a surface portion of the film-for-etching (1) of the wafer is processed. In a single etching device, a mask processing step and a transfer etching step are performed, changing the type of a process gas and the pressure of the process gas. In said mask processing step, the mask (2) is processed into a projection shape that corresponds to a projection shape to be transferred to the film-for-etching (1). In said transfer etching step, on the basis of the processed mask shape, the mask shape is transferred to the surface portion of the film-for-etching (1).

(57) 要約: 【課題】発光層での生成光ロスを低減するために最適な凹凸形状を効率的に形成する。【解決手段】被エッチング膜 1 を構成するウエハ上にパターンニングされたマスク 2 に基づいてウエハの被エッチング膜 1 の表面部を加工するウエハ処理方法であって、被エッチング膜 1 に転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスク 2 を加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいて被エッチング膜 1 の表面部にマスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのエッチング装置内で処理ガスの種類および処理ガスの圧力を変えて行う。

WO 2013/145509 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

ウエハ処理方法、ウエハ処理装置および半導体発光素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ウエハ上に形成されたマスクパターンに基づいてサファイア基板の表面部に繰り返し凸部を形成するウエハ処理方法、このウエハ処理方法に用いるウエハ処理装置およびこれを用いた窒化物系化合物半導体発光素子などの半導体発光素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、この種の従来の半導体発光素子において、緑、青および紫外領域の発光素子として、窒化物系化合物半導体発光素子が汎用されているが、この他に、ガリウム・ヒ素系の半導体発光素子やインジウム・リン系の半導体発光素子などがある。

[0003] 図10(a)～図10(e)は、特許文献1に開示されている従来の半導体発光素子の製造方法を説明するための主要工程断面図である。

[0004] 特許文献1に開示されている従来の半導体発光素子の製造方法は、まず、図10(a)

に示すように、ウエハ状のサファイア基板100の一表面側に発光部101を形成する発光部形成工程を行い、各電極を形成する電極形成工程を行ってから、サファイア基板100の他表面側に有機材料からなる所定厚さ（例えば2 μ m）のレジスト層102を形成するレジスト層形成工程を行う。このように、発光部形成工程では、例えば有機金属気相成長法（MOVPE法）などのエピタキシャル成長法によってサファイア基板100の一表面側に発光部101を成膜する。また、レジスト層形成工程では、有機材料としてノボラック系樹脂（例えばAZレジスト）を用い、当該ノボラック系樹脂をスピコート法によりサファイア基板100の他表面上に回転塗布する。

- [0005] 次に、レジスト層形成工程後に、図10(b)に示すように微細凹凸構造に応じてパターン設計された凹凸パターン103aを形成した型材103を、図10(c)に示すようにレジスト層102に上から押し付けて凹凸パターン103aをレジスト層102に転写する転写工程を行う。
- [0006] この転写工程では、図10(b)に示すように型材103をレジスト層102に対向させて位置合わせを行ってから、型材103を加熱しながらレジスト層102に接触させて型材103を所定圧力で上から加圧する。これにより、図10(c)に示すようにレジスト層102Aを凹凸パターン103aに変形させて、型材103を冷却してから、型材103をレジスト層102から離す。これにより、図10(d)に示すような型材103の凹凸パターン103aをレジスト層102に転写して凹凸パターン102aを持つレジスト層102Aを得ることができる。
- [0007] その後、この転写工程が終了した後に、図10(e)に示すように、凹凸構造のレジスト層102Aおよびサファイア基板100を上記他表面側からエッチングすることによって微細凹凸構造104をサファイア基板100の他表面上に形成するパターン形成工程を更に行う。
- [0008] 図11は、特許文献2に開示されている表面を凹凸形成処理をした従来のサファイア基板の一部縦断面図である。
- [0009] サファイア基板を準備し、これをICPドライエッチャーのエッチングチャンバーへ装填して、そのa面をドライエッチングした。エッチングガスには CHF_3 ガスを用いた。チャンバー内の圧力は1.5～6.0Paとした。この圧力は、サファイア基板に対する通常のエッチング条件（サファイア基板を実質的に平坦にエッチングする圧力）よりも100～500%高い。また、ICPの電力は150～600W、Bias電圧は300～500Vとした。エッチング時間は15～40分である。その結果、図11に示すようにサファイア基板201の表面に凹凸パターン201aが形成された。この凹凸パターン201aは高さが0.3 μm ～0.5 μm のコーン状であり、1～70/ μm^2 の密度で存在している。図12に、図11のサファイア基板

201の凹凸表面を示す斜視図代用写真を示している。図13に、図11のサファイア基板201の凹凸表面を示す平面図代用写真を示している。

[0010] このように、ドライエッチングの条件を最適化することにより、何らマスクを用いることなく、サファイア基板201の表面へ微小な凹凸パターン201aを形成することができる。これは、分解されたエッチングガスまたは基板材料との反応物が基板表面へデポジットし、その結果、均一なエッチングが阻害されてサファイア基板201の表面が凹凸状になるものと考えられる。

[0011] 図14は、図11のサファイア基板201を用いた従来のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の構造を模式的に示す縦断面図である。

[0012] 図14に示すように、従来のIII族窒化物系化合物半導体発光素子200は、図11のサファイア基板201の凹凸形成面F上に図示しないバッファ層を介してn型GaNからなるnクラッド層202をMOCVD法により形成する。nクラッド層202上に多重量子井戸構造の発光層としての活性層203を形成する。活性層203上にはp型GaNからなるpクラッド層204を形成する。透光性電極205は金を含む薄膜であり、透光性電極205はpクラッド層204の実質的な全面を覆って積層される。p電極206も金を含む材料で構成されており、蒸着により透光性電極205の上にp電極206が形成される。n電極207は、エッチングにより一部分が露出されたnクラッド層202の露出面の一部上に蒸着により形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開2007-123446号公報

特許文献2：特開2006-100518号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 上記特許文献1に開示されている上記従来の半導体発光素子の製造方法で

は、転写すべき型材 103 の凹凸パターン 103 a をレジスト層 102 に転写し、そのレジスト層 102 A の凹凸パターン 102 a を元にサファイア基板 100 を転写エッチングすることにより、ステッパ加工の手間を削減しているものの、凹凸自体大きさや凹凸間距離の不安定性または凹凸間の平坦部の再現性の確保が難しいことにより、例えばこの平坦部に窪みができると、その後に続く、エピタキシャル層を成長させる MOCVD 工程でエピタキシャル層にボイドのような欠陥が発生してエピタキシャル層の安定形成が困難になるという問題を有していた。このエピタキシャル層の形成が不安定になると、次に形成する発光層としての MQW 層での生成光ロスが生じてしまう。

[0015] また、上記特許文献 2 に開示されている上記従来の半導体発光素子の製造方法では、ドライエッチングの条件を最適化することにより何らマスクを用いることなく、サファイア基板 201 の表面へ微小な凹凸を形成することから、凹凸自体大きさや凹凸間距離の不安定性または凹凸間の平坦部の再現性の確保が難しい。例えばこの平坦部に窪みができると、その後に続く、エピタキシャル層を成長させる MOCVD 工程でエピタキシャル層にボイドのような欠陥が発生してエピタキシャル層の安定形成が困難になるという問題を有していた。このエピタキシャル層の形成が不安定になると、次に形成する発光層としての MQW 層での生成光ロスが生じてしまう。

[0016] さらに、従来のエッチング設備では、ウエハの冷却が不十分であるところ、マスク材料の耐熱上限温度を超えてしまうことから、マスク形状自体に熱だれが生じることを回避するためやマスクの所望の形状加工のために複数のフォトリソ工程、UV 工程およびベーク工程（UV 処理、ベークは耐熱性向上のため）が必要であり、それらの工程が無いと、そのマスク形状から被エッチング膜としてのサファイア基板に転写される凸部自体の大きさや凸部間距離の不安定性または凸部間の平坦部の再現性の確保が難しくなっている。そのため工程数の増加を招き、また、転写すべき凹凸形状が変更になった場合への対応の柔軟性の確保も困難であった。

[0017] 本発明は、上記従来の問題を解決するもので、発光層での生成光ロスを低減するために良好な凸部形状を効率的に形成することができるウエハ処理方法、このウエハ処理方法に用いるウエハ処理装置およびこれを用いた窒化物系化合物半導体発光素子などの半導体発光素子の製造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

[0018] 本発明のウエハ処理方法は、ウエハ上に形成されたマスクパターンに基づいて該ウエハの表面部を加工するウエハ処理方法であって、該ウエハに転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスクを加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいて該ウエハの表面部に該マスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのウエハ処理装置内で制御パラメータを変えて行うものであり、そのことにより上記目的が達成される。

[0019] また、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるマスク加工工程において、前記ウエハの表面部は全く加工されないように前記制御パラメータを選択して該マスクを加工する。

[0020] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法における制御パラメータは、前記ウエハ処理装置に用いる処理ガスの種類である。

[0021] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法における制御パラメータは、前記ウエハ処理装置に用いる処理ガス圧力である。

[0022] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法における処理ガス圧力は、前記ウエハ処理装置においてガス流量とガス排気量との関係で調整されており、該処理ガス圧力は $0.2\text{ Pa} \sim 10\text{ Pa}$ の範囲内に調整され、このときの該ガス流量は $20\text{ cc} \sim 400\text{ cc}$ の範囲内に調整される。

[0023] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法における処理ガスの種類は、前記マスク加工工程ではArまたは O_2 などのハロゲン系ガス以外のガスを用い、前記転写エッチング工程では BCl_3 などのハロゲン系ガスを用いる。

[0024] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるウエハ処理装置において、前記ウエハへの前記処理ガスのイオン引き込みを制御するRFパワ

一を $0.28 \text{ w/cm}^2 \sim 1.13 \text{ w/cm}^2$ の範囲内に設定する。

[0025] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるマスク加工工程において、前記マスクを所定の凸形状に加工するときの前記ウエハ処理装置の制御パラメータを調整することにより、加工されたマスク形状に基づいて前記ウエハに転写すべき凸形状の形状および大きさを一定範囲内で変更可能とする。

[0026] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるマスク加工工程における制御パラメータは、該マスク加工工程の処理時間、処理ガス圧力および、前記ウエハへの処理ガスのイオン引き込みを制御するRFパワーのうちの少なくともいずれかである。

[0027] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるマスク加工工程において、前記マスクの先端外周の断面両角部分が取り除かれた断面C形状または断面R形状に加工する。

[0028] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法における転写エッチング工程により、薄くなったウエハの平坦面上に断面3角形状のコーン状または断面半円形状またはこれらに類似した形状の凸形状が平面視で繰り返し千鳥状またはマトリクス状に形成されている。

[0029] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法における凸形状は、平面視で円形、楕円形および多角形のうちのいずれかであって、繰り返しの該凸形状の間隔が均等で該凸形状自体の大きさも均等に形成されている。

[0030] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるウエハ処理装置において、前記マスク加工工程および前記転写エッチング工程時の温度上昇による前記マスクの熱ダレを回避するべく、前記ウエハの表面温度がその上の該マスクの耐熱上限温度以上に上昇しないように裏面冷却ガスがウエハ裏面と直接接触するように構成されている。

[0031] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるマスク加工工程の前段工程として、前記ウエハ上にマスク膜を成膜後、フォトリソ技術により該マスク膜を繰り返しの所定形状にパターニングするマスクパターニング工

程を有する。

[0032] さらに、好ましくは、本発明のウエハ処理方法におけるウエハはサファイア基板で構成されている。

[0033] 本発明のウエハ処理装置は、本発明の上記ウエハ処理方法に用いられ、前記マスク加工工程および前記転写エッチング工程時の温度上昇による前記マスクの熱ダレを回避するべく、前記ウエハの表面温度がその上の該マスクの耐熱上限温度以上に上昇しないように裏面冷却ガスがウエハ裏面と直接接触するように構成されているものであり、そのことにより上記目的が達成される。

[0034] 本発明の半導体発光素子の製造方法は、本発明の上記ウエハ処理方法により得られた、表面に所定の凸形状が繰り返し形成されたウエハ上に、一導電型コンタクト層を形成し、該一導電型コンタクト層上に多重量子井戸構造の発光層を形成し、該発光層上に他導電型コンタクト層を形成することにより半導体発光素子ウエハを製造し、該半導体発光素子ウエハを複数のチップに切断して複数の半導体発光素子を製造するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

[0035] 上記構成により、以下、本発明の作用を説明する。

[0036] 本発明においては、ウエハ上に形成されたマスクパターンに基づいて該ウエハの表面部を加工するウエハ処理方法であって、該ウエハに転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスクを加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいて該ウエハの表面部に該マスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのウエハ処理装置内で制御パラメータを変えて行う。

[0037] この場合、フォトリソ工程でマスクを所定形状にパターンニングすれば、その後は、フォトリソ工程と転写エッチング工程との間に従来設備の処理中にウエハ温度が高温になることに対するマスク耐性の向上を目的とした熱処理などを行なうことなく、転写エッチング工程と同じウエハ処理装置内でマスクの上部を所定形状に加工することにより各種形状のマスク形状を得ることができる。これによって、そのマスク形状から被エッチング膜としてのサフ

ァイア基板のウエハに転写される凸部自体の大きさや凸部間距離の安定性または凸部間の平坦部の再現性が確保可能となる。これによって、発光層での生成光ロスを低減するために最適な凸形状を効率的に形成することが可能となる。

発明の効果

[0038] 以上により、本発明によれば、ウエハに転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスクを加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいてウエハの表面部にマスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのウエハ処理装置内で制御パラメータを変えて行うことにより、発光層での生成光ロスを低減するために最適な凹凸形状を効率的に形成することができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1] (a) ~ (c) は、本発明の実施形態 1 の被エッチング膜の繰り返し凸部加工工程を示す要部縦断面図である。

[図2] 本実施形態 1 の被エッチング膜の繰り返し凸部加工工程に用いるプラズマドライエッチング処理装置の一例の概要を模式的に示す縦断面図である。

[図3] 処理可能領域に対する処理ガス流量と処理ガス圧力との関係を示す図である。

[図4] ガス圧力を説明するためのチャンバおよびその排気部の概略構成例を模式的に示す縦断面図である。

[図5] ガス圧力を説明するためのチャンバおよびその排気部の概略構成例の変形例を模式的に示す縦断面図である。

[図6] (a) は下部電極上にウエハが搭載された状態を模式的に示す縦断面、(b) は下部電極上にウエハが搭載された状態を模式的に示す平面図である。

[図7] (a) および (b) は、サファイア基板 (AlO_3) に転写した各種繰り返し凸部の平面視顕微鏡写真図である。

[図8] (a) および (b) は、サファイア基板 (AlO_3) に転写した各種繰り返し凸部の断面視顕微鏡写真図である。

[図9]本発明の実施形態1における窒化物半導体発光素子の要部構成例を示す縦断面図である。

[図10](a)～(e)は、特許文献1に開示されている従来の半導体発光素子の製造方法を説明するための主要工程断面図である。

[図11]特許文献2に開示されている表面を凹凸形成処理をした従来のサファイア基板の一部縦断面図である。

[図12]図11のサファイア基板の凹凸表面を示す斜視図代用写真を示す図である。

[図13]図11のサファイア基板の凹凸表面を示す平面図代用写真を示す図である。

[図14]図11のサファイア基板を用いた従来のIII族窒化物系化合物半導体発光素子の構造を模式的に示す縦断面図である。

符号の説明

- [0040] 1、1a 被エッチング膜（サファイア基板）
1b 断面3角形状の凸部
1b1～1b4 凸部
2 マスク
21 下側部分
22 断面C形状
11 ウエハ
12 下部電極
13 上部電極
14 チャンバ空間
15 処理ガス供給孔
16 ポンプ
17、18 バルブ
30 窒化物半導体発光素子
11A サファイア基板

- 3 1 バッファ層
- 3 2 ノンドープGaN層
- 3 3 n型コンタクト層
- 3 4 多重層
- 3 5 多重量子井戸構造の発光層
- 3 6 電子ブロック層
- 3 7 p型コンタクト層
- 3 8 透光性薄膜電極
- 3 9 n電極
- 4 0 p電極
- 4 1 保護膜

発明を実施するための形態

[0041] 以下に、本発明のウエハ処理方法、このウエハ処理方法に用いるウエハ処理装置およびこれを用いた窒化物系化合物半導体発光素子などの半導体発光素子の製造方法の実施形態1について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図における構成部材のそれぞれの厚みや長さなどは図面作成上の観点から、図示する構成に限定されるものではない。

[0042] (実施形態1)

図1(a)～図1(c)は、本発明の実施形態1の被エッチング膜の繰り返し凸部加工工程を示す要部縦断面図である。

[0043] 本実施形態1の被エッチング膜の凸部加工工程は、まず、図1(a)のフォトリソ工程に示すように、所定形状の凸部を表面に繰り返し形成するために、被エッチング膜1上にマスク材料を塗布してマスク膜を成膜後、フォトリソ技術によりこのマスク膜を繰り返しの所定形状のマスク2としてパターンニングする。この繰り返しパターンニング形状は、平面視円形状、楕円形状および多角形状（例えば4角形など）のうちのいずれかであって、パターンニングが均等な繰り返し形状でこれらが平面視でマトリクス状または千鳥状に形成されている。

- [0044] 次に、図1(b)のマスク加工工程に示すように、被エッチング膜1に転写すべき所定形状になるようにマスク2の上部を加工するが、マスク2の下側部分21よりも上側部分であって先端外周の断面角部分が取り除かれた断面C形状22に加工する。マスク2を加工する際に、転写すべき被エッチング膜1とマスク2との物性を考慮して、マスク2は断面C形状22の所定形状に加工するが、被エッチング膜1は加工されないように、即ち、被エッチング膜1に影響を与えないようにパラメータ制御を行う。このパラメータ制御として、処理ガスの種類および処理ガスの圧力により制御することができる。処理ガスとしては、マスク加工時に、ArガスやO₂ガスなどのハロゲン系以外のガスを用いる。被エッチング膜1として例えばサファイア基板の材質はAlO₃であり、マスク2の材質は主にカーボンであってO₂ガスを流すとカーボンのCがCO₂となって取れるが、O₂ガスはサファイア基板のAlO₃の材質には無反応で影響しない。
- [0045] このときの被エッチング膜1で構成されるウエハへの処理ガスイオンの引き込みを制御するRFパワーを、0.28w/cm²~1.13w/cm²の範囲に設定する。
- [0046] このように、マスク形状制御には、マスク材料P.R/サファイア基板(AlO₃)という各材料の組み合わせを考慮したガス系などのパラメータを最適化することにより、マスク形状制御のキーとなるマスクP.R加工時に、最終加工膜である被エッチング膜1としてのサファイア基板(AlO₃)をエッチングしないArガスやO₂ガスにより最終的な所望形状を想定した形状にマスク2のP.Rを加工する。このP.Rはフォトレジスト(PhotoResist)であり、カーボンを主成分とした材料である。
- [0047] このマスク形状としては、ここでは、縦断面の上側部分の外周両角部が断面直線的に取り除かれた先端C形状22としたが、これに限らず、被エッチング膜1に転写する形状にもよるが、上側部分の外周角部が断面曲線的に凹んだり膨れたりして形成された断面R形状に形成されていてもよい。要するに、マスク2の先端外周の断面両角部分が取り除かれた断面C形状または断

面 R 形状に加工する。

- [0048] 次に、図 1 (c) の転写エッチング工程に示すように、加工されたマスク形状の上部の断面 C 形状 22 に基づいて被エッチング膜 1 にそのマスク形状を転写する。被エッチング膜 1 の加工時はハロゲン系等のガスで転写エッチング処理する。ハロゲン系のガスとしては例えば BCl_3 などを用いる。
- [0049] 最終加工膜である被エッチング膜 1 としての例えばサファイア基板 (AlO_3) における加工ガス (BCl_3 ガス) によるドライエッチングによりマスク P、R の凸形状をサファイア基板 (AlO_3) に転写して所望の繰り返し表面凸部形状 (凸形状) を形成する。
- [0050] この被エッチング膜 1 としての例えばサファイア基板 (AlO_3) の表面凸部形状は、ここでは、サファイア基板 (AlO_3) の所定深さが露出して薄くなった平坦面の被エッチング膜 1 a 上に断面 3 角形状 (左右対称の正三角形または 2 等辺三角形) のコーン状の凸部 1 b が平面視で繰り返し千鳥状に形成されている。この繰り返し千鳥状の表面凸部形状は、平面視円形、楕円形および多角形 (例えば 4 角形など) のうちのいずれであって、繰り返しの凸部 1 b の間隔が均等で凸部 1 b 自体の大きさも均等で安定して形成されており、これらが千鳥状 (またはマトリクス状) で二次元状に均等配置されている。
- [0051] 即ち、転写エッチング工程において、薄くなった被エッチング膜 1 としての例えばサファイア基板 (AlO_3) の平坦面上に断面 3 角形状のコーン状 (円錐状) または半円形状またはこれらに類似した形状 (コーン状や半円形状が変形した例えばコーン状を高さ方向に潰して斜面が丸く膨れた形状や、半円形状を高くした形状など) の各種凸部が平面視で繰り返し千鳥状またはマトリクス状に均等に形成されている。この繰り返し凸部は、平面視で円形、楕円形および多角形のうちのいずれであって、繰り返しの凸部の間隔が均等で凸部自体の大きさも均等で安定して形成されている。
- [0052] したがって、本実施形態 1 のウエハ処理方法は、ウエハ上に形成されたマスクパターンに基づいて被エッチング膜を加工するウエハ処理方法であって

、被エッチング膜に転写すべき形状に対応した形状にマスクを加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいて被エッチング膜にマスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのプラズマドライエッチング装置のチャンバ室内で制御パラメータを変えて行う。ここで、ウエハは被エッチング膜 1 としての例えばサファイア基板である。

[0053] マスク加工工程において、マスクを所定の凸形状に加工するが、ウエハの表面部は全く加工されないように制御パラメータを選択して該マスクを加工する。このときの制御パラメータは、エッチング装置に用いる処理ガスの種類および処理ガス圧力である。この処理ガスの種類は、マスク加工工程では Ar または O_2 などのハロゲン系ガス以外のガスを用い、転写エッチング工程では BCl_3 などのハロゲン系ガスを用いる。また、ウエハへの処理ガスイオンの引き込みを制御する RF パワーを、 $0.28 \text{ w/cm}^2 \sim 1.13 \text{ w/cm}^2$ の範囲に設定する。

[0054] 図 2 は、本実施形態 1 のウエハの繰り返し凸部加工工程に用いるエッチング処理装置の概要を模式的に示す縦断面図である。

[0055] 図 2 において、被エッチング膜 1 としてのサファイア基板 (AlO_3) で構成されたウエハ 11 が下部電極 12 に搭載され、この下部電極 12 と上部電極 13 との間のチャンバ空間 14 が設けられている。チャンバ空間 14 内に処理ガス供給孔 15 (ここでは周囲側壁に 8 箇所) から均等に、マスク加工時には処理ガスの O_2 ガスが、転写エッチング処理時には処理ガスの BCl_3 ガスが所定のガス流量で供給される。

[0056] エッチング処理中の温度上昇によるマスク P、R の熱ダレを回避するために、エッチング処理時にウエハ表面温度が P、R 耐熱上限温度以上に上昇しないように裏面冷却 He がウエハ裏面と直接接触する構造と適切なガス圧力に設定する。要するに、下部電極 12 上に被エッチング膜 1 としてのサファイア基板 (AlO_3) であるウエハ 11 が搭載されるが、下部電極 12 のウエハ搭載面には穴が開口しておりそこから裏面冷却 He が供給され、その He により均一なウエハ冷却効果が得られるようにウエハ 11 の裏面を直に冷却

するようになっている。これに対して、従来は、下部電極 12 上に吸着されたトレーを介してウエハ 11 が搭載されており、トレーを介している分だけウエハ 11 の冷却 He による冷却が十分ではなかった。

[0057] このように、本実施形態 1 のウエハ処理装置としてのエッチング処理装置は、本実施形態 1 のウエハ処理方法に用いられ、マスク加工工程および転写エッチング工程時の温度上昇によるマスク 2 の熱ダレを回避するべく、被エッチング膜 1 で構成されたウエハの表面温度がマスクの耐熱上限温度以上に上昇しないように裏面冷却ガスとしての裏面冷却 He がウエハ裏面と直接接触することにより、ウエハを効率よく冷却することが可能となる。

[0058] 要するに、本実施形態 1 のウエハ処理装置としてのエッチング処理装置は、ウエハを搭載するステージ温度およびウエハの裏面温度、ガスフィードの均一性を制御することができる。

[0059] 図 3 は、処理可能領域に対する処理ガス流量と処理ガス圧力との関係を示す図である。

[0060] 図 3 に示すように、処理（放電）可能領域は、処理ガス圧力が $0.2 \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$ の範囲で、処理ガス流量が $0.93 (\text{cc}/\text{min})/\text{L}$ （リットル） $\sim 18.6 (\text{cc}/\text{min})/\text{L}$ （リットル）の範囲である。

[0061] 要するに、マスク加工工程において、マスク 2 を所定の凸形状に加工するが、ウエハ 11 の表面部は全く加工されないように制御パラメータを選択してマスク 2 を加工する。この制御パラメータは、エッチング装置に用いる処理ガスの種類および処理ガス圧力であり、処理ガス圧力は、エッチング装置においてガス流量とガス排気量との関係で調整されている。処理ガス圧力は $0.2 \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$ の範囲内で調整され、このときのガス流量は、ここでは $0.93 (\text{cc}/\text{min})/\text{L} \sim 18.6 (\text{cc}/\text{min})/\text{L}$ であるが、 $20 \text{ cc} \sim 400 \text{ cc}$ の範囲内でもよい。なお、 $1 \text{ Pa} = 7.500638 \text{ mTorr}$ である。

[0062] 図 4 は、ガス圧力を説明するためのチャンバおよびその排気部の概略構成

例を模式的に示す縦断面図である。

[0063] 図4に示すように、チャンバ内において、下部電極12上に被エッチング膜1としてのサファイア基板(AlO_3)であるウエハ11が搭載され、チャンバ空間14内に処理ガスが供給されてウエハ11が処理される。チャンバ空間14が設けられたチャンバ室に空間的に連通するように排気部が設けられている。排気部は、ポンプ16とバルブ17で構成されている。バルブ17はスロットルバルブであり、横にスライド自在で伸縮自在(蛇腹状のものでもよい)に構成されて排気面積を調整してチャンバ空間14内の圧力を調整可能としている。

[0064] 処理ガスが処理ガス供給孔15から供給されるガス流量が一定の場合、チャンバ空間14内の圧力を高くするにはバルブ17を閉める方向に横にスライドさせればよい。また、チャンバ空間14内の圧力を低くするにはバルブ17を開ける方向に横にスライドさせればよい。ガス流量との兼ね合いでも高圧側、低圧側の限界が決まる場合がある。ガス流量が少ないと、どんなにバルブ17を閉にしてもチャンバ空間14内の所望の圧力に調整できないし、ガス流量が多いと、どんなにバルブ17を開にしてもチャンバ空間14内の所望の圧力に調整できない。

[0065] 図5は、ガス圧力を説明するためのチャンバおよびその排気部の概略構成例の変形例を模式的に示す縦断面図である。

[0066] 図5において、チャンバ空間14が設けられたチャンバ室に空間的に連通するように排気部が設けられている。排気部はポンプ16とバルブ18で構成され、バルブ18は回転によって排気面積を増減することにより排気量を調整してチャンバ空間14内の圧力を調整可能としている。

[0067] なお、図4および図5において、チャンバ空間14内へのガスの導入は、上部、側壁および下部のうちの少なくともいずれかから行えばよい。

[0068] 図6(a)は下部電極上にウエハが搭載された状態を模式的に示す縦断面、図6(b)は下部電極上にウエハが搭載された状態を模式的に示す平面図である。

[0069] 図6(a)および図6(b)において、マスク加工工程で被エッチング膜1(例えばサファイア基板)のウエハへのイオン引き込みを制御するRFパワーを、 $0.28\text{ w/cm}^2 \sim 1.13\text{ w/cm}^2$ の範囲に設定している。この場合のRFパワーは下部電極12に印加するRFパワーである。現状の使用設備では、RFパワーの印加を上部電極13と下部電極12の二箇所で行い、各RFパワーはそれぞれ独立に制御できるようになっている。上部電極13に印加するRFパワーは放電プラズマの密度を決定し、下部電極12に印加するRFパワーは上部電極13で生成したプラズマ中のイオンをウエハ側に引き寄せて、ウエハ表面への物理的スパッタ力を決定する働きをしている。

[0070] エッチングは物理的スパッタ力で被エッチング膜1を構成するウエハ表面の結合を切断するか、またはスパッタ力で膜を飛散・除去し、除去が容易になった状態のところへ反応性の高いラジカル等が反応し、揮発性の高い物質となって表面から除去され、これによってエッチング処理が進む。このため、下部電極12へのRFパワーの下限值は十分なスパッタ力を確保する領域で決定され、そのRFパワーの上限値は、RFパワーのジェネレータの仕様かまたは、高過ぎることによる形状異常が生じることがネックとなって決定される。下部電極12へのRFパワーの下限値が低過ぎると、スパッタ力不十分でエッチング処理が進まないかまたは、非常に遅く現実的な処理速度が得られない。

[0071] LEDなどの発光素子の発光層に応じてサファイア基板(AlO_3)の凸部形状および凸部のサイズ自体を変化させる必要がある。フォトリソ工程と転写エッチング工程との間に、従来は高温ベーク処理などの熱処理を行っていたが、本実施形態1では、フォトリソ工程でマスクを所定形状にパターンニングすれば、その後は、高温ベーク処理などの熱処理を行わずに、転写エッチング工程と同じウエハ処理装置としてのプラズマドライエッチング処理装置内でマスクの上部を所定形状に加工することにより各種形状のマスク形状を作ることができる。このマスク形状によって、LEDなどの発光素子の発光

層に応じてサファイア基板（ AlO_3 ）の繰り返し凸部形状および凸部のサイズ自体を所定範囲内で変化させることができる。

[0072] 要するに、このマスク加工工程において、マスク加工工程の処理時間、処理ガス圧力およびRFパワーのうちの少なくともいずれかを制御パラメータとして調整することにより、サファイア基板（ AlO_3 ）に転写すべき凸部形状およびその大きさを一定範囲内で各種設定および変更することができる。

[0073] 図7（a）および図7（b）は、サファイア基板（ AlO_3 ）に転写した各種繰り返し凸部の平面視顕微鏡写真図である。図8（a）および図8（b）は、サファイア基板（ AlO_3 ）に転写した各種繰り返し凸部の断面視顕微鏡写真図である。

[0074] 図7（a）に示すように、サファイア基板（ AlO_3 ）の表面の凸部1 b 1として平面視円形の直径が小さい場合であって、例えば断面三角形状などの各種形状の凸部1 b 1が平面視円形間隔およびその形状が均等な繰り返し形状でこれらが千鳥状に配列されている。この場合の凸部1 b 1と凸部1 b 1の間が平坦面を介して開いており、凸部1 b 1自体が小さく見える。

[0075] これに対して、図7（b）に示すように、サファイア基板（ AlO_3 ）の表面の凸部1 b 1の別の事例として平面視円形の直径が大きい場合であって、例えば断面三角形状などの各種形状の凸部1 b 2が平面視円形間隔およびその形状が均等な繰り返し形状でこれらが千鳥状に形成されている。この場合の凸部1 b 2と凸部1 b 2の間が、図7（a）の場合に比べて平坦面が少なく詰まっており、凸部1 b 2自体が大きく見える。

[0076] 前述した図1では、被エッチング膜1 aとしてサファイア基板（ AlO_3 ）の上に断面3角形状（左右対称の正三角形または2等辺三角形）でコーン状の凸部1 bを繰り返し千鳥状に配列したが、これに限らず、他の形状の加工も可能である。

[0077] 図8（a）では断面3角形状の凸部1 b 3の両斜辺が外側に膨らんで形成されている。これはマスク加工工程で形成した断面R形状からサファイア基板（ AlO_3 ）に転写されて形成されている。図8（b）では、図8（a）の

凸部 1 b 3 の形状とは全く異なる断面団子形状（凸部 1 b 4）に形成されている。これはマスク加工工程で形成した断面半円形状からサファイア基板（ AlO_3 ）に転写されて形成されている。これらの場合の図 8（a）および図 8（b）のいずれの凸部 1 b 3 および凸部 1 b 4 の形状でも平面視円形状である。

[0078] 以上により、本実施形態 1 によれば、被エッチング膜 1 を構成するウエハ 1 1 上にパターンニングされたマスク 2 に基づいてウエハ 1 1 の被エッチング膜 1 の表面部を加工するウエハ処理方法であって、被エッチング膜 1 に転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスク 2 を加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいて被エッチング膜 1 の表面部にマスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのエッチング装置内で処理ガスの種類および処理ガスの圧力を変えて行う。

[0079] この場合、フォトリソ工程と転写エッチング工程との間に熱処理を行わないことから、従来方法から工程削除することができフォトリソ工程でマスクを所定形状にパターンニングすれば、その後は、転写エッチング工程と同じウエハ処理装置内でマスクの上部を所定形状に加工することができて、各種形状のマスク形状を安定的に得ることができる。これによって、そのマスク形状から被エッチング膜としてのサファイア基板のウエハ 1 1 に転写される凸部自体の大きさや凸部間距離の安定性または凸部間の平坦部の再現性を確保することができる。これによって、発光層での生成光ロスを低減するために最適な凸部形状を効率的に形成することができる。

[0080] ここで、本実施形態 1 の表面に凸部（凸形状）が繰り返し形成された表面凹凸形状のサファイア基板（ AlO_3 ）上に、一導電型コンタクト層を形成し、この一導電型コンタクト層上に多重量子井戸構造の発光層を形成し、この発光層上に他導電型コンタクト層を形成することにより半導体発光素子を製造する半導体発光素子の製造方法について説明する。

[0081] 図 9 は、本発明の実施形態 1 における窒化物半導体発光素子の要部構成例を示す縦断面図である。

- [0082] 図9において、本実施形態1の窒化物半導体発光素子30は、表面に均等な凸部11bが形成されたウエハ11としての例えばサファイヤ基板11Aの上に、窒化アルミニウム（AlN）から成るバッファ層31が成膜され、その上にノンドープのGaNから成るノンドープGaN層32が成膜されている。これらのサファイヤ基板11A、バッファ層31およびノンドープGaN層32により単結晶性基板が構成されている。
- [0083] 本実施形態1の窒化物半導体発光素子30において、この単結晶性基板上にGaNからなるn型コンタクト層33が形成され、このn型コンタクト層33上に多重層34が形成され、この多重層34上に多重量子井戸構造の発光層35が形成されている。
- [0084] 多重量子井戸構造の発光層35の井戸層は少なくともInを含む $In_yGa_{1-y}N$ （ $0 \leq y < 0.3$ ）からなっている。この多重量子井戸構造の発光層35上に、p型 $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$ からなるp型層である電子ブロック層36が形成され、この電子ブロック層36上に、p型GaNからなるp型コンタクト層37が形成されている。このp型コンタクト層37上には、金属蒸着による透光性薄膜電極38（ITO）が形成され、透光性薄膜電極38の一部上にp電極39が形成され、一方、n型コンタクト層33の端部露出面の一部上にはn電極40が形成されている。最上部には、 SiO_2 膜よりなる保護膜41が形成されている。
- [0085] このようにして製造された半導体発光素子ウエハを複数のチップに切断して各半導体発光素子をそれぞれ製造する。
- [0086] 要するに、本実施形態1の半導体発光素子の製造方法は、前述した本実施形態1のウエハ処理方法により得られた、表面に凸部（凸形状）が繰り返し形成された表面凸形状のウエハ上に、一導電型コンタクト層を形成し、一導電型コンタクト層上に多重量子井戸構造の発光層を形成し、発光層上に他導電型コンタクト層を形成することにより半導体発光素子ウエハを製造し、半導体発光素子ウエハを複数のチップに切断して複数の半導体発光素子を製造することができる。

[0087] 以上のように、本発明の好ましい実施形態 1 を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態 1 に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態 1 の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。本明細書において引用した特許、特許出願および文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

産業上の利用可能性

[0088] 本発明は、ウエハ上に形成されたマスクパターンに基づいてサファイア基板の表面部に繰り返し凸部を形成するウエハ処理方法、このウエハ処理方法に用いるウエハ処理装置およびこれを用いた窒化物系化合物半導体発光素子などの半導体発光素子の製造方法の分野において、ウエハに転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスクを加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいてウエハの表面部にマスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのウエハ処理装置内で制御パラメータを変えて行うことにより、発光層での生成光ロスを低減するために最適な凹凸形状を効率的に形成することができる。

請求の範囲

- [請求項1] ウエハ上に形成されたマスクパターンに基づいて該ウエハの表面部を加工するウエハ処理方法であって、
- 該ウエハに転写すべき凸形状に対応した凸形状にマスクを加工するマスク加工工程と、加工されたマスク形状に基づいて該ウエハの表面部に該マスク形状を転写する転写エッチング工程とを一つのウエハ処理装置内で制御パラメータを変えて行うウエハ処理方法。
- [請求項2] 前記マスク加工工程において、前記ウエハの表面部は全く加工されないように前記制御パラメータを選択して該マスクを加工する請求項1に記載のウエハ処理方法。
- [請求項3] 前記制御パラメータは、前記ウエハ処理装置に用いる処理ガスの種類である請求項2に記載のウエハ処理方法。
- [請求項4] 前記制御パラメータは、前記ウエハ処理装置に用いる処理ガス圧力である請求項2または3に記載のウエハ処理方法。
- [請求項5] 前記処理ガス圧力は、前記ウエハ処理装置においてガス流量とガス排気量との関係で調整されており、該処理ガス圧力は $0.2 \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$ の範囲内に調整され、このときの該ガス流量は $20 \text{ cc} \sim 400 \text{ cc}$ の範囲内に調整される請求項4に記載のウエハ処理方法。
- [請求項6] 前記処理ガスの種類は、前記マスク加工工程では Ar または O_2 などのハロゲン系ガス以外のガスを用い、前記転写エッチング工程では BCl_3 などのハロゲン系ガスを用いる請求項3に記載のウエハ処理方法。
- [請求項7] 前記ウエハ処理装置において、前記ウエハへの前記処理ガスのイオン引き込みを制御するRFパワーを $0.28 \text{ W/cm}^2 \sim 1.13 \text{ W/cm}^2$ の範囲内に設定する請求項3に記載のウエハ処理方法。
- [請求項8] 前記マスク加工工程において、前記マスクを所定の凸形状に加工するときの前記ウエハ処理装置の制御パラメータを調整することにより、加工されたマスク形状に基づいて前記ウエハに転写すべき凸形状の

形状および大きさを一定範囲内で変更可能とする請求項 1 に記載のウエハ処理方法。

[請求項9] 前記マスク加工工程における制御パラメータは、該マスク加工工程の処理時間、処理ガス圧力および、前記ウエハへの処理ガスのイオン引き込みを制御する RF パワーのうちの少なくともいずれかである請求項 8 に記載のウエハ処理方法。

[請求項10] 前記マスク加工工程において、前記マスクの先端外周の断面両角部分が取り除かれた断面 C 形状または断面 R 形状に加工する請求項 9 に記載のウエハ処理方法。

[請求項11] 前記転写エッチング工程により、薄くなったウエハの平坦面上に断面 3 角形状のコーン状または断面半円形状またはこれらに類似した形状の凸形状が平面視で繰り返し千鳥状またはマトリクス状に形成されている請求項 1 または 8 に記載のウエハ処理方法。

[請求項12] 前記凸形状は、平面視で円形、楕円形および多角形のうちのいずれかであって、繰り返しの該凸形状の間隔が均等で該凸形状自体の大きさも均等に形成されている請求項 11 に記載のウエハ処理方法。

[請求項13] 前記ウエハ処理装置において、前記マスク加工工程および前記転写エッチング工程時の温度上昇による前記マスクの熱ダレを回避するべく、前記ウエハの表面温度がその上の該マスクの耐熱上限温度以上に上昇しないように裏面冷却ガスがウエハ裏面と直接接触するように構成されている請求項 1 に記載のウエハ処理方法。

[請求項14] 前記マスク加工工程の前段工程として、前記ウエハ上にマスク膜を成膜後、フォトリソ技術により該マスク膜を繰り返しの所定形状にパターンニングするマスクパターンニング工程を有する請求項 1 に記載のウエハ処理方法。

[請求項15] 前記ウエハはサファイア基板で構成されている請求項 1 ～ 10、13 および 14 のいずれかに記載のウエハ処理方法。

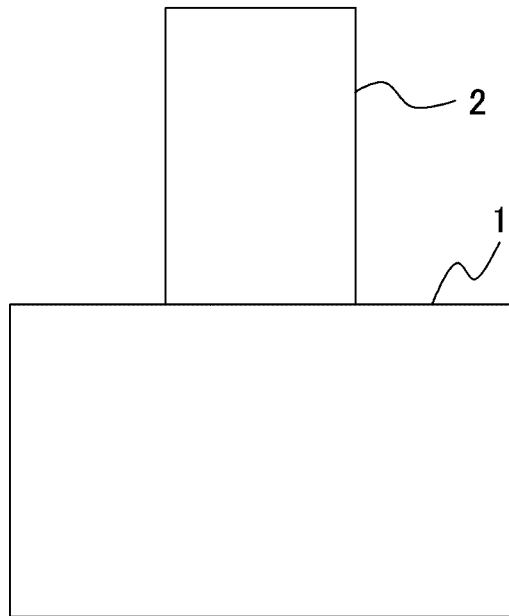
[請求項16] 請求項 1 ～ 10、13 および 14 のいずれかに記載のウエハ処理方

法に用いられ、前記マスク加工工程および前記転写エッチング工程時の温度上昇による前記マスクの熱ダレを回避するべく、前記ウエハの表面温度がその上の該マスクの耐熱上限温度以上に上昇しないように裏面冷却ガスがウエハ裏面と直接接触するように構成されているウエハ処理装置。

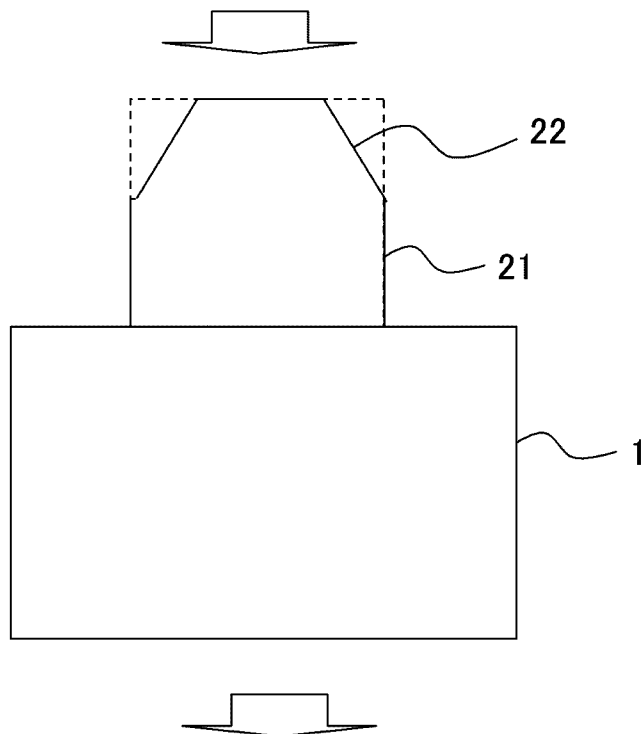
[請求項17] 請求項1～10、13および14のいずれかに記載のウエハ処理方法により得られた、表面に所定の凸形状が繰り返し形成されたウエハ上に、一導電型コンタクト層を形成し、該一導電型コンタクト層上に多重量子井戸構造の発光層を形成し、該発光層上に他導電型コンタクト層を形成することにより半導体発光素子ウエハを製造し、該半導体発光素子ウエハを複数のチップに切断して複数の半導体発光素子を製造する半導体発光素子の製造方法。

[図1]

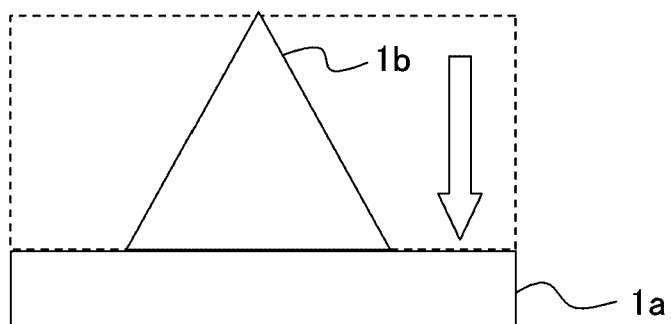
(a)



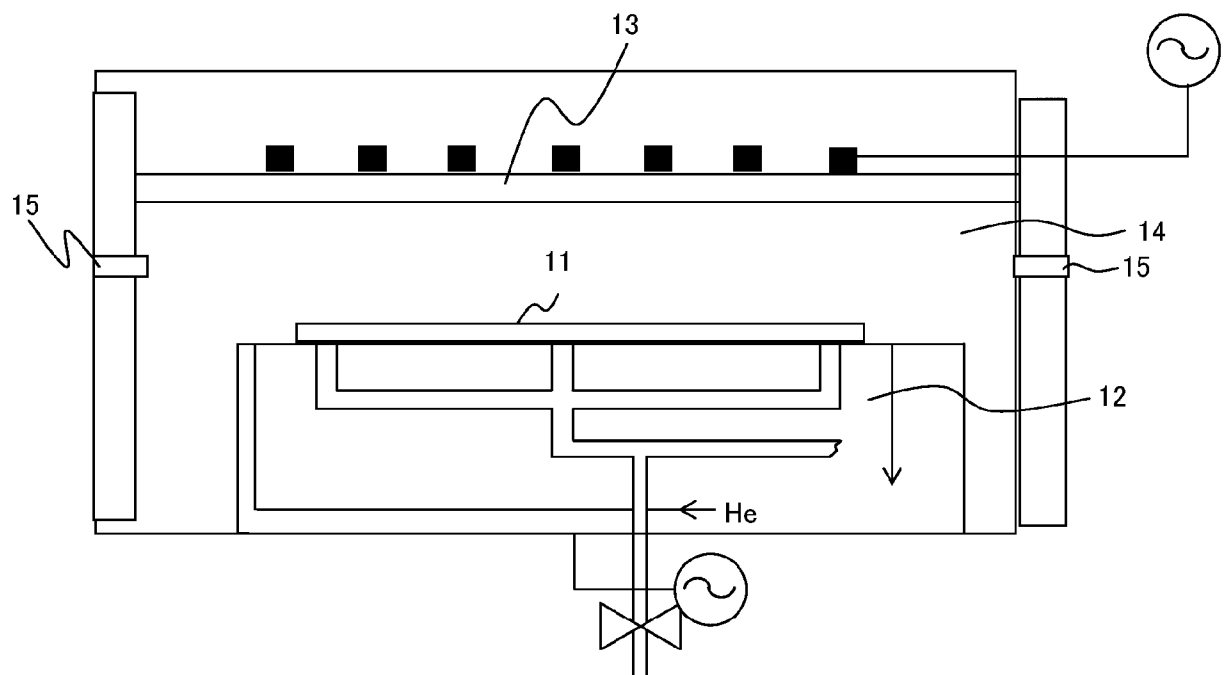
(b)



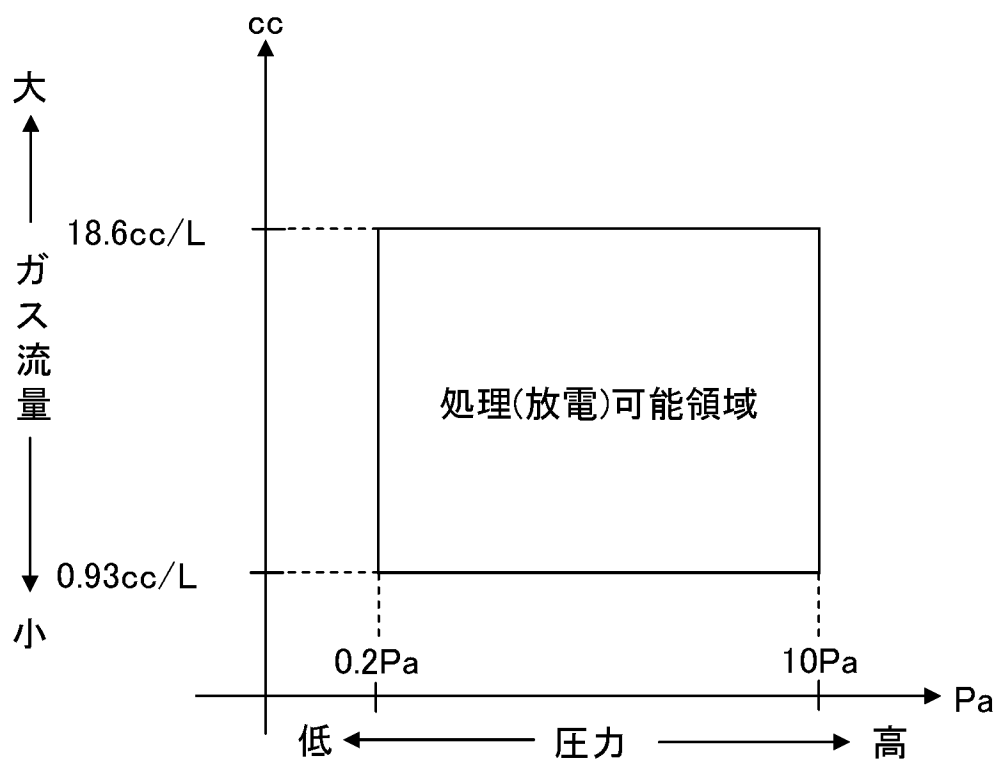
(c)



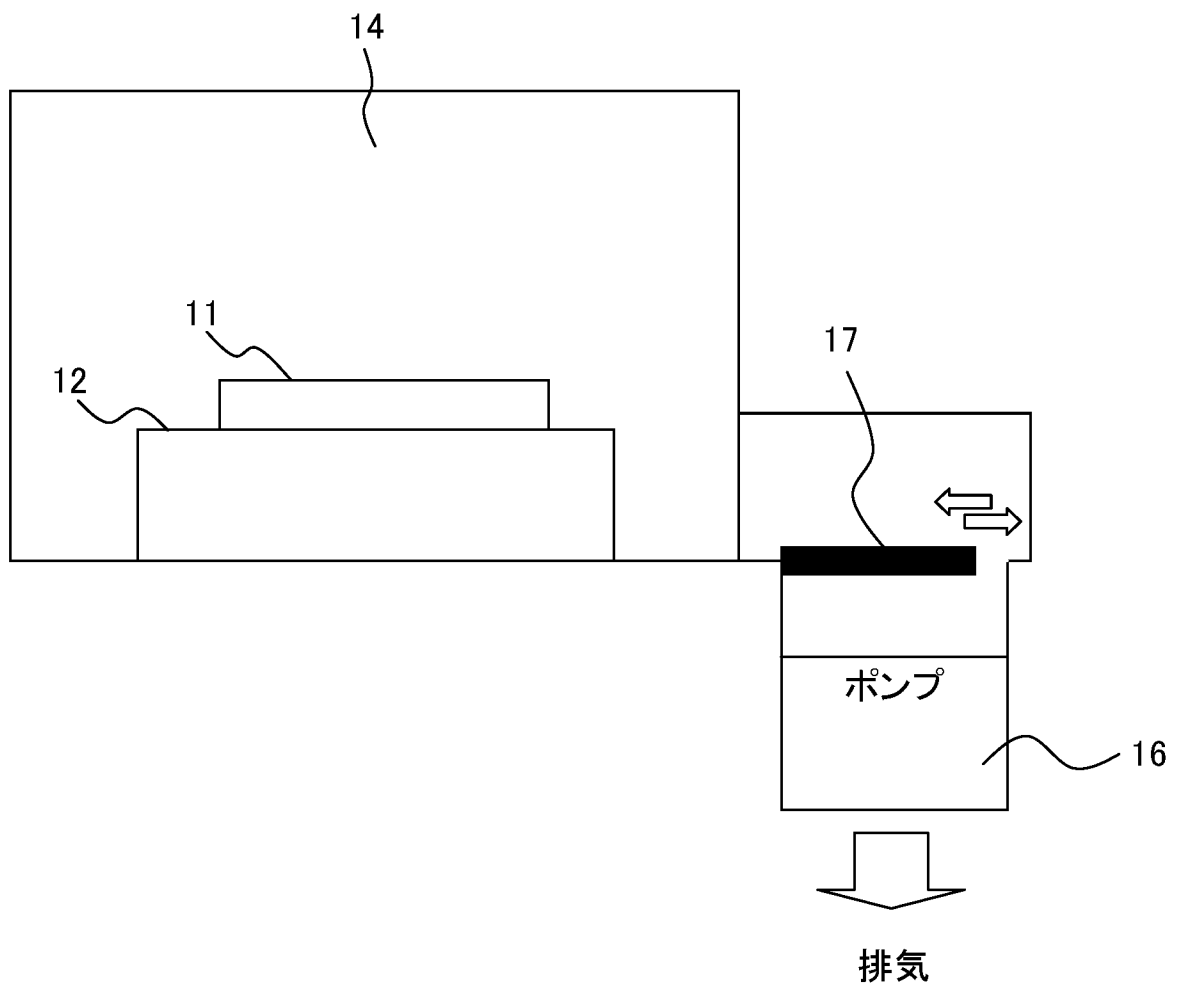
[図2]



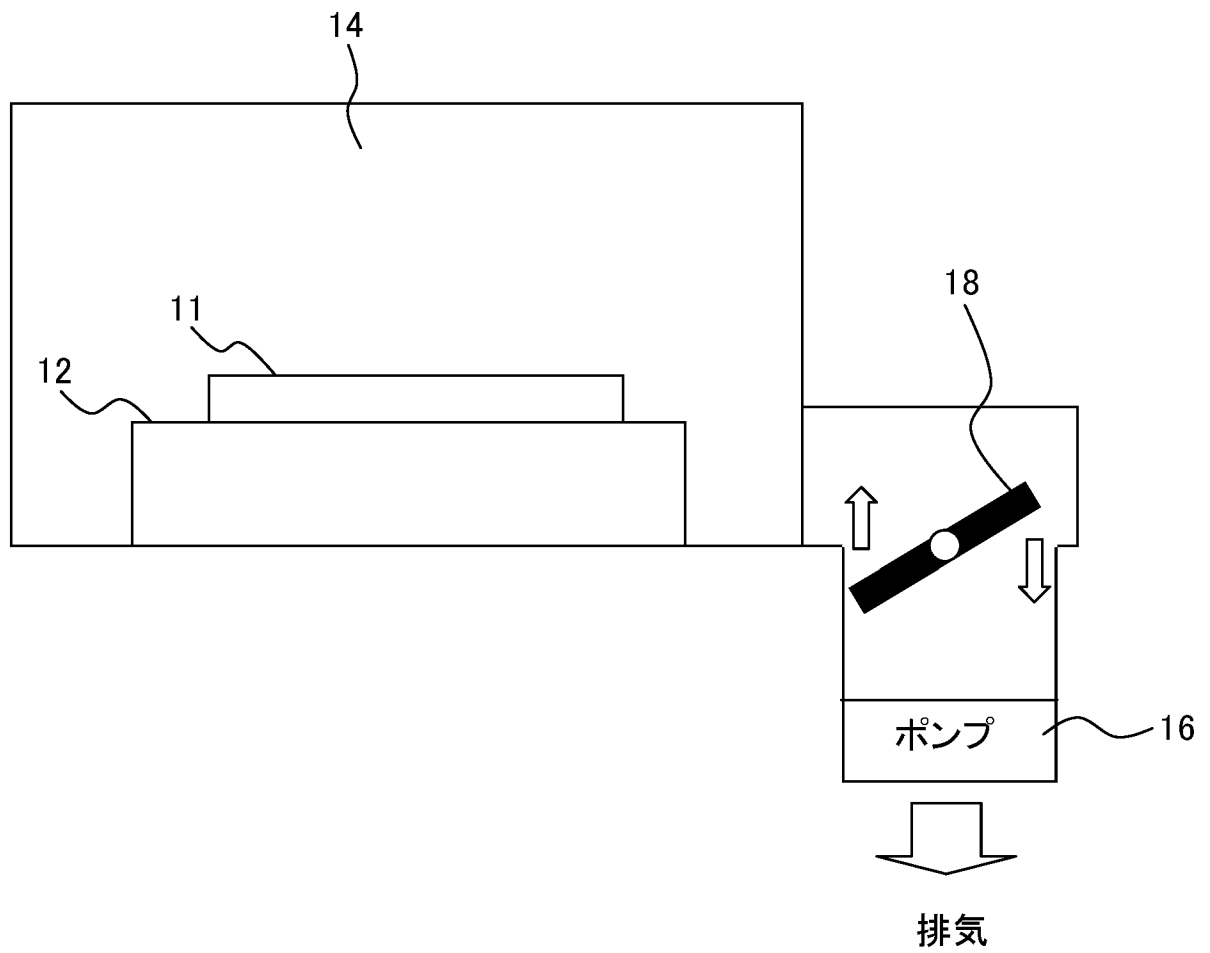
[図3]



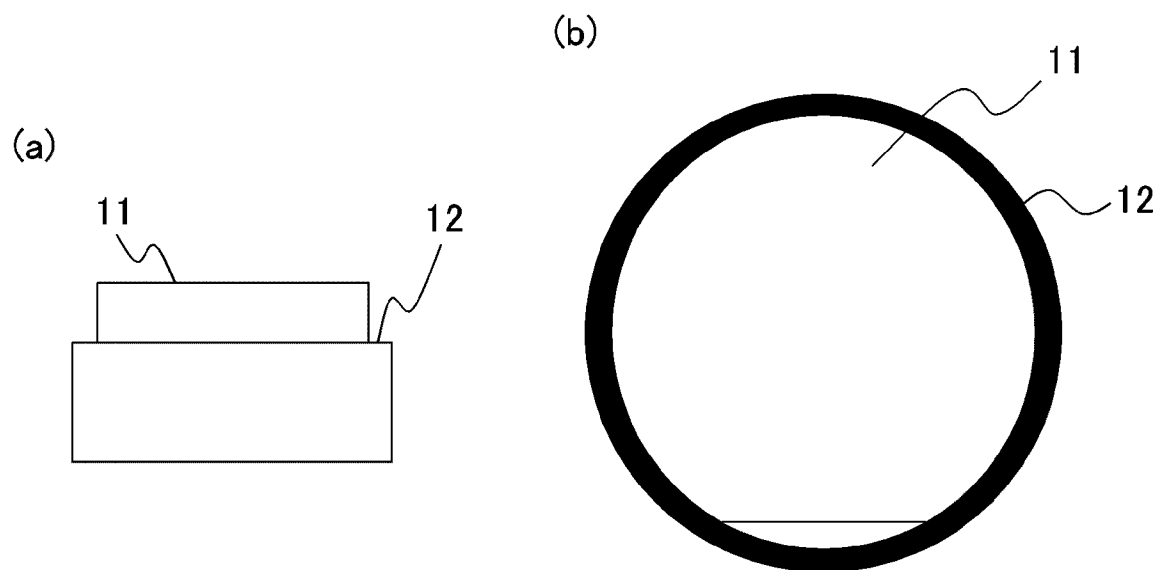
[図4]



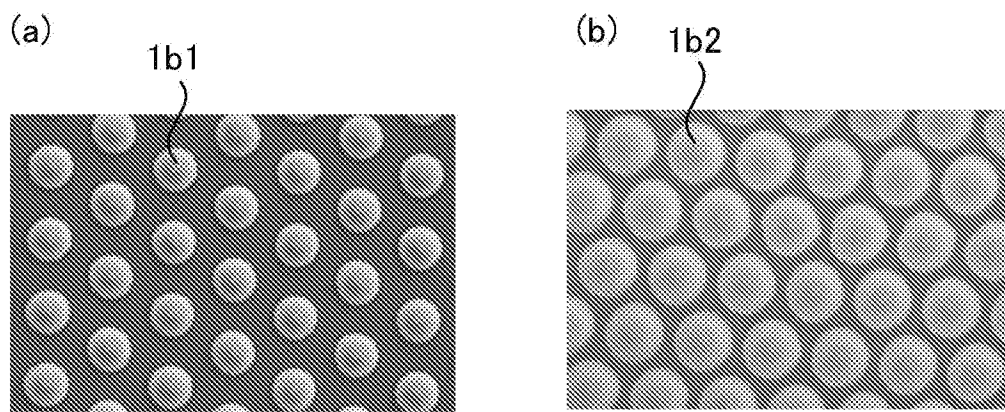
[図5]



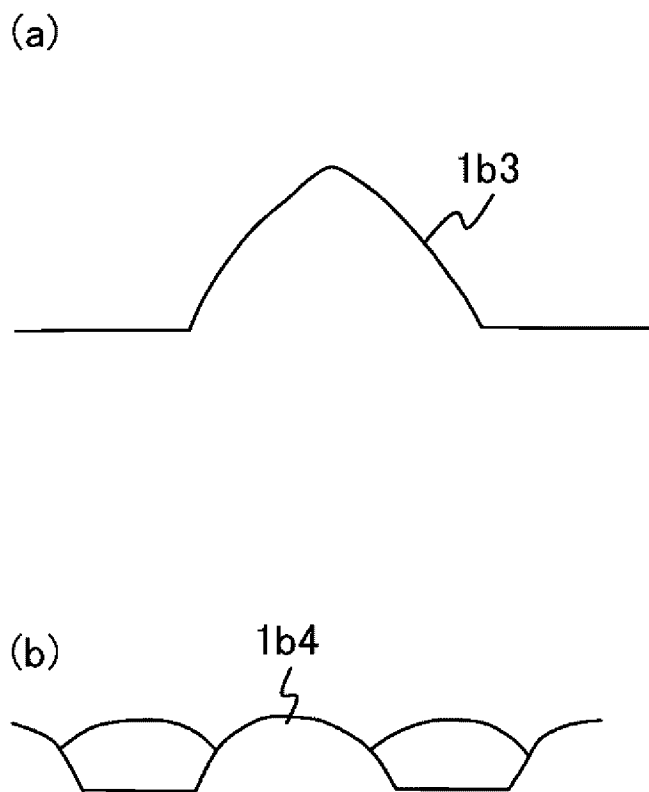
[図6]



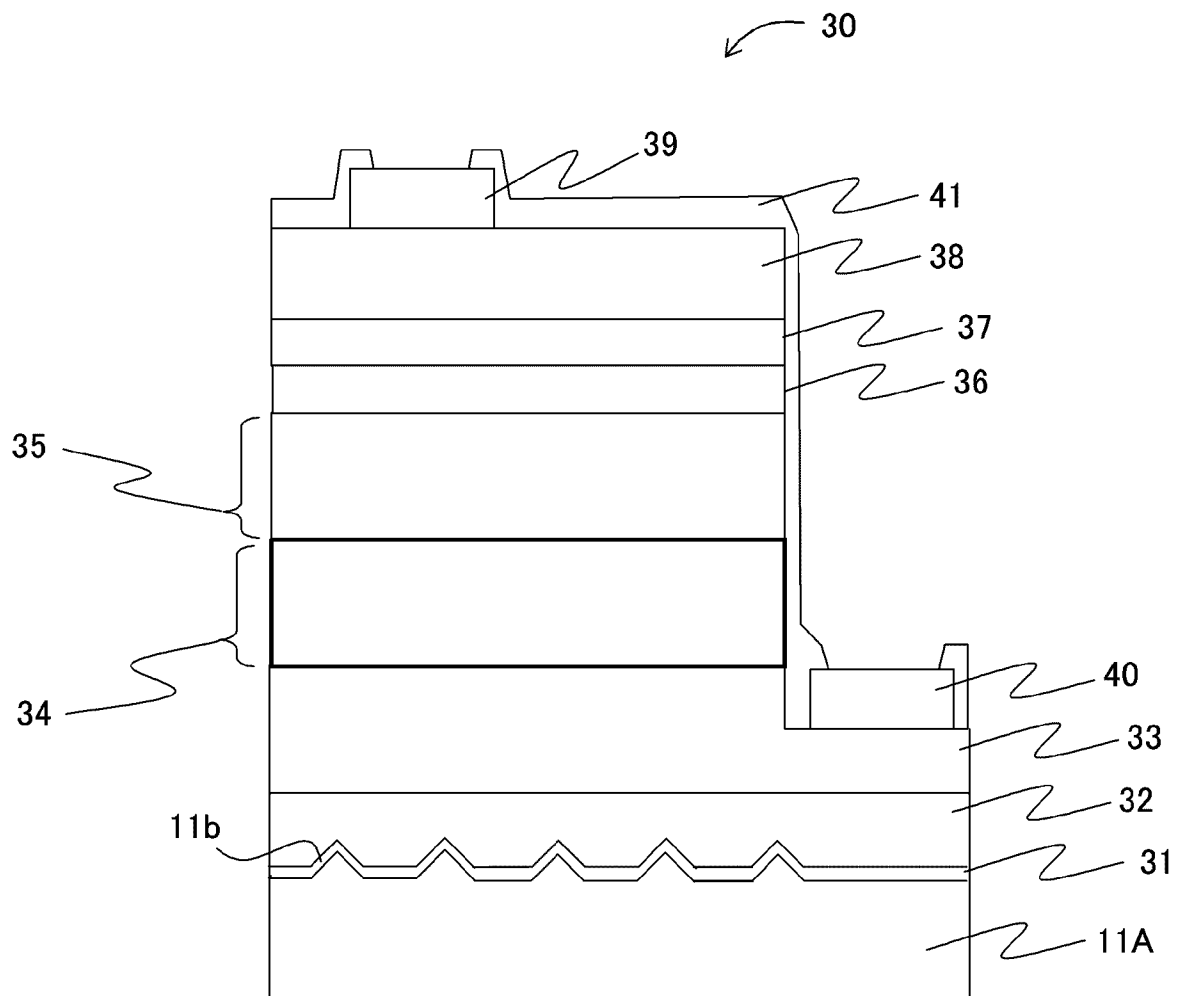
[図7]



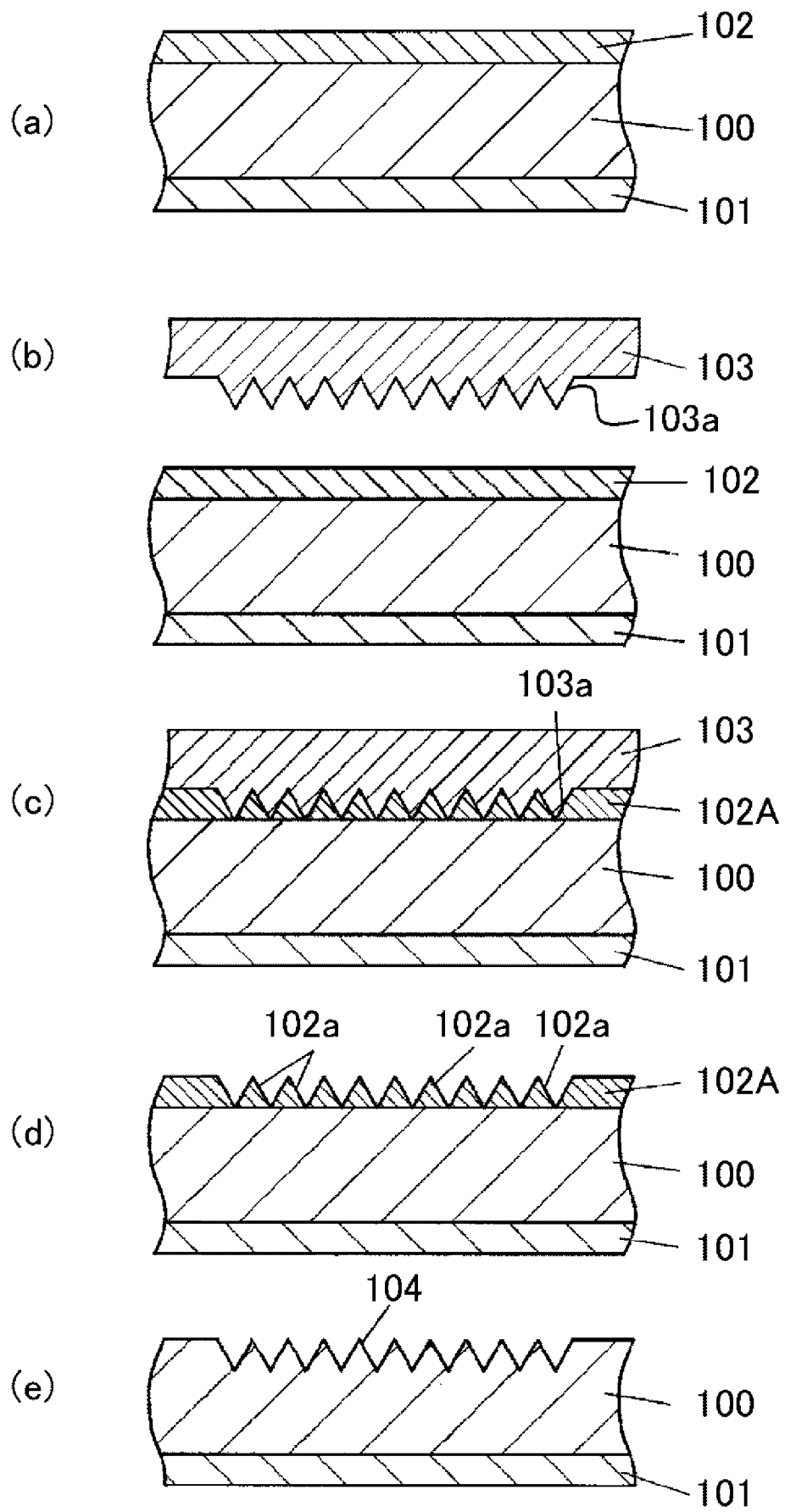
[図8]



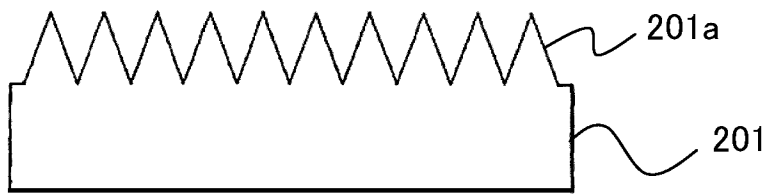
[図9]



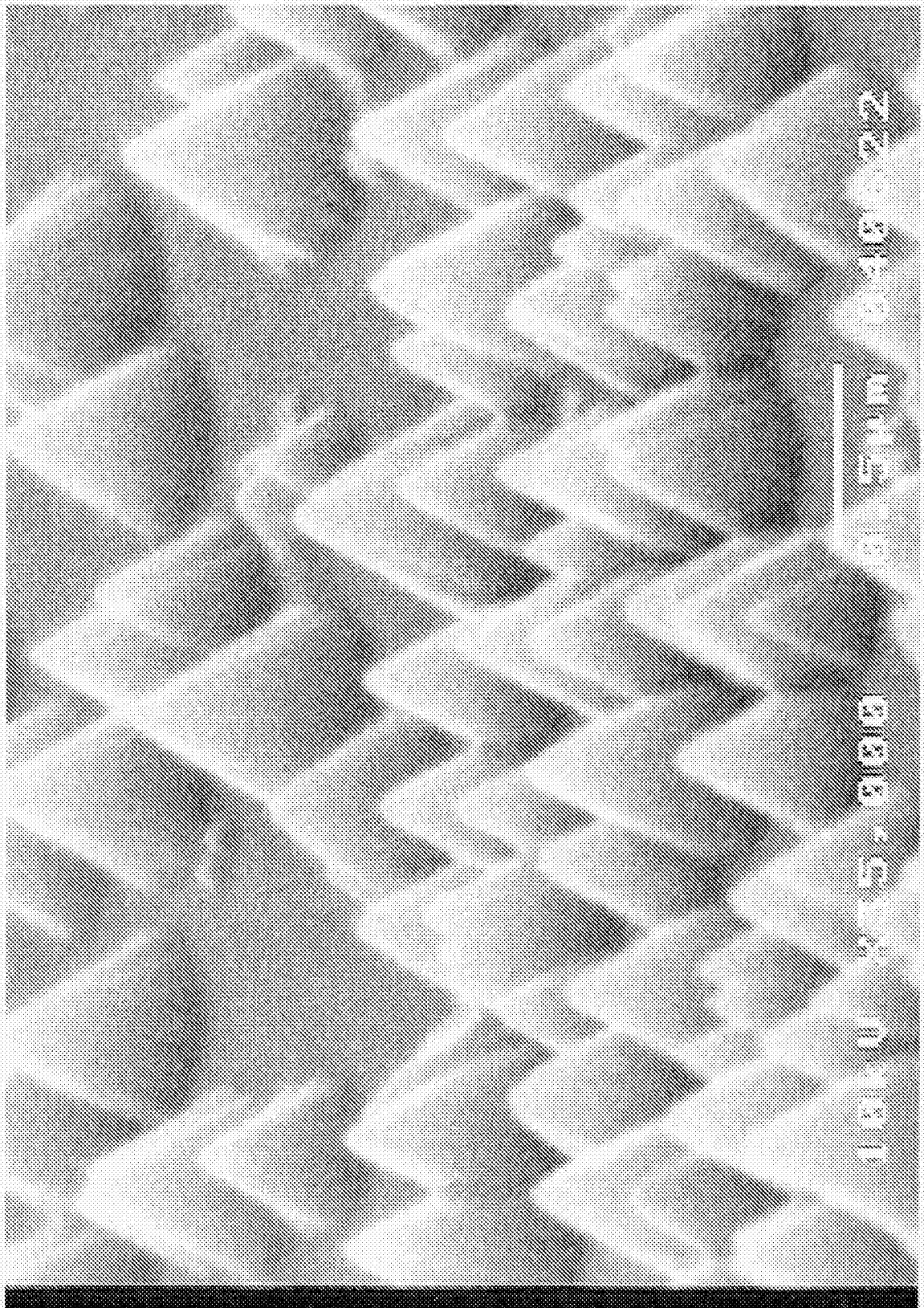
[図10]



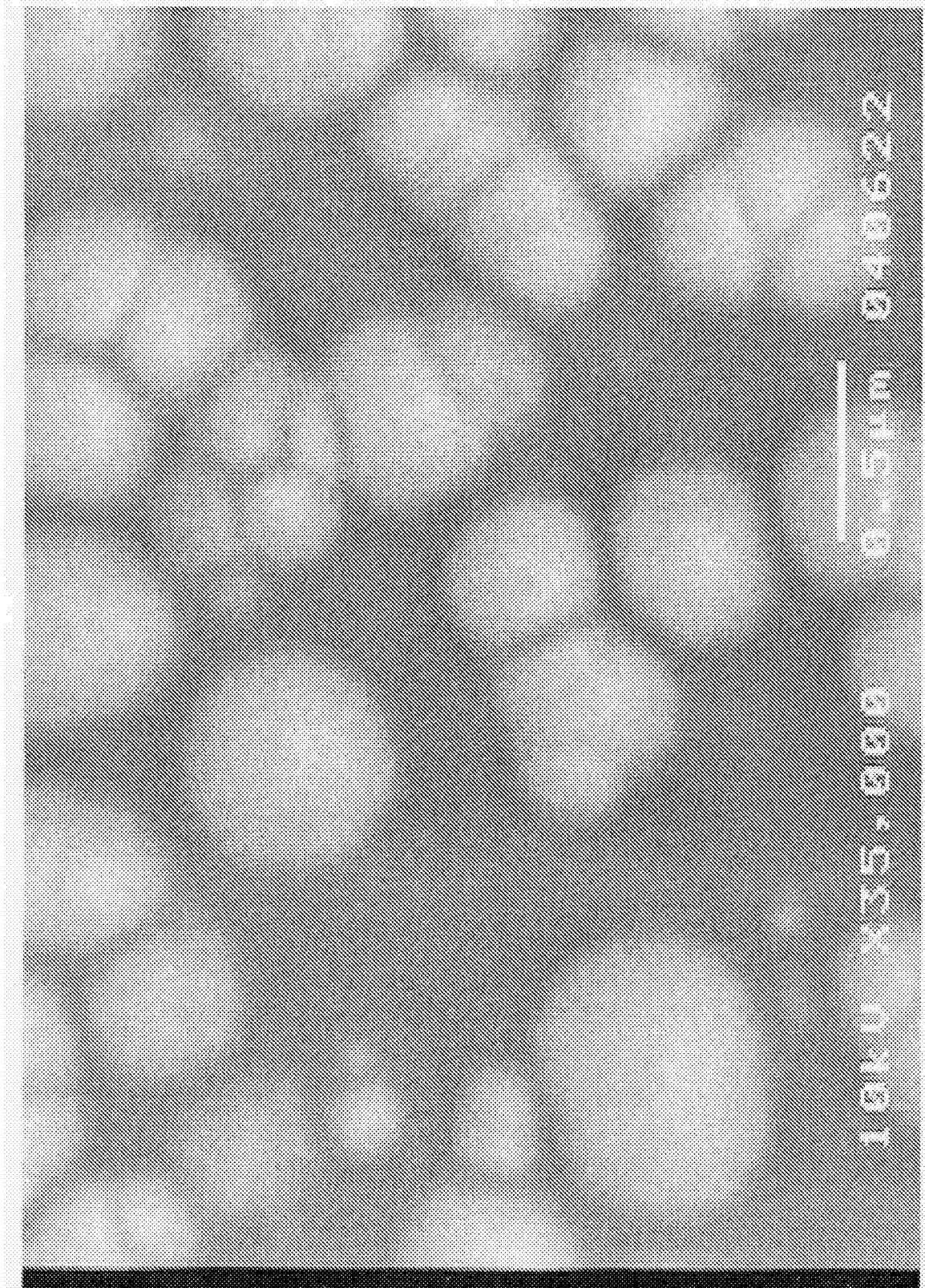
[図11]



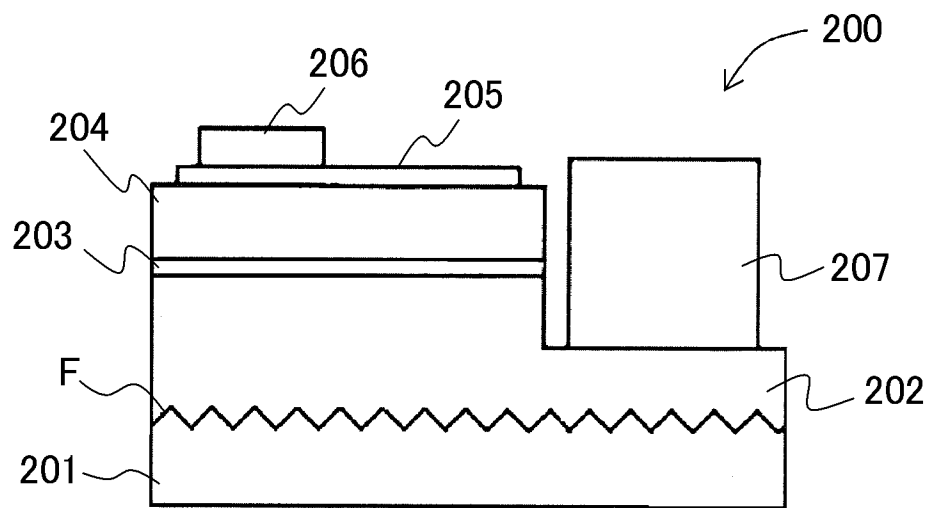
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/000185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H01L33/22(2010.01)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)

H01L21/3065, H01L21/027, H01L33/22

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2011-114216 A (Toshiba Corp.), 09 June 2011 (09.06.2011), paragraphs [0012] to [0054] (Family: none)	1, 2, 8, 9, 14 3-7, 10-13, 15-17
Y	JP 2006-36561 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0015] to [0128] (Family: none)	10-12, 15, 17
Y	JP 2008-538857 A (Lam Research Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0010] to [0056] & US 2006/0194439 A1 & EP 1856717 A & WO 2006/096528 A2 & KR 10-2007-0116076 A & CN 101171666 A & SG 144148 A & IL 185743 A	3-7, 13, 16

☐ 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
05 April, 2013 (05.04.13)

Date of mailing of the international search report
23 April, 2013 (23.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/3065 (2006.01)i, H01L21/027 (2006.01)i, H01L33/22 (2010.01)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. H01L21/3065, H01L21/027, H01L33/22

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2011-114216 A (株式会社東芝) 2011.06.09, 【0012】～【0054】 (ファミリーなし)	1, 2, 8, 9, 14
Y		3-7, 10-13, 15-17
Y	JP 2006-36561 A (豊田合成株式会社) 2006.02.09, 【0015】～【0128】 (ファミリーなし)	10-12, 15, 17

☒ 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

0 5 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 4 . 2 0 1 3

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)

今井 淳一

4 R

9 0 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

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 2008-538857 A (ラム リサーチ コーポレーション) 2008.11.06, 【0010】～【0056】 & US 2006/0194439 A1 & EP 1856717 A & WO 2006/096528 A2 & KR 10-2007-0116076 A & CN 101171666 A & SG 144148 A & IL 185743 A	3-7, 13, 16