

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3950622号
(P3950622)

(45) 発行日 平成19年8月1日(2007.8.1)

(24) 登録日 平成19年4月27日(2007.4.27)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 21/66 (2006.01)
G 1 2 B 5/00 (2006.01)
HO 1 L 21/304 (2006.01)

HO 1 L 21/66 Z
HO 1 L 21/66 J
HO 1 L 21/66 K
G 1 2 B 5/00 T
HO 1 L 21/304 6 2 2 P

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-325925 (P2000-325925)	(73) 特許権者	000107745
(22) 出願日	平成12年10月25日(2000.10.25)		スピードファム株式会社
(65) 公開番号	特開2002-134581 (P2002-134581A)		神奈川県綾瀬市早川2647
(43) 公開日	平成14年5月10日(2002.5.10)	(73) 特許権者	302006854
審査請求日	平成16年12月16日(2004.12.16)		株式会社SUMCO
前置審査			東京都港区芝浦一丁目2番1号
		(74) 代理人	100108730
			弁理士 天野 正景
		(74) 代理人	100092299
			弁理士 貞重 和生
		(72) 発明者	柳澤 道彦
			神奈川県綾瀬市早川2647 スピードファム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノトポグラフィ評価用基準ウェーハとその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Y方向のエッチングによって形成される形状がX方向に一定間隔で繰り返される局部エッチングの相対走査により、表面に空間波長が0.5mm以上且つ20mm以下であり、波高が1nm以上200nm以下の微小凹凸が形成されていること
を特徴とするナノトポグラフィ評価用基準ウェーハ。

【請求項2】

少なくとも両面研磨工程を経たシリコンウェーハを、X-Yステージを用い、X、Yのいずれか一方の方向は一定の幅のステップ移動をさせ、他方の方向は直線移動をさせることにより局部エッチングの領域を移動させるとともに、このとき、

上記X-Yステージのステップ幅を変化させることにより微小凹凸の空間波長を依存させ、

上記直線移動の速度を変化させることにより、上記微小凹凸の波高を依存させることによって、

上記シリコンウェーハ上に、空間波長が0.5mm以上且つ20mm以下であり、波高が1nm以上200nm以下であるところのナノトポグラフィ評価のための微小凹凸を局部エッチングの相対走査により形成すること

を特徴とするナノトポグラフィ評価用基準ウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコンウェーハ製造時に起こるシリコンウェーハ表面の微小凹凸（ナノトポグラフィ、Nanotopography）を測定するための基準とするためのウェーハであって、表面に一定の空間波長と高さ（波高）を持つ微小凹凸を有するナノトポグラフィ評価用基準ウェーハに関し、更には、その製造方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

シリコンウェーハの平坦化加工中に生じる数百nm以下の微小凹凸（ナノトポグラフィ、Nanotopography）がデバイスプロセスのCMP工程等において問題にされる。そのため、ウェーハ製造過程において、シリコンウェーハ表面の微小凹凸の測定が行われている。 10

【0003】

シリコンウェーハの加工後に残る微小凹凸（ナノトポグラフィ）を測定する装置として魔鏡（ハロゲンランプの平行光をシリコンウェーハに照射し、そのときの反射光の明暗を測定する測定装置）もしくはSQM（ADE社、アルゴンイオンレーザーをワークに対し斜入射し正反射光をディテクターにより検出する。この時、正反射位置とのズレよりワーク表面の傾きを求め、微小凹凸の高さを測定する測定装置）などが使用されている。

【0004】

これらの測定装置による測定では、平坦化加工が施された任意のシリコンウェーハを目標管理ウェーハとして用い、日間、バッチ間、及び、特定の装置間のバラツキが管理されているにすぎない。 20

【0005】

ところが、このような管理では、たまたま選ばれた一つのシリコンウェーハを基準にして、上述の日間、バッチ間、装置間の相対的なバラツキが管理されるだけであるため、測定値の絶対値に対して高い信頼性は得られていない。このため、基準となる定まった微小凹凸を有するシリコンウェーハを供給し、これにより測定値の絶対値を較正することが必要となってきた。ある段差を有する標準ウェーハは存在しているものの、該ウェーハは表面に一定の空間波長と高さ（波高）を持たない為、これでは周期性、傾きについての較正をすることができない。

【0006】

ところで、シリコンウェーハの平坦化において近年では、プラズマ中に発生する活性種によってシリコンウェーハを局部的にエッチングする局部エッチング装置が使用されるようになってきた。図1は一般的な局部エッチング装置200を示す断面図である。 30

【0007】

この局部エッチング装置200は、SF₆（六フッ化硫黄）ガス等をプラズマ発生器100で放電させて、F活性種等を生成し、このF活性種ガスGをノズル部101からチャック120上のシリコンウェーハWの表面Waに噴射することで、表面Waの部分のうち基準厚さ値よりも厚い部分（以下、「相対厚部」という。）を局部的にエッチングするものである。

【0008】

具体的には、厚い相対厚部に対して、チャック120を移動速度、即ちノズル部101の相対速度を遅くして、F活性種ガスGの噴射時間を長くし、低い相対厚部に対しては、ノズル部101の相対速度を速くして、F活性種ガスGの噴射時間を短くすることにより、シリコンウェーハWの表面Wa全体を平坦化するものである。 40

【0009】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明は上述した問題に鑑み、表面の微小凹凸を測定する時の基準となるシリコンウェーハであって、表面に局部エッチングの相対走査によって形成された予め定められた一定の空間波長と高さを持つ微小凹凸を有するナノトポグラフィ評価用基準ウェーハを提供するとともに、この評価用基準ウェーハを製造する製造方法を提供することを課題とするものである。また、この評価用基準ウェーハを測定器の較正に使用することにより、どの測 50

定器においても測定結果の評価が等価になるようにし、更にこれによる管理を可能とすることを課題とするものである。また、更に、現在では、較正手段を持たないシリコンウェーハ表面の微小凹凸測定装置に対し一定の規格に基づいた評価用基準ウェーハを提供することを課題とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明では、局所的なエッチングを一定速度、一定幅毎に移動させることによりエッチング形状が重ね合わされ、ウェーハ表面には微小なエッチング痕が一定の周期と一定の高さで形成される。また、その際、エッチング痕はその周期が直線走査の間隔と一致し、高さが速度に依存して形成される。なお、この明細書では波高という用語を使用するが、これは周期性のある微小凹凸を水面の波にたとえ、そのような波において、波の底から波の頂きまでの高さの差を意味するものとして使用している。

【0011】

【0012】

更に具体的に示すと上記課題は、以下の手段により解決される。すなわち、

第1番目の発明の解決手段は、Y方向のエッチングによって形成される形状がX方向に一定間隔で繰り返される局部エッチングの相対走査により、空間波長が0.5mm以上且つ20mm以下であり、波高が1nm以上200nm以下の微小凹凸が形成されていることを特徴とするナノトポグラフィ評価用基準ウェーハである。

【0013】

【0014】

【0015】

第2番目の発明の解決手段は、少なくとも両面研磨工程を経たシリコンウェーハを、X-Yステージを用い、X、Yのいずれか一方の方向は一定の幅のステップ移動をさせ、他方の方向は直線移動をさせることにより局部エッチングの領域を移動させるとともに、このとき、上記X-Yステージのステップ幅を変化させることにより微小凹凸の空間波長を依存させ、上記直線移動の速度を変化させることにより、上記微小凹凸の波高を依存させることによって、上記シリコンウェーハ上に、空間波長が0.5mm以上且つ20mm以下であり、波高が1nm以上200nm以下であるところのナノトポグラフィ評価のための微小凹凸を局部エッチングの相対走査により形成することを特徴とするナノトポグラフィ評価用基準ウェーハの製造方法である。

【0016】

【0017】

【0018】

【0019】

これらの発明では、プラズマ発生過程において放電管内の所定のガスがノズル部から噴射されるとともに、放電管のノズル部がウェーハの表面に沿って一定速度で移動させられる。これにより、シリコンウェーハの表面にはノズル部から噴射する活性種ガスによつて局所的なエッチングが施されることにより、シリコンウェーハに一定の周期と波高を持つ微小凹凸が加工、形成される。

【0020】

局所的なエッチングを一定速度、一定幅毎に移動させることによりウェーハ表面に微小なエッチング痕、つまり、微小凹凸、が一定の周期と波高で形成される。このとき、微小凹凸の周期は直線走査の間隔と一致し、波高は速度に依存する。微小凹凸を空間波長(周期)が0.5mm以上且つ20mm以下であり、波高が1nm以上200nm以下のナノトポグラフィ評価用基準ウェーハを製造し、これをウェーハ表面測定用の光学的測定装置にかけ、較正、及び測定値の確認を行う。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

図 2 は、この発明の一実施形態に係わるナノトポグラフィ評価用基準ウエーハを製造するための製造装置、すなわち、局部エッチング装置を示す概略構成図である。これによりウエーハ表面には、局部エッチングにより微小凹凸が形成される。

【 0 0 2 3 】

この局部エッチング装置は、プラズマ発生器 1、ガス供給装置 3、X - Y 駆動機構 5 を具備している。プラズマ発生器 1 はアルミナ放電管のガスをプラズマ放電させて中性ラジカルを含んだ活性種ガス G を生成するための機器であり、マイクロ波発振器 1 0 と導波管 1 1 とよりなる。マイクロ波発振器 1 0 は、マグネトロンであり、所定周波数のマイクロ波 M を発振することができる。

10

【 0 0 2 4 】

導波管 1 1 は、マイクロ波発振器 1 0 から発振されたマイクロ波 M を伝搬するためのもので、アルミナ放電管 2 に外挿されている。

【 0 0 2 5 】

このような導波管 1 1 の左側端内部には、マイクロ波 M を反射して定在波を形成する反射板（ショートプランジャ）1 2 が取り付けられている。また、導波管 1 1 の中途には、マイクロ波 M の位相合わせを行うスタブチューナ 1 3 と、マイクロ波発振器 1 0 に向かう反射マイクロ波 M を 9 0 ° 方向に（図 2 の表面方向）に曲げるアイソレータ 1 4 とが取り付けられている。

【 0 0 2 6 】

アルミナ放電管 2 は、下端部にノズル部 2 0 を有した円筒体であり、上端部には、ガス供給装置 3 の供給パイプ 3 0 が連結されている。

20

【 0 0 2 7 】

ガス供給装置 3 は、アルミナ放電管 2 内にガスを供給するための装置であり、S F 6（六フッ化硫黄）ガスのポンベ 3 1 を有し、ポンベ 3 1 がバルブ 3 2 と流量制御器 3 3 を介して供給パイプ 3 0 に連結されている。

【 0 0 2 8 】

プラズマ発生器 1 がかかる構成を採ることにより、ガス供給装置 3 からアルミナ放電管 2 にガスを供給すると共に、マイクロ波発振器 1 0 からマイクロ波 M を発振すると、アルミナ放電管 2 内においてプラズマ放電が行われ、プラズマ放電で生成された活性種ガス G がノズル部 2 0 から噴射される。

30

【 0 0 2 9 】

シリコンウエーハ W は、チャンバー 4 内のチャック 4 0 上に配置されると、チャック 4 0 の静電気力で吸着されるようになっている。チャンバー 4 には、真空ポンプ 4 1 がとりつけられており、この真空ポンプ 4 1 によってチャンバー 4 内を真空にすることができる。また、チャンバー 4 の上面中央部には、孔 4 2 が穿設され、この孔 4 2 を介してアルミナ放電管 2 のノズル部 2 0 がチャンバー 4 内に外挿されている。また、孔 4 2 とアルミナ放電管 2 との間には O - リング 4 3 が装着され、孔 4 2 とアルミナ放電管 2 との間が気密に保持されている。そして、このような孔 4 2 に挿入されたノズル部 2 0 の周囲にはダクト 4 4 が設けられ真空ポンプ 4 5 の駆動によって、エッチング時の反応生成ガスをチャン

40

【 0 0 3 0 】

X - Y 駆動機構 5 は、このようなチャンバー 4 内に配されており、チャック 4 0 の下方から支持している。

【 0 0 3 1 】

この X - Y 駆動機構 5 は、その X 駆動モータ 5 0 によってチャック 4 0 を図 2 の左右方向に移動させ、その Y 駆動モータ 5 1 によってチャック 4 0 と X 駆動モータ 5 0 とを一体に図 2 の紙面表裏方向に移動させる。すなわち、この X - Y 駆動機構 5 によってノズル部 2 0 をシリコンウエーハ W に対して相対的に X - Y 方向に移動させることができる。

【 0 0 3 2 】

50

次に、上記局部エッチング装置を用いてこの実施形態のウェーハ表面微小凹凸を形成する方法について説明する。ガス供給装置3のバルブ32を開き、ポンペ31内のSF6ガスを供給パイプ30に流出して、アルミナ放電管2に供給する。この時、バルブ32の開度を調整して、SF6ガスの流量を300SCCM (Standard Cubic CentiMeter) に調整する。

【0033】

上記SF6ガスの供給作業と平行して、マイクロ波発振器10を駆動する。すると、SF6ガスがマイクロ波Mによってプラズマ放電されて、中性ラジカルであるF (フッ素) ラジカル (中性活性種) を含んだ活性種ガスGが生成される。これにより活性種ガスGがアルミナ放電管2のノズル部20に案内されて、ノズル部20の開口20aからシリコンウェーハW側に向けて噴射される。

10

【0034】

この状態で局部エッチング過程を実行する。制御コンピュータ49によりX-Y駆動機構5を駆動し、シリコンウェーハWを吸着したチャック40をX-Y方向にジグザグ状に移動する。図3は、ノズル部20の走査の様子をシリコンウェーハWの上面から見た軌跡によって説明するための説明図である。この図3に示すように、ノズル部20はシリコンウェーハWに対して相対的にジグザグ状 (矩形波状) に移動させられる。

【0035】

このとき、ノズル部20の速度は、Y方向に一定速度の移動を反対方向に繰り返し、この繰り返しの逆転時に合わせてX方向には一定間隔Sでステップ移動させられる。これによりシリコンウェーハWの表面ではX方向の間隔S毎にY方向の一定走査速度に応じたエッチングが行われる。なお、上記局部エッチングでは、SF6ガスが使用される例を示しているが、NF3、又は、CF4ガスを使用することができる。

20

【0036】

図4は、Y方向から見たエッチングの様子を示す図である。この図において、左右方向はX軸方向、上下はZ方向を示しており、(a)はY方向のエッチングによって形成される形状がX方向に等間隔で重ね合わされたときにシリコンウェーハ上に形成される形状、(b)はこの形状の一部拡大図である。

【0037】

ノズル部20がY方向にシリコンウェーハWの表面を一定速度で走査すると、一度の走査により、(a)の太い曲線eで示される形状が形成される。この形状がX方向に一定間隔Sで繰り返されるので、最終的にこれが重ね合わされた形状がシリコンウェーハW上に形成される。拡大図(b)に示されるように、重ね合わされた形状は微小な波を打っており、そのピッチはX方向の送り間隔Sと等しい。つまり、エッチングの重なる領域が連続してエッチング後のシリコンウェーハWの表面において微小の凹凸が発生する。

30

【0038】

この時微小凹凸の周期が20mm以下で、波高 (波頂から波底までの高さの差) が1nm以上200nm以下の範囲とする場合、単一エッチング走査のエッチング最大除量から計算してY方向の速度を決定する。

【0039】

なお、この発明は上記実施形態に限定されるものでなく、発明の要旨の範囲内において種々の変形や変更が可能である。例えば上記実施形態ではダウンストリームプラズマを使用した、RIEを用いることもできる。この場合もプラズマの生成法に違いはあるがX-Y駆動を利用し、エッチング形状を計算された間隔毎に加工を行うことにより一定の波高、周期をもつシリコンウェーハの製造が可能となる。

40

【0040】

上記実施形態により製造された一定周期と設定値波高を有するシリコンウェーハを、測定器の測定値を確認するため、あるいは測定器を較正するためのウェーハとして使用するとき、その測定器は安定した信頼のできるデータを得ることが可能となる。以下に実施例を示す。

50

【 0 0 4 1 】

【 実施例 】

実施例 1

ダウストリームプラズマを使用した局部エッチング装置において S F 6 ガス、ガス流量 3 0 0 S C C M、マイクロ波進行波、出力 3 0 0 W によりピッチ幅を 2 m m、4 m m、5 m m に設定し、Y 方向の速度を一定 (8 0 m m / s e c、4 0 m m / s e c、8 0 m m / s e c) にして、シリコンウェーハのエッチング加工を行った。加工前後にシリコンウェーハ平坦度測定装置により加工量を測定した。また加工後、触針式段差測定装置により加工後のシリコンウェーハ上の凹凸の高さ (波高) について評価した。図 5 は、これにより得られた加工結果を示す表である。

10

【 0 0 4 2 】

実施例 2

従来の方法として基準ウェーハにより較正していないナノトポグラフィ評価装置と本発明により得られた基準ウェーハにより較正されたナノトポグラフィ評価装置によりそれぞれ製品ウェーハの微小凹凸を評価した。その結果を図 6 に示す。本発明による基準ウェーハにより較正されたナノトポグラフィ評価装置の凹凸 a の高さ (波高) h_a は、触針式段差測定装置による基準値 (絶対値) b とほぼ同じ波高 h_b であるのに対し、一方、従来の方法で得られている凹凸 c の高さ (波高) h_c では凹凸の高さ (波高) に誤差が生じていることがわかる。

【 0 0 4 3 】

【 発明の効果 】

これまでのシリコンウェーハ上に残る微小凹凸ナノトポロジ、を制御することは不可能であった。しかし、局部エッチング法を用いた本発明の方法では、X - Y ステージのピッチ幅と走査速度により加工後のシリコンウェーハ上に残る微小凹凸を制御することが可能となるという効果を奏する。また、このため、現在のところ較正手段を持たないシリコンウェーハ表面の微小凹凸測定装置に対し標準サンプルとして一定の規格のあるウェーハを供給することが可能となり、絶対値の信頼性が向上するという効果を奏する。

20

【 0 0 4 4 】

本発明によって、表面の微小凹凸を測定する時の基準となるシリコンウェーハであって、表面に予め定められた一定の空間波長と波高を持つ微小凹凸を有するナノトポグラフィ評価用基準ウェーハを提供することができるという効果を奏する。また、この評価用基準ウェーハを測定器の較正に使用することにより、どの測定器においても測定結果の評価を等価とすることを可能にし、更にこれによる管理を可能とする効果を奏する。また、更に、現状では較正手段を持たないシリコンウェーハ表面の微小凹凸測定装置に対し一定の規格のあるウェーハを供給することができるという効果を奏する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 一般的な局部エッチング装置 2 0 0 の断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係わるナノトポグラフィ評価用基準ウェーハを製造するための製造装置、すなわち、局部エッチング装置を示す概略構成図である。

【 図 3 】 ノズル部 2 0 の走査の様子をシリコンウェーハ W の上面から見た軌跡によって説明するための説明図である。

40

【 図 4 】 Y 方向から見たエッチングの様子を示す図である。

【 図 5 】 実施例の加工結果を示す表である。

【 図 6 】 従来と本発明にかかる製品ウェーハの微小凹凸を評価した結果を示す図である。

【 符号の説明 】

- 1、1 0 0 プラズマ発生器
- 2 アルミナ放電管
- 3 ガス供給装置
- 4 チャンバー

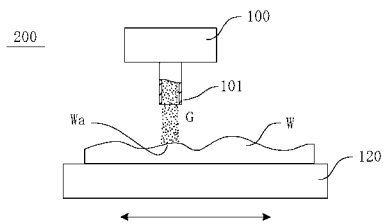
50

- 5 X - Y 駆動機構
- 10 マイクロ波発振器
- 11 導波管
- 13 スタブチューナ
- 14 アイソレータ
- 20、101 ノズル部
- 20a 開口
- 30 供給パイプ
- 31 ポンペ
- 32 バルブ
- 33 流量制御器
- 40、120 チャック
- 41、45 真空ポンプ
- 42 孔
- 43 O - リング
- 44 ダクト
- 49 制御コンピュータ
- 50 X 駆動モータ
- 51 Y 駆動モータ
- G 活性種ガス
- M マイクロ波
- W シリコンウェーハ
- Wa 表面

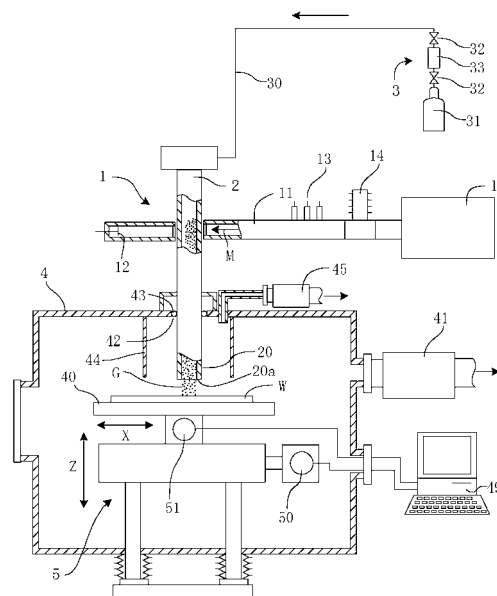
10

20

【 図 1 】

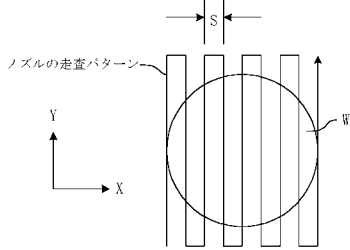


【 図 2 】



- | | |
|--------------|-------------|
| 1 プラズマ発振器 | 30 供給パイプ |
| 2 アルミナ放電管 | 31 ポンペ |
| 3 ガス供給装置 | 32 バルブ |
| 4 チャンバー | 33 流量制御器 |
| 5 X - Y 駆動機構 | 40 チャック |
| G 活性種ガス | 41、45 真空ポンプ |
| M マイクロ波 | 42 孔 |
| W シリコンウェーハ | 43 O - リング |
| 10 マイクロ波発振器 | 44 ダクト |
| 11 導波管 | 49 制御コンピュータ |
| 13 スタブチューナ | 50 X 駆動モータ |
| 14 アイソレータ | 51 Y 駆動モータ |
| 20 ノズル部 | |
| 20a 開口 | |

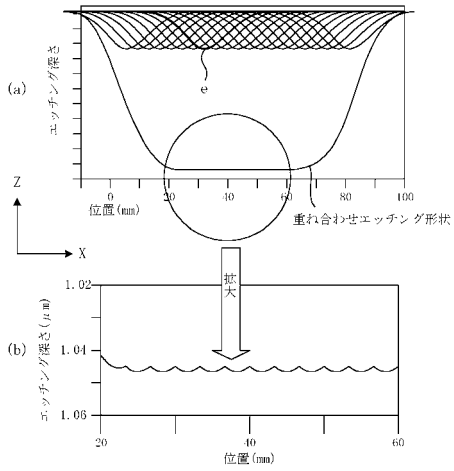
【 図 3 】



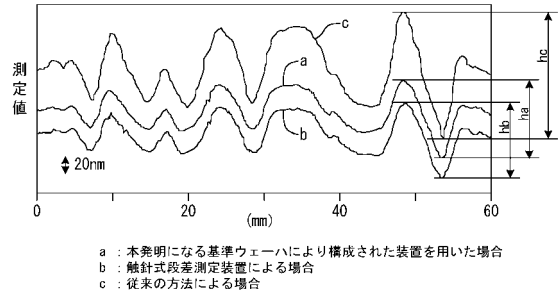
【 図 5 】

加工ヒッチ幅	加工後の凹凸周期	加工後の凹凸高さ (波高)	Y方向の速度
2 mm	2 mm	100nm	80mm/sec
4 mm	4 mm	100nm	40mm/sec
5 mm	5 mm	60nm	80mm/sec

【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 奥谷 忠義

神奈川県綾瀬市早川2647 スピードファム株式会社内

(72)発明者 大川 真司

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地 住友金属工業株式会社シチックス事業本部内

審査官 田代 吉成

(56)参考文献 特開平10-325807(JP,A)

特開平09-246250(JP,A)

特表2000-510290(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66

G12B 5/00

H01L 21/304