

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4371442号
(P4371442)

(45) 発行日 平成21年11月25日 (2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日 (2009.9.11)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/50 (2006.01)	C 2 3 C 16/50
H O 1 L 21/31 (2006.01)	H O 1 L 21/31 C
H O 5 H 1/46 (2006.01)	H O 5 H 1/46 A

請求項の数 21 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-288820	(73) 特許権者	390040660
(22) 出願日	平成9年10月21日 (1997.10.21)		アプライド マテリアルズ インコーポレ
(65) 公開番号	特開平10-144614		イテッド
(43) 公開日	平成10年5月29日 (1998.5.29)		APPLIED MATERIALS, I
審査請求日	平成16年10月21日 (2004.10.21)		NCORPORATED
(31) 優先権主張番号	08/735386		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(32) 優先日	平成8年10月21日 (1996.10.21)		054 サンタ クララ パウアーズ ア
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ベニュー 3050
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100107456
			弁理士 池田 成人
		(74) 代理人	100089978
			弁理士 塩田 辰也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反応チャンバにガスを供給する為の面板、および、反応チャンバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応チャンバにガスを供給する為の面板であって、
シャワーヘッドと、
可撓性の壁と、
を備え、

前記シャワーヘッドは、該シャワーヘッドの上面から該シャワーヘッドの下面まで延びる複数のガス流通孔を有し、ガスが該シャワーヘッドの上方から該ガス流通孔を通して該シャワーヘッドの下方の領域に流れることができるように構成されており、

前記可撓性の壁の下部は、前記シャワーヘッドに接続されており、前記可撓性の壁の上部は、前記可撓性の壁の該下部の上方に延びている、
面板。

【請求項 2】

反応チャンバ内において基板が配置される位置に向けてガスを供給する為に該位置の上方に設置されるべき面板であって、

複数のガス流通孔を有するシャワーヘッドと、
可撓性の壁と、
を備え、

前記可撓性の壁の下部は、前記シャワーヘッドに接続されており、当該面板が前記反応チャンバに取り付けられると前記可撓性の壁が前記下部から上方に延びて前記位置から遠

10

20

ざかるように構成されている面板。

【請求項 3】

前記面板内の溝であって、前記可撓性の壁と前記シャワーヘッドの周縁とに隣接し、これらの間に位置する溝を更に備える、請求項 1 または 2 に記載の面板。

【請求項 4】

前記面板内の溝であって、前記可撓性の壁の径方向内側の面に連続している溝を更に備える、請求項 1 または 2 に記載の面板。

【請求項 5】

前記可撓性の壁は、1 から 4 mm の範囲の厚みを有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の面板。

10

【請求項 6】

前記可撓性の壁は、前記シャワーヘッドの径方向に撓み、湾曲することができる、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の面板。

【請求項 7】

前記可撓性の壁は、前記シャワーヘッドの熱的歪みを許容するように撓み、湾曲することができる、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の面板。

【請求項 8】

前記可撓性の壁は、前記シャワーヘッドの熱膨張を許容するように撓み、湾曲する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の面板。

【請求項 9】

20

前記面板は、金属の単体である、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の面板。

【請求項 10】

反応チャンバであって、
反応チャンバボディと、
複数のガス流通孔を有するシャワーヘッドと、
前記反応チャンバボディに接続された上部および前記シャワーヘッドに接続された下部を有する可撓性の壁と、
を備える反応チャンバ。

【請求項 11】

30

反応チャンバであって、
反応チャンバボディと、
複数のガス流通孔を有するシャワーヘッドと、
前記反応チャンバボディに接続された上部および前記シャワーヘッドに接続された下部を有し、前記反応チャンバボディ内で前記シャワーヘッドを支持する可撓性の壁と、
を備える、反応チャンバ。

【請求項 12】

反応チャンバであって、
反応チャンバボディと、
シャワーヘッド及び可撓性の壁を含む面板と、
を備え、
前記シャワーヘッドは、上面、下面、側面を備え、
前記シャワーヘッドは、前記上面及び前記下面間に延びる複数のガス流通孔を有し、
前記面板の前記壁は、前記反応チャンバボディに接続された上部および前記シャワーヘッドに接続された下部を有し、
前記面板は、溝を含み、該溝は、前記面板の前記壁と前記シャワーヘッドの前記側面とに隣接し、これらの間に位置している、反応チャンバ。

40

【請求項 13】

反応チャンバであって、
反応チャンバボディと、
シャワーヘッド及び可撓性の壁を含む面板と、

50

を備え、

前記シャワーヘッドは、複数のガス流通孔を有し、

前記面板の前記壁は、前記反応チャンバボディに接続された上部および前記シャワーヘッドに接続された下部を有し、

前記面板は、溝を含み、該溝は、前記面板の前記壁の径方向内側の面に連続している、反応チャンバ。

【請求項 1 4】

前記面板は、前記反応チャンバボディと前記面板の前記壁との間に連結されたフランジを更に備える、請求項 1 2 又は 1 3 に記載の反応チャンバ。

【請求項 1 5】

前記壁は、1 から 4 mm の範囲の厚みを有する、請求項 1 0 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の反応チャンバ。

【請求項 1 6】

前記壁は、前記シャワーヘッドの径方向に撓み、湾曲することができる、請求項 1 0 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の反応チャンバ。

【請求項 1 7】

前記壁は、前記シャワーヘッドの熱的歪みを許容するように撓み、湾曲することができる、請求項 1 0 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の反応チャンバ。

【請求項 1 8】

前記壁は、前記シャワーヘッドの熱膨張を許容するように撓み、湾曲することができる、請求項 1 0 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の反応チャンバ。

【請求項 1 9】

前記面板は、金属の単体である、請求項 1 0 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の反応チャンバ。

【請求項 2 0】

反応チャンバであって、

反応チャンバボディと、

シャワーヘッド及び可撓性の壁を含む面板と、

を備え、

前記シャワーヘッドは、複数のガス流通孔を有し、

前記面板の前記壁は、前記反応チャンバボディに接続された上部および前記シャワーヘッドに接続された下部を有し、

前記面板は、溝を含み、該溝は、前記面板の前記壁の径方向外側の面に隣接しており、

前記溝は、前記面板の下方を向いた面から前記面板内に向かって上方に延びている、反応チャンバ。

【請求項 2 1】

前記面板は、前記面板の前記壁の径方向内側の面に隣接する第 2 の溝を更に備えており、この第 2 の溝が、前記面板の上方を向いた面から前記面板内に向かって下方に延びている、請求項 2 0 に記載の反応チャンバ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的には、半導体集積回路のような基板のプラズマ処理のための装置に関する。より詳細には、本発明は、プラズマリアクタ、特に化学的気相堆積用のプラズマリアクタにおけるガス流に必要とされる構成要素に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

化学的気相堆積 (C V D) は、基板上に形成される半導体集積回路やその他の積層構造の製造のための周知プロセスである。C V D においては、半導体ウェハ又は他の基板が真空チャンバの内部において減圧下で前駆ガスにさらされる。この前駆ガスはウェハの表面で

10

20

30

40

50

反応し、そのウェハ上に或る成分を堆積する。例えば、シリコン（ケイ素）を堆積するのに、シラン（ SiH_4 ）が前駆ガスとして用いられることが多く、また、二酸化ケイ素についてはTEOS（tetraethylorthosilicate）がしばしば用いられている。ウェハが十分に高い温度に加熱された場合、反応は熱活性化される。しかし、多くの場合、熱活性化を効率よく行うために必要な温度は、極めて高温であると考えられる。別の方法、いわゆるプラズマ促進式CVD、すなわちPECVDにおいては、前駆ガスをプラズマに励起するために電気的手段が用いられている。プラズマは、前駆ガス及びその成分のイオン及び／又はラジカルを生成する。これらは極めて容易に反応する。従って、ウェハの温度を非常に低温に保持することができる。

【0003】

PECVD反応チャンバの一例が、Zha o等により、米国特許第5,558,717号明細書に開示されている。なお、この米国特許明細書の内容は本明細書で援用する。このタイプのCVDリアクタは、カリフォルニア州サンタクララのアプライドマテリアルズインコーポレイテッドから、DxZチャンバの商品名で入手することができる。図1の断面図は前記米国特許のCVDチャンバを示している。ウェハ（図示せず）は処理中にペDESTAL 10上で支持される。また、このペDESTAL 10は、下部チャンバボディ14のスリットバルブ開口部12及び下部チャンバボディ14の内側のセラミックリング16を通してウェハを真空チャンバ内に搬入するために又は真空チャンバから搬出するために、下降され得る。

【0004】

堆積中、前駆ガス18は、ウェハの上方にある中央供給分配システムを通り、アルミニウムのような導電性金属から成る面板22における多数（数千）の噴射孔20を通して流れる。このガス分配システムは、1996年10月18日に出願された米国特許出願第08/734,015号（発明の名称：円錐形ドームを有する誘導結合型平行プレートプラズマリアクタ）に、Schneider等により開示されている。噴射孔20を有する面板22の前面部分は、シャワーヘッド24と呼ばれている。図示するように、処理中、シャワーヘッド24はウェハに対向し近接して配置され、その孔開き領域はウェハの領域と実質的に同一面積で広がっている。処理ガスはシャワーヘッドの孔20を通してウェハ上に流れ、その後、ほぼ径方向外方に流れて環状のポンピングチャネル26（これは、処理中、ペDESTAL 10の上縁部を実質的に囲む）に至る。使用済みガスはポンピングチャネル26の絞り28を経て排気マニホールド29に排気される。バルブ30は、図示しない真空ポンピングシステムによりポンプ吸引される排気口32に排気ガスを導く。

【0005】

面板22と、それに関連される部品とは、リッド（蓋）フレーム34において保持されている。このリッドフレーム34はOリング36により下部チャンバボディ14にシールされている。リッドフレーム34は水平方向のヒンジ（図示せず）を中心として枢動し、下部チャンバボディ14から上昇でき、技術者がチャンバの内部を保守することができるようになっている。図示するように、ポンピングチャネル26は、リッドフレーム34と、下部チャンバボディ14と、チャンバボディ14上に第1のセラミック製リング16を介して支持された第2のセラミック製リング38との間に形成されているが、このポンピングチャネル26は主にリッド（蓋）内に延びている。

【0006】

図示のリアクタは、プラズマリアクタとして用いられるとしたものである。ペDESTAL 10は通常接地されており、面板22に機械的に且つ電氣的に固定されたカバー40は、RF（高周波）電源42に接続されている。従って、処理空間44は、シャワーヘッド24とペDESTAL 10とからそれぞれ成るRF駆動電極により囲まれている。十分なRF電力が加えられると、シャワーヘッド24とペDESTAL 10との間の処理空間44内の処理ガスはプラズマに励起され、ウェハの表面上のCVD反応を活性化する。これにより、反応は比較的低温で行われ、形成される集積回路の熱合計（thermal budget）にもほとんど影響を与えない。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

下部チャンバボディ 1 4 は、通常、アルミニウムのような金属から作られ、安全上の理由から、接地されている。環状の絶縁体（アイソレータ）4 6 が、R F 駆動の面板 2 4 をリッドフレーム 3 4 及び下部チャンバボディ 1 4 から電氣的に絶縁されているが、下部チャンバボディ 1 4 には電氣的に接続されている。絶縁体 4 6 は、アルミナのようなセラミック材料又はテフロンのような強固なプラスチックから作られ、これらの材料は共に高い電気絶縁性を与える。

【 0 0 0 8 】

図 1 のチャンバは、2 0 0 m m（8 インチ）ウェハ用に設計されたものである。3 0 0 m m（1 2 インチ）ウェハのためにチャンバを拡大することは、別の問題を引き起こすと共に、基本的設計を改良するための機会を与える。

10

【 0 0 0 9 】

図 1 のリアクタにおいて、面板 2 2 とそのシャワーヘッド 2 4 の温度は、厳密に制御されていない。ペDESTAL 1 0 は抵抗コイルにより積極的に加熱されるが、面板 2 2 は積極的に加熱されたり冷却されたりはしない。シャワーヘッド 2 4 は、プラズマからの衝突による加熱及びペDESTAL の放射加熱のために、約 2 0 0 °C であると見積もられている。温度はペDESTAL 1 0 とシャワーヘッド 2 4 との間で平衡する傾向があるが、シャワーヘッドの熱のいくらかは、面板 2 2 の外側部分と上部部分を通してリッドフレーム 3 4 に、そして最終的には下部チャンバボディ 1 4 及び他の周辺部に取り付けられた部品に放散される。

20

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

このような温度は過度に高くはないが、それでもなお、面板 2 2、リッドフレーム 3 4、チャンバボディ 1 4 その他の部品をシールする O リングにおいて信頼性及び寿命の問題を引き起こす。従って、面板 2 2 の裏側の温度を減じることが望ましい。

【 0 0 1 1 】

シャワーヘッドの周縁部での熱吸収（heat sink）により、少なくとも 2 つの関連の問題が生ずる。熱生産はシャワーヘッドの全領域にわたりほぼ均一であり、熱は、ほぼ均一な熱伝導を有する経路を経て、より低温の周辺領域へと流れる。その結果として、シャワーヘッド 2 4 の中心部は、周辺部の近傍部分よりも高温となる。温度のこの径方向の不均一性は、堆積率の均一性に影響を与え、また、シャワーヘッド 2 4 に熱応力を発生させる。熱応力によりシャワーヘッド 2 4 は湾曲し、その結果生ずる処理空間のギャップサイズの変動によりプラズマが不均一となり、堆積が不均一となる原因ともなる。この温度の不均一性は、より大きなウェハサイズでは相当に悪化する。

30

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、面板中央領域（通常は多数のガス噴射孔を有し、もってシャワーヘッドを構成する領域）を囲む 2 本の環状の溝を有するプラズマリアクタ用の面板として要約され得るものである。溝は、面板の両サイドから形成され、互いに横方向の面内で互いに離隔（オフセット）されており、また、溝間で薄い壁を形成するのに十分なほど深く形成されている。この壁は、シャワーヘッドをそのサポート及び真空シールから非常に有効に熱的に絶縁するサーマルチョーク（熱的絞リ）として機能するものである。また、壁は、熱膨張を許容するための機械的なベローズとしても機能する。

40

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

本発明は、シャワーヘッドをより低温のシャワーヘッド用サポートから熱的に良好に絶縁するために、また、熱膨張差を許容するために、面板のシャワーヘッド部分についてのサーマルチョーク及び機械的ベローズを提供する。図示のリアクタは、3 0 0 m m ウェハ用に設計されたものであるが、図 1 の 2 0 0 m m チャンバの特徴の多くが組み込まれている。

50

【 0 0 1 4 】

図 2 は、新規な面板 1 0 0 の側部の断面図である図 2 に示すように、シャワーヘッド 1 0 2 は多数の噴射孔 1 0 4 (図には数本のみ示す) を有している。シャワーヘッド 1 0 2 は、処理領域 1 0 8 を横切って配置されたペDESTAL 1 0 6 に面している。ウェハ (図示せず) は、孔 1 0 4 を通して処理領域 1 0 8 内に噴射される処理ガスから C V D 堆積が行われるよう、ペDESTAL 1 0 6 の凹部 1 1 0 内に支持される。また、ウェハを適正な堆積温度に加熱するために、電気ヒータ (図示せず) がペDESTAL 1 0 6 内に保持されている。

【 0 0 1 5 】

シャワーヘッド 1 0 2 を含む面板 1 0 0 は、シャワーヘッド 1 0 2 の後方で、径方向外方に延びる面板フランジ 1 1 6 を介してリッド (蓋) フレーム 1 1 4 上に支持されている。リッドフレーム 1 1 4 と面板フランジ 1 1 6 との間には L 字状の環状絶縁体 1 1 8 が配置されており、電氣的にバイアスされる面板 1 0 0 を接地されたリッドフレーム 1 1 4 から電氣的に絶縁するようになっている。面板フランジ 1 1 6、絶縁体 1 1 8 及びリッドフレーム 1 1 4 を真空シールするために、2 本の O リング溝 1 2 0、1 2 2 内に O リングが嵌合されている。ガス入口マニホールドのためのカバー 1 2 4 が面板フランジ 1 1 6 の上面に支持され、O リング溝 1 2 6 内の O リングにより面板フランジ 1 1 6 に対してシールされている。カバー 1 2 4 は面板に対して機械的に且つ電氣的に接続されており、R F 電源により電氣的にバイアスされる。リッドフレーム 1 1 4 は O リング溝 1 2 8 内の O リングにより下部チャンバボディ 1 1 4 に対してシールされている。前述したように、これらの O リングが受ける温度を減じることが望まれている。

【 0 0 1 6 】

シャワーヘッド 1 0 2 と面板フランジ 1 1 6 との間には円筒形のハンガ壁 1 3 0 が垂直方向に延びており、これは、水平方向に広がるリム 1 3 2 (その厚さはシャワーヘッド 1 0 2 の厚さよりも小さい) によりシャワーヘッド 1 0 2 に連結されている。リム 1 3 2 の水平方向の広がり、図 1 のリアクタの対応部分よりも薄いハンガ壁 1 3 0 により、適応されている。

【 0 0 1 7 】

サーマルチョーク及び伸縮ベローズが、噴射孔 1 0 4 の領域の外側で面板 1 0 0 のリム 1 3 2 に形成された 2 本の深い環状の溝 1 4 0、1 4 2 によって形成されている。溝 1 4 0、1 4 2 は、互いに径方向に離隔ないしはオフセットされており、また、リム 1 3 2 の両面から、リム 1 3 2 の厚さの半分よりも相当に大きな深さで機械加工されたものである。その結果として、薄い環状壁 1 4 6 が溝 1 4 0、1 4 2 の間に形成されている。この構造の機械的な強度は、面板リム 1 3 2 の上面から内側溝 1 4 0 を、そして、下面から外側溝 1 4 2 を機械加工することにより薄い壁 1 4 6 に適当な張力をかけた状態で維持することによって、増強される。本発明の特定の実施形態において、溝 1 4 0、1 4 2 は、それぞれ対応する面から、リム 1 3 2 の厚さの約 3 分の 2 の距離をもって延びており、80 m i l (2 m m) の幅を有している。また、これらの溝 1 4 0、1 4 2 は、薄い壁 1 4 6 が 80 m i l (2 m m) の厚さを有するよう、径方向にオフセットされている。溝及び壁の幅についての寸法は、40 ~ 160 m i l (1 ~ 4 m m) の範囲内であることが好適である。

【 0 0 1 8 】

この構造は、少なくとも 2 つの有益な機能、すなわちサーマルチョーク及び伸縮ベローズとしての機能を果たす。シャワーヘッド 1 0 2 からハンガ壁 1 3 0 及び面板フランジ 1 1 6 までの熱の経路は、薄い壁 1 4 6 を通っている。この壁 1 4 6 は、機械的な支持に必要とされる面板 1 0 0 の他の部分の厚さよりも相当に薄い。薄い壁 1 4 6 における熱的経路のこの薄さないしは短さは、当該壁 1 4 6 での熱的抵抗を大きなものとする。この熱的抵抗は、シャワーヘッド 1 0 2 の熱的抵抗やハンガ壁 1 3 0 及び面板フランジ 1 1 6 の熱的抵抗よりも遙かに大きい。その結果、薄い壁 1 4 6 の前後での温度差は、シャワーヘッド 1 0 2 の前後或はハンガ壁 1 3 0 と面板フランジ 1 1 6 との組合せ物の前後での温度差よりも相当に大きなものとなる。従って、シャワーヘッド 1 0 2 は比較的均一な温度分布

となり、堆積は均一なものとなる。また、これに対応して、ハンガ壁 130 及び面板フランジ 116 (非常に低い温度まで熱吸収されている) の前後にわたる温度降下が小さいことは、溝 120, 122, 126, 128 内における Oリングはシャワーヘッド 102 の 200 よりも相当に低い温度にさらされることを意味する。

【0019】

シャワーヘッド 102 におけるより均一な温度分布は、シャワーヘッド 102 が受ける熱応力差が小さく、従って湾曲が小さいということを意味する。この湾曲は、ウェハ全面にわたる堆積の不均一性の原因となるものである。

【0020】

溝 140, 142 の周りの金属製面板 100 の連続性は、取扱い容易な部材を提供するものであり、処理領域 108 においてプラズマを励起するのに RF 電力を印加するために、面板フランジ 116 からシャワーヘッド 102 への電氣的接触を可能とするものである。

10

【0021】

深い溝 140, 142 と、これらに関連される薄い壁 146 とにより機能されるサーマルチョークを横切る方向での大きな温度差のために、高温のシャワーヘッド 102 は低温のハンガ壁 130 に対して膨張する。しかし、薄い壁 146 は、その長さが厚さよりも非常に大きくされている。従って、壁 146 は面板 100 の径方向においてたわみ或は湾曲し、これによって熱的歪みを許容すると共に、シャワーヘッド 102 の位置への影響を極く最小限とすることができる。すなわち、2本の溝 140, 142 は、垂直方向の支持と真空シールとを可能とすると共に幾らかの水平方向の動きを許容することのできる機械的ベローズとして機能する。熱応力下でのシャワーヘッド 102 の機械的安定性が改善されることにより、プラズマの均一性、ひいては堆積の均一性が改善される。

20

【0022】

例えば、絶縁体 118 の後方において、リッドフレーム 114、下部チャンバ壁 14 及びセラミック製リング 16 によりポンピングチャンネル 150 が画成されている。ポンピングチャンネル 150 の壁面にはチャンネルライナが配置されるのがよく、その正確な形状は堆積プロセス及びガス流にとり最適化され得る。

【0023】

以上、本発明について CVD リアクタに関して説明したが、面板の同様な設計構造はエッチングリアクタ、特にプラズマ式エッチング装置に適用可能である。

30

【0024】

このように、本発明は、熱勾配及び機械的変形を低減することにより、より均一な堆積を可能とするが、かかる改良は、既存の設計の非常に簡単な変更によって得られるものである。

【図面の簡単な説明】

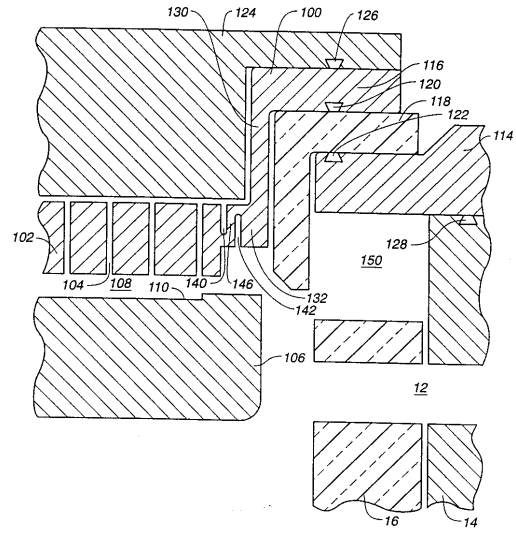
【図1】従来の CVD リアクタの断面図である。

【図2】本発明の一実施形態における CVD リアクタの一部を示す断面図である。

【符号の説明】

100 ... 面板、102 ... シャワーヘッド、104 ... 噴射孔、106 ... ペデスタル、108 ... 処理領域、114 ... リッドフレーム、116 ... 面板フランジ、118 ... 絶縁体、130 ... ハンガ壁、132 ... リム、140, 142 ... 溝、146 ... 薄い壁。

40



フロントページの続き

(74)代理人 100092657

弁理士 寺崎 史朗

(74)代理人 100094318

弁理士 山田 行一

(74)代理人 100094008

弁理士 沖本 一暁

(72)発明者 スクレイパー アレックス

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, ブーリンガー ロード 5 5 3 2

(72)発明者 ゴオ ジュン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, クパティノ, リッジ クリーク ロード 1 1 7 6 4

審査官 大塚 徹

(56)参考文献 特開平 0 5 - 1 2 1 3 3 3 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 5 3 4 8 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/205

C23C 16/50

H01L 21/31

H05H 1/46