

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4388020号  
(P4388020)

(45) 発行日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(24) 登録日 平成21年10月9日(2009.10.9)

(51) Int.Cl. F I  
 H O 1 L 21/3065 (2006.01) H O 1 L 21/302 I O 1 C  
 H O 5 H 1/46 (2006.01) H O 5 H 1/46 L

請求項の数 6 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-11279 (P2006-11279)                  (22) 出願日 平成18年1月19日(2006.1.19)                  (65) 公開番号 特開2006-203210 (P2006-203210A)                  (43) 公開日 平成18年8月3日(2006.8.3)                  審査請求日 平成18年4月6日(2006.4.6)                  (31) 優先権主張番号 10-2005-0005790                  (32) 優先日 平成17年1月21日(2005.1.21)                  (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(73) 特許権者 598123150                  セメス株式会社                  SEMES CO., LTD.                  大韓民国忠清南道天安市西北区稷山邑毛柿里278                  #278, Mosi-ri, Jiksan-eup, Seobuk-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, Republic of Korea                  (74) 代理人 100064908                  弁理士 志賀 正武                  (74) 代理人 100089037                  弁理士 渡邊 隆</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体プラズマ処理装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体プラズマ処理装置において、  
 プロセスガスが供給されて前記プロセスガスを活性化して多量のラジカルとイオンとを生成するリモートプラズマ源と、

前記活性化されたプロセスガスが流入される流入ポートを有するプロセスチャンバと、  
 前記プロセスチャンバ内に位置するウェーハが安着されるサセプタと、

前記プロセスチャンバの最上部に配置され、前記リモートプラズマ源の下に位置し、前記リモートプラズマ源から排出された活性化されたプロセスガスをすぐ前記プロセスチャンバに提供するための通路を提供し、不活性ガスを前記プロセスチャンバ内部に均一に分配させるガス分配プレートと、

前記プロセスチャンバに設けられて前記ガス分配プレートを通して前記プロセスチャンバ内に供給された前記活性化されたプロセスガスと前記不活性ガスに高周波エネルギーを提供する誘導結合プラズマ源と、を含み、

ガス分配プレートは、

前記不活性ガスが供給される少なくとも一つのガス流入ポートと、

前記リモートプラズマ源と連結され、前記ガス分配プレートの中央に位置し、内部に前記通路が形成された連結ポートと、

前記連結ポートが設置された領域を除外した領域に位置し、前記ガス流入ポートを通じて供給された前記不活性ガスを前記プロセスチャンバ内部に均一に排出する噴射孔と、を

10

20

含むことを特徴とする半導体プラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記誘導結合プラズマ源は、  
前記プロセスチャンバの上部外壁を囲むコイルアンテナと、  
前記コイルアンテナに R F 電力を印加するための R F 電源部とを含むことを特徴とする  
請求項 1 に記載の半導体プラズマ処理装置。

【請求項 3】

半導体プラズマ処理装置において、  
ウェーハが安着されるサセプタが内部に設けられるプロセスチャンバと、  
プロセスガスが前記プロセスチャンバに供給される前に前記プロセスガスにプラズマを  
印加する 1 次プラズマ源と、  
前記プロセスチャンバの最上部に配置され、前記 1 次プラズマ源の下に位置し、前記 1  
次プラズマ源から排出されたプロセスガスをすぐ前記プロセスチャンバ内に提供するため  
の通路を提供し、不活性ガスを前記プロセスチャンバ内部に均一に分配させるガス分配プ  
レートと、

前記ガス分配プレートを経て前記プロセスチャンバに提供される前記プロセスガス及び  
前記不活性ガスにプラズマを印加する 2 次プラズマ源を含み、

ガス分配プレートは、

前記不活性ガスが供給される少なくとも一つのガス流入ポートと、

前記 1 次プラズマ源と連結され、前記ガス分配プレートの中央に位置し、内部に前記通  
路が形成された連結ポートと、

前記連結ポートが設置された領域を除外した領域に位置し、前記ガス流入ポートを通じ  
て供給された前記不活性ガスを前記プロセスチャンバ内部に均一に排出する噴射孔を含む  
ことを特徴とする半導体プラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記 1 次プラズマ源は前記プロセスガスを活性化してラジカルを生成するリモートプラ  
ズマ源であることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体プラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記 2 次プラズマ源は、  
前記プロセスチャンバの上部外壁を囲むコイルアンテナと、  
前記コイルアンテナに R F 電力を印加するための R F 電源部とを含むことを特徴とする  
請求項 4 に記載の半導体プラズマ処理装置。

【請求項 6】

半導体プラズマ処理装置方法において、  
活性化されないプロセスガスがリモートプラズマ源に供給される段階と、  
前記リモートプラズマ源内で励起されて生成されたラジカルとイオンがガス分配プレ  
ートの連結ポートを通じてすぐプロセスチャンバ内に供給される段階と、  
活性化されない不活性ガスを前記ガス分配プレートのガス流入ポートを通じて前記ガス  
分配プレート内に供給する段階と、

前記ガス流入ポートを通じて供給された前記不活性ガスが前記ガス分配プレートの噴射  
孔を通じて前記プロセスチャンバ内に均一に供給される段階と、

前記プロセスチャンバ内に供給されるラジカルとイオン、そして前記不活性ガスが誘導  
結合プラズマ源によって活性化される段階と、を含み、

前記噴射孔は、前記連結ポートが設置された領域を除外した領域に形成されることを特  
徴とする半導体プラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はプラズマ処理装置に係り、より詳細には誘導結合プラズマ源の短所であるラジ  
カル側面集中現象を補完してエッチング均一度を向上させることができる半導体プラズマ

10

20

30

40

50

処理装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

最近の半導体素子の高集積化、半導体ウェーハの大口径化、液晶ディスプレイの大面積化などによってエッチング処理や成膜処理を行う処理装置の需要が徐々に増加している。プラズマエッチング装置、プラズマCVD装置、プラズマアッシング装置のようなプラズマ処理装置においても、その状況は同様である。すなわち、生産量(Throughput)を向上させるためにプラズマの高度化、被処理物(半導体ウェーハ、ガラス基板)の大面積化に対する対応及びクリーン化などの実現が重要課題となっている。

【0003】

このようなプラズマ処理装置に使用されるプラズマ源として、高周波容量結合型プラズマ源、マイクロ波ECRプラズマ源、高周波誘導結合型プラズマ源などがある。これら各々はその特徴を生かして様々な処理プロセスごとに区分して使用されている。

【0004】

これらプラズマ源のうちで高周波誘導結合型プラズマ源を具備したプラズマ処理装置は、単純なアンテナと高周波電源という簡単で安価な構成によって数mTorrの低圧下で比較的高密度のプラズマを発生させることができ、被処理物に対して平面的にコイルを配置することによって、面積が大きいプラズマを容易に発生させることができ、処理チャンバ内部が簡単なので、処理中に被処理物上に飛んで来る異物発生を減らすことができるという長所があって最近広く普及されている。

【0005】

しかし、既存の高密度プラズマ源である誘導結合プラズマ源は単一プラズマ源で構成されている。すなわち、高周波(以下RF)電源装置に連結されたRFアンテナがプロセスチャンバの外部に設けられた単一型のものであり、前記RFアンテナに電力を供給すると、プロセスチャンバ内部のガスがRFアンテナに沿って形成された電磁気場の影響を受けてプラズマを形成する。この時、側面から発生した電磁気場が中心部で重畳されて中心部のプラズマのイオン密度が側面より高くなり、ラジカル分布はこれと反対の分布を有するようになる。結局、エッチング反応はラジカルの化学反応とイオンの物理力によって促進され、ラジカル分布がばらつけば、化学反応もばらついてエッチングの均一度を低下させ、ラジカルが十分ではない場合、エッチング率も減少する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここに本発明は上述した従来技術上の問題点を解決するために案出されたものであり、本発明の目的は、ラジカル分布を均一にしてエッチング均一度を向上させることができる半導体プラズマ処理装置及び方法を提供することにある。

【0007】

本発明の他の目的は、プロセスチャンバに供給される直前に非活性のプロセスガスを活性化して生成された多量のラジカルとイオンとをプロセスチャンバに供給してエッチング率を向上させることができる半導体プラズマ処理装置及び方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的を達成するために本発明によるプラズマ処理装置は、プロセスガスが供給されてプロセスガスを活性化して多量のラジカルとイオンとを生成するリモートプラズマ発生部と、前記活性化されたプロセスガスが流入される流入ポートを有するプロセスチャンバと、前記プロセスチャンバ内に位置するウェーハが到着されるサセプタと、前記プロセスチャンバに設けられて前記活性化された工程ガスに高周波エネルギーを提供する誘導結合プラズマ発生部とを含む。

【0009】

前記本発明の一実施形態において、前記誘導結合プラズマ発生部は前記プロセスチャン

10

20

30

40

50

バの上部外壁を囲むコイルアンテナと、前記コイルアンテナに R F 電力を印加するための R F 電源部とを含む。

【 0 0 1 0 】

前記本発明の一実施形態において、前記半導体プラズマ処理処置は前記プロセスチャンバの最上部に配置され、不活性ガスが供給される少なくとも一つのガス流入ポートを有し、前記不活性ガスが前記プロセスチャンバに均一に分配されるようにするガス分配プレートとをさらに含む。

【 0 0 1 1 】

前記本発明の一実施形態において、前記ガス分配プレートは前記リモートプラズマ発生部から提供される前記活性化されたプロセスガスが前記プロセスチャンバにすぐに供給されるようにする通路をさらに含む。

10

【 0 0 1 2 】

上述の目的を達成するために本発明による半導体プラズマ処理装置は、ウェーハが安着されるサセプタが内部に設けられるプロセスチャンバと、工程ガスが前記プロセスチャンバに供給される前に前記プロセスガスにプラズマを印加する 1 次プラズマ発生部と、前記 1 次プラズマ発生部を経て前記プロセスチャンバに提供される前記プロセスガスにプラズマを印加する 2 次プラズマ発生部とを含む。

【 0 0 1 3 】

前記本発明の一実施形態において、前記 1 次プラズマ発生部は前記プロセスガスを活性化してラジカルを生成するリモートプラズマ源である。

20

【 0 0 1 4 】

前記本発明の一実施形態において、前記 2 次プラズマ発生部は前記プロセスチャンバの上部外壁を囲むコイルアンテナと、前記コイルアンテナに R F 電力を印加するための R F 電源部を含む誘導結合プラズマ源である。

【 0 0 1 5 】

前記本発明の一実施形態において、前記半導体プラズマ処理処置は前記プロセスチャンバの最上部に位置し、かつ前記プロセスガスが前記プロセスチャンバに均一に分配されるようにするガス分配プレートをさらに含む。

【 0 0 1 6 】

前記本発明の一実施形態において、前記半導体プラズマ処理処置は前記プロセスチャンバの最上部に配置され、不活性ガスが供給される少なくとも一つのガス流入ポートを有し、前記不活性ガスが前記プロセスチャンバに均一に分配されるようにするガス分配プレートをさらに含む。

30

【 0 0 1 7 】

前記本発明の一実施形態において、前記ガス分配プレートは前記第 1 プラズマ発生部から提供される前記プロセスガスが前記プロセスチャンバにすぐに供給されるようにする通路をさらに含む。

【 0 0 1 8 】

上述の目的を達成するために本発明による半導体プラズマ処理装置方法は、活性化されないプロセスガスがリモートプラズマ源に供給される段階と、前記リモートプラズマ源内で励起されて生成されたラジカルとイオンがプロセスチャンバ内に供給される段階と、活性化されない不活性ガスがプロセスチャンバ内に供給される段階と、前記プロセスチャンバ内に供給されるラジカルとイオン、そして前記不活性ガスが誘導結合プラズマ源によって活性化される段階とを含む。

40

【 0 0 1 9 】

前記本発明の一実施形態において、前記活性化されない不活性ガスはガス分配プレートを通じて前記プロセスチャンバに均一に供給される。

【 0 0 2 0 】

前記本発明の一実施形態において、前記リモートプラズマ源から供給されるラジカルとイオンとは前記不活性ガスとは分離した経路を通じて前記プロセスチャンバ内に供給され

50

る。

【 0 0 2 1 】

本発明によるプラズマ処理装置によると、誘導結合プラズマ源とリモートプラズマ源とを使用してエッチング反応に必要なラジカルを豊富に生成させることによって、エッチング反応が活発になってエッチング効率を向上させることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

誘導結合プラズマ源の短所であるラジカル側面集中現象がリモートプラズマ源から供給されるラジカルによって改善して、ラジカルが多く生成されれば、エッチングが活発になってエッチング率が上昇するようになる。結果的に、エッチング処理性能及び装置稼働率の向上の効果がある。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 3 】

以下では、本発明による半導体プラズマ処理装置を添付の図を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

本発明はここで説明される実施形態に限定されず、他の形態に実現されることができる。ここで紹介される実施形態は開示された内容が徹底して完全になるように、そして当業者に本発明の思想と特徴とを十分に伝達するために提供されるものである。図において、各々の装置は本発明の明確性のために概略的に示したものである。また、各々の装置には本明細書で詳細に説明されない各種の多様な付加装置が具備され得る。明細書の全体にわたって同一の図面符号は同一の構成要素を示す。

20

【 0 0 2 5 】

図 1 は本発明の望ましい実施形態による半導体プラズマ処理装置を示した斜視図であり、図 2 は本発明の望ましい実施形態による半導体プラズマ処理装置の正断面図である。図 3 は本発明の望ましい実施形態による半導体プラズマ処理装置の概略的な構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 乃至図 3 に示したように、本発明の半導体プラズマ処理装置 1 0 0 はリモートプラズマ源と誘導結合プラズマ源によって生成されるラジカルとイオンとを利用して半導体素子製造用基板（以下基板という）の表面をエッチングまたはアッシングするための半導体製造装置である。

30

【 0 0 2 7 】

前記半導体プラズマ処理装置 1 0 0 は、その内部にプラズマ形成空間が具備されたプロセスチャンバ（process chamber）1 1 0 を具備する。前記プロセスチャンバ 1 1 0 の内部の下側には基板 W を支持する静電チャック（electrostatic chuck）1 1 2 が具備されており、この静電チャック 1 1 2 には RF 電源 1 1 4 が連結されてプロセスチャンバ 1 1 0 内に生成されたプラズマから抜けたイオンとラジカルがウェーハ W の表面に十分に高いエネルギーを有して衝突するようにバイアス電圧を提供する。前記プロセスチャンバ 1 1 0 の底には真空ポンプ（図示しない）に連結される真空吸入ポート（vacuum suction port）1 1 6 が形成されており、これを通じてプロセスチャンバ 1 1 0 の内部を真空状態にさせる。

40

【 0 0 2 8 】

前記プロセスチャンバ 1 1 0 の上部にはガス分配プレート（Gas Distribution Plate；GDP）1 2 0 が設けられる。前記ガス分配プレート 1 2 0 は不活性（inert）ガスが供給される二つのガス流入ポート 1 2 2 を有する。二つのガス流入ポート 1 2 2 を通じて流入される不活性ガスは前記ガス分配プレートの噴射孔 1 2 4 等を通じて均一に前記プロセスチャンバ 1 1 0 に供給される。前記ガス分配プレート 1 2 0 は中央にリモートプラズマ源 1 3 0 と連結される連結ポート 1 2 6 を有する。前記リモートプラズマ源 1 3 0 で活性化されたプロセスガスは前記連結ポート 1 2 6 の通路 1 2 6

50

aを通じてプロセスチャンバ110の内部にすぐ供給される。

【0029】

前記リモートプラズマ源130には活性化されないプロセスガス( $Cl_2$ 、 $HBr$ 、 $CF_4$ )が流入される流入ポート132を有する。前記リモートプラズマ内で励起されて生成された $Cl$ ラジカルとイオンは前記ガス分配プレート120の連結ポート126を通じて前記プロセスチャンバ110の中央方向へ流入される。

【0030】

前記プロセスチャンバ110の上部の側壁118はRFパワーが透過されるように誘電体ウィンドウ(Dielectric Window)からなる。前記誘導結合プラズマ源140のコイルアンテナ142は前記上部側壁118の外壁を囲むように設けられる。前記コイルアンテナ142にはRF電源144が連結されてRF電流が流れるようになる。コイルアンテナ142を通じて流れるRF電流によって磁場(magnetic field)が発生され、この磁場の時間による変化でプロセスチャンバ110の内部には電場(electric field)が誘導される。この誘導電場は前記プロセスチャンバ110の内部に流入される前記不活性ガスと前記リモートプラズマ源130から供給された活性化されたプロセスガス( $Cl$ ラジカルとイオン)とをイオン化させてプロセスチャンバ110内にプラズマを生成する。生成されたプラズマはウェーハWに衝突してウェーハWを所望するとおり処理、例えばエッチングするようになる。

10

【0031】

本発明の半導体プラズマ処理装置でのエッチング工程は次のようになる。

20

【0032】

まず、活性化されないプロセスガス( $Cl_2$ 、 $HBr$ 、 $CF_4$ )は前記リモートプラズマ源130の流入ポート132を通じてリモートプラズマ源130に供給される。電力が前記リモートプラズマ源130に印加されると、前記リモートプラズマ源130内で前記プロセスガスが励起されながら塩素(以下' $Cl$ 'という)ラジカル(Radical)とイオンが生成される。このようにリモートプラズマ源130内で生成された $Cl$ ラジカルとイオンは連結ポート126を通じて前記プロセスチャンバ110の内部の中央に供給される。そして、不活性ガス( $O_2$ 、 $N_2$ )は前記誘導結合プラズマ源140の上部の前記ガス分配プレート120の噴射孔124を通じてプロセスチャンバ110内に均一に供給される。このように前記プロセスチャンバ110内に供給された $Cl$ ラジカルとイオン、そして酸素 $O_2$ 、窒素 $N_2$ ガスから誘導結合プラズマ源140によってエッチング反応に必要なイオンが生成され、前記リモートプラズマ源から供給されたラジカルとともにエッチング反応に参加するようになる。前記リモートプラズマ源130で生成されて供給された一部の $Cl$ ラジカルはプロセスチャンバ110内で互いに反応して $Cl_2$ に安定化され、この時、前記誘導結合プラズマ源140によって再び活性化されれば、 $Cl$ ラジカル生成効率がさらに上昇する。このように、プロセスチャンバ内に $Cl$ ラジカルが多く生成されれば、エッチングが活発になってエッチング率(etch rate)が上昇して、これによって、処理量(throughput)が改善される。

30

【0033】

言い換えれば、ラジカルが前記リモートプラズマ源からプロセスチャンバの中央へ豊富に供給されれば、誘導結合プラズマ源によって生成されたプラズマとともにエッチング反応がさらに活発になって、エッチング率が向上する。

40

【0034】

一般的に、エッチング装置に多く使用される誘導結合プラズマ源はメインエッチングガスとして使用される $Cl_2$ ガスをラジカル化する効率が低く、 $Cl$ ラジカルの分布が中心よりは端で高いという短所を有する。本発明は、このような短所を補うために、誘導結合プラズマ源上部のガス注入部にリモートプラズマ源を装着して、リモートプラズマ源で発生した多量のラジカルをプロセスチャンバに供給することにその特徴がある。

【0035】

本発明は $Cl_2$ ガスをラジカル化する効率が低いという誘導結合プラズマ源の短所を補

50

うために、リモートプラズマ源を使用してエッチング工程に参加するC1ラジカルを多量生成するのにその特徴がある。

【0036】

以上の詳細な説明は本発明を例示するものである。また、上述の内容は本発明の望ましい実施形態を示して説明することに過ぎず、本発明は多様な他の組み合わせ、変更及び環境で使用することができる。そして、本明細書に開示された発明の概念の範囲は、著わした開示内容と均等な範囲及び/または当業者の技術または知識の範囲内で変更または修正が可能である。上述の実施形態は本発明を実施することにおいて、最善の状態を説明するためのものであり、本発明のような他の発明を利用するのに当業者に知られた他の状態での実施、そして発明の具体的な適用分野及び用途で要求される多様な変更も可能である。したがって、以上の発明の詳細な説明は開示された実施状態で本発明を制限しようとする意図ではない。また請求範囲は他の実施状態も含むこととして解釈されなければならない。

10

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の望ましい実施形態による半導体プラズマ処理装置を示した斜視図である。

【図2】本発明の望ましい実施形態による半導体プラズマ処理装置の正断面図である。

【図3】本発明の望ましい実施形態による半導体プラズマ処理装置の概略的な構成を示すブロック図である。

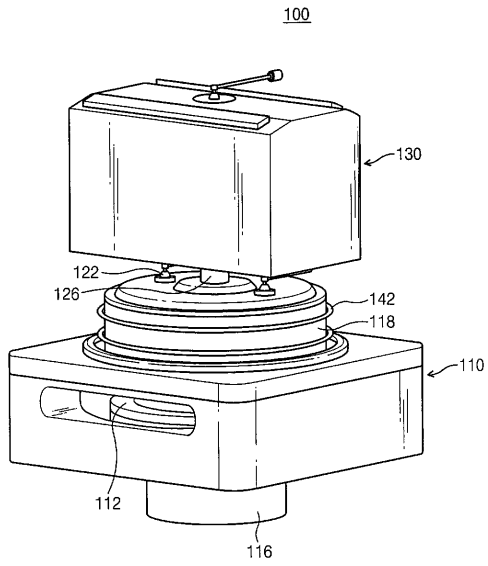
20

【符号の説明】

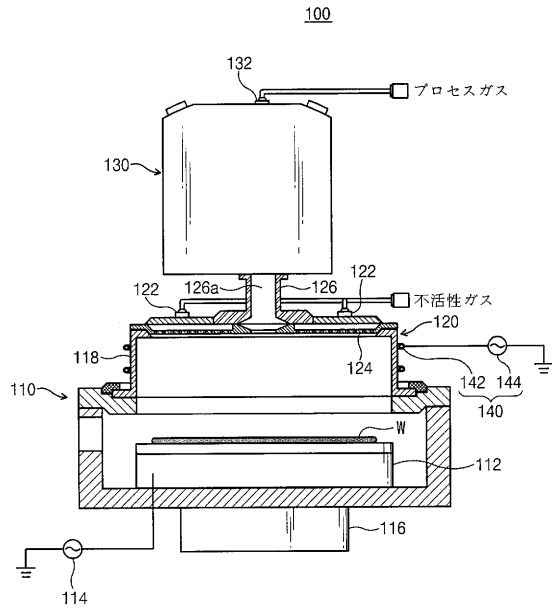
【0038】

- 110 プロセスチャンバ
- 120 ガス分配プレート
- 130 リモートプラズマ源
- 140 誘導結合プラズマ源

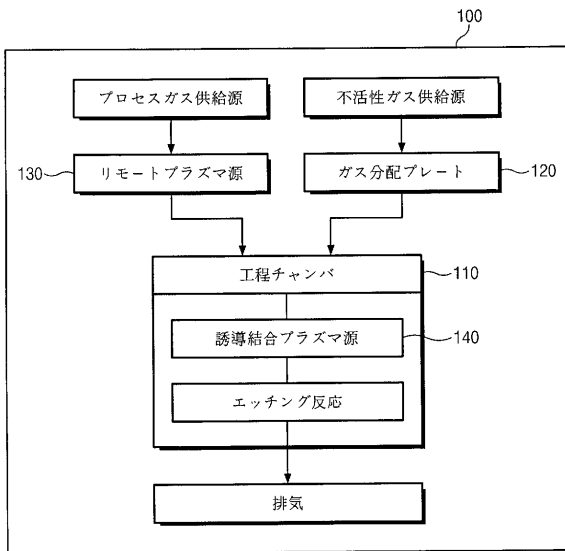
【図1】



【図2】



【図3】





---

フロントページの続き

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(72)発明者 金 炯俊

大韓民国京畿道平沢市碑前1洞64-9

(72)発明者 李 奇英

大韓民国全羅南道麗水市鍾和洞820-6

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特表2003-533878(JP,A)

特開平06-252097(JP,A)

特開平01-272769(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H05H 1/46