

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4613092号
(P4613092)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl.	F 1
C 23 C 14/34	(2006.01) C 23 C 14/34 T
C 23 C 16/44	(2006.01) C 23 C 16/44 Z
C 23 C 14/00	(2006.01) C 23 C 14/00 B
H 01 L 21/285	(2006.01) H 01 L 21/285 C
	H 01 L 21/285 S

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-134206 (P2005-134206)
(22) 出願日	平成17年5月2日(2005.5.2)
(65) 公開番号	特開2006-307305 (P2006-307305A)
(43) 公開日	平成18年11月9日(2006.11.9)
審査請求日	平成20年4月25日(2008.4.25)

(73) 特許権者	000231464 株式会社アルパック 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(74) 代理人	110000305 特許業務法人青義
(72) 発明者	近藤 智保 静岡県裾野市須山1220-14 株式会社アルパック 富士裾野工場内
(72) 発明者	牛川 治憲 静岡県裾野市須山1220-14 株式会社アルパック 富士裾野工場内
(72) 発明者	五戸 成史 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルパック 半導体技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空排気手段を設けた真空チャンバを備え、この真空チャンバが、成膜材料であるターゲットを有し、このターゲットをスパッタリング法によりスパッタリングして成膜を行い得るスパッタ室と、ガス導入手段を有し、このガス導入手段から所定のガスの導入して化学的成膜法により成膜を行い得る化学的成膜室とに左右に区画され、スパッタ室内及び化学的成膜室の各成膜位置の間で処理基板を移動自在とする基板搬送手段を設けた成膜装置であって、前記スパッタ室内で処理基板とこの処理基板に対向して配置されるターゲットと間の距離に対し、化学的成膜室内で処理基板とこの処理基板に対向した化学的成膜室の内壁との間の距離を0.07~0.3の範囲に設定したことを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】

前記化学的成膜法は、原料ガスを導入して処理基板表面に原料ガスを吸着させる工程と、反応ガスを導入して吸着した原料ガスと反応させる工程とを周期的に繰り返して行うALD法であることを特徴とする請求項1記載の成膜装置。

【請求項 3】

前記化学的成膜室との境界をなすスパッタ室の側壁に沿って所定のガスの導入を可能とする他のガス導入手段を設けたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の成膜装置。

【請求項 4】

前記化学的成膜用のガス導入手段は、処理基板を囲うように設けたリング状のヘッド部を有し、このヘッド部に、処理基板に向かって所定のガスを噴出するように所定の間隔を置

いて複数のガス導入孔を形成したことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の成膜装置。

【請求項5】

前記真空排気手段の排気管を、スパッタ室及び化学的成膜室にそれぞれ接続し、各室を独立して真空排気できるように構成したことを特徴とする請求項1または請求項4のいずれかに記載の成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理基板上に所定の薄膜を形成するための成膜装置に関し、特に、同一真空チャンバ内でスパッタリング法による成膜と、化学的成膜法による成膜との少なくとも一方を実施し得る成膜装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

近年、LSIの高集積化及び高速化に伴って、半導体素子の微細化と多層化とが進み、これに伴って埋込配線構造が用いられるようになってきた。絶縁膜に形成したビアホールやトレンチなどの層間接続孔に埋め込まれる配線材料としては、比抵抗値が小さい銅を用いることが主流である。ここで、埋込配線中の銅は、アルミニウムなどの他の配線材料とは異なり、 SiO_2 などの絶縁膜中に拡散し易いという性質があることが知られている。 20

【0003】

この場合、絶縁膜中への拡散に起因する絶縁不良などを防止するために 例えは絶縁膜と配線形成用の銅薄膜との間に(層間接続孔の内面)、CVD法やスパッタリング法などにより、導電性の薄膜(バリア膜)を介在させることで、銅薄膜と絶縁膜とが直接接触することを防止して絶縁膜への拡散を抑制または防止することが考えられている。 20

【0004】

このバリア膜の成膜方法としては、化学的成膜法、例えはALD法があげられ、このALD法は、真空チャンバ内に設置した処理基板を所定温度まで昇温させた後、原料ガス及び反応ガスのうちいずれか一方を導入して処理基板に吸着させる工程と、導入したガスを一旦真空排気した後、他方を導入して処理基板上で反応させる工程とを繰り返すことによって、原子層程度で金属層を積層して所定膜厚のバリア膜を得るものである(特許文献1)。 30

【特許文献1】特開平11-54459号(例えは、請求項1の記載参照)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このALD法によってバリア膜を形成すると、層間絶縁膜などへの充分な付着強度が得られないという問題がある。このことから、ALD法によるバリア膜の形成に先立って、例えはスパッタリング法でバリア膜の密着層を形成することが考えられる。この場合、ALD法によるバリア膜の形成とスパッタリング法による密着層の形成とを別個の真空チャンバで行なうと、バリア膜形成の作業効率が低下する等の問題が生じることから、同一の真空チャンバ内でALD法によるバリア膜の形成とスパッタリング法による密着層の形成とを行うことが要請される。 40

【0006】

同一の真空チャンバ内でALD法による薄膜形成とスパッタリング法による薄膜形成とを行い得るようにする場合、スパッタリング用のターゲットの表面に、ALD法による成膜の際に導入されるガスが吸着して汚染される虞がある。ターゲットが汚染されると、スパッタリング法による成膜時に例えは異常放電を誘発する等の不具合が生じ、良好な成膜ができない。

【0007】

また、ALD法による成膜を行う際に、真空チャンバの容積が大きいと、原料ガスや反 50

応ガスの処理基板への吸着速度を遅くなると共に、原料ガスや反応ガスを急速に真空排気できず、その結果、成膜速度を高く保持できないという問題が生じる。

【0008】

そこで、本発明の課題は、上記点に鑑み、同一の真空チャンバ内で、ターゲットの汚染を防止して、化学的成膜法による成膜とスパッタリング法による成膜とを良好に行うことができ、その上、化学的成膜法による成膜速度を高く保持できる成膜装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の成膜装置は、真空排気手段を設けた真空チャンバを備え、この真空チャンバが、成膜材料であるターゲットを有し、このターゲットをスパッタリング法によりスパッタリングして成膜を行い得るスパッタ室と、ガス導入手段を有し、このガス導入手段から所定のガスの導入して化学的成膜法により成膜を行い得る化学的成膜室とに左右に区画され、スパッタ室内及び化学的成膜室の各成膜位置の間で処理基板を移動自在とする基板搬送手段を設けた成膜装置であって、前記スパッタ室内で処理基板とこの処理基板に対向して配置されるターゲットと間の距離に対し、化学的成膜室内で処理基板とこの処理基板に対向した化学的成膜室の内壁との間の距離を0.07~0.3の範囲に設定したことを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、基板搬送手段によって処理基板をスパッタ室に移動させた後、スパッタリング法により所定の薄膜を形成する。次いで、基板搬送手段によって、スパッタ室から化学的成膜室に処理基板を搬送し、化学的成膜法によって所定の薄膜を形成する。この場合、基板ステージ上の処理基板に対し化学的成膜法による成膜を行う間、化学的成膜室との境界をなすスパッタ室の側壁自体が隔壁となって、化学的成膜法を行う際に導入される原料ガスや反応ガスのターゲット近傍への流れ込みを抑制し、これにより、ガスの吸着に起因したターゲットの汚染が防止される。

【0011】

また、処理基板とこの処理基板に対向した化学的成膜室の内壁との間の距離をスパッタ室のものと比較して小さくしたため、化学的成膜室内の容積が小さくなり、原料ガスや反応ガスの処理基板への吸着速度を早くでき、原料ガスや反応ガスを急速に真空排気できる。その結果、成膜速度を高く保持することができる。

【0012】

尚、前記化学的成膜法は、例えば、原料ガスを導入して処理基板表面に原料ガスを吸着させる工程と、反応ガスを導入して吸着した原料ガスと反応させる工程とを周期的に繰り返して行うA L D法である。

【0013】

また、前記化学的成膜室との境界をなすスパッタ室の側壁に沿って所定のガスの導入を可能とするガス導入手段を設けておけば、化学的成膜法によって処理基板に成膜する間、このガス導入手段を介してガスを導入して、スパッタ室と化学的成膜室との間にガスカーテンを形成することで、化学的成膜法を行う際に導入される原料ガスや反応ガスのスパッタ室への流れ込みを防止できてよい。

【0014】

また、前記化学的成膜用のガス導入手段は、処理基板を囲うように設けたリング状のヘッド部を有し、このベッド部に、処理基板に向かって所定のガスを噴出するように所定の間隔を置いて複数のガス導入孔を形成しておけば、処理基板に所定のガスを均等に供給できてよい。

【0015】

前記真空排気手段の排気管を、スパッタ室及び化学的成膜室にそれぞれ接続し、各室を独立して真空排気できるように構成することがよい。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0016】

以上説明したように、本発明の成膜装置は、同一の真空チャンバ内で、ターゲットの汚染を防止して、化学的成膜法による成膜とスパッタリング法による成膜とを良好に行うことができ、その上、化学的成膜法による成膜速度を高く保持できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1乃至図3を参照して、1は、同一の真空チャンバ内で、化学的成膜法であるALD法による成膜とスパッタリング法による成膜とを行い得る本発明の成膜装置である。成膜装置1は、ターボ分子ポンプなどの真空排気手段2を有する真空チャンバ11を有する(図2参照)。この場合、真空チャンバ11は、その中央部において、相互に連通するスパッタ室11aとALD室(化学的成膜室)11bとに左右に区画されている。

10

【0018】

真空チャンバ11には、後述するターゲットに対向したスパッタ室11a内の成膜位置と後述するガスリングに同心となるALD室11b内の成膜位置との間で、処理基板Sを同一平面内で移動するため基板搬送手段3が設けられている。基板搬送手段3は、モータなどの駆動手段31を有し、この駆動手段31の回転軸32には、回転台33が連結されている(図2参照)。真空チャンバ11内に配置された回転台33には、相互に対向させて、円形の開口を有する2個の基板載置部33a、33bが形成され、シリコンウェハーなどの処理基板S₁、S₂をそれぞれ保持できるようになっている。

【0019】

20

ALD室11bには、ALD室11b内の成膜位置の直上に位置して、処理基板Sに対し化学的成膜法による成膜を行う際に、所定のガスを導入する第1及び第2の各ガス導入手段41、42が設けられている。また、ALD室11bの底面には、エアーシリンダ等の駆動手段43aを有する基板ステージ43が設けられ、基板搬送手段3によって基板載置部33a、33bに載置された処理基板SがALD室11bに搬送されてきたとき、駆動手段43aによって、基板ステージ43を回転台33下側の下降位置から上昇位置に移動されると、基板ステージ43が基板載置部33a、33bの開口を貫通して、処理基板Sが所定の高さ位置で支持される。この基板ステージ43には、例えば抵抗加熱方式の加熱手段(図示せず)が内蔵され、この加熱手段43と各ガス導入手段41、42とが化学的成膜手段4を構成する。

30

【0020】

第1及び第2のガス導入手段41、42は、同心状であって上下方向にずらして設けたリング状のヘッド部41a、42aをそれぞれ有し、各ベッド部41a、42aには、処理基板Sに向かって所定のガスを噴出するように90度づつ角度をずらして4個のガス導入孔41b、42bが形成されている(図3参照)。各ヘッド部41a、42aは、マスフローコントローラを設けたガス管41c、42cを介して、図示しない所定のガス源(例えば、原料ガス源、反応ガス源)にそれぞれ連通している。

【0021】

例えば、処理基板S上に形成した絶縁膜にパターニングして形成した層間接続孔にALD法によりバリア膜を形成する場合、原料ガスとしては、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、タンゲステン(W)などを化学構造中に含む有機金属ガスであり、反応ガスとしては、原料ガスと反応し、金属の構成元素を化学構造中に含む金属薄膜を析出させるアンモニアガスなどである。

40

【0022】

そして、基板ステージ43で支持された処理基板S₁、S₂を、内蔵した加熱手段43によって所定温度まで昇温させた後、原料ガス及び反応ガスのうちいずれか一方を導入して処理基板S₁、S₂に吸着させる工程と、この一方のガスを一旦真空排気した後、他方を導入して処理基板S₁、S₂上で反応させる工程とを繰り返すことによって、原子層程度で金属窒化物層を積層し、所定膜厚の薄膜が得られる。

【0023】

50

A L D法による薄膜形成に先立ってスパッタリング法で所定の密着層を形成できるように、スパッタ室11bの天井部にはスパッタリングカソード51が設けられている。スパッタリングカソード51は、公知の構造を有し、処理基板S₁、S₂に対向させて設けたターゲット51aを有する。ターゲット51aは、処理基板S上に成膜しようする薄膜の組成に応じて公知の方法で作製される。例えば、スパッタリング法でバリア膜の密着層を形成する場合のターゲットとしては、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、タングステン(W)など、原料ガスに含まれる金属の構成元素を主成分とするものである。

【0024】

ターゲット51aは、このターゲット51aの前方にプラズマが発生させるため、ターゲット51aに直流電圧または高周波電圧を印加するスパッタ電源52に接続されている。この場合、処理基板S₁、S₂に、バイアス電圧を印加できるように図示省略したバイアス電源に接続してもよい。スパッタ室11aにはまた、第3のガス導入手段53が設けられている。ガス導入手段53は、マスフローコントローラを介設したガス管53aを介して図示しないガス源に連通し、アルゴンなどのスパッタガスを一定の流量で導入でき、スパッタリン

グカソード51、スパッタ電源52及び第3のガス導入手段53がスパッタリング手段5を構成する。

【0025】

ここで、スパッタリング法により処理基板S₁、S₂に対し成膜する際に処理基板S₁、S₂面内での膜厚の均一性を高めるため、ターゲット51aと基板載置部33a、33b上の処理基板Sとの間の距離L1を、120mm～300mmの範囲に設定している。他方、A L D法による成膜を行う場合、処理基板S₁、S₂に原料ガスや反応ガスを均等に供給しつつ処理基板Sへの吸着速度が早く、原料ガスや反応ガスを急速に真空排気できるようにして成膜速度を高く保持できるようにする必要がある。

【0026】

本実施の形態では、基板ステージ43で支持された処理基板S₁、S₂とこの処理基板S₁、S₂に対向したA L D室11bの上壁までの距離L2が、20mm～35mmの範囲に設定されるように(距離L1に対する距離L2の比率が約0.07～0.3の範囲となる(D1:D2=1:0.07～0.3))、A L D室11bの上面までの高さを設定し、真空チャンバ11を断面L字形に形成した(図1参照)。この場合、ヘッド部41a、42aと処理基板S₁、S₂との間の距離は、15～30mmの範囲に設定することが好ましい。15mmより短いと、A L D室11bに導入されるガスが十分に拡散せず、処理基板S₁、S₂に原料ガスや反応ガスを均等に供給できない。他方、30mmより長いと、距離D2が大きくなつてA L D室11bの容積が大きくなり、成膜速度が高く保持できない。このため、ヘッド部のA L D室11bへの取付けなどを考慮して、距離D2が、20mm～35mmの範囲に設定される。

【0027】

また、A L D法を行う際に導入される原料ガスや反応ガスのスパッタ室11aへの流れ込みを防止するために、A L D室11bとの境界をなすスパッタ室11aの側壁111に沿って、不活性ガスなどの所定のガスの導入する第3のガス導入手段6を設けている。

【0028】

上記のように成膜装置1を構成することで、A L D法によって成膜する間、A L D室11bとの境界をなすスパッタ室11aの側壁111が隔壁となること及びこの側壁111に沿つて第3のガス導入手段5を介して不活性ガスを導入し、スパッタ室11aとA L D室11bとの境界部の空間11cにガスカーテンを形成することが相俟つて、A L D法を行う際に導入される原料ガスや反応ガスのスパッタ室11aへの流れ込みを防止でき、その結果、ガス吸着に起因したターゲット51aの汚染が防止できる。

【0029】

また、A L D室11bの高さ寸法を小さく設定することでその容積が小さくなつて、基

10

20

30

40

50

板ステージ43上の処理基板S₁、S₂に対し原料ガスや反応ガスが均等に供給されると共に、その吸着速度が早くなりかつ原料ガスや反応ガスが急速に真空排気できる。その結果、ALD法による成膜速度を高く保持できる。この場合、真空排気手段2の排気管21、22は、スパッタ室11a及びALD室11bにそれぞれ接続し、例えば、真空排気手段2の上流側に切換弁(図示せず)を配置しておき、この切換弁を切換えて各室11a、11bを独立して真空排気できるように構成している。

【0030】

次に、本発明の成膜装置1を用いて、絶縁膜に形成した層間接続孔に配線用の埋込層を形成する先立ってバリア膜を形成する場合の作動について説明する。2枚の処理基板S₁、S₂表面の脱ガスなどの前処理工程が終了した後、駆動手段31によって回転台33を回転させつつ、基板載置部33a、33bにそれぞれ載置し、一方の処理基板S₁を、スパッタ室11a内の成膜位置に移動する(この場合、他方の処理基板S₂は、ALD室11bの成膜位置にある)。

【0031】

次いで、真空排気手段2を作動させ、スパッタ室11a内の圧力が所定値に到達すると、第3のガス導入手段53を介してスパッタガスを導入すると共に、スパッタ電源52を介してターゲット51aに高周波電圧を印加することでターゲット51aの前方にプラズマを発生させて、ターゲット51aをスパッタリングし、絶縁膜上に所定膜厚で絶縁膜側密着層を形成する。この場合、他の処理基板S₂に対してALD法による成膜を行わない。

【0032】

次いで、駆動手段31によって回転台33を回転させ、絶縁膜側密着層を形成した一方の処理基板S₁をALD室11b内の成膜位置に移動させる(この場合、他方の処理基板S₂はスパッタ室11a内の成膜位置に移動する)。次いで、駆動手段43aによって、基板ステージ43を上昇位置に移動させて処理基板S₁を支持すると共に、基板ステージ内蔵した加熱手段を作動させて処理基板S₁を加熱し、この処理基板S₁が所定温度に達すると共にALD室11bの圧力が所定値に到達すると、第1のガス導入手段41を介して原料ガスを導入し、処理基板S₁の表面に原料ガスを吸着させる。次いで、第1のガス導入手段41に設けたマスフローコントローラを制御して原料ガスの供給を停止し、再度ALD室11bの圧力が所定値に到達するまで真空排出する。

【0033】

次いで、第2のガス導入手段42を介して、ALD室11bに反応ガスを導入し、処理基板基板S₁表面に吸着された原料ガスと反応させる。この場合、反応ガスをラジカル化して導入してもよい。そして、第2のガス導入手段42に設けたマスフローコントローラを制御して反応ガスの供給を停止し、再度ALD室11bの圧力が所定値に到達するまで真空排出する。そして、上記手順を所望回数繰り返すことで、密着層上に所定膜厚でバリア膜が形成される。ALD法により処理基板S₁上にバリア膜が形成される間、スパッタ室11aにある処理基板S₂上には、上記と同様、スパッタリング法による成膜が行われる。

【0034】

所定膜厚のバリア膜を形成した後、駆動手段43aによって基板ステージ43を下降位置に移動し、基板載置部33aに処理基板S₁を載置し、回転台33をさらに回転させて、バリア膜が形成された処理基板S₁を再度スパッタ室11aの成膜位置に移動させ、その圧力が所定値に到達すると、第3のガス導入手段53を介してスパッタガスを導入すると共に、スパッタ電源52を介してターゲット51aに高周波電圧を印加することでターゲット51aの前方にプラズマを発生させて、ターゲット51aをスパッタリングして、バリア膜の表面に金属薄膜すなわちバリア膜側密着層を形成する。

【0035】

尚、本実施の形態では、回転台33を有する基板搬送手段3を設けたものについて説明したが、処理基板S₁、S₂をスパッタ室11a及び化学的成膜室11bの各成膜位置相

10

20

30

40

50

互の間で移動させることができれば、これに限定されるものではない。

【0036】

また、絶縁膜と銅配線膜との間にバリア層を形成するものを例として説明し、化学的成膜法としてALD法を用いているが、これに限定されるものではなく、化学的成膜法としてはCVD法でもよく、スパッタリング法及び化学的成膜法を実施して薄膜を形成するものであれば、適用できる。

【0037】

また、本実施の形態では、ガス導入手段41、42としてリング状のヘッド部41a、41bを用いたものについて説明したが、これに限定されるものではなく、化学的成膜室の上面にシャワープレートなどを設けてもよく、加熱手段としては、ALD室11bの天井部に設けた赤外線ヒータなどでもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の成膜装置を概略的に示す断面図。

【図2】図1のII-II線に沿った断面図。

【図3】化学的成膜法の行う際に用いるガスリングを説明する図。

【符号の説明】

【0039】

1 成膜装置

11 真空チャンバ

20

11a スパッタ室

11b 化学的成膜室(ALD室)

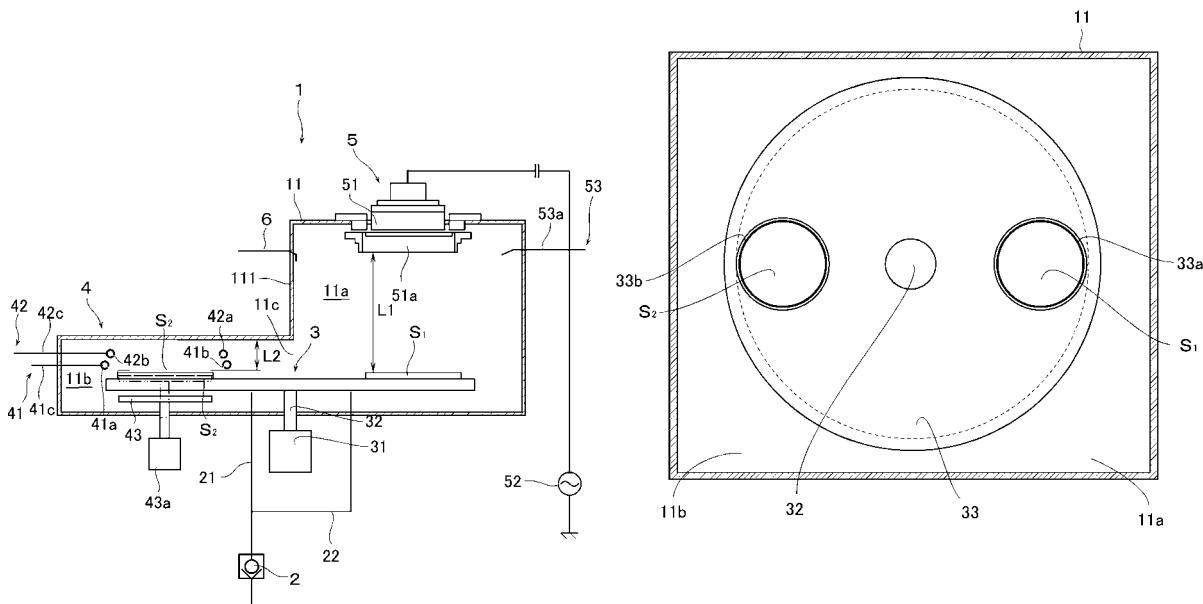
3 基板搬送手段

41a、41b、53 ガス導入手段

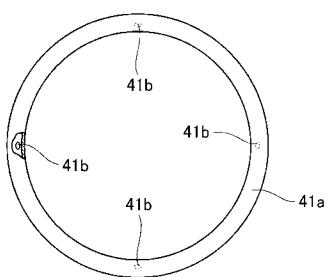
51a ターゲット

【図1】

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 豊田 聰

静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内

(72)発明者 中村 久三

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社アルバック内

審査官 吉田 直裕

(56)参考文献 特開2000-017457(JP, A)

特開2004-277799(JP, A)

特開2006-176822(JP, A)

特開2006-176823(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00-14/58

C23C 16/00-16/56

JSTPlus (JDreamII)