

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5568209号
(P5568209)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int. Cl. F 1
HO 1 L 21/3065 (2006.01)
 HO 1 L 21/302 1 O 3
 HO 1 L 21/302 1 O 5 A

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-51407 (P2007-51407)	(73) 特許権者	513192281
(22) 出願日	平成19年3月1日(2007.3.1)		ピーエスフォー ルクスコ エスエイアー
(65) 公開番号	特開2008-218557 (P2008-218557A)		ルエル
(43) 公開日	平成20年9月18日(2008.9.18)		PS4 Luxco S. a. r. l.
審査請求日	平成22年2月16日(2010.2.16)		ルクセンブルク大公国エルー2121、ル
前置審査			クセンブルク、ヴァル デ ボン マラデ
			ス208
		(74) 代理人	100123788
			弁理士 宮崎 昭夫
		(74) 代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(72) 発明者	上田 靖彦
			東京都中央区八重洲2-2-1 エルピー
			ダメモリ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体デバイスの製造方法および製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ処理装置でウェハ上の膜にエッチングを行う半導体デバイスの製造方法において、エッチング中に、プラズマ中の第一の波長成分と第二の波長成分の発光強度の変化をモニターし、該第一の波長成分と第二の波長成分の発光強度の差分の変化率を算出し、該変化率が所定の閾値を超えない場合は前記プラズマ処理装置に導入する酸素流量を変えないが、前記変化率が所定の閾値を超えることがエッチング中の所定の期間中起きていた場合は前記プラズマ処理装置に導入する一定値の酸素流量を所定の値まで増やし、その後前記所定の閾値を超えることが一定時間見られなくなった場合は前記酸素流量を前記一定値に戻す、ことを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項2】

前記変化率が所定の閾値を超えるかどうかの判定をエッチング中に一定回数連続して行うことを特徴とする請求項1に記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項3】

前記第一の波長成分が発光波長260nmのCFxラジカルであり、前記第二の波長成分が発光波長440nmのSiFxラジカルであることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項4】

ウェハ上の膜にエッチングを行うための反応室と、
 該反応室に生成されたプラズマ中の第一の波長成分の発光強度の変化をモニターする第

10

20

一の発光強度モニター部と、

該反応室に生成されたプラズマ中の第二の波長成分の発光強度の変化をモニターする第二の発光強度モニター部と、

前記第一および第二の発光強度モニター部の出力に基づいて前記反応室へ導入される酸素流量を一定値に制御する酸素流量制御部と、を有し、

前記酸素流量制御部は、エッチング中に、前記第一および第二の発光強度モニター部から夫々出力されてくる発光強度の差分の変化率を算出し、この変化率が所定の閾値を超えない場合は前記反応室に導入する酸素流量を変えないが、前記変化率が所定の閾値を超えることがエッチング中の所定の期間中起きていた場合には前記酸素流量を所定の値まで増加し、その後も継続して前記変化率を算出し、この変化率が前記所定の閾値を超えることが一定時間全く起こらなかった場合には前記酸素流量を前記一定値に戻すことを特徴とする半導体デバイスの製造装置。

10

【請求項5】

前記変化率が所定の閾値を超えるかどうかの判定はエッチング中に一定回数連続して行われることを特徴とする請求項4に記載の半導体デバイスの製造装置。

【請求項6】

前記第一の波長成分が発光波長260nmのCF_xラジカルであり、前記第二の波長成分が発光波長440nmのSiF_xラジカルであることを特徴とする請求項4又は5に記載の半導体デバイスの製造装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、ULSI等の半導体デバイスの製造において、ウェハ上の膜をドライエッチしてピアホールやスルーホールなどのコンタクトホールを形成する工程（以下、コンタクトエッチングと呼ぶ。）に用いる方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

コンタクトエッチングで最も恐れられる不良の一つに「エッチストップ」が挙げられる。エッチストップとはエッチング中にその進行が停止する現象をいう。

【0003】

30

エッチストップは大別すると二種類のケースに分けられる。第一のケースは、エッチングに寄与するイオンの量よりもデポジションが多過ぎてホールのテーパ角度が大きくなり、ホールが被エッチング膜を貫通せずホール先端が閉じてしまう現象である。第二のケースは、途中まで良好な形状でエッチングできていたにも関わらず、唐突にエッチングがストップする現象である。

【0004】

このようなエッチストップがウェハ全面で発生してしまうと、ウェハ上に形成したデバイス全部が不良となる。

【0005】

また、量産工場では数千枚のウェハが連続してプラズマ処理装置の反応室（以下、チャンバと呼ぶ。）内を搬送される。この場合、量産当初はベストのエッチング性能を引き出す条件が設定されていても、数千枚のウェハをエッチングしていくうちにチャンバ状態が経時変化してエッチストップすることがある。具体的には、パーツが削れたり、チャンバ内壁にデポジションが堆積していくなどの理由でチャンバ状態が変化し、エッチストップが起こる。

40

【0006】

そこで現在ではチャンバの状態が多少変化してもエッチストップが起こらないように、製造開始からかなりマージンを持ったエッチング条件を設定している。絶縁膜のエッチングの場合、エッチストップはプラズマ中の堆積種が過剰になって生じる上記第一のケースがほとんどなので、具体的な方法としては酸素流量をベスト条件より5sccm程度多く設定

50

するなどしている。しかし、良好なエッチング条件から少し外れただけで上記第二のケースの「エッチストップ」が発生することが偶にあり、量産現場ではベストのエッチング条件のまま、チャンバ状態が変化してもエッチストップが起こらない装置、レシピが切望されている。

【 0 0 0 7 】

また、半導体デバイスの微細化に伴い、コンタクトエッチングに要求される性能はますます高くなっている。

【 0 0 0 8 】

例えば、60nm世代のDRAMの製造過程で高アスペクト比（深さ/内径）のコンタクトホールを形成するときは、エッチングレート700nm/min以上、対マスク選択比7以上、対下地選択比50以上、寸法シフト5nm以下、テーパ角89°以上、ボウイング無きこと、エッチストップ無きこと、等々が要求される。ここでボウイングとはホール内の側壁の断面形状が弓形になることをいう。この中で最も重要な項目は、「エッチストップ無きこと」である。エッチストップの発生はデバイスの歩留まり低下に直結して大問題となるからである。

10

【 0 0 0 9 】

このようなデバイスのコンタクトエッチングでは、エッチストップ回避のためエッチング性能を引き出すベスト条件より酸素流量を多く設定した場合、エッチングレート、対マスク選択比、対下地選択比、寸法シフト、ボウイング量などが大きく犠牲になる。それ故、デバイスの微細化が進んでエッチングに要求される性能（スペック）が厳しくなると、量産時にマージンを持ったエッチング条件を確保するのは容易ではなくなる。

20

【 0 0 1 0 】

よって、ベストのエッチング条件を全てのウェハに対して安定して適用することが強く望まれている。

【 0 0 1 1 】

尚、特許文献1には、高アスペクト比のコンタクトエッチングの際にプラズマ中の各成分含有量の変化に応じて処理ガスに添加するO₂の量を連続的または段階的に増やすことにより、エッチストップの発生を防止する方法が提案されている。しかし、この文献にはエッチストップの発生が回避された後の事は全く記載されていない。エッチストップの発生が回避された後、エッチング開始よりも増加されたO₂の添加量のままであると、コンタクトエッチングに要求されたエッチングレート、対マスク選択比、対下地選択比、寸法シフト、ボウイング量などのスペックを満足できなくなる虞がある。

30

【 0 0 1 2 】

また特許文献2には、特許文献1と同様の目的で、エッチングの際にプラズマ中のC, F, Oの発光強度を測定し、これらの比がエッチストップが発生しないための適正範囲内であるように上記C, F, Oの濃度を調節する方法が開示されている。しかし、この方法は常時プラズマ中のC, F, Oの発光強度を適正範囲内に保つように各種ガス流量を制御する必要があり、制御構成が複雑になる。

【特許文献1】特開2000-200772号公報

【特許文献2】特開平11-195644号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、上記背景技術の実状に鑑み、ULSI製造に用いる高アスペクト比のコンタクトエッチングにおいて、過剰なマージンを持ったエッチング条件を設定する必要がなく、ベストのエッチング条件のまま量産時にチャンバ状態が変化してもエッチストップの発生を抑制できる方法および装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る方法は、プラズマ処理装置でウェハ上の膜にエッチングを行う半導体デバイスの製造方法において、エッチング中に、プラズマ中の第一の波長成分と第二の波長成

50

分の発光強度の変化をモニターし、該第一の波長成分と第二の波長成分の発光強度の差分の変化率を算出し、該変化率が所定の閾値を超えることがエッチング中の所定の期間起きた場合は前記プラズマ処理装置に導入する酸素流量を増やし、その後前記所定の閾値を超えることが一定時間見られなくなった場合は前記酸素流量を元に戻す、ことを特徴とする。これにより、ベストのエッチング性能のまま、エッチストップの発生を未然に防ぐことができ、上記課題が解決される。

【0015】

また、本発明に係る製造装置は、ウェハ上の膜にエッチングを行うための反応室と、該反応室に生成されたプラズマ中の第一の波長成分の発光強度の、エッチング時間に応じた変化をモニターする第一の発光強度モニター部と、該反応室に生成されたプラズマ中の第二の波長成分の発光強度の、エッチング時間に応じた変化をモニターする第二の発光強度モニター部と、前記第一および第二の発光強度モニター部の出力に基づいて前記反応室へ導入される酸素流量を制御する酸素流量制御部と、を有する。そして、上記酸素流量制御部は、エッチング中に、第一および第二の発光強度モニター部から夫々出力されてくる発光強度の差分の変化率を算出し、この変化率が所定の閾値を超えることがエッチング中の所定の期間起きた場合には酸素流量を増加し、その後も継続して前記変化率を算出し、この変化率が前記所定の閾値を超えることが一定時間全く起こらなかった場合には酸素流量を元に戻すことを特徴とする。

10

【0016】

この場合、上記所定の閾値を超えるかどうかの判定はエッチング中における所定の設定時間内で行うことが好ましい。

20

【0017】

また、上記の方法および装置で発光強度をモニターする第一の波長成分は、発光波長260nmのCFxラジカルであり、第二の波長成分は、発光波長440nmのSiFxラジカルである。

【0018】

上記した本願発明の態様は、以下に詳述するエッチストップの発生原理に基づくものである。背景技術の欄で上記したとおり、エッチストップの発生には2つのケースがある。第一のケースは背景技術の欄で上記したとおり、プラズマ中のデポ種が過剰になって生じる。一方、第二のケースのエッチストップ発生はいくつかの条件が重なる時に発生する。特にここでは、第二のケースの発生メカニズムについて考察する。

30

【0019】

図1に、正常に処理されたとき(図(a))と、エッチストップが発生したとき(図(b))とのエッチング断面形状を比較した図を示す。この図では、シリコンウェハの表面層にトランジスタに繋がるコンタクトプラグ1(材料:Poly-Si)が形成され、このウェハ表面層を覆うように被エッチング膜2(材料:SiO₂)が形成されている。そして、被エッチング膜2上にエッチングマスク3(材料:フォトレジスト, SiN, Poly-Siなど)を形成して、コンタクトエッチングが実施される。エッチングマスク3のホールパターン開口径は60nm、被エッチング膜2の厚みは2μmとした。

【0020】

このような膜構成のコンタクトエッチングでエッチストップが発生する状況として、図1(b)のように深さ1μm前後であること、ウェハ温度、或いはチャンバ天板の温度が設定以上に高いこと、が経験的に得られている。尚、図1(b)中の点線で囲んだ部分がエッチストップ箇所である。

40

【0021】

深さ1μm前後というのは、チャージアップによる遮蔽効果によって、エッチングに寄与するイオンがホール底部に到達しにくくなる深さである。一方でデポジションの方は電荷はほぼ中性であるため、1μm程度の深さのホール底部には容易に到達することが出来る。

【0022】

つまり、エッチングの際に正イオンはシースにより加速され、ホール内に入るが、電子は等方的に入射するため、ホール内径が小さくなると、ホール内に入るものと入らないも

50

のどが生じ、ホール内の下部側壁がプラスの電荷に帯電する。この正電荷のチャージ量がある程度以上になると、イオンがホール内に入り込めなくなり、そのイオンがホール底部に到達しなくなる。これを、チャージアップによる遮蔽効果と呼んでいる。これにより、イオンとラジカルのバランスが崩れ、エッチストップが引き起こされる。

【 0 0 2 3 】

それに加えて、1 μ mの深さまでエッチングを実施してくると、ウェハ自体の温度が設定値以上に上昇し始める。すると、ウェハ表面へのデポジションの吸着確率が下がり、デポジションがウェハ表面で吸着されず、ホールの中に侵入する確率が高くなる。これがエッチストップを更に助長する。

【 0 0 2 4 】

更に加えて、チャンバ天板の温度も上昇してきた場合、エッチング初期にチャンバ天板に付着したデポジションが再度ウェハ側に降りてくる可能性が高くなる。こうなると、チャンバ状態が僅かに変化しただけで、エッチストップは確実に発生してしまう。

【 0 0 2 5 】

また、エッチストップが起こる際はプラズマ中の特定成分の発光強度に特徴的な変化が見られる。

【 0 0 2 6 】

図2は、SiO₂膜へのコンタクトエッチング中の、260nmと440nmの波長の発光強度推移を示したものである。そして、図(a)に正常に処理されたときのグラフを、図(b)にエッチストップが発生したときのグラフを示し、発光波形を比較した。尚、各グラフの横軸はエッチング時間、縦軸は発光強度を表している。また、各グラフ中の一点鎖線は260nmの波長の発光波形、実線は440nmの波長の発光波形を表している。260nmはプラズマ中のフロロカーボンラジカル(CFx)の発光波長であり、440nmはプラズマ中のフッ化シリコンラジカル(SiFx)の発光波長である。

【 0 0 2 7 】

図2(a)から見てとれるように、正常に処理されたときの各波長の発光波形は時間Aまではほぼフラットに推移し、時間AからBにかけては440nmの波長の発光強度が急激に下落するが、これとは反対に260nmの波長の発光強度は急激に増す。すなわち、時間AからBの間では、エッチング生成物であるSiFxラジカルは急激に減少、それに伴い、エッチングガスであるCFxラジカルが供給過剰になり、急激に増加する。

【 0 0 2 8 】

一方、図2(b)に示すように、エッチストップが起きるときはエッチング終了予定時間よりかなり早い時間Cから440nmの波長の発光強度が徐々に低下していき、それに伴い、440nmの波長の発光強度は徐々に増える。つまり、時間CからSiFxラジカルが徐々に減少し始め、それに伴い、余ったCFxラジカルが徐々にチャンバ内に増加し始める。その後、かなり長い時間上記の波形変化が継続し、時間Dを超えると、260nmと440nmの波長の発光波形は共にほぼフラットになる。

【 0 0 2 9 】

図2(a)(b)を見ると、正常に処理されたときの波形変化と、エッチストップが起きるときの波形変化は非常に似ている。しかし、以下の点で異なる。

【 0 0 3 0 】

エッチストップは、エッチング初期(コンタクト深さで言うと1 μ m前後)に起こることがほとんどである。また、波形変化は正常時よりも比較的長時間継続し、その間で波形変化量が増大する。

【 0 0 3 1 】

したがって、コンタクトエッチングを実施しているとき、プラズマ発光分光波形の変化を監視することで、エッチストップの発生を事前に検出することができる。

【 0 0 3 2 】

以上説明したようなプラズマ発光分光波形の特徴を利用して、本願発明に係る方法および装置を見出した。その実施の形態については後述する。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0033】

本発明によれば、高アスペクト比のコンタクトエッチングにおいて、量産時に過剰なマージンを考慮したエッチング条件を設定しなくても、チャンバ状態など不確定要素の影響によるエッチストップを簡易なシステムで防止することができる。それにより、コンタクトエッチングに要求される厳しいスペックも満足することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0035】

図3は本発明の方法を実施するための制御系を示すブロック線図である。この図に示すように、プラズマ処理装置のチャンバ4に、第一の発光強度モニター部5と、第二の発光強度モニター部6と、酸素流量制御部7とが設けられている。

【0036】

第一の発光強度モニター部5は、チャンバ4の反応室に生成されたプラズマ中のCFxラジカルの発光強度の経時変化を監視する。

【0037】

第二の発光強度モニター部6は、チャンバ4の反応室に生成されたプラズマ中のSiFxラジカルの発光強度の経時変化を監視する。

【0038】

酸素流量制御部7は、発光強度モニター部5, 6の出力に基づいてエッチストップが発生することを予知し、エッチストップが回避されるようチャンバ4の反応室へ導入される酸素流量を制御する。

【0039】

この酸素流量制御部7の動作についてさらに詳述する。

【0040】

この酸素流量制御部7はエッチング時に、設定時間内で、発光強度モニター部5, 6から出力されてくるCFxラジカルとSiFxラジカルの発光強度の差分の単位時間当たりの変化率を算出し、この変化率が所定の閾値を超えることが一定回数連続して起きた場合には「エッチストップが発生する」と判断し、酸素流量を増加させる。増加後も設定時間終了まで継続して上記の変化率を算出し、この変化率が上記の閾値を超えることが一定時間全く起こらなかった場合に「エッチストップは回避された」と判断して、酸素流量を元に戻す。これらの動作を設定時間中繰り返す。

【0041】

例えば、深さD[μm]のコンタクトホール加工時に、深さDのエッチング完了予想時間T[秒]に対して $0.7T / D \sim 1.3T / D$ [秒]の時間内にて、図2に示した440nmと260nmの発光強度の差分波形が1秒間に0.5%以上変化する現象が3回以上連続で起きた場合、「エッチストップが発生する」と判断する。これにより、プロセスガス中の酸素流量比を増加させる。具体的には、それまでに流していた酸素流量の1.5~2倍が良い。また、流量増加も継続して440nmと260nmの差分波形の変化率をモニターする。この結果、1秒間に0.5%以上変化する現象が5秒間で一度も起こらなくなった時点で「エッチストップは回避された」と判断し、酸素流量を元に戻す。以上の動作を設定時間中繰り返す。酸素流量を増加する際、その増加量は、1秒間に0.5%以上変化する現象の収束状況を見ながら徐々に調節されると良い。それでも現象が収まらない場合、プロセスガス系によってはCF₄も同時添加することが有効である。

【0042】

尚、上記動作を実行する時間域の設定や、エッチストップが発生することを判定する閾値、この閾値を超える回数、判定時間などの設定は上記の値に限られず、使用するエッチング装置およびレシピによって適正な値を設定すると良い。

【0043】

以下、DRAMにおける深さ2000nmのシリンダーエッチ（キャパシタ用コンタクトホールのエッチング）において上記の制御系を適用し、実験を行った際のデータを示す、

「サンプル構造」

基本構成は図1に示した通りであるが、エッチングマスク3にはPoly-Si（厚み500nm）を適用した。被エッチング膜2には200mmウェハにてプラズマTEOSのSiO₂を使用した。

【0044】

「エッチング装置、レシピ」

上記サンプルを加工するエッチング装置には、市販の平行平板型RIE装置を用いた。エッチングのレシピは、C₅F₈/Ar/O₂=25/700/30 sccm（反応室に導入する各種ガスの流量）、反応室内の圧力=20mTorr、高周波電力（上部電極/下部電極）=1800W/1750W（Stage温度=40）とした。

10

【0045】

「正常エッチング時の発光波形変化」

上記サンプルにおける正常なエッチングでは、図2（a）に示した発光波形変化を示した。このとき、図中の時間Aが186秒、時間Bが190秒であった。

【0046】

「エッチストップが発生する条件」

上記サンプルのコンタクトエッチングでは、（1）O₂流量=25sccm、（2）Stage温度=60に変えた場合にエッチストップが発生した。図4（a）（b）は、これらの場合における発光波形変化を示している。

20

【0047】

（1）O₂流量=25sccmの場合、図4（a）に示すように260nmと440nmの波長の発光強度の差分が変化し始める時間Cが71秒であり、その後、その変化がほぼ終わる時間Dが81秒であった。このとき、エッチストップ深さは805～865nmであり、ウェハセンター約40mmの領域でエッチストップが発生した。

【0048】

（2）Stage温度=60の場合、図4（b）に示すように260nmと440nmの波長の発光強度の差分が変化し始める時間C'が104秒であり、その後、その変化がほぼ終わる時間D'が116秒であった。このとき、エッチストップ深さは1070～1150nmであり、ウェハエッジ約30mmの領域でエッチストップが発生した。

30

【0049】

「エッチストップの回避」

次に、上記のエッチストップが発生する条件と同じ条件で、本発明を適用した場合のデータを示す。図5（a）（b）には、（1）O₂流量=25sccmと、（2）Stage温度=60の場合において前述した制御系を適用したときの発光波形変化を示している。

【0050】

（1）O₂流量=25sccmの場合、図5（a）に示すようにエッチングを開始して71秒後から260nmと440nmの波長の発光強度の差分が徐々に変化し始めた。その後、この変化率の推移から「エッチストップが発生する」と判断したため、エッチング開始から75秒後にO₂流量を45sccmに変更した。それにより、260nm波長の発光波形の上昇と440nm波長の発光波形の下落が3秒後（エッチング開始から78秒後）には止まり、定常状態へ向かった。その後、「エッチストップが発生する」と判断できる状態が一定時間全く起こらなくなったので、元のO₂流量（25sccm）に戻した。こうしてエッチストップが起こることもなく、エッチングは開始から208秒後に完了した。また、エッチ形状については、ウェハセンター、ウェハエッジともに正常な形状を確認できた。

40

【0051】

（2）Stage温度=60の場合、図5（b）に示すようにエッチングを開始して104秒後から260nmと440nmの波長の発光強度の差分が徐々に変化し始めた。その後、この変化率の推移から「エッチストップが発生する」と判断したため、エッチング開始から109秒後にO₂流量を45sccmに変更した。しかし、260nm波長の発光波形の上昇と440nm波長の発光波形

50

の下落は完全には止まらず、 O_2 流量を50sccmまで増やしても変わらなかった。そこで、上記のように O_2 流量を45sccmに変更すると同時に、流量10sccmの CF_4 を加えた。それにより、260nm波長の発光波形の上昇と440nm波長の発光波形の下落が3秒後（エッチング開始から112秒後）には止まり、定常状態へ向かった。

【0052】

その後、「エッチストップが発生する」と判断できる状態が一定時間全く起こらなくなったので、元の O_2 流量（30sccm）に戻した。こうしてエッチストップが起こることもなく、エッチングは開始から198秒後に完了した。また、エッチ形状については、ウェハセンター、ウェハーエッジともに正常な形状を確認できた。

【0053】

以上説明したようなエッチストップ回避方法は、DRAMにおける深さ2~3 μm 程度のシリンドラ（キャパシタ用コンタクト）エッチング、及び深さ3~4 μm 程度の第1スルーホールエッチング等に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】コンタクトエッチングにおいて正常に処理されたときと、エッチストップが発生したときのエッチング断面形状を比較した図である。

【図2】正常に処理されたときとエッチストップが発生したときのプラズマ発光分光波形の変化を比較した図である。

【図3】本発明の方法を実施するための制御系を示すブロック線図である。

【図4】エッチストップが発生したときのプラズマ発光分光波形の変化をエッチング条件別に示した図である。

【図5】本発明によってエッチストップが回避されたときのプラズマ発光分光波形の変化をエッチング条件別に示した図である。

【符号の説明】

【0055】

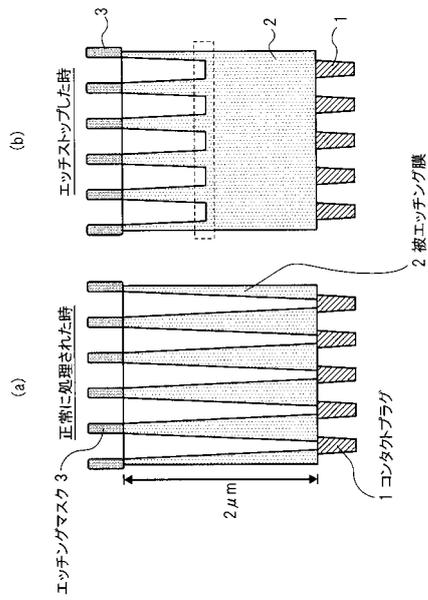
- 1 コンタクトプラグ
- 2 被エッチング膜
- 3 エッチングマスク
- 4 プラズマ処理装置のチャンバ
- 5 第一の発光強度モニター部
- 6 第二の発光強度モニター部
- 7 酸素流量制御部

10

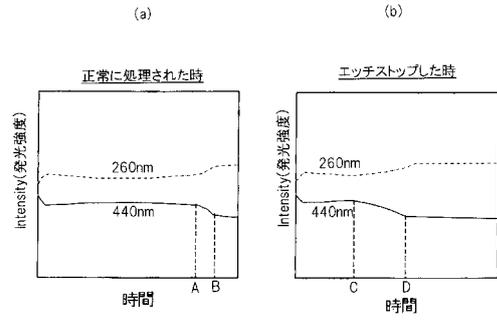
20

30

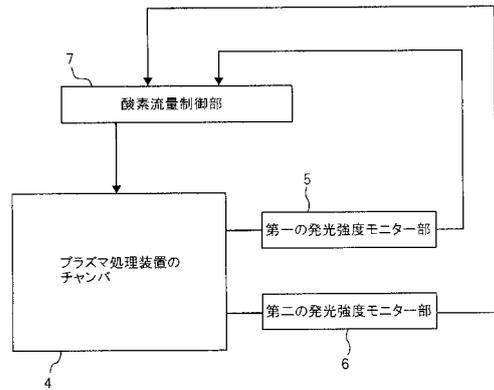
【図1】



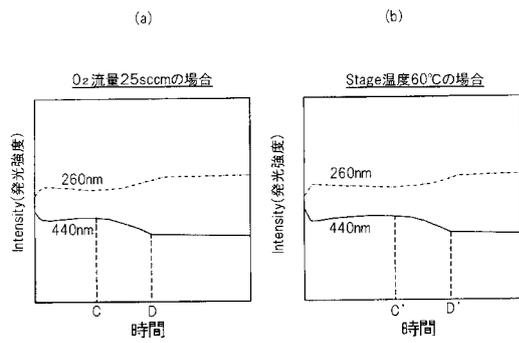
【図2】



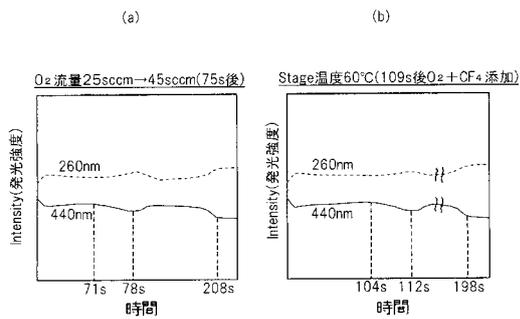
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 越本 秀幸

- (56)参考文献 特開2001-110784(JP,A)
特開平11-195644(JP,A)
特開平10-189552(JP,A)
特開昭55-063830(JP,A)
特開2002-110647(JP,A)
特開2003-232678(JP,A)
特開平11-238723(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065