

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4257931号
(P4257931)

(45) 発行日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 3 F	4/00	(2006.01)	C 2 3 F 4/00 A
G 0 3 F	1/08	(2006.01)	G 0 3 F 1/08 L
H 0 1 L	21/027	(2006.01)	H 0 1 L 21/30 5 0 2 P
H 0 5 H	1/46	(2006.01)	H 0 5 H 1/46 L

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-372085 (P2003-372085)	(73) 特許権者	000231464
(22) 出願日	平成15年10月31日(2003.10.31)		株式会社アルバック
(65) 公開番号	特開2005-133171 (P2005-133171A)		神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(43) 公開日	平成17年5月26日(2005.5.26)	(74) 代理人	100082175
審査請求日	平成18年9月11日(2006.9.11)		弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100106150
			弁理士 高橋 英樹
		(74) 代理人	100117695
			弁理士 大塚 環
		(74) 代理人	100120569
			弁理士 大阿久 敦子
		(72) 発明者	田中 義之
			茨城県つくば市小野川16番地1 株式会 社半導体先端テクノロジーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クロム膜のエッチング方法、及びフォトマスクの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

真空チャンバ内に磁気中性線を形成するための磁場発生手段である3つの磁場コイルと、該磁気中性線に沿って交番電場を加えて該磁気中性線付近に濃いプラズマを発生するための高周波コイルとを備えたエッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする方法であって、

磁気中性線近傍の磁場勾配が2 Gauss/cmであり、前記磁場コイル中の最上部コイルと最下部コイルの電流値を等しくし、前記最上部コイルと前記最下部コイルに挟まれた中間コイルの電流値を前記最上部コイルと前記最下部コイルの電流値の0.89倍とし、磁気中性線の半径が計算値で0 mmになるようにプラズマを発生させてクロム膜を加工することを特徴とするクロム膜のエッチング方法。

【請求項2】

真空チャンバ内に磁気中性線を形成するための磁場発生手段である3つの磁場コイルと、該磁気中性線に沿って交番電場を加えて該磁気中性線付近に濃いプラズマを発生するための高周波コイルとを備えたエッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする方法であって、

磁気中性線近傍の磁場勾配が1 Gauss/cmであり、前記磁場コイル中の最上部コイルと最下部コイルの電流値を等しくし、前記最上部コイルと前記最下部コイルに挟まれた中間コイルの電流値を前記最上部コイルと前記最下部コイルの電流値の0.89倍とし、磁気中性線の半径が計算値で0 mmになるようにプラズマを発生させてクロム膜を加工する

ことを特徴とするクロム膜のエッチング方法。

【請求項 3】

透明基板上にクロム膜を形成する工程と、
前記クロム膜上にレジストパターンを形成する工程と、
前記レジストパターンをマスクとして、請求項 1 又は 2 に記載のエッチング方法を用いて、前記クロム膜をエッチングする工程と、
前記クロム膜をエッチングした後、前記レジストパターンを除去する工程と、
を含むことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、フォトマスクの製造方法に係り、特に磁気中性線放電エッチング装置を用いたクロム膜のエッチング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、図 7 に示す磁気中性線放電エッチング装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このエッチング装置において、真空チャンバ 1 上部の円筒壁 5 の外側に設けられた三つの磁場コイル 6, 7, 8 に電流を流すことによって真空チャンバ 1 内部に磁気中性線 9 が形成され、中間の磁場コイル 7 内側に設けられたアンテナ 10 に高周波電源 11 から高周波電力を印加することによって上記磁気中性線 9 に沿ってリング状のプラズマが形成される。このプラズマ中の正イオンは、ブロッキングコンデンサ 16 a によって負のセルフバイアス電位となっている基板電極 15 に向かって引き込まれて基板 15 b 上の被エッチング物をエッチングする。

20

【0003】

また、プラズマ発生用のアンテナを並列多重巻にすることによって、インピーダンスを減少させ、アンテナ表面に発生する電位を低く抑えたエッチング装置が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。このエッチング装置によれば、真空チャンバ中心方向の誘導電場をより有効に発生させることができ、微細な孔のエッチングが可能となる。

【0004】

しかし、広い面積のエッチング速度均一性の観点からは、アンテナの端子部付近のエッチング速度が他の領域に比べて低くなるという不均一性があった。

30

このエッチング速度の不均一性を解決するため、多重巻ループ状アンテナの導入端部において、ループ状アンテナの間隔を変化させることによってプラズマ空間分布を制御する方法が提案されている。（例えば、特許文献 3 参照）。

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 263192 号公報（第 3 頁、図 1）

【特許文献 2】特開平 10 - 317174 号公報（第 4 頁、図 2）

【特許文献 3】特開 2002 - 33306 号公報（第 5 頁、図 2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

しかしながら、例えば、フォトマスクを製造する場合に、クロム膜のエッチングに磁気中性線エッチング装置を用いると、基板周辺部のクロム膜のエッチング速度が非常に速く、上述したようなアンテナ調整によるプラズマ空間分布の制御のみでは、十分なエッチング速度の面内均一性が得られないという問題があった。このため、クロム膜のパターンを有するフォトマスクを精度良く製造することができないという問題があった。

【0007】

本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたもので、磁気中性線エッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする際、エッチング速度の高い面内均一性を得ることを目的とする。また、本発明は、クロム膜のパターンを有するフォトマスクを精度良く製造

50

することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るクロム膜のエッチング方法は、真空チャンバ内に磁気中性線を形成するための磁場発生手段である3つの磁場コイルと、該磁気中性線に沿って交番電場を加えて該磁気中性線付近に濃いプラズマを発生するための高周波コイルとを備えたエッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする方法であって、磁気中性線近傍の磁場勾配が2 Gauss/cmであり、前記磁場コイル中の最上部コイルと最下部コイルの電流値を等しくし、前記最上部コイルと前記最下部コイルに挟まれた中間コイルの電流値を前記最上部コイルと前記最下部コイルの電流値の0.89倍とし、磁気中性線の半径が計算値で0 mmになるようにプラズマを発生させてクロム膜を加工することを特徴とする。

10

【0009】

本発明に係るクロム膜のエッチング方法において、真空チャンバ内に磁気中性線を形成するための磁場発生手段である3つの磁場コイルと、該磁気中性線に沿って交番電場を加えて該磁気中性線付近に濃いプラズマを発生するための高周波コイルとを備えたエッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする方法であって、磁気中性線近傍の磁場勾配が1 Gauss/cmであり、前記磁場コイル中の最上部コイルと最下部コイルの電流値を等しくし、前記最上部コイルと前記最下部コイルに挟まれた中間コイルの電流値を前記最上部コイルと前記最下部コイルの電流値の0.89倍とし、磁気中性線の半径が計算値で0 mmになるようにプラズマを発生させてクロム膜を加工することを特徴とする。

20

【0010】

本発明に係るフォトリソの製造方法は、透明基板上にクロム膜を形成する工程と、前記クロム膜上にレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクとして、請求項1又は2に記載のエッチング方法を用いて、前記クロム膜をエッチングする工程と、前記クロム膜をエッチングした後、前記レジストパターンを除去する工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、以上説明したように、磁気中性線エッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする際、優れたエッチング速度の面内均一性を得ることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

先ず、本発明の実施の形態で用いる磁気中性線エッチング装置について説明する。

図1は、本発明の実施の形態で用いる磁気中性線エッチング装置を説明するための概略図である。

図1に示すように、被処理基板上に形成されたクロム膜のエッチングを行う真空チャンバ1は、放電プラズマを発生させるプラズマ発生部2と、このプラズマ発生部2の下方で基板電極15上の被処理基板をエッチング加工する基板電極部3とを有する。

【0014】

真空チャンバ1上部のプラズマ発生部2には、例えば、石英等の誘電体材料からなり、内径が450 mmである円筒状側壁5が設けられている。この円筒状側壁5を囲むように、磁場発生手段としての3つの磁場コイル6, 7, 8が配置されている。上下2つの磁場コイル6, 8には同じ向きで同一電流値の定電流が流され、中間の磁場コイル7にはそれらとは逆向きの電流が流される。これにより、プラズマ発生部2に磁場が形成されると共に、磁場強度ゼロの位置が連続してなるループ状の磁気中性線9が形成される。磁気中性線9は、中間の磁場コイル7の高さ付近に形成される。

40

図2は、図1に示す磁気中性線エッチング装置内に形成される磁気中性線の形状を説明するための図である。通常のNL半径のときは、図2(a)に示すようなループ状の磁気中性線が形成される。NL半径が小さくなり、例えばNL半径が35 nmのときには、図2(b)に示すように磁気中性線の形状は完全なループ状ではなくなる。さらに、NL半

50

径が小さくなり、例えばNL半径が0nmのときには、磁気中性線の形状は円盤状になる。

【0015】

詳細は後述するが、本発明者等は、磁場コイル6, 7, 8に流す電流値をそれぞれXA, XB, XC(A)とし、XA=XCとしてXBの値を0(ゼロ)から徐々に大きくしていく実験を行った。XB=0のとき、磁場コイル6と磁場コイル8の間に磁気中性線が形成され、真空チャンバ1内にはミラー磁場が形成される。XBの値が大きくなるに従い、磁気中性線の形成位置が真空チャンバ1の中心方向に移動する。該実験に用いたエッチング装置では、XA=XC=18.8Aに対しXB=15.8Aのときに磁気中性線の半径が135mmになり、さらにXB=16.7Aのときに磁気中性線の半径が計算上0(ゼロ)になった。

10

【0016】

円筒状側壁5の外側、且つ、磁場コイル6, 7, 8の内側には、プラズマ発生用の高周波コイルとしての二重巻きループアンテナ10が設けられている。このアンテナ10に高周波電源11から高周波電力を印加することにより、磁気中性線9に沿って交番電場が加わり、磁気中性線9に放電プラズマが発生する。アンテナ10の直径は、例えば、500mmである。

【0017】

円筒状側壁5上部のフランジ(図示省略)に密封固着された天板12には、ガス導入口13が設けられている。ガス供給源からガス供給路を経て供給されたエッチングガスは、流量制御装置(例えば、マスフローコントローラ)13aにより流量制御された後、ガス導入口13からプラズマ発生部2に供給される。

20

【0018】

基板電極部3には、コンダクタンスバルブ14を介して排気口4が設けられ、この排気口4は排気ポンプ(図示省略)に接続されている。コンダクタンスバルブ14の開閉度により、真空チャンバ1内の圧力が制御される。また、真空チャンバ1内の圧力は、図示しない圧力計によりモニタされる。

【0019】

基板電極15は、例えば、230mmの直径を有するカソード電極であり、ブロッキングコンデンサ16aを介して高周波電源16に接続されている。この高周波電源16から基板電極15に高周波電力を印加することにより、ブロッキングコンデンサ16aにより浮遊状態である基板電極15が負のセルフバイアス電位となる。基板電極15と真空チャンバ1の外壁とは、樹脂等の絶縁体部材(図示省略)により絶縁されている。基板電極15上には、被処理基板15bを保持する基板保持台15aが設けられている。

30

【0020】

次に、上記エッチング装置を用いたクロム膜のエッチング方法、さらにクロム膜のエッチング工程を含むフォトマスクの製造方法について説明する。

【0021】

まず、被処理基板15bを基板電極15上に搬入する。その後、ゲートバルブを閉じ、真空チャンバ1内を真空引きする。被処理基板15bは、基板電極15上の基板保持台15aにより保持される。なお、被処理基板15bは、例えば、6インチの透明基板上にクロム膜が形成され、該クロム膜上にレジストパターンがさらに形成されたものである。

40

【0022】

次に、エッチングガスとしてCl₂とO₂の混合ガスをガス導入口13から所望の流量で供給し、コンダクタンスバルブ14により真空チャンバ1内の圧力を、例えば、0.68Paに制御する。

【0023】

次に、上下の磁場コイル6, 8に18.8Aの電流を流すとともに、中間の磁場コイル7に16.7Aの電流を流すことにより、プラズマ発生部2に形成される磁気中性線9の半径をゼロ付近に設定する。そして、プラズマ発生用の高周波電源11からアンテナ10

50

に、例えば、1 kWの高周波電力を印加する。これにより、磁気中性線9付近に濃いプラズマが発生する。すなわち、磁気中性線9付近のプラズマ密度が、その周辺のプラズマ密度よりも高くなる。

また、バイアス用の高周波電源16から基板電極15に、例えば、40 Wの高周波電力を印加することにより、基板電極15が負のセルフバイアス電位となり、プラズマ中の正イオンが基板電極15に向かって引き込まれ、透明基板上に形成されたクロム膜がエッチングされる。なお、詳細なドライエッチング条件は以下の通りである。その後、2周波の高周波電力の印加を停止し、被処理基板15bを真空チャンバ1から搬出した後、レジストパターンを除去することにより、フォトマスクが製造される。

【0024】

[ドライエッチング条件]

真空チャンバ内圧力：0.68 Pa

ガスの種類(流量)：Cl₂(240 sccm)とO₂(60 sccm)の混合ガス

アンテナへの印加電力：1 kW

バイアス電力：40 W

プラズマ-基板間距離：200 mm

磁場コイル電流：XA = XC = 18.8 A、XB = 16.7 A

【0025】

本発明者等がクロム膜のエッチング速度の面内均一性を計測したところ、面内均一性は7%以内であった。

【0026】

本発明者等は、上記ドライエッチング条件のうち、中間の磁場コイル7の電流値XBを16.7 Aから15.8 A、16.4 Aと変化させて、それぞれエッチング速度の面内均一性を調査した。すなわち、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、中間の磁場コイルの電流値XBとの関係を調査した。また、参考用に、磁場コイル6、7、8に電流を流さないICP(inductive coupling plasma)方式の場合についても面内均一性を調査した。その調査結果を図3に示す。

図3に示すように、ICP方式の場合と、XB = 15.8 A、16.4 AのNLD(neutral loop discharge)方式の場合には、面内均一性が9%を超えてしまい、面内均一性が不十分であることが分かった。これに対して、上述したように、XB = 16.7 AのNLD方式の場合には、面内均一性は7%以内であり、高いエッチング速度の面内均一性が得られることが分かった。

【0027】

また、本発明者等は、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、磁気中性線の半径との関係を調査した。また、参考用に、ICP方式の場合についても面内均一性の調査をした。その結果を図4に示す。図4から明らかなように、磁気中性線の半径が35 mm以下の場合に、エッチング速度の高い面内均一性が得られた。

【0028】

上記図3及び図4を参照して磁気中性線付近の磁場勾配を2 Gauss/cmに設定した場合の調査結果を説明したが、本発明者等は、磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合についても同様に、エッチング速度の面内均一性を調査した。

具体的には、上下の磁場コイル6、8の電流値XA、XCを9.4 Aとし、中間の磁場コイル7の電流値XBを7.9 A、8.2 A、8.3 Aと変化させて、それぞれエッチング速度の面内均一性を調査した。

図5は、磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合において、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、中間の磁場コイルの電流値との関係を示す図である。図5に示すように、XB = 8.3 AのNLD方式の場合には、面内均一性が7%程度であり、高いエッチング速度の面内均一性が得られることが分かった。

【0029】

また、本発明者等は、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、磁気中性線の半径と

10

20

30

40

50

の関係を調査した。

図6は、磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合において、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、磁気中性線の半径との関係を示す図である。図6に示すように、磁気中性線の半径が計算上70 mm以下の場合に、高いエッチング速度の面内均一性が得られることが分かった。

【0030】

また、本発明者等は、下記のように、磁気中性線付近の磁場勾配を2 Gauss/cmに設定した場合、上下の磁場コイル6, 8の電流値XA, XCを19.2 A, 18.4 Aと変化したときに、それぞれ面内均一性が最適となる中間磁場コイル7の電流値XBを調査した。具体的には、XA = XC = 19.2 Aのとき、最適なXB = 17.1 Aとなり、その時の面内均一性は8.0%であり、磁気中性線の半径は計算上0 mmであった。また、XA = XC = 18.4 Aのとき、最適なXB = 16.3 Aとなり、その時の面内均一性は7.5%であり、磁気中性線の半径は同様に計算上0 mmであった。この結果より、磁気中性線付近の磁場勾配を2 Gauss/cmのとき、XA / XB ~ 1.125のようにコイル電流値を制御することにより、磁気中性線の半径が計算上0 mm付近となり、エッチング速度の優れた面内均一性が得られることが分かった。

【表1】

XA=XC	XB			最適なXB	その時の均一性
19.2A	16.1A	16.7A	17.1A	17.1A	8.0%
18.8A	15.8A	16.4A	16.7A	16.7A	7.0%
18.4A	15.5A	16.1A	16.3A	16.3A	7.5%
NL半径計算値	135mm	80mm	0mm	0mm	

【0031】

さらに、本発明者等は、磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合も同様に、上下の磁場コイル6, 8の電流値XA, XCを9.6 A, 9.2 Aと変化したときに、それぞれ面内均一性が最適となる中間磁場コイル7の電流値XBを調査した。具体的には、XA = XC = 9.6 Aのとき、最適なXB = 8.5 Aとなり、その時の面内均一性は7.5%であり、磁気中性線の半径は計算上0 mmであった。また、XA = XC = 9.2 Aのとき、最適なXB = 8.1 Aとなり、その時の面内均一性は7.5%であり、磁気中性線の半径は同様に計算上0 mmであった。この結果より、磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmのとき、XA / XB ~ 1.125のようにコイル電流値を制御することにより、磁気中性線の半径が計算上0 mm付近となり、エッチング速度の優れた面内均一性が得られることが分かった。

【表2】

XA=XC	XB			最適なXB	その時の均一性
9.6A	8.1A	8.4A	8.5A	8.5A	7.5%
9.4A	7.9A	8.2A	8.3A	8.3A	7.0%
9.2A	7.7A	8.0A	8.1A	8.1A	7.5%
NL半径計算値	135mm	80mm	0mm	0mm	

【0032】

以上説明したように、本実施の形態では、磁場コイル6, 7, 8とアンテナ10とを備えた磁気中性線エッチング装置を用いてクロム膜をエッチングする際、磁気中性線付近の磁場勾配をX Gauss/cmとしたとき、磁気中性線10の半径を70 mm / X以下に制御した。これにより、エッチング速度の高い面内均一性が得られる。

磁気中性線付近の磁場勾配を2 Gauss/cmに設定した場合、中間の磁場コイル7に流す電流値XBを、上下の磁場コイル6, 8に流す電流値XA, XCよりも0.89倍程度

低くすることにより、上述のように磁気中性線の半径を35mm以下に制御することができる。また、磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合も同様に、中間の磁場コイル7に流す電流値XBを、上下の磁場コイル6, 8に流す電流値XA, XCよりも0.89倍程度低くすることにより、磁気中性線の半径を70mm以下に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施の形態で用いる磁気中性線エッチング装置について説明するための概略図である。

【図2】図1に示す磁気中性線エッチング装置内に形成される磁気中性線の形状を説明するための図である。

10

【図3】磁気中性線付近の磁場勾配を2 Gauss/cmに設定した場合において、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、中間の磁場コイルの電流値との関係を示す図である。

【図4】磁気中性線付近の磁場勾配を2 Gauss/cmに設定した場合において、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、磁気中性線の半径との関係を示す図である。

【図5】磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合において、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、中間の磁場コイルの電流値との関係を示す図である。

【図6】磁気中性線付近の磁場勾配を1 Gauss/cmに設定した場合において、クロム膜のエッチング速度の面内均一性と、磁気中性線の半径との関係を示す図である。

【図7】従来の磁気中性線エッチング装置について説明するための概略図である。

20

【符号の説明】

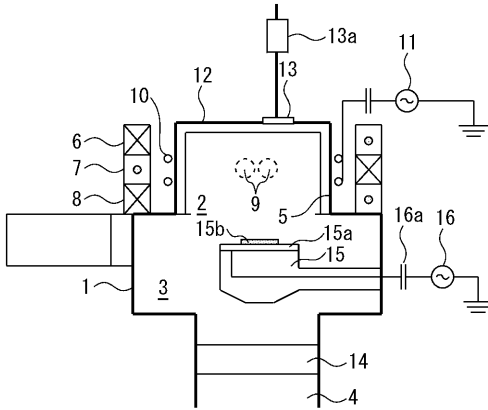
【0034】

- 1 真空チャンバ
- 2 プラズマ発生部
- 3 基板電極部
- 4 排気口
- 5 円筒状側壁
- 6 磁場コイル
- 7 磁場コイル
- 8 磁場コイル
- 9 磁気中性線
- 10 高周波コイル(アンテナ)
- 11 高周波電源
- 12 天板
- 13 ガス導入口
- 13a 流量制御装置
- 14 コンダクタンスバルブ
- 15 基板電極
- 15a 基板保持台
- 15b 被処理基板
- 16 高周波電源

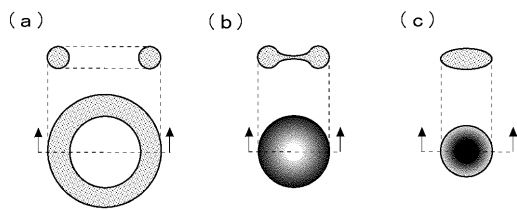
30

40

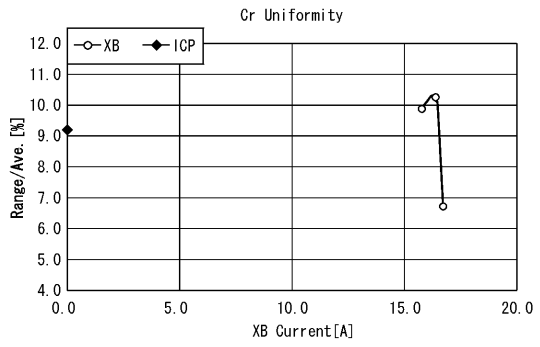
【 図 1 】



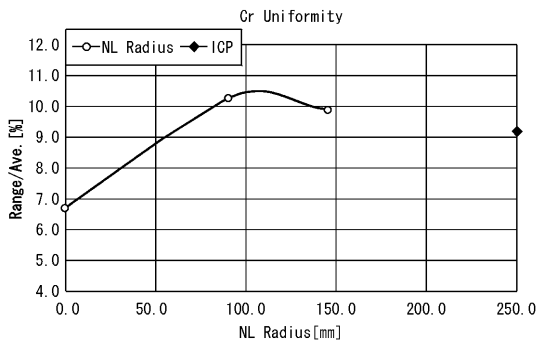
【 図 2 】



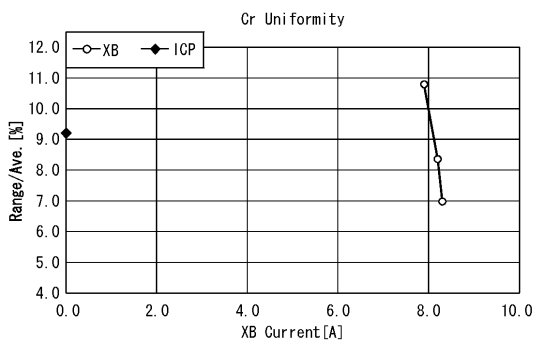
【 図 3 】



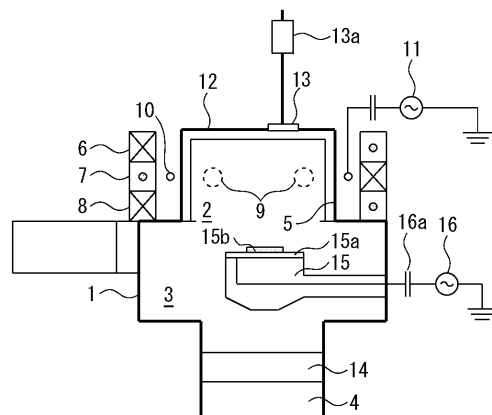
【 図 4 】



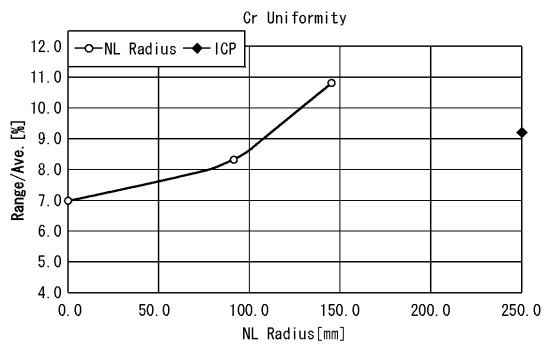
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 原島 紀幸
埼玉県秩父市大字寺尾2804番地 アルバック成膜株式会社内
- (72)発明者 佐々木 貴英
埼玉県秩父市大字寺尾2804番地 アルバック成膜株式会社内
- (72)発明者 桑原 清
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 林 俊雄
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

審査官 瀧口 博史

- (56)参考文献 特開平07-263192(JP,A)
特開平11-251092(JP,A)
特開平07-090632(JP,A)
特開2003-121984(JP,A)
特開2003-045859(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23F 4/00
H01L 21/3065