

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7387377号
(P7387377)

(45)発行日 令和5年11月28日(2023.11.28)

(24)登録日 令和5年11月17日(2023.11.17)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 L 21/3065(2006.01) H 0 1 L 21/302 1 0 1 B

請求項の数 5 (全10頁)

(21)出願番号	特願2019-191029(P2019-191029)	(73)特許権者	318010018 キオクシア株式会社 東京都港区芝浦三丁目1番21号
(22)出願日	令和1年10月18日(2019.10.18)	(74)代理人	110001092 弁理士法人サクラ国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-68747(P2021-68747A)	(72)発明者	久保井 宗一 東京都港区芝浦三丁目1番21号 キオクシア株式会社内
(43)公開日	令和3年4月30日(2021.4.30)	(72)発明者	吉永 征矢 東京都港区芝浦三丁目1番21号 キオクシア株式会社内
審査請求日	令和4年9月7日(2022.9.7)	審査官	小 高 孔頌

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

フルオロカーボンガスを含むプラズマによりシリコン含有膜をエッチングする方法において、

前記フルオロカーボンガスは、炭素及びフッ素に関して C_xF_y (x 及び y は、 $x \geq 7$ かつ $y \geq x$ を満足する数である。)で表される組成を有し、かつ6個の炭素原子で構成されるベンゼン環構造を備える、プラズマエッチング方法。

【請求項2】

前記フルオロカーボンガスは、前記ベンゼン環構造における少なくとも1つの炭素原子に CF_3 基、 CF_2 基、及び CF 基から選ばれる少なくとも1つを含む基が結合した構造を有する、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項3】

前記フルオロカーボンガスは、 C_7F_8 ガス、 C_8F_8 ガス、 C_8F_{10} ガス、 C_9F_{10} ガス、 C_9F_{12} ガス、 $C_{10}F_{10}$ ガス、 $C_{10}F_{14}$ ガス、 $C_{12}F_{12}$ ガス、及び $C_{12}F_{18}$ ガスからなる群から選ばれる少なくとも1つを含む、請求項1に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項4】

基板のエッチング処理が行われるチャンバと、

前記チャンバ内に配置された電極と、

炭素及びフッ素に関して C_xF_y (x 及び y は、 $x \geq 7$ かつ $y \geq x$ を満足する数である

10

20

。)で表される組成を有し、かつ6個の炭素原子で構成されるベンゼン環構造を備えるフルオロカーボンの液体又は固体原料を気化し、得られたフルオロカーボンガスを流量を制御して前記チャンバ内に導入するプロセスガス導入系と、

前記フルオロカーボンガスを含むプラズマを生じさせる電圧を前記電極に印加する電源とを具備するプラズマエッチング装置。

【請求項5】

前記フルオロカーボンは、前記ベンゼン環構造における少なくとも1つの炭素原子に CF_3 基、 CF_2 基、及び CF 基から選ばれる少なくとも1つを含む基が結合した構造を有する、請求項4に記載のプラズマエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、プラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの製造プロセスにおいては、半導体基板等に形成されたシリコン酸化膜等のシリコン含有膜にコンタクトホール、ビアホール、トレンチ(溝)等を形成するために、プラズマエッチングが行われている。このような半導体デバイスの製造プロセスでは、半導体デバイスの電気性能等の確保のために、加工形状の精密制御、特にコンタクトホール等の側壁の垂直加工が重要である。例えば、近年の三次元構造デバイスは、アスペクト比の大きいホールを有する。このようなアスペクト比が大きいホールをプラズマエッチングで形成するにあたって、時間当たりのホールエッチングレートやエッチングマスクとの加工選択比を、低プラズマ印加パワーで高めることが望まれている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許第5366590号明細書

【文献】米国特許第7794616号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

本発明の解決しようとする課題は、低プラズマ印加パワーでホールエッチングレートやエッチングマスクとの加工選択比を高めることを可能にしたプラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態のプラズマエッチング方法は、フルオロカーボンガスを含むプラズマによりシリコン含有膜をエッチングする方法において、前記フルオロカーボンガスは、炭素及びフッ素に関して C_xF_y (x 及び y は、 $x \geq 7$ かつ $y \geq x$ を満足する数である。)で表される組成を有し、かつ6個の炭素原子で構成されるベンゼン環構造を備える。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】実施形態のプラズマエッチング装置を示す断面図である。

【図2】実施形態のプラズマエッチング装置の変形例を示す断面図である。

【図3】実施形態のプラズマエッチング方法に用いるフルオロカーボンガスの一例を示す図である。

【図4】実施形態のプラズマエッチング方法に用いるフルオロカーボンガスのホールエッチングレートに対する、エッチングマスクとの加工選択比の関係の一例を示す図である。

【図5】実施形態のプラズマエッチング方法に用いるフルオロカーボンガスのプラズマ印加パワーに対する、ホールエッチングレートの関係の一例を示す図である。

50

【図6】図4及び図5におけるホールエッチングレート及びエッチングマスクとの加工選択比を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、実施形態のプラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置について、図面を参照して説明する。なお、各実施形態において、実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、その説明を一部省略する場合がある。図面は模式的なものであり、厚さと平面寸法との関係、各部の厚さの比率等は現実のものとは異なる場合がある。説明中の上下等の方向を示す用語は、特に明記が無い場合には後述する基板のプラズマエッチング面（加工面）を上とした場合の相対的な方向を示し、重力加速度方向を基準とした現実の方向とは異なる場合がある。

10

【0008】

図1は実施形態によるプラズマエッチング装置を示す断面図である。図1に示すプラズマエッチング装置1は、平行平板型の反応性イオンエッチング（Reactive Ion Etching: RIE）装置であり、チャンバ2、排気口3、プロセスガス導入口4、下部電極（基板電極）5、上部電極（対向電極）6、第1のプロセスガス導入系7、第2のプロセスガス導入系8、第1の電源系統9、及び第2の電源系統10を備える。

【0009】

チャンバ2には、排気口3とプロセスガス導入口4が設けられている。排気口3は、図示しない圧力調整バルブや排気ポンプ等に接続されている。チャンバ2内の気体は、排気口3から排出され、チャンバ2内が高真空に保たれる。また、プロセスガス導入口4からプロセスガスを導入するにあたって、プロセスガス導入口4から流入するガスの流量と排気口3から流出するガスの流量とを釣り合わせることによって、チャンバ2内の圧力を一定の真空圧に保つことが可能とされている。

20

【0010】

チャンバ2のプロセスガス導入口4には、第1のプロセスガス導入系7及び第2のプロセスガス導入系8が接続されている。さらに、チャンバ2には、上部電極6の複数のガス吐出口11に面するガス導入空間12がプロセスガス導入口4と接続されるように設けられている。第1のプロセスガス導入系7は、常温で液体又は固体のプロセスガス原料を気化してチャンバ2内に導入する機構を有する。第2のプロセスガス導入系8は、常温で気体のプロセスガスをチャンバ2内に導入するものであり、ガス供給源13とガス流量を制御するマスフローコントローラ14と開閉バルブ15と配管16とを有している。配管16の一端はガス供給源13に接続され、他端はプロセスガス導入口4に接続されている。常温で気体のプロセスガスとしては、He、Ar、Kr、Xe、N₂、O₂、H₂、CO、CH₄、CF₄、C₄F₆、CH₂F₂、C₄F₈、NF₃、SF₆等が用いられる。

30

【0011】

第1のプロセスガス導入系7は、液体のプロセスガス原料GSを収容する原料タンク17と、液体流量制御器18と、液体のプロセスガス原料GSを気化する気化器19と、これら原料タンク17、液体流量制御器18、及び気化器19を接続する配管20とを有している。配管20の一端は原料タンク17内に開口されており、他端はプロセスガス導入口4に接続されている。原料タンク17には、不活性ガス供給ライン21が接続されている。気化器19にはプロセスガス原料GSの気化成分（プロセスガス）をチャンバ2内に送るキャリアガスを供給するキャリアガス供給ライン22が接続されている。気化器19の周囲は、断熱材23で覆われている。さらに、配管20内でプロセスガス原料GSの気化成分が液化しないように、気化器19からプロセスガス導入口4までの配管20の周囲には、ヒータ24が設けられている。配管20、不活性ガス供給ライン21、及びキャリアガス供給ライン22には、必要箇所に応じて開閉バルブ25が設けられている。

40

【0012】

第1のプロセスガス導入系7においては、不活性ガス供給ライン21から不活性ガスを原料タンク17に供給することによって、プロセスガス原料GSが液体流量制御器18を

50

介して気化器 19 に送られる。液体流量制御器 18 で流量が制御された液体のプロセスガス原料 GS は、気化器 19 で気化される。液体流量制御器 18 で液体のプロセスガス原料 GS の流量が制御されているため、気化器 19 で気化されたプロセスガス原料 GS の気化成分は、所定のガス流量としてプロセスガス導入口 4 を介してチャンバ 2 内に送られる。液体のプロセスガス原料 GS 及びその気化成分については、後に詳述する。

【0013】

プロセスガス原料 GS を気化させる機構としては、図 1 に示した気化器 19 を用いた構成に限られるものではない。図 2 に示すように、液体又は固体のプロセスガス原料 GS を収容する原料タンク 17 を直接加熱することによって、液体又は固体のプロセスガス原料 GS を気化させるようにしてもよい。すなわち、図 2 に示す第 1 のプロセスガス導入系 7 においては、液体又は固体のプロセスガス原料 GS を収容する原料タンク 17 の周囲にヒータ 26 が設けられており、さらに原料タンク 17 及びヒータ 26 の周囲が断熱材 27 で覆われている。原料タンク 17 からプロセスガス導入口 4 までの配管 20 には、気体流量制御器 28 が設けられている。配管 20 及び気体流量制御器 28 の周囲にはヒータ 24 が設けられている。

10

【0014】

図 2 に示す第 1 のプロセスガス導入系 7 において、液体又は固体のプロセスガス原料 GS が収容された原料タンク 17 は、ヒータ 26 により直接加熱される。ヒータ 26 により加熱された液体又は固体のプロセスガス原料 GS は気化し、配管 20 に送られる。プロセスガス原料 GS の気化成分は、気体流量制御器 28 で流量が制御され、この状態でプロセスガス導入口 4 を介してチャンバ 2 内に送られる。

20

【0015】

チャンバ 2 内には、半導体ウエハ W 等の基板を載置する載置台（保持部）を兼ねた上下動自在な基板電極として下部電極 5 が設けられている。下部電極 5 の上部には、図示しない静電チャックが設けられており、半導体ウエハ W を下部電極 5 に保持することができるように構成されている。下部電極 5 の上方には、対向電極としてプロセスガス吐出用のシャワーヘッドを兼ねる上部電極 6 が、ガス導入空間 12 と半導体ウエハ W のエッチング処理が行われる処理空間とを区画する位置に配置されている。上部電極 6 には、プロセスガスをガス導入空間 12 から半導体ウエハ W の処理空間へと供給するように、複数のガス通過孔 11 が設けられている。チャンバ 2 はアースされている。

30

【0016】

基板電極としての下部電極 5 には、第 1 の電源系統 9 及び第 2 の電源系統 10 が接続されている。第 1 の電源系統 9 は整合器 30 及び第 1 の高周波電源 31 を有し、第 2 の電源系統 10 は整合器 32 及び第 2 の高周波電源 33 を有する。第 1 の高周波電源 31 は、プロセスガスをイオン化して、プラズマを発生させるための第 1 の高周波電圧 (V a) を出力する電源であり、出力された第 1 の高周波電圧 (V a) が下部電極 5 に印加される。第 2 の高周波電源 33 は、プラズマからイオンを半導体ウエハ W に引き込むための、第 1 の高周波電圧 (V a) より周波数が低い第 2 の高周波電圧 (V b) を出力する電源であり、出力された第 2 の高周波電圧 (V b) が下部電極 5 に印加される。電圧 V a 及び電圧 V b は共に、一般には高周波と呼ばれるが、それぞれの周波数の違いを説明するため、便宜的に第 1 の高周波電圧 (V a) を RF 高周波電圧、第 2 の高周波電圧 (V b) を RF 低周波電圧と称する。

40

【0017】

第 1 の高周波電源 31 が出力する RF 高周波電圧 (V a) は、プラズマの発生力を高めるために 27 MHz 以上であることが好ましく、例えば 100 MHz、60 MHz、40 MHz、27 MHz 等であることが好ましい。第 2 の高周波電源 33 が出力する RF 低周波電圧 (V b) は、プラズマからのイオンの引き込み性を高めるために 3 MHz 以下であることが好ましく、例えば 3 MHz、2 MHz、400 kHz、100 kHz 等であることが好ましい。また、第 2 の高周波電源 33 から下部電極 5 に印加される RF 低周波電圧 (V b) の上下のピーク間電圧は 1000 V 以上であることが好ましい。

50

【 0 0 1 8 】

第 1 のプロセスガス導入系 7 からのチャンバ 2 内へのプロセスガスの導入、及び必要に応じて第 2 のプロセスガス導入系 8 からのチャンバ 2 内へのプロセスガスの導入と同時に、上記した第 1 の高周波電源 3 1 から R F 高周波電圧 (V a) 及び第 2 の高周波電源 3 3 から R F 低周波電圧 (V b) を下部電極 5 に印加することによって、下部電極 5 と上部電極 6 との間にプラズマが発生する。すなわち、第 1 の高周波電源 3 1 からの R F 高周波電圧 (V a) と第 2 の高周波電源 3 3 からの R F 低周波電圧 (V b) とが重畳して下部電極 5 に印加されることによって、プロセスガスがイオン化して下部電極 5 と上部電極 6 との間にプロセスガスのプラズマが形成されると共に、下部電極 5 側へのイオンの引き込みが行われる。

10

【 0 0 1 9 】

次に、上記したプラズマエッチング装置 1 を用いた半導体ウエハ W のプラズマエッチング方法について説明する。実施形態のプラズマエッチング方法においては、まず下部電極 5 上にエッチング処理する半導体ウエハ W 等の基板を載置する。エッチング処理する半導体ウエハ W は、シリコン、タングステン、アルミニウム、チタン、モリブデン、及び tantalum からなる群より選ばれる少なくとも 1 つを含む半導体膜又は金属膜上に形成されたシリコン酸化膜 (S i O 膜) やシリコン窒化膜 (S i N 膜) 等のシリコン含有膜を有する。このような S i O 膜や S i N 膜等のシリコン含有膜を有する半導体ウエハ W にエッチングマスクを形成すると共に、エッチングマスクをパターニングして開口部を形成した後、プラズマエッチング処理することによって、エッチングマスクの開口部に依りてシリコン含有膜にコンタクトホールのようなホール部を形成する。

20

【 0 0 2 0 】

シリコン含有膜にコンタクトホール等を形成するにあたって、第 1 のプロセスガス導入系 7 からチャンバ 2 内へプロセスガスを導入すると同時に、エッチングマスクが形成された半導体ウエハ W が載置された下部電極 5 に対して、第 1 の高周波電源 3 1 から R F 高周波電圧 (V a) 及び第 2 の高周波電源 3 3 から R F 低周波電圧 (V b) を印加し、下部電極 5 と上部電極 6 との間にプラズマを発生させると共に、プラズマ中のイオンを半導体ウエハ W に引き込むことによって、シリコン含有膜をエッチング処理する。シリコン含有膜のエッチング処理は、少なくとも S i O 膜に対して実施される。プラズマエッチング処理するシリコン含有膜は、S i O 膜の単独膜に限らず、S i O 膜と S i N 膜との積層膜であってもよい。シリコン含有膜のエッチング処理において、シリコン含有膜と上記した半導体膜や金属膜とのエッチングレートの違いに基づいて、シリコン含有膜を選択的に加工することができる。

30

【 0 0 2 1 】

上記したシリコン含有膜のプラズマエッチング処理において、第 1 のプロセスガス導入系 7 の原料タンク 1 7 に収容されるプロセスガス原料 G S としては、炭素及びフッ素に関して $C_x F_y$ (x 及び y は、 $x \geq 7$ かつ $y \geq x$ を満足する数である。) で表される組成を有し、かつ 6 個の炭素原子で構成されるベンゼン環構造を備えるフルオロカーボンの原料が用いられる。上記した組成とベンゼン環構造を備えるフルオロカーボン (以下、ベンゼン環ベースフルオロカーボンと呼ぶ。) は、常温で液体であるため、図 1 及び図 2 に示したような液体のプロセスガス原料 G S を気化させる機構が用いられる。

40

【 0 0 2 2 】

上記したベンゼン環ベースフルオロカーボンは、ベンゼン環構造が従来のフルオロカーボンの分子構造に比べて安定で分解されにくいことから、エッチングマスクとの加工選択比を高めることができる。このようなベンゼン環ベースフルオロカーボンの特性に加えて、 $C_x F_y$ 組成の炭素数 x が 7 以上でかつフッ素数 y が炭素数 x 以上であることから、ベンゼン環を構成する 6 個の炭素原子の少なくとも 1 つに結合した、炭素及びフッ素を含む基がプラズマ内でベンゼン環から外れてイオン化しやすい。ベンゼン環から外れた炭素及びフッ素を含む基がイオン化することで、優れたエッチング効果を示す。従って、半導体ウエハ W に形成されたシリコン酸化膜 (S i O) 等のシリコン含有膜をエッチングす

50

るにあたって、低プラズマ印加パワーでホールエッチングレートを高めることができる。

【0023】

ベンゼン環ベースフルオロカーボンは、上記したようなエッチングマスクの加工選択性やホールエッチングレートを得る上で、ベンゼン環を構成する6個の炭素原子の少なくとも1つに、 CF_3 基、 CF_2 基、及び CF 基から選ばれる少なくとも1つを含む基（以下において、 CF_z 含有基と呼ぶ。）が結合した構造を有することが好ましい。 CF_z 含有基は、上記した CF_3 基の単独基に限られるものではなく、ベンゼン環の炭素原子に C_mF_n 基（ m 及び n はそれぞれ1以上の数である。）が結合し、このような C_mF_n 基が CF_3 基、 CF_2 基、及び CF 基から選ばれる少なくとも1つを含んでいてもよい。 C_mF_n 基は、例えば「 $-C(F)=CF_2$ 」や「 $-C(F_2)-C(F)=CF_2$ 」のような炭素-炭素の二重結合を有する基、「 $-C(F)(CF_3)_2$ 」のようなフッ化アルキル基が炭素原子に結合した基、さらに炭素-炭素の単結合、二重結合、三重結合を複数有する炭素鎖にフッ素が結合した基等、その形態は特に限定されるものではない。なお、 C_mF_n 基はパーフルオロカーボン基に限らず、一部が水素や酸素に置換された基であってもよい。すなわち、上記したベンゼン環ベースフルオロカーボンは、 C_mF_n で表される組成に加えて、1個以上のHやOをさらに含む組成式で表されるものであってもよい。

【0024】

上記したようなベンゼン環ベースフルオロカーボンの具体例としては、 C_7F_8 、 C_8F_8 、 C_8F_{10} 、 C_9F_{10} 、 C_9F_{12} 、 $C_{10}F_{10}$ 、 $C_{10}F_{14}$ 、 $C_{12}F_{12}$ 、 $C_{12}F_{18}$ 等が挙げられる。これらベンゼン環ベースフルオロカーボンの構造例を図3に示す。図3に示すように、いずれもベンゼン環を構成する6個の炭素原子の少なくとも1つに、 CF_3 基、 CF_2 基、及び CF 基から選ばれる少なくとも1つを含む基（ CF_z 含有基）が結合しており、これら CF_z 含有基又はその一部がプラズマ内でベンゼン環から外れてイオン化することによって、ホールエッチングレートを高めることができる。さらに、 CF_z 含有基はベンゼン環から外れやすいため、低プラズマ印加パワーでホールエッチングレートを高めることができる。このように、第1のプロセスガス導入系7からチャンバ2内に導入するプロセスガスは、 C_7F_8 ガス、 C_8F_8 ガス、 C_8F_{10} ガス、 C_9F_{10} ガス、 C_9F_{12} ガス、 $C_{10}F_{10}$ ガス、 $C_{10}F_{14}$ ガス、 $C_{12}F_{12}$ ガス、及び $C_{12}F_{18}$ ガスからなる群より選ばれる少なくとも1つを含むことが好ましい。

【0025】

図4にベンゼン環ベースフルオロカーボンの気化成分（フルオロカーボンガス）のホールエッチングレート（ H/R ）に対する、エッチングマスクとの加工選択比（ $Se1$ ）の関係の一例を示す。また、図5にベンゼン環ベースフルオロカーボンの気化成分（フルオロカーボンガス）の第1の高周波電源31のプラズマ印加パワー（HFパワー）に対する、ホールエッチングレート（ H/R ）の関係の一例を示す。図6に示すように、ホールエッチングレート（ H/R ）は、ホールHの深さ（Depth）を処理時間（time）で除した値であり、エッチングマスクとの加工選択比（ $Se1$ ）は、処理中のマスクMの減少厚さ（Mask）をホールHの深さ（Depth）で除した値である。図6において、Sはシリコン含有膜である。

【0026】

図4及び図5はフルオロカーボンガスの一例として、 C_7F_8 ガス及び C_8F_{10} ガスの特性を示している。なお、図4及び図5は比較のために、 C_4F_6 ガス及び C_6F_6 ガスの特性も合わせて示している。図4に示すように、 C_7F_8 ガス及び C_8F_{10} ガスのホールエッチングレート（ H/R ）に対する、エッチングマスクとの加工選択比（ $Se1$ ）は、 C_6F_6 ガスとおおよそ同等であるものの、 C_4F_6 ガスに比べて優れている。また、 C_7F_8 ガス及び C_8F_{10} ガスは、 C_4F_6 ガス及び C_6F_6 ガスに比べて、低いプラズマ印加パワー（HFパワー）で優れたホールエッチングレート（ H/R ）が得られている。

【0027】

図4や図5に示すように、ベンゼン環ベースフルオロカーボンの気化成分からなるフルオロカーボンガスによれば、低プラズマ印加パワーでホールエッチングレートやエッチ

10

20

30

40

50

ングマスクとの加工選択比を高めることができる。従って、例えばSiO膜やSiO膜とSiN膜との積層膜にアスペクト比が大きいコンタクトホール等を、低プラズマ印加パワーで形成することが可能になる。

【0028】

さらに、ベンゼン環ベースフルオロカーボンの気化成分からなるフルオロカーボンガスは、タングステン(W)等の金属膜のエッチングレートに対してシリコン含有膜のエッチングレートが大きいことから、シリコン含有膜を選択的に加工することができる。例えば、C₄F₆ガスを用いたときのWのホールエッチングレートを1としたとき、C₇F₈ガスのWのホールエッチングレートは0.63であり、タングステン膜のエッチングレートに対してシリコン含有膜のエッチングレートが大きい。従って、シリコン含有膜を選択的に加工することができる。なお、Wのホールエッチングレートは、単位SiO₂のホールに対するW膜のエッチング量で比較したものである。

10

【0029】

なお、上述した各実施形態の構成は、それぞれ組合せて適用することができ、また一部置き換えることも可能である。ここでは、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図するものではない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施し得るものであり、発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の省略、置き換え、変更等を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同時に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

20

【符号の説明】

【0030】

1...プラズマエッチング装置、2...チャンバ、3...排気口、4...プロセスガス導入口、5...下部電極(基板電極)、6...上部電極(対向電極)、7...第1のプロセスガス導入系、8...第2のプロセスガス導入系、9...第1の電源系統、10...第2の電源系統、17...原料タンク、18...液体流量制御器、19...気化器、20...配管、24, 26ヒータ、28...気体流量制御器。

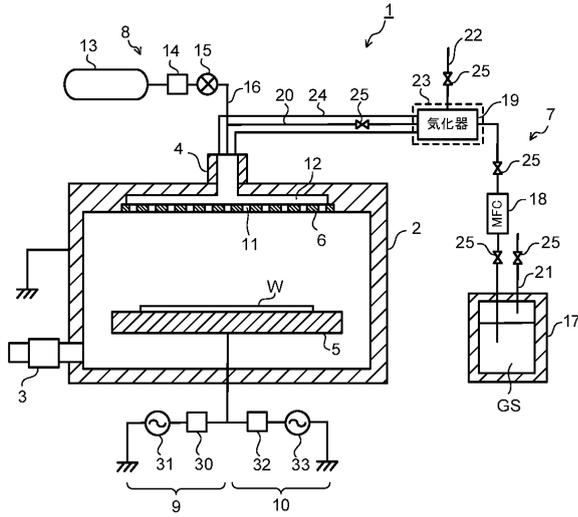
30

40

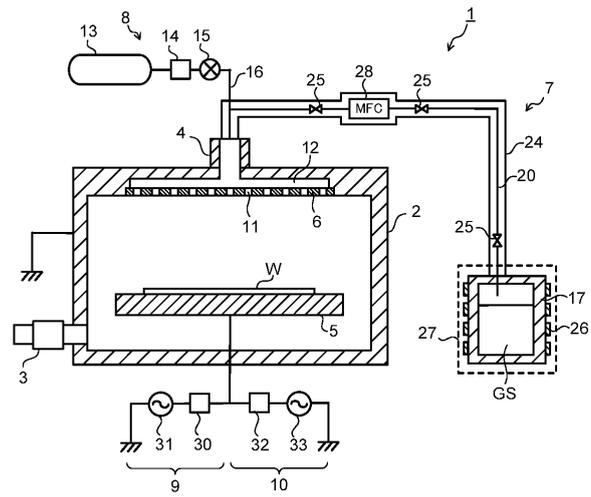
50

【図面】

【図 1】

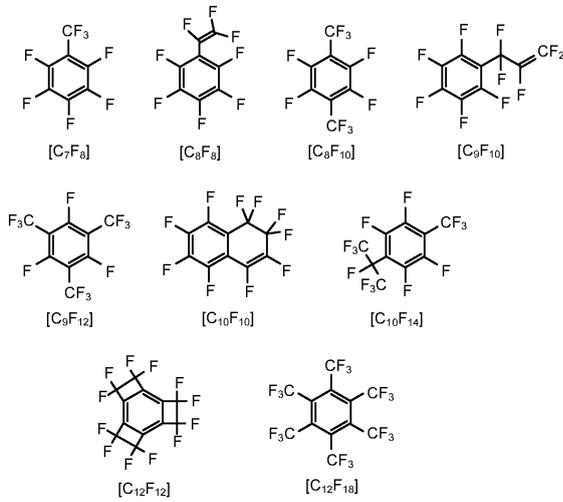


【図 2】

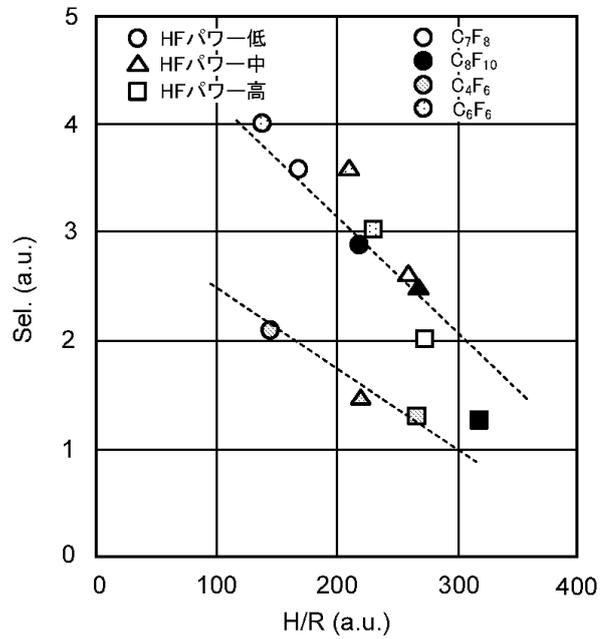


10

【図 3】



【図 4】



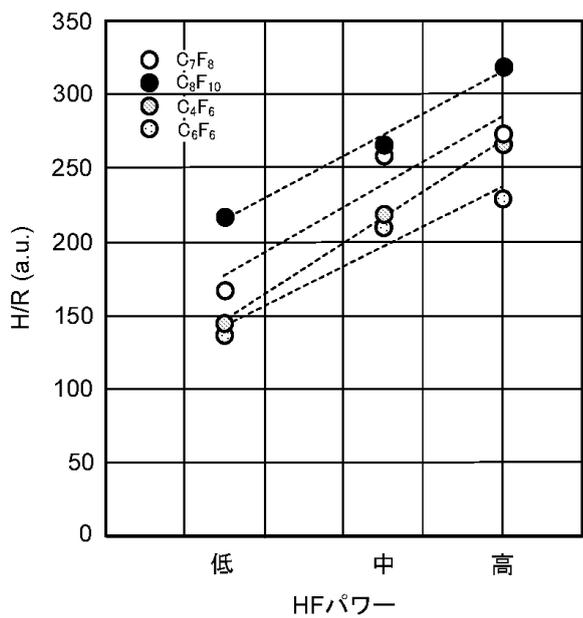
20

30

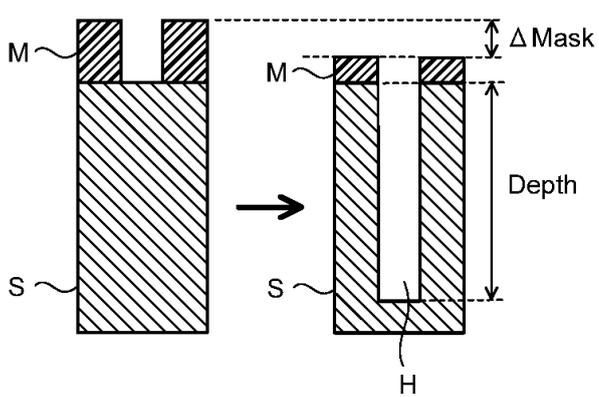
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 4 9 7 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 5 9 2 2 9 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 9 5 6 7 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 8 0 7 9 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 0 5 7 8 7 8 (U S , A 1)
国際公開第 2 0 1 9 / 0 3 8 8 4 8 (W O , A 1)
S. Heinig and R. Herzsuh , Formation and Analytics of Fluorine Compounds in the Plasma Etching in Microelectronics Industry , ADVANCES IN MASS SPECTROMETRY , 米国 , 1998 年 , 14 , D035810/1-D035810/10
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5