世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 **H01L 21/3065**	**A1**	(11) 国際公開番号 **WO98/21745** (43) 国際公開日 1998年5月22日(22.05.98)

(21) 国際出願番号 PCT/JP97/04099

(22) 国際出願日 1997年11月11日(11.11.97)

(30) 優先権データ
特願平8/320912 1996年11月14日(14.11.96) JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
東京エレクトロン株式会社
(TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP]
〒107 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
赤堀 孝(AKAHORI, Takashi)[JP/JP]
〒192-03 東京都八王子市松木37-5
ベアーズパレス401 Tokyo, (JP)
石塚修一(ISHIZUKA, Shuichi)[JP/JP]
〒220-01 神奈川県津久井郡城山町原宿4-19-29
城山ニューハイツ202 Kanagawa, (JP)
遠藤俊一(ENDO, Shunichi)[JP/JP]
〒229 神奈川県相模原市相模原2-12-12
クリオ相模原弐番館408 Kanagawa, (JP)
青木武志(AOKI, Takeshi)[JP/JP]
〒192 東京都八王子市大和田町6-14-5
メゾンドノア大和田430 Tokyo, (JP)
平田匡史(HIRATA, Tadashi)[JP/JP]
〒229 神奈川県相模原市橋本3-21-2
ドラゴンマンション橋本弐番館1004 Kanagawa, (JP)
(74) 代理人
弁理士 佐藤一雄, 外(SATO, Kazuo et al.)
〒100 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号
協和特許法律事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

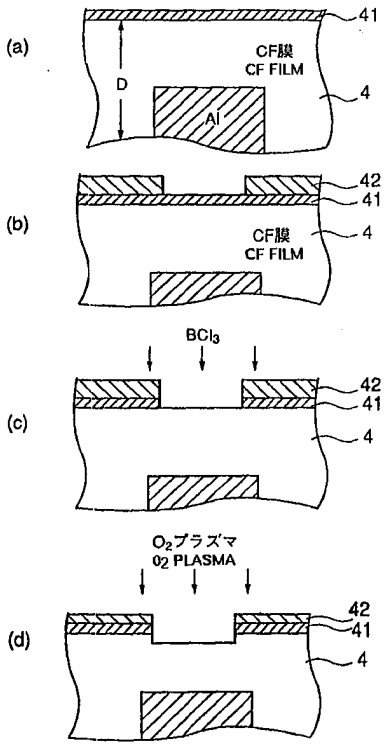
添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: **PROCESS FOR THE PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

(54)発明の名称 半導体素子の製造方法

(57) Abstract

A process for the production of a semiconductor device, which enables the practical use of a carbon fluoride film (hereinafter referred to as "CF film") as the interlayer insulator film. The deposition of a conductive film such as a TiN film (41) on a CF film (4) and the patternwise deposition of a resist film (42) on the film (41) are conducted successively, followed by the etching of the TiN film (41) with BCl_3 gas or the like. Although the subsequent irradiation of the resulting wafer with O_2 plasma makes not only the CF film but also the resist film (42) etched chemically, predetermined holes can be formed by virtue of the action of the TiN film (41) as a mask. Then, wiring is formed of aluminum or the like on the surface of the CF film (4). The TiN film (41) is effective in making the wiring and the CF film (4) adhere tightly to each other and serves as a part of the wiring. An insulator film made of SiO_2 or the like may be used as the mask instead of the conductive film.



（５７）要約

フッ素添加カーボン膜（以下「ＣＦ膜」という）を用いた層間絶縁膜の実用化を図るためにＣＦ膜の工程を可能にすること。

ＣＦ膜４の上に導電膜例えばＴｉＮ膜４１を形成し、その上にレジスト膜４２のパターンを形成した後、例えばBCl_3ガスによりＴｉＮ膜４１をエッチングする。その後O_2プラズマをウエハ表面に照射すると、ＣＦ膜を化学エッチングすると共にレジスト膜４２もエッチングするが、ＴｉＮ膜４１がマスクの役割を果たすため、予定のホールを形成することができる。ＣＦ膜４の表面はアルミニウムなどによって配線が形成されるが、ＴｉＮ膜４１は配線とＣＦ膜４との密着層の役割を果たし、また配線の一部となる。マスクとしては導電膜の代りにSiO_2などの絶縁膜を用いてもよい。

ＰＣＴに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード（参考情報）

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GB	英国	MC	モナコ	TG	トーゴー
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GN	ガンビア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	GW	ギニア	ML	マリ	TT	トリニダッド・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GR	ギニア・ビサオ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	HU	ギリシャ	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	ID	ハンガリー	MW	マラウイ	US	米国
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
BY	ベラルーシ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	VN	ヴィェトナム
CA	カナダ	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴースラヴィア
CF	中央アフリカ	IT	イタリア	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CG	コンゴー共和国	JP	日本	NZ	ニュージーランド		
CH	スイス	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CI	コートジボアール	KG	キルギス	PT	ポルトガル		
CM	カメルーン	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
CN	中国	KR	韓国	RU	ロシア		
CU	キューバ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
CY	キプロス	LC	セント・ルシア	SE	スウェーデン		
CZ	チェッコ	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		
DE	ドイツ	LK	スリランカ	SI	スロヴェニア		
DK	デンマーク	LR	リベリア	SK	スロヴァキア		
EE	エストニア	LS	レソト	SL	シエラ・レオーネ		
ES	スペイン						

明　　細　　書

半導体素子の製造方法

技術分野

本発明はフッ素添加カーボン膜を用いた半導体素子の製造方法に関する。

背景技術

半導体デバイスの高集積化を図るために、パターンの微細化、回路の多層化といった工夫が進められており、そのうちの一つとして配線を多層化する技術がある。多層配線構造をとるためには、ｎ層目の配線層と（ｎ＋１）番目の配線層の間を導電層で接続すると共に、導電層以外の領域は層間絶縁膜と呼ばれる薄膜が形成される。

この層間絶縁膜の代表的なものとしてSiO_2膜があるが、近年デバイスの動作についてより一層の高速化を図るために層間絶縁膜の比誘電率を低くすることが要求されており、層間絶縁膜の材質についての検討がなされている。即ちSiO_2は比誘電率がおよそ４であり、これよりも小さい材質の発掘に力が注がれている。そのうちの一つとして比誘電率が３．５であるＳｉＯＦの実現化が進められているが、本発明者は比誘電率が更に小さいフッ素添加カーボン膜に注目している。

ところでフッ素添加カーボン膜については未知の部分が多く、フッ素添加カーボン膜自体の製法も模索している段階であり、例えばエッチング工程について見ると、SiO_2膜のエッチングガスとして用いられていたCF_4などのＣＦ系のガスでは、エッチングすべき膜自体がＣＦ系のものであるためエッチングを行うことができず、従来の工程をそのまま適用できない。従ってフッ素添加カーボン膜

が層間絶縁膜として好適であるといっても、実用化を達成するには多くの課題をかかえている。

発明の開示

本発明は、その中でもエッチング工程に関する課題を取り上げてなされたものであり、フッ素添加カーボン膜のエッチングを可能にすることができ、フッ素添加カーボン膜を用いた層間絶縁膜の実用化を主たる目的とするものである。

本願の第１の発明は、フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜ずる工程と、

次いで前記絶縁膜上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、

その後酸素プラズマにより前記絶縁膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする。この発明は、具体的には例えば次ぎのような工程となる。エッチングにより絶縁膜に予定とする凹部が形成された時点では、絶縁膜上にレジスト膜が残存している。酸素プラズマによるフッ素添加カーボン膜のエッチング速度とレジスト膜のエッチング速度とが揃っている。

本願の第２の発明は、フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、

次いで前記絶縁膜上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、

その後酸素プラズマ生成用ガス及びシラン系化合物ガスを含む処理ガスをプラズマ化してそのプラズマによりフッ素添加カーボン膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする。

本願の第３の発明は、フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、

次いで前記絶縁膜上に酸素プラズマに耐性のある保護膜を成膜する工程と、

その後この保護膜の上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、

次にレジスト膜のパターンに対応して露出している保護膜をエッチングして除去する工程と、

その後酸素プラズマによりフッ素添加カーボン膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする。この場合保護膜は、例えば絶縁膜であってもよいし、導電膜であってもよい。

本願の第４の発明は、フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、

次いで前記絶縁膜上にチタンナイトライド膜を成膜する工程と、

その後このチタンナイトライド膜の上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、

次にレジスト膜のパターンに対応して露出している前記チタンナイトライド膜をエッチングして除去する工程と、

その後酸素プラズマによりフッ素添加カーボン膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする。

以上において、フッ素添加カーボン膜の下方側に金属層が形成されている場合には、フッ素添加カーボン膜がエッチングされて前記金属層が露出した後は、アルゴンプラズマにより金属層表面の酸化物を除去することが好ましい。

図面の簡単な説明

図１は、本発明方法によって製造される半導体素子の一部を示す説明図である。

図２は、本発明方法の実施の形態を示す説明図である。

図３は、本発明方法の他の実施の形態を示す説明図である。

図４は、本発明方法と比較した方法の説明図である。

図５は、本発明方法を実施するためのプラズマ処理装置の一例を示す縦断側面図である。

図６は、本発明の更に他の実施の形態を示す説明図である。

図７は、本発明の更に他の実施の形態を示す説明図である。

図８は、ＣＦ膜のエッチング特性を示す特性図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態では、フッ素添加カーボン膜（以下「ＣＦ膜」という）をエッチングする工程に特徴があるが、本発明方法を利用して製造される半導体素子の構造の一例を図１（ａ）、（ｂ）に示しておく。１はシリコン基板、１１はＢＰＳＧ膜（SiO_2にＰ及びＢがドープされた膜）、１２はｎ型半導体領域、１３は、ＢＰＳＧ膜１１のスルーホールに埋め込まれた例えばＷ（タングステン）よりなる電極であり、これらは回路主要部の一部に相当する。この回路主要部の上には、例えばアルミニウムよりなる配線１５が多層に形成され、上下の配線１５、１５（図示せず）は、層間絶縁膜１６に形成されたビアホールに埋め込まれた例えばＷよりなる導電層１７により互に接続されている。

このような半導体素子を製造するにあたって層間絶縁膜をエッチングする工程に関して以下に述べていく。図２（ａ）は例えばｎ層目のアルミニウム配線が形成された状態を示しており、絶縁膜１４の上に図２（ｂ）に示すようにＣＦ膜よりなる１層目の層間絶縁膜１６が形成される。ＣＦ膜は、例えばＣＦ系のガス及びＣＨ系のガスを成膜ガスとして、プラズマＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法、により成膜することができる。例えばC_4F_8ガス及びC_2H_4ガスを用い、エッチング装置でもある後述のＥＣＲ（電子サイクロトロン共鳴）プラズマ処理装置を用いて例えば厚さ０．７μｍに成膜される。

次いで図２（ｃ）に示すようにＣＦ膜（層間絶縁膜１６）の表面に所定のパターンでレジスト膜１８が形成される。このレジスト膜１８は例えばスピンコーテ

ィング法によりウエハ表面にレジスト液を塗布し、露光、現像工程を経て形成される。レジストの材料としては、アジド化合物、ポリビニルフェノール、メタクリル酸化合物、ノボラック樹脂、ポリスチレン系樹脂といった有機材料が用いられる。

その後ウエハ表面にO_2プラズマ（酸素プラズマ）を照射してＣＦ膜をエッチングする。ＣＦ膜にO_2プラズマが当たると、O_2の活性種がＣ－Ｆ結合及びＣ－Ｃ結合を切断してＣＯあるいはCO_2となって飛散すると共に、ＦについてもF_2などとなって飛散する。こうしてＣＦ膜がO_2プラズマによって化学エッチングされていく。

ところでレジスト膜１８は有機系材料であるためO_2プラズマによってやはり化学的にエッチングにより除去されてしまう。従ってＣＦ膜のエッチングとレジスト膜１８のエッチングによる除去とが同時に進行するが、レジスト膜１８が全てエッチングにより除去される前に、ＣＦ膜の表面からアルミニウム配線１５までのエッチングが終了すれば、図２（ｄ）に示すように予定とするビアホール１９が形成される。このためにはレジスト膜１８のエッチングによる除去の速度とＣＦ膜のエッチングの速度を予め把握してレジスト膜１８の膜厚を設定すればよい。

レジスト膜１８のエッチングによる除去の速度とＣＦ膜のエッチングの速度が同じであればＣＦ膜の表面が平坦化される。一般的にはレジスト膜１８を除去した後に層間絶縁膜の表面を平坦化するためにＣＭＰなどと呼ばれる機械的研磨工程が行われるが、この場合にはＣＭＰ工程が不要になるという利点がある。レジスト膜のエッチングによる除去の速度とＣＦ膜のエッチングの速度が異なる場合には、予定とするホールが形成される前に（アルミニウム表面までエッチングされる前に）レジスト膜１８が全部除去されないようにすることが望ましい。ホールが形成されたときにレジスト膜１８が残っていれば、その後レジスト膜１８の

エッチング終了時点を、例えばＣＯやCO_2の発光量の変化に基づいて検出することにより、ＣＦ膜の膜厚を変動させることなくレジスト膜の除去及びホールの形成を行うことができる。

本発明の他の実施の形態では、図３に示すようにO_2ガスとシラン系のガス例えばSiH_4、Si_2H_6ガスなどとを用いてＣＦ膜のエッチングを行う。図３はこのようなエッチングの様子を示す図であり、エッチングと同時にホール１９の側壁に、SiH_4とO_2との反応によってSiO_2よりなる保護膜１９ａが形成され、側壁のエッチングが抑制される。

O_2ガスのみによってエッチングを行う場合、図４に示すように凹部１９の側壁もエッチングされて横に膨らむボーイングと呼ばれる状態になるため、高アスペクト比の凹部１９をエッチングすることが困難であると考えられる。従ってこの手法によればアスペクト比の高いビアホールやスルーホールのエッチングを行うことができる。この場合O_2ガスに対するシラン系ガスの比率が大きいと保護膜が成長し過ぎて凹部の形状が悪くなるため、エッチング条件等に応じてシラン系ガスの混合比を設定することが必要である。この方法は、後述する絶縁膜や導電膜をＣＦ膜の表面に形成する方法と組み合わせて実施してもよい。

本発明方法は例えば図５に示すプラズマ処理装置により実施することができる。この装置はアルミニウム等により形成された真空容器２を有しており、この真空容器２は上方に位置してプラズマを発生させる筒状のプラズマ室２１と、この下方に連通させて連結され、プラズマ室２１よりは口径の大きい筒状の処理室２２とからなる。なおこの真空容器２は接地されてゼロ電位になっている。

この真空容器２の上端は、開口されてこの部分にマイクロ波を透過する部材例えば石英等の材料で形成された透過窓２３が気密に設けられており、真空容器２内の真空状態を維持するようになっている。この透過窓２３の外側には、例えば２．４５ＧＨｚのプラズマ発生用高周波供給手段としての高周波電源部２４に接

続された導波管２５が設けられており、高周波電源部２４に発生したマイクロ波Ｍを導波管２５で案内して透過窓２３からプラズマ室２１内へ導入し得るようになっている。プラズマ室２１を区画する側壁には例えばその周方向に沿って均等に配置したプラズマガスノズル２６が設けられている。

また、プラズマ室２１を区画する側壁の外周には、これに接近させて磁界形成手段として例えばリング状の主電磁コイル２７が配置されると共に、成膜室２２の下方側にはリング状の補助電磁コイル２８が配置され、プラズマ室２１から処理室２２に亘って上から下に向かう磁界例えば８７５ガウスの磁界Ｂを形成し得るようになっており、ＥＣＲプラズマ条件が満たされている。なお電磁コイルに代えて永久磁石を用いてもよい。

このようにプラズマ室２１内に周波数の制御されたマイクロ波Ｍと磁界Ｂとを形成することにより、これらの相互作用により上記ＥＣＲプラズマが発生する。この時、前記周波数にて前記導入ガスに共鳴作用が生じてプラズマが高い密度で形成されることになる。すなわちこの装置は、電子サイクロトロン共鳴（ＥＣＲ）プラズマ処理装置を構成することになる。

前記載置台３は、例えばアルミニウム製の本体３１の上に、ヒータ３２を内蔵したセラミックス体３３を設けてなり、載置面は静電チャックとして構成されている。更に載置台３の本体３１には、ウエハＷにイオンを引き込むためのバイアス電圧を印加するように例えば高周波電源部３４が接続されている。バイアス電圧の電極は例えば静電チャックの電極と兼用している。そしてまた真空容器２の底部には排気管３５が接続されている。なお３０は成膜処理を行うときに用いられるリング状の成膜ガス供給部である。

次に上述の装置を用いて被処理体であるウエハ１０上に対してエッチングを行う方法について説明する。先ず、真空容器２の側壁に設けた図示しないゲートバルブを開いて図示しない搬送アームにより、ウエハ１０を図示しないロードロッ

ク室から搬入して載置台３上に載置する。

続いて、このゲートバルブを閉じて内部を密閉した後、排気管３５より内部雰囲気を排出して所定の真空度まで真空引きし、プラズマガスノズル２６からプラズマ室２１内へO_2ガスを導入すると共に成膜ガス供給部３０からシラン系ガス例えばSiH_4ガスを導入する。そして真空容器２内を所定のプロセス圧に維持し、かつ高周波電源部３４により載置台３に１３．５６ＭＨｚのバイアス電圧を印加する。

プラズマ発生用高周波電源部２４からの２．４５ＧＨｚの高周波（マイクロ波）は、導波管２５を搬送されて真空容器２の天井部に至り、ここの透過窓２３を透過してマイクロ波Ｍがプラズマ室２１内へ導入される。このプラズマ室２１内には、電磁コイル２７、２８により発生した磁界Ｂが上方から下方に向けて例えば８７５ガウスの強さで印加されており、この磁界Ｂとマイクロ波Ｍとの相互作用でＥ（電界）×Ｂ（磁界）を誘発して電子サイクロトロン共鳴が生じ、この共鳴によりO_2ガスがプラズマ化され、且つ高密度化される。

プラズマ生成室２１より処理室２２内に流れ込んだプラズマ流は、バイアス電圧によりウエハ１０に引き込まれ、ウエハ１０の表面のエッチングが行われる。

ここで本発明者は、図５に示すプラズマ処理装置を用い、C_4F_8ガス及びC_2H_4ガスを成膜ガスとし、またＡｒガスをプラズマガスとしてウエハ１０上にＣＦ膜を形成すると共に、レジスト処理装置及び露光装置を用いて、アジド化合物系のレジスト膜によりＣＦ膜上にパターンを形成したものを用意した。このウエハに対して前記プラズマ処理装置を用いて、O_2ガスをプラズマガスノズル２６から１００ｓｃｃｍの流量で供給したところ、幅０．３μｍ、アスペクト比１のホールを形成することができ、レジスト膜も同時にエッチングすることができた。ただし、プロセス圧を０．２Ｐａ、マイクロ波電力を２５００Ｗ、バイアス電力を１５００Ｗ、載置台３の表面温度を２７０℃に設定した。

またＳｉH_4ガスを２ｓｃｃｍ供給した他は同様にしてエッチングを行ったところアスペクト比２のホールを良好な形状で形成することができた。

次に本発明の他の実施の形態について説明する。この実施の形態では図６（ａ）に示すように例えば厚さＤが８０００オングストロームのＣＦ膜４の表面に例えば厚さ３００オングストロームの導電膜例えばＴｉＮ（チタンナイトライド）膜４１を形成する。このＴｉＮ膜４１は、例えばＴｉをターゲットとし、ＡｒガスとＮ$_2$ガスとを用いて反応性スパッタリングを行うことにより成膜することができる。

続いて前記ＴｉＮ膜４１の表面にレジスト膜４２によりマスクを形成する（図６（ｂ））。なおこの図６ではＣＦ膜の盛り上がりについては省略してある。その後ＴｉＮ膜４１を図６（ｃ）に示すように例えばＢＣｌ$_3$ガスのプラズマによりＣＦ膜４の表面までエッチングを行う。このエッチングは例えば既述のプラズマ処理装置で行うことができる。しかる後Ｏ$_2$プラズマをウエハ表面に照射すると、ＣＦ膜４がエッチングされ、またレジスト膜４２もエッチングにより除去される（図６（ｄ））。

レジスト膜４２が除去された後は、ＴｉＮ膜４１がマスクの役割を果たし、パターンに対応するＣＦ膜の領域だけがエッチングされ、予定としているビヤホールやスルーホールを形成することができる（図７（ａ））。ＣＦ膜のエッチングが終了してアルミニウム配線の表面が露出すると、Ｏ$_2$ガスからＡｒガスに切り換えて、Ａｒイオンによるスパッタエッチングによりアルミニウム配線表面の酸化物を除去する（図７（ｂ））。その後ホールを例えばタングステン（Ｗ）などの金属４３により埋め込んで接続層を形成すると共に、例えば第二層目の配線を形成する（図７（ｃ））。ホールの埋め込みや配線の形成はアルミニウムを用いてスパッタリングにより行ってもよい。

このような方法によればＴｉＮ膜４１がいわばハードマスクの役割りを果たす

ので、レジスト膜及びＣＦ膜の両方がO_2プラズマに対して耐性がなくとも、ＣＦ膜のエッチングを行うことができる。またＣＦ膜のエッチング中にレジスト膜４２が除去されるので、後工程のO_2アッシングによるレジスト膜４２の除去工程が不要になる。そしてタングステン層やアルミニウム層をＣＦ膜の上に形成するにあたって、ＴｉＮ膜４１がそのままこれら金属層とＣＦ膜とを密着させる密着層の役割を果たすので何ら悪影響を及ぼすものではなく、わざわざ除去する必要もない。なおＴｉＮ膜４１の不要な部分は配線を形成するとき、つまり金属層をエッチングするときに同時に除去できる。

絶縁膜の表面に金属層を形成する場合にはもともと密着層が必要であり、従来からＴｉＮが使用されているので、ハードマスクとしてＴｉＮを用いる方法は密着層をも同時に形成するので有効な方法である。更にＴｉＮは導電層であるため、層間絶縁膜側に含まれるのではなく配線の一部とみなせるので層間絶縁膜の比誘電率が高くなるのを抑えられる。更にまたアルミニウム配線が仮に断線しても配線の下地にあるＴｉＮ膜により導電路が確保され、素子の動作不良を防止することができる。導電膜としてはＴｉＮ以外に、Ａｌ、Ｗ、Ｔｉ、ＴｉＷ、ＴｉＷＮ、ポリシリコンなどを用いることができる。

以上において本発明では、ハードマスクとして導電膜の代りに絶縁膜を用いてもよい。絶縁膜の材質としては例えばSiO_2、ＳｉＯＦあるいはSi_3N_4などを用いることができる．この場合絶縁膜をエッチングする工程（既述の図６（ｃ）に相当する工程）は、例えばCF_4ガスを用い、フッ素ラジカルにより絶縁膜がエッチングされる。

ハードマスクは、層間絶縁膜の一部になるためそのまま残して次工程例えばアルミニウムやタングステンの埋め込み工程を行ってもよいが、例えばＨＦ液によるウエットエッチングにより絶縁膜全部を除去するようにしてもよい。絶縁膜をハードマスクとして用いる場合、その厚さは例えば１００オングストローム以上

あればハードマスクの機能を果たすが、素子の中に残す場合には厚さがあまり大きいと、この絶縁膜をも含めた層間絶縁膜のトータルの比誘電率が大きくなってしまうので、ＣＦ膜の厚さの１／３程度以下が好ましいと考えられる。

図８はO_2プラズマとNF_3プラズマとを用いて、図５に示す装置によりＣＦ膜のエッチング特性を調べた結果であり、この図からもＣＦ膜のエッチングを行うにあたってO_2プラズマが有効であることが理解される。

以上のように本発明によればＣＦ膜のパターンエッチングを行うことができ、例えばＣＦ膜を用いた層間絶縁膜の実用化を図ることができる。

請求の範囲

1. フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、次いで前記絶縁膜上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、その後酸素プラズマにより前記絶縁膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする半導体素子の製造方法。

2. エッチングにより絶縁膜に予定とする凹部が形成された時点では、絶縁膜上にレジスト膜が残存していることを特徴とする請求項1記載の半導体素子の製造方法。

3. 酸素プラズマによるフッ素添加カーボン膜のエッチング速度とレジスト膜のエッチング速度とが揃っていることを特徴とする請求項1記載の半導体素子の製造方法。

4. フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、次いで前記絶縁膜上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、その後酸素プラズマ生成用ガス及びシラン系化合物ガスを含む処理ガスをプラズマ化してそのプラズマによりフッ素添加カーボン膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする半導体素子の製造方法。

5. フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、次いで前記絶縁膜上に酸素プラズマに耐性のある保護膜を成膜する工程と、その後この保護膜の上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、次にレジスト膜のパターンに対応して露出している保護膜をエッチングして除去する工程と、その後酸素プラズマによりフッ素添加カーボン膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする半導体素子の製造方法。

6. 保護膜は、絶縁膜であることを特徴とする請求項5記載の半導体素子の

製造方法。

7． 保護膜は、導電膜であることを特徴とする請求項5記載の半導体素子の製造方法。

8． フッ素添加カーボン膜よりなる絶縁膜を被処理体上に成膜する工程と、

次いで前記絶縁膜上にチタンナイトライド膜を成膜する工程と、

その後このチタンナイトライド膜の上にレジスト膜によりパターンを形成する工程と、

次にレジスト膜のパターンに対応して露出している前記チタンナイトライド膜をエッチングして除去する工程と、

その後酸素プラズマによりフッ素添加カーボン膜をエッチングしながらレジスト膜を除去する工程と、を含むことを特徴とする半導体素子の製造方法。

9． フッ素添加カーボン膜の下方側には金属層が形成され、フッ素添加カーボン膜がエッチングされて前記金属層が露出した後は、アルゴンプラズマにより金属層表面の酸化物を除去することを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7または8記載の半導体素子の製造方法。

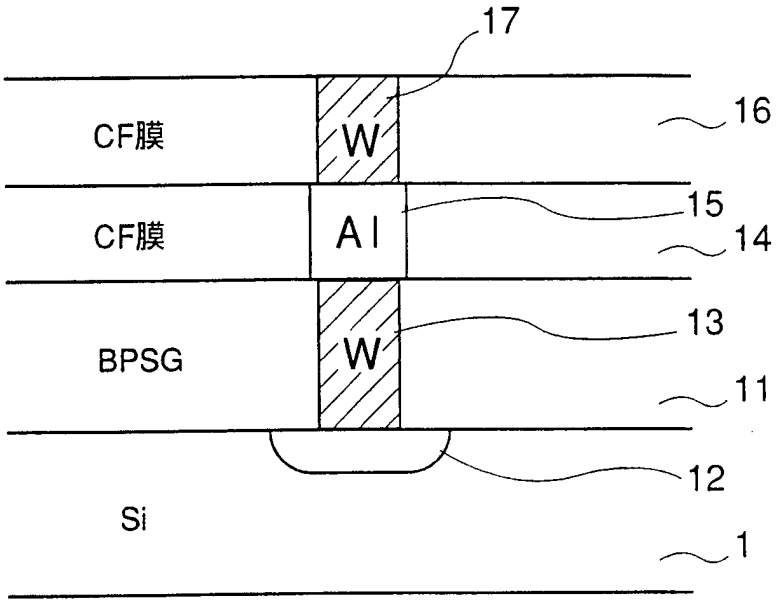


FIG.1

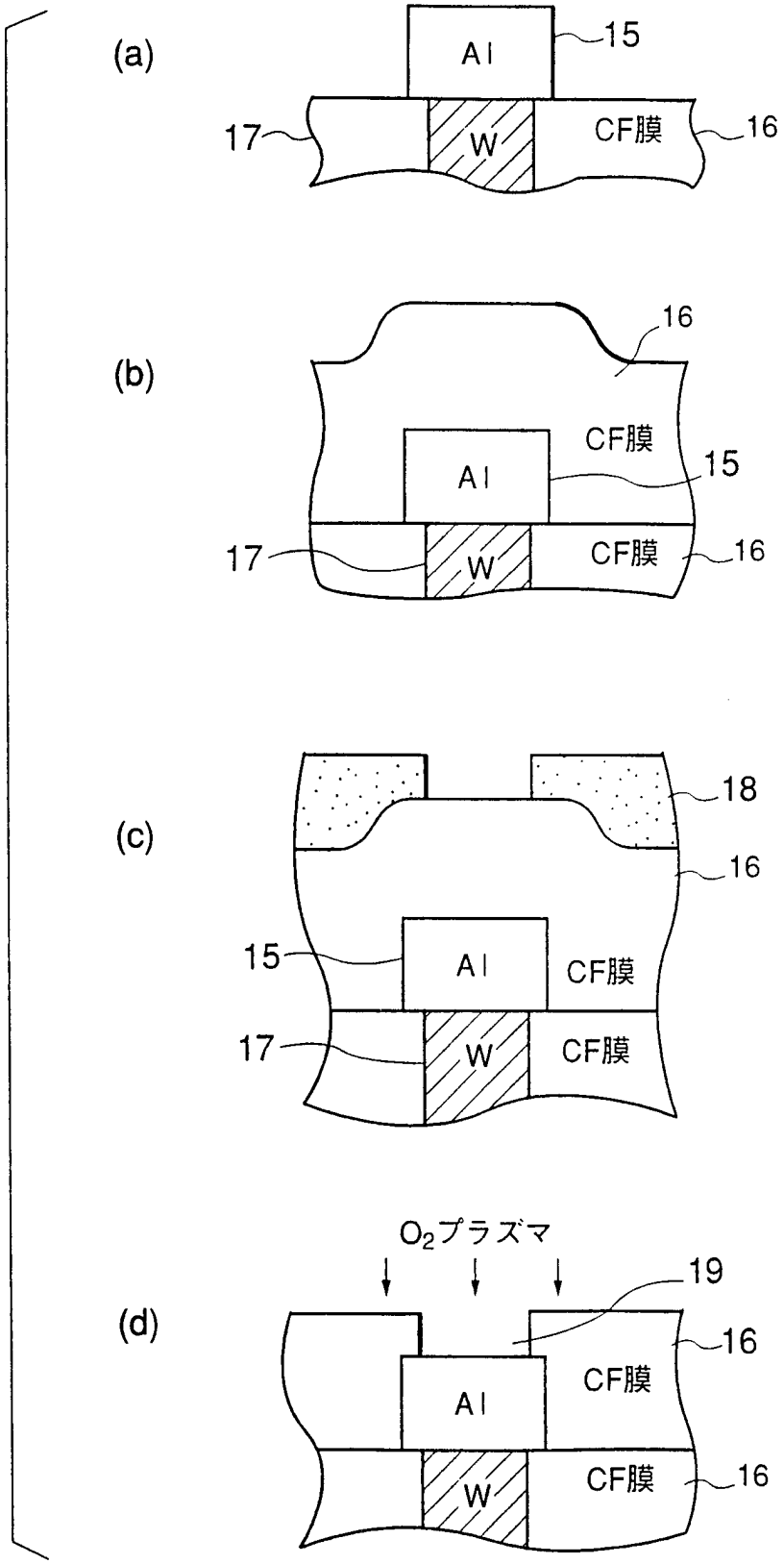

(a)
Al
15
17
W
CF膜
16
(b)
16
CF膜
Al
15
17
W
CF膜
16
(c)
18
16
15
Al
CF膜
17
W
CF膜
(d)
O2プラズマ
19
16
Al
CF膜
W
CF膜
16

FIG. 2

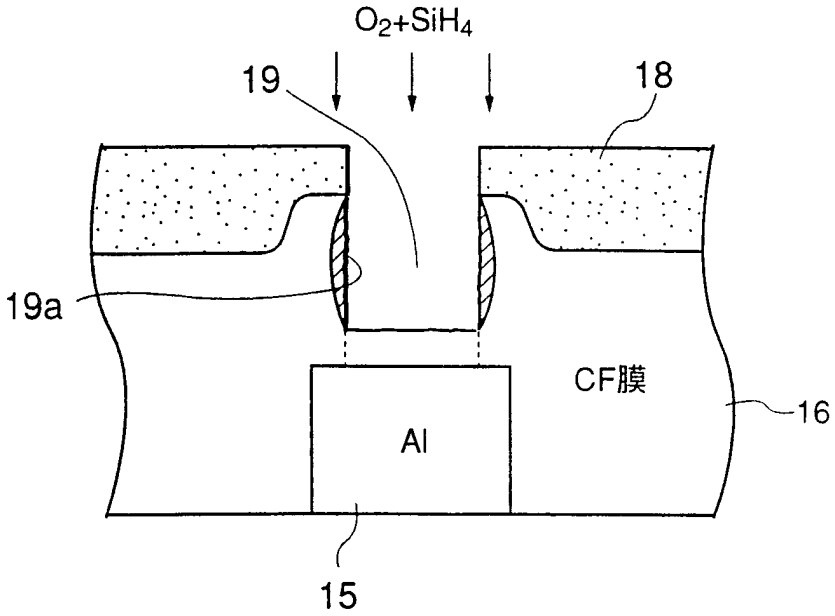


FIG.3

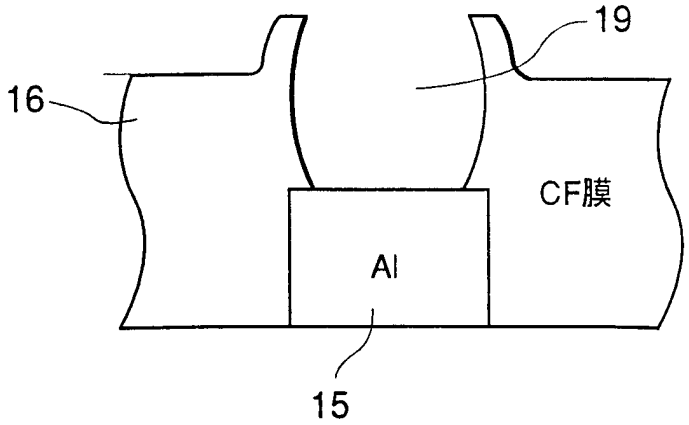


FIG.4

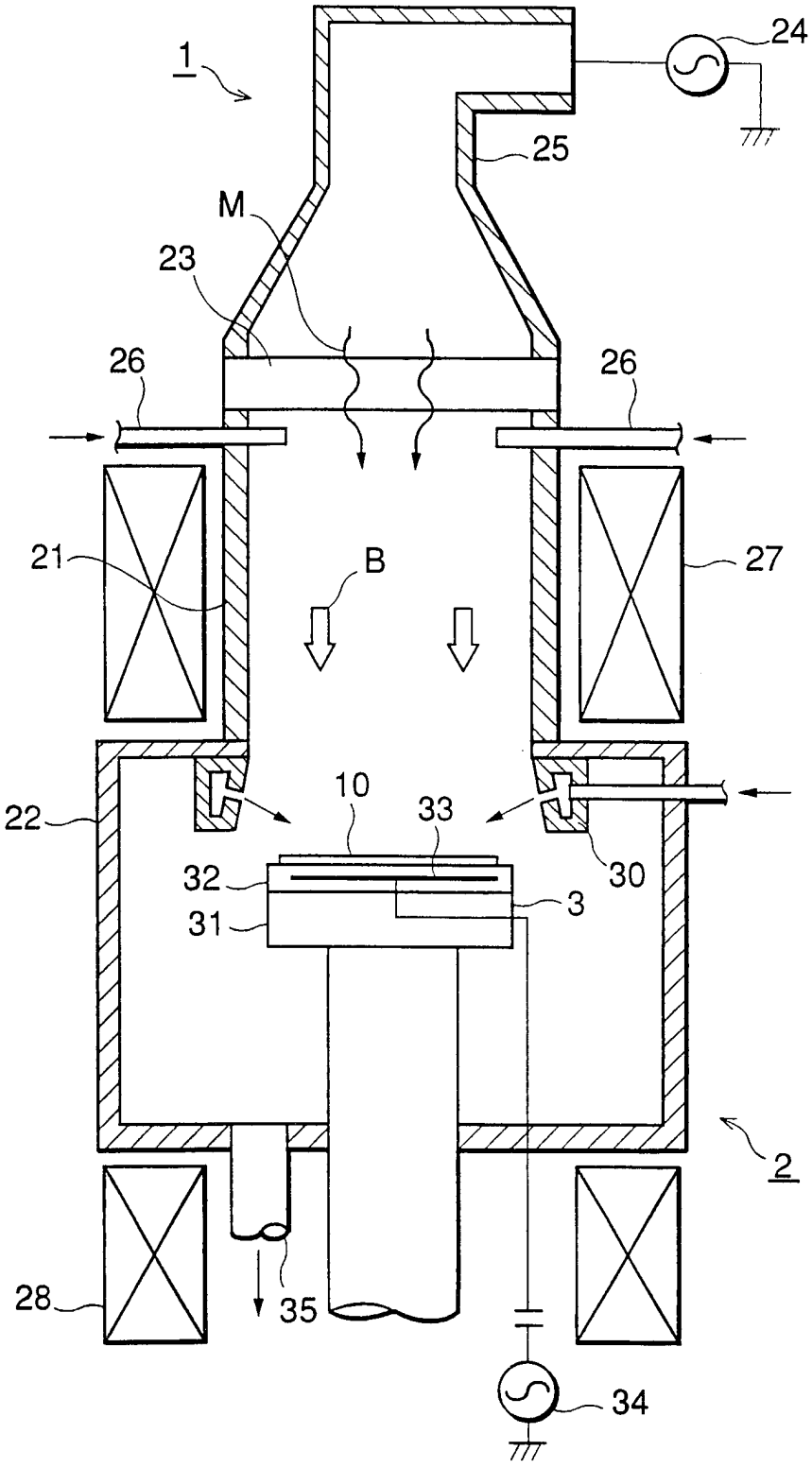


FIG.5

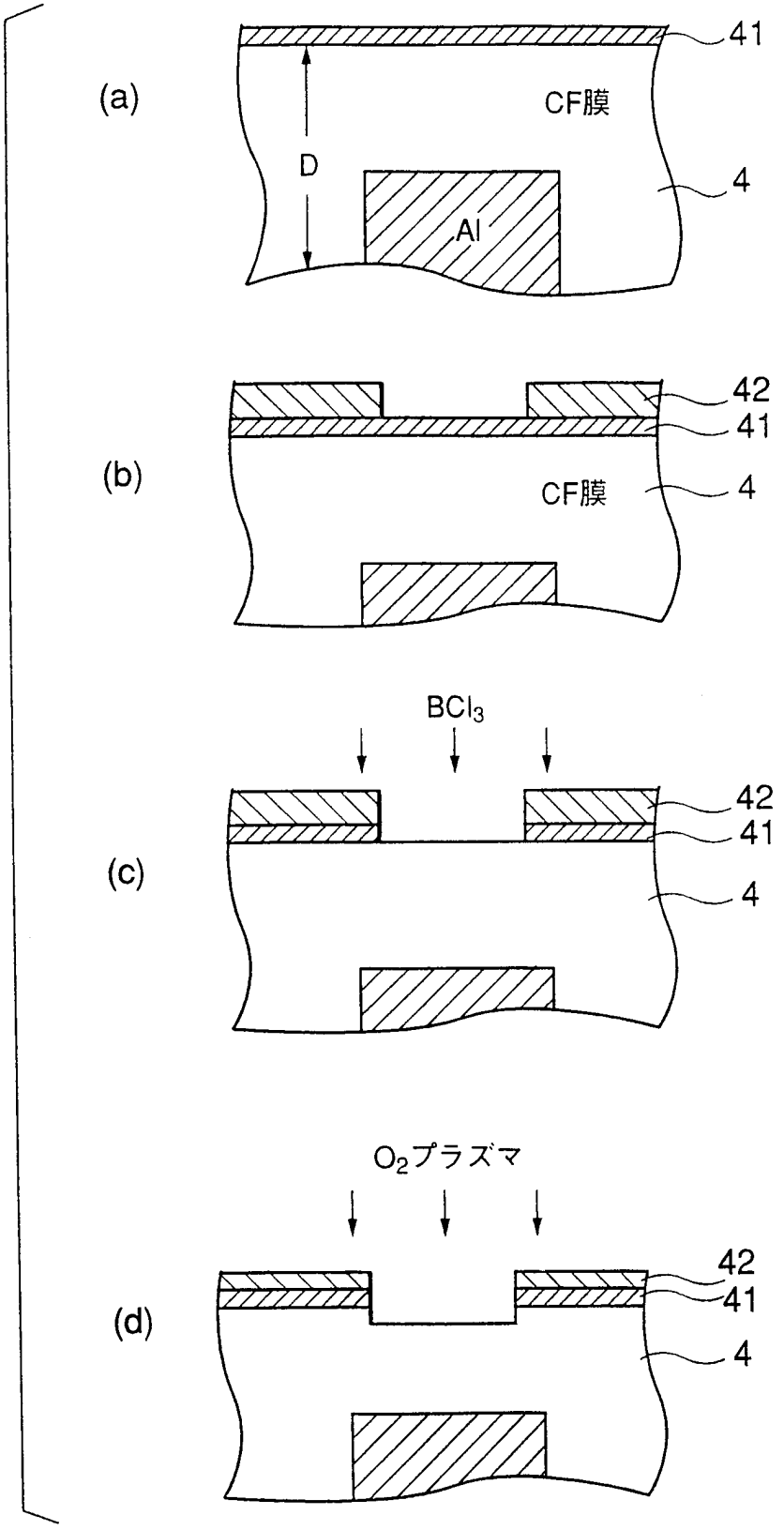


FIG. 6

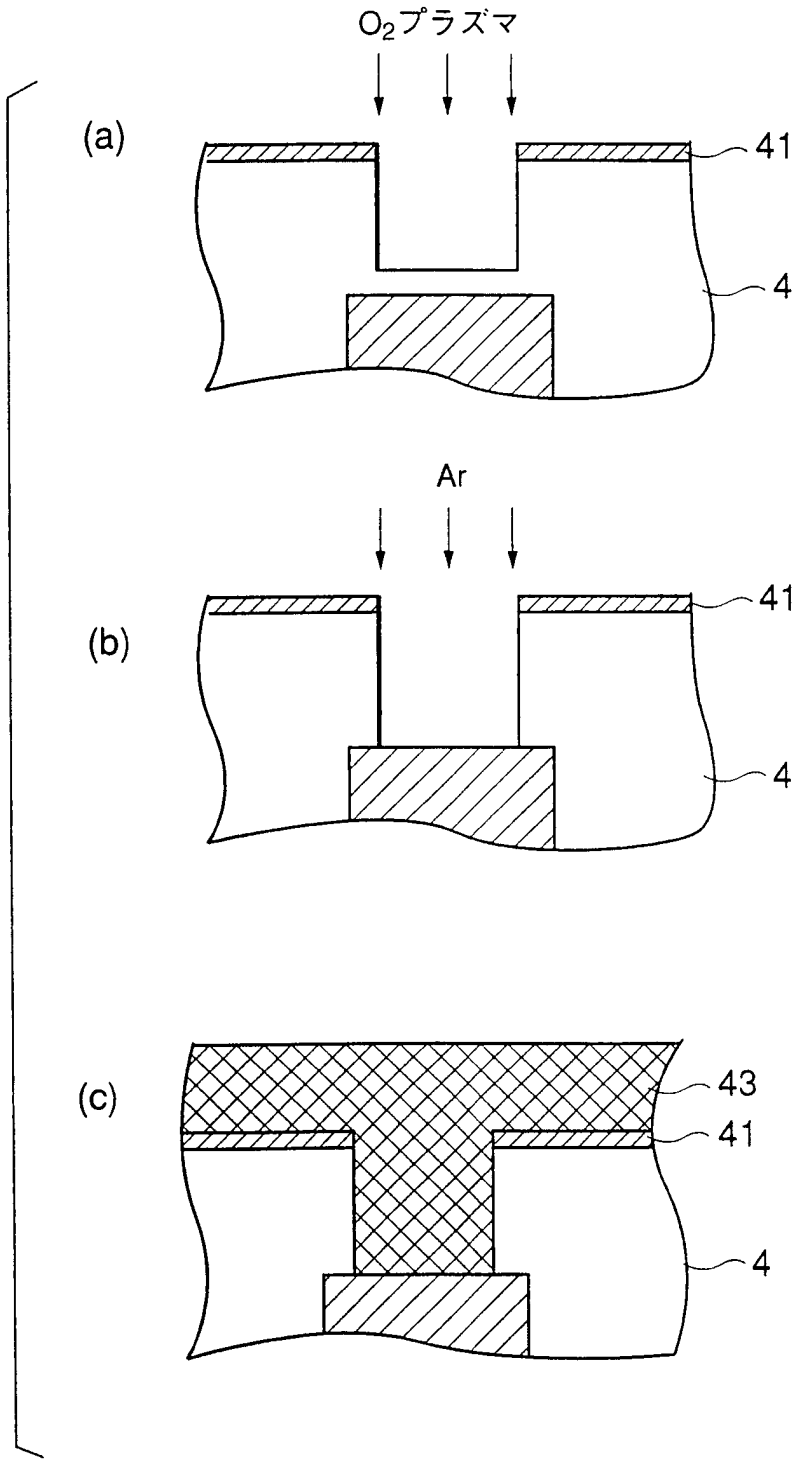


FIG. 7

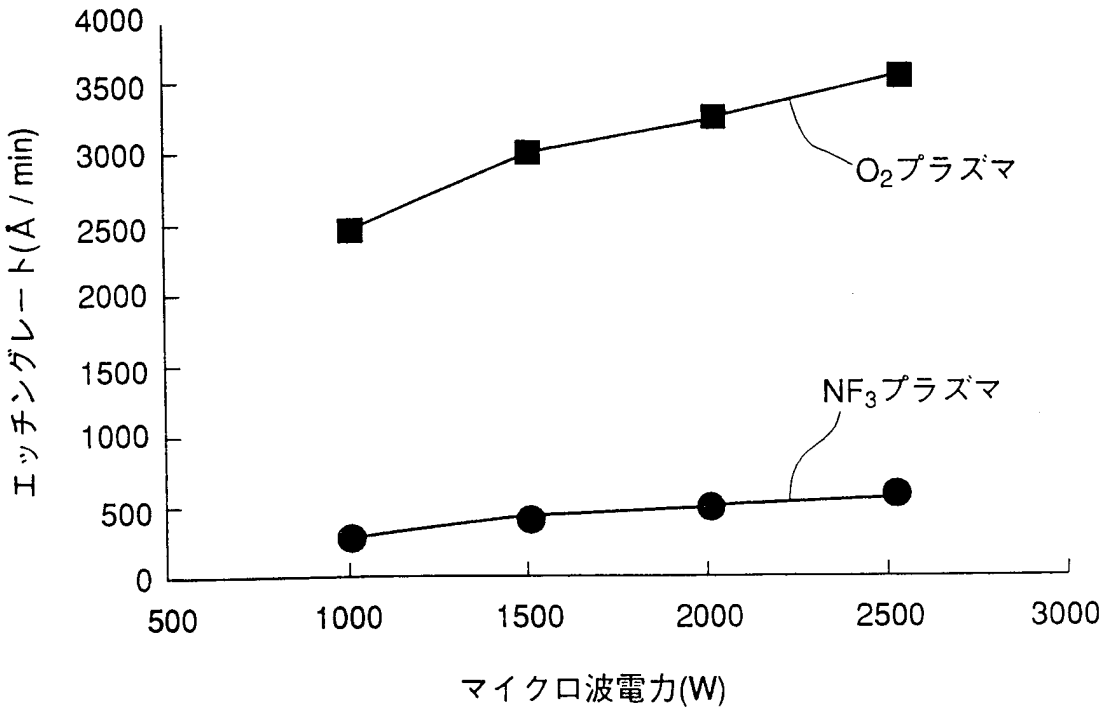

4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
エッチングレート(Å / min)
O2プラズマ
NF3プラズマ
500
1000
1500
2000
2500
3000
マイクロ波電力(W)

FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP97/04099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl^6 H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl^6 H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1964 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JOIS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Sensors and Actuators A, Vol. 41, No. 1/3, pp. 136-140, "Applications of fluorocarbon polymers in micromechanics and micromachining", 1994	1, 2
Y		5, 6, 7, 8, 9
Y	JP, 6-264270, A (Citizen Watch Co., Ltd.), September 20, 1994 (20. 09. 94), Par. Nos. 7 to 15 (Family: none)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9
Y	JP, 6-53193, A (Micron Technology, Inc.), February 25, 1994 (25. 02. 94), Par. Nos. 6 to 30 & US, 5417826 (23. 05. 95) & DE, 4319683 (16. 12. 93)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9
Y	JP, 6-163479, A (Sony Corp.), June 10, 1994 (10. 06. 94), Par. Nos. 4 to 6 (Family: none)	9
Y	JP, 8-83842, A (NEC Corp.), March 26, 1996 (26. 03. 96), Par. Nos. 8 to 23 (Family: none)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [ ] See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
February 3, 1998 (03. 02. 98)	February 17, 1998 (17. 02. 98)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP97/04099

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 55-107781, A (Fujitsu Ltd.), August 19, 1980 (19. 08. 80), Page 2, upper left column, line 2 to lower left column, line 19 (Family: none)	9
X	JP, 8-236517, A (NEC Corp.), September 13, 1996 (13. 09. 96), Par. No. 17 & EP, 701283 (13. 11. 96) & CA, 2157257 (13. 03. 96) & US, 5698901 (16. 12. 97)	1, 2
Y		5, 6, 7, 8, 9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９７／０４０９９

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ[6]　Ｈ０１Ｌ　２１／３０６５

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ[6]　Ｈ０１Ｌ　２１／３０６５

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
本国実用新案公報　　１９６４－１９９６年
本国公開実用新案公報　１９７１－１９９６年
本国登録実用新案公報　１９９４－１９９７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

ＪＯＩＳ

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X	Sensors and Actuators A, Vol. 41, No. 1/3, pp. 136-140, "Applications of fluorocarbon polymers in micromechanics and micromachining", 1994	1,2
Y		5,6,7,8,9
Y	ＪＰ、６－２６４２７０、Ａ(シチズン時計株式会社)、２０．９月．９４年（２０．０９．９４)、第７～１５パラグラフ 、(ファミリーなし)	1,2,5,6,7,8,9
Y	ＪＰ、６－５３１９３、Ａ(マイクロン・テクノロジー・インコーポレイテッド)、２５．２月．９４年(２５．０２．９４)、第６～３０パラグラフ &ＵＳ５４１７８２６(２３．０５．９５)、&ＤＥ４３１９６８３(１６．１２．９３)	1,2,5,6,7,8,9
Y	ＪＰ、６－１６３４７９、Ａ(ソニー株式会社)１０．６月．９４年（１０．０６．９４)、第４～６パラグラフ、(ファミリーなし)	9

[x]　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　[ ]　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０３．０２．９８	国際調査報告の発送日　17.02.98
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　4M　9055 今井　淳一　印 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　６８８２

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９２年７月）

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９７／０４０９９

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ、８－８３８４２、Ａ(日本電気株式会社)、２６．３月．９６年 (２６．０３．９６)、第８～２３パラグラフ、(ファミリーなし)	1,2,5,6,7,8,9
Ｙ	ＪＰ、５５－１０７７８１、Ａ(富士通株式会社)、１９．８月．８０年 (１９．０８．８０)、第２頁左上欄第２行～左下欄第１９行、(ファミリーなし)	9
Ｘ	ＪＰ、８－２３６５１７、Ａ(日本電気株式会社)、１３．９月．９６年 (１３．０９．９６)、第１７パラグラフ、＆ＥＰ７０１２８３(１３．１１．９６) ＆ＣＡ２１５７２５７(１３．０３．９６)、＆ＵＳ５６９８９０１(１６．１２．９７)	1,2
Ｙ		5,6,7,8,9