

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6839331号
(P6839331)

(45) 発行日 令和3年3月3日 (2021. 3. 3)

(24) 登録日 令和3年2月16日 (2021. 2. 16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 5 A

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2020-538740 (P2020-538740)	(73) 特許権者	000157119
(86) (22) 出願日	令和1年10月25日 (2019. 10. 25)		関東電化工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2019/041827		東京都千代田区丸の内二丁目3番2号
(87) 国際公開番号	W02020/085469	(74) 代理人	100118902
(87) 国際公開日	令和2年4月30日 (2020. 4. 30)		弁理士 山本 修
審査請求日	令和2年7月10日 (2020. 7. 10)	(74) 代理人	100106208
(31) 優先権主張番号	特願2018-202117 (P2018-202117)		弁理士 宮前 徹
(32) 優先日	平成30年10月26日 (2018. 10. 26)	(74) 代理人	100120112
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 中西 基晴
早期審査対象出願		(74) 代理人	100120754
			弁理士 松田 豊治
		(72) 発明者	清水 久志
			群馬県渋川市渋川1497番地 関東電化
			工業株式会社 新製品開発本部 総合開発
			センター 渋川開発室内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硫黄含有フルオロカーボン化合物を含むドライエッチングガス組成物を用いたドライエッチング方法

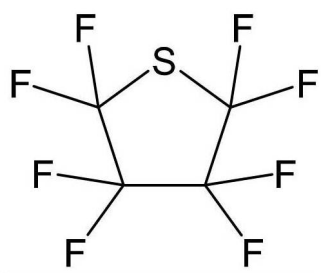
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

SiO_2 と、 SiOC 、 SiCN 、 SiOCN 、 SiON 及びアモルファスカーボンから選ばれる少なくとも1種とを含む積層構造体を、一般式(1)： $\text{C}_x\text{F}_y\text{S}_z$ (式中、 x 、 y 及び z は、 $2 \leq x \leq 5$ 、 $2 \leq y \leq 2x$ 、 $1 \leq z \leq 2$) で表され、飽和かつ環状の硫黄含有フルオロカーボン化合物を含むドライエッチングガス組成物を用いてプラズマエッチングを行い、 SiO_2 を選択的にエッチングする工程を含むドライエッチング方法であって、

前記硫黄含有フルオロカーボン化合物が、

【化1】

2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5 - オクタフルオロテトラヒドロチオフエン ($\text{C}_4\text{F}_8\text{S}$)

）であり、

前記ドライエッチングガス組成物が、前記硫黄含有フルオロカーボン化合物に加えて、酸素含有化合物を含む、前記方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のドライエッチング方法において、S を含むイオン又は活性種が生成するように前記ドライエッチングガス組成物をプラズマ化してエッチングを行うドライエッチング方法。

【請求項 3】

前記ドライエッチングガス組成物における前記酸素含有化合物の割合は、前記硫黄含有フルオロカーボン化合物と前記酸素含有化合物の総量に対して 5 ～ 50 % である、請求項 1 ～ 2 の何れか 1 項に記載のドライエッチング方法。

10

【請求項 4】

前記酸素含有化合物が、 O_2 、 O_3 、CO、 CO_2 、NO、 NO_2 、 SO_2 及び SO_3 からなる群から選ばれる少なくとも 1 種である、請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載のドライエッチング方法。

【請求項 5】

前記ドライエッチングガス組成物が、前記硫黄含有フルオロカーボン化合物に加えて、 N_2 、He、Ar、Ne 及び Xe からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の不活性ガスを含む、請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、硫黄含有フルオロカーボン化合物を含むドライエッチングガス組成物及びそれを用いたドライエッチング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の微細化や 3D 化に伴い、エッチング工程に対する要求は年々厳しくなっている。このような厳しい要求に応えうる新規なエッチング技術の開発が求められている。近年半導体デバイスの微細化に伴い増大する寄生容量を低減するために炭素を含むシリコン系膜として SiO_C で表されるような低誘電率材料が用いられるが、既存の FC ガスや HFC ガスではシリコン酸化膜やシリコン窒化膜を低誘電率材料に対して選択的にエッチングすることが難しく、実際のデバイス製造においてはドライエッチング時の低誘電率膜に対するダメージ（イオンの侵入やプラズマから生じる紫外光によって膜の組成や構造が変化し、誘電率など電気特性が変化する）が問題となっている。

30

【0003】

本出願人は、上記の問題を解決する手段として、特定のハイドロフルオロカーボン（1, 1, 4, 4 - テトラフルオロ - 1, 3 - ブタジエン）を含むエッチングガス組成物が有効であることを提案している（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献 1】特開 2016 - 149451 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで本発明の課題は、硫黄含有化合物を含む、低誘電率材料（Low - k 材料（ $SiON$ 、 $SiCN$ 、 $SiOCN$ 、 $SiOC$ ））に対して SiO_2 を選択的にエッチングできる新規なエッチングガス組成物を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

本発明によれば、以下のものが提供される。

[1]

一般式 (1) : $C_x F_y S_z$ (式中、 x 、 y 及び z は、 $2 \leq x \leq 5$ 、 $y \geq 2x$ 、 $1 \leq z \leq 2$) で表され、飽和かつ環状の硫黄含有フルオロカーボン化合物を含むドライエッチングガス組成物。

[2]

前記硫黄含有フルオロカーボン化合物が 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5 - オクタフルオロテトラヒドロチオフェン ($C_4 F_8 S$) である [1] に記載のドライエッチングガス組成物。

[3]

硫黄含有フルオロカーボン化合物を 1 ~ 100 vol % の量で含む、[1] 又は [2] に記載のドライエッチングガス組成物。

[4]

前記硫黄含有フルオロカーボン化合物に加えて、 O_2 、 O_3 、 CO 、 CO_2 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 及び SO_3 からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の酸素含有化合物を含む、[1] ~ [3] の何れか 1 項に記載のドライエッチングガス組成物。

[5]

前記硫黄含有フルオロカーボン化合物に加えて、 N_2 、 He 、 Ar 、 Ne 及び Xe からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の不活性ガスを含む、[1] ~ [4] の何れか 1 項に記載のドライエッチングガス組成物。

[6]

(a 1) 炭素を含むシリコン系膜、(a 2) 結晶シリコン膜、(a 3) アモルファスシリコン膜、(a 4) 多結晶シリコン膜 (ポリシリコン膜)、(a 5) シリコン酸窒化膜、(a 6) アモルファスカーボン膜、(a 7) フォトレジスト膜、(a 8) シリコン酸化膜及び (a 9) シリコン窒化膜からなる群から選ばれる少なくとも 2 種以上を含む積層構造体を、[1] ~ [5] のいずれかに記載のドライエッチングガス組成物を用いてプラズマエッチングを行い、(a 6) アモルファスカーボン膜及び (a 7) フォトレジスト膜以外を個別又は同時に選択的にエッチングする工程を含むドライエッチング方法。

[7]

(a 1) 炭素を含むシリコン系膜、(a 2) 結晶シリコン膜、(a 3) アモルファスシリコン膜、(a 4) 多結晶シリコン膜 (ポリシリコン膜)、(a 5) シリコン酸窒化膜、(a 6) アモルファスカーボン膜、(a 7) フォトレジスト膜及び (a 8) シリコン酸化膜からなる群から選ばれる少なくとも 2 種以上を含む積層構造体を、[1] ~ [5] のいずれかに記載のドライエッチングガス組成物を用いてプラズマエッチングを行い、(a 8) シリコン酸化膜のみを選択的にエッチングする工程を含むドライエッチング方法。

[8]

[6] 又は [7] に記載のドライエッチング方法において、 S を含むイオン又は活性種が生成するように [1] ~ [5] のいずれかに記載のエッチングガス組成物をプラズマ化してエッチングを行うドライエッチング方法。

[9]

[6] ~ [8] のいずれかに記載のドライエッチング方法において、(b 1) シリコン酸化膜及び (b 2) シリコン窒化膜を同時にエッチング可能なプラズマ条件下で [1] ~ [5] のいずれかに記載のドライエッチングガス組成物によるエッチングを行うドライエッチング方法。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、硫黄含有化合物を含む、低誘電率材料 ($Low - k$ 材料 ($SiON$ 、 $SiCN$ 、 $SiOCN$ 、 $SiOC$)) に対して SiO_2 を選択的にエッチングできる新規なエッチングガス組成物が提供される。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

【図 1】エッチング試験の結果を示す図である。

【図 2】本発明のエッチング組成物の SiO_2 選択性を示す図である。

【図 3】エッチング試験の結果を A C L のエッチングレートを基準として棒グラフとして示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

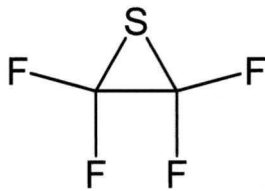
本発明におけるドライエッチングガス組成物には、下記一般式 (1) に示される飽和かつ環状の硫黄含有フルオロカーボン化合物を含む混合ガス、もしくはガス単体が包含される。

一般式 (1) : $\text{C}_x \text{F}_y \text{S}_z$ (式中、 x 、 y 及び z は、 $2 \leq x \leq 5$ 、 $y = 2x + 2$ 、 $1 \leq z \leq 2$)

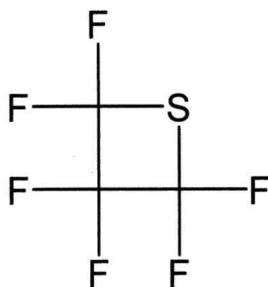
【 0 0 1 0 】

一般式 (1) において、ドライエッチングガスの取り扱い易さの観点から $x = 2 \sim 5$ 、 $y = 4 \sim 10$ 、 $z = 1$ を満たすものを用いることが好ましい。好適な化合物としては、例えば、

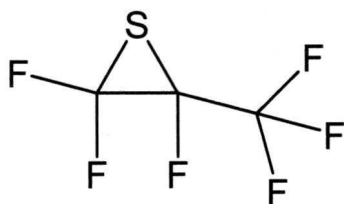
【化 1】

テトラフルオロチラン ($\text{C}_2 \text{F}_4 \text{S}$)、

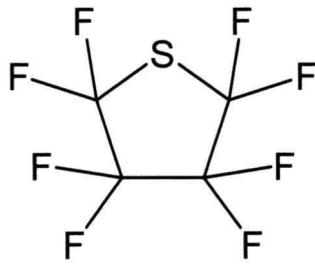
【化 2】

2, 2, 3, 3, 4, 4 - ヘキサフルオロチエタン ($\text{C}_3 \text{F}_6 \text{S}$)、

【化 3】

2, 2, 3 - トリフルオロ - 3 - (トリフルオロメチル) - チエタン ($\text{C}_3 \text{F}_6 \text{S}$)、

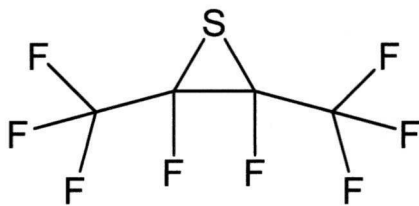
【化 4】



10

2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5 - オクタフルオロテトラヒドロチオフエン (C_4F_8S)、

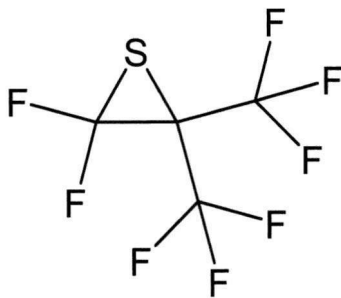
【化 5】



20

2, 3 - ジフルオロ - 2, 3 - ビス (トリフルオロメチル) - チイラン (C_4F_8S)、

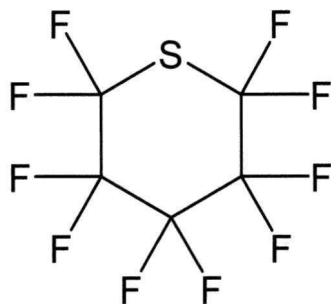
【化 6】



30

2, 2 - ジフルオロ - 3, 3 - ビス (トリフルオロメチル) - チイラン (C_4F_8S)、

【化 7】



40

2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6 - デカフルオロテトラヒドロ - 2 H - チオピラン ($C_5F_{10}S$)、などが挙げられる。

【 0 0 1 1 】

本発明におけるドライエッチングガス組成物では、一般式 (1) に示される硫黄含有フルオロカーボン化合物の純度は 95.0 vol % ~ 100.0 vol % のものを使用する

50

ことが好ましい。純度が99vol%以上のものを用いることがより好ましく、99.9vol%以上のものを用いることがさらに好ましい。含まれる不純物成分としては N_2 、 O_2 、 CO_2 、 H_2O 、 HF 、 HCl 、 SO_2 、 CH_4 等が挙げられるが、これらの不純物成分のうち、 H_2O 、 HF 、 HCl 、 SO_2 などはガスを流通する経路を腐食する可能性が高いため、精製によって可能な限り除去することが好ましい。

【0012】

本発明におけるドライエッチングガス組成物では、一般式(1)に示される硫黄含有フルオロカーボン化合物をそのほかのフルオロカーボン(FC)ガスやヒドロフルオロカーボン(HFC)ガスと混合して使用することで、一般式(1)に示される化合物を混合しない場合に比べて、より非エッチング対象材料に対するエッチング対象材料の選択比を上げるのが可能である。また、非エッチング対象材料によってパターンニングされた構造をエッチングする場合においては、垂直加工精度も向上する。

10

【0013】

上記のような非エッチング対象材料によってパターンニングされた構造において、エッチング対象材料が SiO_2 などの酸素を含むSi系材料の場合、一般式(1)に示される化合物を、 CF_4 、 CHF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、 C_4F_6 、 C_5F_8 などのエッチングガスと混合して用いることが、選択的なエッチング、垂直加工精度の良いエッチングには好ましい。特に、選択性の高さが要求されるような場合においては、Cの数の多い C_4F_8 、 C_4F_6 、 C_5F_8 との混合が好ましい。

【0014】

20

非エッチング対象材料によってパターンニングされた構造において、エッチング対象材料が SiN などの窒素を含むSi系材料の場合、一般式(1)に示されるガス化合物を、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F などのHFCガスと混合してプラズマエッチングに用いることが、選択的なエッチング、垂直加工精度の良いエッチングには好ましい。特に、選択性の高さが要求されるような場合においては、Cの数が2以上のHFCガスを用いることも有効である。

【0015】

本発明におけるドライエッチングガス組成物では、一般式(1)に示される化合物が含まれる組成物に対して、 O_2 、 O_3 、 CO 、 CO_2 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 及び SO_3 からなる群から選ばれる少なくとも1種の酸素含有化合物を添加することで、過剰なデポジション(堆積物)を抑制する、エッチング対象物のエッチングレートを向上させる、非エッチング対象材料に対するエッチング対象物の選択性を向上させるといった効果が得られる。

30

【0016】

本発明におけるドライエッチングガス組成物では、一般式(1)に示される化合物が含まれる組成物に対して、 N_2 、 He 、 Ar 、 Ne 及び Xe からなる群から選ばれる少なくとも1種の不活性ガスを添加することができる。このうち He 、 Ar 、 Xe を用いることが好ましい。

【0017】

本発明の方法で使用するエッチングガスの例としては、以下のものが挙げられる。
(a) 一般式(1)に示される化合物は、純度90vol%以上で実施することが出来、純度99vol%以上で実施することが好ましく、純度99.999vol%以上で実施することが特に好ましい。

40

(b) エッチングに用いられるドライエッチング組成物において、一般式(1)に示される化合物は、1~100vol%であることが好ましい。

(c) エッチングに用いられるドライエッチング組成物において、一般式(1)に示される化合物以外に、 O_2 、 O_3 、 CO 、 CO_2 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 及び SO_3 からなる酸素原子を含む化合物群から選択される少なくとも一つが含まれることが好ましく、特に O_2 を用いることが好ましい。酸素原子を含む化合物の割合は、一般式(1)に示される化合物と酸素原子を含む化合物の総量に対して、5~50%であることが好ましく、10

50

～ 35 %であることが特に好ましい。

(d) エッチングに用いられるドライエッチング組成物において、一般式(1)に示される化合物と、上記酸素原子を含む化合物群に加えて/又はそれに代えて希ガスまたは N_2 からなる不活性ガス群から選択される少なくとも一つが含まれることが好ましく、特にArを用いることが好ましい。エッチングガス組成物に含まれる不活性ガスの割合は、1～80 vol %であることが好ましく、50～75 vol %であることが特に好ましい。

【0018】

本発明におけるドライエッチングに用いるドライエッチング装置は、当該技術分野に用いられているものを特に制限なく利用できる。例えば、ヘリコン波方式、高周波誘導方式、並行平板タイプ方式、マグネトロン方式及びマイクロ波方式等の装置などが使用可能である。

10

【0019】

本発明におけるドライエッチング方法は、微細なSi系材料のパターンウエハの垂直加工を行うものであるため、エッチング装置は、イオンアシストエッチングに適した、低ガス圧力条件を再現できる真空容器を備えた装置である必要がある。低圧力条件においては、プラズマ中の粒子の直進性が上がり、基板に照射されるイオンも他の粒子に阻害されることなく基板に到達するため、基板に対して垂直に入射するイオンが増え、垂直加工には有利である。本発明におけるドライエッチング方法においては、エッチング時の真空容器内の圧力は100 Torr～0.1 mTorrに調節されていることが好ましく、100 mTorr～0.1 mTorrに調節されていることがさらに好ましい。

20

【0020】

本発明におけるドライエッチング方法においては、一般式(1)に示される化合物を気体としてエッチング装置の真空容器に導入することが好ましい。そのため、本発明におけるドライエッチング方法に用いるエッチング装置には一般式(1)に示される化合物を気体として導入し、さらに、その導入量を調節するための機構を備えていることが好ましい。また、この機構については、本発明におけるプラズマエッチング方法が、一般式(1)に示されるガス化合物以外にも前述した別のガス化合物、例えば、 O_2 、Arなど、目的に応じて複数用いることが有効であるため、ガス導入、導入量を調節する機構も4つ以上備えていることが好ましい。

【実施例】

30

【0021】

本実施例(エッチング試験)ではプラズマエッチング装置としてSAMCO社製平行平板タイプの容量結合プラズマエッチング装置を用いた。デポ膜の組成は、SEM-EDX(走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型X線分光法)により決定した。

シリコン酸化膜(SiO_m)(mは自然数を表す。)としては、プラズマCVDによってシリコンウエハ上にSiO₂膜を1000 nm堆積したものを使用した。シリコン窒化膜(SiN)としては、熱CVDによってシリコンウエハ上にSiN膜を300 nm堆積したものを使用した。アモルファスカーボン膜(ACL)としては、プラズマCVDによってシリコンウエハ上にACLを400 nm堆積したものを使用した。炭素含有シリコン膜(SiOC)としてはシリコンウエハ上にApplied Materials社の登録商標であるBlack Diamond-3(以下BD-3)を500 nm堆積したものを使用した。SiON膜としては、プラズマCVDによってシリコンウエハ上にSiONを500 nm堆積したものを使用した。SiCN膜としては、プラズマCVDによってシリコンウエハ上にSiCNを500 nm堆積したものを使用した。SiOCN膜としては、プラズマCVDによってシリコンウエハ上にSiOCNを500 nm堆積したものを使用した。

40

【0022】

エッチング時のサンプル膜厚は光干渉式膜厚測定器で測定した。エッチング条件は下記表1と表3に示す。ガスのエッチングレートは、以下の式で算出した。

【数 1】

$$\text{エッチングレート}(\text{nm}/\text{min}) = \frac{\text{エッチング前の試験片膜厚}(\text{nm}) - \text{エッチング後の試験片膜厚}(\text{nm})}{\text{エッチング時間}(\text{min})}$$

【0023】

A / B 選択比は、以下の式で算出した。

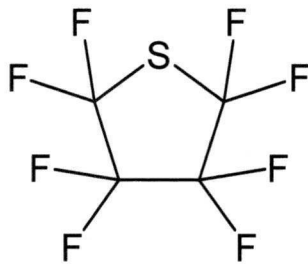
$$\text{A / B 選択比} = \text{A 膜のエッチングレート}(\text{nm} / \text{min}) \div \text{B 膜のエッチングレート}(\text{nm} / \text{min})$$

【0024】

[エッチング試験]

シリコンウエハ上にそれぞれ SiO_2 、 SiN 、 ACL などを堆積した異なるサンプルを用いて表 1 に示す条件でエッチング試験を行った。エッチングガスには、比較例として硫黄を含まないパーフルオロシクロブタン(1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4 - オクタフルオロシクロブタン(C_4F_8))と、本発明の実施例として硫黄を含む式：

【化 8】



で示されるパーフルオロチアシクロペンタン(2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5 - オクタフルオロテトラヒドロチオフエン($\text{C}_4\text{F}_8\text{S}$))を用いた。

【0025】

【表 1】

表 1. エッチング試験条件

SAMCO RIE-10NR	
Ar / エッチングガス / O_2	50 / 20 (x) / ** (y) [sccm]
圧力	10.0 [Pa]
RF パワー	300 [W]

【0026】

試験結果を図 1 に示す。図 1 において BD - 3 はブラックダイヤモンド 3 を意味する。Ar は常に 50 sccm の量で流し、エッチングガスは常に 20 sccm の量で流し、酸素(O_2)の量(sccm)を変化させた。酸素の量がエッチングガス(x)と酸素(y)の合計(x + y)に対して 20 % を超えるあたりから ACL のエッチングが始まった。

【0027】

実施例のエッチングガス($\text{C}_4\text{F}_8\text{S}$)は O_2 比の増加とともに SiO_2 のエッチングレートが急激に増加し O_2 比が 25 % 付近で SiO_2 のエッチングレートが最大(ほぼ 80 nm/min)となるが、比較例(C_4F_8)も SiO_2 のエッチングレートに関しては同様な挙動を示した。また、実施例のエッチングガス($\text{C}_4\text{F}_8\text{S}$)及び比較例のエッ

チングガス (C_4F_8) は共に、エッチングレートの値に差が見られるものの、 O_2 比の増加とともに SiN 、 $BD-3$ 、 $SiON$ 、 $SiCN$ 、 $SiOCN$ のエッチングレートが少しずつ増加し O_2 比が 20% を超えるあたりで急激に増加し始めるという同様な挙動を示した。

【0028】

実施例と比較例とで得られた結果について、 $SiO_2/BD-3$ 、 $SiO_2/SiON$ 、 $SiO_2/SiCN$ 、 $SiO_2/SiOCN$ のエッチングレートの比を求め、図 2 にまとめた。図 2 からわかるように、実施例と比較例ともに、 O_2 比が 20% ではエッチングレートの比が大きい、 O_2 比が 33% ではエッチングレートの比が小さくなるという挙動が確認できた。

10

【0029】

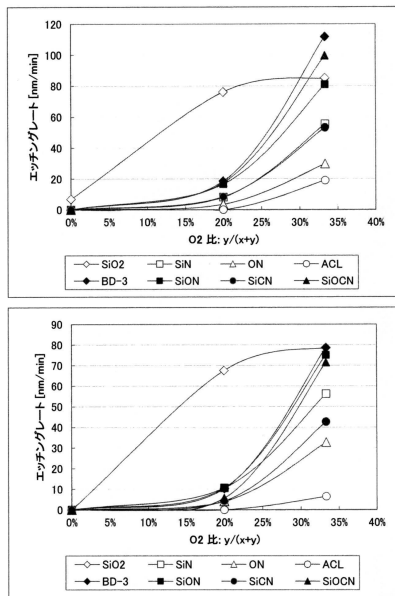
実施例と比較例とで得られた結果について、 O_2 比の 33% における ACL/SiO_2 、 ACL/SiN 、 $ACL/ポリシリコン(Poly-Si)$ 、 $ACL/BD-3$ 、 $ACL/SiON$ 、 $ACL/SiCN$ 、 $ACL/SiOCN$ のエッチングレートの比を求め、図 3 にまとめた。図 3 からわかるように、実施例のエッチングガスは比較例のエッチングガスに比べて全ての材料について ACL とのエッチングレート比が大きいことが分かった。

【0030】

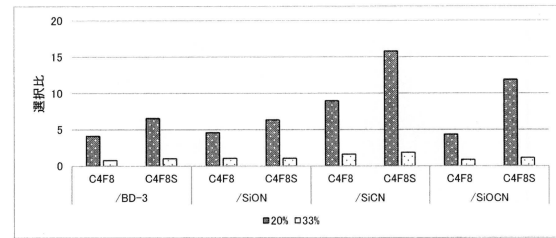
以上の結果から、硫黄を含むエッチングガスを使用する本発明の実施例と、硫黄を含まない従来のエッチングガスを使用する比較例の間にはエッチングの挙動に顕著な相違があることがわかった。即ち、本発明の新規なエッチングガスは、 SiO_2 と $Low-k$ 材料 ($SiON$ 、 $SiCN$ 、 $SiOCN$ 、 $SiOC$) との間の選択性は従来のエッチングガスと同様に大きいと考えることができるが、本発明では硫黄を含む新規な化合物を採用したことにより O_2 比が増大しても ACL のエッチングレートが増加しないので、 ACL と $Low-k$ 材料との間のエッチング選択性が従来のエッチングガスに比べて大きい。また、本発明のエッチングガスと従来のエッチングガスとを併用することによって、 ACL と $Low-k$ 材料との間のエッチングレートの差分を変動することができ、より精密なエッチングが可能となる。

20

【図 1】

図 1. エッチングレート (上: C₄F₈, 下: C₄F₈S) ※ONはSiO₂とSiNの平均値

【図 2】

図 2. SiO₂ 選択性

【図 3】

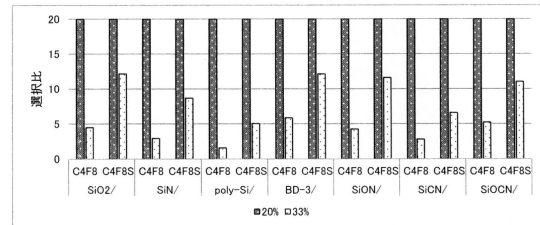


図 3. 対 ACL 選択性 (20%の条件下では実施例・比較例の全てが選択比無限大となっている。)

フロントページの続き

(72)発明者 加藤 惟人

群馬県渋川市渋川 1 4 9 7 番地 関東電化工業株式会社 新製品開発本部 総合開発センター 渋川開発室内

審査官 鈴木 聡一郎

(56)参考文献 韓国公開特許第 2 0 0 1 - 0 0 1 0 5 6 8 (K R , A)

特開平 0 7 - 1 0 6 3 0 8 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 1 4 9 4 5 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 0 9 K 1 3 / 0 0 - 1 3 / 1 2

H 0 1 L 2 1 / 3 0 2

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5

H 0 1 L 2 1 / 4 6 1