

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-191128

(P2012-191128A)

(43) 公開日 平成24年10月4日(2012.10.4)

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F I

H01L 21/302 105A

テーマコード (参考)

5F004

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-55516 (P2011-55516)
 (22) 出願日 平成23年3月14日 (2011. 3. 14)

(71) 出願人 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 100099944
 弁理士 高山 宏志
 (72) 発明者 秋庭 亜輝
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂 B i
 z タワー 東京エレクトロン株式会社内
 F ターム (参考) 5F004 AA02 BA04 BB13 DA15 DA23
 DA25 DB01 DB02 DB03 DB07
 EA01

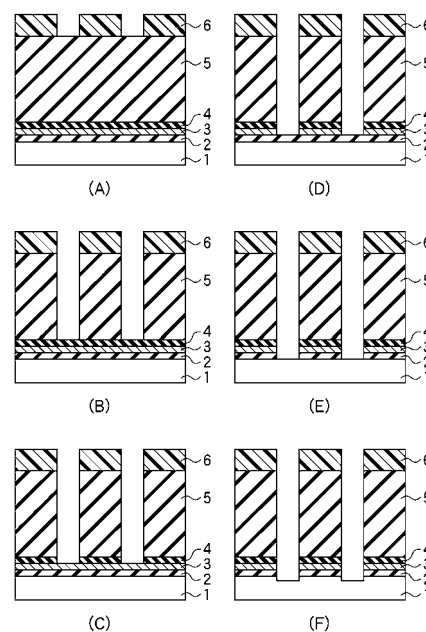
(54) 【発明の名称】 エッチング方法、エッチング装置およびコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 多層構造体中にあるシリコン膜であっても、レジスト膜や有機膜をマスクに用いてエッチングすることが可能であり、かつ、シリコン膜、及びこのシリコン膜の下に存在するシリコン酸化物膜を一括してエッチングすることも可能なエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 シリコン酸化物膜 2、及びこのシリコン酸化物膜 2 上に形成されたシリコン膜 3 を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、多層構造体中のシリコン膜 3 及びシリコン酸化物膜 2 をエッチングするとき、レジスト膜 6 又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、多層構造体中のシリコン膜 3 及びシリコン酸化物膜 2 を一括してエッチングする。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン酸化物膜、及びこのシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、

前記多層構造体中の前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜をエッチングするとき、レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、前記多層構造体中のシリコン膜及び前記シリコン酸化物膜を一括してエッチングすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 2】

シリコン酸化物膜、このシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜、及びこのシリコン膜上に形成されたシリコン窒化物膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、

前記多層構造体中の前記シリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜をエッチングするとき、

レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、前記多層構造体中のシリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜を一括してエッチングすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 3】

第 1 のシリコン酸化物膜、この第 1 のシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜、このシリコン膜上に形成されたシリコン窒化物膜、及びこのシリコン窒化物膜上に形成された第 2 のシリコン酸化物膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、

前記多層構造体中の前記第 2 のシリコン酸化物膜、前記シリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記第 1 のシリコン酸化物膜をエッチングするとき、

レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、前記多層構造体中の前記第 2 のシリコン酸化物膜、前記シリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記第 1 のシリコン酸化物膜を一括してエッチングすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 4】

前記エッチングガスは、前記 CH_2F_2 ガスに、さらに N_2 ガスを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のエッチング方法。

【請求項 5】

前記エッチングガスは、前記 CH_2F_2 ガスに、さらに希釈ガスとして Ar ガスを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のエッチング方法。

【請求項 6】

シリコン酸化物膜、及びこのシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング装置であって、

前記多層構造体中の、前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜をレジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用いてエッチングするとき、

エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを前記多層構造体に供給することを特徴とするエッチング装置。

【請求項 7】

コンピュータ上で動作し、エッチング装置を制御するプログラムが記憶されたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、

前記プログラムは、実行時に、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のエッチング方法が行われるように、コンピュータに前記エッチング装置を制御させることを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

この発明は、エッチング方法、エッチング装置およびコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体集積回路装置の製造には、シリコン（Si）膜をエッチングするプロセスが含まれる。シリコン膜をエッチングするとき、エッチングガスとしては、特許文献1に記載されているように、臭化水素（HBr）ガスや、三フッ化水素（HF₃）ガスを含有するガスが使用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【特許文献1】特開2010-245101号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、HBrガスや、HF₃ガスを含有するガスは、レジスト膜や有機膜もエッチングしてしまう。このため、半導体集積回路装置の多層構造体中に存在するシリコン膜を、レジスト膜や有機膜をマスクに用いてエッチングしようとする場合には、十分なマスク選択比がほとんどとれないことが現状である。

【0005】

20

また、シリコン膜の上に厚いシリコン酸化物膜が存在する多層構造体の場合には、エッチング装置としては、シリコン酸化物膜向けのエッチング装置が用いられる。

【0006】

しかしながら、シリコン酸化物膜向けのエッチング装置は、HBrガスやHF₃ガスを搭載していない。このため、厚いシリコン酸化物膜の下にあるシリコン膜を一括してエッチングすることが困難である。

【0007】

この発明は、多層構造体中にあるシリコン膜であっても、レジスト膜や有機膜をマスクに用いてエッチングすることが可能であり、かつ、シリコン膜、及びこのシリコン膜の下に存在するシリコン酸化物膜を一括してエッチングすることも可能なエッチング方法、エッチング装置、およびそのエッチング方法をエッチング装置に実行させるコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明の第1の態様に係るエッチング方法は、シリコン酸化物膜、及びこのシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、前記多層構造体中の前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜をエッチングするとき、レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとしてCH₂F₂ガスを含むエッチングガスを用いて、前記多層構造体中のシリコン膜及び前記シリコン酸化物膜を一括してエッチングする。

40

【0009】

この発明の第2の態様に係るエッチング方法は、シリコン酸化物膜、このシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜、及びこのシリコン膜上に形成されたシリコン窒化物膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、前記多層構造体中の前記シリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜をエッチングするとき、レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとしてCH₂F₂ガスを含むエッチングガスを用いて、前記多層構造体中のシリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜を一括してエッチングする。

【0010】

この発明の第3の態様に係るエッチング方法は、第1のシリコン酸化物膜、この第1の

50

シリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜、このシリコン膜上に形成されたシリコン窒化物膜、及びこのシリコン窒化物膜上に形成された第2のシリコン酸化物膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング方法であって、前記多層構造体中の前記第2のシリコン酸化物膜、前記シリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記第1のシリコン酸化物膜をエッチングするとき、レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、前記多層構造体中の前記第2のシリコン酸化物膜、前記シリコン窒化物膜、前記シリコン膜及び前記第1のシリコン酸化物膜を一括してエッチングする。

【0011】

この発明の第4の態様に係るエッチング装置は、シリコン酸化物膜、及びこのシリコン酸化物膜上に形成されたシリコン膜を含む多層構造体をエッチングするエッチング装置であって、前記多層構造体中の、前記シリコン膜及び前記シリコン酸化物膜をレジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用いてエッチングするとき、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを前記多層構造体に供給する。

【0012】

この発明の第5の態様に係るコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、コンピュータ上で動作し、エッチング装置を制御するプログラムが記憶されたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、前記プログラムは、実行時に、第1の態様から第3の態様のいずれか一つの態様に係るエッチング方法が行われるように、コンピュータに前記エッチング装置を制御させる。

【発明の効果】

【0013】

この発明によれば、多層構造体中にあるシリコン膜であっても、レジスト膜や有機膜をマスクに用いてエッチングすることが可能であり、かつ、シリコン膜、及びこのシリコン膜の下に存在するシリコン酸化物膜を一括してエッチングすることも可能なエッチング方法、エッチング装置、およびそのエッチング方法をエッチング装置に実行させるコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】半導体集積回路装置を製造している段階の多層構造体（半導体ウエハ）を示す断面図

【図2】（A）図～（F）図はこの発明の一実施形態に係るエッチング方法の一例を示す断面図

【図3】（A）図はレジスト膜のエッチングレートを示す図、（B）図はシリコン膜のエッチングレートを示す図

【図4】（A）図はレジスト膜のエッチングレートを示す図、（B）図はシリコン窒化物膜のエッチングレートを示す図、（C）図はシリコン酸化物膜のエッチングレートを示す図

【図5】この発明の一実施形態に係るエッチング方法を実行することが可能なエッチング装置を概略的に示す断面図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照してこの発明の一実施の形態について説明する。なお、全図にわたり、同一の部分には同一の参照符号を付す。

【0016】

図1は、半導体集積回路装置を製造している段階の多層構造体（半導体ウエハ）を示す断面図である。

【0017】

図1に示すように、シリコン基板1上には、第1のシリコン酸化物膜2が形成されている。第1のシリコン酸化物膜2上にはシリコン膜3が形成されている。シリコン膜3上に

10

20

30

40

50

はシリコン窒化物膜 4 が形成されている。シリコン窒化物膜 4 上には第 2 のシリコン酸化物膜 5 が形成されている。

【 0 0 1 8 】

この発明の一実施形態に係るエッチング方法では、多層構造体中に存在しているシリコン膜 3 を、レジスト膜又は有機膜をエッチングのマスクに用いてエッチングする。さらに、本例では、シリコン膜 3 の下に存在する第 1 のシリコン酸化物膜 2 についても、シリコン膜 3 と一括してエッチングする。

【 0 0 1 9 】

図 2 A ~ 図 2 F は、この発明の一実施形態に係るエッチング方法の一例を示す断面図である。

10

【 0 0 2 0 】

まず、図 2 A に示すように、フォトリソグラフィ法を用いて、第 2 のシリコン酸化物膜 5 上にエッチングのマスクとなるレジスト膜 6 を形成する。レジスト膜 6 については有機膜であっても良い。

【 0 0 2 1 】

次に、レジスト膜 6 が形成された多層構造体を、エッチング装置の処理室内に搬入する。エッチング装置の一例については後述するが、例えば、平行平板型のプラズマエッチング装置である。多層構造体は、処理室内の載置台上に載置される。載置台は下部電極である。載置台上方にはシャワーヘッドが設けられている。シャワーヘッドは、処理室内にガス、例えば、エッチングガスや、パージガスなどを供給するとともに、上部電極としても機能する。

20

【 0 0 2 2 】

次に、エッチング装置の処理室内に、エッチングガスとしてジフルオロメタン (CH_2F_2) ガスを含むエッチングガスを供給する。

【 0 0 2 3 】

本例では、ジフルオロメタン (CH_2F_2) ガスに、窒素 (N_2) ガスと、希釈ガスとしてアルゴン (Ar) ガスとを混合させたガスを、処理室内に供給する。

【 0 0 2 4 】

次に、上部電極と下部電極との間に電界を印加し、処理室内にプラズマを発生させる。これにより、所定時間経過後、まず、第 2 のシリコン酸化物膜 5 がエッチングされる (図 2 B)。さらに、所定時間経過後、シリコン窒化物膜 4 がエッチングされる (図 2 C)。さらに、所定時間経過後、シリコン膜 3 がエッチングされる (図 2 D)。さらに、所定時間経過後、第 1 のシリコン酸化物膜 2 がエッチングされる (図 2 E)。さらに、本例では、シリコン基板 1 の途中までエッチングが進められる (図 2 F)。

30

【 0 0 2 5 】

図 3 A はレジスト膜 6 のエッチングレートを示す図、図 3 B はシリコン膜 3 のエッチングレートを示す図である。

【 0 0 2 6 】

図 3 A 及び図 3 B は、以下のエッチング条件により得られた結果である。

【 0 0 2 7 】

40

CH_2F_2 流量 : 50 sccm
 Ar 流量 : 300 sccm
 N_2 流量 : 200 sccm
処 理 圧 力 : 5.32 Pa (0.04 Torr)
上部電極と下部電極とのギャップ : 35 mm
上部電極電力 : 2400 W
下部電極電力 : 1000 W

図 3 A に示すように、レジスト (PR) 膜 6 のエッチングレートは、 -15.3 nm/min であった。これは、レジスト膜 6 上に堆積物が堆積されて膜厚が増していることを示している。

50

【0028】

対して、図3Bに示すようにシリコン(Poly)膜3のエッチングレートは、73.4nm/minである。

【0029】

このように、CH₂F₂ガスを含むエッチングガスをエッチングガスとして用いることで、レジスト膜6とシリコン膜3との間には大きなエッチングレートの差が生ずる。このため、十分なマスク選択比をとることができる。

【0030】

図4Aはレジスト膜6のエッチングレートを示す図、図4Bはシリコン窒化物膜4のエッチングレートを示す図、図4Cはシリコン酸化物膜2、5のエッチングレートを示す図である。

10

【0031】

図4A～図4Cは、以下のエッチング条件により得られた結果である。

【0032】

CH₂F₂ 流量： 50sccm
Ar 流量： 200sccm
N₂ 流量： 200sccm
処理圧力： 6.65Pa(0.05Torr)
上部電極と下部電極とのギャップ： 35mm
上部電極電力： 500W
下部電極電力： 500W

20

図4Aに示すように、レジスト(PR)膜6のエッチングレートは、-1.4nm/minであった。これは、図3Aに示す結果よりも小さい値となっているが、レジスト膜6上に堆積物が堆積されて膜厚が増していることを示している。

【0033】

対して、図4Bに示すようにシリコン窒化物(SiN)膜4のエッチングレートは、69.1nm/minである。

【0034】

また、図4Cに示すようにシリコン酸化物(Ox)膜2、5のエッチングレートは、74.1nm/minである。

30

【0035】

このように、CH₂F₂ガスを含むエッチングガスをエッチングガスとして用いることで、レジスト膜6とシリコン窒化物膜4との間、及びレジスト膜6とシリコン酸化物膜2、5との間にも大きなエッチングレートの差が生ずる。このため、十分なマスク選択比をとることができる。

【0036】

このような一実施形態に係るエッチング方法によれば、CH₂F₂ガスを含むエッチングガスをエッチングガスとして用いることで、レジスト膜6がほとんどエッチングされることがない、あるいは逆にレジスト膜6上に堆積物が堆積されて膜厚が増す。このため、レジスト膜6又は有機膜をエッチングのマスクに用いて、多層構造体中の深いところに存在しているシリコン膜3をエッチングでき、さらにシリコン膜3の下に存在する第1のシリコン酸化物膜2についても、シリコン膜3と一括してエッチングすることが可能となる、という利点を得ることができる。

40

【0037】

次に、この発明の一実施形態に係るエッチング方法を実行することが可能なエッチング装置の一例を説明する。

【0038】

図5は、この発明の一実施形態に係るエッチング方法を実行することが可能なエッチング装置を概略的に示す断面図である。

【0039】

50

図 5 に示すように、エッチング装置 100 は、平行平板型のプラズマエッチング装置である。エッチング装置 100 は、エッチングガスを用いて、被処理体、本例では半導体ウエハ W に処理を施す処理室 102 と、処理室 102 にエッチングガスなどのガスを供給するガス供給源 103 とを備えている。ウエハ W には、例えば、図 2 A に示したような多層構造体が形成されている。

【0040】

処理室 102 内には、ウエハ W を載置する載置台 104、及び載置台 104 に対向して配置され、処理室 102 の内部にエッチングガスなどの処理ガスを吐出する処理ガス吐出部、本例ではシャワーヘッド 105 が設けられている。シャワーヘッド 105 は平行平板の上部電極を構成しており、整合器 106 を介して第 1 の高周波電源 107 に接続される。第 1 の高周波電源 107 は、例えば 40 MHz 以上、例えば 60 MHz の高周波電圧を出力する。一方、載置台 104 は平行平板の下部電極を構成しており、本例では、整合器 108 を介して第 2 の高周波電源 109 に接続される。第 2 の高周波電源 109 は、例えば 2 MHz ~ 20 MHz の範囲、例えば 13.56 MHz の周波数の高周波電圧を出力する。

10

【0041】

また、処理室 102 は、排気口 110 を介して排気装置 111 に接続されている。処理室 102 は内部を所望の真空度に減圧できる真空容器として構成されている。排気装置 111 は、真空容器として構成された処理室 102 の内部を排気し、処理室 102 の内部を所望の真空度に減圧する。

20

【0042】

エッチング装置 100 は、例えばマイクロプロセッサ（コンピュータ）からなるプロセスコントローラ 112 により制御される。プロセスコントローラ 112 には、ユーザーインターフェース 113、及び記憶部 114 が接続されている。ユーザーインターフェース 113 は、オペレータがエッチング装置 100 を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、エッチング装置 100 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等が含まれている。記憶部 114 には、エッチング装置 100 で実行される処理を、プロセスコントローラ 112 の制御にて実現する制御プログラムや、処理条件に応じてエッチング装置 100 の各構成部に処理を実行させるためのプログラム、即ちレシピが格納される。レシピは、例えば、記憶部 114 の中の記憶媒体に記憶される。記憶媒体は、ハードディスクや半導体メモリであってもよいし、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。また、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。レシピは、必要に応じて、ユーザーインターフェース 113 からの指示等にて記憶部 114 から読み出され、読み出されたレシピに従った処理をプロセスコントローラ 112 が実行することで、エッチング装置 100 は、コントローラ 112 の制御のもと、上記一実施形態に従ったエッチング方法を実行する。

30

【0043】

ガス供給源 103 は、上記一実施形態に従ったエッチング方法を実行可能とするために、 CH_2F_2 ガス供給部 103 a、 N_2 ガス供給部 103 b、Ar ガス供給部 103 c を備えている。

40

【0044】

上記一実施形態に係るエッチング方法は、このようなエッチング装置 100 を用いて実行することができる。

【0045】

以上、この発明の一実施形態によれば、多層構造体中にあるシリコン膜であっても、レジスト膜や有機膜をマスクに用いてエッチングすることが可能であり、かつ、シリコン膜、及びこのシリコン膜の下に存在するシリコン酸化物膜を一括してエッチングすることも可能なエッチング方法及びエッチング装置を提供できる。

【0046】

なお、この発明は上記一実施形態に限定されることなく種々変形可能である。また、こ

50

の発明の実施形態は上記一実施形態が唯一の実施形態でもない。

【 0 0 4 7 】

例えば、上記一実施形態では、レジスト膜 6 又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、多層構造体中の第 2 のシリコン酸化物膜 5、シリコン窒化物膜 4、シリコン膜 3 及び第 1 のシリコン酸化物膜 2 を一括してエッチングする例を示した。

【 0 0 4 8 】

しかし、第 2 のシリコン酸化物膜 5 が無い場合でも、レジスト膜 6 又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、多層構造体中のシリコン窒化物膜 4、シリコン膜 3 及び第 1 のシリコン酸化物膜 2 を一括してエッチングするようにしても良い。

10

【 0 0 4 9 】

さらに、シリコン窒化物膜 4 が無い場合でも、レジスト膜 6 又は有機膜をエッチングのマスクに用い、エッチングガスとして CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスを用いて、多層構造体中のシリコン膜 3 及び第 1 のシリコン酸化物膜 2 を一括してエッチングするようにしても良い。

【 0 0 5 0 】

また、第 2 のシリコン酸化物膜 5 がシリコン酸化物以外の膜であった場合や、シリコン窒化物がシリコン窒化物以外の膜であった場合には、この膜をエッチングすることが可能なエッチングガスを処理室に供給し、この膜のエッチングが終わったら、エッチングガスを CH_2F_2 ガスを含むエッチングガスに切り換えて、多層構造体中のシリコン窒化物膜 4、シリコン膜 3 及び第 1 のシリコン酸化物膜 2 を一括してエッチングすることも可能である。

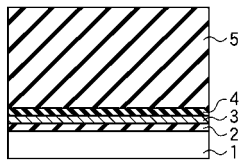
20

【 符号の説明 】

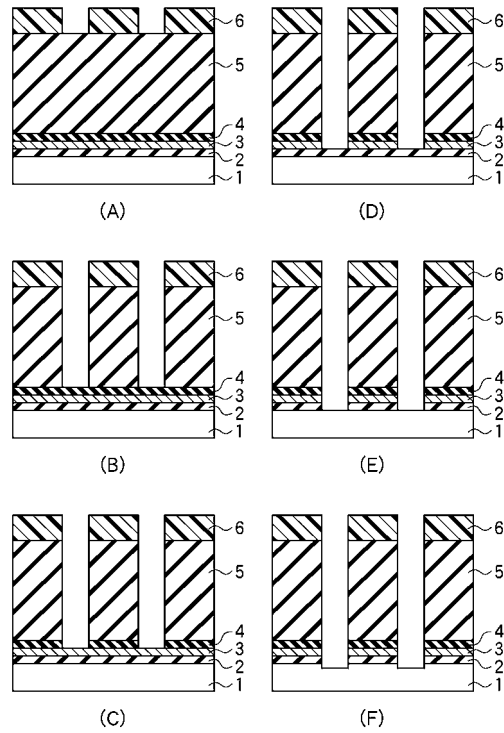
【 0 0 5 1 】

1 ... シリコン基板、 2 ... 第 1 のシリコン酸化物膜、 3 ... シリコン膜、 4 ... シリコン窒化物膜、 5 ... 第 2 のシリコン酸化物膜、 6 ... レジスト膜

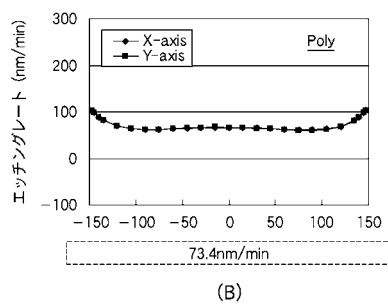
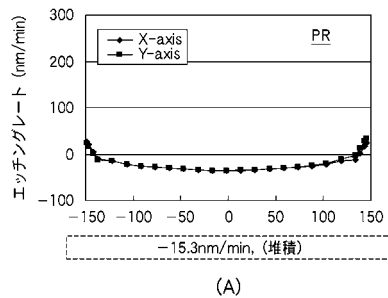
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

