

(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2013-131587

(P2013-131587A)

(43) 公開日 平成25年7月4日(2013.7.4)

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F1

H01L 21/302 I05A

テーマコード (参考)

5F004

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-279150 (P2011-279150)
 (22) 出願日 平成23年12月21日 (2011.12.21)

(71) 出願人 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 伊東 亨
 山口県下松市大字東豊井794番地
 株式会社日立ハイテ
 クロジーズ笠戸事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法

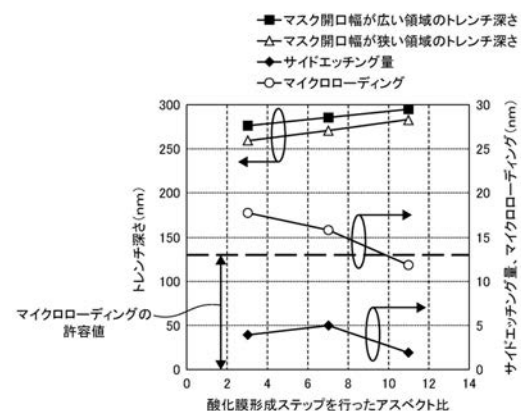
(57) 【要約】

【課題】本発明は、最小の開口幅が20nm以下であるマスクにてトレンチを形成するプラズマ処理方法において、サイドエッチングおよびマイクロローディングを抑制できるプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】本発明は、最小の開口幅が20nm以下であるマスクにてトレンチを形成するプラズマ処理方法において、プラズマエッチングによりトレンチを形成するトレンチ形成ステップと、プラズマエッチングによりトレンチの側壁に窒化膜を形成する窒化膜形成ステップと、プラズマエッチングによりトレンチの側壁および底面に酸化膜を形成する酸化膜形成ステップとを有することを特徴とする。

【選択図】 図5

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

最小の開口幅が 20 nm 以下であるマスクにてトレンチを形成するプラズマ処理方法において、

プラズマエッチングによりトレンチを形成するトレンチ形成ステップと、
プラズマエッチングによりトレンチの側壁に窒化膜を形成する窒化膜形成ステップと、
プラズマエッチングによりトレンチの側壁および底面に酸化膜を形成する酸化膜形成ステップとを有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のプラズマ処理方法において、

前記トレンチ形成ステップと前記窒化膜形成ステップを繰り返すことにより、所定の深さのトレンチを形成した時点にて前記酸化膜形成ステップを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載のプラズマ処理方法において、

前記所定の深さのトレンチは、アスペクト比が 10 以上の深さのトレンチであることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載のプラズマ処理方法において、

前記窒化膜形成ステップのプラズマは、 N_2 ガスを用いたプラズマであり、
前記酸化膜形成ステップのプラズマは、 O_2 ガスを用いたプラズマであることを特徴とするプラズマ処理方法。

20

【請求項 5】

請求項 3 記載のプラズマ処理方法において、

前記トレンチ形成ステップのプラズマは、 Cl_2 ガスと O_2 ガスとの混合ガスを用いたプラズマであることを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子の製造方法に係り、特にプラズマエッチングするプラズマ処理方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、半導体装置の高集積化に伴い、素子分離法としては、トレンチ素子分離法 (Shallow Trench Isolation: 以下 STI と略称する) が用いられている。

【0003】

STI は、最初にシリコン基板に、例えばシリコン窒化膜をマスクとしてプラズマエッチングを行って、素子分離用のトレンチ (溝) を形成する。次に形成されたトレンチにシリコン酸化膜を埋め込み、余分なシリコン酸化膜を CMP (Chemical Mechanical Polishing) によって除去することにより STI が形成される。

40

【0004】

素子分離用のトレンチの形成方法として、特許文献 1 には、少なくとも Cl_2 と HBr とを含むガスを用いたプラズマエッチングによりエッチングを行う方法が開示されている。

【0005】

また、近年の半導体装置の高集積化に伴って、高微細化も要求され、次世代の半導体装置における STI では、20 nm 以下の開口幅のマスクで約 300 nm の深さのトレンチを形成することが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 0 0 7 6 7 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかし、特許文献 1 に開示された、少なくとも Cl_2 と HBr とを含むガスを用いたプラズマエッチングによって、このような高アスペクトのトレンチの形成を試みると、図 3 に示すようにマスクの開口幅が狭い領域では、トレンチの側壁にサイドエッチングが発生し、さらにマイクロローディングも発生する。ここで、マイクロローディングとは、マスクの開口幅が広い領域のトレンチ深さがマスクの開口幅が狭い領域のトレンチ深さより深くなるエッチングのことである。

10

【 0 0 0 8 】

本発明は、上述の課題を鑑みて、最小の開口幅が 2 0 n m 以下であるマスクにてトレンチを形成するプラズマ処理方法において、サイドエッチングおよびマイクロローディングを抑制できるプラズマ処理方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、最小の開口幅が 2 0 n m 以下であるマスクにてトレンチを形成するプラズマ処理方法において、プラズマエッチングによりトレンチを形成するトレンチ形成ステップと、プラズマエッチングによりトレンチの側壁に窒化膜を形成する窒化膜形成ステップと、プラズマエッチングによりトレンチの側壁および底面に酸化膜を形成する酸化膜形成ステップとを有することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明により、最小の開口幅が 2 0 n m 以下であるマスクにてトレンチを形成するプラズマ処理方法において、サイドエッチングおよびマイクロローディングを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明に係るプラズマエッチング装置の断面図である。

【図 2 (a)】素子分離用のトレンチが形成されるウエハ 1 1 1 の構造を示す図である。

30

【図 2 (b)】ブレークスルーステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 2 (c)】第一の窒化膜形成ステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 2 (d)】第一のトレンチ形成ステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 2 (e)】第二の窒化膜形成ステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 2 (f)】第二のトレンチ形成ステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 2 (g)】酸化膜形成ステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 2 (h)】第三のトレンチ形成ステップ後のエッチング形状を示す図である。

【図 3】従来技術によるトレンチ形成を示す図である。

【図 4】酸化膜形成ステップのアスペクト比毎の形状を示す図である。

【図 5】酸化膜形成ステップのアスペクト比依存性を示した図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。まず、最初に本発明を実施するためのプラズマエッチング装置について図 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 1 3 】

真空容器 1 0 1 の開放された上部に、真空容器 1 0 1 内に処理ガスを導入するためのシャワープレート 1 0 4 (例えば石英製)、誘電体窓 1 0 5 (例えば石英製)を設置し、気密に封止することにより処理室 1 0 6 を形成する。シャワープレート 1 0 4 には処理室 1 0 6 内に処理ガスを供給するための複数の孔が配置されており、ガス供給装置 1 0 7 から供給された処理ガスはシャワープレート 1 0 4 の複数の孔を介して処理室 1 0 6 内に導入

50

される。また、真空容器 101 には、真空排気口 108 を介して真空排気装置（図示せず）が接続されている。

【0014】

プラズマを生成するための高周波電力を処理室 106 に供給するため、誘電体窓 105 の上方には電磁波を伝送するための導波管 109 が設けられている。導波管 109 へ伝送される電磁波（プラズマ生成用高周波）は、電磁波発生用電源 103 から発振される。電磁波の周波数は特に限定されないが、本実施例では 2.45 GHz のマイクロ波を使用する。処理室 106 の外周部には、磁場を形成するための磁場発生用コイル 110 が設けられ、電磁波発生用電源 103 より発振されたマイクロ波は、磁場発生用コイルにより形成された磁場との相互作用により、処理室 106 内に高密度なプラズマを生成する。

10

【0015】

また、シャワープレート 104 に対向して真空容器 101 の下部には、ウエハを載置するための試料台 102 が設けられている。試料台 102 は、試料台表面が溶射膜（図示せず）で被覆されており、高周波フィルタ 114 を介して直流電源 115 が接続されている。さらに、試料台 102 には、マッチング回路 112 を介して高周波バイアス電源 113 が接続されている。試料台 102 には、温度調節器（図示せず）も接続されている。

【0016】

処理室 106 内に搬送された試料であるウエハ 111 は、直流電源 115 から印加される直流電圧の静電気力により試料台 102 上に吸着して温度調節され、ガス供給装置 107 によって所望の処理ガスを供給した後、真空容器 101 内を真空排気装置（図示せず）により所定の圧力とし、処理室 106 内にプラズマを発生させる。

20

【0017】

次に高周波バイアス電源 113 から試料台 102 に高周波電力を供給することにより、プラズマからイオンをウエハへ引き込み、ウエハ 111 がプラズマエッチングされる。また、高周波バイアス電源 113 は、パルス発振器を備えるため、試料台 102 に時間変調された間欠的な高周波電力または、連続的な高周波電力を供給することができる。

【0018】

また、搬送手段（図示せず）により、ウエハ 111 を真空容器 101 内に搬送し、試料台 102 上に載置する。ガス供給装置 107 により真空容器 101 内に処理ガスを供給し、真空排気装置を介して処理室 106 内の圧力を制御しながら電磁波発生用電源 103 からマイクロ波を処理室 106 内に供給してプラズマを発生させる。高周波バイアス電源 113 から試料台 102 に高周波電力を供給しながら、処理室 106 内に発生させたプラズマにより、試料台 102 上に載置されたウエハ 111 はエッチングされる。

30

【0019】

上述したプラズマエッチング装置を用いて、20 nm 以下のマスクパターンにて素子分離用のトレンチを形成するプラズマ処理方法について、以下説明する。

【0020】

最初に素子分離用のトレンチが形成されるウエハ 111 の構造について図 2 (a) を参照しながら説明する。シリコン基板 201 上にマスクとしてシリコン窒化膜 202 があり、シリコン窒化膜 202 のマスクは予め開口されている。また、シリコン窒化膜 202 のマスクの開口幅は、単一ではなく、シリコン窒化膜 202 のマスクは、大別すると狭い開口幅領域と広い開口幅領域で構成されている。本実施例での最も狭いシリコン窒化膜 202 のマスクの開口幅は、20 nm である。また、本実施例では、約 300 nm の深さのトレンチを形成することとする。

40

【0021】

まず最初に、シリコン基板 201 表面に堆積し、材質がシリコン酸化膜である自然酸化膜を除去し、更にシリコン基板 201 をエッチングしてシリコン基板 201 に約 60 nm の深さのトレンチを形成するためにブレイクスルーステップを行う。

【0022】

ブレイクスルーステップは、表 1 に示すように、O₂ガスを 60 ml/min、CHF₃ガス

50

を 60 ml/min、処理圧力を 2.0 Pa、マイクロ波電力を 700 W、時間変調された高周波バイアス電力を 800 W、時間変調された高周波バイアス電力のデューティ比を 10 %として自然酸化膜を除去して約 60 nmの深さのトレンチを形成した。

【0023】

このブレイクスルーステップ後は、図 2 (b) に示すようなトレンチの側壁にサイドエッチングが発生せず、かつ、ほとんどマイクロローディングも発生していない約 60 nmの深さのトレンチを形成できた。尚、デューティ比とは、時間変調された間欠的な高周波電力のオン時間を T_{on} 、オフ時間を T_{off} とした場合、デューティ比 = $T_{on} / (T_{on} + T_{off})$ となる。また、ブレイクスルーステップは、時間変調された高周波バイアス電力を供給しながらのプラズマエッチングのため、連続的な高周波バイアス電力を用いた場合より、マスクに対するトレンチのエッチングレートの選択比を向上させることができた。

10

【0024】

次に主にブレイクスルーステップにより形成されたトレンチの側壁に窒化膜を形成するために、第一の窒化膜形成ステップを行う。

【0025】

第一の窒化膜形成ステップは、表 1 に示すように、 N_2 ガスを 100 ml/min、処理圧力を 2.0 Pa、マイクロ波電力を 600 W、高周波バイアス電力を 0 Wとして窒化膜 203 を形成した。

【0026】

この第一の窒化膜形成ステップ後は、図 2 (c) に示すようなブレイクスルーステップにより形成されたトレンチの側壁と底面に窒化膜 203 が形成された。この第一の窒化膜形成ステップは、長い時間行う程、厚い窒化膜 203 を形成できるが、上述の通り、この第一の窒化膜形成ステップでは、トレンチの底面にも窒化膜 203 が形成されるため、厚い窒化膜 203 を形成すると、次の第一のトレンチ形成ステップでのエッチングを阻害する。

20

【0027】

このため、この第一の窒化膜形成ステップは、次の第一のトレンチ形成ステップでのエッチングを阻害しない膜厚の窒化膜 203 を形成する時間だけ行う。

【0028】

また、本実施例の第一の窒化膜形成ステップでは、 N_2 ガスのみを用いたが、 N_2 ガスと Ar ガスとの混合ガスまたは、 N_2 ガスと He ガスとの混合ガスを用いても良い。

30

【0029】

次に、第一の窒化膜形成ステップにより窒化膜 203 が形成されたトレンチを約 80 nm相当のエッチングを行って約 140 nmの深さのトレンチを形成するために第一のトレンチ形成ステップを行う。

【0030】

第一のトレンチ形成ステップは、表 1 に示すように、 Cl_2 ガスを 100 ml/min、 O_2 ガスを 5 ml/min、処理圧力を 0.2 Pa、マイクロ波電力を 800 W、時間変調された高周波バイアス電力を 600 W、時間変調された高周波バイアス電力のデューティ比を 25 %として約 140 nmの深さのトレンチを形成した。

40

【0031】

この第一のトレンチ形成ステップ後は、図 2 (d) に示すようにトレンチの側壁にサイドエッチングが発生せず、約 140 nmの深さのトレンチを形成できた。しかし、若干、マイクロローディングが発生した。この第一のトレンチ形成ステップ後にトレンチの側壁にサイドエッチングが発生しなかったのは、第一の窒化膜形成ステップによりトレンチの側壁に形成された窒化膜 203 がサイドエッチングに対する保護膜として機能したことによると考えられる。また、第一のトレンチ形成ステップは、時間変調された高周波バイアス電力を供給しながらのプラズマエッチングのため、連続的な高周波バイアス電力を用いた場合より、マスクに対するトレンチのエッチングレートの選択比を向上させることがで

50

きた。

【0032】

また、この時点での約140nmの深さのトレンチには、第一の窒化膜形成ステップにより形成された窒化膜203は無くなっている。言い換えると、この第一のトレンチ形成ステップは、第一の窒化膜形成ステップにより形成された側壁の窒化膜203が残っている期間だけしか行わない。

【0033】

また、本実施例の第一のトレンチ形成ステップでは、 Cl_2 ガスと O_2 ガスとの混合ガスを用いたが、 HBr ガスと O_2 ガスとの混合ガスを用いても良い。

【0034】

次に、トレンチの側壁へのサイドエッチングの保護膜として、第一のトレンチ形成ステップ後に形成された約140nmの深さのトレンチの側壁に窒化膜を形成するために、第二の窒化膜形成ステップを行う。

【0035】

この第二の窒化膜形成ステップは、表1に示すように第一の窒化膜形成ステップと同じ条件にて行った。

【0036】

この第二の窒化膜形成ステップ後は、図2(e)に示すように、第一のトレンチ形成ステップ後に形成された約140nmの深さのトレンチの側壁と底面に窒化膜203が形成された。また、第一のトレンチ形成ステップにより発生したマイクロローディングは改善

【0037】

次に、第二の窒化膜形成ステップにより窒化膜203が形成されたトレンチを約80nm相当のエッチングを行って約220nmの深さのトレンチを形成するために第二のトレンチ形成ステップを行う。

【0038】

この第二のトレンチ形成ステップは、表1に示すように第一のトレンチ形成ステップと同じ条件にて行った。

【0039】

この第二のトレンチ形成ステップ後は、図2(f)に示すように、トレンチの側壁にサイドエッチングが発生せず、約220nmの深さのトレンチを形成した。しかし、第一のトレンチ形成ステップにより発生したマイクロローディングがさらに悪化した。また、この時点での約220nmの深さのトレンチには、第二の窒化膜形成ステップにより形成された窒化膜203は無くなっている。

【0040】

次に、トレンチの側壁へのサイドエッチングの保護膜として、第二のトレンチ形成ステップ後に形成された約220nmの深さのトレンチの側壁に酸化膜204を形成するために、酸化膜形成ステップを行う。

【0041】

酸化膜形成ステップは、表1に示すように、 O_2 ガスを30ml/min、処理圧力を0.2Pa、マイクロ波電力を600W、高周波バイアス電力を0Wとして、酸化膜204を形成した。

【0042】

この酸化膜形成ステップ後は、図2(g)に示すように、第二のトレンチ形成ステップ後に形成された約220nmの深さのトレンチの側壁と底面に酸化膜204が形成された。また、第二のトレンチ形成ステップまでに発生したマイクロローディングは改善されないままである。

【0043】

また、本実施例の酸化膜形成ステップでは、 O_2 ガスのみを用いたが、 O_2 ガスとArガスとの混合ガスまたは、 O_2 ガスとHeガスとの混合ガスを用いても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

次に、酸化膜形成ステップにより酸化膜 2 0 4 が形成されたトレンチを約 8 0 n m 相当のエッチングを行って約 3 0 0 n m の深さのトレンチを形成するために第三のトレンチ形成ステップを行う。

【 0 0 4 5 】

第三のトレンチ形成ステップは、表 1 に示すように、第一のトレンチ形成ステップおよび第二のトレンチ形成ステップと同じ条件にて行った。

【 0 0 4 6 】

この第三のトレンチ形成ステップ後は、図 2 (h) に示すように、トレンチの側壁にサイドエッチングが発生せず、約 3 0 0 n m の深さのトレンチを形成した。また、マイクロローディングも改善できた。しかし、約 3 0 0 n m の深さのトレンチの側壁に若干、酸化膜 2 0 4 が残っているが、第三のトレンチ形成ステップ後に行われる、フッ酸等による洗浄によって除去される。

10

【 0 0 4 7 】

第三のトレンチ形成ステップ後にマイクロローディングを改善できた理由として以下のように考えられる。

【 0 0 4 8 】

第二のトレンチ形成ステップ後に形成された約 2 2 0 n m の深さのトレンチの側壁と底面に形成された酸化膜 2 0 4 は、第一の窒化膜形成ステップおよび第二の窒化膜形成ステップにて形成される窒化膜 2 0 3 より、塩素ラジカルや塩素イオンに対して強固な保護膜として機能する。このため、約 2 2 0 n m の深さのトレンチの底面に形成された酸化膜 2 0 4 は、第一の窒化膜形成ステップおよび第二の窒化膜形成ステップにて形成される窒化膜 2 0 3 より塩素ラジカルや塩素イオンによるエッチングを阻害する。

20

【 0 0 4 9 】

また、アスペクト比が 1 0 以上である、マスクの開口幅が狭い領域のトレンチの底面は、マスクの開口幅が広い領域のトレンチの底面より酸化膜 2 0 4 が形成され難いため、マスクの開口幅が広い領域のトレンチの底面に形成される酸化膜 2 0 4 は、アスペクト比が 1 0 以上である、マスクの開口幅が狭い領域のトレンチの底面より厚く形成される。このため、マスクの開口幅が広い領域のトレンチの底面のエッチングは、アスペクト比が 1 0 以上である、マスクの開口幅が狭い領域のトレンチの底面のエッチングより進行しない。このことにより、第三のトレンチ形成ステップ後にマイクロローディングが改善されたものと考えられる。ここで、アスペクト比とは、プラズマエッチングにより形成されたトレンチの深さをマスクの開口幅で除した値のことである。尚、ここでのプラズマエッチングにより形成されたトレンチ深さとは、マスクの厚さは含まない。

30

【 0 0 5 0 】

以上、上述した本発明のプラズマ処理を行うことにより、2 0 n m 以下の開口幅のマスクにてマスクの開口幅が狭い領域に発生するサイドエッチングおよびマイクロローディングを抑制したトレンチを形成できる。

【 0 0 5 1 】

【表 1】

表 1

ステップ名	ガス名				処理 圧力	マイクロ波 電力	高周波バイアス	
	Cl ₂	O ₂	CHF ₃	N ₂			電力値	デューティー比
	(ml/min)						(Pa)	(W)
ブレークスルー	—	60	60	—	2.0	700	800	10
第一の窒化膜形成	—	—	—	100	2.0	600	0	—
第一のトレンチ形成	100	5	—	—	0.2	800	600	25
第二の窒化膜形成	—	—	—	100	2.0	600	0	—
第二のトレンチ形成	100	5	—	—	0.2	800	600	25
酸化膜形成	—	30	—	—	0.2	600	0	—
第三のトレンチ形成	100	5	—	—	0.2	800	600	25

【0052】

上述した通り、本発明は、窒化膜形成ステップと酸化膜形成ステップにより、トレンチの側壁へのサイドエッチングを抑制しながらトレンチを形成し、酸化膜形成ステップによりマイクロローディングを改善する発明である。また、本発明では、酸化膜形成ステップを行うタイミングが重要である。

【0053】

例えば、ブレークスルーステップ、酸化膜形成ステップ、第一のトレンチ形成ステップ、第一の窒化膜形成ステップ、第二のトレンチ形成ステップ、第二の窒化膜形成ステップ、第三のトレンチ形成ステップの順番で20nm以下の開口幅のマスクにて約300nmの深さのトレンチを形成すると、図4(a)に示すように、マスクの開口幅が狭い領域のトレンチの側壁にサイドエッチングが発生し、マイクロローディングが大きい結果となった。尚、この場合のプラズマ処理方法は、アスペクト比が3の時に酸化膜形成ステップを行ったプラズマ処理方法である。

【0054】

次に、ブレークスルーステップ、第一の窒化膜形成ステップ、第一のトレンチ形成ステップ、酸化膜形成ステップ、第二のトレンチ形成ステップ、第二の窒化膜形成ステップ、第三のトレンチ形成ステップの順番で20nm以下の開口幅のマスクにて約300nmの深さのトレンチを形成すると、図4(b)に示すように、マスクの開口幅が狭い領域のトレンチの側壁にサイドエッチングが発生し、上記のアスペクト比が3の時に酸化膜形成ステップを行ったプラズマ処理方法よりマイクロローディングが小さくなる結果となった。尚、この場合のプラズマ処理方法は、アスペクト比が7の時に酸化膜形成ステップを行ったプラズマ処理方法である。

【0055】

これらの結果を踏まえて、アスペクト比が3の時に酸化膜形成ステップを行ったプラズマ処理方法と、アスペクト比が7の時に酸化膜形成ステップを行ったプラズマ処理方法と、本発明のプラズマ処理方法のそれぞれのトレンチ深さ、サイドエッチング量、マイクロローディングを図5に示す。尚、本発明のプラズマ処理方法は、アスペクト比が11の時に酸化膜形成ステップを行ったプラズマ処理方法である。また、図5は、酸化膜形成ステップのアスペクト比依存性を示す図とも言える。

【0056】

図5の結果から、サイドエッチングを発生させずにマイクロローディングを13nm以下にするためには、酸化膜形成ステップをアスペクト比が10以上の時に行わなければな

らないことがわかる。尚、本実施例では、開口幅が20nmであるマスクを有するマスクにて約300nmの深さのトレンチを形成する場合のマイクロローディングの許容値を13nm以下とした。

【0057】

また、本実施例では、約300nmの深さのトレンチを形成するために、1回のブレークスルーステップと、2回の窒化膜形成ステップと、3回のトレンチ形成ステップと、1回の酸化膜形成ステップを行ったが、300nmより深いトレンチを形成する場合には、所望の深さとなるように窒化膜形成ステップとトレンチ形成ステップの回数をそれぞれ増やせばよい。

【0058】

また、本実施例では、約300nmの深さのトレンチを形成するために、酸化膜形成ステップを行うまでに窒化膜形成ステップとトレンチ形成ステップをそれぞれ2回ずつ行ったが、2回以上ずつ行ってもかまわない。

【0059】

つまり、本発明のプラズマ処理方法は、所定のトレンチ深さとなるまでは、窒化膜形成ステップとトレンチ形成ステップをそれぞれ繰り返し、所定のトレンチ深さ以降において酸化膜形成ステップを行うことを特徴とする。

【0060】

また、本実施例では、素子分離用のトレンチの形成について説明したが、これに限定されるものではなく、ディープトレンチ、キャパシタ用のトレンチ形成にも適用できる。

【0061】

また、本実施例では、マイクロ波を用いたECR (Electron Cyclotron Resonance) 方式のマイクロ波プラズマエッチング装置での適用例について説明したが、これに限定されるものではなく、容量結合型、誘導結合型のプラズマ生成手段を用いたプラズマエッチング装置に適用しても良い。

【符号の説明】

【0062】

- 101 真空容器
- 102 試料台
- 103 電磁波発生用電源
- 104 シャワープレート
- 105 誘電体窓
- 106 処理室
- 107 ガス供給装置
- 108 真空排気口
- 109 導波管
- 110 磁場発生用コイル
- 111 ウエハ
- 112 マッチング回路
- 113 高周波バイアス電源
- 114 高周波フィルタ
- 115 直流電源
- 201 シリコン基板
- 202 シリコン窒化膜
- 203 窒化膜
- 204 酸化膜

10

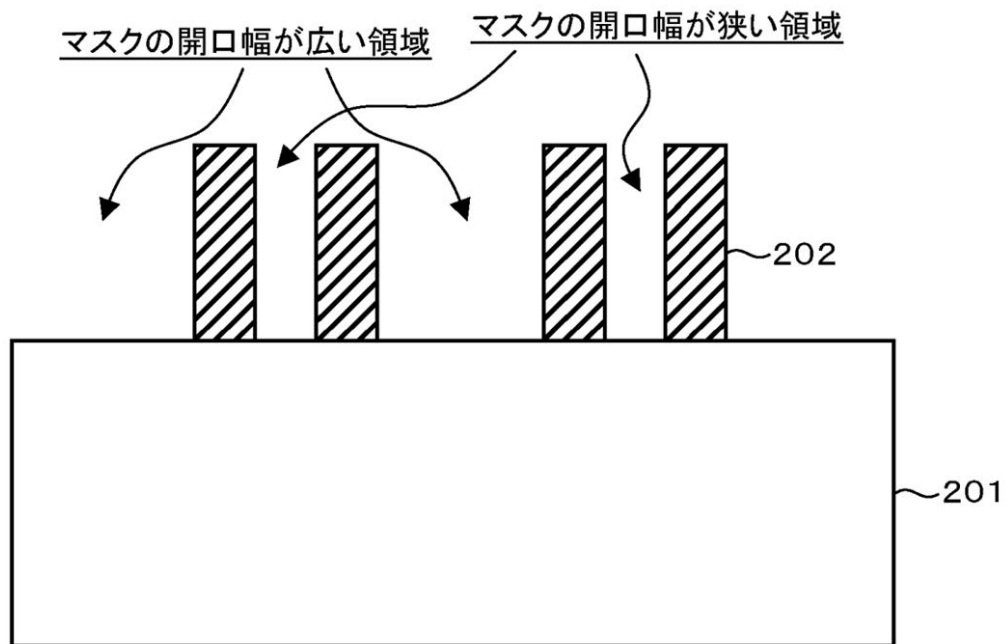
20

30

40

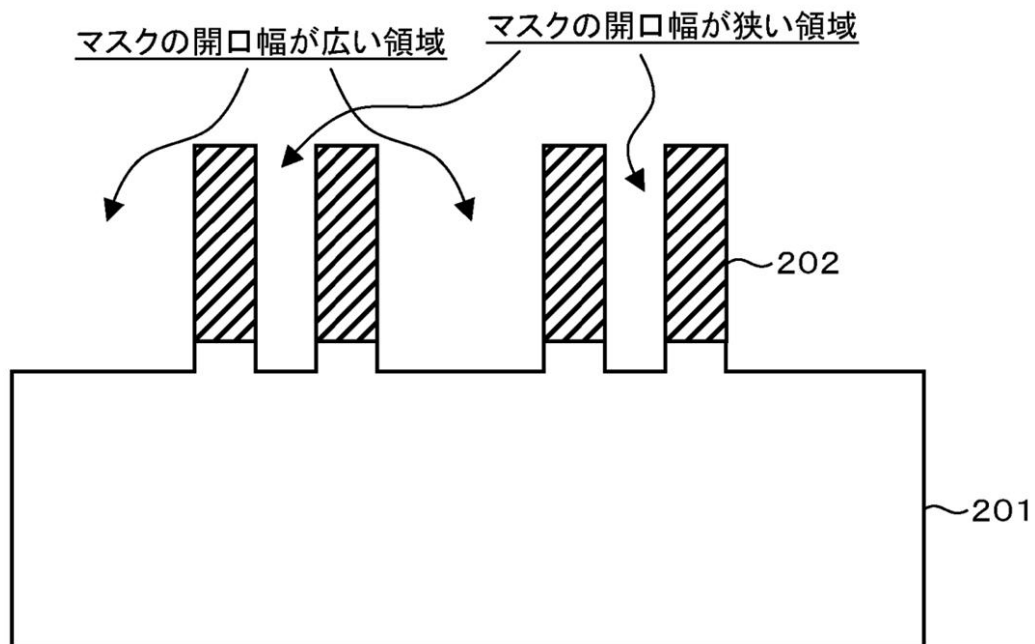
【図 2 (a)】

図 2(a)



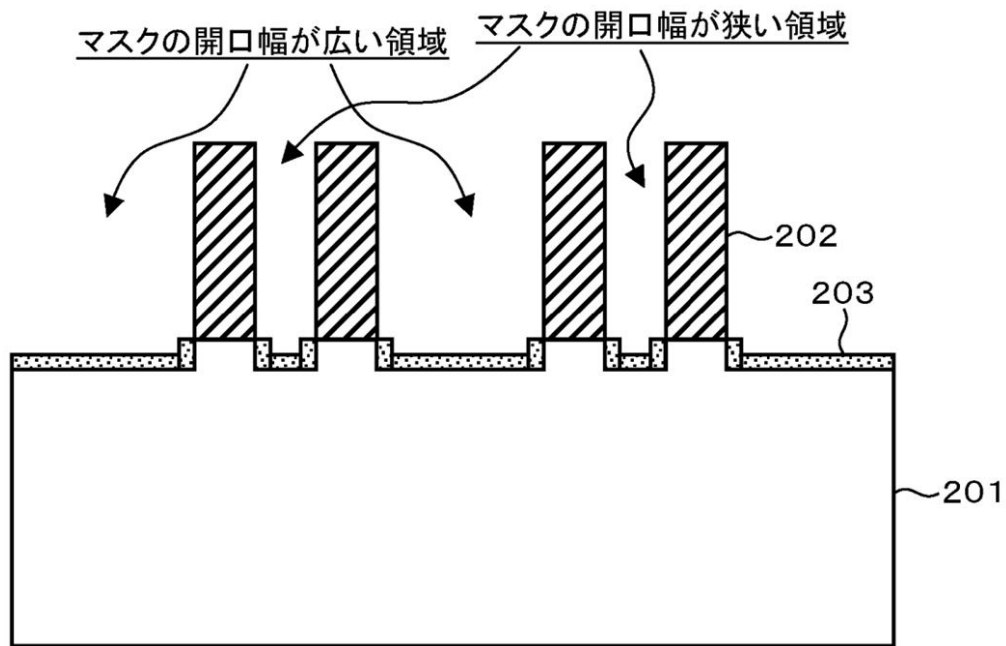
【図 2 (b)】

図 2(b)



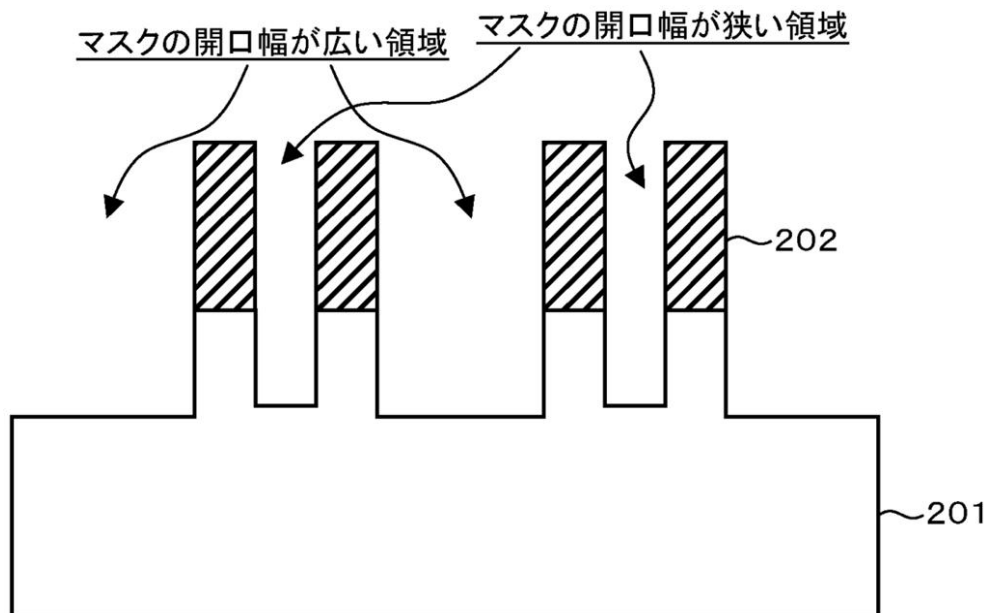
【図 2 (c)】

図 2(c)



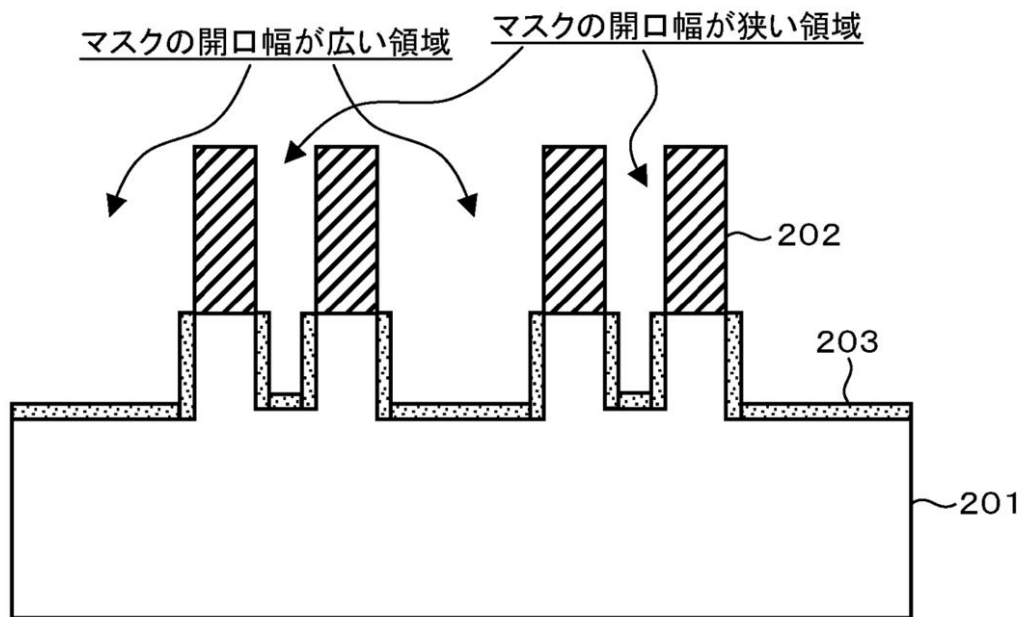
【図 2 (d)】

図 2(d)



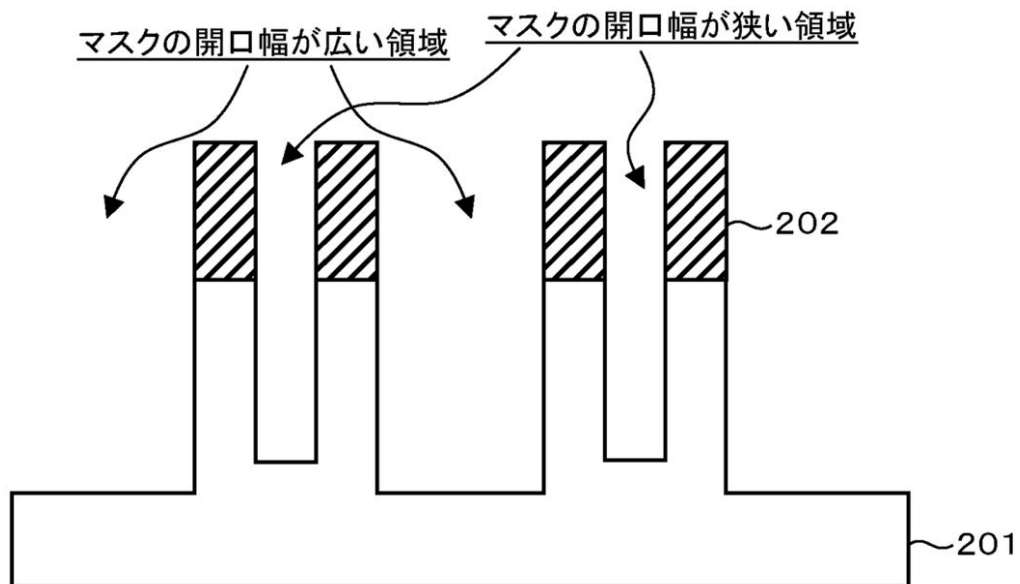
【図 2 (e)】

図 2(e)



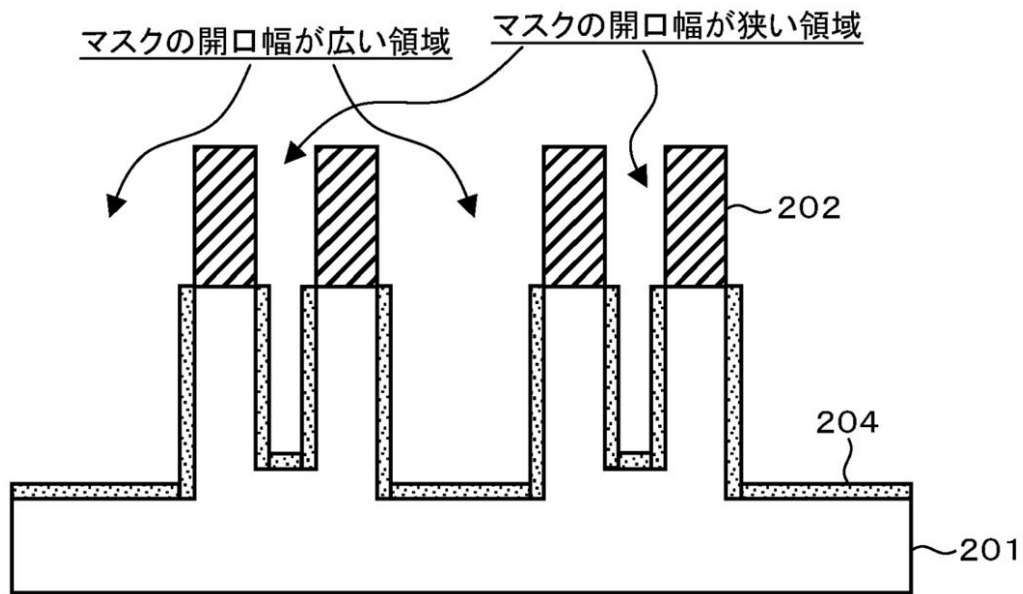
【図 2 (f)】

図 2(f)



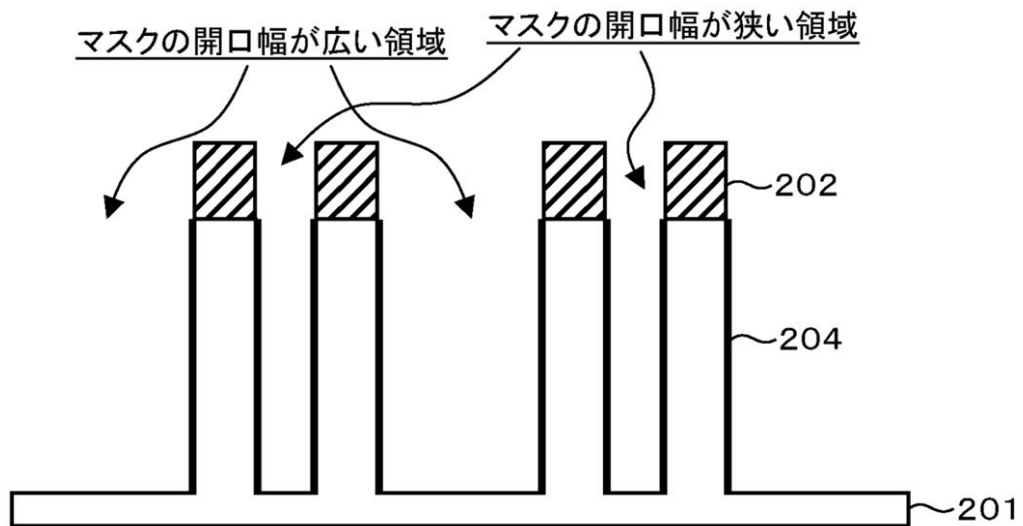
【図 2 (g)】

図 2(g)



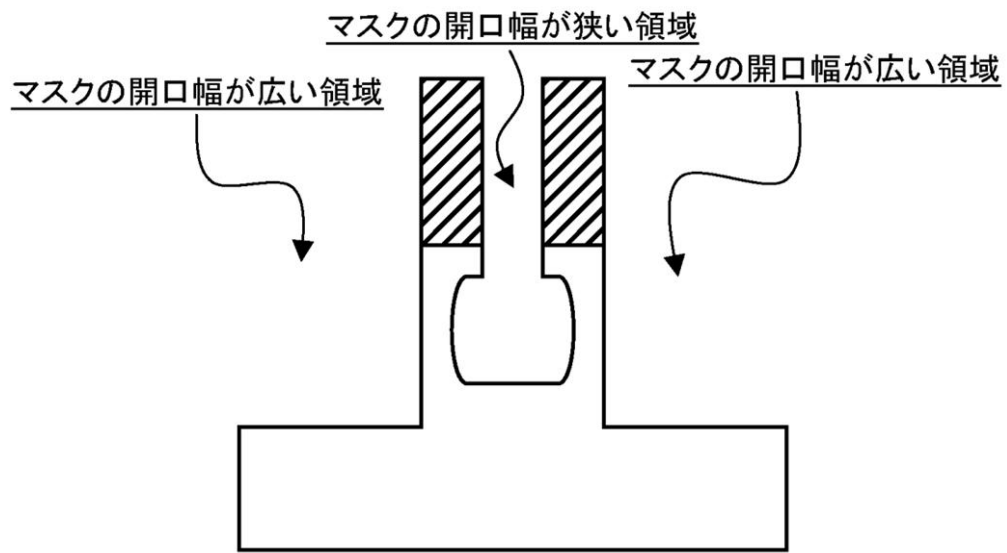
【図 2 (h)】

図 2(h)



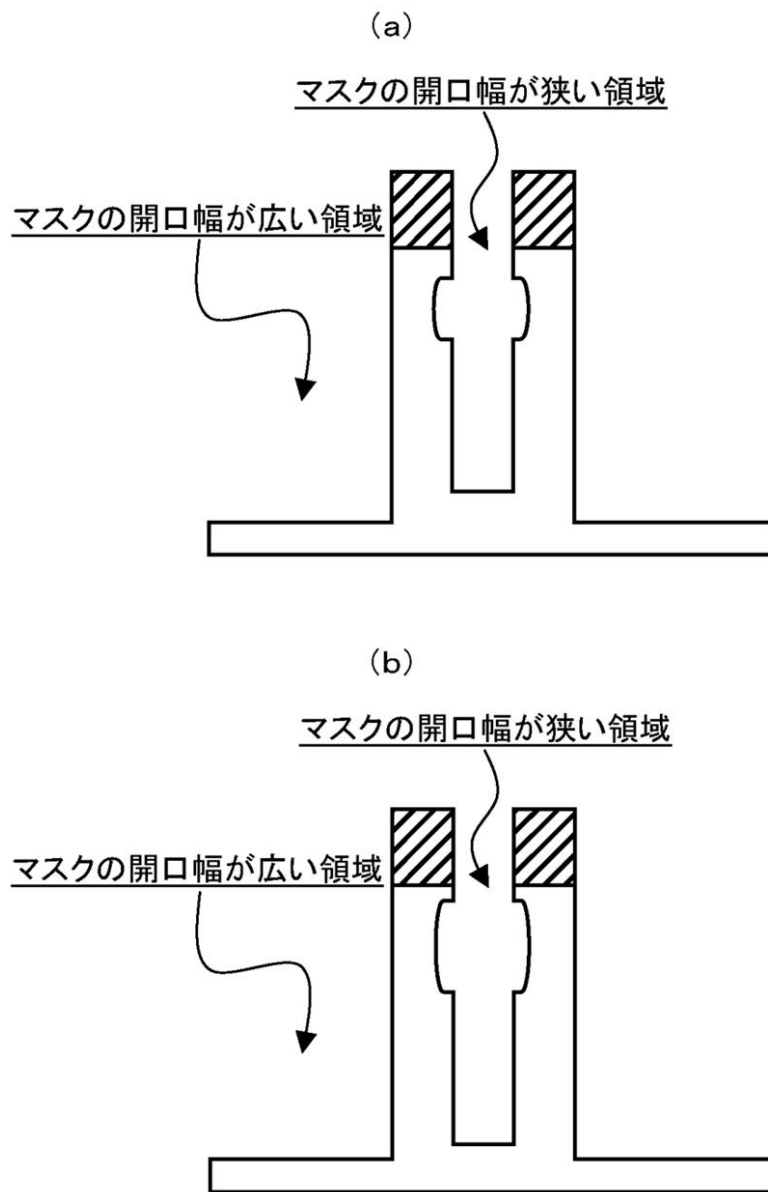
【図 3】

図 3



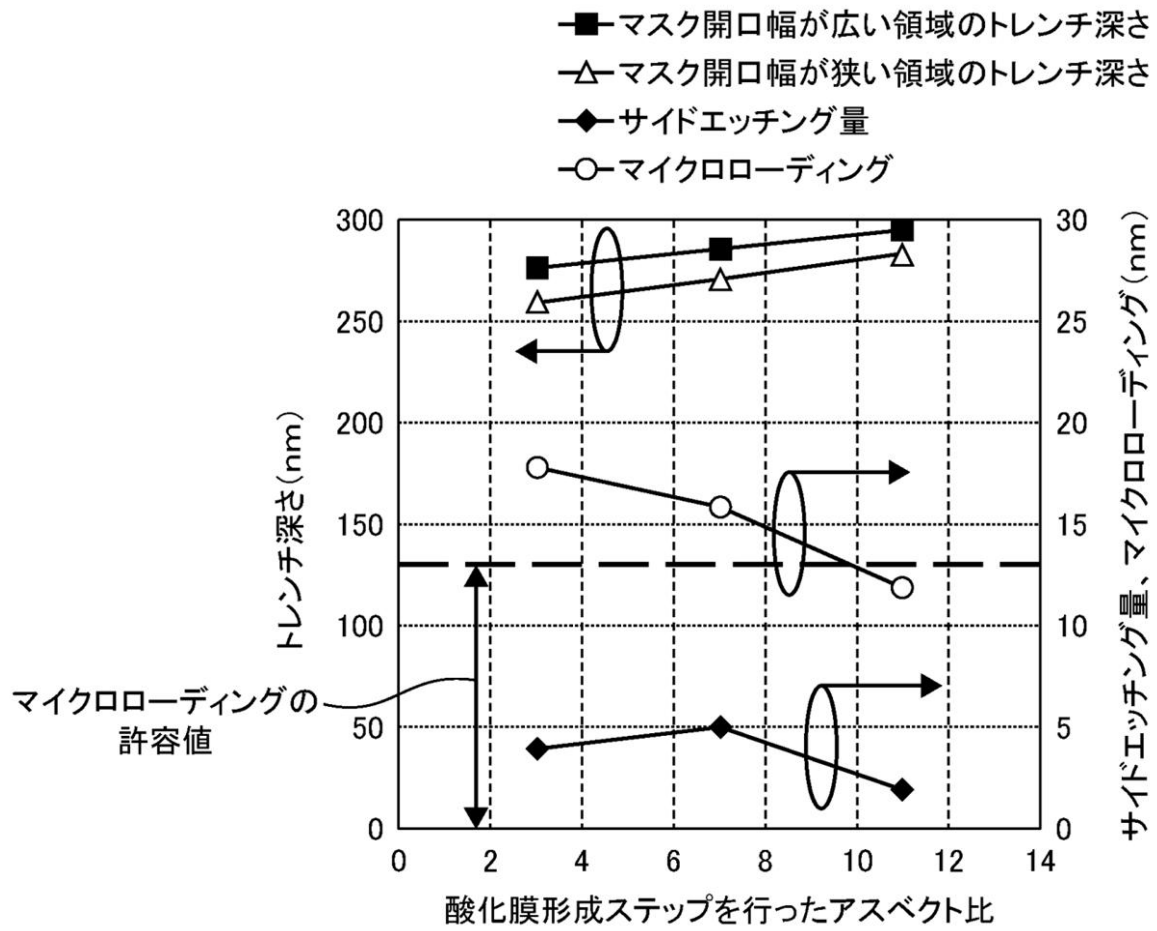
【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5



フロントページの続き

- (72)発明者 石村 裕昭
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
笠戸事業所内
株式会社日立ハイテクノロジーズ
- (72)発明者 河内 昭人
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
笠戸事業所内
株式会社日立ハイテクノロジーズ
- (72)発明者 渡邊 勇人
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
笠戸事業所内
株式会社日立ハイテクノロジーズ

F ターム(参考) 5F004 CA01 CA03 DA00 DA04 DA16 DA22 DA23 DA25 DA26 DB01
DB03 DB07 EA07 EA13 EA28 EB04 EB05