

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年6月15日 (15.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/062085 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/022351

(22) 国際出願日: 2005年12月6日 (06.12.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-352614 2004年12月6日 (06.12.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大
字門真 1006 番地 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奥根 充弘
(OKUNE, Mitsuhiro). 鈴木 宏之 (SUZUKI, Hiroyuki).

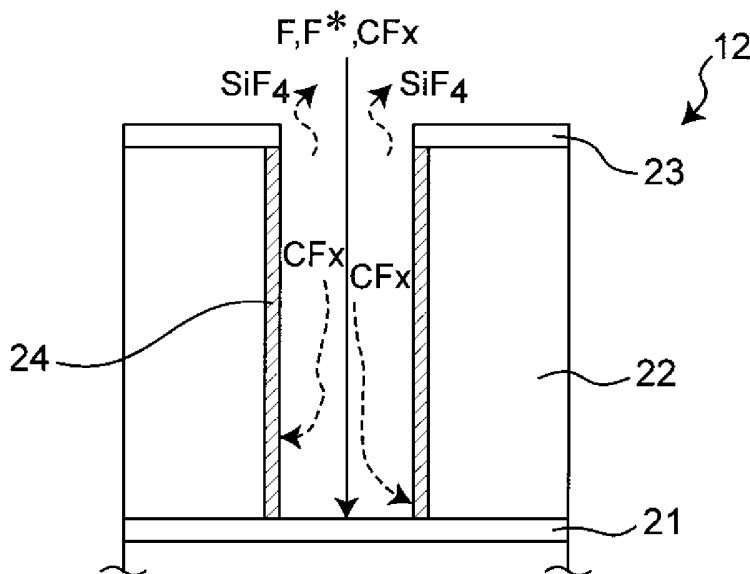
添付公開書類:
— 国際調査報告書

(74) 代理人: 河宮 治, 外 (KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒
5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7 号
IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DRY ETCHING METHOD AND DRY ETCHING APPARATUS

(54) 発明の名称: ドライエッチング方法及びドライエッチング装置



(57) Abstract: A notch is suppressed in dry etching of an object to be treated wherein a layer to be etched made of a silicon material is formed on an etching stop layer. A substrate (12) is provided with the layer (22) to be etched made of the silicon material on the etching stop layer (21). Plasma is generated by introducing $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ gas as an etching gas, and a portion of the layer (22) exposed from a resist mask (23) is etched. On side walls of a groove and a hole, a side wall protecting film (24) made of a polymer is formed.

(57) 要約: 本発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成された処理対象物のドライエッチングにおいて、ノッチを抑制することを目的とする。基板 12 は、エッチングストップ層 21 上にシリコン系材料からなる

被エッチング層 22 を備える。エッチングガスとして $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスを導入してプラズマを発生させ、被エッチング層 22 のレジストマスク 23 から露呈する部分をエッチングする。溝やホール の側壁にはポリマからなる側壁保護層 24 が形成される

WO 2006/062085 A1

明 細 書

ドライエッチング方法及びドライエッチング装置

技術分野

[0001] 本発明は、ドライエッチング方法及びドライエッチング装置に関する。

背景技術

[0002] エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成された処理対象物に、溝(トレンチ)やビアホール等のホールを形成するドライエッチングでは、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近で溝やホールの側壁がエッチングされる現象(ノッチ)が生じる場合がある。特許文献1には、このノッチの発生原理が記載されている。

[0003] 図6A及び図6Bを参照して、SOI(Silicon on Insulator)構造の基板を SF_6/O_2 (六フッ化硫黄/酸素)系のエッチングガスを使用してドライエッチングする場合のノッチの発生原理を概説する。 SiO_2 (酸化シリコン)からなるエッチングストップ層1上にシリコン系材料(例えばSi)からなる被エッチング層2が形成されている。また、被エッチング層2上にはレジストマスク3が形成されている。

[0004] 図6Aに示すように、プラズマで発生したF成分、Fラジカル、及びO成分が被エッチング層2のレジストマスク3から露呈している部分に入射する。エッチング種であるFラジカルと正イオン(SイオンやOイオン等)により、被エッチング層2がエッチングされる。この際、Fラジカルと被エッチング層2がSi原子と反応して揮発性反応生成物である SiF_4 (四フッ化シリコン)や SiF_6 (六フッ化シリコン)が生成され、被エッチング層2から離脱する。また、O成分が被エッチング層2を構成するシリコン系材料のSi原子と反応して SiO_2 (酸化シリコン)が生成され、この SiO_2 が溝やホールの側壁に付着して側壁保護層4となる。この側壁保護層4によりFラジカルや正イオンによる溝やホールの側壁の浸食が防止される。

[0005] しかし、溝やホールが被エッチング層2を貫通してエッチングストップ層1が露出すると、被エッチング層2からのSi原子の供給が停止するので SiO_2 が生成されなくなる。その結果、被エッチング層2とエッチングストップ層1の界面付近では、溝やホールの

側壁に側壁保護層4が形成されずシリコン系材料が露出したままとなる。一方、エッチングストップ層1の露出した部分は入射する正イオンによって正極性に帯電し、それに続いて入射する正イオンは軌道が曲げられて溝やホール of 側壁に向かう。側壁保護層4が形成されていないため、軌道が曲げられた正イオンにより溝やホール of 側壁が浸食され、図6Bに示すようにノッチ5となる。このノッチ5は、溝やホール of 加工精度を低下させる。

[0006] 特許文献1:特開平9-82682号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成された処理対象物のドライエッチングにおいて、ノッチを抑制することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 第1の発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物を真空容器内に配置し、前記真空容器内に、プラズマ発生時に前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、フルオロカーボン系ガスである第2のガス成分とを含むエッチングガスを導入し、前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングする、ドライエッチング方法を提供する。

[0009] シリコン系材料は、Si(単結晶シリコン)、poly-Si(ポリシリコン)、a-Si(アモルファスシリコン)、WSi(タングステンシリサイド)、MoSi(モリブデンシリサイド)、及びTiSi(チタンシリサイド)等を含むが、SiO₂(酸化シリコン)は含まない。

[0010] シリコン系材料からなる被エッチング層は、第1のガス成分のエッチング種によりエッチングされる。フルオロカーボン系ガスである第2のガス成分によりポリマが生成され、このポリマはエッチングされた溝やホール of 側壁に付着して側壁保護層を形成する。第2のガス成分によるポリマの生成は、被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、エッチングされた溝やホール of 側壁には被エッチング層の表面からエッチングストップ層との界面に到るまで側壁保護層が

形成される。従って、シリコン系材料からなる被エッチング層を貫通した後も、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近でのノッチを抑制することができる。

- [0011] フルオロカーボン系ガスである第2のガス成分は、例えば、 C_4F_8 (オクタフルオロシクロブタン)、 CHF_3 (トリフルオロメタン)、 C_5F_8 (ペルフルオロシクロペンテン)、及び C_4F_6 (ヘキサフルオロシクロブタン)の少なくともいずれか一つを含む。
- [0012] 前記第1のガス成分は、プラズマ発生時にシリコン系材料のエッチング種を生じるものであればよい。第1のガス成分としては、例えば SF_6 (六フッ化硫黄)がある。また、第1のガス成分は、 CF_4 (テトラフルオロメタン)、 C_3F_6 (ヘキサフルオロプロピレン)、又は NF_3 (三フッ化窒素)等であってもよい。
- [0013] 被エッチング層とエッチングストップ層の組合せとしては、前者がSiで後者が SiO_2 であるSOI構造がある。その他のエッチングストップ層としては、例えば $SiON$ (窒酸化シリコン)、 SiN (窒化シリコン)がある。
- [0014] 第2の発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物を真空容器内に配置し、前記真空容器内に、プラズマ発生時に前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料の原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを導入し、前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングし、前記第1のエッチングガスによるエッチングを停止した後、前記第1のガス成分と、フルオロカーボン系ガスである第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを導入し、前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングする、ドライエッチング方法を提供する。
- [0015] 第1のエッチングガスによるエッチング中は、第1のエッチングガスに含まれる第1のガス成分のエッチング種により被エッチング層がエッチングされる。また、第1のエッチングガスによるエッチング中は、第1のエッチングガスに含まれる第2のガス成分が被エッチング層のSi原子と反応して付着性の生成物が生成され、この反応生成物は

エッチングされた溝やホールの側壁に付着して側壁保護層となる。次に、エッチングガスを第1のエッチングガスから第2のエッチングガスに切り換えると、第2のエッチングガスに含まれる第1のガス成分のエッチング種により被エッチング層がエッチングされる。また、第2のエッチングガスに含まれているフルオロカーボン系ガスである第3のガス成分によりポリマが生成され、このポリマが側壁保護層を形成する。従って、溝やホールの表面側の側壁には第2のガス成分とSi原子の反応生成物からなる側壁保護層が形成され、溝やホールのエッチングストップ層側の側壁には、ポリマからなる側壁保護層を形成される。第3のガス成分によるポリマの生成は、被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、被エッチング層とエッチングストップ層との界面にポリマからなる側壁保護層が形成される。従って、シリコン系材料からなる被エッチング層が貫通した後も、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近でのノッチを抑制することができる。

[0016] 例えば、前記被エッチング層のエッチング深さが被エッチング層の厚さの50%以上に達した後であって前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する前に、前記エッチングに使用するガスを前記第1のエッチングガスから前記第2のエッチングガスに切り換える。

[0017] 第3の発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物が内部に配置される真空容器と、前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料の原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第1のエッチングガス供給源と、前記第1のガス成分と、フルオロカーボン系ガスである第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第2のエッチングガス供給源と、前記真空容器内にプラズマを発生させるプラズマ発生源と、前記第1のエッチングガス供給源が前記第1のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記プラズマ発生源が前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を予め定められた第1の時間は継続した後、前記第2のエッチングガス供給源が前記第2のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記プラズマ発生

源が前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を予め定められた第2の時間は継続するように、前記第1及び第2のエッチングガス供給源並びに前記プラズマ発生源を制御する制御装置とを備えるドライエッチング装置を提供する。

[0018] 前記処理対象物を保持するガイド部材をさらに備え、このガイド部材がフッ素樹脂製であることが好ましい。

[0019] プラズマで発生するFラジカルはガイドリングで消費されることなく、効率的に処理対象物へ入射する。その結果、エッチングレートの時間変動を抑制し、かつ高いエッチングレートが得られる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、エッチングガスに含まれるフルオロカーボン系ガスによりポリマが生成され、このポリマはエッチングされた溝やホール側の側壁に付着して側壁保護層を形成する。このポリマの生成は被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子との反応に関係なく生じるので、エッチング層とエッチングストップ層の界面付近にもポリマからなる側壁保護層が形成される。従って、被エッチング層を貫通した後も、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近でのノッチを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1実施形態に係るドライエッチング方法に使用する装置の概略図。

[図2]ドライエッチング装置の部分拡大図。

[図3A]第1実施形態のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達する前の基板の状態を示す模式図。

[図3B]第1実施形態のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達した時の基板の状態を示す模式図。

[図4]本発明の第2実施形態に係るドライエッチング方法に使用する装置の概略図。

[図5A]第2実施形態のドライエッチング方法における SF_6/O_2 ガスでのエッチング時の基板の状態を示す模式図。

[図5B]第2実施形態のドライエッチング方法における $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスでのエッチング時の基板の状態を示す模式図。

[図6A]従来のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に

達する前の基板の状態を示す模式図。

[図6B]従来のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達した時の基板の状態を示す模式図。

符号の説明

- [0022] 11 ドライエッチング装置
- 12 基板
- 13 チャンバ
- 13a ガス導入口
- 13b 排気口
- 14A, 14B 高周波電源
- 15 上部電極
- 16 下部電極
- 17 ガイドリング
- 18, 18A, 18B エッチングガス供給源
- 19 真空排気装置
- 20 制御装置
- 21 エッチングストップ層
- 22 被エッチング層
- 23 レジストマスク
- 24, 24A, 24B 側壁保護層
- P プラズマ

発明を実施するための最良の形態

- [0023] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係るドライエッチング方法に使用する装置の一例を示す。

- [0024] このドライエッチング装置11は、その内部に基板(被処理物)12が配置されるチャンバ(真空容器)13を備える。チャンバ13内の上部には高周波電源14Aに電氣的に接続された上部電極15が配設されている。一方、チャンバ13内の下部には、高周波

電源14Bに電氣的に接続された下部電極16が配設されている。この下部電極16上に基板12が配置されている。

- [0025] 図3Aを併せて参照すると、基板12は、 SiO_2 (酸化シリコン) からなるエッチングストップ層21を備え、このエッチングストップ層21上にシリコン系材料の一例であるSiからなる被エッチング層22が形成されている。また、被エッチング層22上には所望のパターンでレジストマスク23が形成されている。
- [0026] 図2に示すように、基板12は位置決め用のガイドリング17により保持されて下部電極16上に配置されている。ガイドリング17はフッ素樹脂ないしはテフロンであるPTF (Polytetrafluoroethylene)、FEP (Fluorinated Ethylene Propylene;)、ETFE (Ethylene Tetrafluoroethylene) 等からなる。
- [0027] チャンバ13のガス導入口13aには、エッチングガス供給源18が接続されている。本実施形態では、エッチングガス供給源18から供給されるエッチングガスは、 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガス (六フッ化硫黄/オクタフルオロシクロブタン) である。後に詳述するように、エッチングガスに含まれる SF_6 は、プラズマ発生時に被エッチング層22のエッチング種を生じる。また、プラズマ発生時には、フルオロカーボン系ガスである C_4F_8 により、エッチングされた溝やホール の側壁に保護層が形成される。
- [0028] チャンバ13の排気口13bには、真空排気装置19が接続されている。
- [0029] 制御装置20は、第1及び高周波電源14A、14B、エッチングガス供給源18、並びに真空排気装置19を制御してドライエッチングを実行する。
- [0030] 次に、本実施形態のドライエッチング方法を説明する。
- [0031] まず、基板12をガイドリング17で保持し、チャンバ13内の下部電極16上に配置する。次に、エッチングガス供給源18から所定流量でエッチングガスである $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスを供給しつつ、真空排気装置19により所定流量での排気を行い、チャンバ13内を所定圧力に維持する。
- [0032] また、上部電極15及び下部電極16に対し、第1及び高周波電源14A、14Bから高周波電力を供給する。その結果、図1に概略的に示すようにプラズマPが発生する。プラズマP中ではエッチングガスに含まれる SF_6 からF成分、Fラジカルが生じると共に、 C_4F_8 からフルオロカーボン成分 (CF_x) が生じる。また、正イオン (Sイオン、Oイオン

、フッ化炭素系のイオン、フッ化硫黄系のイオン等)が発生する。

[0033] 図3Aに示すように、F成分、Fラジカル、正イオン、及びフルオロカーボン成分は、被エッチング層22のレジストマスク23から露呈している部分に入射し、エッチング種であるFラジカルと正イオンにより、被エッチング層22がエッチングされる。この際、Fラジカルと被エッチング層22のSi原子の反応により揮発性反応生成物であり SiF_4 (四フッ化硫黄)が生成され、被エッチング層22から離脱する。また、 CF_x 成分によりフルオロカーボンポリマ($(\text{CF}_2)_n$)が生成され、このフルオロカーボンポリマがエッチングされた溝やホール側の側壁に付着して側壁保護層24を形成する。

[0034] フルオロカーボンポリマの生成には、被エッチング層22のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、溝やホールが被エッチング層22を貫通してエッチングストップ層21が露出しても、溝やホール側の側壁には側壁保護層24が形成され続ける。従って、図3Bに示すように、エッチングされた溝やホール側の側壁には、被エッチング層22の表面からエッチングストップ層21の界面に到るまで側壁保護層24が形成される。この側壁保護層24の存在により、被エッチング層22を貫通した後もエッチングストップ層21との界面付近の側壁は正イオンやFラジカルによる浸食から保護され、ノッチが抑制される。

[0035] 仮にガイドリング17が SiO_2 製であるとする、プラズマPで発生するFラジカルの一部がガイドリング17に含まれるSiとの反応に消費され、それに対応して基板12へのFラジカルの入射効率が低下するので、エッチングレートの時間変動や低下が生じる。しかし、前述のように本実施形態のガイドリング17はシリコン系材料ではなくフッ素樹脂からなるので、プラズマPで発生するFラジカルはガイドリング17で消費されることなく、効率的に基板12へ入射する。その結果、エッチングレートの時間変動を抑制し、かつ高いエッチングレートが得られる。

[0036] (第2実施形態)

図4は、本発明の第2実施形態に係るドライエッチング方法に使用する装置の一例を示す。なお、基板12は第1実施形態と同様に、 SiO_2 からなるエッチングストップ層21、エッチングストップ層21上に形成されたSiからなる被エッチング層22、及び被エッチング層22上には所望のパターンで形成されたレジストマスク23を備える。

- [0037] このドライエッチング装置11は、2つのエッチングガス供給源、すなわち第1のエッチングガス供給源18Aと第2のエッチングガス供給源18Bを備える点で、第1実施形態のものと相違する。
- [0038] 第1のエッチングガス供給源18Aは、エッチングガスとして SF_6/O_2 (六フッ化硫黄/酸素)ガスをチャンバ13内に供給する。後に詳述ように、第1のエッチングガス供給源18Aからのエッチングガスに含まれる SF_6 は、プラズマ発生時にSiからなる被エッチング層22のエッチング種を生じる。また、このエッチングガスに含まれるO成分が被エッチング層22のSi原子と反応して SiO_2 が生成される。
- [0039] 一方、第2のエッチングガス供給源18Bは、第1実施形態のエッチングガス供給源18と同様に、エッチングガスとして $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスをチャンバ13内に供給する。プラズマ発生時には、主として第2のエッチングガス供給源18Bからのエッチングガスに含まれる SF_6 によりエッチング種が生じ、 C_4F_8 によりフルオロカーボンポリマが生成される。
- [0040] 次に、本実施形態のドライエッチング方法を説明する。
- [0041] 基板12をガイドリング17で下部電極16上に保持した後、第1のエッチングガス供給源18Aから所定流量でエッチングガスである SF_6/O_2 を供給しつつ、真空排気装置19により所定流量での排気を行い、チャンバ13内を所定圧力に維持する。
- [0042] また、上部電極15及び下部電極16に対し、第1及び高周波電源14A、14Bから高周波電力を供給してプラズマPを発生させる。プラズマP中ではエッチングガスに含まれる SF_6 からF成分、Fラジカル、正イオン(Sイオン、フッ化硫黄系のイオン等)が生じる。図5Aに示すように、F成分、Fラジカル、正イオン、及びO成分が被エッチング層22のレジストマスク23から露呈している部分に入射し、Fラジカルと正イオンによって被エッチング層22がエッチングされ、それによって生成された揮発性の SiF_4 や SiF_6 は被エッチング層22から離脱する。O成分が被エッチング層22を構成するシリコン系材料のSi原子と反応し、 SiO_2 (酸化シリコン)が生成され、この SiO_2 が溝やホールの側壁に付着して側壁保護層24Aとなる。
- [0043] SF_6/O_2 ガスによるエッチングを所定時間継続した後、エッチングガス供給源18Aからの SF_6/O_2 ガスの供給を停止すると共に、第2のエッチングガス供給源18Bからの $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスの供給を開始し、 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスによるエッチングを行う。この際、高周波電

源14A, 14Bから上部及び下部電極15, 16への電力供給をいったん停止してもよい。エッチングガスの切り換えの時期は、エッチング最終段階、すなわちエッチングストップ層21との界面付近の被エッチング層22のエッチングを SF_6/O_2 ガスではなく $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスにより行うように設定する。例えば、溝やホールのエッチング深さが、被エッチング層22の厚さの50%以上に達した後であって、このエッチング深さが被エッチング層22とエッチングストップ層21との界面に達する前に、エッチングに使用するガスを SF_6/O_2 ガスから $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスに切り換えればよい。

[0044] $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスによるエッチング中は、 SF_6 からF成分、Fラジカル、正イオン(Sイオン、フッ化炭素系のイオン、フッ化硫黄系のイオン等)が生じると共に、 C_4F_8 から CF_x 成分が生じる。図5Bに示すように、F成分、Fラジカル、正イオン、及び CF_x 成分は、被エッチング層22のレジストマスク23から露呈している部分に入射し、エッチング種であるFラジカルと正イオンによって被エッチング層22がエッチングされ、揮発性反応生成物であり SiF_4 が被エッチング層22から離脱する。また、 CF_x 成分によりフルオロカーボンポリマが生成され、このフルオロカーボンポリマがエッチングされた溝やホールの側壁に付着して側壁保護層24Bを形成する。前述のように、フルオロカーボンポリマの生成は、被エッチング層22のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、被エッチング層22を貫通してエッチングストップ層21が露出しても、溝やホールの側壁には側壁保護層24Bが形成され続ける。従って、図5Bに示すように側壁保護層24Bはエッチングストップ層21の界面まで達する。この側壁保護層24Bの存在により、被エッチング層22を貫通した後もエッチングストップ層21との界面付近の側壁は正イオンやFラジカルによる浸食から保護され、ノッチが抑制される。図5Bに示すように、溝やホールの表面側の側壁には SiO_2 からなる側壁保護層24Aが形成され、溝やホールのエッチングストップ層21側の側壁には、フルオロカーボンポリマからなる側壁保護層24Bを形成される。

[0045] SF_6/O_2 ガスを使用時のエッチングレートは、 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガス使用時のエッチングレートよりも速い。従って、エッチングの最終段階のみ $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスを使用することで、エッチング開始から終了までの時間を短縮することができる。

[0046] 本発明は前記実施形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、被エッ

チング層を構成するシリコン系材料は、poly-Si(ポリシリコン)、a-Si(アモルファスシリコン)、WSi(タングステンシリサイド)、MoSi(モリブデンシリサイド)、及びTiSi(チタンシリサイド)等であってもよい。

[0047] また、エッチングガスは、フルオロカーボン系ガスとして、 CHF_3 (トリフルオロメタン)、 C_5F_8 (ペルフルオロシクロペンテン)、又は C_4F_6 (ヘキサフルオロシクロブタン)を含んでいてもよい。

[0048] さらに、エッチングガスに含まれるシリコン系材料のエッチング種を生じるガス成分は、 CF_4 (テトラフルオロメタン)、 C_3F_6 (ヘキサフルオロプロピレン)、又は NF_3 (三フッ化窒素)等であってもよい。

[0049] さらにまた、本発明の方法に使用するドライエッチング装置は実施形態のものに限定されない。

[0050] 添付図面を参照して本発明を完全に説明したが、当業者にとって種々の変更及び変形が可能である。従って、そのような変更及び変形は本発明の意図及び範囲から離れない限り、本発明に含まれると解釈されなければならない。

請求の範囲

- [1] エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物を真空容器内に配置し、
- 前記真空容器内に、プラズマ発生時に前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、フルオロカーボン系ガスである第2のガス成分とを含むエッチングガスを導入し、
- 前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングする、ドライエッチング方法。
- [2] 前記第2のガス成分は、 C_4F_8 、 CHF_3 、 C_5F_8 、 C_4F_6 の少なくともいずれか一つを含む、請求項1に記載のドライエッチング方法。
- [3] 前記第1のガス成分は SF_6 である、請求項1又は請求項2に記載のドライエッチング方法。
- [4] 前記被エッチング層はSiであり、前記エッチングストップ層は SiO_2 である、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [5] エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物を真空容器内に配置し、
- 前記真空容器内に、プラズマ発生時に前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料の原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを導入し、
- 前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングし、
- 前記第1のエッチングガスによるエッチングを停止した後、前記第1のガス成分と、フルオロカーボン系ガスである第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを導入し、

前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングする、ドライエッチング方法。

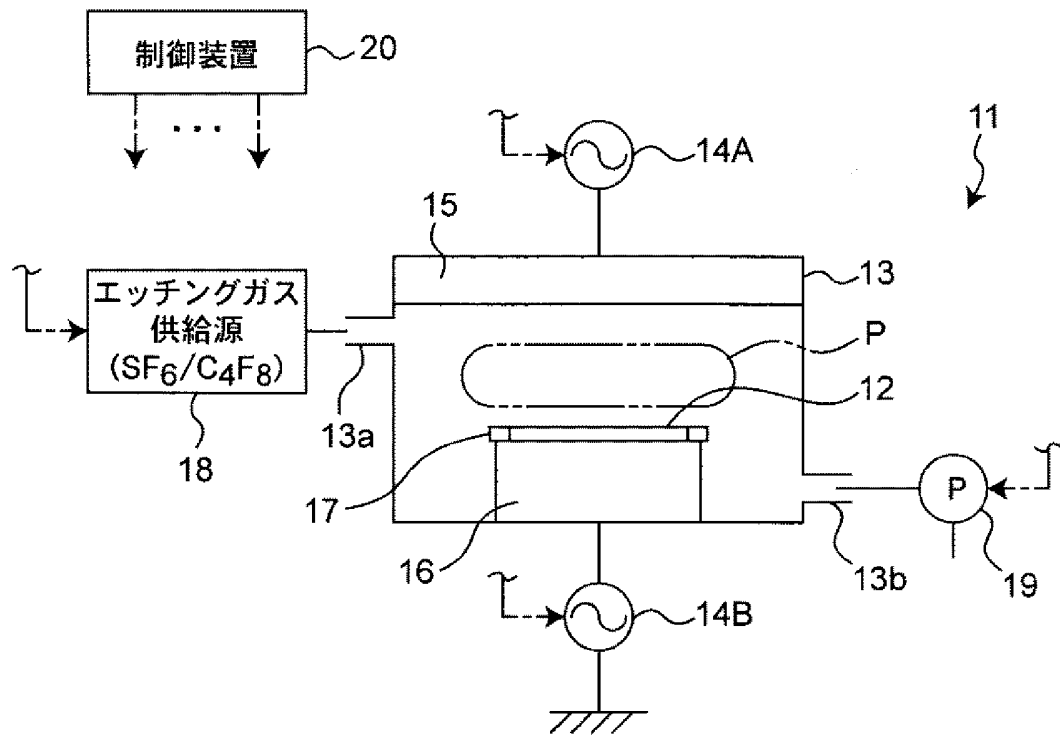
- [6] 前記被エッチング層のエッチング深さが被エッチング層の厚さの50%以上に達した後であって前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する前に、前記エッチングに使用するガスを前記第1のエッチングガスから前記第2のエッチングガスに切り換える、請求項5に記載のドライエッチング方法。
- [7] 前記第3のガス成分は、 C_4F_8 、 CHF_3 、 C_5F_8 、 C_4F_6 の少なくともいずれか一つを含む、請求項5又は請求項6に記載のドライエッチング方法。
- [8] 前記第1のガス成分は SF_6 である、請求項5から請求項7のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [9] 前記被エッチング層はSiであり、前記エッチングストップ層は SiO_2 である、請求項5から請求項8のいずれか1項に記載のドライエッチング方法。
- [10] エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物が内部に配置される真空容器と、
- 前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料の原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第1のエッチングガス供給源と、
- 前記第1のガス成分と、フルオロカーボン系ガスである第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第2のエッチングガス供給源と、
- 前記真空容器内にプラズマを発生させるプラズマ発生源と、
- 前記第1のエッチングガス供給源が前記第1のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記プラズマ発生源が前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を予め定められた第1の時間は継続した後、前記第2のエッチングガス供給源が前記第2のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記プラズマ発生源が前記

真空容器内にプラズマを発生させる状態を予め定められた第2の時間は継続するよう、前記第1及び第2のエッチングガス供給源並びに前記プラズマ発生源を制御する制御装置と

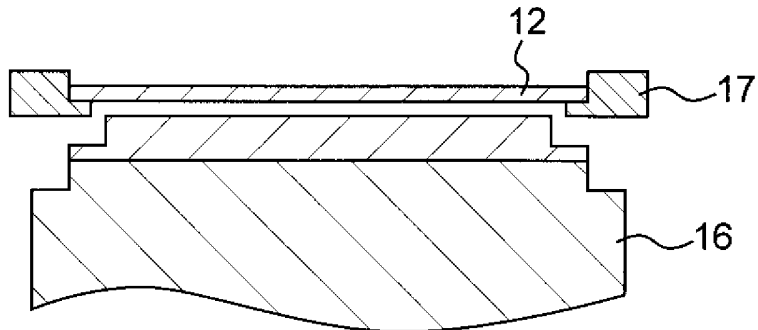
を備えるドライエッチング装置。

- [11] 前記第1の時間は、前記被エッチング層のエッチング深さが、被エッチング層の厚さの50%に達する時間以上であって、前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する時間未満である、請求項10に記載のドライエッチング装置。
- [12] 前記処理対象物を保持するガイド部材をさらに備え、このガイド部材がフッ素樹脂製である、請求項10又は請求項11に記載のドライエッチング装置。

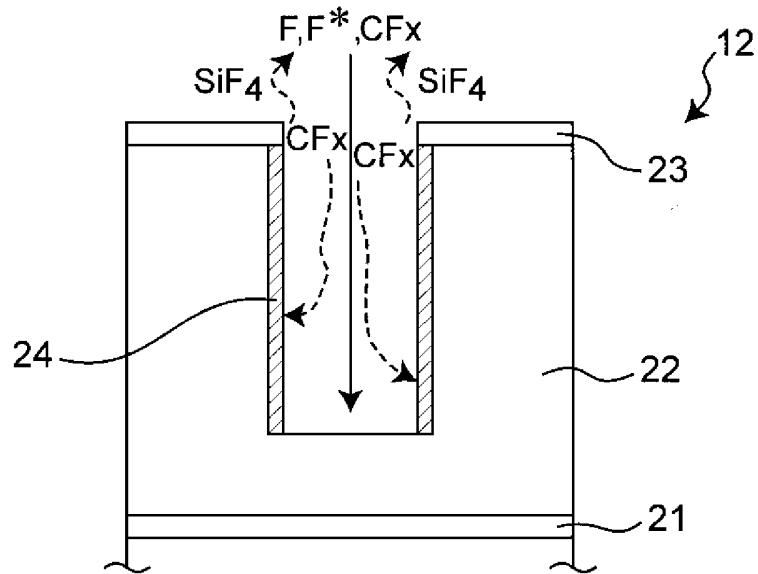
[図1]



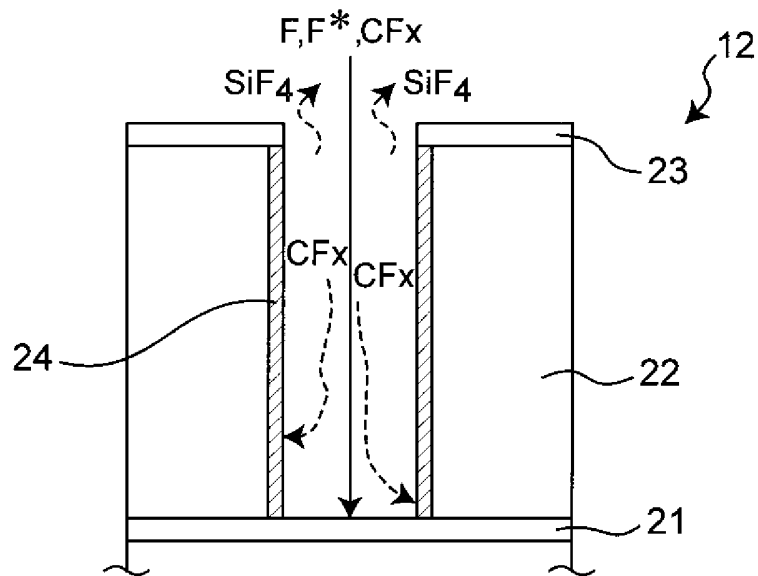
[図2]



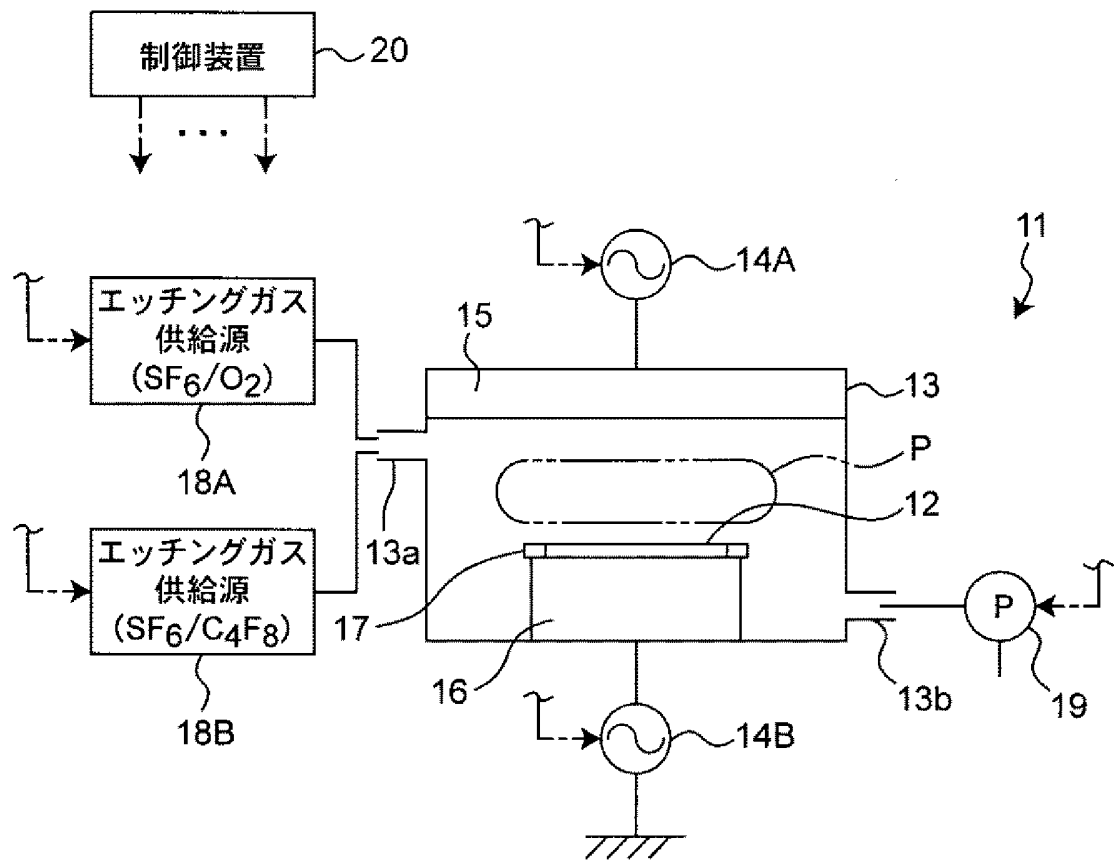
[図3A]



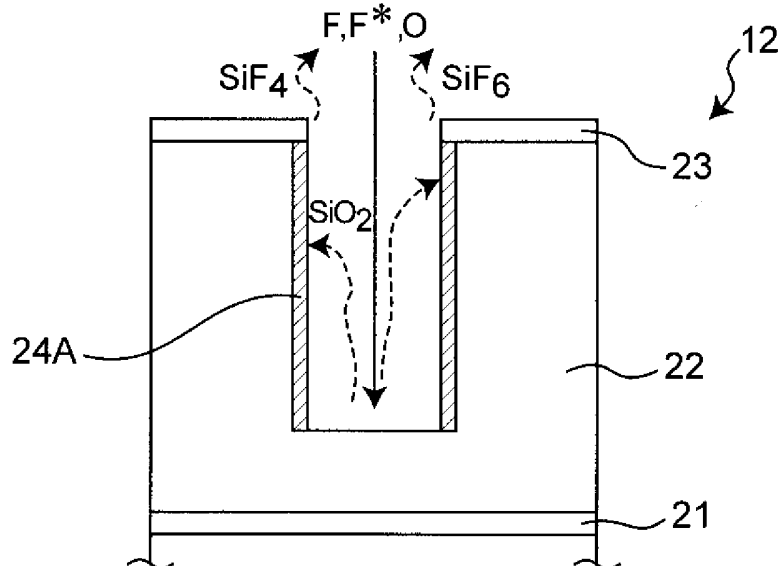
[図3B]



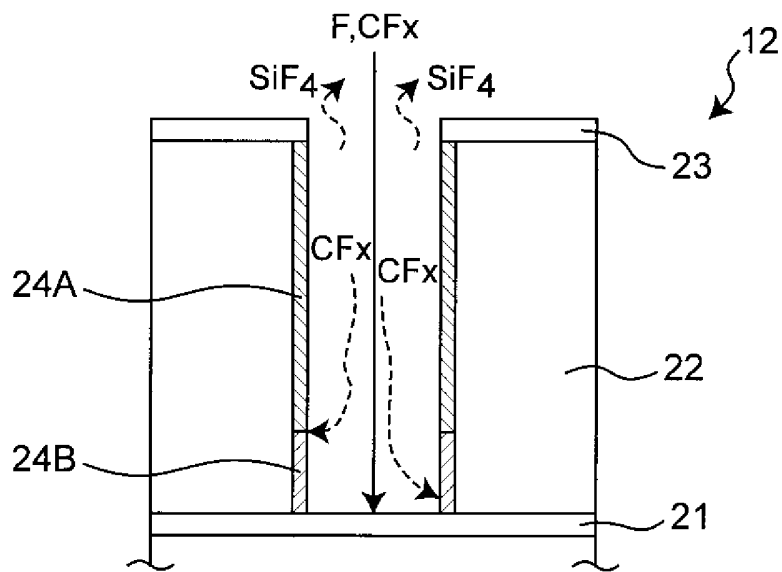
[図4]



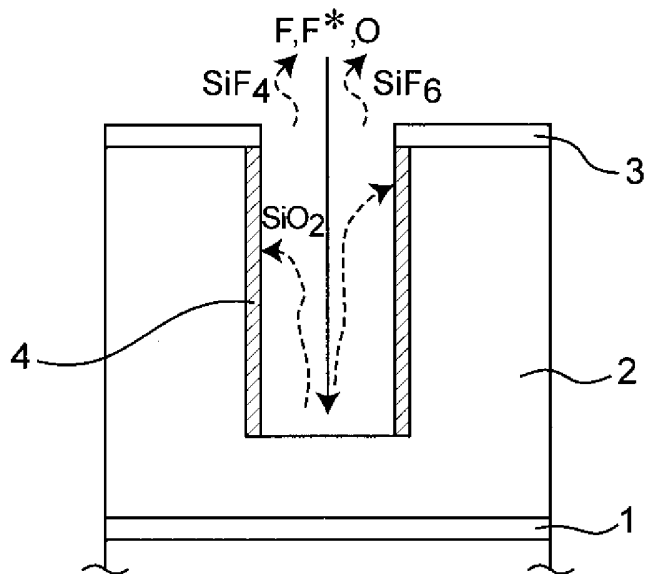
[図5A]



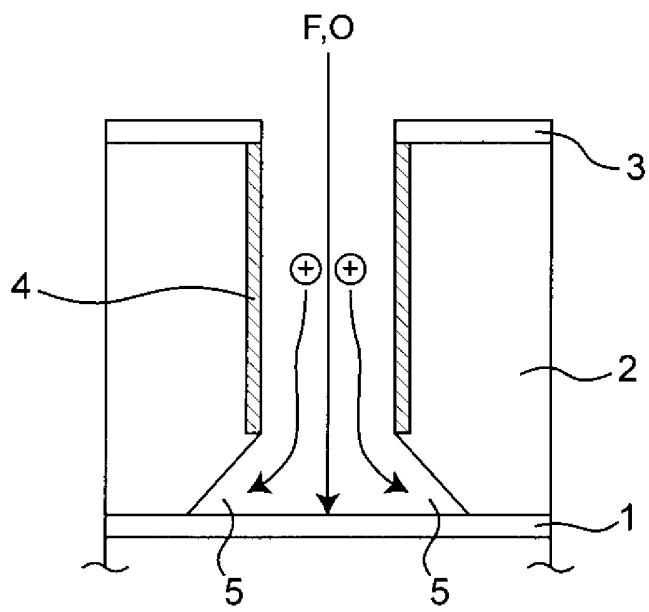
[図5B]



[図6A]



[図6B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/022351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065 (2006.01)

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)

H01L21/3065 (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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

JMEDPlus (JOIS), Science Citation Index Expanded (Web of Science)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-176182 A (Denso Corp.), 21 June, 2002 (21.06.02), Par. Nos. [0033] to [0053] (Family: none)	1-4 5-12
A	JP 2002-518825 A (Yunakisu Trading AG.), 25 June, 2002 (25.06.02), Full text & US 6071822 A1 & EP 1110235 A & WO 1999/065065 A1	1-12

☐ 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 application or patent 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
28 February, 2006 (28.02.06)

Date of mailing of the international search report
07 March, 2006 (07.03.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/3065(2006.01)

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. H01L21/3065(2006.01)

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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)

JMEDPlus(JOIS)
Science Citation Index Expanded (Web of Science)

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 A	J P 2002-176182 A (株式会社デンソー) 2002.06.21, 【0033】-【0053】 (ファミリーなし)	1-4 5-12
A	J P 2002-518825 A (ユナキス ユーエスエー イ ンク.) 2002.06.25, 全文 & US 6071822 A1 & EP 1110235 A & WO 1999/065065 A1	1-12

☐ 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」国際出願日前の出願または特許であるが、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

28.02.2006

国際調査報告の発送日

07.03.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

河本 充雄

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4R

9056