

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 7 月 21 日(21.07.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/086971 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/285 (2006.01) H01L 21/28 (2006.01)
C23C 16/38 (2006.01) H01L 21/3205 (2006.01)
C23C 16/56 (2006.01) H01L 23/52 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/050138
- (22) 国際出願日: 2011 年 1 月 7 日(07.01.2011)
- (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 2010-004303 2010 年 1 月 12 日(12.01.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アルバック (ULVAC, INC.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 畠中 正信 (HATANAKA, Masanobu) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0 - 1 株式会社 アル

バック 半導体電子技術研究所 内 Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外(ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Giftu (JP).

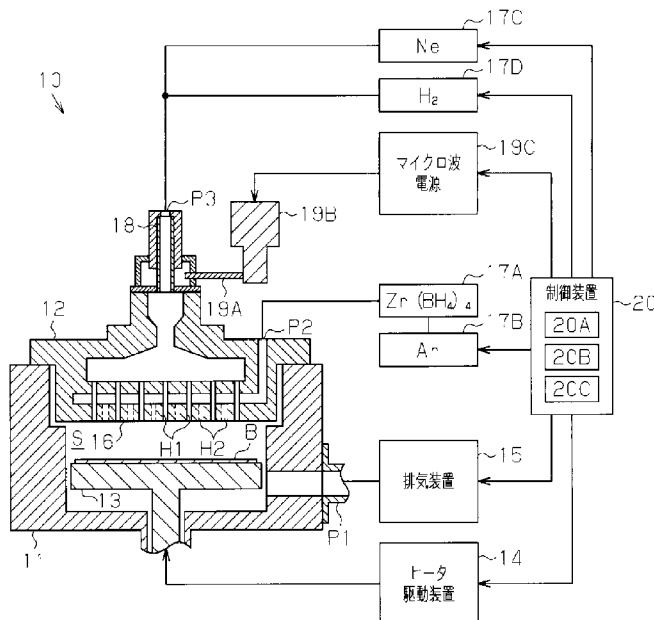
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

[続葉有]

- (54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, AND FILM FORMING APPARATUS
- (54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法、及び成膜装置

[図1]



19C MICROWAVE POWER SUPPLY
20 CONTROL UNIT
15 EXHAUST UNIT
14 HEATER DRIVING UNIT

(57) Abstract: Disclosed is a method for manufacturing a semiconductor device, wherein a zirconium boride film covering a recessed portion is formed by alternately repeating a step of supplying $Zr(BH_4)_4$ and a step of supplying hydrogen radicals. In this method, the temperature of a substrate is controlled within the temperature range where the consumption of $Zr(BH_4)_4$ increases as the temperature of the substrate increases. In the step in which excited hydrogen is supplied, excited neon is additionally supplied.

(57) 要約: $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と水素ラジカルを供給する工程とが交互に繰り返されることによって凹部を覆う硼化ジルコニウム膜が形成されてなる半導体装置の製造方法であって、基板の温度は、基板の温度が高くなるにつれて $Zr(BH_4)_4$ の消費量が増加する温度領域に制御され、励起された水素を供給する工程では、励起されたネオンをさらに供給する。

WO 2011/086971 A1



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 ： 半導体装置の製造方法、及び成膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置の製造方法及び成膜装置、特に硼化ジルコニウムが配線に用いられる半導体装置の製造方法、及びそれに使用される成膜装置に関するものである。

背景技術

[0002] 微細化や多層化が進む半導体装置の製造方法として、配線加工を容易にすること、配線構造の信頼性を向上すること等を目的としたダマシン法が広く利用されている。図6を参照して、ダマシン法によって形成された半導体装置の多層配線の断面構造を説明する。各配線層51に含まれる配線52は、CMPストッパ53及び絶縁層54を貫通する配線溝LHに埋め込まれている。またビア層61に含まれるビアプラグ62は、エッチングストッパ63、絶縁層64、及び絶縁キャップ65を貫通するビアホールVHに埋め込まれている。各配線52及びビアプラグ62は、バリア層BL、シード層SL、及びめっき層MLがこの順に積層された積層構造を有する。上下の配線52はビアプラグ62によって連結されている。

[0003] このような多層配線が形成される際は、一般にビアプラグ62と当該ビアプラグ62に連結される配線層51とが一体的に形成される。詳しくは、ビアホールVHと配線溝LHとがビア層61と配線層51とに形成された後に、バリア層BLとシード層SLとが連続的にこれらビアホールVHと配線溝LHの内部に形成される。こうした形成方法によれば、ビアプラグ62と配線52とが同時に形成可能となるために、製造工程の工程数が削減可能になるとともに、ビアプラグ62と配線52との接触抵抗が低減可能となる。

[0004] ところで、上述するような配線溝LHやビアホールVHといった凹部に対して成膜処理が施されると、成膜空間からの成膜種の付着が凹部の開口縁において多くなるために、こうした凹部の開口縁では凹部内の他の部分と比較

して一般に膜厚が厚くなる。ビアプラグ62と配線52とが同時に形成される上記方法にあつては、特に配線溝LHの底であるビアホールVHの開口縁において膜厚が厚くなる傾向が顕著に現れることとなる。そしてビアホールVHの開口縁においてシード層SLが張り出すことになれば、これに続くめっき層MLの形成時においてビアホールVHの内部へめっき液が進入し難くなるため、ビアホールVHの内部にめっき層MLが充填され難くなるといった問題が発生してしまう。そこで微細化が進む半導体装置では、凹部の埋め込み性の向上を図るために、従来から各種のバリア層やシード層が検討されている。

- [0005] 前駆体であるジルコニウムテトラボロンハイドライド ($Zr(BH_4)_4$) から生成される硼化ジルコニウム膜は、高いバリア性を有することから、上述のバリア層として、さらにはシード層を兼ねたバリア層として有望視されている。この硼化ジルコニウム膜の成膜技術としては、特許文献1に記載されるように、 $Zr(BH_4)_4$ ガスを原料とする原子層蒸着法 (ALD法) が知られている。前駆体の化学反応を利用する点においてALD法はCVD法と類似するものの、CVD法ではガス状態の前駆体が互いに気相で接触することによって成膜種が生成されるのに対して、ALD法では基板表面に吸着した前駆体に他の前駆体が作用することによって成膜種が生成される。前駆体間の化学反応が気相中で進行するCVD法では上述する開口縁において膜の張り出しが形成されやすくなるが、前駆体を表面に吸着させる吸着工程と吸着した前駆体を反応させる改質工程とが繰り返されるALD法であれば膜の張り出しが形成され難くなる。それゆえに $Zr(BH_4)_4$ ガスを原料とするALD法であれば、優れたバリア性を有する硼化ジルコニウム膜に高い埋め込み性を付与することが可能になる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2006-57162号公報

発明の概要

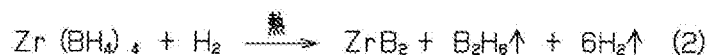
発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、上記 $Zr(BH_4)_4$ を用いて硼化ジルコニウムを生成するためには、反応式 (1) に従った $Zr(BH_4)_4$ の分解反応を進行させることが必要となる。こうした $Zr(BH_4)_4$ の分解反応を進行させるエネルギーの一つには、基板からの熱エネルギーが挙げられるが、基板からの熱エネルギーのみによってこの分解反応を進行させるためには、成膜時における基板温度には $550^{\circ}C$ 以上の高温が必要となってしまう。この点、特許文献 1 に記載されるように、改質工程において水素ラジカルを供給すれば、反応式 (2) に従った反応も進行するため、成膜時における基板温度を下げる 것이可能となる。

[0008] [化1]



[0009] [化2]



[0010] しかしながら上述する水素ラジカルの寿命は水素ラジカル同士の再結合等のため短い。そのため、単に水素ラジカルのみを改質工程において供給すると、活性な水素ラジカルが基板表面に到達し難く、基板温度を下げる効果も十分なものでなくなってしまう。そのため、基板温度の低下と相まって上述する反応式 (1) 及び反応式 (2) の反応が十分に進行しなくなる結果、 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応が不十分な状態で硼化ジルコニウムが生成されてしまう。つまり硼化ジルコニウムにおける硼素の含有量が大幅に増加するために、バリア層の抵抗率が大幅に増加するといった問題が発生してしまう。

[0011] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、配線に用いる硼化ジルコニウムの電気的特性を向上させる半導体装置の製造方法、及び成膜装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するための手段及びその作用効果を以下に記載する。

本発明の一側面は、凹部を有する基板をチャンバ内で加熱する工程と、前記加熱された基板の表面に $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と、前記加熱された基板の表面に励起された水素を供給する工程とを備え、前記 $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と前記励起された水素を供給する工程とが交互に繰り返されることによって前記凹部を覆う硼化ジルコニウム膜が形成されてなる半導体装置の製造方法であって、前記基板を加熱する工程では、前記基板の温度を、前記基板における前記 $Zr(BH_4)_4$ の消費量が前記基板の温度が高くなるにつれて増加する温度領域に加熱し、前記励起された水素を供給する工程では、励起されたネオンをさらに供給する。

[0013] 基板の温度が高くなるにつれて $Zr(BH_4)_4$ の消費量が増加する温度領域とは、基板に吸着した $Zr(BH_4)_4$ が基板からの熱エネルギーを受けて熱的な分解反応を進行させる領域であるとともに、その分解反応が律速している領域である。この温度領域は、基板において $Zr(BH_4)_4$ の吸着と脱離とが略平衡になる温度、言い換えればALD法が一般に利用される温度と異なり、基板に対して $Zr(BH_4)_4$ の供給が不足する温度、言い換えれば熱エネルギーのみで分解反応が進行する温度とも異なる。

[0014] 成膜時における基板温度を上述するような温度領域に制御することから、 $Zr(BH_4)_4$ の吸着と脱離とが平衡となり得ないために、硼化ジルコニウム膜の成膜速度が高くなることは当然のこと、 $Zr(BH_4)_4$ の熱的な分解反応が確実に進行するために、硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率も低減可能となる。また $Zr(BH_4)_4$ の分解反応が基板からの熱エネルギーのみで進行しない温度でもあるために、過剰な基板温度の上昇が抑えられることにもなる。そして、このような $Zr(BH_4)_4$ の熱的な分解反応が進行する状況下に励起されたネオンを供給することから、エネルギー準位の高いネオンと水素との衝突を介してラジカル状態の水素が基板の表面まで到達し易くなるため、 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより効果的に進行することとなる。衝突による水素励起の点では、励起されたアルゴンと比較して、励起されたネオンの方が効果的に水素にエネルギーを与えることができる。また、電離電圧

を用いた希ガス励起の点では、ヘリウムの励起と比較して、ネオンの励起の方が容易である。そのため、アルゴンやヘリウムを用いる方法と比較して、ネオンを用いる方法であれば、より確実に、水素をラジカル状態に保持することができる。その結果、 $Zr(BH_4)_4$ の不十分な分解反応によって生じ得る硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率の増加が抑えられるため、ひいては硼化ジルコニウム膜の電気的特性が向上可能となる。

[0015] 好ましい例では、前記励起された水素を供給する工程では、水素ガスとネオンガスとの混合ガスを励起源によって励起した後に当該励起された混合ガスを前記基板の表面に供給する。

[0016] この場合、励起された水素が励起源から基板に到達するまでの間、励起されたネオンが励起された水素と共に飛行することとなる。そのため、励起された水素と励起されたネオンとが基板の表面で混合される場合と比較して、ラジカル状態の水素がより高い確率で基板の表面に到達することになる。よって、 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより効果的に進行することとなる。

[0017] 好ましい例では、前記 $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と、前記励起された水素を供給する工程とを繰り返す期間にわたり、前記混合ガスが前記励起源を通して連続的に前記基板に供給される。

[0018] この場合、硼化ジルコニウム膜が形成される期間の全てで混合ガスが供給され続けるために、励起された水素の供給されるタイミングが、混合ガスの供給されるタイミング等に影響されることなく、励起源の動作によって一義的に決定される。そのため、励起された水素の供給不足が抑えられることとなるために、 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより確実なものとなる。

[0019] 好ましい例では、前記 $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と、前記励起された水素を供給する工程とが時間間隔をおいて実行されることを要旨とする。

この場合、 $Zr(BH_4)_4$ の供給後に残存する $Zr(BH_4)_4$ が励起された水素の供給前に排気されることとなる。それゆえに、基板からの熱エネルギーを受けて分解される $Zr(BH_4)_4$ にのみ励起された水素が供給されることから、硼化ジルコニウム膜における電気的特性の向上がより確実なもの

となる。そのうえ残存する $Zr(BH_4)_4$ と励起された水素との気相中での反応が抑制可能となるために、こうした反応生成物による埋め込み性の劣化が抑制可能にもなる。

[0020] 好ましい例では、前記基板の温度を前記温度領域に維持しながら、前記励起された水素と前記励起されたネオンとを共通の供給路を介して同時に前記基板に供給する。

この場合、励起された水素と励起されたネオンが共通の供給路を介して同時に供給されるので、失活せずに基板の表面に到達する励起された水素の量を増やすことができる。

[0021] 本発明の他の側面は、基板の凹部を覆う硼化ジルコニウム膜を形成する成膜装置を提供する。その成膜装置は、凹部を有する基板を収容して当該基板を加熱する加熱源を有したチャンバと、前記加熱された基板の表面に $Zr(BH_4)_4$ を供給すると前駆体供給部と、前記加熱された基板の表面に励起された水素を供給する励起種供給部と、前記 $Zr(BH_4)_4$ の供給と前記励起された水素の供給とを交互に繰り返すことによって前記凹部を覆う硼化ジルコニウム膜を形成すべく、前記加熱源、前記前駆体供給部及び前記励起種供給部を制御する制御装置とを備える。前記制御装置は、前記加熱源を制御して、前記基板の温度が高くなるにつれて前記 $Zr(BH_4)_4$ の消費量が増加する温度に前記基板を加熱し、前記励起種供給部を制御して、前記励起された水素とともに、励起されたネオンをさらに供給する。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態にかかる成膜装置の構成を示す構成図。

[図2]基板温度と前駆体の消費量との関係を示すグラフ。

[図3]前駆体の供給タイミングと改質のタイミングとを示すタイミングチャート。

[図4] (a) (b) (c) 本発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法を示す工程図。

[図5]変更例の製造方法により製造された半導体装置の断面図。

[図6]従来例の製造方法により製造された半導体装置の断面図。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法に使用される成膜装置について説明する。

図1に示されるように、成膜装置10が有する有底筒状のチャンバ本体11には、チャンバ本体11の上部開口を開閉可能なリッド12が連結される。このリッド12がチャンバ本体11の上部開口を閉じると、チャンバ本体11とリッド12とに囲まれた成膜空間Sがチャンバ本体11の内部に形成される。成膜空間Sには、基板としてのシリコン基板Bを載置するステージ13が收容される。このステージ13の内部にはシリコン基板Bを加熱するための加熱源である抵抗加熱ヒータが内蔵されている。この抵抗加熱ヒータはヒータ駆動装置14と接続される。このヒータ駆動装置14が抵抗加熱ヒータに駆動電流を供給すると、ステージ13からの熱量によってシリコン基板Bが加熱される。

[0024] チャンバ本体11には排気ポートP1を通してターボ分子ポンプやドライポンプ等の排気装置15が接続される。排気装置15が駆動すると、成膜空間Sが減圧される。

上記リッド12には、成膜空間Sにガスを導入するためのシャワーヘッド16が搭載される。シャワーヘッド16は複数の前駆体供給孔H2と複数の水素供給孔H1とを有する。リッド12内において、前駆体供給路と水素供給路は互いに独立して形成されている。前駆体供給孔H2及び水素供給孔H1は、それぞれ前駆体供給路と水素供給路を通して前駆体ポートP2及び水素ポートP3に接続されている。前駆体ポートP2には $Zr(BH_4)_4$ を收容するキャニスタ17Aを通してマスフローコントローラ(MFC17B)が接続される。このMFC17Bが駆動すると、キャリアガスとしてのアルゴンがキャニスタ17Aに收容された $Zr(BH_4)_4$ を成膜空間Sへと搬送する。また水素ポートP3には2つのマスフローコントローラ(MFC17C, 17D)が接続される。これらMFC17C, 17Dが駆動すると、ネ

オンガスと水素ガスとからなる混合ガスが成膜空間Sに供給される。なお、上記キャニスタ17A、MFC17B、及び前駆体供給孔H2によって前駆体供給部が構成されている。

[0025] リッド12の内部において水素ポートP3と各水素供給孔H1との間には石英管あるいはアルミナ管からなる耐熱性の円筒管である照射管18が内蔵される。水素ポートP3から供給されるネオンガス及び水素ガスは、この照射管18を通して各水素供給孔H1へ供給される。照射管18は導波管19Aを通して照射管18にマイクロ波を出力可能なマグネトロン等から構成されるマイクロ波発振器19Bと接続されている。このマイクロ波発振器19Bは当該マイクロ波発振器19Bにマイクロ波を出力させるためのマイクロ波電源19Cが接続されている。マイクロ波発振器19Bが出力したマイクロ波によって、上記照射管18を通過するネオンガス及び水素ガスが励起されて、ネオンラジカル及び水素ラジカルが生成する。ネオンラジカル及び水素ラジカルは、照射管18及び水素供給孔H1を含む共通の供給路を通して成膜空間Sに供給される。つまり水素ポートP3から照射管18に導入される混合ガスは、マイクロ波発振器19Bがマイクロ波を発振する期間（オン期間）だけラジカル状態として各水素供給孔H1から成膜空間Sに導入される。一方、マイクロ波発振器19Bがマイクロ波を発振しない期間（オフ期間）は、ノンラジカルの混合ガスが照射管18及び水素供給孔H1を含む共通の供給路から成膜空間Sに導入される。なお、これら照射管18、導波管19A、マイクロ波発振器19B、マイクロ波電源19Cによって励起源が構成されている。またこうした励起源、照射管18、及び水素供給孔H1によって励起種供給部が構成されている。

[0026] 照射管18内で生成される水素ラジカルの寿命は水素ラジカル同士の再結合等のため短い。もしもこうした水素ラジカルのみが照射管18から供給されるとなれば、照射管18から成膜空間Sまでの間で水素ラジカルの多くが失活してしまい、活性状態の水素が基板表面に到達し難くなってしまう。照射管18と基板表面との間の距離を短くすることで活性状態の水素を短時間

で基板表面に輸送させることも可能であるが、活性状態の水素を基板表面に均一に到達させるためには、照射管 18 と基板表面との間にそれ相当の分岐の経路が必要となる。そのため、照射管 18 と基板表面との間の距離を単に短くして基板表面に対する到達確率を高めることにも限りがある。基板の大型化に対処するために、照射管 18 と基板表面との間の距離がむしろ拡大する傾向にある。

[0027] そこで一実施形態では、水素ラジカルよりもエネルギー準位の高いネオンラジカルを水素ラジカルと同じタイミングで生成し、これらのラジカルが同じ通路を飛行する。ネオンラジカルと併走する水素ラジカルは、ネオンラジカルを添加せずに水素ラジカルのみを照射管 18 から供給する場合と比較しても、励起された水素と励起されたネオンとがシリコン基板 B の表面で混合されるように水素とネオンを別々に供給する場合と比較しても、より活性な状態でシリコン基板 B の表面に到達し易くなる。

[0028] 上記ヒータ駆動装置 14、排気装置 15、MFC 17B、17C、17D、及びマイクロ波電源 19C には、これら各構成要素に制御信号を供給する制御装置 20 が接続されている。制御装置 20 には、成膜処理に必要とされる各種プログラムや各種データを格納する記憶部 20A と、これらのプログラムとデータとを読み出して各種の演算を実行する演算部 20B と、当該演算部が実行する成膜処理において利用されるタイマ 20C とが搭載されている。制御装置 20 における演算部 20B は、記憶部 20A が格納する成膜処理プログラム及び成膜処理条件を読み出し、読み出した成膜処理プログラムに従って、成膜処理条件に含まれる各種成膜パラメータやタイマ 20C が計時する時間に基づいて、吸着工程や改質工程等、複数の処理工程からなる成膜処理を制御する。

[0029] 次に、成膜装置 10 を使用する半導体装置の製造方法を説明する。まず、成膜処理プログラムに従って排気装置 15 を駆動するための駆動信号を制御装置 20 が出力する。当該駆動信号に基づいて排気装置 15 が成膜空間 S を減圧して成膜空間 S における圧力を所定値に維持する。次いでステージ 13

を昇温するための制御信号を制御装置 20 が出力する。当該制御信号に基づいてヒータ駆動装置 14 がステージ 13 を昇温させて同ステージ 13 の温度を成膜処理温度に維持する。この際、ステージ 13 に載置されるシリコン基板 B の温度が高くなるにつれて当該シリコン基板 B で消費される $Zr(BH_4)_4$ の量（消費量）が増加するように、上記成膜処理温度は設定されている。図 2 は、シリコン基板 B の温度に応じた当該シリコン基板における $Zr(BH_4)_4$ の消費量を示すグラフである。 $Zr(BH_4)_4$ の消費量は、上述する温度の制御に先立って取得されるか、あるいはシリコン基板 B に対する $Zr(BH_4)_4$ の吸着確率や $Zr(BH_4)_4$ の分解反応に必要とされる熱エネルギー等に基づいて推定されるものである。

[0030] 図 2 に示されるように、定量の $Zr(BH_4)_4$ が供給される成膜空間 S においては、室温 R_T の近傍から基板温度が高くなるにつれて、シリコン基板 B の表面からの $Zr(BH_4)_4$ の脱離が進行する結果、シリコン基板 B に消費される $Zr(BH_4)_4$ の消費量は自ずと低下することとなる。一方、シリコン基板 B の温度が温度 T_1 に到達すると、当該シリコン基板 B の表面における $Zr(BH_4)_4$ の吸着と $Zr(BH_4)_4$ の脱離とが平衡となる結果、シリコン基板 B に消費される $Zr(BH_4)_4$ の消費量が略「0」になる。そしてシリコン基板 B の温度が温度 T_2 に到達すると、シリコン基板 B の表面における $Zr(BH_4)_4$ の熱的な分解反応が進行する結果、シリコン基板 B に消費される $Zr(BH_4)_4$ の消費量が基板温度の増加とともに増加することになる。そしてシリコン基板 B の温度が温度 T_3 に到達すると、シリコン基板 B に吸着する $Zr(BH_4)_4$ の殆どが熱的な分解反応を進行させる結果、シリコン基板 B に消費される $Zr(BH_4)_4$ の消費量が成膜空間 S に供給される $Zr(BH_4)_4$ に相等する値で一定となる。本明細書では、温度 $T_1 \sim$ 温度 T_2 の範囲を ALD 領域または ALD 温度範囲と呼び、温度 $T_2 \sim$ 温度 T_3 の範囲を CVD 領域または CVD 温度範囲と呼ぶ。

[0031] 上述するように、シリコン基板 B における $Zr(BH_4)_4$ の消費量が当該シリコン基板 B の温度が高くなるにつれて増加する基板温度の領域、つまり

CVD領域とは、シリコン基板Bに吸着した $Zr(BH_4)_4$ がシリコン基板Bからの熱エネルギーを受けて熱的な分解反応を進行させる領域であって、 $Zr(BH_4)_4$ の消費量が分解反応によって律速している領域である。CVD領域は、シリコン基板Bにおいて $Zr(BH_4)_4$ の吸着と脱離とが略平衡になるALD領域とは異なるとともに、シリコン基板Bの表面において $Zr(BH_4)_4$ の供給が不足する温度 T_3 以上の領域とも異なる。

[0032] 一実施形態の成膜装置10では、制御装置20による基板温度の制御によって基板温度がCVD領域に制御される。その結果、ALD領域のように $Zr(BH_4)_4$ の吸着と脱離とがシリコン基板Bにおいて平衡になることがない。そのため $Zr(BH_4)_4$ の熱的な分解反応から得られる硼化ジルコニウム膜の成膜速度が高くなることは当然のこと、 $Zr(BH_4)_4$ の熱的な分解反応が確実に進行することとなるために、硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率も低減可能となる。他方、成膜空間Sに供給される $Zr(BH_4)_4$ の全てを基板温度によって熱的に分解する温度にまで基板温度が高くなることもない。つまり $Zr(BH_4)_4$ の分解反応が基板からの熱エネルギーのみで進行しない温度でもあるために、過剰な基板温度の上昇が抑えられることにもなる。

[0033] 制御装置20がステージ13の温度をCVD領域に調整した状態で、各種のガスを供給するための制御信号を成膜処理条件に応じた所定のタイミングで制御装置20が出力し、当該制御信号に基づいて各MFC17B, 17C, 17Dが各種のガスを供給する。またマイクロ波を供給するための制御信号を成膜処理条件に応じた所定のタイミングで制御装置20が出力し、当該制御信号に基づいてマイクロ波電源19Cがマイクロ波発振器19Bを駆動させる。図3は、MFC17B, 17C, 17Dがガスを供給するタイミングと、マイクロ波電源19Cがマイクロ波を出力させるタイミングとを示すタイミングチャートである。

[0034] ステージ13の温度がCVD領域に制御されると、図3に示されるように、MFC17C, 17Dが、ネオンガス及び水素ガスを成膜処理条件に即し

た流量で成膜空間Sへ供給する。そして成膜処理が終了するまでの期間、これらMFC17C, 17Dはネオンガスと水素ガスとを供給し続ける。成膜空間Sにネオンガスと水素ガスとが供給されると、次いで成膜処理条件に即した流量のアルゴンガスと、これに搬送される $Zr(BH_4)_4$ とを、MFC17Bが成膜空間Sへ供給する。このようにして $Zr(BH_4)_4$ が成膜空間Sに供給されると、成膜処理温度(CVD領域)に加熱されたシリコン基板Bでは、シリコン基板Bに吸着した前駆体としての $Zr(BH_4)_4$ がシリコン基板Bからの熱エネルギーを受けて熱的な分解反応を進行させる。こうした $Zr(BH_4)_4$ の吸着工程の期間 T_a は、例えば0.5秒間だけ実行される。

[0035] 上述する吸着工程が終了して所定の排気期間 T_b だけ経過すると、次いで成膜処理条件に即した出力値のマイクロ波をマイクロ波電源19Cがネオンガスと水素ガスとに供給する。そしてマイクロ波によって励起されたネオンガス及び水素ガスの一部がネオンラジカル及び水素ラジカルとして吸着工程後のシリコン基板Bに供給されることとなる。

[0036] この際、水素ラジカルよりもエネルギー準位の高いネオンラジカルが水素ラジカルと同じタイミングで生成され、これらのラジカルが同じ通路を飛行することになる。ネオンラジカルと併走する水素ラジカルは、ネオンラジカルを添加せずに水素ラジカルのみを照射管18から供給する場合と比較しても、励起された水素と励起されたネオンとがシリコン基板Bの表面で混合されるように水素とネオンを別々に供給する場合と比較しても、より活性な状態でシリコン基板Bの表面に到達し易くなる。ラジカル状態の水素を基板表面にまで到達させる希ガスとしては、ネオンの他、アルゴンやヘリウムも考えられる。ただし、衝突による水素励起の点では、励起されたアルゴンと比較して、励起されたネオンの方が効果的に水素にエネルギーを与えることができる。また、電離電圧を用いた希ガス励起の点では、ヘリウムの励起と比較して、ネオンの励起の方が容易である。そのため、アルゴンやヘリウムを用いる方法と比較して、ネオンを用いる方法であれば、より確実に、水素を

ラジカル状態に保持することができる。

[0037] シリコン基板Bからの熱エネルギーを受けて分解反応を進行させつつある $Zr(BH_4)_4$ は、水素ラジカルが十分に供給されることによって、上記反応式(2)に従った反応をも進行させる結果、CVD領域といった比較的到低い基板温度において $Zr(BH_4)_4$ の分解反応をより効果的に進行させることとなる。 $Zr(BH_4)_4$ の不十分な分解反応によって生じ得る硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率の増加が抑えられるため、硼化ジルコニウム膜の電気的特性が向上可能となる。こうした水素ラジカルによる改質工程の期間 T_c は、例えば15秒だけ実行される。

[0038] 上述する改質工程が終了してマイクロ波の出力の停止から期間 T_d だけ経過すると、ネオンガスとこれに搬送される $Zr(BH_4)_4$ とをMFC17Bが再び成膜空間Sへ供給することとなる。上述する吸着工程と改質工程を例えば4サイクルだけ繰り返すことによって、所望の膜厚の硼化ジルコニウム膜がシリコン基板Bに形成される。

[0039] なお、これら $Zr(BH_4)_4$ の吸着工程と水素ラジカルによる改質工程とが所定時間の間隔をおいて実行されることから、 $Zr(BH_4)_4$ の供給後に成膜空間Sに残存する未吸着の $Zr(BH_4)_4$ が励起された水素の供給前に排気されることとなる。また水素ラジカルの供給後に成膜空間Sに残存する水素ラジカルが次のサイクルの $Zr(BH_4)_4$ の供給前に排気されることにもなる。それゆえに、シリコン基板Bからの熱エネルギーを受けて分解される $Zr(BH_4)_4$ に対してのみ励起された水素が供給されることから、硼化ジルコニウム膜における電気的特性の向上がより確実なものとなる。そのうえ残存する $Zr(BH_4)_4$ と水素ラジカルとの気相中での反応、及び残存する水素ラジカルと $Zr(BH_4)_4$ との気相中での反応が抑制可能となるために、こうした反応生成物による埋め込み性の劣化が抑制可能にもなる。また硼化ジルコニウム膜が形成される期間の全てでネオンガスと水素ガスとの混合ガスが定常的に供給され続けるために、水素ラジカルの供給タイミングがマイクロ波電源19Cの動作によって一義的に決定される。このようなマイ

クロ波の出力態様であれば、混合ガスの供給タイミング等に影響されことなく水素ラジカルの供給が可能となるために、水素ラジカルの過不足が抑えられて、 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより確実なものとなる。

[0040] 図4(a)(b)(c)は、上述する成膜処理がデュアルダマシン法に用いられた例を示す工程図である。なお本実施形態では、配線層31とビア層41とが交互に積層されてなる配線構造において、下層となる配線層31に含まれる配線32に対して、その上層となるビア層41及び配線層31にビア配線42及び配線32を形成する例について説明する。

[0041] 図4(a)に示されるように、上記成膜装置10に投入されるシリコン基板B上には、シードレスバリア層SLB及びめっき層MLからなる配線32を含んで下層となる配線層31が設けられている。この下層となる配線層31上には、絶縁層43、エッチングストッパ44、及び絶縁キャップ45を含むビア層41が積層されている。このビア層41上には、絶縁層33及びCMPキャップ層34を含んで上層となる配線層31がさらに積層されている。上記ビア層41には、それを構成するエッチングストッパ44、絶縁層43、及び絶縁キャップ45を貫通して凹部を構成するビアホールVHが設けられている。上記上層となる配線層31には、それを構成する絶縁層33及びCMPキャップ層34を貫通してビアホールVHの上側に拡開される配線溝LHが設けられている。

[0042] こうした構成からなるシリコン基板Bが成膜装置10に投入されると、成膜処理条件に即した流量のアルゴンガスと、これに搬送される $Zr(BH_4)_4$ とが上述する吸着工程において成膜空間Sに供給されて、配線溝LHの内表面とビアホールVHの内表面に $Zr(BH_4)_4$ が吸着する。そしてCVD領域の温度に加熱されたシリコン基板Bでは吸着した $Zr(BH_4)_4$ がシリコン基板Bからの熱エネルギーを受けて熱的な分解反応を進行させることとなる。

[0043] 次いで成膜処理条件に即した流量の水素ラジカルが改質工程においてネオンラジカルとともに成膜空間Sに供給されて、シリコン基板Bからの熱エネ

ルギーを受けて分解反応を進行させつつある $Zr(BH_4)_4$ が上記反応式(2)に従った反応をも進行させる結果、CVD領域といった比較的到低い基板温度において $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより効果的に進行することとなる。その結果、 $Zr(BH_4)_4$ と水素ラジカルとの気相反応が進行し難いために、ビアホールVHの開口縁では硼化ジルコニウム膜の張り出しが十分に抑えられて、ビアホールVHの内表面や配線溝LHの内表面に沿った均一な厚さのシードレスバリア層SLBが形成されることとなる。また $Zr(BH_4)_4$ の不十分な分解反応によって生じ得る硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率の増加も抑えられるため、このようにして電気抵抗率の抑えられたシードレスバリア層SLBであれば、めっき層MLを形成するための電気抵抗率の低い層、すなわちシード層が不要になる。そして図4(c)に示されるように、シードレスバリア層SLBを下地とするめっき処理が施されるとすると、めっき液が十分に進入し得るビアホールVHにめっき層MLが形成される。このめっき層MLはビアホールVHだけでなく配線溝LHにも一体的に形成されることとなる。

[0044] 以下、上記成膜装置10を用いた実施例1と比較例1の成膜条件及び成膜結果を以下に示す。比較例1の成膜条件は、水素ガスとネオンガスとの混合ガスの流量を除き、実施例1のものと同一である。

[0045] (実施例1、比較例1)

- ・基板温度：240℃
- ・ $Zr(BH_4)_4$ 温度：5℃
- ・成膜圧力：27Pa
- ・ $Zr(BH_4)_4$ 分圧：5Pa
- ・キャリアアルゴンガス流量：100sccm
- ・期間Ta/Tb/Tc/Td：1sec/10sec/5sec/2sec
- ・吸着工程及び改質工程のサイクル数：20回
- ・マイクロ波出力：200W

・混合ガス流量：表 1 参照

[0046] [表1]

	H ₂ (sccm)	Ne(sccm)	膜厚(nm)	電気抵抗率($\mu \cdot \Omega \text{ cm}$)
実施例 1	10	200	17	354
比較例 1	200	0	18	1732

[0047] 表 1 に示されるように、実施例 1 の電気抵抗率が比較例 1 のものと比較して 1/6 程度にまで低くなっていることから、水素ラジカルと共にネオンラジカルが供給される系によって、Zr (BH₄)₄ の分解反応が進行し易くなっていることが分かった。つまりネオンラジカルが水素ラジカルと共に供給される系であれば、水素ラジカルのみが改質工程に供給される系と比較して水素ラジカルによる改質効果が向上可能となることが認められた。

[0048] 次いで、上記成膜装置 10 を用いた実施例 2～4 と比較例 2 の成膜条件及び成膜結果を以下に示す。実施例 2～4 及び比較例 2 の成膜条件は、工程期間 (T_a～T_d) を除き同じである。

[0049] (実施例 2～4、比較例 2)

- ・基板温度：300℃
- ・Zr (BH₄)₄ 温度：0℃
- ・成膜圧力：27 Pa
- ・Zr (BH₄)₄ 分圧：5 Pa
- ・キャリアアルゴンガス流量：100 sccm
- ・混合ガス流量（水素ガス／ネオンガス）：10 sccm／200 sccm
- ・吸着工程及び改質工程のサイクル数：10 回
- ・マイクロ波出力：200 W
- ・期間 T_a／T_b／T_c／T_d：表 2 参照

[0050]

[表2]

	Ta(sec)	Tb(sec)	Tc(sec)	Td(sec)	シート抵抗($\Omega/\square$)
実施例 2	0.5	10	15	2	117
実施例 3	0.5	0	15	2	118
実施例 4	0.5	0	15	0	119
比較例 2	0.5	10	5	2	139

[0051] 表2に示されるように、実施例2～4のシート抵抗値が比較例2のシート抵抗値と比較して約20%も低くなっていることから、改質工程の期間 T_c が長くなるにつれて $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより進行していることが分かった。また実施例2～4を比較すると、吸着工程と改質工程とが時間間隔をおいて実施されることによっても、シート抵抗値が少しずつ低くなっていることから、こうした時間間隔(T_b , T_d)をおいた処理の態様によっても硼化ジルコニウム膜の電気的特性を向上可能であることが認められた。

[0052] 以上説明したように、本実施形態にかかる半導体装置の製造方法、及び成膜装置によれば以下の効果を得ることができる。

(1) 成膜時の基板温度がCVD領域に制御されていることから、 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応が熱的に確実に進行する結果、硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率も低減可能となる。また $Zr(BH_4)_4$ の分解反応が基板温度からの熱エネルギーのみで進行しない温度でもあるために、過剰な基板温度の上昇が抑えられることにもなる。そして、このような $Zr(BH_4)_4$ の熱的な分解反応が進行する状況下において水素ラジカルとネオンラジカルとが供給されることから、エネルギー準位の高いネオンラジカルによって水素ラジカルが基板表面に到達し易くなる。 $Zr(BH_4)_4$ の分解反応がより効果的に進行することとなる。その結果、 $Zr(BH_4)_4$ の不十分な分解反応によって生じ得る硼化ジルコニウム膜の電気抵抗率の増加が抑えられるため、硼化ジルコニウム膜の電気的特性が向上可能となる。

[0053] (2) そのうえ、水素ガスとネオンガスとが混合ガスとしてマイクロ波発振器19Bによって励起されることから、水素ガスとネオンガスとが異なる

系にて励起されて混合される態様と比較して、ラジカル状態の水素がより高い確率で基板表面に到達することになる。

[0054] (3) 硼化ジルコニウム膜が形成される期間の全てにおいて、水素ガスとネオンガスとからなる混合ガスが照射管 18 に供給され続けるために、マイクロ波電源 19 C の動作のみによって一義的に水素ラジカルが生成されることとなる。そのため、水素ガスの供給及び停止が繰り返されて水素ラジカルが生成される態様と比較して、水素ラジカルの供給不足や供給タイミングのズレが抑えられることとなる。

[0055] (4) 吸着工程と改質工程とが時間間隔をおいて実行されることから、 $Zr(BH_4)_4$ の供給後に残存する $Zr(BH_4)_4$ が水素ラジカルの供給前に排気されることとなる。それゆえに、シリコン基板 B からの熱エネルギーを受けて分解される $Zr(BH_4)_4$ に対してのみ水素ラジカルが供給されることから、硼化ジルコニウム膜における電気的特性の向上がより確実なものとなる。そのうえ残存する $Zr(BH_4)_4$ と水素ラジカルとの気相中での反応が抑制可能となるために、こうした反応生成物による埋め込み性の劣化が抑制可能にもなる。

[0056] なお、上記実施形態は以下のように変更して実施することもできる。

- ・吸着工程の直後において $Zr(BH_4)_4$ の排気が十分となるのであれば、また改質工程の直後において水素ラジカルの排気が十分となるのであれば、上述するような吸着工程と改質工程とが時間間隔をおかずに実行される構成であってもよい。

[0057] ・ネオンガスと水素ガスとからなる混合ガスが励起される構成であれば、硼化ジルコニウム膜の成膜期間において混合ガスが間欠的に供給される、例えば混合ガスが改質工程にのみ供給される構成であってもよく、こうした構成であっても、上記 (1)、(2) に類する効果が得られることとなる。

[0058] ・ネオンラジカルが水素ラジカルと共に供給される構成であれば、例えば先行して励起されたネオンラジカルと水素との混合ガスが別途励起される構成であってもよく、また先行して励起された水素ラジカルとネオンガスとの

混合ガスが別途励起される構成であってもよい。これらの構成であっても、上記（１）に類する効果が得られることとなる。

[0059] ・改質工程で水素ラジカルと共に供給されるラジカルとしては、ネオンラジカルとアルゴンラジカルとの混合系を利用することも可能である。

・こうした硼化ジルコニウム膜の成膜対象は、ビアホール及び配線溝からなる凹部に限られず、例えばビアホールのみからなる凹部や配線溝のみからなる凹部であってもよい。

[0060] ・こうした硼化ジルコニウム膜の適用対象は、シード層を兼ねたバリア層に限られず、例えば図５に示されるバリア層であってもよい。こうした構成であっても、少なくともバリア層における埋め込み性及び電気的特性が向上可能になるとともに、上記（１）～（４）に類する効果が得られることとなる。またこうした硼化ジルコニウム膜の適用対象が、シード層であってもよく、こうした構成であっても、これもまた上記のような効果が得られることとなる。

[0061] ・ $Zr(BH_4)_4$ の供給態様としては、キャリアガスであるアルゴンガスをネオンガスに変更してもよい。こうした構成であっても、上記のような効果が得られることとなる。さらに、キャリアガスにアルゴンガスを用いる場合と比較して、硼化ジルコニウム膜の成膜過程に利用されるガス種が簡便な構成となるために、特に成膜条件におけるガス流量や成膜温度等の設定や管理が容易なものとなる。

符号の説明

[0062] １０…成膜装置、１１…チャンバ本体、１２…リッド、１３…ステージ、１７Ａ…キャニスタ、１７Ｂ，１７Ｃ，１７Ｄ…マスフローコントローラ、１８…照射管、１９Ａ…導波管、１９Ｂ…マイクロ波発振器、１９Ｃ…マイクロ波電源、Ｂ…シリコン基板、ＬＨ…配線溝、ＶＨ…ビアホール、Ｓ…成膜空間、Ｔ１，Ｔ２，Ｔ３…温度、Ｔａ，Ｔｂ，Ｔｃ，Ｔｄ…期間。

請求の範囲

- [請求項1] 凹部を有する基板をチャンバ内で加熱する工程と、
前記加熱された基板の表面に $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と、
前記加熱された基板の表面に励起された水素を供給する工程とを備え、
前記 $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と前記励起された水素を供給する工程とを交互に繰り返すことによって前記凹部を覆う硼化ジルコニウム膜を形成する半導体装置の製造方法であって、
前記基板を加熱する工程では、前記基板の温度を、前記基板における前記 $Zr(BH_4)_4$ の消費量が前記基板の温度が高くなるにつれて増加する温度領域に加熱し、
前記励起された水素を供給する工程では、励起されたネオンをさらに供給すること
を特徴とする半導体装置の製造方法。
- [請求項2] 前記励起された水素を供給する工程では、水素ガスとネオンガスとの混合ガスを励起源によって励起した後に当該励起された混合ガスを前記基板の表面に供給すること
を特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] 前記 $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と、前記励起された水素を供給する工程とを繰り返す期間にわたり、前記混合ガスが前記励起源を通して連続的に前記基板に供給されること
を特徴とする請求項2に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] 前記 $Zr(BH_4)_4$ を供給する工程と、前記励起された水素を供給する工程とが時間間隔をおいて実行されること
を特徴とする請求項3に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項5] 前記基板の温度を前記温度領域に維持しながら、前記励起された水素と前記励起されたネオンとを共通の供給路を介して同時に前記基板に供給することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法

。

[請求項6]

基板の凹部を覆う硼化ジルコニウム膜を形成する成膜装置であって、
凹部を有する基板を収容して当該基板を加熱する加熱源を有したチャンバと、

前記加熱された基板の表面に $Zr(BH_4)_4$ を供給すると前駆体供給部と、

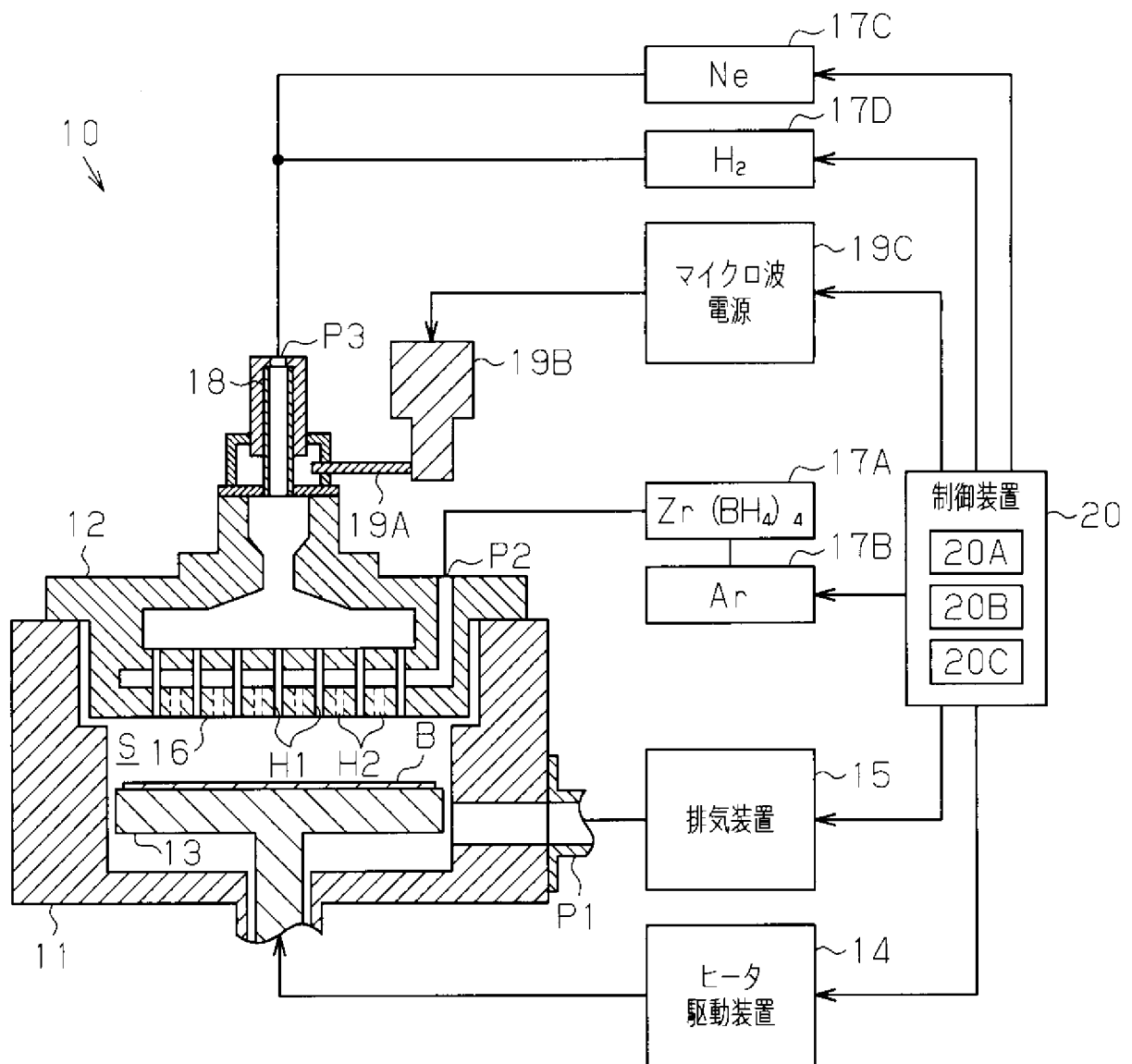
前記加熱された基板の表面に励起された水素を供給する励起種供給部と、

前記 $Zr(BH_4)_4$ の供給と前記励起された水素の供給とを交互に繰り返すことによって前記凹部を覆う硼化ジルコニウム膜を形成すべく、前記加熱源、前記前駆体供給部及び前記励起種供給部を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、

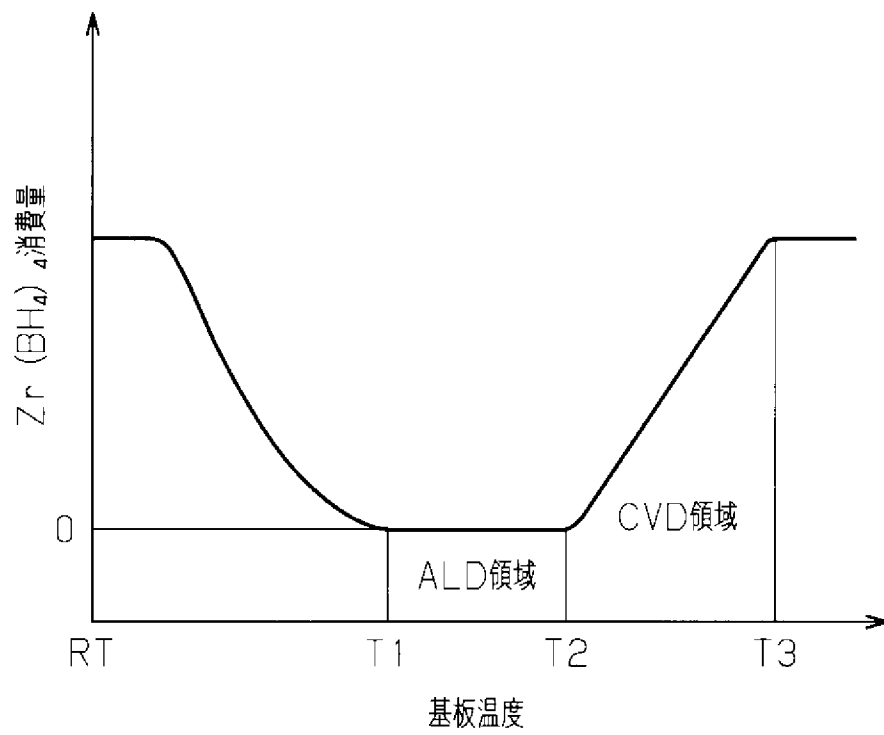
前記加熱源を制御して、前記基板の温度が高くなるにつれて前記 $Zr(BH_4)_4$ の消費量が増加する温度領域に前記基板を加熱し、

前記励起種供給部を制御して、前記励起された水素とともに、励起されたネオンをさらに供給すること
を特徴とする成膜装置。

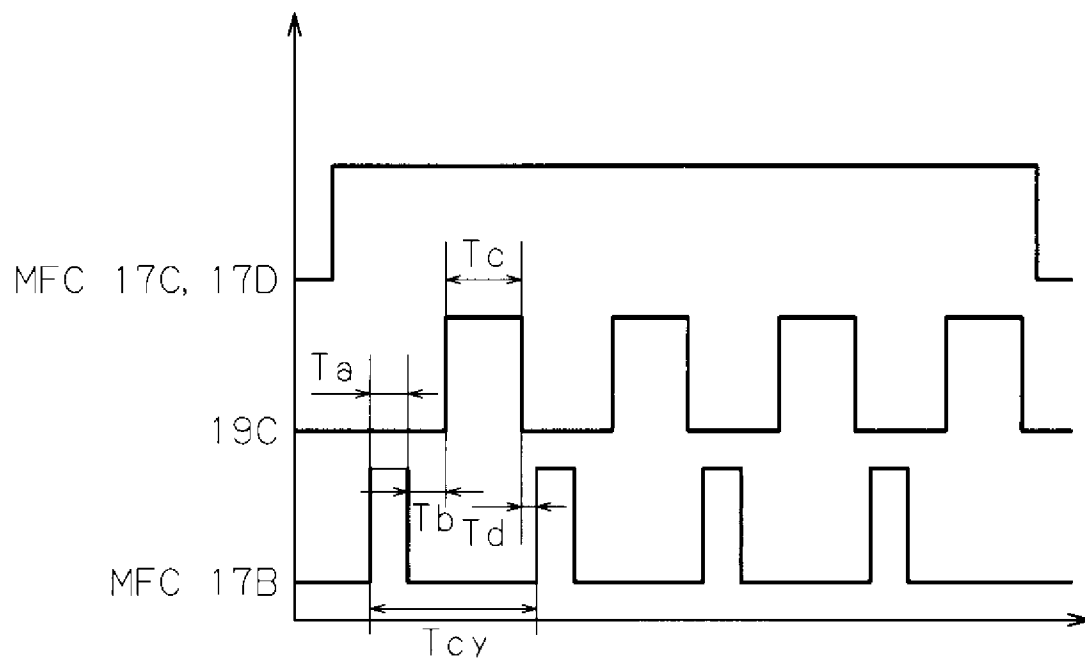
[図1]



[図2]

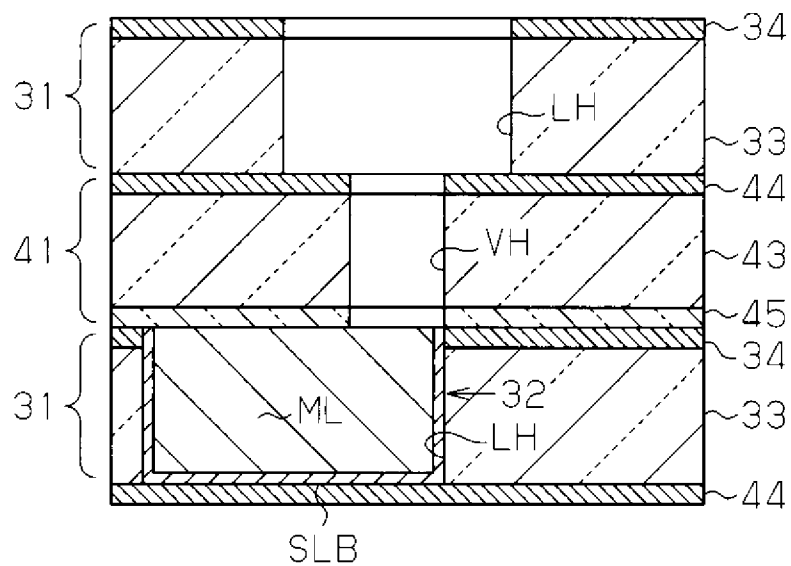


[図3]

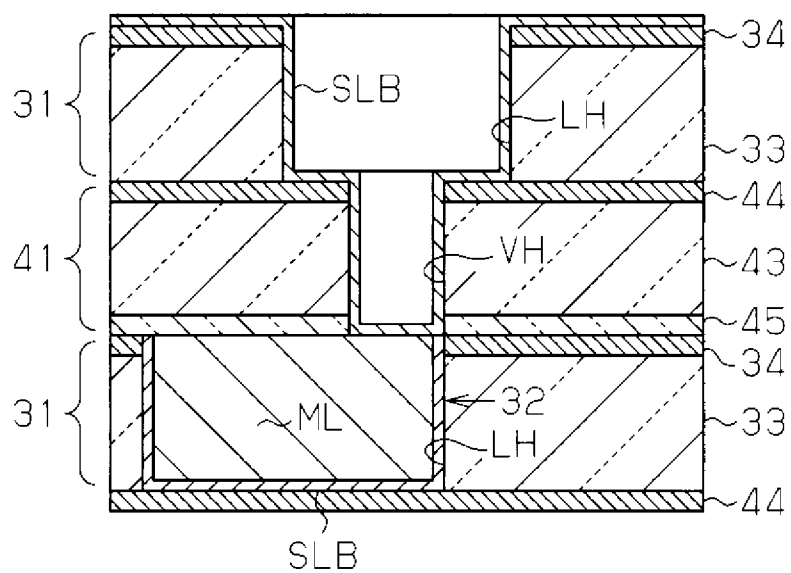


[図4]

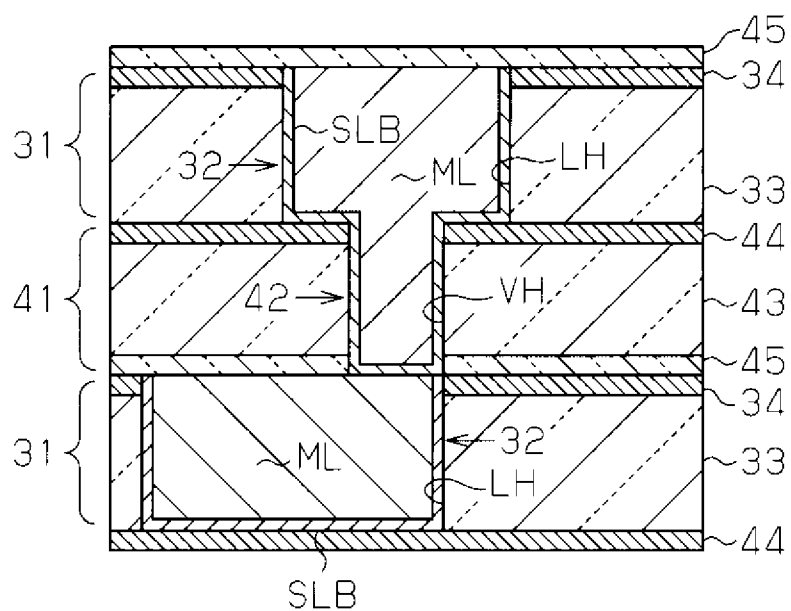
(a)



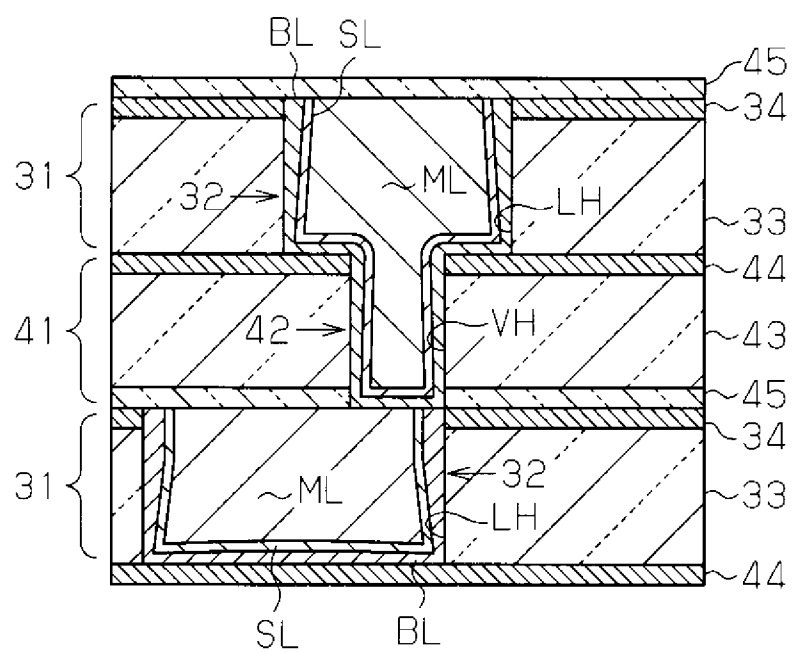
(b)



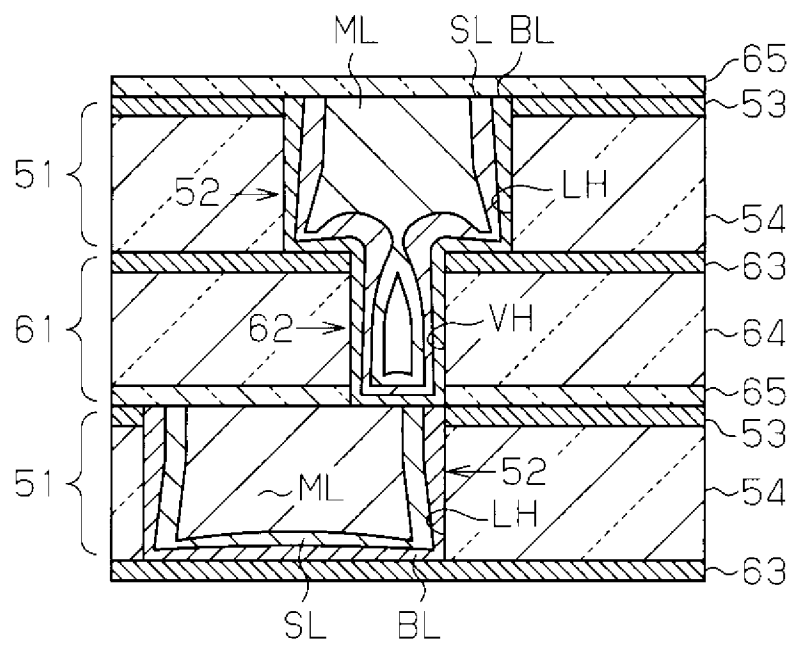
(c)



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/285(2006.01)i, C23C16/38(2006.01)i, C23C16/56(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i, H01L23/52(2006.01)i

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)

H01L21/285, C23C16/38, C23C16/56, H01L21/28, H01L21/3205, H01L23/52

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-516833 A (Tegal Corp.), 06 July 2006 (06.07.2006), entire text; all drawings & US 2004/0151845 A1 & US 2010/0190353 A & EP 1601812 A & WO 2004/070074 A2 & KR 10-2006-0056883 A & CN 1768158 A	1-6
A	WO 2008/056742 A1 (Ulvac, Inc.), 15 May 2008 (15.05.2008), entire text; all drawings & US 2010/0068891 A & CN 101536154 A & KR 10-2009-0067201 A	1-6

☒ 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
17 February, 2011 (17.02.11)

Date of mailing of the international search report
01 March, 2011 (01.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050138

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2003/005435 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 16 January 2003 (16.01.2003), column 8, lines 7 to 16 & US 2004/0007177 A1 & US 2008/0220592 A1 & EP 1403913 A1 & TW 561560 B & CN 1478296 A	1-6
A	JP 2007-211326 A (NEC Electronics Corp.), 23 August 2007 (23.08.2007), entire text; all drawings & US 2007/0186849 A1 & CN 101021005 A	1-6
A	JP 2006-057162 A (Ulvac, Inc.), 02 March 2006 (02.03.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-099583 A (Ulvac, Inc.), 07 May 2009 (07.05.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/285(2006.01)i, C23C16/38(2006.01)i, C23C16/56(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i, H01L23/52(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/285, C23C16/38, C23C16/56, H01L21/28, H01L21/3205, H01L23/52

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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)

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 請求項の番号
A	JP 2006-516833 A (ティール コーポレイション) 2006.07.06, 全文、全図 & US 2004/0151845 A1 & US 2010/0190353 A & EP 1601812 A & WO 2004/070074 A2 & KR 10-2006-0056883 A & CN 1768158 A	1-6
A	WO 2008/056742 A1 (株式会社アルバック) 2008.05.15, 全文、全図 & US 2010/0068891 A & CN 101536154 A & KR 10-2009-0067201 A	1-6

☒ 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

1 7 . 0 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

4 L

3 2 3 9

▲辻▼ 弘輔

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 9 8

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 請求項の番号
A	WO 2003/005435 A1 (東京エレクトロン株式会社) 2003.01.16, 第8欄第7行～第16行 & US 2004/0007177 A1 & US 2008/0220592 A1 & EP 1403913 A1 & TW 561560 B & CN 1478296 A	1-6
A	JP 2007-211326 A (NECエレクトロニクス株式会社) 2007.08.23, 全文、全図 & US 2007/0186849 A1 & CN 101021005 A	1-6
A	JP 2006-057162 A (株式会社アルバック) 2006.03.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2009-099583 A (株式会社アルバック) 2009.05.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6