(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
2018年9月13日(13.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/163399 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/31 (2006.01) *H01L 21/318* (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/009675

(22) 国際出願日： 2017年3月10日(10.03.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:株式会社ＫＯＫＵＳＡＩ ＥＬＥＣＴＲＩＣ (**KOKUSAI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1010045 東京都千代田区神田鍛冶町三丁目４番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者:林 昭成(**HAYASHI Akinari**); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目１番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 加我 友紀直(**KAGA Yukinao**); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目１番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 牛田 卓朗(**USHIDA Takuro**); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目１番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP).

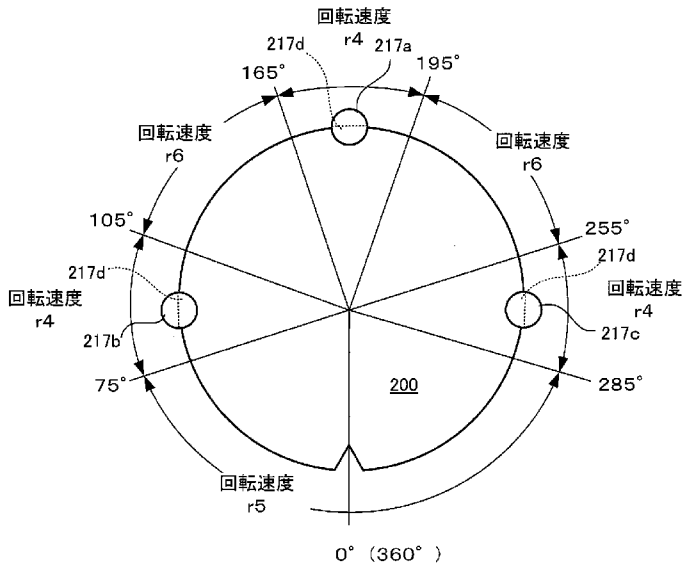
(74) 代理人:特許業務法人アイ・ピー・ウィン(**PATENT PROFESSIONAL CORPORATION IPWIN**); 〒2210052 神奈川県横浜市神奈川区栄町１０番地３５ ポートサイドダイヤビル Kanagawa (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** SUBSTRATE TREATMENT DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 基板処理装置、半導体装置の製造方法及びプログラム

[図7]



r4, r5, r6 Rotation speed

(57) **Abstract:** The present invention makes it possible to improve the substrate in-plane uniformity of the thickness of a formed film. The present invention has a treatment chamber for treating a substrate, a substrate holding tool for holding the substrate in the treatment chamber, a rotation mechanism for causing the substrate holding tool to rotate, and a control unit for controlling the rotation mechanism and controlling the rotation speed of the substrate holding tool. The control unit is configured so as to control the rotation mechanism such that the rotation speed of the substrate holding tool varies

WO 2018/163399 A1

［続葉有］

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

within one rotation, without changing the time taken for one rotation, which is set in advance.

(57) 要約: 成膜した膜の膜厚の基板面内均一性を向上させることができる。基板を処理する処理室と、前記処理室内で前記基板を保持する基板保持具と、前記基板保持具を回転させる回転機構と、前記回転機構を制御して前記基板保持具の回転速度を制御する制御部と、を有し、前記制御部は、予め設定された1回転あたりの時間を変更することなく、前記基板保持具の回転速度が1回転内で変化するように前記回転機構を制御するよう構成される。

明　細　書

発明の名称 ：

基板処理装置、半導体装置の製造方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理装置、半導体装置の製造方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年の半導体デバイスの高集積化・微細化に伴い、成膜対象の薄膜化が要求されており、基板面内の均一成膜が困難となっている。特に複数枚の基板を垂直多段に保持して処理する所謂縦型基板処理装置においては、基板保持具の保持柱によって成膜に影響が生じるため、例えば基板保持具の回転速度を制御したり、ガス供給タイミングを制御することで面内均一性の向上を図る方法がある（例えば特許文献１，２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－１２３７５２号公報

特許文献2：国際公開第２００５／０８８６９２号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したような技術を用いた場合であっても、要求されている薄膜の面内均一性を向上させるには不十分となる場合がある。

[0005] 本発明の目的は、成膜した膜の膜厚の基板面内均一性を向上させることが可能な技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様によれば、

基板を処理する処理室と、

前記処理室内で前記基板を保持する基板保持具と、

前記基板保持具を回転させる回転機構と、

前記回転機構を制御して前記基板保持具の回転速度を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、予め設定された１回転あたりの時間を変更することなく、前記基板保持具の回転速度が１回転内で変化するように前記回転機構を制御するよう構成される技術が提供される。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、成膜した膜の膜厚の基板面内均一性を向上させることが可能な技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を縦断面図で示す図である。

[図2]本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を図１のＡ－Ａ線断面図で示す図である。

[図3]本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置のコントローラの概略構成図であり、コントローラの制御系をブロック図で示す図である。

[図4]本発明における基板処理プロセスのフローを示す図である。

[図5]被処理基板の回転速度を一定にして成膜したときの膜厚分布を示す図である。

[図6]（Ａ）は、被処理基板の回転速度を一定にして成膜したときの膜厚分布を示す図であって、（Ｂ）は、（Ａ）の成膜傾向に基づいて、被処理基板の回転速度を１回転内で変化するようにして成膜したときの膜厚分布を示す図である。

[図7]被処理基板の回転速度を１回転内で変化するようにした他の実施例を示す図である。

[図8]被処理基板の回転速度を変化するようにした他の実施例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一実施形態について図１から図５を参照しながら説明する。

[0010] （１）基板処理装置の構成

（加熱装置）

図１に示すように、処理炉２０２は加熱装置（加熱機構）としてのヒータ２０７を有する。ヒータ２０７は円筒形状であり、保持板としてのヒータベース（図示せず）に支持されることにより垂直に据え付けられている。ヒータ２０７は、ガスを熱で活性化（励起）させる活性化機構（励起部）としても機能する。

[0011] （処理室）

ヒータ２０７の内側には、ヒータ２０７と同心円状に反応管２０３が配設されている。反応管２０３は、例えば石英（SiO_2）または炭化シリコン（ＳｉＣ）等の耐熱性材料からなり、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。反応管２０３の下方には、反応管２０３と同心円状に、マニホールド（インレットフランジ）２０９が配設されている。マニホールド２０９は、例えばステンレス（ＳＵＳ）等の金属からなり、上端および下端が開口した円筒形状に形成されている。マニホールド２０９の上端部は、反応管２０３の下端部に係合しており、反応管２０３を支持するように構成されている。マニホールド２０９と反応管２０３との間には、シール部材としてのＯリング２２０ａが設けられている。マニホールド２０９がヒータベースに支持されることにより、反応管２０３は垂直に据え付けられた状態となる。主に、反応管２０３とマニホールド２０９とにより処理容器（反応容器）が構成されている。処理容器の筒中空部には処理室２０１が形成されている。処理室２０１は、複数枚の基板としてのウエハ２００を収容可能に構成されている。なお、処理容器は上記の構成に限らず、反応管２０３のみを処理容器と称する場合もある。

[0012] 処理室２０１内には、ノズル２４９ａ，２４９ｂが、マニホールド２０９

の側壁を貫通するように設けられている。ノズル２４９ａ，２４９ｂには、ガス供給管２３２ａ，２３２ｂが、それぞれ接続されている。このように、反応管２０３には２本のノズル２４９ａ，２４９ｂと、２本のガス供給管２３２ａ，２３２ｂとが設けられており、処理室２０１内へ複数種類のガスを供給することが可能となっている。なお、マニホールド２０９を設置せず、反応管２０３のみを処理容器とした場合、ノズル２４９ａ，２４９ｂは反応管２０３の側壁を貫通するように設けられていてもよい。

[0013] ガス供給管２３２ａ，２３２ｂには、上流側から順に、流量制御器（流量制御部）であるマスフローコントローラ（ＭＦＣ）２４１ａ，２４１ｂおよび開閉弁であるバルブ２４３ａ，２４３ｂがそれぞれ設けられている。ガス供給管２３２ａ，２３２ｂのバルブ２４３ａ，２４３ｂよりも下流側には、不活性ガスを供給するガス供給管２３２ｃ，２３２ｄがそれぞれ接続されている。ガス供給管２３２ｃ，２３２ｄには、上流側から順に、ＭＦＣ２４１ｃ，２４１ｄおよびバルブ２４３ｃ，２４３ｄがそれぞれ設けられている。

[0014] ノズル２４９ａは、図２に示すように、反応管２０３の内壁とウエハ２００との間における平面視において円環状の空間に、反応管２０３の内壁の下部より上部に沿って、ウエハ２００の積載方向上方に向かって立ち上がるように設けられている。すなわち、ノズル２４９ａは、ウエハ２００が配列されるウエハ配列領域の側方の、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に、ウエハ配列領域に沿うように設けられている。すなわち、ノズル２４９ａは、処理室２０１内へ搬入された各ウエハ２００の端部（周縁部、エッジ部）の側方にウエハ２００の表面（平坦面）と垂直に設けられている。ノズル２４９ａの側面には、ガスを供給するガス供給孔２５０ａが設けられている。ガス供給孔２５０ａは、反応管２０３の中心を向くように開口しており、ウエハ２００に向けてガスを供給することが可能となっている。ガス供給孔２５０ａは、反応管２０３の下部から上部にわたって複数設けられている。

[0015] ノズル２４９ｂは、ガス分散空間であるバッファ室２３７内に設けられている。バッファ室２３７は、図２に示すように、反応管２０３の内壁とウエ

ハ２００との間における平面視において円環状の空間に、また、反応管２０３の内壁の下部より上部にわたる部分に、ウエハ２００の積載方向に沿って設けられている。すなわち、バッファ室２３７は、ウエハ配列領域の側方のウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に、ウエハ配列領域に沿うようにバッファ構造（バッファ部）３００によって形成されている。バッファ構造３００は、石英などの絶縁物によって構成されており、バッファ構造３００の円弧状に形成された壁面には、ガスまたは後述する活性種を供給するガス供給孔２５０ｃが設けられている。ガス供給孔２５０ｃは、反応管２０３の中心を向くように開口しており、ウエハ２００に向けてガスを供給することが可能となっている。ガス供給孔２５０ｃは、反応管２０３の下部から上部にわたって複数設けられている。

[0016] ノズル２４９ｂは、バッファ室２３７のガス供給孔２５０ｃが設けられた端部と反対側の端部に、反応管２０３の内壁の下部より上部に沿って、ウエハ２００の積載方向上方に向かって立ち上がるように設けられている。すなわち、ノズル２４９ｂは、バッファ構造３００の内側であって、ウエハ２００が配列されるウエハ配列領域の側方の、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に、ウエハ配列領域に沿うように設けられている。すなわち、ノズル２４９ｂは、処理室２０１内へ搬入されたウエハ２００の端部の側方にウエハ２００の表面と垂直に設けられている。ノズル２４９ｂの側面には、ガスを供給するガス供給孔２５０ｂが設けられている。ガス供給孔２５０ｂは、バッファ室２３７の中心を向くように開口している。ガス供給孔２５０ｂは、ガス供給孔２５０ｃと同様に、反応管２０３の下部から上部にわたって複数設けられている。

[0017] ガス供給管２３２ａからは、所定元素を含む原料として、例えば、所定元素としてのシリコン（Ｓｉ）を含むシラン原料ガスが、ＭＦＣ２４１ａ、バルブ２４３ａ、ノズル２４９ａを介して処理室２０１内へ供給される。

[0018] シラン原料ガスとしては、例えば、Ｓｉおよびハロゲン元素を含む原料ガス、すなわち、ハロシラン原料ガスを用いることができる。ハロシラン原料

とは、ハロゲン基を有するシラン原料のことである。ハロシラン原料ガスとしては、例えば、ＳｉおよびＣｌを含む原料ガス、すなわち、クロロシラン原料ガスを用いることができる。クロロシラン原料ガスとしては、例えば、ジクロロシラン（SiH_2Cl_2、略称：ＤＣＳ）ガスを用いることができる。

[0019] ガス供給管２３２ｂからは、原料とは化学構造が異なる反応体（リアクタント）として、例えば、窒素（Ｎ）含有ガス（窒化剤、窒化ガス）が、ＭＦＣ２４１ｂ、バルブ２４３ｂ、ノズル２４９ｂを介して処理室２０１内へ供給される。窒化剤としては、例えば、アンモニア（NH_3）ガスを用いることができる。窒化剤としてNH_3ガスを用いる場合は、例えば、後述するプラズマ源を用いてこのガスをプラズマ励起し、プラズマ励起ガスとして供給することとなる。

[0020] ガス供給管２３２ｃ，２３２ｄからは、不活性ガスとして、例えば、窒素（N_2）ガスが、それぞれＭＦＣ２４１ｃ，２４１ｄ、バルブ２４３ｃ，２４３ｄ、ガス供給管２３２ａ，２３２ｂ、ノズル２４９ａ，２４９ｂを介して処理室２０１内へ供給される。

[0021] 主に、ガス供給管２３２ａ、ＭＦＣ２４１ａ、バルブ２４３ａにより、第１のガス供給系としての原料供給系が構成される。主に、ガス供給管２３２ｂ、ＭＦＣ２４１ｂ、バルブ２４３ｂにより、第２のガス供給系としての反応体供給系（リアクタント供給系）が構成される。主に、ガス供給管２３２ｃ，２３２ｄ、ＭＦＣ２４１ｃ，２４１ｄ、バルブ２４３ｃ，２４３ｄにより、不活性ガス供給系が構成される。原料供給系、反応体供給系および不活性ガス供給系を単にガス供給系（ガス供給部）とも称する。なお、原料供給系にノズル２４９ａを、また、反応体供給系にノズル２４９ｂを含めて考えてもよいし、不活性ガス供給系にノズル２４９ａ，２４９ｂを含めて考えてもよい。

[0022]（プラズマ生成部）

バッファ室２３７内には、図２に示すように、導電体からなり、細長い構造を有する２本の棒状電極２６９，２７０が、反応管２０３の下部より上部

にわたりウエハ２００の配列方向に沿って配設されている。棒状電極２６９，２７０のそれぞれは、ノズル２４９ｂと平行に設けられている。棒状電極２６９，２７０のそれぞれは、上部より下部にわたって電極保護管２７５により覆われることで保護されている。棒状電極２６９，２７０のいずれか一方は、整合器２７２を介して高周波電源２７３に接続され、他方は、基準電位であるアースに接地されている。高周波電源２７３から棒状電極２６９，２７０間に高周波（ＲＦ）電力を印加することで、棒状電極２６９，２７０間のプラズマ生成領域２２４にプラズマが生成される。主に、棒状電極２６９，２７０、電極保護管２７５によりプラズマ生成器（プラズマ生成部）としてのプラズマ源が構成される。整合器２７２、高周波電源２７３をプラズマ源に含めて考えてもよい。プラズマ源は、後述するように、ガスをプラズマ励起、すなわち、プラズマ状態に励起（活性化）させるプラズマ励起部（活性化機構）として機能する。

[0023] 電極保護管２７５は、棒状電極２６９，２７０のそれぞれをバッファ室２３７内の雰囲気と隔離した状態でバッファ室２３７内へ挿入できる構造となっている。電極保護管２７５の内部にN_2ガス等の不活性ガスを充填しておくか、不活性ガスパージ機構を用いて電極保護管２７５の内部をN_2ガス等の不活性ガスでパージすることで、電極保護管２７５の内部の酸素（O_2）濃度を低減させ、棒状電極２６９，２７０の酸化を防止することができる。

[0024] （排気部）

反応管２０３には、処理室２０１内の雰囲気を排気する排気管２３１が設けられている。排気管２３１には、処理室２０１内の圧力を検出する圧力検出器（圧力検出部）としての圧力センサ２４５および圧力調整器（圧力調整部）としてのＡＰＣ（Ａｕｔｏ　Ｐｒｅｓｓｕｒｅ　Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ）バルブ２４４を介して、真空排気装置としての真空ポンプ２４６が接続されている。ＡＰＣバルブ２４４は、真空ポンプ２４６を作動させた状態で弁を開閉することで、処理室２０１内の真空排気および真空排気停止を行うことができ、更に、真空ポンプ２４６を作動させた状態で、圧力センサ２４５

により検出された圧力情報に基づいて弁開度を調節することで、処理室２０１内の圧力を調整することができるように構成されている。主に、排気管２３１、ＡＰＣバルブ２４４、圧力センサ２４５により、排気系が構成される。真空ポンプ２４６を排気系に含めて考えてもよい。排気管２３１は、反応管２０３に設ける場合に限らず、ノズル２４９ａ，２４９ｂと同様にマニホールド２０９に設けてもよい。

[0025] マニホールド２０９の下方には、マニホールド２０９の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシールキャップ２１９が設けられている。シールキャップ２１９は、例えばＳＵＳ等の金属からなり、円盤状に形成されている。シールキャップ２１９の上面には、マニホールド２０９の下端と当接するシール部材としてのＯリング２２０ｂが設けられている。シールキャップ２１９の処理室２０１と反対側には、後述するボート２１７を回転させる回転機構２６７が設置されている。回転機構２６７の回転軸２５５は、シールキャップ２１９を貫通してボート２１７に接続されている。回転機構２６７は、ボート２１７を回転させることでウエハ２００を回転させるように構成されている。シールキャップ２１９は、反応管２０３の外部に垂直に設置された昇降機構としてのボートエレベータ１１５によって垂直方向に昇降されるように構成されている。ボートエレベータ１１５は、シールキャップ２１９を昇降させることで、ボート２１７を処理室２０１内外に搬入および搬出することが可能なように構成されている。ボートエレベータ１１５は、ボート２１７すなわちウエハ２００を、処理室２０１内外に搬送する搬送装置（搬送機構）として構成されている。また、マニホールド２０９の下方には、ボートエレベータ１１５によりシールキャップ２１９を降下させている間、マニホールド２０９の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシャッタ２１９ｓが設けられている。シャッタ２１９ｓは、例えばＳＵＳ等の金属により構成され、円盤状に形成されている。シャッタ２１９ｓの上面には、マニホールド２０９の下端と当接するシール部材としてのＯリング２２０ｃが設けられている。シャッタ２１９ｓの開閉動作（昇降動作や回動動作等

）は、シャッタ開閉機構１１５ｓにより制御される。

[0026]（基板支持具）

図１に示すように基板支持具としてのボート２１７は、上下で一対の端板（上部の端板を天井板、下部の端板を底板とも称する）と、両端板との間に架設されて垂直に配設された複数本（本実施の形態では３本）の保持柱（ボート柱）２１７ａ～２１７ｃ（図１において不図示）とを備えている。本実施の形態において、各保持柱２１７ａ～２１７ｃは、何れも同じ形状に形成され、保持柱２１７ａと保持柱２１７ｂ、および、保持柱２１７ａと保持柱２１７ｃは、ウエハ２００の周方向に沿って９０度間隔となるように配置され、保持柱２１７ｂおよび保持柱２１７ｃは、ウエハ２００の周方向に沿って１８０度間隔となるように配置されている。すなわち、保持柱２１７ａと保持柱２１７ｂ、および、保持柱２１７ａと保持柱２１７ｃの間隔は、保持柱２１７ｂと保持柱２１７ｃとの間隔よりも狭くなるように配置されている。各保持柱２１７ａ～２１７ｃには複数の保持溝２１７ｄ（図１において不図示）が長手方向に等間隔に配置され、同一の高さで互いに対向することで同一平面内でウエハ２００を水平に保持できるように形成されている。

[0027] そして、ウエハ２００の周縁部が各保持柱２１７ａ～２１７ｃの複数の保持溝２１７ｄ間にそれぞれ挿入されることにより、１枚または複数枚、例えば２５～２００枚のウエハ２００を、水平姿勢で、かつ、互いに中心を揃えた状態で垂直方向に整列されて多段に支持される。すなわち、所定の間隔を空けて配列させるように構成されている。ボート２１７は、例えば石英やＳｉＣ等の耐熱性材料からなる。ボート２１７の下部には、例えば石英やＳｉＣ等の耐熱性材料からなる断熱板２１８が多段に支持されている。

[0028] 図２に示すように反応管２０３の内部には、温度検出器としての温度センサ２６３が設置されている。温度センサ２６３により検出された温度情報に基づきヒータ２０７への通電具合を調整することで、処理室２０１内の温度が所望の温度分布となる。温度センサ２６３は、ノズル２４９ａ，２４９ｂと同様に反応管２０３の内壁に沿って設けられている。

[0029] （制御装置）

図３に示すように、制御部（制御装置）であるコントローラ１２１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）１２１ａ、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）１２１ｂ、記憶装置１２１ｃ、Ｉ／Ｏポート１２１ｄを備えたコンピュータとして構成されている。ＲＡＭ１２１ｂ、記憶装置１２１ｃ、Ｉ／Ｏポート１２１ｄは、内部バス１２１ｅを介して、ＣＰＵ１２１ａとデータ交換可能なように構成されている。コントローラ１２１には、例えばタッチパネル等として構成された入出力装置１２２が接続されている。

[0030] 記憶装置１２１ｃは、例えばフラッシュメモリ、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）等で構成されている。記憶装置１２１ｃ内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラムや、後述する基板処理の手順や条件等が記載されたプロセスレシピ等が、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する基板処理における各手順をコントローラ１２１に実行させ、所定の結果を得ることが出来るように組み合わされたものであり、プログラムとして機能する。以下、プロセスレシピや制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。また、プロセスレシピを、単に、レシピともいう。本明細書においてプログラムという言葉を用いた場合は、レシピ単体のみを含む場合、制御プログラム単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。ＲＡＭ１２１ｂは、ＣＰＵ１２１ａによって読み出されたプログラムやデータ等が一時的に保持されるメモリ領域（ワークエリア）として構成されている。

[0031] Ｉ／Ｏポート１２１ｄは、上述のＭＦＣ２４１ａ～２４１ｄ、バルブ２４３ａ～２４３ｄ、圧力センサ２４５、ＡＰＣバルブ２４４、真空ポンプ２４６、ヒータ２０７、温度センサ２６３、整合器２７２、高周波電源２７３、回転機構２６７、ボートエレベータ１１５、シャッタ開閉機構１１５ｓ等に接続されている。

[0032] ＣＰＵ１２１ａは、記憶装置１２１ｃから制御プログラムを読み出して実

行すると共に、入出力装置１２２からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置１２１ｃからレシピを読み出すように構成されている。ＣＰＵ１２１ａは、読み出したレシピの内容に沿うように、回転機構２６７の制御、ＭＦＣ２４１ａ～２４１ｄによる各種ガスの流量調整動作、バルブ２４３ａ～２４３ｄの開閉動作、ＡＰＣバルブ２４４の開閉動作および圧力センサ２４５に基づくＡＰＣバルブ２４４による圧力調整動作、真空ポンプ２４６の起動および停止、温度センサ２６３に基づくヒータ２０７の温度調整動作、回転機構２６７によるボート２１７の正逆回転、回転角度および回転速度調節動作、ボートエレベータ１１５によるボート２１７の昇降動作、高周波電源２７３による棒状電極２６９，２７０への高周波印加動作等を制御するように構成されている。

[0033] コントローラ１２１は、外部記憶装置（例えば、ハードディスク等の磁気ディスク、ＣＤ等の光ディスク、ＭＯ等の光磁気ディスク、ＵＳＢメモリ等の半導体メモリ）１２３に格納された上述のプログラムを、コンピュータにインストールすることにより構成することができる。記憶装置１２１ｃや外部記憶装置１２３は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として構成されている。以下、これらを総称して、単に、記録媒体ともいう。本明細書において記録媒体という言葉を用いた場合は、記憶装置１２１ｃ単体のみを含む場合、外部記憶装置１２３単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。なお、コンピュータへのプログラムの提供は、外部記憶装置１２３を用いず、インターネットや専用回線等の通信手段を用いて行ってもよい。

[0034] （２）基板処理工程

次に、基板処理装置を使用して、半導体装置の製造工程の一工程として、ウエハ２００上に薄膜を形成する工程について、図４を参照しながら説明する。以下の説明において、基板処理装置を構成する各部の動作はコントローラ１２１により制御される。

[0035] ここでは、原料ガスとしてＤＣＳガスを供給するステップと、反応ガスと

してプラズマ励起させたNH_3ガスを供給するステップとを非同時に、すなわち同期させることなく所定回数（１回以上）行うことで、ウエハ２００上に、ＳｉおよびＮを含む膜として、シリコン窒化膜（ＳｉＮ膜）を形成する例について説明する。また、例えば、ウエハ２００上には、予め所定の膜が形成されていてもよい。また、ウエハ２００または所定の膜には予め所定のパターンが形成されていてもよい。

[0036] 本明細書では、図４に示す成膜処理のプロセスフローを、便宜上、以下のように示すこともある。

[0037] （ＤＣＳ→NH_3^*）×ｎ ⇒ ＳｉＮ

[0038] 本明細書において「ウエハ」という言葉を用いた場合は、ウエハそのものを意味する場合や、ウエハとその表面に形成された所定の層や膜との積層体を意味する場合がある。本明細書において「ウエハの表面」という言葉を用いた場合は、ウエハそのものの表面を意味する場合や、ウエハ上に形成された所定の層等の表面を意味する場合がある。本明細書において「ウエハ上に所定の層を形成する」と記載した場合は、ウエハそのものの表面上に所定の層を直接形成することを意味する場合や、ウエハ上に形成されている層等の上に所定の層を形成することを意味する場合がある。本明細書において「基板」という言葉を用いた場合も、「ウエハ」という言葉を用いた場合と同義である。

[0039]（搬入ステップ：Ｓ１）

複数枚のウエハ２００がボート２１７に装填（ウエハチャージ）されると、シャッタ開閉機構１１５ｓによりシャッタ２１９ｓが移動させられて、マニホールド２０９の下端開口が開放される（シャッタオープン）。その後、図１に示すように、複数枚のウエハ２００を支持したボート２１７は、ボートエレベータ１１５によって持ち上げられて処理室２０１内へ搬入（ボートロード）される。この状態で、シールキャップ２１９は、Ｏリング２２０ｂを介してマニホールド２０９の下端をシールした状態となる。

[0040]（圧力・温度調整ステップ：Ｓ２）

処理室２０１の内部、すなわち、ウエハ２００が存在する空間が所望の圧力（真空度）となるように、真空ポンプ２４６によって真空排気（減圧排気）される。この際、処理室２０１内の圧力は圧力センサ２４５で測定され、この測定された圧力情報に基づきＡＰＣバルブ２４４がフィードバック制御される。また、処理室２０１内のウエハ２００が所望の温度となるようにヒータ２０７によって加熱される。この際、処理室２０１内が所望の温度分布となるように、温度センサ２６３が検出した温度情報に基づきヒータ２０７への通電具合がフィードバック制御される。続いて、回転機構２６７によるボート２１７およびウエハ２００の回転を開始する。処理室２０１内の排気、ウエハ２００の加熱および回転は、いずれも、少なくともウエハ２００に対する処理が終了するまでの間は継続して行われる。

[0041]（成膜ステップ：Ｓ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６）

その後、ステップＳ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６を順次実行することで成膜ステップを行う。

[0042]（原料ガス供給ステップ：Ｓ３，Ｓ４）

ステップＳ３では、処理室２０１内のウエハ２００に対して原料ガスとしてのＤＣＳガスを供給する。

[0043] バルブ２４３ａを開き、ガス供給管２３２ａ内へＤＣＳガスを流す。ＤＣＳガスは、ＭＦＣ２４１ａにより流量調整され、ノズル２４９ａを介してガス供給孔２５０ａから処理室２０１内へ供給され、排気管２３１から排気される。このとき同時にバルブ２４３ｃを開き、ガス供給管２３２ｃ内へN_2ガスを流してもよい。このとき供給されるN_2ガスは、ＭＦＣ２４１ｃにより流量調整され、ＤＣＳガスと一緒に処理室２０１内へ供給され、排気管２３１から排気される。

[0044] また、ノズル２４９ｂ内へのＤＣＳガスの侵入を抑制するため、バルブ２４３ｄを開き、ガス供給管２３２ｄ内へN_2ガスを流してもよい。このときノズル２４９ｂより供給されたN_2ガスは、ガス供給管２３２ｂ、ノズル２４９ｂを介して処理室２０１内へ供給され、排気管２３１から排気される。

[0045] ＭＦＣ２４１ａで制御するＤＣＳガスの供給流量は、例えば１ｓｃｃｍ以上、５０００ｓｃｃｍ以下、好ましくは１０ｓｃｃｍ以上、２０００ｓｃｃｍ以下の範囲内の流量とする。ＭＦＣ２４１ｃ，２４１ｄで制御するN_2ガスの供給流量は、それぞれ例えば１００ｓｃｃｍ以上、１００００ｓｃｃｍ以下の範囲内の流量とする。処理室２０１内の圧力は、例えば１Ｐａ以上、２６６６Ｐａ以下、好ましくは６７Ｐａ以上、１３３３Ｐａの範囲内の圧力とする。ＤＣＳガスの供給時間は、例えば１秒以上、１００秒以下、好ましくは１秒以上、５０秒以下の範囲内の時間とする。ヒータ２０７の温度は、ウエハ２００の温度が３００℃以上６００℃以下の範囲内の温度となるような温度に設定する。

[0046] 上述の条件下でウエハ２００に対してＤＣＳガスを供給することにより、ウエハ２００（表面の下地膜）上に、Ｃｌを含むＳｉ含有層が形成される。Ｃｌを含むＳｉ含有層はＳｉ層であってもよいし、ＤＣＳの吸着層であってもよいし、それらの両方を含んでいてもよい。以下、Ｃｌを含むＳｉ含有層を単にＳｉ含有層とも称する。

[0047] Ｓｉ層とは、Ｓｉにより構成される連続的な層の他、不連続な層や、これらが重なってできるＳｉ薄膜をも含む総称である。Ｓｉ層を構成するＳｉは、Ｃｌとの結合が完全に切れていないものや、Ｈとの結合が完全に切れていないものも含む。

[0048] ＤＣＳの吸着層は、ＤＣＳ分子で構成される連続的な吸着層の他、不連続な吸着層をも含む。ＤＣＳの吸着層を構成するＤＣＳ分子は、ＳｉとＣｌとの結合が一部切れたものや、ＳｉとＨとの結合が一部切れたもの、ＣｌとＨとの結合が一部切れたもの等も含む。すなわち、ＤＣＳの吸着層は、ＤＣＳの物理吸着層であってもよいし、ＤＣＳの化学吸着層であってもよいし、それらの両方を含んでいてもよい。

[0049] Ｓｉ含有層が形成された後、バルブ２４３ａを閉じ、処理室２０１内へのＤＣＳガスの供給を停止する。このとき、ＡＰＣバルブ２４４を開いたままとし、真空ポンプ２４６により処理室２０１内を真空排気し、処理室２０１

内に残留する未反応もしくはＳｉ含有層の形成に寄与した後のＤＣＳガスや反応副生成物等を処理室２０１内から排除する（Ｓ４）。また、バルブ２４３ｃ，２４３ｄは開いたままとして、処理室２０１内へのN_2ガスの供給を維持する。N_2ガスはパージガスとして作用する。なお、このステップＳ４を省略してもよい。

[0050] 原料ガスとしては、ＤＣＳガスのほか、モノクロロシランガス、トリクロロシランガス、テトラクロロシランガス、ヘキサクロロジシランガス、オクタクロロトリシランガス等の無機系ハロシラン原料ガス等を好適に用いることができる。このほか、原料ガスとしては、テトラキスジメチルアミノシランガス、トリスジメチルアミノシランガス、ビスジメチルアミノシランガス、ビスターシャリーブチルアミノシラン、ビスジエチルアミノシランガス、ジメチルアミノシランガス、ジエチルアミノシランガス、ジプロピルアミノシランガス、ジイソプロピルアミノシランガス、ブチルアミノシランガス、ヘキサメチルジシラザンガス等の各種アミノシラン原料ガスや、モノシランガス、ジシランガス、トリシランガス等のハロゲン基非含有の無機系シラン原料ガスを好適に用いることができる。

[0051] 不活性ガスとしては、N_2ガスの他、Ａｒガス、Ｈｅガス、Ｎｅガス、Ｘｅガス等の希ガスを用いることができる。

[0052]（反応ガス供給ステップ：Ｓ５，Ｓ６）

成膜処理が終了した後、処理室２０１内のウエハ２００に対して反応ガスとしてのプラズマ励起させたNH_3ガスを供給する（Ｓ５）。

[0053] このステップでは、バルブ２４３ｂ～２４３ｄの開閉制御を、ステップＳ３におけるバルブ２４３ａ，２４３ｃ，２４３ｄの開閉制御と同様の手順で行う。NH_3ガスは、ＭＦＣ２４１ｂにより流量調整され、ノズル２４９ｂを介してバッファ室２３７内へ供給される。このとき、棒状電極２６９，２７０間に高周波電力を供給する。バッファ室２３７内へ供給されたNH_3ガスはプラズマ状態に励起され、活性種（NH_3^*）として処理室２０１内へ供給され、排気管２３１から排気される。なお、プラズマ状態に励起されたNH_3ガス

を、窒素プラズマとも称する。

[0054] ＭＦＣ２４１ｂで制御するNH_3ガスの供給流量は、例えば１００ｓｃｃｍ以上、１００００ｓｃｃｍ以下の範囲内の流量とする。棒状電極２６９，２７０に印加する高周波電力は、例えば５０W以上、１０００W以下の範囲内の電力とする。処理室２０１内の圧力は、例えば１Ｐａ以上、１００Ｐａ以下の範囲内の圧力とする。プラズマを用いることで、処理室２０１内の圧力をこのような比較的低い圧力帯としても、NH_3ガスを活性化させることが可能となる。NH_3ガスをプラズマ励起することにより得られた活性種をウエハ２００に対して供給する時間、すなわち、ガス供給時間（照射時間）は、例えば１秒以上、１２０秒以下、好ましくは１秒以上、６０秒以下の範囲内の時間とする。その他の処理条件は、上述のＳ３と同様な処理条件とする。

[0055] 上述の条件下でウエハ２００に対してNH_3ガスを供給することにより、ウエハ２００上に形成されたＳｉ含有層がプラズマ窒化される。この際、プラズマ励起されたNH_3ガスのエネルギーにより、Ｓｉ含有層が有するＳｉ－Ｃｌ結合、Ｓｉ－Ｈ結合が切断される。Ｓｉとの結合を切り離されたＣｌ、Ｈは、Ｓｉ含有層から脱離することとなる。そして、Ｃｌ、Ｈ等が脱離することで未結合手（ダングリングボンド）を有することとなったＳｉ含有層中のＳｉが、NH_3ガスに含まれるＮと結合し、Ｓｉ－Ｎ結合が形成されることとなる。この反応が進行することにより、Ｓｉ含有層は、ＳｉおよびＮを含む層、すなわち、シリコン窒化層（ＳｉＮ層）へと変化させられる（改質される）。

[0056] Ｓｉ含有層をＳｉＮ層へ変化させた後、バルブ２４３ｂを閉じ、NH_3ガスの供給を停止する。また、棒状電極２６９，２７０間への高周波電力の供給を停止する。そして、ステップＳ４と同様の処理手順、処理条件により、処理室２０１内に残留するNH_3ガスや反応副生成物を処理室２０１内から排除する（Ｓ６）。なお、このステップＳ６を省略してもよい。

[0057] 窒化剤、すなわち、プラズマ励起させるＮ含有ガスとしては、NH_3ガスの他、ジアゼン（N_2H_2）ガス、ヒドラジン（N_2H_4）ガス、N_3H_8ガス等の窒化

水素系ガスや、これらの化合物を含むガス、または、窒素（N_2）ガス等を用いることができる。

[0058] 不活性ガスとしては、N_2ガスの他、例えば、ステップＳ４で例示した各種希ガスを用いることができる。

[0059]（所定回数実施：Ｓ７）

上述したＳ３，Ｓ４，Ｓ５，Ｓ６をこの順番に沿って非同時に、すなわち、同期させることなく行うことを１サイクルとし、このサイクルを所定回数（ｎ回）、すなわち、１回以上行う（Ｓ７）ことにより、ウエハ２００上に、所定組成および所定膜厚のＳｉＮ膜を形成することができる。上述のサイクルは、複数回繰り返すことが好ましい。すなわち、１サイクルあたりに形成されるＳｉＮ層の厚さを所望の膜厚よりも小さくし、ＳｉＮ層を積層することで形成されるＳｉＮ膜の膜厚が所望の膜厚になるまで、上述のサイクルを複数回繰り返すことが好ましい。

[0060]（大気圧復帰ステップ：Ｓ８）

上述の成膜処理が完了したら、ガス供給管２３２ｃ，２３２ｄのそれぞれから不活性ガスとしてのN_2ガスを処理室２０１内へ供給し、排気管２３１から排気する。これにより、処理室２０１内が不活性ガスでパージされ、処理室２０１内に残留するガスや反応副生成物等が処理室２０１内から除去される（不活性ガスパージ）。その後、処理室２０１内の雰囲気が不活性ガスに置換され（不活性ガス置換）、処理室２０１内の圧力が常圧に復帰される（Ｓ８）。

[0061]（搬出ステップ：Ｓ９）

その後、ボートエレベータ１１５によりシールキャップ２１９が下降されて、マニホールド２０９の下端が開口されるとともに、処理済のウエハ２００が、ボート２１７に支持された状態でマニホールド２０９の下端から反応管２０３の外部に搬出（ボートアンロード）される（Ｓ９）。ボートアンロードの後は、シャッタ２１９ｓが移動させられ、マニホールド２０９の下端開口がＯリング２２０ｃを介してシャッタ２１９ｓによりシールされる（シ

ャッタクローズ）。処理済のウエハ２００は、反応管２０３の外部に搬出された後、ボート２１７より取り出されることとなる（ウエハディスチャージ）。なお、ウエハディスチャージの後は、処理室２０１内へ空のボート２１７を搬入するようにしてもよい。

[0062] 以上の成膜工程（ステップＳ３~ステップＳ７）において、ウエハ面内膜厚分布均一性を高めるために、処理ガスの供給中にボート２１７は回転機構２６７によって所定の回転速度で回転される。すなわち、ウエハ２００を回転させることにより、バッファ構造３００の壁面に形成されたガス供給孔２５０ｃ、または、ノズル２４９ａに形成されたガス供給孔２５０ａから噴出したガスは、ウエハ２００に周方向において均等に接触する状態になるので、ウエハ面内膜厚分布均一性（面内膜厚均一性）を向上させることができる。

[0063] 次に、上述した基板処理工程においてウエハ面内膜厚分布均一性を向上させるために、ボート２１７の回転速度を制御する方法について以下に説明する。

[0064] ＜比較例＞

後述する実施例の比較対象例として、回転速度を一定に制御した場合の膜厚分布の一例を図５に示している。図５では、向かって左側の膜厚が厚く、右から右下にかけて薄い分布となっている。つまり、ボート２１７を一定の回転速度で回転させていると、ウエハ面内膜厚分布均一性が悪くなってしまう。そこで、本実施形態における基板処理工程においては、以下の実施例１～実施例３に示すように、ボート２１７の回転速度を変化させるように制御している。ここで、回転速度を切り替えるタイミングは、以下で詳述する領域の境界がガス供給部のガス供給孔の前面に位置する時である。

[0065] ＜実施例１＞

本実施例では、使用する処理ガスのガス種やガス流量、処理温度などのパラメータから割り出したウエハ上に形成される薄膜の成膜分布傾向を予め記憶装置１２１ｃまたは外部記憶装置１２３に記憶させることで記録しておき、その記録した情報に基づき、薄膜が厚く形成される領域と薄く形成される

領域とで回転速度を変更することで、ウエハ面内均一性を向上させる。

[0066] 以下に、図５に示した場合のウエハの成膜傾向を有するプロセスを使用する場合のボート２１７を回転させる速度を１回転内で変化させる例について図６（Ａ）及び図６（Ｂ）を用いて説明する。

[0067] 図６（Ａ）に示されているように３本の保持柱２１７ａ～２１７ｃを有するボート２１７において、中央の保持柱２１７ａのウエハ２００の中心を挟んで対向するウエハ２００の外縁となる位置（本実施例においてはウエハノッチ位置）を回転の始点である基準（０度）として、図５及び図６（Ａ）に示されている回転速度が一定の場合のウエハの成膜傾向に基づいて、ボート２１７の回転速度を変化させる角度位置（回転角）と、その角度位置における回転速度を設定する。具体的には、例えば、ボート２１７の１回転当たりの時間を予め４３秒と設定する。この１回転当たりの時間（４３秒）を基準にして、向かって左側の膜厚の厚くなり易い領域である０度～１６０度（領域Ａ）の回転速度ｒ１を１．９ｒｐｍ、左側より膜厚の薄い右上側の領域である１６０度～２６０度（領域Ｂ）の回転速度ｒ２を１．４ｒｐｍ、右下側の膜厚の薄くなり易い領域である２６０度～３６０度（領域Ｃ）の回転速度ｒ３を１．０ｒｐｍ、と設定する。

[0068] すなわち、１回転当たりの時間を予め設定した上で、回転速度が一定の場合のウエハの成膜傾向に基づいて、ガス供給中のガス供給孔２５０ａ，２５０ｃが膜厚の厚くなり易い領域を通過する際にはボート２１７の回転速度を速くする。これによって、単位時間あたりに回転方向に移動する距離を示す単位回転移動距離あたりのウエハ２００表面に供給されるガス供給量（ウエハ２００表面へのガス到達量、または、ガス照射時間）を少なくする。また、ガス供給中のガス供給孔２５０ａ，２５０ｃが膜厚の薄くなり易い領域を通過する際にはボート２１７の回転速度を遅くする。これによって、単位回転移動距離あたりのガス供給量を多くする。

[0069] このように制御部１２１によって回転機構２６７を制御することで、ウエハ２００表面における膜厚の厚くなり易い所定領域へのガス接触時間（ガス

供給時間）を短くし、膜厚の薄くなり易い所定領域へのガス接触時間を長くすることが可能となり、当該領域においてガスが接触する量（曝露量）を少なく（または多く）することが可能となる。したがって、図６（Ｂ）に示すようにウエハ上に形成される膜の面内膜厚均一性を向上させることが可能となる。

[0070] ここで、各領域における回転速度は、例えば以下のように設定されることが好ましい。すなわち、基準となる回転速度に対して、１倍より大きく、１０倍以下となる速度範囲を高速、０．１倍以上、１倍未満となる速度範囲を低速として記憶装置１２１ｃまたは外部記憶装置１２３に記憶させておき、適宜回転速度を制御することが好ましい。仮に高速域の回転速度を基準となる回転速度に比べて１０倍よりも大きくなるように制御した場合、ウエハ２００にかかる遠心力が大きくなりすぎてしまい、ボート２１７に載置されているウエハ２００にズレが生じたり、ボート２１７からウエハ２００が飛び出したりしてしまう可能性が生じるだけでなく、回転振動によるウエハ２００載置面とボート載置部との摩擦によりパーティクルが生じ易くなってしまう。また、低速域の回転速度を基準となる回転速度に比べて０．１倍よりも小さくなるように制御した場合、回転速度が遅くなりすぎてしまい、スループットが小さくなってしまう。

[0071] なお、供給した処理ガスがウエハ上を流れる過程で自己分解率が変化する場合、すなわち、処理室内供給直後には自己分解されている量が少なく、ウエハ２００の下流側で自己分解されている量が多くなるような環境下（ガス種、成膜温度）でガスを供給する場合には、ガス供給中のガス供給孔が膜厚の薄くなり易い領域の１８０度反対側を通過する際にボートの回転速度を遅くなるように設定することで、ウエハ２００表面の膜厚が薄くなり易い領域をガス流れの下流に位置させた状態で、ウエハ２００表面に供給されるガス供給量が多くなるようにし、ガス供給中のガス供給孔が膜厚の厚くなり易い領域の１８０度反対側を通過する際にボートの回転速度を速くなるように設定することで、膜厚が厚くなり易い領域をガス流れの下流に位置させた状態

で、ウエハ２００表面に供給されるガス供給量が少なくなるように、回転機構２６７を制御することによって、ウエハの膜厚を均一に形成するように制御してもよい。

[0072] また、好ましくは、コントローラ１２１は、ボート２１７の回転速度を変更する際にはボート２１７の回転を停止しないで、連続して行うように制御する。回転速度の変更を連続して行うことにより、ボート２１７とウエハ２００との擦れを抑制し、パーティクルの発生を低減することができる。また、保持溝２１７ｄからのウエハ２００のずれや、落下が防止される。

[0073] また、上記の内容では、ボート２１７の回転の始点である基準位置、すなわち、回転角度０度となる位置を中央の保持柱２１７ａにおけるウエハ２００の中心を挟んで対向するウエハ２００の外縁となる位置として位置決めしたが、これに限らず、保持柱２１７ｂ、２１７ｃにおけるウエハ２００の中心を挟んで対向するウエハ２００の外縁となる位置を基準位置として定めてもよいし、保持柱２１７ａ～２１７ｃの少なくともいずれか１つのウエハ２００保持位置を基準位置としてもよい。また、本実施例のように垂直多段にウエハ２００を保持する場合には、ウエハ２００の中心の代わりに回転機構２６７の回転軸２５５を中心とみなすことで基準位置を定めてもよい。

[0074] さらに、回転の始点である基準位置は、保持柱２１７ａ～２１７ｃの位置に対して決めることに限定されず、予め記憶してある膜厚分布の傾向から、回転速度を変更させる領域を先行して決定し、その領域における任意の境界を回転の基準位置と設定してもよい。

[0075] そして、図４に示す基板処理工程を用いて、コントローラ１２１が回転機構２６７を上述した回転速度と角度位置とをパラメータとして制御して、予め設定された１回転当たりの時間でボート２１７の回転速度を１回転内で変化させることにより、円周方向の膜厚分布を調整することができ、図６（Ｂ）に示すように、同心円状の分布となって均一性が向上し、処理時間を一定にしてスループットを向上させることができる。

[0076] ここで、例えばステップＳ３におけるＤＣＳガスをウエハ２００に供給す

る時間を５秒、ステップＳ４におけるパージガスをウエハ２００に供給する時間を１０秒、ステップＳ５におけるNH_3ガスをウエハ２００に供給する時間を２０秒、ステップＳ６におけるパージガスをウエハ２００に供給する時間を１０秒として、ガスの供給周期Ｔは４５秒となるようにそれぞれの処理ガス供給時間を設定している。

[0077] 上述の実施例においては、ウエハの１回転周期：Ｐ＝４３ｓｅｃ、ガス供給周期：Ｔ＝４５ｓｅｃとなるため、ウエハが１回転に要する時間よりもガス供給周期が２ｓｅｃ長いので、ウエハの回転位置とガス供給ノズルの相対位置がかなりのサイクルまで同期しないため、面内膜厚均一性はウエハの回転位置とガス供給ノズルの相対位置が同期する場合に比して、より向上させることができる。ウエハの回転位置とガス供給ノズルの相対位置が同期すると、再び同一の箇所でガスを供給してしまい、その毎回ガス供給時にガス流れの上流に位置するウエハ領域に形成される膜が厚くなってしまう。このため、本来ウエハを回転させた時は同心円状の分布になって均一性が向上するはずであるが、ウエハの回転周期とガス供給周期とが同期した場合はその効果が得られない。

[0078] したがって、本実施例では以下の数式（１）を満たすように回転周期Ｐとガス供給周期Ｔを微調整する。

｜ｍＰ－ｎＴ｜＞≠０（ｎ、ｍは自然数） （１）

（＞≠０は真に０より大きいということを表し、｜｜は絶対値を表す。）

この式（１）を満たせば、例えばガス供給サイクル中の同一のガスの供給開始タイミングが、ウエハの回転位置と同期することを防ぐことができ、均一性を改善することが可能である。

[0079] なお、この式（１）が満たされるべき時間について考慮すると、もちろん成膜時間内全てで満たされれば十分であるが、条件は少し弱めてもよく、例えば１０サイクル相当時間（上の記号を使うと１０Ｔ（ｓｅｃ）まで）同期しなければ、ガス吹出しのタイミングは十分分散されて均一性的には問題はないと考えられる。

[0080] すなわち、予め設定された１回転当たりの時間内で、薄膜厚領域とそれ以外の領域のボートの回転速度と角度位置を任意に指定して、ウエハの回転周期とガス供給周期とが相当時間同期しないようにすることができ、ウエハ面内膜厚分布均一性を向上させることができる。また、ガス供給サイクル数（要求膜厚）に応じて、ボートの回転速度を変化させることができる。

[0081] ＜実施例２＞

本実施例では、ウエハ２００を保持する保持柱２１７ａ～２１７ｃを基準とした範囲に基づいてボート２１７を回転させる回転速度を１回転内で変化させる。つまり、保持柱２１７ａ～２１７ｃの位置と間隔に基づいてボート２１７を回転させる回転速度を１回転内で変化させる。これは、ボート２１７が一定速度で回転していると、ボート２１７の保持柱２１７ａ～２１７ｃが噴出したガスの流れの遮蔽物になるために、ウエハ面内膜厚分布均一性が保持柱２１７ａ～２１７ｃ周辺で悪くなる。

[0082] そこで、本実施例においては、コントローラ１２１が回転機構２６７を回転速度と角度位置とをパラメータとして制御して、予め設定された１回転当たりの時間を変更することなく、ガスを供給しているガス供給孔２５０ａ、２５０ｃの位置と保持柱２１７ａ～２１７ｃを基準とした範囲内である角度位置に応じてボート２１７を回転させる速度を１回転内で変化させることにより、ウエハ面内膜厚分布均一性が保持柱２１７ａ～２１７ｃ周辺で悪くなる現象を防止するものとした。

[0083] すなわち、コントローラ１２１が、ガス供給時のガス供給孔２５０ａ、２５０ｃが保持柱２１７ａ～２１７ｃを基準として例えば±１５度の範囲内を通過する場合のボート２１７の回転速度を、範囲外を通過する場合のボート２１７の回転速度に比べて低速となるように回転機構２６７を制御してボート２１７の回転速度を制御する。

[0084] 例えば、図７に示されているように３本の保持柱２１７ａ～２１７ｃを有するボート２１７において、中央の保持柱２１７ａに対向する位置（本実施例においてはウエハノッチ位置）を基準（０度）として、ボート２１７の回

転速度を変化させる角度位置と、その角度位置における回転速度を設定する。具体的には、例えば、ボート２１７の１回転当たりの時間を予め６２秒と設定する。この１回転当たりの時間を基準にして、保持柱２１７ｃから±１５度である７５度～１０５度、１６５度～１９５度、２５５度～２８５度の回転速度ｒ４を０．４ｒｐｍ、保持柱２１７ｃのない領域であって、保持柱２１７ｃの間隔の広い０度～７５度及び２８５度～３６０度の回転速度ｒ５を３．０ｒｐｍ、保持柱２１７ｃのない領域であって、保持柱２１７ｃの間隔の狭い１０５度～１６５度、１９５度～２５５度の回転速度ｒ６を１．３ｒｐｍ、と設定する。

[0085] そして、図４に示す基板処理工程を用いて、コントローラ１２１が回転機構２６７を上述した回転速度と角度位置とをパラメータとして制御して、予め設定された１回転当たりの時間で、ボート２１７の回転速度を１回転内で変化させることにより、円周方向の膜厚分布を調整することができ、同心円状の分布になって均一性が向上し、処理時間を一定にしてスループットを向上させることができる。

[0086] また、上述した実施例１と同様に、例えばステップＳ３におけるＤＣＳガスをウエハ２００に供給する時間を５秒、ステップＳ４におけるパージガスをウエハ２００に供給する時間を１０秒、ステップＳ５におけるNH_3ガスをウエハ２００に供給する時間を２０秒、ステップＳ６におけるパージガスをウエハ２００に供給する時間を１０秒として、ガスの供給周期Ｔを４５秒とする。このようにガス供給時間を設定した場合、本実施例においては、ウエハの１回転周期：Ｐ＝６２ｓｅｃ、ガス供給周期：Ｔ＝４５ｓｅｃとなるため、ウエハが１回転に要する時間よりもガス供給周期が１７ｓｅｃ短いので、ウエハの回転位置とガス供給ノズルの相対位置がかなりのサイクルまで同期しないため、面内膜厚均一性は向上するものとなる。

[0087] すなわち、保持柱２１７ｃがガス供給孔２５０ａ，２５０ｃの周辺を通過する際には、ボート２１７の回転速度を低速にすることにより、保持柱２１７ａ～２１７ｃ周辺のガス供給量を増加させ、ウエハ面内膜厚均一性が保持

柱２１７ａ～２１７ｃ周辺で悪くなる現象を防止してウエハ面内膜厚均一性を向上させることができる。なお、供給するガス種によっては、保持柱２１７ａ～２１７ｃがガス供給孔２５０ａ，２５０ｃの周辺を通過する際には、ボート２１７の回転速度を高速にし、それ以外の領域を通過する際には低速になるように設定する場合もある。なお、各領域における回転速度は、実施例１に記載の設定方法によって設定されることが好ましい。

[0088] ＜実施例３＞

本実施例では、処理ガスの供給イベント毎、すなわちガス供給工程毎にボート２１７を回転させる回転速度を変化させるよう、回転機構２６７を制御する。

[0089] 本実施例においては、コントローラ１２１がガスの供給時間と回転機構２６７の角度位置とをパラメータとしてガス供給工程毎の回転速度を制御して、ガス供給工程に応じてボート２１７を回転させる速度を変化させることにより、ウエハ面内膜厚分布均一性を向上させるものである。

[0090] 具体的には、図８に示すように例えば、ステップＳ３におけるＤＣＳガスを供給する際のボート回転速度を１２ｒｐｍ、ステップＳ４，Ｓ６におけるパージガスを供給する際のボート回転速度をそれぞれ６ｒｐｍ、ステップＳ５におけるNH_3ガスを供給する際のボート回転速度を３ｒｐｍとする。また、ステップＳ３におけるＤＣＳガスをウエハ２００に供給する時間を５秒、ステップＳ４におけるパージガスをウエハ２００に供給する時間を１０秒、ステップＳ５におけるNH_3ガスをウエハ２００に供給する時間を２０秒、ステップＳ６におけるパージガスをウエハ２００に供給する時間を１０秒としてガスの供給周期Ｔを４５秒とする。

[0091] このように回転速度を制御することによって、ボート２１７が１回転するのに必要な時間が、各ガスが供給される時間と同一となり、ボート２１７が１回転する間中、同一ガスが供給され続けることとなる。これにより保持柱２１７ａ～２１７ｃの影響を気にすることなく、ウエハ２００上に均一に所定の膜を形成することが可能となる。

[0092] すなわち、本実施例によれば、ガス供給工程に応じてボート２１７を回転させる速度を変化させることにより、小サイクル数の工程や供給時間の短い工程においてもウエハ面内膜厚分布均一性を向上させることができる。

[0093] なお、上記実施形態において、ＤＣＳガスとNH_3ガスを供給してＳｉＮ膜を形成する例について説明したが、本発明はこのような態様に限定されず、少なくとも２つのガス種を用いて成膜する構成について、好適に適用することが可能となる。

[0094] また、上記実施形態において、１回転当たりに少なくとも２回、ボートの回転速度を変化させる例について説明したが、本発明はこのような態様に限定されず、少なくとも１回変化させる構成について、好適に適用することが可能となる。

[0095] また、上記実施形態において、ボート２１７の回転速度を変化させる角度位置を決定する基準としてウエハノッチ位置を使用する例について説明したが、本発明はこのような態様に限定されず、保持柱２１７ａ～２１７ｃのいずれか１つに保持されたウエハ２００の載置位置を基準として設定構成について、好適に適用することが可能となる。

[0096] また、上記実施形態において、反応ガス供給工程において、反応ガスをプラズマ化して処理室内に供給する例について説明したが、本発明はこのような態様に限定されず、熱処理などのプラズマを用いない構成についても、好適に適用することが可能となる。

[0097] また、上記実施形態では、原料ガスを供給した後に反応ガスを供給する例について説明したが、本発明はこのような態様に限定されず、原料ガス、反応ガスの供給順序は逆でもよい。すなわち、反応ガスを供給した後に原料ガスを供給するようにしてもよい。供給順序を変えることにより、形成される膜の膜質や組成比を変化させることが可能となる。

[0098] また、上記実施形態では、ウエハ２００上にＳｉＮ膜を形成する例について説明した。本発明はこのような態様に限定されず、ウエハ２００上に、シリコン酸化膜（ＳｉＯ膜）、シリコン酸炭化膜（ＳｉＯＣ膜）、シリコン酸

炭窒化膜（ＳｉＯＣＮ膜）、シリコン酸窒化膜（ＳｉＯＮ膜）等のＳｉ系酸化膜を形成する場合や、ウエハ２００上にシリコン炭窒化膜（ＳｉＣＮ膜）、シリコン硼窒化膜（ＳｉＢＮ膜）、シリコン硼炭窒化膜（ＳｉＢＣＮ膜）、硼炭窒化膜（ＢＣＮ膜）等のＳｉ系窒化膜を形成する場合にも、好適に適用可能である。これらの場合、反応ガスとしては、Ｏ含有ガスの他、C_3H_6等のＣ含有ガスや、NH_3等のＮ含有ガスや、BCl_3等のＢ含有ガスを用いることができる。

[0099] また、本発明は、ウエハ２００上に、チタン（Ｔｉ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、ハフニウム（Ｈｆ）、タンタル（Ｔａ）、ニオブ（Ｎｂ）、アルミニウム（Ａｌ）、モリブデン（Ｍｏ）、タングステン（Ｗ）等の金属元素を含む酸化膜や窒化膜、すなわち、金属系酸化膜や金属系窒化膜を形成する場合においても、好適に適用可能である。すなわち、本発明は、ウエハ２００上に、ＴｉＮ膜、ＴｉＯ膜、ＴｉＯＣ膜、ＴｉＯＣＮ膜、ＴｉＯＮ膜、ＴｉＢＮ膜、ＴｉＢＣＮ膜等の金属系薄膜を形成する場合にも、好適に適用することが可能となる。

[0100] これらの場合、例えば、原料ガスとして、テトラキス（ジメチルアミノ）チタンガス、テトラキス（エチルメチルアミノ）ハフニウムガス、テトラキス（エチルメチルアミノ）ジルコニウムガス、トリメチルアルミニウムガス、チタニウムテトラクロライドガス、ハフニウムテトラクロライドガス等を用いることができる。反応ガスとしては、上述の反応ガスを用いることができる。

[0101] すなわち、本発明は、半金属元素を含む半金属系膜や金属元素を含む金属系膜を形成する場合に、好適に適用することができる。これらの成膜処理の処理手順、処理条件は、上述の実施形態や変形例に示す成膜処理と同様な処理手順、処理条件とすることができる。これらの場合においても、上述の実施形態や変形例と同様の効果が得られる。

[0102] 成膜処理に用いられるレシピは、処理内容に応じて個別に用意し、電気通信回線や外部記憶装置１２３を介して記憶装置１２１ｃ内に格納しておくこ

とが好ましい。そして、各種処理を開始する際、ＣＰＵ１２１ａが、記憶装置１２１ｃ内に格納された複数のレシピの中から、処理内容に応じて適正なレシピを適宜選択することが好ましい。これにより、１台の基板処理装置で様々な膜種、組成比、膜質、膜厚の薄膜を汎用的に、かつ、再現性よく形成することができるようになる。また、オペレータの負担を低減でき、操作ミスを回避しつつ、各種処理を迅速に開始できるようになる。

[0103] 上述のレシピは、新たに作成する場合に限らず、例えば、基板処理装置に既にインストールされていた既存のレシピを変更することで用意してもよい。レシピを変更する場合は、変更後のレシピを、電気通信回線や当該レシピを記録した記録媒体を介して、基板処理装置にインストールしてもよい。また、既存の基板処理装置が備える入出力装置１２２を操作し、基板処理装置に既にインストールされていた既存のレシピを直接変更するようにしてもよい。

[0104] 以上、本発明の種々の典型的な実施形態及び実施例を説明してきたが、本発明はそれらの実施形態及び実施例（数値含む）に限定されず、適宜組み合わせて用いることもできる。

符号の説明

[0105] １２１　コントローラ（制御部）
２００　ウエハ（基板）
２０１　処理室
２０７　ヒータ（加熱装置）
２１７　ボート（基板保持具）
２１７ａ，２１７ｂ，２１７ｃ　保持柱
２３２ａ，２３２ｂ，２３２ｃ，２３２ｄ　ガス供給管
２３７　バッファ室
２４９ａ，２４９ｂ　ノズル
２５０ａ，２５０ｂ，２５０ｃ　ガス供給孔
２６７　回転機構

３００　　バッファ構造（バッファ部）

請求の範囲

[請求項1] 基板を処理する処理室と、

前記処理室内で前記基板を保持する基板保持具と、

前記基板保持具を回転させる回転機構と、

前記回転機構を制御して前記基板保持具の回転速度を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、予め設定された１回転あたりの時間を変更することなく、前記基板保持具の回転速度が１回転内で変化するように前記回転機構を制御するよう構成される基板処理装置。

[請求項2] 前記基板保持具は、前記基板を保持するための複数の保持柱を備え、

前記制御部は、前記複数の保持柱の少なくともいずれかに前記基板の中心を挟んで対向する前記基板の外縁の位置からの回転角度によって規定される前記基板の領域のうち、所定の範囲の回転角度によって規定された領域が、前記基板に対して複数の処理ガスを供給するガス供給部の供給口の前面を通過する場合の前記回転速度を、前記所定の範囲の回転角度によって規定された領域以外の領域が前記供給口の前面を通過する場合の回転速度よりも低速となるように前記回転機構を制御するよう構成される請求項１に記載の基板処理装置。

[請求項3] 基板を処理する処理室と、前記処理室内で前記基板を保持する基板保持具と、前記基板保持具を回転させる回転機構と、前記回転機構を制御して前記基板保持具の回転速度を制御する制御部とを有する基板処理装置の前記処理室内へ前記基板を保持した前記基板保持具を搬入する工程と、

前記処理室内に処理ガスを供給しつつ、前記制御部により予め設定された１回転あたりの時間を変更することなく、前記基板保持具の回転速度が１回転内で変化するように前記回転機構を制御して、所定の基板処理を行う工程と、

前記処理室から前記基板保持具を搬出する工程と、

を有する半導体装置の製造方法。

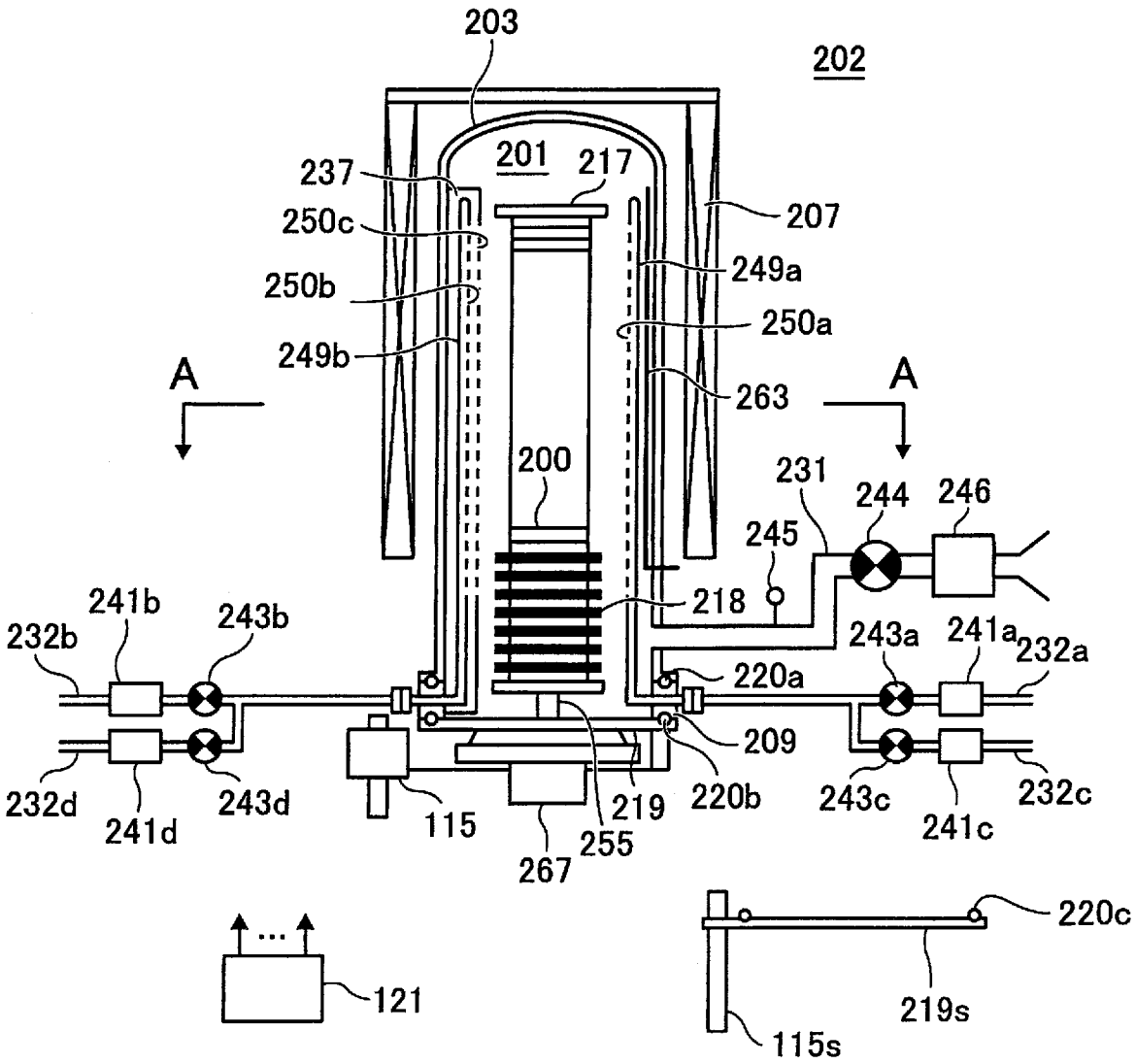
[請求項4] 基板を処理する処理室と、前記処理室内で前記基板を保持する基板保持具と、前記基板保持具を回転させる回転機構と、前記回転機構を制御して前記基板保持具の回転速度を制御する制御部とを有する基板処理装置の前記処理室内へ前記基板を保持した前記基板保持具を搬入する手順と、

前記処理室内に処理ガスを供給しつつ、前記制御部により予め設定された1回転あたりの時間を変更することなく、前記基板保持具の回転速度が1回転内で変化するように前記回転機構を制御して、所定の基板処理を行う手順と、

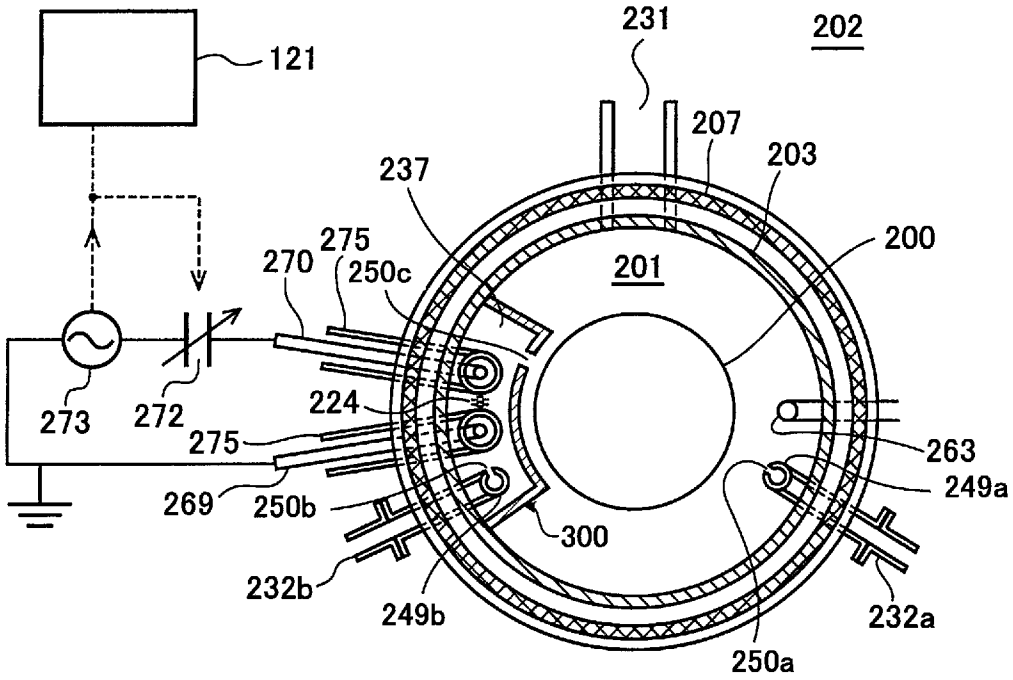
前記処理室から前記基板保持具を搬出する手順と、

をコンピュータによって前記基板処理装置に実行させるためのプログラム。

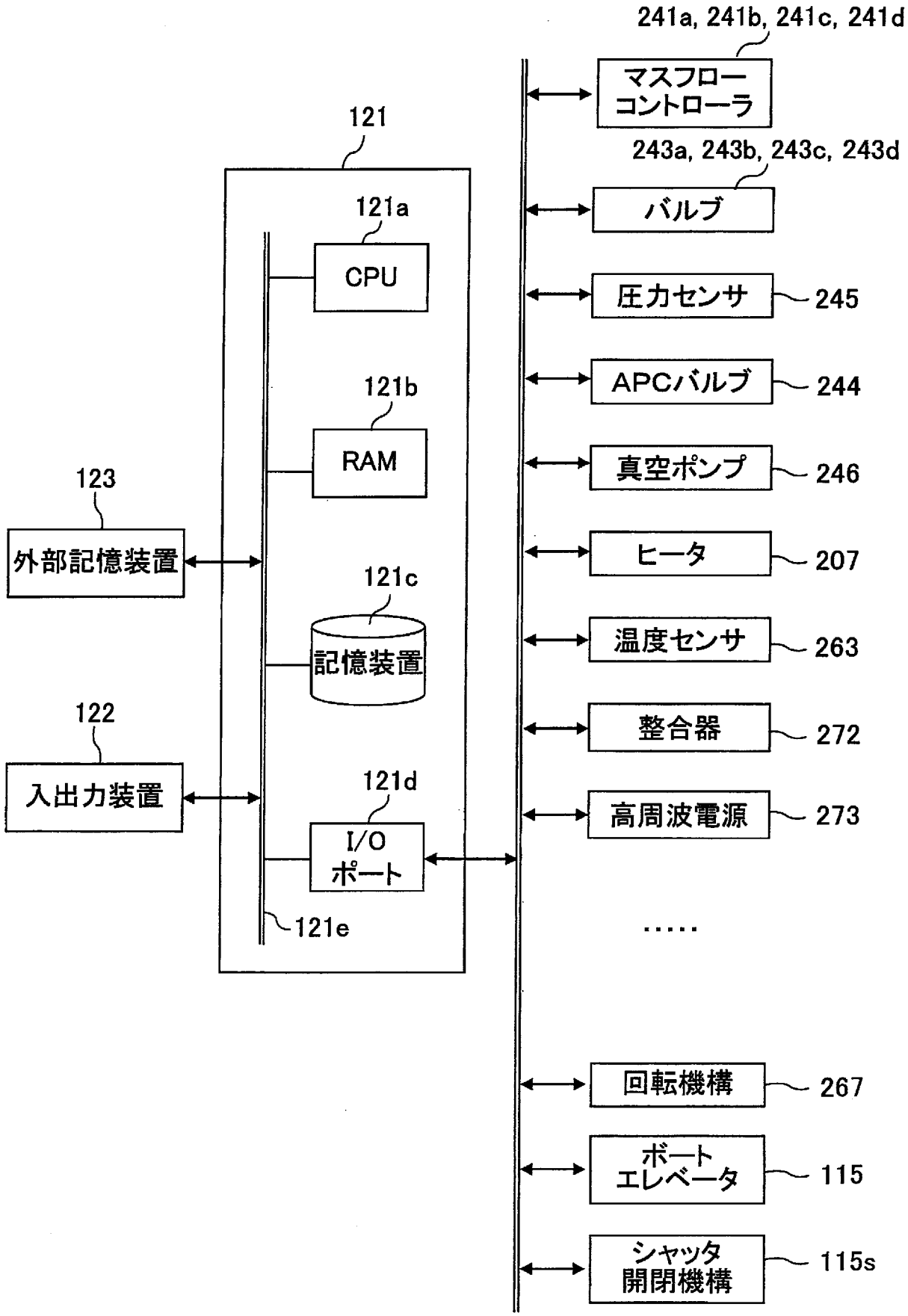
[図1]


203
202
201
217
237
207
250c
249a
250b
250a
249b
263
A
A
200
231
244
246
245
218
241b
243b
232b
243a
241a
232a
220a
209
232d
241d
243d
115
219
220b
243c
241c
232c
267
255
121
220c
219s
115s

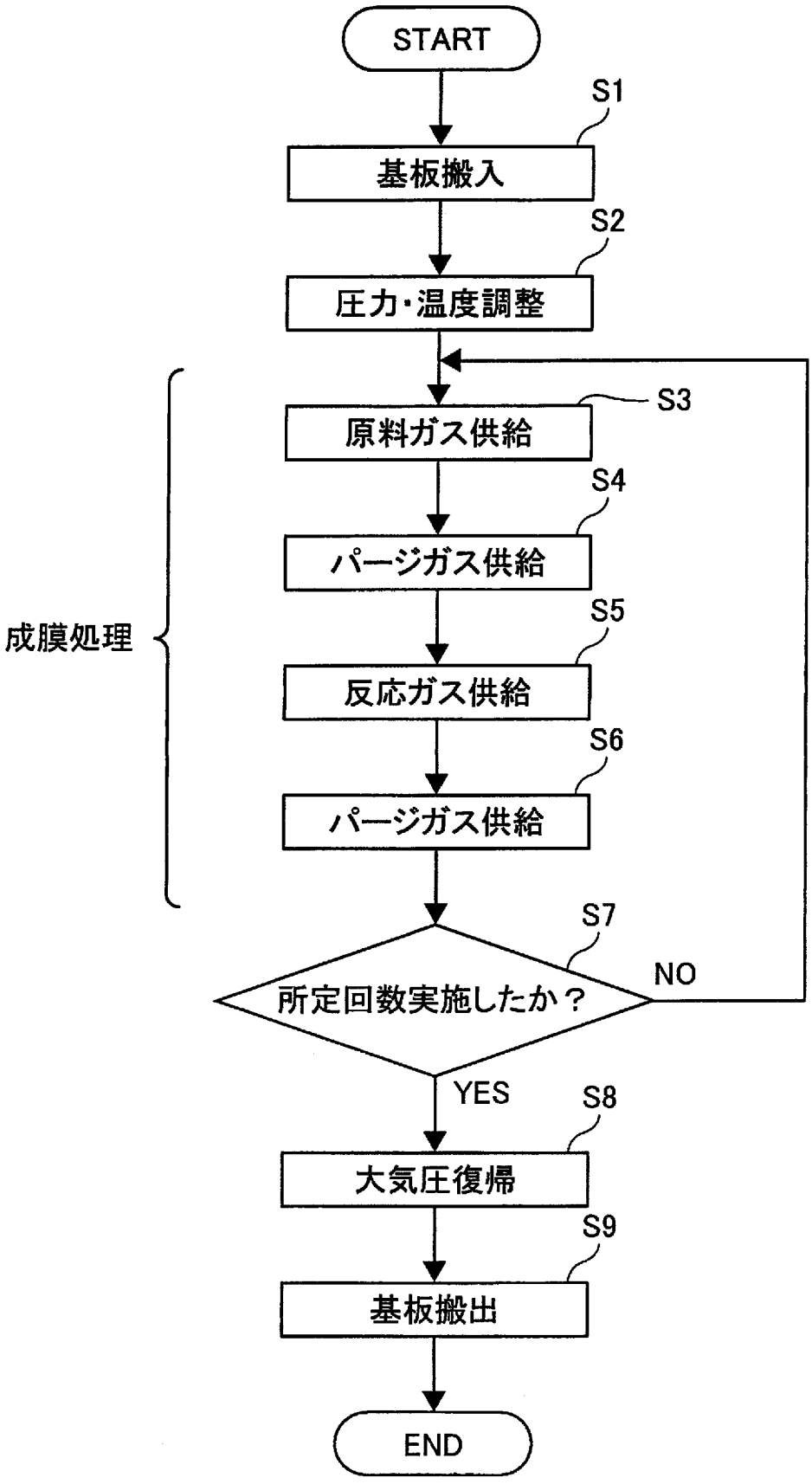
[図2]


121
231
202
207
203
237
200
275
270
250c
201
273
272
224
275
263
249a
269
250b
300
232b
249b
232a
250a

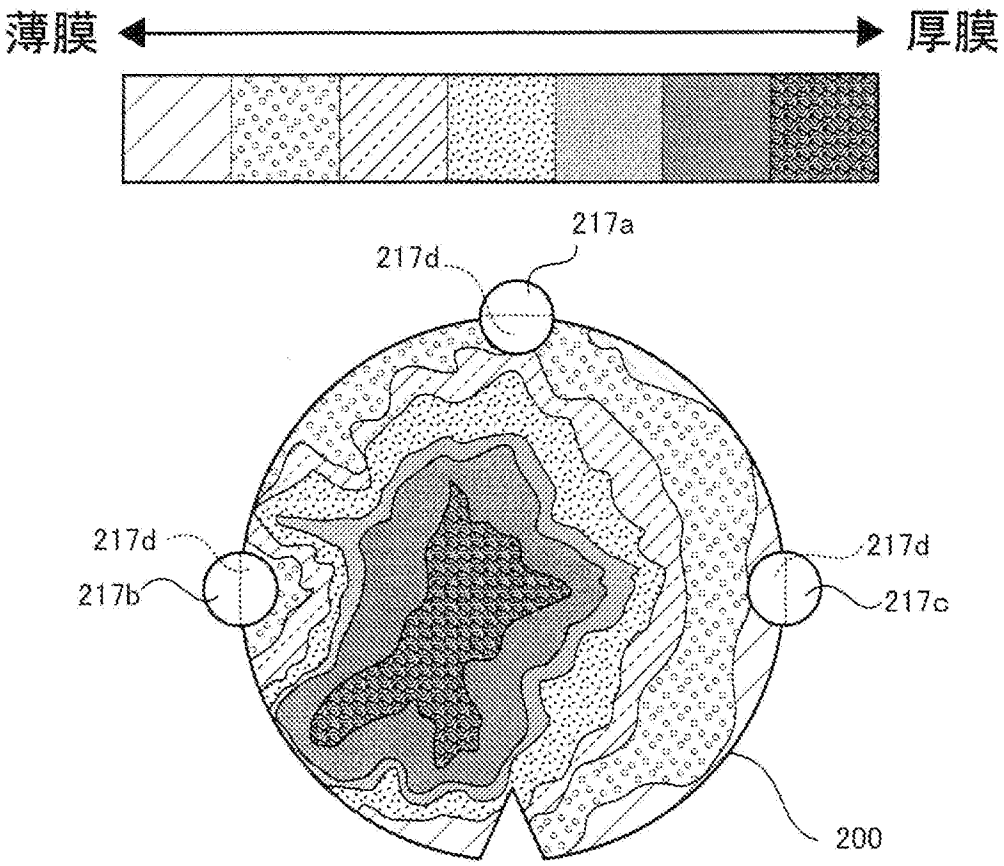
[図3]


241a, 241b, 241c, 241d
マスフローコントローラ
121
243a, 243b, 243c, 243d
バルブ
121a
CPU
圧力センサ
245
APCバルブ
244
121b
RAM
真空ポンプ
246
123
外部記憶装置
ヒータ
207
121c
記憶装置
温度センサ
263
122
整合器
272
入出力装置
121d
I/O
ポート
高周波電源
273
121e
.....
回転機構
267
ボート
エレベータ
115
シャッタ
開閉機構
115s

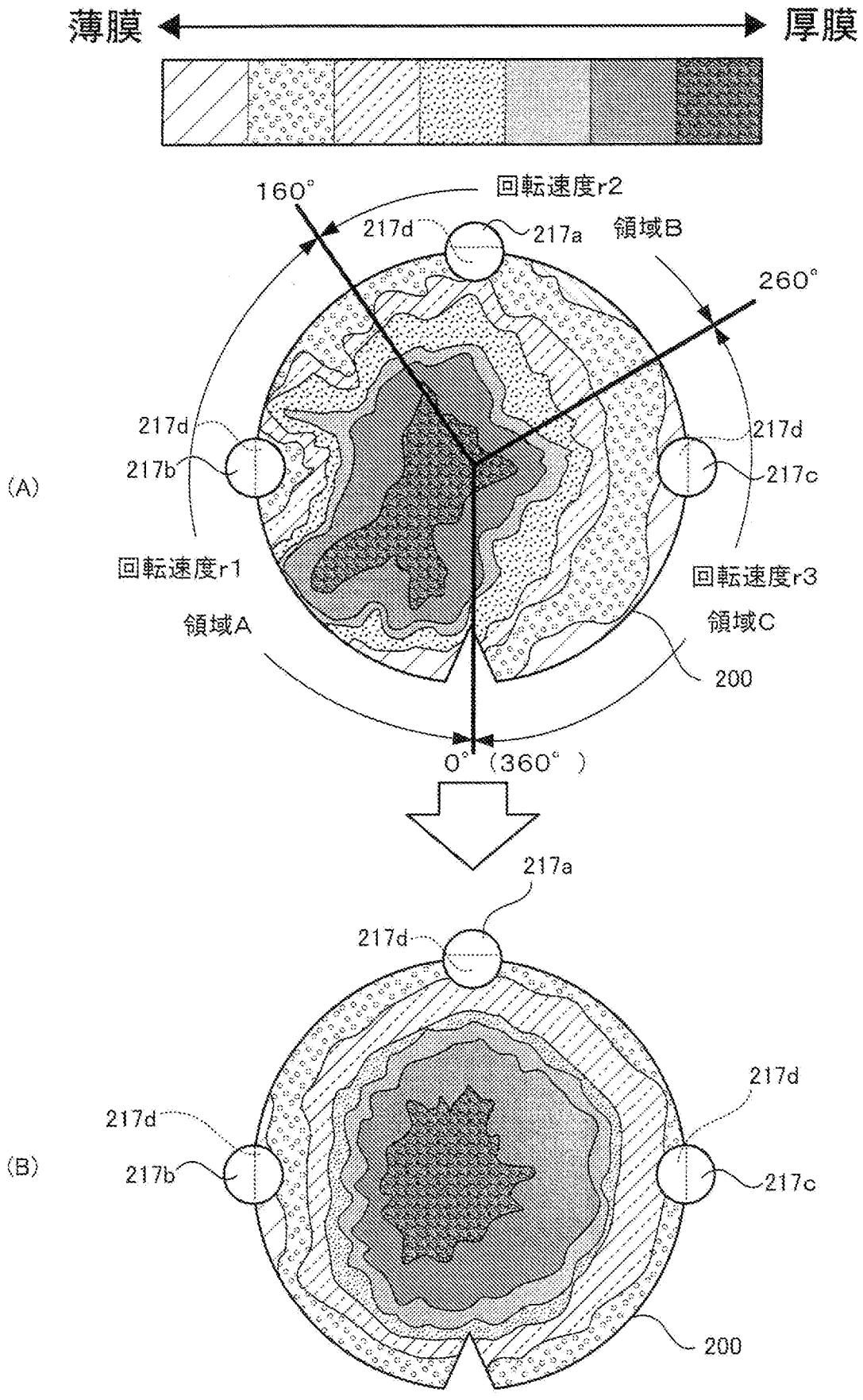
[図4]


START
S1
基板搬入
S2
圧力・温度調整
S3
原料ガス供給
S4
パージガス供給
S5
反応ガス供給
S6
パージガス供給
成膜処理
S7
所定回数実施したか？
NO
YES
S8
大気圧復帰
S9
基板搬出
END

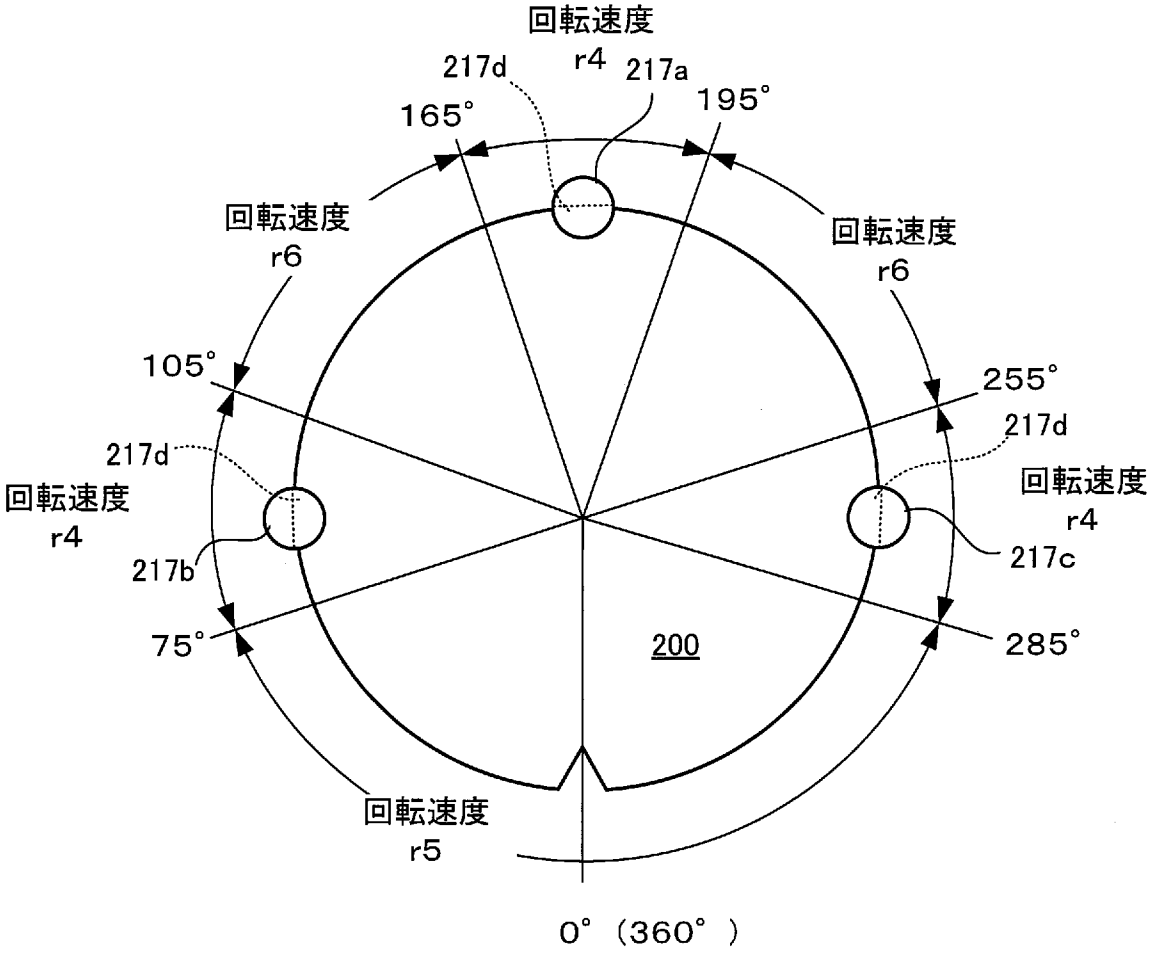
[図5]



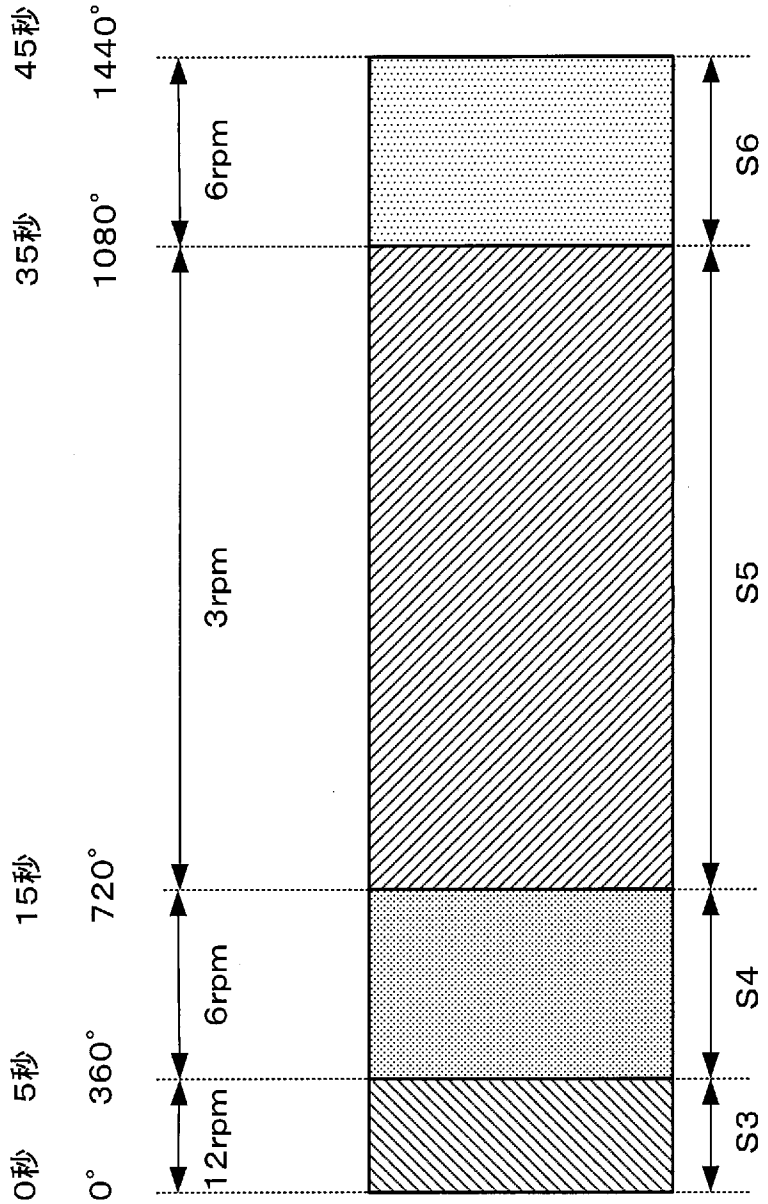
[図6]


薄膜
厚膜
160°
回転速度r2
217d
217a
領域B
260°
217d
217b
217d
217c
(A)
回転速度r1
回転速度r3
領域A
領域C
200
0°（360°）
217a
217d
217d
217d
217b
217c
(B)
200

[図7]


回転速度
r4
217d
217a
165°
195°
回転速度
r6
回転速度
r6
105°
255°
217d
217d
回転速度
r4
回転速度
r4
217c
217b
75°
200
285°
回転速度
r5
0°（360°）

[図8]


0秒
0°
5秒
360°
15秒
720°
35秒
1080°
45秒
1440°
12rpm
6rpm
3rpm
6rpm
S3
S4
S5
S6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/31(2006.01)i, *C23C16/458*(2006.01)i, *H01L21/318*(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)
H01L21/31, C23C16/458, H01L21/318

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2016-213242 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 15 December 2016 (15.12.2016), paragraphs [0018], [0028], [0031] to [0035], [0044], [0058] to [0061]; fig. 1, 3A (Family: none)	1 1-4
X Y	JP 2012-054310 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 15 March 2012 (15.03.2012), paragraphs [0029] to [0032], [0034] to [0036]; fig. 1 (Family: none)	1 1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
20 April 2017 (20.04.17)	09 May 2017 (09.05.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009675

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-123752 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 03 June 2010 (03.06.2010), paragraphs [0010], [0013], [0024], [0027], [0034] to [0037]; fig. 1, 9, 10 (Family: none)	1-4
A	JP 2015-113766 A (Canon Anelva Corp.), 27 August 2015 (27.08.2015), & US 2015/0159645 A1 & DE 102014118183 A & CN 104712527 A & KR 10-2015-0068301 A	1-4
A	JP 2016-156066 A (Tokyo Electron Ltd.), 01 September 2016 (01.09.2016), (Family: none)	1-4
A	US 2016/0362809 A1 (LAM RESEARCH CORP.), 15 December 2016 (15.12.2016), & CN 106245078 A & KR 10-2016-0144914 A	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００９６７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/31(2006.01)i, C23C16/458(2006.01)i, H01L21/318(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/31, C23C16/458, H01L21/318

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
X Y	JP 2016-213242 A（信越半導体株式会社）2016.12.15, 段落［００１８］、［００２８］、［００３１］～［００３５］、［００４４］、［００５８］～［００６１］、図１、図３Ａ（ファミリーなし）	1 1-4
X Y	JP 2012-054310 A（信越半導体株式会社）2012.03.15, 段落［００２９］～［００３２］、［００３４］～［００３６］、図１（ファミリーなし）	1 1-4
Y	JP 2010-123752 A（株式会社日立国際電気）2010.06.03, 段落［０	1-4

☑　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	国際調査報告の発送日
２０．０４．２０１７	０９．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｏ　８３９５
鈴木　聡一郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５９

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
	０１０］、［００１３］、［００２４］、［００２７］、［００３４］～［００３７］、図１、９、１０（ファミリーなし）	
A	JP 2015-113766 A (キヤノンアネルバ株式会社) 2015.08.27, & US 2015/0159645 A1 & DE 102014118183 A & CN 104712527 A & KR 10-2015-0068301 A	1-4
A	JP 2016-156066 A (東京エレクトロン株式会社) 2016.09.01, (ファミリーなし)	1-4
A	US 2016/0362809 A1 (LAM RESEARCH CORPORATION) 2016.12.15, & CN 106245078 A & KR 10-2016-0144914 A	1-4