



(51) 国際特許分類:

H01L 21/31 (2006.01) C23C 16/40 (2006.01)
H01L 21/316 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/007335

(22) 国際出願日: 2020年2月25日(25.02.2020)

(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 2019-034074 2019年2月27日(27.02.2019) JP

(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: 李 根(LI Gen); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC 内 Toyama (JP). 山崎 裕久(YAMAZAKI Hirohisa); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC 内 Toyama (JP).

USA I ELECTRIC 内 Toyama (JP). 寿崎 健一(SUZAKI Kenichi); 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC 内 Toyama (JP).

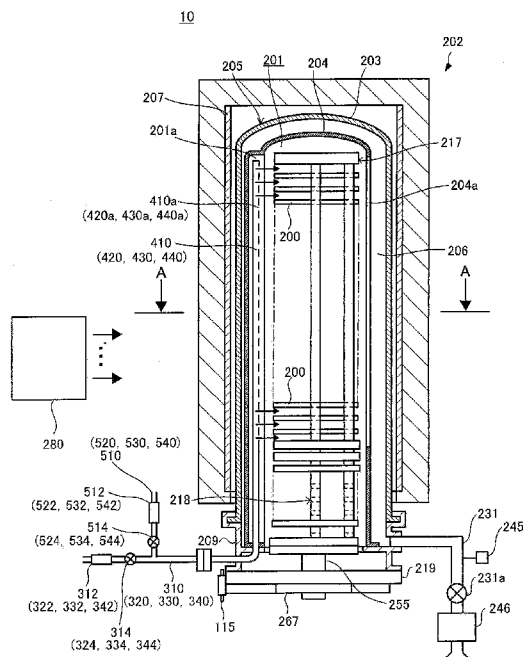
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE PRODUCTION METHOD, SUBSTRATE PROCESSING DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラム

[図1]



(57) Abstract: The present invention provides technology for improving the uniformity of the thickness of a metal oxide film formed upon a substrate. Provided is technology comprising: (a) a step for supplying a metal-containing gas to a substrate in a processing chamber; and (b) a step for supplying an oxygen-containing gas to the substrate in the processing chamber, with the speed of the flow of the oxygen-containing gas being 7.0 m/s to 8.5 m/s, and the partial pressure of the oxygen-containing gas being 9.0 Pa to 12.0 Pa.

(57) 要約: 基板上に形成される金属酸化膜の膜厚均一性を向上させる技術を提供する。(a) 処理室内の基板に対して金属含有ガスを供給する工程と、(b) 処理室内の基板に対して、酸素含有ガスの流速を7.0 m/s以上8.5 m/s以下とし、酸素含有ガスの分圧を9.0 Pa以上12.0 Pa以下として酸素含有ガスを供給する工程と、を有する技術が提供される。

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)）

明 細 書

発明の名称：

半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの微細化、高密度化に伴い、ゲート絶縁膜として金属酸化膜（高誘電率（High- κ ）絶縁膜）が用いられるようになってきている。又、DRAMキャパシタの容量を増大させるために、キャパシタ絶縁膜への金属酸化膜の適用も進んできている。これら金属酸化膜には低温での成膜が要求され、更に表面の平坦性、凹部埋めこみ性、ステップカバレージ性に優れ、かつ異物の少ない成膜方法が求められている。金属酸化膜を形成する手法の一つとして、処理室内に供給する処理ガスの流れを分散させて、基板上にジルコニウム酸化膜などの薄膜を形成する方法がある。（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-67783号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、処理ガスの流れを分散させると基板の中心に十分な量の処理ガスを供給できないことがあり、膜厚均一性が悪くなることがある。

本開示の目的は、基板上に形成される金属酸化膜の膜厚均一性を向上させる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様によれば、

(a) 処理室内の基板に対して金属含有ガスを供給する工程と、

(b) 前記処理室内の前記基板に対して、酸素含有ガスの流速を 7.0 m/s 以上 8.5 m/s 以下とし、前記酸素含有ガスの分圧を 9.0 Pa 以上 12.0 Pa 以下として前記酸素含有ガスを供給する工程と、を有する技術が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板上に形成される金属酸化膜の膜厚均一性を向上させる技術を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の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]図1のA-A線に沿った概略的な横断面図である。

[図3]図1に示す基板処理装置が有するコントローラの構成を示すブロック図である。

[図4]本開示の実施形態における成膜シーケンスを示す図である。

[図5]従来と本開示の実施形態におけるウエハ面内と平均膜厚との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] <本開示の一実施形態>

以下、本開示の一実施形態について、図1～5を参照しながら説明する。基板処理装置10は半導体装置の製造工程において使用される装置の一例として構成されている。

[0009] (1) 基板処理装置の構成

基板処理装置10は、加熱手段（加熱機構、加熱系）としてのヒータ207が設けられた処理炉202を備える。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。

- [0010] ヒータ207の内側には、ヒータ207と同心円状に反応容器（処理容器）を構成するアウトチューブ203が配設されている。アウトチューブ203は、例えば石英（ SiO_2 ）、炭化シリコン（ SiC ）などの耐熱性材料により構成され、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。アウトチューブ203の下方には、アウトチューブ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 ）などの金属により構成され、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の上端部と、アウトチューブ203との間には、シール部材としてのリング（図示せず）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、アウトチューブ203は垂直に据え付けられた状態となる。
- [0011] アウトチューブ203の内側には、反応容器を構成するインナチューブ204が配設されている。インナチューブ204は、例えば石英や SiC などの耐熱性材料により構成され、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。主に、アウトチューブ203と、インナチューブ204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（インナチューブ204の内側）には処理室201が形成されている。
- [0012] 処理室201は、基板としてのウエハ200を後述するボート217によって水平姿勢で鉛直方向に多段に配列した状態で収容可能に構成されている。
- [0013] 処理室201内には、ノズル410、420、430、440がマニホールド209の側壁およびインナチューブ204を貫通するように設けられている。ノズル410、420、430、440には、ガス供給管310、320、330、340が、それぞれ接続されている。ただし、本実施形態の処理炉202は上述の形態に限定されない。ノズル等の数は、必要に応じて、適宜変更される。
- [0014] ガス供給管310、320、330、340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）312, 322, 332, 342開閉弁であるバルブ314, 324, 334, 344がそれぞれ設けられている。ガス供給管310, 320, 330, 340のバルブ314, 324, 334, 344の下流側には、不活性ガスを供給するガス供給管510, 520, 530, 540がそれぞれ接続されている。ガス供給管510, 520, 530, 540には、上流側から順に、流量制御器（流量制御部）であるMFC512, 522, 532, 542および開閉弁であるバルブ514, 524, 534, 544がそれぞれ設けられている。

[0015] ノズル410, 420, 430, 440は、L字型のノズルとして構成されており、その水平部はマニホールド209の側壁およびインナチューブ204を貫通するように設けられている。ノズル410, 420, 430, 440の垂直部は、インナチューブ204の径方向外向きに突出し、かつ鉛直方向に延在するように形成されているチャンネル形状（溝形状）の予備室201aの内部に設けられており、予備室201a内にてインナチューブ204の内壁に沿って上方（ウエハ200の配列方向上方）に向かって設けられている。

[0016] ノズル410, 420, 430, 440は、処理室201の下部領域から処理室201の上部領域まで延在するように設けられており、ウエハ200と対向する位置にそれぞれ複数のガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aが設けられている。これにより、ノズル410, 420, 430, 440のガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aからそれぞれウエハ200に処理ガスを供給する。このガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aは、インナチューブ204の下部から上部にわたって複数設けられ、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。

ただし、ガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aは上述の形態に限定されない。例えば、インナチューブ204の下部から上部に向かって

開口面積を徐々に大きくしてもよい。これにより、ガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aから供給されるガスの流量をより均一化することが可能となる。

[0017] ノズル410, 420, 430, 440のガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aは、後述するポート217の下部から上部までの高さの位置に複数設けられている。そのため、ノズル410, 420, 430のガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aから処理室201内に供給された処理ガスは、ポート217の下部から上部までに収容されたウエハ200、すなわちポート217に収容されたウエハ200の全域に供給される。ノズル410, 420, 430, 440は、処理室201の下部領域から上部領域まで延在するように設けられていればよいが、ポート217の天井付近まで延在するように設けられていることが好ましい。

[0018] ガス供給管310からは、処理ガスとして、金属含有ガス（金属含有原料ガス）が、MFC312、バルブ314、ノズル410を介して処理室201内に供給される。金属含有ガスとしては、有機系原料であって、例えばジルコニウム（Zr）を含むテトラキスエチルメチルアミノジルコニウム（TEMAZ、 $Zr[N(CH_3)C_2H_5]_4$ ）を用いることができる。TEMAZは、常温常圧で液体であり、図示しない気化器で気化して気化ガスであるTEMAZガスとして用いられる。

[0019] ガス供給管320～340からは、酸化ガスとして、酸素含有ガス（酸素含有ガス、O含有ガス）がMFC322, 332, 342、バルブ324, 334, 344、ノズル420, 430, 440を介してガス供給孔410a, 420a, 430a, 440aから処理室201内に供給される。酸素含有ガスとしては、例えば、オゾン（ O_3 ）等が用いられる。

[0020] 主に、ガス供給管310, 320, 330, 340、MFC312, 322, 332, 342、バルブ314, 324, 334, 344、ノズル410, 420, 430, 440により処理ガス供給系が構成されるが、ノズル410, 420, 430, 440のみを処理ガス供給系と考えてもよい。処

理ガス供給系を、単に、ガス供給系と称することもできる。ガス供給管 310 から金属含有ガスを流す場合、主に、ガス供給管 310、MFC 312、バルブ 314 により金属含有ガス供給系が構成されるが、ノズル 410 を金属含有ガス供給系に含めて考えてもよい。ガス供給管 320、330、340 から酸素含有ガスを流す場合、主に、ガス供給管 320、MFC 322、バルブ 324、ガス供給管 330、MFC 332、バルブ 334、ガス供給管 340、MFC 342、バルブ 344 により酸素含有ガス供給系が構成されるが、ノズル 420、430、440 を酸素含有ガス供給系に含めて考えてもよい。酸素含有ガス供給系は O_3 ガス供給系とも称する。また、主に、ガス供給管 510、520、530、540、MFC 512、522、532、542、バルブ 514、524、534、544 により不活性ガス供給系が構成される。不活性ガス供給系を、パージガス供給系、希釈ガス供給系、あるいは、キャリアガス供給系と称することもできる。

[0021] 本実施形態におけるガス供給の方法は、インナチューブ 204 の内壁と、複数枚のウエハ 200 の端部とで定義される円環状の縦長の空間内、すなわち、円筒状の空間内の予備室 201a 内に配置したノズル 410、420、430、440 を経由してガスを搬送している。そして、ノズル 410、420、430、440 のウエハと対向する位置に設けられた複数のガス供給孔 410a、420a、430a、440a からインナチューブ 204 内にガスを噴出させている。

[0022] 排気孔（排気口）204a は、インナチューブ 204 の側壁であってノズル 410、420、430、440 に対向した位置、すなわち予備室 201a とは 180 度反対側の位置に形成された貫通孔であり、例えば、鉛直方向に細長く開設されたスリット状の貫通孔である。そのため、ノズル 410、420、430、440 のガス供給孔 410a、420a、430a、440a から処理室 201 内に供給され、ウエハ 200 の表面上を流れたガス、すなわち、残留するガス（残ガス）は、排気孔 204a を介してインナチューブ 204 とアウトチューブ 203 との間に形成された隙間からなる排気路

206内に流れる。そして、排気路206内へと流れたガスは、排気管231内に流れ、処理炉202外へと排出される。

[0023] 排気孔204aは、複数のウエハ200と対向する位置（好ましくはポート217の上部から下部と対向する位置）に設けられており、ガス供給孔410a、420a、430a、440aから処理室201内のウエハ200の近傍に供給されたガスは、水平方向、すなわちウエハ200の表面と平行方向に向かって流れた後、排気孔204aを介して排気路206内へと流れる。すなわち、処理室201に残留するガスは、排気孔204aを介してウエハ200の主面に対して平行に排気される。なお、排気孔204aはスリット状の貫通孔として構成される場合に限らず、複数個の孔により構成されていてもよい。

[0024] マニホールド209には、処理室201内の雰囲気気を排気する排気管231が設けられている。排気管231には、上流側から順に、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、APC（Auto Pressure Controller）バルブ231a、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231a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。主に、排気孔204a、排気路206、排気管231、APCバルブ231aおよび圧力センサ245により、排気系すなわち排気ラインが構成される。なお、真空ポンプ246を排気系に含めて考えてもよい。

[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、マニホールド209の下端に鉛直方向下側から当接されるように構成されている。シールキャップ219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（図示せず）が設けられている。シールキャップ219における処理室201の反対側には、ウエハ200を収容するボート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、アウトチューブ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によって鉛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およびボート217に収容されたウエハ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。

[0026] 基板支持具としてのボート217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鉛直方向に整列させて多段に支持するように、すなわち、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等の耐熱性材料により構成される。ボート217の下部には、例えば石英やSiC等の耐熱性材料により構成される断熱板218が水平姿勢で多段（図示せず）に支持されている。この構成により、ヒータ207からの熱がシールキャップ219側に伝わりにくくなっている。ただし、本実施形態は上述の形態に限定されない。例えば、ボート217の下部に断熱板218を設けずに、石英やSiC等の耐熱性材料により構成される筒状の部材として構成された断熱筒を設けてもよい。

[0027] インナチューブ204内には温度検出器としての温度センサ263が設置されており、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への通電量を調整することで、処理室201内の温度が所望の温度分布となるように構成されている。温度センサ263は、ノズル410、420

， 430， 440と同様にL字型に構成されており、インナチューブ204の内壁に沿って設けられている。

[0028] 制御部（制御手段）であるコントローラ280は、CPU（Central Processing Unit）280a，RAM（Random Access Memory）280b，記憶装置280c，I/Oポート280dを備えたコンピュータとして構成されている。RAM280b，記憶装置280c，I/Oポート280dは、内部バスを介して、CPU280a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280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282が接続されている。

[0029] 記憶装置280c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280c内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラム、後述する半導体装置の製造方法の手順や条件などが記載されたプロセスレシピなどが、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する半導体装置の製造方法における各工程（各ステップ）をコントローラ280に実行させ、所定の結果を得ることができるよう組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピ、制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。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、プロセス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、プロセスレシピおよび制御プログラムの組み合わせを含む場合がある。RAM280bは、CPU280a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。

[0030] I/Oポート280dは、上述のMFC312，322，332，342，512，522，532，542、バルブ314，324，334，344，514，524，534，544、圧力センサ245、APCバルブ231a、真空ポンプ246、ヒータ207、温度センサ263、回転機構2

67、ボートエレベータ115等に接続されている。

[0031] CPU280aは、記憶装置280c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282からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置280cからレシピ等を読み出すように構成されている。CPU280aは、読み出したレシピの内容に沿うように、MFC312, 322, 332, 342, 512, 522, 532, 542による各種ガスの流量調整動作、バルブ314, 324, 334, 344, 514, 524, 534, 544の開閉動作、APCバルブ231aの開閉動作およびAPCバルブ231aによる圧力センサ245に基づく圧力調整動作、温度センサ263に基づくヒータ207の温度調整動作、真空ポンプ246の起動および停止、回転機構267によるボート217の回転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、ボート217へのウエハ200の収容動作等を制御するように構成されている。

[0032] コントローラ280は、外部記憶装置（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスク、CDやDVD等の光ディスク、MO等の光磁気ディスク、USBメモリやメモリカード等の半導体メモリ）283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280cや外部記憶装置283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は、記憶装置280c単体のみを含む場合、外部記憶装置283単体のみを含む場合、または、そ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283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。

[0033] (2) 基板処理工程

半導体装置（デバイス）の製造工程の一工程として、基板に対して金属含有ガスと酸素含有ガスを供給して基板上に金属酸化膜を形成する成膜工程を行うシーケンス例について、図4を用いて説明する。成膜工程は、上述した

基板処理装置 10 の処理炉 202 を用いて実行される。以下の説明において、基板処理装置 10 を構成する各部の動作はコントローラ 280 により制御される。

[0034] 本実施形態では、基板として複数のウエハ 200 が積載された状態で収容された処理室 201 を所定温度で加熱しつつ、処理室 201 に、ノズル 410 に開口する複数のガス供給孔 410a から原料ガスとして TEMA Z ガスを供給する工程と、ノズル 420, 430, 440 に開口するガス供給孔 420a, 430a, 440a から反応ガスを供給する工程と、を所定回数（ n 回）行うことで、ウエハ 200 上に、Zr および O を含むジルコニウム酸化膜（ZrO 膜）を形成する。

[0035] なお、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等との積層体（集合体）」を意味する場合（すなわち、表面に形成された所定の層や膜等を含めてウエハと称する場合）がある。また、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（露出面）」を意味する場合や、「ウエハ上に形成された所定の層や膜等の表面、すなわち、積層体としてのウエハの最表面」を意味する場合がある。なお、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。

[0036] （ウエハ搬入）

複数枚のウエハ 200 を処理室 201 内に搬入（ポートロード）する。具体的には、複数枚のウエハ 200 がポート 217 に装填（ウエハチャージ）されると、図 1 に示されているように、複数枚のウエハ 200 を支持したポート 217 は、ポートエレベータ 115 によって持ち上げられて処理室 201 内に搬入される。この状態で、シールキャップ 219 は O リングを介して反応管 203 の下端開口を閉塞した状態となる。

[0037] （圧力調整および温度調整）

処理室 201 内が所望の圧力（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 231a がフィードバック制御される（圧力調整）。真空ポンプ 246 は、少なくともウエハ 200 に対する処理が完了するまでの間は常時作動させた状態を維持する。また、処理室 201 内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 への通電量がフィードバック制御される（温度調整）。ヒータ 207 による処理室 201 内の加熱は、少なくともウエハ 200 に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。

[0038] [成膜工程]

ウエハ 200 上に、金属酸化膜として高誘電率酸化膜である ZrO 膜を形成するステップを実行する。

[0039] (TEMAZ ガス供給ステップ)

バルブ 314 を開き、ガス供給管 310 内に、処理ガスとして原料ガスである TE MA Z ガスを流す。TE MA Z ガスは、MFC 312 により流量調整され、ノズル 410 のガス供給孔 410a から処理室 201 内に供給され、排気管 231 から排気される。このときウエハ 200 に対して、TE MA Z ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ 514 を開き、ガス供給管 510 内に N₂ ガスを流す。ガス供給管 510 内を流れた N₂ ガスは、MFC 512 により流量調整される。N₂ ガスは TE MA Z ガスと一緒にノズル 410 の供給孔 410a から処理室 201 内に供給され、排気管 231 から排気される。

[0040] また、ノズル 420, 430, 440 内への TE MA Z ガスの侵入を防止するために、バルブ 524, 534, 544 を開き、ガス供給管 520, 530, 540 内に N₂ ガスを流す。N₂ ガスは、ガス供給管 320, 330, 340、ノズル 420, 430, 440 を介して処理室 201 内に供給され、排気管 231 から排気される。

[0041] このとき、A P Cバルブ231 aを適正に調整して、処理室201内の圧力を、例えば20～500 P aの範囲内の圧力とする。本明細書において、「20～500 P a」のような数値範囲の表記は、下限値および上限値がその範囲に含まれることを意味する。よって、例えば、「20 P a～500 P a」とは、20 P a以上500以下を意味する。その他の数値範囲についても同様である。M F C 3 1 2で制御するT E M A Zガスの供給流量は、例えば0.1～5.0 g／分の範囲内の流量とする。ウエハ200をT E M A Zに曝す時間、すなわちガス供給時間（照射時間）は、例えば10～300秒間の範囲内の時間とする。このときヒータユニット207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば150～300℃の範囲内の温度となるような温度に設定する。T E M A Zガスの供給により、ウエハ200上にZ r含有層が形成される。Z r含有層には、T E M A Zガスに由来する有機物（炭素（C）、水素（H）、窒素（N）等）が残留元素としてわずかに残留する。

[0042] （残留ガス除去ステップ）

T E M A Zガスを所定時間供給した後、バルブ314を閉じて、T E M A Zガスの供給を停止する。このとき、排気管231のA P Cバルブ231 aは開いたままとして、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反応に寄与した後のT E M A Zガスを処理室201内から排除する。このときバルブ524, 534, 544は開いたままとして、N₂ガスの処理室201内への供給を維持する。N₂ガスはパージガスとして作用し、処理室201内に残留する未反応もしくは反応に寄与した後のT E M A Zガスを処理室201内から排除する効果を高めることができる。

[0043] （O₃ガス供給ステップ）

処理室201内の残留ガスを除去した後、バルブ324, 334, 344を開き、ガス供給管320, 330, 340内に酸素含有ガスであるO₃ガスを流す。O₃ガスは、M F C 3 2 2, 3 3 2, 3 4 2により流量調整され、ノズル420, 430, 440のガス供給孔420 a, 430 a, 440 aか

ら処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、ウエハ200に対して O_3 ガスが供給されることとなる。このとき同時にバルブ524, 534, 544を開き、ガス供給管520, 530, 540内に N_2 ガス等の不活性ガスを流す。ガス供給管520, 530, 540内を流れた N_2 ガスは、MFC522, 532, 542により流量調整され、 O_3 ガスと一緒に処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき、ノズル410内への O_3 ガスの侵入を防止するために、バルブ514を開き、ガス供給管510内に N_2 ガスを流す。 N_2 ガスは、ガス供給管310ノズル410を介して処理室201内に供給され、排気管231から排気される。

[0044] O_3 ガスを流すときは、APCバルブ231aを適正に調整して処理室201内の圧力は、例えば110Paとする。MFC322, 332, 342で制御する3本のノズル420, 430, 440から供給する O_3 ガスの合計の供給流量は、例えば70slmとする。MFC322, 332, 342およびAPCバルブ231aで制御する O_3 ガスのウエハ200の中心部での流速は、例えば7.0m/s~8.5m/sの範囲内の流速とする。 O_3 ガスの分圧は、例えば9.0Pa（処理室201内の圧力の約8.0%）~12.0Pa（処理室201内の圧力の約11.0%）、より好ましくは11.0Pa（処理室201内の圧力の10.0%）の圧力とする。オゾン発生器から処理室201内に供給される O_3 ガスの濃度は、例えば150g/Nm³~300g/Nm³、より好ましくは250g/Nm³とする。 O_3 ガスの濃度が150g/Nm³未満であると、ガスの濃度が低くて膜中の不純物（C、カーボン）の濃度が多くなり膜質が低下してしまうことがある。また、 O_3 ガスの濃度が300g/Nm³を超えると、ガスの濃度が高くなり形成されるZrO層の下地まで酸化させてしまうことがある。具体的には、DRAMキャパシタの場合、下地はTiN膜（チタン窒化膜）であって、TiN膜で構成される電極が酸化してしまうと、TiO、TiONの境界面の酸化膜が増加してしまうため、EOT（等価酸化膜厚）が増加することや、異常酸化により応力

が発生してしまい、TiN電極が倒れてしまうことがある。また、Logicのゲート酸化膜の場合、下地はSi膜（シリコン膜）となり、Si境界面が酸化するとSiO膜が増加するためEOTが増加してしまうことがある。O₃ガスの濃度を150g/Nm³～300g/Nm³とすることで膜中の不純物の濃度が高くなることを抑制して膜質を低下させることなく、また、形成される膜の下地まで酸化させることなく、ZrO膜を形成することが可能となる。O₃ガスにウエハ200を晒す時間、すなわちガス供給時間（照射時間）は、例えば30～120秒間の範囲内の時間とする。このときのヒータユニット207の温度は、ステップS101と同様の温度とする。O₃ガスの供給により、ウエハ200上に形成されたZr含有層が酸化され、ZrO層が形成される。このとき、ZrO層には、TEMAZガスに由来する有機物（炭素（C）、水素（H）、窒素（N）等）がわずかに残留する。

[0045] なお、本実施の形態では、ノズル420、430、440の3本を用いてO₃ガスを供給しているが、ノズルの本数は限定されず、例えば、1本のノズルでO₃ガスを供給するようにしても構わない。

[0046] O₃ガス供給の処理条件として、特に、O₃ガスの流速を7.0m/s～8.5m/sの範囲内の所定の流速とし、O₃ガスの分圧を9.0Pa（処理室201の圧力の約8.0%）～12.0Pa（処理室の圧力の約11.0%）の範囲内の所定の分圧としてO₃ガス供給ステップを実行することで、ウエハの中央部まで到達するO₃ガスの供給量が十分となりウエハ面内での酸化が十分に行われ、ウエハ面内での膜厚均一性を向上させることができる。図5に、ウエハ面内のウエハの中央部からエッジ部までの間における同距離の円周上それぞれにおいて複数点の膜厚を測定し、それらを平均して得られた平均膜厚を示す。図5の実線602で示す従来の手法による平均膜厚に比べ、実線601で示す本実施形態の手法による平均膜厚においては、平均膜厚が一番小さい位置（実線601ではウエハの中央部）における膜厚と平均膜厚が一番大きい位置（実線601ではウエハのエッジ部）における膜厚との膜厚差（ΔThickness）が小さくなっている。すなわち、図5より、

高誘電率酸化膜であるZrO膜のウエハの面内膜厚均一性を向上させることが可能となることが分かる。

[0047] なお、O₃ガスの流速が7.0 m/s未満であると、ウエハの中央部に到達するO₃ガスの供給量が不足し、ウエハの中央部での膜厚が薄くなり、ウエハ面内膜厚均一性が所定の分布とならないことがある。また、O₃ガスの流速が8.5 m/sを超えると、ノズルのガス供給孔にガスの渦巻が発生しやすくなるためウエハのエッジ部分での膜厚が厚くなり、ウエハ面内膜厚均一性が所定の分布とならないことがある。O₃ガスの分圧が9.0 Pa未満であると、酸化が不十分となるため、ウエハ面内膜厚均一性が所定の分布とならないことがある。また、O₃ガスの分圧が12.0 Paを超えると成膜の際に下地過酸化によって、特にウエハのエッジ部分での膜厚が厚くなりウエハ面内膜厚均一性が所定の分布とならないことがある。

[0048] (残留ガス除去ステップ)

ZrO層が形成された後、バルブ324を閉じ、O₃ガスの供給を停止する。そして、O₃ガス供給ステップ前の残留ガス除去ステップと同様の処理手順により、処理室201内に残留する未反応もしくはZrO層形成に寄与した後のO₃ガスを処理室201内から排除する。

[0049] (所定回数実施)

上記したステップを順に行うサイクルを1回以上(所定回数(n回))行うことにより、ウエハ200上に、所定の厚さのZrO膜が形成される。上述のサイクルは、複数回繰り返すのが好ましい。このように、ZrO膜を形成する場合は、TEMAZガスとO₃ガスを互いに混合しないよう(時分割して)交互にウエハ200に対して供給する。

[0050] (アフターパージおよび大気圧復帰)

成膜ステップが終了したら、バルブ514, 524, 534, 544を開き、ガス供給管510, 520, 530, 540のそれぞれからN₂ガスを処理室201内へ供給し、排気管231から排気する。N₂ガスはパージガスとして作用し、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副生成物が処理室201内から除去される（アフターパージ）。その後、処理室201内の雰囲気の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（大気圧復帰）。

[0051] （ウエハ搬出）

その後、ポートエレベータ115によりシールキャップ219が下降されて、反応管203の下端が開口される。そして、処理済ウエハ200がポート217に支持された状態で反応管203の下端から反応管203の外部に搬出（ポートアンロード）される。その後、処理済のウエハ200は、ポート217より取り出される（ウエハディスチャージ）。

[0052] 以上、本開示の実施形態について具体的に説明した。しかし、本開示は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0053] 上述の実施形態では、高誘電率酸化膜としてZrO膜を例示しているが、これに限らず、ZrOの結合エネルギーより低い、又はZr塩化物の蒸気圧より高い酸化物（混合酸化物を含む）であればよい。例えば、高誘電率酸化物として ZrO_y 、 HfO_y 、 Al_xO_y 、 $HfSi_xO_y$ 、 $HfAl_xO_y$ 、 $ZrSiO_y$ 、 $ZrAlO_y$ 、 Ti_xO_y 、 Ta_xO_y （ x 及び y は0より大きい整数又は小数である。）が用いられた場合にも同様に適用可能である。すなわち、ジルコニウム酸化膜、ハフニウム酸化膜、アルミニウム酸化膜、チタン酸化膜、タンタル酸化膜、ニオブ酸化膜にも適用可能である。

[0054] また、上述の実施形態では、有機系原料としてTEMAZを例示しているが、これに限らず、その他の原料も適用可能である。例えば、テトラキスエチルメチルアミノハフニウム（ $Hf[N(CH_3)CH_2CH_3]_4$ 、TEMAH）等の有機系Hf原料（有機系Hf原料を含むハフニウム含有ガス）、トリメチルアルミニウム（ $(CH_3)_3Al$ 、TMA）等の有機系Al原料（有機系Al原料を含むアルミニウム含有ガス）、トリスジメチルアミノシラン

($\text{SiH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_3$ 、 TDMAS)等の有機系 Si 原料(有機系 Si 原料を含むシリコン含有ガス)、テトラキスジメチルアミノチタン($\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ 、 TDMAT)等の有機系 Ti 原料(有機系 Ti 原料を含むチタン含有ガス)、ペンタキスジメチルアミノタンタル($\text{Ta}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_5$ 、 PDMAT)等の有機系 Ta 原料(有機系 Ta 原料を含むタンタル含有ガス)、トリスジメチルアミノターシャリーブチルイミノニオブ($\text{tert-C}_4\text{H}_9\text{N}=\text{Nb}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_3$ 、 TBTDEN)等の有機系 Nb 原料(有機系 Nb 原料を含むニオブ含有ガス)等も適用可能である。

[0055] また、上述の実施形態では、成膜工程で、 O_3 ガスを使用する例を示しているが、これに限らず、酸素含有ガスであれば、その他の原料も適用可能である。例えば、酸素(O_2)、 O_2 プラズマ、水蒸気(H_2O)、過酸化水素(H_2O_2)、亜酸化窒素(N_2O)等も適用可能である。

[0056] また、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てもよい。

[0057] これらの各種薄膜の形成に用いられるプロセスレシピ(処理手順や処理条件等が記載されたプログラム)は、基板処理等の内容(形成する薄膜の膜種、組成比、膜質、膜厚、処理手順、処理条件等)に応じて、それぞれ個別に用意する(複数用意する)ことが好ましい。そして、基板処理等を開始する際、基板処理等の内容に応じて、複数のプロセスレシピ等の中から、適正なプロセスレシピ等を適宜選択することが好ましい。具体的には、基板処理等の内容に応じて個別に用意された複数のプロセスレシピ等を、電気通信回線や当該プロセスレシピ等を記録した記録媒体(外部記憶装置283)を介して、基板処理装置が備える記憶装置280c内に予め格納(インストール)しておくことが好ましい。そして、基板処理を開始する際、基板処理装置が備えるCPU280aが、記憶装置280c内に格納された複数のプロセスレシピ等の中から、基板処理の内容に応じて、適正なプロセスレシピ等を適宜選択することが好ましい。このように構成することで、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

形成できるようになる。また、オペレータの操作負担（処理手順や処理条件等の入力負担等）を低減でき、操作ミスを回避しつつ、基板処理を迅速に開始できるようになる。

[0058] また、本開示は、例えば、既存の基板処理装置のプロセスレシピ等を変更することでも実現できる。プロセスレシピ等を変更する場合は、本開示に係るプロセスレシピ等を電気通信回線や当該プロセスレシピ等を記録した記録媒体を介して既存の基板処理装置にインストールしたり、また、既存の基板処理装置の入出力装置を操作し、そのプロセスレシピ等自体を本開示に係るプロセスレシピ等に変更したりすることも可能である。

符号の説明

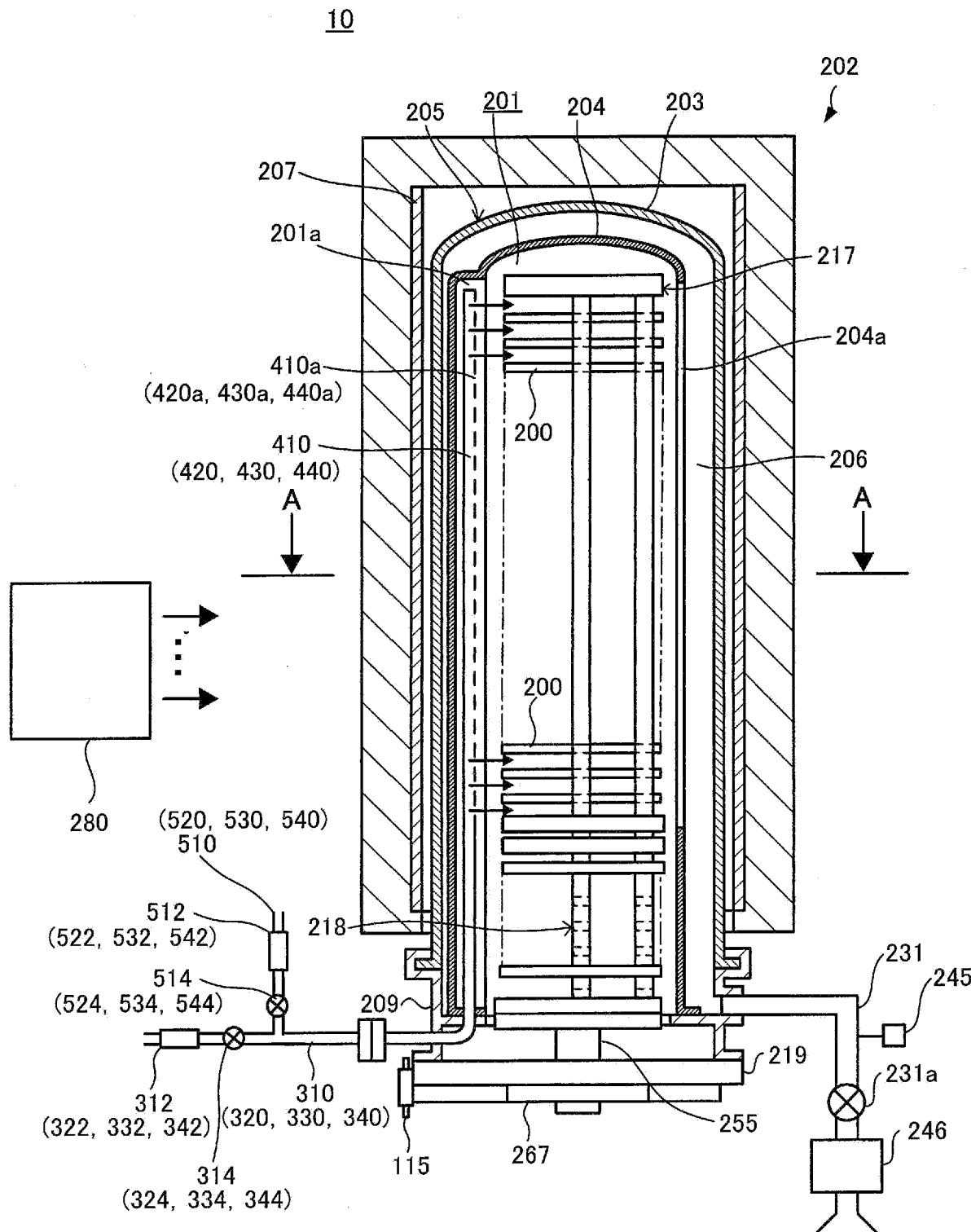
[0059] 10 基板処理装置
280 コントローラ
200 ウエハ（基板）
201 処理室

請求の範囲

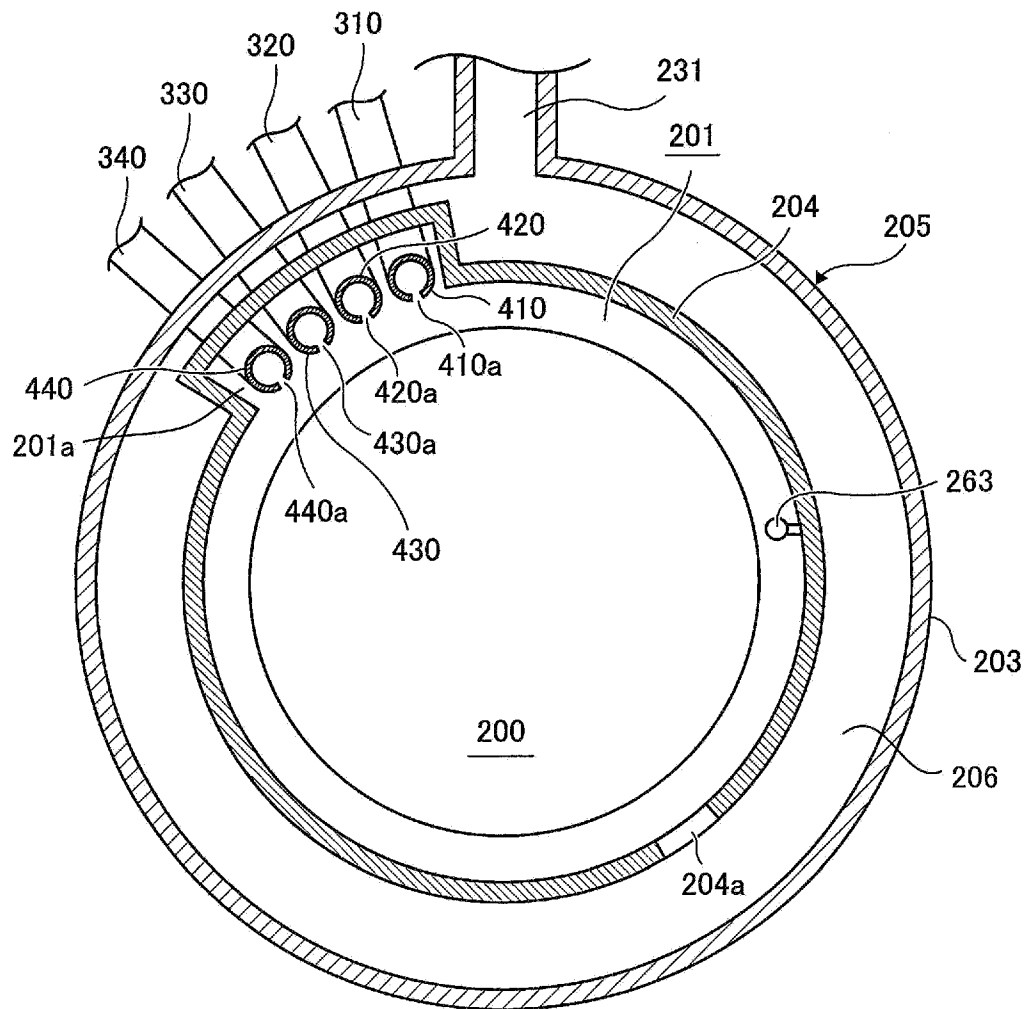
- [請求項1] (a) 処理室内の基板に対して金属含有ガスを供給する工程と、
 (b) 前記処理室内の前記基板に対して、酸素含有ガスの流速を 7.0 m/s 以上 8.5 m/s 以下とし、前記酸素含有ガスの分圧を 9.0 Pa 以上 12.0 Pa 以下として酸素含有ガスを供給する工程と、
 を有する半導体装置の製造方法。
- [請求項2] (a) と (b) を所定回数、繰り返し行うことにより、前記基板上に金属酸化膜を形成する請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] (a) と (b) との間に、前記処理室を排気する工程を行う請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] (b) の後に、前記処理室を排気する工程を行う請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項5] (a) と (b) とを所定回数行った後に、前記処理室内に不活性ガスを供給する工程を行う請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項6] (b) では、前記酸素含有ガスの濃度を 150 g/Nm^3 以上 300 g/Nm^3 以下とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項7] 前記金属含有ガスは、ジルコニウム含有ガス、ハフニウム含有ガス、アルミニウム含有ガス、シリコン含有ガス、チタン含有ガス、タンタル含有ガスまたはニオブ含有ガスのいずれかである請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項8] 前記酸素含有ガスは、オゾン、酸素、酸素プラズマ、水蒸気、過酸化水素または亜酸化窒素のいずれかである請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項9] (b) では、前記酸素含有ガスは、処理室内に設けられる複数本のノズルから供給される請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項10] 前記金属酸化膜は、高誘電率酸化膜である請求項2に記載の半導体装置の製造方法。

- [請求項11] 前記基板は、鉛直方向に多段に複数枚、基板保持具に保持され、複数枚の前記基板上に前記金属酸化膜が形成される請求項2に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項12] 前記基板上に形成される前記金属酸化膜の下地には、チタン窒化膜またはシリコン膜が形成されている請求項2に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項13] 基板を処理する処理室と、
前記処理室内の基板に対して金属含有ガスを供給する金属含有ガス供給系と、
前記処理室内の基板に対して酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給系と、
前記処理室内を排気する排気系と、
前記処理室内の圧力を調整する圧力調整部と、
(a) 前記処理室内の基板に対して前記金属含有ガスを供給する処理と、(b) 前記処理室内の前記基板に対して、前記酸素含有ガスの流速を 7.0 m/s 以上 8.5 m/s 以下とし、前記酸素含有ガスの分圧を 9.0 Pa 以上 12.0 Pa 以下として前記酸素含有ガスを供給する処理と、を行うことが可能なように、前記金属含有ガス供給系、前記酸素含有ガス供給系、前記排気系および前記圧力調整部を制御するよう構成される制御部と、
を有する基板処理装置。
- [請求項14] (a) 基板処理装置の処理室内の基板に対して金属含有ガスを供給する手順と、
(b) 前記処理室内の前記基板に対して、酸素含有ガスの流速を 7.0 m/s 以上 8.5 m/s 以下とし、前記酸素含有ガスの分圧を 9.0 Pa 以上 12.0 Pa 以下として前記酸素含有ガスを供給する手順と、
をコンピュータにより前記基板処理装置に実行させるプログラム。

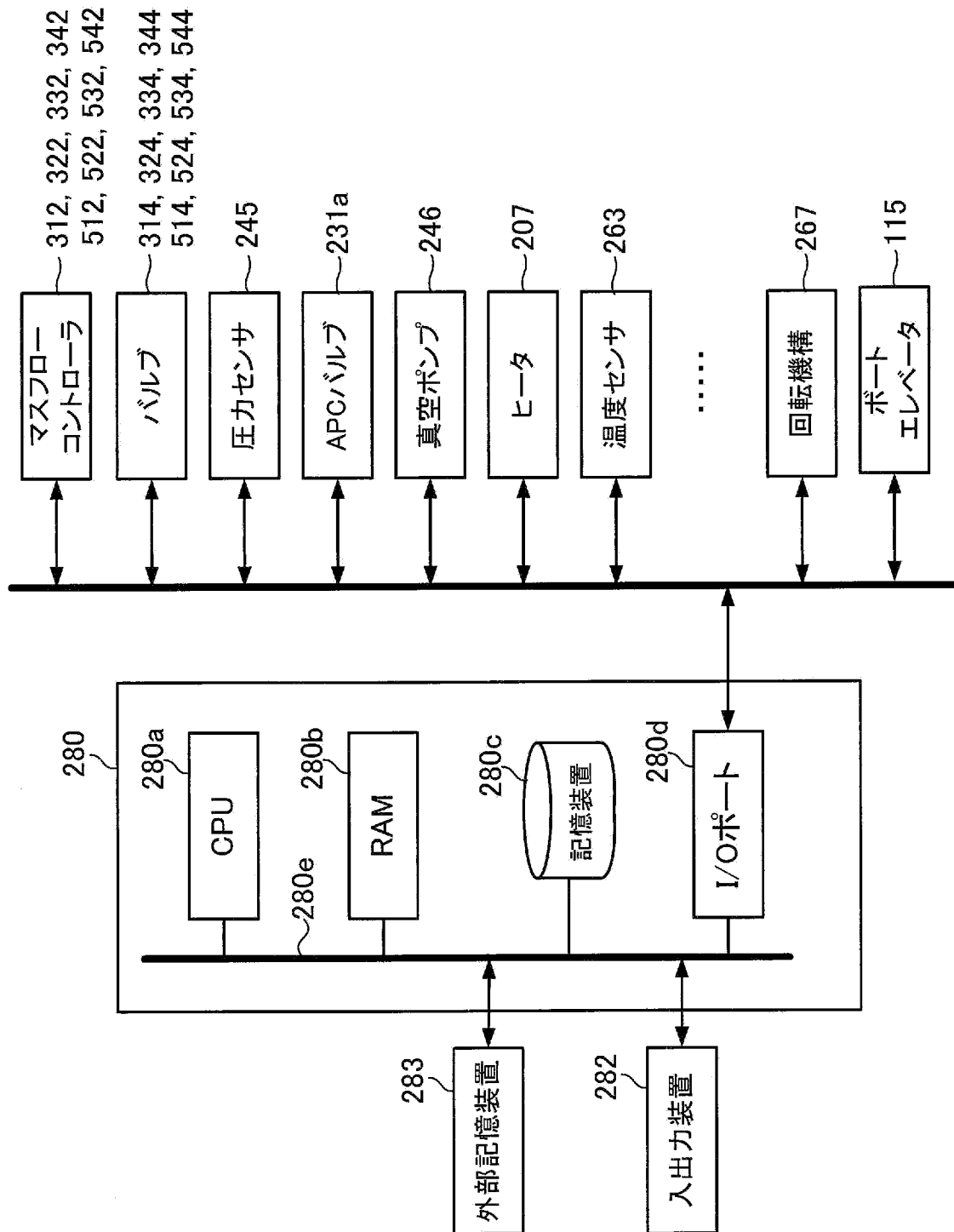
[図1]



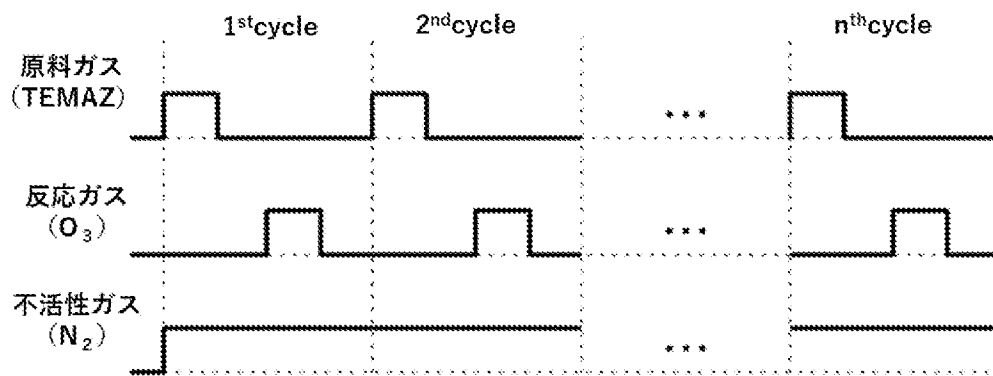
[図2]



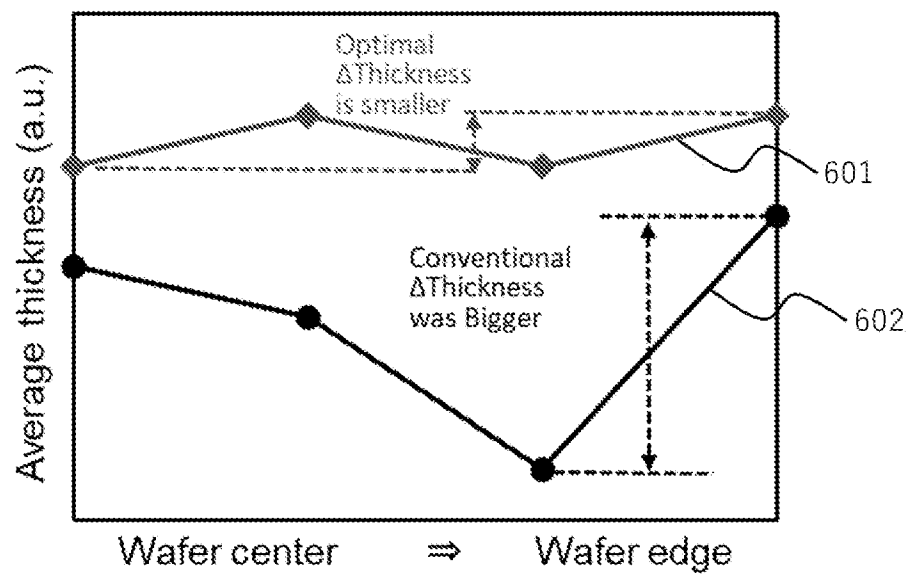
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/007335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/31(2006.01)i; H01L 21/316(2006.01)i; C23C 16/40(2006.01)i; C23C 16/455(2006.01)i

FI: H01L21/316 X; H01L21/31 B; C23C16/455; C23C16/40

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; H01L21/316; C23C16/40; C23C16/455

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y	JP 2010-239103 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 21.10.2010 (2010-10-21) paragraphs [0002]-[0005], [0021]-[0069], [0085]-[0086], [0126]-[0127], fig. 1-12, 38(a)	1-14
Y	JP 2014-165494 A (IMEC) 08.09.2014 (2014-09-08) paragraphs [0010], [0016]-[0017], [0028]-[0036], [0047], [0066], [0071], [0080]-[0087], [0108]-[0114], fig. 1, 2, 9, 10, 15	1-10, 12-14
Y	WO 2012/060379 A1 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 10.05.2012 (2012-05-10) paragraphs [0006], [0013]-[0082], [0090]-[0099], [0106]-[0110], fig. 1-3, 8-10	1-5, 7-14



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

"I" 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

29 May 2020 (29.05.2020)

Date of mailing of the international search report

09 June 2020 (09.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/007335

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 2018-166142 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 25.10.2018 (2018-10-25) paragraphs [0057]-[0059], fig. 2, 5	9
Y	WO 2012/066977 A1 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 24.05.2012 (2012-05-24) paragraphs [0109]-[0114], fig. 5	12
A	JP 2007-138230 A (KYOTO UNIVERSITY) 07.06.2007 (2007-06-07) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/007335

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-239103 A	21 Oct. 2010	US 2010/0055347 A1 paragraphs [0005]- [0008], [0089]- [0140], [0157]- [0158], [0217]- [0218], fig. 2-13, 39A CN 101660138 A KR 10-2010-0027062 A TW 201029089 A	
JP 2014-165494 A	08 Sep. 2014	US 2014/0239461 A1 paragraphs [0012], [0015]-[0016], [0026]-[0030], [0038], [0073], [0078], [0087]- [0093], [0110]- [0116], fig. 1, 2, 9, 10, 15 EP 2770526 A1	
WO 2012/060379 A1	10 May 2012	US 2013/0273748 A1 paragraphs [0007], [0042]-[0110], [0118]-[0127], [0132]-[0136], fig. 1-3, 8-10 KR 10-2013-0055691 A	
JP 2018-166142 A	25 Oct. 2018	US 2018/0286662 A1 paragraphs [0078]- [0080], fig. 2, 5 CN 108660437 A KR 10-2019-0049334 A	
WO 2012/066977 A1	24 May 2012	US 2013/0280919 A1 paragraphs [0145]- [0150], fig. 5	
JP 2007-138230 A	07 Jun. 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/31(2006.01)i; H01L 21/316(2006.01)i; C23C 16/40(2006.01)i; C23C 16/455(2006.01)i FI: H01L21/316 X; H01L21/31 B; C23C16/455; C23C16/40		
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）） H01L21/31; H01L21/316; C23C16/40; C23C16/455 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
Y	JP 2010-239103 A（東京エレクトロン株式会社）21.10.2010（2010-10-21） 段落[0002]-[0005], [0021]-[0069], [0085]-[0086], [0126]-[0127], 図1-12, 38(a)	1-14
Y	JP 2014-165494 A（アイメック）08.09.2014（2014-09-08） 段落[0010], [0016]-[0017], [0028]-[0036], [0047], [0066], [0071], [0080]-[0087], [0108]-[0114], 図1, 2, 9, 10, 15	1-10, 12-14
Y	WO 2012/060379 A1（株式会社日立国際電気）10.05.2012（2012-05-10） 段落[0006], [0013]-[0082], [0090]-[0099], [0106]-[0110], 図1-3, 8-10	1-5, 7-14
Y	JP 2018-166142 A（株式会社日立国際電気）25.10.2018（2018-10-25） 段落[0057]-[0059], 図2, 5	9
Y	WO 2012/066977 A1（株式会社日立国際電気）24.05.2012（2012-05-24） 段落[0109]-[0114], 図5	12
A	JP 2007-138230 A（国立大学法人京都大学）07.06.2007（2007-06-07） 全文, 全図	1-14
☐ 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抵触するものではなく、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 29.05.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 長谷川 直也 50 4549 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/007335

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-239103	A	21.10.2010	US 2010/0055347 A1 段落[0005]-[0008], [0089]-[0140], [0157]- [0158], [0217]-[0218], 図 2-13, 39A CN 101660138 A KR 10-2010-0027062 A TW 201029089 A	
JP	2014-165494	A	08.09.2014	US 2014/0239461 A1 段落[0012], [0015]- [0016], [0026]-[0030], [0038], [0073], [0078], [0087]-[0093], [0110]- [0116], 図1, 2, 9, 10, 15 EP 2770526 A1	
WO	2012/060379	A1	10.05.2012	US 2013/0273748 A1 段落[0007], [0042]- [0110], [0118]-[0127], [0132]-[0136], 図1-3, 8-10 KR 10-2013-0055691 A	
JP	2018-166142	A	25.10.2018	US 2018/0286662 A1 段落[0078]-[0080], 図2, 5 CN 108660437 A KR 10-2019-0049334 A	
WO	2012/066977	A1	24.05.2012	US 2013/0280919 A1 段落[0145]-[0150], 図5	
JP	2007-138230	A	07.06.2007	(ファミリーなし)	