

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-171657

(P2011-171657A)

(43) 公開日 平成23年9月1日(2011.9.1)

(51) Int.Cl.

H01L 21/22 (2006.01)

F I

H01L 21/22 511A

H01L 21/22 501C

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-36213 (P2010-36213)
 (22) 出願日 平成22年2月22日 (2010.2.22)

(71) 出願人 000001122
 株式会社日立国際電気
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (74) 代理人 100085637
 弁理士 梶原 辰也
 (72) 発明者 押田 勝次
 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

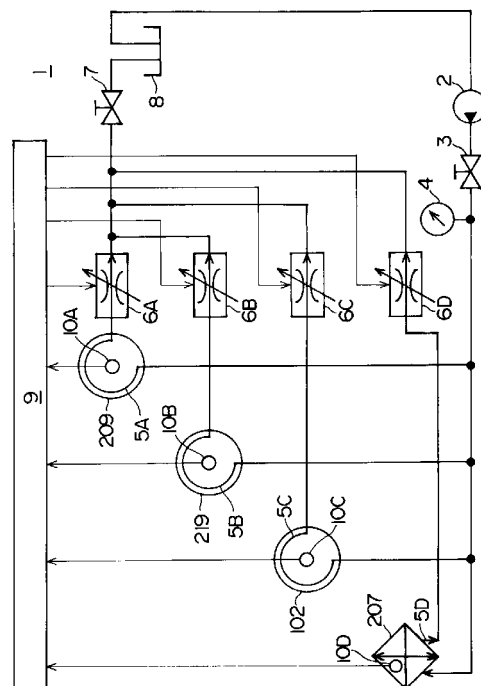
(54) 【発明の名称】 基板処理装置および半導体装置の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 冷却水の消費量を削減する。

【解決手段】 ウエハ200を加熱して処理する処理炉202において、冷却水供給ポンプ2、入口コック3、圧力計4、マニホールド209の冷却水ライン5A、シールキャップ219の冷却水ライン5B、シャッタ102の冷却水ライン5C、ジャケット207の冷却水ライン5D、各冷却水ライン5A～5Dに接続された流量調整弁6A、6B、6C、6D、出口コック7、タンク8および流量制御部9を備えている冷却水供給装置1を設ける。冷却必要箇所としてのマニホールド209、シールキャップ219、シャッタ102およびジャケット207には各熱電対10A、10B、10C、10Dを設置する。流量制御部9は各熱電対10A、10B、10C、10Dの測定温度を一定に保つように冷却水の流量を各流量調整弁6A、6B、6C、6Dによって制御する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を加熱して処理する処理炉と、
前記処理炉の冷却必要箇所に冷却水を流す冷却水ラインと、
前記冷却水ラインに設けられ冷却水の流量を調整する流量調整弁と、
前記冷却必要箇所の温度を測定する温度センサと、
前記温度センサにより測定された温度情報に基づき前記流量調整弁を制御して前記冷却水の流量を制御する流量制御部と、
を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】

基板を処理炉内に搬入するステップと、
前記処理炉内で基板を加熱して処理するステップと、
処理済基板を前記処理炉内から搬出するステップと、を有し、
前記各ステップでは、前記処理炉の冷却必要箇所の温度を温度センサで測定しつつ前記冷却必要箇所に冷却水ラインより冷却水を流し、その際、前記温度センサにより測定された温度情報に基づき前記冷却水ラインに設けられた流量調整弁を制御して前記冷却水の流量を制御する、
ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体製造技術、特に、被処理基板を処理室に収容してヒータによって加熱した状態で処理を施す熱処理技術に関し、例えば、半導体集積回路装置（以下、ICという）が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという）に酸化処理や拡散処理、イオン打ち込み後のキャリア活性化や平坦化のためのリフローやアニールおよび熱CVD反応による成膜処理等に利用して有効なものに係わる。

【背景技術】**【0002】**

ICの製造方法においては、ウエハに成膜する成膜工程に縦型熱CVD装置が使用されることがある。

一般に、縦型熱CVD装置は、複数枚のウエハを収容して一括処理するための処理室を形成したプロセスチューブと、プロセスチューブの外側に設置されて処理室内を加熱するヒータと、処理室内に処理ガスを供給する供給管と、複数枚のウエハを保持して処理室内に搬入するポートとを備えており、複数枚のウエハをポートに保持して処理室に搬入した状態で、処理室内をヒータによって加熱するとともに、処理室内に処理ガスを供給管によって供給することにより、複数枚のウエハを一括して処理するように構成されている。

従来の縦型熱CVD装置においては、ヒータ周りの部材（例えば、シール部材）を保護したり装置外への過剰な熱伝達を防ぐために、冷却が必要な箇所に冷却水を流している。例えば、特許文献1参照。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2009-111025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、その冷却水の流量は、ヒータを最高温度で使用しても装置へのダメージが無く、かつ、装置外への過剰な熱伝達を防ぐだけのマージンをもった一定流量に設定されているので、多種多様なプロセス条件が存在する成膜工程においては、実際に運用するヒータ温度が低く、一定に設定された冷却水流量設定値よりももっと低流量で使用しても

10

20

30

40

50

問題ない場合が存在している。これは冷却水が必要以上に消費されていることとなり、用力費コストの増加につながる。

【0005】

本発明の目的は、冷却水の消費量を削減することができる基板処理装置および半導体装置の製造方法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、次の基板処理装置が提供される。

基板を加熱して処理する処理炉と、

前記処理炉の冷却必要箇所に冷却水を流す冷却水ラインと、

前記冷却水ラインに設けられ冷却水の流量を調整する流量調整弁と、

前記冷却必要箇所の温度を測定する温度センサと、

前記温度センサにより測定された温度情報に基づき前記流量調整弁を制御して前記冷却水の流量を制御する流量制御部と、

を有することを特徴とする基板処理装置。

本発明の他の態様によれば、次の半導体装置の製造方法が提供される。

基板を処理炉内に搬入するステップと、

前記処理炉内で基板を加熱して処理するステップと、

処理済基板を前記処理炉内から搬出するステップと、を有し、

前記各ステップでは、前記処理炉の冷却必要箇所の温度を温度センサで測定しつつ前記冷却必要箇所に冷却水ラインより冷却水を流し、その際、前記温度センサにより測定された温度情報に基づき前記冷却水ラインに設けられた流量調整弁を制御して前記冷却水の流量を制御する、

ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の効果】

【0007】

前記手段によれば、冷却水の消費量を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態である基板処理装置を示す正面断面図である。

【図2】冷却水供給装置を示す回路図である。

【図3】その冷却水流量制御系を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の一実施形態を図面に即して説明する。

【0010】

図1に示されているように、処理炉202は加熱機構としてのヒータ206を有する。ヒータ206は円筒形状であり、保持板としてのヒータベース251に支持されることにより垂直に据え付けられている。

【0011】

ヒータ206の内側には、ヒータ206と同心円状に反応管としてのプロセスチューブ203が配設されている。プロセスチューブ203は内部反応管としてのインナーチューブ204と、その外側に設けられた外部反応管としての OUTER チューブ205とから構成されている。インナーチューブ204は、例えば石英(SiO₂)または炭化シリコン(SiC)等の耐熱性材料からなり、上端および下端が開口した円筒形状に形成されている。インナーチューブ204の筒中空部には処理室201が形成されており、基板としてのウエハ200を後述するポート217によって水平姿勢で垂直方向に多段に整列した状態で収容可能に構成されている。 OUTER チューブ205は、例えば石英または炭化シリコン等の耐熱性材料からなり、内径がインナーチューブ204の外径よりも大きく上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されており、インナーチューブ204と同心円状に

10

20

30

40

50

設けられている。

【0012】

アウターチューブ205の下方には、アウターチューブ205と同心円状にマニホールド209が配設されている。マニホールド209は、例えばステンレス等からなり、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は、インナーチューブ204とアウターチューブ205に係合しており、これらを支持するように設けられている。

なお、マニホールド209とアウターチューブ205との間にはシール部材としてのリング220aが設けられている。マニホールド209がヒータベース251に支持されることにより、プロセスチューブ203は垂直に据え付けられた状態となっている。プロセスチューブ203とマニホールド209により反応容器が形成される。

10

【0013】

後述するシールキャップ219にはガス導入部としてのノズル230が処理室201内に連通するように接続されており、ノズル230にはガス供給管232が接続されている。ガス供給管232のノズル230との接続側と反対側である上流側には、ガス流量制御器としてのMFC(マスフローコントローラ)241を介して図示しない処理ガス供給源や不活性ガス供給源が接続されている。MFC241には、ガス流量制御部235が電氣的に接続されており、供給するガスの流量が所望の量となるよう所望のタイミングにて制御するように構成されている。

20

【0014】

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は、インナーチューブ204とアウターチューブ205との隙間によって形成される筒状空間250の下端部に配置されており、筒状空間250に連通している。排気管231のマニホールド209との接続側と反対側である下流側には圧力検出器としての圧力センサ245および圧力調整装置242を介して真空ポンプ等の真空排気装置246が接続されており、処理室201内の圧力が所定の圧力(真空度)となるよう真空排気し得るように構成されている。圧力調整装置242および圧力センサ245には、圧力制御部236が電氣的に接続されており、圧力制御部236は圧力センサ245により検出された圧力に基づいて圧力調整装置242により処理室201内の圧力が所望の圧力となるよう所望のタイミングにて制御するように構成されている。

30

【0015】

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第1の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、垂直方向下側から当接されるようになっている。シールキャップ219は例えばステンレス等の金属からなり、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リング220bが設けられる。

シールキャップ219には処理室201と反対側にポートを回転させる回転機構254が設置されている。回転機構254の回転軸255はシールキャップ219を貫通して、後述するポート217に接続されており、ポート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。

40

シールキャップ219はプロセスチューブ203の外部に垂直に設備された昇降機構としてのポートエレベータ115によって垂直方向に昇降されるように構成されており、これにより、ポート217を処理室201に対し搬入搬出することが可能となっている。回転機構254およびポートエレベータ115には、駆動制御部237が電氣的に接続されており、所望の動作をするよう所望のタイミングにて制御するように構成されている。

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第2の炉口蓋体としてのシャッタ102が設けられている。シャッタ102はポート217を処理室201内から搬出した状態で、マニホールド209下端開口をシールするものであり、材質はシールキャップ219と同じであり、円盤形状に形成されている。シャッタ

50

102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リング103が設けられる。

【0016】

基板保持具としてのポート217は、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料からなり、複数枚のウエハ200を水平姿勢でかつ互いに中心を揃えた状態で整列させて多段に保持するように構成されている。

なお、ポート217の下部には、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料からなる円板形状をした断熱部材としての断熱板216が水平姿勢で多段に複数枚配置されており、ヒータ206からの熱がマニホールド209側に伝わりにくくなるよう構成されている。

【0017】

プロセスチューブ203内には、温度検出器としての温度センサ263が設置されている。ヒータ206と温度センサ263には、電氣的に温度制御部238が接続されており、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206への通電具合を調整することにより、処理室201内の温度が所望の温度分布となるよう所望のタイミングにて制御するように構成されている。

【0018】

ガス流量制御部235、圧力制御部236、駆動制御部237、温度制御部238は、操作部、入出力部をも構成し、基板処理装置全体を制御する主制御部239に電氣的に接続されている。これら、ガス流量制御部235、圧力制御部236、駆動制御部237、温度制御部238、主制御部239はコントローラ240として構成されている。

【0019】

次に、上記構成に係る処理炉202を用いて、半導体デバイスの製造工程の一工程として、CVD法によりウエハ200上に薄膜を形成する方法について説明する。

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240により制御される。

【0020】

図1に示されているように、マニホールド209の下端開口がシャッタ102によりシールされた状態で、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、シャッタ102が開かれ、マニホールド209の下端開口が開放され、複数枚のウエハ200を保持したポート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に搬入（ポートローディング）される。この状態で、シールキャップ219はリング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。

【0021】

次いで、処理室201内が所望の圧力（真空度）となるように真空排気装置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に基づき圧力調節器242が、フィードバック制御される。

また、処理室201内が所望の温度となるようにヒータ206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206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254により、ポート217が回転されることで、ウエハ200が回転される。

【0022】

次いで、処理ガス供給源から供給され、MFC241にて所望の流量となるように制御されたガスは、ガス供給管232を流通してノズル230から処理室201内に導入される。導入されたガスは処理室201内を上昇し、インナーチューブ204の上端開口から筒状空間250に流出して排気管231から排気される。

ガスは処理室201内を通過する際にウエハ200の表面と接触し、この際に熱CVD反応によってウエハ200の表面上に薄膜が堆積（デポジション）される。

【0023】

予め設定された処理時間が経過すると、不活性ガス供給源から不活性ガスが供給され、

10

20

30

40

50

処理室 201 内が不活性ガスに置換されるとともに、処理室 201 内の圧力が常圧に復帰される。

【0024】

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、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 がポート 217 に保持された状態で、マニホールド 209 の下端からプロセスチューブ 203 の外部に搬出（ポートアンローディング）される。その後、マニホールド 209 の下端がシャッタ 102 によりシールされ、処理済ウエハ 200 はポート 217 より取出される（ウエハディスチャージ）。

【0025】

以上の処理炉 202 においては、ヒータ 206 周りの部材を保護したり処理炉 202 外への過剰な熱伝達を防ぐために、冷却が必要な箇所に冷却水を図 2 に示された冷却水供給装置 1 によって流している。

【0026】

冷却が必要な箇所を図 1 および図 2 について説明する。

成膜工程においては、処理室 201 内に有毒ガスや可燃性ガスを流してウエハ 200 を処理する場合もある。それらのガスが処理室 201 から移載室 101（図 1 参照）内へと流入するのを防止する必要がある。また、処理室 201 内を減圧する場合もある。これらのために、マニホールド 209 とアウターチューブ 205 との間にはリング 220 a が設けられており、シールキャップ 219 上面とマニホールド 209 下面の間にはリング 220 b が設けられている。そして、これらのリング 220 a、220 b がヒータ 206 からの熱伝導によって溶解したり劣化したりするのを防止するために、マニホールド 209 およびシールキャップ 219 内には冷却水が流されている。

同様に、図 1 に示されているように、ポート 217 を処理室 201 内から搬出した状態で、マニホールド 209 下端開口を閉塞するシャッタ 102 にもリング 103 が設けられているので、冷却水が流されている。

また、処理炉 202 外部へ熱が逃げるのを防ぐために、ヒータ 206 にはヒータ冷却ジャケット（以下、ジャケットという）207 が巻かれており、ジャケット 207 にも冷却水が流されている。

【0027】

図 2 に示されているように、本実施形態に係る冷却水供給装置 1 は、冷却水供給ポンプ 2、入口コック 3、圧力計 4、マニホールド 209 の冷却水ライン 5 A、シールキャップ 219 の冷却水ライン 5 B、シャッタ 102 の冷却水ライン 5 C、ジャケット 207 の冷却水ライン 5 D、各冷却水ライン 5 A～5 D にそれぞれ接続された流量調整弁 6 A、6 B、6 C、6 D、出口コック 7、タンク 8 および流量制御部 9 を備えている。

冷却必要箇所としてのマニホールド 209、シールキャップ 219、シャッタ 102 およびジャケット 207 には温度センサとしての各熱電対 10 A、10 B、10 C、10 D がそれぞれ設置されている。流量制御部 9 は各熱電対 10 A、10 B、10 C、10 D の測定温度を一定に保つように、冷却水の流量を各流量調整弁 6 A、6 B、6 C、6 D によってコントロールすることで、冷却水の消費量を削減する。

【0028】

以下、冷却水供給装置 1 の作用をシールキャップ 219 の冷却水流量制御を例にして、図 2 および図 3 について説明する。

シールキャップ 219 の冷却水はリング 220 b の保護目的で流れており、リング 220 b の耐熱温度が 180 である場合には、熱電対 10 B の温度が例えば 160 となるように流量制御部 9 に目標温度を設定する。

図 3 に示されているように、流量制御部 9 ではリング 220 b 直近部の熱電対 10 B の値を取込み、目標温度の偏差に対して P I D 演算して流量調整弁 6 B に出力する。

【0029】

次に、実際のウエハ 200 の処理シーケンスと冷却水流量の関係について説明する。

10

20

30

40

50

ウエハ 200 の処理前には、シールキャップ 219 は移載室 101 内にあるので、ヒータ 206 からの熱伝導が無く、リング 220 b 直近にある熱電対 10 B の値は室温に近い値となる。したがって、このとき、流量制御部 9 は流量制御弁 6 B を閉じに行く出力をすることになる。

実運用する際は、流量調整弁 6 B を全閉にしてしまうと、冷却水ライン 5 B 内の流れが無くなり、熱が加わったときに熱電対 10 B の温度が急激に上昇するおそれがあるため、必要最小限の流量は流しておいたほうが良い。

また、流量調整弁 6 B を全閉にすると、マイクロバブルが流量調整弁 6 B 近傍で発生し、流量調整弁 6 B を次に開く際に水が流れにくくなる現象がある。それを回避するためにも、流量調整弁 6 B の開度を必要最小限に保持しておくことが好ましい。

10

【0030】

シールキャップ 219 上のポート 217 にウエハ 200 が移載された後、シールキャップ 219 がウエハ 200 を成膜するポジションまで上昇すると、リング 220 b 付近の温度はヒータ 206 からの熱伝導により上昇を始める。流量制御部 9 はリング 220 b 直近の熱電対 10 B の値と目標値（例えば 160 ）とが同じ値になるように、流量調整弁 6 B に対して出力を調整（流量調整弁 6 B を開きに行く）することとなる。

成膜終了後に、ヒータ 206 およびウエハ 200 の温度が下がってからシールキャップ 219 を下降させ、ポート 217 からのウエハ 200 の払出し（ディスチャージ）が行われる。しかし、ヒータ 206 からの熱伝導がなくなってもシールキャップ 219 自体がある程度の熱容量を持っているため、熱電対 10 B の値は徐々に低下することとなる。

20

そこで、流量制御部 9 も熱電対 10 B の温度低下に従い流量調整弁 6 B への指令を、開閉の方向に変化させて行く。

【0031】

以上のように、本実施形態においては、冷却必要箇所に熱が掛かった際には、冷却水流量を自動的に大流量として流し、冷却箇所の温度が低くなった場合には、冷却水流量を自動的に小流量として流すことにより、冷却水の消費量を削減する。

【0032】

その他の冷却必要箇所について説明する。

シャッタ 102 はシールキャップ 219 が下降しきった状態において、マニホールド 209 の下端開口を覆うためのものであるために、シールキャップ 219 が上昇下降中もしくはシールキャップ 219 が成膜ポジションにある時は、シャッタ 102 にはヒータ 206 からの熱伝導が無い。

30

したがって、シャッタ 102 の冷却水ライン 5 C の冷却水流量は、シャッタ 102 がマニホールド 209 の下端開口を覆う時には冷却水流量を大流量とし、それ以外の時には冷却水の流量を小流量とすることにより、冷却水の消費量を削減することができる。

【0033】

また、基板処理装置のスタンバイ時（基板処理装置の準備状態ないしは待機状態、つまり、成膜処理を行っていない時）のヒータ 206 の温度は、成膜中のヒータ 206 の温度と比べて低いので、マニホールド 209 やジャケット 207 の温度も低くなり、マニホールド 209 の冷却水ライン 5 A およびジャケット 207 の冷却水ライン 5 D に関しても、スタンバイ時の冷却水の流量を低減することができる。

40

【0034】

以上の実施形態によれば、次の効果が得られる。

【0035】

(1) 処理炉に使用する冷却水の消費量を削減することができる。処理炉の構成や処理レシピに依存する部分はあるが、試算上では従来の処理炉で使用している冷却水の消費量の 25% 程度の削減が見込まれる。

【0036】

(2) 処理温度の変更がなされた際に、従来の処理炉であると、冷却水の流量設定値を変更する際に、冷却箇所の温度測定等が必要となり、作業工数が発生していたが、本実施形

50

態においては、冷却箇所の温度に応じて冷却水の流量を自動的にコントロールするため、余計な作業工数が発生しない。

【 0 0 3 7 】

なお、本発明は前記実施の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に変更が可能であることはいうまでもない。

【 0 0 3 8 】

例えば、冷却必要箇所に設けた熱電対等の温度センサが正確に温度測定することができない状態になる場合も考えられるため、流量調整弁内にも熱電対等の温度センサを設けて、冷却水の温度を測定することができるように構成することが好ましい。

【 0 0 3 9 】

また、冷却水の温度が 60 以上となるような場合は、水質にも依存するが、冷却水ライン内に異物が析出して配管内に詰まりが発生することがあるため、そういった観点からも冷却水温度を測定することが好ましい。

【 0 0 4 0 】

冷却水の温度が異常に上昇している際は、流量調整弁の開度を強制的に開くようなフェイルセーフシステムに構成しておくことが好ましい。

【 0 0 4 1 】

前記実施形態においては、アウターチューブとインナーチューブとからなるプロセスチューブを備えた縦型熱 C V D 装置について説明したが、本発明はこれに限らず、アウターチューブだけのプロセスチューブを備えた他の C V D 装置や、拡散装置や酸化装置等の基板処理装置およびこれらを使用した半導体装置の製造方法全般に適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 2 】

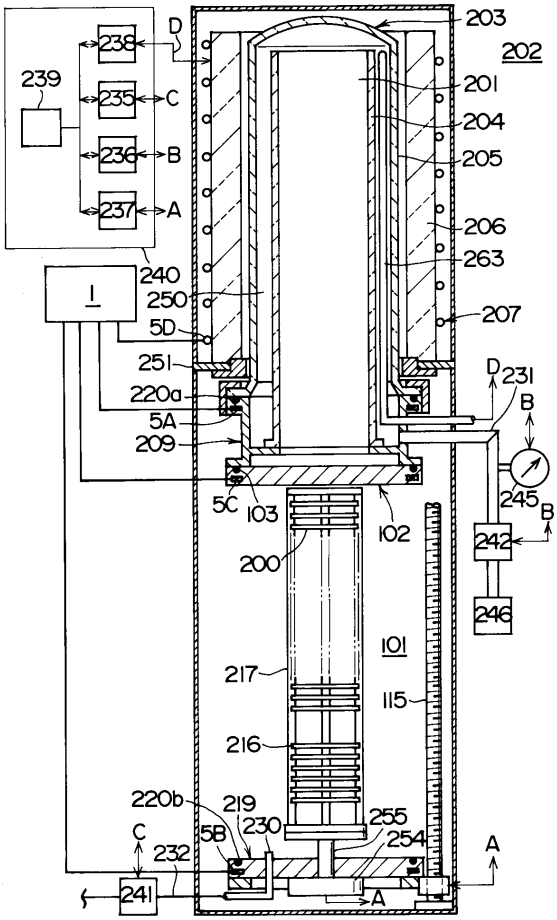
- 1 ... 冷却水供給装置
- 2 ... 冷却水供給ポンプ
- 3 ... 入口コック
- 4 ... 圧力計
- 5 A ... マニホールド 2 0 9 の冷却水ライン
- 5 B ... シールキャップ 2 1 9 の冷却水ライン
- 5 C ... シャッタ 1 0 2 の冷却水ライン
- 5 D ... ジャケット 2 0 7 の冷却水ライン
- 6 A、6 B、6 C、6 D ... 流量調整弁
- 7 ... 出口コック
- 8 ... タンク
- 9 ... 流量制御部
- 1 0 A、1 0 B、1 0 C、1 0 D ... 熱電対 (温度センサ)

10

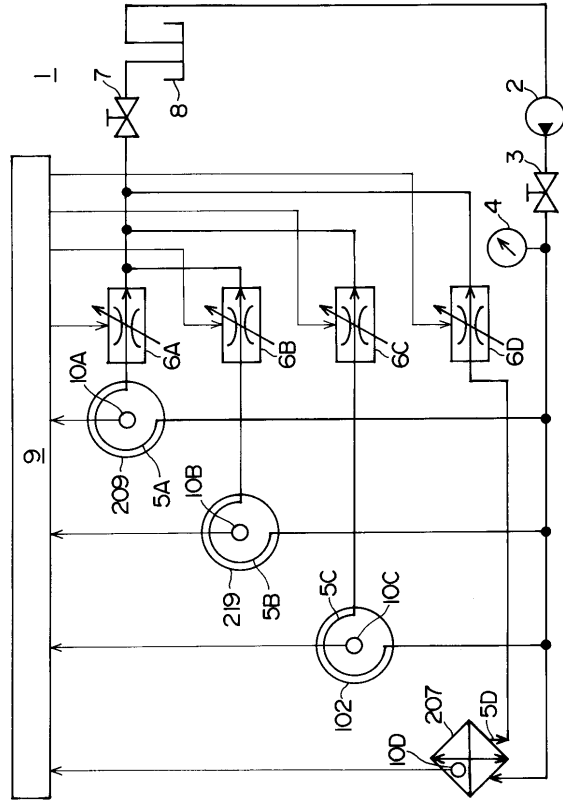
20

30

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

