

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年2月15日 (15.02.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/018142 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/324 (2006.01) H01L 21/31 (2006.01)
H01L 21/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/315482
- (22) 国際出願日: 2006年8月4日 (04.08.2006)
- (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2005-230737 2005年8月9日 (09.08.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立国際電気 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) [JP/JP]; 〒1018980 東京都千代田区外神田四丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山▲崎▼ 恵信 (YAMAZAKI, Keishin) [JP/JP]; 〒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). 中村 巖 (NAKAMURA, Iwao) [JP/JP]; 〒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). 笹島 亮太 (SASAJIMA, Ryota) [JP/JP]; 〒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).

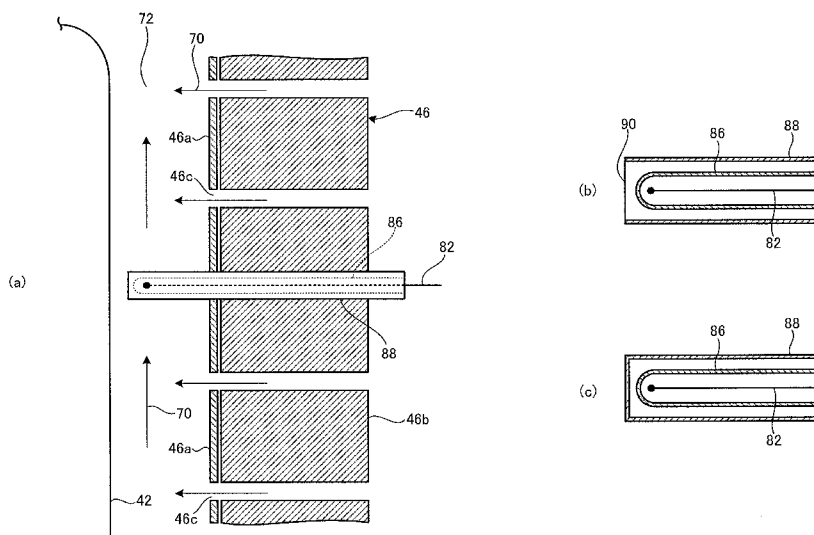
- (74) 代理人: 特許業務法人 アイ・ピー・エス (PATENT RELATED CORPORATION IPS); 〒2210052 神奈川県横浜市神奈川区栄町5番地1 横浜クリエーションスクエア15階 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS, METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 基板処理装置、基板の製造方法及び半導体装置の製造方法



(57) Abstract: Disclosed is a substrate processing apparatus wherein the temperature in a reaction tube can be controlled accurately. Specifically disclosed is a substrate processing apparatus comprising a reaction tube (42) in which a substrate is processed, a heater (46) for heating the substrate in the reaction tube (42), a cooling air channel (72) for flowing a cooling air (70) along the outer side of the reaction tube (42), and a thermocouple (82) for detecting the temperature around the reaction tube (42). The thermocouple (82) is covered with a protective tube (86) and arranged within the cooling air channel (72) in which the cooling air (70) is circulated, and a cover member (88) is provided on the outside of protective tube (86) for blocking the flow of the cooling air (70) toward the protective tube (86).

member (88) is provided on the outside of protective tube (86) for blocking the flow of the cooling air (70) toward the protective tube (86).

[続葉有]

WO 2007/018142 A1



(57) 要約:

反応管内の温度制御を正確に行うことができる基板処理装置を提供する。基板処理装置は、基板を処理する反応管（４２）と、反応管（４２）内の基板を加熱するヒータ（４６）と、反応管（４２）外部に冷却用エア（７０）を流通させる冷却用エア流路（７２）と、反応管（４２）周辺の温度を検出する熱電対（８２）とを有する。熱電対（８２）は保護管（８６）で覆われた状態で冷却用エア（７０）を流通させる冷却エア流路（７２）内に設けられ、保護管（８６）の外部には冷却用エア（７０）の保護管（８６）に向かう流れを遮るカバー部材（８８）が設けられる。

明 細 書

基板処理装置、基板の製造方法及び半導体装置の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、半導体ウェハやガラス基板等処理するための基板処理装置や、その装置を用いて基板を処理する工程を有する基板の製造方法または半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 従来、基板を処理するための基板処理装置として、縦型熱処理装置が広く用いられている。例えば、この種の基板処理装置において、加熱領域に配設された熱電対により温度を検出し、熱電対の検出出力に基づいてヒータの温度を制御し、加熱領域の温度を均一に保持するものが公知となっている(例えば特許文献1)。

- [0003] 特許文献1:特開平11-260725号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、加熱領域を強制冷却して反応空間内の温度を降下させる処理を行う際、すなわち急冷処理の際に温度制御が正確に行われないという問題があった。

この原因は、急冷処理において、ブローを用いて反応容器(反応管)外側に冷却用エアの流れを作ることにより反応容器内を冷却していたため、反応容器に対して熱容量の小さな熱電対が冷却用エアの流れを受けて反応容器内よりも早く冷却されてしまい、実際の反応容器内温度と熱電対の測定温度とに差異が生じていたためと考えられる。

また、熱電対が熱膨張等による他の部材との接触や外的な応力などで、根元部や胴部で折れてしまうことがあった。

- [0005] 本発明の目的は、上記従来の問題点を解消し、反応管内の温度制御を正確に行うことができる基板処理装置、基板の製造方法及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] 本発明の第1の特徴とするところは、基板を処理する反応管と、前記反応管内の基板を加熱するヒータと、前記反応管外部に冷却用の流体を流通させる流路と、前記反応管周辺の温度を検出する熱電対とを有し、前記熱電対は保護管で覆われた状態で前記冷却用の流体を流通させる流路内に設けられ、前記保護管の外部には前記冷却用の流体の前記保護管に向かう流れを遮るカバーが設けられる基板処理装置にある。
- [0007] 好ましくは、前記カバーの先端部には開口部が設けられ、前記カバーは前記開口部が前記反応管の外側面と対向するように配置される。好ましくは、前記開口部により前記熱電対の測温接点が位置する前記保護管の先端部は露出しており、前記保護管は前記露出した先端部が前記反応管の外側面と対向するように配置される。好ましくは、前記冷却用の流体は前記反応管の外側面と平行に流れるように構成される。
- [0008] また、好ましくは、前記保護管は、その管軸が、前記冷却用の流体の流れと直角となるように配置される。好ましくは、前記保護管は、その管軸が、前記反応管の管軸と直角となるように配置される。好ましくは、前記保護管は、その管軸が、水平となるように配置される。好ましくは、前記保護管と前記カバーとの間には空間が設けられる。好ましくは、前記カバーは、前記保護管の側面の少なくとも一部を覆うように構成されている。好ましくは、前記カバーは、前記保護管の側面の全体を覆うように構成されている。
- [0009] また、好ましくは、前記カバーの先端部が閉塞している。好ましくは、前記カバーは、アルミナ、ジルコニアまたは炭化珪素製である。
- [0010] 本発明の第2の特徴とするところは、反応管内に基板を搬入する工程と、前記反応管内で基板を加熱して処理する工程と、基板を処理した後に前記反応管外部に冷却用の流体を流通させるとともに、前記冷却用の流体を流通させる流路内に設けられ保護管で覆われた熱電対により前記反応管周辺の温度を検出しつつ、前記反応管内の温度を降温する工程と、処理後の基板を前記反応管内から搬出する工程とを有し、前記反応管内の温度を降温する工程では、前記冷却用の流体の前記保護管に向かう流れを遮った状態で前記反応管周辺の温度を検出する基板の製造方法に

ある。

- [0011] 本発明の第3の特徴とするところは、反応管内に基板を搬入する工程と、前記反応管内で基板を加熱して処理する工程と、基板を処理した後に前記反応管外部に冷却用の流体を流通させるとともに、前記冷却用の流体を流通させる流路内に設けられ保護管で覆われた熱電対により前記反応管周辺の温度を検出しつつ、前記反応管内の温度を降温する工程と、処理後の基板を前記反応管内から搬出する工程とを有し、前記反応管内の温度を降温する工程では、前記冷却用の流体の前記保護管に向かう流れを遮った状態で前記反応管周辺の温度を検出する半導体装置の製造方法にある。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、冷却用の流体の保護管に向かう流れを遮るように保護管の外部にカバーを設けたことにより、冷却用の流体の影響が軽減され、反応管内の温度制御を正確に行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の実施形態に用いた熱処理装置を示す斜視図である。
[図2]本発明の実施形態に用いた反応炉を示す縦断面図である。
[図3]本発明の実施形態に用いた熱電対、保護管およびカバー部材を示し、(a)は、反応管と熱電対とヒータとの配置を示す断面図であり、(b)はカバー部材(先端開放型)の先端部を示す断面図、(c)はカバー部材(先端封止型)の先端部を示す断面図である。
[図4]本発明の実施形態に用いた熱電対、保護管およびカバー部材の取り付け構造を説明する断面図である。
[図5]降温時における炉内の測定温度を示し、反応管内の温度に対する各熱電対(従来型、カバー部材付(先端開放型、先端封止型))の応答性を表すグラフである。
[図6]本発明の実施形態における第1の変形例及び第2の変形例を示し、(a)～(c)は第1の変形例におけるカバー部材の断面図、(d)～(h)は第2の変形例におけるカバー部材の断面図である。
[図7]本発明の実施形態における第3の変形例を示し、(a)および(b)はカバー部材

の開口部を説明する断面図である。

符号の説明

- [0014] 10 基板処理装置
- 12 筐体
- 14 ポッドステージ
- 16 ポッド
- 18 ポッド搬送装置
- 20 ポッド棚
- 22 ポッドオープナ
- 24 基板枚数検知器
- 26 基板移載機
- 28 ノッチアライナ
- 30 基板支持具(ボート)
- 32 アーム(ツイーザ)
- 40 反応炉
- 42 反応管
- 43 反応容器
- 44 アダプタ
- 46 ヒータ
- 46a ヒータ素線
- 46b 断熱材
- 46c 冷却用エア取り入れ口
- 48 炉口シールキャップ
- 50 第2の断熱部材
- 52 第1の断熱部材
- 54 基板
- 56 ガス供給口
- 57 本体部

- 58 支持部
- 59 ガス排気口
- 60 ガス導入管
- 62 排気管
- 64 ガス導入経路
- 66 ノズル
- 70 冷却用エア
- 72 冷却用エア流路
- 74 排気口
- 76 排気路
- 78 ラジエータ
- 80 ブロア
- 82 熱電対
- 84 制御装置
- 86 保護管
- 88 カバー部材
- 90 開口部
- 92 穴
- 94 根元部分
- 96 第1の鏝部
- 98 第2の鏝部
- 100 固定具
- 102 固定プレート

発明を実施するための最良の形態

[0015] 次に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1に、本発明の実施形態に係る基板処理装置10の一例を示す。この基板処理装置10は、バッチ式縦型熱処理装置であり、主要部が配置される筐体12を有する。この筐体12の正面側には、ポッドステージ14が接続されており、このポッドステージ1

4にポッド16が搬送される。ポッド16には、例えば25枚の基板が収納され、図示しない蓋が閉じられた状態でポッドステージ14にセットされる。

[0016] 筐体12内の正面側であって、ポッドステージ14に対向する位置には、ポッド搬送装置18が配置されている。また、このポッド搬送装置18の近傍には、ポッド棚20、ポッドオープナ22及び基板枚数検知器24が配置されている。ポッド棚20はポッドオープナ22の上方に配置され、基板枚数検知器24はポッドオープナ22に隣接して配置される。ポッド搬送装置18は、ポッドステージ14とポッド棚20とポッドオープナ22との間でポッド16を搬送する。ポッドオープナ22は、ポッド16の蓋を開けるものであり、この蓋が開けられたポッド16内の基板枚数が基板枚数検知器24により検知される。

[0017] さらに、筐体12内には、基板移載機26、ノッチアライナ28及び基板支持具30（ボート）が配置されている。基板移載機26は、例えば5枚の基板を取り出すことができるアーム（ツイーザ）32を有し、このアーム32を動かすことにより、ポッドオープナ22の位置に置かれたポッド16、ノッチアライナ28及び基板支持具30間で基板を搬送する。ノッチアライナ28は、基板に形成されたノッチまたはオリフラを検出して基板のノッチまたはオリフラを一定の位置に揃えるものである。

[0018] さらに、筐体12内の背面側上部には反応炉40が配置されている。この反応炉40内に、複数枚の基板を装填した基板支持具30が搬入され熱処理が行われる。

[0019] 図2に反応炉40の一例を示す。この反応炉40は、炭化珪素（SiC）製の反応管42を有する。この反応管42は、上端部が閉塞され下端部が開放された円筒形状をしており、開放された下端部はフランジ状に形成されている。この反応管42の下方には反応管42を支持するよう石英製のアダプタ44が配置される。このアダプタ44は上端部と下端部が開放された円筒形状をしており、開放された上端部と下端部はフランジ状に形成されている。アダプタ44の上端部フランジの上面に反応管42の下端部フランジの下面が当接している。反応管42とアダプタ44により反応容器43が形成されている。また、反応容器43のうちアダプタ44を除いた反応管42の周囲には、反応管42内の基板を加熱するヒータ46が配置されている。

[0020] 反応管42とアダプタ44により形成される反応容器43の下部は、基板支持具30を挿入するために開放され、この開放部分（炉口部）は炉口シールキャップ48がオリ

グを挟んでアダプタ44の下端部フランジの下面に当接することにより密閉されるようにしてある。炉口シールキャップ48は基板支持具30を支持し、基板支持具30と共に昇降可能に設けられている。炉口シールキャップ48と基板支持具30との間には、石英製の第1の断熱部材52と、この第1の断熱部材52の上部に配置された炭化珪素(SiC)製の第2の断熱部材50とが設けられている。基板支持具30は、多数枚、例えば25～100枚の基板54を水平状態で隙間をもって多数段に支持し、反応管42内に装填される。

[0021] 1200℃以上の高温での処理を可能とするため、反応管42は炭化珪素(SiC)製としてある。このSiC製の反応管42を炉口部まで延ばし、この炉口部をOリングを介して炉口シールキャップでシールする構造とすると、SiC製の反応管42を介して伝達された熱によりシール部まで高温となり、シール材料であるOリングを溶かしてしまうおそれがある。Oリングを溶かさないうSiC製の反応管42のシール部を冷却すると、SiC製の反応管42が温度差による熱膨張差により破損してしまう。そこで、反応容器43のうちヒータ46による加熱領域をSiC製の反応管42で構成し、ヒータ46による加熱領域から外れた部分を石英製のアダプタ44で構成することで、SiC製の反応管からの熱の伝達を和らげ、Oリングを溶かすことなく、また反応管42を破損することなく炉口部をシールすることが可能となる。また、SiC製の反応管42と石英製のアダプタ44とのシールは、双方の面精度を良くすれば、SiC製の反応管42はヒータ46の加熱領域に配置されているため温度差が発生せず、等方的に熱膨張する。よって、SiC製の反応管42下端部のフランジ部分は平面を保つことができ、アダプタ44との間に隙間ができないので、SiC製の反応管42を石英製のアダプタ44に載せるだけでシール性を確保することができる。

[0022] アダプタ44には、アダプタ44と一体にガス供給口56とガス排気口58とが設けられている。ガス供給口56にはガス導入管60が、ガス排気口58には排気管62がそれぞれ接続されている。アダプタ44の内壁は反応管42の内壁よりも内側にあり(突出しており)、アダプタ44の側壁部(肉厚部)には、ガス供給口56と連通し、垂直方向に向かうガス導入経路64が設けられ、その上部にはノズル取付孔が上方に開口するように設けられている。このノズル取付孔は、反応管42の内部におけるアダプタ44の上

端部フランジ側の上面に開口しており、ガス供給口56及びガス導入経路64と連通している。このノズル取付孔にはノズル66が挿入され固定されている。すなわち、反応管42内部におけるアダプタ44の反応管42の内壁よりも内側に突出した部分の上面にノズル66が接続され、このアダプタ44の上面によりノズル66が支持されることとなる。この構成により、ノズル接続部は熱で変形しにくく、また破損しにくい。また、ノズル66とアダプタ44の組立て、解体が容易になるというメリットもある。ガス導入管60からガス供給口56に導入された処理ガスは、アダプタ44の側壁部に設けられたガス導入経路64、ノズル66を介して反応管42内に供給される。なお、ノズル66は、反応管42の内壁に沿って基板配列領域の上端よりも上方(基板支持具30の上端よりも上方)まで延びるように構成される。

[0023] また、上述したヒータ46はヒータ素線46a及び断熱材46bから構成されている。ヒータ46の断熱材46bは、反応炉40の上部および側部に設けられ、ヒータ素線46aは、反応炉40の側部に設けられた断熱材46bの内側に配設されている。ヒータ46は複数、例えば5つのゾーンに分割されている。また、反応炉40の側部に設けられたヒータ46には、冷却用エア取り入れ口46c(図3に示す)が設けられている。この冷却用エア取り入れ口46cは、図示しない冷却用エア供給源と後述する冷却用エア流路72とを連通し、均等な分布となるように所定の数設けられている。なお、冷却用エア供給源を設けることなく、反応炉40の上方に設けられた後述するブロー80で反応炉40の周囲の雰囲気を引きくことにより、周囲のエアが流通するようにしてもよい。

[0024] また、反応管42外部には冷却用の流体を流通させる流路が設けられている。具体的には、反応管42とヒータ46との間に冷却用の流体としての冷却用エア(空気)70を流通させるための冷却用エア流路72が、反応管42を全体的に包囲するように形成されている。なお、冷却用の流体としては、空気の他に窒素(N_2)などを用いるようにしてもよい。また、反応炉40の上部に設けられた断熱材46bの中央部には、冷却用エア70を冷却用エア流路72から排出するための排気口74が形成されており、この排気口74は排気路76に連通している。さらに排気路76の下流方向にはラジエータ(熱交換器)78、ブロー80が配設されている。冷却用エア70は、冷却用エア取り入れ口46c、冷却用エア流路72、排気口74および排気路76を介し、ラジエータ78に

より熱が除去されてブロー80により排気されるようになっている。このように、冷却用エア流路72は、冷却用エア70が反応管42の外側面を平行に流れるように構成されている。

[0025] 上述した反応炉40の冷却用エア流路72には、反応管42周辺の温度を検出する複数(例えば5つ)の熱電対82が設けられている。具体的には、これらの熱電対82は、各ヒータゾーンに対応するように垂直方向の複数の位置(例えば5箇所)に配置され、反応管42の外壁近傍の雰囲気温度を検出するようになっている。これらの熱電対82は、ヒータ46(ヒータ素線46a及び断熱材46b)の外部からこのヒータ46を貫通するように反応炉40内部に向かって差し込まれ、先端部(温度検知部である測温接点(熱接点))が反応管42の外壁近傍に配置されている。

[0026] また、基板処理装置10には制御装置84が設けられている。この制御装置84には、上述したヒータ46(ヒータ素線46a)及び熱電対82がそれぞれ接続されている。熱電対82は、温度検出結果を制御装置84に送信し、制御装置84は、この熱電対82によって検出された温度によってヒータ46をフィードバック制御するようになっている。すなわち、制御装置84は、ヒータ46の目標温度と熱電対82より検出された温度との差を求めて、差がある場合にはこの差を解消させるフィードバック制御を実行するようになっている。なお、制御装置84は、この他、基板処理装置を構成する各部の動作制御をも行う。

[0027] 次に、上述したように構成された基板処理装置10の作用、すなわち上述の基板処理装置10を用いて、例えば基板の製造工程もしくは半導体装置の製造工程の一工程として基板を処理する方法について説明する。

なお、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、制御装置84により制御される。

まず、ポッドステージ14に複数枚の基板54を収容したポッド16がセットされると、ポッド搬送装置18によりポッド16をポッドステージ14からポッド棚20へ搬送し、このポッド棚20にストックする。次に、ポッド搬送装置18により、このポッド棚20にストックされたポッド16をポッドオープナ22に搬送してセットし、このポッドオープナ22によりポッド16の蓋を開き、基板枚数検知器24によりポッド16に収容されている基板54の枚数

を検知する。

[0028] 次に、基板移載機26により、ポッドオープナ22の位置にあるポッド16から基板54を取り出し、ノッチアライナ28に移載する。このノッチアライナ28においては、基板54を回転させながら、ノッチを検出し、検出した情報に基づいて複数枚の基板54のノッチを同じ位置に整列させる。次に、基板移載機26により、ノッチアライナ28から基板54を取り出し、基板支持具30に移載する(基板移載工程)。

[0029] このようにして、1バッチ分の基板を基板支持具30に移載すると、例えば600℃程度の温度に設定された反応炉40内(反応容器43内)に複数枚の基板54を装填した基板支持具30を搬入し、炉口シールキャップ48により反応炉40内を密閉する(基板搬入工程)。次に、炉内温度を熱処理温度まで昇温させて(昇温工程)、ガス導入管60からガス導入口56、アダプタ44側壁部に設けられたガス導入経路64、及びノズル66を介して反応管42内に処理ガスを導入する。処理ガスには、窒素(N_2)、アルゴン(Ar)、水素(H_2)、酸素(O_2)、塩化水素(HCl)、ジクロロエチレン($C_2H_2Cl_2$ 、略称DCE)等が含まれる。基板54を熱処理する際、基板54は例えば1200℃程度以上の処理温度に加熱される(基板処理工程)。

[0030] 基板54の熱処理が終了すると、例えば炉内温度を処理温度から600℃程度の温度まで降温する。この炉内温度を降温する際に、例えば炉内を急速に冷却するとき、冷却用エア70を図示しない冷却用エア供給源より冷却用エア取り入れ口46cを介して冷却用エア流路72に供給し、排気口74及び排気路76を介し、ラジエータ78により熱を除去し、ブロア80により炉外に排気する。なお、冷却用エア供給源を設けない場合は、ブロア80により反応管42周囲の雰囲気を引くことにより、反応炉40外部のエアを、冷却用エア取り入れ口46cを介して冷却用エア通路72内に取り込み、排気口74、排気路76を介し、ラジエータ78により熱を除去し、ブロア80を介して炉外に排気することとなる。すなわち、反応管42周辺に風(冷却用エア70)の流れをつくり、反応炉40内すなわち反応管42内を急速に冷却する。このとき、後述する保護管82で覆われた熱電対82により反応管42周辺の温度を検出しつつ反応管42内の温度を降温する(降温工程)。

炉内温度を降温した後、熱処理後の基板54を支持した基板支持具30を反応炉40

から搬出し(基板搬出工程)、基板支持具30に支持された全ての基板54が冷えるまで、基板支持具30を所定位置で待機させる(基板冷却工程)。次に、待機させた基板支持具30の基板54が所定温度まで冷却されると、基板移載機26により、基板支持具30から基板54を取り出し、ポッドオープナ22にセットされている空のポッド16に搬送して収容する(基板回収工程)。次に、ポッド搬送装置18により、基板54が収容されたポッド16をポッド棚20、またはポッドステージ14に搬送して一連の処理が完了する。

[0031] 次に、上述した熱電対82について図3に基づいて詳細に説明する。

図3(a)においては、便宜上、熱電対82は、複数あるうちの1つだけを示している。

図3(a)に示すように、熱電対82は保護管86で覆われた状態で冷却用エア70を流通させる冷却用エア流路72に設けられている。この保護管86はアルミナ(Al_2O_3)からなり、先端部が閉塞され後端部が開放された円筒形状に形成され、その管軸が反応管42の管軸と略直角となるように配置されている。

[0032] また、保護管86の外部にはカバー部材88が設けられている。このカバー部材88は、例えばアルミナからなり、少なくとも保護管86の側面の全体を覆うように構成されている。カバー部材88は、保護管86よりも大きな径を有する円筒形状に形成されていることから、保護管86とカバー部材88との間には空間が形成され、この構成により、これら保護管86とカバー部材88との間に気体(空気)の層が形成される。

[0033] 図3(b)に示すように、カバー部材88の先端部は開放されている(先端開放型)。すなわち、カバー部材88の先端部には開口部90が設けられており、この開口部90は、上述した冷却用エア流路72を流れる冷却用の流体すなわち冷却用エア70の流れに対して垂直な方向に向くように形成されている。カバー部材88は、開口部90が反応管42の外側面と対向するように配置されている。また、開口部90により熱電対82の温測接点が位置する保護管86の先端部は露出しており、保護管86は露出された先端部が反応管42の外側面と対向するように配置されている。

[0034] これら熱電対82、保護管86及びカバー部材88は、冷却用の流体(冷却用エア70)を流通させる流路内すなわち冷却用エア流路72に設けられており、カバー部材88により冷却用エア70の保護管86に向かう流れを遮るように構成されている。したがっ

て、保護管86は、その管軸が反応管42の管軸と略直角となるよう、すなわちその管軸が水平となるように配置にされている。

[0035] また、図3(c)に示すように、カバー部材88は、このカバー部材88の先端部に開口部90を有さない、すなわち先端部が閉塞されている形状としてもよい(先端封止型)。

[0036] 図4に先端開放型における熱電対82、保護管86及びカバー部材88の取り付け構造が示されている。

図4に示すように、断熱材46bの側壁にはカバー部材88を通す穴92が設けられている。カバー部材88の根元部分94、すなわち開口部90が設けられた先端部とは反対側の端部には鏝部(フランジ部)96が設けられている。この鏝部96は、カバー部材88を断熱材46bの外側から該断熱材46bの穴92に挿入し、該カバー部材88を所定の位置に設置した際に断熱材46bの外壁に当接するように配置される。また、保護管86の根元部分にも鏝部(フランジ部)98が設けられている。この鏝部(フランジ部)98は、保護管86をカバー部材88の内部に挿入し、該保護管86を所定の位置に設置した際にカバー部材88の鏝部96に当接するように配置される。カバー部材88の鏝部96と保護管86の鏝部98とははボルト等の固定具100を通す貫通孔が設けられており、これらカバー部材88及び保護管86は、固定プレート102を介して固定具100により固定されるようになっている。なお、熱電対(熱電対の素線)82は保護管86の根元部分において保護管86に取り付けられている。

[0037] このように、冷却用エア70の保護管86に向かう流れを遮るように保護管86の外部にカバー部材88を設けたことにより、冷却用エア70の影響を軽減させることができる。すなわち、保護管86をカバー部材88で覆うことにより、保護管86が冷却用エア流路72を流通する冷却用エア70の流れを直接受けないようにすることができる(冷却用エア70の流れによる風が保護管86に直接衝突しないようにすることができる)。また、例えばアルミナ製のカバー部材88を設けることにより、熱電対82(及び保護管86)の熱容量を増大させることができる。これにより、熱電対82(及び保護管86)が反応管42内の温度よりも早く温度低下してしまうことを防ぐことができる。したがって、保護管86にカバー部材88を設けて反応管42内の温度制御を行うことで、温度変化率

の大きいイベント、例えば炉内を急速に冷却する際などにおいても熱電対82の応答性を向上させることができ、もって反応管42内の温度制御を正確に行うことができる。

[0038] また、保護管86とカバー部材88との間に形成される空気の層は断熱層となり、断熱効果をもたらす。すなわち、この空気の層により、炉内の熱が熱電対82及び保護管86を伝導して根元部へ逃げて炉外に放出することを抑制し、昇温時や温度安定時における炉内の温度低下や、熱電対82による検出温度の低下を防ぐことができる。さらに、カバー部材88の形状が先端封止型の場合においては、この断熱層内の空気の流れが少ないことから、より高い断熱効果を得ることができる。

[0039] また、カバー部材88の形状が先端開放型の場合においては、先端部が開放されて反応管42の近傍にあり、且つ先端部以外の側面はカバー部材で覆われているので、冷却用エア70の保護管86に向かう流れを遮ることができるとともに、反応管42からの輻射熱(放射熱)や熱伝達による熱(反応管42から反応管42外部の空気への熱伝達による熱)をよりの確に熱電対82に伝えることができ、反応管42内の温度と熱電対82の検出温度との差を小さくすることができる。すなわち反応管42内の温度に対する熱電対82の応答性をより向上させることができる。

[0040] また、保護管86にカバー部材88を設けることにより、熱電対82及び保護管86を保護することができ、熱電対82の根元部や胴部の折れ等を防止し、もって熱電対82の安全性および寿命を向上することができる。

[0041] 次に、本実施例におけるカバー部材を有する熱電対の応答性について、下記の実験結果(図5)に基づいて説明する。

[0042] 図5は、降温時における炉内の測定温度を示し、反応管内の温度に対する各熱電対(後述)の応答性を表すグラフである。

[0043] 反応管内の基板に熱電対を設置し、該反応管内の温度を測定した(図5の反応管内温度)。また、反応管周辺に保護管を有する熱電対(従来型)、保護管およびカバー部材(先端開放型)を有する熱電対、保護管およびカバー部材(先端封止型)を有する熱電対を設置し反応管周辺の温度を測定した。

[0044] 反応管周辺に設置された従来型の熱電対によりヒータの温度制御を行い、900℃から600℃まで降温レート30℃/minの条件で降温試験を行った。

[0045] 図5に示すように、反応管内の温度は、制御温度(従来型の熱電対)に対して高い温度を示している。また、先端開放型のカバー部材を有する熱電対および先端封止型のカバー部材を有する熱電対においても、反応管内の温度に対して一定の温度差はあるものの制御温度(従来型の熱電対)に対して高い温度を示す結果となった。一方、従来型の熱電対は、冷却用エアの流れを受けることにより、最も低い温度を示す結果となったと考えられる。すなわち、カバー部材(先端開放型および先端封止型)を有する熱電対は、従来型の熱電対と比較して、反応管内の温度により近い温度を示している。このことから、カバー部材を有する熱電対、すなわち冷却用エアの保護管に向かう流れを遮った状態で反応管周辺の温度を検出する場合においては、冷却用のエアの影響が軽減されていることが分かる。

[0046] また、先端開放型のカバー部材を有する熱電対は、先端封止型のカバー部材を有する熱電対と比較すると、反応管内の温度により近い温度を示している。この結果より、先端開放型のカバー部材は、先端封止型のカバー部材よりも反応管内の温度に対する応答性が良いことが分かる。

[0047] なお、カバー部材88の材質としては、アルミナ(Al_2O_3)の他、ジルコニア(ZrO_2)、炭化珪素(SiC)等が例示される。なお、カバー部材88が設置される箇所の温度がある程度低い場合(例えば1000℃程度以下の場合)には酸化珪素(SiO_2)を用いることもできる。

[0048] 次に、本発明の第1の変形例を図6(a)～(c)に基づいて説明する。

本発明の第1の変形例におけるカバー部材88の断面形状は、図6(a)～(c)に示すように、円形状、矩形状及び三角形状に形成されている。このように、カバー部材88の断面形状は、保護管86の側面全体を覆う形態であればよく、矩形や三角形のように多角形状としてもよい。

[0049] 次に、本発明の第2の変形例を図6(d)～(h)に基づいて説明する。

本発明の第2の変形例におけるカバー部材88の断面形状は、図6(d)～(h)に示すように、冷却用エア70の流れを直接受ける保護管86側面の下方部分のみを覆うような形状、すなわち冷却用エア70の流れを直接受ける側と反対側である保護管86の上方部分の少なくとも一部を開放するような形状に形成されている。例えば図6(d)

～(g)に示す形態においては、カバー部材88が保護管86の底部と側部とを覆う形状となっている。また、例えば図6(h)に示す形態においては、カバー部材88が保護管86の底部のみを覆う形状となっている。このように、カバー部材88は保護管86の側面の少なくとも一部を覆うように構成されてもよい。カバー部材88をこのような形状としても、冷却用エア70の流れが保護管86に直接衝突しないようにすることができる。

[0050] なお、保護管86の底部と側部とを覆う図6(d)～(g)の形態は、保護管86の底部のみを覆う図6(h)の形態よりも、開放した部分から保護管86に回り込む冷却用エア70の影響を抑制することができる。なお、保護管86の側面全体を覆う形態(例えば上記実施形態及び第1の変形例の図6(a)～(c)の形態)であれば、保護管86の側面から保護管86に回り込む冷却用エア70の影響を無くすことができる。また、保護管86の底部と側部とを覆う図6(d)～(g)の形態は、保護管86の底部のみを覆う図6(h)の形態よりも高い断熱効果を得ることができる。さらに、保護管86の側面全体を覆う図6(a)～(c)の形態は、保護管86の底部と側部とを覆う図6(d)～(g)の形態よりも高い断熱効果を得ることができる。

なお、第1の変形例、第2の変形例は先端開放型、先端封止型のいずれにも適用できる。

[0051] 次に、本発明の第3の変形例を図7に基づいて説明する。

第3の変形例は、先端開放型のカバー部材をさらに改良したものである。

本発明の第3の変形例におけるカバー部材88の開口部90は、図7(a)に示すように、保護管86の直径とほぼ同じ大きさ、もしくは、図7(b)に示すように、保護管86の直径よりも小さくなっている。このように、開口部90は、保護管86の直径に近づけても(保護管86の直径と同等としても)よいし、保護管86の直径よりも小さくしてもよい。これにより、冷却用エア70が開口部90から回り込むのを抑制できるので、先端開放型カバー部材88の利点を活かしつつ冷却用エア70の影響をより受けにくくすることができ、また、より高い断熱効果を得ることができる。

なお、図7(b)の形態は図7(a)の形態よりも開放部90から保護管86に回り込む冷却用エア70の影響を抑制することができる。

- [0052] なお、上記実施形態の説明にあつては、熱処理装置として、複数の基板を熱処理するバッチ式のものをを用いたが、これに限定するものではなく、枚葉式のものであつてもよい。
- [0053] 本発明は、SOI (Silicon On Insulator) ウエハの一種であるSIMOX (Separation by Implanted Oxygen) ウエハの製造工程の一工程に適用することができる。
- [0054] 即ち、SIMOXにおいては、まずイオン注入装置等により単結晶シリコンウエハ内へ酸素イオンをイオン注入する。その後、酸素イオンが注入されたウエハを上記実施形態の熱処理装置を用いて、例えばAr、O₂ 雰囲気のもと、1300℃～1400℃、例えば1350℃以上の高温でアニールする。これらの処理により、ウエハ内部にSiO₂ 層が形成された (SiO₂ 層が埋め込まれた) SIMOXウエハが作製される。
- [0055] また、SIMOXウエハの他、水素アニールウエハの製造工程の一工程に本発明を適用することも可能である。この場合、ウエハを本発明の熱処理装置を用いて、水素雰囲気中で1200℃程度以上の高温でアニールすることとなる。これによりIC (集積回路) が作られるウエハ表面層の結晶欠陥を低減することができ、結晶の完全性を高めることができる。
- [0056] また、この他、エピタキシャルウエハの製造工程の一工程に本発明を適用することも可能である。
- [0057] 以上のような基板の製造工程の一工程として行う高温アニール処理を行う場合であっても、本発明を用いることにより、冷却用の気体の影響が軽減され、反応管内の温度制御を正確に行うことができる。
- [0058] 本発明は、半導体装置の製造工程にも適用することも可能である。
- 特に、比較的高い温度で行う熱処理工程、例えば、ウェット酸化、ドライ酸化、水素燃焼酸化 (パイロジェニック酸化)、HCl酸化等の熱酸化工程や、硼素 (B)、リン (P)、砒素 (As)、アンチモン (Sb) 等の不純物 (ドーパント) を半導体薄膜に拡散する熱拡散工程等に適用するのが好ましい。
- このような半導体デバイスの製造工程の一工程としての熱処理工程を行う場合においても、本発明を用いることにより、冷却用の気体の影響が軽減され、反応管内の温度制御を正確に行うことができる。

請求の範囲

- [1] 基板を処理する反応管と、
前記反応管内の基板を加熱するヒータと、
前記反応管外部に冷却用の流体を流通させる流路と、
前記反応管周辺の温度を検出する熱電対と、を有し、
前記熱電対は保護管で覆われた状態で前記冷却用の流体を流通させる流路内に
設けられ、
前記保護管の外部には前記冷却用の流体の前記保護管に向かう流れを遮るカバ
ーが設けられる基板処理装置。
- [2] 請求項1の基板処理装置において、前記カバーの先端部には開口部が設けられ、
前記カバーは前記開口部が前記反応管の外側面と対向するように配置される基板
処理装置。
- [3] 請求項2の基板処理装置において、前記開口部により前記熱電対の測温接点が
位置する前記保護管の先端部は露出しており、前記保護管は前記露出した先端部
が前記反応管の外側面と対向するように配置される基板処理装置。
- [4] 請求項3の基板処理装置において、前記冷却用の流体が前記反応管の外側面と
平行に流れるように構成される基板処理装置。
- [5] 請求項4の基板処理装置において、前記保護管は、その管軸が、前記冷却用の流
体の流れと直角となるように配置される基板処理装置。
- [6] 請求項4の基板処理装置において、前記保護管は、その管軸が、前記反応管の管
軸と直角となるように配置される基板処理装置。
- [7] 請求項4の基板処理装置において、前記保護管は、その管軸が、水平となるように
配置される基板処理装置。
- [8] 請求項4の基板処理装置において、前記保護管と前記カバーとの間には空間が設
けられる基板処理装置。
- [9] 請求項4の基板処理装置において、前記カバーは、前記保護管の側面の少なくも
一部を覆うように構成されている基板処理装置。
- [10] 請求項4の基板処理装置において、前記カバーは、前記保護管の側面の全体を覆

うように構成されている基板処理装置。

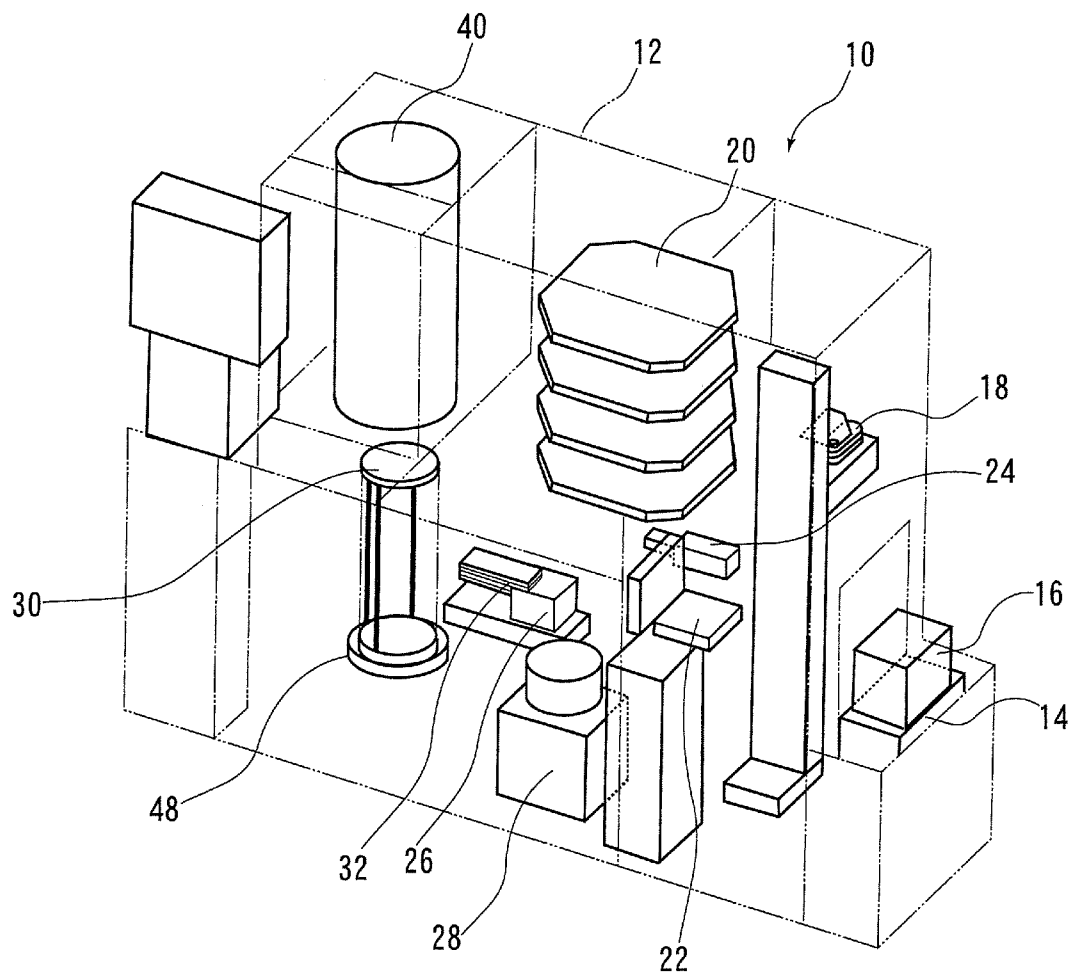
[11] 請求項1の基板処理装置において、前記カバーの先端部が閉塞している基板処理装置。

[12] 請求項1の基板処理装置において、前記カバーは、アルミナ、ジルコニアまたは炭化珪素製である基板処理装置。

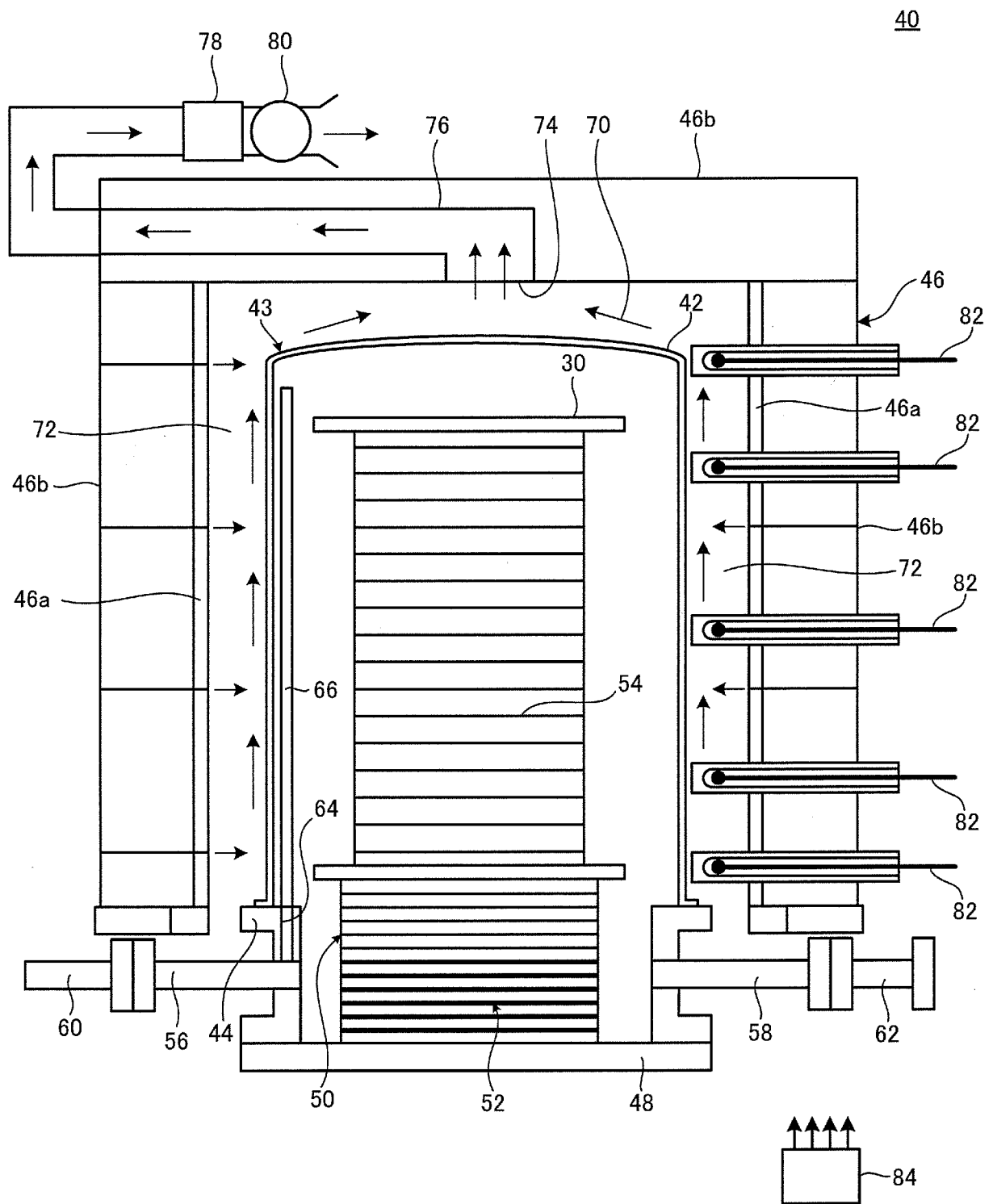
[13] 反応管内に基板を搬入する工程と、
前記反応管内で基板を加熱して処理する工程と、
基板を処理した後に前記反応管外部に冷却用の流体を流通させるとともに、前記冷却用の流体を流通させる流路内に設けられ保護管で覆われた熱電対により前記反応管周辺の温度を検出しつつ、前記反応管内の温度を降温する工程と、
処理後の基板を前記反応管内から搬出する工程と、を有し、
前記反応管内の温度を降温する工程では、前記冷却用の流体の前記保護管に向かう流れを遮った状態で前記反応管周辺の温度を検出する基板の製造方法。

[14] 反応管内に基板を搬入する工程と、
前記反応管内で基板を加熱して処理する工程と、
基板を処理した後に前記反応管外部に冷却用の流体を流通させるとともに、前記冷却用の流体を流通させる流路内に設けられ保護管で覆われた熱電対により前記反応管周辺の温度を検出しつつ、前記反応管内の温度を降温する工程と、
処理後の基板を前記反応管内から搬出する工程と、を有し、
前記反応管内の温度を降温する工程では、前記冷却用の流体の前記保護管に向かう流れを遮った状態で前記反応管周辺の温度を検出する半導体装置の製造方法。
。

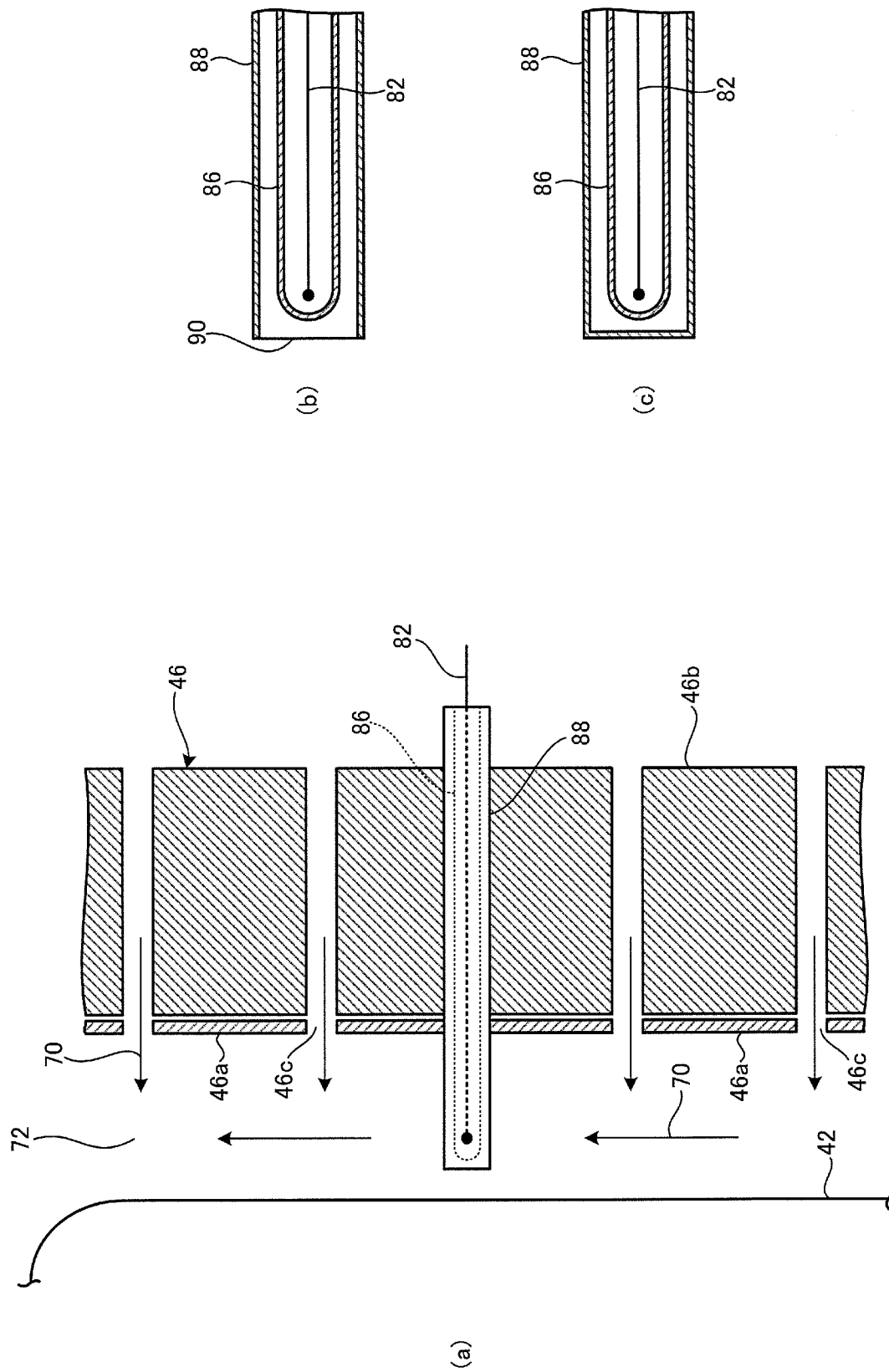
[図1]



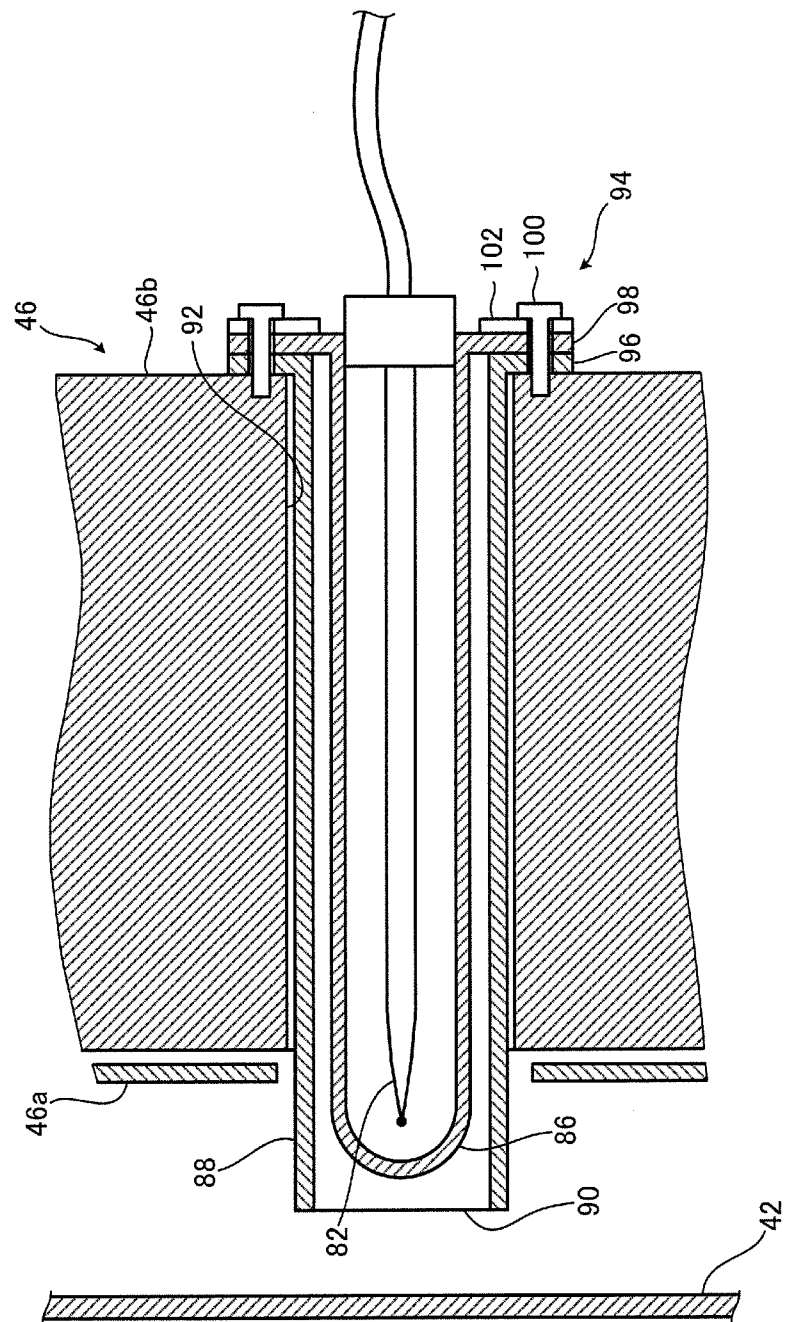
[図2]



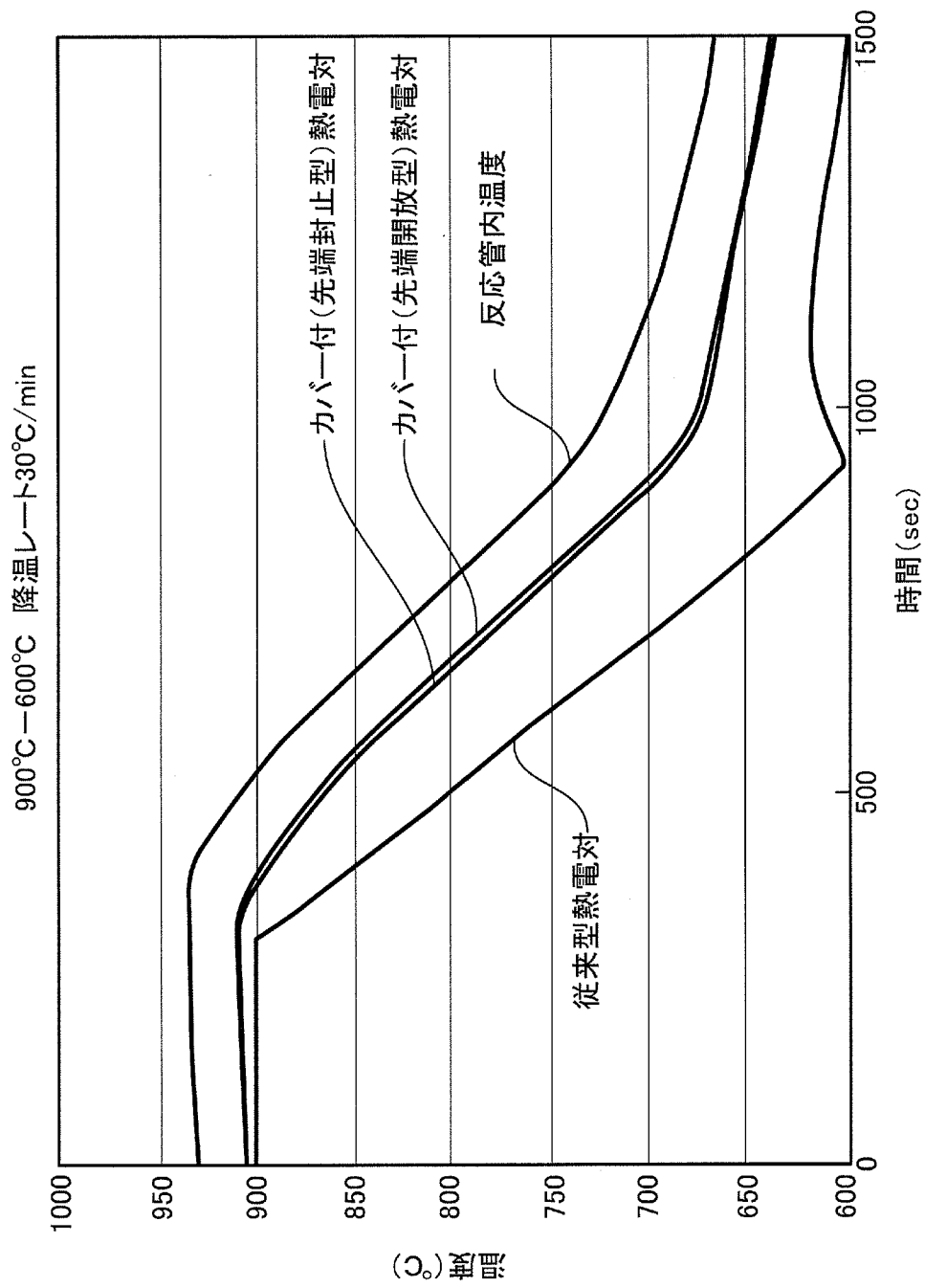
[図3]



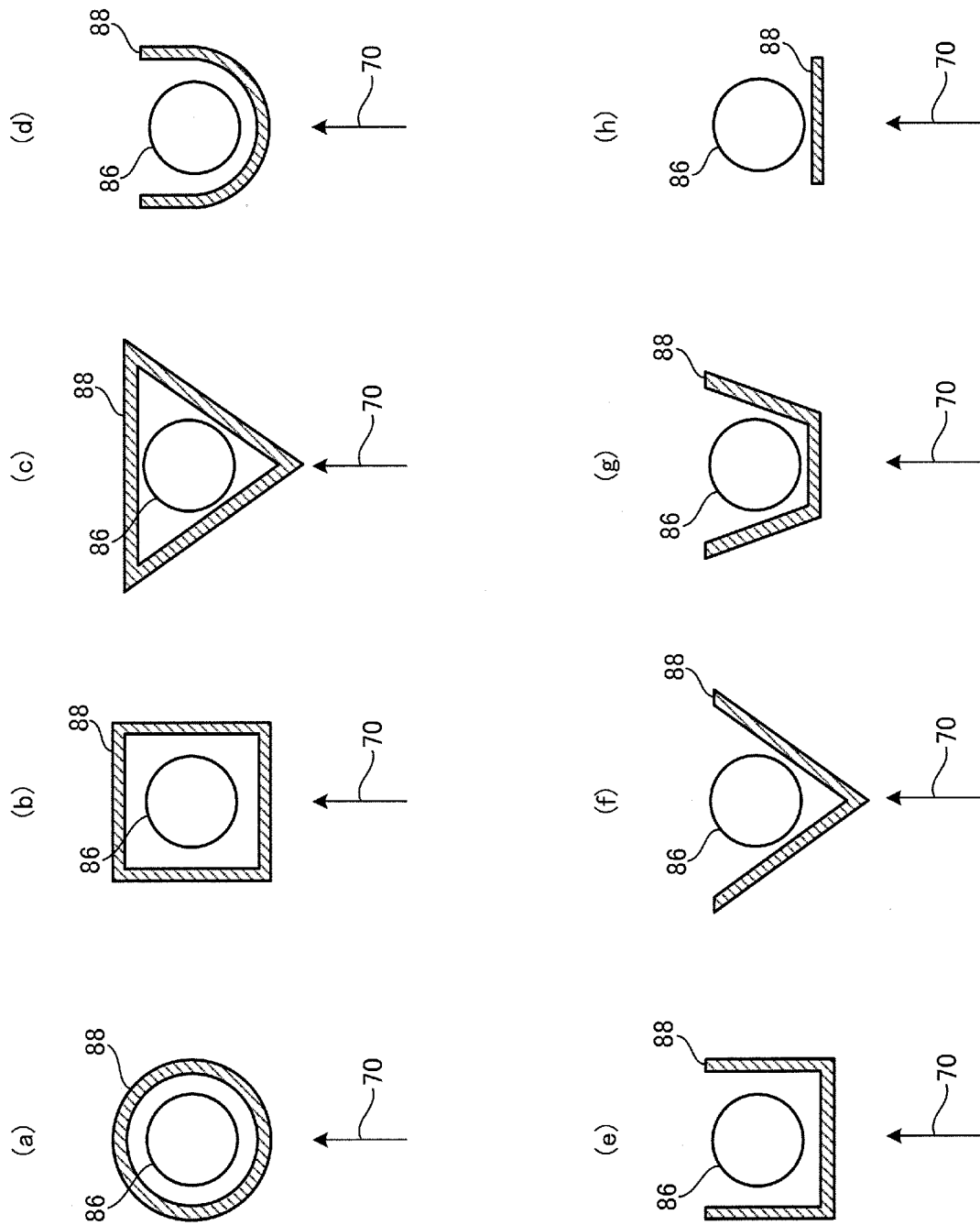
[図4]



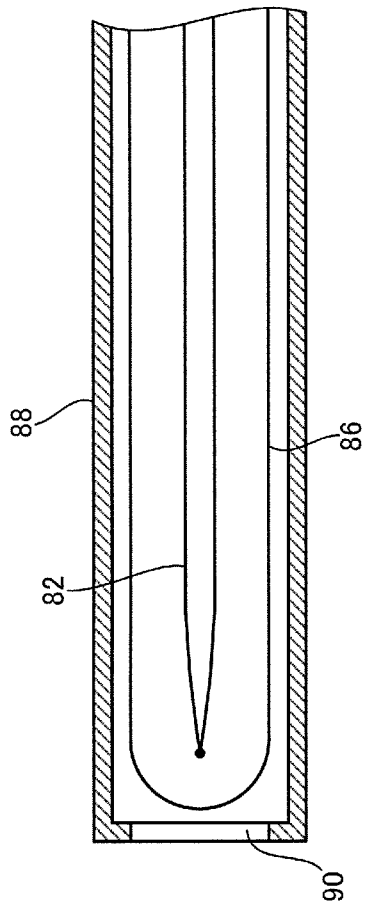
[図5]



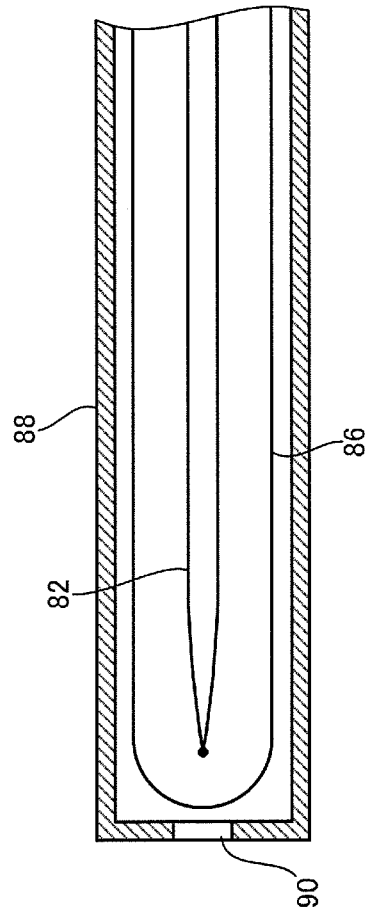
[図6]



[図7]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/324(2006.01) i, H01L21/22(2006.01) i, H01L21/31(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)

H01L21/22, H01L21/31, H01L21/324

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u> <u>Y</u> A	JP 1-239842 A (Toshiba Corp.), 25 September, 1989 (25.09.89), Page 3, upper left column, line 18 to upper right column, line 16; Figs. 1, 3 (Family: none)	<u>1, 11, 13-14</u> <u>12</u> 2-10
Y	JP 8-210923 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 20 August, 1996 (20.08.96), Par. Nos. [0010] to [0015]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	12
A	JP 2005-209754 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 04 August, 2005 (04.08.05), Par. Nos. [0021] to [0035]; Figs. 1, 3 (Family: none)	1-14



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

"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
23 October, 2006 (23.10.06)

Date of mailing of the international search report
31 October, 2006 (31.10.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315482

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-150404 A (Sony Corp.) , 30 May, 2000 (30.05.00) , Par. Nos. [0009] to [0012]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L21/324(2006.01)i, H01L21/22(2006.01)i, H01L21/31(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. H01L21/22, H01L21/31, H01L21/324			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6年 1 9 7 1－2 0 0 6年 1 9 9 6－2 0 0 6年 1 9 9 4－2 0 0 6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 請求の範囲の番号	
<u>X</u> <u>Y</u> A	JP 1-239842 A（株式会社東芝）1989.09.25, 3頁左上欄18行-右上欄16行, 第1図, 第3図（ファミリーなし）	<u>1, 11, 13-14</u> <u>12</u> 2-10	
Y	JP 8-210923 A（国際電気株式会社）1996.08.20, 【0010】－【0015】, 図1-3（ファミリーなし）	12	
A	JP 2005-209754 A（株式会社日立国際電気）2005.08.04, 【0021】－【0035】, 図1, 図3（ファミリーなし）	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 2 3 . 1 0 . 2 0 0 6		国際調査報告の発送日 3 1 . 1 0 . 2 0 0 6	
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） 和瀬田 芳正 電話番号 03-3581-1101 内線 3498	

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 請求の範囲の番号
A	JP 2000-150404 A (ソニー株式会社) 2000.05.30, 【0009】 - 【0012】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-14