



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

容器の内部に形成された昇温部又は降温部の少なくともいずれかに設けられ、載置面上に載置された基板との間で熱伝達を行う基板載置台と、基板載置台の温度を制御する温度制御部と、を備え、温度制御部は、基板載置台が昇温部に設けられた場合、基板が基板載置台に載置される前に、基板載置台の温度を、処理部に搬入されることとなる基板を所定の温度に昇温させることができる温度にするように制御し、基板載置台が降温部に設けられた場合、基板が基板載置台に載置される前に、基板載置台の温度を、処理部から搬出した処理済の基板を所定の温度に降温させることができる温度にするように制御する。

明 細 書

発明の名称：基板処理装置及び基板処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理装置及び基板処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、内部に処理室が形成された反応容器を備え、処理室内で基板を処理する基板処理装置が提案されている（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2013-58741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、上述の基板処理装置では、通常、基板の処理と、基板の昇温と、基板の降温とが、処理室内の同一の位置（例えば基板の処理が行われる処理室内の位置、つまり処理位置）で行われる。基板の処理は、高温（例えば500℃～2000℃）の雰囲気下で行われることが多く、基板の処理の温度が高くなるほど、基板の昇降温にかかる時間が例えば数10分～数時間と長くなることがある。その結果、一の基板処理の終了後から次の基板処理の開始までの時間が長くなり、基板の生産性が低下することがある。

[0005] 本発明は、上記課題を解決し、基板の生産性を向上させる技術を提供することを目的とする。

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部、前記処理部内に搬入する前記基板を昇温させる昇温部、及び前記処理部内から搬出された処理済の前記基板を降温させる降温部が内部に形成されている容器と、

前記昇温部又は前記降温部の少なくともいずれかに設けられ、載置面上に

載置された前記基板との間で熱伝達を行う基板載置台と、

前記基板載置台の温度を制御する温度制御部と、を備え、

前記温度制御部は、

前記基板載置台が前記昇温部に設けられた場合、前記基板が前記基板載置台に載置される前に、前記基板載置台の温度を、前記処理部に搬入されることとなる前記基板を所定の温度に昇温させることができる温度にするように制御し、

前記基板載置台が前記降温部に設けられた場合、前記基板が前記基板載置台に載置される前に、前記基板載置台の温度を、前記処理部から搬出した処理済の前記基板を所定の温度に降温させることができる温度にするように制御する基板処理装置が提供される。

[0007] 本発明の他の態様によれば、

容器内に形成された処理部で基板の処理を行う工程を有し、

前記容器内に形成された昇温部に設けられ、温度制御部により、前記処理部に搬入されることとなる前記基板を所定の温度に昇温させることができる温度に制御された基板載置台の載置面上に前記基板を載置して前記基板を昇温させる工程、又は、

前記容器内に形成された降温部に設けられ、温度制御部により、前記処理部から搬出した処理済の前記基板を所定の温度に降温させることができる温度に制御された基板載置台の載置面上に処理済の前記基板を載置して前記基板を降温させる工程、

の少なくともいずれかを行う基板処理方法が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、基板の生産性を向上させる技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態にかかる基板処理装置の縦断面概略図を示す。

[図2]本発明の一実施形態にかかる基板処理装置が備え、トレーに保持された

基板が載置された基板載置台の概略図であり、（a）は縦断面図を示し、（b）は上面図を示す。

発明を実施するための形態

[0010] <本発明の一実施形態>

（１）基板処理装置の構成

以下に、本発明の一実施形態にかかる基板処理装置について、主に図１を参照しながら説明する。

[0011] 図１に示すように、基板処理装置１０は、内部に中空部（筒中空部）が形成された第１の容器１１を備えている。第１の容器１１は、例えば石英（ SiO_2 ）等の耐熱性材料により形成されている。第１の容器１１の内部、つまり第１の容器１１の筒中空部内には、基板処理を行う処理部が形成されている。

[0012] 第１の容器１１内には、基板処理が行われる第２の容器１２が設けられている。第２の容器１２は、例えば石英、カーボン、炭化ケイ素（ SiC ）で形成されている。第２の容器１２内には、後述のトレイ４０に保持された基板１００を載置する基板載置台１３が設けられている。基板載置台１３は、カーボン、石英、アルミナ等の耐熱性、耐食性等を有する材料で形成されていることが好ましい。

[0013] 第１の容器１１には、反応ガス供給管１４が、第１の容器１１の側部を貫通するように気密に設けられている。反応ガス供給管１４は、耐熱性、耐食性等を有する金属材料（例えばステンレス）や非金属材料（例えば石英）により形成されている。

[0014] 反応ガス供給管１４における第１の容器１１の外側には、上流側から順に、反応ガス供給源１４a、処理ガス生成器１４c内への反応ガスの供給・停止を行う弁としてのバルブ１４bが設けられている。反応ガス供給管１４から反応ガスとして例えば塩素（ Cl_2 ）ガスや塩化水素（ HCl ）ガスが処理ガス生成器１４c内に供給される。処理ガス生成器１４cには、第１の処理ガス供給管１５の上流端が接続されている。第１の処理ガス供給管１５は、

耐熱性、耐食性等を有する金属材料（例えばステンレス）や非金属材料（例えば石英）により形成されている。第１の処理ガス供給管１５の下流端は、第２の容器１２に気密に接続されている。第１の処理ガス供給管１５からは、第１の処理ガスとして、処理ガス生成器１４ｃ内で生成されたガス（例えばGaC₁ガス等のⅢ族元素含有ガス）が第２の容器１２内（第２の容器１２内の基板１００）に供給される。

[0015] 処理ガス生成器１４ｃは、第１の容器１１内に設けられている。処理ガス生成器１４ｃは、金属原料を保持する容器を備えている。容器は、耐熱性、耐食性を有する非金属材料（例えば高純度の石英）で形成されている。容器には、上述の反応ガス供給管１４の下流端が気密に接続されているとともに、上述の第１の処理ガス供給管１５の上流端が気密に接続されている。容器内の金属原料より上方には、反応ガスが通過する空間が形成されている。処理ガス生成器１４ｃは、空間内を反応ガスが通過する際に、反応ガスが金属原料に接触して反応ガスと金属原料とが反応し、第１の処理ガスが生成されるように構成されている。

[0016] 金属原料として、例えば常温で固体の原料が用いられる。金属原料として、例えばⅢ族元素を含む金属原料であるガリウム（Ga）の固体、インジウム（In）の固体、アルミニウム（Al）の固体が用いられる。なお、金属原料は、処理ガス生成器１４ｃ内の温度と使用する金属によって、固体状の場合もあれば、液体状の場合もある。

[0017] 主に、反応ガス供給管１４、バルブ１４ｂ、処理ガス生成器１４ｃ、第１の処理ガス供給管１５により、第１の処理ガス供給部が構成される。なお、反応ガス供給源１４ａを第１の処理ガス供給部に含めて考えてもよい。

[0018] 第１の容器１１には、第２の処理ガス供給管１６が、第１の容器１１の側部を貫通するように気密に設けられている。第２の処理ガス供給管１６は、耐熱性、耐食性等を有する金属材料（例えばステンレス）や非金属材料（例えば石英）により形成されている。

[0019] 第２の処理ガス供給管１６における第１の容器１１の外側には、上流側か

ら順に、第2の処理ガス供給源16a、第2の容器12内への第2の処理ガスの供給・停止を行う弁としてのバルブ16bが設けられている。第2の処理ガス供給管16の下流端は、第2の容器12に気密に接続されている。第2の処理ガス供給管16から、第2の処理ガスとしてV族元素含有ガス（例えばNH₃ガス）が第2の容器12内（第2の容器12内の基板100）に供給される。

[0020] 主に、第2の処理ガス供給管16、バルブ16bにより、第2の処理ガス供給部が構成される。なお、第2の処理ガス供給源16aを第2の処理ガス供給部に含めて考えてもよい。

[0021] 第1の容器11の外周には、第2の容器12内（第2の容器12内に収容された基板100）を所定の温度（例えば500℃～1200℃）に加熱する加熱部としてのヒータ17が設けられている。ヒータ17は例えば円筒形状に形成され、第1の容器11の壁面を囲うように設けられている。具体的には、ヒータ17は、第1の容器11の外側であって、第2の容器12の外側を囲うように設けられている。

[0022] 第2の容器12には、第2の容器12内の雰囲気気を排気する排気管18が気密に設けられている。排気管18は、第2の容器12に気密に設けられるとともに、第1の容器11の側壁を貫通するように設けられている。排気管18における第1の容器11の外側には、排気装置としての真空ポンプ（あるいはブロア）18aが設けられている。

[0023] 主に、第2の容器12、第1の処理ガス供給部、第2の処理ガス供給部、ヒータ17により、処理部が構成される。なお、排気管18、真空ポンプ18aを処理部に含めて考えてもよい。

[0024] 第1の容器11内には、上述の処理部内（つまり第2の容器12内）に搬入する基板100を所定の温度に昇温させる昇温部が形成されている。昇温部は、処理部よりも上流側に形成されている。昇温部は、例えば第1の容器11内であって、第2の容器12よりも上流側に形成されている。

[0025] 昇温部には、基板100が載置される載置面を備える基板載置台20Aが

設けられている。基板載置台 20A は、載置面上に載置された基板 100 との間で熱伝達（熱交換、熱伝導）を行うように形成されている。基板載置台 20A は、耐熱性、耐食性等を有する材料（例えばカーボン、石英、アルミナ）で形成されている。

[0026] 基板処理装置 10 には、基板載置台 20A の温度を制御する温度制御部 30A が設けられている（接続されている）。温度制御部 30A として、例えば基板載置台 20A を加熱する加熱部（ヒータ）が用いられる。

[0027] 温度制御部 30A は、基板 100 が基板載置台 20A に載置される前に、基板載置台 20A の温度を予め所定の温度にするように制御する。つまり、温度制御部 30A は、基板 100 が基板載置台 20A に載置される前に、基板載置台 20A の温度を、処理部に搬入されることとなる基板 100 を所定の温度に昇温させることができる温度にするように制御する。例えば、温度制御部 20 は、基板載置台 20A の温度を、基板 100 が載置された後に基板載置台 20A の温度を所定の温度に制御した場合よりも、基板 100 の昇温速度が速くなる温度にするように制御する。

[0028] また、温度制御部 30A は、基板載置台 20A の温度を、第 2 の容器 12 内に搬入した後すぐに基板 100 の処理を開始することができる温度に基板 100 を昇温させることができる温度にするように予め制御することが好ましい。例えば、温度制御部 30A は、基板載置台 20A の温度を、処理部で基板 100 を処理する温度（処理温度）と同程度の温度（例えば 500℃～1200℃）にするように予め制御することが好ましい。

[0029] 温度制御部 30A により予め所定の温度に制御した基板載置台 20A（つまり予め所定の温度に加熱された基板載置台 20A）上に基板 100 を載置することで、基板 100 の温度を急速に上昇させることができる。つまり、基板 100 を急速加熱することができる。例えば、第 1 の容器 11 内に搬入された室温程度の基板 100 を、基板 100 の処理温度と同程度の温度（例えば 500℃～1200℃）まで急速に昇温させることができる。

[0030] 主に、基板載置台 20A、温度制御部 30A により昇温部が構成される。

- [0031] 第1の容器11内には、上述の処理部内（つまり第2の容器12内）から搬出された処理済の基板100を所定の温度に降温させる降温部が形成されている。降温部は、処理部よりも下流側に形成されている。例えば、降温部は、第1の容器11内であって、第2の容器12よりも下流側に形成されている。
- [0032] 降温部には、基板100が載置される載置面を備える基板載置台20Bが設けられている。基板載置台20Bは、載置面上に載置された基板100との間で熱伝達（熱交換、熱伝導）を行うように形成されている。基板載置台20Bは、耐熱性、耐食性等を有する材料（例えばカーボン、石英、アルミナ）で形成されている。
- [0033] 基板処理装置10には、基板載置台20Bの温度を制御する温度制御部30Bが設けられている（接続されている）。温度制御部30Bとして、例えば基板載置台20Bを冷却する冷却部（放熱板）が用いられる。
- [0034] 温度制御部30Bは、基板100が基板載置台20Bに載置される前に、基板載置台20Bの温度を予め所定の温度にするように制御する。つまり、温度制御部30Bは、基板100が基板載置台20Bに載置される前に、基板載置台20Bの温度を、処理部から搬出した処理済の基板100を所定の温度に降温させることができる温度にするように制御する。例えば、温度制御部30Bは、基板載置台20Bの温度を、基板100が載置された後に基板載置台20Bの温度を所定の温度に制御した場合よりも、基板100の降温時間が短くなる温度にするように制御する。
- [0035] また、温度制御部30Bは、基板載置台20Bの温度を、第1の容器11から搬出可能な温度に基板100を降温させることができる温度にするように予め制御することが好ましい。例えば、温度制御部30Bは、基板載置台20Bの温度を、処理部で基板100を処理する温度よりも低い温度（例えば100℃以下、より好ましくは室温程度）にするように制御することが好ましい。
- [0036] 温度制御部30Bにより予め所定の温度に制御した基板載置台20B（つ

まり予め所定の温度にされた基板載置台 20 B) 上に基板 100 を載置することで、基板 100 の温度を急速に降下させることができる。つまり、基板 100 を急速降温させることができる。例えば、第 2 の容器 12 内から搬出され、処理温度に加熱された基板 100 を、第 1 の容器 11 外へ搬出可能な温度（例えば室温程度）まで急速に降温させることができる。

[0037] 主に、基板載置台 20 B、温度制御部 30 B により降温部が構成される。

[0038] 図 2 に示すように、基板載置台 20 A、20 B の基板 100 の載置面にはそれぞれ、基板 100 が基板載置台 20 A (20 B) に載置された際に、基板 100 と基板載置台 20 A (20 B) との間に空隙 21 が形成されるように、凹部 22 が設けられている。これにより、基板載置台 20 A (20 B) と基板 100 との間では、輻射熱により熱伝達が行われる。例えば、昇温部に設けられた基板載置台 20 A では、基板載置台 20 A から空隙 21 内に輻射される輻射熱により、基板載置台 20 A と基板 100 との間で熱伝達が行われる。

[0039] また、基板 100 は、トレー（基板保持部材）40 に保持された状態で基板載置台 20 A (20 B) の載置面上に載置されることが好ましい。この場合、空隙 21 は、基板載置台 20 A (20 B) とトレー 40 との間に形成されることになる。

[0040] トレー 40 は、基板 100 を載置しつつ、基板 100 を保持することができるように形成されている。トレー 40 の表面における基板 100 の載置位置には、基板 100 の位置決めを容易に行うとともに、トレー 40 の搬送による基板 100 の位置ズレの発生を抑制するため、例えば基板 100 の直径よりもわずかに大きい円形状の凹部が形成されている。トレー 40 は、カーボン、石英、アルミナ等の耐熱性、耐食性等を有する材料で形成されている。

[0041] 凹部 22 は、例えば凹部 22 内に基板 100 を収容可能に形成されている。例えば、凹部 22 は、凹部 22 内にトレー 40 を収容可能に形成されており、凹部 22 内にトレー 40 を収容することで凹部 22 内に基板 100 を収

容するように形成されている。凹部 22 は、凹部 22 内に基板 100 を収容した際、例えば基板載置台 20A (20B) の上面と基板 100 の処理面とが同一面になるように形成されている。

[0042] また、凹部 22 内には、凹部 22 内でトレー 40 の裏面における周縁部を支持する突起部 22a が設けられている。突起部 22a とトレー 40 とが接触することで、突起部 22a からトレー 40 に直接移動する熱（空隙 21 を介さずに移動する熱）を低減するため、突起部 22a は、トレー 40 との接触面積ができるだけ小さくなるように設けられていることが好ましい。

[0043] 突起部 22a の高さは、例えば 0.1 mm 以上 2 mm 以下であることが好ましく、例えば 1 mm であることがより好ましい。なお、突起部 22a の高さとは、凹部 22 の底面から突起部 22a の上面までの高さである。

[0044] 突起部 22a の高さが 0.1 mm 未満であると、空隙 21 の体積が小さくなりすぎ、基板載置台 20A (20B) と基板 100 との間で輻射熱による熱伝達が行われないことがある。例えば、基板載置台 20A (20B) と基板 100 との間で直接熱移動が行われることがある。突起部 22a の高さを 0.1 mm 以上にすることで、空隙 21 の体積を十分に確保することができる。その結果、基板載置台 20A (20B) と基板 100 との間で輻射熱による熱伝達をより確実に行うことができる。

[0045] しかしながら、突起部 22a の高さが 2 mm を超えると、空隙 21 の体積が大きくなりすぎ、基板載置台 20A (20B) と基板 100 との間で行われる輻射熱による熱伝達の伝達効率が低下することがある。突起部 22a の高さを 2 mm 以下にすることで、空隙 21 の体積が大きくなりすぎることを抑制できる。その結果、基板載置台 20A (20B) と基板 100 との間で行われる輻射熱による熱伝達の伝達効率の低下を抑制することができる。

[0046] 突起部 22a の高さを 1 mm にすることで、基板載置台 20A (20B) と基板 100 との間で輻射熱による熱伝達を行いつつ、熱伝達の伝達効率の低下をより確実に抑制することができる。

[0047] また、突起部 22a は、水平方向における空隙 21 の直径が基板 100 の

直径よりも長くなるように形成されていることが好ましい。つまり、突起部 22a は、トレー 40 を介した基板 100 の裏面に位置しないように形成されていることが好ましい。

[0048] 基板載置台 20A (20B) には、載置面に基板 100 が載置された際に、凹部 22 内のガスが抜けるガス抜き部 23 が形成されている。例えば、基板載置台 20A (20B) は、トレー 40 に保持された基板 100 が突起部 22a 上に載置された際、空隙 21 内が密閉されることを抑制するように構成されている。ガス抜き部 23 は、例えば凹部 22 の底面から基板載置台 20A (20B) の底面に向かって貫通する貫通孔や、凹部 22 の側面から基板載置台 20A (20B) の側面に向かって貫通する貫通孔を設けることで形成されている。また、ガス抜き部 23 は、例えば凹部 22 自体を貫通孔に形成することで設けられていてもよい。

[0049] (2) 基板処理工程

次に、本実施形態にかかる半導体製造工程の一工程として実施される基板処理工程について説明する。かかる工程は、上述の基板処理装置 10 により実施される。ここでは、基板処理の一例として、基板 100 上に GaN 膜を成膜する処理を行う場合について説明する。

[0050] (温度調整工程)

まず、処理ガス生成器 14c が備える容器内に例えば Ga の固体を収容 (補充) する。そして、第 2 の容器 12 内の温度が所定の温度 (例えば 500℃~1200℃) になるように、ヒータ 17 によって第 2 の容器 12 内を加熱する。また、ヒータ 17 により第 2 の容器 12 内を加熱することで、第 1 の容器 11 内も加熱され、処理ガス生成器 14c が備える容器内が加熱される。これにより、容器内の Ga の固体が溶融して金属原料である Ga 融液が生成される。

[0051] また、第 1 の容器 11 内の昇温部に設けられた基板載置台 20A の温度が、処理部内 (第 2 の容器 12 内) に搬入されることとなる基板 100 を所定の温度に昇温させることができる温度 (例えば基板の処理温度 (具体的には

500℃～1200℃)) になるように、温度制御部30Aにより基板載置台20Aの温度を制御する。また、第1の容器11内の降温部に設けられた基板載置台20Bの温度が、処理部内(第2の容器12内)から搬出した処理済の基板100を所定の温度に降温させることができる温度(例えば室温程度)になるように、温度制御部30Bにより基板載置台20Bの温度を制御する。

[0052] (昇温・圧力調整工程)

基板載置台20Aの温度が所定の温度に達したら、基板100としての例えばサファイア基板を昇温部に移動させる。具体的には、基板100をトレイ40に保持した状態で第1の容器11内に搬入し、温度制御部30Aにより予め所定の温度に制御された基板載置台20Aの載置面上に、基板100を保持したトレイ40を載置する。これにより、基板載置台20A上に基板100を載置した直後から、基板載置台20Aと基板100との間で例えば輻射熱による熱伝達が始まり、基板100の温度が急速に昇温する。

[0053] 基板載置台20A上に基板100を載置した後、第1の容器11内を気密に維持する。そして、第2の容器12、第1の容器11内の不純物を低減するために、真空ポンプ18aによって第2の容器12内、第2の容器12内を介して第1の容器11内の大気を真空排気する。その後、不活性ガス(例えば窒素(N₂)ガス)を第2の容器12内に導入して少なくとも第2の容器12内を例えば大気圧にする(圧力調整工程)。この目的のためには、真空ポンプ18aを用いずに、第2の容器12内にN₂ガスを一定時間供給した後、真空ポンプ(あるいはブロア)18aを用いて第2の容器12内を所定の圧力(典型的には0.1～1気圧)にしてもよい。なお、圧力調整は、上述の基板100の昇温と同時並行的に行うことが好ましい。

[0054] (成膜工程)

基板載置台20A上に載置した基板100が所定の温度(例えば第2の容器12内に基板を搬入した後すぐに、基板処理を開始することができる温度)に達したら、基板100を昇温部から処理部へと移動させる。具体的には

、所定の温度に昇温した基板 100 をトレイ 40 に保持した状態で第 2 の容器 12 内に搬入し、基板載置台 13 上に載置する。そして、処理ガス生成器 14 c が備える容器内で Ga 融液が生成されるとともに、第 2 の容器 12 内（第 2 の容器 12 内の基板 100）が所定温度に達したら、バルブ 16 b を開けて、第 2 の処理ガス供給管 16 から、第 2 の処理ガス（例えば NH_3 ガス）の第 2 の容器 12 内への供給を開始する。

[0055] その後、バルブ 14 b を開けて、反応ガス供給管 14 から、反応ガス（例えば HCl ガス）の処理ガス生成器 14 c（処理ガス生成器 14 c が備える容器）内への供給を開始する。これにより、処理ガス生成器 14 c 内で、Ga 融液と反応ガスとが反応して、第 1 の処理ガス（例えば GaCl ガス）の生成が開始される。そして、第 1 の処理ガス供給管 15 から、処理ガス生成器 14 c 内で生成された第 1 の処理ガスを第 2 の容器 12 内に供給する。

[0056] そして、第 2 の容器 12 内で第 1 の処理ガスと第 2 の処理ガスとを反応させて基板 100 上に所定厚さの GaN 膜を成膜する。

[0057] （降温・圧力調整工程）

所定の基板処理時間（成膜時間）が経過し、GaN 膜の厚さが所定厚さに達したら、処理ガス生成器 14 c 内への反応ガスの供給、第 2 の容器 12 内への第 2 の処理ガスの供給を停止する。

[0058] そして、処理済の基板 100 を処理部から降温部に移動させる。具体的には、処理済の基板 100 をトレイ 40 に保持した状態で第 2 の容器 12 内から搬出し、温度制御部 30 B により予め所定の温度に制御された基板載置台 20 B 上に、基板 100 を保持したトレイ 40 を載置する。これにより、基板載置台 20 B 上に基板 100 を載置した直後から、基板載置台 20 B と基板 100 との間で例えば輻射熱による熱伝達が始まり、基板 100 の温度が急速に降温する。

[0059] また、真空ポンプ 18 a により第 2 の容器 12 内、第 1 の容器 11 内に残留する反応ガス、第 1 の処理ガス、第 2 の処理ガスを排気した後、第 2 の容器 12 内に例えば N_2 ガスを導入する。これにより、第 2 の容器 12 内、第 2

の容器 1 2 内を介して第 1 の容器 1 1 内を大気圧に復帰させる。なお、この圧力調整は、上述の基板 1 0 0 の降温と同時並行的に行うことが好ましい。

[0060] (基板搬出工程)

基板載置台 2 0 B に載置された基板 1 0 0 が所定温度（例えば第 1 の容器 1 1 から搬出可能な温度（具体的には室温程度））まで降温したら、基板載置台 2 0 B 上から基板 1 0 0 を保持したトレイ 4 0 を、第 1 の容器 1 1 外へ搬出する。これにより、基板処理工程が終了する。

[0061] なお、上述の基板処理工程を行う際、基板処理装置 1 0 は、上述の昇温工程と、成膜工程と、降温工程と、を同時並行的に行うことが好ましい。つまり、第 2 の容器 1 2 内で一の基板 1 0 0 の処理を行いつつ、昇温部で次に第 2 の容器 1 2 内に搬入されることとなる基板 1 0 0 を昇温させるとともに、降温部で処理済の基板 1 0 を降温させることが好ましい。

[0062] (3) 本実施形態にかかる効果

本実施形態によれば、以下に示す 1 つまたは複数の効果を奏する。

[0063] (a) 第 1 の容器 1 1 内の昇温部に、載置面上に載置された基板 1 0 0 との間で熱伝達を行う基板載置台 2 0 A を設け、温度制御部 3 0 A により所定の温度に予め制御した基板載置台 2 0 A 上に基板 1 0 0 を載置することで、基板 1 0 0 の温度を急速に昇温させることができる。つまり、基板 1 0 0 の昇温にかかる時間を短縮することができる。これにより、一の基板処理の終了後から次の基板処理の開始までの時間を短縮でき、基板 1 0 0 の生産性を向上させることができる。

[0064] (b) 第 1 の容器 1 1 内の降温部に、載置面上に載置された基板 1 0 0 との間で熱伝達を行う基板載置台 2 0 B を設け、温度制御部 3 0 B により所定の温度に予め制御した基板載置台 2 0 B 上に基板 1 0 0 を載置することで、基板 1 0 0 の温度を急速に降温させることができる。つまり、基板 1 0 0 の降温にかかる時間を短縮することができる。これにより、一の基板処理の終了後から次の基板処理の開始までの時間を短縮でき、基板 1 0 0 の生産性を向上させることができる。

[0065] (c) 基板載置台 20A, 20B をそれぞれ、基板 100 が載置された際に基板 100 と基板載置台 20A, 20B との間に空隙 21 が形成されるように構成することで、基板載置台 20A, 20B と基板 100 との間で、輻射熱による熱伝達を行うことができる。これにより、基板 100 と基板載置台 20A, 20B との間の熱伝達を面内均一に行うことができる。例えば、基板 100 を面内均一に昇温させたり降温させたりすることができる。その結果、基板 100 が割れること等を低減することができる。つまり、基板 100 の生産性をより向上させることができる。

[0066] 例えば、基板載置台 20A (20B) やトレイ 40 等の石英等からなる部材は、表面を平坦にするフラット加工が難しい。そのため、例えばトレイ 40 を形成する際や、基板載置台 20A (20B) に凹部 22 を設ける加工により、トレイ 40 や基板載置台 20A (20B) の表面には、微細な凹凸が形成されていることがある。また、トレイ 40 や基板載置台 20A (20B) の表面には、使用による経年劣化等に起因する微細な凹凸が形成されていることもある。従って、トレイ 40 の裏面全面と基板載置台 20A (20B) とを接触させて熱伝達させようとする、トレイ 40 や基板載置台 20A (20B) に形成された凹凸により、局所的に熱伝達される箇所が生じてしまうことがある。つまり、基板 100 を面内均一に昇温させたり降温させたりすることができないことがある。これに対し、基板載置台 20A, 20B と基板 100 との間で輻射熱による熱伝達を行うことで、基板載置台 20A (20B) やトレイ 40 の表面に微細な凹凸が形成されている場合であっても、基板 100 と基板載置台 20A, 20B との間の熱伝達を面内均一に行うことができる。

[0067] (d) 空隙 21 の直径を、基板 100 の直径よりも長くすることで、基板 100 と基板載置台 20A, 20B との間の熱伝達をより面内均一に行うことができる。従って、上記 (c) の効果をより得ることができる。

[0068] (e) 昇温部と、処理部と、降温部と、をそれぞれ第 1 の容器 11 内に形成することで、処理部での基板処理が終了した後、第 2 の容器 12 内の温度を

所定温度まで降温させる必要がない。つまり、第2の容器12内の温度を処理温度に保つことができる。これにより、一の基板処理の終了後から次の基板処理の開始までの時間をより短縮でき、基板100の生産性をより向上させることができる。

[0069] (f) また、昇温部での基板100の昇温と、処理部での基板100の処理と、降温部での基板100の降温と、を同時並行的に行うことで、基板100の生産性をより向上させることができる。

[0070] (g) 基板載置台20A(20B)にガス抜き部23を形成することで、輻射熱により空隙21内のガスが加熱されて膨張した場合であっても、基板100が持ち上がったたり、基板載置台20A(20B)やトレイ40等が破損すること等を抑制することができる。

[0071] <他の実施形態>

以上、本発明の一実施形態を具体的に説明したが、本発明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。

[0072] 上述の実施形態では、昇温部及び降温部にそれぞれ、基板100との間で熱伝達を行う基板載置台20A, 20Bが設けられる場合について説明したが、これに限定されない。つまり、昇温部又は降温部の少なくともいずれかに、基板100との間で熱伝達を行う基板載置台20A(20B)が設けられていればよい。これによっても、例えば基板載置台20A(20B)上に基板100を載置した後に基板載置台20A(20B)の温度を所定温度に制御した場合よりも、基板100の生産性を向上させることができる。つまり、上記(a)又は(b)の効果を得ることができる。

[0073] 上述の実施形態では、基板100がトレイ40に保持された状態で基板載置台20A(20B)上に載置される場合について説明したが、これに限定されない。例えば、基板100を基板載置台20A(20B)の載置面上に直接載置してもよい。この場合、空隙21は、基板載置台20A(20B)と基板100との間に形成されることになる。また、突起部22aは、基板

１００の裏面における周縁部を支持することができるように形成されていることが好ましい。

[0074] また、例えば、トレー４０は、トレー４０に基板１００を載置した際に、トレー４０と基板１００との間に空隙２１が形成されるように構成されていてもよい。つまり、トレー４０は、トレー４０と基板１００との間で輻射熱による熱伝達が行われるように構成されていてもよい。

[0075] 上述の実施形態では、基板載置台２０Ａを、温度制御部３０Ａとしてのヒータにより所定の温度に加熱する場合について説明したが、これに限定されない。例えば、温度制御部３０Ａとして冷却部（クーラー、放熱板）を用い、基板載置台２０Ａを所定の温度にするように制御してもよい。

[0076] 上述の実施形態では、基板載置台２０Ａ（２０Ｂ）上に１枚の基板１００が載置される場合について説明したが、これに限定されない。つまり、基板載置台２０Ａ（２０Ｂ）上に複数枚の基板１００が載置されるように構成してもよい。例えば、基板載置台２０Ａ（２０Ｂ）は、その載置面に、複数枚の基板１００を同一面上に、かつ同一円周上に並べて載置するように構成されていてもよい。なお、同一面上とは、完全な同一面に限られるものではなく、基板載置台２０Ａ（２０Ｂ）を上面から見たときに、複数枚の基板１００が互いに重ならないように並べられていればよい。これによっても、上記（ａ）～（ｃ）等の効果を得ることができる。

[0077] 上述の実施形態では、処理ガス生成器１４ｃを備える基板処理装置１０について説明したが、これに限定されない。処理ガス生成器１４ｃを備えない基板処理装置であっても、上記（ａ）～（ｃ）等の効果を得ることができる。

[0078] 上述の実施形態では、金属原料として、例えば固体のＧａを高温で熔融させたＧａ融液を用いる場合について説明したが、これに限定されない。金属原料として、常温で液体である原料を用いてもよい。

[0079] 上述の実施形態では、処理ガス生成器１４ｃが第１の容器１１内に設けられる場合について説明したが、これに限定されない。例えば、処理ガス生成

器 1 4 c は、第 1 の容器 1 1 外に設けられていてもよい。この場合は、処理ガス生成器 1 4 c の外周に、処理ガス生成器 1 4 c が備える容器内を所定温度に加熱するヒータが設けられているとよい。

[0080] 上述の実施形態では、基板処理装置が H V P E 装置である場合について説明したが、これに限定されない。例えば、基板処理装置が M O V P E 装置であっても良い。

[0081] また、上述の実施形態では、基板処理として、G a N 膜を成膜する処理について説明したが、これに限定されない。その他、例えば、基板処理として、酸化膜、金属膜等の種々の膜を成膜する成膜処理、エッチング処理等を行う基板処理装置や、上記の基板処理を行って、基板を製造する基板処理装置にも適用できる。

[0082] <本発明の好ましい態様>

以下に、本発明の好ましい態様について付記する。

[0083] [付記 1]

本発明の一態様によれば、

基板を処理する処理部、前記処理部内に搬入する前記基板を昇温させる昇温部、及び前記処理部内から搬出された処理済の前記基板を降温させる降温部が内部に形成されている容器と、

前記昇温部又は前記降温部の少なくともいずれかに設けられ、載置面上に載置された前記基板との間で熱伝達を行う基板載置台と、

前記基板載置台の温度を制御する温度制御部と、を備え、

前記温度制御部は、

前記基板載置台が前記昇温部に設けられた場合、前記基板が前記基板載置台に載置される前に、前記基板載置台の温度を、前記処理部に搬入されることとなる前記基板を所定の温度に昇温させることができる温度にするように制御し、

前記基板載置台が前記降温部に設けられた場合、前記基板が前記基板載置台に載置される前に、前記基板載置台の温度を、前記処理部から搬出した処

理済の前記基板を所定の温度に降温させることができる温度にするように制御する基板処理装置が提供される。

[0084] [付記 2]

付記 1 の基板処理装置であって、好ましくは、

前記温度制御部は、前記昇温部に設けられた前記基板載置台の温度を、前記基板が前記基板載置台に載置された後に前記基板載置台の温度を制御した場合よりも、前記基板の昇温速度が速くなるような温度にするように制御する。

[0085] [付記 3]

付記 1 又は 2 の基板処理装置であって、好ましくは、

前記温度制御部は、前記昇温部に設けられる前記基板載置台の温度を、前記処理部で前記基板を処理する温度と同程度の温度に予め制御する。

[0086] [付記 4]

付記 1 ないし 3 のいずれかの基板処理装置であって、好ましくは、

前記温度制御部は、前記降温部に設けられた前記基板載置台の温度を、前記基板が前記基板載置台に載置された後に前記基板の温度を制御した場合よりも、前記基板の降温速度が速くなるような温度に制御する。

[0087] [付記 5]

付記 1 ないし 4 のいずれかの基板処理装置であって、好ましくは、

前記温度制御部は、前記降温部に設けられる前記基板載置台の温度を、前記処理部で前記基板を処理する際の温度よりも低い温度に予め制御する。

[0088] [付記 6]

付記 1 ないし 5 のいずれかの基板処理装置であって、好ましくは、

前記基板が前記基板載置台上に載置された際に、前記基板と前記基板載置台との間に空隙が形成されるように、前記基板載置台の前記載置面には凹部が設けられており、

前記基板載置台と前記基板の間では輻射熱により熱伝達が行われる。

[0089] [付記 7]

付記 6 の基板処理装置であって、好ましくは、
前記凹部内には、前記凹部内で前記基板の裏面における周縁部を支持する突起部が設けられている。

[0090] [付記 8]

付記 6 の基板処理装置であって、好ましくは、
前記基板は、基板を保持するトレーに保持された状態で前記基板載置台上に載置され、
前記空隙は、前記基板載置台と前記トレーとの間に形成されており、
前記凹部内には、前記凹部内で前記トレーの裏面における周縁部を支持する突起部が設けられている。

[0091] [付記 9]

付記 7 又は 8 の基板処理装置であって、好ましくは、
前記突起部の高さは 0.1 mm 以上 2 mm 以下である。

[0092] [付記 10]

付記 8 又は 9 の基板処理装置であって、好ましくは、
前記空隙の直径が前記基板の直径よりも長い。

[0093] [付記 11]

付記 1 ないし 10 のいずれかの基板処理装置であって、好ましくは、
前記基板載置台には、前記載置面上に前記基板が載置された際に、前記空隙内のガスが抜けるガス抜き部が形成されている。

[0094] [付記 12]

本発明の他の態様によれば、
容器内に形成された処理部で基板の処理を行う工程を有し、
前記容器内に形成された昇温部に設けられ、温度制御部により、前記処理部に搬入されることとなる前記基板を所定の温度に昇温させることができる温度に制御された基板載置台の載置面上に前記基板を載置して前記基板を昇温させる工程、又は、
前記容器内に形成された降温部に設けられ、温度制御部により、前記処理

部から搬出した処理済の前記基板を所定の温度に降温させることができる温度に制御された基板載置台の載置面上に処理済の前記基板を載置して前記基板を降温させる工程、

の少なくともいずれかを行う基板処理方法が提供される。

符号の説明

[0095]	1 0	基板処理装置
	1 1	第 1 の容器（容器）
	2 0 A, 2 0 B	基板載置台
	3 0 A, 3 0 B	温度制御部
	1 0 0	基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板を処理する処理部、前記処理部内に搬入する前記基板を昇温させる昇温部、及び前記処理部内から搬出された処理済の前記基板を降温させる降温部が内部に形成されている容器と、
- 前記昇温部又は前記降温部の少なくともいずれかに設けられ、載置面上に載置された前記基板との間で熱伝達を行う基板載置台と、
- 前記基板載置台の温度を制御する温度制御部と、を備え、
- 前記温度制御部は、
- 前記基板載置台が前記昇温部に設けられた場合、前記基板が前記基板載置台に載置される前に、前記基板載置台の温度を、前記処理部に搬入されることとなる前記基板を所定の温度に昇温させることができる温度にするように制御し、
- 前記基板載置台が前記降温部に設けられた場合、前記基板が前記基板載置台に載置される前に、前記基板載置台の温度を、前記処理部から搬出した処理済の前記基板を所定の温度に降温させることができる温度にするように制御する 基板処理装置。
- [請求項2] 前記基板が前記基板載置台上に載置された際に、前記基板と前記基板載置台との間に空隙が形成されるように、前記基板載置台の前記載置面には凹部が設けられており、
- 前記基板載置台と前記基板の間では輻射熱により熱伝達が行われる
- 請求項 1 に記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記凹部内には、前記凹部内で前記基板の裏面における周縁部を支持する突起部が設けられている
- 請求項 2 に記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記基板は、基板を保持するトレーに保持された状態で前記基板載置台上に載置され、
- 前記空隙は、前記基板載置台と前記トレーとの間に形成されており

、

前記凹部内には、前記凹部内で前記トレーの裏面における周縁部を支持する突起部が設けられている

請求項 2 に記載の基板処理装置。

[請求項5] 前記空隙の直径が前記基板の直径よりも長い

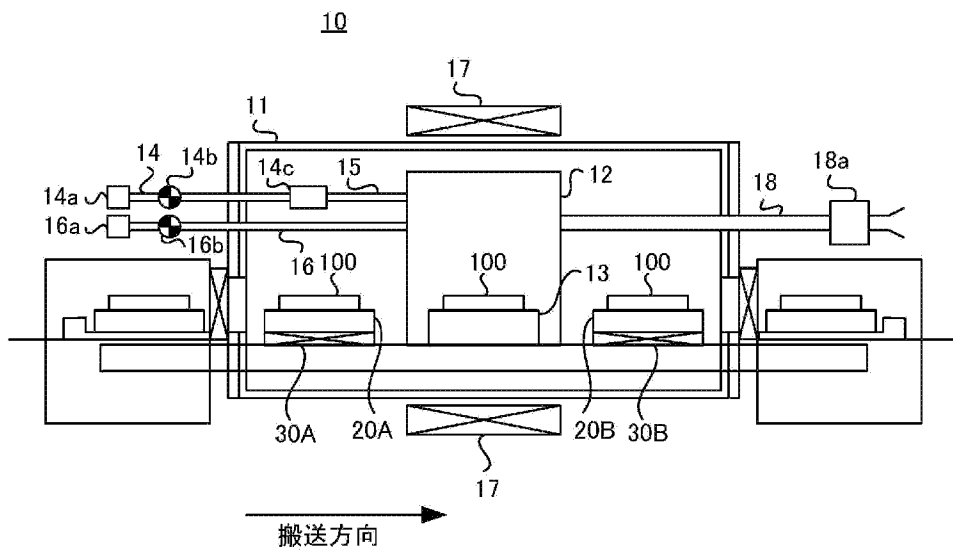
請求項 4 に記載の基板処理装置。

[請求項6] 容器内に形成された処理部で基板の処理を行う工程を有し、

前記容器内に形成された昇温部に設けられ、温度制御部により、前記処理部に搬入されることとなる前記基板を所定の温度に昇温させることができる温度に制御された基板載置台の載置面上に前記基板を載置して前記基板を昇温させる工程、又は、

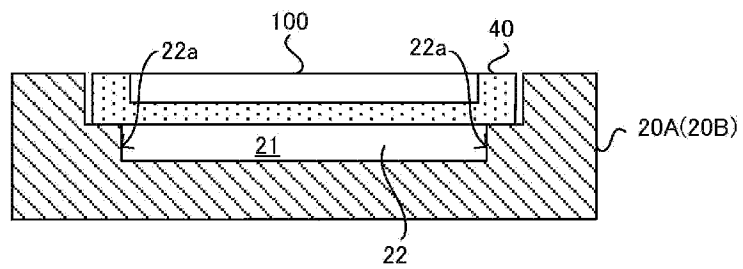
前記容器内に形成された降温部に設けられ、温度制御部により、前記処理部から搬出した処理済の前記基板を所定の温度に降温させることができる温度に制御された基板載置台の載置面上に処理済の前記基板を載置して前記基板を降温させる工程、
の少なくともいずれかを行う基板処理方法。

[図1]

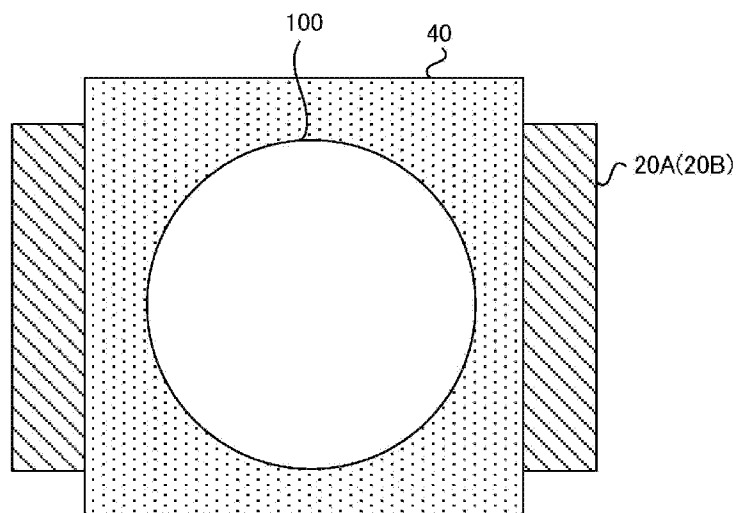


[図2]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/085830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01)i, C23C16/458(2006.01)i, C23C16/46(2006.01)i,
H01L21/31(2006.01)i, H01L21/677(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)

H01L21/205, C23C16/458, C23C16/46, H01L21/31, H01L21/677

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 3-132018 A (Nissin Electric Co., Ltd.), 05 June 1991 (05.06.1991), page 4, upper left column to page 5, lower right column; fig. 1 (Family: none)	6 1-5
Y	JP 2005-123284 A (Renesas Technology Corp.), 12 May 2005 (12.05.2005), paragraphs [0023], [0026]; fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 6-20965 A (Hitachi, Ltd.), 28 January 1994 (28.01.1994), fig. 2 to 5 (Family: none)	2-5

☒ 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
24 March 2016 (24.03.16)

Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)

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/JP2015/085830

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 2005-85849 A (Hitachi Cable Ltd.), 31 March 2005 (31.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2010-159463 A (Japan Production & Engineering Laboratories Co., Ltd.), 22 July 2010 (22.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2007-242729 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 September 2007 (20.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	WO 91/09148 A1 (Hitachi, Ltd.), 27 June 1991 (27.06.1991), entire text; all drawings & JP 3-232968 A & JP 10-140349 A & JP 10-140350 A & US 6171641 B1 entire text; all drawings & US 5707500 A & DE 4092221 T1 & DE 4092221 C2 & KR 10-1994-0007608 B1	1-6
A	JP 6-275534 A (Anelva Corp.), 30 September 1994 (30.09.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2000-21788 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 21 January 2000 (21.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 11-329983 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 30 November 1999 (30.11.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205(2006.01)i, C23C16/458(2006.01)i, C23C16/46(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L21/677(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. H01L21/205, C23C16/458, C23C16/46, H01L21/31, H01L21/677

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 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 請求項の番号
X Y	JP 3-132018 A (日新電機株式会社) 1991.06.05, 第4頁左上欄一第5頁右下欄、第1図 (ファミリーなし)	6 1-5
Y	JP 2005-123284 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2005.05.12, 段落 [0023]、[0026]、図1 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 6-20965 A (株式会社日立製作所) 1994.01.28, 図2-5 (ファミリーなし)	2-5

☑ 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

2 4 . 0 3 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 4 . 2 0 1 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 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

正山 旭

5 0

9 2 7 6

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-85849 A (日立電線株式会社) 2005.03.31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2010-159463 A (株式会社日本生産技術研究所) 2010.07.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2007-242729 A (住友電気工業株式会社) 2007.09.20, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 91/09148 A1 (株式会社日立製作所) 1991.06.27, 全文、全図 & JP 3-232968 A & JP 10-140349 A & JP 10-140350 A & US 6171641 B1, 全文、全図 & US 5707500 A & DE 4092221 T1 & DE 4092221 C2 & KR 10-1994-0007608 B1	1-6
A	JP 6-275534 A (日電アネルバ株式会社) 1994.09.30, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-21788 A (信越半導体株式会社) 2000.01.21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-329983 A (住友金属工業株式会社) 1999.11.30, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6