

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/104710 A1

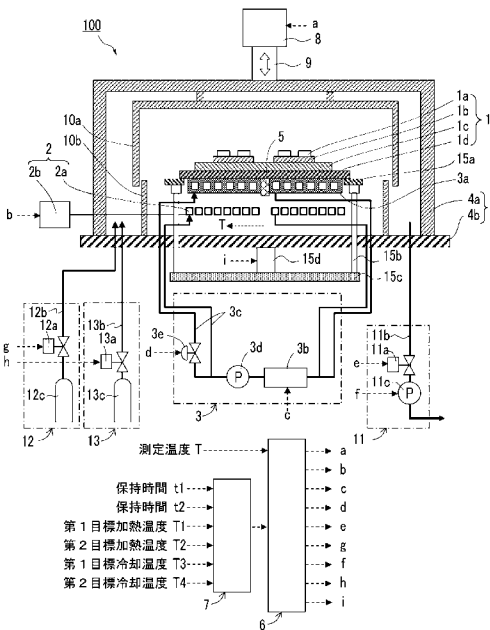
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/52 (2006.01) B23K 3/04 (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01) B23K 31/02 (2006.01)
B23K 1/002 (2006.01) H05K 3/34 (2006.01)
B23K 1/008 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086244
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-265376 2014年12月26日(26.12.2014) JP
特願 2014-265389 2014年12月26日(26.12.2014) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 横山 勝治(YOKOYAMA Shoji); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1

号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 松下 毅(MATSUSHITA Takeshi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 中原 浩昭(NAKAHARA Hiroaki); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 竹内 正樹(TAKEUCHI Masaki); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 和田 剛典(WADA Takenori); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 菊池 昌宏(KIKUCHI Masahiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 五十嵐 嘉男(IGARASHI Yoshio); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 成瀬 光洋(NARUSE Mitsuhiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 百瀬 政弘(MOMOSE Masahiro); 〒2109530 神奈川県川崎

[続葉有]

(54) Title: HEATING AND COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 加熱冷却機器



T Measured temperature
t1, t2 Holding time
T1 First target heating temperature
T2 Second target heating temperature
T3 First target cooling temperature
T4 Second target cooling temperature

(57) Abstract: Provided is a heating and cooling device which is capable of performing heating and cooling processes within an airtight processing chamber, and which enables size reduction of the device, while increasing the heating and cooling efficiency. This heating and cooling device 100 is provided with: an airtight processing chamber 4; an induction heating device 2 that is composed of an induction heating coil 2a which heats a member to be processed 1; a cooling device 3 that cools the member to be processed 1; a temperature sensor 5 for measuring the temperature of the member to be processed 1; and a control device 6 that controls the induction heating device 2 and the cooling device 3. This heating and cooling device 100 is also provided with a move device 15 that moves at least one of the member to be processed 1 and a cooling unit 3a of the cooling device 3, thereby changing the distance between the member to be processed 1 and the cooling unit 3a.

(57) 要約: 気密性のある処理室内で加熱及び冷却の処理を行うことができ、加熱冷却効率を高めると共に、装置の小型化を実現できる加熱冷却機器を提供する。加熱冷却機器100は、気密性の処理室4と、被処理部材1を加熱する誘導加熱コイル2aからなる誘導加熱装置2と、被処理部材1を冷却する冷却装置3と、被処理部材1の温度を測定するための温度センサ5と、誘導加熱装置2及び冷却装置3を制御する制御装置6を備え、更に被処理部材1と冷却装置3の冷却部3aの少なくとも一方を移動させて、被処理部材1と冷却部3aとの距離を変更する移動装置15を設けた。



市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社
社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 松井 茂, 外(MATSUI Shigeru et al.); 〒
1040061 東京都中央区銀座八丁目 1 6 番 5 号
銀座中央ビル 2 階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG,
PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG,

SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：加熱冷却機器

技術分野

[0001] 本発明は、加熱冷却機器に係り、より詳細には、例えば、半導体素子を基板にハンダ付けするのに好適な、加熱冷却機器に関する。

背景技術

[0002] 従来のハンダ付け装置としては、ハンダ付け部材をコンベヤに載せて、予備加熱ゾーン、本加熱ゾーン、冷却ゾーンを順に通過させてリフロー処理を行なう、連続送り式のリフロー炉が知られている。一般に、このようなリフロー炉は大気開放されている。

[0003] しかし、近年、電力変換用途のスイッチングデバイス等として用いられるパワー半導体モジュールなどでは、その使用環境条件が厳しく、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などの半導体チップ、FWD (Free Wheeling Diode) などの電子部品と絶縁基板、もしくは絶縁基板とベース板のハンダ接合面においても、高強度かつ高耐熱性が必要とされ、ハンダ濡れ性は優れているが接合強度が十分とは言えないSn-Ag系のハンダ材料に代えて、高接合強度を得易い、Sb濃度の高いSn-Sb系のハンダ材料が採用されつつある。

[0004] しかしながら、Sb濃度の高いSn-Sb系のハンダ材料は、Sn-Ag系のハンダ材料と比較すると、被ハンダ付け部材の表面に厚い酸化膜が形成されるため、ハンダが濡れにくいという性質があり、大気開放されたリフロー炉を用いると、被ハンダ付け部材の表面酸化膜を十分還元できず、ハンダ接合面にボイドが生じ易いという問題が提起されている。

[0005] 特許文献1～3には還元ガス雰囲気でのリフロー処理し、ハンダぬれ濡れ性を向上させて、ボイドの発生を防止する方法が記載されている。

[0006] また、特許文献4には、密閉可能な縦型のプロセスチューブの内部空間を

、本加熱ゾーンと、予備加熱ゾーンと、冷却ゾーンとに分け、被処理物を搭載した昇降手段を昇降させ、その昇降手段を、所望の処理時間条件にしたがって、前記予備加熱ゾーン、前記本加熱ゾーン及び前記冷却ゾーンの各ゾーンで停止させることにより、はんだリフロー処理を被処理物に行うようにしたリフロー炉が開示されている。

[0007] 一方、特許文献5には、開閉可能なチャンバー内に、少なくとも基板を乗せる部分が平坦であり加熱手段を具えている熱板を設け、かつ前記熱板に密着し得る面を有する冷却板を前記熱板に対して進退可能に設け、前記チャンバーに真空排気ポンプとカルボン酸蒸気の供給源と非酸化性ガスの供給源とを結合したことを特徴とする半田付け装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2010-161207号公報

特許文献2：特開2008-182120号公報

特許文献3：特開2009-170705号公報

特許文献4：特開2002-144076号公報

特許文献5：特開平11-233934号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1～3の装置では、冷却装置が備わっておらず、ハンダ付け部材に対して加熱後の冷却は、自然冷却とされ、ハンダの凝固までに時間がかかって、効率が悪いという問題があった。また、特許文献4の装置では、予備加熱ゾーン、本加熱ゾーン、冷却ゾーンの各ゾーン空間が必要となり、装置の小型化には限界があった。また、特許文献5の装置では、シースヒーター等の加熱装置を具えている熱板の上にハンダ付け部材を載せて接触式の熱伝導により加熱する構造とされており、シースヒーターへの通電を停止しても、その熱板の余熱により、冷却板による冷却の効率が悪くな

ってしまうという問題があった。

[0010] このような問題に鑑み、本発明の目的は、気密性のある一つの処理室内で加熱及び冷却の処理を行うことができる加熱冷却機器であって、加熱冷却効率を高めると共に、装置の小型化を実現できる、加熱冷却機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するため、本発明の加熱冷却機器は、被処理部材の出し入れが可能な開閉機構を有する気密性の処理室と、前記被処理部材を加熱する、少なくとも1つ又は複数の誘導加熱コイルからなる誘導加熱装置と、前記被処理部材を冷却する冷却装置と、前記被処理部材の温度を計測するための温度センサと、前記温度センサにより計測した温度に基づき前記誘導加熱装置及び前記冷却装置を制御する制御装置と、を備え、前記被処理部材及び／又は前記冷却装置の冷却部を移動させて、前記被処理部材と前記冷却装置の冷却部との距離を変更する移動装置を設けたことを特徴とする。

[0012] 本発明の加熱冷却機器によれば、気密性の処理室の内部に配置された被処理部材を加熱及び冷却するので、例えば、還元ガス雰囲気下におけるハンダリフロー処理などに適し、誘導加熱可能な部材を直接加熱するので、冷却装置を被処理部材に当接又は近接させて配置した場合でも、冷却装置に影響されることなく加熱することができる。被処理部材を昇温する場合は、移動装置により被処理部材から冷却装置を離して冷却能力を下げ、被処理部材を急加熱することができる。また、被処理部材を一定の温度に保持する場合は、移動装置により被処理部材に冷却装置を近接させて、加熱と冷却を均衡させることにより、被処理部材の温度を高精度で制御することができる。また、被処理部材を降温する場合は、移動装置により被処理部材に冷却装置を当接させて急冷することができる。以上の加熱冷却工程を、加熱冷却効率を高めて処理時間を短縮できると共に、被処理部材を処理室内で水平方向に移動させることなく、加熱処理と冷却処理とを連続して施すことができるので、装置を小型化できる。

- [0013] 本発明の加熱冷却機器において、前記誘導加熱コイルは、前記被処理部材の下方に配置され、前記冷却部は、前記誘導加熱コイルと冷却機構が一体化していることが好ましい。
- [0014] 被処理部材を冷却する冷却装置の冷却部は、誘導加熱コイルと冷却機構とが一体化した構造にすることで、処理室内の部材設置スペースが節減され、処理室を小型化することができる。
- [0015] 本発明の加熱冷却機器において、前記冷却機構は、前記誘導加熱コイルを中空構造とすることで、冷媒が循環可能な流路を形成していることが好ましい。
- [0016] 上記態様によれば、誘導加熱コイルを中空構造としているので、それを流路として冷媒を循環させることができる。例えば、中空構造に冷却水を循環させることで被処理部材及び誘導加熱コイルを効率的に冷却することができる。
- [0017] 本発明の加熱冷却機器において、冷却時に前記中空構造の誘導加熱コイルの上面に当接する冷却板を備えることが好ましい。
- [0018] 上記態様によれば、被処理部材を昇温する場合は、移動装置により冷却板を被処理部材から引き離し、誘導加熱コイルにより被処理部材を加熱することができる。また、被処理部材を降温する場合は、移動装置により被処理部材を冷却板に当接させることで、被処理部材を急冷することができる。
- [0019] 本発明の加熱冷却機器において、前記被処理部材と前記誘導加熱コイルの間に位置する冷却板と、前記冷却機構として、前記冷却板の下方に配置され、前記誘導加熱コイルが浸る冷媒の流路と、を備えることが好ましい。
- [0020] 上記態様によれば、流路に冷媒を循環させることで、冷却板を冷却することができる。これにより、冷却時には、冷却された冷却板によって被処理部材を冷却することができる。
- [0021] 本発明の加熱冷却機器において、前記冷却板は、炭化珪素、窒化珪素又は窒化アルミのセラミックスで形成されていることが好ましい。
- [0022] 上記態様によれば、冷却板の下に誘導加熱コイルを配置しても被処理部材

を加熱することができる。また、加熱された被処理部材を冷却板に接触させた場合、冷却板との熱交換により急速な冷却が可能となり、加熱や冷却に要するエネルギーのロスを低減できる。

[0023] 本発明の加熱冷却機器において、前記誘導加熱コイルの表面を覆う、耐熱性のある絶縁性材料で形成された絶縁カバーを配置するのが好ましい。

[0024] 上記態様によれば、耐熱性のある絶縁性材料（セラミックスやポリテトラフルオロエチレン樹脂等）の絶縁カバーにより、誘導加熱コイルが露出しないように表面を覆うことで、被処理部材の加熱時に導電性の粉塵や異物が誘導加熱コイル上に堆積して、誘導加熱コイルと短絡するのを防止することができる。導電部材間で生じる放電を防止できるので、長期間メンテナンスを行わなくても加熱冷却機器を安全に運転することができる。

[0025] 本発明の加熱冷却機器において、前記冷却部は、前記被処理部材の下方に配置され、前記誘導加熱コイルは、前記被処理部材の上方に配置されていることが好ましい。

[0026] 上記態様によれば、被処理部材と誘導加熱コイルとの距離を、非接触ながらも接近させることができるので、被処理部材を効率よく加熱することができる。また、被処理部材と誘導加熱コイルとの間に障害物（例えば、冷却板）が存在しないので、加熱効率はより高くなる。

[0027] 本発明の加熱冷却機器において、前記冷却部は、前記被処理部材の下方に配置され、前記誘導加熱コイルは、前記冷却部の下方に配置するようにしてもよい。

[0028] このように構成すると、高さの異なる被処理部材を連続して処理する場合であっても、被処理部材と誘導加熱コイルとの距離について高さ調整が必要なくなるので、作業効率がよくなる。

[0029] 本発明の加熱冷却機器において、前記制御装置は、前記誘導加熱装置に供給する通電電流と周波数、前記冷却装置に供給する冷媒の入口温度と流量、前記被処理部材と前記冷却板との距離をパラメータとし、前記誘導加熱コイルから電磁的に遮蔽された温度センサにより計測した温度に基づき前記誘導

加熱装置及び前記冷却装置を制御することが好ましい。

[0030] 上記態様によれば、制御装置は、電気信号により加熱、冷却に関するパラメータを精度よく制御して、誘導加熱装置及び冷却装置を制御することができる。また、温度センサは、誘導加熱コイルから電磁的に遮蔽された状態で設置されているので、被処理部材の温度を正確に測定することができる。

[0031] 本発明の加熱冷却機器において、前記処理室に接続された真空排気装置と、還元ガスを前記処理室内へ導入する還元ガス供給装置と、不活性ガスを前記処理室内へ導入する不活性ガス供給装置と、を備え、前記制御装置は、前記真空排気装置、前記還元ガス供給装置及び前記不活性ガス供給装置を制御することが好ましい。

[0032] 上記態様によれば、制御装置は、真空排気装置を制御して処理室を真空排気した後、還元ガス供給装置を制御して還元ガスを処理室内へ導入することで、被処理部材の表面を還元することができる。また、制御装置は、不活性ガス供給装置を制御して不活性ガスを処理室内へ導入し、還元ガスと置換するので、処理室を安全に大気開放することができる。

[0033] 本発明の加熱冷却機器において、前記処理室の内圧を計測する圧力計を備え、前記制御装置は、前記真空排気装置を制御して前記処理室内を減圧し、前記圧力計で計測した該処理室の内圧を取得し、前記誘導加熱装置に供給する通電電流と周波数のパラメータ値から該内圧を最大通電電流に変換して出力制御することが好ましい。

[0034] 上記態様によれば、制御装置は、例えば、減圧された処理室の内圧を圧力計から取得し、その内圧や被処理部材の加熱位置を考慮した演算を行い、処理室内で放電が生じない誘導加熱コイルの最大通電電流を直ちに出力できる。これにより、処理室内を減圧下に制御した場合においても被処理部材を加熱することができる。例えば、被処理部材のはんだ材料を溶融させたときに発生するガスを排出し易くなるので、欠陥が少なく、ハンダ付けの品質向上が図れる。

[0035] 本発明の加熱冷却機器において、前記誘導加熱コイルは、中央にくびれを

有する縦長の楕円形状をなす1つ又は複数のコイルからなり、前記被処理部材に対して平行に配置されていることが好ましい。

[0036] 上記態様によれば、このようなコイルの形状により、被処理部材が載置されるトレイの中央付近に熱が集中するのを防止することができる。これにより、例えば、被処理部材の主面が長方形のような形状であっても、高い均熱性を得ることができる。

[0037] 本発明の加熱冷却機器において、前記誘導加熱装置及び前記冷却装置を1つの処理室に2セット以上配置するのが好ましい。

[0038] 上記態様によれば、誘導加熱コイルと冷却部以外の部分は全て共有化することができる。また、従来の2倍以上の加熱冷却部を収納することで、2倍以上の被処理部材の加熱、冷却処理が一度に行えるので、大幅なコストダウンと処理性能向上が見込める。

[0039] 本発明の加熱冷却機器において、前記被処理部材が載置されているトレイを前記冷却部に接触させて冷却する、前記トレイを前記冷却部に押し当てる押当部を備えることが好ましい。

[0040] 上記態様によれば、被処理部材が載置されているトレイを冷却部に接触させて冷却するとき、押当部によりトレイを冷却部に押し当てる。これにより、トレイと冷却部の接触面積を大きくすることができ、冷却効率を高めることができる。

発明の効果

[0041] 本発明の加熱冷却機器によれば、移動装置により、被処理部材と冷却装置の冷却部の一方又は両方を移動させることで被処理部材の加熱及び冷却を効率的に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明の加熱冷却機器の一実施形態に係る概略構成図である。

[図2]本発明の加熱冷却機器に用いられる誘導加熱コイルの例を示す平面図である。

[図3]本発明の加熱冷却機器に用いられる瓢箪型の誘導加熱コイルに係る概略

構成図である。

[図4]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（中空構造の加熱誘導コイル）に係る概略構成図である。

[図5]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（中空構造の加熱誘導コイルと冷却板）に係る概略構成図である。

[図6]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（２セット収容可能な処理室）に係る概略構成図である。

[図7]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（非接触の誘導加熱コイルが処理室の上面付近）に係る概略構成図である。

[図8]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（非接触の誘導加熱コイルが処理室の底面付近）に係る概略構成図である。

[図9]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（冷媒容器内に誘導加熱コイル配置）に係る概略構成図である。

[図10]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（誘導加熱コイル用の絶縁カバー）に係る概略構成図である。

[図11]本発明の加熱冷却機器の他の実施形態（トレイ押当機構と圧力計）に係る概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0043] 以下、図１を参照し、本発明による加熱冷却機器の一実施形態について説明する。

[0044] 図１には、加熱冷却機器１００の概略構成図が示されている。加熱冷却機器１００は、被処理部材１の出し入れが可能な開閉機構を有する気密性の処理室４と、被処理部材１の下方に配置された冷却装置３の冷却部３ａと、冷却部３ａの下方に配置された誘導加熱装置２の誘導加熱コイル２ａと、被処理部材１と冷却部３ａとの間の距離を変えるための移動装置１５と、被処理部材１の温度を計測するための温度センサ５と、計測した温度に基づき誘導加熱装置２及び冷却装置３を制御する制御装置６と、制御装置６に信号を入力するための入力装置７とを備えている。

- [0045] 本発明においては、被処理部材 1 に対して誘導加熱コイル 2 a と冷却部 3 a とが縦置きされているので、従来の加熱部と冷却部とが横置きされている場合に比べて、装置を大幅に小型化することができる。
- [0046] 以下、各部の構成について詳細に説明する。
- [0047] 処理室 4 は、蓋部 4 a と底部 4 b とで構成される気密室であって、蓋部 4 a は、開閉装置 8 から延出されたシャフト 9 に支持され、シャフト 9 と共に図 1 中の矢印で示すように昇降動作し、底部 4 b に対して開閉可能とされている。蓋部 4 a の上面の内側には、被処理部材 1 から放射される赤外線ふく射を反射して被処理部材 1 に再入射させるための遮熱カバー 10 a、10 b を取付けることができる。ここで、遮熱カバー 10 a、10 b は、誘導加熱装置 2 による加熱を妨げない構造にされている。一方、処理室 4 には真空排気装置 11 が接続されており、処理室 4 を真空排気することができる。また、処理室 4 には還元ガス供給装置 12 と、不活性ガス供給装置 13 が接続されており、処理室 4 に還元ガス、又は不活性ガスを供給することができる。
- [0048] 誘導加熱装置 2 は、誘導加熱コイル 2 a と電源 2 b で構成されている。誘導加熱は、誘導加熱コイル 2 a に交流電流を通電し、その磁束変化によって、被処理部材 1 の導電部分に渦電流を発生させ、渦電流によるジュール発熱によって被処理部材 1 を加熱する方法であり、他の非接触加熱装置に比べると構造が簡単で、小型化することができ、処理室 4 の中に設置することもできる。また、消耗部分もないことから、メンテナンスの必要がなく、連続運転に適している。
- [0049] ただし、被処理部材 1 が、非磁性材料で電気抵抗の低い金属、例えば銅で構成されている場合は、直に誘導加熱することが難しいため、誘導加熱され易い材料で構成された被加熱部材の上に載置し、誘導加熱コイル 2 a によって被加熱部材を誘導加熱し、加熱された被加熱部材からの熱伝導によって間接的に被処理部材 1 を加熱することができる。被加熱部材で作られたトレイ 1 d は、電気抵抗の高い金属又はカーボン等で構成されることが好ましく、形状は特に限定されない。なお、被加熱部材は、必ずしも専用部材を用意す

る必要はなく、トレイ 1 d をカーボン等で構成して同様の効果を得ることができる。

[0050] 誘導加熱コイル 2 a の形状は、特に限定されず、例えば、導線を巻いて中央に空所を有する主面の外形が円形又は縦長の楕円形の平板、あるいは主面の外形が中央にくびれを有する瓢箪形の平板のものをを用いることができる。

[0051] 冷却装置 3 は、冷却部 3 a と、熱交換器 3 b と、冷却部 3 a 及び熱交換器 3 b を環状に接続する冷媒配管 3 c と、冷媒配管 3 c 内の冷媒を冷却部 3 a と熱交換器 3 b との間で循環させる循環ポンプ 3 d と、前記冷却部に循環させる冷媒の流量を調節するための流量調節弁 3 e とで構成されている。このうち、熱交換器 3 b、循環ポンプ 3 d、流量調節弁 3 e は、処理室 4 の外部に設置されており、熱交換器 3 b には、図示しない配管を通して、冷媒配管 3 c 内を流れる冷媒と熱交換して冷媒を冷却するための流体が流れるようになっている。

[0052] 冷却装置 3 の運転方法は、特に限定されないが、例えば、循環ポンプ 3 d を常時運転し、冷却部 3 a への冷媒の流通は流量調節弁 3 e により遮断又は流量調節することができる。具体的には、被処理部材 1 の加熱の際には、冷却部 3 a への冷媒循環を止めることができる。被処理部材 1 の温度を一定に保持している期間では、誘導加熱コイル 2 a を流れる交流電力の電流量及び／又はその周波数と共に、流量調節弁 3 e により冷媒の流量を調整することができる。被処理部材 1 を冷却する際には、誘導加熱コイル 2 a への電力供給を止め、流量調節弁 3 e を大きく開けて冷却部 3 a への冷媒循環量を増やし、被処理部材 1 を急冷することができる。

[0053] 冷却部 3 a は、例えば、処理室 4 内の底部 4 b 上に設置された、冷媒循環流路を備える板状の部材で構成することができる。冷却部 3 a の材質は、特に限定されず、耐熱性があり、熱伝導に優れているものが好ましい。また、非接触加熱装置が誘導加熱装置である場合は、冷却部 3 a は、誘導加熱されないように、磁束を透過させる絶縁体であることが好ましい。具体的には炭化珪素、セラミックス、石英ガラス等を使用することができ、炭化珪素は熱

伝導率が高いため特に好ましい。

[0054] また、誘導加熱コイル 2 a を中空パイプで構成し、冷媒配管 3 c を循環ポンプ 3 d の吐出側で流量調節弁 3 e の手前から分岐して、誘導加熱コイル 2 a に冷媒を流通させ、誘導加熱コイル 2 a を冷却することができる。

[0055] 移動装置 1 5 は、被処理部材 1 を支持するフレーム 1 5 a と、フレーム 1 5 a を昇降させるための複数本の昇降シャフト 1 5 b と、昇降シャフト 1 5 b が取り付けられている昇降ベース 1 5 c と、昇降ベース 1 5 c を駆動するための昇降アクチュエータ 1 5 d からなり、被処理部材 1 を上下方向に移動させて、被処理部材 1 と冷却部 3 a との間の距離を変えることができる。昇降アクチュエータ 1 5 d を収縮させると、昇降ベース 1 5 c が上昇し、昇降シャフト 1 5 b の先端に取り付けられているフレーム 1 5 a に支持されている被処理部材 1 が上昇して、冷却部 3 a から離間する。逆に、昇降アクチュエータ 1 5 d を延伸させると、昇降ベース 1 5 c が下降し、昇降シャフト 1 5 b の先端に取り付けられているフレーム 1 5 a に支持されている被処理部材 1 が下降して、冷却部 3 a に接触する。被処理部材 1 を昇温する場合は、被処理部材 1 を冷却部 3 a から離間させて急加熱することができる。また、被処理部材を一定の温度に保持する場合は、被処理部材 1 に冷却部 3 a を近接させて、加熱と冷却を均衡させることにより、被処理部材 1 の温度を高精度で制御することができる。また、被処理部材 1 を降温する場合は、被処理部材 1 に冷却部 3 a を当接させて急冷することができる。

[0056] なお、移動装置 1 5 は、被処理部材 1 の位置を変えず、冷却部 3 a を移動させて、被処理部材 1 と冷却部 3 a との間の距離を変える装置であってもよい。

[0057] 温度センサ 5 は、特に限定されず、例えば、熱電対、赤外線放射温度計等を用いることができる。ただし、温度センサ 5 が誘導加熱の影響を受けないセンサであるか、直接的に誘導加熱されないように電磁的に遮蔽された構造とされていることが好ましい。上記のうち、赤外線放射温度計は、誘導加熱の影響を受けない温度センサである。温度センサ 5 が熱電対である場合は、

芯線部分が直接的に誘導加熱されないように、シースで被覆されていることが好ましい。また、温度センサ 5 の先端部付近が冷却部 3 a に触れていると、温度の低い冷却部 3 a の影響を受けるので、少なくとも温度センサ 5 の先端と冷却部 3 a との間には隙間を設けることが好ましい。温度センサを複数設けてもよい。複数の温度センサからの入力値を平均して、目標値との偏差が最小となるようにすることで温度の信頼性が増す。

[0058] 真空排気装置 1 1 は、弁 1 1 a を有する配管 1 1 b と、真空ポンプ 1 1 c とで構成されている。真空ポンプ 1 1 c は、特に限定されず、例えば、ロータリポンプ、ダイヤフラムポンプ、ピストン型ポンプ等を用いることができる。ただし、還元ガスを排気する場合は、安全のため、真空ポンプ 1 1 c は防爆型であることが好ましい。

[0059] 還元ガス供給装置 1 2 は、弁 1 2 a を有する配管 1 2 b と、還元ガスボンベ 1 2 c とで構成されている。還元ガスとしては、例えば、水素、ギ酸やホルムアルデヒド等を含むガスを用いることができる。

[0060] 不活性ガス供給装置 1 3 は、弁 1 3 a を有する配管 1 3 b と、不活性ガスボンベ 1 3 c とで構成されている。不活性ガスとしては、例えば、窒素、アルゴン等を用いることができる。

[0061] 制御装置 6 は、図示していないが、RAM、ROM、磁気ディスク、光ディスク等からなる記憶装置と、CPUからなる演算装置とを少なくとも備えており、記憶装置に格納されたプログラムやデータに基づいて、演算装置により各種装置に制御信号が送られるようになっている。制御装置 6 には、入力装置 7 と、図示しないディスプレイ、プリンタ等からなる表示装置とが接続されている。制御装置 6 の記憶装置に格納されるデータは、制御装置 6 に接続された入力装置 7 から入力できる。入力装置 7 から入力するデータとしては、例えば、保持時間 t_1 、保持時間 t_2 、第 1 目標加熱温度 T_1 、第 2 目標加熱温度 T_2 、第 1 目標冷却温度 T_3 、第 2 目標冷却温度 T_4 等が挙げられる。また、制御装置 6 には、前述したように、温度センサ 5 で測定された被処理部材 1 の温度 T など入力される。

[0062] 制御装置 6 は、開閉装置 8 に接続されており、制御信号 a によって、処理室 4 の蓋部 4 a を上下させることができる。また、制御装置 6 は、誘導加熱装置 2 の電源 2 b に接続されており、制御信号 b によって誘導加熱コイル 2 a の出力を制御することができる。例えば、誘導加熱コイル 2 a に通電する交流電力の周波数、電流量を制御することができる。また、制御装置 6 は、冷却装置 3 の熱交換器 3 b に接続されており、制御信号 c によって冷媒の温度を制御できる。また、制御装置 6 は、冷却装置 3 の流量調節弁 3 e に接続されており、制御信号 d によって冷媒の流量を制御できる。また、制御装置 6 は、真空排気装置 1 1 の弁 1 1 a に接続されており、制御信号 e によって弁 1 1 a を開閉することができる。また、制御装置 6 は、真空排気装置 1 1 の真空ポンプ 1 1 c に接続されており、制御信号 f によって真空ポンプ 1 1 c を運転／停止させることができる。また、制御装置 6 は、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a に接続されており、制御信号 g によって弁 1 2 a を開閉することができる。また、制御装置 6 は、不活性ガス供給装置 1 3 の弁 1 3 a に接続されており、制御信号 h によって弁 1 3 a を開閉することができる。また、制御装置 6 は、移動装置 1 5 の昇降アクチュエータ 1 5 d に接続されており、制御信号 i によって被処理部材 1 と冷却部 3 a との間の距離を変えることができる。

[0063] よって、制御装置 6 は、誘導加熱コイル 2 a に供給する通電電流と周波数、冷却部 3 a に供給する冷媒の入口温度と流量、被処理部材 1 と冷却部 3 a との距離をパラメータとして、被処理部材 1 の温度を制御することができる。

[0064] 次に、本発明の加熱冷却機器 1 0 0 を、半導体モジュールのハンダ付けに用いた、実施形態の一例について説明する。

[0065] 例えば、被処理部材 1 は、半導体素子 1 a と、絶縁板の両面に金属箔を有する絶縁基板 1 b と、ベース板 1 c と、トレイ 1 d とからなる。被処理部材 1 の半導体素子は複数個であってもよい。半導体素子は、ペースト状のハンダを介して、絶縁基板の上面の金属箔の所定の位置に貼り付けられている。

また、ベース板 1 c は、ペースト状のハンダを介して、絶縁基板 1 b の下面の金属箔に貼り付けられている。トレイ 1 d は搬送治具を兼ねており、冷却部 3 a 上に載置すると、トレイ 1 d の下面が、冷却部 3 a の上面、及び冷却部 3 a に埋設された温度センサ 5 の先端に当接するようになっている。

[0066] トレイ 1 d の材質は、特に限定されず、セラミックス、石英ガラスなどの絶縁材料、カーボンなどの高抵抗材料を用いることができる。トレイ 1 d を絶縁材料で構成すると、透過した磁束によってベース板 1 c を直に誘導加熱することができる。一方、トレイ 1 d を高抵抗材料で構成すると、誘導加熱されたトレイ 1 d からの熱伝導によってベース板 1 c を間接的に加熱することができる。このように構成すれば、ベース板 1 c の材質に依存せず、被処理部材 1 を均一に加熱することができる。また、トレイ 1 d は、複数のベース板 1 c を搬送して、加熱冷却処理できるように、トレイ 1 d の形状を適宜変更することができる。以下、加熱冷却機器 100 による半導体モジュールのハンダ付け方法について説明する。

[0067] (1) 搬入

開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4 a を上昇させて処理室 4 を開け、被処理部材 1 を搬入し、被処理部材 1 をフレーム 15 a 上に載置した後、開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4 a を下降させて処理室 4 を閉じて、密閉する。

[0068] (2) 真空排気

真空排気装置 11 の弁 11 a を開け、真空ポンプ 11 c を用いて、処理室 4 の内部を真空排気し、所定の真空度に到達したところで、弁 11 a を閉じる。ただし、減圧状態で還元したい場合は、弁 11 a は開けておいてもよい。

[0069] (3) 還元ガス導入

還元ガス供給装置 12 の弁 12 a を開けて、還元ガスボンベ 12 c から処理室 4 へ還元ガスを供給する。処理室 4 に所定圧力の還元ガスが供給されたところで、弁 12 a を閉じる。ただし、減圧状態で還元したい場合は、弁 1

2 aを開けたままとし、真空排気速度とバランスさせて、所定の圧力に保つことができる。

[0070] (4) 第1加熱（還元処理）

誘導加熱装置2を用いて、被処理部材1を第1目標加熱温度 T_1 まで加熱し、保持時間 t_1 に亘り、温度センサ5によって測定される被処理部材1の温度 T を第1目標加熱温度 T_1 に保持して、被処理部材1を予熱すると共に、被処理部材1の表面を還元し、ハンダの濡れ性を高める。加熱に際して、被処理部材1は、冷却部3 aと接触しないように移動装置15によって隙間を空けて保持されている。このようにすれば、被処理部材1から冷却部3 aへ熱が逃げ難くなるので、被処理部材1を急加熱することができる。第1目標加熱温度 T_1 は、ハンダの熔融温度よりも低い温度に設定されている。被処理部材1の表面が十分還元される前にハンダが熔融すると接合部にボイドを生じるハンダ付け不良になる。このため、被処理部材1の温度 T がオーバーシュートしないように温度制御する必要がある。制御装置6は、第1目標加熱温度 T_1 と、温度センサ5が測定した温度 T との偏差を最小にするように、誘導加熱装置2の出力をフィードバック制御することができる。

[0071] 本発明の加熱冷却機器100は、誘導加熱装置2を用いて被処理部材1を発熱体として直接加熱する方法であるため、昇温速度が速いという利点があり、加熱時間を短縮して、加熱冷却機器の処理能力を高めることができる。

[0072] (5) 第2加熱（ハンダ熔融）

誘導加熱装置2を用いて、被処理部材1を第2目標加熱温度 T_2 まで加熱し、保持時間 t_2 に亘り、温度センサ5によって測定される被処理部材1の温度 T を第2目標加熱温度 T_2 に保持して、被処理部材1のハンダを熔融させる。第2目標加熱温度 T_2 は、ハンダの熔融温度よりも高い温度に設定されている。第2目標加熱温度 T_2 の設定がハンダ熔融温度に対し高過ぎる場合は、ハンダ接合面における固相反応が過剰に進んでハンダ不良となり、逆に第2目標加熱温度 T_2 の設定をハンダの熔融温度に近づけ過ぎた場合は、加熱の面内ばらつきにより十分温度が上がりきらない場所で、ハンダが熔融せ

ずハンダ不良になる危険性がある。このため、被処理部材 1 の温度 T を正確に測定し、且つ適正に温度制御する必要がある。制御装置 6 は、第 2 目標加熱温度 T_2 と、温度センサ 5 が測定した温度 T との偏差を最小にするように、誘導加熱装置 2 をフィードバック制御することができる。制御パラメータとして、誘導加熱コイル 2 a に供給する通電電流と周波数、冷却部 3 a に供給する冷媒の入口温度と流量、被処理部材 1 と冷却部 3 a との距離を制御することができる。

[0073] (6) 冷却（ハンダ凝固）

誘導加熱装置 2 による加熱を止め、移動装置 1 5 により、被処理部材 1 と冷却部 3 a を接触又は近接させ、被処理部材 1 を冷却部 3 a によって冷却する。また、制御装置 6 は、第 1 目標冷却温度 T_3 と、温度センサ 5 が測定した温度 T との偏差を最小にするように、冷却装置をフィードバック制御することができる。冷却部 3 a は直接加熱されない材料で構成されており、温度上昇しないので、被処理部材 1 を速やかに冷却し、冷却時間を短縮して、加熱冷却機器の処理能力を高めることができる。

[0074] (7) 不活性ガス導入

被処理部材 1 の温度 T は、温度センサ 5 によって測定され、第 2 目標冷却温度 T_4 になったところで、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a が閉じられている状態で、真空排気装置 1 1 の弁 1 1 a を開け、真空ポンプ 1 1 c を用いて、処理室 4 の内部を真空排気する。処理室 4 が所定の真空度に到達したところで弁 1 1 a を閉じ、不活性ガス供給装置 1 3 の弁 1 3 a を開けて、不活性ガスボンベ 1 3 c から処理室 4 へ不活性ガスを供給する。処理室 4 の圧力が大気圧に戻ったところで、弁 1 3 a を閉じる。この間も被処理部材 1 は、冷却部 3 a によって継続的に冷却されている。

[0075] (8) 搬出

開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4 a を上昇させて処理室 4 を開け、被処理部材 1 を搬出した後、開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4 a を下降させて処理室 4 を閉じる

以上説明したように、本発明の加熱冷却機器は、1つの処理室4内で、ハンダ濡れ性を高める還元処理、ハンダ溶融処理、ハンダ凝固処理を行うことができるようにしたので、従来のハンダ付け装置に比べ小型化されている。また、被処理部材1の下方に冷却部3aが配置され、冷却部3aの更に下方に誘導加熱装置2の誘導加熱コイル2aが配置されている。この実施形態によれば、高さの異なる被処理部材1を続けて処理する場合であっても、誘導加熱コイル2aが冷却装置3の下方に配置されているため、被処理部材1と誘導加熱コイル2aとの距離は変わらない。よって、誘導加熱コイル2aの高さの再調整が不要で、作業性を向上させることができる。また、誘導加熱コイル2aによって、被処理部材1である半導体モジュールだけが加熱され易く、処理室4の内壁、冷却部3aなどは加熱され難いので、加熱に無駄がなく、しかも半導体モジュールを急加熱、急冷却することができる。

[0076] 次に、本発明の加熱冷却機器の誘導加熱装置の詳細について図面を用いて説明する。

[0077] 前述したように、被処理部材1が半導体モジュールであって、半導体素子1aと、絶縁基板1bと、銅製のベース板1cとをハンダ接合する場合は、いずれの部材も直に誘導加熱することが難しい部材であって、誘導加熱された被加熱部材から熱伝導によって間接加熱する方が容易であり、ベース板1cを、例えば、カーボン材料で構成されたトレイ1dの上に載置して間接加熱することが好ましい。被処理部材1を均一に加熱するため、トレイ1dの外形はベース板1cを複数載置した領域の外縁よりも大きく、誘導加熱コイル2aの外形はトレイ1dの外形よりも大きくされていることが好ましい。

[0078] 本発明に用いられる誘導加熱コイル2aの形状は、特に限定されず、例えば、図2の平面図に示されている誘導加熱コイルを用いることができる。図2では、導線の形は省略され、巻束の外形のみが図示されている。また、被加熱部材でできたトレイ1dは長方形で図示されている。図2(a)には、導線を巻いて中央に空所を有する主面の外形が円形である平板状の誘導加熱コイル2aが示されている。図2(b)には、導線を巻いて中央に空所を

有する主面の外形が縦長の楕円形である平板状の誘導加熱コイル 2 a b が示されている。図 2 (c) には、導線を巻いて中央に空所を有する主面の外形が中央にくびれ S を有する縦長の楕円形（瓢箪形）である平板状の誘導加熱コイル 2 a c が示されている。これらの誘導加熱コイルは、絶縁被覆導線を巻いたコイルでもよいが、電気伝導性の良い金属製の中空パイプを巻いたコイルでもよい。中空であっても電流は金属表面を流れるために、損失や加熱性能に影響はない。

[0079] 更に、図 2 には、トレイ 1 d を誘導加熱した時の高温部 H T と低温部 L T が、それぞれハッチングによって模式的に図示されている。図 2 (a) に示された円形コイル 2 a a では、トレイ 1 d の四辺に高温部 H T が生じ、四隅に低温部 L T が生じる。図 2 (b) に示された 2 個並列させた縦長楕円コイル 2 a b では、トレイ 1 d の中央と短辺に沿って高温部 H T が生じる。特に、トレイ 1 d の中央付近は、2 つの縦長楕円コイルの直線部から同時に加熱されるため、温度上昇し易くなっている。そこで、縦長楕円コイル 2 a b を改良して、中央にくびれ S をもたせた瓢箪形コイル 2 a c を用いると、トレイ 1 d の中央付近の熱の集中が緩和されて、図 2 (c) に示されるように均熱性が向上する。

[0080] 更に、図 3 を用いて、瓢箪形コイル 2 a c の形状及び配置の詳細について説明する。トレイ 1 d の上面には 6 個の被処理部材 1 が載置されている。トレイ 1 d の下方には、2 つの瓢箪形コイル 2 a c が、くびれ S を隣接させて、並列して平行に配置されている。

[0081] ここで、瓢箪形コイル 2 a c は、その中心の空間と、前記くびれ S の少なくとも一部とをトレイ 1 d の外周より内側に配置される形状をなすことが好ましい。このようにすると、誘導加熱コイルの磁力線をトレイ 1 d の内側に集めて、トレイ 1 d を効率よく加熱することができる。

[0082] 瓢箪形コイル 2 a c の長手方向の端部からトレイ 1 d の外縁までの距離 L 1 を大きくしていくと、トレイ 1 d の地点 A での発熱量を増加させることができる。また、瓢箪形コイル 2 a c のくびれ S を有する側で、瓢箪形コイル

の最も突出した外縁から被処理部材の外縁までの距離 L_2 を大きくしていくと、トレイ1dの地点Bでの発熱量を増加させることができる。

[0083] 本発明の加熱冷却機器において、並列する瓢箪形コイル2acどうしの距離 L_3 は、地点Aと地点Bの発熱量が同程度になるように設計されていることが好ましく、トレイ1dの均熱性を調整する位置調整装置が設けられていることがより好ましい。また、瓢箪形コイル2acとトレイ1dの距離 L_4 は、平板外周の放熱に対し適正な平板外周と内側の発熱差を得るように設計されていることが好ましく、トレイ1dの均熱性を調整する位置調整装置が設けられていることがより好ましい。

[0084] また、本発明の加熱冷却機器において、隣接する瓢箪形コイル2acの巻き方向は、逆巻き方向であることが好ましい。このように構成すれば、2つの誘導加熱コイル2acによって作られる磁場は、渦電流を強めるように働くので、トレイ1dを効率よく加熱することができる。

[0085] 本発明の加熱冷却機器において、隣接する瓢箪形コイル2acの下方に軟磁性部材16を備えていることが好ましい。このように構成すれば、一方の誘導加熱コイルの下方に伸びる磁力線を、軟磁性部材16を介して他方の瓢箪形コイル2acの磁力線へ接続し、瓢箪形コイル2ac下側に生じる磁場を上方へ反転させることができる。また、瓢箪形コイル2acに対する軟磁性部材16の配置を調整することで、トレイ1d上状の磁束密度の分布を調節できる。

[0086] なお、本発明の加熱冷却機器は、瓢箪形コイルに限らず、他の形状の誘導加熱コイルであっても、並列する誘導加熱コイルどうしの距離 L_3 を可変できる位置調整装置、誘導加熱コイルと被処理部材1との距離 L_4 を可変できる位置調整装置を備えることができ、隣接する誘導加熱コイルの巻き方向を逆巻き方向となるように構成し、誘導加熱コイルの下方に軟磁性部材を配置してもよい。

[0087] また、上記においては、誘導加熱コイルが2つ配置されている例を説明したが、誘導加熱コイルは、1つでもよく、2以上の複数が並列して平行に配

置されていてもよい。

[0088] 次に、本発明の加熱冷却機器において、冷却部の態様を変えた他の実施形態について、図面を用いて説明する。

[0089] 図4には、冷却部が、冷媒が循環可能な流路が形成された中空の誘導加熱コイル2aであって、加熱部と冷却部を兼ねている加熱冷却機器101が示されている。移動装置15によって、トレイ1dを誘導加熱コイル2a（冷却部）に当接させて、トレイ1dを直に冷却することができる。誘導加熱コイル2aの断面はトレイ1dとの接触面積を大きくするため、トレイ1dに接する面が平坦にされていることが好ましい。具体的には中空を有する矩形断面であることが好ましい。このように構成すれば、中空にされた誘導加熱コイル2aに冷媒を流通させ、誘導加熱コイル2aの自己発熱を抑制するとともに、誘導加熱コイル2aが加熱部と冷却部を兼ねているので、設置スペースを節減し、処理室を小型化できる。

[0090] 図5には、冷却部が、冷媒が循環可能な流路が形成された中空の誘導加熱コイル2aと、誘導加熱コイル2aの上方に配置した絶縁性材料で構成されている冷却板3fと、誘導加熱コイル2aの下方に配置した絶縁性材料で構成されている支持板3gによって構成され、加熱部と冷却部を兼ねている加熱冷却機器102が示されている。移動装置15によって、被処理部材1を冷却板3fに当接させて、被処理部材1を直に冷却することができる。ここで、冷却板3fの熱容量が大き過ぎると、加熱及び冷却の際の応答性が悪くなり、処理時間が長くなってしまう。このため、冷媒循環流量による吸熱と冷却板3fの熱容量のバランスによって、冷却能力と温度安定化をはかることが望ましい。

[0091] 上記態様によれば、誘導加熱コイル2aが加熱部と冷却部を兼ねているので、設置スペースを節減し、処理室を小型化できる。

[0092] 図6には、本発明による加熱冷却機器の他の実施形態が示されている。図6（a）は被処理部材1を冷却部3aから離間させた状態、図6（b）は被処理部材1を冷却部3aに当接させた状態を示している。加熱冷却機器10

3は、1つの処理室に、2セットの誘導加熱コイル2a及び冷却部3aを備え、被処理部材1を2個同時に処理できるようになっている。上記態様によれば、誘導加熱コイル2a、冷却部3a以外は全て共有化でき、且つ従来の2倍の加熱冷却部を収納でき、コストダウンと処理性能向上ができる。

[0093] なお、上記では2セットの誘導加熱コイル2a及び冷却部3aで説明したが、2以上の複数セットを備えてもよい。また、各セットは、1つの昇降アクチュエータ15dによって同時に動かしてもよいが、セット毎に昇降アクチュエータ15dを備え、個別に動かしてもよい。個別に動かせるようにすると、被処理部材1と冷却部3aの距離を個別に調整できるので、温度制御がし易くなる。

[0094] 図7には、本発明による加熱冷却機器の他の実施形態が示されている。加熱冷却機器104では、誘導加熱装置2の非接触の誘導加熱コイル2aは、被処理部材1の上方に配置され、冷却装置3の冷却部3aは、被処理部材1の下方に配置されている。その他の構造は、前記実施形態（図1）と同様である。

[0095] この実施形態によれば、被処理部材1と誘導加熱コイル2aとの距離を接近させることができるため、被処理部材1を効率よく加熱できる。また、誘導加熱コイル2aと、被処理部材1との間に、障害物が存在しないので、加熱効率をより高めることができる。

[0096] また、中空の誘導加熱コイル2aで構成し、冷媒配管3cを循環ポンプ3dの吐出側で流量調節弁3eの手前から分岐して、誘導加熱コイル2aに冷媒を流通させ、誘導加熱コイル2aを冷却することができる。

[0097] 図8には、図7で示した加熱冷却機器104の変更形態が示されている。

[0098] この加熱冷却機器105では、非接触の誘導加熱コイル2aが冷却装置3の冷却部3aの下方に配置されている。したがって、被処理部材1を載置したトレイ1dの下方に冷却部3aが配置され、冷却部3aの更に下方に誘導加熱コイル2aが配置された構造をなしている。その他の構造は、前記実施形態と同様である。

[0099] この実施形態によれば、高さの異なる被処理部材 1 を続けて処理する場合であっても、誘導加熱コイル 2 a が冷却装置 3 の冷却部 3 a の下方に配置されているため、被処理部材 1 と誘導加熱コイル 2 a との距離は変わらない。よって、誘導加熱コイル 2 a の高さの再調整が不要で、作業性を向上させることができる。

[0100] 更に、誘導加熱コイル 2 a が被処理部材 1 の上方及び冷却部 3 a の下方に配置されていてもよい。このように構成すれば、被処理部材 1 を上下から加熱するので、より高い均熱性を得ることができる。

[0101] 図 9 には、本発明による加熱冷却機器の他の実施形態が示されている。

[0102] この加熱冷却機器 106 では、誘導加熱コイル 2 a が冷却装置 3 の冷媒容器 3 h の中に収納されている。また、冷媒容器 3 h の中には、冷媒が循環する流路が形成されているので、誘導加熱コイル 2 a は、流路を循環する冷媒に浸かった状態となっている。

[0103] 冷媒容器 3 h は、上方が開口した支持台 3 g' に収められ、冷却板 3 f で閉じられている。また、冷媒容器 3 h の底部には、冷媒導入口 3 i 及び冷媒導出口 3 j が設けられている。そして、冷媒導入口 3 i から、冷媒（例えば、冷却水）を導入して冷媒導出口 3 j から排出する。これにより、誘導加熱コイル 2 a 及び冷媒容器 3 h の上面に当接する冷却板 3 f を冷却することができる。

[0104] 図 9 (a) は、被処理部材 1 の加熱時の様子を示している。被処理部材 1 の加熱時には、誘導加熱コイル 2 a の端子 2 c に交流電流を流す。実際は、温度センサ 5 の右側にある誘導加熱コイル 2 a にも端子 2 c があり（図示省略）、端子 2 c から交流電流を流すことになる。

[0105] 被処理部材 1 が載置されているトレイ 1 d は、移動装置 15 の昇降シャフト 15 b と接続されている。加熱時は、移動装置 15 によりトレイ 1 d を、冷却板 3 f から少なくとも 3 mm 以上離れた位置まで上昇させるが、誘導加熱コイル 2 a は、被処理部材 1 の導電部分に渦電流を発生させることで、非接触で被処理部材 1 を加熱することができる。

[0106] 次に、図9（b）は、被処理部材1の冷却時の様子を示している。図示するように、冷却時には、移動装置15によりトレイ1dを下降させ、トレイ1dを冷却板3fに接触させる。これにより、被処理部材1が冷却板3fによって急冷される。

[0107] 本実施形態では、冷媒容器3h内の循環する冷媒が直接、冷却板3fに接触しているため、冷却能力の損失が軽減される。また、誘導加熱コイル2aの形状制約も緩和され、十分な巻き数を確保したり、低損失なリッツ線の使用も可能となる。

[0108] 図10には、本発明による加熱冷却機器の他の実施形態が示されている。

[0109] まず、この加熱冷却機器107は、移動装置15、特にトレイ1dが載置される部分に特徴がある。図10（a）に示すように、移動装置15の昇降アクチュエータ15dには、平板状に形成した昇降ベース15cが接続されている。また、昇降ベース15cに固定された、処理室4の底部4bを貫挿する昇降シャフト15bが、底部4bにある昇降軸受け15eで、上下方向の移動が可能となるように設けられている。

[0110] 図10（b）は、図10（a）の領域Rを拡大した図である。図10（b）に示すように、昇降シャフト15bの他端側には、台座15fが備えられており、図10（a）に示す2本の昇降シャフト15bの1対の台座15f間を接続するように連結板15gが取り付けられている。また、被処理部材1が載置されたトレイ1dの底面端部を保持する、耐熱性の絶縁性材料（例えば、セラミックス、ポリイミド、ピーク板等のエンジニアリングプラスチック）で形成された支持部15hが、連結板15gに固定されている。

[0111] 支持部15hは、移動装置15により被処理部材1が下降した場合に、被処理部材1が冷却板3fや、後述する絶縁カバー2dと干渉しないように形成されている。かかる構成の移動装置15は、制御装置6の命令により昇降アクチュエータ15dが昇降動作を行うと、トレイ1dを保持しながら、支持部15hをスムーズに動作させることができる。

[0112] この加熱冷却機器107は、冷却装置3にも特徴がある。中空の誘導加熱

コイル 2 a の上面側には、誘導加熱で高温状態に熱せられた被処理部材 1 及びトレイ 1 d の吸熱を目的とした冷却板 3 f が、熱伝達が良好となるように密着して形成されている。冷却板 3 f は、熱伝導率が高いセラミックス（例えば、SiC や AlN 等）により、その厚みを被処理部材 1 より大きくなるように形成することで、熱容量を大きくすることが好ましい。

[0113] また、誘導加熱コイル 2 a の下面側には、誘導加熱コイル 2 a の形状及び位置を固定するように設けた、絶縁性材料（例えば、プラスチックやセラミックス等）で形成された支持板 3 g がある。

[0114] ここで、矩形状のトレイ 1 d に載置した被処理部材 1 を、温度バラツキが小さくなるよう加熱するためには、誘導加熱コイル 2 a は、冷却板 3 f より大きなサイズとする必要があり、誘導加熱コイル 2 a の上面が露出してしまう。

[0115] このため、耐熱性を有する絶縁性材料（例えば、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、ポリイミド、マシナブルセラミックス等）により誘導加熱コイル 2 a の上面を覆い、支持部 15 h が干渉しないよう形成した絶縁カバー 2 d を、支持板 3 g に取り付けてある。

[0116] このとき、冷却板 3 f の端部と絶縁カバー 2 d の端部に隙間が生じないように、冷却板 3 f の下端に切欠きを設け、絶縁カバー 2 d の先端を冷却板 3 f の切欠き部に差し込めるようにしている（図 10（b）参照）。

[0117] このように形成した絶縁カバー 2 d を備えることにより、被処理部材 1 及びトレイ 1 d の着脱時に発生する導電性の塵埃が、長期間運転時に誘導加熱コイル 2 a 上に堆積することがなくなり、短絡及び放電の防止効果が得られる。

[0118] また、誘導加熱コイル 2 a を形成するパイプ間には、絶縁性材料で形成したスペーサ 2 e を挿入し、誘導加熱コイル 2 a に電流を通電した時の放電および短絡させない構造としている。

[0119] 図 11 には、本発明による加熱冷却機器の他の実施形態が示されている。

[0120] 加熱冷却機器 108 は、加熱時には、移動装置 15 によりトレイ 1 d を上

昇させ、トレイ 1 d に載置された被処理部材 1 を誘導加熱コイル 2 a で加熱する。また、冷却時には、移動装置 1 5 によりトレイ 1 d を下降させ、トレイ 1 d と冷却板 3 f を接触させる。これにより、トレイ 1 d の熱を冷却板 3 f に伝導させて熱を逃がし、被処理部材 1 を冷却する。

[0121] 冷却時には、トレイ 1 d が熱変形により反ったり、被処理部材 1 の重さでトレイ 1 d が撓むことがある。このような場合、トレイ 1 d と冷却板 3 f の接触面積が低下して、十分な冷却性能が得られないおそれがある。十分な冷却性能が得られないと、ハンダ組織が粗大化してクリープ変形時にクラックが進展し易くなり、ハンダ接合強度の長期信頼性が低下する。

[0122] そこで、加熱冷却機器 1 0 8 では、トレイ 1 d の外周部をトレイ押当機構 1 7 によって加圧し、トレイ 1 d を冷却板 3 f に押し当てる。これにより、トレイ 1 d と冷却板 3 f の接触を常に良好な状態とすることができる。

[0123] しかしながら、トレイ 1 d にはカーボン材が使用されることが多く、強度的に強くないことから、破損してしまうことがある。すなわち、トレイ押当機構 1 7 により、トレイ 1 d を強引に冷却板 3 f に押し当てると、トレイ 1 d が摩耗する、又は破損するといったことが起こる。

[0124] そこで、被処理部材 1 が載置されているトレイ 1 d と冷却板 3 f の接触面積を向上させるため、トレイ 1 d を冷却板 3 f に押し当てる際に、トレイ 1 d の温度を温度センサ 5 で観測し、更に冷却板 3 f の温度を冷却板温度センサ 1 8 で観測することで、冷却状態を把握することができる。

[0125] 加熱冷却機器 1 0 8 の制御装置 6 は、上記の方法によりトレイ 1 d と冷却板 3 f の接触状態が良好か否かをリアルタイムで判断し、接触状態が悪い場合のみトレイ 1 d を押し当てるようにトレイ押当機構 1 7 を制御する（信号ライン j を使用）。これにより、トレイ押当機構 1 7 が必要以上にトレイ 1 d を押圧して、破損させてしまうことを軽減することができる。

[0126] 以上により、加熱冷却機器 1 0 8 は、トレイ 1 d と冷却板 3 f の接触状態を改善し、所定の冷却特性を維持することができる。すなわち、被処理部材 1 の急速冷却が可能になり、ハンダ組織の粗大化を抑制して良好なハンダ接

合状態を得ることができる。

[0127] 最後に、加熱冷却機器 108 のもう 1 つの特徴である出力制御について説明する。加熱冷却機器 108 は、図 1 で説明した加熱冷却機器 100 とほぼ同じ回路構成であるが、処理室 4 内の圧力を計測する圧力計 19 を備えている点、処理室 4 内の圧力を開放する放出弁 20 や放出配管 21 を備えている点が相違する。

[0128] 気密性の処理室 4 内の圧力が一定圧力（例えば、大気圧以上）を超える場合には、制御装置 6 は、放出配管 21 に接続された放出弁 20 を制御して、圧力を開放することができる。制御装置 6 は、信号ライン k を介して放出弁 20 の開閉動作を行ない、処理室 4 内の圧力を制御するようになっている。

[0129] また、圧力計 19 の信号が制御装置 6 に送られた場合、制御装置 6 は、弁 11a の開閉や真空ポンプ 11c の作動を制御するようになっている。

[0130] 制御装置 6 は、誘導加熱コイル 2a に供給する通電電流と周波数、中空の誘導加熱コイル 2a に供給する冷媒の入口温度と流量、処理室 4 内の圧力 P_r 、被処理部材 1 と冷却板 3f との距離をパラメータとして、被処理部材 1 の温度を制御することができる。

[0131] 以下では、加熱冷却機器 108 によるパワー半導体デバイスのハンダ付け方法について、既に説明した加熱冷却機器 100 のハンダ付け方法と異なる点を中心に説明する。

[0132] (1) 搬入

開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4a を上昇させて処理室 4 を開け、被処理部材 1 を搬入し、被処理部材 1 をフレーム 15a 上に載置した後、開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4a を下降させて処理室 4 を閉じて、密閉する。

[0133] (2) 真空排気

真空排気装置 11 の弁 11a を開け、真空ポンプ 11c を用いて、処理室 4 の内部を真空排気する。そして、圧力計 19 の値が所定の真空度に到達したところで、弁 11a を閉じる。

[0134] (3) 還元ガス導入

還元ガス供給装置 12 の弁 12 a を開けて、還元ガスポンプ 12 c から処理室 4 へ還元ガスを供給する。処理室 4 の内圧が大気圧に到達したとき、放出弁 20 を開放すると共に、還元ガスの供給流量を弁 12 a で調整する。

[0135] 処理室 4 を減圧状態にして還元したい場合には、処理室 4 内の圧力を計測する圧力計 19 の値が所定の圧力に到達したとき弁 12 a を閉じ、処理室 4 を封止することで圧力を密閉状態に保つことができる。

[0136] (4) 第 1 加熱（還元処理）

誘導加熱装置 2 を用いて、被処理部材 1 を第 1 目標加熱温度 T_1 まで加熱し、保持時間 t_1 に亘り、温度センサ 5 によって測定される被処理部材 1 の温度 T を第 1 目標加熱温度 T_1 に保持して被処理部材 1 を予熱すると共に、被処理部材 1 の表面を還元し、ハンダの濡れ性を高める。加熱に際して、被処理部材 1 は、冷却部 3 a と接触しないように移動装置 15 によって隙間を空けて保持されている。このようにすれば、被処理部材 1 から冷却部 3 a へ熱が逃げ難くなるので、被処理部材 1 を急加熱することができる。制御装置 6 は、第 1 目標加熱温度 T_1 と、温度センサ 5 が測定した温度 T との偏差を最小にするように、誘導加熱装置 2 の出力をフィードバック制御することができる。

[0137] 被処理部材 1 を第 1 目標加熱温度 T_1 に保持し、保持時間 t_1 が経過したとき還元ガス供給装置 12 の弁 12 a 及び放出弁 20 を閉じる。また、真空排気装置 11 の弁 11 a を開いて真空ポンプ 11 c の運転を開始し、処理室 4 内の圧力が P_{r1} に到達するまで減圧し、到達したとき弁 11 a を閉じる。

[0138] このとき、制御装置 6 は、処理室 4 用の圧力計 19 の値と、被処理部材 1 が載置されたトレイ 1 d と冷却板 3 f との間の距離が入力される。そして、制御装置 6 は、放電を生じさせずに誘導加熱コイル 2 a に供給可能な最大通電電流（電力）に都度変換して出力し、第 2 目標加熱温度 T_2 に到達するまで加熱制御する。

[0139] ここで、誘導加熱コイル 2 a からの放電は、処理室 4 内の圧力と距離の積と、誘導加熱コイルに通電する電力で変化することが知られている（パッシェンの法則）。換言するならば、最大通電電流（電力）は、パッシェンの法則で示される曲線以下の条件となるように調整している。第 2 目標加熱温度 T_2 は、被処理部材 1 のハンダ材の液相線温度（ T_S ）より若干高い温度に設定しており、減圧環境でハンダ材を溶融することで処理室 4 内の還元ガスがハンダ中に巻き込まれるのを抑制する効果がある。

[0140] （5）第 2 加熱（ハンダ溶融）

誘導加熱装置 2 を用いて、被処理部材 1 を第 3 目標加熱温度 T_3 まで加熱し、保持時間 t_3 に亘り、温度センサ 5 によって測定される被処理部材 1 が載置されるトレイ 1 d の温度 T を第 3 目標加熱温度 T_3 に保持して、被処理部材 1 のハンダを溶融させる。第 3 目標加熱温度 T_3 は、ハンダの液相線温度（ T_S ）より十分高い温度に設定し、溶融したハンダ材、被処理部材 1 のベース板 1 c や絶縁基板 1 b、絶縁基板 1 b と半導体素子 1 a 間のハンダ接合面の合金層が成長しやすい温度にしている。

[0141] 制御装置 6 は、第 3 目標加熱温度 T_3 と、温度センサ 5 の測定値 T との偏差を最小にするように誘導加熱装置 2 の誘導加熱コイル 2 a に供給する通電電流と周波数、冷媒が循環する冷却循環装置の温度と流量、被処理部材 1 が載置されたトレイ 1 d と冷却板 3 f との間の距離を制御することができる。

[0142] 先に記載した減圧状態でハンダ溶融工程が終了した場合には、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a を開き、処理室 4 内の圧力を大気圧に到達するよう制御する。大気圧に到達した場合、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a の開度を調整し、処理室 4 内に還元ガスの流れを作り、処理室 4 内が加圧状態にならないよう放出弁 2 0 を開く。

[0143] ただし、処理室 4 内の圧力が減圧状態の P_{r2} に設定にされた場合は、制御装置 6 が被処理部材 1 を第 3 目標加熱温度 T_3 までの加熱を処理室 4 内の圧力と、被処理部材 1 が載置されたトレイ 1 d と冷却板 3 f 間の距離に応じて、誘導加熱装置 2 の誘導加熱コイル 2 a に供給する最大通電電流（電力）

を都度変換しながら出力し、被処理部材 1 及びトレイ 1 d の温度 T を制御できるようにしてある。

[0144] 被処理部材 1 及びトレイ 1 d が第 3 目標加熱温度 T_3 に到達し、所定の保持時間 t_3 が経過した場合、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a 及び放出弁 2 0 を閉じ、真空排気装置 1 1 の真空ポンプ 1 1 c の運転と弁 1 1 a を開け、処理室 4 内の還元ガスを所定の圧力に到達するまで排気する。

[0145] 処理室 4 内が所定の圧力に到達したとき、弁 1 1 a を閉じ、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a を開け、処理室 4 を大気圧まで復帰させる。そして、大気圧に到達したとき、再び放出弁 2 0 を開放する。この動作により、被処理部材 1 のハンダ中に内在するガスを排出し、ハンダ接合部のボイドの低減を図っている。

[0146] 更に、制御装置 6 は、被処理部材 1 が第 3 目標加熱温度 T_3 に所定の保持時間 t_4 に達するまで誘導加熱装置 2 の誘導加熱コイル 2 a に供給する通電電流（電力）と周波数を制御する。この工程により、被処理部材 1 の前記ハンダ接合面の合金層を、所定の厚さに保持することができる。

[0147] （6）冷却（ハンダ凝固）

誘導加熱装置 2 による加熱を止め、移動装置 1 5 により、被処理部材 1 と冷却板 3 f を接触又は近接させ、被処理部材 1 を冷却板 3 f によって冷却する。また、制御装置 6 は、第 1 目標冷却温度 T_4 と、温度センサ 5 が測定した温度 T との偏差を最小にするように、冷却装置をフィードバック制御することができる。冷却板 3 f は直接加熱されない材料で構成されており、温度上昇しないので、被処理部材 1 を速やかに冷却し、冷却時間を短縮して、加熱冷却機器の処理能力を高めることができる。

[0148] （7）不活性ガス導入

被処理部材 1 の温度 T は、温度センサ 5 によって測定され、第 2 目標冷却温度 T_5 になったところで、還元ガス供給装置 1 2 の弁 1 2 a が閉じられている状態で、真空排気装置 1 1 の弁 1 1 a を開け、真空ポンプ 1 1 c を用いて、処理室 4 の内部を真空排気する。処理室 4 用の圧力計 1 9 の値が所定の

真空度に到達したところで弁 1 1 a を閉じ、不活性ガス供給装置 1 3 の弁 1 3 a を開けて、不活性ガスポンベ 1 3 c から処理室 4 へ不活性ガスを供給する。処理室 4 の圧力が大気圧に戻ったところで、放出弁 2 0 を開けて放出配管 2 1 に還元ガスを放出し所定時間の経過後、弁 1 3 a 及び放出弁 2 0 を閉じる。この間も被処理部材 1 は冷却板 3 f 上にあり、継続的に冷却されている。

[0149] (8) 搬出

開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4 a を上昇させて処理室 4 を開け、被処理部材 1 を搬出した後、開閉装置 8 によって処理室 4 の蓋部 4 a を下降させて処理室 4 を閉じる。

[0150] 以上説明したように、本発明の加熱冷却機器は、被処理部材 1 の下方に、冷却装置 3 の冷却板 3 f が、冷媒が循環する誘導加熱コイル 2 a に当接するように配置されている。すなわち、1つの処理室 4 内における昇降動作のみで、ハンダ濡れ性を高める還元処理、ハンダ溶融処理、ハンダ凝固処理を行うことができるようにしたので、従来のハンダ付け装置に比べ小型化されている。

[0151] この実施形態によれば、高さの異なる被処理部材 1 を続けて処理する場合であっても、誘導加熱コイル 2 a が冷却板 3 f の下方に配置されているため、被処理部材 1 と誘導加熱コイル 2 a との距離は変わらない。よって、誘導加熱コイル 2 a の高さの再調整が不要で、作業性を向上させることができる。

[0152] また、誘導加熱コイル 2 a によって、被処理部材 1 の半導体モジュールだけが加熱され易く、処理室 4 の内壁、冷却部 3 a などは加熱され難いので、加熱に無駄がなく、しかも半導体モジュールを急加熱、急冷却することができる。

[0153] 以上は、本発明の一実施形態に過ぎず、この他にも様々な変更形態が考えられる。例えば、冷媒容器 3 h を有する加熱冷却機器 1 0 6 に、トレイ押当機構 1 7 を採用する等、用途に合わせて各部材を組合せて加熱冷却機器を構

成してもよい。

[0154] あらゆる構成の加熱冷却機器に適用可能であるが、冷媒として、熱交換器 3 b で冷却可能な水、純水、超純水、不凍液等の流体を用いることができる。また、処理室 4 の蓋部 4 a と底部 4 b の接触面にシール部材（例えば、Ｏリング）を設けてもよい。開閉装置 8 により蓋部 4 a を底部 4 b の位置まで下降させたとき、弾性体のシール部材が変形することで、処理室 4 内の気密状態を保持することができる。

符号の説明

- [0155] 1 被処理部材
- 1 a 半導体素子
 - 1 b 絶縁基板
 - 1 c ベース板
 - 1 d トレイ
- 2 誘導加熱装置
- 2 a 加熱部（誘導加熱コイル）
 - 2 a a 主面の外形が円形である平板状の誘導加熱コイル（円形コイル）
 - 2 a b 主面の外形が縦長の楕円形である平板状の誘導加熱コイル（縦長楕円コイル）
 - 2 a c 主面の外形が瓢箪形である誘導加熱コイル（瓢箪形コイル）
 - 2 b 電源
 - 2 c 端子
 - 2 d 絶縁カバー
 - 2 e スペーサ
- 3 冷却装置
- 3 a 冷却部
 - 3 b 熱交換器
 - 3 c 冷媒配管
 - 3 d 循環ポンプ

- 3 e 流量調節弁
- 3 f 冷却板
- 3 g 支持板
- 3 g' 支持台
- 3 h 冷媒容器
- 3 i 冷媒導入口
- 3 j 冷媒導出口
- 4 処理室
- 4 a 蓋部
- 4 b 底部
- 5 温度センサ
- 6 制御装置
- 7 入力装置
- 8 開閉装置
- 9 シャフト
- 10 a、10 b 遮熱カバー
- 11 真空排気装置
- 11 a 弁
- 11 b 配管
- 11 c 真空ポンプ
- 12 還元ガス供給装置
- 12 a 弁
- 12 b 配管
- 12 c 還元ガスポンプ
- 13 不活性ガス供給装置
- 13 a 弁
- 13 b 配管
- 13 c 不活性ガスポンプ

1 5 移動装置

1 5 a フレーム

1 5 b 昇降シャフト

1 5 c 昇降ベース

1 5 d 昇降アクチュエータ

1 5 e 昇降軸受け

1 5 f 台座

1 5 g 連結板

1 5 h 支持部

1 6 軟磁性部材

1 7 トレイ押当機構

1 0 0 ~ 1 0 8 加熱冷却機器

A, B 温度参照位置

P r 圧力

S 瓢箪形コイルの長手方向の中央のくびれ

T, T' 温度

L 1 瓢箪形コイルの長手方向の端部からトレイ外縁までの距離

L 2 瓢箪形コイルのくびれSを有する側で、瓢箪形コイルの最も突出した外縁から被処理部材の外縁までの距離

L 3 並列する誘導加熱コイルどうしの距離

L 4 誘導加熱コイルとトレイとの距離

L T 低温部

H T 高温部

請求の範囲

- [請求項1] 被処理部材の出し入れが可能な開閉機構を有する気密性の処理室と、
前記被処理部材を加熱する、少なくとも1つ又は複数の誘導加熱コイルからなる誘導加熱装置と、
前記被処理部材を冷却する冷却装置と、
前記被処理部材の温度を計測するための温度センサと、
前記温度センサにより計測した温度に基づき前記誘導加熱装置及び前記冷却装置を制御する制御装置と、を備え、
前記被処理部材及び／又は前記冷却装置の冷却部を移動させて、前記被処理部材と前記冷却装置の冷却部との距離を変更する移動装置を設けたことを特徴とする加熱冷却機器。
- [請求項2] 前記誘導加熱コイルは、前記被処理部材の下方に配置され、
前記冷却部は、前記誘導加熱コイルと冷却機構が一体化していることを特徴とする請求項1に記載の加熱冷却機器。
- [請求項3] 前記冷却機構は、前記誘導加熱コイルを中空構造とすることで、冷媒が循環可能な流路を形成していることを特徴とする請求項2に記載の加熱冷却機器。
- [請求項4] 前記冷却部は、冷却時に前記中空構造の誘導加熱コイルの上面に当接する冷却板を備えることを特徴とする請求項3に記載の加熱冷却機器。
- [請求項5] 前記被処理部材と前記誘導加熱コイルの間に位置する冷却板と、
前記冷却機構として、前記冷却板の下方に配置され、前記誘導加熱コイルが浸る冷媒の流路と、を備えることを特徴とする請求項2に記載の加熱冷却機器。
- [請求項6] 前記冷却板は、炭化珪素、窒化珪素又は窒化アルミのセラミックスで形成されていることを特徴とする請求項4に記載の加熱冷却機器。
- [請求項7] 前記冷却板は、炭化珪素、窒化珪素又は窒化アルミのセラミックス

で形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の加熱冷却機器。

[請求項 8] 前記誘導加熱コイルの表面を覆う、耐熱性のある絶縁性材料で形成された絶縁カバーを配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の加熱冷却機器。

[請求項 9] 前記冷却部は、前記被処理部材の下方に配置され、
前記誘導加熱コイルは、前記被処理部材の上方に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の加熱冷却機器。

[請求項 10] 前記冷却部は、前記被処理部材の下方に配置され、
前記誘導加熱コイルは、前記冷却部の下方に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の加熱冷却機器。

[請求項 11] 前記制御装置は、前記誘導加熱装置に供給する通電電流と周波数、前記冷却装置に供給する冷媒の入口温度と流量、前記被処理部材と前記冷却板との距離をパラメータとし、前記誘導加熱コイルから電磁的に遮蔽された温度センサにより計測した温度に基づき前記誘導加熱装置及び前記冷却装置を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の加熱冷却機器。

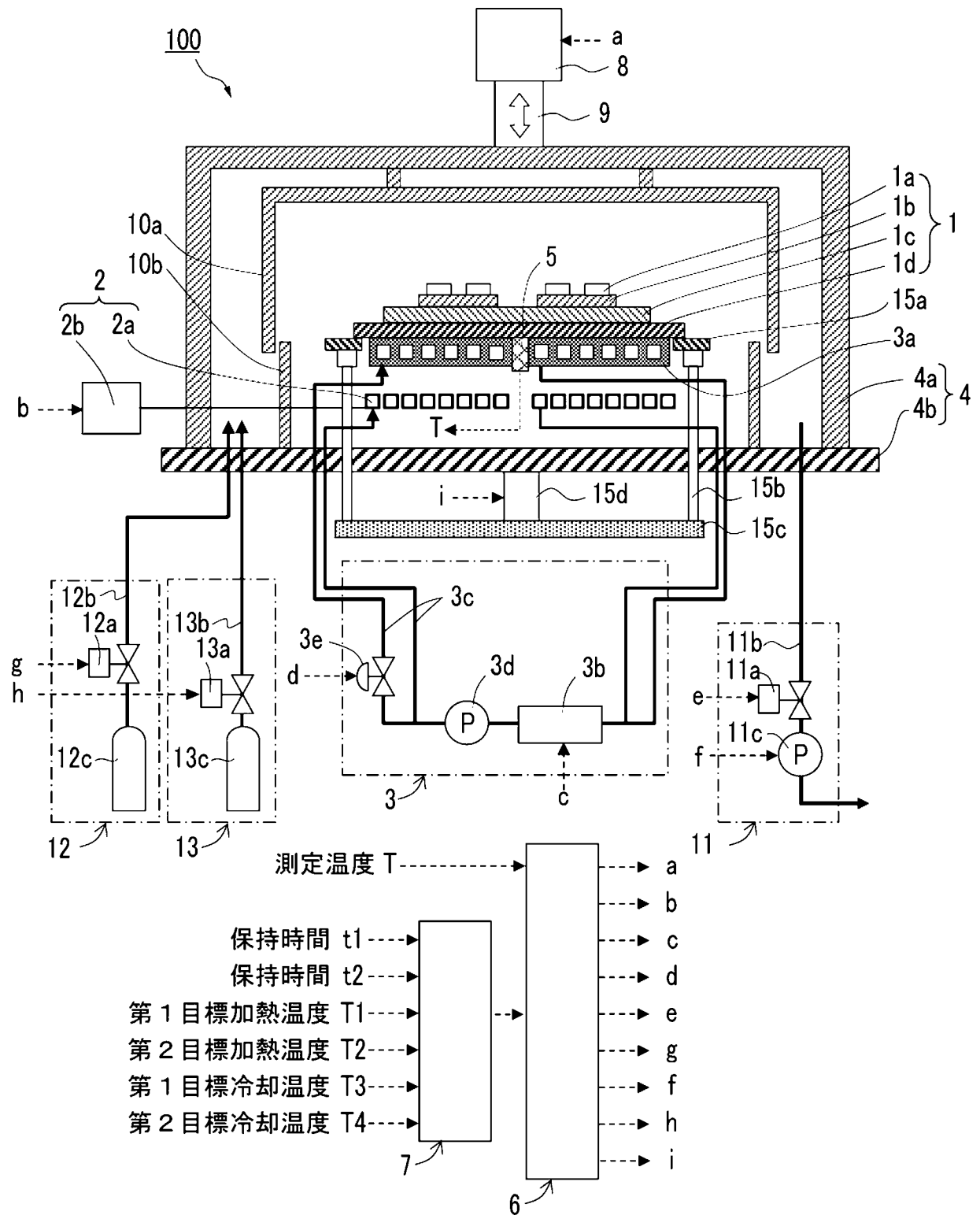
[請求項 12] 前記制御装置は、前記誘導加熱装置に供給する通電電流と周波数、前記冷却装置に供給する冷媒の入口温度と流量、前記被処理部材と前記冷却板との距離をパラメータとし、前記誘導加熱コイルから電磁的に遮蔽された温度センサにより計測した温度に基づき前記誘導加熱装置及び前記冷却装置を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の加熱冷却機器。

[請求項 13] 前記処理室に接続された真空排気装置と、
還元ガスを前記処理室内へ導入する還元ガス供給装置と、
不活性ガスを前記処理室内へ導入する不活性ガス供給装置と、を備え、
前記制御装置は、前記真空排気装置、前記還元ガス供給装置及び前記不活性ガス供給装置を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の

加熱冷却機器。

- [請求項14] 前記処理室の内圧を計測する圧力計を備え、
前記制御装置は、前記真空排気装置を制御して前記処理室内を減圧し、前記圧力計で計測した該処理室の内圧を取得し、前記誘導加熱装置に供給する通電電流と周波数のパラメータ値から該内圧を最大通電電流に変換して出力制御することを特徴とする請求項13に記載の加熱冷却装置。
- [請求項15] 前記誘導加熱コイルは、中央にくびれを有する縦長の楕円形状をなす1つ又は複数のコイルからなり、前記被処理部材に対して平行に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の加熱冷却機器。
- [請求項16] 前記誘導加熱装置及び前記冷却装置を1つの処理室に2セット以上配置したことを特徴とする請求項1に記載の加熱冷却機器。
- [請求項17] 前記被処理部材が載置されているトレイを前記冷却部に接触させて冷却する、前記トレイを前記冷却部に押し当てる押当部を備えることを特徴とする請求項1に記載の加熱冷却機器。

[図1]



[図2]

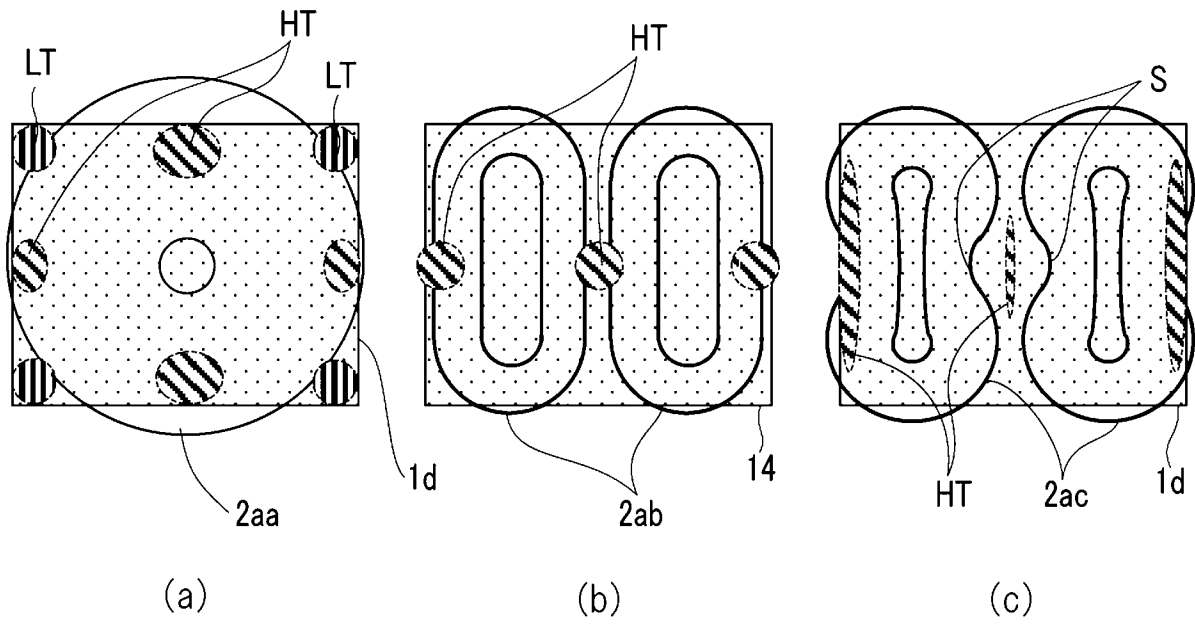
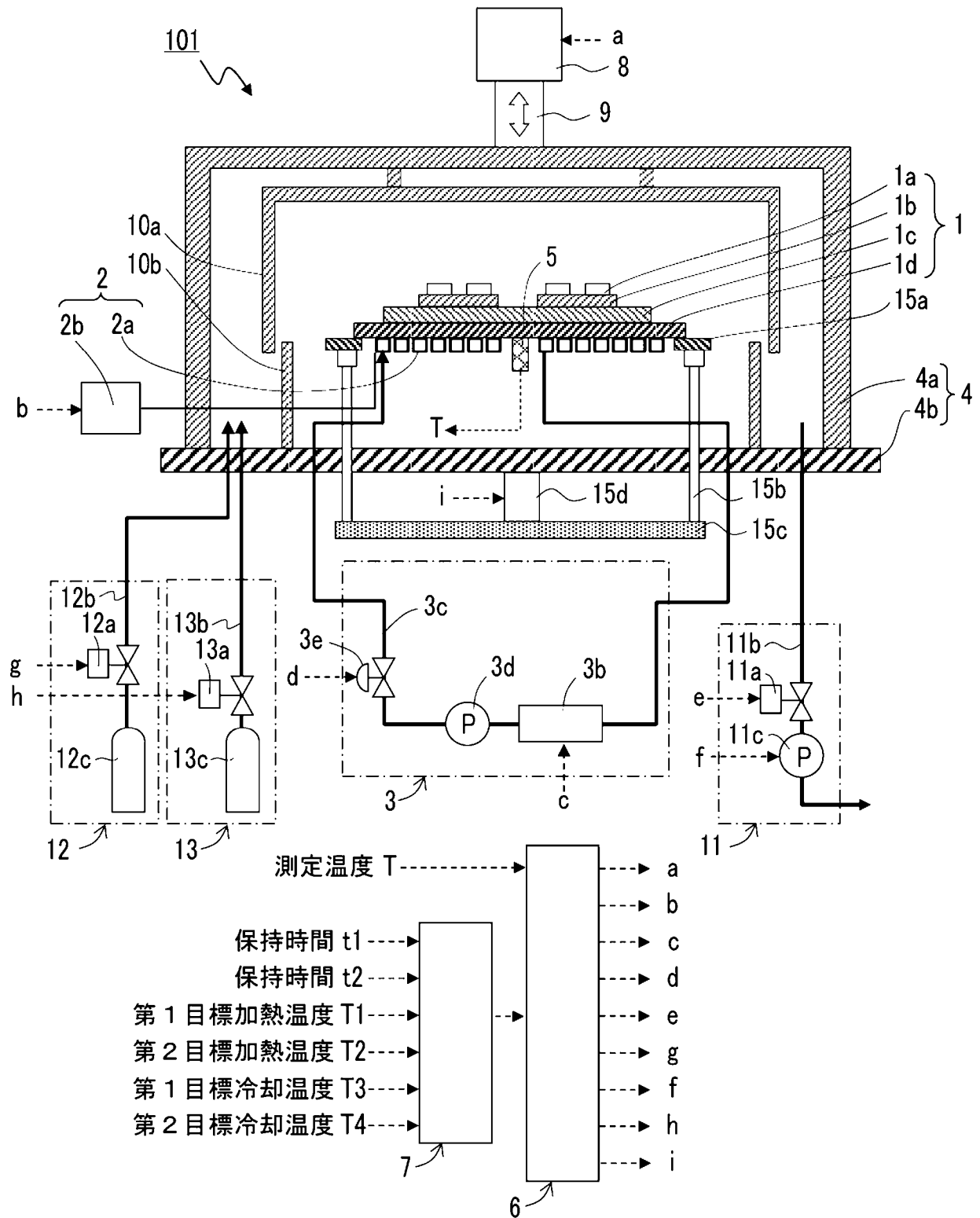


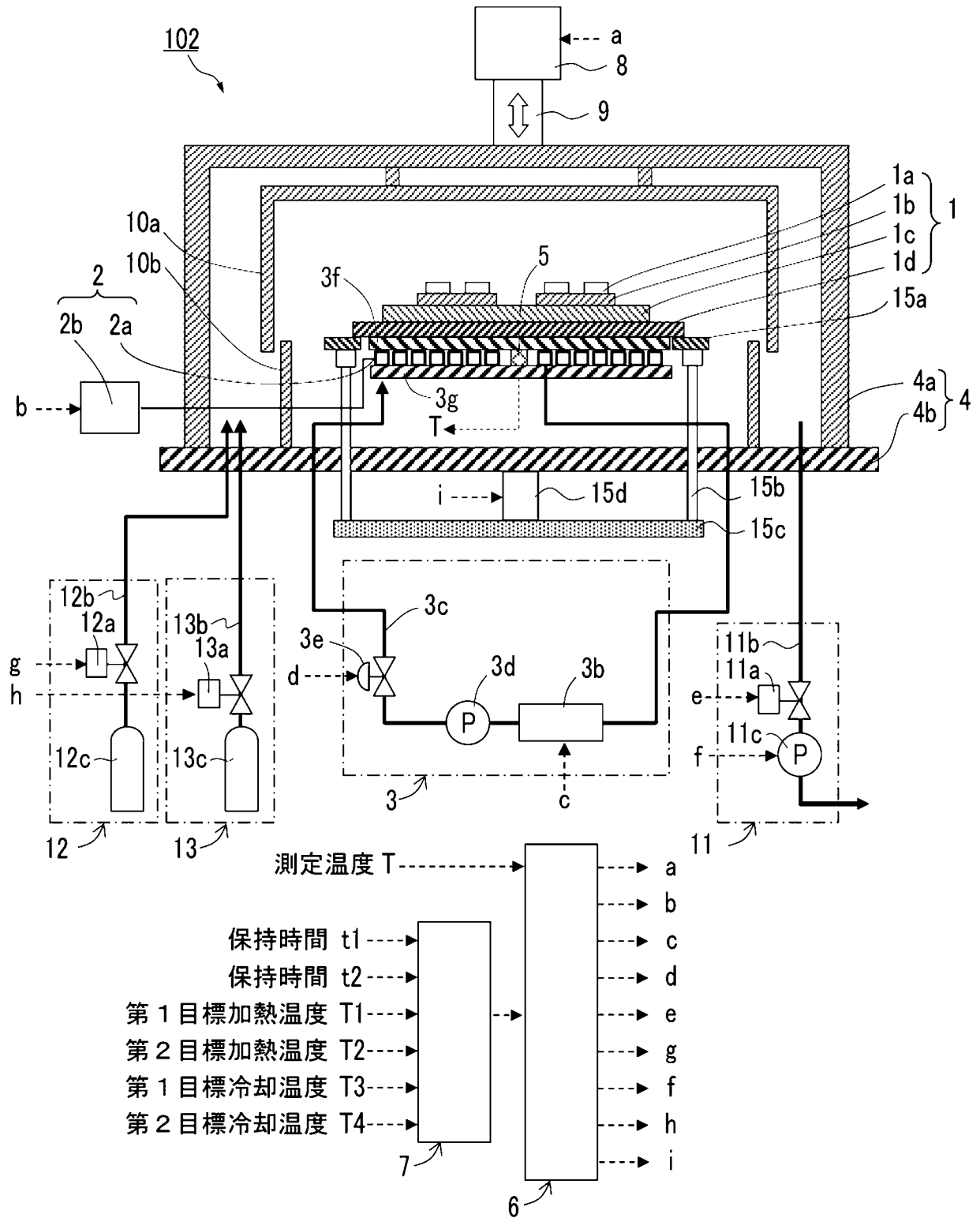
Figure 1 is a plan view of a substrate 1. The substrate has a central region S and four circular regions. Each circular region contains a central square with a cross-hatch pattern, surrounded by a ring with diagonal hatching. The regions are separated by a dotted pattern. Dimensions L1, L2, and L3 are indicated. Labels A, B, and 2ac point to specific features.

(b)

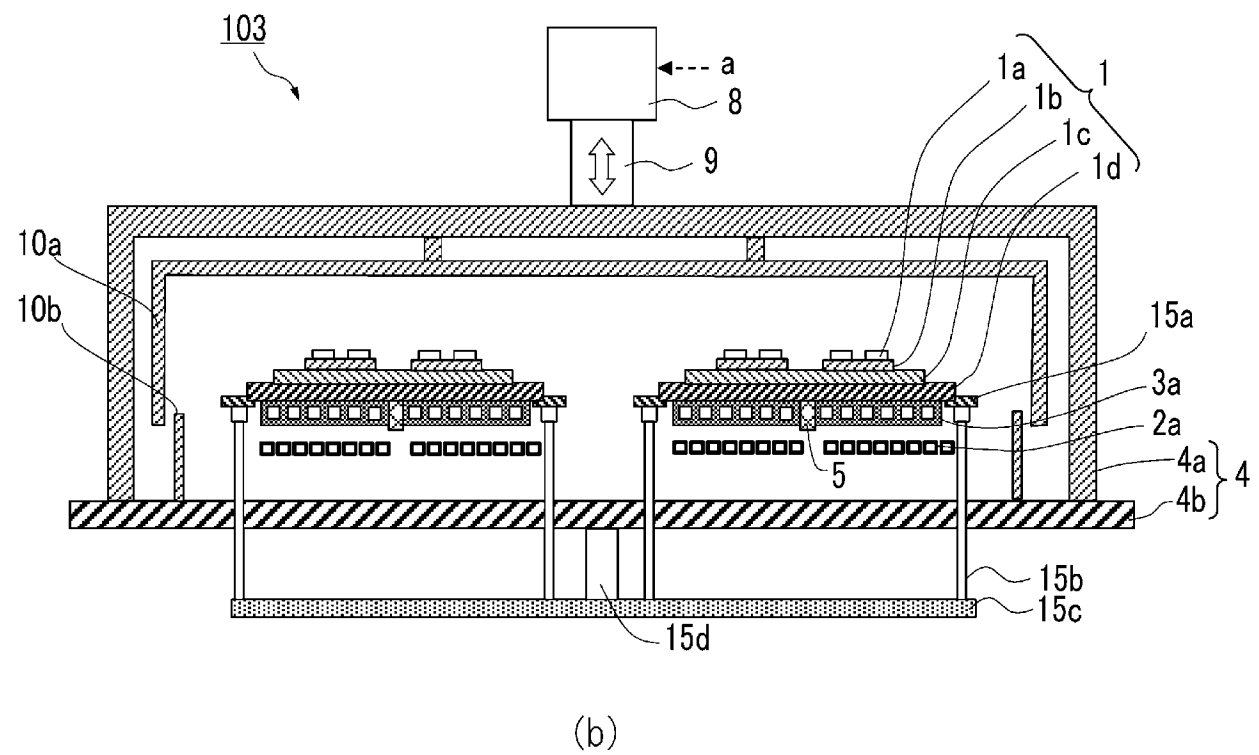
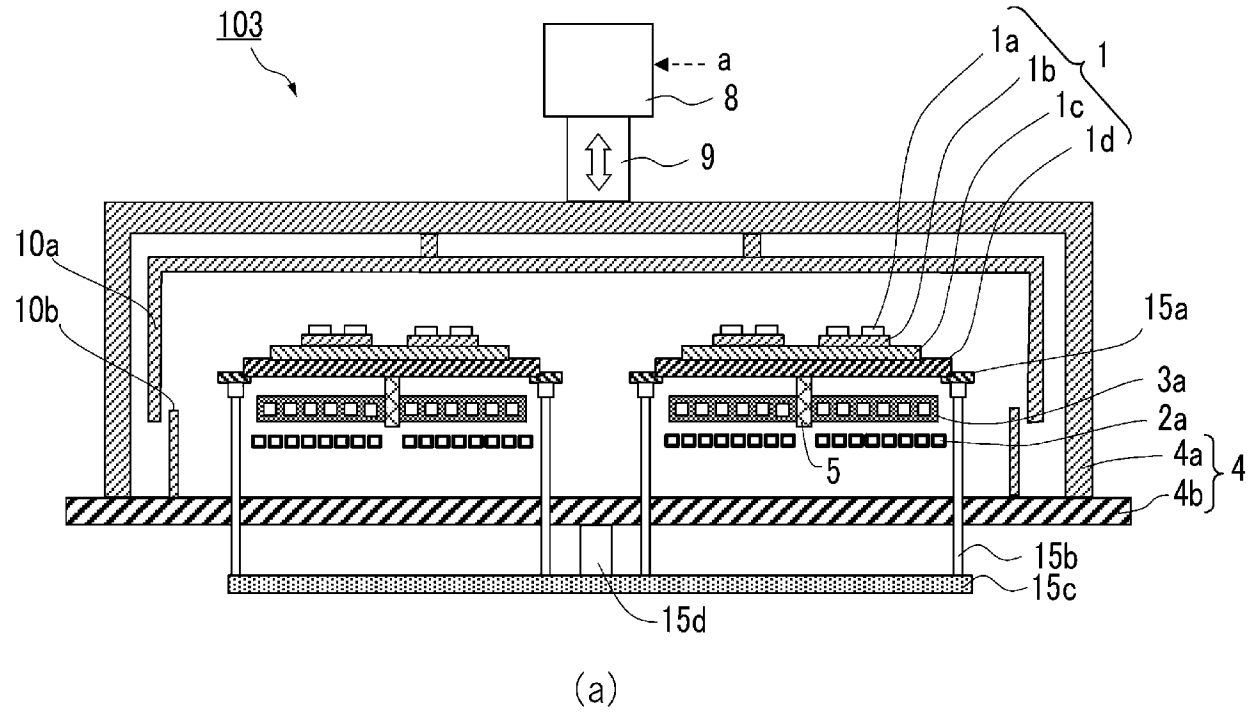
[図4]



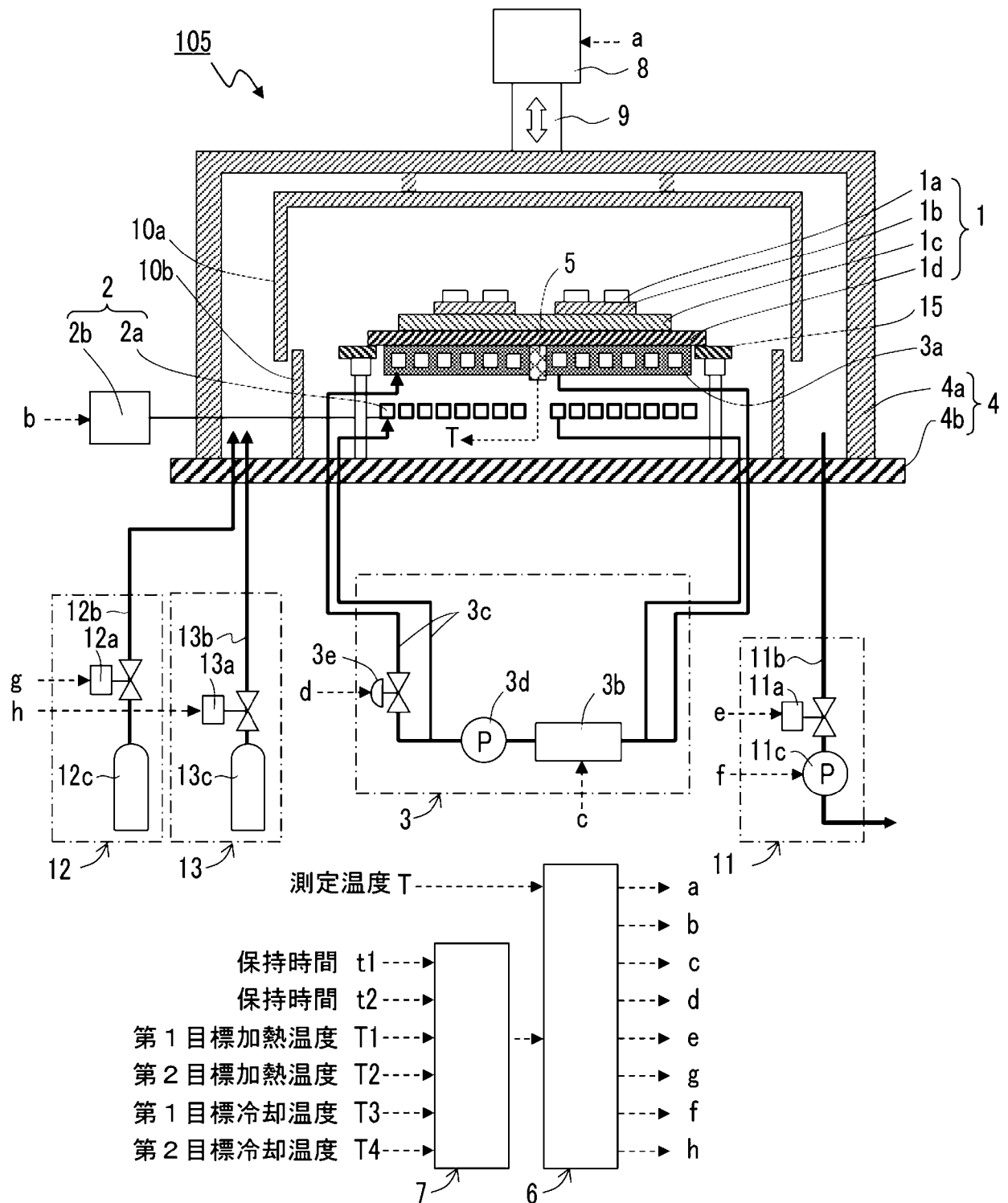
[図5]



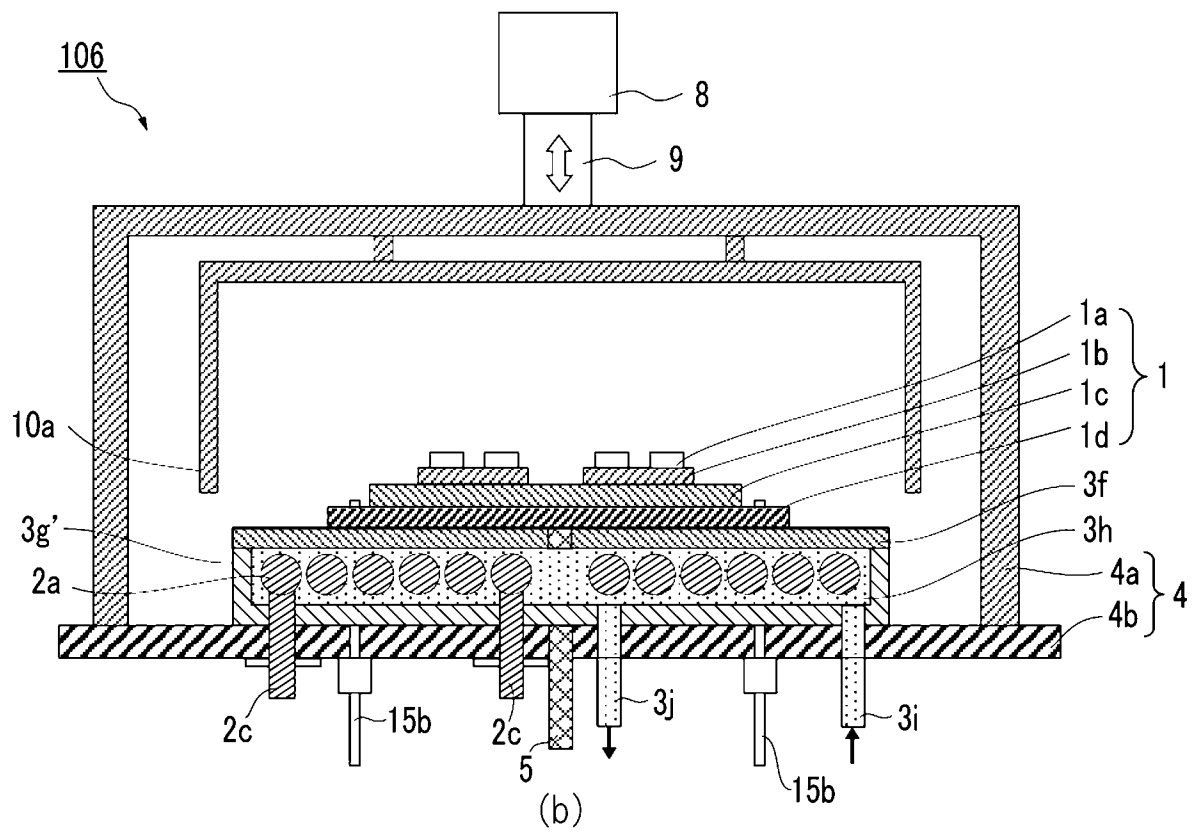
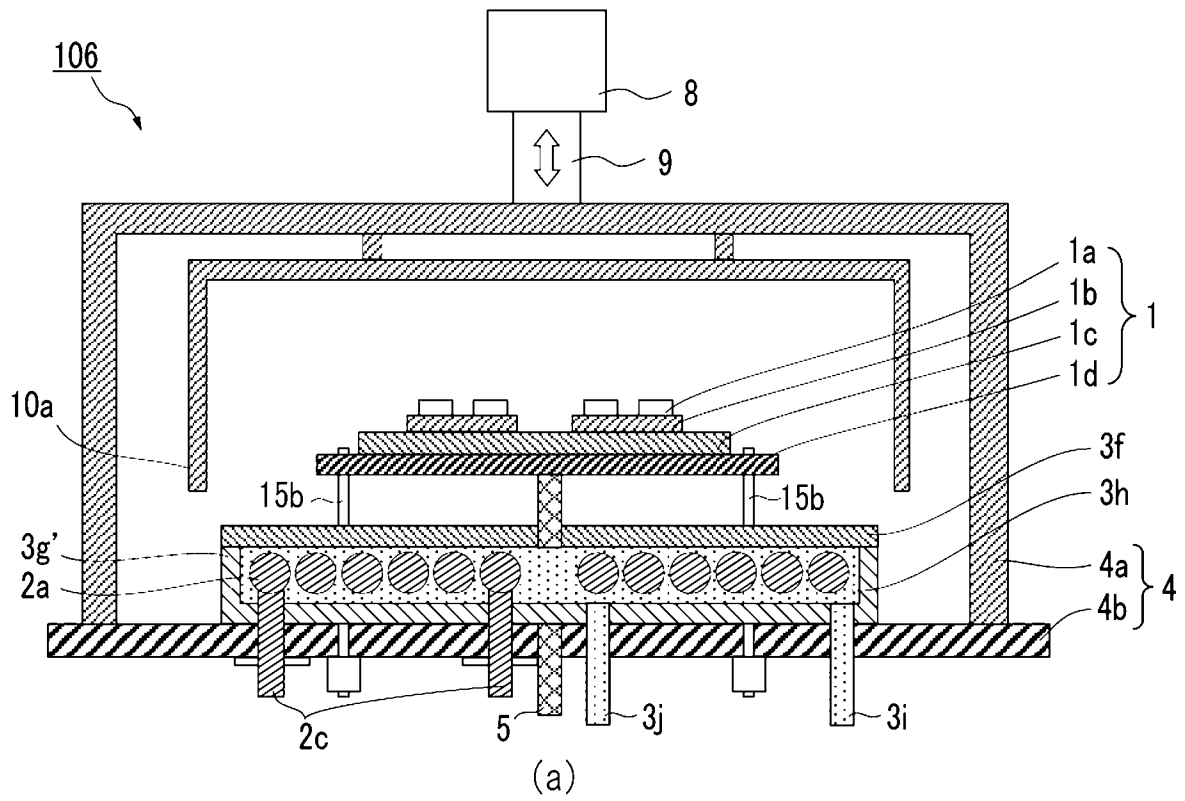
[図6]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/52(2006.01)i, B23K1/00(2006.01)i, B23K1/002(2006.01)i, B23K1/008(2006.01)i, B23K3/04(2006.01)i, B23K31/02(2006.01)i, H05K3/34(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)

H01L21/52, B23K1/00, B23K1/002, B23K1/008, B23K3/04, B23K31/02, H05K3/34

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.
Y A	JP 2007-242691 A (Toyota Industries Corp.), 20 September 2007 (20.09.2007), paragraphs [0018] to [0048]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-3, 8-10, 13, 15-16 4-7, 11-12, 14, 17
Y A	WO 2007/074835 A1 (Toyota Industries Corp.), 05 July 2007 (05.07.2007), paragraphs [0009] to [0070]; fig. 3, 6 & US 2009/0184152 A1 paragraphs [0009] to [0070]; fig. 3, 6 & EP 1968366 A1 & KR 10-2008-0083288 A & CN 101352110 A & KR 10-0996396 B1	1-3, 8-10, 13, 15-16 4-7, 11-12, 14, 17

☒ 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
10 March 2016 (10.03.16)

Date of mailing of the international search report
22 March 2016 (22.03.16)

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/JP2015/086244

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-226482 A (Komax Holding AG.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraph [0020]; fig. 5a & US 2009/0236328 A1 & US 2010/0038358 A1 paragraph [0040]; fig. 5a & WO 2011/012175 A1 & EP 2103373 A1 & EP 2459340 A & CN 101540353 A & CN 102481649 A	15 1-14, 16-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/52(2006.01)i, B23K1/00(2006.01)i, B23K1/002(2006.01)i, B23K1/008(2006.01)i,
B23K3/04(2006.01)i, B23K31/02(2006.01)i, H05K3/34(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/52, B23K1/00, B23K1/002, B23K1/008, B23K3/04, B23K31/02, H05K3/34

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 A	JP 2007-242691 A (株式会社豊田自動織機) 2007.09.20, 段落0018-0048、図1-3 (ファミリーなし)	1-3, 8-10, 13, 15-16 4-7, 11-12, 14, 17
Y A	WO 2007/074835 A1 (株式会社豊田自動織機) 2007.07.05, 段落0009-0070、図3, 6 & US 2009/0184152 A1, 段落0009-0070、図3, 6 & EP 1968366 A1 & KR 10-2008-0083288 A & CN 101352110 A & KR 10-0996396 B1	1-3, 8-10, 13, 15-16 4-7, 11-12, 14, 17

☑ 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

10.03.2016

国際調査報告の発送日

22.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

山崎 孔徳

3 P

4025

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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
Y A	JP 2009-226482 A (コマツクス・ホールディング・アー・ゲー) 2009.10.08, 段落 0 0 2 0、図 5 a & US 2009/0236328 A1 & US 2010/0038358 A1 , 段落 0 0 4 0、図 5 a & WO 2011/012175 A1 & EP 2103373 A1 & EP 2459340 A & CN 101540353 A & CN 102481649 A	15 1-14, 16-17