

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7488904号
(P7488904)

(45)発行日 令和6年5月22日(2024.5.22)

(24)登録日 令和6年5月14日(2024.5.14)

(51)国際特許分類

F I

C 1 2 M 1/00 (2006.01) C 1 2 M 1/00 A

C 1 2 Q 1/686(2018.01) C 1 2 Q 1/686 Z

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-546783(P2022-546783)	(73)特許権者	501387839
(86)(22)出願日	令和2年9月2日(2020.9.2)		株式会社日立ハイテク
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/033303		東京都港区虎ノ門一丁目17番1号
(87)国際公開番号	WO2022/049678	(74)代理人	110000350
(87)国際公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)		ポレール弁理士法人
審査請求日	令和5年1月18日(2023.1.18)	(72)発明者	佐藤 航
			日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	磯島 宣之
			日本国東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内
		(72)発明者	小針 達也
			日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	柴原 匡
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 温度制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶液を収容した容器を載置可能な温度調節ブロックと、
前記温度調節ブロックに接触するように設置され、前記溶液の温度を変化させる温度調節部と、
を備え、

前記温度調節ブロックは、複数の筒状の中空部を内部に備えるとともに、前記溶液を収容した前記容器が載置される凹部を上部に備え、
筒状の前記中空部は、前記凹部の周囲を囲み、

前記中空部の配置される密度は、前記凹部からの距離により異なる、
ことを特徴とする温度制御装置。

10

【請求項2】

複数の前記中空部は、互いに連通している、
請求項1に記載の温度制御装置。

【請求項3】

前記温度調節ブロックは、表面に開口部を備え、
複数の前記中空部は、互いに連通しており、前記開口部から前記温度調節ブロックの外部に連通している、
請求項1に記載の温度制御装置。

【請求項4】

20

前記中空部の配置される密度は、前記凹部に載置された前記容器に収容された前記溶液の液面の位置として予め定められた位置より上方と下方で異なる、
請求項 1 に記載の温度制御装置。

【請求項 5】

溶液を収容した容器を載置可能な温度調節ブロックと、
前記温度調節ブロックに接触するように設置され、前記溶液の温度を変化させる温度調節部と、
を備え、
前記温度調節ブロックは、1 つまたは複数の中空部を内部に備え、
前記温度調節ブロックは、前記溶液を収容した前記容器が載置される凹部を上部に備え
るとともに、筒状の前記中空部を内部に備え、
筒状の前記中空部は、前記凹部の周囲を囲む、
ことを特徴とする温度制御装置。

10

【請求項 6】

前記温度調節ブロックは、前記温度調節部と前記凹部との間に複数の前記中空部を備え、
前記中空部は、前記温度調節ブロックの前記温度調節部と接触する部分から前記凹部に
向かって延伸し、
前記中空部の互いの間は、前記温度調節部と前記凹部とを接続するように延伸する、
請求項 5 に記載の温度制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、温度制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、遺伝子検査は、研究用途だけでなく、オーダーメイド医療や個人を識別する鑑定などの広い用途で利用されるようになり、精度の向上だけでなく検査時間の短縮も望まれている。遺伝子検査では、DNA (Deoxyribonucleic acid、デオキシリボ核酸) を含む試料を取得したのち、試料中の微量の DNA を増幅させてから分析を行うことで、高精度な検査を実施する。DNA を増幅させる方法として、PCR (Polymerase Chain Reaction、ポリメラーゼ連鎖反応) 法が広く利用されている。PCR 法では、DNA を含む試料溶液と DNA を増幅させる試薬を含む溶液を混合し、例えば 94 °C で DNA を 1 本鎖に変性させ、60 °C で相補鎖を合成させる。これらの温度変化を繰り返すことで、PCR 法では DNA を指数関数的に増幅させることができる。

30

【0003】

遺伝子検査では、試料と試薬を含む反応溶液の温度を高速に変化させることで反応に必要な時間を短縮し、検査に要する時間を短縮することが求められている。反応溶液の温度は、サーマルサイクラなどの温度制御装置を用いて変化させられる。一般的な温度制御装置は、ペルチェ素子などの温度変化を制御する温調素子と、温調素子に接するように設けられた温度調節ブロック(以下、「温調ブロック」とも呼ぶ)とを備え、反応溶液を収容した反応容器を温調ブロックで保持し、温調ブロックの温度を温調素子で制御することで PCR 法を実施する。

40

【0004】

温度制御装置における反応溶液の温度変化の高速化には、温調ブロックの熱伝導率と熱容量が影響する。一般的な温度制御装置では、熱伝導率が高い材料、例えばアルミニウムや銅といった金属を温調ブロックに用いる。熱伝導率が高い材料を温調ブロックに用いることにより、温調素子で発生した熱を効率よく反応容器に伝え、反応溶液の温度を高速に変化させることができる。熱容量は、材料の比熱、密度、及び体積から求められる値である。温調ブロックの熱容量が大きいと、温調ブロックの温度変化に時間を要し、反応

50

溶液の温度変化が遅くなる。

【 0 0 0 5 】

従来の温度制御装置の例は、特許文献 1 と特許文献 2 に開示されている。特許文献 1 に記載されたサーモサイクルデバイスは、サンプルホルダと、サーマルリファレンスと、ヒートシンクを備え、これらのうち 1 つまたは複数が熱伝導性の高い材料を有する。特許文献 2 に記載された多数試料支持体は、単体構造のブロックと、ブロック内の一連の試料ウエルと、試料ウエルの間に存在する、ブロック内の一連の中空部を有する。中空部によってブロックの質量が削減され、温度変化が試料に速く伝わる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 6 】

【文献】特表 2 0 1 2 - 5 0 2 6 5 1 号公報

【文献】特表 2 0 0 9 - 5 4 3 0 6 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

温度制御装置は、遺伝子検査を行う際に、温調ブロックの温度が適切に制御されず、試料と試薬を含む反応溶液が適切な温度に制御されないと、安定した DNA の増幅を行うことができず、遺伝子検査の信頼性が低下する。温調ブロックは、一般に、熱容量が小さくても、熱伝導率が小さいと温調素子の熱を反応溶液に様に伝えることができず、PCR 法で求められる温度に反応溶液を制御することが困難である。一方、寸法が小さい温調ブロックは、内部での温度差が小さいため、熱伝導率が小さくても温調素子の熱を反応溶液に様に伝えることができる場合があり、必ずしも大きい熱伝導率が必要とされないことがある。

20

【 0 0 0 8 】

従来の温度制御装置の温調ブロックでは、熱伝導率、比熱、及び密度といった温度変化に関係する値は、使用する材料により定められるので、熱伝導率と熱容量を適切に調整することが困難であり、試料と試薬を含む反応溶液の温度を高速かつ高精度に変化させることに課題がある。このため、温度制御装置には、温調ブロックの温度を高速かつ高精度に変化させられることが求められている。

30

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、温調ブロックの温度を高速かつ高精度に変化させることができる温度制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明による温度制御装置は、溶液を収容した容器を載置可能な温度調節ブロックと、前記温度調節ブロックに接触するように設置され、前記溶液の温度を変化させる温度調節部とを備える。前記温度調節ブロックは、1 つまたは複数の中空部を内部に備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

40

本発明によると、温調ブロックの温度を高速かつ高精度に変化させることができる温度制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施例 1 による温度制御装置の概略を示す斜視図。

【図 2】図 1 の線 A - A ' における温度制御装置の断面図。

【図 3】図 1 の線 B - B ' における温度制御装置の断面図。

【図 4】温調ブロックの温度変化を熱伝導解析により求めた結果の例を示す図。

【図 5】本発明の実施例 2 による温度制御装置の概略を示す断面図。

【図 6】本発明の実施例 3 による温度制御装置の概略を示す断面図。

50

【図 7】本発明の実施例 4 による温度制御装置の概略を示す斜視図。

【図 8】図 7 の線 C - C ' における温度制御装置の断面図。

【図 9】本発明の実施例 5 による温度制御装置の概略を示す断面図。

【図 10】図 9 の線 D - D ' における温度制御装置の断面図。

【図 11】本発明の実施例 6 による温度制御装置の概略を示す断面図。

【図 12】本発明の実施例 7 による温度制御装置の概略を示す断面図。

【図 13】本発明の実施例 8 による温度制御装置の概略を示す断面図。

【図 14】本発明の実施例 9 による温度制御装置の概略を示す断面図。

【図 15】図 14 の線 F - F ' を通る水平面における温度制御装置の断面図。

【図 16】本発明の実施例 10 による温度制御装置の概略を示す断面図。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明による温度制御装置は、温度調節部（温調部）と温度調節ブロック（温調ブロック）を備え、温調ブロックが中空部を有する。温調ブロックは、中空部により密度が低下して熱容量が小さくなり、温度を高速に変化させることができる。また、中空部の配置により温調ブロックの内部の熱伝導を制御することで、温調ブロックの温度を高精度に変化させることができる。これにより、本発明による温度制御装置は、温調ブロックの温度を適切に制御して、試料と試薬を含む反応溶液を適切な温度に高速かつ高精度に制御することができる。

【0014】

20

以下、本発明の実施例による温度制御装置を、図面を用いて説明する。なお、本明細書で用いる図面において、同一のまたは対応する構成要素には同一の符号を付け、これらの構成要素については繰り返しの説明を省略する場合がある。

【実施例 1】

【0015】

本発明の実施例 1 による温度制御装置を説明する。

【0016】

図 1 は、本発明の実施例 1 による温度制御装置の概略を示す斜視図である。温度制御装置 1 は、温度調節ブロック 2（以下、「温調ブロック 2」と呼ぶ）と温度調節部 3（以下、「温調部 3」と呼ぶ）を備え、試料と試薬を含む反応溶液の温度を変化させる。

30

【0017】

温調ブロック 2 は、金属または非金属の材料で構成され、反応溶液を収容した反応容器を載置可能である。温調ブロック 2 は、温調部 3 の上に温調部 3 に接触するように設置される。温調ブロック 2 は、載置された反応容器内の反応溶液の温度調節を、温調部 3 によって行なう。温調ブロック 2 は、例えば、上面 2 c に反応容器を載置したり、上部に凹部を備えて凹部に反応容器を載置したりする。図 1 には、反応容器を上面 2 c に載置する温調ブロック 2 を示している。温調ブロック 2 の上面 2 c は、温調部 3 に接触する面（下面）の反対側にある面である。温調ブロック 2 の概形は、図 1 に示すような四角柱形状に限定されるものではなく、多角柱形状、円柱形状、または円筒形状など、任意の形状をとることができる。

40

【0018】

温調部 3 は、加熱と冷却の一方または両方が可能な温度調節装置であり、温調ブロック 2 の下に温調ブロック 2 に接触するように設置され、温調ブロック 2 に載置された反応容器内の反応溶液の温度を変化させる。本実施例では、温調部 3 は、温調素子であるペルチェ素子を備える。ペルチェ素子を備える温調部 3 は、温調ブロック 2 と接する面と反対側の面に、放熱部 4 を備える。本実施例では、放熱部 4 として放熱フィンを用いる。温調部 3 は、ペルチェ素子の他に、ヒートポンプ、ヒータによる加熱装置、及び冷却構造を用いた冷却装置を備えてもよく、これらを複数組み合わせる構成してもよい。

【0019】

温調ブロック 2 と温調部 3 の間には、これらの間の接触熱抵抗を低減させて伝熱を促進

50

するために、弾性を有する熱伝導性シートを設置したり、熱伝導グリースを塗布したりしてもよい。

【 0 0 2 0 】

温度制御装置 1 は、温調ブロック 2 に設置された熱電対やサーミスタなどの温度センサ（図示せず）で温調ブロック 2 の温度を測定し、温調ブロック 2 の温度が所望の温度となるように温調部 3 の出力を調整することで、反応溶液の温度を制御する。

【 0 0 2 1 】

図 1 において、温調ブロック 2 と温調部 3 が接触する方向を Z 方向とし、Z 方向に垂直な面を X Y 面とする。Z 方向は、鉛直方向（上下方向）である。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、図 1 の線 A - A ' における温度制御装置 1 の断面図である。図 3 は、図 1 の線 B - B ' における温度制御装置 1 の断面図である。線 A - A ' は、X 方向に平行な線であり、線 B - B ' は、Y 方向に平行な線である。図 2 は、Z X 面での断面図であり、図 3 は、Y Z 面での断面図である。

【 0 0 2 3 】

温調ブロック 2 は、複数の中空部 7 を内部に備える。中空部 7 は、温調ブロック 2 の内部の任意の位置に設けられた空洞であり、空気が存在し、温調ブロック 2 の外部に連通していない。中空部 7 には、温調ブロック 2 の質量を減らして温調ブロック 2 の温度変化を速くする効果がある。中空部 7 は、図 2、3 に示した例では、温調ブロック 2 の内部において直交格子状で等間隔に並んでいる。温調ブロック 2 の内部での中空部 7 の配置は、直交格子状でなくてもよく、等間隔でなくてもよい。中空部 7 の大きさ、数、及び配置は、図 2、3 に示した例に限られず、任意に定めることができる。

【 0 0 2 4 】

温調ブロック 2 は、中空部 7 を備えるので、中空部 7 が無い中実の温調ブロック 2 に比べて、密度が小さくて熱容量が小さく、温度変化が速い。

【 0 0 2 5 】

温調ブロック 2 は、中空部 7 の占める体積が増大するにつれ、密度が小さくなる。例えば、温調ブロック 2 に占める中空部 7 の体積の割合を 5 0 % とすると、温調ブロック 2 において、温調ブロック 2 を構成する材料の体積の割合が 5 0 % であり、中空部 7 に存在する空気の体積の割合が残り 5 0 % である。温調ブロック 2 の密度は、温調ブロック 2 を構成する材料の密度と、中空部 7 に存在する空気の密度から算出される。しかし、空気の密度が温調ブロック 2 を構成する材料の密度に比べて極めて小さいので、温調ブロック 2 の密度は、温調ブロック 2 を構成する材料の密度だけから求めることができる。従って、温調ブロック 2 の密度は、温調ブロック 2 の見かけの密度の 5 0 % に減少する。見かけの密度とは、中空部 7 を備えていないと仮定したときの温調ブロック 2 の密度であり、温調ブロック 2 の外形の大きさと中空部 7 を備えていない中実の温調ブロック 2 の質量から算出される密度である。

【 0 0 2 6 】

温調ブロック 2 の熱容量は、温調ブロック 2 の密度が減ると減少する。温調部 3 の作用による温調ブロック 2 の温度変化は、熱容量の減少分だけ速くなる。温調ブロック 2 に占める中空部 7 の体積の割合が 5 0 % であり、温調ブロック 2 の密度が見かけの密度の 5 0 % に減少すると、温調ブロック 2 の熱容量は、中空部 7 が無い中実の温調ブロック 2 の 5 0 % に減少する。すると、温調ブロック 2 の温度変化は、中空部 7 が無い中実の温調ブロック 2 の温度変化に比べて 5 0 % 速くなる。

【 0 0 2 7 】

本実施例では、中空部 7 が温調ブロック 2 の外部に連通していないので、温調ブロック 2 は、中空部 7 を備えても表面積が増えない。温調ブロック 2 は、表面積が増えると、周囲の空気との熱交換が促進されてしまい、温度変化が抑制されることがある。しかし、本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 が表面積を増やさずに中空部 7 を備えるので、温調ブロック 2 と周囲の空気との熱交換を抑制でき、温調ブロック 2 の温度を高

10

20

30

40

50

速に変化させることができる。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、温調ブロック 2 の温度変化を熱伝導解析により求めた結果の例を示す図である。図 4 には、幅が 1 0 m m で奥行きが 1 0 m m で高さが 2 0 m m のアルミニウム製の温調ブロック 2 に、底面から 1 0 W の熱量を入力したときの、温調ブロック 2 の上面測定点 2 a における温度変化を計算した結果を示している。上面測定点 2 a は、図 3 に示しているように、温調ブロック 2 の上面 2 c (温調部 3 と接する面と反対側の面) の中心点である。図 4 において、横軸は、温調ブロック 2 に占める中空部 7 の体積の割合を示し、縦軸は、温調ブロック 2 への熱量の入力から 5 秒後の上面測定点 2 a における温度を示す。

【 0 0 2 9 】

中空部 7 の体積の割合が増加していくと、中空部 7 の割合が 8 5 % 程度までは、5 秒後の温調ブロック 2 の上面測定点 2 a の温度が高くなっていく。しかし、中空部 7 の割合が 8 5 % を超えると、中空部 7 の割合の増加とともに、上面測定点 2 a の温度が低下していく。これは、中空部 7 の割合が高くなったことにより、温調ブロック 2 の熱伝導率が小さくなり、温調ブロック 2 の上面測定点 2 a の温度が上昇しにくくなったためである。このことから、温調ブロック 2 の寸法や材料に応じて、温調ブロック 2 に占める中空部 7 の体積の割合を適切な値にすることで、温調ブロック 2 の温度を高速に変化させることができる。

【 0 0 3 0 】

中空部 7 を備える温調ブロック 2 は、熱伝導率の大きい材料で構成することが望ましい。例えば、アルミニウム、銅、またはマグネシウムなどの金属、またはこれらの合金で温調ブロック 2 を構成することで、温調ブロック 2 の熱容量を小さくしながら、熱伝導率を大きくすることができる。温調ブロック 2 の材料は、金属に限定されるものではなく、窒化アルミニウムや炭素繊維など、熱伝導率の大きい非金属材料で構成してもよい。

【 0 0 3 1 】

温調ブロック 2 に設けられる中空部 7 は、直方体形状、多角柱形状、円柱形状、または球形状など、任意の形状をとることができる。複数の中空部 7 は、全てが孤立していなくてもよく、全てまたは一部が互いに連通していてもよい。また、中空部 7 は、温調ブロック 2 の表面に設けられた開口部から、温調ブロック 2 の外部に連通していてもよい。温調ブロック 2 の外部に連通している中空部 7 は、容易に形成することができる。

【 0 0 3 2 】

中空部 7 の中に存在するのは、空気だけでなく、空気以外の流体、例えば窒素などの不活性ガスや液体 (例えば、油や水) でもよい。中空部 7 には、樹脂材料や多孔質材料で構成された断熱材が配置されてもよい。また、中空部 7 の中は、真空でもよい。中空部 7 の中を不活性ガスで充填すると、中空部 7 の表面の酸化を防止できる。中空部 7 の中を液体で充填すると、温調ブロック 2 の熱容量を液体で調整することができ、熱交換を効率的に行って温調ブロック 2 の温度変化を速くすることができる。中空部 7 の中を断熱材で充填したり真空にしたりすると、温調ブロック 2 の外部への熱伝導を抑制でき、温調ブロック 2 の温度変化を速くすることができる。

【 0 0 3 3 】

上述したように、中空部 7 の大きさ、数、及び配置は、任意に定めることができる。このため、本実施例による温度制御装置 1 では、中空部 7 の配置される密度 (配置密度) を温調ブロック 2 の内部の位置に応じて変えることにより、温調ブロック 2 の内部の熱伝導を制御し、温調ブロック 2 の内部の位置に応じて温調ブロック 2 の温度変化を制御することができるので、温調ブロック 2 の温度を高精度に変化させることができる。

【 0 0 3 4 】

中空部 7 は、任意の方法で形成することができる。例えば、中空部 7 は、温調ブロック 2 を構成する材料の塊に穴をあけたり、温調ブロック 2 を構成する箱状の部材の内部の空間に仕切り部材 (隔壁) を設置したりして形成することができる。仕切り部材には、格子状の板状部材や、角柱形状や円柱形状などの柱状部材など、任意の形状の部材を用いるこ

10

20

30

40

50

とができる。なお、外部に連通していない中空部 7 を備える温調ブロック 2 は、中空部 7 を構成することになる窪みを有する、温調ブロック 2 の複数の部分を、互いに接合する方法などの任意の方法で形成することができる。

【 0 0 3 5 】

本実施例による温度制御装置 1 は、温調ブロック 2 が中空部 7 を内部に備えるので、温調ブロック 2 の温度を高速かつ高精度に変化させることができる。

【実施例 2】

【 0 0 3 6 】

本発明の実施例 2 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 が内部に備える複数の中空部 7 が、ハニカム構造を構成する。

10

【 0 0 3 7 】

図 5 は、本発明の実施例 2 による温度制御装置 1 の概略を示す断面図であり、図 2 と同じ位置での断面図である。温調ブロック 2 が内部に備える複数の中空部 7 は、正六角柱形状であり、ハニカム構造を構成するように並んでいる。

【 0 0 3 8 】

温調ブロック 2 は、内部で中空部 7 がハニカム構造を構成すると、密度が小さくなって熱容量が小さくなるとともに、Z 方向の押し付け圧力に対して強度を保つことができる。温調ブロック 2 は、温調部 3 との間での接触熱抵抗を低減させるために、締め具などで温調部 3 へ向かって Z 方向に押し付けられることがある。中空部 7 がハニカム構造を構成していると、温調ブロック 2 が温調部 3 へ向かって Z 方向に押し付けられても、温調ブロック 2 は、潰れることなく強度を保つことができる。

20

【 0 0 3 9 】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 の温度を高速かつ高精度に変化させることができ、温調ブロック 2 と温調部 3 との間での接触熱抵抗を小さくすることができる。

【実施例 3】

【 0 0 4 0 】

本発明の実施例 3 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が互いに異なる複数の領域を内部に備える。

【 0 0 4 1 】

30

図 6 は、本発明の実施例 3 による温度制御装置 1 の概略を示す断面図であり、図 2 と同じ位置での断面図である。本実施例では、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が互いに異なる 2 つの領域を内部に備える。すなわち、温調ブロック 2 は、内部に、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a と、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b を備える。

【 0 0 4 2 】

図 6 に示す例では、中空部 7 の配置密度は、温調部 3 からの距離に応じて、すなわち温調ブロック 2 の上下方向 (Z 方向) で異なる。中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b は、温調ブロック 2 のうち、温調部 3 に近い位置、すなわち温調部 3 に隣接する位置にある。中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a は、温調ブロック 2 のうち、温調部 3 から遠い位置、すなわち中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b と温調ブロック 2 の上面 2 c との間の位置 (温調ブロック 2 の上面 2 c に隣接する位置) にある。従って、図 6 に示す例では、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b は、温調ブロック 2 の下部に位置し、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a は、温調ブロック 2 の上部に位置する。

40

【 0 0 4 3 】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 の内部で中空部 7 の配置密度を変えることで、温調ブロック 2 の内部の位置によって温調ブロック 2 の密度 (すなわち熱容量) と熱伝導率を変えることができる。

【 0 0 4 4 】

例えば、図 6 に示す例のように、温調ブロック 2 において、中空部 7 の配置密度を温調部 3 に近い領域と温調部 3 から遠い領域で変えることで、温調ブロック 2 の温度変化を速

50

くすることができるとともに、温調部 3 の熱を、温調ブロック 2 に載置された反応容器内の反応溶液に一様に伝えることができる。

【 0 0 4 5 】

中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b では、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a よりも、温調ブロック 2 は、密度が小さくて熱容量が小さいため、温度変化が速い。このため、温調ブロック 2 の中央測定点 2 b における温度変化を速くすることができる。中央測定点 2 b は、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a と中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b の間にある、温調ブロック 2 の内部の中央の位置のことである。

【 0 0 4 6 】

中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a では、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b よりも、温調ブロック 2 は、密度が大きくて熱容量が大きい、中空部 7 の体積の割合が低いので熱伝導率が高い。このため、温調ブロック 2 の中央測定点 2 b と上面測定点 2 a の温度差を小さくでき、温調ブロック 2 の内部での温度差を小さくすることができる。従って、温調ブロック 2 は、内部での温度が均一になり、温調部 3 の熱を、温調ブロック 2 に載置された反応容器内の反応溶液に一様に伝えることができる。

10

【 0 0 4 7 】

なお、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 b は、温調ブロック 2 の上部に位置し、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 a は、温調ブロック 2 の下部に位置してもよい。中空部 7 の配置密度は、温調ブロック 2 に求められる温度の均一さと温度変化の速さに応じて決めることができる。例えば、中空部 7 の配置密度は、温調ブロック 2 の下部（温調部 3 に近い位置）での温度の均一さと、温調ブロック 2 の全体での温度変化の速さとのバランスを考慮して決定することができる。

20

【 0 0 4 8 】

また、中空部 7 の配置密度は、温調ブロック 2 の水平面方向（X Y 面内）で異なってもよい。温調ブロック 2 は、X Y 面内で複数の反応容器を載置することがあり、このときは、中空部 7 の配置密度を X Y 面内で変えることで、反応容器によって互いに温度が異なるようにすることができる。

【 0 0 4 9 】

なお、中空部 7 の配置密度が互いに異なる領域の数は、2 つに限らず、3 つ以上でもよい。

30

【 0 0 5 0 】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 の内部で中空部 7 の配置密度を変えることで、温調ブロック 2 の密度（すなわち熱容量）と熱伝導率を、温調ブロック 2 の内部の位置で任意に変えることができる。このため、本実施例による温度制御装置 1 は、温調ブロック 2 の温度分布を調整することができ、温調ブロック 2 の温度を高速かつ高精度に変化させることができる。

【実施例 4】

【 0 0 5 1 】

本発明の実施例 4 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、上部に 1 つまたは複数の凹部を備える。凹部には、反応溶液を収容した反応容器が載置される。

40

【 0 0 5 2 】

図 7 は、本発明の実施例 4 による温度制御装置 1 の概略を示す斜視図である。図 8 は、図 7 の線 C - C ' における温度制御装置 1 の断面図である。線 C - C ' は、X 方向に平行な線である。図 8 は、Z X 面での断面図である。図 7 と図 8 に示した例では、温調ブロック 2 は、上部に 1 つの凹部 2 d を備える。凹部 2 d には、反応溶液 6 を収容した反応容器 5 が載置される。温調ブロック 2 は、例えば実施例 1（図 2）と同様に、複数の中空部 7 を内部に備える。

【 0 0 5 3 】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、反応容器 5 を載置する凹部 2

50

dと中空部7を備えるので、凹部2dの内壁面での温度変化を中空部7によって大きくすることができ、温調部3で発生させた熱を反応容器5に収容された反応溶液6に効果的に伝えることができる。

【実施例5】

【0054】

本発明の実施例5による温度制御装置1を説明する。本実施例による温度制御装置1では、温調ブロック2の内部に設けられた複数の中空部7は、互いに連通している。

【0055】

図9は、本発明の実施例5による温度制御装置1の概略を示す断面図であり、図8と同じ位置での断面図である。本実施例では、温調ブロック2の内部に設けられた複数の中空部7は、接続部7cによって互いに連通している。接続部7cは、複数の中空部7を互いに接続する空洞である。なお、図9には、一例として、実施例4(図8)で説明した、凹部2dを備える温調ブロック2を示している。

10

【0056】

図10は、図9の線D-D'における温度制御装置1の断面図である。線D-D'は、Z方向に平行な線である。図10は、YZ面での断面図である。

【0057】

図9と図10に示すように、中空部7は、X方向とY方向とZ方向のそれぞれにおいて、接続部7cによって互いに連通している。接続部7cによって互いに連通している中空部7は、形成するのが容易である。また、中空部7が接続部7cによって互いに連通していると、中空部7の中を流体(例えば、空気や不活性ガスや液体)で充填したり真空にしたりする作業を容易に実施することができる。さらに、中空部7の中を流体で充填する際には、接続部7cによって接続された中空部7を均一に充填することができる。図9と図10に示した例では、接続部7cの大きさ(断面積)は、中空部7の大きさ(断面積)よりも小さい。

20

【0058】

温調ブロック2は、全ての中空部7が、接続部7cによって互いに連通していなくてもよく、特定の一部の中空部7だけが、接続部7cによって互いに連通していてもよい。また、接続部7cの大きさ(断面積)は、任意に定めることができ、中空部7の大きさ(断面積)と等しくても異なってもよい。例えば、接続部7cの大きさが中空部7の大きさと等しく、中空部7が温調ブロック2の内部で大きさを変えずに連通するような構成であってもよい。

30

【実施例6】

【0059】

本発明の実施例6による温度制御装置1を説明する。本実施例による温度制御装置1では、温調ブロック2の内部に設けられた複数の中空部7は、互いに連通しており、温調ブロック2の外部に連通している。

【0060】

図11は、本発明の実施例6による温度制御装置1の概略を示す断面図であり、図9と同じ位置での断面図である。本実施例では、温調ブロック2は、表面に開口部7dを備える。なお、図11には、一例として、実施例4(図8)で説明した、凹部2dを備える温調ブロック2を示している。

40

【0061】

温調ブロック2の内部に設けられた複数の中空部7は、接続部7cによって互いに連通しており、開口部7dから温調ブロック2の外部に連通している。開口部7dは、温調ブロック2の表面の任意の位置に設けることができる。

【0062】

中空部7が温調ブロック2の外部に連通していると、実施例1で説明したように、中空部7を容易に形成することができる。さらに、中空部7の中に流体(例えば、不活性ガスや液体)を充填したり断熱材を配置したりすることや、中空部7の中を真空にする作業を

50

容易に実施することができる。

【実施例 7】

【0063】

本発明の実施例 7 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が互いに異なる複数の領域を内部に備える。

【0064】

図 1 2 は、本発明の実施例 7 による温度制御装置 1 の概略を示す断面図であり、図 8 と同じ位置での断面図である。本実施例では、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が互いに異なる 2 つの領域を内部に備える。すなわち、温調ブロック 2 は、内部に、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e と、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f を備える。なお、図 1 2 には、一例として、実施例 4 (図 8) で説明した、凹部 2 d を備える温調ブロック 2 を示している。

10

【0065】

図 1 2 に示す例では、中空部 7 の配置密度は、凹部 2 d からの距離、すなわち反応溶液 6 を収容した反応容器 5 からの距離により異なる。換言すれば、中空部 7 の配置密度は、温調ブロック 2 の水平面方向 (X Y 面内) で異なる。中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f は、温調ブロック 2 のうち、凹部 2 d (または反応容器 5) に近い位置、すなわち凹部 2 d (または反応容器 5) に隣接する位置にある。中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e は、温調ブロック 2 のうち、凹部 2 d (または反応容器 5) から遠い位置、すなわち中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f に隣接する位置にある。従って、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f は、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e よりも、凹部 2 d (または反応容器 5) に近い位置にある。図 1 2 に示す例では、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f は、温調ブロック 2 の中央部に位置し、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e は、温調ブロック 2 の周縁部に位置する。

20

【0066】

本実施例による温度制御装置 1 では、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f が反応容器 5 に近い位置にあることで、反応容器 5 に近い位置では、温調ブロック 2 の熱伝導率が大きく、温調ブロック 2 と反応容器 5 との接触面の温度を均一に保つことができ、温調部 3 の熱を反応容器 5 に収容された反応溶液 6 に一様に伝えることができる。また、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e が反応容器 5 から遠い位置にあることで、反応容器 5 から遠い位置では、温調ブロック 2 は、密度が小さくなり、熱容量が小さくなって温度変化が速くなる。さらに、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e は、温調ブロック 2 の周縁部に位置し、この位置での温調ブロック 2 の熱伝導率を小さくしている。従って、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 f から中空部 7 の配置密度が高い領域 7 e までの熱抵抗が増大するので、表面から外気への放熱を抑制することができ、温度変化がさらに速くなる。

30

【実施例 8】

【0067】

本発明の実施例 8 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が互いに異なる複数の領域を内部に備える。

40

【0068】

図 1 3 は、本発明の実施例 8 による温度制御装置 1 の概略を示す断面図であり、図 8 と同じ位置での断面図である。本実施例では、温調ブロック 2 は、中空部 7 の配置密度が互いに異なる 2 つの領域を内部に備える。すなわち、温調ブロック 2 は、内部に、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 g と、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 h を備える。なお、図 1 2 には、一例として、実施例 4 (図 8) で説明した、凹部 2 d を備える温調ブロック 2 を示している。

【0069】

図 1 3 に示す例では、中空部 7 の配置密度は、凹部 2 d に載置された反応容器 5 に収容された反応溶液 6 の液面の位置より上方と下方で異なる。中空部 7 の配置密度が低い領域

50

7 g は、温調ブロック 2 のうち、反応容器 5 に収容された反応溶液 6 の液面の位置より下方にある。中空部 7 の配置密度が高い領域 7 h は、温調ブロック 2 のうち、反応溶液 6 の液面の位置より上方にある。従って、図 1 3 に示す例では、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 g は、温調ブロック 2 の下部に位置し、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 h は、温調ブロック 2 の上部に位置する。

【0070】

なお、反応容器 5 に収容された反応溶液 6 の液面の位置は、反応容器 5 や反応溶液 6 により異なるが、およそその位置を予め定めることができる。従って、中空部の配置密度が低い領域 7 g と中空部の配置密度が高い領域 7 h との上下方向（Z 方向）の境界の位置は、反応溶液 6 の液面のおおよその位置として、反応容器 5 や反応溶液 6 についての情報を基に予め定めることができる。

10

【0071】

本実施例では、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 h とは、温調ブロック 2 に占める中空部 7 の体積の割合が大きく、温調ブロック 2 の熱伝導率が小さくなって温調ブロック 2 の温度変化が遅くなる領域である。例えば、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 h は、図 4 に示したような、温調ブロック 2 に占める中空部 7 の体積の割合が 85% を超えて、温調ブロック 2 の熱伝導率が小さくなる領域である。

【0072】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、反応溶液 6 の液面の位置より下方では、中空部 7 の配置密度が低い領域 7 g であり、熱伝導率が大きく温度変化が速いので、温調部 3 の熱を反応溶液 6 に速く伝えることができる。一方、温調ブロック 2 は、反応溶液 6 の液面の位置より上方では、中空部 7 の配置密度が高い領域 7 h であり、熱伝導率が小さく温度変化が遅いので、温調ブロック 2 の上面 2 c からの放熱を抑制でき、温調ブロック 2 の全体での温度変化をさらに速くすることができる。

20

【実施例 9】

【0073】

本発明の実施例 9 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、1 つまたは複数の筒状の中空部 7 を内部に備える。中空部 7 は、Z 方向（上下方向）に延伸する筒状であり、角筒形状や円筒形状などの任意の形状をとることができる。

30

【0074】

図 1 4 は、本発明の実施例 9 による温度制御装置 1 の概略を示す断面図であり、図 8 と同じ位置での断面図である。図 1 4 には、一例として、1 つの筒状の中空部 7 を内部に備える温調ブロック 2 を示している。筒状の中空部 7 は、温調ブロック 2 の周縁部（外周部）に設けられている。なお、図 1 4 には、一例として、実施例 4（図 8）で説明した、凹部 2 d を備える温調ブロック 2 を示している。

【0075】

図 1 5 は、図 1 4 の線 F - F' を通る水平面（XY 面）における温度制御装置 1 の断面図である。中空部 7 は、角筒形状であり、温調ブロック 2 の周縁部に設けられている。筒状の中空部 7 は、凹部 2 d の周囲を囲み、凹部 2 d に載置された反応容器 5 の周囲を囲んでいる。

40

【0076】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、凹部 2 d（または反応容器 5）の周囲を囲む筒状の中空部 7 を備えるので、凹部 2 d から温調ブロック 2 の外部までの熱伝導率が小さくなって熱抵抗が増大し、表面から外気への放熱を抑制することができる。このため、温調ブロック 2 は、側面からの放熱量を抑制でき、温調ブロック 2 の全体の温度変化をさらに速くすることができる。

【実施例 10】

【0077】

本発明の実施例 10 による温度制御装置 1 を説明する。本実施例による温度制御装置 1

50

では、温調ブロック 2 は、温調部 3 に接する下部に複数の中空部 7 を備える。

【0078】

図 16 は、本発明の実施例 10 による温度制御装置 1 の概略を示す断面図であり、図 8 と同じ位置での断面図である。なお、図 16 には、一例として、実施例 9（図 14）で説明した、凹部 2 d（または反応容器 5）の周囲を囲む筒状の中空部 7 も備える温調ブロック 2 を示している。

【0079】

本実施例による温度制御装置 1 では、温調ブロック 2 は、実施例 4（図 8）で説明した凹部 2 d を備える。凹部 2 d には、反応溶液 6 を収容した反応容器 5 が載置される。温調ブロック 2 は、温調部 3 に接する下部に、より具体的には、温調部 3 に接する底面 2 e と凹部 2 d の下部との間に、複数の中空部 7（7 n）を備える。温調ブロック 2 は、この複数の中空部 7 n の互いの間に、温調部 3 から凹部 2 d（すなわち、反応容器 5）への熱伝導経路 8 を備える。

10

【0080】

複数の中空部 7 n は、温調ブロック 2 において、温調部 3 と凹部 2 d との間に位置し、温調ブロック 2 の温調部 3 と接触する部分から凹部 2 d に向かって上方へ延伸する。中空部 7 n の互いの間は、温調部 3 と凹部 2 d とを接続するように延伸し、温調部 3 から凹部 2 d への熱伝導経路 8 を形成する。

【0081】

熱伝導経路 8 は、温調ブロック 2 の温調部 3 に接する底面 2 e から上方に向かって延伸し、温調ブロック 2 の凹部 2 d の下部に達し、温調部 3 の熱を凹部 2 d の下部（すなわち、反応容器 5 の下部）へ伝える。温調ブロック 2 は、複数の熱伝導経路 8 を備えるのが好ましい。

20

【0082】

なお、温調ブロック 2 は、凹部 2 d（または反応容器 5）の周囲を囲む筒状の中空部 7 を、備えなくてもよく、複数備えてもよい。

【0083】

温調ブロック 2 は、温調部 3 に接する下部に複数の中空部 7 n を備え、底面 2 e から上方に向かって延伸する熱伝導経路 8 を備えることにより、温調ブロック 2 の熱容量を小さくするとともに、温調部 3 から反応容器 5 への熱伝導距離を短くすることができる。このため、温調ブロック 2 は、温調部 3 で発生した熱を効率的に反応容器 5 に伝えることができ、反応容器 5 の温度変化をより速くすることができる。

30

【0084】

なお、本発明は、上記の実施例に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、上記の実施例は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、本発明は、必ずしも説明した全ての構成を備える態様に限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能である。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、削除したり、他の構成を追加・置換したりすることが可能である。

【符号の説明】

40

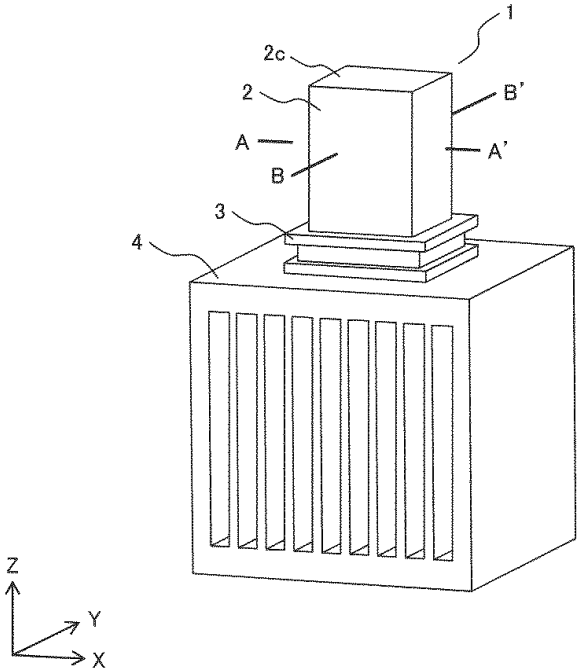
【0085】

1 ... 温度制御装置、2 ... 温調ブロック、2 a ... 上面測定点、2 b ... 中央測定点、2 c ... 上面、2 d ... 凹部、2 e ... 底面、3 ... 温調部、4 ... 放熱部、5 ... 反応容器、6 ... 反応溶液、7 ... 中空部、7 a ... 中空部の配置密度が低い領域、7 b ... 中空部の配置密度が高い領域、7 c ... 接続部、7 d ... 開口部、7 e ... 中空部の配置密度が高い領域、7 f ... 中空部の配置密度が低い領域、7 g ... 中空部の配置密度が低い領域、7 h ... 中空部の配置密度が高い領域、7 n ... 中空部、8 ... 熱伝導経路。

【図面】

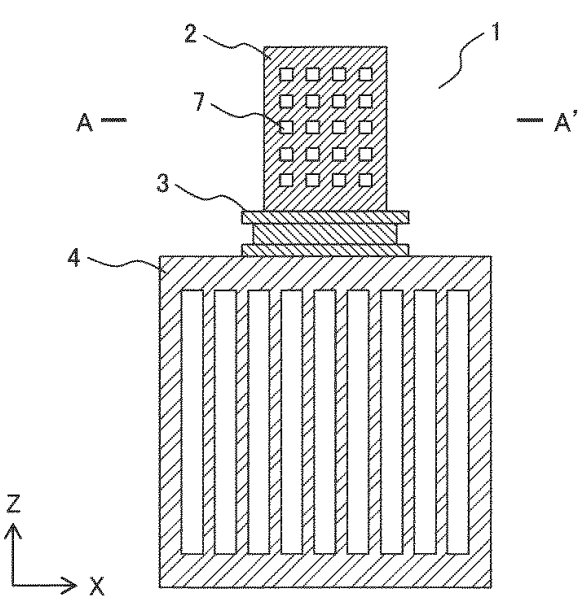
【図 1】

図 1



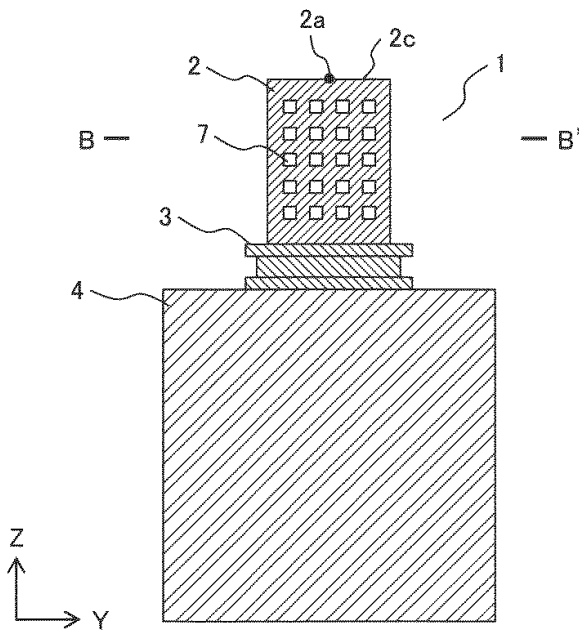
【図 2】

図 2



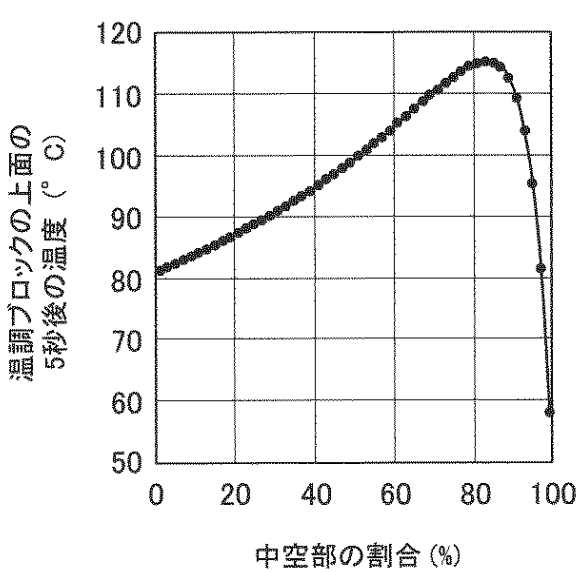
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



10

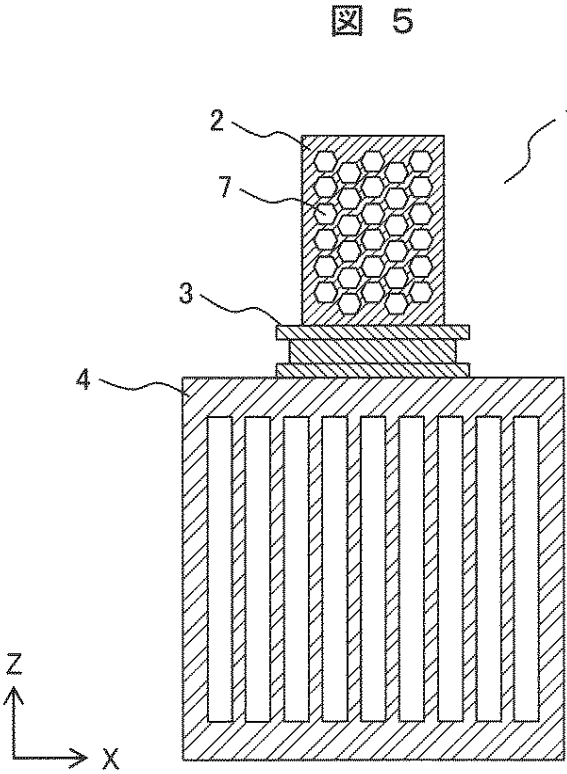
20

30

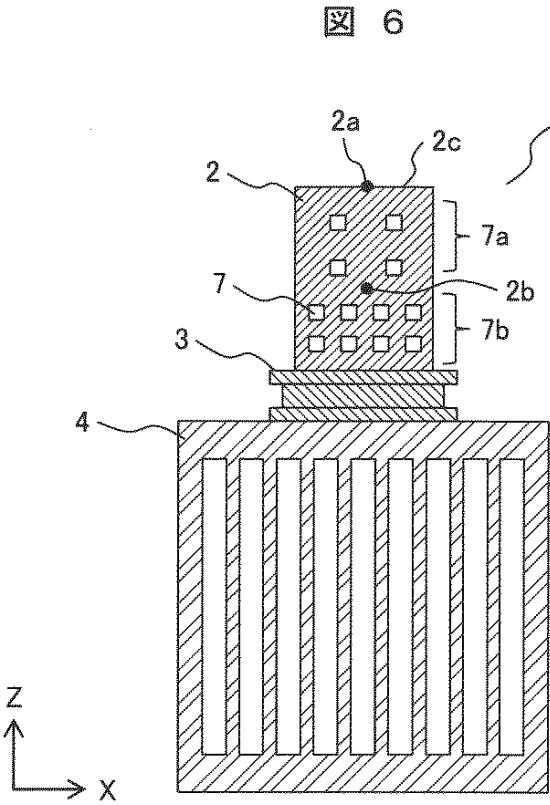
40

50

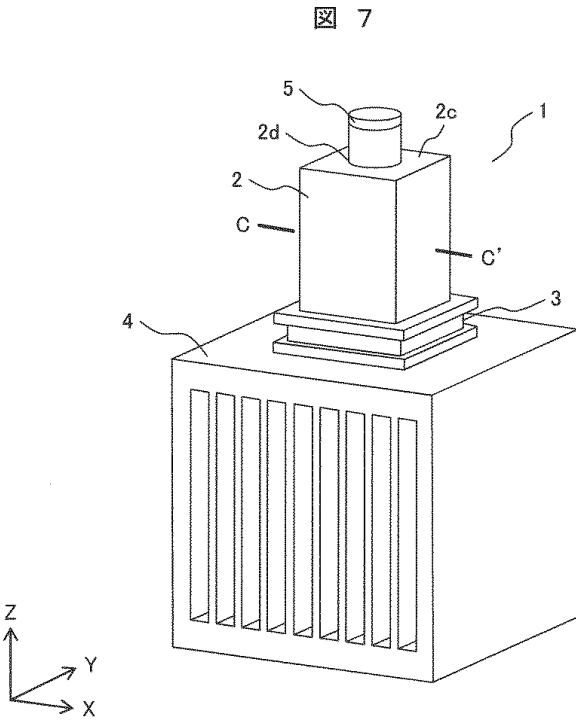
【図 5】



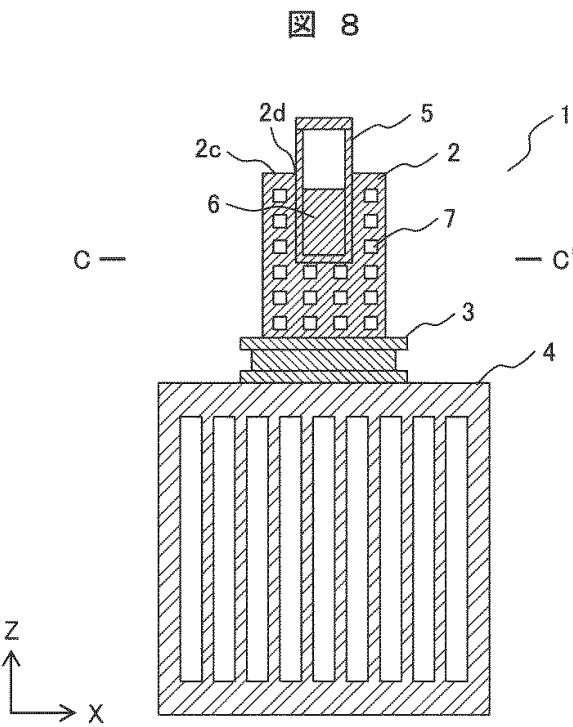
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

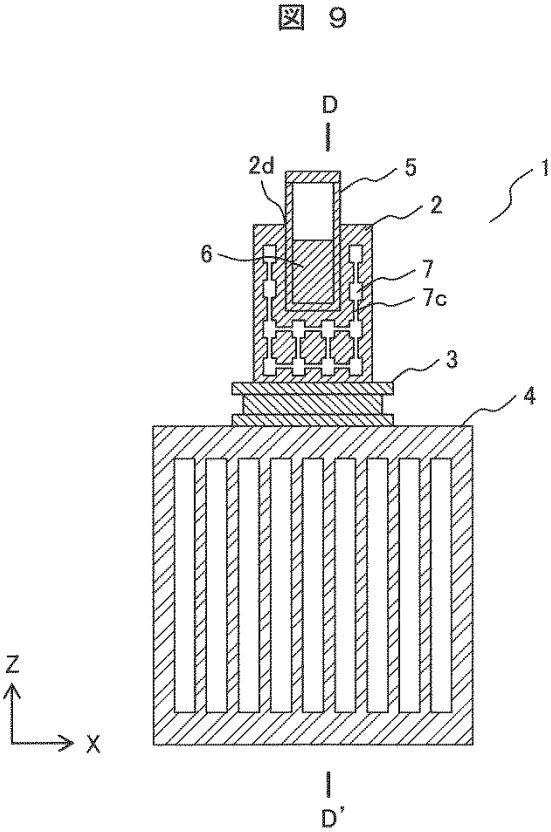
20

30

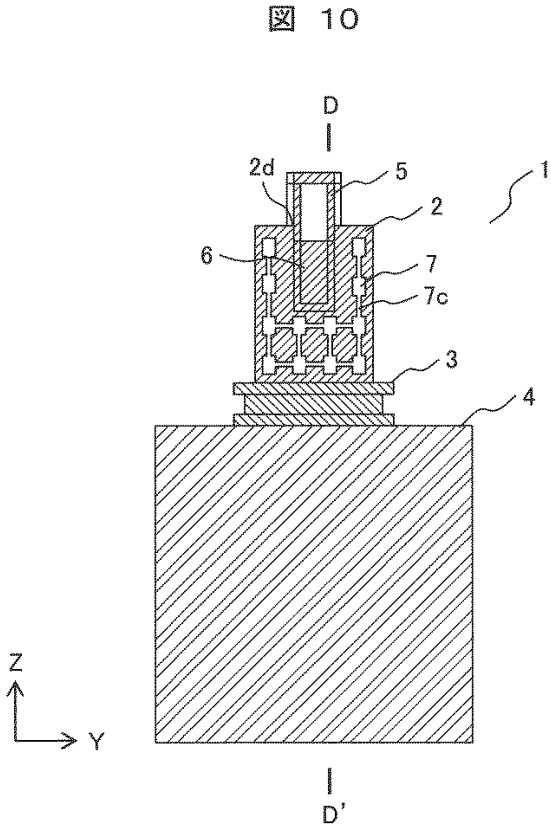
40

50

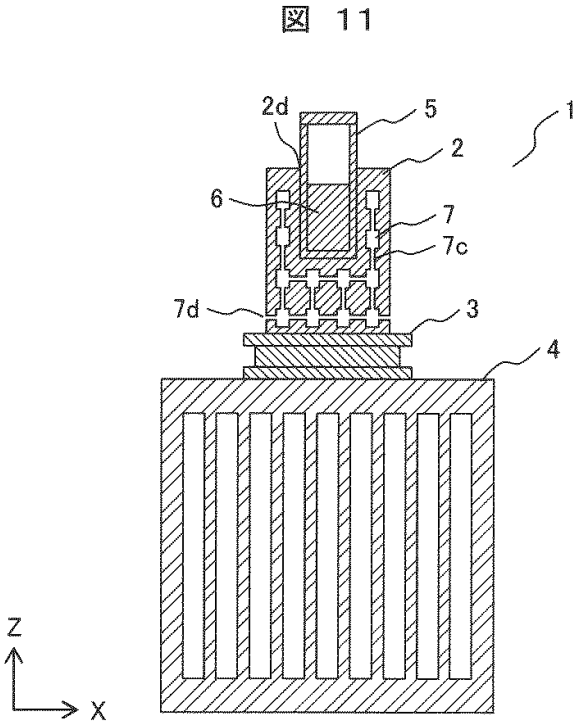
【図 9】



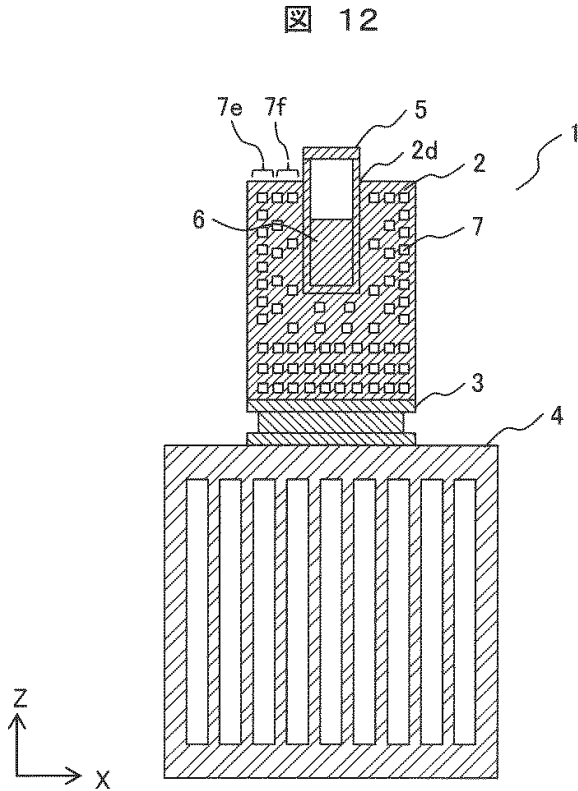
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

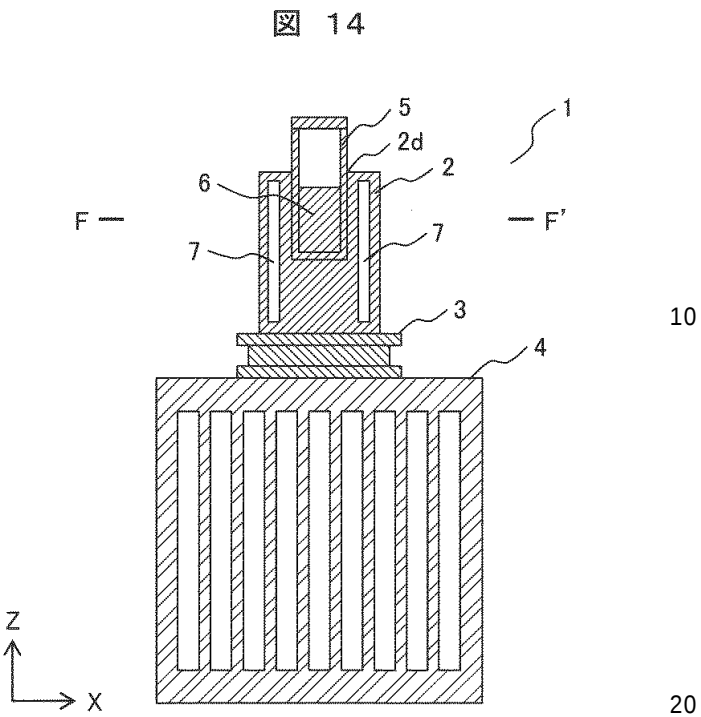
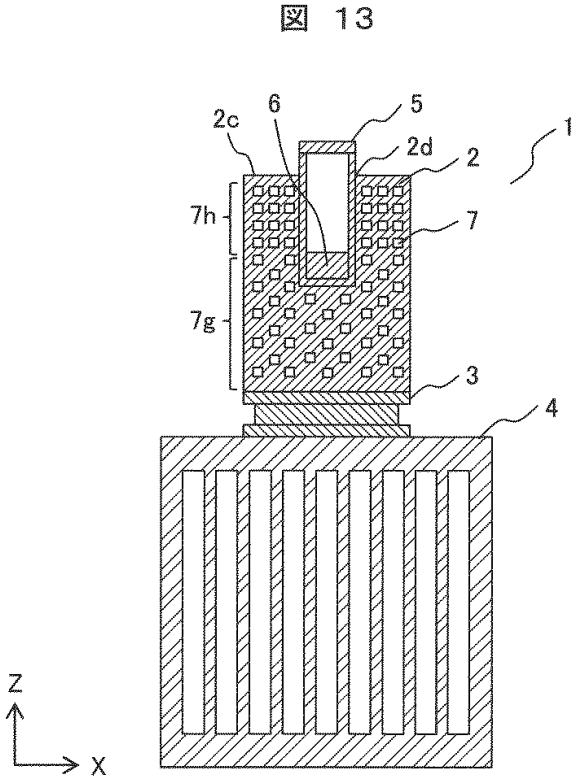
30

40

50

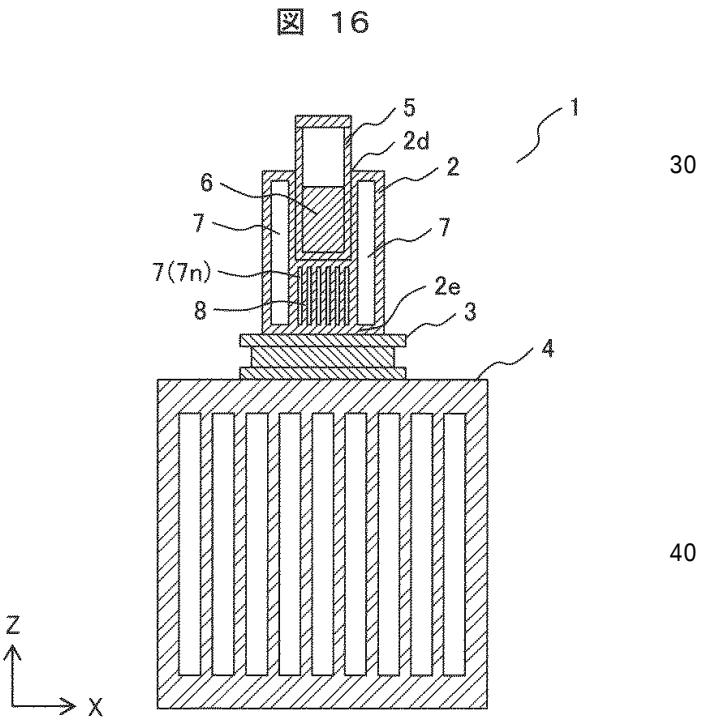
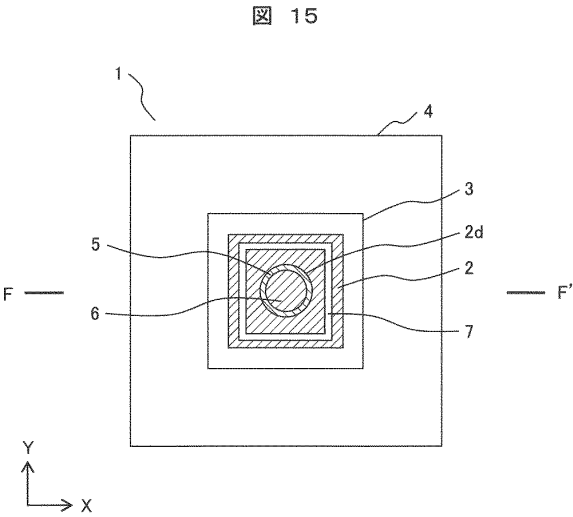
【図 1 3】

【図 1 4】



【図 1 5】

【図 1 6】



フロントページの続き

日本国東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内

審査官 鈴木 崇之

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0329261(US,A1)
特開平06-233670(JP,A)
特表2014-518758(JP,A)
特表2010-502228(JP,A)
国際公開第2019/193806(WO,A1)
特表2000-504231(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C12M 1/00-3/10
C12Q 1/00-3/00
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)