

(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
2021年3月11日(11.03.2021)



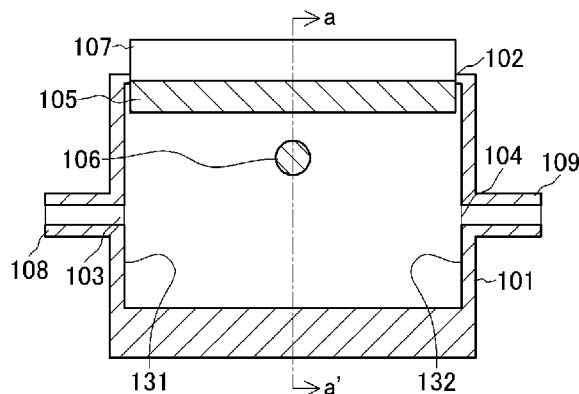
(10) 国際公開番号

WO 2021/044575 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 1/00 (2006.01) *H01S 5/024* (2006.01)
H01S 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/034957
- (22) 国際出願日: 2019年9月5日(05.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 豊田 新(TOYOTA, Shin); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 川村 宗
- 範(KAWAMURA, Sohan); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山川 茂樹, 外(YAMAKAWA, Shigeki et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー4階 山川国際特許事務所内 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 冷却装置



(57) **Abstract:** The cooling device comprises a cooling jacket (101) that houses cooling fluid. The cooling jacket (101) is provided with a fixing portion (102) to which an element (107) to be cooled is fixed. The cooling device is also provided with an inlet (103) through which the cooling fluid flows into the cooling jacket (101) and an outlet (104) through which the cooling fluid flows out from the cooling jacket (101). The cooling device is also provided with a rod-shaped (cylindrical) member (106) as a mechanism for improving heat conduction between the cooling fluid in the cooling jacket (101) and the fixing portion (102) via a heat transfer member (105).

(57) 要約: 冷却用流体を収容する冷却ジャケット(101)を備える。冷却ジャケット(101)は、冷却対象の素子(107)が固定される固定部(102)を備える。また、冷却ジャケット(101)の中へ冷却用流体が流入する流入口(103)と、冷却ジャケット(101)の中より冷却用流体が流出する流出口(104)とを備える。また、冷却ジャケット(101)の中の冷却用流体と、伝熱部材(105)を介した固定部(102)との間の熱伝導を向上させる機構として、棒状(円柱状)の部材(106)を備える。

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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 冷却装置

技術分野

[0001] 本発明は、光回折素子などを冷却する冷却装置に関する。

背景技術

[0002] フレネルレンズに代表される光回折素子は、光の波動としての性質を利用して、光強度のパターンを変換する光学部品であり、様々な産業領域で用いられている。例えば、フレネルレンズは、一定の波長を持つ光について、波長のピッチでの周期性があることを利用して光を集光する。フレネルレンズは、一般的には肉厚のレンズを薄型化したものとなる。光を集光する機能を有するフレネルレンズ以外にも、現在では、波動工学を活用して、光ビームの形をさまざまに変換する回折素子が多く開発され、用いられている。

[0003] 非特許文献 1 記載されているように、この技術の応用先の一つは大出力レーザーであり、レーザー共振器用の光学系や、レーザービーム伝送用の光学系に利用されてきた。代表的な連続的な出力の高出力レーザーは、ガスダイナミックレーザーや化学レーザーであり、いずれも発振波長が赤外域で長波長が特徴である。このため熱線レーザーとして開発されており、ミラー材料は金属反射鏡である。赤外線領域では、誘電体多層膜のような高反射率ミラーはできないので、2%の吸収が存在する。例えば、レーザー装置の出力がメガワット級の場合、2%の吸収で20kの熱入力が定常的に存在することになり、熱的破壊も深刻になる。

[0004] 光回折素子の熱変形をできるだけ避け、熱破壊を防止するためには、光学基板の材料のみならず、冷却機構で冷却することが必要となる。一例として、レーザー用ミラーの背面に水滴を含む空気を衝突させて、水滴の蒸発熱によって冷却する技術がある。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：植田 憲一、「高出力レーザー用補償光学系」、レーザー研究、27巻、2号、84－88頁、1999年。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、高出力レーザーでの応用では、冷却機構を用いることが必要になる。しかし、効率のよい冷却を行うためには、例えば、熱源であるレーザー用ミラーを冷却する放熱ラジエーターを大型化しなければならず、冷却機構が大規模化し、使用形態に制限があった。

[0007] 本発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、ハイパワーレーザーに用いられる回折素子などを、より効率的に冷却する小型の冷却装置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

[0008] 本発明に係る冷却装置は、冷却対象の素子が固定される固定部を備える冷却ジャケットと、冷却ジャケットの中へ冷却用流体が流入する流入口と、冷却ジャケットの中より冷却用流体が流出する流出口と、固定部に固定される素子に接した状態で、冷却ジャケットの中の冷却用流体に接触可能に配置され、冷却ジャケットの中の冷却用流体と固定部との間で熱を伝導させる伝熱部材と、冷却ジャケットの中の冷却用流体と、伝熱部材を介した固定部との間の熱伝導を向上させる機構とを備える。

発明の効果

[0009] 以上説明したように、本発明によれば、冷却ジャケットの中の冷却用流体と、伝熱部材を介した固定部との間の熱伝導を向上させる機構を設けたので、ハイパワーレーザーに用いられる回折素子などを、より効率的に冷却する小型の冷却装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]図1Aは、本発明の実施の形態1に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図1B]図 1 Bは、本発明の実施の形態 1 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図1C]図 1 Cは、本発明の実施の形態 1 に係る冷却装置の一部構成を示す断面図である。

[図2A]図 2 Aは、本発明の実施の形態 2 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図2B]図 2 Bは、本発明の実施の形態 2 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図3]図 3 は、本発明の実施の形態 3 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図4A]図 4 Aは、本発明の実施の形態 4 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図4B]図 4 Bは、本発明の実施の形態 4 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図5A]図 5 Aは、本発明の実施の形態 5 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図5B]図 5 Bは、本発明の実施の形態 5 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施の形態 6 に係る冷却装置の構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態に係る冷却装置について説明する。

[0012] [実施の形態 1]

はじめに、本発明の実施の形態 1 に係る冷却装置について、図 1 A、図 1 Bを参照して説明する。なお、図 1 Bは、図 1 Aの a a' 線の断面を示している。また、図 1 Aは、図 1 Bの b b' 線の断面を示している。

[0013] この冷却装置は、冷却用流体を収容する冷却ジャケット 101 を備える。冷却ジャケット 101 は、冷却対象の素子 107 が固定される固定部 102

を備える。素子107は、例えば、回折素子である。

[0014] 冷却ジャケット101は、素子107を固定する固定部102を備える治具であり、形状、材質、冷却装置の設置角度、大きさ、長さ、重さは、限定されるものではない。また、固定部102における固定方法なども限定されるものではない。例として、冷却ジャケット101は、直方体の形状で、ある面（固定部102）に素子107を挟むようにして固定する機構を備える。冷却ジャケット101の内部に、冷却用流体を循環させるための経路を備え、固定部102に固定する素子107を、冷却可能としている。冷却ジャケット101は、素子107のサイズに適合させた大きさとすればよく、小型化が可能である。

[0015] また、この冷却装置は、冷却ジャケット101の中へ冷却用流体が流入する流入口103と、冷却ジャケット101の中より冷却用流体が流出する流出口104とを備える。流入口103は、冷却ジャケット101の固定部102の面に垂直な第1面に設けられ、流出口104は、第1面とは異なる冷却ジャケット101の固定部102の面に垂直な第2面に設けられている。なお、本実施の形態では、流入口103には、流入継手管108が接続し、流出口104には、流出継手管109が接続している。

[0016] 流入継手管108および流出継手管109は、形状、材質、角度、大きさなどは限定されるものではない。例えば、流入継手管108、流出継手管109に、内径 r のホースを接続して用いる場合、流入継手管108および流出継手管109の形状は、ホースを固定する留め具を装着できるような長さを持ち、外径が r となる円柱状の形状とすることができる。

[0017] また、流入口103および流出口104は、開口の形状、大きさなどを各々異なるものとすることができる。例えば、流入口103と流出口104とは、各々の内径を異なる大きさとすることができる。例えば、流出口104の方が流入口103より大きな内径とすることで、流出口104での管路抵抗を低減することができる。冷却用流体が液体の場合でも、流入量を増加させずに流出量の減少を防ぐことができる。つまり、より冷却用流体が循環し

やすくなる。

[0018] また、流入継手管 108 および流出継手管 109 についても、形状、材質、角度、大きさなどを、各々異なるものとすることができる。例えば、流入口 103 の内径を流入継手管 108 の内径より大きくすることで、流入における管路抵抗を低減し、流入量を増加させることができる。また、流入継手管 108 の管径は、流入口 103 の径とは異なる寸法とすることができる。同様に、流出継手管 109 の管径は、流出口 104 の径とは異なる寸法とすることができる。

[0019] また、流出量を増やすために、流出口 104 の入り口の形状は曲面 104a とすることができる（図 1C）。広い領域から流出継手管 109 に流入する場合、流出継手管 109 の入り口である流出口 104 において損失が発生する。この損失を低減するには、流出継手管 109 の入り口となる流出口 104 の断面形状を直角にするのではなく、断面の形状が曲面を描くように、管径が徐々に広がる形状とすることが望ましい。

[0020] 一方、流入口 103 では、逆流を防ぐため損失が大きくなる形状の方が望ましい。損失を大きくするために、流入継手管 108 の出口がとなる流入口 103 において、境界面よりも内に入る部分 103a を備えるような構造とすることができる。

[0021] 冷却用流体は、図示しないチラーなどの外部機器により供給される冷媒であり、液体、気体もしくは個体のいずれか一つもしくは複数で構成される。冷却用流体は、外部機器から循環経路を通し、流入継手管 108 を介して流入口 103 から冷却ジャケット 101 に流入し、流出口 104 から流出し、流出継手管 109 を介して循環経路を通し、外部機器へと循環する。

[0022] また、この冷却装置は、固定部 102 に固定される素子 107 に接した状態で、冷却ジャケット 101 の中の冷却用流体に接触可能に配置され、冷却ジャケット 101 の中の冷却用流体と固定部 102 との間で熱を伝導させる伝熱部材 105 を備える。

[0023] 伝熱部材 105 は素子 107 からの熱を、冷却ジャケット 101 内部の冷

却用流体に伝えるため、素子１０７および冷却用流体と接している。伝熱部材１０５と素子１０７とが、一体となっても、分かれていてもよい。伝熱部材１０５の形状、材質、角度、大きさ、重さなどは限定されるものではないが、融点および熱伝導率が高い材質から構成されていることが望ましい。また、素子１０７および冷却用流体と接している部分の面積が大きい方が望ましい。例えば、素子１０７の裏面に融点および熱伝導率が高い材質（例えばSiC）をコーティングすることで、伝熱部材１０５とすることができ、素子１０７からの熱を効率的に冷却用流体へと伝達することができる。

[0024] 加えて、実施の形態１に係る冷却装置は、冷却ジャケット１０１の中の冷却用流体と、伝熱部材１０５を介した固定部１０２との間の熱伝導を向上させる機構として、棒状（円柱状）の部材１０６を備える。部材１０６は、冷却ジャケット１０１の内部における冷却用流体の流れる方向に垂直な方向に延在し、固定部１０２の面に平行とされている。ここで、実施の形態１では、流入口１０３が設けられている第１面は、面１３１であり、流出口１０４が設けられている第２面は、面１３２であり、互いに向かい合って配置されている。また、部材１０６は、面１３３と面１３４との間に架設されている。面１３３、面１３４は、固定部１０２の面に垂直な面であり、互いに向かい合っている。また、面１３３、面１３４は、面１３１、面１３２に隣接している。

[0025] 部材１０６は、冷却用流体の流れに対して障害となる流体障害部（乱流発生機構）であり、乱流を発生させている部分である。部材１０６の形状、材質、角度、大きさ、重さ、配置などは、限定されるものではない。上述したように、円柱状の部材１０６を、冷却ジャケット１０１の内部で伝熱部材１０５近傍に配置する。冷却ジャケット１０１の内部では、伝熱部材１０５に沿うように、伝熱部材１０５の面からこれに向かい合う面、もしくは向かい合う面から伝熱部材１０５の面へと冷却用流体が流れている。部材１０６は、この流れを遮る形で配置されているため、部材１０６を通過した冷却用流体は乱流を発生させる。この乱流により熱伝達率が高まるため、部材１０６

の近傍にある伝熱部材 105 は冷却され、素子 107 を、より効率的に冷却することができる。

[0026] 固体中で熱エネルギーが移動する現象である熱伝導と異なり、冷却用流体による熱伝達は、熱エネルギーを持った物体が移動することによってエネルギーを輸送する現象である。冷却用流体による熱伝達によるエネルギーの移動量を Q (W) とし、壁 (伝熱部材 105) の温度を T_w (K)、冷却用流体の温度を T_f (K)、伝熱面積を A (m^2)、経過時間を、熱伝達率を h ($W/m^2 \cdot K$) とすると「 $Q = h (T_w - T_f) A \Delta t$ 」と表せられる。

[0027] 熱伝達率 h は、冷却用流体の物性値だけでなく、流れの強さ、様式などの影響を受ける。流れが乱流の場合、流れの中に微細な渦ができています。このため、この渦によって隣り合う流体塊が激しく攪拌あるいは混合されるため、冷却用流体による熱伝達が良くなる。乱流の大きさ (ここでは乱流による流れの乱れの大きさ) は、レイノルズ数の大きさで表現される。大局的な流れとは異なった流れが生じる、つまり流体に速度差があると流れが乱れ、乱れが大きくなると、乱流が発生する。

[0028] [実施の形態 2]

次に、本発明の実施の形態 2 に係る冷却装置について、図 2 A、図 2 B を参照して説明する。なお、図 2 B は、図 2 A の $a-a'$ 線の断面を示している。また、図 2 A は、図 2 B の $b-b'$ 線の断面を示している。この冷却装置は、冷却ジャケット 101、流入口 103、流出口 104、伝熱部材 105 を備える。これらの構成は、前述した実施の形態 1 と同様であり、冷却ジャケット 101 は、冷却対象の素子 107 が固定される固定部 102 を備える。また、流入口 103 には、流入継手管 108 が接続し、流出口 104 には、流出継手管 109 が接続している。

[0029] 加えて、実施の形態 2 に係る冷却装置は、冷却ジャケット 101 の中の冷却用流体と、伝熱部材 105 を介した固定部 102 との間の熱伝導を向上させる機構として、回転翼 (攪拌子) 116 を備える。回転翼 116 は、例えば、流入口 103 の近傍に配置されている。回転翼 116 は、可動可能とさ

れた流体障害部である。回転翼 116 により、流入口 103 より冷却ジャケット 101 に流入した冷却用流体に回転運動を起こすことができる。回転翼 116 の回転運動により冷却用流体が攪拌され、伝熱部材 105 での熱伝達効率が上昇する。また、回転翼 116 の回転方向を、自動制御により短時間で変えることで、より強く攪拌され、熱伝達効率が上昇する。

[0030] [実施の形態 3]

次に、本発明の実施の形態 3 に係る冷却装置について、図 3 を参照して説明する。この冷却装置は、冷却ジャケット 101、流入口 113、流出口 104、伝熱部材 105 を備える。前述した実施の形態 1 と同様であり、冷却ジャケット 101 は、冷却対象の素子 107 が固定される固定部 102 を備える。また、流入口 113 には、流入継手管 118 が接続し、流出口 104 には、流出継手管 109 が接続している。

[0031] ここで、実施の形態 3 に係る冷却装置は、冷却ジャケット 101 の中の冷却用流体と、伝熱部材 105 を介した固定部 102 との間の熱伝導を向上させる機構として、流入継手管 118 を備える。流入継手管 118 は、管軸の方向が伝熱部材 105 の方向とされている。

[0032] 実施の形態 3 によれば、流入継手管 118 が、管軸の方向が伝熱部材 105 の方向とされているので、流入口 113 から流入する冷却用流体の流れが、伝熱部材 105 の表面へ、直接ぶつかるような状態となる。これにより、例えば、冷却されている冷却用流体が、温度の低下を抑制した状態で、伝熱部材 105 へ接する状態とすることができる。この結果、冷却用流体と伝熱部材 105 との間の温度差を、より大きくすることができ、熱流量も大きくなる。

[0033] また、実施の形態 3 によれば、流入口 113 より、面 131 の法線方向に対して斜めに冷却用流体が流入するので、冷却ジャケット 101 の内部に乱流を発生させることができる。乱流を発生させるためには、流れに速度差を生じさせることが重要である。冷却ジャケット 101 の内部の冷却用流体の流れは、壁面に近いほど、摩擦抵抗によって流速が遅くなり、壁から遠いほ

ど流速は早くなる。この状態において、壁面に近い箇所に、流入口 113 から常に流速の大きい冷却用流体を流入することで速度差が生じ、乱流が発生する。

[0034] 実施の形態 3 によれば、流入継手管 118 の管軸の方向を、流入口 113 が設けられている面 131 に隣接する面の伝熱部材 105 の方向としている。この構成とすることで、冷却ジャケット 101 内において、冷却用流体の流れに、複数方向への速度ベクトルを生じさせ、それぞれの方向に対して速度差を発生させることができる。この結果、冷却ジャケット 101 内の冷却用流体に、より大きな乱流を発生させることができる。

[0035] [実施の形態 4]

次に、本発明の実施の形態 4 に係る冷却装置について、図 4 A、図 4 B を参照して説明する。なお、図 4 B は、図 4 A の a a' 線の断面を示している。また、図 4 A は、図 4 B の b b' 線の断面を示している。この冷却装置は、冷却ジャケット 101、流入口 103、流出口 104、伝熱部材 105 を備える。これらの構成は、前述した実施の形態 1 と同様であり、冷却ジャケット 101 は、冷却対象の素子 107 が固定される固定部 102 を備える。

[0036] 実施の形態 4 では、流入口 123 a、流入口 123 b と、2 つの流入口を備える。一方の流入口 123 a は、冷却ジャケット 101 の流出口 104 が設けられている面 132 に垂直な面（第 1 面）133 に設けられ、他方の流入口 123 b は、面 133 に向かい合う面（第 3 面）134 に設けられている。

[0037] また、流入口 123 a に接続する流入継手管 128 a は、管軸の方向が伝熱部材 105 に向かい合う冷却ジャケット 101 の面の方向とされ、流入口 123 b に接続する流入継手管 128 b は、管軸の方向が伝熱部材 105 の配置されている方向とされている。このように、複数の流入箇所を設けることで、乱流の発生源を増やすことで、発生する乱流をより大きくすることができる。また、実施の形態 4 によれば、流入口 123 a からの流入方向と、流入口 123 b からの流入方向とを、冷却ジャケット 101 内の略中心部を

中心とした円上としたので、冷却ジャケット 101 内の冷却用流体に回転運動を生じさせることができる。

[0038] 例えば、伝熱部材 105 の平面に平行な面の断面積に対し、面 132 に平行な面の断面積が小さい場合、角運動量保存則により、面 132 に平行な面における回転運動を生じさせた方が、回転運動による冷却用流体の流速は早くなる。冷却用流体の流速が高いほど、熱伝達率は高くなるため、実施の形態 4 によれば、冷却用流体と伝熱部材 105 との間の熱流量をより大きくすることができる。

[0039] [実施の形態 5]

次に、本発明の実施の形態 5 に係る冷却装置について、図 5 A、図 5 B を参照して説明する。なお、図 5 B は、図 5 A の a a' 線の断面を示している。また、図 5 A は、図 5 B の b b' 線の断面を示している。この冷却装置は、冷却ジャケット 111、流入口 103、流出口 104、伝熱部材 105 を備える。冷却ジャケット 111 は、冷却対象の素子 107 が固定される固定部 102 を備える。また、流入口 103 には、流入継手管 108 が接続し、流出口 104 には、流出継手管 109 が接続している。冷却ジャケット 111 以外は、前述した実施の形態 1 と同様である。

[0040] 実施の形態 5 では、冷却ジャケット 111 の中の冷却用流体と、伝熱部材 105 を介した固定部 102 との間の熱伝導を向上させる機構として、冷却ジャケット 111 の内部の隅 111 a が、丸められている。言い換えると、冷却ジャケット 111 の内部の断面形状が、略楕円形とされている。このように、冷却ジャケット 111 の内部の隅 111 a を丸めることで、流入口 103 から流出口 104 へかけての、冷却用流体が流れる管断面が緩やかに変化し、流入口 103 および流出口 104 での冷却用流体の流れの変化も緩やかになる。これにより、冷却用流体のエネルギー損失が減少し、冷却ジャケット 111 の冷却用流体の流速が上がり、冷却用流体が混ざりやすくなる。この結果、冷却ジャケット 111 の内部では、冷却用流体の移動が増えて熱流量も大きくなる。

[0041] [実施の形態6]

次に、本発明の実施の形態6に係る冷却装置について、図6を参照して説明する。この冷却装置は、冷却ジャケット101、流入口103、流出口104、伝熱部材105を備える。これらの構成は、前述した実施の形態1と同様であり、冷却ジャケット101は、冷却対象の素子107が固定される固定部102を備える。また、流入口103には、流入継手管108が接続し、流出口104には、流出継手管109が接続している。

[0042] 加えて、実施の形態6に係る冷却装置は、冷却ジャケット101の中の冷却用流体と、伝熱部材105を介した固定部102との間の熱伝導を向上させる機構として、伝熱部材105の冷却ジャケット101の内側を向く面に、複数のフィン126を設けている。フィン126は、例えば、柱状の構造体である。フィン126は、例えば、伝熱部材105と同一の材料から構成することができる。複数のフィン126を設けることで、伝熱部材105と冷却用流体とが接する面積が増え、より大きな放熱効果が得られる。

[0043] 例えば、伝熱部材105の材質をSiC、伝熱部材105の厚さを1mm、冷却用流体を水、伝熱部材105および冷却用流体と伝熱部材105と間の伝熱面積を100cm²とする。SiCの熱伝導率は200(W/mK)であり、流れる水による熱伝達率は、約300~10000(W/m²K)である。物体1と物体2間の熱流量 Q' (W)は物体1の温度を T_1 (K)、物体2の温度を T_2 (K)、熱抵抗の合計を R (K/W)とすると $Q' = (T_1 - T_2) / R$ と表される。また、熱抵抗は固体内では、厚さを L (m)、熱伝導率を k (W/m²K)とすると $R = L / kA$ と表せられる。個体と流体との間では、 $R = 1 / kA$ と表せられる。このため、実施の形態に係る冷却装置の冷却性能は、伝熱部材105の熱抵抗よりも、冷却用流体と伝熱部材105と間の熱抵抗の方が支配的である。

[0044] 従って、冷却用流体と伝熱部材105と間の熱抵抗を減らす、つまり、これらの間の接触する面積を増やすことで、冷却用流体と伝熱部材105と間の伝達効率を上げられる。流れる水による熱伝達率を2000(W/m²K)

とすると、伝熱部材 105 の熱抵抗は 0.05 (K/W) 、冷却用流体（水）と伝熱部材 105 との間の熱抵抗は 5 (K/W) となる。熱流量（W）は温度差／熱抵抗で表されるため、温度差を 100 (K) とすると、熱流量は約 20 W となる。

[0045] 一方、複数のフィン 126 を設けることで、冷却用流体と伝熱部材 105 との間の面積を 40 倍に増加させれば、冷却用流体と伝熱部材 105 との間の熱抵抗は $1/40$ になり、熱流量は約 570 W となり、より大きくすることができる。

[0046] 以上に説明したように、本発明によれば、冷却ジャケットの内部における冷却用流体の流れる方向に垂直な方向に延在し、固定部の面に平行とされた棒状の部材、流入口に接続し、管軸の方向が伝熱部材の方向とされた継手管、2つの流入口、内部の隅が丸められている冷却ジャケット、冷却ジャケットの内部に設けられた攪拌子、伝熱部材の冷却ジャケットの内側を向く面に設けられたフィンなどの、冷却ジャケットの中の冷却用流体と、伝熱部材を介した固定部との間の熱伝導を向上させる機構を設けたので、ハイパワーレーザーに用いられる回折素子などを、より効率的に冷却する小型の冷却装置を提供できる。

[0047] なお、本発明は以上に説明した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で、当分野において通常の知識を有する者により、多くの変形および組み合わせが実施可能であることは明白である。棒状の部材、管軸の方向が伝熱部材の方向とされた継手管、2つの流入口、内部の隅が丸められている冷却ジャケット、冷却ジャケットの内部に設けられた攪拌子、伝熱部材の冷却ジャケットの内側を向く面に設けられたフィンのいずれかを組み合わせることも可能である。

符号の説明

[0048] 101…冷却ジャケット、102…固定部、103…流入口、103a…部分、104…流出口、104a…曲面、105…伝熱部材、106…部材、107…素子、108…流入継手管、109…流出継手管、111…冷却

ジャケット、１１３…流入口、１１６…回転翼（攪拌子）、１１８…流入継手管、１２３ a…流入口、１２３ b…流入口、１２６…フィン、１２８ a…流入継手管、１２８ b…流入継手管、１３１…面、１３２…面、１３３…面、１３４…面。

請求の範囲

- [請求項1] 冷却対象の素子が固定される固定部を備える冷却ジャケットと、
前記冷却ジャケットの中へ冷却用流体が流入する流入口と、
前記冷却ジャケットの中より冷却用流体が流出する流出口と、
前記固定部に固定される素子に接した状態で、前記冷却ジャケット
の中の冷却用流体に接触可能に配置され、前記冷却ジャケットの中の
冷却用流体と前記固定部との間で熱を伝導させる伝熱部材と、
前記冷却ジャケットの中の冷却用流体と、前記伝熱部材を介した前
記固定部との間の熱伝導を向上させる機構と
を備える冷却装置。
- [請求項2] 請求項1記載の冷却装置において、
前記流入口は、前記冷却ジャケットの前記固定部の面に垂直な第1
面に設けられ、
前記流出口は、第1面とは異なる前記冷却ジャケットの前記固定部
の面に垂直な第2面に設けられ、
前記機構は、前記冷却ジャケットの内部における冷却用流体の流れ
る方向に垂直な方向に延在し、前記固定部の面に平行とされた棒状の
部材から構成されている
ことを特徴とする冷却装置。
- [請求項3] 請求項1または2記載の冷却装置において、
前記機構は、前記流入口に接続し、管軸の方向が前記伝熱部材の方
向とされた継手管から構成されていることを特徴とする冷却装置。
- [請求項4] 請求項3記載の冷却装置において、
前記流入口は、前記冷却ジャケットの前記流出口が設けられている
面に垂直な第1面に設けられていることを特徴とする冷却装置。
- [請求項5] 請求項4記載の冷却装置において、
2つの前記流入口を備え、
一方の前記流入口は、前記冷却ジャケットの前記流出口が設けられ

ている面に垂直な第1面に設けられ、

他方の前記流入口は、第1面に向かい合う第3面に設けられ、

一方の前記流入口に接続する継手管は、管軸の方向が前記伝熱部材に向かい合う前記冷却ジャケットの面の方向とされ、

他方の前記流入口に接続する継手管は、管軸の方向が前記伝熱部材の配置されている方向とされている

ことを特徴とする冷却装置。

[請求項6]

請求項1～5のいずれか1項に記載の冷却装置において、

前記機構は、内部の隅が丸められている前記冷却ジャケットから構成されていることを特徴とする冷却装置。

[請求項7]

請求項1～6のいずれか1項に記載の冷却装置において、

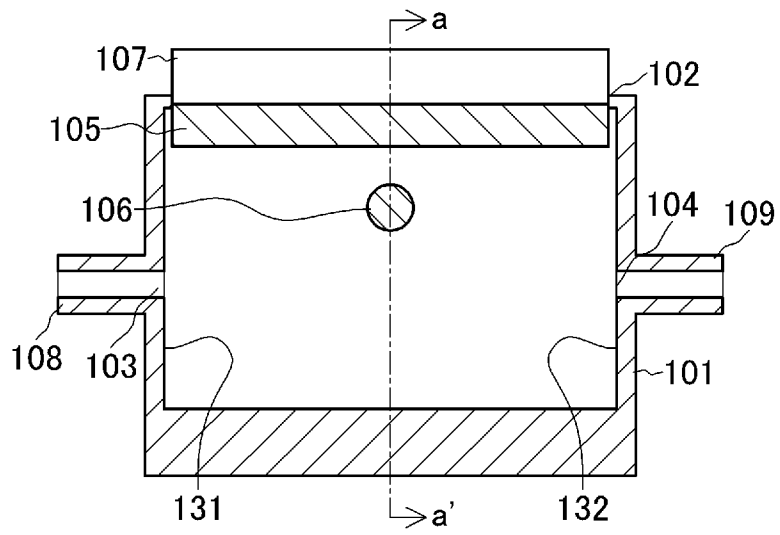
前記機構は、前記冷却ジャケットの内部に設けられた攪拌子から構成されていることを特徴とする冷却装置。

[請求項8]

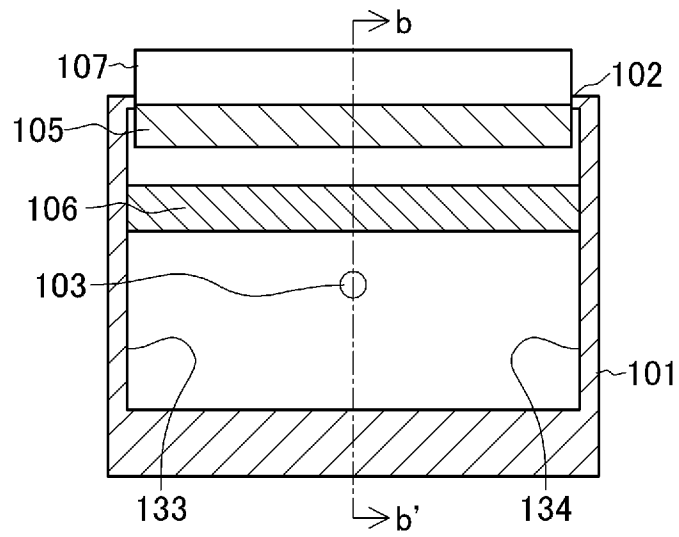
請求項1～7のいずれか1項に記載の冷却装置において、

前記機構は、前記伝熱部材の前記冷却ジャケットの内側を向く面に設けられたフィンから構成されていることを特徴とする冷却装置。

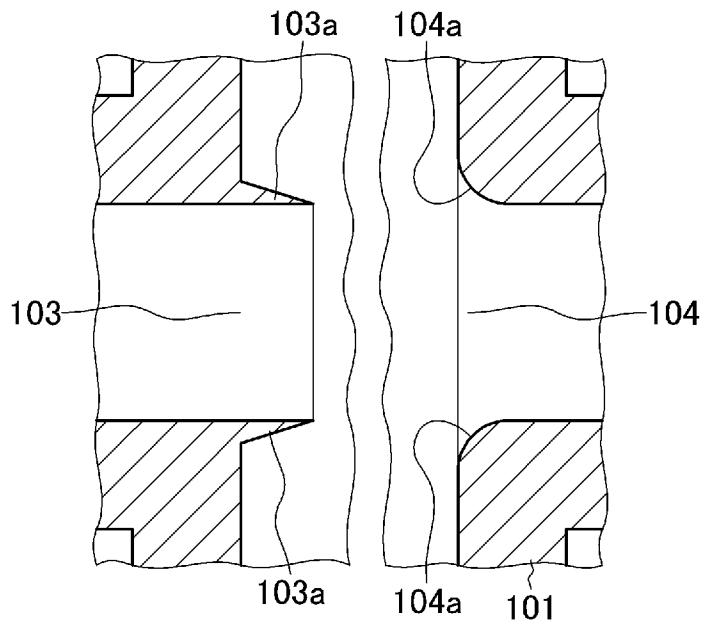
[図1A]



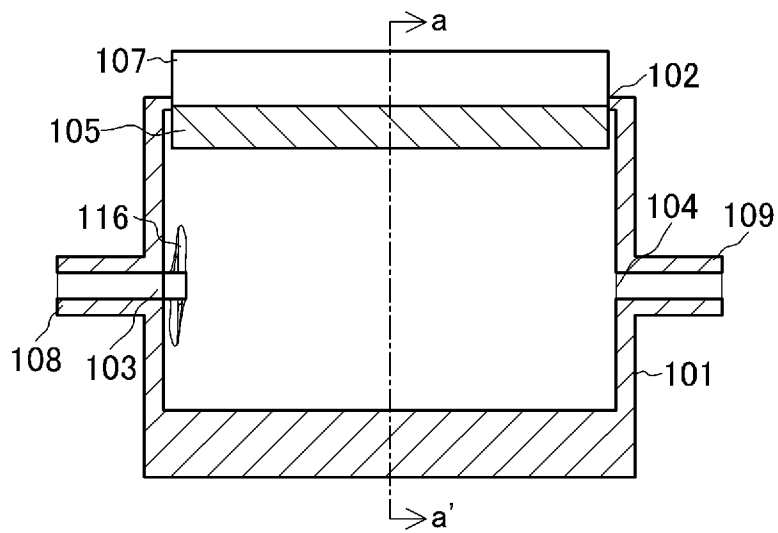
[図1B]



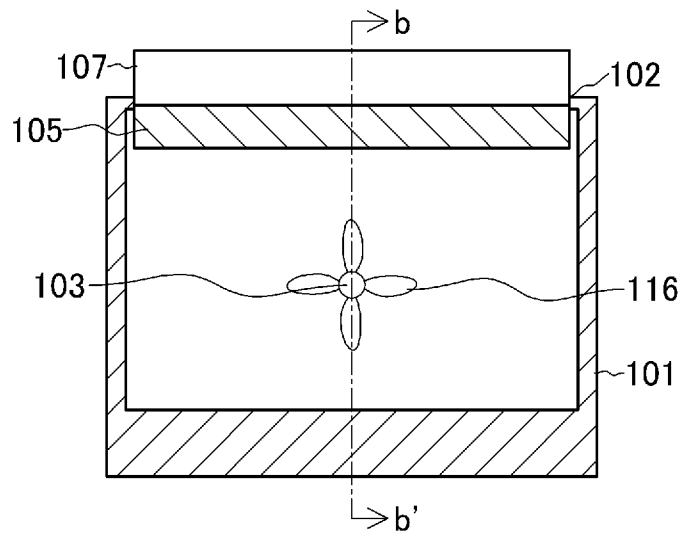
[図1C]



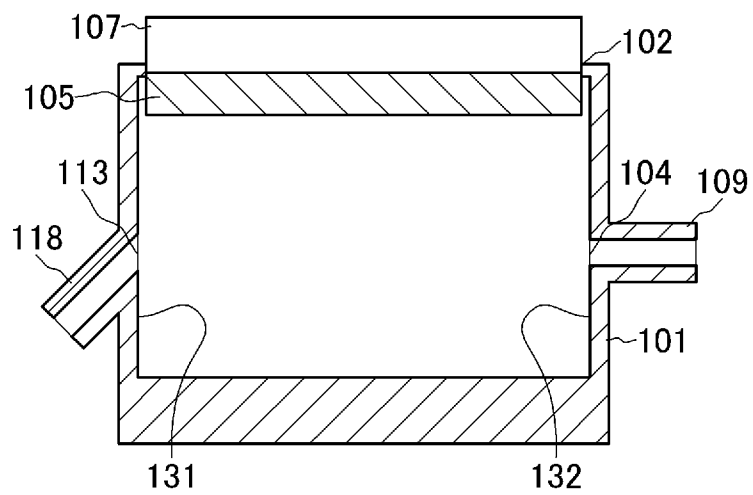
[図2A]



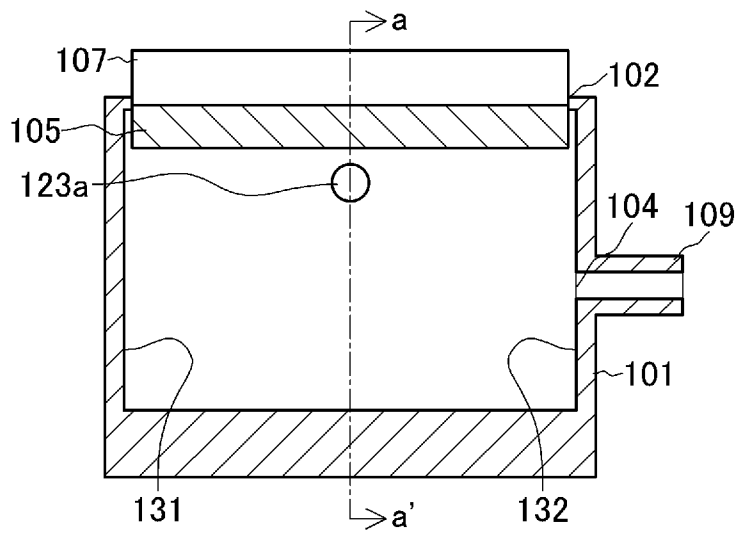
[図2B]



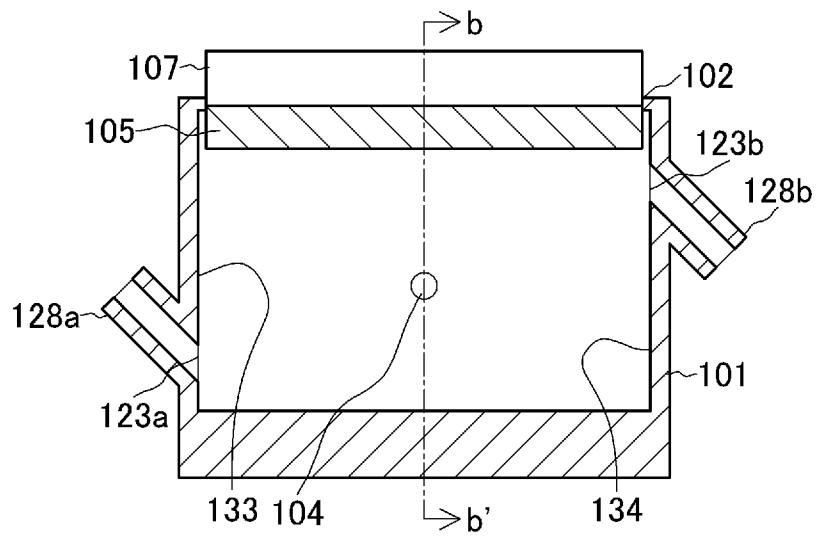
[図3]



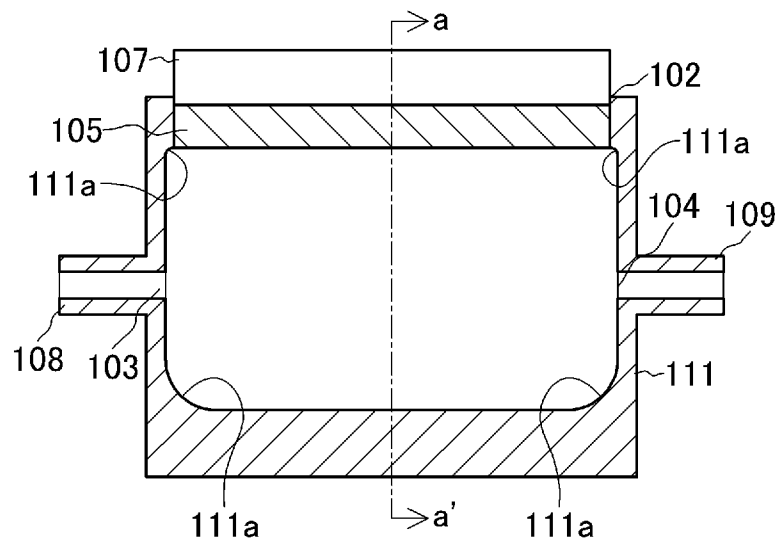
[図4A]



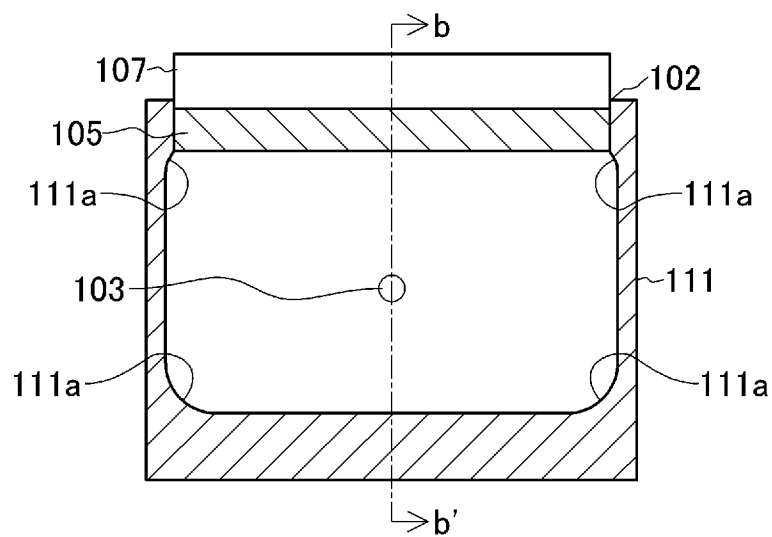
[図4B]



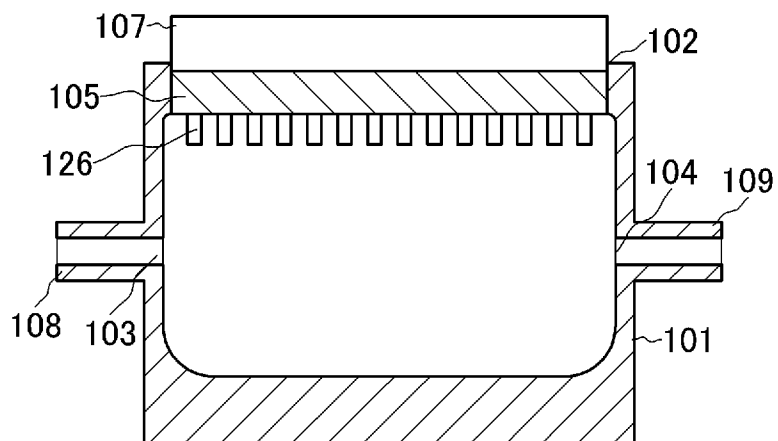
[図5A]



[図5B]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B 1/00 (2006.01) i; H01S 3/04 (2006.01) i; H01S 5/024 (2006.01) i
 FI: H01S3/04; H01S5/024; F25B1/00 399Y

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)

H01S3/00-5/50; F25B1/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	CN 105281198 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 27.01.2016 (2016-01-27) paragraphs [0041]-[0046], fig. 1	1, 8 2-7
Y	JP 2015-185601 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 22.10.2015 (2015-10-22) paragraphs [0052]-[0055], fig. 4	2-7
Y	JP 2005-142242 A (JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY AGENCY) 02.06.2005 (2005-06-02) paragraphs [0032]-[0057], fig. 1-7	2-7
A	JP 2011-054675 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 17.03.2011 (2011-03-17) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2013-041051 A (GIGAPHOTON INC.) 28.02.2013 (2013-02-28) entire text, all drawings	1-8



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
12 March 2020 (12.03.2020)

Date of mailing of the international search report
24 March 2020 (24.03.2020)

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/JP2019/034957

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 007603/1984 (Laid-open No. 120401/1985) (HITACHI, LTD.) 14.08.1985 (1985-08-14) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2017-207235 A (NTT FACILITIES, INC.) 24.11.2017 (2017-11-24) entire text, all drawings	1-8
A	US 2010/0118902 A1 (METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE) 13.05.2010 (2010-05-13) entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/034957

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105281198 A	27 Jan. 2016	(Family: none)	
JP 2015-185601 A	22 Oct. 2015	US 2016/0308326 A1 paragraphs [0069]- [0073], fig. 4 WO 2015/141430 A1 EP 3067999 A1	
JP 2005-142242 A	02 Jun. 2005	(Family: none)	
JP 2011-054675 A	17 Mar. 2011	(Family: none)	
JP 2013-041051 A	28 Feb. 2013	US 2013/0039372 A1 entire text, all drawings	
JP 60-120401 U1	14 Aug. 1985	(Family: none)	
JP 2017-207235 A	24 Nov. 2017	(Family: none)	
US 2010/0118902 A1	13 May 2010	TW 201018841 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F25B 1/00(2006.01)i; H01S 3/04(2006.01)i; H01S 5/024(2006.01)i FI: H01S3/04; H01S5/024; F25B1/00 399Y		
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）） H01S3/00-5/50; F25B1/00		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	CN 105281198 A (TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS AND CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 27.01.2016 (2016 - 01 - 27) 段落[0041]-[0046], 図1	1, 8
Y		2-7
Y	JP 2015-185601 A (三菱重工業株式会社) 22.10.2015 (2015 - 10 - 22) 段落[0052]-[0055], 図4	2-7
Y	JP 2005-142242 A (独立行政法人科学技術振興機構) 02.06.2005 (2005 - 06 - 02) 段落[0032]-[0057], 図1-7	2-7
A	JP 2011-054675 A (浜松ホトニクス株式会社) 17.03.2011 (2011 - 03 - 17) 全文, 全図	1-8
A	JP 2013-041051 A (ギガフォトン株式会社) 28.02.2013 (2013 - 02 - 28) 全文, 全図	1-8
A	日本国実用新案登録出願59-007603号(日本国実用新案登録出願公開60-120401号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社日立製作所） 14.08.1985 (1985-08-14) 全文, 全図	1-8
☒ 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	“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抵触するものではなく、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	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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		
国際調査を完了した日 12.03.2020	国際調査報告の発送日 24.03.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大西 孝宣 2K 6006 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

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
A	JP 2017-207235 A (株式会社NTTファシリティーズ) 24.11.2017 (2017 - 11 - 24) 全文, 全図	1-8
A	US 2010/0118902 A1 (METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE) 13.05.2010 (2010 - 05 - 13) 全文, 全図	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/034957

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	105281198	A	27.01.2016	(ファミリーなし)	
JP	2015-185601	A	22.10.2015	US 2016/0308326 A1	
				段落[0069]-[0073], 図4	
				WO 2015/141430 A1	
				EP 3067999 A1	
JP	2005-142242	A	02.06.2005	(ファミリーなし)	
JP	2011-054675	A	17.03.2011	(ファミリーなし)	
JP	2013-041051	A	28.02.2013	US 2013/0039372 A1	
				全文, 全図	
JP	60-120401	U1	14.08.1985	(ファミリーなし)	
JP	2017-207235	A	24.11.2017	(ファミリーなし)	
US	2010/0118902	A1	13.05.2010	TW 201018841 A	