

(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
2018年4月5日(05.04.2018)



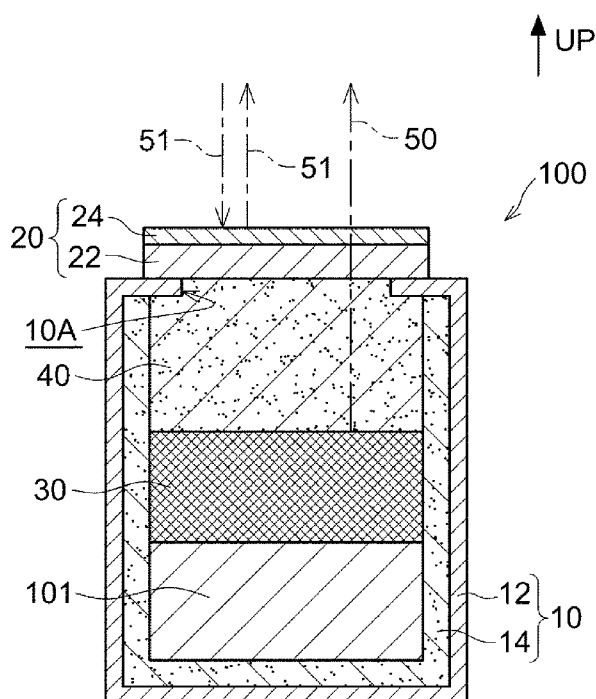
(10) 国際公開番号

WO 2018/062011 A1

- (51) 国際特許分類:
F25D 31/00 (2006.01) *F25B 23/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034212
- (22) 国際出願日: 2017年9月22日(22.09.2017)
- (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 2016-194974 2016年9月30日(30.09.2016) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉 弘 達 矢 (YOSHIHIRO, Tatsuya); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島5 7 7 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 安田 英紀 (YASUDA, Hideki); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島5 7 7 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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,

(54) Title: RADIANT COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 放射冷却装置



(57) **Abstract:** A radiant cooling device (100) comprising: an insulating container (10) which is for housing an object (101) to be cooled therein and insulating the object to be cooled from outside, and which is provided with an opening (10A); a far-infrared radiator (30) which is disposed between the object to be cooled within the insulating container and the opening, and which makes thermal contact with the object to be cooled and radiates far-infrared rays having a wavelength range of 8 μm to 13 μm ; a far-infrared transmitting window member (20) which closes at least part of the opening of

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,
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))

the insulating container and allows the far-infrared rays radiated from the far-infrared radiator to pass therethrough; and an intermediate insulating member (40) which is disposed between the far-infrared transmitting window member and the far-infrared radiator, and which insulates the far-infrared transmitting window member and the far-infrared radiator and allows the far-infrared rays radiated from the far-infrared radiator to pass therethrough.

(57) 要約: 開口部 (10A) が設けられ、内部に被冷却体 (101) を収容して被冷却体を外部から断熱するための断熱容器 (10) と、断熱容器内における被冷却体と開口部との間に配置され、被冷却体に対して熱的に接触し、 $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線を放射する遠赤外線放射体 (30) と、断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過する遠赤外線透過窓部材 (20) と、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に配置され、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体とを断熱し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過する中間断熱部材 (40) と、を備える放射冷却装置 (100)。

明 細 書

発明の名称：放射冷却装置

技術分野

[0001] 本開示は、放射冷却装置に関する。

背景技術

[0002] 放射冷却は、一般的に知られている自然現象である。

近年、省エネルギー性等の観点から、放射冷却を利用した放射冷却装置が検討されている。

[0003] 例えば、被冷却体が導入され一部を除いて被冷却体を外部から断熱する断熱容器と、この断熱容器の露出部を覆う特定構造の熱放射体と、を備える放射冷却器が知られている（例えば、特開昭58-83168号公報参照）。

また、被冷却体を冷却するための放射冷却装置であって、被冷却体に対する深さ方向に配置された複数の異なる材料を含み、上記複数の異なる材料が、太陽光スペクトル反射部と熱放射部とを含む放射冷却装置が知られている（例えば、米国特許出願公開第2015/0338175A1号明細書参照）。

[0004] また、一面を開口した断熱容器と、この断熱容器の開口を覆う透光板と、この透光板の内部に開口を覆うように設けた熱放射体と、この熱放射体の内部に被冷却体を出入りさせる出入部とからなり、上記透光板は高い赤外線透過性を有する $\text{TiBr} \cdot \text{TiI}$ の結晶体、 As_2Se_3 系ガラス又は $\text{Ge}_{33}\text{As}_{12}\text{Se}_{55}$ 系ガラス等からなる板体で形成され、上記熱放射体は被冷却体と接触し、かつ反射率及び熱伝導率の高い金属板と、この金属板を被覆する太陽光線に対して高い反射率を有し赤外線に対して高い放射率を有する TiO_2 からなる被膜とから形成されている放射冷却器が知られている（例えば、特開昭61-223468号公報参照）。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特開昭58-83168号公報に記載の技術では、熱放射体が大気と接しているために、大気から熱放射体への熱流入に起因して、冷却時の到達温度が上昇する場合がある。

また、米国特許出願公開第2015/0338175A1号明細書に記載の技術では、太陽光スペクトル反射部から熱放射部への熱伝導に起因して冷却時の到達温度が上昇する場合がある。

また、特開昭61-223468号公報に記載の技術では、開口を覆う透光板から熱放射体への熱伝導に起因して、冷却時の到達温度が上昇する場合がある。

[0006] 本発明の一態様の課題は、冷却時の到達温度が低い放射冷却装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するための手段には、以下の態様が含まれる。

<1> 開口部が設けられ、内部に被冷却体を収容して被冷却体を外部から断熱するための断熱容器と、

断熱容器内における被冷却体と開口部との間に配置され、被冷却体に対して熱的に接触し、 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線を放射する遠赤外線放射体と、

断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過する遠赤外線透過窓部材と、

遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に配置され、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体とを断熱し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過する中間断熱部材と、
を備える放射冷却装置。

<2> 遠赤外線放射体は、上記遠赤外線を放射する方向の上記波長範囲における平均放射率 E_{8-13} が0.80以上であり、遠赤外線透過窓部材は、上記遠赤外線を透過する方向の上記波長範囲における平均透過率 T_{8-13} が0.40以上である<1>に記載の放射冷却装置。

<3> 中間断熱部材は、上記遠赤外線を透過する方向の上記波長範囲における平均透過率 T_{8-13} が 0.50 以上である<1>又は<2>に記載の放射冷却装置。

<4> 中間断熱部材が、樹脂を含有する<1>~<3>のいずれか1つに記載の放射冷却装置。

<5> 樹脂が、気泡を含む<4>に記載の放射冷却装置。

<6> 中間断熱部材の空隙率が70%以上である<5>に記載の放射冷却装置。

<7> 中間断熱部材を上記遠赤外線の透過方向に沿って切断した断面において、上記透過方向の直線が横切る気泡の数が、7個以下である<5>又は<6>に記載の放射冷却装置。

<8> 樹脂が、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリスチレン、及びポリノルボルネンからなる群から選択される少なくとも1種である<4>~<7>のいずれか1つに記載の放射冷却装置。

<9> 中間断熱部材は、上記遠赤外線が透過する方向の熱伝導率が、 $0.08 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下である<1>~<8>のいずれか1つに記載の放射冷却装置。

<10> 遠赤外線透過窓部材が、窓部材本体と、窓部材本体から見て遠赤外線放射体側とは反対側に配置され、少なくとも太陽光を反射する太陽光反射層と、を含む<1>~<9>のいずれか1つに記載の放射冷却装置。

<11> 太陽光反射層は、数平均粒子径が $0.1 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ である粒子を含む<10>に記載の放射冷却装置。

<12> 遠赤外線透過窓部材は、遠赤外線放射体側とは反対側の面の日射反射率が、80%以上である<1>~<11>のいずれか1つに記載の放射冷却装置。

<13> 更に、遠赤外線透過窓部材から見て遠赤外線放射体側とは反対側に、遠赤外線透過窓部材を透過した遠赤外線が通過する金属筒部材を備える<1>~<12>のいずれか1つに記載の放射冷却装置。

発明の効果

[0008] 本発明の一態様によれば、冷却時の到達温度が低い放射冷却装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の放射冷却装置の一例である放射冷却装置を概念的に示す概略断面図である。

[図2]本開示の放射冷却装置の別の一例である放射冷却装置を概念的に示す概略断面図である。

[図3]本開示の実施例1の放射冷却装置を概念的に示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 本明細書において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

本明細書において、組成物中の各成分の量は、組成物中に各成分に該当する物質が複数存在する場合、特に断らない限り、組成物中に存在する上記複数の物質の合計量を意味する。

本明細書において、波長範囲の限定が無い「遠赤外線」とは、 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲の電磁波を意味し、「 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線」とは、上記の遠赤外線のうち $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲内の遠赤外線を意味する。

[0011] 本開示の放射冷却装置は、

開口部が設けられ、内部に被冷却体を収容して被冷却体を外部から断熱するための断熱容器と、

断熱容器内における被冷却体と開口部との間に配置され、被冷却体に対して熱的に接触し、 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線（以下、「特定遠赤外線」ともいう）を放射する遠赤外線放射体と、

断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞し、遠赤外線放射体から放射された特定遠赤外線を透過する遠赤外線透過窓部材と、

遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に配置され、遠赤外線透過窓

部材と遠赤外線放射体とを断熱し、遠赤外線放射体から放射された特定遠赤外線を透過する中間断熱部材と、
を備える。

[0012] 本開示の放射冷却装置によれば、上記中間断熱部材を備えない場合と比較して、冷却時の到達温度が低いという効果が奏される。かかる効果は、日中、夜間を問わず奏される効果である。

かかる効果が奏される理由は、以下のように推測される。

[0013] 本開示の放射冷却装置の断熱容器内に被冷却体が収容された場合、被冷却体に熱的に接触する遠赤外線放射体から、特定遠赤外線（即ち、 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線）が放射される。特定遠赤外線の波長範囲（ $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ ）は、「大気の窓」と称される波長範囲であり、大気を透過する電磁波の透過率が高い波長範囲である。このため、被冷却体に熱的に接触する遠赤外線放射体から放射された特定遠赤外線は、中間断熱部材及び遠赤外線透過窓部材をこの順序で透過し、その後、大気に吸収されずに大気を透過して天空（即ち、宇宙空間）に到達する。その結果、放射冷却現象によって被冷却体が冷却される。

本開示の放射冷却装置では、遠赤外線放射体が断熱容器内に収容され、かつ、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に中間断熱部材が配置されている。

遠赤外線放射体が断熱容器内に配置されていることにより、大気（即ち、放射冷却装置外）からの遠赤外線放射体への熱流入が抑制され、その結果、被冷却体への熱流入も抑制される。

更に、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に中間断熱部材が配置されていることにより、遠赤外線透過窓部材から遠赤外線放射体への熱伝導が抑制され、その結果、被冷却体への熱伝導も抑制される。

本開示の放射冷却装置では、上述した熱流入及び熱伝導に起因する、冷却時の到達温度の上昇が抑制され、その結果、上記中間断熱部材を備えない場合と比較して、冷却時の到達温度が低くなると考えられる。

[0014] 以下、本開示の放射冷却装置の一例について、図面を参照しながら説明する。ただし、本開示の放射冷却装置は、以下の一例には限定されない。

なお、図面において、実質的に同一の機能を有する部材には同一の符号を付与し、明細書中では、重複した説明を省略する場合がある。

[0015] 図1は、本開示の放射冷却装置の一例である放射冷却装置が、断熱容器内に被冷却体を收容し、かつ、断熱容器の開口部が上（図1中、矢印UPの方向；天空の方向）を向く配置で屋外に配置された様子を概念的に示す概略断面図である。

[0016] 図1に示されるように、放射冷却装置100は、断熱容器10を備える。

断熱容器10は、内部に被冷却体101を收容して被冷却体101を外部から断熱するための部材である。この断熱容器10は、容器本体12と、容器本体12の内表面に沿って配置された容器断熱部材14と、によって形成されている。即ち、断熱容器10は、容器本体12と容器断熱部材14との複合部材である。容器本体12及び容器断熱部材14のうち、少なくとも容器断熱部材14は断熱材料を含む。容器本体12は、断熱材料を含んでも含まなくてもよい。

但し、本開示における断熱容器は、上記複合部材であることには限定されず、断熱材料を含む単一部材であってもよい。また、上記複合部材である場合において、容器断熱部材は、容器本体の内表面全体に沿って配置されている必要はなく、内表面の一部のみに配置されていてもよい。

断熱容器10の上面には、開口部10Aが設けられている。

[0017] 放射冷却装置100は、断熱容器10内に遠赤外線放射体30を備える。遠赤外線放射体30は、特定遠赤外線50を放射する。

断熱容器10内に被冷却体101が收容された状態（図1の状態）において、遠赤外線放射体30は、被冷却体101と開口部10Aとの間に配置され、被冷却体101に対して熱的に接触する。

ここで、遠赤外線放射体30が被冷却体101に対して熱的に接触するとは、遠赤外線放射体30が被冷却体101に対し、直接接触するか、又は、

熱伝導性部材（例えば金属部材）を介して接触することを意味する。

遠赤外線放射体 30 は、必ずしも断熱容器 10 内に固定配置されている必要はない。例えば、断熱容器 10 内に被冷却体 101 を収容した後、被冷却体 101 上に直接又は熱伝導性部材を介して載せるだけでもよい。

[0018] 放射冷却装置 100 は、断熱容器 10 の開口部 10A を閉塞する遠赤外線透過窓部材 20 を備える。

この遠赤外線透過窓部材 20 は、断熱容器 10 の開口部 10A 全体を覆う部材となっているが、遠赤外線透過窓部材は、この遠赤外線透過窓部材 20 の態様には限定されない。例えば、遠赤外線透過窓部材は、断熱容器の開口部の一部を覆う部材であってもよいし、断熱容器の開口部の一部又は全体に嵌め込まれる部材であってもよい。要するに、遠赤外線透過窓部材は、断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞する部材であればよい。

この一例では、遠赤外線透過窓部材 20 は、窓部材本体 22 と太陽光反射層 24 とが積層された積層構造を有する複合部材となっている。太陽光反射層 24 は、窓部材本体 22 の上側（即ち、窓部材本体 22 から見て遠赤外線放射体 30 側とは反対側）に配置される。太陽光反射層 24 は、太陽光 51（即ち、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の波長範囲の電磁波）を反射させる機能を有する。

遠赤外線透過窓部材 20 は、全体として、遠赤外線放射体 30 から放射された特定遠赤外線 50 を透過する機能を有する。

なお、この一例において、複合部材である遠赤外線透過窓部材 20 の代わりに、特定遠赤外線透過機能及び太陽光反射機能を兼ね備えた単一部材である遠赤外線透過窓部材を用いても構わない。

[0019] 放射冷却装置 100 は、断熱容器 10 内における遠赤外線透過窓部材 20 と遠赤外線放射体 30 との間に、中間断熱部材 40 を備えている。

中間断熱部材 40 は、遠赤外線透過窓部材 20 と遠赤外線放射体 30 とを断熱するための部材であり、かつ、遠赤外線放射体 30 から放射された特定遠赤外線 50 を透過する部材である。

なお、中間断熱部材 40 の断熱材料は、前述の容器断熱部材 14 の断熱材

料と同一であってもよいし、異なってもよい。断熱材料については後述する。

[0020] 本明細書において、「中間断熱部材」との用語は、「容器断熱部材」と区別するための用語である。

「中間」とは、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間を意味する。

[0021] また、本明細書において、「断熱」とは熱伝導が抑制されることを意味し、具体的な熱伝導率については特に制限はない。本開示における「断熱」の熱伝導率として、好ましくは $0.1\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 未満であり、より好ましくは $0.08\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下である。

[0022] 以下、放射冷却装置100による被冷却体の冷却について説明する。

放射冷却装置100では、被冷却体101に熱的に接触している遠赤外線放射体30から放射された特定遠赤外線50が、中間断熱部材40及び遠赤外線透過窓部材20をこの順に透過して放射冷却装置100外に放出される。放射冷却装置100外に放出された特定遠赤外線50は、大気に吸収されずに大気を透過して天空（即ち、宇宙空間）に到達する。その結果、放射冷却現象によって被冷却体101が冷却される。

放射冷却装置100では、遠赤外線放射体30が断熱容器10内に配置されている。このため、装置外から遠赤外線放射体30への熱流入が抑制され、その結果、被冷却体101への熱流入も抑制される。

また、放射冷却装置100では、遠赤外線透過窓部材20と遠赤外線放射体30とが、中間断熱部材40によって断熱されている。このため、遠赤外線透過窓部材20から遠赤外線放射体30への熱伝導が抑制され、その結果、被冷却体101への熱伝導も抑制される。

放射冷却装置100では、被冷却体の冷却時において、上述の熱流入及び熱伝導が抑制されるので、到達温度を低くすることができる。

[0023] 更に、放射冷却装置100では、遠赤外線透過窓部材として、太陽光51を反射する太陽光反射層24を備える遠赤外線透過窓部材20を用いているので、太陽光51の熱に起因する到達温度の上昇が抑制される。

なお、放射冷却装置 100 において、複合部材である遠赤外線透過窓部材 20 の代わりに、特定遠赤外線透過機能及び太陽光反射機能を兼ね備えた単一部材である遠赤外線透過窓部材を用いた場合にも、複合部材である遠赤外線透過窓部材 20 を用いた場合と同様の効果が奏される。

[0024] 図 1 において、放射冷却装置 100 全体の配置角度は、断熱容器 10 の開口部 10A が真上（即ち、重力方向に対して反対方向）を向く配置となっているが、放射冷却装置 100 全体の配置角度は、この角度には限定されない。放射冷却装置 100 全体の配置角度は、断熱容器の開口部が斜め上を向く配置であってもよい。要するに、放射冷却装置 100 全体の配置角度は、遠赤外線放射体 30 から放射された特定遠赤外線 50 が、中間断熱部材 40 及び遠赤外線透過窓部材 20 を経由して、天空に向けて放射される角度であればよい。太陽光による熱流入を抑制する観点から、放射冷却装置 100 全体の配置角度は、断熱容器の開口部が太陽の方向とは異なる方向を向く配置角度であることが好ましい。

[0025] 次に、本開示における被冷却体及び放射冷却装置の好ましい態様について説明する。

[0026] <被冷却体>

本開示における被冷却体（例えば被冷却体 101）としては、断熱容器内に収容できるものであればよく、その他には特に制限はない。

被冷却体は、本開示の放射冷却装置の原理からみて、固体であってもよいし、液体であってもよいし、気体であってもよい。

実用上の観点から、被冷却体は、固体及び液体の少なくとも一方であることが好ましい。

被冷却体が液体である場合には、被冷却体としての液体を収容した容器を断熱容器内に収容してもよい（後述の実施例参照）。

[0027] <断熱容器>

本開示の放射冷却装置は、断熱容器（例えば、前述の断熱容器 10）を備える。

断熱容器は、この断熱容器の内部に被冷却体を収容し、収容された被冷却体を断熱容器の外部から断熱するための容器である。

断熱容器は、上述の機能を発揮できるものであればよく、具体的な構成には特に制限はない。

断熱容器は、容器本体（例えば、前述の容器本体 1 2）と容器断熱部材（例えば、前述の容器断熱部材 1 4）との複合部材である断熱容器（例えば、前述の断熱容器 1 0）であってもよいし、断熱材料に対して金属膜等が被覆された複合部材であってもよいし、断熱材料からなる単一部材である断熱容器であってもよい。

[0028] 容器断熱部材に含まれる断熱材料の好ましい態様は、後述する、中間断熱部材に含まれる断熱材料の好ましい態様と同様である。

[0029] 断熱容器の容器本体の材料には特に制限されない。

容器本体の材料としては、金属材料又は金属材料以外の無機材料が好ましい。

金属材料としては、銅、銀、アルミニウム等の金属；ステンレス、アルミニウム合金等の合金；等が挙げられる。

金属材料以外の無機材料としては、ソーダガラス、カリガラス、鉛ガラス等のガラス；P L Z T（チタン酸ジルコン酸ランタン鉛）等のセラミックス；石英；蛍石；サファイア；等が挙げられる。

[0030] 容器本体の材料としては、外部からの熱流入を抑制する観点から、主な熱流入源である太陽光又は放射熱を反射する性能が高い、金属材料が好ましく、アルミニウム、銀、アルミニウム合金、又はステンレスがより好ましい。

また、容器本体の材料としては、金属材料以外の無機材料に対し、金属材料がコーティングされた材料であってもよい。

[0031] 断熱容器の肉厚は、断熱容器の強度、断熱の程度などを考慮して、適宜設定できる。

[0032] また、断熱容器には、開口部（例えば、前述の開口部 1 0 A 及び後述の開口部 1 1 0 A）が設けられている。

断熱容器における開口部は、遠赤外線放射体から放射された特定遠赤外線の出口として機能する。

開口部を通じて断熱容器外に放出された特定遠赤外線は、遠赤外線透過窓部材を透過し、更に大気を透過して天空に到達する。

[0033] 開口部の平面視形状は、楕円形状（円形状を含む）、長方形形状（正方形形状を含む）、長方形以外の多角形状、などが挙げられる。開口部の平面視形状は、これらの形状以外の不定形状であってもよい。

開口部の平面視形状は、加工容易性の観点から、楕円形状が好ましく、円形状がより好ましい。

[0034] また、断熱容器における開口部は、被冷却体の出入口としての機能を有していてもよい。

また、断熱容器には、開口部とは別に、被冷却体の出入口が設けられていてもよい。

このように、被冷却体を、断熱容器に入れたり、断熱容器から取り出したりすることができるように断熱容器を構成してもよい。この構成においては、被冷却体を冷却するとき以外は、断熱容器内に被冷却体が収容されていなくてもよい。

断熱容器は、被冷却体収容部を有するともいえる。被冷却体は被冷却体収容部から収納及び取り出し可能であってもよく、被冷却体収容部に固定されていてもよい。このような被冷却体収容部は、何らかの支持構造を周囲に備えた空間であってもよく、例えば何らかの入れ物の内部空間等であってもよい。

この観点からは、一実施形態では、

開口部が設けられ、内部に被冷却体収容部を備え、被冷却体収容部が外部から断熱されるように構成された断熱容器と、

断熱容器内における被冷却体収容部と開口部との間に配置され、被冷却体収容部に対して熱的に接触し、 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線を放射する遠赤外線放射体と、

断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過する遠赤外線透過窓部材と、

遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に配置され、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体とを断熱し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過する中間断熱部材と、

を備える放射冷却装置、

が提供される。

このような放射冷却装置は、被冷却体を被冷却体収容部に配置することで、被冷却部材を冷却するのに使用可能である。このため、放射冷却装置の、被冷却体の冷却における使用も提供される。

また、

開口部が設けられ、内部に被冷却体収容部を備え、被冷却体収容部が外部から断熱されるように構成された断熱容器と、

8 μm ~ 13 μm の波長範囲の遠赤外線を放射する遠赤外線放射体と、

断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞するように配置されたときに遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過するように構成された遠赤外線透過窓部材と、

遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に配置されたときに遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体とを断熱し、遠赤外線放射体から放射された上記遠赤外線を透過するように構成された中間断熱部材と、

被冷却体を被冷却体収容部に配置し、遠赤外線放射体を断熱容器内における被冷却体と開口部との間に、被冷却体に対して熱的に接触するように配置し、中間断熱部材を遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に配置し、遠赤外線透過窓部材により断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞することで、被冷却体を冷却するプロセスを記載した指示と、

を備える冷却用キット、が提供される。

さらに、このような冷却用キットの、被冷却体の冷却における使用も提供される。

[0035] 断熱容器及び開口部の大きさには特に制限はなく、目的に応じて適宜設定され得る。

断熱容器の高さ（即ち、断熱容器の、遠赤外線放射体から特定遠赤外線が放射される方向の長さ）は、例えば10mm～2m、好ましくは10mm～500mm、より好ましくは100mm～300mmである。

断熱容器の最大長さ（即ち、上記高さ方向と直交する方向の最大長さ；例えば、断熱容器が円柱形状である場合には直径）は、例えば10mm～30m、好ましくは10mm～1000mm、より好ましくは100mm～500mmである。

断熱容器の開口部の最大長さ（例えば、開口部が円形状である場合には直径）は、例えば10mm～30m、好ましくは10mm～1000mm、より好ましくは50mm～210mmである。さらに、開口部は1つの断熱容器に対し複数設けられていてもよい。

[0036] <遠赤外線放射体>

本開示の放射冷却装置は、断熱容器内に、特定遠赤外線を放射する遠赤外線放射体（例えば、前述の遠赤外線放射体30）を備える。

断熱容器内への被冷却体の収容時において、遠赤外線放射体は、被冷却体と断熱容器の開口部との間に配置され、被冷却体に熱的に接触する。

[0037] 断熱容器内における遠赤外線放射体との位置は、断熱容器の外部から断熱容器の開口部を平面視した場合に、開口部の少なくとも一部と遠赤外線放射体の少なくとも一部とが重なる位置であることが好ましく、開口部の全体と遠赤外線放射体の少なくとも一部とが重なる位置であることがより好ましい。

[0038] 遠赤外線放射体の構造は、放射体本体からなる単層構造であってもよいし、放射体本体と他の層（例えば、後述の放射体反射層）とを含む積層構造であってもよい。

[0039] ($8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲における平均放射率 E_{8-13})

遠赤外線放射体は、特定遠赤外線を放射する方向の $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波

長範囲における平均放射率 E_{8-13} が、0.80 以上であることが好ましく、0.85 以上であることがより好ましく、0.90 以上であることが特に好ましい。遠赤外線放射体の平均放射率 E_{8-13} が0.80 以上であると、遠赤外線放射体の特定遠赤外線の放射性能がより向上するので、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

遠赤外線透過窓部材の平均放射率 E_{8-13} の上限には特に制限はない。遠赤外線透過窓部材の製造適性の観点から、遠赤外線透過窓部材の平均放射率 E_{8-13} は、0.98 以下が好ましい。

特定遠赤外線を放射する方向とは、遠赤外線放射体から放出された特定遠赤外線が遠赤外線透過窓部材を通して断熱容器から外部へと放出される方向であり、例えば図1及び図3においては特定遠赤外線50の進行方向として示されている方向である。

[0040] 言うまでもないが、本明細書において、遠赤外線放射体の好ましい分光特性（平均放射率）は、遠赤外線放射体が積層構造を有する場合には、遠赤外線放射体全体（即ち積層構造全体）の分光特性を意味する。

[0041] 本明細書において、平均放射率 E_{8-13} は、JIS R 3106:1998の付表3中、 $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長（前述の10個の波長）のそれぞれにおいて、キルヒホッフの法則によって分光透過率及び分光反射率から分光放射率を求め、得られた分光放射率を算術平均した値を意味する。

$8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲における平均放射率は、具体的には、以下のようにして求める。

まず、フーリエ変換赤外線分光（FTIR）により、 $1.7\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲における分光透過率及び分光反射率を測定する。

$1.7\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲における分光透過率及び分光反射率の測定結果のうち、JIS R 3106:1998の付表3における、 $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長（具体的には、 $8.1\mu\text{m}$ 、 $8.6\mu\text{m}$ 、 $9.2\mu\text{m}$ 、 $9.7\mu\text{m}$ 、 $10.2\mu\text{m}$ 、 $10.7\mu\text{m}$ 、 $11.3\mu\text{m}$

、 $11.8\mu\text{m}$ 、 $12.4\mu\text{m}$ 、及び $12.9\mu\text{m}$ の10点の波長。)ごとに、以下に示すキルヒホッフの法則より分光放射率を算出する。

キルヒホッフの法則 : 分光放射率 = $1 - \text{分光透過率} - \text{分光反射率}$

各波長の分光放射率(10個の値)を算術平均することにより、「 $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲における平均放射率」を求める。

[0042] なお、後述の実施例では、FTIR装置として、Varian社製FTIR(型番:FTS-7000)を用いた。

[0043] (E_{8-13}/E_{5-25} 比)

遠赤外線放射体は、特定遠赤外線を放射する方向について、特定遠赤外線を優先的に(理想的には選択的に)放射することが好ましい。

具体的には、遠赤外線放射体は、特定遠赤外線を放射する方向の $5\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲における平均放射率 E_{5-25} に対する上記平均放射率 E_{8-13} の比である E_{8-13}/E_{5-25} 比が、1.20以上であることが好ましく、1.30以上であることがより好ましく、1.50以上であることが特に好ましい。

遠赤外線放射体の E_{8-13}/E_{5-25} 比が1.20以上であると、大気の熱放射(即ち、波長 $8\mu\text{m}$ 未満の電磁波及び波長 $13\mu\text{m}$ 超の電磁波による熱放射)による遠赤外線放射体への熱流入を抑制しつつ、遠赤外線放射体から特定遠赤外線を放射させることができる。従って、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

[0044] E_{8-13}/E_{5-25} 比の上限には特に制限はない。遠赤外線放射体の製造適性の観点から、 E_{8-13}/E_{5-25} 比は2.40以下であることが好ましい。

[0045] 本明細書において、平均放射率 E_{5-25} は、JIS R 3106:1998の附表3中、 $5\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光放射率の算術平均値を意味する。

平均放射率 E_{5-25} は、具体的には、以下のようにして求める。

まず、フーリエ変換赤外線分光(FTIR)により、 $1.7\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲の分光透過率及び分光反射率を測定する。

1. $7\ \mu\text{m} \sim 25\ \mu\text{m}$ の波長範囲の分光透過率及び分光反射率の測定結果のうち、JIS R 3106:1998の付表3における、 $5\ \mu\text{m} \sim 25\ \mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長（具体的には、 $5.5\ \mu\text{m}$ 、 $6.7\ \mu\text{m}$ 、 $7.4\ \mu\text{m}$ 、 $8.1\ \mu\text{m}$ 、 $8.6\ \mu\text{m}$ 、 $9.2\ \mu\text{m}$ 、 $9.7\ \mu\text{m}$ 、 $10.2\ \mu\text{m}$ 、 $10.7\ \mu\text{m}$ 、 $11.3\ \mu\text{m}$ 、 $11.8\ \mu\text{m}$ 、 $12.4\ \mu\text{m}$ 、 $12.9\ \mu\text{m}$ 、 $13.5\ \mu\text{m}$ 、 $14.2\ \mu\text{m}$ 、 $14.8\ \mu\text{m}$ 、 $15.6\ \mu\text{m}$ 、 $16.3\ \mu\text{m}$ 、 $17.2\ \mu\text{m}$ 、 $18.1\ \mu\text{m}$ 、 $19.2\ \mu\text{m}$ 、 $20.3\ \mu\text{m}$ 、 $21.7\ \mu\text{m}$ 、及び $23.3\ \mu\text{m}$ の24点の波長。）ごとに、前述のキルヒホッフの法則より分光放射率を算出する。

各波長の分光放射率（24個の値）を算術平均することにより、平均放射率 E_{5-25} を求める。

[0046] ($3\ \mu\text{m} \sim 7\ \mu\text{m}$ の波長範囲における平均反射率 R_{3-7})

遠赤外線放射体は、遠赤外線放射窓部材側の面の、 $3\ \mu\text{m} \sim 7\ \mu\text{m}$ の波長範囲における平均反射率 R_{3-7} が、0.05以上であることが好ましく、0.10以上であることがより好ましい。遠赤外線透過窓部材の平均反射率 R_{3-7} が0.10以上であると、遠赤外線放射体及び被冷却体に対する上方（遠赤外線放射体から見て遠赤外線放射窓部材の方向）からの $3\ \mu\text{m} \sim 7\ \mu\text{m}$ の波長範囲の電磁波の入射を抑制できるので、かかる電磁波の入射による到達温度の上昇をより抑制できる。

平均反射率 R_{3-7} が0.05以上であることは、遠赤外線放射体が後述の放射体反射層を含む場合により達成し易い。

遠赤外線透過窓部材の平均反射率 R_{3-7} の上限には特に制限はない。遠赤外線透過窓部材の製造適性の観点から、遠赤外線透過窓部材の平均反射率 R_{3-7} は、0.90以下（より好ましくは0.80以下）であることが好ましい。

[0047] 本明細書において、平均反射率 R_{3-7} は、JIS R 3106:1998の付表3中、 $3\ \mu\text{m} \sim 7\ \mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光反射率の算術平均値を意味する。

平均反射率 R_{3-7} の測定方法は、JIS R 3106:1998の付表3

中、 $3\ \mu\text{m} \sim 7\ \mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光反射率を測定し、測定結果の算術平均を求めること以外は、前述の平均放射率 E_{8-13} の測定方法と同様である。

[0048] (材料、形状など)

遠赤外線放射体（放射体本体）としては、公知の熱放射体から、特定遠赤外線を放射する物質を適宜選択して用いることができ、特に限定されない。

遠赤外線放射体（放射体本体）としては、 $8\ \mu\text{m} \sim 13\ \mu\text{m}$ の波長範囲における平均放射率が高い点で、黒体放射体、又は、チタニア膜とシリカ膜との積層膜を備える放射体が好ましい。

また、遠赤外線放射体（放射体本体）としては、製造容易性の観点からみると、黒体放射体が好ましい。

黒体放射体としては、黒体自体である黒体放射体、金属材料の表面に市販の黒体スプレーを塗布した黒体放射体、金属材料の表面に市販の黒体テープを貼付した黒体放射体、等が挙げられる。

また、遠赤外線放射体（放射体本体）としては、 E_{8-13}/E_{5-25} 比を向上させ易い観点（例えば、 E_{8-13}/E_{5-25} 比が1.20以上であることを達成し易い観点）からみると、チタニア膜とシリカ膜との積層膜を備える放射体が好ましい。

[0049] 遠赤外線放射体全体の三次元形状にも特に制限はないが、装置をコンパクトにする観点から、板形状であることが好ましい。

[0050] 遠赤外線放射体全体の平面視形状にも特に制限はない。遠赤外線放射体全体の平面視形状としては、楕円形状（円形状を含む）、長方形形状（正方形形状を含む）、長方形以外の多角形状、などが挙げられる。遠赤外線放射体の平面視形状は、これらの形状以外の不定形状であってもよい。

遠赤外線放射体全体の平面視形状としては、入手性の観点から、楕円形状であることが好ましく、円形状であることが特に好ましい。

[0051] 遠赤外線放射体全体の厚さにも特に制限はない。

遠赤外線放射体全体の厚さは、好ましくは $1\ \text{mm} \sim 30\ \text{mm}$ 、より好まし

くは1 mm～20 mm、特に好ましくは2 mm～10 mmである。

遠赤外線放射体全体の厚さが1 mm以上であると、遠赤外線放射体の強度の点で有利である。

遠赤外線放射体全体の厚さが30 mm以下であると、断熱容器内の省スペース化の点で有利である。

[0052] (放射体反射層)

遠赤外線放射体は、放射体本体と、放射体本体から見て遠赤外線放射窓部材側に配置され、 $3\ \mu\text{m}$ ～ $7\ \mu\text{m}$ の波長領域の電磁波を反射する放射体反射層と、を含むことができる。

遠赤外線放射体が放射体反射層を含む態様によれば、放射体本体及び被冷却体に対する上方（遠赤外線放射体から見て遠赤外線放射窓部材の方向）からの $3\ \mu\text{m}$ ～ $7\ \mu\text{m}$ の波長領域の電磁波の入射を抑制できるので、かかる電磁波の入射による到達温度の上昇をより抑制できる。

放射体反射層の好ましい態様は、後述の太陽光反射層の好ましい態様と同様である。

遠赤外線放射体が放射体反射層を含む態様によれば、遠赤外線放射体の平均反射率 R_{3-7} が0.05以上であることをより達成し易い。

[0053] <遠赤外線透過窓部材>

本開示の放射冷却装置は、特定遠赤外線（即ち、 $8\ \mu\text{m}$ ～ $13\ \mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線）を透過する遠赤外線透過窓部材（例えば、前述の遠赤外線透過窓部材20）を備える。

遠赤外線透過窓部材は、断熱容器の開口部の少なくとも一部を閉塞するように配置される。冷却時の到達温度をより低くする観点から、遠赤外線透過窓部材は、断熱容器の開口部の全部を閉塞するように配置されることが好ましい。

[0054] 遠赤外線透過窓部材の構造は、窓部材本体からなる単層構造であってもよいし、窓部材本体と他の層（例えば、後述の太陽光反射層）とを含む積層構造であってもよい。

[0055] ($8\ \mu\text{m} \sim 13\ \mu\text{m}$ の波長範囲における平均透過率 T_{8-13})

遠赤外線透過窓部材は、特定遠赤外線を透過する方向の $8\ \mu\text{m} \sim 13\ \mu\text{m}$ の波長範囲における平均透過率 T_{8-13} が、0.40以上であることが好ましく、0.50以上であることがより好ましく、0.60以上であることが特に好ましい。特定遠赤外線を透過する方向とは、遠赤外線放射体から放出された特定遠赤外線が遠赤外線透過窓部材を通して断熱容器から外部へと放出される方向であり、例えば図1及び図3においては特定遠赤外線50の進行方向として示されている方向である。

遠赤外線透過窓部材の平均透過率 T_{8-13} が0.40以上であると、遠赤外線放射体から放射された特定遠赤外線が遠赤外線透過窓部材をより透過しやすくなるので、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

遠赤外線透過窓部材の平均透過率 T_{8-13} の上限には特に制限はない。遠赤外線透過窓部材の製造適性の観点から、遠赤外線透過窓部材の平均透過率 T_{8-13} は、0.98以下が好ましい。

[0056] 言うまでもないが、本明細書において、遠赤外線透過窓部材の好ましい分光特性（平均透過率及び日照反射率）は、遠赤外線透過窓部材が積層構造を有する場合には、遠赤外線透過窓部材全体（即ち積層構造全体）の分光特性を意味する。

[0057] 本明細書において、平均透過率 T_{8-13} は、JIS R 3106:1998の附表3中、 $8\ \mu\text{m} \sim 13\ \mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光透過率の算術平均値を意味する。

平均透過率 T_{8-13} は、具体的には、以下のようにして求める。

まず、フーリエ変換赤外線分光（FTIR）により、 $1.7\ \mu\text{m} \sim 25\ \mu\text{m}$ の波長範囲の分光透過率を測定する。

$1.7\ \mu\text{m} \sim 25\ \mu\text{m}$ の波長範囲の分光透過率の測定結果のうち、JIS R 3106:1998の附表3における、 $8\ \mu\text{m} \sim 13\ \mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長（前述の10点の波長。）での分光透過率の値（即ち、10個の値）を算術平均することにより、平均透過率 T_{8-13} を求める。

[0058] (T_{8-13}/T_{5-25} 比)

遠赤外線透過窓部材は、特定遠赤外線を透過する方向について、特定遠赤外線を優先的に（理想的には選択的に）透過させることが好ましい。

具体的には、遠赤外線透過窓部材は、特定遠赤外線を透過する方向の $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲における平均透過率 T_{5-25} に対する上記平均透過率 T_{8-13} の比である T_{8-13}/T_{5-25} 比が、1.20以上であることが好ましく、1.30以上であることがより好ましく、1.50以上であることが特に好ましい。

遠赤外線透過窓部材の T_{8-13}/T_{5-25} 比が1.20以上であると、大気の熱放射（即ち、波長 $8\mu\text{m}$ 未満の電磁波及び波長 $13\mu\text{m}$ 超の電磁波による熱放射）による放射冷却装置内への熱流入を抑制しつつ、遠赤外線放射体からの特定遠赤外線を透過させることができる。従って、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

[0059] T_{8-13}/T_{5-25} 比の上限には特に制限はない。遠赤外線透過窓部材の製造適性の観点から、 T_{8-13}/T_{5-25} 比は2.40以下であることが好ましい。

[0060] 本明細書において、平均透過率 T_{5-25} は、JIS R 3106:1998の付表3中、 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光透過率の算術平均値を意味する。

平均透過率 T_{5-25} は、具体的には、以下のようにして求める。

まず、フーリエ変換赤外線分光（FTIR）により、 $1.7\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲の分光透過率を測定する。

$1.7\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲の分光透過率の測定結果のうち、JIS R 3106:1998の付表3における、 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長（即ち、前述の24点の波長。）での分光透過率の値（即ち、24個の値）を算術平均することにより、平均透過率 T_{5-25} を求める。

[0061] (日射反射率)

遠赤外線透過窓部材は、遠赤外線放射体側の面とは反対側の面の日射反射率が60%以上であることが好ましい。

遠赤外線透過窓部材の日射反射率が60%以上である場合には、断熱容器内への太陽光（即ち、300nm～2500nmの波長範囲の電磁波）の入射を抑制できるので、断熱容器内への熱流入を抑制できる。従って、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

遠赤外線透過窓部材の日射反射率は、70%以上であることがより好ましく、80%以上であることが特に好ましい。

遠赤外線透過窓部材の日射反射率の上限には特に制限はない。遠赤外線透過窓部材の製造適性の観点から、遠赤外線透過窓部材の日射反射率は、98%以下であることが好ましい。

遠赤外線透過窓部材の日射反射率が60%以上であることは、遠赤外線透過窓部材が後述の太陽光反射層を含む場合により達成し易い。

[0062] 本明細書において、日射反射率は、JIS A 5759:2008に準拠し、分光光度計によって拡散反射率を測定し、得られた拡散反射率に基づいて算出された値を意味する。

ここで、分光光度計としては、積分球分光光度計を用いる。

[0063] なお、後述の実施例では、日射反射率の測定に用いる分光光度計として、日本分光製の分光光度計V-670（積分球分光光度計）を用いた。

[0064] （材料、形状など）

遠赤外線透過窓部材（窓部材本体）の材料は、特定遠赤外線を透過できる材料であれば特に制限されない。

遠赤外線透過窓部材（窓部材本体）の材料としては、金属材料、金属材料以外の無機材料、等が挙げられ、より具体的には、ゲルマニウム（Ge；透過波長1.8μm～23μm）、カルコゲナイド（透過波長0.75μm～14μm）、シリコン（Si；透過波長1.2μm～15μm）、ダイヤモンド（透過波長220nm以上）、フッ化カルシウム（CaF₂；透過波長0.12μm～12μm）、ジंकセレン（ZnSe；透過波長0.5μm～22μm）、フッ化バリウム（BaF₂；透過波長0.15μm～15μm）、硫化亜鉛（ZnS；透過波長0.37μm～14μm）、等が挙げられる。

。

中でも、ゲルマニウム、カルコゲナイド、又はシリコンが好ましい。

遠赤外線透過窓部材には、反射防止コーティングが施されていてもよい。

[0065] 遠赤外線透過窓部材全体の三次元形状にも特に制限はない。

作製容易性の観点から、遠赤外線透過窓部材の三次元形状は、板形状であることが好ましい。

[0066] 遠赤外線透過窓部材全体の平面視形状にも特に制限はない。遠赤外線透過窓部材全体の平面視形状としては、楕円形状（円形状を含む）、長方形形状（正方形形状を含む）、長方形以外の多角形状、などが挙げられる。遠赤外線透過窓部材の平面視形状は、これらの形状以外の不定形状であってもよい。

[0067] 遠赤外線透過窓部材全体の厚さにも特に制限はない。

遠赤外線透過窓部材全体の厚さは、好ましくは1 mm～30 mm、より好ましくは1 mm～20 mm、特に好ましくは2 mm～10 mmである。

厚さが1 mm以上であると、断熱容器内への特定遠赤外線以外の電磁波の侵入をより抑制でき、また、遠赤外線透過窓部材の強度の点でも有利である。

。

厚さが30 mm以下であると、特定遠赤外線の透過率がより向上する。

[0068] （太陽光反射層）

遠赤外線透過窓部材は、窓部材本体と、窓部材本体から見て遠赤外線放射体側とは反対側に配置され、太陽光を反射する太陽光反射層と、を含むことができる。

遠赤外線透過窓部材が太陽光反射層を含む態様によれば、断熱容器内への太陽光（即ち、 $0.3\ \mu\text{m}$ ～ $2.5\ \mu\text{m}$ の波長範囲の電磁波）の入射を抑制できるので、断熱容器内への熱流入を抑制できる。従って、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

遠赤外線透過窓部材が太陽光反射層を含む態様によれば、遠赤外線透過窓部材の日射反射率が60%以上であること（好ましくは70%以上であること、更に好ましくは80%以上であること）をより達成し易い。

[0069] 太陽光反射層は、太陽光を反射する機能を有するが、太陽光以外の電磁波（例えば波長 $2.5\mu\text{m}$ 超 $8\mu\text{m}$ 未満の電磁波）を反射する機能を有していてもよい。

[0070] 太陽光反射層の構造、大きさ、材料などについては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

太陽光反射層の構造は、単層構造であってもよいし、積層構造であってもよい。

太陽光反射層の構造が積層構造である場合、積層構造としては、金属層、無機物層、及び有機物層からなる群から選択される少なくとも1層を有する積層構造であることが好ましい。

[0071] また、太陽光反射層の構造は、微小構造（粒子、気泡など）を含む構造であってもよいし、表面に凹凸構造を備える構造であってもよい。

太陽光反射層の構造が、微小構造を含む構造である場合における「微小構造」としては、粒子、気泡などが挙げられる。

また、太陽光反射層は、連続層であることには限定されず、窓部材本体に分散された粒子からなる粒子層であってもよい。

[0072] 太陽光反射層は、粒子を含有することが好ましい。

粒子の数平均粒子径は、 $0.1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ が好ましい。

粒子の数平均粒子径が $0.1\mu\text{m}$ 以上であると、太陽光反射層の太陽光に対する散乱断面積が大きくなる。これにより、遠赤外線透過窓部材全体の日射反射率をより大きくすることができる。

粒子の数平均粒子径が $20\mu\text{m}$ 以下であると、太陽光反射層の特定遠赤外線に対する散乱断面積が小さくなる。これにより、遠赤外線透過窓部材全体の特定遠赤外線に対する透過率を高く維持できる。

[0073] 粒子の数平均粒子径は、以下のようにして測定された値を意味する。

即ち、ミクロトームを用いて太陽光反射層を厚さ方向に沿って切断し、切断面から電子顕微鏡S4100（株式会社日立ハイテクノロジー製）を用いて倍率1000倍の断面像を取得する。取得した断面像において、それぞれ

の粒子において、粒子内部の2点を結ぶ線分の中で最大の長さを粒子長さとする。

以上の粒子長さの測定を、断面像中の100箇所について行い、100個の測定値の平均値を粒子の数平均粒子径とする。

[0074] 粒子を構成する物質としては、チタン酸化物、チタン酸バリウム化合物、硫化亜鉛、バリウム酸化物、マグネシウム酸化物、カルシウム酸化物、等が挙げられる。中でも、光学特性に優れる点で、硫化亜鉛が好ましい。

[0075] 太陽光反射層が粒子を含有する場合、太陽光反射層は、樹脂を含有してもよい。

樹脂の具体例は、後述する、気泡を含む樹脂層における樹脂の具体例と同様である。

[0076] 太陽光反射層は、遠赤外線透過窓部材全体としての特定遠赤外線の透過性を維持する観点から、太陽光反射層は、窓部材本体に分散された粒子（例えば、硫化亜鉛粒子、酸化チタン粒子など）からなる粒子層であることが好ましい。

[0077] また、太陽光反射層が微小構造として気泡を含む場合、気泡以外の部分の材料としては、樹脂が挙げられる。

即ち、太陽光反射層としては、気泡を含む樹脂層である太陽光反射層を用いることもできる。

気泡を含む樹脂層における樹脂としては、ポリオレフィン（例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ4-メチルペンテン-1、ポリブテン-1等）、ポリエステル（例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等）、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレンサルファイド、ポリフェニレンエーテル、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリイミド、セルロース（例えば、セルロースアセテート）などが挙げられる。

樹脂としては、加工性及び光学特性に優れる観点から、ポリエステルが好ましく、ポリエチレンテレフタレート（polyethylene terephthalate；以下

、「PET」ともいう)が好ましい。

[0078] 気泡を含む樹脂層は、目的に応じて、2種以上の樹脂の混合物を含んでもよい。

また、気泡を含む樹脂層は、太陽光の反射率に影響を与えない範囲であれば、不可避免的な不純物を含有していてもよい。

[0079] 気泡を含む樹脂層における気泡とは、樹脂中に存在する気泡長さが10nm以上の気体よりなる空間を指す。気泡長さとは、それぞれの気泡において、気泡内部の2点を結ぶ線分の中で最大の長さを指す。気泡長さは、後記の方法で測定される値である。

気体の種類は、空気であってもよく、酸素、窒素、二酸化炭素などの空気以外の他の種類の気体であってもよい。

気泡の形状は、特に制限はなく、球形状、円柱形状、楕円形状、直方体形状(立方体形状)、角柱形状などの種々の形状が挙げられる。

また、気体の圧力は、大気圧であってもよく、大気圧よりも加圧又は減圧されていてもよい。気泡は、それぞれ、孤立して存在してもよく、部分的に繋がって存在していてもよい。

[0080] 気泡の数平均長さは、0.1 μ m~20 μ mが好ましい。

気泡の数平均長さが0.1 μ m以上であると、太陽光反射層の太陽光に対する散乱断面積が大きくなる。これにより、遠赤外線透過窓部材の日射反射率をより大きくすることができる。

気泡の数平均長さが20 μ m以下であると、太陽光反射層の特定遠赤外線に対する散乱断面積が小さくなる。これにより、遠赤外線透過窓部材の特定遠赤外線に対する透過率を高く維持できる。

[0081] 気泡の数平均長さは、以下のようにして測定された値を意味する。

粒子の数平均粒子径の測定の場合と同様にして取得した断面像において、それぞれの気泡について、気泡内部の2点を結ぶ線分の中で最大の長さを、気泡長さとする。

以上の気泡長さの測定を、断面像中の100個の気泡について行い、10

0個の測定値の平均値を気泡の数平均長さとする。

[0082] 気泡を含む樹脂層である太陽光反射層としては、市販の樹脂フィルムを用いることもできる。

樹脂フィルムの市販品としては、古河電気工業株式会社製の超微細発泡光反射板「MC PET / MC POLY CA」、東レ社製の白色PETフィルムである、ルミラー（登録商標）E20、同E22、同E28G、同E60などを挙げることが出来る。

[0083] また、太陽光反射層の構造が、表面に凹凸構造を備える構造である場合における、凹凸構造としては、平均ピッチが $100\mu\text{m}$ 以下である凹凸構造が好ましい。

このような凹凸構造を形成するための手段としては、例えば、ナノインプリント、プラズマエッチングなどが挙げられる。

[0084] <中間断熱部材>

本開示の放射冷却装置は、断熱容器内における、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体との間に、中間断熱部材を備える。

中間断熱部材は、遠赤外線透過窓部材と遠赤外線放射体とを断熱し、かつ、特定遠赤外線を透過する。

[0085] ($8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲における平均透過率 T_{8-13})

中間断熱部材は、特定遠赤外線を透過する方向の $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲における平均透過率 T_{8-13} が0.50以上であることが好ましい。

平均透過率 T_{8-13} の意味については前述したとおりである。

[0086] 中間断熱部材が特定遠赤外線に対して散乱を示す部材である場合でも、中間断熱部材の上記平均透過率 T_{8-13} が0.50以上である場合には、特定遠赤外線が放射冷却のためのエネルギーとして中間断熱部材を効果的に透過する。これにより、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

中間断熱部材の上記平均透過率 T_{8-13} は、冷却時の到達温度をより低くする観点から、0.60以上であることがより好ましく、0.70以上であることがより好ましく、70%以上であることが特に好ましい。

[0087] 中間断熱部材の上記平均透過率 T_{8-13} の上限には特に制限はない。中間断熱部材の上記平均透過率 T_{8-13} は、遠赤外線放射体の製造適性の観点から、0.98以下が好ましい。

[0088] (日射反射率)

中間断熱部材は、遠赤外線吸収窓部材側の面の日射反射率が60%以上であることが好ましい。

中間断熱部材の日射反射率が60%以上である場合には、遠赤外線放射体への太陽光の入射を抑制できるので、遠赤外線放射体への熱流入を抑制できる。従って、冷却時の到達温度をより低くすることができる。

中間断熱部材の日射反射率は、70%以上であることがより好ましく、80%以上であることが特に好ましい。

中間断熱部材の日射反射率の上限には特に制限はない。中間断熱部材の製造適性の観点から、遠赤外線透過窓部材の日射反射率は、98%以下であることが好ましい。

[0089] 但し、遠赤外線透過窓部材の日射反射率が60%以上である場合には、中間断熱部材の日射反射率が60%未満であっても、中間断熱部材の日射反射率が60%以上である場合と同様の効果が得られる。

日射反射率の測定方法については前述したとおりである。

[0090] (熱伝導率)

中間断熱部材は、特定遠赤外線が透過する方向の熱伝導率が、 $0.08 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下であることが好ましく、 $0.06 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下であることがより好ましい。

中間断熱部材の上記熱伝導率が、 $0.08 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下であると、遠赤外線透過窓部材から遠赤外線放射体への熱伝導がより抑制される。

中間断熱部材の上記熱伝導率の下限には特に制限はない。中間断熱部材の製造適性の観点から、中間断熱部材の上記熱伝導率は、 $0.001 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であることが好ましい。

[0091] 中間断熱部材の特定遠赤外線が透過する方向の熱伝導率は、JIS A 1

4 1 2 - 2 に準拠して測定された値を意味する。

[0092] (材料、形状など)

中間断熱部材は、断熱効果の観点から、断熱材料として、樹脂を少なくとも 1 種含有することが好ましい。

中間断熱部材に含有され得る樹脂としては、断熱効果の観点から、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリスチレン、及びポリノルボルネンからなる群から選択される少なくとも 1 種であることが好ましい。

中間断熱部材に含有され得る樹脂としては、加工性の観点から、ポリエチレンを含むことが好ましく、ポリエチレンであることがより好ましい。

中間断熱部材は、目的に応じて、2 種以上の樹脂の混合物を含んでもよい。

また、中間断熱部材は、特定遠赤外線の透過率に影響を与えない範囲であれば、不可避免的な不純物を含有していてもよい。

[0093] 中間断熱部材に含有され得る樹脂は、断熱効果の観点から、気泡を含むことが好ましい。

樹脂が気泡を含む場合には、断熱効果が高い気泡（即ち、空間）により、中間断熱部材全体の断熱効果がより高められる。

[0094] 中間断熱部材に含有され得る樹脂における気泡とは、樹脂中に存在する気泡長さが 10 nm 以上の気体よりなる空間を指す。気泡長さとは、それぞれの気泡において、気泡内部の 2 点を結ぶ線分の中で最大の長さを指す。気泡長さは、後記の方法で測定される値である。

気体の種類は、空気であってもよく、酸素、窒素、二酸化炭素などの空気以外の他の種類の気体であってもよい。

気泡の形状は、特に制限はなく、球形状、円柱形状、楕円形状、直方体形状（立方体形状）、角柱形状などの種々の形状が挙げられる。

また、気体の圧力は、大気圧であってもよく、大気圧よりも加圧又は減圧されていてもよい。気泡は、それぞれ、孤立して存在してもよく、部分的に繋がって存在していてもよい。

[0095] (中間断熱部材の空隙率)

中間断熱部材が気泡を含む樹脂を含有する場合、中間断熱部材の空隙率は70%以上であることが好ましい。

中間断熱部材の空隙率が70%以上であると、中間断熱部材全体の熱伝導のうち、空気を通じた熱伝導の割合が大きくなるので、中間断熱部材全体の断熱効果がより高められる。また、上記の理由から、80%以上が好ましく、90%以上がより好ましい。

[0096] 中間断熱部材の空隙率の上限には特に制限はない。中間断熱部材の製造適性の観点から、中間断熱部材の空隙率は、98%以下であることが好ましい。

[0097] 本明細書において、中間断熱部材の空隙率は、以下のようにして測定された値である。

ミクロトームを用いて中間断熱部材を特定遠赤外線の透過方向に沿って切断し、得られた断面について、株式会社ニコン製光学顕微鏡ME600Lを用いて倍率10倍の断面像を取得する。取得した断面像のうち、気泡に相当する部分の面積a、及び気泡以外に相当する部分の面積bをそれぞれ測定し、以下の算出式により断熱層の空隙率を求める。

$$\text{断熱層の空隙率 (\%)} = \left(\text{面積 } a / (\text{面積 } a + \text{面積 } b) \right) \times 100$$

空隙率の測定は、断熱層の断面の実面積500mm²分に相当する断面像を用いて算出する。

[0098] (気泡の数)

中間断熱部材が気泡を含む場合、中間断熱部材を特定遠赤外線の透過方向に沿って切断した断面において、上記透過方向の直線が横切る気泡の数が、8個以下であることが好ましく、7個以下であることがより好ましい。

上記気泡の数が8個以下であると、中間断熱部材の平均透過率 T_{8-13} をより向上させ易いので、冷却時の到達温度がより低くなる。

詳細には、樹脂の屈折率は多くの場合において、遠赤外線領域では1.5

程度であることから、樹脂と気泡との界面において反射によって損失する遠赤外線は4%程度となる。気泡1個に対して2回の反射が生じることから、気泡の数が8個以下である場合には、計算上、遠赤外線透過率が50%を超えるので冷却時の到達温度がより低くなる。気泡の数の下限としては、1以上とすることができ、2以上が好適である。

[0099] 上記気泡の数は、以下のようにして測定された値を意味する。

中間断熱部材の空隙率の測定の場合と同様の方法によって取得した断面像において、特定遠赤外線の透過方向の直線を引き、この直線が横切る気泡の数を測定（カウント）する。

以上の測定を、断面像中の100箇所について行い、100個の測定値の平均値を、上記気泡の数とする。

[0100] また、中間断熱部材が気泡を含む場合、気泡の数平均長さは、1mm以上であることが好ましい。これにより、特定遠赤外線の散乱回数及び又は反射回数が減るので、特定遠赤外線の透過率がより向上する。

気泡の数平均長さが1mm以上である場合、気泡の数平均長さは、1mm～50mmであることがより好ましく、1mm～30mmであることが更に好ましく、1mm～20mmであることが特に好ましい。

[0101] 上記気泡の数平均長さは、以下のようにして測定された値を意味する。

中間断熱部材の空隙率の測定の場合と同様の方法によって取得した断面像において、それぞれの気泡について、気泡内部の2点を結ぶ線分の中で最大の長さを気泡長さとする。

以上の気泡長さの測定を、断面像中の100個の気泡について行い、100個の測定値の平均値を気泡の数平均長さとする。

[0102] 気泡を含み、かつ、気泡以外の部分の材料として樹脂を含み、気泡が上述の好ましい態様を満たす中間断熱部材の具体例としては、気泡緩衝材が挙げられる。

気泡緩衝材の市販品としては、エアーキャップ（登録商標）（酒井化学工業株式会社）、プチプチ（登録商標）（川上産業株式会社）、ミナパック（

登録商標）（酒井化学工業株式会社）、等が挙げられる。

[0103] また、中間断熱部材が気泡を含む場合、気泡の数平均長さは、 $1\ \mu\text{m}$ 以下であることも好ましい。これにより、特定遠赤外線の散乱断面積が小さくなるので、特定遠赤外線の透過率がより向上する。

気泡の数平均長さが $1\ \mu\text{m}$ 以下である場合、気泡の数平均長さは、 $0.1\ \mu\text{m}\sim 1\ \mu\text{m}$ であることがより好ましい。

[0104] 本開示の放射冷却装置は、上述した部材以外のその他の部材を備えていてもよい。

以下、その他の部材の例を示すが、その他の部材は以下の例に限定されない。

[0105] <容器外反射膜>

本開示の放射冷却装置は、断熱容器の外表面の少なくとも一部の更に外側に、太陽光を反射する容器外反射膜を備えていてもよい。

これにより、太陽光の吸収による断熱容器の発熱を抑制できるので、本開示の放射冷却装置による冷却効果をより高めることができる。

容器外反射膜としては、前述の太陽光反射層と同様の層（好ましくは、気泡を含む樹脂層である太陽光反射層）を用いることができる。

[0106] <内部遠赤外線反射膜>

本開示の放射冷却装置は、断熱容器の内表面に沿って配置され、遠赤外線（ $5\ \mu\text{m}\sim 25\ \mu\text{m}$ の波長領域の電磁波）を反射する内部遠赤外線反射膜を備えていてもよい。内部遠赤外線反射膜は、断熱容器の内表面と、遠赤外線放射体及び被冷却体と、の間に配置され得る。内部遠赤外線反射膜は、断熱容器の内表面の少なくとも一部に接触していてもよいし、接触していなくてもよい。

ここで、内部遠赤外線反射膜における「内部」とは、断熱容器の内部を意味する。

本開示の放射冷却装置が内部遠赤外線反射膜を備える場合には、断熱容器から被冷却体への熱放射を抑制できるので、冷却時の到達温度をより低くす

ることができる。

[0107] 内部遠赤外線反射膜は、 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長領域における平均反射率 R_{5-25} が、0.40以上であることが好ましく、0.60以上であることがより好ましく、0.80以上であることが特に好ましい。

[0108] 本明細書において、平均反射率 R_{5-25} は、JIS R 3106:1998の付表3中、 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光反射率の算術平均値を意味する。

平均反射率 R_{5-25} の測定方法は、JIS R 3106:1998の付表3中、 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ の波長範囲に含まれる波長における分光反射率を測定し、測定結果の算術平均を求めること以外は、平均透過率 T_{8-13} の測定方法と同様である。

[0109] 内部遠赤外線反射膜の材料としては、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、銅、銅合金、などが挙げられる。

[0110] <金属筒部材>

本開示の放射冷却装置は、遠赤外線透過窓部材から見て断熱容器の開口部とは反対側に、遠赤外線透過窓部材を透過した特定遠赤外線が通過する金属筒部材を備えていてもよい。

本開示の放射冷却装置が金属筒部材を備える場合には、周辺環境部材（例えば、建物、電柱などの建造物）からの熱放射による断熱容器内への熱流入を抑制できる。従って、この熱流入による到達温度の上昇がより抑制される。

[0111] ここで、「筒」とは、テーパ筒を包含する概念である。

テーパ筒とは、軸方向一端側から他端側に向かうに従って径（外径及び内径）が増大する形状の筒を指す。

[0112] 図2は、本開示の放射冷却装置の別の一例である、金属筒部材を備えた放射冷却装置の概略断面図である。

図2に示す放射冷却装置150の構造は、金属筒部材60を備えること以外は図1に示す放射冷却装置100の構造と同様である。

図2に示されるように、放射冷却装置150は、遠赤外線透過窓部材20から見て断熱容器10の開口部10Aとは反対側に、金属筒部材60を備えている。

金属筒部材60は、テーパ筒の形状を有している。テーパ筒の形状としては、線形テーパ形状、放物線テーパ形状、及び指数関数テーパ形状が挙げられる。

金属筒部材60は、軸方向の一端が遠赤外線透過窓部材20に接するように、かつ、軸方向の一端から他端に向かうに従って径が増大する向きに配置されている。

更に、金属筒部材60は、開口部10Aの開口方向から見た平面視（不図示）において、金属筒部材60の一端側の内周面で囲まれた範囲内に、開口部10Aが含まれるように配置されている。

[0113] 放射冷却装置150によれば、遠赤外線透過窓部材20を透過した特定遠赤外線50を金属筒部材60の内部を通過させつつ、周辺環境部材（例えば、建物、電柱などの建造物）からの熱放射（具体的には、周辺環境部材から放射された遠赤外線）を金属筒部材60の外周面によって遮ることができる。

更に、金属筒部材60は、軸方向の一端から他端に向かうに従って径が増大する向きに配置されているので、特定遠赤外線50が放射される実効的な面積が開口部10Aの面積よりも大きくなる。

これらの理由により、放射冷却装置150では、より優れた冷却性能が得られるので、到達温度をより低くすることができる。

[0114] 金属筒部材60の軸方向の他端側（即ち、遠赤外線透過窓部材20からみて遠い側の端部）の開口面積は、特定遠赤外線50が放射される実効的な面積を増大させる観点から、開口部10Aの面積に対し、1.1倍以上であることが好ましく、1.3倍以上であることが好ましい。

金属筒部材60の軸方向の他端側の開口面積は、周辺環境部材からの熱放射をより効果的に遮断する観点から、開口部10Aの面積に対し、6.0倍

以下が好ましく、5.0倍以下がより好ましい。

[0115] 金属筒部材の表面の材料（金属）としては、遠赤外線の高い反射率が高い金属が好ましく、具体的には、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、又は銀合金が好ましい。

[0116] 金属筒部材としては、市販のパラボリックミラー（例えば、国際商事（株）製の放物面ミラー）を用いてもよい。

ここで、パラボリックミラー（放物面ミラー）とは、放物線テーパ形状を有する金属筒部材を指す。

[0117] 金属筒部材の大きさには特に制限はなく、放射冷却装置の用途等を考慮して適宜設定され得る。

金属筒部材の軸方向両端の開口部の形状は、円形状であることが好ましい。

[0118] <金属筒部材の角度変更装置>

本開示の放射冷却装置が前述の金属筒部材を備える場合、本開示の放射冷却装置は、金属筒部材の外側開口部（遠赤外線透過窓部材から見て遠い側の端部）が向く角度を変更させる角度変更装置を備えていてもよい。

金属筒部材の外側開口部とは、遠赤外線透過窓部材から見て遠い側の端部の開口部を指す。

この角度変更装置は、金属筒部材の外側開口部を、太陽の位置とは異なる方向に向かせる機能を有することが好ましい。かかる機能を実現するために、任意のシステムを適宜選択して適用することができる。

この機能により、金属筒部材の外側開口部を、太陽の位置とは異なる方向に向かせることにより、太陽の直接光の入射を抑制できるので、この入射による熱流入を抑制することができる。これにより、特に日中における到達温度の上昇をより抑制できる。

実施例

[0119] 以下、本開示の実施例を示すが、本開示は以下の実施例に限定されるものではない。

[0120] 〔実施例１〕

＜放射冷却装置の作製＞

実施例１では、図３に示す放射冷却装置を作製した。

図３は、実施例１の放射冷却装置２００を概念的に示す概略断面図である。

以下、放射冷却装置２００の作製について、図３を参照しながら説明する。

まず、内径φ２００ｍｍ、外径φ２２０ｍｍ、高さ１６８ｍｍの内部中空の円柱形状の上面にφ１４０ｍｍの開口部１１０Ａが設けられた形状を有するＳＵＳ３０４製の容器１１２（容器本体）を準備した。ここで、ＳＵＳ３０４はステンレス鋼の１種である。

次に、直径φ６５ｍｍ、高さ４０ｍｍのカップ形状のＳＵＳ３０４製の容器１１６（容器本体）を準備し、この容器１１６に、被冷却体としての５０ｍＬの水２０１を収容した。

水２０１（即ち、被冷却体）を収容した容器１１６を容器１１２内に入れ、容器１１２と容器１１６との間に容器断熱部材１１４を充填した。この放射冷却装置２００では、容器１１２（容器本体）、容器断熱部材１１４、及び容器１１６（容器本体）によって、断熱容器１１０が形成されている。

[0121] 容器断熱部材１１４としては、数平均長さ１０ｍｍの気泡を含むポリエチレン製の気泡緩衝材（川上産業株式会社製プチプチ（登録商標）、商品名ｄ４２）を用いた。

[0122] 次に、直径φ７０ｍｍ、厚さ５ｍｍのＳＵＳ３０４製の円盤表面に、黒体塗料（ジャパンセンサー社、黒体塗料ＪＳＣ－３号）を塗布し、乾燥させることにより遠赤外線放射体１３０を作製した。この遠赤外線放射体１３０の一方の面に、アルミニウム合金の一種であるＡＬ５０５２製の放熱フィン１３２を取り付けた。

放熱フィン１３２を取り付けた遠赤外線放射体１３０により、容器１１６の開口部全体を覆った。この時、放熱フィン１３２が容器１１６内の水２０

1（被冷却体）に接触するようにした。これにより、遠赤外線放射体130と水201（被冷却体）とを熱的に接触させた。

[0123] 次に、容器112内であって遠赤外線放射体130の上方の空間に、中間断熱部材140を充填し、次いで、容器112の開口部110Aの全体を、遠赤外線透過窓部材の窓部材本体としてのGe窓部材120で覆った。

[0124] 中間断熱部材140としては、数平均長さ10mmの気泡を含むポリエチレン製の気泡断熱材（川上産業株式会社製プチプチ（登録商標）、商品名d42）を用いた。このとき、中間断熱部材を遠赤外線の透過方向に沿って切断した断面において、上記透過方向の直線が横切る前記気泡の数が2個になるように配置した。

[0125] また、Ge窓部材120としては、両面にDLC（ダイヤモンドライクカーボン）コーティングが施された厚さ5mmのゲルマニウム板（アイ・アール・システム社製）を用いた。

[0126] 次に、容器112の外表面の全体に、白色ボイドフィルム（東レ社、ルミラー（登録商標）E60）（不図示：容器外反射膜）を貼付した。

以上により、実施例1の放射冷却装置200を得た。

[0127] 各部材の分光特性は、表1に示すとおりであった。

また、中間断熱部材の各物性は、表1に示すとおりであった。

[0128] <冷却時の到達温度の評価>

上記で作製された放射冷却装置200を、屋外に、断熱容器110の開口部110Aが真上を向く配置角度にて設置した。屋外における配置場所としては、遠赤外線放射体130から天空に向けて放射される特定遠赤外線を遮る物体が無い場所を選んだ。

設置から6時間経過後、以下の式に示す温度差（℃）を測定することにより、冷却時の到達温度を評価した。

[0129] 温度差（℃）＝放射冷却装置200内の水201（即ち、被冷却体）の温度（℃）－外気温（℃）

[0130] この冷却時の到達温度の評価では、温度差（℃）が負の値でありかつ絶対

値が大きい程、冷却時の到達温度が低いことを意味する。言うまでもなく、温度差（℃）が負である場合は温度差（℃）が正である場合と比較して、冷却時の到達温度が低い。

冷却時の到達温度の評価は、快晴時の日中に行った。

結果を表 1 に示す。

[0131] 〔実施例 2〕

放射冷却装置の作製において、Ge 窓部材 120 の上面（即ち、外気に触れる側の表面）に、数平均粒径 $0.2\ \mu\text{m}$ の硫化亜鉛粒子を分散させることにより、硫化亜鉛粒子からなる太陽光反射層を形成したこと以外は実施例 1 と同様にして放射冷却装置を作製した。

得られた放射冷却装置を用い、実施例 1 と同様の評価を行った。

結果を表 1 に示す。

[0132] 〔比較例 1〕

放射冷却装置の作製において、中間断熱部材 140 を用いなかったこと以外は実施例 1 と同様にして放射冷却装置を作製した。

得られた放射冷却装置を用い、実施例 1 と同様の評価を行った。

結果を表 1 に示す。

[0133]

[表1]

			実施例1	実施例2	比較例1
放射冷却装置	遠赤外線透過窓部材	平均透過率 T_{8-13}	0.76	0.61	0.76
		T_{8-13}/T_{5-25} 比	1.35	1.35	1.35
		太陽光反射層	無し	有り	無し
		日射反射率	25%	85%	25%
	遠赤外線放射体	平均放射率 ε_{8-13}	0.94	0.94	0.94
	中間断熱部材	平均透過率 T_{8-13}	0.66	0.66	中間断熱部材無し
		空隙率(%)	90%	90%	
		特定遠赤外線が透過する方向の直線が横切る気泡の数(個)	2	2	
		特定遠赤外線が透過する方向の熱伝導率($W/(m \cdot K)$)	0.035	0.035	
評価結果	温度差($^{\circ}C$)		+5.6	-0.2	+6.7
	比較例1との差($^{\circ}C$)		-1.1	-6.9	—

[0134] 表1に示すように、快晴時の日中の評価において、中間断熱部材を備える実施例1及び2の放射冷却装置では、中間断熱部材を備えない比較例1の放射冷却装置と比較して、冷却時の到達温度が低かった。詳細には、実施例1は、比較例1に対して冷却時の到達温度が1.1 $^{\circ}C$ 低く、実施例2は、比較例1に対して冷却時の到達温度が6.9 $^{\circ}C$ 低かった。

実施例1及び2を対比すると、赤外線透過窓部材の日照反射率が80%以上である実施例2の放射冷却装置では、日中において、冷却時の到達温度を低くする効果に特に優れていた。

[0135] 次に、実施例1及び比較例1の放射冷却装置について、上述の冷却時の到達温度の評価を、快晴時の夜間に行った。その結果、比較例1の放射冷却装

置の上記温度差〔即ち、温度差 ＝ 放射冷却装置 200 内の水 201（即ち、被冷却体）の温度（℃）－外気温（℃）〕は－2.7℃であり、実施例 1 の放射冷却装置の上記温度差は－3.0℃であった。即ち、実施例 1 は、比較例 1 に対して冷却時の到達温度が 0.3℃低かった。

2016 年 9 月 30 日に出願された日本国特許出願 2016－194974 号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

符号の説明

- [0136] 10、110 断熱容器
10A、110A 開口部
12、112 容器本体
14、114 容器断熱部材
20 遠赤外線透過窓部材
22 窓部材本体
24 太陽光反射層
30、130 遠赤外線放射体
40、140 中間断熱部材
50 特定遠赤外線
51 太陽光
60 金属筒部材
100、150、200 放射冷却装置
101 被冷却体
116 容器（容器本体）
120 Ge窓部材（窓部材本体）
132 放熱フィン
201 水（被冷却体）

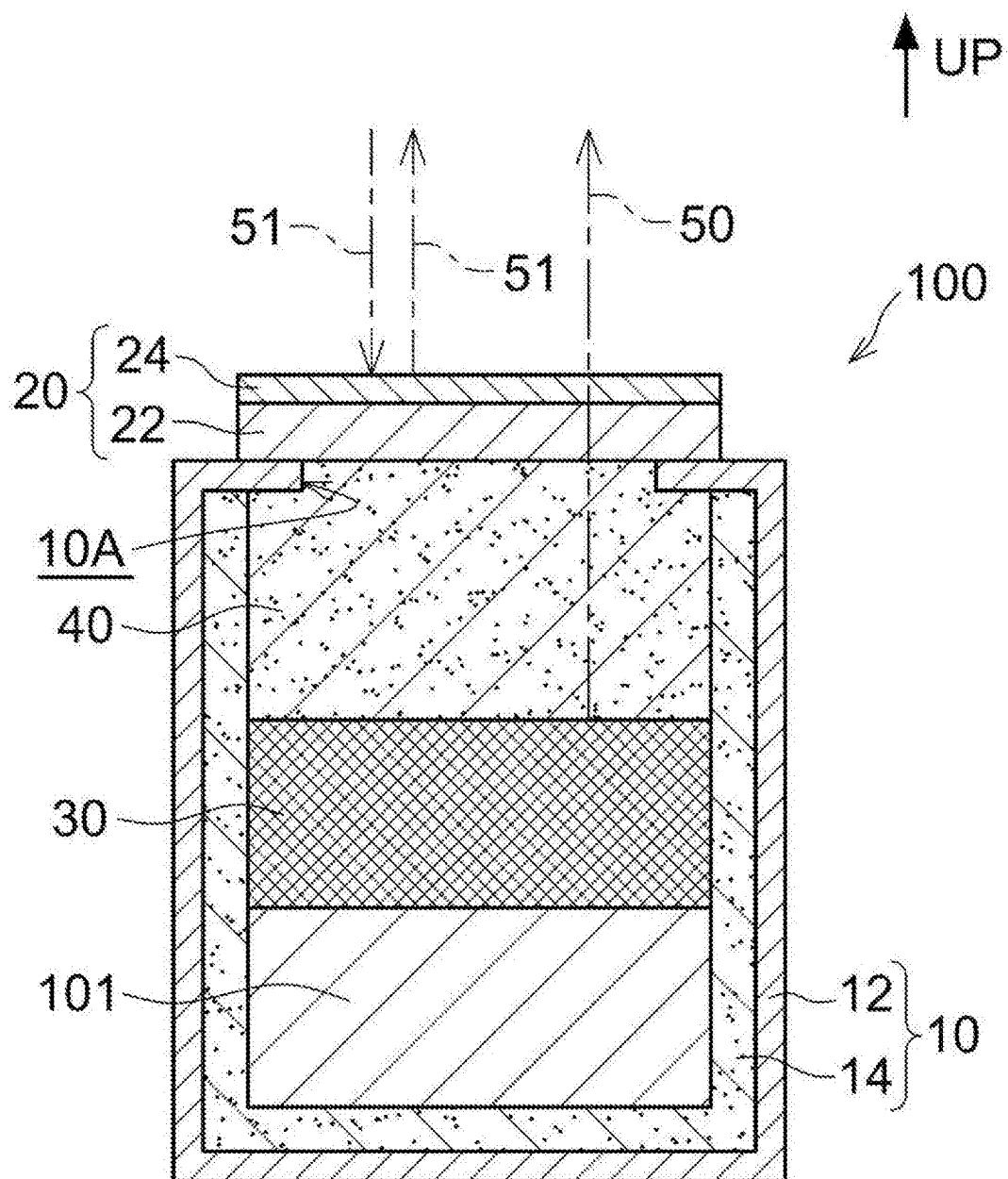
請求の範囲

- [請求項1] 開口部が設けられ、内部に被冷却体を収容して前記被冷却体を外部から断熱するための断熱容器と、
- 前記断熱容器内における前記被冷却体と前記開口部との間に配置され、前記被冷却体に対して熱的に接触し、 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ の波長範囲の遠赤外線を放射する遠赤外線放射体と、
- 前記断熱容器の前記開口部の少なくとも一部を閉塞し、前記遠赤外線放射体から放射された前記遠赤外線を透過する遠赤外線透過窓部材と、
- 前記遠赤外線透過窓部材と前記遠赤外線放射体との間に配置され、前記遠赤外線透過窓部材と前記遠赤外線放射体とを断熱し、前記遠赤外線放射体から放射された前記遠赤外線を透過する中間断熱部材と、を備える放射冷却装置。
- [請求項2] 前記遠赤外線放射体は、前記遠赤外線を放射する方向の前記波長範囲における平均放射率 E_{8-13} が0.80以上であり、
- 前記遠赤外線透過窓部材は、前記遠赤外線を透過する方向の前記波長範囲における平均透過率 T_{8-13} が0.40以上である請求項1に記載の放射冷却装置。
- [請求項3] 前記中間断熱部材は、前記遠赤外線を透過する方向の前記波長範囲における平均透過率 T_{8-13} が0.50以上である請求項1又は請求項2に記載の放射冷却装置。
- [請求項4] 前記中間断熱部材が、樹脂を含有する請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の放射冷却装置。
- [請求項5] 前記樹脂が、気泡を含む請求項4に記載の放射冷却装置。
- [請求項6] 前記中間断熱部材の空隙率が70%以上である請求項5に記載の放射冷却装置。
- [請求項7] 前記中間断熱部材を前記遠赤外線の透過方向に沿って切断した断面において、前記透過方向の直線が横切る前記気泡の数が、7個以下で

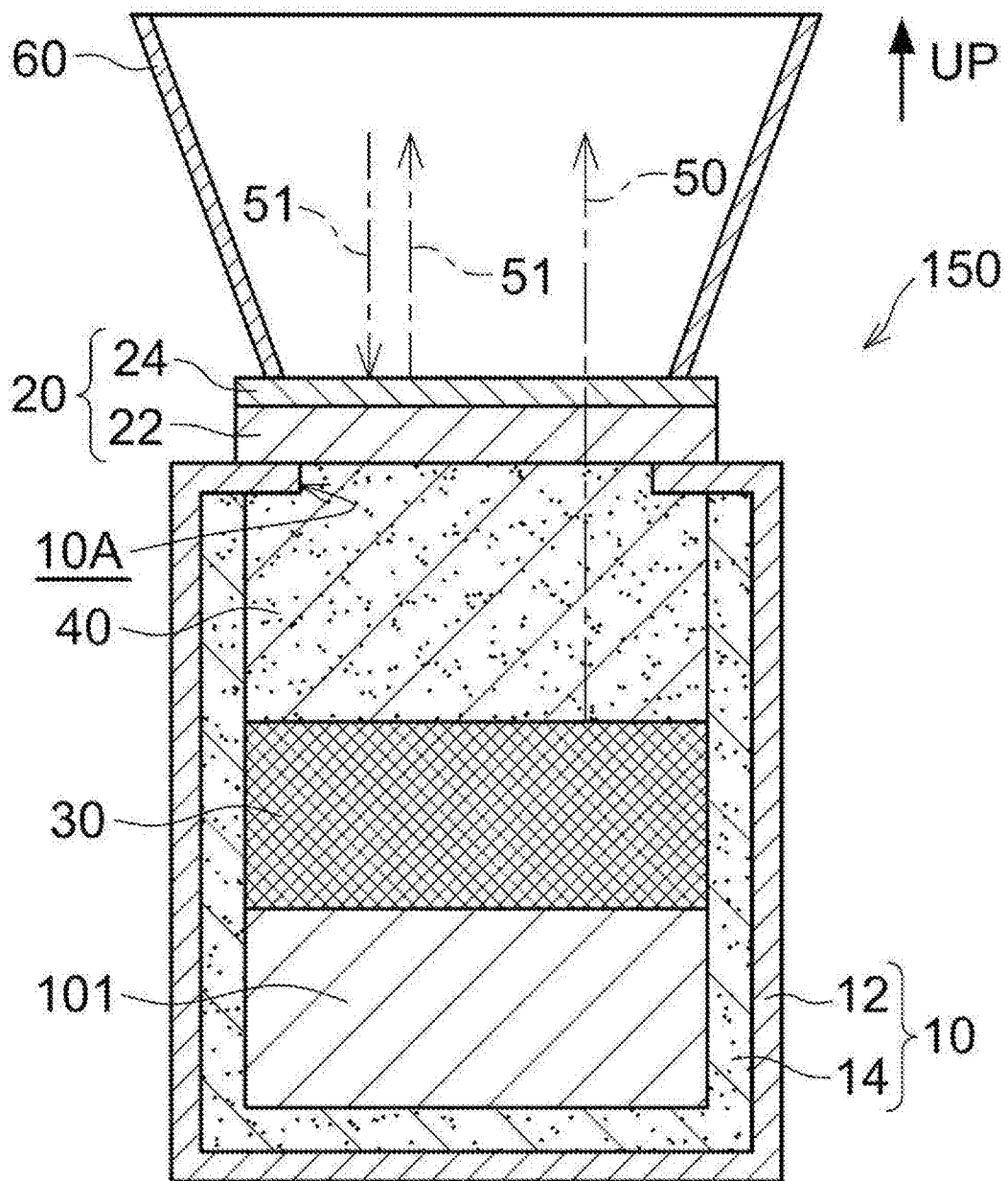
ある請求項5又は請求項6に記載の放射冷却装置。

- [請求項8] 前記樹脂が、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリスチレン、及びポリノルボルネンからなる群から選択される少なくとも1種である請求項4～請求項7のいずれか1項に記載の放射冷却装置。
- [請求項9] 前記中間断熱部材は、前記遠赤外線が透過する方向の熱伝導率が、 $0.08\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下である請求項1～請求項8のいずれか1項に記載の放射冷却装置。
- [請求項10] 前記遠赤外線透過窓部材が、窓部材本体と、前記窓部材本体から見て前記遠赤外線放射体側とは反対側に配置され、太陽光を反射する太陽光反射層と、を含む請求項1～請求項9のいずれか1項に記載の放射冷却装置。
- [請求項11] 前記太陽光反射層は、数平均粒子径が $0.1\text{ }\mu\text{m} \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ である粒子を含む請求項10に記載の放射冷却装置。
- [請求項12] 前記遠赤外線透過窓部材は、前記遠赤外線放射体側の面とは反対側の面の日射反射率が、80%以上である請求項1～請求項11のいずれか1項に記載の放射冷却装置。
- [請求項13] 更に、前記遠赤外線透過窓部材から見て前記遠赤外線放射体側とは反対側に、前記遠赤外線透過窓部材を透過した前記遠赤外線が通過する金属筒部材を備える請求項1～請求項12のいずれか1項に記載の放射冷却装置。
- [請求項14] 請求項1～請求項13のいずれか1項に記載の放射冷却装置の、被冷却体の冷却における使用。

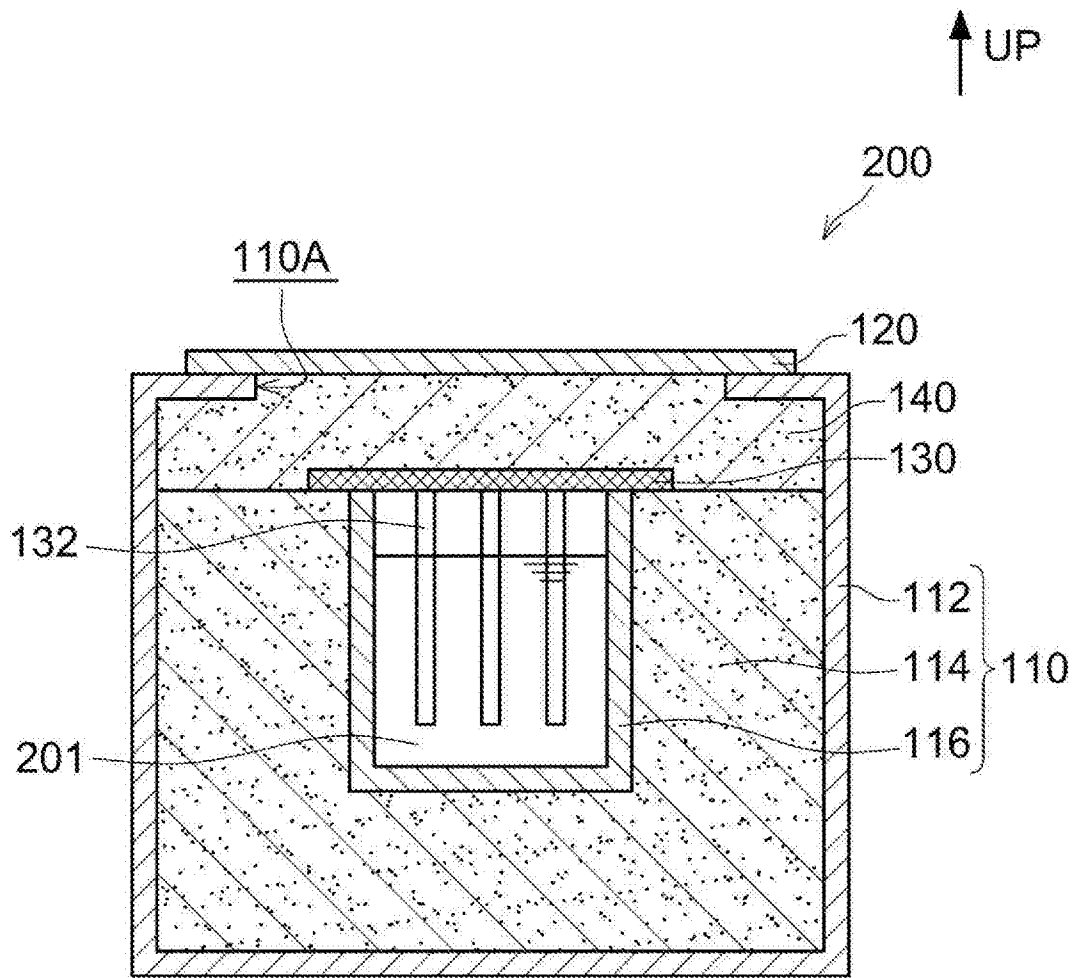
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034212

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F25D31/00 (2006.01) i, F25B23/00 (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)

Int.Cl. F25D1/00-9/00, F25D31/00, F25B23/00, F25B27/00, F28D15/00-21/00, F24F5/00, F24J2/42, B64G1/50, B65D81/18

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model specifications of Japan	1994-2017

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

DWPI (Derwent Innovation), Japio-GPG/FX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 54-139150 A (SHINMAYWA INDUSTRIES, LTD.) 29 October 1979, page 2, upper left column, line 12 to page 3, lower right column, line 2, fig. 2-3, 5-7 (Family: none)	1, 3-4, 8-9, 14
Y		2, 10-12
A		5-7, 13
Y	CN 105972856 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 28 September 2016, paragraphs [0002]-[0036], fig. 1-3 (Family: none)	1-4, 8-12, 14
A		5-7, 13

☒ 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
01 December 2017 (01.12.2017)Date of mailing of the international search report
12 December 2017 (12.12.2017)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/JP2017/034212

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	US 2010/0155043 A1 (SMITH, Geoffrey B.) 24 June 2010, paragraphs [0115], [0123]-[0144], fig. 7-9 & WO 2008/154692 A1 & AU 2007202832 A & KR 10-2010-0062992 A & CN 101784845 A & MX 2009014107 A & ZA 201000330 A	1-4, 8-14 5-7
Y	JP 61-29664 A (MASUBUCHI, Hideo) 10 February 1986, page 1, lower left column, line 21 to lower right column, line 11 (Family: none)	1-4, 8-14
Y	JP 2016-121328 A (YAMADA, Tsukasa) 07 July 2016, paragraph [0010], fig. 6 (Family: none)	2
Y	JP 60-62515 A (KIKUSUI CHEMICAL INDUSTRIES CO., LTD.) 10 April 1985, page 4, lower left column, lines 8-13, fig. 9 (Family: none)	4, 8
Y	US 2005/0167612 A1 (JAFFER, Aubrey) 04 August 2005, paragraphs [0038], [0043], fig. 1 (Family: none)	10-12
P, X	JP 2017-62055 A (YAZAKI ENERGY SYSTEM CORPORATION) 30 March 2017, paragraphs [0002], [0023]-[0034], fig. 2 (Family: none)	1, 4, 8-9, 14
P, A	JP 2016-188715 A (IMURA JAPAN CO., LTD.) 04 November 2016, paragraphs [0018]-[0023], fig. 1 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25D31/00(2006.01)i, F25B23/00(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. F25D1/00-9/00, F25D31/00, F25B23/00, F25B27/00, F28D15/00-21/00, F24F5/00, F24J2/42, B64G1/50, B65D81/18

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

DWPI (Derwent Innovation), Japio-GPG/FX

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 A	JP 54-139150 A (新明和工業株式会社) 1979.10.29, 第2ページ左上欄第12行-第3ページ右下欄第2行, 第2-3, 5-7 図 (ファミリーなし)	1, 3-4, 8-9, 14 2, 10-12 5-7, 13
Y A	CN 105972856 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 2016.09.28, 段落[0002]-[0036], 図1-3 (ファミリーなし)	1-4, 8-12, 14 5-7, 13

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

01.12.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

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)

小原 一郎

3M

3021

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

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	US 2010/0155043 A1 (SMITH, Geoffrey B) 2010.06.24, 段落[0115], [0123]-[0144], Fig. 7 - Fig. 9 & WO 2008/154692 A1 & AU 2007202832 A & KR 10-2010-0062992 A & CN 101784845 A & MX 2009014107 A & ZA 201000330 A	1-4, 8-14 5-7
Y	JP 61-29664 A (増淵秀雄) 1986.02.10, 第1ページ左下欄第21行-右下欄第11行 (ファミリーなし)	1-4, 8-14
Y	JP 2016-121328 A (山田幸) 2016.07.07, 段落[0010], 図6 (ファミリーなし)	2
Y	JP 60-62515 A (菊水化学工業株式会社) 1985.04.10, 第4ページ左下欄第8行-第13行, 第9図 (ファミリーなし)	4, 8
Y	US 2005/0167612 A1 (JAFFER, Aubrey) 2005.08.04, 段落[0038], [0043], Figure 1 (ファミリーなし)	10-12
P, X	JP 2017-62055 A (矢崎エナジーシステム株式会社) 2017.03.30, 段落[0002], [0023]-[0034], 図2 (ファミリーなし)	1, 4, 8-9, 14
P, A	JP 2016-188715 A (イムラ・ジャパン株式会社) 2016.11.04, 段落[0018]-[0023], 図1 (ファミリーなし)	1-14