

(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
2020年12月17日(17.12.2020)



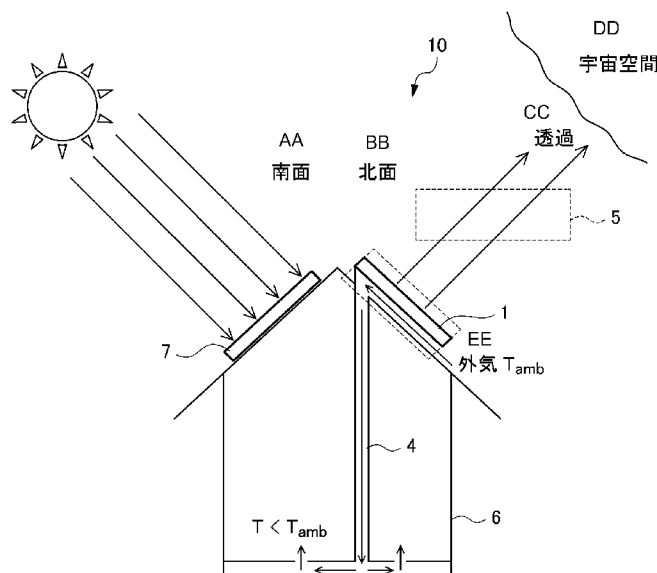
(10) 国際公開番号

WO 2020/250536 A1

- (51) 国際特許分類:
F24F 5/00 (2006.01) *F24F 1/0093* (2019.01)
E04B 1/76 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012374
- (22) 国際出願日: 2020年3月19日(19.03.2020)
- (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 2019-109723 2019年6月12日(12.06.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 LIXIL (LIXIL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1368535 東京都江東区大島二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 菅 彰一郎(SUGA Shoichiro); 〒1368535 東京都江東区大島二丁目1番1号 株式会社 LIXIL 内 Tokyo (JP). 太田 尚久(OTA Naohisa); 〒1368535 東京都江東区大島二丁目1番1号 株式会社 LIXIL 内 Tokyo (JP). 松田 宏(MATSUDA Hiroshi); 〒1368535 東京都江東区大島二丁目1番1号 株式会社 LIXIL 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー 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,

(54) Title: COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 冷却装置



AA South-facing surface
BB North-facing surface
CC Transmission
DD Outer space
EE Outside air

(57) **Abstract:** Provided is a cooling device which can selectively emit electromagnetic waves of a specific frequency, and which is equipped with an emitter having an uneven surface structure. The uneven structure is preferably a structure having ridges and valleys positioned so as to be formed continuously and alternating with one another in a predetermined direction. As a result of this configuration, it is possible to improve cooling efficiency in a cooling device equipped with an emitter which has wavelength selectivity.

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 特定波長の電磁波を選択的に放射可能であるとともに、表面に凹凸構造を有する放射体を備える、冷却装置である。前記凹凸構造は、山部と谷部が所定方向に交互に連続して配置された構造であることが好ましい。これにより、波長選択性を有する放射体を備える冷却装置において、冷却効率を向上させることが可能になる。

明 細 書

発明の名称：冷却装置

技術分野

[0001] 本開示は、冷却装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、放射を利用した冷暖房装置に関し、放射される赤外線波長の制御し、人体等の被加熱物に吸収されやすい特定波長の赤外線を放射の主波長とするとともに、放射される赤外線の指向性を高め、被加熱物に向けて選択的に加熱を行うことで冷暖房の効率を向上させる技術が提案されている。

[0003] 特許文献1には、熱交換パイプに接するように熱伝導シートを折り曲げて配置することで放射パネルへの接触面積を増大させて伝熱量を増やし、冷暖房の効率を高める技術が開示されている。

[0004] また、特許文献2には、地球上の大気が特定波長の赤外線を吸収せずに透過することや、粒子を混合したポリマー層に金属反射層を合わせたフィルムによって、波長選択的な放射冷却が可能であることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許6372004号公報

特許文献2：国際公開2017/151514号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献2に記載の折り曲げた構造を有する熱伝導体においては、熱伝導体から放射された赤外線が熱伝導体の他の箇所でも吸収されるため、外部との伝熱量が小さくなり冷暖房効率が低減してしまう。

[0007] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであり、波長選択性を有する放射体を備える冷却装置において、冷却効率を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示は、特定波長の電磁波を選択的に放射可能であるとともに、表面に凹凸構造を有する放射体を備える、冷却装置を提供する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の第1実施形態に係る冷却装置1を設置した建物を模式的に表す図である。

[図2]本実施形態に係る冷却装置を示す図である。

[図3]大気中に含まれる気体の赤外線透過率を示すグラフである。

[図4]本実施形態に係る放射体の断面構成を示す図である。

[図5]本実施形態に係る放射体の一例を示す外観斜視図である。

[図6A]向かい合う放射体の波長選択性が同じ場合の、放射体上のある点から放射される赤外線の進む方向を示す図である。

[図6B]向かい合う放射体の波長選択性が異なる場合の、放射体上のある点から放射される赤外線の進む方向を示す図である。

[図7A]向かい合う放射体の波長選択性が同じ場合の、放射体上のある点から赤外線放射されない最大の角度を示す図である。

[図7B]向かい合う放射体の波長選択性が異なる場合の、放射体上のある点から赤外線放射されない最大の角度を示す図である。

[図8]向かい合う放射体の波長選択性が同じ場合の、放射体上の各点から赤外線放射されない最大の角度を示す図である。

[図9]向かい合う放射体の波長選択性が異なる場合の、放射体上の各点から赤外線放射されない最大の角度を示す図である。

[図10]面積項の傾斜角依存性を表すグラフである。

[図11]角度項の傾斜角依存性を表すグラフである。

[図12]赤外線の放射量の傾斜角依存性を表すグラフである。

[図13]本開示の第2実施形態に係る放射体を表す図である。

[図14]本開示の第3実施形態に係る放射体を表す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態について説明するが、本開示はこれに限定される

ものではない。

[0011] (第1実施形態)

図1は、本実施形態の冷却装置1を建物の屋根に設置した使用例を表す図である。図2は、本開示の第1実施形態に係る冷却装置1を示す図である。

図2に示すように、本実施形態に係る冷却装置1は、収容部2と、放射体3と、を有して構成される。本実施形態に係る冷却装置1は、例えば建物の冷房装置として用いられる。具体的には、例えば、図1に示すように建物の屋根等に設置されて上空へ向けて放射冷却を行う。

[0012] 収容部2は、放射体3を収容可能な構造を有する。収容部2の材質や形状については特に制限されないが、加熱される放射体3を収容するため、金属や耐熱性樹脂等、一定の耐熱性を有する材質により構成されることが好ましい。収容部2は、例えば、屋根、壁、天井等に埋設されて建物の一部であってもよいし、独立した筐体であってもよい。

[0013] 放射体3は、熱源から受け取った熱エネルギーを、一定の波長領域を有する電磁波（本実施形態においては、赤外線）として放射する。このとき、放射された赤外線が大気に吸収されてしまうと冷却対象の周囲の気温を上昇させてしまうため、冷却効率が低下する。そのため、熱エネルギーが赤外線放射される場合には、大気に吸収されにくい波長で放射され、宇宙空間に放出されることが好ましい。

[0014] 大気を透過しにくい波長で放射を行う場合、夏の日中等の高温多湿な時間帯には、放射熱が冷却装置周囲の空気に吸収され、高温の空気から装置に伝熱する結果、放射冷却の効果が感じられにくい。この点、大気に吸収されずに宇宙空間に向けて放射する場合には、空気からの伝熱量が少なくなり、放射冷却の効果をより高く感じることができる。

[0015] 図3は、大気中に含まれる気体の赤外線透過率を示すグラフである。最下段は、大気の赤外線透過率を示すグラフである。

図3に示すように、大気中の赤外線の透過率は赤外線の波長によって異なり、例えば8～13 μm の波長の赤外線は大気には吸収されにくく、大部分

が透過される。このような大気を透過可能な波長域は、大気の窓と呼ばれる。したがって、 $8 \sim 13 \mu\text{m}$ の波長の赤外線水平よりも上方に向けて放射すれば、熱エネルギーを効率よく宇宙空間に放出することができる。

[0016] 熱エネルギーを放出された熱源は冷却されて、温度が低下する。放射体3に熱を供給する熱源として例えば水や気体等の冷媒を用いれば、放射体3の放射冷却により低温となった冷媒を建物の各部屋を通る熱交換チューブに通し、部屋を冷却した後、再び高温となった冷媒を放射体3によって冷却することで、建物の冷房システムとして利用可能である。

[0017] 図4は、本実施形態に係る放射体3の断面構成例を示す図である。

放射体3は、例えば図4に示すように、ポリマー層31と、金属反射層32とからなる。ポリマー層31は、複数の誘電体粒子311を分散媒312中に分散させて構成される。誘電体粒子311の粒径や材質、あるいは分散媒の物性を適当に選択することで、所望の波長選択性が得られる。

分散媒312は、 $8 \sim 13 \mu\text{m}$ の波長の赤外線を透過させうる材料で構成することが好ましい。大気の窓から熱エネルギーを効率よく宇宙空間に放出させるためである。

[0018] 例えば、誘電体粒子311は、二酸化ケイ素、炭酸カルシウム、炭化ケイ素、酸化亜鉛、二酸化チタン、アルミナからなる群より選択される少なくとも1種からなることが好ましい。また、分散媒312は、4-メチルー1-ペンテンポリマー、4-メチルー1-ペンテンコポリマー、ポリフッ化ビニルおよびポリエチレンテレフタレートからなる群より選択される少なくとも1種からなることが好ましい。例えば、三井化学社製のTPXTMを用いて分散媒312を形成することができる。

波長選択性を有する構造としては、例えば、本実施形態の放射体の他、MIM (metal-insulator-metal) 構造、キャビティ構造も利用することができる。

[0019] 図5は、本実施形態に係る放射体3の一例を示す外観斜視図である。

放射体3の形状により、放射の効率が変化する。すなわち、放射体3に凹

凸構造を設けることで、放射体 3 の表面積を増大させて、放出する熱エネルギーの量を増加させることができる。ただし、凹凸構造を有することによって、自身から放射された赤外線を再吸収してしまうことも考えられる。そのため放射体 3 は、表面積を増大させつつ、自身から放射された赤外線を再吸収する量が少なくなるような形状および構成であることが好ましい。

[0020] 具体的には、本実施形態の放射体 3 の形状は、図 5 に示すような山部 3 5 と谷部 3 3 が所定方向に交互に連続して配置された蛇腹状に形成される。また図 6 ～図 9 は、蛇腹構造のうちの一の谷部 3 3 について断面視したものである。谷部 3 3 の向かい合う面 3 4 a、3 4 b は、図 6 における O H 平面の点 O を通る法線に関して互いに対称に構成され、O H 平面に対してともに角 θ をなしている ($0^\circ < \theta < 90^\circ$)。向かい合う面 3 4 a、3 4 b の一つの頂部 R から底部 O に至る O R 面の O H 平面への正射影の長さを L とすると、向かい合う面の頂部 R、R 間の水平方向の距離は 2 L となる。本開示においては、この距離を谷部 3 3 の幅とも称する。

[0021] 図 6 は、放射体 3 上のある点から放射される赤外線の進む方向を示す図である。

赤外線は放射体 3 上の各点から放射状に放射される。図 6 A に示すように、面 3 4 a から放射される赤外線は、そのまま空気中に向けて進む成分 A と、対向する面 3 4 b に向けて進む成分 B が存在する。放射体 3 の谷部 3 3 の向かい合う面 3 4 a、3 4 b の波長選択性が同じ場合には、成分 B は対向する面 3 4 b に吸収される。

[0022] 放射体 3 の谷部 3 3 の向かい合う面 3 4 a、3 4 b の波長選択性が異なる場合には、図 6 B に示すように、反射してさらに空気中に進む (B 1) か、もしくは対向する右側の面 3 4 a に向けて進む (B 2)。放射体 3 の左右の面の波長選択性が同じ場合と比較して、成分 B 1 の分だけ空気中に放射される赤外線量が多くなるため、冷却効率が向上する。成分 B 2 は、右側の面 3 4 a に吸収される。

[0023] なお、空気中に放射される成分に対する、対向する面に吸収される成分の

比率は、図6中の角度 θ によって変化する。この角度 θ が小さくなると吸収される成分の比率は減少し、角度 θ が大きくなれば吸収される比率は増加する。ただし、角度 θ が大きければ放射体の表面積が増大するため、放射する赤外線の種類が増加する。冷却効率は赤外線の種類と空気中に放射される成分の比率を総合して算出される必要がある。

[0024] ここで、冷却に寄与する赤外線の種類について具体的に数式で考える。赤外線の種類 P は、単位面積あたりの放射量 $p(T)$ と、放射体3の面積項 $L/\cos\theta$ と、空気中に放射される角度成分である角度項との積で表され、図6の平面内で考えると赤外線種類は下記式(1)のようになる。なお、 $P(T)$ は赤外線の放射量が温度に依存することを示し、 L および θ は図6のように定義されるものとする。

[0025] [数1]

$$P = P(T, \theta) = p(T) \times \frac{L}{\cos\theta} \times (\text{角度項})$$

... (1)

[0026] 図7Aおよび図7B中に示す角度 θ_{ka} 、 θ_{kb} は、放射体3の面34a上のある点から放射される赤外線の角度成分群が放射体3の面34aとなす角度のうち、空気中に放射されない最大の角度を示す。

同様に、図8および図9中に示す角度 $\theta_{1\alpha}$ 、 $\theta_{2\alpha}$ 、... ($\alpha = a, b$)は、放射体3の面34a上の点1, 2, ... から放射される赤外線の角度成分群が、放射体3の面34aとなす角度のうち、空気中に放射されない赤外線成分の最大の角度を示す。このうち、図8は面34aから面34bに対して放射する成分を示し、図9は面34bから反射して面34aに入射する成分を示す。ここで、面34aを n 分割する点を点1, 2, ..., n とすると、 n を大きくするほど面34aからの放射を精度よく考慮できる。図8および9では、面34aを5分割し、点1から5までの5点について図示している。

[0027] 放射体3の面34a上のある点から放射される赤外線の角度成分群のうち

、放射体 3 の面 3 4 a となす角度が θ_k よりも大きい角度成分が、空気中に放射されて冷却に寄与する。すなわち、上記式 (1) の角度項の意味するところは、 $(\theta_k \text{ よりも大きい角度成分}) / (\text{放射する全角度範囲} = 180^\circ)$ である。

[0028] 角度項を数式で表すと、式 (2) のようになる。式 (2) は、放射体 3 の面 3 4 a を n 個に分割し、各点についての空気中に放射される角度を足し合わせ、 $n \rightarrow \infty$ としたものである。これにより、放射体 3 の各点から放射状に放射される赤外線のうち、空気中に放射される成分の割合を角度項として表せる。

[0029] [数2]

$$(\text{角度項}) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{180^\circ - \theta_k}{180^\circ}$$

… (2)

[0030] なお、放射体 3 の左右の面同士の波長選択性が同じ場合と異なる場合について、角度成分の項の算出方法が異なる。放射体 3 の左右の面同士の波長選択性が同じ場合には、放射された赤外線のうち向かい合う放射体 3 に入射する成分は吸収されるため、空気中に直接放射される成分のみを角度項として考慮する。すなわち、図 7 A に示す θ_{ka} よりも大きい角度を考慮すればよい。

[0031] 放射体 3 の左右の面同士の波長選択性が異なる場合には、放射された赤外線のうち、向かい合う放射体 3 に入射する成分は反射される。反射された成分は、元の放射体 3 に再帰する成分と、空気中へ反射される成分に分けられるが、前者は吸収されるため、後者のみを角度項に考慮する。すなわち、元の放射体 3 から空気中に直接放射される成分と、向かい合う放射体 3 で空気中へ反射される成分との和を角度項として考慮する。このとき、図 7 B に示す θ_{kb} よりも大きい角度を考慮すればよい。

[0032] 図 10 は、面積項の傾斜角 θ 依存性を表すグラフである。

上述したように、図6の平面内で考えれば、放射体3の面積項は $L / \cos \theta$ で表される。よって θ の増加に伴って、面積項は $1 / \cos \theta$ 倍となるから、 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ において図10に示すように増加していく。また $\theta = 0$ のときの面積項を1とする。

[0033] 図11は、角度項の傾斜角 θ 依存性を表すグラフである。

$\theta = 0^\circ$ 、すなわち放射体3が凹凸構造を有しない平面構造である場合、放射体3から放射された赤外線はすべて空気中に放出されることとなる。したがって、 $\theta_k = 0^\circ$ であり、角度項は $180^\circ / 180^\circ = 1$ である。

[0034] 放射体3の左右の面同士の波長選択性が同じ場合、 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ の全範囲において、 θ の増加に伴って向かい合う放射体3の面に吸収される赤外線の割合が増加し、角度項は小さくなる。

[0035] 放射体3の左右の面同士の波長選択性が異なる場合、 $0^\circ < \theta \leq 45^\circ$ のときには、向かい合う放射体3で反射した赤外線は、すべて空気中に反射されることとなるから、放射体3から放射された赤外線はすべて空気中に放出されることとなる。したがって、 $\theta_k = 0^\circ$ であり、この θ の範囲において角度項は常に1となる。 $45^\circ < \theta < 90^\circ$ の時には、放射体3の左右の面同士の波長選択性が同じ場合と同様に、 θ の増加に伴って角度項は小さくなる。

[0036] 図12は、赤外線の放射量の傾斜角 θ 依存性を表すグラフである。

これは、式(1)で表される赤外線総量 P を計算したものであり、図10および11に示す面積項および角度項を掛け合わせたものに比例する。角度項は $n = 5$ として幾何光学の原理に基づき、入射角と反射角が等しくなる点を算出した。また、 $\theta = 0^\circ$ 、すなわち放射体3が凹凸構造を有しない平面構造である場合の放射量を1とする。

[0037] 放射体3の左右の面同士の波長選択性が同じ場合、 $75^\circ \leq \theta < 90^\circ$ の範囲において、 $\theta = 0^\circ$ のときと比較して放射量が増加していることがわかる。さらに放射体3の左右の面同士の波長選択性が異なる場合には、 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ の全範囲で θ の増加に伴って放射量が増加する。 θ が大きくなる

ほど放射量は大きく増加し、特に $75^{\circ} \leq \theta < 90^{\circ}$ の範囲においては、放射体 3 が平面構造である場合と比べて 2 倍以上の放射量となり、高効率な放射が可能である。

[0038] 以上、本実施形態の冷却装置 1 によれば、特定の波長の赤外線を放射できるとともに、放射体の凹凸構造によって表面積を増大させることで冷却効率が向上する。なお、本実施形態では谷部 33 の向かい合う面 34 a、34 b が図 6 における OH 平面の点 O を通る法線に関して互いに対称に形成されているが、谷部 33 の向かい合う面 34 a、34 b が非対称に形成されていてもよく、同様に冷却効率が向上する。

[0039] 本実施形態の冷却装置 1 は、特定波長の電磁波を選択的に放射可能であるとともに、表面に凹凸構造を有する放射体 3 を備える。これにより、単一平面で形成される放射体と比較して放射体の表面積が大きくなり、放射冷却を効率的に行うことが可能になる。

[0040] 前記凹凸構造は、山部 35 と谷部 33 が所定方向に交互に連続して配置された蛇腹構造であり、谷部 33 を構成するとともに対向する 2 つの面 34 a、34 b は、それぞれ異なる波長選択性を有することが好ましい。これにより、対向する面同士で放射された電磁波を反射可能であるため、放射冷却を効率的に行うことが可能になる。

[0041] 前記凹凸構造は若しくは、山部 35 と谷部 33 が所定方向に交互に連続して配置された蛇腹構造であり、谷部 33 を構成するとともに対向する 2 つの面 34 a、34 b は、同一の波長選択性を有し、前記 2 つの面が前記所定方向に延びる面に対してなす角（例えば、後述の角 θ ）の大きさは同一であり、前記なす角の大きさは 75° 以上 90° 未満であってもよい。これにより、単一平面で形成される放射体と比較して放射体の表面積が大きくなり、対向する面同士での放射された電磁波が吸収されることを加味しても、冷却効率が向上する。

[0042] 2 つの面 34 a、34 b のうち少なくとも一方の面から放射される電磁波の波長は、大気の透過率がゼロより大きい波長領域を一部含む。これにより

、放射された電磁波が冷却対象の周囲の空気に吸収されることなく宇宙空間へ放出されるため、放射冷却を効率的に行うことが可能になる。

[0043] 2つの面34a, 34bから放射される電磁波の波長は、ともに大気の透過率がゼロより大きい波長領域を一部含むことが好ましい。これにより、さらに放射冷却を効率的に行うことが可能になる。

[0044] 放射体3は、ポリマー層31と、ポリマー層31と積層される金属反射層32と、を有して構成され、ポリマー層31は、分散媒312と、分散媒312に分散される複数の誘電体粒子311と、を有し、誘電体粒子311は、二酸化ケイ素、炭酸カルシウム、炭化ケイ素、酸化亜鉛、二酸化チタンおよびアルミナからなる群より選択される少なくとも1種からなることが好ましい。これにより、良好な波長選択性が得られる。

[0045] 分散媒312は、4-メチルー1-ペンテンポリマー、4-メチルー1-ペンテンコポリマー、ポリフッ化ビニルおよびポリエチレンテレフタレートからなる群より選択される少なくとも1種からなることが好ましい。これにより、さらに良好な波長選択性が得られる。

[0046] 冷却装置1は、屋外に設置されるとともに、放射体3は、宇宙空間に向けて水平よりも上方に放射するよう設置されることが好ましい。これにより、電磁波が宇宙空間へ向けて放射されるため、放射冷却を効率的に行うことが可能になる。

[0047] 以上、本開示の第1実施形態について説明した。

[0048] 本開示の冷却装置1の利用の形態例として、図1に示すように、冷却装置1を建物6の屋根に取り付けることによって建物の冷房システム10として用いることができる。その際、日当たりのよい南面の屋根に太陽光発電パネル7を設置し、空いた北面の屋根に冷却装置1を設置することで、屋根のスペースを有効に利用して、発電と放射冷却を同時に行うことができる。また、パネル7によって発電した電力を冷媒循環の動力源として使用すれば、より高効率に冷却を行うことができる。

[0049] また、放射体3は大気を透過する波長選択性を有しており、熱を宇宙空間

に直接排熱することが可能である。すなわち、冷却の排熱が装置使用箇所近辺に影響することがない。

冷却装置 1 を建物過密である都市部で導入すれば、ヒートアイランド現象の緩和にも繋がる可能性がある。さらには、本実施形態の冷却装置 1 を用いて、蓄冷システムとしてもよい。

[0050] 次に、本開示の他の実施形態の冷却装置について説明する。

[0051] (第 2 実施形態)

図 1 3 は、本開示の第 2 実施形態に係る放射体 1 0 3 を表す図である。

本開示の第 2 実施形態に係る冷却装置 1 0 1 は、第 1 実施形態と比較して、放射体 3 の形状が異なる。第 2 実施形態に係る放射体 1 0 3 は、放射体 3 の蛇腹構造が、前記所定方向に直交する方向にも山部と谷部が交互に連続して配置されて構成される。すなわち、四角錐が連続して並ぶ形状となる。これにより、放射体 3 の表面積が増大するため、冷却効率がさらに向上する。また図 1 3 下部には、線分 $X_1 X_2$ を通り四角錐の底面に垂直な面における、放射体 1 0 3 の断面を示している。

[0052] (第 3 実施形態)

図 1 4 は、本開示の第 3 実施形態に係る放射体 2 0 3 を表す図である。

本開示の第 3 実施形態に係る冷却装置 2 0 1 は、第 2 実施形態に係る放射体 1 0 3 において、四角錐でなく四角錐台が並んで構成される。この形態においても、凹凸構造を有しない場合と比較して放射体の表面積が増大するため、冷却効率が向上する。また図 1 4 下部には、線分 $Y_1 Y_2$ を通り四角錐台の上面および底面に垂直な面における、放射体 2 0 3 の断面を示している。

なお、第 1 実施形態において蛇腹構造の連続する方向に台形が連続して並ぶような構成としても、同様な効果が得られる。

[0053] 以上、本開示の実施形態について説明した。本開示の実施形態はこれに限定されるものではなく、改良・変形したものも本開示に含まれる。例えば、第 2 および第 3 実施形態以外にも放射体の形状を変更したものが考えられるが、放射体の表面積の増加および波長選択性の違いを利用した反射によって

放射効率が向上するものであれば、本開示に含まれる。

符号の説明

[0054]	1, 101, 201	冷却装置
	2	収容部
	3, 103, 203	放射体
	31	ポリマー層
	311	誘電体粒子
	312	分散媒
	32	金属反射層
	33	谷部
	34 a, b	谷部の向かい合う面
	35	山部
	4	熱交換チューブ
	5	大気の窓
	6	建物
	7	太陽光発電パネル
	10	冷却システム

請求の範囲

- [請求項1] 特定波長の電磁波を選択的に放射可能であるとともに、表面に凹凸構造を有する放射体を備える、冷却装置。
- [請求項2] 前記凹凸構造は、山部と谷部が所定方向に交互に連続して配置された構造であり、
前記谷部を構成するとともに対向する2つの面は、それぞれ異なる波長選択性を有する、請求項1に記載の冷却装置。
- [請求項3] 前記凹凸構造は、山部と谷部が所定方向に交互に連続して配置された構造であり、
前記谷部を構成するとともに対向する2つの面は、同一の波長選択性を有し、
前記2つの面が前記所定方向に延びる面に対してなす角の大きさは同一であり、前記なす角の大きさは 75° 以上 90° 未満である、請求項1に記載の冷却装置。
- [請求項4] 前記2つの面のうち少なくとも一方の面から放射される電磁波の波長は、大気の透過率がゼロより大きい波長領域を一部含む、請求項2または3に記載の冷却装置。
- [請求項5] 前記2つの面から放射される電磁波の波長は、ともに大気の透過率がゼロより大きい波長領域を一部含む、請求項2～4のいずれかに記載の冷却装置。
- [請求項6] 前記放射体は、ポリマー層と、前記ポリマー層に積層される金属反射層と、を有して構成され、
前記ポリマー層は、分散媒と、前記分散媒に分散される複数の誘電体粒子と、を有し、
前記誘電体粒子は、二酸化ケイ素、炭酸カルシウム、炭化ケイ素、酸化亜鉛、二酸化チタンおよびアルミナからなる群より選択される少なくとも1種からなる、請求項1～5のいずれかに記載の冷却装置。
- [請求項7] 前記分散媒は、4-メチルー1-ペンテンポリマー、4-メチルー

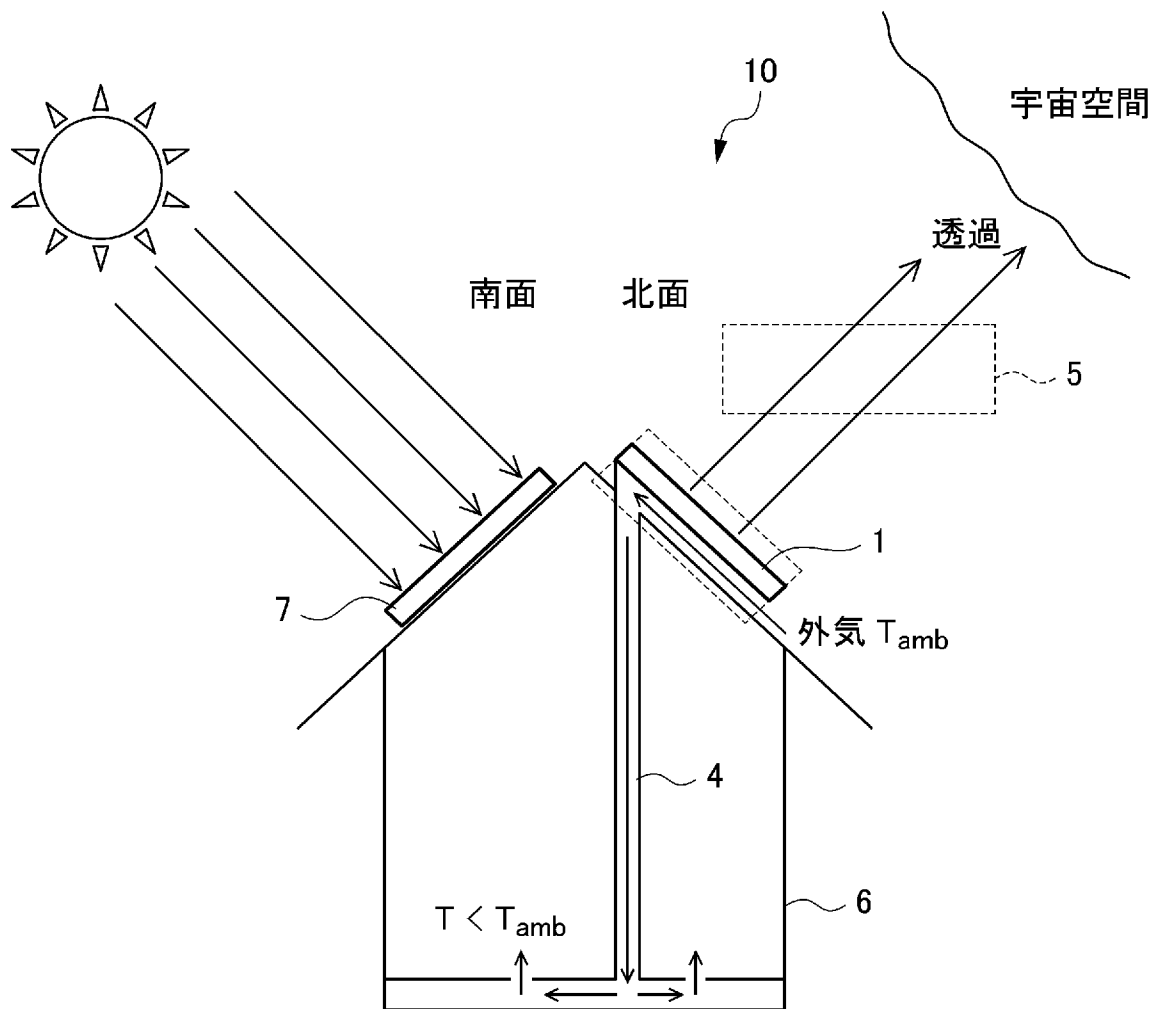
1ーペンテンコポリマー、ポリフッ化ビニルおよびポリエチレンテレフタレートからなる群より選択される少なくとも1種からなる、請求項6に記載の冷却装置。

[請求項8]

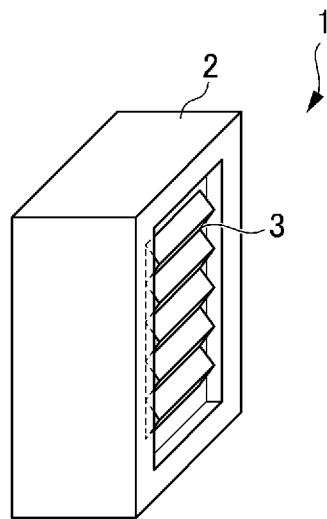
屋外に設置されるとともに、

前記放射体は、宇宙空間に向けて水平よりも上方に放射するように設置される、請求項1～7のいずれかに記載の冷却装置。

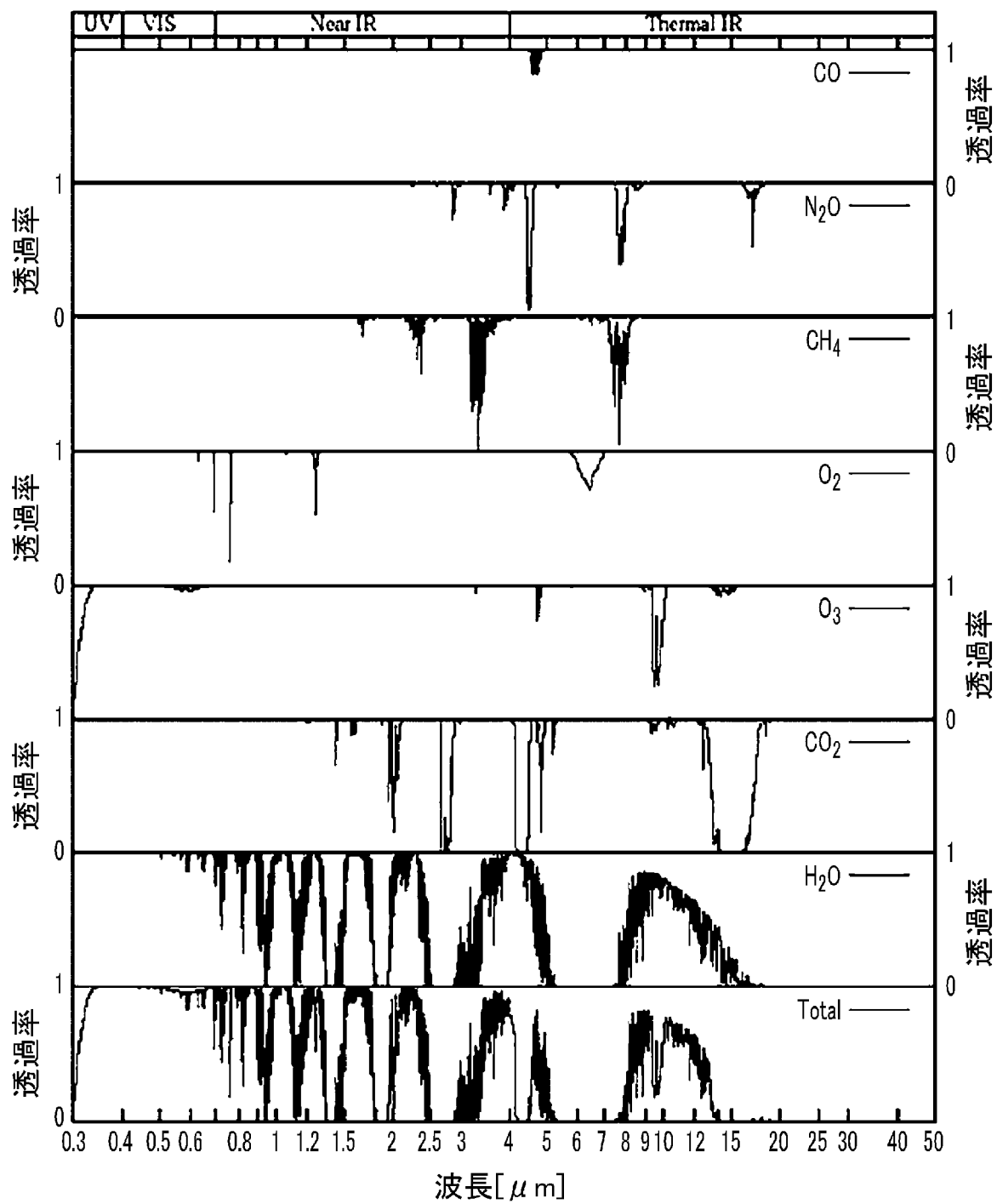
[図1]



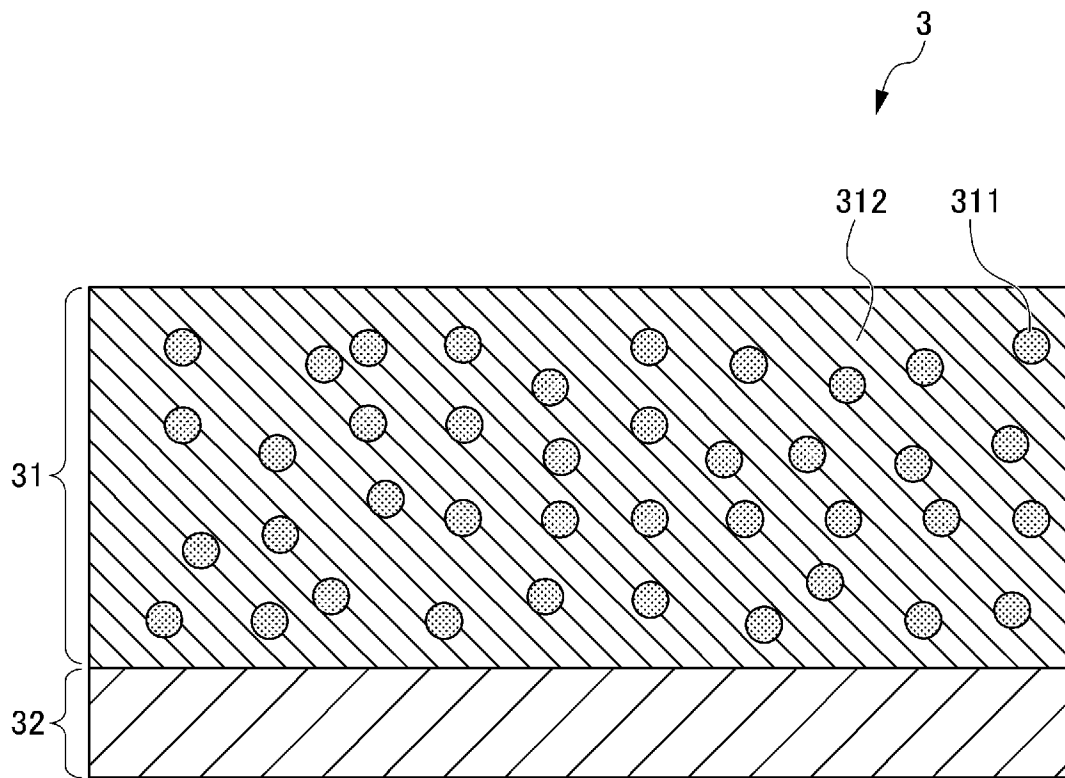
[図2]



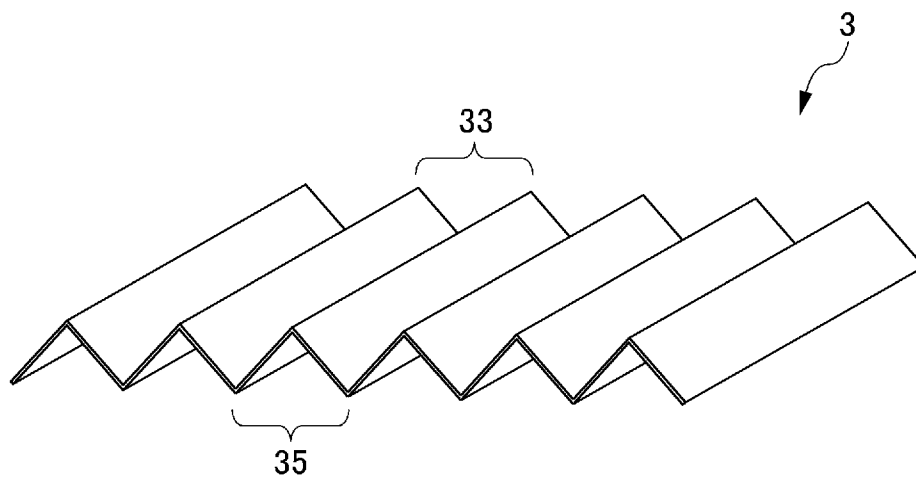
[図3]



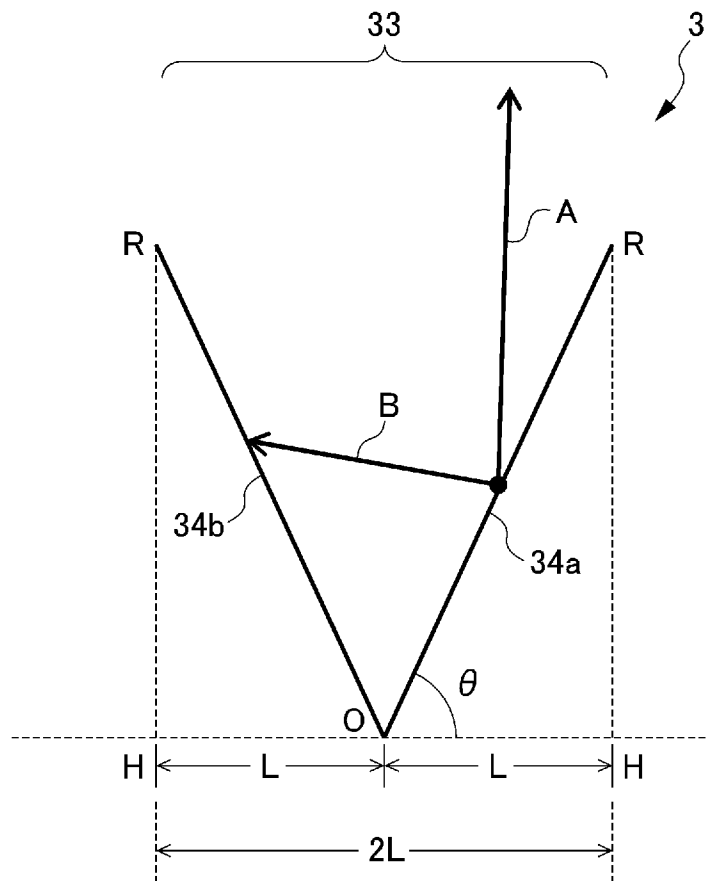
[図4]



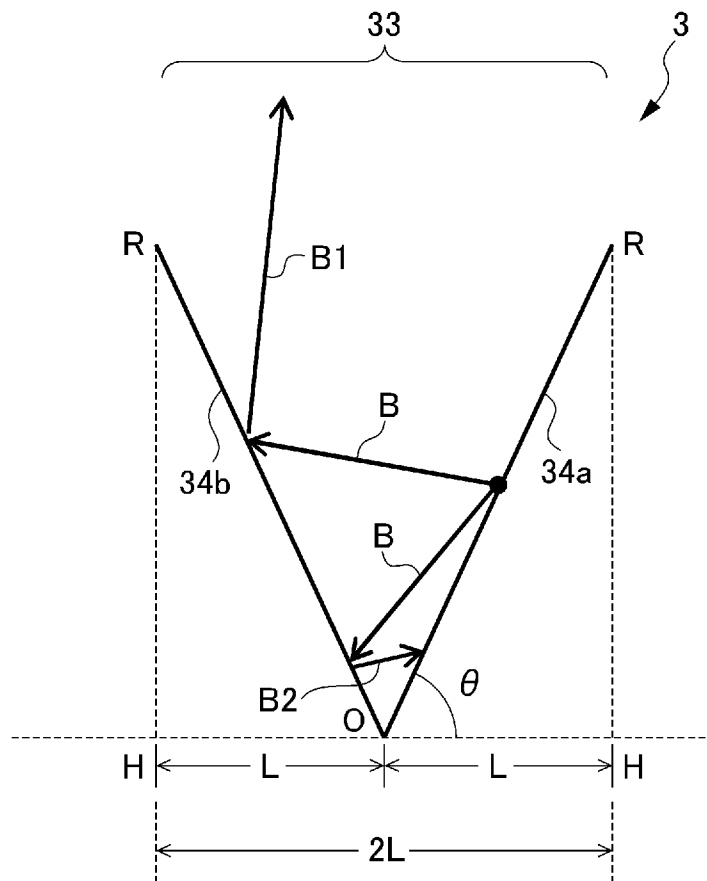
[図5]



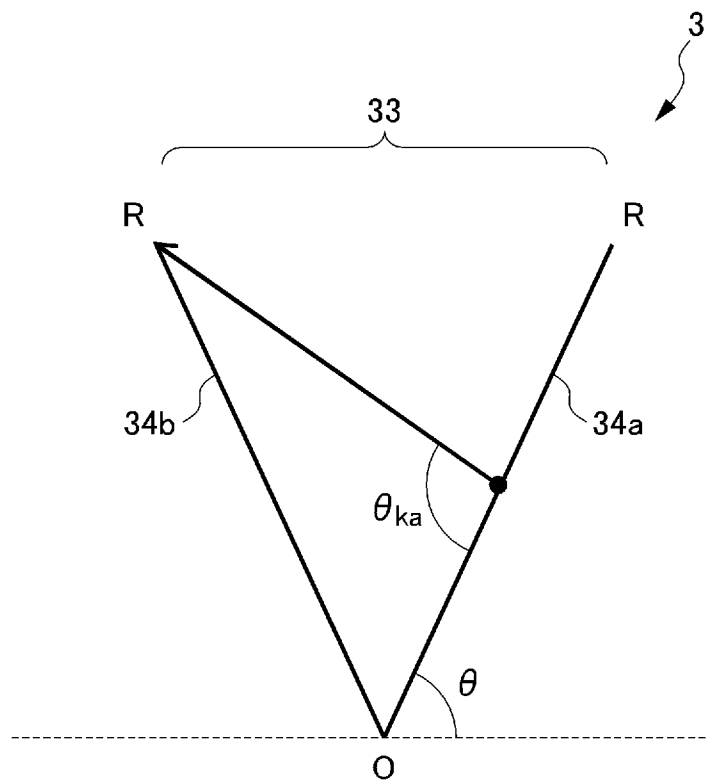
[図6A]



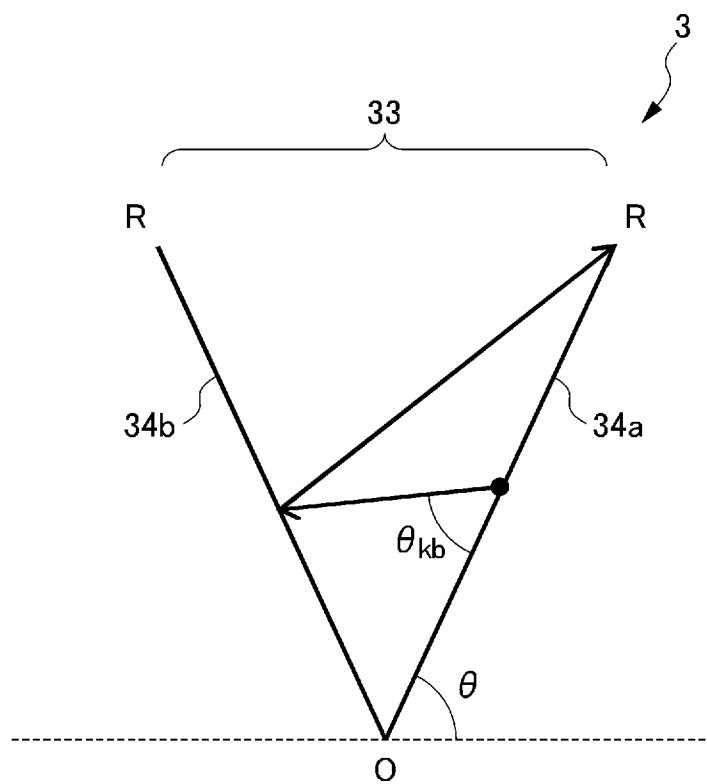
[図6B]



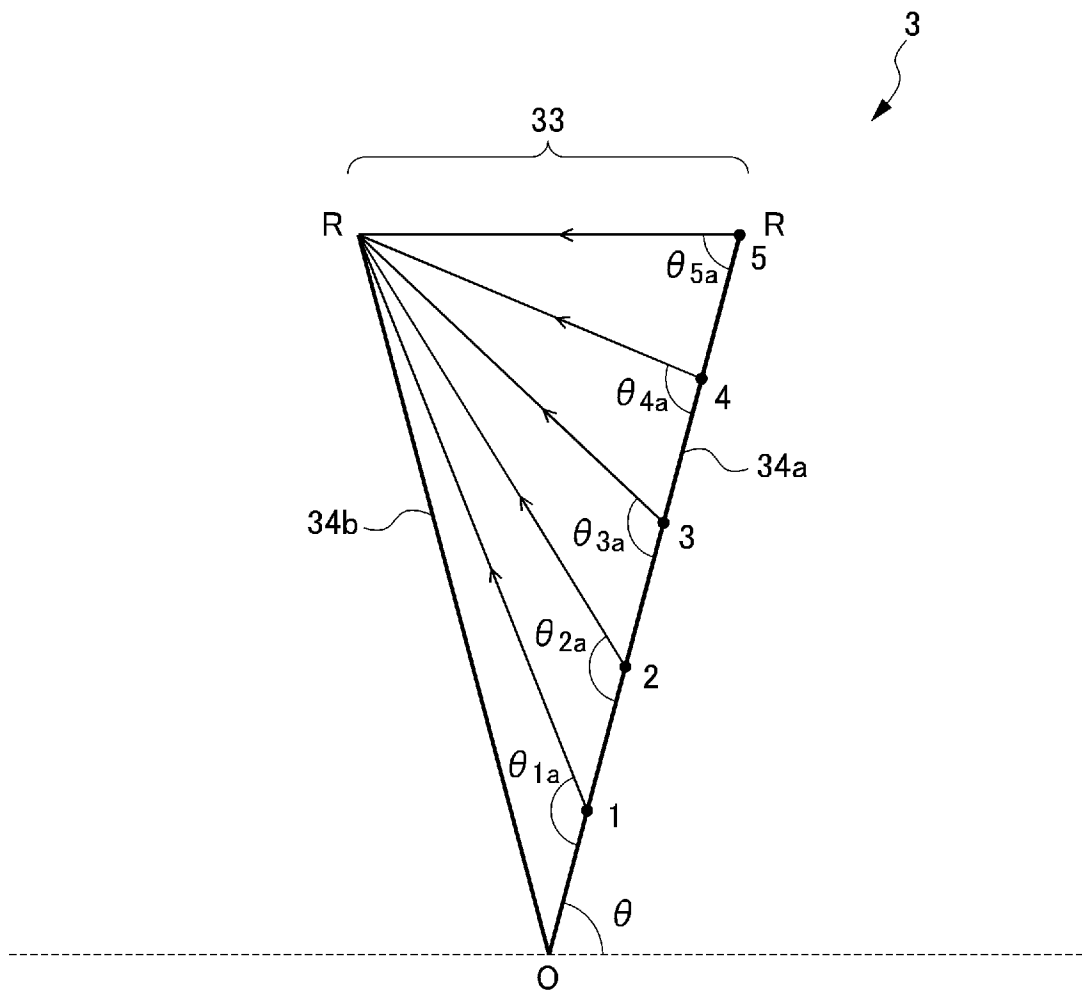
[図7A]



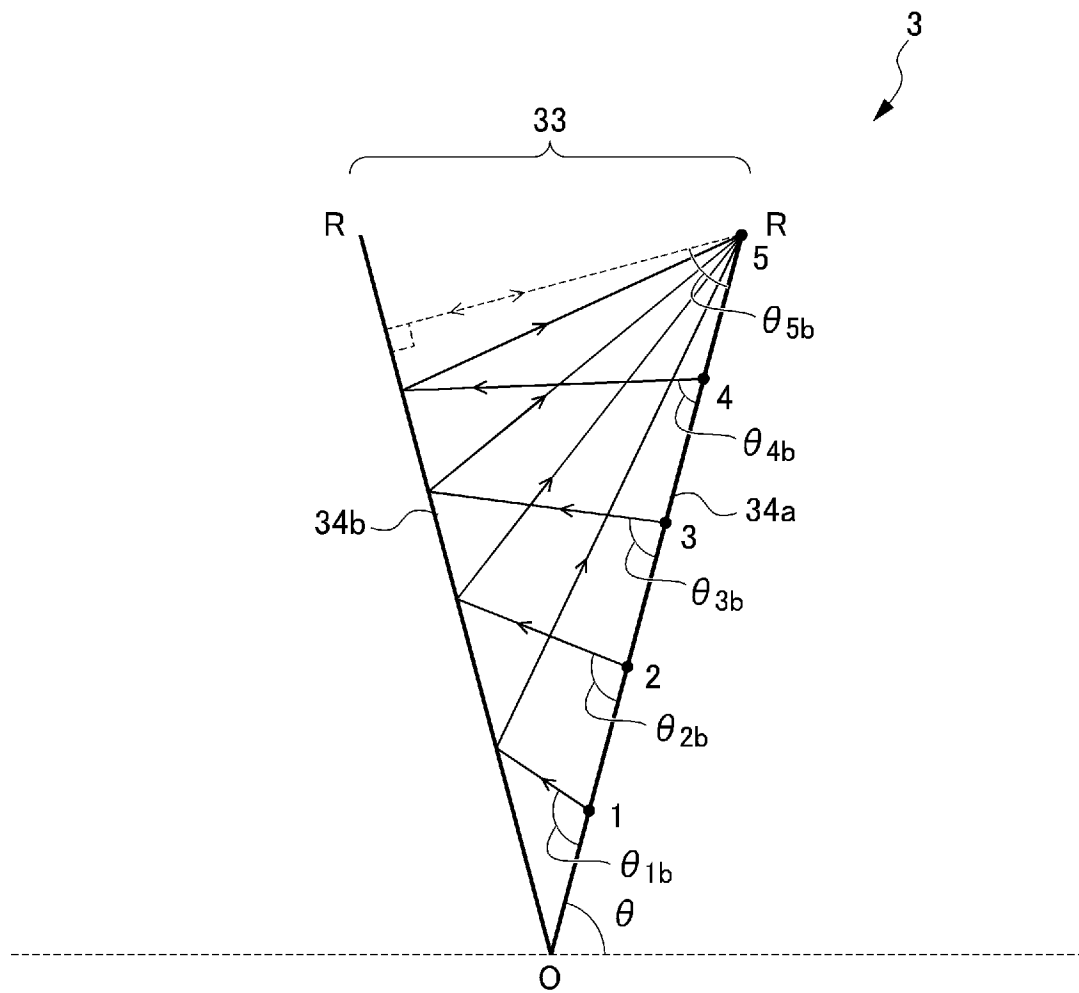
[図7B]



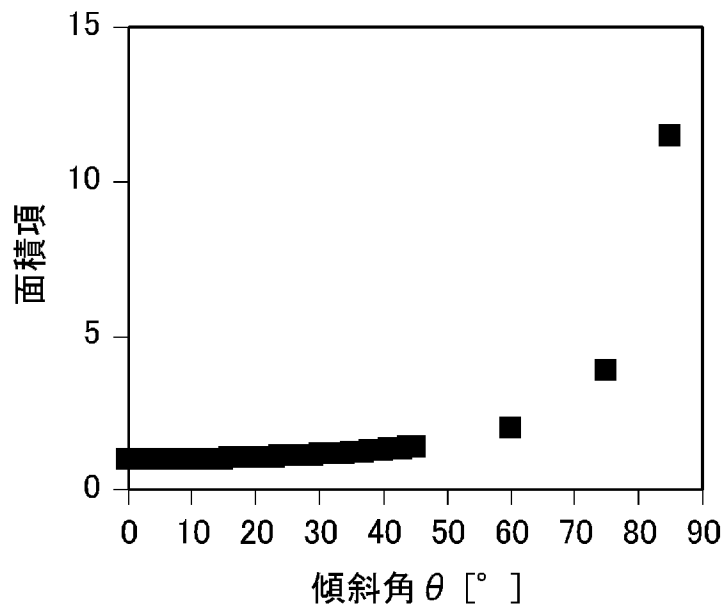
[図8]



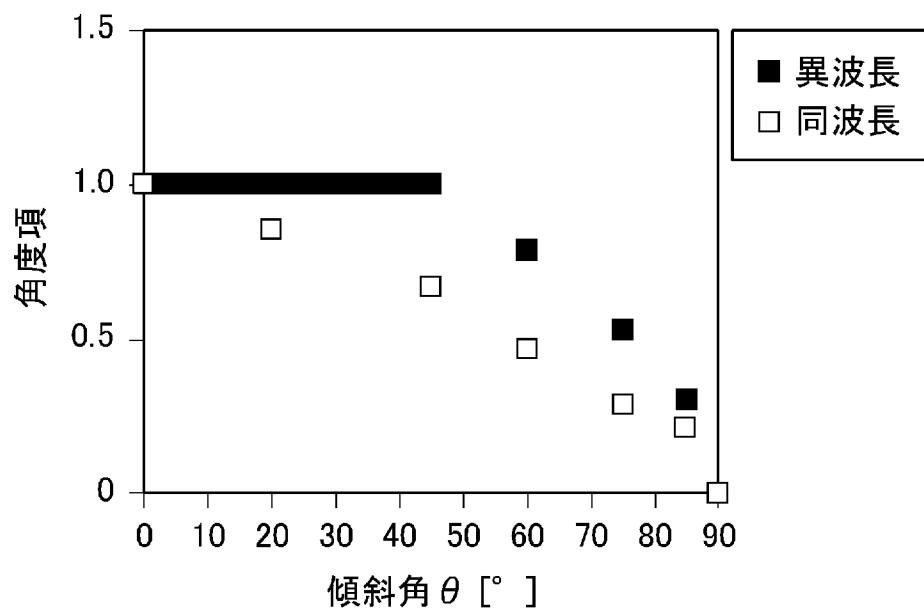
[図9]



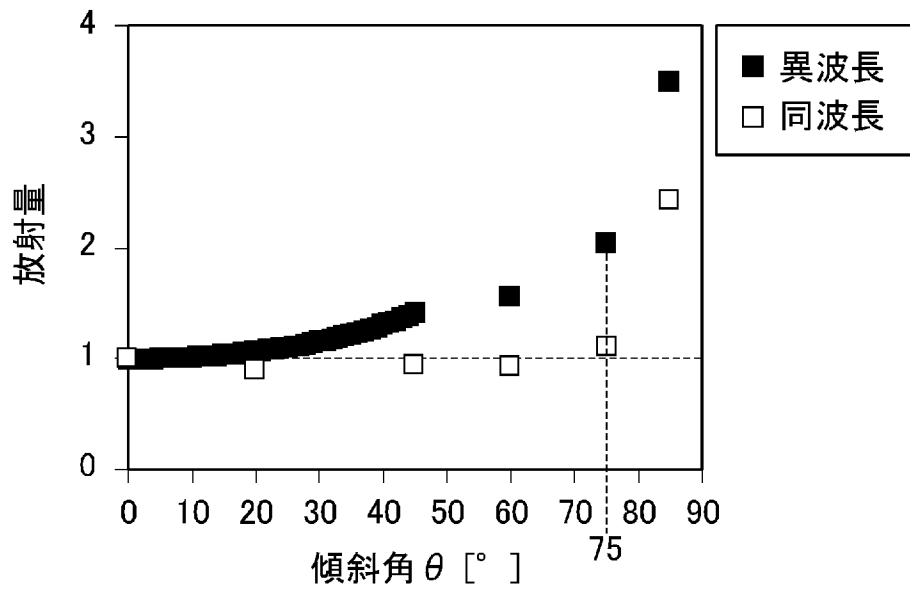
[図10]



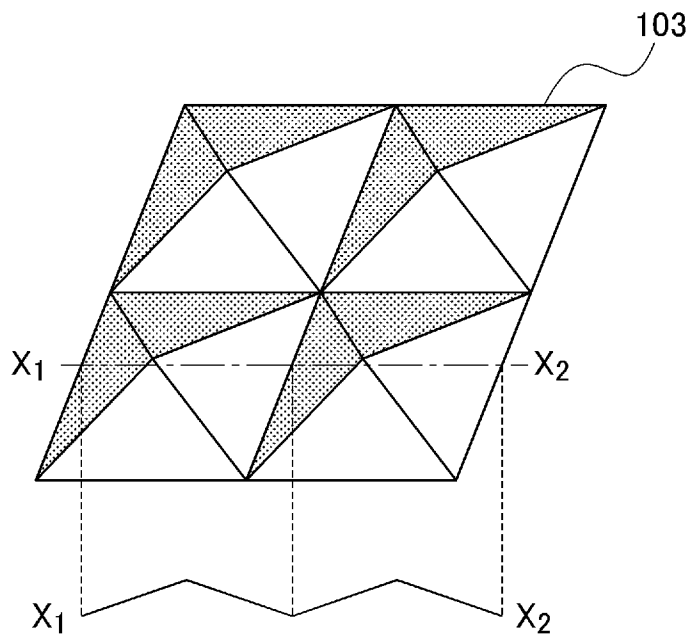
[図11]



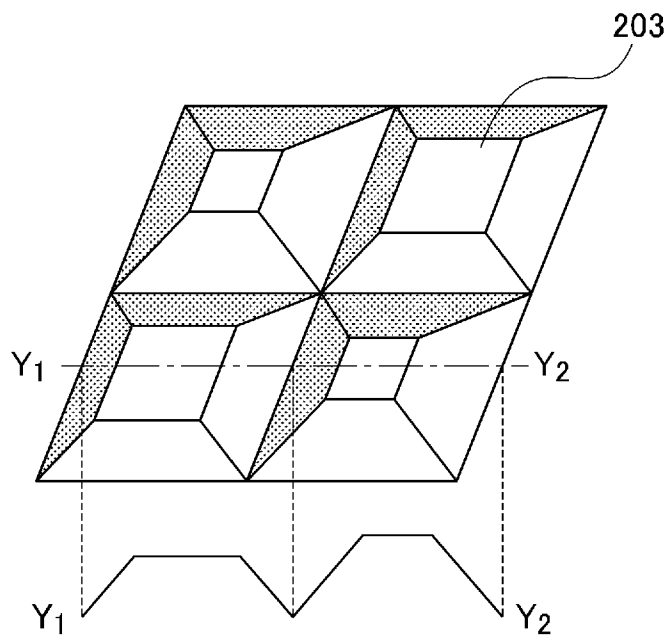
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24F 5/00 (2006.01) i; E04B 1/76 (2006.01) i; F24F 1/0093 (2019.01) i
FI: F24F5/00 K; F24F1/0093; E04B1/76 300

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)

F24F5/00; E04B1/76; F24F1/0093

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 A	JP 2002-090080 A (SAITO, Takeo) 27.03.2002 (2002-03-27) paragraphs [0010]-[0024], fig. 1-7	1, 3 4-8 2
Y A	WO 2017/151514 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF COLORADO, A BODY CORPORATE) 08.09.2017 (2017-09-08) paragraphs [0008]-[0028], fig. 1-4D	4-8 2
A	JP 2018-526599 A (THE TRUSTEES OF COLUMBIA UNIVERSITY IN THE CITY OF NEW YORK) 13.09.2018 (2018-09-13) 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
04 June 2020 (04.06.2020)

Date of mailing of the international search report
16 June 2020 (16.06.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/012374

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2002-090080 A	27 Mar. 2002	(Family: none)	
WO 2017/151514 A1	08 Sep. 2017	JP 2019-515967 A	
		US 2017/0248381 A1	
		EP 3423298 A1	
		AU 2017225866 A	
		CN 109070695 A	
		BR 112018067295 A	
JP 2018-526599 A	13 Sep. 2018	US 2018/0180331 A1	
		entire text, all drawings	
		WO 2016/205717 A1	
		EP 3311094 A1	
		CN 107923718 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F24F 5/00(2006.01)i; E04B 1/76(2006.01)i; F24F 1/0093(2019.01)i FI: F24F5/00 K; F24F1/0093; E04B1/76 300										
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）） F24F5/00; E04B1/76; F24F1/0093										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			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
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	JP 2002-090080 A (齋藤 武雄) 27.03.2002 (2002 - 03 - 27) 段落 [0010] - [0024], [図1] - [図7]	1, 3								
Y		4-8								
A		2								
Y	WO 2017/151514 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF COLORADO, A BODY CORPORATE) 08.09.2017 (2017 - 09 - 08) 段落[0008]-[0028], 第1-4D図	4-8								
A		2								
A	JP 2018-526599 A (ザ トラスティーズ オブ コロンビア ユニヴァーシティ イ ン ザ シティ オブ ニューヨーク) 13.09.2018 (2018 - 09 - 13) 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 “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										
国際調査を完了した日 04.06.2020		国際調査報告の発送日 16.06.2020								
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） 安島 智也 3M 9741 電話番号 03-3581-1101 内線 3377								

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/JP2020/012374

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-090080	A	27.03.2002	(ファミリーなし)	
WO	2017/151514	A1	08.09.2017	JP	2019-515967 A
				US	2017/0248381 A1
				EP	3423298 A1
				AU	2017225866 A
				CN	109070695 A
				BR	112018067295 A
JP	2018-526599	A	13.09.2018	US	2018/0180331 A1
				全文, 全図	
				WO	2016/205717 A1
				EP	3311094 A1
				CN	107923718 A