(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
2022年10月6日(06.10.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/210982 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 35/32 (2006.01) *H01L 35/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/016309

(22) 国際出願日： 2022年3月30日(30.03.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

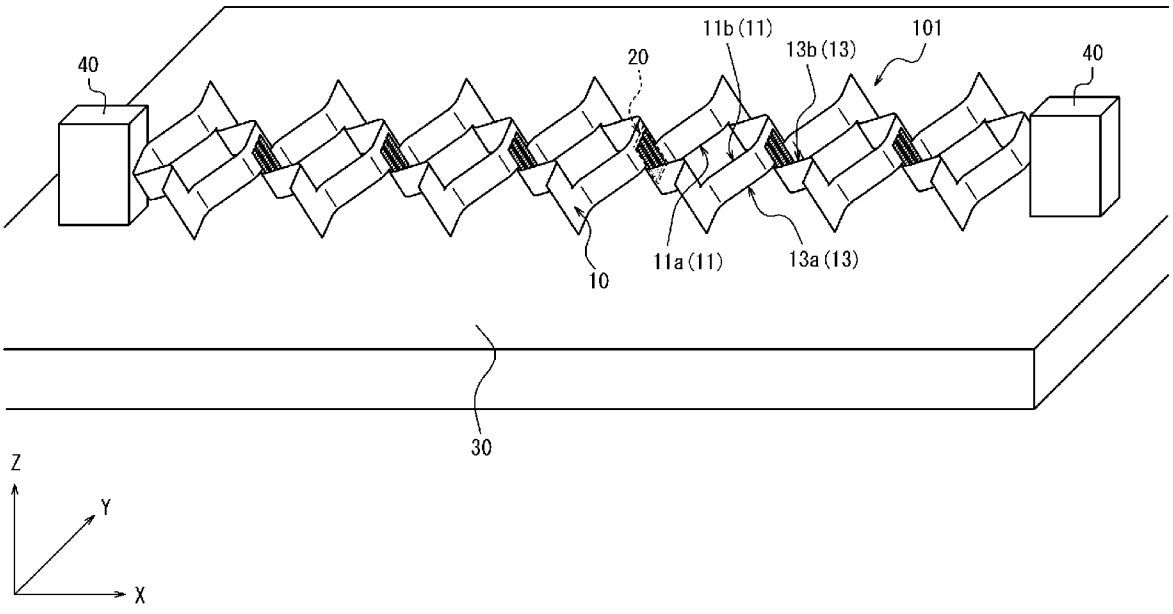
(30) 優先権データ：
特願 2021-062105 2021年3月31日(31.03.2021) JP

(71) 出願人: 日本ゼオン株式会社 (**ZEON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008246 東京都千代田区丸の内一丁目６番２号 Tokyo (JP). 学校法人東京理科大学 (**TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE FOUNDATION**) [JP/JP]; 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 内田 秀樹 (**UCHIDA Hideki**); 〒1008246 東京都千代田区丸の内一丁目６番２号 日本ゼオン株式会社内 Tokyo (JP). 中嶋 宇史 (**NAKAJIMA Takashi**); 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP). 元祐 昌廣 (**MOTOSUKE Masahiro**); 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP). 山本 貴博 (**YAMAMOTO Takahiro**); 〒1628601 東京都新宿区神楽坂一丁目３番地 学校法人東京理科大学内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** THERMOELECTRIC CONVERSION MODULE

(54) 発明の名称： 熱電変換モジュール



(57) **Abstract:** The purpose of the present disclosure is to provide a sheet-like thermoelectric conversion module having excellent thermoelectric conversion characteristics. A thermoelectric conversion module (100) of the present disclosure is formed as a sheet and is disposed in contact with or in proximity to a heat source to generate electric power on the basis of a temperature difference between a portion in the vicinity of the heat source and a portion spaced apart from the heat source, the thermoelectric conversion module (100) having an incision penetrating through the sheet in a thickness direction thereof. The thermoelectric conversion module (100) is characterized by, when extended in a predetermined direction to

WO 2022/210982 A1

[続葉有]

(74) 代理人：杉 村　憲 司 (SUGIMURA Kenji)；〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目２番１号 霞が関コモンゲート西館３６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, 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, 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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

separate opposite ends of the incision away from each other, deforming from a sheet-like form A to a three-dimensionally structured form B protruding in the sheet thickness direction.

(57) 要約：本開示は、熱電変換特性に優れたシート状の熱電変換モジュールを提供することを目的とする。本開示の熱電変換モジュール（１００）は、熱源に当接または近接して配置され、熱源近傍の部分と熱源から離間した部分との温度差に基づいて発電する、シート状に形成された熱電変換モジュール（１００）であって、シートの厚み方向に貫通する切込み部を有し、熱電変換モジュール（１００）は、所定方向に延伸させることによって切込み部の互いに対向する縁部同士が離間し、シート状の形態Ａからシート厚み方向へ突出する立体構造状の形態Ｂへと変形することを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： 熱電変換モジュール

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０２１年　３月３１日に出願された日本国特許出願第２０２１－　６２１０５号に基づく優先権を主張するものであり、この特許出願の明細書全体を参照によって本願明細書に引用する。

技術分野

[0002] 本開示は、熱電変換モジュールに関する。

背景技術

[0003] 近年、シート状の熱電変換素子を用いた、フレキシブルで薄型軽量のシート状熱電変換モジュールが提案されている。例えば、特許文献１には、熱電変換モジュールの両面に熱伝導率が異なる材料で構成された柔軟性を有するフィルム状基板を設け、熱伝導率が高い材料が基板の外面の一部分に位置するように構成された、熱電変換素子が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第３９８１７３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献１では、基板の厚み方向の温度勾配を基板の面内方向の温度勾配に変換しているため、熱電変換素子の面積を大きくしないと発電に必要な温度差が得られにくかった。また、様々な形状や温度差の方向性を有する熱源に対して柔軟に対応しづらく、これらの点において改善の余地があった。

[0006] そこで、本開示の目的は、上述した課題を解決し、熱電変換特性に優れたシート状の熱電変換モジュールを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] この開示は、上記課題を有利に解決することを目的とするものであり、本開示の熱電変換モジュールは、熱源に当接または近接して配置され、熱源近傍の部分と熱源から離間した部分との温度差に基づいて発電する、シート状に形成された熱電変換モジュールであって、シートの厚み方向に貫通する切込み部を有し、前記熱電変換モジュールは、所定方向に延伸させることによって前記切込み部の互いに対向する縁部同士が離間し、シート状の形態Ａからシート厚み方向へ突出する立体構造状の形態Ｂへと変形することを特徴とする。このような構成の採用によって、シート状の熱電変換モジュールを所定方向に延伸させるという簡便な手法により立体構造状の形態へと変形させて熱源に近接させることによって、シート状の熱電変換モジュール内の温度差を増大させて熱電変換特性を向上させることができる。

[0008] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、シート状の基材と、前記基材上に形成された素子本体とを備えることが好ましい。このような構成の採用によって、熱電変換モジュール内において、シートの厚み方向に突出する部位のみを熱電変換素子で形成することができるので、より少ない熱電変換材料を用いて熱電変換特性を向上させることができる。

[0009] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記素子本体は、長尺状に形成された素子体を備え、前記素子体は、該素子体の長手方向両端部が、前記形態Ｂの状態においてシートの突出方向に互いに離れるように配置されていることが好ましい。このような構成の採用によって、シート裏面を熱源に近接させることで素子体の長手方向の温度差を効率よくもうけて熱電変換特性を向上させることができる。

[0010] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記素子本体は、長尺状に形成された複数の素子体を備え、前記複数の素子体は、長手方向端部において、隣接する素子体同士が電気的に直列に接続されていることが好ましい。このような構成の採用によって、素子体内で生じた熱起電力を直列接続により増大させて出力することができる。

[0011] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記素子体は、カーボンナノチューブを含むことが好ましい。このような構成の採用によって、熱電変換モジュールの延伸によって素子体のゼーベック係数自体を増加させる効果を得ることができるため、熱電変換特性を向上させることができる。また、熱電変換モジュールの機械的強度を更に向上させるとともに軽量化することができる。

[0012] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記素子体の長手方向の長さは、３０ｍｍ以上であることが好ましい。このような構成の採用によって、素子体内の温度差を確保し易くして熱電変換特性を向上させることができる。

[0013] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記素子体の長手方向の長さは、５ｍｍ以上１２ｍｍ以下であることが好ましい。このような構成の採用によって、同じカーボンナノチューブの使用量に対して熱電変換モジュールで発生させる起電力を高めることができる。

[0014] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記基材の熱伝導率は、５．０［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］以下であることが好ましい。このような構成の採用によって、素子体の長手方向の熱伝導を抑制して温度差を確保し易くして熱電変換特性を向上させることができる。

[0015] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記熱電変換モジュールは、前記形態Ｂの状態において、発電部としての前記素子本体と、熱源に当接または近接する吸熱部と、熱源より低い温度の放熱体に当接または近接するとともにシートの突出方向における前記吸熱部の反対側に配置される放熱部とを備えることが好ましい。このような構成の採用によって、素子体の長手方向の温度差を大きくすることができるので、熱電変換特性を向上させることができる。

[0016] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、複数の前記切込み部を有することが好ましい。このような構成の採用によって、複数の素子本体の温度差を確保し易くして熱電変換特性を向上させることができる。

[0017] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記所定方向は、前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールにおける前記切込み部の延在方向に略直交する方向であることが好ましい。このような構成の採用によって、熱電変換モジュールを所定方向に延伸させることで切込み部周りの撓みを増加させシートの厚み方向に突出させて、素子本体内に温度差を効果的にもうけることができる。

[0018] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記所定方向は、前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールの面内方向における前記切込み部の延在方向に略直交する方向であることが好ましい。このような構成の採用によって、熱電変換モジュールを所定方向に延伸させることで切込み部周りの撓みを増加させシートの厚み方向に突出させて、素子本体内に温度差を効果的にもうけることができる。

[0019] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記切込み部は、前記所定方向に並べられた複数の前記素子本体の間の領域において前記所定方向に直交する方向略中央位置に配置される第１切込み部と、前記素子本体における前記所定方向に直交する方向両側から前記熱電変換モジュールの両端部まで延びる第２切込み部とを有し、前記第１切込み部と前記第２切込み部が前記所定方向に交互に設けられていることが好ましい。このような構成の採用によって、第１切込み部における縁部の離間によって素子本体の所定方向端部をシート厚みに直交する方向に変位し易くするとともに、第２切込み部の縁部の離間によって素子本体が起立する方向の剛性を更に下げることができる。

[0020] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記所定方向は、前記形態Ａのシート状の前記熱電変換モジュールの面内方向に略直交する方向であることが好ましい。このような構成の採用によって、延伸手段が熱電変換モジュールを引っ張る方向と熱電変換モジュールの延伸方向が一致するので、熱電変換モジュールを所望の発電に必要な延伸量だけ確実に延伸させることができる。

[0021] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、前記切込み部は、前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールにおける内周部から該内周部と同心状に設けられた外周部に向かって螺旋状に延びており、前記形態Ｂの状態において、前記内周部が前記熱電変換モジュールの厚み方向に突出するとともに、前記内周部又は前記外周部のいずれか一方が熱源に当接または近接して配置されていることが好ましい。このような構成の採用によって、熱電変換モジュールが軸対称構造を備えており、各素子体が内周部の突出量に対応した安定した発電を行うことができる。

[0022] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、

前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールの面内方向における略同一方向に延びる複数の前記切込み部が、該切込み部の延在方向に略直交する方向に離間して配置され、

延伸手段が前記複数の前記切込み部を前記熱電変換モジュールの表面から裏面へ及び裏面から表面へと交互に貫くことによって、隣接する前記切込み部の間の領域が前記熱電変換モジュールの表側及び裏側に交互に突出した形態Ｂの状態へと変形することが好ましい。このような構成の採用によって、棒状部材が切込み部を熱電変換モジュールの表面から裏面へ及び裏面から表面へと交互に貫くことによって基材の一部をシートの厚み方向に安定して突出させることにより素子本体に確実に温度差を設けることができる。従って、熱電変換特性を改善することができる。

[0023] ここで、本開示の熱電変換モジュールにおいて、

前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールにおける面内方向略中央位置に設けられ前記切込み部により外周部に対して区画形成された中央部が、前記切込み部により前記外周部に対して区画形成されたアーム部を介して前記外周部と連結されており、延伸手段が前記中央部の裏面と前記外周部の表面に間に配置されることによって、前記中央部が前記熱電変換モジュールの表側に突出した形態Ｂの状態へと変形することが好ましい。このような構成の採用によって、基材の一部をシートの厚み方向に安定して突出させることによ

り素子本体に確実に温度差を設けることができる。従って、熱電変換特性を改善することができる。

発明の効果

[0024] 本開示によれば、熱電変換特性に優れたシート状の熱電変換モジュールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1A]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が複数の素子体を有するもの）の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図1B]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が単一の素子体を有するもの）の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図2A]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が複数の素子体を有するもの）の形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図2B]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が単一の素子体を有するもの）の形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図3A]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が複数の素子体を有するもの）における素子本体の構成（ユニレグ型）を示す図である。

[図3B]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が複数の素子体を有するもの）における素子本体の構成の変形例を示す図である。

[図3C]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が複数の素子体を有するもの）における素子本体の構成（π型）の変形例を示す図である。

[図3D]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が単一の素子体を有するもの）における素子本体の構成（ユニレグ型）の変形例を示す図である。

[図3E]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール（素子本体が単一の素子体を有するもの）における素子本体の構成（π型）の変形例を示す図である。

[図4A]熱電変換モジュールを長手方向に延伸したときの延伸距離と出力電圧及び出力電流との関係を示す図である。

[図4B]熱電変換モジュールを長手方向に延伸したときの延伸距離と出力電力との関係を示す図である。

[図4C]熱電変換モジュールを長手方向に延伸したときの延伸距離と引張応力との関係を示す図である。

[図4D]熱電変換モジュールを長手方向に延伸したときの延伸距離とゼーベック係数との関係を示す図である。

[図5A]素子体の長手方向長さと素子体の長手方向に発生する温度差との関係を示す図である。

[図5B]素子体の長手方向長さと発生する起電力との関係を示す図である。

[図6]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第１変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図7]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第１変形例の形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図8]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第２変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図9]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第２変形例の形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図10]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第３変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図11]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第４変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図12]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第５変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図13]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第５変形例の形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図14]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第６変形例の形態

Ａの状態を示す平面図である。

[図15]本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第７変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図16]本開示の第２実施形態に係る熱電変換モジュールの形態Ａの状態を示す平面図である。

[図17]本開示の第２実施形態に係る熱電変換モジュールの形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図18]本開示の第３実施形態に係る熱電変換モジュールの形態Ａの状態を示す平面図である。

[図19]本開示の第３実施形態に係る熱電変換モジュールの形態Ｂの状態を示す斜視図である。

[図20]本開示の第３実施形態に係る熱電変換モジュールの第１変形例の形態Ａの状態を示す平面図である。

[図21]本開示の第３実施形態に係る熱電変換モジュールの第１変形例の形態Ｂの状態を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。各図において共通の構成部には、同一の符号を付している。

[0027] ［第１実施形態］

図１Ａから図３Ｅは、本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュール１００，１０１の構成を示す図である。熱電変換モジュール１００は、シート状に形成された基材１０と、基材１０上に形成され熱電変換モジュール１００内の温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0028] なお、本願の明細書、特許請求の範囲、及び図面においては、図１Ａの左右方向をＸ軸方向、図１Ａの上下方向をＹ軸方向としている。また、図１Ａにおける紙面に垂直方向をＺ軸方向としており、Ｚ軸方向プラス側が熱電変換モジュール１００の表側、Ｚ軸方向マイナス側が熱電変換モジュール１００の裏側である。

[0029] 基材１０は、図１Ａに示す平面視において、Ｘ軸方向が長手方向となる矩形形状を有している。本実施形態において、基材１０の長手方向（Ｘ軸方向）には、熱電変換を行う複数の素子本体２０が等間隔で配置されている。

[0030] 素子本体２０は、例えば図３Ａに示すように、ｐ型熱電変換素子である複数の長尺状の素子体２１－２３が、それらの長手方向端部が隣接する素子体２１－２３と配線２５によって電気的に直列接続されるように構成することができる。図３Ａの例において、素子本体２０は、Ｙ軸方向に並ぶ３つの素子体２１－２３を備えている。図３Ａの例において、素子体２１－２３は、例えばｐ型熱電変換素子であるカーボンナノチューブ（ＣＮＴ）で構成することができる。なお、素子本体２０は、図１Ｂ及び図３Ｄに示すように、単一の素子体２１を有するように構成してもよい。

[0031] 基材１０には、図１Ａに示すように、Ｘ軸方向に並べられた複数の素子本体２０の間の領域において、Ｙ軸方向に延びるとともに基材１０におけるＹ軸方向略中央位置に配置される第１切込み部１１と、素子本体２０におけるＹ軸方向両側から基材１０のＹ軸方向両端部まで延びる第２切込み部１３とを有している。第１切込み部１１及び第２切込み部１３は、基材１０の厚み方向に貫通する切込み部であり、基材１０の長手方向（Ｘ軸方向）に交互に略等間隔で設けられている。

[0032] 第１切込み部１１は、基材１０の短手方向（Ｙ軸方向）に素子本体２０を越えて延びており、基材１０の短手方向（Ｙ軸方向）の略中央位置に配置されている。図１Ａの例では、第１切込み部１１は、基材１０の短手方向長さの半分以上の長さを備えており、第１切込み部１１の両端部は、基材１０の短手方向両端部よりも内側で終端している。

[0033] 素子本体２０は、図１Ａに示すように、基材１０の短手方向（Ｙ軸方向）の略中央位置に配置されており、素子本体２０のＹ軸方向両側から基材１０のＹ軸方向両端部まで第２切込み部１３が延びている。第１切込み部１１及び第２切込み部１３は、互いに平行にＹ軸方向に延びており、Ｘ軸方向に略等間隔で交互に配置されている。

[0034] 図１Ａに示す熱電変換モジュール１００は、シート状の初期状態を示している。このシート状の形態を、本願の明細書及び特許請求の範囲では、「形態Ａ」と呼ぶことにする。この形態Ａの熱電変換モジュール１００を図１Ａの左右方向に延伸した状態で、熱電変換モジュール１００の長手方向両端部を延伸手段である装着部４０に装着すると、図２Ａに示すように、第１切込み部１１における互いに対向する縁部１１ａ，１１ｂ同士、及び第２切込み部１３における互いに対向する縁部１３ａ，１３ｂ同士が所定の延伸方向である図１Ａ及び図２Ａの左右方向に離間する。これによって、図２Ａの右側の縁部１１ｂ、１３ｂが上方に撓み変形するとともに図１Ａの左側の縁部１１ａ，１３ａが下方に撓み変形する。この第１切込み部１１及び第２切込み部１３の縁部の撓み変形によって、図１Ａの例では素子本体２０の左端部がシートの厚み方向の上方（表側）に突出する。また、素子本体２０の右端部がシートの厚み方向の下方（裏側）に突出する（図２Ａ参照）。

[0035] 本実施形態では、形態Ａの状態から熱電変換モジュール１００が所定方向である図１Ａの左右方向に延伸することによって、シートの厚み方向に突出し、図２Ａに示すような立体構造状の形態となる。本願の明細書及び特許請求の範囲では、この立体構造状の形態を「形態Ｂ」と呼ぶことにする。また、形態Ｂを「熱電変換モジュール１０１」のように符号を変えて識別することにする。

[0036] 本実施形態において、形態Ｂの状態の熱電変換モジュール１０１は、図２Ａに示すように熱源３０の上に配置されている。これによって、素子本体２０を構成する複数の素子体２１－２３（図３Ａ参照）における長手方向右端部の周辺領域が熱源３０に近接して配置される吸熱部となる。また、複数の素子体２１－２３における熱源３０とは反対側に位置する長手方向左端部の領域が空気の自然対流によって冷却される放熱部として機能する。なお、図２Ａにおいて熱電変換モジュール１０１の上方に熱源３０より温度が低い放熱体を配置し、放熱部を放熱体により積極的に冷却することによって複数の素子体２１－２３の長手方向の温度差を大きくするように構成してもよい。

なお、図１Ｂに示すように素子本体２０が単一の素子体を有する場合の形態Ｂの構成を図２Ｂに示している。

[0037] 図３Ａには、ｐ型熱電変換素子である複数の長尺状の素子体２１－２３によって素子本体２０を構成する例（いわゆる「ユニレグ型」）を示している。図１Ａにおいて、符号２０を付した領域は、図３Ａにおいて符号２０を付した領域に対応している。図中の白抜き矢印は、素子体２１－２３の高温側から低温側に向かう熱流束を示し、黒矢印は、素子体２１－２３に流れる電流の向きを示している。ｐ型熱電変換素子は、素子体２１－２３内に温度差が生じると、ホールが高温側から低温側へ移動するため、低温側が正極となる熱起電力を発生させる。従って、図３Ａに示すように、複数の素子体２１－２３の高温側の端部を隣接する素子体２１－２３の低温側の端部と配線２５により直列接続するとともに、低温側の端部を隣接する素子体２１－２３の高温側の端部と配線２５により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体２１－２３の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0038] なお、素子本体２０が図１Ｂに示すように単一の素子体を有する場合には、例えば図３Ｄに示すように、ｐ型熱電変換素子である単一の長尺状の素子体２１によって素子本体２０を構成することができる。この場合、素子体２１の高温側の端部を隣接する素子体２１の低温側の端部と配線２５により直列接続するとともに、素子体２１の低温側の端部を隣接する素子体２１の高温側の端部と配線２５により直列接続して構成する。

[0039] なお、配線２５の材料には、例えば銀ペーストや金、銅、アルミニウム、ニッケル等の各種金属を用いることができる。図３Ａの例では、素子体２１－２３にｐ型熱電変換素子を用いることを前提に説明したが、代わりにｎ型熱電変換素子を用いてもよい。

[0040] 図３Ｂには、ｐ型熱電変換素子及びｎ型熱電変換素子を含む複数の長尺状の素子体２１，２２Ａ，２３によって素子本体２０を構成する変形例が示されている。図１Ａにおいて、符号２０を付した領域は、図３Ｂにおいて符号

２０を付した領域に対応している。ｐ型熱電変換素子は、上述のように素子体２１，２３内に温度差が生じると、ホールが高温側から低温側へ移動するため、低温側が正極となる熱起電力を発生させる。また、ｎ型熱電変換素子は、素子体２２Ａ内に温度差が生じると、電子が高温側から低温側へ移動するため、高温側が正極となる熱起電力を発生させる。従って、図３Ｂに示すように、ｐ型熱電変換素子である素子体２１，２３の高温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体２２Ａの高温側の端部又は隣接するｐ型熱電変換素子である素子体２１，２３の低温側の端部と配線２５により直列接続するとともに、ｐ型熱電変換素子である素子体２１，２３の低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体２２Ａの低温側の端部又は隣接するｐ型熱電変換素子である素子体２１，２３の高温側の端部と配線２５により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体２１，２２Ａ，２３の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0041] 図３Ｃには、ｐ型熱電変換素子及びｎ型熱電変換素子を含む複数の長尺状の素子体２１，２２Ａ，２３，又は素子体２１Ａ，２２，２３Ａによって素子本体２０を構成する変形例（いわゆる「π型」）が示されている。図１Ａにおいて、符号２０を付した領域は、図３Ｃにおいて符号２０を付した領域に対応している。ｐ型熱電変換素子は、上述のように素子体２１，２２，２３内に温度差が生じると、ホールが高温側から低温側へ移動するため、低温側が正極となる熱起電力を発生させる。また、ｎ型熱電変換素子は、素子体２１Ａ，２２Ａ，２３Ａ内に温度差が生じると、電子が高温側から低温側へ移動するため、高温側が正極となる熱起電力を発生させる。従って、図３Ｃに示すように、ｐ型熱電変換素子である素子体２１，２２，２３の高温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体２１Ａ，２２Ａ，２３Ａの高温側の端部と配線２５により直列接続するとともに、ｐ型熱電変換素子である素子体２１，２２，２３の低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体２１Ａ，２２Ａ，２３Ａの低温側の端部と配線２５により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体２１，２１Ａ，２２，２２Ａ，

２３，２３Ａの連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0042] なお、素子本体２０が図１Ｂに示すように単一の素子体を有する場合には、例えば図３Ｅに示すように、ｐ型熱電変換素子である長尺状の素子体２１及びｎ型熱電変換素子である長尺状の素子体２１Ａによって素子本体２０を構成することができる。この場合、素子体２１の高温側の端部を隣接する素子体２１Ａの高温側の端部と配線２５により直列接続するとともに、素子体２１の低温側の端部を隣接する素子体２１Ａの低温側の端部と配線２５により直列接続して構成する。

[0043] なお、図３Ａから図３Ｅの例において、素子体２１－２３を構成するｐ型熱電変換素子及びｎ型熱電変換素子を形成するための熱電変換材料としては、特に限定されることなく、ビスマステルル系化合物、アンチモン系化合物、シリコン系化合物、金属酸化物系化合物、ホイスラー合金系化合物、導電性高分子化合物、導電性繊維、及びこれらの複合材料等を用いることができる。中でも、導電性繊維を用いることが好ましく、カーボンナノチューブ（以下、ＣＮＴとも称する）などの繊維状の炭素ナノ構造体を用いることがより好ましい。ＣＮＴを使用すれば、本開示の熱電変換モジュール１００の機械的強度を更に向上させ軽量化することができるだけでなく、後述するように熱電変換モジュール１００の延伸によって素子体２１－２３のゼーベック係数自体を増加させる効果も期待できるからである。さらに、ＣＮＴとしては特に限定されることなく、単層ＣＮＴおよび／または多層ＣＮＴを用いることができるが、ＣＮＴは、単層ＣＮＴであることが好ましい。単層ＣＮＴの方が、熱電特性（ゼーベック係数）が優位である傾向があるからである。なお、単層カーボンナノチューブとしては、ＣＮＴ製造用の触媒層を表面に有する基材上に、原料化合物およびキャリアガスを供給して、化学的気相成長法（ＣＶＤ法）によりＣＮＴを合成する際に、系内に微量の酸化剤（触媒賦活物質）を存在させることで、触媒層の触媒活性を飛躍的に向上させるという方法（スーパーグロース法；国際公開第２００６／０１１６５５号参照）に準じて製造したＣＮＴを用いることができる（以下、かかる方法に準じ

て製造されたＣＮＴを「ＳＧＣＮＴ」と称することがある）。さらにＳＧＣＮＴは折れ曲がりが多いという特徴を持っている。ここで、ＣＮＴは、電子移動による熱伝導性は高いが、フォノン振動による熱伝導性の低下効果も高いと考えられている。しかし、ＳＧＣＮＴは、他の一般的な方法に従って製造したＣＮＴよりも折れ曲がりが多いため、フォノン振動が増幅されにくい構造となっており、フォノン振動に起因した熱伝導性の低下を抑制することができる。よって、ＳＧＣＮＴは、他の一般的なＣＮＴと比較して、熱電変換材料としてより優位な材料でありうる。

[0044] ここで、熱電変換素子にＣＮＴを用いた場合の、熱電変換モジュールの熱電変換特性について説明しておく。図４Ａは、熱電変換モジュール（但し、図１Ａにおいて基材１０の形状全体が熱電変換素子で構成されているもの）を熱源に近接させた状態で延伸させたときの熱電変換素子の出力電圧と出力電流を示しており、図４Ｂは、熱電変換モジュールを延伸させたときの熱電変換素子の出力電力を示している。図４Ａ及び図４Ｂによれば、熱電変換モジュールを長手方向に延伸させることで熱電変換素子における熱起電力が増大し、これに伴って出力電流及び出力電力が増大する傾向が見られる。これは、以下の２つの理由により説明することができる。

[0045] まず第１に、熱電変換モジュールを長手方向に延伸することによって、熱電変換素子の長手方向と熱源の表面とのなす角度が増大するので、熱電変換素子内の温度差が増大し、これに伴って熱電変換素子における熱起電力が増大すると考えられる。

[0046] 第２に、熱電変換モジュールを長手方向に延伸することによって、図４Ｃに示すように、熱電変換モジュールにかかる引張応力が増大し、これに伴い図４Ｄに示すように、熱電変換素子のゼーベック係数自体が増加し、熱電変換効率が増大するからであると考えられる。

[0047] なお、量子計算の結果より、熱電変換モジュールの延伸によるゼーベック係数自体の増加は、ＣＮＴ１本が折れ曲がるような構造変化をした際の電子構造の変化に起因することが分かっている。すなわち、ＣＮＴの折れ曲がり

によって電気的特性が変化し、ゼーベック係数が増大すると考えられる。

[0048] なお、熱電変換モジュールを長手方向に延伸することによってゼーベック係数自体を増加させる場合には、熱電変換素子の材料としてＣＮＴのみを用いてもよいが、例えばフッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンの共重合体（ＶＤＦ－ＴｒＦＥ）にＣＮＴをブレンドした材料を用いてもよい。ＣＮＴに他の材料を混合して延伸によりゼーベック係数を増加させる場合、他の材料は上述のものに限定されず、ＣＮＴの電子状の変化を増強させる材料であればよく、特に分子中に自発分極を有する強誘電体材料であることが好ましい。

[0049] 長尺状の素子体２１－２３の長手方向の長さは、３０［ｍｍ］以上であることが好ましく、４０［ｍｍ］以上であることが更に好ましく、６０［ｍｍ］以上であることが最も好ましい。素子体がＣＮＴを含む場合に、素子体の厚み：８０［μｍ］、素子体の面方向の熱伝導率：１０［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］、素子体の厚み方向の熱伝導率：０．１［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］、熱源温度と環境温度との温度差：１００［Ｋ］という条件を仮定すると、熱源の表面に立設された素子体内の温度差は、図５Ａに示すようなシミュレーション結果になった。すなわち、素子体の長さが少なくとも３０［ｍｍ］以上であれば、素子体内の温度差を確保し易くなる。なお、シミュレーションの結果、素子体の長手方向長さが１０［ｍｍ］を超える場合、熱伝導率がＣＮＴより２桁以上小さい基材の厚み等は、素子体の温度差にあまり影響を与えないことが分かった。

[0050] ＣＮＴが高価な材料であるため、出願人は、ＣＮＴの使用量（素子体２１－２３の総面積）が同じ場合に１つの素子体２１－２３をどのような短冊の大きさにすると熱電変換効率が良くなるかを検討した。

[0051] 本実施形態では、図３Ａ等に示すように、長尺状の素子体２１－２３を複数連結しているが、素子体２１－２３の総面積が一定であると仮定すると、一つの素子体の幅（図３ＡにおけるＹ方向幅）を固定すると、長手方向の長さ（図３ＡにおけるＸ方向長さ）と、素子体の個数の積が一定となる。

[0052] 例えば素子体の幅：ｄ、長手方向の長さＬ：Ｌ１、素子体の個数ｎ：ｎ１とすると、素子体の総面積ＳはＳ＝ｄ×Ｌ１×ｎ１となる。また、長手方向の長さＬ：Ｌ２、素子体の個数ｎ：ｎ２とすると、Ｓ＝ｄ×Ｌ２×ｎ２となり、長手方向の長さＬを２倍にすると素子体の個数ｎは１／２になる。そのとき、長手方向の長さＬが長い方が長手方向両端間の温度差を大きく取ることができるので、素子体１個の起電力は大きくなるが、素子体の個数ｎが減ることになる。熱電変換モジュールで得られる最終的な起電力は素子体１個の起電力×素子体の個数ｎになるため、素子体の総面積Ｓを一定とすると、素子体の長手方向長さＬを長くして素子体１個の温度差を上げた場合と、素子体の長手方向長さＬを短くして素子体の個数ｎを増やした場合とでは得られる最終的な起電力が変化し、最も大きな起電力が得られる素子体の長手方向長さＬの最適値があると考えられる。これをシミュレーションによって検討した結果を図５Ｂに示しており、素子体の長手方向長さＬを６ｍｍにしたときに最も大きな起電力が得られることが分かった。図５Ｂによれば、素子体の長手方向長さＬを５ｍｍ以下とすると起電力が著しく減少するのに対して、素子体の長手方向長さＬを長くした場合に起電力は緩やかに減少していく。この観点から素子体の長手方向長さＬは、５ｍｍ以上１２ｍｍ以下が好ましく、５ｍｍ以上８ｍｍ以下がさらに好ましい。

[0053] 基材の熱伝導率は、熱電変換素子と比較して小さいことが好ましく、熱電変換素子にＣＮＴを用いた場合、例えば５．０［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］以下であることが好ましい。また、基材の熱伝導率は、１．０［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］以下であることが更に好ましく、０．１［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］以下であることが最も好ましい。基材の材料には、例えば、紙（熱伝導率：０．０６［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］）、木材（０．２［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］）、ポリエチレン（０．３［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］）、ゴム（０．１５［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］）、ポリイミド（０．３［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］）などを用いることができる。

[0054] ［第１実施形態の第１変形例］

次に、本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第１変形例につ

いて、図６及び図７を用いて説明する。

[0055] 第１実施形態の第１変形例に係る熱電変換モジュール１１０は、図６に示すように、円環状に形成されたシート状の基材１０と、基材１０上に形成され温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0056] 基材１０は、図６に示す平面視において、円環形状を有するシート状部材である。基材１０には、図６に示すように、周方向に並べられた複数の素子本体２０の間の領域において、半径方向に延びるとともに基材１０における半径方向略中央位置に配置される第１切込み部１１と、素子本体２０における半径方向両側から基材１０の半径方向両端部まで延びる第２切込み部１３とを有している。第１切込み部１１及び第２切込み部１３は、基材１０の厚み方向に貫通する切込み部であり、基材１０の周方向に交互に設けられている。

[0057] 第１切込み部１１は、基材１０の半径方向に素子本体２０を越えて延びており、基材１０の半径方向の略中央位置に配置されている。第１切込み部１１は、基材１０の半径方向長さの半分以上の長さを備えており、第１切込み部１１の両端部は、基材１０の半径方向両端部よりも内側で終端している。

[0058] 一方、素子本体２０は、図６に示すように、基材１０の半径方向の略中央位置に配置されており、素子本体２０の半径方向両側から基材１０の半径方向両端部まで第２切込み部１３が延びている。第１切込み部１１及び第２切込み部１３は、ともに半径方向に延びており、周方向に略等間隔で交互に配置されている。

[0059] 図６に示す熱電変換モジュール１１０は、シート状の初期状態（形態Ａ）を示している。この形態Ａの熱電変換モジュール１１０の半径方向が上下方向に方向づけられるように変形させた状態で、延伸手段である図７に示す略円柱状の熱源４１の外周面に装着すると、第１切込み部１１における互いに対向する縁部１１ａ，１１ｂ同士、及び第２切込み部１３における互いに対向する縁部１３ａ，１３ｂ同士が所定の延伸方向である円柱状の熱源４１の周方向に離間する。これによって、第１切込み部１１及び第２切込み部１３

の一方の縁部１１ｂ、１３ｂが熱源４１の径方向外側に撓み変形するとともに他方の縁部１１ａ，１３ａが熱源４１の径方向内側に撓み変形する。この第１切込み部１１及び第２切込み部１３の縁部の撓み変形によって、図７の例では素子本体２０の左端部がシートの厚み方向における熱源４１の径方向外側に突出する。また、素子本体２０の右端部がシートの厚み方向における熱源４１の径方向内側に突出する（図７参照）。

[0060] 本実施形態では、形態Ａの状態から熱電変換モジュール１１０が所定方向である熱源４１の周方向に延伸することによって、シートの厚み方向に突出し、図７に示すような立体構造状の形態（形態Ｂ）となる。形態Ｂを「熱電変換モジュール１１１」のように形態Ａとは符号を変えて識別することにする。

[0061] 本実施形態において、形態Ｂの状態の熱電変換モジュール１１１は、図７に示すように熱源４１の外周面上に配置されている。これによって、素子本体２０を構成する複数の素子体における図7の長手方向右端部の周辺領域が熱源４１に近接して配置される吸熱部となる。また、複数の素子体における熱源４１とは反対側に位置する長手方向左端部の領域が空気の自然対流によって冷却される放熱部として機能する。

[0062] なお、この変形例では、図６に示すように、周方向４箇所において互いに交差する第３切込み部１１Ａが設けられている。このように、互いに交差する切込みを周方向に間欠的に設けることによって、図６の円環形状の形態Ａから図７に示す形態Ｂへと変形させる際に、この第３切込み部１１Ａを境に一方の裏表を反転させて内周側と外周側を入れ替えることができる。この構成によって、形態Ａから形態Ｂへと変形させる際に、周方向の長さが短い内周側が周方向に大きく歪んでしまうのを抑制することができる。

[0063] この図６に示す変形例は、図１Ａにおいて左右方向に延びる熱電変換モジュール１００を周方向に延在させた形状を有している。従って、素子本体２０の構成は、例えば図３Ａから図３Ｅに示す構成を採用することができる。

[0064] ［第１実施形態の第２変形例］

次に、本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第２変形例について、図８及び図９を用いて説明する。

[0065] 第１実施形態の第２変形例に係る熱電変換モジュール１２０は、図８に示すように、矩形形状に形成されたシート状の基材１０と、基材１０上に形成され温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0066] 基材１０は、図８に示す平面視において、矩形形状を有するシート状部材である。基材１０には、図８に示すように、基材１０の短手方向（Ｙ軸方向）に２つ、長手方向（Ｘ軸方向）に２つ並べられた合計４つの素子体（図８において符号２０の破線で囲まれている素子体）を一単位（素子本体２０）とし、これを基材１０の長手方向に複数並べている。そして、Ｘ軸方向における複数の素子本体２０の間の領域において、基材１０におけるＹ軸方向略中央位置に配置され互いにクロスする第１切込み部１２と、素子本体２０のＹ軸方向両側から基材１０のＹ軸方向両端部まで延びる第２切込み部１３とを有している。第１切込み部１２及び第２切込み部１３は、基材１０の厚み方向に貫通する切込み部である。

[0067] 図８に示す熱電変換モジュール１２０は、シート状の初期状態「形態Ａ」を示している。この形態Ａの熱電変換モジュール１２０を図８の左右方向（Ｘ軸方向）に延伸した状態で、熱電変換モジュール１２０の長手方向両端部を延伸手段である図示しない装着部に装着すると、第１切込み部１２における互いに対向する縁部１２ａ，１２ｂ同士、及び第２切込み部１３における互いに対向する縁部１３ａ，１３ｂ同士が所定の延伸方向である図８及び図９の左右方向に離間する。これによって、図８において素子本体２０同士を連結する、第１切込み部１２と第２切込み部１３で囲まれた槍先状の部位がＸ軸方向に延伸する。この槍先状の部位の延伸によって基材１０のＹ軸方向両端部がＹ軸方向中央部に引き寄せられるため、図９に示すように、素子本体２０を設けた領域がＺ軸方向に突出し、立体構造状の「形態Ｂ」へと変形する。

[0068] 図９に示す形態Ｂの熱電変換モジュール１２１を図示しない熱源上に配置

すると、上述のＸ軸方向に延伸した槍先状の部位が熱源に近接することで吸熱部として機能し、図８における素子本体２０のＹ軸方向両端部の温度を上昇させる。このようにして、素子本体２０におけるＹ軸方向両端部が高温側、素子本体２０のＹ軸方向中央部が低温側となり、素子体の長手方向に温度差が生じる。

[0069] この変形例においても、図３Ａと同様に、複数のｐ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部を隣接する素子体の低温側の端部と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を隣接する素子体の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0070] また、この変形例において、図３Ｂと同様に、ｐ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部又は隣接するｐ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部と配線により直列接続するとともに、ｐ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部又は隣接するｐ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0071] また、この変形例において、図３Ｃと同様に、ｐ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部と配線により直列接続するとともに、ｐ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0072] ［第１実施形態の第３変形例及び第４変形例］

次に、本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第３変形例及び第４変形例について、図１０及び図１１を用いて説明する。

[0073] 第１実施形態の第３変形例に係る熱電変換モジュール１３０及び第４変形

例に係る熱電変換モジュール１４０は、図１０及び図１１に示すように、矩形形状に形成されたシート状の基材１０と、基材１０上に形成され温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0074] なお、第３変形例に係る熱電変換モジュール１３０は、第１実施形態と比較して、Ｙ軸方向に方向付けされた第１切込み部１１に関して線対称位置に設けた第２切込み部１３がＹ軸方向に対して角度をなして延在している点を除き、第１実施形態と近似している。また、図１１に示す第４変形例についても、第３変形例と比較して、Ｘ軸方向の切込み部のピッチが異なる他は、第３変形例の構成と近似している。従って、ここでの詳細な説明は省略する。

[0075] ［第１実施形態の第５変形例］

次に、本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第５変形例について、図１２及び図１３を用いて説明する。

[0076] 第１実施形態の第５変形例に係る熱電変換モジュール１５０は、図１２に示すように、矩形形状に形成されたシート状の基材１０と、基材１０上に形成され温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0077] 基材１０は、図１２に示す平面視において、矩形形状を有するシート状部材である。基材１０には、Ｘ軸方向プラス側かつＹ軸方向ブラス側に向かう方向に素子体が３個並んだ素子本体２０が設けられている。素子本体２０は、Ｘ軸方向に略等間隔で並べて配置されている。素子本体２０における各素子体の長手方向端部の外側には、素子体の配列方向に延びる第１切込み部１４が設けられている。第１切込み部１４は、基材１０のＹ軸方向における略中央位置においてＹ軸方向に対して傾斜して配置されており、基材１０のＹ軸方向両端部よりも内側の領域内で終端している。

[0078] また、基材１０は、素子本体２０の領域を除いて基材１０のＹ軸方向両端部まで延びる第２切込み部１３を有している。第１切込み部１２及び第２切込み部１３は、基材１０の厚み方向に貫通する切込み部である。

[0079] 図１２に示す熱電変換モジュール１５０は、シート状の初期状態（形態Ａ

）を示している。この形態Ａの熱電変換モジュール１５０を図１２の左右方向に延伸した状態で、熱電変換モジュール１５０の長手方向両端部を延伸手段である図示しない装着部に装着すると、図１３に示すように、第１切込み部１４における互いに対向する縁部１４ａ，１４ｂ同士、及び第２切込み部１３における互いに対向する縁部１３ａ，１３ｂ同士が所定の延伸方向である図１２及び図１３の左右方向に離間する。これによって、図１３の左側の縁部１４ａ、１３ａが上方に撓み変形するとともに図１３の右側の縁部１４ｂ，１３ｂが下方に撓み変形する。この第１切込み部１４及び第２切込み部１３の縁部の撓み変形によって、図１３の例では素子本体２０の右端部がシートの厚み方向の上方（表側）に突出する。また、素子本体２０の左端部がシートの厚み方向の下方（裏側）に突出する（図１３参照）。

[0080] 本実施形態では、形態Ａの状態から熱電変換モジュール１５０が所定方向である図１２の左右方向に延伸することによって、シートの厚み方向に突出し、図１３に示すような立体構造状の形態（形態Ｂ）となる。これによって、素子本体２０を構成する各素子体の長手方向右端部が上方に突出するとともに、各素子体の長手方向左端部が下方に突出する。従って、図１３に示す熱電変換モジュール１５０を熱源の上に配置することによって、素子本体２０を構成する各素子体の長手方向に温度差をもうけることができる。従って、熱電変換特性を高めることができる。

[0081] ［第１実施形態の第６変形例及び第７変形例］

次に、本開示の第１実施形態に係る熱電変換モジュールの第６変形例及び第７変形例について、図１４及び図１５を用いて説明する。

[0082] 第１実施形態の第６変形例に係る熱電変換モジュール１６０及び第７変形例に係る熱電変換モジュール１７０は、図１４及び図１５に示すように、シート状の基材１０と、基材１０上に形成され温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0083] なお、第６変形例に係る熱電変換モジュール１６０は、第１実施形態と比較して、Ｙ軸方向に方向付けされＸ軸方向に等間隔で並ぶ複数の第１切込み

部１１が、Ｘ軸方向プラス側に向かってに徐々にＹ軸方向マイナス方向にオフセットしている点を除き、第１実施形態と近似している。また、図１５に示す第７変形例については、第１実施形態と比較して、基材１０の外形が菱形であり、Ｘ軸方向の中央部に素子本体２０及び切込み部が設けられていない他は、第１実施形態の構成と近似している。従って、ここでの詳細な説明は省略する。

[0084] 上述のように、本実施形態は、熱源に当接または近接して配置され、熱源近傍の部分と熱源から離間した部分との温度差に基づいて発電する、シート状に形成された熱電変換モジュール１００であって、シートの厚み方向に貫通する切込み部を有し、熱電変換モジュール１００は、所定方向に延伸させることによって切込み部の互いに対向する縁部同士が離間し、シート状の形態Ａからシート厚み方向へ突出する立体構造状の形態Ｂへと変形するように構成した。このような構成の採用によって、シート状の熱電変換モジュール１００を所定方向に延伸させるという簡便な手法により立体構造状の形態へと変形させて熱源に近接させることによって、シート状の熱電変換モジュール内の温度差を増大させて熱電変換特性を向上させることができる。

[0085] また、本実施形態では、シート状の基材１０と、基材１０上に形成された素子本体２０とを備えるように構成した。このような構成の採用によって、熱電変換モジュール１００内において、シートの厚み方向に突出する部位のみを熱電変換素子で形成することができるので、より少ない熱電変換材料を用いて熱電変換特性を向上させることができる。

[0086] また、本実施形態では、素子本体２０は、長尺状に形成された素子体２１－２３を備え、素子体２１－２３は、素子体の長手方向両端部が、形態Ｂの状態においてシートの突出方向に互いに離れるように配置されることが好ましい。このような構成の採用によって、シート裏面を熱源に近接させることで素子体の長手方向の温度差を効率よくもうけて熱電変換特性を向上させることができる。

[0087] また、本実施形態では、素子本体２０は、長尺状に形成された複数の素子

体２１－２３を備え、複数の素子体２１－２３は、長手方向端部において、隣接する素子体同士が電気的に直列に接続されることが好ましい。このような構成の採用によって、素子体内で生じた熱起電力を直列接続により増大させて出力することができる。

[0088] また、本実施形態では、素子体２１－２３は、カーボンナノチューブを含むように構成した。このような構成の採用によって、熱電変換モジュール１００の延伸によって素子体２１－２３のゼーベック係数自体を増加させる効果を得ることができるため、熱電変換特性を向上させることができる。また、熱電変換モジュール１００の機械的強度を更に向上させるとともに軽量化することができる。

[0089] また、本実施形態では、素子体２１－２３の長手方向の長さは、３０ｍｍ以上であるように構成した。このような構成の採用によって、素子体２１－２３内の温度差を確保し易くして熱電変換特性を向上させることができる。

[0090] また、本実施形態では、素子体２１－２３の長手方向の長さは、５ｍｍ以上１２ｍｍ以下であるように構成した。このような構成の採用によって、同じカーボンナノチューブの使用量に対して熱電変換モジュール１００で発生させる起電力を高めることができる。

[0091] また、本実施形態では、基材の熱伝導率は、５．０［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］以下であるように構成した。このような構成の採用によって、素子体２１－２３の長手方向の熱伝導を抑制して温度差を確保し易くして熱電変換特性を向上させることができる。

[0092] また、本実施形態では、熱電変換モジュール１００は、形態Ｂの状態において、発電部としての素子本体２０と、熱源３０に当接または近接する吸熱部と、熱源３０より低い温度の放熱体に当接または近接するとともにシートの突出方向における吸熱部の反対側に配置される放熱部とを備えてもよい。このような構成の採用によって、素子体２１－２３の長手方向の温度差を大きくすることができるので、熱電変換特性を向上させることができる。

[0093] また、本実施形態では、複数の切込み部を有するように構成した。このよ

うな構成の採用によって、複数の素子本体２０の温度差を確保し易くして熱電変換特性を向上させることができる。

[0094] また、本実施形態では、所定方向は、形態Ａの状態の熱電変換モジュール１００の面内方向における切込み部の延在方向に略直交する方向であるように構成した。このような構成の採用によって、熱電変換モジュール１００を所定方向に延伸させることで切込み部周りの撓みを増加させシートの厚み方向に突出させて、素子本体２０内に温度差を効果的にもうけることができる。

[0095] また、本実施形態では、切込み部は、所定方向に並べられた複数の素子本体２０の間の領域において所定方向に直交する方向略中央位置に配置される第１切込み部１１と、素子本体２０における所定方向に直交する方向両側から熱電変換モジュール１００の両端部まで延びる第２切込み部１３とを有し、第１切込み部１１と第２切込み部１３が所定方向に交互に設けられるように構成した。このような構成の採用によって、第１切込み部１１における縁部１１ａ，１１ｂの離間によって素子本体２０の所定方向端部をシート厚みに直交する方向に変位し易くするとともに、第２切込み部１３の縁部１３ａ，１３ｂの離間によって素子本体２０が起立する方向の剛性を更に下げることができる。

[0096] ［第２実施形態］

図１６及び図１７は、本開示の第２実施形態に係る熱電変換モジュール２００，２０１の構成を示す図である。熱電変換モジュール２００は、図１６に示すように、シート状に形成された基材１０と、基材１０上に形成され熱電変換モジュール２００内の温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0097] 基材１０は、図１６に示す平面視において、略正方形形状を有している。本実施形態において、基材１０は、開口１０ａを有する環状の内周部１０ｂから、内周部１０ｂと同心状に設けられた外周部１０ｃに向かって螺旋状に延びる切込み部１５を備えている。切込み部１５は、周方向に略等間隔で複

数形成されている。そして、周方向に隣接する切込み部１５の間の領域には、図１６に示すように、熱電変換を行う素子本体２０が配置されている。

[0098] 図１６に示す熱電変換モジュール２００は、シート状の初期状態（形態Ａ）を示している。この形態Ａの熱電変換モジュール２００の内周部１０ｂを図１６のシートの厚み方向に延伸した状態で、延伸手段である図示しない装着部に装着すると、内周部１０ｂが平面視で時計回りに回転し、図１７に示すように、切込み部１５における互いに対向する縁部１５ａ，１５ｂ同士が略水平方向に離間する。そして、素子本体２０の内周側の端部がシートの厚み方向の上方（表側）に変位する（図１７参照）。

[0099] 本実施形態では、形態Ａの状態から熱電変換モジュール２００が所定方向である図１６の紙面に垂直方向に延伸することによって、シートの厚み方向に突出し、図１７に示すような立体構造状の形態（形態Ｂ）となる。また、形態Ｂを「熱電変換モジュール２０１」のように符号を変えて識別することにする。

[0100] 本実施形態において、形態Ｂの状態の熱電変換モジュール２０１は、図示しない熱源の上に配置することができる。これによって、素子本体２０を構成する素子体における長手方向の外周側が熱源３０に近接して配置される吸熱部となる。また、素子体における熱源とは反対側に位置する長手方向の内周側が空気の自然対流によって冷却される放熱部として機能する。

[0101] 素子本体２０を構成する素子体にｐ型熱電変換素子を用いる場合には、図３Ａの構成と同様に、素子体の高温側の端部（図１７の例では径方向外側端部）を周方向に隣接する一方の素子体の低温側の端部（図１７の例では径方向内側端部）と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を周方向に隣接する他方の素子体の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0102] 本実施形態では、切込み部１５によって区画形成される各螺旋アーム１５ｃの上面（表面）に１つのｐ型熱電変換素子である素子体を配置するように

構成したが、この態様には限定されない。ｐ型熱電変換素子に代えてｎ型熱電変換素子を配置してもよい。また、１つの螺旋アーム１５ｃ全体が熱電変換素子で形成されていてもよい。また、各螺旋アーム１５ｃの表裏にｐ型熱電変換素子及びｎ型熱電変換素子を１つずつ配置し、ｐ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部を螺旋アーム１５ｃの反対側の面のｎ型熱電変換素子である素子体の高温側の端部と配線により直列接続するとともに、ｐ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子である素子体の低温側の端部と配線により直列接続するように構成してもよい。

[0103] 以上述べたように、本実施形態では、所定方向は、形態Ａのシート状の熱電変換モジュール２００の面内方向に略直交する方向であるように構成した。このような構成の採用によって、延伸手段が熱電変換モジュール２００を引っ張る方向と熱電変換モジュール２００の延伸方向が一致するので、熱電変換モジュール２００を所望の発電に必要な延伸量だけ確実に延伸させることができる。

[0104] また、本実施形態では、切込み部１５は、形態Ａの状態の熱電変換モジュール２００における内周部１０ｂから内周部１０ｂと同心状に設けられた外周部１０ｃに向かって螺旋状に延びており、形態Ｂの状態において、内周部１０ｂが熱電変換モジュール２００の厚み方向に突出するとともに、内周部１０ｂ又は外周部１０ｃのいずれか一方が熱源に当接または近接して配置されるように構成した。このような構成の採用によって、熱電変換モジュール２００が軸対称構造を備え、各素子体が内周部１０ｂの突出量に対応した安定した発電を行うことができる。

[0105] ［第３実施形態］

図１８及び図１９は、本開示の第３実施形態に係る熱電変換モジュール３００，３０１の構成を示す図である。熱電変換モジュール３００は、図１８に示すように、シート状に形成された基材１０と、基材１０上に形成され熱電変換モジュール３００内の温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0106] 基材１０は、図１８に示す平面視において、Ｙ軸方向に長い矩形形状を有している。本実施形態において、基材１０には、Ｘ軸方向に２個、Ｙ軸方向に３個並べられた合計６個の素子体から構成された熱電変換を行う素子本体２０が形成されている。本実施形態では、素子本体２０は、図１８に示すようにＹ軸方向に所定間隔で４つ並べられており、各素子本体２０のＹ軸方向両側には、それぞれＸ軸方向に延び基材１０のＸ軸方向両端部より内側で終端する切込み部１６が設けられている。従って、各素子本体２０の間には、図１８に示すように平行な２本の切込み部１６が設けられている。本実施形態では、各切込み部１６は、熱電変換モジュール３００の面内方向における略同一方向（Ｘ軸方向）に延び、Ｙ軸方向に離間して配置されている。

[0107] 図１８に示す熱電変換モジュール３００は、シート状の初期状態（形態Ａ）を示している。この形態Ａの熱電変換モジュール３００に対して、図１９に示すように、延伸手段である棒状部材４３が熱電変換モジュール３００の表面（図１８において素子本体２０が配置されている面）から裏面へ、及び裏面から表面へと切込み部１６を交互に貫くように棒状部材４３を装着する。これによって、図１９に示すように切込み部１６の対向する縁部１６ａ，１６ｂがシートの厚み方向に離間し、素子本体２０のＸ軸方向中央位置が形態Ａの熱電変換モジュール３００からシートの厚み方向上方（表側）に突出し、立体構造状の形態（形態Ｂ）へと変形する。これによって、切込み部１６の間の領域のうち、素子本体２０が配置されている領域は熱電変換モジュール３００の表側に突出し、Ｙ軸方向における素子本体２０同士の間の領域は熱電変換モジュール３００の裏側に突出する。

[0108] 本実施形態において、形態Ｂの状態の熱電変換モジュール３０１は、図示しない熱源の上に例えば熱電変換モジュール３０１の裏面が熱源に近接するように配置することができる。これによって、素子本体２０を構成する素子体における長手方向の外側が熱源３０に近接して配置される吸熱部となる。また、熱源とは反対側に位置する素子体の長手方向の内側が空気の自然対流によって冷却される放熱部として機能する。

[0109] 素子本体２０を構成する素子体に例えばｐ型熱電変換素子を用いる場合には、図３Ａの構成と同様に、素子体の高温側の端部（図１９の例では外側端部）を隣接する素子体の低温側の端部（図１９の例では内側端部）と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を隣接する素子体の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0110] 例えば、素子本体２０を構成する素子体に例えばｐ型熱電変換素子及びｎ型熱電変換素子を用いる場合には、図３Ｂの構成と同様に、ｐ型熱電変換素子の高温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子の高温側の端部又は隣接するｐ型熱電変換素子の低温側の端部と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子の低温側の端部又は隣接するｐ型熱電変換素子の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。また、図３Ｃの構成と同様に、ｐ型熱電変換素子の高温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子の高温側の端部と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を隣接するｎ型熱電変換素子の低温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0111] ［第３実施形態の第１変形例］

次に、本開示の第３実施形態に係る熱電変換モジュールの第１変形例について、図２０及び図２１を用いて説明する。

[0112] 熱電変換モジュール３１０は、図２０に示すように、シート状に形成された基材１０と、基材１０上に形成され熱電変換モジュール３１０内の温度差に基づいて発電する素子本体２０とを備えている。

[0113] 基材１０は、図２０に示す平面視において、略正方形形状を有している。本実施形態において、基材１０には、基材１０の中央部１７ｃを略正方形形状に区画形成するための中央切込み部１７と、中央部１７ｃから基材１０の角部に向けて放射状に延びるアーム部１８ｃを区画形成するアーム切込み部

１８とが設けられている。アーム部１８ｃはアーム切込み部１８により外周部１０ｅに対して区画形成されている。中央部１７ｃから基材１０の角部に向かって延びる４本の各アーム部１８ｃ上には、アーム部１８ｃの長手方向に延びる素子本体２０が配置されている。

[0114] 図２０に示す熱電変換モジュール３１０は、シート状の初期状態（形態Ａ）を示している。この形態Ａの熱電変換モジュール３１０に対して、図２１に示すように、中央部１７ｃを上方に持ち上げた状態で延伸手段である直方体形状の角部材４５を中央部１７ｃの裏面と外周部１０ｅの表面との間に配置すると、中央切込み部１７における対向する縁部１７ａ，１７ｂがシートの厚み方向に離間するとともに、アーム切込み部１８における対向する縁部１８ａ，１８ｂがシートの厚み方向に離間する。これによって、形態Ａの熱電変換モジュール３１０から中央部１７ｃがシートの厚み方向上方（表側）に突出し、立体構造状の形態（形態Ｂ）へと変形する。

[0115] 本実施形態において、形態Ｂの状態の熱電変換モジュール３１１は、図示しない熱源の上に例えば熱電変換モジュール３１１の裏面が熱源に近接するように配置することができる。これによって、素子本体２０を構成する素子体における長手方向の外側が熱源３０に近接して配置される吸熱部となる。また、熱源とは反対側に位置する素子体の長手方向の内側が空気の自然対流によって冷却される放熱部として機能する。

[0116] 素子本体２０を構成する素子体に例えばｐ型熱電変換素子を用いる場合には、図３Ａの構成と同様に、素子体の高温側の端部（図２１の例では外側端部）を他の素子体の低温側の端部（図２１の例では内側端部）と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を他の素子体の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0117] 例えば、素子本体２０を構成する素子体に例えばｐ型熱電変換素子及びｎ型熱電変換素子を用いる場合には、図３Ｂの構成と同様に、ｐ型熱電変換素子の高温側の端部を他のｎ型熱電変換素子の高温側の端部又は他のｐ型熱電

変換素子の低温側の端部と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を他のｎ型熱電変換素子の低温側の端部又は他のｐ型熱電変換素子の高温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。また、図３Ｃの構成と同様に、ｐ型熱電変換素子の高温側の端部を他のｎ型熱電変換素子の高温側の端部と配線により直列接続するとともに、低温側の端部を他のｎ型熱電変換素子の低温側の端部と配線により直列接続することによって、素子本体２０は、素子体の連結数に対応した大きな熱起電力を得ることができる。

[0118] 以上述べたように、本実施形態では、形態Ａの状態の熱電変換モジュール３００の面内方向における略同一方向に延びる複数の切込み部１６が、切込み部の延在方向に略直交する方向に離間して配置され、延伸手段が複数の切込み部１６を熱電変換モジュール３００の表面から裏面へ及び裏面から表面へと交互に貫くことによって、隣接する切込み部１６の間の領域が熱電変換モジュールの表側及び裏側に交互に突出した形態Ｂの状態へと変形するように構成した。このような構成の採用によって、棒状部材が切込み部１６を熱電変換モジュール３００の表面から裏面へ及び裏面から表面へと交互に貫くことによって基材１０の一部をシートの厚み方向に安定して突出させることにより素子本体２０に確実に温度差を設けることができる。従って、熱電変換特性を改善することができる。

[0119] また、本実施形態では、形態Ａの状態の熱電変換モジュール３１０における面内方向略中央位置に設けられ中央切込み部１７により外周部１０ｅに対して区画形成された中央部１７ｃが、アーム切込み部１８により外周部１０ｅに対して区画形成されたアーム部１８ｃを介して外周部１０ｅと連結されており、延伸手段が中央部１７ｃの裏面と外周部１０ｅの表面に間に配置されることによって、中央部１７ｃが熱電変換モジュール３１０の表側に突出した形態Ｂの状態へと変形するように構成した。このような構成の採用によって、基材１０の一部をシートの厚み方向に安定して突出させることにより素子本体２０に確実に温度差を設けることができる。従って、熱電変換特性

を改善することができる。

[0120] 本開示を諸図面や実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形や修正を行うことが容易であることに注意されたい。従って、これらの変形や修正は本発明の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各構成部に含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部を１つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。本発明の範囲にはこれらも包含されるものと理解されたい。

[0121] 例えば、第１実施形態から第３実施形態では、基材１０と、基材１０上に形成された素子本体２０とを備えるように構成したが、この態様には限定されない。基材１０を設けず、熱電変換モジュール全体が熱電変換素子によって形成されるように構成してもよい。

[0122] また、第１実施形態から第３実施形態では、熱電変換モジュールの延伸方向端部が装着部に装着されることによって所定方向に延伸するように構成したが、この態様には限定されない。例えば、熱電変換モジュールが縫合された衣類等を利用者が装着することによって熱電変換モジュールが所定方向に延伸するように構成したり、利用者が熱電変換モジュールを手で所定方向に引っ張って延伸させてもよく、本開示の延伸手段は、熱電変換モジュールを所定方向に延伸させることができる広い概念を含むものである。

産業上の利用可能性

[0123] 本開示によれば、熱電変換特性に優れたシート状の熱電変換モジュール１００を提供することができる。

符号の説明

[0124]

１０	基材
１０ａ	開口
１０ｂ	内周部
１０ｃ	外周部
１０ｅ	外周部

１１　　第１切込み部

１１ａ，１１ｂ　縁部

１２　　第１切込み部

１２ａ，１２ｂ　縁部

１３　　第２切込み部

１３ａ，１３ｂ　縁部

１４　　第１切込み部

１４ａ，１４ｂ　縁部

１５　　切込み部

１５ａ，１５ｂ　縁部

１５ｃ　　螺旋アーム

１６　　切込み部

１６ａ，１６ｂ　縁部

１７　　中央切込み部

１７ａ，１７ｂ　縁部

１７ｃ　　中央部

１８　　アーム切込み部

１８ａ，１８ｂ　縁部

１８ｃ　　アーム部

２０　　素子本体

２１，２１Ａ，２２，２２Ａ，２３，２３Ａ　素子体

２５　　配線

３０　　熱源

４０　　装着部（延伸手段）

４１　　熱源（延伸手段）

４３　　棒状部材（延伸手段）

４５　　角部材（延伸手段）

１００，１１０，１２０，１３０，１４０，１５０，１６０，１７０，２

００，３００，３１０　　熱電変換モジュール（形態Ａ）

１０１，１１１，１２１，１５１，２０１，３０１，３１１　　熱電変換モジュール（形態Ｂ）

請求の範囲

[請求項1] 熱源に当接または近接して配置され、熱源近傍の部分と熱源から離間した部分との温度差に基づいて発電する、シート状に形成された熱電変換モジュールであって、

シートの厚み方向に貫通する切込み部を有し、

前記熱電変換モジュールは、所定方向に延伸させることによって前記切込み部の互いに対向する縁部同士が離間し、シート状の形態Ａからシート厚み方向へ突出する立体構造状の形態Ｂへと変形する、熱電変換モジュール。

[請求項2] シート状の基材と、前記基材上に形成された素子本体とを備える、請求項１に記載の熱電変換モジュール。

[請求項3] 前記素子本体は、長尺状に形成された素子体を備え、

前記素子体は、該素子体の長手方向両端部が、前記形態Ｂの状態においてシートの突出方向に互いに離れるように配置されている、請求項２に記載の熱電変換モジュール。

[請求項4] 前記素子本体は、長尺状に形成された複数の素子体を備え、

前記複数の素子体は、長手方向端部において、隣接する素子体同士が電気的に直列に接続されている、請求項２又は３に記載の熱電変換モジュール。

[請求項5] 前記素子体は、カーボンナノチューブを含む、請求項３又は４に記載の熱電変換モジュール。

[請求項6] 前記素子体の長手方向の長さは、３０ｍｍ以上である、請求項５に記載の熱電変換モジュール。

[請求項7] 前記素子体の長手方向の長さは、５ｍｍ以上１２ｍｍ以下である、請求項５に記載の熱電変換モジュール。

[請求項8] 前記基材の熱伝導率は、５．０［Ｗ／（ｍ・Ｋ）］以下である、請求項２から７のいずれか一項に記載の熱電変換モジュール。

[請求項9] 前記熱電変換モジュールは、前記形態Ｂの状態において、発電部と

しての前記素子本体と、熱源に当接または近接する吸熱部と、熱源より低い温度の放熱体に当接または近接するとともにシートの突出方向における前記吸熱部の反対側に配置される放熱部とを備える、請求項２から８のいずれか一項に記載の熱電変換モジュール。

[請求項10] 複数の前記切込み部を有する、請求項１から９のいずれか一項に記載の熱電変換モジュール。

[請求項11] 前記所定方向は、前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールにおける前記切込み部の延在方向に略直交する方向である、請求項１から１０のいずれか一項に記載の熱電変換モジュール。

[請求項12] 前記所定方向は、前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールの面内方向における前記切込み部の延在方向に略直交する方向である、請求項１１に記載の熱電変換モジュール。

[請求項13] 前記切込み部は、前記所定方向に並べられた複数の前記素子本体の間の領域において前記所定方向に直交する方向略中央位置に配置される第１切込み部と、前記素子本体における前記所定方向に直交する方向両側から前記熱電変換モジュールの両端部まで延びる第２切込み部とを有し、前記第１切込み部と前記第２切込み部が前記所定方向に交互に設けられている、請求項２に従属する場合の請求項１２に記載の熱電変換モジュール。

[請求項14] 前記所定方向は、前記形態Ａのシート状の前記熱電変換モジュールの面内方向に略直交する方向である、請求項１１に記載の熱電変換モジュール。

[請求項15] 前記切込み部は、前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールにおける内周部から該内周部と同心状に設けられた外周部に向かって螺旋状に延びており、前記形態Ｂの状態において、前記内周部が前記熱電変換モジュールの厚み方向に突出するとともに、前記内周部又は前記外周部のいずれか一方が熱源に当接または近接して配置されている、請求項１４に記載の熱電変換モジュール。

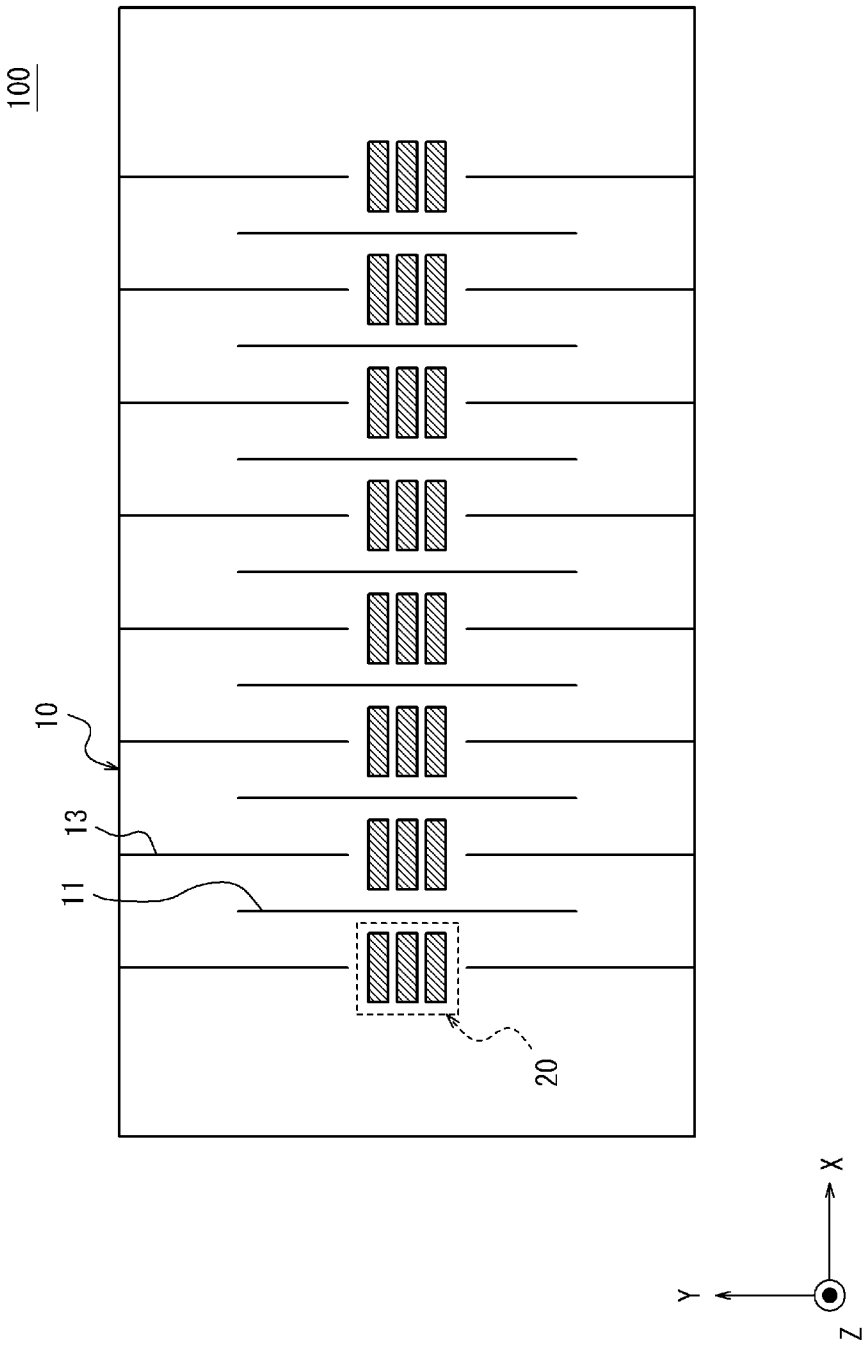
[請求項16] 前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールの面内方向における略同一方向に延びる複数の前記切込み部が、該切込み部の延在方向に略直交する方向に離間して配置され、

延伸手段が前記複数の前記切込み部を前記熱電変換モジュールの表面から裏面へ及び裏面から表面へと交互に貫くことによって、隣接する前記切込み部の間の領域が前記熱電変換モジュールの表側及び裏側に交互に突出した形態Ｂの状態へと変形する、請求項１４に記載の熱電変換モジュール。

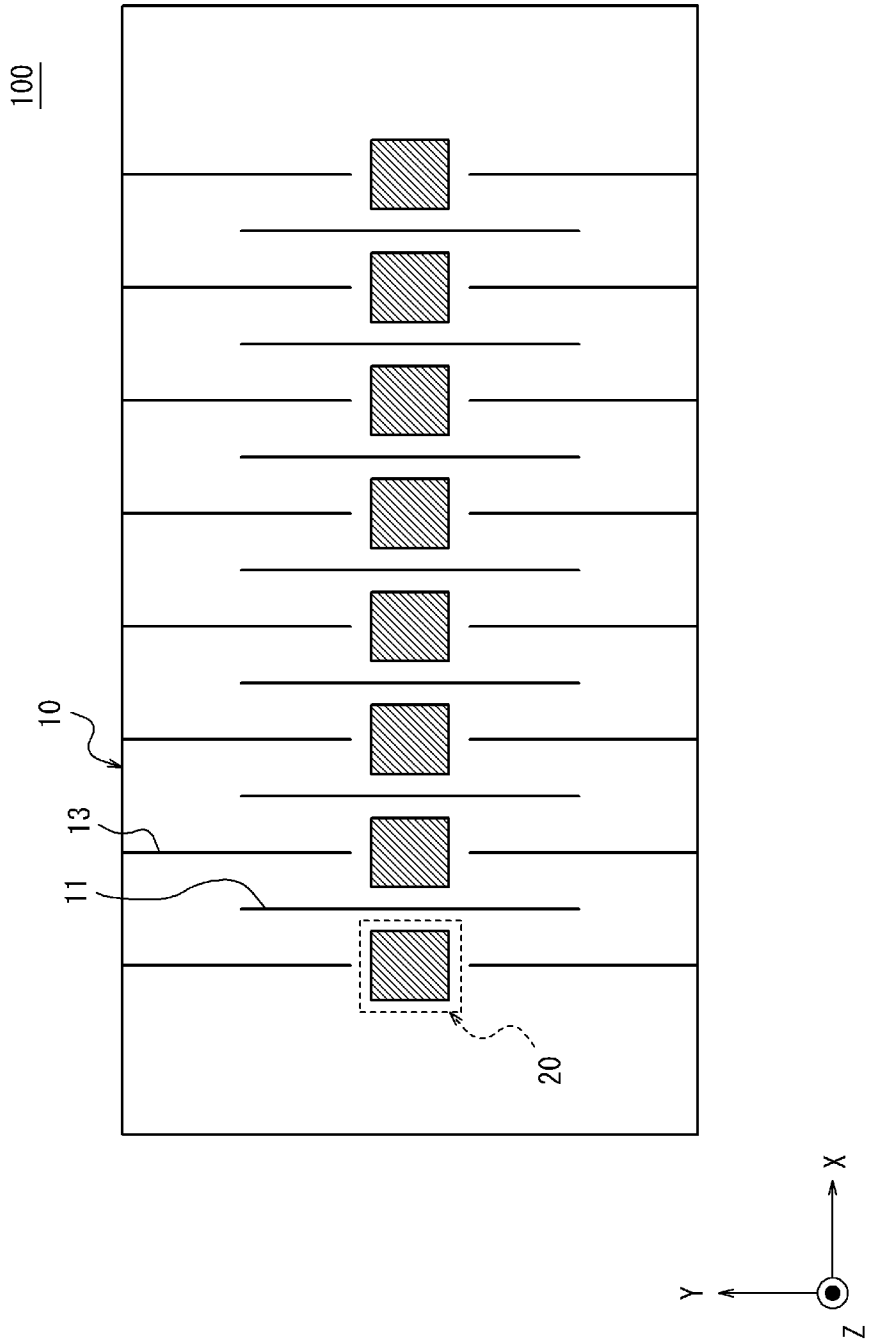
[請求項17] 前記形態Ａの状態の前記熱電変換モジュールにおける面内方向略中央位置に設けられ前記切込み部により外周部に対して区画形成された中央部が、前記切込み部により前記外周部に対して区画形成されたアーム部を介して前記外周部と連結されており、

延伸手段が前記中央部の裏面と前記外周部の表面に間に配置されることによって、前記中央部が前記熱電変換モジュールの表側に突出した形態Ｂの状態へと変形する、請求項１４に記載の熱電変換モジュール。

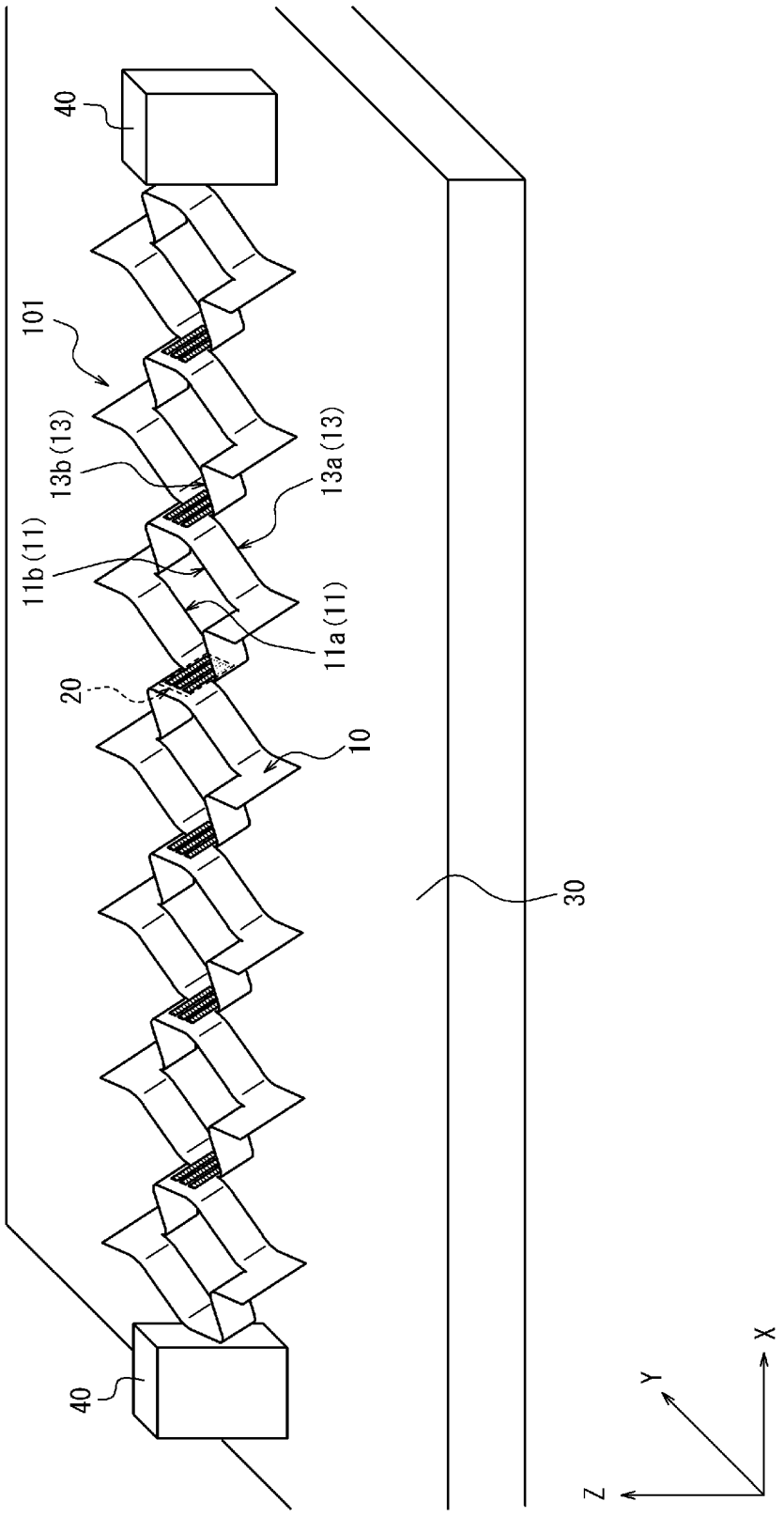
[図1A]



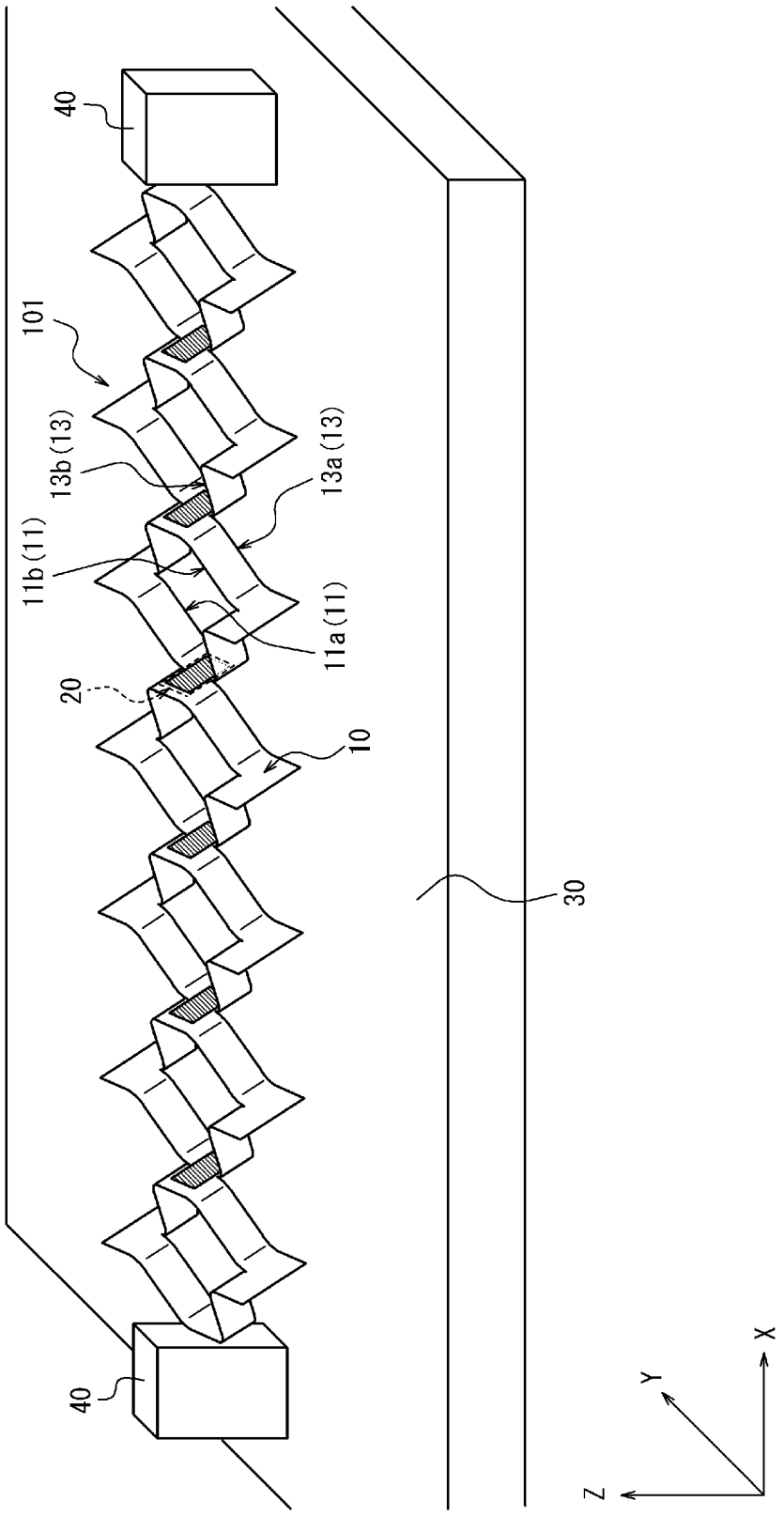
[図1B]



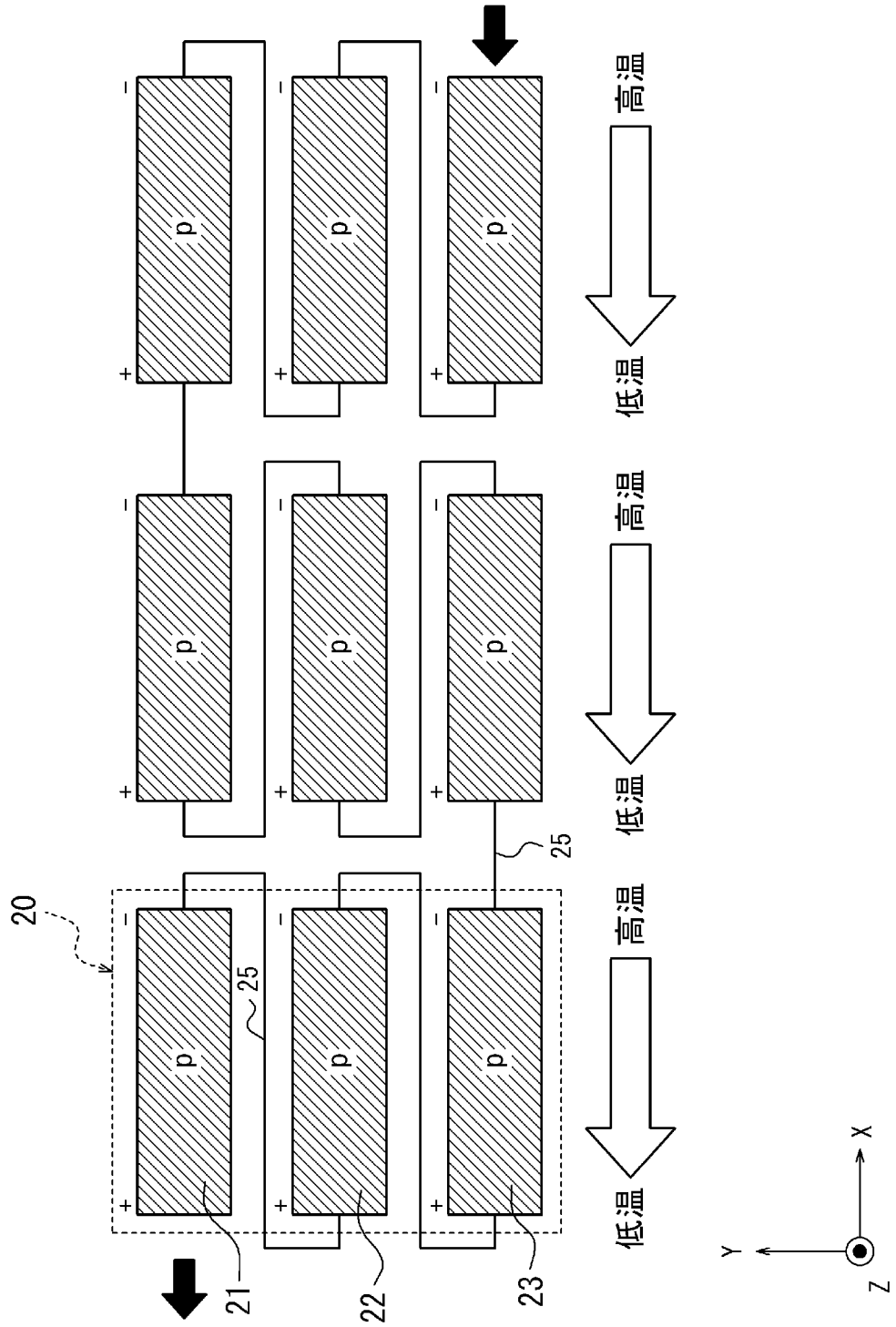
[図2A]



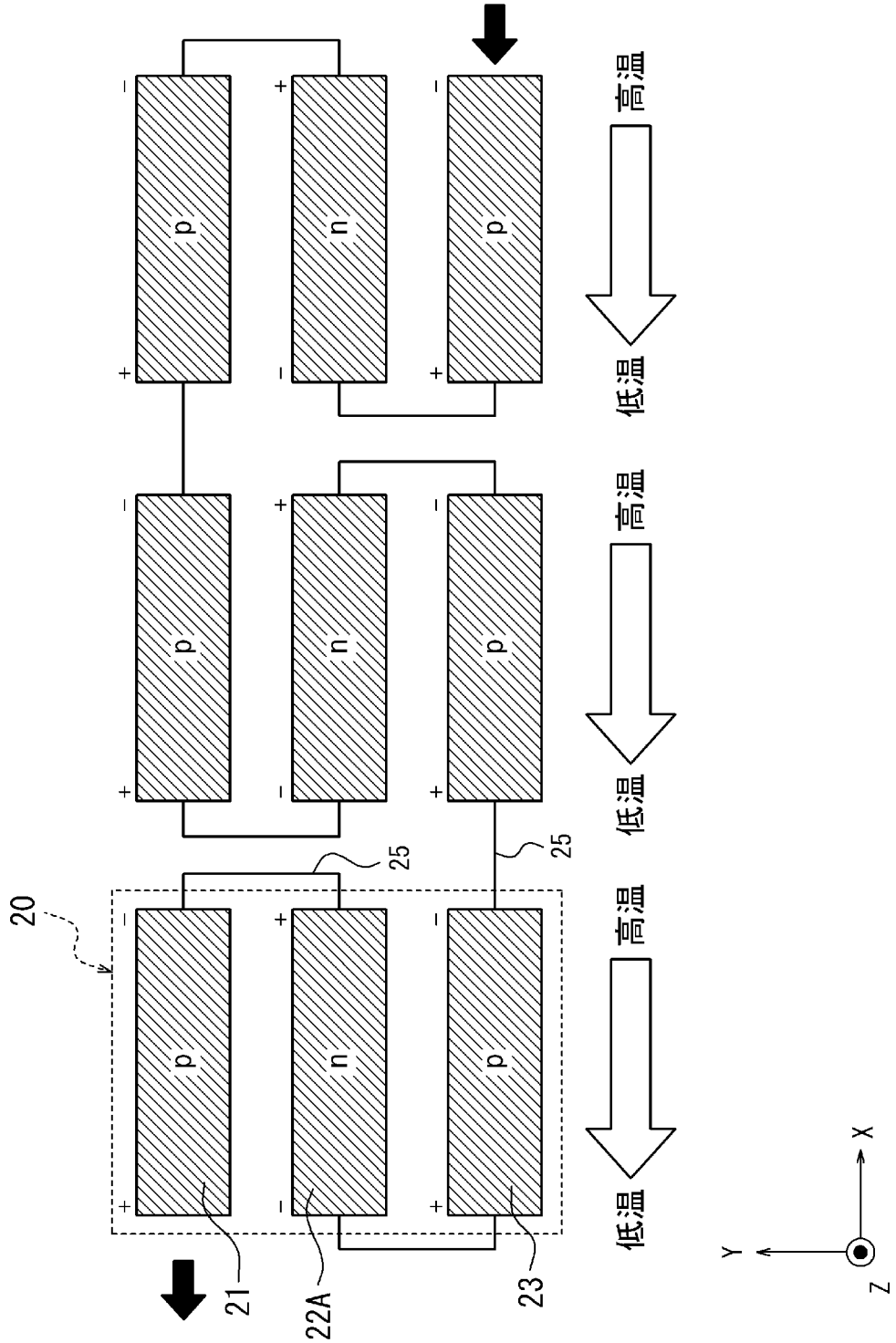
[図2B]



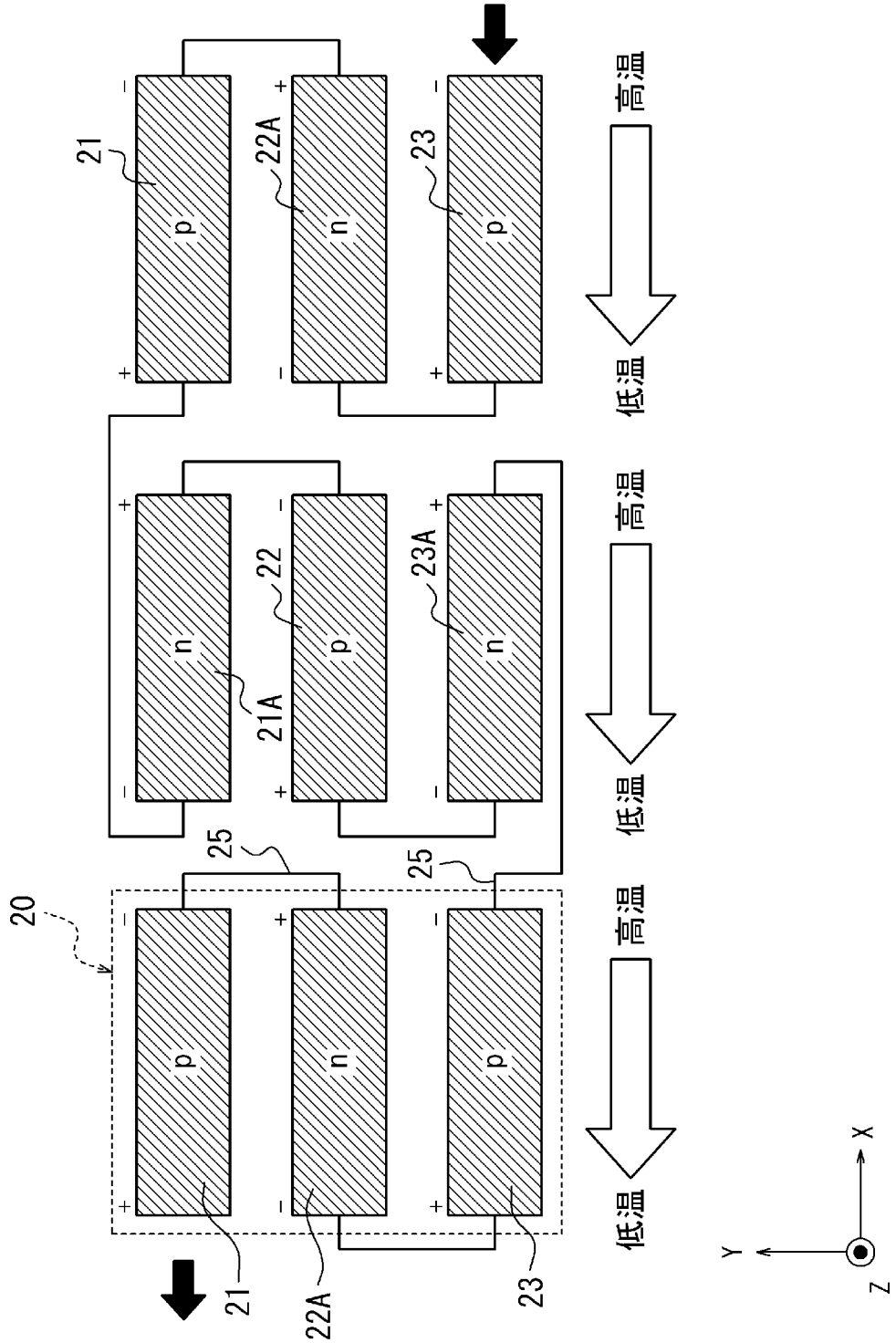
[図3A]



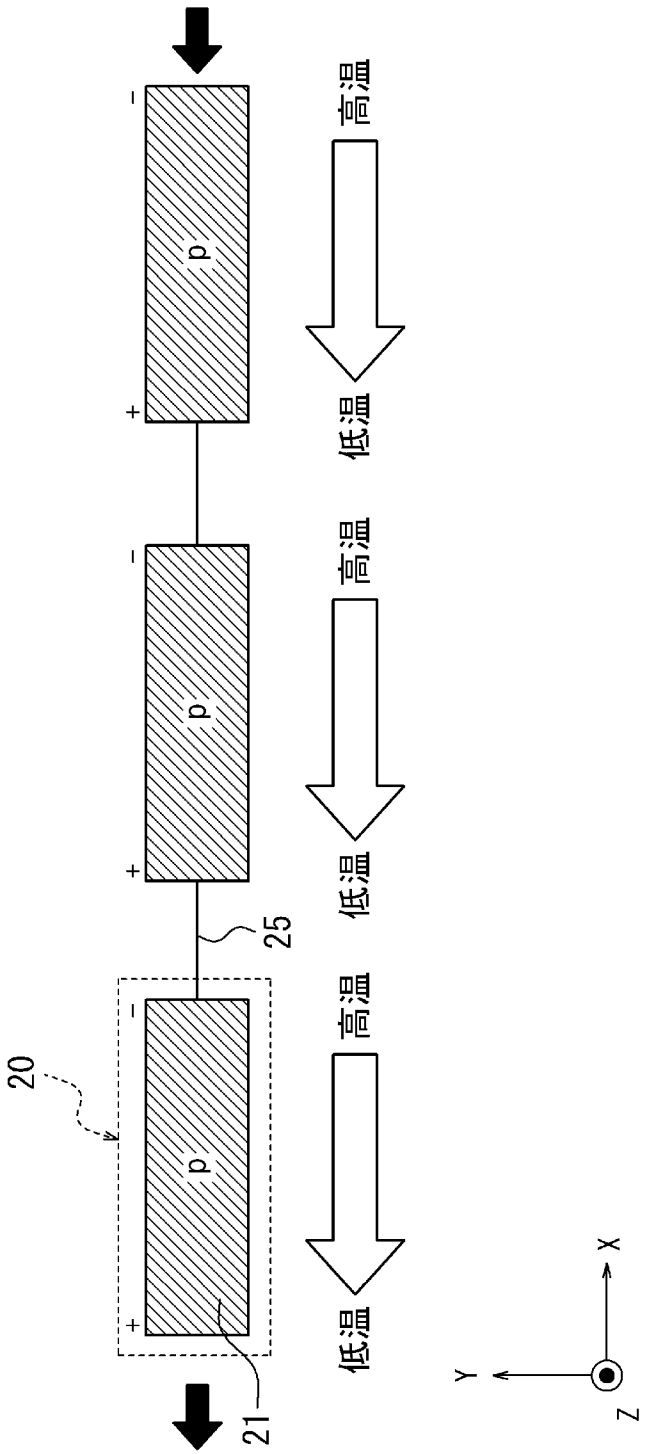
[図3B]



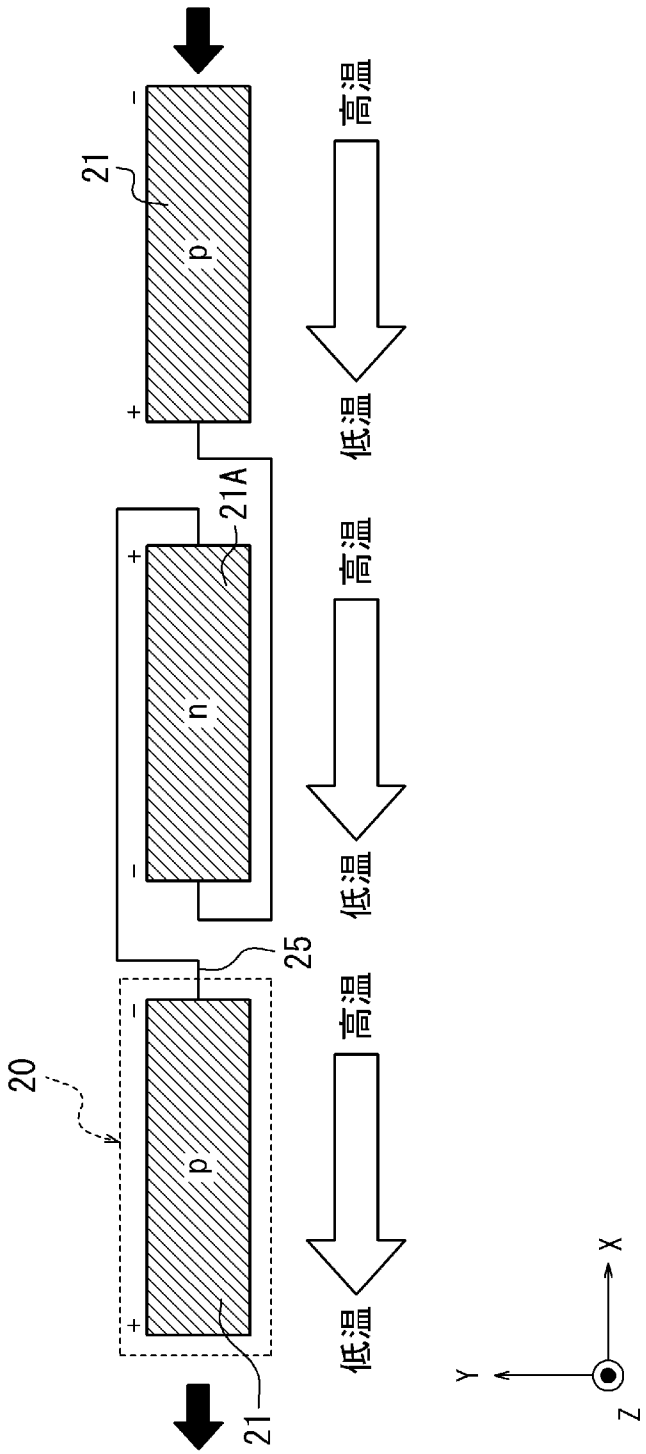
[図3C]



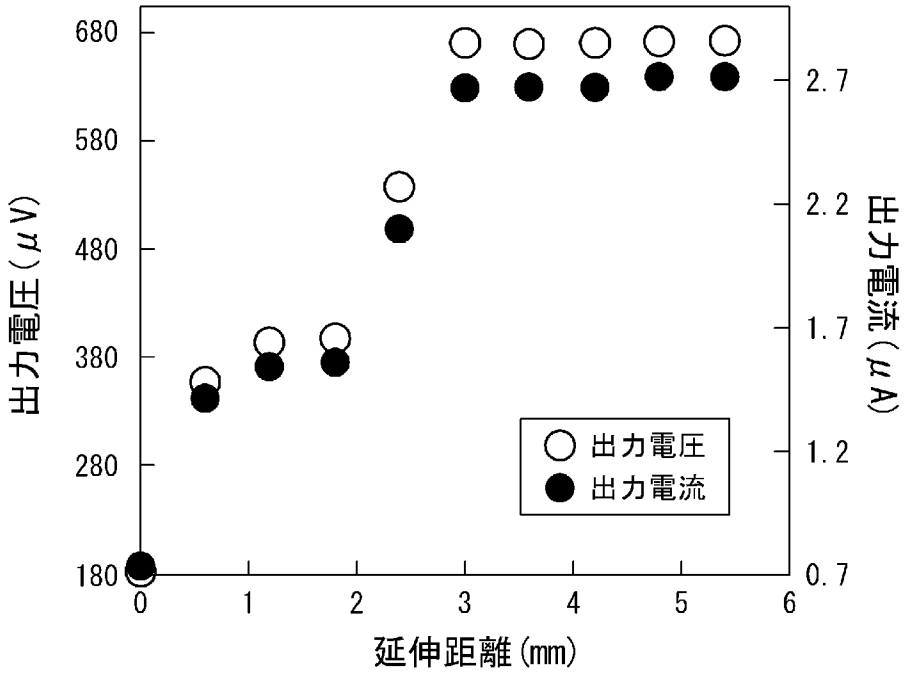
[図3D]



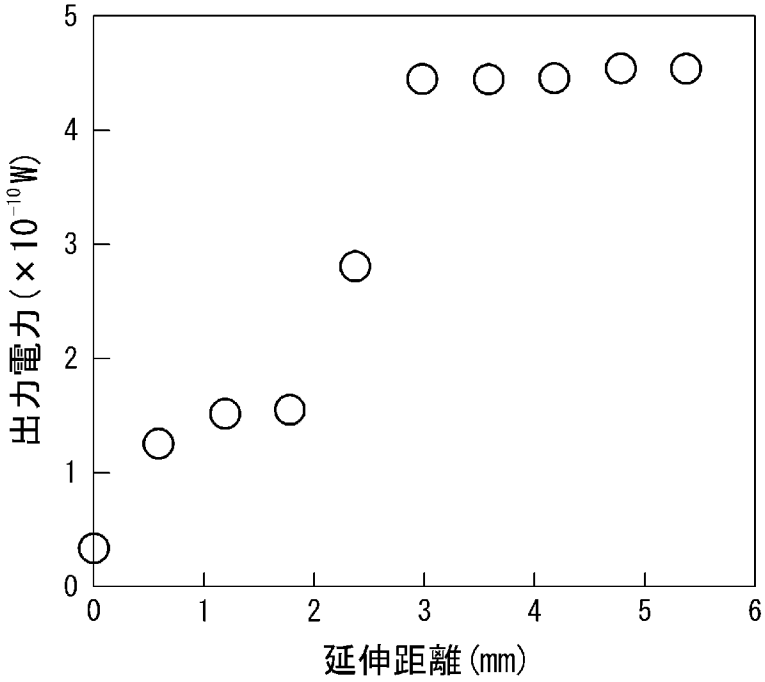
[図3E]



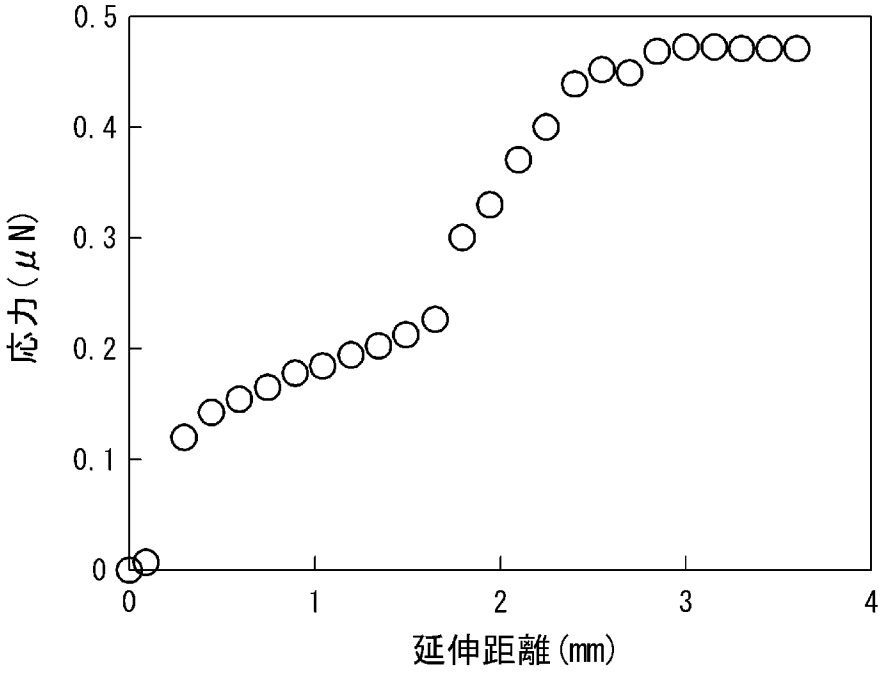
[図4A]


680
580
480
380
280
180
出力電圧（μV）
2.7
2.2
1.7
1.2
0.7
出力電流（μA）
出力電圧
出力電流
0
1
2
3
4
5
6
延伸距離(mm)

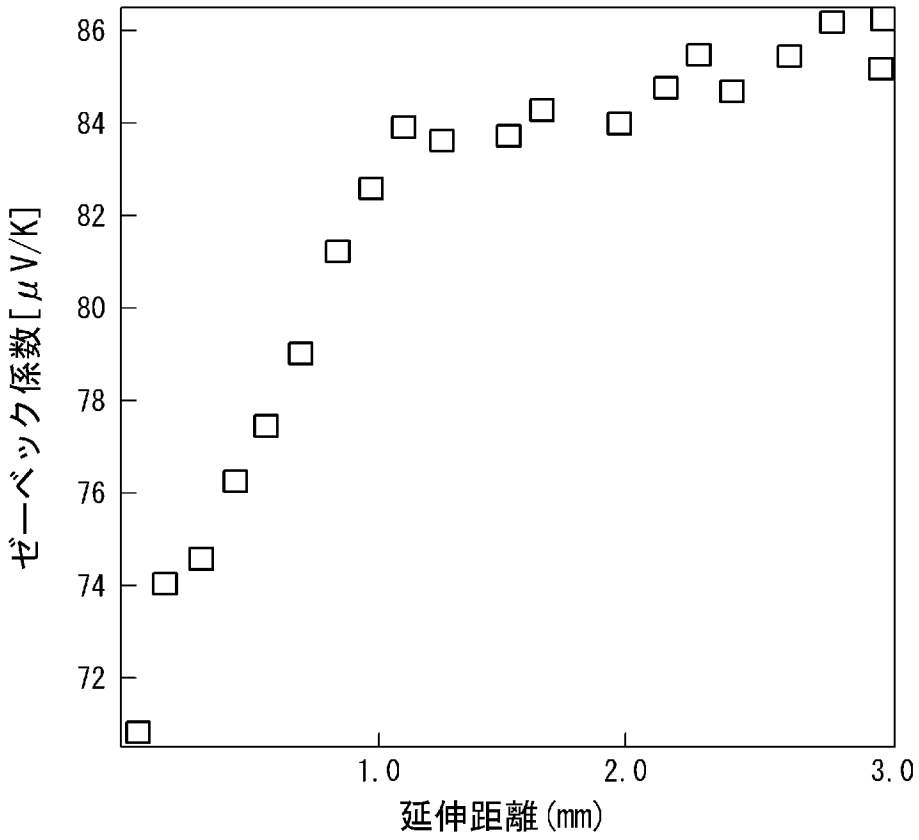
[図4B]


5
4
3
2
1
0
出力電力（×10⁻¹⁰W）
0
1
2
3
4
5
6
延伸距離(mm)

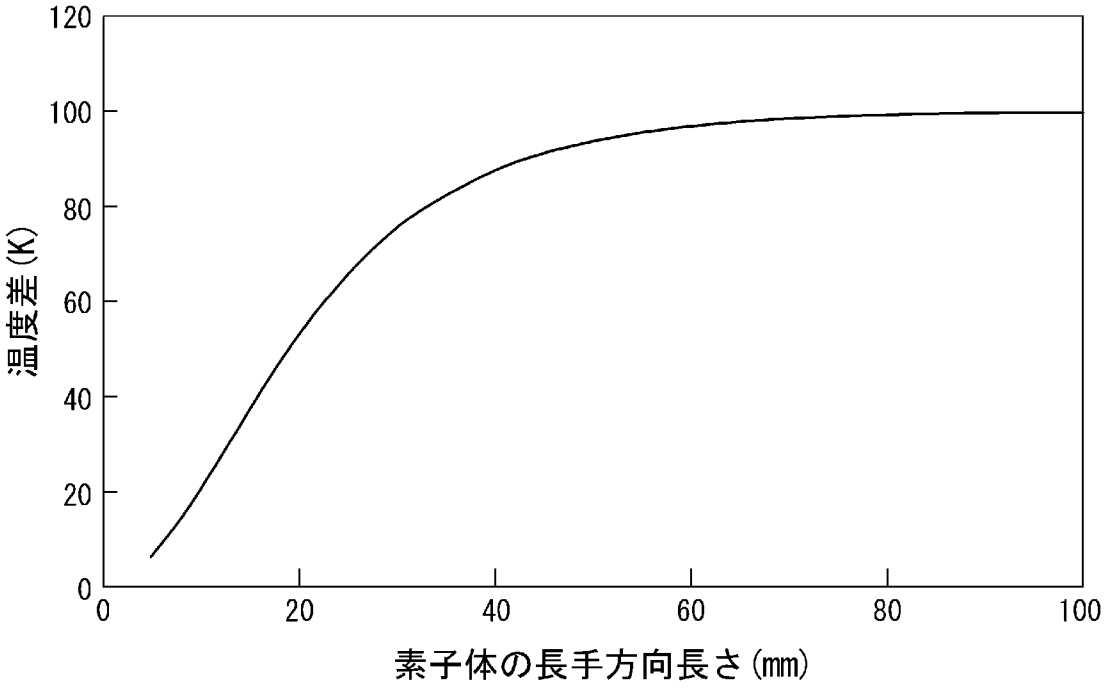
[図4C]


0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
応力（μN）
0
1
2
3
4
延伸距離(mm)

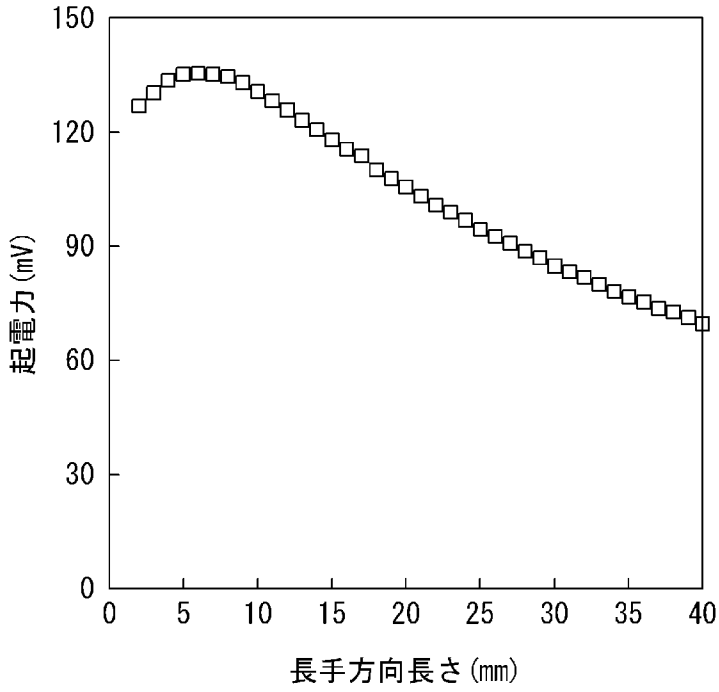
[図4D]


86
84
82
80
78
76
74
72
ゼーベック係数[μV/K]
1.0
2.0
3.0
延伸距離(mm)

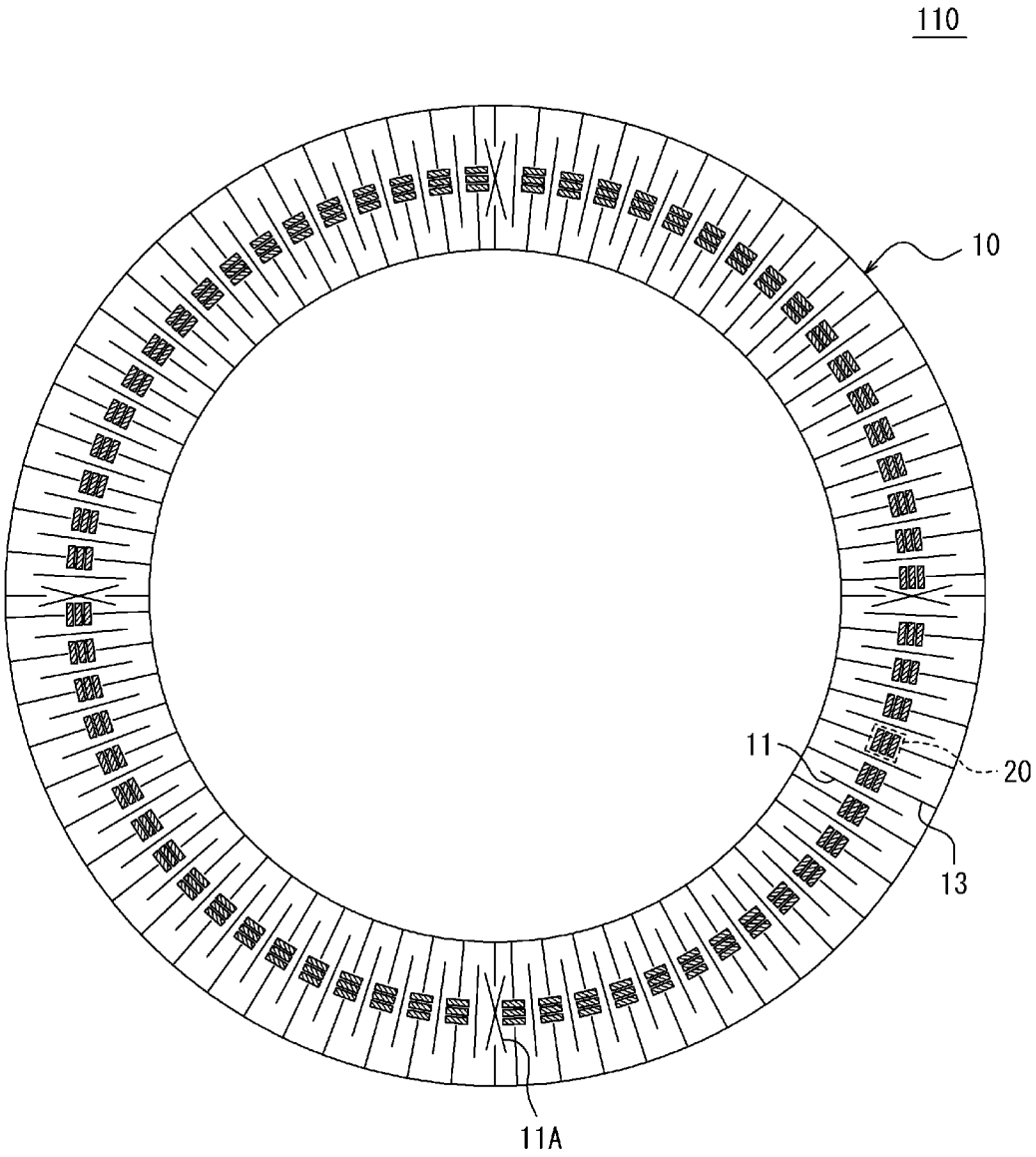
[図5A]



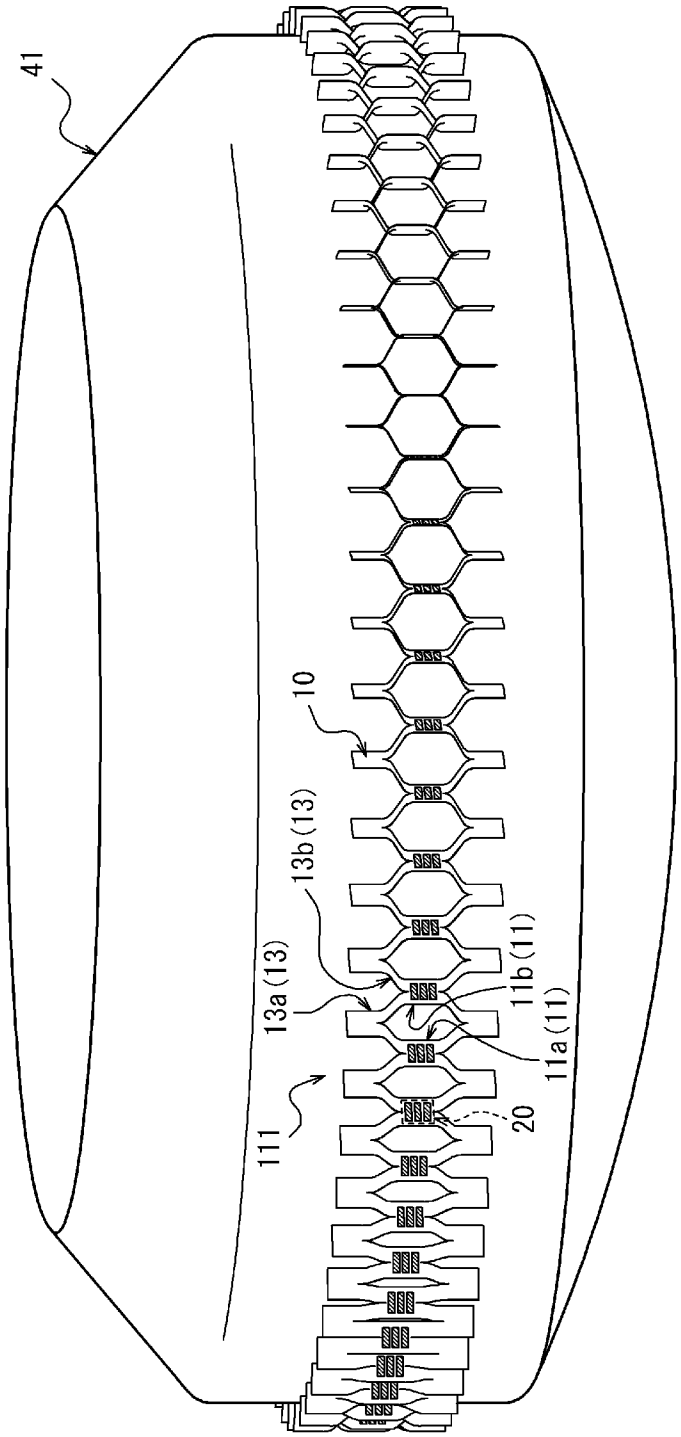
[図5B]



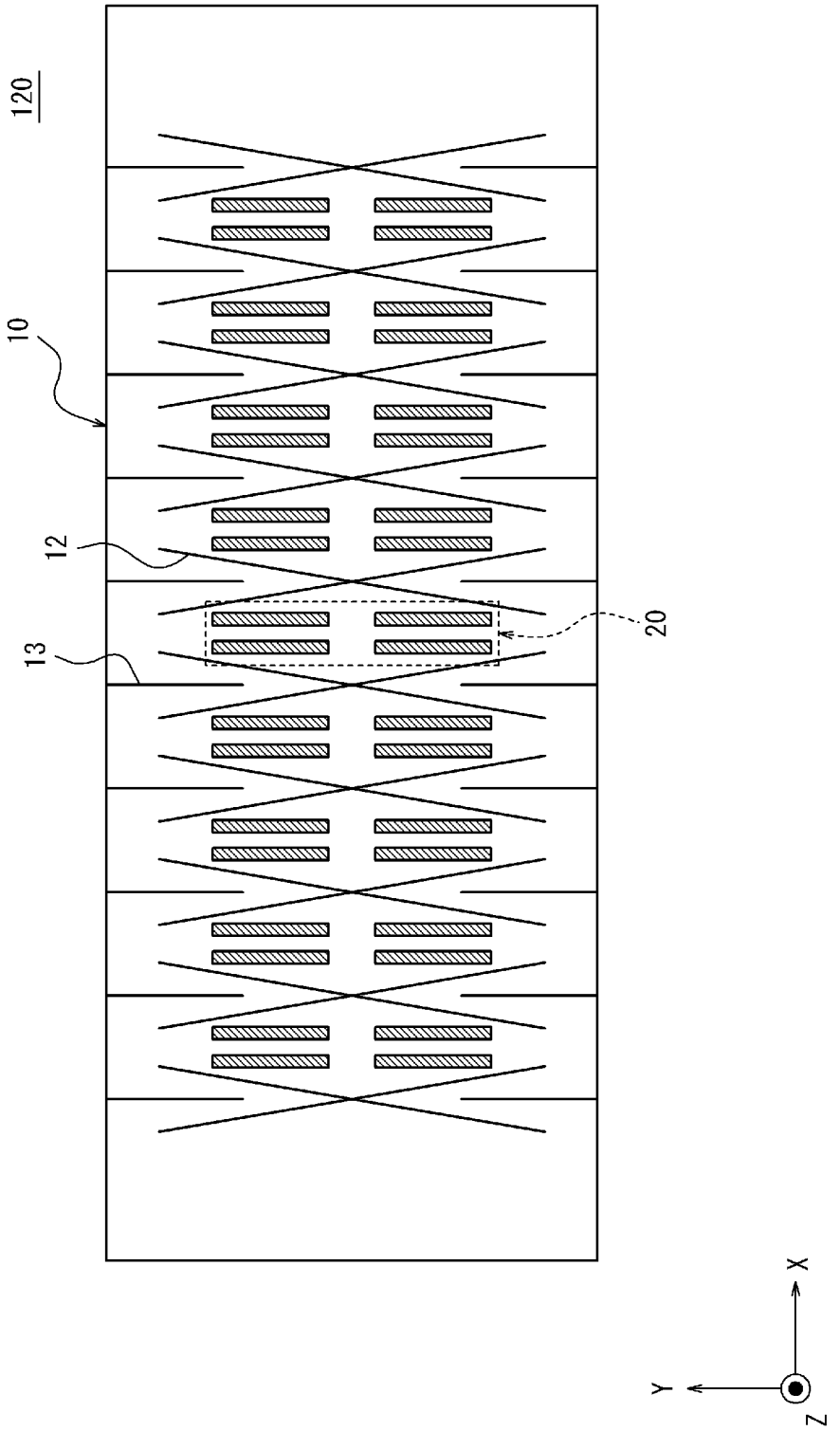
[図6]



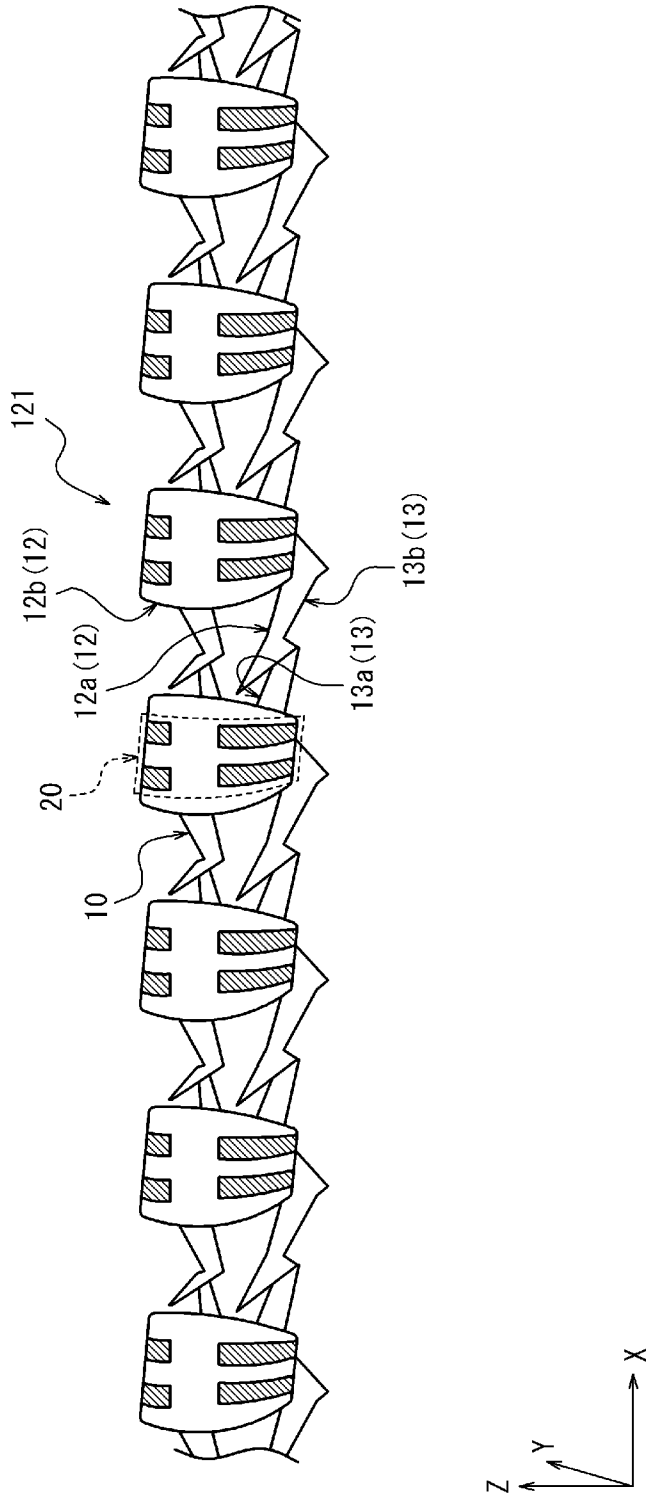
[図7]



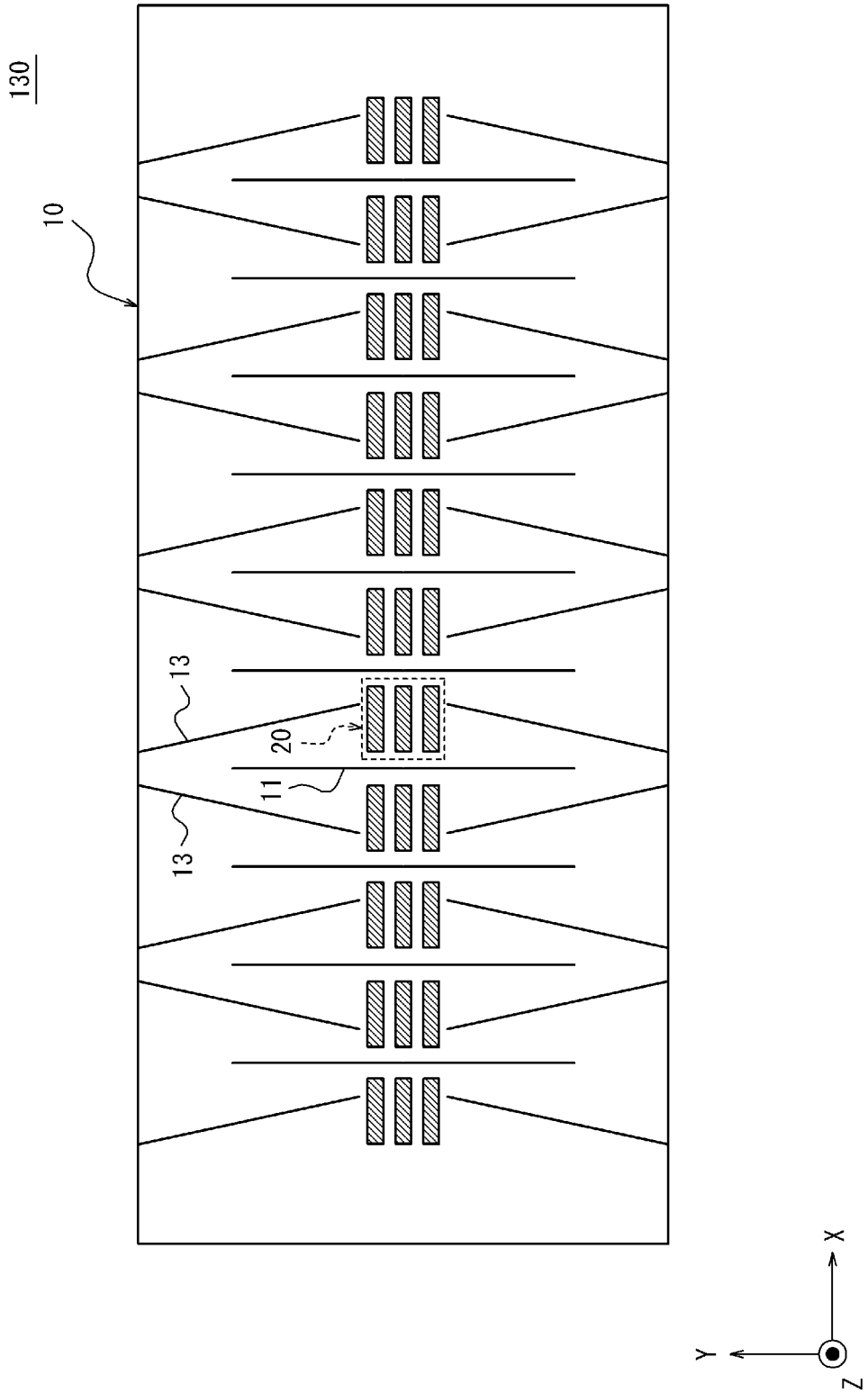
[図8]



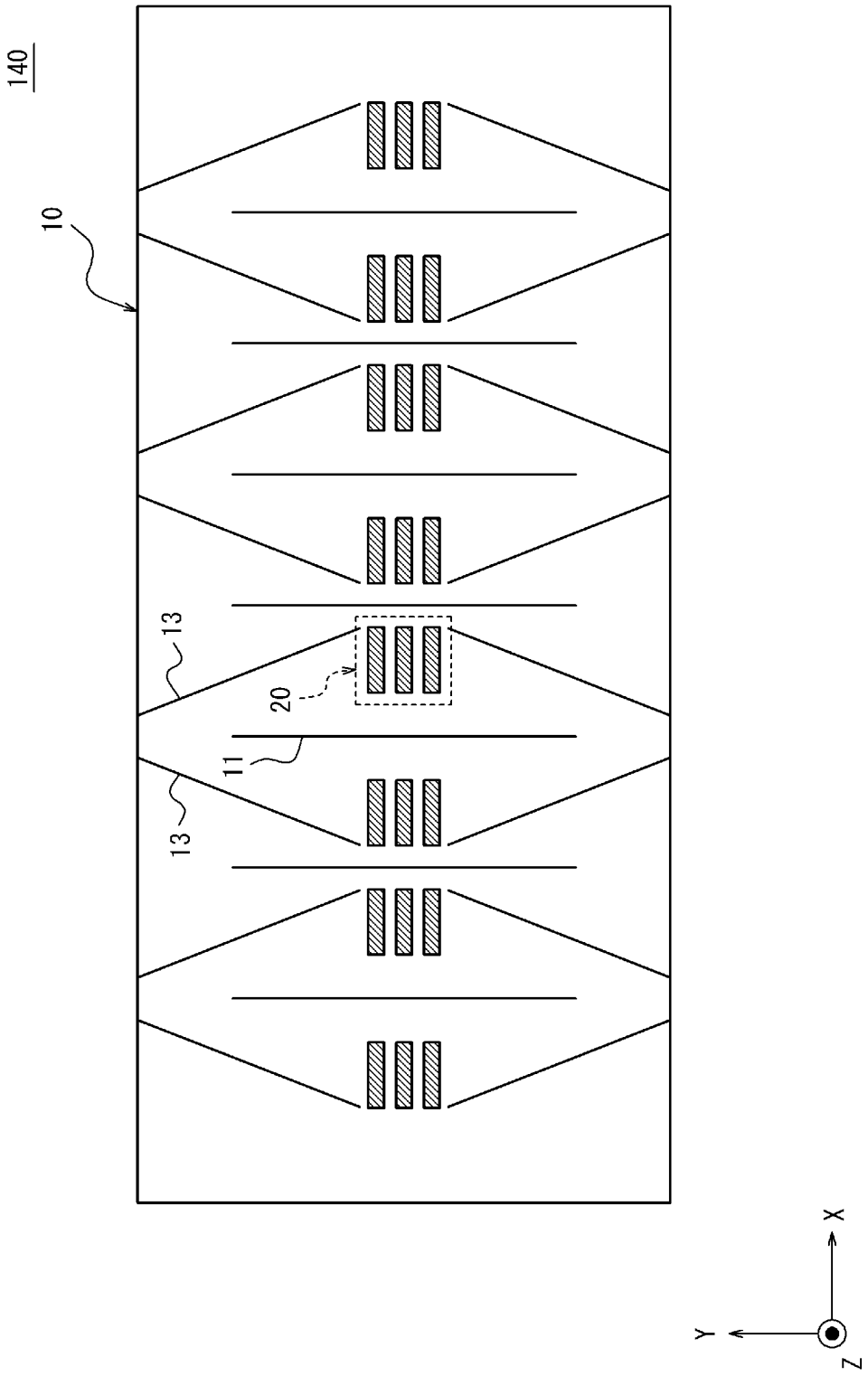
[図9]



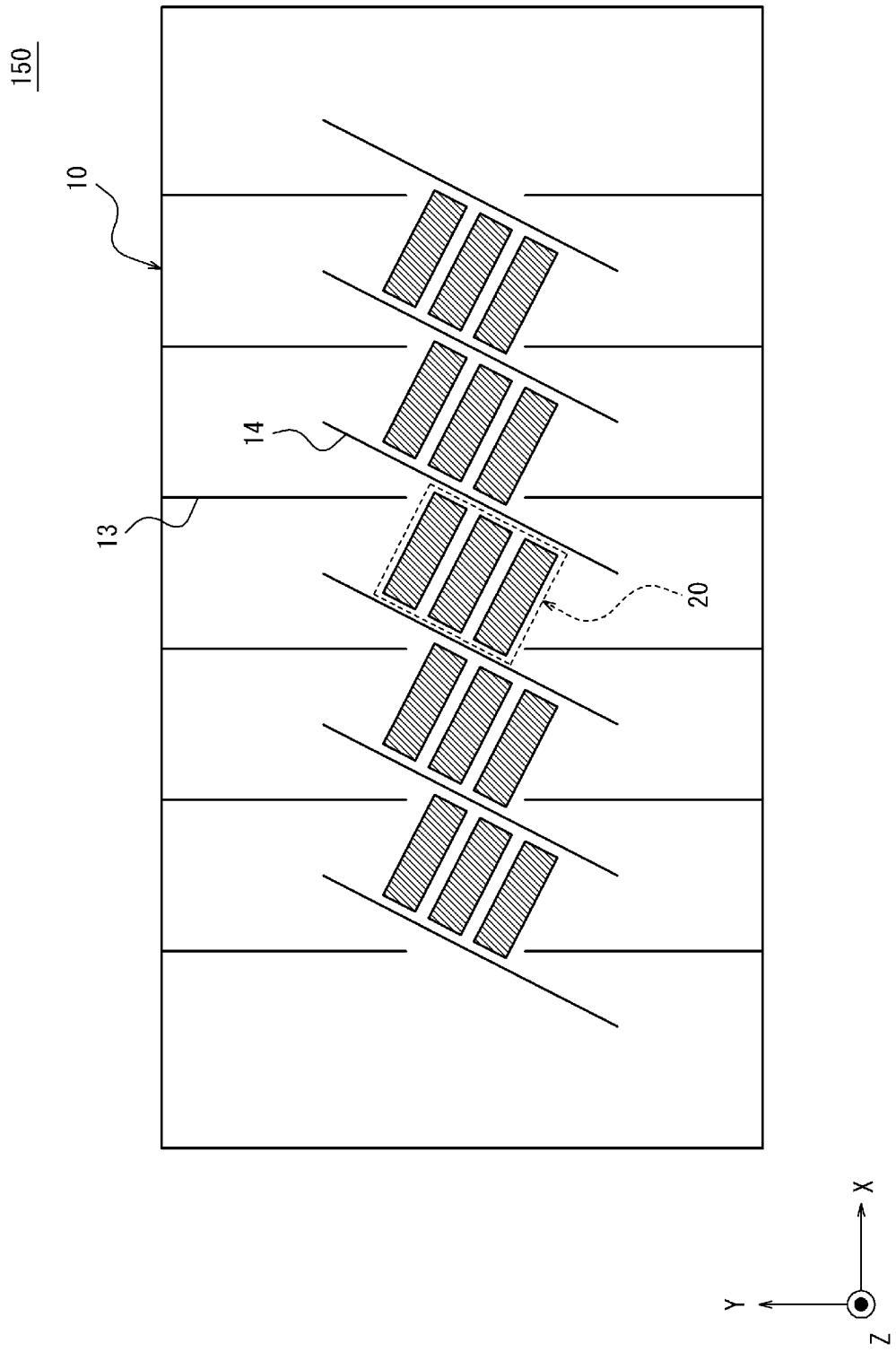
[図10]



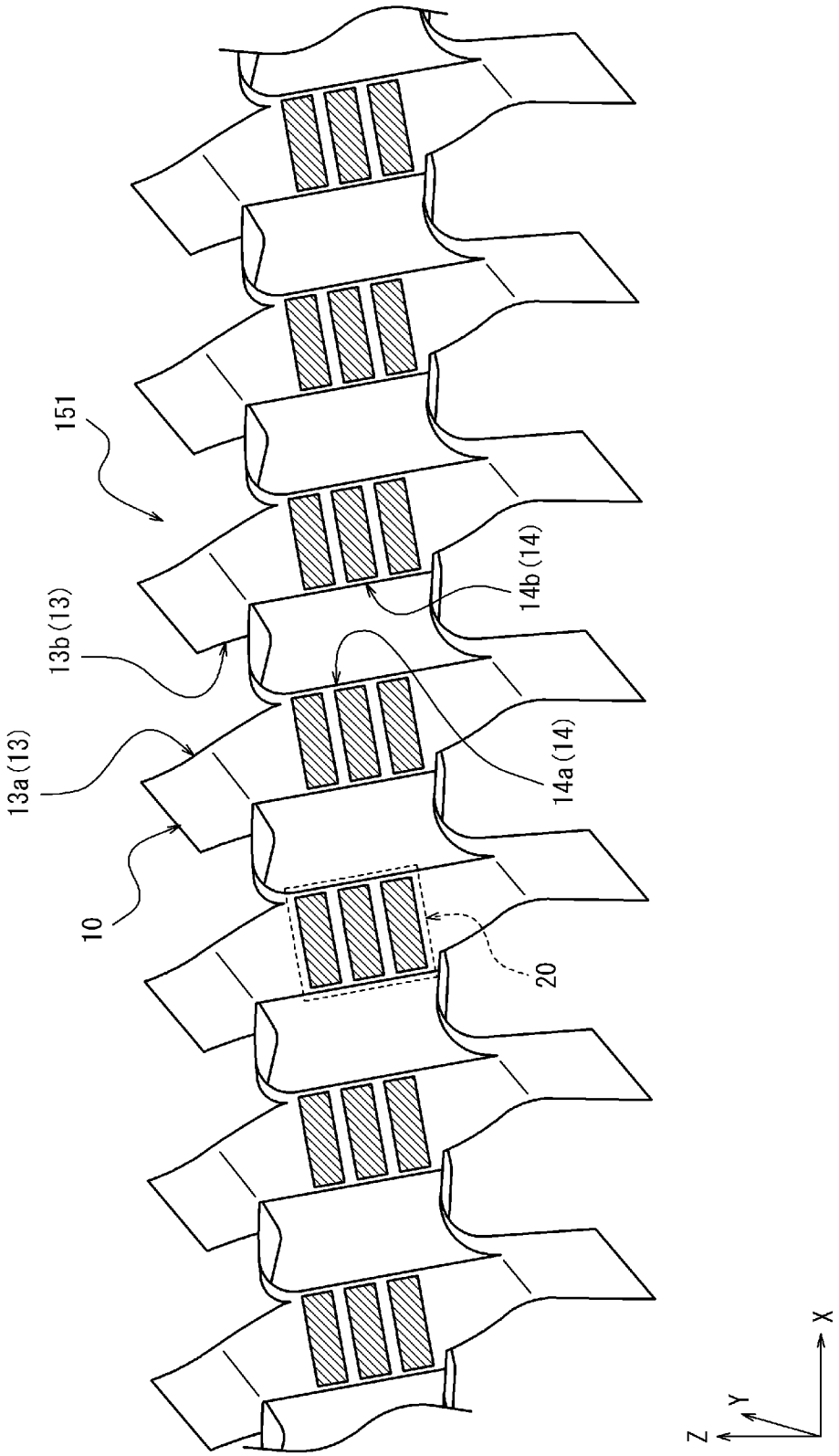
[図11]



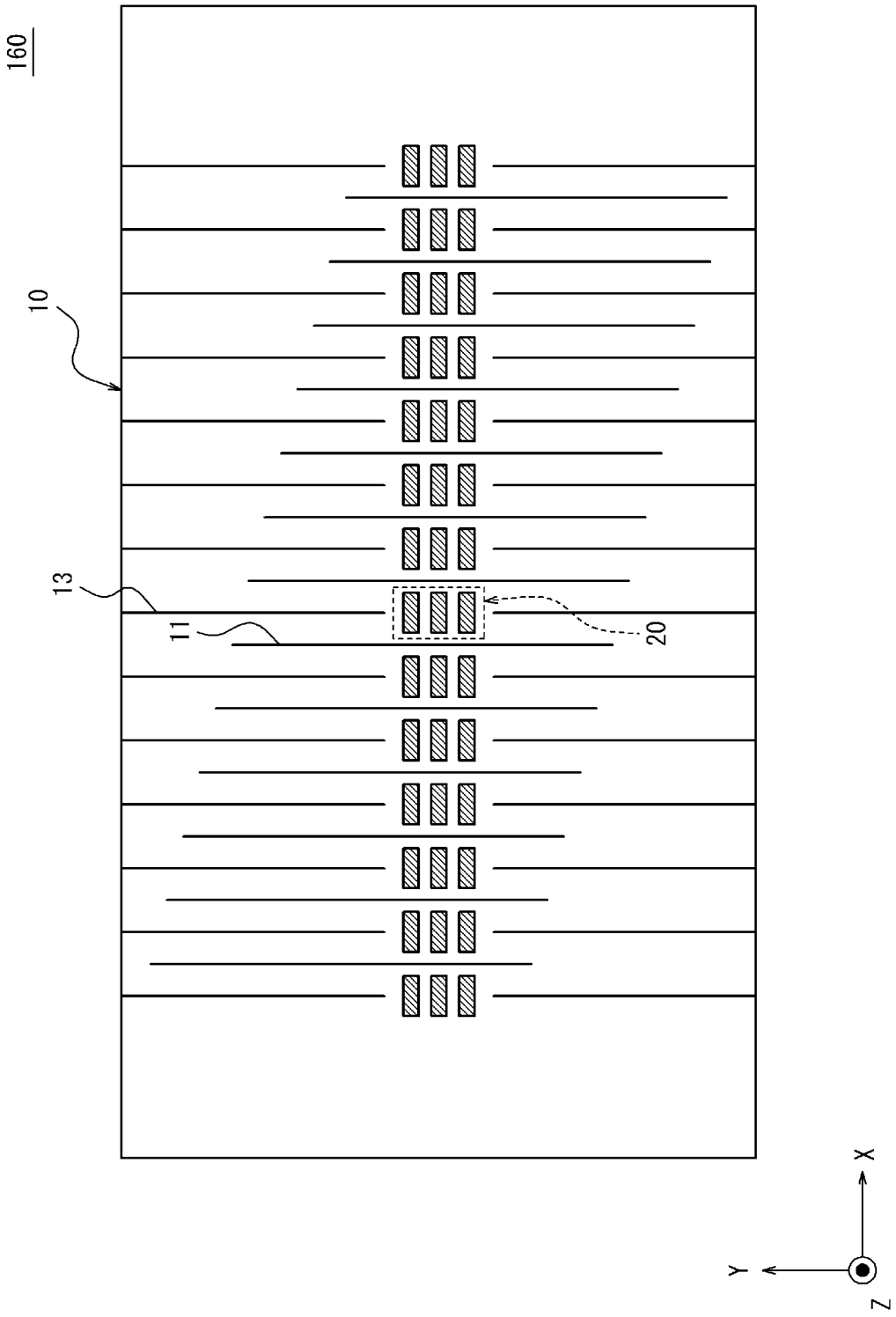
[図12]



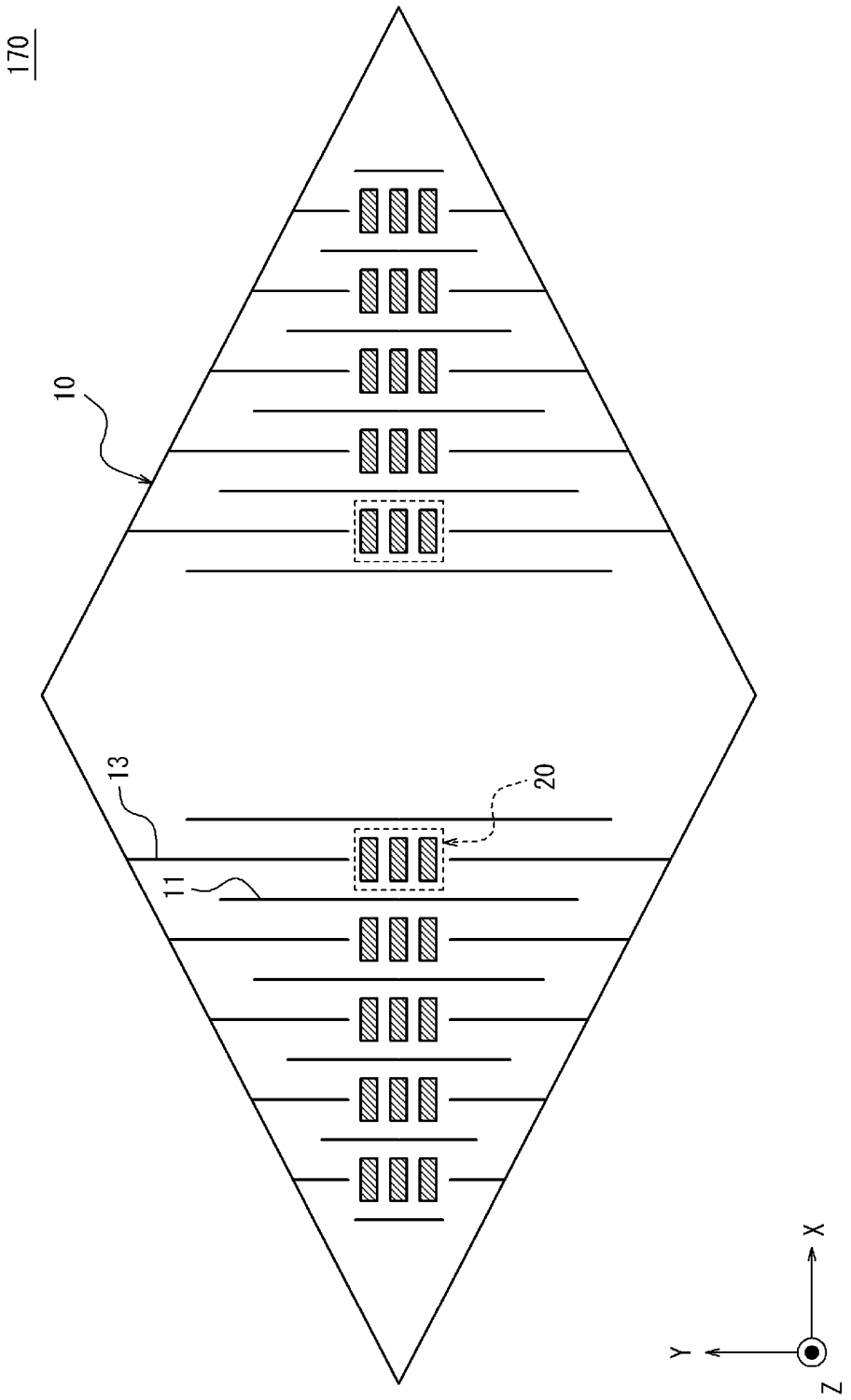
[図13]



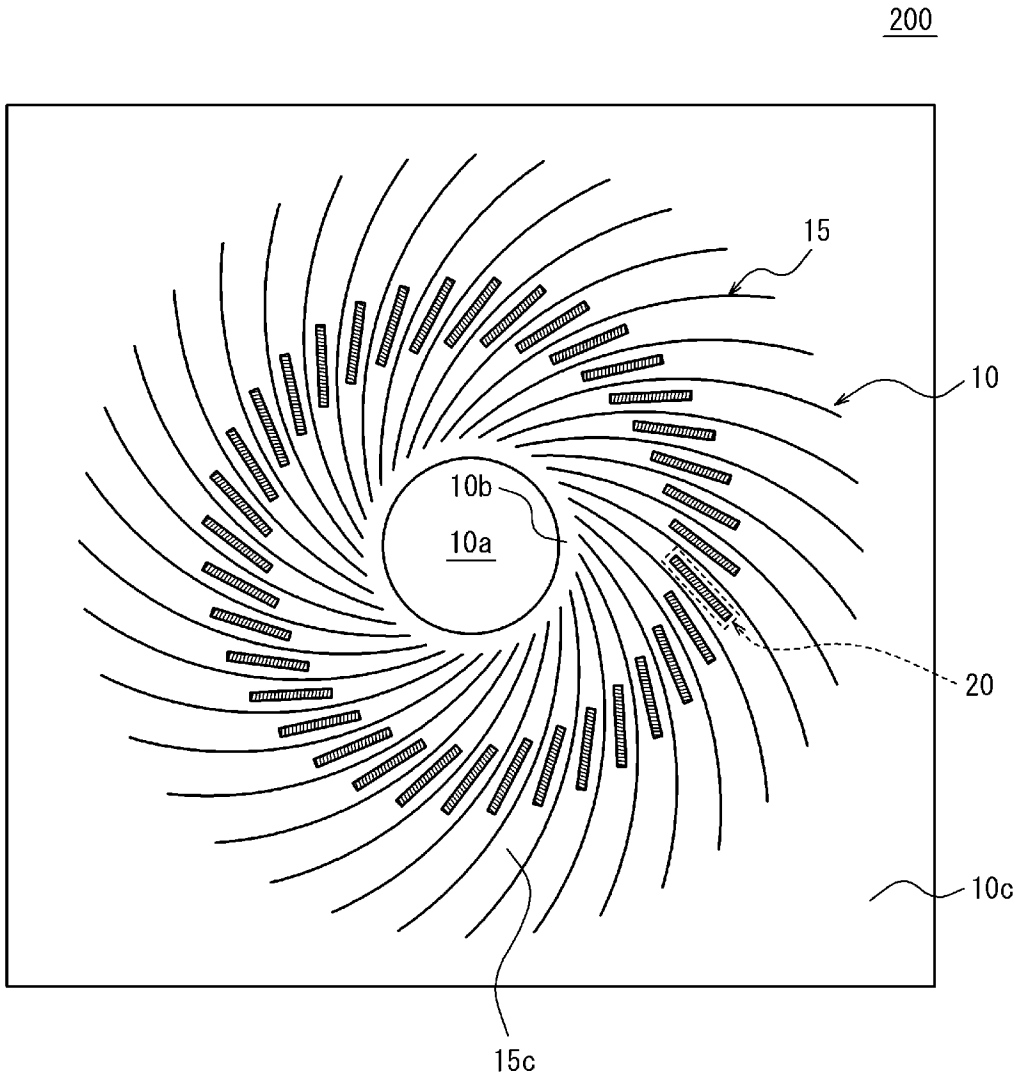
[図14]



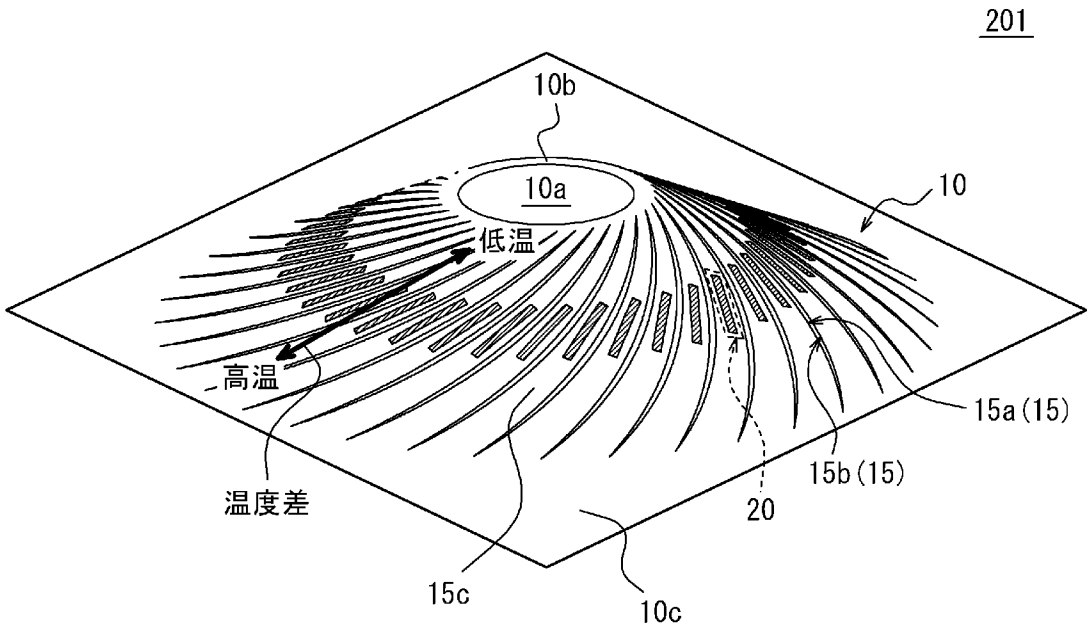
[図15]



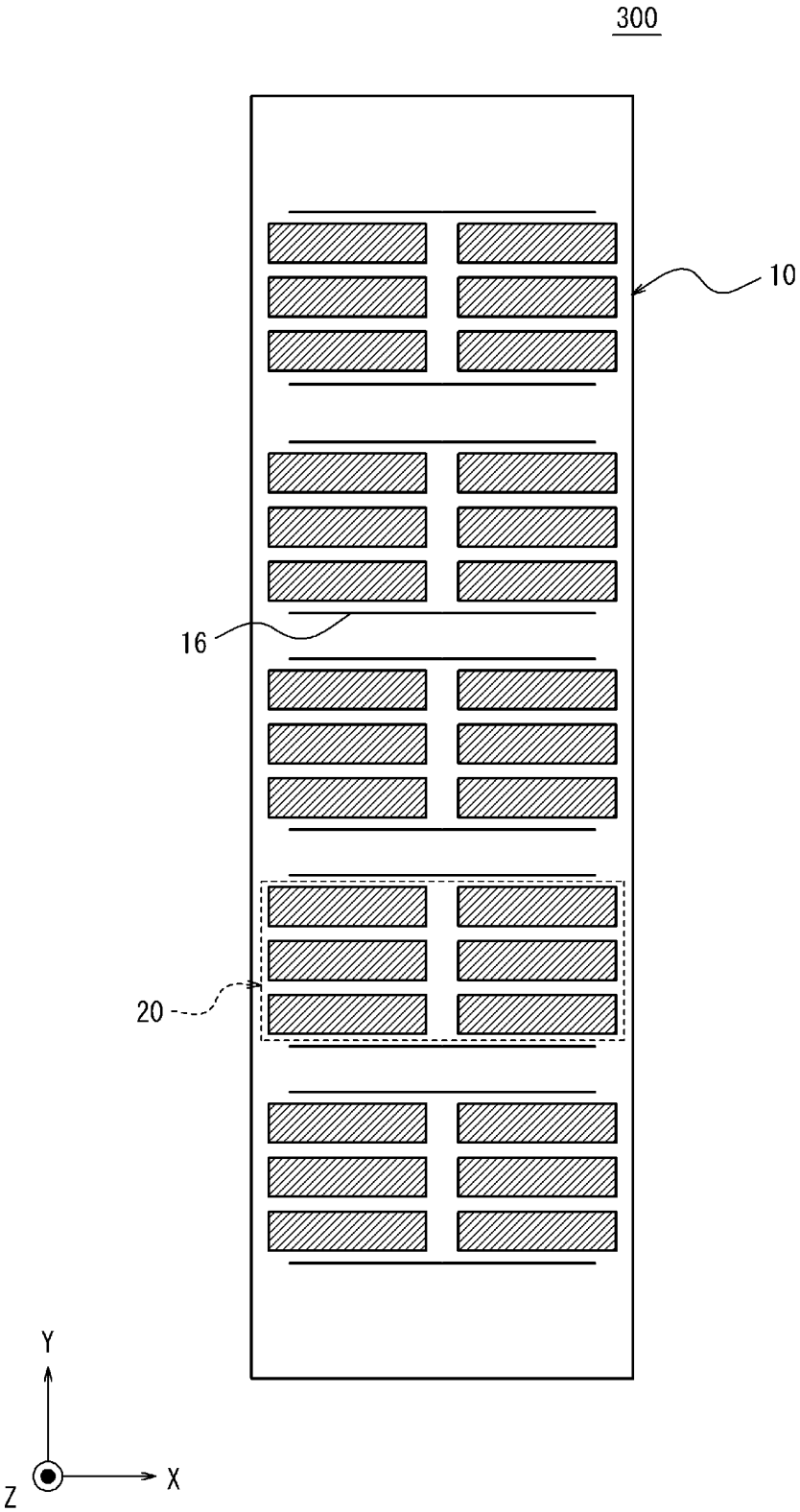
[図16]



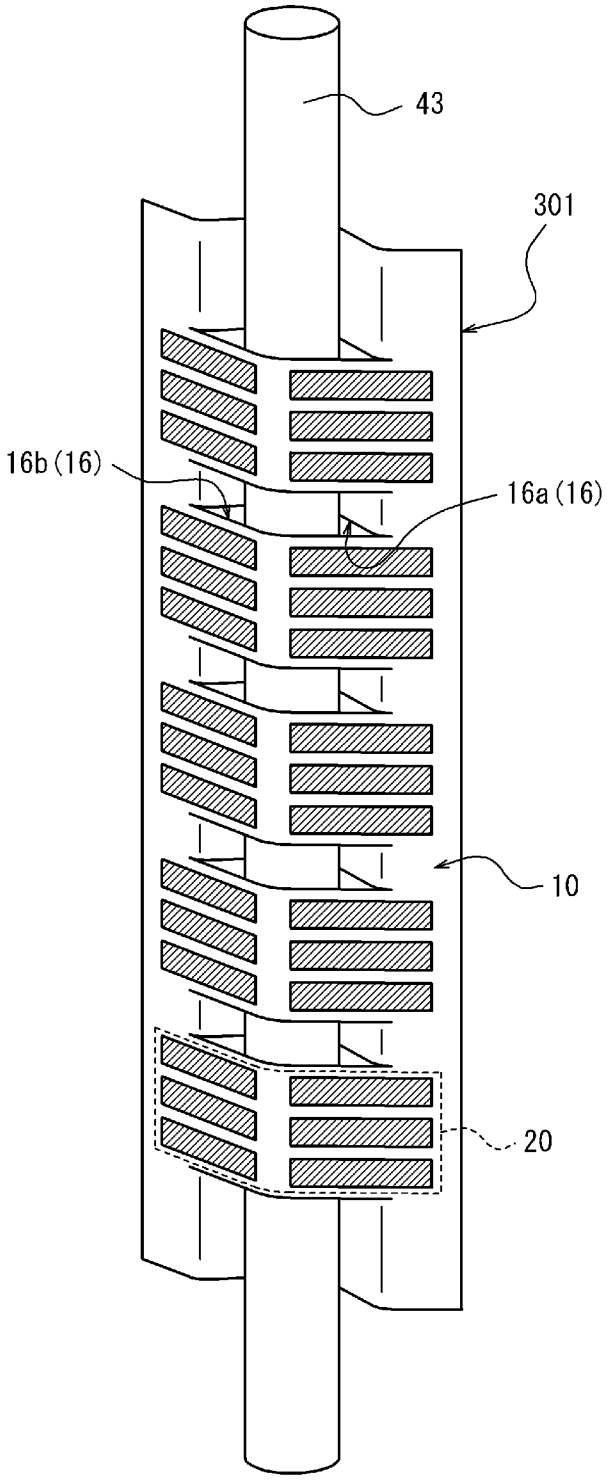
[図17]



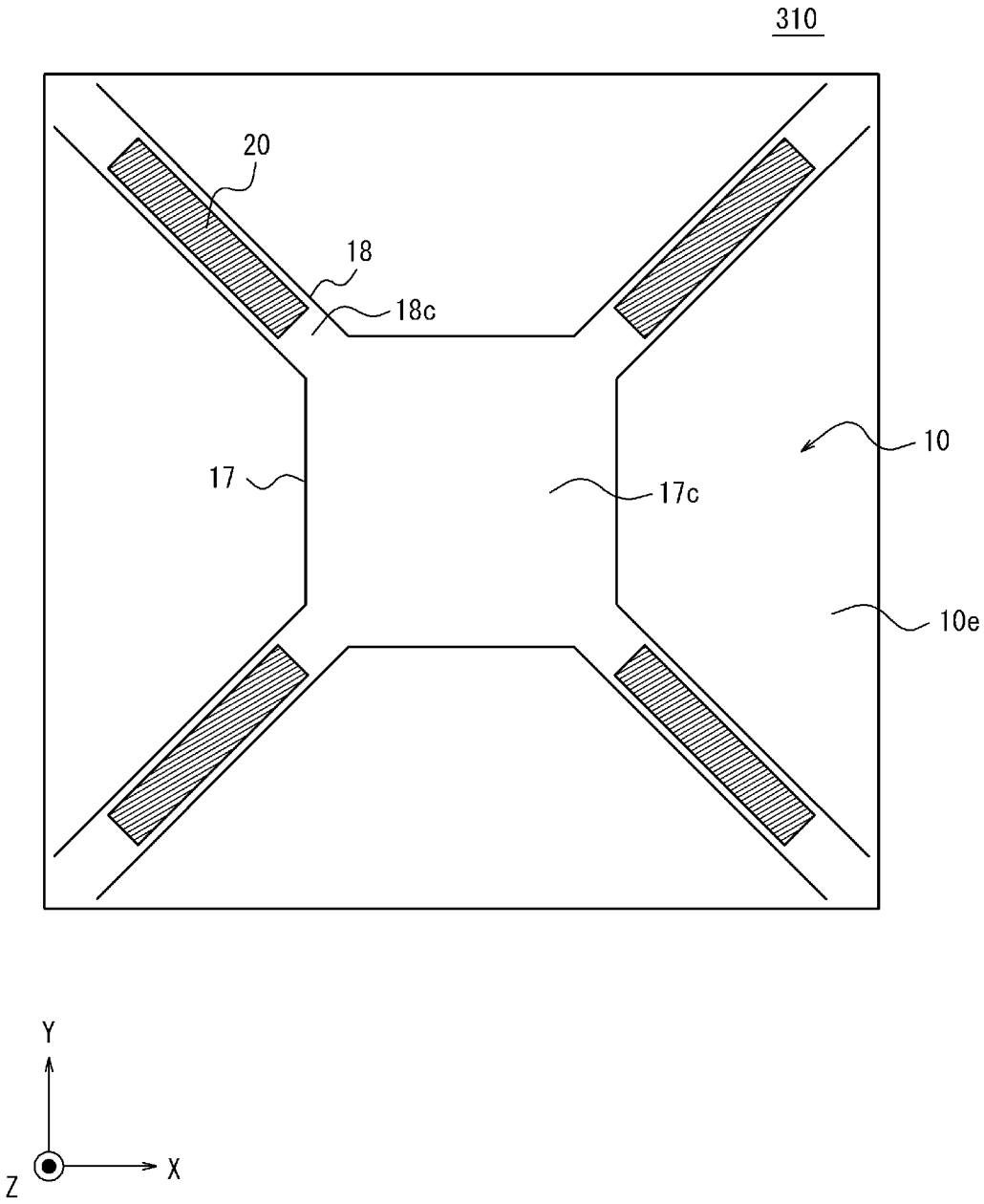
[図18]



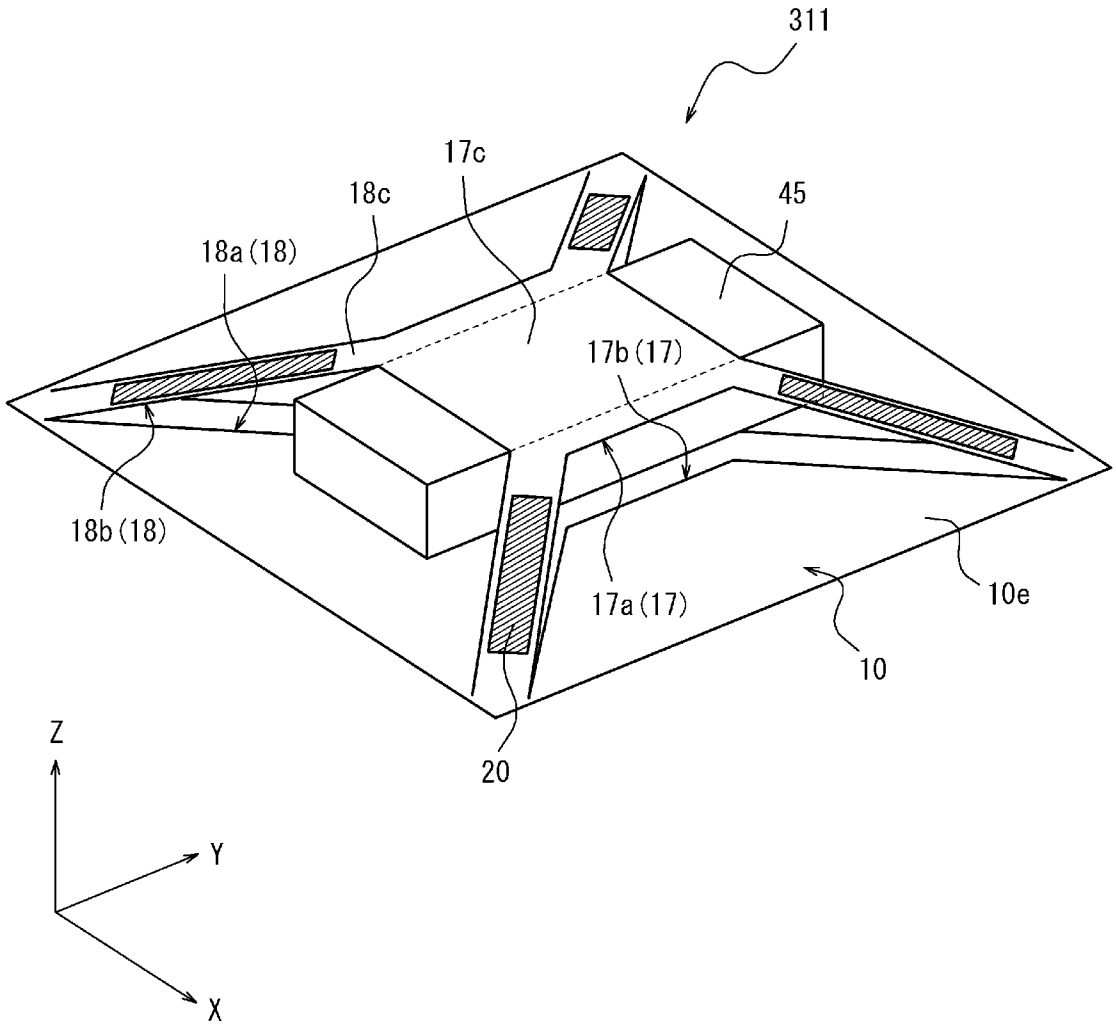
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/016309

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 35/32(2006.01)i; ***H01L 35/22***(2006.01)i
FI: H01L35/32 A; H01L35/22

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)

H01L35/32; H01L35/22

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	JP 2005-328000 A (RITSUMEIKAN) 24 November 2005 (2005-11-24) paragraphs [0020]-[0034], fig. 1-5	1-17
A	JP 2014-060333 A (FUJITSU LTD.) 03 April 2014 (2014-04-03) paragraphs [0018]-[0033], fig. 1-3	1-17
A	US 2011/0220162 A1 (SIIVOLA, Edward P.) 15 September 2011 (2011-09-15) paragraphs [0045], [0046], fig. 14A-14C	1-17
A	US 2016/0163949 A1 (THERMOGEN TECHNOLOGIES, INC.) 09 June 2016 (2016-06-09) paragraph [0048], fig. 2	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 June 2022	**05 July 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **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/JP2022/016309

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2005-328000 A	24 November 2005	(Family: none)	
JP 2014-060333 A	03 April 2014	(Family: none)	
US 2011/0220162 A1	15 September 2011	(Family: none)	
US 2016/0163949 A1	09 June 2016	WO 2016/089707 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/016309

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 35/32(2006.01)i; H01L 35/22(2006.01)i
FI: H01L35/32 A; H01L35/22

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））

H01L35/32; H01L35/22

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
A	JP 2005-328000 A (学校法人立命館) 24.11.2005 (2005-11-24) 段落 [0020] - [0034], [図1] - [図5]	1-17
A	JP 2014-060333 A (富士通株式会社) 03.04.2014 (2014-04-03) 段落 [0018] - [0033], [図1] - [図3]	1-17
A	US 2011/0220162 A1 (SIIVOLA, Edward P.) 15.09.2011 (2011-09-15) 段落 [0045] - [0046], 図14A-14C	1-17
A	US 2016/0163949 A1 (THERMOGEN TECHNOLOGIES, INC.) 09.06.2016 (2016-06-09) 段落 [0048], 図2	1-17

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
24.06.2022	05.07.2022

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）

田邊　顕人 5F 5894

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

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/JP2022/016309

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-328000 A	24.11.2005	（ファミリーなし）	
JP 2014-060333 A	03.04.2014	（ファミリーなし）	
US 2011/0220162 A1	15.09.2011	（ファミリーなし）	
US 2016/0163949 A1	09.06.2016	WO 2016/089707 A1	