

(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
2019年10月17日(17.10.2019)



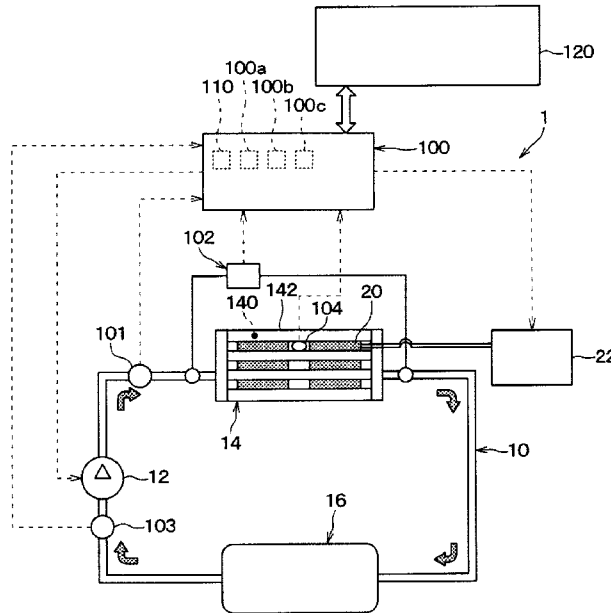
(10) 国際公開番号
WO 2019/198368 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/427 (2006.01) *F28G 13/00* (2006.01)
B08B 9/032 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/007734
- (72) 発明者: 郭 曉琳 (GUO Xiaolin); 〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内 Aichi (JP). 朝柄 浩嗣 (ASAGARA Koji); 〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内 Aichi (JP). 竹内 和哉 (TAKEUCHI Kazuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 大井 彰洋 (OHI Akihiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (22) 国際出願日: 2019年2月28日(28.02.2019)
- (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 2018-074812 2018年4月9日(09.04.2018) JP
 特願 2018-105121 2018年5月31日(31.05.2018) JP
 特願 2018-112301 2018年6月12日(12.06.2018) JP

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 熱交換器

[図1]



(57) Abstract: This heat exchanger (1) is provided with: a heat exchanger body (14) which includes a circulation path (140) for circulating refrigerant and exchanges heat between the refrigerant flowing through the circulation path (140) and an electronic component (20); a circulation pump (12) for supplying the refrigerant to the heat exchanger body (14); a deposit determination unit (100c) which determines whether a foreign matter deposit condition is satisfied, the foreign matter deposit condition being satisfied when deposition of foreign matter in at least a part of the circulation path (140) is



WO 2019/198368 A1

- (74) 代理人: 特許業務法人あいち国際特許事務所(AICHI, TAKAHASHI, IWAKURA & ASSOCIATES); 〒4500002 愛知県名古屋市 中村区名駅3丁目26番19号 名駅永田ビル Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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))

predicted; and a process performing unit (100a) which, when the foreign matter deposit condition is satisfied, performs a foreign matter cleaning process for causing the foreign matter deposited in the circulation path (140) to be peeled off to clean the circulation path (140). The process performing unit (100a) is configured to reduce the amount of supply of the refrigerant from the circulation pump (12) so as to achieve a state in which, during the foreign matter cleaning process, the refrigerant has a superheat degree in a nuclear boiling region.

(57) 要約: 熱交換器(1)は、冷媒が流通する流通路(140)を有し、流通路(140)を流れる冷媒と電子部品(20)とを熱交換させる熱交換器本体(14)と、熱交換器本体(14)に対して冷媒を供給する循環ポンプ(12)と、流通路(140)における少なくとも一部に異物の堆積が予測される際に成立する異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部(100c)と、異物堆積条件が成立する場合に、流通路(140)に堆積した異物を剥離させて流通路(140)を洗浄する異物洗浄処理を実行する処理実行部(100a)と、を備え、処理実行部(100a)は、異物洗浄処理において、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態となるように循環ポンプ(12)からの冷媒の供給量を小さくするように構成されている。

明 細 書

発明の名称：熱交換器

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2018年4月9日に出願された日本出願番号2018-074812号と、2018年5月31日に出願された日本出願番号2018-105121号と、2018年6月12日に出願された日本出願番号2018-112301号と、に基づくもので、ここにそれらの記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、熱交換器に関する。

背景技術

[0003] 下記特許文献1には、超音波によって液状態の冷媒に泡を発生させることで、熱交換器内部の冷媒の流通路に堆積した異物を洗浄する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1では、熱交換器に対して超音波を発生させる超音波発生部が設けられている。

[0004] 下記特許文献2には、半導体素子を内蔵した複数の半導体モジュールの冷却のために使用される熱交換器が開示されている。この熱交換器は、1つの半導体モジュールを両側から挟み込むように積層された複数の流路管を有し、これら複数の流路管が連通するように構成されている。この熱交換器は、積層状に配置された複数の流路管のそれぞれの管内が中間プレートによって2つの主流路に仕切られ、且つ2つの主流路のそれぞれがインナーフィンによって複数の細流路に仕切られるように構成されている。この熱交換器は、インナーフィンによって伝熱面積を増やすことで、半導体モジュールとの間の熱交換性能を向上させることができる。

[0005] 下記特許文献3には、熱交換器としての積層型冷却器が開示されている。この冷却器は、冷却管の内部の冷媒流路に冷媒を流通させることで、冷却管に接触配置された電子部品を冷却するよう構成されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2017-67412号公報
特許文献2：特開2016-205802号公報
特許文献3：特開2010-10418号公報

発明の概要

- [0007] 特許文献1に開示のように、異物洗浄のために超音波発生部という専用機器を熱交換器に設けると、部品点数の増加や装置の複雑化が避けられない。部品点数の増加や装置の複雑化は、製造コストの増大や製品の適用範囲を狭める要因となることから好ましくない。
- [0008] 特許文献2に開示の熱交換器によれば、半導体モジュールの発熱量の上昇に伴って流路管の主流路を流れる冷却媒体が沸騰しやすくなる。そして、冷却媒体の沸騰が生じると、主流路の圧力が高まるため流路管に冷却媒体が流れにくくなる。また、2つの主流路の間で圧力の偏りが発生したときには、2つの主流路のいずれか一方に冷却媒体が流れやすくなり、他方に冷却媒体が流れにくくなることによって流量の偏りが生じる。そして、冷却媒体の流量の偏りが熱交換器の熱交換性能を低下させる要因になるという問題がある。
- [0009] 特許文献3に開示の積層型冷却器において、複数の電子部品を冷却管における冷媒流路の上流側と下流側とに並べて配置したとき、電子部品に流れる電流の量が増えると、電子部品の発熱量も上昇するという問題が生じ得る。これにより、電子部品の発熱部に近い位置において、局部的に水等の液冷媒の温度が上昇して、沸騰するという事態も生じ得る。そうすると、冷却管内の液冷媒の円滑な流れが、気化した冷媒に阻害されるおそれがある。これにより、冷媒流路における電子部品に近い位置に、液体の冷媒が供給され難くなり、冷却性能を向上させ難くなるおそれがある。これに加え、特に、冷媒流路における下流側の電子部品が配置された領域においては、上流側の電子部品の熱によって気化した冷媒が供給されると共に、下流側の電子部品の熱

によっても冷媒の蒸発が生じやすい。そうすると、下流側の電子部品の近傍においては、液冷媒の供給量が少なくなりやすく、いわゆるドライアウトによって、冷却性能が低下するおそれが懸念される。

そこで、十分な冷却性能を確保するために、全体の冷媒の流量を増加させるなど、適切な熱設計を行うことが必要となる。しかし、その場合には、冷却のための必要エネルギーが増えるため、冷却効率の観点で不利となりやすい。

[0010] 本開示は、熱交換器の性能を向上させることができる技術を提供しようとするものである。

[0011] 本開示の第1の態様は、

被冷却対象を液状態の冷媒と熱交換させて冷却する熱交換器であって、冷媒が流通する流通路を有し、上記流通路を流れる冷媒と上記被冷却対象とを熱交換させる熱交換器本体と、

上記熱交換器本体に対して冷媒を供給する冷媒供給ポンプと、

上記流通路における少なくとも一部に異物の堆積が予測される際に成立する異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部と、

上記異物堆積条件が成立する場合に、上記流通路に堆積した異物を剥離させて上記流通路を洗浄する異物洗浄処理を実行する処理実行部と、を備え、

上記処理実行部は、上記異物洗浄処理において、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態となるように上記冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくする熱交換器、

にある。

[0012] 本開示の第2の態様は、

外部の熱交換対象物に対する熱交換面となる外表面を有する流路管と、

上記流路管の管内を熱媒体が流れる複数の流路に仕切るプレート状の仕切部材と、

を備え、

上記仕切部材には、上記複数の流路のうちの少なくとも2つの流路を連通

させる連通孔が設けられている、熱交換器、
にある。

[0013] 本開示の第3の態様は、

内部に冷媒を流通させる冷媒流路を設けた冷却管と、

上記冷却管の冷却面に熱的に接触配置された第1電子部品及び第2電子部品と、を有し、

上記第1電子部品は、上記第2電子部品よりも、上記冷媒流路における上流側に配置されており、

上記冷媒流路は、上記第1電子部品よりも下流側かつ上記第2電子部品よりも上流側の中間領域と、上記第1電子部品の上流端と下流端との間の上流側領域と、上記第2電子部品の上流端と下流端との間の下流側領域と、を有し、

上記中間領域には、上記下流側領域から上記上流側領域へ向かう方向の流路抵抗を、上記上流側領域から上記下流側領域へ向かう方向の流路抵抗よりも大きくする、流体ダイオード部が設けてある、熱交換器、
にある。

[0014] 本開示の第4の態様は、

内部に冷媒を流通させる冷媒流路を設けた冷却管と、

上記冷却管の冷却面に熱的に接触配置された第1電子部品及び第2電子部品と、を有し、

上記第1電子部品は、上記第2電子部品よりも、上記冷媒流路における上流側に配置されており、

上記冷却管は、上記冷媒流路を、流路方向に沿って並走する複数の分岐流路に仕切る内部フィンを有し、

上記冷媒流路は、上記第1電子部品よりも下流側かつ上記第2電子部品よりも上流側の中間領域と、上記第1電子部品の上流端と下流端との間の上流側領域と、上記第2電子部品の上流端と下流端との間の下流側領域と、を有し、

上記内部フィンは、上記上流側領域と上記中間領域と上記下流側領域とのうち、上記中間領域のみにおいて、隣り合う上記分岐流路を連通させる拡散部を設けている、熱交換器、
にある。

[0015] 上記第1の態様の熱交換器によれば、熱交換器本体の流通路の少なくとも一部に異物の堆積が予測される場合に、冷媒が過熱度を有する状態となるように熱交換器本体への冷媒の供給量が小さくなる。冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態になると、流通路内に気泡が生じ、この気泡の体積変化や気泡の消滅時に生ずる力によって流通路に堆積した異物を剥離させることが可能となる。

[0016] このように、熱交換器本体への冷媒の供給量を調整することによって異物を剥離させることが可能な構成では、超音波発生部等の専用機器を設ける必要がないので、熱交換器の簡素化を図ることができる。すなわち、上記第1の態様の熱交換器によれば、簡素な構成で流通路に堆積した異物を剥離させて流通路を洗浄することが可能となる。

[0017] ここで、「冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態」とは、冷媒の過熱度が、沸騰曲線に示される飽和開始点を上回り、且つ、バーンアウト点以下となる状態を意味する。「過熱度」は、被冷却対象と冷媒との伝熱部位の温度と冷媒の飽和温度との温度差であり、例えば、被冷却対象と冷媒との伝熱部位の温度から冷媒の飽和温度を差し引いた値として定義される。

[0018] 上記第2の態様の熱交換器によれば、流路管の管内を流れる熱媒体は、この流路管の外表面である熱交換面を介して外部の熱交換対象物との間で熱交換が行われる。流路管の管内は、プレート状の仕切部材によって複数の流路に仕切られており、熱媒体がこれら複数の流路のそれぞれを流れる。複数の流路のうち少なくとも2つの流路は、仕切部材に設けられた連通孔を通じて連通する。

[0019] これにより、例えば熱媒体の沸騰などによって少なくとも2つの流路の間で圧力の偏りが生じたときでも、高圧側の流路の圧力を仕切部材の連通孔を

通じて低圧側の流路に分散させることによって、この圧力の偏りが小さくなるように抑えることができる。従って、流路管の管内が仕切られてなる複数の流路の間の圧力の偏りを抑えることができる

[0020] 上記第3の態様の熱交換器によれば、上記中間領域に、上記流体ダイオード部が設けてある。これにより、下流側の第2電子部品の熱によって、下流側領域の液冷媒の一部が蒸発して蒸気となった場合にも、この蒸気が上流側領域にまで逆流することを抑制することができる。その結果、蒸気を冷媒流路の下流端から早期に排出させやすくなる。

[0021] それゆえ、冷媒流路における、上流側から下流側へ向かう冷媒の円滑な流れを確保することができる。その結果、第1電子部品のみならず、第2電子部品の冷却性能を向上させることができる。

[0022] 上記第4の態様の熱交換器によれば、上記中間領域に上記拡散部が形成されている。これにより、第1電子部品及び第2電子部品の熱によって冷媒が蒸発して蒸気になった場合にも、この蒸気を、拡散部を介して、流路方向に直交する方向に拡散させることができる。すなわち、冷媒流路の中央付近の分岐流路において発生した蒸気を、外側へ逃がすことができる。これにより、中央付近において、液冷媒を円滑に導入することができ、第1電子部品及び第2電子部品の効率的な冷却を確保することができる。

[0023] 以上のごとく、上記の各態様によれば、熱交換器の性能を向上させることができる。

[0024] なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであり、本開示の技術的範囲を限定するものではない。

図面の簡単な説明

[0025] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、実施形態1に係る熱交換装置の概略構成図であり、
[図2]図2は、実施形態1に係る熱交換装置における冷媒と電子部品との熱交

換を説明するための説明図であり、

[図3]図3は、実施形態1に係る熱交換装置における冷媒の流通路に異物が堆積した状態を説明するための説明図であり、

[図4]図4は、実施形態1に係る熱交換装置の制御装置が実行する制御処理の一例を示すフローチャートであり、

[図5]図5は、実施形態1に係る熱交換装置における閉塞度合の算出手法を説明するための説明図であり、

[図6]図6は、実施形態1に係る熱交換装置の制御装置が実行する異物洗浄処理の一例を示すフローチャートであり、

[図7]図7は、実施形態1に係る熱交換装置における過熱度の算出手法を説明するための説明図であり、

[図8]図8は、過熱度と熱伝達率との関係を説明するための説明図であり、

[図9]図9は、実施形態1に係る熱交換装置における冷媒供給ポンプの作動を説明するための説明図であり、

[図10]図10は、冷媒の流通路に堆積した異物の剥離を説明するための説明図であり、

[図11]図11は、実施形態1に係る熱交換装置における熱伝達率を説明するための説明図であり、

[図12]図12は、実施形態2に係る熱交換装置の概略構成図であり、

[図13]図13は、実施形態2に係る熱交換装置における閉塞度合の算出手法を説明するための説明図であり、

[図14]図14は、実施形態3に係る熱交換装置の概略構成図であり、

[図15]図15は、実施形態3に係る熱交換装置の制御装置が実行する制御処理の一例を示すフローチャートであり、

[図16]図16は、実施形態3に係る熱交換装置における基準時間の算出手法を説明するための説明図であり、

[図17]図17は、実施形態4に係る熱交換装置の概略構成図であり、

[図18]図18は、実施形態4に係る熱交換装置の制御装置が実行する制御処

理の一例を示すフローチャートであり、

[図19]図19は、低負荷条件の成否の判定処理の一例を示すフローチャートであり、

[図20]図20は、実施形態5に係る熱交換装置の制御装置が実行する制御処理の一例を示すフローチャートであり、

[図21]図21は、実施形態6に係る熱交換装置の制御装置が実行する異物洗浄処理の一例を示すフローチャートであり、

[図22]図22は、実施形態7に係る熱交換装置の概略構成図であり、

[図23]図23は、実施形態7に係る熱交換装置における冷媒と電子部品との熱交換を説明するための説明図であり、

[図24]図24は、実施形態7に係る熱交換装置における冷媒の流通路に異物が堆積した状態を説明するための説明図であり、

[図25]図25は、実施形態8に係る熱交換器の概要を示す平面図であり、

[図26]図26は、図25の熱交換器の第1流路管の分解斜視図であり、

[図27]図27は、図25の熱交換器の第2流路管の分解斜視図であり、

[図28]図28は、図25の熱交換器の第3流路管の分解斜視図であり、

[図29]図29は、図27の第2流路管の断面構造を示す断面図であり、

[図30]図30は、図29中の連通孔について内周面の表面積と開口部の開口面積とについて説明するための図であり、

[図31]図31は、図29において連通孔の効果を説明するための図であり、

[図32]図32は、実施形態9に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、

[図33]図33は、実施形態10に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、

[図34]図34は、実施形態11に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、

[図35]図35は、実施形態12に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、

- [図36]図36は、実施形態13に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、
- [図37]図37は、実施形態14に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、
- [図38]図38は、実施形態15に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、
- [図39]図39は、実施形態16に係る熱交換器について図29に対応した断面図であり、
- [図40]図40は、実施形態17に係る熱交換器の平面説明図であり、
- [図41]図41は、図40のXLI-XLI線矢視断面図であり、
- [図42]図42は、実施形態18に係る熱交換器の平面説明図であり、
- [図43]図43は、実施形態18における、冷却管の断面説明図であり、
- [図44]図44は、図43のXLIV-XLIV線矢視断面図であり、
- [図45]図45は、実施形態18における、流体ダイオード部の拡大説明図であり、
- [図46]図46は、実施形態18における、冷媒の流れを説明する冷却管の断面説明図であり、
- [図47]図47は、比較形態1における、冷媒の流れを説明する冷却管の断面説明図であり、
- [図48]図48は、実施形態19における、冷却管の断面説明図であり、
- [図49]図49は、実施形態19における、流体ダイオード部の拡大説明図であり、
- [図50]図50は、実施形態19に係る熱交換器の、非沸騰状態における効果確認試験の結果を示す線図であり、
- [図51]図51は、実施形態19に係る熱交換器の、沸騰状態における効果確認試験の結果を示す線図であり、
- [図52]図52は、効果確認試験の比較試料の断面説明図であり、
- [図53]図53は、実施形態20における、冷却管の断面説明図であり、

- [図54]図54は、実施形態21における、冷却管の断面説明図であり、
- [図55]図55は、実施形態22における、冷却管の断面説明図であり、
- [図56]図56は、実施形態23における、冷却管の断面説明図であり、
- [図57]図57は、実施形態24における、冷却管の断面説明図であり、
- [図58]図58は、実施形態25における、冷却管の断面説明図であり、
- [図59]図59は、実施形態26における、冷却管の断面説明図であり、
- [図60]図60は、実施形態27における、冷却管の断面説明図であり、
- [図61]図61は、実施形態28における、冷却管の断面説明図であり、
- [図62]図62は、実施形態29における、冷却管の断面説明図であり、
- [図63]図63は、実施形態29における、冷媒の流れを説明する冷却管の断面説明図であり、
- [図64]図64は、実施形態30における、冷却管の断面説明図であり、
- [図65]図65は、実施形態30における、流体ダイオード部の拡大説明図であり、
- [図66]図66は、実施形態31における、冷却管の断面説明図であり、
- [図67]図67は、実施形態32における、冷却管の断面説明図であり、
- [図68]図68は、実施形態32における、流体ダイオード部の拡大説明図であり、
- [図69]図69は、実施形態33における、冷却管の断面説明図であり、
- [図70]図70は、実施形態33における、拡散部の斜視説明図であり、
- [図71]図71は、図69のLXXI-LXXI線矢視断面図であり、
- [図72]図72は、実施形態33における、蒸気の流れを説明する冷却管の断面説明図であり、
- [図73]図73は、実施形態33における、蒸気の流れを説明する拡大斜視説明図であり、
- [図74]図74は、拡散部を有さない冷却管における、蒸気の流れを説明する冷却管の断面説明図であり、
- [図75]図75は、拡散部を有さない冷却管における、蒸気の流れを説明する

拡大斜視説明図であり、

[図76]図76は、実施形態33に係る熱交換器の、効果確認試験の結果を示す線図であり、

[図77]図77は、実施形態34における、拡散部の斜視説明図であり、

[図78]図78は、実施形態35における、拡散部の斜視説明図であり、

[図79]図79は、実施形態35の変形例における、拡散部の斜視説明図であり、

[図80]図80は、実施形態36における、拡散部の斜視説明図であり、

[図81]図81は、実施形態37における、拡散部の斜視説明図であり、

[図82]図82は、実施形態38における、拡散部の斜視説明図であり、

[図83]図83は、実施形態39における、拡散部の斜視説明図であり、

[図84]図84は、実施形態40における、拡散部の斜視説明図であり、

[図85]図85は、実施形態41における、拡散部の斜視説明図であり、

[図86]図86は、実施形態42における、開口部が塞がれた拡散部の斜視説明図であり、

[図87]図87は、実施形態42における、開口部が開放された拡散部の斜視説明図である。

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。

なお、以下の実施形態において、先行する実施形態で説明した事項と同一もしくは均等である部分には、同一の参照符号を付し、その説明を省略する場合がある。また、実施形態において、構成要素の一部だけを説明している場合、構成要素の他の部分に関しては、先行する実施形態において説明した構成要素を適用することができる。以下の実施形態は、特に組み合わせに支障が生じない範囲であれば、特に明示していない場合であっても、各実施形態同士を部分的に組み合わせることができる。

[0027] 本開示の上記第1の態様の熱交換器に係る実施形態1～7について、図面を参照しつつ説明する。この開示は、簡素な構成によって冷媒が流通する流

通路に堆積した異物を剥離可能な熱交換器を提供することによって、熱交換器の性能を向上させることを目的とするものである。

[0028] (実施形態1)

本実施形態の熱交換器1について、図1～図11を参照して説明する。熱交換器1は、被冷却対象を冷媒と熱交換させる装置である。本実施形態の熱交換器1は、車両に搭載される車載装置であり、車両に搭載された発熱機器等を被冷却対象として当該被冷却対象を冷却するように構成されている。

[0029] 図1に示すように、熱交換器1は、冷媒が循環する循環回路10、冷媒を循環させる循環ポンプ12、被冷却対象を冷媒と熱交換させて冷却する熱交換器本体14、冷媒を放熱させる放熱器16、制御装置100を含んで構成されている。

[0030] 循環回路10は、閉回路として構成されている。循環回路10には、液状態の冷媒が充填されている。冷媒は、錆の発生を抑える防錆剤を含む不凍液で構成されている。不凍液は、ロングライフクーラントとして知られるものである。不凍液は、例えば、エチレングリコールを含む水に防錆剤、酸化抑制剤等が加えられた液状態の冷媒である。

[0031] 循環ポンプ12は、循環回路10に設けられた電動式のポンプである。循環ポンプ12は、電動モータを備え、当該電動モータの駆動力によって駆動される。循環ポンプ12は、電動モータの回転数（すなわち、ポンプ回転数）を変えることで、循環回路10における冷媒の流量を変更可能になっている。ポンプ回転数は、後述する制御装置100からの制御信号に応じて変更可能になっている。本実施形態では、循環ポンプ12が、熱交換器本体14に対して冷媒を供給する冷媒供給ポンプを構成している。

[0032] 熱交換器本体14は、循環回路10に設けられている。熱交換器本体14は、冷媒が流通する流通路140を形成する複数の冷却管142を有し、当該流通路140を流れる冷媒と被冷却対象とを熱交換させるものである。

[0033] 本実施形態の熱交換器本体14は、車両に搭載されたインバータに用いられる電子部品20を冷却対象とし、電子部品20を冷媒との熱交換によって

冷却する部品冷却器で構成されている。熱交換器本体 14 は、複数の冷却管 142 の間に電子部品 20 を介在させた状態で、複数の冷却管 142 を積層した積層体として構成されている。

[0034] 電子部品 20 は、通電により発熱する。このため、電子部品 20 は、通電により発熱する発熱体を構成している。電子部品 20 は、駆動回路 22 に接続されている。電子部品 20 は、例えば、Si 基板で構成される半導体素子等の他の半導体素子に比べて高温時の動作特性に優れた SiC 基板で構成される半導体素子が内蔵された半導体モジュールで構成されている。

[0035] 駆動回路 22 は、電子部品 20 への通電量を調整するための調整部を構成している。駆動回路 22 は、後述する制御装置 100 からの制御信号に応じて、電子部品 20 への通電量を変更可能に構成されている。

[0036] 放熱器 16 は、循環回路 10 における熱交換器本体 14 の冷媒流れ下流側に設けられている。放熱器 16 は、熱交換器本体 14 にて昇温した冷媒を外気と熱交換させて放熱させるものである。放熱器 16 は、冷媒を貯留する冷媒タンクとしても機能する。なお、放熱器 16 は、熱交換器本体 14 にて昇温した冷媒を外気以外の熱媒体との熱交換によって放熱させる構成になってもよい。

[0037] 次に、熱交換器 1 の電子制御部を構成する制御装置 100 について説明する。制御装置 100 は、プロセッサ、メモリ 110 を含む周知のマイクロコンピュータとその周辺回路から構成される。なお、制御装置 100 のメモリ 110 は、非遷移的実体的記憶媒体で構成される。

[0038] 制御装置 100 の入力側には、循環回路 10 における冷媒の状態等を検出する手段として、流量センサ 101、差圧センサ 102、冷媒温度センサ 103 等が接続されている。

[0039] 流量センサ 101 は、熱交換器本体 14 に流入する冷媒の流量 G_r を検出するセンサである。流量センサ 101 は、循環回路 10 における循環ポンプ 12 の冷媒出口から熱交換器本体 14 の冷媒入口に至る部位に設けられている。

- [0040] 差圧センサ102は、熱交換器本体14の冷媒出入口の圧力差を熱交換器本体14の圧力損失 ΔP として検出するセンサである。差圧センサ102は、熱交換器本体14の冷媒入口側の圧力から熱交換器本体14の冷媒出口側の圧力を減算した値を圧力差として出力する構成になっている。
- [0041] 冷媒温度センサ103は、熱交換器本体14に流入する冷媒の温度（すなわち、冷媒温度 T_w ）を検出するセンサである。冷媒温度センサ103は、循環回路10における放熱器16の冷媒出口から循環ポンプ12の冷媒入口に至る部位に設けられている。
- [0042] また、制御装置100の入力側には、電子部品30の温度である機器温度 T_d を検出する機器温度センサ104が接続されている。機器温度センサ104は、機器温度 T_d を直に検出する構成になっている。なお、機器温度センサ104は、電子部品30への通電量等に基づいて機器温度 T_d を間接的に検出する構成になっていてもよい。
- [0043] さらに、制御装置100は、車両の運転操作等を制御する車両制御装置120に対して、双方向通信可能に接続されている。これにより、制御装置100は、車両制御装置120を介して車両の走行状態等の情報を取得可能になっている。
- [0044] 一方、制御装置100の出力側には、循環ポンプ12の電動モータ、電子部品20の駆動回路22等が接続されている。制御装置100は、各種センサ等から取得した情報に基づいて循環ポンプ12の電動モータ、電子部品20の駆動回路22等を制御する。
- [0045] ここで、制御装置100には、各種処理を実行する処理実行部、各種条件の成否を判定する判定部、各種演算を行う演算部等を構成するハードウェアおよびソフトウェアが集約されている。
- [0046] 制御装置100には、例えば、熱交換器本体14の流通路140に堆積した異物を剥離させて流通路140を洗浄する異物洗浄処理を実行する処理実行部100aが集約されている。この異物洗浄処理は、冷媒に気泡を発生させ、当該気泡の体積変化や消滅時に生ずる力によって流通路140に堆積し

た異物を剥離させる処理である。

[0047] また、制御装置 100 には、流通路 140 における閉塞度合 OD 等を算出する演算部 100b が集約されている。閉塞度合 OD は、流通路 140 における目詰まりの目安となる指標である。閉塞度合 OD は、異物が堆積していない状態が最小値（例えば、ゼロ％）になり、異物等によって流通路 140 が完全に閉塞された状態が最大値（例えば、100％）になるように設定される。

[0048] さらに、制御装置 100 には、流通路 140 における少なくとも一部に異物の堆積が予測される際に成立する異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部 100c が集約されている。本実施形態の異物堆積条件は、閉塞度合 OD が所定の閉塞閾値 OD_{th1} を上回っている場合に成立する条件である。

[0049] 次に、本実施形態の熱交換器 1 の作動について説明する。熱交換器 1 は、例えば、車両の起動後に電子部品 20 が発熱すると、制御装置 100 が循環ポンプ 12 を駆動させて電子部品 20 の冷却処理を実行する。循環ポンプ 12 から吐出された冷媒は、図 2 に示すように、熱交換器本体 14 の流通路 140 に流入する。この際、電子部品 20 の熱が流通路 140 を流れる冷媒に移動することで、電子部品 20 が冷却される。熱交換器本体 14 の流通路 140 から流出した冷媒は、放熱器 16 に外気に放熱した後、循環ポンプ 12 に吸入される。

[0050] ここで、流通路 140 を流れる冷媒は、電子部品 20 の熱によって昇温する。電子部品 20 が高温になる場合、冷媒の温度が飽和温度 T_s 付近まで上昇することがある。本発明者らの調査検討によると、冷媒の温度が飽和温度 T_s 付近まで上昇すると、冷媒に含まれる防錆剤の一部や水に含まれる不純物に変質して固形化し、この固形化したものが図 3 に示すように異物として流通路 140 の壁面に堆積することがあった。このような事象は、沸騰により生じた気泡の周囲に冷媒を構成する成分が局所的に濃縮され、水素イオン指数 pH が上昇することで、防錆剤や水に含まれる不純物に由来する異物が析出されることで生ずると考えられる。そして、このような異物の堆積は、

主に熱交換器本体14の熱交換部で生ずることになるが、外部から侵入する異物とは異なり、熱交換器本体14の熱交換部におけるどの部分で発生するかの予測が困難である。このため、例えば、熱交換器本体14の熱交換部における冷媒流れ上流側に異物を捕捉するフィルタを設置しても、当該フィルタによる異物の捕捉効果を得ることが困難である。なお、不凍液の防錆剤や水に含まれる不純物が固形化して異物として堆積することは、本発明者らの検討の末に見いだされたものである。

[0051] 流通路140に異物が堆積すると、堆積した異物が冷媒と電子部品20との間の熱移動を妨げる熱抵抗となることで、電子部品20の冷却性能が低下してしまう。また、流通路140に異物が堆積すると、流通路140の内壁に形成される微細な凹凸が異物によって平滑化されることで、冷媒と電子部品20との伝熱面積が小さくなる。このことも電子部品20の冷却性能の低下を招く要因となる。

[0052] これに対して、熱交換器1は、制御装置100が異物洗浄処理を含む制御処理を実行する構成になっている。以下、制御装置100が実行する制御処理の一例について図4に示すフローチャートを参照して説明する。図4に示す制御処理は、例えば、車両の起動後に、周期的または不定期に制御装置100によって実行される。なお、図4に示す制御処理の各制御ステップは、制御装置100が実行する各種機能を実現する機能実現部を構成している。

[0053] 図4に示すように、制御装置100は、ステップS100で、各種センサや車両制御装置120等から各種信号を取得する。そして、制御装置100は、ステップS110で、熱交換器本体14の流通路140の閉塞度合ODを算出する。

[0054] ここで、熱交換器本体14は、異物によって流通路140の閉塞度合ODが高まると、熱交換器本体14に流入する冷媒の流量 G_r が低下したり、熱交換器本体14における圧力損失 ΔP が高くなったりする。このように、流通路140における閉塞度合ODは、冷媒の流量 G_r や圧力損失 ΔP に強い相関性がある。

- [0055] そこで、制御装置100は、図5に示すように、演算部100bが、熱交換器本体14に流入する冷媒の流量 G_r および熱交換器本体14における圧力損失 ΔP に基づいて流路140における閉塞度合 OD を算出する構成になっている。演算部100bは、例えば、冷媒の流量 G_r 、圧力損失 ΔP 、および閉塞度合 OD の対応関係が規定された制御マップを参照し、流量センサ101の検出値および差圧センサ102の検出値に基づいて閉塞度合 OD を算出する。なお、演算部100bは、例えば、冷媒の流量 G_r 、圧力損失 ΔP 、および閉塞度合 OD の対応関係を数式として規定した関数を用いて閉塞度合 OD を算出する構成になっていてもよい。
- [0056] 図4に戻り、制御装置100は、ステップS120で、閉塞度合 OD が所定の閉塞閾値 OD_{th1} よりも大きいかなかを判定する。閉塞閾値 OD_{th1} は、熱交換器本体14における電子部品20の冷却性能が確保可能な値に予め設定されている。なお、閉塞閾値 OD_{th1} は、予め設定された固定値に限らず、例えば、継時的に変化する可変値が採用されていてもよい。
- [0057] 閉塞度合 OD が閉塞閾値 OD_{th1} 以下である場合、流路140に異物があまり堆積していない状態であり、熱交換器本体14にて電子部品20の冷却を充分に行うことが可能と考えられる。このため、制御装置100は、ステップS130で、電子部品20の冷却処理を実行する。この冷却処理では、循環ポンプ12のポンプ回転数 N を通常回転数 N_n となるように制御装置100が循環ポンプ12を制御する。
- [0058] 一方、閉塞度合 OD が閉塞閾値 OD_{th1} よりも大きい場合、流路140に異物が堆積した状態であり、熱交換器本体14における電子部品20の冷却性能が低下する虞がある。このため、制御装置100は、ステップS140に移行して、流路140に堆積した異物を剥離させる異物洗浄処理を実行する。この異物洗浄処理の詳細については、図6に示すフローチャートを参照して説明する。
- [0059] 図6に示すように、制御装置100は、まず、ステップS141で、流路140を流れる冷媒の過熱度 ΔT を算出する。冷媒の過熱度 ΔT は、冷媒

と電子部品20との伝熱部位の温度と冷媒の飽和温度 T_s との温度差である。

[0060] 冷媒と電子部品20との伝熱部位の温度は、電子部品20の機器温度 T_d に相関性を有する。また、冷媒の飽和温度 T_s は、熱交換器本体14に流入する冷媒の温度である冷媒温度 T_w に相関性を有する。このため、冷媒の過熱度 ΔT は、機器温度 T_d および冷媒温度 T_w に相関性を有することになる。

[0061] そこで、制御装置100は、図7に示すように、演算部100bが、電子部品20の機器温度 T_d および熱交換器本体14に流入する冷媒の温度である冷媒温度 T_w に基づいて冷媒の過熱度 ΔT を算出する構成になっている。演算部100bは、例えば、機器温度 T_d 、冷媒温度 T_w 、および過熱度 ΔT の対応関係が規定された制御マップを参照し、機器温度センサ104の検出値および冷媒温度センサ103の検出値に基づいて冷媒の過熱度 ΔT を算出する。なお、演算部100bは、例えば、機器温度 T_d 、冷媒温度 T_w 、および過熱度 ΔT の対応関係を数式として規定した関数を用いて冷媒の過熱度 ΔT を算出する構成になっていてもよい。

[0062] 続いて、制御装置100は、ステップS142で、目標過熱度 ΔT_{tr} を設定する。目標過熱度 ΔT_{tr} は、異物洗浄処理の実行時の冷媒の過熱度 ΔT の目標値であり、核沸騰域となる範囲に収まる値に設定される。

[0063] 図8は、冷媒の沸騰現象の形態を冷媒の過熱度 ΔT と冷媒と電子部品20との伝熱部位における熱伝達率 H との関係で表した沸騰曲線である。図8に示すように、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s 未満となる非沸騰域では、冷媒が沸騰せず、自然対流による熱伝導となる。なお、飽和開始点 ΔT_s は、冷媒に気泡が生じ始める過熱度である。

[0064] 冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s を上回る核沸騰域では、沸騰が始まり、熱流束が増大することで、熱伝達率 H が大きくなる。核沸騰域では、過熱度 ΔT が大きくなるほど熱伝達率 H が大きくなる。核沸騰域は、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s からバーンアウト点 ΔT_m までの領域である。

なお、バーンアウト点 ΔT_m は、核沸騰域において熱伝達率 H が極大となる過熱度である。

[0065] また、冷媒の過熱度 ΔT がバーンアウト点 ΔT_m を上回る膜沸騰域では、冷媒と電子部品20との伝熱部位付近に蒸気膜が広がる。このため、膜沸騰域では、伝熱部位付近に形成される蒸気膜が冷媒と電子部品20との熱交換を妨げる熱抵抗となり、熱伝達率 H が低下する。また、膜沸騰域では、伝熱部位付近における気泡の発生が抑制されることで、核沸騰域に比べて異物が剥離され難くなる。

[0066] ここで、核沸騰域では、飽和開始点 ΔT_s とバーンアウト点 ΔT_m との中間点 ΔT_c 付近で熱伝達率 H の傾きが極大となる。本実施形態では、核沸騰域のうち、飽和開始点 ΔT_s から中間点 ΔT_c までの領域を低過熱度域とし、中間点 ΔT_c からバーンアウト点 ΔT_m までの領域を高過熱度域とする。高過熱度域は、飽和開始点 ΔT_s よりもバーンアウト点 ΔT_m に近い過熱度となる領域でもある。

[0067] 核沸騰域では、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s よりもバーンアウト点 ΔT_m に近い高過熱度域になると、気泡の発泡点が増えること等によって、低過熱度域に比べて、気泡の体積変化や気泡の消滅時に生ずる力が大きくなる傾向がある。このため、高過熱度域は、低過熱度域に比べて、異物を剥離させ易いと考えられる。

[0068] そこで、制御装置100は、目標過熱度 ΔT_{tr} を高過熱度域となる過熱度を目標過熱度 ΔT_{tr} に設定する。目標過熱度 ΔT_{tr} は、例えば、閉塞度合 OD が大きいほど高い過熱度となるように設定される。なお、目標過熱度 ΔT_{tr} は、可変値ではなく、予め定められた固定値が採用されていてもよい。

[0069] 続いて、制御装置100は、ステップS143で、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態となるように循環ポンプ12から熱交換器本体14への冷媒の供給量を小さくする。すなわち、制御装置100は、図9に示すように、冷却処理時のポンプ回転数 N_n よりも小さいポンプ回転数 N_c となるよ

うに循環ポンプ12の作動を制御する。

[0070] 本実施形態の制御装置100は、飽和開始点 ΔT_s よりもバーンアウト点 ΔT_m に近い過熱度を目標過熱度 ΔT_{tr} とし、冷媒の過熱度 ΔT が目標過熱度 ΔT_{tr} に近づくように循環ポンプ12から熱交換器本体14への冷媒の供給量を小さくする。具体的には、制御装置100は、フィードバック制御によって、冷媒の過熱度 ΔT が目標過熱度 ΔT_{tr} に近づくように循環ポンプ12のポンプ回転数 N を低下させる。

[0071] 熱交換器本体14への冷媒の供給量が低下すると、冷媒と電子部品20との伝熱部位の温度が上昇する。そして、過熱度 ΔT が核沸騰域に達すると、図10に示すように、流通路140内に気泡が生じ、この気泡の体積変化や気泡の消滅時に生ずる力によって流通路140に堆積した異物が剥離する。

[0072] 図4に戻り、制御装置100は、ステップS150で、再び流量センサ101の検出値、差圧センサ102の検出値等を取得し、取得した情報に基づいて閉塞度合 OD を算出する。このステップS150では、ステップS110と同様の手法で閉塞度合 OD を算出する。このため、ステップS150における閉塞度合 OD の算出手法についての説明を省略する。

[0073] 続いて、制御装置100は、ステップS160で、冷媒の閉塞度合 OD が所定の解除閾値 OD_{th2} を上回っているか否かを判定する。解除閾値 OD_{th2} は、閉塞閾値 OD_{th1} よりも低い値に設定されている。解除閾値 OD_{th2} は、例えば、以下の式F1で示すように、閉塞閾値 OD_{th1} から所定値 α を減算した値に設定される。

[0074] $OD_{th2} = OD_{th1} - \alpha \quad \dots (F1)$

閉塞度合 OD が所定の解除閾値 OD_{th2} を上回っている場合、異物の剥離が完了してないと考えられる。このため、制御装置100は、閉塞度合 OD が所定の解除閾値 OD_{th2} を上回っている場合、ステップS140に戻り異物洗浄処理を継続する。

[0075] 一方、閉塞度合 OD が所定の解除閾値 OD_{th2} 以下である場合、異物の剥離が完了していると考えられる。このため、制御装置100は、閉塞度合

ODが所定の解除閾値OD_{th2}以下である場合、ステップS130に移行して電子部品20の冷却処理を実施する。

[0076] ここで、本実施形態では、ステップS120の判定処理を実行する構成が、異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部100cを構成している。そして、異物堆積条件は、閉塞度合ODが閉塞閾値OD_{th1}を上回っている場合に成立する条件になっている。

[0077] また、本実施形態では、ステップS120の処理を実行する構成が、異物洗浄処理を実行する処理実行部100aを構成し、ステップS141の処理を実行する構成等が、流通路140における閉塞度合ODを算出する演算部100bを構成している。

[0078] 以上説明した熱交換器1によれば、熱交換器本体14の流通路140の少なくとも一部に異物の堆積が予測される場合に、冷媒が核沸騰域となる過熱度 ΔT を有する状態となるように熱交換器本体14への冷媒の供給量を小さくする構成になっている。これによると、流通路140内に生ずる気泡の体積変化や気泡の消滅時に生ずる力によって流通路140に堆積した異物を剥離させることが可能となる。このような構成では、超音波発生部等の専用機器を設ける必要がないので、熱交換器1の簡素化を図ることができる。すなわち、本実施形態の熱交換器1によれば、簡素な構成で流通路140に堆積した異物を剥離させて流通路140を洗浄することが可能となる。

[0079] ここで、図11は、熱交換器本体14を所定期間使用した際の本実施形態の熱交換器1における熱伝達率Hと本実施形態の比較例となる熱交換装置における熱伝達率Hとを比較した結果を示している。なお、比較例の熱交換装置では、異物洗浄処理を行わない点の本実施形態の熱交換装置と異なっている。図11によれば、本実施形態の熱交換器1では、比較例の熱交換装置に比べて熱伝達率Hが15%程度大きくなっている。このことは、異物洗浄処理によって流通路140の異物が洗浄されたことで、熱交換器本体14の冷却性能が改善されることを示している。

[0080] 本実施形態の熱交換器1は、異物洗浄処理において、飽和開始点 ΔT_s よ

りもバーンアウト点 ΔT_m に近い過熱度 ΔT を目標過熱度 ΔT_m とし、冷媒の過熱度 ΔT が目標過熱度 ΔT_m に近づくように循環ポンプ12を作動させる。これによると、気泡の体積変化や気泡の消滅時に生ずる力が大きくなるので、流通路140に堆積した異物を剥離させ易くなる。

[0081] また、本実施形態の熱交換器1は、冷媒の流量 G_r および圧力損失 ΔP から流通路140における閉塞度合 OD を算出し、当該閉塞度合 OD が閉塞閾値 OD_{th1} を上回っている場合に異物洗浄処理を実行するように構成されている。これによると、流通路140に異物が堆積した状態で異物洗浄処理を実行することができる。換言すれば、異物が堆積していない状態では異物洗浄処理が実行されないので、不必要な異物洗浄処理の実行を抑えることができる。

[0082] さらに、本実施形態の熱交換器本体14は、通電により発熱する電子部品20を被冷却対象とし、電子部品20を冷媒との熱交換によって冷却する部品冷却器で構成されている。これによると、熱交換器本体14における流通路140の異物堆積に伴う電子部品20の冷却不足を簡素な構成で抑制することができる。

[0083] 特に、本実施形態では、電子部品20が他の半導体素子と比べて高温時の動作特性に優れたSiC半導体素子で構成されている。これによると、異物洗浄処理によって熱交換器本体14における冷却性能が若干低下しても、電子部品20の動作を継続させることが可能になる。

[0084] (実施形態1の変形例)

上述の実施形態1では、異物洗浄処理を実行した後、閉塞度合 OD が所定の解除閾値 OD_{th2} 以下となる場合に電子部品20の冷却処理を実施する構成を例示したが、これに限定されない。熱交換器1は、例えば、異物洗浄処理を実行した後、異物洗浄処理の実行開始から所定時間経過した際に電子部品20の冷却処理を実施する構成になっていてもよい。

[0085] (実施形態2)

次に、実施形態2の熱交換器1について、図12、図13を参照して説明

する。本実施形態では、閉塞度合ODの算出手法が実施形態1のものと相違している。本実施形態では、実施形態1と異なる部分について主に説明し、実施形態1と同様の部分について説明を省略することがある。

[0086] 図12に示すように、熱交換器1は、熱交換器本体14の圧力損失 ΔP を検出するための差圧センサ102が省略されている。すなわち、熱交換器1には、流量センサ101、冷媒温度センサ103等が設けられるだけで、差圧センサ102が設けられていない構成になっている。

[0087] そして、図13に示すように、制御装置100の演算部100bは、流通路140の閉塞度合ODを流量センサ101の検出値に基づいて算出する構成になっている。具体的には、演算部100bは、例えば、冷媒の流量 G_r と閉塞度合ODとの対応関係が規定された制御マップを参照し、流量センサ101の検出値に基づいて閉塞度合ODを算出する。なお、演算部100bは、例えば、冷媒の流量 G_r とおよび閉塞度合ODとの対応関係を数式として規定した関数を用いて閉塞度合ODを算出する構成になっていてもよい。

[0088] 本実施形態の熱交換器1は、閉塞度合ODの算出手法が異なるものの、その他の構成および作動が実施形態1と同様である。したがって、本実施形態の熱交換器1は、実施形態1と同様の構成および作動から奏される採用効果を実施形態1と同様に得ることができる。

[0089] 特に、本実施形態の熱交換器1は、閉塞度合ODを検出するために差圧センサ102を利用していないので、簡素化で流通路140に堆積した異物を洗浄できるといった利点がある。

[0090] (実施形態2の変形例)

上述の実施形態2では、流通路140の閉塞度合ODを流量センサ101の検出値に基づいて算出する例について説明したが、これに限定されない。熱交換器1は、例えば、熱交換器本体14における圧力損失 ΔP に基づいて閉塞度合ODを算出する構成になっていてもよい。この場合、差圧センサ102を備えるものの、流量センサ101が不要となるので、簡素化で流通路140に堆積した異物を洗浄することが可能になる。

[0091] また、熱交換器 1 は、例えば、冷媒の流量 G_r や圧力損失 ΔP だけでなく、熱交換器本体 14 の使用期間、ポンプ回転数 N 、冷媒温度 T_w を加味して閉塞度合 OD を算出する構成になっていてもよい。

[0092] (実施形態 3)

次に、実施形態 3 の熱交換器 1 について、図 14 ~ 図 16 を参照して説明する。本実施形態では、熱交換器本体 14 の使用開始からの経過時間 T_v 等が異物堆積条件の成否を決める因子となっている点が実施形態 1 と相違している。本実施形態では、実施形態 1 と異なる部分について主に説明し、実施形態 1 と同様の部分について説明を省略することがある。

[0093] 本実施形態の熱交換器 1 は、制御装置 100 が、熱交換器本体 14 の使用開始からの経過時間または異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間を計測可能に構成されている。すなわち、図 14 に示すように、制御装置 100 には、熱交換器本体 14 の使用開始からの経過時間 T_v または異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間 T_v を計測するためのタイマ部 100d が集約されている。このタイマ部 100d は、制御装置 100 を構成するハードウェアおよびソフトウェアによって実現されている。

[0094] ここで、本発明らの知見によれば、流通路 140 における異物の堆積は、熱交換器本体 14 の使用開始からの経過時間 T_v や異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間 T_v が長くなるほど生じ易いという傾向がある。

[0095] このため、本実施形態の制御装置 100 は、流通路 140 の閉塞度合 OD ではなく、熱交換器本体 14 の使用開始からの経過時間 T_v または異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間 T_v に基づいて、異物洗浄処理を実行する構成になっている。なお、本実施形態の熱交換器 1 は、流通路 140 の閉塞度合 OD を算出する必要がないので、流量センサ 101 や差圧センサ 102 が設けられていない構成になっている。

[0096] 以下、本実施形態の制御装置 100 が実行する制御処理の一例について図 15 を参照して説明する。図 15 に示す制御処理は、例えば、車両の起動後に、周期的または不定期に制御装置 100 によって実行される。なお、図 1

5に示す制御処理の各制御ステップは、制御装置100が実行する各種機能を実現する機能実現部を構成している。

[0097] 図15に示すように、制御装置100は、ステップS100で、各種センサや車両制御装置120等から各種信号を取得する。その後、制御装置100は、ステップS160で、タイマ部100dを作動させて、熱交換器本体14の使用開始からの経過時間 T_v または異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間 T_v を計測する。そして、制御装置100は、ステップS170で、上述の経過時間 T_v が所定の基準時間 $T_v t h$ を上回っているか否かを判定する。本実施形態では、ステップS170の判定処理を実行する構成が、異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部100cを構成している。そして、異物堆積条件は、熱交換器本体14の使用開始からの経過時間 T_v または異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間 T_v が所定の基準時間 $T_v t h$ を上回っている場合に成立する条件となっている。

[0098] ここで、熱交換器1の各機器等の使用態様によっては、熱交換器本体14の使用開始からの経過時間 T_v 等が短くても流通路140に異物の堆積が生ずることがあり得る。例えば、循環ポンプ12が低い能力で稼働されていたり、流通路140に流入する冷媒の温度が高い状態が継続されたりすると、短期間で流通路140に異物の堆積が生じ得る。

[0099] このため、異物堆積条件の判定閾値となる基準時間 $T_v t h$ は、循環ポンプ12の稼働状況、冷媒の温度変化に応じて可変する可変閾値になっている。具体的には、制御装置100は、図16に示すように、演算部100bが、循環ポンプ12のポンプ回転数 N および冷媒温度 T_w に基づいて基準時間 $T_v t h$ を設定する構成になっている。演算部100bは、例えば、循環ポンプ12が低い能力で稼働する状態や、流通路140に流入する冷媒の温度が高い状態が継続している場合に、基準時間 $T_v t h$ を短い時間に設定する。また、演算部100bは、例えば、循環ポンプ12が高い能力で稼働する状態や、流通路に流入する冷媒の温度が低い状態が継続している場合に、基準時間 $T_v t h$ を長い時間に設定する。

- [0100] 図15に戻り、経過時間 T_v が基準時間 T_{vth} 以下である場合、流通路140に異物があまり堆積していない状態であり、熱交換器本体14にて電子部品20の冷却を充分に行うことが可能と考えられる。このため、制御装置100は、ステップS130で、電子部品20の冷却処理を実行する。この冷却処理は、実施形態1で説明したものと同一である。
- [0101] 一方、経過時間 T_v が基準時間 T_{vth} よりも大きい場合、流通路140に異物が堆積した状態であり、熱交換器本体14における電子部品20の冷却性能が低下する虞がある。このため、制御装置100は、ステップS140に移行して、流通路140に堆積した異物を剥離させる異物洗浄処理を実行する。この異物洗浄処理は、実施形態1で説明したものと基本的に同一である。但し、本実施形態の制御装置100は、異物の剥離に要する時間が経過するまで異物洗浄処理を継続する構成になっている。
- [0102] ステップS140の異物洗浄処理が終了すると、制御装置100は、ステップS190に移行してタイマリセット処理を実行する。この処理では、タイマ部100dで計時した時間がリセットされる。
- [0103] 本実施形態の熱交換器1は、異物堆積条件の成否を判定する処理の内容が異なるものの、その他の構成および作動が実施形態1と同様である。したがって、本実施形態の熱交換器1は、実施形態1と同様の構成および作動から奏される採用効果を実施形態1と同様に得ることができる。
- [0104] 本実施形態の熱交換器1は、熱交換器本体14の使用開始からの経過時間 T_v 等が基準時間 T_{vth} を上回っている場合に異物洗浄処理を実行するように構成されている。これによると、流通路140に異物が堆積した状態で異物洗浄処理を実行することができる。換言すれば、異物が堆積していない状態では異物洗浄処理が実行されないため、不必要な異物洗浄処理の実行を抑えることができる。
- [0105] 特に、本実施形態の熱交換器1は、流通路140の閉塞度合ODを算出する必要がないため、流量センサ101や差圧センサ102が不要となる。このため、より簡素な構成で流通路140に堆積した異物を剥離させることが

可能になる。

[0106] (実施形態3の変形例)

上述の実施形態3では、異物堆積条件の判定閾値となる基準時間 T_{vth} を可変閾値とする例について説明したが、これに限定されない。基準時間 T_{vth} は、例えば、固定閾値になっていてもよい。

[0107] 上述の実施形態3では、異物堆積条件が、経過時間 T_v が所定の基準時間 T_{vth} を上回っている場合に成立する条件となっているものを例示したがこれに限定されない。異物堆積条件は、例えば、経過時間 T_v が所定の基準時間 T_{vth} を上回っている場合、または、閉塞度合 OD が閉塞閾値 OD_{th1} を上回っている場合に成立する条件になっていてもよい。すなわち、異物堆積条件は、経過時間 T_v および閉塞度合 OD の双方を加味して成立する条件になっていてもよい。

[0108] (実施形態4)

次に、実施形態4について、図17～図19を参照して説明する。本実施形態では、異物堆積条件の成否だけでなく、低負荷条件の成否を加味して異物洗浄処理を実行する構成になっている点が実施形態1と相違している。本実施形態では、実施形態1と異なる部分について主に説明し、実施形態1と同様の部分について説明を省略することがある。

[0109] 本実施形態の熱交換器1は、制御装置100が、被冷却対象である電子部品20を含む機器（例えば、インバータ）の負荷が所定の基準負荷よりも低いと予測される際に成立する低負荷条件の成否を判定可能に構成されている。すなわち、図17に示すように、制御装置100には、低負荷条件の成否を判定するための負荷判定部100eが集約されている。この負荷判定部100eは、制御装置100を構成するハードウェアおよびソフトウェアによって実現されている。

[0110] ここで、被冷却対象である電子部品20を含む機器の負荷が高い場合、被冷却対象の発熱量が大きくなっていると予測されるので、異物洗浄よりも被冷却対象の冷却を優先させる必要がある。そこで、本実施形態の制御装置1

00は、異物堆積条件および低負荷成立条件の双方が成立した際に異物洗浄処理を実行する構成になっている。

[0111] 以下、本実施形態の制御装置100が実行する制御処理の一例について図18を参照して説明する。図18に示す制御処理は、例えば、車両の起動後に、周期的または不定期に制御装置100によって実行される。なお、図18に示すステップS100～S160の処理は、図4に示す制御処理のステップS100～S160の処理と同様であるため、その説明を省略することがある。

[0112] 図18に示すように、ステップS120の判定処理で閉塞度合ODが閉塞閾値OD_{th1}よりも大きいと判定された場合、制御装置100は、ステップS200で、低負荷条件が成立したか否かを判定する。この結果、低負荷条件が不成立となる場合、制御装置100は、ステップS130で、冷却処理を実行する。一方、低負荷条件が成立する場合、制御装置100は、ステップS140で、異物洗浄処理を実行する。

[0113] ここで、被冷却対象である電子部品20を含む機器の負荷が低い場合、被冷却対象の発熱量が小さく、冷媒の受熱量が小さいので、冷媒温度T_wが飽和温度T_s以下になっている場合が多いと考えられる。このため、低負荷条件は、異物洗浄処理を実行する直前の冷媒温度T_wが飽和温度T_s以下である場合に成立する条件になっている。以下、制御装置100が実行する低負荷条件の成否を判定する判定処理について図19を参照して説明する。

[0114] 図19に示すように、制御装置100は、ステップS201で、冷媒温度T_wが予め設定された飽和温度T_s以下であるか否かを判定する。この結果、冷媒温度T_wが飽和温度T_s以下であれば、制御装置100は、低負荷条件が成立すると判断する。一方、冷媒温度T_wが飽和温度T_sを上回っている場合、制御装置100は、低負荷条件が不成立であると判断する。

[0115] ここで、本実施形態では、ステップS200の判定処理を実行する構成が、低負荷条件の成否を判定する負荷判定部100eを構成している。そして、低負荷条件は、異物洗浄処理を実行する直前の冷媒温度T_wが飽和温度T

s 以下である場合に成立する条件となっている。

[0116] 以上の如く、本実施形態の熱交換器 1 は、低負荷条件の成否を判定する判定処理が追加されているものの、その他の構成および作動が実施形態 1 と同様である。したがって、本実施形態の熱交換器 1 は、実施形態 1 と同様の構成および作動から奏される採用効果を実施形態 1 と同様に得ることができる。

[0117] 本実施形態の熱交換器 1 は、異物堆積条件が成立し、且つ、低負荷条件が成立した際に、異物洗浄処理を実行する構成になっている。これによると、冷却対象である電子部品 20 を含む機器の負荷が高い場合には、異物洗浄よりも被冷却対象の冷却を優先されるので、被冷却対象の保護を十分に図ることができる。

[0118] (実施形態 4 の変形例)

上述の実施形態 4 では、低負荷条件として、冷媒温度 T_w が飽和温度 T_s 以下となっている際に成立する条件を例示したが、これに限定されない。低負荷条件は、例えば、電子部品 20 を含む機器を停止させる処理（例えば、車両の駆動停止処理）の実行時や、電子部品 20 を含む機器がアイドル状態（例えば、車両のアイドル状態）となる際に成立する条件になってもよい。なお、電子部品 20 を含む機器を停止させる処理の実行時や、電子部品 20 を含む機器のアイドル状態は、車両制御装置 120 から取得した情報に基づいて特定可能である。また、低負荷条件は、車両のメンテナンス時に実行される過度放電処理等の実行時に成立する条件になってもよい。

[0119] また、上述の実施形態 4 では、実施形態 1 で説明した制御処理に対して、低負荷条件の成否を判定する判定処理を追加する例について説明したが、これに限定されない。低負荷条件の成否を判定する判定処理は、例えば、実施形態 3 で説明した制御処理に対して追加されていてもよい。

[0120] (実施形態 5)

次に、実施形態 5 の熱交換器 1 について、図 20 を参照して説明する。本実施形態では、低負荷条件の成否を判定する判定処理を、異物堆積条件の成

否を判定する判定処理に先立って実行する構成になっている点が実施形態4と相違している。本実施形態では、実施形態4と異なる部分について主に説明し、実施形態4と同様の部分について説明を省略することがある。

[0121] 図20に示すように、ステップS100で各種センサや車両制御装置120等から各種信号を取得した後、制御装置100は、ステップS200で、低負荷条件が成立したか否かを判定する。この結果、低負荷条件が不成立となる場合、制御装置100は、ステップS130で、冷却処理を実行する。一方、低負荷条件が成立する場合、制御装置100は、ステップS120で、流通路140の閉塞度合ODを算出する。

[0122] 以上の如く、本実施形態の熱交換器1は、低負荷条件の成否を判定する判定処理を異物堆積条件の成否を判定する判定処理に先立って実行するものの、その他の構成および作動が実施形態4と同様である。したがって、本実施形態の熱交換器1は、実施形態4と同様の構成および作動から奏される採用効果を実施形態4と同様に得ることができる。

[0123] (実施形態6)

次に、実施形態6の熱交換器1について、図21を参照して説明する。本実施形態では、異物洗浄処理の実行時に、制御装置100が電子部品20の発熱量を大きくする点が実施形態1と相違している。本実施形態では、実施形態1と異なる部分について主に説明し、実施形態1と同様の部分について説明を省略することがある。

[0124] 図21は、本実施形態の制御装置100が実行する異物洗浄処理の一例を示すフローチャートである。なお、図21に示すステップS141～S143の処理は、図6に示す制御処理のステップS141～S143の処理と同様であるため、その説明を省略することがある。

[0125] 図21に示すように、制御装置100は、ステップS143でポンプ回転数Nを低下させた後、ステップS144に移行する。すなわち、制御装置100は、ステップS144で、各種センサや車両制御装置120等から各種信号を取得する。そして、制御装置100は、ステップS145で、流通路

140を流れる冷媒の過熱度 ΔT を算出する。冷媒の過熱度 ΔT の算出手法は、ステップS141と同様であるため、その説明を省略する。

[0126] 続いて、制御装置100は、ステップS146で、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s よりも大きいか否かを判定する。すなわち、制御装置100は、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態であるか否かを判定する。

[0127] この結果、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s よりも大きい場合、異物を剥離可能な状態であると考えられる。このため、制御装置100は、電子部品20の発熱量を増大させることなく、異物洗浄処理を抜ける。

[0128] 一方、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s 以下である場合、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態ではなく、異物の剥離が難しい状態であると考えられる。このため、制御装置100は、ステップS147で、電子部品20の発熱量を増大させる。具体的には、制御装置100は、電子部品20の発熱量が増大するように、駆動回路22によって電子部品20への通電量を増加させる。

[0129] 以上の如く、本実施形態の熱交換器1は、異物洗浄処理の実行時に制御装置100が電子部品20の発熱量を大きくするものの、その他の構成および作動が実施形態1と同様である。したがって、本実施形態の熱交換器1は、実施形態1と同様の構成および作動から奏される採用効果を実施形態1と同様に得ることができる。

[0130] 特に、本実施形態の熱交換器1は、異物洗浄処理の実行時に被冷却対象である電子部品20の発熱量を大きくするので、異物洗浄処理の実行時に電子部品20と冷媒との伝熱部位の温度が上昇する。これに伴い冷媒の過熱度 ΔT が大きくなることで、流通路140に堆積した異物を剥離させ易くなる。

[0131] 具体的には、熱交換器1は、循環ポンプ12による冷媒の供給量の調整だけは冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態にならない場合に、電子部品20の発熱量を大きくする構成になっている。これによると、異物洗浄処理の実行時に、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態にして、流通路140に堆積した異物を剥離させ易くなる。

[0132] (実施形態6の変形例)

上述の実施形態6では、異物洗浄処理にて循環ポンプ12のポンプ回転数Nを低下させた後、冷媒の過熱度 ΔT が飽和開始点 ΔT_s よりも大きい場合に限って、電子部品20の発熱量を増大させる例について説明したが、これに限定されない。

[0133] 熱交換器1は、例えば、異物洗浄処理にて循環ポンプ12のポンプ回転数Nを低下させた後、冷媒の過熱度 ΔT によらず、電子部品20の発熱量を増大させる構成になっていてもよい。また、熱交換器1は、例えば、異物洗浄処理にて循環ポンプ12のポンプ回転数Nを低下させた後、電子部品20の機器温度 T_d が所定の温度以下である場合に、電子部品20の発熱量を増大させる構成になっていてもよい。

[0134] ここで、電子部品20を含む機器の負荷が高い場合に、電子部品20の発熱量を増大させると、電子部品20の発熱量の増大が電子部品20を含む機器の作動に大きく影響する可能性がある。このため、熱交換器1は、例えば、異物洗浄処理にて循環ポンプ12のポンプ回転数Nを低下させた後、低負荷条件が成立した場合に、電子部品20の発熱量を増大させる構成になっていることが望ましい。

[0135] (実施形態7)

次に、実施形態7の熱交換器1について、図22~図24を参照して説明する。本実施形態の熱交換器1は、車両に搭載された過給機SCによって内燃機関EGに過給される過給吸気ARcが熱交換器本体14Aの被冷却対象になっている点の実施形態1と異なっている。

[0136] 熱交換器1が搭載される車両には、図22に示すように、車両を駆動させる内燃機関EGの吸気系に、過給機SCが設けられている。この過給機SCは、内燃機関EGに供給する空気を圧縮し、その密度を高めることで、内燃機関EGの出力を向上させるために設けられている。

[0137] 熱交換器1は、熱交換器本体14Aが、内燃機関EGの吸気系において、内燃機関EGと過給機SCとの間に配置されている。すなわち、熱交換器本

体14Aは、過給機SCによって内燃機関EGに過給される過給吸気ARcを被冷却対象とし、過給吸気ARcを冷媒との熱交換によって冷却するインタークーラで構成されている。

[0138] ここで、過給機SCには、空気の圧縮能力を調整するための駆動回路DCが設けられている。過給機SCで圧縮された過給吸気ARcは、その発熱量が駆動回路DCによって調整可能になっている。本実施形態では、駆動回路DCが被冷却対象である過給吸気ARcの発熱量を調整する調整部を構成している。駆動回路DCは、制御装置100からの制御信号に応じて、過給吸気ARcの発熱量を変更可能に構成されている。

[0139] 次に、本実施形態の制御装置100について説明すると、制御装置100の入力側には、流量センサ101、差圧センサ102、冷媒温度センサ103等が接続されている。また、制御装置100は、車両制御装置120に対して双方向通信可能に接続されている。

[0140] さらに、制御装置100の入力側には、熱交換器本体14Aに流入する過給吸気ARcの温度である吸気温度Taを検出する吸気温度センサ105が接続されている。吸気温度センサ105は、吸気温度Taを直に検出する構成になっている。吸気温度センサ105は、冷媒と過給吸気との伝熱部位の温度を把握するために設けられている。吸気温度センサ105で検出される吸気温度Taは、冷媒の過熱度 ΔT 等の算出に用いられる。なお、吸気温度センサ105は、過給機SCの温度等に基づいて吸気温度Taを間接的に検出する構成になっていてもよい。

[0141] 一方、制御装置100の出力側には、循環ポンプ12の電動モータ、過給機SCの駆動回路DC等が接続されている。制御装置100は、各種センサ等から取得した情報に基づいて循環ポンプ12の電動モータ、過給機SCの駆動回路DC等を制御する。本実施形態の熱交換器1は、他の構成が実施形態1と同様に構成されている。

[0142] 次に、本実施形態の熱交換器1の作動について説明する。熱交換器1は、例えば、車両の起動後に過給吸気ARcの温度が高くなると、制御装置100

0が循環ポンプ12を駆動させて過給吸気ARcの冷却処理を実行する。循環ポンプ12から吐出された冷媒は、図23に示すように、熱交換器本体14Aの流通路140に流入する。この際、過給吸気ARcの熱が流通路140を流れる冷媒に移動することで、過給吸気ARcが冷却される。熱交換器本体14の流通路140から流出した冷媒は、放熱器16に外気に放熱した後、循環ポンプ12に吸入される。

[0143] ここで、流通路140を流れる冷媒は、過給吸気ARcの熱によって昇温する。過給吸気ARcが高温になる場合、冷媒温度Twが飽和温度Ts付近まで上昇することがある。そして、冷媒温度Twが飽和温度Ts付近まで上昇すると、冷媒に含まれる防錆剤の一部や水に含まれる不純物に変質して固形化し、この固形化したものが図24に示すように異物として流通路140に堆積することがある。

[0144] このため、本実施形態の熱交換器1は、制御装置100が異物洗浄処理を含む制御処理を実行する構成になっている。本実施形態の制御装置100が実行する制御処理は、実施形態1で説明した制御処理に対して、被冷却対象が異なるだけ、基本的には同じ処理内容となっている。このため、制御装置100が実行する制御処理の説明については省略する。

[0145] 以上説明した本実施形態の熱交換器1は、実施形態1に対して被冷却対象が異なるものの、基本的に同様に構成されている。したがって、本実施形態の熱交換器1は、実施形態1と同様の構成および作動から奏される採用効果を実施形態1と同様に得ることができる。

[0146] 特に、本実施形態の熱交換器1は、熱交換器本体14Aが過給吸気ARcを被冷却対象とするインタークーラで構成されている。これによると、熱交換器本体14Aにおける流通路140の異物堆積に伴う過給吸気の冷却不足を簡素な構成で抑制することができる。

[0147] (実施形態7の変形例)

上述の実施形態7では、実施形態1で説明した熱交換器本体14の被冷却対象を電子部品20から過給吸気ARcに変更した構成を例示したが、これ

に限定されない。熱交換器 1 は、例えば、実施形態 2～6 で説明した熱交換器本体 14 の被冷却対象を電子部品 20 から過給吸気 A R c に変更された構成になっていてもよい。実施形態 6 の如く、異物洗浄処理にて循環ポンプ 12 のポンプ回転数 N を低下させた後に被冷却対象の発熱量を増大させる場合、過給吸気 A R c の温度が高くなるように制御装置 100 によって駆動回路 D C を制御する構成にすればよい。

[0148] (他の実施形態)

以上、本開示の代表的な実施形態について説明したが、本開示は、上述の実施形態に限定されることなく、例えば、以下のように種々変形可能である。

[0149] 上述の実施形態では、熱交換器 1 として冷媒が循環する循環回路 10 を備えるものを例示したが、これに限定されない。熱交換器 1 は、例えば、冷媒が循環しない開放型の冷媒回路を備える構成になっていてもよい。

[0150] 上述の実施形態では、目標過熱度 ΔT_{tr} を沸騰曲線にて示される飽和開始点 ΔT_s よりもバーンアウト点 ΔT_m に近い過熱度に設定するものを例示したが、これに限定されない。熱交換器 1 は、例えば、目標過熱度 ΔT_{tr} がよりもバーンアウト点 ΔT_m よりも飽和開始点 ΔT_s に近い過熱度に設定される構成になっていてもよい。

[0151] 上述の実施形態では、冷媒としてロングライフクーラント（すなわち、防錆剤を含む不凍液）が採用されるものを例示したが、これに限定されない。ロングライフクーラント以外の冷媒を用いる場合であっても、熱交換器本体 14 の内部に酸化物等の異物が堆積することがあり得る。このため、熱交換器 1 は、冷媒として、ロングライフクーラント以外の液状態の流体が採用されていてもよい。

[0152] 上述の実施形態では、電子部品 20 が S i C 半導体素子で構成される例について説明したが、これに限定されない。電子部品 20 は、例えば、S i 半導体素子で構成されていてもよい。

[0153] 上述の実施形態では、熱交換器 1 として車両に搭載されるものを例示した

が、これに限定されない。熱交換器 1 は、車両に搭載されるものに限らず、例えば、定置型の機器等に搭載されていてもよい。

[0154] 上述の実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0155] 上述の実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されない。

[0156] 上述の実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されない。

[0157] (まとめ)

上述の実施形態の一部または全部で示された第 1 の観点によれば、熱交換装置は、熱交換器と、冷媒供給ポンプと、異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部と、異物堆積条件が成立する場合に異物洗浄処理を実行する処理実行部と、を備える。そして、処理実行部は、異物洗浄処理において、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態となるように冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくする。

[0158] 第 2 の観点によれば、熱交換装置の処理実行部は、異物洗浄処理において、冷媒の沸騰曲線にて示される飽和開始点からバーンアウト点までの範囲のうち、飽和開始点よりもバーンアウト点に近い過熱度を目標過熱度とする。そして、処理実行部は、冷媒の過熱度が目標過熱度に近づくように冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくする。

[0159] 冷媒は、飽和開始点よりもバーンアウト点に近い過熱度になると、気泡の発泡点が増えること等によって、気泡の体積変化や気泡の消滅時に生ずる力が大きくなる。このため、異物洗浄処理において、冷媒がバーンアウト点に近い過熱度となるように熱交換器への冷媒の供給量を小さくすれば、流通路

に堆積した異物を剥離させ易くなる。

[0160] ここで、「飽和開始点」は、冷媒に気泡が生じ始める過熱度である。また、「バーンアウト点」は、核沸騰域において熱伝達率が極大となる過熱度である。

[0161] 第3の観点によれば、熱交換装置は、熱交換器に流入する冷媒の流量および熱交換器における圧力損失の少なくとも一方に基づいて、流通路における閉塞度合を算出する演算部を備える。そして、異物堆積条件は、閉塞度合が所定の閉塞閾値を上回っている場合に成立する条件を含んでいる。

[0162] 流通路に異物が堆積して流通路の閉塞度合が高まると、熱交換器に流入する冷媒の流量が低下したり、熱交換器における圧力損失が高くなったりする。このように、流通路における閉塞度合は、冷媒の流量や圧力損失に強い相関性がある。すなわち、冷媒の流量や圧力損失に基づいて流通路の閉塞度合を把握可能となる。そして、冷媒の流量や圧力損失に基づいて算出した閉塞度合を異物堆積条件の成否を決める因子とすれば、流通路に異物が堆積した状態で異物洗浄処理を実行することができる。換言すれば、異物が堆積していない状態では異物洗浄処理が実行されないので、不必要な異物洗浄処理の実行を抑えて、被冷却対象の冷却を効率よく実施することができる。

[0163] 第4の観点によれば、熱交換装置の異物堆積条件は、熱交換器の使用開始からの経過時間または異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間が所定の基準時間を上回っている場合に成立する条件を含んでいる。

[0164] 本発明らの知見によれば、流通路における異物の堆積は、熱交換器の使用開始からの経過時間や異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間が長くなるほど生じ易いという傾向がある。このため、熱交換器の使用開始からの経過時間や異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間を異物堆積条件の成否を決める因子とすれば、流通路に異物が堆積した状態で異物洗浄処理を実行することができる。換言すれば、異物が堆積していない状態では異物洗浄処理が実行されないので、不必要な異物洗浄処理の実行を抑えて、被冷却対象の冷却を効率よく実施することができる。

- [0165] ここで、熱交換装置の各機器等の使用態様によっては、熱交換器の使用開始からの経過時間等が短くても流通路に異物の堆積が生ずることがあり得る。例えば、冷媒供給ポンプが低い能力で稼働されていたり、流通路に流入する冷媒の温度が高い状態が継続されたりすると、短時間で流通路に異物の堆積が生じ得る。
- [0166] このため、異物堆積条件の判定閾値となる基準時間は、冷媒供給ポンプの稼働状況、冷媒の温度変化に応じて可変する可変閾値になっていることが望ましい。可変閾値の設定手法としては、例えば、冷媒供給ポンプが低い能力で稼働する状態や、流通路に流入する冷媒の温度が高い状態が継続している場合に、基準時間を短い時間に設定することが挙げられる。また、可変閾値の設定手法としては、例えば、冷媒供給ポンプが高い能力で稼働する状態や、流通路に流入する冷媒の温度が低い状態が継続している場合に、基準時間を長い時間に設定することが挙げられる。
- [0167] 第5の観点によれば、熱交換装置は、被冷却対象の発熱量を調整する調整部を備える。そして、処理実行部は、異物洗浄処理において、調整部によって被冷却対象の発熱量を大きくする。このように、異物洗浄処理の実行時に被冷却対象の発熱量を大きくすれば、被冷却対象と冷媒との伝熱部位の温度が上昇し、冷媒の過熱度が大きくなるので、流通路に堆積した異物を剥離させ易くなる。
- [0168] 第6の観点によれば、熱交換装置の処理実行部は、冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくしても、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態にならない場合に、調整部によって被冷却対象の発熱量を大きくする。このように、冷媒の供給量の調整だけは冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態にならない場合に、被冷却対象の発熱量を大きくする構成とすれば、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態にすることができる。
- [0169] 第7の観点によれば、熱交換装置は、被冷却対象を含む機器の負荷が所定の基準負荷よりも低いと予測される際に成立する低負荷条件の成否を判定する負荷判定部を備える。そして、処理実行部は、異物堆積条件が成立し、且

つ、低負荷条件が成立した際に、異物洗浄処理を実行する。

[0170] 被冷却対象を含む機器の負荷が高い場合、被冷却対象の発熱量が大きくなっていると予測されるので、異物洗浄よりも被冷却対象の冷却を優先させる必要がある。このため、異物洗浄処理は、異物堆積条件および低負荷成立条件の双方が成立した際に実行されることが望ましい。

[0171] 第8の観点によれば、熱交換装置の低負荷条件は、異物洗浄処理を実行する前の冷媒が飽和温度以下である場合に成立する条件を含んでいる。被冷却対象を含む機器の負荷が低い場合、被冷却対象の発熱量が小さく、冷媒の受熱量が小さいので、冷媒が飽和温度以下になっている場合が多いと考えられる。このため、低負荷条件は、異物洗浄処理を実行する前の冷媒が飽和温度以下である場合に成立する条件とすることができる。

[0172] 第9の観点によれば、熱交換装置の熱交換器は、通電により発熱する電子部品を被冷却対象とし、電子部品を冷媒との熱交換によって冷却する部品冷却器で構成されている。これによると、熱交換器における流通路の異物堆積に伴う電子部品の冷却不足を簡素な構成で抑制することができる。

[0173] 第10の観点によれば、熱交換装置の熱交換器は、過給機によって内燃機関に過給される過給吸気を被冷却対象とし、過給吸気を冷媒との熱交換によって冷却するインタークーラで構成されている。これによると、熱交換器における流通路の異物堆積に伴う過給吸気の冷却不足を簡素な構成で抑制することができる。

[0174] 第11の観点によれば、熱交換装置に用いられる冷媒は、錆の発生を抑える防錆剤を含む不凍液で構成されている。

[0175] 本発明者らは、冷媒として防錆剤を含む不凍液を採用し、当該不凍液によって被冷却対象を冷却することを検討している。ところが、不凍液を冷媒として採用した場合、冷媒が飽和温度付近まで上昇すると防錆剤の一部が変質して固化し、この固化したものが異物として堆積することがあった。このような異物の堆積は、外部からの侵入する異物とは異なり、熱交換器におけるどの部分で発生するかの予測が困難であり、フィルタ等に対応すること

が難しい。

[0176] これに対して、本開示の熱交換装置は、熱交換器に供給する冷媒の供給量を小さくすることで流通路内に気泡を生じさせ、当該気泡によって流通路に堆積した異物を剥離させる構成になっているので、効率よく異物の洗浄を行うことができる。

[0177] 次に、本開示の上記第2の態様の熱交換器に係る実施形態8～16について、図面を参照しつつ説明する。この開示は、流路管の管内が仕切られてなる複数の流路の間の圧力の偏りを抑えることができる熱交換器を提供することによって、熱交換器の性能を向上させることを目的とするものである。

[0178] なお、これらの実施形態を説明するための図面では、特に断わらない限り、熱交換器を構成する複数の流路管の積層方向を矢印Xで示し、積層方向Xと直交する幅方向を矢印Yで示し、積層方向Xと幅方向Yのいずれにも直交する高さ方向を矢印Zで示すものとする。

[0179] (実施形態8)

図25及び図26に示されるように、実施形態8の熱交換器210は、いずれも発熱部品である外部の複数の半導体モジュール201を冷却するためのものである。従って、この熱交換器210を、「冷却器」或いは「冷却装置」ということもできる。

[0180] 半導体モジュール201は、ハイブリッド自動車などに搭載される電子部品であり、直流電力を交流電力に変換するIGBT等の半導体素子を内蔵するように構成されている。この半導体モジュール201は、扁平形状を有し、特に図示しないものの、パワー端子と、制御回路基板に電氣的に接続される制御端子と、を備えている。

[0181] 複数の半導体モジュール201には、2つの第1の半導体モジュール201Aと、3つの第2の半導体モジュール201Bと、6つの第3の半導体モジュール201Cと、3つの第4の半導体モジュール201Dと、が含まれている。

[0182] ここで、第1の半導体モジュール201Aは、昇圧コンバータとして使用

される。第2の半導体モジュール201Bは、エンジン（図示省略）により駆動され且つエンジンの始動用モータとして動作するモータジェネレータのためのインバータとして使用される。第3の半導体モジュール201Cは、主駆動輪として前輪（図示省略）を駆動するモータジェネレータのためのインバータとして使用される。第4の半導体モジュール201Dは、従動輪として後輪（図示省略）を駆動するモータジェネレータのためのインバータとして使用される。これら複数の半導体モジュール201が熱交換器210に一体的に組付けられることによって熱交換ユニットが形成される。

[0183] なお、これらの半導体モジュール201の用途や数は、これに限定されるものではなく、必要に応じて適宜に変更可能である。また、半導体モジュール201の数や、その他の条件に応じて流路管220の数が適宜に設定される。

[0184] 熱交換器210は、複数の流路管220と、熱媒体Cを流入方向D1に流すための流入ヘッダ一部230と、熱媒体Cを流出方向D3に流すための流出ヘッダ一部240と、を備えている。この熱交換器210のこれらの構成要素は、アルミニウム等の熱伝導性に優れた材料からなるのが好ましい。

[0185] 流路管220は、積層方向Xを厚み方向とし幅方向Yを長手方向とする扁平形状の配管として構成されている。複数の流路管220は、半導体モジュール201を両面から挟み込むための隙間213を隔てて互いに等間隔で積層されている。このため、隙間213に挿入された半導体モジュール201は、積層方向Xの両側の2つの流路管220のそれぞれを流れる熱媒体Cによって冷却される。

[0186] 流路管220に流す熱媒体Cとして、例えば、水やアンモニア等の自然冷媒、エチレングリコール系の不凍液を混入した水、フロリナート（登録商標）等のフッ化炭素系冷媒、HFC123、HFC134a等のフロン系冷媒、メタノール、アルコール等のアルコール系冷媒、アセトン等のケトン系冷媒等の冷却媒体を用いることができる。

[0187] 流入ヘッダ一部230及び流出ヘッダ一部240はいずれも、積層方向X

を長手方向として延在し、且つ幅方向Yに離れて互いに平行に延在する配管として構成されている。

[0188] 流入ヘッダ一部230は、熱媒体Cが流入する入口パイプ211に接続されている。流入ヘッダ一部230と入口パイプ211との接続管231は、複数の流路管220の積層方向Xの両端面のうち一方に設けられている。また、流入ヘッダ一部230は、複数の流路管220のそれぞれの入口開口に連通している。

[0189] 流出ヘッダ一部240は、熱媒体Cが流出する出口パイプ212に接続されている。流出ヘッダ一部240と出口パイプ212との接続管241は、複数の流路管220の積層方向Xの両端面のうち接続管231が設けられている端面に設けられている。また、この流出ヘッダ一部240は、複数の流路管220のそれぞれの出口開口に連通している。

[0190] このため、入口パイプ211から流入した熱媒体Cは、流入ヘッダ一部230を流入方向D1に流れるとともに、複数の流路管220のそれぞれに分岐して並流方向D2に流れる。そして、熱媒体は、複数の流路管220のそれぞれから流出ヘッダ一部240に合流した後に、流出ヘッダ一部240を出口パイプ212に向けて流出方向D3に流れて出口パイプ212から流出する。

[0191] 第1流路管220Aは、複数の流路管220のうち入口パイプ211及び出口パイプ212に最も近い位置にある1つの流路管である。第3流路管220Cは、複数の流路管220のうち入口パイプ211及び出口パイプ212から最も離れた位置にある1つの流路管である。第2流路管220Bは、流路管220Aと流路管220Cとの間の位置にある流路管である。

[0192] 図26に示されるように、第1流路管220Aは、積層方向Xに互いに対向配置された第1ケース部材221A及び第2ケース部材222Aと、これら第1ケース部材221Aと第2ケース部材222Aとの間に設けられたプレート状の仕切部材223と、仕切部材223を挟んで積層方向Xの両側に配置された2つのインナーフィン225、226と、を備えている。

- [0193] 第1ケース部材221Aには、接続管231及び接続管241が設けられている。第2ケース部材222Aには、流入ヘッダ一部230を構成する接続管232と、流出ヘッダ一部240を構成する接続管242と、が設けられている。この第2ケース部材222Aの外表面は、半導体モジュール201に対する熱交換面220aとなる。
- [0194] そして、第1ケース部材221Aと第2ケース部材222Aがロウ付けによって互いに接合され、これにより密閉された内部空間227に仕切部材223が配置されている。このとき、仕切部材223は、第1流路管220Aの管内の内部空間227を、熱媒体Cが2つの流路228, 229を並流するように仕切る。
- [0195] 図27に示されるように、第2流路管220Bは、積層方向Xに互いに対向配置された第1ケース部材221B及び第2ケース部材222Bと、を備え、また第1流路管220Aの場合と同一構造の仕切部材223及びインナーフィン225, 226を備えている。
- [0196] 第1ケース部材221Bには、流入ヘッダ一部230を構成する接続管233と、流出ヘッダ一部240を構成する接続管243と、が設けられている。第2ケース部材222Bには、流入ヘッダ一部230を構成する接続管234と、流出ヘッダ一部240を構成する接続管244と、が設けられている。第1ケース部材221B及び第2ケース部材222Aのそれぞれの外表面は、半導体モジュール201に対する熱交換面220aとなる。
- [0197] そして、第1ケース部材221Bと第2ケース部材222Bがロウ付けによって互いに接合され、これにより密閉された内部空間227に仕切部材223が配置されている。このとき、仕切部材223は、第2流路管220Bの管内の内部空間227を、第1流路管220Aの場合と同様に、熱媒体Cが2つの流路228, 229を並流するように仕切る。
- [0198] 図28に示されるように、第3流路管220Cは、積層方向Xに互いに対向配置された第1ケース部材221C及び第2ケース部材222Cと、を備え、また第1流路管220Aの場合と同一構造の仕切部材223及びインナ

ーフィン225, 226を備えている。

[0199] 第1ケース部材221Cには、流入ヘッダ一部230を構成する接続管235と、流出ヘッダ一部240を構成する接続管245と、が設けられている。この第1ケース部材221Cの外表面は、半導体モジュール201に対する熱交換面220aとなる。

[0200] そして、第1ケース部材221Cと第2ケース部材222Cがロウ付けによって互いに接合され、これにより密閉された内部空間227に仕切部材223が配置されている。このとき、仕切部材223は、第3流路管220Cの管内の内部空間227を、第1流路管220Aの場合と同様に、熱媒体Cが2つの流路228, 229を並流するように仕切る。

[0201] 以下に、3つの流路管220A, 220B, 220Cの内部構造について説明する。なお、これらの内部構造は同一であるため、ここでは、図29を参照しながら第2流路管220Bの内部構造についてのみ説明し、残りの2つの流路管220A, 220Cの内部構造についての説明を省略する。

[0202] 図29に示されるように、2つのインナーフィン225, 226はいずれも、積層方向X及び高さ方向Zによって定まる平面についての断面が波型形状となるように構成されている。即ち、図29中の右側のインナーフィン225は、仕切部材223に対向する凸部225aと凹部225bが交互に複数形成された波型断面形状を有する。同様に、図29中の左側のインナーフィン226は、仕切部材223に対向する凸部226aと凹部226bが交互に複数形成された波型断面形状を有する。

[0203] インナーフィン225は、複数の凸部225aのそれぞれにおいて仕切部材223の接合部223aにロウ付けによって接合され、複数の凹部225bのそれぞれにおいて第1ケース部材221Bの内面にロウ付けによって接合されている。インナーフィン225の凸部225a及び凹部225bが高さ方向Zに交互に配置されているため、仕切部材223によって仕切られた第1流路228は、インナーフィン225によって複数の細流路228aに分割される。

[0204] インナーフィン226は、複数の凸部226aのそれぞれにおいて仕切部材223の接合部223aに口ウ付けによって接合され、複数の凹部226bのそれぞれにおいて第2ケース部材222Bの内面に口ウ付けによって接合されている。インナーフィン226の凸部226a及び凹部226bが高さ方向Zに交互に配置されているため、仕切部材223によって仕切られた第2流路229は、インナーフィン226によって複数の細流路229aに分割される。

[0205] なお、流路228では、複数の細流路228aの間での熱媒体Cの移動が可能になっている。このため、複数の細流路228aのそれぞれの圧力が同じであり、この圧力が流路228の圧力になる。同様に、流路229では、複数の細流路229aの間での熱媒体Cの移動が可能になっている。このため、複数の細流路229aのそれぞれの圧力が同じであり、この圧力が流路229の圧力になる

[0206] 仕切部材223には、複数の連通孔224が高さ方向Zに離間して設けられている。複数の連通孔224はいずれも、仕切部材223のうち2つのインナーフィン225、226の凸部225a、226aが接合されていない非接合部223bに設けられている。連通孔224は、仕切部材223をその厚み方向である積層方向Xに貫通することによって、第1流路228と第2流路229とを互いに連通させるように構成されている。連通孔224は、内径が積層方向Xについて一定の貫通孔である。

[0207] 本構成によれば、複数の連通孔224を通じて、第1流路228と第2流路229との間での熱媒体Cの移動が可能になる。この場合、連通孔224は、第1流路228と第2流路229との間に圧力や流量の偏りが生じるのを抑える機能を果たす。この連通孔224の数は、必要に応じて適宜に設定可能である。

[0208] 複数の連通孔224は、仕切部材223のうち積層方向Xについて半導体モジュール201に対向する対向領域Tに少なくとも設けられている。この対向領域Tは、半導体モジュール201からの入熱の影響によって、特に熱

媒体Cが沸騰して圧力上昇し易い領域である。

- [0209] 図30に示されるように、連通路224は、内周面224aの表面積 S_a が開口部224b（図中の斜線で示される領域を参照）の開口面積 S_b の2倍を上回るように構成されている。ここで、内周面224aは、縦寸法が仕切部材223の厚み寸法Hに相当し、横寸法が連通路224の開口部224bの円周長さLに相当する。また、開口面積 S_b は、連通路224が設けられる前の仕切部材223の片面の表面積に相当する。
- [0210] 従って、本構成を「連通路224の内周面224aの表面積 S_a を含めた仕切部材223全体の表面積が、連通路224が設けられていない仕切部材223全体の表面積を上回る。」ということもできる。
- [0211] 次に、実施形態8の作用効果について説明する。
- [0212] ここでは、熱交換器210の熱媒体Cと半導体モジュール201との間での熱移動について、特に第2流路管220Bを例示して説明する。
- [0213] 図25に示されるように、熱交換器210の流入ヘッダ一部230から第2流路管220Bの管内に熱媒体Cが流入する。第2流路管220Bの管内を流れる熱媒体Cは、この第2流路管220Bの両側の外表面である熱交換面220aを介して外部の半導体モジュール201との間で熱交換が行われる。
- [0214] 図29に示されるように、第2流路管220Bの管内は、プレート状の仕切部材223によって第1流路228及び第2流路229に仕切られており、熱媒体Cがこれら2つの流路228, 229を同一方向である並流方向D2（図25参照）に並流する。
- [0215] 図31に示されるように、第1流路228では、第1ケース部材221Bの熱交換面220aを介して右側の半導体モジュール201からの発熱量 Q_1 が入熱される。同様に、第2流路229では、第2ケース部材222Bの熱交換面220aを介して左側の半導体モジュール201からの発熱量 Q_2 が入熱される。
- [0216] ここで、第1流路228及び第2流路229のいずれにおいても熱媒体C

の沸騰が生じていないときには、第1流路228の圧力 P_1 と第2流路229の圧力 P_2 は概ね同じ値になり、且つ第1流路228を流れる熱媒体Cの流量 L_1 と第2流路229を流れる熱媒体Cの流量 L_2 も概ね同じ値になる。

[0217] これに対して、発熱量 Q_1 が発熱量 Q_2 を上回って第1流路228においてのみ熱媒体Cの沸騰が生じたときには、第1流路228の圧力 P_1 が第2流路229の圧力 P_2 を上回ることによって圧力の偏りが発生する。この圧力の偏りによって、第1流路228における熱媒体Cの流量 L_1 が低下し、且つ第2流路229における熱媒体Cの流量 L_2 が増加するような流量の偏りを生じる。そして、この流量の偏りは、半導体モジュール201と熱交換器210との間の熱交換性能を悪化させる要因になる。

[0218] このとき、本実施形態では、2つの流路228, 229は、仕切部材223に設けられた連通孔224を通じて連通している。このため、2つの流路228, 229の間で圧力の偏りが生じたときでも、高圧側の第1流路228の圧力 P_1 を仕切部材223の連通孔224を通じて低圧側の第2流路229に分散させることによって、この圧力の偏りが小さくなるように抑えることができる。圧力 P_1 が圧力 P_2 に近づいて圧力の偏りが解消されることによって、流量の偏りが軽減され、第1流路228における熱媒体Cの流量 L_1 が回復する。その結果、仕切部材223に連通孔224が設けられていない場合に比べて、半導体モジュール201と熱交換器210との間の熱交換性能を向上させることができる。

[0219] また、仕切部材223の連通孔224を利用して圧力の偏りを解消することによって、熱交換器210を保護する効果が得られる。

[0220] なお、特に図示しないものの、上述の第2流路管220Bについての説明は、第1流路管220A及び第3流路管220Cについて参照することができる。第1流路管220A及び第3流路管220Cはいずれも、積層方向Xの片面が熱交換面220aであため、熱交換面220aが両面にある第2流路管220Bに比べると、2つの流路228, 229のいずれか一方で熱媒

体Cの沸騰が起こり易く、2つの流路228、229の間で圧力の偏りが生じ易い。

[0221] 上記の熱交換器210によれば、2つの流路228、229のそれぞれを複数の細流路228a、229aに分割するインナーフィン225、226を設けることによって、熱媒体Cの熱交換のための伝熱面積を増やして熱交換性能を向上させることができる。

[0222] 上記の熱交換器210によれば、波型断面形状を有するインナーフィン225、226を使用することによって、2つの流路228、229のそれぞれを複数の細流路228a、229aに分割するための構造を簡素化することができる。

[0223] 上記の熱交換器210によれば、仕切部材223の非接合部223bに連通孔224を設けるため、仕切部材223のみに貫通加工を施せばよく、連通孔224の加工が簡単になる。

[0224] 上記の熱交換器210によれば、連通孔224を内周面224aの表面積 S_a が開口部224bの開口面積 S_b の2倍を上回るように構成することによって、連通孔224を設ける前よりも仕切部材223の表面積を増やすことができる。このとき、仕切部材223の表面積は伝熱面積になるため、連通孔224を設ける前に比べて熱交換性能を向上させることができる。

[0225] 上記の熱交換器210によれば、仕切部材223の対向領域Tのように、熱媒体Cの沸騰による圧力上昇が生じ易い領域に連通孔224を設けるため、この連通孔224を通じて高圧側の流路の圧力を低圧側の流路に応答性良く分散させることができる。

なお、この連通孔224は、熱媒体Cの沸騰を前提とするものではなく、熱媒体Cが沸騰しなくても高圧側の圧力を低圧側に分散させる効果を有することは勿論である。

[0226] 以下、上記の実施形態8に関連する他の実施形態について図面を参照しつつ説明する。他の実施形態において、実施形態8の要素と同一の要素には同一の符号を付しており、当該同一の要素についての説明を省略する。

[0227] (実施形態 9)

図 3 2 に示されるように、実施形態 9 の熱交換器 2 1 0 A は、第 2 流路管 2 2 0 B の仕切部材 2 2 3 に設けられた連通孔 2 2 4 の位置が、実施形態 8 の熱交換器 2 1 0 に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器 2 1 0 A において、第 1 流路管 2 2 0 A 及び第 3 流路管 2 2 0 C も第 2 流路管 2 2 0 B と同様の構造を有する。

[0228] 連通孔 2 2 4 は、仕切部材 2 2 3 のうちインナーフィン 2 2 5, 2 2 6 の凸部 2 2 5 a, 2 2 6 a との接合部 2 2 3 a に設けられており、非接合部 2 2 3 b には設けられていない。このため、連通孔 2 2 4 は、仕切部材 2 2 3 とその両側の 2 つの凸部 2 2 5 a, 2 2 6 a を貫通するように構成されている。この連通孔 2 2 4 が設けられている接合部 2 2 3 a は、半導体モジュール 2 0 1 からの熱がインナーフィン 2 2 5, 2 2 6 の凸部 2 2 5 a, 2 2 6 a を通じて導入され易く、熱媒体 C の発生が起こりやすい箇所である。

その他の構成は、実施形態 8 と同様である。

[0229] 上記の熱交換器 2 1 0 A によれば、熱媒体 C の沸騰による圧力上昇が生じ易い領域に連通孔 2 2 4 を設けるため、この連通孔 2 2 4 を通じて高圧側の流路の圧力を低圧側の流路に応答性良く分散させることができる。

その他、実施形態 8 と同様の作用効果を奏する。

[0230] (実施形態 1 0)

図 3 3 に示されるように、実施形態 1 0 の熱交換器 2 1 0 B は、第 2 流路管 2 2 0 B の仕切部材 2 2 3 に設けられた連通孔 2 2 4 の位置が、実施形態 8 の熱交換器 2 1 0 に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器 2 1 0 B において、第 1 流路管 2 2 0 A 及び第 3 流路管 2 2 0 C も第 2 流路管 2 2 0 B と同様の構造を有する。

[0231] 連通孔 2 2 4 は、仕切部材 2 2 3 のうちインナーフィン 2 2 5, 2 2 6 の凸部 2 2 5 a, 2 2 6 a との接合部 2 2 3 a と非接合部 2 2 3 b の両方に設けられている。

その他の構成は、実施形態 8 と同様である。

[0232] 上記の熱交換器 210B によれば、仕切部材 223 に連通孔 224 を概ね均等に配置することによって、高圧側の流路の圧力を低圧側の流路に分散させるための応答性を向上させることができる。

その他、実施形態 8 と同様の作用効果を奏する。

[0233] (実施形態 11)

図 34 に示されるように、実施形態 11 の熱交換器 210C は、第 2 流路管 220B の仕切部材 223 に設けられた連通孔 224 の位置が、実施形態 10 の熱交換器 210B に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器 210C において、第 1 流路管 220A 及び第 3 流路管 220C も第 2 流路管 220B と同様の構造を有する。

[0234] 連通孔 224 は、実施形態 10 の熱交換器 210B の場合に比べると、仕切部材 223 の対向領域 T のみに限定して設けられている。

その他の構成は、実施形態 10 と同様である。

[0235] 上記の熱交換器 210C によれば、連通孔 224 の数を抑えることによって連通孔 224 の加工に要するコストを低く抑えることができる。また、熱媒体 C の沸騰による圧力上昇が生じ易い対向領域 T に連通孔 224 を残すことによって、高圧側の流路の圧力を低圧側の流路に分散させるための応答性を低下するのを防ぐことができる。

その他、実施形態 10 と同様の作用効果を奏する。

[0236] (実施形態 12)

図 35 に示されるように、実施形態 12 の熱交換器 210D は、第 2 流路管 220B の仕切部材 223 に設けられた連通孔 224A の構造が、実施形態 11 の熱交換器 210C に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器 210D において、第 1 流路管 220A 及び第 3 流路管 220C も第 2 流路管 220B と同様の構造を有する。

[0237] 連通孔 224A は、内周面にねじ溝が形成されたねじ孔として構成されおり、内径が積層方向 X について一定である連通孔 224 とは異なる。この連通孔 224A は、内周面の表面積（伝熱面積）が連通孔 224 を上回る。

その他の構成は、実施形態 1 1 と同様である。

[0238] 上記の熱交換器 2 1 0 D によれば、連通孔 2 2 4 に比べて伝熱面積が大きい連通孔 2 2 4 A を仕切部材 2 2 3 に設けることによって、熱交換性能を向上させることができる。

その他、実施形態 1 1 と同様の作用効果を奏する。

[0239] なお、この実施形態 1 2 に特に関連する変更例として、実施形態 8 ~ 1 0 のそれぞれにおいて、連通孔 2 2 4 を連通孔 2 2 4 A に置き換えた構造を採用することもできる。

[0240] (実施形態 1 3)

図 3 6 に示されるように、実施形態 1 3 の熱交換器 2 1 0 E は、第 2 流路管 2 2 0 B の仕切部材 2 2 3 に設けられた連通孔 2 2 4 B の構造が、実施形態 1 1 の熱交換器 2 1 0 C に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器 2 1 0 E において、第 1 流路管 2 2 0 A 及び第 3 流路管 2 2 0 C も第 2 流路管 2 2 0 B と同様の構造を有する。

[0241] 連通孔 2 2 4 B は、仕切部材 2 2 3 の厚み方向である積層方向 X に対して斜めに延在するように構成されている。この連通孔 2 2 4 B は、内周面の表面積（伝熱面積）が連通孔 2 2 4 を上回る。

その他の構成は、実施形態 1 1 と同様である。

[0242] 上記の熱交換器 2 1 0 E によれば、連通孔 2 2 4 に比べて伝熱面積が大きい連通孔 2 2 4 B を仕切部材 2 2 3 に設けることによって、熱交換性能を向上させることができる。

その他、実施形態 1 1 と同様の作用効果を奏する。

[0243] なお、この実施形態 1 3 に特に関連する変更例として、実施形態 8 ~ 1 0 のそれぞれにおいて、連通孔 2 2 4 を連通孔 2 2 4 B に置き換えた構造を採用することもできる。

[0244] (実施形態 1 4)

図 3 7 に示されるように、実施形態 1 4 の熱交換器 2 1 0 F は、第 2 流路管 2 2 0 B の仕切部材 2 2 3 に設けられた連通孔 2 2 4 C の構造が、実施形

態13の熱交換器210Eに対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器210Fにおいて、第1流路管220A及び第3流路管220Cも第2流路管220Bと同様の構造を有する。

[0245] 連通孔224Cは、仕切部材223の厚み方向である積層方向Xに対して斜めに延在し、且つ内周面にねじ溝が形成されたねじ孔として構成されている。この連通孔224Cは、内周面の表面積（伝熱面積）が連通孔224Bを上回る。

その他の構成は、実施形態13と同様である。

[0246] 上記の熱交換器210Fによれば、連通孔224Bに比べて伝熱面積が大きい連通孔224Cを仕切部材223に設けることによって、熱交換性能を向上させることができる。

その他、実施形態13と同様の作用効果を奏する。

[0247] なお、この実施形態14に特に関連する変更例として、実施形態8～10のそれぞれにおいて、連通孔224を連通孔224Cに置き換えた構造を採用することもできる。

[0248] （実施形態15）

図38に示されるように、実施形態15の熱交換器210Gは、第2流路管220Bの管内に設けられた2つのインナーフィン225A、226Aの構造が、実施形態8の熱交換器210に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器210Gにおいて、第1流路管220A及び第3流路管220Cも第2流路管220Bと同様の構造を有する。

[0249] 仕切部材223の連通孔224を第1連通孔としたとき、インナーフィン225Aには、複数の細流路228aのうち互いに隣接する2つの細流路228aを連通させる第2連通孔225cが設けられている。同様に、インナーフィン226Aには、複数の細流路229aのうち互いに隣接する2つの細流路229aを連通させる第2連通孔226cが設けられている。

その他の構成は、実施形態8と同様である。

[0250] 上記の熱交換器210Gによれば、第1流路228と第2流路229との

間に圧力や流量の偏りが生じるのを連通路 224 によって抑えるとともに、第 1 流路 228 の複数の細流路 228 a の間に圧力や流量の偏りが生じるのを第 2 連通路 225 c によって抑え、且つ第 2 流路 229 の複数の細流路 229 a の間に圧力や流量の偏りが生じるのを第 2 連通路 226 c によって抑えることができる。

その他、実施形態 8 と同様の作用効果を奏する。

[0251] なお、この実施形態 15 に特に関連する変更例として、実施形態 9 ~ 14 のそれぞれにおいて、インナーフィン 225, 226 をインナーフィン 225 A, 226 A に置き換えた構造を採用することもできる。

[0252] (実施形態 16)

図 39 に示されるように、実施形態 16 の熱交換器 210 H は、第 2 流路管 220 B の構造が、実施形態 8 の熱交換器 210 に対して相違している。特に図示しないものの、この熱交換器 210 H において、第 1 流路管 220 A 及び第 3 流路管 220 C も第 2 流路管 220 B と同様の構造を有する。

[0253] 第 2 流路管 220 B の管内には、インナーフィン 225, 226 が設けられていない。

その他の構成は、実施形態 8 と同様である。

[0254] 上記の熱交換器 210 H によれば、熱交換器 210 に比べて構造を簡素化することができる。

その他、実施形態 8 と同様の作用効果を奏する。

[0255] なお、この実施形態 16 に特に関連する変更例として、実施形態 9 ~ 15 のそれぞれにおいて、インナーフィン 225, 226 或いはインナーフィン 225 A, 226 A が省略された構造を採用することもできる。

[0256] 本開示は、上述の典型的な実施形態のみに限定されるものではなく、本開示の目的を逸脱しない限りにおいて種々の応用や変更が考えられる。例えば、上述の実施形態を応用した次の各形態を実施することもできる。

[0257] 上述の実施形態では、熱交換対象物としての半導体モジュール 201 との間で熱交換を行う熱交換器について例示したが、これに代えて、半導体モジ

ジュール201以外を熱交換対象物にすることもできる。

[0258] 上述の実施形態では、熱媒体Cとして冷却媒体を使用する熱交換器に対して、仕切部材223に連通孔224, 224A, 224B, 224Cを設ける構造を適用する場合について例示したが、これに代えて、加熱媒体を使用する熱交換器に対して本構造を適用することもできる。

[0259] 上述の実施形態では、流路管の管内が仕切部材223によって2つの流路に仕切られる場合について例示したが、これに代えて、流路管の管内が仕切部材223によって3つ以上の流路に仕切られる構造を採用することもできる。この場合、3つ以上の流路のうちの少なくとも2つの流路が連通孔224, 224A, 224B, 224Cに相当する領域によって連通するように構成される。

[0260] 次に、本開示の上記第3の態様及び上記第4の態様の熱交換器に係る実施形態17~42について、図面を参照しつつ説明する。この開示は、円滑な冷媒の流れを確保して、電子部品の冷却性能を向上させることができる熱交換器を提供することによって、熱交換器の性能を向上させることを目的とするものである。

[0261] (実施形態17)

図40、図41に示されるように、本形態の部品冷却装置301は、冷却管303と、第1電子部品321及び第2電子部品322と、を有する。冷却管303は、内部に冷媒を流通させる冷媒流路330を設けている。第1電子部品321及び第2電子部品322は、冷却管303の冷却面331に熱的に接触配置されている。なお、図40、図41に示す矢印wは、沸騰が生じていないときの冷媒の流れを表す。以降の図においても同様である。

[0262] 第1電子部品321は、第2電子部品322よりも、冷媒流路330における上流側に配置されている。

冷媒流路330は、下記のように定義される、中間領域303Mと上流側領域303Uと下流側領域303Dとを有する。中間領域303Mは、冷媒流路330における、第1電子部品321よりも下流側かつ第2電子部品3

22よりも上流側の領域である。上流側領域303Uは、冷媒流路330における、上記第1電子部品の上流端と下流端との間の領域である。下流側領域303Dは、冷媒流路330における、上記第2電子部品の上流端と下流端との間の領域である。

[0263] 中間領域303Mには、流体ダイオード部332が設けてある。流体ダイオード部332は、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう方向の流路抵抗を、上流側領域3Uから下流側領域303Dへ向かう方向の流路抵抗よりも大きくする。

[0264] なお、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう方向の流路抵抗は、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう冷媒の流れに対する流路抵抗を表す。また、上流側領域303Uから下流側領域303Dへ向かう方向の流路抵抗は、上流側領域303Uから下流側領域303Dへ向かう冷媒の流れに対する流路抵抗を表す。

[0265] 本形態の部品冷却装置301は、冷却管303の主面の一方に、冷却面331を有する。そして、この冷却面331に、第1電子部品321及び第2電子部品322を接触配置している。冷却管303は、長手方向に冷媒が流れるような状態で、冷媒流路330を内部に設けてある。

[0266] 冷却面331の法線方向、すなわち、冷却管303と第1電子部品321及び第2電子部品322の積層方向を、適宜、X方向という。また、冷媒流路330における冷媒が流通する流路方向を、適宜Y方向ともいう。また、X方向とY方向との双方に直交する方向を、適宜Z方向という。第1電子部品321と第2電子部品322とは、Y方向に並んで配置されている。

[0267] 本形態において、流体ダイオード部332は、冷媒流路330における、X方向の両端の内壁面から、それぞれ内側へ突出した一对の突出片332aによって構成されている。突出片332aは、Z方向における、冷媒流路330の内側へ向かうにつれて、下流側へ向かうように、傾斜した板状体とすることができる。これにより、流体ダイオード部332は、上述の機能を有する。

[0268] なお、流体ダイオード部 332 は、上述した所定の機能を備えるものであれば、特に限定されるものではなく、例えば、1枚の突出片 332a にて構成してもよい。また、流体ダイオード部 332 は、冷却管 303 と一体的に形成されていてもよいし、冷却管 303 に接合されていてもよい。

[0269] 第1電子部品 321 及び第2電子部品 322 は、例えば、パワー半導体素子とすることができる。また、第1電子部品 321 及び第2電子部品 322 は、例えば、電力変換装置のスイッチング回路部を構成するパワー半導体素子とすることができる。電力変換装置としては、例えば、車両に搭載されて、直流電力と交流電力との電力変換を行うよう構成されたものとすることができる。

[0270] また、冷媒流路 330 に流通させる冷媒としては、例えば、水等の液冷媒を用いる。ただし、液冷媒の一部が、沸騰して気体となることがある。

[0271] 次に、本実施形態の作用効果につき説明する。

上記部品冷却装置 301 においては、中間領域 303M に、流体ダイオード部 332 が設けてある。これにより、下流側の第2電子部品 322 の熱によって、下流側領域 303D の液冷媒の一部が蒸発して蒸気となった場合にも、この蒸気が上流側領域 303U にまで逆流することを抑制することができる。その結果、蒸気を冷媒流路 330 の下流端から早期に排出し、液冷媒を円滑に冷媒流路に導入し、流通させやすくなる。

[0272] それゆえ、冷媒流路 330 における、上流側から下流側へ向かう液冷媒の円滑な流れを確保することができる。その結果、第1電子部品 321 及び第2電子部品 322 の冷却性能を向上させることができる。

[0273] 以上のごとく、本実施形態によれば、円滑な冷媒の流れを確保して、電子部品の冷却性能を向上させることができる、部品冷却装置を提供することができる。

[0274] (実施形態 18)

本形態は、図 42 ~ 図 46 に示すごとく、複数の冷却管 303 を、第1電子部品 321 及び第2電子部品 322 と共に積層してなる、部品冷却装置 3

01の形態である。

すなわち、複数の冷却管303を、X方向に略平行に並べると共に、隣り合う冷却管303の間に、第1電子部品321及び第2電子部品322を配置する。これにより、第1電子部品321及び第2電子部品322は、X方向に隣り合う2つの冷却管303の間に挟持された状態となる。つまり、第1電子部品321及び第2電子部品322は、両面から冷却されることとなる。

[0275] なお、第1電子部品321及び第2電子部品322は、それぞれ樹脂にてモールドされて、部品モジュール320を構成している。部品モジュール320は、第1電子部品321又は第2電子部品322に熱的に接続された放熱面を、両主面に有する。部品モジュール320は、これらの放熱面を冷却管303に熱的に接触させて配されている。

[0276] また、冷却管303は、Y方向の両端部付近において、X方向に隣り合う他の冷却管303と、連結管313を介して連結されている。そして、X方向の一端に配置された冷却管303に、冷媒を導入する導入口311と、冷媒を排出する排出口312とを設けてある。なお、各冷却管303は、図44に示すごとく、連結管313に接続される部分に、各冷却管303に冷媒が導入される導入部303aと、各冷却管303から冷媒が排出される排出部303bと、を形成している。

[0277] 各冷却管303は、図43、図44に示すごとく、内側に、内部フィン304を設けてなる。内部フィン304は、冷却管303の外殻を構成する外殻プレート333とは別部材にて構成されている。すなわち、冷却管303は、図43に示すごとく、一对の外殻プレート333と、その間に形成される内部空間に配置される内部フィン304とによって構成されている。

[0278] 一对の外殻プレート333は、互いに、端縁において接合されている。内部フィン304は、Y方向に沿って形成されたフィン本体部340を有する。フィン本体部340は、Y方向に直交する断面の形状が、図43に示すごとく、連続する凹凸形状を有する。フィン本体部340の凸部が、外殻プレ

ート333の内面に当接している。また、内部フィン304は、凸部において外殻プレート333に接合されている。

[0279] 本形態において、図44、図45に示すごとく、流体ダイオード部332は、内部フィン304の一部として形成されている。すなわち、流体ダイオード部332は、傾斜フィン341と接続フィン342とによって構成されている。傾斜フィン341は、冷媒流路330の流路方向（すなわちY方向）に対して傾斜した部分を有する。接続フィン342は、傾斜フィン341の下流側端部341aよりも上流側において傾斜フィン341と接続されている。接続フィン342は傾斜フィン341との接続部から下流側へ延びるように形成されている。また、フィン本体部340の一部が、接続フィン342を構成している。

[0280] 図44に示すごとく、フィン本体部340は、冷媒流路330における、Y方向の上流側部分と下流側部分とに分けて配置されている。そして、中間領域303Mの一部に、上流側のフィン本体部340の下流端と、下流側のフィン本体部340の上流端とが配置されている。下流側のフィン本体部340の上流端に、傾斜フィン341が配置されている。そして、図45に示すごとく、この傾斜フィン341に接続されるフィン本体部340の上流端の一部が、接続フィン342となる。つまり、下流側のフィン本体部340の一部と、それに接続された傾斜フィン341とによって、流体ダイオード部332が形成されているとも言える。

[0281] 図45に示すごとく、X方向から見たとき、傾斜フィン341は、直線状に形成されていると共に、Y方向に対して傾斜している。接続フィン342は、Y方向に沿った直線状に形成されている。傾斜フィン341と接続フィン342との間には、X方向から見たとき、鋭角に形成された鋭角空間301aと、鈍角に形成された鈍角空間302aとが、存在する。

[0282] 鋭角空間301a及び鈍角空間302aは、いずれも傾斜フィン341の下流側に面して配置された空間である。そして、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう冷媒は、鋭角空間301aによって一部が堰き止

められる。特に、蒸発して気泡となった冷媒は、鋭角空間301aに入り込み、そこよりも上流側へ向かうことが阻止されやすい。このようにして、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう方向の流路抵抗を大きくする流体ダイオード部332が、中間領域303Mに形成されている。

[0283] なお、流体ダイオード部332は、冷媒流路330における、Z方向の中央部付近に形成され、Z方向の外側部分には形成されていない。また、複数の傾斜フィン341は、冷媒流路330におけるZ方向の中央部を境にして、傾斜方向が互いに逆向きになるように、形成されている。つまり、傾斜フィン341は、Y方向において下流側へ向かうほど、冷媒流路330におけるZ方向の中央に近づくように傾斜している。

[0284] 換言すると、流体ダイオード部332は、図45に示すごとく、冷媒流路330の流路方向（すなわちY方向）と冷却面331の法線方向（すなわちX方向）との双方に直交する幅方向（すなわちZ方向）において、冷媒を外側から内側へ導くガイド面332bを備えている。ガイド面332bは、傾斜フィン341の主面のうち、上流側の面である。

[0285] また、図44に示すごとく、上流側の内部フィン304と下流側の内部フィン304との間に、隣り合う分岐流路337を連通させる拡散部305を設けている。拡散部305は、上流側領域303Uと中間領域303Mと下流側領域303Dとのうち、中間領域303Mのみに設けてある。

[0286] その他の構成は、実施形態17と同様である。なお、実施形態18以降において用いた符号のうち、既出の実施形態において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、既出の実施形態におけるものと同様の構成要素等を表す。

[0287] 本実施形態においては、傾斜フィン341と接続フィン342とによって、流体ダイオード部332を形成している。これにより、流体ダイオード部332には、下流側を向いた鋭角空間301aが形成される。それゆえ、効果的に、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう方向の流路抵抗を大きくすることができる。その結果、冷媒の蒸気が上流側領域303U

へ逆流することを抑制し、液冷媒を円滑に流通させやすくなる。

[0288] また、流体ダイオード部 332 は、ガイド面 332b を有する。これにより、図 46 に示すごとく、ガイド面 332b が冷媒を Z 方向の中央側へ導き、Z 方向における中央部分における冷媒の流量を増大させることができる。また、この流量が増大することにより、鋭角空間 301a に捕捉されていた気泡を、下流側へ導きやすくなる。その結果、下流側領域 303D におけるドライアウトを抑制し、第 2 電子部品 322 の冷却性能を向上させることができる。

[0289] また、中間領域 303M には、拡散部 305 が形成されているため、後述する実施形態 33 にて詳述する作用効果と同様の作用効果にて、冷却性能を効果的に向上させることができる。

その他、実施形態 17 と同様の作用効果を有する。

[0290] (比較形態 1)

本比較形態は、図 47 に示すごとく、流体ダイオード部を備えていない冷却管 309 を有する、部品冷却装置の形態である。より具体的には、実施形態 18 に示した冷却管 303 において、傾斜フィン 341 を設けていない形態としてある。また、内部フィン 304 は、上流側領域 303U の上流側から下流側領域 303D の下流側まで、Y 方向に沿って連続して形成されている。

その他の構成は、実施形態 18 と同様である。

[0291] 下流側領域において蒸発した冷媒の蒸気の一部は、中間領域 303M を介して上流側領域 303U へ向かうことがある。このとき、中間領域 303M には、流体ダイオード部が形成されていないと、冷媒の蒸気は、矢印 wr に示すように逆流して、上流側領域 303U にまで達する。そうすると、冷媒の蒸気は、円滑に排出部 303b から排出され難くなる。

[0292] これに対して、図 46 に示すごとく、実施形態 18 の部品冷却装置 301 においては、冷媒の蒸気が、流体ダイオード部 332 によって上流側領域 303U まで向かうことを抑制することができる。そのため、蒸気を排出部 3

03bから排出して、液冷媒の流れを円滑にすることができる。

[0293] (実施形態19)

本実施形態は、図48、図49に示すごとく、流体ダイオード部332が、内部フィン304としてのウェーブフィン304Wの一部に形成されている、部品冷却装置301の形態である。

本形態においては、図48に示すごとく、冷媒流路330には、ウェーブフィン304Wが配置されている。ウェーブフィン304Wは、冷却面331の法線方向（すなわちX方向）から見て、流路方向（すなわちY方向）に対する傾斜方向が交互に変化する波型形状を有する。流体ダイオード部332は、ウェーブフィン304Wの一部に形成されている。

[0294] すなわち、図49に示すごとく、ウェーブフィン304Wにおける、Y方向に対する傾斜方向が反転する部位の一部において、流体ダイオード部332が形成されている。つまり、ウェーブフィン304Wの一部を變形することにより、流体ダイオード部332が形成されている。

[0295] また、流体ダイオード部332が形成されたウェーブフィン304Wの一部は、Y方向に対して傾斜した傾斜フィン341でもある。傾斜フィン341の下流端が、突出していることにより、流体ダイオード部332が形成されている。なお、本形態においても、図48に示すごとく、流体ダイオード部332は、冷媒流路330におけるZ方向の一部に形成されている。すなわち、Z方向の中央部付近に、流体ダイオード部332が形成され、Z方向の外側部分には、流体ダイオード部332は形成されていない。

[0296] また、本形態においては、冷却管303は、冷媒流路330の流路方向と冷却面331の法線方向との双方に直交する幅方向が鉛直方向（すなわち重力方向）となる姿勢にて配設されている。すなわち、冷却管303は、Z方向が鉛直方向となる姿勢にて配設されている。冷媒流路330は、中間領域303Mにおいて、上下連通部335が形成されている。上下連通部335は、第1電子部品321の中央よりも下側から、第2電子部品322の上端よりも上側まで、鉛直方向に連通している。

[0297] なお、冷媒流路330の幅方向（すなわちZ方向）は、鉛直方向に対して多少傾斜していてもよい。また、上下連通部335も、鉛直方向に対して平行である必要は必ずしもなく、後述する機能が得られれば、多少の傾斜は許容される。

[0298] 本形態において、上下連通部335は、内部フィン304の一部を途切れさせることによって形成されている。つまり、本形態において、内部フィン304であるウェーブフィン304Wが、上流側領域303Uと中間領域303Mと下流側領域303Dとを含む領域に、連続的に形成されている。そのウェーブフィン304Wの一部を破るように、上下方向につながる複数の連通空間351、352が、中間領域303Mに設けてある。

[0299] 上下連通部335は、鉛直方向下方に形成された2つの連通空間351と、鉛直方向上方に形成された2つの連通空間352とを有する。これらは、互いにY方向にずれて形成されている。ただし、これらは、互いに、ウェーブフィン304Wに沿った流路を介して互いに接続されている。その結果、下側の連通空間351と、上側の連通空間352とは、互いに連通している。

[0300] 下側の連通空間351の下端は、少なくとも、第1電子部品321の中央よりも下側に配され、上側の連通空間352の上端は、少なくとも第2電子部品322の上端よりも上方に配置されている。これにより、これらの連通空間352からなる上下連通部335は、第1電子部品321の中央よりも下側から、第2電子部品322の上端よりも上側まで、鉛直方向に連通している。

[0301] 上下連通部335の下流側に、流体ダイオード部332が形成されている。

特に、本形態においては、上下連通部335の下流端に隣接して、傾斜フィン341が形成されている。そして、この傾斜フィン341の下流端付近に、流体ダイオード部332が形成されている。また、傾斜フィン341の上流側の主面が、ガイド面332bとなる。

[0302] また、本形態において、上下連通部 335 は、拡散部 305 としても機能する。すなわち、本形態の部品冷却装置 301 において、内部フィン 304 は、上流側領域 303U と中間領域 303M と下流側領域 303D とのうち、中間領域 303M のみにおいて、隣り合う分岐流路 337 を連通させる拡散部 305 を設けている。

その他の構成は、実施形態 17 と同様である。

[0303] 本形態においては、内部フィン 304 がウェーブフィン 304W を有するため、冷媒への伝熱面積を増大させることができ、冷却性能を向上させることができる。そして、ウェーブフィン 304W の一部に、流体ダイオード部 332 を形成している。そのため、ウェーブフィン 304W の波型形状を利用して、その一部を変形させることで、流体ダイオード部 332 を設けることができる。それゆえ、流体ダイオード部 332 を低コストにて容易に形成することができる。

[0304] また、蒸発した冷媒を、上下連通部 335 によって、第 2 電子部品 322 よりも上方に移動させることができる。すなわち、例えば、第 1 電子部品 321 によって加熱されて蒸発した冷媒が、気泡となって中間領域 303M に達したとき、気泡は上下連通部 335 を通って上方へ移動する。これにより、下流側領域 303D へ気泡が流れても、第 2 電子部品 322 よりも上側を通るため、気泡に起因する第 2 電子部品 322 の冷却性の低下を抑制することができる。

[0305] また、上下連通部 335 の下流側に、流体ダイオード部 332 が形成されている。これにより、流体ダイオード部 332 からその上流側へ漏れた気泡の一部を、上下連通部 335 を介して、第 2 電子部品 322 よりも上方へ移動させることができる。

[0306] また、上下連通部 335 は、拡散部 305 としても機能する。そのため、後述する実施形態 33 にて詳述する作用効果と同様の作用効果にて、冷却性能を効果的に向上させることができる。

その他、実施形態 18 と同様の作用効果を有する。

[0307] 次に、実施形態 19 の部品冷却装置 301 による効果確認試験を行った結果を、図 50、図 51 に示す。すなわち、第 2 電子部品 322 から冷媒への熱伝達率を、冷媒の非沸騰状態と沸騰状態との双方にて解析した。比較として、図 52 に示すように、流体ダイオード部及び拡散部（すなわち上下連通部）を備えていない冷却管 393 を用いた部品冷却装置 390（すなわち比較試料）による熱伝達率についても解析した。

[0308] 熱伝達率の解析あたっては、第 2 電子部品 322 に対向する位置における冷媒の流量をシミュレーションにて算出した。そして、予め実機にて取得された冷媒の流量と熱伝達率との関係から、熱伝達率を算出した。

[0309] 非沸騰状態における第 2 電子部品 322 から冷媒への熱伝達率を、図 50 に示す。また、沸騰状態における第 2 電子部品 322 から冷媒への熱伝達率を、図 51 に示す。各図において、比較試料と実施形態 19 の試料との双方の結果を、並べて記載する。

[0310] これらの図から分かるように、非沸騰状態においても、沸騰状態においても、実施形態 19 の部品冷却装置 301 を用いることで、第 2 電子部品 322 の熱伝達率が向上する。特に、沸騰状態においては、図 51 に示すように、比較試料による熱伝達率に対して、その 5 割程度の向上が、実施形態 19 の部品冷却装置 301 によって図られている。

[0311] 非沸騰状態においては、特にガイド面 332b によって、下流側領域 303D へ向かう液冷媒を、冷媒流路 330 の Z 方向の中央付近に集めやすくなり、第 2 電子部品 322 と熱交換する冷媒の流量を増やすことができるためと考えられる。

沸騰領域においては、流体ダイオード部 332 によって、下流側領域 303D から上流側領域 303U への冷媒の逆流を抑制し、下流側領域 303D の Z 方向の中央付近への冷媒の導入量を増やすことができるためと考えられる。

[0312] （実施形態 20）

本形態は、図 53 に示すごとく、実施形態 19 に対して、上下連通部 33

5の配置を変更した形態である。

すなわち、上側の連通空間352の一つを、Y方向において、下側の連通空間351よりも下流側に配置している。

[0313] そして、上側の連通空間352の下流側に配置された流体ダイオード部332が、下側の連通空間351の下流側に配置された流体ダイオード部332よりも、Y方向の下流側位置に配置されている。

その他、実施形態19と同様の構成および作用効果を有する。

[0314] (実施形態21)

本形態は、図54に示すごとく、実施形態19に対して、上下連通部335と流体ダイオード部332との位置関係を変更した形態である。

すなわち、下側の流体ダイオード部332を、下側の2つの連通空間351の間に配置している。

その他、実施形態19と同様の構成および作用効果を有する。

[0315] (実施形態22)

本形態は、図55に示すごとく、1本の下側の連通空間351と、1本の上側の連通空間352とによって、上下連通部335が形成された形態である。本形態においては、下側の連通空間351が、上側の連通空間352よりも、Y方向の上流側に配置されている。また、下側の流体ダイオード部332が、上側の流体ダイオード部332よりも上流側に配置されている。

その他の構成は、実施形態19と同様である。

[0316] 本形態においては、実施形態19に比べて、内部フィン304の伝熱面積を大きくすることができる。

その他、実施形態19と同様の作用効果を有する。

[0317] (実施形態23)

本形態も、図56に示すごとく、1本の下側の連通空間351と、1本の上側の連通空間352とによって、上下連通部335が形成された形態である。本形態においては、下側の連通空間351が、上側の連通空間352よりも、Y方向の下流側に配置されている。また、下側の流体ダイオード部3

32が、上側の流体ダイオード部332よりも下流側に配置されている。

その他、実施形態19と同様の構成および作用効果を有する。

[0318] (実施形態24)

本形態は、図57に示すごとく、上下連通部335が、Z方向の位置が互いに異なる6個の連通空間353によって構成されている形態である。

6個の連通空間353は、Z方向の中央部に近いものほど、Y方向の下流側に位置するように配置されている。そして、Z方向の中央付近に配された2つの連通空間353の下流側に、それぞれ、流体ダイオード部332が形成されている。

その他、実施形態19と同様の構成および作用効果を有する。

なお、本形態において、連通空間353の個数は、3個以上であれば、特に限定されるものではない。

[0319] (実施形態25)

本形態は、図58に示すごとく、下側の連通空間351が、上側の連通空間352よりも、Y方向の幅が大きい形態である。

上側の連通空間352と下側の連通空間351とは、直接接続されている。また、上側の連通空間352と下側の連通空間351とは、Y方向の中心位置を、互いに略同一の位置に配置している。

その他、実施形態19と同様の構成および作用効果を有する。

[0320] (実施形態26)

本形態は、図59に示すごとく、上側の連通空間352が、下側の連通空間352よりも、Y方向の幅が大きい形態である。

上側の連通空間352と下側の連通空間351とは、直接接続されている。また、上側の連通空間352と下側の連通空間351とは、Y方向における上流端の位置を、互いに略同一の位置に配置している。

その他の構成、実施形態25と同様の構成および作用効果を有する。

[0321] (実施形態27)

本形態は、図60に示すごとく、1本の連通空間によって、上下連通部3

35を形成している形態である。

すなわち、1本の連通空間からなる上下連通部335が、第1電子部品321の中央よりも下側から、第2電子部品322の上端よりも上側までZ方向に直線的に形成されている。特に、本形態においては、上下連通部335の下端は、Z方向における、第2電子部品322の下端位置に配置されている。

その他の構成は、実施形態19と同様である。

[0322] 本形態においては、上下連通部335を簡素化することができる。また、内部フィン304を除去する領域を少なくすることができる。そのため、冷媒との間の伝熱面積を大きく保ちつつ、気泡を上方へ荷がしやすくすることができる。

その他、実施形態19と同様の作用効果を有する。

[0323] (実施形態28)

本形態は、図61に示すごとく、上側の連通空間352を2本、下側の連通空間351を1本とした形態である。

そして、上側の流体ダイオード部332は、Y方向に並んだ2本の連通空間352のうち、下流側の連通空間352の下流側に形成されている。

その他、実施形態19と同様の構成および作用効果を有する。

[0324] (実施形態29)

本形態は、図62に示すごとく、冷媒流路330の中間領域303Mにおける、Z方向の両端部に、絞り部336を配置した形態である。

すなわち、一对の絞り部336は、冷媒流路330のZ方向の両端から、中央に向かって突出している。そして、一对の絞り部336の間には、冷媒流路330をY方向に連通させる絞り開口部360が形成されている。絞り開口部360は、Z方向において、第1電子部品321及び第2電子部品322に対応する位置に形成されている。

[0325] 内部フィン304は、絞り部336よりも上流側と下流側とに分離して設けてある。そして、下流側の内部フィン304の上流端に、流体ダイオード

部 3 3 2 が形成されている。流体ダイオード部 3 3 2 は、絞り開口部 3 6 0 の Z 方向の形成範囲において、形成されている。

[0326] また、流体ダイオード部 3 3 2 は、傾斜フィン 3 4 1 を有する。ただし、実施形態 1 8 に示した傾斜フィン 3 4 1（図 4 4、図 4 5 参照）に比べて、本形態の部品冷却装置 3 0 1 における傾斜フィン 3 4 1 は、長さが短い。本形態においては、傾斜フィン 3 4 1 の上流端が、フィン本体部 3 4 0 の上流端とつながっている。

また、上流側の内部フィン 3 0 4 と下流側の内部フィン 3 0 4 との間の空間は、隣り合う分岐流路 3 3 7 を連通させる拡散部 3 0 5 を構成している。

その他の構成は、実施形態 1 8 と同様である。

[0327] 本形態においては、図 6 3 に示すごとく、下流側領域 3 0 3 D における冷媒の流れを、Z 方向の中央付近に集中させることができる。すなわち、下流側領域 3 0 3 D における Z 方向の中央付近の冷媒の流量を、増加させることができる。これにより、第 2 電子部品 3 2 2 の冷却性能を向上させることができる。

また、中間領域 3 0 3 M には、拡散部 3 0 5 が形成されているため、後述する実施形態 3 3 にて詳述する作用効果と同様の作用効果にて、冷却性能を効果的に向上させることができる。

その他、実施形態 1 8 と同様の作用効果を有する。

[0328]（実施形態 3 0）

本形態は、図 6 4、図 6 5 に示すごとく、流体ダイオード部 3 3 2 の形状を、実施形態 2 9 のものに対して変更した形態である。

すなわち、本形態においては、流体ダイオード部 3 3 2 は、内部フィン 3 0 4 のフィン本体部 3 4 0 の上流端における Z 方向の両側に、傾斜フィン 3 4 1 を設けてなる。これにより、フィン本体部 3 4 0 の両側に、鋭角空間 3 0 1 a がそれぞれ設けられる。

その他の構成は、実施形態 1 7 と同様である。

[0329] 本形態においては、流体ダイオード部 3 3 2 における、下流側領域 3 0 3

Dから上流側領域303Uへ向かう方向の流路抵抗をより大きくすることができる。これにより、下流側領域303Dから上流側領域303Uへの、蒸発した冷媒の逆流を、より効果的に抑制することができる。

その他、実施形態17と同様の作用効果を有する。

[0330] (実施形態31)

本形態は、図66に示すごとく、実施形態30に対して、絞り部336の形状を変更した形態である。

本形態においては、絞り部336のZ方向における突出端に、Y方向の下流側へ向かうにつれてZ方向の中央側へ向かうように傾斜した傾斜端面361を設けている。

その他の構成は、実施形態30と同様である。

[0331] 本形態においては、絞り部336が傾斜端面361を有するため、絞り開口部360を、下流側へ向かって通過する冷媒の流れを円滑にすることができる。この絞り部336によっても、下流側領域303Dから上流側領域303Uへ向かう方向の流路抵抗を、上流側領域303Uから下流側領域303Dへ向かう方向の流路抵抗よりも大きくすることができる。すなわち、この絞り部336も、流体ダイオード部332として機能し得る。

その他、実施形態30と同様の作用効果を有する。

[0332] (実施形態32)

本形態は、図67、図68に示すごとく、実施形態25に対して、内部フィン304の形状を変更した形態である。

本形態においては、実施形態25と同様に、中間領域303Mに、上下連通部335を有する。上下連通部335は、下側の連通空間351と上側の連通空間352とを、Z方向に接続してなる。下側の連通空間351と上側の連通空間352とは、下流端の位置が揃っている。

[0333] 上下連通部335の下流側に、流体ダイオード部332が形成されている。図68に示すごとく、流体ダイオード部332は、傾斜フィン341と、接続フィン342とによって構成されている。接続フィン342は、Y方向

に対する傾斜フィン341の傾斜方向と同じ側に傾斜している。ただし、Y方向に対する接続フィン342の傾斜角度は、Y方向に対する傾斜フィン341の傾斜角度よりも小さい。これにより、傾斜フィン341と接続フィン342との間に、鋭角空間301aが形成される。

[0334] また、接続フィン342の下流端には、接続フィン342の傾斜方向と逆向きに傾斜した下流端フィン342aが形成されている。また、傾斜フィン341の上流端には、Y方向に沿った上流端フィン341bが形成されている。

また、内部フィン304の全体にわたり、分岐流路337同士を連通させる連絡部370が形成されている。

その他の構成は、実施形態25と同様である。

[0335] 本形態においては、冷媒の逆流を抑制すると共に、Z方向への冷媒の分散が容易となる。それゆえ、第1電子部品321及び第2電子部品322の冷却性を一層向上させやすい。

その他、実施形態25と同様の作用効果を有する。

[0336] (実施形態33)

本形態は、図69～図70に示すごとく、内部フィン304における特定の一部に、下記の拡散部305を設けた、熱交換器としての部品冷却装置310の形態である。

冷却管303は、冷媒流路330を、流路方向Yに沿って並走する複数の分岐流路337に仕切る内部フィン304を有する。

[0337] 内部フィン304は、図69に示すごとく、上流側領域303Uと中間領域303Mと下流側領域303Dとのうち、中間領域303Mのみにおいて、隣り合う分岐流路を連通させる拡散部305を設けている。

なお、流路方向Yに沿って並走するとは、複数の分岐流路337が、全体的に流路方向Yに沿うように、並列して形成されている状態を表し、流路方向Yに対して傾斜した部分を有している場合も含む。

[0338] 内部フィン304は、図70、図71に示すごとく、厚み方向に曲げ加工

された金属板からなり、X方向に凹凸を有する。本形態においては、一枚の金属板を曲げ加工してなる内部フィン304が、図69に示すごとく、上流側領域303Uと中間領域303Mと下流側領域303Dとを含む領域に配置されている。

[0339] 内部フィン304は、冷却面331の法線方向Xから見て、流路方向Yに対する傾斜方向が交互に変化する波型のウェーブフィン304Wを有する。拡散部305は、ウェーブフィン304Wの一部に形成されている。

[0340] すなわち、内部フィン304の一部に、ウェーブフィン304Wが形成されている。そのウェーブフィン304Wの一部に、拡散部305が形成されている。本形態においては、ウェーブフィン304Wは、上流側領域303Uと中間領域303Mと下流側領域303Dとの全域に形成されている。そして、ウェーブフィン304Wの上流側と下流側に、Y方向に平行なストレートフィン304Sが形成されている。

[0341] 拡散部305は、図70に示すごとく、内部フィン304の一部をいずれかの分岐流路337側へ突き出した突出部306を有する。

本形態においては、内部フィン304を構成する金属板の一部に、切り込みを入れると共に、切り込みを入れた部分に曲げ加工を施す。これにより、内部フィン304の一部に、突出部306が形成されると共に、開口部307が形成される。

[0342] より具体的には、内部フィン304は、図70、図71に示すごとく、Z方向に平行な底壁部401と、Z方向に立設した側壁部402とを有する。底壁部401と側壁部402とが、Z方向に交互に連続することで、内部フィン304が一体的に形成されている。また、側壁部402が板厚方向に屈曲していることで、波型のウェーブフィン304Wが形成されている。Z方向に隣り合う側壁部402の間に、分岐流路337が形成されている。

[0343] 拡散部305の突出部306は、図70に示すごとく、側壁部402の一部に形成されている。すなわち、側壁部402の一部から、一方の分岐流路337側へ突出するように、突出部306が形成されている。突出部306

は、一方の底壁部401に近い側が側壁部402又は底壁部401に接続され、他方側が切断されている。

[0344] そして、側壁部402における、突出部306が形成された部分に、開口部307が形成されている。すなわち、開口部307は、突出部306の上流側と下流側とにそれぞれ隣接して形成されている。

[0345] ウェーブフィン304Wの側壁部402は、Y方向に対する傾斜の向きが交互に変化するように、波型に形成されている。側壁部402における、Y方向に対する傾斜の向きが逆転する部分を、山部及び谷部とすると、Y方向に隣り合う山部と谷部との間の側壁部402の一部である単位側壁部402aの一部に、拡散部305（すなわち突出部306及び開口部307）が形成されている。

[0346] 図69に示すごとく、上流側領域303U及び下流側領域303Dには、拡散部305は形成されていない。中間領域303Mに形成された拡散部305は、Z方向における、冷媒流路330の略全域に、形成されている。

[0347] なお、本形態の部品冷却装置310は、実施形態17～実施形態32の部品冷却装置301とは異なり、流体ダイオード部を備えていない。ただし、本形態において、流体ダイオード部を適宜設けることもできる。

その他の構成は、実施形態18と同様である。

[0348] 本形態においては、中間領域303Mに拡散部305が形成されている。これにより、図72、図73に示すごとく、第1電子部品321及び第2電子部品322の熱によって冷媒が蒸発して蒸気になった場合にも、この蒸気sを、拡散部305を介して、Z方向の両側に拡散させることができる。すなわち、Z方向の中央付近の分岐流路337において発生した蒸気sを、Z方向の両側へ逃がすことができる。これにより、Z方向の中央付近において、液冷媒を円滑に導入することができ、第1電子部品321及び第2電子部品322の効率的な冷却を確保することができる。

[0349] すなわち、仮に、図74、図75に示すごとく、内部フィン304に拡散部を設けていない場合、Z方向の中央付近の分岐流路337において発生し

た蒸気 s は、Y 方向に広がる。このとき、蒸気 s の膨脹圧力が、導入される液冷媒の供給圧力よりも大きいと、蒸気 s の一部は下流側領域 303D から上流側領域 303U へ向かって逆流する。そうすると、Z 方向の中央付近の分岐流路 337 において、蒸気 s が排出部 303b へ向かい難くなる。これにより、蒸気 s が冷媒流路 330 内に停滞し、ドライアウトの状態を招きかねない。そして、第 1 電子部品 321 及び第 2 電子部品 322 の冷却性能を低下させる要因となり得る。

[0350] これに対して、実施形態 33 に示した部品冷却装置 310 は、拡散部 305 を有するため、上述のように、蒸気 s を Z 方向の両側へ逃がすことができる（図 72 参照）。これにより、Z 方向の中央付近において、液冷媒を円滑に導入することができ、第 1 電子部品 321 及び第 2 電子部品 322 の効率的な冷却を確保することができる。

[0351] また、内部フィン 304 は、上流側領域 303U と中間領域 303M と下流側領域 303D とのうち、中間領域 303M のみにおいて、拡散部 305 を設けている。それゆえ、第 1 電子部品 321 及び第 2 電子部品 322 の近傍において、冷媒と内部フィン 304 との伝熱面積を確保しやすい。

[0352] また、中間領域 303M のみにおいて、拡散部 305 が設けてあるため、第 1 電子部品 321 及び第 2 電子部品 322 の近傍において、冷媒の圧損を低減することができる。それゆえ、非沸騰状態において、第 1 電子部品 321 及び第 2 電子部品 322 と熱交換する冷媒の流量を確保しやすい。

[0353] また、上記のように、拡散部 305 を設けることによる伝熱面積の低下や圧損の上昇があったとしても、そのことによる電子部品の冷却への影響が小さい。それゆえ、拡散部 305 を大きくすることも可能となり、上述のような沸騰状態における冷媒の分散をより円滑に行いやすくなる。

[0354] また、内部フィン 304 はウェーブフィン 304W を有する。そして、拡散部 305 はウェーブフィン 304W の一部に形成されている。これにより、内部フィン 304 と冷媒との伝熱面積を効果的に増大させることができ、冷却性能を向上させることができる。また、ウェーブフィン 304W に拡散

部305を設けることにより、より効果的に、冷媒をZ方向に拡散させることができる。

[0355] また、拡散部305は突出部306を有する。これにより、内部フィン304と冷媒との伝熱面積を、一層増大させることができる。それゆえ、電子部品の冷却性能を、一層向上させることができる。

[0356] 以上のように、本実施形態の場合にも、円滑な冷媒の流れを確保して、電子部品の冷却性能を向上させることができる、部品冷却装置を提供することができる。

[0357] 次に、実施形態33の部品冷却装置310による効果確認試験を行った結果を、図76に示す。すなわち、第2電子部品322から冷媒への熱伝達率と、過熱度 ΔT との関係を、冷媒の非沸騰状態と沸騰状態との双方にて解析した。比較として、図74に示すように、拡散部を備えていない冷却管を用いた部品冷却装置（すなわち比較試料）による熱伝達率についても解析した。

[0358] 熱伝達率の解析は、上述の実施形態19における効果確認試験と同様の方法にて行った。なお、過熱度 ΔT は、熱伝達面の温度と冷媒の飽和温度との差分である。

[0359] 同図に示すごとく、過熱度 ΔT が小さく冷媒が非沸騰状態にある間は、比較試料と実施形態33とにおける熱伝達率の差は、特にない。そして、過熱度 ΔT が大きくなり、沸騰状態となると、沸騰冷却効果によって熱伝達率は向上し、ある限界点までは、過熱度 ΔT が大きくなるほど、熱伝達率も大きくなる。ところが、比較試料においては、その限界点が早く到来し、それ以上過熱度 ΔT を大きくすると、ドライアウトの状態（すなわち、伝熱面の全体において冷媒が気化した状態）となり、熱伝達率が急激に低下する。

[0360] これに対し、実施形態33の部品冷却装置310においては、過熱度 ΔT が大きくなっても、熱伝達率の上昇が継続する。それゆえ、第2電子部品322の温度が上昇しても、ドライアウトの状態になり難く、熱伝達率を高くすることができる。すなわち、ドライアウトとなるまでの過熱度 ΔT を、比

較試料の場合と比べて、約20%程度高くすることができる。

[0361] この効果の差は、図69に示すごとく、中間領域303Mに拡散部305を設けたことによるものと考えられる。すなわち、冷媒が沸騰状態となったときに、上述のように、蒸気sをZ方向の外側へ逃がすことができ、下流側の第2電子部品322の近傍への冷媒の流量を確保することができるためと考えられる。

[0362] (実施形態34)

本形態は、図77に示すごとく、突出部306を大きくした形態である。

すなわち、突出部306が、単位側壁部402aの一端から中央部までの間の全域に形成されている。これに伴い、開口部307も、単位側壁部402aの一端から中央部までの間の全域に形成されている。

[0363] また、突出部306の下流側の端縁は、側壁部402と連続しており、突出部306の上流端側に、開口部307が形成されている。

その他の構成は、実施形態33と同様である。

[0364] 本形態においては、比較的冷媒が衝突しやすい突出部306の表面積を大きくすることができる。それゆえ、冷媒と内部フィン304との伝熱面積を大きくすることができる。

また、拡散部305の構成を簡素化することができ、内部フィン304を製造容易にすることができる。その結果、生産性に優れた部品冷却装置310を得ることができる。

その他、実施形態33と同様の作用効果を有する。

[0365] (実施形態35)

本形態は、図78に示すごとく、突出部306の一部を屈曲させて、分岐流路337側へ延ばした延設部306aを有する形態である。

すなわち、側壁部402に対して傾斜するように突出させた突出部306の一部を、底壁部401に沿った方向に延設して、延設部306aが形成されている。

その他の構成は、実施形態34と同様である。

[0366] 本形態においては、延設部306aを設けた分、突出部306における冷媒との伝熱面積を大きくすることができる。

その他、実施形態34と同様の作用効果を有する。

[0367] なお、上記実施形態35は、実施形態34と同様に、突出部306が、単位側壁部402aの一端から中央部までの間の全域に形成されている。ただし、実施形態35の変形例として、図79に示すごとく、突出部306を、実施形態33と同様に、単位側壁部402aの中央部の一部に形成しつつ、延設部306aを設けた態様とすることもできる。

[0368] (実施形態36)

本形態は、図80に示すごとく、突出部306が、板厚方向に湾曲している形態である。

すなわち、突出部306は、開口部307側に凸となるような曲面部を有する。

また、側壁部402における突出部306との接続部と反対側の底壁部401と、開口部307の一端との間に、段差がある。

その他の構成は、実施形態33と同様である。

[0369] 本形態においては、突出部306における冷媒との伝熱面積を大きくすることができる。また、突出部306の形成を容易にすることができる。

その他、実施形態33と同様の作用効果を有する。

[0370] (実施形態37)

本形態は、図81に示すごとく、実施形態36に対して、突出部306の向きを変更した形態である。

すなわち、突出部306における、側壁部402との接続部を、冷媒流路330の上流側としている。

その他、実施形態36と同様の構成および作用効果を有する。

[0371] (実施形態38)

本形態も、図82に示すごとく、実施形態36に対して、突出部306の向きを変更した形態である。

ただし、本形態においては、一部の突出部 306 における、側壁部 402 との接続部を、冷媒流路 330 の下流側としている。

[0372] 具体的には、上流側に配された拡散部 305 の突出部 306 は、側壁部 402 との接続部を上流側とし、下流側に配された拡散部 305 の突出部 306 は、側壁部 402 との接続部を下流側としている。

その他、実施形態 36 と同様の構成および作用効果を有する。

[0373] (実施形態 39)

本形態も、図 83 に示すごとく、実施形態 36 に対して、突出部 306 の向きを変更した形態である。

ただし、本形態においては、いずれの突出部 306 も、側壁部 402 との接続部を、冷媒流路 330 の下流側としている。

その他、実施形態 36 と同様の構成および作用効果を有する。

[0374] (実施形態 40)

本形態は、図 84 に示すごとく、拡散部 305 に、突出部 306 を設けていない形態である。

すなわち、実施形態 33 とは異なり、拡散部 305 が、突出部 306 を有さない。そして、側壁部 402 に形成された開口部 307 によって、拡散部 305 を構成している。なお、本形態においては、開口部 307 は、略矩形状を有する。

その他の構成は、実施形態 33 と同様である。

[0375] 本形態においては、拡散部 305 を簡素化することができる。その結果、部品冷却装置 310 の生産性を向上させることができ、製造コストを低減することができる。

その他、実施形態 33 と同様の作用効果を有する。

[0376] (実施形態 41)

本形態も、図 85 に示すごとく、拡散部 305 に、突出部 306 を設けていない形態である。

本形態においては、拡散部 305 を構成する開口部 307 の形状を、略円

形としたものである。

その他の構成は、実施形態40と同様である。

本形態においても、実施形態40と同様の作用効果を得ることができる。

[0377] (実施形態42)

本形態は、図86、図87に示すごとく、拡散部305が、内部フィン304の一部に形成された開口部307と、開口部307を閉塞する蓋部308とを有する形態である。

蓋部308は、所定の圧力が板厚方向に作用したときに弾性変形するよう構成されている。

[0378] すなわち、所定の圧力が蓋部308に作用していないときは、図86に示すごとく、蓋部308が開口部307を塞いだ状態にある。例えば、冷媒が沸騰していない非沸騰状態においては、蓋部308に作用する圧力が所定の圧力未満にあり、蓋部308が開口部307を塞いでいる。これにより、冷媒は、拡散部305においても、各分岐流路337を流れる。すなわち、拡散部305において他の分岐流路337へ拡散することなく、分岐流路337を流れる。

[0379] 一方、所定の圧力が蓋部308に作用しているときは、図87に示すごとく、蓋部308が弾性変形して、開口部307が開放される。例えば、冷媒が沸騰している沸騰状態においては、蓋部308に作用する圧力が所定の圧力以上となり、蓋部308が厚み方向に弾性変形し、開口部307が露出する。これにより、冷媒（特に蒸気）は、拡散部305において分岐流路337間を移動する。

[0380] また、沸騰状態が治まって、蓋部308に作用する圧力が所定の圧力未満となると、再び蓋部308が開口部307を塞ぐこととなる。これにより、再び、冷媒が各分岐流路337を流れることとなる。

なお、蓋部308に作用する圧力が所定の圧力未満のとき、蓋部308は、開口部307を完全に塞いでもよいし、完全に塞がなくてもよい。蓋部308に作用する圧力が所定の圧力未満のときの開口部307の開放度合が、

蓋部 308 に作用する圧力が所定の圧力以上のときの開口部 307 の開放度合よりも小さければよい。

その他の構成は、実施形態 33 と同様である。

[0381] 本形態においては、非沸騰状態など、平常時においては、冷媒が各分岐流路 337 を流れるようにすることができる。それゆえ、流路抵抗を小さくすることができると共に、Z 方向における冷媒の流量の均等化を図りやすい。その結果、全体として、電子部品の冷却性能を向上させやすい。

[0382] そして、冷媒が沸騰したときに、上記のように拡散部 305 が機能することによって、蒸気を Z 方向の外側へ逃がすことができる。それゆえ、沸騰状態においても、冷却性能を向上させることができる。

その他、実施形態 33 と同様の作用効果を有する。

なお、本形態において、開口部 307 及び蓋部 308 の形状は、適宜変更することができる。

[0383] なお、上記各実施形態においては、第 1 電子部品 321 及び第 2 電子部品 322 を、それぞれ個別の部品モジュール 320 に分けて配置した形態を示したが、第 1 電子部品及び第 2 電子部品を一つの部品モジュールに内蔵した上で、冷却管と熱的に接触させた構成とすることもできる。

[0384] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] 被冷却対象（20、Arc）を液状態の冷媒と熱交換させて冷却する熱交換器であって、
- 冷媒が流通する流通路（140）を有し、上記流通路を流れる冷媒と上記被冷却対象とを熱交換させる熱交換器本体（14）と、
- 上記熱交換器本体に対して冷媒を供給する冷媒供給ポンプ（12）と、
- 上記流通路における少なくとも一部に異物の堆積が予測される際に成立する異物堆積条件の成否を判定する堆積判定部（100c）と、
- 上記異物堆積条件が成立する場合に、上記流通路に堆積した異物を剥離させて上記流通路を洗浄する異物洗浄処理を実行する処理実行部（100a）と、を備え、
- 上記処理実行部は、上記異物洗浄処理において、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態となるように上記冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくする熱交換器（1）。
- [請求項2] 上記処理実行部は、上記異物洗浄処理において、冷媒の沸騰曲線にて示される飽和開始点からバーンアウト点までの範囲のうち、上記飽和開始点よりもバーンアウト点に近い過熱度を目標過熱度とし、冷媒の過熱度が上記目標過熱度に近づくように上記冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくする請求項1に記載の熱交換器。
- [請求項3] 上記熱交換器本体に流入する冷媒の流量および上記熱交換器本体における圧力損失の少なくとも一方に基づいて、上記流通路における閉塞度合を算出する演算部（100b）を備え、
- 上記異物堆積条件は、上記閉塞度合が所定の閉塞閾値を上回っている場合に成立する条件を含んでいる請求項1または2に記載の熱交換器。
- [請求項4] 上記異物堆積条件は、上記熱交換器本体の使用開始からの経過時間または上記異物洗浄処理を前回実行してからの経過時間が所定の基準

時間を上回っている場合に成立する条件を含んでいる請求項 1～3 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項5] 上記被冷却対象の発熱量を調整する調整部（22、DC）を備え、上記処理実行部は、上記異物洗浄処理において、上記調整部によって上記被冷却対象の発熱量を大きくする請求項 1～4 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項6] 上記処理実行部は、上記冷媒供給ポンプからの冷媒の供給量を小さくしても、冷媒が核沸騰域となる過熱度を有する状態にならない場合に、上記調整部によって上記被冷却対象の発熱量を大きくする請求項 5 に記載の熱交換器。

[請求項7] 上記被冷却対象を含む機器の負荷が所定の基準負荷よりも低いと予測される際に成立する低負荷条件の成否を判定する負荷判定部（100e）を備え、

上記処理実行部は、上記異物堆積条件が成立し、且つ、上記低負荷条件が成立した際に、上記異物洗浄処理を実行する 1～6 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項8] 上記低負荷条件は、上記異物洗浄処理を実行する前の冷媒が飽和温度以下である場合に成立する条件を含んでいる請求項 7 に記載の熱交換器。

[請求項9] 上記熱交換器本体は、通電により発熱する電子部品（20）を上記被冷却対象とし、上記電子部品を冷媒との熱交換によって冷却する部品冷却器で構成されている 1～8 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項10] 上記熱交換器本体は、過給機（SC）によって内燃機関（EG）に過給される過給吸気（ARc）を上記被冷却対象とし、上記過給吸気を冷媒との熱交換によって冷却するインタークーラ（14A）で構成されている 1～8 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項11] 上記冷媒は、錆の発生を抑える防錆剤を含む不凍液で構成される 1～10 のいずれか一項に記載の熱交換器。

- [請求項12] 外部の熱交換対象物（201）に対する熱交換面（220a）となる外表面を有する流路管（220）と、
上記流路管の管内を熱媒体（C）が流れる複数の流路（228, 229）に仕切るプレート状の仕切部材（223）と、
を備え、
上記仕切部材には、上記複数の流路のうちの少なくとも2つの流路を連通させる連通孔（224, 224A, 224B, 224C）が設けられている、熱交換器（210, 210A, 210B, 210C, 210D, 210E, 210F, 210G, 210H）。
- [請求項13] 上記流路管の管内に上記複数の流路のそれぞれを複数の細流路（228a, 229a）に分割するように設けられたインナーフィン（225, 226, 225A, 226A）を備える、請求項12に記載の熱交換器。
- [請求項14] 上記インナーフィンは、上記仕切部材に対向する凸部（225a, 226a）と凹部（225b, 226b）が交互に複数形成された波型断面形状を有し、上記凸部において上記仕切部材に接合されるように構成されている、請求項13に記載の熱交換器。
- [請求項15] 上記連通孔は、上記仕切部材のうち上記インナーフィンの上記凸部との接合部（223a）に設けられている、請求項14に記載の熱交換器。
- [請求項16] 上記連通孔は、上記仕切部材のうち上記インナーフィンの上記凸部が接合されていない非接合部（223b）に設けられている、請求項14に記載の熱交換器。
- [請求項17] 上記仕切部材の上記連通孔を第1連通孔としたとき、上記インナーフィンには、上記複数の細流路のうち互いに隣接する2つの細流路を連通させる第2連通孔（225c, 226c）が設けられている、請求項13～16のいずれか一項に記載の熱交換器。
- [請求項18] 上記連通孔は、内周面（224a）の表面積（Sa）が開口部（2

24b)の開口面積(Sb)の2倍を上回るように構成されている、請求項12~17のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項19] 上記連通孔は、上記仕切部材の厚み方向(X)に対して斜めに延在するように構成されている、請求項12~18のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項20] 上記連通孔は、ねじ孔として構成されている、請求項12~19のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項21] 上記連通孔は、上記仕切部材のうち上記熱交換対象物と対向する対向領域(T)に設けられている、請求項12~20のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項22] 内部に冷媒を流通させる冷媒流路(330)を設けた冷却管(303)と、

上記冷却管の冷却面(331)に熱的に接触配置された第1電子部品(321)及び第2電子部品(322)と、を有し、

上記第1電子部品は、上記第2電子部品よりも、上記冷媒流路における上流側に配置されており、

上記冷媒流路は、上記第1電子部品よりも下流側かつ上記第2電子部品よりも上流側の中間領域(303M)と、上記第1電子部品の上流端と下流端との間の上流側領域(303U)と、上記第2電子部品の上流端と下流端との間の下流側領域(303D)と、を有し、

上記中間領域には、上記下流側領域から上記上流側領域へ向かう方向の流路抵抗を、上記上流側領域から上記下流側領域へ向かう方向の流路抵抗よりも大きくする、流体ダイオード部(332)が設けてある、熱交換器(301)。

[請求項23] 上記流体ダイオード部は、上記冷媒流路の流路方向(Y)に対して傾斜した部分を有する傾斜フィン(341)と、該傾斜フィンの下流側端部よりも上流側において上記傾斜フィンと接続された接続フィン(342)とによって構成されており、該接続フィンは上記傾斜フィ

ンとの接続部から下流側へ延びるように形成されている、請求項 2 2 に記載の熱交換器。

[請求項24] 上記冷媒流路には、上記冷却面の法線方向（X）から見て、流路方向に対する傾斜方向が交互に変化する波型のウェーブフィン（304W）が配置されており、上記流体ダイオード部は、上記ウェーブフィンの一部に形成されている、請求項 2 2 または 2 3 に記載の熱交換器。

[請求項25] 上記流体ダイオード部は、上記冷媒流路の流路方向と上記冷却面の法線方向との双方に直交する幅方向（Z）において、上記冷媒を外側から内側へ導くガイド面（332b）を備えている、請求項 2 2 ～ 2 4 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項26] 上記冷却管は、上記冷媒流路の流路方向と上記冷却面の法線方向との双方に直交する幅方向が鉛直方向となる姿勢にて配設されており、上記冷媒流路は、上記中間領域において、上記第 1 電子部品の中央よりも下側から、上記第 2 電子部品の上端よりも上側まで、鉛直方向に連通した上下連通部（335）が形成されている、請求項 2 2 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項27] 上記上下連通部の下流側に、上記流体ダイオード部が形成されている、請求項 2 6 に記載の熱交換器。

[請求項28] 内部に冷媒を流通させる冷媒流路（330）を設けた冷却管（303）と、

上記冷却管の冷却面（331）に熱的に接触配置された第 1 電子部品（321）及び第 2 電子部品（322）と、を有し、

上記第 1 電子部品は、上記第 2 電子部品よりも、上記冷媒流路における上流側に配置されており、

上記冷却管は、上記冷媒流路を、流路方向（Y）に沿って並走する複数の分岐流路（337）に仕切る内部フィン（304）を有し、

上記冷媒流路は、上記第 1 電子部品よりも下流側かつ上記第 2 電子

部品よりも上流側の中間領域（303M）と、上記第1電子部品の上流端と下流端との間の上流側領域（303U）と、上記第2電子部品の上流端と下流端との間の下流側領域（303D）と、を有し、

上記内部フィンは、上記上流側領域と上記中間領域と上記下流側領域とのうち、上記中間領域のみにおいて、隣り合う上記分岐流路を連通させる拡散部（305）を設けている、熱交換器（310）。

[請求項29] 上記内部フィンは、上記冷却面の法線方向から見て、流路方向に対する傾斜方向が交互に変化する波型のウェーブフィン（304W）を有し、上記拡散部は、上記ウェーブフィンの一部に形成されている、請求項28に記載の熱交換器。

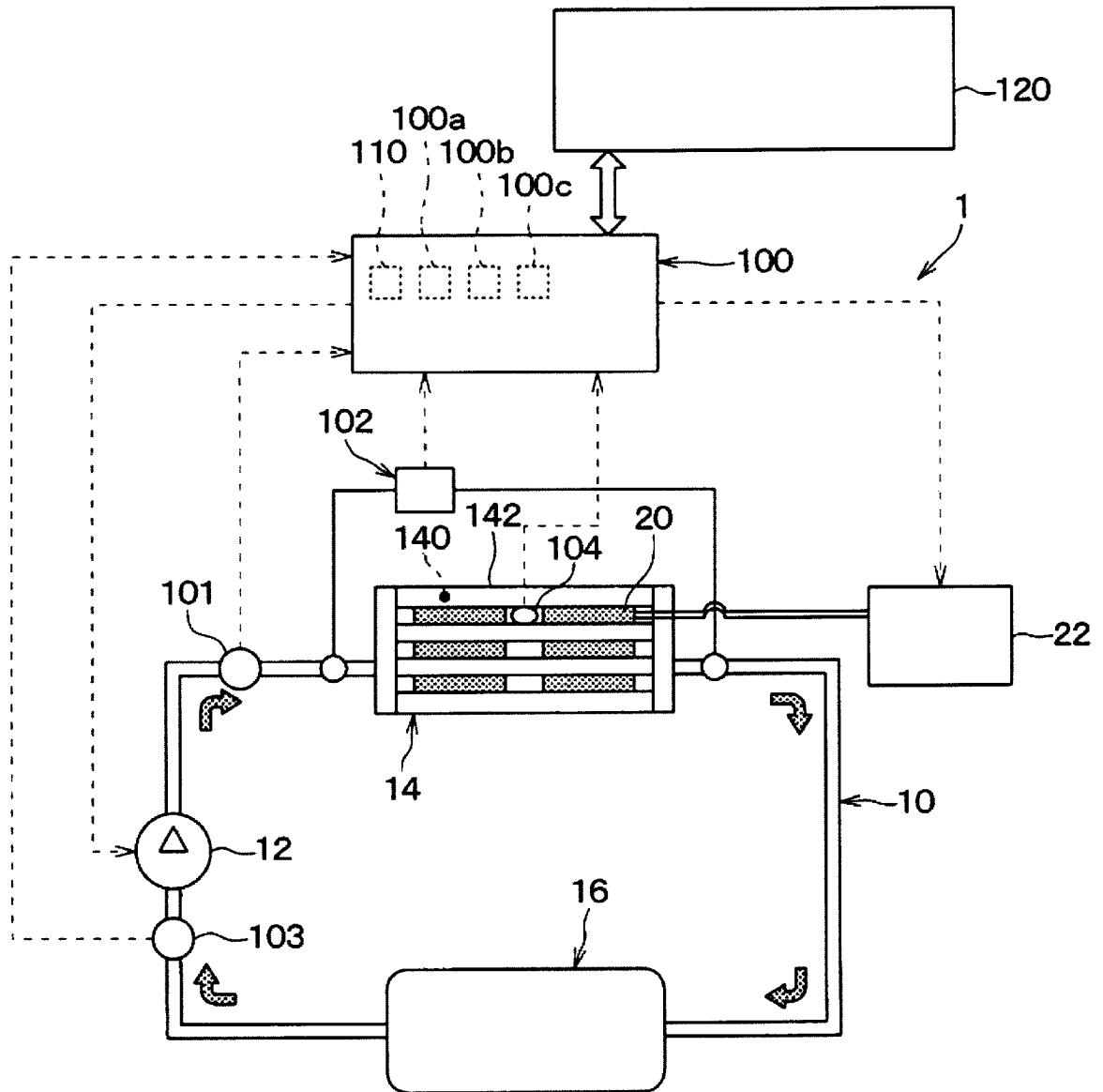
[請求項30] 上記拡散部は、上記内部フィンの一部をいずれかの上記分岐流路側へ突き出した突出部（306）を有する、請求項28または29に記載の熱交換器。

[請求項31] 上記突出部は、板厚方向に湾曲している、請求項30に記載の熱交換器。

[請求項32] 上記拡散部は、上記内部フィンの一部に形成された開口部と、該開口部を閉塞する蓋部とを有し、該蓋部は、所定の圧力が板厚方向に作用したときに弾性変形するよう構成されている、請求項28または29に記載の熱交換器。

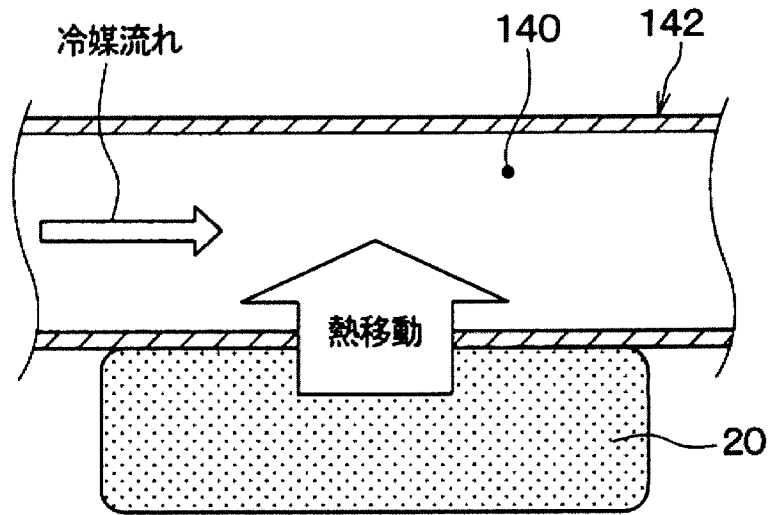
[図1]

(図1)



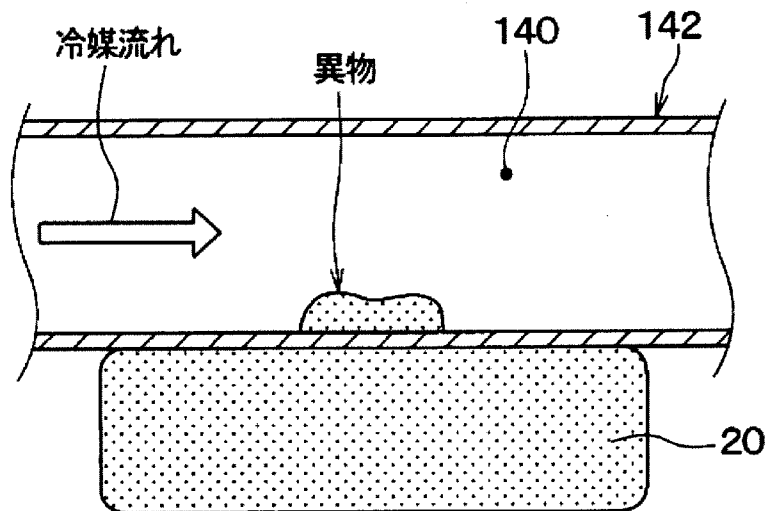
[図2]

(図2)



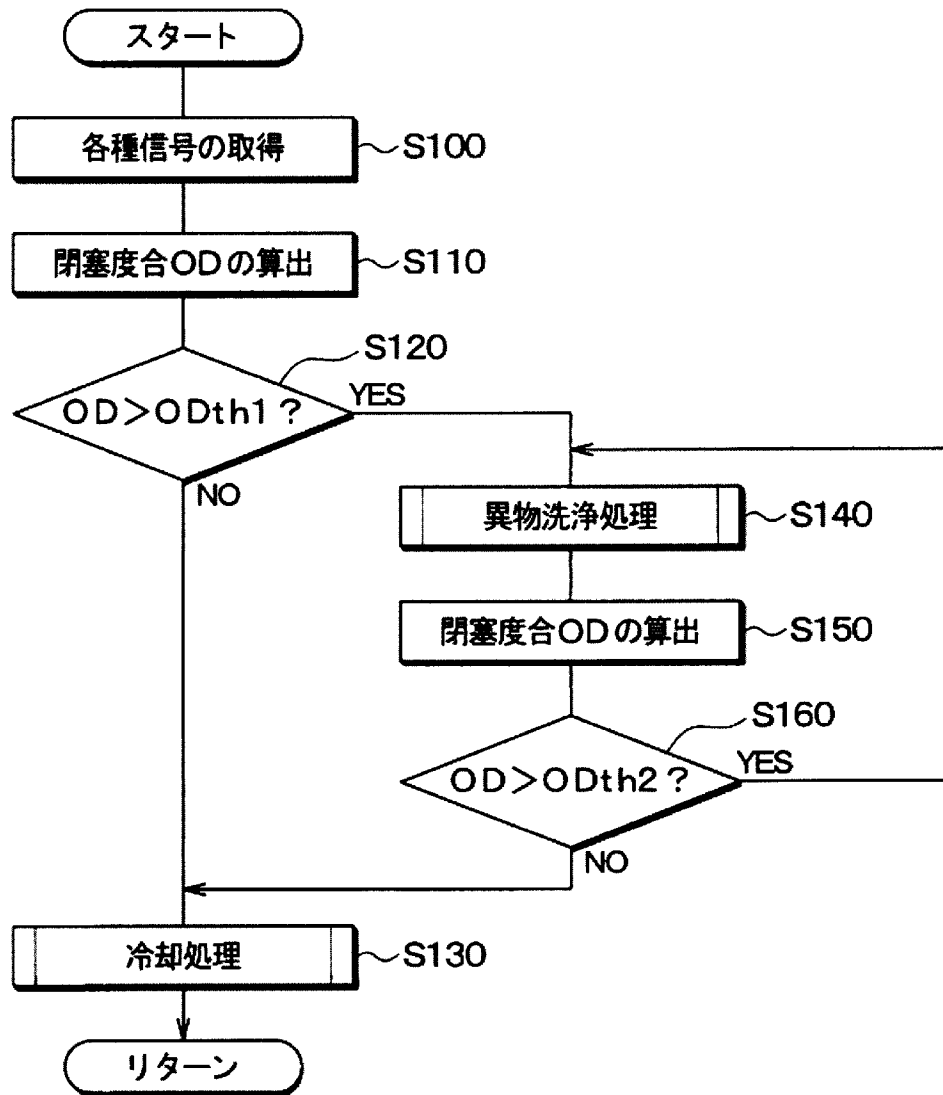
[図3]

(図3)



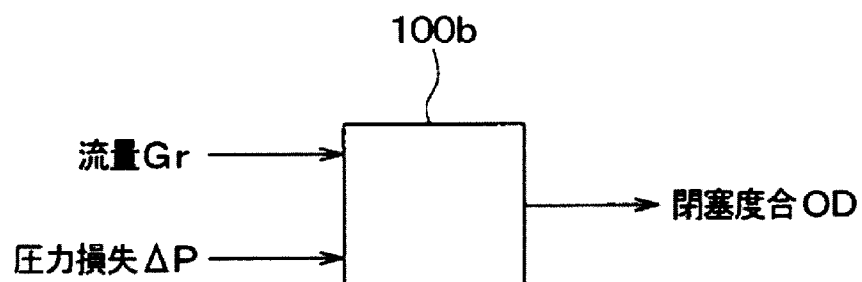
[図4]

(図4)



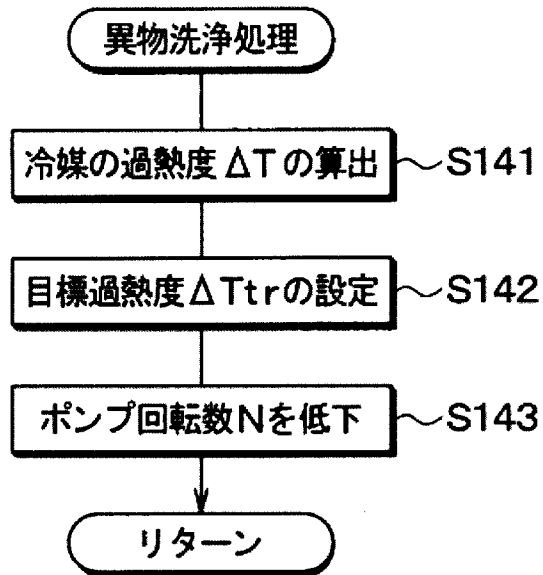
[図5]

(図5)



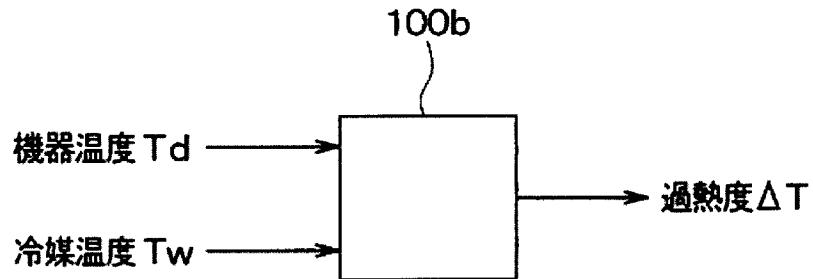
[図6]

(図6)



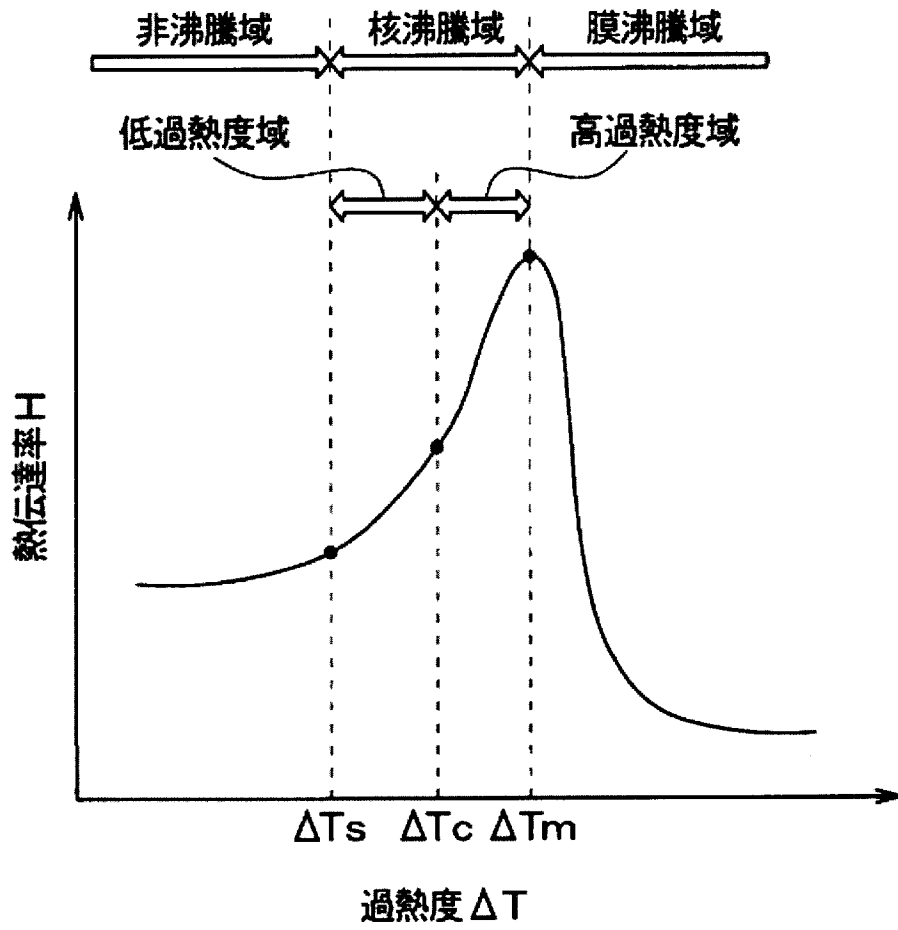
[図7]

(図7)



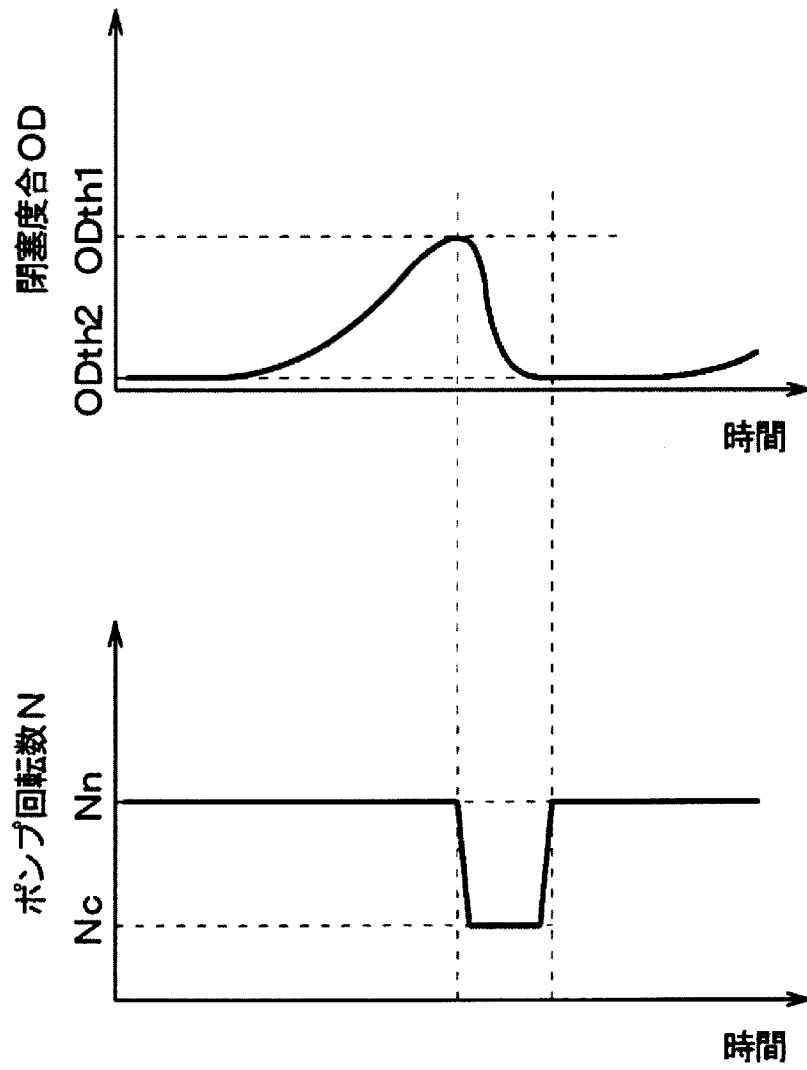
[図8]

(図8)



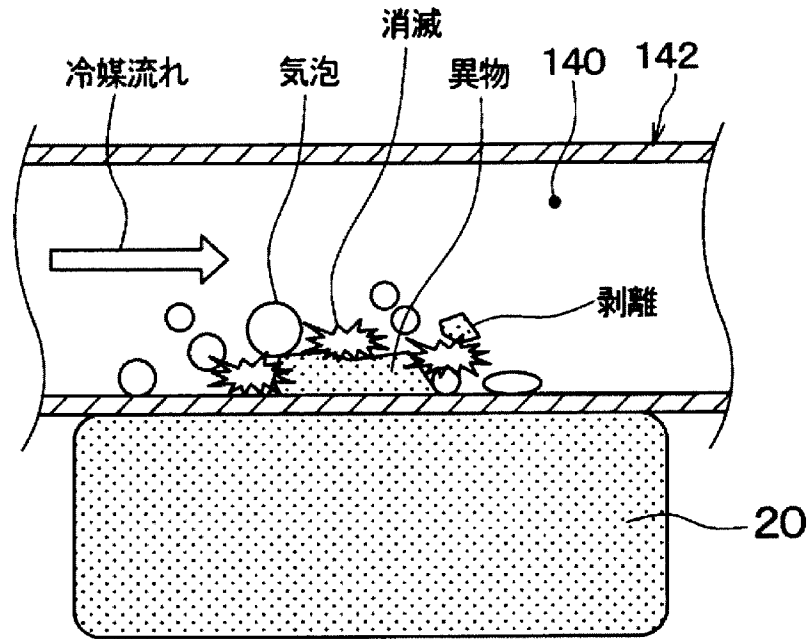
[図9]

(図9)



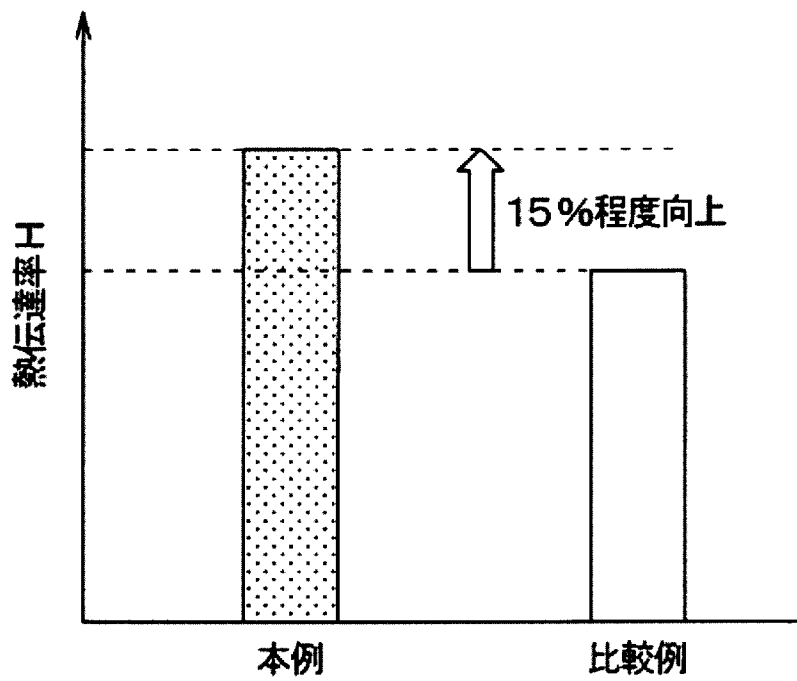
[図10]

(図10)



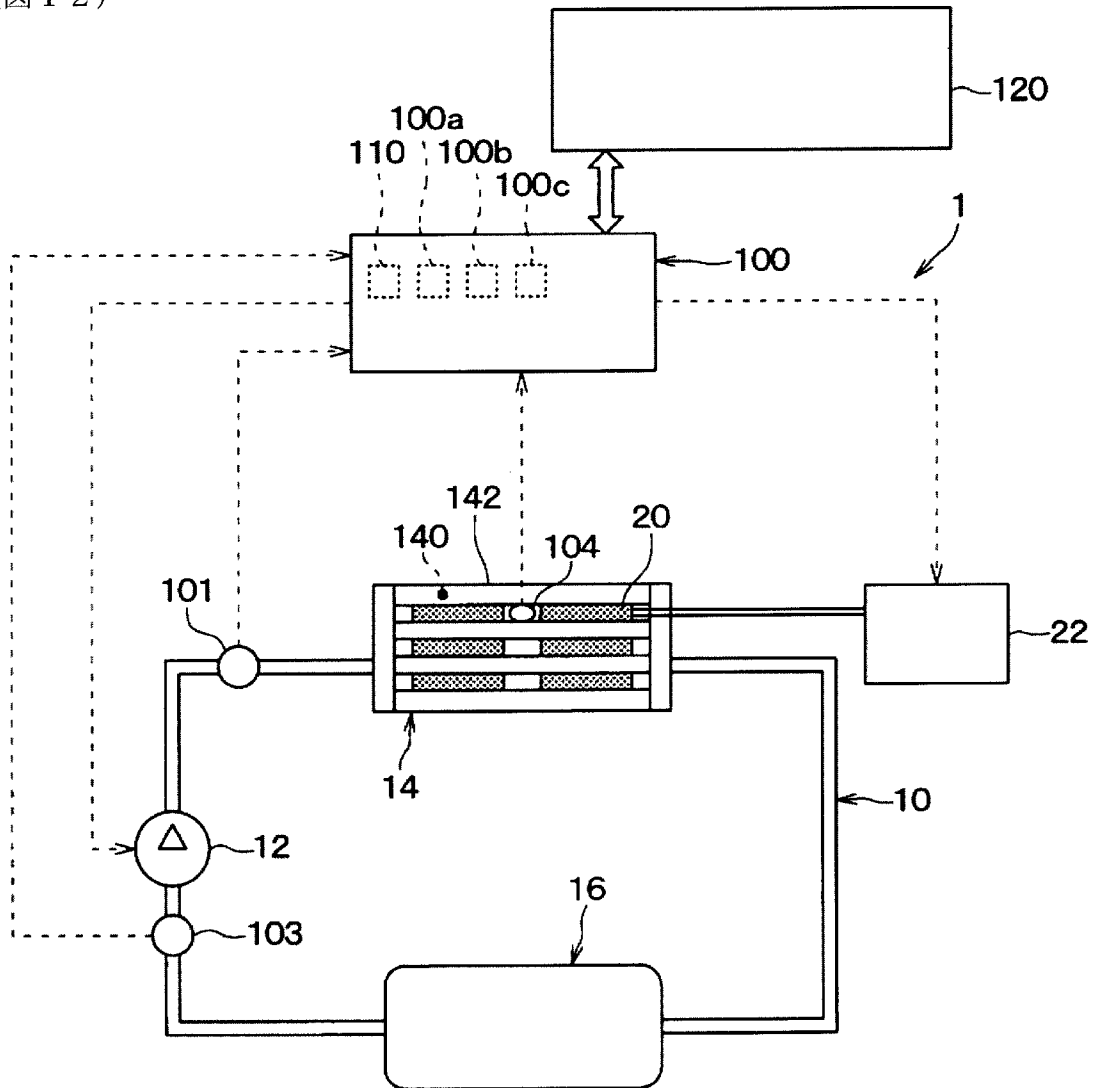
[図11]

(図11)



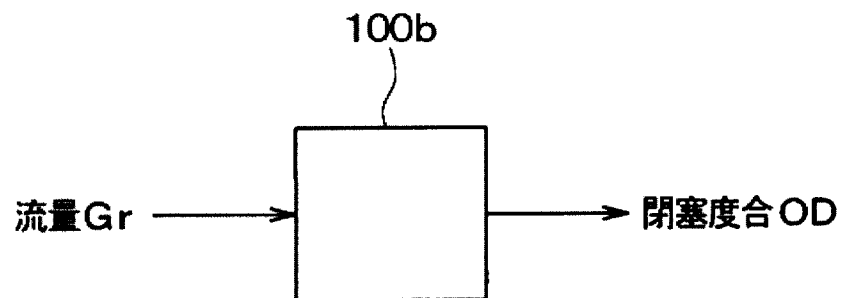
[図12]

(図12)



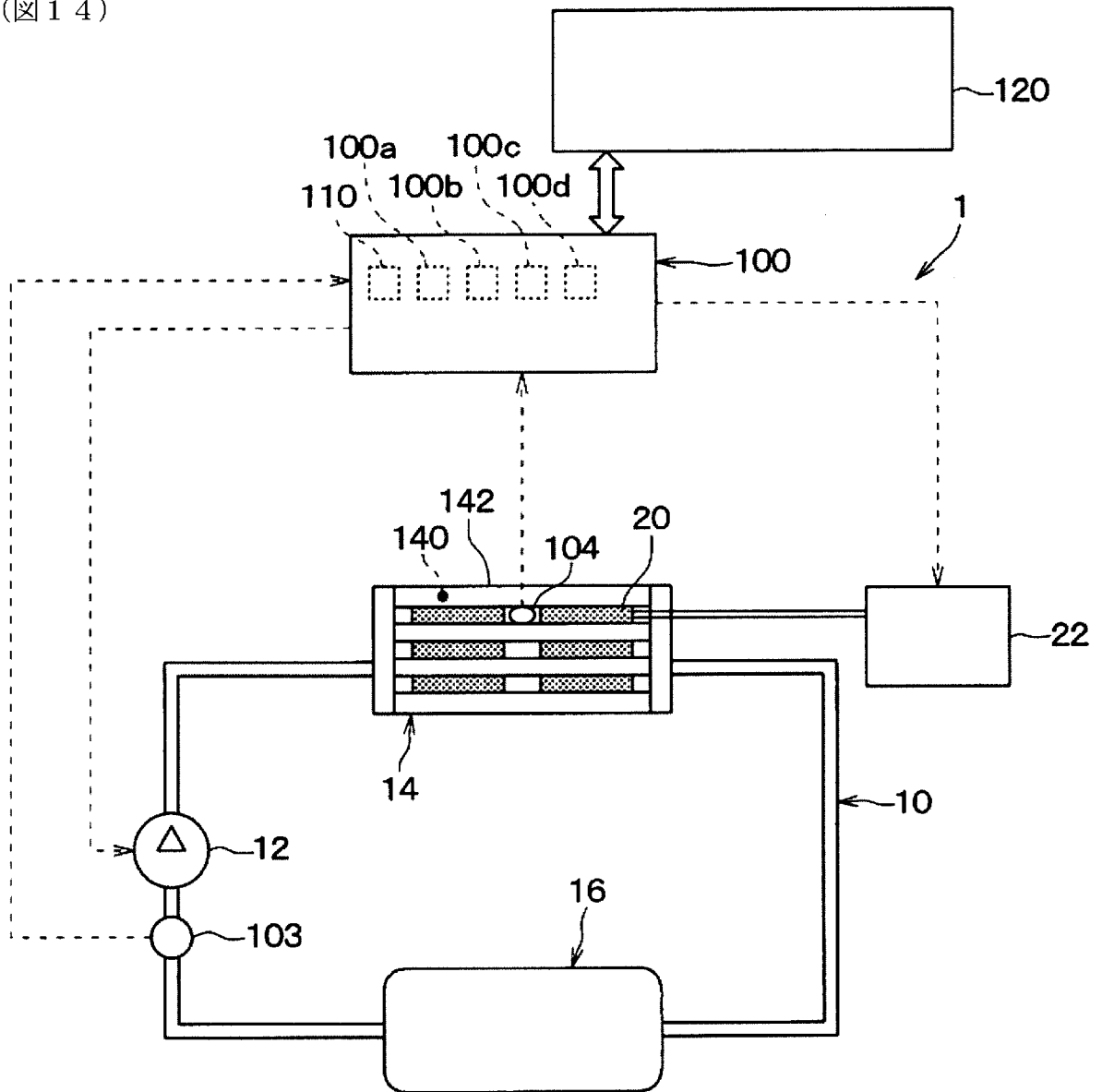
[図13]

(図13)



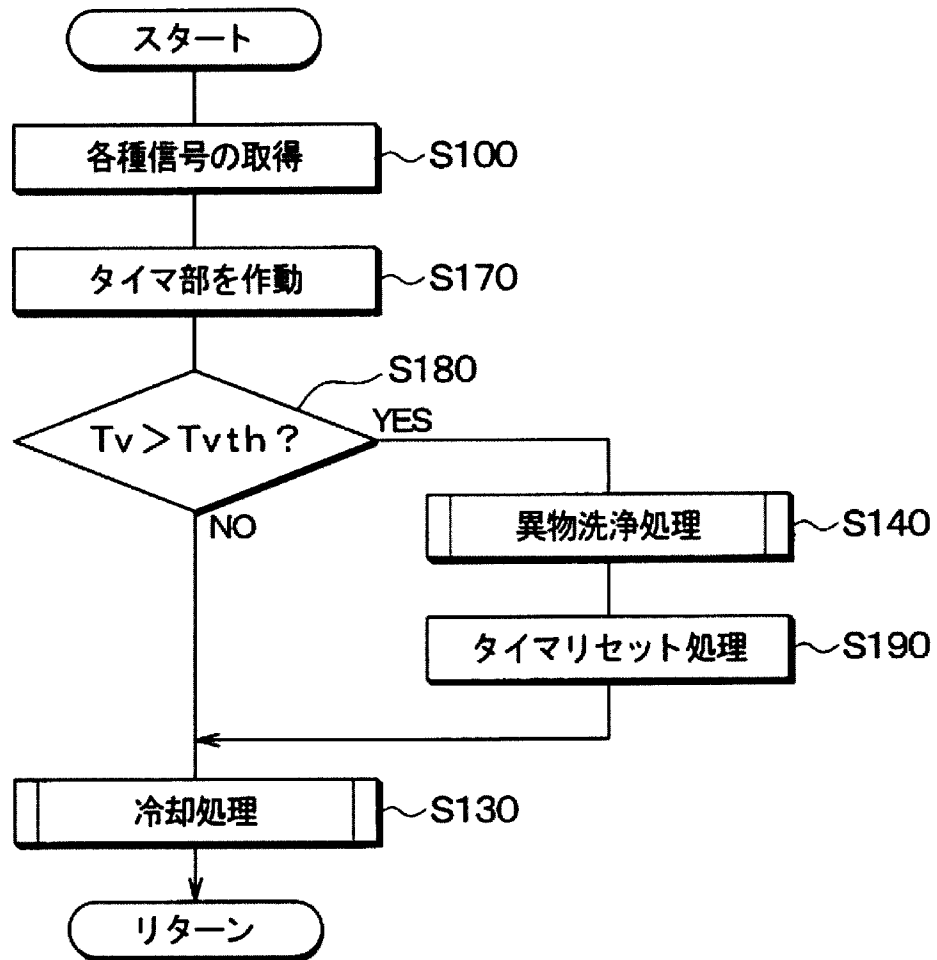
[図14]

(図14)



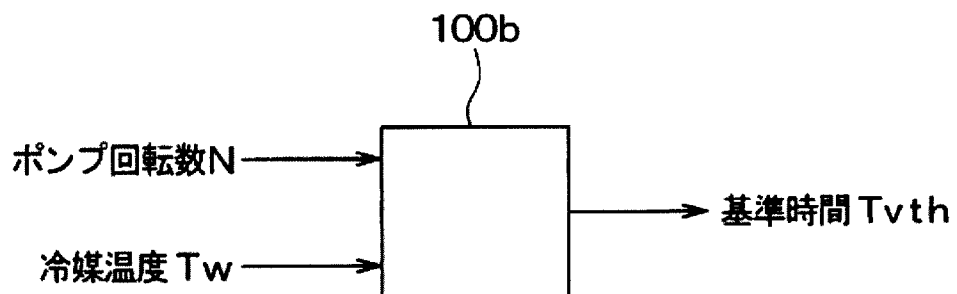
[図15]

(図15)



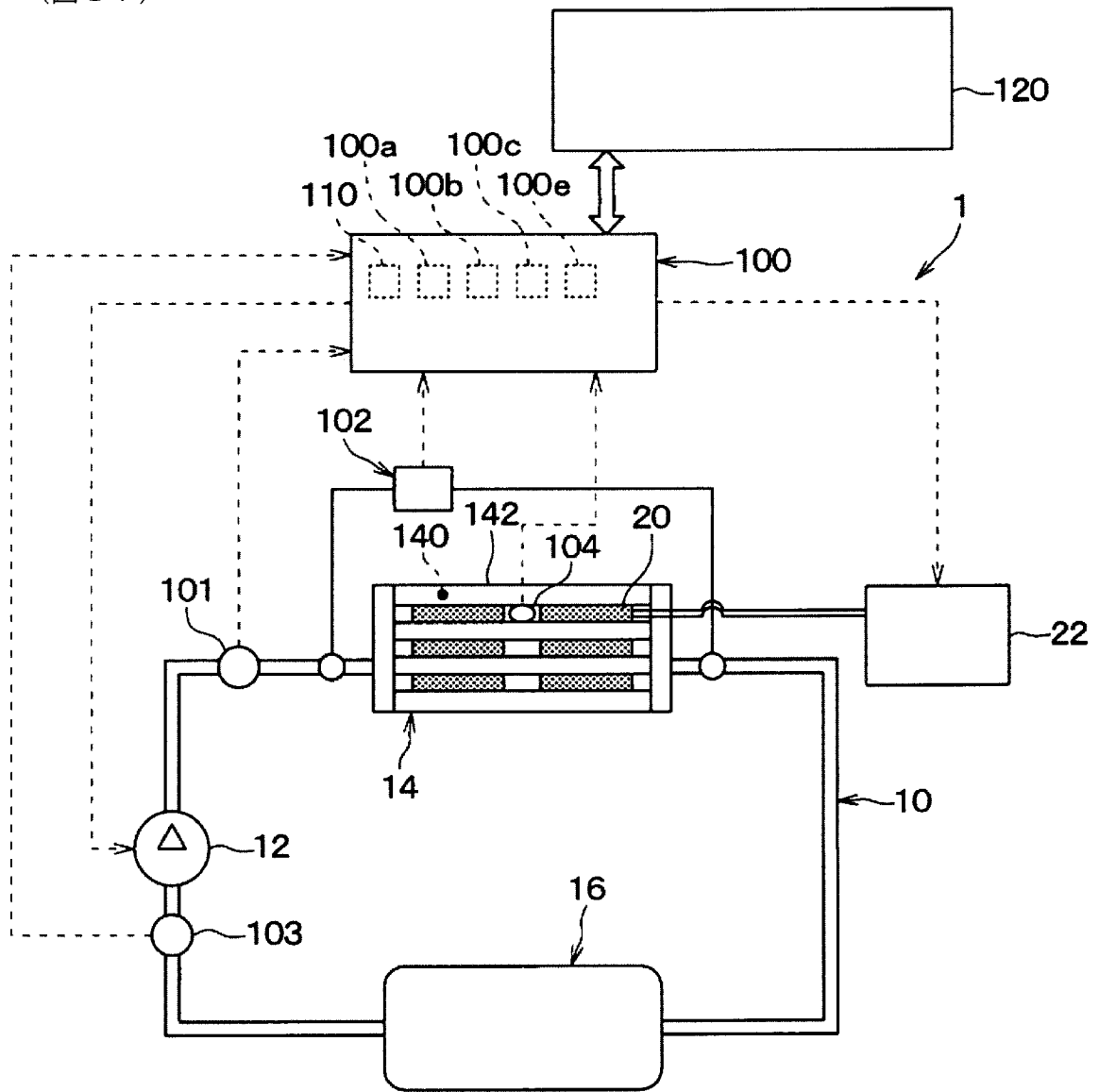
[図16]

(図16)



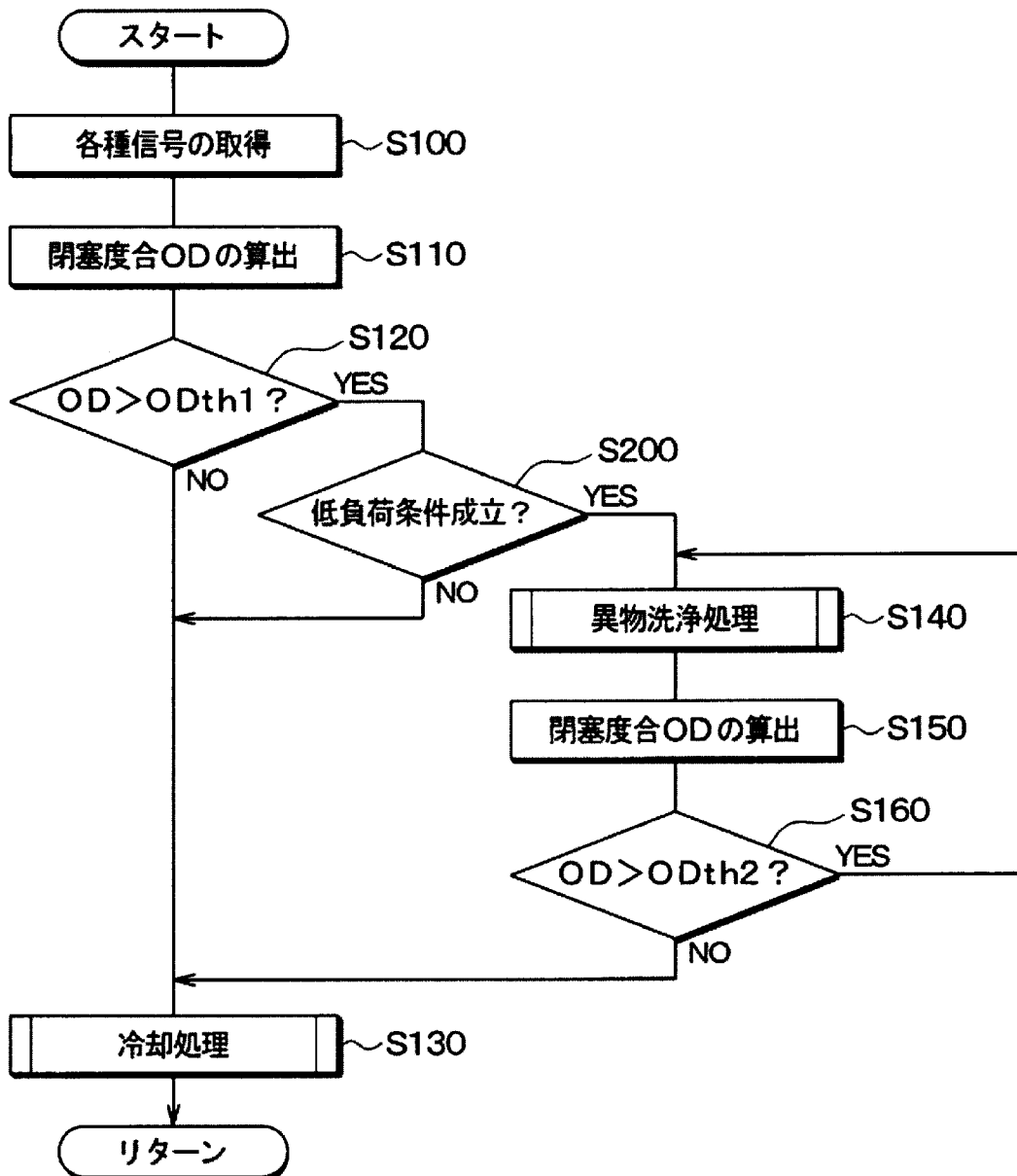
[図17]

(図 17)



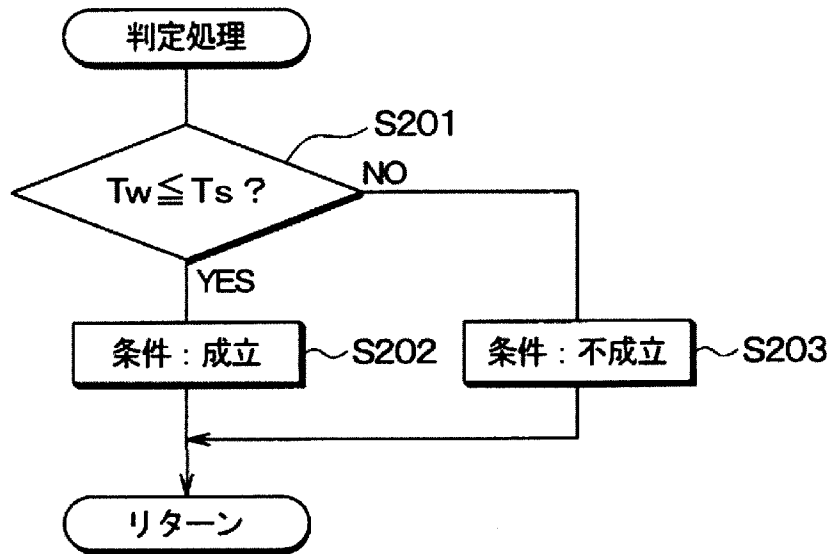
[図18]

(図18)



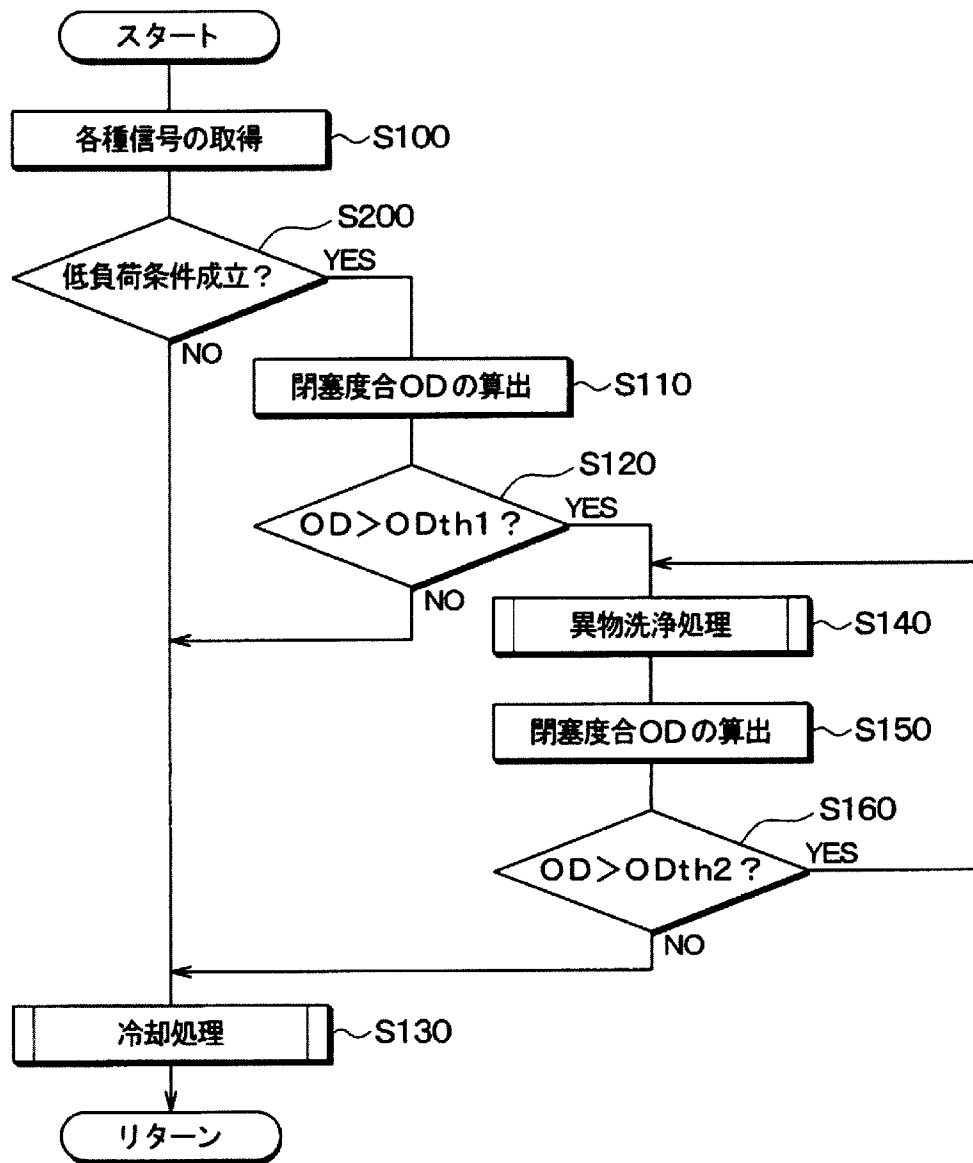
[図19]

(図19)



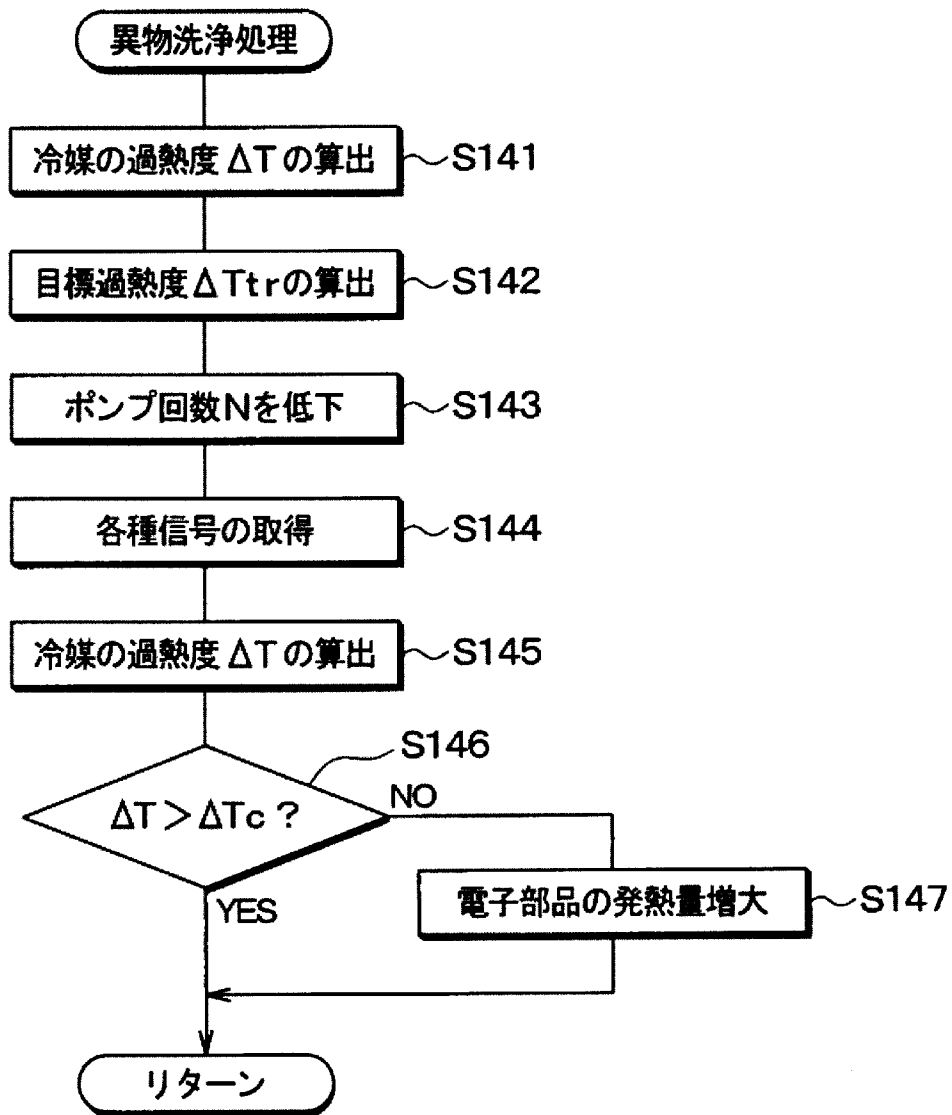
[図20]

(図20)



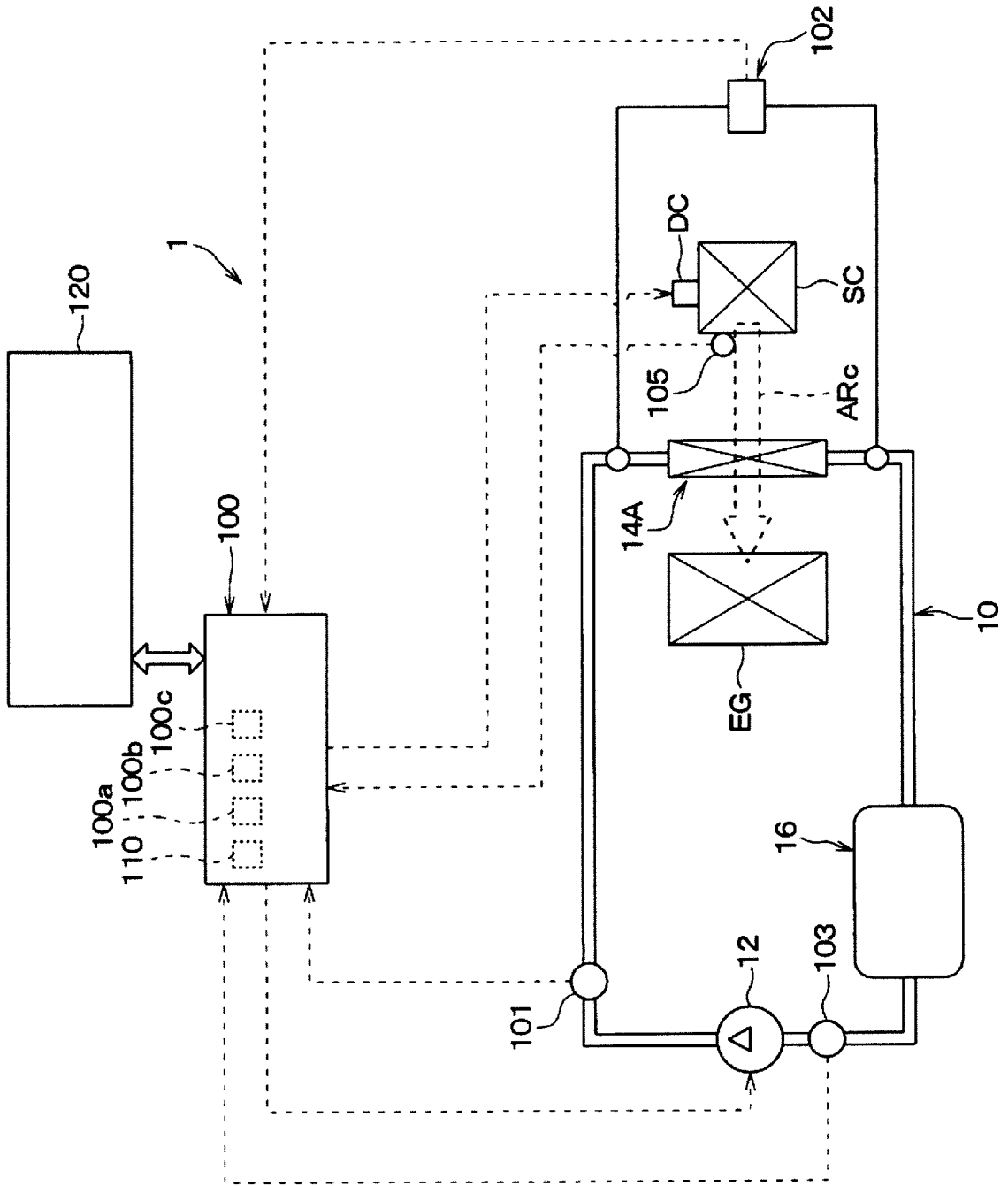
[図21]

(図 2 1)



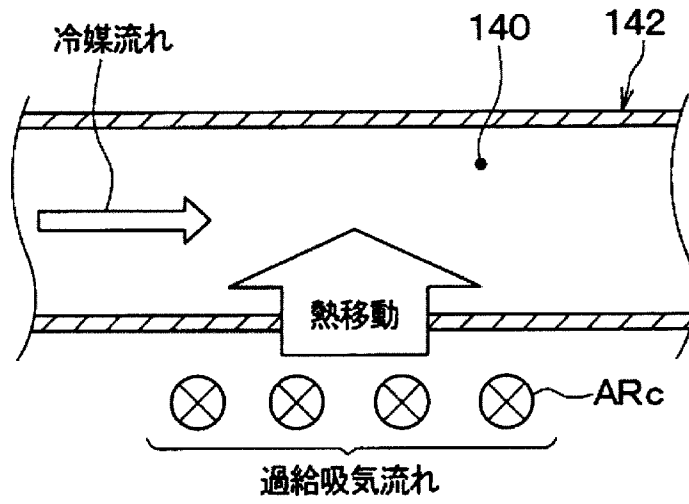
[図22]

(図 22)



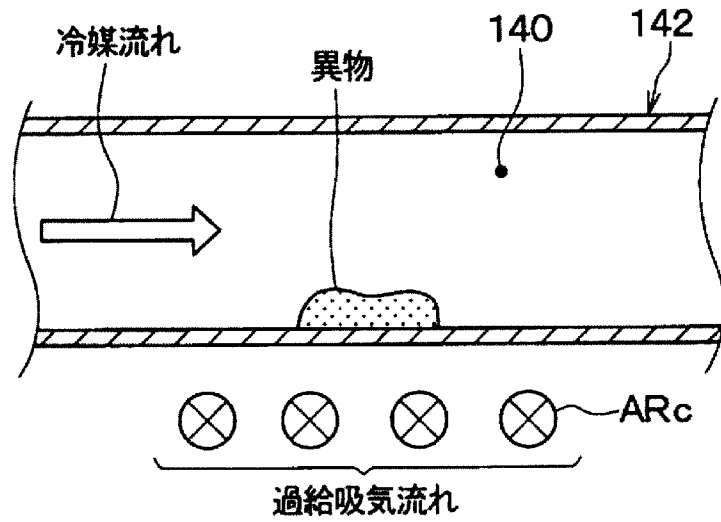
[図23]

(図23)



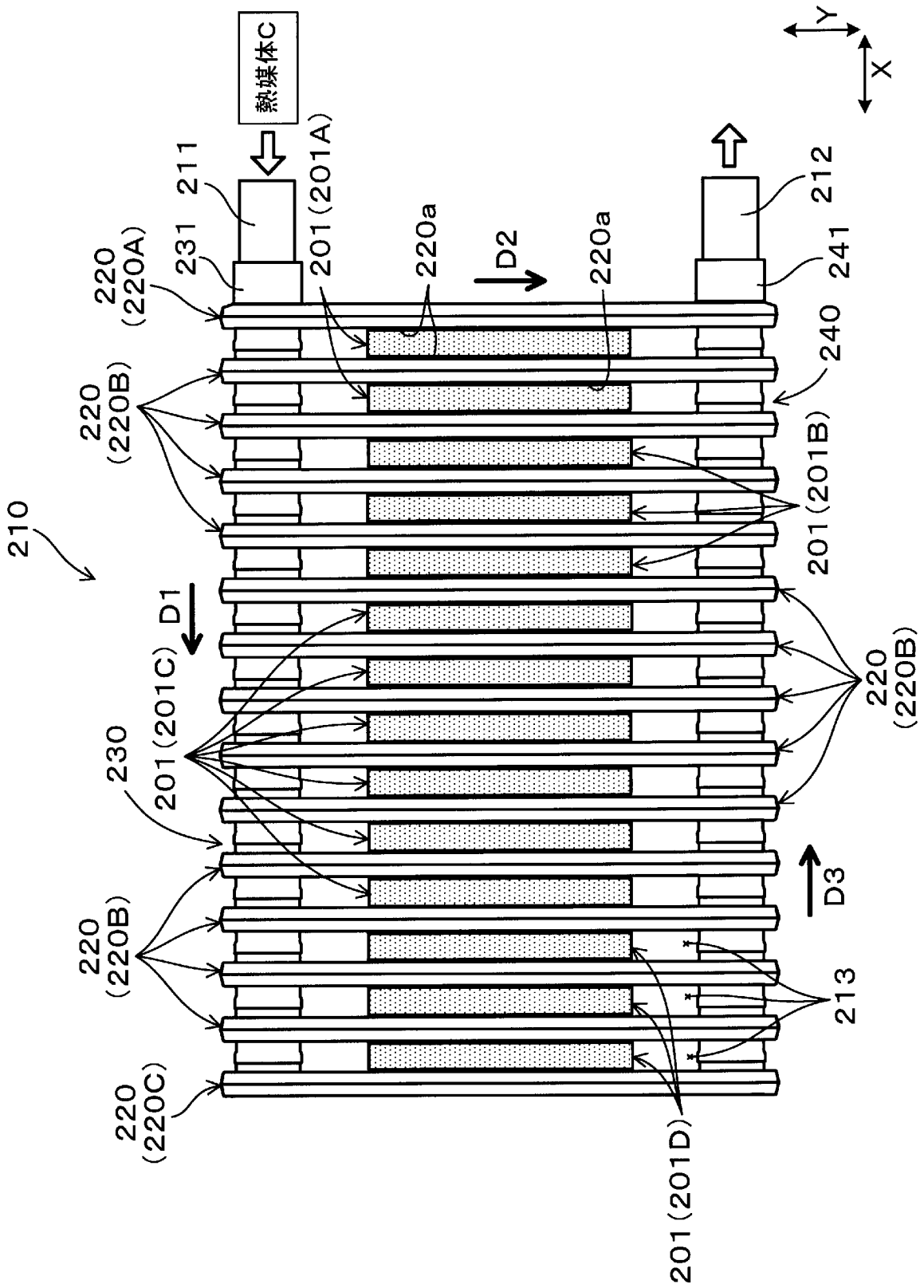
[図24]

(図24)



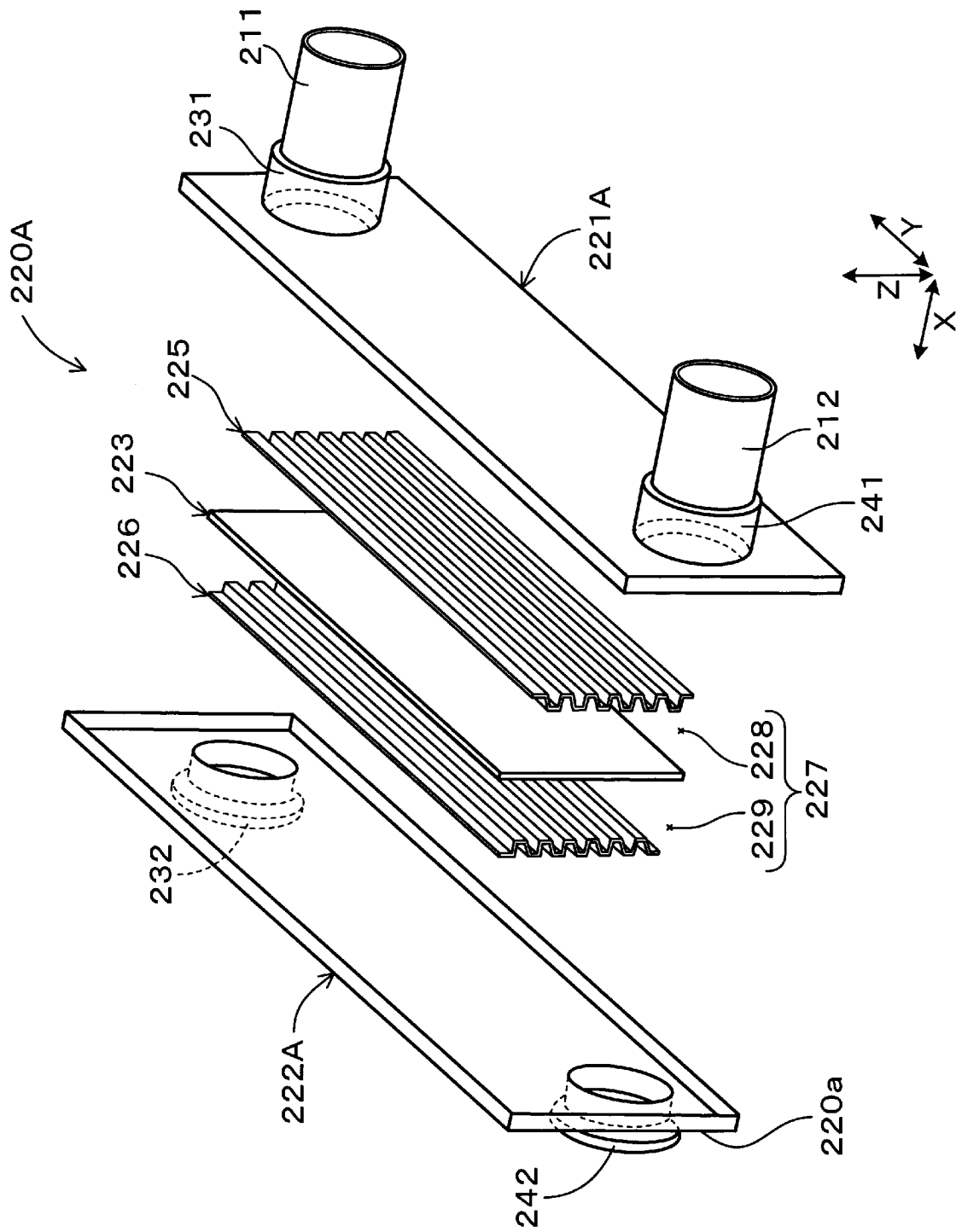
[図25]

(図25)



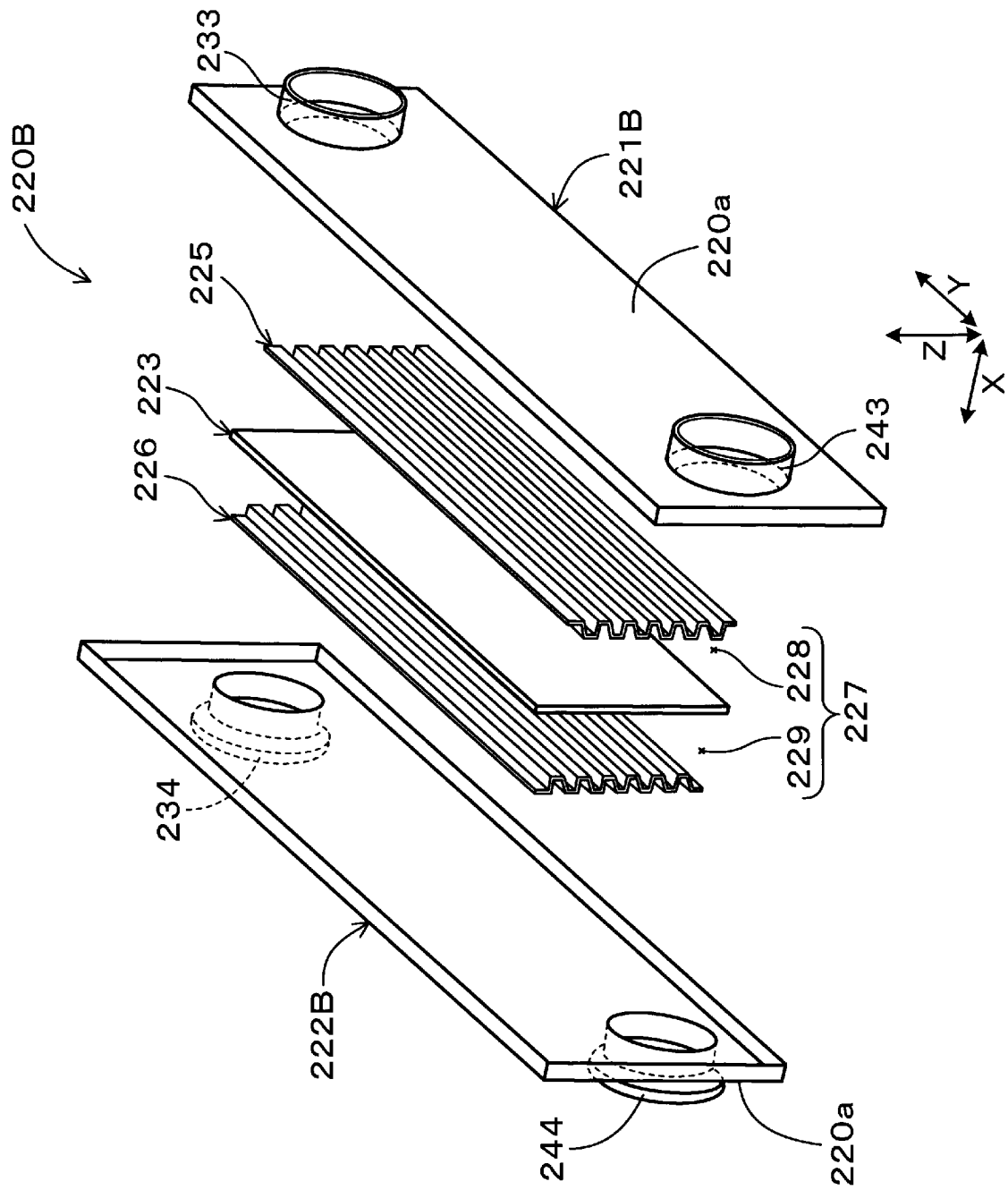
[図26]

(図26)



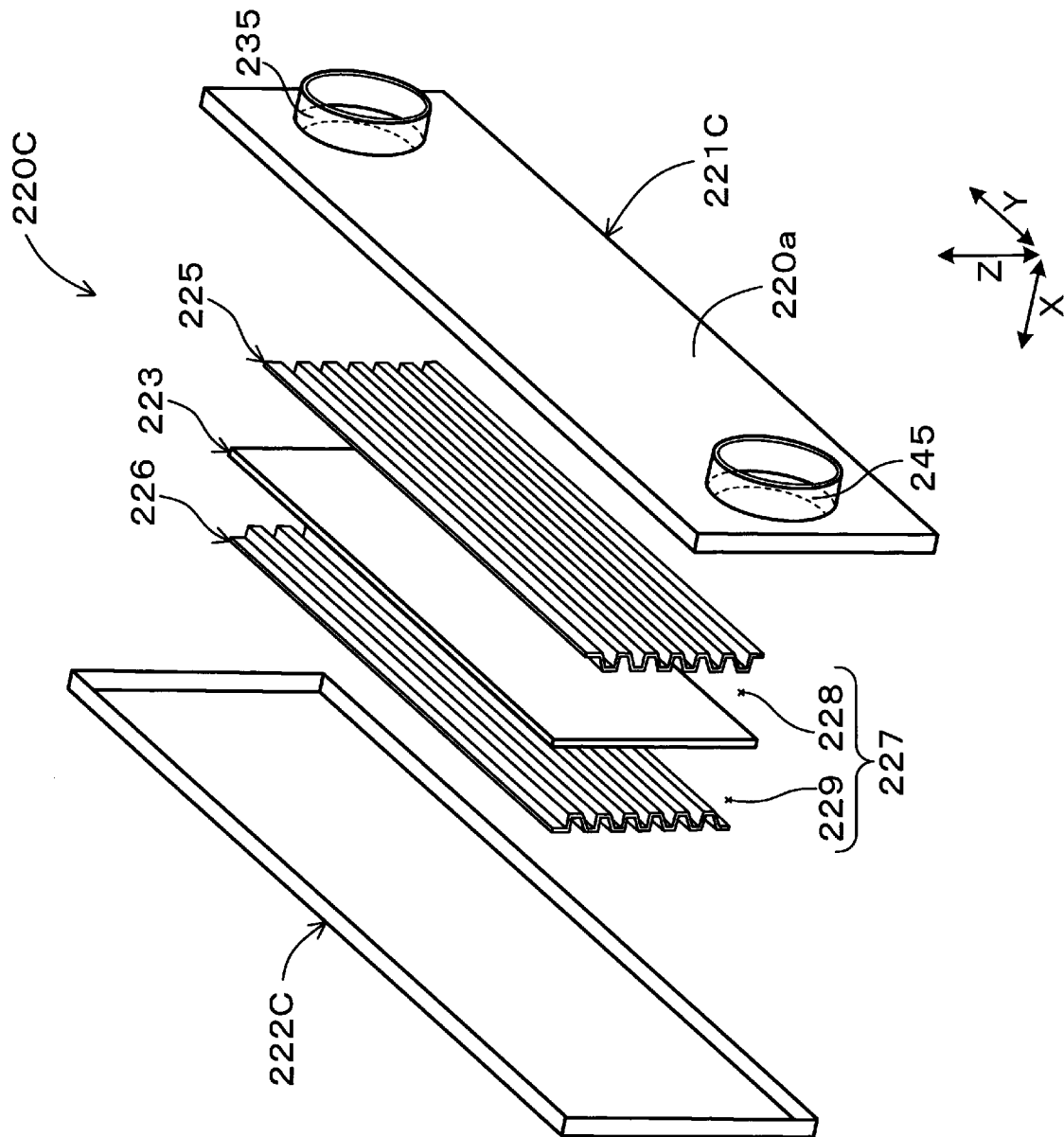
[図27]

(図27)



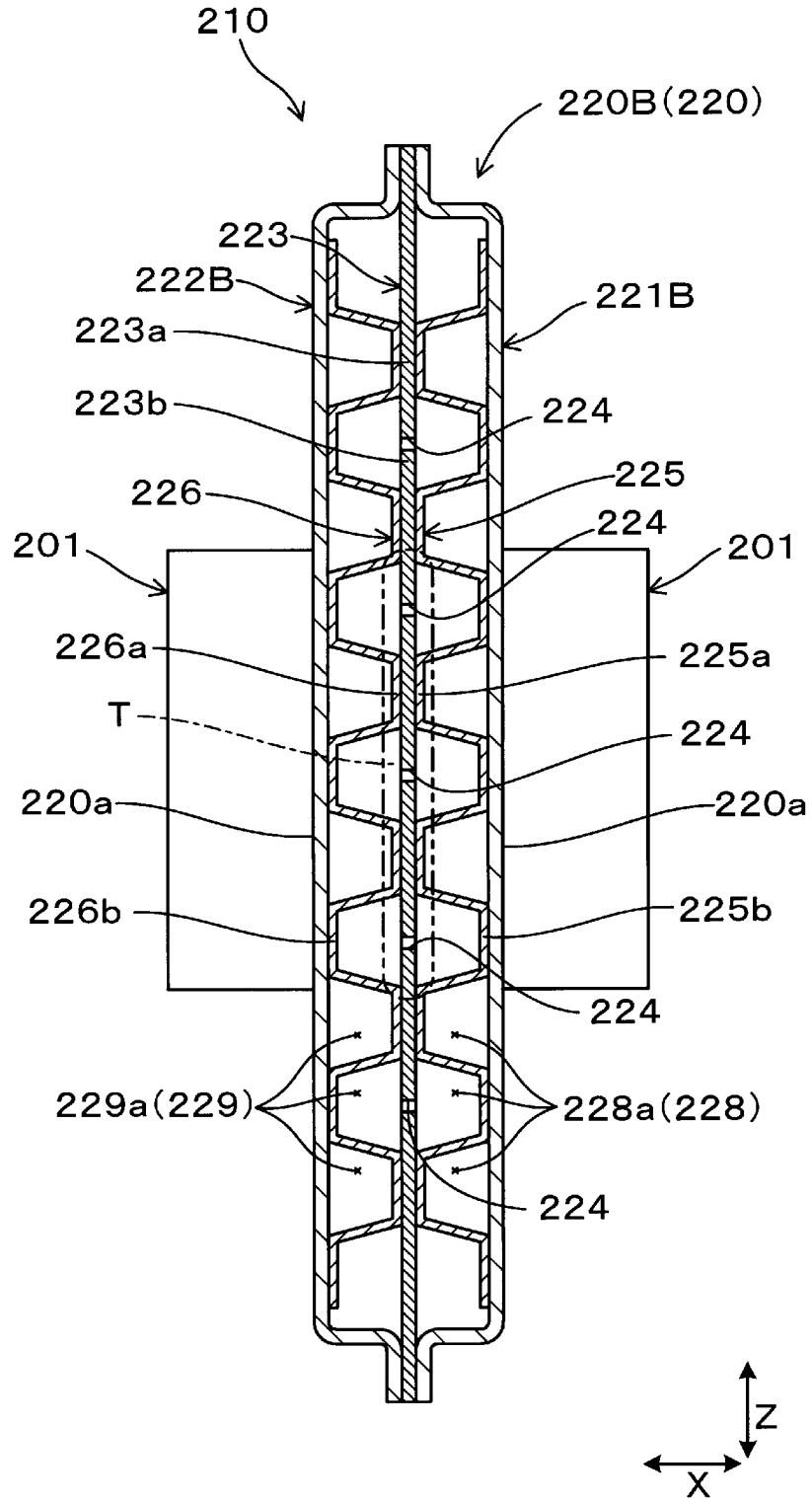
[図28]

(図28)



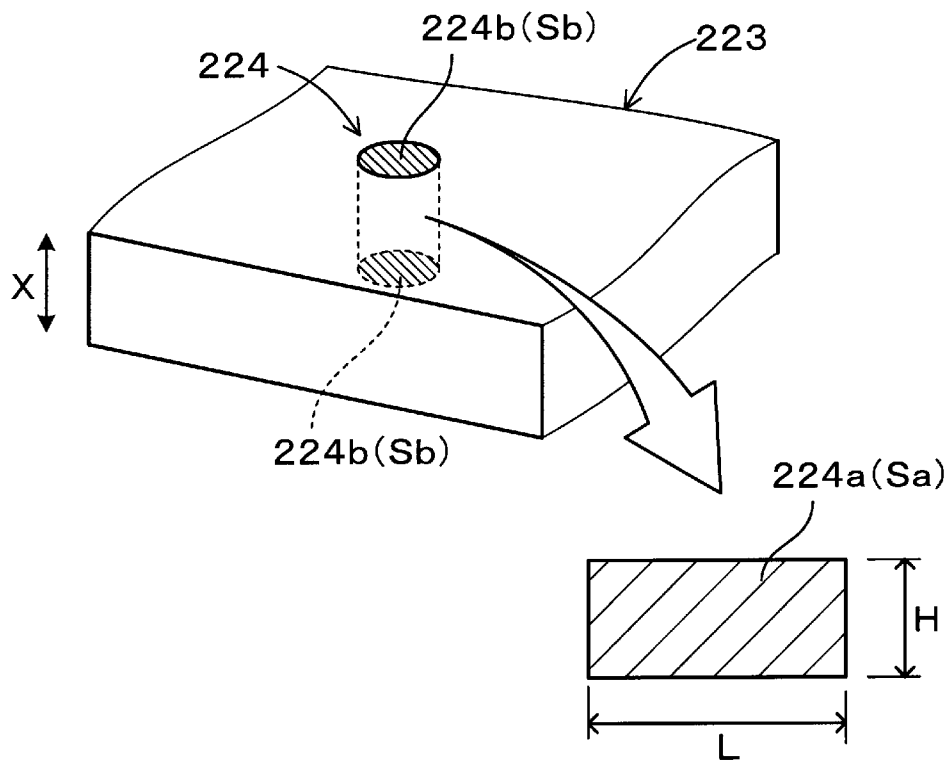
[図29]

(図29)



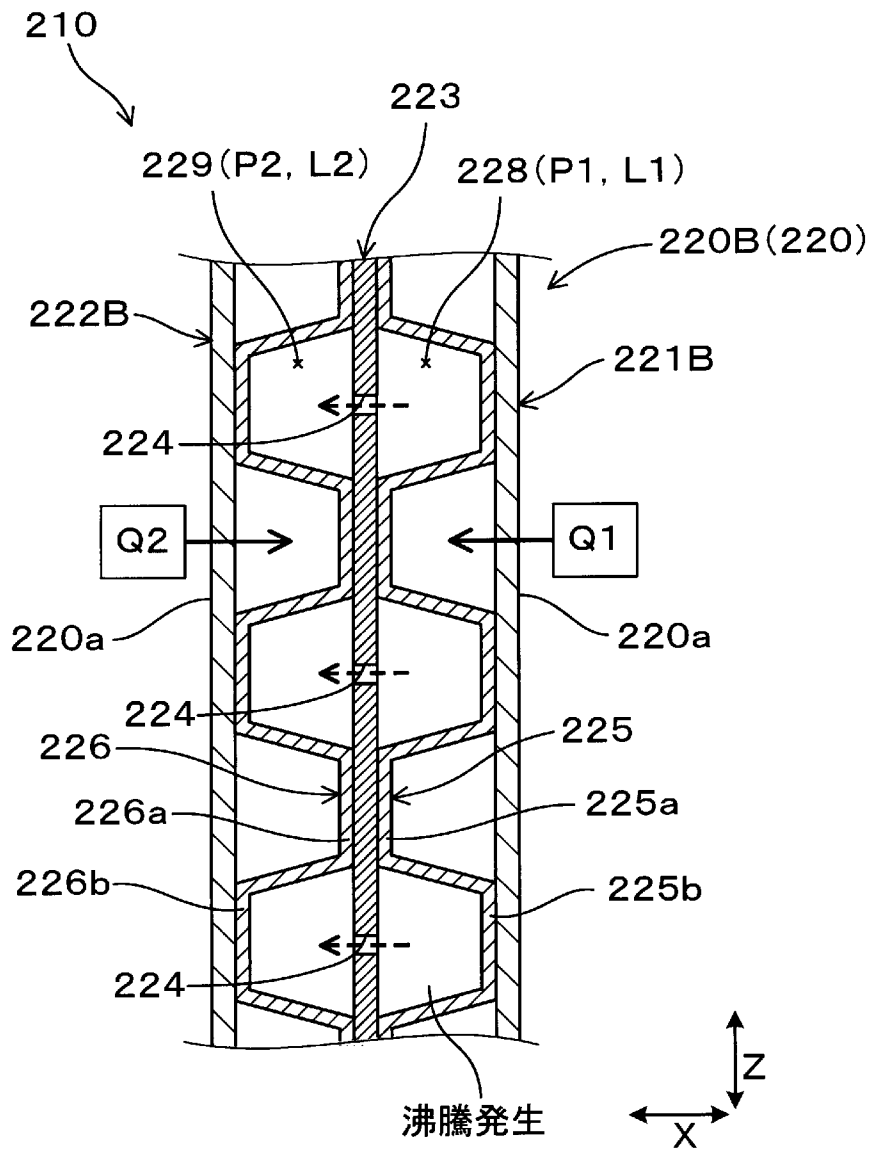
[図30]

(図30)



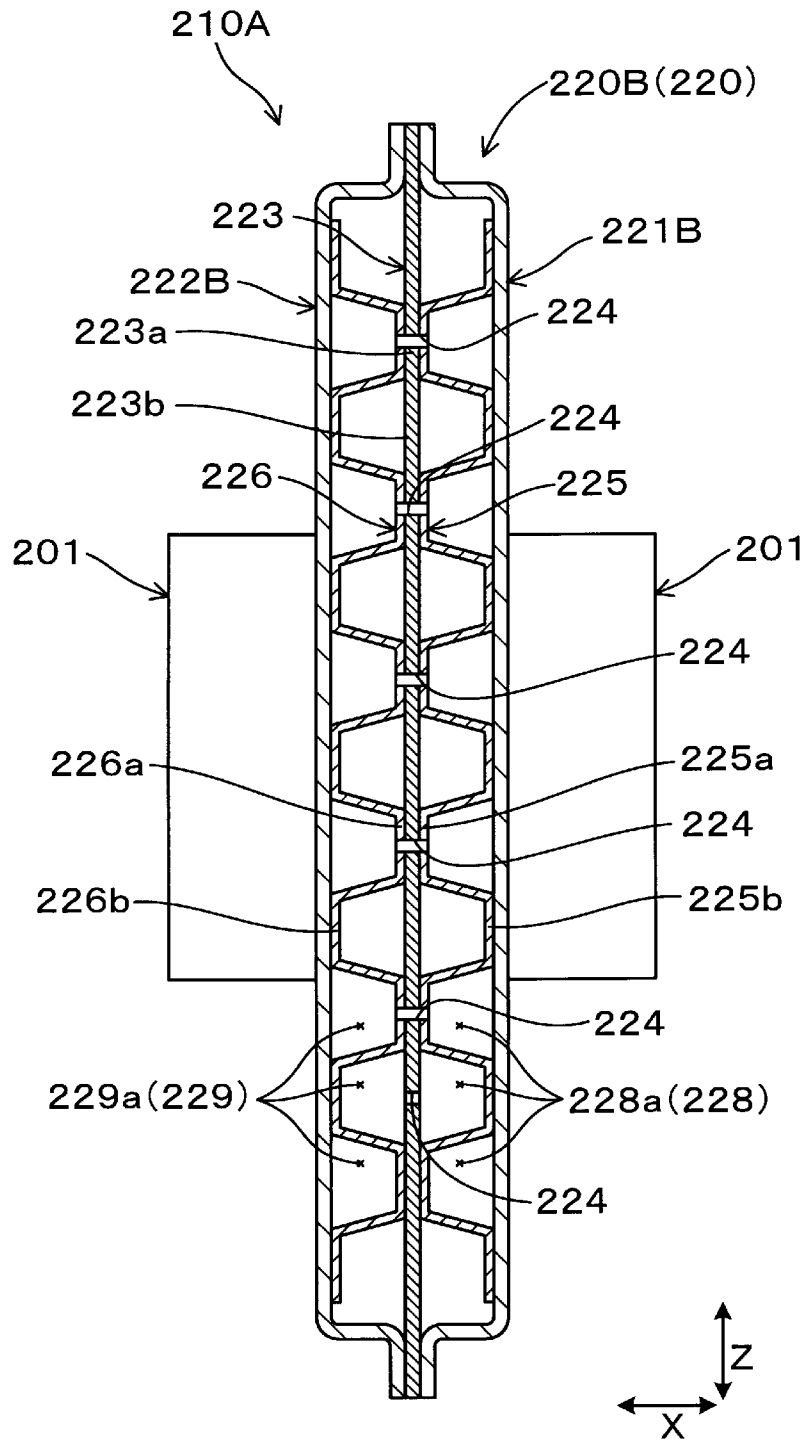
[図31]

(図 3 1)



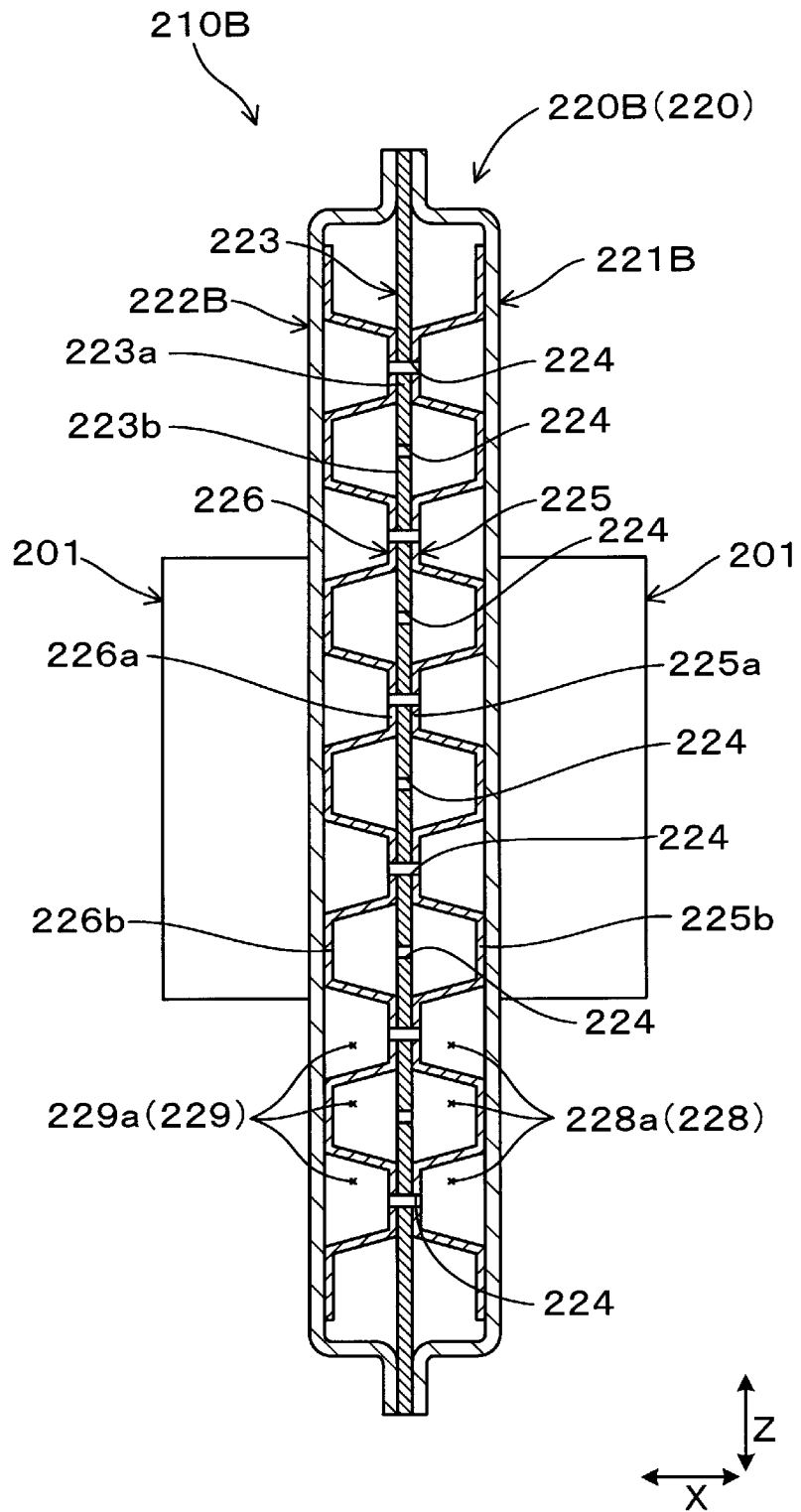
[図32]

(図32)



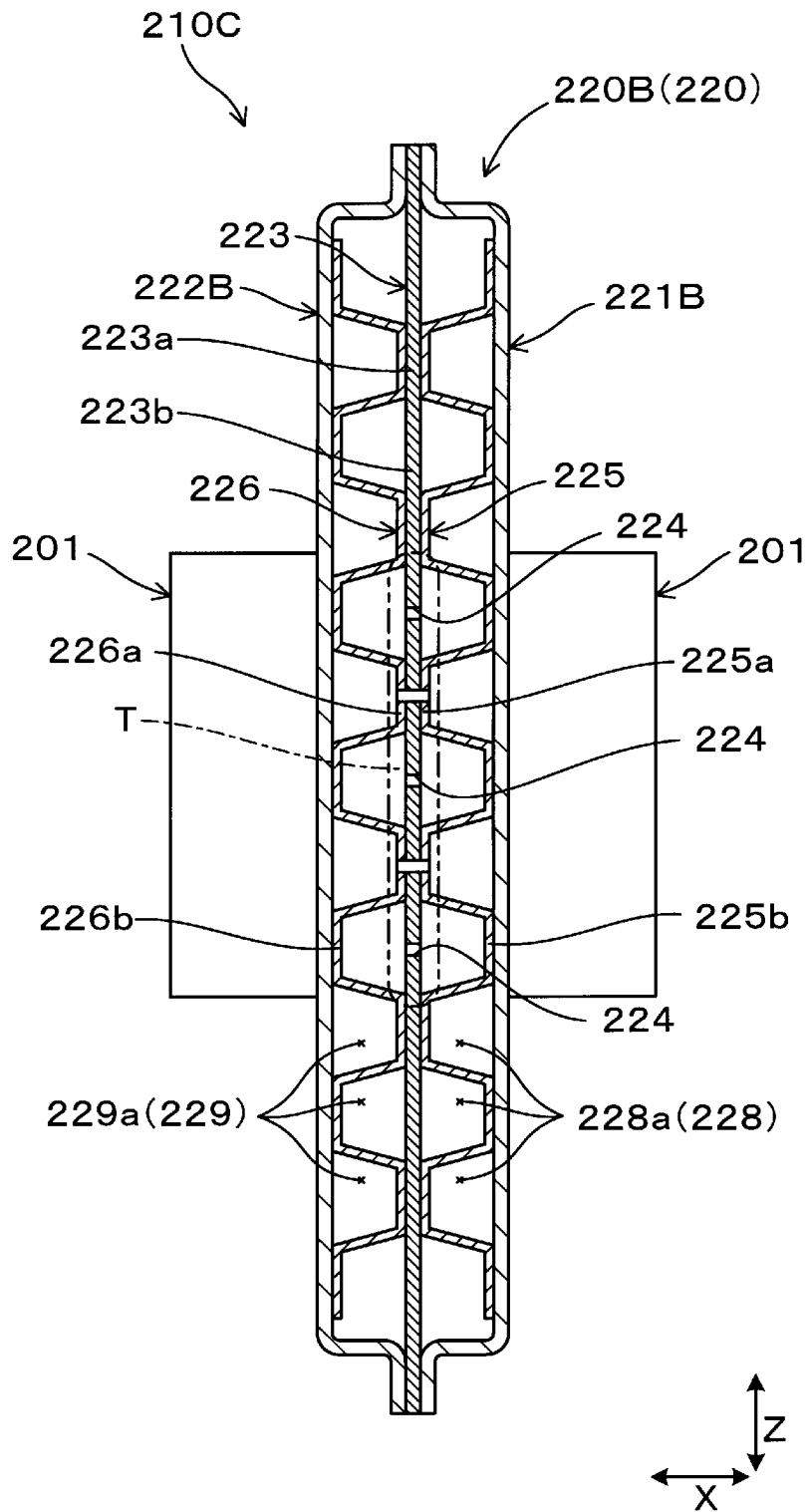
[図33]

(図33)



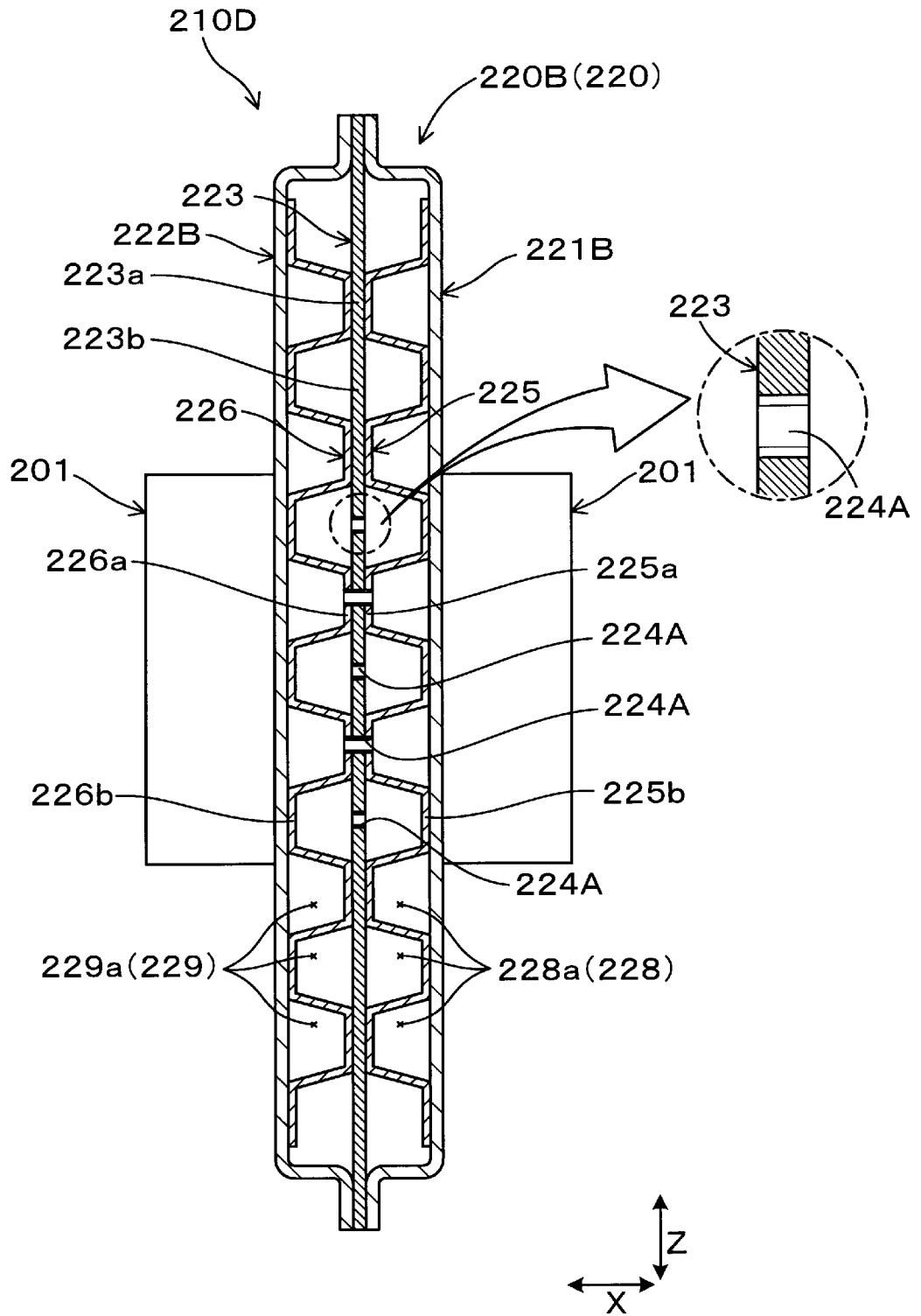
[図34]

(図34)



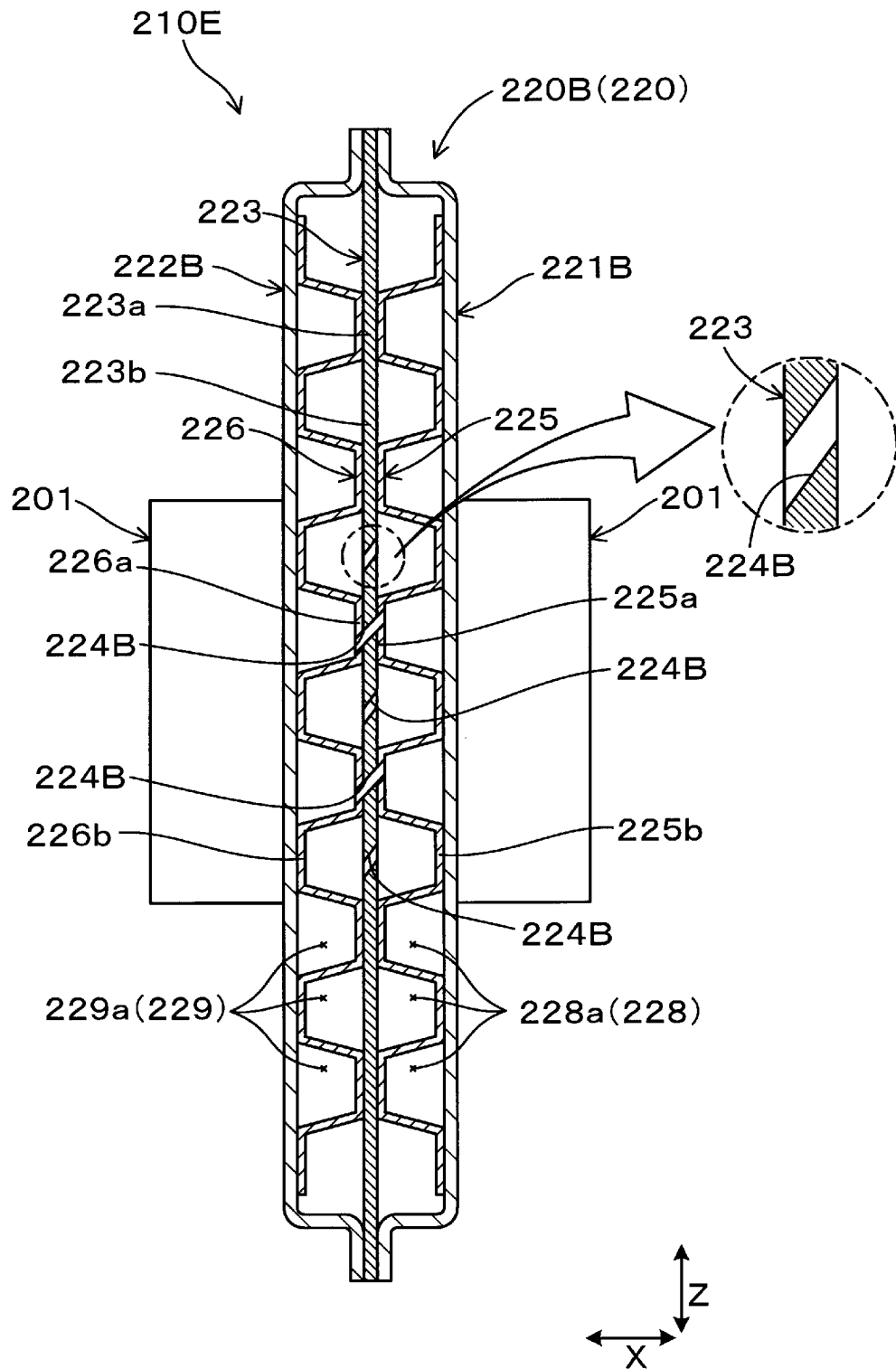
[図35]

(図 35)



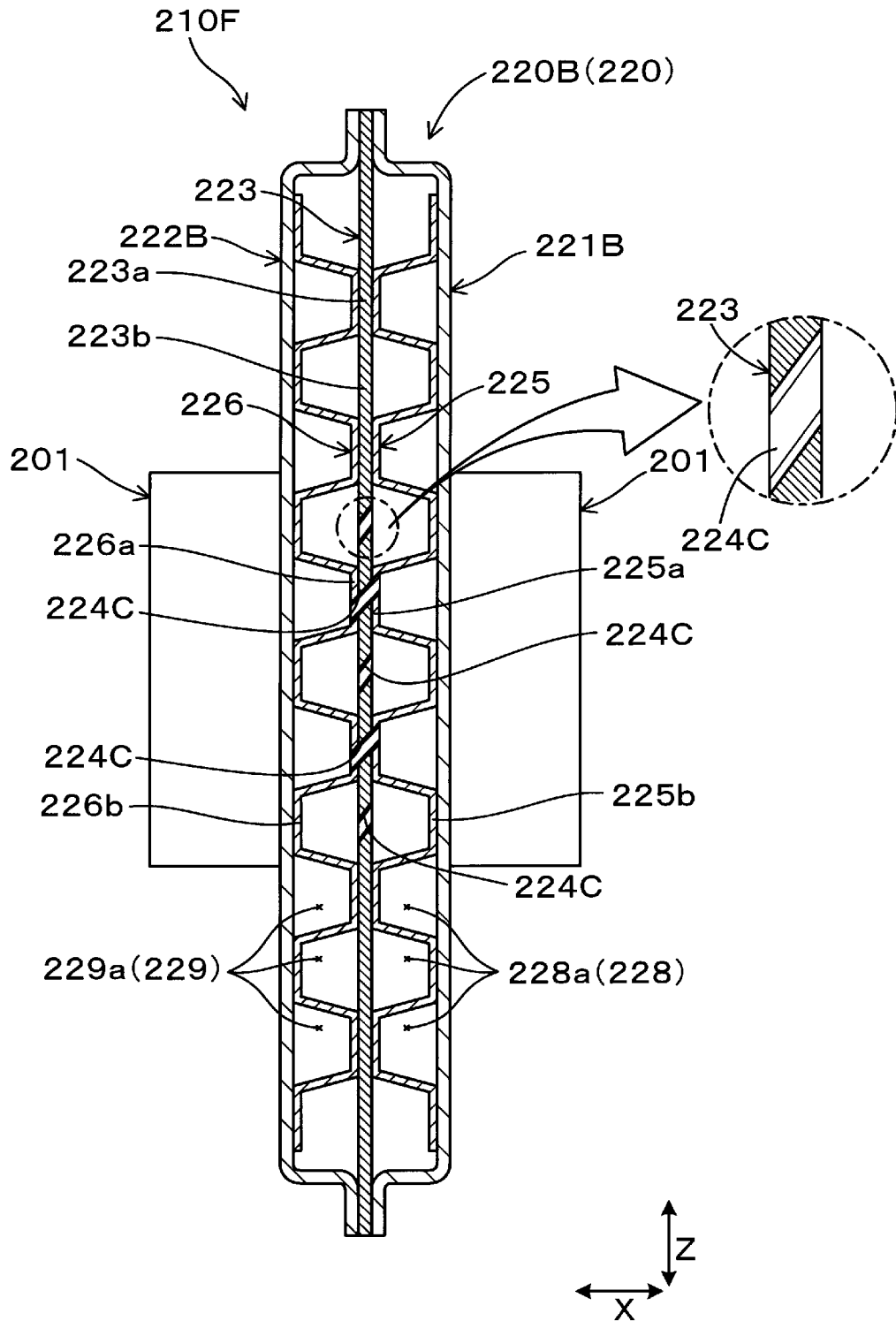
[図36]

(図36)



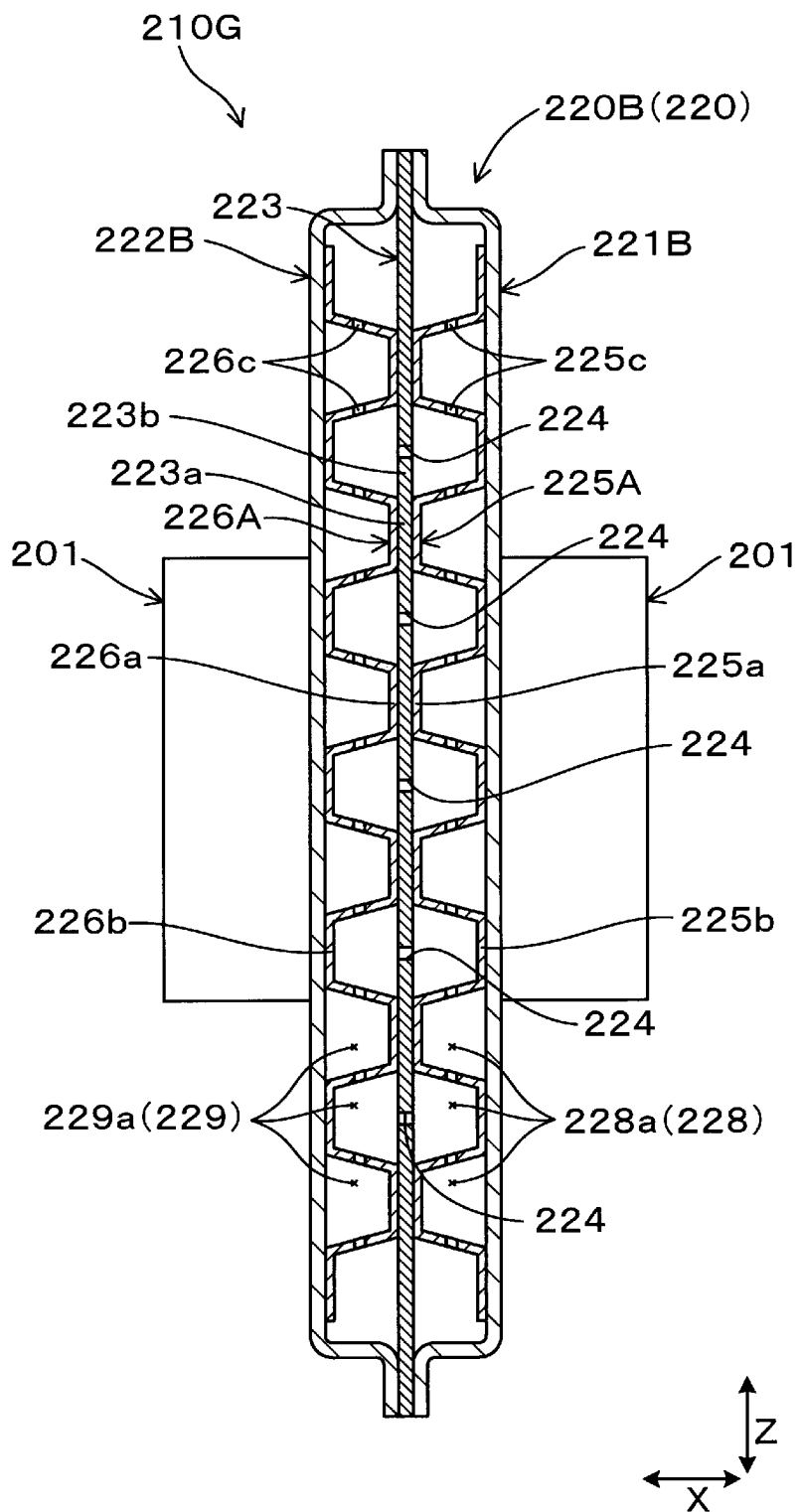
[図37]

(図 37)



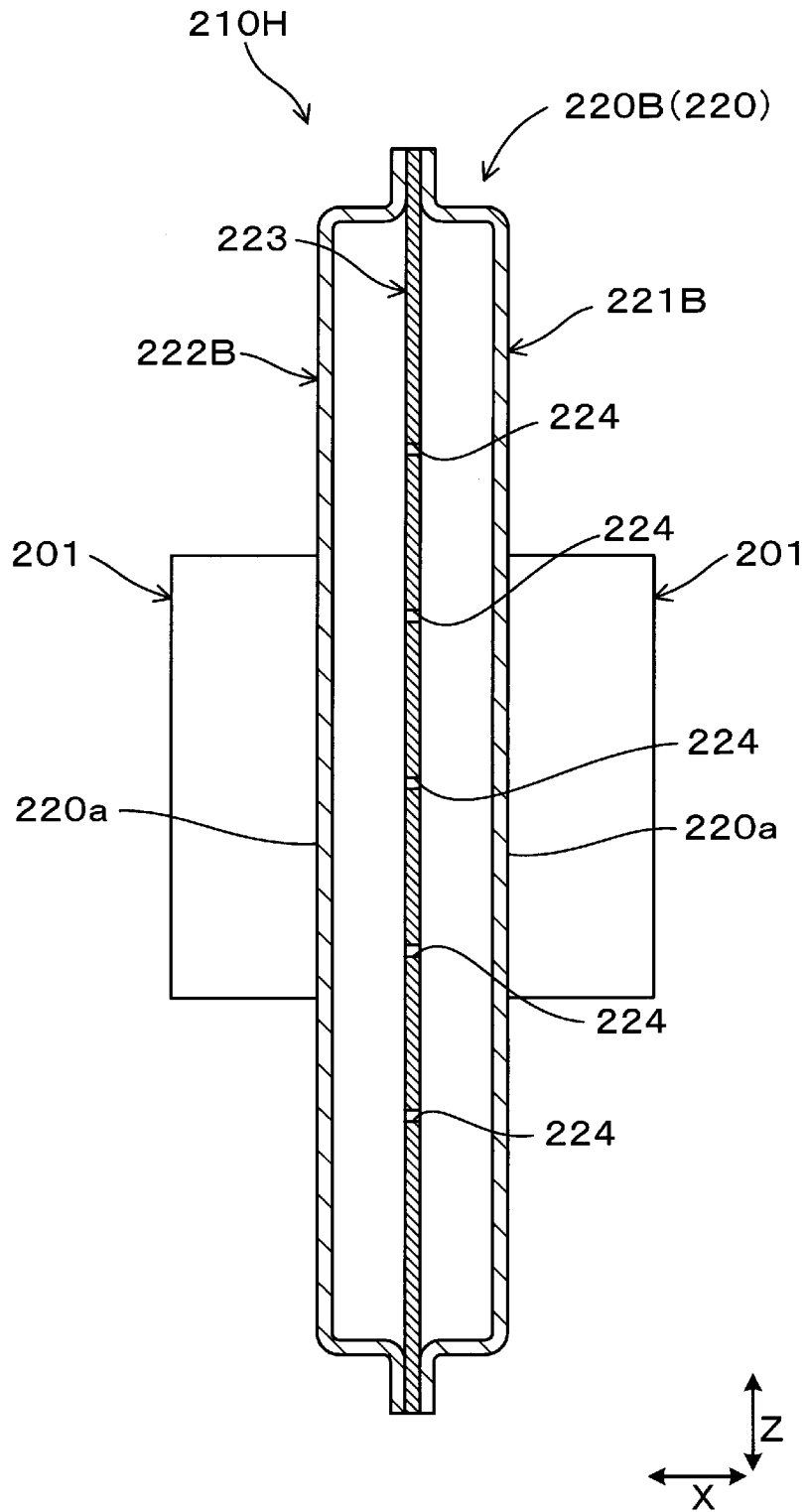
[図38]

(図38)



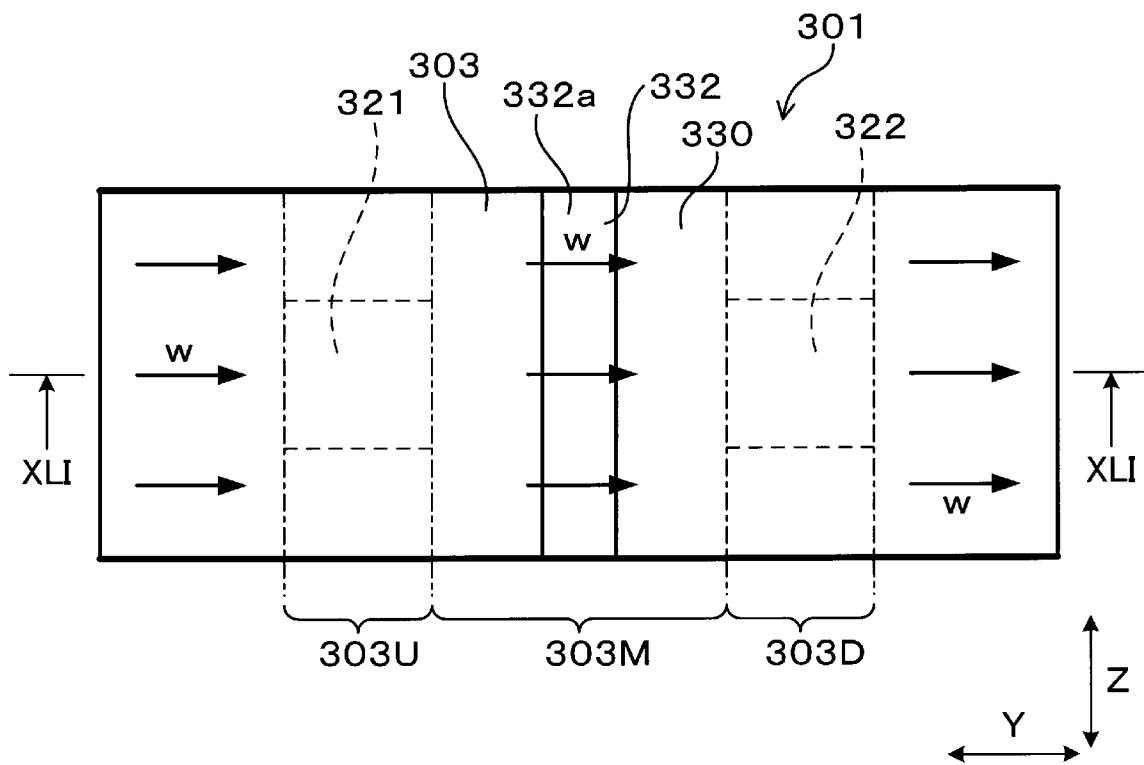
[図39]

(図39)



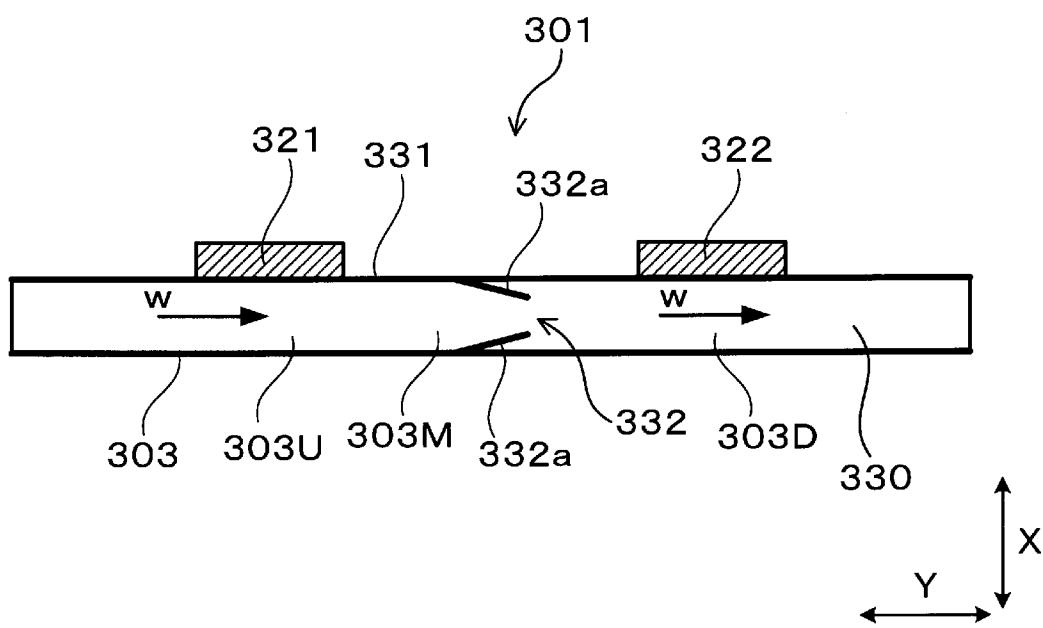
[図40]

(図40)



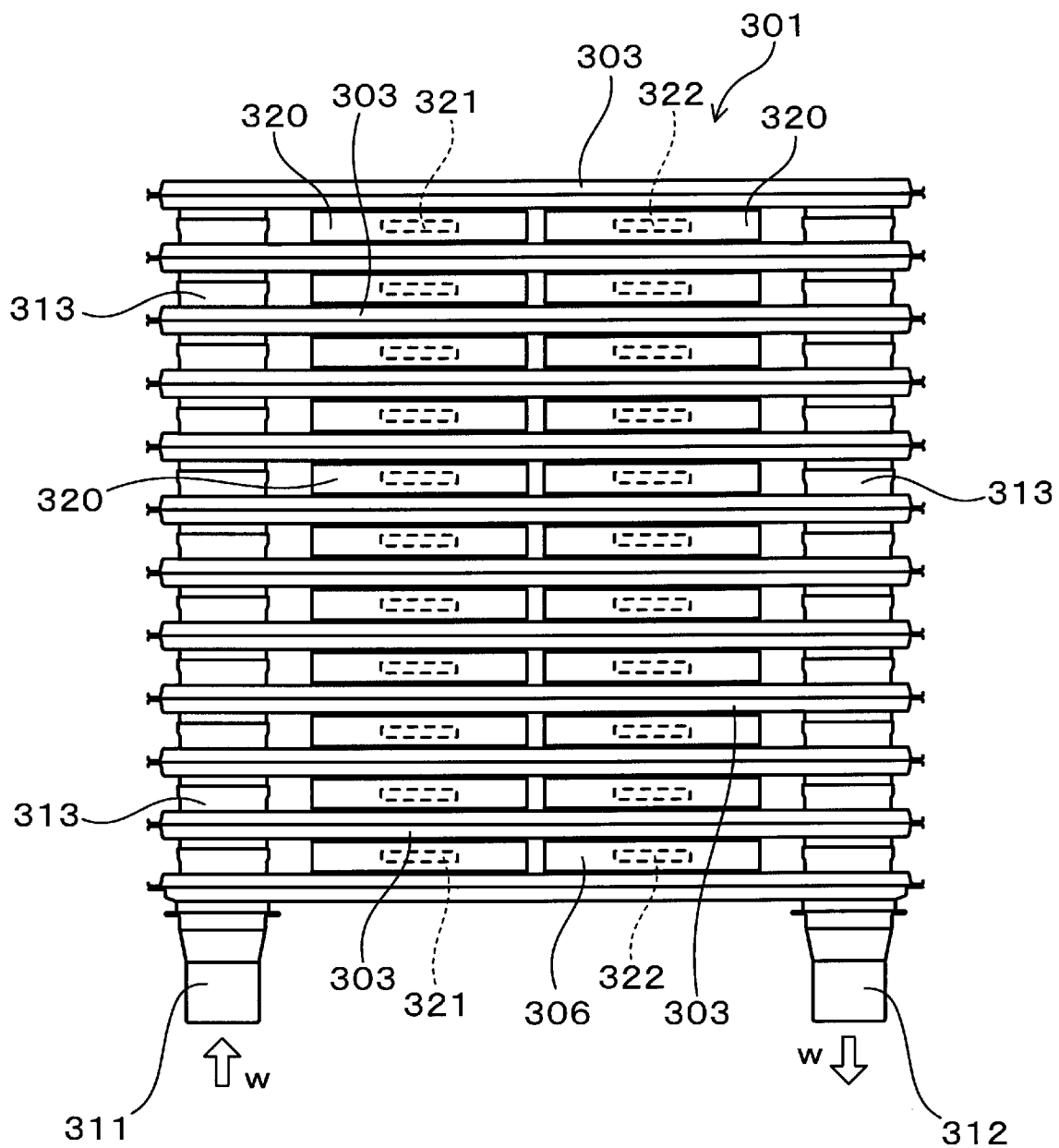
[図41]

(図41)



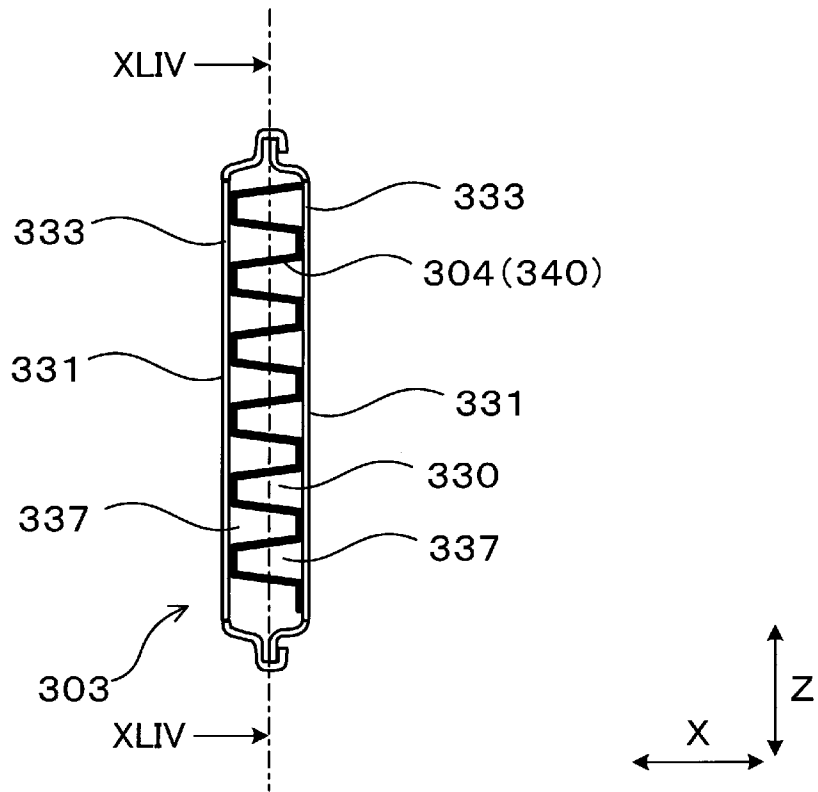
[図42]

(図42)



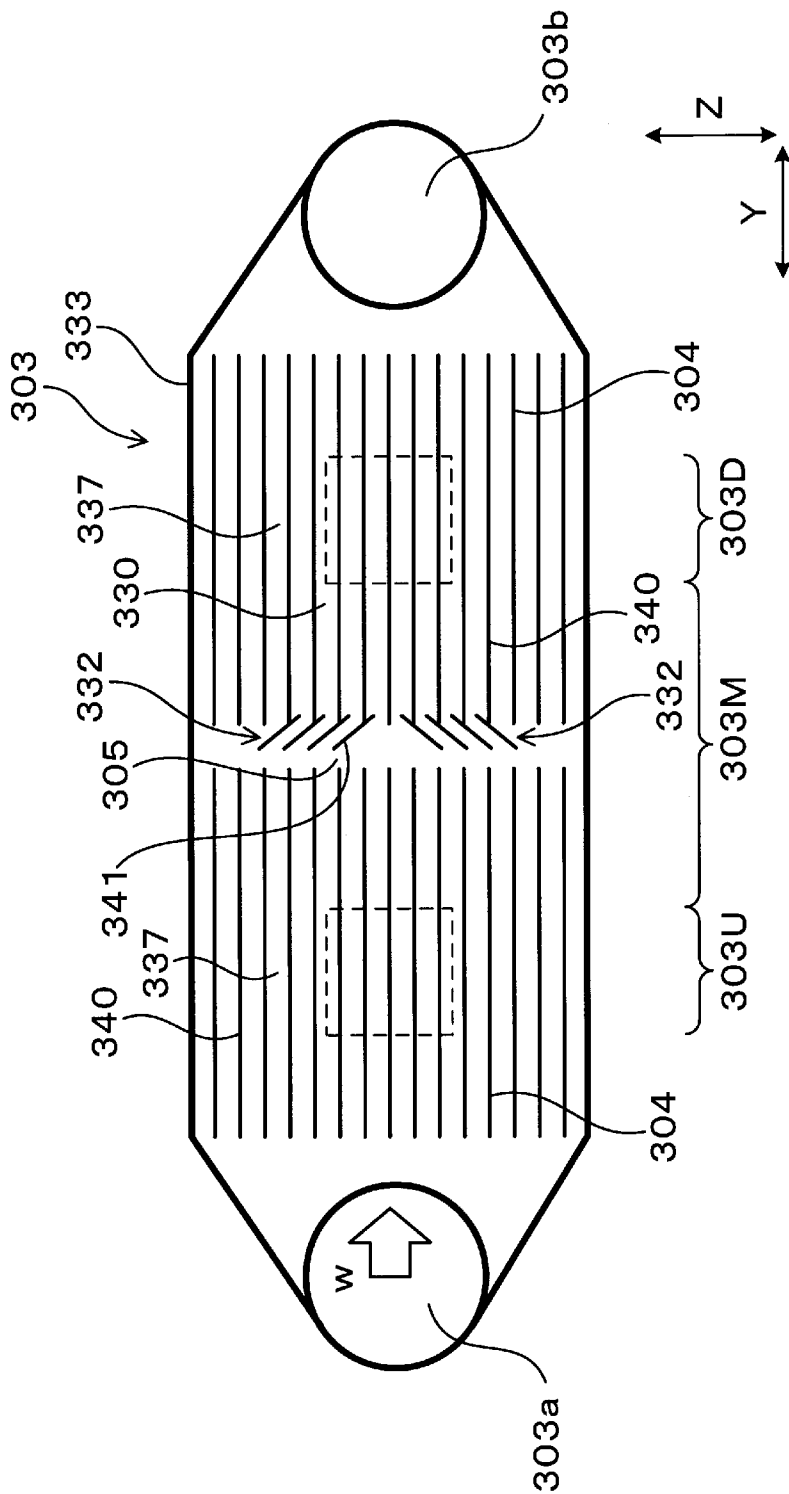
[図43]

(図43)



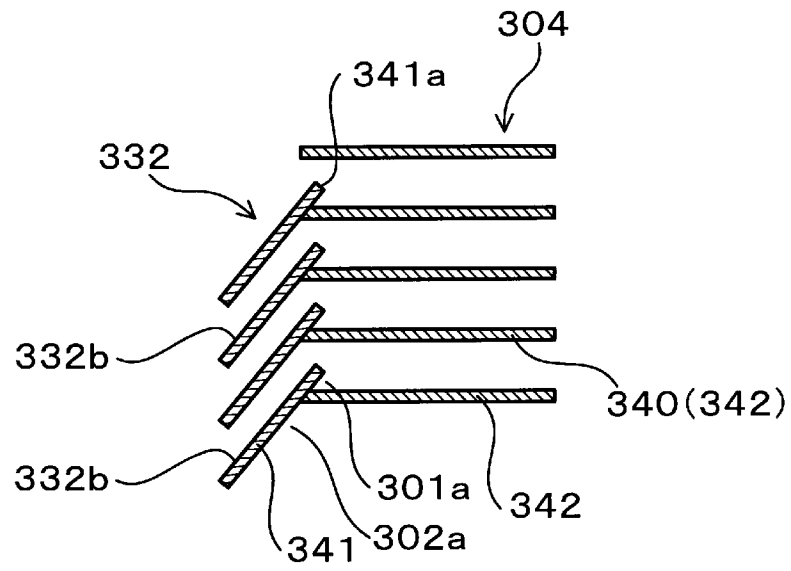
[図44]

(図44)



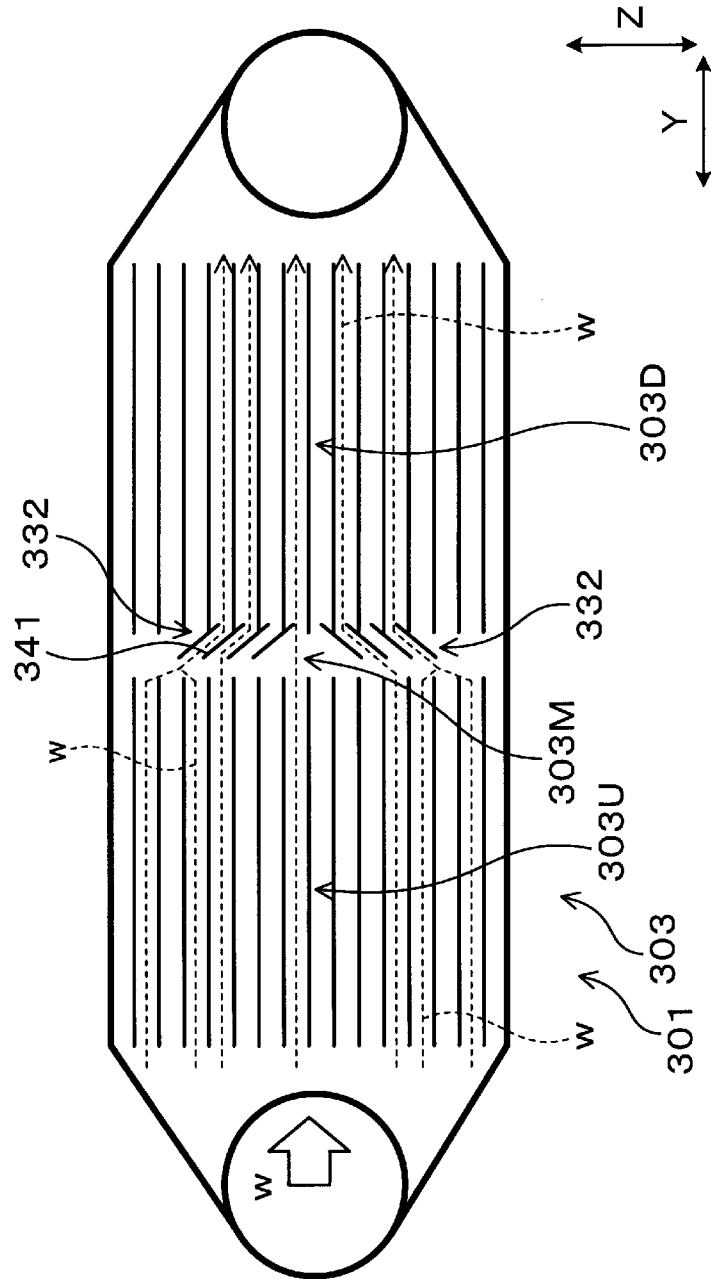
[図45]

(図45)



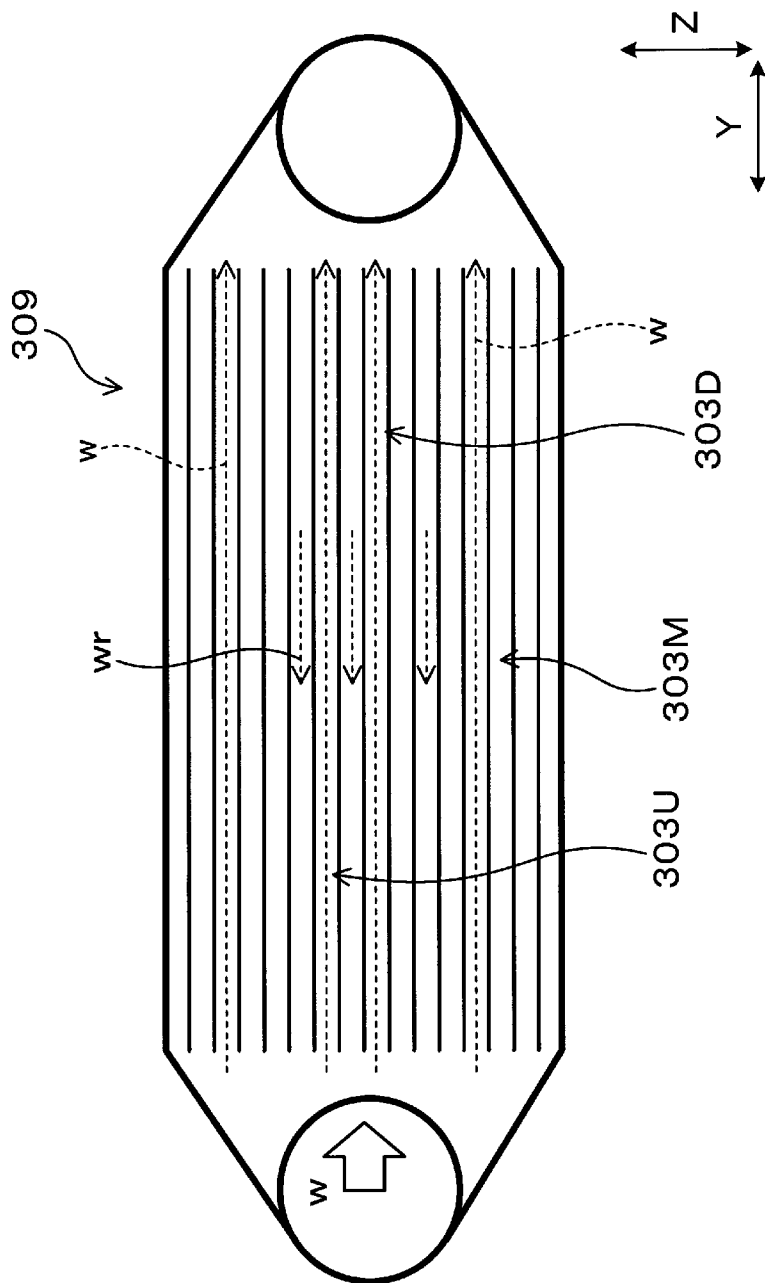
[図46]

(図 4 6)



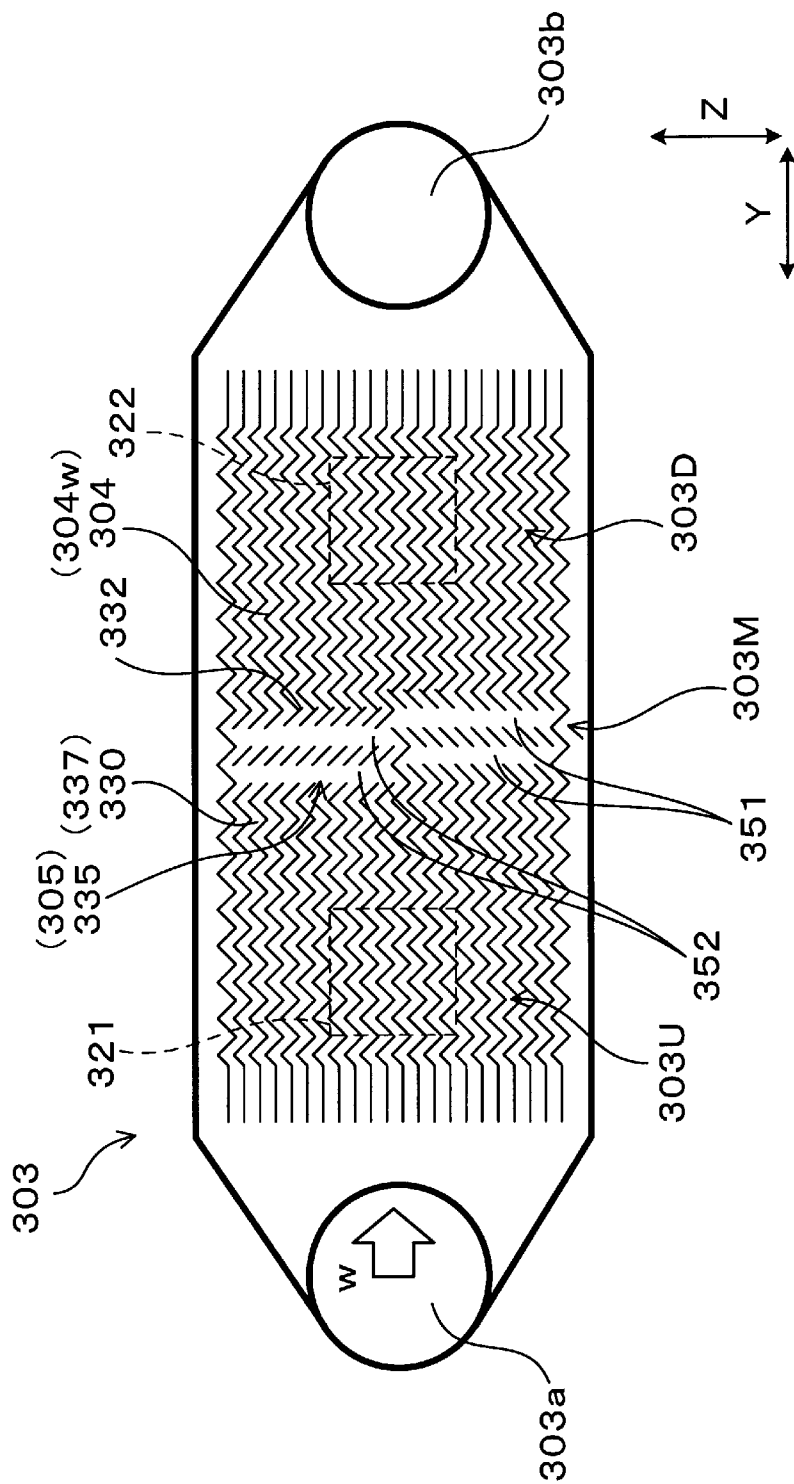
[図47]

(図 47)



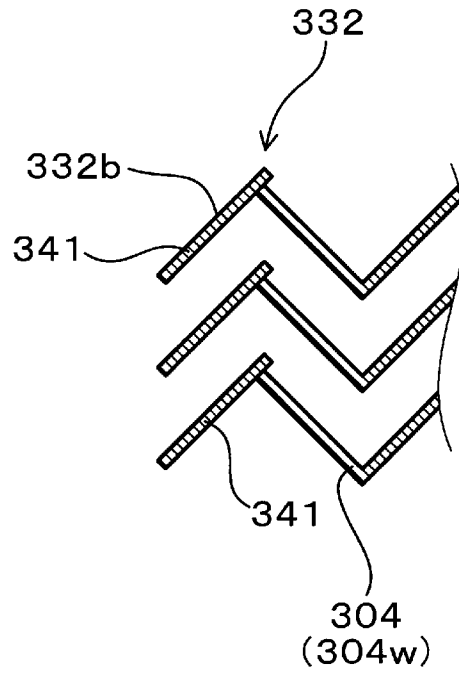
[図48]

(図 48)



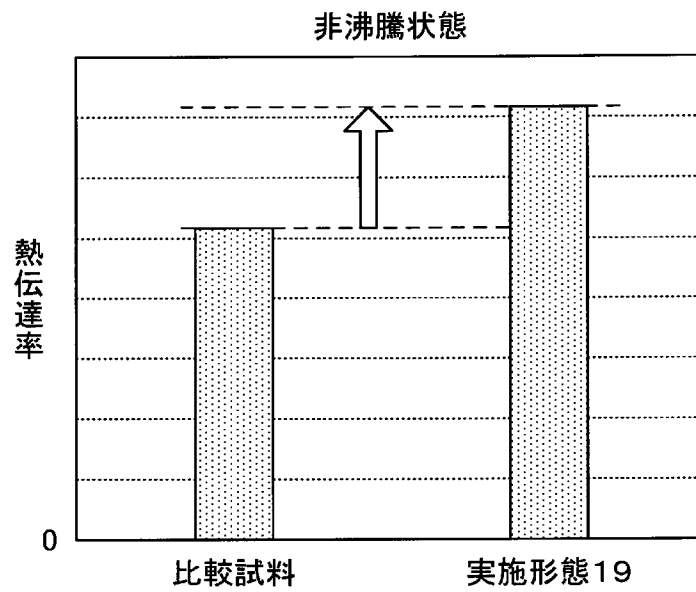
[図49]

(図49)



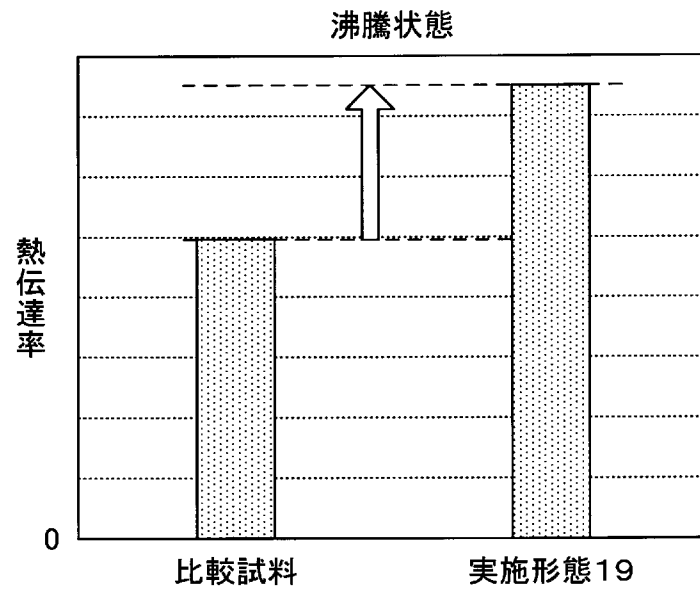
[図50]

(図50)



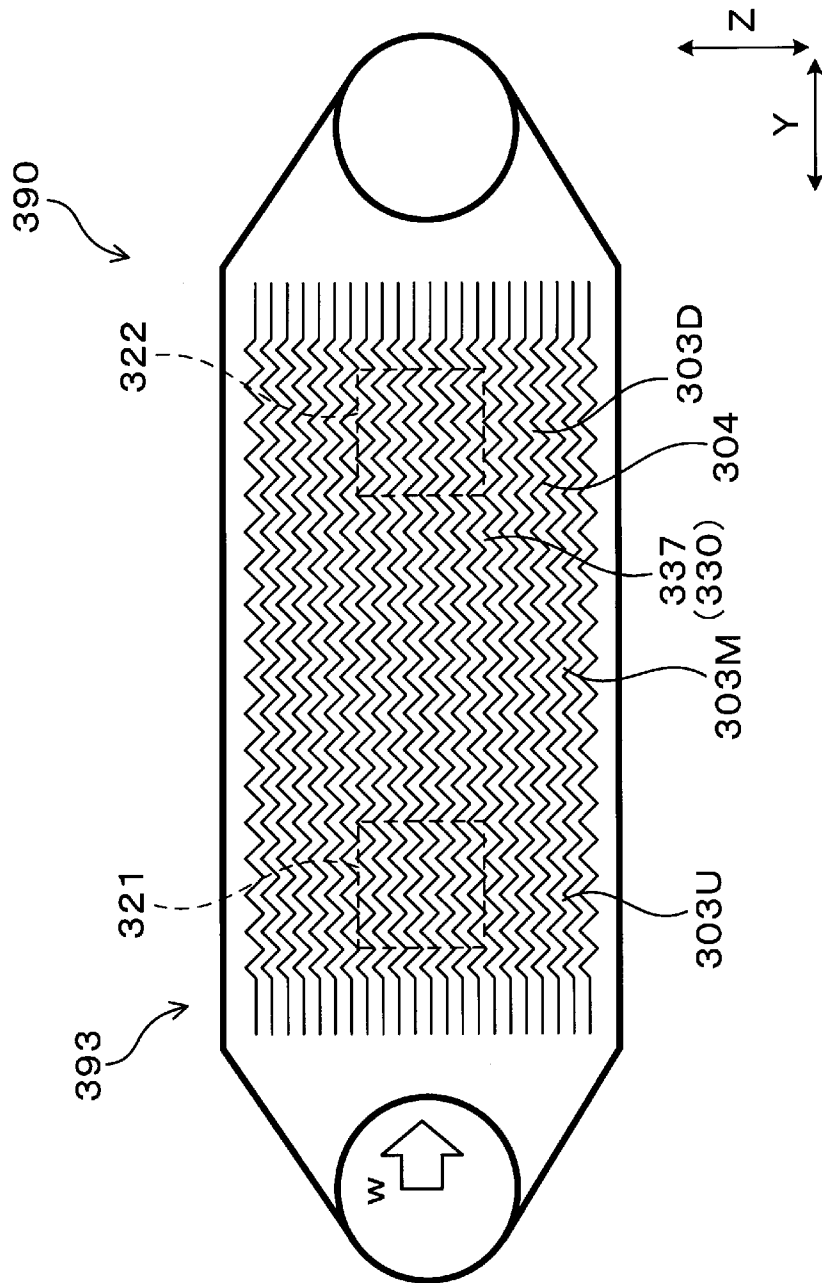
[図51]

(図 5 1)



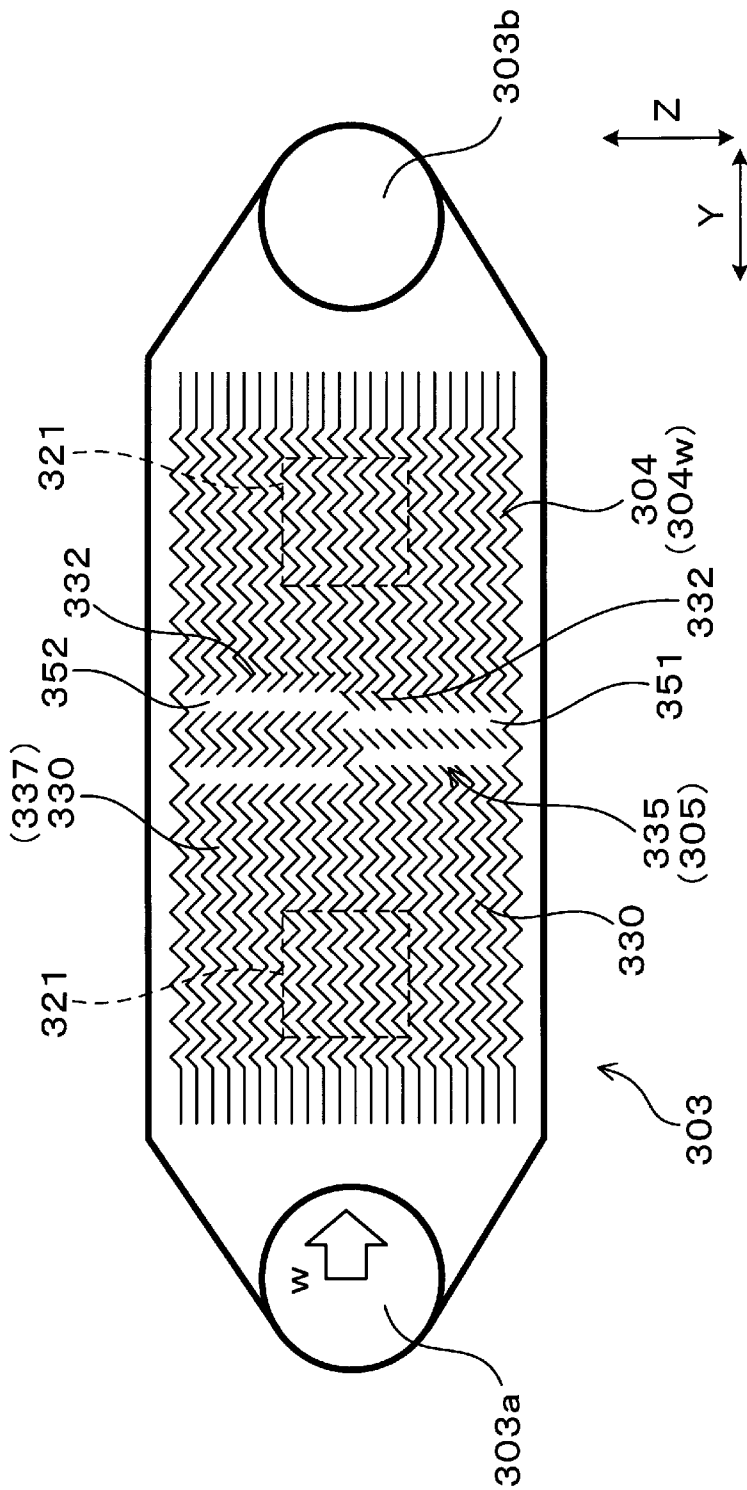
[図52]

(図52)



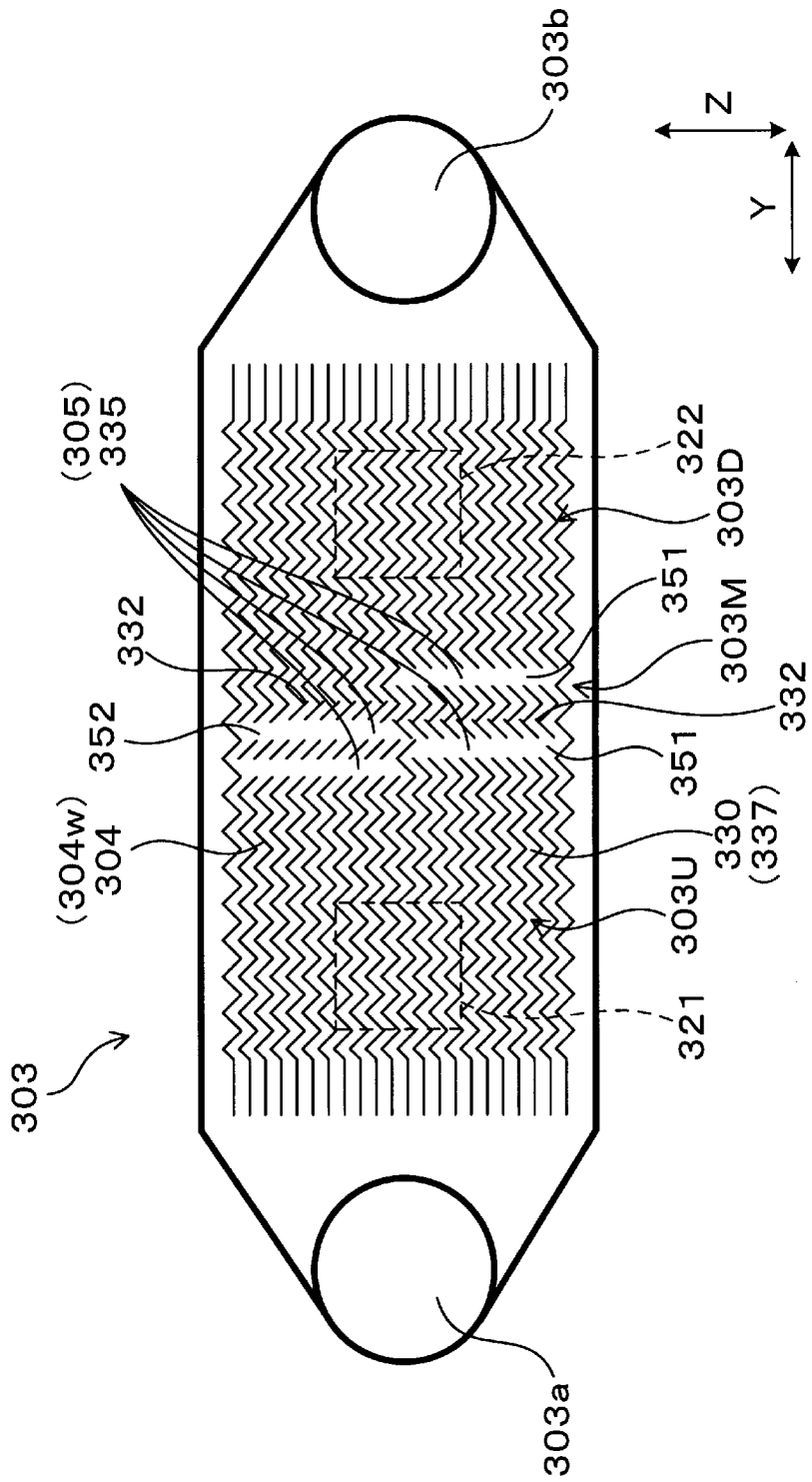
[図53]

(図53)



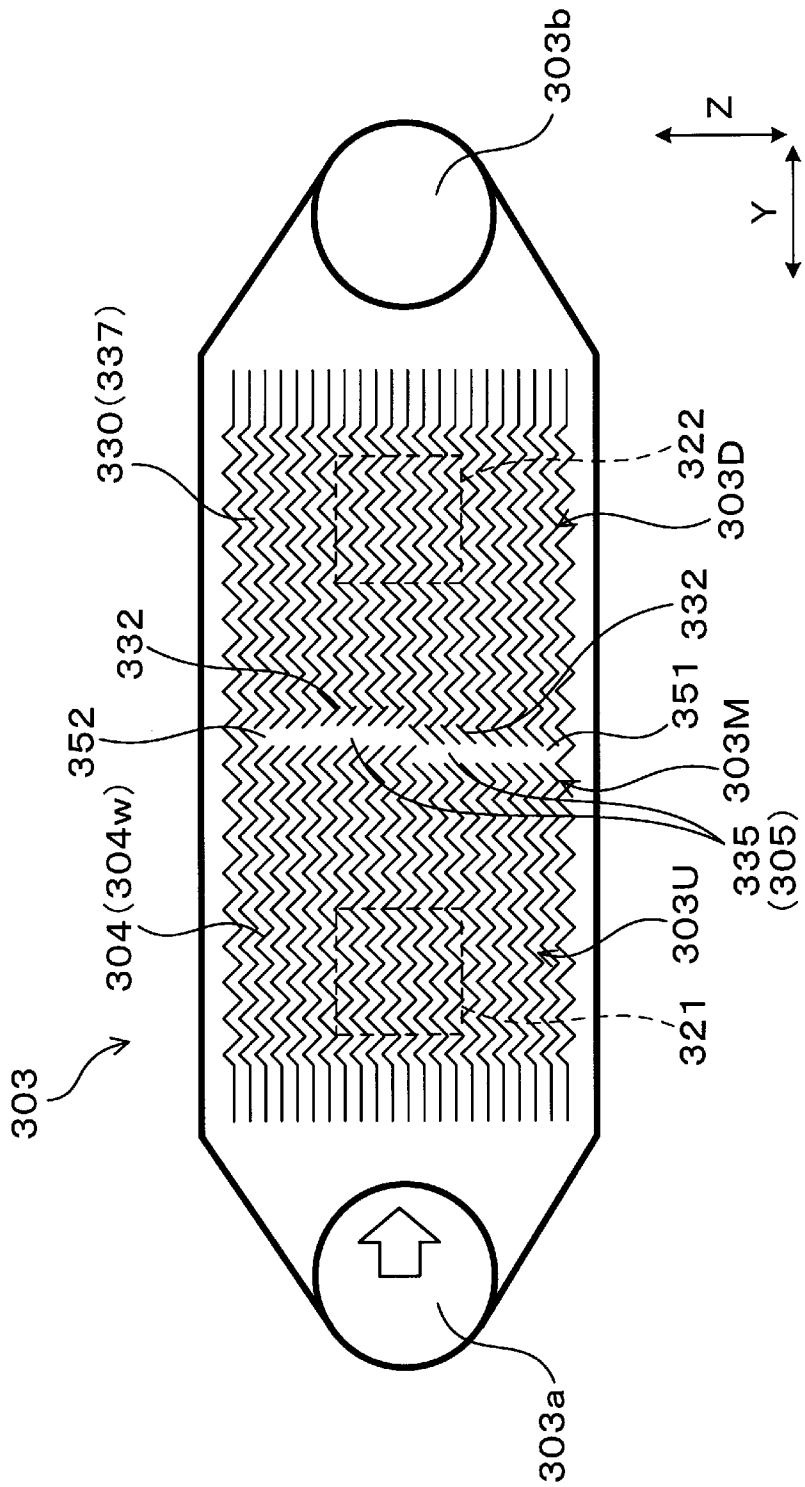
[図54]

(図 5 4)



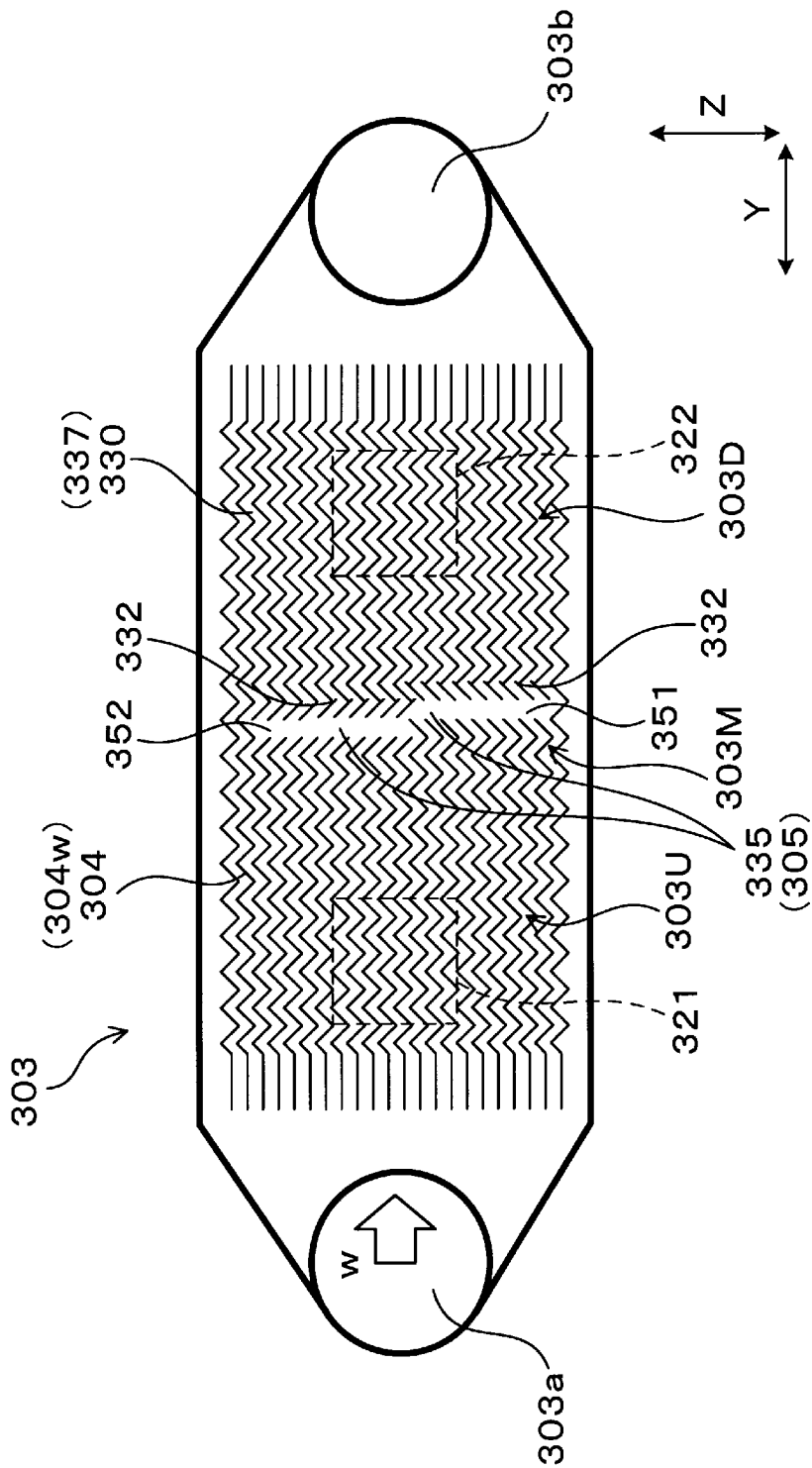
[図55]

(図 5 5)



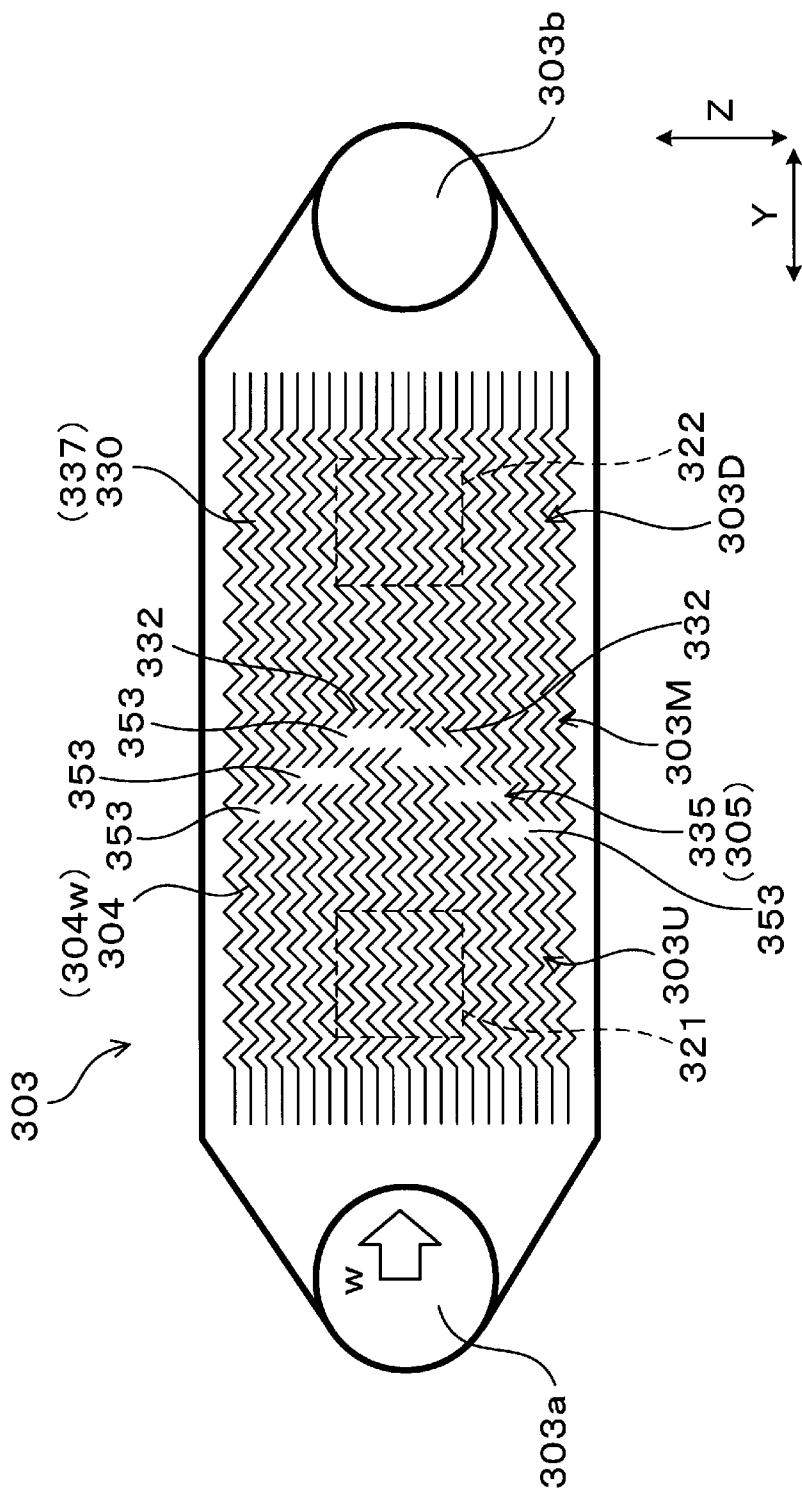
[図56]

(図 5 6)



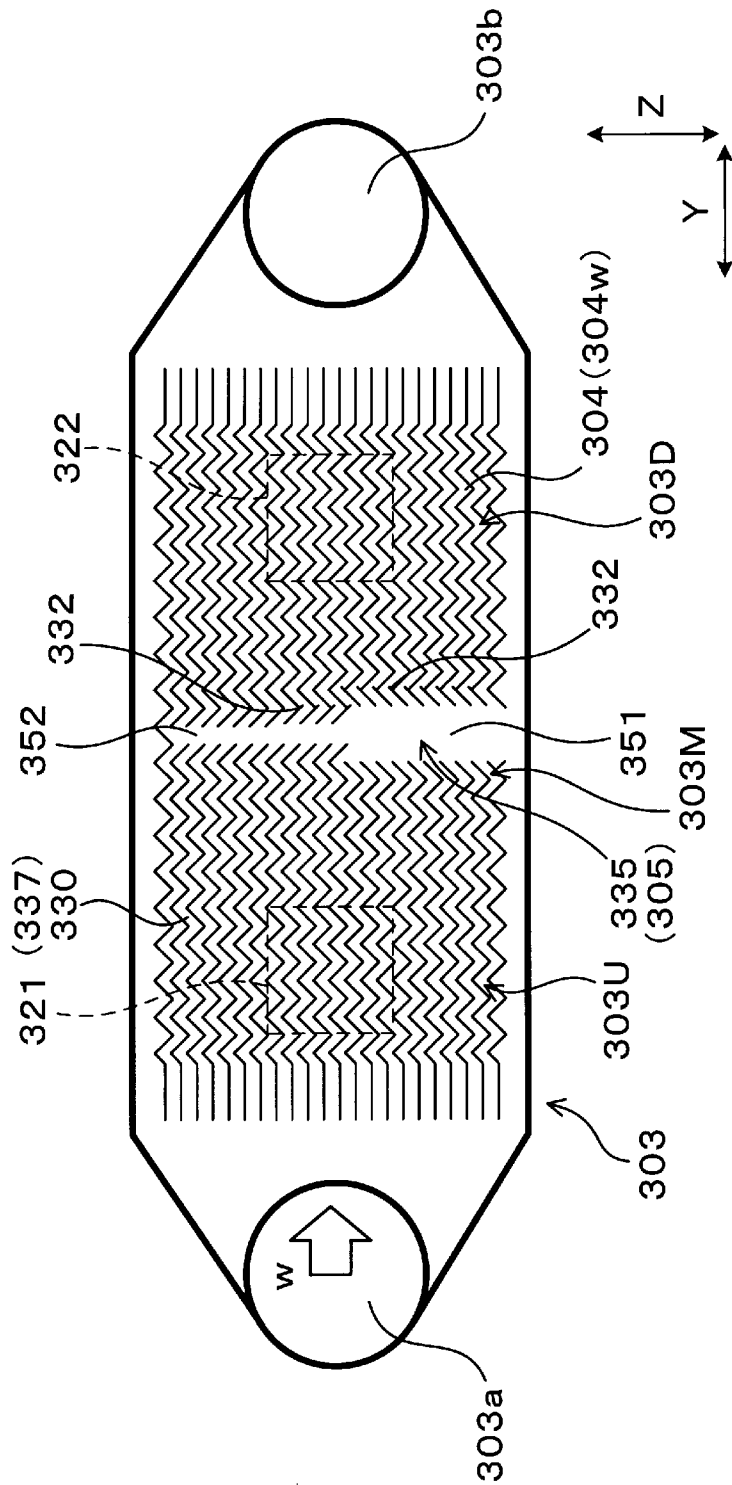
[図57]

(図 5 7)



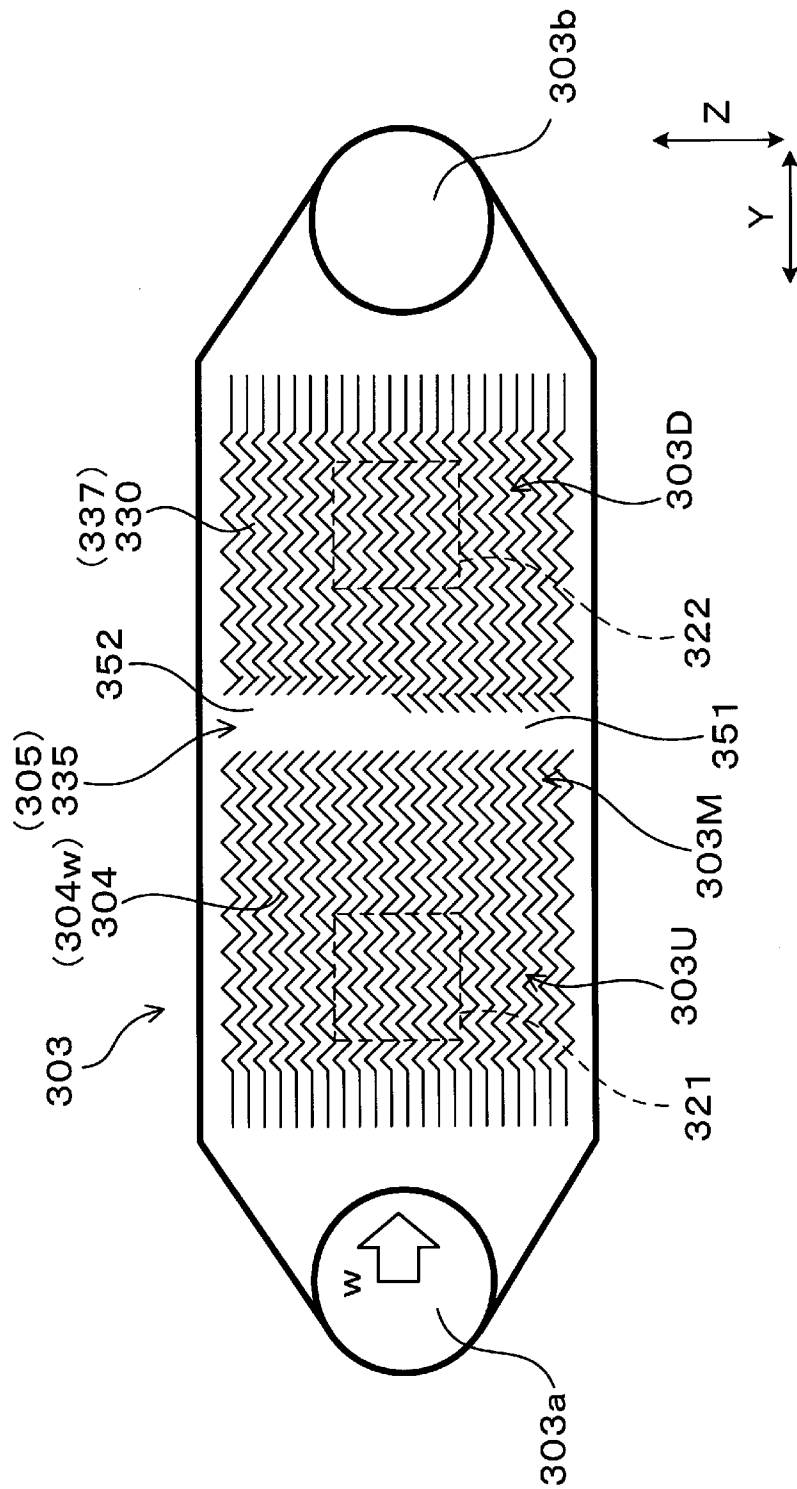
[図58]

(図58)



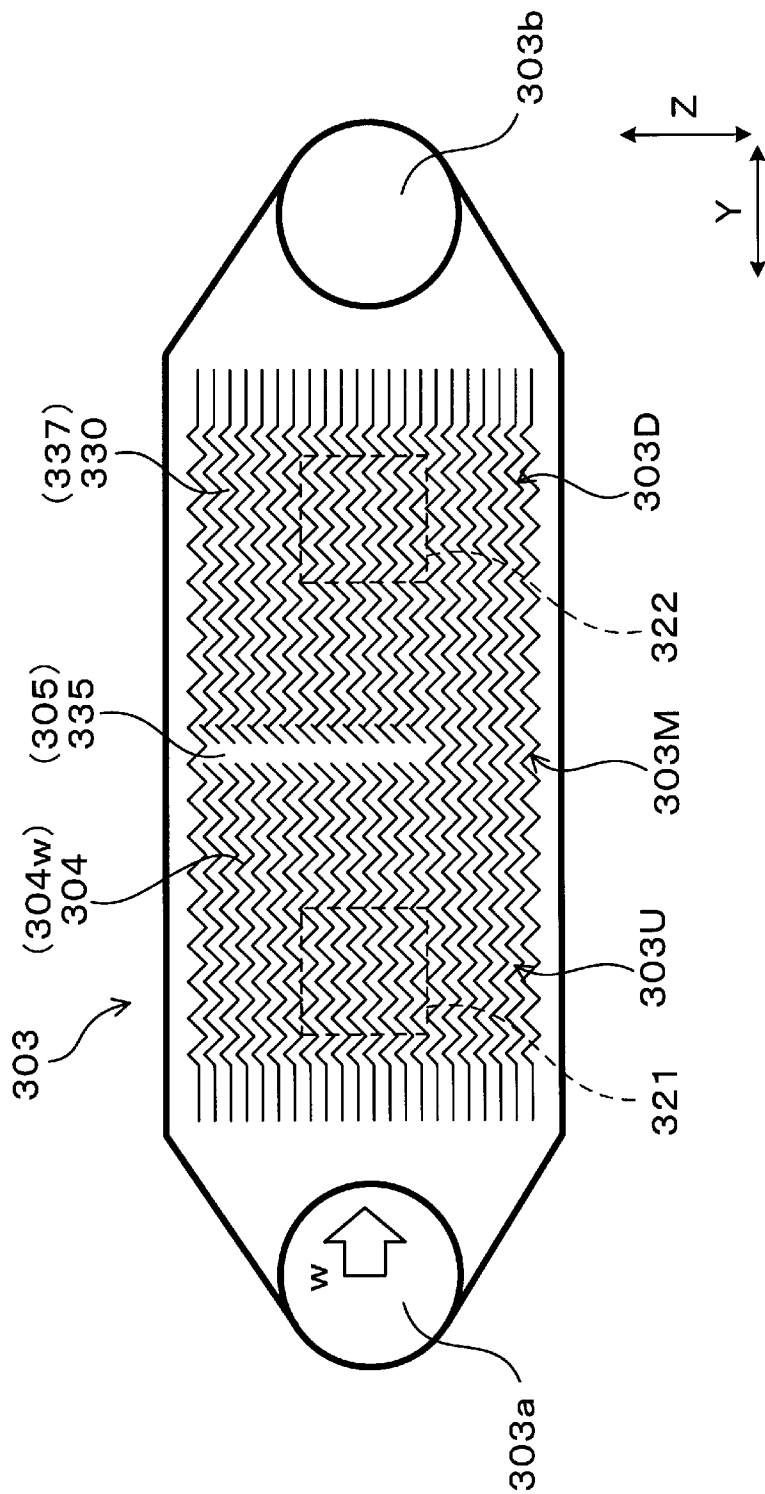
[図59]

(図59)



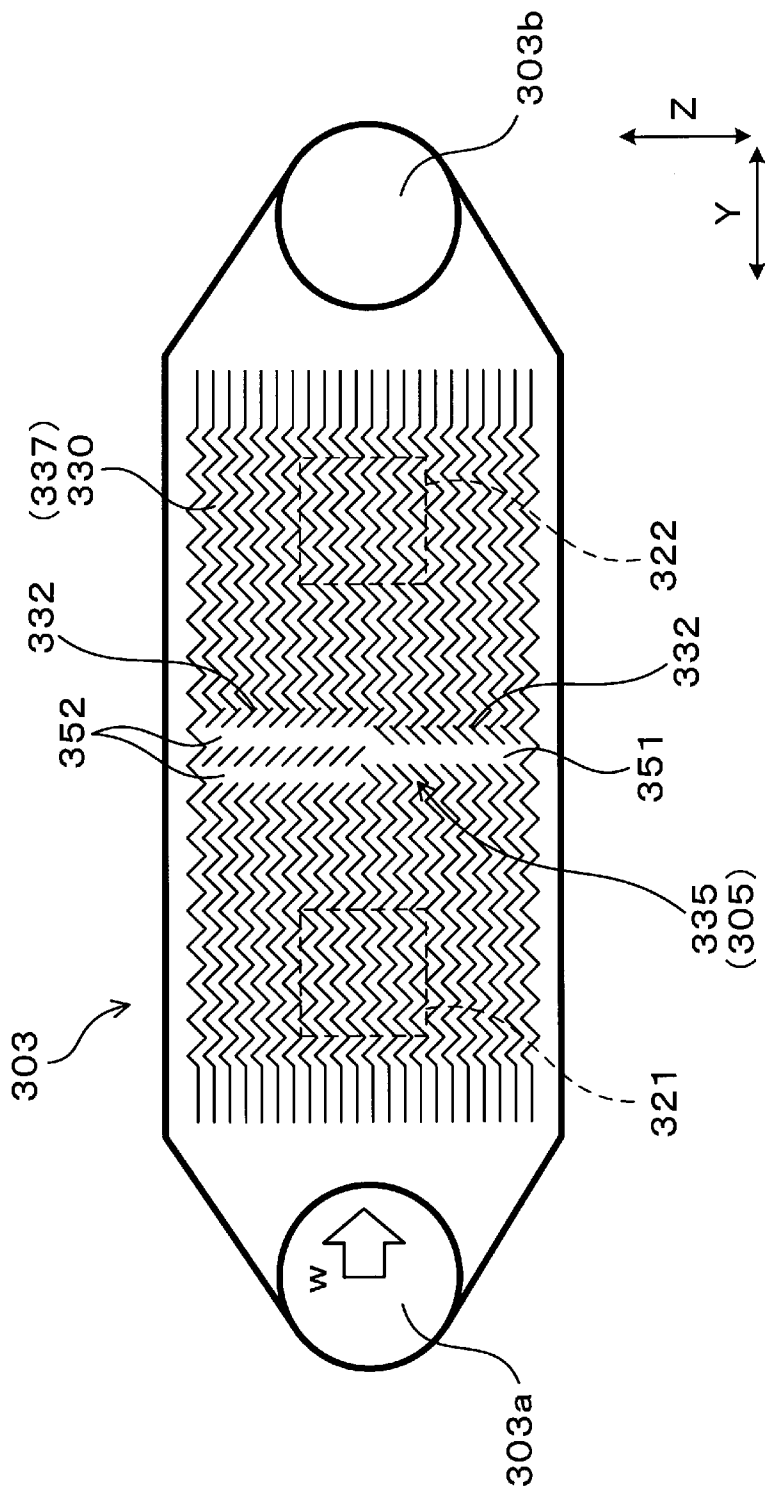
[図60]

(図 60)



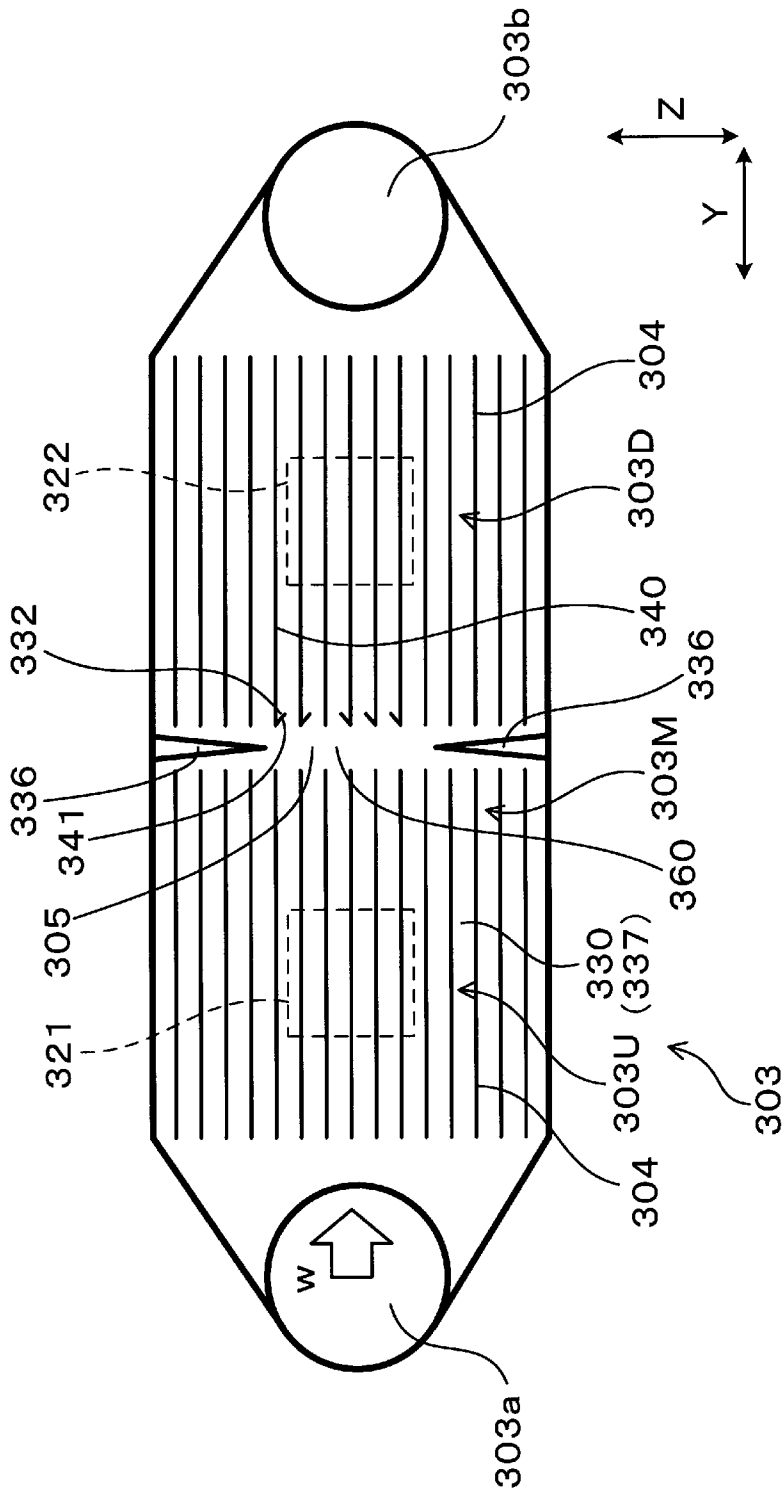
[図61]

(図61)



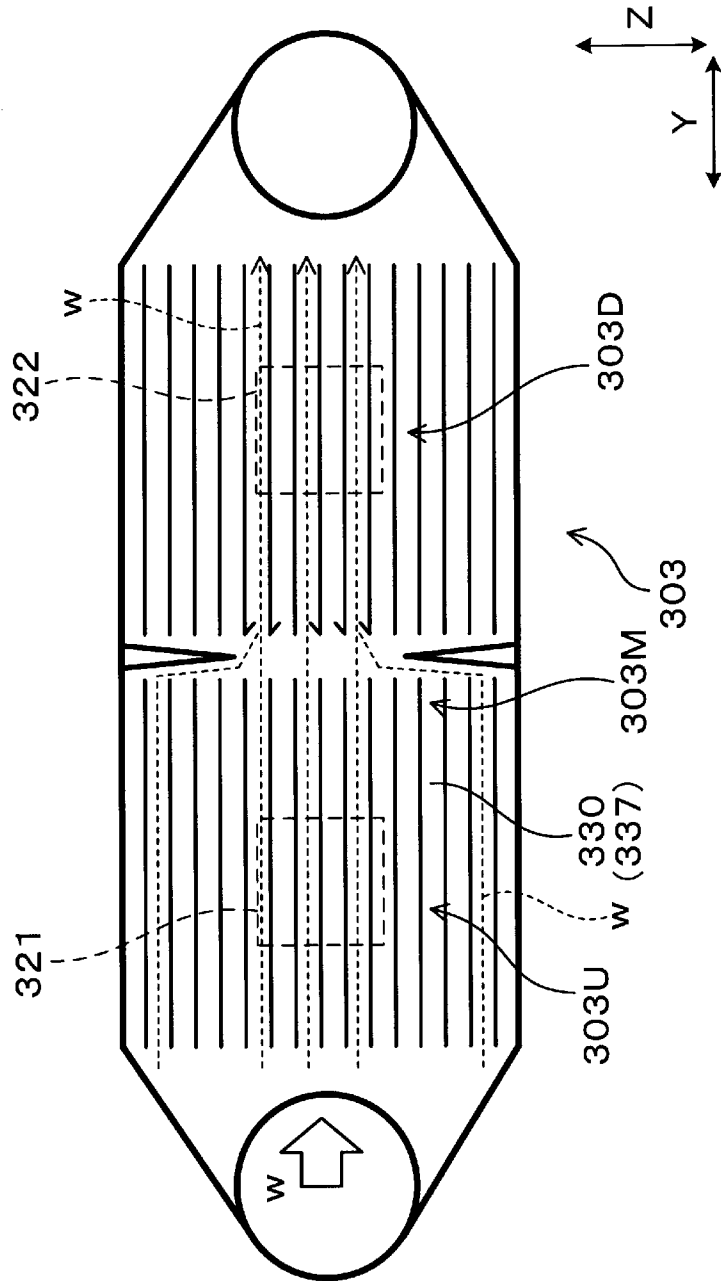
[図62]

(図62)



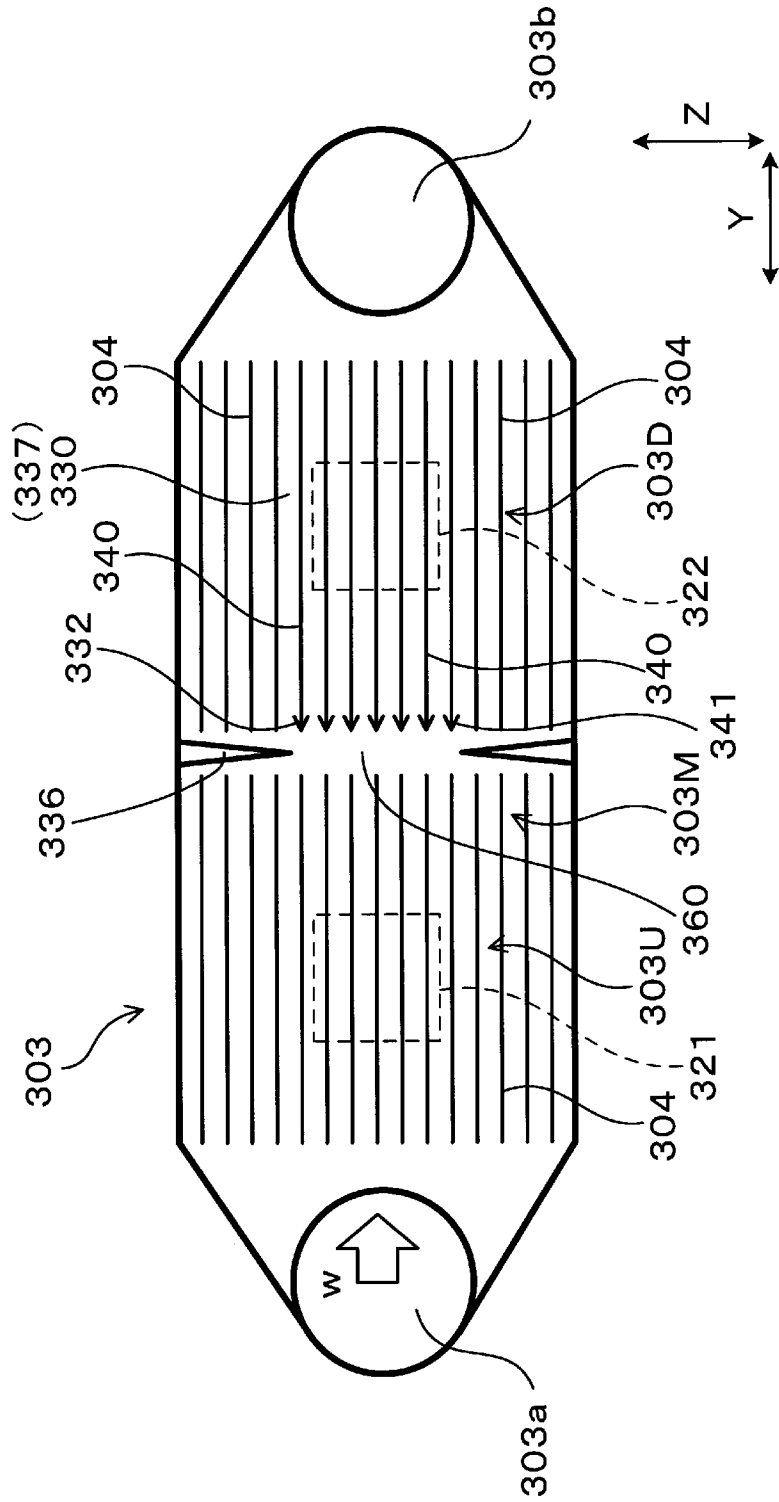
[図63]

(図63)



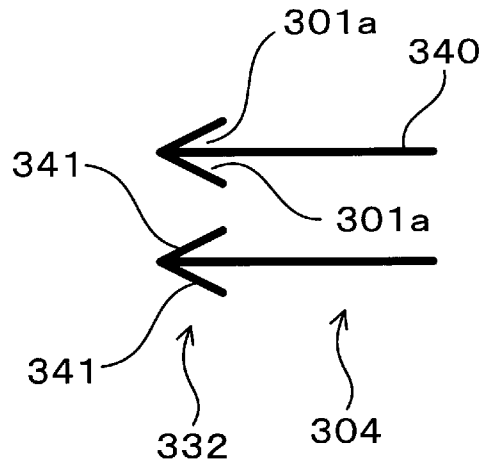
[図64]

(図64)



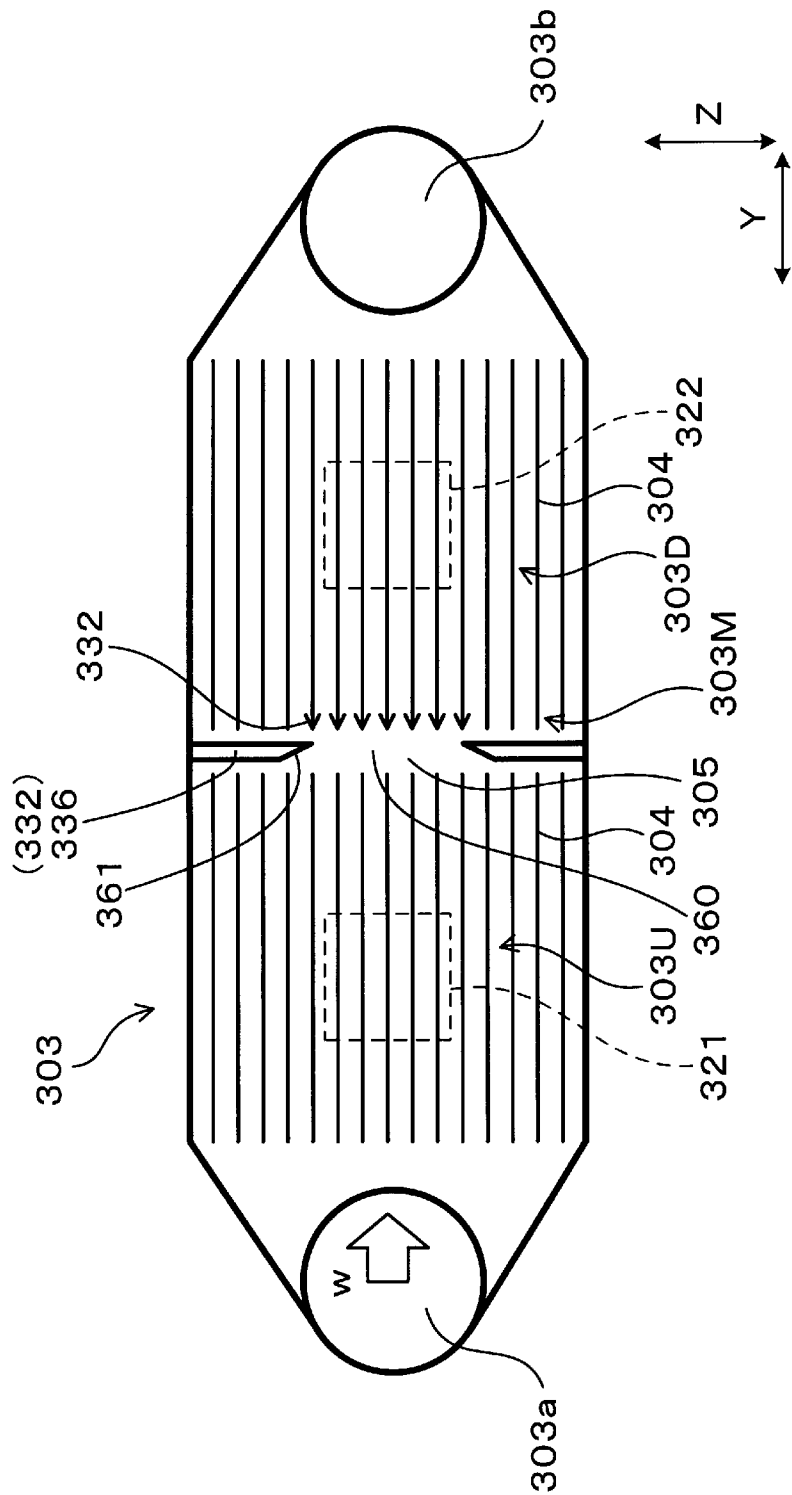
[図65]

(図 6 5)



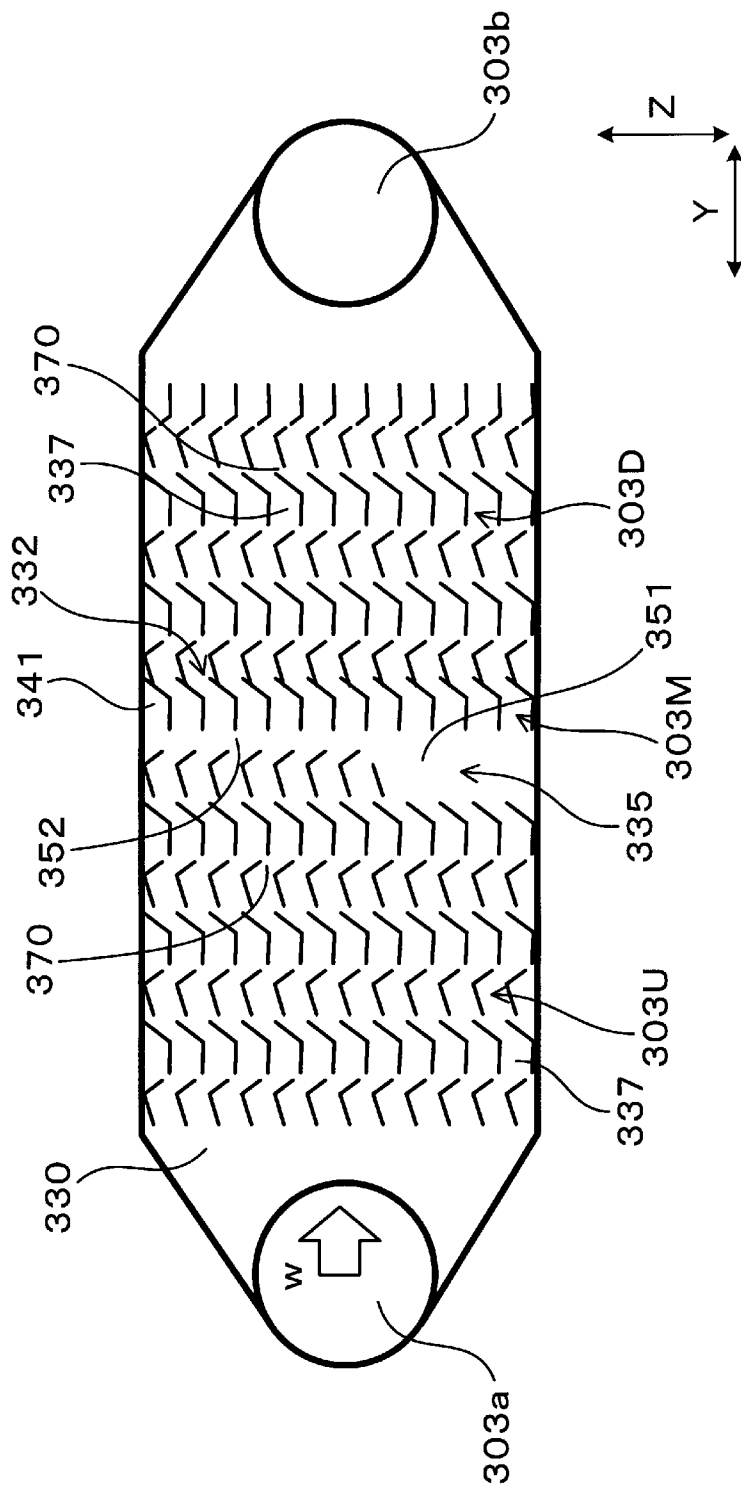
[図66]

(図66)



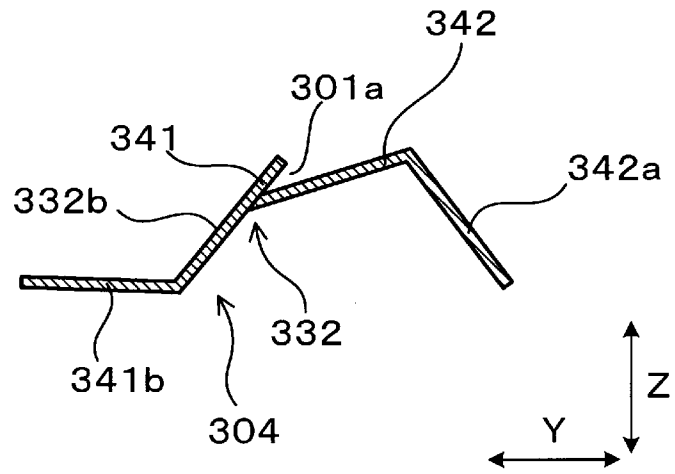
[図67]

(図 67)



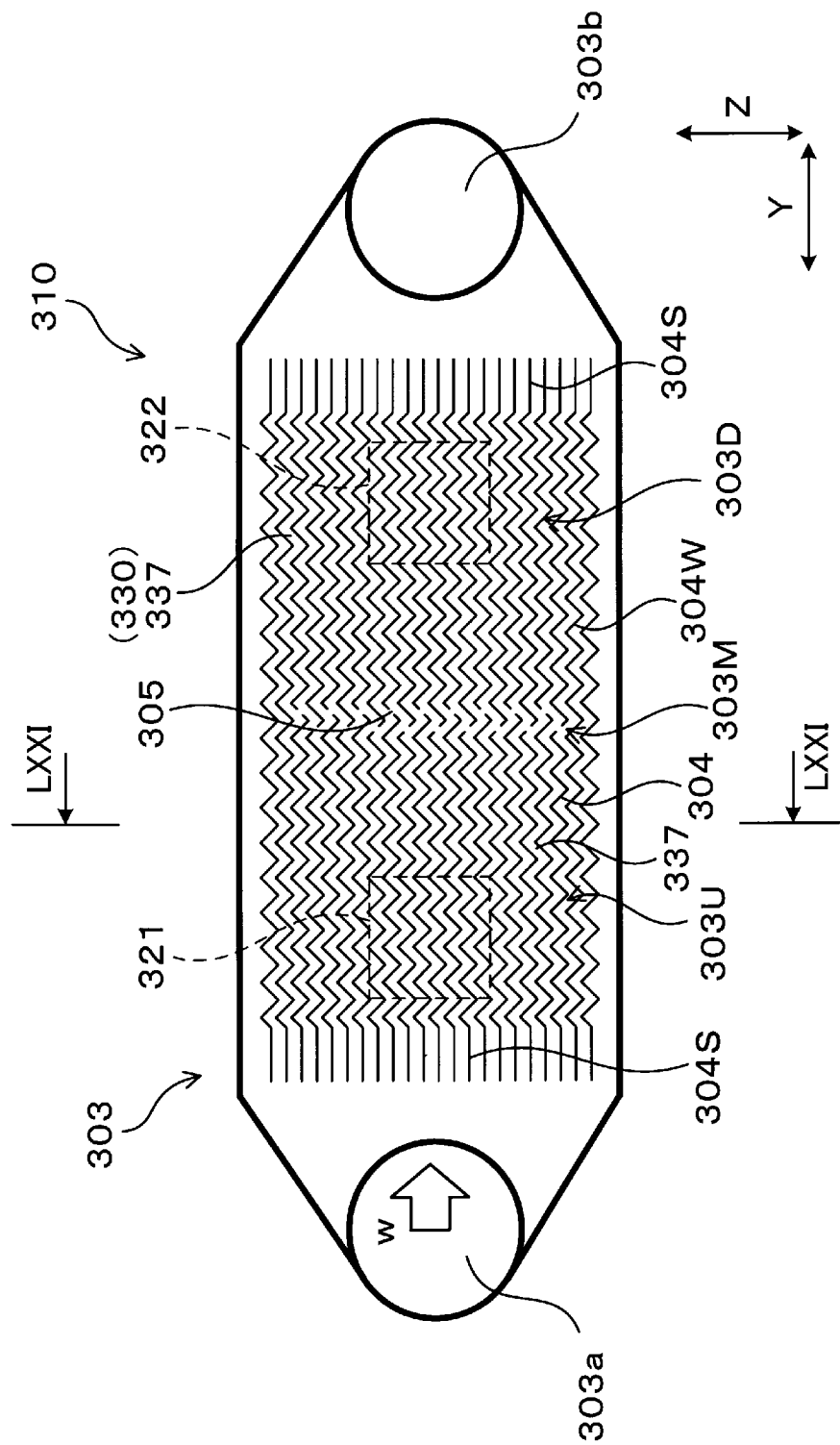
[図68]

(図 68)



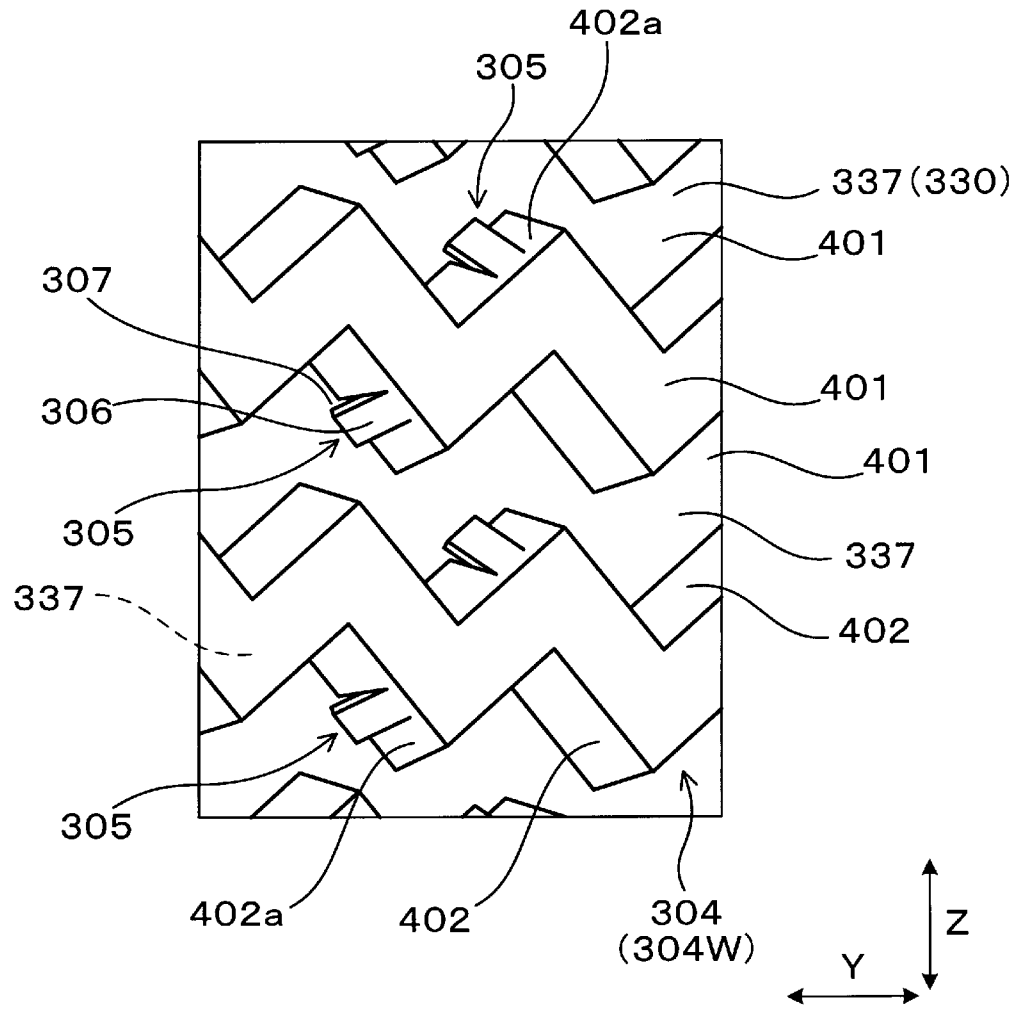
[図69]

(図69)



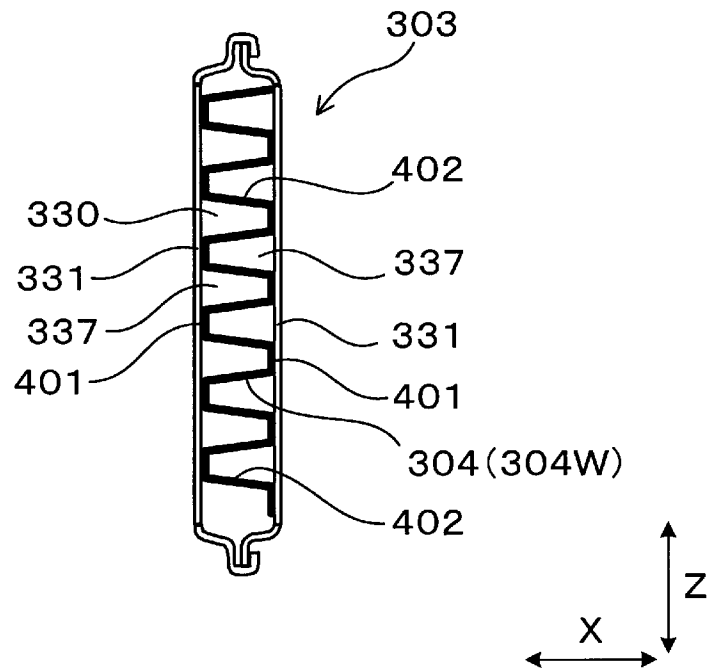
[図70]

(図70)



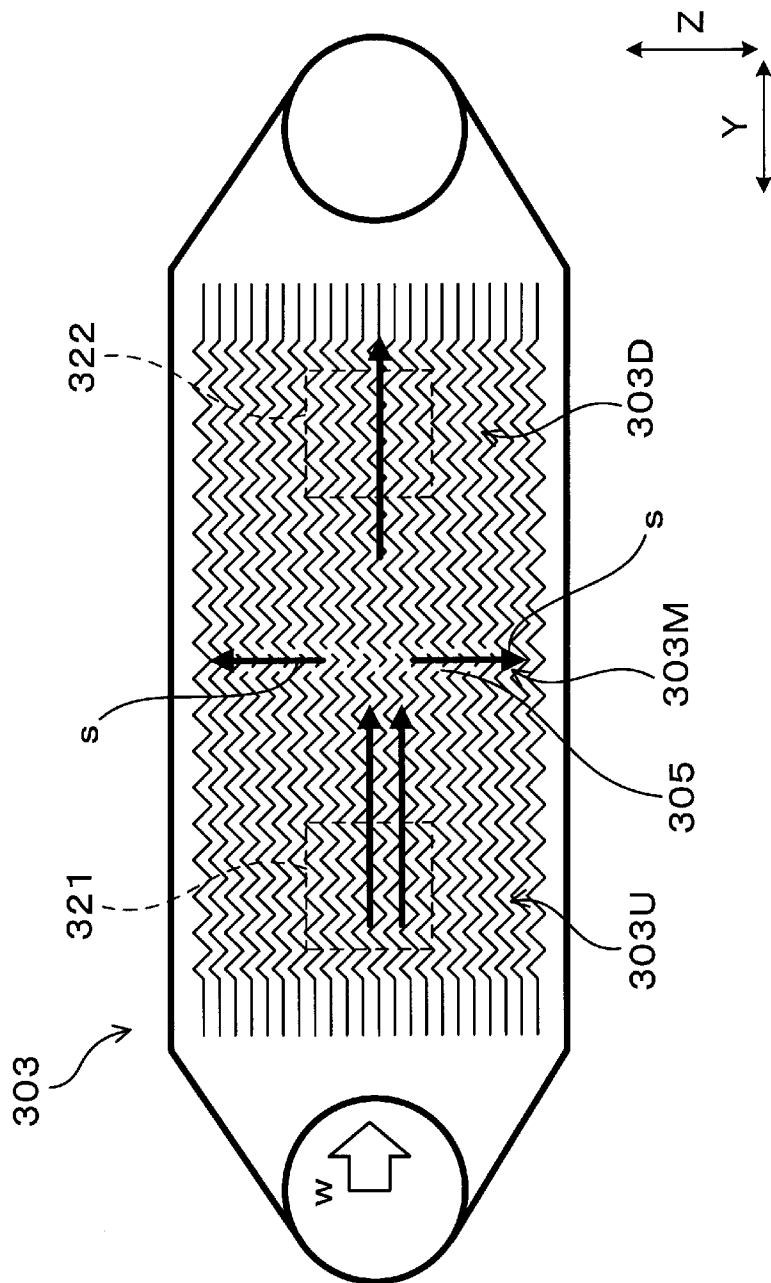
[図71]

(図 7 1)



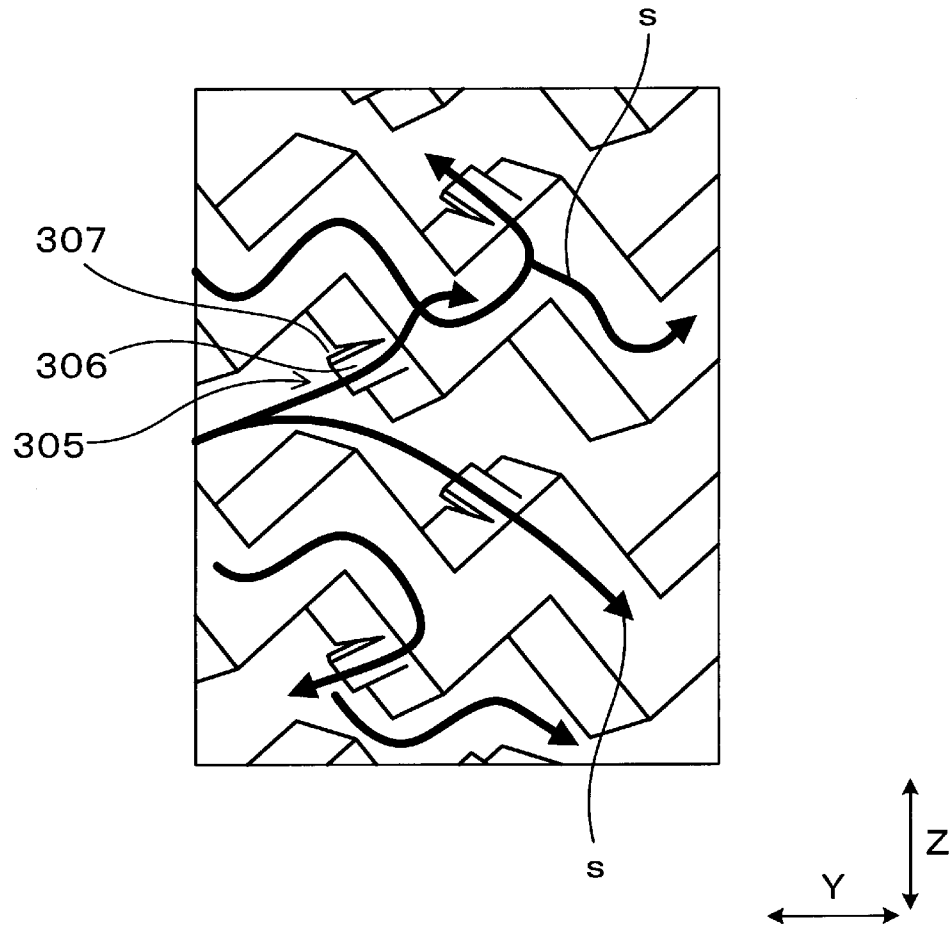
[図72]

(図 7 2)



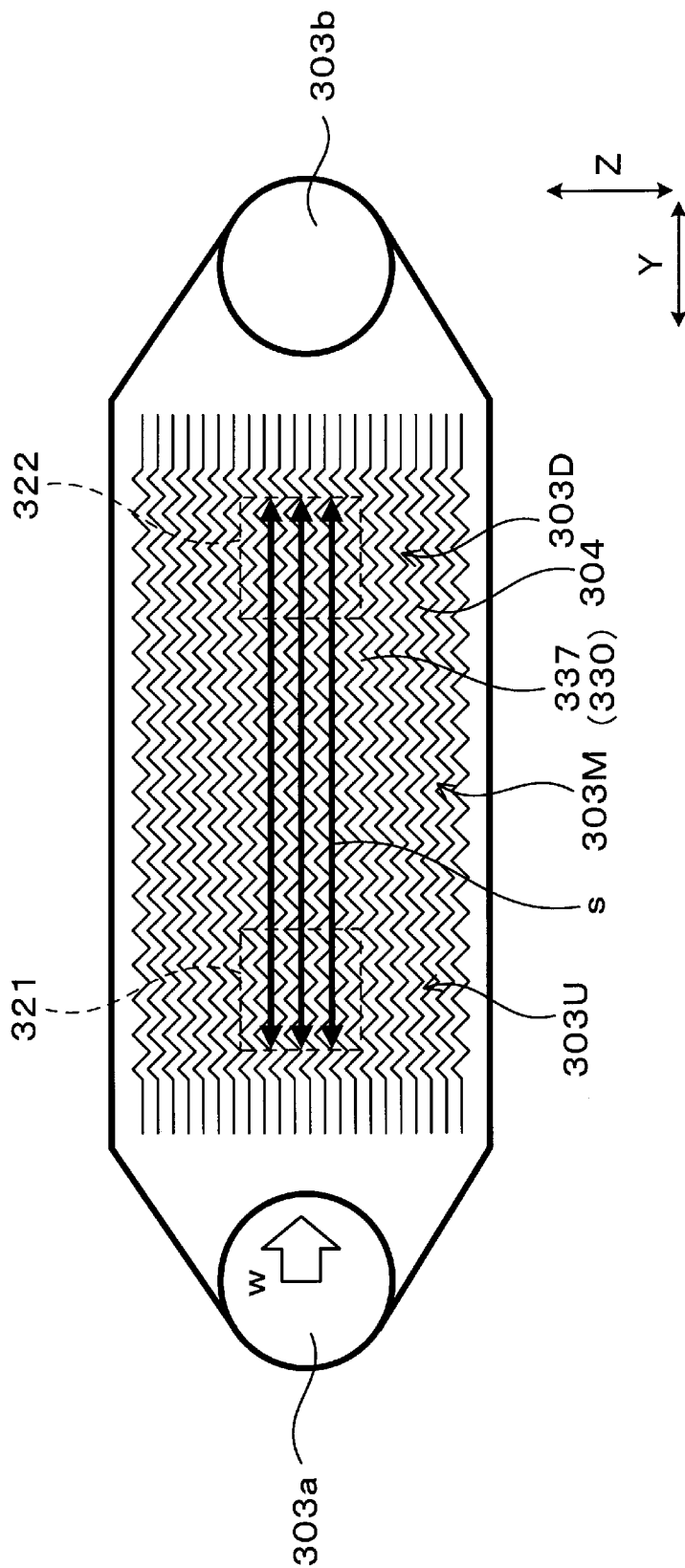
[図73]

(図73)



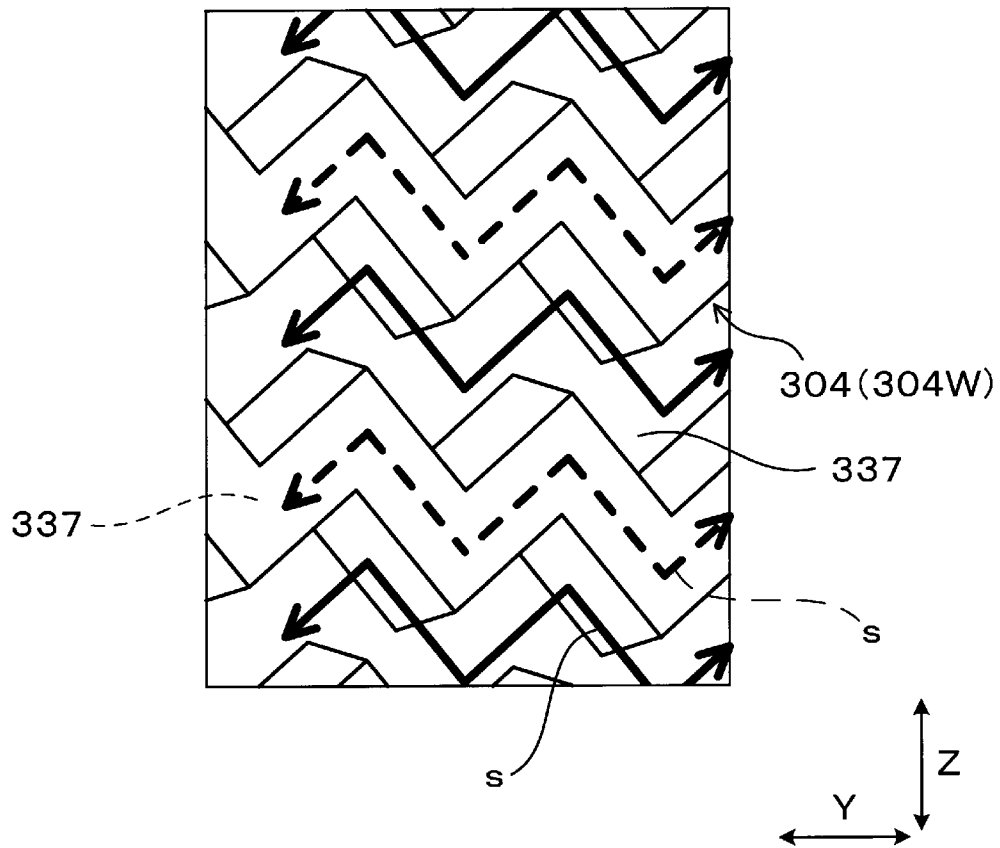
[図74]

(図 7 4)



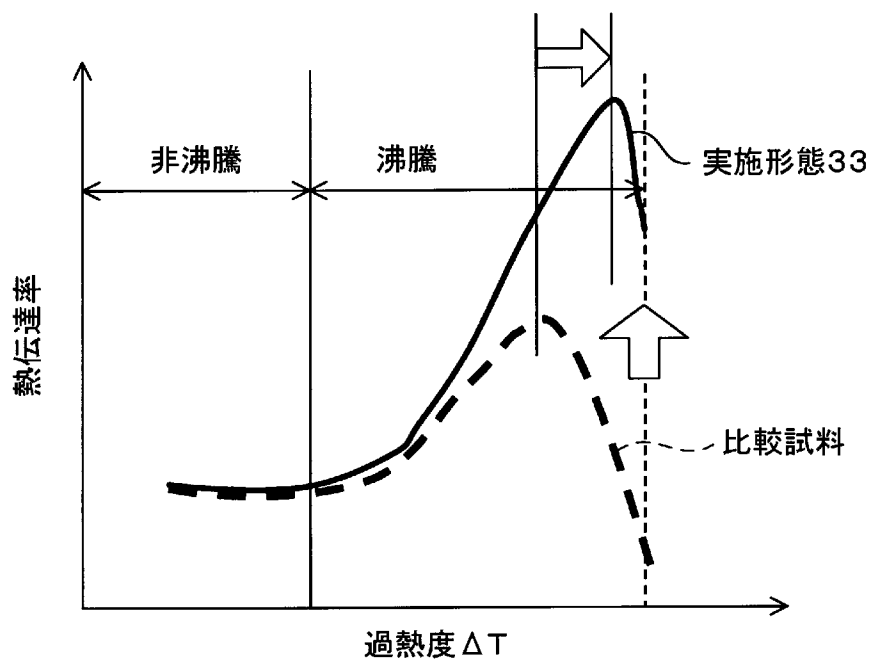
[圖75]

(圖 7 5)



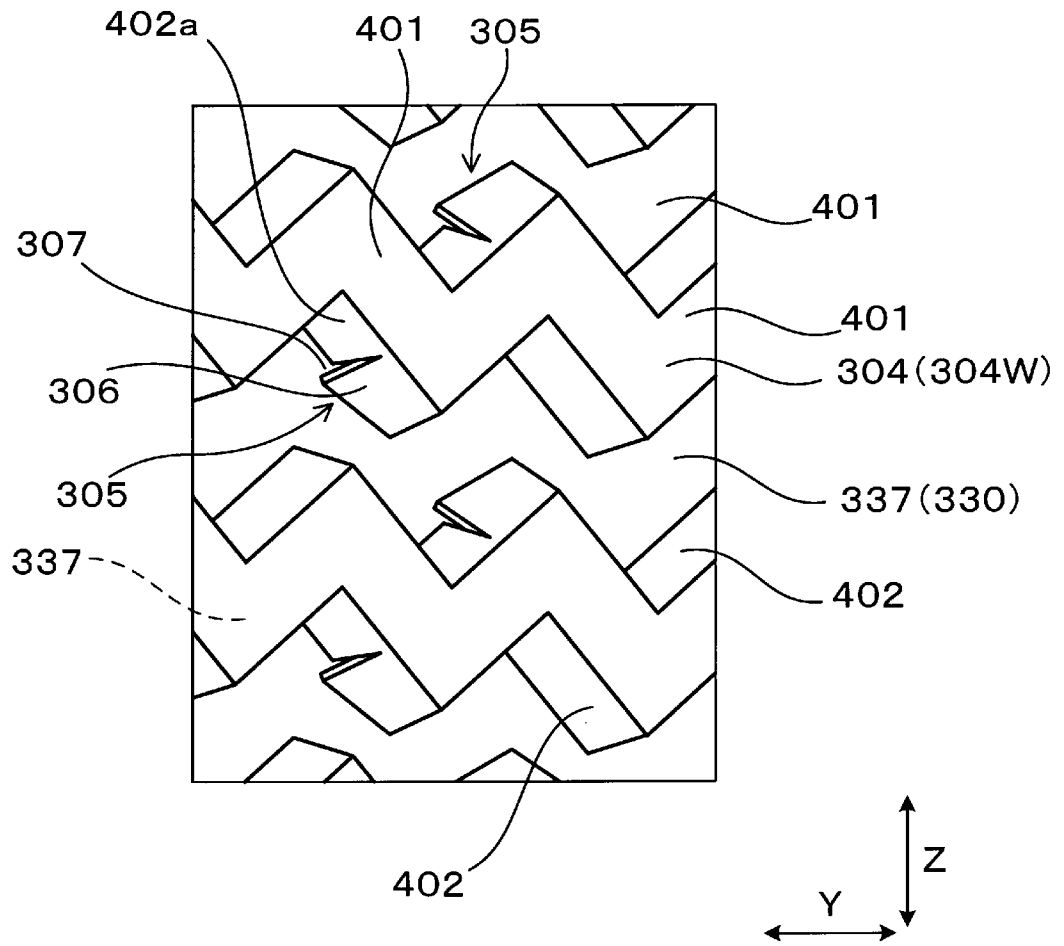
[圖76]

(圖 7 6)



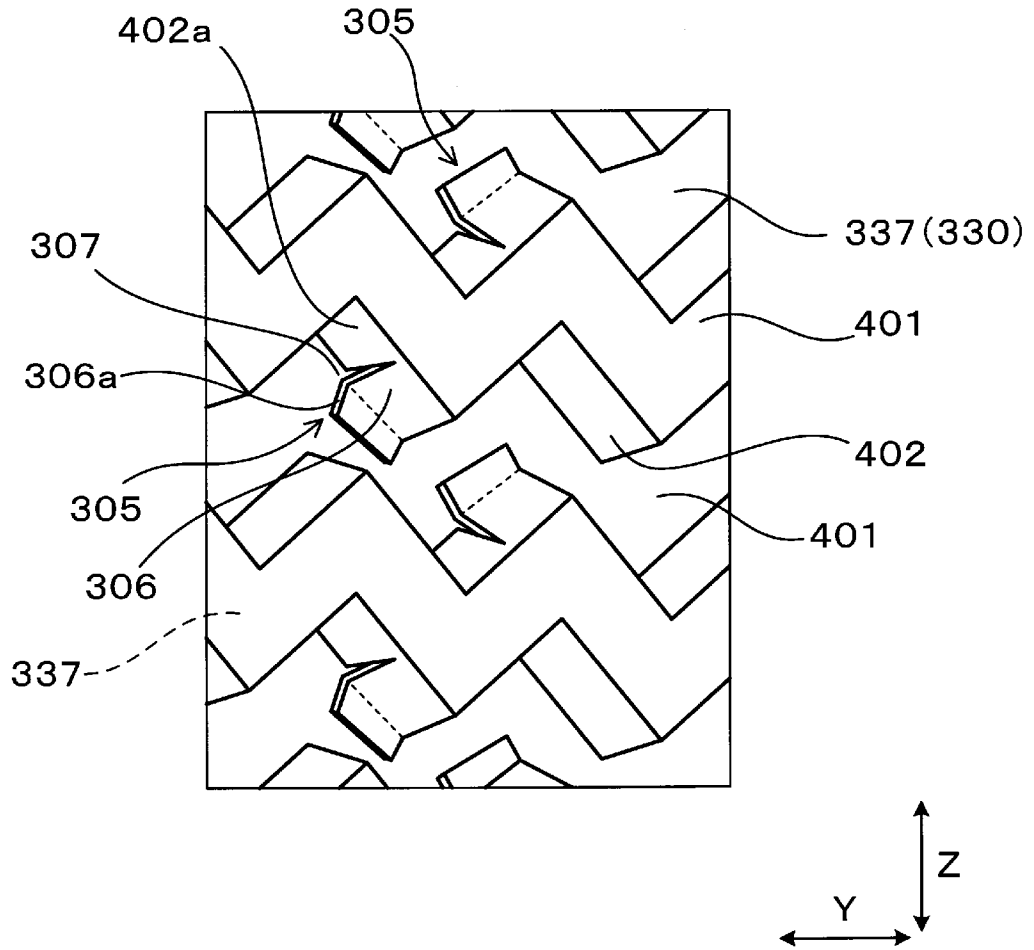
[図77]

(図77)



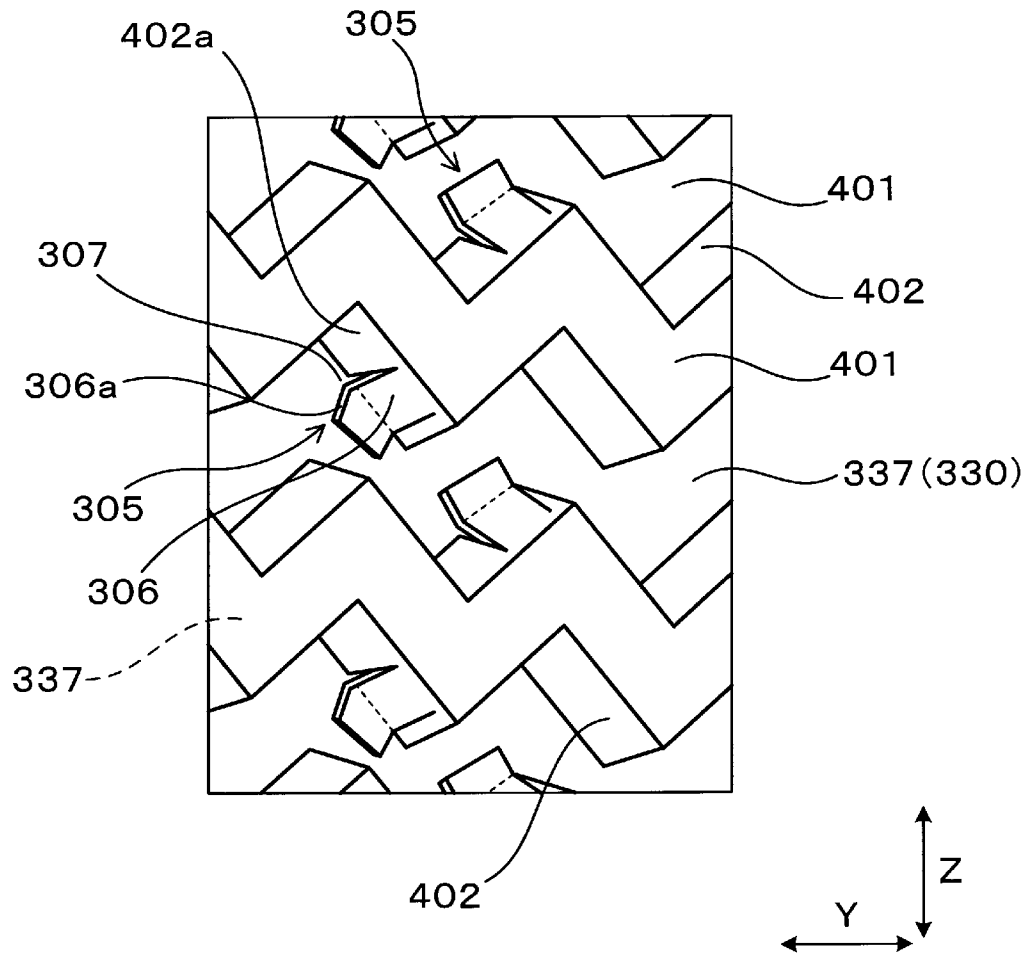
[図78]

(図78)



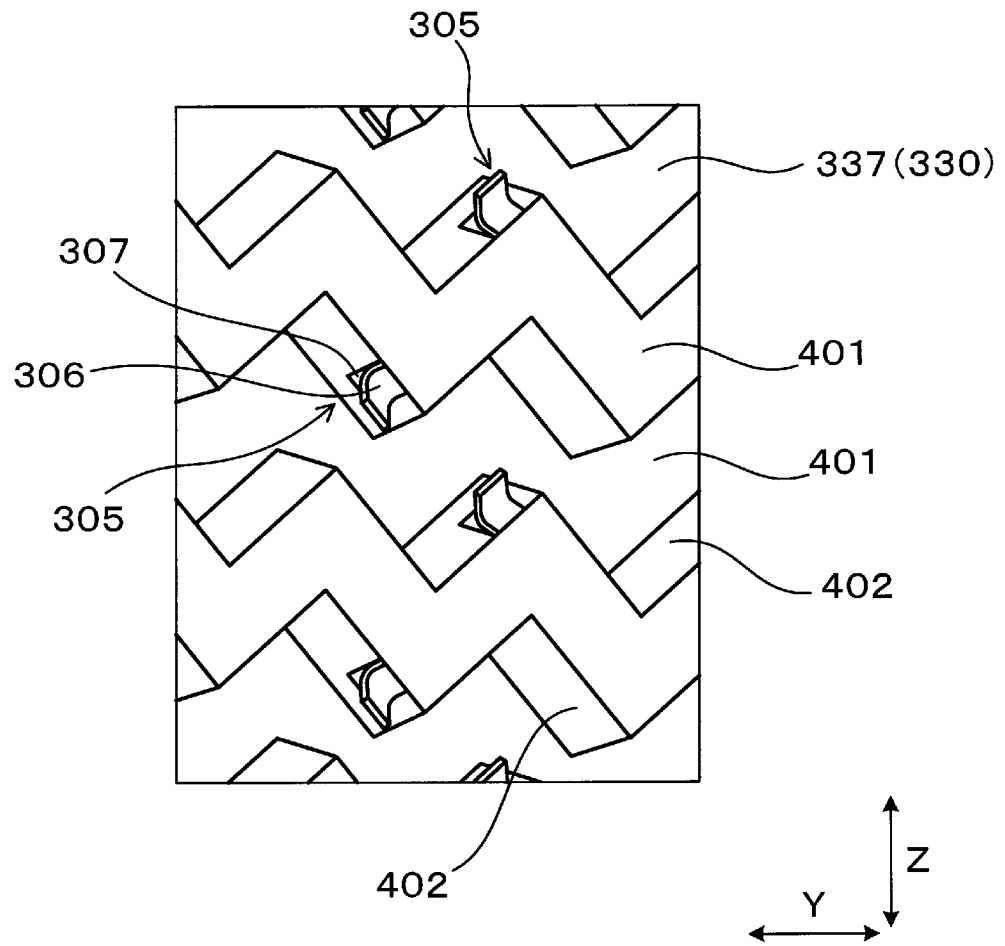
[図79]

(図79)



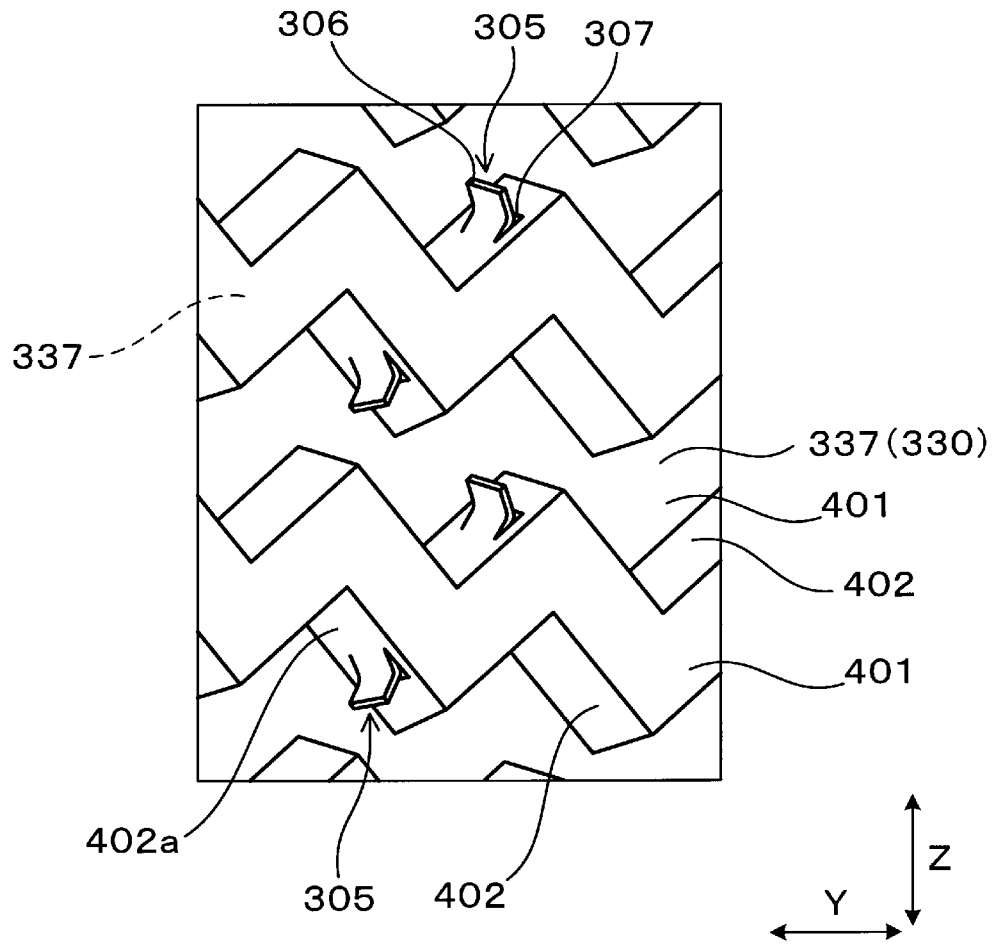
[図80]

(図80)



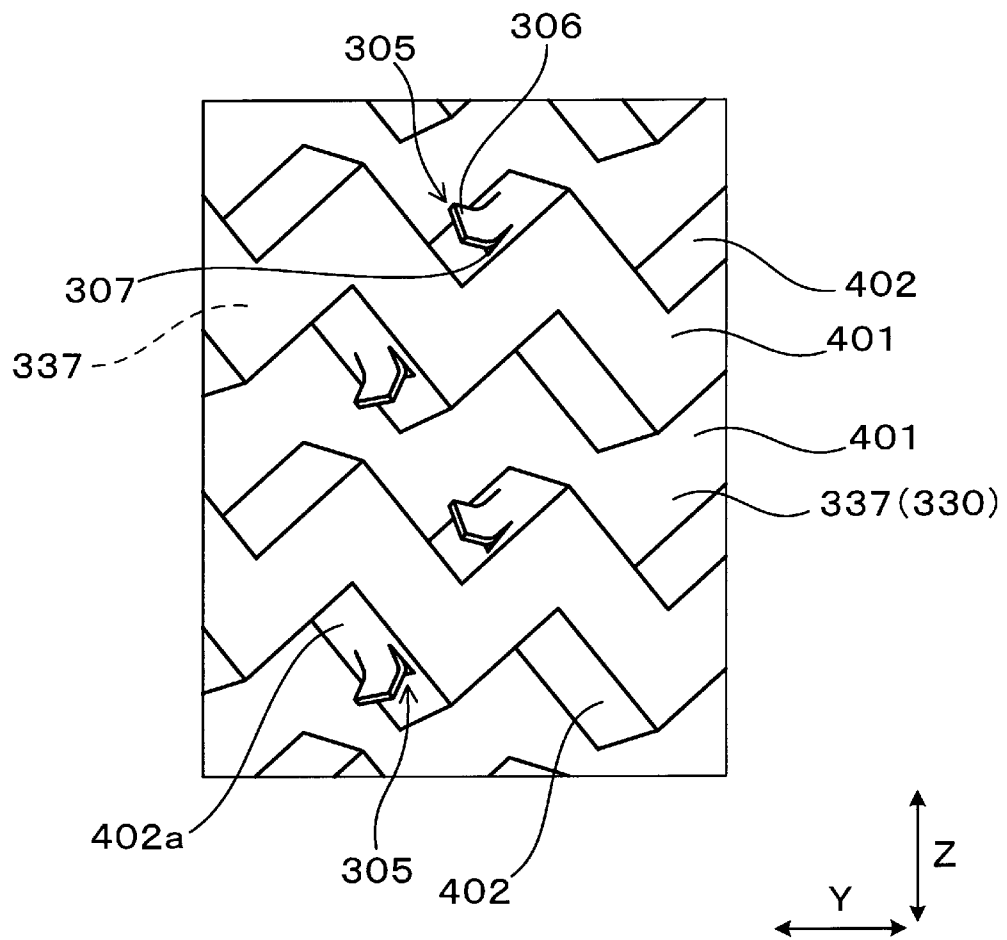
[図81]

(図 8 1)



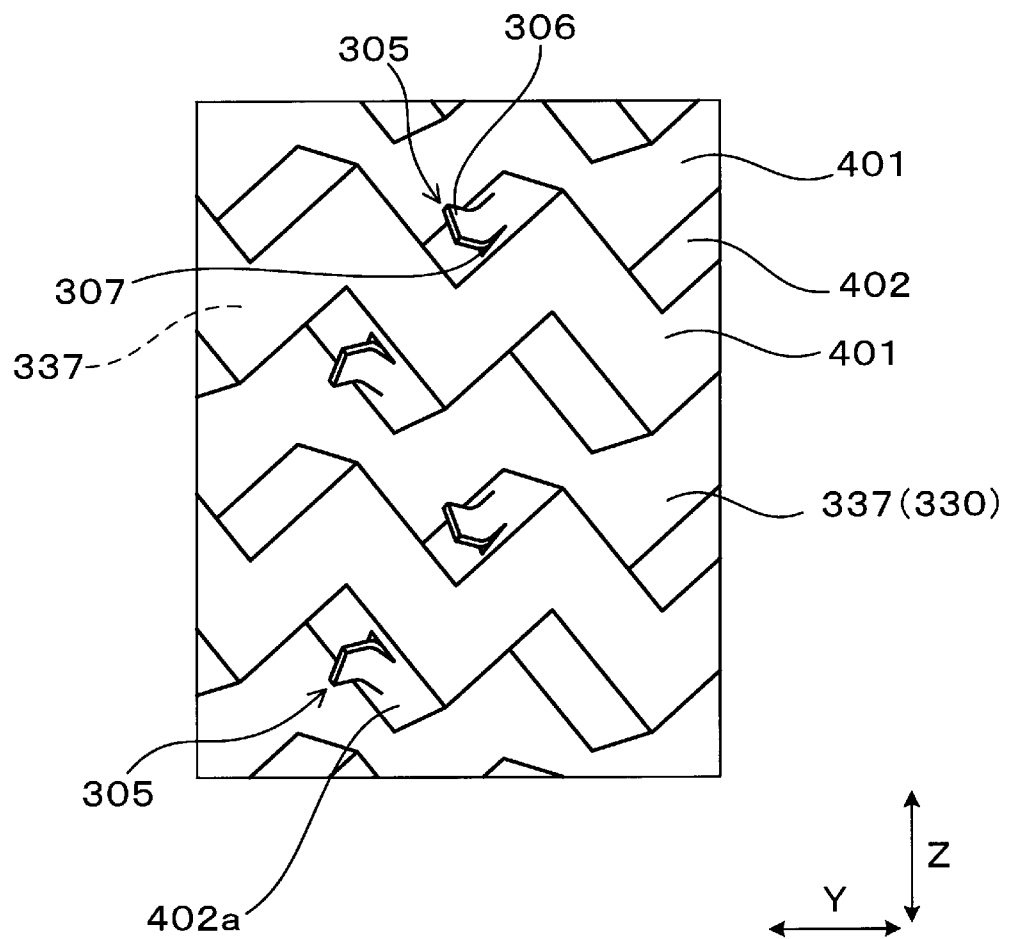
[図82]

(図82)



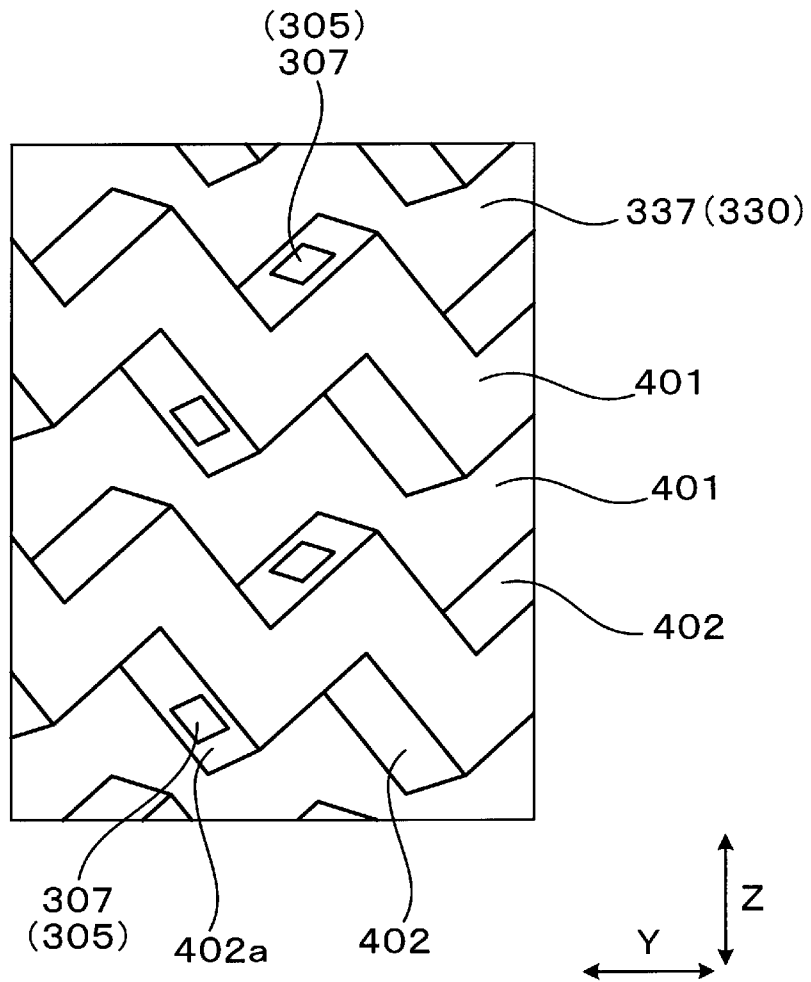
[図83]

(図83)



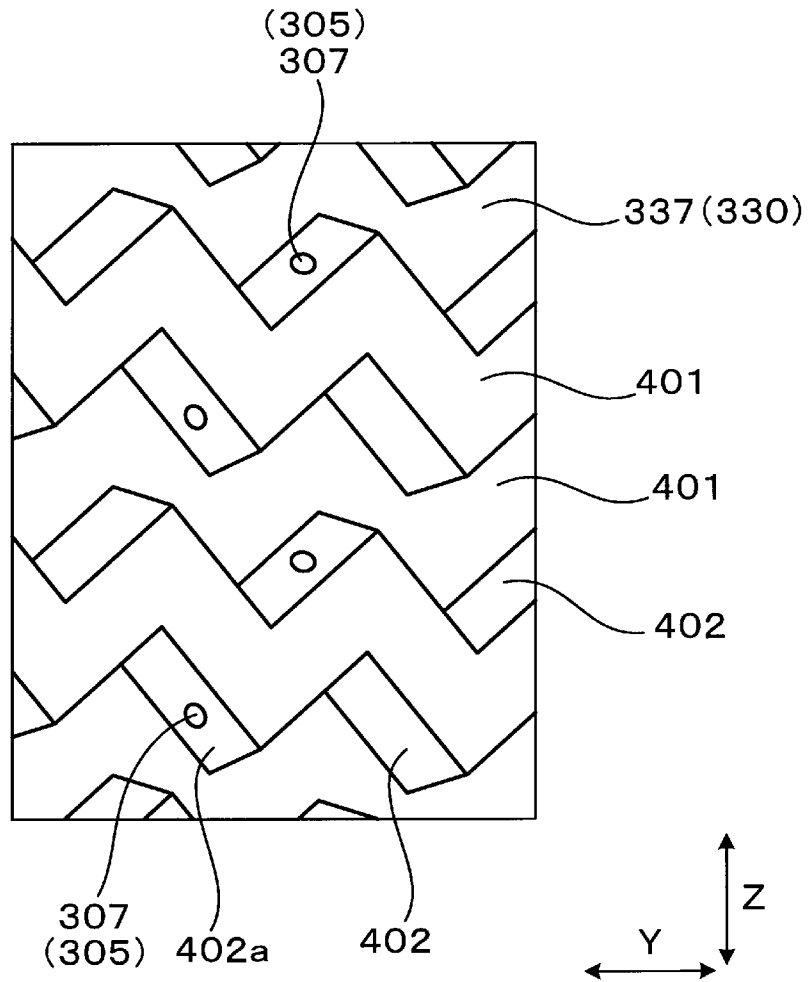
[図84]

(図 8 4)



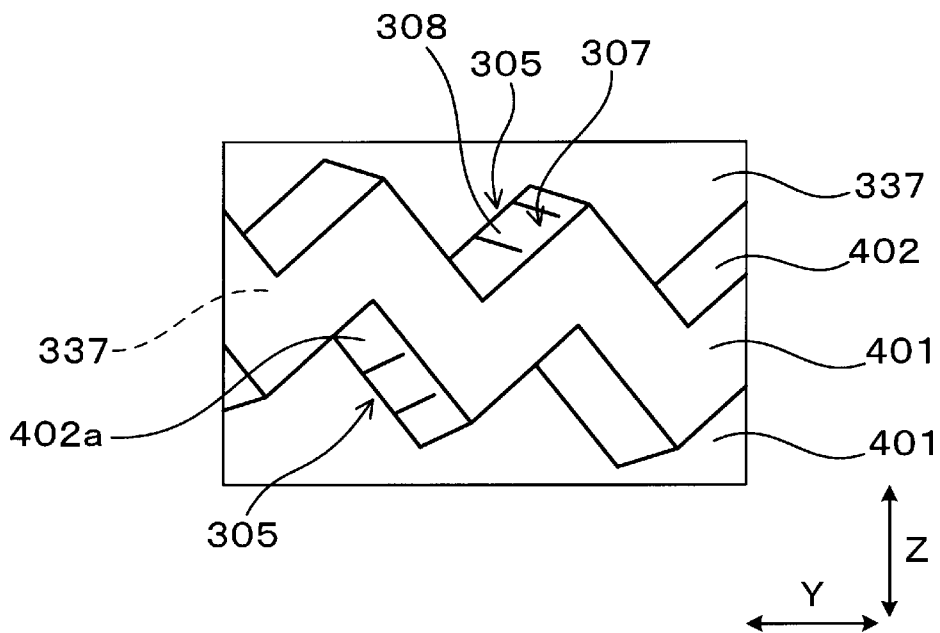
[図85]

(図85)



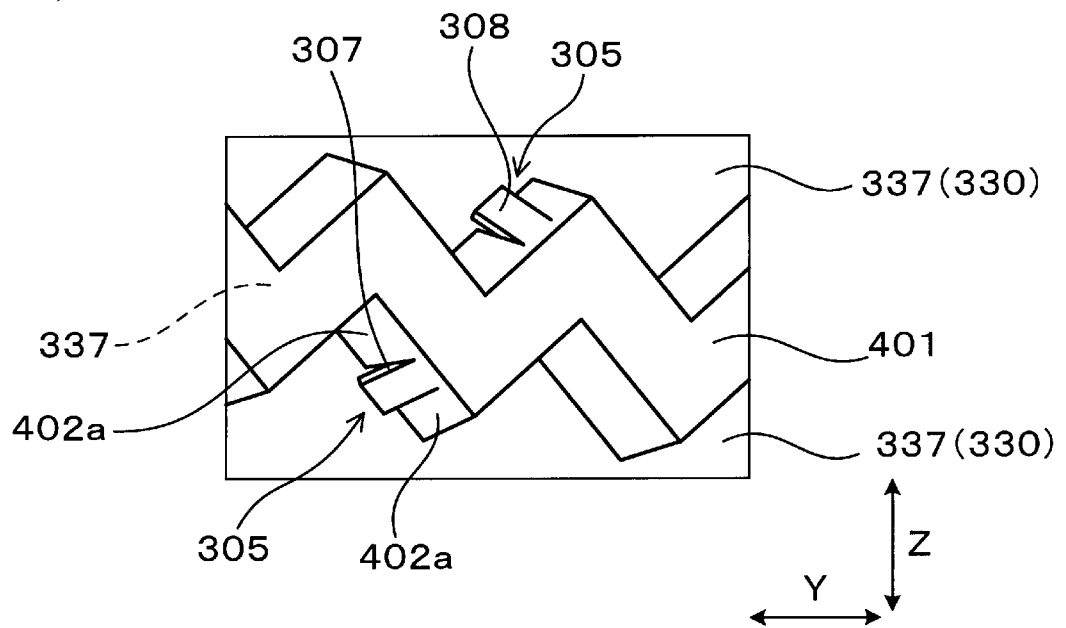
[図86]

(図86)



[図87]

(図 8 7)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L23/427 (2006.01) i, B08B9/032 (2006.01) i, F28G13/00 (2006.01) i, H05K7/20 (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. H01L23/427, B08B9/032, F28G13/00, H05K7/20

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2010-041005 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 18 February 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	JP 03-044065 A (HITACHI, LTD.) 25 February 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	JP 05-129787 A (KOUFU NIPPON DENKI KK) 25 May 1993, entire text, all drawings (Family: none)	1-32

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 17.05.2019	Date of mailing of the international search report 28.05.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007734

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-190788 A (TAKASAGO THERMAL ENGINEERING CO., LTD.) 21 August 2008, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 078826/1988 (Laid-open No. 003921/1990) (TOYO RADIATOR CO., LTD.) 11 January 1990, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	JP 60-216193 A (SUGA, Yasushi) 29 October 1985, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	WO 2017/119113 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 13 July 2017, entire text, all drawings & CN 108474628 A	1-32
A	JP 2017-133758 A (AIR WATER PLANT & ENG INC.) 03 August 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	JP 2015-194324 A (T RAD CO., LTD.) 05 November 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
X Y A	JP 2009-105325 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 14 May 2009, claims, paragraphs [0012]-[0028], fig. 1-6 & US 2009/0107655 A1, claims, paragraphs [0020]-[0037], fig. 1-6	12-14, 16, 21 17, 19-20 1-11, 15, 18, 22-32
X Y A	JP 2015-023044 A (UACJ CORP.) 02 February 2015, claims, paragraphs [0022]-[0037], fig. 1-12 (Family: none)	12-14, 16 17 1-11, 15, 18-32
X Y A	JP 2009-266936 A (DENSO CORPORATION) 12 November 2009, paragraphs [0015]-[0039], fig. 1-6 (Family: none)	12-14, 16 17 1-11, 15, 18-32
X Y A	JP 2009-266937 A (DENSO CORPORATION) 12 November 2009, paragraphs [0020]-[0043], fig. 1-6 (Family: none)	12-14, 16, 22, 25-26 17 1-11, 15, 18- 21, 23-24, 27- 32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007734

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-005673 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 11 January 2007, claims, fig. 1-9 & US 2009/0302458 A1, claims, fig. 1-9 & WO 2007/000991 A1 & EP 1898464 A1 & KR 10-2008- 0023754 A & CN 101208796 A	17
Y	JP 2005-079337 A (TOSHIBA CORPORATION) 24 March 2005, fig. 13 (Family: none)	19
Y	JP 06-037219 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 10 February 1994, claims, paragraph [0014] & DE 4322665 A1	20
A	JP 2010-040757 A (DENSO CORPORATION) 18 February 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	US 2018/0077818 A1 (DENSO INTERNATIONAL AMERICA, INC.) 15 March 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	JP 2003-269876 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 25 September 2003, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	JP 2007-043013 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 15 February 2007, entire text, all drawings & US 2007/0029070 A1	1-32
A	JP 2016-205802 A (DENSO CORPORATION) 08 December 2016, entire text, all drawings & US 2018/0112933 A1 & WO 2016/166963 A1 & CN 107532865 A	1-32
A	JP 2018-032816 A (DENSO CORPORATION) 01 March 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	WO 2016/067501 A1 (DENSO CORPORATION) 06 May 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	US 5031693 A (SUNDSTRAND CORPORATION) 16 July 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-32
A	WO 2017/094366 A1 (SANO INDUSTRIAL CO., LTD.) 08 June 2017, entire text, all drawings & JP 2017-101904 A	1-32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007734

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17 (2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claims 1, 12, 22, and 28 has the common technical feature thereamong of a heat exchanger. This feature, however, cannot be considered a special technical feature. Thus, this international application is classified into the four inventions below.

- (Invention 1) Claim 1-11
(Invention 2) Claims 12-21
(Invention 3) Claims 22-27
(Invention 4) Claims 28-32

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01L23/427(2006.01)i, B08B9/032(2006.01)i, F28G13/00(2006.01)i, H05K7/20(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. H01L23/427, B08B9/032, F28G13/00, H05K7/20			
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 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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 2010-041005 A（トヨタ自動車株式会社）2010.02.18, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-32	
A	JP 03-044065 A（株式会社日立製作所）1991.02.25, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-32	
A	JP 05-129787 A（甲府日本電気株式会社）1993.05.25, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-32	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 17.05.2019		国際調査報告の発送日 28.05.2019	
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） 伊藤 紀史	3M 3545 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
A	JP 2008-190788 A (高砂熱学工業株式会社) 2008.08.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	日本国実用新案登録出願63-078826号(日本国実用新案登録出願公開 02-003921号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム(東洋ラジエーター株式会社)1990.01.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	JP 60-216193 A (須賀泰史) 1985.10.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	WO 2017/119113 A1 (三菱電機株式会社) 2017.07.13, 全文, 全図 & CN 108474628 A	1-32
A	JP 2017-133758 A (エア・ウォーター・プラントエンジニアリング 株式会社) 2017.08.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	JP 2015-194324 A (株式会社ティラド) 2015.11.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
X Y A	JP 2009-105325 A (株式会社豊田自動織機) 2009.05.14, 特許請求 の範囲, [0012] - [0028], 第1-6図 & US 2009/0107655 A1: CLAIMS, [0020]-[0037], FIGS.1-6	12-14, 16, 21 17, 19-20 1-11, 15, 18, 2 2-32
X Y A	JP 2015-023044 A (株式会社UACJ) 2015.02.02, 特許請求の範 囲, [0022] - [0037], 第1-12図 (ファミリーなし)	12-14, 16 17 1-11, 15, 18-3 2
X Y A	JP 2009-266936 A (株式会社デンソー) 2009.11.12, [0015] - [0039], 第1-6図 (ファミリーなし)	12-14, 16 17 1-11, 15, 18-3 2
X Y A	JP 2009-266937 A (株式会社デンソー) 2009.11.12, [0020] - [0043], 第1-6図 (ファミリーなし)	12-14, 16, 22, 25-26 17 1-11, 15, 18-2 1, 23-24, 27-3 2

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	JP 2007-005673 A (株式会社豊田自動織機) 2007.01.11, 特許請求の範囲, 第1-9図 & US 2009/0302458 A1 : CLAIMS, FIGS.1-9 & WO 2007/000991 A1 & EP 1898464 A1 & KR 10-2008-0023754 A & CN 101208796 A	17
Y	JP 2005-079337 A (株式会社東芝) 2005.03.24, 第13図 (ファミリーなし)	19
Y	JP 06-037219 A (富士電機株式会社) 1994.02.10, 特許請求の範囲, [0014] & DE 4322665 A1	20
A	JP 2010-040757 A (株式会社デンソー) 2010.02.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	US 2018/0077818 A1 (DENSO INTERNATIONAL AMERICA, INC.) 2018.03.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	JP 2003-269876 A (三菱電機株式会社) 2003.09.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	JP 2007-043013 A (松下電器産業株式会社) 2007.02.15, 全文, 全図 & US 2007/0029070 A1	1-32
A	JP 2016-205802 A (株式会社デンソー) 2016.12.08, 全文, 全図 & US 2018/0112933 A1 & WO 2016/166963 A1 & CN 107532865 A	1-32
A	JP 2018-032816 A (株式会社デンソー) 2018.03.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	WO 2016/067501 A1 (株式会社デンソー) 2016.05.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	US 5031693 A (SUNDSTRAND CORPORATION) 1991.07.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	WO 2017/094366 A1 (三桜工業株式会社) 2017.06.08, 全文, 全図 & JP 2017-101904 A	1-32

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求項 1, 1 2, 2 2, 2 8に係る発明は、熱交換器という点で共通の技術的特徴を有するが、この点は特別な技術的特徴であるとは言えない。したがって、この国際出願は、以下の4つの発明に区分される。

- (発明1) 請求項 1 - 1 1
- (発明2) 請求項 1 2 - 2 1
- (発明3) 請求項 2 2 - 2 7
- (発明4) 請求項 2 8 - 3 2

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。