(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7226364号
(P7226364)

(45)発行日　令和5年2月21日(2023.2.21)

(24)登録日　令和5年2月13日(2023.2.13)

(51)国際特許分類		FI		
F28F	*1/40 (2006.01)*	F28F	1/40	N
F28F	*13/06 (2006.01)*	F28F	13/06	
F28D	*1/053(2006.01)*	F28D	1/053	A
F28F	*1/02 (2006.01)*	F28F	1/02	A

請求項の数　10　（全19頁）

(21)出願番号　特願2020-21446(P2020-21446)
(22)出願日　令和2年2月12日(2020.2.12)
(65)公開番号　特開2020-153658(P2020-153658A)
(43)公開日　令和2年9月24日(2020.9.24)
審査請求日　令和4年1月14日(2022.1.14)
(31)優先権主張番号　特願2019-45425(P2019-45425)
(32)優先日　平成31年3月13日(2019.3.13)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100140486
弁理士　鎌田 徹
(74)代理人　100170058
弁理士　津田 拓真
(72)発明者　宇野 孝博
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
審査官　古川 峻弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　熱交換器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、前記チューブの内部を流れる第１流体と、前記チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる熱交換器であって、
前記チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備え、
前記フィンは、
所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部が前記チューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、
前記所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、前記所定のフィンピッチで折り曲げられておらず、且つ前記チューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有し、
前記チューブにおいて前記非接合部に対向する外壁部（２１０，２１１）には、突起部（２１０ａ，２１１ａ）が形成されている
熱交換器。
【請求項２】
前記突起部は、前記チューブの内側に突出するように形成されている
請求項１に記載の熱交換器。
【請求項３】
前記突起部は、前記フィンに接触しないように形成されている

請求項１又は２に記載の熱交換器。
【請求項４】
前記突起部は、前記チューブの外側に突出するように形成されている
請求項１に記載の熱交換器。
【請求項５】
積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、前記チューブの内部を流れる第１流体と、前記チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる熱交換器であって、
前記チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備え、
前記フィンは、
所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部が前記チューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、
前記所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、前記所定のフィンピッチで折り曲げられておらず、且つ前記チューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有し、
前記非接合部には、突起部（２３２ａ，２３２ｂ，２３２ｃ）が形成されている
熱交換器。
【請求項６】
前記突起部は、前記非接合部の一部を切り起こすことで形成されている
請求項５に記載の熱交換器。
【請求項７】
前記突起部は、前記チューブの内面に接触しないように形成されている
請求項５又は６に記載の熱交換器。
【請求項８】
前記非接合部は、前記チューブの内面に対して平行に延びるように形成されている
請求項１～７のいずれか一項に記載の熱交換器。
【請求項９】
積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、前記チューブの内部を流れる第１流体と、前記チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる熱交換器であって、
前記チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備え、
前記フィンは、
所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部が前記チューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、
前記所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、前記所定のフィンピッチで折り曲げられておらず、且つ前記チューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有し、
前記チューブにおいて前記非接合部に対向する外壁部（２１０，２１１）には、突起部（２１０ａ，２１１ａ）が形成され、
前記非接合部には、突起部（２３２ａ）が形成されている
熱交換器。
【請求項１０】
積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、前記チューブの内部を流れる第１流体と、前記チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる熱交換器であって、
前記チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備え、
前記フィンは、
所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部が前記チューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、
前記所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、前記チューブの内面に接

合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有し、
前記チューブにおいて前記非接合部に対向する外壁部（２１０，２１１）には、突起部（２１０ａ，２１１ａ）が形成されており、
前記突起部は、前記チューブの内側に突出するように形成されている
熱交換器。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、熱交換器に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、下記の特許文献１に記載の熱交換器がある。特許文献１に記載の熱交換器は、凝縮器であって、積層して配置される複数のチューブを備えている。チューブの内部には、冷媒が流れている。隣り合うチューブ間の隙間には空気が流れている。この熱交換器では、各チューブの内部を流れる冷媒と、各チューブの外部を流れる空気との間で熱交換が行われることにより、冷媒が凝縮される。チューブの内部にはインナーフィンが収容されている。インナーフィンは、薄い金属版を波状に屈曲させることにより形成された、いわゆるコルゲートフィンである。インナーフィンは、冷媒に対する伝熱面積を増加させることにより、冷媒と空気との間の熱交換を促進させる機能を有している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１３－２１７５０７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１に記載されるような構造、具体的にはチューブの内部にインナーフィンを設ける構造は、凝縮器に限らず、冷却水の熱を空気に放熱することにより冷却水を冷却するラジエータに適用する場合でも有効である。しかしながら、チューブの内部にインナーフィンを設ける構造をラジエータに採用した場合、次のような懸念がある。
【０００５】
近年、電動機を動力源として走行する車両には、エンジン冷却水を冷却するラジエータとは別に、電動機に電力を供給する電池やその周辺機器を循環する冷却水を冷却するためのラジエータが搭載される場合がある。このようなラジエータは、エンジン冷却水よりも温度の低い冷却水が流れることから、低水温ラジエータと称されることがある。低水温ラジエータでは、エンジン冷却水用ラジエータと比較すると、電動ポンプから供給される冷却水の流量が少ない場合があるため、チューブの内部の冷却水の流れが低Ｒｅ（レイノルズ）数領域の流れになり易く、冷却水の熱伝達率が低下するおそれがある。そのため、特許文献１に記載の熱交換器のように、チューブの内部にインナーフィンを設ければ、冷却水に対する伝熱面積を増加させることができるため、冷却水の熱伝達率を向上させることが可能となる。
【０００６】
ところで、チューブの内部にインナーフィンを設けた場合、冷却水の流れに対してインナーフィンが障害物となるため、冷却水の通水抵抗が増加する。また、低水温ラジエータを車両に搭載する場合には、車両のスペース的な制約とラジエータの発熱量との関係により、ラジエータのチューブの積段数を少なくする必要が生じる場合がある。チューブの積段数が少なくなるほど、チューブ内の冷却水の流速が速くなるため、冷却水の通水抵抗が更に増加することになる。冷却水の通水抵抗が増加すると、チューブ内を冷却水が流れ難くなることから、低水温ラジエータの熱伝達率が低下するおそれがある。これが、チューブの内部にインナーフィンが設けられているにも関わらず、低水温ラジエータの熱伝達率

を向上させることができない要因の一つとなっている。

【０００７】

なお、このような課題は、低水温ラジエータに限らず、チューブの内部を流れる流体と、チューブの外部を流れる流体との間で熱交換を行う熱交換器に共通する課題である。

本開示は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、通水抵抗の低減と熱伝達率の向上との両立を図ることの可能な熱交換器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記課題を解決する熱交換器は、積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、チューブの内部を流れる第１流体と、チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる。熱交換器は、チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備える。フィンは、所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部がチューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、所定のフィンピッチで折り曲げられておらず、且つチューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有する。チューブにおいて非接合部に対向する外壁部（２１０，２１１）には、突起部（２１０ａ，２１１ａ）が形成されている。

上記課題を解決する他の熱交換器は、積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、チューブの内部を流れる第１流体と、チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる。熱交換器は、チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備える。フィンは、所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部がチューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、チューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有する。チューブにおいて非接合部に対向する外壁部（２１０，２１１）には、突起部（２１０ａ，２１１ａ）が形成されている。突起部は、チューブの内側に突出するように形成されている。

【０００９】

この構成によれば、フィンの非接合部がチューブの内面に接触していないため、第１流体の流れる流路断面積を確保することができる。よって、通水抵抗を低減することが可能である。また、チューブに形成されている突起部により、第１流体に対するチューブの伝熱面積が増加するため、熱交換器の熱伝達率を向上させることができる。

【００１０】

また、上記課題を解決する他の熱交換器は、積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、チューブの内部を流れる第１流体と、チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる。熱交換器は、チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備える。フィンは、所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先端部がチューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、所定のフィンピッチで折り曲げられておらず、且つチューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有する。非接合部には、突起部（２３２ａ）が形成されている。

【００１１】

この構成によれば、フィンの非接合部がチューブの内面に接触していないため、第１流体の流れる流路断面積を確保することができる。よって、通水抵抗を低減することが可能である。また、フィンの非接合部に形成されている突起部により、第１流体に対するフィンの伝熱面積が増加するため、熱交換器の熱伝達率を向上させることができる。

【００１２】

さらに、上記課題を解決する他の熱交換器は、積層して配置される複数のチューブ（２１）を有し、チューブの内部を流れる第１流体と、チューブの外部を流れる第２流体との間で熱交換が行われる。熱交換器は、チューブの内部に収容されるフィン（２３）を備える。フィンは、所定のフィンピッチで波状に折り曲げられ、且つ折り曲げられた部分の先

端部がチューブの内面に接合される接合部（２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ）と、所定のフィンピッチよりも長く形成された部分であって、所定のフィンピッチで折り曲げられておらず、且つチューブの内面に接合されていない非接合部（２３１ａ，２３１ｂ）と、を有する。チューブにおいて非接合部に対向する外壁部（２１０，２１１）には、突起部（２１０ａ，２１１ａ）が形成されている。非接合部には、突起部（２３２ａ）が形成されている。

【００１３】

この構成によれば、フィンの非接合部がチューブの内面に接触していないため、第１流体の流れる流路断面積を確保することができる。よって、通水抵抗を低減することが可能である。また、チューブに形成されている突起部、及びフィンの非接合部に形成されている突起部により、第１流体に対するチューブ及びフィンの伝熱面積が増加するため、熱交換器の熱伝達率を向上させることができる。

【００１４】

なお、上記手段、特許請求の範囲に記載の括弧内の符号は、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一例である。

【発明の効果】

【００１５】

本開示によれば、通水抵抗の低減と熱伝達率の向上との両立を図ることの可能な熱交換器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】図１は、第１実施形態の熱交換器の正面構造を示す正面図である。

【図２】図２は、図１のＩＩ－ＩＩ線に沿った断面構造を示す断面図である。

【図３】図３は、第１実施形態のチューブの断面構造を示す断面図である。

【図４】図４は、第１実施形態のチューブの断面斜視構造を示す斜視図である。

【図５】図５は、冷却水のレイノルズ数Ｒｅと熱伝達率αとの関係を示すグラフである。

【図６】図６は、第１実施形態の第１変形例のチューブの断面構造を示す断面図である。

【図７】図７は、第１実施形態の第１変形例のチューブの断面斜視構造を示す斜視図である。

【図８】図８は、第２実施形態のチューブの断面構造を示す断面図である。

【図９】図９は、第２実施形態の第１変形例のチューブの断面構造を示す断面図である。

【図１０】図１０は、第２実施形態の第１変形例のチューブの断面構造を示す断面図である。

【図１１】図１１は、第２実施形態の第２変形例のチューブの断面斜視構造を示す斜視図である。

【図１２】図１２（Ａ），（Ｂ）は、第２実施形態の第２変形例のチューブにおける突起部周辺の断面構造を示す断面図である。

【図１３】図１３は、第２実施形態の第２変形例の熱交換器におけるチューブ内の冷却水の流れ態様を模式的に示す図である。

【図１４】図１４は、第２実施形態の第３変形例のチューブの断面斜視構造を示す斜視図である。

【図１５】図１５（Ａ），（Ｂ）は、第２実施形態の第３変形例のチューブにおける突起部周辺の断面構造を示す断面図である。

【図１６】図１６は、第２実施形態の第４変形例のチューブの断面斜視構造を示す斜視図である。

【図１７】図１７（Ａ），（Ｂ）は、第２実施形態の第４変形例のチューブにおける突起部周辺の断面構造を示す断面図である。

【図１８】図１８は、他の実施形態のチューブの断面構造を示す断面図である。

【図１９】図１９は、他の実施形態のチューブの断面構造を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】
以下、熱交換器の実施形態について図面を参照しながら説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。
＜第１実施形態＞
はじめに、図１に示される第１実施形態の熱交換器１０について説明する。図１に示される熱交換器１０は、走行用の動力源としてエンジン及び電動機を備える車両に搭載されている。熱交換器１０には、エンジンを冷却するためのエンジン冷却水と、電動機及びその周辺機器を冷却するための冷却水とが循環している。なお、電動機及びその周辺機器を冷却するための冷却水は、エンジン冷却水よりも低温であるため、以下では「低温冷却水」と称する。熱交換器１０は、エンジン冷却水と空気との間で熱交換を行うとともに、低温冷却水と空気との間で熱交換を行うことにより、エンジン冷却水及び低温冷却水を冷却することが可能な複合型ラジエータである。本実施形態では、エンジン冷却水及び低温冷却水が第１流体に相当し、空気が第２流体に相当する。なお、以下では、便宜上、エンジン冷却水及び低温冷却水をまとめて「冷却水」とも称する。熱交換器１０は、車両用空調装置の凝縮器や蒸発器と共に、エンジンルーム内に配置されている。例えば車両用空調装置の蒸発器との組合せの場合には、熱交換器１０は、車両用空調装置の凝縮器よりもグリル開口部に近い位置に配置されている。熱交換器１０には、グリル開口部から導入される空気が供給される。
【００１８】
図１に示されるように、熱交換器１０は、コア部２０と、第１ヘッダタンク３０と、第２ヘッダタンク４０とを備えている。
コア部２０は、複数のチューブ２１と、複数のアウターフィン２２とを備えている。
【００１９】
複数のチューブ２１は、矢印Ｚで示される方向に所定の間隔をあけて積層して配置されている。チューブ２１は、矢印Ｘで示される方向に延びるように形成されている。矢印Ｘで示される方向に直交するチューブ２１の断面形状は扁平筒状に形成されている。チューブ２１の内部には、冷却水の流れる流路が矢印Ｘで示される方向に延びるように形成されている。隣り合うチューブ２１，２１の間の隙間には、矢印Ｙで示される方向に空気が流れている。
【００２０】
以下では、矢印Ｘで示される方向を「チューブ長手方向Ｘ」と称し、矢印Ｙで示される方向を「空気流れ方向Ｙ」と称し、矢印Ｚで示される方向を「チューブ積層方向Ｚ」と称する。なお、本実施形態では、チューブ積層方向Ｚが鉛直方向となっており、チューブ長手方向Ｘ及び空気流れ方向Ｙが水平方向となっている。したがって、本実施形態の熱交換器１０は、いわゆるクロスフロー式の熱交換器である。
【００２１】
アウターフィン２２は、隣り合うチューブ２１，２１の間の隙間に配置されている。アウターフィン２２は、アルミニウム等からなる薄い金属板を波状に折り曲げることにより形成された、いわゆるコルゲートフィンである。アウターフィン２２の折り曲げ部分の先端部は、隣り合うチューブ２１，２１のそれぞれの外面に接触するとともに、それらの接触部分がろう付けにより接合されている。この接合構造によりアウターフィン２２がチューブ２１に固定されている。アウターフィン２２は、隣り合うチューブ２１，２１の間を流れる空気に対する伝熱面積を増加させることにより、チューブ２１の内部を流れる冷媒と空気との間の熱交換を促進させる機能を有している。
【００２２】
第１ヘッダタンク３０は、各チューブ２１の一端部に接続されている。第１ヘッダタンク３０は筒状に形成されている。第１ヘッダタンク３０の内部には、その内部空間を第１分配流路３１と第２分配流路３２とに仕切る仕切部３３が形成されている。第１ヘッダタンク３０には、第１分配流路３１が形成される部分に対応して第１流入口３１０が設けら

れるとともに、第２分配流路３２が形成される部分に対応して第２流入口３２０が設けられている。

【００２３】

第２ヘッダタンク４０は、各チューブ２１の他端部に接続されている。第２ヘッダタンク４０は、第１ヘッダタンク３０と同様に筒状に形成されている。第２ヘッダタンク４０の内部には、その内部空間を第１集合流路４１と第２集合流路４２とに仕切る仕切部４３が形成されている。第２ヘッダタンク４０の仕切部４３は、チューブ積層方向Ｚにおいて第１ヘッダタンク３０の仕切部３３の位置と同一の位置に配置されている。第２ヘッダタンク４０には、第１集合流路４１が形成されている部分に対応して第１排出口４１０が設けられるとともに、第２集合流路４２が形成されている部分に対応して第２排出口４２０が設けられている。

【００２４】

なお、以下では、コア部２０において第１ヘッダタンク３０の第１分配流路３１及び第２ヘッダタンク４０の第１集合流路４１に接続されている領域を第１コア領域Ａ１と称し、コア部２０において第１ヘッダタンク３０の第２分配流路３２及び第２ヘッダタンク４０の第２集合流路４２に接続されている領域を第２コア領域Ａ２と称する。図１に示されるように、本実施形態の熱交換器１０では、第１コア領域Ａ１が第２コア領域Ａ２よりも大きい。

【００２５】

この熱交換器１０では、第１ヘッダタンク３０の第１流入口３１０にエンジン冷却水が流入する。第１流入口３１０に流入したエンジン冷却水は、第１ヘッダタンク３０の第１分配流路３１からコア部２０の第１コア領域Ａ１の各チューブ２１に分配される。コア部２０の第１コア領域Ａ１では、各チューブ２１の内部を流れるエンジン冷却水と各チューブの外部を流れる空気との間で熱交換が行われることにより、エンジン冷却水が冷却される。各チューブを流れることにより冷却されたエンジン冷却水は、第２ヘッダタンク４０の第１集合流路４１に集められた後、第２ヘッダタンク４０の第１排出口４１０から排出される。

【００２６】

また、この熱交換器１０では、第１ヘッダタンク３０の第２流入口３２０に低水温冷却水が流入する。第２流入口３２０に流入した低水温冷却水は、第１ヘッダタンク３０の第２分配流路３２からコア部２０の第２コア領域Ａ２の各チューブ２１に分配される。コア部２０の第２コア領域Ａ２では、各チューブ２１の内部を流れる低水温冷却水と各チューブの外部を流れる空気との間で熱交換が行われることにより、低水温冷却水が冷却される。各チューブを流れることにより冷却された低水温冷却水は、第２ヘッダタンク４０の第２集合流路４２に集められた後、第２ヘッダタンク４０の第２排出口４２０から排出される。

【００２７】

次に、コア部２０の構造について具体的に説明する。

図２に示されるように、コア部２０では、チューブ２１の積層構造が空気流れ方向Ｙに２列並べて配置されている。なお、コア部２０は、チューブ２１の積層構造を２列有する構造に限らず、チューブ２１の積層構造を一列だけ有する構造であってもよい。

【００２８】

チューブ２１の内部には、インナーフィン２３が収容されている。インナーフィン２３は、アルミニウム等の薄い金属板を折り曲げることにより形成されている。

図３及び図４に示されるように、インナーフィン２３の一端部には、チューブ２１にかしめられる、かしめ部２３２が形成されている。かしめ部２３２によりチューブ２１の一端部の板厚が太くなることで、チューブ２１のストーンチッピング性能が確保されている。

【００２９】

インナーフィン２３におけるかしめ部２３２よりも内側の部分、及びインナーフィン２３の中央部及び他端部には、所定のフィンピッチＦＰで波状に折り曲げられた接合部２３

０ａ～２３０ｃがそれぞれ形成されている。接合部２３０ａ～２３０ｃの折り曲げ部分の先端部はチューブ２１の内面に接触している。それらの接触部分はろう付けにより接合されている。接合部２３０ａ～２３０ｃは、チューブ２１に対するインナーフィン２３の位置決めを行うとともに、チューブ２１への熱移動およびチューブ２１の剛性を確保している。

【００３０】

インナーフィン２３における接合部２３０ａと接合部２３０ｂとの間の部分には、チューブ２１の内面に接合されていない非接合部２３１ａが形成されている。同様に、インナーフィン２３における接合部２３０ｂと接合部２３０ｃとの間の部分にも非接合部２３１ｂが形成されている。各非接合部２３１ａ，２３１ｂは、チューブ２１の内面に対して平行に延びるように形成されている。非接合部２３１ａ，２３１ｂのそれぞれの長さＬ１，Ｌ２は、接合部２３０ａ～２３０ｃのそれぞれのフィンピッチＦＰよりも長くなっている。

【００３１】

チューブ２１においてインナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂに対向する部分には、チューブ２１の内側に突出するように複数の突起部２１０ａ，２１１ａが形成されている。より詳細には、インナーフィン２３の非接合部２３１ａに対向するチューブ２１の一方の外壁部２１０には、第１突起部２１０ａが形成されている。インナーフィン２３の非接合部２３１ａに対向するチューブ２１の他方の外壁部２１１には、第２突起部２１１ａが形成されている。第１突起部２１０ａは、インナーフィン２３の接合部２３０ｂよりも接合部２３０ａに近い位置に配置されている。第２突起部２１１ａは、インナーフィン２３の接合部２３０ａよりも接合部２３０ｂに近い位置に配置されている。インナーフィン２３の非接合部２３１ｂに対向するチューブ２１の外壁部２１０，２１１にも、同様に第１突起部２１０ａ及び第２突起部２１１ａがそれぞれ形成されている。インナーフィン２３の接合部２３０ａ，２３０ｂ、非接合部２３１ａ、及びチューブ２１の外壁部２１０，２１１により仕切られる空間を第１空間Ｓ１とし、インナーフィン２３の接合部２３０ｂ，２３０ｃ、非接合部２３１ｂ、及びチューブ２１の外壁部２１０，２１１により仕切られる空間を第２空間Ｓ２とするとき、第１空間Ｓ１及び第２空間Ｓ２が略同一の形状を有する空間となっている。

【００３２】

次に、本実施形態の熱交換器１０の動作例について説明する。

本実施形態の熱交換器１０では、チューブ２１を流れる冷却水のレイノルズ数Ｒｅと冷却水の熱伝達率αとが図５に実線Ｌ１で示されるように推移する。なお、図５では、参考例として、チューブ２１に突起部２１０ａ，２１１ａが形成されておらず、且つチューブ２１の内部にインナーフィン２３が設けられていない場合のレイノルズ数Ｒｅと冷却水の熱伝達率αとの関係が一点鎖線Ｌ２で示されている。また、図５では、同じく参考例として、チューブ２１に突起部２１０ａ，２１１ａが形成されており、且つチューブ２１の内部にインナーフィン２３が設けられていない場合のレイノルズ数Ｒｅと冷却水の熱伝達率αとの関係が二点鎖線Ｌ３で示されている。

【００３３】

図５に示されるように、レイノルズ数Ｒｅの値が小さい場合、冷却水の流れは層流域となる。また、レイノルズ数Ｒｅの値が大きい場合、冷却水の流れは乱流域となる。レイノルズ数Ｒｅの値がそれらの中間の値である場合、冷却水の流れは遷移域となる。遷移域とは、冷却水の流れが層流域と乱流域との間で遷移する領域である。

【００３４】

チューブ２１に突起部２１０ａ，２１１ａが形成されている一方、チューブ２１の内部にインナーフィン２３が設けられていない場合には、図５に二点鎖線Ｌ３で示されるように、冷却水の流れが遷移域及び乱流域であるとき、冷却水の熱伝達率αを確保することができる。しかしながら、冷却水の流れが層流域であるとき、冷却水の熱伝達率αを十分に確保できないおそれがある。第１コア領域Ａ１を流れるエンジン冷却水の流量と比較すると、熱交換器１０の第２コア領域Ａ２を流れる低温冷却水の流量は低流量である。したが

って、熱交換器１０の第２コア領域Ａ２を流れる低温冷却水の流れは層流域となり易いため、チューブ２１に突起部２１０ａ，２１１ａを形成しただけでは、冷却水の熱伝達率αを十分に確保できないおそれがある。

【００３５】

この点、本実施形態の熱交換器１０では、図５に実線Ｌ１で示されるように、二点鎖線Ｌ３の参考例と比較すると、冷却水の流れが層流域であるときに冷却水の熱伝達率αを向上させることが可能である。これは、本実施形態の熱交換器１０では、チューブ２１の内部に設けられるインナーフィン２３により、伝熱面積の増加及び熱伝達の促進を図ることができるためである。

【００３６】

また、本実施形態の熱交換器１０では、図５に実線Ｌ１で示されるように、二点鎖線Ｌ３の参考例と比較すると、冷却水の流れが遷移域であるときにも冷却水の熱伝達率αを向上させることが可能である。これは、突起部２１０ａ，２１１ａそのものの効果に加え、インナーフィン２３により伝熱面積の増加及び熱伝達の促進を図ることができるためである。

【００３７】

以上説明した本実施形態の熱交換器１０によれば、以下の（１）～（３）に示される作用及び効果を得ることができる。

（１）インナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂがチューブ２１の内面に接触していないため、エンジン冷却水及び低温冷却水の流れる流路断面積を確保することができる。よって、通水抵抗を低減することが可能である。また、チューブ２１に形成されている突起部２１０ａ，２１１ａにより、冷却水に対するチューブ２１の局所的な伝熱面積が増加に加え、冷却水の突起部周りの乱流化により、熱交換器１０の熱伝達率を向上させることができる。

【００３８】

（２）突起部２１０ａ，２１１ａは、チューブ２１の内側に突出するように形成されている。このような構成によれば、突起部２１０ａ，２１１ａとアウターフィン２２との干渉を回避することができる。

（３）インナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂは、チューブ２１の内面に対して平行に延びるように形成されている。このような構成によれば、チューブ２１の内面とインナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂとの間に所定の幅の流路を確保することができるため、チューブ２１内を流れる冷却水の通水抵抗を一層低減することが可能である。

【００３９】

（第１変形例）

次に、第１実施形態の熱交換器１０の第１変形例について説明する。

図６に示されるように、本変形例のチューブ２１には、突起部２１０ａ，２１１ａが外側に突出するように形成されている。

【００４０】

このような構成によれば、隣り合うチューブ２１，２１の間を流れる空気が突起部２１０ａ，２１１ａに衝突することにより、チューブ外側周りの空気の流れ方向を変化させることができる。よって、アウターフィン２２に形成されるルーバ部への空気の導入を促進することができるため、空気側の熱交換性能の向上を突起部２１０ａ，２１１ａにより促進することが可能である。

【００４１】

（第２変形例）

次に、第１実施形態の熱交換器１０の第２変形例について説明する。

図７に示されるように、本変形例の突起部２１０ａ，２１１ａは、半球形状ではなく、冷却水の流れ方向に対して斜めに交差する長穴形状で形成されている。このような構成によれば、突起部２１０ａ，２１１ａとアウターフィン２２との接合面に形成される隙間を

最小化することが可能である。これにより、チューブ２１とアウターフィン２２との接合面積が増加するため、冷却水側及び空気側の両方の熱交換性能を向上させることができる。

【００４２】

＜第２実施形態＞

次に、第２実施形態の熱交換器１０について説明する。以下、第１実施形態の熱交換器１０との相違点を中心に説明する。

図８に示されるように、本実施形態の熱交換器１０では、インナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂに複数の突起部２３２ａが形成されている。突起部２３２ａは、チューブ２１の内面に接触しないように形成されている。非接合部２３１ａにおける突起部２３２ａの配置、及び非接合部２３１ｂにおける突起部２３２ａの配置は略同一である。これにより、インナーフィン２３の接合部２３０ａ，２３０ｂ、非接合部２３１ａ、及びチューブ２１の外壁部２１０，２１１により仕切られる空間を第１空間Ｓ１とし、インナーフィン２３の接合部２３０ｂ，２３０ｃ、非接合部２３１ｂ、及びチューブ２１の外壁部２１０，２１１により仕切られる空間を第２空間Ｓ２とするとき、第１空間Ｓ１及び第２空間Ｓ２が略同一の形状を有している。

【００４３】

以上説明した本実施形態の熱交換器１０によれば、上記の（３）に示される作用及び効果に加え、以下の（４）に示される作用及び効果を得ることができる。

（４）インナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂがチューブ２１の内面に接触していないため、エンジン冷却水及び低温冷却水の流れる流路断面積を確保することができる。よって、通水抵抗を低減することが可能である。また、インナーフィン２３に形成されている突起部２３２ａにより、冷却水に対するインナーフィン２３の伝熱面積が増加するため、熱交換器１０の熱伝達率を向上させることができる。なお、全ての突起部２３２ａがチューブ２１の内面に接触しないことが望ましいが、本実施形態の熱交換器１０と同一又は類似の効果を得られる範囲であれば突起部２３２ａの一部がチューブ２１の内面に接触していてもよい。

【００４４】

（第１変形例）

次に、第２実施形態の熱交換器１０の第１変形例について説明する。

図９に示されるように、本変形例の熱交換器１０では、インナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂの一部が台形状に切り起こされることにより突起部２３２ａが形成されている。なお、突起部２３２ａの切り起こし形状は、台形状に限らず、例えば図１０に示されるように三角形状であってもよい。

【００４５】

このような構成によれば、インナーフィン２３に突起部２３２ａを容易に形成することが可能である。

（第２変形例）

次に、第２実施形態の熱交換器１０の第２変形例について説明する。なお、以下では、図１１に示されるように、チューブ長手方向Ｘのうちの一方向をＸ１方向と称し、その他方向をＸ２方向と称する。また、空気流れ方向Ｙのうちの一方向をＹ１方向と称し、その他方向をＹ２方向と称する。更に、チューブ積層方向Ｚのうちの一方向をＺ１方向と称し、その他方向をＺ２方向と称する。なお、Ｘ２方向は冷却水の流れ方向に相当する。

【００４６】

図１１に示されるように、本変形例の熱交換器１０では、インナーフィン２３の非接合部２３１ａ，２３１ｂに突起部２３２ｂ，２３２ｃが形成されている。

突起部２３２ｂは、非接合部２３１ａ，２３１ｂからＺ２方向に突出するように形成されている。突起部２３２ｂは、Ｘ２方向成分及びＹ１方向成分を合成した方向に延びるように形成されている。

【００４７】

突起部２３２ｃは、非接合部２３１ａ，２３１ｂからＺ１方向に突出するように形成さ

れている。突起部２３２ｃは、Ｘ２方向成分及びＹ２方向成分を合成した方向に延びるように形成されている。

図１２（Ａ），（Ｂ）に示されるように各突起部２３２ｂ，２３２ｃはチューブ２１の外壁部２１０，２１１に接触しないように形成されている。

【００４８】

次に、本変形例の熱交換器１０の動作例について説明する。

インナーフィン２３に突起部２３２ｃが形成されている場合、チューブ２１の内部を流れる冷却水の流れ方向を例えば図１３に矢印で示されるように変化させることができる。なお、図１３では、突起部２３２ｃの断面形状が台形状である場合について例示している。図１３に示されるように、冷却水が突起部２３２ｃに到達すると、冷却水が突起部２３２ｃの外面に沿って流れることにより、チューブ２１の外壁部２１０の内側を流れる冷却水の流れ方向をＺ１方向に変化させることができる。これにより、冷却水がチューブ２１の内壁面に向かって衝突するように流れるため、チューブ２１の内壁面と冷却水との間で熱交換が行われ易くなる。突起部２３２ｃでも同様の作用及び効果が奏される。結果として、アウターフィン２２を流れる空気と、チューブ２１の内部を流れる冷却水との熱交換を更に促進させることができるため、熱交換器１０の熱伝達率を向上させることができる。なお、全ての突起部２３２ｂ，２３２ｃがチューブ２１の外壁部２１０，２１１に接触しないことが望ましいが、本実施形態の熱交換器１０と同一又は類似の効果を得られる範囲であれば、突起部２３２ｂ，２３２ｃの一部がチューブ２１の外壁部２１０，２１１に接触していてもよい。

【００４９】

また、図１１に示されるように、本変形例のチューブ２１では、Ｚ２方向に突出する突起部２３２ｃと、Ｚ１方向に突出する突起部２３２ｃとが、Ｘ２方向において交互に、換言すれば冷却水の流れ方向において交互に配置されているため、冷却水はチューブ２１のＺ１方向の内壁面及びＺ２方向の内壁面への衝突を非連続的に交互に繰り返す。これにより、冷却水の圧損を低減しつつ、熱交換器１０の熱伝達率を向上させることができる。

【００５０】

（第３変形例）

次に、第２実施形態の熱交換器１０の第３変形例について説明する。

図１４，図１５（Ａ），（Ｂ）に示されるように、本変形例の熱交換器１０では、突起部２３２ｂ，２３２ｃが、Ｘ１方向に向かうほど、換言すれば冷却水の流れ方向の上流側に向かうほど突出量が大きくなるような形状、いわゆる魚影流線形状と称される形状を有している。なお、このような突起部２３２ｂ，２３２ｃの形状は傾斜翼形状とも称される。

【００５１】

次に、本変形例の熱交換器１０の動作例について説明する。

図１３に矢印で示されるように冷却水が流れる場合、突起部２３２ｂを越えた冷却水がインナーフィン２３から乖離するように流れ易くなる。これは、インナーフィン２３における冷却水の伝熱面積を減少させる要因となる。

【００５２】

この点、本変形例の熱交換器１０のように突起部２３２が魚影流線形状に形成されていれば、突起部２３２ｂ，２３２ｃを越えた冷却水がインナーフィン２３に沿って流れ易くなるため、インナーフィン２３における冷却水の伝熱面積の減少を抑制することができる。

（第４変形例）

次に、第２実施形態の熱交換器１０の第４変形例について説明する。

【００５３】

図１６，図１７（Ａ），（Ｂ）に示されるように、本変形例の熱交換器１０では、Ｚ１，Ｚ２方向に直交する突起部２３２ｂ，２３２ｃの断面形状が円形状に形成されている。このような構成によれば、突起部２３２ｂ，２３２ｃの周囲に沿って冷却水が流れ易くなるため、冷却水が突起部２３２ｂ，２３２ｃから乖離し難くなる。結果として、インナーフィン２３における突起部２３２ｂ，２３２ｃ周辺の熱伝達率を局所的に向上させること

ができる。

【００５４】

＜他の実施形態＞

なお、各実施形態は、以下の形態にて実施することもできる。

・各実施形態の熱交換器１０では、インナーフィン２３の接合部２３０ａ，２３０ｂ、非接合部２３１ａ、及びチューブ２１の外壁部２１０，２１１により仕切られる空間を第１空間Ｓ１とし、インナーフィン２３の接合部２３０ｂ，２３０ｃ、非接合部２３１ｂ、及びチューブ２１の外壁部２１０，２１１により仕切られる空間を第２空間Ｓ２とするとき、第１空間Ｓ１及び第２空間Ｓ２が、空気流れ方向Ｙにおけるチューブ２１の中央線に対して線対称な形状を有していてもよい。このような構成によれば、チューブ２１の内部流路において、より均一に冷却水を流すことが可能である。

【００５５】

・第１実施形態のインナーフィン２３には、その空気流れ方向Ｙの中央線に対して複数の突起部２１０ａ，２１１ａが線対称に形成されていてもよい。また、複数の突起部２１０ａ，２１１ａは、千鳥状又は格子状に配置されていてもよい。

・本実施形態の熱交換器１０の構成は、任意の熱交換器に適用可能である。適用可能な熱交換器としては、例えば１種類の流体のみが流れる熱交換器、小サイズのダウンフェース式の熱交換器、中サイズのハーフフェース式の熱交換器、大サイズのフルフェース式の熱交換器がある。また、熱交換器１０における冷却水の流れ方向も適宜変更可能である。例えば熱交換器１０として、冷却水が鉛直方向に流れる、いわゆるダウンフロー式を採用することも可能である。

【００５６】

・各実施形態の熱交換器１０の構成は、冷却水を冷却するラジエータに限らず、空気と冷媒との熱交換により冷媒を凝縮させる凝縮器等、任意の熱交換器に適用することが可能である。なお、各実施形態の熱交換器１０の構成を凝縮器に適用した場合、冷媒が第１流体に相当し、空気が第２流体に相当する。

【００５７】

・図１８に示されるように、熱交換器１０では、チューブ２１に突起部２１０ａ，２１１ａが形成され、且つインナーフィン２３に突起部２３２ａ，２３２ａが形成されていてもよい。また、チューブ２１は、その先端がインナーフィン２３を保持していない構造を有するものであってもよい。

【００５８】

・図１９に示されるように、第１実施形態の熱交換器１０では、チューブ２１の突起部２１０ａ，２１１ａがインナーフィン２３に接触していてもよい。また、第２実施形態の熱交換器１０では、インナーフィン２３の突起部２３２ａがチューブ２１の内面に接触していてもよい。

【００５９】

・第１実施形態のチューブ２１に形成される突起部２１０ａ，２１１ａの数、及びインナーフィン２３に形成される接合部２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃの数は任意に変更可能である。また、第２実施形態のインナーフィン２３に形成される突起部２３２ａ，２３２ｂ，２３２ｃの数、及び接合部２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃの数も任意に変更可能である。

【００６０】

・本開示は上記の具体例に限定されるものではない。上記の具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。前述した各具体例が備える各要素、及びその配置、条件、形状等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせを変えることができる。

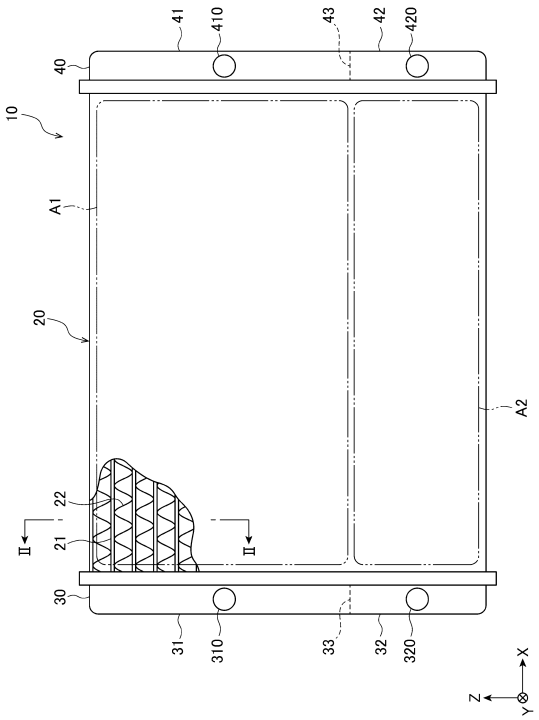
【符号の説明】

【００６１】

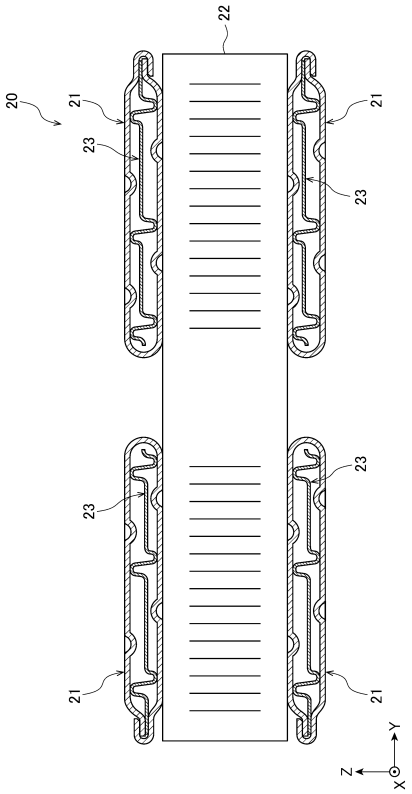
１０：熱交換器
２１：チューブ
２３：フィン
２１０，２１１：外壁部
２１０ａ，２１１ａ，２３２ａ，２３２ｂ，２３２ｃ：突起部
２３０ａ，２３０ｂ，２３０ｃ：接合部
２３１ａ，２３１ｂ：非接合部

【図面】

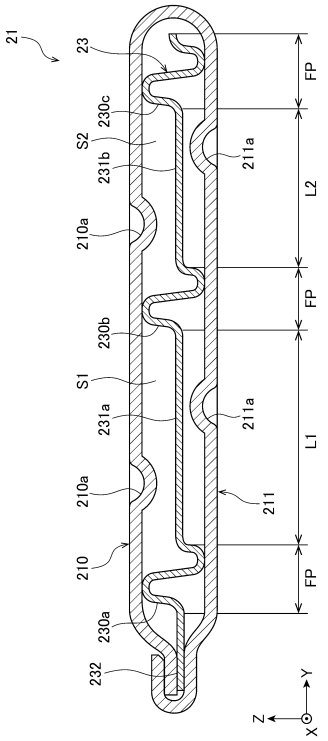
【図１】



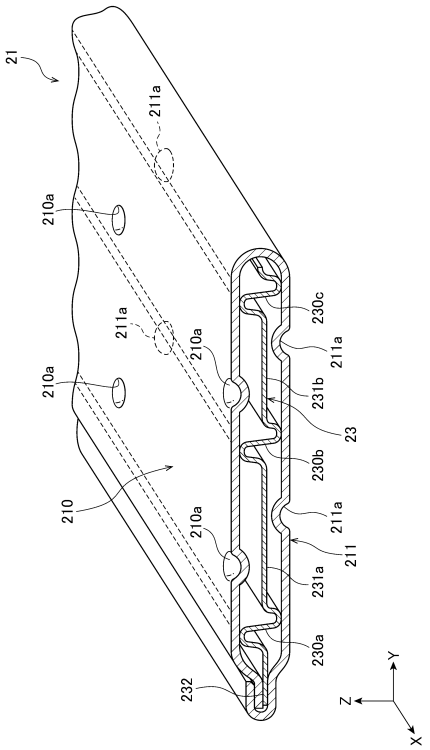
【図２】



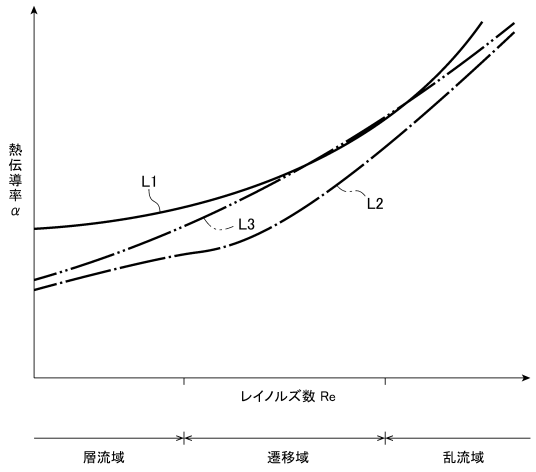
【図３】


21
23
230c
S2
231b
210a
230b
S1
231a
210a
210
230a
232
211a
211
211a
211a
FP
FP
FP
L2
L1
Z
Y
X

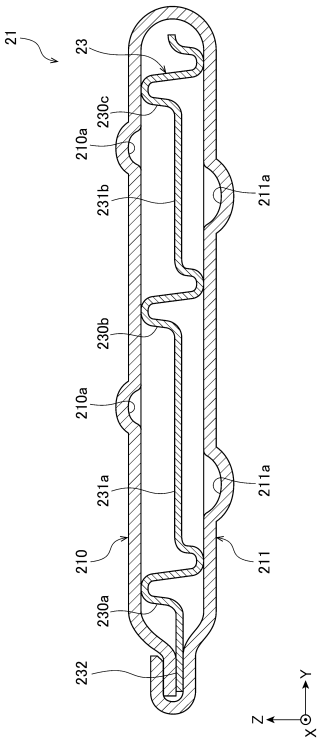
【図４】


21
211a
210a
210a
211a
210a
230c
211a
231b
23
230b
210
210a
211a
211
231a
230a
232
Z
Y
X

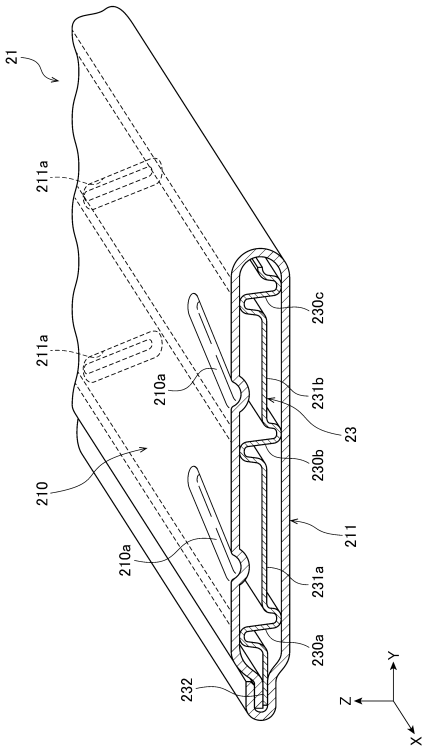
【図５】


熱伝導率 α
L1
L2
L3
レイノルズ数 Re
層流域
遷移域
乱流域

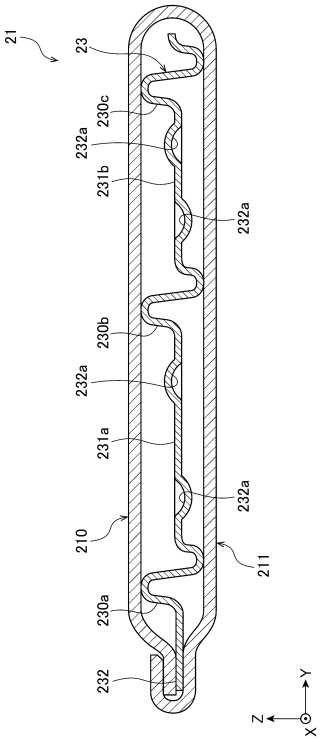
【図６】


21
23
230c
210a
231b
211a
230b
210a
231a
211a
210
211
230a
232
Z
Y
X

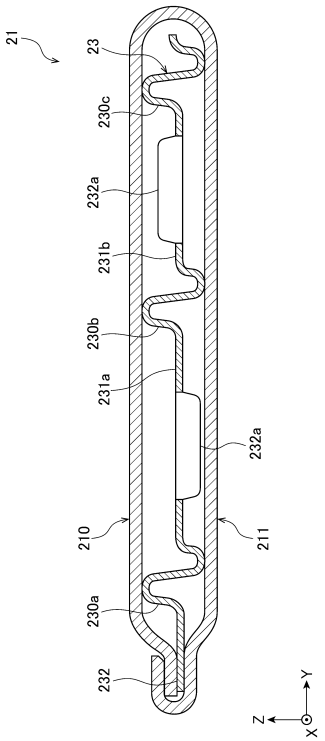
【図７】


21
211a
211a
210a
231b
23
230c
230b
210
211
210a
231a
230a
232
Y
Z
X

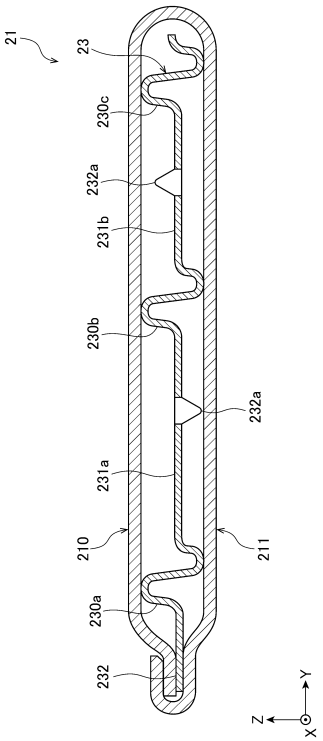
【図８】


21
23
230c
232a
231b
232a
230b
232a
231a
232a
210
211
230a
232
Z
Y
X

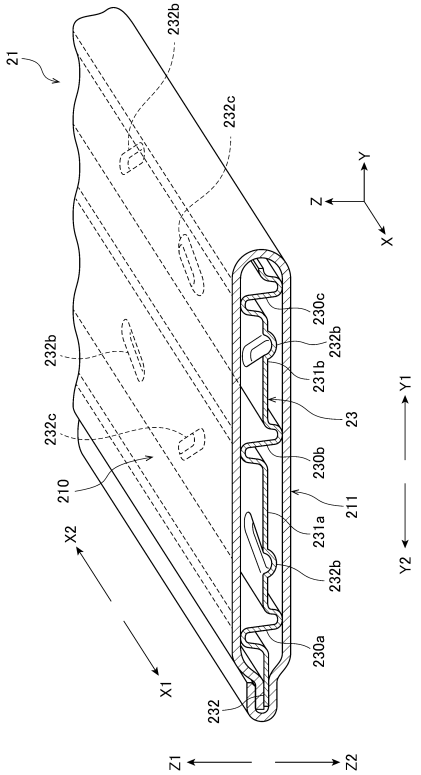
【図９】


21
23
230c
232a
231b
230b
231a
232a
210
211
230a
232
Z
Y
X

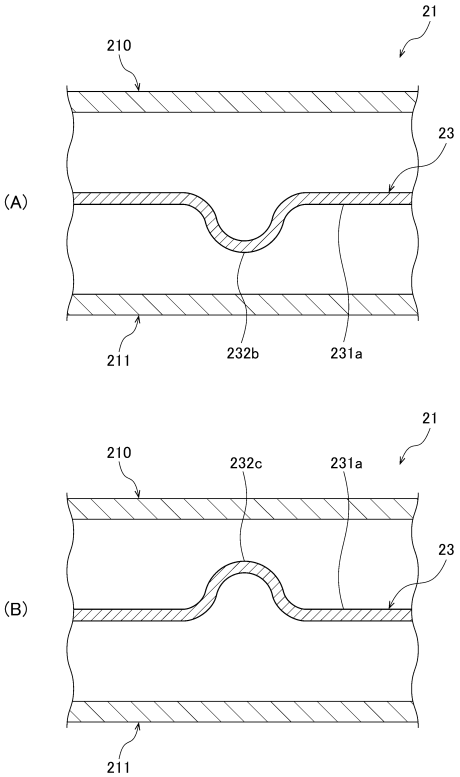
【図１０】


21
23
230c
232a
231b
230b
232a
231a
210
211
230a
232
Z
Y
X

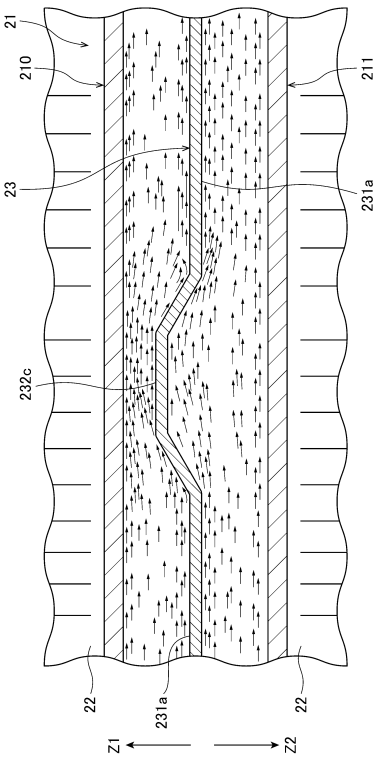
【図１１】



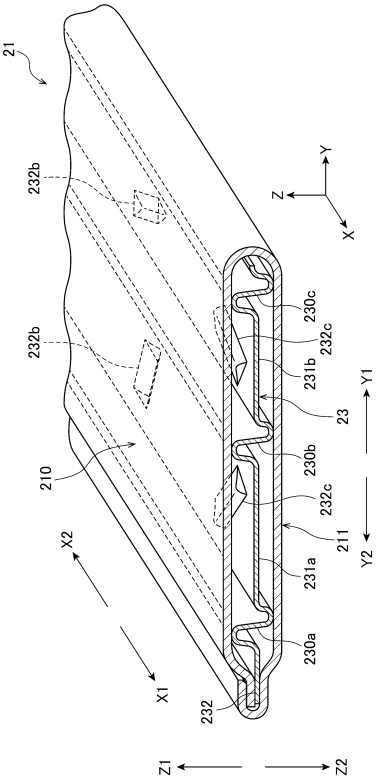
【図１２】



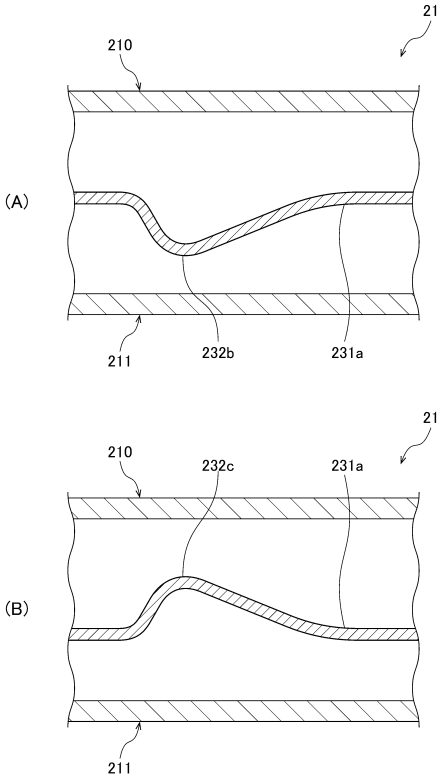
【図１３】



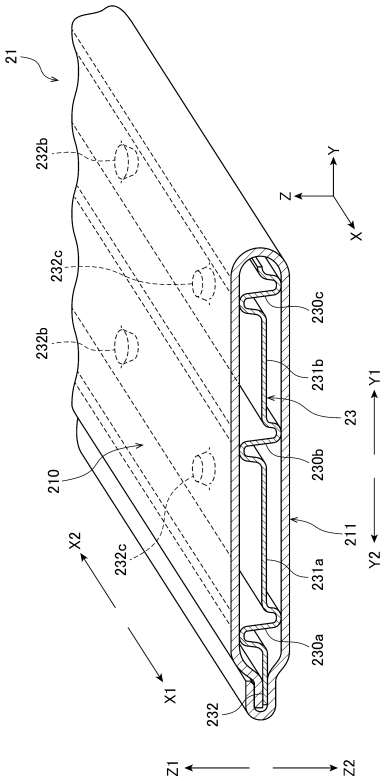
【図１４】



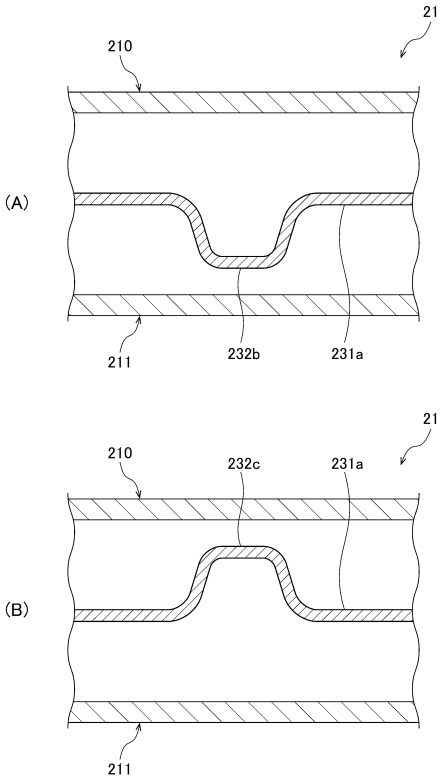
【図１５】



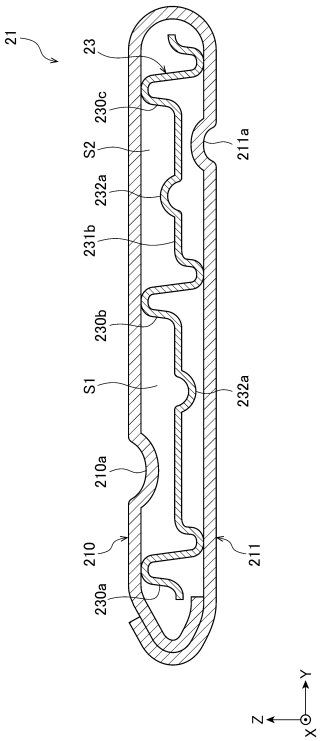
【図１６】



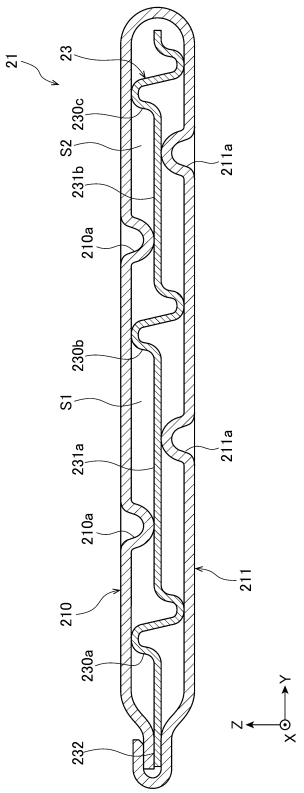
【図１７】



【図１８】



【図１９】


21
23
230c
S2
231b
210a
230b
S1
231a
210a
210
230a
232
211a
211a
211
Z
Y
X

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００４－２６３６１６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１１９２４４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２５４４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１２４０３４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－２００３１３（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－６０９２０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２８Ｆ　１／００－３／１４，１３／００－１３／１８
Ｆ２８Ｄ　１／０５３