

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6141537号  
(P6141537)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int. Cl.	F I
<b>A 6 1 B 8/12 (2006.01)</b>	A 6 1 B 8/12
<b>H 0 4 R 17/00 (2006.01)</b>	H 0 4 R 17/00 3 3 0 J

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-542298 (P2016-542298)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成27年4月23日 (2015.4.23)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/062373		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02016/038926	(74) 代理人	100076233
(87) 国際公開日	平成28年3月17日 (2016.3.17)		弁理士 伊藤 進
審査請求日	平成28年6月22日 (2016.6.22)	(74) 代理人	100101661
(31) 優先権主張番号	特願2014-183512 (P2014-183512)		弁理士 長谷川 靖
(32) 優先日	平成26年9月9日 (2014.9.9)	(74) 代理人	100135932
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 篠浦 治
早期審査対象出願		(72) 発明者	佐藤 直
			東京都八王子市石川町2951番地 オリ ンパス株式会社内
		審査官	永田 浩司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子アレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波振動し、超音波を出射する複数の振動子と、  
前記複数の振動子の上にそれぞれ配置され、前記超音波を出射する方向である第1の方向に配置される第1音響整合層と、  
前記第1音響整合層に対して、前記第1の方向に積層された第2音響整合層と、  
前記第2音響整合層に対して、前記第1の方向に積層される音響レンズと、  
を含み、  
前記第2音響整合層は、  
前記振動子および前記第1音響整合層同士を所定の間隔である第1の間隔で位置決めする本体部と、  
前記第1音響整合層との間で前記本体部を挟むように設けられるとともに、前記第1音響整合層同士の間形成される第1の溝部の間隔である前記第1の間隔以下の幅である第2の間隔を有する第2の溝部を形成し、前記第2の溝部が前記第1の溝部に対向して前記第1の溝部の溝幅内に位置するように配置される、前記本体部と同一材料で構成される複数の歯部と、  
を含むことを特徴とする超音波振動子アレイ。

【請求項2】

前記第1の間隔の幅中心と前記第2の間隔の幅中心とが同一線上に並ぶように配置されることを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子アレイ。

10

20

## 【請求項 3】

前記音響レンズは、前記第 2 の溝部に充填されて前記歯部を覆うように前記第 2 音響整合層に積層されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子アレイ。

## 【請求項 4】

前記第 2 音響整合層はエンジニアリングプラスチックからなることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子アレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、積層構造の音響整合層を有する超音波振動子アレイに関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

超音波内視鏡に使用される超音波振動子アレイは、例えば日本国特開 2006-94981 号公報に開示されているように、短冊状に細分化された複数の振動子と第 1 音響整合層とを、シート状の第 2 音響整合層に積層しており、その積層体を湾曲させた後、第 2 音響整合層の表面に音響レンズを形成している。

## 【0003】

超音波振動子アレイは、振動子から観察部位までの超音波伝播効率を確保するため、音響インピーダンスが徐々に小さくなるように、音響整合層や音響レンズに使用する材料を選定する必要がある。

20

## 【0004】

しかしながら、音響整合層や音響レンズに使用する材料を選定する際には、積層体の湾曲加工時の不具合発生を回避可能な材料を選定する必要がある。このため、生産上の歩留まりを考慮すると材料選定に制約が生じ、超音波性能を向上する上での支障となる。

## 【0005】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、超音波性能の向上と生産上の歩留まり向上とを同時に実現可能な超音波振動子アレイを提供することを目的としている。

## 【発明の開示】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の一態様による超音波振動子アレイは、超音波振動し、超音波を出射する複数の振動子と、前記複数の振動子の上にそれぞれ配置され、前記超音波を出射する方向である第 1 の方向に配置される第 1 音響整合層と、前記第 1 音響整合層に対して、前記第 1 の方向に積層された第 2 音響整合層と、前記第 2 音響整合層に対して、前記第 1 の方向に積層される音響レンズと、を含み、前記第 2 音響整合層は、前記振動子および前記第 1 音響整合層同士を所定の間隔である第 1 の間隔で位置決めする本体部と、前記第 1 音響整合層との間で前記本体部を挟むように設けられるとともに、前記第 1 音響整合層同士の間形成される第 1 の溝部の間隔である前記第 1 の間隔以下の幅である第 2 の間隔を有する第 2 の溝部を形成し、前記第 2 の溝部が前記第 1 の溝部に対向して前記第 1 の溝部の溝幅内に位置するように配置される、前記本体部と同一材料で構成される複数の歯部と、を含む。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図 1】本発明の実施の第 1 形態に係り、超音波内視鏡の全体構成図

【図 2】同上、内視鏡先端部を示す説明図

【図 3】同上、ノーズピース内の超音波振動子アレイを示す断面図

【図 4】同上、湾曲前の振動子と音響整合層を示す説明図

【図 5】同上、湾曲後の振動子と音響整合層を示す説明図

【図 6】同上、振動子と音響整合層が対向しない場合の例 1 を示す説明図

【図 7】同上、振動子と音響整合層が対向しない場合の例 2 を示す説明図

【図 8】本発明の実施の第 2 形態に係り、振動子と音響整合層を示す説明図

50

【図 9】同上、湾曲後の振動子と音響整合層を示す説明図

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。尚、図面は模式的なものであり、各部材の厚みと幅との関係、それぞれの部材の厚みの比率などは現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【0009】

先ず、本発明の実施の第 1 形態について説明する。図 1 は、本発明の超音波振動子アレイを備えた超音波内視鏡 1 を示し、細長管状に形成されて体腔内等に挿入される挿入部 2 の先端側に、超音波振動子ユニット 50 を備えた電子走査型超音波内視鏡である。この超音波内視鏡 1 の挿入部 2 の基端側には、把持部を兼用する操作部 3 が連設され、この操作部 3 の側部から延出されるユニバーサルコード 4 の先端側に、コネクタ部 5 が配設されている。

10

【0010】

挿入部 2 は、先端側の超音波振動子ユニット 50 に連設される硬質部 6 と、この硬質部 6 の後端側に連設され、例えば上下方向に湾曲自在に構成される湾曲部 7 と、この湾曲部 7 の後端側に連設される可撓管部 8 とを有して構成されている。可撓管部 8 は、湾曲部 7 から操作部 3 に至るまでの間に設けられ、受動的に可撓可能となるように柔軟性を持たせて形成される細径且つ長尺形状の管状部材である。

20

【0011】

操作部 3 は、可撓管部 8 の基端を覆って可撓管部 8 と接続される折れ止め部 3 a と、この折れ止め部 3 a に連設され、使用者が内視鏡 1 を使用するときによって把持する把持部 3 b とを有している。把持部 3 b の上端側には、各種の操作部材が配設され、把持部 3 b の下端側に位置して折れ止め部 3 a の上部となる部位には、処置具を体腔内に導くための処置具挿通口 9 等が設けられている。操作部 3 に設けられる操作部材としては、例えば湾曲部 7 の湾曲操作を行う湾曲レバー 10、送気送水操作又は吸引操作、撮像、照明等の各対応する操作を行うための複数の操作ボタン 11 等がある。

【0012】

ユニバーサルコード 4 は、挿入部 2 の先端から湾曲部 7 及び可撓管部 8 の内部を挿通して操作部 3 に至り、さらに操作部 3 から延出する各種信号線等を内部に挿通すると共に、光源装置（図示せず）のライトガイドを挿通し、さらに送気送水装置（図示せず）から延出される送気送水用チューブを挿通する複合ケーブルである。このユニバーサルコード 4 の先端側に配設されるコネクタ部 5 は、超音波観測装置（図示せず）との間を接続する超音波コネクタ 5 a、各種信号ケーブルが接続される電気コネクタ部 5 b、光源装置や送気送水装置（図示せず）との間を接続する光源側コネクタ 5 c を備えて構成されている。

30

【0013】

次に、挿入部 2 の先端側の構成について図 2 を用いて説明する。図 2 に示すように、挿入部 2 先端側の硬質部 6 には、観察光学系を構成する対物レンズ窓 12、照明光学系を構成する照明レンズ窓 13、穿刺針等の処置具が導出される処置具導出口 14 等が設けられている。

40

【0014】

一方、硬質部 6 に連設される超音波振動子ユニット 50 は、超音波振動子アレイ 15 と、この超音波振動子アレイ 15 を収容するノーズピース 16 とを備えて構成されている。超音波振動子アレイ 15 は、ノーズピース 16 の略中央部に形成された凹部をなす収容部に一体的に配設されて保持され、挿入部 2 の長手軸方向に超音波送受信面を形成する音響レンズ 30 を含んでいる。

【0015】

また、ノーズピース 16 の先端には略円筒状の突出部 16 a が設けられ、この突出部 16 a の基部側外周に第 1 のバルーン保持溝 17 a が形成されると共に、硬質部 6 とノーズ

50

ピース16との連結部外周に、第2のバルーン保持溝17bが形成されている。第1のバルーン保持溝17aと第2のバルーン保持溝17bとの間には、例えばシリコンゴムやラテックスゴム等で形成された肉薄で収縮性に富むバルーンがノーズピース16を覆って着脱自在に介装されるようになっている。

【0016】

図3に示すように、超音波振動子アレイ15は、コンベックス面に沿った湾曲形状に配列された複数の振動子20を備え、これらの複数の振動子20が、ノーズピース16内に收容された配線基板45に電氣的に接続されている。配線基板45からは、信号ライン、接地ラインを形成する複数の信号ケーブル46が延出され、これらの信号ケーブル46が挿入部2内を挿通されて超音波コネクタ5aに接続されている。

10

【0017】

尚、振動子20は、例えば、公知の圧電素子を上部電極および下部電極で挟み込んだ圧電型のエレメント、又は柱により上部電極および下部電極の間に所定距離空隙ができるよう離間した静電容量型のエレメントを適用することができる。また、振動子20の下部電極の背面側には、不要な超音波を減衰させるためのバッキング材40が配設されている。バッキング材40は、例えば、エポキシ樹脂、シリコン、ウレタン、若しくは各種エラストマ等の絶縁性を有する材料を母材として、この母材に、アルミナやジルコニア、酸化チタン等をフィラー材として配合したものをを用いることができる。

【0018】

超音波振動子アレイ15は、図3、図4に示すように、ノーズピース16の略中央部に保持される音響レンズ30の背面側に、第2音響整合層22、第1音響整合層21、複数の振動子20を配置し、振動子20から生体までの音響インピーダンスを徐々に小さくして良好な超音波伝播効率を確保することのできる形状及び材質とされている。

20

【0019】

詳細には、振動子20と第1音響整合層21とは、第2音響整合層22を含めて一体的に接合された薄板状の構造体をダイシングによって短冊状に細分化し、複数の第1の溝部23を有する振動子部24として形成されている。また、第2音響整合層22は、音響レンズ30側に突出する複数の歯部22aと、この複数の歯部22aを保持して第1音響整合層21に接触する本体部22bとからなる櫛形状に形成されている。

【0020】

第2音響整合層22の複数の歯部22aの間には、第1音響整合層21の第1の溝部23に対向して配置される第2の溝部25が形成されている。これらの複数の歯部22aと第2の溝部25とを組み合わせた形状効果により、第1音響整合層21から第2音響整合層22にかけての音響インピーダンスを滑らかに変化させることができ、振動子20から伝播される超音波の音速を所望の音速に近づけることが可能となる。その結果、良好な音響インピーダンス整合を得ることができ、超音波の伝達効率を向上して感度を向上することができる。

30

【0021】

更に、本実施の形態における超音波振動子アレイ15は、所望の音響インピーダンスを得ることのできる音響整合層を備えて超音波伝播効率の向上を図ることができるばかりでなく、振動子アレイとして湾曲加工を含む製造上の歩留まりを確保することのできる構成とされている。

40

【0022】

このため、第2音響整合層22の第2の溝部25は、振動子部24の第1の溝部23の溝幅以下の溝幅に設定されており、第2音響整合層22は、第1音響整合層21に対して、第2の溝部25が第1の溝部23に対向して第1の溝部25の溝幅内に収まるように配置されている。本実施の形態においては、図4に示すように、第1の溝部23の溝幅W1と第2の溝部25の溝幅W2とが同じ幅( $W1 = W2$ )に設定され、第1の溝部23の溝幅中心と第2の溝部25の溝幅中心とが同一線上に並ぶように配置されている。

【0023】

50

このような第1の溝部23を有する振動子部24と第2の溝部25を有する第2音響整合層22との積層体LAは、図5に示すように、コンベックス面に沿った形状に湾曲され、更に、第2音響整合層22の歯部22aを覆うように音響レンズ30が設けられて積層され、超音波振動子アレイ15が形成される。音響レンズ30は、第2音響整合層22の第2の溝部25内に充填された上で歯部22aを覆うように積層されている。尚、第2の溝部25内に音響レンズ30とは異なる材料の部材を充填し、その上に音響レンズ30を積層することも可能である。

【0024】

この場合、振動子部24及び第2音響整合層22の積層体LAは、湾曲によって生じる機械的な応力に対する耐性が高い積層構造を有している。すなわち、積層体LAは、第1の溝部23及び第2の溝部25の溝幅と位置関係により、湾曲加工の際に振動子部24と第2音響整合層22とが剥離する等の不具合を生じることのない積層構造とされており、製品製造上の歩留まりが悪化することなく、超音波伝播効率に優れた製品とすることができる。

10

【0025】

ここで、本実施の形態の積層体LAと対比する例として、例えば、図6に示すように、振動子部24の第1の溝部23と第2の音響整合層22の第2の溝部25とが対向配置されておらず、振動子部24の第1の溝部23の位置に第2の音響整合層22の歯部22aが対向するように配置されている積層構造の積層体LBについて説明する。

【0026】

このような配置の積層体LBでは、湾曲加工の際に第2音響整合層22の本体部22bが中立面Lcで湾曲するとき、図6中に矢印で示すように、第2の溝部25の底面側が伸長して、湾曲の曲率半径方向で対応する第1音響整合層21側が圧縮される。このため、本体部22bと第1音響整合層21との接合界面Sに作用する応力により、本体部22bと第1音響整合層21との間に界面剥離が発生する可能性が高くなる。更には、洗浄・消毒の薬品、滅菌用ガス等への曝露により、界面剥離が進行する虞がある。

20

【0027】

また、図7に示すように、第1音響整合層21の第1の溝部23と第2音響整合層22の第2の溝部25とが略対向していても、同図中に破線で示すように両者がずれているような積層体LB2では、界面剥離が発生する可能性が高くなるばかりでなく、所望の湾曲形状を実現することが困難となる。

30

【0028】

すなわち、積層体LB2では、本体部22bと第1音響整合層21との間に、図7中に矢印で示すように、第2の溝部25の底面側に対応する接合界面Sに発生する応力によって界面剥離が発生する可能性が高くなるばかりでなく、第1の溝部23と第2の溝部25とがずれているため、第2の溝部25の底面側の変形のし易さのばらつきが大きくなる。このため、所望の湾曲形状を実現することが困難となり、振動子部24の振動子20の間隔が不均一となって分解能の低下に繋がる。

【0029】

尚、第1音響整合層21の第1の溝部23と第2音響整合層22の第2の溝部25とが対向して両者の溝幅中心が一致している場合であっても、第1の溝部23の溝幅が第2の溝部25の溝幅よりも小さい場合には、同様に、本体部22bと第1音響整合層21との間に発生する応力によって界面剥離が発生する可能性が高くなる。

40

【0030】

これに対して、本実施の形態における積層体LAでは、第2音響整合層22の本体部22bが中立面Lcで湾曲するとき、湾曲の曲率半径方向で本体部22bと第1音響整合層21との接合界面Sに第2の溝部25が重ならないため、第2音響整合層22の本体部22bと第1音響整合層21との間に接合界面Sに作用する応力が小さく、第2音響整合層22の本体部22bと第1音響整合層21との間に界面剥離を引き起こすことがない。これにより、製品製造上の歩留まりが悪化することなく、超音波伝播効率に優れた製品とす

50

ることができる。

【0031】

このような積層体 LA を有する超音波振動子アレイ 15 では、第 1 音響整合層 21、第 2 音響整合層 22、音響レンズ 30 を形成する最適な材料を、比較的自由度高く選定することが可能となる。例えば、第 1 音響整合層 21 をエポキシ樹脂で形成し、第 2 音響整合層 22 を、耐熱性や機械的強度、耐薬品性に優れたものの、通常はインピーダンス整合が困難なエンジニアリングプラスチックで形成することが可能となる。エンジニアリングプラスチックとしては、例えば、ポリイミド(polyimide;PI)、ポリエーテルイミド(Poly Ether Imide;PEI)、ポリサルフォン(polysulfone;PSF)、ポリエーテルエーテルケトン(Poly Ether Ether Ketone;PEEK)等を採用することができる。

10

【0032】

また、音響レンズ 30 は、第 2 音響整合層 22 の第 2 の溝部 25 内に充填して積層することにより、耐薬品性に優れたシリコンゴムで形成しながら、アンカー効果による十分な接着強度を確保することができる。

【0033】

このように本実施の形態においては、振動子部 24 の第 1 音響整合層 21 に積層される第 2 音響整合層 22 を、第 2 の溝部 25 を介した配置される複数の歯部 22a と、複数の歯部 22a を保持する本体部 22b とからなる櫛形状とすることにより、複数の歯部 22a と第 2 の溝部 25 との形状効果により、音響インピーダンスを所望に整合させることが可能となる。これにより、超音波の伝達効率を向上して感度を向上することができる。

20

【0034】

また、第 2 音響整合層 22 の第 2 の溝部 25 を、振動子部 24 の第 1 の溝部 23 の溝幅以下として、第 2 の溝部 25 を第 1 の溝部 23 に対向して第 1 の溝部 23 の溝幅内に位置するように配置することにより、湾曲加工の際に第 1 音響整合層 21 と第 2 音響整合層 22 との接合界面に剥離を生じるような大きな応力がかかることを回避することができる。これにより、音響整合層の形状効果と相まって、超音波性能の向上と生産上の歩留まり向上とを同時に実現することが可能となる。

【0035】

しかも、第 1 の溝部 23 と第 2 の溝部 25 とを対向配置することにより、湾曲形状を均一化して振動子 20 を均一に配置することができる。これにより、超音波の走査線が均等になるように超音波を照射することができ、走査線のばらつきによる分解能低下を防止することができる。

30

【0036】

更に、第 2 の溝部 25 内に音響レンズ 30 と同一の材料を充填することにより、第 2 音響整合層 22 から音響レンズ 30 にかけて徐々に音響インピーダンスが変化するような積層構造とすることができる。これにより、より良好な音響インピーダンス整合を得ることができ、超音波の伝達効率を向上して感度を向上することができる。

【0037】

次に、本発明の実施の第 2 形態について説明する。第 2 形態は、第 1 形態の積層体 LA における第 1 の溝部 23 と第 2 の溝部 25 との配置を若干変更して、積層体 LA2 とするものである。

40

【0038】

図 8 に示すように、第 2 形態の積層体 LA2 は、第 1 の溝部 23 の溝幅 W1 が第 2 の溝部 25 の溝幅 W2 よりも大きく ( $W1 > W2$ ) 形成されており、第 1 の溝部 23 と第 2 の溝部 25 とが対向して第 2 の溝部 25 が第 1 の溝部 23 の溝幅内に位置するように配置されている。尚、第 1 の溝部 23 と第 2 の溝部 25 とは、それぞれの溝幅中心が同一線上に並ぶように配置されることが望ましいが、第 1 の溝部 23 の溝幅中心と第 2 の溝部 25 の溝幅中心とは必ずしも一致していなくとも良い。

【0039】

このような積層体 LA2 を湾曲させると、図 9 に示すように、第 2 音響整合層 22 の本

50

体部 2 2 b が中立面 L c を境として第 2 の溝部 2 5 の底面側で伸長され、第 1 の溝部 2 3 の底面側で圧縮される。このとき、第 2 の溝部 2 5 に対向する第 1 の溝部 2 3 の溝幅が第 2 の溝部 2 5 よりも広いため、第 2 の溝部 2 5 の底面側に比較的大きな伸長方向の力が作用しても、振動子部 2 4 の第 1 音響整合層 2 1 と第 2 音響整合層 2 2 の本体部 2 2 b との接合界面 S には、界面の剥離を生じさせるような大きな力は作用しない。

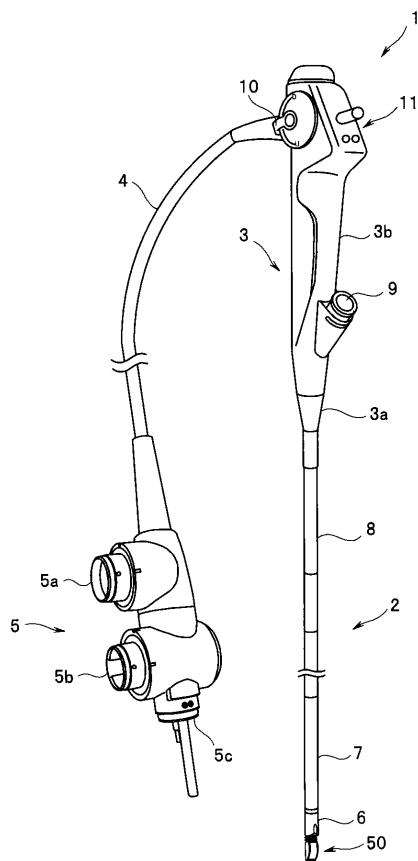
【 0 0 4 0 】

第 2 形態においても、第 1 形態と同様、製品製造上の歩留まりが悪化することなく、超音波伝播効率に優れた製品とすることができる。

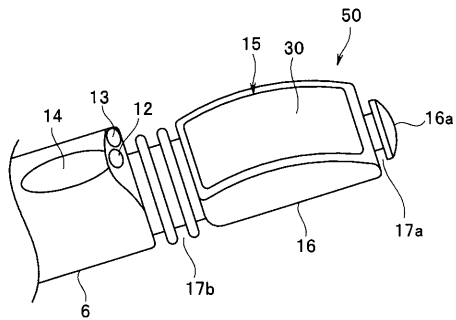
【 0 0 4 1 】

本出願は、2014年9月9日に日本国に出願された特願2014-183512号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものである。

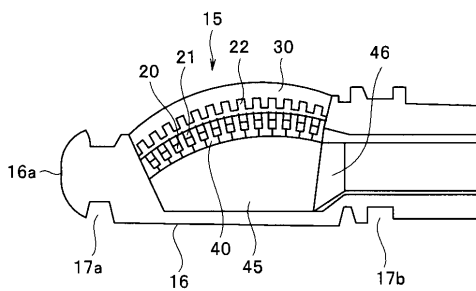
【 図 1 】



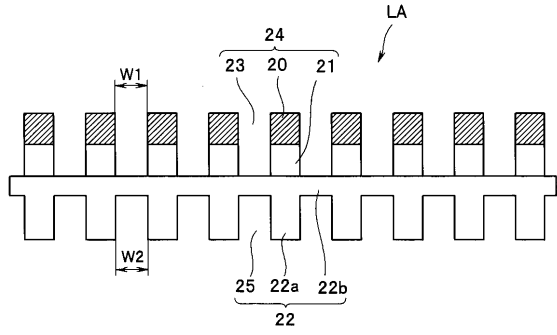
【 図 2 】



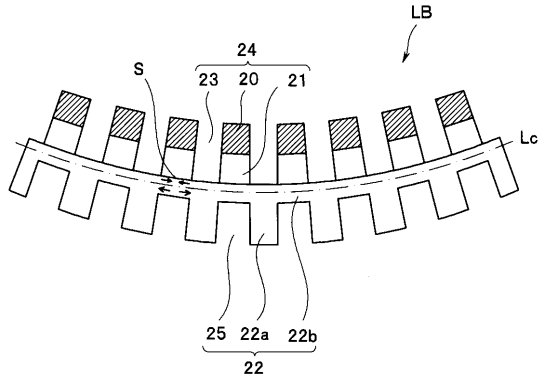
【 図 3 】



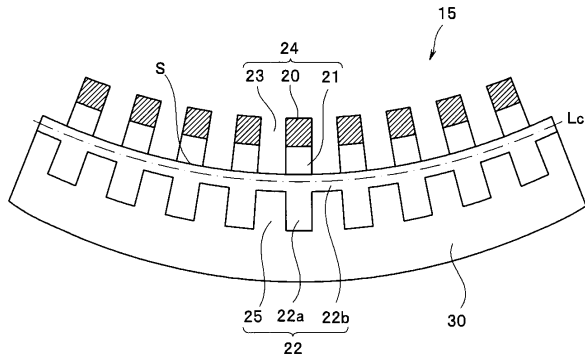
【 図 4 】



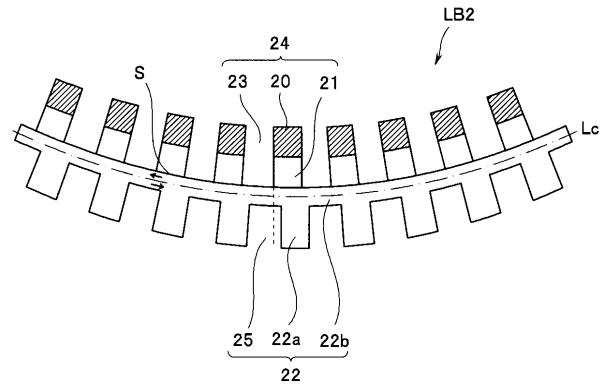
【 図 6 】



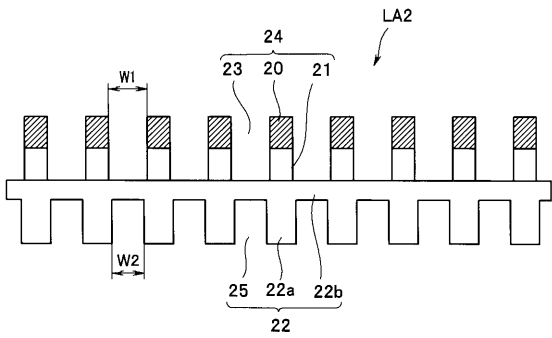
【 図 5 】



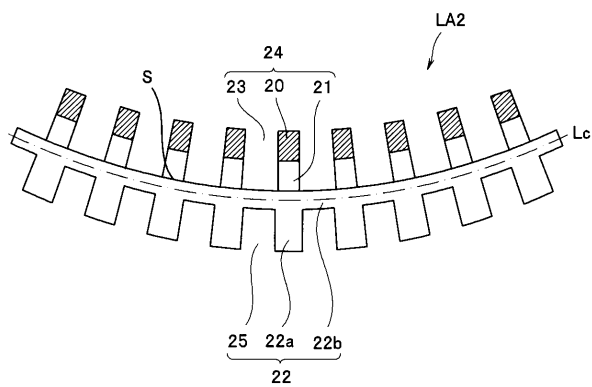
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-122311(JP,A)  
特開平10-253604(JP,A)  
米国特許第5735282(US,A)  
米国特許出願公開第2012/0267981(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 8/00 - 8/15