

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5219650号
(P5219650)

(45) 発行日 平成25年6月26日(2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int.Cl.

G O 1 N 27/83 (2006.01)

F I

G O 1 N 27/83

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-167623 (P2008-167623)	(73) 特許権者	000003528 東京製網株式会社 東京都中央区日本橋三丁目6番2号
(22) 出願日	平成20年6月26日(2008.6.26)	(74) 代理人	100088605 弁理士 加藤 公延
(65) 公開番号	特開2010-8213 (P2010-8213A)	(72) 発明者	近藤 城聖 茨城県かすみがうら市宍倉5707 東京 製網株式会社研究所内
(43) 公開日	平成22年1月14日(2010.1.14)	(72) 発明者	渡辺 絃一郎 茨城県かすみがうら市宍倉5707 東京 製網株式会社研究所内
審査請求日	平成22年9月1日(2010.9.1)	審査官	中村 祐一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤローブ損傷検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行するワイヤローブを磁化する励磁器と、ワイヤローブから漏れる磁束の電圧変化を検知するための検出コイルと、検出コイルの電圧変化を測定する測定器を備えた開閉自在な一対の半円筒状のワイヤローブ損傷検出器において、

対をなす前記検出コイルがそれぞれ中央部に長手方向に走るスリットを有した薄層コイルからなり、薄層コイルはワイヤローブを囲むべく厚さ方向で円弧状をなすとともに、合わせ部を構成すべく長手方向両端部が直角状に折り曲げられ、その折曲げ部分に前記スリットの端部が存しており、

薄層コイルは、20～150ミクロンの径を有する導電性の線状部材をトラック形状に複数回巻いて形成されている、ことを特徴とするワイヤローブ損傷検出器。

【請求項2】

第1の検出コイルと、第1の検出コイルを構成する薄層コイルの巻き方向と逆方向に巻いた薄層コイルで構成した第2の検出コイルを並列接続した検出コイルを並列状に配置した請求項1に記載のワイヤローブ損傷検出器。

【請求項3】

同一方向に巻いた薄層コイルを複数直列接続して第1の検出コイルとし、第1の検出コイルを構成する薄層コイルの巻き方向と逆方向に巻いた薄層コイルを複数直列接続して第2の検出コイルとした請求項1に記載のワイヤローブ損傷検出器。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤロープの素線断線や局部磨耗等を使用状態のまま検出する損傷検出器に関する。

【背景技術】

【0002】

ワイヤロープは建設機械、クレーン、ゴンドラリフト、エレベータ等の動索として汎用されている。

かかる動索にはシーブでの繰り返し曲げや引っ張り荷重によるワイヤロープ素線の疲労断線、シーブとの摩擦や素線同士の強擦による局部磨耗等の損傷が発生するため保安上、定期的に断線や磨耗の有無を検査する必要がある。

従来からこのような使用中のワイヤロープの損傷検査は目視点検により行われているが、多大な労力と時間がかかり、しかも内部断線については検出できないという重大な欠点があるので、近年内部断線の検出が可能な電磁探傷法が併用されつつある。

【0003】

電磁探傷法にはいくつかの方式があるが、動索の局部損傷検出には一般的に磁束漏洩法が用いられている。

磁束漏洩法は、ワイヤロープを磁化する磁化器、磁束を検出する検出コイル、信号を処理する制御器などで構成され、磁化器に設けた永久磁石でワイヤロープを磁化してワイヤロープ長手方向に磁束を通し、ワイヤロープの移動とともに断線や局部磨耗部分に発生する漏洩磁束が検出コイルと鎖交することで生ずる検出コイルの電圧変化を検出し、検波、増幅等の信号処理を施して探傷信号とするものである。

【0004】

クレーン等に使用されるワイヤロープは端末が巻き上げドラムに固定され、他方の端末には金具が取り付けられている。そのため、クレーン等動索の断線、磨耗検出装置にはワイヤロープへの脱着が容易にできるように、一对の半円筒状フレームにワイヤロープを磁化する永久磁石、ワイヤロープから漏れる磁束を検出する検出コイルを内蔵したものが開発されている。

【0005】

測定は素線の断線や局部磨耗部分に発生する漏洩磁束が検出コイルと鎖交することで検出コイルに生じる電圧変化を検出しワイヤロープの損傷程度の判断が行われるが、ワイヤロープに不可避免的に生ずる表面の凹凸によるノイズが損傷の程度を判定する上で大きく影響することから、検出コイルの一部をワイヤロープ表面から遠ざけるなどの対策が提案されている。

【0006】

従来のワイヤワイヤロープ損傷検出器にあっては、一对の半円筒状フレームであるため検出コイルも半円筒状フレームに合わせ半円筒状に分割されており、測定する時は一对の半円筒状フレームを閉じ、検出コイルがワイヤロープ円周方向を覆い検出するが、分割された検出コイルの合わせ目部分で信号のS/N比が悪化する問題があった。

【0007】

すなわち、ワイヤロープは撚られている為、ワイヤロープ長手方向で不可避免的に表面に凹凸が現れ、検出コイルとワイヤロープ表面との距離の変化が磁束の変化として現れノイズの原因となっている。

このノイズが実際の断線や磨耗により漏洩した磁束の量に合算されS/N比を悪化させているため損傷程度の判断の障害になっている。

【特許文献1】実開平06-87861号公報

【特許文献2】特開昭55-94156号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

本発明は、検出コイルの改善により、ワイヤロープ円周方向での測定箇所での測定むらをなくし、ワイヤロープ長手方向でのワイヤロープ表面凹凸のノイズ影響を緩和して高い精度で断線などを測定するとができるワイヤロープ損傷検出器を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するため本発明は、走行するワイヤロープを磁化する励磁器と、ワイヤロープから漏れる磁束の電圧変化を検知するための検出コイルと、検出コイルの電圧変化を測定する測定器を備えた開閉自在な一对の半円筒状のワイヤロープ損傷検出器において、対をなす前記検出コイルがそれぞれ中央部に長手方向に走るスリットを有した薄層コイルからなり、薄層コイルはワイヤロープを囲むべく厚さ方向で円弧状をなすとともに、合わせ部を構成すべく長手方向両端部が直角状に折り曲げられ、その折曲げ部分に前記スリットの端部が存しており、薄層コイルは、20～150ミクロンの径を有する導電性の線状部材をトラック形状に複数回巻いて形成されている、ことを特徴とするワイヤロープ損傷検出器である。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

上記のように構成されたワイヤロープ損傷検出器でワイヤロープを測定すると、検出コイルがワイヤロープ円周方向を覆い、検出コイルとワイヤロープ表面との距離が全周にわたって均一に一定に保たれ、ワイヤロープ全周を長方形状のスリットで覆うことができるので、半円筒状フレームを閉じた時のスリット合わせ目付近のS/N比が大幅に向上し、ワイヤロープ全周の漏洩磁束をムラなく均一に感度よく検出することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

第1の検出コイルと、第1の検出コイルを構成する積層コイルの巻き方向と逆方向に巻いた積層コイルで構成した第2の検出コイルを並列接続した検出コイルをワイヤロープ長手方向に配置している。

30

【 0 0 1 2 】

第1の検出コイルと第2の検出コイルを並列接続し、ワイヤロープ長手方向に並列に配置することで、ワイヤロープ長手方向でのワイヤロープ表面の凹凸による第1の検出コイルの拾うノイズ信号と第2の検出コイルの拾うノイズ信号が平坦化され、精度良くワイヤロープ損傷の程度を判断できるようになる。

【 0 0 1 3 】

第1の検出コイルは同一方向に巻いた二つの積層コイルを直列に接続して一つの検出コイルとし、第2のコイルは第1の検出コイルの積層コイルの巻き方向とは逆に巻いた二つの積層コイルを直列に接続している。積層コイルの二つ以上を直列に接続して第1の検出コイル、第2の検出コイルとすることもできる。

40

【 0 0 1 4 】

複数の積層コイルを直列に接続することで、ワイヤロープ直径に最適な検出コイルにでき、積層コイルの標準化が図られ、品質及び生産性が向上し、ワイヤロープ損傷検出器のコストも低減できる。

【実施例1】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明のワイヤロープ損傷検出器の実施の形態について図を参照して説明する。図1と図2は本発明にかかるワイヤロープ損傷検出器の一実施例を示しており、蝶番1で連結され、開閉自在な一对の半円筒状フレーム2の両端にワイヤロープを磁化するための磁石21と、検出コイルを取り付けるステンレスケース3と、ステンレスケース内部に配置された検出コイル4から構成されている。

50

【 0 0 1 6 】

半円筒状フレーム 2 内の磁石 2 1 はワイヤロープを取り囲むように配置され、両端の磁石 2 1 はヨークにより接続されている。ステンレケース 3 はボルトナット 6 により半円筒状フレーム 2 に取り付けられている。

【 0 0 1 7 】

検出コイル 4 は、図 2 (a) のように、横断方向において対をなし、樹脂製の接着剤でステンレケース 3 の対を成す内側ステンレケース 3 2 に貼り付けられる。

前記検出コイル 4 は、開閉自在な一对の半円筒状フレーム 2 に対応して横断方向では、図 2 (a) のように対をなしている。また、縦断方向では第 1 の検出コイル 4 A と第 2 の検出コイル 4 B をワイヤロープ長手方向に並列に配置して構成されている。

10

【 0 0 1 8 】

第 1 の検出コイル 4 A と第 2 の検出コイル 4 B は、それぞれ中央部に長手方向に走るスリット 8 を有しており、ワイヤロープを囲むごとく内側ステンレケース 3 2 の形状に即した厚さ方向で円弧部 4 0 に成形されるとともに合わせ部を構成すべく長手方向両端部が直角状に折り曲げられ、その折曲げ部分 4 1 , 4 1 に前記スリット 8 の端部が存し、これにより長方形のスリット 8 がワイヤロープの全周を覆うようになっている。スリット 8 の端部が円弧部 4 0 に存したり、折曲げ部 4 1 , 4 1 の始端にあってはならない。

【 0 0 1 9 】

折曲げ部 4 1 , 4 1 は図 2 (a) のように対の検出コイルの合わせ目を構成しており、左右の対のスリット端部同士が対面している。すなわち、半円筒状フレーム 2 を閉じたときの左右の半円筒状フレーム 2 内の検出コイル 4 , 4 の合わせ目が略線接触となり、ワイヤロープ円周方向全周が長方形のスリットで覆われるようになる。

20

【 0 0 2 0 】

詳細に説明すると、図 3 と図 4 は、検出コイル 4 の第 1 の検出コイル 4 A と第 2 の検出コイル 4 B の素材と加工による形状変化を示しており、まず、それらコイルは、パンケーキ状の薄層コイル 7 からなっており、巻き始め取り出し S、巻き終わり取り出し E のリード線を有している。

一般にセンサコイルの巻き数が N 回であれば、得られる電圧は巻き数 N に比例する。コイルの表面で、巻き数 N が有効なエリアは、図 3 に示すコイル中央の細長い隙間 (スリット部 8) となる。

30

図 3 においてコイル (巻き数 N) の中央部の白で示す隙間 (スリット部 8) を磁束が通過する場合、検出電圧はコイルの巻き数 N に比例する。一方、スリット部以外の部分、例えばスリットの端部とコイルの端縁の在る点を磁束が通過する場合、その点よりも外側のコイルの巻き数が電圧の比例係数となるため、その係数に比例して検出電圧が低下する。

【 0 0 2 1 】

そして、前記スリット部 8 の感度を一定に維持して効果を高め、この部分がワイヤロープ周囲に均一に接近させられるよう直角状に折り曲げ加工しやすくするために薄く扁平状にする。すなわち、コイル 7 の銅線の径を 2 0 ~ 1 5 0 ミクロンと細くし、コイルの厚さも 0 . 2 mm ~ 1 . 5 mm とする。銅線の径を 1 5 0 ミクロン以上にとるとコイルの厚さが厚くなり、折り曲げた場合曲部が円形になり、隙間が大きくなる。2 0 ミクロン以下だと積層コイルの成型が困難になる。

40

好適な例を挙げると、銅線径 5 0 ミクロン、巻き数 3 0 0 回、長さ 2 6 mm、幅 3 mm、厚さ 0 . 5 mm である。

【 0 0 2 2 】

図 3 においては薄層コイル 7 を適度の間隔をあけて 2 枚並べ、全体を絶縁用の合成樹脂 1 0 で被覆している。加工の容易性から樹脂は熱硬化樹脂が望ましく、内側ステンレケース 3 2 に精度良く貼り付けるため被覆の厚さは極力薄くする。

そして、円弧加工及び端部曲げ加工を行い、図 4 に示すように円弧部 4 0 と左右の折り曲

50

げ部 4 1 , 4 1 を得る。この時に、折り曲げ部 4 1 , 4 1 は、始点 4 2 がスリット 8 の円弧状の端縁 8 0 よりもできるだけ離れた位置で、しかも円弧部 4 0 に対して直角状であることが好ましい。始点 4 2 は言い換えると合わせ目であり、曲げアールがゼロに近いことがわかる。

【 0 0 2 3 】

本発明は図 4 の検出コイルを 2 枚対に使用し、図 2 (a) のように円弧部 4 0 , 4 0 でロープ W の周囲を囲い、折り曲げ部 4 1 , 4 1 を対面させるのである。

組み立て作業上は、検出コイル 4 はワイヤロープを囲むように接着剤で内側ステンレスケース 3 2 に密着させ、その内側ステンレスケース 3 2 と外側ステンレスケースを溶接部で溶接一体化し、ステンレスケース 3 を構成する。

10

【 0 0 2 4 】

対の検出コイルの合わせ目が曲率を有している場合には、1 8 0 度対称位置で円弧部の端が円弧部よりも大きな曲率でスカート状に広がる。この結果、検出コイルの断面はあたかも U F O の図形に似た楕円状となる。このため、ワイヤロープとの間隔が円周上で部分的に不均一となり、1 8 0 度対称位置の広がった部分では、ワイヤロープとの間に隙間が形成されることになる。

この結果、ワイヤロープ表面と長方形のスリットの距離が変化し、ワイヤロープ表面に長方形のスリットが臨まず、スリット末端部がワイヤロープ表面に面して存在することになり、正確なスリットを通過する磁束が減少し正確な電圧を得ることができず、ノイズの原因になる。

20

【 0 0 2 5 】

本発明においては、折り曲げ部 4 1 , 4 1 の始点である合わせ目 4 2 が円弧部 4 0 に対して直角状であり、曲げアール略ゼロであるから、合わせ目 4 2 , 4 2 が円弧の一部を形成し、ほぼ真円状の通路となる。これによって、N 回巻きが有効になるセンサコイルのスリット 8 を ワイヤロープ 周囲に均一に配置でき、ワイヤロープ の周囲における素線断線の検出感度が均一になる。

【 0 0 2 6 】

なお、配線について説明すると、銅線は、巻き始め取り出し S、巻き終わり取り出し E のリード線があり、複数の薄層コイルを直列接続して検出コイルにする場合は、一番目の薄層コイルの巻き終わり取り出し E を二番目の薄層コイルの巻き始め取り出し S に接続すればよい。検出コイルを複数の薄層コイルで構成する場合はこれを繰り返せばよい。

30

【 0 0 2 7 】

図 5 は検出コイル 4 を構成する薄層コイル 7 を接続する配線を示している。この例では二つの薄層コイルが直列接続され第一コイルとし、第 1 の検出コイルと第 2 の検出コイルを並列接続して検出コイルを形成している。

この配線方法の採用により信号のノイズ成分を低く抑えることが可能である。

図 5 では、同一方向に巻いた薄層コイルを複数直列接続して第 1 の検出コイル 4 A とし、第 1 の検出コイル 4 A を構成する薄層コイルの巻き方向と逆方向に巻いた薄層コイルを複数直列接続して第 2 の検出コイル 4 B としている。

40

このように縦方向に並ぶコイルの巻き方向を揃え、横方向に並ぶコイルは逆方向に接続することにより、ワイヤロープ の撚りに伴う表面凹凸から拾われるノイズ信号を平坦化することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

本発明の探傷器は、従来ものと同じように蝶番 1 で連結されている開閉自在の半割りの半円筒状フレーム 2、2 を開き、この状態でワイヤロープ W を跨ぐようにして中心部に位置させて閉じることによりセットされる。

ワイヤロープの損傷程度を診断するための測定系は図 6 のごとくであり、シープ 1 3 1 を

50

走行するワイヤロープWとワイヤロープの診断箇所を記録するロータリーエンコーダ132と、素線断線による漏洩磁束を捕捉する損傷検出器Aとロータリーエンコーダ132と損傷検出器Aからの電気信号を制御する制御器133と、測定データを表示する波形表示器134からなる。損傷検出器Aのリードは制御器133に接続される。

【0029】

上記測定系を用い、本発明の図1、2による探傷器Aで実際に断線検出を行い、S/N比を検討した。

本実施例に使用した薄層コイルは、直径は0.005mmの銅線をトラック形状に300回巻いたもので、サイズは厚さ1mm、幅7mm、長さ26mmである。薄層コイル中央に位置するスリット8は厚さ1mm、幅1mm、長さ19mmの長方形のスリットで、末端は半円形状となっている。検出コイル4は図2(a)のように2個の前記薄層コイルを直列接続して第1の検出コイルとし、第1の検出コイル4Aと第2の検出コイル4Bを並列接続している。

10

【0030】

調査対象のワイヤロープは、構造がIWRC6×Fi(29)、直径が30.0mm、ワイヤロープピッチ186mmであり、ワイヤロープが損傷検出器を通過する速度は30m/minである。

図7(a)はワイヤロープWの素線1本の切断位置を示し、符号bは断線箇所を示している。(b)は断線箇所bが検出コイルの円弧中央部を通過することを示す。(c)は断線箇所bが損傷検出器の検出コイルの合わせ目付近を通過することを示している。

20

比較のため、図8のように太い銅線を使用してコイル厚さを4mmと厚く製作した。この場合、折り曲げ部は直角状には加工不可能で、円弧部の両端にこれよりも大きな曲率で広がる加工しかできなかった。この従来型の検出コイルに本発明と同じように断線箇所bを位置させて探傷してみた。

【0031】

図9(a)は本発明の探傷器の検出コイルの円弧中央部に断線箇所bを通過したときの測定値をグラフ表示したもので、S/N比は5.4、(b)は同じく検出コイルの合わせ目付近を通過したときの測定値をグラフ表示したもので、S/N比は5.2である。

図10(a)は従来型の探傷器の検出コイルの円弧中央部に断線箇所bを通過したときの測定値をグラフ表示したもので、S/N比は2.0、(b)は探傷器の検出コイルの合わせ目付近を通過したときの測定値をグラフ表示したもので、S/N比は1.0である。

30

【0032】

上記図9と図10から明らかなように、本発明の探傷器は断線通過位置による検出電圧の偏りがなく、信号対ノイズ比が約2.5倍向上している。これは、検出コイルがワイヤロープ円周方向を覆い、検出コイルとワイヤロープ表面との距離が全周にわたって均一に一定に保たれ、ワイヤロープ全周を長方形のスリットで覆うことができることによることは明らかである。

【0033】

図11は本発明の薄層コイル7の応用例を示しており、中央部に長手方向に走るスリットを有し、薄層コイルはワイヤロープを囲むべく厚さ方向で円弧状をなすとともに、合わせ部を構成すべく長手方向両端部が曲げアール略ゼロで直角状に折り曲げられ、その折曲部分に前記スリットの端部が存している第1の検出コイル4Aおよび第2の検出コイル4Bを、共に4個の薄層コイルで構成したものである。

40

第1実施例の薄層コイルを標準コイルとして使用し、測定するワイヤロープ直径が大きくなれば薄層コイルの数を増し、90度ごとあるいは120度ごとに折り曲げ部を加工すれば良い。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明によるワイヤロープの損傷検出器の第1実施例を示す半断面図である。

【図2】(a)は図1のX-X線に沿う断面図、(b)は図1のY-Y線に沿う断面図で

50

ある。

【図3】(a)は検出コイルを構成する薄層コイルを樹脂で一体化した状態の正面図、(b)は断面図である。

【図4】(a)は図3のコイル素体を成型加工した状態の部分切欠正面図、(b)は断面図である。

【図5】第1の検出コイルと第2の検出コイルを並列接続した配線図である。

【図6】実施例に示すワイヤロープ断線探傷器の測定系を示す説明図である。

【図7】(a)はワイヤロープ素線断線位置を示す側面図、(b)(c)は探傷器のコイルに対するワイヤロープ断線箇所通過位置を示す横断面図である。

【図8】比較例の探傷器のコイルに対するワイヤロープ断線箇所通過位置を示す横断面図である。

10

【図9】本発明の探傷器の測定データを示す出力波形図である。

【図10】比較例の探傷器の測定データを示す出力波形図である。

【図11】本発明の検出コイル用薄層コイルの他の実施例を示し、(a)は正面図、(b)は断面図である。

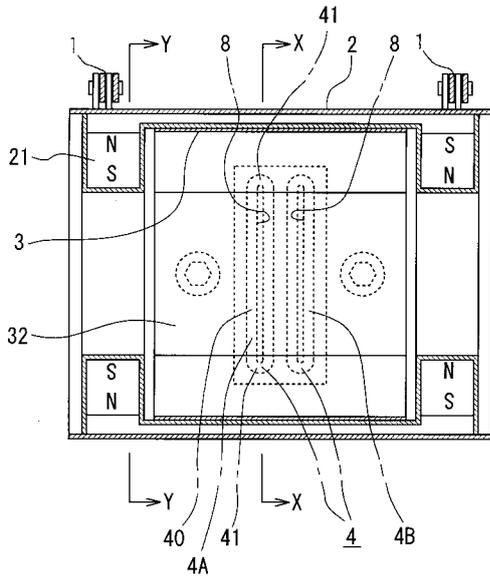
【符号の説明】

【0035】

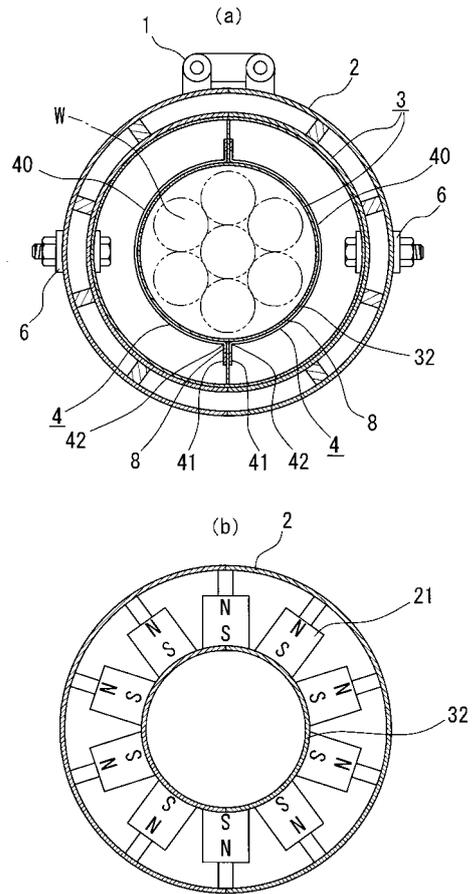
- 2 半円筒状フレーム
- 2 1 磁石
- 3 ステンレスケース
- 3 2 内側ステンレスケース
- 4 検出コイル
- 4 A 第1の検出コイル
- 4 B 第2の検出コイル
- 7 薄層コイル
- 8 スリット
- 4 0 円弧部
- 4 1 折り曲げ部
- 4 2 合わせ目

20

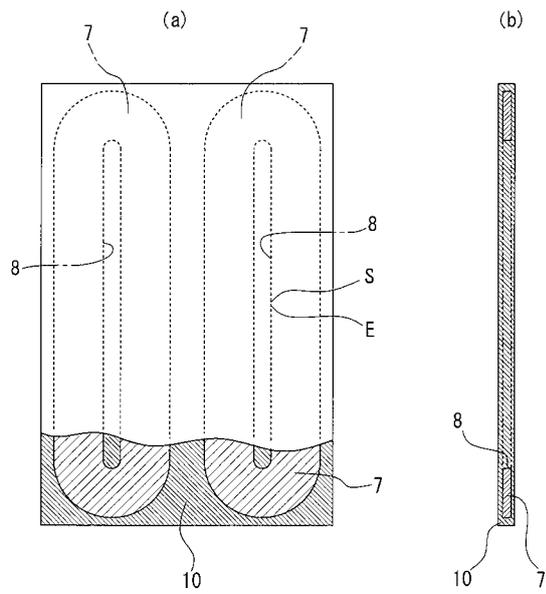
【図1】



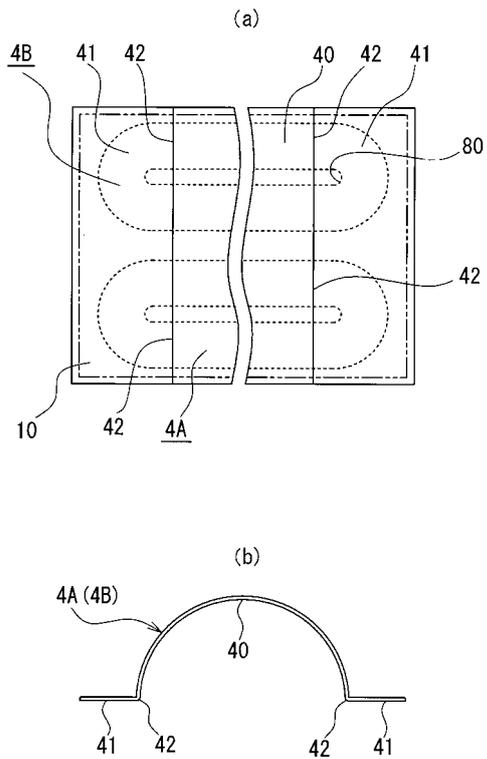
【図2】



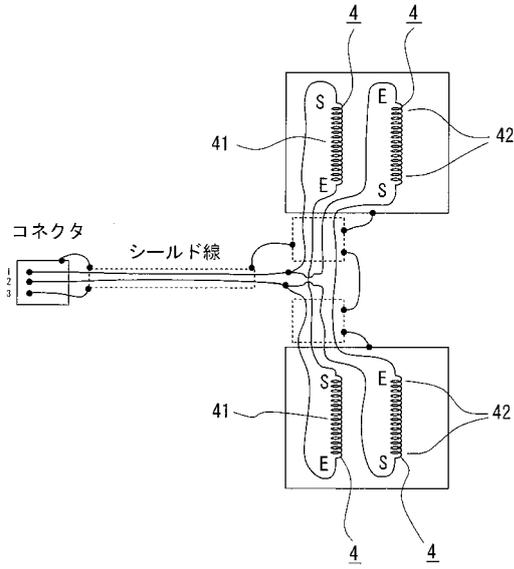
【図3】



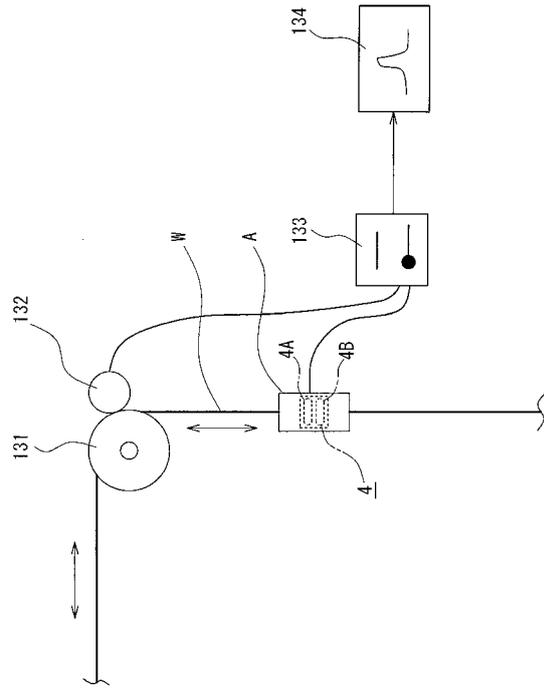
【図4】



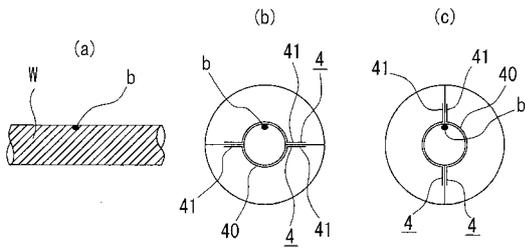
【図5】



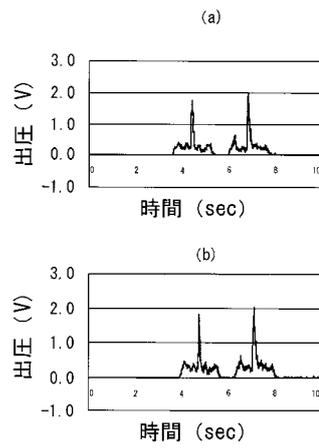
【図6】



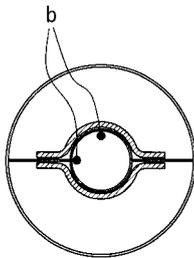
【図7】



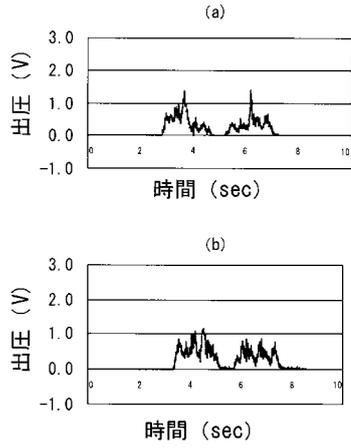
【図9】



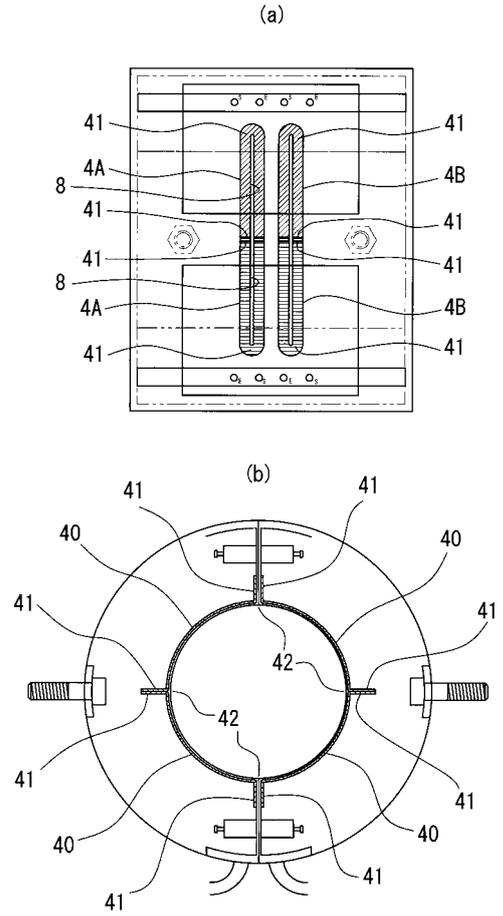
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭55-094156(JP,A)
特開2007-205826(JP,A)
特開2005-147985(JP,A)
特開2005-156419(JP,A)
特開2000-081419(JP,A)
実開昭58-024068(JP,U)
実開平06-087861(JP,U)
特開平03-096855(JP,A)
特開2005-089172(JP,A)
特開平05-018939(JP,A)
特開平09-210968(JP,A)
特開平11-248685(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N27/72-27/90