

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5960665号  
(P5960665)

(45) 発行日 平成28年8月2日 (2016. 8. 2)

(24) 登録日 平成28年7月1日 (2016. 7. 1)

(51) Int. Cl.

F I

H O 5 K 1/02 (2006. 01) H O 5 K 1/02 L

H O 5 K 1/16 (2006. 01) H O 5 K 1/02 B

H O 5 K 1/16 B

請求項の数 9 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-199636 (P2013-199636)	(73) 特許権者	507342261
(22) 出願日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)		トヨタ モーター エンジニアリング ア
(65) 公開番号	特開2014-72529 (P2014-72529A)		ンド マニュファクチャリング ノース
(43) 公開日	平成26年4月21日 (2014. 4. 21)		アメリカ, インコーポレイティド
審査請求日	平成27年3月12日 (2015. 3. 12)		アメリカ合衆国, ケンタッキー 4 1 0 1
(31) 優先権主張番号	13/628, 635		8, アーランガー, アトランティック ア
(32) 優先日	平成24年9月27日 (2012. 9. 27)		ベニュー 2 5
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100099759
早期審査対象出願			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100153084
			弁理士 大橋 康史
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リッツ線を構成するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平面的なりッツ線を構成するための方法であって、  
1 又は複数の折り目線を有するフレキシブルプリント回路基板 ( F P C B ) を設ける工程と、

複数の導線を前記 F P C B の側面に配置する工程であって、前記複数の導線が互いに電氣的に並列となるように構成され、且つ、前記複数の導線のそれぞれの導線が、前記 F P C B の側面に初期側面位置を有するように構成される、工程と、

折り曲げられた構造を形成するため、前記 F P C B を前記 1 又は複数の折り目線に沿って少なくとも 1 回折り曲げる工程と、を含み、

折り曲げる工程が、前記複数の導線の第 1 の導線を前記複数の導線の第 2 の導線に少なくとも部分的に重ねる、方法。

【請求項 2】

折り曲げる工程が、前記複数の導線のそれぞれの導線を、少なくとも部分的に前記複数の導線の対向する導線と重ね、前記複数の導線のそれぞれの導線と少なくとも部分的に重なる前記複数の導線の対向する導線とが、互いに電氣的に並列となる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記複数の導線のそれぞれの導線と少なくとも部分的に重なる前記複数の導線の対向する導線とが、反転された初期側面位置を有する、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記折り曲げられた構造が、コイルの少なくとも 1 つの巻線としての使用に適したリング状の形状を有する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記折り曲げられた構造が、コイルの複数の巻線としての使用に適した多層のリング状の形状を有する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記折り曲げられた構造が、略直線状である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

折り曲げる工程が、前記複数の導線の第 1 の導線を、少なくとも部分的に前記複数の導線の第 2 の導線と少なくとも 3 回重ねる、請求項 1 に記載の方法。

10

## 【請求項 8】

折り曲げる工程が、前記複数の導線の第 1 の導線と前記複数の導線の第 2 の導線との間の重なりを前記導線の長さ方向において複数形成し、前記複数の重なりが、前記複数の導線の第 1 の導線の少なくとも半分長に亘り周期的に生じる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 9】

更に前記折り曲げられた構造が、ビアを有しないことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

20

## 【0001】

本開示は、低交流電流と高周波抵抗とを特徴とし、且つ、ビアのようなスルーホールがないことを特徴とする導線及び変圧器コイルのような電子部品に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来のリッツ導線は、交流電流を流すために電子機器において用いられるケーブル形式の導線である。1 つの目的は、導線における表皮効果及び近接減衰 (proximity losses) を低減することにある。従来のリッツ導線は、いくつかのパターンのうちの 1 つに従って個別に絶縁され且つツイストされ、或いは、共に織り込まれた多くの細いより線から構成される。織り込みパターンは、それぞれのより線が導線の外側となる全長の割合を略均等化させる。

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

平面的な織り込まないリッツ導線は、基板の対向する側に蒸着された (deposited) 導電体を接続するため、多数のビアを使用する複数の両面プリント回路基板 (PCB) との組合せで用いられることが公知である。製造技術において、ビアは、PCB 表面におけるリッツ導線と比較して顕著に、より高い抵抗特性とコストを示すようである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

40

本発明は、積層された PCB の対向する側面間、及び、積層された複数の PCB 間のビア及び他のコネクタに関連した不利な点がなく、高周波において低い抵抗特性を実現するための、プリント回路基板における平面的な、織り込まないリッツ導線の原理を用いる。概して、これは、ビアを必要とすることなく、或いは、それぞれの導線を隣接した導線から絶縁することを必要とすることなく、平面的なリッツ導線を、フレキシブルプリント回路基板 (FPCB) の片側にのみ配置し、次いで導線の交差を有効に生じさせるべく FPCB を計画的に折り曲げ (strategic folding)、これによりツイストワイヤー導線又は編組ワイヤー導線の効果を生じさせることによって実現される。本発明に係る技術は、1 つの導線又はコイルを製造するためのみならず、FPCB 区分において或いは FPCB 区分間の計画的ポイント (strategic points) における折り曲げ線を備えた FPCB 区分の

50

繰り返しパターンによって形成された３次元の積層（stacking）を通る任意の目的の数のコイルを有する巻線を製造するためにも用いられ得る。

【０００５】

本発明に係る多数の実施形態が、ここで開示される。全ての実施形態の共通点は、曲げられていない状態においてターン区分によって連結された１又は複数の連続した区分を画成するフレキシブルプリント回路基板の改良及び使用であり、且つ、折り目線と交差するように脚（leg）及びターン区分を通して遮断されることなくＦＰＣＢの１面に亘り延在する複数の交差しない平面的なリッツ導線であって、折り曲げたときに交差する導線の効果を生じさせるリッツ導線の、配置又は蒸着の改良及び使用である。ある実施形態において、ＦＰＣＢにおける導線は、互いに有効に交差するのみならず、位置を「反転」させ（flip）、それによって、電流分布及びこれにより引き起こされる磁気効果の平均化を生じさせる。

10

【０００６】

詳細に説明された以下の１つの特定の実施形態において、平面的なリッツ導線は、ストレート区分及びターン区分の両方における折り目線を備え、交互に対向する方向のターン区分で離散された１又は複数のストレート区分を有するＦＰＣＢの１つの面に蒸着される。折り曲げられたとき、折り目線と交差するリッツ導線は、有効にこれらの導線と１回又は複数回交差するように、下部の（或いは上部の）並列な導線で構成される。折り目線は、非常に薄い層においてＦＰＣＢに蒸着された、複数の、例えば６０又はそれ以上の略並列な導線を有する（carrying）、閉じた形状（closed figure）又はコイルを形成するように構成され得る。交差は、他のコイル区分において、「反転」、すなわち、側部の位置の折り返しが生じたときに、いくつかのコイル区分における折り目線によって生じる。

20

【０００７】

以下に、より詳細に説明して示されるように、ＦＰＣＢパターンは、目的の、多くのターン部又はコイルを形成するための電気コネクタ又はビアを必要としない、複数の並列な巻線を形成するため、必要な限り、繰り返すジグザグ状の方式で延在し得る。

【０００８】

別の実施形態において、ＦＰＣＢは、折り曲がる「反転」線によって連結された複数の、平行なストレート区分で構成され、導線は、蛇方式又は波状方式で曲げられていないＦＰＣＢの一面にのみ蒸着され、ストレート区分が平行な折り目線に沿って折り曲げられ、よく曲げられた（so-folded）区分が漸進的に互いの上方に亘り反転されたときに、最終的に、１つのストレート区分の折り目線、又は、反転線を、隣接したストレート区分、次いで「巻線」の３次元に積層された目的とする構成を形成するまで、その隣の区分へと交差する。繰り返すが、複数巻のコイルは、ＦＰＣＢの様々な区分における複数のターン部間のビア又は高い抵抗の電氣的相互連結を使用することなく形成される。

30

【０００９】

本発明に係る他の利点、特徴及び特性は、操作方法、構造及び部品の組合せに関連する要素の機能、経済性と同様、以下の詳細な説明及び添付図面の検討事項によってより明らかとなる。

【００１０】

この説明は、添付図面を参照するが、いくつかの図面を通して、同等な参照符号は同等な部品を参照する。

40

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】所定の折り目線を有する展開された（曲げられていない）ＦＰＣＢに蒸着された平面的なリッツ導線の平面図である。

【図２】初期段階において曲げ部を有する図１のＦＰＣＢの斜視図である。

【図３】いかに導線が効率的に交差するかを示す、曲げられたＦＰＣＢの平面図である。

【図４】別の実施形態の平面図である。

【図５】部分的に曲げられた図４の実施形態の斜視図である。

50

【図 6】異なる太さの両側の導線を示す、図 4 の完全に曲げられた F P C B の平面図である。

【図 7】図 5 と類似しつつも付加的な交差部を備えた、別の実施形態に係る平面図である。

【図 8】図 7 と類似しつつも交差部及び反転部を備えた更に別の実施形態に係る平面図である。

【図 9】付加的なコイル層を形成するために図 4 のパターンがどのように延在されるかを示す別の実施形態に係る展開された（曲げられていない）図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

10

図 1 は、入力 1 4 と出力 1 6 との間で複雑に繰り返す波状パターン（reversing sinusoidal pattern）で構成されて蒸着された多数の平面的なリッツ導線 1 2 を有するフレキシブルプリント回路基板 1 0 に形成された多重巻コイル（multi-winding coil）の展開された（曲げられていない）レイアウトを示す。図 1 において、9 本の線のみが導線 1 2 として示されているが、本発明の利点の 1 つは、非常に微細なピッチ（隣接した導線の中心間の距離）が使用されることを可能とし、これにより、より小さな表面積において非常に多くの導線が適用可能であることを理解されたい。従って、本発明に係る実際の用途における導線の数、9 本以上とすることができる。

【 0 0 1 3 】

この例示において、フレキシブルプリント回路基板 1 0（F P C B）は、この設計の、交互に対向する側部端における接続区分 3 0、3 2、3 4 によって結合された 4 つの平行なストレート区分 1 8、2 0、2 2 及び 2 4 を具備する。鉛直な折り目線 3 6、3 8、4 0、4 2、4 4 及び 4 6 は、F P C B を通って延在する。更に、折り目線 5 2 及び折り曲げ領域 4 7、4 8、5 0、5 4 が設けられてもよい。

20

【 0 0 1 4 】

並列な導線 1 2 は、入力 1 4 において折り目線 5 2 及び 3 6 と交差する斜めパターンで開始し、導線のいくつかのみが折り目線 3 6 と交差し、次いでターン領域 4 5 においてそれ自体を戻し、水平区分 1 8 を横断して逆ターン領域 4 9 に向かって上方へと延在する。このサイン波パターンは、上方の水平なストレート区分 1 8 を通して鉛直な接続区分 3 0、4 7 に至るまで続き、それから方向を逆にして、水平区分 2 0 を横切って右から左へと波状パターンを繰り返す。導線のいくつかのみが、導線がストレート水平区分 2 2 へとつながる別の逆折り曲げ領域 4 8 に至るまでに、折り目線 4 6 の領域と交差する。このパターンは、導線が出力領域 1 6 に至るまで、全体を通して繰り返され、4 つの水平区分を画成し、最終的に、4 つのコイルを画成する。いかなる場合も、導線 1 2 は、F P C B の片側にあることに留意されたい。折り曲げる前、導線 1 2 がその一面にあってもよい。折り曲げた後、導線の部分が元の面に残る一方で、他の部分は、新しい平行な面にある。導線 1 2 が折り曲げた F P C B の外側面となるような折り曲げが完了すると、2 つの平面は F P C B の 2 つの厚みによって分離される。

30

【 0 0 1 5 】

図 2 は、F P C B 1 0 がどのように折り曲げられるかを示す。まず、上方のストレート区分 1 8 における全ての折り目線が、折り曲げられ（exercised）、折り目線間のストレート区分 1 8 の部分を交互に、完全にその後方へと、全ての折り曲げ部が完全に折り曲げられるまで、折り曲げられる。次いで第 1 の完全に曲げられた区分 1 8 は、第 2 のストレート区分 2 0 の上方に反転され、その区分は、別のフラットコイルを作る折り目線に沿って前後に繰り返し折り返され、図 3 に示されたように、導線 1 2 は、ストレート区分において互いに交差する。曲げられたプリント回路基板の上側における導線を示すため、参照符号 1 2 が実線と共に用いられ、破線及び参照符号 1 2' は、F P C B 1 0 の反対の、或いは、隠された側部を示すために用いられる。図（projection）を参照すると、それらの全ては、互いに交差しており、こうして公知のリッツ導線のキャンセル効果を生じること

40

50

りで延在する導線で4つのコイル組立体を形成し、FPCBの反対側との間のビアを不要とする。

【0016】

ここで図4から図6を参照すると、別の実施形態が示される。この実施形態において、フレキシブルプリント回路基板(FPCB)56は、対向する方向のターン区分62、64によって連結された別のストレート区分(57、60)を有して示され、ストレート区分56が水平折り目線70によって連結された上方部58及び下方部59を有する一方で、ストレート区分60は、折り目線72によって連結された上方部61及び下方部63を有する。交差区分62が折り目線74を有するのに対し、交差区分64は、折り目線76を有する。

10

【0017】

並列な、平面的なリッツ導線66の第1の組は、図4に示されるように、展開された、或いは、曲げられていないFPCB56の上部側において全体的に蒸着される。部分57を通る導線のジグザグ状は、折り目線70を2度交差し、ターン区分62を通過し、折り目線74と交差し、次いで、ターン区分64に入る前、及び、折り目線76と交差する前に、ジグザグ状にストレート区分60の上部62を通る。

【0018】

平面的なリッツ導線68の別の組は、曲げられていないFPCB56の、導線66と同じ側に蒸着され、導線66と略平行に延在するが、多少異なる方式で延在し、すなわち、導線68は、ストレート区分57において折り目線70と交差しないが、導線66と同様に、ターン区分62において折り目線74と交差する。導線68(細線で示す)は、折り目線72と交差し、ストレート区分60の外側へと延在するのに対し、全体的にストレート区分58の内側に制限され、こうして導線66、68にAC電流を流したとき、磁場の平均化を生じさせるための、上述した反転効果(flippping effect)を生じさせることに留意されたい。

20

【0019】

図5は、図4の曲げられていない片側構成の変形において、折り目線70、72、74及び76が、図6に示されたような入力端及び出力端を有する完全なコイルを完成するために、どのようにして両側構成へと折り曲げられるかを示す。繰り返すが、導線68は、細い線或いは細線で示される一方で、導線66は、太い線或いは太線で示されており、FPCB66の一方側から他方側へと導線を伝えるためのビアがないにもかかわらず、導線は、必ずしも互いに複数回有効に交差するのみではない(すなわち、図中、一方側のFPCBの経路は、他方側における経路と交差する)ことに留意されたい。更に、上述したような反転効果があり、導線66は、62といったターン区分を通過した後、折り曲げられたストレート区分の外側から内側へと延在する。

30

【0020】

図7は、図4の実施形態において用いられた原理の変形例を示す。図7の実施形態において、フレキシブルプリント回路基板80は、間に鉛直な折り目線を有する、折り曲げられた部分82、84で構成されたストレート区分を有する。ターン区分86、88は、ストレート区分82、84の上部及び下部に設けられる。導線90の第1の組は、ストレート区分82において複数のジグザグ状曲げ部を有して示されているのに対し、図4のストレート区分58における導線66は、1つのジグザグ状ターン部しか有しない。同様に、略並列な導線92の第2の組は、84のようなそれぞれのストレート区分において、図4の実施形態における導線68より、多くのジグザグ状ターン部を有する。線85に沿った折り曲げの結果、より多くの交差部が生じる。繰り返すが、折り目線85に沿った折り曲げの結果、図7の右側に示された導線のいくつかは、FPCB80の上側であるのに対し、他の交差する導線は、底側となることに留意されたい。ターン区分86、90の両方が主として同じ方向にあるため、図7に示された構成において反転効果はない。

40

【0021】

しかしながら、図8を参照すると、折り目線101によって連結された部分98、10

50

0を備えるストレート区分を有したフレキシブルプリント回路基板96を具備する別の実施形態がある。複数のジグザグ状の導線106の第1の組は、曲げられていないFPCB96の上面に蒸着され、略平行な導線108の第2の組も、その側に印刷される。しかしながら、ターン区分102、104が反対方向にあるため、FPCB96を図8の右側に示されるように折り目線101に沿って折り返すと、5つの有効な交差部が生じるのみならず、反転効果も生じ、導線106は、下部のターン区分104の外側にあるが、上部のターン区分102の内側にある。

#### 【0022】

図9は、図4に示された実施形態の、有効に拡張された、本発明に係る別の実施形態を示し、プリント回路基板74は、交互に対向する方向へとターン区分を通して前後に延在し、破線で示された折り目線に沿って完全に折り曲げられたときに複数層コイルを生成する。この実施形態は、図1及び図2の実施形態と類似し、交差効果及び反転効果の両方を有する複数巻コイルを形成する。

#### 【0023】

図示された全ての実施形態において、全ての導線は、最初にフレキシブルプリント回路基板の同じ側に蒸着されるが、回路基板がその後方へと折り曲げられたときに有効に交差する導線となり、すなわち、ここで用いられたように、「折り曲げる」とは、完全な180°の折り曲げを意味し、FPCBの2つの層は、互いに折り曲げられて共に折り曲げられる(brought)。いくつかの場合において、導線は、FPCBの外側に残り、その間に絶縁部を設ける必要がない。特に複数のコイルが互いに重ねられるような他の場合において、重ねられた層の導線間の絶縁は、絶縁性(dielectric)材料の挿入又は蒸着された層の使用を含む様々な方法において実現され得るため、電流を流した導線(live conductors)間の接触によっても短絡しない。説明のために全ての図において少数の導線が使用されているが、本発明に係る実際の実施形態は、概してより多くの導線、例えば、上述したように、50から80の間のより線を含むことも理解されたい。これらの図中の導線の使用における濃い、太線の使用は、導線が異なる寸法のゲージ又は導電容量である必要があるという印象を与えることを意図したものではなく、むしろ、太線及び細線の使用は、単に読み手が、折り曲げられたプリント回路基板の様々な平面における導線間の識別を可能とすることを意図するものであることに留意されたい。

#### 【0024】

本発明は、ここで最も实际的且つ好適な実施形態となるように考慮されたものと関連して説明されてきたが、当然のことながら、本発明は、開示された実施形態に限定されるべきものではなく、むしろ、添付した特許請求の範囲の精神及び範囲内に含まれる様々な変形例及び均等物の構成を含むことが意図され、その範囲は、法で認められるように、全てのこうした変形構造及び均等な構造を包含するような、最も広義の解釈で扱われるべきである。例示として、説明された全ての実施形態は、FPCBの片側のみに導体より線を配置しているが、実際の適用は、折り曲げられたFPCBにおいてより線が4又はそれ以上の平面に配置されるようにFPCBの反対側における様々な回路において導体より線の配置を必要とし得る。同等の原理は、1つの装置において更に多くの数のより線を可能とする多層基板の使用に適用する。ここで、「平面」という語の使用が、平面を画成する基板区分が、平面である必要があり、すなわち、導線が、折り曲げられたプリント基板の重なった面において平行な「平面」とされ得ることを提案するものではないことも留意されたい。

#### 【符号の説明】

#### 【0025】

- 10      フレキシブルプリント回路基板
- 12      導線
- 12'      FPCB10の反対の、或いは隠された側部
- 14      入力
- 16      出力

10

20

30

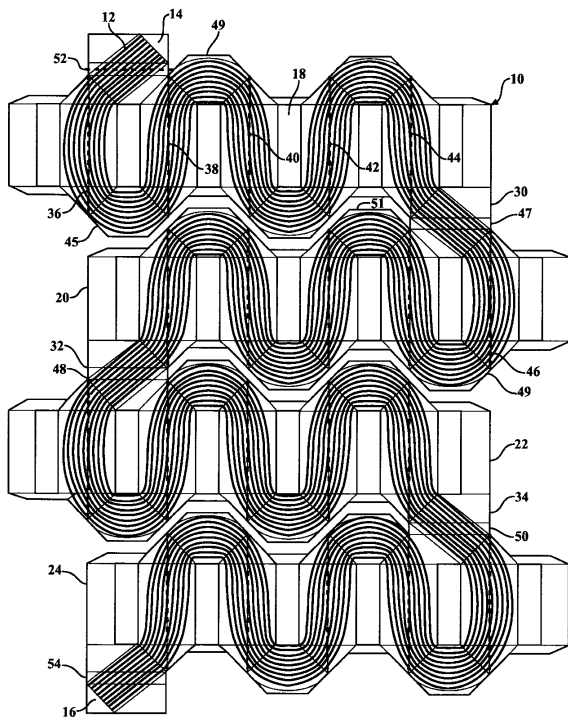
40

50

1 8	ストレート区分	
2 0	ストレート区分	
2 2	ストレート区分	
2 4	ストレート区分	
3 0	接続区分	
3 2	接続区分	
3 4	接続区分	
3 6	折り目線	
3 8	折り目線	
4 0	折り目線	10
4 2	折り目線	
4 5	ターン領域	
4 6	折り目線	
4 7	折り曲げ領域	
4 8	折り曲げ領域	
4 9	逆ターン領域	
5 0	折り曲げ領域	
5 2	折り目線	
5 4	折り曲げ領域	
5 6	フレキシブルプリント回路基板	20
5 7	ストレート区分	
5 8	ストレート区分	
5 9	下方部	
6 0	ストレート区分	
6 1	上方部	
6 2	ターン区分	
6 4	ターン区分	
6 6	リッツ導線	
6 8	導線	
7 0	折り目線	30
7 2	折り目線	
7 4	折り目線	
7 6	折り目線	
8 0	フレキシブルプリント回路基板	
8 2	ストレート区分	
8 4	ストレート区分	
8 5	折り目線	
8 6	ターン区分	
8 8	ターン区分	
9 0	導線	40
9 2	導線	
9 6	フレキシブルプリント回路基板	
9 8	連結された部分	
1 0 0	連結された部分	
1 0 2	ターン区分	
1 0 4	ターン区分	
1 0 6	導線	
1 0 8	導線	

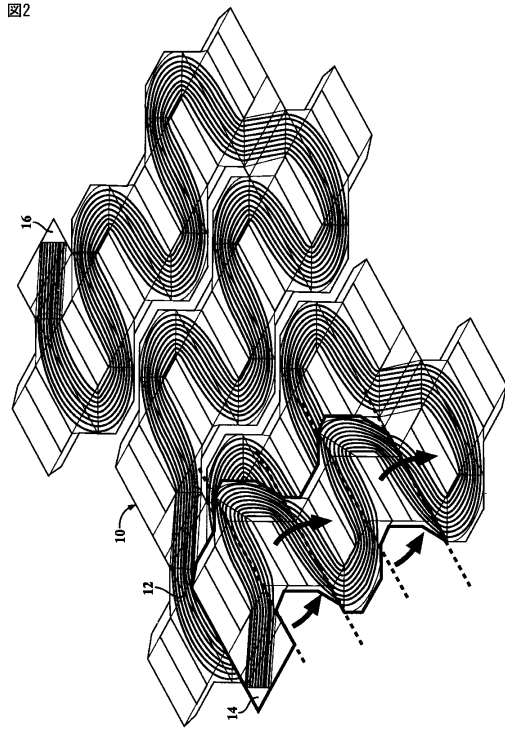
【図 1】

図1



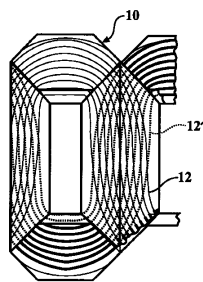
【図 2】

図2



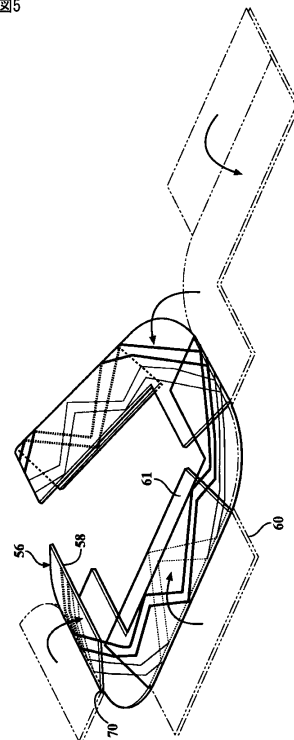
【図 3】

図3



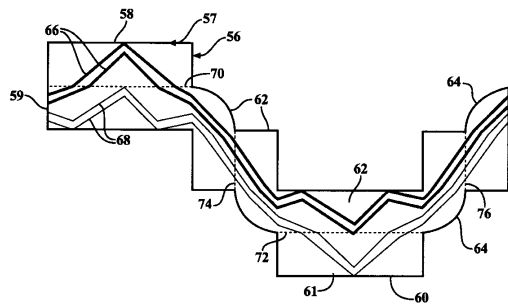
【図 5】

図5



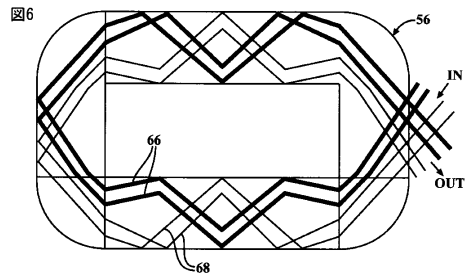
【図 4】

図4

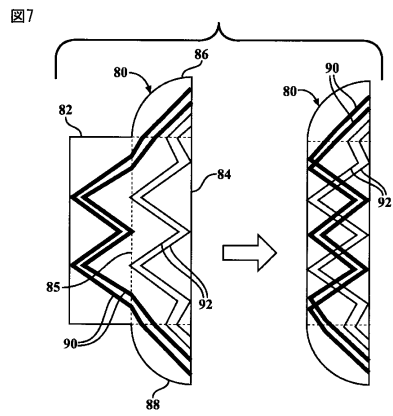




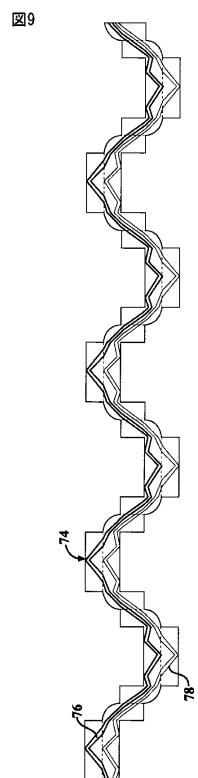
【図 6】



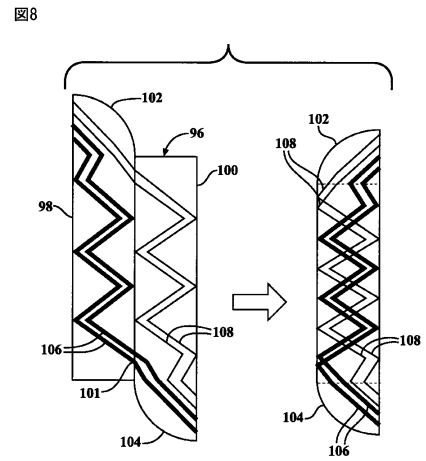
【図 7】



【図 9】



【図 8】



---

 フロントページの続き

(74)代理人 100160705

弁理士 伊藤 健太郎

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(72)発明者 野村 壮史

アメリカ合衆国, ミシガン 48103, アナーバー, アビゲール ウェイ 1571

(72)発明者 利行 健

愛知県日進市東山2-1105

(72)発明者 ゲオ ユンボ

アメリカ合衆国, ミシガン 48108, アナーバー, ウォッシュテナウ アベニュー 4842,  
アパートメント ナンバービー1

審査官 中島 昭浩

(56)参考文献 特開2003-031288(JP, A)

特開昭61-270804(JP, A)

特開2002-367447(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 1/02

H05K 1/16

H05K 9/00

H01B 7/04 - 7/16

H01B 11/00 - 11/22

H01R 12/00 - 12/91

H01F 5/00 - 5/06