

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-531018  
(P2014-531018A)

(43) 公表日 平成26年11月20日(2014.11.20)

(51) Int.Cl.

G01R 15/20 (2006.01)  
H05K 3/46 (2006.01)

F 1

G01R 15/02  
H05K 3/46

テーマコード(参考)

2 G025  
5 E 316

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2014-528982 (P2014-528982)  
 (86) (22) 出願日 平成24年9月6日 (2012.9.6)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年5月1日 (2014.5.1)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2012/067455  
 (87) 國際公開番号 WO2013/034661  
 (87) 國際公開日 平成25年3月14日 (2013.3.14)  
 (31) 優先権主張番号 1157938  
 (32) 優先日 平成23年9月7日 (2011.9.7)  
 (33) 優先権主張国 フランス(FR)

(71) 出願人 510132347  
 コミサリア ア レネルジ アトミク エ  
 オウ エネルジ アルタナティヴ  
 フランス国 75015 パリ リュ ル  
 ブラン 25 バティマン ル ポナン  
 デ  
 (74) 代理人 100060759  
 弁理士 竹沢 荘一  
 (74) 代理人 100087893  
 弁理士 中馬 典嗣  
 (72) 発明者 フィリップ クライン  
 フランス国 エフ-38830 サン ピ  
 エール ダルヴァール リュ ロンジエー  
 ル 400  
 F ターム(参考) 2G025 AA01 AA04 AA11 AB01  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電流センサ、およびこの電流センサのためのプリント基板

## (57) 【要約】

【課題】 電流が流れる導線をプリント基板の導電トラックに接続する必要がない電流センサを提供する。

【解決手段】 この電流センサにおけるプリント基板は、導線を受容するために、垂直軸に沿って、プリント基板を貫通している孔(5)と、この孔(5)を囲んでおり、かつ複数のメタライズ層の間に水平に延在している第1の磁性体リング(10)の形態を呈している磁心とを備えている。測定コイルおよび励磁コイルの機能を果たす1つ以上の第1のコイル(12、13)の各々の各ターンは、第1の磁性体リングの上方および下方に位置している各1つのメタライズ層に1つずつ形成されている2つの導電トラック(44、46)を主構成要素としており、これらの2つの導電トラック(44、46)は、電気絶縁層を貫通し、第1の磁性体リングの内側を通っている貫通電極(48)によって互いに電気的に接続されている。

【選択図】図1

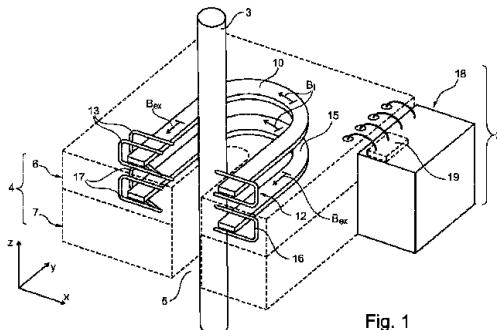


Fig. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

- プリント基板（6、7）であって、
  - ・ 電気絶縁層によって互いに物理的に分離された複数のメタライズ層の、垂直方向におけるスタック、
  - ・ 磁心、および
  - ・ 前記磁心だけを囲んでいるターンを有し、測定コイルおよび励磁コイルの機能を果たす1つ以上の第1のコイル（12、13）を有しているプリント基板（6、7）と、
  - 前記磁心を周期的に飽和磁化させる強度の電流を、前記第1のコイルのうちの励磁コイルの機能を果たすコイルに流すようになっている励磁電流源（19）とを備えている
  - 、導線中の電流を検出するための電流センサであって、
  - 前記プリント基板は、前記導線を受容するために、垂直軸に沿って、前記プリント基板を貫通している孔（5）を有しており、
  - 前記磁心は、前記孔（5）を囲んでおり、かつ前記複数のメタライズ層の間に水平に延在している第1の磁性体リング（10）の形態を呈しており、
  - 前記第1のコイルの各々の各ターンは、前記第1の磁性体リングの上方および下方に位置している各1つのメタライズ層に1つずつ形成されている2つの導電トラック（44、46）を主構成要素としており、これら2つの導電トラック（44、46）は、前記電気絶縁層を貫通し、前記第1の磁性体リングの内側を通っている貫通電極（48）によって互いに電気的に接続されていることを特徴とする電流センサ。
- 10

## 【請求項 2】

- 電気絶縁層によって互いに物理的に分離された複数のメタライズ層の、垂直方向におけるスタックと、
  - 磁心と、
  - 前記磁心だけを囲んでいるターンを有しており、測定コイルおよび励磁コイルの機能を果たす1つ以上の第1のコイル（12、13）とを備えている、請求項1に記載の電流センサを製造するためのプリント基板であって、
  - 前記プリント基板は、前記導線を受容するために、垂直軸に沿って、前記プリント基板を貫通している孔（5）を有しており、
  - 前記磁心は、前記孔（5）を囲んでおり、かつ前記複数のメタライズ層の間に水平に延在している第1の磁性体リング（10）の形態を呈しており、
  - 前記第1のコイルの各々の各ターンは、前記第1の磁性体リングの上方および下方に位置している各1つのメタライズ層に1つずつ形成されている2つの導電トラック（44、46）を主構成要素としており、これら2つの導電トラック（44、46）は、前記電気絶縁層を貫通し、前記第1の磁性体リングの内側を通っている貫通電極（48）によって互いに電気的に接続されていることを特徴とするプリント基板。
- 20

## 【請求項 3】

- 前記プリント基板は、前記第1の磁性体リングを収容している環状の空洞（28）を有し、
  - 前記空洞の各壁面と、該各壁面に対向する、前記第1の磁性体リングの各面との間に遊びが生じるように、前記第1の磁性体リングの横方向の寸法、すなわち水平の平面内の寸法は、前記空洞の対応する横方向の寸法より、少なくとも $5\mu m$ 短い、請求項1に記載の電流センサまたは請求項2に記載のプリント基板。
- 30

## 【請求項 4】

- 前記電流センサまたは前記プリント基板は、
- 同一の孔を囲んでおり、かつ前記複数のメタライズ層の間に水平に延在している少なくとも1つの第2の磁性体リング（15）と、
  - 前記第2の磁性体リングだけを囲んでいるターンを有しており、測定コイルおよび励磁コイルの機能を果たす1つ以上の第2のコイル（16、17）であって、この第2のコイルの各ターンは、前記第2の磁性体リングの上方および下方に位置している各1つの
- 40
- 50

メタライズ層に 1 つずつ形成されている 2 つの導電トラックを主構成要素としており、これら 2 つの導電トラックは、前記電気絶縁層を貫通し、前記第 2 の磁性体リングの内側を通っている貫通電極によって互いに電気的に接続されている 1 つ以上の第 2 のコイル（16、17）とを備えており、

前記第 1 のコイルと第 2 のコイルとのうちの測定コイルの機能を果たすコイル（13、17）同士は、これらのコイル（13、17）に生じる電流への、励磁磁界の寄与を少なくするように、互いに直列に接続されている、請求項 1 に記載の電流センサまたは請求項 2 に記載のプリント基板。

#### 【請求項 5】

前記第 1 および第 2 のコイルのうちの励磁コイルの機能を果たすコイル（12、16）は、同一の励磁電流を供給されたときに、それぞれ前記第 1 および第 2 の磁性体リング（10、15）の内部に、同一の強度の励磁磁界を発生させるように構成されており、前記第 1 および第 2 のコイルのうちの測定コイルの機能を果たすコイル（13、17）は、励磁磁界が存在していないときに、それぞれ前記第 1 および第 2 の磁性体リング（10、15）内の磁界として、同一の磁界が測定されるように構成されている、請求項 4 に記載の電流センサまたはプリント基板。 10

#### 【請求項 6】

- 前記第 1 および第 2 のコイルのうちの励磁コイルの機能を果たすコイル（12、16）は、それぞれ前記第 1 および第 2 の磁性体リングを囲んでいるということを除いて互いに同一であり、

- 前記第 1 および第 2 のコイルのうちの測定コイルの機能を果たすコイル（13、17）は、それぞれ前記第 1 および第 2 の磁性体リングを囲んでいるということを除いて互いに同一である、請求項 5 に記載の電流センサまたはプリント基板。 20

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、電流センサ、およびこの電流センサのためのプリント基板に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

頭字語 P C B (プリント基板) としても知られているプリント基板は、1 セットの電気部品の電気的接続を可能にする支持体である。このようなプリント基板は、一般に、積層プレートの形態を呈している。このプリント基板は、単層プリント基板である場合もあれば、多層プリント基板である場合もある。単層プリント基板は、各電気部品を相互に電気的に接続するための導電トラックがプリントされている、单一のメタライズ層のみしか備えていない。それに反して、多層プリント基板は、複数のメタライズ層、すなわち、少なくとも 2 層のメタライズ層、好ましくは 4 層または 6 層を超えるメタライズ層を備えている。以下の説明は、主として、このような多層プリント基板に関するものである。 30

##### 【0003】

各メタライズ層は、プリント基板を構成している積層プレートの層の 1 つであり、各メタライズ層には、各電気部品を相互に電気的に接続するための 1 つ以上の導電トラックが形成されている。各メタライズ層は平坦であり、積層プレートの表面と平行に延在している。一般に、メタライズ層は、導電材料（通常、銅などの金属）の一様な層の被着、およびこの一様な層の、その後の、導電トラックだけを残すようなエッチングによって得られる。

##### 【0004】

プリント基板の各メタライズ層は、電気絶縁材料から成る電気絶縁層によって、物理的に互いに分離されている。この電気絶縁材料は、高い絶縁耐力、すなわち、通常 3 M V / m 以上、好ましくは 10 M V / m 以上の絶縁耐力を有している。電気絶縁材料は、例えばエポキシ樹脂、および / またはガラス纖維からなっている。電気絶縁層は、一般に、他の層とのアセンブリ時に軟化しない材料から成る剛性板の形態を呈している。電気絶縁層は 40

、例えば不可逆的な熱硬化処理を既に受けている熱硬化性樹脂からなっている。

#### 【0005】

多層プリント基板の各層は、「樹脂含浸」層と呼ばれており、より一般的には「プリプレグ」層として知られている接着層を介して、何らの自由度なしに、互いにアセンブルされている。

#### 【0006】

プリプレグは、一般に、ファブリックなどの補強材に、熱硬化性樹脂を含浸させることによって作られる。この熱硬化性樹脂は、通常、エポキシ樹脂である。プリント基板の製造中に、熱硬化性樹脂の変態によって、プリプレグが、プリント基板の各層に不可逆的に密着した、剛性の固体物質に転換する、不可逆的な重合化がもたらされる。通常、プリプレグを、高温に加熱し、かつ高圧で圧縮したときに、熱硬化性樹脂の変態が生じる。この場合、高温とは、100 を超える温度、好ましくは150 を超える温度である。高圧とは、0.3 MPa を超える圧力であるが、通常は、1 MPa を超える圧力である。

10

#### 【0007】

電気絶縁層を貫通している導電性の貫通電極を介して、複数のメタライズ層の導電トラックを、電気的に接続することができる。この導電性の貫通電極は、「ビア」として、一般的に知られている。ビアは、一般に、電気絶縁層の表面に垂直に延びている。これらのビアを作る方法は、いくつかある。最も一般的な方法の1つは、1層以上の電気絶縁層に、それらの上下を貫くように孔を設け、次いで、それらの孔の内壁を金属で覆うことである。したがって、これらのビアは、メタライズホール（金属で被覆された孔）と呼ばれる。

20

#### 【0008】

ビアは、必ずしも、プリント基板の全ての電気絶縁層を貫通しているとは限らない。例えば、プリント基板の片側の外表面にしか開いていないプラインドビアが存在する。今日では、さらに、例えば頭字語 H D I (High Density of integration : 高密度集積)として知られている技術などの公知の技術を用いて、「ベリード」ビア（埋め込みビア）を形成することもできる。ベリードビアは、プリント基板のいずれの外表面にも開いていない。ベリードビアは、例えばプリント基板の内部に埋め込まれた複数のメタライズ層に形成されている導電トラックを電気的に接続することができる。

30

#### 【0009】

公知のいくつかの電流センサは、次のものを備えている。

- プリント基板であって、
- ・ 電気絶縁層によって互いに物理的に分離された複数のメタライズ層の、垂直方向のスタック、
  - ・ 磁心、および
  - ・ 磁心だけを囲んでいるターンを有し、かつ測定コイルおよび励磁コイルの機能を果たす1つ以上の第1のコイルを有するプリント基板と、
  - 磁心を周期的に飽和磁化させる強度の電流を、第1のコイルのうちの励磁コイルの機能を果たすコイルに流すようになっている励磁電流源。

40

#### 【0010】

公知の電流センサの1つが、例えば非特許文献1に開示されている。

#### 【0011】

この電流センサは適切に動作する。例えば磁心の周期的な飽和磁化によって、測定しようとする電流によって発生する磁界  $B_i$  の寄与を高周波数で測定することができ、この電流センサのダイナミックレンジが広くなる。高周波数とは、100 Hz を超過し、好ましくは1 kHz を超過する周波数を意味している。この測定技術は、フラックスゲートセンサという用語で知られている。しかしながら、このフラックスゲートセンサが適切に動作するためには、励磁コイルによって磁心の内部に発生する励磁磁界  $B_{ex}$  の寄与を厳密に打ち消すことができなければならない。したがって、導線を、磁心に相対的に正確に位置決めしなければならない。この問題は、公知のいくつかの電流センサにおいて、プリント

50

基板に、測定しようとする電流を流す導電トラックを形成することによって解決されている。実際、今日の技術においては、プリント基板の導電トラックを、非常に正確に位置決めすることが可能である。しかしながら、このような電流センサを使用するときには、導線を、プリント基板の、測定しようとする電流を流す導電トラックに接続する必要がある。そのため、プリント基板に接続端子を設けることが必要になり、したがって、電流センサの面積が増大する。さらに、測定しようとする電流が流れる導線を、意図的に切断することが必要になる。これは、常に望ましいことではない。

#### 【0012】

類似の従来技術が、特許文献1～特許文献6からも公知である。

#### 【先行技術文献】

10

#### 【特許文献】

#### 【0013】

【特許文献1】ヨーロッパ特許公開第2108965号公報

【特許文献2】米国特許公開第2003-011458号公報

【特許文献3】ドイツ国特許公開第10354694号公報

【特許文献4】米国特許公開第2011-108317号公報

【特許文献5】米国特許公開第2002-070831号公報

【特許文献6】国際公開第02/025797号公報

#### 【非特許文献】

#### 【0014】

【非特許文献1】T. O'DONNELL、A. TIPEK、A. CONNELL、P. MC CLOSKEY、S. C. O'MATHU NA、「Planar fluxgate current sensor integrated in printed circuit board(プリント基板に一体化されている平面フラックスゲート電流センサ)」、Sensors and Actuators A、2006年、Vol. 129、p. 20-24

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0015】

本発明は、上述の欠点の少なくとも1つを改善することを目的としている。

#### 【課題を解決するための手段】

30

#### 【0016】

この目的を達成するために、本発明は、次の特徴を有する電流センサを提供する。

- プリント基板は、導線を受容するために、垂直軸に沿って、プリント基板を貫通している孔を有しており、

- 磁心は、この孔を囲んでおり、かつ複数のメタライズ層の間に水平に延在している第1の磁性体リングの形態を呈しており、

- 第1のコイルの各々の各ターンは、第1の磁性体リングの上方および下方に位置している各1つのメタライズ層に1つずつ形成されている2つの導電トラックを主構成要素としており、これらの2つの導電トラックは、第1の磁性体リングの内側を通っているビアによって互いに電気的に接続されている。

#### 【0017】

このような電流センサにおいては、電流が流れる導線を、プリント基板の導電トラックに接続する必要はない。単に、導線をプリント基板の孔に通すだけで、電流センサを作動させることができる。

#### 【0018】

さらに、磁性体リングがこの孔を囲んでいるという事実によって、この電流センサは、孔内における導線の位置決めに生じる誤差にあまり影響を受けない。実際、磁性体リングは、電流によって発生する磁界を磁性体リング自体の内部に集める働きをする。したがって、導線を、孔内にそれほど正確に位置決めする必要はない。

#### 【0019】

コイルは、メタライズ層に形成されている導電トラックおよびビアによって構成される

40

50

。したがって、この電流センサの製造は容易である。

#### 【0020】

最後に、この電流センサは、常に、「フラックスゲート」の原理にしたがって動作する。したがって、この電流センサの動作の正確性が常に保たれ、さらにはより向上する。

#### 【0021】

本発明は、さらに、上述の電流センサを製造するためのプリント基板を提供するものである。

#### 【0022】

上述の電流センサ、またはプリント基板のいくつかの実施形態は、次の特性のうちの1つ以上を備えていることがある。

- プリント基板は、第1の磁性体リングを収容している環状の空洞を有し、空洞の各壁面と、各壁面に対向する、第1の磁性体リングの各面との間に遊びが生じるように、第1の磁性体リングの横方向の寸法、すなわち水平な平面内の寸法は、空洞の対応する横方向の寸法より、少なくとも $5\text{ }\mu\text{m}$ 短い。

- 電流センサまたはプリント基板は、次のものを備えている。  
・ 同一の孔を囲んでおり、かつ複数のメタライズ層の間に水平に延在している少なくとも1つの第2の磁性体リングと、

・ 第2の磁性体リングだけを囲んでいるターンを有し、測定コイルおよび励磁コイルの機能を果たす1つ以上の第2のコイルであって、第2のコイルの各々の各ターンは、第2の磁性体リングの上方および下方に位置している各1つのメタライズ層に1つずつ形成されている2つの導電トラックを主構成要素としており、これらの2つの導電トラックは、電気絶縁層を貫通し、第2の磁性体リングの内側を通っている貫通電極によって互いに電気的に接続されている1つ以上の第2のコイル。

第1のコイルと第2のコイルとのうちの測定コイルの機能を果たすコイル同士は、これらのコイルに生じる電流への、励磁磁界の寄与を少なくするように、互いに直列に接続されている。

- 第1および第2のコイルのうちの励磁コイルの機能を果たすコイルは、同一の励磁電流を供給されたときに、それぞれ第1および第2の磁性体リングの内部に、同一の強度の励磁磁界を発生させるように構成されており、第1および第2のコイルのうちの測定コイルの機能を果たすコイルは、励磁磁界が存在していないときに、それぞれ第1および第2の磁性体リング内の磁界として、同一の磁界が測定されるように構成されている。

- 第1および第2のコイルのうちの励磁コイルの機能を果たすコイル、および第1および第2のコイルのうちの測定コイルの機能を果たすコイルは、それぞれ第1および第2の磁性体リングを囲んでいるということを除いて、互いに同一である。

#### 【0023】

これらの実施形態は、さらに、次の利点を有している。

- 磁性体リングと空洞の壁面との間に遊びが存在するために、磁性体リングがプリント基板から機械的応力を及ぼされないから、電流センサの精度が増す。

- 2つの磁性体リングが用いられ、2つの測定コイルが直列に接続されているために、励磁磁界を容易に打ち消すことができる。

- 2つの励磁コイルが、互いに同一の強度で、逆向きの励磁磁界を発生させるように構成されているから、測定値に対する、励磁磁界の寄与を容易に打ち消すことができる。

- 2つの励磁コイルおよび2つの測定コイルが、それぞれ互いに同一であるから、電流センサの製造が容易である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0024】

【図1】本発明による電流センサの斜視断面図である。

【図2】図1の電流センサの製造に用いられるプリント基板の斜視断面図である。

【図2A】図2の、破線で表わされた楕円で囲まれている部分の拡大図である。

【図3】図2のプリント基板の第1の実施形態の組立分解断面図である。

10

20

30

40

50

【図4】図2のプリント基板の第1の実施形態の断面図である。

【図5】図2のプリント基板の第1の実施形態の製造方法のフローチャートである。

【図6】図2のプリント基板の第2の実施形態の組立分解断面図である。

【図7】図2のプリント基板の第3の実施形態の組立分解断面図である。

【図8】図2のプリント基板の第3の実施形態の断面図である。

【図9】図2のプリント基板の第3の実施形態にさらに2つのメタライズされたプリプレグが積み重ねられているプリント基板の断面図である。

【図10】図2のプリント基板の第4の実施形態の組立分解断面図である。

【図11】図2のプリント基板の第5の実施形態の組立分解断面図である。

【図12】図2のプリント基板の第6の実施形態の断面図である。

【図13】図2のプリント基板の第7の実施形態の組立分解断面図である。

【図14】図2のプリント基板の第8の実施形態の組立分解断面図である。

【図15】図2のプリント基板の第9の実施形態の組立分解断面図である。

【図16】図15の実施形態で用いられているプリプレグの1つの斜視図である。

【図17】図1の電流センサのプリント基板の別の実施形態の斜視断面図である。

【図18】図17のプリント基板の製造方法のフローチャートである。

【図19】図18のフローチャートの製造方法の1ステップにおけるプリント基板の断面図である。

【図20】図19のステップ後の1ステップにおけるプリント基板の断面図である。

【図21】図20のステップ後の1ステップにおけるプリント基板の断面図である。

【図22】3軸方向の磁界を検出する磁界センサの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

添付図面を参照して、単に非限定的な例として示す以下の説明を読むことによって、本発明をよりよく理解することができると思う。

【0026】

添付図面において、同一の要素には、同一の符号を付してある。

【0027】

以下の記述において、当業者に知られている特徴および機能については、詳細に説明しない。

【0028】

図1は、導線3中を流れる電流の強度を測定するようになっている電流センサ2を示す。

【0029】

電流センサ2は、複数のプリント基板から成り、かつ孔5を形成されている重畠体4を有している。孔5は、垂直な方向Zに沿って、この重畠体4を上面から下面まで突き抜けている。

【0030】

導線3は、孔5中に受容されている。この受容を可能にするために、孔5の横方向寸法、すなわち水平な平面内の寸法（孔5の断面が円形である場合には内径）は、通常、導線3の横方向寸法（導線3の断面が円形である場合には外径）より、少なくとも100μmだけ大きい。

【0031】

図1においては、重畠体4は、2つのプリント基板6および7を、方向Zに沿って重ね合わせたスタックによって作られている。これらのプリント基板は、全く自由度なしに、上下に互いに固着されている。これらのプリント基板を構成している各構成要素を示すように、プリント基板の輪郭は、破線によって示してある。

【0032】

プリント基板6は、電気絶縁層によって物理的に互いに分離されている複数のメタライズ層の、方向Zに沿うスタックを有している。このプリント基板6の各層は、互いに直交

10

20

30

40

50

している2つの方向XおよびYと平行に、水平に延在している。

【0033】

プリント基板6は、孔5を囲んでいる磁心を有している。この磁心は、実質的に水平な平面上に延在している磁性体リング10である。

【0034】

電流センサ2の感度を良好にするために、磁性体リング10は、1000を超過し、好みくは10000を超過する静的な比透磁率、すなわち周波数0Hzにおける比透磁率を有する磁性材料で作られている。すなわち、磁性体リング10は、大きな比透磁率を有する磁性材料で作られている。この磁性材料は、例えばミューメタルなどの強磁性体材料、または「Vitrovac」(登録商標)6025という商品名で知られている磁性材料である。10

【0035】

磁性体リング10の中心は、孔5の中心に一致していることが好ましい。

【0036】

周波数 $f_{ex}$ で励磁電流 $i_{ex}$ を流すための励磁コイル12が、磁性体リング10を囲んでいる。励磁コイル12は、磁性体リング10を周期的に飽和磁化させる励磁磁界 $B_{ex}$ を、磁性体リング10の内部に発生させる。

【0037】

励磁コイル12は、磁性体リング10の全長にわたって延在していることが好ましい。20  
図1において、「磁性体リング10の長さ」は、水平な平面上の、磁性体リングの周の長さを意味している。励磁コイル12の各ターンは、磁性体リング10の内側を通っている。図1を単純化するために、励磁コイル12の1つのターンしか示していない。

【0038】

プリント基板6は、さらに、磁性体リング10の内部の磁界の強度を測定するための測定コイル13を有している。測定コイル13は、励磁コイル12を囲んでいる。図1を単純化するために、測定コイル13の2つのターンしか示されていない。各ターンは、磁性体リング10の中心付近を通っている。測定コイル13は、磁性体リング10の全長にわたって延在している。以下の説明において、測定コイル13による測定値は、関係式( $M_1 = B_i + B_{ex}$ )によって与えられる。この関係式において、

- ・  $M_1$ は、測定コイル13による測定値であり、
- ・  $B_i$ は、導線3中を流れる電流*i*によって発生する磁界であり、
- ・  $B_{ex}$ は、励磁磁界である。

【0039】

この関係式を導くために、磁性体リング10の内部の磁界の符号は、その磁界が反時計回りの向きに回っているときに正としている。

【0040】

磁性体リングを用いることによって、プリント基板6の全表面にわたって一様である外部磁界の影響を自動的に打ち消すことができる。この場合に、「打ち消す」は、電流*i*の強度の測定の際に、外部磁界の影響を取り除く、または大幅に減らす作用を意味している。40  
磁性体リングを用いることによって、例えば地球磁界の影響を自動的に打ち消すことができる。

【0041】

プリント基板7は、励磁コイルが逆向きに形成されているということを除いて、水平な平面に関して、プリント基板6に面対称である。プリント基板7の磁性体リング、励磁コイルおよび測定コイルには、それぞれ符号15、16および17を付してある。励磁コイル16には、励磁コイル12に供給される励磁電流と同じ励磁電流 $i_{ex}$ が供給される。このような状態においては、測定コイル17による測定値は、関係式( $M_2 = B_i - B_{ex}$ )によって与えられる。この関係式において、 $M_2$ は、測定コイル17による測定値である。

【0042】

10

20

30

40

50

この例においては、励磁磁界  $B_{ex}$  の寄与を自動的に打ち消すために、測定コイル 13 と 17 とは、互いに直列に接続されている。この場合には、「打ち消す」は、最終結果すなわち電流の測定値に対する、励磁磁界  $B_{ex}$  の影響または寄与を最大限に取り除くことを意味している。すなわち、この例で用いられている符合の取り決めでは、測定コイル 13 と 17 とは、測定値  $M_1$  と  $M_2$  とが互いに加え合わされるように接続されている。

#### 【0043】

電流センサ 2 は、さらに、有線リンクを介して重畳体 4 に接続されている電子処理ユニット 18 を有している。この電子処理ユニット 18 は、導線 3 中を流れる電流  $i$  の強度値を算出するために、測定コイル 13 および 17 から得られた測定値を処理する。電子処理ユニット 18 は、さらに、励磁コイル 12 および 16 に流す励磁電流  $i_{ex}$  を発生させるようになっている電流源 19 を有している。10

#### 【0044】

図 2 は、電流センサ 2 の製造に用いられるプリント基板 6 を、より詳細に示している。図 2 は、このプリント基板 6 の内部に埋め込まれているものを詳細に示すために、プリント基板 6 の断面を示している。

#### 【0045】

プリント基板 6 は、多層プリント基板である。したがって、プリント基板 6 は、電気絶縁層によって互いに分離されている複数のメタライズ層の、垂直方向（方向 Z）に沿うスタック 20 によって形成されている。図 2 においては、1 つの電気絶縁層 26 によって互いに分離された 2 つのメタライズ層 22 および 24 しか示されていない。このスタック 20 に関しては、図 3 以下を参照して、より詳細に説明する。20

#### 【0046】

電気絶縁層 26 の内部に、磁性体リング 10 を収容するための空洞 28 が穿たれている。空洞 28 の詳細が、図 2A の、プリント基板 6 の拡大部分断面図に、より明瞭に示されている。この例においては、空洞 28 は環状である。空洞 28 は、2 つのメタライズ層 22 と 24 との間に位置している。この空洞 28 には、垂直対称軸 30 が存在する。垂直対称軸 30 は、孔 5 の垂直対称軸でもある。この空洞 28 は、矩形の横断面を有している。この横断面とは、垂直対称軸 30 を含む垂直面に含まれる断面である。より明確には、空洞 28 は、外側垂直壁 32、内側垂直壁 33、水平な上端 34、および水平な下端 36 を有している。外側垂直壁 32 および内側垂直壁 33 は、環状である。空洞 28 の横断面は、空洞 28 の全長にわたって一定である。空洞 28 の長さとは、水平な平面上の、空洞 28 の周の長さ、例えば内側垂直壁 33 の周の長さである。30

#### 【0047】

磁性体リング 10 が、空洞 28 の内部に収容されている。磁性体リング 10 の回転対称軸は、垂直対称軸 30 と一致している。磁性体リング 10 の横断面も矩形である。さらに、磁性体リング 10 の横断面は、磁性体リング 10 の全長にわたって一定である。

#### 【0048】

静的な比透磁率を大きくするために、磁心すなわち磁性体リング 10 の、方向 Z に沿う厚さ  $e$  は、可能な限り薄くされる。磁性体リング 10 の厚さは、通常、例えば 250  $\mu m$  未満であり、好ましくは 125  $\mu m$  未満、または 25  $\mu m$  未満である。磁性体リング 10 の、半径方向の幅  $I$  は、通常、0.5 ~ 10 mm の範囲にある。この例においては、幅  $I$  は、例えば 1 ~ 2 mm の範囲にある。40

#### 【0049】

この磁性体リング 10 は、例えば重力の作用だけで、空洞 28 の下端 36 に接している下面を有している。磁性体リング 10 は、さらに、空洞 28 の上端 34 に対向している上面 40、および外側垂直壁 32、内側垂直壁 33 にそれぞれ対向している外側垂直面、および内側垂直面を有している。

#### 【0050】

磁性体リング 10 の横断面の寸法は、空洞 28 の横断面の対応する寸法よりも小さい。したがって、磁性体リング 10 の幅  $I$  および厚さ  $e$  は、それぞれ空洞 28 の幅および厚さ

未満である。これによって、磁性体リング10の外側垂直面および内側垂直面を、それぞれ外側垂直壁32および内側垂直壁33から、横方向に間隙iだけ離すことができ、磁性体リング10の上面40を、上端34から、垂直方向に間隙jだけ離すことができる。間隙iおよびjは、5μmを超過しており、好ましくは100μmを超過している。したがって、このような状態においては、空洞28は、磁性体リング10になんらの機械的応力も及ぼさない。磁性体リング10が機械的応力を受けないことによって、磁性体リング10の磁気特性の変動が制限されるから、電流センサ2の精度が増す。

#### 【0051】

プリント基板6は、さらに、励磁コイル12および測定コイル13を有している。図2には、単純化のために、励磁コイル12のターンしか示されていない。これらのターンは、例えば磁性体リング10の全長にわたって、一定の間隔で一様に配置されている。10

#### 【0052】

励磁コイル12の各ターンの構成要素として、次のものが含まれる。

- メタライズ層22に形成されている導電トラック44のうちの1つと、
- メタライズ層24に形成されている導電トラック46のうちの1つ。

#### 【0053】

各ターンには、さらに、そのターンの導電トラック44と46との一端同士を電気的に接続している垂直ビア48が含まれる。さらに、そのターンの導電トラック44と46との他端は、それぞれ別の垂直ビアを介して、それぞれに隣接するターンの導電トラックの一端に電気的に接続されている。20

#### 【0054】

図3は、プリント基板6の第1の実施形態の分解組立図である。この実施形態においては、スタック20は、底から頂に向かって、次のものをスタックすることによって形成されている。

- メタライズされたプリプレグ50と、
- 電気絶縁層52と、
- メタライズされたプリプレグ54。

#### 【0055】

メタライズされたプリプレグ50には、プリプレグ56と、プリプレグ56の下面に固定されているメタライズ層24とが含まれている。30

#### 【0056】

メタライズされたプリプレグ54には、プリプレグ60と、プリプレグ60の上面に固定されているメタライズ層22とが含まれている。

#### 【0057】

この例においては、プリプレグ56および60は、「規格」仕様のプリプレグ、すなわちプリント基板のアセンブリ時に低粘度を呈するプリプレグである。「低粘度」は、プリプレグのメーカーの仕様に応じた上昇率で、そのプリプレグの温度を上昇させていくときに、ガラス転移温度において、5000パスカル秒未満、好ましくは1000パスカル秒未満である粘度を意味している。

#### 【0058】

プリプレグ56および60は、例えば次の材料、すなわちFR-2(コットン紙・フェノール樹脂)、FR-3(コットン紙・エポキシ樹脂)、FR-4(布状に編んだガラス繊維・エポキシ樹脂)、FR-5(布状に編んだガラス繊維・エポキシ樹脂)、FR-6(ガラス塗膜・ポリエステル樹脂)、G-10(布状に編んだガラス繊維・エポキシ樹脂)、CEM-1(コットン紙・エポキシ樹脂)、CEM-2(コットン紙・エポキシ樹脂)、CEM-3(布状に編んだガラス繊維・エポキシ樹脂)、CEM-4(布状に編んだガラス繊維・エポキシ樹脂)、CEM-5(布状に編んだガラス繊維・ポリエステル樹脂)のうちの1つを用いて製造することができる。この例においては、プリプレグ56および60は、アーロン[Arlon(登録商標)]社から販売されている参照コード33Nの製品群から選択されたプリプレグ(例えば参照コード33N2355のプリプレグ)である4050

。

### 【0059】

電気絶縁層52は、本明細書の導入部で説明されているような電気絶縁層である。電気絶縁層52は、例えば規格で定められているFR-4から成っている。電気絶縁層52の下面64は、プリプレグ56と対向しており、上面66は、プリプレグ60と対向している。プリプレグ56および60は、それぞれ電気絶縁層52の下面64および上面66を完全に覆っている。さらに、プリプレグ56および60は、それぞれ電気絶縁層52の下面64および上面66に、直接に配置されている。すなわち、他の層の介在なしに密着している。

### 【0060】

空洞28は、電気絶縁層52の上面66から、その内部に向かって穿たれている。したがって、この空洞28は、上面66に開いている口部を有している。この口部には、空洞28の外側垂直壁32および内側垂直壁33の上部で、それぞれ棚部70および72が形成されている。これらの棚部70および72の深さは、関係式( $p = h - e - j$ )によって与えられる。この関係式において、

- ・  $p$ は、棚部70および72の深さであり、
- ・  $h$ は、上面66からの空洞28の深さであり、
- ・  $e$ は、磁性体リング10の厚さであり、
- ・  $j$ は、磁性体リング10と空洞28の上端34(棚部70および72の下端)との間の垂直方向の間隙である。

### 【0061】

深さ $p$ および $h$ は、方向Zにおけるものである。

### 【0062】

プリント基板6は、さらに、特にプリント基板のアセンブリ時のクリープ変形によって、プリプレグ60が、磁性体リング10上に達することを防止するための抗クリープ手段を構成しているカバー76を備えている。この防止のために、この例においては、カバー76は、垂直対称軸30と一致する回転対称軸を有する環状リングの形状を有している。このカバー76の内縁および外縁は、それぞれそれが棚部72および70上に載るような寸法に定められている。したがって、プリント基板がアセンブルされたときに、このカバー76は、磁性体リング10を圧迫せず、したがって、磁性体リング10になんらの機械的応力も及ぼさない。

### 【0063】

カバー76の厚さは、棚部70および72の深さ $p$ 以下である。カバー76の厚さは、例えば最大で、深さ $p$ より10%だけ小さい。したがって、プリント基板がアセンブルされたときに、カバー76は、上面66よりも上に突き出ることはない。

### 【0064】

カバー76は、剛性材料、すなわち2GPaを超過し、好ましくは、10GPaまたは100GPaを超過するヤング率を有する材料を用いて製造されている。本明細書においては、ヤング率は、20の温度における値として与えられる。カバー76は、例えばFR-4を用いて製造される。カバー76は、例えば剛体板からの切り出しによって製造される。カバー76は、非磁性体材料、すなわち静的な比透磁率が1である材料を用いて製造される。

### 【0065】

図4は、図3のプリント基板を、アセンブルされた状態で示している。さらに、図4においては、導電トラック44と導電トラック46とを接続している垂直ビア48が示されている。プリント基板がアセンブルされると、電気絶縁層52、およびプリプレグ56、および60の重疊体が、プリント基板の電気絶縁層26を構成する。

### 【0066】

次に、プリント基板6の製造方法を、図5のフローチャートを参照して説明する。

### 【0067】

10

20

30

40

50

ステップ 8 0において、電気絶縁層 5 2の機械加工により、電気絶縁層 5 2に空洞 2 8が形成される。

【0 0 6 8】

これと並行して、ステップ 8 2において、電気絶縁層 5 2の機械加工から独立して、磁性体リング 1 0が製造される。磁性体リング 1 0は、例えば磁性体材料のシートから切り出して製造される。

【0 0 6 9】

ステップ 8 0および 8 2と並行して、ステップ 8 4において、電気絶縁層 5 2および磁性体リング 1 0の製造から独立して、カバー 7 6も製造される。カバー 7 6は、例えば非磁性体材料の剛性ボードから切り出して製造される。

10

【0 0 7 0】

次に、ステップ 8 6において、磁性体リング 1 0が、空洞 2 8内に挿入される。

【0 0 7 1】

ステップ 8 8において、カバー 7 6が、空洞 2 8の棚部 7 0および 7 2上に配置される。

【0 0 7 2】

ステップ 9 0において、メタライズ層のアセンブリングが行われる。このアセンブリングのために、この実施形態においては、メタライズされたプリプレグ 5 0および 5 4が、それぞれ電気絶縁層 5 2の下面 6 4および上面 6 6に対向するように配置される。次に、プリプレグ 5 6および 6 0に熱硬化が生じるように、メタライズされたプリプレグ 5 0および 5 4は、150以上 の温度に加熱され、同時に、方向 Zに沿って重ねられた電気絶縁層 5 2、およびメタライズされたプリプレグ 5 0および 5 4に、1 MPaを超過する垂直圧力が印加される。このステップ 9 0において、プリプレグ 5 6および 6 0は、重合によって、最終的に、メタライズ層を備えて、電気絶縁層 5 2の下面 6 4および上面 6 6に接合された剛性物質に変換される。

20

【0 0 7 3】

ステップ 9 0において、プリプレグ 6 0は、クリープ変形する。しかしながら、カバー 7 6の作用によって、プリプレグ 6 0の、磁性体リング 1 0への到達と、それによる、磁性体リング 1 0の熱膨張方向と異なる熱膨張方向を有する混合物の形成が防止される。

30

【0 0 7 4】

ステップ 9 2において、導電トラック 4 4および 4 6が、それぞれメタライズ層 2 2および 2 4に作り出される。これらの導電トラックは、例えばメタライズ層のエッチングによって作り出される。

【0 0 7 5】

次いで、ステップ 9 4において、各導電トラックを電気的に接続して、励磁コイル 1 2を形成するためのビアが作り出される。ビアは、例えば導電トラック 4 4および 4 6、プリプレグ 6 0および 5 6、および電気絶縁層 5 2を貫通する貫通孔を穿設した後、そのようにしてできた貫通孔の内壁をメタライズすることによって作り出される。

40

【0 0 7 6】

スタック中に、さらなるメタライズ層（導電トラックおよびビア）を加えるために、ステップ 9 0、9 2、および 9 4を繰り返すことができる。

【0 0 7 7】

図 6は、プリント基板 6の別の実施形態を示しており、棚部 7 0および 7 2が省かれている。このような状態において、カバー 7 6に替えて、空洞 2 8の内部に収容されるようになっている寸法を有しているカバー 1 0 0が用いられている。この実施形態においては、カバー 1 0 0は、磁性体リング 1 0に物理的に接しているが、磁性体リング 1 0の熱膨張方向と異なる熱膨張方向を有する混合物を形成しない。

【0 0 7 8】

図 7は、プリント基板 6の別の実施形態の分解組立図である。この実施形態は、電気絶縁層 5 2に替えて、電気絶縁層 1 0 2が用いられており、カバー 7 6に替えて、カバー

50

104が用いられていることを除いて、図3を参照して説明した実施形態と同一である。

**【0079】**

電気絶縁層102は、空洞28に囲まれている、電気絶縁層52の中心部が、電気絶縁層102を垂直に貫いている孔に置き換えられていることを除いて、電気絶縁層52と同一である。

**【0080】**

カバー104は、電気絶縁層102の、孔になっている中心部に嵌まり込む部分が、カバー104に組み込まれているということを除いて、カバー76と同一である。したがって、カバー104は、電気絶縁層102の孔に嵌まり込むようになっている中心部を有する円板の形状を呈している。

10

**【0081】**

図8は、図7の実施形態を、アセンブルされた状態で示している。

**【0082】**

図9は、図8のプリント基板の外側下面上および外側上面上に、別の、メタライズされたプリプレグ110および112がスタックされているプリント基板を示している。したがって、これは、2つのメタライズ層を加えることを可能にする例である。この例においては、追加のメタライズ層から、垂直ビア119を介して互いに電気的に接続される2つの導電トラック114および116が作り出され、例えば測定コイル13のターンを形成するために用いられる。

20

**【0083】**

図10は、プリント基板の別の一実施形態を示している。この実施形態は、空洞28の棚部が省かれているということを除いて、図7の実施形態と同じである。図10において、電気絶縁層およびカバーには、それぞれ参照符号120および122を付してある。

**【0084】**

図11は、プリント基板6の別の一実施形態を示している。この実施形態は、いかなるメタライズされたプリプレグも用いずに、メタライズされた電気絶縁層を用いているということを除いて、図3を参照して説明した実施形態と同じである。より詳細には、メタライズされたプリプレグ50および電気絶縁層52に替えて、メタライズされた電気絶縁層124が用いられている。メタライズされた電気絶縁層124は、下面にメタライズ層24が固着された電気絶縁層126を有している。メタライズされたプリプレグ54に替えて、メタライズ層22と電気絶縁層132とから成る、メタライズされた電気絶縁層130が用いられている。メタライズされた電気絶縁層130と124とは、電気絶縁層126の上面全体を覆っているプリプレグ134を介して、互いにアセンブルされている。

30

**【0085】**

プリント基板6のこの実施形態の製造方法は、ステップ90において、メタライズされた電気絶縁層124と130との一体化のために、それらの間にプリプレグ134が挿入されるということを除いて、図5を参照して説明した実施形態の製造方法と同じである。

**【0086】**

図12は、プリント基板6の別の一実施形態を示している。この実施形態は、カバー76に替えてカバー140が用いられていることを除いて、図6を参照して説明した実施形態と同じである。カバー140は、軟質材料、すなわち0.1GPa未満のヤング率を有する材料を用いて作られている。

40

**【0087】**

この実施形態においては、磁性体リング10上へのカバーの挿入は、空洞28内で磁性体リング10上に軟質材料を流し込むことによって行われる。軟質材料が流し込まれると、この軟質材料の粘度は、軟質材料が、磁性体リング10にいかなる機械的応力も及ぼさず、隙間iおよびjを完全に満たすことができるほどに十分に低い。通常、カバー140を形成するために用いられる材料は、非熱硬化性の軟質樹脂である。さらに、選ばれる軟質樹脂は、プリント基板の製造温度に耐えることができなければならない。この軟質樹脂は、例えばシリコーンである。したがって、カバー140のこの材料の剛性は、磁性

50

体リング10にいかなる機械的応力も及ぼすことがないほどに、また温度変化に応答して磁性体リング10の変形をもたらす可能性が高い、磁性体リング10の熱膨張方向と異なる熱膨張方向を有する混合物を形成しないほどに十分に低い。カバー140が空洞28内に流し込まれてしまうと、その後の製造ステップは、図5を参照して説明した製造ステップと同じである。

#### 【0088】

図13は、カバー100が省かれているということを除いて、図6のプリント基板と同じプリント基板6の実施形態を示している。メタライズされたプリプレグ54に替えて、メタライズされたプリプレグ150が用いられている。メタライズされたプリプレグ150は、プリプレグ60に替えてプリプレグ152が用いられているということを除いて、メタライズされたプリプレグ54と同じである。プリプレグ152は、同一の条件で測定したときに、プリプレグ60の粘度の少なくとも10倍、好ましくは20倍を超過する、ガラス転移温度における粘度を有している。プリプレグ152は、例えばメーカーの仕様に応じた上昇率でプリプレグの温度を上昇させていくときに、ガラス転移温度において10000パスカル秒を超過し、好ましくは20000パスカル秒を超過する粘度を有する熱硬化性樹脂だから成っている。温度の上昇率は、例えば5/分である。プリプレグの粘度は、「ミル」またはミリメートルを測定単位にして測定することもできる。この測定のためには、1インチ(0.03メートル)の直径の孔が、プリプレグに穿たれる。次に、電気絶縁層98が、上述のステップ90において適用されている条件と同じ条件で、このプリプレグにアセンブルされる。このアセンブリ時に、プリプレグはクリープ変形し、孔の直径は減少する。アセンブリ前の孔の直径と、アセンブリ後の孔の平均直径との間の差が、プリプレグの粘度の測定値をなす。この差は、「ミル」( $2.54 \times 10^{-5}$ メートル)、またはミリメートルを単位として表わされる。この方法によって測定される、プリプレグ152の粘度は、通常、3.5mm未満、好ましくは2mm未満または1.5mm未満である。プリプレグ152は、例えばアーロン社によって販売されている、参考コード37Nの製品群から選択される1つのプリプレグである。プリプレグ152は、例えば参考コード37N0666を付けられているプリプレグである。

10

20

30

40

50

#### 【0089】

このようなプリプレグは、「ノーフロープリプレグ」という名称で知られている。プリプレグ152は、抗クリープ手段を構成している。実際、アセンブリ時においても、プリプレグ152の粘度が非常に高ければ、プリプレグ152は、カバーがない状態においても、磁性体リング10まで達することはできない。

#### 【0090】

この実施形態の製造方法は、カバーの製造、およびこのカバーの載置が不要であるということを除いて、図5を参照して説明した製造方法と同じである。

#### 【0091】

図14は、プリプレグ134に替えてプリプレグ160が用いられているということを除いて、図11を参照して説明したプリント基板と同じプリント基板6の実施形態を示している。プリプレグ160は、例えばプリプレグ152と同様のノーフロープリプレグである。このような条件の下では、アセンブリ時に、このプリプレグ160の高い粘度が維持されるために、このプリプレグ160は、磁性体リング10まで達しないから、カバー76を省くことができる。

#### 【0092】

図15の実施形態は、カバー76および棚部が省かれているということ、およびプリプレグ134に替えてプリプレグ170が用いられているということを除いて、図11の実施形態と同じである。プリプレグ170は、図16に、より詳細に示されている。プリプレグ170は、アセンブリ時に、空洞28の口部に対向しているように形成されている開口を有していることを除いて、プリプレグ134と同じである。この例においては、プリプレグ170は、例えば垂直対称軸30を中心とするリングの一部分の形状を各々に有している、4つの開口172～175を備えている。

## 【0093】

これらの開口 172～175の各々の横方向の幅は、メタライズされた電気絶縁層 124の上面 66における、空洞 28の口部の横方向幅にオフセットマージンを加えた大きさに等しい。オフセットマージンの大きさは、アセンブリ時に、プリプレグ 170が空洞 28の口部の縁まで広がらないように定められる。したがって、アセンブリ前には、開口 172～175の端は、空洞 28の口部の縁に対して、半径方向に距離 Rだけずれている。距離 Rの大きさは、アセンブリ時に、プリプレグ 170が磁性体リング 10まで達することができないように、例えば試行錯誤によって定められる。距離 Rは、例えば 100 μm以上であり、200 μm以上または300 μm以上または1mm以上であることが好ましい。したがって、これらの開口 172～175は、抗クリープ手段を構成している。

10

## 【0094】

プリプレグ 170は、さらに、プリプレグ 170の中心部 184と、プリプレグ 170の周辺部 186とを物理的に接続するために、垂直対称軸 30のまわりに一様な間隔で分配されている複数のブリッジ部 178～181を有している。これらのブリッジ部 178～181の幅は、それらの総表面積が、磁性体リング 10の上面の表面積の 20%未満、好ましくは 10%未満、または 5%未満であるように定められる。

## 【0095】

このような状態においては、これらのブリッジ部が、アセンブリ時に、磁性体リング 10に達するほどにクリープ変形したとしても、それを被る、磁性体リング 10の表面積は非常に小さく、電流センサ 2の正常な動作を著しく乱すような機械的応力が生み出されることはない。

20

## 【0096】

図 17 は、プリント基板 6 の代わりに用いることができるプリント基板 178 を示している。このプリント基板 178 は、磁性体リング 10 に替えて、2 つの磁性体バー 180 および 182 が用いられているということを除いて、プリント基板 6 と同じである。したがって、プリント基板 178 は、上述のような抗クリープ手段を備えている。これらの磁性体バーは、平行六面体の形状を呈しており、Y 方向に沿って、互いに平行に配置されている。理解を容易にするために、図 17においては、磁性体バー 180 および 182 は、プリント基板 178 から突き出しているように示されているが、実際には、それらの磁性体バーは、プリント基板 178 の内部に完全に収容されている。磁性体バー 180 および 182 の厚さおよび幅は、例えば磁性体リング 10 の厚さおよび幅に等しい。磁性体バー 180 および 182 の、Y 方向に沿う長さは、通常、5～60mm の範囲にある。磁性体バー 180 および 182 の各々を、励磁コイルおよび測定コイルが囲んでいる。これらの励磁コイルおよび測定コイルは、前述のプリント基板 6 の場合と同様に形成される。図 17において、励磁コイルの上側導電トラックおよび下側導電トラックに、それぞれ参照符号 184 および 186 を付している。図の単純化のために、測定コイルおよび電子処理ユニット 18 は示していない。

30

## 【0097】

プリント基板 178 を用いて製造される電流センサの動作は、電流センサ 2 の動作と同様である。しかしながら、磁性体リングではなく磁性体バーを用いているために、この電流センサは、占有面積を小さく保ちながら、より高強度の電流を測定することができる。

40

## 【0098】

図 18 は、プリント基板 178 の製造方法を説明するフローチャートである。

## 【0099】

この製造方法は、磁性体リング 10 に替えて 2 つの磁性体バーが用いられるということ、およびアセンブリ時に仮プロックが用いられるということを除いて、図 5 を参照して説明した製造方法と同じである。

## 【0100】

より詳細には、ステップ 84 に替えて、磁性体バー 180 および 182 の寸法以上であり、かつ磁性体バー 180 および 182 が収容される空洞 28 の寸法未満である寸法を有

50

する2つの仮ブロック191(図19)を製造するステップ190が用いられる。

【0101】

ステップ86に替えて、磁性体バー180、182の代わりに、仮ブロックが1つずつ各空洞に挿入されるステップ192が用いられる。

【0102】

次に、ステップ90、92、および94が実行される。3つ以上のメタライズ層をスタックするために、これらのステップ90、92、および94を繰り返すことができる。

【0103】

ステップ94が完了すると、ステップ196において、仮ブロック191が、磁心となる磁性体バー180および182に交換される。この交換のために、プリント基板178の一端が切断されて、仮ブロック191が収容されている各空洞の一端が外部に向かって開放される。この状態が、図19に示されている。次に、各仮ブロック191が、各空洞の開放された端から引き出される。この状態が、図20に示されている。次いで、磁性体バー180および182が、磁心として、各空洞の開放された端から、各空洞内に挿入される(図21)。

10

【0104】

図19～図21は、図16を参照して説明したような抗クリープ手段を備える特定の一例を示している。すなわち、この例においては、抗クリープ手段は、くり抜きプリプレグ198である。このくり抜きプリプレグ198には、磁心を構成している磁性体バー180および182に達することのないように、各空洞に対向する開口が形成されている。

20

【0105】

図22は、磁界センサ200を示している。磁界センサ200は、精密な磁界センサである、すなわちノイズのパワースペクトル密度の二乗平均平方根(頭字語RMS PSDとも呼ばれる)が、1nT/(Hz)未満または100pT/(Hz)未満であり、ある種の構成においては10pT/(Hz)未満である磁界センサである。

20

【0106】

この例においては、磁界センサ200は、「ブラックスゲート」センサとして広く知られている磁界センサである。このような磁界センサの動作はよく知られており、したがって、本明細書においては詳細に説明しない。ブラックスゲートセンサの動作に関する説明としては、例えば特許文献7を参照されたい。

30

【0107】

以下において、磁界センサ200の、本発明についての理解に必要な要素だけを説明する。

【0108】

この例においては、磁界センサ200は、連続磁界すなわち静磁界を測定するために用いられる。この連続磁界は、例えば地球磁界である。

【0109】

磁界センサ200は、外部磁界Tの方向を、さらに、必要に応じて、その強度を測定することができる。より具体的には、磁界センサ2は、外部磁界Tの、同一直線上にない3つの方向X、Y、Zへの投影にそれぞれ一致する外部磁界成分 $T_x$ 、 $T_y$ 、 $T_z$ を測定する。この例においては、方向X、Y、Zは、互いに直交している。方向Zは垂直方向であり、方向XおよびYは、水平な平面を定めている。

40

【0110】

磁界センサ200は、多層プリント基板204を備えている。多層プリント基板204は、通常、5層を超えるメタライズ層、好ましくは10層を超えるメタライズ層を有している。この例においては、多層プリント基板204は、10層のメタライズ層を有している。メタライズ層は、方向Zに沿って、上下にスタックされている。方向Zにおける最も上のメタライズ層は、多層プリント基板204の上面と一致し、一方、最も下のメタライズ層は、多層プリント基板204の下面と一致している。

【0111】

50

多層プリント基板 204 は、水平な環状の空洞内に収容された磁性体リング 206 を有している。磁性体リング 206 は、多層プリント基板 204 の上面と下面との間に位置している。この多層プリント基板 204 は、プリント基板 6 の場合に対して前述したようにして製造される。したがって、多層プリント基板 204 は、特に、前述の抗クリープ手段の 1 つを備えている。次に、プリント基板 6 に対する、多層プリント基板 204 の主な相違点のみを特に説明する。

#### 【0112】

磁性体リング 206 は、方向 X に平行に 2 つの磁性体バー 208 および 209、方向 Y に平行に 2 つの磁性体バー 211 および 212 を有している。これらの磁性体バーの端部は、磁性材料から成るコーナー部によって互いに連結されており、全体として、磁性体リング 206 を形成している。10

#### 【0113】

磁性体リング 206 を飽和磁化させるための、4 つの励磁コイル 214 ~ 217 が、多層プリント基板 204 内に形成されている。これらの励磁コイルは、励磁周波数  $f_H$  で、励磁電流  $i_{0H}$  を流される。励磁周波数は、通常、300 Hz を超過するが、10 kHz を超過することが好ましい。図 22 の場合には、励磁コイル 214 ~ 217 は、それぞれ磁性体バー 211、208、212、209 を囲んでいる。

#### 【0114】

励磁コイル 214 ~ 217 に励磁電流  $i_{0H}$  が流されたときに、一方の向きに、励磁磁界  $B_{exH}$  が発生するように、励磁コイル 214 ~ 217 は、互いに直列に接続されている。各励磁コイル 214 ~ 217 は、磁性体リング 206 の上側および下側にそれぞれ 1 層ずつ位置している、多層プリント基板 204 の 2 層のメタライズ層に形成されている導電トラックを主要な構成要素としている。導電トラックの端部は、垂直ビアによって互いに連結されている。これによって、磁性体リング 206 の上側と下側とに位置しているメタライズ層が連続的に結合されて、励磁コイル 214 ~ 217 の各々の各ターンが形成されている。20

#### 【0115】

多層プリント基板 204 は、さらに、磁性体バー 211、208、212、209 の内部の磁界を測定するために、それらの磁性体バーを、それぞれ 1 つずつ囲んでいる 4 つの測定コイル 220 ~ 223 を有している。これらの測定コイル 220 ~ 223 の各々による磁界の測定値を、それぞれ  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ 、 $M_4$  とする。これらの測定値は、次の関係式によって与えられる。30

- $M_1 = T_Y - B_{exH}$
- $M_2 = T_X + B_{exH}$
- $M_3 = T_Y + B_{exH}$
- $M_4 = T_X - B_{exH}$

#### 【0116】

これらの関係式は、次の条件の下におけるものである。すなわち、励磁磁界  $B_{ex}$  は、反時計回りの向きに回っており、外部磁界成分  $T_X$  および  $T_Y$  は、それぞれ方向 X および Y と同じ方向に向いている。40

#### 【0117】

測定コイル 220 ~ 223 は、それぞれ励磁コイル 214 ~ 217 を囲んでいる。これらの測定コイル 220 ~ 223 は、励磁コイル 214 ~ 217 の導電トラックを形成するために用いられているメタライズ層の上側および下側に位置しているメタライズ層に形成されている導電トラックを、主な構成要素としている。

#### 【0118】

この実施形態においては、さらに、4 つの補償コイル 226 ~ 229 が、それぞれ測定コイル 220 ~ 223 を囲んでいる。補償コイル 226 ~ 229 は、それぞれ磁性体バー 211、208、212、209 内の磁界を打ち消すことができる。このような状態においては、外部磁界成分  $T_X$  および  $T_Y$  の測定値は、補償コイル 226 ~ 229 に流れる補

10

20

30

40

50

償電流  $i_{cH}$  の強度から演繹される。

【0119】

補償コイル 226～229は、測定コイルの導電トラックを形成するために用いられているメタライズ層の上側および下側に位置しているメタライズ層に形成されている導電トラックを主な構成要素としている。

【0120】

この例においては、測定は、ゼロ磁界状態においてなされるから、方向XとYとに沿って測定される測定値間に生じる磁気結合は、ゼロ磁界状態とせずに、同一の磁性体リング206を、方向XとYとに沿って囲んでいる2つの測定コイルを用いて測定を行う場合に比して減少する。

10

【0121】

多層プリント基板204は、さらに、外部磁界成分  $T_z$  を測定するための垂直コイルを有している。用語「垂直コイル」は、垂直軸を囲んで、垂直軸に沿って延在しているコイルを意味している。

【0122】

より具体的には、それぞれ垂直軸234および236に沿って、多層プリント基板204を貫通している2つの孔230および232が、多層プリント基板204に穿たれている。これらの孔230および232は、垂直磁性体リングの2つのアームの一方および他方をそれぞれ受容するためのものである。単純化するために、この垂直磁性体リングは、図22には示されていない。

20

【0123】

これらの孔230および232の周囲に、多層プリント基板204は、それぞれ垂直励磁コイル238および239を有している。これらの垂直励磁コイルは、励磁周波数  $f_{exv}$  の励磁電流  $i_{exv}$  を流されたときに、垂直磁性体リングを飽和磁化させることができる励磁磁界  $B_{exv}$  を発生させる。励磁電流  $i_{exv}$  および励磁周波数  $f_{exv}$  は、例えばそれぞれ励磁電流  $i_{exH}$  および励磁周波数  $f_{exH}$  と等しくされる。

【0124】

垂直測定コイル240が、2つの孔230および232を囲んでいる。この垂直測定コイル240は、垂直磁性体リング内の磁界を測定するためのものである。

30

【0125】

さらに、垂直補償コイル242が、多層プリント基板204内に形成されている。垂直補償コイル242は、孔230および232を囲んでいる。上述の補償コイル226～229と同様に、垂直補償コイル242は、それに補償電流  $i_{cv}$  が流されたときに、垂直磁性体リング内の磁界を打ち消す機能を有している。

【0126】

垂直励磁コイル238および239、垂直測定コイル240、垂直補償コイル242は、多層プリント基板204の各メタライズ層に形成されている各1つの導電トラックによって構成されている。各コイルに属する導電トラック同士が、垂直ピアによって互いに結合されて、各コイルのターンを形成している。

40

【0127】

最後に、磁界センサ200は、励磁コイルおよび補償コイル、垂直励磁コイルおよび垂直補償コイルへの電流供給を制御するように、また外部磁界  $T$  の測定値を得るために、測定コイルおよび垂直測定コイルからの信号を処理するように適合化されている電子処理ユニット250を備えている。通常、外部磁界  $T$  の各外部磁界成分の測定値は、測定コイルまたは垂直測定コイルによって測定される磁界のうちの、励磁周波数の高調波である周波数を有する磁界の振幅から得られる。

【0128】

他の多くの実施形態が可能である。例えば電気絶縁層を、別様に作り出すことができる。例えば電気絶縁層を、FR-5、G10、またはG11などの規格に合わせることができる。

50

## 【0129】

ピアを、金属リベットで作ることもできる。

## 【0130】

メタライズ層のエッティング以外の技術を用いて、導電トラックを作り出すことができる。例えば電気絶縁層の上に、導電トラックを被着させることもできる。この技術においては、メタライズ層は、内部に導電トラックが被着している層（導電トラックが存在している層）である。

## 【0131】

図7の実施形態において、電気絶縁層102の孔は、貫通孔でない場合がある。

## 【0132】

本明細書において説明されている抗クリープ手段の各実施形態を、互いに組み合わせることができる。

## 【0133】

仮ブロックを、いかなる抗クリープ手段を用いるかに関係なく、適用することができる。

## 【0134】

図18のフローチャートは、ステップ196がステップ94の後に行われる、1つの特定の製造方法について説明したものである。しかしながら、ステップ196を、ステップ90、92、94のうちのいずれか1つの後に行うこともできる。

## 【0135】

単一のコイルで、測定コイルと励磁コイルとの機能の両方を果たすことができる。測定が励磁周波数の高調波周波数においてなされるという事実によって、これが可能になる。この場合には、励磁コイル12および測定コイル13に替えて、例えば単一のコイルが用いられる。単一のコイルで、測定コイルと補償コイルとの機能の両方を果たすことができる。

## 【0136】

特許文献7において、図6を参照して説明されているように、励磁コイルのターンと測定コイルのターンとを交互に配置することができる。

## 【0137】

一変形例として、2つの磁性体リング、およびそれらと組み合わされる測定コイル、および励磁コイルを同一のプリント基板内に作ることができる。この場合には、互いに独立に作られた2つのプリント基板を重ね合わせる必要はない。

## 【0138】

最後に、単純化された一実施形態において、磁性体リング15、励磁コイル16、および測定コイル17を省くことができる。この場合には、電子処理ユニット18は、測定コイル13から伝達される測定データ中に存在する励磁磁界成分を打ち消すようにプログラムされる。

## 【0139】

磁性体リング10は、導線3によって発生する磁束を最大限に捕捉するように構成される。例えば導線3に替えて、矩形断面の導電バーが用いられる場合には、磁性体リング10に替えて、矩形リングを用いるほうが有利である。

## 【0140】

孔230、232に収容される垂直磁性体リングを、「U」字形状の2つの磁性体部品を互いに逆向きに組み合わせることによって、または線状または帯状の磁性体を孔230と232との両方を通るように巻くことによって形成することができる。後者の場合には、線状または帯状の磁性体は、孔230および232を通る1つ以上のターンを形成することが好ましい。磁性体リングに替えて、垂直で互いに平行な2つの磁性体バーを用いることもできる。

## 【0141】

図22の実施形態において、いくつかの多層プリント基板を重ね合わせることによって

10

20

30

40

50

、磁性体リングの（長さ／幅）比、および磁界センサのターン数を増やすことができる。

【0142】

一変形例として、導線3を、プリント基板にしっかりと取り付けられている剛性部分を用いて形成することができる。通常、導線3のこの剛性部分は、プリント基板中に作られている垂直の導電トラックである。この垂直の導電トラックは、例えば孔5のメタライゼーションによって作られる。次に、電流の強度の測定を可能にするために、導線3の柔軟性のある部分が、この導電トラックに接続される。

【符号の説明】

【0143】

2	電流センサ	10
3	導線	
4	重疊体	
5、230、232	孔	
6、7	プリント基板	
10、15、206	磁性体リング	
12、16、214～217	励磁コイル	
13、17、220～223	測定コイル	
18、250	電子処理ユニット	
19	電流源	
20	スタック	20
22、24	メタライズ層	
26、52、98、102、120、126、132	電気絶縁層	
28	空洞	
30	垂直対称軸	
32	外側垂直壁	
33	内側垂直壁	
34	上端	
36	下端	
40、66	上面	
44、46、114、116	導電トラック	30
48、119	垂直ビア	
50、54、110、112、150	メタライズされたプリプレグ	
56、60、134、152、160、170	プリプレグ	
64	下面	
70、72	棚部	
76、100、104、122、140	カバー	
124、130	メタライズされた電気絶縁層	
172～175	開口	
178	ブリッジ部、プリント基板	
179、181	ブリッジ部	40
180	ブリッジ部、磁性体バー	
182	磁性体バー	
184	中心部、上側導電トラック	
186	周辺部、下側導電トラック	
191	仮ブロック	
198	くり抜きプリプレグ	
200	磁界センサ	
204	多層プリント基板	
208、209、211、212	磁性体バー	
226～229	補償コイル	50

2 3 4、2 3 6 垂直軸  
 2 3 8、2 3 9 垂直励磁コイル  
 2 4 0 垂直測定コイル  
 2 4 2 垂直補償コイル

【図1】

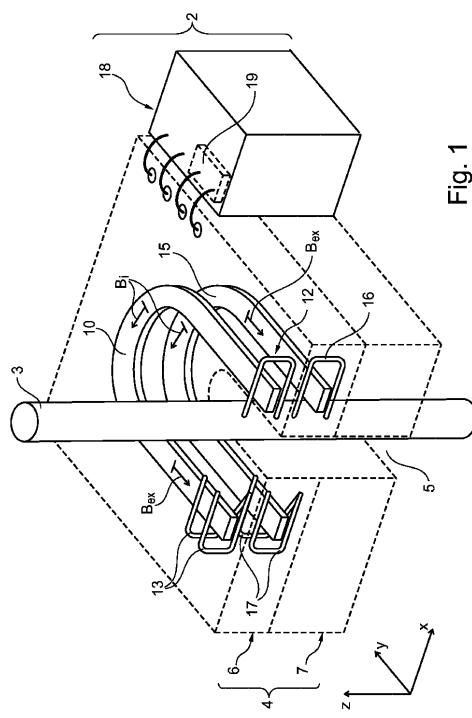


Fig. 1

## 【図2-2A】

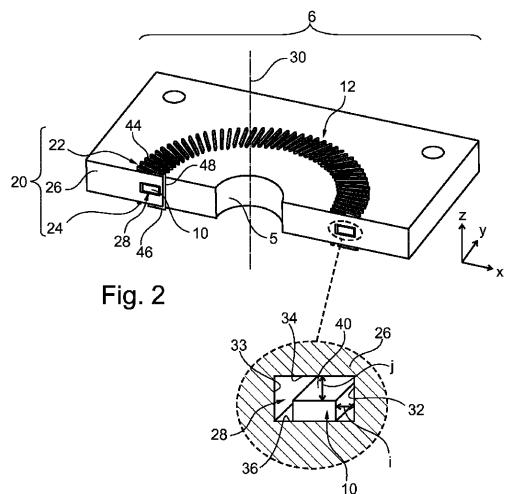
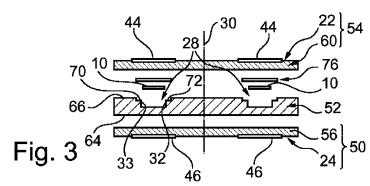


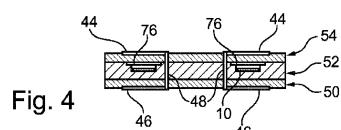
Fig. 2

Fig. 2A

【 図 3 】



【図4】



【図5】

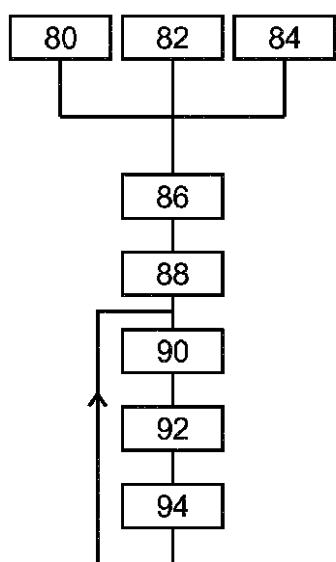


Fig. 5

【図6】

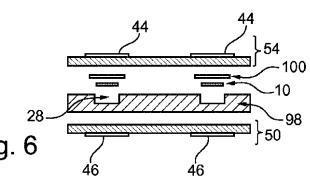


Fig. 6

【図7】

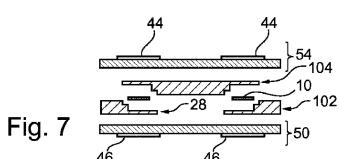


Fig. 7

【図8】

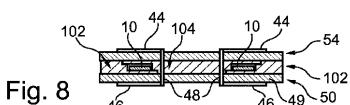


Fig. 8

【図9】

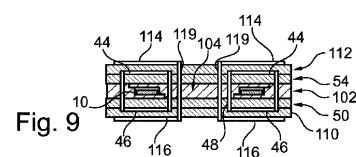


Fig. 9

【図10】

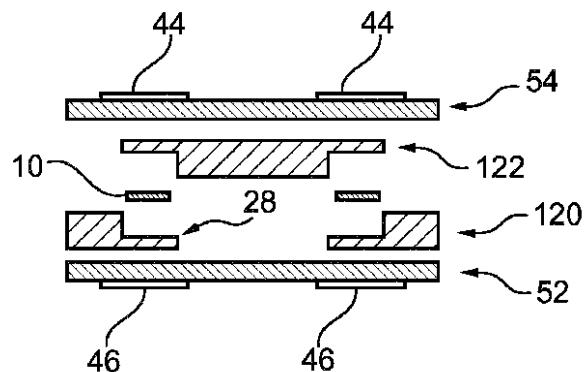


Fig. 10

【図12】

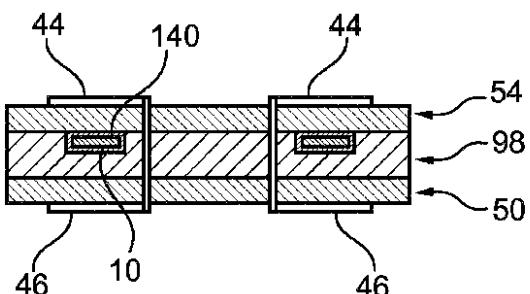


Fig. 12

【図11】

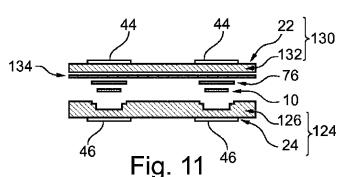


Fig. 11

【図13】

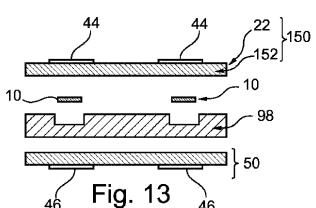


Fig. 13

【図 14】

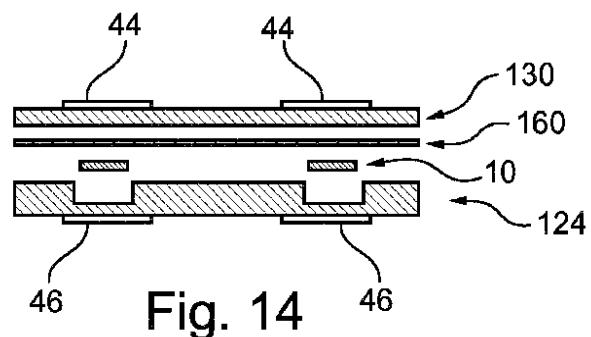


Fig. 14

【図 16】

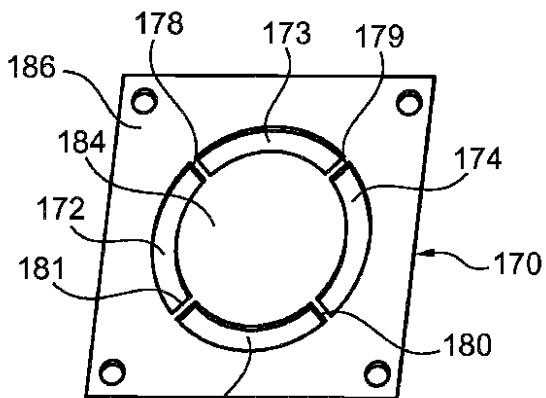


Fig. 16

【図 15】

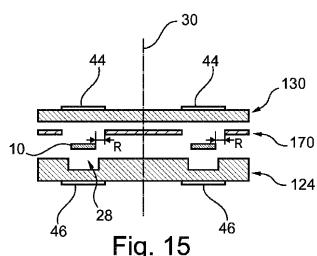


Fig. 15

【図 17】

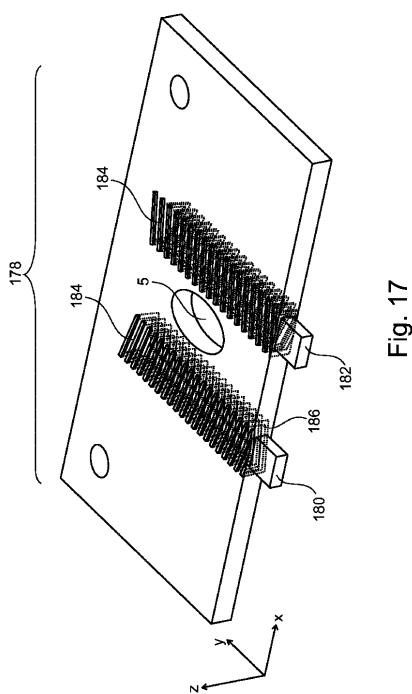


Fig. 17

【図 18】

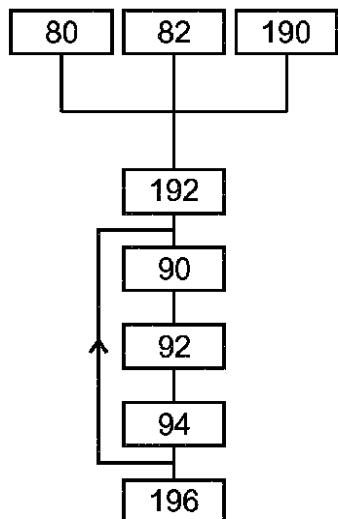


Fig. 18

【 図 1 9 】

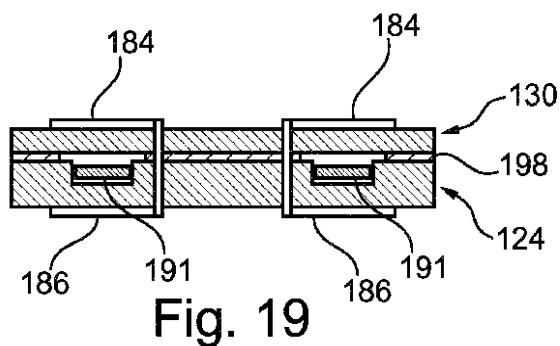


Fig. 19

【 図 2 1 】

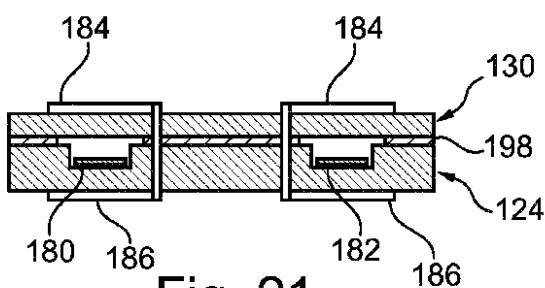


Fig. 21

【 図 2 0 】

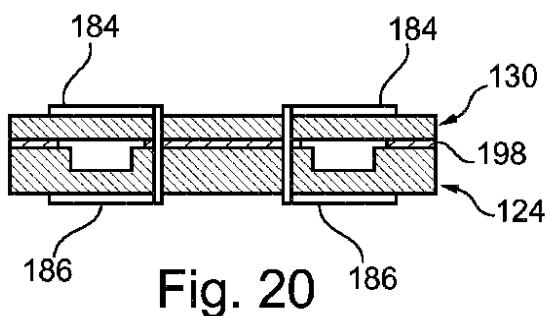
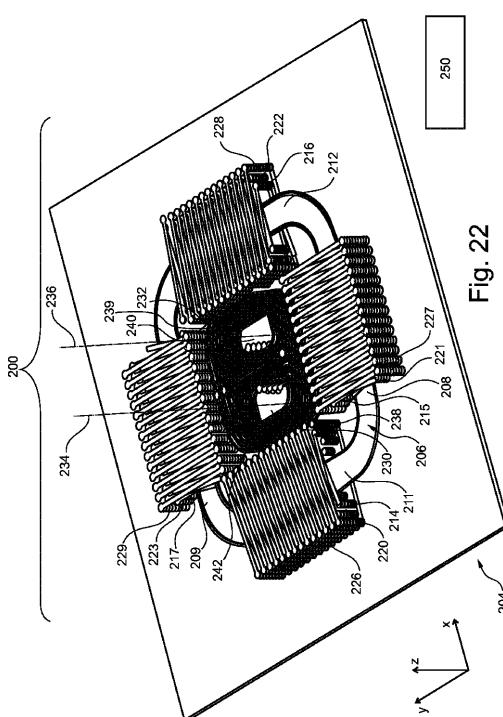


Fig. 20

【図22】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT																			
				International application No PCT/EP2012/067455															
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H05K1/16 H01F17/00 H01F27/28 H02K3/26 G01R19/00 H02K3/28 G01R33/00 ADD. H05K3/46																			
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																			
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05K G01R H01F H02K																			
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																			
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  EPO-Internal																			
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">EP 2 108 965 A1 (MKS INSTR INC [US]) 14 October 2009 (2009-10-14) the whole document -----</td> <td style="padding: 2px;">1-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 2003/011458 A1 (NUYTKENS PETER R [US] ET AL) 16 January 2003 (2003-01-16) the whole document -----</td> <td style="padding: 2px;">1-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">DE 103 54 694 A1 (SICK AG [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) the whole document -----</td> <td style="padding: 2px;">1-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 2011/108317 A1 (HARRISON WILLIAM LEE [US] ET AL) 12 May 2011 (2011-05-12) the whole document ----- ----- -/-</td> <td style="padding: 2px;">1-6  -/-</td> </tr> </tbody> </table>					Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	EP 2 108 965 A1 (MKS INSTR INC [US]) 14 October 2009 (2009-10-14) the whole document -----	1-6	A	US 2003/011458 A1 (NUYTKENS PETER R [US] ET AL) 16 January 2003 (2003-01-16) the whole document -----	1-6	A	DE 103 54 694 A1 (SICK AG [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) the whole document -----	1-6	A	US 2011/108317 A1 (HARRISON WILLIAM LEE [US] ET AL) 12 May 2011 (2011-05-12) the whole document ----- ----- -/-	1-6  -/-
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																	
A	EP 2 108 965 A1 (MKS INSTR INC [US]) 14 October 2009 (2009-10-14) the whole document -----	1-6																	
A	US 2003/011458 A1 (NUYTKENS PETER R [US] ET AL) 16 January 2003 (2003-01-16) the whole document -----	1-6																	
A	DE 103 54 694 A1 (SICK AG [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) the whole document -----	1-6																	
A	US 2011/108317 A1 (HARRISON WILLIAM LEE [US] ET AL) 12 May 2011 (2011-05-12) the whole document ----- ----- -/-	1-6  -/-																	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																	
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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																			
*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 *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 *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 "&" document member of the same patent family																			
Date of the actual completion of the international search  25 September 2012		Date of mailing of the international search report  02/10/2012																	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Kelly, Derek																	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No  
PCT/EP2012/067455

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/070831 A1 (HARDING PHILIP A [US]) 13 June 2002 (2002-06-13) the whole document -----	1-6
A	WO 02/25797 A2 (FLEX MULTI FINELINE ELECTRONIX [US]) 28 March 2002 (2002-03-28) the whole document -----	1-6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/067455

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2108965	A1	14-10-2009	EP	2108965 A1		14-10-2009
			JP	2009282017 A		03-12-2009
			US	2009256580 A1		15-10-2009
			WO	2009126897 A1		15-10-2009
US 2003011458	A1	16-01-2003	US	2003011458 A1		16-01-2003
			US	2005005424 A1		13-01-2005
DE 10354694	A1	30-06-2005		NONE		
US 2011108317	A1	12-05-2011	TW	201117444 A		16-05-2011
			US	2011108317 A1		12-05-2011
US 2002070831	A1	13-06-2002	AU	9464601 A		02-04-2002
			CN	1466679 A		07-01-2004
			EP	1325545 A2		09-07-2003
			JP	4247518 B2		02-04-2009
			JP	2004515054 A		20-05-2004
			TW	I258154 B		11-07-2006
			US	2002070831 A1		13-06-2002
			US	2005093672 A1		05-05-2005
			WO	0225797 A2		28-03-2002
WO 0225797	A2	28-03-2002	AU	9464601 A		02-04-2002
			CN	1466679 A		07-01-2004
			EP	1325545 A2		09-07-2003
			JP	4247518 B2		02-04-2009
			JP	2004515054 A		20-05-2004
			TW	I258154 B		11-07-2006
			US	2002070831 A1		13-06-2002
			US	2005093672 A1		05-05-2005
			WO	0225797 A2		28-03-2002

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n° PCT/EP2012/067455
------------------------------------------------

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b>
INV. H05K1/16 H01F17/00 H01F27/28 H02K3/26 G01R19/00
H02K3/28 G01R33/00
ADD. H05K3/46

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
H05K G01R H01F H02K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 108 965 A1 (MKS INSTR INC [US]) 14 octobre 2009 (2009-10-14) le document en entier -----	1-6
A	US 2003/011458 A1 (NUYTKENS PETER R [US] ET AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16) le document en entier -----	1-6
A	DE 103 54 694 A1 (SICK AG [DE]) 30 juin 2005 (2005-06-30) le document en entier -----	1-6
A	US 2011/108317 A1 (HARRISON WILLIAM LEE [US] ET AL) 12 mai 2011 (2011-05-12) le document en entier ----- -/-	1-6

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant poser un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25 septembre 2012

02/10/2012

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Fonctionnaire autorisé

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tél: (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Kelly, Derek

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n° PCT/EP2012/067455
------------------------------------------------

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2002/070831 A1 (HARDING PHILIP A [US]) 13 juin 2002 (2002-06-13) le document en entier -----	1-6
A	WO 02/25797 A2 (FLEX MULTI FINELINE ELECTRONIX [US]) 28 mars 2002 (2002-03-28) le document en entier -----	1-6

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/067455

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2108965	A1 14-10-2009	EP 2108965 A1 JP 2009282017 A US 2009256580 A1 WO 2009126897 A1	14-10-2009 03-12-2009 15-10-2009 15-10-2009
US 2003011458	A1 16-01-2003	US 2003011458 A1 US 2005005424 A1	16-01-2003 13-01-2005
DE 10354694	A1 30-06-2005	AUCUN	
US 2011108317	A1 12-05-2011	TW 201117444 A US 2011108317 A1	16-05-2011 12-05-2011
US 2002070831	A1 13-06-2002	AU 9464601 A CN 1466679 A EP 1325545 A2 JP 4247518 B2 JP 2004515054 A TW I258154 B US 2002070831 A1 US 2005093672 A1 WO 0225797 A2	02-04-2002 07-01-2004 09-07-2003 02-04-2009 20-05-2004 11-07-2006 13-06-2002 05-05-2005 28-03-2002
WO 0225797	A2 28-03-2002	AU 9464601 A CN 1466679 A EP 1325545 A2 JP 4247518 B2 JP 2004515054 A TW I258154 B US 2002070831 A1 US 2005093672 A1 WO 0225797 A2	02-04-2002 07-01-2004 09-07-2003 02-04-2009 20-05-2004 11-07-2006 13-06-2002 05-05-2005 28-03-2002

---

## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN

F ターム(参考) 5E316 AA32 AA43 BB11 FF45 HH21 JJ14