

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5787243号  
(P5787243)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl.

G01R 15/20 (2006.01)

F 1

G01R 15/20

請求項の数 6 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-7595 (P2007-7595)
(22) 出願日	平成19年1月17日 (2007.1.17)
(65) 公開番号	特開2007-192820 (P2007-192820A)
(43) 公開日	平成19年8月2日 (2007.8.2)
審査請求日	平成22年1月15日 (2010.1.15)
審判番号	不服2014-1124 (P2014-1124/J1)
審判請求日	平成26年1月22日 (2014.1.22)
(31) 優先権主張番号	0096/06
(32) 優先日	平成18年1月19日 (2006.1.19)
(33) 優先権主張国	スイス(CH)
(31) 優先権主張番号	0739/06
(32) 優先日	平成18年5月8日 (2006.5.8)
(33) 優先権主張国	スイス(CH)
(31) 優先権主張番号	0985/06
(32) 優先日	平成18年6月14日 (2006.6.14)
(33) 優先権主張国	スイス(CH)

(73) 特許権者	510223287 メレクシス テッセンデルロ エヌヴィ ベルギー国 ビーイー-3980 テッセ ンデルロ, トランスポートストラート 1
(74) 代理人	100091683 弁理士 ▲吉▼川 俊雄
(72) 発明者	ラクズ ロバート スイス国 6300 ズグ ブレイチスト ラッセ 9
(72) 発明者	フーバー サミュエル ドイツ国 80799 ミュンヘン アマ リエンストラッセ 101
(72) 発明者	グロール マルクス スイス国 8134 アドリスヴィル ブ ッテナウストラッセ 9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電流測定装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

平坦な電流導体(1)と、ハウジング(24)に包まれた、前記電流導体(1)を流れる電流によって生じる磁界を測定するための磁界センサ(2)と、ヨーク(3)とを備える電流測定装置であって、前記電流導体(1)は長方形の横断面を有し、前記ヨーク(3)は、底面と、2つの側壁と、空隙(14)を有する上面とを有するように長方形の板金片又は板金の積層体から形成され、前記上面は前記底面に対して並行に走り、前記ヨーク(3)の2つの端部(10、11)の正面は、前記空隙(14)を挟んで互いに向かい合い、前記ヨーク(3)は、前記空隙(14)を除いて前記電流導体(1)を完全に取り囲み、前記板金は、少なくとも100の相対透磁率を有する磁性材料であり、前記磁界センサ(2)を備えた前記ハウジング(24)は、前記ヨーク(3)の内側であり且つ前記ヨーク(3)の前記空隙(14)の外側に配置され、

前記ハウジング(24)は、さらに前記電流導体(1)の上部面に直接接着される、または前記電流導体(1)の前記上部面上に固定されたプリント回路板に取り付けられ、前記電流導体(1)の前記上部面は前記ヨーク(3)の前記空隙(14)に面しており、

前記磁界センサ(2)は、前記空隙(14)から第1の距離であり且つ前記ヨーク(3)の前記側壁から第2の距離に配置され、前記磁界センサ(2)を通過するのが実質的に前記ヨーク(3)の前記端部(10、11)から出る磁界の漂遊線となるように前記第1の距離は前記第2の距離より短く、そのため前記ヨーク(3)は、一方で前記電流導体(1)を流れる電流によって生じる磁界を增幅し、他方で外部磁性の漂遊磁界を遮蔽する効果

10

20

を持ち、前記第1の距離を増加させるとヨークの磁界の増幅率は減少し、前記電流導体(1)を流れる電流の方向に對して直角且つ前記ヨーク(3)の前記空隙(14)に對して平行に測定される前記ヨーク(3)の長さは、前記電流導体(1)を流れる電流の方向に對して直角且つ前記空隙(14)に對して垂直に測定される前記ヨーク(3)の高さと少なくとも同じサイズであり、前記ヨーク(3)は、前記電流導体(1)に直接又は距離保持手段を用いて固定される電流計測装置。

【請求項2】

前記ヨーク(3)の前記端部(10、11)にテープがつけられている、請求項1に記載の電流測定装置。

【請求項3】

前記ヨーク(3)の前記端部(10、11)が、拡大されている若しくは凹部を備えている又は拡大され且つ凹部を備えている、請求項1に記載の電流測定装置。

10

【請求項4】

前記磁界センサ(2、19)が、少なくとも1つのホール素子(5A、5B)を備えた半導体チップ(4)を備え、更なる空隙(6)によって隔てられた2つの磁界集線装置(7、8)が前記半導体チップ(4)の表面上に配置され、前記空隙(6)の近傍にて前記第1の磁界集線装置(7)から出て、前記空隙(6)の近傍にて前記第2の磁界集線装置(8)に衝突する磁界の磁力線(9)が、少なくとも1つの前記ホール素子を通過する、請求項1～3のいずれかに記載の電流測定装置。

【請求項5】

更なる磁界センサ(19)が、前記電流導体(1)の、前記ヨーク(3)の底面に面する側に配置される、請求項1～4のいずれかに記載の電流測定装置。

20

【請求項6】

少なくとも100の相対透磁率を有する磁性材料から成る、三方で前記ヨーク(3)と境を接する実質的にU型のスクリーン(21)を更に備え、前記スクリーン(21)が3つの部分を有し、その中間部分が、前記ヨーク(3)の前記空隙(14)に並行に走る、請求項1～5のいずれかに記載の電流測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、電流測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

このような電流測定装置はまた、特に1つの単一の構成要素から構成される製品として販売される場合、電流センサと称することができる。そのような一体成形の電流センサは、EP772046から公知である。電流センサは、電流導体、電流導体に流れる電流によって生成される磁界を測定するための磁界センサ、および、強磁性のヨークから構成されている。磁界センサは、空隙によって切り離される半導体チップ、および、空隙の両側に配置される半導体チップにおいて一体化される2つのホール素子を含むので、空隙の近くで第1の磁界集線装置から出て、空隙の近くで第2の磁界集線装置に当たる磁力線はそれを通して通過する。半導体チップは、さらにホール素子の動作およびホール素子によって供給される電圧信号の増幅および処理のために必要な電子回路を含む。磁界センサは電流導体に配置されるので、電流によって生じる磁力線は半導体チップの表面にほぼ並列に走り、したがって、磁界集線装置に対しても並列である。ヨークは、3つの側面上の電流導体に接し、2つの磁界集線装置と共にほぼ閉じた磁回路を形成する。ヨークと2つの磁界集線装置は電流によって生じる磁界を増幅する磁気増幅器を形成する。この電流センサの欠点は、一体型の電流導体を有する電流センサとしてのその構造により、それは、最高20Aまでの比較的小さい電流の測定に適しているだけであり、その外部磁界はほとんど遮蔽されないということである。

40

【0003】

50

CH 659、138 から、これにより高い透磁率の磁性材料のスクリーンが漂遊磁界を遮蔽する、電流導体を流れる電流を測定する装置は公知である。

【発明の要約】

【0004】

本発明の目的は、一時的に最高 1000A の過負荷電流がかかり、外部磁性の漂遊磁界に対してよく遮蔽される 0 から 200A または 300A までの比較的大きい測定範囲の電流の測定は勿論のこと、0 から一般に 20A または 50A または 100A までの比較的小さい測定範囲における電流測定のために簡単な方法で設計することができる電流測定装置を開発することである。

本発明による電流測定装置は、電流導体を流れる電流によって生成される磁界の測定のための磁界センサ、および、測定領域の電流導体に接している高い透磁率を有する磁性材料のヨークからなる。原則として、ヨークは、屈曲によって、正面が互いの反対側に存在し、空隙によって切り離されるような 2 つの端を有する長方形の薄板金属片から構成されている。それゆえに、ヨークは管の方向に走るスリットを有する管片のようである。空隙を除いては、ヨークは完全に電流導体に接している。

磁界センサは好ましくは、半導体チップに一体化されるホール素子、および、ホール素子の動作のための半導体チップに一体化される電子回路を有し、半導体チップの活性表面に配置されそして空隙によって分離される 2 つの磁界集線装置を有し、ここで、磁界の磁力線は、それが、空隙の近くで第 1 の磁界集線装置から出て、空隙の近くで第 2 の磁界集線装置に当たるホール素子を通過する。

しかしながら、磁界センサはまた、例えば、AMR (異方性の磁気抵抗)、または、GMR (巨大磁気抵抗) センサまたは磁束ゲート・センサのような別のセンサであってもよい。

ヨークは、一方で電流によって生じる磁界の増幅に役立ち、他方で外部磁性の漂遊磁界を遮蔽するために役立つ。磁界センサおよびヨークは、磁界センサは、例えば x 構成要素と称される磁界の単一の構成要素にのみ感度が高く、ヨークが正確にこの x 構成要素を遮蔽するように互いに適応する。それゆえに、磁界センサは、電流導体を流れる電流によって生じる磁界の x 構成要素のみを測定し、外部磁性の漂遊磁界の遮蔽された x 構成要素を測定しない。高いゲインを達成するため、ヨークの端はテープをつけられるので、ヨークの端の幅はヨークの幅より小さい。加えて、遮蔽される方向 (ここでは x 方向) のヨークの拡張部分は、それに直角方向において測定される高さと少なくとも同じく大きい。遮蔽は、3 つの側面上でヨークに接している追加的なほぼ U 型のスクリーンによってさらに増加することができる。

遮蔽率および増幅率間の関係もまた、ヨークの端が拡大されおよび / または凹部を備えることで改良される。この形状のヨークはまた、0 から 200A または 300A の比較的大きい範囲の電流の測定、また 1000A の電流の測定にも適している。

【好適な実施例の詳細な説明】

【0005】

図 1 および図 3 はそれぞれ、本発明による一般に 0 から 20A または 50A、または最大約 100A の範囲における電流の測定のために設計される電流導体 1 の中を流れる電流 1 を測定する装置の斜視図または横断面を示す。電流導体 1 の横断面は好ましくは長方形であるが、例えば、円形形状のような任意の別の形状でもよい。デカルト座標系の座標は、x、y および z で指示される。電流は、y 方向に流れる。電流測定装置は、電流 1 によって生じる磁界を測定する磁界センサ 2 および高い透磁率を有する材料のヨーク 3 から構成される。高い透磁率は、少なくとも 100 (空気の相対透磁率を 1 として) の相対透磁率を意味する。ヨーク 3 は、一般に 100 および 100、000 間の範囲の相対透磁率を有する例えば鉄またはパーマロイ、またはミューメタルの薄板金属片から形成される。ヨーク 3 は、2 つの端 10 および 11 がほとんど完全に電流導体 1 に接しているように、言い換えれば薄板金属の端 10 および 11 の 2 つの正面 12 および 13 が、互いに反対側に存在し、空隙 14 によって切り離されるように 2 つの端部 10 及び 11 を有する約 0.5 か

10

20

30

40

50

ら 2 mm の厚みを有する薄板金属の長方形片から形成される。電流導体 1 および磁界センサ 2 は、ヨーク 3 の中に完全に配置される。ヨーク 3 の端部 10 および 11 はテープをつけるので、それらの幅  $B_0$  は、薄板金属またはヨーク 3 の幅  $B$  より狭くなる。電流導体 1 はヨーク 3 の領域内でテープをつけることが好ましい。

【0006】

磁界センサ 2 のための好適な例は、図 2 においてさらに詳細に示される：それは、2つの 5 A ホール素子および 5 B の例において、少なくとも 1 つのホール素子を有する半導体チップ 4、および、少なくとも 1 つのホール素子の動作および少なくとも 1 つのホール素子によって供給されるホール電圧の処理のための電子回路を含む。半導体チップ 4 の活性の表面上、すなわち集積回路を有する表面上において、空隙 6 によって切り離される 2 つの磁界集線装置 7、8 は、空隙 6 の近くで第 1 の磁界集線装置 7 から出て、空隙 6 の近くで第 2 の磁界集線装置 8 に当たる磁力線 9 (図 3 参照) が少なくとも 1 つのホール素子を通過するように配置される。このような磁界センサ 2 の構造は、欧州特許 E P 772,046 から公知である。ホール素子 (または 2 つのホール素子 5 A および 5 B) は、半導体チップ 4 の活性表面に対して垂直に走る磁界、それゆえに、ここでは  $z$  方向に感度が高いいわゆる水平ホール素子である。ホール素子という用語は、単一のホール素子のみを意味せず、それはまた、並列または反並列で連結され、および / または、時分割で作動する一群のホール素子でもよい。ホール素子のこのような配置は、ホール電圧のオフセットを減少するために用いられる。しかしながら、ホール素子はまた、半導体チップ 4 の活性表面に並列に走り、電流方向に対して垂直、それゆえにここでは  $x$  方向である磁界に感度が高いいわゆる垂直ホール素子であってもよい。

【0007】

磁界センサ 2 は、ハウジング 24 の内部に閉じ込められる。磁界センサ 2 は (ヨーク 3 がない場合)  $x$  方向に走る磁界に感度が高く、 $y$  および  $z$  方向に走る磁界に無感応である。2 つの磁界集線装置 7 および 8 は、 $x$  方向に伸びる。ハウジング 24 は、ヨーク 3 の空隙 14 において得られるものよりも多くの空間を必要とする。ハウジング 24 はそれゆえに、ヨーク 3 内に位置するが、空隙 14 の外側に位置する。

【0008】

ヨーク 3 の端部 10 および 11 の正面 12 および 13 の間に存在する空隙 14 は、2 つの磁界集線装置 7 および 8 間、または、幾何学的に表した空隙 6 より “上” に位置する：そこで、空隙 14 を通ると同様に空隙 6 を通過する半導体チップ 4 の表面に対して垂直に走る平面が存在する。ヨーク 3 および 2 つの磁界集線装置 7 および 8 は、したがって空隙 6 および、2 つのさらなる空隙 15、16 (図 3 参照) で遮られる磁界を形成し、ここにおいて、ヨーク 3 の第 1 の端部 10 から出る磁界の磁力線 17 (図 3 参照) は、第 1 の磁界集線装置 7 に当たり、空隙 6 を周知の方法で通過し、第 2 の磁界集線装置 8 を出て、ヨーク 3 の第 2 の端部 11 に当たる。電流測定装置は、2 つの磁界集線装置 7 および 8 が直接ヨーク 3 の空隙 14 に位置しないが、ヨーク 3 の端部 10 および 11 から出る磁界の漂遊線によって基本的に通過する空隙 14 の下に位置するように設計される。これを達成するため、磁界集線装置 7 および 8 の表面からヨーク 3 の空隙 14 までの磁界センサ 2 の距離  $D$  は好ましくは、磁界集線装置 7 および 8 の外端部からヨーク 3 の側壁までの磁界センサ 2 の距離  $E$  よりも短い。

【0009】

ヨーク 3 は、2 つの機能、すなわち一方で電流導体を流れる電流によって生じる磁界の磁性の増幅、他方では外部磁性の漂遊磁界に対して磁界センサの遮蔽を実行する。その構造のため、磁界センサ 2 は、 $y$  および / または  $z$  方向の外部磁界に反応しない。ホール素子の場所で電流導体を流れる電流によって生じる磁界の増幅は、増幅率によって特徴付けられる。増幅率は、ヨーク 3 の形状次第であり、電流 1 の周波数次第でもある。以下において、増幅率は通常、特定の限界周波数  $f_0$  以下で DC 電流または AC 電流で増幅率を指定する。 $x$  方向の外部磁界に対する磁界センサ 2 の遮蔽効率は、遮蔽率によって特徴付けられる。幅  $B_0$  に対する端部 10 および 11 の縮小は、率  $B/B_0$  によって増幅率を増加さ

10

20

30

40

50

せる効果を有し、一方で、遮蔽率はほとんど変化しないままである。増幅率および遮蔽率は、ヨーク 3 の端部 1 0 および 1 1 の間の空隙 1 4 までの磁界センサ 2 の距離次第である。この状態は、電流測定装置の横断面を示す図 3 を用いて図示される。電流導体 1 およびヨーク 3 は、長方形の横断面を有し、対称平面 1 8 に関して対称に配置される。磁界センサ 2 は、ヨーク 3 の空隙 1 4 に面している電流導体 1 側に位置し、および対称平面 1 8 に関して対称にまた配置される取付け誤差の範囲内であるので、対称平面 1 8 は、2 つの磁界集線装置 7 および 8 間の空隙 6 を通ってまた走る。金型磁界集線装置 7 および 8 は、ヨーク 3 の空隙 1 4 への距離 D に位置する。ヨーク 3 の1つの端部 1 0 から出て、磁界集線装置 7 に到達する磁力線 1 7 の比率が距離 D の増加と共に減少するので、ヨーク 3 の増幅率は距離 D の増加と共に減少する。これに反して、同じ理由から、ヨーク 3 の遮蔽率は距離 D の増加と共に増加する。距離 D の適当な選択により、増幅率は一般に約 1 0 に達し、遮蔽率は約 1 0 0 から 1 0 0 0 に達する。

#### 【 0 0 1 0 】

× 方向に走る外部磁界の遮蔽が効果的であるように、電流導体 1 に直交し、空隙 1 4 に並列で測定されるヨーク 3 の長さ L は、空隙 1 4 に直交して測定されるヨーク 1 3 の高さ H と少なくとも同じサイズである。好ましくは、長さ L は高さ H の少なくとも 1.5 倍より大きい。

#### 【 0 0 1 1 】

図 4 は、磁界センサ 1 9 がヨーク 3 の空隙 1 4 に面していない電流導体 1 側に配置される電流測定装置を示す。磁界センサ 1 9 は、先の例の磁界センサ 2 と同様である。磁界センサ 1 9 の遮蔽率は、ここでもきわめて大きい。磁界センサ 1 9 のためのヨーク 3 の増幅率は、しかしながら、0 および 1 の間に存在する、すなわち、ヨーク 3 は第 2 の磁界センサ 1 9 の場所で磁界を増幅しないが、増幅率が 1 より小さい場合、磁界を減少させる。増幅率が 1 より小さい場合、これは、磁界センサ 1 9 の周波数応答を改善するために用いることができる。電流の周波数の機能としてヨーク 3 のない磁界センサ 1 9 の出力信号は、0 から  $f_{G_1}$  ( $f_{G_1}$  は例えば 50 kHz に達する) の周波数範囲において一定であり、一般に 20 dB / オクターブで減少する。ヨーク 3 の増幅率も限界周波数  $f_{G_2}$  より上で低下するので、ヨーク 3 は周波数応答を変える。しかしながら、DC 電流のためのヨーク 3 の増幅率がすでに 1 より小さい場合、増幅率の減衰は限界周波数  $f_{G_2}$  より上ではほとんど効果を有しないので、全般的に見て、限界周波数  $f_{G_2}$  より上の減衰は、減少する。この効果は、電流センサの周波数応答を改善するために用いることができる。図示された実施例において、ヨーク 3 は薄板金属の單一片から構成される。ヨーク 3 の限界周波数  $f_{G_2}$  は、薄板金属の厚み d 次第である：

$$f_{G_2} \sim 1 / d$$

薄板金属の厚み d を選ぶことにより、 $f_{G_2}$  はほとんど  $f_{G_1}$  に等しくなる。薄板金属、したがってヨーク 3 の厚みの減少と共に、磁気的にヨーク 3 を飽和させる磁界はより小さくなる。これを回避するため、ヨーク 3 は、絶縁層によって切り離される厚み d のいくつかの薄板金属の積層体として形成される。1 つの金属シートの厚み d は一般に、約 0.02 から 0.1 まで、最大 0.2 mm に達する。

#### 【 0 0 1 2 】

図 5 は、磁界センサ 2 が、ヨーク 3 の空隙 1 4 に面する電流導体 1 側に配置され、磁界センサ 1 9 が、ヨーク 3 の空隙 1 4 に面しない電流導体 1 側に配置される電流測定装置を示す。第 1 の磁界センサ 2 は、一般に 0 から 50 A、または 0 から 100 A までのあらかじめ定義された動作範囲における電流の精密な測定のために役に立ち、一方で、第 2 の磁界センサ 1 9 は、ここで 50 A または 100 A から一般に 1000 A のあらかじめ定義された過負荷範囲においてあらかじめ定義された動作範囲より上の電流の測定の役に立つ。この実施例において、ヨーク 3 は、絶縁層によって分離された薄板金属 2 0 からの積層体として示される。

#### 【 0 0 1 3 】

すべての実施例に関して、遮蔽率は、3 つの側面上のヨーク 3 に接している高い透磁率を

10

20

30

40

50

有する材料の追加的なほぼU型のスクリーン21により増加させることができる。スクリーン21は、中間部分がヨーク3の空隙14に並列である3つの部分から構成される。スクリーン21は、好ましくはヨーク3と同じ材料から構成される。スクリーン21は、ヨーク3までの距離Eに配置される。距離Eは非常に大きく選択されるので、スクリーン21はヨーク3の増幅率を減少せず、または、わずかに減少させるのみである。

【0014】

図6は、電流導体1を流れる電流の機能として、2つの磁界センサ2および19の出力信号22および23を示す。第1の磁界センサ2の出力信号22は、あらかじめ定義された動作範囲Aにおける電流1に比例している。作業範囲Aより上において、第1の磁界センサ2の磁界集線装置7、8の飽和効果が起こり、それは、出力信号22を平坦にする。より小さい増幅率の結果として、磁界集線装置7、8の飽和状態の効果は過負荷範囲Bの上限以上の電流のみによって起こるので、第2の磁界センサ19の出力信号23は、過負荷範囲Bの電流1に比例する。

10

【0015】

発明の電流測定装置は、単純かつ小型の構造および単純なアセンブリによって特徴付けられる。磁界センサ2を有するハウジング24は、電流導体1上に直接接着することができる。代替的に、ハウジング24はプリント回路板に載置することができ、プリント回路板は電流導体1に固定することができる。同じく、ヨーク3は、直接対向する側面上に接着されるかまたは最終的に電流導体1までの追加的な距離保持手段で接着することができる。

20

【0016】

磁界センサ2または19はそれぞれ、基本的に外部磁界のx構成要素のみに感度が高くあるべきであり、外部磁界のyおよびz構成要素に反応しない。上記の2つの磁界集線装置およびホール素子を有する磁界センサは、高度にこれらの必要条件を満たす。磁界センサ2または19は、しかしながら、すべての実施例においてこれらの必要条件を満たし、例えば、AMR(異方性磁気抵抗)または、GMR(巨大磁気抵抗)センサのような別のセンサであってもよい。これらのセンサは、その電気抵抗が磁界の強度次第である強磁性の抵抗性素子からなる。磁界センサ2または19はさらに磁束ゲート・センサであってもよい。磁束ゲート・センサは、強磁性のコアから構成される。強磁性の抵抗性素子または強磁性のコアは、半導体チップ4の活性表面に配置される。強磁性の抵抗性素子または強磁性のコアは、先行する実施例における磁界集線装置7、8に類似した方法で磁力線の発生に影響する。

30

【0017】

ヨークの他の変更された形状もまた可能である。互いの反対側に存在するヨークの2つのテープのついた端部も例えば、ヨークの側壁から解放されかつ湾曲した穴をあけられた舌部の形で存在することができる。

【0018】

図7および図8は、本発明による0から200Aまたは300Aのより大きい範囲の電流測定用に設計された電流を測定するため2つの装置の斜視図を示す。これらの装置については、その端部が磁界センサ2の場所の磁界が、テープもつけられず、拡張もされず、凹部を有さず、それゆえに、幅Bを有する直線の前方側面を有するヨーク3を有する電流測定装置においてよりも小さく形成される。図7の実施例については、ヨーク3の端部10および11は幅Bを有するが、ヨーク3の前方側面12および13は、幅B<sub>1</sub>の凹部を備える。図8の実施例については、ヨーク3の端部10および11は幅B<sub>2</sub>に拡大される。組合せもまた可能である、すなわち、幅B<sub>2</sub> > Bで端部を拡大し、および幅B<sub>1</sub>で凹部を形成する。したがって、遮蔽率がわずかに変化する一方、ヨーク3の増幅率はかなり減少する。そうする際に、一方で増幅率に対する遮蔽率の比率は増やすことができ、他方で、増幅率は低下する。

40

【0019】

示された実施例は、単にヨーク3の端部の形状を変えることによって、電流測定装置が可

50

変の大きい最大電流の測定のために設計することができることを図示する。同じ磁界センサ2は、同じ方法で、電流導体1上の同じ位置に取り付けることができる。

#### 【0020】

本発明の実施例および用途が図と共に記載される一方、本願明細書における発明の概念から逸脱することなく、前述したものより多くの変更が可能であることは、この開示の利点を有する当業者には明白である。本発明はそれゆえに、添付の請求の範囲およびそれらの同等物の趣旨を除いて制限されない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

明細書に組み込まれ、この明細書の部分を構成する添付の図面、は、本発明の1つまたはそれ以上の実施例を図示し、詳細な説明と共に、この発明の原則および実施を説明するのに役立つ。図は、一定の縮尺ではない。

図面の説明は以下の通りである：

【図1】磁界センサおよびヨークを有する発明による電流測定装置の斜視図を示す。

【図2】好適な磁界センサの実施例を示す。

【図3】電流測定装置の横断面を示す。

【図4】さらなる電流測定装置の横断面を示す。

【図5】さらなる電流測定装置の横断面を示す。

【図6】図5の実施例による電流測定装置の出力信号を示す。

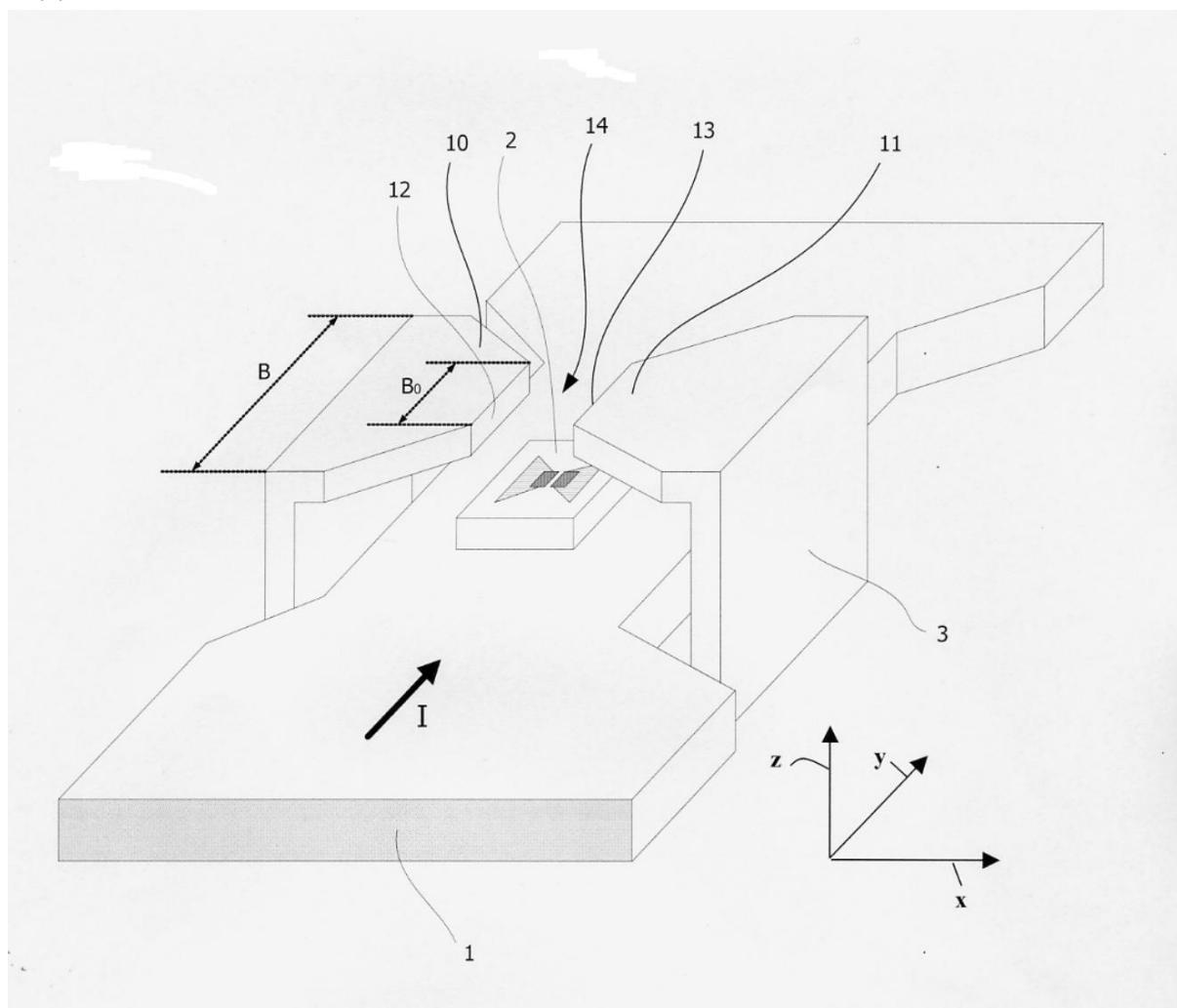
【図7】磁界センサおよびヨークを有するさらなる電流測定装置の斜視図を示す。

【図8】磁界センサおよびヨークを有するさらなる電流測定装置の斜視図を示す。

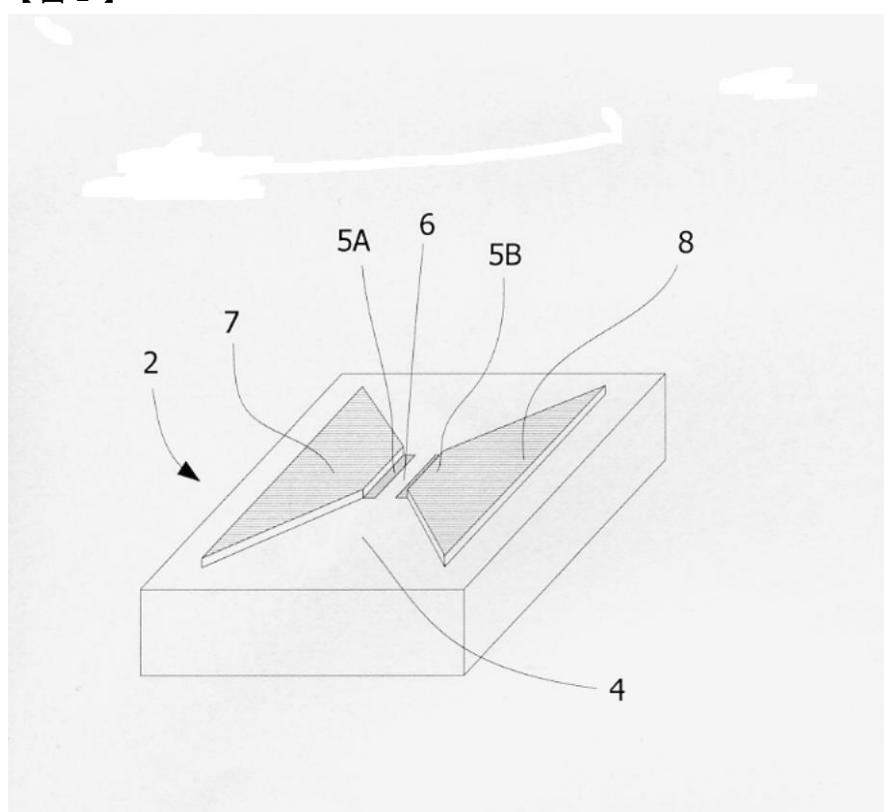
10

20

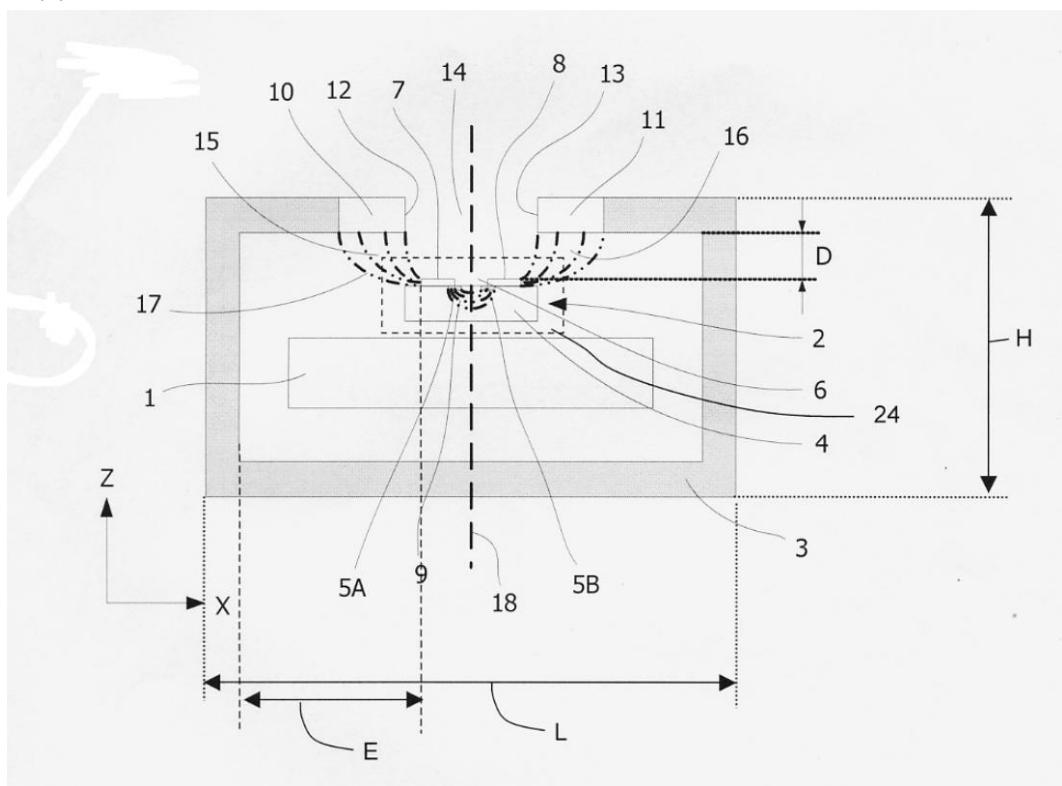
【図1】



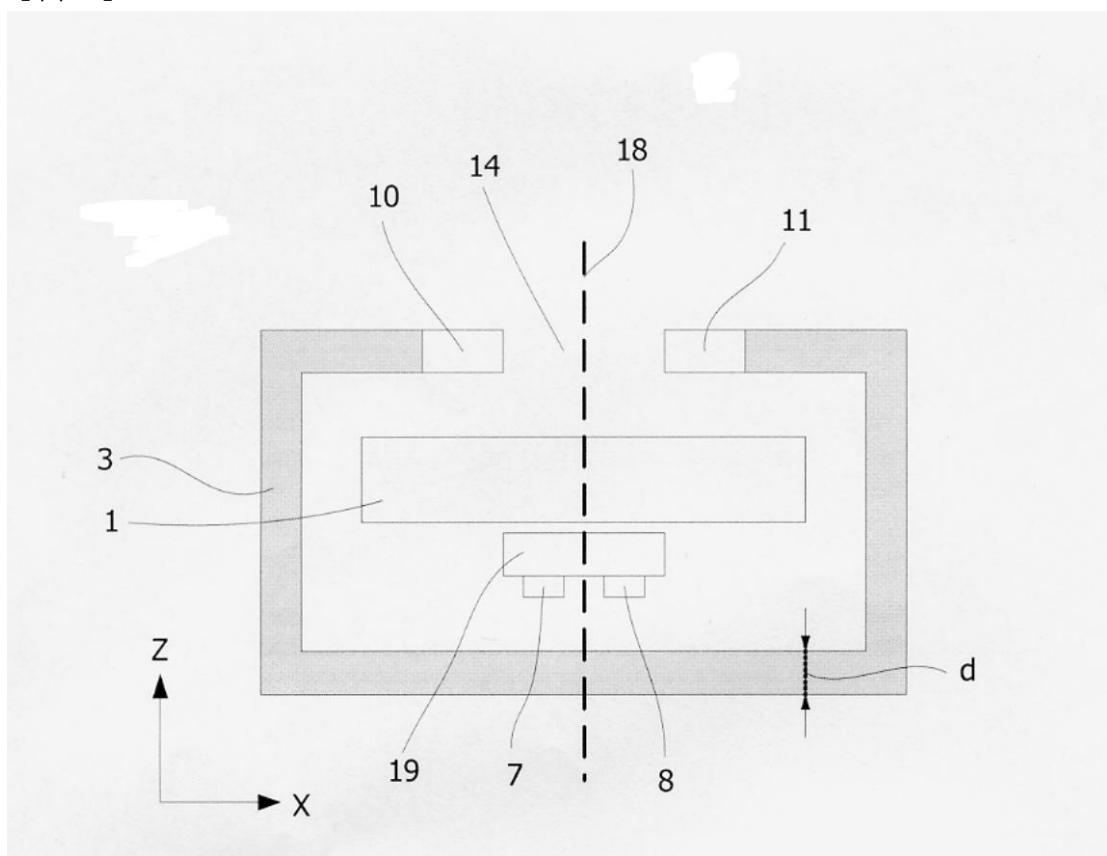
【図2】



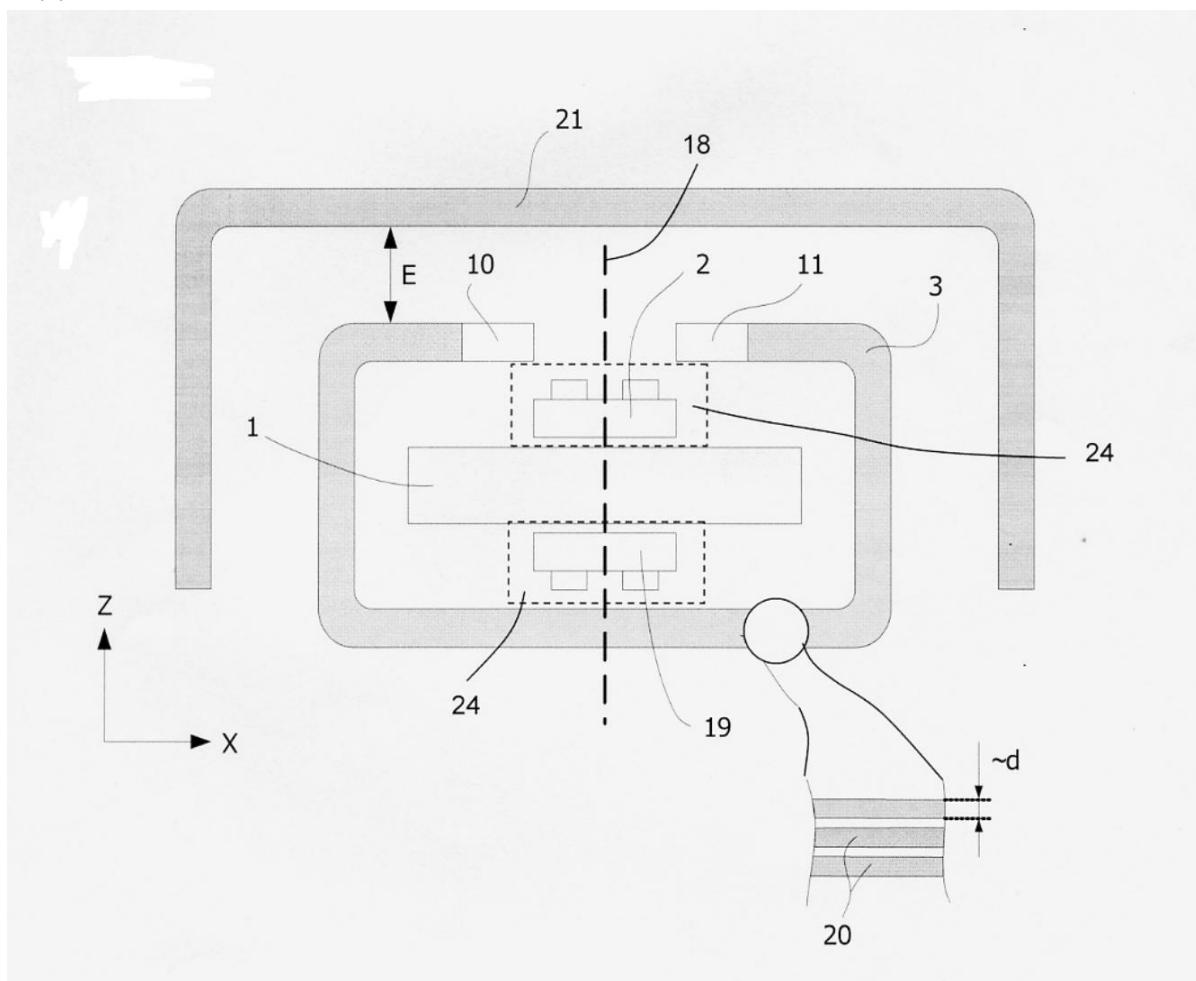
【図3】



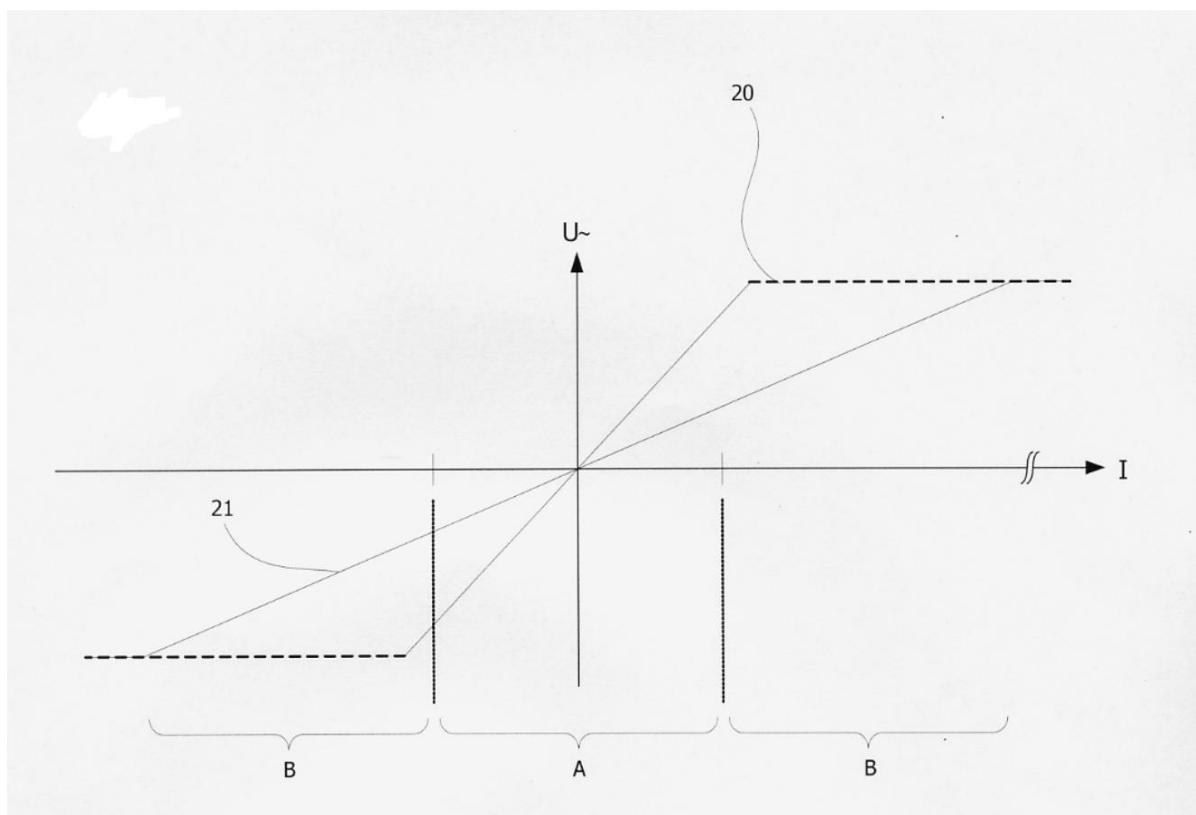
【図4】



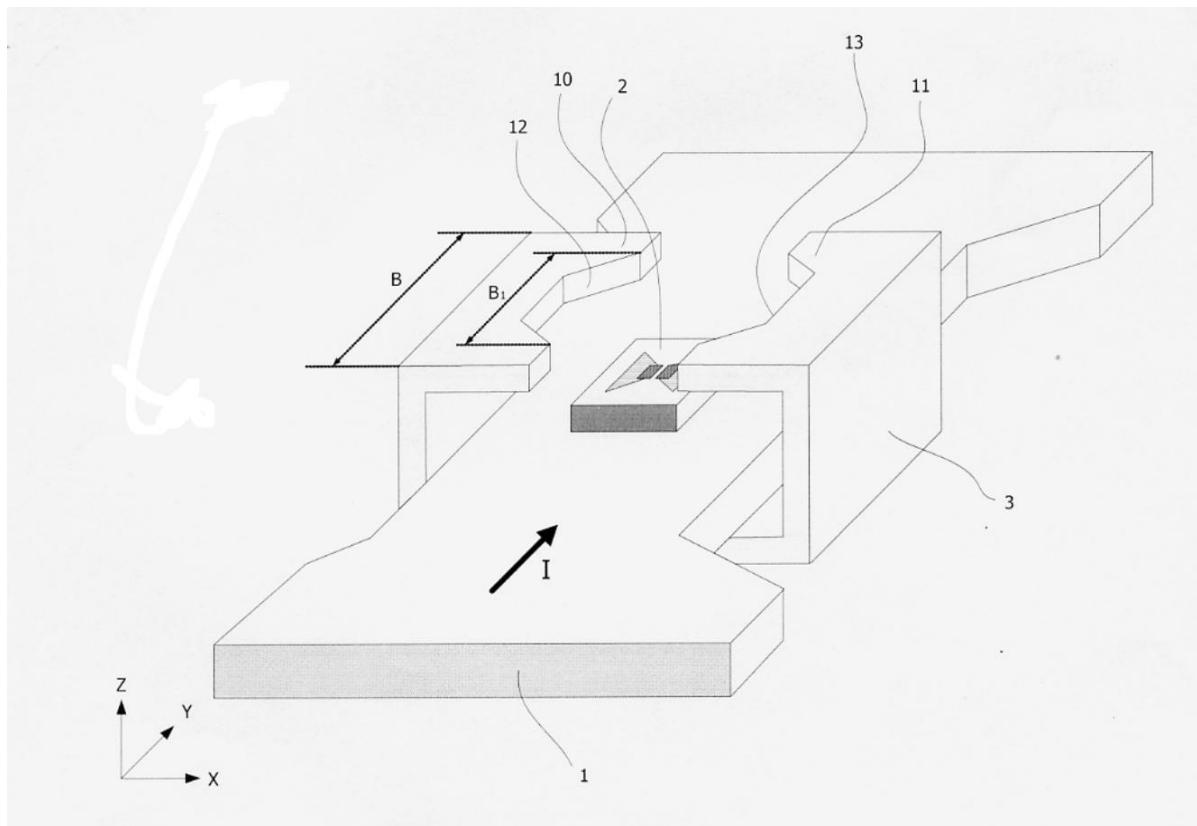
〔 四 5 〕



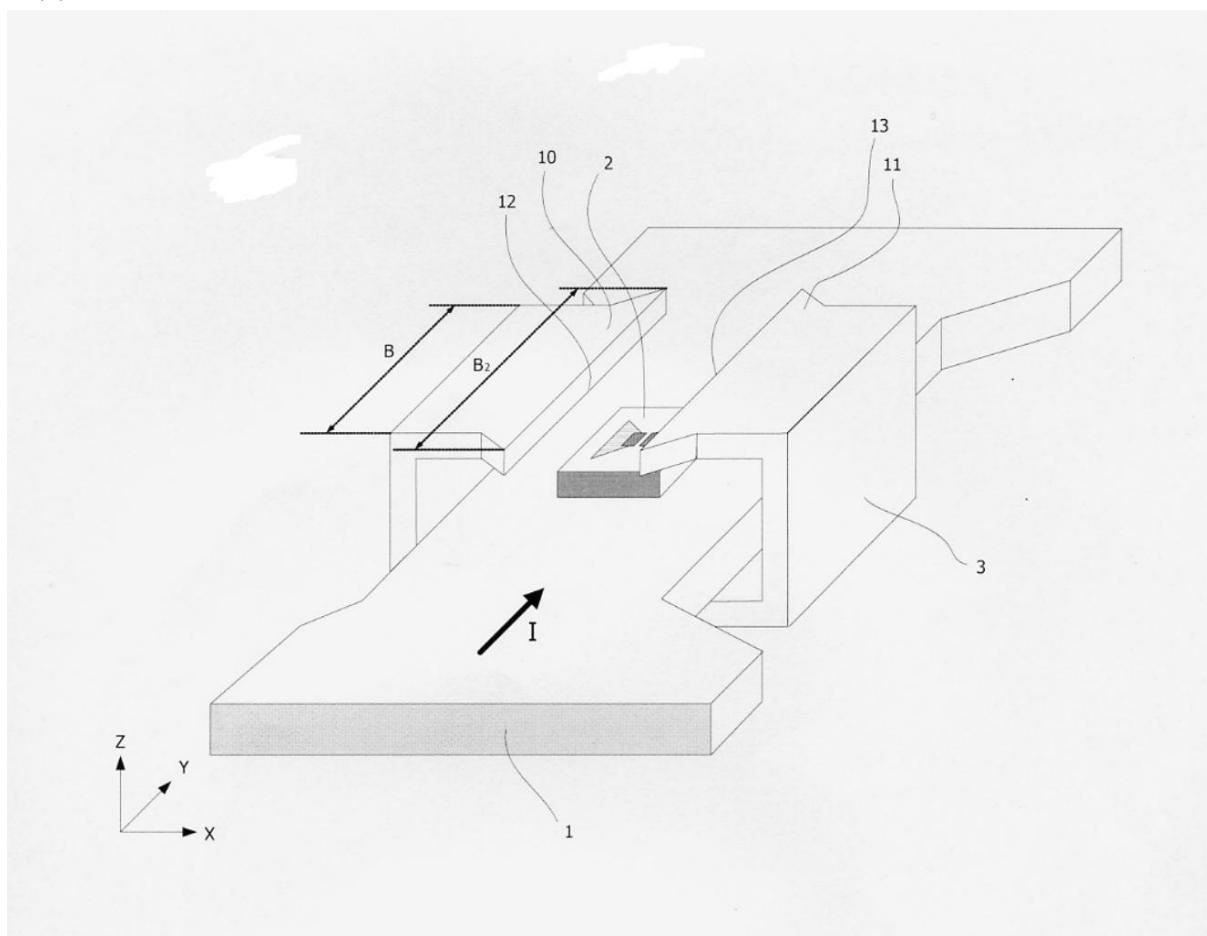
【図6】



【 図 7 】



【 四 8 】



---

フロントページの続き

合議体

審判長 森 竜介

審判官 新川 圭二

審判官 中塚 直樹

(56)参考文献 米国特許第5 9 4 2 8 9 5 ( U S , A )

特開2 0 0 4 - 1 7 0 0 9 1 ( J P , A )

特開平5 - 3 1 2 8 4 0 ( J P , A )

特開平7 - 9 2 1 9 9 ( J P , A )

(58)調査した分野( Int.CI. , D B 名)

G01R 15/20