

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-14729

(P2010-14729A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 R 15/20 (2006.01)	G O 1 R 15/02 B	2 G O 2 5
H O 1 L 43/02 (2006.01)	H O 1 L 43/02 Z	5 F O 9 2
H O 1 L 43/04 (2006.01)	H O 1 L 43/04	

審査請求 有 請求項の数 7 O L 外国語出願 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-231364 (P2009-231364)	(71) 出願人	501105602
(22) 出願日	平成21年10月5日 (2009.10.5)		アレグロ・マイクロシステムズ・インコーポレーテッド
(62) 分割の表示	特願2004-537636 (P2004-537636)の分割		アメリカ合衆国マサチューセッツ州01615, ウスター, ノースイースト・カットオフ 115
原出願日	平成15年7月31日 (2003.7.31)	(74) 代理人	100140109
(31) 優先権主張番号	10/251,007		弁理士 小野 新次郎
(32) 優先日	平成14年9月20日 (2002.9.20)	(74) 代理人	100089705
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

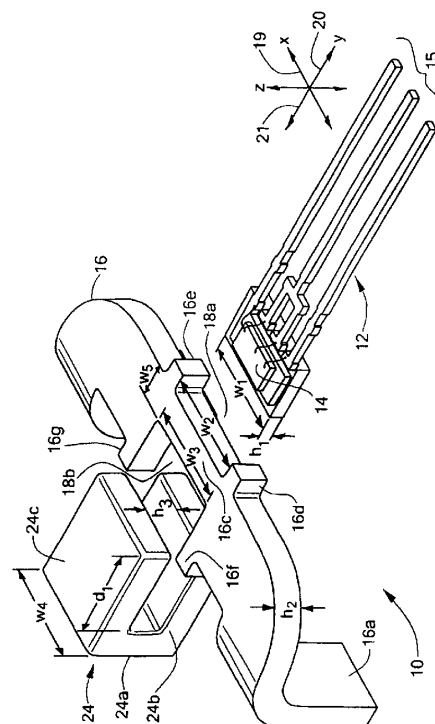
(54) 【発明の名称】 集積電流センサ

(57) 【要約】

【課題】ホール効果素子の使用における課題として、デバイス性能に対して漂遊磁界及び外部磁界ノイズの影響を低減することにある。

【解決手段】集積電流センサ(10)は、ホール効果センサのような磁界変換器(12)、磁気コア(24)及び電導体(16)を含む。導体は、ホール効果センサの部分及びコアを受け入れる切欠部を含み、素子は、素子の間の相対運動がほとんどないか、全くないような寸法である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の切欠部及び当該第 1 の切欠部と実質的に整列する第 2 の切欠部を有する導体と、少なくとも前記第 1 の切欠部に配置される一部を有する磁界変換器と、

中央領域を有するとともに当該中央領域から延在する実質的に平行な一対の脚部を有する磁気コアであって、前記中央領域の少なくとも一部は、前記第 2 の切欠部に配置され、各脚部の少なくとも一部は、前記磁界変換器の各面の少なくとも一部を覆う、磁気コアとを有する、電流センサ。

【請求項 2】

前記磁界変換器は、ホール効果素子及び磁気抵抗素子から選択された 1 つを含む、請求項 1 に記載の電流センサ。

10

【請求項 3】

前記磁界変換器は、巨大磁気抵抗 (GMR) 素子及び異方性の磁気抵抗 (AMR) 素子から選択された 1 つを含む、請求項 2 に記載の電流センサ。

【請求項 4】

前記第 1 の切欠部に配置された前記磁界変換器の前記一部の幅は、前記磁界変換器が前記導体に対して実質的に固定された位置になるように、前記第 1 の切欠部の幅に実質的に等しい、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 5】

前記第 2 の切欠部に配置された前記磁気コアの前記中央領域の幅は、前記磁気コアが前記導体に対して実質的に固定された位置になるように、前記第 2 の切欠部の幅に実質的に等しい、請求項 1 に記載の電流センサ。

20

【請求項 6】

前記磁気コアの前記脚部の各々は、前記磁界変換器の実質的に全面を覆う、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 7】

前記第 1 の切欠部及び前記第 2 の切欠部は、前記導体の中央領域に配置され、前記導体は、当該導体の端部領域に取り付け機構を含む、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 8】

前記取り付け機構は、基板取り付けハードウェアを受け入れるようになっている貫通孔を含む、請求項 7 に記載の電流センサ。

30

【請求項 9】

前記取り付け機構は、プリント回路基板の貫通孔に挿入されるようになっている屈曲リードを含む、請求項 7 に記載の電流センサ。

【請求項 10】

前記取り付け機構は、プリント回路基板のパッドにハンダ付けするための平坦なリードを含む、請求項 7 に記載の電流センサ。

【請求項 11】

前記取り付け機構は、ワイヤ取り付け機構を含む、請求項 7 に記載の電流センサ。

【請求項 12】

前記導体は、第 1 の軸線に沿って延長され、前記磁界変換器は、前記第 1 の軸線と実質的に直角な第 2 の軸線に沿って延在する少なくとも 1 つの電氣的リードを有する、請求項 1 に記載の電流センサ。

40

【請求項 13】

前記磁界変換器は、少なくとも 1 つの増幅器を含む、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 14】

前記少なくとも 1 つの増幅器は、調整されるようになっている利得を有する、請求項 13 に記載の電流センサ。

【請求項 15】

前記磁気コアは、フェライト、鋼、鉄成分及びパーマロイを含む群から選択される材料

50

から構成される、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 16】

前記磁界変換器と前記導体と前記磁気コアとの少なくとも一部を包囲する成型本体を含む、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 17】

前記実質的に平行な一対の脚部は、前記磁界変換器の厚さに実質的に等しい距離、間隔を置いている、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 18】

前記実質的に平行な一対の脚部は、前記磁界変換器の厚さより大きい距離、間隔を置いている、請求項 1 に記載の電流センサ。

10

【請求項 19】

実質的に平坦な導体と、

前記導体の縁部に対して並置された磁界変換器と、

中央領域及び当該中央領域から延在する実質的に平行な一対の脚部を有する磁気コアであって、前記中央領域は、前記導体の対向する縁部に対して並置され、前記一対の脚部は、前記導体を跨ぎ、各脚部が前記磁界変換器の各面の少なくとも一部を覆う、磁気コアとを有する、電流センサ。

【請求項 20】

前記導体は切欠部を有し、前記磁界変換器及び磁気コアの一方の少なくとも一部が、前記切欠部に配置されている、請求項 19 に記載の電流センサ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に電流センサに関し、さらに詳細には、集積導体を有する最小限の電流センサに関する。

【背景技術】

【0002】

この技術分野で知られるように、従来の電流センサの 1 つのタイプの電流センサは、電流搬送導体の近傍にホール効果電界変換器を使用している。ホール効果素子は、導体を通る電流によって誘導された磁界に比例した大きさを有する出力信号を発生する。このタイプの典型的な電流センサは、ギャップを有するトロイド（環状、ドーナツ状）磁束集中器を含み、ホール効果素子は、トロイドギャップ内に配置されている。ホール効果素子及びトロイドは、プリント回路基板の上に取り付けることのできるハウジング内に組み立てられる。使用に際し、ワイヤのような分離した電流搬送導体が、トロイドの中心を通過し、ワイヤの露出端をメッキされた貫通孔にハンダ付けすることによってプリント回路基板に溶接される。このようなデバイスは、高さや回路基板の双方について、大型化するという望ましくない傾向がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【特許文献 1】特開平 9 - 2 1 1 0 3 4 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 1 3 0 0 8 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

感度及び線形性を含む種々のパラメータによって、電流検出用途のホール効果デバイスの性能が特徴づけられる感度は、導体を通る 1 アンペアの変化に対応するホール効果素子の出力信号の変化であり、線形性は、導体を通る電流に正比例して出力信号が変化する度合いである。ホール効果素子の使用における重要課題として、デバイス性能に対して漂遊磁界及び外部磁界ノイズの影響があることが含まれる。

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明によれば、集積電流センサは、第2の切欠部（ノッチ）に実質的に整列した第1の切欠部を有する導体と、第1の切欠部内に配置された少なくとも一部を有する磁界変換器と、磁気コアとを有する導体を備えている。磁気コアは、実質的にC形状であり、中央部分と、当該中央部分から延在する実質的に一对の平行な脚部を備えている。磁気コアの中央領域の少なくとも一部は、各脚部が磁界変換器の各面の少なくとも一部を覆うように第2の切欠部内に配置されている。この実施形態において、磁界変換器は、ホール効果素子を含むホール効果センサである。

【0006】

この構成によれば、ホール効果センサ、導体及び磁気コアは、基本的には第1と第2の切欠部によって及び素子の寸法的な特徴によって互いに対して所定の位置に固定される。素子の正確な機械的な位置決めの結果、電流センサの感度は、高度に反復可能であり、従って、厳密に制御される。磁気コアは、通常より、高い感度を提供し、実質的に均一であるホール効果素子の磁界を提供する。

【0007】

1つの実施形態において、磁気コアの脚部の各々は、ホール効果センサの実質的に全面を覆う。この構成は、C形状の磁気コアとの組み合わせにおいて、漂遊磁界と外部磁界ノイズを起こす可能性を低減し、感度を増大し、ホール効果素子の磁界の均一性を改良する。

【0008】

ホール効果センサ、導体及び磁気コアの少なくとも一部は、絶縁材料によって包囲される。導体は、貫通孔のようにプリント回路基板に電流センサを取り付けるための機構を備えており、この貫通孔は、プリント回路基板貫通孔に挿入するために又はパッドへの表面取り付け溶接のために、ハードウェア、リード線、タブを受け入れるようになっている。その結果、集積化された電流センサは、従来のギャップを有するトロイド構成に対して非常に小さい単一の部品を提供する。

【0009】

さらなる集積化を達成するために、ホール効果センサは、1つ又は複数の信号増幅器を含むホール効果素子の出力信号を処理するための回路を含む。好ましくは、回路は、感度及び静止（クイセント）オフセット電圧のような性能パラメータを調整するために制御することができるデジタルアナログ変換器及びカウンタのような追加された素子を含む。

【0010】

本発明の前述した特徴ならびに本発明自体は、図面の次の詳細な説明からさらに完全に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明による電流センサの等角分解図である。

【図1A】図1の組み立てられた電流センサの等角図である。

【図1B】図1Aのホール効果センサのセンサダイの平面図である。

【図2】本発明による他の電流センサの等角分解図である。

【図2A】図2の組み立てられた電流センサの等角図である。

【図3】ホール効果素子平面のx軸で測定された図1及び図2の電流センサ内に含まれるホール効果素子の磁界のグラフである。

【図3A】ホール効果素子平面のy軸で測定されたような図1及び図2の電流センサに含まれるホール効果素子の磁界のグラフである。

【図4】磁気コアを有するか、有しない図2のホール効果センサによって検出された磁界を示すグラフである。

【図5】図2の電流センサの精度を示すグラフである。

【図6】図1の電流センサのブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 7】コアと図 1 の導体を含むが、図面に示すような他のホール効果センサを含む図 1 の電流センサと同じ形態に設けることができる 1 つの例示的なデジタルヒューズ回路のブロック図である。

【図 8】本発明による電流センサの他の構成を示す平面図である。

【図 8 A】本発明による電流センサの他の変形例を示す平面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図 1 を参照すると、最小化された集積電流センサ 10 は、ホール効果センサ 12 と、電流伝送導体 16 及び磁気コア 24 の形態の磁界変換器を含む。導体 16 は、素子が互いに対して固定位置で維持されるようにホール効果センサ 12 及び磁気コア 24 の部分を受け入れるための機能を含む。図示した実施形態において、導体 16 は、第 1 の切欠部 18 a 及び当該第 1 の切欠部と実質的に整列した第 2 の切欠部 18 b を有する。組み立てにおいて、ホール効果センサ 12 の少なくとも一部は、第 1 の切欠部 18 a 内に配置される。磁気コア 24 は、実質的に C 形状であり、中央領域 24 a 及び当該中央領域から延在する実質的に平行な一対の脚部 24 b、24 c を有する。組み立てにおいて、中央領域 24 a の少なくとも一部が各脚部 24 b、24 c が、ホール効果センサ 12 の各表面の少なくとも一部を覆うように導体の第 2 の切欠部 18 b 内に配置されている。

10

【0013】

ホール効果センサ 12 は、絶縁材料で囲まれるセンサダイ 14 を含む集積回路の形態で提供される。集積ホール効果センサ 12 は、1.6 mm 台の厚さを有するライン (SIP) の「K」シングルのような異なるパッケージタイプで提供することができる。有効なエアギャップは、パッケージの厚さに等しく、センサダイは、エアギャップの実質的に中央に載置している。

20

【0014】

ホール効果センサは、印刷回路基板 (図示せず) に取り付けられている導線 15 を有する。図 6 と関連して説明された導線 15 は、さらに、電源、即ち、Vcc、接続線、接地接続、及び導体 16 を通って電流に比例して出力信号を伝送するようになっている出力接続部を含む。出力信号は、電流又は電圧であるとよい。

【0015】

センサダイ 14 は、ホール効果素子 14 a (図 1 B 及び図 6) 及びホール効果素子の出力信号を処理するためのホール回路 14 b (図 1 B 及び図 6) を含む。図示した実施形態において、ホール回路 14 b は、増幅器、フィルタ、出力駆動部及びオフセット相殺回路を含む。ホール回路 14 b 内には図示するように、及び図 6 に関連して以下に示すように感度及び静止作動電圧を調整するためのトリム (調製) 制御回路が設けられている。このようなホール効果センサ 12 は、部品ナンバー A3525 として Allegro Microsystems, Inc. (マサチューセッツ州、Worcester) から市販されている。他の回路も、集積ホール効果センサ 12 内に設けられていることは当業者によって理解されるであろう。ホール効果センサ 12 の使用は、プリント基板に取り付けられている別々の部品によって別々に設けられている回路部品を組み込むことによって電流センサ 10 の集積化を向上させる。

30

40

【0016】

ホール効果センサ 12 は、図 1 の電流センサ 10 で使用されるが、代替案として異方性 (非等方性) 磁気抵抗 (AMR) 素子又は巨大磁気抵抗 (GMR) 素子を使用することができる。

【0017】

導体 16 は、銅のような種々の導電材料から構成され、測定電流を導体 16 に提供するプリント回路基板に取り付けるようになっている。この目的のために、回路基板バイアスに溶接するために適している屈曲導線即ちタブ 16 a、16 b (16 b は図示せず) が、導体の端部に設けられている。ネジ端子及び関連するハードウェア又は平坦なリード線又は図 2 及び図 2 A のタブ 52 a、52 b など屈曲タブ 16 a、16 b 以外の機構を用いて

50

電流センサ 10 を回路基板に取り付けてもよい。別の実施形態において、電流センサ 10 を回路基板以外に取り付けることを可能にするために使用することができる。例えば、電流センサ 10 をワイヤで直列に接続することができるワイヤ結合（図示せず）を有することができる。

【0018】

好ましくは、屈曲タブ 16 a、16 b を除く導体 16 は、プリント回路基板の電流センサ 10 の高さを増大する z 軸 21 内に延在する特徴部分を除いて、図示したように実質的に平坦である。使用において、導体 16 の平面は、プリント回路基板の平面に接近して配置され、小さい輪郭の電流センサを提供する。

【0019】

導体 16 の第 1 の切欠部 18 a は、幅 w1 を有するホール効果センサ 12 の少なくとも一部を受け入れるために選択された幅 w2 を有する。好ましくは、幅 w1 及び幅 w2 は、組み立てにおいて x 軸内での導体 16 に対するホール効果センサ 12 の可能な移動が無視できるように実質的に同じである。さらに詳細には、公称幅 w1 は、公称幅 w2 よりわずかに、例えば 0.28 mm だけ小さく、最も低い公差において、最も大きな幅 w1 は、最も小さい幅 w2 より 0.4 mm 小さい。図示した実施形態において、公称幅 w1 は、5.18 mm であり、公称幅 w2 は、5.46 mm である。従って、幅 w1 及び w2 は、等しくなるという特徴がある。

【0020】

導体の第 2 の切欠部 18 b は、磁気コア 24 の少なくとも一部を受け入れるために選択された幅 w3 を有する。好ましくは、磁気コアの中央領域 24 a の幅 w3 及び幅 w4 は、組み立てにおいて、x 軸内での導体 16 に対する磁気コア 24 の可能な移動が無視できるように十分に似ている。さらに詳細には、公称幅 w4 は、公称幅 w3 よりわずかに、例えば 0.2 mm だけ小さく、最もよくない公差でも、最も低い幅 w4 は、最も大きい幅 w3 より 0.34 mm 小さく、最も大きな幅 w4 は、最も小さい幅 w3 より 0.08 mm 大きい。図示した実施形態において、公称幅 w3 は、5.46 mm であり、公称幅 w4 は、5.25 mm である。従って、幅 w3 及び w4 は、実質的に等しいという特徴がある。

【0021】

磁気コア脚部 24 b、24 c の間の間隔 h3、導体 16 の厚さ即ち高さ h2 及びホール効果センサ 12 の厚さ即ち高さ h1 は、z 軸 21 において互いに対する部品の可能な運動が制限されるようにすべて実質的に同様である。さらに詳細には、導体の公称高さ h2 及びセンサの高さ h1 は、公称高さ h3 よりわずかに、例えば 0.1 mm だけ小さく、最も低い公差の場合、最も低い高さ h1 及び高さ h2 は、最も高い高さ h3 より 0.22 mm 低く、最も高い高さ h1 及び高さ h2 は、最も低い高さ h3 より 0.01 mm 低い。図示した実施形態において、公称高さ h1 は、1.55 mm であり、公称高さ h2 は、1.50 mm であり、公称高さ h3 は、1.64 mm である。

【0022】

しかしながら、他の実施形態において、間隔 h3 は、他の要因によって選択される。例えば、1 つの他の実施形態において、間隔 h3 は、リラクタンスを増大するために、従って、電流センサ 10 を飽和させる搬送導体 16 を通る電流を増大するためにホール効果センサ 12 の高さ h1 より実質的に大きい。従って、この別の実施形態は、大きな電流搬送容量を有する。

【0023】

磁気コア 24 は、センサダイ 14 の磁界を調整し、これは、あるいは磁界集中器と称される。磁気コア 24 は、フェライト、鋼、鉄成分及びパーマロイを含むが、それには制限されない種々の材料からなる。磁気コア 24 の材料は、C 形状の磁気コア 24 によって提供された最大測定電流及び所望量の磁気シールドのような要因に基づいて選択される。他の要因は、温度及びヒステリシス（残留磁気、リマネンス）上の相対的な透磁性の安定性を含む。例えば、低いヒステリシスは、導体 16 を通る小さい電流の場合、大きな精度を保証する。磁気コア 24 の材料及び寸法は、導体 16 を通る所望の最大規模の電流によっ

10

20

30

40

50

て選択され、この場合、大きな飽和磁束密度 (B_{sat}) を有する磁気コア材料は、導体 16 を通って流れる所望の電流の場合、小さいコアを使用できることを可能にする。図 4 を参照して明らかになるように、磁気コア 24 の使用は、磁界をそらすために電流センサ 10 の磁化率 (感受性) を著しく低減する。

【 0024 】

磁気コア 24 は、脚部 24 b、24 c の各々が、センサダイ 14 の各全面を実質的に覆うように深さ d1 を有する。この構成によって、センサダイ 14 に設けられたホール効果素子 14 a (図 1 B) に実質的に均一の磁界が提供され、それによって、装置の感度を増大し、磁界をそらす磁化率を低減する。

【 0025 】

従って、導体の切欠部 18 a は、導体から半径方向外側に延在しているタブ 16 d、16 e によって形成される。切欠部 18 b は、導体から延在するタブ 16 f、16 g との組み合わせにおいて導体の狭い領域 16 c によって形成される。第 1 の切欠部 18 a と第 2 の切欠部 18 b との間の狭い領域 16 c の幅 w5 は、導電体 16 の最大電流搬送能力に基づいて選択される。ここで幅 w5 は、1.7 mm 台であり、導体 16 の電流搬送能力は、100 アンペア台である。切欠部 18 a、18 b は、狭い導体領域 16 c を提供することなく、半径タブ 16 d、16 e 及び 16 f、16 g によって形成することができ、狭い領域 16 c の使用は、y 軸 20 に沿って電流センサ 10 の全体寸法を最小限にする。また、狭い領域は、ホール効果センサ 12 にさらに接近させて導体 16 を通して電流を提供する。他の実施形態において、切欠部 18 a、18 b は、タブ 16 d ~ 16 g を使用することなく形成され、狭い領域 16 c によってのみ提供される。

【 0026 】

図 1 A を参照すると、同じ部品には同じ参照符号が付されている。組み立てられた一例としての電流センサ 10 が示されている。明らかなように、ホール効果センサ 12 の一部は、同様の寸法の導体切欠部 18 a (図 1) に配置されており、磁気コア 24 の中央領域 24 a は、同様の寸法の導体切欠部 18 b (図 1) に配置されている。導線 15 は、プリント回路基板に電流センサ 10 の取り付けを容易にするために曲げられている。有利なことに、電流センサ 10 は、小さい輪郭の組立体であり、電流センサの高さは、成型本体 28 の厚さだけプリント回路基板から離れている。

【 0027 】

絶縁材料を含む成型本体 28 は、図示されている導体 16 の一部、ホール効果センサ 12 及び磁気コア 24 上に配置されている。さらに成型本体 28 は、x 軸 19、y 軸 20、z 軸 21 の方向にさらに移動することを防止することによって、互いに対して素子の運動を低減する。

【 0028 】

この構成によって、磁気コア 24、導体 16 及びホール効果センサ 12 は、互いに対して所定の位置で固定される。この機械的な「相互固定」の結果は、高度に反復可能であり、電流センサの性能を厳密に制御する。

【 0029 】

同じ部品に、図 1 及び図 1 A の参照符号と同様の符号が付された図 1 B を参照すると、センサダイ 14 は、x 軸 19 に沿った幅 w7、y 軸 20 に沿った幅 w8 及び中央標示部 14 c を有するホール効果センサ 14 a を含むように示されている。また、センサダイ 14 は、回路 14 b を含み、ホール効果素子 14 a に接続された代表的なブロックとして示されている。ホール効果素子 14 a 及び回路 14 b は、図 6 にさらに詳細に示されている。

【 0030 】

ホール効果素子 14 a 及び回路 14 b は、単一のダイの上に形成され、この単一のダイは、単一の集積回路ホール効果センサ 12 の形態で提供される。他の実施形態において、ホール効果素子 14 a 及び 14 b は、ワイヤボンダ等によって接続された分離した集積回路として形成することができる。ホール回路 14 b は、ホール効果センサ 12 の導線 15 (図 1、図 1 A) に電氣的に接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

図 2 及び図 2 A を参照すると、図 1 及び図 1 A の同様の素子は、同様の参照符号が付されている。別の例示的な回路センサ 5 0 は、ホール効果センサ 1 2、導体 5 2 及び磁気コア 5 4 を含む。図 1 及び図 1 A の導体 1 6 と同様の導体 5 2 は、第 1 の切欠部 6 0 a 及び第 1 の切欠部と整列した第 2 の切欠部 6 0 b を有する。第 1 の切欠部 6 0 a は、幅 w_2 を有し、これは、 x 軸 1 9 の素子の相対運動を制限するように、ホール効果センサ 1 2 の幅 w_1 と非常に似ており、第 2 の切欠部 6 0 b は幅 w_3 を有し、これは、 x 軸の部品の相対運動を制限するために磁気コア 5 4 の幅 w_4 と非常に類似している。

【 0 0 3 2 】

磁気コア 5 4 は、幅 w_4 の中央領域 5 4 a と、中央領域から延在しており高さ h_3 により分離されている実質的に平行な一対の脚部 5 4 b、5 4 c を有する。磁気コア 5 4 の深さ d_2 は、脚部 5 4 b、5 4 c の各々がセンサダイ 1 4 の各表面全体を実質的に覆うように選択される。

【 0 0 3 3 】

ホール効果センサ 1 2 の高さ h_1 、導体 5 2 の高さ h_2 及び平行な脚部 5 4 b、5 4 c の分離 h_3 は、十分に類似しており、その結果、組み立てにおいて、脚部 5 4 b、5 4 c は、 z 軸 2 1 に沿って部品の相対運動を阻止する。幅 w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 及び高さ h_1 、 h_2 及び h_3 は、図 1 の電流センサ 1 0 で同様の寸法と実質的に同一である。

【 0 0 3 4 】

組み立てにおいて、図 2 A に示すように、ホール効果センサ 1 2 の一部は、第 1 の切欠部 6 0 a 内に配置され、磁気コア 5 4 の一部は、図示したように第 2 の切欠部 6 0 b 内に配置される。この構成によって、磁気コア 5 4、導体 5 2 及びホール効果センサ 1 2 は、 x 軸 1 9 及び z 軸 2 1 に沿って互いに対して移動することが防止される。成型本体 2 8 が、磁気コア 5 4、導体 5 2 及びホール効果センサ 1 2 の上に設けられ、 x 軸 1 9、 y 軸 2 0 及び z 軸 2 1 に沿って互いに対して部品の運動をさらに減少させる。

【 0 0 3 5 】

電流センサ 5 0 は、導体 5 2 及び磁気コア 5 4 の特徴部分で一般的に図 1 及び図 1 A の電流センサ 1 0 と異なる。特に、導体 5 2 は、回路基板（図示せず）に導体 5 2 を取り付けするための取り付け機構として作用する平坦なリード即ちタブ 5 2 a、5 2 b を有する。使用において、プリント回路基板に孔又は凹部（窪み）が設けられる。成型本体 2 8 は、従来の表面取り付け技術によってタブ 5 2 a、5 2 b がハンダ付けされるめっきパッド上でプリント回路基板の表面上にタブ 5 2 a、5 2 b が平坦に載置するように孔又は凹部に配置される。

【 0 0 3 6 】

導電体 5 2 は、第 1 の切欠部 6 0 a、6 0 b を分離する狭い領域 5 2 c を有する。ここで、切欠部 6 0 a は、導体から半径方向外側に延在するタブ 5 2 d、5 2 e によって形成され、切欠部 6 0 b は、半径方向タブ 5 2 f、5 2 g 及び領域 5 2 c の組み合わせによって形成される。狭い領域 5 2 c は、幅 w_6 を有し、この幅 w_6 は、狭い領域 1 6 c の幅 w_5 より大きい（図 1 及び図 1 A）。従って、切欠部 6 0 b は、切欠部 1 8 b より深くはない（図 1 及び図 1 A）。従って、狭い領域 5 2 c の電気抵抗は、図 1 の狭い領域 1 6 c の抵抗以下である。従って、狭い領域 5 2 c を通って流れるアンペア毎に、より小さい電力が消散される。狭い領域 5 2 c の幅 w_6 は、センサ 5 0 の最大電流搬送機能に関連するので、導体 5 2 は図 1 の導体 1 6 より大きい電流を伝達するようになっている。図示した実施形態において、幅 w_6 は、3 mm であり、導体 5 2 の最大電流搬送性能は、200 アンペアである。他の実施形態において、切欠部 6 0 a、6 0 b は、タブ 5 2 d ~ 5 2 g を用いないで形成され、狭い領域 5 2 c によってのみ提供される。

【 0 0 3 7 】

磁気コア 5 4 は、中央領域 5 4 a が平行な脚部 5 4 b、5 4 c に対して湾曲しているという点で、図 1 及び図 1 A の磁気コア 2 4 と異なる。磁気コア 5 4 の形状、ここで C 形状は、磁気コア 5 4 の材料を含むが、それには制限されない種々の要因に従って選択される

10

20

30

40

50

。コア 5 4 の材料を選択するために使用される要因は、図 1 の磁気コア 2 4 について上述した内容と同じである。1 つの例示的な実施形態において、コア 5 4 は、フェライトより大きい飽和磁束密度を有するシリコン鋼合金からなる。また、深さ d 2 は、図 1 の例示的な実施形態の深さ d 1 より深く、図 1 の実施形態の深さ w 5 より深い w 6 について適用される。

【 0 0 3 8 】

図 3 を参照すると、グラフ 8 0 は、図 2 及び図 2 A の例示的な電流センサの導体 5 2 を 1 0 0 A が流れるとき、センサダイ 1 4 の x 軸 1 9 に沿った磁束密度を示す。センサダイ 1 4 (図 1 B) 内のホール効果素子 1 4 a の中心 1 4 c は、横座標 8 4 のゼロミリメートルに対応する。

10

【 0 0 3 9 】

磁束曲線 8 6 は、基本的に平坦な中央部分 8 8 と、傾斜端部分 9 0 a、9 0 b とを有することを特徴としている。曲線 8 6 を考えることによって、磁束が中央部分 8 8 で一定であり、磁束が 4 mm 台の間隔で、ホール効果素子 1 4 a の素子の中心 1 4 c の周りに中心があることが分かる。x 軸 1 9 に沿ってホール効果の中心 1 4 c から 2 mm 以上の距離に配置されたホール効果素子 1 4 a の部分は、磁束密度が減少されている。図示したホール効果センサ素子 1 4 a は、典型的には、1 . 6 mm と 3 mm の寸法を有するセンサダイ 1 4 の中心に 0 . 2 mm 台の x 軸の幅 w 7 を有し、従って、ホール効果素子 1 4 a 全体は、中心部分 8 8 内にある。中央部分 8 8 の幅は、ホール効果素子 1 4 a の幅 w 7 (図 1 B) より実質的大きく、ホール効果素子 1 4 a は、ホール効果素子 1 4 a が磁界の最も大きな量内にあることを保証するために中央部分 8 8 内に中心がある。

20

【 0 0 4 0 】

ホール効果素子 1 4 a に対する磁気コア 5 4 の寸法は、x 軸 1 9 のホール効果素子 1 4 a の磁束密度の均一性に大きな影響を与えることは当業者には理解できるであろう。特に、ホール効果素子 1 4 a の幅 w 7 に対して磁気コア 5 4 が広ければ広いほど (幅 w 4 が広ければ広いほど)、曲線 8 6 の中央部分 8 8 は長くなり、磁気コアは狭くなり、中央部分 8 8 は短くなる。

【 0 0 4 1 】

曲線 8 6 は、磁気コア 5 4 及びホール効果素子 1 4 a が、整列した導体の切欠部 6 0 a、6 0 b に対する固定された位置によって保証されるように x 軸 1 9 内で互いに対して中央になると仮定する。x 軸 1 9 に沿った磁気コア 5 4 に対するホール効果素子 1 4 a の運動は、曲線 8 6 が横座標 8 4 に沿って移動し、ホール効果素子 1 4 a の領域において、2 mm 以上その中心 1 4 c に接近し、十分な磁束密度を生じる。この効果は、ホール効果センサ 1 2 と磁気コア 5 4 との相対運動を制限することが望ましいことを強調している。さらに、ホール効果センサ 1 2 内でのセンサダイ 1 4 の場所及び関連するホール効果素子 1 4 a (図 1 B) に関連する公差があるので、磁気コア 5 4 に対するホール効果センサ 1 2 の位置を固定することは重要である。

30

【 0 0 4 2 】

また、図 3 A を参照すると、グラフ 1 0 0 は、図 2 及び図 2 A の例示的な電流センサ 5 0 の導体を 1 0 0 A が流れるとき、センサダイ 1 4 の y 軸 2 0 に沿った磁束密度を示している。ホール効果素子 1 4 a の中心 1 4 c は、横座標 8 4 の 0 ミリメートルに対応している。

40

【 0 0 4 3 】

磁束曲線 1 0 6 は、基本的には平坦な中央部分 1 0 8 と、傾斜端部分 1 1 0 a、1 1 0 b とを有することを特徴としている。曲線 1 0 6 を考えると、磁束は、中央部分 1 0 8 が実質的に一定であり、2 . 5 mm 台の幅を有し、ホール効果素子 1 4 a の中心 1 4 c の周りに中心があることがわかる。y 軸 2 0 に沿ってホール効果素子の中心 1 4 c から 1 . 2 5 mm 以上離れたホール効果素子 1 4 a の部分は、磁束密度が減少している。図示したホール効果素子 1 4 a の部分は、典型的には 1 . 6 mm と 3 mm の寸法を有するセンサダイ 1 4 の上に中心がある 0 . 2 mm 台の y 軸の幅 w 8 を有し、従って、ホール効果素子 1 4

50

a全体は、中心部分108内にある。中心部分108の幅は、ホール効果素子14aの幅w8(図1B)よりかなり大きく、ホール効果素子14aは、ホール効果素子14aが大きな量の磁界内にあることを保証するために中央部分108内の十分な中心にある。

【0044】

ホール効果素子14aに対する磁気コア54の寸法が、y軸20のホール効果素子14aの磁束密度の均一性に大きな影響を与えることは当業者には理解できるであろう。特に、ホール効果素子14aの幅w8に対する磁気コア54が深くなれば深くなるほど(即ち、図2における深さd2が大きくなればなるほど)、曲線106の中央部分108は長くなる。それに対し、磁気コアが浅くなればなるほど、中央部分108は短くなる。

【0045】

曲線106は、磁気コア54及びホール効果素子14aが整列された導体の切欠部60a、60bに対する固定位置によって保証されると同様に、y軸20で互いに対して中央にあることを仮定している。y軸20に沿った磁気コア54に対するホール効果素子14aの動きは、曲線106が横軸104に沿って移動することを示し、従って、ホール効果素子14aの領域において、1.25mmよりさらにその中央14cに接近し、十分低減された磁束密度を示す。この効果は、ホール効果センサ12と磁気コア54との相対運動を制限することが望ましいことを強調する。

【0046】

図4を参照すると、グラフ120は、ストレイ即ち外部磁界の効果を低減する際に磁気コア24(図1、図1A)の重要性を示すものである。横座標124は、導体16を通過する電流によって発生する磁界に対して図1Aの電流センサ10へz軸21(図1)に沿って加えられる外部磁界を表し、縦座標122は、電流センサ10によって検出された磁界を表している。曲線128は、図1及び図1Aに示すタイプであり、C形状の磁気コア24のないタイプの電流センサに対応するが、曲線130は、磁気コア24を有する電流センサ10に対応する。曲線128は、ホール効果センサ12によって検出された磁界が、外部磁界と実質的に同じであり、それに対し、曲線130は、磁気コア24によって、電流センサ10によって検出された磁界が外部磁界より著しく小さいことを示している。

【0047】

図5を参照すると、グラフ140は、図1及び図1Aの電流センサ10の正確な性能を示す。その精度は、その理想的な値から実際のセンサ出力の最大変動を示している。導体16を通る電流は、横軸144に示されており、電流センサ出力信号の電圧は、縦軸142に示されている。

【0048】

導体と出力電圧との間の理想的な関係は、曲線150、ここでは直線によって示されている。曲線146a及び146bは、一定の温度範囲の電流を検出する精度境界を表す。さらに詳細には、曲線146a及び146bは、-40 から+85 の温度範囲を通る電流を検出する精度境界を表す。曲線148a及び148bは、25 の固定温度で電流を検出する精度境界を表す。

【0049】

図6を参照すると、図1、図1A及び図1Bの例示的なホール効果センサ10の概略図は、回路基板取り付け機構16a、16bを有するライン、トロイド(環状体)162によって表される磁気コア24によって表される導体16を含む。図示したホール効果センサ12は、センサダイ14、及び符号15a、15b、及び15cで表される導線15を含む。導線15aは、ホール効果センサ12への電力接続を提供し、導線15bは、電流センサ出力信号への接続を示し、導線15cは、電流センサへの基準、又は設置接続を提供する。

【0050】

ホール効果素子14aは、導体16内の電流によって誘導される磁界164を検出し、磁界164に比例する電圧を生成する。ホール効果素子14aは、動的オフセット相殺回路170に接続されており、これは、ホール効果素子14aに関連するDC電圧エラー用

10

20

30

40

50

のDCオフセット調整を行う。導体16を通る電流がゼロの場合、動的オフセット相殺回路170の出力は、ゼロに調整される。

【0051】

動的オフセット相殺回路170は、オフセット調整されたホール出力信号を増幅する増幅器172に接続される。増幅器172は、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ及び/又は切欠部フィルタであり得るフィルタ174に接続されている。このフィルタは、所望の応答時間、ホール効果素子14aに関連するノイズの周波数スペクトル、動的オフセット相殺回路170及び増幅器172を含むが、それには制限されない種々の要因に関連して選択される。1つの特定の実施形態において、フィルタ174は、ローパスフィルタである。フィルタ174は、他の電子素子(図示せず)への送信用の向上された電力出力を提供する出力駆動部176に接続されている。

10

【0052】

作動中、電力が提供される導線15aにトリム制御回路184が接続されている。また、導線15aは、典型的に製造中、種々の電流センサパラメータを調整することができる。この目的のために、トリム制御回路184は、導線15aに加えられる適当な信号によって可能になる1つ又は複数のカウンタを含む。

【0053】

トリム制御回路184は、静止出力電圧(Q_{vo})回路182に接続される。静止出力電圧は、導体16を通る電流がゼロになるとき、出力導線15bでの電圧である。公称的には、ユニポーラ供給電圧 Q_{vo} の場合、 Q_{vo} は、 $V_{cc}/2$ に等しい。 Q_{vo} は、トリム制御回路184内の第1のトリム制御回路カウンタに導線15aを通して適当なトリム制御回路184を送ることによって調整することができ、調整制御回路は、 Q_{vo} 回路182内のデジタルアナログ回路を制御する。

20

【0054】

トリム制御回路184は、さらに、感度温度補償回路178に接続されている。感度調整回路178は、電流センサ10の感度を調整するために増幅器172の利得を調整することができる。感度は、トリム制御回路184内の第2のトリム制御回路カウンタに導線15aを通して適当なトリム信号を加えることによって調整することができ、トリム調整回路184は、感度調整回路178内のDAC(デジタルアナログ変換器)を制御する。

【0055】

30

トリム制御回路184は、さらに感度温度補償回路180に接続される。感度温度補償回路180は、温度による利得の変化を補償するために増幅器172の利得の調整を可能にする。感度温度補償は、トリム制御回路184内の第3のトリム制御回路カウンタに導線15aを通して適当なトリム信号を加えることによって調整することができ、トリム調整回路184は、感度調整回路180内のDACを制御する。

【0056】

図6に示す回路は、図1のホール効果センサ10と同様に、ホール効果センサに関連し集積化された例示的な回路のみであることは当業者には理解できるであろう。他の実施形態において、追加の回路は、電流センサを「デジタルヒューズ」に変換するために提供され、この「デジタルヒューズ」は、導体16を通る電流によって誘導された磁界164が所定の閾値水準以上又は以下であるかどうか依存して高出力信号又は低出力信号を提供する。この他の実施形態のための追加の回路は、コンパレータ及び/又はラッチ及び/又はリレイを含むことができる。デジタルヒューズの例示的な実施形態が図7に示されている。

40

【0057】

さらに、導体接続16a、16bは、電流センサ導線15a、15b及び15cから絶縁されており、電流センサ10は、光絶縁器、変圧器のような他の絶縁技術を使用することなく電氣的な絶縁を必要とするアプリケーションにおいて使用することができる。

【0058】

図6の同様な部品は、同じ符号を有する図7を参照すると、例示的なデジタルヒューズ

50

回路 200 は、導体 16、コア 162、センサダイ 14' を含むホール効果センサ 12' を含む。ダイ 14' は、フィルタ 174 に接続されたシュミットトリガー 202 を含む。シュミットトリガーは、磁界 164 が第 1 の閾値の下にあるとき、第 1 のデジタル状態の出力信号を提供し、磁界 164 が第 2 の閾値の上にあるとき、第 2 のデジタル状態を提供する。第 1 のデジタル状態は、導体 16 を通る低い電流に対応する。第 2 のデジタル状態は、導体 16 を通る高い電流に対応する。シュミットトリガー出力信号は、制御信号をトランジスタ 206 に提供する制御回路 204 に提供される。制御信号は、シュミットトリガー出力信号が 2 つのデジタル状態の一方にあるときトランジスタ 206 を導通し、シュミットトリガー出力信号が 2 つのデジタル状態の他の一方にあるとき、トランジスタ 206 をオフにする。電流制限回路 210 と組み合わされた抵抗器 208 は、トランジスタ 206 を通る電流を制限する。

10

【0059】

出力導線 15b (図 1) は、負荷 212 に接続することができ、デジタルヒューズ回路 200 の部分ではなく、従って、付加 212 は、トランジスタ 206 の条件のオンオフに対応して電源 Vcc からの電流を受け入れる。例えば、1 つの実施形態において、負荷 212 は、磁界 164 が第 1 の閾値以下になるとき、導体 16 を通る低い電流に対応して全電流を受け、磁界 164 が第 2 の閾値以上にあるとき、導体を通る高い電流に対応してゼロ電流を受け入れる。トランジスタ 206 の状態をオン又はオフ条件のいずれかにラッチすることができるようにフリップフロップ又はラッチを含むことができることは当業者には理解できるであろう。

20

【0060】

図 8 を参照すると、集積電流センサ 250 が、ここでは、ホール効果センサ 252、電流搬送導体 254、及び磁気コア 256 の形態の磁界変換器を含む。磁気コア 256 は、図 1 に示す磁気コア 24 のタイプであり、ホール効果センサ 252 は、図 1 に示すセンサ 12 のタイプである。この実施形態において、電流搬送導体 254 は、1 つの切欠部 258 のみを有する。切欠部 258 は、図 1 の切欠部 18b に比較することができ、同じ性能と利点を提供する。従って、切欠部 258 は、同様の寸法の磁気コア 256 の一部を受け、図 1 に関連して説明した方法と基本的には同様な方法で磁気コアに整列するようになっている。

30

【0061】

図 1A の成型本体 28 と同様の成型本体 (図示せず) は、互いに関する部品の移動を低減するために提供される。導体 254 は、z 軸方向中に延在する特徴部を有することなく、実質的に平坦である。使用において、導体は、プリント回路基板の表面に接近して配置され、従って、プリント回路基板の高さをさらに加えることを回避する。

【0062】

磁気コア 256 に関して 1 つの切欠部 258 を有する電流センサ 250 を示しているが、他の実施形態において、図 1 の切欠部 18a と比較可能な別の電流センサは、切欠部 (ノッチ) を 1 つだけ有し、同様の寸法のホール効果センサ (例えば、ホール効果センサ 152) を受け入れるようになっている。

40

【0063】

図 8 と同じ部品には同じ参照符号を有する図 8A を参照すると、集積電流センサ 300 は、ここでは、ホール効果センサ 252、電流搬送導体 302、及び磁気コア 256 の形態の磁界変換器を含む。この実施形態において、電流搬送導体 302 は、センサ 254 及び / 又はコア 256 の一部を受け入れるために図 1 の切欠部 18a、18b に比較できる切欠部はない。むしろホール効果センサ 252 は、図示するように導体 302 の縁部に対して並置され、磁気コアは、コアの脚部の各々がホール効果センサの各表面の実質的な部分を覆うように、導体 302 の反対の縁部を跨ぐように配置される。導体 302 は、実質的に平坦である。

【0064】

図 1A の成型本体 28 と同様の成型本体 (図示せず) は、互いに対して素子の動きを低

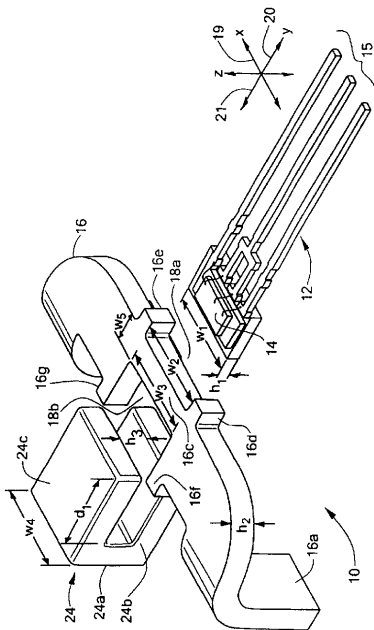
50

減するために提供することができる。従って、この特定の実施形態は、この部品を実質的に固定された相対位置に保持するために成型本体に依存することができる。

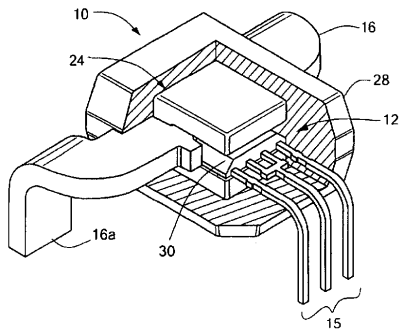
【 0 0 6 5 】

本発明の好ましい実施形態を説明したが、それらの概念を組み込んだ他の実施形態を使用することができることは当業者においては明らかになる。従って、これらの実施形態は開示された実施形態に制限されるべきではなく、特許請求の範囲の精神及び観点によってのみ制限されなければならない。ここの引用した文献は全体を参照することによってここに組み込まれている。

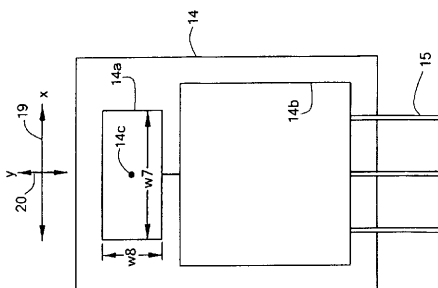
【 図 1 】



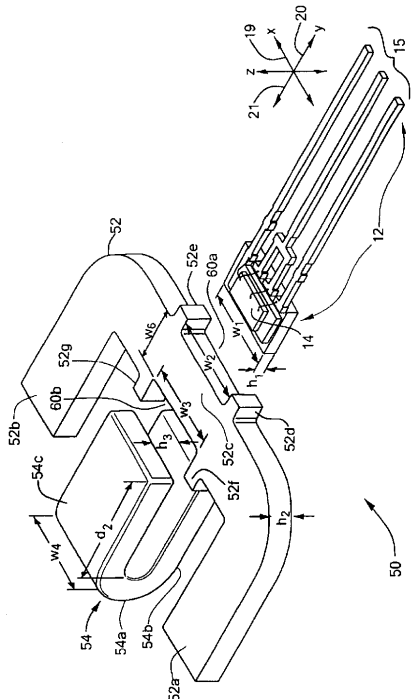
【 図 1 A 】



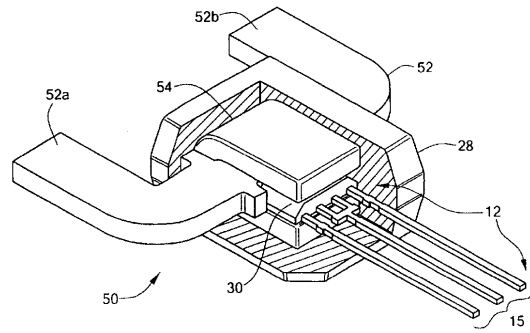
【 図 1 B 】



【図 2】

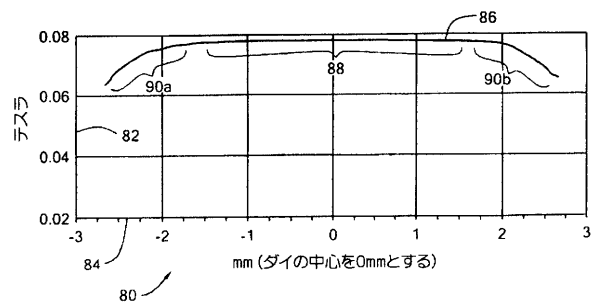


【図 2 A】



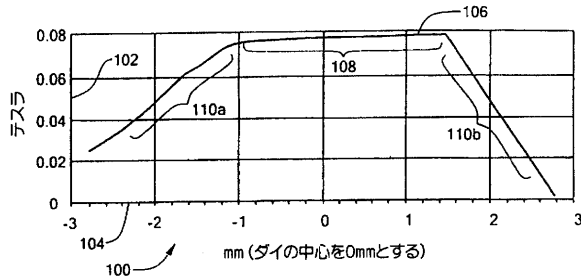
【図 3】

x軸に沿ったホール効果素子ダイ平面の中心の磁束密度 (100アンペア, 直流)



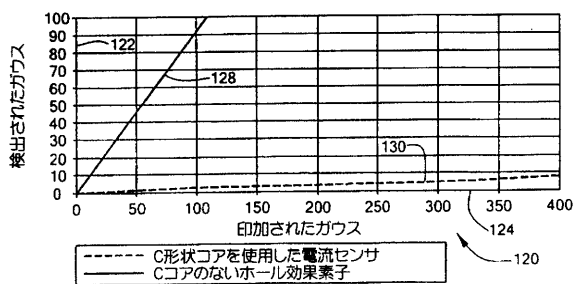
【図 3 A】

y軸に沿ったホール効果素子ダイ平面の中心を横切る磁束密度
(直流100アンペア)

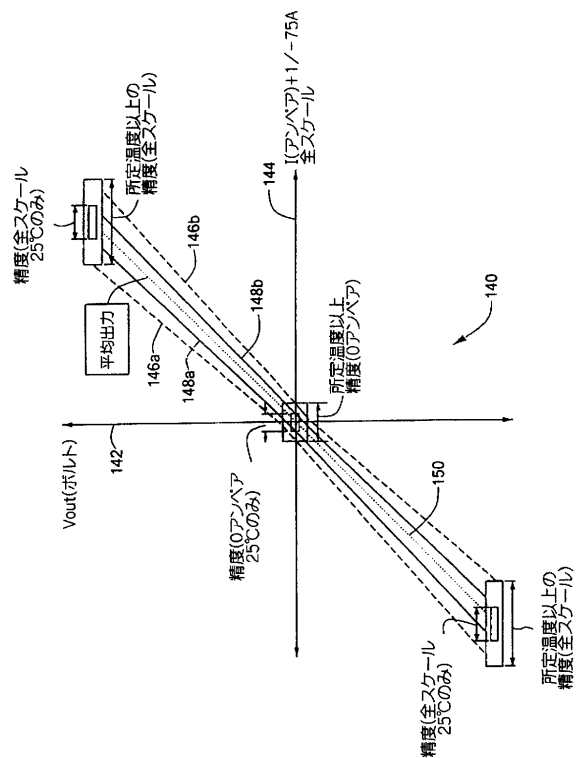


【図 4】

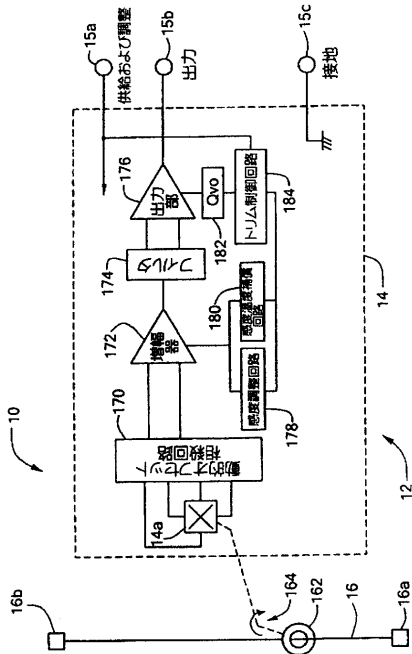
印加された外部DC磁界で検出された磁界: プロトタイプの
電流センサにおけるC形状コアのそれし(シャント)効果



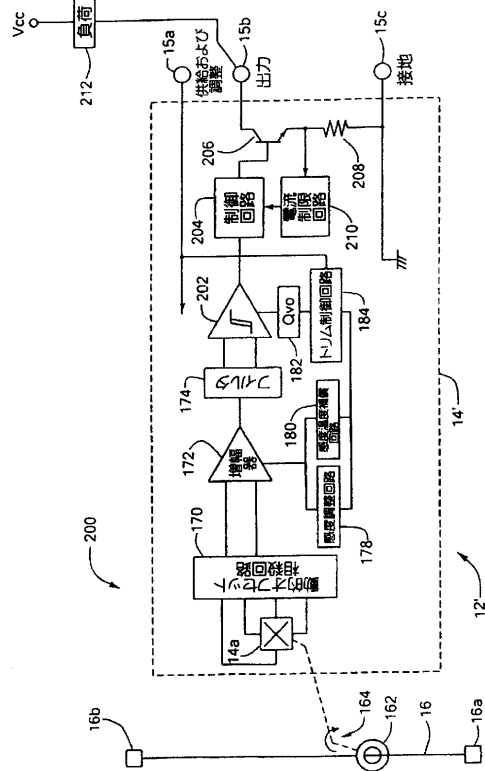
【図 5】



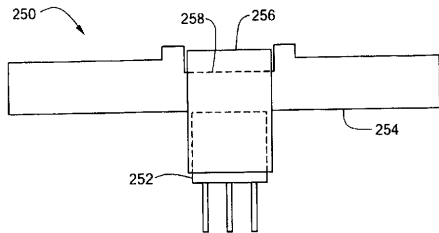
【図 6】



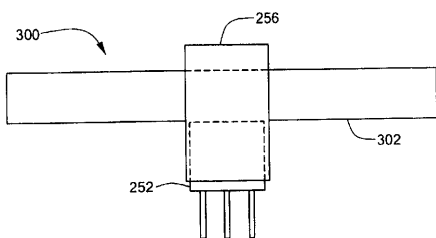
【図 7】



【図 8】



【図 8 A】



【手続補正書】

【提出日】平成21年10月13日(2009.10.13)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電流センサにおいて、

狭い領域、タブ、前記狭い領域から前記タブに延びる中間の領域を有する導体であって、前記狭い領域は、対向する実質的に平坦な表面を備え、前記中間の領域は、対向する実質的に平坦な表面を備え、前記中間の領域の前記対向する実質的に平坦な表面は、前記狭い領域の前記対向する実質的に平坦な表面と実質的に平行であり、前記狭い領域は、当該狭い領域の第 1 の側に切欠部を備え、前記タブは、回路基板に取り付けるようにされ、前記狭い領域の前記対向する実質的に平坦な表面が、前記回路基板の平面に接近して配置される、導体と、

磁界変換器と、

中央領域及び当該中央領域から延在する実質的に平行な一対の脚部を有する磁気コアであって、前記磁界変換器又は前記磁気コアの前記中央領域から選択された一方を、前記切欠部に配置し、前記磁界変換器又は前記磁気コアの前記中央領域の他方を、前記狭い領域の対向する第 2 の側に隣接することにより、前記一対の脚部が、前記狭い領域の前記対向する実質的に平坦な表面を跨ぎ、それぞれの脚部が、前記磁界変換器のそれぞれの表面の少なくとも一部を覆う、磁気コアとを備えており、

前記狭い領域の幅は、前記中間の領域の幅よりも狭い、電流センサ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、前記狭い領域の幅は、前記タブの幅よりも狭い、電流センサ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、前記磁界変換器と前記導体と前記磁気コアとの少なくとも一部を包囲する成型本体を含む、電流センサ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、前記磁界変換器は、少なくとも 1 つのホール効果素子を含む、電流センサ。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、前記磁界変換器は、少なくとも 1 つの磁気抵抗素子を含む、電流センサ。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、前記タブは、前記回路基板の孔を通して挿入される、電流センサ。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、前記タブは、前記導体の柔軟な曲げ部からなる、電流センサ。

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100141025

弁理士 阿久津 勝久

(72)発明者 スタウス, ジェイソン

アメリカ合衆国ニューハンプシャー州 0 3 3 0 1, コンコード, エドワード・ストリート 2 1

(72)発明者 ディッキンソン, リチャード

アメリカ合衆国ニューハンプシャー州 0 3 3 0 1, コンコード, モンロー・ストリート 9 エイ

(72)発明者 サウバー, ジョン

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 5 2 7, ミルベリー, ウエスト・メイン・ストリート 2
3 5

(72)発明者 エンゲル, レイ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 5 5 0, サウスブリッジ, レバノン・ヒル 7 8 2

(72)発明者 パイネル, サンドラ

アメリカ合衆国ニューハンプシャー州 0 3 0 6 4, ナシュア, ボウビュー・アベニュー 3 9

F ターム(参考) 2G025 AA05 AA07 AA11 AB01 AB02 AC01

5F092 AA15 AB01 AC02 AC05 AC06 FA02 FA05 FA08

【外国語明細書】
2010014729000001.pdf