

(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2011-522251

(P2011-522251A)

(43) 公表日 平成23年7月28日(2011.7.28)

(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

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-511715 (P2011-511715)	(71) 出願人	501105602
(86) (22) 出願日	平成21年5月20日 (2009.5.20)		アレグロ・マイクロシステムズ・インコーポレーテッド
(85) 翻訳文提出日	平成22年11月25日 (2010.11.25)		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
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/044614	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開番号	W02009/148823		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)	(74) 代理人	100075270
(31) 優先権主張番号	12/131, 339		弁理士 小林 泰
(32) 優先日	平成20年6月2日 (2008.6.2)	(74) 代理人	100080137
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流検知回路と集積電流センサの構成

(57) 【要約】

電流を検知するための電子回路は、対向する第1および第2の主面と、電流を搬送する電流導体とを有する回路基板を含む。電流導体は、回路基板上に配置された回路配線を含む。電子回路はまた、電流導体をまたぐような位置で回路基板上に配置され回路基板に電氣的に結合された集積回路も含む。

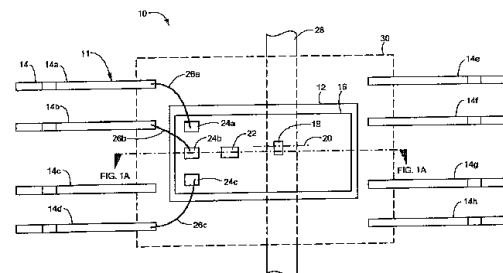


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電流を検知する電子回路であって、
対向する第 1 および第 2 の主面を有する回路基板と、
前記回路基板上に配置された回路配線を含む、前記電流を搬送する電流導体と、
前記電流導体をまたぐような位置で前記回路基板上に配置され前記回路基板に電氣的に結合された集積回路とを備え、前記集積回路が、前記電流に伴う磁界を検知する磁気抵抗素子を含む、電子回路。

【請求項 2】

前記磁気抵抗素子は、前記回路基板の前記対向する第 1 および第 2 の主面に対して概ね平行な最大応答軸を有する、請求項 1 に記載の電子回路。

【請求項 3】

前記磁気抵抗素子は巨大磁気抵抗素子である、請求項 2 に記載の電子回路。

【請求項 4】

前記磁気抵抗素子は、磁気トンネル接合 (M J T) 素子またはトンネル磁気抵抗 (T M R) 素子である、請求項 2 に記載の電子回路。

【請求項 5】

前記電流導体は前記回路基板の前記第 2 の面上に配置され、前記集積回路が前記回路基板の前記第 1 の面上に配置される、請求項 1 に記載の電子回路。

【請求項 6】

前記集積回路は、少なくとも 1 つの増幅器を支持する第 1 の基板と、前記磁気抵抗素子を支持する第 2 の基板とを備える、請求項 1 に記載の電子回路。

【請求項 7】

前記第 2 の基板は、フリップチップ構成で前記第 1 の基板と相対して配置される、請求項 6 に記載の電子回路。

【請求項 8】

前記第 1 および第 2 の基板が第 3 の基板によって支持される、請求項 6 に記載の電子回路。

【請求項 9】

前記第 1 および第 2 の基板が第 3 の基板によって支持され、前記第 1 の基板または前記第 2 の基板の少なくとも一方は、フリップチップ構成で前記第 3 の基板と相対して配置される、請求項 6 に記載の電子回路。

【請求項 10】

前記集積回路は、少なくとも 1 つの増幅器を支持し前記磁気抵抗素子も支持する面を有する基板を含む、請求項 1 に記載の電子回路。

【請求項 11】

電流を検知する電子回路であって、
対向する第 1 および第 2 の主面を有する回路基板と、
回路配線を含む、前記電流を搬送する電流導体と、
前記回路基板上に配置され前記回路基板に電氣的に結合された集積回路とを備え、前記集積回路は、前記電流に伴う磁界を検知するホール効果素子を含み、前記電流導体は前記回路基板の前記第 2 の面上に配置され、前記集積回路が前記回路基板の前記第 1 の面上に配置される、電子回路。

【請求項 12】

前記集積回路は、前記電流導体をまたぐような位置に配置される、請求項 12 に記載の電子回路。

【請求項 13】

前記ホール効果素子は、前記回路基板の前記対向する第 1 および第 2 の主面に対して概ね垂直な最大応答軸を有する、請求項 12 に記載の電子回路。

【請求項 14】

前記集積回路は、少なくとも１つの増幅器を支持する第１の基板と、前記ホール効果素子を支持する第２の基板とを備える、請求項１２に記載の電子回路。

【請求項１５】

前記第２の基板は、フリップチップ構成で前記第１の基板と相対して配置される、請求項１４に記載の電子回路。

【請求項１６】

前記第１および第２の基板が第３の基板によって支持される、請求項１４に記載の電子回路。

【請求項１７】

前記第１および第２の基板が第３の基板によって支持され、前記第１の基板または前記第２の基板の少なくとも一方は、フリップチップ構成で前記第３の基板と相対して配置される、請求項１４に記載の電子回路。

【請求項１８】

前記集積回路は、少なくとも１つの増幅器を支持し前記ホール効果素子も支持する面を有する基板を含む、請求項１２に記載の電子回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般に電流検知回路に関し、より具体的にはそれぞれの集積電流センサを有する電流検知回路に関する。

【背景技術】

【０００２】

当技術分野で知られているように、従来の電流センサの１つのタイプは、導体を通過する電流に伴う磁界に応じて電圧を発生するホール効果素子を使用するものである。このタイプの典型的な電流センサは、例えば回路基板である誘電体材料上に装着されたホール効果素子を含む。一部の応用例では、鉄コア（磁束集束器）がホール効果素子の近傍で使用される。

【０００３】

別のタイプの電流センサでは、導体を通過する電流に伴う磁界に応じて抵抗が変化する磁気抵抗素子を使用する。ある一定の電流が磁気抵抗素子中に導かれ、それによって、磁界に比例する電圧出力信号が発生する。このタイプの従来の電流センサには、例えば回路基板である誘電体材料上に装着された異方性磁気抵抗（ＡＭＲ）素子を使用するものがある。

【０００４】

感度および直線性を含む様々なパラメータが電流センサの性能を特徴付ける。感度は、磁界の変化に応じた磁気抵抗素子の抵抗の変化、またはホール効果素子からの出力電圧の変化に係する。直線性は、磁気抵抗素子の抵抗またはホール効果素子からの出力電圧が磁界に対し線形正比例して変わる度合いに係する。

【０００５】

電流センサを特徴付けることができる別のパラメータは、電流センサと、導体中の電流を測定するための電流センサが近くに配置された導体との間で、少なくとも既定の絶縁破壊電圧に耐える能力である。

【０００６】

電流センサ感度と上述の絶縁破壊電圧の間にはトレードオフがありうる。つまり、高感度を得るには、電流センサ、特に電流センサ内の電流（磁界）検知素子が、導体の近傍に可能な限り接近して配置されることが望ましい。しかし、ごく接近することは、絶縁破壊電圧を低下させる傾向がある。

【０００７】

現在のセンサに使用される様々なタイプの磁界検知素子（例えば、ホール効果素子および磁気抵抗素子）は、それだけには限らないが、磁界に応じて異なる感度、異なる直線性

10

20

30

40

50

、さらには異なるヒステリシス特性も含んで、それぞれ異なる特性を有することが知られている。磁気抵抗素子の多くのタイプがホール効果素子よりも高い感度を有することも知られている。特定のタイプの磁界検知素子、例えばホール効果素子は、基板（すなわち検知層）が別々の材料、例えばシリコン（Si）とガリウム砒素（GaAs）からなる場合、大幅に異なる感度を有しうることもまた知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

相対的に高い感度と、さらには相対的に高い絶縁破壊電圧の両方を有する電流センサを実現することが望ましいであろう。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様によれば、電流を検知するための電子回路は、対向する第1および第2の主面と、電流を搬送する電流導体とを有する回路基板を含む。電流導体は、回路基板上に配置された回路配線を含む。電子回路はまた、電流導体をまたぐような位置で回路基板上に配置され回路基板に電氣的に結合された集積回路も含む。集積回路は、電流に伴う磁界を検知する磁気抵抗素子を含む。

【0010】

この構成では、電子回路は、特に磁気抵抗素子の代わりに別にホール効果素子を用いて得られる感度と比較して、電流に対する感度が相対的に高い。

20

電流導体は、電流を搬送すること、また付随する電圧を有することの両方ができることを理解されたい。構成によっては、電流導体が回路基板の第2の面上に配置され、集積回路が回路基板の第1の面上に配置される。この特定の構成では、電子回路は、電流に対する感度が相対的に高く、電流導体上の電圧に対する絶縁破壊電圧もまた特に高い。

【0011】

本発明の別の態様によれば、電流を検知するための電子回路は、対向する第1および第2の主面と、電流を搬送する電流導体とを有する回路基板を含む。電流導体は回路配線を含む。電子回路はまた、回路基板上に配置され回路基板に電氣的に結合された集積回路も含む。集積回路は、電流に伴う磁界を検知するホール効果素子を含む。電流導体は回路基板の第2の面上に配置され、集積回路は回路基板の第1の面上に配置される。

30

【0012】

本発明の上述の特徴、ならびに本発明自体は、以下の詳細な図面の説明からより完全に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、基板の表面上に配置された磁界検知素子を有する集積回路電流センサを含み、電流導体もまた含む電子回路を示す図である。

【図1A】図1Aは図1の電子回路の断面図である。

【図2】図2は、第1および第2の基板と、第2の基板の表面上に配置された磁界検知素子とを有する集積回路電流センサを含み、電流導体もまた含む電子回路を示す図である。

40

【図2A】図2Aは図2の電子回路の断面図である。

【図3】図3は、第1および第2の基板と、第2の基板の表面上に配置された磁界検知素子とを有する集積回路電流センサを含み、電流導体もまた含む別の電子回路を示す図である。

【図3A】図3Aは図3の電子回路の断面図である。

【図4】図4は、第1および第2の基板と、第2の基板の表面上に配置された磁界検知素子とを有する集積回路電流センサを含み、電流導体もまた含む別の電子回路を示す図である。

【図4A】図4Aは図4の電子回路の断面図である。

【図5】図5は、第1、第2および第3の基板と、第2の基板の表面上に配置された磁界

50

検知素子とを有する集積回路電流センサを含み、電流導体もまた含む別の電子回路を示す図である。

【図 5 A】図 5 A は図 5 の電子回路の断面図である。

【図 6】図 6 は、第 1、第 2 および第 3 の基板と、第 3 の基板の表面上に配置された磁界検知素子とを有する集積回路電流センサを含み、電流導体もまた含む電子回路を示す図である。

【図 6 A】図 6 A は図 6 の電子回路の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明を説明する前に、いくつかの導入概念および術語について説明する。本明細書で「磁界検知素子」という語は、磁界に応答し、磁界を測定するのに使用できる電子構成要素を示すのに用いられる。磁界検知素子は、それだけには限らないが、ホール効果素子および磁気抵抗素子を含むタイプとすることができる。ホール効果素子は水平型または垂直型とすることができる。磁気抵抗素子は、それだけには限らないが、巨大磁気抵抗 (GMR) 素子、異方性磁気抵抗 (AMR) 素子、磁気トンネル接合 (MJT) 素子、およびトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子を含むタイプとすることができる。

10

【0015】

本明細書で「磁界センサ」という語は、磁界検知素子を含み、かつ磁界に応答し、磁界を測定するのに使用できる電子回路を示すのに用いられる。本明細書で「電流センサ」という語は、磁界検知素子を含み、かつ導体中の電流に応答し、電流を測定するのに使用できる電子集積回路を示すのに用いられる。

20

【0016】

本明細書では、導体中の電流は、おおよそ電流の方向に配置される磁界を発生させることを理解されたい。したがって、電流センサ内に使用された磁界検知素子は、導体中に流れる電流を測定するのに使用することができる。

【0017】

本明細書で「回路基板」という語は、例えば導電回路配線を有するガラス繊維回路基板、また導電配線を有するセラミック基板でもあるプリント回路基板 (PCB) を示すのに用いられる。

【0018】

30

図 1 および図 1 A を参照すると、同様の素子は同様の参照符号を有して示され、電子回路 10 は、回路基板 40 の、電流センサ 11 に近接する第 1 の面 40 a 上に配置された第 1 の電流導体 28、または回路基板 40 の、電流センサ 11 から遠い第 2 の面 40 b 上に配置された第 2 の電流導体 32 の一方または両方の上にまたいで配置された集積回路電流センサ 11 を含む。電流センサ 11 は、ベースプレート 12 および付随するリード 14 a ~ 14 h を有するリードフレーム 14 を含む。

【0019】

電流センサ 11 はまた、対向する第 1 の面 16 a および第 2 の面 16 b を有する基板 16 も含む。基板 16 は、基板 16 の第 2 の面 16 b がベースプレート 12 の上になり、基板 16 の第 1 の面 16 a が基板 16 の第 2 の面 16 b の上になるように、リードフレームベースプレート 12 の上に配置される。

40

【0020】

電流センサ 11 はまた、基板 16 の第 1 の面 16 a 上に配置された磁界検知素子 18 も含む。

特定の一実施形態では、磁界検知素子 18 は磁気抵抗素子であり、例えば巨大磁気抵抗 (GMR) 素子または異方性磁気抵抗 (AMR) 素子のうちの選択されたものである。別の特定の実施形態では、磁界検知素子 18 はホール効果素子である。しかし、磁気抵抗素子は一般に、ホール効果素子よりも感度が高く、したがって、図示のように磁界検知素子 18 が電流導体 28 からいくぶん遠くなっている電子回路 10 では、磁界検知素子 18 がホール効果素子である電子回路 10 よりも高い感度を実現できることを理解されたい。

50

【0021】

さらに、磁気抵抗素子は一般に、例えば基板16の第1の面16aである面に平行な最大応答軸20を有する。対照的に、ホール効果素子のほとんどのタイプでは、基板16の第1の面16aに垂直な最大応答軸を有する。

【0022】

基板16（ホール効果素子では検知層とすることができる）は、それだけには限らないが、Si、GaAs、InP、InSb、InGaAs、InGaAsP、SiGe、セラミック、またはガラスを含む様々な材料で構成することができる。特定の一実施形態では、基板16はシリコン（Si）からなる。

【0023】

電流センサ11はまた、基板16の第1の面16a上に配置された少なくとも1つの電子構成要素22を含むこともできる。電子構成要素22は、それだけには限らないが、例えば抵抗、コンデンサまたはインダクタである受動電子構成要素と、例えばトランジスタ、増幅器または他の集積回路である能動電子構成要素とを含むことができる。

【0024】

基板16はまた、ボンディングパッド24a~24cが代表する複数のボンディングパッドを含むこともできる。ボンドワイヤ26a~26cは、基板16を、例えばリード14a、14b、14dであるリードに結合することができる。しかし、集積回路11は、3つよりも多い、または3つよりも少ないそのような結合部を有することができることを理解されたい。

【0025】

図示の構成では、例えばプラスチックのボディ30を使用して基板16を包み込むことができることを理解されたい。

様々な絶縁層（図示せず）を使用して、電流センサ11の一部分を電流センサ11の他の部分から電氣的に分離できることを理解されたい。例えば、基板16の第1の面16aと磁界検知素子18の間に絶縁層（図示せず）を配置することができる。また、基板16の第2の面16bとベースプレート12の間に絶縁層（図示せず）を配置することもできる。

【0026】

基板16は、ベースプレート12に従来のように装着されて、すなわち、基板16の第1の面16aがベースプレート12から離れる方に向いて示されているが、別の諸構成では、フリップチップ構成で基板16をベースプレート12に対して反転させることもできる。これらの構成では、基板16の第1の面16aはベースプレート12に近接し、ハンダボール、金バンプ、共晶または高鉛ハンダバンプ、無鉛ハンダバンプ、金スタッドバンプ、ポリマー導電性バンプ、導電性ペースト、または導電性フィルムのうちの選択されたものでリード14a~14hに結合される。

【0027】

動作中、第1の電流導体28を通して流れる電流に応じて、線34で表された磁束が生成される。磁界検知素子18が磁気抵抗素子である諸実施形態では、線34で表された磁束が、磁界検知素子18の最大応答軸20に対してほぼ平行な方向で磁界検知素子18の近くおよび中を通過し、それによって、磁界検知素子18は、電流導体28中を流れる電流に応答する。

【0028】

磁界検知素子18がホール効果素子である諸実施形態では、ホール効果素子は、上記のように基板16の第1の面16aに対してほぼ垂直な最大応答軸を有することができ、磁界検知素子18は、線34で表された磁束が基板16の第1の面16aに対してより垂直に通過し、かつ磁界検知素子18中をより垂直に通過するように、図示の位置の右側または左側に配置することができる。

【0029】

磁界検知素子18がホール効果素子である他のいくつかの実施形態では、電流センサ1

10

20

30

40

50

１が電流導体２８または３２をまたがないように、電流センサ１１全体が電流導体２８または３２の右側または左側に配置される。

【００３０】

回路基板４０の、第１の面４０ａに対向する第２の面４０ｂ上に配置された第２の電流導体３２は、電流センサ１１が第１の電流導体２８中を通過する電流の代わりに、またはそれに追加して第２の電流導体３２中を通過する電流を検知するように、第１の電流導体２８の代わりに、またはそれに追加して使用することができる。線３６で表された磁束が、磁界検知素子１８の最大応答軸２０に対してほぼ平行な方向で磁界検知素子１８の近くおよび中を通過し、それによって、磁界検知素子１８は、第２の電流導体３２中を流れる電流に応答する。しかし、磁界検知素子１８からは第２の電流導体３２が第１の電流導体
10 ２８よりも遠くにあるので、磁界検知素子１８は、したがって電流センサ１１は、第２の電流導体３２中を流れる電流に対する感度が、第１の電流導体２８中を流れる電流に対する感度よりも低いことを理解されたい。したがって、第１の電流導体２８ではなく第２の電流導体３２を使用する構成では、磁界検知素子１８は、ホール効果素子よりも感度が高い磁気抵抗素子であることが有利である。

【００３１】

回路基板４０の、集積回路１１の反対側に電流導体３２を有する電子回路１０では、特に高い絶縁破壊電圧（または電気的分離）が第２の電流導体３２と集積回路１１の間に得られる。これは、例えばエポキシガラス回路基板であるほとんどの従来の回路基板４０が、高い絶縁破壊電圧を有する絶縁体であることからいえる。
20

【００３２】

電流センサ１１が第１の導体２８をまたぎ、さらに第２の導体３２もまたいでいることは明らかであろう。本明細書では、「またぐ」という語は、回路基板４０に垂直で、電流センサ１０の一方の側の例えばリード１４ａ～１４ｄであるリードの遠端を通過する平面と、回路基板４０に垂直で、電流センサ１０の他方の側の例えばリード１４ａ～１４ｄであるリードの遠端を通過するもう１つの平面とが、導体２８または３２の両側にある構成を示すのに用いられる。

【００３３】

次に図２および図２Ａを参照すると、同様の素子は同様の参照符号を有して示され、図１および図１Ａと同様の素子もまた同様の参照符号を有して示され、電子回路５０が集積回路センサ５１を含む。電子回路５０は、図１および図１Ａの電子回路１０と同様の態様、およびある程度同様の機能を含む。
30

【００３４】

電流センサ５１は、対向する第１の面５２ａおよび第２の面５２ｂを有する第１の基板５２を含む。第１の基板５２は、第１の基板５２の第２の面５２ｂがベースプレート１２の上になり、第１の基板５２の第１の面５２ａが第１の基板５２の第２の面５２ｂの上になるように、ベースプレート１２の上に配置される。

【００３５】

集積回路５１はまた、対向する第１の面５４ａおよび第２の面５４ｂを有する第２の基板５４を含む。第１の基板５２と第２の基板５４は、第２の基板５４の第１の面５４ａが第１の基板５２の第１の面５２ａの上になり、第２の基板５４の第２の面５４ｂが第２の基板５４の第１の面５４ａの上になるように結合される。第２の基板５４が第１の基板５２とフリップチップ構成で配置されていることは明らかであろう。
40

【００３６】

第１の基板５２および第２の基板５４は、それだけには限らないが、Ｓｉ、ＧａＡｓ、ＩｎＰ、ＩｎＳｂ、ＩｎＧａＡｓ、ＩｎＧａＡｓＰ、ＳｉＧｅ、セラミック、またはガラスを含む様々な材料から構成することができる。第１の基板５２および第２の基板５４は、同じ材料または別々の材料で構成することができる。

【００３７】

第２の基板５４の第１の面５４ａは、第１の基板５２の第１の面５２ａに複数の接合部
50

で結合することができ、接合部 60 はその一例にすぎない。接合部（例えば、60）は、ハンダボール、金バンプ、共晶または高鉛ハンダバンプ、無鉛ハンダバンプ、金スタッドバンプ、ポリマー導電性バンプ、導電性ペースト、または導電性フィルムのうちの選択されたものとしてすることができる。

【0038】

電流センサ 51 はまた、第 1 の基板 52 の第 1 の面 52 a 上に配置された少なくとも 1 つの電子構成要素 62 を含むこともできる。電子構成要素 62 は、それだけには限らないが、例えば抵抗、コンデンサまたはインダクタである受動電子構成要素と、例えばトランジスタ、増幅器または他の集積回路である能動電子構成要素とを含むことができる。

【0039】

電流センサ 51 はまた、第 2 の基板 54 の第 1 の面 54 a 上に配置された磁界検知素子 56 も含む。磁界検知素子 56 は、図 1 および図 1 A の磁界検知素子 18 と同一または同様とすることができる。磁界検知素子 56 は、第 2 の基板 54 の第 1 の面 54 a と本質的に平行な最大応答軸 58 を有することができる。電流センサ 51 は、電流導体 28 または 32 をまたぐことができる。

【0040】

磁界検知素子 56 がホール効果素子である諸実施形態では、ホール効果素子は、第 2 の基板 54 の第 1 の面 54 a に対してほぼ垂直な最大応答軸を有することができ、磁界検知素子 56 は、線 34 で表された磁束が第 2 の基板 54 の第 1 の面 54 a に対してより垂直に通過し、かつ磁界検知素子 56 中をより垂直に通過するように、図示の位置の右側または左側に配置することができる。

【0041】

磁界検知素子 56 がホール効果素子である他のいくつかの実施形態では、電流センサ 51 が電流導体 28 または 32 をまたがないように、電流センサ 51 全体が電流導体 28 または 32 の右側または左側に配置される。

【0042】

電流センサ 51 はまた、ボンディングパッド 64 a ~ 64 c が代表する複数のボンディングパッドを含むこともできる。ボンドワイヤ 26 a ~ 26 c は、第 1 の基板 52 を、例えばリードフレーム 14 のリード 14 a、14 b、14 d であるリードに結合することができる。

【0043】

様々な絶縁層を使用して、電流センサ 51 の一部分を電流センサ 51 の他の部分から電気的に分離できることを理解されたい。例えば、第 1 の基板 52 の第 1 の面 52 a と第 2 の基板 54 の第 1 の面 54 a との間に絶縁層（図示せず）を配置することができる。また、第 2 の基板 54 の第 1 の面 54 a と磁界検知素子 56 の間に絶縁層（図示せず）を配置することもできる。

【0044】

電流センサ 51 が第 1 の導体 28 をまたぎ、さらに第 2 の導体 32 もまたいでいることは明らかであろう。

次に図 3 および図 3 A を参照すると、同様の素子は同様の参照符号を有して示され、図 1 および図 1 A と同様の素子もまた同様の参照符号を有して示され、電子回路 100 が集積回路センサ 101 を含む。電子回路 100 は、図 1 および図 1 A の電子回路 10 と同様の態様、およびある程度同様の機能を含む。

【0045】

電流センサ 101 は、対向する第 1 の面 102 a および第 2 の面 102 b を有する第 1 の基板 102 を含む。第 1 の基板 102 は、第 1 の基板 102 の第 2 の面 102 b がベースプレート 12 の上になり、第 1 の基板 102 の第 1 の面 102 a が第 1 の基板 102 の第 2 の面 102 b の上になるように、ベースプレート 12 の上に配置される。

【0046】

集積回路 101 はまた、対向する第 1 の面 104 a および第 2 の面 104 b を有する第

10

20

30

40

50

2の基板104も含む。第1の基板102と第2の基板104は、第2の基板104の第2の面104bが第1の基板102の第1の面102aの上になり、第2の基板104の第2の面104aが第2の基板104の第2の面104bの上になるように結合される。

【0047】

いくつかの実施形態では、絶縁体106を第1の基板102と第2の基板104の間に配置することができる。いくつかの実施形態では、絶縁体106は、第2の基板104を第1の基板102に接着もするエポキシ材料である。

【0048】

第1の基板102および第2の基板104は、それだけには限らないが、Si、GaAs、InP、InSb、InGaAs、InGaAsP、SiGe、セラミック、またはガラスを含む様々な材料から構成することができる。第1の基板102および第2の基板104は、同じ材料または別々の材料で構成することができる。

【0049】

第2の基板104の第1の面104aは、第1の基板102の第1の面102aに複数のワイヤボンディングで結合することができ、ボンディングパッド110と112の間のワイヤボンディング114はその一例にすぎない。

【0050】

電流センサ101はまた、第1の基板102の第1の面102a上に配置された少なくとも1つの電子構成要素116を含むこともできる。電子構成要素116は、それだけには限らないが、例えば抵抗、コンデンサまたはインダクタである受動電子構成要素と、例えばトランジスタ、増幅器または他の集積回路である能動電子構成要素とを含むことができる。

【0051】

電流センサ101はまた、第2の基板104の第1の面104a上に配置された磁界検知素子108も含む。磁界検知素子108は、図1および図1Aの磁界検知素子18と同一または同様とすることができる。磁界検知素子108は、第2の基板104の第1の面104aと本質的に平行な最大応答軸109を有する。電流センサ101は、電流導体28および/または32をまたぐことができる。

【0052】

磁界検知素子108がホール効果素子である諸実施形態では、ホール効果素子は、第2の基板104の第1の面104aに対してほぼ垂直な最大応答軸を有することができ、磁界検知素子108は、線34で表された磁束が第2の基板104の第1の面104aに対してより垂直に通過し、かつ磁界検知素子108中をより垂直に通過するように、図示の位置の右側または左側に配置することができる。

【0053】

磁界検知素子108がホール効果素子である他のいくつかの実施形態では、電流センサ101が電流導体28または32をまたがないように、電流センサ101全体が電流導体28または32の右側または左側に配置される。

【0054】

電流センサ101はまた、ボンディングパッド118a~118cが代表する複数のボンディングパッドを含むこともできる。ボンディングワイヤ26a~26cは、第1の基板102を、例えばリードフレーム14のリード14a、14b、14dであるリードに結合することができる。

【0055】

様々な絶縁層を使用して、電流センサ101の一部分を電流センサ101の他の部分から電気的に分離できることを理解されたい。例えば、第1の基板102の第1の面102aと第2の基板104の第2の面104bとの間に絶縁層106を配置することができる。また、第2の基板104の第1の面104aと磁界検知素子108の間に絶縁層(図示せず)を配置することもできる。

【0056】

10

20

30

40

50

電流センサ 101 が第 1 の導体 28 をまたぎ、さらに第 2 の導体 32 もまたいでいることは明らかである。

次に図 4 および図 4 A を参照すると、同様の素子は同様の参照符号を有して示され、図 1 および図 1 A と同様の素子もまた同様の参照符号を有して示され、電子回路 150 が集積回路センサ 151 を含む。電子回路 150 は、図 1 および図 1 A の電子回路 10 と同様の態様、およびある程度同様の機能を含む。

【0057】

電流センサ 151 は、対向する第 1 の面 152 a および第 2 の面 152 b を有する第 1 の基板 152 を含む。第 1 の基板 152 は、第 1 の基板 152 の第 2 の面 152 b がベースプレート 12 の上になり、第 1 の基板 152 の第 1 の面 152 a が第 1 の基板 152 の第 2 の面 152 b の上になるように、ベースプレート 12 の上に配置される。

10

【0058】

集積回路 151 はまた、対向する第 1 の面 162 a および第 2 の面 162 b を有する第 2 の基板 162 も含む。第 2 の基板 162 は、第 2 の基板 162 の第 2 の面 162 b がベースプレート 12 の上になり、第 2 の基板 162 の第 1 の面 162 a が第 2 の基板 162 の第 2 の面 162 b の上になるように、ベースプレート 12 に結合される。

【0059】

第 1 の基板 152 および第 2 の基板 162 は、それだけには限らないが、Si、GaAs、InP、InSb、InGaAs、InGaAsP、SiGe、セラミック、またはガラスを含む様々な材料から構成することができる。第 1 の基板 152 および第 2 の基板 162 は、同じ材料または別々の材料で構成することができる。

20

【0060】

第 2 の基板 162 の第 1 の面 162 a は、第 1 の基板 152 の第 1 の面 152 a に複数のワイヤボンダで結合することができ、ワイヤボンダ 160 はその一例にすぎない。

電流センサ 151 はまた、第 1 の基板 152 の第 1 の面 152 a 上に配置された少なくとも 1 つの電子構成要素 154 を含むこともできる。電子構成要素 154 は、それだけには限らないが、例えば抵抗、コンデンサまたはインダクタである受動電子構成要素と、例えばトランジスタ、増幅器または他の集積回路である能動電子構成要素とを含むことができる。

【0061】

30

電流センサ 151 はまた、第 2 の基板 162 の第 1 の面 162 a 上に配置された磁界検知素子 164 も含む。磁界検知素子 164 は、図 1 および図 1 A の磁界検知素子 18 と同一または同様とすることができる。磁界検知素子 164 は、第 2 の基板 162 の第 1 の面 162 a と本質的に平行な最大応答軸 168 を有する。電流センサ 151 は、電流導体 28 および / または 32 をまたぐことができる。

【0062】

磁界検知素子 164 がホール効果素子である諸実施形態では、ホール効果素子は、第 2 の基板 162 の第 1 の面 162 a に対してほぼ垂直な最大応答軸を有することができ、磁界検知素子 164 は、線 34 で表された磁束が第 2 の基板 162 の第 1 の面 162 a に対してより垂直に通過し、かつ磁界検知素子 164 中をより垂直に通過するように、図示の位置の右側または左側に配置することができる。

40

【0063】

磁界検知素子 164 がホール効果素子である他のいくつかの実施形態では、電流センサ 151 が電流導体 28 または 32 をまたがないように、電流センサ 151 全体が電流導体 28 または 32 の右側または左側に配置される。

【0064】

電流センサ 151 はまた、複数のボンディングパッドを含むこともでき、ボンディングパッド 158 はその一例にすぎない。例えばボンドワイヤ 166 a ~ 166 c であるボンドワイヤは、第 1 の基板 152 を、例えばリードフレーム 14 のリード 14 a、14 e、14 f であるリードに結合することができる。

50

【0065】

様々な絶縁層を使用して、電流センサ151の一部分を電流センサ151の他の部分から電氣的に分離できることを理解されたい。例えば、第1の基板152および第2の基板162の第2の面152b、162bとベースプレート12の間に絶縁層（図示せず）を配置することができる。また、第2の基板162の第1の面162aと磁界検知素子164の間に絶縁層（図示せず）を配置することもできる。

【0066】

電流センサ151が第1の導体28をまたぎ、さらに第2の導体32もまたいでいることは明らかであろう。

次に図5および図5Aを参照すると、同様の素子は同様の参照符号を有して示され、図1および図1Aと同様の素子もまた同様の参照符号を有して示され、電子回路200が集積回路センサ201を含む。電子回路200は、図1および図1Aの電子回路10と同様の態様、およびある程度同様の機能を含む。

【0067】

電流センサ201は、対向する第1の面202aおよび第2の面202bを有する第1の基板202を含む。第1の基板202は、第1の基板202の第2の面202bがベースプレート12の上になり、第1の基板202の第1の面202aが第1の基板202の第2の面202bの上になるように、ベースプレート12の上に配置される。

【0068】

集積回路201はまた、対向する第1の面204aおよび第2の面204bを有する第2の基板204と、対向する第1の面210aおよび第2の面210bを有する第3の基板210とを有する。第1の基板202と第2の基板204は、第2の基板204の第1の面204aが第1の基板202の第1の面202aの上になり、第2の基板204の第2の面204bが第2の基板204の第1の面204aの上になるように結合される。同様に、第1の基板202と第3の基板210は、第3の基板210の第1の面210aが第1の基板202の第1の面202aの上になり、第3の基板210の第2の面210bが第3の基板210の第1の面210aの上になるように結合される。第2の基板204および第3の基板210は、第1の基板202に対してフリップチップ構成で配置される。

【0069】

第2の基板204の第1の面204aは、第1の基板202の第1の面202aに複数の接合部で結合することができ、接合部208はその一例にすぎない。同様に、第3の基板210の第1の面210aは、第1の基板202の第1の面202aに複数の接合部で結合することができ、接合部214はその一例にすぎない。接合部（例えば、208、214）は、ハンダボール、金バンプ、共晶または高鉛ハンダバンプ、無鉛ハンダバンプ、金スタッドバンプ、ポリマー導電性バンプ、導電性ペースト、または導電性フィルムのうちの選択されたものとして行うことができる。

【0070】

第1の基板202、第2の基板204および第3の基板210は、それだけには限らないが、Si、GaAs、InP、InSb、InGaAs、InGaAsP、SiGe、セラミック、またはガラスを含む様々な材料から構成することができる。第1の基板202、第2の基板204および第3の基板210は、同じ材料または別々の材料で構成することができる。

【0071】

第2の基板204と第3の基板210は、回路配線（図示せず）により第1の基板202の上または内部に電氣的に一緒に結合できることを理解されたい。

電流センサ201はまた、第3の基板210の第1の面210a上に配置された少なくとも1つの電子構成要素212を含むこともできる。電子構成要素212は、それだけには限らないが、例えば抵抗、コンデンサまたはインダクタである受動電子構成要素と、例えばトランジスタ、増幅器または他の集積回路である能動電子構成要素とを含むことがで

10

20

30

40

50

きる。

【0072】

電流センサ201はまた、第2の基板204の第1の面204a上に配置された磁界検知素子206も含む。磁界検知素子206は、図1および図1Aの磁界検知素子18と同ーまたは同様とすることができる。磁界検知素子206は、第2の基板204の第1の面204aと本質的に平行な最大応答軸216を有する。電流センサ201は、電流導体28および/または32をまたぐことができる。

【0073】

磁界検知素子206がホール効果素子である諸実施形態では、ホール効果素子は、第2の基板204の第1の面204aに対してほぼ垂直な最大応答軸を有することができ、磁界検知素子206は、線34で表された磁束が第2の基板204の第1の面204aに対してより垂直に通過し、かつ磁界検知素子206中をより垂直に通過するように、図示の位置の右側または左側に配置することができる。

【0074】

磁界検知素子206がホール効果素子である他のいくつかの実施形態では、電流センサ201が電流導体28または32をまたがないように、電流センサ201全体が電流導体28または32の右側または左側に配置される。

【0075】

電流センサ201はまた、例えばボンディングパッド220a~220cである複数のボンディングパッドを第1の基板202の第1の面202a上に含むこともできる。例えばボンドワイヤ26a~26cであるボンドワイヤは、第3の基板210を、例えばリードフレーム14のリード14a、14e、14fであるリードに結合することができる。

【0076】

様々な絶縁層を使用して、電流センサ201の一部分を電流センサ201の他の部分から電氣的に分離できることを理解されたい。

電流センサ201が第1の導体28をまたぎ、さらに第2の導体32もまたいでいることは明らかであろう。

【0077】

次に図6および図6Aを参照すると、同様の素子は同様の参照符号を有して示され、図1および図1Aと同様の素子もまた同様の参照符号を有して示され、電子回路250が集積回路センサ251を含む。電子回路250は、図1および図1Aの電子回路10と同様の態様、およびある程度同様の機能を含む。

【0078】

電流センサ251は、対向する第1の面252aおよび第2の面252bを有する第1の基板252を含む。第1の基板252は、第1の基板252の第2の面252bがベースプレート12の上になり、第1の基板252の第1の面252aが第1の基板252の第2の面252bの上になるように、ベースプレート12の上に配置される。

【0079】

集積回路251はまた、対向する第1の面254aおよび第2の面254bを有する第2の基板254と、対向する第1の面262aおよび第2の面262bを有する第3の基板262とを有する。第1の基板252と第2の基板254は、第2の基板254の第2の面254bが第1の基板252の第1の面252aの上になり、第2の基板254の第1の面254aが第2の基板254の第2の面254bの上になるように結合される。同様に、第1の基板252と第3の基板262は、第3の基板262の第2の面262bが第1の基板252の第1の面252aの上になり、第3の基板262の第1の面262aが第3の基板262の第2の面262bの上になるように結合される。

【0080】

第2の基板254の第1の面254aは、第3の基板262の第1の面262aに複数のボンドワイヤで結合することができ、ボンドワイヤ260はその一例にすぎない。第2の基板254の第1の面254aはまた、第1の基板252の第1の面252aに複数の

10

20

30

40

50

ボンドワイヤで結合することができ、ボンドワイヤ 270 はその一例にすぎない。第 1 の基板 252 の第 1 の面 252a は、リード 14 に複数のボンドワイヤで結合することができ、ボンドワイヤ 268 はその一例にすぎない。

【0081】

第 1 の基板 252、第 2 の基板 254 および第 3 の基板 262 は、それだけには限らないが、Si、GaAs、InP、InSb、InGaAs、InGaAsP、SiGe、セラミック、またはガラスを含む様々な材料から構成することができる。第 1 の基板 252、第 2 の基板 254 および第 3 の基板 262 は、同じ材料または別々の材料で構成することができる。

【0082】

電流センサ 251 はまた、第 2 の基板 254 の第 1 の面 254a 上に配置された少なくとも 1 つの電子構成要素 256 を含むこともできる。電子構成要素 256 は、それだけには限らないが、例えば抵抗、コンデンサまたはインダクタである受動電子構成要素と、例えばトランジスタ、増幅器または他の集積回路である能動電子構成要素とを含むことができる。

【0083】

電流センサ 251 はまた、第 3 の基板 262 の第 1 の面 262a 上に配置された磁界検知素子 264 も含む。磁界検知素子 264 は、図 1 および図 1A の磁界検知素子 18 と同一または同様とすることができる。磁界検知素子 264 は、第 3 の基板 262 の第 1 の面 262a と本質的に平行な最大応答軸 266 を有する。電流センサ 251 は、電流導体 28 および / または 32 をまたぐことができる。

【0084】

磁界検知素子 264 がホール効果素子である諸実施形態では、ホール効果素子は、第 3 の基板 262 の第 1 の面 262a に対してほぼ垂直な最大応答軸を有することができ、磁界検知素子 264 は、線 34 で表された磁束が第 3 の基板 262 の第 1 の面 262a に対してより垂直に通過し、かつ磁界検知素子 264 中をより垂直に通過するように、図示の位置の右側または左側に配置することができる。

【0085】

磁界検知素子 264 がホール効果素子である他のいくつかの実施形態では、電流センサ 251 が電流導体 28 または 32 をまたがないように、電流センサ 251 全体が電流導体 28 または 32 の右側または左側に配置される。

【0086】

様々な絶縁層を使用して、電流センサ 251 の一部分を電流センサ 251 の他の部分から電氣的に分離できることを理解されたい。

電流センサ 251 が第 1 の導体 28 をまたぎ、さらに第 2 の導体 32 もまたいでいることは明らかであろう。

【0087】

図 1、1A、2、2A、3、3A、4、4A、5、5A、6 および 6A とそれぞれ関連して以上で説明した電子構成要素 22、62、116、155、212 および 256 は、それぞれの基板の面上に配置することができる。これら電子構成要素は、参照により出願をその全体で組み込む 2006 年 7 月 11 日発行の米国特許第 7,075,287 号に記載されている回路で構成することができる。

【0088】

本明細書に引用されたすべての参考文献は、参照によりその全体を本明細書に組み込む。

本発明の好ましい諸実施形態を説明したので、それらの概念を組み込む他の実施形態も使用することが当業者には明らかになるであろう。したがって、これらの実施形態は、開示された実施形態に限定されるべきものではなく、むしろ添付の特許請求の範囲の趣旨および範囲によってのみ限定されるべきものと思われる。

10

20

30

40

【図 3】

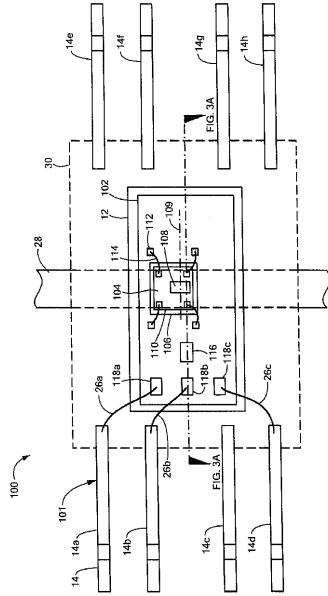


FIG. 3

【図 3 A】

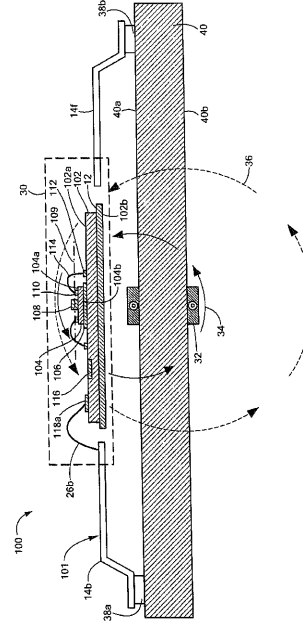


FIG. 3A

【図 4】

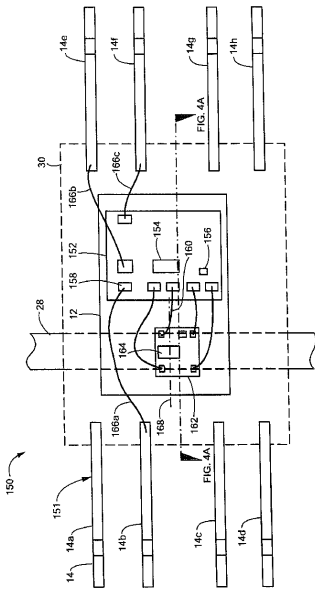


FIG. 4

【図 4 A】

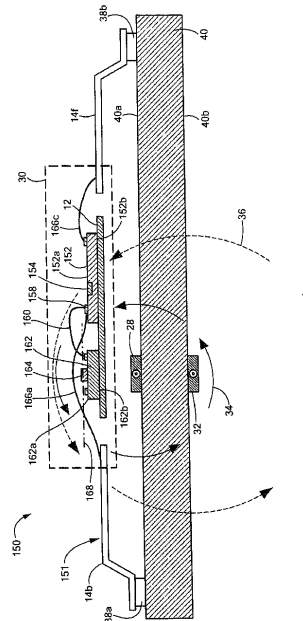


FIG. 4A

【図 5】

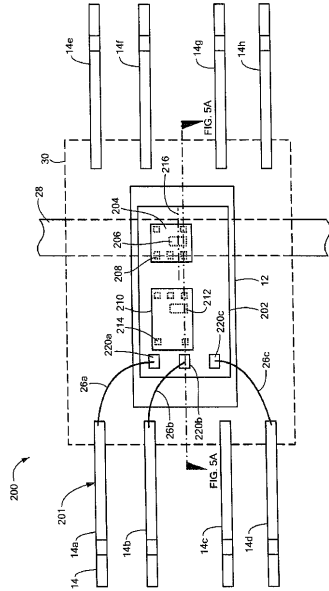


FIG. 5

【図 5 A】

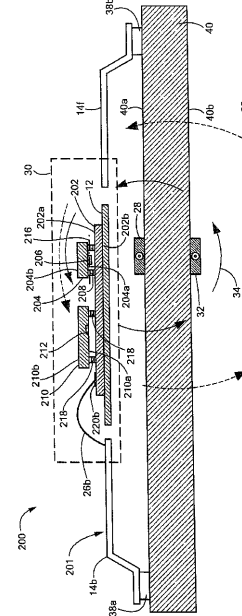


FIG. 5A

【図 6】

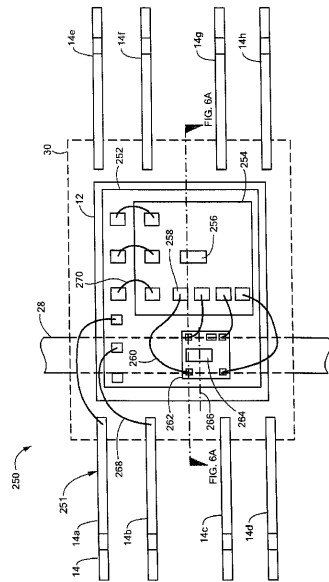


FIG. 6

【図 6 A】

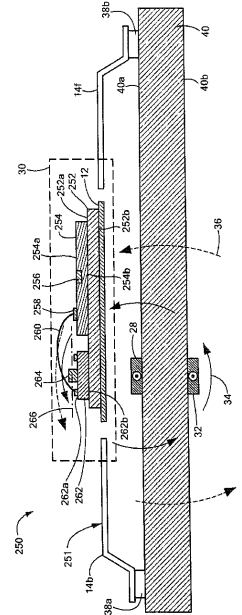


FIG. 6A

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2009/044614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R15/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/083479 A (ALLEGRO MICROSYSTEMS) 10 August 2006 (2006-08-10) page 7; figures 1,1a	1,2 3-10
X	US 2006/033487 A1 (NAGANO ET AL.) 16 February 2006 (2006-02-16) paragraphs [0063], [0065], [0066], [0070], [0071]; figure 1	11-13 5,14-18
Y	US 2007/170533 A1 (DOOGUE ET AL.) 26 July 2007 (2007-07-26) paragraphs [0010], [0039] - [0041], [0044], [0089], [0090], [0096]; figures 1,1a,4,4a	6-10, 14-18
Y	US 2005/246114 A1 (HANNOW ET AL.) 3 November 2005 (2005-11-03) paragraph [0011]	3,4
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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 document 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.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 October 2009

Date of mailing of the international search report

05/11/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Iwansson, Kaj

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2009/044614

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 691 204 A (CRF) 16 August 2006 (2006-08-16) paragraphs [0008], [0010], [0014], [0023], [0026]; figures 2a, 2b	11-14, 18
X	EP 1 865 331 A (INSTA ELEKTRO) 12 December 2007 (2007-12-12) paragraphs [0008], [0009], [0012]; figures 1, 2	11-14
A	US 2004/155644 A1 (STAUTH ET AL.) 12 August 2004 (2004-08-12) paragraph [0124]; figure 8	14
A	US 2006/255797 A1 (TAYLOR ET AL.) 16 November 2006 (2006-11-16)	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2009/044614

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006083479 A	10-08-2006	US 2006175674 A1	10-08-2006
US 2006033487 A1	16-02-2006	DE 10392748 T5 WO 03107018 A1	21-07-2005 24-12-2003
US 2007170533 A1	26-07-2007	EP 1974223 A2 JP 2009524053 T KR 20080086919 A WO 2007087121 A2	01-10-2008 25-06-2009 26-09-2008 02-08-2007
US 2005246114 A1	03-11-2005	DE 102005014461 A1 GB 2413643 A JP 2005315884 A	17-11-2005 02-11-2005 10-11-2005
EP 1691204 A	16-08-2006	AT 381024 T DE 602005003777 T2 JP 2006242946 A US 2006181264 A1	15-12-2007 04-12-2008 14-09-2006 17-08-2006
EP 1865331 A	12-12-2007	DE 102006026148 A1 DE 202006020504 U1	13-12-2007 25-09-2008
US 2004155644 A1	12-08-2004	AU 2003287232 A1 EP 1581817 A1 JP 2006514283 T WO 2004072672 A1 US 2009128130 A1 US 2007247146 A1	06-09-2004 05-10-2005 27-04-2006 26-08-2004 21-05-2009 25-10-2007
US 2006255797 A1	16-11-2006	WO 2006124252 A2	23-11-2006

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100107696

弁理士 西山 文俊

(72)発明者 ドゥーグ, マイケル・シー

アメリカ合衆国ニューハンプシャー州 0 3 1 0 4, マンチェスター, ノース・アダムス・ストリート 1 1 5

(72)発明者 ディッキンソン, リチャード

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 2 1 2 7, サウス・ボストン, ウェスト・フィフス・ストリート 1 7 7, ユニット 3

(72)発明者 テイラー, ウィリアム・ピー

アメリカ合衆国ニューハンプシャー州 0 3 0 3 1, アマースト, ハイランド・ドライブ 1

Fターム(参考) 2G025 AA17 AB01 AB02 AC01