

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年8月27日(27.08.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/125232 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053900
- (22) 国際出願日: 2014年2月19日(19.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 池田 幸雄(IKEDA, Yukio); 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目2番1号 日立金属株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 平田 忠雄(HIRATA, Tadao); 〒1690074 東京都新宿区北新宿二丁目21番1号 新宿フロントタワー29階 平田国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

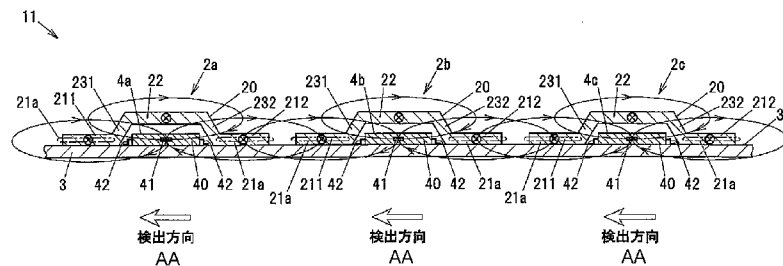
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CURRENT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 電流検出装置

図2



AA Detection direction

(57) Abstract: This invention provides a current detection device that makes it possible to increase the range over which currents can be detected with minimal increase in size. Said current detection device (11) is provided with electrically conductive members (2a, 2b, 2c) through which currents (I_1 , I_2 , I_3) being detected flow and GMR sensors (4a, 4b, 4c) that detect magnetic-field strengths in a prescribed detection direction in magnetosensitive sections consisting of GMR elements (41). Parts of the aforementioned currents (I_1 , I_2 , I_3) in the electrically conductive members (2a, 2b, 2c) flow through parallel regions (21a) that run alongside the GMR elements (41) in the aforementioned detection direction.

(57) 要約: 大型化を抑制しながらも、電流の検出範囲を広くすることが可能な電流検出装置を提供する。電流検出装置11は、検出対象の電流 I_1 , I_2 , I_3 を流す導電部材2a, 2b, 2cと、感磁部を構成するGMR素子41における所定の検出方向の磁界の強度を検出するGMRセンサ4a, 4b, 4cとを備え、導電部材2a, 2b, 2cは、検出方向に沿ってGMR素子41に並列する並列領域21aに電流 I_1 , I_2 , I_3 の一部が流れる。



WO 2015/125232 A1

明 細 書

発明の名称：電流検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、磁界の強さを検出することによって導電部材に流れる電流を検出する電流検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、電流検出装置として、例えば三相モータとインバータとの間における複数の電流路に流れる電流を、各電流路の近傍に設けられた電流検出センサを用いて検出するものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] 特許文献1に記載の電流検出装置は、平板状の複数の電流路と、複数の電流路に流れる電流を検出する複数の電流検出センサとを備えている。電流検出センサは、電流路を流れる電流によって発生する磁界の強さを検出するMR素子等の磁束検出器、及び磁束検出器で検出された磁界の強さに基づいて電流路に流れる電流の電流値を検出する電流検出センサ本体を有している。

[0004] 磁束検出器は、電流検出センサ本体を介して電流路の短手方向の中央付近に配置されている。また、磁束検出器は、磁界を検出することができる磁界検出方向が一方向に限られ、当該磁界検出方向は、電流の流れる方向に直交する方向、かつ電流路の短手方向に平行な方向である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5153481号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の電流検出装置では、電流路に流れる電流によって発生する磁界の強度が磁束検出器の感度に対して過大である場合には、電流路に流れる電流を正確に検出することができないため、電流の検出範囲が制限されてしまう。この対策として、例えば電流路と磁界検出器との間の距離を拡

げることが考えられるが、この場合には電流検出装置が大型化してしまう。

[0007] そこで、本発明は、大型化を抑制しながらも、電流の検出範囲を広くすることが可能な電流検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上記課題を解決することを目的として、検出対象の電流を流す導電部材と、感磁部における所定の検出方向の磁界の強度を検出する検出センサとを備え、前記導電部材は、前記検出方向に沿って前記感磁部に並列する並列領域に前記電流の一部が流れる電流検出装置を提供する。

発明の効果

[0009] 本発明に係る電流検出装置によれば、大型化を抑制しながらも、電流の検出範囲を広くすることが可能である。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る電流検出装置の一構成例を示す斜視図である。

[図2]図1のA-A線断面図である。

[図3]図2における第1の電流検出ユニットを示す断面図である。

[図4]本発明の第2の実施の形態に係る電流検出装置の一構成例を示す断面図である。

[図5]図4における第1の電流検出ユニットを示す断面図である。

[図6]第2の実施の形態の変形例に係る第1の電流検出ユニットを示す断面図である。

[図7]本発明の第3の実施の形態に係る電流検出装置の一構成例を示す平面図である。

[図8]図7のB-B線断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] [第1の実施の形態]

本発明の第1の実施の形態に係る電流検出装置について、図1乃至図3を

参照して説明する。この電流検出装置は、例えば車両の駆動源としての三相モータのU相、V相、W相の各相に流れる電流を検出するために用いられる。

[0012] (電流検出装置 11 の構成)

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る電流検出装置 11 の一構成例を示す斜視図である。図 2 は、図 1 の A-A 線断面図であり、具体的には、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の流れる方向に直交して GMR 素子 41 を含む断面を示している。

[0013] 電流検出装置 11 は、検出対象の電流 I_1 、 I_2 、 I_3 を流す導電部材 2a、2b、2c と、感磁部における所定の検出方向の磁界の強度を検出する検出センサとしての GMR センサ 4a、4b、4c と、GMR センサ 4a、4b、4c が実装された回路基板 3 とを備えている。本実施の形態では、感磁部は、巨大磁気抵抗効果を有する巨大磁気抵抗素子 (GMR 素子 41) で構成されている。

[0014] ここで、巨大磁気抵抗効果 (GMR ; Giant Magneto Resistive effect) とは、小さな磁界の変化に対して大きな電気抵抗の変化を得ることができるものである。より具体的には、例えばホール IC 等の磁気抵抗効果は、電気抵抗の変化率が数パーセント程度であるのに対し、この巨大磁気抵抗効果を用いた巨大磁気抵抗素子 (GMR 素子) は、電気抵抗の変化率が数十パーセント程度と大きい。GMR 素子 41 は、例えばコバルト (Co) 等の強磁性体の薄膜、及び例えば銅 (Cu) 等の非磁性体の薄膜を積層してなる。この GMR 素子 41 を用いた GMR センサ 4a、4b、4c は、小さな電流に対しても高精度に電流を検出することが可能である。

[0015] 図 2 に示すように、電流検出装置 11 には、導電部材 2a に対して GMR センサ 4a が、導電部材 2b に対して GMR センサ 4b が、導電部材 2c に対して GMR センサ 4c が、それぞれ配置されている。以下、導電部材 2a と GMR センサ 4a との組を第 1 の電流検出ユニット 111、導電部材 2b と GMR センサ 4b との組を第 2 の電流検出ユニット 112、及び導電部材

2 c と GMR センサ 4 c との組を第 3 の電流検出ユニット 1 1 3 とする。

[0016] 第 1 ～ 第 3 の電流検出ユニット 1 1 1 ～ 1 1 3 は、回路基板 3 における一側の実装面 3 a 上に並んで配置され、導電部材 2 a, 2 b, 2 c は、図 1 に示すように、電流 I_1 , I_2 , I_3 の流れる方向が互いに平行となるように配置されている。回路基板 3 は、例えばポリ塩化ビフェニル (PCB) やガラスエポキシ等からなる。

[0017] (GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c の構成)

GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c はそれぞれ、センサ本体 4 0 と、GMR 素子 4 1 と、回路基板 3 に例えば半田付け等により接続される複数の端子 4 2 (図 2 では、GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c それぞれについて 2 つのみ示す) とを有している。

[0018] GMR 素子 4 1 は、例えば一辺が $10\ \mu\text{m}$ の正形状であり、厚みは数 μm 程度である。本実施の形態では、図 2 に示すように、GMR 素子 4 1 は、センサ本体 4 0 の中央部に位置し、磁界の検出方向が、回路基板 3 の実装面 3 a に平行かつ電流 I_1 , I_2 , I_3 の流れる方向に対して垂直な方向である。なお、本実施の形態では、GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c それぞれにおける GMR 素子 4 1 の磁界の検出方向は同一である。

[0019] (導電部材 2 a, 2 b, 2 c の構成)

導電部材 2 a, 2 b, 2 c は、その構成がすべて同一であるため、第 1 の電流検出ユニット 1 1 1 の導電部材 2 a を例にとって以下により詳細に説明する。

[0020] 図 2 に示すように、導電部材 2 a は、厚みが $1.5\ \text{mm}$ 程度の金属板を屈曲してなり、電流 I_1 の流れる方向に延びている。また、導電部材 2 a は、電流 I_1 の流れる方向に直交する幅方向の寸法が $1.5\ \text{mm}$ 程度であり、この幅方向の中央部に GMR センサ 4 a が収容される収容部 2 0 を有している。

[0021] 導電部材 2 a は、GMR 素子 4 1 の検出方向に沿って GMR 素子 4 1 に並列する並列領域 2 1 a に電流 I_1 の一部が流れている。なお、図 2 において、並列領域 2 1 a を二点鎖線で示す。この並列領域 2 1 a は、そこに流れる電

流により発生する磁界の向きがGMR素子41の配置位置においてGMR素子41の磁界の検出方向に直交し、その磁界の強度がGMRセンサ4aによって検出されない領域である。

[0022] また、導電部材2aは、電流 I_1 の流れる方向に直交してGMR素子41を含む断面においてGMR素子41の検出方向に沿ってGMRセンサ4aと並んで配置された一对の第1導電部211、212と、当該断面においてGMR素子41の検出方向に直交する方向におけるGMRセンサ4aの一側に配置された第2導電部22とを有し、第1導電部211、212に並列領域21aが含まれている。本実施の形態では、一对の第1導電部211、212及び第2導電部22は、回路基板3の実装面3aに対して平行である。

[0023] 以下の説明において、「電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の流れる方向に直交してGMR素子41を含む断面」を単に「電流方向直交断面」とする。

[0024] 一对の第1導電部211、212は、GMR素子41の検出方向におけるGMRセンサ4aの両側にそれぞれ配置されている。図2では、一方の第1導電部211がGMRセンサ4aの左側に、他方の第1導電部212がGMRセンサ4aの右側に、それぞれ配置されている。以下の説明において、便宜上、一方の第1導電部211を左側第1導電部211、他方の第1導電部212を右側第1導電部212とする。

[0025] 第2導電部22は、GMR素子41の検出方向に直交する方向において、回路基板3との間にGMRセンサ4aが位置するように、GMRセンサ4aの一側に配置されている。

[0026] 本実施の形態では、第2導電部22は、GMR素子41の検出方向に平行な方向の幅が、GMRセンサ4aにおけるGMR素子41の検出方向に平行な方向の幅と同一であり、かつ左側第1導電部211、右側第1導電部212、及び第2導電部22は、GMR素子41の検出方向に平行な方向の幅が、すべて同一に設定されているが、これに限らず、電流検出装置11の用途に応じて設定することが可能である。

[0027] 導電部材2aは、電流方向直交断面において、左側第1導電部211と第

2導電部22との間を連結する第1連結部231、及び右側第1導電部212と第2導電部22との間を連結する第2連結部232をさらに有している。

[0028] 第1連結部231及び第2連結部232は、左側第1導電部211、右側第1導電部212、及び第2導電部22に対して傾斜するように形成されている。なお、これに限らず、例えば第1連結部231は、左側第1導電部211及び第2導電部22に対して直交するように形成されていてもよい。第2連結部232についても同様である。

[0029] 導電部材2aは、左側第1導電部211、右側第1導電部212、第2導電部22、第1連結部231、及び第2連結部232が、1枚の金属板を屈曲することにより一体に形成されている。なお、これに限らず、導電部材2aは、例えば第1連結部231を有さず、左側第1導電部211と第2導電部22とが離間していてもよいし、第2連結部232を有さず、右側第1導電部212と第2導電部22とが離間していてもよい。

[0030] 本実施の形態では、第2導電部22、第1連結部231、及び第2連結部232が、収容部20の一部を構成している。

[0031] (発生する磁界及び検出される磁界について)

次に、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 によって発生する磁界、及びGMRセンサ4a、4b、4cにて検出される磁界について説明する。

[0032] 図3は、図2における第1の電流検出ユニット111を示す断面図である。なお、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 によって発生する磁界、及び各GMRセンサ4a、4b、4cにて検出される磁界についても、第1～第3の電流検出ユニット111～113においてすべて同一であるため、第1の電流検出ユニット111を例にとって以下説明する。

[0033] 電流 I_1 は、導電部材2aの電流方向直交断面において、左側第1導電部211、右側第1導電部212、第2導電部22、第1連結部231、及び第2連結部232のそれぞれに分散して流れる。

[0034] 図3において、電流 I_1 によって発生する磁界の向きは時計回りである。ま

た、本実施の形態では、GMR素子41の磁界の検出方向は、右側第1導電部212から左側第1導電部211に向かう方向（図3の矢印A）である。

[0035] 左側第1導電部211の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界B211は、GMR素子41の配置位置での方向が、第2導電部22側から回路基板3側へ向かっており、GMR素子41の検出方向に対して直交している。同様にして、右側第1導電部212の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界B212は、GMR素子41の配置位置での方向が、回路基板3側から第2導電部22側へ向かっており、GMR素子41の検出方向に直交している。

[0036] したがって、GMR素子41の配置位置での磁界B211の方向及び磁界B212の方向は、GMR素子41の検出方向に沿わないため、磁界B211の強度及び磁界B212の強度はGMRセンサ4aにて検出されない。

[0037] 第2導電部22の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界B22は、GMR素子41の配置位置での方向が、右側第1導電部212側から左側第1導電部211側へ向かっており、GMR素子41の検出方向に沿う。したがって、磁界B22の強度は、GMRセンサ4aにて検出される。

[0038] なお、第1及び第2連結部231、232に流れる電流 I_1 によっても磁界は発生するが、これらの磁界については、GMR素子41の検出方向に沿う方向の成分の磁界の強度がGMRセンサ4aにて検出される。

[0039] 以上より、GMRセンサ4aで検出される磁界の強度は、導電部材2aを流れる電流 I_1 によって発生する磁界のうち、主に第2導電部22を流れる電流 I_1 によって発生する磁界の強度となる。

[0040] （第1の実施の形態の作用及び効果）

以上説明した第1の実施の形態によれば、以下のような作用及び効果が得られる。

[0041] （1）導電部材2a、2b、2cは、GMR素子41の検出方向にGMR素子41と並列する並列領域21aに電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の一部がそれぞれ流れることによって、GMRセンサ4a、4b、4cで検出される磁界が低減され

る。したがって、導電部材 2 a, 2 b, 2 c に大電流が流れて GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c の周囲において GMR 素子 4 1 の感度に対して過大な磁界が発生した場合でも、導電部材 2 a, 2 b, 2 c と GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c との間の距離を拡げる必要がなく電流検出装置 1 1 の大型化を抑制することが可能であり、正確に検出可能な磁界の強度の範囲が大きくなる。

[0042] (2) 導電部材 2 a, 2 b, 2 c は、第 1 導電部 2 1 1, 2 1 2 及び第 2 導電部 2 2 が、1 枚の金属板を屈曲することにより一体に形成されているため、第 1 導電部 2 1 1, 2 1 2 及び第 2 導電部 2 2 を形成するための金属部材をそれぞれ用意したり、これらの金属部材を組み合わせる必要がなく、作業性の向上及びコストの削減を図ることが可能である。

[0043] (3) 電流検出装置 1 1 は、導電部材 2 a, 2 b, 2 c を流れる電流 I_1 , I_2 , I_3 によって発生する磁界の強度を検出する検出センサとして、GMR 素子 4 1 を有する GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c を用いているため、例えばホール IC 等のセンサと比較して感度がよく、発生する磁界の強度をダイナミックレンジ (例えば 0.002 mT ~ 2.000 mT) で精度よく検出することが可能である。

[0044] (4) 第 1 ~ 第 3 の電流検出ユニット 1 1 1 ~ 1 1 3 は、回路基板 3 における一側の実装面 3 a 上に並んで配置されているため、配線の取り回しや、第 1 ~ 第 3 の電流検出ユニット 1 1 1 ~ 1 1 3 を回路基板 3 に取り付ける作業等が容易になる。

[0045] (5) 導電部材 2 a, 2 b, 2 c は、電流 I_1 , I_2 , I_3 の流れる方向に直交して GMR 素子 4 1 を含む断面において GMR 素子 4 1 の検出方向における GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c の両側に GMR 素子 4 1 の検出方向に沿って GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c と並んで配置された左側第 1 導電部 2 1 1 及び右側第 1 導電部 2 1 2 と、当該電流方向直交断面において GMR 素子 4 1 の検出方向に直交する方向における GMR センサ 4 a, 4 b, 4 c の一側に配置された第 2 導電部 2 2 とを有し、左側第 1 導電部 2 1 1 及び右側第 1 導電部 2 1 2 に並列領域 2 1 a が含まれているため、導電部材 2 a, 2 b, 2 c

を流れる電流 I_1 , I_2 , I_3 が左側第 1 導電部 211、右側第 1 導電部 212、及び第 2 導電部 22 のそれぞれに主に分散される。これにより、GMR センサ 4a, 4b, 4c でそれぞれ検出される磁界をより低減することができる。

[0046] [第 2 の実施の形態]

次に、本発明の第 2 の実施の形態について、図 4 及び図 5 を参照して説明する。

[0047] 図 4 及び図 5 において、第 1 の実施の形態について説明したものと実質的に同一の機能を有する構成要素については、共通する符号を付してその重複した説明を省略する。

[0048] 図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る電流検出装置 12 の一構成例を示す断面図であり、第 1 の実施の形態と同様に、電流 I_1 , I_2 , I_3 の流れる方向に直交して GMR 素子 41 を含む断面を示している。なお、図 4 において、電流 I_1 , I_2 , I_3 によって発生する磁界の向き、及び GMR 素子 41 の磁界の検出方向は、第 1 の実施の形態と同様である。

[0049] 第 2 の実施の形態に係る電流検出装置 12 は、導電部材 5a, 5b, 5c の構成が第 1 の実施の形態に係る導電部材 2a, 2b, 2c の構成と異なり、それ以外の構成については第 1 の実施の形態に係る電流検出装置 11 の構成と同様である。

[0050] 電流検出装置 12 は、第 1 の実施の形態と同様に、導電部材 5a と GMR センサ 4a とが組をなして第 1 の電流検出ユニット 121 を、導電部材 5b と GMR センサ 4b とが組をなして第 2 の電流検出ユニット 122 を、導電部材 5c と GMR センサ 4c とが組をなして第 3 の電流検出ユニット 123 を、それぞれ構成している。

[0051] 本実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様に、第 1 ～第 3 の電流検出ユニット 121 ～123 の構成はすべて同一であるため、第 1 の電流検出ユニット 121 を例にとって以下説明する。

[0052] 導電部材 5a は、電流方向直交断面において、GMR 素子 41 の検出方向

におけるGMRセンサ4 aの片側にGMR素子4 1の検出方向に沿ってGMRセンサ4 aと並んで配置された第1導電部5 1と、GMR素子4 1の検出方向に直交する方向におけるGMRセンサ4 aの一侧に配置された第2導電部5 2とを有し、第1導電部5 1には、GMR素子4 1の検出方向に沿ってGMR素子4 1に並列する並列領域5 1 aが含まれている。

[0053] すなわち、第1の実施の形態に係る導電部材2 aは、左側第1導電部2 1 1及び右側第1導電部2 1 2が、GMR素子4 1の検出方向におけるGMRセンサ4 aの両側にそれぞれ配置されていたのに対し、本実施の形態に係る導電部材5 aは、第1導電部5 1が、GMR素子4 1の検出方向におけるGMRセンサ4 aの片側に配置されている。すなわち、第1導電部5 1は、GMR素子4 1の検出方向におけるGMRセンサ4 aの一侧に配置され、GMR素子4 1の検出方向におけるGMRセンサ4 aの他側には第1導電部が配置されていない。図4では、第1導電部5 1は、GMR素子4 1の検出方向において第2導電部5 2の左側に配置されている。

[0054] 第2導電部5 2は、第1の実施の形態と同様に、GMR素子4 1の検出方向に直交する方向において、回路基板3との間にGMRセンサ4 aが位置するように、GMRセンサ4 aの一侧に配置され、GMR素子4 1の検出方向に平行な方向の幅が、GMRセンサ4 aにおけるGMR素子4 1の検出方向に平行な方向の幅と同一である。

[0055] 導電部材5 aは、電流方向直交断面において、第1導電部5 1と第2導電部5 2との間に、第1導電部5 1及び第2導電部5 2に対して傾斜した連結部5 3をさらに有している。一方、導電部材5 aにおいて、GMR素子4 1の検出方向における連結部5 3とは反対側には、開口5 0 aが形成されている。

[0056] 導電部材5 aは、第1の実施の形態と同様に、第1導電部5 1、第2導電部5 2、及び連結部5 3が、1枚の金属板を屈曲することにより一体に形成されている。本実施の形態では、第2導電部5 2及び連結部5 3が、GMRセンサ4 aが収容される収容部5 0の一部となっている。

- [0057] 図5は、図4における第1の電流検出ユニット121を示す断面図である。図5において、GMR素子41の磁界の検出方向を矢印Aで示す。
- [0058] 電流 I_1 は、導電部材5aにおける電流方向直交断面において、第1導電部51、第2導電部52、及び連結部53のそれぞれに分散して流れる。
- [0059] 第1導電部51の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界B51は、GMR素子41の配置位置での方向が、第2導電部52側から回路基板3側へ向かっており、GMR素子41の検出方向に対して直交している。したがって、GMR素子41の配置位置での磁界B51の方向は、GMR素子41の検出方向に沿わないため、磁界B51の強度はGMRセンサ4aにて検出されない。
- [0060] 第2導電部52の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界B52は、GMR素子41の配置位置での方向が、開口50a側から第1導電部51側へ向かっており、GMR素子41の検出方向に沿う。したがって、磁界B52の強度は、GMRセンサ4aにて検出される。
- [0061] なお、連結部53に流れる電流 I_1 によっても磁界は発生するが、この磁界については、GMR素子41の検出方向に沿う方向の成分の磁界の強度がGMRセンサ4aにて検出される。
- [0062] 以上より、GMRセンサ4aで検出される磁界の強度は、導電部材5aを流れる電流 I_1 によって発生する磁界のうち、主に第2導電部52を流れる電流 I_1 によって発生する磁界の強度となる。
- [0063] (第2の実施の形態の作用及び効果)
- 以上説明した第2の実施の形態によっても、第1の実施の形態の(1)～(4)の作用及び効果と同様の作用及び効果が得られる。
- [0064] (第2の実施の形態の変形例)
- また、第2の実施の形態に係る電流検出装置12は、以下のように変形して実施することが可能である。
- [0065] 図6は、第2の実施の形態の変形例に係る第1の電流検出ユニット121を示す断面図である。

[0066] 本変形例では、第2導電部520におけるGMR素子41の検出方向に平行な方向の幅が、GMRセンサ4aにおけるGMR素子41の検出方向に平行な方向の幅よりも小さく形成されている。したがって、導電部材5a側からGMR素子41の検出方向に直交する方向に第1の電流検出ユニット121を見た場合、GMRセンサ4aの一部が収容部50から露出している。

[0067] 本変形例によれば、第2導電部520に流れる電流 I_1 が少なくなるため、電流 I_1 によって発生する磁界が小さくなりGMRセンサ4aで検出される磁界をより低減することができる。

[0068] [第3の実施の形態]

次に、本発明の第3の実施の形態について、図7及び図8を参照して説明する。

[0069] 図7及び図8において、第1の実施の形態について説明したものと実質的に同一の機能を有する構成要素については、共通する符号を付してその重複した説明を省略する。

[0070] 図7は、本発明の第3の実施の形態に係る電流検出装置13の一構成例を示す平面図である。図8は、図7のB-B線断面図であり、第1及び第2の実施の形態と同様に、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の流れる方向に直交してGMR素子41を含む断面を示している。なお、図8において、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 によって発生する磁界の向き、及びGMR素子41の磁界の検出方向は、第1及び第2の実施の形態と同様である。

[0071] 本実施の形態に係る電流検出装置13は、第1及び第2の実施の形態に係る電流検出装置11、12と同様に、導電部材6aとGMRセンサ4aとが組をなして第1の電流検出ユニット131を、導電部材6bとGMRセンサ4bとが組をなして第2の電流検出ユニット132を、導電部材6cとGMRセンサ4cとが組をなして第3の電流検出ユニット133を、それぞれ構成している。

[0072] 電流検出装置13は、GMRセンサ4a、4b、4cが、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の流れる方向に沿って互いにずれ、GMRセンサ4a、4b、4cを収容す

る収容部 60 は、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の流れる方向に沿って互いにずれて導電部材 6a、6b、6c にそれぞれ形成されている。

[0073] 本実施の形態においても、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様に、第 1 の電流検出ユニット 131 を例にとって説明する。

[0074] 導電部材 6a は、電流方向直交断面において、GMR 素子 41 の検出方向における GMR センサ 4a の両側に GMR 素子 41 の検出方向に沿って GMR センサ 4a と並んで配置された一対の第 1 導電部（左側第 1 導電部 611 及び右側第 1 導電部 612）と、GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向における GMR センサ 4a の一側に配置された第 2 導電部 62 とを有し、左側第 1 導電部 611 及び右側第 1 導電部 612 には、GMR 素子 41 の検出方向に沿って GMR 素子 41 に並列する並列領域 61a がそれぞれ含まれている。

[0075] 導電部材 6a は、電流方向直交断面において GMR センサ 4a と GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向に並ぶ部位に貫通孔 620a、620b が形成されている。本実施の形態では、貫通孔 620a、620b は、収容部 60 において電流 I_1 の流れる方向に沿って延びるように形成されているが、これに限らず、少なくとも電流方向直交断面において GMR センサ 4a と GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向に並ぶ部位に貫通孔が形成されていればよい。また、貫通孔の数は 2 つに限る必要はなく、その数について特に制限はない。

[0076] 図 7 に示すように、導電部材 6a 側から GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向に第 1 の電流検出ユニット 131 を見た場合、GMR センサ 4a の一部が貫通孔 620a、620b を介して収容部 60 から露出している。

[0077] 図 8 に示すように、導電部材 6a の電流方向直交断面において、GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向における GMR センサ 4a の一側に配置された第 2 導電部 62 は、GMR 素子 41 の検出方向に平行な方向の幅が、貫通孔 620a、620b が形成されることによって、GMR センサ 4a における GMR 素子 41 の検出方向に平行な方向の幅よりも小さく形成されてい

る。

[0078] 貫通孔 620a, 620b は、GMR 素子 41 の検出方向に平行な方向に第 2 導電部 62 を挟んで設けられ、第 2 導電部 62 は、その少なくとも一部が GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向に GMR 素子 41 と並んでいる。

[0079] 図 8 に示すように、電流 I_1 は、導電部材 6a の電流方向直交断面において、左側第 1 導電部 611、右側第 1 導電部 612、第 2 導電部 62、第 1 連結部 631、及び第 2 連結部 632 のそれぞれに分散して流れる。

[0080] 第 1 の実施の形態と同様に、左側第 1 導電部 611 の中心部及び右側第 1 導電部 612 の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界 B 611 及び磁界 B 612 は、GMR 素子 41 の配置位置での方向が、GMR 素子 41 の検出方向に直交するため、GMR 素子 41 の検出方向沿わず磁界 B 611 の強度及び磁界 B 612 の強度は GMR センサ 4a にて検出されない。

[0081] 一方、第 2 導電部 62 の中心部に流れる電流 I_1 によって発生する磁界 B 622 は、GMR 素子 41 の配置位置での方向が、GMR 素子 41 の検出方向に沿うため、磁界 B 622 の強度は、GMR センサ 4a にて検出される。

[0082] なお、第 1 の連結部 231、及び第 2 連結部 232 に流れる電流 I_1 によっても磁界は発生するが、これらの磁界については、GMR 素子 41 の検出方向に沿う方向の成分の磁界の強度が GMR センサ 4a にて検出される。

[0083] 以上より、GMR センサ 4a で検出される磁界の強度は、導電部材 6a を流れる電流 I_1 によって発生する磁界のうち、主に第 2 導電部 62 を流れる電流 I_1 によって発生する磁界の強度となる。

[0084] (第 3 の実施の形態の作用及び効果)

以上説明した第 2 の実施の形態によっても、第 1 の実施の形態の (1) ~ (5) の作用及び効果と同様の作用及び効果の他に、以下の作用及び効果が得られる。

[0085] 導電部材 6a は、電流方向直交断面において GMR センサ 4a と GMR 素子 41 の検出方向に直交する方向に並ぶ部位に貫通孔 620a, 620b が

形成されることにより、第2導電部62に流れる電流 I_1 がより少なくなるため、電流 I_1 によって発生する磁界がより小さくなりGMRセンサ4aで検出される磁界をさらに低減することができる。

[0086] 貫通孔620a, 620bは、GMR素子41の検出方向に平行な方向に第2導電部62を挟んで設けられ、第2導電部62は、その少なくとも一部が、GMR素子41の検出方向に直交する方向にGMR素子41と並んでいるため、GMRセンサ4aにおいて精度よく磁界を検出することが可能となる。

[0087] GMRセンサ4a, 4b, 4cは、電流 I_1 , I_2 , I_3 の流れる方向に沿って互いにずれて配置されているため、導電部材6aに対応して配置されたGMRセンサ4aのGMR素子41の検出方向に沿った方向に第2導電部62に該当する部分が存在しない。導電部材6bに対応して配置されたGMRセンサ4b及び導電部材6cに対応して配置されたGMRセンサ4cに関しても同様である。したがって、GMRセンサ4a, 4b, 4cの配置位置において導電部材6a, 6b, 6c間の磁界の干渉を抑制することができる。

[0088] (実施の形態のまとめ)

次に、以上説明した実施の形態から把握される技術思想について、実施の形態における符号等を援用して記載する。ただし、以下の記載における各符号等は、特許請求の範囲における構成要素を実施の形態に具体的に示した部材等に限定するものではない。

[0089] [1] 検出対象の電流(I_1 , I_2 , I_3)を流す導電部材(2a, 2b, 2c/5a, 5b, 5c/6a, 6b, 6c)と、感磁部(GMR素子41)における所定の検出方向の磁界の強度を検出する検出センサ(GMRセンサ4a, 4b, 4c)とを備え、導電部材(2a, 2b, 2c/5a, 5b, 5c/6a, 6b, 6c)は、検出方向に沿ってGMR素子(41)に並列する並列領域(21a, 51a, 61a)に電流(I_1 , I_2 , I_3)の一部が流れる電流検出装置(11, 12, 13)。

[0090] [2] 導電部材(2a, 2b, 2c/5a, 5b, 5c/6a, 6b, 6c

）は、電流（ I_1 、 I_2 、 I_3 ）の流れる方向に直交してGMR素子（41）を含む断面において検出方向に沿ってGMRセンサ（4a、4b、4c）と並んで配置された第1導電部（211、212／51／611、612）と、当該電流方向直交断面において検出方向に直交する方向におけるGMRセンサ（4a、4b、4c）の一侧に配置された第2導電部（22／52／62）とを有し、第1導電部（211、212／51／611、612）に並列領域（21a、51a、61a）が含まれる、[1]に記載の電流検出装置（11、12、13）。

[0091] [3] 第1導電部（51）は、検出方向におけるGMRセンサ（4a、4b、4c）の片側に配置された、[2]に記載の電流検出装置（12）。

[0092] [4] 第1導電部（211、212／611、612）は、検出方向におけるGMRセンサ（4a、4b、4c）の両側にそれぞれ配置された、[2]に記載の電流検出装置（11、13）。

[0093] [5] 導電部材（2a、2b、2c／5a、5b、5c／6a、6b、6c）は、第1導電部（211、212／51／611、612）及び第2導電部（22／52／62）が、1枚の金属板を屈曲することにより一体に形成されている、[2]乃至[4]の何れか1項に記載の電流検出装置（11、12、13）。

[0094] [6] 第2導電部（52／62）は、検出方向に平行な方向の幅が、GMRセンサ（4a、4b、4c）における検出方向に平行な方向の幅よりも小さく形成されている、[2]乃至[5]の何れか1項に記載の電流検出装置（12、13）。

[0095] [7] 導電部材（6a、6b、6c）は、当該電流方向直交断面においてGMRセンサ（4a、4b、4c）と検出方向に直交する方向に並ぶ部位に貫通孔（620a、620b）が形成された、[6]に記載の電流検出装置（13）。

[0096] [8] 貫通孔（620a、620b）は、検出方向に平行な方向に第2導電部（62）を挟んで設けられ、第2導電部（62）は、その少なくとも一部

が、検出方向に直交する方向にGMR素子41と並ぶ、[7]に記載の電流検出装置(13)。

[0097] [9] 検出センサは、感磁部として巨大磁気抵抗効果を有するGMR素子(41)を有するGMRセンサ(4a, 4b, 4c)である、[1]乃至[8]の何れか1項に記載の電流検出装置(11, 12, 13)。

[0098] [10] 導電部材(6a, 6b, 6c)及びGMRセンサ(4a, 4b, 4c)の組を複数組備え、複数の導電部材(6a, 6b, 6c)は、電流(I_1 , I_2 , I_3)の流れる方向が互いに平行となるように配置され、複数のGMRセンサ(4a, 4b, 4c)は、電流(I_1 , I_2 , I_3)の流れる方向に沿って互いにずれて配置されている、[1]乃至[9]の何れか1項に記載の電流検出装置(13)。

[0099] [11] 複数組の導電部材(2a, 2b, 2c/5a, 5b, 5c/6a, 6b, 6c)及びGMRセンサ(4a, 4b, 4c)は、回路基板(3)における一側の実装面(3a)上に並んで配置されている、[10]に記載の電流検出装置(11, 12, 13)。

[0100] 以上、本発明の実施の形態を説明したが、上記に記載した実施の形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施の形態の中で説明した特徴の組合せの全てが発明の課題を解決するための手段に必須であるとは限らない点に留意すべきである。

[0101] 本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変形して実施することが可能である。例えば、上記実施の形態では、導電部材は厚みの薄い金属板を屈曲して形成されていたが、これに限らず、電流検出装置の用途に応じて材料や形状を変更することが可能である。

[0102] また、上記実施の形態では、GMRセンサ4a, 4b, 4cは、回路基板3に実装されているが、これに限らず、例えば接続ケーブルを介して外部機器に直接接続する等、電流検出装置の用途に応じて適宜仕様を変更することが可能である。

[0103] また、上記第3の実施の形態において、GMRセンサ4a, 4b, 4cが

電流 I_1 , I_2 , I_3 の流れる方向にずれて配置されている場合について説明したが、第3の実施の形態に限らず、第1及び第2の実施の形態においても適用することが可能である。

符号の説明

- [0104] 2 a, 2 b, 2 c, 5 a, 5 b, 5 c, 6 a, 6 b, 6 c…導電部材
3…回路基板
3 a…実装面
4 a, 4 b, 4 c…GMRセンサ（検出センサ）
1 1, 1 2, 1 3…電流検出装置
2 1 a, 5 1 a, 6 1 a…並列領域
2 2, 5 2, 5 2 0, 6 2…第2導電部
4 1…GMR素子（感磁部）
5 1, 2 1 1, 2 1 2, 6 1 1, 6 1 2…第1導電部
1 1 1～1 1 3, 1 2 1～1 2 3, 1 3 1～1 3 3…第1～第3の電流検出
ユニット
6 2 0 a, 6 2 0 b…貫通孔

請求の範囲

- [請求項1] 検出対象の電流を流す導電部材と、
 感磁部における所定の検出方向の磁界の強度を検出する検出センサとを備え、
 前記導電部材は、前記検出方向に沿って前記感磁部に並列する並列領域に前記電流の一部が流れる
 電流検出装置。
- [請求項2] 前記導電部材は、前記電流の流れる方向に直交して前記感磁部を含む断面において前記検出方向に沿って前記検出センサと並んで配置された第1導電部と、前記断面において前記検出方向に直交する方向における前記検出センサの一侧に配置された第2導電部とを有し、前記第1導電部に前記並列領域が含まれる、
 請求項1に記載の電流検出装置。
- [請求項3] 前記第1導電部は、前記検出方向における前記検出センサの片側に配置された、
 請求項2に記載の電流検出装置。
- [請求項4] 前記第1導電部は、前記検出方向における前記検出センサの両側にそれぞれ配置された、
 請求項2に記載の電流検出装置。
- [請求項5] 前記導電部材は、前記第1導電部及び前記第2導電部が、1枚の金属板を屈曲することにより一体に形成されている、
 請求項2乃至4の何れか1項に記載の電流検出装置。
- [請求項6] 前記第2導電部は、前記検出方向に平行な方向の幅が、前記検出センサにおける前記検出方向に平行な方向の幅よりも小さく形成されている、
 請求項2乃至5の何れか1項に記載の電流検出装置。
- [請求項7] 前記導電部材は、前記断面において前記検出センサと前記検出方向に直交する方向に並ぶ部位に貫通孔が形成された、

請求項 6 に記載の電流検出装置。

[請求項8] 前記貫通孔は、前記検出方向に平行な方向に前記第 2 導電部を挟んで設けられ、

前記第 2 導電部は、その少なくとも一部が、前記検出方向に直交する方向に前記感磁部と並ぶ、

請求項 7 に記載の電流検出装置。

[請求項9] 前記検出センサは、前記感磁部として巨大磁気抵抗効果を有する GMR 素子を有する GMR センサである、

請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項10] 前記導電部材及び前記検出センサの組を複数組備え、
複数の前記導電部材は、前記電流の流れる方向が互いに平行となるように配置され、

複数の前記検出センサは、前記電流の流れる方向に沿って互いにずれて配置されている、

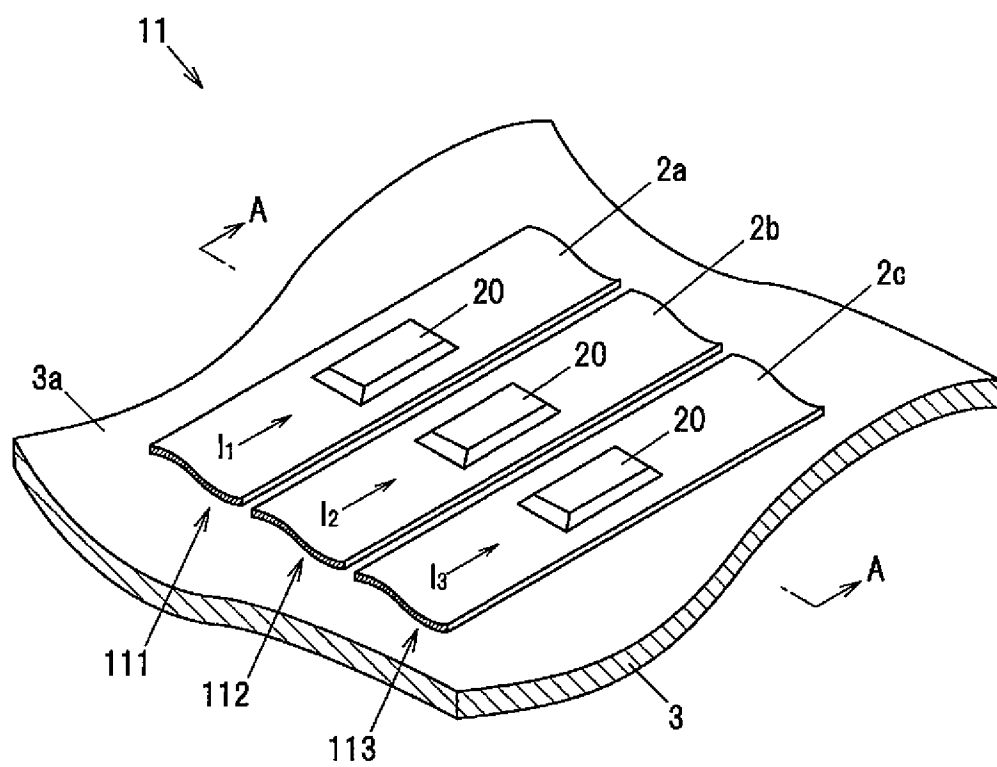
請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項11] 複数組の前記導電部材及び前記検出センサは、回路基板における一側の実装面上に並んで配置されている、

請求項 10 に記載の電流検出装置。

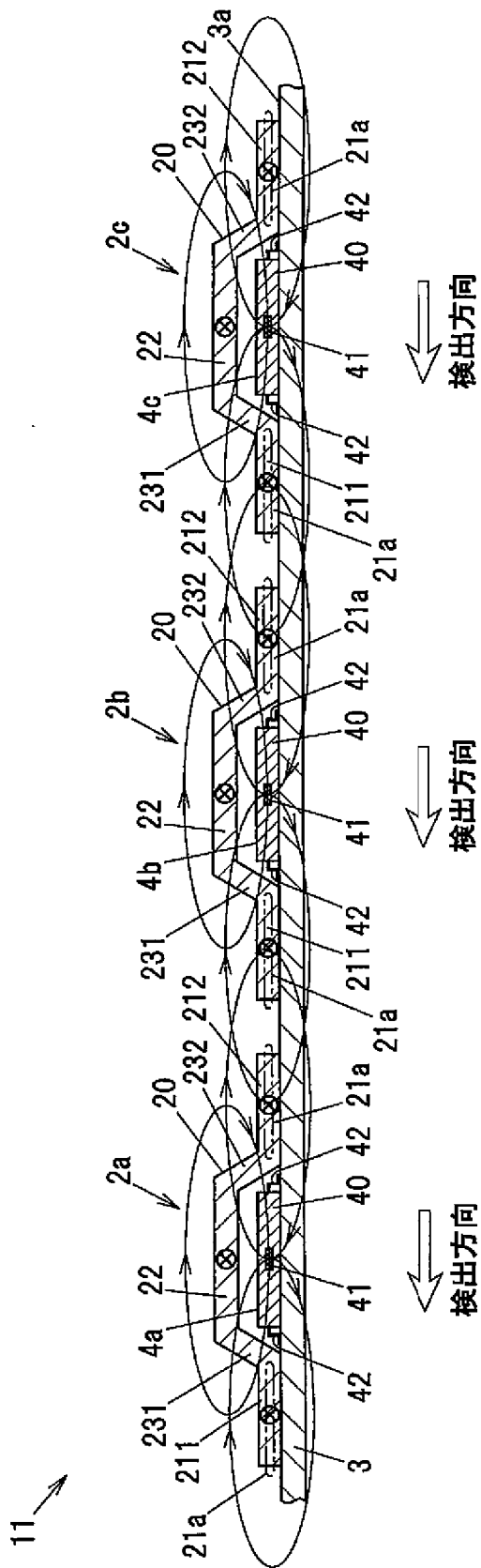
[図1]

図1



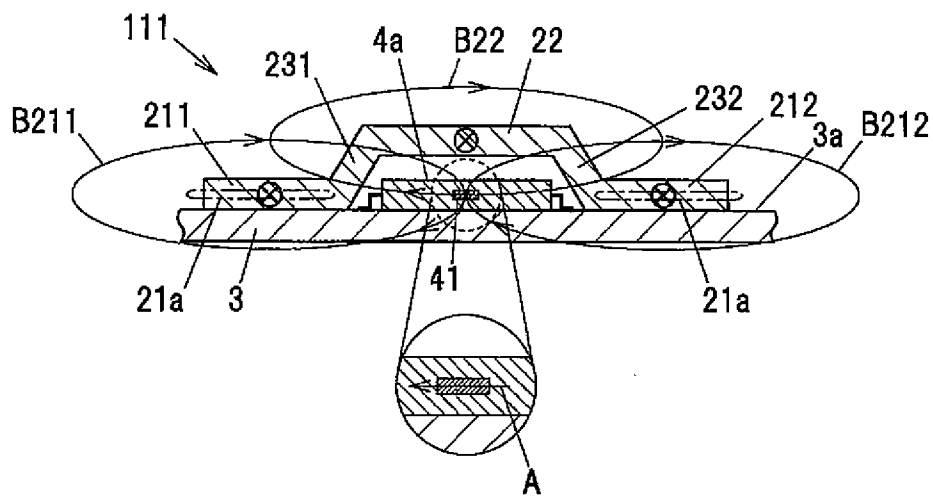
[図2]

図2



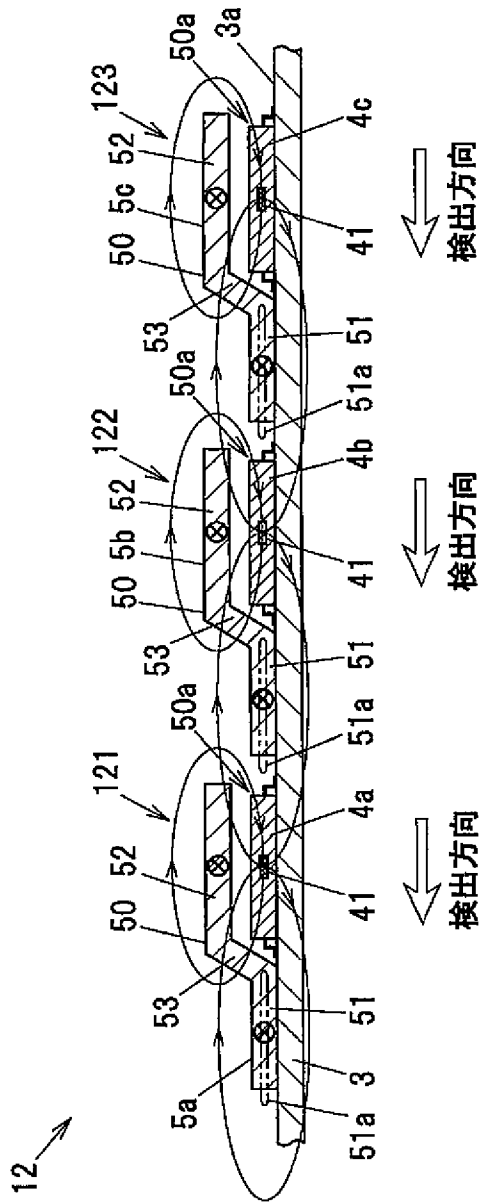
[図3]

図3



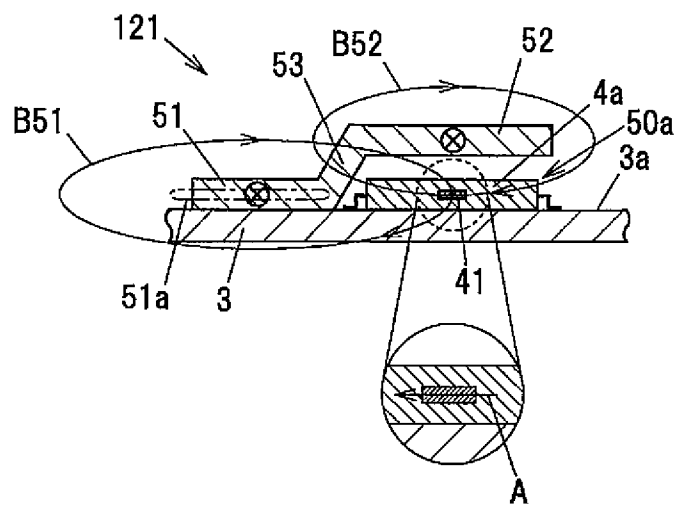
[図4]

図4



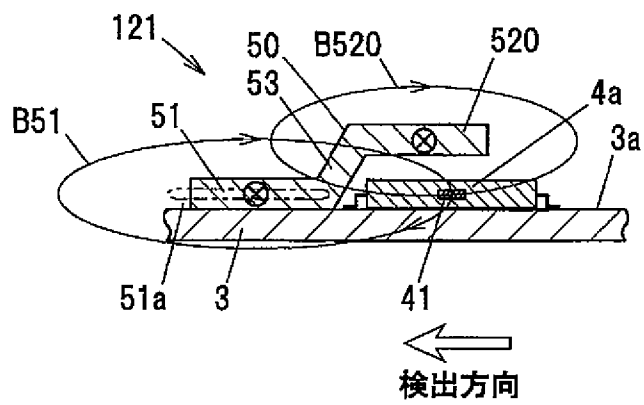
[図5]

図5



[図6]

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053900

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R15/20(2006.01) i

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)

G01R15/20, G01R33/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2011-080970 A (Kohshin Electric Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0019], [0025] to [0035]; fig. 6 to 12 (Family: none)	1-6, 9-11 7, 8
A	JP 2005-321206 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 November 2005 (17.11.2005), fig. 1 (Family: none)	3
A	JP 2005-031000 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraphs [0051] to [0054]; fig. 7 (Family: none)	7, 8

☒ 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 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 April, 2014 (25.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053900

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-202328 A (Japan System Engineering Co., Ltd.), 19 July 2002 (19.07.2002), fig. 1 (Family: none)	7, 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R15/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R15/20, G01R33/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2011-080970 A（甲神電機株式会社）2011.04.21, 段落 0019, 0025-0035, 図 6-12（ファミリーなし）	1-6, 9-11 7, 8
A	JP 2005-321206 A（三菱電機株式会社）2005.11.17, 図 1（ファミリーなし）	3
A	JP 2005-031000 A（旭化成エレクトロニクス株式会社）2005.02.03, 段落 0051-0054, 図 7（ファミリーなし）	7, 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

荒井 誠

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 S

3 2 0 3

C（続き）． 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-202328 A（ジャパンシステムエンジニアリング株式会社） 2002.07.19, 図1（ファミリーなし）	7, 8