

(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 2015/124976 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/18 (2006.01) H01F 38/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2015/000084
- (22) 国際出願日: 2015 年 1 月 30 日(30.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-032420 2014 年 2 月 24 日(24.02.2014) JP
- (71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社
(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見 2 丁目 1 番 6 1 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 吉田 博(YOSHIDA, Hiroshi); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP). 遠藤 淳平(ENDO, Jumpei); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP). 宮村 雄介

(MIYAMURA, Yusuke); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP). 塩川 明実(SHIOKAWA, Akimi); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP).

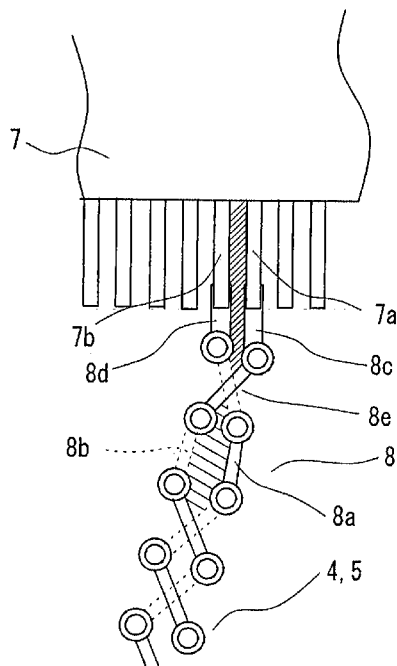
- (74) 代理人: 第一特許法人(FIRSTLAW P.C.); 〒137739 ソウル特別市瑞草区マバン路 60 Seoul (KR).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC CURRENT MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 電流測定装置

図 6



(57) Abstract: An electric current measurement device comprising: a circuit board; an electric current measurement coil that is formed on the circuit board; an integrated circuit that is mounted on the wiring board and has a plurality of legs that protrude to the exterior; two lead lines that are formed on the circuit board and lead from the electric current measurement coil; and connection parts that respectively connect the two lead lines to two legs among the plurality of legs. The electric current measurement device is characterized in that the connection parts are provided with conductive pattern structures that are affected by external magnetic fields in order to counteract the effects of the external magnetic fields on the portions surrounded by the two legs.

(57) 要約: 電流測定装置は、回路基板と、前記回路基板に形成された電流測定用コイルと、前記回路基板に実装され、外部に突出する複数の脚を備える IC と、前記回路基板に形成され、前記電流測定用コイルから引き出される 2 つの引き出し線部と、前記 2 つの引き出し線部を、前記複数の脚のうち 2 本の脚にそれぞれ接続する接続部と、を含む。前記電流測定装置において、前記接続部は前記 2 本の脚に囲まれた部分が外部磁界から受ける影響を相殺するために、前記外部磁界からの影響を受ける導電パターン構造を備えることを特徴とする。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (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))

明細書

電流測定装置

技術分野

【0001】

本発明は、分電盤などにおいて電流測定センサとして用いられる電流測定装置、特に電流測定用コイルが形成された回路基板上にICが実装された電流測定装置に関する。

背景技術

【0002】

ロゴスキーコイルは、分電盤などにおいて電流測定センサとして用いられているが、LED電球をはじめとして電気機器の省エネ化が進んでおり、より少ない電流を検出できるように、高感度化が求められている。ところで、ロゴスキーコイルはコアレスであるため、磁気飽和せず、磁気損失による発熱やヒステリシス誤差がないといったメリットを有する反面、出力電圧が低く、外部磁界の影響によりS/Nが低下するというデメリットを有している。

【0003】

外部磁界による影響について、図8を参照しつつ説明する。図8において、(a)は参考として磁性体によるトロイダルコアの周囲にトロイダルコイルを巻回した一般的なCT(変流器)の構成を示し、(b)はコアレスのロゴスキーコイルの構成を示す。また、(c)は紙面に垂直な方向の外部磁界に対して一般的なCTが囲む面積を示し、(d)は紙面に垂直な方向の外部磁界に対してロゴスキーコイルが囲む面積を示す。

【0004】

図8(a)に示すように、一般的なCTは、トロイダルコアの周囲に導体を螺旋状に巻き進め、トロイダル方向に一周して巻き終わるため、そのトロイダル方向に垂直な方向(すなわち、紙面に垂直な方向)の磁界に対しては、1ターンのコイルと等価である。そのため、図8(c)に示すように、トロイダル方向に垂直な方向の外部磁界に対しては、トロイダルコイルのトロイダル方向に垂直な断面がそのまま外部磁界の影響を受ける領域(左斜めハッチング)となる。ところが、一般的なCTは磁性体のコアを有しているので、トロイダルコアの内部を通る被測定磁界による出力Sが外部磁界によるノイズNよりも遙かに大きいため、外部磁界による影響はあまり問題にはならない。ところが、

ロゴスキーコイルはコアレスであるので、被測定磁界による出力 S が小さく、外部磁界による影響を受けやすく、 S/N の低下が問題となる。そこで、図8 (b)に示すように、導体を螺旋状に巻き進め、トロイダル方向に一周したあと、トロイダルコイルの中心部を逆方向に1ターン分巻き戻している。そのため、図8 (d)に示すように、トロイダル方向に垂直な方向の外部磁界に対しては、巻き進み方向におけるトロイダルコイルのトロイダル方向に垂直な断面が巻き戻し方向における1ターン分の巻き戻しコイルの断面によって相殺され、外部磁界の影響を受ける領域(右斜めハッチング)の面積が小さくなっている。

【0005】

ロゴスキーコイルの S/N を高くする手法として、トロイダルコイルの巻数を多くすることが考えられる。ところが、例えば特許文献1に記載されたような回路基板の両面の導電パターンとスルーホール(ビアホール)でコイルを構成するタイプのロゴスキーコイルでは、加工可能なスルーホールの直径やランドの外径などの制約により、コイルの巻数が制限される。そこで、特許文献1に記載されたロゴスキーコイルでは、外部磁界の影響をキャンセルするように、回路基板表面に形成される導電パターンにさらに工夫が施されている。

【0006】

図9は特許文献1に記載された従来のロゴスキーコイル201を示す。なお、図9においては、引き出し線の交差を避けるために、巻き進みコイルと巻き戻しコイルの符号を離れた位置に記載している。

【0007】

回路基板202の表面において、巻き進みコイルを構成するスルーホール211からは、外周部に向かって放射状に延び、外周部近傍で右ドッグレッグした導電パターン251が形成されている。導電パターン251の右ドッグレッグした先にはスルーホール221が形成されている。回路基板202の裏面において、スルーホール211の2つ右隣のスルーホール212からは、外周部に向かって放射状に延び、外周部近傍で左ドッグレッグ(裏側から見れば右ドッグレッグ)した導電パターン252が形成され、さらに上記スルーホール221に接続されている。このように、表面の導電パターン251、スルーホール221、裏面の導電パターン252及びスルーホール212で巻き進みコイルの1ターンが形成される。このような導電パターン及びスルーホールが環状の回路基板202上にトロイダル方向に一周するように形成されており、巻き進みコイルを形成している。

【0008】

回路基板202の表面において、巻き戻しコイルを構成するスルーホール231からは、外周部に向かって放射方向に、直線状に延びた導電パターン26

1が形成され、導電パターン261の先にはスルーホール241が形成されている。回路基板202の裏面において、スルーホール241からは、外側に向かって左ドッグレッグ（裏側から見れば右ドッグレッグ）した短い導電パターン262が形成され、スルーホール242に接続されている。回路基板202の表面において、スルーホール242からは、内側に向かって左ドッグレッグした短い導電パターン263が形成され、スルーホール243に接続されている。回路基板202の裏面において、スルーホール243からは、内周部に向かって放射方向に、直線状に延びた導電パターン264が形成され、スルーホール232に接続されている。このように、表面の導電パターン261、スルーホール241、裏面の導電パターン262、スルーホール242、表面の導電パターン263、スルーホール243、裏面の導電パターン264及びスルーホール232で巻き戻しコイルの1ターンが形成される。このような導電パターン及びスルーホールが環状の回路基板202上にトロイダル方向に一周するように形成されており、巻き戻しコイルを形成している。

【0009】

このロゴスキーコイル201では、トロイダルコイルを巻き進み方向と巻き戻し方向に連続して二重形成し、回路基板202に垂直な方向（被測定電流の流れる方向）から見て、巻き進みコイルの1ターン分の領域S1の面積と巻き戻しコイルの1ターン分の領域S2の面積がほぼ等しくなるように導電パターンを形成している。その結果、巻き進みコイルが外部磁界から受ける影響を巻き戻しコイルが外部磁界から受ける影響で相殺し、ノイズ成分をより少なくしてS/Nをさらに高くしている。

【0010】

一方、特許文献2には、ロゴスキーコイルが形成された回路基板上に、ロゴスキーコイルに流れる電流を測定値にA/D変換して測定データとして出力するIC(Integrated Circuit)が実装された電流測定装置が開示されている。この電流測定装置では、回路基板の表面及び裏面に、非磁性導体のシールド部を形成してロゴスキーコイルを覆い、ノイズの原因となる外部磁界の遮断効果を向上させている。

【0011】

上記特許文献1及び特許文献2に開示された従来の電流測定用コイル及び電流測定装置は、いずれも外部磁界がロゴスキーコイル自体に及ぼす影響を小さくするように工夫されているが、ロゴスキーコイルから上記ICまでの引き出し線やICから外部に突出する脚が外部磁界から受ける影響を小さくするような工夫はなされていなかった。ところが、本発明者が測定したところ、ICから外部に突出する脚でさえも外部磁界による影響を受け、S/Nを低下させて

いることが判明した。

【0012】

【特許文献1】特開2007-155427号公報

【特許文献2】特開2009-85620号公報

発明の概要

【0013】

本発明は、上記従来例の問題を解決するためになされたものであり、ICから外部に突出する脚が外部磁界から受ける影響を低減してS/Nの向上を可能にする電流測定装置を提供する。

課題を解決するための手段

【0014】

本発明の一側面に係る電流測定装置は、回路基板と、前記回路基板に形成された電流測定用コイルと、前記回路基板に実装され、外部に突出する複数の脚を備えるICと、前記回路基板に形成され、前記電流測定用コイルから引き出される2つの引き出し線部と、前記2つの引き出し線部を、前記複数の脚のうち2本の脚にそれぞれ接続する接続部と、を含む。前記電流測定装置において、前記接続部は前記2本の脚に囲まれた部分が外部磁界から受ける影響を相殺するために、前記外部磁界からの影響を受ける導電パターン構造を備えることである。

【0015】

前記接続部は、前記2本の脚に囲まれた部分の面積とほぼ同じ面積を有するパターン部を有し、前記パターン部は前記2本の脚に流れる電流と逆向きに電流が流れるように形成されていることが好ましい。

【0016】

前記接続部は、前記回路基板の厚み方向から見て、X状に交差している付加のパターンを更に含むことが好ましい。

【0017】

前記回路基板は、交互に積層された複数の導電層及び複数の絶縁層と、被測定電流が流れる導体を貫通させる開口を有し、前記電流測定用コイルは、前記開口を取り囲むように形成されることが好ましい。

【0018】

前記複数の導電層はそれぞれ導電パターンを備え、前記回路基板は前記複数の導電層それぞれの前記導電パターンを電氣的に接続する複数のスルーホール

を更に含み、前記2本の引き出し線及び前記接続部は、それぞれ、前記導電パターンと、前記複数のスルーホールで構成され、前記付加のパターン部は、前記複数の導電層のうち互いに異なる導電層に形成された導電パターンが三次元的に交差して形成されるものにしてもよい。

【0019】

前記パターン部は、前記回路基板の前記ICが実装されている面と同一の面に形成され、前記2本の脚の突出方向とは反対側の前記ICの下方から前記2本の脚と平行に前記ICの下方を通り、さらに前記2本の脚より突出するように形成されるものにすることもできる。

【0020】

前記付加のパターン部は、三次元的に交差するワイヤーボンディングであることが好ましい。

発明の効果

【0021】

本発明によれば、ICから外部に突出する2本の脚の間に囲まれた部分が外部磁界から受ける影響を、2本の引き出し線と、ICから外部に突出する2本の脚との接続部に設けられた構造が外部磁界から受ける影響によって相殺するので、S/Nの低下を防止することができる。また、このような外部磁界からの影響を受ける構造は、回路基板を製造する際に同時に形成することができ、電流測定装置のコストをアップさせることはない。

図面の簡単な説明

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係る電流測定装置、すなわち電流測定用コイルが形成され、ICが実装された回路基板を示す平面図。

【図2】上記実施形態における回路基板の第1導電層に形成された第1導電パターンを示す平面図。

【図3】上記実施形態における回路基板の第2導電層に形成された第2導電パターンを示す平面図。

【図4】上記実施形態における回路基板の第3導電層に形成された第3導電パターンを示す平面図。

【図5】上記実施形態における回路基板の第4導電層に形成された第4導電パターンを示す平面図。

【図6】図1の部分拡大図。

【図7】本発明の一実施形態に係る電流測定装置の他の構成例を示す図。

【図 8】一般的な CT とロゴスキーコイルの外部磁界による影響の比較説明図。

【図 9】従来のロゴスキーコイルを示す平面図。

発明を実施するための形態

【0023】

本発明の一実施形態に係る電流測定装置について説明する。図 1 に示すように、本実施形態に係る電流測定装置 100 は、回路基板 2 に形成された、すなわち電流測定用コイル 1 と、同回路基板 2 に実装された IC と電流測定用コイル 1 と回路基板 2 を電氣的に接続する複数の導電パターン及び複数のスルーホールからなる。なお、図 1 では、分かりやすくするため、第 1 導電層（実線）と第 3 導電層（破線）の導電パターンのみを示す。

【0024】

本実施形態に係る電流測定用コイル（ロゴスキーコイル）1 は、4 つの導電層と 3 つの絶縁層を交互に積層して形成された回路基板 2 に形成されており、図 1 に示すように、回路基板 2 の中央部に、被測定電流が流れる導体を貫通させるための円形の開口 3 が形成されている。また、円形の開口 3 に沿って、2 つの同心円 C1 及び C2 の周上に所定間隔で 1 つおきに内周側のスルーホール 61・・・及び 81・・・が形成されている。また、回路基板 2 の外周部には、単一の円周 C3 の周上に所定間隔で外周側のスルーホール 51・・・及び 71・・・が形成されている。なお、各スルーホールは、4 つの導電層及び 3 つの絶縁層を貫通するように形成されている。また、電流測定用コイル 1 からは、信号を取り出すための第 1 引き出し線部 4 及び第 2 引き出し線部 5 が引き出されており、回路基板 2 上に実装された IC7 から外部に突出する 2 本の脚 7a 及び 7b に接続されている。IC7 は、例えば、電流測定用コイル 1 に流れる電流を測定値に A/D 変換して測定データとして出力する。

【0025】

ロゴスキーコイルを構成する巻き進みコイル及び巻き戻しコイルは、それぞれトロイダルコイルとして形成されている。巻き進みコイルは、主に第 2 導電層の第 2 導電パターン 20 と、第 4 導電層の第 4 導電パターン 40 と、外周側スルーホール 51・・・と、内周側スルーホールのうち直径の小さな同心円周上に形成されたスルーホール 61・・・などで構成される。また、巻き戻しコイルは、主に第 1 導電層の第 1 導電パターン 10 と、第 3 導電層の第 3 導電パターン 30 と、外周側スルーホール 71・・・と、内周側スルーホールのうち直径の大きな同心円周上に形成されたスルーホール 81・・・などで構成される。

【0026】

信号を取り出すための第1引き出し線部4は、図2に示す巻き進みコイルの始点部である第1導電層10のスルーホール51に接続されている。スルーホール51は、図5に示す第4導電層40に形成された導電パターンに接続され、第4導電層40の導電パターン41はスルーホール61に接続される。スルーホール61は、図3に示す第2導電層20に形成された導電パターンに接続され、第2導電層20の導電パターン21はスルーホール52に接続される。スルーホール52は、図5に示す導電パターン41によってスルーホール62に接続される。以下、このようなループを開口3の周囲に時計回りに一周して、巻き進みコイルが形成される。巻き進みコイルの最後のスルーホール6xは、図2に示す第1導電層10に形成された直線状の導電パターン11xに接続され、導電パターン11xはスルーホール71に接続されている。

【0027】

スルーホール71は、図4に示す第3導電層30に形成された導電パターン31によってスルーホール81に接続される。スルーホール81は、図2に示す第1導電層10に形成された導電パターンに接続され、第1導電層10の導電パターン11によってスルーホール72に接続される。スルーホール72は、図4に示す導電パターン31によってスルーホール82に接続される。以下、このようなループを開口3の周囲に反時計回りに一周して、巻き戻しコイルが形成される。巻き戻しコイルの最後のスルーホール8xは、図3に示す第2導電層20の直線状の導電パターン2xに接続され、巻き戻しコイルの終点部である導電パターン2xは信号を取り出すための第2引き出し線部5に接続されている。

【0028】

図2と図3を比較して分かるように、第1引き出し線部4と第2引き出し線部5は、それぞれ第1導電層10と第2導電層20に形成されており、スルーホール6を介して第1導電層10の導電パターンと第2導電層20の導電パターンが電氣的に接続されている。第1引き出し線部4を構成する導電パターンと第2引き出し線部5を構成する導電パターンは、互いに電流が逆向きに流れ、導電層2の積層方向から透視して（以下、平面視と略称する）部分的に重なり合うX状（図1参照）の交差パターンに形成されている。

【0029】

図2に示す第1導電層10の各導電パターン11x、11・・・の外側の放射状部分11aと図4に示す第3導電層30の各導電パターン31x、31・・・の外側の放射状部分31aは、平面視で互いに重なっている。また、図3に示す第2導電層20の各導電パターン21x、21・・・の外側の放射

状部分 2 1 a と図 5 に示す第 4 導電層 4 0 の各導電パターン 4 1 x、4 1・・・の外側の放射状部分 4 1 a は、平面視で互いに重なっている。一方、第 1 導電層 1 0 及び第 3 導電層 3 0 の各導電パターン 1 1 x、1 1・・・3 1 x、3 1・・・の外側放射状部分 1 1 a 及び 3 1 a と第 2 導電層 2 0 及び第 4 導電層 4 0 の各導電パターン 2 1 x、2 1・・・、4 1 x、4 1・・・の外側放射状部分 2 1 a 及び 4 1 a は、平面視で互いに重なっておらず、互に隣接している。

【0030】

また、図 2 に示す第 1 導電層 1 0 の各導電パターン 1 1・・・の円周方向の部分 1 1 b と図 3 に示す第 2 導電層 2 0 の各導電パターン 2 1・・・の円周方向の部分 2 1 b は、平面視で互いに重なっている。同様に、図 4 に示す第 3 導電層 3 0 の各導電パターン 3 1・・・の円周方向の部分 3 1 b と図 5 に示す第 4 導電層 4 0 の各導電パターン 4 1・・・の円周方向の部分 4 1 b は、平面視で互いに重なっている。さらに、図 2 に示す第 1 導電層 1 0 の各導電パターン 1 1・・・の内側の放射状部分 1 1 c と図 4 に示す第 3 導電層 3 0 の各導電パターン 3 1・・・の内側の放射状部分 3 1 c は、平面視で互いに重なっている。同様に、図 3 に示す第 2 導電層 2 0 の各導電パターン 2 1・・・の内側の放射状部分 2 1 c と図 5 に示す第 4 導電層 4 0 の各導電パターン 4 1・・・の内側の放射状部分 4 1 c は、平面視で互いに重なっている。

【0031】

このように、回路基板 2 は導電パターンが形成される導電層を 4 層有しており、巻き進みコイルと巻き戻しコイルをそれぞれ形成する導電パターンが、導電層の積層方向から透視して、重なり合っている。そのため、図 9 に示す従来例に比べて、ロゴスキーコイル 1 の全ターン数を多くすることができ、出力信号の電圧が高くなり、S/N を高くすることができる。また、巻き進みコイルの導電パターンと巻き戻しコイルの導電パターンが、互いに異なる導電層に形成されているため、巻き進みコイルの導電パターンと巻き戻しコイルの導電パターンを乗り越えるために余分なスルーホールを必要とせず、回路基板 2 の全スルーホール数は増加せず、歩留まりの低下を防止することが可能である。さらに、導電層の積層方向に平行な磁界に対して巻き進みコイルで囲まれた面積と巻き戻しコイルで囲まれた面積がほぼ等しいので、外部磁界から受ける影響で相殺し、ノイズ成分をより少なくして S/N をさらに高くすることができる。

【0032】

一方、導電層の積層方向に直交する外部磁界に対しては、トロイダルコイルのトロイダル方向の 1 ターンで囲まれた面積が影響を受けることになる。ところが、このロゴスキーコイル 1 は、複数の導電層と複数の絶縁層が積層された回路基板 2 に形成されており、前述のように、重なり合っている巻き進みコイ

ルの導電パターン同士、重なり合っている巻き戻しコイルの導電パターンの同士、及び重なり合っている巻き進みコイルの導電パターンと巻き戻しコイルの導電パターンが、互いに逆方向に電流が流れるように配置されている。より具体的には、図6に示すように、スルーホール71を介して接続された導電パターン11の放射状部分11aと導電パターン31の放射状部分31aは平面視で互いに重なっており、矢印A方向の外部磁界の影響を受けたとしても、導電パターン11の放射状部分11aに流れる電流と導電パターン31の放射状部分31aに流れる電流の向きが逆向きになり、互いに打ち消し合う。スルーホール52を介して接続された導電パターン21の放射状部分21aと導電パターン41の放射状部分41aについても同様である。

【0033】

前述のように、巻き進みコイルと巻き戻しコイルは互いにつながっており、且つコイルの巻き方向が逆である。従って、矢印B方向の外部磁界の影響を受けた場合、導電パターン11の円周方向の部分11bと導電パターン21の円周方向の部分21bが正面視で互いに重なっているため、導電パターン11の円周方向の部分11bと導電パターン21の円周方向の部分21bに流れる電流の向きが逆向きになり、互いに打ち消し合う。導電パターン31の円周方向の部分31bと導電パターン41の円周方向の部分41bに付いても同様である。さらに、導電パターン11の内側の放射状部分11cと導電パターン31の1つ隣の内側の放射状部分31c、導電パターン21の内側の放射状部分21cと導電パターン41の1つ隣の内側の放射状部分41cについても同様である。

【0034】

このように、回路基板2の積層方向に直交する外部磁界に対して、1つの導電層に形成された導電パターンに流れる電流を、それに隣接する導電層に形成された導電パターンに流れる電流で相殺するように形成されているので、ノイズ成分をより少なくしてS/Nをさらに高くすることができる。特に、被測定電流以外の電流などによって発生される外部磁界は、その電流に近いほど影響が大きいため、より近くの導電層に形成された導電パターンに流れる電流同士で相殺させることが好ましい。

【0035】

図1乃至図3及び図6からわかるように、第1引き出し線部4及び第2引き出し線部5、並びに第1引き出し線部4及び第2引き出し線部5とIC7の2つの脚7a及び7bの接続部8は、それぞれ第1導電層の第1導電パターン10及び第2導電層の第2導電パターン20と、回路基板2をその厚み方向に貫通し、第1導電パターン10と第2導電パターン20を電氣的に接続する複数

のスルーホール6で構成されている。第1引き出し線部4を構成する導電パターンと引き出し線部5を構成する導電パターンは、互いに電流が逆向きに流れるように、部分的に重なり合い、また正面視でX状となるような交差パターンに形成されている。そのため、外部磁界の影響に対しても、第1引き出し線部4に流れる電流と第2引き出し線部5に流れる電流が互いに相殺し合うので、第1引き出し線部4と第2引き出し線部5によるS/Nの低下を防止することができる。

【0036】

また、接続部8は、第1引き出し線部4及び第2引き出し線部5の導電パターンとは異なり、意図的に外部磁界からの影響を受ける構造を有しており、平面視で互いに平行な部分8a及び8bを有している。また、互いに平行な部分8a及び8bとIC7の2本の脚7a及び7bが接続されるランド8c及び8dの間は、正面視でX状となるような交差パターン8eに形成されている。ここで、IC7から外部に突出する2本の脚7a及び7b（及び交差パターン8e）との間に囲まれた部分の面積と、接続部8のうち互いに平行な部分8a及び8b（及び交差パターン8e）との間に囲まれた部分の面積とがほぼ等しくなるように、互いに平行な部分8a及び8bの長さや間隔が設定されている。

【0037】

IC7から外部に突出する2本の脚7a及び7b（及び交差パターン8e）を1つのコイルと見立てたときに、接続部8のうち互いに平行な部分8a及び8b（及び交差パターン8e）も同様に1つのコイルと見ることができ、上記のような交差パターン8eを介在させることによって、外部磁界の影響が及ぶときに、互いに電流の流れる方向が逆になり、外部磁界によって発生される電流を相殺することができる。また、上記のように、IC7から外部に突出する2本の脚7a及び7b（及び交差パターン8e）との間に囲まれた部分の面積と、接続部8のうち互いに平行な部分8a及び8b（及び交差パターン8e）との間に囲まれた部分の面積とがほぼ等しいので、発生される電流値もほぼ同じになるため、外部磁界によって発生される電流値をほぼ零にすることができる。

【0038】

図7は、本実施形態に係る電流測定装置の他の構成例を示す。図7に示す構成例では、接続部8をIC7の本体の下方、すなわち脚が形成されていない部分に形成している。そして、外部磁界からの影響を受ける構造として、回路基板2のIC7が実装されている面（すなわち、表面）に形成された導電パターンであって、IC7から外部に突出する2本の脚7a及び7bの突出方向とは反対側から、2本の脚7a及び7bと平行にIC7の下方を通り、さらにIC

7の外部で、且つ2本の脚の下方に達する導電パターン8 f及び8 gとしている。この導電パターン8 f及び8 gは、接続部8の平行な部分兼ランドとして機能する。周知のように、IC7から外部に突出する脚は、三次元的に形成され、回路基板2の実装面に対して宙に浮いている部分を有している。そのため、図7に示すような構成によれば、導電パターン8 fに流れる電流の向きと、IC7から外部に突出する脚7 aの宙に浮いている部分に流れる電流は向きが逆になる。また、IC7から外部に突出する2本の脚7 a及び7 bとの間に囲まれた部分の面積と、接続部8のうち互いに平行な部分である導電パターン8 f及び8 gとの間に囲まれた部分の面積とがほぼ等しいので、発生される電流値もほぼ同じになるため、外部磁界によって発生される電流値をほぼ零にすることができる。

【0039】

なお、本発明は、上記実施形態の説明に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。まず、電流測定用コイルとしては、トロイダルコイルに限定されるものではなく、コアを用いた一般的なCTであってもよい。また、回路基板の構成も、複数の導電層を有する他方基板である必要はなく、導電層が一層の回路基板であってもよい。その場合、電流測定用コイルから引き出される2つの引き出し線部と、ICから外部に突出する2本の脚との接続部の外部磁界からの影響を受ける構造として、ワイヤーボンディングを三次元的に交差させ、平面視でX状に交差させればよい。

以上、本発明の好ましい実施形態が説明されているが、本発明はこれらの特定の実施形態に限られるものではなく、請求範囲の範疇から離脱しない多様な変更及び変形が可能であり、それも本発明の範疇内に属する。

請求の範囲

【請求項 1】

回路基板と、
前記回路基板に形成された電流測定用コイルと、
前記回路基板に実装され、外部に突出する複数の脚を備える IC と、
前記回路基板に形成され、前記電流測定用コイルから引き出される 2 つの引き出し線部と、
前記 2 つの引き出し線部を、前記複数の脚のうち 2 本の脚にそれぞれ接続する接続部と、
を含み、
前記接続部は前記 2 本の脚に囲まれた部分が外部磁界から受ける影響を相殺するために、前記外部磁界からの影響を受ける導電パターン構造を備えることである電流測定装置。

【請求項 2】

前記接続部は、前記 2 本の脚に囲まれた部分の面積とほぼ同じ面積を有するパターン部を有し、
前記パターン部は前記 2 本の脚に流れる電流と逆向きに電流が流れるように形成されていることである請求項 1 に記載の電流測定装置。

【請求項 3】

前記接続部は、前記回路基板の厚み方向から見て、X 状に交差している付加のパターンを更に含むことである請求項 1 又は請求項 2 に記載の電流測定装置。

【請求項 4】

前記回路基板は、交互に積層された複数の導電層及び複数の絶縁層と、被測定電流が流れる導体を貫通させる開口を有し、
前記電流測定用コイルは、前記開口を取り囲むように形成されることである請求項 3 に記載の電流測定装置。

【請求項 5】

前記複数の導電層はそれぞれ導電パターンを備え、
前記回路基板は前記複数の導電層それぞれの前記導電パターンを電氣的に接続する複数のスルーホールを更に含み、
前記 2 本の引き出し線及び前記接続部は、それぞれ、前記導電パターンと、前記複数のスルーホールで構成され、
前記付加のパターン部は、前記複数の導電層のうち互いに異なる導電層に形成された導電パターンが三次元的に交差して形成されることである請求項 4 に記載の電流測定装置。

【請求項 6】

前記パターン部は、前記回路基板の前記 1 C が実装されている面と同一の面に形成され、前記 2 本の脚の突出方向とは反対側の前記 1 C の下方から前記 2 本の脚と平行に前記 1 C の下方を通り、さらに前記 2 本の脚より突出するように形成されることである請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の電流測定装置。

【請求項 7】

前記付加のパターン部は、三次元的に交差するワイヤーボンディングであることである請求項 3 に記載の電流測定装置。

图 1

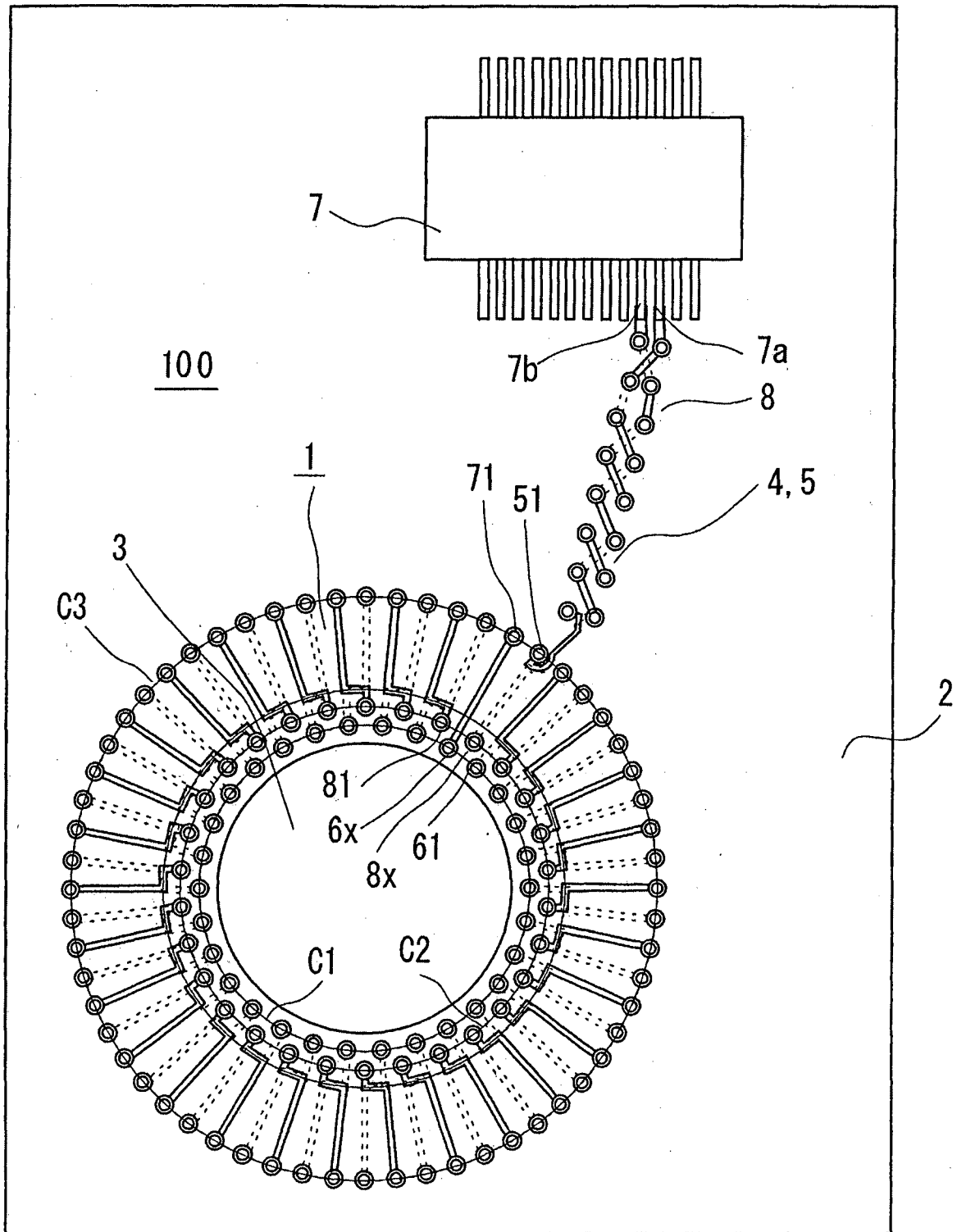


図 2

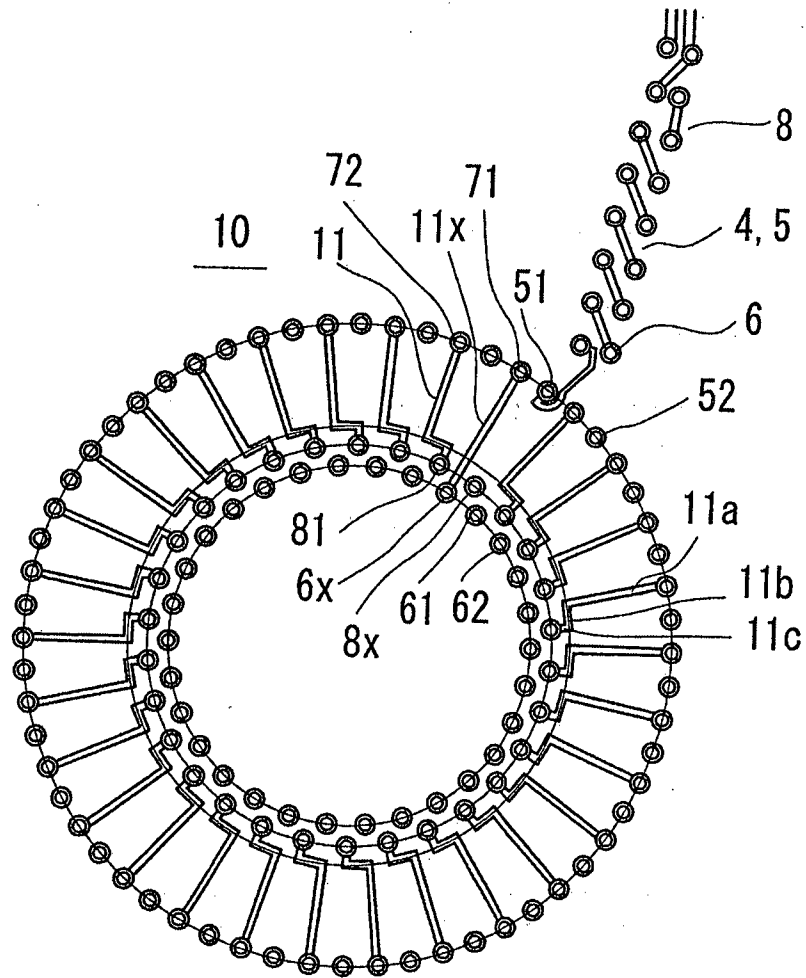


図 3

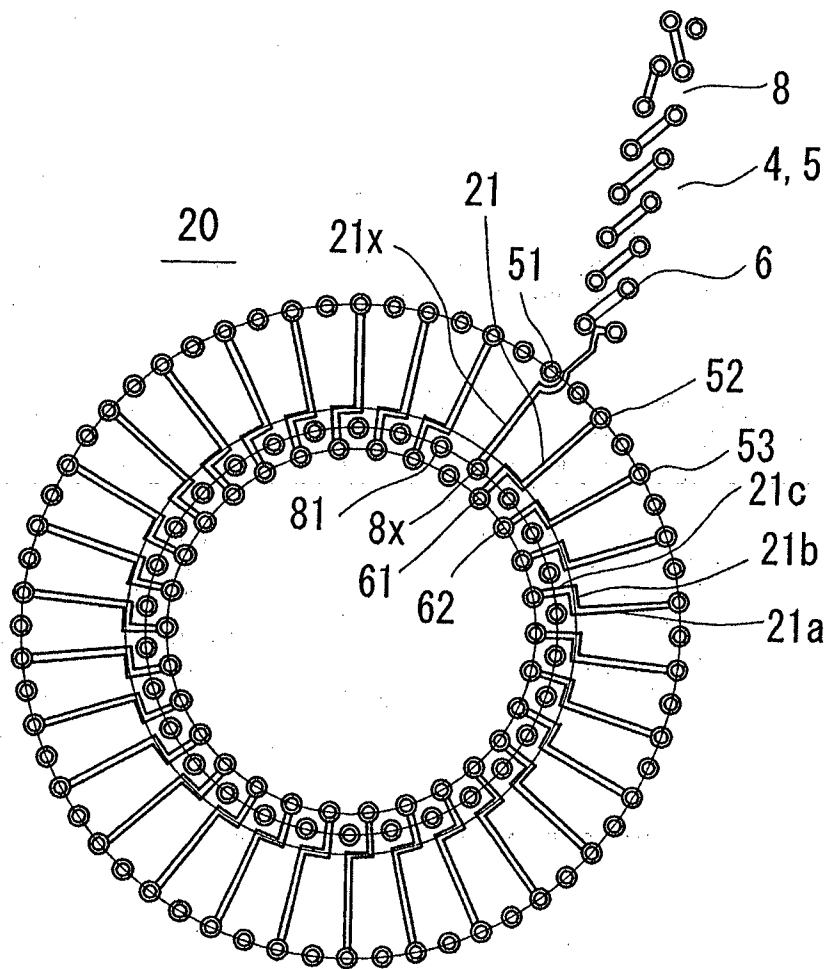


図 4

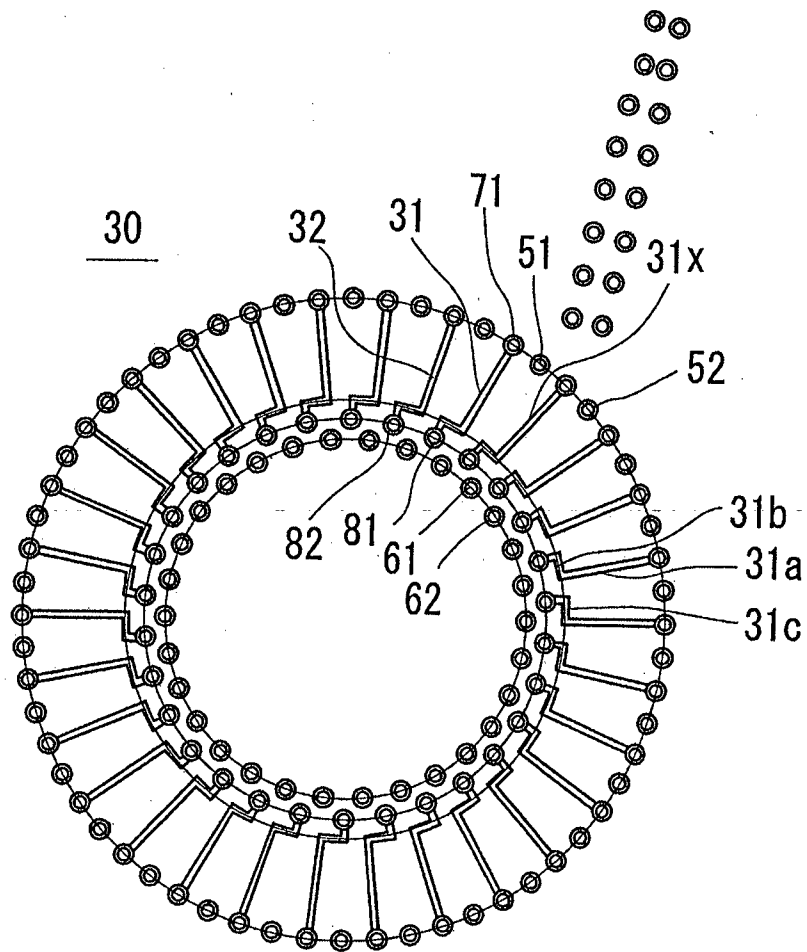


図 5

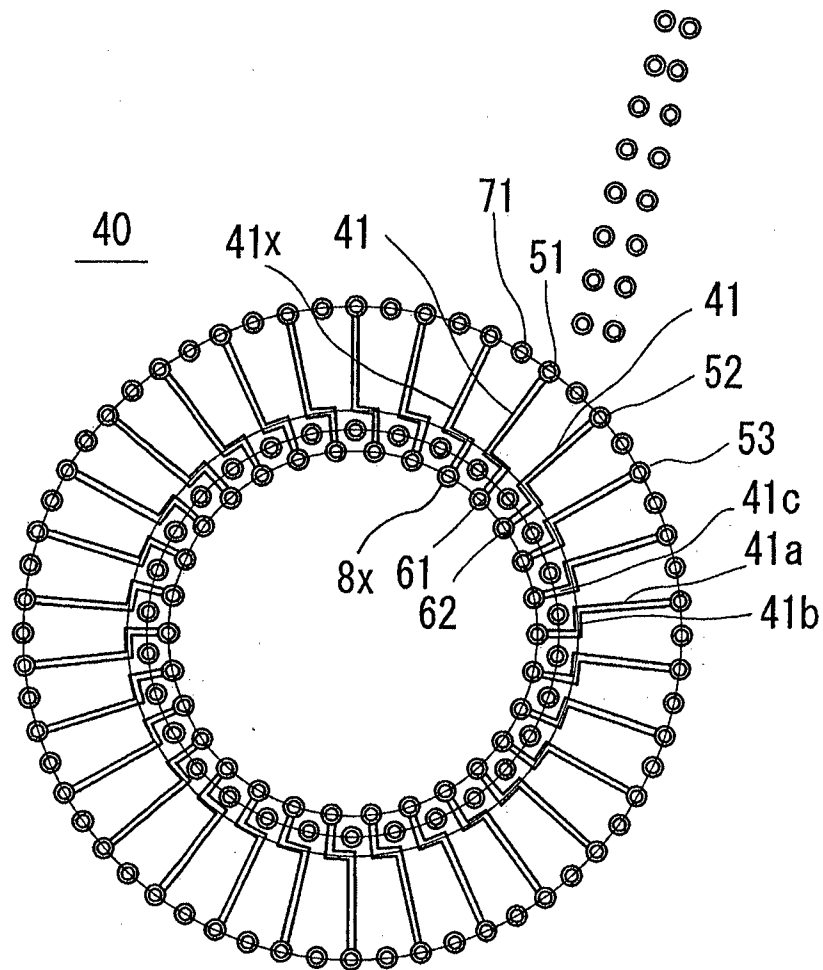


図 6

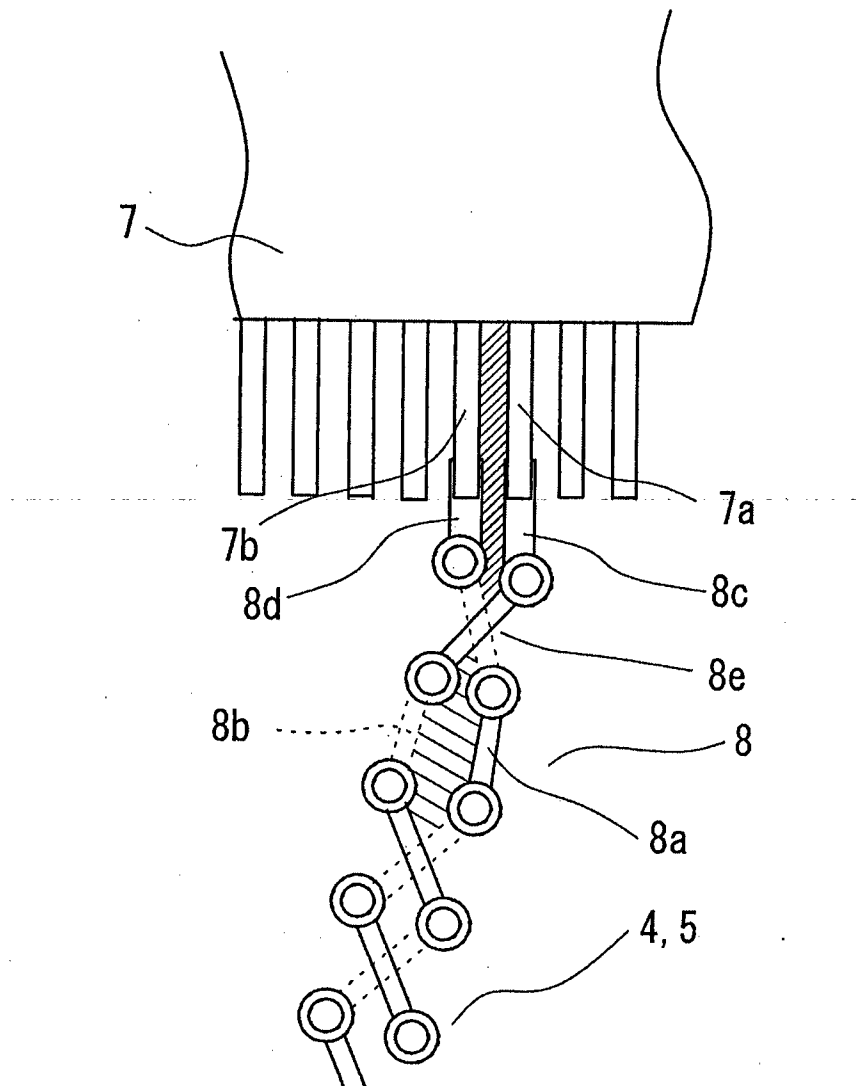


図 7

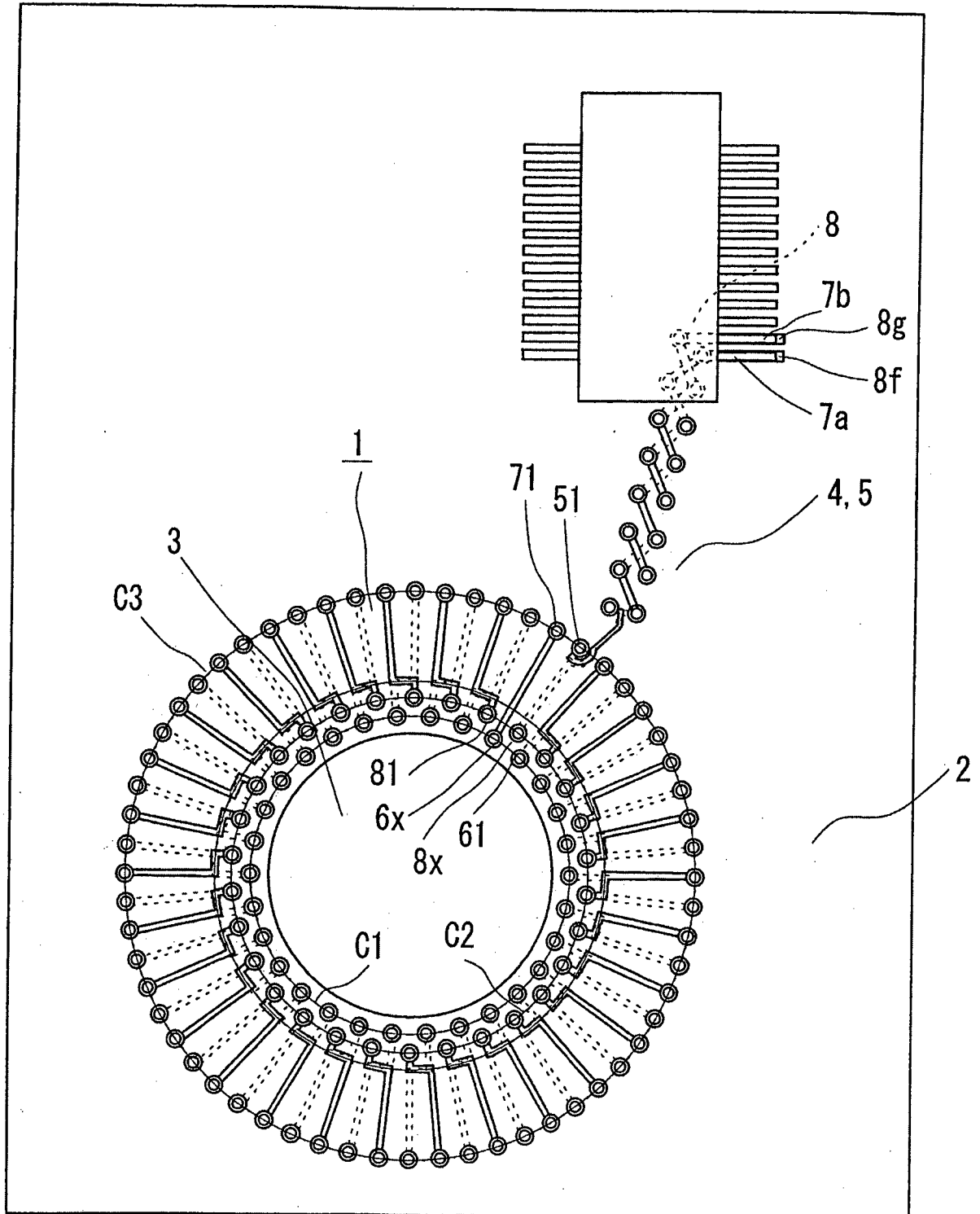


図 8

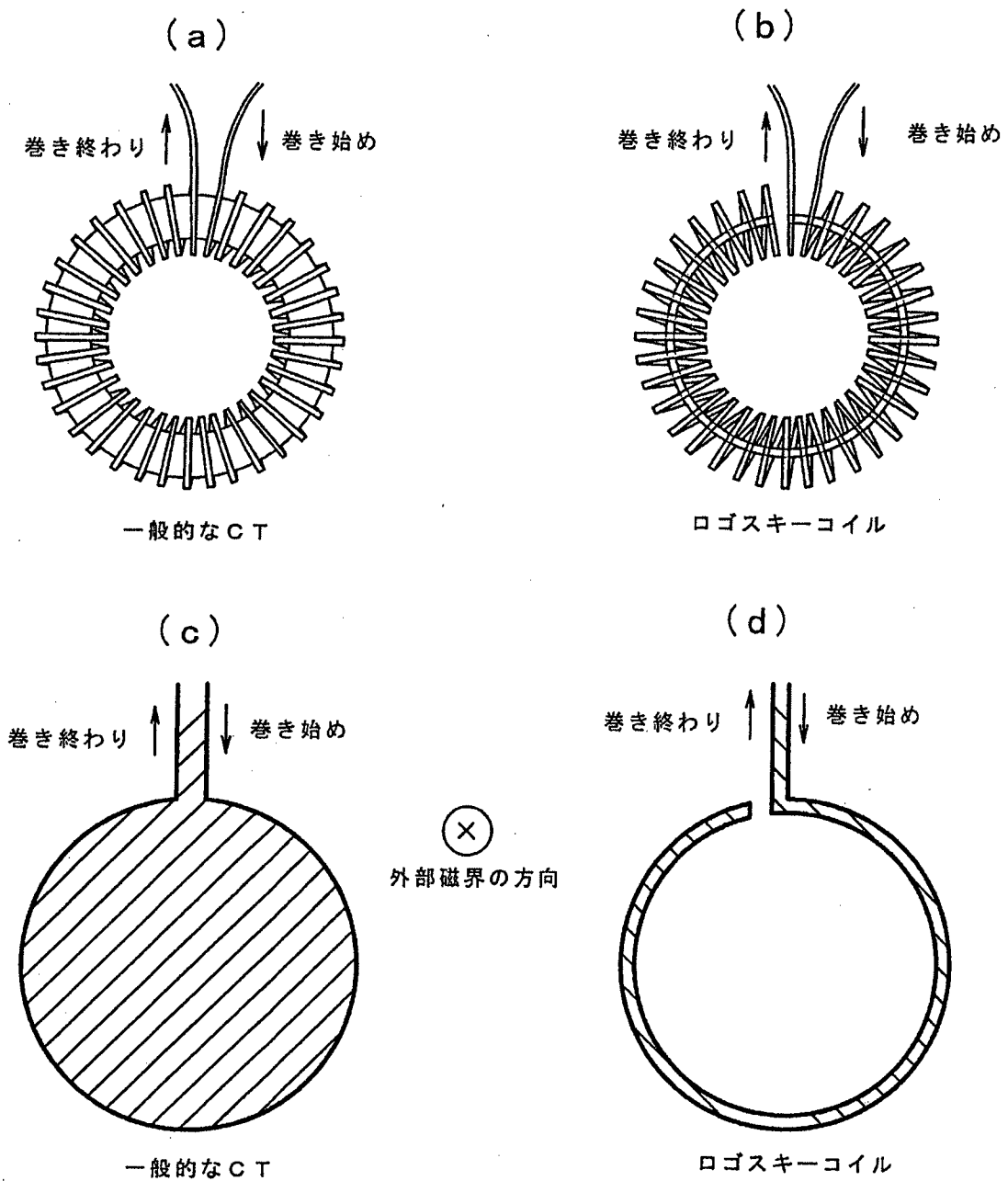
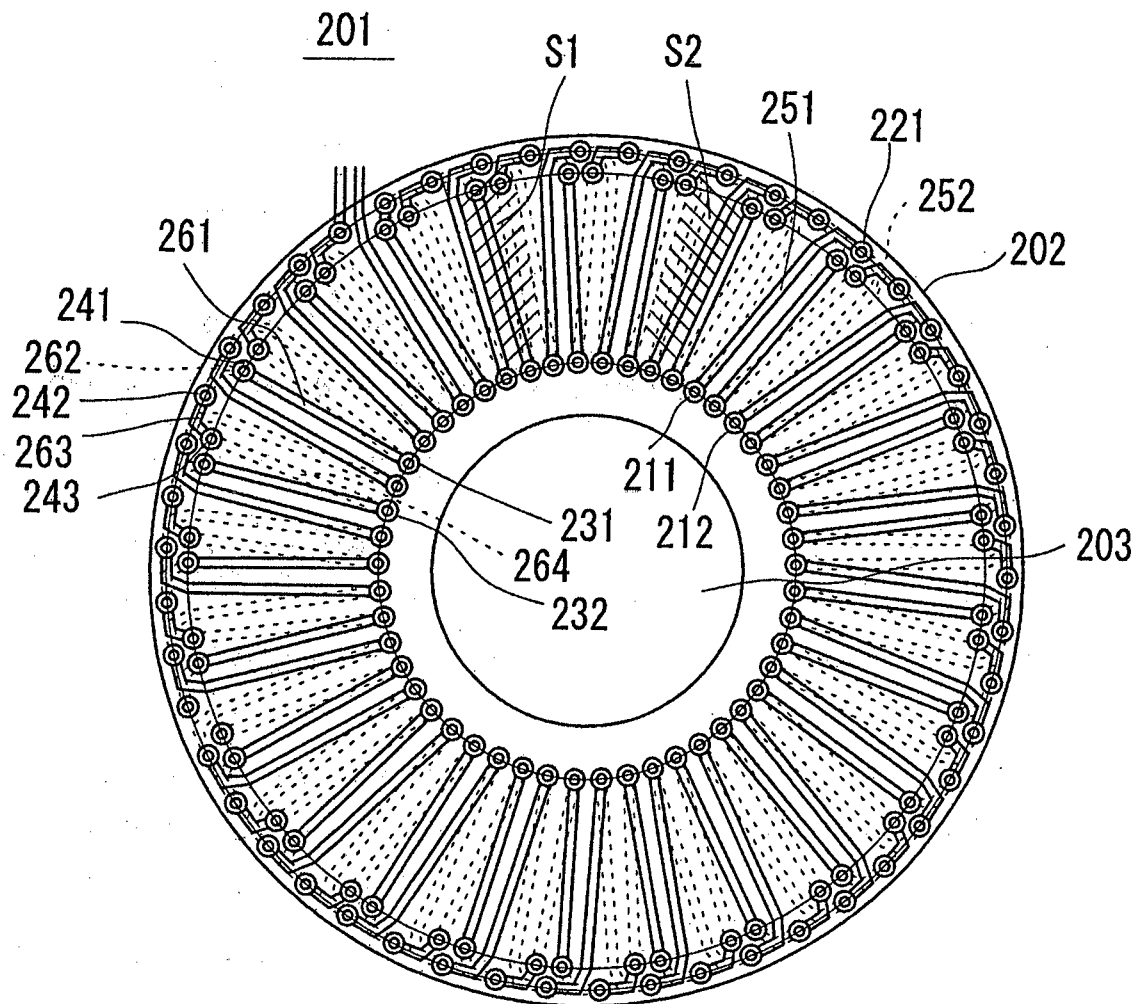


図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2015/000084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R15/18(2006.01)i, H01F38/28(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)

G01R15/18, H01F17/00, H01F38/28

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y A	JP 2011-141208 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 21 July 2011 (21.07.2011), paragraphs [0019] to [0023], [0030] to [0035]; fig. 1, 3 (Family: none)	1, 3-5 7 2, 6
Y	JP 2003-051731 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 21 February 2003 (21.02.2003), paragraph [0017]; fig. 2 (Family: none)	7
A	WO 2013/065266 A1 (Asahi Kasei EMD Corp.), 10 May 2013 (10.05.2013), paragraph [0038]; fig. 2 & EP 2775315 A1 & KR 10-2014-0068219 A & CN 104024877 A	1-7

☒ 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
28 April 2015 (28.04.15)Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2015/000082

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 63-250205 A (Hitachi, Ltd.), 18 October 1988 (18.10.1988), page 2, lower right column, line 16 to page 3, upper left column, line 18; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2006-214815 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 August 2006 (17.08.2006), paragraphs [0008] to [0017], [0039] to [0043]; fig. 2, 12 (Family: none)	1-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 101894/1987 (Laid-open No. 008668/1989) (Tohoku Kinzoku Kogyo Ltd.), 18 January 1989 (18.01.1989), fig. 2 (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R15/18(2006.01)i, H01F38/28(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（IPC））

Int.Cl. G01R15/18, H01F17/00, H01F38/28

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 Y A	JP 2011-141208 A（パナソニック電工株式会社）2011.07.21, 段落 0019-0023, 0030-0035, 図 1, 3（ファミリーなし）	1, 3-5 7 2, 6
Y	JP 2003-051731 A（株式会社村田製作所）2003.02.21, 段落 0017, 図 2（ファミリーなし）	7

☒ 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

28.04.2015

国際調査報告の発送日

19.05.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/JP）

郵便番号100-8915

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

2S

3203

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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	WO 2013/065266 A1 (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2013. 05. 10, 段落 0038, 図 2 & EP 2775315 A1 & KR 10-2014-0068219 A & CN 104024877 A	1-7
A	JP 63-250205 A (株式会社日立製作所) 1988. 10. 18, 第 2 頁右下欄 第 16 行-第 3 頁左上欄第 18 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2006-214815 A (三菱電機株式会社) 2006. 08. 17, 段落 0008-0017, 0039-0043, 図 2, 12 (ファミリーなし)	1-7
A	日本国実用新案登録出願62-101894号(日本国実用新案登録出願公開64-008668号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (東北金属工業株式会社) 1989. 01. 18, 第 2 図 (ファミリーなし)	6