

(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
2017年9月28日(28.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/164377 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/245 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012044
- (22) 国際出願日: 2017年3月24日(24.03.2017)
- (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 2016-062687 2016年3月25日(25.03.2016) JP
- (71) 出願人: ヤマハ株式会社(YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 上田 拓(UEDA Taku); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 鈴木 佳博(SUZUKI Yoshihiro); 〒4307720 静岡県浜松市中区板屋町111-2 浜松アクトタワー20階 株式会社メイテック 浜松エンジニアリングセンター内 Shizuoka (JP). 松原 吉勝(MATSUBARA Yoshikatsu); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 夏目 佳浩(NATSUME Yoshihiro); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 加藤

久和(KATO Hisakazu); 〒4350015 静岡県浜松市東区子安町311-3 三栄ハイテックス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 大澤 豊, 外(OSAWA Yutaka et al.); 〒1700005 東京都豊島区南大塚2-33-1 ストーク南大塚4階 Tokyo (JP).

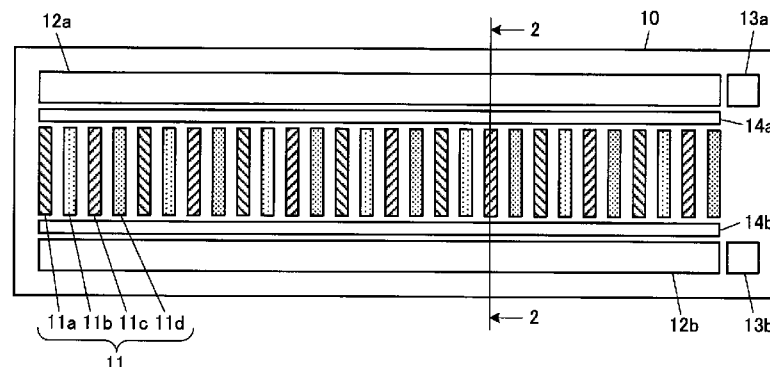
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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),

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE AND POSITION DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 基板及び位置検出装置



(57) Abstract: On a first surface of a substrate (10) in a position detection device (1) for detecting the position of a movable element (30) that moves on the substrate (10), which is a fixed element, an n-phase electrode (where n is an integer of 2 or greater) is provided with a plurality of signal electrodes (11) arrayed so as to repeat one-dimensionally along the movement direction of the movable element (30), and extraction electrodes (12a, 12b) disposed near the signal electrodes (11) on the first surface of the substrate (10) and along the movement direction of the movable element (30), air gaps (14a, 14b) that serve as low-permittivity portions having lower permittivity than other portions of the substrate (10) being provided at positions between the signal electrodes (11) and the extraction electrodes (12a, 12b).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/164377 A1



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))

固定子である基板 (10) 上で移動する移動子 (30) の位置を検出する位置検出装置 (1) における基板 (10) の第 1 面上に、 n 相の電極 (ただし、 n は 2 以上の整数) が、移動子 (30) の移動方向に一次元的に繰り返し配列された複数の信号電極 (11) と、基板 (10) の上記第 1 面上の信号電極 (11) の近傍に、移動子 (30) の移動方向に沿って配置された取出電極 (12 a, 12 b) とを備え、上記各信号電極 (11) と取出電極 (12 a, 12 b) との間の位置に、基板 (10) の他の部分よりも誘電率が小さい低誘電率部として空隙 (14 a, 14 b) を設けた。

明 細 書

発明の名称：基板及び位置検出装置

技術分野

[0001] この発明は、固定子と、その固定子上で移動する移動子との相対位置を検出する位置検出装置及び、上記固定子を構成する基板（プリント基板）に関する。

背景技術

[0002] 従来から、固定子と、その固定子上で移動する移動子との相対位置を検出する位置検出装置が知られている。

例えば、特許文献1には、固定子の誘導電極に電圧を供給し容量結合により移動子の櫛歯状の電極へ交番電位分布を発生し、その交番電位分布を固定子の電位検出電極で検出して、2つの信号を成分とするベクトルを生成し、そのベクトルの回転角から移動子の固定子に対する相対的な変位を計測することが記載されている。

また、特許文献2には、固定子上の4相の電極に90°ずつ位相がずれた4つの電気信号を供給し、それにより移動子上の第1電極及び第2電極に誘起される信号の位相に基づいて、固定子に対する移動子の位置を計測することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-221472号公報

特許文献2：特開2011-47679号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来の位置検出装置では、移動子の移動可能範囲を長く取ろうとすると、十分な検出精度を確保できないという問題があった。それは、固定子上に設ける、複数相の信号供給用の電極と、信号取り出し

用の電極との間で信号の漏れが発生してしまうためである。移動子の移動可能範囲を長く取る場合でも、信号供給用の電極の間隔を空けると位置の検出精度が悪くなるため、間隔を狭くして本数を増やさざるをえない。そして、電極の本数が増えると、その分信号の漏れも大きくなり、無視できないノイズとして位置検出の結果の影響を与える。

[0005] この発明は、このような問題を解決し、移動子の移動可能範囲を長く取った場合でも、固定子と、その固定子上で移動する移動子との相対位置を精度よく検出できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の目的を達成するため、この発明の基板は、固定子上で移動する移動子の位置を検出する位置検出装置における、その固定子を構成する基板において、その基板の第1面上に、 n 相の電極（ただし、 n は2以上の整数）が、上記移動子の移動方向に一次的に繰り返し配列された複数の第1電極と、上記基板の上記第1面上の上記第1電極の近傍に、上記移動子の移動方向に沿って配置された第2電極とを設け、上記各第1電極と上記第2電極との間の位置に、その基板の他の部分よりも誘電率が小さい低誘電率部を設けたものである。

[0007] このような基板において、上記低誘電率部がスリットであるとよい。

さらに、上記基板の内部の、上記第1電極を配置した領域と平面的に重なる位置に、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材を設けるとよい。

さらに、上記基板の内部又は上記第1面の裏側の第2面上の、上記第1電極を配置した領域と平面的に重ならない位置に、上記第2電極を配置した領域と平面的に重なる位置を避けて、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材を設けるとよい。

[0008] また、この発明の位置検出装置は、上記のいずれかの基板で構成される上記固定子と、上記第1電極の n 相の電極（ただし、 n は3以上の整数）に、 n 相の信号を供給する供給部と、第3電極を有する上記移動子であって、上記移動子が上記固定子上に配置されたとき、その第3電極が上記第1電極の

少なくとも1つ及び上記第2電極の少なくとも一部と容量結合される上記移動子と、上記容量結合により、上記供給部による信号の供給に応じて第2電極に発生する信号を検出する検出部とを備えることを特徴とする上記位置検出装置である。

[0009] また、この発明の別の基板は、上記のいずれかの基板において、上記第2電極として、2つの電極を、上記移動子の移動方向に沿って、上記第1電極の近傍の両側にそれぞれ設けており、上記低誘電率部として、2つの低誘電率部を、各第2電極と上記第1電極との間に設けたものである。

[0010] また、この発明の別の位置検出装置は、上記の基板で構成される上記固定子と、上記第1電極の n 相の電極（ただし、 n は3以上の整数）に、 n 相の信号を供給する供給部と、2つの第3電極を有する上記移動子であって、上記移動子が上記固定子上に配置されたとき、その第3電極の一方が、少なくとも1つの第1電極、及び、上記第2電極の一方の少なくとも一部と容量結合され、その第3電極の他方が、上記少なくとも1つの第1電極とは逆相の少なくとも1つの第1電極、及び、上記第2電極の他方の少なくとも一部と容量結合される上記移動子と、上記容量結合により、上記供給部による信号の供給に応じて上記2つの第2電極に発生する2つの信号の差分を検出する検出部とを備える上記位置検出装置である。

[0011] また、この発明の別の基板は、固定子上で移動する移動子の位置を検出する位置検出装置における、その固定子を構成する基板において、その基板の第1面上に、 n 相の電極（ただし、 n は3以上の整数）が、上記移動子の移動方向に一次的に繰り返し配列された複数の第1電極と、上記第1面上に上記移動子の移動方向に沿って上記第1電極の近傍に配置された第2電極とを設け、その基板の内部又は上記第1面の裏側の第2面上の、上記第1電極を配置した領域と平面的に重なる位置に、上記 n 相の各々の複数の第1電極を電氣的に接続する n 本の配線を設け、上記 n 本の配線を、上記第1電極の配列方向の位置に応じて異なる相の配線が、上記 n 本の配線の中で最も上記第2電極に近い位置となるように配置したものである。

[0012] このような基板において、上記各相の配線を、上記第1電極の配列方向に見ておおよそ等しい長さの区間で、上記n本の配線の中で最も上記第2電極に近い位置となるように配置するとよい。

さらに、上記各相の複数の第1電極と、その相の配線とを、その基板に形成された透孔を通じて接続するとよい。

さらに、上記基板の上記第1面と上記n本の配線の間の、上記第1電極を配置した領域と平面的に重なる位置に、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材を設けるとよい。

[0013] さらに、上記基板の内部又は上記第1面の裏側の第2面上の、上記第1電極を配置した領域と平面的に重ならない位置に、上記第2電極を配置した領域と平面的に重なる位置を避けて、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材を設けるとよい。

さらに、上記n本の配線の少なくとも1本は、接続されている少なくとも1つの上記第1電極と平面的に重なる位置で2つの部分配線に分断されており、その2つの部分配線はその第1電極を介して電氣的に接続されているとよい。

[0014] また、この発明の別の位置検出装置は、上記のいずれかの基板で構成される上記固定子と、上記第1電極のn相の電極（ただし、nは3以上の整数）に、上記n本の配線を介して、n相の信号を供給する供給部と、第3電極を有する上記移動子であって、上記移動子が上記固定子上に配置されたとき、その第3電極が上記第1電極の少なくとも1つ及び上記第2電極の少なくとも一部と容量結合される上記移動子と、上記供給部による信号の供給に応じて第2電極に発生する信号を検出する検出部とを備える上記位置検出装置である。

[0015] また、この発明の別の基板は、上記のいずれかの基板において、上記第2電極として、2つの電極を、上記移動子の移動方向に沿って、上記第1電極の近傍の両側にそれぞれ設けており、2つの第2電極の各々について、上記n本の配線は、上記第1電極の配列方向の位置に応じて異なる相の配線が、

上記 n 本の配線の中で最もその第 2 電極に近い位置となるように配置されているものである。

[0016] また、この発明の別の位置検出装置は、上記の基板で構成される上記固定子と、上記第 1 電極の n 相の電極（ただし、 n は 3 以上の整数）に、上記 n 本の配線を介して、 n 相の信号を供給する供給部と、2つの第 3 電極を有する上記移動子であって、上記移動子が上記固定子上に配置されたとき、その第 3 電極の一方が、少なくとも 1 つの第 1 電極、及び、上記第 2 電極の一方の少なくとも一部と容量結合され、その第 3 電極の他方が、上記少なくとも 1 つの第 1 電極とは逆相の少なくとも 1 つの第 1 電極、及び、上記第 2 電極の他方の少なくとも一部と容量結合される上記移動子と、上記容量結合により、上記供給部による信号の供給に応じて、上記 2 つの第 2 電極に発生する 2 つの信号の差分を検出する検出部とを設けた上記位置検出装置である。

また、この発明は、上記のように装置として実施する他、システム、方法、プログラム、記録媒体等、任意の態様で実施することができる。

発明の効果

[0017] 以上のようなこの発明の構成によれば、移動子の移動可能範囲を長く取った場合でも、固定子と、その固定子上で移動する移動子との相対位置を精度よく検出することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]この発明の一実施形態の位置検出装置が備える基板の平面図である。

[図2]図 1 の 2 - 2 線に沿った断面図である。

[図3]図 1 に示した基板の底面図である。

[図4]図 1 に示した基板上に配置される移動子の平面図である。

[図5]この発明の一実施形態の位置検出装置の概略構成を示す図である。

[図6]図 5 の 6 - 6 線に沿った断面図である。

[図7]図 5 に示した折り返し制御部が実行する処理のフローチャートである。

[図8]折り返し制御部の変形例の構成を示す図である。

[図9]図 8 に示した折り返し制御部が実行する処理のフローチャートである。

[図10]信号電極及び移動子電極の第1変形例の構成を示す図である。

[図11]信号電極及び移動子電極の第2変形例の構成を示す図である。

[図12]配線電極の第1変形例の構成を示す図である。

[図13]配線電極の第2変形例の構成を示す図である。

[図14]基板の構成の変形例を示す図である。

[図15]基板の内部に配線電極を配置する変形例の構成を示す、図2と対応する断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、この発明を実施するための形態を図面に基づいて具体的に説明する。

〔位置検出装置及び基板の実施形態：図1乃至図7〕

まず、この発明の位置検出装置及び基板の第1実施形態について説明する。

図5に、この発明の位置検出装置の、検出回路を含む概略構成を示す。

[0020] 図5に示す位置検出装置1は、この発明の位置検出装置の実施形態であり、固定子である基板10（プリント基板）と、基板10上を移動する移動子30（小型のプリント基板）とを備え、移動子30の、基板10上における位置を検出して出力する装置である。なお、位置検出装置1が検出する移動子30の位置は、基板10に対する移動子30の位置であり、これを絶対位置と呼ぶ。

また、移動子30の移動経路は、レールやスリット等、公知の適宜な手法により、基板10上の適当な一次元の範囲に規制される。

[0021] ここで、まず基板10について、図1乃至図3を用いて説明する。

図1は、基板10の平面図である。図2は、図1の2-2線における断面図である。図3は、基板1の裏面の配線電極の配置を示す底面図である。

図1に示す基板10は、樹脂等の絶縁性材料で形成され、容易に変形しない硬質の基板である。また、図2に現れるように第1層10a～第3層10cの3層構造となっているが、各層の材質は同じでも異なってもよい。

また、各層には、各種電極や配線がプリントされており、重ねて接着されている。なお、複数の層により基板 10 を形成することは必須ではなく、1 層のみでもよい。

[0022] そして、基板 10 の、図 1 でおもて側の第 1 面には、信号電極 11 と、取出電極 12 a, 12 b と、基準位置電極 13 a, 13 b が設けられている。また、信号電極 11 と取出電極 12 a との間には、空隙 14 a が設けられ、信号電極 11 と取出電極 12 b との間には、空隙 14 b が設けられている。これらの 11 ~ 14 (及び、後述する配線 15、ビア 19 等) は、1 つの移動子 30 の位置を検出するための基板側要素である。なお、基板 10 が充分広ければ、1 枚の基板 10 上に、複数の移動子 30 に対応する複数の基板側要素 11 ~ 19 を設け、各移動子 30 の位置を測定することもできる。

[0023] これらのうち信号電極 11 は、互いに位相が 90° ずつずれた 4 相の電気信号が供給される複数の電極を、移動子 30 の移動方向に一次的に繰り返し配列した第 1 電極である。例えば、第 1 相 ($+0^\circ$) の信号が供給される第 1 相電極 11 a と、第 2 相 ($+90^\circ$) の信号が供給される第 2 相電極 11 b と、第 3 相 ($+180^\circ$) の信号が供給される第 3 相電極 11 c と、第 4 相 ($+270^\circ$) の信号が供給される第 4 相電極 11 d とをこの順に繰り返し配列する。図における各電極のハッチング (ドット、斜線) は、各電極の相を示す。ハッチングが同じ電極は、同じ相の電極である。

[0024] 取出電極 12 a, 12 b は、信号電極 11 の両側それぞれの近傍に設けられ、信号電極 11 に供給される電気信号に応じて、容量結合により移動子 30 側の電極に誘起される電気信号を取り出すための第 2 電極である。この取り出しの仕組みについては後に詳述する。

基準位置電極 13 a, 13 b は、取出電極 12 a, 12 b の端部付近に設けられ、移動子 30 が図 5 に示す Area 6 にある場合に、移動子 30 側の電極に誘起される電気信号を取り出すための電極である。この取り出しの仕組みについても後に詳述する。

[0025] 空隙 14 a, 14 b は、図 2 に現れるように、基板 10 の第 1 層 10 a ~

第3層10cの全てを貫通する細長い透孔すなわちスリットとして設けている。その幅は、全長に亘ってほぼ均一である。

この空隙14a, 14bは、信号電極11から取出電極12への直接的な容量結合を介した信号の伝播を低減するための設けたものである。すなわち、信号電極11と取出電極12との間には、基板の素材により（後述する移動子30の電極を介さないという意味で）直接的な容量結合が形成されるため、信号電極11に交流信号を供給すると、その信号はその直接的な容量結合を介して、移動子30側の電極の位置によらず、取出電極12へ伝播する。この信号は、移動子30の位置を検出する際にノイズとなる。また、伝播する信号の強度は、信号電極11と取出電極12との間に直接的に形成される容量性リアクタンス（抵抗成分）に反比例する。

[0026] そこで、信号電極11と取出電極12（個体を区別しない場合には符号「12」を用いる）との間に、基板より比誘電率の低い低誘電率部を介在させることにより、容量性リアクタンスを増加（静電容量を減少）させ、信号の伝播を抑えることができる。図1の例では、基板10の材質である樹脂（一例として比誘電率が2～4）よりも比誘電率が低い空気を介在させる、という意味で空隙14a, 14bを設けているが、基板10の材質よりも比誘電率の低い物質を充填しても、同様の効果が得られる。

[0027] このことにより、移動子の移動可能範囲を長く取り、その結果、信号電極11の数が増えた場合でも、信号電極11から取出電極12への直接の信号の伝播を抑え、移動子30の位置を精度よく検出できるようにすることができる。

なお、信号電極11と取出電極12との間の距離を離して容量性リアクタンスを増加させてもよいが、あまり大きな距離を取ると位置検出装置1のサイズが増加してしまう。この実施形態のように、距離は程々にして空隙14a, 14bを設けることが好ましい。

[0028] ところで、上述の容量結合の減少が目的であれば、空隙として、透孔の代わりに、例えば第1層10a及び第2層10bを貫通する溝を設けても、あ

る程度の効果は得られる。しかし、次の観点から、透孔を設けることが望ましい。

すなわち、基板 10 を 90% 程度以上の湿度が高い環境に置くと、しばしば、基板 10 の表面に肉眼では判別し難い程度の細かい水滴がつくことが知られている。この水滴により、信号電極 11 と取出電極 12 との間の抵抗成分が減少してしまい、この経路を介して信号が伝播する。この信号も、移動子 30 の位置を検出する際にノイズとなる。

[0029] しかし、信号電極 11 と取出電極 12 との間に透孔による空隙 14 a, 14 b があると、基板 10 の表面に水滴がついたとしても、信号電極 11 と取出電極 12 との間の導通経路が長いため、信号の伝播を防止できる。従って、位置検出装置 1 は高湿の環境下においても精度よく移動子 30 の位置を検出することができる。

[0030] 次に、基板 10 の内部及び、第 1 面の裏側の第 2 面（図 3 でおもて側の面）に設けた電極について説明する。

基板 10 には、その第 2 面に、図 3 に現れる配線 15（相を区別する必要がない場合にはアルファベットの無い符号「15」を用いる。「ビア（via）19」、「端子 20」及び「バレル（barrel）16」も同様。）、ビア 19 及び端子 20 を設けている。

[0031] 配線 15 は、同じ相の複数の信号電極 11 を電氣的に接続し、各信号電極 11 に対して電気信号を供給するための配線である。ビア 19 は、図 2 に現れる、基板 10 を貫通する透孔に設けたバレル 16 を介して異なる 2 面の 2 電極（例えば、配線 15 と信号電極 11）を電氣的に接続する接続部である。端子 20 は、外部回路と配線 15 とを電氣的に接続するための端子である。

[0032] 図 3 においては、1 つの信号電極 11 と平面的に重なる（基板 10 に垂直な方向から見た場合に重なる）位置に、1 つのビア 19 が設けられた箇所（例えば矢印 X で示す箇所）と、2 つのビア 19 が設けられた箇所（例えば矢印 Y で示す箇所）とがある。

前者の箇所では、単に配線 15 が信号電極 11 と接続されるのみである（図 6 参照）。しかし、後者の箇所では、ある相の配線 15 が左右の 2 つの部分配線に分断され、第 1 部分配線（15c-1）が第 1 接続部（ビア 19c-1）を通じて信号電極 11 と接続され、さらに第 2 接続部（ビア 19c-2）を通じて第 2 部分配線（15c-2）に接続される。そして、第 2 部分配線が、より先の各信号電極 11 に接続される。

[0033] 基板 10 には、4 相の信号電極 11 に対応して、4 相の配線 15a～15d を設けている。そして、図 3 に示すように、信号電極 11 の配列方向の位置に応じて異なる相の配線 15 が、4 相の配線 15 の中で最も取出電極 12 に近い位置に来るように、各相の配線 15 の、図 3 で縦方向の配置を、順次入れ替えている。上記の、1 つの信号電極 11 と平面的に重なる位置に 2 つのビア 19 を設ける箇所は、この入れ替えのため、配線が他の配線を跨ぐ際に設けるものである。

[0034] また、各相の配線 15 は、信号電極 11 の配列方向に見ておおよそ等しい長さの区間で、4 相の配線 15 の中で最も取出電極 12 に近い位置となるようにしている。「最も取出電極 12 に近い位置」には、「最も取出電極 12a に近い位置」と、「最も取出電極 12b に近い位置」とがあるが、そのどちらについても、上記「おおよそ等しい長さの区間」が成立するとよい。

[0035] ここで、最も取出電極 12a に近い位置にある配線 15 と取出電極 12a との間には、矢印 A で示すように直接的な容量結合が形成される。同様に、最も取出電極 12b に近い位置にある配線 15 と取出電極 12b との間にも、矢印 B で示す容量結合が形成される。そして、これらの容量結合を介して配線 15 に供給される交流信号が取出電極 12a, 12b に伝播され、移動子 30 の位置を検出する際にノイズとなってしまう。

[0036] 特に、特定の相の配線 15 のみが最も取出電極 12 に近い位置にあると、特定位相の電気信号が取出電極 12 に供給されてしまう。このため、後述のような電気信号の位相に基づく移動子 30 の位置検出への影響が大きい。しかし、信号電極の配列方向の位置に応じて異なる相の配線 15 が、取出電極

12に近い位置にあれば、複数相の信号が取出電極12上に伝播されるため、取出電極12上で逆相の信号同士が打ち消し合い、配線15から伝播される信号の影響を、全体で見て低減することができる。各相の配線15が、信号電極11の配列方向に見ておおよそ等しい長さの区間で、最も取出電極12に近い位置となるようにすれば、この効果は一層顕著である。

[0037] 以上の他、基板10には、その内部の、第2層10b上に、遮蔽電極17、18a、18bを設けている。これらの遮蔽電極17、18a、18bは、いずれも、グランドに接続された電極であり、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材として機能する。

遮蔽電極17は、信号電極11を配置した領域と平面的に重なる位置に設けたものであり、信号電極11と、配線15及びビア19との間の、バレル16を介しない電気信号の伝播を阻止するために設けたものである。なお、バレル16の位置には遮蔽電極17は設けておらず、遮蔽電極17とバレル16とが接触しないよう、遮蔽電極17には、バレル16よりやや大きいサイズの孔 (antipad) を設けている。

[0038] また、遮蔽電極18a、18bは、それぞれ外部から取出電極12a、12bへのノイズ信号の伝播を阻止するために設けたものである。ただし、遮蔽電極18a、18bは、取出電極12a、12bと平面的に重なる位置を避けて設けている。これは、平面的に重なる位置に設けると、矢印Aや矢印Bの容量結合が増えて、配線15から取出電極12a、12bへの漏れが大きくなるためである。

[0039] 次に、移動子30について、図4乃至図6を用いて説明する。

図4は、移動子30の平面図である。

移動子30は、基板31の、図4でうら側の面に、第3電極である移動子電極32a、32bを配置 (プリント) して構成したものである。移動子電極32aは、それぞれ信号電極11と対向させる第1対向部33a及び第3対向部33cと、取出電極12aと対向させる信号取出部35aを備える。また、移動子電極32bは、それぞれ信号電極11と対向させる第2対向部

33b及び第4対向部33dと、取出電極12bと対向させる信号取出部35bを備える。

[0040] 図5には、移動子30を基板10の配置した状態を示している。図6は、図5の6-6線に沿った断面図である。なお、図5において、移動子電極32a、32bは、基板31のうら側にあるが、図を見やすくするために実線で示している。

図5に示すように、移動子電極32aの第1対向部33a及び第3対向部33cは、移動子30の位置に応じて、信号電極11の、いずれかの相の電極と対向するが、ちょうど1周期分離れた同じ相の電極と対向する寸法となっている。

[0041] また、信号電極11に電気信号を供給すると、それに応じて容量結合により第1対向部33a及び第3対向部33cにも電気信号が誘起される。そして、同じ相の電極と対向していることから、第1対向部33a及び第3対向部33cには同じ位相の電気信号が誘起される。この電気信号は、信号取出部35aに伝達される。そして、信号取出部35aに電気信号が発生したことにより、信号取出部35aと対向する取出電極12aにも容量結合により電気信号が誘起される。

[0042] 取出電極12aに誘起される電気信号は、第1対向部33a及び第3対向部33cがどの相の信号電極11と対向しているか、すなわち、移動子30がどの位置にあるか、に応じて異なる位相となる。例えば、第1対向部33a及び第3対向部33cが第1相電極11aのみと対向する位置であれば、取出電極12aには、第1相と同じ位相の電気信号が誘起される。また、図5の例のように第2相電極11b及び第3相電極11cの双方を丁度カバーする位置であれば、取出電極12aには、第2相と第3相の中間の位相（第2相と第3相の信号を加算して得られる信号の位相）の電気信号が誘起される。

[0043] 同様に、他の位置にある場合でも、移動子30の位置に応じて連続的に変化する位相の信号が、取出電極12aに誘起される。また、その位相は、移

動子 30 が、4 相分の信号電極 11、すなわち、図 5 に「Area」で示した領域 1 つ分を移動する毎に、 360° （1 周期相当）変化する。従って、取出電極 12a に誘起される電気信号の位相に基づき、各領域内における移動子 30 の位置を検出することができる。

[0044] なお、移動子電極 32b の第 2 対向部 33b 及び第 4 対向部 33d と、信号電極 11 と、取出電極 12b との間にも、同じ関係がある。ただし、第 2 対向部 33b 及び第 4 対向部 33d が対向する信号電極 11 は、第 1 対向部 33a 及び第 3 対向部 33c が対向する信号電極とは 2 相分ずれた、異なる相の電極である。例えば、各相の電気信号の位相が 90° ずつ異なる場合、第 1 対向部 33a 及び第 3 対向部 33c の場合と比べ、ちょうど逆相の信号電極 11 と対向する。従って、取出電極 12b に誘起される電気信号は、取出電極 12a に誘起される電気信号の逆相であり、これらの差分を取ることにより、信号が増幅されると共に、両取出電極 12a、12b に共通するノイズ信号がキャンセルされ、移動子 30 の位置の検出精度が向上する。

[0045] また、上記の「Area」は、ここでは便宜的に、第 1 対向部 33a の位置を基準に区切ることとし、第 1 対向部 33a の中心と第 1 相電極 11a の中心とが重なる位置を、エリアの区切りとする。位置検出装置 1 において、エリアは「Area1」～「Area6」の 6 つを設けている。

[0046] ここで、移動子 30 が「Area6」にある場合、信号取出部 35a、35b は、取出電極 12a、12b だけでなく、基準位置電極 13a、13b とも対向する。従って、基準位置電極 13a、13b には、移動子が「Area6」にある場合のみ、信号取出部 35a、35b を介して、容量結合により、検出できる程度の電気信号が誘起される。逆に、移動子が「Area6」にない場合は、微弱な電気信号しか誘起されない。

従って、基準位置電極 13a、13b から所定強度以上の電気信号が出力されている場合には、移動子 30 が「Area6」にある。これを、取出電極 12a、12b からの電気信号の位相と組み合わせれば、「Area6」中の移動子 30 の位置を特定できる。

[0047] なお、「Area 6」の位置、つまり、基準位置電極 13 a, 13 b を設ける位置はこの例に限らず、どこに設けてもよい。その場合、基準位置電極 13 a, 13 b を、例えば、取出電極 12 a, 12 b の外側に設け、信号取出部 35 a, 35 b を、取出電極 12 a, 12 b の外側まで延ばして設けてもよい。但し、この実施例のように、基準位置電極 13 a, 13 b を、取出電極 12 a, 12 b の延長線上に設ければ、省スペースを実現できる。

[0048] また、基準位置電極 13 a, 13 b は、1つのみでもよいが、2つ設けているのは、2つの信号取出部 35 a, 35 b から基準位置電極に漏れる信号の量を等しくして、2つの取出電極 12 a, 12 b からの2つの電気信号に対する影響を相互に同じにするためである。

なお、十分な結合容量を確保するため、移動子の移動可能範囲は、取出電極 12 a, 12 b の右端が、基準位置電極 13 a, 13 b を覆うところまでとし、それ以上右には移動できないようにするのが良い。

[0049] 次に、以上説明してきた位置検出装置 1 において、電気信号を生成して各信号電極 11 に供給する供給回路 41～44 や、その信号に応じて取出電極 12 a, 12 b 及び基準位置電極 13 a, 13 b からの電気信号に基づき移動子 30 の位置を検出する検出回路 41、45～51 の構成及び動作について、図 5 を参照しつつ説明する。

[0050] 図 5 に示す位置検出装置 1 の構成ブロック 41～51 は、その全部を基板 10 上に実装してもよいし、一部を基板 10 上に実装し、残りを別基板に実装してもよい。また、図 5 で四角枠で示す各ブロックは、それぞれ、専用回路で構成してもよいし、プロセッサに所要のプログラムを実行させることによってその機能を実現してもよい。

位置検出装置 1 は、例えば、カウンタ 41、波形テーブル 42、出力器 43、44、差動増幅器 45、コンパレータ 46、位相差検出部 47、レベル判定部 48、折り返し制御部 49、補正テーブル 50、フィルタ 51 を備える。

[0051] これらのうち、カウンタ 41 は、所定のクロック（例えば、数 MHz ～数

十MHz)をフリーランでカウントして、信号電極11に供給する電気信号の位相であるカウント値を出力する。例えば、7ビットのカウンタであれば、0～127のカウントを繰り返し、その周波数は数十kHz～数百kHzとなる。カウンタ41のカウント値は、例えば、0が0°、32が90°、64が180°、96が270°にそれぞれ相当し、波形テーブル42及び位相差検出部47に供給される。

[0052] 波形テーブル42は、少なくとも1/4周期分の正弦波のサンプル値を格納したテーブルであり、カウンタ41からのカウント値を位相として、その位相における正弦波(sin)と余弦波(cos)のサンプル値を生成する。波形テーブル42は、出力器43にはcosのサンプル値を、出力器44にはsinのサンプル値を出力する。

出力器43、44は、それぞれ入力されるサンプル値をアナログ信号に変換し、正相と逆相で電力増幅して出力する。出力器43、44からの各相のアナログ信号は、それぞれ対応する相の端子20及び配線15を経て信号電極11へ供給される。

[0053] 出力器43の反転出力からは、第4相(+270°)の逆相の余弦波(-cos)が第4相電極11dへ、非反転出力からは、第2相(+90°)の正相の余弦波(cos)が第2相電極11bへ供給される。また、出力器44の非反転出力からは、第3相(+180°)の正相の正弦波(sin)が第3相電極11cへ、反転出力からは、第1相(+0°)の逆相の正弦波(-sin)が第1相電極11aへ供給される。

[0054] 次に、差動増幅器45は、取出電極12aからの電気信号と、取出電極12bからの電気信号との差の信号を出力する。取出電極12a側がプラス、取出電極12b側がマイナスである。

コンパレータ46は、差動増幅器45の出力がマイナスからプラスに変わるタイミングで、位相差検出部47に対してパルス信号を出力する。

[0055] 位相差検出部47は、コンパレータ46からパルス信号が入力されたタイミングでカウンタ41のカウント値をラッチすると共に、そのラッチしたカ

ウント値と、基準のカウント値 R_{ef} との差を、位相差 P_a として折り返し制御部 49 へ供給する。

これらの差動増幅器 45、コンパレータ 46 及び位相差検出部 47 が検出部に該当する。

[0056] 例えば、移動子 30 が、最初のエリアの始点、すなわち第 1 対向部 33a の中心と第 1 相電極 11a の中心とが重なる位置にある場合に、コンパレータ 46 からのパルス信号に従ってラッチされる位相カウント値を基準のカウント値とする。その場合、第 1 相は $-\sin$ であるから、この信号がマイナスからプラスに変わるのは、位相 180° のタイミングであり、基準のカウント値は 64 である。従って、ラッチしたカウント値から 64 を減算すればよい。また、カウント値 0 を 180° に対応付けすれば、第 1 相の基準のカウント値を 0 にでき、この減算を省略できる。さらに、第 1 相を基準とせず、他の相（例えば第 3 相）を基準にしてもよい。

[0057] これに対し、例えば移動子 30 が、第 1 対向部 33a の中心と第 2 相電極 11b の中心とが重なる位置にある場合には、第 2 相は $\cos$ であるから、この信号がマイナスからプラスに変わるのは、位相 270° のタイミングである。この場合、ラッチしたカウント値は 96 であり、64 を減算して位相差 P_a は 32 ($+90^\circ$) となる。位相差 P_a は、例えば、第 1 対向部 33a と対向する信号電極 11 が第 1 相のとき 0、第 2 相のとき 32、第 3 相のとき 64、第 4 相のとき 96 である。

[0058] レベル判定部 48 は、基準位置電極 13a からの電気信号の強度が所定値以上あるか否か判断し、あれば、移動子 30 が「Area 6」にあることを示す信号 A6 を「1」にし、そうでなければ「0」にして折り返し制御部 49 へ出力する。

折り返し制御部 49 は、図 7 を用いて後述する処理により、位相差検出部 47 からの位相差 P_a と、レベル判定部 48 からの信号 A6 とに基づき、移動子 30 の絶対位置 P_s を算出する。

[0059] 補正テーブル 50 は、折り返し制御部 49 が算出した絶対位置 P_s を補正

する。移動子 30 の位置と、取出電極 12 a, 12 b からの電気信号の位相との関係は完全にリニアではないため、それをリニアになるように補正するものである。

なお、補正テーブル 50 を、折り返し制御部 49 の前段に配置し、位相差検出部 47 からの位相差 P_a を、位置リニアになるように補正してもよい。

[0060] フィルタ 51 は、補正テーブル 50 による補正後の絶対位置から急な変化を除去する。この除去は、低域を通過させるローパスフィルタ処理や、所定時間分のデータを加算平均により行えばよい。その他、適宜な方法を採用可能である。

フィルタ 51 の出力が、移動子 30 の位置 P_D として、位置検出装置 1 から出力される。

なお、基板 10 が複数ある場合、図 5 に示した供給回路 41 ~ 44 が、複数の基板 10 に並列に 4 相の電気信号を入力し、検出回路 41、45 ~ 51 が、複数の基板 10 の取出電極 12 a, 12 b から複数の電気信号を並列に受け取り、時分割で処理して、各基板 10 上における移動子 30 の位置を検出するようにすればよい。

[0061] 次に、図 7 を用いて、折り返し制御部 49 が実行する位置検出処理について説明する。

図 7 は、その処理のフローチャートである。

折り返し制御部 49 は、位相差検出部 47 から位相差 P_a が入力されると、その時点の信号 A_6 を取得して、図 7 のフローチャートに示す処理を開始する。なお、 t は図 7 の処理の起動カウントであり、 $P_a(t)$ は今回取得したデータ、 $P_a(t-1)$ は前回取得したデータを示す。

[0062] 図 7 の処理において、折り返し制御部 49 はまず、今回の信号 $A_6(t)$ の値が「1」であるか否かを判断する (S11)。これが No であれば、ステップ S12 に進む。

ここでは、折り返し制御部 49 は、まず今回の位相差 $P_a(t)$ と前回の位相差 $P_a(t-1)$ との差 ($7bit$) を移動量 MA として求める (S1

2)。位相差 P_a はいずれも 7 bit であり、この減算で桁あふれを捨てることにより、得られる移動量 MA は $-64 \sim +63$ の範囲となる。

[0063] 次に、折り返し制御部 49 は、ステップ S_{12} の移動量 MA の最上位ビットの値を、移動方向 DIR に代入する (S_{13})。

この実施形態では、4 相の信号の周波数が数十 kHz ～数百 kHz と高いため、その 1 周期以内に位相差 P_a が $1/2$ 周期以上変動することは、基本的に有り得ない。

移動量 MA が正の場合、移動方向 DIR の値は「0」となり、移動量 MA が負の場合、移動方向 DIR の値は「1」となる。

[0064] 次に、折り返し制御部 49 は、今回の位相差 $P_a(t)$ を前回の位相差 $P_a(t-1)$ と大小比較し、判定結果 BIG を出力する (S_{14})。 BIG の値は、位相差 $P_a(t)$ が大のとき「0」、小のとき「1」である。

折り返し制御部 49 は、以上で求めた DIR 、 BIG 及びエリア番号の前回値 $AN(t-1)$ に基づき、エリア番号の今回値 $AN(t)$ を求める (S_{15})。

より具体的には、移動方向が正 ($DIR=0$) で位相差 $P_a(t)$ が大 ($BIG=0$)、または、移動方向が負で位相差 $P_a(t)$ が小 ($BIG=1$) であれば、移動子 30 はエリアをまたいだ移動をしていないことがわかる。移動方向と位相差 P_a の増減が合っているためである。この場合エリア番号 AN を前回のものから変化させない。

[0065] また、移動方向が負 ($DIR=1$) で位相差 $P_a(t)$ が大 ($BIG=0$) の場合、位相差 P_a が負の方向に移動し、かつ位相差 P_a が大きくなっているため、繰り下がりが発生した、すなわち、移動子 30 がエリア番号の 1 つ小さいエリアに移動したとわかる。この場合、エリア番号 $AN(t)$ を前回値 $AN(t-1)$ から 1 減少させる。

[0066] 移動方向が正 ($DIR=0$) で位相差 $P_a(t)$ が小 ($BIG=1$) の場合、位相差 P_a が正の方向に移動し、かつ位相差 P_a が小さくなっているため、繰り上がりが発生した、すなわち、移動子 30 がエリア番号の 1 つ大き

いエリアに移動したとわかる。この場合、エリア番号 $AN(t)$ を前回値 $AN(t-1)$ から 1 増加させる。

[0067] なお、ステップ S 1 1 で Yes の場合、移動子 3 0 は「Area 6」にあるので、今回のエリア番号 $AN(t)$ に値「6」をセットする (S 1 6)。

ステップ S 1 5, S 1 6 のいずれの場合も、折り返し制御部 4 9 は、今回求めた $AN(t)$ を上位 3 ビット、今回の位相差 $Pa(t)$ を下位 7 ビットとする絶対位置 $Ps(t)$ を出力し (S 1 7)、 $AN(t)$ と $Pa(t)$ を次回処理時に前回の AN 、 Pa として参照するため保存して (S 1 8)、処理を終了する。

[0068] 以上の処理により、折り返し制御部 4 9 は、絶対位置 $Ps(t)$ を生成して出力することができる。この実施例では、移動子 3 0 の移動可能範囲であるスケール全体を複数のエリアに分割し、エリア毎の 4 相の信号電極 1 1 を用いて、そのエリア内の絶対位置 Pa を求め、さらに、その時間変化に基づいて、エリアを跨いだ移動の累積値 AN を検出し、エリア内の絶対位置 Pa とその累積値 AN からスケール全体での絶対位置を求めている。

なお、以上の実施例において、レベル判定部 4 8 は、容量結合により基準位置電極 1 3 a に発生する電気信号の強度に基づき、移動子 3 0 が「Area 6」の特定の位置 (位相差 $Pa(t)$ と対応する位置) にあることを検出する。

[0069] [折り返し制御部の変形例：図 8 及び図 9]

次に、上述した実施形態の種々の変形例について説明する。

まず、折り返し制御部の変形例について説明する。

図 8 にこの変形例における折り返し制御部 4 9' を示す。

図 8 に示す折り返し制御部 4 9' は、絶対位置 Ps を、エリア 6 以外では、位相差 Pa は直接使用せず、位相差 Pa から算出された移動量 MA だけに基づいて算出する点が図 5 の折り返し制御部 4 9 と異なる。

より具体的には、折り返し制御部 4 9' は、図 7 の位置検出処理に代えて図 9 の位置検出処理を実行する。

[0070] 折り返し制御部49'は、位相差検出部47から位相差 P_a が入力されると、その時点の信号 A_6 を取得して、図9のフローチャートに示す処理を開始する。

図9の処理において、折り返し制御部49'はまず、現在の信号 $A_6(t)$ の値が「1」であるか否か判断する(S31)。これがNoであれば、折り返し制御部49'は、まず今回の位相差 $P_a(t)$ と前回の位相差 $P_a(t-1)$ との差を、7bitで求め、その値を移動量MAとする(S32)。この演算は、図7のステップS12と同様である。次に、折り返し制御部49'は、前回の絶対位置 $P_s(t-1)$ に、ステップS32で求めた移動量MAを加算して、今回の絶対位置 $P_s(t)$ を求める(S33)。

[0071] また、ステップS31でYesの場合は、図7のステップS11でYesの場合と同様、移動子30は「Area6」にあることがわかるので、絶対位置 $P_s(t)$ の上位3ビットの値を「Area6」を示す「6」、下位7ビットの値を $P_a(t)$ として、今回の絶対位置を生成することができる(S34)。

いずれの場合も、生成した絶対位置 $P_s(t)$ を出力すると共に、 $P_a(t)$ と $P_s(t)$ を次回処理時に参照するために保存して(S35)、処理を終了する。

以上の処理によっても、図7の処理の場合と同様、絶対位置 $P_s(t)$ を求めることができる。

[0072] [信号電極の変形例：図10及び図11]

次に、信号電極11の形状及び配置の変形例について説明する。なお、信号電極11の変形に伴い、移動子30側に設ける電極の形状及び配置も変更される。

図10及び図11に、それぞれ異なる変形例における、信号電極11及び移動子30側の電極を示す。なお、これらの図では、上述した実施形態と対応する箇所には同じ符号を用いている。また、電極に付与されたハッチングが、その電極の相を示す点も、上述した実施形態と同じである。以下に説明

する各変形例においても同様とする。

[0073] 図10に示す第1変形例では、各相の信号電極11を三角形状に構成すると共に、信号電極11を配列する領域の図で横向きを中心線を対称軸として、互いに線対称な位置に逆相の信号電極11を配置している。例えば、第1相電極11aと対称な位置に第3相電極11cを配置し、第2相電極11bと対称な位置に第4相電極11dを配置している。なお、対称軸の上側も下側も、それぞれ、移動子30の移動方向に沿ってみれば、4相の信号電極11が一次的に繰り返し配列されている。なお、直線でも曲線でも、何らかの線に沿って信号電極11が配列されていれば、「一次的」である。この例のように、複数列であってもよい。

[0074] 基板10側の電極11、12に対応して、移動子30側には、対応するサイズの移動子電極36a、36bを配置している。移動子電極36aは、図で上段に配列された信号電極11と取出電極12aとを容量結合する。移動子電極36bは、図で下段に配列された信号電極11と取出電極12bとを容量結合する。

上述のように、互いに線対称な位置に逆相の信号電極11を配置していることから、信号電極11への各相の電気信号の供給に伴い、移動子電極36a、36bには互いに逆相の信号が誘起され、上述した実施形態の場合と同様、2つの信号の差分を取って信号を増幅することができる。

[0075] なお、図10では、移動子電極36aは常に2又は3の信号電極11と対向する。しかし、移動子電極36aに誘起される電気信号の総和の位相は、対向する信号電極11の電気信号を、対向する面積に応じた重み付けで加算した信号の位相と概ね一致する。信号電極11が三角形状であるため、移動子の位置に対して、電気信号の位相がよりリニアに変化する。移動子30の移動につれ、移動子電極36aに誘起される電気信号の位相が徐々に変化することは、上述の実施形態の場合と同じである。

上述の実施形態の場合と同様、移動子電極36aによる容量結合により取出電極12aに誘起される電気信号を取り出し、その位相から、移動子30

の位置を検出できる。

[0076] 次に、図 1 1 に示す第 2 変形例では、各相の信号電極 1 1 を二等辺三角形状に構成して、互い違いに一次元的に配列している。移動子 3 0 側の移動子電極 3 2 a, 3 2 b は、図 4 に示したものと同一であり、各対向部 3 3 a ~ 3 3 d の太さは、信号電極 1 1 の底辺の長さと同様である。例えば、第 1 対向部 3 3 a が概ねある第 2 相電極 1 1 b の底辺と重なる場合、第 3 対向部 3 3 c はその次の第 2 相電極 1 1 b の底辺と重なる。

[0077] 以上の構成でも、移動子電極 3 2 a と、移動子電極 3 2 b とは、互いに逆相の信号電極 1 1 と対向し、移動子 3 0 の位置に応じた位相の電気信号が誘起される。このため、上述の実施形態及び第 1 変形例の場合と同様、移動子電極 3 2 a, 3 2 b に誘起される電気信号に応じて取出電極 1 2 a, 1 2 b に誘起される電気信号を取り出し、その位相を検出することにより、移動子 3 0 の位置を検出することができる。

[0078] [配線電極の変形例：図 1 2 及び図 1 3]

次に、配線 1 5 の形状及び配置の変形例について説明する。

図 1 2 及び図 1 3 に、それぞれ異なる変形例における、信号電極 1 1 及び移動子 3 0 側の電極を示す。図 3 と同様に、配線 1 5 及びビア 1 9 の配置を示すものであるが、空隙 1 4 a, 1 4 b の内側の部分のみを示している。

図 3 では、配線 1 5 を部分的に信号電極 1 1 の配列方向（移動子 3 0 の移動方向）に対して斜めにして、各相の配線 1 5 を、信号電極 1 1 の配列方向の位置に応じて、取出電極 1 2 に対して近づけたり遠ざけたりしていた。

[0079] しかし、配線 1 5 を常に信号電極 1 1 の配列方向と平行に配置しても、信号電極のところ、2 つのビア 1 9 を用いて、左右の 2 つの配線 1 5 を電気的に接続できる（図 2、図 3 参照）。つまり、各信号電極のところ、各相の配線 1 5 の、取出電極 1 2 からの距離を変更可能である。

例えば、各相の配線 1 5 及びビア 1 9 を、図 1 2 のように順番に配置してもよいし、図 1 3 のように配置してもよい。

[0080] どのような配置であっても、信号電極 1 1 の配列方向の位置に応じて異なる

る相の配線 15 が、4 相の配線 15 の中で最も取出電極 12 に近い位置に来るようにし、また、各相の配線 15 が、信号電極 11 の配列方向に見ておおよそ等しい長さの区間で、4 相の配線 15 の中で最も取出電極 12 に近い位置となるようにすれば、上述した実施形態で説明した効果が得られる。

[0081] 〔その他の変形例〕

以上で実施形態の説明を終了するが、装置の具体的な構成、各部の形状、回路の構成などが、上述の実施形態で説明したものに限られないことはもちろんである。

例えば、上述した実施形態では、1 枚の基板 10 内に空隙 14 a, 14 b を設けたが、基板を複数枚に分けて構成し、それらを一定の間隔を開けて配置することにより空隙を構成してもよい。

[0082] 図 14 にこの例を示す。

図 14 の例では、固定子である基板を、第 1 基板 10 x ~ 第 3 基板 10 z の 3 つの部分に分けて構成している。そして、これらの基板を、一定の間隔を開けて支持部材に組み付けることにより、第 1 基板 10 x と第 2 基板 10 y との間に空隙 14 a を、第 2 基板 10 y と第 3 基板 10 z との間に空隙 14 b を形成している。

このような構成でも、上述した実施形態の場合と同様な効果が得られる。

[0083] また、上述した実施形態では、配線 15 及びビア 19 を、基板 10 の第 2 面上に設ける例について説明した。しかし、配線 15 及びビア 19 は、基板 10 の内部に設けてもよい。

図 15 にこの例を示す。

図 15 の例では、基板 10 を、第 1 層 10 a ~ 第 4 層 10 d の 4 層構造としており、配線 15 及びビア 19 を、第 3 層 10 c の下側に設けている。すなわち、第 4 層 10 d で覆われた、基板 10 の内部に設けている。

このような構成であっても、上述した実施形態の場合と同様な効果が得られる。また、配線 15 及びビア 19 の損傷を防止できるという効果もある。

[0084] また、上述した実施形態では 4 相の信号電極 11 を用いたが、2 相、3 相

、5相以上など、任意の n 相（ n は2以上の整数）の信号電極11を用いても、同様な移動子30の位置検出が可能である。

位置検出装置1は、ユーザからの操作を受け付ける任意の装置に適用可能である。操作の検出結果に従って、他の装置が持つパラメータの値を制御するものであってもよい。操作の検出結果を、パラメータの値の制御に用いることも必須ではない。

また、以上述べてきた構成及び変形例は、矛盾しない範囲で適宜組み合わせ適用することも可能である。

産業上の利用可能性

[0085] 以上の説明から明らかなように、この発明によれば、移動子の移動可能範囲を長く取った場合でも、固定子と、その固定子上で移動する移動子との相対位置を精度よく検出することが可能な位置検出装置を提供することができる。

符号の説明

[0086] 1：位置検出装置、10：基板、11：信号電極、11a：第1相電極、11b：第2相電極、11c：第3相電極、11d：第4相電極、12：取出電極、13：基準位置電極、14a, 14b：空隙、15：配線、16：バレル、17, 18a, 18b：遮蔽電極、19：ビア、20：端子、30：移動子、31：基板、32a, 32b, 36a, 36b：移動子電極、33a：第1対向部、33b：第2対向部、33c：第3対向部、33d：第4対向部、35a, 35b：信号取出部、41：カウンタ、42：波形テーブル、43, 44：出力器、45：差分増幅器、46：コンパレータ、47：位相差検出部、48：レベル判定部、49, 49'：折り返し制御部、50：補正テーブル、51：フィルタ

請求の範囲

- [請求項1] 固定子上で移動する移動子の位置を検出する位置検出装置における、その固定子を構成する基板であって、
- 当該基板の第1面上に、 n 相の電極（ただし、 n は3以上の整数）が、前記移動子の移動方向に一次的に繰り返し配列された複数の第1電極と、
- 前記基板の前記第1面上の前記第1電極の近傍に、前記移動子の移動方向に沿って配置された第2電極とを備え、
- 前記各第1電極と前記第2電極との間の位置に、当該基板の他の部分よりも誘電率が小さい低誘電率部を設けたことを特徴とする基板。
- [請求項2] 請求項1に記載の基板であって、
- 前記低誘電率部はスリットであることを特徴とする基板。
- [請求項3] 請求項1乃至2の何れか一項に記載の基板であって、
- 前記基板の内部の、前記第1電極を配置した領域と平面的に重なる位置に、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材を設けたことを特徴とする基板。
- [請求項4] 請求項3に記載の基板であって、
- 前記基板の内部又は前記第1面の裏側の第2面上の、前記第1電極を配置した領域と平面的に重ならない位置に、前記第2電極を配置した領域と平面的に重なる位置を避けて、電気信号の伝播を遮蔽する遮蔽部材を設けたことを特徴とする基板。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の基板で構成される前記固定子と、
- 前記第1電極の n 相の電極（ただし、 n は3以上の整数）に、 n 相の信号を供給する供給部と、
- 第3電極を有する前記移動子であって、前記移動子が前記固定子上に配置されたとき、該第3電極が前記第1電極の少なくとも1つ及び前記第2電極の少なくとも一部と容量結合される前記移動子と、

前記容量結合により、前記供給部による信号の供給に応じて第2電極に発生する信号を検出する検出部とを備えることを特徴とする前記位置検出装置。

[請求項6]

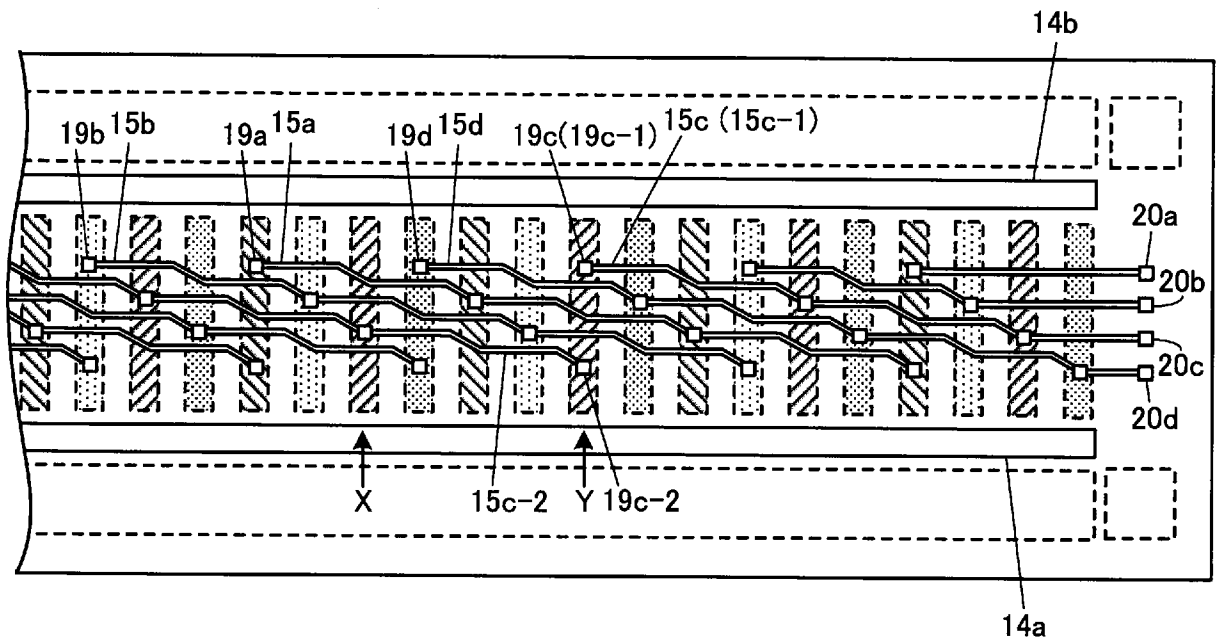
請求項1乃至4の何れかに一項に記載の基板であって、
前記第2電極として、2つの電極を、前記移動子の移動方向に沿って、前記第1電極の近傍の両側にそれぞれ設けており、
前記低誘電率部として、2つの低誘電率部を、各第2電極と前記第1電極との間の位置に設けていることを特徴とする基板。

[請求項7]

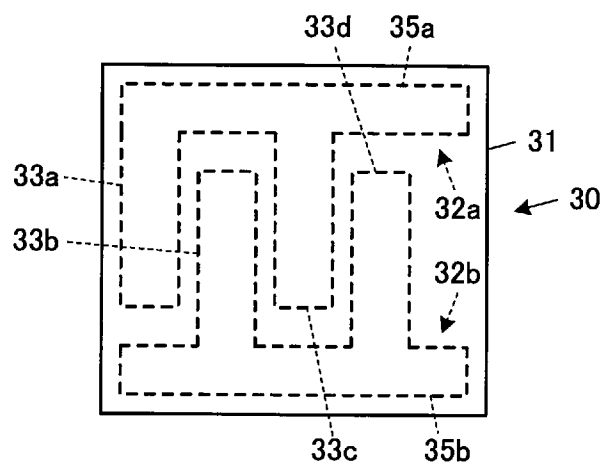
請求項6に記載の基板で構成される前記固定子と、
前記第1電極の n 相の電極（ただし、 n は3以上の整数）に、 n 相の信号を供給する供給部と、
2つの第3電極を有する前記移動子であって、前記移動子が前記固定子上に配置されたとき、該第3電極の一方が、少なくとも1つの第1電極、及び、前記第2電極の一方の少なくとも一部と容量結合され、該第3電極の他方が、前記少なくとも1つの第1電極とは逆相の少なくとも1つの第1電極、及び、前記第2電極の他方の少なくとも一部と容量結合される前記移動子と、
前記容量結合により、前記供給部による信号の供給に応じて前記2つの第2電極に発生する2つの信号の差分を検出する検出部とを備えることを特徴とする前記位置検出装置。

A cross-sectional view of a multi-layered structure 10. The structure consists of a central core 11, which is composed of a series of vertical layers 11a, 11b, 11c, and 11d. These layers are separated by thin horizontal lines 12a and 12b. The core 11 is flanked by two outer layers 13a and 13b. The entire structure is enclosed within a frame 14a and 14b. A dimension line 2 indicates the width of the structure.

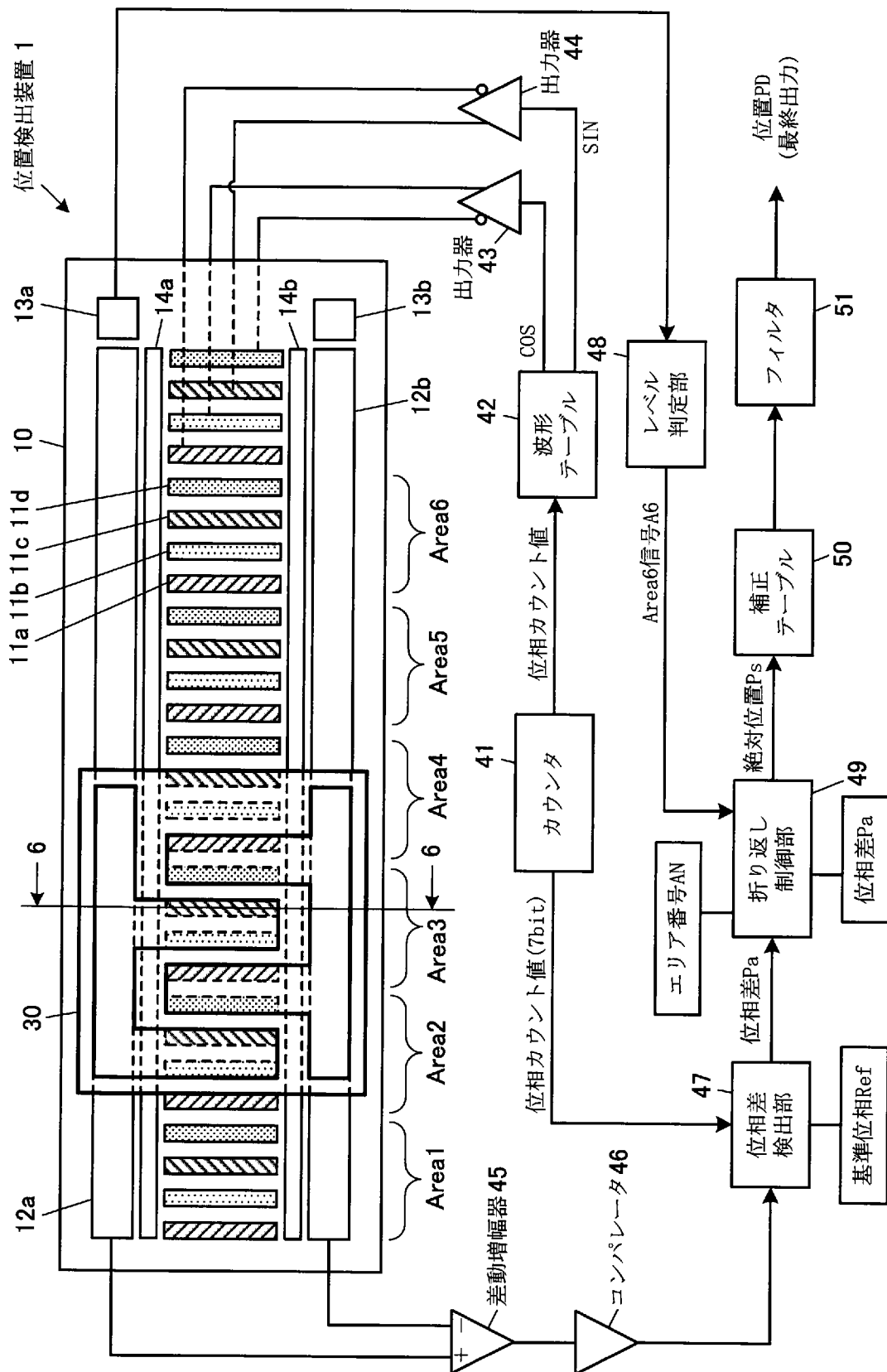
[図3]



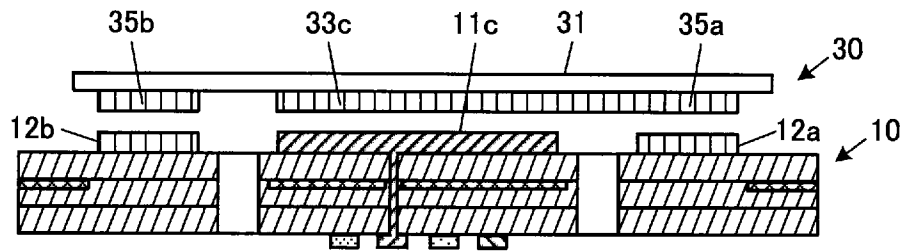
[図4]



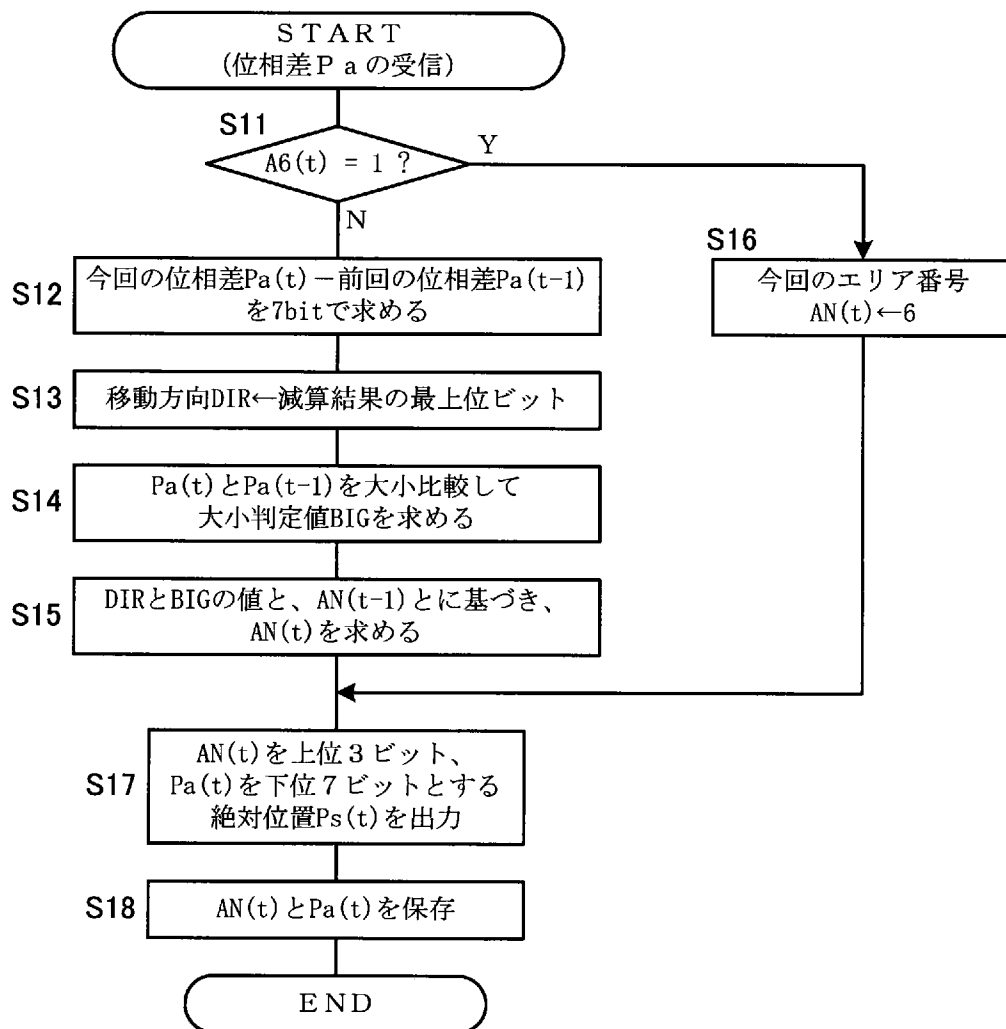
[図5]



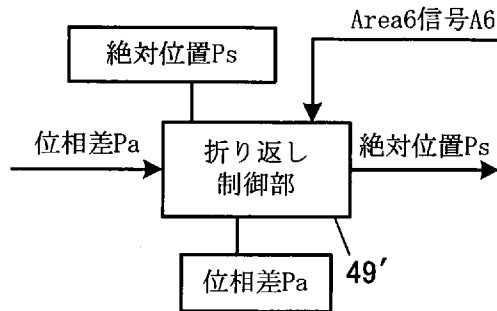
[図6]



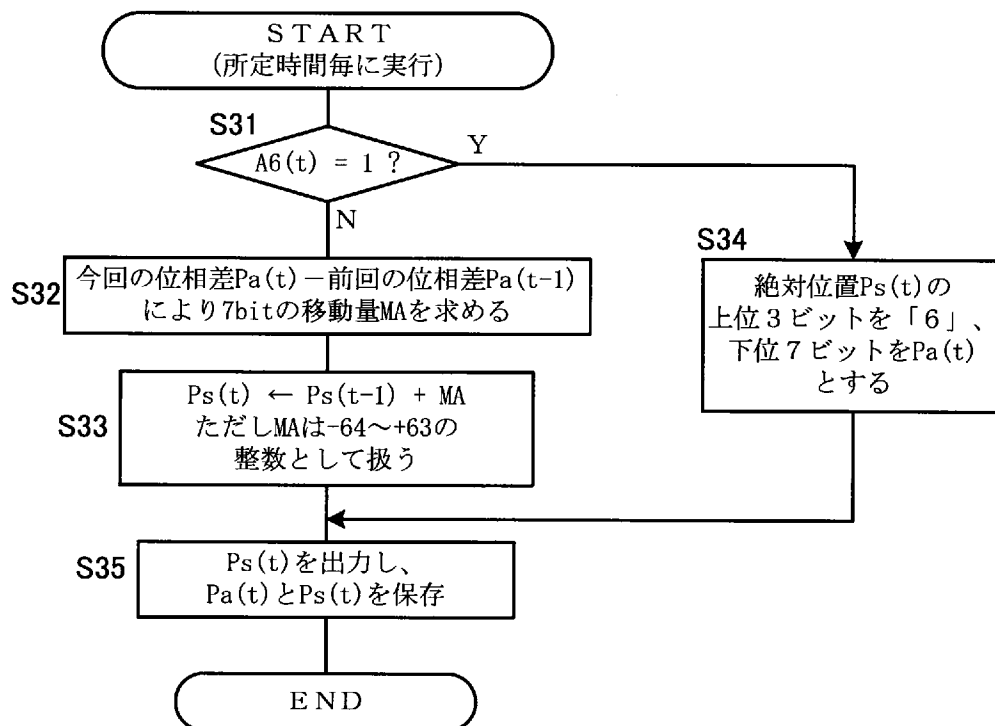
[図7]



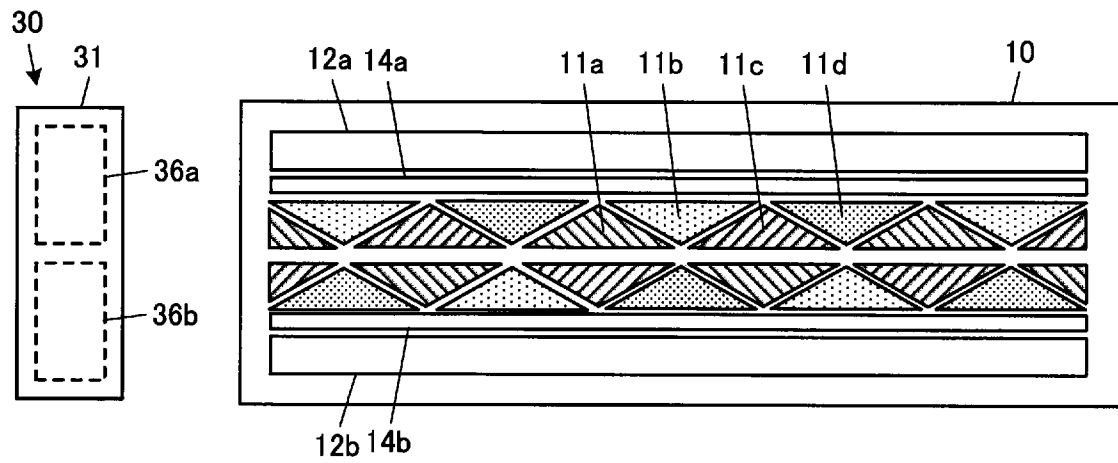
[図8]



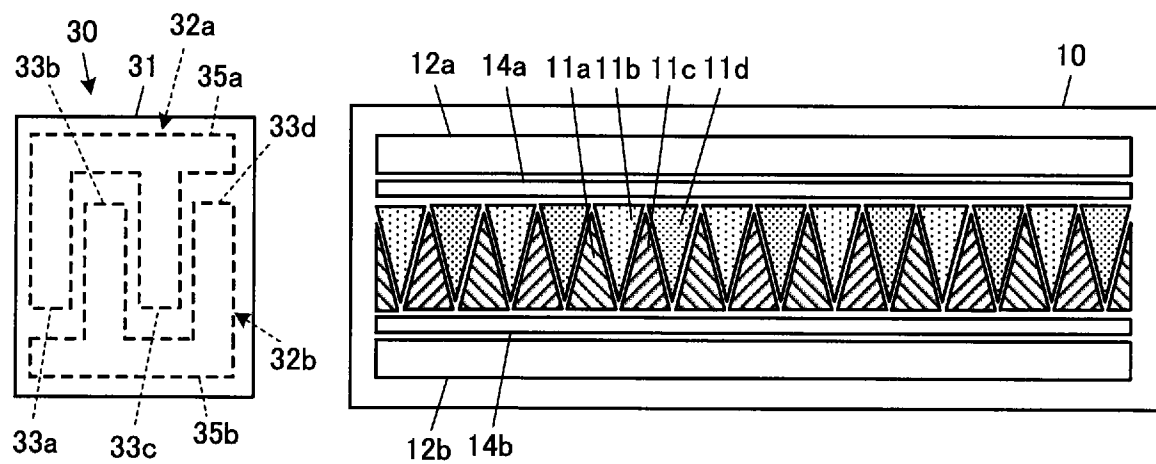
[図9]



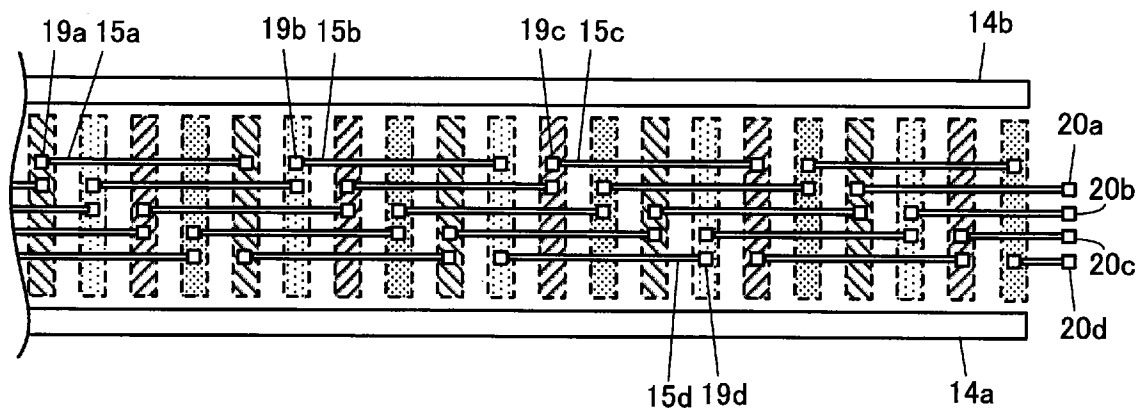
[図10]



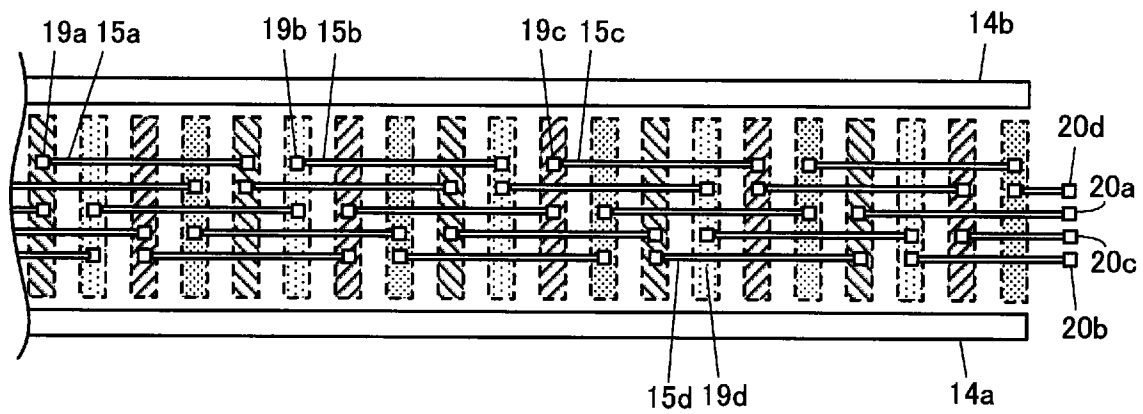
[図11]



[図12]



[図13]



The diagram shows three horizontal layers. The top layer (10x) contains a long rectangular block (12a) and a small square block (13a) at the right end. The middle layer (10y) contains a series of vertical bars with different patterns (11a, 11b, 11c, 11d) and a small square block (13b) at the right end. The bottom layer (10z) contains a long rectangular block (12b) and a small square block (13b) at the right end. The layers are labeled 10x, 10y, and 10z. The blocks are labeled 12a, 12b, 13a, and 13b. The vertical bars are labeled 11a, 11b, 11c, and 11d. The layers are also labeled 14a and 14b.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/245(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)

G01D5/00-5/252, 5/39-5/62

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y A	JP 2011-185882 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0004], [0016], [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 5-7 3-4
Y	JP 2014-183697 A (Toshiba Lighting & Technology Corp.), 29 September 2014 (29.09.2014), entire text; fig. 2, 5, 6 (Family: none)	1-2, 5-7
Y	JP 1-185913 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 25 July 1989 (25.07.1989), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2, 5-7

☒ 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
15 June 2017 (15.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

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/JP2017/012044

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-47679 A (Seidensha Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0047] to [0062]; fig. 9 to 12 (Family: none)	6-7
A	JP 59-212711 A (Mitsutoyo Mfg. Co., Ltd.), 01 December 1984 (01.12.1984), entire text; all drawings & US 4633249 A entire text; all drawings & DE 3418566 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01D5/245(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. G01D5/00-5/252, 5/39-5/62

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y A	JP 2011-185882 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2011.09.22, 段落 [0004], [0016], [0017], 図1 (ファミリーなし)	1-2, 5-7 3-4
Y	JP 2014-183697 A (東芝ライテック株式会社) 2014.09.29, 全文, 図2, 5, 6 (ファミリーなし)	1-2, 5-7
Y	JP 1-185913 A (株式会社村田製作所) 1989.07.25, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-2, 5-7

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

15.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

平野 真樹

2 F

4631

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
Y	JP 2011-47679 A (株式会社青電舎) 2011.03.10, 段落 [0047] - [0062], 図9-12 (ファミリーなし)	6-7
A	JP 59-212711 A (株式会社三豊製作所) 1984.12.01, 全文, 全図 & US 4633249 A , 全文, 全図 & DE 3418566 A1	1-7