

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-94429

(P2006-94429A)

(43) 公開日 平成18年4月6日(2006.4.6)

(51) Int. Cl.	F I		テーマコード (参考)	
HO4B 1/38 (2006.01)	HO4B	1/38	5E346	
HO5K 3/46 (2006.01)	HO5K	3/46	N	5K011
	HO5K	3/46	Q	
	HO5K	3/46	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2004-280660 (P2004-280660)	(71) 出願人	503054096 株式会社セルクロス 東京都墨田区亀沢4-14-16
(22) 出願日	平成16年9月27日(2004.9.27)	(74) 代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	浅村 直也 東京都練馬区桜台4-23-7
		(72) 発明者	岡田 明正 東京都荒川区西尾久8-44-30-306
		Fターム(参考)	5E346 AA12 AA15 AA22 AA32 AA43 BB02 BB03 BB04 BB06 BB11 FF45 HH01 5K011 AA03 KA18

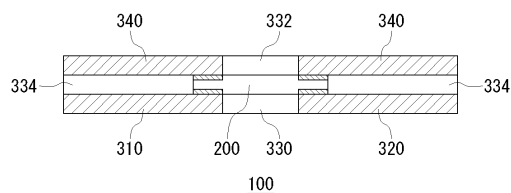
(54) 【発明の名称】 通信装置

(57) 【要約】

【課題】 2次元通信を実現する新たな通信装置を提案する。

【解決手段】 本発明の通信装置100は、グランドセグメント310および電源セグメント320と、導電体により構成されて信号を伝達する信号伝達セグメント340と、グランドセグメント310、電源セグメント320および信号伝達セグメント340に電氣的に接続する通信素子200を備えた積層構造体として構成される。グランドセグメント310および電源セグメント320は、積層構造体において同一の高さの層に形成される。

【選択図】 図24



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

グランドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する信号伝達セグメントと、前記グランドセグメント、前記電源セグメントおよび前記信号伝達セグメントに電氣的に接続する通信素子を備えた積層構造体として構成される通信装置であって、

前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、積層構造体において同一の高さの層に形成されることを特徴とする通信装置。

【請求項 2】

前記信号伝達セグメントは、絶縁層を介して前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントに重なって配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

10

【請求項 3】

前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、同一の高さの層において、互い違いに配置されており、前記グランドセグメントと前記電源セグメントの間は絶縁されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】

近接する前記グランドセグメント同士、および近接する前記電源セグメント同士は、結合部品により電氣的に結合されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 5】

前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、帯状の形状を有して、絶縁層を介して複数個の前記信号伝達セグメントに重なって配置されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の通信装置。

20

【請求項 6】

グランドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する機能をもつ信号伝達セグメントとを備えた積層構造を有する信号伝送用基板装置であって、複数の開口部を備え、

前記開口部は、グランドセグメント、電源セグメントおよび信号伝達セグメントを露出させ、前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、積層構造において同一の高さの層に形成され、当該層は、前記信号伝達セグメントが設けられた層とは異なる高さにあることを特徴とする信号伝送用基板装置。

30

【請求項 7】

前記開口部は、積層構造を貫通して形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の信号伝送用基板装置。

【請求項 8】

複数の前記開口部は、所定の間隔で設けられることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の信号伝送用基板装置。

【請求項 9】

前記信号伝達セグメントは、絶縁層を介して前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントに重なって配置されていることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれかに記載の通信装置。

40

【請求項 10】

前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、同一の高さの層において、互い違いに配置されており、前記グランドセグメントと前記電源セグメントの間は絶縁されていることを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれかに記載の信号伝送用基板装置。

【請求項 11】

近接する前記グランドセグメント同士、および近接する前記電源セグメント同士は、結合部品により電氣的に結合されていることを特徴とする請求項 6 から 10 のいずれかに記載の信号伝送用基板装置。

【請求項 12】

50

前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、帯状の形状を有して、絶縁層を介して複数個の前記信号伝達セグメントに重なって配置されていることを特徴とする請求項 6 から 11 のいずれかに記載の信号伝送用基板装置。

【請求項 13】

グランドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する信号伝達セグメントと、前記グランドセグメント、前記電源セグメントおよび前記信号伝達セグメントに電氣的に接続する通信素子を備えた積層構造体として構成される通信装置であって、

前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、積層構造体において異なる高さの層に形成されており、前記信号伝達セグメントは、前記グランドセグメントが形成された層または前記電源セグメントが形成された層の少なくとも一方の層に形成されることを特徴とする通信装置。

10

【請求項 14】

前記信号伝達セグメントは、絶縁層を介して、異なる高さの層に形成された前記グランドセグメントまたは前記電源セグメントに重なって配置されていることを特徴とする請求項 13 に記載の通信装置。

【請求項 15】

グランドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する機能をもつ信号伝達セグメントとを備えた積層構造を有する信号伝送用基板装置であって、複数の開口部を備え、

20

前記開口部は、グランドセグメント、電源セグメントおよび信号伝達セグメントを露出させ、前記グランドセグメントおよび前記電源セグメントは、積層構造において異なる高さの層に形成されており、前記信号伝達セグメントは、前記グランドセグメントが形成された層または前記電源セグメントが形成された層の少なくとも一方の層に形成されることを特徴とする信号伝送用基板装置。

【請求項 16】

前記信号伝達セグメントは、絶縁層を介して、異なる高さの層に形成された前記グランドセグメントまたは前記電源セグメントに重なって配置されていることを特徴とする請求項 15 に記載の信号伝送用基板装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は信号を伝達する通信技術に関し、特に 2 次元的に信号を送受信することが可能な通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

L A N (Local Area Network) や W A N (Wide Area Network) などの通信ネットワークでは、複数の通信端末が同軸ケーブルや光ファイバなどにより接続されている。このようなネットワークでは、通信端末同士を有線にて接続することが一般的であった。近年、本発明者らの研究グループにより、個別の配線を形成することなく、複数の通信素子が信号を中継することで信号を伝達する通信装置が提案された (例えば、特許文献 1 参照)。

40

【特許文献 1】特開 2004 - 7448 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来通信ネットワークや実装基板においては端末や素子などを 1 本の個別配線により一対一の関係で物理的に接続しているため、仮に 1 本しかない配線が切断された場合には信号を伝達することができなくなり、通信機能が停止する事態も生じうる。また、個々の

50

物理的配線をひくことが面倒であったり、スペースの関係で困難を極める場合もある。特許文献1は、そのような事態を解消する通信装置につき提案しており、優れた効果的な技術であるといえる。

【0004】

特許文献1には、導電体などから構成される電源層およびグランド層と、信号を伝達するための信号層とを備えた通信装置が開示されている。この通信装置は、絶縁層を除くと下層から順にグランド層、信号層および電源層の3層構造を有している。本発明者はこの積層構造に注目して、新たな改善の余地があることを見いだした。

【0005】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、新規な通信装置に関する技術を提供することにある。特に新たな積層構造を有する通信装置に関する技術を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のある態様は、グランドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する信号伝達セグメントと、グランドセグメント、電源セグメントおよび信号伝達セグメントに電気的に接続する通信素子を備えた積層構造体として構成される通信装置を提供する。この態様の通信装置において、グランドセグメントおよび電源セグメントは、積層構造体において同一の高さの層に形成される。グランドセグメントおよび電源セグメントを同一高さの層に形成することで、積層構造体の層数を少なくできる。グランドセグメントおよび電源セグメントは、層を絶縁領域により分割された形で形成される。グランドセグメントおよび電源セグメントは、抵抗値がほぼゼロに等しい非常に低抵抗な導電体により形成されることが好ましい。隣り合う信号伝達セグメントは、その間を絶縁領域または高抵抗領域により分割された形で形成される。信号伝達セグメントは、抵抗値がほぼゼロに等しい導電体により形成されてもよく、また絶縁材料ではないある程度の抵抗値を有する導電体により形成されてもよい。

20

【0007】

信号伝達セグメントは、絶縁層を介してグランドセグメントおよび電源セグメントに重なって配置されることが好ましい。例えば、信号伝達セグメントは、グランドセグメントおよび電源セグメントと同一の形状に構成されて重なってもよく、また、帯状に形成されたグランドセグメントおよび電源セグメントの一部に信号伝達セグメントが重なって配置されてもよい。これにより、通信素子との接続が容易になる。

30

【0008】

グランドセグメントおよび電源セグメントは、同一の高さの層において、互い違いに配置されており、グランドセグメントと電源セグメントの間は絶縁される。通信素子は電源電位および接地電位を必要とするため、互い違いに配置することで通信素子との間で接触をとりやすくなる利点がある。

【0009】

近接するグランドセグメント同士、および近接する電源セグメント同士は、結合部品により電気的に結合されてもよい。この結合部品は例えば電圧や電流を検出する回路を有して構成され、いずれかのセグメントに異常がある場合には、そのセグメントを他のセグメントの接続から外す機能を有することが好ましい。

40

【0010】

本発明の別の態様は、グランドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する機能をもつ信号伝達セグメントとを備えた積層構造を有する信号伝送用基板装置であって、複数の開口部を備えたものを提供する。この態様の信号伝送用基板装置において、開口部は、グランドセグメント、電源セグメントおよび信号伝達セグメントを露出させ、グランドセグメントおよび電源セグメントは、積層構造において同一の高さの層に形成され、当該層は、信号伝達セグメントが設けられた層とは異なる高さに存在する。

50

【0011】

本発明のさらに別の態様は、グラウンドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する信号伝達セグメントと、グラウンドセグメント、電源セグメントおよび信号伝達セグメントに電氣的に接続する通信素子を備えた積層構造体として構成される通信装置を提供する。この態様の通信装置において、グラウンドセグメントおよび電源セグメントは、積層構造体において異なる高さの層に形成されており、信号伝達セグメントは、グラウンドセグメントが形成された層または電源セグメントが形成された層の少なくとも一方の層に形成される。信号伝達セグメントを、グラウンドセグメントおよび/または電源セグメントと同一高さの層に形成することで、積層構造体の層数を少なくできる。

【0012】

本発明のさらに別の態様は、グラウンドセグメントおよび電源セグメントと、導電体により構成されて信号を伝達する機能をもつ信号伝達セグメントとを備えた積層構造を有する信号伝送用基板装置であって、複数の開口部を備えたものを提供する。この態様の信号伝送用基板装置において、開口部は、グラウンドセグメント、電源セグメントおよび信号伝達セグメントを露出させ、グラウンドセグメントおよび電源セグメントは、積層構造において異なる高さの層に形成されており、信号伝達セグメントは、グラウンドセグメントが形成された層または電源セグメントが形成された層の少なくとも一方の層に形成される。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、2次元的な通信を可能とする通信装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1は、本発明の実施例に係る通信技術の方式を説明するための図である。小さな円で示す複数の通信素子が空間内に分散して配置されている状態が示される。各通信素子は、その周辺に配置された他の通信素子に対して信号を伝達する局所的な通信機能を有する。この局所的な通信により隣り合う通信素子間で信号を順次連鎖的に中継し、最終目的地である通信素子まで信号を伝達する。

【0015】

信号の送信元が通信素子200aであり、最終目的地が通信素子200bである場合、信号が通信素子200aから通信素子200cおよび200dを介して通信素子200bに伝達される。信号の伝達方法としては、例えば通信素子200aが、信号が届く範囲にある周辺の全ての通信素子に信号を伝達し、この信号を受けた全ての通信素子が更に周辺の通信素子に信号を伝達することによって、信号を最終目的地まで同心円状に伝達させてもよい。さらに好ましい方法としては、通信素子200aおよび200b間の経路を予めまたはリアルタイムで設定し、この経路により特定の通信素子のみを介して信号を伝達してもよい。特に後者の方法を採用する場合には、信号伝達に必要な通信素子のみが発信するため、電力消費を少なくすることができ、また他の通信素子の通信に対する干渉を低減することも可能となる。

【0016】

空間内に複数の通信素子が存在し、この空間内には通信素子間を物理的に接続するための個別配線が形成されていなくてよい。例えば、これらの通信素子は、平坦な導電層や交流信号を伝達可能な層などの信号伝達層に接続される。信号の送信は、導電層における電荷の放出により実現されてもよく、また光や電磁波を放出することにより実現されてもよい。ここで通信素子は、チップとして構成されるものに限定されず、本発明の実施例において説明する通信機能を備えたものを含む概念であり、その形態および形状は問わない。

【0017】

各通信素子は、信号の伝達可能な距離（以下、「有効通信距離」とも呼ぶ）を比較的短く設定されていることが好ましい。信号の通信距離を長くすることは、それだけ電力消費量を大きくし且つ通信に寄与しない他の通信素子に対して悪影響を及ぼす可能性がある。この通信方式によると、自身の近傍に存在する通信素子に信号を伝達できれば十分である

10

20

30

40

50

ため、有効通信距離は周辺の通信素子までの平均距離に応じて設定されることが好ましい。

【0018】

本発明の通信技術は、様々な用途に応用することができる。例えば、LSIやメモリなどの電子部品（回路素子）に本発明の通信機能をもたせることによって、各電子部品を個別に配線することなく、複数の電子部品を基板実装する技術を提供することが可能である。これとは別に、網の目上に張り巡らされた配線上に通信素子を配設する、従来とは異なる設計思想をベースとする新規な通信実装技術を提供することもできる。また、近年、皮膚の感覚を持つロボットの研究が盛んに行われているが、ロボットの触覚センサに本発明の通信機能をもたせ、触覚センサの検知情報をロボットの頭脳コンピュータに送信する技術を提供することも可能である。また建物の床に本発明の通信機能を有するセンサを点在させることにより、一人暮らしの老人の行動を監視したり、留守中の防犯に役立てることも可能である。また、発光素子に本発明の通信機能をもたせることにより、布状の表示装置などを製造することも可能となる。また、タグに本発明の通信機能をもたせるか、本発明の通信装置との交信機能をもたせることにより、安価で精度のよい情報の読み取りを可能とするタグを作製することも可能となる。さらに無線通信素子に本発明の通信機能をもたせて例えばコンピュータにそれを装備させ、無線通信素子の近傍に相手方のコンピュータの無線通信素子を配置することによって、コンピュータ間の情報の送受信を容易に行うことも可能となる。また自動車の導電性内壁に本発明の通信機能を備えた通信素子を埋め込み、煩わしい個別配線を不要とした通信装置を実現することも可能となる。なお、後述するように、通信素子をコネクタと通信用LSIなどから構成することで、任意の機能をもたせた通信装置をフレキシブルに実現することも可能となる。

10

20

【0019】

この通信技術は、比較的短い距離に配置された通信素子間で信号を伝達するため、距離による信号の減衰および劣化が少なく、高いスループットでノード数によらない高速伝送を可能とする。また空間内に多くの通信素子を分散して配置させることにより、センサなどの所定の機能をもつチップとの情報交換媒体として広範囲の信号伝達領域を実現する。また、通信素子を比較的自由的な位置に配置することができるため、簡易な設計により所望の機能を備えた人工皮膚や表示装置などを生成することも可能である。また従来型の素子同士を個別に接続する配線に関する基板回路設計を不要とし、少ないプロセスで基板回路を製造することも可能である。通信素子を導電層で挟持する場合には電磁ノイズ放射がなくなるため、特に病院などの公共性の高い場所においてはその有用性が高い。さらに、導電層などに障害が生じた場合であっても、チップ間の経路を再設定することができ、新たな通信経路を確立することができるという自己修復機能もあわせ持つ。

30

【0020】

図2は、本発明の実施例にかかる通信装置100の外観構成の概要を示す図である。この通信装置100においては、複数の通信素子200が信号伝送用の基板装置14に接続される。基板装置14は、開口部80を複数備えて構成され、この開口部80に通信素子200が挿入されることで、通信装置100の通信機能を実現する。基板装置14は、信号を伝達するための信号伝達層（「信号層」とも呼ぶ）、電源層および接地層などを含んだ積層構造を備えて構成される。なお接地層は、信号伝達層としての役割を担ってもよい。開口部80において、これらの層は外部に露出しており、通信素子200を押し込んで固定することにより、通信素子200と各層との電氣的接続が行われる。なお基板装置14は、接地層ないしは電源層を備えず、接地層ないしは電源層として機能する導電体に接続してもよい。例えば、金属で構成される板状部材に基板装置14を貼り付け、この板状部材を接地し、又は板状部材に電荷を供給することで、導電性の板状部材を接地層ないしは電源層としても機能させることも可能である。

40

【0021】

通信素子200は、開口部80に嵌合されて基板装置14の積層構造において接続すべき層に電氣的に接続するコネクタを介して基板装置14と電氣的に接続してもよい。コ

50

ネクタと通信素子 200 は別体として構成されてもよいが、一体として形成されてもよい。この例では、基板装置 14 が二次元的に一面に広がった構成を有しているが、帯状に一次的に広がった構成を有してもよい。なお、コネクタは、基板装置 14 の開口部において、接続するべき層の露出部分に電氣的に接続するように予め設けられていてもよく、その場合には、基板装置 14 は、コネクタ付き基板装置として構成されることになる。コネクタ付き基板装置に通信素子 200 を接続し、これにより通信装置 100 が実現されてもよい。

【0022】

例えば、本発明による通信装置 100 をロボットの表面を覆う人工皮膚として応用する場合、基板装置 14 を導電性のゴム材料により形成することが好ましい。可撓性のあるゴム材料で人工皮膚を形成することにより、この人工皮膚はロボットの動作に合わせて自在に伸縮することが可能となる。また、個別配線が存在せず、伸縮性のある基板装置 14 を介して信号を伝達するため、断線などにより通信機能に障害が生じる可能性を低減し、安定した通信能力を提供することも可能となる。また、本発明による通信装置 100 を回路基板として応用する場合、基板装置 14 を導電性のゴム材料あるいは導電性繊維で形成することによって、フレキシブルな回路基板を実現することも可能となる。なお、前記したように、基板装置 14 が積層構造を有する場合には、各層が導電性のゴム材料あるいは導電性繊維で構成されて、全体として可撓性を有することが好ましい。なお、網の目状に形成された配線に通信素子 200 を接続し、これらの通信素子間で信号伝達することで、安定した通信能力を提供することも可能である。なお網の目状の配線は、通信素子 200 間を個別に接続する配線ではない。網の目状の配線を形成することで、通信経路の再設定が可能であり、したがって断線などによる障害が生じる可能性を低減することができる。

【0023】

各通信素子 200 は通信機能以外に、さらに他の機能を有していてもよい。通信装置 100 をロボットの人工皮膚として応用する場合には、通信素子 200 のいくつかが触覚センサとしての機能も有し、外部から受けた刺激を検出した後、他の通信素子と協同して検出した信号を目的の通信素子まで伝達する。また通信装置 100 を基板の実装技術として応用する場合には、通信素子 200 が、例えば演算機能をもつ LSI やメモリなどの回路素子としての機能を有してもよい。このように、本明細書において「通信装置」は少なくとも通信機能を有する装置の意味で用い、これに付加した他の機能、例えば人工皮膚としてのセンサ機能や電子回路としての演算機能などを有してもよく、また CPU やメモリを含むマイクロコンピュータを含んでもよい。なお、図 2 の例では、通信素子 200 がコネクタを介して基板装置 14 と接続する状態を示しているが、通信素子 200 が基板装置 14 に埋設されて、基板装置 14 と電氣的に接続する構成であってもよい。

【0024】

図 3 は、通信素子 200 の機能ブロック図である。通信素子 200 は、通信部 50、処理部 60 およびメモリ 70 を備える通信回路 250 を有する。メモリ 70 は、レジスタとして構成されてもよい。通信部 50 は、基板装置 14 (図 2 参照) を介して、他の通信素子との間で信号の送受を行う。処理部 60 は、通信素子 200 の通信機能を制御する。具体的に処理部 60 は、周囲の信号の監視、受信信号の解析や、送信信号の生成および送信タイミングの制御など、他の通信素子 200 との間の信号伝達に関する行為を行う。また処理部 60 は、センサ機能や演算機能など通信機能以外の他の機能を実現してもよい。メモリ 70 は、通信機能や他の機能を実現するために必要な情報を予め記録し、また必要に応じて記録していく。通信素子 200 がコネクタと通信用 LSI とから構成される場合は、通信用 LSI が上記の機能を実現する。

【0025】

通信装置 100 は、以下に示すように、形態および構造の観点から、様々な態様にて実現することが可能である。通信装置 100 の代表的な形態として、(1) サイト分割型、(2) 連続型、(3) 境界配置型の 3 種類について説明する。

【0026】

10

20

30

40

50

(1) サイト分割型

図4(a)は、サイト分割型の通信装置100の上面図を示す。通信装置100の通信シート202において、通信を実現するための通信層が、複数のサイト210に分割されている。通信シート202は、図2に示す基板装置14に対応する。サイト210には、通信素子200が配置される。なお、図示の例では、1つの通信素子200がサイト210の中央部分に配置されているが、中央部分以外の領域に配置されてもよく、また複数の通信素子200がサイト210内に配置されてもよい。サイト210内は良導体からなる層で構成され、隣接するサイト210間は隣接結合用抵抗体で電氣的に接続されている。したがって、通信素子200が発信した場合、そのサイト210内で生じる電圧降下は微小であり、そのサイト210から隣接サイトに信号が伝達される際に、隣接結合用抵抗体により信号が減衰されて伝達される。隣接サイトに隣接するサイト、すなわち発信元のサイト210から2つ隣のサイト210には、さらに信号が減衰されて伝達されることになる。隣接結合用抵抗体を適宜設定することで、信号が伝達される範囲を制限することができ、隣接サイトにのみ信号を伝達することが可能となる。各サイト210の良導体層はプルアップ抵抗層によって電源層(または接地層)に接続されている。サイト210は四角形に限らず、任意の形状であってよい。

10

【0027】

図4(b)は、通信シート202における通信層の断面図である。なお、通信層は、信号層222、接地層224および電源層220などから構成される。信号層222および接地層224を、信号を伝達するための信号伝達層と呼んでもよい。信号層222は、導電体領域230および隣接結合用抵抗体232とを有する。導電体領域230はサイト210を構成し、導電体領域230よりも高い抵抗値を示す隣接結合用抵抗体232により区画される。導電体領域230(サイト210)は、プルアップ抵抗層234により電源層220に接続されている。このうち一つのサイト(例えば右から2番目)に電位変化を与えた場合、その変化は隣接結合用抵抗体232を介して周囲のサイト210に伝達される。

20

【0028】

図5は、通信層の構造、通信層の等価回路および各サイトに生じる電位変化を示す。この等価回路に示されるように、導電体領域230の間には、隣接結合用抵抗体232(R_1)が設けられ、また導電体領域230と電源層220は抵抗 R_2 および容量 C により接続され、導電体領域230と接地層224は容量により接続されている。

30

【0029】

各サイト210を良導体で構成し、各サイト間を隣接結合用抵抗体232で接続することにより、発信した通信素子200の近傍の導電体領域230にのみ強い信号が伝達し、離れたサイト210に伝達する信号は、その距離に応じてほぼ指数関数的に減衰していく。各サイト210内を良導体で構成することで、各サイト210における減衰量は小さく、隣接結合用抵抗体232を通過する時に生じる減衰量が大きくなる。そのため、例えば、送信サイトから1つ隣のサイトには信号が伝達するが、さらに1つ隣のサイトには信号が伝達しないように、隣接結合用抵抗体232およびプルアップ抵抗層234の抵抗値を設定することが可能となる。これにより、隣接するサイト210(通信素子200)にのみ、信号を伝達することができる。

40

【0030】

なお、等価回路において抵抗 R_2 と並列接続されている導電体領域230と電源層220との間の容量 C と導電体領域230と接地層224の間の容量は、電源層220、接地層224と信号層222とが平行平板コンデンサをなしていることによるものである。抵抗 R_2 のインピーダンスを、使用する信号周波数での容量 C のインピーダンスよりも小さくするように設定しておくこと、送信サイトの隣のサイトに生じる電圧波形は送信波形を抵抗によって分圧したものとなり、例えば矩形波を送信すると受信波も矩形波として観察される。

【0031】

50

本実施例のようにプルアップ抵抗層 234 を信号層 222 と電源層 220 (接地層 224 ではなく) の間に挿入した場合には、無信号時 (通信素子 200 が接続されていない状態) での信号層 222 の電位は電源電位となる。通信素子 200 は信号層 222 から接地層 224 に電流を流すことによって L レベルを発生する。それを受信する通信素子 200 は、信号層 222 の電位が電源層 220 の電位より一定電圧だけ低下したことをコンパレータで観測し、L レベルの発生を検出する。

【0032】

図 6 は、通信素子 200 の構造の一例を示す。通信素子 200 は、電気的接点 252、254、256 を有し、電気的接点 252、254、256 は通信シート 202 の 3 つの層すなわち電源層 220、信号層 222、接地層 224 にそれぞれ電気的に接続する。通信回路 250 は、各電気的接点 252、254、256 と配線 251、253、255 により電気的に接続される。これにより、通信回路 250 は、各電気的接点 252、254、256 を通じて、通信シート 202 を介して信号を送受信することが可能となる。

10

【0033】

図 7 は、通信回路 250 の回路構造の一例を示す。通信回路 250 は、受信回路 260、送信回路 262、制御回路 264 を有して構成される。受信回路 260 および送信回路 262 は、図 3 に示す通信部 50 の構成に対応し、制御回路 264 は、処理部 60 およびメモリ 70 の構成に対応する。

【0034】

通信回路 250 において、受信回路 260 はコンパレータを有し、このコンパレータによって信号の H (ハイ) および L (ロー) を検出する。制御回路 (論理回路) 264 は、受信回路 260 において検出された信号符号を解釈する。制御回路 264 は、信号符号を解釈した後、送信信号を決定し、送信回路 262 を通じて信号層 222 に電圧出力を行なう。

20

【0035】

図 8 は、受信回路 260 の回路構造の一例を示す。受信回路 260 において、抵抗 r_1 および抵抗 r_2 の分圧比によって、コンパレータ 266 で比較する信号の閾値が設定される。閾値は、隣接するサイト 210 における通信素子 200 が信号を発信したときにはそれを検出することができ、それよりも遠いサイト 210 における通信素子 200 が信号を発信した場合には、それを検出しないように設定される。すなわち、隣接素子の発信は閾値を超えるように、隣接素子以外の素子の発信は閾値を超えないように、抵抗 r_1 および抵抗 r_2 の分圧比が定められる。また抵抗 r_1 と抵抗 r_2 の合成抵抗およびコンパレータ 266 の入力インピーダンスは、プルアップ抵抗層 234 のインピーダンス R_2 よりも十分大きく、受信回路 260 の存在によって信号電圧が変化しないように設定する。

30

【0036】

図 9 は、送信回路 262 の回路構造の一例を示す。送信回路 262 は H レベル、L レベルおよび高インピーダンスの 3 状態をとることができる。図中、S1、S2 は制御回路 264 からの制御信号であり、S1 および S2 を同時に H とすることで OUT には L が出力され、S1 および S2 を同時に L とすることで OUT には H が出力される。また、S1 を H とし、S2 を L とすることで、高インピーダンスとなる。

40

【0037】

送信回路 262 は、自分自身が信号を送信する場合は、L か H を出力し、それ以外の際には高インピーダンス状態にして信号を受信する。なお送信回路 262 において、nMOS と pMOS には含まれたダイオードは、出力電圧の振幅を調整するために挿入されている。ダイオードを全て短絡除去すると、OUT の H レベルは電源電位、L レベルは接地層電位となる。ダイオードを挿入すると、その順方向電圧降下分、L レベルの電位が高くなる。

【0038】

以上、サイト分割型の通信装置 100 の構造および動作を示した。この形態の通信装置 100 によると、サイト 210 間で信号を順次中継することができ、効率よい通信を実現することができる。

50

【0039】

(2) 連続型

上記したサイト分割型の例では、信号層222が、良導層からなる導電体領域230と隣接結合用抵抗体232との2次元パターンに分割されて形成されていたが、2次元面内で抵抗分布をもたない均一な構造をもつ通信層でも、同様の通信素子200によって通信が可能である。

【0040】

図10(a)は、連続型の通信装置100の上面図を示す。通信装置100の通信シート202には、サイトが設けられておらず、2次元的に均一な抵抗を示す通信層が形成されている。通信シート202において、通信素子200は2次元的に所定の間隔で配置される。具体的には、通信素子200が、有効通信距離の範囲内で、隣接する通信素子200に対して配置されている。

10

【0041】

図10(b)は、通信シート202における通信層の断面図である。なお、通信層は、信号層222、接地層224および電源層220などから構成される。サイト分割型の通信装置100においては、信号層222が導電体領域230と隣接結合用抵抗体232とで形成されていたが、連続型の通信装置100においては、信号層222が、略一様な抵抗値をもつ抵抗層として形成される。なお、信号層222は、プルアップ抵抗層234により電源層220に接続されている。

【0042】

図11(a)は、通信層の構造を示す。通信層は、信号層222および接地層224を有して構成される。電源層220と信号層222の間にはプルアップ抵抗層234が設けられ、信号層222と接地層224の間には絶縁層225が設けられる。

20

【0043】

図11(b)は、信号層222のある領域に電圧を印加したとき、その周囲に発生する電圧分布を示す。信号が広がる範囲Dは、信号層222とプルアップ抵抗層234の抵抗率、および信号層222と電源層220および接地層224との間の(単位面積あたりの)容量によって決まる。このDを超える範囲では、信号電圧は距離に対して指数関数的に減衰する。以下、連続型の通信装置100の発信原理を説明する。

【0044】

図12は、図11(a)に示す5層構造の通信装置100の模式的な構成を示す。この5層構造では、接地層224、絶縁層225、信号層222、プルアップ抵抗層234および電源層220が、この順に積層される。電源層220および接地層224は良導体で構成され、信号層222は、良導体とプルアップ抵抗層234の間の中抵抗値で構成されている。この5層構造において、プルアップ抵抗層234は、高抵抗層として設けられる。また、信号層222および接地層224の間には、絶縁層225が設けられる。この5層構造によって信号層222と接地層224に接続された通信素子200に電力を供給する。プルアップ抵抗層234の体積抵抗率を $[\eta]$ 、プルアップ抵抗層234の厚さを d [m]とし、絶縁層225の誘電率を ϵ 、絶縁層225の厚さを d [m]とする。また信号層222のシート抵抗を $[R_s]$ (正方形シートを切り出したときの向かい合う辺間の抵抗が $[R_s]$ であるような材料と厚みでできた層)とする。

30

40

【0045】

今、通信層に信号源が接続され、信号層222に電流密度 $I(x,y)$ が生じたと仮定する。まず簡単のため、図示する通信層の断面に垂直な方向では電流は一様であり、断面に垂直な方向の層の幅は1であるような1次元問題を考える。信号層電位を $V(x)$ 、電源層220の電位は一定値 V_E とすると、信号層222から電源層220に向かって電流密度

【数1】

$$w(x) = V(x) / (\eta d) \quad (1)$$

なる電流が生じる。ただし以下の解析を簡単にするため、信号電位 $V(x)$ は電源電位を基準

50

電位（ゼロ）として表記するものとする。ここで位置xにおいて信号層222の断面を横切る電流を $I(x,t)$ とすれば、（このとき接地層224および電源層220には合計して $-I(x,t)$ が発生している）微小領域 $[x, x+dx]$ から単位時間に流出する電荷は、

【数2】

$$-\frac{\partial q(x,t)}{\partial t} dx = w(x,t) dx + \{I(x+dx,t) - I(x,t)\} = \left(w(x,t) + \frac{\partial I(x,t)}{\partial x} \right) dx \quad (2)$$

を満たす。ここで $q(x,t)$ は単位面積あたりの蓄積電荷量である。

【0046】

いま位置xにおける信号層222の（接地層224に対する）電位 $V(x,t)$ は、信号層222の厚みが十分小さければ、

【数3】

$$V = \frac{q}{C} \quad (3)$$

を満たす。 $C=2/d$ は、信号層-接地層の間の単位面積あたりの容量と、信号層-電源層の間の単位面積あたりの容量の和である（ d は信号層222と接地層224との間隔）。また信号層222の厚みが十分小さく、電流の上下方向分布は一様と仮定できる場合、以下のオーム則

【数4】

$$\rho I(x,t) = -\frac{\partial}{\partial x} V(x,t) \quad (4)$$

が成り立つ。

【0047】

上の式(1),(2),(3)および(4)から、 I および q を消去すると以下の拡散方程式

【数5】

$$C \frac{\partial}{\partial t} V + \frac{1}{\eta d} V = \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2}{\partial x^2} V \quad (5)$$

を得る。式(4)の一般解は

【数6】

$$V(x,t) = A \exp \left(\pm \sqrt{\left(j\omega C + \frac{1}{\eta d} \right) \rho} x + j\omega t \right) + B \quad (6)$$

と与えられる。

いま、高抵抗層であるプルアップ抵抗層234の縦方向抵抗を層間容量のインピーダンスより小さく設定する、すなわち

【数7】

$$\omega C \ll \frac{1}{\eta d} \quad (7)$$

と設定する。ここで例えば $x=0$ に電圧源を接続し、強制的に

【数8】

$$V(0,t) = V_0 \exp(j\omega t)$$

10

20

30

40

50

なる交流電圧を与えると、遠方で発散しない解を組み合わせた以下の関数が電圧分布を与える。

【 0 0 4 8 】

【 数 9 】

$$V(x,t) = \begin{cases} V_0 \exp\{\sqrt{\rho/(\eta d)} x\} \exp(j\omega t) & x < 0 \\ V_0 \exp\{-\sqrt{\rho/(\eta d)} x\} \exp(j\omega t) & x > 0 \end{cases} \quad (8)$$

この式より、電圧印加点から一定の距離

【 数 1 0 】

$$D = \sqrt{\frac{\eta d}{\rho}} \quad (9)$$

程度以内においては有意に電圧が追従し、それより離れたところでの電圧振幅は指数関数的に減少する。

【 0 0 4 9 】

上記は 1 次元問題の解析であるが、2 次元問題へは次のように拡張される。まず電流密度ベクトル $I(x,y,t)$ に対し式 (2) は、

【 数 1 1 】

$$-\frac{\partial q(x,y,t)}{\partial t} = w(x,t) + \text{div} I(x,y,t) \equiv w(x,t) + \frac{\partial I_x(x,t)}{\partial x} + \frac{\partial I_y(x,t)}{\partial y} \quad (10)$$

のように変更され、式 (4) は

【 数 1 2 】

$$\rho I(x,t) = -\text{grad} V(x,y,t) \equiv -\left(\frac{\partial}{\partial x} V(x,y,t), \frac{\partial}{\partial y} V(x,y,t) \right) \quad (11)$$

と書き換えられる。この 2 つの式と式 (1) および式 (3) から、 $V(x,y,t)$ に対する 2 次元拡散方程式

【 数 1 3 】

$$\left(C \frac{\partial}{\partial t} + \frac{I}{\eta d} \right) V = \frac{I}{\rho} \Delta V \quad \left(\Delta V \equiv \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) V \right) \quad (12)$$

が得られる。

【 0 0 5 0 】

図 1 3 (a) および図 1 3 (b) に示すように、半径 r_0 の円形電極を、中心が原点 $(x,y) = (0,0)$ に一致するように配置する。電圧 $V_0(t)$ を印加したときの解は、 $C \ll 1 / (\eta d)$ のとき、式 (9) と同じ定義の D を用いて、

【 数 1 4 】

$$V(r) = V_0 \frac{J_0\left(-j\frac{r}{D}\right) - jN_0\left(-j\frac{r}{D}\right)}{J_0\left(-j\frac{r_0}{D}\right) - jN_0\left(-j\frac{r_0}{D}\right)} \exp(j\omega t) \quad (13)$$

のように与えられる。ここで r は原点からの距離

10

20

30

40

【数 1 5】

$$r \equiv \sqrt{x^2 + y^2}$$

である。 J_0, N_0 はそれぞれ0次のベッセル関数およびノイマン関数であり、 j は虚数単位である。 r がDより小さい範囲では対数関数で近似され、Dと同程度以上の範囲では指数関数的に減衰する。したがって、例えば信号層222のシート抵抗値などを適切に設定することによって、所望の有効通信距離を得ることが可能となる。

【0051】

以上、連続型の通信装置100の構造および動作を示した。この形態の通信装置100によると、通信素子200間で信号を順次中継することができ、効率よい通信を実現することができる。

【0052】

上記した通信装置100の形態においては、通信素子200は電源層220、信号層222、接地層224の3層に電氣的接触を行なう。この接触形態を3層接点方式とよぶ。通信素子200の実装をより簡単に行なうため、信号層222と接地層224への2点のみの接触で通信素子200を動作させることも可能である。2点のみの電氣的接触を行う形態を、2層接点方式とよぶ。

【0053】

図14(a)は、サイト分割型の通信装置100の断面図を示す。通信素子200が、信号層222における導電体領域230と接地層224との間に挟まれる。すなわち、通信素子200は、信号層222と接地層224の2層と接触し、電源層220とは接触しない。2層接点方式によると、通信素子200の通信シート202への実装が容易となる利点がある。

【0054】

図14(b)は、連続型の通信装置100の断面図を示す。通信素子200は、信号層222と接地層224の間に挟まれる。すなわち、通信素子200は、信号層222と接地層224の2層と接触し、電源層220とは接触しない。2層接点方式によると、通信素子200の通信シート202への実装が容易となる利点がある。

【0055】

図15は、2層接点方式の通信回路250の構成を示す。通信回路250は、受信回路260、送信回路262、制御回路264を有して構成される。受信回路260および送信回路262は、図3に示す通信部50の構成に対応し、制御回路264は、処理部60およびメモリ70の構成に対応する。

【0056】

通信回路250が動作するための電圧は、信号層222から供給される。信号層222からダイオードと抵抗を通してコンデンサに電荷が蓄積され、それが通信回路250内の電源VDDとなり、受信回路260、送信回路262、制御回路264が動作する。

【0057】

ある通信素子200に注目したとき、その通信素子200が信号電位Lを送出している時間の合計 T_L を、通信時間全体 T_0 の $1/n$ 以下、すなわち $T_L < T_0/n$ になるようにパケットの転送頻度を調整しておくこととする。また、そのときの回路の平均消費電流をIとする。パケットの最小発生間隔よりも図15中の C_E とRの時定数 $C_E R$ が十分大きくなり、かつRは信号層へ信号を送出する際の負荷インピーダンス(サイト分割方式の場合の等価回路中R2の程度)より十分大きくなるように設定する。このとき、通信素子200のコンデンサ両端の電圧Vは、電源層の電位 V_E に対し、

【数 1 6】

$$V = V_E - v_D - IR$$

で与えられる。ここで v_0 はダイオードの順方向電圧降下であり、 T_0/T_L の下限 n は十分大きく設定した。この V が回路に必要とされる電源電圧を越えるようにパラメータが選択される。

【0058】

図16は、送信回路262の構成を示す。送信回路262において、OUTが、信号層222に接続される。送信回路262へ供給されている電源電圧が信号層222の電位を下回る場合があり、その時は正常な動作が行えなくなる恐れがあるため、pMOSが取り除いてある。したがって信号の立ち上がり時に回路から信号層222に電流は供給されなくなる。その場合でも、信号層自身の抵抗によって正しくプルアップされるための条件は、サイト分割式の場合は $R2$ がその並列容量のインピーダンスより小さく設定してあり、連続型通信層の場合には、式(7)の条件が成立することである。

10

【0059】

図17は、受信回路260の構成を示す。受信回路260は、 V と V_E の電圧差を補償する信号Hレベル保持回路267を前段に挿入する。信号Hレベル保持回路267において、 C_H と $r1+r2$ の時定数を、通信信号のLレベルの継続時間より十分大きくとっておくことで、信号層222のHレベルを C_H の端子に保持する。 $r0=r1+r2$ としておくと、信号がHのときの $r0$ 端子電圧と、 C_H の端子電圧は等しい。 $r1$ と $r2$ の比率によって閾値を設定しておくと、信号層電位のわずかな降下を安定に検出することができる。

【0060】

(3) 境界配置型

(1)において示したサイト分割型通信層を利用する通信装置100において、通信素子200をサイト210の境界をまたぐように配置する構成をとることも可能である。境界配置型の通信装置100においては、サイト210の境界は絶縁されており、サイト間を電氣的に接続する隣接結合用抵抗体232は用いられない。境界配置型の通信装置100においては、サイト210の境界を絶縁することで、隣接サイト間での信号の減衰を利用した信号伝達を行うのではなく、絶縁された2つ以上のサイトに対して通信素子200が電氣的に接続することで、通信素子200が、サイト間の信号を中継することで、信号伝達を行う。

20

【0061】

図18(a)は、境界配置型の通信装置100の上面図である。通信素子200が、サイト210間の境界に配置される。サイト210は良導層により構成され、サイト210の間は絶縁されている。

30

【0062】

図18(b)は、境界配置型の通信装置100の断面図である。この通信装置100において、通信素子200は、3層接点方式により通信シート202に接続されている。導電体領域230の間は絶縁されている。各通信素子200は、2つのサイト210に対して独立な2点で電氣的接触を行い、一方のサイト210で検出した信号を他方のサイト210に転送することで信号を伝達する。

【0063】

図19は、通信素子200の構造の一例を示す。通信素子200は、電氣的接点252、254、256、258を有する。電氣的接点252および電氣的接点256は、それぞれ電源層220および接地層224に電氣的に接続する。電氣的接点254はサイト境界における一方のサイト210の信号層222に電氣的に接続し、電氣的接点258は、サイト境界における他方のサイト210の信号層222に電氣的に接続する。このように、境界配置型の通信素子200は、通信シート202の信号層222に対して、少なくとも2つの電氣的接点254、258を有して構成される。通信回路250は、各電氣的接点252、254、256、258と、配線251、253、255、257により電氣的に接続される。これにより、通信回路250は、各電氣的接点252、254、256、258を通じて、通信シート202を介して信号を送受信することが可能となる。なお、例えば、通信素子200は、4つのサイト210と接続するように配置されてもよく、

40

50

その場合は、4つのサイト210の導電体領域230とそれぞれ独立して電氣的に接続する4つの電氣的接点を有して構成されることになる。

【0064】

図20は、通信回路250の回路構造の一例を示す。通信回路250は、受信回路260、送信回路262、制御回路264を有して構成される。受信回路260および送信回路262は、図3に示す通信部50の構成に対応し、制御回路264は、処理部60およびメモリ70の構成に対応する。

【0065】

受信回路260および送信回路262は、2つの導電体領域230に接続される各ポートに対して、それぞれ独立に受信および送信を行うことができる。この例では、信号層222における2つの導電体領域230（「信号層1」「信号層2」と表記）に対して、受信回路260および送信回路262が、独立して信号の送受信を実行できる。なお、各ポートのそれぞれについての受信回路260および送信回路262の構造は既述の3層接点方式のものと同一である。

10

【0066】

図21は、2層接点方式による境界配置型の通信装置100の断面図を示す。2層接点方式においては、通信素子200が、信号層222においてサイト分割された導電体領域230の境界に配置される。通信素子200は、信号層222における2つ以上の導電体領域230と接地層224に電氣的に接続する。

【0067】

図22は、通信素子200の通信回路250の構成を示す。この例では、電源供給は、接続する2つのサイト210のうち、一方（信号層1）のみから受ける。各ポートについて受信回路260、送信回路262の構成は、既述の2層接点方式のものと同一である。

20

【0068】

以上、境界分割型の通信装置100の構造および動作を示した。この形態の通信装置100によると、通信素子200間で信号を順次中継することができ、効率よい通信を実現することができる。

【0069】

上記した通信装置100の各構造では、電源層220、信号層222および接地層224が、それぞれ3層に分かれて生成されていた。以下の実施例では、電源層220および接地層224を同一層に形成して、全体の層厚みを小さくした通信装置100を示す。通信装置100の積層構造の層数を少なくすることで、通信装置100の製造工程が容易になるという利点があるとともに、全体の柔軟性を高めることも可能となる。

30

【0070】

図23は、グランドセグメントおよび電源セグメントを同一層に形成した通信装置を説明するための図である。通信装置100は、グランドセグメント310および電源セグメント320を備える。グランドセグメント310および電源セグメント320は、サイトとして分割して形成される。グランドセグメント310および電源セグメント320は、同一の高さの層において互い違いに配置されており、グランドセグメント310と電源セグメント320の間は、互いに絶縁されている。接地層（グランド層）および電源層をサイト分割して、積層構造体として構成される通信装置100の同一の高さの層に形成したものであり、全てのグランドセグメント310は共通のグランドに接続して同一の接地電位に保持され、同様に全ての電源セグメント320は共通の電源に接続して同一の電源電位に保持される。図示のように、グランドセグメント310および電源セグメント320は市松模様状に互い違いに形成されている。したがって、グランドセグメント310に隣り合うセグメントは電源セグメント320であり、また電源セグメント320に隣り合うセグメントはグランドセグメント310となる。各セグメントは同一の正形状に形成されている。

40

【0071】

近接するグランドセグメント310同士、および近接する電源セグメント320同士は

50

、結合部品 3 1 5 により電氣的に結合される。結合部品 3 1 5 は、最も近接するグラウンドセグメント 3 1 0 同士を接続し、最も近接する電源セグメント 3 2 0 同士を接続する。なお、結合部品 3 1 5 は例えばヒューズ等の異常電圧検出素子を備えて、電源電圧の異常検出機能を有してもよい。また、セグメント間に流れる過電流を検出する回路を有してもよい。これにより、あるグラウンドセグメント 3 1 0 または電源セグメント 3 2 0 に異常が発生した場合、異常電圧検出素子または過電流検出回路にて異常を検出すると、当該グラウンドセグメント 3 1 0 または電源セグメント 3 2 0 を複数の通信素子 2 0 0 より構成される通信網から切り離すことにより、系全体の故障を回避することができる。

【 0 0 7 2 】

既述したように、通信素子 2 0 0 が通信機能を発揮するためには、グラウンド電圧および電源電圧を供給される必要がある。したがって、図 2 3 に示す通信装置 1 0 0 では、通信素子 2 0 0 が、グラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 の双方に電氣的に接続する。これにより、通信素子 2 0 0 は通信機能を実現できることになる。図示されるように、通信素子 2 0 0 は、グラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 と、介在する絶縁領域をまたがって接続する。なお、図 2 3 には示していないが、この実施例では信号層もサイトに分割される。以下、このサイトのことを「信号伝達セグメント」と呼ぶが、これは前記したサイトと同一のものである。

【 0 0 7 3 】

図 2 4 は、グラウンドセグメントおよび電源セグメントを同一層に形成した通信装置の断面を示す図である。通信装置 1 0 0 は積層構造体として構成され、同一の高さの層に形成されたグラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 と、それらとは異なる高さの層に形成された信号伝達セグメント 3 4 0 とを備える。通信素子 2 0 0 は、グラウンドセグメント 3 1 0、電源セグメント 3 2 0 および信号伝達セグメント 3 4 0 に電氣的に接続する。

【 0 0 7 4 】

グラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 は、間に絶縁領域 3 3 0 を介して設けられており、したがってグラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 は電氣的に分離されている。また、信号伝達セグメント 3 4 0 は、絶縁領域 3 3 2 を介して設けられており、信号伝達セグメント 3 4 0 間も電氣的に分離されている。なお、(1) で示したサイト分割型の通信装置 1 0 0 である場合には、信号伝達セグメント 3 4 0 が高抵抗領域を介して接続され、この場合は信号伝達セグメント間の電氣的分離は行われぬ。信号伝達セグメント 3 4 0 は、上記した導電体領域 2 3 0 に対応し、所定の抵抗値を有するサイトとして形成される。なお、ここでいう所定の抵抗値は、抵抗値が 0 に近い値だけでなく、0 よりも大きいある程度の大きさの抵抗値を有する場合も含み、通信装置 1 0 0 のタイプに依存する。

【 0 0 7 5 】

図 2 4 に示す通信装置 1 0 0 は境界配置型であり、図 2 1 に示した断面図と比較するとその違いが明らかとなる。図 2 4 の通信装置では、グラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 を同一の高さの層に互い違いに形成したことで、積層構造体の層数を少なくすることができる。なお、図 2 4 に示す実施例では、境界配置型のみを示しているが、他の種類のものについても同様であり、すなわちグラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 をサイト分割して同一層に形成することで、全体の層数を少なくすることが可能となる。

【 0 0 7 6 】

信号伝達セグメント 3 4 0 は、絶縁層 3 3 4 を介してグラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 に重なって配置される。これにより、通信素子 2 0 0 が積層構造体の上下方向に存在する信号伝達セグメント 3 4 0 と、グラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 とに電氣的に接続することが容易となる。図 2 3 に示すように、グラウンドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 が同一の正方形状で構成される場合には、信号伝達セグメント 3 4 0 も同じ大きさの正方形状に構成され、且つ上下方向にほぼ

10

20

30

40

50

完全に重なり合う位置に設けられる。なお、信号伝達セグメント 340 は、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 と完全に重なる必要はなく、通信素子 200 が存在する範囲において重なり部分を有していればよい。

【0077】

なお、通信装置 100 の実利用時には、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 が設けられた層および信号伝達セグメントが設けられた層は絶縁層により被覆され、表面に露出しないようにされる。

【0078】

図 25 は、結合部品 315 の構成を示す図である。結合部品 315 は、電源に近い側の電源セグメント 320 を VDD1 端子に接続し、電源から遠い側の電源セグメント 320 を VDD2 端子に接続する。検出回路 322 は VDD1 端子から供給される参照電圧 V_{sen} を受けて、その参照電圧 V_{sen} を所定の第 1 電圧 V_1 および第 2 電圧 V_2 と比較する。制御回路 324 は、参照電圧 V_{sen} が第 1 電圧 V_1 以下である場合にスイッチ (SW) をオフし、VDD2 端子から近接する電源セグメントへの電源供給を停止する。一方、参照電圧 V_{sen} が所定の第 2 電圧 V_2 以上である場合に SW をオンし、これにより VDD2 端子からの電源供給を行う。

10

【0079】

図 26 は、検出回路および制御回路の詳細を示す図である。検出回路 322 において、2つのコンパレータ 326a、326b が、参照電圧 V_{sen} を第 1 電圧 V_1 および第 2 電圧 V_2 のそれぞれと比較する。コンパレータ 326a、326b の比較結果は、制御回路における RS フリップフロップ回路に供給される。ここでは、コンパレータ 326a の反転出力が R 入力に、コンパレータ 326b の出力が S 入力に接続されている。RS フリップフロップ回路は、これらの入力をもとに、SW のオンオフを制御する制御信号を生成する。

20

【0080】

図 27 は、電圧 V_1 、 V_2 を生成する回路を示す図である。電圧 V_1 、 V_2 は、電源電圧を分圧することにより生成される。図 28 は、VDD1 の電圧値と SW のオンオフの関係を示す図である。VDD1 が V_1 以下のときスイッチは常にオフとなり、 V_2 以上のとき常にオンとなる。参照電圧 V_{sen} が V_1 から V_2 に上昇し、 V_2 からさらに上昇すると SW がオンに移行し、 V_2 から所定の電圧まで下がり、さらに V_1 まで下降すると SW がオフに移行する。

30

【0081】

図 29 は、グランドセグメントおよび電源セグメントを同一層に形成した通信装置の別の例を説明するための図である。通信装置 100 は、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 を備える。グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 は、サイトとして分割して形成される。グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 は、同一の高さの層において互い違いに配置されており、グランドセグメント 310 と電源セグメント 320 の間は、互いに絶縁されている。接地層 (グランド層) および電源層をサイト分割して、積層構造体として構成される通信装置 100 の同一の高さの層に形成したものであり、全てのグランドセグメント 310 は共通のグランドに接続して同一の接地電位に保持され、同様に全ての電源セグメント 320 は共通の電源に接続して同一の電源電位に保持される。

40

【0082】

図 23 に示した通信装置の例と異なり、図 29 の通信装置 100 では、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 が帯状の形状を有して形成されている。この点で図 23 の通信装置とは異なっており、したがって、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 のそれぞれは、絶縁層 334 (図 24 参照) を介して複数個の信号伝達セグメント 340 に重なって配置されている。

【0083】

図 29 において、帯状に形成されるグランドセグメント 310 および電源セグメント 3

50

20は、それぞれ正六角形を一行に配して繋げた形状を有している。重なって配置される信号伝達セグメント340を点線で示している。これは、信号伝達セグメント340を正六角形に形成した場合の例であり、信号伝達セグメント340を正四角形に形成する場合には、グランドセグメント310および電源セグメント320が、正四角形を一行に配して繋げた形状を有する。

【0084】

近接するグランドセグメント310同士、および近接する電源セグメント320同士は、結合部品315により電氣的に結合されてもよいが、この場合は、図23と比較すると、一つのセグメントが大きな形状を有するため、電源またはグランドから導体の経路をひくことで、それぞれが共通電位に設定されてもよい。なお、この構成の図示は省略している。 10

【0085】

通信素子200は、グランドセグメント310および電源セグメント320の双方に電氣的に接続する。これにより、通信素子200は通信機能を実現できることになる。図示されるように、通信素子200は、グランドセグメント310および電源セグメント320に、間に介在する絶縁領域330をまたがって接続する。

【0086】

図24の実施例で用いた図面では、通信素子200を基板装置14の中に埋め込んだ状態で示したが、以下では、通信素子200を基板装置14に外部から取り付け可能な技術を提案する。通信素子200は着脱自在に取り付けることができ、状況に応じてセンサ機能をもつ通信素子200などを任意の場所に配置できることが好ましい。 20

【0087】

図30(a)は、基板装置の構造を示す。基板装置14は開口部80を有する。開口部80は、通信素子200を嵌入するための穴部であり、図示のごとく積層構造を貫通する穴部として構成されてもよい。図示の例では、基板装置14が、絶縁層352、グランドセグメント310および電源セグメント320を備えた層、絶縁層334、信号伝達セグメント340を備えた層、絶縁層350から構成される積層構造を有している。図中、開口部80は1つしか示されていないが、基板装置14は複数の開口部80を有する。開口部80は所定の間隔で設けられることが好ましい。この間隔は、通信素子200の有効通信距離を最大として、有効通信距離以下の距離に設定されるのが好ましい。なお、通信素子200を挿入する以前は、柔軟ゴムなどの封止材で開口部80を塞いでおき、必要が生じたときに封止材を取り外して通信素子200を装着する。 30

【0088】

この積層構造は、図24に示す積層構造に絶縁層350、352を追加したものであり、グランドセグメント310、電源セグメント320および信号伝達セグメント340が基板装置14の表面から露出しないようにしている。絶縁層350および絶縁層352は、基板装置14の表面を絶縁し、外部からの電荷の流入または外部への電荷の放出を阻止する。

【0089】

この積層構造において、電源セグメント320が通信素子200に電源電力を供給し、グランドセグメント310が通信素子200に接地電位を与える。通信素子200を開口部80に装着した場合、通信素子200の電極が、グランドセグメント310および電源セグメント320、さらに信号伝達セグメント340に電氣的に接続する必要がある。 40

【0090】

開口部80は、通信素子200と電氣的に接続するべき層、図示の例ではグランドセグメント310、電源セグメント320、信号伝達セグメント340を外部に露出するように形成される。すなわち開口部80は、電氣的に接続するべき層の表面を露出させる。

【0091】

この形状は、例えば既知のパターニング技術などを利用して作製することができる。絶縁層350を基板装置14の上面、絶縁層352を下面として上下方向を定めると、通信 50

素子 200 は、上面側から下方向に押されて開口部 80 に挿入される。挿入方向において、通信素子 200 の電極と基板装置 14 の露出表面とが押下力により好適に接触することとなり、弾性をもつ基板装置 14 の各層との電氣的接続を確実にすることができる。なお、電極と露出面との接触は、各層の側面においてなされてもよい。このとき、通信素子 200 の挿入部位を横方向に広がる方向に弾力をもつように構成することで、通信素子 200 の電極と露出側面との好適な接触を実現することができる。

【0092】

図 30 (b) は、基板装置の構造の変形例を示す。図 30 (a) の基板装置 14 の構造と比較すると、図 30 (b) の基板装置 14 においては、開口部 80 が、階段状に形成されている。通信素子 200 と電氣的に接続するべき層は、階段状に形成された開口部 80 の表面において外部に露出する。このように構成することで、基板装置 14 の開口部 80 を容易に作成することが可能となる。

10

【0093】

なお、図 29 に示したように、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 を帯状に形成した場合であっても、その境界部分でみれば、図 30 と同様の基板装置 14 を構成する。

【0094】

図 31 (a) は、基板装置の開口部に通信素子を搭載したコネクタを挿入した状態を示す。コネクタ 360 は、開口部 80 における各層の露出面に接触する電極 362 と、通信素子 200 を固定するための凹部を備えて構成される。コネクタ 360 と通信素子 200 は一体として構成されてもよく、このとき一体として構成される部品を通信素子と呼んでもよい。コネクタ 360 と通信素子 200 は、ハンダ接続、ワイヤボンディング接続あるいはフリップチップ実装などで電氣的に接続される。

20

【0095】

なお、図示の例では、通信素子 200 が直方体の形状を有しており、通信素子 200 の平坦な下面においてコネクタ 360 と接続されているが、通信素子 200 は、コネクタ 360 の内部形状の空間に合わせて形成されてもよい。なお、通信素子 200 をシリコン微細加工技術により開口部 80 の形状に合わせて直接階段状に形成し、開口部 80 に直接押し込んでよく、この場合は、通信素子 200 がコネクタとしての機能も有することになる。

30

【0096】

コネクタ 360 は、対となる固定用の止め部材 364 を有する。止め部材 364 は、横方向外向きに突起しており、貫通穴である開口部 80 に挿入されて、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 が形成された層を突き抜けると、止め部材 364 の外向き突起部により、コネクタ 360 が基板装置 14 に固定される。このように、開口部 80 を貫通口とすることで、コネクタ 360 と基板装置 14 との固定機構を簡易に実現できる。なお、止め部材 364 は、横方向内向きに曲げることができるため、ユーザが止め部材 364 を指でつまんで内向きに変形させると、コネクタ 360 を開口部 80 から容易に引き抜くことができる。

【0097】

コネクタ 360 の基体は、電氣的な短絡等を防ぐために絶縁体で構成される。コネクタ 360 の外部形状は、開口部 80 の形状に合わせて構成される。コネクタ 360 の外表面には、基板装置 14 の各層との電氣接続を行うための複数の電極 362 が設けられ、この電極 362 と通信素子 200 との接続部分とが配線で接続される。

40

【0098】

基板装置 14 における各層との接続を確実にするため、コネクタ 360 の上下方向の外部形状は、開口部 80 の形状に一致させるか、または僅かに小さく形成されてもよい。具体的には、階段状に形成された開口部 80 の段差部分よりも、コネクタ 360 の外部形状における段差部分の方が僅かに小さくなるように形成されることが好ましい。基板装置 14 の積層構造が可撓性すなわち弾性を有している場合、コネクタ 360 を開口部 80 に押

50

し込むと、止め部材 364 によりコネクタ 360 が開口部 80 に固定された状態で、積層構造が上下方向に縮み、コネクタ 360 の階段状の外表面に対して各層から上向きに押し上げる方向に押圧力が加わるため、電氣的な接続を確実にすることができる。

【0099】

図 31 (b) は、基板装置の開口部に通信素子を搭載したコネクタを挿入した状態の別の例を示す。この例では、コネクタ 360 の外部形状が階段状に形成されている。

【0100】

以上、本発明を実施例をもとに説明した。これらの実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

10

【0101】

例えば、図 24 では、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 が同一層に形成され、信号伝達セグメント 340 が別の層に形成された積層構造を示したが、別の形態の 2 層構造をとることも可能である。

図 32 (a) は、グランドセグメントおよび電源セグメントを異なる層に形成した通信装置の断面を示す図である。この通信装置 100 は積層構造体として構成され、異なる高さの層に形成されたグランドセグメント 310 および電源セグメント 320 と、グランドセグメント 310 が形成された層または電源セグメント 320 が形成された層の少なくとも一方の層に形成された信号伝達セグメント 340 とを備える。図 32 (a) では、信号伝達セグメント 340 が、グランドセグメント 310 が形成された層および電源セグメント 320 が形成された層の双方に形成されている。

20

【0102】

同一層において、グランドセグメント 310 および信号伝達セグメント 340 は、間に絶縁領域 330 を介して設けられている。また、それとは異なる層において、電源セグメント 320 および信号伝達セグメント 340 は、間に絶縁領域 332 を介して設けられている。このように、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 を異なる層に形成した場合であっても、信号伝達セグメント 340 を、それらと同一の層に形成することで、全体の層数を少なくすることが可能となる。

【0103】

信号伝達セグメント 340 のそれぞれは、絶縁層 334 を介してグランドセグメント 310 または電源セグメント 320 に重なって配置される。これにより、通信素子 200 が積層構造体の上下方向に存在する信号伝達セグメント 340 と、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 とに電氣的に接続することが容易となる。図 24 において左側に示す信号伝達セグメント 340 は、下層のグランドセグメント 310 とほぼ完全に重なり合う位置に設けられ、また右側に示す信号伝達セグメント 340 は、上層の電源セグメント 320 とほぼ完全に重なり合う位置に設けられている。なお、信号伝達セグメント 340 は、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 と完全に重なる必要はなく、通信素子 200 が存在する範囲において重なり部分を有していればよい。一方、グランドセグメント 310 および電源セグメント 320 は、異なる高さの層において重ならないように配置される。これにより、グランドセグメント 310 と電源セグメント 320 とが絶縁層 334 などに生じた欠陥などを介して短絡する可能性を低減できる。

30

40

【0104】

配置構造については、図 24 において右側に示す信号伝達セグメント 340 と電源セグメント 320 とを入れ替えた構造をとっており、各セグメントの形状や配列等は、図 23 や図 24 などにおいて説明したものと同様である。すなわち、各セグメントは同一の多角形状を有してよく、またグランドセグメント 310 および電源セグメント 320 は、帯状の形状を有してもよい。さらに、近接するグランドセグメント 310 同士、および近接する電源セグメント 320 同士は、結合部品 315 により電氣的に結合されてもよい。

【0105】

図 32 (b) は、グランドセグメントおよび電源セグメントを異なる層に形成した基板

50

装置の断面を示す図である。図 3 2 (b) の基板装置 1 4 は開口部 8 0 とともに、図 3 0 (a) に示した積層構造と近似した積層構造を有している。図 3 2 (a) の通信装置 1 0 0 に関して説明したように、図 3 0 (a) の積層構造と違う点として、図 3 2 (b) の基板装置 1 4 は、異なる高さの層に形成されたグランドセグメント 3 1 0 および電源セグメント 3 2 0 と、グランドセグメント 3 1 0 が形成された層または電源セグメント 3 2 0 が形成された層の少なくとも一方の層に形成された信号伝達セグメント 3 4 0 とを備える。この積層構造については図 3 2 (a) に関して説明したとおりである。この積層構造を備えることで、基板装置 1 4 は少ない総数で形成されることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 6 】

10

【図 1】本発明の実施例に係る通信技術の方式を説明するための図である。

【図 2】本発明の実施例にかかる通信装置の外観構成の概要を示す図である。

【図 3】通信素子の機能ブロック図である。

【図 4】(a) は、サイト分割型の通信装置の上面図であり、(b) は、通信層の断面図である。

【図 5】通信層の構造、通信層の等価回路および各サイトに生じる電位変化を示す図である。

【図 6】通信素子の構造の一例を示す図である。

【図 7】通信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図 8】受信回路の回路構造の一例を示す図である。

20

【図 9】送信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図 1 0】(a) は、連続型の通信装置の上面図であり、(b) は、通信層の断面図である。

【図 1 1】(a) は、通信層の構造を示す図であり、(b) は、信号層に電圧を印加したときの電圧分布を示す図である。

【図 1 2】図 1 1 (a) に示す 5 層構造の通信装置の模式的な構成を示す図である。

【図 1 3】円形電極を、中心が原点に一致するように配置した図である。

【図 1 4】(a) は、サイト分割型の通信装置の断面図であり、(b) は、連続型の通信装置の断面図である。

【図 1 5】2 層接点方式の通信回路の構成を示す図である。

30

【図 1 6】送信回路の構成を示す図である。

【図 1 7】受信回路の構成を示す図である。

【図 1 8】(a) は、境界配置型の通信装置の上面図であり、(b) は、境界配置型の通信装置の断面図である。

【図 1 9】通信素子の構造の一例を示す図である。

【図 2 0】通信回路の回路構造の一例を示す図である。

【図 2 1】2 層接点方式による境界配置型の通信装置の断面図である。

【図 2 2】通信素子の通信回路の構成を示す図である。

【図 2 3】グランドセグメントおよび電源セグメントを同一層に形成した通信装置を説明するための図である。

40

【図 2 4】グランドセグメントおよび電源セグメントを同一層に形成した通信装置の断面を示す図である。

【図 2 5】結合部品の構成を示す図である。

【図 2 6】検出回路および制御回路の詳細を示す図である。

【図 2 7】電圧 V 1、V 2 を生成する回路を示す図である。

【図 2 8】V D D 1 の電圧値と S W のオンオフの関係を示す図である。

【図 2 9】グランドセグメントおよび電源セグメントを同一層に形成した通信装置の別の例を説明するための図である。

【図 3 0】基板装置の構造の例を示す図である。

【図 3 1】基板装置の開口部に通信素子を搭載したコネクタを挿入した状態の例を示す図

50

である。

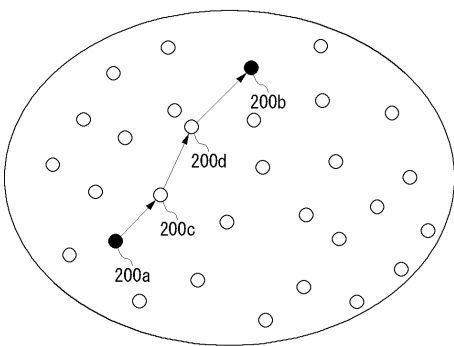
【図32】グラウンドセグメントおよび電源セグメントを異なる層に形成した通信装置および基板装置の断面を示す図である。

【符号の説明】

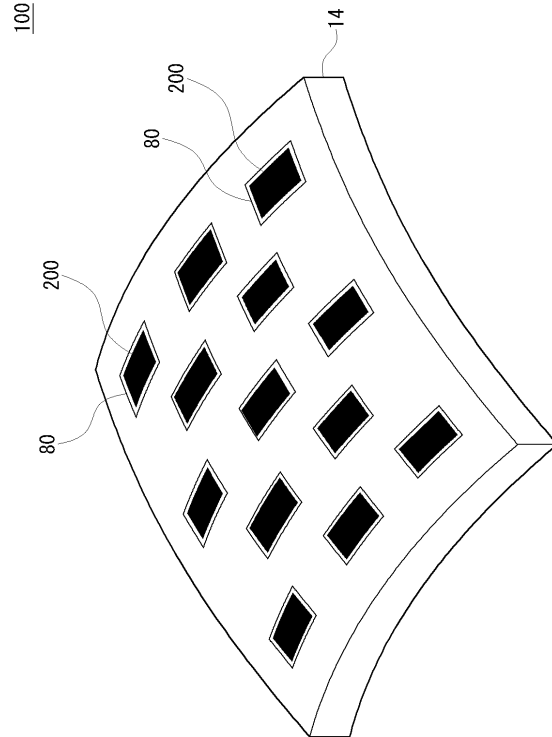
【0107】

14・・・基板装置、80・・・開口部、100・・・通信装置、200・・・通信素子、310・・・グラウンドセグメント、315・・・結合部品、320・・・電源セグメント、330・・・絶縁領域、332・・・絶縁領域、334・・・絶縁層、340・・・信号伝達セグメント、360・・・コネクタ、362・・・電極、364・・・止め部材。

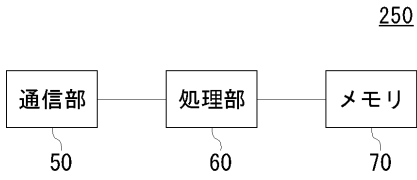
【図1】



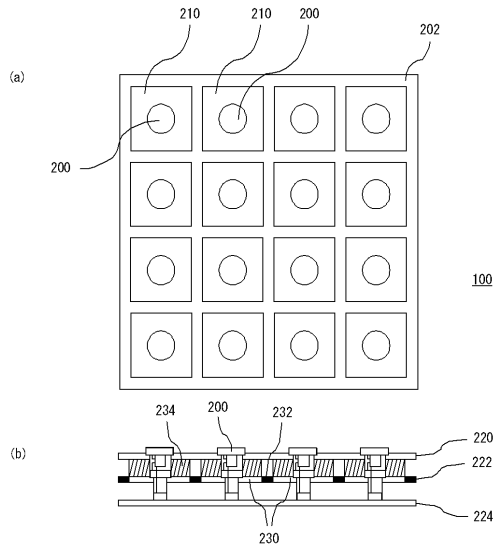
【図2】



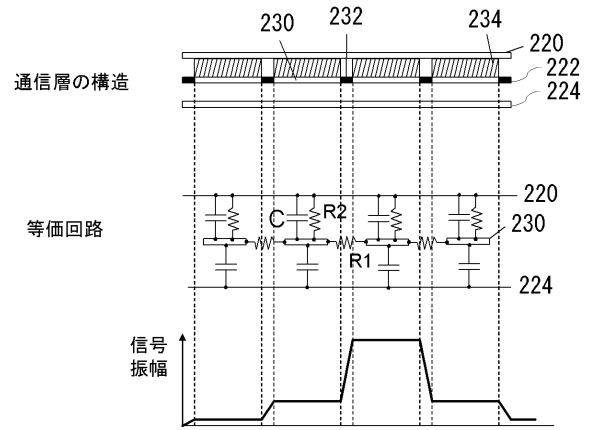
【 図 3 】



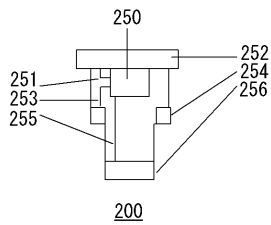
【 図 4 】



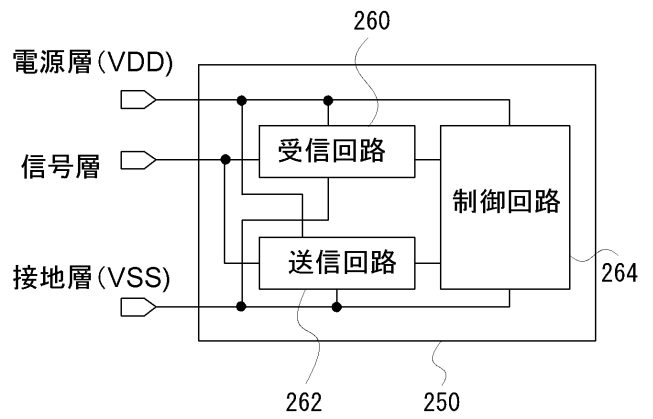
【 図 5 】



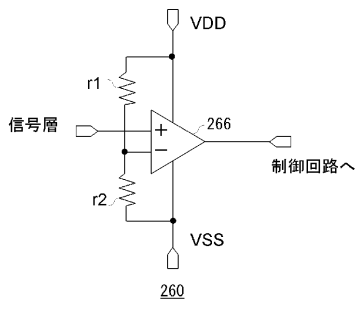
【 図 6 】



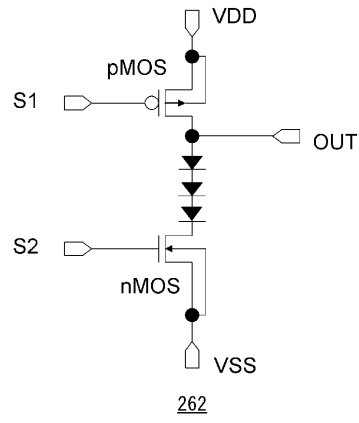
【 図 7 】



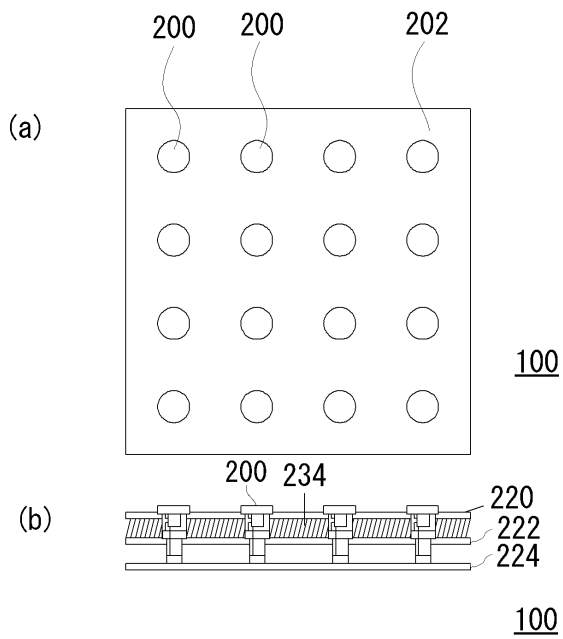
【 図 8 】



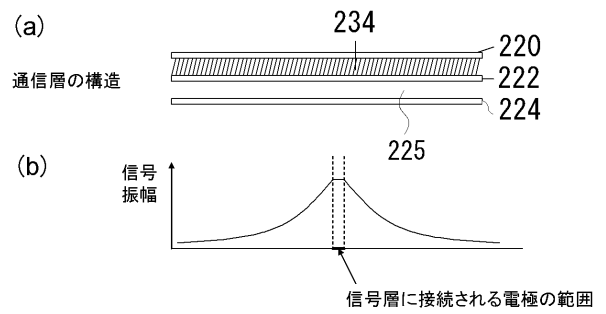
【 図 9 】



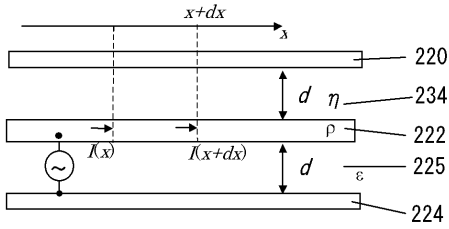
【 図 10 】



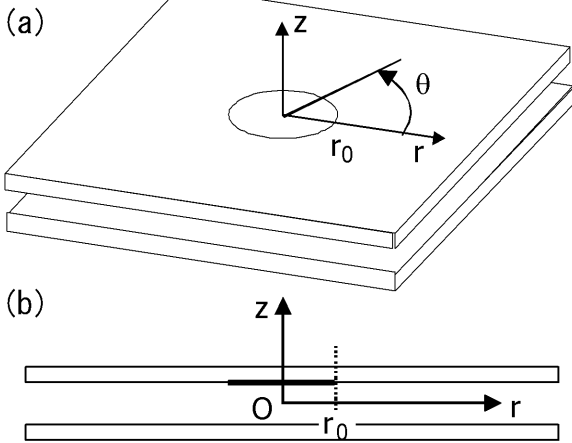
【 図 11 】



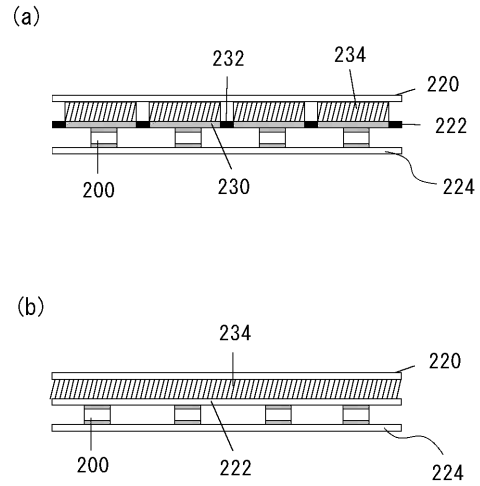
【 図 1 2 】



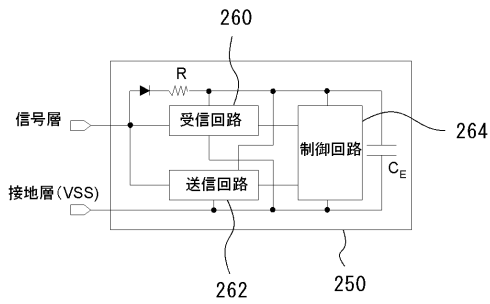
【 図 1 3 】



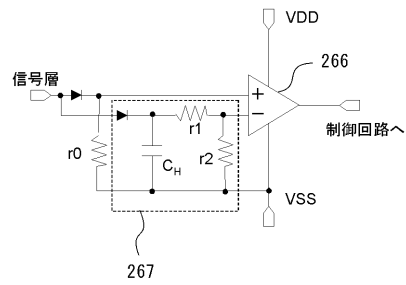
【 図 1 4 】



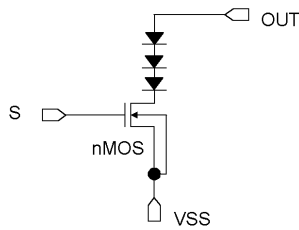
【 図 1 5 】



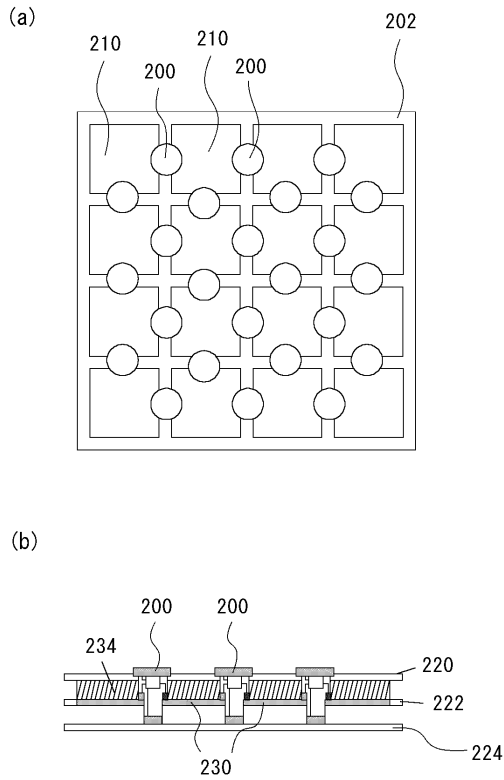
【 図 1 7 】



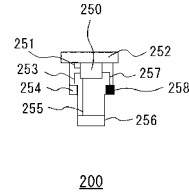
【 図 1 6 】



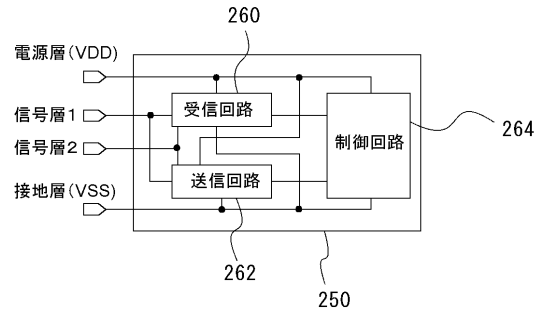
【 图 1 8 】



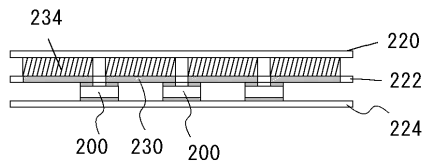
【 图 1 9 】



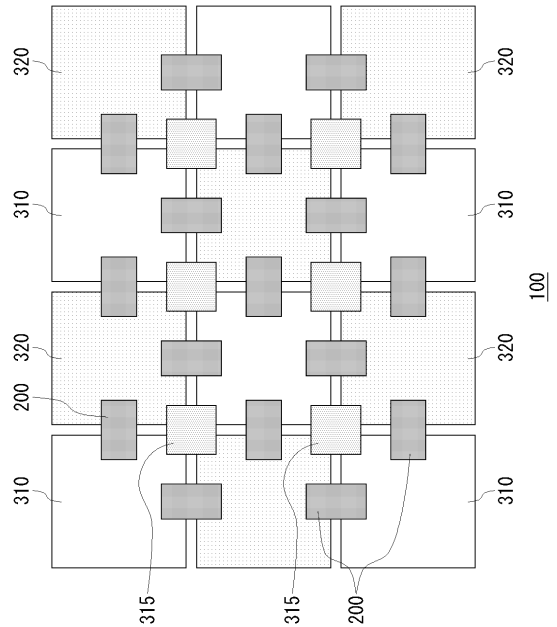
【 图 2 0 】



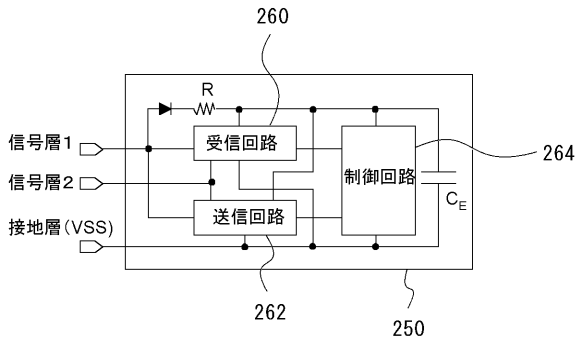
【 图 2 1 】



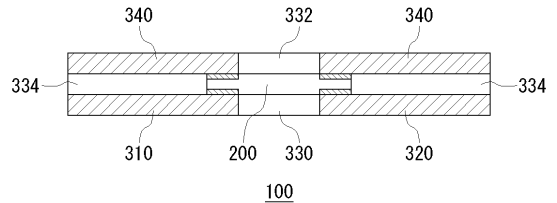
【 图 2 3 】



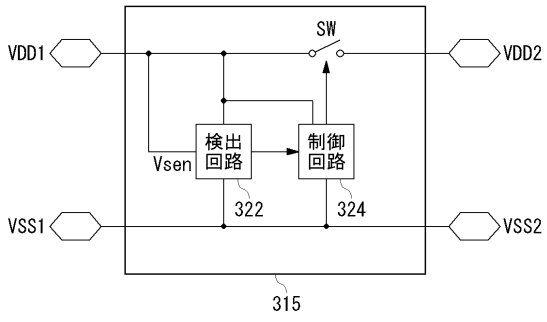
【 图 2 2 】



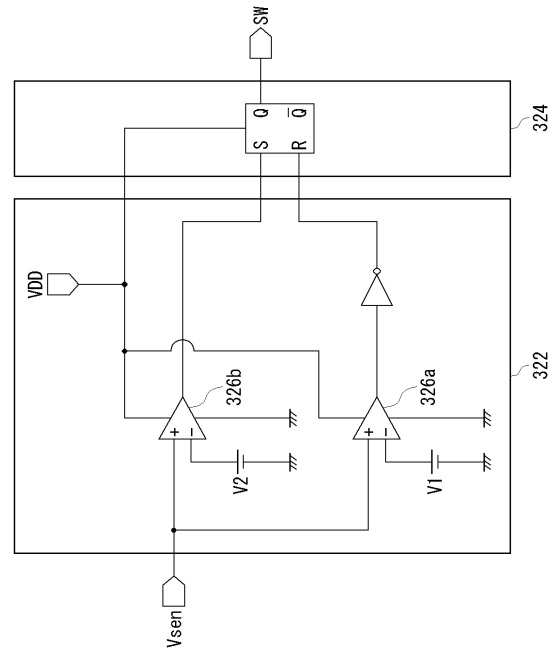
【 图 2 4 】



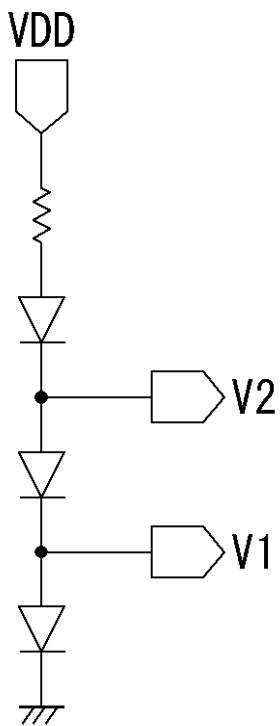
【 図 2 5 】



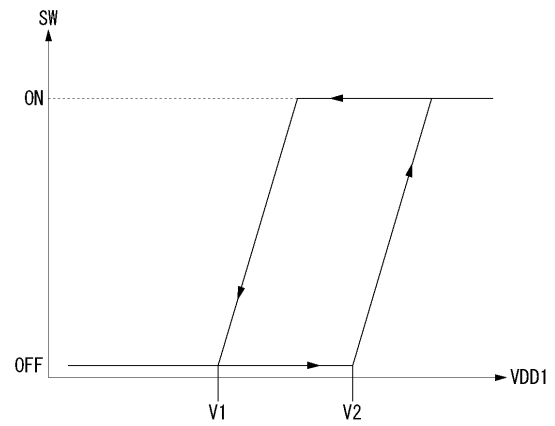
【 図 2 6 】



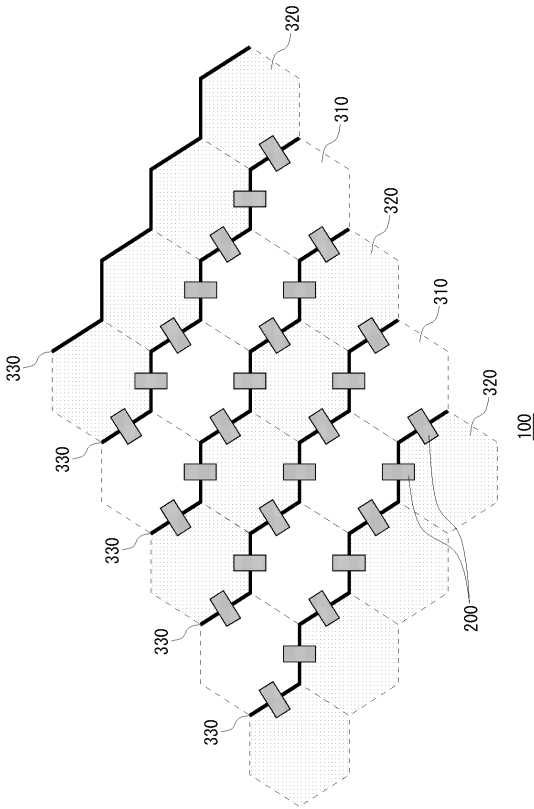
【 図 2 7 】



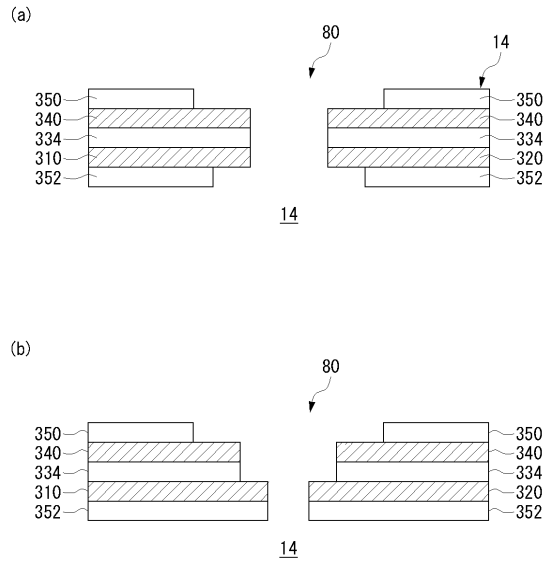
【 図 2 8 】



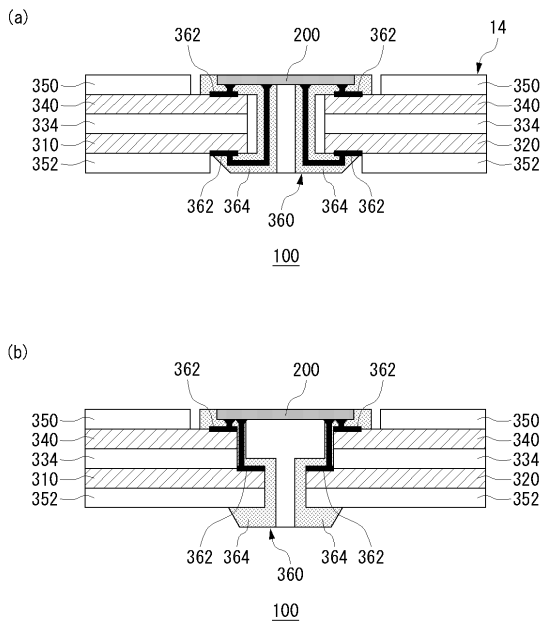
【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



【 図 3 2 】

