

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 11 月 4 日 (04.11.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/095742 A2

- (51) 国際特許分類: **H04B 13/00** (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA, Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-11-12 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005884
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 23 日 (23.04.2004)
- (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2003-120756 2003 年 4 月 24 日 (24.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社セルクロス (CELL CROSS CORPORATION); 〒1300014 東京都墨田区亀沢4-14-16 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅村 直也 (ASAMURA, Naoya) [JP/JP]; 〒1760002 東京都練馬区桜台4-23-7 Tokyo (JP). 笠原 裕一 (KASAHARA, Yuichi) [JP/JP]; 〒3410018 埼玉県三郷市早稲田6-3-1-402 Saitama (JP). 篠田 裕之 (SHINODA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒2130013 神奈川県川崎市高津区末長325-22 マイキャッスル溝のロヴィレッジ303 Kanagawa (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 第17条(2)(a)に基づく宣言; 要約なし; 国際調査機関により点検されていない発明の名称。
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE AND COMMUNICATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 通信デバイスおよび通信装置

(57) Abstract:

(57) 要約:



WO 2004/095742 A2

明 細 書

通信デバイスおよび通信装置

5 技術分野

本発明は、信号を伝達する通信装置および信号の伝達を実現するための通信デバイスに関し、特に複数の通信デバイスを用いて信号の伝達を行う通信技術に関する。

10 背景技術

L A N (Local Area Network) や W A N (Wide Area Network) などの通信ネットワークにおいて、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。これらの通信端末は、ネットワーク中のアドレスを指定することにより、所望の通信端末に信号を伝達する。従来のネットワークは、通信端末同士を有線にて接続することが一般であり、近年では、これを無線で接続するシステムも提案されている。例えば、移動デバイスであるノードの全てが所定の伝送半径をもち、ノード間で無線通信を行うアドホックネットワークが提案されている (例えば、特開 2 0 0 1 - 2 6 8 1 2 7 号公報参照)。

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個別配線により物理的に接続しているため、仮に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。

発明の開示

本発明は、このような従来の問題を解決するべく、通信装置および通信デバイスに関する新規な通信技術、さらには電力供給技術を提供することを目的とする。

上記課題を解決するために、本発明のある態様は、信号を伝達する通信デバイスであって、グラウンド層および電源層と、グラウンド層および電源層に電磁的に接続する通信素子と、グラウンド層および電源層の間に積層された誘電層および信号

層を備え、通信素子は、信号層にコンデンサを介して接続する通信デバイスを提供する。信号層は、信号を伝達するために関与する構造（層）である。通信素子は、誘電層に、電場または電磁場を発生させることにより信号を発信することが好ましい。通信デバイスは、信号層に対してグランド層または電源層を接続する

5 駆動回路をさらに備え、コンデンサは、駆動回路の出力インピーダンスのリアクタンス成分を低減するように容量を設定されることが好ましい。またコンデンサは、駆動回路の出力インピーダンスを抵抗成分とするように容量を設定されてもよい。

本発明の別の態様は、複数の通信素子が分散配置され、各通信素子は第1信号層、誘電層および第2信号層に電磁的に接続しており、誘電層は第1信号層と第2信号層の間に配置され、各通信素子は、第1信号層にコンデンサを介して接続し、第1信号層および第2信号層の間で電流を流すことにより、信号を発信することを特徴とする通信装置を提供する。

10

本発明のさらに別の態様は、信号を伝達する複数の信号層が形成され、2つ以上の信号層に接続して当該2つ以上の信号層間における信号の送受信を行う複数の通信素子が設けられる通信装置を提供する。通信素子は、自身が接続する信号層内に設けられた通信素子との間で信号を送受信してもよい。また通信素子が、自身が接続する信号層内に設けられた通信素子から信号を受信し、自身が接続する他の信号層内に設けられた通信素子に信号を送信することにより、信号を所期の信号層まで順次伝達するようにしてもよい。各信号層は識別番号を有し、信号の伝達は、信号層の識別番号を利用して実現してもよく、また各通信素子は、自身が接続する信号層ごとに、信号層内のローカルな識別番号を有し、信号層内の信号の伝達は、ローカルな識別番号を利用して実現してもよい。

15

20

この態様の通信装置において、少なくとも一つの信号層に基準となる識別番号を設定し、その基準識別番号をもとに、他の信号層の識別番号を順次設定することが好ましい。このとき通信素子は、自身が接続する信号層の識別番号を含んだ信号を受け取ると、その信号を伝達した信号層の識別番号を設定して保持し、続いて自身が接続する他の信号層の識別番号を設定して、設定した識別番号を含む信号を当該他の信号層に送信してもよい。識別番号は、基準識別番号を設定され

25

た信号層に対して、信号層の 2 次元または 3 次元の位置を示す座標として表現されてもよい。また通信素子は、データ信号を受け取ると、信号の転送先となる通信素子を特定し、データ信号を受信しながら、そのデータ信号を、転送先となる通信素子に送信できることが好ましい。

- 5 なお、本発明の表現を装置、方法、システムまたはプログラムの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

図面の簡単な説明

上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な

- 10 実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

図 1 は、実施の形態に係る通信技術の方式を説明するための図である。

図 2 は、実施の形態にかかる通信装置の外観構成を示す図である。

図 3 は、通信素子の機能ブロック図である。

- 15 図 4 (a) は通信装置の断面図であり、図 4 (b) は通信装置の別の例を示す断面図である。

図 5 (a) は通信デバイスが信号を発信する基本原理を説明するための図であり、図 5 (b) は通信デバイスが信号を発信する原理の別の例を説明するための図である。

図 6 は、通信素子を備えた通信デバイスを示す図である。

- 20 図 7 (a) は通信デバイスを実現する回路動作の概要を示す図であり、図 7 (b) は第 1 信号層に印加する交流電圧の振幅を制限する回路の例を示す図である。

図 8 (a) は通信素子の具体的な構成例を示す図であり、図 8 (b) および図 8 (c) は、通信素子による信号発信の原理を説明するための図である。

図 9 は、 $P(x)$ のプロットを示す図である。

- 25 図 10 は、電極の半径を小さく形成することに考慮した通信デバイスの構成例を示す図である。

図 11 は、電極の半径を小さく形成することに考慮した通信デバイスの構成の変形例を示す図である。

図 12 は、通信装置における信号伝達方法の説明図である。

図 1 3 は、送信元の通信素子により生成される信号の packets を示す図である。

図 1 4 は、第 2 の実施の形態に係る通信装置の構成を示す図である。

図 1 5 (a) は通信装置の断面の一例を示す図であり、図 1 5 (b) は通信装置の断面の別の例を示す図である。

- 5 図 1 6 (a) は通信装置の構成の変形例を示す図であり、図 1 6 (b) は通信装置の構成のさらなる変形例を示す図であり、図 1 6 (c) は通信装置の構成のさらなる変形例を示す図である。

図 1 7 は、通信装置の模式図である。

- 10 図 1 8 (a) は R T S packets のデータフォーマットを示す図であり、図 1 8 (b) は C T S packets のデータフォーマットを示す図であり、図 1 8 (c) は D T packets のデータフォーマットを示す図である。

図 1 9 は、通信装置における通信方式を説明するための説明図である。

図 2 0 (a) は信号層を流れる信号の波形フォーマットを示す図であり、図 2 0 (b) は 1 フレームの構成を示す図である。

- 15 図 2 1 は、通信素子のデジタル回路の実現例を示す図である。

図 2 2 は、通信素子のデジタル回路におけるプロセスの状態遷移図である。

発明を実施するための最良の形態

< 第 1 の実施の形態 >

- 20 図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る通信技術の方式を説明するための図である。図 1 には、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
- 25 を伝達する。この通信方式を連鎖伝達型の通信方式と呼ぶ。

信号の送信元が通信素子 2 0 0 a であり、最終目的地が通信素子 2 0 0 b である場合、連鎖伝達型通信方式によると、信号が通信素子 2 0 0 a から通信素子 2 0 0 c および 2 0 0 d を介して通信素子 2 0 0 b に伝達される。信号の伝達方法としては、例えば通信素子 2 0 0 a 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 200 a および 200 b 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

5 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。連鎖伝達型の通信方式における信号伝達の方法の一例は後述する。

本発明による通信装置は、空間内に複数の通信素子を配置し、この空間内には

10 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いことが好ましい。例えば、これらの通信素子は、平坦な導電層または導電性基板、交流信号を伝達可能な電磁作用伝達層などに接続されてもよい。導電層や電磁作用伝達層は、シリコンウェハ上に形成されてもよい。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い。ここで通信素子は、チップとして構成されるものに

15 限定されず、本発明の実施の形態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。

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

20 を及ぼす可能性がある。連鎖伝達型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。

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、

25 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。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
5 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。
10

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
15 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。また配線などの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
20 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。

図2は、本発明の第1の実施の形態にかかる通信装置100の外観構成の一例を示す。この通信装置100においては、複数の通信素子200が2枚の導電層
25 16および18によって挟持されている。各通信素子200は、この2枚の導電層16および18に電磁的に接続される。導電層16および18は、単層構造を有していても、また多層構造を有していてもよく、この例では二次元的に一面に広がった構成を有している。図2は、通信素子200が挟持されていることを説明するために、導電層16と導電層18とが開いた状態を示す。

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、導電層 16 および 18 を導電性のゴム材料により形成する。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、伸縮性のある導電層 16 および 18 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できる。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、導電層 16 および 18 を導電性のゴム材料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。

- 10 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 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いことは、当業者に理解されるところである。

- 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。通信部 50 は、導電層 16 および 18 (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ってもよい。また、図 2 に示していないが、通信装置 100 は、通信素子 200 の周囲に配置されて、導電層 16 および 18 に挟持される誘電層を備え、通信部 50 が、この誘電層に発生する電場または電磁場により他の通信素子 200 との間で信号の送受を行ってもよい。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処理を行う。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。

図4(a)は、通信装置100の断面を示し、局所的通信を実現する通信デバイス300の構造の一例を説明するための図である。本明細書において「通信デバイス」は、局所的な通信機能を実現する構造の意味で用いる。

- 5 この例において通信デバイス300は、第1信号層20および第2信号層30と、第1信号層20および第2信号層30に電磁的に接続する通信素子200と、第1信号層20および第2信号層30の間に配置される誘電層22とを備える。図示のごとく、第1信号層20および第2信号層30は、誘電層22および複数の通信素子200を挟持する。通信素子200と誘電層22は、電磁的に接続する。第2信号層30は接地されたグランド層であってもよい。

- 10 通信デバイス300は、信号を発信するために、第1信号層20および第2信号層30の通信素子200側の表面から、電荷の吸出しおよび放出を繰り返し、交流電流Iを発生させる。層厚などの条件を適宜定めることにより、交流電流Iにより発生する電場や電磁場を誘電層22に閉じ込めることができ、電磁波動を誘電層22内で2次元放射状に伝達させることができる。第1信号層20および第2信号層30に流れる電流は、誘電層22側の表面付近のみを流れ、第1信号層20および第2信号層30の電気伝導率によって、電磁波動の伝達距離がきまる。これらの電気伝導率が大きいほど、減衰は小さく、伝達距離、すなわち有効通信距離が長くなる。

- 20 第1信号層20および第2信号層30は、金属や導電性ゴム材料などの導体により構成されてよいが、誘電体により構成されてもよい。第1信号層20および第2信号層30が誘電体で構成される場合、第1信号層20および第2信号層30は、誘電層22の誘電率よりも小さい誘電率を有する材料から構成される。これにより、誘電層22内に電場や電磁場を閉じ込めることが可能となる。なお、第1信号層20および第2信号層30は、空気や真空のような構成をとってもよい。

また電場や電磁場を発生させる交流電流Iは、均一な電流であってもよいが、変位電流であってもよい。なお電磁場を発生させるために、レーザーやLEDによる光などの電磁波を用いることも可能である。

図4（b）は、局所的通信を実現する通信デバイス300の構造の別の例を説明するための図である。この例では、通信デバイス300が、第1信号層20および第2信号層30と、第1信号層20および第2信号層30に電磁的に接続する通信素子200と、第1信号層20および第2信号層30の間に配置される誘電層22aおよび22bと、誘電層22aと誘電層22bとの間に配置される導電層24を備える。通信デバイス300がこのような構造をとった場合であっても、通信素子200中に交流電流を発生させることにより、電場または電磁場を利用した通信が可能となる。

図5（a）は、実施の形態における通信デバイス300が信号を発信する基本原理を説明するための図である。通信デバイス300は、スイッチ26を交互に切り替えて、第1信号層20および第2信号層30の間で電荷の吸出し、放出を行い、交流電流を生じさせることにより、電磁場を発生させる。この電磁場は、第1信号層20および第2信号層30に挟持される誘電層22中を伝わって、近傍に位置する通信デバイス300まで伝達される。

図5（b）は、通信デバイス300が信号を発信する原理の別の例を説明するための図である。通信デバイス300は、一組のスイッチ26aおよびスイッチ26bを同時に交互に切り替えることにより、第1信号層20および第2信号層30の間に交流電流を発生させ、電磁場を発生させる。

図6は、通信素子200を備えた通信デバイス300の具体的な実現例を示す。この通信デバイス300は、グランド層である第2信号層30および電源層44と、第2信号層30および電源層44に電磁的に接続する通信素子200と、第2信号層30および電源層44の間に積層された誘電層22、第1信号層20、誘電層43を備える。図示のごとく、第2信号層30、誘電層22、第1信号層20、誘電層43および電源層44は、この順に積層される。通信素子200は、誘電層22および誘電層43に、電場または電磁場を発生させることにより信号を発信する。通信素子200は、第2信号層30および電源層44に挟持され、周囲を誘電層22、第1信号層20および誘電層43に囲まれて構成される。誘電層22、第1信号層20および誘電層43は、通信素子200に電磁的に接続している。この構造により、通信素子200は、誘電層22および誘電層43に

おける電場または電磁場をそれぞれ検出し、誘電層 2 2 および誘電層 4 3 における電場または電磁場の差分を検出することによって、信号を高い精度で検出することが可能となる。差分をとることにより、外部から混入するノイズの影響を最小とすることができ、S/N比をあげることができる。第 1 信号層 2 0 と、電源層 4 4 および第 2 信号層 3 0 の間に図 5 (a) のようなスイッチ 2 6 を設けることにより、第 1 信号層 2 0 と電源層 4 4、および第 1 信号層 2 0 と第 2 信号層 3 0 の間をショートすることができ、第 1 信号層 2 0 の電位をふりやすくなる。これは、通信素子 2 0 0 が電源層 4 4 およびグランド層である第 2 信号層 3 0 に接続したことの利点である。

- 10 図 7 (a) は、通信デバイス 3 0 0 を実現する回路動作の概要を示す。通信デバイス 3 0 0 は半導体製造技術を用いてシリコン上に形成されてもよい。通信デバイス 3 0 0 は、pMOS と nMOS を並列接続した MOS スイッチなどのスイッチ 2 6 を有し、スイッチ 2 6 は、通信素子 2 0 0 と、グランド層である第 2 信号層 3 0 および電源層 4 4 との電磁的な接続を交互に切り替える。具体的には、
- 15 スイッチ 2 6 が、送信すべき信号の論理値に応じて、第 1 信号層 2 0 および第 2 信号層 3 0 の接続と、第 1 信号層 2 0 および電源層 4 4 の接続とを切り替え、電磁波動として信号を発信する。なお、既述のごとく、第 1 信号層 2 0 と第 2 信号層 3 0 の間には誘電層 2 2 が設けられ、また、同様に、第 1 信号層 2 0 と電源層 4 4 との間には、別の誘電層 4 3 が設けられる。入力部 5 2 には、送信すべき信号の論理値に応じた電圧が印加され、スイッチ 2 6 によるスイッチング動作が実行される。通信素子 2 0 0 内の処理部 6 0 (図 3 参照) が入力部 5 2 に入力信号を供給する。
- 20

スイッチ 2 6 によるスイッチング動作の結果、第 1 信号層 2 0 から第 2 信号層 3 0 に、また電源層 4 4 から第 1 信号層 2 0 に電流が発生し、第 1 信号層 2 0 と第 2 信号層 3 0 の間に存在する誘電層 2 2、および電源層 4 4 と第 1 信号層 2 0 の間に存在する誘電層 4 3 において、2 次元放射状に広がる電場または電磁場が発生する。この電場または電磁場は、隣接する通信素子 2 0 0 に伝播される。

隣接する通信素子 2 0 0 は、電場または電磁場の変化を観測し、信号を検出する。隣接する通信素子 2 0 0 は、誘電層 2 2 において発生した電場または電磁場

から信号を検出してもよく、また誘電層 4 3 において発生した電場または電磁場から信号を検出してもよい。なお、既述のごとく、通信素子 2 0 0 は、誘電層 2 2 および誘電層 4 3 の両方において発生した電場または電磁場から信号を検出してもよい。誘電層 2 2 および誘電層 4 3 における電場または電磁場をそれぞれ検出
5 出し、誘電層 2 2 および誘電層 4 3 における電場または電磁場の差分を検出することによって、外部から混入するノイズの影響を最小とすることができ、S N 比をあげることができる。

図 7 (b) は、第 1 信号層 2 0 に印加する交流電圧の振幅を制限する回路の例を示す。電源層 4 4 および第 2 信号層 3 0 から第 1 信号層 2 0 に電圧を印加する
10 電力経路のそれぞれに、電圧を制限するための電圧制限素子 5 4、この例ではダイオード列を配置させる。電圧制限素子 5 4 として、1 個または複数個のダイオードを順方向にそれぞれの電力経路に挿入することにより、第 1 信号層 2 0 に印加する電圧を制限することができる。電圧制限素子 5 4 を設けない場合、第 2 信号層 3 0 からのグラウンド電圧 (0 [V]) と、電源層 4 4 からの電源電圧 (E [V])
15 とが交互に第 1 信号層 2 0 に印加されるが、第 2 信号層 3 0 からの電力経路と電源層 4 4 からの電力経路にそれぞれ n 個のダイオード列を順方向に挿入した場合には、第 1 信号層 2 0 には、 $n e$ [V] と $(E - n e)$ [V] の電圧が交互に印加されることになる。ここで e [V] は、ダイオードの順方向電圧を示す。

電圧制限素子 5 4 を設けることにより、電源電圧が信号発信に必要な電圧より
20 も十分高い場合であっても、印加電圧を必要なレベルにまで下げることが可能となる。また、電圧制限素子 5 4 を電力経路に挿入することによって、電流量が減るため、消費電力を下げることができ、通信デバイス 3 0 0 の省電力化に寄与することになる。なお、第 2 信号層 3 0 と第 1 信号層 2 0 の間に設けられる電圧制限素子 5 4 a と、電源層 4 4 と第 1 信号層 2 0 の間に設けられる電圧制限素子 5
25 4 b の抵抗値は異なってもよい。

図 8 (a) は、通信素子 2 0 0 の具体的な構成例を示す。通信素子 2 0 0 は、上述の通信機能を備えた L S I として構成され、図 8 (a) は、第 1 信号層 2 0 に接触する L S I の上面を示している。通信素子 2 0 0 は、図 3 に示した処理部 6 0 およびメモリ 7 0 の各機能を備えたデジタル回路 2 0 2 を有する。円形の電

極 204 は通信部 50 として作用する。なお、通信素子 200 の実装に際して、電極 204 は小さく形成されることが好ましい。図示しない L S I の裏面の電極は、第 2 信号層 30 と電磁的に接続されている。電極 204 は、スイッチ 26 (図 5 または図 7 参照) のスイッチング動作により、第 1 信号層 20 を介して電源層 44 から電源電圧を印加され、また裏面の第 2 信号層 30 からグランド電圧を印加される。既述のごとく、通信素子 200 は、スイッチ 26 を交互にスイッチして、交流電流を発生することで、電場または電磁場を変化させ、信号を発信する。

図 8 (b) および図 8 (c) は、通信素子 200 による信号発信の原理を説明するための図である。図中、S で示す領域は、通信素子 200 の電極 204 を示す。第 1 信号層 20 および第 2 信号層 30 の導電率を σ とし、誘電層 22 の誘電率を ϵ_0 とする。既述のごとく、誘電層 22 が、第 1 信号層 20 および第 2 信号層 30 に挟まれた構造につき考察する。なお、図 8 (b) および図 8 (c) では、誘電層 22 の図示を省略している。この構造において、電磁波動を発生し、発生した電磁波動を、誘電層 22 中に伝達させる。

図示のごとく、円柱座標をとり、各層に垂直方向の z 軸まわりの解を求める。円柱座標の原点を、円形の電極 204 の中心点の垂直下方向であって、且つ第 1 信号層 20 の下面と第 2 信号層 30 の上面との中間点にとる。第 1 信号層 20 と第 2 信号層 30 の間隔、すなわち誘電層 22 の厚さを $2d$ 、電極 204 の半径を r_0 とする。 z 軸に対称な解においては、磁場ベクトル B は θ 成分のみをもち、それを $B(r, z)$ と表現する。このような構造において、通信素子 200 内において、第 1 信号層 20 から第 2 信号層 30 に、半径 r_0 の円柱表面に沿って電流を流すものとする。なお、電流経路は厳密な円柱形状である必要はなく、また厳密に均一な電流が流れることまでは必要としない。 z 軸を対称軸とする半径 r の円柱面を外に向かって横切る表皮電流の総和を $I(r)$ と表現する。電磁波動の周波数を ω とすると、一般解は、以下のように表現される。なお、第 1 信号層 20 および第 2 信号層 30 とともに導体とし、以下の発信原理の説明において、それぞれの層を区別せずに、導体層と呼ぶ。

$$\begin{bmatrix} B(r, z) [\text{導体層: } z > d] \\ B(r, z) [\text{誘電層: } z \leq d] \\ I(r)/2\pi r \end{bmatrix} = B_0 H_1^{(2)}(kr) \begin{bmatrix} \exp\{p(z-d)\} \\ 1 \\ 1/\mu \end{bmatrix}$$

B_0 は磁場の強さを表す定数である。ここで、上記一般解における各パラメータの値を、以下のように設定する。

$$\text{Re}[k] = \omega/c$$

$$\text{Im}[k] = -\frac{1}{d} \sqrt{\frac{\epsilon_0 \omega}{8\sigma}}$$

$$\text{Re}[p] = -\frac{1}{c} \sqrt{\frac{\sigma \omega}{2\epsilon_0}}$$

- 5 $\text{Re}[k]$ は、誘電層 2 2 中の電磁波動の波数であり、 c は誘電層 2 2 における光速である。 $\text{Im}[k]$ は伝播する電磁波動の減衰を与えるパラメータである。 $\text{Re}[p]$ は表皮深さを与えるパラメータである。

また、

$$H_1^{(2)}(z) \equiv J_1(z) - j N_1(z)$$

- 10 である (ハンケル関数)。

なお、マイクロ波を伝達し、上記の解が成立するためには、以下の条件を満たす必要がある。

- 1) $|\sigma/\omega| \gg \epsilon_0$ (σ は導体層の導電率) を満たすこと。
- 2) 表皮深さが導電層の厚みよりも小さいこと。
- 15 3) 減衰距離が、その周波数に対応する真空中の電磁波長よりも大きいこと。すなわち、 $-\text{Im}[k]$ が $\text{Re}[k]$ と同程度か、それより小さいこと。
- 4) 導電層の間隔が、

$$\left[\frac{\omega \epsilon_0}{\sigma} \right]^{1.5} \ll \left| \frac{\omega d}{c} \right| \ll \sqrt{\frac{\sigma}{\omega \epsilon_0}}$$

を満たすこと。

- 20 なお、透磁率は誘電層 2 2、導体層ともに μ であることと仮定した。

以上の伝達条件を満たすことにより、誘電層 2 2 において 2 次元放射状にマイクロ波を伝達させることが可能となる。例えば、周波数を 10~100GHz 程度、伝達

距離を 10cm 程度、 $d = 1 \sim 0.1\text{mm}$ 程度とすることにより、以上のマイクロ波伝達条件を満足するような導電率の材料を容易に見つけることができる。なお、表皮深さが導電層の厚みよりも大きい場合であっても電磁作用は伝達するが、その場合には、電磁波は、導電層の外にも漏出することになる。

- 5 電磁波動をマイクロ波として伝達することにより信号伝達速度は光速となる。このように、本実施の形態における通信装置 100 は、1 ビットの情報を送るのに 1 波長分程度の幅をもったリング状の電磁場を生成し、この電磁場を利用して通信を行うため、少ない消費電力で 1 GHz をこえる信号伝達を行うことが可能となる。これにより、通信装置 100 は、コンピュータなどのクロックと同期して高周波数の論理信号を伝送可能となる。

中心から距離 r の点における上側導体層表面、すなわち第 1 信号層 20 表面と、下側導体層表面、すなわち第 2 信号層 30 表面との電位差を $V(r)$ とすると、半径 r の円柱面を横切って流れる電流 $I(r)$ と $V(r)$ (その地点での電極間の電位差 $2dE_z$) の比は、

$$15 \quad \frac{V(r)}{I(r)} \approx \frac{(2d)\mu\omega}{2\pi} \cdot \frac{1}{jkr} \cdot \frac{H_0^{(2)}(kr)}{H_1^{(2)}(kr)}$$

で与えられる。この値は、通信素子 200 からみた出力インピーダンスに相当する。ここで、関数 $P(x)$ を

$$P(x) \equiv \frac{1}{jx} \cdot \frac{H_0^{(2)}(x)}{H_1^{(2)}(x)}$$

と設定する。

- 20 図 9 は、実数 x に対する $P(x)$ のプロットを示す。 $P(x)$ の虚部 ($\text{Im}[P(x)]$) はリアクタンス成分を意味し、原点近くで対数的に発散する。このことは、電流経路となる円柱の半径 r_0 が小さくなると、リアクタンス成分が増大し、電圧を印加しても電磁波のエネルギーに有効に変換されないことを意味している。そのため、この構造をとる場合には、半径 r_0 、すなわち円形の電極 204 の半径を小さく構成することが難しくなる。

図 10 は、電極 204 の半径を小さく形成することに考慮した通信デバイス 300 の構成例を示す。通信デバイス 300 は、通信素子 200 を駆動するための

駆動回路 82 と、通信素子 200 と第 1 信号層 20 とを接続するコンデンサ 80 を備える。駆動回路 82 は通信素子 200 内に存在してもよい。既述のごとく、駆動回路 82 はスイッチ 26 を有する。電極 204 の半径 r_0 が小さいときに生じるリアクタンス成分（図 9 に示す I_m ）は誘導性である。半径 r_0 の円形電極 204 のスイッチングによって電磁波動を放出する場合、第 1 信号層 20 のインピーダンスは、抵抗とインダクタンスを直列接続した回路のそれと等価であるから、通信素子 200 をコンデンサ 80 を介して第 1 信号層 20 に接続することにより、リアクタンス成分を低くすることが可能となる。コンデンサ 80 は、通信素子 200 の内部において構成することができる。容量 C は、

$$\frac{1}{C\omega} = \text{Im} \left[\frac{(2d)\mu\omega}{2\pi} \cdot \frac{1}{jkr_0} \cdot \frac{H_0^{(2)}(kr_0)}{H_1^{(2)}(kr_0)} \right]$$

となるように選べばよい。これにより、回路の直列共振状態をつくることができ、インピーダンスを最小に設定することができる。

例えば、周波数を 10GHz、 $2d=1\text{mm}$ 、 $r_0=0.1\text{mm}$ とすると、 $kr_0=0.02$ であるため、 $\text{Im}[P(x)]=4.0$ となり、リアクタンス成分は抵抗成分より 3 倍近く大きくなる。このときのリアクタンスは 50Ω であるから、 $C=0.3\text{pF}$ の容量をもつコンデンサ 80 を付加して駆動することにより、駆動回路 82 からみたインピーダンスは実数、すなわち抵抗となり、そこで消費されるエネルギーは 2 次元的に放射される電場または電磁場のエネルギーに効率的に変換されることになる。

図 11 は、電極 204 の半径を小さく形成することに考慮した通信デバイス 300 の構成の変形例を示す。この変形例では、通信素子 200 の電極 204 を絶縁層 210 を介して第 1 信号層 20 に接続する。図 10 に関連して説明したように、コンデンサ 80 は通信素子 200 の内部に構成されてもよいが、図 11 に示すように、絶縁層 210 として通信素子 200 の外部に設けられてもよい。この場合、通信素子 200 と第 1 信号層 20 との接続に非導電性の接着剤を利用することができ、製造工程を簡略化することができる。いずれの場合であっても、電極 204 と第 1 信号層 20 とを容量を介して結合させることにより、電流経路の円柱半径を小さく構成した場合におけるリアクタンス成分を低減することができる。そのため、電極 204 の小規模化を実現することができ、通信素子 200 を

容易に実装して、通信装置 100 を作成することが可能となる。

図 12 は、実施の形態に係る通信装置 100 における信号伝達方法の説明図を示す。実施の形態においては、各通信素子 200 が、空間内の自身の位置を示す座標をアドレスとしてメモリに保持する。座標は、2次元座標であっても3次元座標であってもよい。通信素子 200 の座標は外部のコンピュータなどにより設定されてもよく、各々で自律的に設定してもよい。この例では、座標 (1, 1) に位置する通信素子から、座標 (7, 7) に位置する通信素子まで信号を伝達することを目的とする。以下、座標 (M, N) に位置する通信素子を「通信素子 (M, N)」と表現する。なお図示の例では、説明の便宜上、通信素子が規則的に配列されているが、この配列形態はランダムであってよい。

図 13 は、送信元の通信素子により生成される信号の packets を示す。この packets には、コマンド、送信元アドレス、送信先アドレスおよび送信データの項目が設けられる。この信号はデータを通信素子 (7, 7) に転送するためのものであり、コマンドには転送 packets であることを指示するコードが記述される。

送信元アドレスには、送信元通信素子の座標である (1, 1) が記述され、送信先アドレスには、送信先通信素子の座標である (7, 7) が記述される。送信データは、伝達すべきデータである。このように、通信素子 (1, 1) は送信元座標と送信先座標とを含んだ信号の packets を生成する。packets の生成は処理部 60 (図 3 参照) により行われる。

図 12 に戻って、送信元の通信素子 (1, 1) が信号を送信すると、その信号は周辺の通信素子、すなわち座標 (0, 0)、(2, 0)、(3, 1)、(2, 2)、(0, 2)、(-1, 1) に位置する通信素子に伝達される。これらの通信素子は、信号を受け取ると、自身が位置する座標をもとに信号を中継するか否かを決定する。この決定は、送信元座標 (1, 1) と送信先座標 (7, 7) との間に、空間的に自身が位置するか否かを判定することにより行われ、具体的には、送信元の通信素子 (1, 1) と、送信先の通信素子 (7, 7) とを結ぶ経路上、例えば通信素子 (1, 1) と通信素子 (7, 7) を直線的に結ぶ経路上に自身が位置するか否かを判定することにより行われる。

この例では、通信素子 (2, 2) が、通信素子 (1, 1) と通信素子 (7, 7)

を結ぶ経路上に位置することを判定し、信号を中継することを決定する。通信素子（２，２）は、受け取った信号を送信し、それ以外の通信素子は応答しない。以後、信号は、通信素子（３，３）、通信素子（４，４）、通信素子（５，５）、通信素子（６，６）により中継されて通信素子（７，７）に伝達される。

- 5 本実施の形態においては、各通信素子が、自身の座標と、送信元および送信先の座標との関係により、信号を中継すべきか否かを判断する。通信経路を予め定めておく必要はなく、単純なアルゴリズムで動的に最短経路を設定し、信号を伝達することが可能となる。

- 10 以上のように、通信装置１００は、通信素子２００間で信号を伝達することが可能となる。各通信素子２００の有効通信距離の範囲内には、既述のような通信素子２００間で要求される通信機能を有しないシンプルな通信素子を配置してもよい。このシンプルな通信素子は、通信素子２００の管理下におかれる。この関係から、通信素子２００を親素子と呼び、その管理下にある通信素子を子素子と呼ぶ。上記のごとく、親素子となる通信素子２００は、自身の二次元座標などの
- 15 ＩＤを有している。

- 20 この親子関係は、親素子が応答要求を定期的に発行し、それに子素子が応答することで動的に形成される。具体的にはまず親素子は自分のＩＤをパケットに埋め込んだ「応答要求コマンド」を送信する。すでに親素子が確定している子素子はそれに応答することはなく、まだ親素子が確定していない子素子は、乱数による待機時間の後、自分がその親素子に子供になることを意思表示するパケットを発行する。このパケットを受け取った親素子は直ちにＩＤ確定コマンドを送出し、その子素子に、自分の管轄内でのＩＤを割り当てる。このようにして任意の子素子は動的に近傍の素子とユニークな親子関係を確立する。なお子素子は組み込みの素子でもよいし、コネクタを介して信号層に接続された情報機器であってもよい。
- 25 い。

通信装置１００において、子素子は、親素子との間でのみ通信を可能とする。親素子である通信素子２００は、子素子から発信された信号を、周辺の通信素子２００に伝達する役割と、また別の通信素子２００から送信された信号を、子素子に伝達する役割をもつ。親素子は、複数の子素子を管理してもよく、割り当て

たIDにより、管理下の子素子を特定する。

<第2の実施の形態>

図14は、本発明の第2の実施の形態に係る通信装置400の構成を示す。通信装置400には、信号を伝達する複数の信号層410a、410b、410c、410d、410e、410f、410g、410h、410i（以下、総称する場合は「信号層410」と呼ぶ）が形成される。信号層410は導電性材料により形成され、近傍の信号層410とは互いに絶縁される。隣り合う信号層410の間には高抵抗層420が設けられてもよく、また各信号層410は、互いに離間して高抵抗層420上に設けられてもよい。

通信装置400には、2つ以上の信号層410に接続して、当該2つ以上の信号層410間における信号の送受信を行う計12の通信素子500e、500f、500h、500i、500j、500l、500m、500o、500p、500q、500s、500tが設けられる。図14の例では、縦横3×3個の信号層410が形成されているが、中央の信号層410eを除く周囲の信号層410には、1つの信号層410にのみ接続する計12の通信素子500a、500b、500c、500d、500g、500k、500n、500r、500u、500v、500w、500xが設けられる。以下、通信素子を総称する場合は「通信素子500」と呼ぶ。通信素子500は、第1の実施の形態で説明した通信素子200と同様の機能を有してもよく、また同様の構成を有してもよい。このように、通信装置400においては、信号層410内または信号層410間における信号の送受信を担うべく、計24の通信素子500が設けられている。図14においては、計12の通信素子500が、隣り合う2つの信号層410を接続するべく設けられているが、別の例においては、そのうちの一部の通信素子500が省略されてもよい。また図示の例では、信号層410の個数が少ないため、通信素子500の全体の個数（計24）に対して、複数の信号層410にまたがる通信素子500の個数（計12）の占める割合が50%に過ぎないが、信号層410の個数が増えるにつれて、その割合は高くなる。説明の便宜上、以下では、特に断らない限り、通信素子500が、複数の信号層410に接続する場合を想

定して、第2の実施の形態に係る通信装置400の説明を行う。

- 第2の実施の形態において通信素子500は、隣り合う2つの信号層410に電氣的に接続し、接続する信号層410内に設けられた他の通信素子500との間で信号を送受信する機能を有し、また接続する2つの信号層410間において
- 5 信号を送受信する機能も有する。信号層410内における通信機能として、例えば通信素子500eは信号層410aと信号層410bとに接続するが、信号層410a内に設けられた他の通信素子500a、500dおよび500hとの間で信号を送受信することができ、また信号層410b内に設けられた他の通信素子500b、500fおよび500iとの間でも信号を送受信することができる。
- 10 この信号層410内における通信を、内方向の通信と呼ぶ。また、信号層410間における通信機能として、通信素子500eは、信号層410aを伝達される信号を信号層410bに伝達することができ、また信号層410bを伝達される信号を信号層410aに伝達することもできる。この信号層410間における通信を、外方向の通信と呼ぶ。例えば通信素子500eは、信号層410aにお
- 15 ける通信素子500aから信号を受信して、信号層410bにおける通信素子500fに送信することができ、また、その逆も可能とする。各通信素子500が上記のような機能をもつことにより、第2の実施の形態における通信装置400は、配線を形成することなく、任意の通信素子500間における通信を実現することができる。
- 20 通信装置400における信号伝達方法を、通信素子500dから通信素子500fに信号を伝達する場合を例に説明する。ここでは、通信素子500dが信号の送信元であり、通信素子500fが信号の最終目的地であることを仮定する。この場合、まず通信素子500dが、信号層410aを介して通信素子500eに信号を伝達し、通信素子500eが、信号層410bを介して通信素子500
- 25 fに信号を転送する。通信素子500eに注目すると、通信素子500eは、通信素子500dとの間で信号層410a内通信を行い、また通信素子500fとの間で信号層410b内通信を行うことによって、結果として信号層410bと信号層410cの間の通信を実現することになる。このように各通信素子500が、互いに絶縁された複数の信号層410に接続して、信号層410間の通信を

行うことにより、信号を送信元の信号層 4 1 0 から所期の目的地となる信号層 4 1 0 まで順次伝達することができ、送信元および最終目的地間の信号伝達を実現することが可能となる。

各信号層 4 1 0 には、センシングユニット、パワーユニット、また表示ユニットなど、各種機能を実現するための構成が備えられてもよい。特に、これらのユニットを容易に置換可能とすることで、応用性の高い通信装置 4 0 0 を実現することができる。また、各通信素子 5 0 0 はコネクタなどの機能を備え、外部機器との接続を可能としてもよい。通信素子 5 0 0 に外部機器とのインタフェース機能をもたせることにより、通信装置 4 0 0 を様々な環境で利用することが可能となる。

図 1 5 (a) は通信装置 4 0 0 の断面の一例を示し、この例では、隣り合う信号層 4 1 0 が高抵抗層 4 2 0 により絶縁されている。隣り合う信号層 4 1 0 間は、通信素子 5 0 0 により接続され、信号層 4 1 0 間の通信が実現される。

図 1 5 (b) は通信装置 4 0 0 の断面の別の例を示し、この例では、隣り合う信号層 4 1 0 が互いに離間して高抵抗層 4 2 0 上に設けられる。隣り合う信号層 4 1 0 間は、通信素子 5 0 0 により接続され、信号層 4 1 0 間の通信が実現される。

図 1 6 (a) は、通信装置 4 0 0 の構成の変形例を示す。この通信装置 4 0 0 は、六角形の複数の信号層 4 1 0 と、信号層 4 1 0 間における信号の送受信を行う複数の通信素子 5 0 0 とを有する。図 1 5 に示す通信装置 4 0 0 と同様に、各信号層 4 1 0 は、高抵抗層 4 2 0 により絶縁されている。

図 1 6 (b) は、通信装置 4 0 0 の構成の変形例を示す。この通信装置 4 0 0 では、信号層 4 1 0 内に高抵抗領域 4 3 0 が形成されて、信号層 4 1 0 内の導電領域が部分的に形成されている。なお、図 1 5 に示す通信装置 4 0 0 と同様に、各信号層 4 1 0 は、高抵抗層 4 2 0 により絶縁されている。

図 1 6 (c) は、通信装置 4 0 0 の構成の変形例を示す。この通信装置 4 0 0 は、四角形の複数の信号層 4 1 0 と、4 つの信号層 4 1 0 に接続する複数の通信素子 5 0 0 とを有する。信号層 4 1 0 の形状は、図 1 5 に示す通信装置 4 0 0 における信号層 4 1 0 の形状と同様であるが、通信素子 5 0 0 の配置位置が異なっ

ている。なお、各信号層 4 1 0 は、高抵抗層 4 2 0 により絶縁されている。

以上のように、通信装置 4 0 0 は様々な形状および構造の信号層 4 1 0 を備えることができ、また通信素子 5 0 0 が接続する信号層 4 1 0 の個数は任意であってもよい。上記した例において、信号層 4 1 0 の形状は正多角形であるが、これ
5 限定するものではない。通信装置 4 0 0 において、各通信素子 5 0 0 は、送信するパケットに最終目的地となる信号層 4 1 0 の識別番号を含めることにより、そのパケットを最終目的地まで伝達する。第 2 の実施の形態において、信号層 4 1 0 は平面上に形成されているため、各信号層 4 1 0 の識別番号として、各信号層 4 1 0 の 2 次元座標を利用することとする。なお、別の例においては、識別番号
10 として、信号層 4 1 0 に固有のシリアル番号を割り振ることも可能であり、また信号層 4 1 0 が 3 次元的に形成される場合には、信号層 4 1 0 の識別番号を 3 次元座標で表現することも可能である。

図 1 7 は、図 1 4 に示した通信装置 4 0 0 の模式図を示す。図 1 7 において、各通信素子 5 0 0 を結ぶように描かれている実線は、隣り合う信号層 4 1 0 が絶
15 縁されている状態を意味する。信号層 4 1 0 a を原点とする X Y 軸を設定することにより、信号層 4 1 0 a の座標すなわち識別番号を (0, 0)、信号層 4 1 0 b の識別番号を (1, 0)、信号層 4 1 0 c の識別番号を (2, 0)、信号層 4 1 0 d の識別番号を (0, 1)、信号層 4 1 0 e の識別番号を (1, 1)、信号層 4 1 0 f の識別番号を (2, 1)、信号層 4 1 0 g の識別番号を (0, 2)、信号層 4
20 1 0 h の識別番号を (1, 2)、信号層 4 1 0 i の識別番号を (2, 2) と定めることができる。信号層 4 1 0 の識別番号は、通信装置 4 0 0 の製造時に予め設定してもよく、また後述するアルゴリズムにより自律的に設定してもよい。信号層 4 1 0 間の信号の伝達は、信号層 4 1 0 の識別番号を利用して実現される。以下、信号層 4 1 0 の識別番号を、「信号層 ID」と呼ぶ。なお、各通信素子 5 0 0 は、
25 自身が接続する信号層 4 1 0 の信号層 ID を記憶しており、したがって複数の信号層 4 1 0 に接続する場合は、複数の信号層 ID を記憶することになる。

各通信素子 5 0 0 には、自身が接続する信号層 4 1 0 ごとに、信号層 4 1 0 内のローカルな識別番号が割り振られる。図示の例では、信号層 4 1 0 が四角形に形成されており、信号層 4 1 0 において、右側に位置する通信素子 5 0 0 のロー

カル識別番号が「1」、上側に位置する通信素子500のローカル識別番号が「2」、下側に位置する通信素子500のローカル識別番号が「3」、左側に位置する通信素子500のローカル識別番号が「4」に設定される。信号層410内の信号の伝達は、このローカル識別番号を利用して実現される。例えば、通信素子500

5 eに注目すると、信号層ID(0, 0)の信号層410aにおいては、右側に位置しているためローカル識別番号「1」を有し、一方で、信号層ID(1, 0)の信号層410bにおいては、左側に位置しているためローカル識別番号「4」が割り当てられている。以下、通信素子500のローカル識別番号を「ローカルID」と呼ぶ。

- 10 以上のように、各通信素子500は、自身が接続する信号層410の信号層IDと、各信号層410におけるローカルIDとを保持する。この前提のもと、第2の実施の形態における通信方法を説明する。この通信方法においては、3種類の packets を使用する。

(1) RTS (request to send-stream) packets

- 15 信号層410内の通信素子500に対してコネクションの確立を要求する packets

(2) CTS (clear to send-stream) packets

RTS送信元に対してコネクションの確立許可を示す packets

(3) DT (data transmission-stream) packets

- 20 データ転送の packets

図18(a)は、RTS packets のデータフォーマットを示す。RTS packets は3つのフィールドを有する。以下、各フィールドの項目を示す。

第1フィールド：反応すべき通信素子500のローカルID

第2フィールド：コマンド(RTS)

- 25 第3フィールド：RTS packets の送信元の通信素子500のローカルID

図18(b)は、CTS packets のデータフォーマットを示す。CTS packets は2つのフィールドを有する。以下、各フィールドの項目を示す。

第1フィールド：反応すべき通信素子500のローカルID

第2フィールド：コマンド(CTS)

図18(c)は、DTパケットのデータフォーマットを示す。以下、各フィールドの項目を示す。

第1フィールド：反応すべき通信素子500のローカルID

第2フィールド：コマンド(DT)

5 第3フィールド：ホップリミット、すなわち通信素子10の中継回数の上限值

第4フィールド：データ長

第5フィールド：最終目的地のX座標

第6フィールド：最終目的地のY座標

第7フィールド：送信元のX座標

10 第8フィールド：送信元のY座標

第9フィールド：目的地でのアプリケーション

第10フィールド以降：データ

なお、図18(a)～(c)の例では、各フィールドが8ビットで構成されている。

15 図19は、通信装置400における通信方法を説明するための図を示す。図19では、送信元である通信素子500dから最終目的地である通信素子500gに信号を伝達する場合を例にとる。

(ステップ1)

通信素子500dは、自身の信号層ID(0, 0)と、最終目的地である通信素子500gの信号層ID(2, 0)の位置関係から、DTパケットを送信する方向を計算し、信号層410a内でDTパケットを伝達すべき通信素子を決定する。すなわち通信素子500dは、通信素子500gまでの最短経路を演算し、DTパケットを、信号層410a、410bを経由して信号層410cに伝達するルートが最短であることを判定する。この経路上に存在する素子は通信素子500eであるため、通信素子500dは、通信素子500eとコネクションを確立するべく、通信素子500eに対してRTSパケットを送信する。このとき、RTSパケットの第1フィールドは「1」に設定される。なお、通信素子500dは、信号の衝突を避けるため、信号層410a内で他の通信素子が通信を行っているか否かを監視し、通信が行われていない場合にRTSパケットを送信する

20

25

ことが好ましい。

(ステップ2)

通信素子500eは、RTSパケットに含まれる第1フィールドを参照し、RTSパケットが自身宛てであることを判定すると、通信素子500dに対してCTSパケットを送信する。このとき、CTSパケットの第1フィールドは「4」に設定される。

(ステップ3)

通信素子500dは、一定時間内に自身宛てのCTSパケットを受け取ると、DTパケットを送信する。DTパケットの第1フィールドは「1」に設定される。

10 通信素子500eは、DTパケットを受け取る。通信素子500dが一定時間内にCTSパケットを受け取れない場合は、ステップ1に戻って、再度RTSパケットを送信する。なお、複数回にわたり通信素子500eからの応答がない場合には、送信先を変更したRTSパケットを送信してもよい。これにより、通信経路を自律的に変更することが可能となる。図17に戻って、この場合は、RTS

15 パケットの第1フィールドを「2」に設定することが好ましい。

(ステップ4)

通信素子500eは、DTパケットを受け取ると、DTパケットを転送する方向を決定する。この場合、通信素子500eは、DTパケットを信号層410a側の通信素子500dより受け取ったため、転送する方向が信号層410b側であること、すなわち外方向であることを決定する。これにより、続くDTパケットの送信を、信号層410bにおいて行うことが定められる。

通信素子500eは、自身の信号層ID(1, 0)と、最終目的地である通信素子500gの信号層ID(2, 0)の位置関係から、信号層410b内でDTパケットを伝達すべき通信素子を決定する。最短経路上に存在する素子は通信素子500fであるため、通信素子500eは、通信素子500fとコネクションを確立するべく、通信素子500fに対してRTSパケットを送信する。このとき、RTSパケットの第1フィールドは「1」に設定される。通信素子500eは、信号の衝突を避けるため、信号層410b内で他の通信素子が通信を行っているか否かを監視し、通信が行われていない場合にRTSパケットを送信しても

よい。

(ステップ5)

通信素子500fは、RTSパケットに含まれる第1フィールドを参照し、RTSパケットが自身宛てであることを判定すると、通信素子500eに対してCTSパケットを送信する。このとき、CTSパケットの第1フィールドは「4」に設定される。

(ステップ6)

通信素子500eは、一定時間内に自身宛てのCTSパケットを受け取ると、DTパケットを送信する。DTパケットの第1フィールドは「1」に設定される。

10 通信素子500fは、DTパケットを受け取る。

(ステップ7)

通信素子500fは、DTパケットを受け取ると、DTパケットを転送する方向を決定する。通信素子500fは、DTパケットを信号層410b側の通信素子500eより受け取ったため、転送する方向が信号層410c側であること、
15 すなわち外方向であることを決定する。これにより続くDTパケットの送信を、信号層410cにおいて行うことが定められる。

通信素子500fは、DTパケットの第5および第6フィールドの目的地座標から、最終目的地が信号層410cにおける通信素子500gであることを認識する。なお、第5および第6フィールドの目的地座標には、信号層410cを特定する座標と、通信素子500gを特定するローカルIDとが含まれるものとする。
20 これにより、通信素子500fは、通信素子500gとコネクションを確立するべく、通信素子500gに対してRTSパケットを送信する。このとき、RTSパケットの第1フィールドは「1」に設定される。

(ステップ8)

25 通信素子500gは、RTSパケットに含まれる第1フィールドを参照し、RTSパケットが自身宛てであることを判定すると、通信素子500fに対してCTSパケットを送信する。このとき、CTSパケットの第1フィールドは「4」に設定される。

(ステップ9)

通信素子 500f は、一定時間内に自身宛ての CTS パケットを受け取ると、DT パケットを送信する。DT パケットの第 1 フィールドは「1」に設定される。これにより、最終目的地である通信素子 500g は、DT パケットを受け取ることができる。例えば、通信素子 500g に外部機器が接続されている場合は、DT パケットに含まれるデータを外部に送信することが可能となる。

以上の通信方法によると、信号の送信元から最終目的地までの経路を予め設定することなく、信号を中継する各通信素子 500 が信号層 ID をもとに、動的に経路を設定することが可能となる。そのため、通信装置 400 においては、例えば一部の通信素子 500 が故障した場合であっても、その通信素子 500 を回避して、最終目的地まで DT パケットを伝送することが可能となる。

なお、図 19 の例では、信号を一軸方向すなわち X 軸方向に伝達する場合を示すが、信号は、斜め方向であっても当然に伝達することができる。例えば、信号層 ID (0, 0) の信号層 410a から信号層 ID (1, 1) の信号層 410e に信号を伝達する場合、途中の経路として、信号層 ID (1, 0) の信号層 410b または信号層 ID (0, 1) の信号層 410d のいずれを経由することも可能である。いずれの経路を選択するかは、ランダムに決定されてもよく、また例えば X 軸方向への信号伝達を Y 軸方向への信号伝達よりも優先的に行うなどの所定の規則に沿って決定されてもよい。

図 20 (a) は、信号層 410 を流れる信号の波形フォーマットを示す。各パケットの先頭には、スタートビットと、フィールド開始を示すデータが付加される。スタートビットは、一定時間、ここではデジタル回路の動作クロック周期の 30 倍の時間、「01」のパターンが周期的に繰り返される。この周期パターンにより、サンプリング時間を決定する。通信データは 10 ビットをひとまとまりとして取り扱い、これを 1 フレームと呼ぶ。

図 20 (b) は、1 フレームの構成を示す。1 フレームは、8 ビットの実データと 2 ビットのフレーム区切りからなる。例えば、10 進数のデータ「10」を出力する場合には、フレーム区切り「10」を先頭に付加して、フレームは、1000001010 として表現される。また、信号には 20 フレームごとに、ビット列 11111111 を挿入する。このとき、フレーム区切りは挿入しない。フィールド開始指示用データ

は、フィールド区切り「10」にビット列 11111111 を付加した 1011111111 として表現される。スタートビット後に必ずこのデータ列が挿入され、このデータ列の後が、各パケットの先頭となる。

図 2 1 は、通信素子 5 0 0 のデジタル回路の実現例を示す。デジタル回路におけるポート定義は以下のとおりである。

(入力ポート)

Ainp_a : 入力信号 (常時観測型コンパレータからの出力)

Ainp_b : 入力信号 (常時観測型コンパレータからの出力)

Init_flg : 初期化フラグ

10 clk : マスタークロック

in : サンプルングされた信号

ms : 信号層選択

selectID : 0 : ローカル ID_a=1 1 : ローカル ID_a=2

sleepmode : 0 : スリープモードなし

15 tSite_x : 信号層 X 座標

tSite_y : 信号層 Y 座標

(出力ポート)

Inp_a : 信号層内方向入力判定フラグ 0 : 入力なし 1 : 入力あり

Inp_b : 信号層外方向入力判定フラグ 0 : 入力なし 1 : 入力あり

20 OutBit_a : 信号層内方向出力データ

OutBit_b : 信号層外方向出力データ

OutBit_na : OutBit_a の反転

OutBit_nb : OutBit_b の反転

ena_AppL : アプリケーション層プロセスイネーブル

25 ena_dwnDatL : データリンク層プロセスイネーブル

ena_dwnNetL : ネットワーク層プロセスイネーブル

ena_upDatL : データリンク層プロセスイネーブル

ena_upNetL : ネットワーク層プロセスイネーブル

inmonitor : 物理層プロセス監視フラグ 1 : スタートビット検出

図 2 2 は、通信素子 5 0 0 のデジタル回路におけるプロセスの状態遷移図を示す。通信素子 5 0 0 は、以下に示す各状態をとることができる。

(状態 0) 開始・初期化

各レイヤのプロセスを初期化したのち、状態 1 へ遷移する。このとき、通信素子 5 0 0 はいずれの方向からの入力も受け入れることができる。

(状態 1) R T S 待ち・受け入れ

信号層 4 1 0 の内方向または外方向の通信のうち、早く到達した方向のデータを受け入れるように、Inp_a、Inp_b のいずれかを 1 にする。以後 1 になった方のデータをサンプリングする。なお信号層 4 1 0 の内方向の通信とは、信号層 4 1 0 内の他の通信素子 5 0 0 とのデータの送受信を意味し、信号層 4 1 0 の外方向の通信とは、その信号層 4 1 0 とは異なる信号層における通信素子との間のデータの送受信を意味する。

入力データの第 1 フィールドより順に R T S フォーマットに準じた判定を行い、コネクションを確立するかどうか決定する。R T S パケットを正しく受け取った場合は状態 2 へ遷移する。プロセスエラーを検出した場合は状態 0 へ戻る。

(状態 2) C T S 出力

C T S パケットを出力する。出力方向は R T S パケットを受け取った方向と同じである。このとき、他の方向からの信号がきてもすべて無視される。出力中にエラーが生じた場合は状態 0 へ遷移する。出力が完了したら状態 3 へ遷移する。

(状態 3) D T 待ち・受け入れ

D T パケットを受け入れる。受け入れ方向は C T S パケット出力の方向と同じ方向である。一定時間内 (100T : T はマスタークロック周期) に D T パケットがこない場合はエラーとし、状態 0 へ遷移する。D T パケットを取得中にエラーが発生した場合、すでに 10 バイト以上データを取得した場合は状態 4 へ遷移し、それ以外の場合は状態 0 へ遷移する。

(状態 4) ルーティング

ネットワーク層のプロセスであり、D T パケットのヘッダ部より、目的地の座標を取得する。取得データと、自身の座標と比較して、目的地が、自身の信号層 4 1 0 の座標と一致していればアプリケーション層へプロセスを渡す。目的地で

はない場合は次のコネクション先（方向、ローカル I D）を決定する。このとき、D T パケットのヘッダ部の第 1 フィールド（反応すべきローカル I D）と第 3 フィールド（ホップリミット）を書き換え、状態 5 へ遷移する。ホップリミットの書き換えは、中継数の上限値を 1 デクリメントすることにより行う。

5 （状態 5）R T S 出力

次のコネクション先へ R T S パケットを出力する。このとき物理層では出力方向のネットワークの占有状況を監視し、時間 16T（2 バイト）の間に周囲の素子が通信を行っていないなければ、出力を開始する。R T S パケットの出力が完了すると、状態 6 へ遷移する。周囲の素子が通信を行っていて、一定時間（100T）まっても

10 出力が開始されない場合は状態 8 へ遷移する。

 （状態 6）C T S 待ち・受け入れ

自身宛の C T S パケットを待ちうける。一定時間（100T）内に C T S パケットを受け取ると、状態 7 へ遷移する。一定時間内に C T S パケットを受け取らなければ、状態 8 へ遷移する。

15 （状態 7）D T 出力

D T パケットを出力する。出力方向は R T S 出力方向と同じである。データが正しく出力できたら状態 9 へ遷移する。途中、エラーを検出したら状態 8 へ遷移する。

 （状態 8）再ルーティング

20 コネクションが正しく確立できなかった場合、5 回までは同じ通信素子に対してコネクションを確立しようとする。5 回の挑戦でもコネクションが確立されなかった場合、ネットワーク層で別なルートを計算する。ルートを再計算後、状態 5 へ遷移する。

 （状態 9）終了・初期化

25 全てのフラグを初期化して状態 0 へ遷移する。

以上、第 2 の実施の形態においては、各信号層 4 1 0 に予め信号層 I D が付与されていることを前提としてきたが、各信号層 4 1 0 に含まれる通信素子 5 0 0 は、自身の接続する信号層 I D を動的に取得することも可能である。

以下に「I D 決定コマンド」を使用する例を示す。I D 決定コマンドには、信

号層 4 1 0 の座標 (X, Y) が記述される。ID 決定コマンドを受け取った通信素子 5 0 0 は、自身の属する信号層 4 1 0 の座標が (X, Y) であることを認識する。

各通信素子 5 0 0 は、ID 決定コマンドを、同一信号層 4 1 0 内におけるローカル ID が「1」および「2」の通信素子 5 0 0 に送信する。このとき、送信先の通信素子 5 0 0 が通信中である場合は、ID 決定コマンドの送信を停止する。

ID 決定コマンドを受信した通信素子 5 0 0 は、受信した方向とは別の方向、すなわち内方向とは逆向きの外方向に存在する別の信号層 4 1 0 に ID 決定コマンドを送信する。具体的に、「1」のローカル ID で ID 決定コマンドを受信した通

通信素子 5 0 0 は、隣り合う信号層 4 1 0 において、「4」のローカル ID をもつ通信素子 5 0 0 として座標 (X + 1, Y) を記述した ID 決定コマンドを送信する。

また、「2」のローカル ID で ID 決定コマンドを受信した通信素子 5 0 0 は、隣り合う信号層 4 1 0 において、「3」のローカル ID をもつ通信素子 5 0 0 として座標 (X, Y + 1) を記述した ID 決定コマンドを送信する。

以上のように通信素子 5 0 0 が機能することにより、通信装置 4 0 0 への電源投入後に、左下隅の信号層 4 1 0 a の座標を (0, 0) として、信号層 4 1 0 a に属する通信素子 5 0 0 から ID 決定コマンドを送信することによって、全ての信号層 4 1 0 に信号層 ID を動的に割り振ることが可能となる。

このように、少なくとも一つの信号層 4 1 0、この例では信号層 4 1 0 a に基準となる信号層 ID (0, 0) を予め設定し、その基準となる信号層 ID をもとに、他の信号層 4 1 0 の識別番号を順次設定することにより、通信装置 4 0 0 内の信号層 4 1 0 の信号層 ID を設定することが可能となる。基準となる信号層 ID は、通信装置 4 0 0 における左下隅の信号層 4 1 0 a に限らず、他の信号層 4 1 0 に設定してもよい。例えば、図 1 7 の通信装置 4 0 0 において、中央の信号層 4 1 0 e を信号層 ID を決定するための基準信号層として定めた場合には、信号層 4 1 0 e に属する通信素子 5 0 0 m、5 0 0 p、5 0 0 i、5 0 0 l が、外方向に ID 決定コマンドを送信して、周囲の信号層 4 1 0 の信号層 ID を順次設定していけばよい。このアルゴリズムにおいては、通信素子 5 0 0 は、自身が接続する信号層 4 1 0 の信号層 ID を含んだ信号 (ID 決定コマンド) を受け取る

と、その信号を伝達した信号層 4 1 0 の信号層 I D を保持し、続いて自身が接続する他の信号層 4 1 0 の信号層 I D を設定して、設定した信号層 I D を含む I D 決定コマンドを、当該他の信号層 4 1 0 に送信する。第 2 の実施の形態における通信装置 4 0 0 によると、通信素子 5 0 0 がローカル I D を保持し、信号層 4 1 0 における自身の位置関係を把握することによって、座標で表現する信号層 I D を簡易なアルゴリズムによって自律的に設定することが可能となる。

また、第 2 の実施の形態では、通信素子 5 0 0 が、一旦信号を受信してから転送することとしたが、信号の受信が完了する前に、信号の転送を開始してもよい。D T パケットにおいては、パケットの先頭にコマンドや目的地の座標などのヘッダ項目が記述されているため、ヘッダ項目を受け取った時点から、信号の転送先となる通信素子 5 0 0 を特定して、コネクションの確立を行い、D T パケットを受信しながら、その D T パケットを転送先となる通信素子 5 0 0 に順次転送することが可能である。これにより、データが最終目的地に到達するまでの遅延時間を減らすことができ、またスループットを向上することが可能となる。

以上、本発明をいくつかの実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、実施の形態の組み合わせ、また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。

20 産業上の利用可能性

以上のように、本発明は、新規な通信装置および新規な通信デバイスに利用可能である。

請求の範囲

1. 信号を伝達する複数の信号層が形成され、2つ以上の信号層に接続して当該
2つ以上の信号層間における信号の送受信を行う複数の通信素子が設けられるこ
5 とを特徴とする通信装置。
2. 通信素子は、自身が接続する信号層内に設けられた通信素子との間で信号を
送受信することを特徴とする請求の範囲1に記載の通信装置。
- 10 3. 通信素子が、自身が接続する信号層内に設けられた通信素子から信号を受信
し、自身が接続する他の信号層内に設けられた通信素子に信号を送信すること
により、信号を所期の信号層まで順次伝達することを特徴とする請求の範囲2に記
載の通信装置。
- 15 4. 各信号層は識別番号を有し、信号の伝達は、信号層の識別番号を利用して実
現することを特徴とする請求の範囲1から3のいずれかに記載の通信装置。
5. 各通信素子は、自身が接続する信号層ごとに、信号層内のローカルな識別番
号を有し、信号層内の信号の伝達は、ローカルな識別番号を利用して実現するこ
20 とを特徴とする請求の範囲1から4のいずれかに記載の通信装置。
6. 少なくとも一つの信号層に基準となる識別番号を設定し、その基準識別番号
をもとに、他の信号層の識別番号を順次設定することを特徴とする請求の範囲1
から5のいずれかに記載の通信装置。
- 25 7. 通信素子は、自身が接続する信号層の識別番号を含んだ信号を受け取ると、
その信号を伝達した信号層の識別番号を保持し、続いて自身が接続する他の信号
層の識別番号を設定して、設定した識別番号を含む信号を当該他の信号層に送信
することを特徴とする請求の範囲6に記載の通信装置。

8. 通信素子は、データ信号を受け取ると、信号の転送先となる通信素子を特定し、データ信号を受信しながら、そのデータ信号を、転送先となる通信素子に送信することを特徴とする請求の範囲 1 から 7 のいずれかに記載の通信装置。

5

9. 信号を伝達する通信デバイスであって、グランド層および電源層と、グランド層および電源層に電磁的に接続する通信素子と、グランド層および電源層の間に積層された誘電層および信号層を備え、前記通信素子は、前記信号層にコンデンサを介して接続することを特徴とする通信デバイス。

10

10. 前記通信素子は、前記誘電層に、電場または電磁場を発生させることにより信号を発信することを特徴とする請求の範囲 9 に記載の通信デバイス。

11. 前記信号層に対して前記グランド層または前記電源層を接続する駆動回路をさらに備え、

15

前記コンデンサは、前記駆動回路の出力インピーダンスのリアクタンス成分を低減するように容量を設定されることを特徴とする請求の範囲 9 または 10 に記載の通信デバイス。

12. 複数の通信素子が分散配置され、各通信素子は第 1 信号層、誘電層および第 2 信号層に電磁的に接続しており、誘電層は第 1 信号層と第 2 信号層の間に配置され、

20

各通信素子は、前記第 1 信号層にコンデンサを介して接続し、前記第 1 信号層および前記第 2 信号層の間で電流を流すことにより、信号を発信することを特徴とする通信装置。

25

1/18

FIG.1

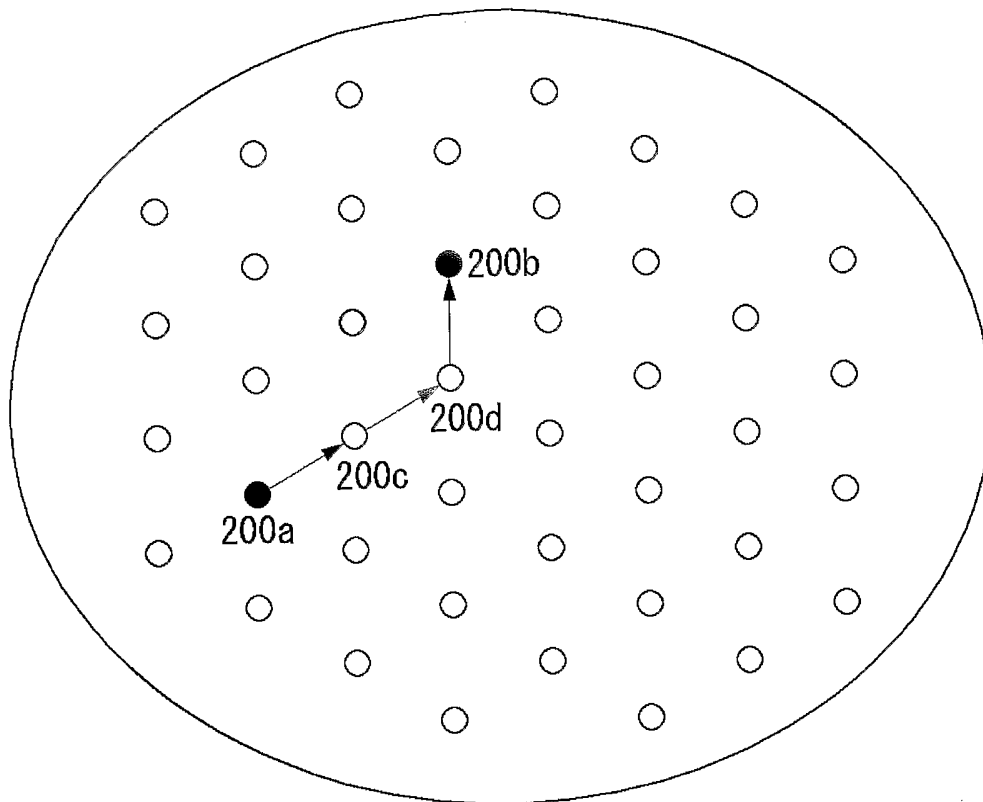
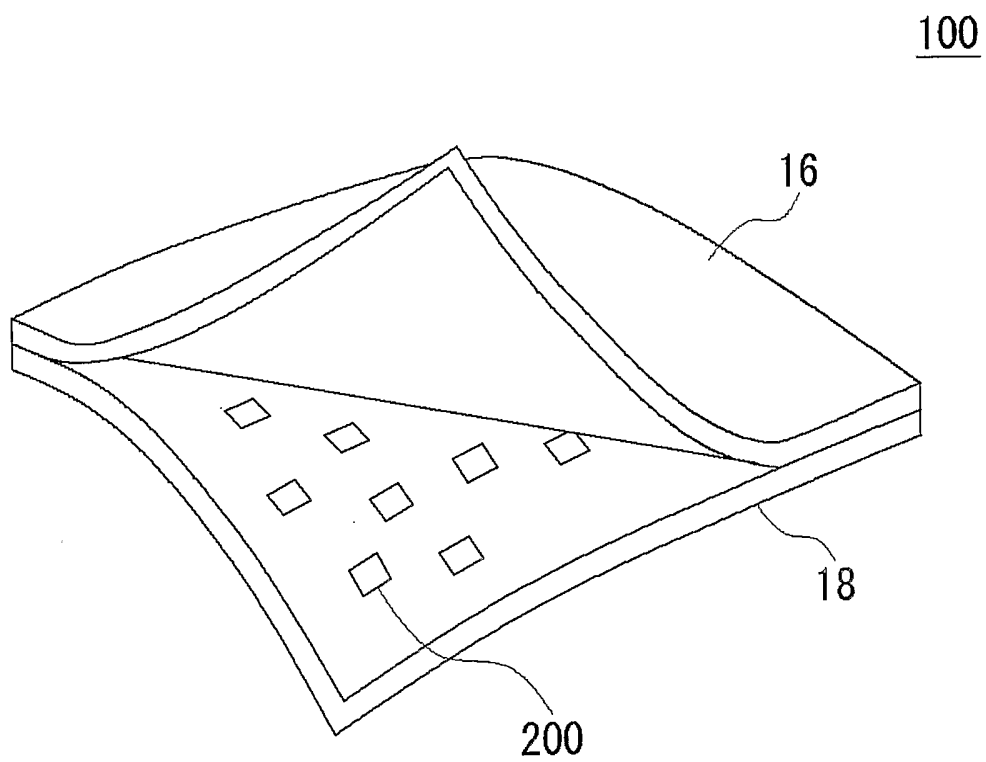


FIG.2



2/18

FIG.3

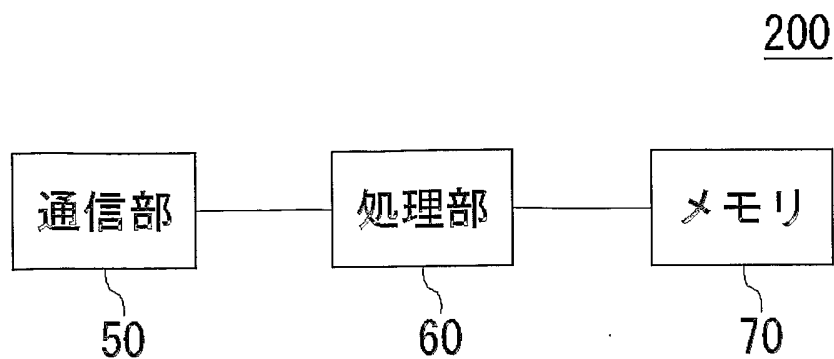
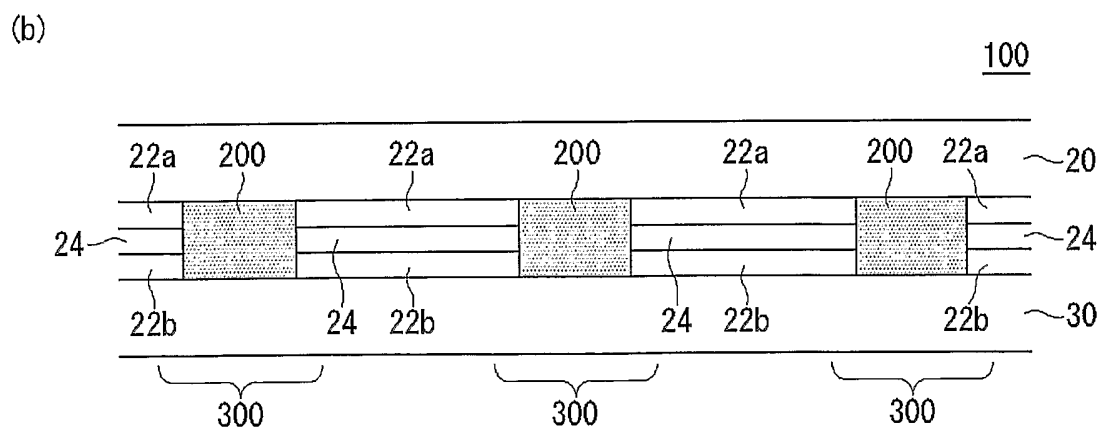
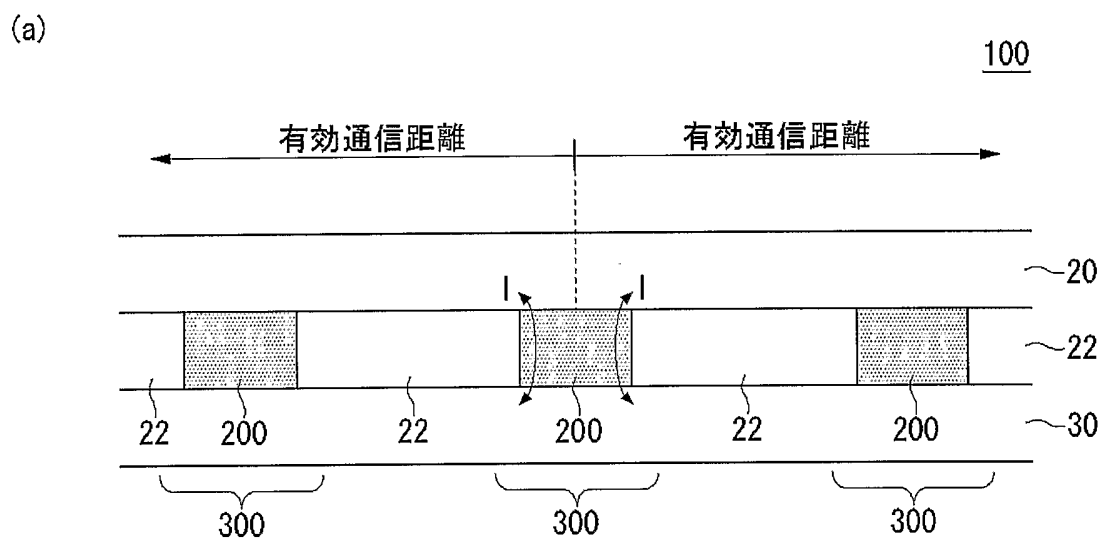


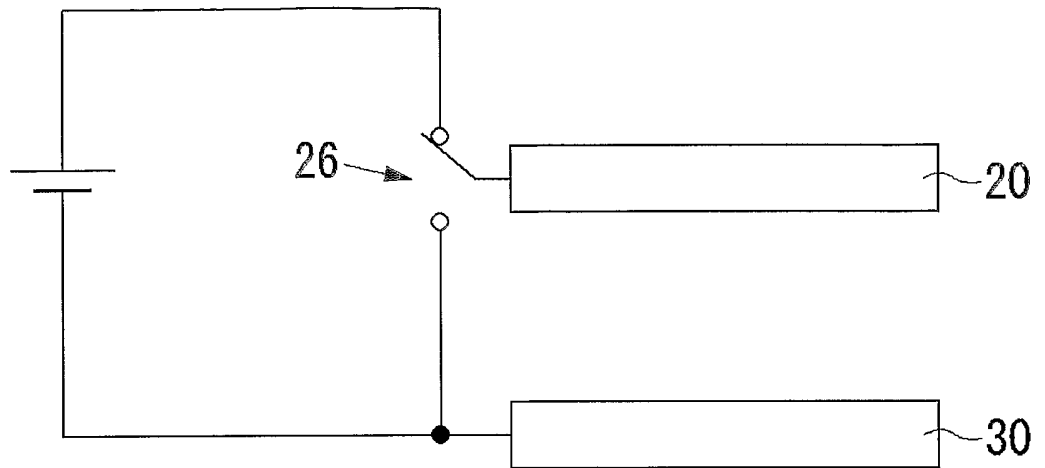
FIG.4



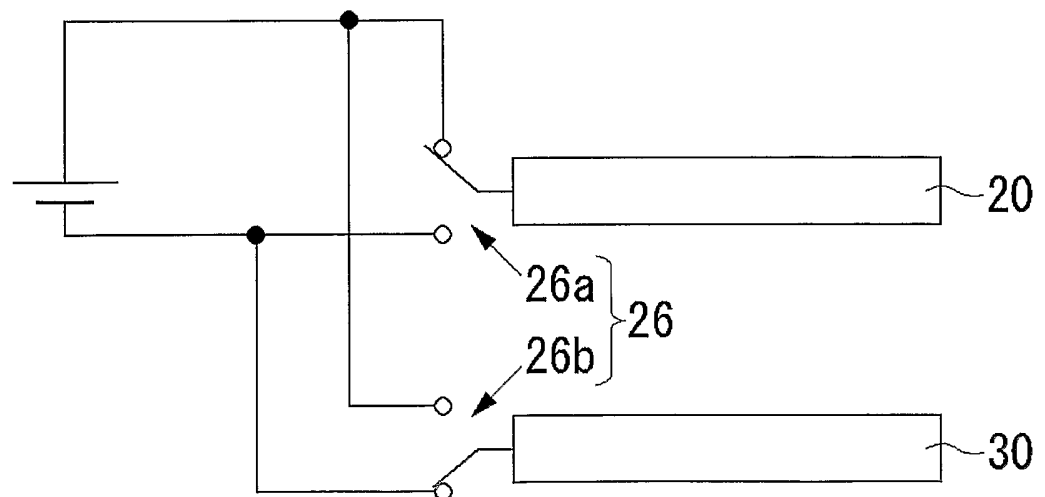
3/18

FIG.5

(a)

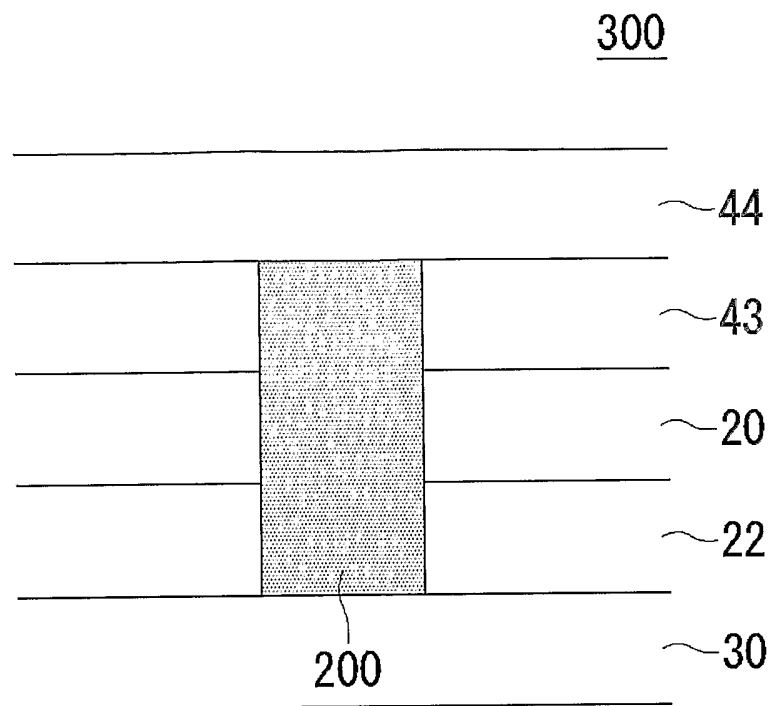
300

(b)

300

4/18

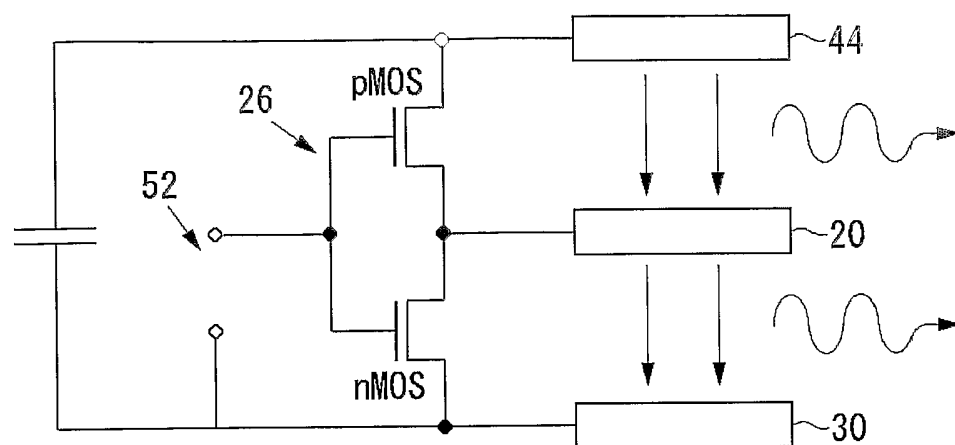
FIG.6



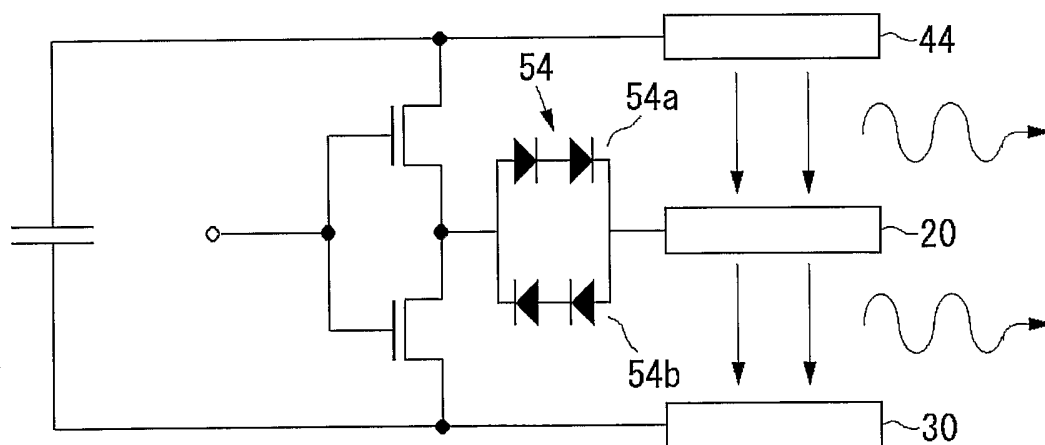
5/18

FIG.7

(a)

300

(b)

300

6/18

FIG.8

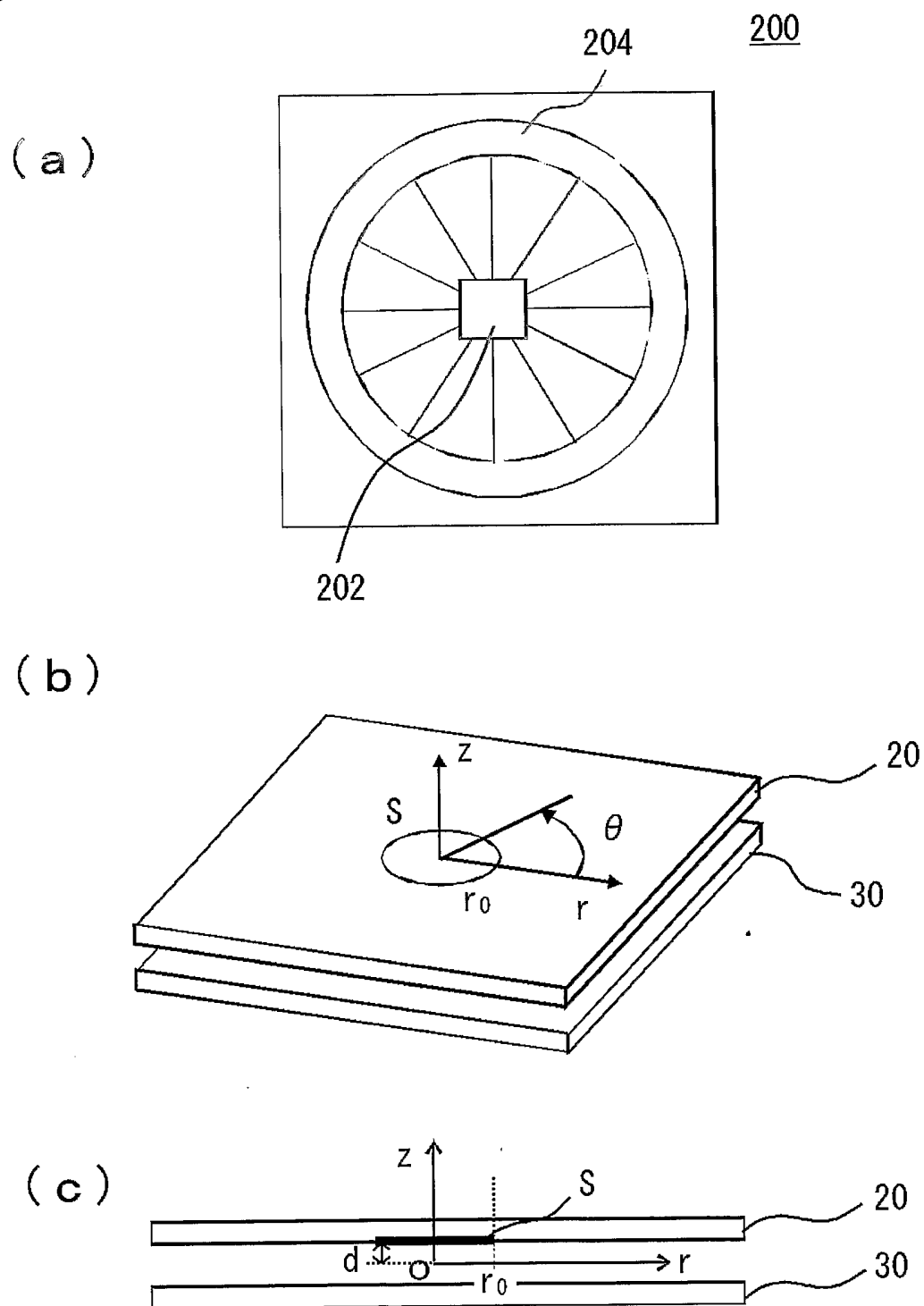


FIG.9

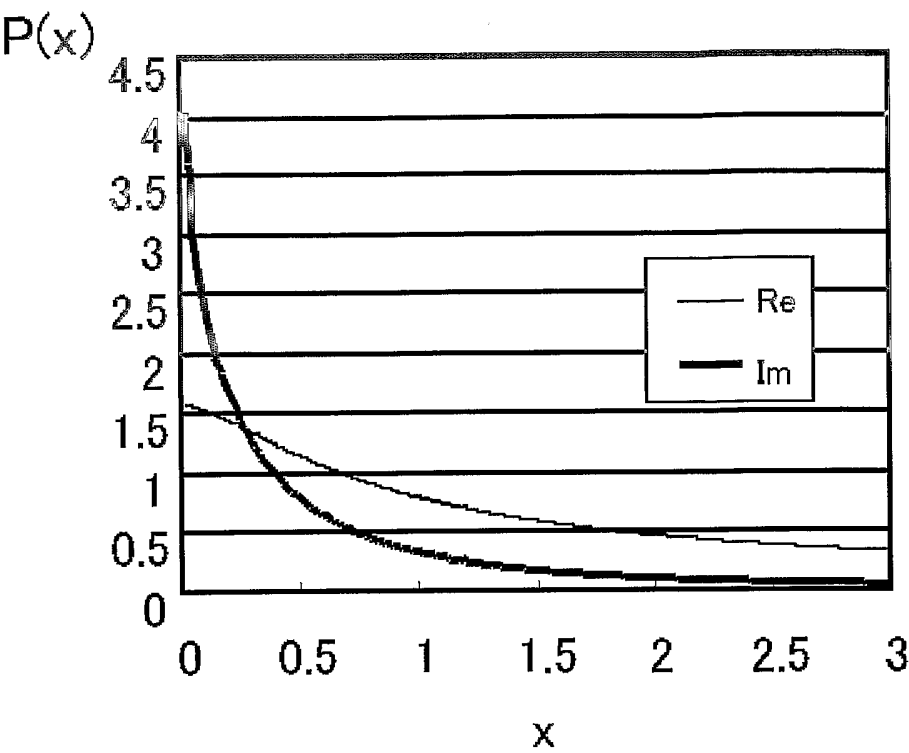
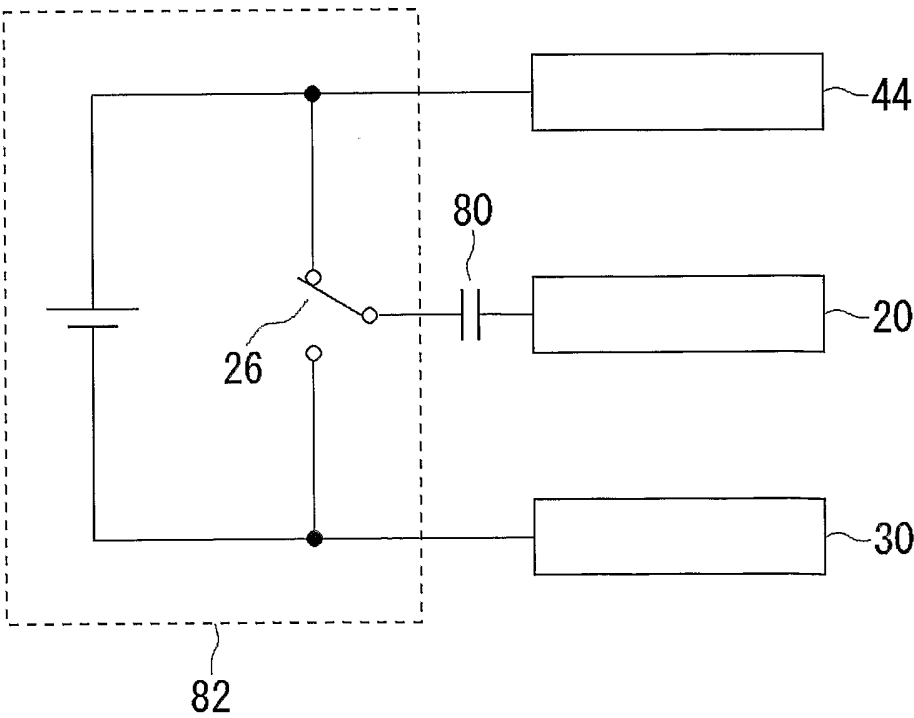


FIG.10

300



8/18

FIG.11

300

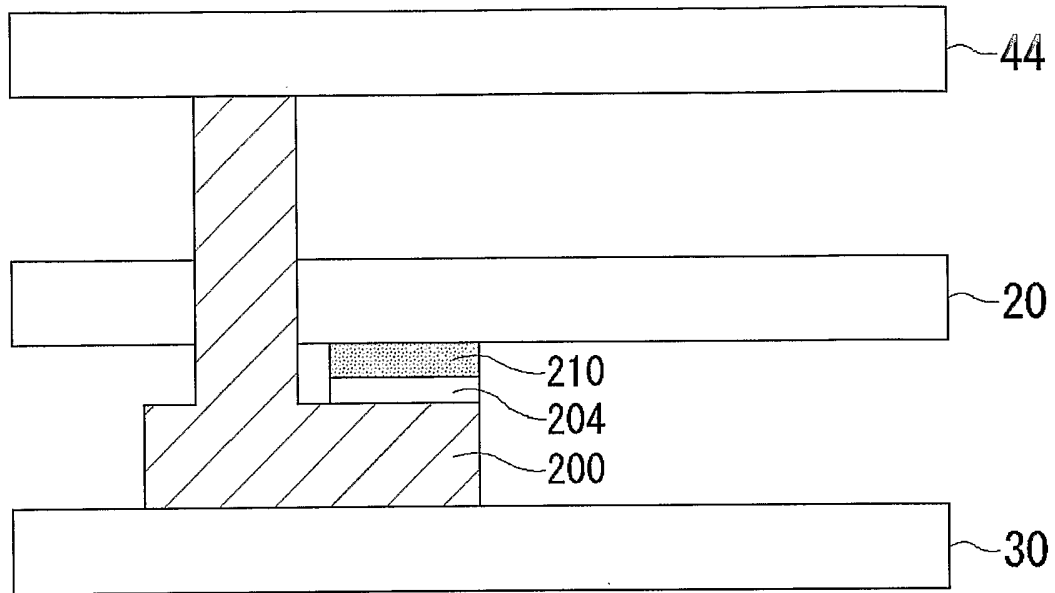


FIG.12

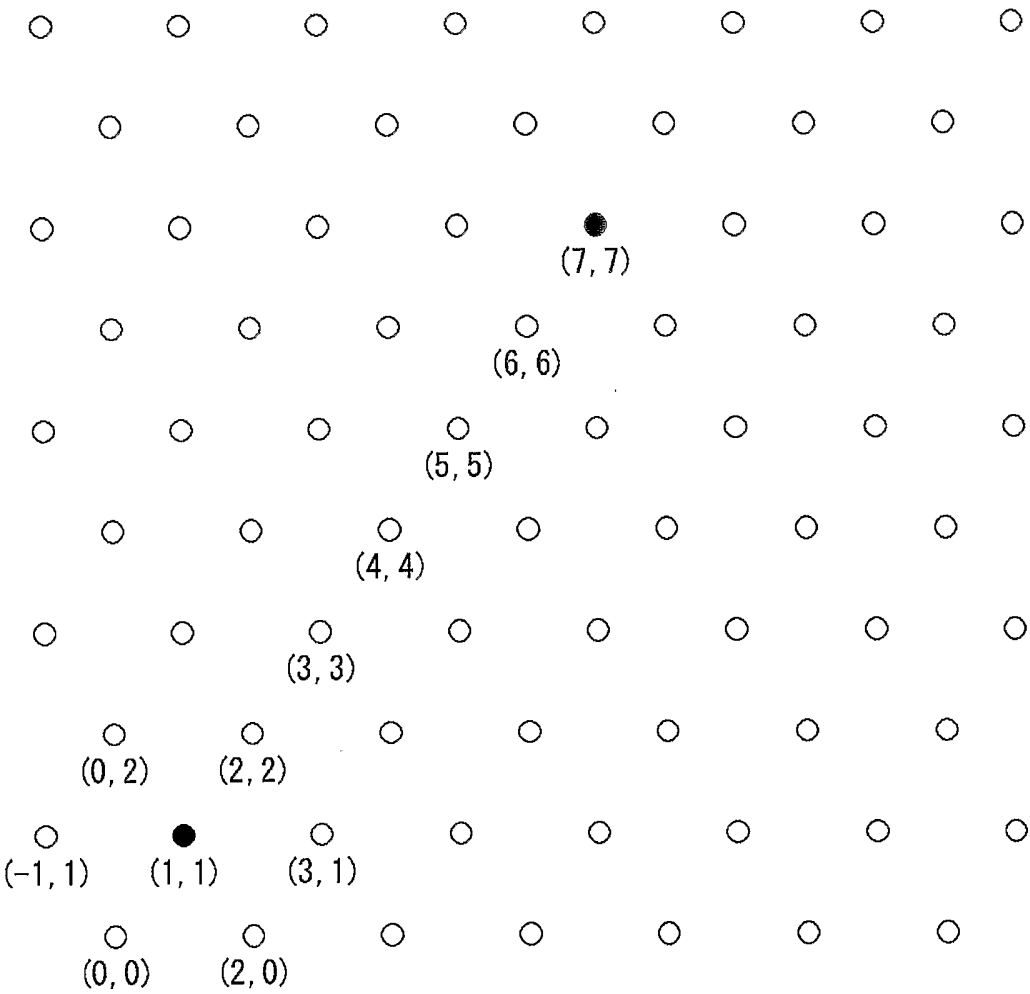
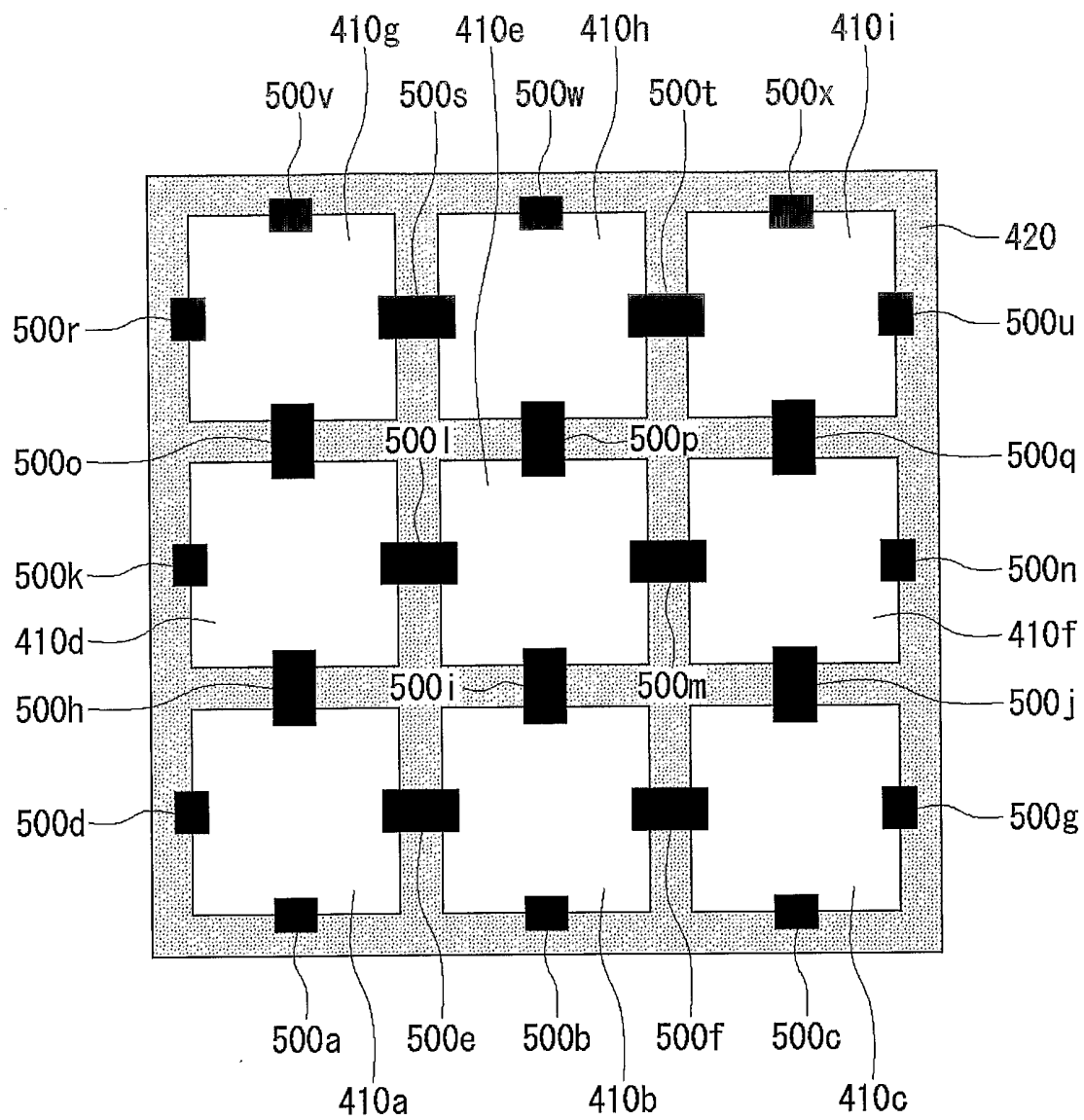


FIG.13

コマンド	送信元アドレス	送信先アドレス	送信データ
------	---------	---------	-------

10/18

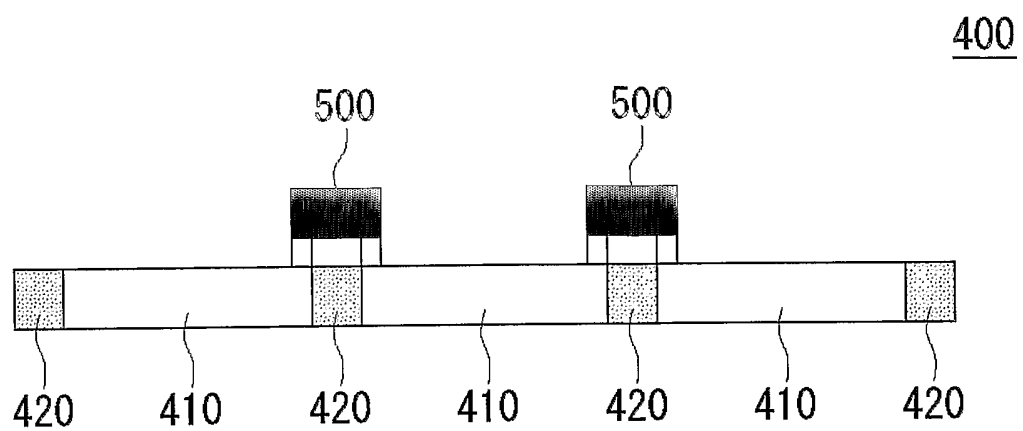
FIG.14

400

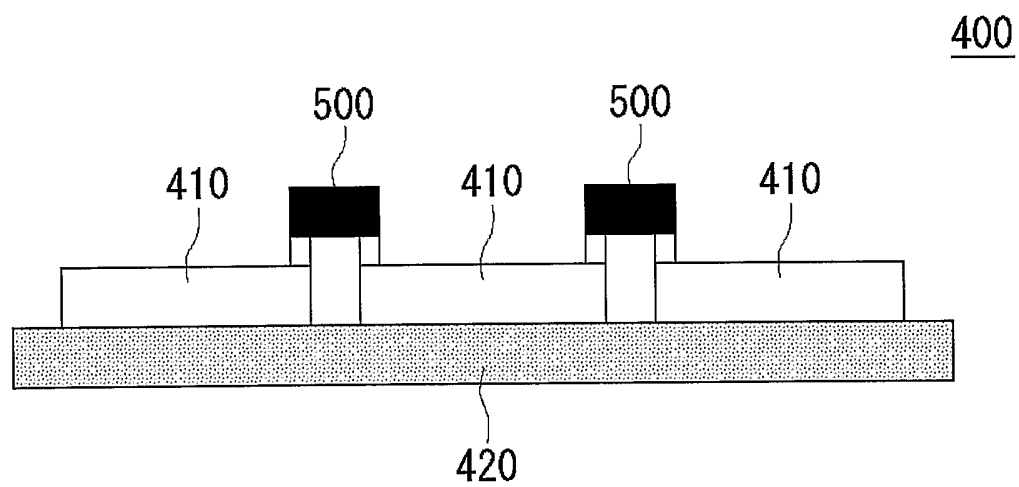
11/18

FIG.15

(a)

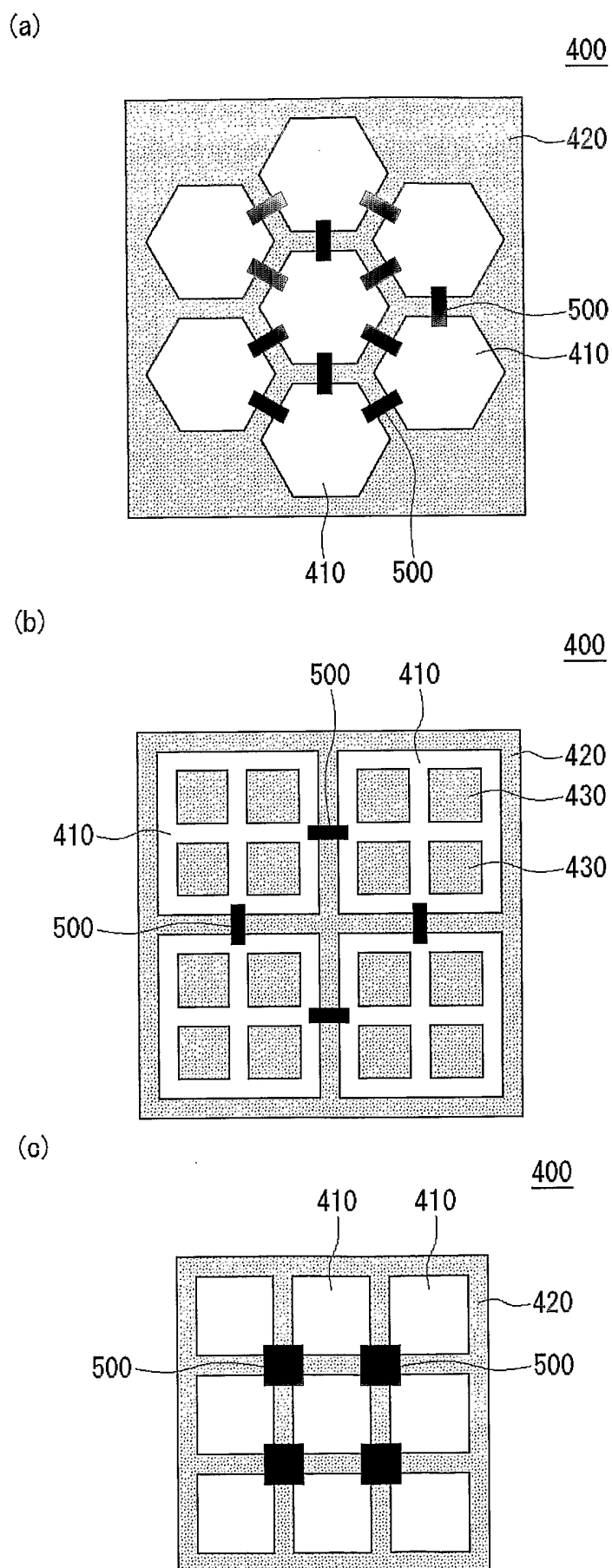


(b)



12/18

FIG.16



13/18

FIG.17

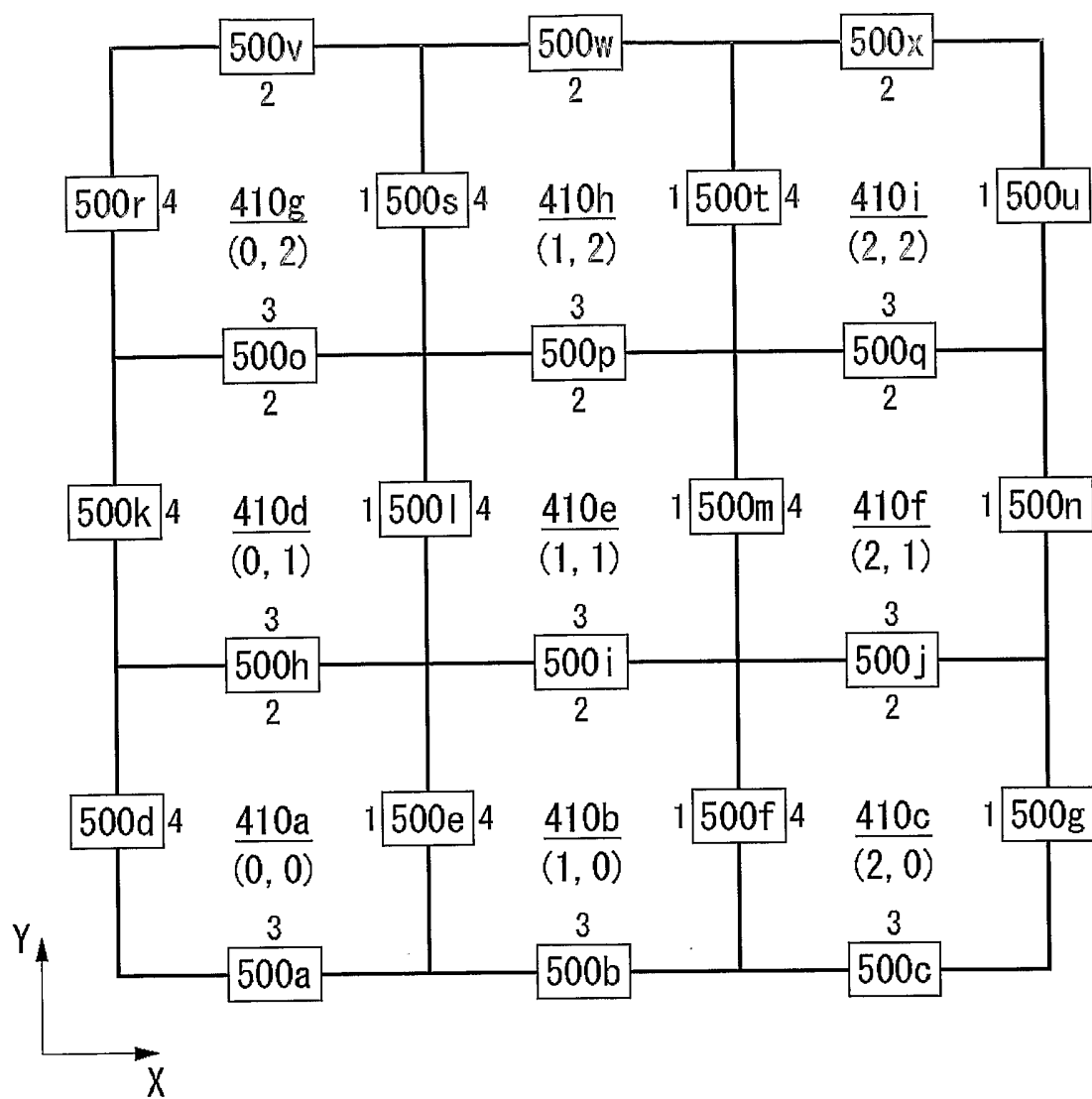
400

FIG.18

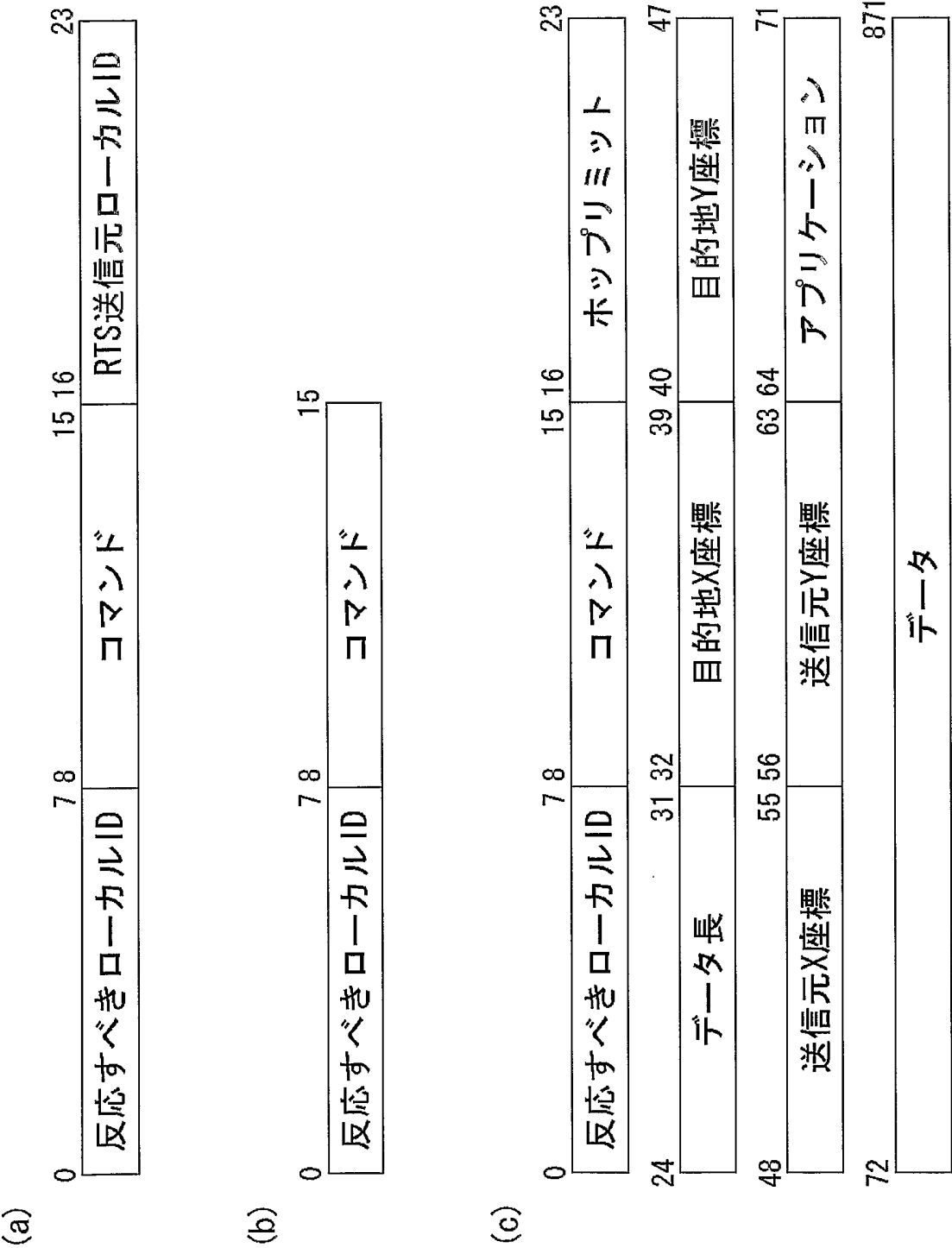


FIG.19

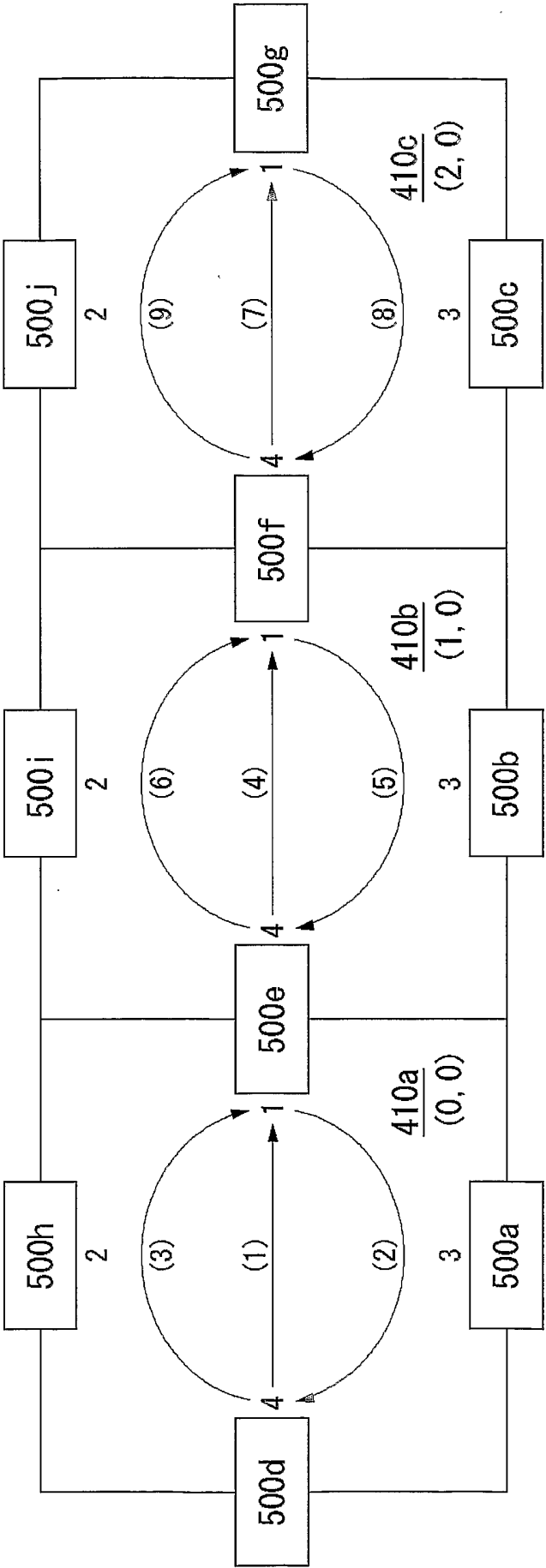


FIG.20

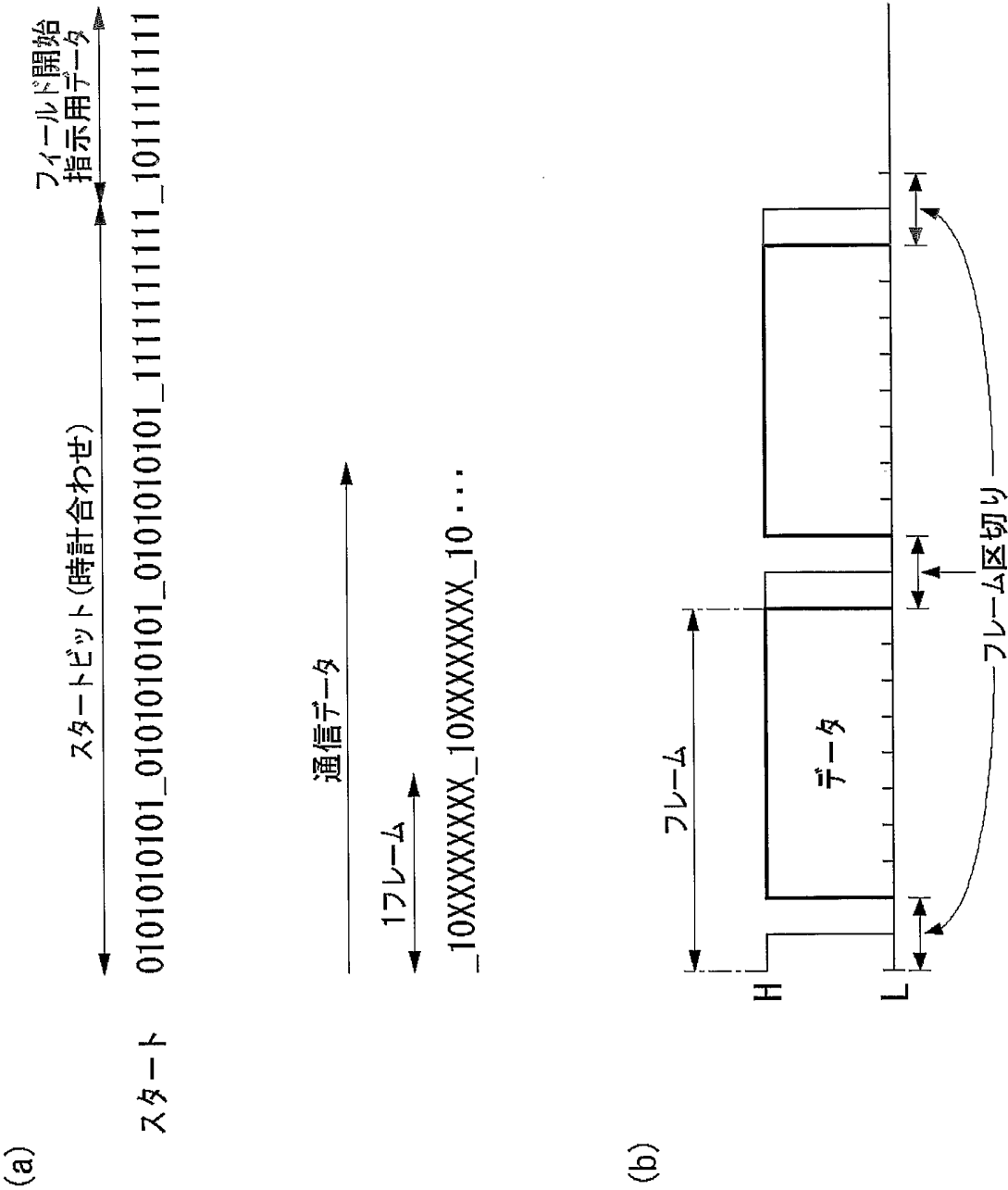
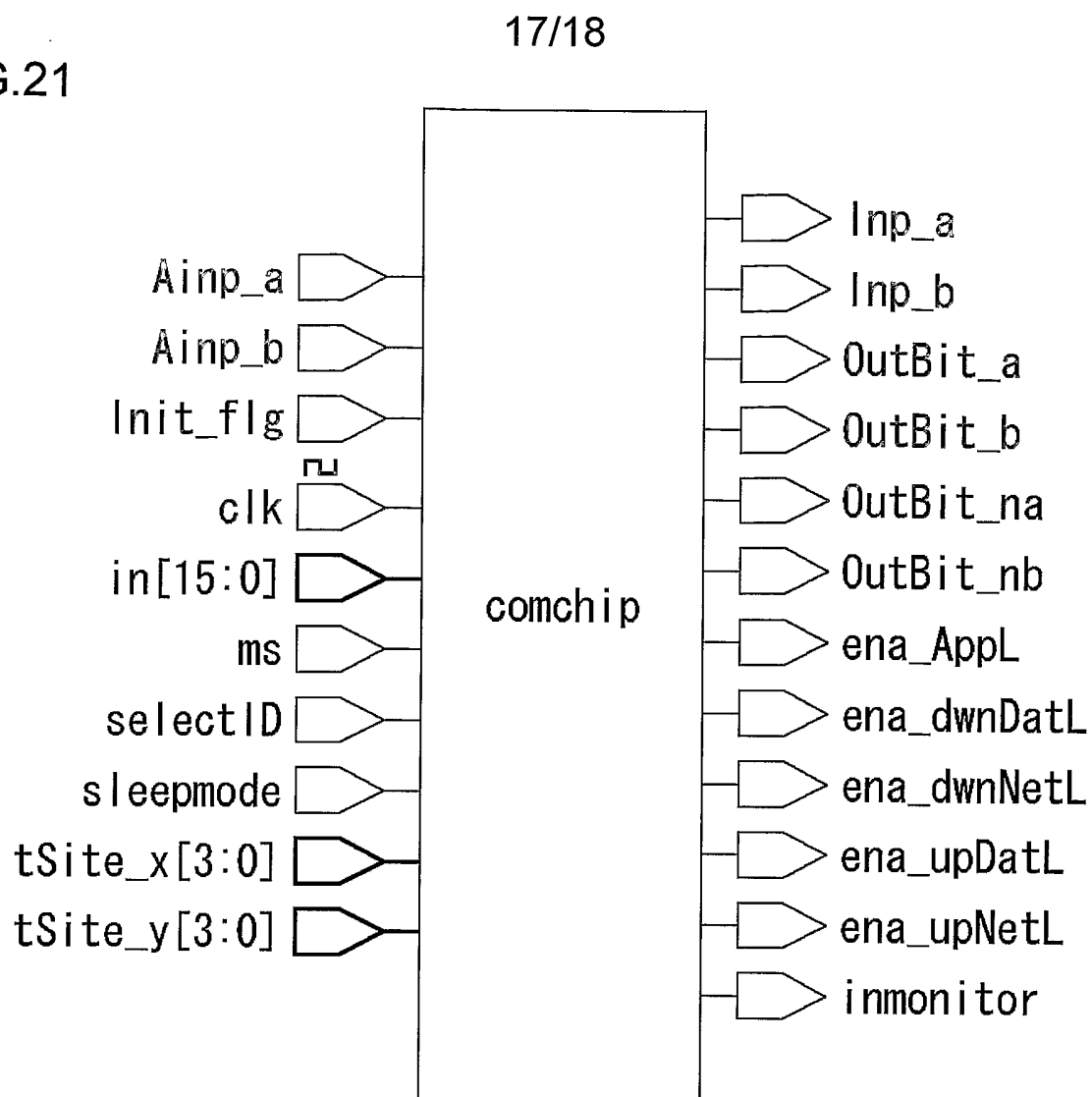
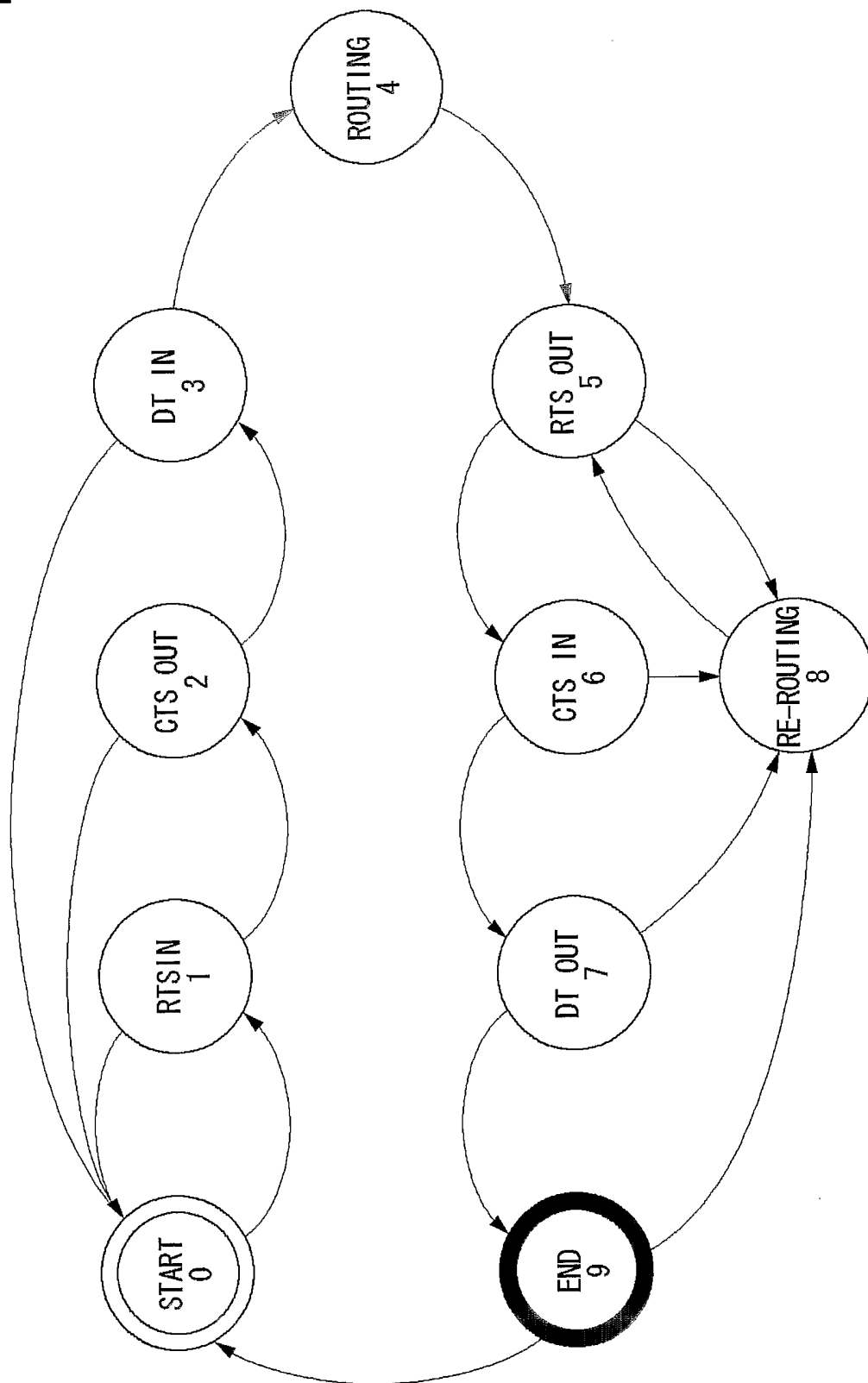


FIG.21



18/18

FIG.22



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

DECLARATION OF NON-ESTABLISHMENT OF INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 17(2)(a), Rules 13^{ter}.1(c) and 39)

Applicant's or agent's file reference Z16-70002WO	IMPORTANT DECLARATION	Date of mailing (<i>day/month/year</i>) 10 August, 2004 (10.08.04)
International application No. PCT/JP2004/005884	International filing date (<i>day/month/year</i>) 23 April, 2004 (23.04.04)	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 24 April, 2003 (24.04.03)
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC Int.Cl ⁷ H04B13/00		
Applicant Kabushiki Kaisha Serukurosu		

This International Searching Authority hereby declares, according to Article 17(2)(a), that **no international search report will be established** on the international application for the reasons indicated below.

1. ☐ The subject matter of the international application relates to:
 - a. ☐ scientific theories.
 - b. ☐ mathematical theories.
 - c. ☐ plant varieties.
 - d. ☐ animal varieties.
 - e. ☐ essentially biological processes for the production of plants and animals, other than microbiological processes and the products of such processes.
 - f. ☐ schemes, rules or methods of doing business.
 - g. ☐ schemes, rules or methods of performing purely mental acts.
 - h. ☐ schemes, rules or methods of playing games.
 - i. ☐ methods for treatment of the human body by surgery or therapy.
 - j. ☐ methods for treatment of the animal body by surgery or therapy.
 - k. ☐ diagnostic methods practised on the human or animal body.
 - l. ☐ mere presentations of information.
 - m. ☐ computer programs for which this International Searching Authority is not equipped to search prior art.
2. ☒ The failure of the following parts of the international application to comply with prescribed requirements prevents a meaningful search from being carried out:

☒ the description ☒ the claims ☐ the drawings
3. ☐ The failure of the nucleotide and/or amino acid sequence listing to comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions prevents a meaningful search from being carried out:

☐ the written form has not been furnished or does not comply with the standard.
☐ the computer readable form has not been furnished or does not comply with the standard.
4. ☐ The failure of the tables related to the nucleotide and/or amino acid sequence listing to comply with the technical requirements provided for in Annex C-bis of the Administrative Instructions prevents a meaningful search from being carried out:

☐ the written form has not been furnished.
☐ the computer readable form has not been furnished or does not comply with the technical requirements.
5. Further comments: See the extra sheets.

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Continuation of No.5 of ISA203

- (1) The internal structure of a communication unit 200 and communication unit 500 is unclear.
- (2) Various examples of signal layer are quoted in the description, page 8, lines 20-26 as follows. "The first signal layer 20 and the second signal layer 30 may be made of conductors such as metals and conductive robber materials and further may be made of dielectrics. If the first and second signal layers 20, 30 are made of dielectrics, the dielectric constants of the materials of the first and second signal layers 20, 30 are smaller than that of the dielectric layer 22. As a result, an electric field or an electromagnetic field can be confined in the dielectric layer 22. The first and second signal layers 20, 30 may be made of air or are vacuum". However, the definition of the "signal layer" is unclear.
- (3) There is a passage in the description, page 9, line 21 that "a communication unit 200 electromagnetically connected to the second signal layer 30 and a power supply layer 44". The meaning of "electromagnetically connected" is unclear.
- (4) How different the "magnetically connecting" mentioned in the description of this application, page 9, line 21 and other many passages is from the "electromagnetically coupling" meaning that "a coupling method for electromagnetically coupling two circuits to transmit electric power from one circuit to the other" or from the "dielectric coupling" is unclear.
- (5) There is a passage in the description, page 9, line 21 that "a communication unit 200 electromagnetically connected to the second signal layer 30 and a power supply layer 44". However, how the "electromagnetically connection" is structured is unclear.
- (6) There is a passage in the description, page 16, line 29 to page 17, line 1 that "a path interconnecting a communication unit (1, 1) and a communication unit (7, 7). However, the definition of "a path interconnecting a communication unit (1, 1) and a communication unit (7, 7) is unclear. Is the number of "paths interconnecting a communication unit (1, 1) and a communication unit (7, 7) one or plural? It is unclear.
- (7) There is a passage in the description, page 18, lines 19, 20, that "the communication unit 500 may have a function like that of the communication unit 200 described in the First Example". However, the function essential to the communication unit 500 is unclear.
- (8) There is a passage in claim 7 that "when the communication unit receives a signal including an identification number of a signal layer connected to the communication unit, the communication unit holds the identification number of the signal layer to which the signal is transmitted". However, which part of the explanation of the example this passage corresponds to is unclear.
- (9) There is a passage in claim 7 that "subsequently, sets an identification number of another signal layer connected to itself and transmits a signal including the preset identification number to the another signal layer". However, which part of explanation of the example this passage corresponds to is unclear.
- (10) There is a passage in claim 12 that "each communication unit is electromagnetically connected to the first signal layer, the dielectric layer, and the second signal layer,...". However, which part of the explanation of which example this passage corresponds to.
- (11) The definition of the "signal layer" in claims 1-12 is unclear.
- (12) There is a passage in claim 4 that "transmission of a signal is realized by using the identification number of the signal layer". However, how the identification number of the signal layer is used is unclear, and the realization is unclear.

(Continued to the next extra sheet.)

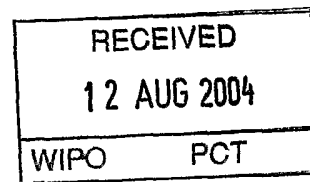
- (13) There is a passage in claim 5 that "transmission of a signal within the signal layer is realized by using a local identification number". However, how the local identification number is used is unclear, and the realization is unclear.
- (14) There is a passage in claim 6 that "sets an identification number to at least one signal layer as a reference, and sequentially sets identification numbers to other signal layers on the basis of the set reference identification number". However, How and what operates is unclear. Therefore, the invention of the claim relates mere a human mental act". Consequently, the subject matter is unclear.
- (15) The meaning of "electromagnetically connecting" in claims 9, 12 is unclear.
- (16) How different the "magnetically connecting" in claims 9, 12 is from the "electromagnetically coupling" meaning that "a coupling method for electromagnetically coupling two circuits to transmit electric power from one circuit to the other", or from "the dielectric coupling" is unclear.

特 許 協 力 条 約

P C T

国際調査報告を作成しない旨の決定

(法第8条第2項、法施行規則第42条、第50条の3第7項)
[PCT17条(2)(a)、PCT規則13の3.1(c)、39]



出願人又は代理人 の書類記号 Z16-70002W0	重要決定	発送日 (日.月.年) 10. 8. 2004
国際出願番号 PCT/JP2004/005884	国際出願日 (日.月.年) 23. 04. 2004	優先日 (日.月.年) 24. 04. 2003
国際特許分類 (IPC) Int. Cl ⁷ H04B13/00		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社セルクロス		

この出願については、法第8条第2項 (PCT17条(2)(a)) の規定に基づき、次の理由により国際調査報告を作成しない旨の決定をする。

1. ☐ この国際出願は、次の事項を内容としている。
 - a. ☐ 科学の理論
 - b. ☐ 数学の理論
 - c. ☐ 植物の品種
 - d. ☐ 動物の品種
 - e. ☐ 植物及び動物の生産の本質的に生物学的な方法 (微生物学的方法による生産物及び微生物学的方法を除く。)
 - f. ☐ 事業活動に関する計画、法則又は方法
 - g. ☐ 純粋に精神的な行為の遂行に関する計画、法則又は方法
 - h. ☐ 遊戯に関する計画、法則又は方法
 - i. ☐ 人の身体の手術又は治療による処置方法
 - j. ☐ 動物の身体の手術又は治療による処置方法
 - k. ☐ 人又は動物の身体の診断方法
 - l. ☐ 情報の単なる提示
 - m. ☐ この国際調査機関が先行技術を調査できないコンピューター・プログラム
2. ☒ この国際出願の次の部分が所定の要件を満たしていないので、有効な国際調査をすることができない。

☒ 明細書	☒ 請求の範囲	☐ 図面
---	---	-----------------------------
3. ☐ スクレオチド又はアミノ酸の配列表が実施細則の附属書C (塩基配列又はアミノ酸配列を含む明細書等の作成のためのガイドライン) に定める基準を満たしていないので、有効な国際調査をすることができない。

☐ 書面による配列表が提出されていない又は所定の基準を満たしていない。
☐ 磁気ディスクによる配列表が提出されていない又は所定の基準を満たしていない。
4. ☐ スクレオチド又はアミノ酸の配列表に関連するテーブルが実施細則の附属書Cの2に定める技術的な要件を満たしていないので、有効な国際調査をすることができない。

☐ 書面によるテーブルが提出されていない。
☐ コンピュータ読み取り可能な形式によるテーブルが提出されていない又は所定の要件を満たしていない。
5. 附記

(1) 通信素子200および通信素子500の内部構造が不明確である。

名称及びあて名 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) 江口 能弘 電話番号 03-3581-1101 内線 6511	5W	8125
---	--	----	------

(2) 明細書第8頁第20-26行に「第1信号層20および第2信号層30は、金属や導電性ゴム材料などの導体により構成されてよいが、誘電体により構成されてもよい。第1信号層20および第2信号層30が誘電体で構成される場合、第1信号層20および第2信号層30は、誘電層22の誘電率よりも小さい誘電率を有する材料から構成される。これにより、誘電層22内に電場や電磁場を閉じ込めることが可能となる。なお、第1信号層20および第2信号層30は、空気や真空のような構成をとってもよい。」と、信号層の例が種々挙げられているが、「信号層」の定義が何か不明確である。

(3) 明細書第9頁第21行に「第2信号層30および電源層44に電磁的に接続する通信素子200」と記載されている。「電磁的に接続する」とは、どういうことか意味が不明確である。

(4) 明細書第9頁第21行他、この出願の明細書の多数箇所に記載されている「電磁的に接続する」は、「1つの回路から他の回路へ電力を移送するために2つの回路を結合する場合、磁力線の媒介によって電磁的に結合する結合方式」を意味する「電磁結合」あるいは「誘導結合」と、どのように異なるのか不明確である。

(5) 明細書第9頁第21行に「第2信号層30および電源層44に電磁的に接続する通信素子200」と記載されている。「電磁的に接続する」とは、具体的にどのように構成すれば良いのか不明確である。

(6) 明細書第16頁第29行-第17頁第1行に「通信素子(1, 1)と通信素子(7, 7)とを結ぶ経路」と記載されているが、「通信素子(1, 1)と通信素子(7, 7)とを結ぶ経路」とは何か、その定義が何か不明確である。
また、「通信素子(1, 1)と通信素子(7, 7)とを結ぶ経路」は、唯一であるのか、それとも複数であるのか不明確である。

(7) 明細書第18頁第19-20行に「通信素子500は、第1の実施の形態で説明した通信素子200と同様の機能を有してもよく、」と記載されているが、通信素子500に必須の機能は何であるのか不明確である。

(8) 請求の範囲7の「通信素子は、自身が接続する信号層の識別番号を含んだ信号を受け取ると、その信号を伝達した信号層の識別番号を保持し、」は、実施例のどこの記載に対応するのか不明確である。

(9) 請求の範囲7の「続いて自身が接続する他の信号層の識別番号を設定して、設定した識別番号を含む信号を当該他の信号層に送信する」は、実施例のどこの記載に対応するのか不明確である。

(10) 請求の範囲12の「各通信素子は第1信号層、誘電層および第2信号層と電磁的に接続しており、」は、どの実施例のどこの記載に対応するのか不明確である。

(11) 請求の範囲1-12の「信号層」の定義が何か不明確である。

(12) 請求の範囲4の「信号の伝達は、信号層の識別番号を利用して実現する」は、信号層の識別番号をどのように利用するのか不明であるから、不明確である。

(13) 請求の範囲5の「信号層内の信号の伝達は、ローカルな識別番号を利用して実現する」は、ローカルな識別番号をどのように利用するのか不明であるから、不明確である。

(14) 請求の範囲6の「少なくとも一つの信号層に基準となる識別番号を設定し、その基準識別番号をもとに、他の信号層の識別番号を順次設定する」は、何がどのように動作するのか不明であるから、単に人間の精神活動を記載したものに過ぎないと認められ、技術的事項の記載としては不明確である。

(15) 請求の範囲9および請求項12の「電磁的に接続する」とは、どういうことか意味が不明確である。

(16) 請求の範囲9および請求の範囲12の「電磁的に接続」は、「1つの回路から他の回路へ電力を移送するために2つの回路を結合する場合、磁力線の媒介によって電磁的に結合する結合方式」を意味する「電磁結合」あるいは「誘導結合」と、どのように異なるのか不明確である。