

(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2010-34947

(P2010-34947A)

(43) 公開日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 16/30 (2009.01)	HO4Q 7/00 237	5K022
HO4W 4/04 (2009.01)	HO4Q 7/00 107	5K028
HO4W 4/06 (2009.01)	HO4Q 7/00 120	5K059
HO4W 16/14 (2009.01)	HO4Q 7/00 210	5K067
HO4B 7/10 (2006.01)	HO4B 7/10 A	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-196120 (P2008-196120)
 (22) 出願日 平成20年7月30日 (2008.7.30)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 110000280
 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
 (72) 発明者 岸本 健吾
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 Fターム (参考) 5K022 FF04
 5K028 BB04 CC05 HH00
 5K059 CC04
 5K067 AA21 BB04 BB21 DD11 DD51
 EE02 EE10 EE16 EE44 EE53
 EE59 FF02 FF32 HH22 JJ11

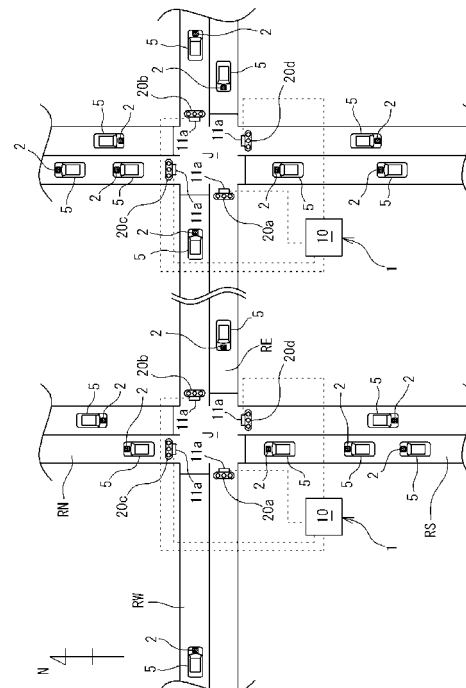
(54) 【発明の名称】 通信システム

(57) 【要約】

【課題】 路側無線通信装置間の干渉を防止する。

【解決手段】 路側無線通信装置1は、車載機などの移動無線通信装置2に対する同報通信のための情報を送信可能なアンテナ部11を有する。路側路側無線通信装置1は、交差点に設置されている。前記アンテナ部11は、前記交差点に接続された複数の道路方向に沿った指向性を持つように複数の指向性アンテナを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動無線通信装置に対する同報通信のための情報を送信可能なアンテナ部を有する路側無線通信装置を備えた通信システムであって、

前記路側無線通信装置は、交差点に設置され、

前記アンテナ部は、前記交差点に接続された複数の道路方向に沿った指向性を持つように複数の指向性アンテナを備えることを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

前記路側無線通信装置は、複数の交差点に設置されており、各路側無線通信装置は、隣接する交差点に設置された他の路側無線通信装置とは異なる時間帯が割り当てられる時分割多重によって通信を行うように構成され、

各路側無線通信装置は、前記時分割多重によって割り当てられた時間帯において、前記複数の指向性アンテナが指向する全ての道路方向に対する送信を行う請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 3】

時分割数を N とした場合、同じ時間帯で通信を行う路側無線通信装置が、 N 個の交差点毎に設置されている請求項 2 記載の通信システム。

【請求項 4】

前記路側無線通信装置は、複数の交差点に設置されており、

前記路側無線通信装置は、前記複数の指向性アンテナが指向する複数の道路方向それぞれに対し、別々の時間帯が割り当てられる時分割多重によって通信を行うように構成され、

互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側無線通信装置において、互いに対向する道路方向には、異なる時間帯が割り当てられている請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 5】

互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側無線通信装置において、同じ方位となる道路方向には、異なる時間帯が割り当てられている請求項 4 記載の通信システム。

【請求項 6】

前記路側無線通信装置は、複数の交差点に設置されており、

前記路側無線通信装置は、一の道路方向とその反対方向である他の道路方向とに対しては同じ時間帯が割り当てられ、前記一の道路方向及び前記他の道路方向に対して交差する道路方向には異なる時間帯が割り当てられる時分割多重によって通信を行うように構成され、

互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側無線通信装置において、互いに対向する道路方向には、異なる時間帯が割り当てられている請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 7】

時分割数を N とした場合、同じ方位の道路方向に対して同じ時間帯が割り当てられた路側無線通信装置が、 N 個の交差点毎に設置されている請求項 6 記載の通信システム。

【請求項 8】

情報の受信が、前記複数の指向性アンテナのうちいずれの指向性アンテナで行われたのかによって、受信した情報の送信源の方向を判定する判定部を備えている請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の通信システム。

【請求項 9】

前記アンテナ部は、他の路側無線通信装置との間で行われる路路間通信用のアンテナも兼ねている請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、移動無線通信装置に対して通信が可能な路側無線通信装置を有する通信システムに関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、交通安全の促進や交通事故の防止などを目的として、路上等に設置されたインフラ装置（路側無線通信装置）から車載機などの移動無線通信装置へ情報を送信し、当該情報を活用することで、車両の安全性を向上させたり、利便性を向上させたりするシステムが検討されている。

【0003】

そのようなシステムとして、特許文献1には、交差点に設置された無線送信装置から信号機の情報を車両に送信し、車両がその情報を活用して、ブレーキ制御を行うものが開示されている。

10

【特許文献1】特許第2806801号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

さて、上記のような通信システムでは、路側無線通信装置が、車載無線通信装置に対して、交通情報などの情報を送信する場合、同報通信（1対多通信）が必要となる。

同報通信は、全車両に同じ情報を送信したい場合等に用いられる。このため、同報通信では、路側無線通信装置からの送信情報の送信対象となる車載無線通信装置は、特に限定されるわけではなく、図17に示すように、路側無線通信装置100が通信をカバーするエリア内にある全ての車載無線通信装置に対して交通情報などを送信する必要がある。

20

【0005】

ここで、ある無線通信装置が、通信エリア内の多数の他の無線通信装置に対して、1対多の同報通信を行う場合、同報通信を行う無線通信装置のアンテナは、通信エリア内の任意の位置にある無線通信装置に送信できるように、無指向性アンテナであることが要求される。

【0006】

しかし、ITSのような通信システムでは、交差点毎に、路側無線通信装置を設置することが必要である。この場合、比較的間隔の狭い2つの交差点に設置された路側無線通信装置それぞれが無指向性アンテナで同報通信を行うと、路側無線通信装置間で干渉が生じるおそれがある。

30

【0007】

特に、ITSのような通信システムでは、図18に示すように、基盤の目状に形成された道路の交差点毎に路側無線通信装置を設置することが必要な場合がある。

図18の場合、ある路側無線通信装置100aには、8個の路側無線通信装置100b～100iが近接することになり、これらの間で干渉するおそれがある。しかも、路側無線通信装置100aからの電波が、8個の路側無線通信装置100b～100iよりも更に遠くまで届く場合、更に多くの路側無線通信装置間で干渉が生じるおそれがある。

【0008】

ここで、路側無線通信装置間での干渉を回避するには、時分割多重方式にて、各路側無線通信装置に異なる時間帯（タイムスロット）を割り当て、各路側無線通信装置は、割り当てられたタイムスロットにて、通信を行うことが考えられる。

40

しかし、上記のような時分割多重方式では、干渉するおそれがある路側無線通信装置の数に応じた時分割数（タイムスロット数）が必要となる。

このため、図18に示すように、干渉するおそれがある路側無線通信装置が多数存在する場合には、時分割数（タイムスロット数）が多くなり、各路側無線通信装置に割り当てられる時間が少なくなる。この結果、通信効率が低下する。

【0009】

そこで、本発明は、移動無線通信装置に対する同報通信のための情報を送信可能な路側無線通信装置を備えた通信システムにおいて、路側無線通信装置間の干渉を抑制することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、移動無線通信装置に対する同報通信のための情報を送信可能なアンテナ部を有する路側無線通信装置を備えた通信システムであって、前記路側無線通信装置は、交差点に設置され、前記アンテナ部は、前記交差点に接続された複数の道路方向に沿った指向性を持つように複数の指向性アンテナを備えることを特徴とする通信システムである（請求項1）。

【0011】

上記本発明によれば、アンテナ部が交差点に接続された複数の道路方向に沿って指向性を持ち、不要な方向への指向性を持たないため、無指向性アンテナに比べて、干渉するおそれを低減することができる。

なお、例えば、2つの直路が直交する交差点の場合、「道路方向」は4つあることになる。ただし、指向性を持たせる方向は、交差点に接続された全道路の方向でなくてもよく、複数の道路方向であれば足りる。

また、移動無線通信装置は、移動できる無線通信装置であればよく、例えば、車両に搭載されている無線通信装置（車載無線通信装置）であっても良いし、歩行者が携帯している通信装置（携帯型無線通信装置）であってもよい。

【0012】

前記路側無線通信装置は、複数の交差点に設置されており、各路側無線通信装置は、隣接する交差点に設置された他の路側無線通信装置とは異なる時間帯が割り当てられる時分割多重によって通信を行うように構成され、各路側無線通信装置は、前記時分割多重によって割り当てられた時間帯において、前記複数の指向性アンテナが指向する全ての道路方向に対する送信を行うのが好ましい（請求項2）。

【0013】

この場合、隣接する路側無線通信装置間で割り当て時間帯が異なるため、干渉を防止できる。また、各路側無線通信装置に割り当てられた時間帯内で、複数の指向性アンテナが指向する全ての道路方向に対する送信が行われるため、全ての道路方向への情報送信の同時性が高い。

【0014】

時分割数をNとした場合、同じ時間帯で通信を行う路側無線通信装置が、N個の交差点毎に設置されているのが好ましい（請求項3）。

この場合、同じ時間帯で通信を行う路側無線通信装置間の距離（干渉距離）を、N個の交差点分の距離ほど離すことができる。つまり、干渉距離を大きくして、干渉を生じにくくすることができる。しかも、時分割数をさほど大きくしなくても、干渉距離を大きくとることが可能である。

また、時分割数Nに応じた数であるN個の交差点毎に路側無線通信装置を設置することで、全ての路側無線通信装置の干渉距離を最も長くすることができる。

【0015】

前記路側無線通信装置は、複数の交差点に設置されており、前記路側無線通信装置は、前記複数の指向性アンテナが指向する複数の道路方向それぞれに対し、別々の時間帯が割り当てられる時分割多重によって通信を行うように構成され、互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側無線通信装置において、互いに対向する道路方向には、異なる時間帯が割り当てられているのが好ましい（請求項4）。

【0016】

この場合、各路側無線通信装置の複数の指向性アンテナが指向する複数の道路方向それぞれについて、別々の時間帯を割り当てることができる。しかも、対向する道路方向については、異なる時間帯が割り当てられているため、隣接する路側無線通信装置間の干渉を防止できる。

なお、複数の道路方向それぞれについて、別々の時間帯が割り当てられるため、それぞれの道路方向に対して、異なる情報を送信することも簡単に実現できる。

10

20

30

40

50

【0017】

互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側無線通信装置において、同じ方位となる道路方向には、異なる時間帯が割り当てられているのが好ましい（請求項5）。

この場合、移動無線通信装置からみて、同じ方向から電波が到来する可能性を低くでき、干渉を低減することができる。

【0018】

前記路側無線通信装置は、複数の交差点に設置されており、前記路側無線通信装置は、一の道路方向とその反対方向である他の道路方向とに対しては同じ時間帯が割り当てられ、前記一の道路方向及び前記他の道路方向に対して交差する道路方向には異なる時間帯が割り当てられる時分割多重によって通信を行うように構成され、互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側無線通信装置において、互いに対向する道路方向には、異なる時間帯が割り当てられているのが好ましい（請求項6）。

10

【0019】

この場合、前記一の道路方向及び前記他の道路方向に対して交差する道路方向には異なる時間帯が割り当てられるため、道路方向に応じて異なる情報を送りたい場合に好適である。しかも、対向する道路方向については、異なる時間帯が割り当てられているため、隣接する路側無線通信装置間の干渉を防止できる。

【0020】

時分割数をNとした場合、同じ方位の道路方向に対して同じ時間帯が割り当てられた路側無線通信装置が、N個の交差点毎に設置されているのが好ましい（請求項7）。

20

この場合、同じ時間帯で通信を行う路側無線通信装置間の距離（干渉距離）を、N個の交差点分の距離ほど離すことができる。つまり、干渉距離を大きくして、干渉を生じにくくすることができる。

また、時分割数Nに応じた数であるN個の交差点毎に路側無線通信装置を設置することで、全ての路側無線通信装置の干渉距離を最も長くすることができる。

【0021】

情報の受信が、前記複数の指向性アンテナのうちいずれの指向性アンテナで行われたのかによって、受信した情報の送信源の方向を判定する判定部を備えているのが好ましい（請求項8）。

無指向性アンテナの場合、受信した情報の送信源の方向を特定するのは困難であるが、上記の場合、送信源の方向を容易に判定することができる。

30

【0022】

前記アンテナ部は、他の路側無線通信装置との間で行われる路路間通信用のアンテナも兼ねているのが好ましい。路路間通信は、指向性制御となるため、路車間通信と路路間通信でアンテナを兼用することができる（請求項9）。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、移動無線通信装置に対する同報通信のための情報を送信可能な路側無線通信装置を備えた通信システムにおいて、路側無線通信装置間の干渉を抑制することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明を採用した通信システムを示している。この通信システムは、複数の路側無線通信装置（以下、「路側機」という）1を有している。

ここで、本実施形態の通信システムが使用する周波数は、2.4GHz帯、5.8GHz帯、又は720MHz帯である。

【0025】

路側機1は、交差点（交差点の近傍を含む）Jに設置されており、車両5に搭載された車載無線通信装置（以下、「車載機」という）2との間で通信が可能である。なお、路側

50

機 1 と車載機 2 との間の通信を「路車間通信」というものとする。

また、路側機 1 は、他の路側機との間での通信も可能であり、路側機 1 同士で情報を交換することが可能となっている。なお、路側機 1 同士の通信を「路路間通信」というものとする。

【0026】

本実施形態では、道路構造の例として、南北方向の複数の道路と、東西方向の複数の道路が交差した碁盤目構造を想定する。したがって、一つの交差点 J には、東西南北の 4 方位から 4 本の道路 R E, R W, R N, R S が流入するように接続されている。

さらに、各交差点 J には、4 本の各道路 R E, R W, R N, R S 用に 4 つ（複数）の交通信号灯器 20 a, 20 b, 20 c, 20 d が設置されている。

10

また、各交差点の角には、ビル等の障害物があるものとする。

なお、道路構造は、上記に限定されるものではない。

【0027】

図 2 にも示すように、路側機 1 は、通信装置本体 10 と、本体 10 に接続されたアンテナ部 11 と、を有している。通信装置本体 10 は、無線部（送受信部）12 と、通信に関する制御を行う制御部 13 と、を有している。

路側機 1 は、時分割多重方式によって通信を行うものである。このため、制御部 13 は、時分割スロットの管理を行う。なお、スロットの管理は、無線部 12 が行っても良い。

また、路側機 1 は、車載機 2 に対する同報通信（1 対多通信）が可能であり、交通情報などを、近辺にある車載機 2 に対して一斉に送信することができる。

20

【0028】

また、路側機 1 の制御部 13 は、情報の受信を、複数の指向性アンテナのうちいずれの指向性アンテナで行われたのかによって、受信した情報の送信源の方向を判定する判定部としての機能を有している。

【0029】

本実施形態において、路側機 1 のアンテナ部 11 は、路車間通信だけでなく、路路間通信にも用いられる。

路路間通信では、通信相手となる路側機 1 を特定して行われるため、アンテナに指向性を持たせることが望ましい。しかし、路車間通信に無指向性アンテナを用いると、路路間通信用アンテナと路車間通信用アンテナとを別々に設ける必要がある。

30

これに対し、本実施形態では、路車間通信も指向性アンテナで行い、しかも、指向性アンテナが指向する方向は、必然的に他の路側機 1 の方向となる。この結果、路路間通信と路車間通信とにおいてアンテナを共用できる。

また、後述のように、時分割のスロットが割り当てられた場合、同一スロットにおいて、路路用のデータと路車間のデータとを共に送信することも可能となる。

【0030】

車載機 2 は、通信装置本体 20 と、本体 20 に接続された無指向性アンテナ 21 とを、有している。通信装置本体 20 は、路側機 1 の本体 10 と同様に、無線部 22 と制御部 13 とを有している。車載機 2 は、路側機 1 との通信の他、車載機同士の通信（車車間通信）が可能である。

40

なお、車載機 2 のアンテナ 21 は、無指向性であるため、路側機 1 や他の車載機 2 がいずれの方向にあっても電波を受信することができる。

【0031】

一方、路側機 1 のアンテナ部 11 は、交差点 J に接続された道路 R E, R W, R N, R S の数に対応した複数（4 本）の指向性アンテナ 11 a を有している。

なお、一つの路側機 1 が有する指向性アンテナ 11 a の数は、当該路側機 1 が設置される交差点 J に接続された道路 R E, R W, R N, R S の数よりも少なくても良い。

【0032】

図 2 において、路側機 1 の複数の指向性アンテナ 11 a は、共通の無線部 12 に接続されている。図 1 に示すように、4 本の指向性アンテナ 11 a は、交差点 J に設置された 4

50

個の交通信号灯器 20 a, 20 b, 20 c, 20 d にそれぞれ設けられている。

【0033】

各指向性アンテナ 11 a は、当該指向性アンテナ 11 a が設けられている交通信号灯器 20 a, 20 b, 20 c, 20 d が、信号の指示対象とする道路の方向に指向性を持つように形成されている。

これにより、各指向性アンテナ 11 a は、交差点 J に接続された複数の道路 RE, RW, RN, RS の道路方向に沿った指向性を持つ。

【0034】

ここで、交差点 J へ東側から接続する東道路 RE を走行する西行きの車両 5 用の交通信号灯器を、「東道路用灯器 20 a」というものとする。

また、同様に、交差点 J へ西側から接続する西道路 RW を走行する交差点 J へ向けて走行する車両 5 用の交通信号灯器を、「西道路用灯器 20 b」といい、交差点 J へ南側から接続する南道路 RS を交差点 J へ向けて走行する車両 5 用の交通信号用灯器を、「南道路用灯器 20 c」といい、交差点 J へ北側から接続する北道路 RN を交差点 J へ向けて走行する車両 5 用の交通信号灯器を「北道路用灯器 20 d」というものとする。

【0035】

この場合、東道路用灯器 20 a は、その正面側（点灯面側）が、東道路 RE に向いている。この東道路用灯器 20 a に設けられた指向性アンテナ 11 a は、当該灯器 20 a の正面側に指向性を持つように、当該灯器 20 a に取り付けられている。この結果、東道路用灯器 20 a に取り付けられた指向性アンテナ 11 a は、灯器 20 a が交差点に設置されると、東道路 RE の道路方向に沿った指向性を持つ。

【0036】

また、他の灯器 20 b, 20 c, 20 d に設けられた指向性アンテナ 11 a も、同様に、灯器 20 b, 20 c, 20 d の正面側に指向性を持つように、灯器 20 b, 20 c, 20 d に取り付けられている。

この結果、西道路用灯器 20 b の指向性アンテナ 11 a は西道路 RW の道路方向に沿った指向性を持ち、南道路用灯器 20 c の指向性アンテナ 11 a は南道路 RS の道路方向に沿った指向性を持ち、北道路用灯器 20 d の指向性アンテナ 11 a は北道路 RN の道路方向に沿った指向性を持つ。

【0037】

上記のように、灯器の正面側に指向性を持つように指向性アンテナ 11 a を設けておくと、灯器を交差点に設置するだけで、指向性アンテナ 11 a の指向性を、交差点 J に接続された道路の方向と一致させることができる。

なお、指向性アンテナ 11 a としては、例えば、パッチアンテナを採用できる。指向性アンテナ 11 a は、灯器 20 a, 20 b, 20 c, 20 d に外付けしてもよいが、内蔵させるのが好ましい。特に、灯器の発光部に、アンテナ 11 a を内蔵させるのが好ましい。灯器の発光部は、車両のドライバーが視認できるように、正面が車両に向けられ、車両との間に障害物が存在しないため、アンテナ 11 a 設置箇所として好適である。

【0038】

図 3 は、路側機 1 の他の構成例を示している。図 3 に示すように、無線部 12 を、指向性アンテナ 11 a の数に対応させて複数設けている。この場合、無線部 12 と指向性アンテナ 11 a のセットを、互いに離して設置したり、制御部 13 から離して設置したりすることが可能である。無線部 12 とアンテナ 11 a の間が長距離になるとノイズの影響を受けやすくなるが、無線部 12 がアンテナ 11 a 毎に設けられていることで、無線部 12 とアンテナ 11 a をセットにして設置することができ、無線部 12 とアンテナ 11 a の間の距離を短く保つことが可能となるので、アンテナ同士を離して設置したりしても、ノイズの影響を抑えることができる。

【0039】

つまり、アンテナ 11 a と無線部 12 とをセットで各灯器 20 a, 20 b, 20 c, 20 d に設けることで、図 1 に示すように、アンテナ 11 a を複数の灯器 20 a, 20 b,

10

20

30

40

50

20c, 20dに分散配置しても、ノイズの影響を抑えることができる。

【0040】

さて、本実施形態では、複数の指向性アンテナの指向性を複数の道路方向に沿うようにしたため、交差点Jに接続される4本の道路に存在する任意の車両（車載機2）に対しては、無指向性アンテナと同様の電波の送受信性が確保される。

図4は、指向性アンテナから道路方向に沿って発射する電波の指向性をイメージにしたものである。ここでは、電波の到達距離を示しているわけではなく、電波の方向を示したものである。

図4に示すように、指向性アンテナを用いると、道路が存在しない斜め方向（北東、北西、南東、南西）への指向性を持たないため、無指向性アンテナの場合と比べて、干渉を生じる対象となる他の路側機1の数が少なくなっており、干渉可能性が低減している。

10

また、碁盤目状の道路構造において、道路間にビル等の建物が存在する場合、斜め方向へ電波を送る必要がないため、本実施形態のように道路方向だけに指向性を向けても問題は少ない。

【0041】

さて、複数の道路方向に沿った指向性を持つアンテナ部を有する路側機1であっても、隣接する各路側機1が同時に車載機2に対する同報通信を行うと、干渉が生じる場合が残る。そこで、本実施形態では、時分割多重によって、通信タイミングをずらして同報通信を行うことにより、さらに干渉を回避する。

【0042】

20

[時分割多重の第1パターン]

図5～図7は、時分割多重の第1パターンを示している。ここで、路側機1は、碁盤目状の道路構造における各交差点に設置されている。図5に示すように、第1パターンでは、各路側機1に異なる時間帯（タイムスロット）が割り当てられる。ただし、時分割数 $N=5$ （タイムスロット数=5）であり、同じ時間帯（タイムスロット）で通信を行う路側機1は、南北方向又は東西方向にみて、 $N=5$ 個の交差点毎に設置されている。

【0043】

路側機1からの電波の到達距離は、電波送信e.i.r.p(equivalent isotropically radiated power.)、電波伝搬環境、電波伝搬損失、電波受信感度などから決定される。複数の路側機1から電波を受信する状況にある場合、所望していない路側機1からの電波が大きな干渉波になりうる。一般的には、受信地点での所望波対干渉波比 DUR (Desired signal power to Undesired signal power Ratio)が受信側、つまりこの場合では車載機2の性能（所望波と干渉波を分離可能な閾値）以上であれば、所望波により送られるデータを受信することができる。

30

同時に通信を行う路側機1の距離（以下、「同時通信路側機間距離」という）が大きければ大きいほど、干渉波の電界強度が低くなるため、車載機2では受信しやすくなる。同時通信路側機間距離の最大値は、タイムスロットの数を増やすほど、大きくすることができる。また、図5に示すように、同時通信路側機間距離（=5交差点分の距離）が、タイムスロット数（時分割数）に応じた最大値（=5）をとるように路側機1へのスロット割り当てを行うことで、同時通信路側機間距離を大きくとることができる。また、図5に示すように、タイムスロット数に応じて同時通信路側機間距離をとることで、全ての路側機1の同時通信路側機間距離を最も大きくすることができる。

40

【0044】

図6及び図7は、時分割数 $N=5$ において、タイムスロット $T=1\sim T=5$ の各スロットにおける通信状況を示している。各スロットでは、南北方向又は東西方向にみて、5個の路側機1ごとに、情報を送信（同報通信）する行路側機1が存在する。

【0045】

つまり、 $T=1$ のスロットでは、図6(a)に示す路側機1が4方に情報を送信し、 $T=2$ のスロットでは、図6(b)に示す路側機1が4方に情報を送信し、 $T=3$ のスロットでは、図6(c)に示す路側機1が4方に情報を送信し、 $T=4$ のスロットでは、図7

50

(a) に示す路側機 1 が 4 方に情報を送信し、 $T = 5$ のスロットでは、図 7 (b) に示す路側機 1 が 4 方に情報を送信する。

以下、 $T = 1 \sim 5$ のスロットが繰り返される。

【0046】

第 1 パターンでは、各路側機 1 に割り当てられたスロットにおいて、複数の指向性アンテナ 11a が指向する全ての道路方向 (4 方) へ送信 (同報通信) を行うため、各道路方向への同時送信性が高い。つまり、1 つのスロットで、全道路方向への同報通信が行える。

また、第 1 パターンでは、同時に通信する路側機 1 が散点的に位置するため、干渉も少ない。

【0047】

[時分割多重の第 2 パターン]

図 8 ~ 図 10 は、時分割多重の第 2 パターンを示している。図 8 に示すように、第 2 パターンでは、路側機 1 の複数の指向性アンテナ 11a が指向する複数の道路方向それぞれに対し、別々の時間帯 (タイムスロット) が割り当てられている。ここでは、一つの交差点に接続された道路の数 (の最大値) が 4 であることから、時分割数 = 4 とされている。

【0048】

また、道路方向と割り当てスロットの関係は、各路側機 1 について一定ではなく、路側機 1 ごとに、道路方向に対する割り当てスロットを異ならせている。

【0049】

例えば、交差点 B に設置された路側機 1 の場合、南向きに $T = 1$ のスロットが割り当てられ、東向きに $T = 2$ のスロットが割り当てられ、北向きに $T = 3$ のスロットが割り当てられ、西向きに $T = 4$ のスロットが割り当てられている。

【0050】

また、交差点 C に設置された路側機 1 の場合、西向きに $T = 1$ のスロットが割り当てられ、南向きに $T = 2$ のスロットが割り当てられ、東向きに $T = 3$ のスロットが割り当てられ、北向きに $T = 4$ のスロットが割り当てられている。

【0051】

また、交差点 D に設置された路側機 1 の場合、北向きに $T = 1$ のスロットが割り当てられ、西向きに $T = 2$ のスロットが割り当てられ、南向きに $T = 3$ のスロットが割り当てられ、東向きに $T = 4$ のスロットが割り当てられている。

【0052】

さらに、交差点 E に設置された路側機 1 の場合、東向きに $T = 1$ のスロットが割り当てられ、北向きに $T = 2$ のスロットが割り当てられ、西向きに $T = 3$ のスロットが割り当てられ、南向きに $T = 4$ のスロットが割り当てられている。

【0053】

このように、道路方向に対するスロットの割り当てからみると、路側機 1 は、上記の 4 種類に分類される。第 2 パターンでは、南北方向又は東西方向にみて、4 個の路側機 1 ごとに、同じ種類の路側機 1 が存在する。

【0054】

また、交差点 B と C のように、互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側機 1 において、互いに対向する道路方向には、異なるスロットが割り当てられている。つまり、交差点 B の路側機 1 の東向きには、 $T = 2$ のタイムスロットが割り当てられ、交差点 C の路側機 1 の西向きには、 $T = 1$ のタイムスロットが割り当てられている。したがって、交差点 B と C との間にある車載機 2 は、交差点 B 及び C の路側機 1 から同時に電波を受信することがない。

【0055】

さらに、交差点 B と C のように、互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側機 1 において、同じ方位 (東西南北) となる道路方向には、異なるスロットが割り当てられている。つまり、交差点 B の路側機 1 の東向きには、 $T = 2$ のタイムスロットが割り当て

10

20

30

40

50

られ、交差点Cの路側機1の東向きには、 $T = 3$ のタイムスロットが割り当てられている。したがって、交差点CとDの間にある車載機2は、交差点B及びCの路側機1から同時に電波を受信することがない。

なお、方位は、多少異なっても、干渉が問題になる程度に近い方位であれば、「同じ方位」であるとみなす。

【0056】

図9及び図10は、時分割数 $N = 4$ において、タイムスロット $T = 1 \sim T = 4$ の各スロットにおける通信状況を示している。

【0057】

つまり、 $T = 1$ のスロットでは、図9(a)に示すように、各路側機1において、指向性を有する4方の道路方向うち、一つの道路方向だけに情報が送信される。同様に、 $T = 2$ のスロットでは、図9(b)に示すように他の道路方向へ情報が送信され、 $T = 3$ のスロットでは、図10(a)に示すように更に他の道路方向へ情報が送信され、 $T = 4$ のスロットでは、図10(b)に示すように更に他の道路方向へ情報が送信される。

上記第2パターンによれば、複数の道路方向それぞれについて、別々の時間帯が割り当てられるため、それぞれの道路方向に対して、異なる情報を送信することも簡単に実現できる。

【0058】

さて、第2パターンにおいて、例えば、図11に示すように、交差点Cに車両(車載機2)が存在し、その車両は西行きであるとする。すると、車載機2は、 $T = 2$ のスロットのタイミングにおいて、交差点Bに設置された路側機1からの電波 W_a と交差点Dに設置された路側機1からの電波 W_b とを受信する。しかし、車載機2が交差点Cの東側にいるか、西側にいるかによって、電波 W_a と電波 W_b のいずれの強度が強くなるかが異なる。

【0059】

ここで、西行きの車載機2が交差点Cの西側にいるとすると、車載機2は、進行方向の先にある交差点Bからの情報が必要となる。したがって、所望波対干渉波比 DUR (Desired signal power to Undesired signal power Ratio)は、 W_a/W_b となる。

一般に、 DUR が受信機の性能以上であれば、データを受信することができる。車載機2が、交差点Bから100mの位置にあり、交差点Dから300mの位置にあるとすると、100m距離減衰した W_a と、300m距離減衰した W_b の強度比は、本発明者のシミュレーション結果によると6dB程度となる。

【0060】

したがって、仮に、受信機の性能(所望波と干渉波を分離可能な閾値)が10dB程度であれば、車載機2は、データ受信ができないことになってしまう。しかし、実環境とシミュレーションによる簡素化した環境モデルでは、一般的に差があり、実環境に存在する路上の車両、人体、看板、街灯、電灯、樹木、その他の小建物の影響を考慮すると、電波伝搬の距離減衰はさらに大きくなる。このため、実際には、上記のような場合でも、十分な DUR を確保できる可能性が高い。

【0061】

第2パターンは、前述の第1パターンや後述の第3パターンに比べて、干渉距離(同一スロットを使用する路側機1間の距離)が短いところが生じやすい。ただし、スロット数(時分割数)を多くすれば、干渉距離を大きくすることが可能である。

【0062】

逆に、第1パターンや第3パターンでは、スロット数が比較的少なくても、干渉距離を比較的大きく確保することが可能である。スロット数が少なければ、無線資源(タイムスロット)が有効活用される。

【0063】

また、第2パターンにおいて、例えば図12に示すように、交差点Gから交差点Fに向かって走行する車両(車載機2)を想定する。この場合、その車載機2は、 $T = 2$ のスロ

10

20

30

40

50

ットにおいて、交差点Bの路側機1からの電波W_aと、交差点Fの路側機1からの電波W_cと、を受信する。この場合、所望波はW_c、干渉波W_a < W_cであり、本発明者のシミュレーション結果によりW_aとW_cの強度比は、15dBとなる。この場合、仮に、受信機性能（所望波と干渉波が分離可能な閾値）が10dB程度であれば、車載機は問題なくデータを受信することができる。

【0064】

そして、電波W_aと電波W_cを受けるのは、交差点Gに設置された路側機1からみた、路路間通信の場合も同様である。本実施形態では、路路間通信においても、指向性アンテナ11aを用いるため、一つの指向性アンテナ11aは、1方向からしか電波を受信しない。このため、路路間通信の場合では、それ以外の方向からの電波干渉を考慮する必要がない。

10

【0065】

例えば、アンテナが無指向性であると、交差点Bの路側機1が電波W_aを送信しているとき、交差点B近傍の路側機1は、同じタイミングで電波を送出できない。しかし、指向性アンテナ11aの指向方向ごとにスロットを割り当てておくと、交差点Bの一つ南側の交差点から北方向に電波を送信したり、受信したりすることができる。

【0066】

さらに、指向性アンテナ11aを利用することは、路側機1が車載機2から情報を受信する場合にもメリットがある。例えば、交差点Cから交差点Bに向かって走行している車両の車載機2が、路側機1に対してデータを送信したとする。交差点Bの路側機1のアンテナが無指向性アンテナであると、車両（車載機2）が交差点Bのどの方角にいるのか、路側機1は判断できない。

20

【0067】

しかし、本実施形態では、路側機1の制御部13は、どのアンテナ11aで受信したかによって、当該車両（車載機2）の位置を判定する機能を有しているため、車両の方向を容易に判定できる。例えば、図13に示すように、交差点Bの路側機1が、東向きの指向性を有する指向性アンテナ11aで情報を受信した場合、車両は東側にいると判定することができる。また、同一交差点Bに向かって、複数の車両が異なる方向から接近してきた場合、それぞれに方向に対向した指向性アンテナを用いることによって、同時に受信することができる。仮に、アンテナが無指向性であると、複数の受信波が干渉してしまい、同時に受信することができない。なお、この点については、第1パターン及び第3パターンについても同様である。

30

【0068】

[時分割多重の第3パターン]

図14～図16は、時分割多重の第3パターンを示している。図14に示すように、第3パターンでは、路側機1が設置されている交差点に交わる直路ごとに異なる時間帯（タイムスロット）が割り当てられている。

つまり、交差点に接続されている一つの道路の方向（例えば、東方向）とその反対方向の道路の方向（例えば、西方向）の組には、同じスロットが割り当てられている。また、道路方向についての他の組（例えば、北方向と南方向）には、前記組に割り当てられたスロットとは別のスロットが割り当てられる。

40

【0069】

図14に示すように、第3パターンでは、道路方向とスロット割り当てから見た路側機1の種類は5種類であり、同じ種類の路側機1は、南北方向又は東西方向にみて、5個の交差点毎に設置されている。

【0070】

同時に通信を行う路側機1の距離である同時通信路側機間距離の最大値は、タイムスロットの数を増やすほど、大きくすることができる。また、図14に示すように、同時通信路側機間距離（＝5交差点分の距離）が、タイムスロット数（時分割数）に応じた最大値（＝5）をとるように路側機1へのスロット割り当てを行うことで、第1パターンと同様

50

に、干渉距離を大きくとることができる。また、図 1 4 に示すように、タイムスロット数に応じて同時通信路側機間距離をとることで、全ての路側機 1 の同時通信路側機間距離を最も大きくすることができる。

【0071】

また、第 2 パターンにおいて、互いに隣接する交差点それぞれに設置された各路側機 1 において、互いに対向する道路方向には、異なる時間帯が割り当てられている。例えば、交差点 B に設置された路側機 1 の東向きには、 $T = 2$ のスロットが割り当てられ、交差点 C に設置された路側機 1 の西向きには、 $T = 3$ のスロットが割り当てられている。これにより、交差点 B と C との間にある車載機 2 は、交差点 B 及び C の路側機 1 から同時に電波を受信することがない。

10

【0072】

図 1 5 及び図 1 6 は、第 3 パターンにおいて、タイムスロット $T = 1 \sim T = 5$ の各スロットにおける通信状況を示している。

【0073】

つまり、 $T = 1$ のスロットでは、図 1 5 (a) に示す路側機 1 が 2 方に情報を送信し、 $T = 2$ のスロットでは、図 1 5 (b) に示す路側機 1 が 2 方に情報を送信し、 $T = 3$ のスロットでは、図 1 5 (c) に示す路側機 1 が 2 方に情報を送信し、 $T = 4$ のスロットでは、図 1 6 (a) に示す路側機 1 が 2 方に情報を送信し、 $T = 5$ のスロットでは、図 1 6 (b) に示す路側機 1 が 2 方に情報を送信する。

【0074】

20

第 3 パターンにおいても、同時に通信する路側機 1 が散点的に位置するため、干渉が少ない。また、第 3 パターンでは、直路毎にタイムスロットを割り当てているため、一つの直路（例えば、東西方向の道路）と他の直路（例えば、南北方向の道路）とで、異なる情報を送ることができる。

【0075】

なお、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

例えば、路側無線通信装置と無線通信を行うのは、車載無線通信装置に限定されず、歩行者が携帯している通信装置であってもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】通信システムの全体図である。

【図 2】路側機 1 と車載機 2 のブロック図である。

【図 3】路側機 1 の他の構成例を示すブロック図である。

【図 4】本実施形態の通信システムにおいて干渉が回避される路側機 1 を示す図である。

【図 5】時分割多重の第 1 パターンを示す図である。

【図 6】前記第 1 パターンにおける通信状況を示す図であって、(a) は $T = 1$ のタイムスロットにおける通信状況、(b) は $T = 2$ のタイムスロットにおける通信状況、(c) は $T = 3$ のタイムスロットにおける通信状況を示す図である。

40

【図 7】前記第 1 パターンにおける通信状況を示す図であって、(a) は $T = 4$ のタイムスロットにおける通信状況、(b) は $T = 5$ のタイムスロットにおける通信状況を示す図である。

【図 8】時分割多重の第 2 パターンを示す図である。

【図 9】前記第 2 パターンにおける通信状況を示す図であって、(a) は $T = 1$ のタイムスロットにおける通信状況、(b) は $T = 2$ のタイムスロットにおける通信状況を示す図である。

【図 10】前記第 2 パターンにおける通信状況を示す図であって、(a) は $T = 3$ のタイムスロットにおける通信状況、(b) は $T = 4$ のタイムスロットにおける通信状況を示す

50

図である。

【図 1 1】図 9 (b) の拡大図である。

【図 1 2】図 9 (b) の他の拡大図である。

【図 1 3】路側機が複数の方向から電波を受信する様子を示す図である。

【図 1 4】時分割多重の第 3 パターンを示す図である。

【図 1 5】前記第 3 パターンにおける通信状況を示す図であって、(a) は $T = 1$ のタイムスロットにおける通信状況、(b) は $T = 2$ のタイムスロットにおける通信状況、(c) は $T = 3$ のタイムスロットにおける通信状況を示す図である。

【図 1 6】前記第 3 パターンにおける通信状況を示す図であって、(a) は $T = 4$ のタイムスロットにおける通信状況、(b) は $T = 5$ のタイムスロットにおける通信状況を示す図である。

10

【図 1 7】従来の同報通信を示す模式図である。

【図 1 8】無指向性アンテナで同報通信を行った場合の干渉を示す図である。

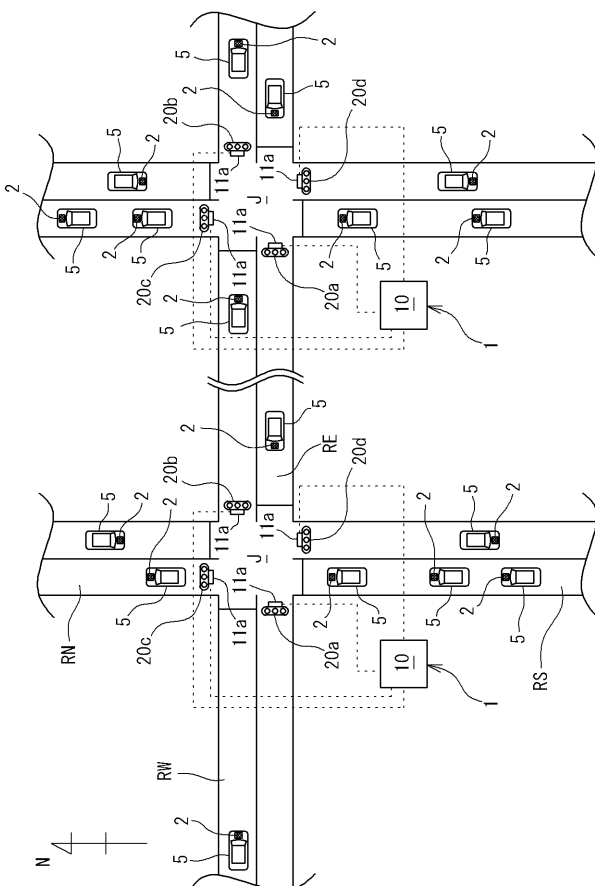
【符号の説明】

【0077】

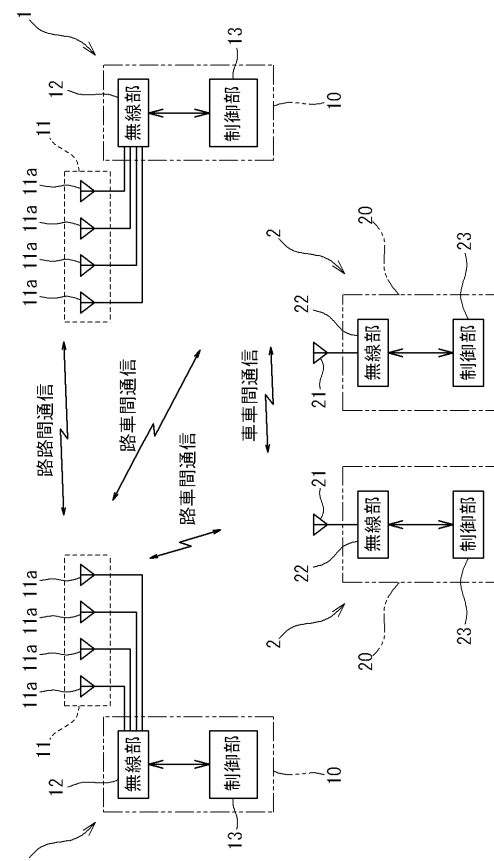
- 1 路側無線通信装置 (路側機)
- 2 移動無線通信装置 (車載機)
- 5 車両
- 10 通信装置本体
- 11 アンテナ部
- 11a 指向性アンテナ
- 12 無線部
- 13 制御部 (判定部)

20

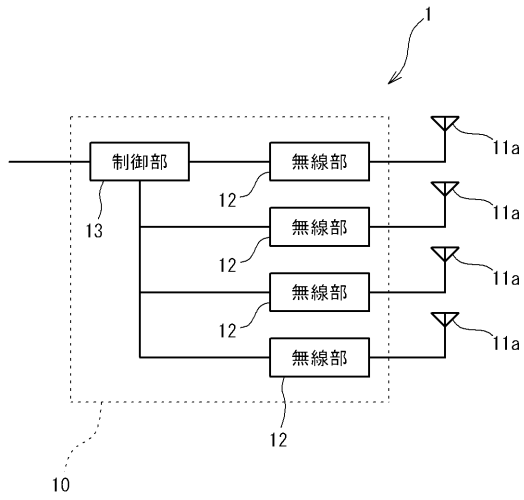
【図 1】



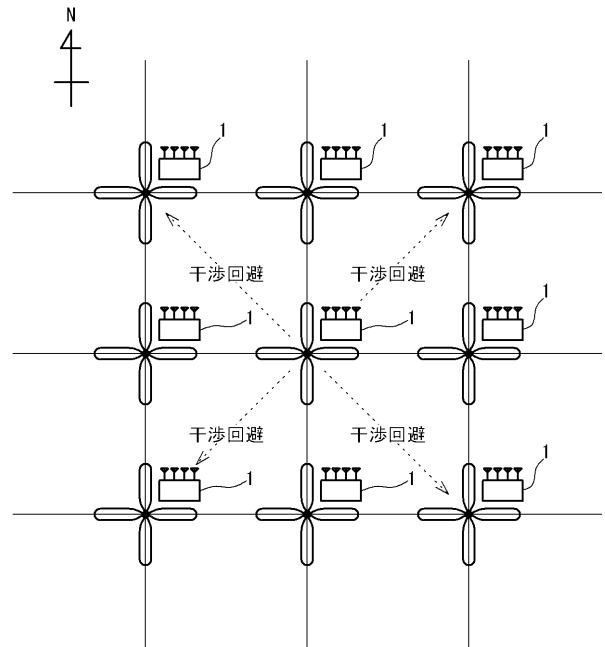
【図 2】



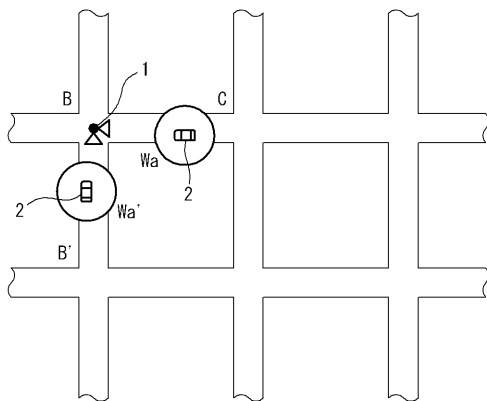
【図 3】



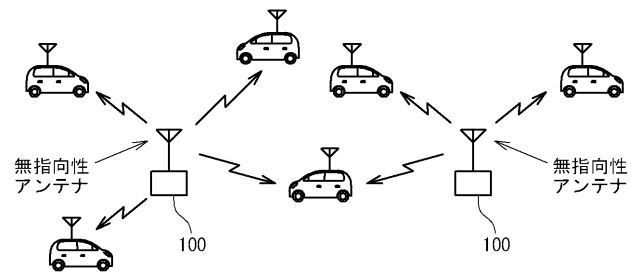
【図 4】



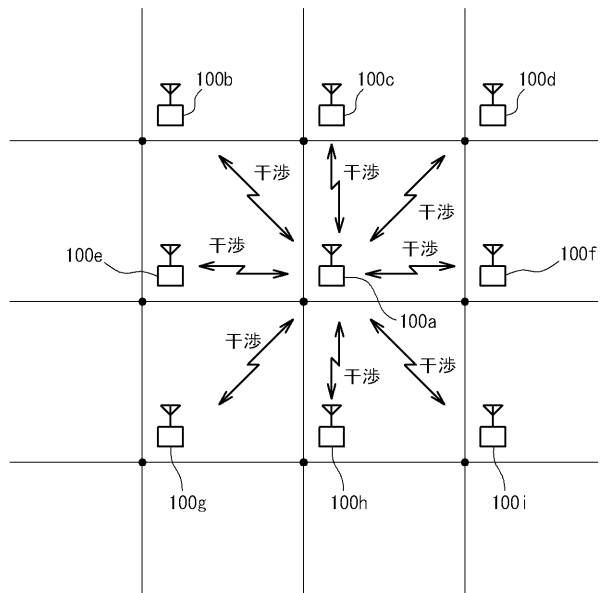
【図 13】



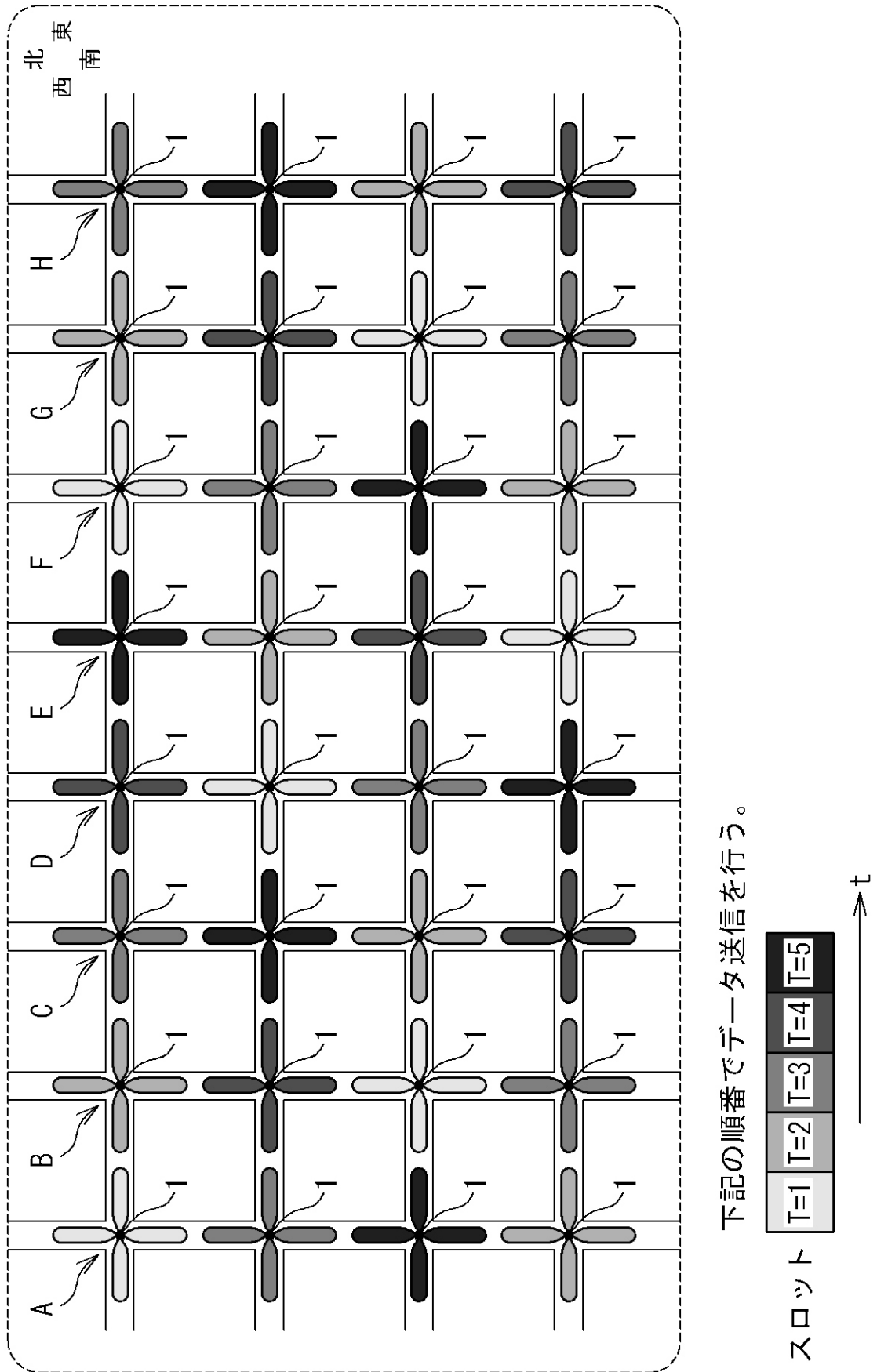
【図 17】



【図 18】



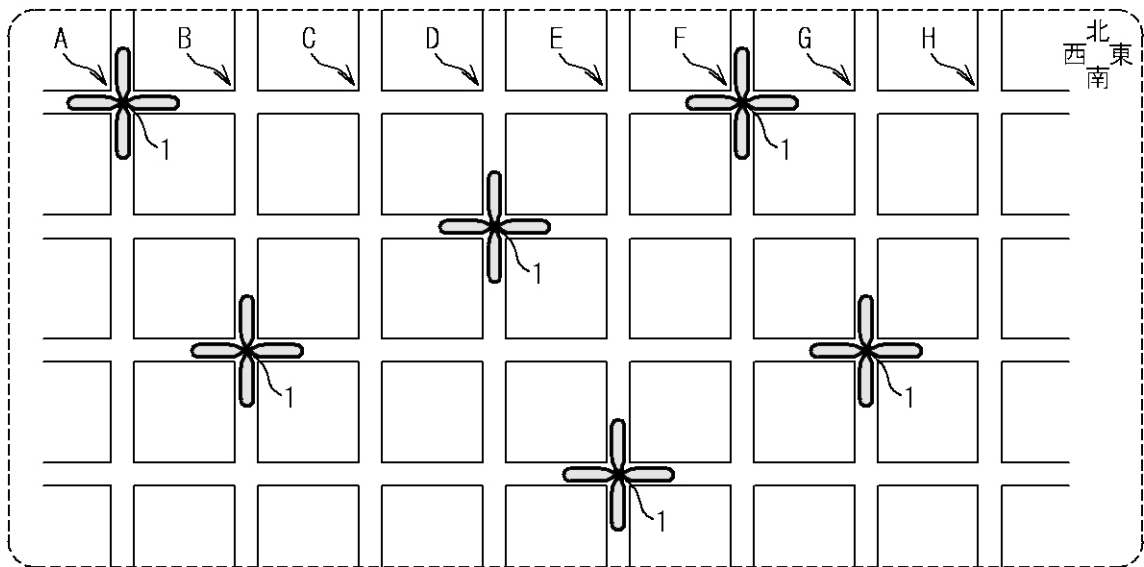
【図 5】



【図 6】

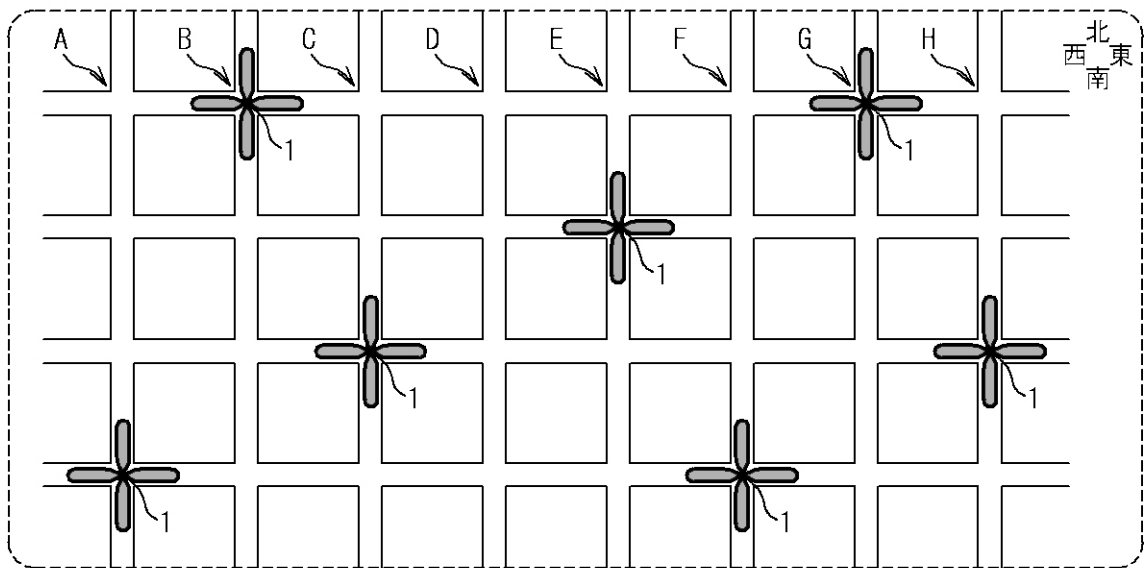
(a)

T=1



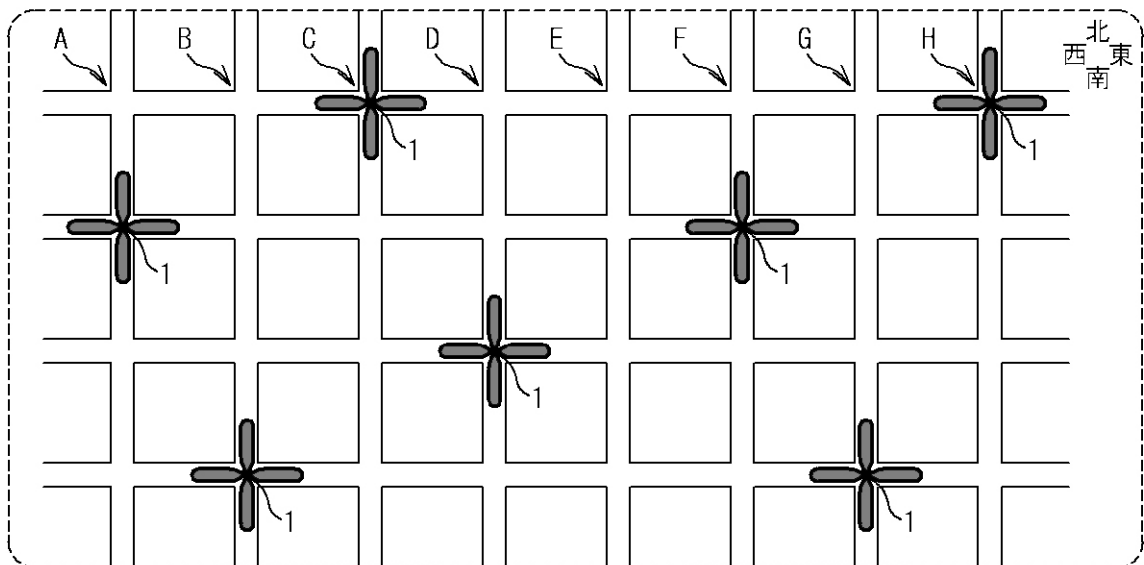
(b)

T=2



(c)

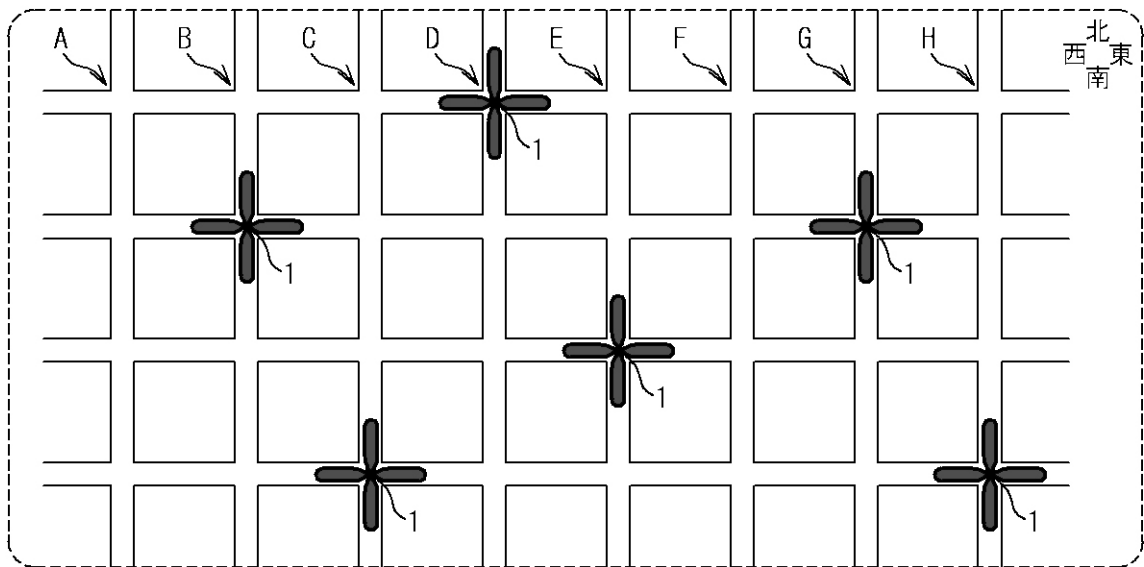
T=3



【図 7】

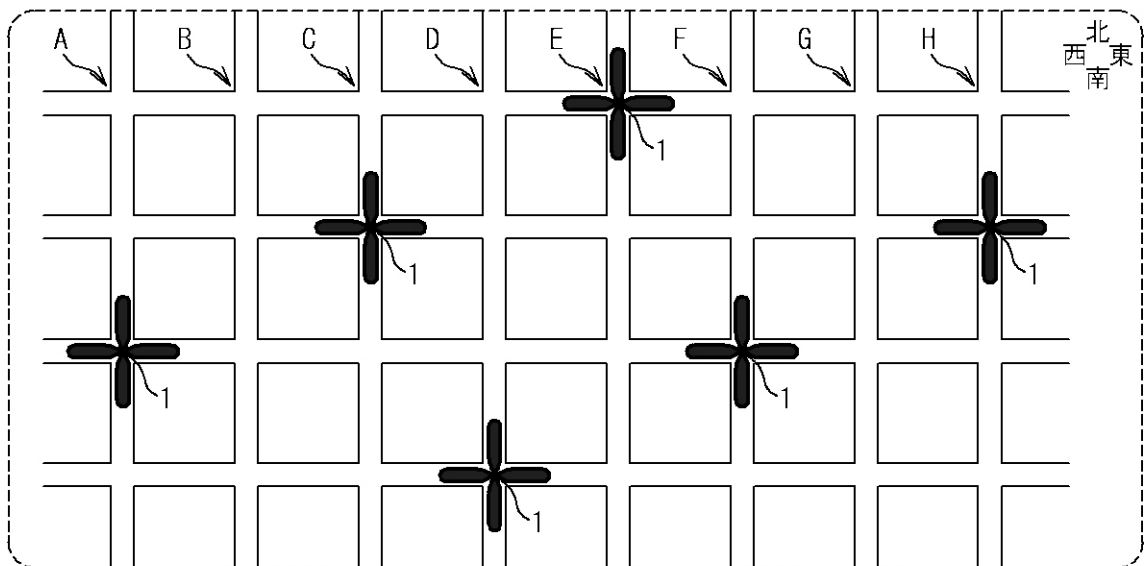
(a)

T=4

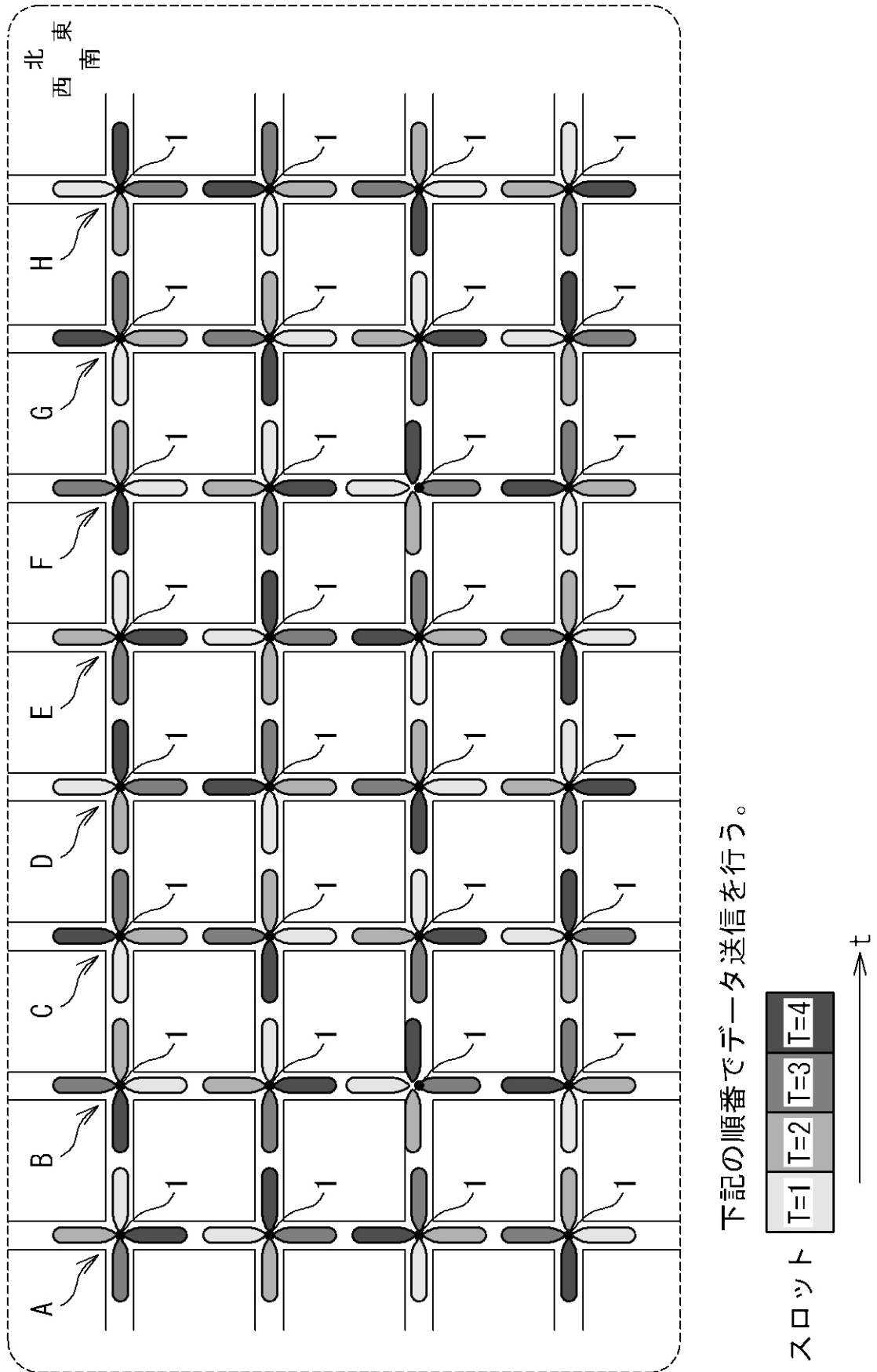


(b)

T=5



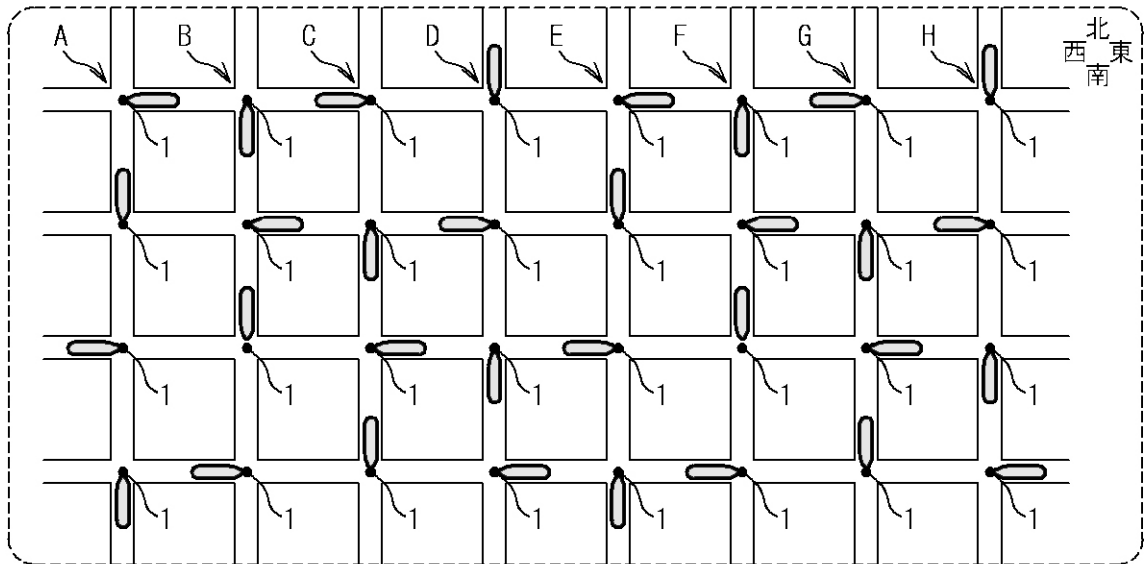
【図 8】



【図 9】

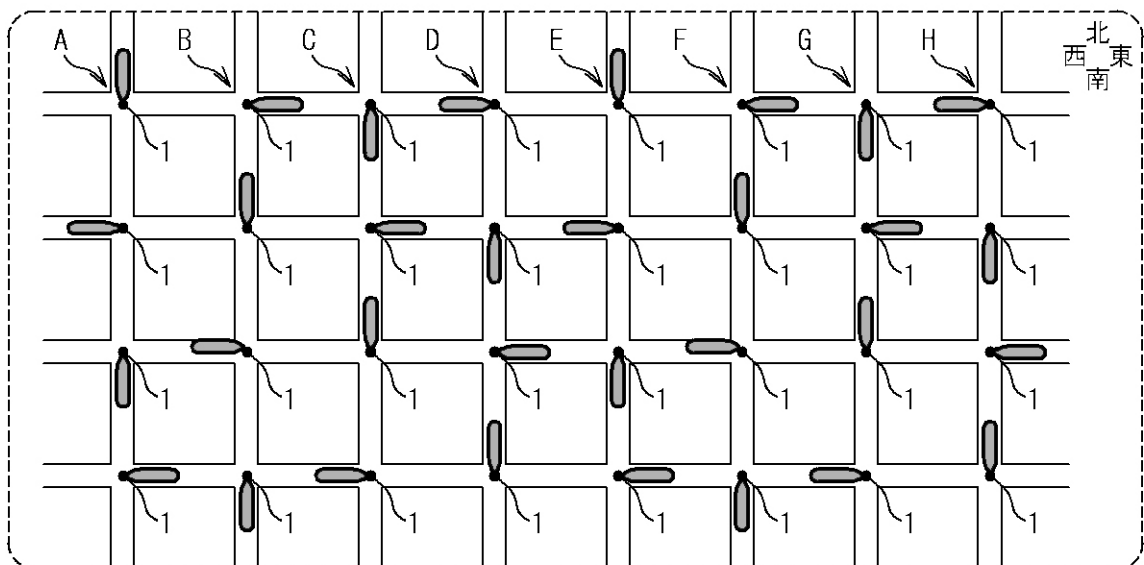
(a)

T=1

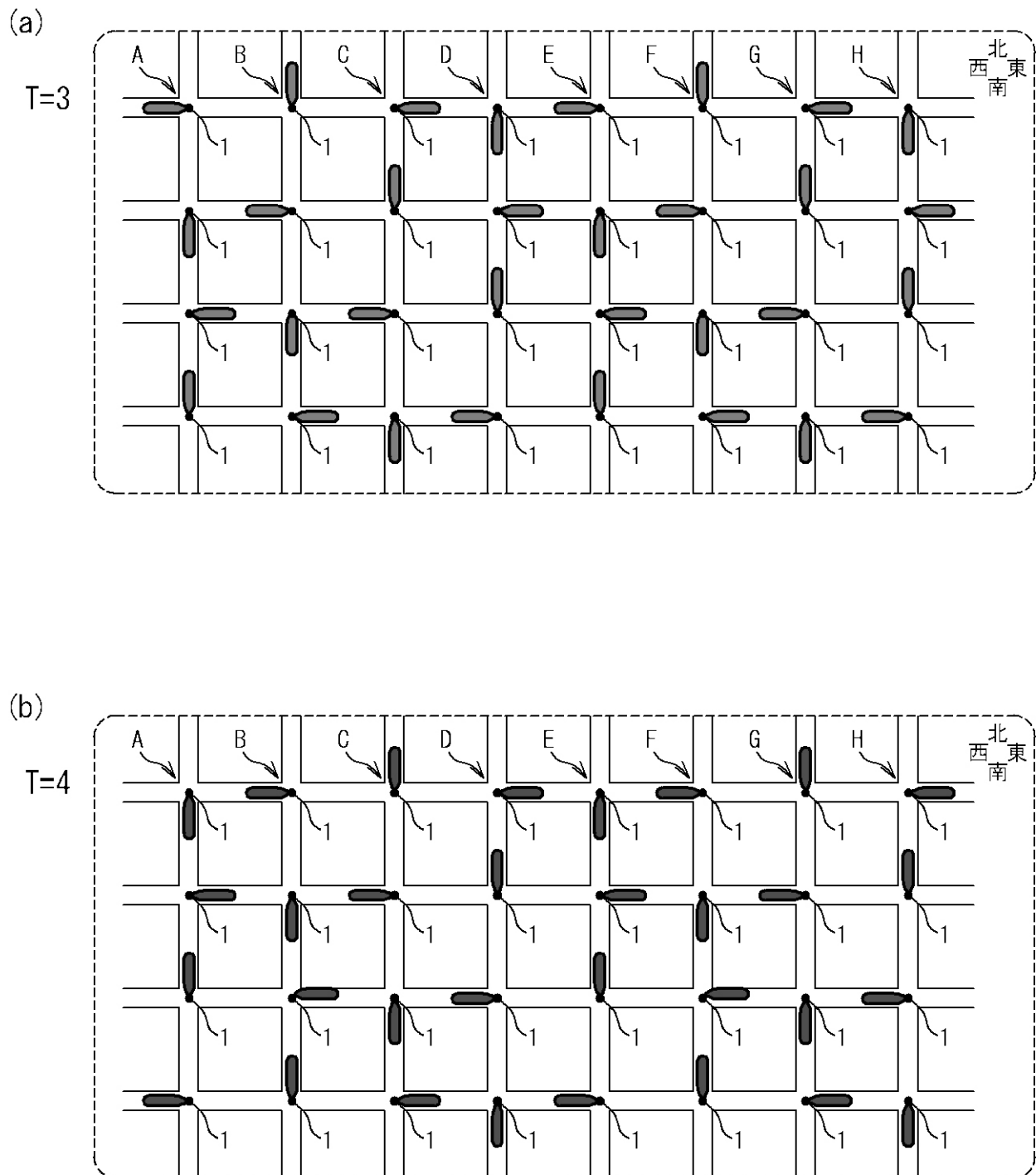


(b)

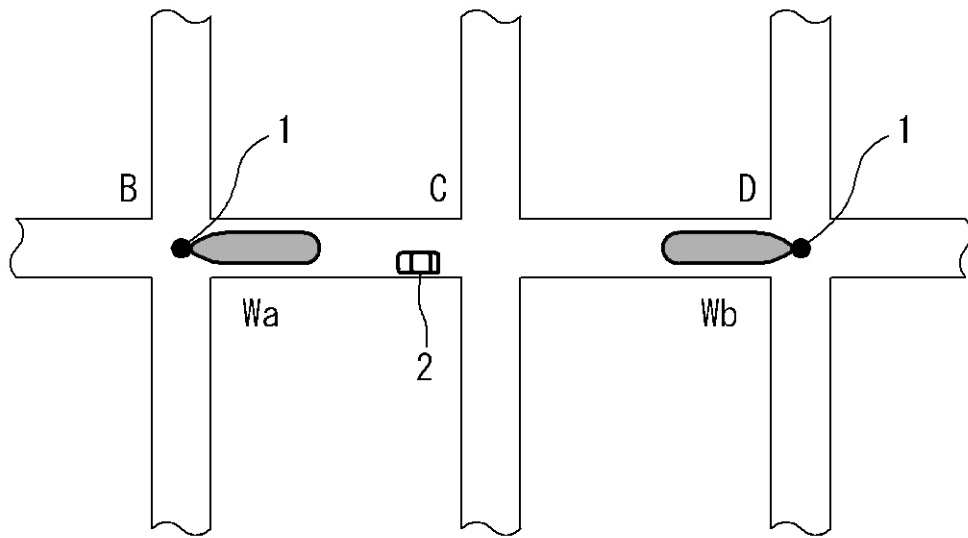
T=2



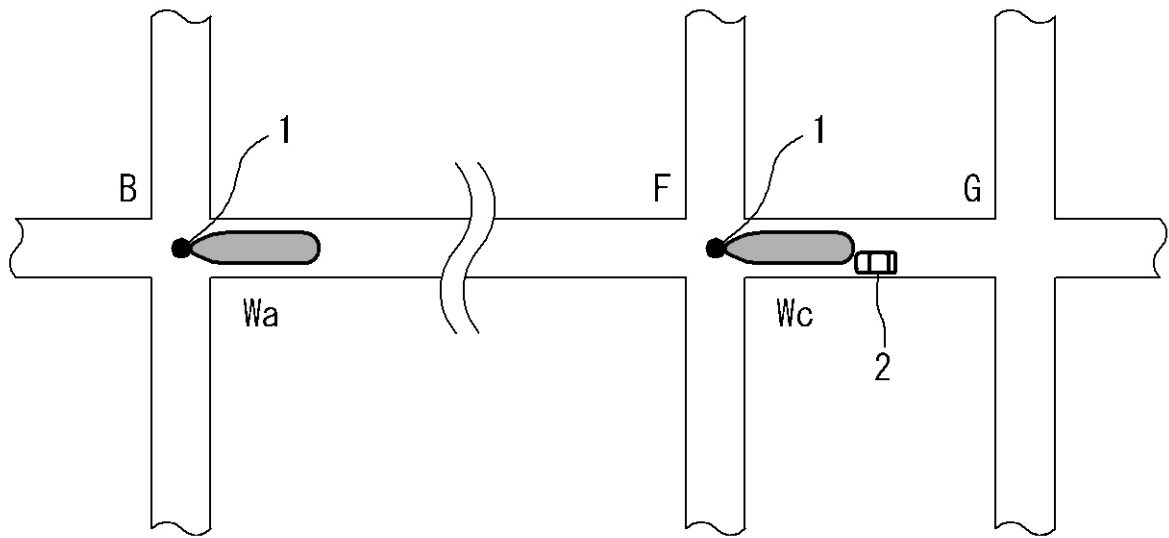
【図 10】



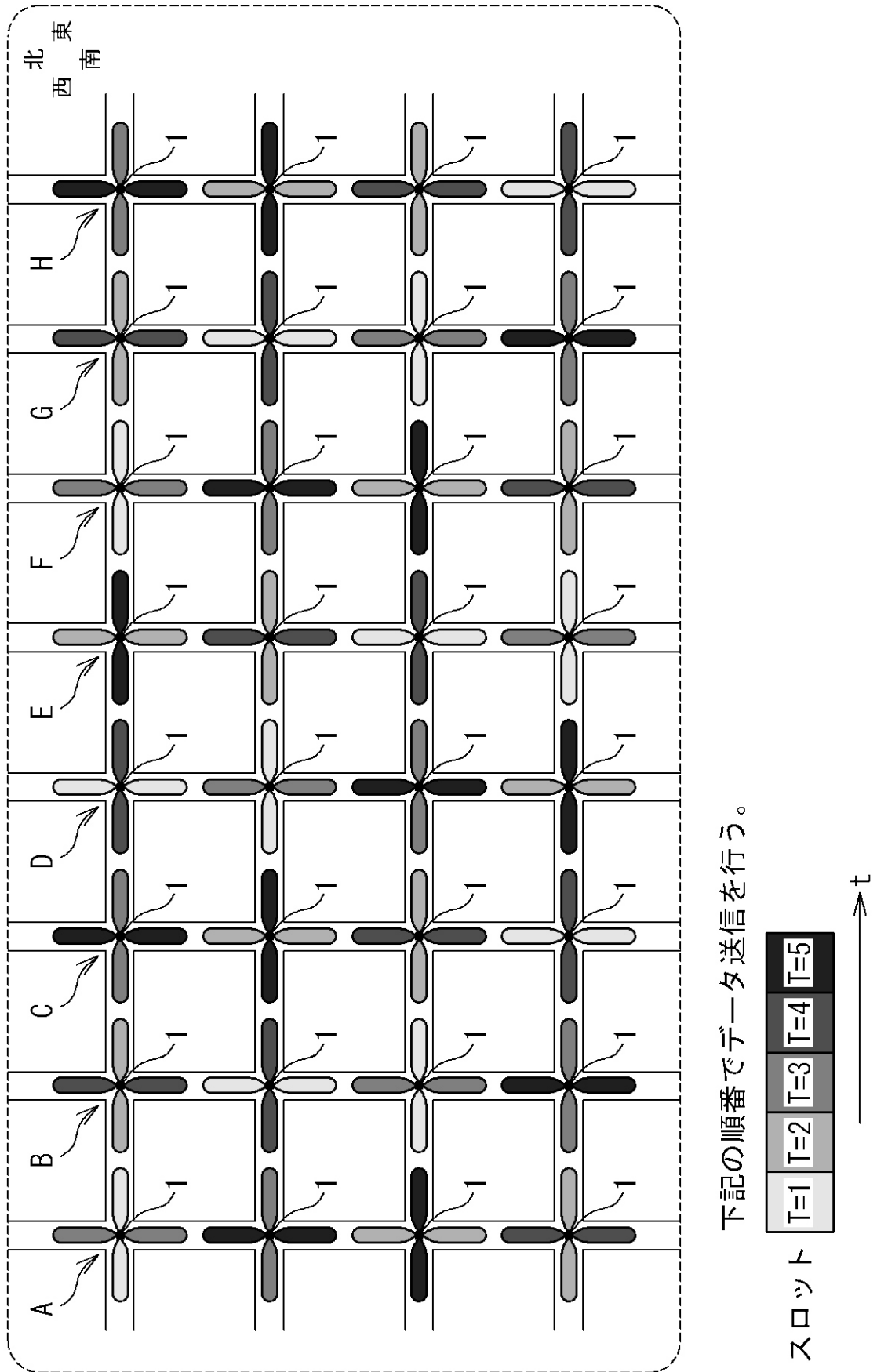
【図 11】



【図 1 2】



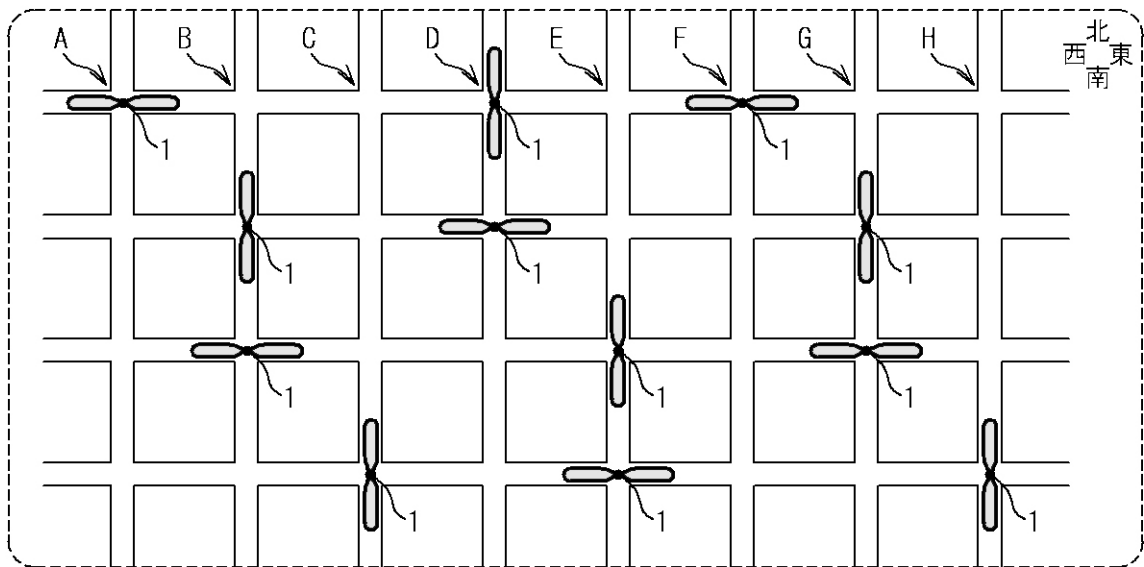
【図 14】



【図 15】

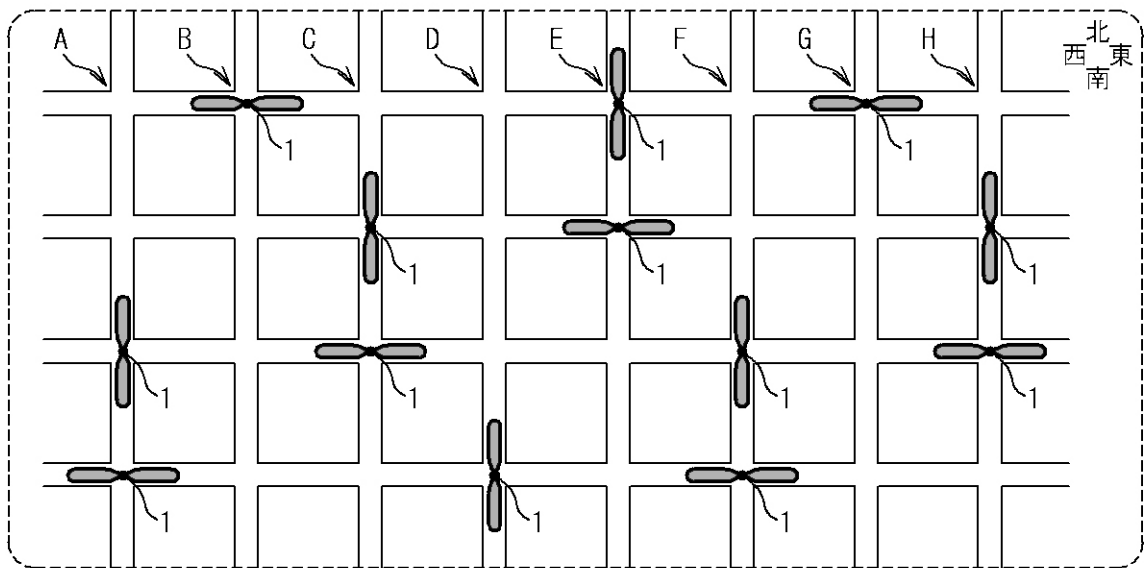
(a)

T=1



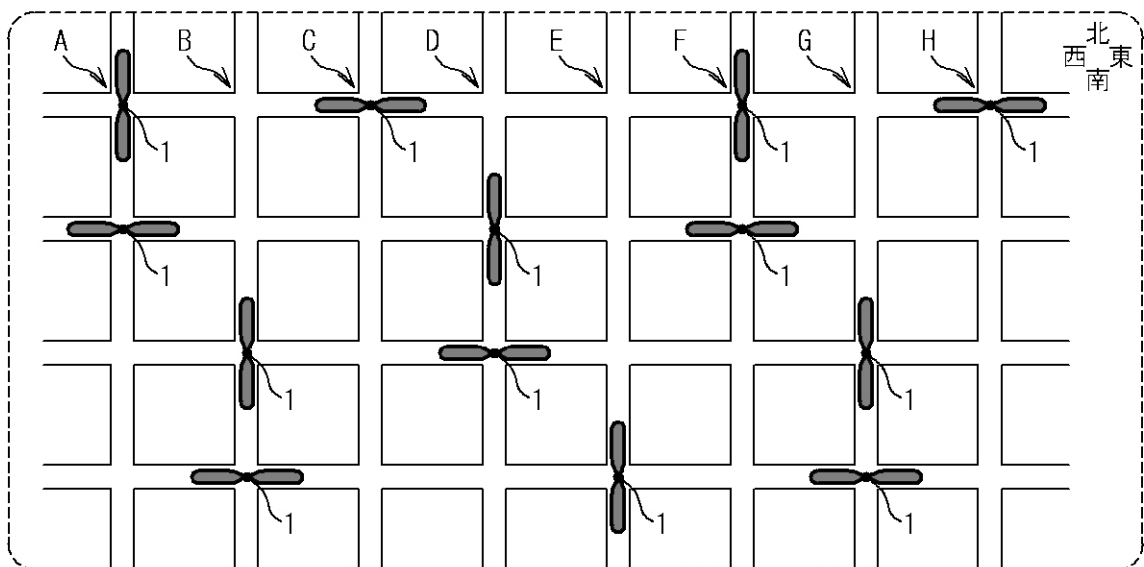
(b)

T=2



(c)

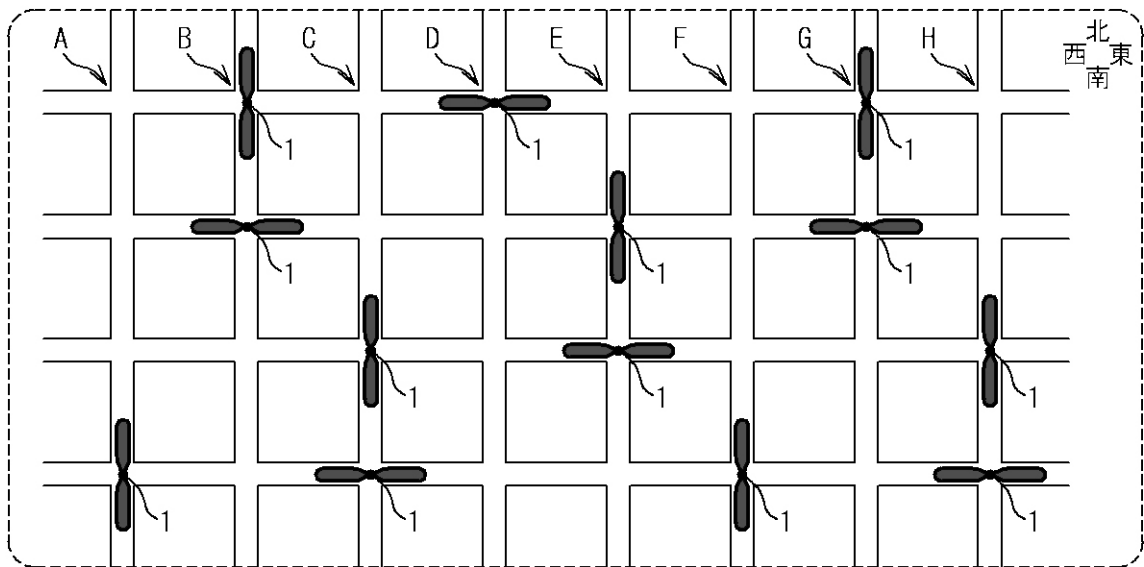
T=3



【図 16】

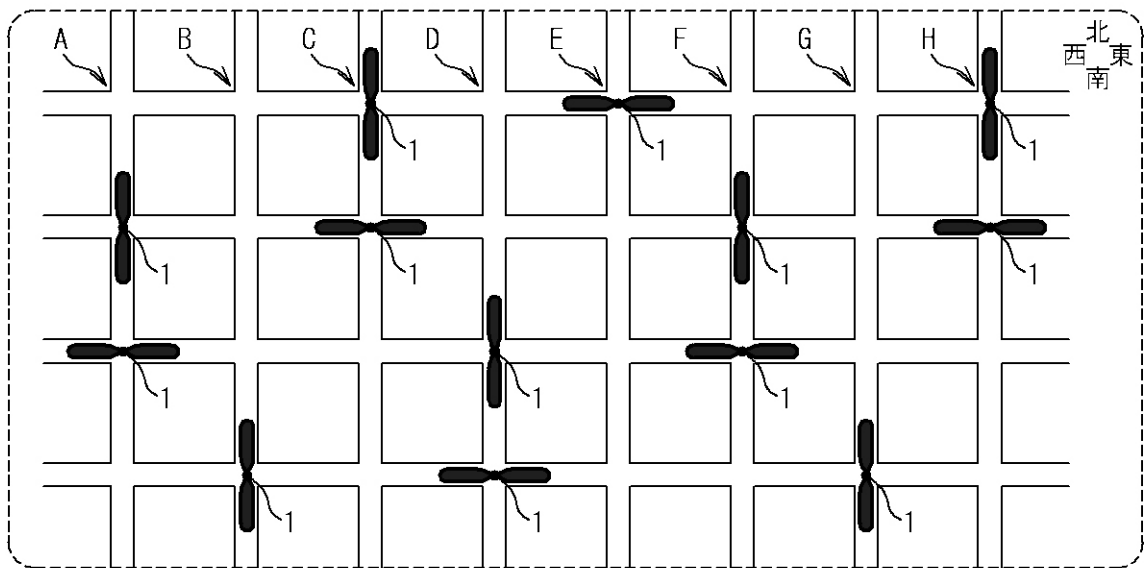
(a)

T=4



(b)

T=5



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)
<i>H 0 4 J</i>	<i>99/00</i>	<i>(2009.01)</i>	H 0 4 J	15/00	
<i>H 0 4 J</i>	<i>3/00</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 4 J	3/00	A