

## 明 細 書

**発明の名称**：受信装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、無線通信システムの受信装置に関する。

**背景技術**

[0002] ISM (Industry-Science-Medical) バンドなどにおいて免許の不要な無線通信システムが普及している。この無線通信においては、同一時間、周波数を用いる別の通信や他の無線システム、その他電子レンジ等の電気機器、妨害者などからの干渉波を受け、その通信品質が低下するため、耐干渉性能の向上が必要である。耐干渉性能を向上させる手段として、例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式においてランダムにヌルシンボルを挿入し、ヌルシンボルで干渉電力を測定する手法が特許文献1に開示されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：特許第4906875号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0004] 干渉波には、周波数が信号帯域幅より狭い狭帯域干渉、パケット長より時間的に短いバースト干渉、電子レンジの様に短時間では正弦波であるが周波数が変動する干渉など様々なタイプがあり、これらの干渉のタイプを事前に知ることができない場合は、ヌルシンボルから干渉電力を測定する場合に最適なフィルタリングを行うことができない。このため、あるタイプの干渉に対しては耐干渉性能が高くても、別のタイプの干渉に対しては耐干渉性能が低下する、という問題があった。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、耐干渉性能の高い受信装置を得ることを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、ヌルシンボルが含まれた信号を受信する受信装置であって、受信した信号からヌルシンボルを抽出するヌル抽出手段と、前記ヌル抽出手段で抽出された各ヌルシンボルの電力を計算する電力計算手段と、前記電力計算手段で計算された各ヌルシンボルの電力に対して複数種類のフィルタリングを実行し、複数種類の電力平均値を求めるフィルタ手段と、前記フィルタ手段が求めた前記電力平均値の非線形処理を行った値に基づいて、前記受信した信号に含まれているデータシンボルを規格化する規格化手段と、を備えることを特徴とする。

## 発明の効果

[0007] 本発明によれば、干渉の種類に応じた最適なフィルタリング結果を得ることができ、受信性能を向上させることができる、という効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明にかかる受信装置を適用した無線通信システムの構成例を示す図である。

[図2]図2は、無線機の構成例を示す図である。

[図3]図3は、送信機の構成例を示す図である。

[図4]図4は、受信機の構成例を示す図である。

[図5]図5は、ヌルシンボルが挿入された信号の一例を示す図である。

[図6]図6は、2次元フィルタ部のフィルタ特性としての重み係数の一例を示す図である。

[図7]図7は、フィルタ演算の一例を示す図である。

[図8]図8は、2次元フィルタ部の構成例を示す図である。

[図9]図9は、2次元フィルタの特性（重み係数）の一例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本発明にかかる受信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0010] 実施の形態.

図1は、本発明にかかる受信装置を適用した無線通信システムの構成例を示す図である。無線通信システムは、複数の基地局6と複数の移動局7を含んで構成されており、これらの基地局6と移動局7は、それぞれ無線機5およびアンテナ10を備える。複数の基地局6はそれぞれ有線ネットワーク8に接続される。移動局7は、例えば自動車や鉄道車両、航空機、船舶などの交通手段（移動体）に無線機5が搭載されたものである。また、移動局7を構成しているものと同様の無線機5を人が持ち運ぶ形態もあり得る。図1では記載を省略しているが、受信装置は無線機5を構成している。

[0011] 基地局6はそれぞれセルと呼ばれるエリアの中にあり、そのエリア内の複数の移動局7と通信を行う。移動局7は基地局6経由で有線ネットワーク8上の通信相手などと通信することができる。移動局7が隣のセルに移動した場合は基地局6との接続を切り替えることにより通信を持続することができる。

[0012] 図2は、無線機5の構成例を示す図である。図示したように無線機5にはアンテナ10が接続されており、その内部に受信機1、送信機2およびアンテナ共用器3を備える。時分割共用の場合、アンテナ共用器3は送受の切り替えを行うスイッチであり、周波数分割共用の場合、アンテナ共用器3は送信と受信の周波数を分離するフィルタである。図2では、無線信号を相互に送受信する2台の無線機5を記載しているが、いずれか一方の無線機5が基地局6に搭載され、他方の無線機5が移動局7に搭載されている。

[0013] 図3は、送信機2の構成例を示す図であり、図示したように、送信機2は、RF部21、IFFT部22、ヌル付加部23、変調部24および誤り訂正符号化部25を備えている。送信機2においては、送信データを誤り訂正符号化部25が符号化し、変調部24では符号化後の送信データをQPSKやQAMといった変調方式に従って変調する。誤り訂正符号化部25は、専用のハードウェアで実現してもよいし、ソフトウェアで実現してもよい。ソフトウェアで誤り訂正符号化部25を実現する場合、例えば、誤り訂正符号

化部25として動作するためのプログラムをCPU (Central Processing Unit)、システムLSI (Large Scale Integration) などのプロセッサが実行することにより実現する。ヌル付加部23は、変調後の送信データにヌルを付加し、ヌル付加後の送信データに対してIFFT部22がIFFT (Inverse Fast Fourier Transform: 逆高速フーリエ変換) を実施してOFDM変調を行い、OFDM変調後の送信データをRF部21が高周波に変換して出力する。

[0014] 図4は、受信機1の構成例を示す図である。図示したように、受信機1は、RF部11、FFT部12、ヌル抽出部13、電力計算部14、2次元フィルタ部15、規格化部16、復調部17および誤り訂正復号部18を備えている。受信機1においては、送信機2が送信した高周波信号を受信すると、まず、受信した信号をRF部11がベースバンド信号に変換し、次に、OFDMシンボル毎にFFT部12がサブキャリアに分解する。ヌル抽出部13は、シンボル毎、OFDMサブキャリア毎の信号 (FFT部12からの出力信号) からヌルシンボルを抽出し、電力変換部14がヌル抽出部13で抽出されたヌルシンボルである複素数信号 ( $I + Qj$ ) の電力値  $I^2 + Q^2$  を計算し、2次元フィルタ部15が時間周波数領域で電力値の平均化を行う。規格化部16は、2次元フィルタ部15によって算出された平均電力値を用いて、FFT部12からの出力信号のうち、ヌルでない信号部分 (データ信号部分) の規格化を行う。規格化は電力値 (2次元フィルタ部15から出力された平均電力値) の平方根で除算することにより行う。ヌルシンボル部分の平均電力値は干渉電力そのものであり、干渉電力が大きいシンボルは小さな重みとなることで干渉が抑圧される。このとき、干渉と同時に信号 (データ成分) も抑圧されるが、規格化部16から出力された信号を復調部17が復調した後、誤り訂正復号部18が復号処理を行うことにより回復することができる。誤り訂正復号部18は、専用のハードウェアで実現してもよいし、ソフトウェアで実現してもよい。ソフトウェアで誤り訂正復号部18を実現する場合、例えば、誤り訂正復号部18として動作するためのプログラムをP

ロセッサが実行することにより実現する。

[0015] 図5は、ヌルシンボルが挿入（付加）された信号の一例を示す図である。ヌルシンボルでないところは信号（データシンボル）が伝送される。図6は、2次元フィルタ部15のフィルタ特性としての重み係数の一例を示す図である。図6では、 $7 \times 7$ の時間周波数領域で重みがすべて1の特性を有するフィルタを示している。図7は、図6に示した特性のフィルタを用いて図5に示した信号をフィルタリングする場合のフィルタ演算の一例を示す図である。この例では、A点（Aが付与されたデータシンボル）の干渉電力はA点を中心として $7 \times 7$ の領域にあるヌル点（Bが付与されたヌルシンボル）の電力の平均となる。

[0016] 図8は、2次元フィルタ部15の構成例を示す図である。2次元フィルタ部15は、第1の2次元フィルタ151、第2の2次元フィルタ152、第3の2次元フィルタ153および最大値選択部154を備える。各2次元フィルタ（第1の2次元フィルタ151、第2の2次元フィルタ152および第3の2次元フィルタ153）は、それぞれ異なる特性を有する。最大値選択部154は、各2次元フィルタから出力される電力値のうち、最大の電力値を選択して出力する。各2次元フィルタはそれぞれ異なるタイプの干渉に適したフィルタであるため、その最大値を干渉電力とすることで異なるタイプの干渉に対応することができる。

[0017] 図9は、各2次元フィルタの特性（重み係数）の一例を示す図である。図9の例では、第1の2次元フィルタ151が時間周波数領域で $3 \times 15$ の範囲で等重みのフィルタ、第2の2次元フィルタ152が時間周波数領域で $7 \times 7$ の範囲で等重みのフィルタ、第3の2次元フィルタ153が時間周波数領域で $15 \times 3$ の範囲で等重みのフィルタとしている。第1の2次元フィルタ151は時間分解能が高く周波数分解能が低い。そのため時間変動が速い干渉に対して性能が高いが、狭帯域干渉に対しては性能が低い。一方、第3の2次元フィルタ153は時間分解能が低く周波数分解能が高い。そのため時間変動が速い干渉に対して性能が低い、狭帯域干渉に対しては性能が高

い。第2の2次元フィルタ152は、第1の2次元フィルタ151と第3の2次元フィルタ153の中間の特性となる。これらのフィルタ出力の最大値などの非線形処理によるフィルタリング結果として2次元フィルタ部15が出力することで狭帯域干渉と時間変動の速いバースト干渉に対して高い耐干渉性能を得ることができる。非線形処理には最大値以外にメジアン値などを用いることができる。

[0018] 図8では、特性の異なる3種類の2次元フィルタを備えた2次元フィルタ部15の構成例を示したが、4種類以上の2次元フィルタを備えた構成や2種類の2次元フィルタを備えた構成としてもよい。

[0019] このように、本実施の形態の受信装置は、複数のヌルシンボルにおける受信電力を時間周波数領域で平均化する2次元フィルタ処理において、複数の異なる特性のフィルタを用いてフィルタリングを行い、複数のフィルタリング結果のうち最大値などの非線形処理を使用してデータシンボルの規格化を行うこととした。これにより、狭帯域干渉やバースト干渉など、干渉の種類に応じた最適なフィルタリング結果を得ることができ、受信性能を向上させることができる。

[0020] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

### 産業上の利用可能性

[0021] 以上のように、本発明にかかる受信装置は、ヌルシンボルが挿入されている無線信号を送受信する通信装置（基地局、移動局など）を構成する受信装置として有用である。

### 符号の説明

[0022] 1 受信機、2 送信機、3 アンテナ共用器、5 無線機、6 基地局、7 移動局、8 有線ネットワーク、10 アンテナ、11, 21 R F部、12 F F T部、13 ヌル抽出部、14 電力計算部、15 2次元フィルタ部、16 規格化部、17 復調部、18 誤り訂正復号部、22

I F F T部、2 3 ノル付加部、2 4 変調部、2 5 誤り訂正符号化部  
、1 5 1 第1の2次元フィルタ、1 5 2 第2の2次元フィルタ、1 5 3  
第3の2次元フィルタ、1 5 4 最大値選択部。

## 請求の範囲

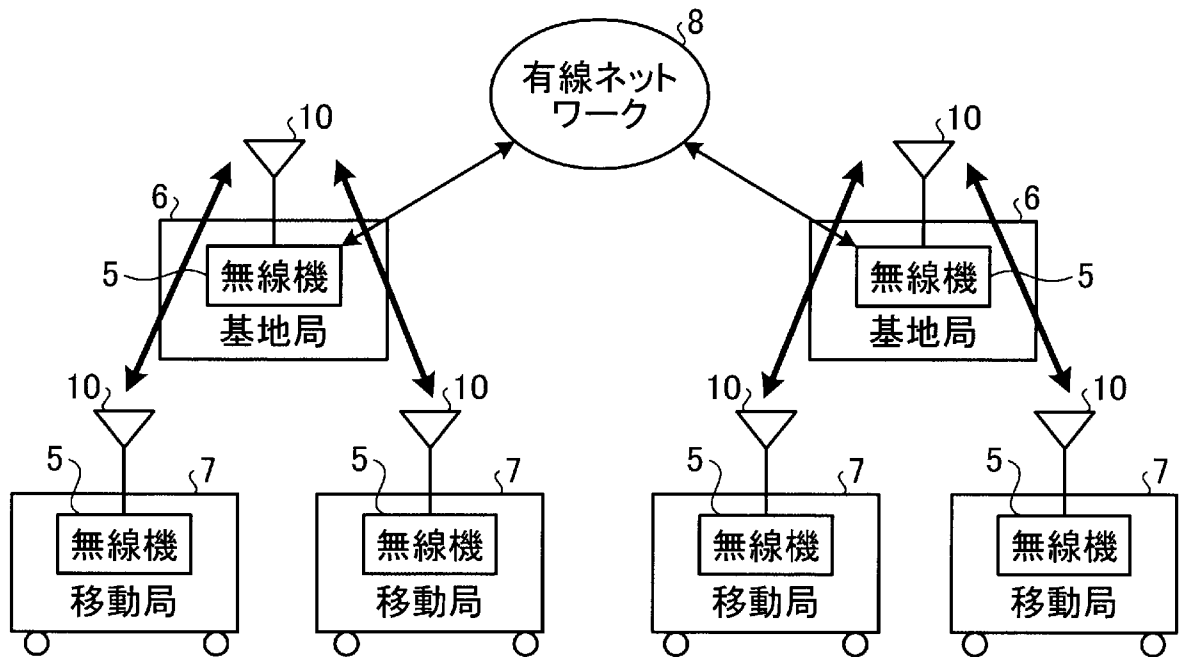
- [請求項1]           ヌルシンボルが含まれた信号を受信する受信装置であって、  
受信した信号からヌルシンボルを抽出するヌル抽出手段と、  
前記ヌル抽出手段で抽出された各ヌルシンボルの電力を計算する電力計算手段と、  
前記電力計算手段で計算された各ヌルシンボルの電力に対して複数種類のフィルタリングを実行し、複数種類の電力平均値を求めるフィルタ手段と、  
前記フィルタ手段が求めた前記電力平均値の非線形処理を行った値に基づいて、前記受信した信号に含まれているデータシンボルを規格化する規格化手段と、  
を備えることを特徴とする受信装置。
- [請求項2]           前記フィルタ手段は、時間周波数領域においてフィルタリングを実行することを特徴とする請求項1に記載の受信装置。
- [請求項3]           前記複数種類のフィルタリングは、狭帯域干渉により受信信号に付加された干渉成分の電力平均値を算出するためのフィルタリングと、バースト干渉により受信信号に付加された干渉成分の電力平均値を算出するためのフィルタリングと、を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の受信装置。
- [請求項4]           マルチキャリア無線伝送システムを構成することを特徴とする請求項1、2または3に記載の受信装置。



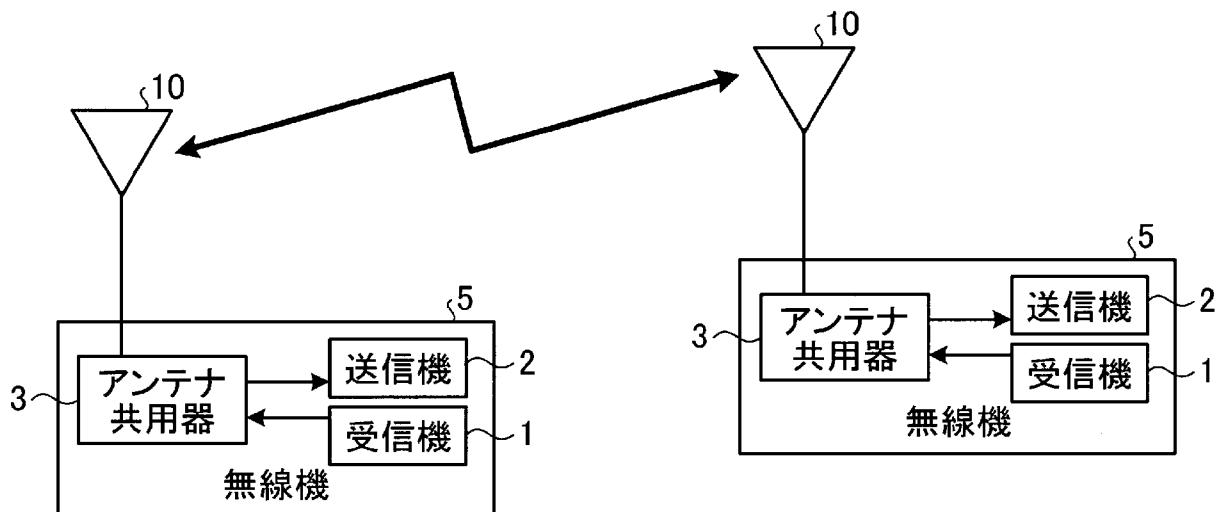
## 要 約 書

本発明にかかる受信装置は、ヌルシンボルが含まれた信号を受信する受信機1であって、受信した信号からヌルシンボルを抽出するヌル抽出部13と、ヌル抽出部13で抽出された各ヌルシンボルの電力を計算する電力計算部14と、電力計算部14で計算された各ヌルシンボルの電力に対して複数種類のフィルタリングを実行し、複数種類の電力平均値を求める2次元フィルタ部15と、2次元フィルタ部15が求めた電力平均値の非線形処理を行った値に基づいて、受信した信号に含まれているデータシンボルを規格化する規格化部16と、を備える。

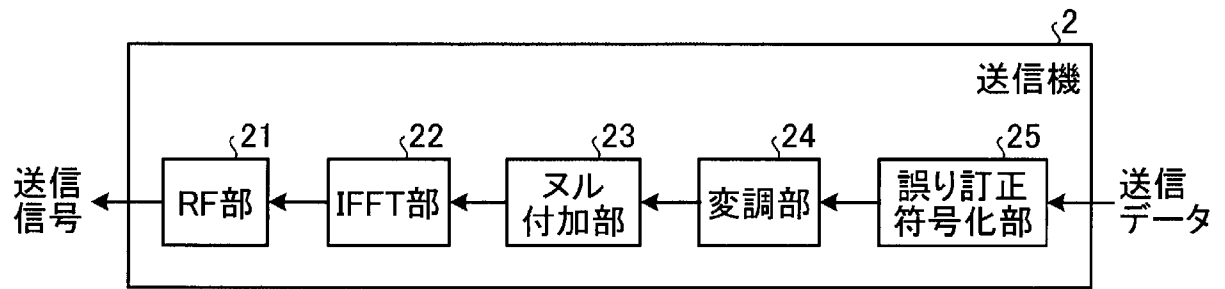
[図1]



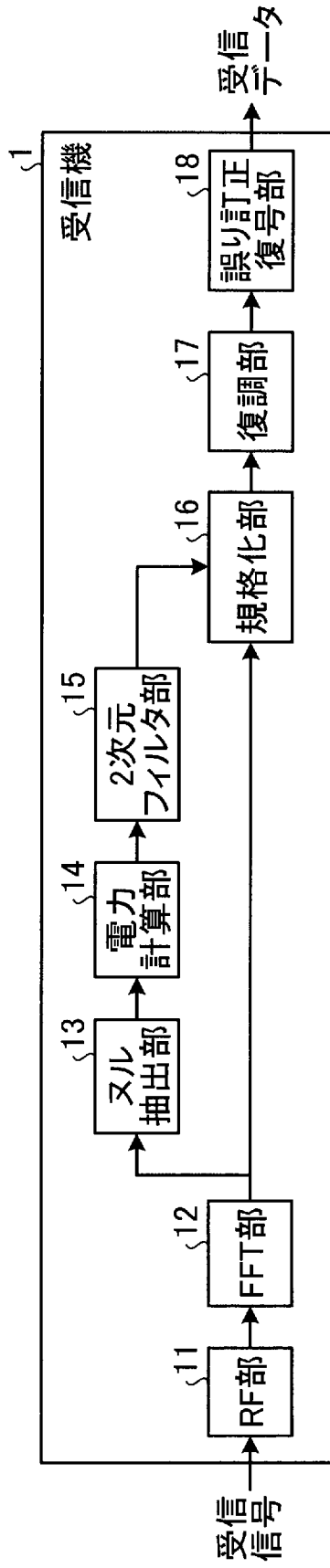
[図2]



[図3]

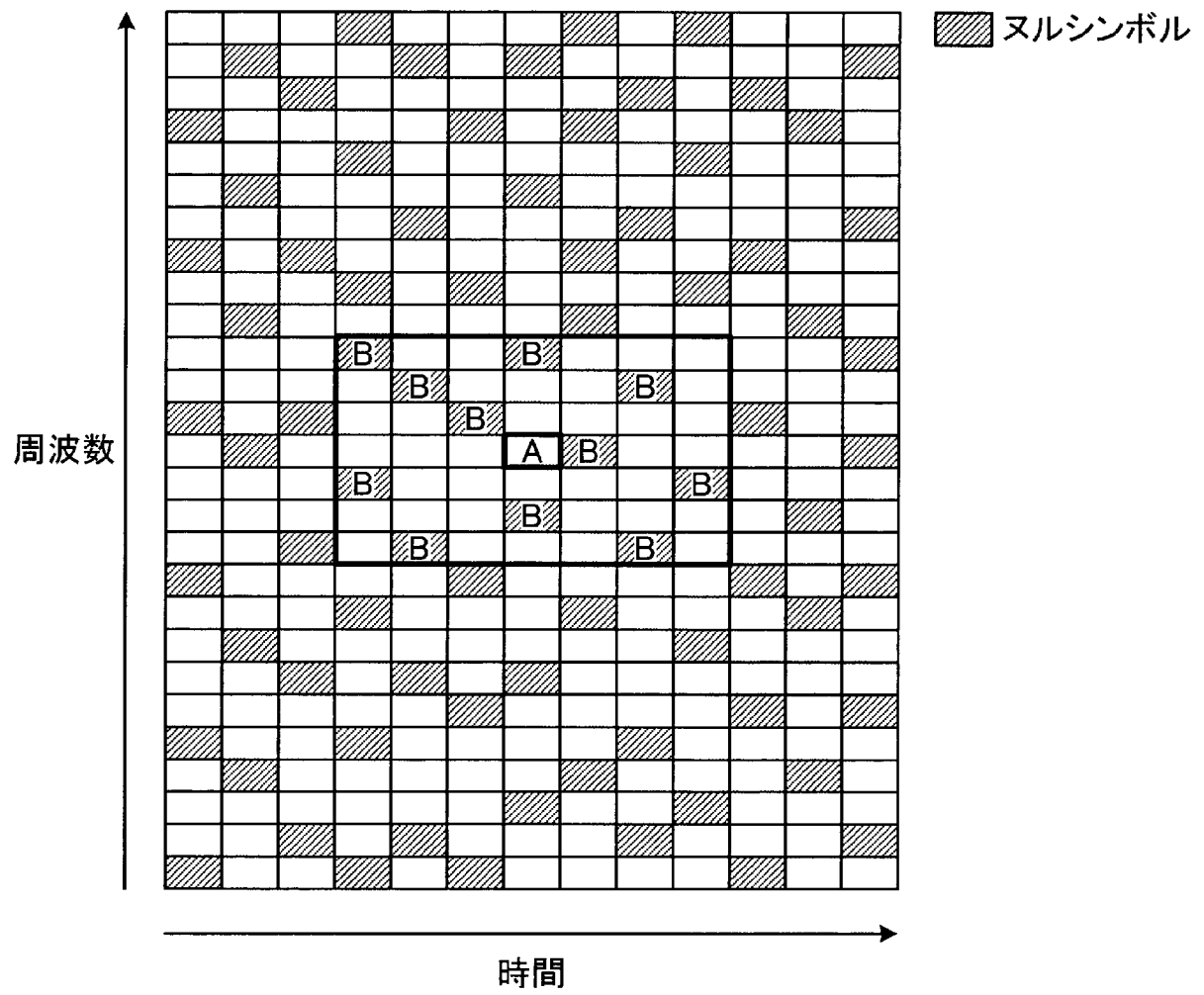


[図4]





[図7]



[図8]

