

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年7月9日 (09.07.2009)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2009/084463 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04W 72/08 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/073130
- (22) 国際出願日: 2008年12月12日 (12.12.2008)
- (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 2007-341376  
2007年12月28日 (28.12.2007) JP  
特願2008-105473 2008年4月15日 (15.04.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人電気通信大学 (THE UNIVERSITY OF ELECTRO-COMMUNICATIONS) [JP/JP]; 〒1828585 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 村岡一志 (MURAOKA, Kazushi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 有吉正行 (ARIYOSHI, Masayuki) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 藤井威生 (FUJII, Takeo) [JP/JP]; 〒1828585 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 池田憲保, 外 (IKEDA, Noriyasu et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町1丁目2番2号日比谷ダイビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS DEVICE, WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND METHOD FOR DETECTING RADIO WAVE

(54) 発明の名称: 無線機、無線通信システムおよび無線電波の検出方法

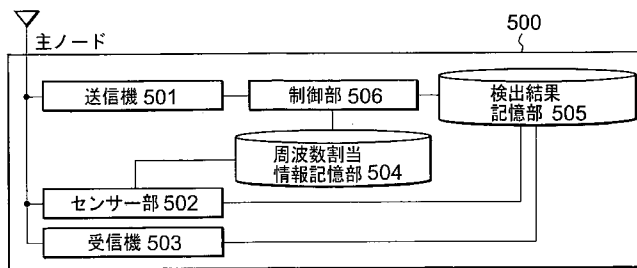


図 3

- 500 MAIN NODE
- 501 TRANSMITTER
- 506 CONTROL UNIT
- 505 DETECTION RESULT STORAGE UNIT
- 504 FREQUENCY ALLOCATION INFORMATION STORAGE UNIT
- 502 SENSOR UNIT
- 503 RECEIVER

(57) Abstract: A wireless communication system including a plurality of cognitive wireless devices, each of the devices at least includes transmission-reception means and detection means that detects a radio wave transmitted from a wireless device in another wireless communication system, is provided with a control unit which decides a frequency band in which each cognitive wireless device of a wireless device group composed of the plurality of cognitive wireless devices is made to detect the radio wave.

(57) 要約: 送受信手段と、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出手段とを少なくとも備える複数台のコグニティブ無線機を含む無線通信システムに、複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループの各コグニティブ無線機に無線電波を検出させる周波数帯域を決定する制御部を備えることとした。



WO 2009/084463 A1



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,  
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, NA, 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,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書  
— 補正書

## 明 細 書

## 無線機、無線通信システムおよび無線電波の検出方法

技術分野：

本発明は、周囲の無線環境を認知して使用する周波数帯を定める無線機及び無線通信システムに関する。

背景技術：

周囲の無線環境に応じて、適応的に無線通信に用いるパラメータを変更する無線通信システムであるコグニティブ無線においては、周囲の無線環境を認知（無線信号を検出）し、その無線環境に応じてパラメータの最適化を行う。特に、他の無線通信システム（以後プライマリシステムと記載する）に割り当てられた周波数帯域においてコグニティブ無線通信システムがセカンダリシステムとして周波数帯域を共有して利用することで周波数帯域の利用効率を向上できる。

周波数帯域をプライマリシステムとセカンダリシステムで共有する際、プライマリシステムを優先的に保護する必要がある。このため、プライマリシステムは、予め割り当てられた周波数帯域を優先的に利用できる。また、セカンダリシステムはプライマリシステムへの干渉を回避するために、プライマリシステムに使用されていない周波数帯域を利用するか、プライマリシステムで許容される干渉量以下となるよう通信を行う必要がある。即ち、セカンダリシステムは、周波数帯域の使用前に、プライマリシステムによる当該帯域の使用状況を正確に識別する必要がある。

セカンダリシステムによって周波数帯域の使用状況を識別する方法は概ね2通りに分類できる。

一方は、通信開始前にセカンダリシステムの使用候補周波数帯域において、プライマリシステムの使用中の周波数帯域をセカンダリシステムの無線機が検出する方法である。もう一方は、セカンダリシステムが使用中の周波数帯域に

において、プライマリシステムの通信の開始を検出する方法である。この場合、セカンダリシステムは、周波数帯域の使用を停止して使用可能な他の周波数帯域を用いて通信を行なう。

プライマリシステムが使用する周波数帯（セカンダリシステムが使用したい周波数帯域）を検出する具体的な方法として、セカンダリシステム無線機（コグニティブ無線機）が周囲の無線信号を検出する手段としてスペクトラムセンシングがある。スペクトラムセンシングは大別すると、時間平均により求めた受信信号電力の大きさにより判定する電力検出による方法と、プライマリシステムの送信信号に含まれる特徴量を検出に利用する方法がある。信号の特徴量を利用した方法としては、プライマリシステムの送信信号に含まれる周期定常性を利用した方法や、受信信号内のパイロット信号系列と同一の系列をセカンダリシステム無線機で用意し、受信信号系列と相関をとる方法がある。このような技術は、例えば、非特許文献 1 及び特許文献 1 に記載されている。

特許文献 1 には、他の無線機器（プライマリシステム）に割当てられた無線チャンネル（無線帯域）が空き状態かを検出する無線チャンネル検出手段を備えるコグニティブ通信システムが記載されている。当該コグニティブ通信システムでは、無線チャンネルを検出して、空いていた場合（プライマリシステムが使用していない場合）に有効期間を定め、当該有効期間が切れた場合に無線基地局がコグニティブ通信システムの無線端末に有効期間が切れた周波数帯域の検出を指示して無線チャンネルの空き状態を再確認している。また、当該文献には、受信信号を解析処理して、周波数特性、振幅特性、アクセス方式、変調方式などを識別するスペクトラムセンシング技術も記載されている。

尚、特許文献 1 に記載された様な個別のセカンダリシステム無線機によるスペクトラムセンシングでは、フェージング、シャドーイング、距離減衰、周波数相関の影響等の周囲の無線伝搬環境の影響により、プライマリシステムの確実な検出が難しい。同じく、セカンダリシステム無線機の個体に起因する検出精度や検出の失敗などの影響を強く受ける。

次に、複数のセカンダリシステムの無線機による協調センシングの概念を図 1 に示し説明する。図 1 には、既存の無線機である送信を行うプライマリシス

テム無線機100と受信を行うプライマリシステム無線機110、同一通信方式が使用可能であるセカンダリシステムの全ての無線機または一部の無線機から構成されたグループ（無線機グループ）に含まれるセカンダリシステム無線機200～230がある。図1では、例として4つのセカンダリシステム無線機から構成されるグループ（無線機グループ）を示す。グループに含まれるセカンダリシステム無線機は、一台の主ノード200とその他の従ノード210、220、230に分類される。尚、従ノード210、220、230は、主ノードと同一の構成としてもよいし、異なる構成でもよい。

ここでは、グループに含まれる主ノード200、従ノード210、220、230が個々にプライマリシステムの検出を行う。そして検出に用いられるスペクトラムセンシング方法は、非特許文献1や特許文献1に示されている方法やそれら以外の方法でもよく、特に制限はない。

各従ノードは検出を行った後、夫々主ノード200に対して検出情報を送信する。主ノード200は、従ノードから受信した使用周波数帯の検出情報と主ノード200自身が行った検出情報とを合わせて利用し、検出した周波数帯域がプライマリシステムに使用されているか否かを判定する。主ノード200は、従ノードに対して、使用可能な周波数帯域を通知する。

上述したように、協調センシングでは、各セカンダリシステム無線機が個別に行うスペクトラムセンシング方法にどのような方法を用いても良い。しかし、電力検出によるスペクトラムセンシングと比べ、パイロット信号との相関値を利用する方法等の特徴量を利用したスペクトラムセンシングでは、プライマリシステムの検出精度が高いが、処理時間が長い。このため、広範囲な周波数帯域に含まれる全てのチャンネルに対して特徴量を利用したスペクトラムセンシングを適用することは好ましくない。そこで、広範囲な周波数帯域に含まれる全てのチャンネルに対して効率良く検出可能な技術が望まれる。

上記広範囲な周波数帯域を検出する技術の一例として、特許文献2が挙げられる。特許文献2には、セカンダリシステムの使用中のチャンネルにおいて、長さが異なる2種類の待機時間をチャンネル内に用意し、二段階に分けてプライマリシステムの検出を行う方法が記載されている。当該方法では、所定の周期内

に、第一段階の検出で用いられる一つまたは複数の短い待機時間と、第二段階の検出で用いられる一つの長い待機時間が設けられる。短い待機時間は、各チャンネルと対応付けられており、各セカンダリシステム無線機は、対応するチャンネルに対して上述の電力検出など所要時間が短く処理量の小さいスペクトラムセンシングを用いたセンシングを行う。セカンダリシステム無線機は、得られた結果からプライマリシステムに使用されている可能性が十分に低いチャンネルの、第二段階の検出を省略する。例えば、電力検出で得られた電力値があらかじめ決定した閾値を常に下回るチャンネル等は、第二段階で検出が省略される。次に長い待機時間では、セカンダリシステム無線機が、残ったチャンネルに対してのみ、特徴量を利用した上述のスペクトラムセンシングを用いてより精度の高いプライマリシステムの検出を行う。

上記方法では、処理時間の短い電力検出等のスペクトラムセンシングを第一段階に用いることで、特徴量を利用したスペクトラムセンシングを行うチャンネルをあらかじめ限定し、処理時間を削減している。

特許文献1 : 特開2007-88940号公報

特許文献2 : WO2007096819号公報

非特許文献1 : D. Cabric, S.M. Mishra, R.W. Brodersen, "Implementation issues in spectrum sensing for cognitive radios," 出典: the Thirty-Eighth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers (2004年11月)

#### 発明の開示:

#### 発明が解決しようとする課題

次に、説明を明瞭とする為、図2A、図2Bを用いて、8つのセカンダリシステム無線機が同一の周波数帯域を対象としてプライマリシステムの無線信号を検出する例を示す。

図2Aでは、横軸を周波数、縦軸を電力とし、プライマリシステムの信号が信号301、302、303として記載されている。当該プライマリシステムの信号は、例えば、テレビやラジオなどの各局に割振られた周波数帯の信号である。また、信号がない周波数帯域(チャンネル)は、プライマリシステムで使

用されていないことを表す。図2Aの例では、セカンダリシステムで使用するチャンネルをch1～ch8の8つに分割している。

図2Bでは、横軸は周波数、縦軸は#1から#8はセカンダリシステムの第1無線機から第8無線機と対応する。また、点線で囲まれた領域は、各セカンダリシステム無線機が検出を行う周波数帯域を表し、チャンネル毎に縦の点線で区切られている。各セカンダリシステムの無線機は、ch1から順次ch8まで、プライマリシステムが使用しているか否かを検出する。

図中の○、×はそれぞれ、セカンダリシステム無線機における各チャンネルの検出結果であり、○は「当該帯域をプライマリシステムが使用中でない」、×は「当該帯域をプライマリシステムが使用中である」ことを示す。図2Bの例では、図2Aに示した様に、プライマリシステムがch1、ch5、ch8の3つchに係る周波数帯域を使用中であり、セカンダリシステムの第1無線機から第8無線機が行なう検出結果が×と成っている。

尚、図2Bでは、グループに含まれる8つ全てのセカンダリシステム無線機を、主ノードと従ノードの区別をせずにノード#nの表記で表している。これらの表記は、図9、図10、図11、図12、図13、図14、図15、図17、図18、図19の各図においても共通とする。

このように、各セカンダリシステムの無線機が、全ての周波数帯域（チャンネルを）を順次検出を行なった場合には、多くのリソースを費やす必要があり、効率的でない。

本発明は上記課題を鑑みてなされたものであり、効率的に他の無線通信システムを検出可能とする無線通信システムを提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

本発明に係る無線通信システムは、送受信部と、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部とを少なくとも備える複数台のコグニティブ無線機を含み、更に、前記複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループの各コグニティブ無線機に無線電波を検出させる周波数帯域を決定する制御部を備えることを特徴とする。

#### 発明の効果

本発明によれば、効率的に他の無線通信システムを検出可能とする無線通信システムを提供できる。

#### 図面の簡単な説明：

図1は、プライマリシステムと協調センシングを行うセカンダリシステムの構成を示す図である。

図2Aは、全セカンダリシステム無線機が同一の周波数帯域において協調センシングを行う場合の周波数帯域割当を示す説明図である。

図2Bは、全セカンダリシステム無線機が同一の周波数帯域において協調センシングを行う場合の周波数帯域割当を示す説明図である。

図3は、主ノードのセカンダリシステム無線機を示す機能ブロック図である。

図4は、主ノードの制御部を示す機能ブロック図である。

図5は、別の主ノードを示す機能ブロック図である。

図6は、従ノードのセカンダリシステム無線機を示す機能ブロック図である。

図7は、別の従ノードを示す機能ブロック図である。

図8は、主ノードの検出に関する動作を示すフローチャートである。

図9は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の一例を示す図である。

図10は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の一例を示す図である。

図11は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の一例を示す図である。

図12は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の一例を示す図である。

図13は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の一例を示す図である。

図14は、サブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。

図15は、サブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。

図16は、従ノードの検出に関する動作を表すフローチャートである。

図 1 7 は、第 2 の実施の形態におけるサブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。

図 1 8 は、第 3 の実施の形態におけるサブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。

図 1 9 は、第 4 の実施の形態におけるサブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態：

本発明の第 1 の実施の形態を図 3 ないし図 1 6 に基づいて説明する。

本実施の形態は、主ノードから複数の従ノードに対して、プライマリシステムの検出を行なう周波数帯域を指示すると共に、主ノード 5 0 0 が検出結果を収集して解析することによって、効果的にプライマリシステムを検出可能とすることを特徴とする。以降、主ノードと、主ノードの指示によってプライマリシステムを検出する従ノードから構成される無線機グループを協調グループと記載し、説明する。

図 3 は、第 1 の実施の形態におけるセカンダリシステム無線機（コグニティブ無線機）である主ノード 5 0 0 を示す機能ブロック図である。尚、説明を明瞭にする為、本発明と関係の少ない主ノードの細部については、記載を省略する。

主ノード 5 0 0 は、セカンダリシステム間で通信を行うための送信機 5 0 1 及び受信機 5 0 3 と、プライマリシステムが周波数帯域を使用しているか否か、即ち、他の通信システムの無線機から送信された無線電波を検出するセンサー部 5 0 2（検出部）と、プライマリシステムの周波数割当を記憶する周波数割当情報記憶部 5 0 4 と、主ノード 5 0 0 と各従ノードが過去に検出を担当した周波数帯域の情報とその検出結果を収集して記憶する検出結果記憶部 5 0 5 と、無線機グループの各無線機に無線電波を検出させる周波数帯域を決定すると共に各種演算処理及び制御処理を行う制御部 5 0 6 とを備える。尚、記憶部の分割は任意であり、複数の記憶部に分散させて情報を記憶しても良いし、ひとつの記憶部に全ての情報を記憶しても良い。

図4は、主ノード500の制御部506を示す機能ブロック図である。

制御部506は、協調グループに含まれる従ノードと主ノード500を一つまたは複数のサブグループに分割するサブグループ分割部701と、各サブグループに含まれるセカンダリシステム無線機が検出を担当する周波数帯域を割り当てる周波数帯域割当部702と、検出結果から判別してプライマリシステムが要求する周波数帯域使用条件を満たすかどうか検査する検査部703とを備える。

サブグループ分割部701は、検出結果記憶部505に記憶された主ノード500と各従ノードが検出を担当する周波数帯域の情報及びその検出結果を利用し、サブグループの編成、再編成を行う。また、サブグループ分割部701は、セカンダリシステム無線機がどのサブグループに含まれるかという情報を、送信機501に送る。

周波数帯域割当部702は、周波数割当情報記憶部504に記憶されたプライマリシステムの周波数割当情報と、検出結果記憶部505に記憶された主ノード500と各従ノードが検出を担当した周波数帯域の情報とその検出結果を利用して、初回、及び次の段階での検出に用いる各サブグループが担当する周波数帯域の割当（決定）、及び再割当を行う。また、周波数帯域割当部702は、各サブグループが検出を担当する周波数帯域の情報を送信機501に送る。

検査部703は、検出結果記憶部505に記憶された主ノード500と各従ノードが検出を担当した（過去に収集した）周波数帯域の情報とその検出結果を利用して、プライマリシステムに要求される周波数帯域の使用条件を満たすかどうか検査を行う。検査部703は、検査を行った結果、当該帯域の使用条件を満たす場合には、当該帯域が使用可能であることを送信機501に送る。また、検査部703は、当該帯域の使用条件を満たさない場合には、サブグループ分割部701と周波数帯域割当部702に、当該帯域が使用不可である情報を送る。

図5は、別の主ノード600を示す機能ブロック図である。主ノード600は、プライマリシステムの検出にシステム毎の特徴量を利用したスペクトラムセンシングを用いる。主ノード600では、主ノード500の構成に加えて、

プライマリシステムから送信される信号のシンボル長やパイロット信号等を記憶するシステムパラメータ記憶部601が設けられている。システムパラメータ記憶部601は、センサー部502と共にプライマリシステムの特徴量を利用したスペクトラムセンシングに用いられる。

尚、本発明において、主ノードの構成は500と600の何れを用いても実現できる。

図6は、セカンダリシステム無線機である従ノード510を示す機能ブロック図である。尚、説明を明瞭にする為、本発明と関係の少ない従ノードの細部については、記載を省略する。

従ノード510は、セカンダリシステム間で通信を行うための送信機511及び受信機513と、通知された検出対象となる周波数帯域においてプライマリシステムの検出を担当して行うセンサー部512（検出部）と、プライマリシステムの周波数割当を記憶する周波数割当情報記憶部514とを備える。

ここで担当とは、検出対象となる周波数帯域全体を分割した一つまたは複数の周波数帯域においてプライマリシステムの検出を従ノードが受け持つことをいう。

図7は、別の従ノード610を示す機能ブロック図である。従ノード610は、プライマリシステムの検出にシステム毎の特徴量を利用したスペクトラムセンシングを用いる。従ノード610では、従ノード510の構成に加えて、プライマリシステムから送信される信号のシンボル長やパイロット信号等を記憶するシステムパラメータ記憶部611が設けられている。システムパラメータ記憶部611は、センサー部512と共にプライマリシステムの特徴量を利用したスペクトラムセンシングに用いられる。

尚、本発明において、従ノードの構成は510と610の何れを用いても実現できる。

次に第1の実施の形態の動作例について説明する。

図8は、主ノード500のプライマリシステムの検出に関する動作を示すフローチャートである。以下このフローチャートを用いて説明する。

主ノード500の制御部506は、検出の開始を決定する（ステップS10

00)。

次に、制御部506のサブグループ分割部701は、協調グループに含まれる従ノードと主ノード500自身を合わせて一つまたは複数のサブグループに分割する。更に、制御部506の周波数帯域割当部702は、プライマリシステムの検出の為に各サブグループの担当する周波数帯域を割り当てる(ステップS1010)。ここで、同一サブグループに含まれる従ノードは全て、同一の周波数帯域においてプライマリシステムの検出を行う様にする。尚、サブグループの分割及び周波数帯域の割当は、後に例を示し詳説する。

次に、送信機501は、ステップS1010においてサブグループ毎に割り当てられた周波数帯域を従ノードに通知する(ステップS1020)。

次に、センサー部502は、主ノード500自身が含まれるサブグループに割り当てられた周波数帯域においてプライマリシステムの検出を行う(ステップS1030)。

次に、受信機503は、従ノードから送信されてくる検出結果を受信する(ステップS1040)。

更に、制御部506の検査部703は、従ノードから受信した検出結果及び主ノード500自身が行った検出結果、主ノード500と従ノードの過去の検出結果を用いて、周波数帯域使用条件を満たしているかどうか検査し、使用条件を満たしている場合は、次ステップに進み、使用条件を満たしていない場合には、ステップS1010に戻る(ステップS1050)。尚、使用条件を満たしていない場合は、ステップS1010として、検出結果記憶部505に記録されている主ノード500と従ノードが過去に検出を担当した周波数帯域の情報とその検出結果の情報を利用して、サブグループの再編成と各サブグループが検出を担当する周波数帯域の再割当を行い、ステップS1020に進む。

制御部506は、周波数帯域使用条件を満たしている場合は、検出が完了したことを表す Acknowledgement (ACK) を全ての従ノードに送信する(ステップS1060)。

制御部506は、周波数帯域使用条件を満たすまで上記動作は繰り返す。周

波数帯域使用条件を満たし ACK を送信した後に検出に関する動作が終了となる（ステップ S 1 0 7 0）。

このように、主ノードを中心に、協調グループを構成し、検出対象の周波数帯域をサブグループに分割して、当該サブグループを検出する従ノードを割当てることによって、検出対象の周波数帯域を使用しているプライマリシステムを効率よく検出可能とできる。

更に、後述するように主ノードがサブグループの再決定及び周波数帯域再割当を行なうことで、プライマリシステムの検出精度を保ちつつ、各ノードの処理量、処理時間を削減できる。即ち、効率的に他の無線通信システムを検出可能とできる。

次に、ステップ S 1 0 1 0 で行なわれるサブグループの分割と各サブグループが検出を行う周波数帯域の割当と、再サブグループの分割と再割当とを複数例示し、説明する。

図 9 は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の一例を示す図である。

図 9 では、全 8 ノード（8 台のセカンダリシステム無線機）の協調グループを分割し、ノード # 1 とノード # 2 がサブグループ # 1（4 0 1）に、ノード # 3 とノード # 4 がサブグループ # 2（4 0 2）に、ノード # 5 とノード # 6 がサブグループ # 3（4 0 3）に、ノード # 7 とノード # 8 がサブグループ # 4（4 0 4）に、割り当てられている。本例では、各セカンダリシステム無線機が主ノードであるか従ノードであるかは特に区別していない。主ノードも従ノードと同様に、自らが割当てた周波数帯域を検出して、協調センシングの一部を受持つ。

図 9 の例では、全てのサブグループは、2 つのチャンネル分の周波数帯域を含んでいる。この例では、各ノードが行うスペクトラムセンシングの処理負担が均一となるように、同一のチャンネル数が割り振られている。各セカンダリシステム無線機によって、各チャンネルに対してプライマリシステム検出のためのスペクトラムセンシングが行われ、その結果が○（当該帯域をプライマリシステムが使用中でない）、×（当該帯域をプライマリシステムが使用中である）で

示されている。

図10は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の別の一例を示す図である。

図9と図10で示されるサブグループ分割と周波数帯域割当の異なる点は、図10では全ノード数が7であり、ノード#6がサブグループ#3(413)とサブグループ#4(414)の両方に含まれている。このようにサブグループを分割することにより、ノード#6が他のノードと比べてより高精度なスペクトラムセンシング手法を使用可能である場合や、ノード#6が電源供給可能であって他のノードと比べて電力の消費が問題とならない場合などに効果的に協調センシングを行える。この例のように、複数のサブグループに含まれるセカンダリシステム無線機があってもよい。

図11は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の更に別の一例を示す図である。

図11に示されたサブグループ分割と周波数帯域割当の例では、全8ノードが8サブグループに分割されているため、分割された各周波数帯域におけるプライマリシステムの検出は、全て1ノードで行われる。各ノードがスペクトラムセンシングを行う周波数帯域を1台毎に分離することで、スペクトラムセンシングをより広帯域に行うことができる。同じく、各ノードでのスペクトラムセンシングに要する処理量が削減可能になる。この例のように、各サブグループに含まれるノード数は、複数でなく、一つであってもよい。

図12は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の更に別の一例を示す図である。

図12に示されたサブグループ分割と周波数帯域割当の例では、サブグループ毎に割り当てられた各周波数帯域が連続となっておらず離散的に配置されている。また、サブグループ#3(423)に割り当てられた周波数帯域には、連続した周波数帯域でないチャンネルが含まれている。この例のように、分割された各周波数帯域は連続している必要はなく、また、分割された周波数帯域内のチャンネルも同様に連続している必要はない。さらに、図12のように分割された各周波数帯域に含まれているチャンネルの数、各チャンネルの帯域幅は一定で

なくてよい。

図13は、セカンダリシステム無線機で構成されるサブグループとプライマリシステムの検出を担当する周波数帯域割当の更に別の一例を示す図である。

図13に示される例では、各サブグループに含まれたセカンダリシステム無線機の数異なっている。各周波数帯域の過去の検出結果が利用できる場合など、プライマリシステムによる使用頻度の高い周波数帯域やプライマリシステムによる使用頻度の低い周波数帯域を分類し、この例のように主ノードがプライマリシステムの使用頻度に応じてスペクトラムセンシングを行わせるノード数を変えることが可能である。例えば図13では、サブグループ#1(431)で割当てられた周波数帯域は、過去の当該帯域の検出結果からプライマリシステムによる使用頻度が低い帯域であると判断できる場合、セカンダリシステムが当該帯域を使用するプライマリシステムへ干渉を与える確率は低いので、スペクトラムセンシングを行うノード数を1とする。これに対し、サブグループ#2(432)に割当てられた周波数帯域は、過去の当該帯域の検出結果からプライマリシステムによる使用頻度が高いと判断できる場合には、セカンダリシステムが当該帯域を使用するプライマリシステムに干渉を与える可能性が高いため、スペクトラムセンシングを行うノード数を3と増やしてより高精度な検出を行うことで、プライマリシステムへの与干渉の確率を低減するという方法が可能である。

また、各周波数帯域でスペクトラムセンシングを行うノード数を変えることで、積極的に空き周波数帯域を利用する方法も可能である。例えば、図13のサブグループ#1(431)で割当てられた周波数帯域は、過去の当該帯域の検出結果からプライマリシステムによる使用頻度が高い帯域であると判断できる場合、セカンダリシステムで当該帯域を使用できる可能性が低いため、スペクトラムセンシングを行うノード数を1とする。これに対し、サブグループ#2(432)に割当てられた周波数帯域は、過去の当該帯域の検出結果からプライマリシステムによる使用頻度が低いと判断できる場合には、セカンダリシステムで使用できる可能性が高いため、スペクトラムセンシングを行うノード数を3と増やすことでより高精度な検出を行い、確実にプライマリシステムに

使用されていない周波数帯域を検出することが可能である。

以上の図9、図10、図11、図12、図13の例では、各セカンダリシステム無線機の検出結果を、プライマリシステムが周波数帯域を「使用中でない」か「使用中である」の何れかで表した。しかし、検出結果はこれに限定される必要はない。例えば、各ノードがスペクトラムセンシングに電力検出を用いる場合は、受信電力値やそれを幾つかのレベルで量子化した値を検出結果としてもよい。例示の説明では、説明を明瞭にする目的で、「使用中でない」か「使用中である」の2値で検出結果を表すことにする。

また、図8のステップS1050の検査で用いる周波数帯域使用条件としては、例えばプライマリシステムに要求された誤検出確率の値を下回ることが相当する。誤検出確率は、プライマリシステムが存在するにも関わらず、プライマリシステムの検出に失敗し、プライマリシステムが周波数帯域を「使用中でない」と判断する確率を表す。この場合、プライマリシステムに要求される、または、あらかじめポリシーとして定められた誤検出確率を満たすような検出結果が得られた場合、主ノード500から従ノードへACKが送信される。

また、図8のステップS1050で周波数帯域使用条件を満たさなかった場合のサブグループの再編成と各サブグループが検出を担当する周波数帯域の再割当は、各セカンダリシステム無線機によって既に検出を行った担当帯域と異なる帯域の検出を担当するようにサブグループの再編成、周波数帯域の再割当を行う。換言すれば、自機が所属する協調グループの無線機が検出済みの他の無線通信システムの周波数帯域と異なる周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域として割り当てるよう、自機が所属する協調グループをサブグループに分割する。

図14は、サブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。図14には、図上部に第一段階のサブグループの構成と周波数帯域割当を記載し、図下部にその後の第二段階のサブグループ再編成の構成と周波数帯域再割当を記載する。尚、上部の周波数帯域と下部の周波数帯域は、同じ周波数帯域である。

図上部の第一段階では、セカンダリシステムの8ノード(#1~#8)を4

サブグループに分割してプライマリシステムの検出を行っている。各ノードの検出結果は、プライマリシステムが周波数帯域を「使用中でない」場合に○、「使用中である」場合には×となっており、各サブグループに割り当てられた分割帯域内の2チャンネルそれぞれに、2ノードの検出結果が与えられている。これら検出結果を従ノードから受信した主ノード500は、各チャンネルにおけるプライマリシステムの使用状況を判断する。

図14に記載の例では、主ノード500は、各サブグループ内の2ノードの検出結果が○の場合にはそのチャンネルに○（使用できる可能性が高いチャンネルに相当）を、1ノードの検出結果が○であり、もう一方のノードの検出結果が×の場合は△（使用できるか、できないかの判断ができないチャンネルに相当）を、両2ノードの検出結果が×の場合には×（使用できない可能性が高いチャンネルに相当）と判断する。

この判断結果が各チャンネルの下部に示されている。主ノード500は、使用するチャンネルの候補として、判断結果が○と△である4つのチャンネルを選択する。次に第二段階のプライマリシステムの検出では、図14下部のようにサブグループを再編成して、ノード#5、ノード#6、ノード#7、ノード#8が含まれた新しいサブグループ#1（451）と、ノード#1、ノード#2、ノード#3、ノード#4が含まれた新しいサブグループ#2（452）とを設定し、それぞれに周波数帯域を割り当てる。

ここで図14下部では、新しいサブグループ#1（451）に割り当てられた2つのチャンネルは、図14上部にあるように、元々ノード#1、ノード#2、ノード#3、ノード#4に割り当てられたチャンネルであり、第一段階で割り当てられたノードとは、異なるノードが第二段階において割り当てられている。新しいサブグループ#2（452）に割り当てられた周波数帯域についても同様である。

こうして、各ノードが割り当てられた周波数帯域の検出を行った後、従ノードが主ノード500に検出結果を送信し、主ノード500は受信した検出結果に基づき再び周波数帯域使用条件を満たすかどうか検査を行う。図14下部の各チャンネルの下部には、第一段階と第二段階の検出結果で○と判断された合

計のノード数、すなわち「使用中でない」と判断した合計のノード数が示されている。当該合計のノード数を用いて、通信に使用するチャネルを選定しても良い。

このように主ノード500では、第一段階の検出結果とサブグループ再編成後の第二段階の検出結果を合わせて用いた検査を行うこともできる。

図15は、サブグループの再編成と周波数帯域再割当の別の一例を示す図である。

図15では、第一段階の検出時には、サブグループ毎に2チャネルを割り当てているが、サブグループを再編成した二度目の検出時には、サブグループ毎に1チャネルの割当となっている。このように第一段階の検出と第二段階の検出時に、各ノードが検出を行うチャネル数を変更しても良い。

図16は、従ノード510のプライマリシステムの検出に関する動作を示すフローチャートである。以下このフローチャートを用いて説明する。

従ノード510は、検出動作を開始する（ステップS1100）。

受信機513は、主ノード500から送信されたプライマリシステムの検出を行う周波数帯域（チャネル）の指示を受信する（ステップS1110）。

センサー部512は、通知された周波数帯域におけるプライマリシステムの検出を行う（ステップS1120）。

送信機511は、ステップS1120における検出結果を主ノード500に報告する（ステップS1130）。

次に、受信機513は、主ノード500から送信された、次の段階でプライマリシステムの検出を行う周波数帯域の通知、又は、プライマリシステムの検出を完了したことを知らせるACKを受信する（ステップS1140）。

受信機513は、ACKを受信したか識別し、受信した場合には次ステップに進み、受信しない場合（プライマリシステムの検出を行う周波数帯域の通知を受信した場合）は、ステップS1120における当該帯域におけるプライマリシステムの検出を行う（ステップS1150）。

受信機513は、ACKを受信した場合には、検出を終了する（ステップS1160）。

尚、上記の第1の実施の形態の動作では、プライマリシステムの検出を失敗する確率を低くするために、第二段階以降（二目以降、次回以降）のプライマリシステムの検出時に過去の検出結果を利用して、プライマリシステムが使用している可能性の低い周波数帯域をセカンダリシステムが使用する周波数帯域の候補として選択し、第二段階以降の検出を行っている。これとは反対に、同様の動作で、より広帯域な周波数帯域を確保するために、プライマリシステムが使用している可能性の高い周波数帯域を選び、本当に使用不可能かどうかを検査する目的で第二段階以降の検出を行うことも可能である。

また、上記実施の形態では、主ノードと従ノードとが第一段階、第二段階・・・と同期を取りつつ動作する。同期は、主ノードから発せられる同期信号に基づいて行えばよい。また、非同期で動作させてもよく、このときは、主ノードが収集できた現状の検出結果と過去の検出結果とを用いて適時処理を行えばよい。また、上記実施の形態では、主ノードは、主ノードから従ノードへの周波数帯域の通知を送信し、全ての従ノードの検出結果を受信するまで、処理を停止するが、必ずとも停止する必要はない。このときは、主ノードが収集できた現状の検索結果と過去の検索結果とを用いて適時処理を行えばよい。

次に、第1の実施の形態の効果について説明する。第1の実施の形態では、第二段階以降の検出で各セカンダリシステム無線機が既にプライマリシステムの検出を行った周波数帯域とは異なる周波数帯域に割り当てるよう再編成した後に検出を行うよう構成されているため、各周波数帯域では、より多くの異なるセカンダリシステム無線機の検出結果が利用でき、セカンダリシステムが空間的に異なって配置されていることを利用して無線伝搬環境の影響を軽減できるので、プライマリシステム検出の確実性を向上できる。換言すれば、各周波数帯域で、より多くの異なるセカンダリシステム無線機での検出結果が利用できるようになるため、マルチユーザダイバーシチ効果が得られ、無線伝搬の影響（フェージング、シャドローイング）を軽減することができるようになる。

次に、第2の実施の形態について説明する。

第2の実施の形態では、第1の実施の形態の主ノードの動作（図8のステップS1050で周波数帯域使用条件を満たさなかった場合のサブグループの再

編成の方法)のみが異なる。

第2の実施の形態におけるサブグループの再編成方法では、次回以降の他の無線通信システムの検出時に、他の無線通信システムの検出実績を有する無線機を、均一又は少なくとも含む様にサブグループを再編成する。換言すれば、過去の検出時にプライマリシステムが存在しないと判断したセカンダリシステム無線機のみで構成されるサブグループ、または、そのようなセカンダリシステム無線機が多く含まれるサブグループを作らないよう再編成する。

図17は、第2の実施の形態におけるサブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。本例では、説明を明瞭とするため4つのセカンダリシステム無線機(ノード#1、ノード#2、ノード#3、ノード#4)の周波数帯域割当のみを表記し、その他のセカンダリシステム無線機の表記は省略する。

図17上部の第一段階の検出では、プライマリシステムが存在しない(○)と判定しているセカンダリシステム無線機は、サブグループ#2(482)に割り当てられていたノード#3とノード#4となっている。そこで図17下部の第二段階の検出では、ノード#3とノード#4が同じサブグループに含まれないようにサブグループの再編成を行い、ノード#3は新しいサブグループ#1(483)に、ノード#4は新しいサブグループ#2(484)に割り当てられている。

次に、第2の実施の形態の効果について説明する。第2の実施の形態の効果は、プライマリシステムの検出の確実性を向上できることである。これは、プライマリシステムが存在すると判断したセカンダリシステム無線機は高い平均 Signal to Noise Ratio (SNR) を持つ可能性が高いが、プライマリシステムを検出しなかったセカンダリシステム無線機は低い平均 SNR を持つ可能性が高いので、低い平均 SNR を持つ可能性の高いセカンダリシステム無線機を同一のサブグループに含めないようにすることで、プライマリシステムが存在するかしないかに関わらずに、どのセカンダリシステム無線機もプライマリシステムが存在しないと判断してしまうサブグループが作られる確率を低減できるためである。

即ち、プライマリシステムが存在しないと判断したセカンダリシステム無線機は、平均 SNR が低い可能性がある為、平均 SNR の低い無線機のみで構成されるサブグループを構成しないようにすることで、プライマリシステムが存在するにも関わらず、存在しないと誤判定する確率を低減させる。

次に、第 3 の実施の形態について説明する。

第 3 の実施の形態では、第 1 の実施の形態の主ノードの動作（図 8 のステップ S 1 0 5 0 で周波数帯域使用条件を満たさなかった場合のサブグループの再編成方法と周波数帯域の割当方法）のみが異なる。

第 3 の実施の形態におけるサブグループの再編成方法と各サブグループに割り当てられたプライマリシステムを検出する周波数帯域の再割当方法では、第二段階以降の検出時に、各セカンダリシステム無線機が過去に検出を担当した周波数帯域と離れた周波数帯域を割り当てるようにサブグループの再編成と周波数帯域の再割当を行う。換言すれば、次回以降の他の無線通信システムの検出時に、自機が所属する協調グループの無線機が検出済みの周波数帯域と異なる離れた周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域に設定する様にサブグループを再編成する。

図 1 8 は、第 3 の実施の形態におけるサブグループの再編成と周波数帯域再割当の一例を示す図である。本例では、説明を明瞭にするため一つのセカンダリシステム無線機（ノード # 1）のみを表記し、その他のセカンダリシステム無線機の表記は省略する。

図 1 8 上部の第一段階の検出では、ノード # 1 は、周波数  $f_4$  の周波数帯域に割り当てられている。そこで、ノード # 1 が周波数  $f_4$  から離れた周波数に割り当てられるようサブグループの再編成と周波数帯域の再割当が行われ、図 1 8 下部の第二段階の検出ではノード # 1 は周波数  $f_8$  の周波数帯域に割り当てられている。

次に、第 3 の実施の形態の効果について説明する。第 3 の実施の形態の効果は、プライマリシステムから送信される信号が、検出を行う周波数帯域内において周波数相関を持つ信号であり、その信号が周波数選択性フェージングの影響を受けている場合に、プライマリシステムの検出の確実性を向上できること

にある。その理由は、周波数選択性フェージングの環境下では、離れた周波数帯域で互いに周波数相関が低くなるため、第二段階以降の検出時に周波数相関が低い周波数帯域を選択することで、平均 SNR が高いセカンダリシステム無線機が周波数選択性フェージングによる受信レベルの落ち込みに常に影響されることを回避し、平均 SNR の高いセカンダリシステム無線機の検出を有効に活用できるためである。即ち、周波数選択性フェージングの影響を受けたチャンネルは、周波数の離れたチャンネル間で相関が下がる為、平均 SNR が高い無線機に常に受信レベルの低いチャンネルを割り当てることを防ぐことができる。

次に、第 4 の実施の形態について説明する。

第 4 の実施の形態では、第 1 の実施の形態の主ノードの動作（図 8 のステップ S 1 0 5 0 で周波数帯域使用条件を満たさなかった場合のサブグループの再編成方法）のみが異なる。

第 4 の実施の形態におけるサブグループの再編成方法は、過去の検出時に同一のサブグループに含まれていたセカンダリシステム無線機を再編成時には別サブグループに含まれるよう再編成する。換言すれば、過去にグルーピングした無線機を、別のサブグループに分割してグルーピングする様にサブグループを再編成する。

図 1 9 は、第 4 の実施の形態におけるサブグループの再編成の一例を示す図である。本例では、説明を明瞭にするため二つのセカンダリシステム無線機（ノード # 1、ノード # 2）のみを表記し、その他のセカンダリシステム無線機は省略する。

図 1 9 上部の第一段階の検出では、ノード # 1 とノード # 2 は、同一のサブグループ # 1（4 8 5）に含まれている。そこで図 1 9 下部の第二段階の検出では、ノード # 1 とノード # 2 が別なサブグループに含まれるようにするため、新しいサブグループ # 1（4 8 6）にノード # 1 が、新しいサブグループ # 2（4 8 7）にノード # 2 が含まれるよう、サブグループの再編成が行われる。

次に、第 4 の実施の形態の効果について説明する。第 4 の実施の形態の効果は、プライマリシステムの検出の確実性を向上できることにある。この理由は、サブグループに含まれる幾つかのセカンダリシステム無線機が低い平均 SNR で

あった場合に、それらのセカンダリシステム無線機を常に同じサブグループ内に含めることによって、プライマリシステムが存在しないと判断しやすいサブグループが作られる確率を低減できるためである。換言すれば、平均 SNR の低い無線機で構成されたサブグループがあった場合に、その影響を常に受けないようにできる。

このように、本発明によれば、複数のコグニティブ無線機を連携させることで、以下のいずれかの効果又は複合的な効果を奏する。

フェージング、シャドーイング、距離減衰の影響等の周囲の無線伝搬環境の影響を受けにくい検出が行なえること。

同じく、セカンダリシステム無線機の個体に起因する検出精度や検出の失敗などの影響を受けにくい検出が行なえること。

また、過去の周波数帯域割当の情報と検出結果を利用することで、次の段階の検出時に、各周波数帯域で、より多くの異なるセカンダリシステム無線機の検出結果が利用できるような周波数帯域の割当が可能となり、無線伝搬の影響が軽減できること。

更に、過去の検出結果を利用することで、プライマリシステムの検出に失敗する可能性が高いセカンダリシステム無線機の組み合わせが発生する確率を低減できること。

同じく、過去の周波数帯域割当の情報を利用することで、検出結果が常に同じ周波数選択性フェージングの影響を受けることを回避できること。

即ち、本発明によれば、効率的に他の無線通信システムを検出可能とする無線通信システムを提供できる。

尚、上記例示した複数のサブグループの割当方法は、異なる方法を同時に組み合わせた方法や、異なる方法を複数段で適時組合わせて用いることによって、更に効果的に他の無線通信システムを検出可能とできる。

尚、各無線機の各部及び各種手段は、ハードウェア又は、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせを用いて実現しても良い。ハードウェアとソフトウェアとを組み合わせた形態では、RAMにプログラムが展開され、プログラムに基づいて制御部等のハードウェアを動作させることによって、各部及び各種手

段を実現する。また、前記プログラムは、記憶媒体に記録されて頒布されても良い。当該記録媒体に記録されたプログラムは、有線、無線、又は記録媒体そのものを介して、メモリに読込まれ、制御部等を動作させる。尚、記録媒体を例示すれば、オプティカルディスクや磁気ディスク、半導体メモリ装置、ハードディスクなどが挙げられる。

また、上記実施の一形態では、無線通信システムの制御部を主ノードに内蔵して記載したが、制御部は従ノードと通信可能であれば何れに設けても良い。例えば、無線通信システムと無線通信可能な管理設備に設けても良い。また、従ノードが有線通信可能であれば、ネットワークサーバに設けても良い。また、制御部との通信を一部の従ノードからは無線を介して通信し、一部の従ノードからは有線を介して通信する様にしても良い。

尚、本発明は、上記実施の形態、実施例に限定されるものではない。本発明の構成や動作は、本発明の請求の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更を行なうことができる。

本発明の用途としては、無線通信システム間やシステム内の各ユーザ間で周波数共用を行うシステムにおいて、その周波数帯域が他のシステムや他のユーザに既に使用されているか、又は使用を開始されたかどうかを判断する無線通信システムに適用できる。また、本発明は、セカンダリシステムが使用中の周波数帯域におけるプライマリシステムの検出だけでなく、通信開始時におけるプライマリシステムの検出にも同様に適用できる。また、本発明は、プライマリシステムの検出だけでなく、同一の周波数帯域を使用している別なセカンダリシステムやその他のシステムの検出にも適用できる。

この出願は、2007年12月28日に出願された日本出願特願2007-341376号、及び2008年4月15日に出願された日本出願特願2008-105473号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

## 請 求 の 範 囲

1. 送受信部と、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部とを少なくとも備える複数台のコグニティブ無線機を含み、

更に、前記複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループの各コグニティブ無線機に無線電波を検出させる周波数帯域を決定する制御部を備えることを特徴とする無線通信システム。

2. 前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域を分割し、分割した周波数帯域に、前記無線機グループの各コグニティブ無線機を割当ててことを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

3. 前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出するコグニティブ無線機の割当てに、過去に収集された周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項2記載の無線通信システム。

4. 前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出するコグニティブ無線機の割当てに、前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項2又は3記載の無線通信システム。

5. 前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機から検出結果を収集し、当該検出結果を用いて周波数帯域の使用状況を検査して判別することを特徴とする請求項1ないし4の何れか一記載の無線通信システム。

6. 前記無線機グループを成す無線機が検出を担当した周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果とを記録する記憶部を備え、

前記制御部は、前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検

出結果を利用して、前記無線機が検出を担当する周波数帯域を決定する周波数帯域割当部と、検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査する検査部を有する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 5 の何れか一記載の無線通信システム。

7. 更に、前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果を利用して、前記無線機グループからサブグループを構成するサブグループ分割部を有し、

前記周波数帯域割当部は、前記サブグループに割当てられた各無線機が検出を担当する周波数帯域を、サブグループ毎に決定することを特徴とする請求項 6 記載の無線通信システム。

8. 送受信部と、

他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部と、複数台の無線機で構成される無線機グループの各無線機に対して、無線電波を検出させる周波数帯域を決定して、前記各無線機に送信する制御部を有することを特徴とする無線機。

9. 前記制御部は、前記無線機グループの各無線機に検出させる周波数帯域を分割し、分割した周波数帯域に、各無線機を割当ててことを特徴とする請求項 8 記載の無線機。

10. 前記制御部は、前記無線機グループの無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割当てに、過去に収集された周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項 9 記載の無線機。

11. 前記制御部は、前記無線機グループの無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割当て

に、前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の無線機。

12. 前記制御部は、さらに前記無線機グループの無線機から検出結果を収集し、当該収集した検出結果に基づいて、検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査して判別することを特徴とする請求項 8 ないし 11 の何れか一記載の無線機。

13. 前記無線機グループを成す無線機が検出した周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果とを記録する記憶部を備え、

前記制御部は、

前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果を利用して、前記無線機が検出を担当する周波数帯域を決定する周波数帯域割当部と、

検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査する検査部とを有することを特徴とする請求項 8 ないし 12 の何れか一記載の無線機。

14. 更に、前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果を利用して、自機が所属する無線機グループからサブグループを構成するサブグループ分割部を有し、

前記周波数帯域割当部は、前記サブグループに割当てられた各無線機が検出を担当する周波数帯域を、サブグループ毎に決定する

ことを特徴とする請求項 13 に記載の無線機。

15. 前記サブグループ分割部は、

前記無線機グループの無線機が検出を担当した他の無線通信システムの周波数帯域と異なる周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域として前記無線機に割り当てるよう、自機が所属する無線機グループをサブグループに分割する

ことを特徴とする請求項 14 記載の無線機。

16. 前記サブグループ分割部は、

次回以降の他の無線通信システムの検出時に、他の無線通信システムの検出実績を有する無線機を、均一又は少なくとも含む様にサブグループを再編成する

ことを特徴とする請求項14又は15記載の無線機。

17. 前記サブグループ分割部は、

次回以降の他の無線通信システムの検出時に、検出対象の周波数帯域の中で、前記無線機グループの無線機が検出を担当した周波数帯域と離れた周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域に設定する様にサブグループを再編成する

ことを特徴とする請求項14ないし16の何れか一記載の無線機。

18. 前記サブグループ分割部は、

過去にグルーピングした無線機を、別のサブグループに分割してグルーピングする様にサブグループを再編成する

ことを特徴とする請求項14ないし17の何れか一記載の無線機。

19. 送受信部と、

前記送受信部を介して受信する分担された周波数帯域を担当して、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部とを有し、

前記送受信部で、前記検出部で検出した検出結果を送信することを特徴とする無線機。

20. 前記担当する周波数帯域は、検出対象となる周波数帯域全体を分割した一つまたは複数の周波数帯域であることを特徴とする請求項19に記載の無線機。

21. 送受信部と、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部とを少なくとも備える複数台のコグニティブ無線機で構成される無線通信システムで使用される無線電波の検出方法であって、

制御部が、前記複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループの各コグニティブ無線機に無線電波を検出させる周波数帯域を決定し、

前記送受信部により、前記各コグニティブ無線機に決定した周波数帯域を割り当てることを特徴とする無線電波の検出方法。

22. 制御部は、更に、

前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域を分割し、分割した周波数帯域に、各コグニティブ無線機を割当て、

前記コグニティブ無線機から検出結果を収集し、当該検出結果を用いて周波数帯域の使用状況を判別する

ことを特徴とする請求項21に記載の無線電波の検出方法。

23. 前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割当てに、過去に収集された周波数帯域の検出結果、及び／又は、前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いる

ことを特徴とする請求項22記載の無線電波の検出方法。

24. 前記無線機グループの無線機が検出を担当した他の無線通信システムの周波数帯域と異なる周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域として割り当てるよう、前記無線機グループからサブグループを構成する

ことを特徴とする請求項23記載の無線電波の検出方法。

25. 前記無線機グループの無線機が他の無線通信システムの周波数帯域の情報を取得し、

前記取得した周波数帯域の情報を用いて、

次回以降の他の無線通信システムの検出用に他の無線通信システムの検出実績を有する無線機を均一又は少なくとも含む様に、

又は、次回以降の他の無線通信システムの検出用に自機が所属する無線機グループの無線機が検出を担当した周波数帯域と離れた周波数帯域を次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域に設定する様に、

又は、過去にグルーピングした無線機を別のサブグループに分割してグルーピングする様に、

サブグループを再編成する

ことを特徴とする請求項 22 ないし 24 の何れか一記載の無線電波の検出方法。

26. 前記制御部は、送受信部と、前記送受信部を介して受信した割り当てられた周波数帯域を担当して検出する検出部とを有する無線機に対して、無線電波を検出する周波数帯域を通知し、

前記無線機は、前記送受信部で、前記検出部で検出した検出結果を返信し、

前記制御部は、前記返信された検出結果に基づいて検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査する

ことを特徴とする請求項 22 ないし 25 の何れか一記載の無線電波の検出方法。

27. 無線通信システムにおけるコグニティブ無線機のプログラムであって、

前記コグニティブ無線機に、

他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出させ、

複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループの各コグニティブ無線機で無線電波を検出させる周波数帯域を決定させ、

前記各コグニティブ無線機に決定した周波数帯域を割り当てさせることを特徴とするプログラム。

28. 前記各コグニティブ無線機に無線電波を検出させる周波数帯域の決

定と割り当てにおいて、周波数帯域を分割し、分割した周波数帯域に、無線機グループの各コグニティブ無線機を割り当てさせることを特徴とする請求項 27 記載のプログラム。

29. 前記周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出するコグニティブ無線機の割り当てに、過去に収集された周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項 28 記載のプログラム。

30. 前記周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割り当てに前回割り当てた時の周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項 28 又は 29 記載のプログラム。

31. コグニティブ無線機に、更に、  
前記無線グループのコグニティブ無線機から、他の通信システムの無線機から送信された無線電波の検出結果を収集させ、  
当該収集した検出結果に基づいて、検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査させることを特徴とする請求項 27 ないし 30 のいずれか一に記載のプログラム。

## 補正された請求の範囲

[2009年4月14日 (14.04.2009) 国際事務局受理]

1. (補正後) 送受信部と、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部とを少なくとも備える複数台のコグニティブ無線機を含み、

更に、前記複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループの各コグニティブ無線機に無線電波を検出させる周波数帯域を決定する制御部を備え、

前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び/又は、当該分割された周波数帯域を検出するコグニティブ無線機の割当てに、過去に収集された周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする無線通信システム。

2. (削除)

3. (削除)

4. (補正後) 前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び/又は、当該分割された周波数帯域を検出するコグニティブ無線機の割当てに、前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

5. (補正後) 前記制御部は、前記無線機グループのコグニティブ無線機から検出結果を収集し、当該検出結果を用いて周波数帯域の使用状況を検査して判別することを特徴とする請求項1又は4に記載の無線通信システム。

6. (補正後) 前記無線機グループを成す無線機が検出を担当した周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果とを記録する記憶部を備え、

前記制御部は、前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検

出結果を利用して、前記無線機が検出を担当する周波数帯域を決定する周波数帯域割当部と、検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査する検査部を有する

ことを特徴とする請求項 1 又は 4 ないし 5 の何れか一記載の無線通信システム。

7. 更に、前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果を利用して、前記無線機グループからサブグループを構成するサブグループ分割部を有し、

前記周波数帯域割当部は、前記サブグループに割当てられた各無線機が検出を担当する周波数帯域を、サブグループ毎に決定することを特徴とする請求項 6 記載の無線通信システム。

8. (補正後) 送受信部と、

他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部と、複数台の無線機で構成される無線機グループの各無線機に対して、無線電波を検出させる周波数帯域を決定して、前記各無線機に送信する制御部とを有し、

前記制御部は、前記無線機グループの無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割当てに、過去に収集された周波数帯域の検出結果を用いる

ことを特徴とする無線機。

9. (削除)

10. (削除)

11. (補正後) 前記制御部は、前記無線機グループの無線機に検出させる周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割当て

に、前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いることを特徴とする請求項 8 記載の無線機。

1 2. (補正後) 前記制御部は、更に前記無線機グループの無線機から検出結果を収集し、当該収集した検出結果に基づいて、検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査して判別することを特徴とする請求項 8 又は 1 1 に記載の無線機。

1 3. (補正後) 前記無線機グループを成す無線機が検出した周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果とを記録する記憶部を備え、

前記制御部は、

前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果を利用して、前記無線機が検出を担当する周波数帯域を決定する周波数帯域割当部と、

検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査する検査部とを有することを特徴とする請求項 8 又は 1 1 ないし 1 2 の何れか一記載の無線機。

1 4. 更に、前記記憶部に記録された周波数帯域の情報と周波数帯域の検出結果を利用して、自機が所属する無線機グループからサブグループを構成するサブグループ分割部を有し、

前記周波数帯域割当部は、前記サブグループに割当てられた各無線機が検出を担当する周波数帯域を、サブグループ毎に決定することを特徴とする請求項 1 3 に記載の無線機。

1 5. 前記サブグループ分割部は、

前記無線機グループの無線機が検出を担当した他の無線通信システムの周波数帯域と異なる周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域として前記無線機に割り当てるよう、自機が所属する無線機グループをサブグループに分割する

ことを特徴とする請求項1 4記載の無線機。

16. 前記サブグループ分割部は、  
次回以降の他の無線通信システムの検出時に、他の無線通信システムの検出実績を有する無線機を、均一又は少なくとも含む様にサブグループを再編成する  
ことを特徴とする請求項14又は15記載の無線機。

17. 前記サブグループ分割部は、  
次回以降の他の無線通信システムの検出時に、検出対象の周波数帯域の中で、前記無線機グループの無線機が検出を担当した周波数帯域と離れた周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域に設定する様にサブグループを再編成する  
ことを特徴とする請求項14ないし16の何れか一記載の無線機。

18. 前記サブグループ分割部は、  
過去にグルーピングした無線機を、別のサブグループに分割してグルーピングする様にサブグループを再編成する  
ことを特徴とする請求項14ないし17の何れか一記載の無線機。

19. (削除)

20. (削除)

2 1. (補正後) 送受信部と、他の無線通信システムの無線機から送信された無線電波を検出する検出部とを少なくとも備える複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループを有する無線通信システムで使用される無線電波の検出方法であって、

過去に収集された周波数帯域の検出結果、及び／又は、前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いて、前記無線機グループに無線電波を検出させる周波数帯域を分割し、分割した周波数帯域に、各コグニティブ無線機を割当て、

前記各コグニティブ無線機に割当てた周波数帯域を通知し、

前記コグニティブ無線機から検出結果を収集し、

当該検出結果を用いて周波数帯域の使用状況を判別することを特徴とする無線電波の検出方法。

2 2. (削除)

2 3. (削除)

2 4. (補正後) 前記無線機グループの無線機が検出を担当した他の無線通信システムの周波数帯域と異なる周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域として割り当てるよう、前記無線機グループからサブグループを構成する

ことを特徴とする請求項 2 1 記載の無線電波の検出方法。

2 5. (補正後) 前記無線機グループの無線機が他の無線通信システムの周波数帯域の情報を取得し、

前記取得した周波数帯域の情報を用いて、

次回以降の他の無線通信システムの検出用に他の無線通信システムの検出実績を有する無線機を均一又は少なくとも含む様に、

又は、次回以降の他の無線通信システムの検出用に自機が所属する無線機グループの無線機が検出を担当した周波数帯域と離れた周波数帯域を次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域に設定する様に、

又は、過去にグルーピングした無線機を別のサブグループに分割してグルーピングする様に、

サブグループを再編成する

ことを特徴とする請求項 2 1 又は 2 4 に記載の無線電波の検出方法。

2 6. (補正後) 送受信部と、周波数帯域を担当して検出する検出部とを有する無線機に対して、無線電波を検出する周波数帯域を通知し、

前記検出部で検出した検出結果を返信し、

前記返信された検出結果に基づいて検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査する

ことを特徴とする請求項 2 1 又は 2 4 ないし 2 5 の何れか一記載の無線電波の検出方法。

2 7. (補正後) 複数台のコグニティブ無線機で構成される無線機グループを有する無線通信システムにおけるコグニティブ無線機のプログラムであって、制御部に、

過去に収集された周波数帯域の検出結果を用いて、前記無線機グループに検出させる周波数帯域を分割し、分割された周波数帯域を検出する各コグニティブ無線機の割当てを決定させる

ことを特徴とするプログラム。

2 8. (削除)

## 29. (削除)

30. (補正後) 前記周波数帯域の分割、及び／又は、当該分割された周波数帯域を検出する無線機の割当てに前回割当てた時の周波数帯域の検出結果を用いる

ことを特徴とする請求項27記載のプログラム。

31. (補正後) 前記無線機グループのコグニティブ無線機から、他の通信システムの無線機から送信された無線電波の検出結果を収集させ、

当該収集した検出結果に基づいて、検出対象となった周波数帯域が使用可能かどうか検査させることを特徴とする請求項27又は30に記載のプログラム。

32. (追加) 前記無線機グループのコグニティブ無線機が検出を担当した他の無線通信システムの周波数帯域と異なる周波数帯域を、次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域として割り当てるよう、前記無線機グループからサブグループを構成することを特徴とする請求項27又は30ないし31の何れかに一記載のプログラム。

33. (追加) 前記無線機グループのコグニティブ無線機が他の無線通信システムの周波数帯域の情報を取得し、

前記取得した周波数帯域の情報を用いて、

次回以降の他の無線通信システムの検出用に他の無線通信システムの検出実績を有するコグニティブ無線機を均一又は少なくとも含む様に、

又は、次回以降の他の無線通信システムの検出用に自機が所属する無線機グループのコグニティブ無線機が検出を担当した周波数帯域と離れた周波数帯域を次回以降の他の無線通信システムの検出周波数帯域に設定する様に、

又は、過去にグルーピングしたコグニティブ無線機を別のサブグループに分割してグルーピングする様に、

サブグループを再編成する

ことを特徴とする請求項 27 又は 30 ないし 32 の何れか一記載のプログラム。

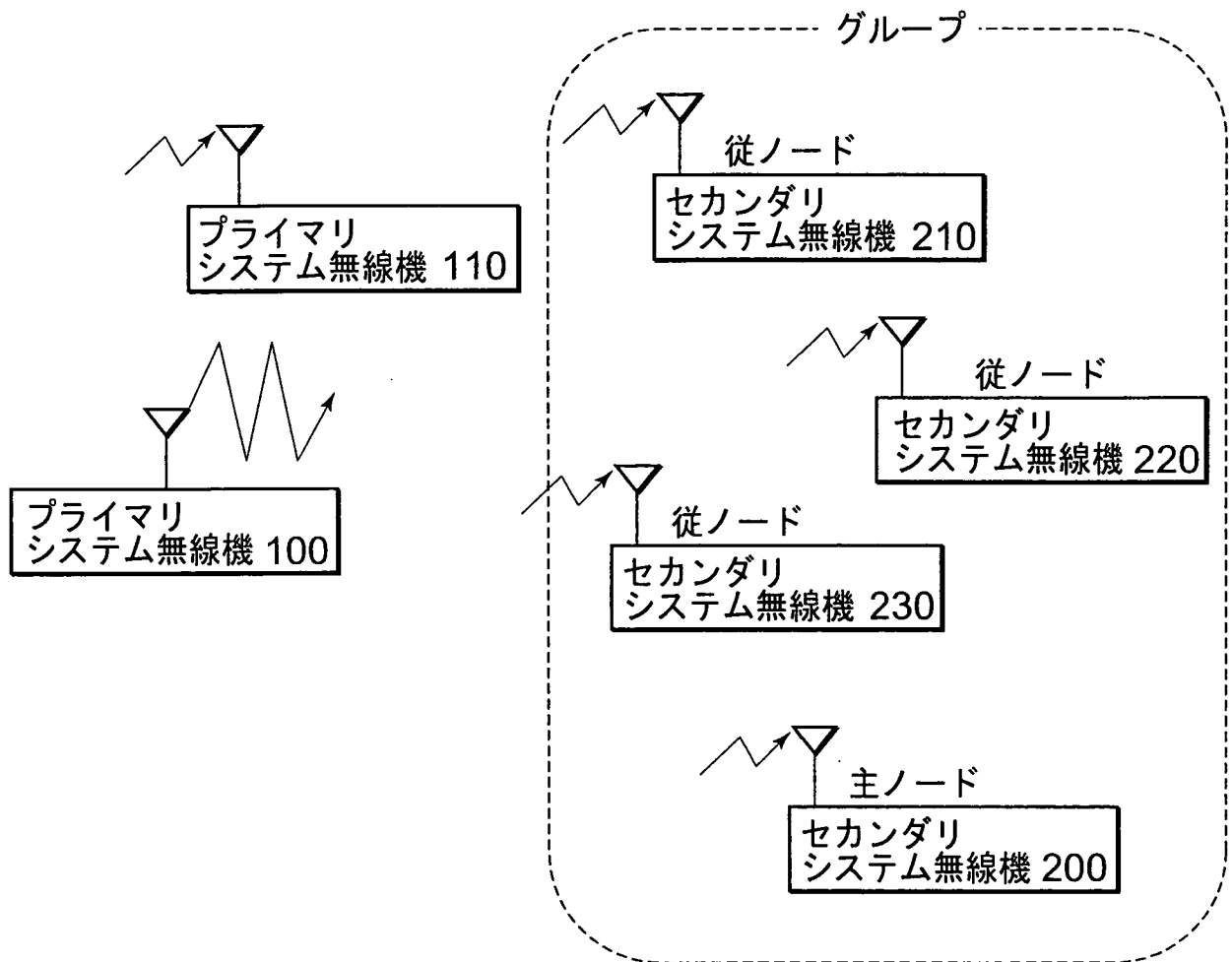


図 1

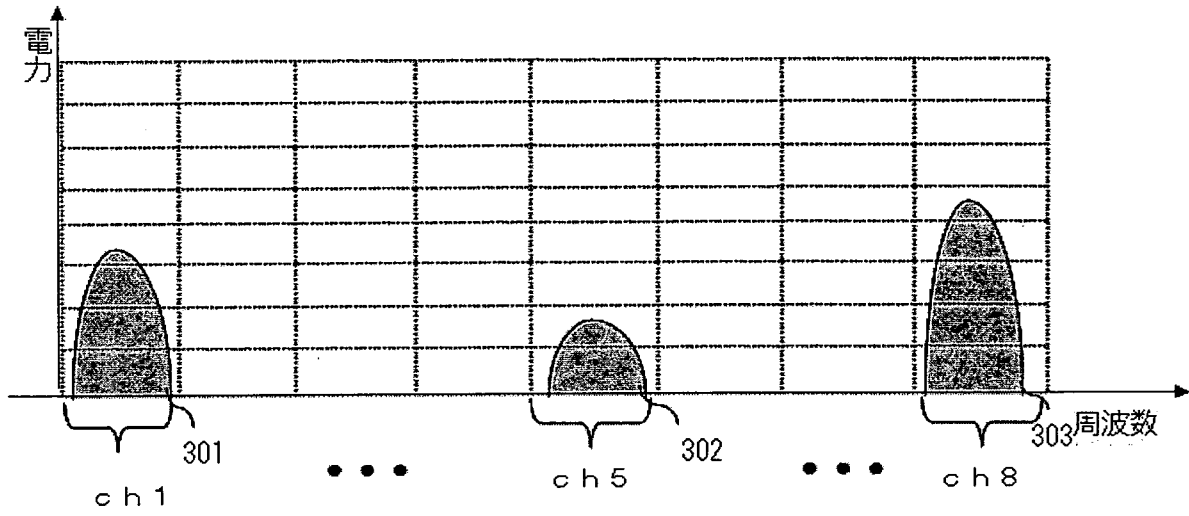


図2A

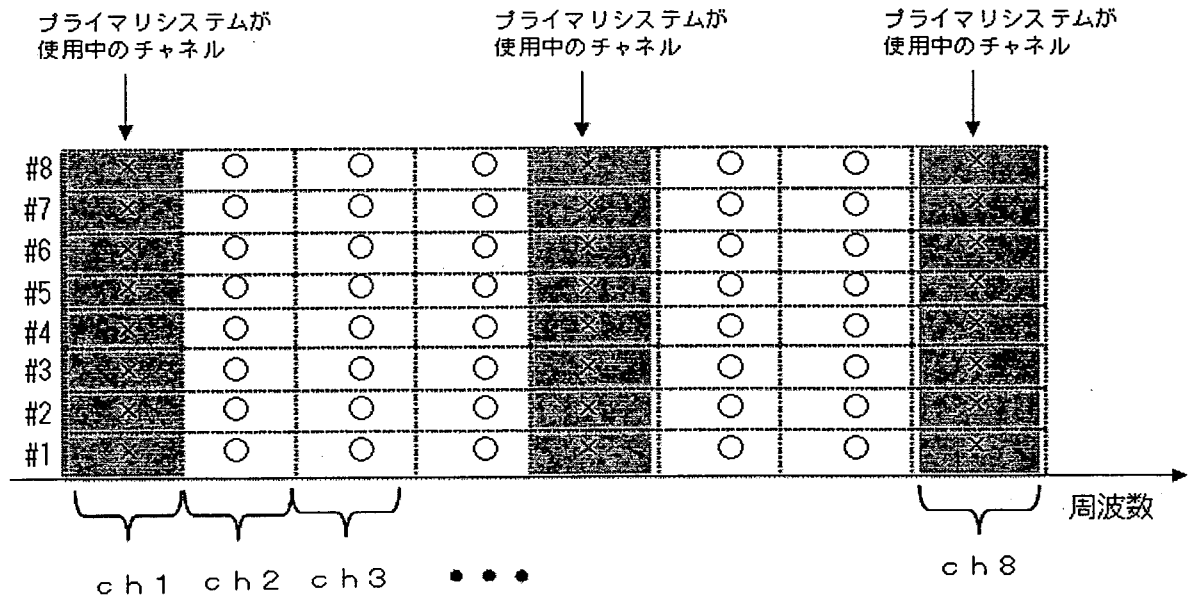


図2B

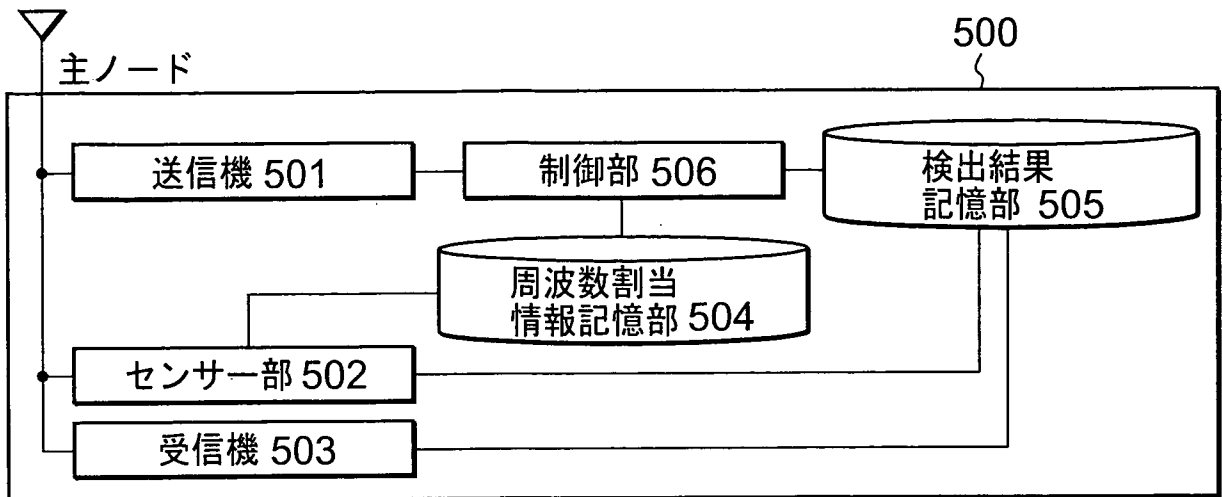


図 3

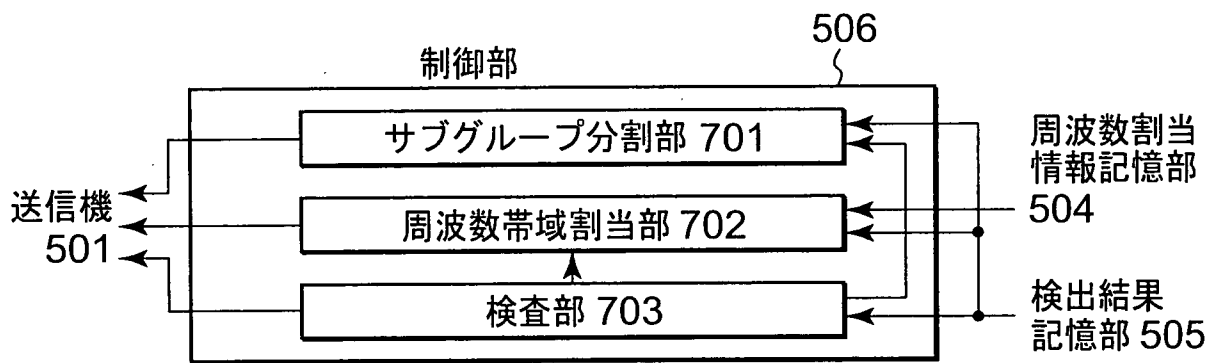


図 4

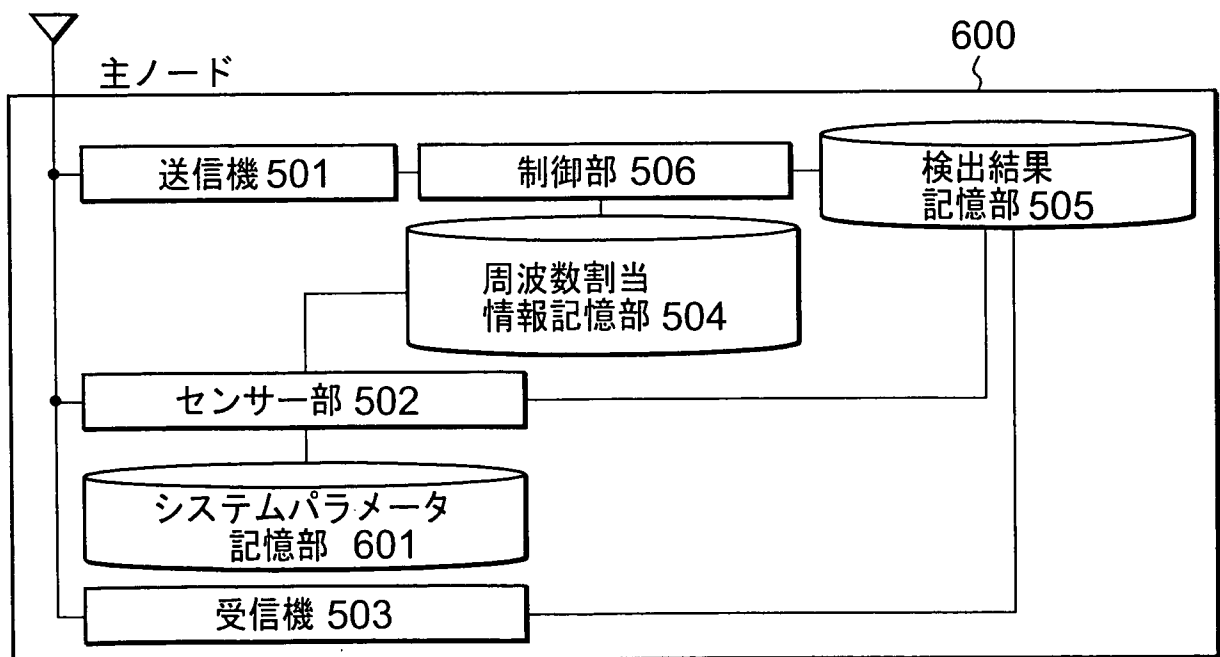


図 5

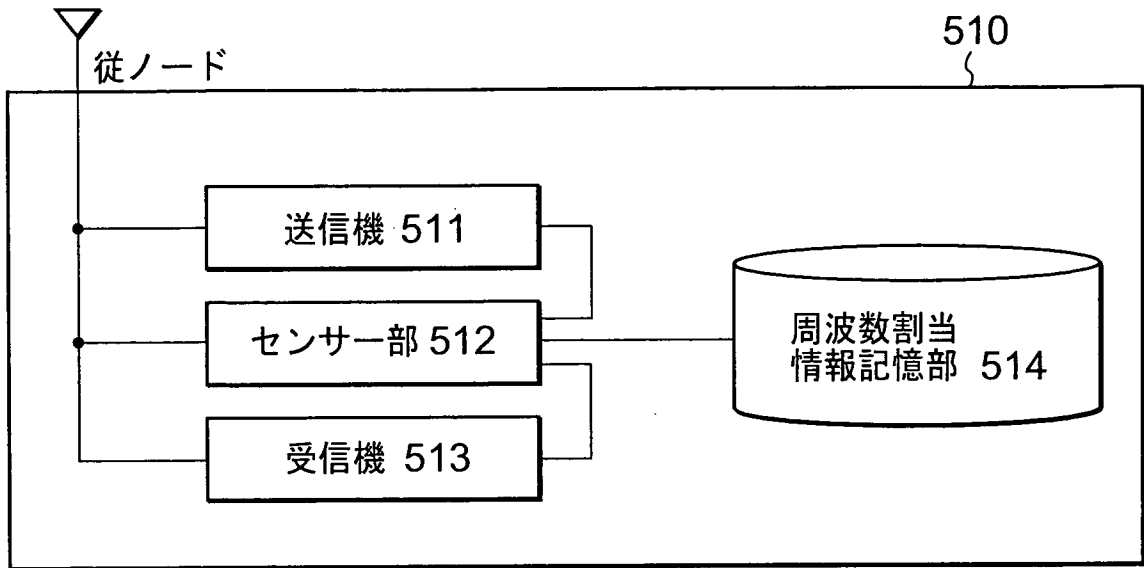


図 6

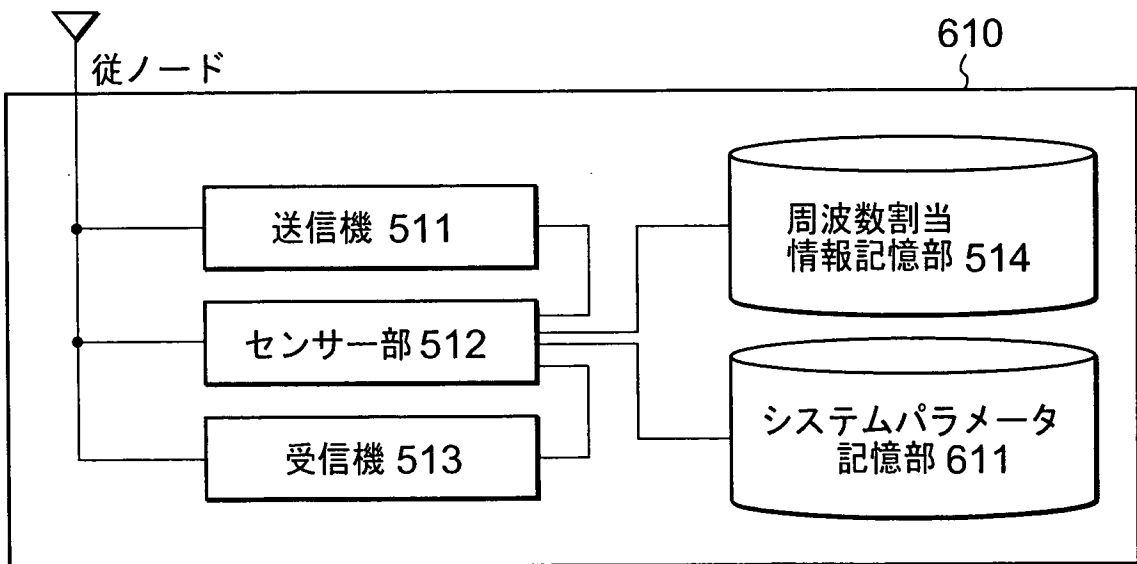


図 7

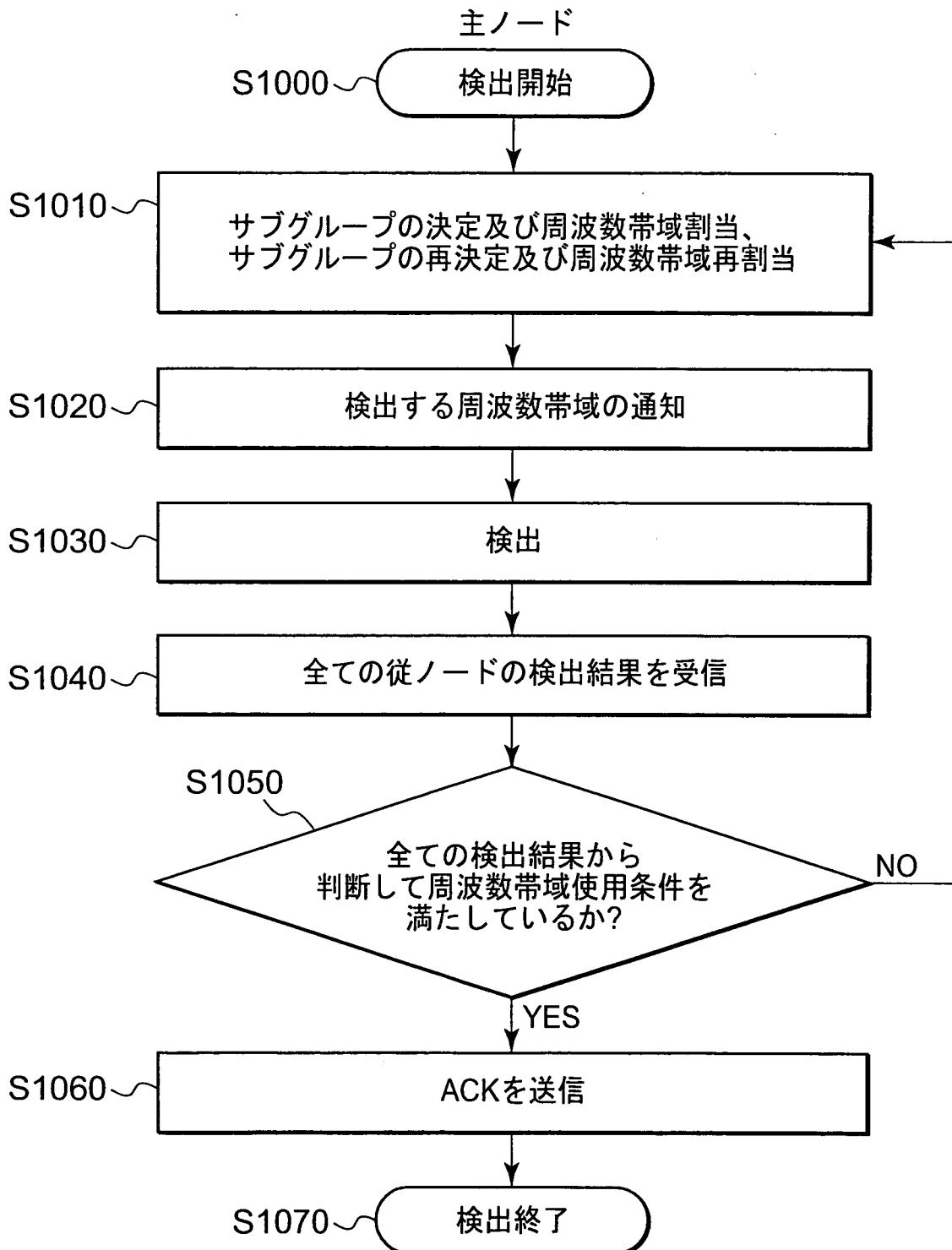


図 8

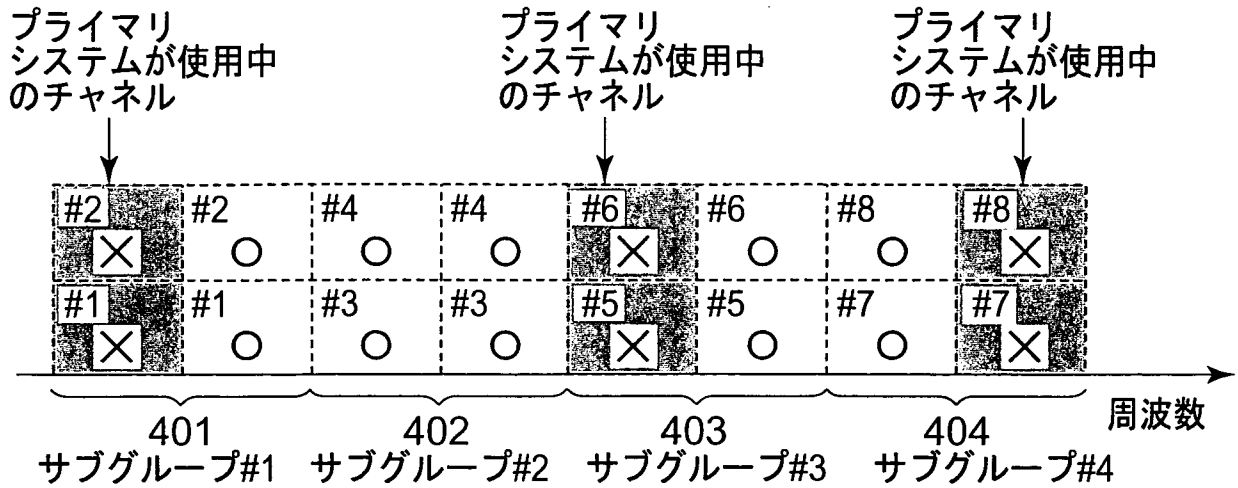


図 9

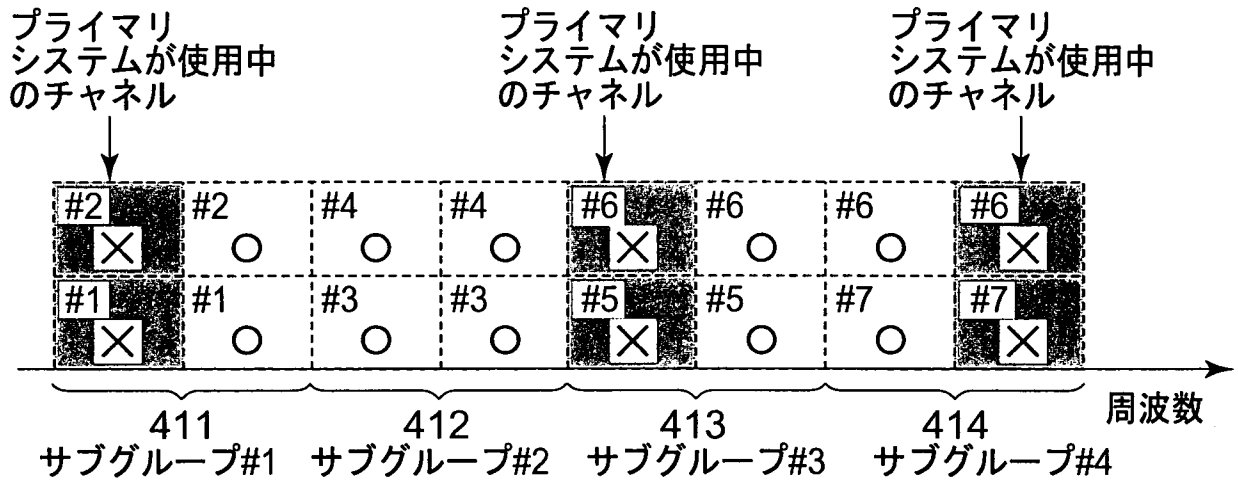


図 10

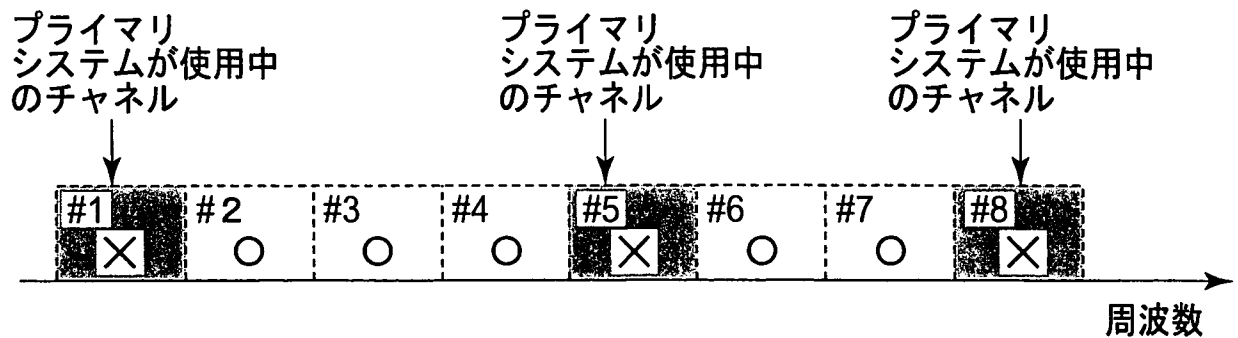


図 11

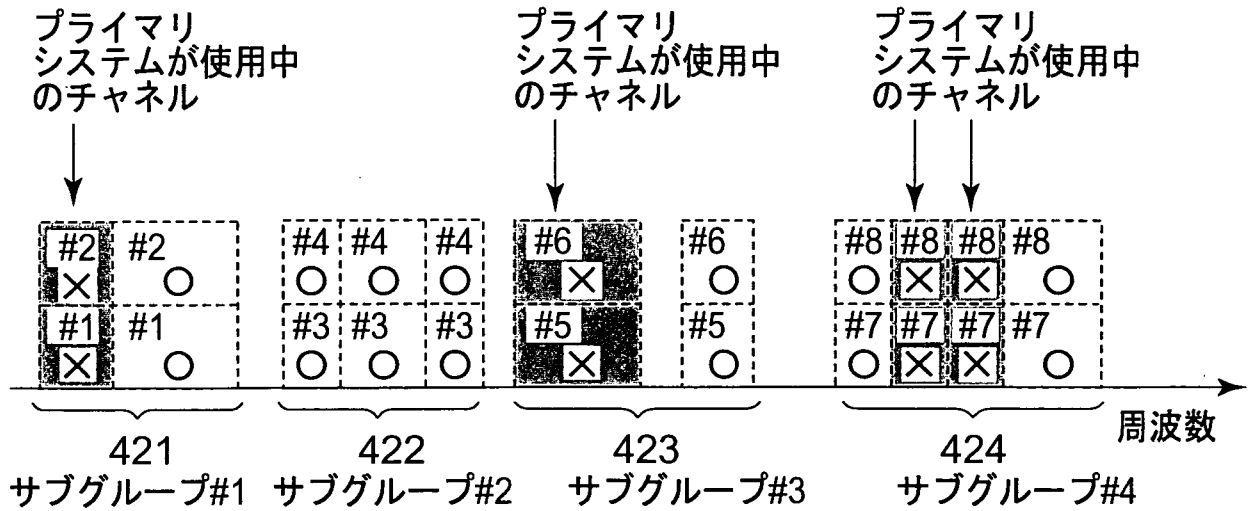


図 12

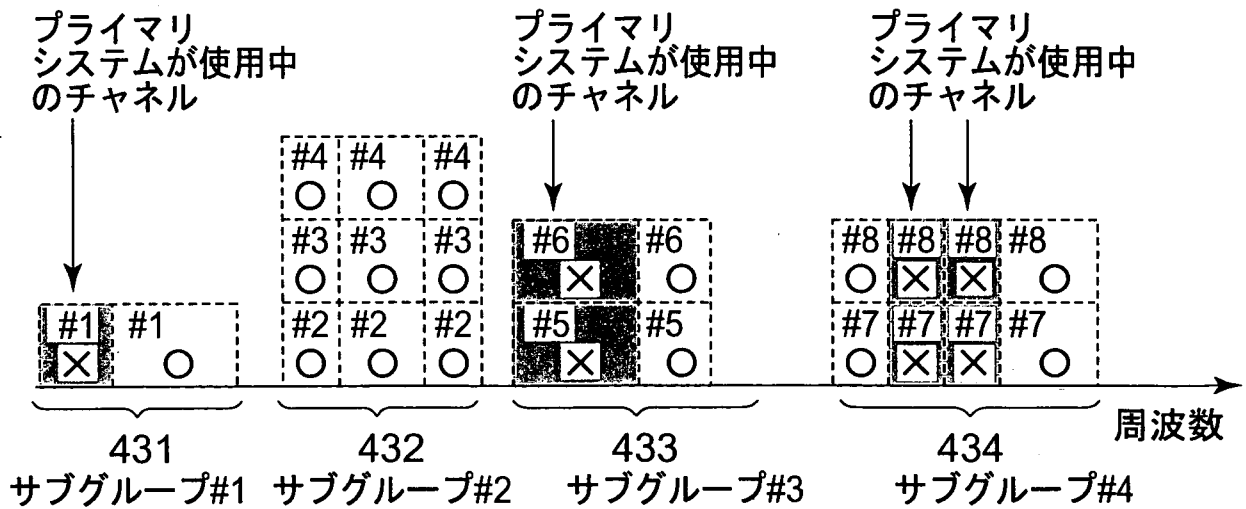


図 13

321~326 :プライマリシステムが使用中のチャンネル

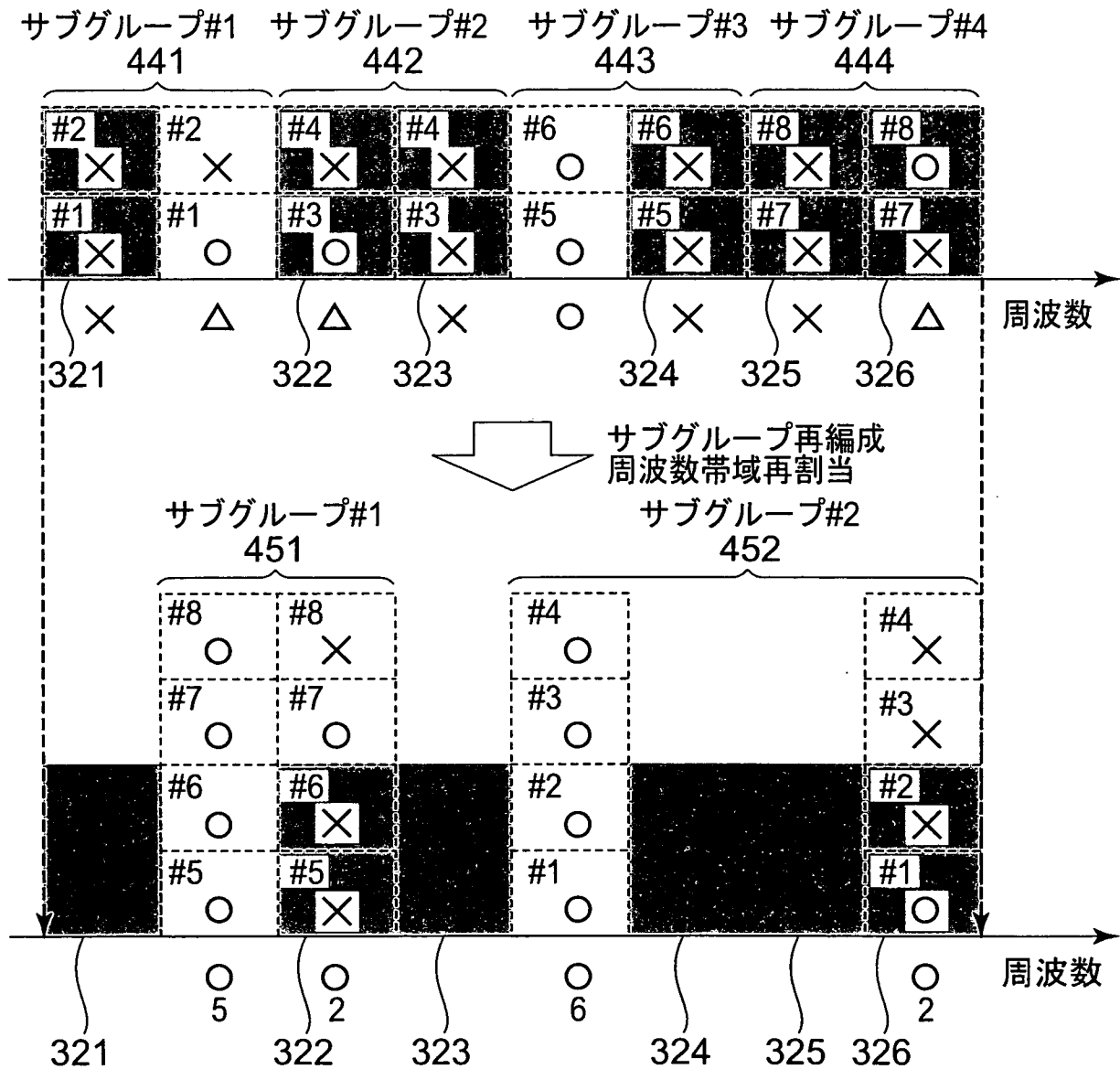


図 14

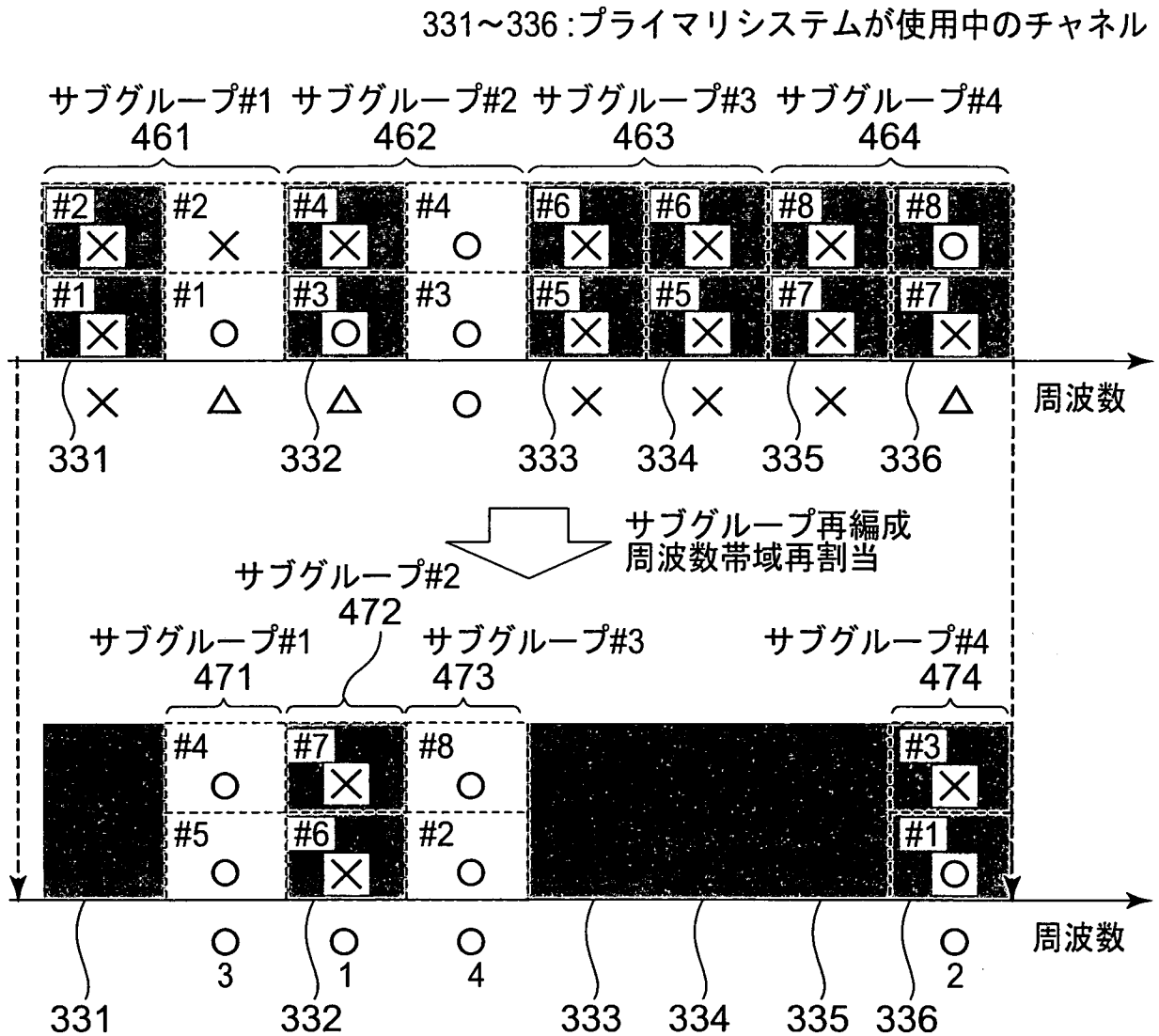


図 15

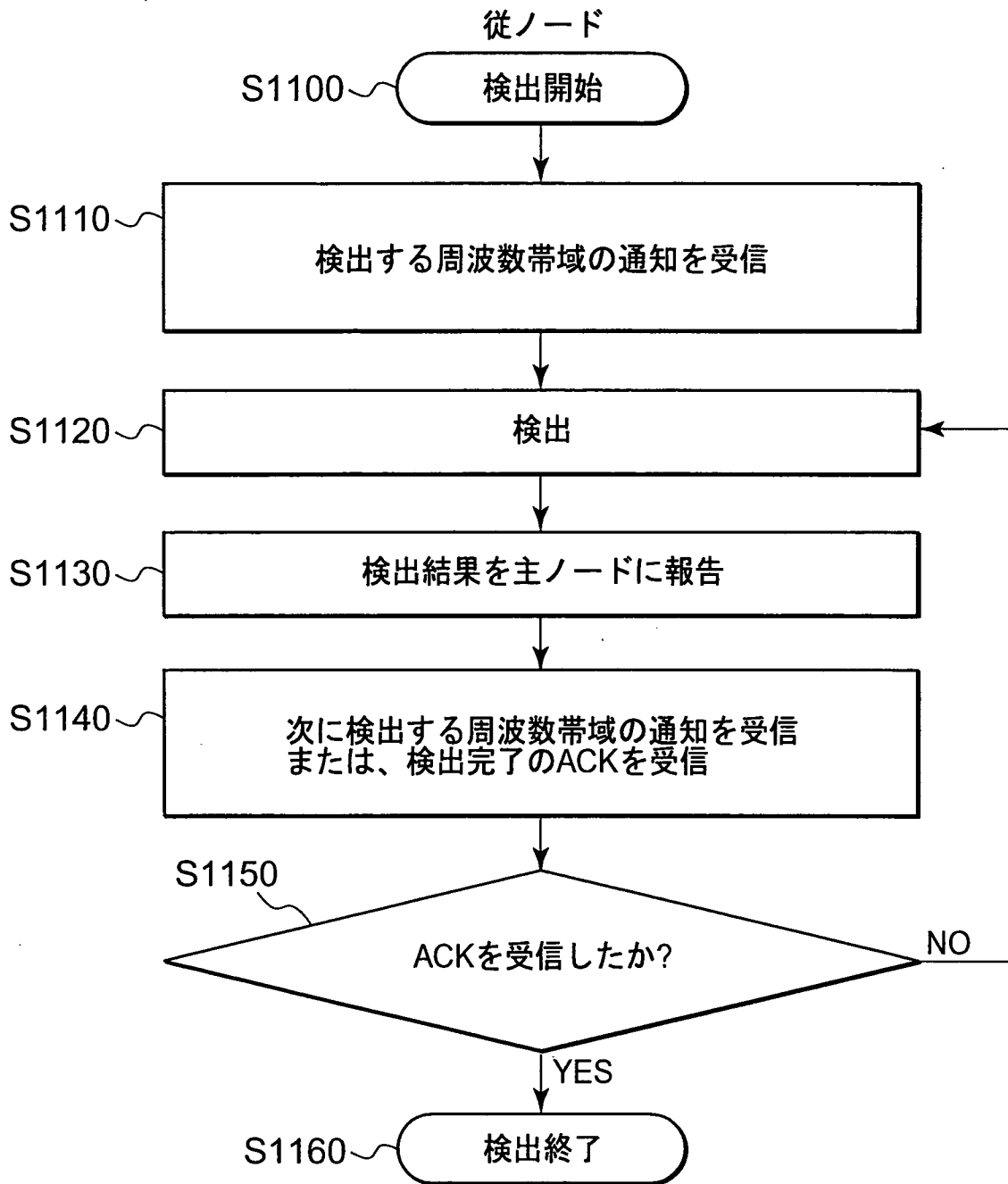


図 16

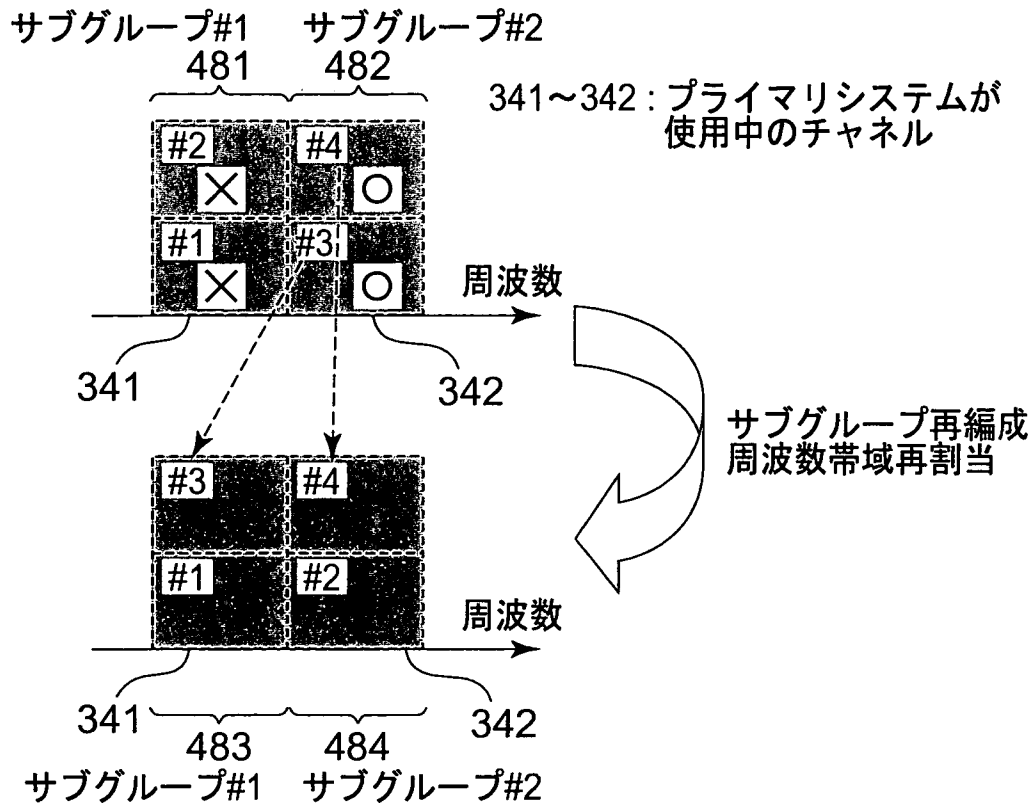


図 17

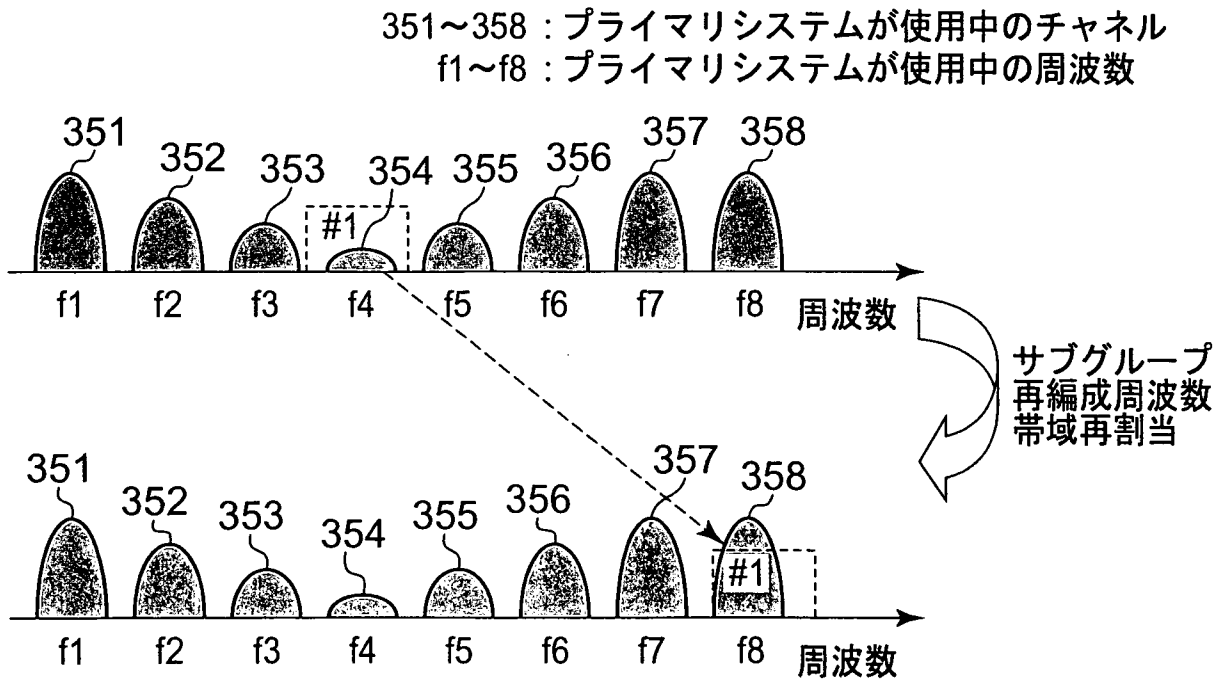


図 18

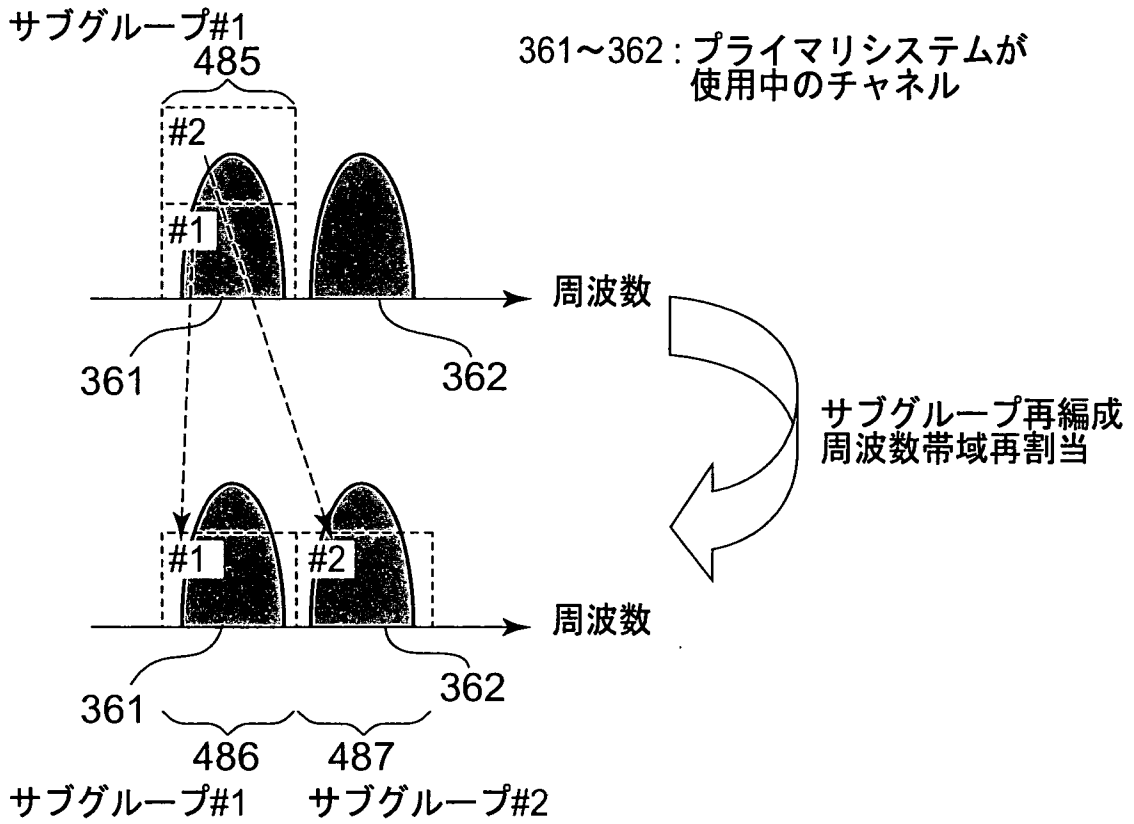


図 19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/073130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04W72/08 (2009.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04W72/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-9712 A (Omron Corp.), 11 January, 2002 (11.01.02), Fig. 5 (Family: none)	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 19-22, 26-28, 31 3, 4, 7, 10, 11, 14-18, 23-25, 29, 30
Y A	JP 2003-249973 A (Sharp Corp.), 05 September, 2003 (05.09.03), Par. No. [0015] & US 2003/0219002 A1	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 19-22, 26-28, 31 3, 4, 7, 10, 11, 14-18, 23-25, 29, 30
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 January, 2009 (23.01.09)		Date of mailing of the international search report 03 February, 2009 (03.02.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04W72/08(2009.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04W72/08		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-9712 A (オムロン株式会社) 2002.01.11, 第5図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 19-22, 26-28, 31
A		3, 4, 7, 10, 11, 14-18, 23-25, 29, 30
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 23.01.2009	国際調査報告の発送日 03.02.2009	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 富田 高史 電話番号 03-3581-1101 内線 3534	5 J 2952

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-249973 A (シャープ株式会社) 2003.09.05, 段落 0015 & US 2003/0219002 A1	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 19-22, 26-28, 31
A		3, 4, 7, 10, 11, 14-18, 23-25, 29, 30
Y	JP 2007-53546 A (株式会社東芝) 2007.03.01, 第2図 & US 2007/0042733 A1	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 19-22, 26-28, 31
A		3, 4, 7, 10, 11, 14-18, 23-25, 29, 30