

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-538025  
(P2009-538025A)

(43) 公表日 平成21年10月29日(2009.10.29)

(51) Int.Cl.

HO4W 72/04 (2009.01)  
HO4J 11/00 (2006.01)  
GO1R 29/08 (2006.01)

F 1

HO4Q 7/00  
HO4J 11/00  
GO1R 29/08547  
Z  
B

テーマコード(参考)

5KO22  
5KO67

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2009-510609 (P2009-510609)  
 (86) (22) 出願日 平成19年5月17日 (2007.5.17)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年10月30日 (2008.10.30)  
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2007/051894  
 (87) 國際公開番号 WO2007/135639  
 (87) 國際公開日 平成19年11月29日 (2007.11.29)  
 (31) 優先権主張番号 60/801,448  
 (32) 優先日 平成18年5月18日 (2006.5.18)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

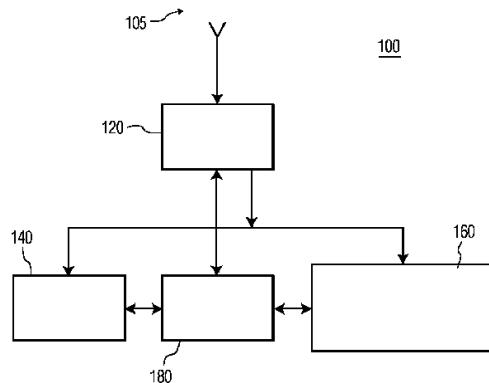
(71) 出願人 590000248  
 コーニングクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 オランダ国 5621 ベーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ  
 1  
 (74) 代理人 100087789  
 弁理士 津軽 進  
 (74) 代理人 100114753  
 弁理士 宮崎 昭彦  
 (74) 代理人 100122769  
 弁理士 笛田 秀仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】RFスペクトルにおける一時的に未使用の帯域幅を検出するシステム及び方法

## (57) 【要約】

周波数帯域において一時的に利用可能な帯域幅を検出する方法 200 及びシステム 300 は、前記周波数帯域内のチャネルを選択するステップ 205 と、前記選択されたチャネルにおいて受信されたエネルギーを測定するステップ 210 と、前記測定されたエネルギーを第 1 の閾値と比較するステップ 215 と、前記測定されたエネルギーが前記第 1 の閾値を超過する場合に前記チャネルが伝送に対して利用不可能であると決定し 220、そうでなければ前記チャネルが伝送に対して利用可能であると決定する 225 ステップと、前記チャネルにおいて受信された信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相關を取るステップ 255 と、前記相關結果を第 2 の閾値と比較するステップ 260 と、前記チャネルにおける前記相關結果が前記第 2 の閾値を超過する場合に前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記チャネルに存在すると決定し 265、そうでなければ前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記チャネルに存在しないと決定する 270 ステップとを有する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

周波数帯域において一時的に利用可能なチャネルを検出する方法において、  
 ( a ) 前記周波数帯域内の複数のチャネルの中からチャネルを選択するステップと、  
 ( b ) 前記選択されたチャネルにおいて受信されたエネルギーを測定するステップと、  
 ( c ) 前記選択されたチャネルにおいて受信された前記測定されたエネルギーを前記選択されたチャネルに対して確立された閾値と比較するステップと、  
 ( d ) 前記選択されたチャネルにおいて受信された前記測定されたエネルギーが前記閾値を超過する場合に前記選択されたチャネルが伝送に対して利用不可能であると決定し、そうでない場合に前記選択されたチャネルが伝送に対して利用可能であると決定するステップと、  
 ( e ) 前記周波数帯域内の複数のチャネルの各々に対して前記ステップ ( a ) ないし ( d ) を繰り返すステップと、  
 ( f ) 前記ステップ ( d ) において利用不可能であると決定されたチャネルの 1 つを選択するステップと、  
 ( g ) 前記選択された利用不可能なチャネルにおいて受信された信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相關を取るステップと、  
 ( h ) 前記選択された利用不可能なチャネルにおける前記相關結果を第 2 の閾値と比較するステップと、  
 ( i ) 前記選択された利用不可能なチャネルにおける前記相關結果が前記第 2 の閾値を超過する場合に前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択された利用不可能なチャネルに存在すると決定し、そうでない場合に前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択された利用不可能なチャネルに存在しないと決定するステップと、  
 ( j ) 前記ステップ ( d ) において利用不可能であると決定された各チャネルに対して前記ステップ ( f ) ないし ( i ) を繰り返すステップと、  
 を有する方法。

## 【請求項 2】

前記第 1 の閾値が、入力信号の不在時の前記選択されたチャネルにおける予測される入力雑音エネルギーにより乗算される定数である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記入力信号の不在時の前記選択されたチャネルにおける予測される入力雑音エネルギーが、信号が存在しないことが既知であるチャネルに同調することにより決定される、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記定数が、失敗した検出の所望の確率、誤警報の所望の確率、及び検出の所望の確率を達成するように選択される、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記選択されたチャネルにおいて受信されたエネルギーを測定するステップが、選択された間隔にわたり前記受信されたエネルギーを平均化するステップを有する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記選択されたチャネルにおいて受信されたエネルギーを測定するステップが、前記選択されたチャネルにおいて受信された信号をデジタル化するステップと、前記信号をベースバンドにダウンコンバートするステップと、前記信号に平方根二乗余弦フィルタを通過させるステップと、前記平方根二乗余弦フィルタからの信号出力を二乗するステップと、を有する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記特定の伝送フォーマットが、8 - VSB 伝送フォーマット及びデジタルビデオ放送 - 地上波 ( DVB - T ) 伝送フォーマットの一方である、請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 8】**

前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャが、P N 5 1 1 疑似乱数シーケンス及び直行周波数分割多重(O F D M)信号のサイクリックプレフィックスの一方である、請求項7に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記ステップ(e)が、前記ステップ(f)ないし(j)の前に実行される、請求項1に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記ステップ(e)が、前記ステップ(f)ないし(j)の後に実行される、請求項1に記載の方法。

10

**【請求項 11】**

第2の特定の伝送フォーマットに対して前記ステップ(f)ないし(j)を繰り返すステップを更に有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 12】**

周波数帯域において一時的に利用可能な帯域幅を検出するシステムにおいて、前記周波数帯域内のスペクトル部分を選択するように構成された受信器フロントエンドと、

前記選択されたスペクトル部分に存在するエネルギーを測定するように構成されたエネルギー検出器と、

前記選択されたスペクトル部分における前記測定されたエネルギーを前記選択されたスペクトル部分に対して確立された閾値と比較するように構成された第1の比較器と、

前記選択されたスペクトル部分において受信された信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相関を取るように構成された相関器と、

前記相関結果を第2の閾値と比較するように構成された第2の比較器と、を有するシステム。

20

**【請求項 13】**

前記受信器フロントエンドが、

前記選択されたチャネルに同調するように構成されたR F チューナと、

前記選択されたチャネルに対する前記R F チューナの出力をデジタル化するように構成されたアナログデジタルコンバータ(A D C)と、

30

前記デジタル化されたチューナ出力をベースバンドにダウンコンバートするように構成されたダウンコンバータと、

前記デジタル化されたベースバンド信号をフィルタリングするように構成された帯域制限フィルタと、

を有する、請求項12に記載のシステム。

30

**【請求項 14】**

前記選択されたスペクトル部分に対して確立された前記閾値が、入力信号の不在時の前記選択されたスペクトル部分における予測される入力雑音エネルギーにより乗算される定数である、請求項12に記載のシステム。

40

**【請求項 15】**

前記エネルギー検出器が、選択されたサンプル数にわたり前記受信されたエネルギーを平均化することにより前記選択されたスペクトル部分において受信されたエネルギーを測定する、請求項12に記載のシステム。

**【請求項 16】**

前記相関器が、前記選択されたスペクトル部分において受信された信号を、8-V S B 伝送フォーマットに準拠する信号のP N 5 1 1 疑似乱数シーケンス及び直交周波数分割多重(O F D M)信号のサイクリックプレフィックスの少なくとも一方と相関を取るように構成される、請求項12に記載のシステム。

**【請求項 17】**

周波数帯域において一時的に利用可能な帯域幅を検出する方法において、

50

( a ) 前記周波数帯域内のスペクトル部分を選択するステップと、  
 ( b ) 前記選択されたスペクトル部分において受信されたエネルギーを測定するステップと、

( c ) 前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーを前記選択されたスペクトル部分に対して確立された閾値と比較するステップと、

( d ) 前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーが前記閾値を超過する場合に前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用不可能であると決定し、そうでない場合に前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用可能であると決定するステップと、

( e ) 前記選択されたスペクトル部分において受信された信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相關を取るステップと、

( f ) 前記相關結果を第2の閾値と比較するステップと、

( g ) 前記選択されたスペクトル部分における前記相關結果が前記第2の閾値を超過する場合に前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択されたスペクトル部分に存在すると決定し、そうでない場合に前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択されたスペクトル部分に存在しないと決定するステップと、

( h ) 前記周波数帯域にわたる複数のスペクトル部分の各々に対して前記ステップ( a )ないし( g )を繰り返すステップと、

を有する方法。

**【請求項18】**

前記選択されたスペクトル部分に対して確立された前記閾値が、入力信号の不在時の前記選択されたスペクトル部分における予測される入力雑音エネルギーにより乗算される定数である、請求項17に記載の方法。

**【請求項19】**

前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャが、P H N 5 1 1 疑似乱数シーケンス及び直交周波数分割多重(O F D M)信号のサイクリックプレフィックスの一方である、請求項17に記載の方法。

**【請求項20】**

第2の特定の伝送フォーマットに対して前記ステップ( e )ないし( h )を繰り返すステップを更に有する、請求項17に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、信号の存在(又は不在)を検出する方法及びシステムに関し、より具体的には、R Fスペクトルにおける一時的に未使用的帯域幅を検出する方法及びシステムに関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

免許不要(unlicensed)無線装置の急増とともに、特定の周波数スペクトル部分が他の認可(licensed)又は免許不要装置により占有されるかどうかの検出は、将来の免許不要無線装置の大きな要素になっている。例えば、F C Cは、免許不要無線送信器が、割り当てられた地上波テレビチャネルの1つ以上が使用されていない場所において放送テレビスペクトル内で動作することを可能にすることを提案している。しかしながら、F C Cは、このような免許不要送信器が、認可地上波テレビ信号の受信と干渉しないことを保証する保護手段とともにのみ許可されることを強調した。

**【0003】**

したがって、既存の認可サービスに対して干渉が引き起こされないことを保証するために、免許不要送信器は、未使用的又は空きスペクトルを識別し、このような空きスペクトル上でのみ送信する能力を組み込まなくてはならない。F C Cにより進められた1つのアイデアは、前記免許不要送信器が作動される前に、他の送信器(例えば認可地上波テレビ

10

20

30

40

50

放送送信器)が領域内の特定のチャネル上で動作しているかどうかを検出する感知能力を前記免許不要送信器に組み込むことである。

【0004】

例えば、免許不要送信器は、特定のスペクトル部分が、前記送信器が設置されるべき領域において実際に使用中であるかどうかを検出することができるアンテナ及び受信器を組み込むことを必要とする。この場合、既存のサービスとの干渉を防ぐために、超広帯域(UWB)送信装置が特定のスペクトル部分で動作を開始する前に、まず、他のより高い優先順位のユーザ(例えば、認可地上波テレビ放送送信器)が、前記UWB送信器が作動されることができる前に前記領域において前記特定のスペクトル部分で動作しているかどうかを確かめなければならない。同時に、場合により、前記UWBシステムは、他のUWBシステム又は他の公認狭帯域が前記スペクトルの部分すでに動作しているかどうかをも決定しなければならない。

10

【0005】

前記アンテナ及び受信器が、既存の信号が特定のスペクトル部分で局所的に送信されていることを検出する場合、前記免許不要送信器は、当該スペクトル部分の使用を防止される。前記免許不要送信器は、前記アンテナ及び受信器が、既存の送信(例えば地上波テレビ放送信号)が特定のスペクトル部分に存在しないことを確認する場合、特定の場所において当該スペクトル部分で動作することのみ許可される。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、RFスペクトルにおいて一時的に未使用の帯域幅を検出する方法及びシステムを提供することが望ましい。特定のスペクトル部分を占有する信号が特定の伝送フォーマットを採用するかどうかを検出する方法及びシステムを提供することも望ましい。本発明は、先行する関心の1つ以上に対処することを対象とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様において、周波数帯域において一時的に利用可能なチャネルを検出する方法は、(a)周波数帯域内の複数のチャネルからチャネルを選択するステップと、(b)前記選択されたチャネルにおいて受信されるエネルギーを測定するステップと、(c)前記選択されたチャネルにおいて受信された前記測定されたエネルギーを前記選択されたチャネルに対して確立された閾値と比較するステップと、(d)前記選択されたチャネルにおいて受信された前記測定されたエネルギーが前記選択されたチャネルに対して確立された前記閾値を超過する場合に、前記選択されたチャネルが伝送に対して利用不可能であると決定し、そうでなければ前記選択されたチャネルが伝送に対して利用可能であると決定するステップと、(e)前記周波数帯域内の複数のチャネルの各々に対して前記ステップ(a)ないし(d)を繰り返すステップと、(f)前記ステップ(d)において利用不可能であると決定されたチャネルの1つを選択するステップと、(g)前記選択された利用不可能なチャネルにおいて受信される信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相關を取るステップと、(h)前記相關結果を第2の閾値と比較するステップと、(i)前記選択された利用不可能なチャネルにおける前記相關結果が前記第2の閾値を超過する場合に、前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択された利用不可能なチャネルに存在すると決定し、そうでなければ前記特定の伝送フォーマットに準拠する前記信号が前記選択された利用不可能なチャネルに存在しないと決定するステップと、(j)前記ステップ(d)において利用不可能であると決定された各チャネルに対して前記ステップ(f)ないし(i)を繰り返すステップとを有する。

30

【0008】

本発明の他の態様において、周波数帯域において一時的に利用可能な帯域幅を検出するシステムは、前記周波数帯域内のスペクトル部分を選択するように構成される受信器フロントエンドと、前記選択された周波数部分に存在するエネルギーを測定するように構成され

40

50

るエネルギー検出器と、前記選択されたスペクトル部分における前記測定されたエネルギーを前記選択されたスペクトル部分に対して確立された閾値と比較するように構成される第1の比較器と、前記選択されたスペクトル部分において受信される信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相関を取るよう構成される相関器と、前記相関結果を第2の閾値と比較するよう構成される第2の比較器とを有する。

【0009】

本発明の他の態様において、周波数帯域において一時的に利用可能な帯域幅を検出する方法は、(a)前記周波数帯域内のスペクトル部分を選択するステップと、(b)前記選択されたスペクトル部分において受信されるエネルギーを測定するステップと、(c)前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーを前記選択されたスペクトル部分に対して確立された閾値と比較するステップと、(d)前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーが前記選択されたスペクトル部分に対して確立された前記閾値を超過する場合に、前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用不可能であると決定し、そうでなければ前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用可能であると決定するステップと、(e)前記選択されたスペクトル部分において受信される信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相関を取るステップと、(f)前記相関結果を第2の閾値と比較するステップと、(g)前記選択されたスペクトル部分における前記相関結果が前記第2の閾値を超過する場合に、前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択されたスペクトル部分に存在すると決定し、そうでなければ前記特定の伝送フォーマットに準拠する前記信号が前記選択されたスペクトル部分に存在しないと決定するステップと、(h)前記周波数帯域にわたる複数のスペクトル部分の各々に対して前記ステップ(a)ないし(g)を繰り返すステップとを有する。

10

20

30

40

50

【0010】  
更なる及び他の態様は、後に続く記載から明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明は、ここで、本発明の好適な実施例が示される添付の図面を参照して以下により完全に記載される。本発明は、しかしながら、異なる形で実施されてもよく、ここに記載された実施例に限定されると解釈されるべきでない。むしろ、これらの実施例は、本発明の教示的な例として提供される。

【0012】

図1は、周波数帯域において一時的に未使用の帯域幅を検出するシステム100の一実施例の高レベルブロック図である。当業者に理解されるように、図1に示される様々な"部分"は、ソフトウェア制御マイクロプロセッサ、配線論理回路、又はこれらの組み合わせを使用して物理的に実施されることができる。また、前記部分は、説明の目的で図1において機能的に分離されるが、物理的実装において様々な形で組み合わされてもよい。

【0013】

システム100は、アンテナ105と、受信器フロントエンドセクション120と、エネルギー測定ブロック140と、伝送フォーマット特有検出ブロック160と、コントローラ180とを含む。コントローラ180は、ソフトウェア及び/又はファームウェアにおいて1以上のアルゴリズムを実行するように構成されたプロセッサ及びメモリを含むことができる。

【0014】

動作的に、受信器フロントエンドセクション120は、連続的又は不連続であることができる1以上の周波数帯域(例えば、VHFロー、VHFハイ及びUHF帯域)を受信する。受信器フロントエンドセクション120は、コントローラ180からの1以上の制御信号に応答してスペクトル部分に同調(を選択)する。有益には、前記選択されたスペクトル部分は、特定の保護された通信サービスの1つのチャネル、例えば1つのテレビチャネルに対応することができる。しかしながら、代替的には、前記選択されたスペクトル部

分は、単一のチャネルの一部だけ又は複数のチャネルに及んでもよい。受信器フロントエンドセクション 120 の出力は、エネルギー測定ブロック 140 及び伝送フォーマット特有検出ブロック 160 に供給される。エネルギー測定ブロック 140 は、前記選択されたスペクトル部分に存在するエネルギーを測定し、信号が存在するかどうか又は雑音のみが存在するのかどうかを決定しようと試みる。伝送フォーマット特有検出ブロック 160 は、特定の伝送フォーマット（例えば、NTSC 規格；ATSC 規格等）に準拠する信号の既知のフィーチャが、前記選択されたスペクトル部分において見つけられるかどうかを決定しようと試みる。伝送フォーマット特有検出ブロック 160 は、複数の異なる伝送フォーマットに対するサブブロックを含んでもよい。

【0015】

10

図 2 は、周波数帯域において一時的に未使用の帯域幅を検出するプロセス 200 の一実施例を示す。図示及び説明の単純化のために、図 2 は、プロセス 200 を "パート 1" 及び "パート 2" とラベル付けされた 2 つの部分に分割する。より詳細に以下に説明されるように、パート 1 及びパート 2 が同時に又は連続して実行されると理解されるべきである。連続して実行される場合、パート 2 は、各スペクトル部分において、前記スペクトル部分がパート 1 において利用不可能であると決定された直後に、別個に実行されることができるか、又はパート 2 は、全ての周波数帯域がパート 1 において試験された後に全ての利用不可能なスペクトル部分において実行されることができる。

【0016】

20

図 2 を参照すると、パート 1 の第 1 のステップ 205において、前記周波数帯域内の次のスペクトル部分が選択される（例えば、チューナにより同調される）。有益には、前記選択されたスペクトル部分は、保護されたサービスに対する 1 つの通信チャネル（例えばテレビチャネル）に対応する。しかしながら、代替的には、前記選択されたスペクトル部分は、複数のチャネル又は単一のチャネルの一部に及んでもよい。

【0017】

次いで、ステップ 210において、前記選択されたスペクトル部分において受信されたエネルギーが測定される。有益には、前記エネルギーは、所定の間隔にわたり平均化される。

【0018】

30

次に、ステップ 215において、前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーは、第 1 の閾値と比較される。有益には、以下に説明されるように、前記第 1 の閾値は、入力信号の不在時に前記選択されたスペクトル部分における予測される入力雑音エネルギーにより乗算される、定数  $c$  であることができる。名目上は、前記選択されたスペクトル部分における前記予測される入力雑音エネルギーは、所定のフロントエンド受信器設計に対して事前に計算されることができる前記受信器フロントエンドの雑音パワーに等しい。代替的には、これは、入力信号の不在時におけるエネルギー平均化機能を実施することにより推定されることもできる。これは、信号を持たないことが既知である周波数チャネルに前記受信器フロントエンドを同調することにより周期的に行われることができる。一実施例において、 $c$  は、約 1.2 である数に設定される。有益には、前記第 1 の閾値は、同じ周波数帯域においてスペクトル部分によって異なることができる。すなわち、個別の閾値が各選択されたスペクトル部分に対して確立されることができる。

【0019】

40

前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーが前記第 1 の閾値を超過する場合、ステップ 220において、前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用不可能であると決定される。そうでなければ、ステップ 225において、前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用可能であると決定される。有益には、前記選択されたスペクトル部分を表すデータ及び前記比較の結果は、メモリに記憶される。

【0020】

50

ステップ 230において、前記選択されたスペクトル部分が、前記周波数帯域において確認されるべき最後のスペクトル部分であるかどうかが決定される。そうでない場合、前記プロセスはステップ 205 に戻り、前記周波数帯域内の次のスペクトル部分が選択され

、前記プロセスが続行する。他方で、ステップ 230において前記選択されたスペクトル部分が前記周波数帯域において確認されるべき最後のスペクトル部分であると決定される場合、パート1は終了する。

【0021】

パート2の第1のステップ 250において、パート1において利用不可能であると決定された次のスペクトル部分が選択される（例えばチューナにより同調される）。

【0022】

次いで、ステップ 255において、前記選択された利用不可能なスペクトル部分において受信された信号が、特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相関を取られる。

10

【0023】

次に、ステップ 260において、前記相関結果が第2の閾値と比較される。

【0024】

前記相関結果が前記第2の閾値を超過する場合、ステップ 265において、前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択された利用不可能なスペクトル部分に存在すると決定される。この場合、前記選択されたスペクトル部分を表すデータ及び前記特定の伝送フォーマットは、メモリに記憶される。そうでなければ、ステップ 270において、前記特定の伝送フォーマットに準拠する信号が前記選択された利用不可能なスペクトル部分に存在しないと決定される。

20

【0025】

ステップ 275において、前記選択された利用不可能なスペクトル部分が試験されるべき最後の利用不可能なスペクトル部分であるかどうかが決定される。そうでなければ、前記プロセスはステップ 250に戻り、次の利用不可能なスペクトル部分が選択され、前記プロセスが続行する。他方で、ステップ 275において前記選択された利用不可能なスペクトル部分が前記周波数帯域内の最後の利用不可能なスペクトル部分であると決定される場合、パート2は終了する。

20

【0026】

有益には、プロセス 200の終了時に、以下の情報、すなわち（1）（もしあれば）伝送に対して利用可能である現在未使用のスペクトル部分のリスト、及び（2）それぞれの採用された伝送フォーマットにより分離された、現在占有されているスペクトル部分の複数のリストが利用可能である。上の項目1の情報は、超広帯域送信器又は他のアジャイル無線（A R）により伝送用にスペクトル部分を選択するのに直ちに使用できる。

30

【0027】

上の項目2にリストされるスペクトル部分は、大きく2つのグループ、すなわち（1）"永久"帯域割り当てで認可オペレータにより使用される部分と、（2）A Rと同様に、オポチュニスティックに前記チャネルを使用する部分とに分離されることができる。第1のグループのスペクトル部分は、現在の FCC 規制下で、A Rの観点からタブーのスペクトル部分と見なされる。免許不要オペレータにより使用されるスペクトル部分の第2のグループは、とりわけ、複数の環境下で利用可能になりうる。

40

【0028】

他の実施例において、図2において実行されるステップの順序が修正されてもよいと理解されるべきである。例えば、ステップ 255ないし 270は、各利用不可能なスペクトル部分に対してステップ 220の直後に実行されてもよく、ステップ 270の後に、前記プロセスは、ステップ 230に戻る。この場合、ステップ 275及び 280は除外されることができる。更に他の実施例において、ステップ 210 - 225は、ステップ 255 - 270と並行して実行されてもよい。この場合、ステップ 275は除外されることができる。

【0029】

実際に、プロセス 200のパート1は、他の伝送で占有される結果に達するのに十分な

50

信号エネルギーがスペクトル部分に存在するかどうかを検出する。一実施例において、これは、入力信号の二乗の平均により行われることができる。前記入力信号は、フィルタリングの後に、通常は、2つの成分、すなわち直角成分及び同相成分からなる。各成分は、およそガウス分布を示す。複素ガウス信号の2乗強度  $y = |x_1 + jx_2|^2$  に対する確率密度関数は、以下の指數関数、すなわち、

【数1】

$$f(y) = \frac{e^{-y/2\sigma^2}}{2\sigma^2}.$$

10

に従う。この密度関数の平均は  $2\sigma^2$  であり、分散は前記平均の2乗に等しい。この密度関数に対する累積分布関数 (CDF) は、単純に、

【数2】

$$CDF = 1 - e^{-y/2\sigma^2}$$

である。この信号  $y(k)$  は、

【数3】

20

$$p(k) = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^{K-1} y(k+i)$$

のように  $K$  個のサンプルを有する時間窓にわたり平均化ができる。この信号に対する確率密度関数は、周知のアーラン密度関数、すなわち、

【数4】

$$f(p) = \frac{\lambda(\lambda p)^{K-1}}{(K-1)!} e^{-\lambda p}$$

30

に従い、ここで  $\lambda = K / (2\sigma^2)$  である。累積分布関数 (CDF) も、

$$CDF = \Gamma(K, \lambda p)$$

により与えられ、ここで  $\Gamma(\cdot)$  は、不完全ガンマ関数である。  $f(p)$  の平均及び分散は、平均  $= K / \lambda = 2\sigma^2$

及び

$$\text{分散} = K / \lambda^2 = (2\sigma^2)^2 K = \text{平均}^2 / K$$

である。したがって、より多くの平均化は、前記分散をゼロに近づける。  $K$  が大きい場合、この密度は、ガウス密度関数で近似されることができるが、しかしながら、上に示されるように、前記分散はゼロに近づく。

40

【0030】

$p(k)$  の平均及び分散は、一次ローパスフィルタを使用して、

$$\mu(k) = \mu(k-1) + (1 - \alpha) p(k)$$

$$\alpha(k) = (k-1) + (1 - \alpha)(\mu(k) - p(k))^2$$

として推定されることができ、ここで  $\mu(k)$  及び  $\alpha(k)$  は定数係数 (忘却因子) であり、 $\mu(k)$  及び  $\alpha(k)$  は、それぞれ推定された平均及び分散である。上に示されるように、ランダム入力に対して、

$$\alpha(k) = \mu^2(k) / K$$

である。

【0031】

50

これは、既知のフィーチャを持つ信号を検出するのに使用されることがある基本的情報である。入力信号が存在する場合、上で推定されたパワーは、背景雑音のパワーと前記信号のパワーとの和に等しい。この場合、 $\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$ であり、ここで  $\sigma_1^2$  は前記雑音のパワーであり、 $\sigma_2^2$  は検出される信号のパワーである。この場合、

$$p(k) > c \mu$$

であり、"c" が定数であり、 $\mu = 2 \sigma_1^2$  である場合に、信号は、スペクトル部分に存在すると見なされる。この場合、M 個の個別の観測の中から、失敗した検出の確率、正しい検出の確率、及び誤警報の確率は、

【数 5】

$$Prob\_miss = \Gamma(K, Kc \frac{1}{(1+SNR)})^M$$

$$Prob\_detection = 1 - \Gamma(K, Kc \frac{1}{(1+SNR)})^M$$

$$Prob\_false\_alarm = 1 - \Gamma(K, Kc)^M$$

10

により記述されることがある。

【0032】

一実施例において、定数 "c" は 1.2 であることができ、失敗した検出の確率は 1 % であることができ、誤警報の確率は 10 % であることができる。

20

【0033】

代替的には、この検出アルゴリズムは、M 個の観測の中の少なくとも N 個が検出基準を満足する場合に検出が示されるものに一般化されることがある。この場合、以下の確率関数が適用される。

【数 6】

$$Prob\_detection = \sum_{l=N}^M \binom{M}{l} \left(1 - \Gamma(K, Kc \frac{1}{(1+SNR)})^l \Gamma(K, Kc \frac{1}{(1+SNR)})^{M-l}\right)$$

30

$$Prob\_false\_alarm = \sum_{l=N}^M \binom{M}{l} \left(1 - \Gamma(K, Kc)^l \Gamma(K, Kc)^{M-l}\right)$$

【0034】

上記関数は、ガウス密度関数を使用して近似されることがある。μ が入力信号の不在時に推定される必要があることに注意する。名目上、これは、所定のフロントエンド受信器設計に対して事前に計算されることができる前記フロントエンドの雑音パワーに等しい。他方で、これは、入力信号の不在時に平均化機能を実施することにより推定されることもできる。これは、信号を持たないことが既知であるスペクトル部分（例えば既知の空きテレビチャネル）に前記フロントエンド受信器を同調することにより周期的に行われることができる。この平均値は、この場合、予測される理論的雑音パワーと比較されることがある。この測定の妥当性は、予測値にどれだけ近いかに依存して確かめられることがある。一度前記雑音パワー推定が行われると、前記フロントエンドは、中心周波数を検出しようと試みる周波数帯域に同調する。平均化に使用されるパラメータは、所望の性能基準に依存する。上述の確率関数は、平均化窓 K 及び検出用の独立トレイル (trail) の数 M を推定するのにガイドとして使用されることがある。

40

【0035】

スペクトル部分のエネルギーを測定し、閾値と比較することは、信号の存在を検出するのに使用されることがあるが、これは、存在する信号のタイプに関して何も知らせない。例えば、前記検出された信号は、DTV (USD-TV, DVBT 等) 送信器のような認

50

可送信器からの信号であってもよく、又は他の免許不要送信器からの信号でありうる。一般に、前記エネルギー測定は、これらの異なる信号を区別しない。

【0036】

したがって、アジャイル無線が前記信号に基づいて適切な動作を取る（例えば、D T V 信号が存在する場合に前記チャネルを空ける）ことができるよう前記信号のタイプを検出することに关心がある。これは、特定の伝送規格又はフォーマットに準拠する信号の特有のフィーチャの検出を要する。

【0037】

一例として、米国におけるD T V 信号に対して、パイロット信号にロックする、（一般に過剰帯域幅としても知られ、クロック同期に使用される）前記信号の帯域端部にロックする、又は前記信号全体を復調する及び前記テレビ信号にロックしようと試みることを検討しうる。アジャイル無線は、典型的には、信号の通常の受信に対する閾値より 15 - 30 dB 下である信号レベルにおいて D T V 信号を検出することができることを必要とするので、低い S N R 及び重いマルチパス条件において前記信号に全体的にロックすることは難しい。前記パイロット又は前記帯域端部にロックしようと試みることは、このシステムをより周波数選択マルチパスフェージングしやすくする。したがって、マルチパスに対してロバストである方法を発明することに关心がある。

10

【0038】

したがって、一実施例において、前記受信された信号は、既知の基準信号のコピーと相關を取られる。米国におけるD T V 信号に対して、前記既知の基準信号は、P N 5 1 1 シーケンス（又はその一部）であることができる。（例えば欧洲における）D V B - T に対して、前記既知の基準信号は、O F D M 信号のサイクリックプレフィックスであることができる。後に続く記載において、米国におけるD T V 信号の検出が、例として提供される。しかしながら、同様の原理が、D V B - T のような他の伝送方式に対して使用されることもできる。

20

【0039】

前記信号が、通常の範囲とは非常に異なる値を示す  $p(k)$  のサンプル（例えばピーク）のようなガウシアンではないと仮定すると、分散は、平均より速く応答し、

$$(k') > \mu^2(k') / K$$

を生じ、ここで、 $k'$  は、異常サンプルが  $p(k)$  において示されるサンプルである。雑音の多い環境に対して、条件、

$$(k') > c \mu^2(k') / K$$

30

を使用することができ、ここで  $c$  は定数であり、 $c > 1$  である。この条件が真である場合、 $p(k)$  における異常サンプルが検出されたと都合よく宣言することができる。

【0040】

図 3 は、周波数帯域において一時的に未使用のスペクトル部分を検出するシステム 30 の一実施例の詳細なブロック図を示す。システム 300 は、受信器フロントエンドセクション 310 と、エネルギー検出器 350 と、第 1 の比較器 360 と、伝送フォーマット特有検出ブロック 370 とを含む。図面を単純化するために図 3 には示されていないが、有益には、システム 300 は、受信器フロントエンドセクション 310、エネルギー検出器 350 及び / 又は伝送フォーマット特有検出ブロック 370 の様々な特徴を制御する（プロセッサ及びメモリを含む）図 1 のコントローラ 180 のようなコントローラを含む。

40

【0041】

受信器フロントエンドセクション 310 は、R F チューナ 315 と、アナログデジタルコンバータ（A D C）320 と、ダウンコンバータ 325 と、帯域制限フィルタ 330 とを含む。一実施例において、帯域制限フィルタ 330 は、平方根二乗余弦であることができる。

【0042】

伝送フォーマット特有検出ブロック 370 は、2 : 1 デシメーションブロック 375 と、相関器 380 と、第 2 の比較器 390 とを含む。

50

## 【0043】

動作的に、RFチューナ315は、周波数帯域内のスペクトル部分（例えばチャネル）に同調する（を選択する）。

## 【0044】

アナログデジタルコンバータ（ADC）320は、前記選択されたスペクトル部分に対するRFチューナ315の出力をデジタル化する。

## 【0045】

ダウンコンバータ325は、前記デジタル化されたチューナ出力をベースバンドにダウンコンバートし、帯域制限フィルタ330は、前記デジタル化されたベースバンド信号をフィルタリングする。受信器フロントエンド310の出力（すなわち帯域制限フィルタ330の出力）は、エネルギー検出器350及び伝送フォーマット特有検出ブロック370の両方に供給される。

10

## 【0046】

エネルギー検出器350は、前記選択されたスペクトル部分に存在するエネルギーを測定する。エネルギー検出器350は、所定の時間期間にわたり前記エネルギーを平均化することができる。第1の比較器360は、前記選択されたスペクトル部分における前記測定されたエネルギーを第1の閾値と比較する。有益には、上で説明されたように、前記第1の閾値は、入力信号の不在時の前記選択されたスペクトル部分における予測される入力雑音エネルギーにより乗算される、定数cであることができる。通常は、前記選択されたスペクトル部分における前記予測される入力雑音エネルギーは、所定のフロントエンド受信器設計に対して事前に計算されることができる前記受信器フロントエンドの雑音パワーに等しい。代替的に、これは、入力信号の不在時にエネルギー平均化機能を実施することにより推定されることもできる。これは、信号を持たないことが既知である周波数チャネルに受信器フロントエンド310を同調することにより周期的に行われることができる。一実施例において、cは約1.2の数にセットされる。また、上で説明されたように、有益には、前記第1の閾値は、同じ周波数帯域においてスペクトル部分によって異なることもできる。すなわち、個別の閾値が、各選択されたスペクトル部分に対して確立されることができる。

20

## 【0047】

前記選択されたスペクトル部分において受信された前記測定されたエネルギーが、前記第1の閾値を超過する場合、前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用不可能であると決定される。そうでなければ、前記選択されたスペクトル部分が伝送に対して利用可能であると決定される。有益には、前記選択されたスペクトル部分を表すデータ及び前記比較の結果は、コントローラ180に含まれることができるメモリのようなメモリに記憶される。

30

## 【0048】

相関器380は、前記選択されたスペクトル部分において受信された信号を特定の伝送フォーマットに準拠する信号の既知のフィーチャと相関を取る。第2の比較器390は、前記相関結果を第2の閾値と比較する。

## 【0049】

図4A-Bは、2つの異なる入力信号対雑音比（SNR）における図3の相関器380の出力を示す。前記出力は、8VSBシンボルとPN511疑似乱数シーケンスとの間の相互相関の現在の絶対値を捕捉されたシンボル数に対してプロットする。前記PN511シーケンスは、ATSC準拠放送信号の各フィールドに埋め込まれる。図4A-Bにおける4.8及び2.5の突き出した相関値は、これら2つの場合における前記PN511シーケンスの位置をそれぞれ示す。データ補足はATSCフィールド境界に対して非同期であるので、補足されたフィールド内の前記PN511の位置は一定ではない。

40

## 【0050】

図4A-Bは、それぞれ15dB及び-5dBの入力SNRレベルの下で取られた。シンボルレートの2倍で臨界的にサンプリングされた、1フィールド分のデータ（～260000シンボル）が、各プロットに対して使用された。図4A-Bにおける4.8及び2

50

.5の突き出した相関値は、前記チャネルにおけるA T S C信号の検出された存在をそれぞれ示す。A T S C 8 V S B受信器が、適切に機能するために少なくとも15.3dBの入力S N Rを必要とすることに注意すべきである。したがって、図4Bは、図3のシステム300における伝送フォーマット特有検出ブロック370の可能な実装が、A T S Cテレビ受信器に対してほぼ20dBの境界を持ち、この信号のタイプの信頼できる検出器であることを示す。

【0051】

好適な実施例がここに開示されるが、本発明の概念及び範囲内にとどまる多くの変型例が可能である。このような変型例は、この明細書、図面及び請求項の検討後に当業者に明らかになる。したがって、本発明は、添付の請求項の精神及び範囲内を除き、限定されるべきでない。

10

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】周波数帯域において一時的に未使用の帯域幅を検出するシステムの一実施例の高レベルブロック図である。

【図2】周波数帯域において一時的に未使用の帯域幅を検出するプロセスの一実施例を示す。

【図3】周波数帯域において一時的に未使用の帯域幅を検出するシステムの一実施例の詳細なブロック図を示す。

【図4A】異なる入力信号対雑音比(S N R)における図3の相関器の出力を示す。

【図4B】異なる入力信号対雑音比(S N R)における図3の相関器の出力を示す。

20

【図1】

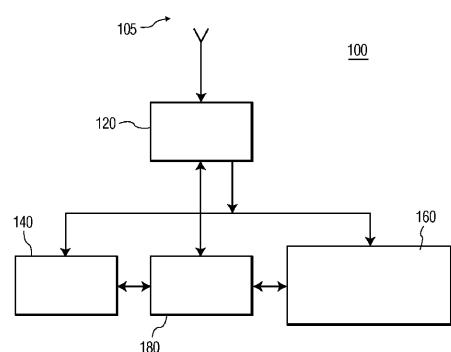


FIG.1

【図2】

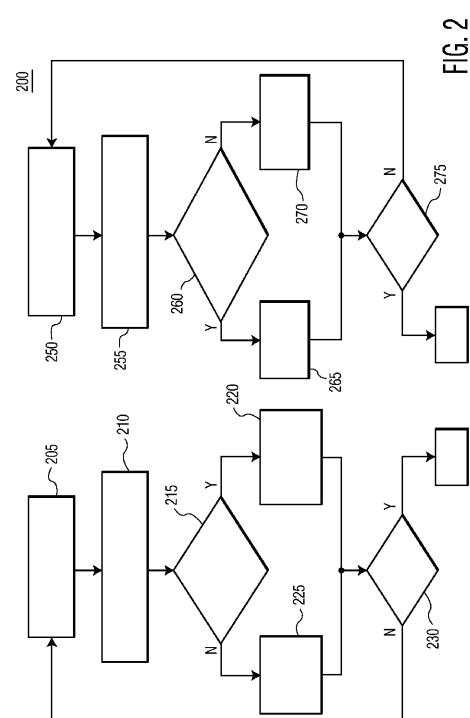


FIG.2

【図3】

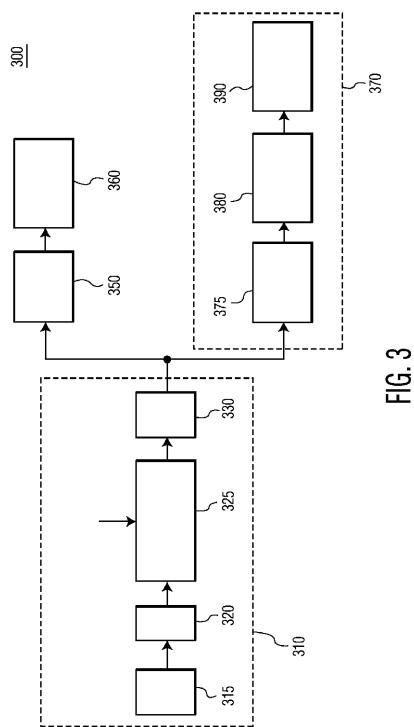


FIG.3

【図4 A】

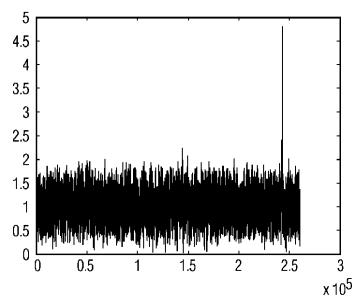


FIG.4A

【図4 B】

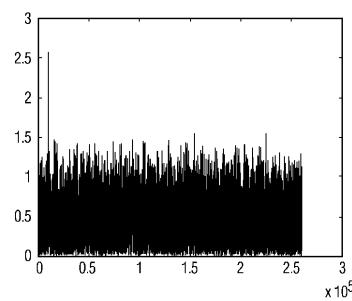


FIG.4B

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/IB2007/051894
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04Q7/36 H04L12/28		
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) H04L H04Q H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, IBM-TDB, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>BELLEC M ET AL: "A PHY/MAC Proposal for IEEE 802.22 WRAN Systems – Part 1: The PHY – doc.: IEEE 802.22-06/0004r0"</p> <p>INTERNET CITATION, [Online] 11 January 2006 (2006-01-11), XP007902868 Retrieved from the Internet: URL: <a href="http://www.ieee802.org/22/Meeting_documents/2006_Jan/index.html">http://www.ieee802.org/22/Meeting_documents/2006_Jan/index.html</a> &gt; [retrieved on 2007-09-03] page 26, line 3 – page 33, line 2</p> <p>----- -/-</p>	1-20
<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 document 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		
Date of the actual completion of the International search  22 October 2007		Date of mailing of the International search report  05/11/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Poort, Ingrid

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2007/051894

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>CABRIC D ET AL: "Implementation issues in spectrum sensing for cognitive radios" SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, 2004. CONFERENCE RECORD OF THE THIRTY-EIGHTH ASILOMAR CONFERENCE ON PACIFIC GROVE, CA, USA NOV. 7-10, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 7 November 2004 (2004-11-07), pages 772-776, XP010781056 ISBN: 0-7803-8622-1 page 772, left-hand column, line 1 – page 775, right-hand column, line 4</p> <p>FEHSKE A ET AL: "A new approach to signal classification using spectral correlation and neural networks" NEW FRONTIERS IN DYNAMIC SPECTRUM ACCESS NETWORKS, 2005. DYSPAN 2005. 2005 FIRST IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BALTIMORE, MD, USA 8-11 NOV. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 8 November 2005 (2005-11-08), pages 144-150, XP010855093 ISBN: 1-4244-0013-9 the whole document</p>	1-20
A		1-20

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,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,MG,MK,MN,MW,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ピッル ダグナチェウ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブリアクリフ マノアー 345 ス  
カボロー ロード

(72)発明者 ターケンニチ ジェナディー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブリアクリフ マノアー 345 ス  
カボロー ロード

F ターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD33  
5K067 CC02 DD43 EE63 HH22 JJ03