

(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2004-297370  
(P2004-297370A)

(43) 公開日 平成16年10月21日(2004.10.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H04J 11/00  
H04B 1/707

F I

H04J 11/00  
H04J 13/00

テーマコード (参考)

5K022

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-85909 (P2003-85909)  
(22) 出願日 平成15年3月26日 (2003.3.26)

(71) 出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
(74) 代理人 100070150  
弁理士 伊東 忠彦  
(72) 発明者 ウラジミル ボケー  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
(72) 発明者 関 宏之  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
(72) 発明者 田中 良紀  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信機及び受信機

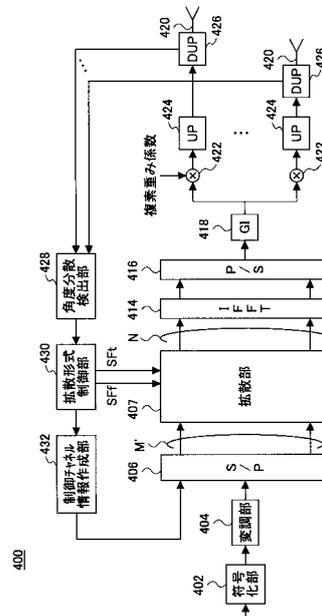
(57) 【要約】

【課題】本願課題は、MC - CDMA通信システムにおいて角度分散の大きな電波伝搬環境であったとしても、拡散コード間の直交性の劣化を抑制することである。

【解決手段】本発明による送信機は、信号系列をある拡散形式で符号拡散を行う拡散手段と、逆フーリエ変換手段からの出力信号を、所定のビームパターンで送信する送信手段と、受信機に対する角度分散を求める角度分散検出手段と、角度分散及び送信ビーム幅との比較結果に基づいて、拡散形式を調整する制御手段を有する。拡散手段は、1つの信号系列を第1複製数だけ複製する複製手段、及び符号拡散された並列の信号系列を出力する第1出力手段を有する周波数領域拡散手段と、1つの信号系列第2複製数だけ複製する複製手段、及び符号拡散された直列の信号系列を出力する第2出力手段を有する時間領域拡散手段とを有する。

【選択図】 図4

本願実施例による送信機のブロック図



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

受信機に所望の信号を送信する送信機であって、  
前記所望の信号を含む並列の信号系列の各々に対して、ある拡散形式で符号拡散を行うこと  
で、複数の拡散信号系列を出力する拡散手段と、  
前記複数の拡散信号系列を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、  
逆フーリエ変換手段からの出力信号を、所定のビームパターンで送信するための送信手段  
と、  
前記受信機に到来する電波の角度分散を求める角度分散検出手段と、  
前記角度分散及び送信ビーム幅との比較結果に基づいて、前記拡散形式を調整する制御手  
段  
を有し、前記拡散手段が、1以上の周波数領域拡散手段と、複数の時間領域拡散手段とを  
有し、前記1以上の周波数領域拡散手段の各々が、  
1つの信号系列から与えられた信号を、前記拡散形式で定められている第1複製数だけ複  
製する複製手段と、  
複製された各信号に、前記第1複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで得  
られる複数の信号を、並列の信号系列として出力する第1出力手段  
を有し、前記複数の時間領域拡散手段の各々が、  
1つの信号系列から与えられる信号を、前記拡散形式で定められている第2複製数だけ複  
製する複製手段と、  
複製された各信号に、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで得  
られる複数の信号を、直列の信号系列として出力する第2出力手段  
を有することを特徴とする送信機。

10

20

## 【請求項 2】

前記制御手段にて前記角度分散が前記送信ビーム幅より大きいと判断された場合に、前記  
制御手段が、前記第1複製数を減少させ、前記第2複製数を増加させるよう形成されるこ  
とを特徴とする請求項1記載の送信機。

## 【請求項 3】

前記制御手段にて前記角度分散が前記送信ビーム幅より小さいと判断された場合に、前記  
制御手段が、前記第1複製数を増加させ、前記第2複製数を減少させるよう形成されるこ  
とを特徴とする請求項1記載の送信機。

30

## 【請求項 4】

更に、前記拡散形式に関する情報が制御チャネルを通じて受信機に通知されるように、前  
記第1及び第2複製数に関する情報を含む制御チャネルを作成する作成手段を有すること  
を特徴とする請求項1記載の送信機。

## 【請求項 5】

送信機からの信号を受信する受信機であって、  
受信信号より成る並列の信号系列にフーリエ変換を行うフーリエ変換手段と、  
前記フーリエ変換手段からの並列の信号系列の各々に対して、所定の拡散形式で逆拡散を  
行うことで、複数の逆拡散信号系列を出力する逆拡散手段と、  
前記受信信号に含まれる制御チャネル情報を抽出し、前記所定の拡散形式の内容を定める  
第1及び第2複製数を判別する制御手  
段  
を有し、前記逆拡散手段が、1以上の周波数領域逆拡散手段と、複数の時間領域逆拡散手  
段とを有し、前記1以上の周波数領域逆拡散手段の各々が、  
前記第1複製数の信号系列から与えられた各信号に、前記第1複製数に合わせて選択され  
た拡散符号を乗算することで逆拡散し、1つの信号系列を出力する第1出力手段  
を有し、前記複数の時間領域拡散手段の各々が、  
1つの信号系列から与えられた信号を、前記第2複製数の並列の信号系列に変換する直列  
並列変換手段と、  
前記並列の信号系列の各信号に、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算す

40

50

ること逆拡散し、直列の信号系列を出力する第2出力手段を有することを特徴とする受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般にマルチキャリア符号分割多重接続(MC-CDMA: Multi Carrier-Code Division Multiple Access)方式の通信システムにおける送信機及び受信機に関する。

【0002】

【従来の技術】

MC-CDMA方式は、次世代の広帯域移動通信に適用することが検討されている技術の1つであり、近年特に注目されている。これは、複数のサブキャリアを利用することで周波数選択性フェージング耐性を強化するMC又は直交周波数分割多重(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式の利点に加えて、符号拡散により干渉の抑制を可能にするCDMA方式の利点を保有しつつ、更に周波数の利用効率を高めるものである。MC-CDMAに関する技術については、例えば非特許文献1に開示されている。

【0003】

図1は、MC-CDMA通信システムで使用される送信機の概略を示す。図示されているように、送信機100は符号化部102を有し、これは、例えば畳み込み符号化やターボ符号化等の手法を利用して、2進データを符号化する。送信機100は、符号化部102に接続された変調部104を有し、これは、符号化部102で符号化されたデータ系列を、BPSK, QPSK, 16QAM等の所定の変調方式における信号点(シンボル)に順にマッピングすることで、一連のシンボル系列を出力する。送信機100は直列並列変換部106を有し、これは、一連のシンボル系列を、例えばM個の所定数の並列の信号系列(ストリーム)に変換する。送信機100は拡散部107を有し、これは、直列並列変換部106からの並列の信号系列を符号拡散する。拡散部107はストリーム毎に設けられた複製部108を有し、複製部108は1つのストリームを例えばSF個の所定数のストリームに複製し、並列の信号系列として出力する。拡散部107は各ストリームに拡散符号を乗算するための乗算部110及び拡散符号生成部112を有する。拡散符号の長さは、複製部108の複製数(SF)に合わせて設定される。より具体的には、複製部108からのSF個のストリームに対して、長さSFの拡散符号が乗算される。

【0004】

送信機100は各乗算部110の出力に接続された高速逆フーリエ変換部114を有する。高速逆フーリエ変換部114は、サブキャリア数に対応する $N = M \times SF$ 個の入力点及び出力点を有し、入力された信号系列に対して高速逆フーリエ変換を行う。これにより、周波数領域における $N = M \times SF$ 個のストリームが、N個の時間領域の信号に変換される。送信機100は直列並列変換部116を有し、これはN個のストリームを1つのストリームに変換する。送信機100はガードインターバル挿入部118を有し、これは、直列並列変換部116からの出力信号に、シンボル毎に(OFDM有効シンボル毎に)ガードインターバルを付加することで、送信データ系列を作成する。送信機100は例えばNt個の所定数のアンテナ素子120を有し、各アンテナ素子120は複素重み係数の乗算される重み設定部122を有する。アンテナ素子120は、指向性の強いビームパターンを形成することの可能な適応アレーアンテナとして機能する。

【0005】

図2は、MC-CDMA通信システムで使用される受信機の概略を示す。図示されているように、受信機200は、送信機からの無線信号を受信するアンテナ素子202を有する。受信機200はガードインターバル除去部204を有し、これは、受信した一連のシンボル系列からガードインターバルを除去する。受信機200は直列並列変換部206を有し、これは一連のシンボル系列を、 $N = M \times SF$ 個の並列のシンボル系列(ストリーム)

10

20

30

40

50

に変換する。受信機 200 は高速フーリエ変換部 208 を有し、これは N 個の時間領域信号に高速フーリエ変換を施すことで N 個の周波数領域の信号を出力する。受信機 200 は逆拡散部 209 を有し、これは高速フーリエ変換部 208 からのサブキャリア毎の信号系列を逆拡散する。受信機 200 は、各ストリームに逆拡散符号を乗算する乗算部 210 と、逆拡散符号を生成する逆拡散符号生成部 212 を有する。高速フーリエ変換部 208 からの N 個のストリームは、M 個に分けられ、M 個のストリーム毎に長さ SF の逆拡散符号が乗算される。

#### 【0006】

一方、逆拡散部 209 は高速フーリエ変換部 208 の出力に接続されたチャネル推定部 214 を有し、これは、サブキャリア毎にチャネル応答を推定することでフェージング等の影響を評価し、乗算部 216 を通じてストリーム毎に補償する。逆拡散部 209 は合成部 218 を有し、合成部 218 は SF 個の複数のストリームを合成することで、1 つのストリームを出力する。その結果、M 個の合成部 218 から M 個のストリームが出力される。受信機 200 は並列直列変換部 220 を有し、これは、M 個の並列のストリームを直列のストリームに変換する。受信機 200 はデータ復調部 222 を有し、これは、入力されたストリームを、BPSK, QPSK, 16QAM 等の所定の変調方式に従ってシンボルの表現する信号点を判定する。受信機 200 は、データ復調部 222 に接続された復号部 224 を有し、これは畳み込み符号化等の符号化の行われている信号の復号を行う。以後、不図示の更なる後段の処理が行われる。

#### 【0007】

このような MC-CDMA 通信システムでは、指向性の強いビームが使用される。例えば、1 つのセルが 3 つのセクタに分割されている場合に、120 度の 1 セクタの領域が更に 15 個の領域 (クラスタ) に分割され (1 つ 1 つのビームは 8 度のビーム幅を有する。) 、無線基地局は、電波の到来角 (DoA: Direction of Arrival) に依存して使用するビームを適宜選択する。これにより、無線基地局は配下の移動端末と、干渉の少ない高利得な 1 対 1 通信を行うことが可能になる。このような観点からは、送信ビーム幅を狭く絞り込んで送信すると、それだけ高利得化及び干渉抑制効果を行うことが可能になることが予想される。

#### 【0008】

ところで、移動通信システムでは、受信機の通信環境に依存して、受信機に到来する電波の広がり、即ち角度分散又はアングルスプレッド (angular spreading) が変化する。なお、角度分散、送信ビーム幅及び到来方向との間には、図 3 に示すような関係がある。図 3 において、d は無線基地局及び移動端末間の直線距離を示し、R は電波を散乱させる対象物 (例えば、ビルや障害物等) と移動端末との間の距離を示す。この角度分散が、比較的小さいならば (送信ビーム幅より小さいならば)、無線基地局は移動端末に正確に追従してビームを送信することが可能であり、移動端末は一定の方向から安定して電波を受信することが可能になる。このため、上述したような干渉の少ない高利得な通信が可能になる。なお、角度分散の測定手法については、例えば非特許文献 2 に開示されている。

#### 【0009】

##### 【非特許文献 1】

H. Atarashi, S. Abeta, M. Sawahashi, "Broadband packet wireless access appropriate for high-speed and high-capacity throughput", IEEE VTC 2001 - Spring, pp. 556 - 570, May 2001

#### 【0010】

##### 【非特許文献 2】

J. Jeong, K. Sakaguchi, J. Takada, and K. Arai, "Performance of MUSIC and ESPRIT for joint Estimation of DOA and Angular Spread

10

20

30

40

50

in Slow Fading Environment", I E I C E T R A N S .  
COMMUN. , V O L . E 8 5 , N O . 5 , M a y 2 0 0 2

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、通信環境によっては角度分散 が大きくなる場合もある。このような場合には、移動端末に様々な方向から電波が到来し、移動端末に対する電波伝搬環境は大きく変化しやすくなるので、無線基地局は移動端末に正確に追従することが困難になる。また、角度分散 が大きいことに起因して、移動端末は自身に対する送信ビームとは異なるフェージングの影響を受けた他のユーザに関する信号を受信する可能性も大きくなり、干渉信号が増加することとなる。このため、送信ビーム幅を狭くして移動端末に信号を送信したとしても、受信機側での拡散コード間の直交性が劣化し、上記のような所望の効果が十分に得られなくなることが懸念される。

10

【 0 0 1 2 】

本願課題は、指向性の強いビームパターンを利用して、基地局及び移動端末間で1対1通信を行うMC - CDMA通信システムにおける送信機及び受信機であって、角度分散の大きな電波伝搬環境であったとしても、拡散コード間の直交性の劣化を抑制することの可能な送信機及び受信機を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明によれば、

20

受信機に所望の信号を送信する送信機であって、

前記所望の信号を含む並列の信号系列の各々に対して、ある拡散形式で符号拡散を行うことで、複数の拡散信号系列を出力する拡散手段と、

前記複数の拡散信号系列を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、

逆フーリエ変換手段からの出力信号を、所定のビームパターンで送信するための送信手段と、

前記受信機に到来する電波の角度分散を求める角度分散検出手段と、

前記角度分散及び送信ビーム幅との比較結果に基づいて、前記拡散形式を調整する制御手段

を有し、前記拡散手段が、1以上の周波数領域拡散手段と、複数の時間領域拡散手段とを有し、前記1以上の周波数領域拡散手段の各々が、

30

1つの信号系列から与えられた信号を、前記拡散形式で定められている第1複製数だけ複製する複製手段と、

複製された各信号に、前記第1複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで得られる複数の信号を、並列の信号系列として出力する第1出力手段

を有し、前記複数の時間領域拡散手段の各々が、

1つの信号系列から与えられる信号を、前記拡散形式で定められている第2複製数だけ複製する複製手段と、

複製された各信号に、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで得られる複数の信号を、直列の信号系列として出力する第2出力手段

40

を有することを特徴とする送信機

が、提供される。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

図4は、本願実施例による送信機のブロックを示す。図示されているように、送信機400は符号化部402を有し、これは、例えば畳み込み符号化やターボ符号化等の手法を利用して、2進データを符号化する。送信機400は、符号化部402に接続された変調部404を有し、これは、符号化部402で符号化されたデータ系列を、BPSK, QPSK, 16QAM等の所定の変調方式における信号点(シンボル)に順にマッピングすることで、一連のシンボル系列を出力する。送信機400は直列並列変換部406を有し、こ

50

れは、一連のシンボル系列を、適切な数の並列の信号系列（ストリーム）に変換する。

【0015】

送信機400は直列並列変換部406に接続された拡散部407を有し、これは、符号拡散されたN個の並列の信号系列を出力する。送信機400は、拡散部406の各出力に接続された高速逆フーリエ変換部414を有する。高速逆フーリエ変換部414は、サブキャリア数に対応するN個の入力点及び出力点を有し、入力された信号系列に対して高速逆フーリエ変換を行う。これにより、周波数領域におけるN個のストリームが、N個の時間領域の信号に変換される。送信機400は直列並列変換部416を有し、これはN個のストリームを1つのストリームに変換する。送信機400はガードインターバル挿入部418を有し、これは、直列並列変換部116からの出力信号に、シンボル毎に（OFDM有効シンボル毎に）ガードインターバルを付加することで、送信データ系列を作成する。送信機400は例えばN<sub>t</sub>個の所定数のアンテナ素子420を有し、各アンテナ素子420は複素重み係数の乗算される重み設定部422、周波数変換を行うアップコンバータ424及び送受信信号を区別するためのデュプレクサ426を有する。各アンテナ素子420は、指向性の強いビームパターンを形成することの可能な適応アレーアンテナとして機能する。

10

【0016】

送信機400は、受信機への到来波の角度分散を求める角度分散検出部428を有し、これは受信機からの上り信号に基づいて、受信機に対する到来波の角度分散を推定する。送信機400は拡散形式制御部430を有し、これは、後述するように、角度分散と送信ビーム幅の大小関係に依存して、送信信号をどのように符号拡散するかを決定する。送信機400は制御チャンネル情報作成部432を有し、拡散形式の内容（制御チャンネル情報）を制御信号として送信するための処理を行う。

20

【0017】

図5は、図4に示される送信機の角度分散検出部428のブロック図を示す。角度分散検出部428は、アンテナ素子420のデュプレクサ426に接続された周波数変換部502を有し、これは無線周波数の受信信号をダウンコンバートする。角度分散検出部428は検出部504を有し、これはダウンコンバートされた受信信号に基づいて、例えばMUSICのような周知の手法で角度分散を検出する（検出手法については、例えば非特許文献2参照）。角度分散検出部428は比較判定部506を有し、これは、検出した角度分散と送信ビーム幅を比較し、比較結果を出力する。この比較結果は、拡散形式制御部430に通知される。

30

【0018】

図6は、図4に示される送信機の拡散部の部分ブロック図を示す。概して、拡散部407には、1以上の周波数領域拡散部602と、複数の時間領域拡散部604とが含まれる。1つの周波数領域拡散部602は、第1複製数 $S F_f$ に相当する数の信号系列を出力し、それらを逆フーリエ変換部414に与えることが可能である。1つの時間領域拡散部604は、1つの信号系列を出力し、それを逆フーリエ変換部414に与えることが可能である。図示している例では、 $S F_f$ 個の信号系列を出力する1つの周波数領域拡散部602と、 $S F_f$ 個の時間領域拡散部604とが描かれている。これら1以上の周波数領域拡散部602及び複数の時間領域拡散部604の各出力は、拡散形式に依存して、それらの内のN個が逆フーリエ変換部414に与えられる。従って、逆フーリエ変換部414の入力の総てが周波数領域拡散部602から与えられる場合もあるし、逆フーリエ変換部414の入力の総てが時間領域拡散部604から与えられる場合もあるし、逆フーリエ変換部414の入力の一部が周波数領域拡散部602から与えられ、その他が時間領域拡散部604から与えられる場合もある。

40

【0019】

周波数領域拡散部602は、1つの信号系列から与えられた信号を、第1複製数 $S F_f$ 個だけ複製し、 $S F_f$ 個の並列の信号系列を作成する複製部606を有する。第1複製数 $S F_f$ は、拡散形式制御部430から与えられるパラメータである。周波数領域拡散部60

50

2は複製部606に接続された拡散符号乗算部608を有し、拡散符号乗算部608は、複製された各信号に第1複製数 $S F_f$ に合わせて選択された拡散符号を乗算し、第1複製数 $S F_f$ 個の並列の符号拡散された信号系列を出力する。

#### 【0020】

時間領域拡散部604は、1つの信号系列から与えられた信号を、第2複製数 $S F_t$ 個だけ複製し、 $S F_t$ 個の並列の信号系列を作成する複製部610を有する。第2複製数 $S F_t$ は、拡散形式制御部430から与えられるパラメータである。時間領域拡散部604は複製部610に接続された拡散符号乗算部612を有し、拡散符号乗算部612は、複製された各信号に第2複製数 $S F_t$ に合わせて選択された拡散符号を乗算し、第2複製数 $S F_t$ 個の並列の符号拡散された信号系列を出力する。時間領域拡散部604は並列直列変換部614を有し、並列直列変換部614は拡散符号乗算部612からの第2複製数 $S F_t$ 個の並列の信号系列を1つの直列の信号系列に変換する。

10

#### 【0021】

動作を次に説明する。主に図4の送信機400の動作を説明するが、必要に応じて図5及び図6を参照する。まず、アンテナ素子420で受信した受信信号(上り信号)に基づいて、角度分散検出部428にて角度分散が検出される。角度分散検出部428では、周波数変換部502(図5)によりダウンコンバートされた受信信号に基づいて、検出部594にて角度分散が検出される。角度分散の検出手法については、例えばMUSICやESPRITのような当該技術分野で周知の手法を利用することが可能である(これらの手法については、例えば非特許文献2参照)。検出された角度分散は、比較判定部506にて、例えば8度のような所定の大きさを有する送信ビーム幅と比較される。比較結果は拡散形式制御部430に与えられる。

20

#### 【0022】

拡散形式制御部430は、その比較結果に基づいて、第1及び第2複製数である2つのパラメータの組( $S F_f$ ,  $S F_t$ )を決定する。これらのパラメータは、拡散部407に与えられる。拡散部407では、第1,第2複製数( $S F_f$ ,  $S F_t$ )に従って、信号系列を符号拡散する。説明の便宜上、角度分散が送信ビーム幅より小さかったとする。この場合には、従来のMC-CDMAは良好に機能し得る。そこで、拡散形式制御部430は、第1複製数は4とし( $S F_f = 4$ )、第2複製数は1( $S F_t = 1$ )に設定する(又はそのようなパラメータの組み合わせを選択する)。また、逆フーリエ変換部414の

30

#### 【0023】

例えば、直列並列変換部406の1つの出力から得られた1つのシンボルが複製部606に入力され、 $S F_f = 4$ 個の信号系列に複製される。この4個の信号系列に対して長さ4の拡散符号がそれぞれ乗算され、4つの並列の信号系列として逆フーリエ変換部414に入力される。他の15個の周波数領域拡散部602についても同様な処理が行われる。目下の例の場合は、どの時間領域拡散部604の出力も逆フーリエ変換部414に接続され

40

#### 【0024】

次に、角度分散検出部428で検出した角度分散が、送信ビーム幅より大きかったとする。この場合には、受信機の受信する電波は様々な方向から到来し、自身の信号だけでなく他者の信号をも受信し得る。他者の信号は自身の信号とは異なるフェージングの影響を受けているので、周波数領域における符号の直交性が劣化し、他ユーザとの間の干渉が増大することが懸念される。しかしながら、周波数領域での通信環境が良好でなかったとしても、時間軸上での通信環境は良好な場合があり得る。例えば、移動体の移動速度が比較的低速であり、到来波が時間的に一定である又は到来波の時間変動が小さい場合である。このような場合には、拡散符号を同時性の並列データとして送信信号に導入するよりも

50

、一連の時系列データとして導入する方が、符号間の直交性を維持する点で有利になる。そこで、拡散形式制御部 430 は、第 1 複製数  $S F_f$  を減少させ、第 2 複製数  $S F_t$  を増加させたパラメータの組を選択する。

【0025】

説明の便宜上極端な例として、拡散形式制御部 430 が、第 1 複製数  $S F_f$  を 1 とし ( $S F_f = 1$ )、第 2 複製数  $S F_t$  を 4 ( $S F_t = 4$ ) に設定したとする。この場合には、64 個の時間領域拡散部 604 の各々が、直列並列変換部 406 から 1 つの信号系列を受信し、逆フーリエ変換部 414 に 1 つの信号系列の信号を与える。目下の例の場合には、何らの周波数領域拡散部 602 も使用されない。

【0026】

直列並列変換部 406 の 1 つの出力から得られた 1 つのシンボルが複製部 610 に入力され、 $S F_t = 4$  個の信号系列に複製される。この 4 個の信号系列に対して長さ 4 の拡散符号がそれぞれ乗算される。こうして符号拡散された各信号は、並列直列変換部 614 に入力され、1 つの直列の信号系列として時系列データとして高速逆フーリエ変換部 414 に入力される。このような処理が、他の 63 個の時間領域拡散部でも行われる。なお、拡散符号乗算部 612 及び並列直列変換部 614 の順序を逆にすることも可能である。符号拡散されたシンボルが、一連の時系列データとして時間領域拡散部 604 から出力されればよいからである。以後の処理は、従来と同様に、逆フーリエ変換、並列直列変換、ガードインターバルの付加、アップコンバージョン等の処理を経て受信側に送信される。

【0027】

拡散符号の乗算された信号 (時間領域拡散部 604 の出力) は、一連の時系列データとして逆フーリエ変換部 414 に入力され、変調される (逆フーリエ変換される)。この点、拡散符号の乗算された信号 (周波数領域拡散部 602 の出力) が、同時性の並列データとして逆フーリエ変換部 414 にて変調されていた従来の手法と大きく異なる。時間軸における伝搬環境の変動が小さいならば、時間領域拡散部 604 を利用して符号拡散した方が、符号間の直交性を維持することが可能になる。もっとも、通信環境によっては、周波数領域及び時間領域の何れの領域でも伝搬環境が大きく変動する場合もある (例えば、角度分散が大きく且つ高速で移動するような場合である。 )。

【0028】

一方、送信側の拡散形式制御部 430 で決定された拡散形式についての情報は、受信側にも通知する必要がある。このため、制御チャネル情報作成部 432 は、第 1 及び第 2 複製数  $S F_f$  ,  $S F_t$  についての情報を制御信号として送信するための信号を作成し、これを送信信号に付加するように直列並列変換部 406 に与える。また、直列並列変換部 406 は、拡散形式制御部 430 で決定された拡散形式に合わせて、出力する並列の信号系列の数  $M'$  を調整する。先の例では、( $S F_f$  ,  $S F_t$ ) = (4 , 1) の場合には、 $M' = 16$  とし、( $S F_f$  ,  $S F_t$ ) = (1 , 4) の場合には、 $M' = 64$  とする。

【0029】

簡単のため、( $S F_f$  ,  $S F_t$ ) = (4 , 1) , (1 , 4) の場合について説明したが、例えば ( $S F_f$  ,  $S F_t$ ) = (2 , 2) のように、これら 2 つのパラメータは、共に 1 でない値をとるように設定されることも可能である。より一般的には、拡散形式制御部 430 は、図 7 に示されるような一覧表から、パラメータを選択することも可能である。例えば、A で示されるパラメータの組を採用して通信を行っていたところ、角度分散 が更に大きくなった場合に、B で示されるパラメータの値を採用するように、各パラメータを設定することが可能である。

【0030】

図 8 は、本願実施例による受信機のブロック図を示す。図示されているように、受信機 800 は、送信機からの無線信号を受信するアンテナ素子 802 を有する。受信機 800 はガードインターバル除去部 804 を有し、これは、受信した一連のシンボル系列からガードインターバルを除去する。受信機 800 は直列並列変換部 806 を有し、これは一連のシンボル系列を、N 個の並列のシンボル系列 (ストリーム) に変換する。受信機 800 は

10

20

30

40

50

高速フーリエ変換部 808 を有し、これは N 個の時間領域信号に高速フーリエ変換を施すことで N 個の周波数領域信号を出力する。受信機 800 は逆拡散部 809 を有し、これは、高速フーリエ変換部 808 からのストリームに拡散符号を乗算し、逆拡散された M' 個の信号系列を出力する。

【0031】

受信機 800 は並列直列変換部 820 を有し、これは、M' 個の並列のストリームを直列のストリームに変換する。受信機 800 はデータ復調部 822 を有し、これは、入力されたストリームを、BPSK, QPSK, 16QAM 等の所定の変調方式に従ってシンボルの表現する信号点を判定する。受信機 800 は、データ復調部 822 に接続された復号部 824 を有し、これは畳み込み符号化等の符号化の行われている信号の復号を行う。以後、不図示の更なる後段の処理が行われる。

10

【0032】

更に、受信機 800 は制御チャンネル情報抽出部 826 を有し、これは受信信号に含まれる制御信号から、拡散形式に関する情報（具体的には、第 1 及び第 2 複製数  $S F_f$ ,  $S F_t$ ）を抽出する。受信機 800 は拡散形式制御部 828 を有し、拡散形式制御部 828 は制御チャンネル情報抽出部 826 で抽出した情報により定められる拡散形式で逆拡散を行うように、逆拡散部 809 に指示を与える。

【0033】

図 9 は、図 8 に示される送信機の逆拡散部 809 の部分ブロック図を示す。逆拡散部 809 は、概して送信機 400 の拡散部 407 と逆の処理を行うように形成される。従って、逆拡散部 809 も、1 以上の周波数領域逆拡散部 902 と、複数の時間領域逆拡散部 904 を有する。1 つの周波数領域逆拡散部 902 は拡散符号乗算部 906 を有し、これは、第 1 複製数  $S F_f$  に相当する数の信号系列を受信し、第 1 複製数  $S F_f$  に合わせて選択された拡散符号を用いて、各信号系列の信号を逆拡散する。受信機 902 は合成部 908 を有し、これは、 $S F_f$  個の複数のストリームを合成する又は 1 つのストリームを選択することで、1 つのストリームを出力する。その結果、1 つの周波数領域逆拡散部 902 に関し、 $S F_f$  個の入力信号系列から 1 つのストリームが出力される。

20

【0034】

時間領域逆拡散部 904 は、1 つの信号系列から与えられた信号を、第 2 複製数  $S F_t$  個の信号系列に変換する直列並列変換部 910 を有する。時間領域逆拡散部 904 は直列並列変換部 910 に接続された拡散符号乗算部 912 を有し、拡散符号乗算部 912 は、並列の各信号に第 2 複製数  $S F_t$  に合わせて選択された拡散符号を乗算し、第 2 複製数  $S F_t$  個の並列の逆拡散された信号系列を出力する。時間領域逆拡散部 904 は合成部 914 を有し、これは、 $S F_t$  個の複数のストリームを合成する又は 1 つのストリームを選択することで、1 つのストリームを出力する。その結果、1 つの時間領域逆拡散部 904 に関し、1 つのストリームが出力される。

30

【0035】

動作を次に説明する。主に図 8 の受信機 800 の動作を説明するが、必要に応じて図 9 も参照する。まず、アンテナ素子 802 にて一連のシンボルの信号系列が受信され、その信号系列からガードインターバル除去部 804 にてガードインターバルが除去される。この信号系列は、直列並列変換部 806 にて N 個の並列信号に変換され、高速フーリエ変換部 808 にて高速フーリエ変換されることで、周波数領域のサブキャリア毎の信号に変換される。

40

【0036】

一方、受信信号には拡散形式に関する情報を含む制御信号も含まれており、その情報が制御チャンネル情報抽出部 826 で抽出され、拡散形式制御部 828 に与えられる。この情報に基づいて、第 1 及び第 2 複製数である 2 つのパラメータの組 ( $S F_f$ ,  $S F_t$ ) が決定される。これらのパラメータは、拡散部 809 に与えられる。拡散部 809 では、第 1, 第 2 複製数 ( $S F_f$ ,  $S F_t$ ) に従って、信号系列を符号拡散する。例えば、第 1 複製数が 4 であり ( $S F_f = 4$ )、第 2 複製数が 1 ( $S F_t = 1$ ) であったとする。フーリエ変換

50

部 808 の入出力点数  $N$  は 64 ( $N = 64$ ) であるとする。この場合は、高速フーリエ変換部 808 から、 $N = 64$  個のシンボルが並列に逆拡散部 809 に入力され、これら 64 個のシンボルは 4 シンボル毎に 1 つの周波数領域拡散部 902 (図 9) に与えられる。すなわち、16 個の周波数領域拡散部 902 に対して 64 個のシンボルが与えられる。

#### 【0037】

1 つの周波数領域拡散部 902 では、 $S F_f = 4$  個の信号系列に対して長さ 4 の拡散符号がそれぞれ乗算され、逆拡散された 4 つの並列の信号系列が作成され、合成部 908 に入力される。合成部 908 は、実質的に等しいこれら 4 つの信号系列を合成し (又は 1 つを選択し)、並列直列変換部 820 に与える。他の 15 個の周波数領域拡散部 902 についても同様な処理が行われる。目下の例の場合は、どの時間領域拡散部 904 の出力もフーリエ変換部 808 に接続されない。従って、送信機 400 は従来の送信機 100 と同様な動作を行うこととなる。

10

#### 【0038】

次に、第 1 複製数  $S F_f$  が 1 であり ( $S F_f = 1$ )、第 2 複製数  $S F_t$  が 4 ( $S F_t = 4$ ) であるとする。この場合には、64 個の時間領域逆拡散部 904 の各々が、高速フーリエ変換部 808 から 1 つの信号系列を受信し、並列直列変換部 820 に 1 つの信号系列の信号を与える。目下の例の場合には、何らの周波数領域拡散部 602 も使用されない。

#### 【0039】

1 つの時間領域拡散部 904 では、高速フーリエ変換部 808 の 1 つの出力から得られた 1 つのシンボルが、直列並列変換部 910 に入力され、 $S F_t = 4$  個の信号系列に変換される。この 4 個の信号系列に対して長さ 4 の拡散符号がそれぞれ乗算される。こうして逆拡散された各信号は、合成部 914 に入力され、1 つの信号系列が出力される。このような処理が、他の 63 個の時間領域逆拡散部 904 でも行われる。なお、拡散符号乗算部 912 及び並列直列変換部 910 の順序を逆にすることも可能である。以後の処理は、従来と同様に、直列並列変換、復調及び復号等の処理を経て、更なる後段の処理が行われる。

20

#### 【0040】

拡散符号の乗算されている信号 (時間領域逆拡散部 904 の入力) は、一連の時系列データとして、直列並列変換部 910 に入力されている。この点、拡散符号の乗算された信号 (周波数領域逆拡散部 902 の入力) が、同時性の並列データとして拡散符号乗算部 906 に入力されている従来の手法と大きく異なる。時間軸における伝搬環境の変動が小さいならば、時間領域拡散部 904 を利用した方が、符号間の直交性を維持することが可能になる。

30

#### 【0041】

また、並列直列変換部 820 は、拡散形式制御部 828 で決定された拡散形式に合わせて、入力される並列の信号系列数  $M'$  を調整する。先の例では、( $S F_f, S F_t$ ) = (4, 1) の場合には、 $M' = 16$  とし、( $S F_f, S F_t$ ) = (1, 4) の場合には、 $M' = 64$  とする。

#### 【0042】

簡単のため、( $S F_f, S F_t$ ) = (4, 1)、(1, 4) の場合について説明したが、例えば ( $S F_f, S F_t$ ) = (2, 2) のように、2 つのパラメータは、共に 1 でない値をとることも可能である。上述の図 7 に示されるような一覧表から、パラメータを選択することが可能である。

40

#### 【0043】

以上説明したように、本願実施例によれば、送信側にて逆フーリエ変換部 414 に入力する符号拡散後の信号が、同時性の並列信号として入力され得るだけでなく、一連の時系列信号として入力されることも可能である。このため、送受信機間の通信環境に応じて、符号間の直交性が良好に維持されるような拡散形式を適宜選択して使用することが可能になる。例えば、角度分散が送信ビーム幅より大きく、送受信機間の通信環境の時間変化は比較的緩やかである場合には、符号拡散後の信号を時系列信号として逆フーリエ変換する (変調する) ことで、符号間の直交性を良好に維持することが可能になる。逆に、角度分散

50

が送信ビーム幅より小さい場合は、符号拡散後の信号を同時性の並列信号として逆フーリエ変換することで、周波数ダイバーシチ利得をなるべく増加させ、MC-CDMA方式本来の利点を利用することが可能になる。更に、通信環境に依存して、第1及び第2複製数 $S F_f$ 、 $S F_t$ のパラメータの組み合わせを選択することで、適切な拡散形式を柔軟に変更することが可能になる。

【0044】

以下、本発明が教示する手段を列挙する。

【0045】

(付記1) 受信機に所望の信号を送信する送信機であって、  
 前記所望の信号を含む並列の信号系列の各々に対して、ある拡散形式で符号拡散を行うこと  
 10  
 とで、複数の拡散信号系列を出力する拡散手段と、  
 前記複数の拡散信号系列を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、  
 逆フーリエ変換手段からの出力信号を、所定のビームパターンで送信するための送信手段  
 と、  
 前記受信機に到来する電波の角度分散を求める角度分散検出手段と、  
 前記角度分散及び送信ビーム幅との比較結果に基づいて、前記拡散形式を調整する制御手  
 段  
 を有し、前記拡散手段が、1以上の周波数領域拡散手段と、複数の時間領域拡散手段とを  
 有し、前記1以上の周波数領域拡散手段の各々が、  
 1つの信号系列から与えられた信号を、前記拡散形式で定められている第1複製数だけ複  
 20  
 製する複製手段と、  
 複製された各信号に、前記第1複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで得  
 られる複数の信号を、並列の信号系列として出力する第1出力手段  
 を有し、前記複数の時間領域拡散手段の各々が、  
 1つの信号系列から与えられる信号を、前記拡散形式で定められている第2複製数だけ複  
 製する複製手段と、  
 複製された各信号に、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで得  
 られる複数の信号を、直列の信号系列として出力する第2出力手段  
 を有することを特徴とする送信機。

【0046】

(付記2) 前記制御手段にて前記角度分散が前記送信ビーム幅より大きいと判断された  
 場合に、前記制御手段が、前記第1複製数を減少させ、前記第2複製数を増加させるよう  
 形成されることを特徴とする付記1記載の送信機。

【0047】

(付記3) 前記制御手段にて前記角度分散が前記送信ビーム幅より小さいと判断された  
 場合に、前記制御手段が、前記第1複製数を増加させ、前記第2複製数を減少させるよう  
 形成されることを特徴とする付記1記載の送信機。

【0048】

(付記4) 前記拡散手段に入力される並列の信号系列の数が、前記拡散形式に依存して  
 前記制御手段により調整されることを特徴とする付記1記載の送信機。

【0049】

(付記5) 更に、前記拡散形式に関する情報が制御チャネルを通じて受信機に通知され  
 るように、前記第1及び第2複製数に関する情報を含む制御チャネルを作成する作成手段  
 を有することを特徴とする付記1記載の送信機。

【0050】

(付記6) 前記複数の時間領域拡散手段の各々が、  
 1つの信号系列から与えられる信号を、前記拡散形式で定められている第2複製数だけ複  
 製する複製手段と、  
 複製された各信号に、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算する拡散符号  
 乗算手段と、

前記拡散符号乗算部からの並列の信号系列を、1つの信号系列に変換する並列直列変換手段

を有することを特徴とする付記1記載の送信機。

【0051】

(付記7) 前記複数の時間領域拡散手段の各々が、1つの信号系列から与えられる信号を、前記拡散形式で定められている第2複製数だけ複製する複製手段と、

前記複製手段からの並列の信号系列を、1つの信号系列に変換する並列直列変換手段と、前記1つの信号系列に対して、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を順に乗算することで、拡散された1つの信号系列を出力する拡散符号乗算手段

10

を有することを特徴とする付記1記載の送信機。

【0052】

(付記8) 送信機からの信号を受信する受信機であって、受信信号より成る並列の信号系列にフーリエ変換を行うフーリエ変換手段と、前記フーリエ変換手段からの並列の信号系列の各々に対して、所定の拡散形式で逆拡散を行うことで、複数の逆拡散信号系列を出力する逆拡散手段と、

前記受信信号に含まれる制御チャンネル情報を抽出し、前記所定の拡散形式の内容を定める第1及び第2複製数を判別する制御手段

を有し、前記逆拡散手段が、1以上の周波数領域逆拡散手段と、複数の時間領域逆拡散手段とを有し、前記1以上の周波数領域逆拡散手段の各々が、

20

前記第1複製数の信号系列から与えられた各信号に、前記第1複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで逆拡散し、1つの信号系列を出力する第1出力手段

を有し、前記複数の時間領域拡散手段の各々が、

1つの信号系列から与えられた信号を、前記第2複製数の並列の信号系列に変換する直列並列変換手段と、

前記並列の信号系列の各信号に、前記第2複製数に合わせて選択された拡散符号を乗算することで逆拡散し、1つの信号系列を出力する第2出力手段

を有することを特徴とする受信機。

【0053】

【発明の効果】

30

以上のように本発明によれば、指向性の強いビームパターンを利用して、基地局及び移動端末間で1対1通信を行うMC-CDMA通信システムにおいて、角度分散の大きな電波伝搬環境であったとしても、拡散コード間の直交性の劣化を抑制することを可能になる。

【0054】

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、MC-CDMA通信システムにおける送信機のブロック図を示す。

【図2】図2は、MC-CDMA通信システムにおける受信機のブロック図を示す。

【図3】図3は、角度分散、到来角及び送信ビーム幅の関係を示す図である。

【図4】図4は、本願実施例による送信機のブロックを示す。

【図5】図5は、図4に示される送信機の角度分散検出部のブロック図を示す。

40

【図6】図6は、図4に示される送信機の拡散部の部分ブロック図を示す。

【図7】図7は、第1,第2複製数を設定するための一覧表の概念図を示す。

【図8】図8は、本願実施例による受信機のブロック図を示す。

【図9】図9は、図8に示される送信機の逆拡散部のブロック図を示す。

【符号の説明】

100 送信機

102 符号化部

104 変調部

106 直列並列変換部

107 拡散部

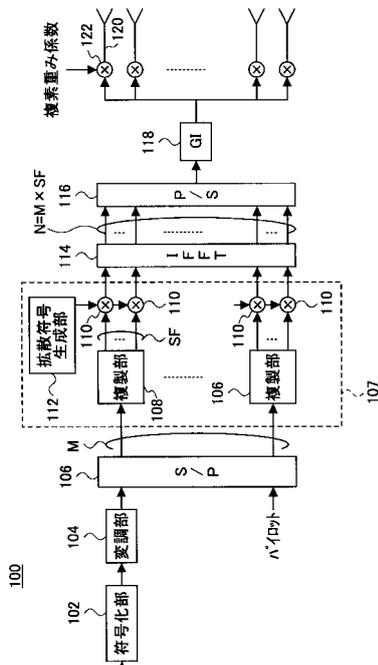
50

1 0 8	複製部	
1 1 0	乗算部	
1 1 2	拡散符号生成部	
1 1 4	高速逆フーリエ変換部	
1 1 6	並列直列変換部	
1 1 8	ガードインターバル挿入部	
1 2 0	アンテナ素子	
1 2 2	重み設定部	
2 0 0	受信機	
2 0 2	アンテナ素子	10
2 0 4	ガードインターバル除去部	
2 0 6	直列並列変換部	
2 0 8	高速フーリエ変換部	
2 1 0	乗算部	
2 1 2	逆拡散符号生成部	
2 1 4	チャネル推定部	
2 1 6	チャネル補償部	
2 1 8	合成部	
2 2 0	並列直列変換部	
2 2 2	復調部	20
2 2 4	復号部	
4 0 0	送信機	
4 0 2	符号化部	
4 0 4	変調部	
4 0 6	直列並列変換部	
4 0 7	拡散部	
1 0 8	複製部	
4 1 4	高速逆フーリエ変換部	
4 1 6	並列直列変換部	
4 1 8	ガードインターバル挿入部	30
4 2 0	アンテナ素子	
4 2 2	重み設定部	
4 2 4	周波数変換部	
4 2 6	デュプレクサ	
4 2 8	角度分散検出部	
4 3 0	拡散形式制御部	
4 3 2	制御チャネル情報作成部	
5 0 2	周波数変換部	
5 0 4	検出部	
5 0 6	比較判定部	40
6 0 2	周波数領域拡散部	
6 0 4	時間領域拡散部	
6 0 6	複製部	
6 0 8	拡散符号乗算部	
6 1 0	複製部	
6 1 2	拡散符号乗算部	
6 1 4	並列直列変換部	
8 0 0	受信機	
8 0 2	アンテナ素子	
8 0 4	ガードインターバル除去部	50

- 8 0 6 直列並列変換部
- 8 0 8 高速フーリエ変換部
- 8 0 9 逆拡散部
- 8 2 0 並列直列変換部
- 8 2 2 復調部
- 8 2 4 復号部
- 8 2 6 制御チャネル情報抽出部
- 8 2 8 拡散形式制御部
- 9 0 2 周波数領域逆拡散部
- 9 0 4 時間領域逆拡散部
- 9 0 6 拡散符号乗算部
- 9 0 8 合成部
- 9 1 0 直列並列変換部
- 9 1 2 拡散符号乗算部
- 9 1 4 合成部

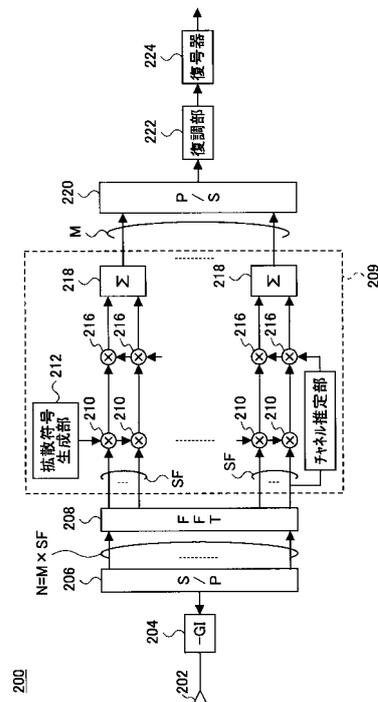
【図 1】

MC-CDMA通信システムにおける送信機のブロック図



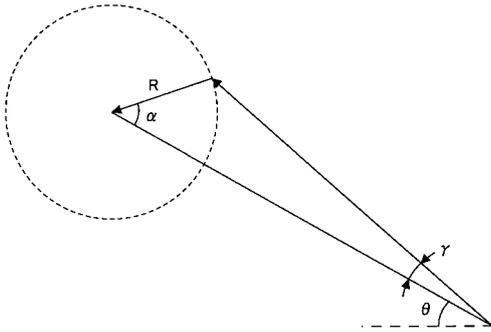
【図 2】

MC-CDMA通信システムにおける受信機のブロック図



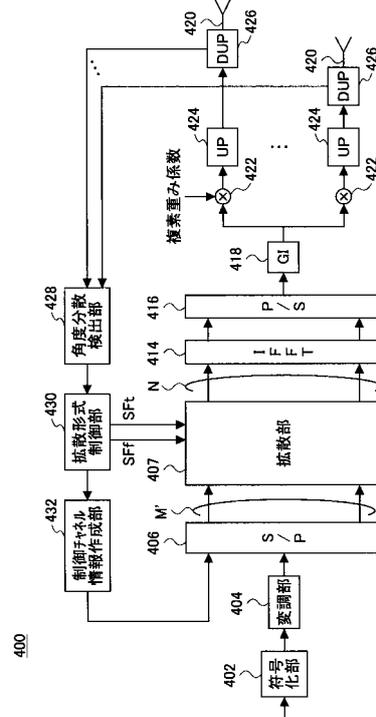
【 図 3 】

角度分散、到来角及び送信ビーム幅の関係を示す図



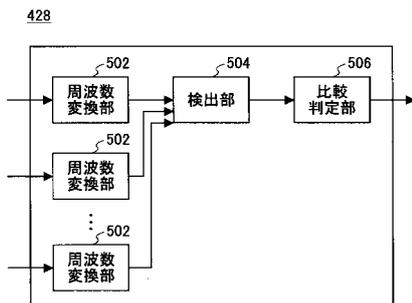
【 図 4 】

本願実施例による送信機のブロック図



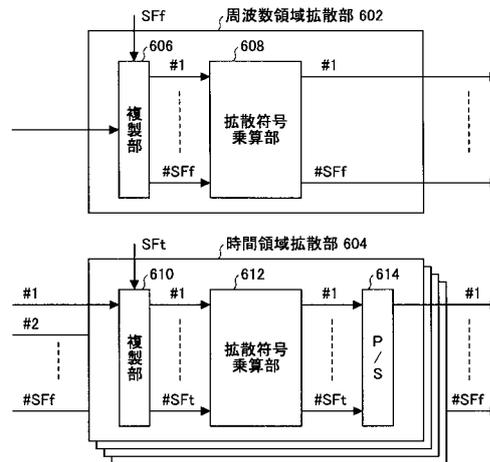
【 図 5 】

図4に示される送信機の角度分散検出部のブロック図



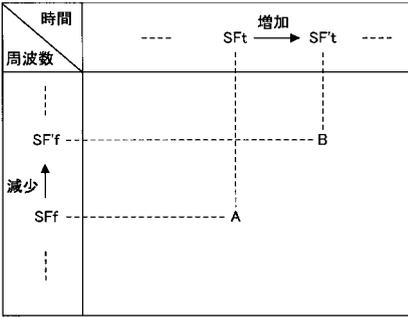
【 図 6 】

図4に示される送信機の拡散部の部分ブロック図



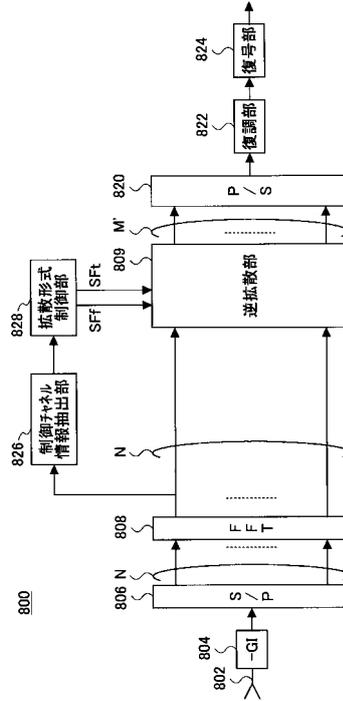
【 図 7 】

第1, 第2複製数を設定するための一覧表の概念図



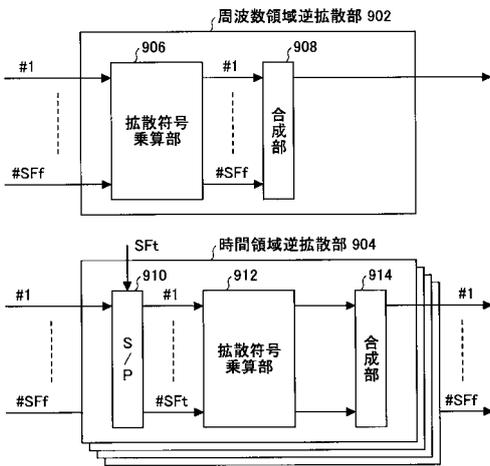
【 図 8 】

本願実施例による受信機のブロック図



【 図 9 】

図8に示される送信機の逆拡散部のブロック図



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD33 EE02 EE14 EE22 EE32