

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年9月16日(16.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号

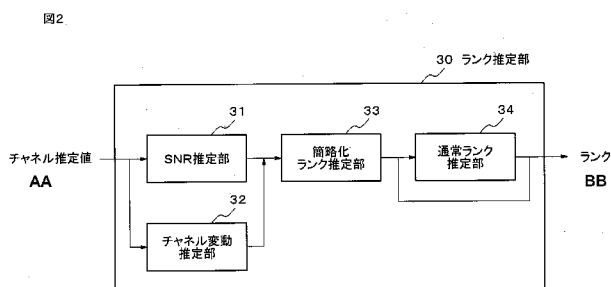
WO 2010/104016 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 72/08 (2009.01) H04J 99/00 (2009.01)
H04B 7/04 (2006.01) H04W 16/28 (2009.01)
H04J 11/00 (2006.01) H04W 88/02 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053716
- (22) 国際出願日: 2010年3月2日(02.03.2010)
- (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 2009-055450 2009年3月9日(09.03.2009) 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).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 左貝雅人(SAKAI, Masahito) [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).
- (74) 代理人: 浅井俊雄(ASAI, Toshio); 〒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).
- (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, CL, 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, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: RANK ESTIMATION APPARATUS, RECEIVER, COMMUNICATION SYSTEM, RANK ESTIMATION METHOD, AND PROGRAM RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: ランク推定装置、受信機、通信システム、ランク推定方法及びプログラム記録媒体



- AA channel estimation value
- 31 SNR estimation unit
- 32 channel fluctuation estimation unit
- 33 simplified rank estimation unit
- 34 normal rank estimation unit
- 30 rank estimation unit
- BB rank

(57) Abstract: A rank estimation apparatus able to lighten the load of rank estimation processing. The rank estimation apparatus comprises: an SNR estimation unit which calculates a communication quality value; a channel fluctuation estimation unit which calculates a fluctuation value which fluctuates at a receiver; and a simplified rank estimation unit which estimates a transmission rank which is based on the communication quality value calculated by the SNR estimation unit and the fluctuation value calculated by the channel fluctuation estimation unit.

(57) 要約: ランク推定処理の負荷を軽減することが可能なランク推定装置を提供する。本実施形態のランク推定装置は、通信品質値を算出するSNR推定部と、受信機で変動する変動値を算出するチャンネル変動推定部と、SNR推定部で算出した通信品質値と、チャンネル変動推定部で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する簡略化ランク推定部と、を有することを特徴とする。

WO 2010/104016 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明細書

発明の名称

ランク推定装置、受信機、通信システム、ランク推定方法及びプログラム記録媒体

5 技術分野

本発明は、ランク推定装置、受信機、通信システム、ランク推定方法及びプログラム記録媒体に関する。

背景技術

10 次世代の通信方式として、3GPP(3rd Generation Partnership Project)で標準化されているLTE(Long Term Evolution)などのMIMO(Multiple Input Multiple Output)-OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式が注目されている。

MIMO-OFDM方式では、受信機側は、データ送信に最適な送信ランクを推定し、該推定した送信ランクを送信機にフィードバックし、送信機側は、受信機側からフィードバックされた送信ランクに従ってデータを送信する。これにより、受信機におけるスループットを最大化することを可能にしている。

上述した送信ランクを推定する技術内容が開示された技術文献として、例えば、特許文献1がある。

20 特許文献1では、送受信機間の通信容量を全てのランクについて計算し、通信容量が最大となるようなランクを選択する手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

特許文献1 特表2008-526137号公報

25

発明の開示

発明が解決しようとする課題

しかし、通信容量を計算する処理は、非常に演算量が多い。このため、上記特許文献1に開示された技術では、送受信機間の通信容量を全てのランクについて計算しているため、ランク推定処理に負荷がかかってしまう。その結果、受信機における処理

30

時間及び消費電力を圧迫してしまうという問題点があった。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、上述した課題である、ランク推定処理の負荷を軽減することが可能なランク推定装置、受信機、通信システム、ランク推定方法及びプログラムを提供することを目的とする。

5 課題を解決するための手段

かかる目的を達成するために、本発明は、以下の特徴を有する。

<ランク推定装置>

本発明にかかるランク推定装置は、

通信品質値を算出する第1の算出手段と、

10 受信機で変動する変動値を算出する第2の算出手段と、

前記第1の算出手段で算出した通信品質値と、前記第2の算出手段で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定手段と、

を有することを特徴とする。

<受信機>

15 本発明にかかる受信機は、上記記載のランク推定装置を搭載したことを特徴とする。

<通信システム>

本発明にかかる通信システムは、

送信機と、受信機と、を有して構成する通信システムであって、

20 前記受信機は、

通信品質値を算出する第1の算出手段と、

前記受信機で変動する変動値を算出する第2の算出手段と、

前記第1の算出手段で算出した通信品質値と、前記第2の算出手段で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定手段と、

25 を有することを特徴とする。

<ランク推定方法>

本発明にかかるランク推定方法は、

通信品質値を算出する第1の算出工程と、

受信機で変動する変動値を算出する第2の算出工程と、

30 前記第1の算出工程で算出した通信品質値と、前記第2の算出工程で算出した変

動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定工程と、
を有することを特徴とする。

<プログラム>

本発明にかかるプログラムは、

- 5 通信品質値を算出する第1の算出処理と、
受信機で変動する変動値を算出する第2の算出処理と、
前記第1の算出処理で算出した通信品質値と、前記第2の算出処理で算出した変
動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定処理と、
を、コンピュータに実行させることを特徴とする。

10 発明の効果

本発明によれば、ランク推定処理の負荷を軽減することができる。

図面の簡単な説明

- [図1]本実施形態の通信システムのシステム構成例を示す図である。
- 15 [図2]ランク推定部(30)の内部構成例を示す図である。
[図3]ランク推定部(30)の処理動作例を示す図である。
[図4]チャンネル変動値 ν の算出方式を示す図である。
[図5]簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能かどうかを判断する
ためのアルゴリズムを示す図である。
- 20 [図6]図5に示すアルゴリズムの出力結果のイメージ図である。
[図7]変動的な閾値($TH_{RANK}1'$, $TH_{RANK}2'$)を用いた場合を示す図である。
[図8]簡略化ランク推定手法のみを用いてランク推定を行う場合を示す図である。
[図9]SNR、受信機の移動速度 α を用いて送信ランクを推定するアルゴリズムを示
す図である。
- 25 [図10]SNR(Signal to Noise power Ratio)、チャンネル変動値 ν 、受信機の移動速
度 α を用いて送信ランクを推定するアルゴリズムを示す図である。
[図11]簡略化ランク推定手法と、通信容量を用いたランク推定手法と、を切り替
えて使用する場合の処理動作を示す図である。
[図12]ランク推定部(30)の処理動作の他の例を示す図である。
- 30 [図13]ランク推定部(30)の内部構成例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

<通信システムの概要>

まず、図1、図2を参照しながら、本実施形態の通信システムの概要について説明する。図1は、本実施形態の通信システムのシステム構成例を示し、図2は、通信システムを構成する受信機(20)側の内部構成例を示す図である。

本実施形態の通信システムは、図1に示すように、送信機(10)と、受信機(20)と、を有して構成する通信システムである。

本実施形態の受信機(20)は、図2に示すように、通信品質値を算出する第1の算出手段(SNR 推定部(31)に相当)と、受信機(20)で変動する変動値を算出する第2の算出手段(チャネル変動推定部 32 に相当)とを有することを特徴とする。更に本実施形態の受信機(20)は、第1の算出手段(31)で算出した通信品質値と、第2の算出手段(32)で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定手段(簡略化ランク推定部(33)に相当)と、を有することを特徴とする。

これにより、本実施形態の通信システムは、受信機(20)側で行うランク推定処理の負荷を軽減することができる。以下、添付図面を参照しながら、本実施形態の通信システムについて詳細に説明する。なお、以下の説明では、3GPP において標準化されている LTE を例として説明する。但し、本実施形態は、LTE のみに限定されるものではない。

<通信システムのシステム構成例>

まず、図1を参照しながら、本実施形態の通信システムのシステム構成例について説明する。

本実施形態の通信システムは、送信機(10)と、受信機(20)と、を有して構成する。

送信機(10)は、チャネル符号化部(11)、変調部(12)、レイヤマッピング部(13)、プリコーディング部(14)、RE(Resource Element)マッピング部(15)、IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)部(16)を有して構成する。

受信機(20)は、FFT(Fast Fourier Transform)部(21)、RE デマッピング部(22)、チャネル推定部(23)、ランク推定部(30)、復調部(24)、チャネル復号部(25)を有して構成する。

<ランク推定部(30)の構成例>

次に、図2を参照しながら、本実施形態のランク推定部(30)の構成例について説明する。

ランク推定部(30)は、SNR(Signal to Noise power Ratio)推定部(31)、チャネル変動推定部(32)、簡略化ランク推定部(33)、通常ランク推定部(34)を有して構成する。

5 <通信システムの処理動作>

次に、図1、図2を参照しながら、本実施形態の通信システムの処理動作について説明する。

<送信機(10)側の処理動作>

まず、送信機(10)側の処理動作について説明する。

10 送信機(10)側では、送信データは、チャネル符号化部(11)において、誤り検出符号化・誤り訂正符号化が施され、変調部(12)において、予め指定された変調方式に基づいてI成分・Q成分へとマッピングされる。

変調部(12)で変調されたデータは、受信機(20)から通知されたフィードバック情報(40)に基づいて、レイヤマッピング部(13)で送信レイヤにマッピングされる。その後、変調されたデータにはプリコーディング部(14)が、予め指定された Precoding Matrix を乗算する。

15

続いて、RE マッピング部(15)で、周波数リソース上のREにマッピングされ、IFFT部(16)で時間領域の信号に変換された後、送信アンテナから送信信号として送信される。

20 <受信機(20)側の処理動作>

次に、受信機(20)側の処理動作について説明する。

受信機(20)側では、受信アンテナで受信した受信信号は、FFT部(21)においてフーリエ変換により周波数成分のデータに分けられた後、RE デマッピング部(22)で周波数リソースからデマッピングされる。

25 チャネル推定部(23)では、周波数リソース上に予めマッピングされていた既知信号(Reference Signal)を用いてチャネル状態を表すチャネル推定行列を推定する。復号部(24)では、受信信号と、チャネル推定部(23)で推定したチャネル推定行列等を基に、I成分・Q成分から尤度情報へと復調され、チャネル復号部(25)で誤り訂正復号・誤り検出が行われる。

30 また、受信機(20)中のランク推定部(30)では、チャネル推定部(23)で推定したチャ

ネル推定行列を基に最適な送信ランクを推定し、該推定した送信ランクをフィードバック情報(40)として送信機(10)に通知する。フィードバック情報(40)は、送信機(10)におけるレイマッピング部(13)での処理に反映される。

<ランク推定部(30)の処理動作>

- 5 次に、図2、図3を参照しながら、ランク推定部(30)の処理動作について説明する。
以下の説明では、2送信アンテナの Open Loop Spatial Multiplexing を例に説明する。

チャンネル推定部(23)で算出されたチャンネル推定行列は、ランク推定部(30)に出力される。

- 10 ランク推定部(30)の SNR 推定部(31)は、チャンネル推定部(23)で算出されたチャンネル推定行列を基に、Subband 毎、及び、全帯域の受信品質の良好さを示す指標である SNR(Signal to Noise power Ratio)を算出する(ステップ S1)。Subband は、全帯域を一定幅毎に分割したそれぞれの帯域を示す。

- 15 また、チャンネル変動推定部(32)は、チャンネル推定部(23)で算出されたチャンネル推定行列を基に、受信機で変動する変動値としてチャンネル推定値の変動の度合いを示すチャンネル変動値 ν を算出する(ステップ S2)。なお、ここでは、受信機で変動する変動値として、チャンネル変動値 ν を用いているが、後述のように受信機の移動速度等を用いてもよい。

- 20 チャンネル変動値 ν は、チャンネル推定値の時間方向の変動値(ξ)、及び、周波数方向の変動値(η)の合計値として求めることができる。チャンネル変動値 ν の算出方式のイメージを図4に示す。

チャンネル変動推定部(32)は、時間方向の変動値(ξ)を以下のようにして算出する。

$$\xi(n, t=0) = \frac{1}{N_{rx} N_{tx} N_{RS}} \sum_{a=0}^{N_{rx}-1} \sum_{b=0}^{N_{tx}-1} \sum_{i=0}^{N_{RS}-1} |h_{ZF}(a, b, n, t=4, i) - h_{ZF}(a, b, n-1, t=4, i)|^2$$

25
$$\xi(n, t=4) = \frac{1}{N_{rx} N_{tx} N_{RS}} \sum_{a=0}^{N_{rx}-1} \sum_{b=0}^{N_{tx}-1} \sum_{i=0}^{N_{RS}-1} |h_{ZF}(a, b, n, t=0, i) - h_{ZF}(a, b, n-1, t=0, i)|^2$$

$$\xi(n) = \frac{1}{2} \{ \xi(n, t=0) + \xi(n, t=4) \}$$

但し、a は受信アンテナの Index Number、b は送信アンテナの Index Number、n は Slot Number、t は Symbol Number、i は Reference Signal の Index Number を、それぞれ表す。また、 h_{ZF} は ZF (Zero Forcing) 後のチャネル推定値、 N_{rx} は受信アンテナ数、 N_{tx} は送信アンテナ数、 N_{RS} は帯域内に含まれる Reference Signal 数を、それぞれ表す。

また、チャネル変動推定部 (32) は、周波数方向の変動値 (η) を以下のようにして算出する。

10

$$\eta(n, t=0) = \frac{1}{N_{rx} N_{tx} (N_{RS} - 1)} \sum_{a=0}^{N_{rx}-1} \sum_{b=0}^{N_{tx}-1} \sum_{i=0}^{N_{RS}-2} |h_{ZF}(a, b, n, t=0, i) - h_{ZF}(a, b, n, t=0, i+1)|^2$$

$$\eta(n, t=4) = \frac{1}{N_{rx} N_{tx} (N_{RS} - 1)} \sum_{a=0}^{N_{rx}-1} \sum_{b=0}^{N_{tx}-1} \sum_{i=0}^{N_{RS}-2} |h_{ZF}(a, b, n, t=4, i) - h_{ZF}(a, b, n, t=4, i+1)|^2$$

$$\eta(n) = \frac{1}{2} \{ \eta(n, t=0) + \eta(n, t=4) \}$$

15 チャネル変動推定部 (32) は、上記の処理で算出した時間方向の変動値 (ξ)、及び、周波数方向の変動値 (η) を用いて、チャネル変動値 ν を以下のようにして算出する。

$$\nu(n) = \eta(n) + \lambda \times \xi(n)$$

20

但し、 λ は、重み付け係数を示す。

簡略化ランク推定部 (33) は、SNR 推定部 (31) で算出された全帯域の SNR、及び、

チャンネル変動推定部(32)で算出されたチャンネル変動値 ν を基に、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクを推定する(ステップ S3)。

簡略化ランク推定部(33)は、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能かどうかを判断する(ステップ S4)。

- 5 簡略化ランク推定部(33)は、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能と判断した場合は、簡略化ランク推定手法を用いて推定した送信ランクを、フィードバック情報(40)として送信機(10)に通知する(ステップ S5)。

簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能かどうかを判断するためのアルゴリズムを図5に示す。

- 10 図5に示すアルゴリズムは、SNR推定部(31)で算出された全帯域のSNRと、チャンネル変動推定部(32)で算出されたチャンネル変動値 ν と、を以下の式(1)に代入する(Input; SNR、チャンネル変動値 ν)。但し、 κ は、重み付け係数を示す。

$$\nu - \kappa \times \text{SNR} \cdots \text{式(1)}$$

- もし、上記式(1)の値が所定の閾値; $\text{TH}_{\text{RANK}1}$ より大きい場合($\nu - \kappa \times \text{SNR} > \text{TH}_{\text{RANK}1}$)は、送信ランク $R=1$ を出力する。

また、上記式(1)の値が所定の閾値; $\text{TH}_{\text{RANK}2}$ より小さい場合($\nu - \kappa \times \text{SNR} < \text{TH}_{\text{RANK}2}$)は、送信ランク $R=2$ を出力する。

また、上記の何れにも該当しない場合には、送信ランク $R=\text{Error}$ を出力する。

- 20 このため、図5に示すアルゴリズムは、SNR推定部(31)で算出された全帯域のSNRが低く、且つ、チャンネル変動推定部(32)で算出されたチャンネル変動値 ν が大きい(受信機の受信状態が悪い)場合は、送信ランク 1 を出力する。

また、SNR推定部(31)で算出された全帯域のSNRが高く、且つ、チャンネル変動推定部(32)で算出されたチャンネル変動値 ν が小さい(受信機の受信状態が良い)場合は、送信ランク 2 を出力する。

- 25 また、上記の送信ランク1、送信ランク2の何れにも該当しない中間の場合は、簡略化ランク推定方法では送信ランクの推定が不可能である旨(Error)を出力する。Errorを出力するのは、簡略化ランク推定手法で送信ランクを推定すると特性劣化の恐れが大きいためである。図5に示すアルゴリズムの出力結果のイメージを図6に示す。

- 30 送信ランクが推定不可能と簡略化ランク推定部(33)が判断した場合(即ち、簡略化ランク推定部(33)からの出力がErrorだった場合は、通常ランク推定部(34)は、通

信容量を用いたランク推定手法によって送信ランクの推定を行なう。その後、ランク推定部(30)は、その推定した送信ランクを、フィードバック情報(40)として送信機(10)に通知する(ステップ S6)。

通常ランク推定部(34)は、以下の式を用いて、各ランクが適用された場合の SNR を表す Effective SNR を算出する。

$$SINR(R, l, f, K) = \frac{SNR(K)}{\left[SNR(K)^{-1} I_R + V_R^H H(f)^H H(f) V_R \right]_{l,l}^{-1}} - 1$$

但し、 l (エル)は、レイヤ番号を、 f は、周波数軸上の Reference Signal がマッピングされている Subcarrier 番号を、 K は、Subband 番号を表す。また、 I_R は、 $R \times R$ の単位行列を、 V_R は、ランク R が適用された場合の Precoding Matrix を、 $H(f)$ は、 f 番目の Subcarrier におけるチャネル推定値を表す。また、 $[]_{l,l}$ は、行列における l (エル)行 l (エル)列の成分を表す。なお、 V_R は、3GPP TS 36.211 v8.4.0において表1のように規定されている。

ランク	V_R
1	$V_R = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
2	$V_R = WD(i)U$ 但し、 $W = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ 、 $D(i) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi i/2} \end{bmatrix}$ 、 $U = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$

15

通常ランク推定部(34)は、上記の処理で求めた Effective SNR から送受信機(10,20)間の通信容量 $C(R)$ を下記のように算出し、通信容量 $C(R)$ が最大となるような送信ランク R を推定する。

$$C(R) = \frac{1}{N_{RS}(K)} \sum_K \sum_{l=1}^R \sum_{f_K}^{N_{RS}} \log_2(1 + SINR(R, l, f_K, K))$$

$$R = \arg \max_{R \in \{1,2\}} C(R)$$

但し、 N_s は、帯域内に含まれる Subband 数を表す。

<ランク推定部(30)の処理動作の他の例>

- 5 上記で説明したランク推定部(30)の説明では、簡略化ランク推定部(33)で簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクを推定し(ステップ S3)、その後簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能かどうかを判断している(ステップ S4)。

また、図12に示すようなステップでも良い。即ち、チャンネル変動値 ν 算出後に(ステップ S2)、簡略化ランク推定部(33)は、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能かどうかを判断する(ステップ S3)。

簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定可能と判断した場合は、簡略化ランク推定部(33)は、全帯域の SNR、及び、チャンネル変動値 ν を基に、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクを推定する(ステップ S4)。

その後、簡略化ランク推定部(33)は、簡略化ランク推定手法を用いて推定した送信ランクを、フィードバック情報(40)として送信機(10)に通知する(ステップ S5)。

<本実施形態の通信システムの作用・効果>

このように、本実施形態のランク推定部(30)は、SNR 推定部(31)で算出された全帯域の SNR、及び、チャンネル変動推定部(32)で算出されたチャンネル変動値 ν を基に、簡略化ランク推定部(33)にて簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクを推定する。簡略化ランク推定手法で用いている各指標は、受信機(10)の他の処理において必要となるパラメータであるため、これらの値を算出するための演算処理は、受信機(10)にとっての演算オーバーヘッドとはならない。従って、簡略化ランク推定部(33)にて、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定できる場合には、送信ランクを推定する際の処理の負荷を軽減することが可能となる。また、本実施形態のランク推定部(30)は、簡略化ランク推定手法を用いて送信ランクが推定できない場合には、通信容量を用いたランク推定手法によって送信ランクの推定を行う。これにより、特性劣化の恐れが大きい場合には、通信容量を用いたランク推定手法を用いてランク推定を行い、ラン

ク推定精度の劣化を防ぐことができる。この様にして、本実施形態のランク推定部(30)は、チャンネル状態の変動に因ってランクの推定方法を切り換えているので、ランク推定精度の劣化を防ぎつつ平均的なランク推定処理の負荷を軽減することが可能となる。

5 (第2の実施形態)

次に、第2の実施形態について説明する。

第1の実施形態は、簡略化ランク推定手法におけるランク推定を図6に示すように、
1 固定的な閾値(TH_{RANK1} 、 TH_{RANK2})を用いて行うことにした。しかし、固定的でなく変動的な閾値(TH_{RANK1}' 、 TH_{RANK2}')、例えば、図7のようにSNR、 ν の値に依って変動する閾値を用いてランク推定を行うことも可能である。
10

(第3の実施形態)

次に、第3の実施形態について説明する。

上記の実施形態では、図6、図7に示すように、送信ランクがランク=1、ランク=2及び判定不能(簡略化ランク推定手法の使用不可)の3つに分類して判定を行うことにした。しかし、例えば、図8のように、送信ランクがランク=1、ランク=2の2つに分類し、簡略化ランク推定手法のみを用いてランク推定を行い、通信容量を用いたランク推定手法を用いないようにすることも可能である。この場合、ランクを決定する閾値(TH_{RANK3})は、図8のように線形であっても良いし、非線形であっても良い。
15

(第4の実施形態)

20 次に、第4の実施形態について説明する。

先述の第1~3の実施形態では、SNRに代表される受信品質、及び、チャンネル変動値 ν という指標を用いてランク推定を行うことにした。しかし、チャンネル変動値 ν の代わりに受信機の移動速度 α のような別の指標を用いることも可能である。この場合、図5に示すアルゴリズムを図9に示すように変更する。但し、 κ' は、重み付け係数を示す。
25 このように、SNRと、受信機の移動速度 α と、を用いて送信ランクを推定するように構築することも可能である。即ち、チャンネル変動値 ν や受信機の移動速度等のように受信機において変動する変動値を用いて送信ランクを推定するように構築することも可能である。また、SNRと、チャンネル変動値 ν と、受信機の移動速度 α と、の全ての指標を組み合わせてランク推定を行うように構築することも可能である。この場合、図5に示すアルゴリズムを図10に示すように変更する。但し、 $\kappa 1''$ 、 $\kappa 2''$ は、重み付け係数を示
30

す。

(第5の実施形態)

次に、第5の実施形態について説明する。

第1の実施形態では、簡略化ランク推定部(33)にて簡略化ランク推定手法を用い
5 て送信ランクが推定できない場合に、通信容量を用いたランク推定手法によって送信
ランクの推定を行うことにした。しかし、図11に示すように、簡略化ランク推定手法と、
通信容量を用いたランク推定手法と、を切り替えて使用するよう構築することも可能
である。

図11では、ランク推定部(30)は、簡略化ランク推定手法でランク推定を行うと共に
10 (ステップA1)、通信容量を用いたランク推定手法でランク推定を行う(ステップA2)。

次に、ランク推定部(30)は、ステップA1で推定した推定結果(推定ランク)と、ステ
ップA2で推定した推定結果(推定ランク)と、が一致するか否かを判定する(ステップ
A3)。

ランク推定部(30)は、ステップA1で推定した推定結果と、ステップA2で推定した推
15 定結果と、が一致する場合は(ステップA3/Yes)、簡略化ランク推定手法に切り替え、
簡略化ランク推定手法を用いて以降のランク推定処理を実施する(ステップA4)。

また、ランク推定部(30)は、ステップA1で推定した推定結果と、ステップA2で推定
した推定結果と、が一致しない場合は(ステップA3/No)、通信容量を用いたランク推
20 定手法に切り替える。その後、ランク推定部(30)は、通信容量を用いたランク推定手
法を用いて以降のランク推定処理を実施する(ステップA5)。

このように、ランク推定部(30)は、簡略化ランク推定手法、または、通信容量を用
いたランク推定手法と、のどちらか一方の手法に切り替え、その切り替えた手法を用い
て以降のランク推定処理を実施する。

ランク推定部(30)は、ステップA3の判定処理を行ってから一定時間が経過した場
25 合に(ステップA6/Yes, A7/Yes)、ステップA1、A2の処理を開始し、再度、双方の手法
で推定した推定結果の一致判定処理を行うことになる(ステップA3)。

これにより、ステップA3の判定処理を一定時間毎に行い、簡略化ランク推定手法、
または、通信容量を用いたランク推定手法と、のどちらか一方の手法に切り替え、その
切り替えた手法を用いて以降のランク推定処理を実施することになる。

30 なお、上述した処理では、一度の一致判定処理で(ステップA3)、どちらか一方の

手法に切り替えることにした(ステップ A4orA5)。しかし、双方の手法で推定した推定結果が何度か連続して一致した場合に、簡略化ランク推定手法に切り替えるように構築することも可能である。

5 (第6の実施形態)

次に、第6の実施形態について説明する。

第6の実施形態のランク推定装置は、図13に示すように、通信品質値を算出する第1の算出手段(131)と、受信信号の変動値を算出する第2の算出手段(132)とを有することを特徴とする。更に本実施形態のランク推定装置は、第1の算出手段(131)で
10 算出した通信品質値と、第2の算出手段(132)で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定手段(133)と、を有することを特徴とする。

これにより、本実施形態のランク推定装置は、演算量の多い通信容量の演算を行わずにランクを推定しているので、ランク推定処理の負荷を軽減することができる。

ここで、図13中の通信品質値を算出する第1の算出手段(131)は第一の実施形態
15 及び図2に於ける SNR 推定部(31)に、受信信号の変動値を算出する第2の算出手段(132)は第一の実施形態及び図2ではチャネル変動推定部(32)に、それぞれ相当する。また図13中の第1のランク推定手段(133)は第一の実施形態及び図2に於ける簡略化ランク推定部(33)に相当する。

20 なお、上述する実施形態は、本発明の好適な実施形態であり、上記実施形態のみに本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更を施した形態での実施が可能である。

例えば、上述した実施形態では、送受信機(10,20)間で用いる送信ランクを2つの場合を例として説明したが、2以上の送信ランクを使用可能なシステムについても、同
25 様の簡略化手法を適用することが可能である。

また、上述した実施形態では、LTE を利用した通信システムを例に説明した。しかし、MIMO-OFDM-FDM を利用した携帯電話機、PHS(Personal Handy-phone System)や Wireless LAN(Local Area Network)などの無線通信システムにおいても同様の手法を適用することが可能である。

30 また、通信容量を用いたランク推定手法は、上述した実施形態の推定手法に限定

するものではなく、例えば、特許文献1に開示されている推定手法等の公知の推定手法にすることも可能である。

また、上述した本実施形態における通信システムを構成する送信機(10)及び受信機(20)の各装置における制御動作は、ハードウェア、または、ソフトウェア、あるいは、
5 両者の複合構成を用いて実行することも可能である。

なお、ソフトウェアを用いて処理を実行する場合には、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ内のメモリにインストールして実行させることが可能である。あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。

10 例えば、プログラムは、記録媒体としてのハードディスクや ROM(Read Only Memory)に予め記録しておくことが可能である。あるいは、プログラムは、リムーバブル記録媒体に、一時的、あるいは、永続的に格納(記録)しておくことが可能である。この
15 ようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することが可能である。リムーバブル記録媒体としては、フロッピー(登録商標)ディスク、
CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto optical)ディスク、DVD
(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどが挙げられる。

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールすることになる。また、ダウンロードサイトから、コンピュータに無線転送することになる。また、ネットワークを介して、コンピュータに有線で転送することになる。

20 また、本実施形態の通信システムを構成する送信機(10)及び受信機(20)は、上記実施形態で説明した処理動作に従って時系列的に実行することに限られない。即ち、
処理を実行する装置の処理能力、あるいは、必要に応じて並列的にあるいは個別に
実行するように構築することも可能である。

25 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に
限定されものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のScope内
で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる

この出願は、2009年3月9日に出願された日本出願特願2009-055450を基礎
30 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。

産業上の利用可能性

本発明は、MIMO-OFDM・FDM を利用した携帯電話機、PHS、Wireless LAN などの通信システムに適用可能である。

5

符号の説明

- 10 送信機
- 20 受信機
- 11 チャンネル符号化部
- 10 12 変調部
- 13 レイヤマッピング部
- 14 プリコーディング部
- 15 RE マッピング部
- 16 IFFT 部
- 15 21 FFT 部
- 22 RE デマッピング部
- 23 チャンネル推定部
- 24 復調部
- 25 チャンネル復号部
- 20 30 ランク推定部(ランク推定装置)
- 31 SNR 測定部(第1の算出手段)
- 32 チャンネル変動推定部(第2の算出手段)
- 33 簡易化ランク推定部(第1のランク推定手段)
- 34 通常ランク推定部(第2のランク推定手段)

25

請求の範囲

[請求項1]

- 通信品質値を算出する第1の算出手段と、
受信機で変動する変動値を算出する第2の算出手段と、
5 前記第1の算出手段で算出した通信品質値と、前記第2の算出手段で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定手段と、
を有することを特徴とするランク推定装置。

[請求項2]

- 通信容量を用いて送信ランクを推定する第2のランク推定手段を有し、
10 前記第1のランク推定手段で送信ランクが推定できない場合に、前記第2のランク推定手段で送信ランクを推定することを特徴とする請求項1記載のランク推定装置。

[請求項3]

- 前記第1のランク推定手段は、
前記通信品質値から前記変動値を減算して得られた算出値が第1の閾値より大きい
15 い場合には、予め規定されたランク1の送信ランクと推定し、
前記算出値が第2の閾値より小さい場合には、予め規定されたランク2の送信ランクと推定することを特徴とする請求項1または2記載のランク推定装置。

[請求項4]

- 前記第1の閾値は、前記第2の閾値より大きい値であり、
20 前記算出値が前記第1の閾値と前記第2の閾値との間である場合には、前記第2のランク推定手段で送信ランクを推定することを特徴とする請求項3記載のランク推定装置。

[請求項5]

- 通信容量を用いて送信ランクを推定する第2のランク推定手段と、
25 送信ランクを推定する際に使用するランク推定手段を、前記第1のランク推定手段、または、前記第2のランク推定手段に切り替える切替手段と、を有し、
前記切替手段で切り替えた前記第1のランク推定手段、または、前記第2のランク推定手段を用いて送信ランクを推定することを特徴とする請求項1記載のランク推定装置。

- 30 [請求項6]

前記切替手段は、

前記第1のランク推定手段で推定した送信ランクと、前記第2のランク推定手段で推定した送信ランクと、を比較し、両者の送信ランクが一致する場合は、前記第1のランク推定手段に切り替え、両者の送信ランクが一致しない場合は、前記第2のランク推定手段に切り替えることを特徴とする請求項5記載のランク推定装置。

[請求項7]

前記切替手段は、

前記比較を所定時間毎に行うことを特徴とする請求項6記載のランク推定装置。

[請求項8]

10 前記切替手段は、

両者の送信ランクが所定回数連続して一致する場合に、前記第1のランク推定手段に切り替えることを特徴とする請求項6または7記載のランク推定装置。

[請求項9]

15 前記受信機で変動する変動値は、チャンネル推定値の変動値である請求項1乃至8記載のランク推定装置

[請求項10]

請求項1から9の何れか1項に記載のランク推定装置を搭載したことを特徴とする受信機。

[請求項11]

20 送信機と、受信機と、を有して構成する通信システムであって、

前記受信機は、

通信品質値を算出する第1の算出手段と、

前記受信機で変動する変動値を算出する第2の算出手段と、

25 前記第1の算出手段で算出した通信品質値と、前記第2の算出手段で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定手段と、

を有し、

送信機では推定された送信ランクに基づき送信信号を処理することを特徴とする通信システム。

[請求項12]

30 前記受信機で変動する変動値は、チャンネル推定値の変動値である請求項11記載

の通信システム

[請求項13]

通信品質値を算出する第1の算出工程と、
受信機で変動する変動値を算出する第2の算出工程と、

- 5 前記第1の算出工程で算出した通信品質値と、前記第2の算出工程で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定工程と、
を有することを特徴とするランク推定方法。

[請求項14]

前記受信機で変動する変動値は、チャンネル推定値の変動値である請求項13記載

- 10 のランク推定方法

[請求項15]

通信品質値を算出する第1の算出処理と、
受信機で変動する変動値を算出する第2の算出処理と、
前記第1の算出処理で算出した通信品質値と、前記第2の算出処理で算出した変動値と、に応じた送信ランクを推定する第1のランク推定処理と、
を、コンピュータに実行させることを特徴とするプログラムを記録したプログラム記録媒体。

- 15

[請求項16]

前記受信機で変動する変動値は、チャンネル推定値の変動値である請求項15記載

- 20 のプログラム記録媒体

図1

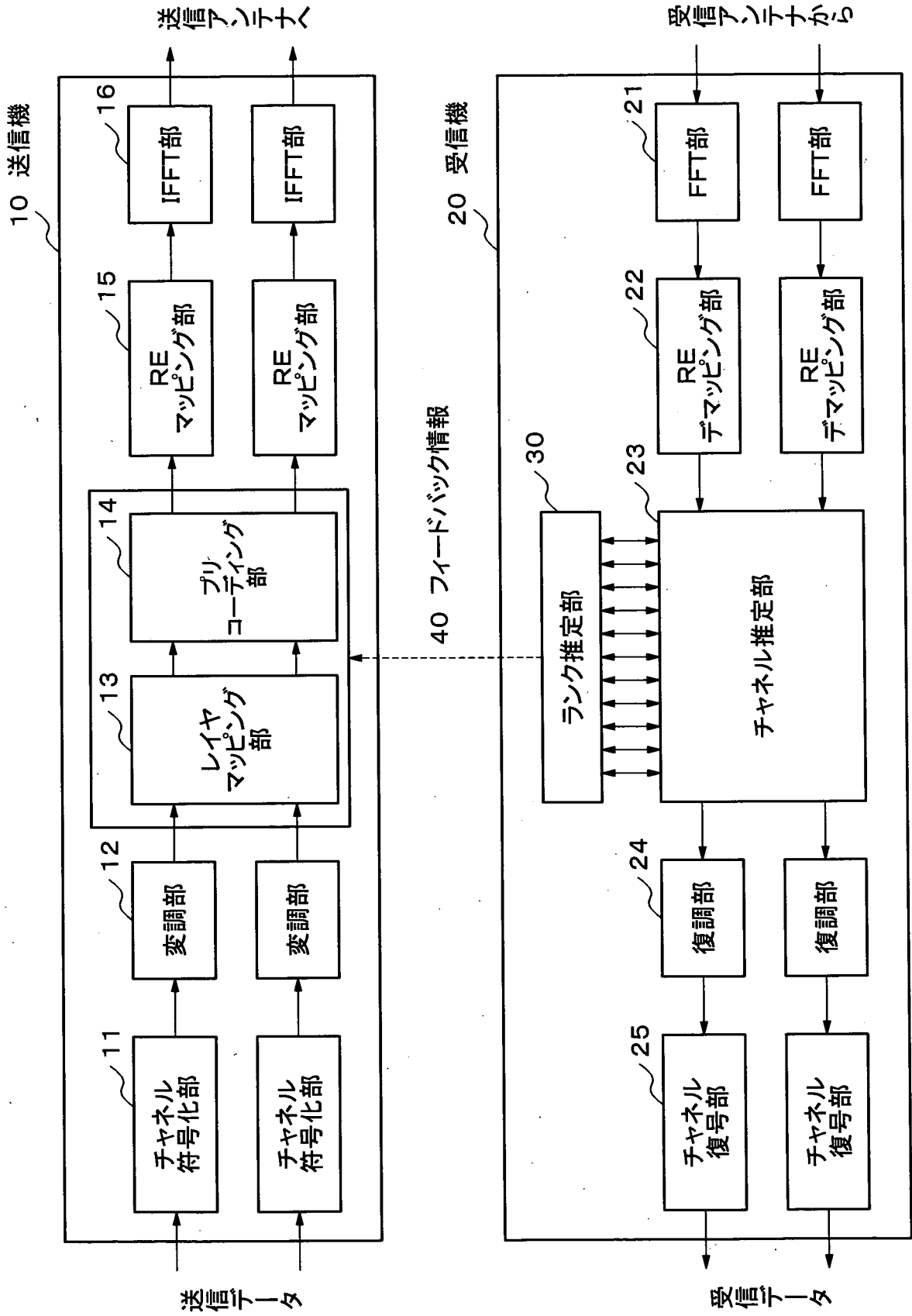


図2

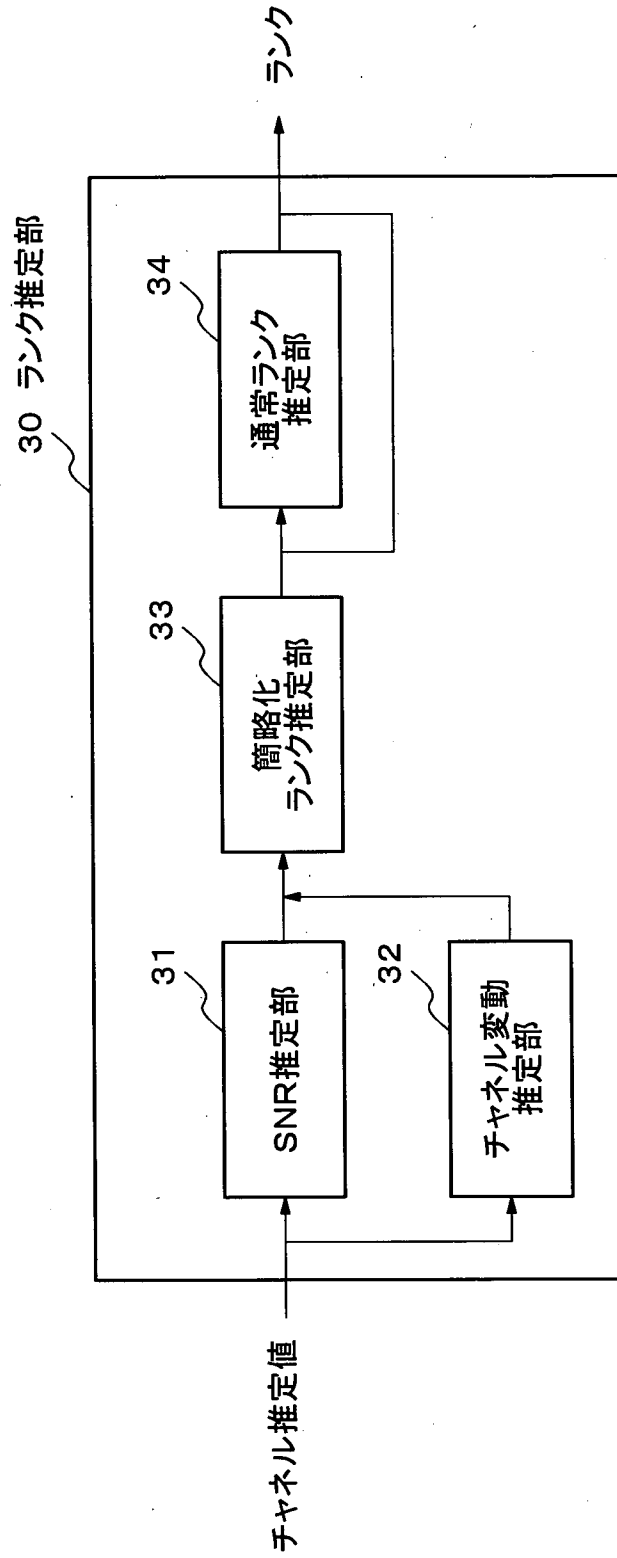


図3

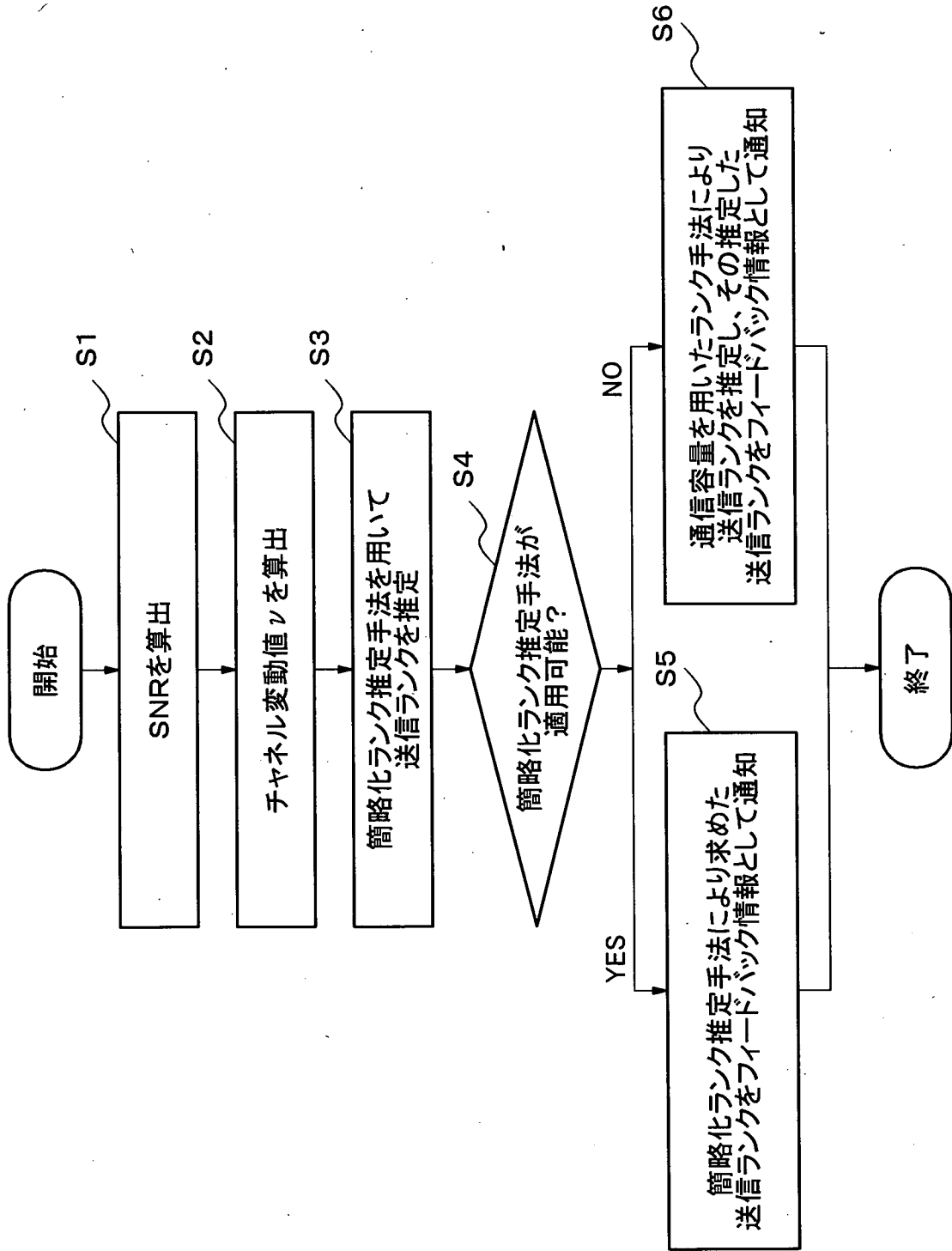
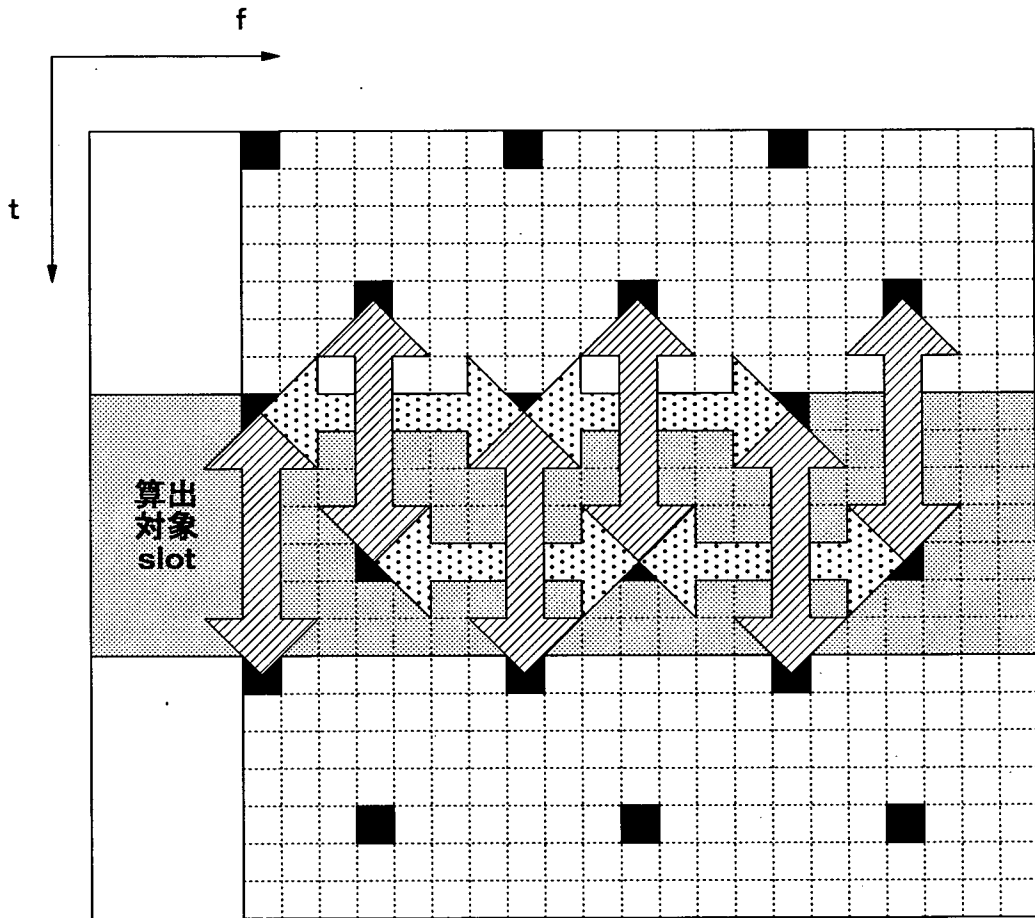
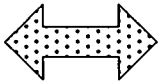


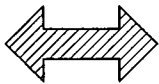
図4



: Reference Signal



: 周波数方向の変動値 (η)



: 時間方向の変動値 (ξ)

図5

Input: SNR、チャンネル変動値: ν

Output: 推定ランク: R

IF $\nu - \kappa \times \text{SNR} > \text{TH}_{\text{RANK}}^1$

R=1;

ELSE IF $\nu - \kappa \times \text{SNR} < \text{TH}_{\text{RANK}}^2$

R=2;

ELSE

R=Error;

OUTPUT(R);

図6

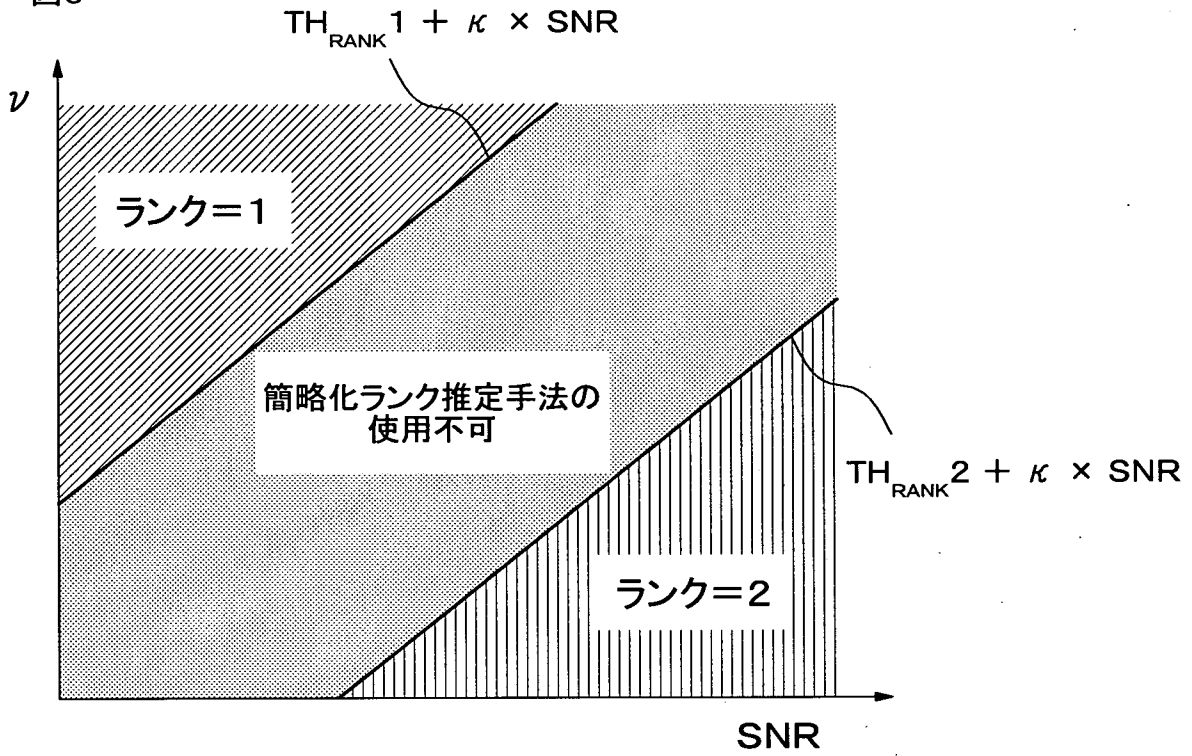


図7

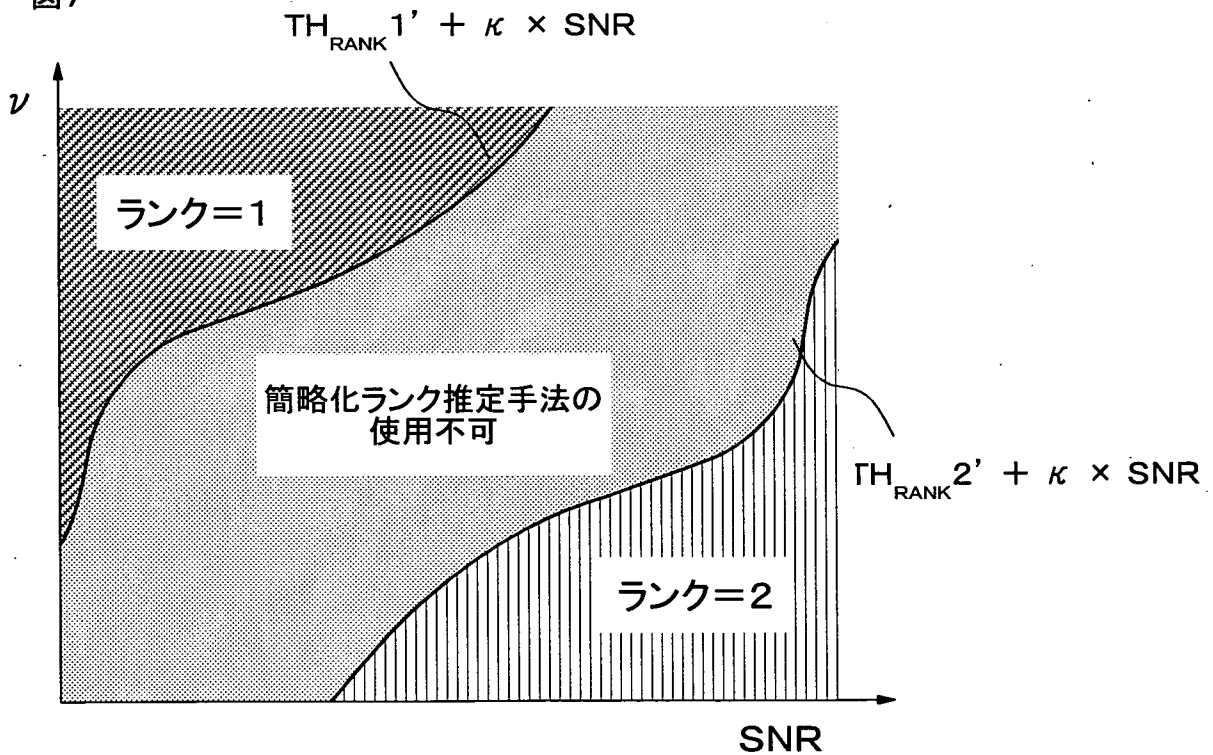


図8

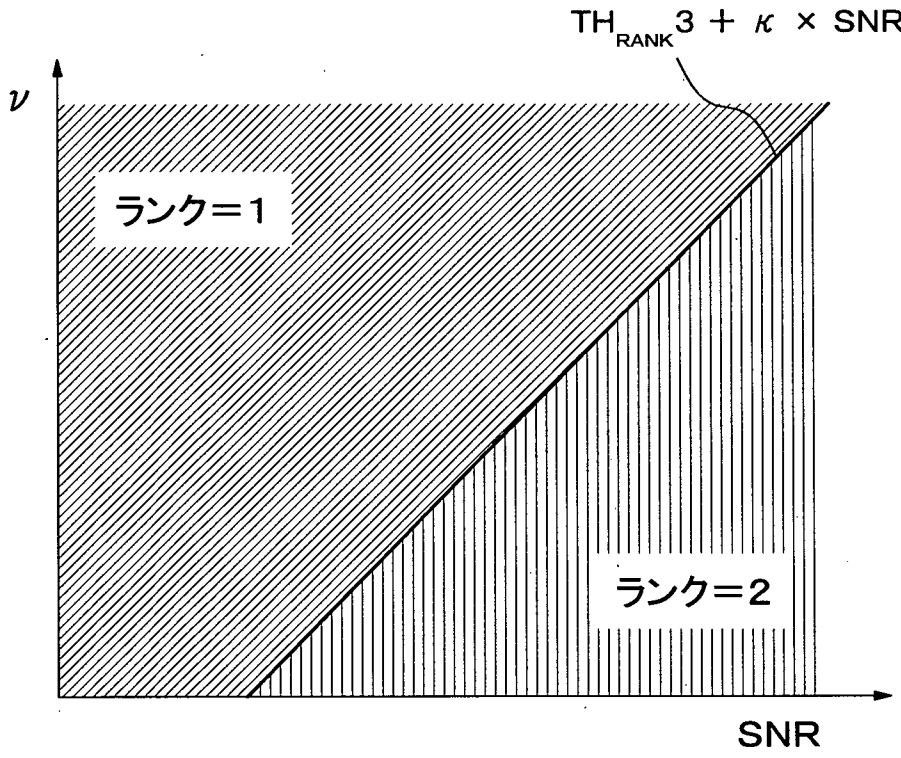


図9

```
Input: SNR、移動速度:  $\alpha$ 
Output: 推定ランク: R

IF  $\alpha - \kappa' \times \text{SNR} > \text{TH}_{\text{RANK}} 1$ 
  R=1;
ELSE IF  $\alpha - \kappa' \times \text{SNR} < \text{TH}_{\text{RANK}} 2$ 
  R=2;
ELSE
  R=Error;

OUTPUT(R);
```

図10

```
Input: SNR、チャンネル変動値:  $\nu$ 、移動速度:  $\alpha$ 
Output: 推定ランク: R

IF  $\nu + \kappa_1'' \times \alpha - \kappa_2'' \times \text{SNR} > \text{TH}_{\text{RANK}} 1$ 
  R=1;
ELSE IF  $\nu + \kappa_1'' \times \alpha - \kappa_2'' \times \text{SNR} < \text{TH}_{\text{RANK}} 2$ 
  R=2;
ELSE
  R=Error;

OUTPUT(R);
```

図11

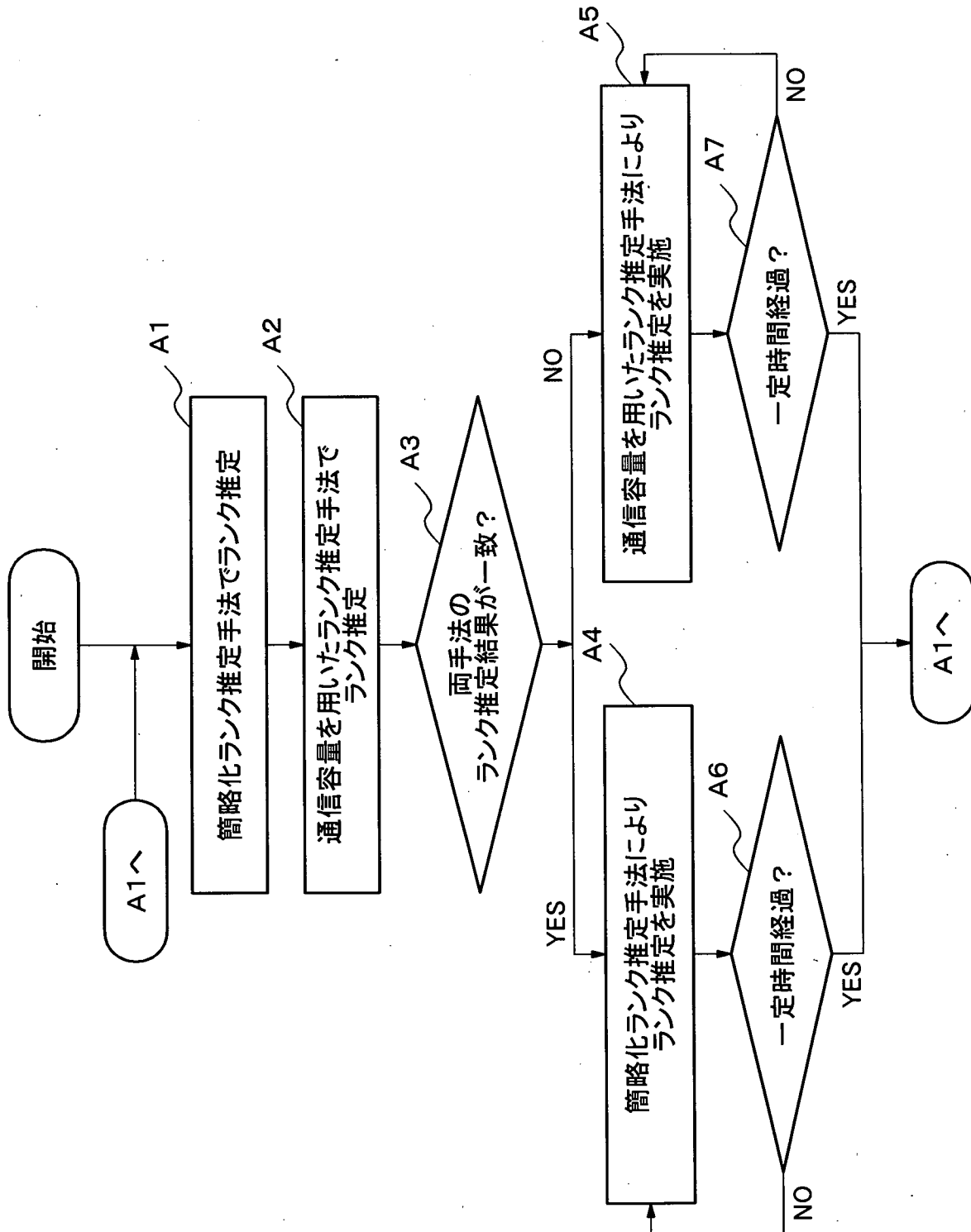


図12

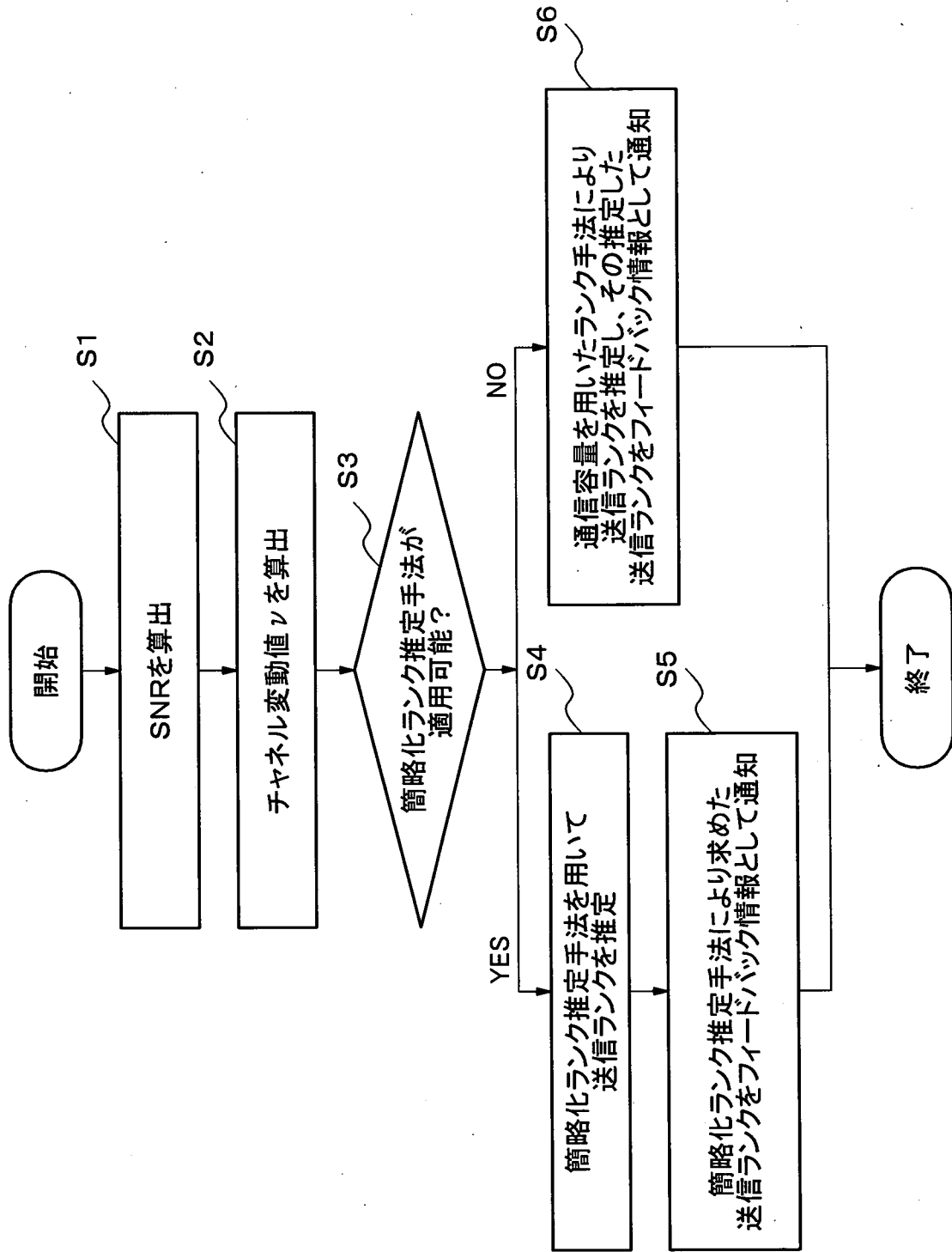
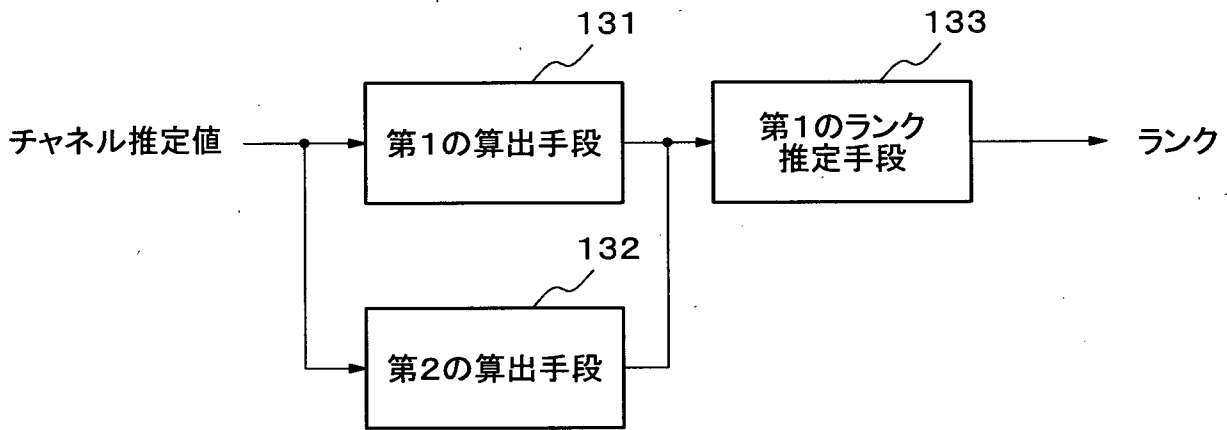


図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053716

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H04W72/08</i> (2009.01) <i>i</i> , <i>H04B7/04</i> (2006.01) <i>i</i> , <i>H04J11/00</i> (2006.01) <i>i</i> , <i>H04J99/00</i> (2009.01) <i>i</i> , <i>H04W16/28</i> (2009.01) <i>i</i> , <i>H04W88/02</i> (2009.01) <i>i</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) <i>H04B7/24-7/26</i> , <i>H04W4/00-99/00</i> , <i>H04B7/04</i> , <i>H04J11/00</i> , <i>H04J99/00</i> 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 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010		
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.
X A	JP 2008-544653 A (QUALCOMM INC.), 04 December 2008 (04.12.2008), paragraphs [0079] to [0082], [0092] & EP 1897258 A & WO 2006/138337 A1 & CA 2612318 A1	1, 2, 5, 9-16 3, 4, 6-8
A	JP 2008-547285 A (QUALCOMM INC.), 25 December 2008 (25.12.2008), paragraph [0037] & US 2006/0285585 A1 & EP 1904859 A & WO 2006/138621 A2	1-16
A	WO 2007/051154 A2 (QUALCOMM INC.), 03 May 2007 (03.05.2007), paragraph [0030] & JP 2009-514446 A & US 2007/0097889 A1 & EP 1949560 A & CA 2627381 A1	1-16
<input 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 07 May, 2010 (07.05.10)		Date of mailing of the international search report 18 May, 2010 (18.05.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer Telephone No.
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, H04B7/04(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W88/02(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. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00, H04B7/04, H04J11/00, H04J99/00		
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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010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 請求項の番号
X	JP 2008-544653 A (クアアルコム・インコーポレイテッド) 2008.12.04,	1, 2, 5, 9-16
A	第79-82, 92 段落 & EP 1897258 A & WO 2006/138337 A1 & CA 2612318 A1	3, 4, 6-8
A	JP 2008-547285 A (クアアルコム・インコーポレイテッド) 2008.12.25, 第37 段落 & US 2006/0285585 A1 & EP 1904859 A & WO 2006/138621 A2	1-16
<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 07.05.2010	国際調査報告の発送日 18.05.2010	
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) 松野 吉宏 電話番号 03-3581-1101 内線 3535	5 J 3 5 7 1

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 請求項の番号
A	WO 2007/051154 A2 (QUALCOMM INCORPORATED) 2007.05.03, 第30段落 & JP 2009-514446 A & US 2007/0097889 A1 & EP 1949560 A & CA 2627381 A1	1-16