

(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
2020年11月26日(26.11.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/235013 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 3/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/020163

(22) 国際出願日: 2019年5月21日(21.05.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福園隼人 (FUKUZONO, Hayato); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 栗山

圭太(KURIYAMA, Keita); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 徳安朋浩(TOKUYASU, Tomohiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 立田努(TATSUTA, Tsutomu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

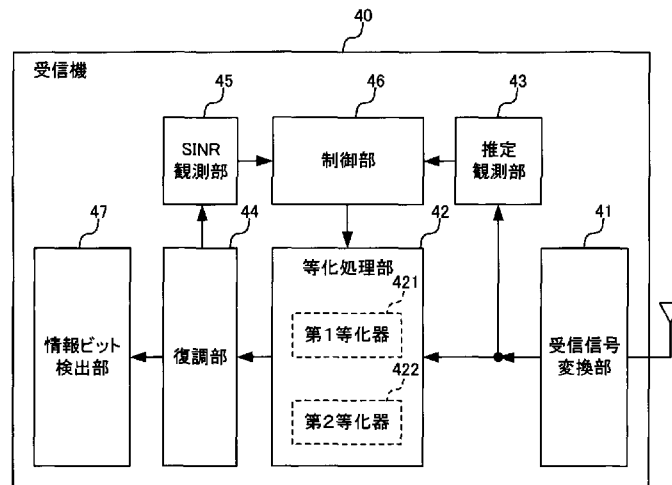
(74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION DEVICE, WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線通信装置、無線通信システム及び無線通信方法

[図5]



- | | | | |
|----|---------------------------------|-----|--------------------------------|
| 40 | Receiver | 45 | SINR observation unit |
| 41 | Received signal conversion unit | 46 | Control unit |
| 42 | Equalization processing unit | 47 | Information bit detection unit |
| 43 | Estimation/observation unit | 421 | First equalizer |
| 44 | Demodulation unit | 422 | Second equalizer |

(57) Abstract: [Problem] To effectively compensate signals according to environments and/or communication path conditions. [Solution] A wireless communication device according to the invention comprises: an estimation/observation unit that, from a received signal in which a training signal has been added to a data frame, estimates tendencies of long-delay waves and of communication path variations, thereby observing a communication path situation; a first equalizer that compensates the received signal; a second equalizer that compensates the received signal by means of a characteristic ex-

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

hibiting a stronger long-delay wave immunity and a weaker communication path variation immunity than the first equalizer; and a control unit that, on the basis of the communication path situation observed by the estimation/observation unit, performs control of switching such that the first equalizer or the second equalizer compensates the received signal.

(57) 要約: 【課題】環境や通信路条件に応じて信号を効果的に補償する。【解決手段】データフレームにトレーニング信号が付加されている受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測部と、受信信号を補償する第1等化器と、第1等化器に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、受信信号を補償する第2等化器と、推定観測部が観測した通信路状況に基づいて、受信信号に対する補償を第1等化器又は第2等化器が行うように切替える制御を行う制御部とを有する。

明 細 書

発明の名称：無線通信装置、無線通信システム及び無線通信方法 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信装置、無線通信システム及び無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] 無線通信においては、マルチパスによる符号間干渉などで劣化する通信品質を等化器によって補償することが行われている。

[0003] 図13は、無線通信が行われる環境とマルチパスの関係例を示す図である。図13(a)は、山間部などのルーラルエリアにおける無線通信のマルチパスを示す図である。図13(b)は、車両などの反射物が移動する場合の無線通信のマルチパスを示す図である。

[0004] 図13(a)に示すように、遠方に存在する山々が反射物となる場合、送信機1から受信機2へ信号が送信されるときに、主波とともに遅延波（反射波）や、さらに遅延時間が長い長遅延波が存在する。また、図13(b)に示すように、反射物が移動する場合、送信機1から受信機2へ信号が送信されるときに、反射波の応答が変動してしまう。

[0005] 図14は、通信路状況を表す受信波の通信路インパルス応答（CIR：Channel Impulse Response）を例示する図である。図14に示すように、例えばマルチパスが存在する場合、主波よりも利得が小さく、所定の遅延時間を超えて受信される長遅延波成分が発生することがある。また、通信路の変動は、利得の変化として現れる。

[0006] 例えば、微小変動を伴う長遅延波が発生する環境には、非特許文献1に示された線形等化器が適している。

先行技術文献

非特許文献

[0007] 非特許文献1：福園隼人、外3名、「微小変動を伴う長遅延波環境に適した線形等化器」、2017年 電子情報通信学会総合大会 通信講演論文集1、

2017年3月、B-5-153

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 一般には、等化器は、初期設定の状態で使用され続ける。また、等化器は、種類によって耐性が異なるが、初期設定の状態で使用され続けると、環境や通信路条件によっては信号を効果的に補償できない場合がある。

[0009] 本発明は、環境や通信路条件に応じて信号を効果的に補償することができ無線通信装置、無線通信システム及び無線通信方法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

[0010] 本発明の一態様にかかる無線通信装置は、データフレームにトレーニング信号が付加されている受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測部と、前記受信信号を補償する第1等化器と、前記第1等化器に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、前記受信信号を補償する第2等化器と、前記推定観測部が観測した通信路状況に基づいて、前記受信信号に対する補償を前記第1等化器又は前記第2等化器が行うように切替える制御を行う制御部とを有することを特徴とする。

[0011] また、本発明の一態様にかかる無線通信システムは、データフレームにトレーニング信号を付加した送信信号を送信する送信機と、前記送信信号を受信して受信信号とする受信機とを備えた無線通信システムにおいて、前記受信機が、前記受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測部と、前記受信信号を補償する第1等化器と、前記第1等化器に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、前記受信信号を補償する第2等化器と、前記推定観測部が観測した通信路状況に基づいて、前記受信信号に対する補償を前記第1等化器又は前記第2等化器が行うように切替える制御を行う制御部とを有することを特徴とする。

[0012] また、本発明の一態様にかかる無線通信方法は、データフレームにトレーニング信号が付加されている受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測工程と、前記受信信号を補償する第1補償工程と、前記第1補償工程に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、前記受信信号を補償する第2補償工程と、前記推定観測工程により観測した通信路状況に基づいて、前記受信信号に対する補償を前記第1補償工程又は前記第2補償工程により行うように切替える制御工程とを含むことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、環境や通信路条件に応じて信号を効果的に補償することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]一実施形態にかかる無線通信システムの構成例を示す図である。
- [図2]ルーラルエリアにおける無線通信システムの具体的な通信例を示す図である。
- [図3]基地局から送信されて加入者局が受信した通信フレーム例を示す図である。
- [図4]一実施形態にかかる基地局の構成例を示す図である。
- [図5]一実施形態にかかる加入者局の構成例を示す図である。
- [図6]第1等化器及び第2等化器の耐性の違いを示す図表である。
- [図7]無線通信システムの通信路状況を表す受信波から推定観測部が推定したCIRの第1例を示す図である。
- [図8]無線通信システムの通信路状況を表す受信波から推定観測部が推定したCIRの第2例を示す図である。
- [図9]無線通信システムの第1動作例を示すフローチャートである。
- [図10]無線通信システムの第2動作例の概要を示す図である。
- [図11]無線通信システムの第2動作例を示すフローチャートである。
- [図12]第2適応変調の処理を含む無線通信システムの動作例を示すフローチ

ャートである。

[図13] (a) は、山間部などのルーラルエリアにおける無線通信のマルチパスを示す図である。(b) は、車両などの反射物が移動する場合の無線通信のマルチパスを示す図である。

[図14] 通信路状況を表す受信波の通信路インパルス応答を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、図面を用いて無線通信システムの一実施形態を説明する。図1は、一実施形態にかかる無線通信システム10の構成例を示す図である。図1に示すように、無線通信システム10は、例えば、ネットワーク20に接続された基地局30と、基地局30との間で無線通信を行う加入者局40とを有する加入者系無線システムである。

[0016] 基地局30及び加入者局40は、例えば山間部などのルーラルエリアに配置された無線通信装置である。また、加入者局40には、例えば電話端末50-1～50-3が接続されている。ルーラルエリアでは、無線通信システム10は、無通信期間が比較的頻繁かつ長期間で発生し、無線通信路も比較的安定している。

[0017] 図2は、ルーラルエリアにおける無線通信システム10の具体的な通信例を示す図である。図2に示すように、無線通信システム10は、例えば電話端末50-1～50-3のいずれも通話をしていない無通信期間が比較的頻繁かつ長期間で発生しており、無通信期間に通信路状況を推定するトレーニングを行う。例えば、無線通信システム10は、無通信期間内に長遅延波の有無、及び通信路変動の有無を確認する。

[0018] 図3は、基地局30から送信されて加入者局40が受信した通信フレーム例を示す図である。加入者局40は、基地局30から送信された複数の通信フレーム（第1フレーム、第2フレーム、第3フレーム・・・）を受信する。通信フレームそれぞれには、データとともにトレーニング信号（トレーニング区間）が含まれている。トレーニング信号は、例えばフレームの先頭、

及びスロット間に含まれるようにされている。

[0019] そして、無線通信システム 10 は、通信フレーム内の複数のトレーニング区間内で長遅延波及び通信路変動の傾向を推定し、通信路状況を観測する。以下、基地局 30 を送信機とし、加入者局 40 を受信機として、基地局 30 が送信する信号を加入者局 40 が受信する場合を例に説明する。

[0020] 図 4 は、基地局 30 の構成例を示す図である。図 4 に示すように、基地局 30 は、情報ビット生成部 31、変調部 32、トレーニング信号生成部 33、及び送信信号変換部 34 を有する。

[0021] 情報ビット生成部 31 は、送信すべきデータ（情報ビット）を生成し、変調部 32 に対して出力する。変調部 32 は、情報ビット生成部 31 から入力されたデータを設定に応じて変調して出力する。

[0022] トレーニング信号生成部 33 は、トレーニング信号を生成し、変調部 32 が出力した変調されたデータ（データフレーム）に対してトレーニング信号を付加して送信信号とし、送信信号変換部 34 に対して出力する。送信信号変換部 34 は、送信信号を RF 信号（高周波信号）に変換し、アンテナを介して送信信号を加入者局 40 に対して送信する。

[0023] なお、無線通信システム 10 は、基地局 30 が送信する通信フレーム内のトレーニング信号長を最適化する機能が加えられていてもよい。

[0024] 図 5 は、加入者局 40 の構成例を示す図である。図 5 に示すように、加入者局 40 は、受信信号変換部 41、等化処理部 42、推定観測部 43、復調部 44、S I N R 観測部 45、制御部 46、及び情報ビット検出部 47 を有する。

[0025] 受信信号変換部 41 は、アンテナを介して受信した受信信号を高周波信号からベースバンドの信号に変換し、変換した受信信号を等化処理部 42 及び推定観測部 43 に対して出力する。

[0026] 等化処理部 42 は、第 1 等化器 421 及び第 2 等化器 422 を有する。図 6 は、第 1 等化器 421 及び第 2 等化器 422 の耐性の違いを示す図表である。

- [0027] 第1等化器421は、例えば10シンボル長の遅延波に耐性があり、フィードバック（FB：Feedback）タップが10タップにされて受信信号を補償するDFE（Decision Feedback Equalizer）である。
- [0028] 第2等化器422は、第1等化器421に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性（微小変動のみ対応可）によって受信信号を補償する等化器である。例えば、第2等化器422は、例えば20シンボル長の長遅延波に耐性があり、フィードバックタップが20タップにされて受信信号を補償するDFEである。具体的には、第2等化器422は、非特許文献1に示された「微小変動を伴う長遅延波環境に適した線形等化器（DFE-IC）」などが相当する。
- [0029] そして、等化処理部42は、受信信号変換部41から入力される受信信号を制御部46の制御に応じて第1等化器421又は第2等化器422のいずれかによって補償し、補償した受信信号を復調部44に対して出力する。
- [0030] なお、等化処理部42は、第1等化器421と第2等化器422との切替えによらず、又は、第1等化器421と第2等化器422との切替えとともに、タップ係数を切替えて補償を最適化するように構成されてもよい。
- [0031] 推定観測部43（図5）は、データフレームにトレーニング信号が付加されている受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測し、観測した通信路状況（通信路の環境）を制御部46に対して出力する。
- [0032] 例えば、推定観測部43は、無通信時における所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分の有無と、無通信時における所定の変動を超える複数のトレーニング信号の有無とをCIRの推定によって判定することにより、長遅延波と通信路変動の傾向を推定する。具体的には、図7、8を用いて推定観測部43の動作を説明する。
- [0033] 図7は、無線通信システム10の通信路状況を表す受信波から推定観測部43が推定したCIRの第1例を示す図である。推定観測部43は、CIRを推定し、複数のトレーニング信号（以下、N個のトレーニングフレーム）

の変動が所定の閾値を超えるか否か（又は閾値以下であるか）を判定する。

[0034] 例えば、推定観測部43は、例えばマルチパスの遅延波の変動の分散の和と主波の利得を比較し、変動の分散の和が主波の利得に対して -20 dB 以下である場合には、通信路変動が大きい環境であると判定し、判定結果を通信路状況として制御部46に対して出力する。

[0035] 図8は、無線通信システム10の通信路状況を表す受信波から推定観測部43が推定したCIRの第2例を示す図である。推定観測部43は、CIRを推定し、遅延時間及び利得がそれぞれ所定の閾値を超えるか否か（又は閾値以下であるか）を判定する。

[0036] 例えば、推定観測部43は、例えば遅延時間が10シンボル長以上であり、且つ、 -25 dB 以上である遅延波がある場合には、長遅延波環境であると判定し、判定結果を通信路状況として制御部46に対して出力する。

[0037] 復調部44（図5）は、等化处理部42が第1等化器421又は第2等化器422によって補償した受信信号を復調し、SINR観測部45及び情報ビット検出部47に対して出力する。

[0038] SINR観測部45は、復調部44が復調した受信信号のSINR (Signal-to-Interference plus Noise power Ratio) を観測し、SINRの観測結果を制御部46に対して出力する。

[0039] 制御部46は、推定観測部43から入力された通信路状況、及びSINR観測部45から入力されたSINRの観測結果に基づいて、受信信号に対する補償を第1等化器421又は第2等化器422が行うように切替える制御を行う。つまり、制御部46は、第1等化器421と第2等化器422との切替の要否を判定し、切替制御を行う。

[0040] 例えば、制御部46は、所定の変動を超える複数のトレーニング信号があると推定観測部43が判定した場合には、第1等化器421が受信信号を補償するように切替える制御を行う。具体的には、図7に示したように、推定観測部43によって通信路変動が大きい環境であると判定された場合、制御部46は、等化处理部42が第1等化器421によって受信信号を補償する

ように制御を行う。

[0041] また、制御部46は、所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分が有ると推定観測部43が判定した場合には、第2等化器422が受信信号を補償するように切替える制御を行う。具体的には、図8に示したように、推定観測部43によって長遅延波環境であると判定された場合、制御部46は、等化処理部42が第2等化器422によって受信信号を補償するように制御を行う。

[0042] さらに、制御部46は、無通信期間が所定期間よりも長い場合には、受信信号を補償する第1等化器421又は第2等化器422を切替えず、無通信期間が所定期間よりも短い場合には、第1等化器421と第2等化器422との切替頻度を少なくするように制御を行う。ここで、制御部46は、第1等化器421と第2等化器422との切替頻度を少なくするために、例えば上述したNの値を大きくする。例えば、制御部46は、 $N=5$ とする。

[0043] また、制御部46は、無通信期間が多い場合に、受信信号を補償する第1等化器421又は第2等化器422を切替えず、無通信期間が少ない場合に、第1等化器421と第2等化器422との切替頻度を少なくするように制御してもよい。

[0044] また、制御部46は、ビット／パケット誤り率（BER／PER）に基づいて、受信信号を補償する第1等化器421又は第2等化器422を切替えるように制御を行ってもよい。

[0045] 情報ビット検出部47は、復調部44が復調した受信信号からデータ（情報ビット）を検出する。

[0046] 次に、無線通信システム10の第1動作例について説明する。図9は、無線通信システム10の第1動作例を示すフローチャートである。まず、無線通信システム10は、例えば基地局30と加入者局40との間の無通信期間の平均値などに基づいて、トレーニングフレームの数Nの値を設定する（S100）。

[0047] 加入者局40は、推定観測部43が受信信号のトレーニングフレームから

CIRを算出する(S102)。推定観測部43は、CIR長が閾値より長いかなかを判定し(S104)、CIR長が閾値より長い場合(S102: Yes)にはS106の処理に進み、CIR長が閾値以下である場合(S102: No)にはS114の処理に進む。

[0048] 推定観測部43は、受信フレームが所定回数([Nの整数倍]回目)に達したかなかを判定し(S106)、達した場合(S106: Yes)にはS108の処理に進み、達していない場合(S106: No)にはS110の処理に進む。

[0049] 次に、推定観測部43は、直近のNフレームのCIR変動の分散和が所定の閾値以下であるかなかを判定し(S108)、分散和が所定の閾値以下である場合(S108: Yes)にはS112の処理に進み、分散和が所定の閾値以下でない場合(S108: No)にはS114の処理に進む。

[0050] 制御部46は、等化処理部42において受信信号を補償する等化器の変更を行わず(S110)、S102の処理に進む。

[0051] S112の処理において、加入者局40は、制御部46が受信信号を補償する等化器を第2等化器422(DFE-IC)に変更する制御を行う。その後、加入者局40は、S102の処理に戻る。

[0052] S114の処理において、加入者局40は、制御部46が受信信号を補償する等化器を第1等化器421(DFE)に変更する制御を行う。その後、加入者局40は、S102の処理に戻る。

[0053] 次に、無線通信システム10の第2動作例について説明する。無線通信システム10は、第2動作例においては、加入者局40による等化器の切替(等化器動作)と、基地局30による適応変調(適応変調動作)とを組合わせて行うこととする。

[0054] 図10は、無線通信システム10の第2動作例の概要を示す図である。等化器動作として、加入者局40は、まず第1フレームのフレーム先頭及びスロット間にあるトレーニング信号を用いて通信路状況に応じたタップ係数を決めるための推定を開始し、学習する(S200)。

[0055] そして、加入者局40は、タップ係数を収束させる処理を行い、通信路変動があればタップ係数を追従させる（S202）。

[0056] その後、加入者局40は、第2フレームに対して、フレーム間での等化器の切替を行わず、フレーム間の間隔が短い場合には、前フレーム（第1フレーム）のタップ係数の推定結果を流用する（S204）。つまり、加入者局40は、第2フレームに対してタップ係数の推定を行わないため、タップ係数を収束させる時間を短くすることができる。

[0057] なお、加入者局40は、第2フレームに対しても、通信路変動があればタップ係数を追従させる（S206）。

[0058] また、基地局30は、第1フレームのデータに対して初期設定の変調インデクスを使用している。初期設定の変調インデクスは、例えば16値の16QAM（Quadrature Amplitude Modulation）である。

[0059] 適応変調動作として、基地局30は、適応変調アルゴリズムにおいて次の変調インデクスを選択する。具体的には、所要のSINRなどの通信品質を満たすように、4値のQPSK（Quadrature Phase shift Keying）、16値の16QAM、又は64値の64QAMなどのいずれかが選択される。適応変調アルゴリズムにおける変調インデクスは、通信品質が悪い場合にはインデクス降下となるように選択される。

[0060] 例えば、第2フレームのデータに対して選択された変調インデクスとして、QPSKが使用される。

[0061] 図11は、無線通信システム10の第2動作例を示すフローチャートである。図11に示すように、無線通信システム10の第2動作例は、第1適応変調の処理（S40）と、第2適応変調の処理（S60）とを含む。そのため、まず、図12を用いて、第2適応変調の処理（S60）を含む無線通信システム10の動作例を参考として先に説明する。

[0062] 図12は、第2適応変調の処理（S60）を含む無線通信システム10の動作例を示すフローチャートである。図12に示すように、まず、無線通信システム10は、等化器を初期設定する（S500）。次に、無線通信シス

テム10は、第1フレームの通信を実施する（S502）。

[0063] その後、無線通信システム10は、第2適応変調の処理（S60）を行う。無線通信システム10は、SINRなどによる通信の品質測定を行う（S600）。無線通信システム10は、SINRが良く、品質に余裕がある場合には、変調インデックスを上げる（S602）。また、無線通信システム10は、SINRが良く、品質が通常である場合には、変調インデックスを維持する（S604）。また、無線通信システム10は、SINRが悪い場合には、変調インデックスを下げる（S606）。

[0064] そして、無線通信システム10は、次のフレームの通信を実施し（S504）、S60の処理に戻る。

[0065] 再び、図11に戻って、無線通信システム10の第2動作例について説明する。

[0066] 無線通信システム10の第2動作例において、無線通信システム10は、等化器を初期設定する（S400）。次に、無線通信システム10は、第1フレームの通信を実施する（S402）。

[0067] その後、無線通信システム10は、第1適応変調の処理（S40）を行う。ここで、無線通信システム10は、SINRなどによる通信の品質測定を行う（S404）。無線通信システム10は、SINRが良く、品質に余裕がある場合には、変調インデックスを上げる（S406）。また、無線通信システム10は、SINRが良く、品質が通常である場合には、変調インデックスを維持する（S408）。また、無線通信システム10は、SINRが悪い場合には、S410の処理に進む。

[0068] S410の処理において、無線通信システム10は、上述したように第1等化器421と第2等化器422との切替の可否を判定する（S410）。無線通信システム10は、等化器の切替が不要と判定した場合には、等化器を維持し（S412）、変調インデックスを下げる（S414）。また、無線通信システム10は、等化器の切替が必要と判定した場合には、等化器を切替えて変更し（S416）、変調インデックスを維持する（S418）。

- [0069] そして、無線通信システム 10 は、次フレームの通信を実施し（S 4 2 0）、S 4 2 2 の処理に進む。
- [0070] 無線通信システム 10 は、現在の等化器における S I N R などの特性と、以前の等化器における S I N R などの特性とを比較し（S 4 2 2）、現在の等化器における S I N R の特性が良い場合には、現在の等化器を使用し（S 4 2 4）、その他の場合には、以前の等化器に戻すように切替える処理を行う（S 4 2 6）。
- [0071] 次に、無線通信システム 10 は、図 1 2 に示した第 2 適応変調の処理（S 6 0）を行った後、次フレームの通信を実施する（S 4 2 8）。
- [0072] 無線通信システム 10 は、現状のままで所定フレーム数（例えば数十フレーム）以上の通信を行ったか否かを判定し（S 4 3 0）、行っていない場合（S 4 3 0 : N o）には S 6 0 の処理に戻り、行った場合（S 4 3 0 : Y e s）には S 4 0 の処理に戻る。
- [0073] このように、無線通信システム 10 は、受信信号に対する補償を第 1 等化器 4 2 1 又は第 2 等化器 4 2 2 が行うように切替える制御を行うことにより、環境や通信路条件に応じて信号を効果的に補償することができる。また、無線通信システム 10 は、不要な等化器の切替を行うことなく、通信路状況に基づいて等化器を切替えるので、等化器の切替による通信信号の劣化を防止することができる。すなわち、無線通信システム 10 は、頻繁な等化器の切替えによって十分なタップ係数の収束が得られずに通信の特性が劣化してしまうことを防止することができる。
- [0074] なお、上述した実施形態における基地局 3 0 及び加入者局 4 0 を構成する各部は、一部又は全部が、ハードウェアによって構成されてもよいし、プログラムをプロセッサに実行させることによって構成されてもよい。
- [0075] また、基地局 3 0 及び加入者局 4 0 を構成する各部は、一部又は全部がプログラムをプロセッサに実行させることによって構成されている場合、当該プログラムが記録媒体に記録されて供給されてもよいし、ネットワークを介して供給されてもよい。

符号の説明

[0076] 10・・・無線通信システム、20・・・ネットワーク、30・・・基地局、31・・・情報ビット生成部、32・・・変調部、33・・・トレーニング信号生成部、34・・・送信信号変換部、40・・・加入者局、41・・・受信信号変換部、42・・・等化処理部、43・・・推定観測部、44・・・復調部、45・・・SINR観測部、46・・・制御部、47・・・情報ビット検出部、50-1～50-3・・・電話端末、421・・・第1等化器、422・・・第2等化器

請求の範囲

- [請求項1] データフレームにトレーニング信号が付加されている受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測部と、
- 前記受信信号を補償する第1等化器と、
- 前記第1等化器に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、前記受信信号を補償する第2等化器と、
- 前記推定観測部が観測した通信路状況に基づいて、前記受信信号に対する補償を前記第1等化器又は前記第2等化器が行うように切替える制御を行う制御部と
- を有することを特徴とする無線通信装置。
- [請求項2] 前記推定観測部は、
- 無通信時における所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分の有無と、無通信時における所定の変動を超える複数のトレーニング信号の有無とを判定することにより、長遅延波と通信路変動の傾向を推定し、
- 前記制御部は、
- 所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分が有ると前記推定観測部が判定した場合には、前記第2等化器が前記受信信号を補償するように切替え、所定の変動を超える複数のトレーニング信号が有ると前記推定観測部が判定した場合には、前記第1等化器が前記受信信号を補償するように切替える制御を行うこと
- を特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項3] 前記制御部は、
- 無通信期間が所定期間よりも長い場合には、前記受信信号を補償する前記第1等化器又は前記第2等化器を切替えず、無通信期間が所定期間よりも短い場合には、前記第1等化器と前記第2等化器との切替頻度を少なくするように制御を行うこと

を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

[請求項4]

前記第 1 等化器又は前記第 2 等化器が補償した前記受信信号の S I N R を観測する S I N R 観測部

をさらに有し、

前記制御部は、

前記 S I N R 観測部が観測した S I N R に応じて、前記受信信号に対する補償を前記第 1 等化器又は前記第 2 等化器が行うように切替える制御を行うこと

を特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の無線通信装置。

[請求項5]

データフレームにトレーニング信号を付加した送信信号を送信する送信機と、前記送信信号を受信して受信信号とする受信機とを備えた無線通信システムにおいて、

前記受信機は、

前記受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測部と、

前記受信信号を補償する第 1 等化器と、

前記第 1 等化器に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、前記受信信号を補償する第 2 等化器と、

前記推定観測部が観測した通信路状況に基づいて、前記受信信号に対する補償を前記第 1 等化器又は前記第 2 等化器が行うように切替える制御を行う制御部と

を有することを特徴とする無線通信システム。

[請求項6]

前記推定観測部は、

無通信時における所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分の有無と、無通信時における所定の変動を超える複数のトレーニング信号の有無とを判定することにより、長遅延波と通信路変動の傾向を推定し、

前記制御部は、

所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分が有ると前記推定観測部が判定した場合には、前記第2等化器が前記受信信号を補償するように切替え、所定の変動を超える複数のトレーニング信号が有ると前記推定観測部が判定した場合には、前記第1等化器が前記受信信号を補償するように切替える制御を行うこと

を特徴とする請求項5に記載の無線通信システム。

[請求項7]

データフレームにトレーニング信号が付加されている受信信号から長遅延波と通信路変動の傾向を推定することにより、通信路状況を観測する推定観測工程と、

前記受信信号を補償する第1補償工程と、

前記第1補償工程に比べて、長遅延波耐性が強く、通信路変動耐性が弱い特性により、前記受信信号を補償する第2補償工程と、

前記推定観測工程により観測した通信路状況に基づいて、前記受信信号に対する補償を前記第1補償工程又は前記第2補償工程により行うように切替える制御工程と

を含むことを特徴とする無線通信方法。

[請求項8]

前記推定観測工程では、

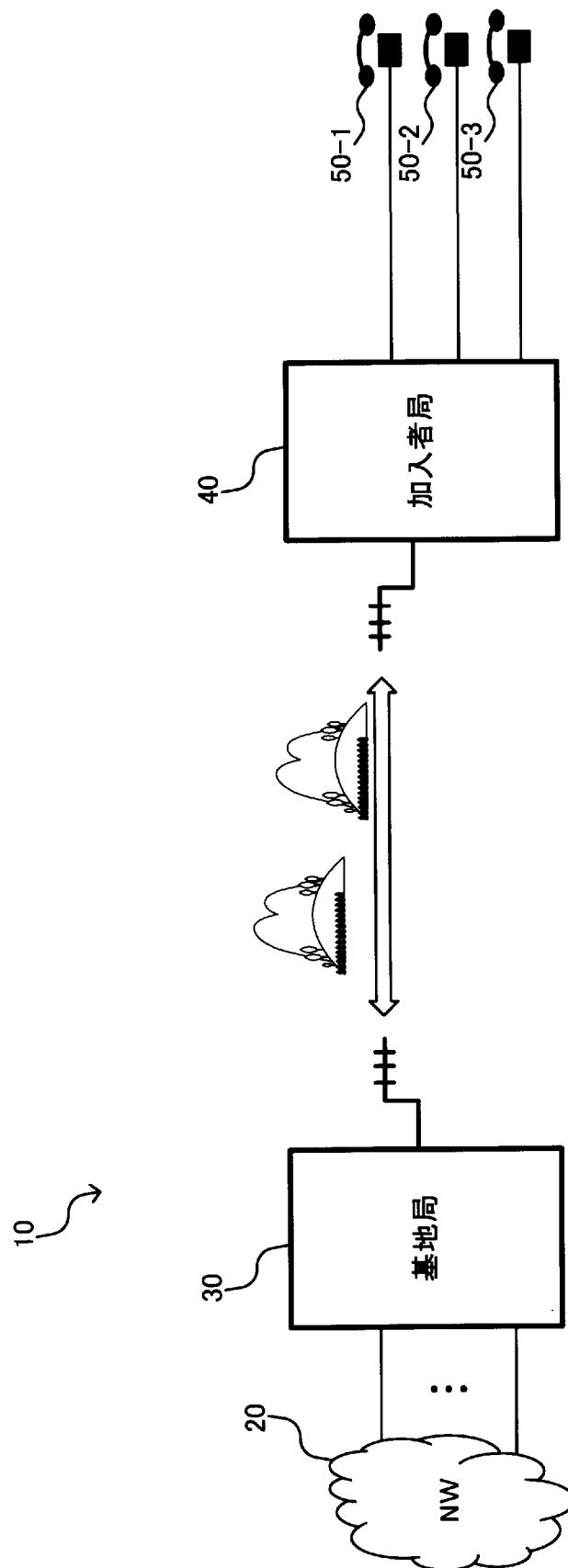
無通信時における所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分の有無と、無通信時における所定の変動を超える複数のトレーニング信号の有無とを判定することにより、長遅延波と通信路変動の傾向を推定し、

前記制御工程では、

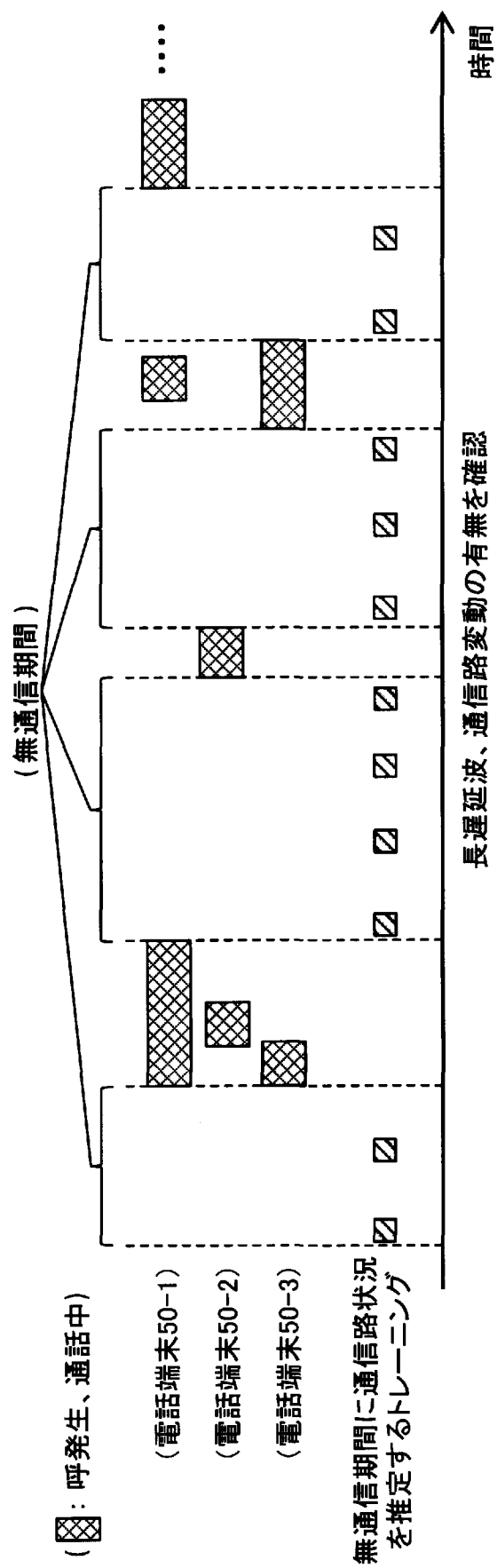
所定の遅延時間を超えるトレーニング信号の長遅延波成分が有ると前記推定観測工程により判定した場合には、前記第2補償工程により前記受信信号を補償するように切替え、所定の変動を超える複数のトレーニング信号が有ると前記推定観測工程により判定した場合には、前記第1補償工程により前記受信信号を補償するように切替える制御を行うこと

を特徴とする請求項 7 に記載の無線通信方法。

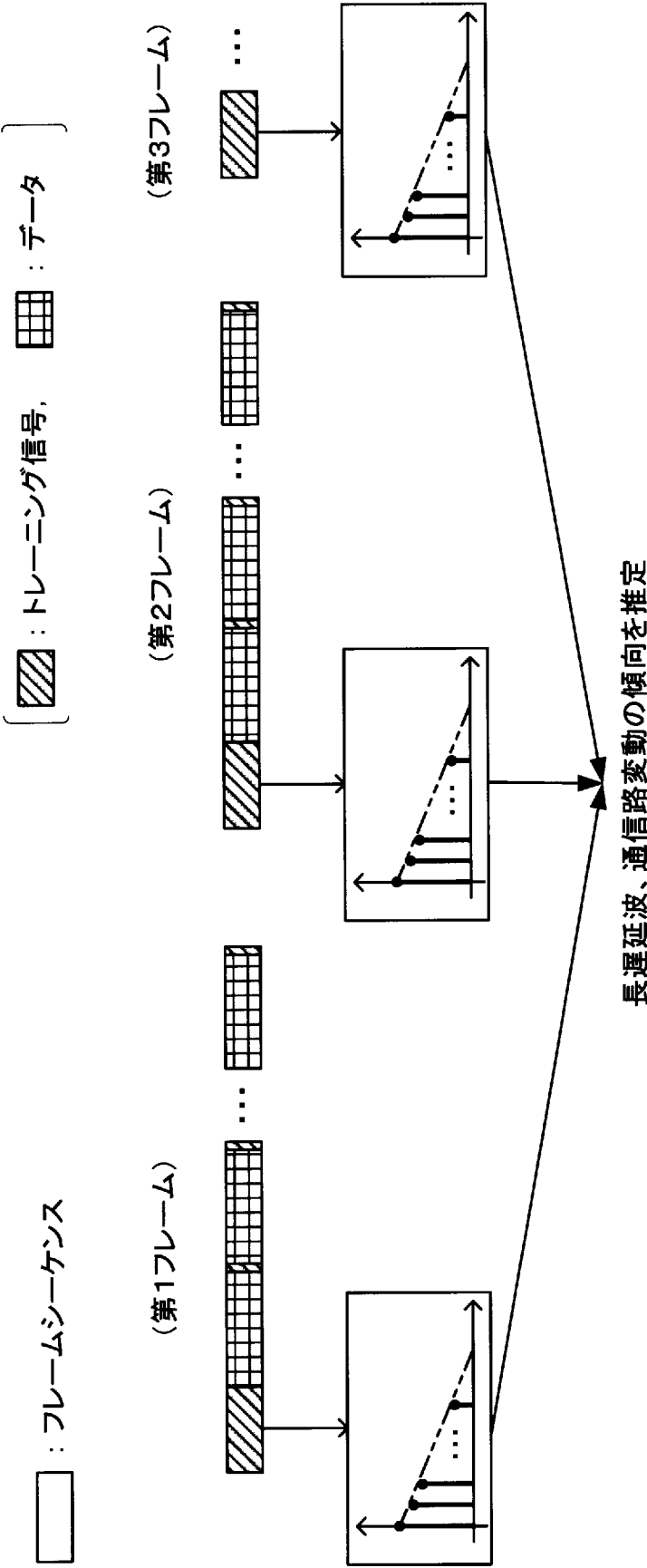
[図1]



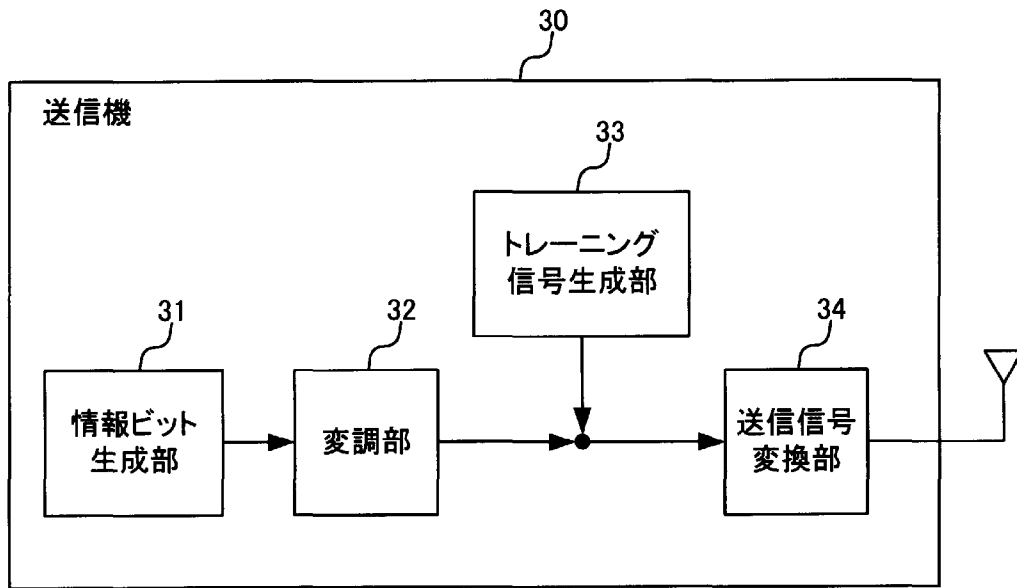
[圖2]



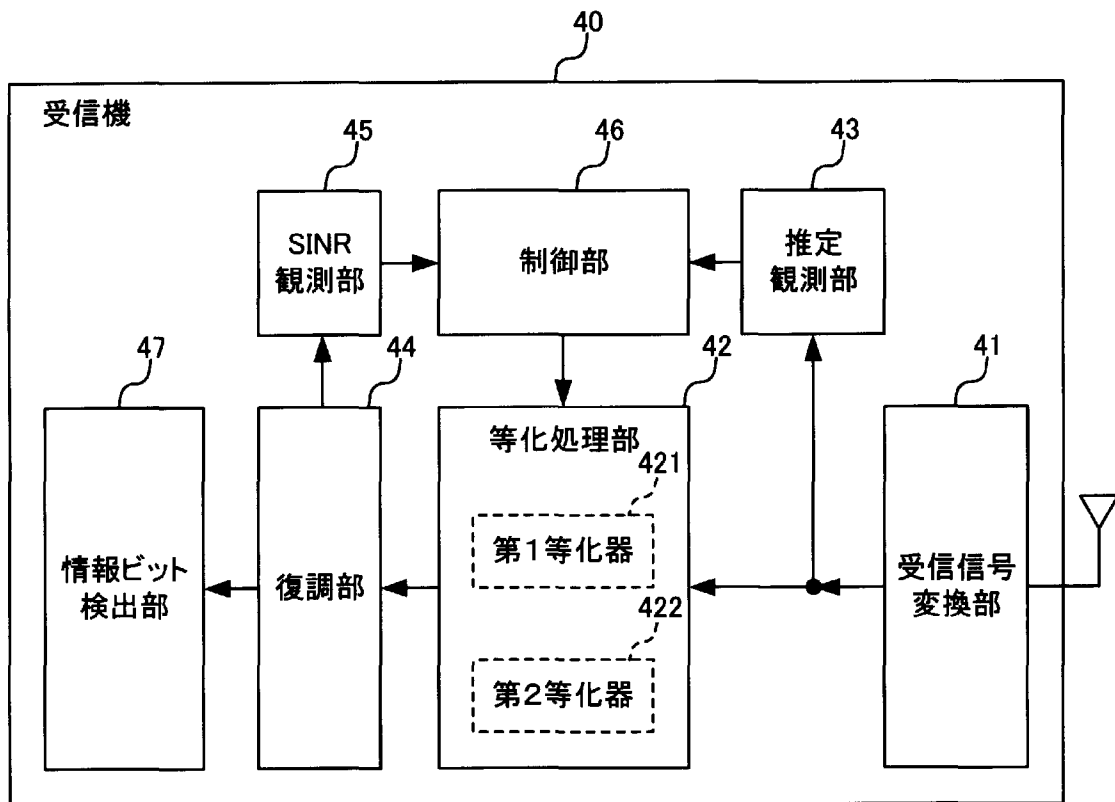
[図3]



[図4]



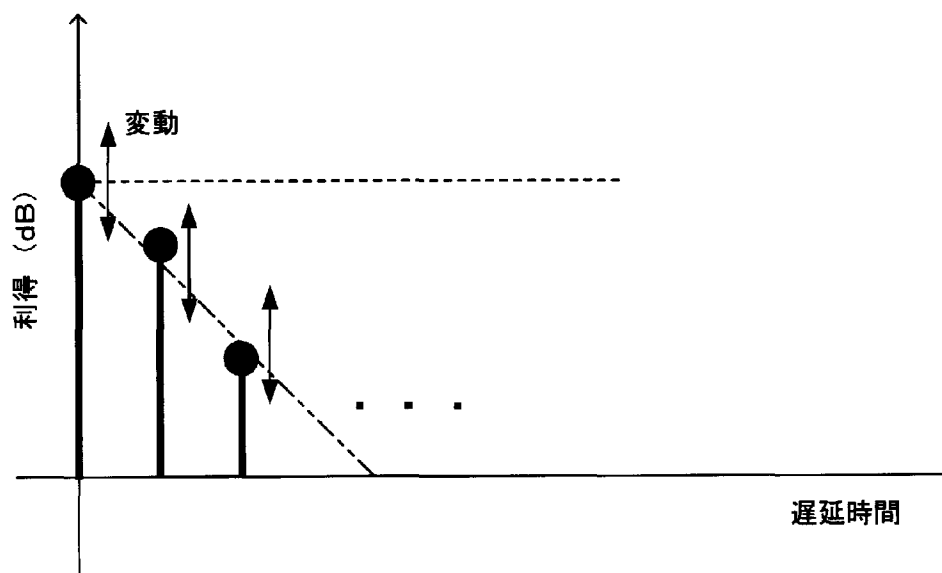
[図5]



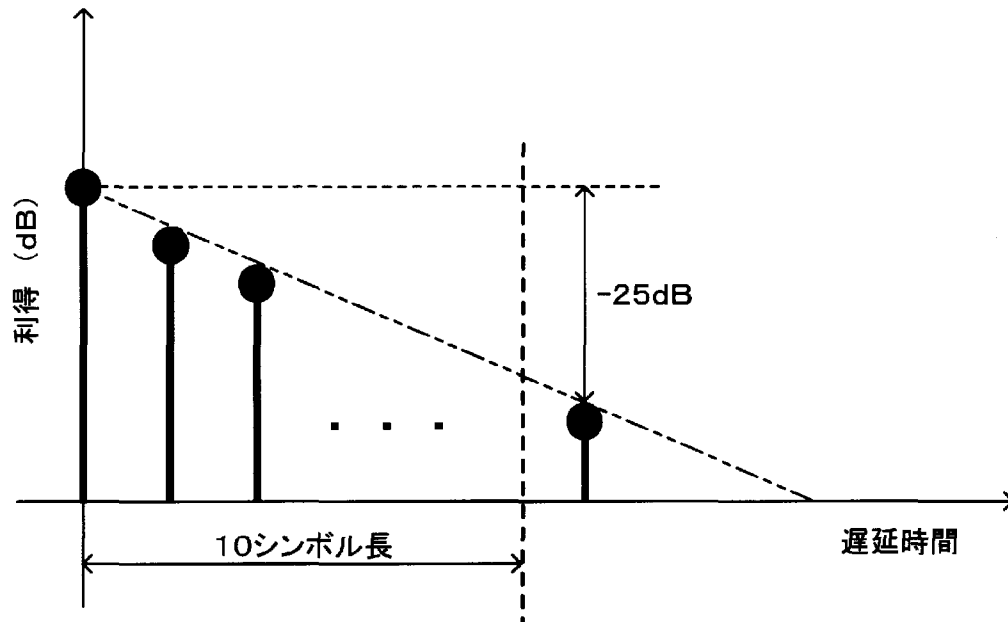
[図6]

	第2等化器422 (DFE-IC)	第1等化器421 (DFE)
長遅延波耐性	○ (例: 20シンボル長分、FB20タップ)	X (例: 10シンボル長分、FB10タップ)
通信路 変動耐性	X (微小変動のみ対応可)	○

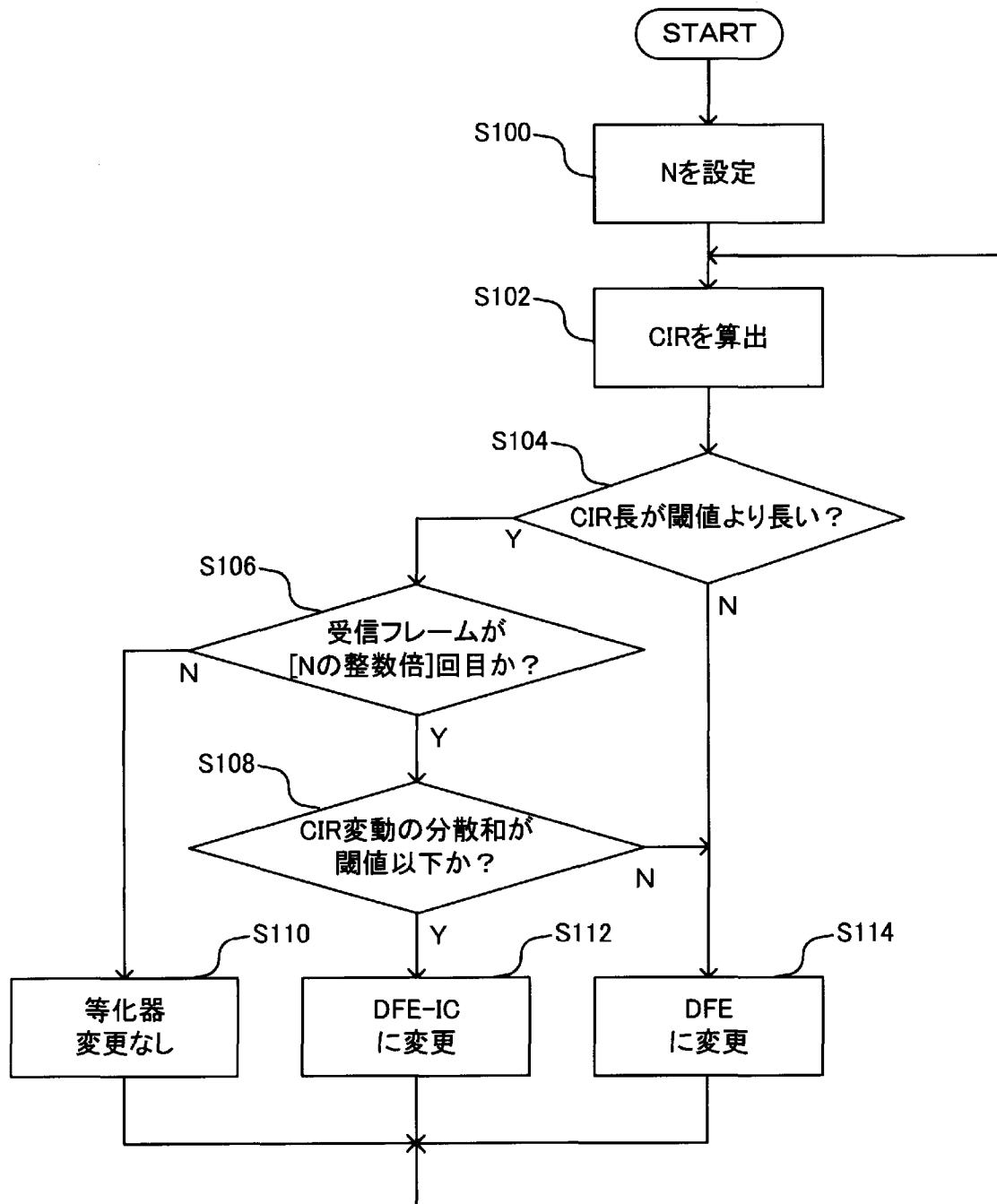
[図7]



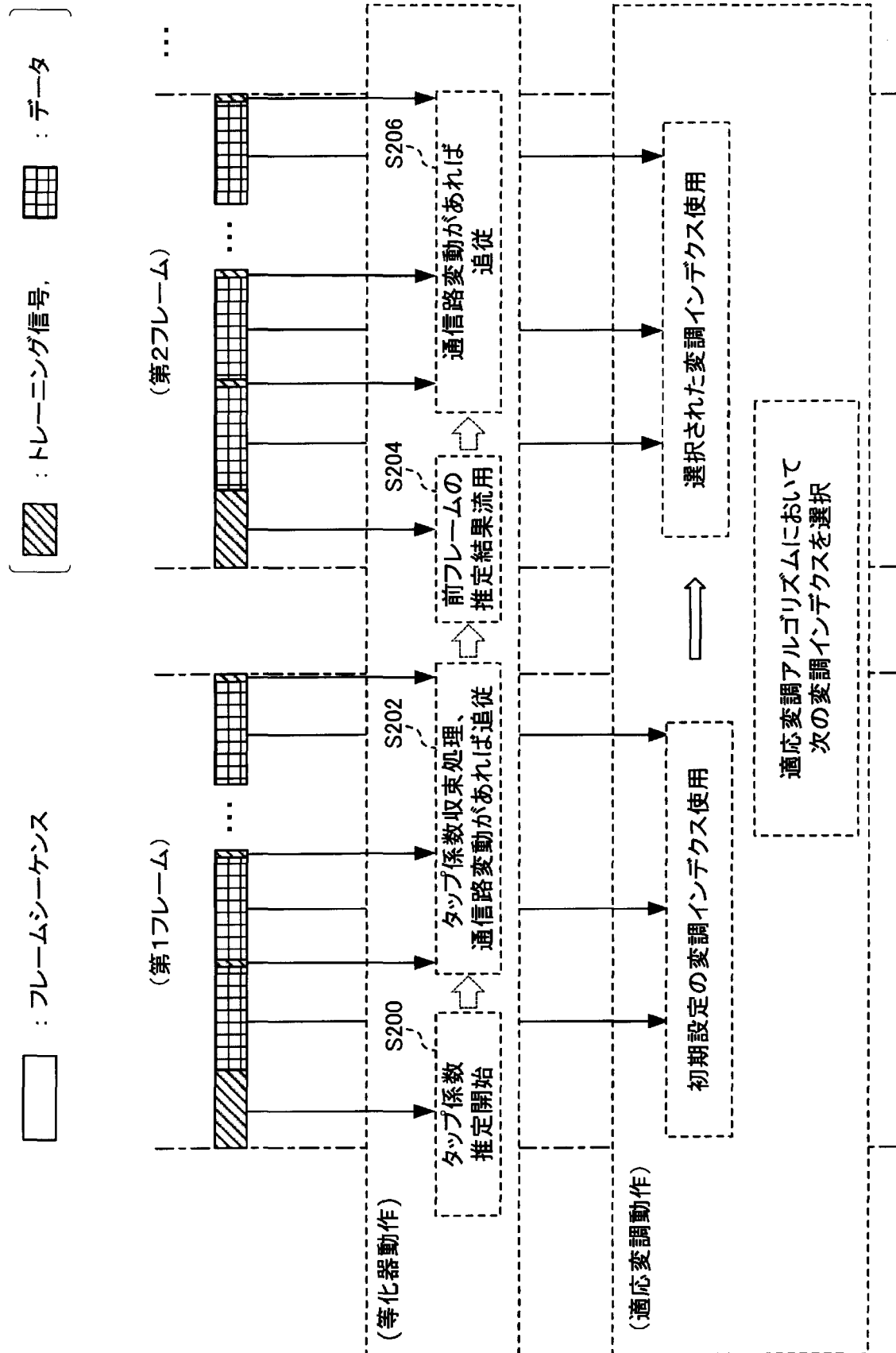
[図8]



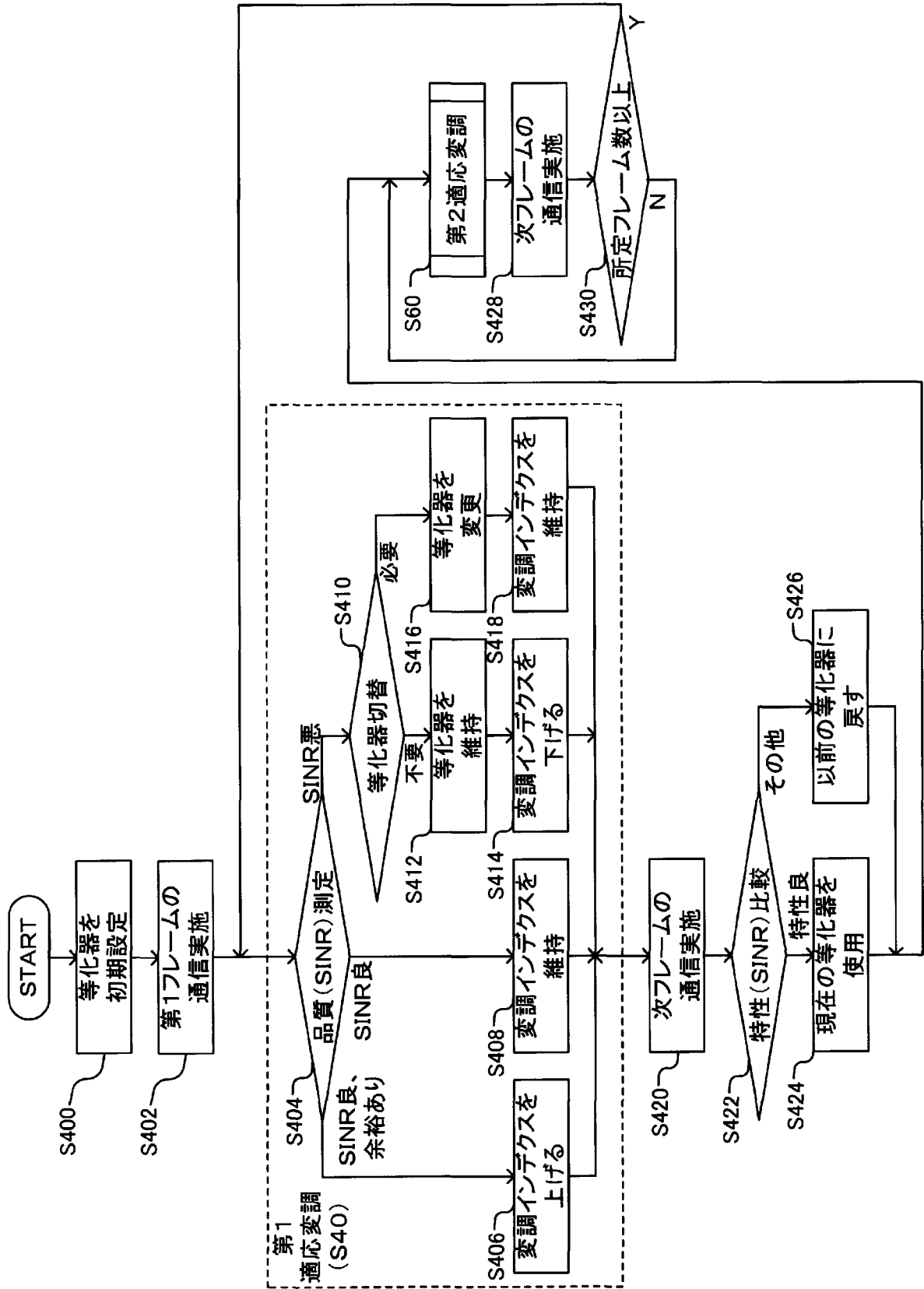
[図9]



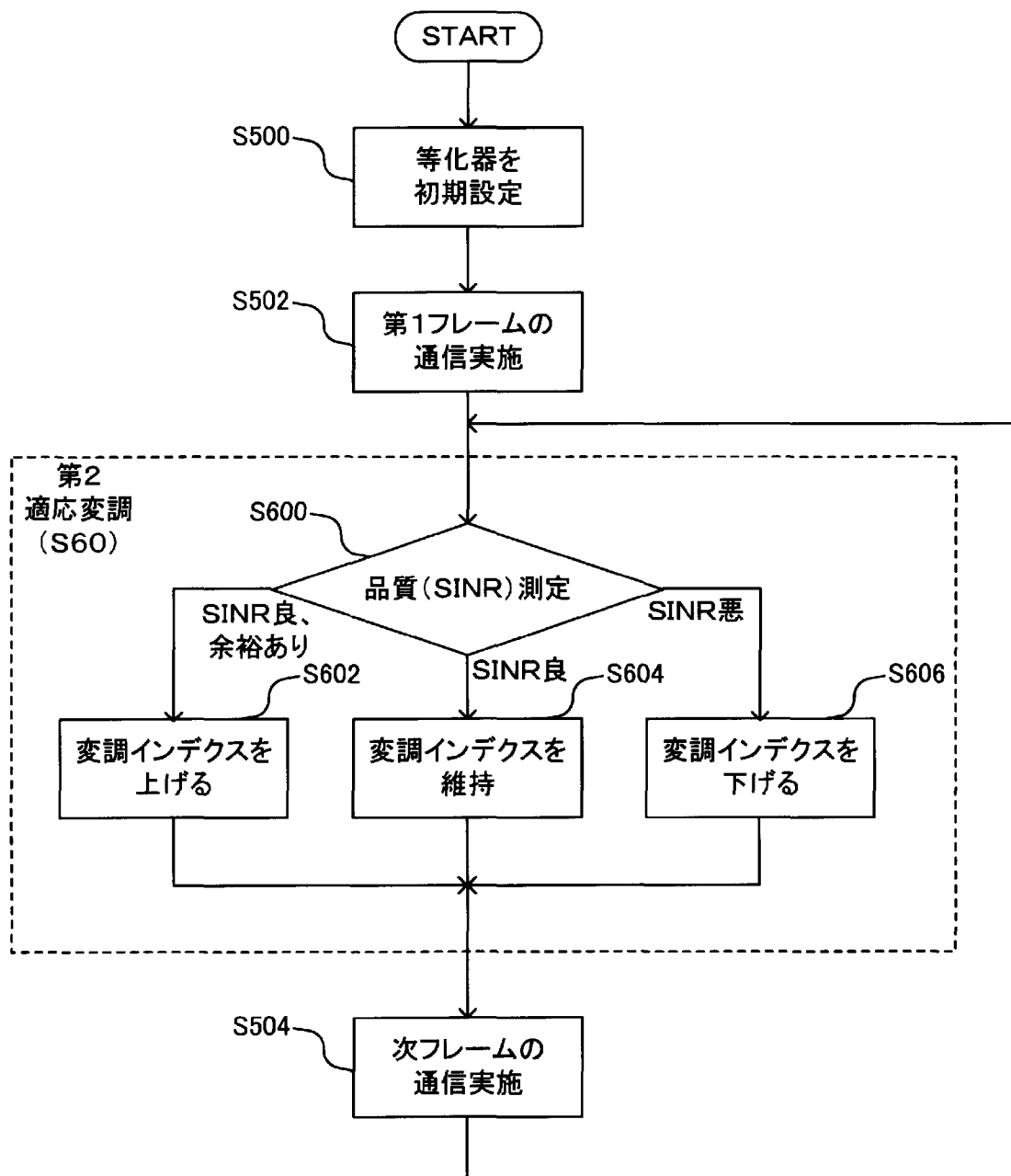
[図10]



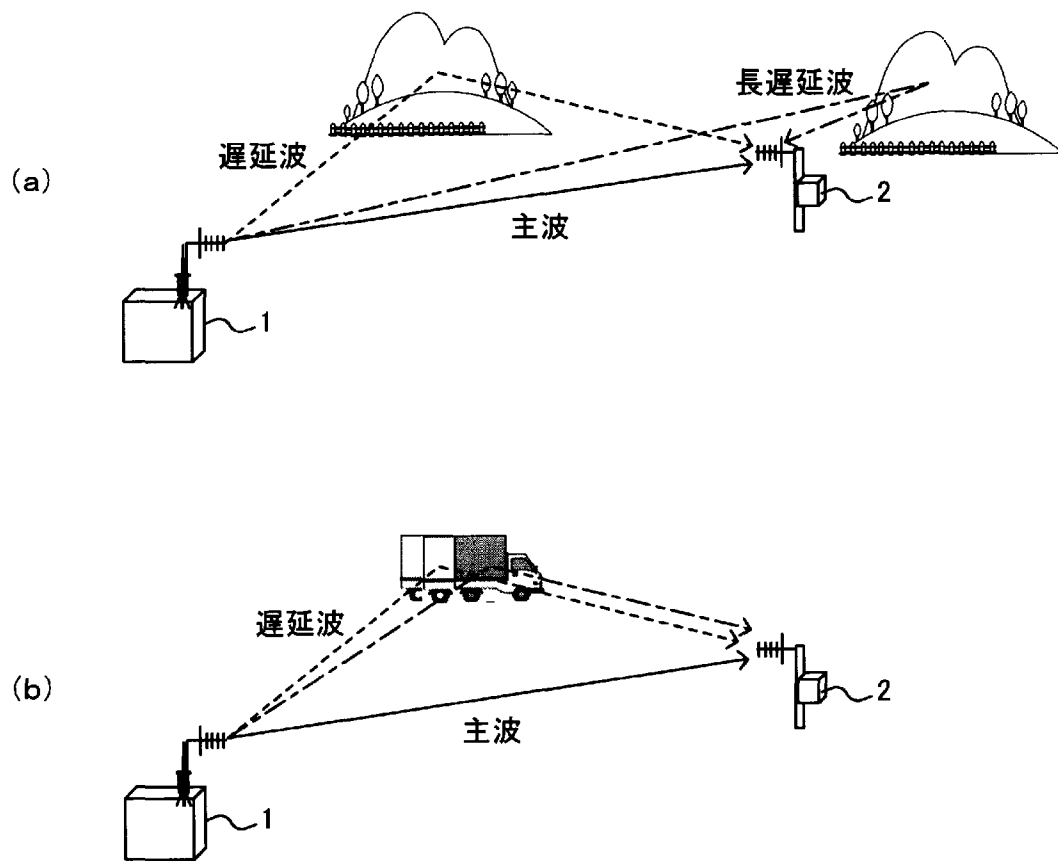
[図11]



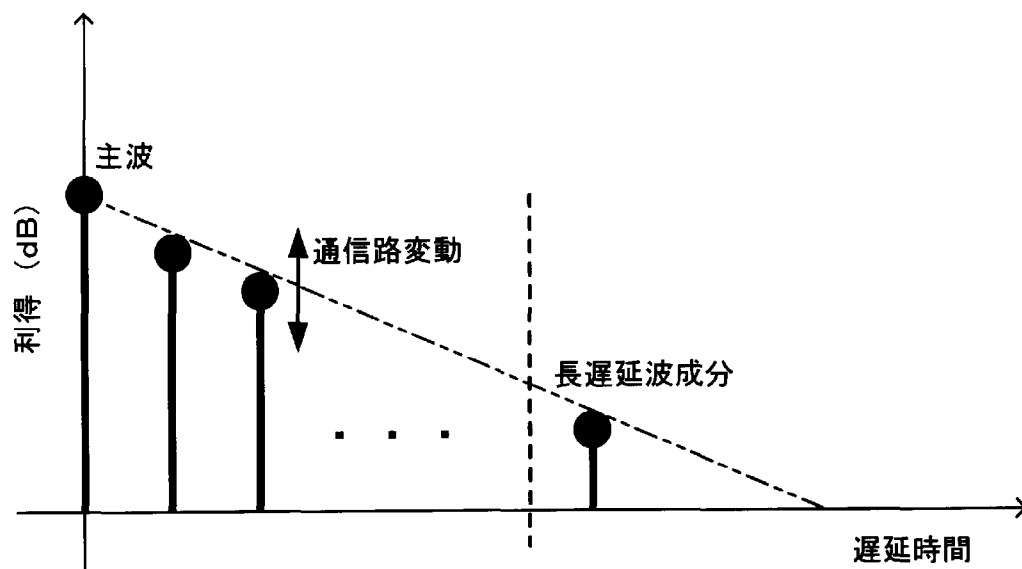
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/020163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04B3/10 (2006.01) 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)

Int. Cl. H04B3/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2018-148356 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 20 September 2018, paragraphs [0019]-[0039] (Family: none)	1-2, 5-8 3-4
Y A	US 2002/0159543 A1 (PERLOW, Randall et al.) 31 October 2002, paragraphs [0023]-[0051], fig. 5 & WO 2002/080480 A1, page 3, line 22 to page 9, line 27, fig. 5	1-2, 5-8 3-4
A	JP 2019-022051 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 07 February 2019, paragraphs [0018]-[0065] (Family: none)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
26.07.2019

Date of mailing of the international search report
06.08.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/020163

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-036882 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 07 March 2019, paragraphs [0019]-[0070] (Family: none)	1-8
A	JP 2007-221629 A (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) 30 August 2007, paragraphs [0010]-[0062] (Family: none)	1-8
A	US 2010/0034253 A1 (COHEN, Yosef) 11 February 2010, fig. 2 & WO 2008/005807 A2, fig. 2	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B3/10(2006.01)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. H04B3/10

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y A	JP 2018-148356 A（日本電信電話株式会社）2018.09.20, 段落[0019]-[0039] (ファミリーなし)	1-2, 5-8 3-4
Y A	US 2002/0159543 A1 (PERLOW, Randall et al.) 2002.10.31, 段落[0023]-[0051], 図5 & WO 2002/080480 A1, 第3頁第22行-第9頁第27行, 図5	1-2, 5-8 3-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

26.07.2019

国際調査報告の発送日

06.08.2019

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）

前田 典之

5 K

9073

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

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	JP 2019-022051 A (日本電信電話株式会社) 2019.02.07, 段落[0018]-[0065] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2019-036882 A (日本電信電話株式会社) 2019.03.07, 段落[0019]-[0070] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2007-221629 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2007.08.30, 段 落[0010]-[0062] (ファミリーなし)	1-8
A	US 2010/0034253 A1 (COHEN, Yosef) 2010.02.11, 図 2 & WO 2008/005807 A2, 図 2	1-8