(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4983979号
(P4983979)

(45)発行日　平成24年7月25日(2012.7.25)　(24)登録日　平成24年5月11日(2012.5.11)

(51)Int.Cl.		F I		
H04B 7/15	(2006.01)	H04B	7/15	Z
H04W 16/26	(2009.01)	H04Q	7/00	231
H04W 24/00	(2009.01)	H04Q	7/00	240

請求項の数 10　(全 22 頁)

(21)出願番号	特願2010-505026 (P2010-505026)
(86)(22)出願日	平成20年3月26日 (2008.3.26)
(86)国際出願番号	PCT/JP2008/000724
(87)国際公開番号	WO2009/118780
(87)国際公開日	平成21年10月1日 (2009.10.1)
審査請求日	平成22年6月21日 (2010.6.21)

(73)特許権者　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　100094514
弁理士　林　恒徳
(74)代理人　100094525
弁理士　土井　健二
(72)発明者　藤田　裕志
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

審査官　松野　吉宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】無線中継方法、基地局装置、および中継局装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置における中継方法において、

前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質と前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質とから、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率と前記第２の中継方式の誤り率とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択し、

前記選択された中継方式に基づいて前記信号を中継することを特徴とする中継局装置における中継方法。

【請求項２】

基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置における中継方法において、

前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質および前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質から、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率と前記第２の中継方式の誤り率と、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式の中継遅延とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択し、

前記選択された中継方式に基づいて前記信号を中継することを特徴とする中継局装置における中継方法。

【請求項３】

前記中継局装置は、スループット期待値をα、前記誤り率のうち前記基地局装置と前記中継局装置との間の前記第１または第２の中継方式の誤り率をβ_{relay}、前記誤り率のうち前記中継局装置と前記移動局装置との間の前記第１または第２の中継方式の誤り率をβ_{access}、前記基地局装置または前記移動局装置が前記信号を送信するときの変調方式に対応する変調度をＮｍ、前記基地局装置または前記移動局装置が前記信号を送信するときの符号化率をＲ、前記第１または第２の中継方式における中継遅延をＤとしたとき、

$$\alpha=(1-\beta_{relay})*(1-\beta_{access})*Nm*R/D$$

により、前記第１または第２の中継方式による前記スループット期待値を求めることを特徴とする請求項１又は２記載の中継局装置における中継方法。

【請求項４】

前記中継局装置は、スループット期待値をα、前記誤り率のうち、前記基地局装置と前記中継局装置との間におけるダウンリンク方向または前記中継局装置と前記移動局装置との間におけるアップリンク方向の夫々の前記第１または第２の中継方式の誤り率をβ、前記基地局装置または前記移動局装置が前記信号を送信するときの変調方式に対応する変調度をＮｍ、前記基地局装置または前記移動局装置が前記信号を送信するときの符号化率をＲ、前記第１または第２の中継方式における中継遅延をＤとしたとき、

$$\alpha=(1-\beta)*Nm*R/D$$

により、前記第１または第２の中継方式による前記スループット期待値を求めることを特徴とする請求項１又は２記載の中継局装置における中継方法。

【請求項５】

中継局装置を介して移動局装置との間で信号を送受信する基地局装置において、

前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質と前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質とから、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率と前記第２の中継方式の誤り率とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択する選択部と、

前記選択された中継方式を前記中継局装置に送信する送信部と

を備えることを特徴とする基地局装置。

【請求項６】

中継局装置を介して移動局装置との間で信号を送受信する基地局装置において、

前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質および前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質から、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率と前記第２の中継方式の誤り率と、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式の中継遅延とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択する選択部と、

前記選択された中継方式を前記中継局装置に送信する送信部と

を備えることを特徴とする基地局装置。

【請求項７】

基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置において、

前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質と前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質から、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率と前記第２の中継方式の誤り率とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択する選択部とを備え、

前記選択された中継方式に基づいて前記信号を中継することを特徴とする中継局装置。

【請求項８】
基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置において、
前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質および前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質から、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率および前記第２の中継方式の誤り率と、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式の中継遅延とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択する選択部とを備え、
前記選択された中継方式に基づいて前記信号を中継することを特徴とする中継局装置。
【請求項９】
中継局装置を介して移動局装置との間で信号を送受信する基地局装置における中継方式の送信方法であって、
前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質と前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質から、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率と前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率と前記第２の中継方式の誤り率とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択し、
前記選択された中継方式を前記中継局装置に送信することを特徴とする基地局装置における中継方式の送信方法。
【請求項１０】
中継局装置を介して移動局装置との間で信号を送受信する基地局装置における中継方式の送信方法において、
前記中継局装置と前記基地局装置との間の受信品質および前記中継局装置と前記移動局装置との間の受信品質から、受信した信号を増幅して送信する第１の中継方式の誤り率および前記受信した信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式の誤り率を求め、前記第１の中継方式の誤り率および前記第２の中継方式の誤り率と、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式の中継遅延とに基づいて、前記第１の中継方式または前記第２の中継方式のいずれかを選択し、
前記選択された中継方式を前記中継局装置に送信することを特徴とする基地局装置における中継方式の送信方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、無線中継方法、基地局装置、及び中継局装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
中継局（ＲＳ：Relay Station）装置を介した無線中継システムがある（例えば、以下の非特許文献１）。基地局（ＢＳ：Base Station）装置や移動局（ＭＳ：Mobile Station）装置は中継局装置を介して信号を受信するため、受信電力は向上する。また、基地局装置は電波の到達範囲を拡張でき、場所率の改善を図ることもできる。
【０００３】
中継局装置などによる無線中継技術には、主にＡ＆Ｆ（Amplify and Forward）方式とＤ＆Ｆ（Decode and Forward）方式の２種類がある（例えば、以下の非特許文献１）。
【０００４】
Ａ＆Ｆ方式は復調、復号化、及び再符号化、再変調等を行わず、受信信号の電力増幅等を行ってそのまま送信するため処理遅延が短く中継遅延を抑制することができる。しかし、Ａ＆Ｆ方式は中継前の雑音と干渉をも増幅して送信するため中継先で受信品質（例えば、ＳＩＮＲ（Signal-to-Interference and Noise Ratio：信号対干渉及び雑音電力比））

が劣化する。
【０００５】
一方、Ｄ＆Ｆ方式は受信信号を復号して誤り訂正を行い、再度符号化して送信する中継技術である。Ｄ＆Ｆ方式は誤り訂正を行うため中継前の雑音や干渉を低減できる。しかし、Ｄ＆Ｆ方式は復号や符号化等の処理を行うため処理遅延が大きい。
【０００６】
なお、従来の無線中継技術は、手動、誤り率、受信電界強度、誤りビット数、またはデータ種別により、受信信号に対して、フレームデコード処理を施してからフレームエンコード処理を施して送信するのか、受信信号に対して、フレームデコード処理を施さずにフレームエンコード処理を施して送信するのかを制御するものがある（例えば、以下の特許文献１）。
【非特許文献１】IEEE 802.16j
【特許文献１】特開２００１－１５６６９２
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかし、先の従来技術では、フレームデコードを施さずにフレームエンコード処理を施すため、移動局において２重に復号処理を施すことになり煩雑である。
【０００８】
一側面では、移動局において復号処理が煩雑となることを防ぐことを目的とする。
【０００９】
また、他の側面では、基地局から中継局に対して中継方式を切り換えるように指示できるようにすることを目的とする。
【００１０】
他の側面は、スループットを向上させた無線中継方法、基地局装置、中継局装置、及び無線中継システムを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
上記目的を達成するために、本発明の一実施態様によれば、基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する無線中継方法において、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式と、前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式とを、前記信号を中継する中継局装置と前記基地局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質に基づいて選択し、前記選択された第１または第２の中継方式に基づいて前記信号を中継する。
【００１２】
また、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する無線中継方法において、前記無線信号を中継する中継局装置と前記基地局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質から求めた誤り率と、前記無線信号を増幅して送信する第１の中継方式及び前記無線信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式それぞれの中継遅延とに基づいて、前記第１及び第２の中継方式を用いた場合のスループット期待値をそれぞれ求め、前記スループット期待値の高い方の前記中継方式を選択し、前記選択された中継方式に基づいて前記無線信号を中継する。
【００１３】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、中継局装置を介して移動局装置との間で信号を送受信する基地局装置において、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式と、前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式とを、前記信号を中継する中継局装置と前記基地局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質に基づいて選択する選択部と、前記選択された中継方式を前記中継局装置に送信する送信部とを備える。

【００１４】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、中継局装置を介して移動局装置との間で信号を送受信する基地局装置において、前記中継局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質から求めた誤り率と、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式及び前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式それぞれの中継遅延とに基づいて、前記第１及び第２の中継方式を用いた場合のスループット期待値をそれぞれ求めるスループット期待値計算部と、前記スループット期待値の高い方の前記中継方式を選択する選択部と、前記選択された中継方式を前記中継局装置に送信する送信部とを備える。
【００１５】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置において、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式と、前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式とを、前記信号を中継する中継局装置と前記基地局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質に基づいて選択する選択部と、前記選択された中継方式により前記受信信号を処理する信号処理部とを備える。
【００１６】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、基地局装置と移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置において、前記中継局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質から求めた誤り率と、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式及び前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式それぞれの中継遅延とに基づいて、前記第１及び第２の中継方式を用いた場合のスループット期待値をそれぞれ計算するスループット期待値計算部と、前記スループット期待値の高い方の前記中継方式を選択する選択部と、前記選択された中継方式により前記受信信号を処理する信号処理部とを備える。
【００１７】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、基地局装置と、移動局装置と、前記基地局装置と前記移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置とを有する無線通信システムにおいて、前記基地局装置または前記中継局装置は、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式と、前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式とを、前記信号を中継する中継局装置と前記基地局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質に基づいて選択する選択部を備え、前記中継局装置は前記選択された中継方式により前記受信信号を処理する信号処理部を備える。
【００１８】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、基地局装置と、移動局装置と、前記基地局装置と前記移動局装置との間で送受信される信号を中継する中継局装置とを有する無線通信システムにおいて、前記基地局装置または前記中継局装置は、前記中継局装置との間及び前記中継局装置と前記移動局装置との間の各受信品質から求めた誤り率と、受信信号を増幅して送信する第１の中継方式及び前記受信信号を復号して誤り訂正を行い再度符号化して送信する第２の中継方式それぞれの中継遅延とに基づいて、前記第１及び第２の中継方式を用いた場合のスループット期待値をそれぞれ計算するスループット期待値計算部と、前記スループット期待値の高い方の前記中継方式を選択する選択部とを備え、前記中継局装置は、前記選択された中継方式により前記受信信号を処理する信号処理部を備える。
【００１９】
さらに、上記目的を達成するために、本発明の他の実施態様によれば、基地局からの中継方式の切り換えの通知を受信する受信手段と、受信した該通知に基づいて、該基地局と移動局との間における中継方式を第１の中継方式から第２の中継方式に切り換える切り換え手段とを備え、前記第１の中継方式、前記第２の中継方式は、それぞれ、受信信号に対

して復調処理、復号化および符号化、変調処理を施さずに中継する中継方式、受信信号に対して復調処理、復号化および符号化、変調処理を施して中継する中継方式のいずれかである。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、スループットを向上させた無線中継方法、基地局装置、中継局装置、及び無線中継システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】図１（Ａ）及び同図（Ｂ）は無線中継システムの構成例を示す図である。

【図２】図２は基地局（ＢＳ）装置の構成例を示す図である。

【図３】図３は中継局（ＲＳ）装置の構成例を示す図である。

【図４】図４（Ａ）はＡ＆Ｆ方式の信号処理系の構成例を示し、同図（Ｂ）はＤ＆Ｆ方式の信号処理系の構成例を示す図である。

【図５】図５は移動局（ＭＳ）装置の構成例を示す図である。

【図６】図６は中継技術選択処理の例を示すフローチャートである。

【図７】図７はＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブルの例を示す図である。

【図８】図８は基地局（ＢＳ）装置の他の構成例を示す図である。

【図９】図９は中継局（ＲＳ）装置の他の構成例を示す図である。

【図１０】図１０は基地局（ＢＳ）装置の他の構成例を示す図である。

【図１１】図１１は中継局（ＲＳ）装置の他の構成例を示す図である。

【図１２】図１２は中継技術選択処理の他の例を示すフローチャートである。

【図１３】図１３はＳＩＮＲの値の例を示す図である。

【図１４】図１４は中継遅延の値の例を示す図である。

【図１５】図１５はＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブルの他の例を示す図である。

【図１６】図１６はシミュレーション結果の例を示す図である。

【符号の説明】

【００２２】

１：無線中継システム　　１０：基地局（ＢＳ）装置
１１：受信部
１２：ＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部
１３：ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部
１４：ＤＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部
１５：ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部
１６：メモリ　　１７：スループット期待値計算部
１８：中継技術選択部　　１９：送信部
５０：中継局（ＲＳ）装置　　５１：無線受信部
５２：中継技術選択情報抽出部　　５３：切替え部
５４：Ａ＆Ｆ部　　５５：Ｄ＆Ｆ部
５６：ＤＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部
５７：ＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部
５８：無線送信部　　６１：ＭＣＳ情報抽出部
６２：ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部
６３：ＵＬ　Ｒｒｅｌａｙ　Ｌｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部
７０：移動局（ＭＳ）装置　　７１：受信部
７２：ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部
７３：送信部　　１６１：ＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブル

【発明を実施するための最良の形態】

【００２３】

本発明を実施するための最良の形態について以下説明する。

【００２４】
［実施例１］
図１（Ａ）及び同図（Ｂ）は無線中継システム１の構成例を示す図である。無線中継システム１は基地局（ＢＳ）装置（以下、「基地局」）１０と、中継局（ＲＳ）装置（以下、「中継局」）５０と、移動局（ＭＳ）装置（以下、「移動局」）７０とを備える。
【００２５】
基地局１０は中継局５０を介して移動局７０と通信し（ダウンリンク（ＤＬ））、移動局７０は中継局５０を介して基地局１０と通信する（アップリンク（ＵＬ））。
【００２６】
なお、本明細書では基地局１０と中継局５０との間の通信をリレイリンク（Ｒｅｌａｙ Ｌｉｎｋ）、中継局５０と移動局７０との間の通信をアクセスリンク（Ａｃｃｅｓｓ Ｌｉｎｋ）と呼ぶ。
【００２７】
次に、基地局１０と中継局５０、及び移動局７０の各構成を説明する。図２は基地局１０、図３と図４は中継局５０、図５は移動局７０の各構成例を示す図である。
【００２８】
基地局１０は、図２に示すように、受信部１１と、ＵＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１２と、ＤＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１３と、ＤＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１４と、ＵＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ測定部１５と、メモリ１６と、スループット期待値計算部１７と、中継技術選択部１８、及び送信部１９を備える。また、メモリ１６には、予めＭＣＳ（Modulation and Coding Scheme）情報や中継遅延情報、ＳＮＲ（Signal-to-Noise Ratio）－ＢＬＥＲ（Block
Error Rate、以下「誤り率」）特性テーブル１６１が記憶される。ＭＣＳ情報等については後述する。
【００２９】
受信部１１は、中継局５０から送信された信号を受信する。例えば、受信部１１は、中継局５０や移動局７０で測定した各受信品質（ここでは、ＳＩＮＲ情報を受信品質の一例として用いる）を示す信号を受信する。
【００３０】
受信品質（以下、ＳＩＮＲを適用するものとして説明する）情報は例えば、リレイリンクとアクセスリンクの各リンクにおいてＤＬ方向とＵＬ方向のＳＩＮＲがある。リレイリンクにおけるＵＬ方向のＳＩＮＲは例えば、基地局１０自身で測定し、他のＳＩＮＲは中継局５０や移動局７０で測定され、基地局１０に送信されるようにする。
【００３１】
受信部１１は各ＳＩＮＲ情報を受信し、ＵＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１２、ＤＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１３、及びＤＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１４に出力する。
【００３２】
ＵＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１２は、受信部１１からのＳＩＮＲ情報のうち、ＵＬ Ａｃｃｅｓｓ ＳＩＮＲ情報を抽出し、スループット期待値計算部１７に出力する。ＵＬ Ａｃｃｅｓｓ ＳＩＮＲ情報はアクセスリンクにおけるＵＬ方向のＳＩＮＲの値を示す情報である。かかる情報は例えば中継局５０で測定される。
【００３３】
ＤＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１３は、受信部１１からのＳＩＮＲ情報のうち、ＤＬ Ａｃｃｅｓｓ ＳＩＮＲ情報を抽出し、スループット期待値計算部１７に出力する。ＤＬ Ａｃｃｅｓｓ ＳＩＮＲ情報はアクセスリンクにおけるＤＬ方向のＳＩＮＲの値を示す情報である。かかる情報は例えば移動局７０で測定される。
【００３４】
ＤＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１４は、受信部１１からのＳＩＮＲ

情報のうち、ＤＬ
ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ情報を抽出し、スループット期待値計算部１７に出力する。ＤＬ　ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ情報はリレイリンクにおけるＤＬ方向のＳＩＮＲの値を示す情報である。かかる情報は例えば中継局５０で測定される。

【００３５】

ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部１５は、受信部１１からの受信信号（例えば、ＳＩＮＲ測定用信号、中継局５０からの送信される各ＳＩＮＲ情報でもよい）に基づいて、リレイリンクにおけるＵＬ方向のＳＩＮＲ（ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ）を測定し、スループット期待値計算部１７に出力する。ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲはリレイリンクにおけるＵＬ方向のＳＩＮＲの値を示す情報である。

【００３６】

スループット期待値計算部１７は、各ＳＩＮＲと、メモリ１６から読み出したＭＣＳ情報、中継遅延情報、及びＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブルに基づいて、Ａ＆Ｆ方式とＤ＆Ｆ方式のそれぞれのスループット期待値を計算し、中継技術選択部１８に出力する。スループット期待値の計算は後述する。

【００３７】

中継技術選択部１８は、異なる中継方式（例えば、復調、復号、再符号化、再変調を行わないＡ＆Ｆ方式と、復調、復号、再符号化、再変調を行うＤ＆Ｆ方式）のそれぞれのスループット期待値に基づいてどちらの方式のスループットが良いかを選択し、選択した方式を中継技術選択情報として送信部１９に出力する。

【００３８】

送信部１９は、中継技術選択情報やユーザデータを含む転送信号を示す信号（以下、「転送信号」）、ＳＩＮＲ測定用信号などを中継局５０に送信する。

【００３９】

中継局５０は、図３に示すように、無線受信部５１と、中継技術選択情報抽出部５２と、切替え部５３と、Ａ＆Ｆ部５４と、Ｄ＆Ｆ部５５と、ＤＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部５６と、ＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部５７、及び無線送信部５８を備える。

【００４０】

無線受信部５１は、基地局１０や移動局７０から送信された信号を受信する。無線受信部５１は、ＳＩＮＲ測定用信号をＤＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部５６とＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部５７に出力し、中継技術選択情報を含む信号を中継技術選択情報抽出部５２に出力し、転送信号を切替え部５３に出力する。

【００４１】

中継技術選択情報抽出部５２は、基地局１０からの中継技術選択情報を抽出し、切替え部５３に出力する。

【００４２】

切替え部５３は、中継技術選択情報に基づいて無線受信部５１からの転送信号をＡ＆Ｆ部５４またはＤ＆Ｆ部５５のいずれか一方に出力する。すなわち、中継技術選択情報がＡ＆Ｆ方式を選択すべきことを示す場合、切替え部５３は転送信号をＡ＆Ｆ部５４に出力し、中継技術選択情報がＤ＆Ｆ方式を選択すべきことを示す場合、切替え部５３は転送信号をＤ＆Ｆ部５５に出力する。

【００４３】

Ａ＆Ｆ部（信号処理部（復調を行わないという意味で非復調型信号処理部と称する））５４は、切替え部５３からの転送信号について、復調、復号化、符号化、変調等の処理をせずに、転送信号を無線送信部５８に出力する。図４（Ａ）はＡ＆Ｆ部５４を含む信号処理系の例を示す図である。Ａ＆Ｆ部５４内ではとくに転送信号の復調等を行わなくてもよい。Ａ＆Ｆ部５４は、増幅部を備えることで転送信号に対して増幅処理を施してもよいが、無線送信部５８が増幅するようにしてもよい。

【００４４】

Ｄ＆Ｆ部（信号処理部（復調を行うという意味で復調型信号処理部と称する））５５は、転送信号を復調、復号して誤り訂正を行い、再度符号化、変調して無線送信部５８に出力する。もちろん、Ｄ＆Ｆ部５５に増幅部を含めてもよい。図４（Ｂ）はＤ＆Ｆ部５５を含む信号処理系の例を示す図である。Ｄ＆Ｆ部５５は、復調部５５１と、復号部５５２と、符号部５５３、及び変調部５５４を備える。転送信号は復調部５５１で復調された後、復号部５５２で復号されて復号部５５２内において誤り訂正が行われる。そして、誤り訂正後のデータは符号部５５３で符号化され、変調部５５４で変調された後、無線送信部５８に出力する。なお、符号化率（１／２や、１／３など）や変調方式（ＱＰＳＫや１６ＱＡＭなど）は予め基地局１０から送信（通知）されており、復号部５５２や符号部５５３、変調部５５４などはその情報に基づいて符号化等を行う。尚、復調部５５１は、送信処理に対応した受信処理を施すため、ＯＦＤＭＡを適用すべく送信処理においてＩＦＦＴ処理を施す場合には、受信処理においてＦＦＴ処理を含むことができる。

【００４５】

ＤＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部５６は、基地局１０からのＳＩＮＲ測定用信号を抽出して、リレイリンクにおけるＤＬ方向のＳＩＮＲ（ＤＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ）を測定し、無線送信部５８に出力する。

【００４６】

ＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部５７は、移動局７０からのＳＩＮＲ測定用信号を抽出して、アクセスリンクにおけるＵＬ方向のＳＩＮＲ（ＵＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲ）を測定し、無線送信部５８に出力する。

【００４７】

無線送信部５８は、Ａ＆Ｆ部５４またはＤ＆Ｆ部５５からの転送信号を移動局７０または基地局１０に送信する。また、無線送信部５８はＤＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ情報とＵＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲ情報を基地局１０に送信する。

【００４８】

移動局７０は、図５に示すように、受信部７１と、ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部７２、及び送信部７３を備える。

【００４９】

受信部７１は、中継局５０からの転送信号やＳＩＮＲ測定用信号を受信し、このうちＳＩＮＲ測定用信号をＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部７２に出力する。

【００５０】

ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部７２は、ＳＩＮＲ測定用信号に基づいて、アクセスリンクにおけるＤＬ方向のＳＩＮＲ（ＤＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲ）を測定し、送信部７３に出力する。

【００５１】

送信部７３は、測定したＤＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲを中継局５０に送信する。なお、中継局５０は、転送信号としてＤＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲ情報を受信して、無線受信部５１から切替え部５３等を介して無線送信部５８から基地局１０に送信する。

【００５２】

次に基地局１０におけるスループット期待値の計算と中継技術の選択の各処理について説明する。図６は本処理の例を示すフローチャートである。本処理は、主に基地局１０のスループット期待値計算部１７と中継技術選択部１８で行われる。

【００５３】

基地局１０は本処理を開始すると（Ｓ１０）、ＤＬ方向かＵＬ方向かを選択する（Ｓ１１）。基地局１０は予めスケジューリングの際にスケジュール情報を作成しており、当該情報に基づいて、例えば現在時刻がＤＬ方向のタイミングかＵＬ方向のタイミングかにより選択する。選択は、例えばスループット期待値計算部１７で行う。

【００５４】

ＤＬ方向の場合（Ｓ１１で「ＤＬ」）、スループット期待値計算部１７はＭＣＳ情報から該当するＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブル１６１を選択する（Ｓ１２）。

【００５５】
ＭＣＳ情報とは変調方式（ＱＰＳＫや１６ＱＡＭ等）と符号化率（１／２，３／４など）との組を示す情報である。例えば、ＭＣＳ情報は基地局１０がスケジューリングを行うときにメモリ１６に記憶される。
【００５６】
また、ＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブル１６１はＳＮＲと誤り率との関係を示すテーブルであり、ＭＣＳ情報に対応して複数の特性テーブルを有する。図７はＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブル１６１の例を示す図である。
【００５７】
同図に示すように、特性テーブル１６１は、符号化ありテーブル群Ａ，Ｂ，Ｃ，・・・と、符号化なしテーブル群Ａ’，Ｂ’，Ｃ’，・・・とを含む。
【００５８】
符号化ありテーブル群Ａ，Ｂ，Ｃ，・・・は、中継局５０で符号化したとき（Ｄ＆Ｆ方式）のＳＮＲに対する誤り率を示すテーブル群である。複数あるのは、ＭＣＳ情報に対応しているからである。例えば、特性テーブルＡは変調方式が「ＱＰＳＫ」で符号化率が「１／２」の特性テーブルを示し、テーブルＢは「ＱＰＳＫ」で「３／４」の特性テーブルを示す。
【００５９】
一方、符号化なしテーブル群Ａ’，Ｂ’，Ｃ’，・・・は、中継局５０で符号化しないとき（Ａ＆Ｆ方式）のＳＮＲに対する誤り率を示すテーブル群である。複数あるのはＭＣＳ情報に対応しているためで、例えば、テーブルＡ’は「ＱＰＳＫ」で符号化なしのテーブル、テーブルＢ’は「１６ＱＡＭ」で符号化なしのテーブルを示す。
【００６０】
スループット期待値計算部１７は、例えば、メモリ１６からＭＣＳ情報として「ＱＰＳＫ」で「１／２」の情報を読み出したとき（基地局１０がスケジューリングによりかかる変調方式と符号化率で信号を送信するとき）、符号化あり特性テーブルＡと符号化なし特性テーブルＡ’とを選択する。
【００６１】
なお、図７では説明の容易のため表形式で示しているが、メモリ１６には、ＳＮＲとＢＬＥＲとの組を示す値が特性テーブル１６１として記憶される。メモリ１６に記憶されない値の組は例えばスループット期待値計算部１７が補間により求める。また、本実施例では、干渉と雑音は同じものとし、ＳＮＲとＳＩＮＲは同じ値として説明する。
【００６２】
図７のＡ～Ｃを参照すると明らかなように、符号化ありの場合は、符号化利得を得ることができるため、同図の折れ線Ａ～Ｃに従い、ＳＮＲが低く低下してもＢＬＥＲは低く抑えられている。また、同図のＡ’～Ｃ’を参照しても明らかなように、符号化無しの場合は、符号化利得が得られないため、同図の折れ線Ａ’～Ｃ’に従い、ＳＮＲの低下により、ＢＬＥＲがより低下し易いという関係がテーブルに記憶されている。もちろん、ＳＮＲの離散値それぞれに対応させてそれぞれＢＬＥＲを記憶してもよいが、互いを関数で定義してもよい。即ち、記憶する対応関係は、関数（ＢＬＥＲｉ＝Ｆｉ（ＳＮＲ）。ここで、ｉ＝Ａ～Ｃ、Ａ’～Ｃ’）としてもよい。
【００６３】
次いで、スループット期待値計算部１７は、選択した符号化なし特性テーブルを参照して、ＤＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲに対応する誤り率$BLER_{relay,A\&F}$（リレイリンクにおけるＤＬ方向において、基地局１０が信号を送信後、中継局５０がＡ＆Ｆ方式で信号処理するまでの誤り率）を算出する（Ｓ１３、図７参照）。
【００６４】
また、スループット期待値計算部１７は、選択した符号化あり特性テーブルを参照して、ＤＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲに対応する誤り率$BLER_{relay,D\&F}$（リレイリンクにおけるＤＬ方向において、基地局１０が信号を送信後、中継局５０がＤ＆Ｆ方式で

信号処理するまでの誤り率）算出する（Ｓ１４、図７参照）。Ｓ１３とＳ１４の処理は逆の順番でもよい。

【００６５】

次いで、スループット期待値計算部１７は、選択した符号化あり特性テーブルを参照して、ＤＬ Ａｃｃｅｓｓ ＳＩＮＲに対応する誤り率$BLER_{access,A\&F}$（アクセスリンクにおけるＤＬ方向において、中継局５０がＡ＆Ｆ方式で中継後、移動局７０で信号処理するまでの誤り率）を算出する（Ｓ１５）。

【００６６】

そして、スループット期待値計算部１７は、誤り率$BLER_{access,D\&F}$（アクセスリンクにおけるＤＬ方向において、中継局５０がＤ＆Ｆ方式で中継後、移動局７０で信号処理するまでの誤り率）を算出するが、誤り率$BLER_{access,A\&F}$も誤り率$BLER_{access,D\&F}$と同じ値として算出する（Ｓ１５）。ＳＩＮＲそのものは、エアーのＳＩＮＲであり、符号化された信号でも符号化しない信号でもどちらも同じ値である。また、移動局７０は、中継局５０でＡ＆Ｆ方式で中継しても、Ｄ＆Ｆ方式で中継しても、常に符号化された信号を受信して復号するため、参照する特性テーブル１６１はどちらも符号化ありの特性テーブルとする。

【００６７】

次いで、スループット期待値計算部１７は、Ａ＆Ｆ方式のスループット期待値を計算する（Ｓ１７）。計算は例えば、以下の式を用いる。

【００６８】

$$\alpha_{A\&F}=(1-BLER_{relay,A\&F})*(1-BLER_{access,A\&F})*Nm*R/D_{A\&F} \quad \cdots(1)$$

ここで、$\alpha_{A\&F}$は中継局５０がＡ＆Ｆ方式で中継したときのスループット期待値、Ｎｍは変調度（１サブキャリアに含まれるデータビット数であり、例えば、「ＱＰＳＫ」の場合、Ｎｍ＝２、「１６ＱＡＭ」の場合、Ｎｍ＝４、「６４ＱＡＭ」の場合、Ｎｍ＝６となる）、Ｒは符号化率、$D_{A\&F}$は中継局５０がＡ＆Ｆ方式で中継したときの中継遅延を示す。変調度Ｎｍや符号化率Ｒは基地局１０が信号を送信するときの変調度や符号化率である（ＵＬの場合は、移動局７０が信号を送信するときの変調度や符号化率となる）。変調度Ｎｍや符号化率Ｒ、及び中継遅延$D_{A\&F}$は予めメモリ１６に記憶される。また、各誤り率$BLER_{relay,A\&F}$，$BLER_{access,A\&F}$は、それぞれＳ１３、Ｓ１５で算出されている。スループット期待値計算部１７は、Ｓ１３やＳ１４、メモリ１６から各値を読み出して、（式１）を計算してＡ＆Ｆ方式によるスループット期待値$\alpha_{A\&F}$を計算する。

【００６９】

式（１）に着目すると、$BLER_{relay,A\&F}$はリレイリンクの誤り率であり、よって、$(1-BLER_{relay,A\&F})$はリレイリンクにおける誤らない確率を示す。そして、$(1-BLER_{relay,A\&F})*(1-BLER_{access,A\&F})$は、基地局１０から中継局５０を介して移動局７０に至るまで、信号を誤らないで送受信できる確率を示す。式（１）ではさらにこれを中継遅延で除算している。式（１）は、誤り率（式（１）等の分母）は高いが中継遅延（式（１）等の分子）は少ない、または誤り率は低いが中継遅延は多い、という所謂スループットに対する概念に合致する。

【００７０】

次いで、スループット期待値計算部１７は、Ｄ＆Ｆ方式のスループット期待値を計算する（Ｓ１８）。以下の計算式を用いる。

【００７１】

$$\alpha_{D\&F}=(1-BLER_{relay,D\&F})*(1-BLER_{access,D\&F})*Nm*R/D_{D\&} \quad \cdots(2)$$

ここで、$\alpha_{D\&F}$は中継局５０がＤ＆Ｆ方式で中継したときのスループット期待値、$D_{D\&F}$は中継局５０がＤ＆Ｆ方式で中継したときの中継遅延を示す。

【００７２】

２つの誤り率$BLER_{relay,D\&F}$，$BLER_{access,D\&F}$はそれぞれＳ１４，Ｓ１５で算出されている。スループット期待値計算部１７は、メモリ１６から変調度Ｎｍ、符号化率Ｒ、Ｄ＆Ｆ方式による中継遅延$D_{A\&F}$を読み出して、Ｓ１４、Ｓ１５で算出された誤り率を用いて式（２）を計算する。

【００７３】

次いで、中継技術選択部１８は、スループット期待値計算部１７からの２つのスループット期待値$\alpha_{A\&F}$（Ｓ１６、式（１）），$\alpha_{D\&F}$（Ｓ１７、式（１））を比較する（Ｓ１８）。

【００７４】

なお、２つのスループット期待値$\alpha_{A\&F}$，$\alpha_{D\&F}$を比較するとき、変調度Ｎｍと、符号化率Ｒとが同じ場合（中継局５０は基地局１０と同一の変調方式、符号化率で復号、符号化等を行う場合）、変調度Ｎｍと符号化率Ｒとを除いて式（１）、式（２）を計算し両者を比較できる。

【００７５】

次いで、中継技術選択部１８は、Ｄ＆Ｆ方式のスループット期待値$\alpha_{D\&F}$がＡ＆Ｆ方式のスループット期待値$\alpha_{A\&F}$より大きいとき（Ｓ１８でｙｅｓ）、中継技術選択部１８はＤＬ方向の中継技術としてＤ＆Ｆ方式を選択する（Ｓ１９）。一方、Ａ＆Ｆ方式のスループット期待値値$\alpha_{A\&F}$の方が大きいとき（Ｓ１８でｎｏ）、中継技術選択部１８はＤＬ方向の中継技術としてＡ＆Ｆ方式を選択する（Ｓ２０）。そして、基地局１０は一連の処理を終了する（Ｓ２１）。

【００７６】

一方、スループット期待値計算部１７は、ＵＬ方向を選択したとき（Ｓ１１でＵＬ）、ＤＬ方向の場合と同様にＭＣＳ情報から該当するＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブル１６１を選択する（Ｓ２２）。

【００７７】

次いで、スループット期待値計算部１７は、選択した符号化あり特性テーブルを参照して、ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部１５からのＵＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲに対応する誤り率$BLER_{relay,A\&F}$（リレイリンクにおけるＵＬ方向で、中継局５０がＡ＆Ｆ方式で中継後、基地局１０で信号処理するまでの誤り率），$BLER_{relay,D\&F}$（リレイリンクにおけるＵＬ方向で、中継局５０がＤ＆Ｆ方式で中継後、基地局１０で信号処理するまでの誤り率）を算出する（Ｓ２３）。この場合も、Ｓ１５と同様に、２つの誤り率$BLER_{relay,A\&F}$，$BLER_{relay,D\&F}$は同じ値である。中継局５０がＡ＆Ｆ方式により中継する場合でもＤ＆Ｆ方式により中継する場合でも、基地局１０は符号化された受信信号を復号するためである。

【００７８】

次いで、スループット期待値計算部１７は、選択した符号化あり特性テーブルを参照して、ＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部１２からのＵＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲに対応する誤り率$BLER_{access,D\&F}$（アクセスリンクにおけるＵＬ方向で、移動局７０から信号を送信後、中継局５０でＤ＆Ｆ方式で信号処理するまでの誤り率）を算出する（Ｓ２４）。

【００７９】

また、スループット期待値計算部１７は、選択した符号化なし特性テーブルを参照して、ＵＬ　Ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲに対応する誤り率$BLER_{access,A\&F}$は（アクセスリンクにおけるＵＬ方向で、移動局７０から信号送信後、中継局５０でＡ＆Ｆ方式で信号処理するまでの誤り率）を算出する（Ｓ２５）。Ｓ２４とＳ２５の処理は逆順でもよい。

【００８０】

次いで、スループット期待値計算部１７は、Ａ＆Ｆ方式のスループット期待値とＤ＆Ｆ方式のスループット期待値とを算出する（Ｓ２６，Ｓ２７）。算出は上述した式（１）及び式（２）を用いる。

【００８１】
次いで、中継技術選択部１８は、Ａ＆Ｆ方式のスループット期待値とＤ＆Ｆ方式のスループット期待値とを比較し、期待値の大きい方の中継技術を選択する（Ｓ２８～Ｓ３０）。そして、一連の処理を終了する（Ｓ２１）。
【００８２】
中継技術選択部１８は、選択した中継技術（Ｓ１９またはＳ２０，Ｓ２９またはＳ３０）を中継技術選択情報として送信部１９に出力する。送信部１９はかかる情報（ＵＬ、ＤＬそれぞれについて選択した中継技術を通知する情報）を中継局５０に送信する。中継局５０はこの選択された中継技術に基づいて、切替え部５３が転送データを切替える。ＵＬ、ＤＬにおいてそれぞれ異なる中継技術を選択することを許容することもできるし、同じ中継技術を選択することで、ＵＬ、ＤＬ間で処理時間における大きな相違が生ずることを抑制することもできる。
【００８３】
このように本実施例１において基地局１０はスループット期待値が最適な中継技術を選択し、中継局５０は選択された中継技術により中継を行うため、中継局５０を介した通信のスループットは向上する。
【００８４】
以上のように、基地局は、中継局に対して、復調処理、復号化および符号化、変調処理を施さずに中継する第１中継技術を適用すべきか、復調処理、復号化および符号化、変調処理を施して中継する第２中継技術を適用すべきかの別を通知し、中継局は通知された方式を中継技術として適用する。
【００８５】
先の例では、スループットを高めることを主眼に中継技術を選択したが、スループット以外の事項を主眼に中継局における中継技術を選択することもできる。例えば、オペレータの都合により実行されることもある。オペレータによる切り換え指示は、中継技術選択部１８への設定変更によりなされ、変更を通知する信号が送信部１９から送信される。
【００８６】
いずれの切り換え条件を用いるにしても、第１中継技術、第２中継技術のいずれを適用しても移動局は、基地局又は中継局のいずれか一方による符号化に対応する復号化を行えばよい点は有利である。即ち、第１中継技術を適用する場合は、移動局は、基地局における符号化に対応する復号処理を行えばよく（中継局において符号化処理は施されない）、第２中継技術を適用する場合は、移動局は、中継局における符号化に対応する復号処理を行えばよい（基地局において行われた符号化は中継局による復号化処理により解決済である）。
【００８７】
また、基地局と中継局との間、中継局と移動局との間の双方の無線区間の品質を考慮せずに、片方の品質を考慮することとしてもよい。例えば、基地局は、中継局からの受信信号の品質（又は中継局における基地局からの受信品質）が所定の基準を満たす場合には、第１中継技術を適用し、所定の基準を満たさない場合は、第２中継技術を適用する。リレーリンクの品質が低い場合は、リレーリンクにおいて誤りが発生しやすく、アクセスリンクによる更なる誤りが重畳される前に復号して誤りを訂正することが効果的だからである。
【００８８】
［実施例２］
次に実施例２について説明する。実施例１では基地局１０でスループット期待値を計算し中継技術を選択した。本実施例２では、スループット期待値と中継技術の選択とを中継局５０で行う例である。
【００８９】
無線中継システム１の全体構成は実施例１と同様である。図８は基地局１０、図９は中継局５０、の各構成例を示す図である。移動局７０の構成は実施例１と同様である（図５

参照）。
【００９０】
基地局１０は、図８に示すように、受信部１１と、ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部１５と、メモリ１６、及び送信部１９を備える。
【００９１】
受信部１１は、中継局５０からＳＩＮＲ測定用信号を受信すると、ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部１５に出力する。ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ測定部１５は測定したＵＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲを送信部１９に出力する。
【００９２】
送信部１９はＵＬ　Ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲを中継局５０に送信する。また、送信部１９はメモリ１６からＭＣＳ情報と中継遅延情報とを読み出して中継局５０に送信する。
【００９３】
中継局５０は、図９に示すように、ＭＣＳ情報抽出部６１と、ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部６２と、ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部６３と、スループット期待値計算部１７と、中継技術選択部１８を更に備える。
【００９４】
ＭＣＳ情報抽出部６１は、無線受信部５１で受信した受信信号からＭＣＳ情報を抽出し、スループット期待値計算部１７に出力する。
【００９５】
ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部６２は、移動局７０から送信されたアクセスリンクにおけるＤＬ方向のＳＩＮＲ情報を無線信号から抽出する。
【００９６】
ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ｌｉｎｋ　ＳＩＮＲ情報抽出部６３は、基地局１０から送信されたリレイリンクにおけるＵＬ方向のＳＩＮＲ情報を無線信号から抽出する。
【００９７】
スループット期待値計算部１７は、ＳＮＲ－ＢＬＥＲ特性テーブル１６１を参照し、各ＳＩＮＲ（ＤＬ　ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ情報、ＤＬ　ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲ情報、ＵＬ　ａｃｃｅｓｓ　ＳＩＮＲ情報、ＵＬ　ｒｅｌａｙ　ＳＩＮＲ情報）、ＭＣＳ情報、及び中継遅延情報から、Ａ＆Ｆ方式とＤ＆Ｆ方式のスループット期待値を計算する。尚、特性テーブル１６１は、スループット期待値計算部１７内のメモリに記憶される。特性テーブル１６１は他のメモリに記憶されてもよい。
【００９８】
中継技術選択部１８は、Ａ＆Ｆ方式とＤ＆Ｆ方式のスループット期待値とを比較して、Ａ＆Ｆ方式かＤ＆Ｆ方式かいずれか一方の中継技術を選択し、その情報を切替え部５３に出力する。
【００９９】
切替え部５３は、中継技術情報に基づいて転送データをＡ＆Ｆ部５４かＤ＆Ｆ部５５かいずれか一方に切替えて出力する。
【０１００】
スループット期待値計算部１７と中継技術選択部１８で行われるスループット期待値の計算や中継技術の選択は、実施例１と同様である（図６参照）。
【０１０１】
本実施例２においても、中継局５０がスループット期待値の最適な中継技術を選択して中継を行うようにしているため、中継局５０を介した通信のスループットは向上する。
【０１０２】
［実施例３］
次に実施例３を説明する。本実施例３は、実施例２と同様に中継局５０でスループット期待値の計算や中継技術の選択を行うが、スループット期待値の計算を簡単化した例である。
【０１０３】

実施例１において、アクセスリンクにおけるＤＬ方向の２つの誤り率$BLER_{access,A\&F}$，$BLER_{access,D\&F}$は、同じ値として説明した（図６のＳ１５）。その理由は上述したように、アクセスリンクにおけるＤＬ方向の誤り率$BLER_{access,A\&F}$，$BLER_{access,D\&F}$は、中継局５０でＡ＆Ｆ方式またはＤ＆Ｆ方式で処理を行ってから、移動局７０で復号化するまでの誤り率を示し、中継局５０で２つの方式のうち、いずれの処理を行っても移動局７０で復号化の処理を行うため、２つの誤り率$BLER_{access,A\&F}$，$BLER_{access,D\&F}$は同じだからである。

【０１０４】

よって、式（１）の（１－$BLER_{access,A\&F}$）と、式（２）の（１－$BLER_{access,D\&F}$）とは同じ値をとる。したがって、式（１）と式（２）はそれぞれ以下のように簡単化できる。

【０１０５】

$$\alpha_{A\&F}=(1-BLER_{relay,A\&F})*Nm*R/D_{A\&F} \quad \cdots(3)$$

$$\alpha_{D\&F}=(1-BLER_{relay,D\&F})*Nm*R/D_{D\&F} \quad \cdots(4)$$

ＵＬ方向についても同様で、２つの誤り率$BLER_{relay,A\&F}$，$BLER_{relay,D\&F}$は同じ値のため（Ｓ２３）、式（１）の（１－$BLER_{relay,A\&F}$）と、式（２）の（１－$BLER_{relay,D\&F}$）は同じ値となる。よって、ＵＬ方向の場合、２つのスループット期待値$\alpha_{A\&F}$，$\alpha_{D\&F}$はそれぞれ以下のように簡単化できる。

【０１０６】

$$\alpha_{A\&F}=(1-BLER_{access,A\&F})*Nm*R/D_{A\&F} \quad \cdots(5)$$

$$\alpha_{D\&F}=(1-BLER_{access,D\&F})*Nm*R/D_{D\&F} \quad \cdots(6)$$

なお、式（３）～式（６）において、実施例１と同様に変調度Ｎｍと符号化率Ｒを省略することもできる。

【０１０７】

図１０は本実施例３における基地局１０、図１１は本実施例３における中継局５０の各構成例を示す図である。移動局７０の構成は実施例１と同様である（図５参照）。

【０１０８】

基地局１０は、受信部１１とメモリ１６、及び送信部１９を備える。受信部１１は、中継局５０から転送データ等を受信しデータ処理部等へ出力する。メモリ１６はＭＣＳ情報と中継遅延情報とを記憶し、送信部１９はこれらの情報を読み出して中継局５０に送信する。

【０１０９】

中継局５０は、図１１に示すように、ＤＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ測定部５６と、ＵＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ測定部５７とを備え、それぞれ２つのＳＩＮＲ（ＤＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲと、ＵＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ）を測定する。

【０１１０】

図１２はスループット期待値計算部１７と中継技術選択部１８での処理の例を示すフローチャートである。実施例１と同一処理は同一の符号を付している。

【０１１１】

スループット期待値計算部１７は、本処理を開始すると（Ｓ５０）、ＤＬ方向かＵＬ方向かの選択を行い（Ｓ１１）、ＤＬ方向の場合（Ｓ１１でＤＬ）、Ｓ１２からＳ１４までの処理を行う。

【０１１２】

次いで、スループット期待値計算部１７は、Ａ＆Ｆ方式によるスループット期待値を計算する（Ｓ５１）。計算は式（３）を用いる。

【０１１３】
次いで、スループット期待値計算部１７は、Ｄ＆Ｆ方式によるスループット期待値を計算する（Ｓ５２）。計算は式（４）を用いる。
【０１１４】
その後、中継技術選択部１８は実施例１と同様の処理を行う（Ｓ１８～Ｓ２０）。
【０１１５】
一方、ＵＬ方向が選択されたとき（Ｓ１１でＵＬ）、スループット期待値計算部１７は、Ｓ２２～Ｓ２５までの処理を行う。
【０１１６】
次いで、スループット期待値計算部１７は、Ａ＆Ｆ方式によるスループット期待値を計算する（Ｓ５３）。計算は式（５）を用いる。
【０１１７】
ついで、スループット期待値計算部１７は、Ｄ＆Ｆ方式によるスループット期待値を計算する（Ｓ５４）。計算は式（６）を用いる。
【０１１８】
その後、中継技術選択部１８は実施例１と同様の処理を行う（Ｓ２８～Ｓ３０）。
【０１１９】
本実施例３も、中継局５０がスループット期待値の最適な中継技術を選択して中継するようにしているため、中継局５０を介した通信のスループットは向上する。
【０１２０】
また、本実施例３は実施例１等と比較して測定すべきＳＩＮＲの数が少なくなったため、基地局１０と中継局５０の処理は早くなり、部品点数も少なくコスト低減を図ることもできる。
【０１２１】
［シミュレーションの例とその結果］
次に、本実施例によるシミュレーションの例とその結果を説明する。シミュレーションはＤＬ方向で行い、ケース１とケース２の２つのケースでシミュレーションを行った。図１３は、リレイリンクのＳＩＮＲ（$SINR_{relay,A\&F}$，$SINR_{relay,D\&F}$）と、アクセスリンクのＳＩＮＲ（$SINR_{access,A\&F}$，$SINR_{access,D\&F}$）の各パラメータ値の例を示し、図１４はＡ＆Ｆ方式とＤ＆Ｆ方式による２つの中継遅延$D_{A\&F}$，$\alpha_{D\&F}$の例を示す図である。また、図１５は特性テーブル１６１の例を示す図である。
【０１２２】
本シミュレーションは、図１３に示すように、アクセスリンクのＳＩＮＲは２つのケースで同じとし、リレイリンクで異なるようにしている。例えば、中継局５０と移動局７０の間の距離はケース１，２ともに同じで、基地局１０と中継局５０の間の距離はケース２の方がケース１よりも近い場合である。
【０１２３】
また、図１５に示す特性テーブル１６１は、変調方式が「ＱＰＳＫ」、符号化率（Ｒ）は「１／２」の例の符号化ありの特性テーブル（実線）、符号化なしの特性テーブル（点線）を夫々示す。
【０１２４】
かかる場合に、無線中継システム１がＡＷＧＮ環境（Additive White Gaussian Noise:加法性白色ガウス雑音）環境（いわゆる、静止環境）下に置かれた場合でシミュレーションした。図１６はその結果を示す図である。点線はＡ＆Ｆ方式による場合、斜線はＤ＆Ｆ方式による場合の結果を示す。
【０１２５】
Ｄ＆Ｆ方式は、２つのケースでともに同じスループットを得る。Ｄ＆Ｆ方式は中継局５０で誤り訂正により誤り率を減少させて中継しているためである。一方、Ａ＆Ｆ方式はとくに誤り訂正を行うことなく信号を中継しているため、２つのケースで異なるスループッ

トを得た。

【０１２６】

また、ＳＩＮＲが低いケース１は、誤り訂正ゲインで得られるＤ＆Ｆ方式の方がＡ＆Ｆ方式よりもスループットが高い。逆に、ＳＩＮＲが高いケース２は、中継遅延の短いＡ＆Ｆ方式の方がＤ＆Ｆ方式よりもスループットが高い。よって、ＳＩＮＲに応じ中継局５０においてＡ＆Ｆ方式とＤ＆Ｆ方式とを切替えることで、何も切替えない場合と比較して、スループットを向上できる。

【０１２７】

［スループット期待値の計算式］

スループット期待値の計算式（式（１）～式（６））はさらに一般化できる。

【０１２８】

式（１）（ＤＬ方向及びＵＬ方向のＡ＆Ｆ方式のスループット期待値計算式）及び式（２）（ＤＬ方向及びＵＬ方向のＤ＆Ｆ方式のスループット期待値計算式）は、

$\alpha=(1-\beta_{relay})*(1-\beta_{access})*Nm*R/D$ ・・・（７）

と一般化できる。ここで、β_{relay}はリレイリンクにおけるＳＩＮＲから求めた各中継方式での誤り率を示し、β_{access}はアクセスリンクにおけるＳＩＮＲから求めた各中継方式での誤り率を示す。β_{relay}は、式（１）では誤り率$BLER_{relay,A\&F}$に対応し、式（２）では誤り率$BLER_{relay,D\&F}$に対応する。また、β_{access}は、式（１）では誤り率$BLER_{access,A\&F}$に対応し、式（２）では誤り率$BLER_{access,D\&F}$に対応する。

【０１２９】

また、式（３）～式（６）について一般化すると、

$\alpha=(1-\beta)*Nm*R/D$ ・・・（８）

となる。ここで、βは中継前の誤り率（リレイリンクにおけるＤＬ方向の誤り率や、アクセスリンクにおけるＵＬ方向の誤り率）を示し、式（３）（ＤＬ方向のＡ＆Ｆ方式によるスループット期待値計算式）では$BLER_{relay,A\&F}$に対応し、式（４）（ＤＬ方向のＤ＆Ｆ方式によるスループット期待値計算式）では$BLER_{relay,D\&F}$に対応する。

【０１３０】

スループット期待値計算部１７は式（７）や式（８）の計算式を用いて各スループット期待値を計算できる。スループット期待値計算部１７は、これらの計算式を内部のメモリに記憶し、処理の際に読み出して実行する。

【０１３１】

［その他の例］

実施例１や実施例２では、スループット期待値計算部１７と中継技術選択部１８がともに基地局１０や中継局５０にあるものとして説明した。例えば、スループット期待値計算部１７が基地局１０にあり、中継技術選択部１８が中継局５０にあってもよい。この場合、基地局１０は計算したスループット期待値を中継局５０に送信し、中継局５０で中継技術を選択する。

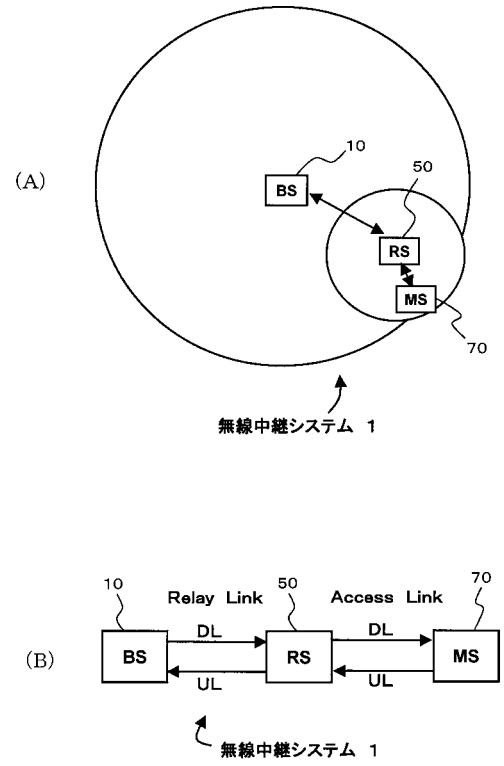
【０１３２】

また、実施例１では４種類のＳＩＮＲをすべて測定した。リレイリンクのＳＩＮＲはＤＬ方向とＵＬ方向も同時に測定すれば同じ値を取る。アクセスリンクも同じである。そこで、各リンクのＤＬ方向かＵＬ方向のいずれか一方を測定して基地局１０にてスループット期待値を計算してもよい。この場合に、基地局１０は、ＤＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１４またはＵＬ ｒｅｌａｙ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ測定部１５のいずか一方、ＤＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１２またはＤＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ情報抽出部１３のいずれか一方のみ備えればよい。また、中継局５０はＤＬ Ｒｒｅｌａｙ Ｌｌｉｎｌ ＳＩＮＲ測定部５６やＵＬ ａｃｃｅｓｓ ｌｉｎｋ ＳＩＮＲ測定部５７は一方のみあるいは双方ともなくてもよい。

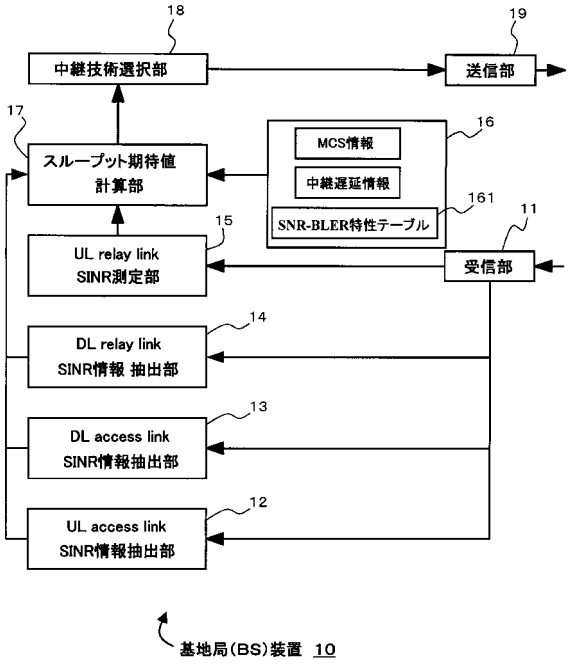
【０１３３】

さらに、実施例１から実施例３は、特性テーブル１６１はＳＮＲと誤り率との対応関係を示すものとして説明した。例えば、特性テーブル１６１はＳＩＮＲと誤り率との対応関係を示すテーブルでもよい。スループット期待値計算部１７は、測定等したＳＩＮＲから特性テール１６１を参照して直接誤り率を求めることができる。

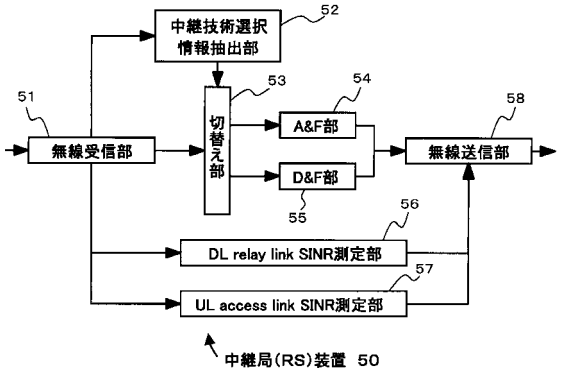
【図１】



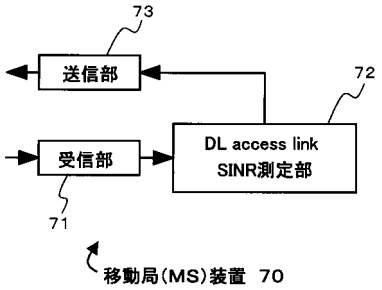
【図２】



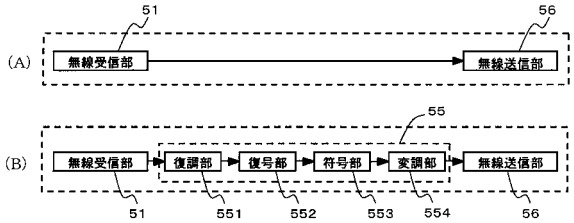
【図３】


中継技術選択
情報抽出部
52
51
53
54
58
切替え部
A&F部
無線受信部
無線送信部
D&F部
55
56
DL relay link SINR測定部
57
UL access link SINR測定部
中継局(RS)装置 50

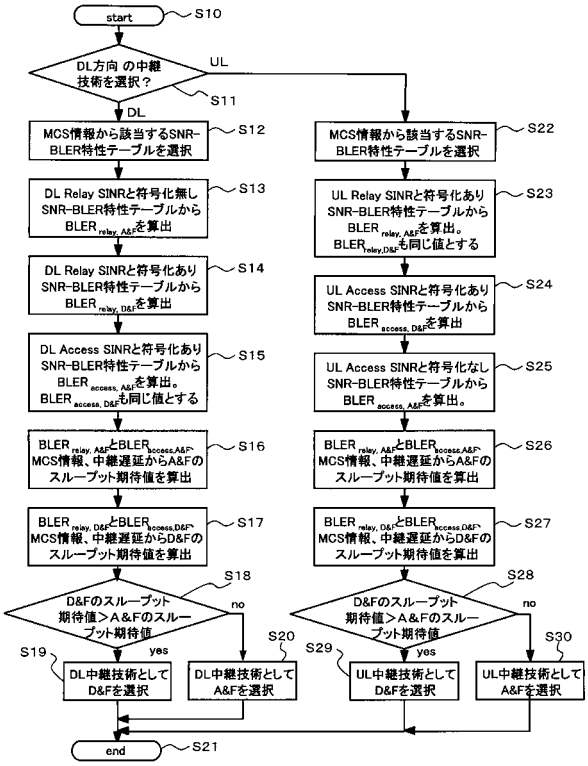
【図５】


73
送信部
72
受信部
DL access link
SINR測定部
71
移動局(MS)装置 70

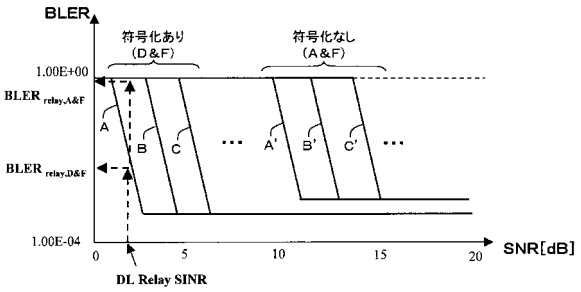
【図４】


51
56
(A)
無線受信部
無線送信部
55
(B)
無線受信部
復調部
復号部
符号部
変調部
無線送信部
51
551
552
553
554
56

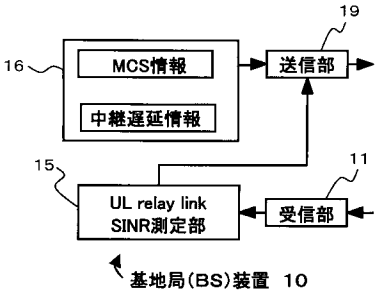
【図６】


start
S10
DL方向 の中継
技術を選択？
UL
S11
DL
MCS情報から該当するSNR-BLER特性テーブルを選択
S12
DL Relay SINRと符号化無しSNR-BLER特性テーブルからBLER relay, A&Fを算出
S13
DL Relay SINRと符号化ありSNR-BLER特性テーブルからBLER relay, D&Fを算出
S14
DL Access SINRと符号化ありSNR-BLER特性テーブルからBLER access, A&Fを算出。BLER access, D&Fも同じ値とする
S15
BLER relay, A&FとBLER access,A&F、MCS情報、中継遅延からA&Fのスループット期待値を算出
S16
BLER relay, D&FとBLER access,D&F、MCS情報、中継遅延からD&Fのスループット期待値を算出
S17
D&Fのスループット期待値＞A&Fのスループット期待値
S18
no
yes
S19
DL中継技術としてD&Fを選択
S20
DL中継技術としてA&Fを選択
MCS情報から該当するSNR-BLER特性テーブルを選択
S22
UL Relay SINRと符号化ありSNR-BLER特性テーブルからBLER relay, A&Fを算出。BLER relay,D&Fも同じ値とする
S23
UL Access SINRと符号化ありSNR-BLER特性テーブルからBLER access, D&Fを算出
S24
UL Access SINRと符号化なしSNR-BLER特性テーブルからBLER access, A&Fを算出。
S25
BLER relay, A&FとBLER access,A&F、MCS情報、中継遅延からA&Fのスループット期待値を算出
S26
BLER relay, D&FとBLER access,D&F、MCS情報、中継遅延からD&Fのスループット期待値を算出
S27
D&Fのスループット期待値＞A&Fのスループット期待値
S28
no
yes
S29
UL中継技術としてD&Fを選択
S30
UL中継技術としてA&Fを選択
end
S21

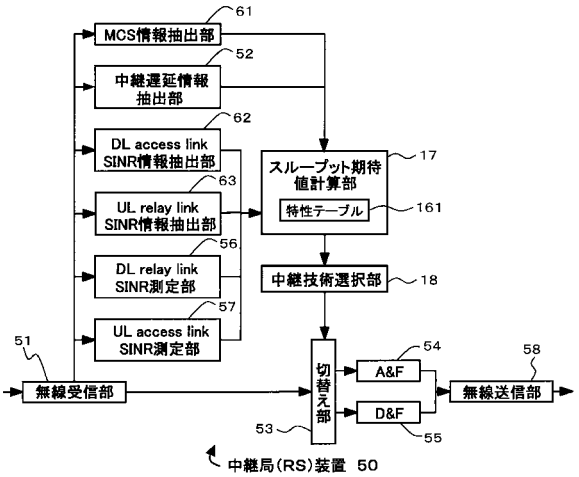
【図７】


BLER
符号化あり
(D&F)
符号化なし
(A&F)
1.00E+00
BLER relay,A&F
A
B
C
A'
B'
C'
BLER relay,D&F
1.00E-04
0
5
10
15
20
SNR[dB]
DL Relay SINR

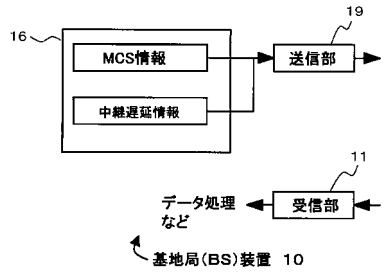
【図８】



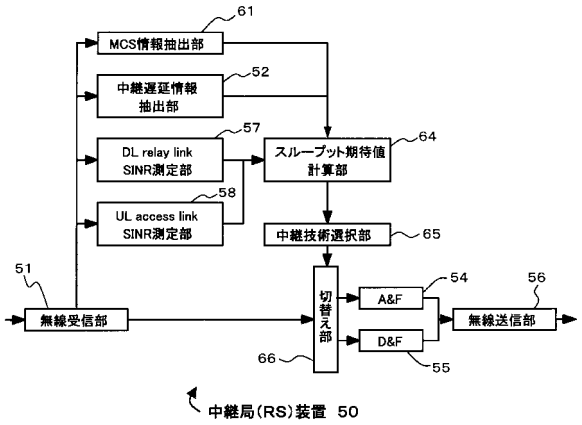
【図９】



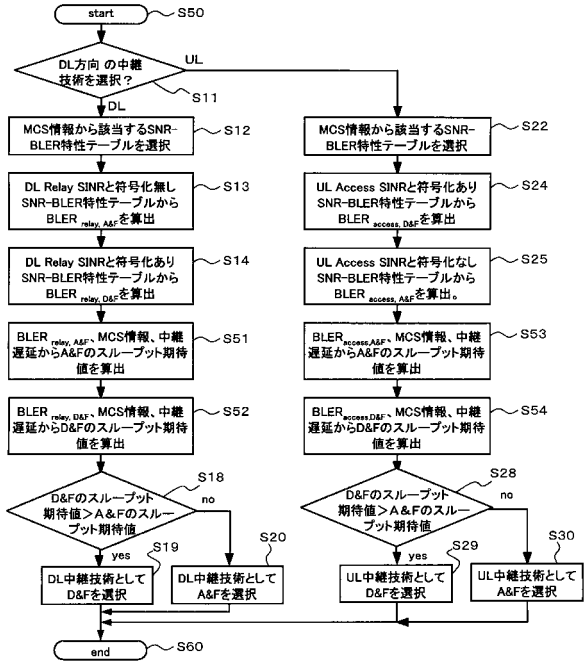
【図１０】



【図１１】



【図１２】



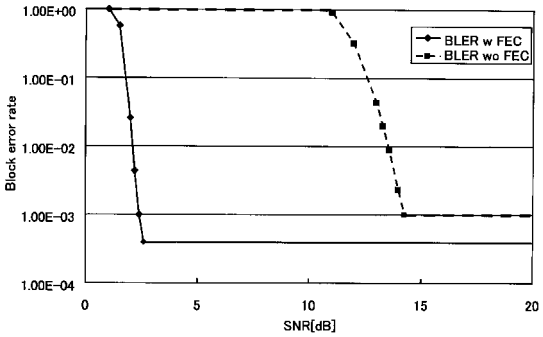
【図１３】

項目	Case1	Case2
$SINR_{relay, A\&F}$	11.5dB	20dB
$SINR_{relay, D\&F}$	11.5dB	20dB
$SINR_{access, A\&F}$	10dB	10dB
$SINR_{access, D\&F}$	10dB	10dB

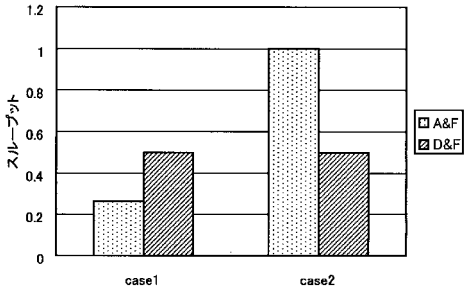
【図１４】

項目	値
$D_{A\&F}$	1 frame
$D_{D\&F}$	2 frame

【図１５】


1.00E+00
1.00E-01
1.00E-02
1.00E-03
1.00E-04
Block error rate
0
5
10
15
20
SNR[dB]
BLER w FEC
BLER wo FEC

【図１６】


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
スループット
case1
case2
A&F
D&F

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２００６／０９０６６９（WO，Ａ１）
国際公開第２００６／０９８２７３（WO，Ａ１）
国際公開第２００６／１０４１０５（WO，Ａ１）
国際公開第２００６／１１８１２５（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00
H04B 7/15