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

特許第3568145号

(P3568145)

(45)発行日　平成16年9月22日(2004.9.22)　(24)登録日　平成16年6月25日(2004.6.25)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H04J 14/00	H04B	9/00	E
H04J 14/02	H04B	7/26	104A
H04Q 7/36			

請求項の数 3　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平10-143222
(22)出願日　平成10年5月25日(1998.5.25)
(65)公開番号　特開平11-340953
(43)公開日　平成11年12月10日(1999.12.10)
審査請求日　平成13年12月25日(2001.12.25)

(73)特許権者　392026693
株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
東京都千代田区永田町二丁目１１番１号
(74)代理人　100066153
弁理士　草野　卓
(74)代理人　100100642
弁理士　稲垣　稔
(74)代理人　100128705
弁理士　中村　幸雄
(72)発明者　陳　凝
東京都港区虎ノ門二丁目１０番１号　エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社内
(72)発明者　垂澤　芳明
東京都港区虎ノ門二丁目１０番１号　エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光波長多重を用いる高周波の光ファイバ伝送システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

高周波信号で強度変調された光信号を、高周波電気信号に変換してアンテナより高周波電波信号を送信するＮ個（Ｎは４以上の整数）の無線ユニットと、

上記Ｎ個の無線ユニットを縦続的に接続する光ファイバ線路と、

高周波電気信号を光信号に変換して、この光信号を上記光ファイバ線路に結合するベースユニットとから構成される光ファイバ伝送システムにおいて、

上記ベースユニットは、

上記高周波電気信号をＭ個（Ｍは２以上の整数、Ｍ＜Ｎ）に分配する分配回路と、

その分配回路のＭ個の出力ポートのそれぞれに接続された、それぞれの出力ポートの高周波電気信号を受けて互いに異なる光波長帯に属する光波長で発光する、Ｍ個のレーザダイオードと、

これらＭ個のレーザダイオードの出力光信号を上記光ファイバ線路に結合する波長多重合波器とを備え、

上記各無線ユニットは、

上記光ファイバ線路に挿入された波長選択性光カプラと、

その波長選択性光カプラで分配した光信号を上記高周波電気信号に変換するフォトダイオードと、

その高周波電気信号を電波として送信するアンテナとを備え、

上記Ｎ個の無線ユニットがＭ個のグループに分けられ、同一グループ内の各無線ユニット

ではその波長選択性光カプラにより、上記光ファイバ線路に伝送されるＭ個の光波長の光信号のうち、１つの光波長の光信号を選択分配するように構成されていることを特徴とする光波長多重を用いる高周波の光ファイバ伝送システム。

【請求項２】

アンテナで受信した電波信号を光信号に変換するＮ個（Ｎは４以上の整数）の無線ユニットと、

そのＮ個の無線ユニットを縦続的に接続する光ファイバ線路と、

その光ファイバ線路からの光信号を高周波電気信号に変換して、この高周波電気信号を制御局側に供給するベースユニットとから構成される光ファイバ伝送システムにおいて、

上記ベースユニットは、

上記光ファイバ線路からの光信号を上記高周波電気信号に変換するフォトダイオードを備え、

上記各無線ユニットは、

高周波電波信号を受信するアンテナと、

そのアンテナで受信した高周波電波信号を光信号に変換するレーザダイオードと、

上記光ファイバ線路に挿入され、上記レーザダイオードの出力光を上記光ファイバ線路に結合する波長選択性光カプラとを備え、

上記Ｎ個の無線ユニットがＭ個（Ｍは２以上の整数、Ｍ＜Ｎ）のグループに分けられ、

その同一グループ内の各無線ユニットは、そのレーザダイオードの発光波長帯が同一とされ、その発光波長帯と対応する波長選択性光カプラが使用され、かつＭ個のグループでＭ種の光波長帯が利用されることを特徴とする光波長多重を用いる高周波の光ファイバ伝送システム。

【請求項３】

請求項１記載の光ファイバ伝送システムが下り回線とされ、請求項２記載の光ファイバ伝送システムが上り回線とされた光ファイバ伝送システムにおいて、

請求項１及び請求項２記載の前記各無線ユニットを、上りと下りの機能を兼ね備え、前記上り及び下り用の光ファイバ線路が同時に接続される共通の無線ユニットとし、さらに、

下り用光ファイバ線路に挿入した下り用波長選択性光カプラと、

該下り用波長選択性光カプラで分配した光を入力光とするフォトダイオードと、

該上り用光ファイバ線路に挿入した上り用波長選択性光カプラと、

出力光を該上り用波長選択性光カプラで該上り用光ファイバ線路に入射するレーザダイオードと、

高周波電波信号の受信または送信を行うためのアンテナと、

そのアンテナを送信と受信で共用するためのデュープレクサと、

を備える無線ユニットとすること、

を特徴とする光波長多重を用いる高周波の光ファイバ伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

この発明は光ファイバ線路を用いて高周波信号を伝送する光ファイバ伝送システムに関するものであり、例えば地下街やトンネル等において移動通信システムを構築するために利用されるものである。

【０００２】

【従来の技術】

地下街やトンネル等において携帯電話機等の移動無線機を利用可能にするための高周波信号の伝送システムとして図６に示すような光ファイバ伝送システムが従来提案されている（特願平８－９６３５５）。

この光ファイバ伝送システムはベースユニット１１とＮ個の無線ユニットＲＵ１～ＲＵＮと、２本の光ファイバ線路１２，１３とで構成する。各無線ユニットＲＵ１～ＲＵＮとベ

ースユニット１１は、２本の光ファイバ線路１２，１３で縦続的に接続されている。２本光ファイバ線路１２，１３はそれぞれ下り用と上り用に使用している。この無線ユニットＲＵを例えば地下街等に５０ｍ～１００ｍ間隔で設置する。

【０００３】

制御局側で生成した下り高周波信号は、各無線ユニットに送信するために、ベースユニット１１においてレーザダイオード１４を用いて下り光信号に変換される。つまりこの下り光信号は下り高周波信号で光強度変調される。この下り光信号は下り用光ファイバ線路１２で縦続した各無線ユニットＲＵ１～ＲＵＮに順次伝送される。各無線ユニットＲＵｉ（ｉ＝１，２，…，Ｎ）では下り光ファイバ線路１２に挿入された下り用光カプラ１５Ｃｉを用いて下り光信号が分配される。この分配された下り光信号がフォトダイオード１６Ｐｉにより下り高周波電気信号が再生され、これがアンテナ１７Ａｉから送信される。再生される下り高周波電気信号の品質が各無線ユニットＲＵｉにおいて均一になるために、下り光信号のパワーを各無線ユニットＲＵｉに等分配することが必要になる。このため、各無線ユニットＲＵｉの下り用光カプラ１５Ｃｉの結合係数が一定の設定法に基づいて設定される。たとえば無線ユニット数が６個の場合、光ファイバ線路１２と光コネクタの損失を考慮して、各光カプラ１５Ｃｉの結合係数を図７Ａに示すように決める。つまり光カプラ１５Ｃ１，１５Ｃ２，１５Ｃ３，…１５Ｃ６の各結合係数は０．０９，０．１３，０．１９，…，１．００とされる。

【０００４】

一方、携帯電話等の移動無線機から送信された上り高周波電波信号は、最寄りの無線ユニットＲＵｉのアンテナ１８Ａｉで受信した後に、レーザダイオード１９Ｌｉを用いて上り光信号に変換される。この上り光信号は上り用光カプラ２１Ｃｉを用いて上り用光ファイバ線路１３に結合される。ベースユニット１１側はＮ個の無線ユニットＲＵ１～ＲＵＮからの合成光を受信し、これをフォトダイオード２２を用いて一括して上り高周波電気信号を再生する。ベースユニット１１において、各無線ユニットＲＵｉからの上り高周波信号の受信品質を均一にするために、各無線ユニットＲＵｉからの光信号を等パワーで受信する必要がある。このため、各無線ユニットＲＵｉのレーザダイオード１９Ｌｉが等しい光パワーで発光した場合、上述の下り回線と同様な光カプラの結合係数設定法を用いればよい。

【０００５】

さらに、上り用光ファイバ線路１３の光信号は、各無線ユニットＲＵｉからの光信号の合成光となるため、ベースユニット１１側のフォトダイオード２２において、各無線ユニットＲＵｉの光信号の波長差に起因するビート性雑音が発生する。このビート性雑音が高周波電気信号の伝送帯域に発生しないようにするために、各無線ユニットＲＵｉの光波長を図７Ｂに示すように互いに近接しないように設定するか、あるいは、自動波長オフセットの手法（特願平８－１５１０１４）でレーザダイオード１９Ｌｉの発光波長を制御する。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

一般に光ファイバで高周波信号を伝送する場合、高周波信号キャリア対雑音比（Ｃ／Ｎ）等の伝送特性はフォトダイオードの受光パワーに大きく依存する。受光パワーが小さくなるとＣ／Ｎ特性が劣化する。図６に示したような光ファイバ伝送システムにおいて、下り回線では、ベースユニット１１のレーザダイオード１４の出力光パワーが各無線ユニットＲＵｉに等分配されるため、無線ユニットＲＵｉの数が大きくなるほど、各無線ユニットＲＵｉの受光パワーが小さくなる。また、上り回線において、上り光信号が各無線ユニットＲＵｉの光カプラ２１Ｃｉにより結合される度に減衰も発生する。無線ユニットＲＵｉの数が大きくなるにつれて、総減衰量が大きくなる。以上の原因により、システムに収容できる最大無線ユニットの数が制限される。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

以上のような課題を解決するために、この発明では光波長多重の手法を用いて、収容でき

る無線ユニットの数を拡大する。下り回線において、ベースユニットは異なる光波長帯で発光する複数のレーザダイオードを同時に使用することにより、総出力光パワーを増大する。無線ユニットは波長選択性光カプラを用いて、下り光信号のうち同調する波長帯の光信号を分配する。さらに、無線ユニットが複数のグループに分けられ、それぞれが光信号の各々の波長帯と対応付けられる。上り回線においても、無線ユニットが複数のグループに分けられ、それぞれのグループは、異なる波長帯のレーザダイオードを使用して光信号を生成し、さらに波長選択性光カプラを用いて光信号を上り用光ファイバ線路に結合する。

作用

以上のように、上り用および下り用光ファイバ線路において、波長帯の異なる複数の光信号が伝送され、それぞれがその光波長帯を選択した無線ユニットのグループのみにおいて、光パワーの分配、あるいは結合による光パワーの減衰が発生する。１つのグループで収容可能な最大の無線ユニット数は従来と同等であるが、複数のグループがあるため、収容可能な全体の無線ユニット数が拡大される。

【０００８】

【発明の実施の形態】

請求項１の実施例

請求項１の実施例を図１に示す。図７に示した従来例の下り回線の構成と異なる点は、ベースユニット１１に高周波電気信号を分配する分配器３１、複数個のレーザダイオード１４－１～１４－M、光波長多重合波器３２を設けている点、および、無線ユニットＲＵｉに波長選択性光カプラ３３Ｃｉ－ｊ（ｉ＝１，２，…，M）を使用している点である。

【０００９】

ベースユニット１１において、分配器３１でM分配された高周波電気信号はM個のレーザダイオード１４－１～１４－Mにより光信号に変換される。各レーザダイオード１４－ｊはたとえば図２Ａに示すように異なる波長帯λ１，λ２，…，λMで発光する。各レーザダイオード１４－ｊからの光信号は光波長多重合波器３２を用いて光ファイバ線路１２に入射される。

【００１０】

各無線ユニットＲＵｉ－ｊには光ファイバ線路１２に波長選択性光カプラ３３ｉ－ｊが挿入されて光信号が分配される。図２Ｂ，Ｃに波長選択性光カプラ３３ｉ－ｊの結合特性を示す。同図において、光カプラ３３Ｃｉ－ｊの結合係数ｋは、たとえば特定の光波長帯λｊにおいて非０の値ｋを有し、それ以外の光波長帯において０である。したがって、波長選択性光カプラ３３Ｃｉ－ｊは同調する光波長λｊの光信号のみに対して分岐分配を行い、同調しない光波長の光信号を分配することなくそのまま通過させる。一方、無線ユニットＲＵ１は図１に示すようにM個のグループＧ１～ＧMに分けられる。同一のグループ内の無線ユニットＲＵ１－ｊ　～ＲＵＮ－２は同一の波長帯λｊの波長選択光カプラ３３Ｃ１－ｊ　～３３ＣＮ－ｊ　を使用し、M種の光波長λ１～λMを有する光信号の中から、その１種を選択して分配する。さらに、グループ内において、選択された光信号のパワーを各無線ユニットＲＵ１－ｊ　～ＲＵＮ－ｊ　に等分配するために、各波長選択性光カプラ３３Ｃ１－ｊ　～３３ＣＮ－ｊ　の結合係数の設定は図６に示した従来システムの下り回線のと同様の方法、つまり例えば図７Ａに示した設定方法を用いればよい。

【００１１】

以上のような高周波信号の伝送システムにおいて、Mを拡大することにより収容できる無線ユニット数を拡大することができる。

請求項２の実施例

請求項２の実施例を図３に示す。図６に示した従来例の上り回線の構成と異なる点は、無線ユニットに波長選択性光カプラ３５ｉ－ｊ　を使用されている点である。

【００１２】

図３の実施例において、無線ユニットＲＵがM個グループＧ１～ＧMに分けられる。異なるグループは発光波長帯λ１～λMの異なるレーザダイオード１８Ａｉ－１…１８Ａｉ－

Ｍを使用し、同一グループＧｊ内の各無線ユニットＲＵ１－ｊ～ＲＵＮ－ｊ　は同様な波長帯λｊのレーザダイオード１８Ａ１－ｊ～１８ＡＮ－ｊ　を使用する。さらに、グループＧｊ内において、ビート雑音の影響を避けるために、図７Ｂに示したようにレーザダイオードの発光波長λｉを一定の間隔を設けて設定する。このため、全体の無線ユニットの光波長は図４Ａに示すように分布する。つまりグループＧ１ではλ１１，λ１２，…、グループＧ２ではλ２１，λ２２，…、グループＧＭではλＭ１，λＭ２，…とされる。

【００１３】

各無線ユニットは波長選択性光カプラ３５Ｃｉ－ｊを用いて光信号を光ファイバ線路１３に結合する。図４Ｂ，Ｃは波長選択性光カプラ３５Ｃｉ－ｊの特性を示す。結合係数ｋは、たとえば特定の光波長帯λ１ｉにおいて非０の値ｋを有し、それ以外の光波長において０である。したがって、波長選択性光カプラ３５ｉ－ｊは、光信号を結合する際に、その結合係数ｋが同調する光波長λｊの光信号のみに対して働き、同調しない光波長の光信号に対して影響することなく通過させる。グループＧｊ内の各無線ユニットＲＵ１－ｊ～ＲＵＮ－ｊは、そのグループＧｊで使用されるレーザダイオードの波長帯λｊｉと対応する波長選択性光カプラ３５ｉ－ｊを使用する。その結果として、図３において、たとえば光ファイバ線路１３に結合されたグループＧＭの光信号が、グループＧ１の各波長選択性光カプラ３５Ｃｉ－１を通過するときに、減衰することなくベースユニット１１に到着する。一方、グループＧｊ内において、各無線ユニットＲＵ１－ｊ～ＲＵＮ－ｊからの光信号がベースユニット１１において等パワーで受信されるために、各光カプラ３５Ｃ１－ｊ～３５ＣＮ－ｊの結合係数の設定は図６に示した従来システムの上り回線のと同様な方法を用いればよい。各無線ユニットから光信号はベースユニット１１においてフォトダイオード２２により一括して高周波電気信号に変換される。

【００１４】

以上のような高周波信号の伝送システムにおいて、Ｍを拡大することにより、無線ユニット数を拡大することができる。

請求項３の実施例

請求項３の実施例の要部を図５に示す。無線ユニットＲＵは、下り用波長選択性光カプラ３３Ｃ、上り用波長選択性光カプラ３５Ｃ、レーザダイオード１９Ｌ、フォトダイオード１６Ｐ、デュープレクサ３７、およびアンテナ１８Ａで構成される。

【００１５】

無線ユニットＲＵでは下り用光ファイバ線路１２に下り用波長選択性光カプラ３３Ｃが挿入され同調する光信号を分配する。分配された光信号はフォトダイオード１６Ｐにより高周波電気信号に変換され、これがデュープレクサ３７を介してアンテナ１８Ａから送信される。一方、携帯電話等の移動無線機から送信された高周波電波信号は、無線ユニットＲＵのアンテナ１８Ａで受信され、デュープレクサ３７を介してレーザダイオード１９Ｌにより光信号に変換される。この光信号はその波長帯と同調する上り用波長選択性光カプラ３５Ｃにより上り用光ファイバ線路１３に結合される。

上述において無線ユニットＲＵのグループ分けは必ずしも各グループの無線ユニットＲＵの数は同一としなくてもよい。

【００１６】

【発明の効果】

以上の説明のように、この発明によれば双方向光ファイバ伝送システムにおいて、下り回線および上り回線において光波長多重の手法を用いることにより、無線ユニット数を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】請求項１の下り回線システムの実施例を示すブロック図。

【図２】Ａはベースユニット内の各レーザダイオードの発光波長の例を示す図、Ｂは波長選択性光カプラ３３Ｃｉ－１を示す図、Ｃはその結合係数の波長特性を示す図である。

【図３】請求項２の上り回線システムの実施例を示すブロック図。

【図４】Ａは図３の実施例における無線ユニットのレーザダイオード発光波長特性例を示

す図、Ｂは波長選択性光カプラ３５Ｃｉ－１を示す図、Ｃはその結合係数の波長特性を示す図である。

【図５】請求項３の実施例の要部である無線ユニットの構成例を示すブロック図。

【図６】従来の光ファイバ伝送システムを示すブロック図。

【図７】Ａは従来システムの下り回線における光カプラの結合係数の例を示す図、Ｂは従来システムの各無線ユニットのレーザダイオードの発光波長の例を示す図である。

【図１】

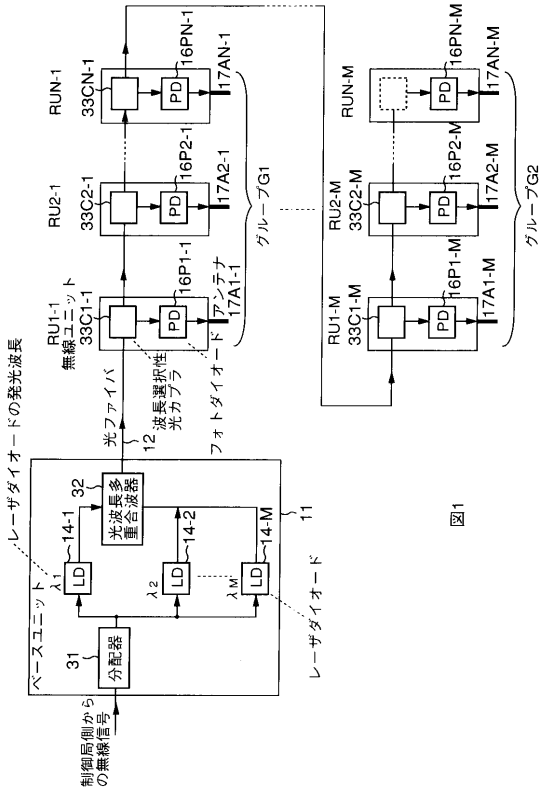
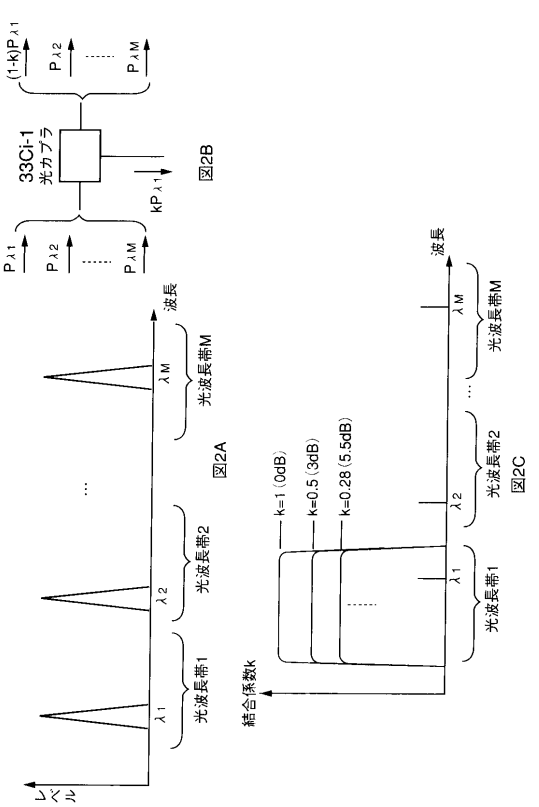


図1

【図２】



【図３】

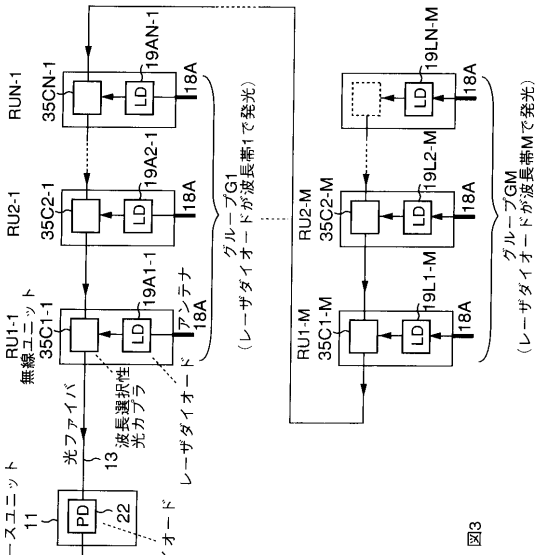
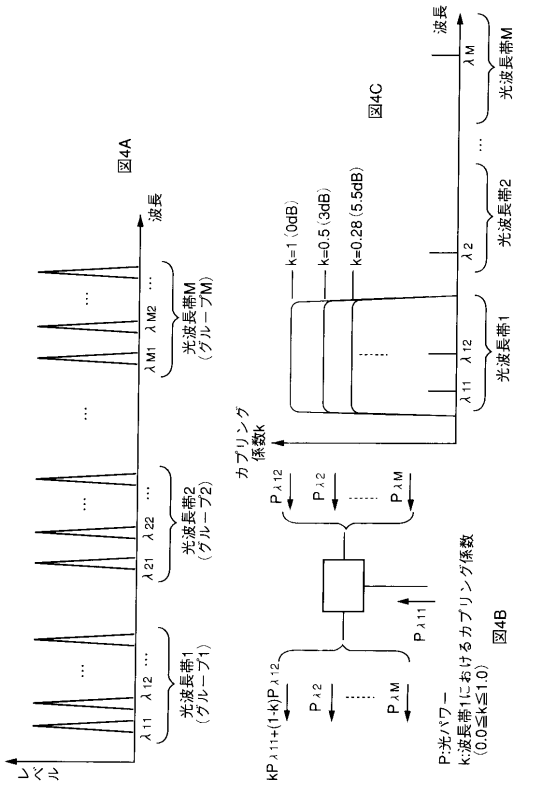


図3

【図４】



【図５】

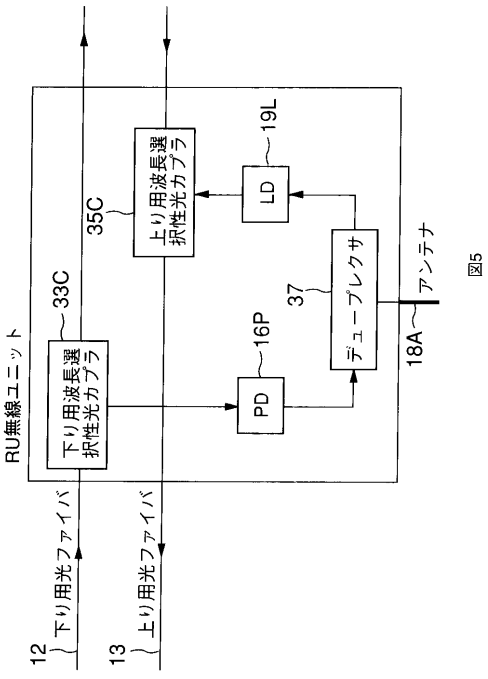


図5

【図６】

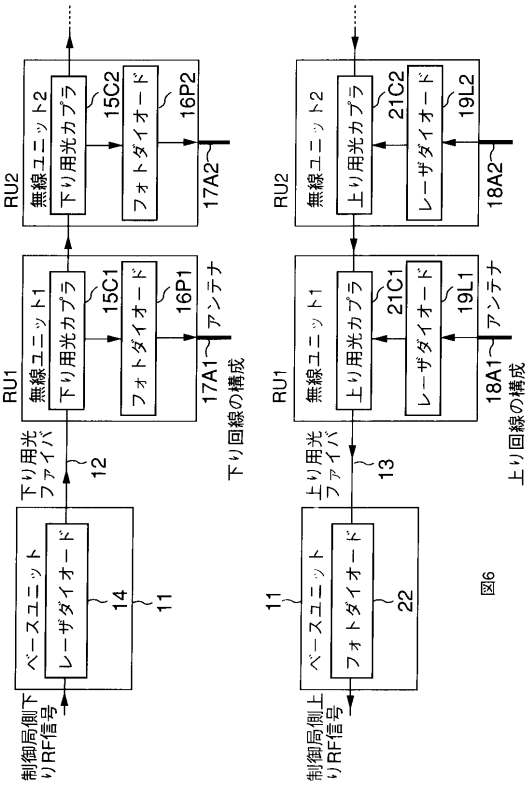
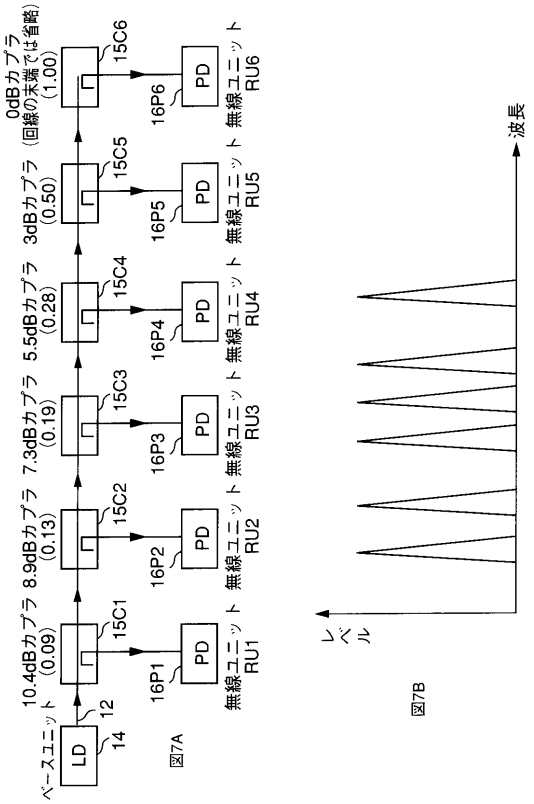


図6

【図７】


ベースユニット
LD
14
12
10.4dBカプラ (0.09)
8.9dBカプラ (0.13)
7.3dBカプラ (0.19)
5.5dBカプラ (0.28)
3dBカプラ (0.50)
0dBカプラ (回線の末端では省略) (1.00)
15C1
15C2
15C3
15C4
15C5
15C6
16P1
16P2
16P3
16P4
16P5
16P6
PD
無線ユニット RU1
無線ユニット RU2
無線ユニット RU3
無線ユニット RU4
無線ユニット RU5
無線ユニット RU6
図7A
レベル
波長
図7B

フロントページの続き

(72)発明者　野島　俊雄
東京都港区虎ノ門二丁目１０番１号　エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社内

審査官　前田　典之

(56)参考文献　特開平０４－０４８８３２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２３３０５３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04B 10/00 - 10/28
H04J 14/00 - 14/08
H04Q 7/36