

ブースタ特集

Special Issue of Booster Systems

4 光伝送ブースタ

4 Optical Transmission Booster

基地局から放射された電波を送受信し、トンネルなどの閉空間に対して移動通信サービスを提供する手段として光サブキャリア伝送技術を用いた光伝送ブースタ（光変換形無線中継増幅装置）がある。従来は800MHzアナログ帯、同デジタル帯そして1.5GHzデジタル帯の各システムを個別に伝送していたが、装置の経済化を図るため各帯域を共用伝送する装置を開発した。本稿では、帯域共用型の光伝送ブースタの特徴などについて述べる。

Recently, in order to provide a cellular services to a dead zone, such as tunnel, we have been using a booster system, that is receiving / transmitting RF-signals from / to base station using an optical-fiber (SCM technique). But, it can only amplifies one of the radio-frequency band, such as 800MHz analog system, 800MHz digital system and 1.5GHz digital system. We have developed a new equipment that can amplifies several radio-frequency bands, to provide a cellular service economically. This paper describes some of the characteristics of this booster.

福家 裕 恵比根 佳雄
Yutaka Fuke Yoshio Ebine

まえがき

近年、移動通信サービスの進展に伴い、トンネルなどのいわゆる閉空間における需要も高まってきている。トンネルなどにおける電波が届きにくい領域に移動通信サービスを提供する手段として、基地局（または移動局）から放射された電波（RF信号）を光変調する光伝送ブースタがある¹⁾。従来の光伝送ブースタは800MHz帯アナログ方式、同デジタル方式および1.5GHz帯デジタル方式のRF信号を各方式ごとに伝送していた。本稿では、各方式のRF信号を共用伝送することを可能とした帯域共用型の光伝送ブースタを提案している。RF信号を共用伝送することにより装置の経済化を図った。開発した光伝送ブースタは1台の親局装置に対して最大16台の子局装置が配置できるため、形状の複雑なサービスエリアに対して柔軟に対応でき、各子局装置ごとの通話品質がほぼ一定となる。また、最大伝送距離が約2kmと比較的長

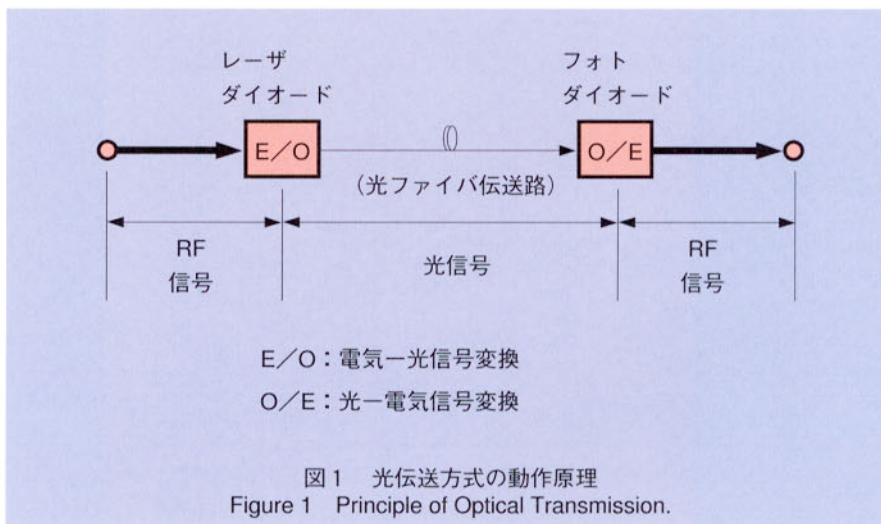
い距離まで対応できるため、一般のトンネルなどに十分対処できることになる。

光伝送方式の動作原理と装置構成

図1に光伝送方式の動作原理を示す。レーザーダイオード（以下「LD」）より発光する光信号をRF信号で直接強度変調する方式であり、一般にSCM（Sub

Carrier Multiplexing）光伝送方式と呼ばれている。送信側のLDで直接RF変調を受けた光信号は光ファイバを介して、受信側にあるフォトダイオード（以下「PD」）により光信号をRF信号へ復調する。LDとしてはファブリペロ-LD、DFB（分布帰還型）-LDなどが、PDにはpin-PDが用いられる。

移動通信は双方向通信であり、上り回線／下り回線各1回線ずつ必要で、光フ



ファイバは2回線必要となる。開発した光伝送ブースタは親局装置1台（基地局側に対向）に対して、子局装置（移動局側に対向）が最大で16台まで接続できる。親局装置と子局装置の接続は32本の光ファイバを介して伝送される。このような構成とすることにより、下り回線では親局装置においてRF信号で強度変調された光信号は、16分配して、各子局装置に伝送できる。このため、各子局装置に対して均一な信号レベルに分配され、品質がほぼ一定となる。上り回線は各子局装置ごとの光信号を個別に受信し、RF信号を復調する。その後、各子局装置からのRF信号を合成し、送信共通増幅器を介して送信される。

システム構成

光伝送ブースタのシステム構成を図2に示す。

光伝送ブースタは、主にトンネルへ移動通信サービスを提供する目的で開発したもので、子局装置はトンネル内の壁面に設置するため、筐体構造を薄くすると共に防水防塵構造としている。

親局装置および子局装置の外観を図3

に示す。

従来の装置は800MHz帯アナログ方式、同デジタル方式および1.5GHz帯デジタル方式、各移動通信方式のRF信号を最大で100波ずつ伝送していたが、本装置では各移動通信方式のRF信号を最大で300波まで共用伝送することを可能とした。また共用化に伴い、光デバイス(LD, PDなど)および周辺回路の部品点数を従来装置の3分の1に削減し、経済化を図っている。

LDには発光出力が大きく、歪み特性の良好なDFB-LDを採用している。光伝送区間の損失は最大2dBとしており、この損失が増大した場合、RF信号送信電力の低下、C/Nの劣化に影響する。

■システム動作

図2を用いて、光伝送ブースタのRF中継増幅動作を説明する。

(1) 下り回線

各事業者の基地局装置からのRF信号は、増幅部において所要レベルまで増幅した後、E/Oである電気-光変換部にて光信号に変調する。変調された光信号は光分配器において16分配された後に、光ファイバを介して各子局装置に伝送され

る。子局装置では、光信号をO/Eである光-電気変換部にて元のRF信号に復調し、分波器を介して対移動局アンテナから閉空間にある移動局に対して送信される。

(2) 上り回線

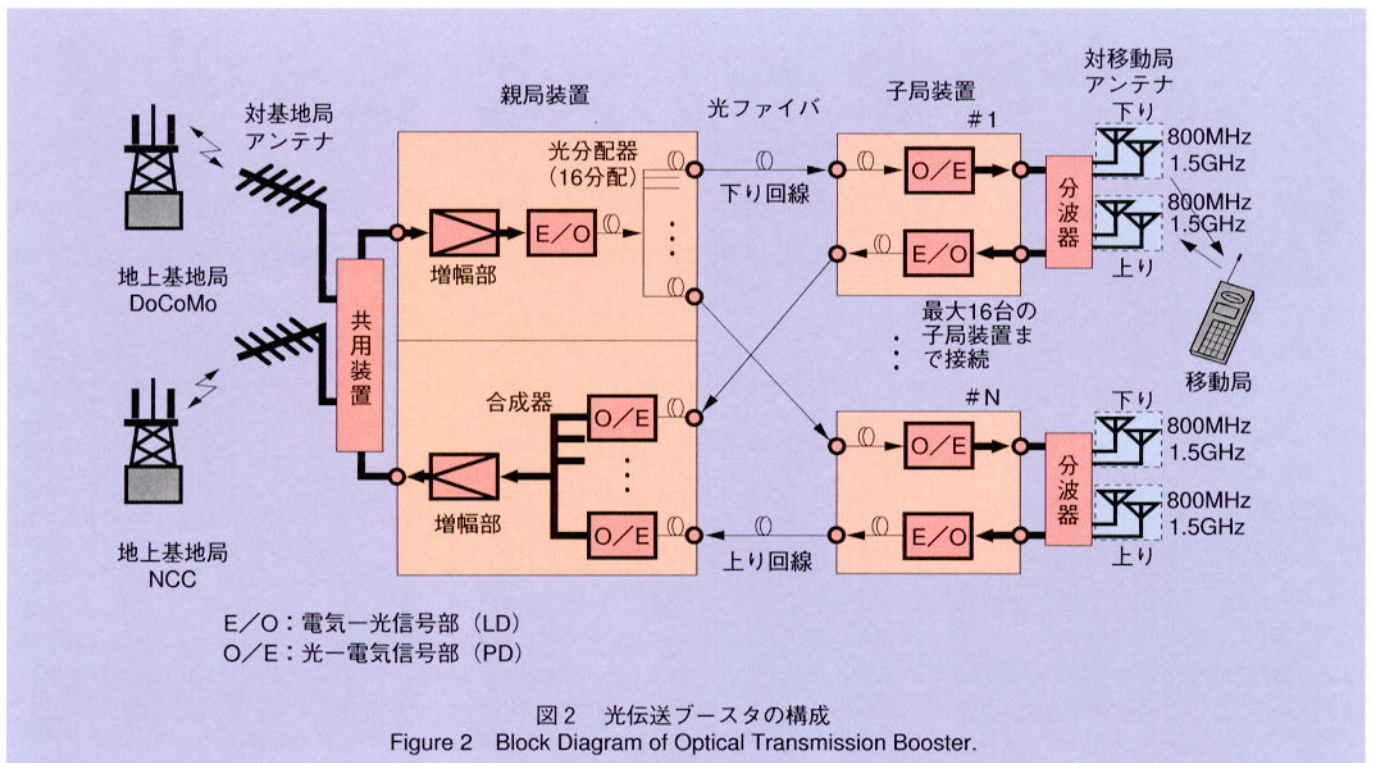
移動局からのRF信号は、子局装置の対移動局アンテナから分波器を経て、E/Oである電気-光変換部で光信号を変調する。変調された光信号は、光ファイバを介して親局装置にある光-電気変換部(O/E)でRF信号に復調される。各子局装置からのRF信号は合成器、増幅部、共用装置を経て、所要レベルまで増幅後、各事業者の地上基地局に対して送出される。

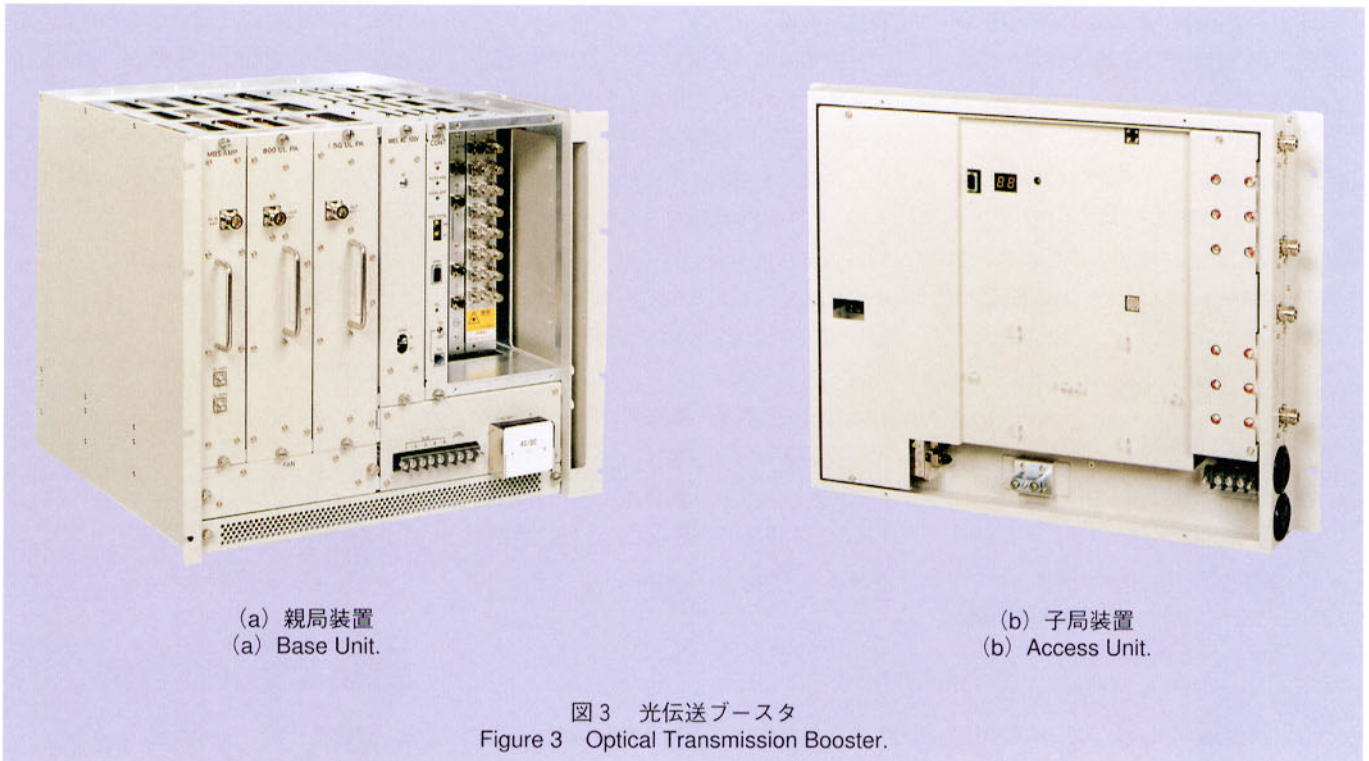
■主要諸元

主要諸元を表1に示す。

下り回線は1波当たり-60dBmのRF信号を最大300波まで受信して、1波当たり0dBmまで増幅して出力する。上り回線は、1波当たり-40dBmのRF信号を最大5波まで受信して、1波当たり+20dBmまで増幅して出力する。回線利得は上り回線/下り回線とも60dBである。

キャリア対雑音比(C/N)および3次





(a) 親局装置
(a) Base Unit.

(b) 子局装置
(b) Access Unit.

図3 光伝送ブースタ
Figure 3 Optical Transmission Booster.

表1 主要諸元
Table 1 Major Specification.

項目	下り回線	上り回線
入力電気レベル	-60dBm/波	-40dBm/波
キャリア数	最大300波	最大5波 (上記入力電気レベル時)
出力電気レベル	0dBm/波	+20dBm/波
光ファイバ種別	1.31 μm 帯シングルモード光ファイバ	
伝送距離	2km	

歪 (IM3) は、上り回線と下り回線で諸元が異なっている。下り回線は光伝送ブースタの親局装置と地上基地局間の距離が変化せず増幅部の負荷がほぼ一定であるため、ダイナミックレンジが小さくてよく、所要C/Nを45dB以上とした。それに対し、上り回線は移動局と子局装置間の距離に遠近差が生じ、伝搬損失が大きく変化するため、下り回線に比べダイナミックレンジを大きくする必要があり、このため、所要C/Nを60dB以上としている。

■子局装置の薄型化技術

子局装置の筐体は、自動車などの排気

ガス、道路清掃に対応するため、薄型、防水筐体としている。筐体を薄型にするため、装置内部をパネル単位で実装する構成とせず、光電変換部、増幅部、監視制御部、電源部などを同一基盤上に実装している。また、装置内部から発生する熱を抑えるための省電力化を図ると同時に、熱効率の良い放熱フィンを装置背面に設けている。その結果、筐体の厚さは従来に比べて約40%に薄型化された。

■保守監視系

特に子局装置はトンネル内に設置され、容易に人が出入りできないため、光伝送ブースタは親局装置の制御部から子

局装置の状態を監視し、また遠隔操作で各子局装置の制御部のリセットと電源部のオン/オフを可能とした。各子局装置および親局装置内で異常を検出したときには、親局装置において異常箇所を確認できると共に、接続している電話回線から自動的に監視制御局に対してダイヤルアップして、監視制御局においても異常を確認できる。監視制御局側からも本装置に対してダイヤルアップすることで、親局装置と同様に制御部のリセットと電源部のオン/オフが可能である。

その他の技術

光伝送ブースタは図2に示すように、すべての移動通信事業者の地上基地局とRF信号の送信/受信する対基地局アンテナ、RF信号を合成分配して光伝送ブースタの親局装置と接続する送受信共用装置、および子局装置に接続する対移動局アンテナから構成されている。

■対基地局アンテナ

対基地局アンテナは、各移動通信事業者および各システムごとに基地局向けに取り付けるが、設置場所の制約から送受

信共用としている。従って、800MHz帯(810～956MHz)では、比帯域が約10%と広帯域であるため、90°コーナレフレクタアンテナを用いている。アンテナ利得は約10dBiである。また、1.5GHz帯(1429～1501MHz)では、伝搬損失が800MHz帯に比べて増加するためアンテナ利得を17～20dBiとした。1.5GHz帯は比帯域が約5%と狭いので、12素子八木アンテナの多段配列(最大4素子)とした。

■対移動局アンテナ

アンテナ形式はノッチアンテナを用いており、1つのレドーム内に800MHz帯の送信・受信アンテナおよび1.5GHz帯の送信・受信アンテナ、合計4基のノッチアンテナを平面状に配置した。アンテナ利得は各周波数共に2dBiで、送受信間の結合量は最小で約10dBである。

本アンテナは壁面に取り付けるために設計したもので、天井面取付用に円環アンテナを用いたものも開発している。

■共用装置

共用装置は、各事業者ごとの対基地局アンテナからの送受信波を分波合成する装置である。各事業者の地上基地局との遠近距離差を解消するため、各事業者ごとのレベル調整機能を有しており、移動局への送信電力を一定にしている。アンテナは送受信共用であるから、はじめに送信波・受信波を分離して複数事業者の電波を各システムごとに800MHzおよび1.5GHzの送信波、受信波に合成・分配し、光伝送装置と接続する。

伝送損失は、800MHz帯で14～18dB、1.5GHz帯で11～13dBである。送受信間減衰量は70dB以上である。

まとめ

移動通信方式の各周波数帯域を共用して中継増幅する光伝送ブースタについて、その構成と特性を明らかにした。本装置はサービス性の向上を図るために、各地のトンネルなどに導入が予定されて

いる。今後は光伝送ブースタの最適化を進め、さらなる経済化を図る予定である。

文献

- 1) 菅沼他, “1.5GHzデジタル移動通信用トンネルブースタ”, 本誌, Vol.2, No.2, pp. 20～23, Jul. 1994.