



1. 研究課題名

1550nm帯OFDM変調RoFにおける光波長多重通信と周波数多重通信の研究

2. 研究成果

RoF (Radio-over-Fiber) の5GHz帯1550nmWDM・FDM通信方式においてDFB-LDとMZM (Mach-Zehnder Modulator) を使用した多段変調システムの可能性と最適変調条件について調べ、新たな広帯域マルチチャンネル無線デジタル異種信号の光アクセスネットワーク実現の可能性を検討した。WiMAX信号 (4.8GHz, 64QAM, 5MHz-BW) とFM信号 (4.7GHz, 32MHz-BW) を1550nm DFB-LDで直接変調し、2波長を合成した信号を、MZMでIEEE802.11ac信号 (5GHz, 256QAM, 80MHz-BW) を用いてさらに多段変調を行った (図1)。

2つのDFB-LDの波長間隔、周波数間隔、偏波量を変化させた場合のWiMAX信号のRCEとIEEE802.11ac信号のEVMの変化を測定した。WiMAX信号のRCEは、波長間隔が0.05nm以下で光SNRが30dB以下である場合、-20dB以上に上昇し、図2の(d)や(e)のように64QAMのコンスタレーションが乱れた。IEEE802.11ac信号のEVMは、波長間隔が0.08nm以下である場合、-5dB程度まで上昇し、図2(a),(b)のように256QAMのコンスタレーションが乱れた。DFB-LDとMZMを用いた多段変調の場合、波長間隔が0.1nm以上、光SNRが60dB以上であればWDM変調が実現できることがわかった。EVMとRCEは-30dB程度まで減少し、図2(c),(f)に示されているようにコンスタレーションが明瞭となった。IEEE802.11ac信号はWiMAX-FM信号を変調した2次変調信号であるため、元の信号が劣化しているとEVMの値に影響を及ぼす。そのため、多段変調ではWDM DFB-LD変調条件は直接変調条件と同等であるが、MZM変調条件は高SNRを確保する変調条件が必要となる。また、異なる偏波によるWDMにおいて、波長間隔を0.03nm以下に狭めても波長間の偏波量を調整することで、WiMAX信号のRCEが-34dB、IEEE802.11ac信号のEVMが-28dBまで減少した。偏波量を調整することにより、WDMにおいて更に波長間隔を狭めることができる見通しを得た。

また、周波数間隔が(それぞれの信号の変調帯域幅の和) / 2より大きいとき、WiMAX信号のRCEは-35dB以下になり、IEEE802.11ac信号のEVMは-30dB以下まで減少し、WDMと同様の構成を有するFDMを実現することができた。

3. 研究成果の発表実績

- (1) "Directly Modulated WDM-FDM OFDM Signals Externally Modulated with IEEE802.11ac Signals at an MZM," The 2015 Asia Communications and Photonics Conference and Exhibition (ACP), Hong Kong, ASu2A.85, Nov.19-23 (2015) (筆頭、ポスター発表、査読有)
(2) "Co-modulation of WDM-FDM OFDM Signals and IEEE802.11ac Signals by DFB-LD and MZM," International Conference of Global Network for Innovative Technology (IGNITE), Malaysia, Jan 27-29 (2016) (筆頭、口頭発表、査読有)
(3) "直接変調 OFDM 信号の外部変調による WDM-FDM 多段変調," 平成 27 年度 電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2015-20, 琉球大学, 12月19日、2015年 (筆頭、口頭発表、査読なし)
(4) The 12th IEEE Transdisciplinary-Oriented Workshop for Emerging Researchers, Tokyo, Nov.28 (2015) (筆頭、ポスター発表、査読無し)

4. 助成金使用内訳 (助成額 200,000 円)

- ・消耗品費: 光コネクタ用プラグ インコンバータ SCV-FCSC-SM (1個、14,040円)、ファイバ偏波コントローラ HFPC-11-1300/1500 (1個、98,550円)、セラミック発振子 CSTLS20MOX53 (1個、2,175円)、光コネクタ用プラグインコンバータ SCV-FCSC-SM (1個、24,634円)
・その他の経費: 2015年 ACP 学会参加登録費 (21,047円)、iGNITE2016 学会参加登録費 (39,554円)

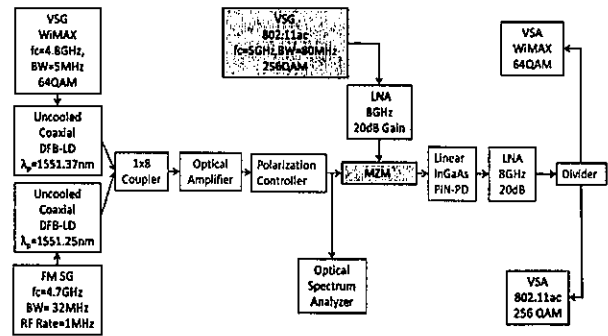


図1. WDM・FDM RoF 通信システムの構成

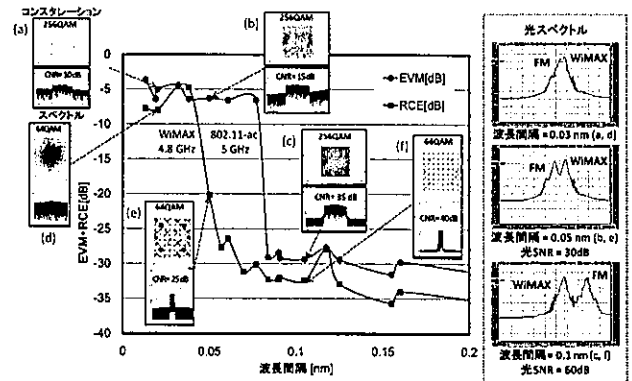


図2. 波長間隔を変化させたときのWiMAXとIEEE802.11acのEVM・RCE、スペクトル、コンスタレーションの変化