

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20760220
 研究課題名 (和文) 光ファイバ無線のための広帯域フェーズド・アレーアンテナの研究
 研究課題名 (英文) Research on Optically Controlled Phased Array Antenna for Radio-over-Fiber Systems
 研究代表者
 松浦 基晴(Motoharu Matsuura)
 電気通信大学・先端領域教育研究センター・特任助教
 研究者番号：40456281

研究成果の概要 (和文)：

無線通信における周波数資源の枯渇や、アンテナ送信電力増大に伴う環境電磁波問題を軽減するため、光ファイバ無線をベースとした光ネットワークのための光制御型フェーズドアレーアンテナシステムの実現を行った。独自の光アナログ信号の広帯域光信号処理回路を構成し、無線LAN規格に準拠した信号による実証実験に成功した。このシステムは、広帯域性にも優れ、将来の超高速無線アクセスシステムにも有効な技術であると考えられる。

研究成果の概要 (英文)：

This work presents an optically controlled phased-array antenna system for radio-over-fiber (RoF) access networks. To optically interconnect between RoF network and phased-array antenna, wideband all-optical multicasting technique of analog optical signal modulated by an electrical signal with wireless local network format was experimentally demonstrated. We successfully achieved high performances and showed the practical implementation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子デバイス・電子機器

キーワード：光デバイス・光回路

1. 研究開始当初の背景

携帯電話やモバイルコンピュータの発展に伴い、高速無線通信の需要が急速に高まっている。このため、無線周波数の高周波数化

も必須となっており、より広帯域で、効率の良い無線通信技術が必要となる。一方、無線アンテナ基地局においても、高周波化に伴う、小セル化、無線周波数資源の枯渇、アンテナ

送信電力増大に伴う環境電磁波の問題を軽減する必要性が重要になって来ている。これらの問題を解決するべく、光信号信号処理技術を駆使した新しい伝送システムの開拓を目的とした研究開発を実施する。

2. 研究の目的

無線通信システムの大容量化を実現する上で、光ファイバ無線を活用した光ネットワークの実現が望まれる。また、無線アンテナ基地局においては、アンテナ送信電力の省電力化や高効率化を実現するため、フェーズド・アレーアンテナの導入が期待されている。その一方で、従来の電気制御型のアレーアンテナ構成では、アンテナ指向性に帯域制限が発生し、将来の高速無線通信用の信号には不向きである。

本研究では、光ファイバ無線をベースとした光ネットワークと親和性の高い光制御型フェーズドアレーアンテナシステムの実現を目指す。制御局からの光信号を独自の光信号処理技術を活用し、光信号のまま、アンテナビームの指向性制御を可能にする光制御型アレーアンテナを構築することで、広帯域性に優れた将来の無線通信システムのための新しい伝送技術の確立を目指す。

3. 研究の方法

本研究のキー技術となるのが、光アナログ信号の多波長変換を行う全光マルチキャスト技術である。これまで、光デジタル信号でのマルチキャストは報告されているが、本研究では、独自技術を発展し、光アナログ信号による広帯域マルチキャストの実現を行う。これにより、光ファイバ無線ネットワークを伝搬する光信号からマルチキャストされた多波長光信号を用いた実時間遅延方式の光制御型フェーズド・アレーアンテナを構築する。

4. 研究成果

実証実験では、無線通信として汎用されているIEEE 802.11の無線LAN規格に準拠した64 QAM OFDM信号で変調された光アナログ信号を利用した4チャンネル全光マルチキャスト技術での符号誤り率評価を行い、元信号に対し、無エラー動作時で、3 dB以下のパワー・ペナルティを得られることを明らかにした。実際のアレーアンテナ構成では、4アレー型のアンテナで、数GHz帯の無線信号においても、実用レベルの指向性を有する広帯域フェーズド・アレーアンテナを実現することが可能であることを明らかにした。

本研究で提案・実証したアレーアンテナシ

ステムは、広帯域性にも優れ、光ファイバ無線システムとの整合性も高いことから、将来の超高速無線アクセスシステムにも有効な技術であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計11件)

- [1] M. Matsuura and E. Oki, "Optical carrier regeneration for carrier wavelength reuse in a multicarrier distributed WDM network," IEEE Photonics Technology Letters, 査読有, to be published, 2010.
- [2] M. N. Bhuiyan, M. Matsuura, H. N. Tan, and N. Kishi, "Polarization-insensitive and widely tunable wavelength conversion for polarization shift keying signal based on four wave mixing in highly non-linear fiber," Optics Express, 査読有, vol. 18, no. 3, pp. 2467-2476, 2010.
- [3] H. N. Tan, M. Matsuura, T. Katafuchi, and N. Kishi, "Multiple-channel optical signal processing with wavelength-waveform conversions, pulsewidth tunability, and signal regeneration," Optics Express, 査読有, vol. 17, no. 25, pp. 22960-22973, 2009.
- [4] Y. Cai, E. Oki, M. Matsuura, N. Kishi, and T. Miki, "Design and evaluation of an optical broadcast-and-select network architecture with a centralized multicarrier light source," IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, 査読有, vol. 27, no. 21, pp. 4897-4906, 2009.
- [5] Y. Cai, M. Matsuura, E. Oki, N. Kishi, and T. Miki, "Optical drop-add-drop network architecture with centralized multicarrier light source," IEEE Communications Letters, 査読有, vol. 13, no. 9, pp. 700-702, 2009.
- [6] M. Matsuura and N. Kishi, "Wideband wavelength-flexible all-optical signal regeneration using gain-band tunable Raman amplification and self-phase-modulation-based spectral filtering," OS A Optics Letters, 査読有, vol. 34, no. 16, pp. 2420-2422, 2009.
- [7] M. Matsuura, B. P. Samarakoon, and N. Kishi, "Wavelength-shift-free

adjustment of the pulsewidth in return-to-zero on-off keyed signals by means of pulse compression in distributed Raman amplification,” IEEE Photonics Technology Letters, 査読有, vol.21, no. 9, pp. 572-574, 2009.

- [8] M. Matsuura, N. Iwatsu, K. Kitamura, and N. Kishi, “Time-resolved chirp properties of SOAs measured with an optical band-pass filter,” IEEE Photonics Technology Letters, 査読有, vol. 20, no. 23, pp. 2001-2003, Dec. 2008.
- [9] H. N. Tan, M. Matsuura, and N. Kishi, “Transmission performance of a wave-length and NRZ-to-RZ format conversion with pulsewidth tunability by combination of SOA- and fiber-based switches,” OSA Optics Express, 査読有, vol. 16, no. 23, pp. 19063-19071, 2008.
- [10] M. Matsuura, M. Taguchi, and N. Kishi, “S, C, L-band signal transmission using a widely tunable optical clock generator,” Optics Communications, 査読有, vol. 281, no. 12, pp. 5423-5428, 2008.
- [11] Y. Cai, M. Matsuura, E. Oki, N. Kishi, and T. Miki, “Optical broadcast-and-select network architecture with centralized multi-carrier light source,” IEICE Electronics Express, 査読有, vol. 5, no. 19, pp. 796-801, 2008.

[学会発表] (計 29 件)

- [1] M. N. Bhuiyan, M. Matsuura, H. N. Tan, and N. Kishi, “Channel group-delay and polarization-insensitive wavelength conversion of multichannel polarization-shift keying signal,” in Proc. of OFC/NFOEC 2010, JWA50, San Diego, March 26, 2010
- [2] 松浦基晴, 大木英司, “マルチキャリア分配型 OADM ネットワークにおける波長再利用のための光キャリア再生,” 2010 年電子情報通信学会総合大会, B-12-25, 東北大学, 宮城, 2010 年 3 月 17 日.
- [3] N. Kitsuwana, R. Rojas-Cessa, M. Matsuura, and Eiji Oki, “An optical packet switch based on parametric wavelength converters,” 電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会, 石垣島大濱信泉記念館, 沖縄, 2010 年 3 月 8 日.
- [4] N. Krisdianto, M. Matsuura, and N.

Kishi, “Wavelength conversion and multicasting using SOA for phased array antenna beam-steering,” 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, 機械振興会館, 東京, 2010 年 2 月 26 日.

- [5] 北村圭, 松浦基晴, 來住直人, “半導体光増幅器内で発生するチャープの伝送特性に及ぼす影響,” 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, 機械振興会館, 東京, 2010 年 2 月 26 日.
- [6] Y. Cai, M. Matsuura, E. Oki, N. Kishi, and T. Miki, “Resilient optical broadcast-and-select network using centralized multi-carrier light source,” in Proc. of ONDM 2010, P-4, Kyoto, Feb. 2, 2010.
- [7] 松浦基晴, 來住直人, “利得波長帯可変型ラマン増幅と光ファイバ中の自己位相変調を利用した広帯域全光信号再生,” 電子情報通信学会光通信システム研究会, 海峡メッセ下関, 山口, OCS2009-113, 2010 年 1 月 29 日.
- [8] M. N. Bhuiyan, M. Matsuura, H. N. Tan, and N. Kishi, “Preservation of state of polarization and polarization-insensitive wavelength conversion for polarization shift keying signal, based on four wave mixing in highly non-linear fiber,” in Proc. of TriSAI 2009, Regular 7-3, Tokyo, Oct. 29, 2009.
- [9] M. Matsuura and N. Kishi, “Widely wavelength flexible operation of all-optical regeneration in RZ-OOK signals using gain-band tunable Raman amplifier,” in Proc. ECOC 2009, P3.05, Vienna, Sep. 23, 2009.
- [10] Q. N. The, M. Matsuura, and N. Kishi, “All-optical ultra-short pulsewidth tunable waveform conversion by combination of fiber-based switch and Raman amplifier-based compressor,” 2009 年電子情報通信学会ソサエティ大会, 新潟大学, 新潟, B-10-65, 2009 年 9 月 18 日.
- [11] M. N. Bhuiyan, M. Matsuura, H. N. Tan, and N. Kishi, “Polarization-insensitive wavelength conversion for polarization shift keying signal based on four wave mixing in highly non-linear fiber,” in Proc. OECC 2009, FE2, Hong Kong, July 17, 2009.
- [12] H. N. Tan, M. Matsuura, T. Katafuchi, and N. Kishi, “Simultaneous WDM-channel NRZ to RZ format conversion with wide pulsewidth tunability

- using nonlinearities in SOA and fiber,” in Proc. OECC 2009, WJ2, Hong Kong, July 15, 2009.
- [13] 松浦基晴, 蔡岳平, 大木英司, “マルチキャリア光源を用いた光キャリア分配型動的波長制御 WDM ネットワーク,” 電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会, 長崎歴史文化博物館, 長崎, PN2009-2, 2009年6月25日.
- [14] Y. Cai, E. Oki, M. Matsuura, N. Kishi, and T. Miki, “Optical broadcast-and-select network architecture with centralized multi-carrier light source,” in Proc. ICC 2009, ONS-03-2, Dresden, June 15, 2009.
- [15] Y. Cai, E. Oki, M. Matsuura, N. Kishi, and T. Miki, “Dynamic wavelength allocation and selection for optical network with centralized multi-carrier light source,” in Proc. iPOP 2009, P-2, Tokyo, June 11, 2009.
- [16] 毛利元一, 松浦基晴, 來住直人, “光バーストスイッチングネットワークにおけるリンク負荷・遅延を考慮した経路選択手法,” 2009年電子情報通信学会総合大会, 愛媛大学, 松山, B-12-7, 2009年3月18日.
- [17] 岩城亜弥子, 松浦基晴, 來住直人, “波長変換およびファイバ群遅延を用いた全光可変遅延回路,” 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, 機械振興会館, 東京, OFT2008-87, 2009年3月6日.
- [18] M. Matsuura, M. Taguchi, and N. Kishi, “S, C, L-band signal transmission by widely tunable pulse sources using a single SOA-based wavelength converter,” in Proc. LEOS 2008, TuX1, Newport Beach, Nov. 11, 2008.
- [19] M. Matsuura, B. P. Samarakoon, and N. Kishi, “Pulsewidth-tunable all-optical signal conversion by pulse compression in distributed Raman amplifier,” in Proc. LEOS 2008, MP2, Newport Beach, Nov. 11, 2008.
- [20] 北村圭, 松浦基晴, 岩津のぞみ, 來住直人, “光フィルタを用いた半導体光増幅器内で発生するチャープ特性の評価,” 電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究会, 九州大学, 福岡, OCS2008-50, 2008年10月23日.
- [21] 田口勝久, 松浦基晴, 來住直人, “単一周波数光ファイバレーザの多波長外部光源による周波数制御法,” 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, 芝浦工業大学, 東京, OFT2008-35, 2008年10月17日.
- [22] Y. Cai, M. Matsuura, N. Kishi, and T. Miki, “Survivable optical broadcast-and-select network with centralized multi-carrier light source,” in Proc. APCC/ COIN 2008, 16-PM2-C4, Tokyo, Oct. 16, 2008.
- [23] H. N. Tan, M. Matsuura, and N. Kishi, “All-optical wavelength and width-tunable waveform conversion using nonlinearities in semiconductor optical amplifier and highly nonlinear fiber,” in Proc. TriSAI 2008, Regular Session IV-1, Daejeon, Oct. 9, 2008.
- [24] M. Matsuura, N. Iwatsu, K. Kitamura, and N. Kishi, “Time-resolved chirp properties induced by semiconductor optical amplifiers measured with a conventional optical bandpass filter,” in Proc. TriSAI 2008, Regular Session VI-5, Daejeon, Oct. 8, 2008.
- [25] 來住直人, 松浦基晴, H. N. Tan, B. P. Samarakoon, “光ファイバ非線形現象の光波形変換への応用,” 2008年電子情報通信学会ソサエティ大会, 明治大学, 神奈川, BS-11-4, 2008年9月18日.
- [26] Y. Cai, M. Matsuura, N. Kishi, and T. Miki, “Modeling and architecture design of novel optical broadcast-and-select network with centralized multi-carrier light source,” in Proc. OECC/ACOFT 2008, ThP-81, Sydney, July 10, 2008.
- [27] H. N. Tan, M. Matsuura, and N. Kishi, “Pulsewidth tunable NRZ-to-RZ data format conversion by combination of SOA- and fiber-based switches,” in Proc. OECC/ACOFT 2008, TuF-5, Sydney, July 9, 2008.
- [28] M. Matsuura, N. Iwatsu, K. Kitamura, and N. Kishi, “Chirp properties induced by SOA for amplification and wavelength conversions measured by an optical tunable bandpass filter,” in Proc. OECC/ACOFT 2008, WeH-4, Sydney, July 8, 2008.
- [29] L. Yang, M. Matsuura, N. Nakamura, T. Miki, and Z. Qian, “Hybrid access network system integrating Radio-on-Fiber and WDM-PON,” in Proc. ILLMC 2008, 24-TP4-8, Yokohama, April 24, 2008.

[その他]
ホームページ等
<http://pcwave3.ice.uec.ac.jp/Matsuura/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松浦 基晴 (Motoharu Matsuura)
電気通信大学・先端領域教育研究センター・特任助教
研究者番号：40456281

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし