

半導体光増幅器の相互位相変調と光ビート法を用いた
2チャネルマイクロ波信号の同時生成と位相差の遠隔制御

Simultaneous generation of two-channel microwave signals by optical beat and remote control of the relative phase using XPM in semiconductor optical amplifiers

防衛大[○](M1)林 駿弥, 上原 知幸, 辻 健一郎

National Defense Academy, [○]Shunya Hayashi, Tomoyuki Uehara, Kenichiro Tsuji

E-mail: em60022@nda.ac.jp

【はじめに】次世代モバイルネットワークで活用が期待されるミリ波などの高周波無線信号を低損失で基地局まで伝送する手段として、光ファイバ無線技術が研究されている[1]。搬送波抑圧変調の上下側帯波を使用した光ビート法は安定した高周波信号の生成と位相の制御が容易で、アレーアンテナを用いた放射波の遠隔指向制御が期待できるが、伝送路上で生じるチャネル信号間の位相ドリフトが課題である。

そこで我々は、アンテナ近傍に設置した半導体光増幅器(SOA)の相互位相変調(XPM)によってビート法で生成された高周波信号の位相を遠隔制御する方法を検討している[2]。本研究では、SOAの偏波モードを利用して、2チャネルのビート信号を同時生成するとともに、XPMの偏波依存性を用いてその位相差を遠隔制御する手法を提案し、100 m離れた制御側から送信する制御光パワーに応じてチャネル間位相差が遠隔制御できることを実験的に確認した結果を報告する。

【実験方法】Fig.1に提案手法の実験系を示す。図中矢印の色と向きは光ビート法に用いる2光波の周波数成分と偏波モードを、また点線はXPMにより2光波間の相対位相差が変化した状態を示す。搬送波抑圧変調(DSB-SC)により生成した20 GHzの周波数差を持つ2光波を100 mの偏波保持光ファイバ(PMF)伝送路を介してアンテナ側に設置されたSOAの両偏波モードが励振されるように入射すると、XPMにより偏波モード間の相対位相差が制御光パワーに応じてシフトする。これを差分周波数に対応する複屈折量を持つ短尺のPMFを用いて周波数成分を各偏波モードに分離する。これらを偏光ビームスプリッタ(PBS)で分離し、それぞれPDで検出することで2チャネルのビート信号を同時に生成する。このとき、SOA中のXPMは偏波モード間の相対位相差に依存するため[3]、チャネル間では相互位相変調の方向が反対方向となり効率的な位相差制御が可能となる。

【実験結果】Fig.2に、SOAの入射制御光パワーに対する2チャネルの生成信号の位相変化と波形の一例を示す。縦軸の位相は観測されたビート信号をフーリエ変換して求めた基本波の位相を表す。また、赤と青のマーカーはそれぞれCH1、及びCH2で観測された波形の位相を表す。Fig.2からわかるとおり、各チャネル信号の位相は制御光パワーに応じて反対方向に変化しており、放射波の指向制御に適していることがわかる。チャネル間位相差の最大変化量は1.6 mWの制御光入射時において2.3 radであった。

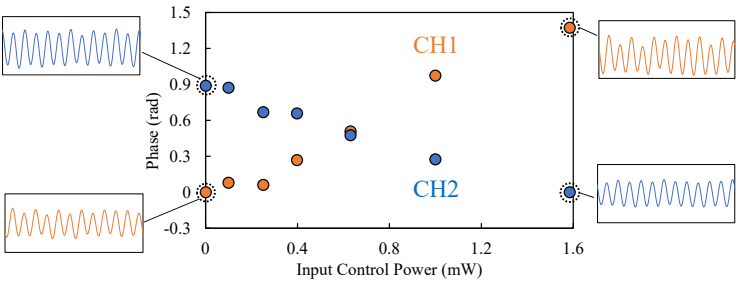


Fig. 2. Phases of output beat signals vs. control power.

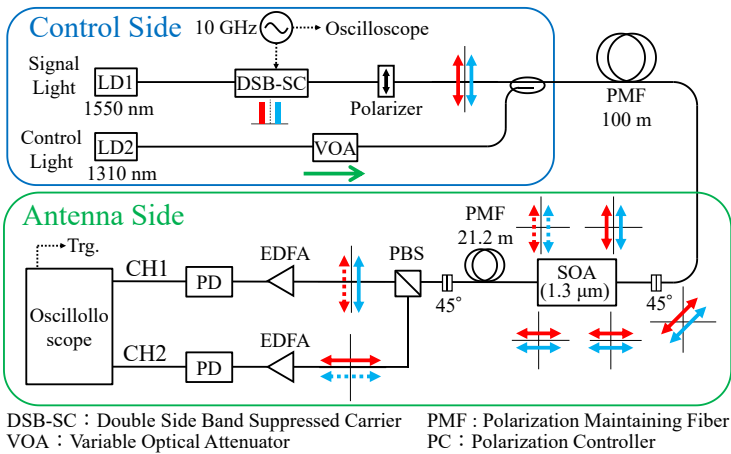


Fig. 1. Experimental setup

【参考文献】
[1] Z. Zhu et al., Opt. Commun., 285, 3021-3026 (2010).
[2] 林 他, 日本光学会年次学術講演会, 29pC1, 308 (2021).
[3] 林 他, 電子情報通信学会技術研究報告, MW2021-94, 55-60 (2021).