低誘電率低損失フッ素系樹脂基板を用いたアンテナ電極光 SSB 変調器

Antenna-Coupled-Electrode Optical Single-Sideband Modulators Utilizing Low-Dielectric-Constant and Low-Loss Fluorine-Based-Resin Substrate

三重大院工1	阪大院基礎工 ²	^O 村田 博司 ¹	松川 悠輝 ²	

Mie Univ.¹ Osaka Univ.²

[°]Hiroshi Murata¹ Yuki Matsukawa²

E-mail: murata@elec.mie-u.ac.jp

1. はじめに

ミリ波は,次世代(5G)移動体通信や高分解能レー ダーに不可欠であるが,大気中やケーブルでの損失が 大きいために,ミリ波を光信号に変換して石英光ファ イバを用いて伝送する Radio-over-Fiber (RoF)技術が 有用である.それゆえ,ミリ波を用いた様々なアプリ ケーションを構築する上で,ミリ波帯無線信号を光信 号に変換する高速光変調技術が重要である.このとき, 光ファイバの分散による信号フェージングを避けるた めには光 SSB 変調特性であることが望ましい[1].

我々は、平面アンテナと電気光学変調器を融合させ たアンテナ電極光変調器の研究を進めている[1]-[3].
アンテナと共振型変調電極を結合させたアンテナ電極 を用いると、無線信号を直接光信号に変換することができる(外部電源不要).さらに、分極反転技術を利用すれば、無線信号変換の指向性制御[2]や光 SSB 変調 特性を得ることもできる[1].これまでに10~80 GHz 帯 Light input で動作するさまざまなアンテナ電極光変調器の試作・ 動作実験に成功している.今回、低誘電率・低損失なフッ素系樹脂系基板[3]を用いて、60 GHz 帯での光 SSB 変調動作と変換効率向上を確認したので報告する.

2. デバイスの構造

基本構造を Fig. 1 に示す. アンテナ電極は 1 組のマ イクロストリップパッチアンテナを定在波共振型電極 に結合させた構成である[1]-[3]. 基板には低誘電率低 損失フッ素系樹脂(住友電工製 &=2.28, tan &=0.0008 (@10 GHz))を用いて,その上に z-cut LiNbO3 (LN)結 晶(厚さ~50µm)を装荷している.この複合基板構成 により基板の実効誘電率を低減させて,アンテナでの 受信電力の増大と不要共振モードの抑制を図っている.

光 SSB 変調動作のための sin/cos 変調特性は, 走行 時間効果と LN 結晶の分極反転による変調特性制御技 術[1]により得ることができる.また,光サイドバンド (USB/LSB)選択のための光バイアスのために,非対称 マッハツェンダー型導波路を用いている.この光 SSB 変調器は外部電源が不要であり,変調器に入力する光 の波長を調節すると光サイドバンドが切り替わる.

3 次元電磁界シミュレーターを用いて詳細な動作解 析を行ない,デバイスを設計した.動作周波数は 58 GHz,アンテナ電極素子数は4素子とした.

3. 試作・動作実験

光導波路, アンテナ電極等の作製プロセスは, 従来 デバイス[1]-[3]と同様である. Congruent z-cut LN 結晶 をフッ素系樹脂基板(100µm 厚)上に UV 硬化光学接 着剤で貼合せた後, LN を研磨して 50µm 厚にした.

60 GHz 帯のミリ波信号(~10dBm)を、ホーンアン テナを用いてデバイスに照射したときの出力光スペク トルの例を Fig. 2 に示す. 明瞭な光 SSB 変調信号を確認した. Fig. 3 に変調周波数特性を示す. ピーク変調 周波数は若干低周波側へシフトしたが,予想通り変調 指数が 2.5dB 程度向上した. 3dB 帯域は,約 2 GHz であり 1 Gb/s 無線信号の受信が可能と見積もられる.

謝辞 フッ素樹脂基板をご提供頂いた住友電工の各位 と、ご議論頂いた阪大 塩見助教,真田教授に感謝しま す.本研究の一部は,NICT 受託研究の補助を受けた.

参考文献 [1] Y. Matsukawa, T. Inoue, H. Murata, and A. Sanada, MOC 2017, A-3, 2017, Tokyo, Japan.
[2] H. Murata, R. Miyanaka, and Y. Okamura, Int. J. Microwave & Wireless Technol., vol.4, pp.399-405, 2012.
[3] 山崎 井上,村田,塩見,真田,木谷,中林,村田, 第 64 回応物春季学術講演会, 16p-316-5, 2017.











