

SLD 光源駆動 EA 変調器のダイナミックレンジ改善手法

黒川 悟 廣瀬 雅信

産業技術総合研究所 計測標準研究部門 〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1

E-mail: { satoru-kurokawa, masa-hirose }@aist.go.jp

あらまし 無バイアス、無温度コントロール動作を可能としたスーパーluminescentダイオード光源駆動 EA 変調器システムをすでに提案した。提案システムは、環境温度変動が 0.6 dB/3°C 程度であるが、最低受信強度が DFB レーザダイオード光源駆動システムに比べて劣化するため、その改善が課題となっている。本報告では既に提案したシステムの最低受信感度改善手法についての検討結果を報告する。改善手法を用いたシステムは、最低受信レベルが -106 dBm 以上である。

キーワード EA 変調器, スーパーluminescentダイオード, 温度制御, アンテナ測定

Dynamic Range Improvement for Super Luminescent Diode Drive Electro-Absorption Modulator

Satoru KUROKAWA and Masanobu HIROSE

National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1-1-1 Umezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-8563 Japan

E-mail: { satoru-kurokawa, masa-hirose }@aist.go.jp

Abstract We have proposed an optical reflection-type electro-absorption modulator having high stability of time by using a super luminescent diode without temperature control. However, dynamic range of our proposed system decreased than DFB laser diode drive system. In this paper, we discuss the method for improve the dynamic range. Our proposed system can measure more than -106dBm.

Keyword Electro-absorption modulator; super luminescent diode; temperature control; antenna measurement

1. はじめに

我々はこれまでに、アンテナ精密測定に用いることを目的とした光反射型変調器として、外部電源が不要であり、ペルチェ素子などによる温度制御を用いないスーパーluminescentダイオード(Super-Luminescent Diode: SLD) [1]光源駆動光反射型 EA 変調器(Electro-Absorption Modulator: EAM)を提案した[2]。しかし提案システムは、環境温度特性 0.4 dB/3°C 程度であるが、DFB(Distributed Feedback)レーザ等の線幅の細いレーザを用いて駆動した場合に比べ、ダイナミックレンジが劣化するため、その改善方法御検討が必要である。

本報告では、SLD 光源駆動 EA 変調器システムのダイナミックレンジ拡大手法についての検討結果を報告する。まずはじめに、既に提案しているシステムについて説明する。次に、受信電気信号をマイクロ波増幅器を用いて増幅して EA 変調器に入力することによるダイナミックレンジ拡大結果を報告する。

2. SLD 光源駆動 EA 変調器の概要

SLD 光源を用いて駆動する EA 変調器システム概念図を図 1 に示す。システムは、SLD 光源からの出力光を光サーキュレータを介して光反射型 EA 変調器に入力する。EA 変調器に入力する電気信号により広帯域光は強度変調され、光サーキュレータを介して可変光減衰器、フォトダイオードに入力し電気信号に変換され、マイクロ波増幅器を介して測定器に入力する。EA 変調器は無バイアス、無温度制御で駆動する。図 2

に示す SLD 光源のスペクトル測定結果は、半値幅が 100 nm 以上であることを示している。図 3 に示す S_{21} 測定結果は、4 GHz 程度まで 2 dB 程度の平坦度、-86dBm の入力レベルで 5 回測定標準偏差 0.5dB 未満で利用可能であることを示している。また、図 4 に示す環境温度に対する温度変動特性は、3°C 程度の環境温度変動も場合、入力レベル = -40 dBm で 0.6 dB 程度であることを示している。

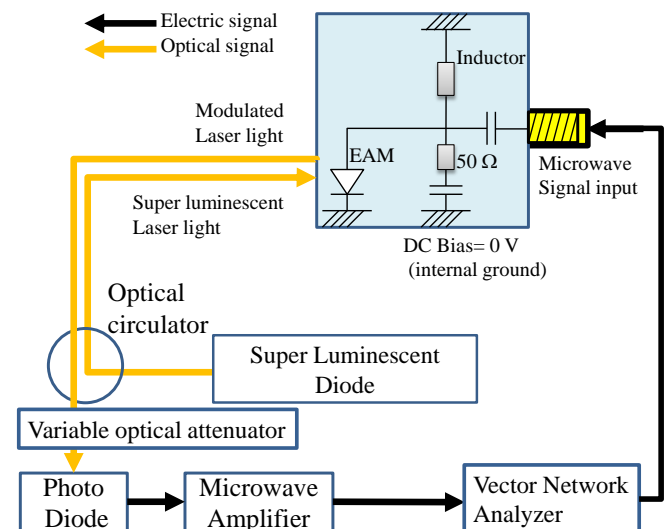


図 1 SLD 光源を用いた光反射型 EA 変調器駆動システム概念図

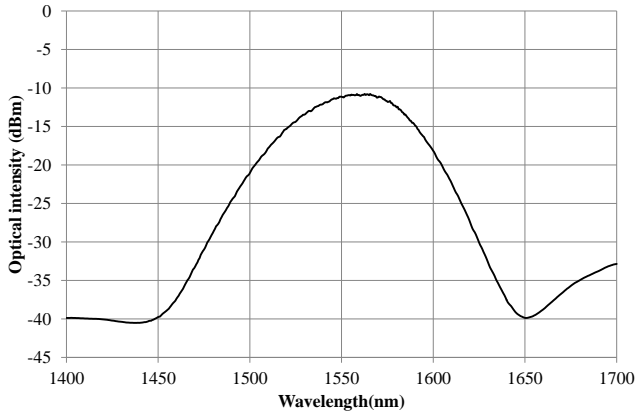
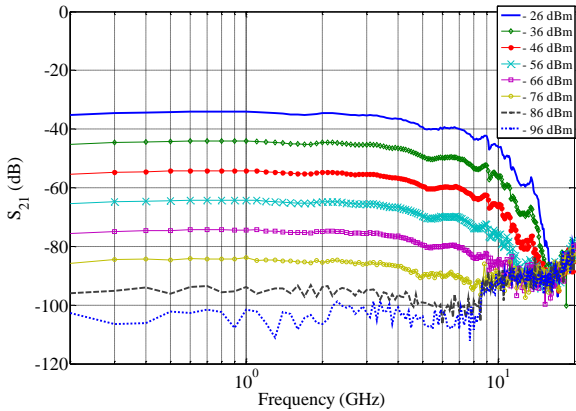
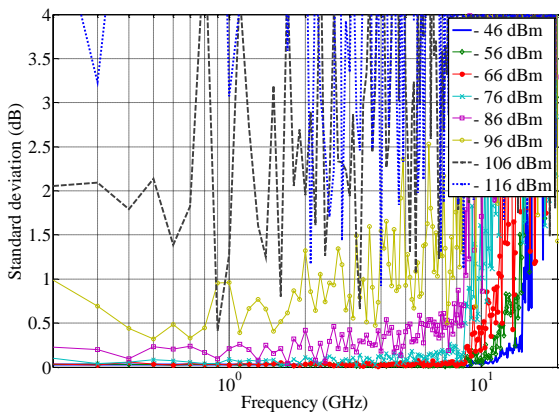


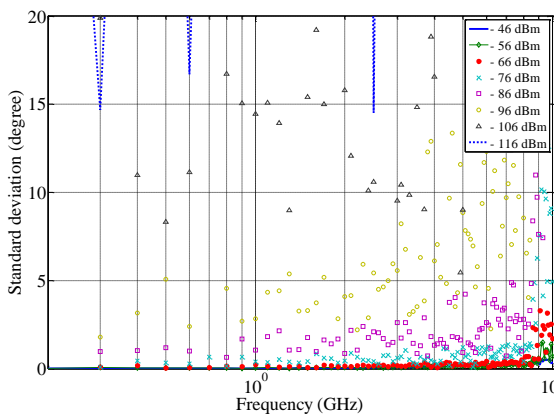
図2 SLD光源の出力光周波数特性測定結果



(a) S_{21} 周波数特性測定結果

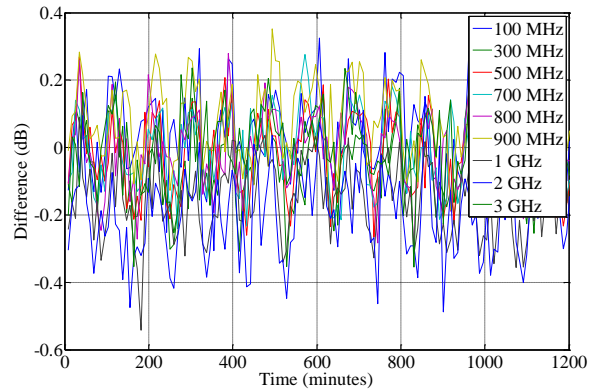


(b) S_{21} 振幅特性の測定標準偏差

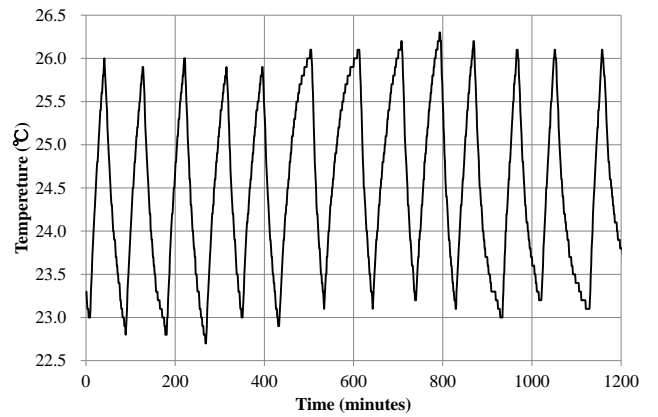


(c) S_{21} 位相特性の測定標準偏差

図3 SLD光源を用いたEA変調器の S_{21} 周波数特性測定結果と測定標準偏差



(a) S_{21} 周波数特性の変動特性(RF入力レベル=-40 dBm)



(b) 測定実施時の環境温度特性

図4 SLD光源駆動EA変調器へのRF入力レベル=-40 dBmの場合の S_{21} 周波数特性の変動特性と測定時の環境温度特性測定結果

3. SLD光源を用いたEA変調器システムのダイナミックレンジ拡大の試み

SLD光源を用いたEA変調器システムでは、10dBm程度強度の広帯域波長光をEA変調器に入力する。EA変調器のダイナミックレンジは、入力光の有するエネルギーに依存するノイズにより、決定されると考えられる。これは入力光のピークレベルを一定にし、光フィルタを用いて入力波長幅を変化させた実験により、ダイナミックレンジが改善されないことを確認している。

このため我々は、受信信号をマイクロ波増幅器にまず入力し、増幅器出力をEA変調器に入力することによりダイナミックレンジの拡大を試みた。増幅器は、利得=25 dB程度、周波数範囲 10 MHz~4200 MHz, NF= 6 dB程度であるMini-circuits社製ZHL-1042J+ [3]を用いた。改善システムの構成概念図を図5に示す。図6に S_{21} 周波数特性の入力レベルに対する応答特性測定結果、400分間の振幅と位相の測定標準偏差を示す。図6に示す測定結果は、改善システムが-106 dBm以上の場合、振幅の測定標準偏差は0.6 dB~1.5 dB、位相の測定標準偏差は 3° ~ 8° であり、提案システムでは測定に利用可能な受信レベルが10 dB以上改善されていることがわかる。

図7に測定を行った環境の温度特性測定結果、図8に環境温度変動特性に対する S_{21} 振幅特性の時間変動特性測定結果を示す。測定結果は、環境温度変動 1.3°C 程度の場合、入力レベル=-76dBm, -86 dBm, -96 dBm, -106 dBmの場合には、変動幅は $\pm 0.2\text{dB}$, $\pm 0.2\text{dB}$, $\pm 0.7\text{dB}$, $\pm 2\text{dB}$ 程度であることがわかる。なお、測定標準偏差は図6に示すとおりである。このことから、マイクロ波増幅器を用いたSLD光源駆動EA変調

器システムについては、すでに提案しているシステムに比べて、およそ 20 dB 程度の入力最低レベルが改善可能であることを示すことができた。

4. まとめ

本報告では、光広帯域光源である SLD 光源を用いた環境温度安定型、光反射型 EA 変調器システムの最低受信レベル改善手法について検討した。マイクロ波増幅器として NF=6 dB 程度の増幅器を EA 変調器の前段に用いることにより、システムとしてのノイズフロアを劣化せず、最低受信レベルの改善、振幅、位相それぞれの測定標準偏差の改善が可能であることを示した。改善システムでは、-106 dBm 以上の入力レベルの場合、100 MHz~4 GHz 程度の周波数範囲の場合には、振幅の測定標準偏差は 0.6 dB~1.5 dB、位相の測定標準偏差は 3°~8°であった。今後、実際のアンテナ測定への適応可能性について検討していくこととしたい。

文献

- [1] 黒川悟, 飴谷充隆, 廣瀬雅信, "SLD 光源駆動による高安定反射型 EA 変調器," 電子情報通信学会光応用電磁界計測研究会資料, 2015 年 2 月.
- [2] 1.55um SLD module AS5B125EM50M-E-C-1, Anritsu Corp., Dec. 2007.
- [3] Coaxial Amplifier ZHL1043J+カタログ, Mini-circuits 社 <http://www.minicircuits.com/pdfs/ZHL-1042J+.pdf>

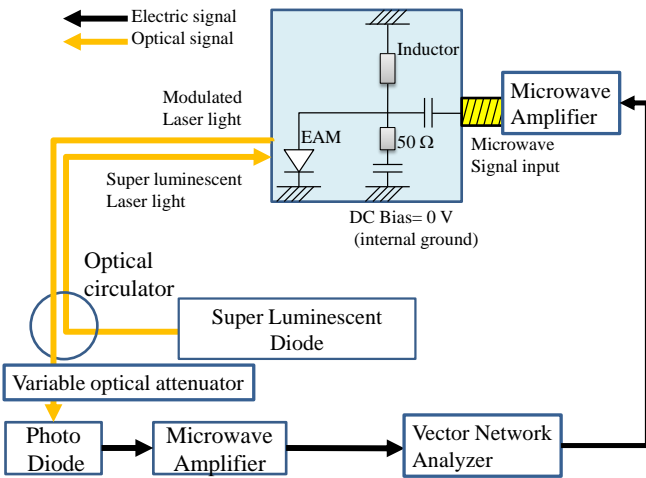
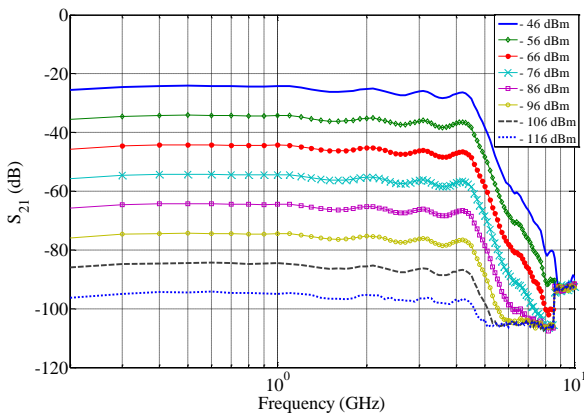
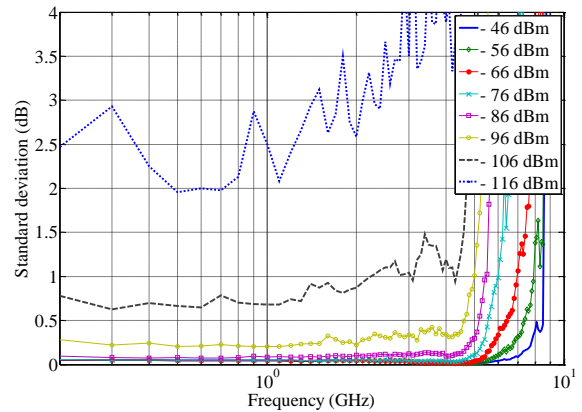


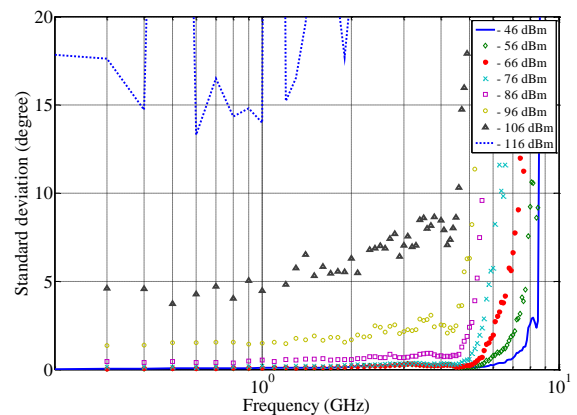
図5 マイクロ波増幅器を接続した光反射型 EA 変調器概念図



(a) S_{21} 周波数特性測定結果



(b) S_{21} 振幅特性の測定標準偏差



(c) S_{21} 位相特性の測定標準偏差

図6 マイクロ波増幅器を接続した SLD 光源駆動 EA 変調器の S_{21} 周波数特性測定結果と測定標準偏差

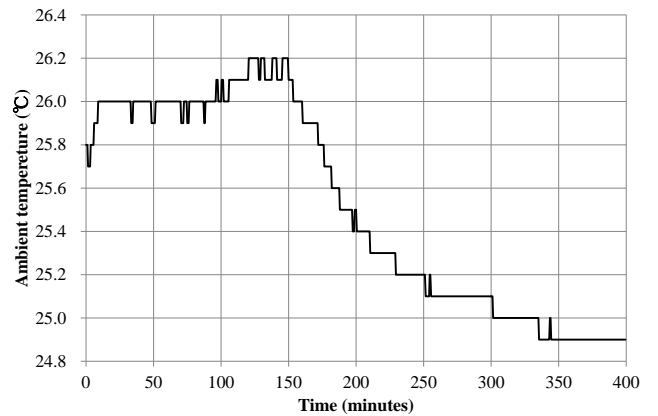
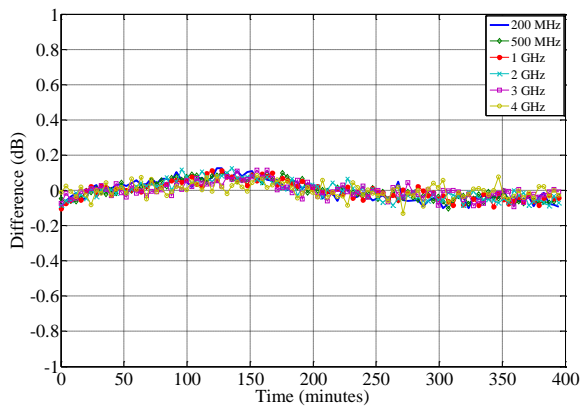
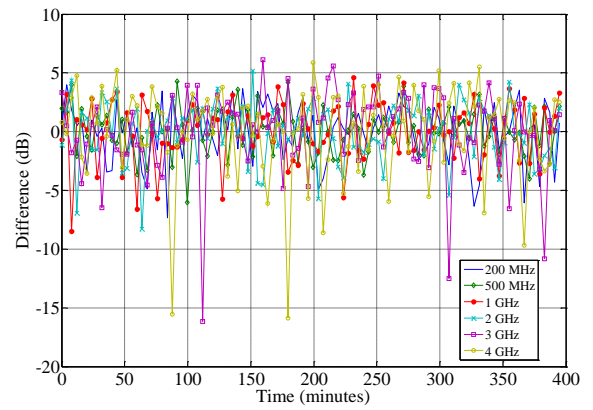


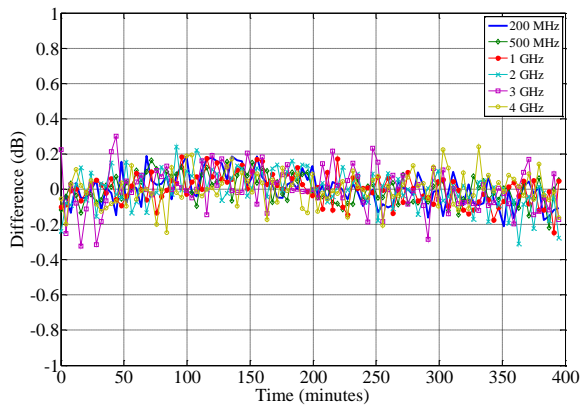
図7 マイクロ波増幅器を接続した SLD 光源駆動 EA 変調器の S_{21} 周波数特性測定時の環境温度特性測定結果



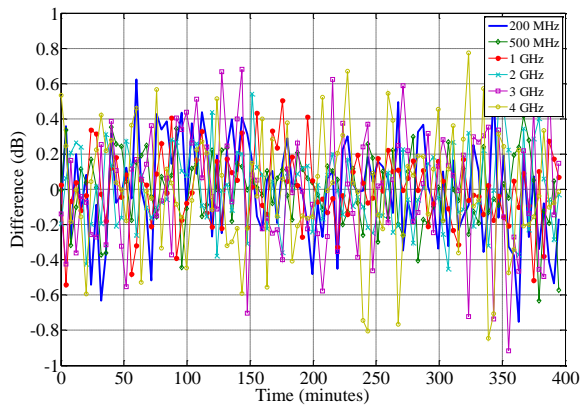
(a) Input level= -76 dBm



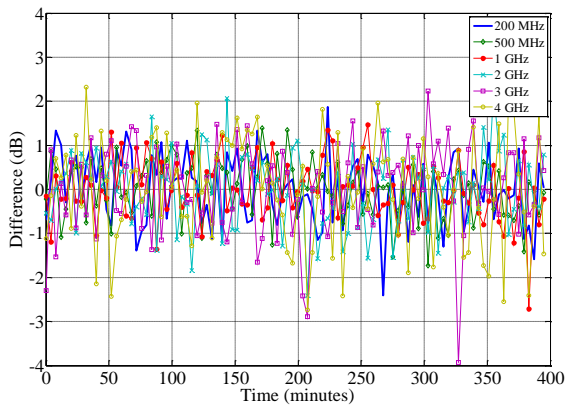
(e) Input level= -116 dBm



(b) Input level= -86 dBm



(c) Input level= -96 dBm



(d) Input level= -106 dBm

図8 マイクロ波増幅器を前段に接続した SLD 光源駆動 EA 変調器の RF 入力レベルによる S_{21} 周波数特性の変動特性測定結果