

SLD 光源駆動による高安定反射型 EA 変調器

黒川 悟 飴谷 充隆 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, m.ameya, masa-hirose }@aist.go.jp

あらまし アンテナ測定に用いる光変調器として、駆動電源、温度コントロール用ペルチェ素子を用いない光反射型 EA 変調器を用いるシステムとして、光広帯域光源であるスーパーluminescentダイオードを用いて駆動するシステムを提案する。提案システムを用いた場合、周囲環境温度が 3°C 程度変化する場合、出力レベル変動は 0.4 dB である。

キーワード EA 変調器、スーパーluminescentダイオードレーザ、温度制御、アンテナ測定、時間安定性

Reconstruction Assistance Project for Tohoku and North Kanto Area using Photonics-Applied Electromagnetic Measurement Technology.

Satoru KUROKAWA Michitaka AMEYA 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, m.ameya, masa-hirose }@aist.go.jp

Abstract We propose an optical reflection-type electro-absorption modulator having high stability of time by using a super luminescent diode. Our proposed modulator can improve the time stability without temperature control. Time stability of our proposed modulator is less than 0.4 dB during the ambient temperature variation less than 3 degrees.

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

1. はじめに

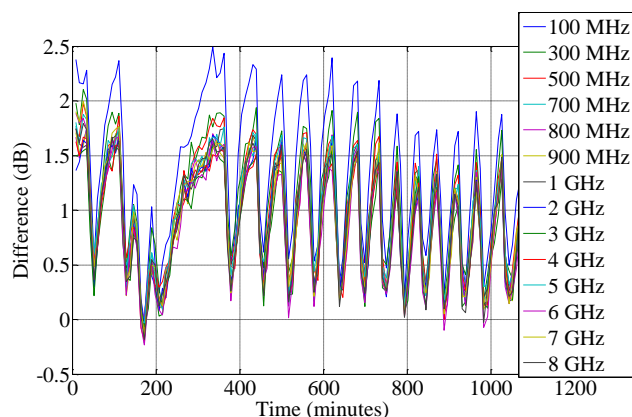
我々はこれまでに、外部電源が不要であり、ペルチェ素子などによる温度制御を用いない光反射型 EA 変調器 (Electro-Absorption Modulator: EAM) を用いたアンテナ測定システムを提案した [1]。通常 EA 変調器は DFB (Distributed Feedback) レーザ等の線幅の細いレーザを用いて駆動され、また、EA 変調器は、半導体素子であるため、温度変動による応答特性が変化するため、ペルチェ素子などにより一定温度に保つことにより、変調特性を安定化させている。我々がこれまでに提案した光反射型 EA 変調器は、周囲環境温度が 3°C 程度変化する場合、受信信号レベルが 0 dBm 程度の場合でも、出力信号レベルの変動が 2 dB 程度であった。

本報告では、光反射型 EA 変調器をスーパーluminescentダイオード (Super-Luminescent Diode: SLD) [2] により駆動することにより、周囲温度環境に対する出力レベル変動の低減を試みた。提案システムを用いることにより、周囲環境温度が 3°C 程度変化する場合、受信信号レベルが 0 dBm 程度の場合、出力信号レベルの変動を 0.4 dB 程度であった。

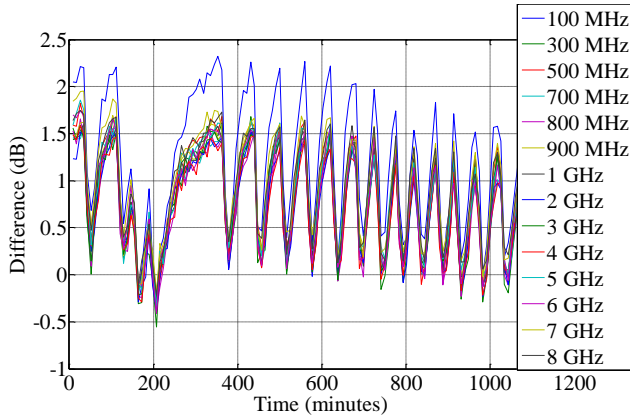
2. DFB レーザによる EA 変調器駆動特性

DFB レーザを用いて EA 変調器を無バイアス、ペルチェ素子による温度制御を実施しない状態で駆動した場合の変調特性をベクトルネットワークアナライザを用いて測定した。ベ

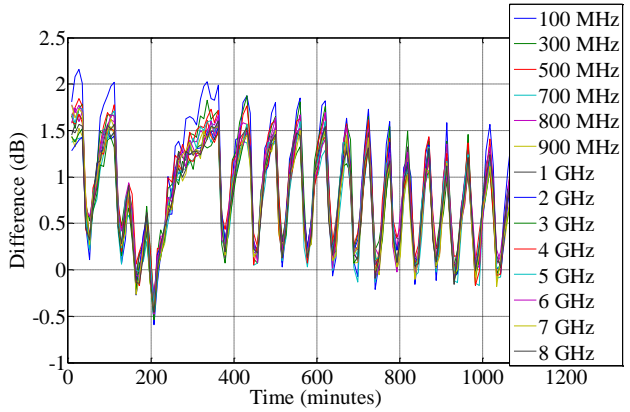
クトルネットワークアナライザの出力レベル=0 dBm とし、可変アッテネータを用いて入力レベルによる出力レベルの変動特性を測定した。測定結果を図 1 に示す。また、測定時の環境温度特性測定結果を図 2 に示す。図 1 に示す測定結果は、入力レベルが 0 dBm ~ -50 dBm まで変化させた場合、周囲環境温度特性の変動が 3°C 程度の場合、S21 の変動は 2.5 dB 程度であることがわかる。



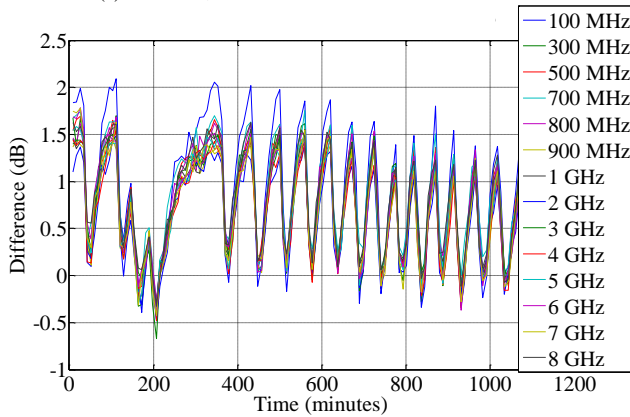
(a) EA 変調器への RF 入力レベル=0 dBm



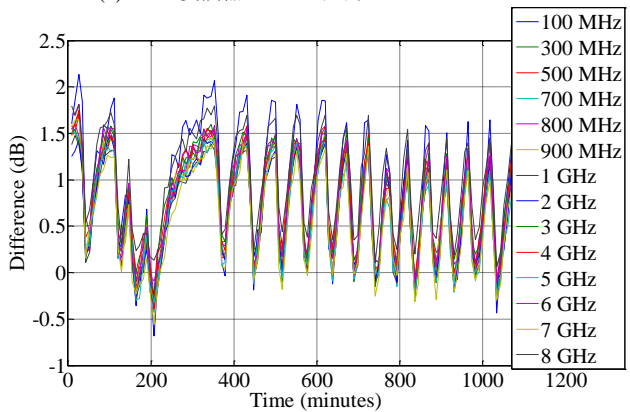
(b) EA 変調器への RF 入力レベル= -20 dBm



(c) EA 変調器への RF 入力レベル= -30 dBm



(d) EA 変調器への RF 入力レベル= -40 dBm



(e) EA 変調器への RF 入力レベル= -50 dBm

図 1 DFB レーザ駆動 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

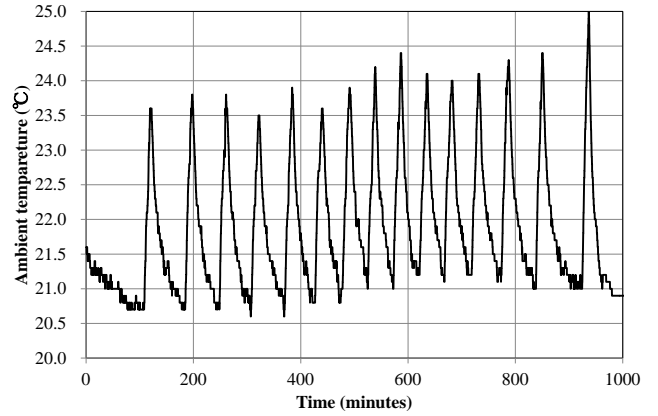


図 2 測定時の環境温度特性測定結果

3. SLD レーザによる EA 変調器駆動特性

前節に示した DFB レーザを用いた EA 変調器システムは、EA 変調器への入力光と EA 変調器からの反射光が光サーキュレータ内で干渉することによる変動と、EA 変調器の温度変動特性により、周囲環境温度 3°C 程度の場合、 S_{21} 特性の変動が入力レベル= 0 dBm ~ -50 dBm の場合、RF 入力レベルによらず 2.5 dB 程度であった。

このため我々は、EA 変調器への入力光波長が半値幅が数十 nm であり、サーキュレータ内での干渉を低減可能な低コヒーレントな光源として SLD レーザを用いた光反射型 EA 変調器駆動システムを用いることにより、 S_{21} 周波数特性の環境温度変動の低減を試みた。提案システムの概要を図 3 に示し、SLD 光源の光スペクトル測定結果を DFB レーザの光スペクトル測定結果と比較して図 4 に示す。SLD レーザのスペクトル半値幅は 65 nm 程度であることがわかる。図 5 に SLD レーザを用いて EA 変調器を無バイアス、ペルチェ素子による温度制御を実施しない状態で駆動した場合の変調特性をベクトルネットワークアナライザを用いて測定した結果を示す。測定結果は、提案システムが 200 MHz ~ 3 GHz 程度まで $S_{21}=0\text{ dB}$ 以上で測定可能であることを示している。

図 6 に、周囲環境温度による、EA 変調器の変調特性変動測定結果を示す。測定は、可変アッテネータを用いて EA 変調器への入力レベル= 0 dBm ~ -50 dBm として測定を実施した。測定時の周囲環境温度測定変動は、およそ 3°C であった。EA 変調器の出力レベル変動測定結果は、 100 MHz ~ 3 GHz で、入力レベル= -30 dBm で 0.4 dB 程度、 -40 dBm で 0.6 dB 程度、 -50 dBm で 1.5 dB 程度であることがわかる。測定結果は、SLD 光源を用いることにより、ペルチェ素子などを用いずに、EA 変調器の環境温度変動を低減可能であること示している。

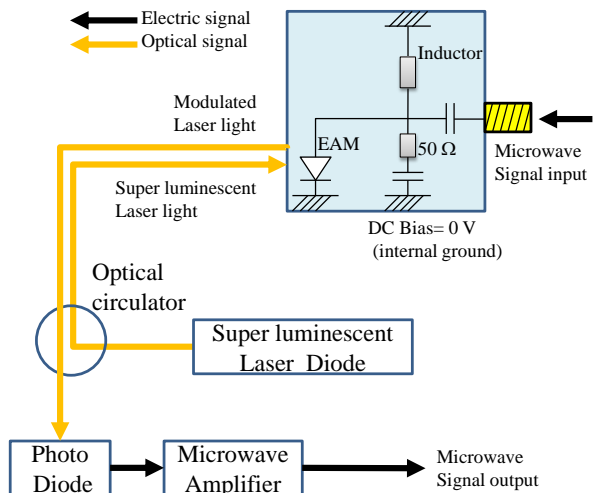


図3 SLD レーザを用いた光反射型 EA 変調器駆動システム概念図

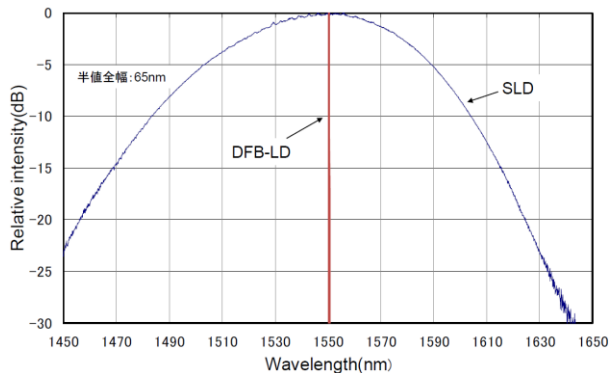


図4 SLD レーザの出力光周波数特性測定結果

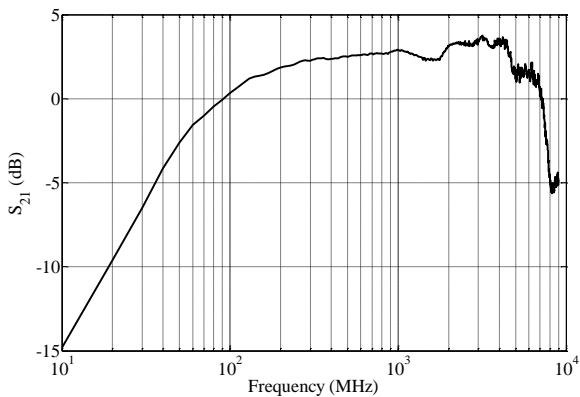
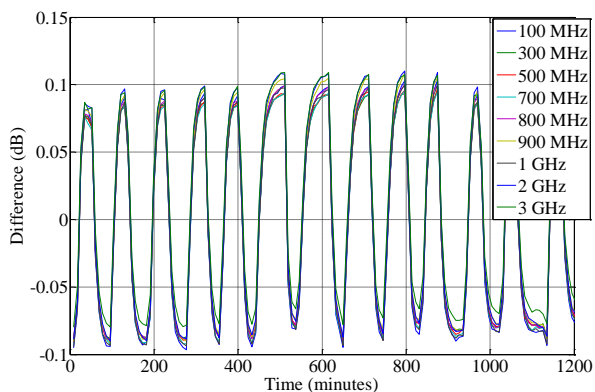
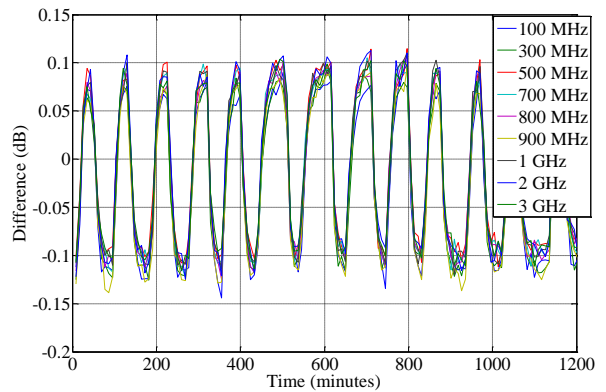


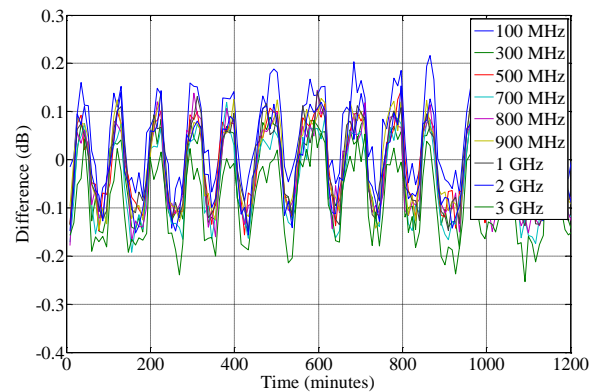
図5 SLD レーザを用いた EA 変調器の S_{21} 周波数特性測定結果



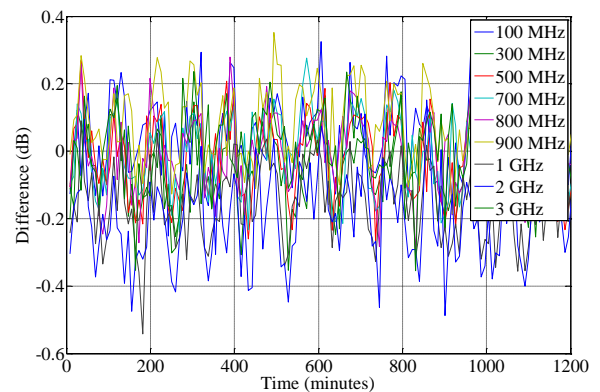
(a) EA 変調器への RF 入力レベル= 0 dBm



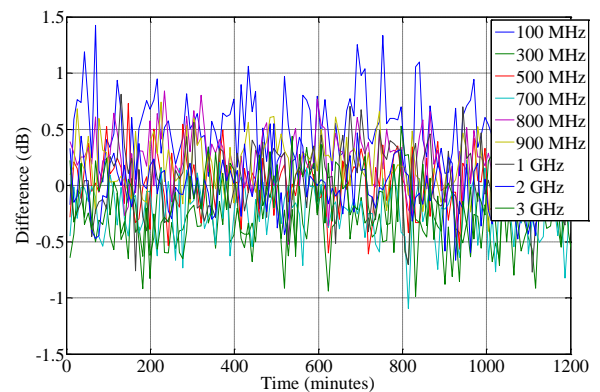
(b) EA 変調器への RF 入力レベル= -20 dBm



(c) EA 変調器への RF 入力レベル= -30 dBm



(d) EA 変調器への RF 入力レベル= -40 dBm



(e) EA 変調器への RF 入力レベル= -50 dBm

図6 SLD レーザ駆動 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

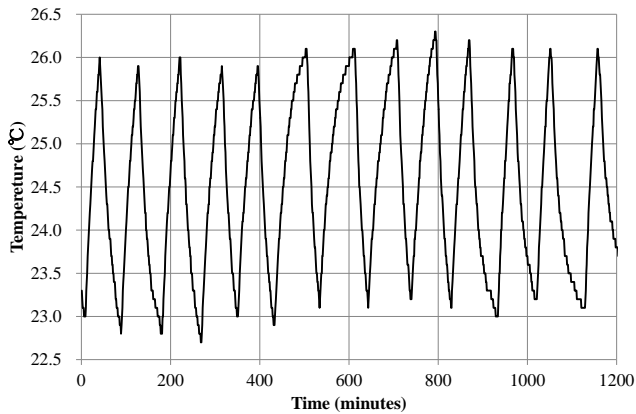


図7 測定時の環境温度特性測定結果

4. SLD レーザ光源を用いた EA 変調器システムによるログペリオディックアンテナ測定

SLD レーザ光源を用いた EA 変調器システムのアンテナ測定への適用可能性を検証する。測定は、放射 EMI (ElectroMagnetic Interference) 測定[3]に用いるログペリオディックアンテナのアンテナ係数校正を実施する場合を想定し、2本のアンテナをアンテナ先端間距離=3m として測定を実施した。測定概念図を図8に示す。

図9に S_{21} 測定結果を示し、図10に5回の測定を実施した場合の S_{21} 測定結果の標準偏差を示す。アンテナ先端間距離=3m の場合の測定結果は、300 MHz~1 GHz では、受信信号レベル=-30 dBm 以上、測定標準偏差 0.15 dB 以下である。これは、図6(c)に示す入力レベル変動特性の場合としてアンテナ測定が可能であるためであると考えられる。今後は、他の放射 EMI 測定用アンテナである、バイコニカルアンテナやログペリオディックアンテナのアンテナ係数測定への適応可能性についても実験により検証していくこととしたい。

5. まとめ

本報告では、光広帯域光源である SLD レーザ光源を用いたシステムにより、光反射型 EA 変調器をゼロバイアス電圧、温度コントロールフリーで用いる場合の RF 変調特性の安定化を試みた。提案システムを用いた場合、環境温度変動が 3°C 程度の場合、RF 入力レベルが -30 dBm 以上では、変調特性変動を 0.4dB 以下とすることが可能であることを示した。また、提案システムを放射 EMI 測定用アンテナであるログペリオディックアンテナのアンテナ係数測定を実施することを想定した測定を実施し、 S_{21} 周波数特性の 5 回測定標準偏差を 300 MHz~1 GHz で 0.15 dB 程度として測定可能であることを示した。今後は、放射 EMI 測定に用いる広帯域アンテナのアンテナ係数校正への適応を検討していきたい。

文献

- [1] S. Kurokawa, M. Ameya, M. Hirose, "A Novel Evaluation method for semi-anechoic chamber Using Zero Biased Optical Devices and time-domain analysis," in Proc., ICWIT2010, Hawaii, USA, Aug. 2010.
- [2] 1.55um SLD module AS5B125EM50M-E-C-1, Anritsu Corp., Dec. 2007.
- [3] CISPR 16-1-1 Ed. 2.0:2006, "無線妨害及びイミュニティ測定装置並びに測定方法の仕様書第1-1部:無線妨害及びイミュニティ測定装置測定装置"

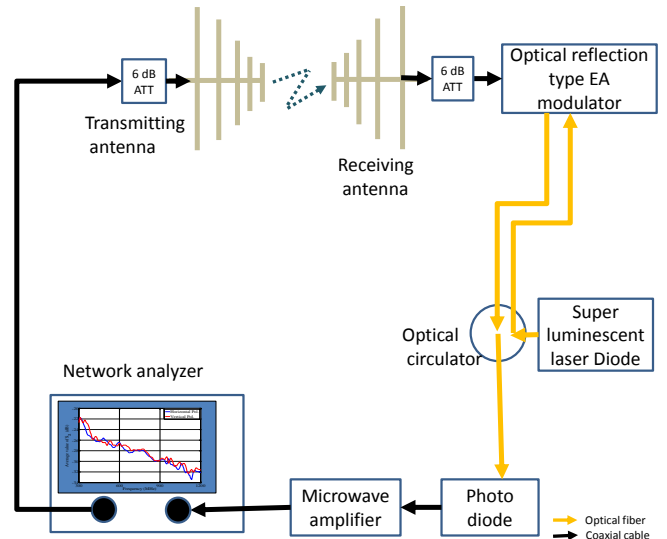


図8 SLD レーザ光源 EA 変調器システムを用いたアンテナ測定概念図

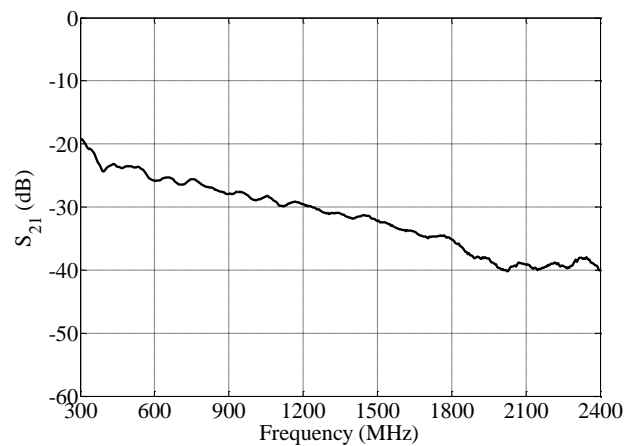


図9 SLD レーザ光源 EA 変調器システムを用いた2本のログペリオディックアンテナの測定結果 (アンテナ先端間距離=3m)

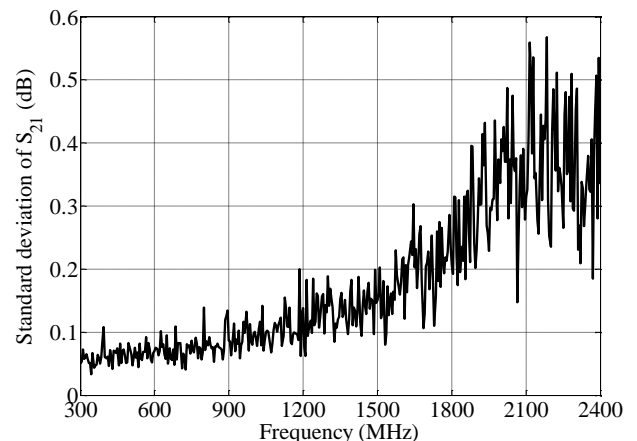


図10 2本のログペリオディックアンテナを用いた S_{21} 測定結果の標準偏差