

# 第5世代移動通信基地局向け 25Gbps CAN型EML

渡辺洋次郎\* 岡田規男\*  
東 祐介\*  
大谷龍輝\*

25Gbps CAN type EML for 5G Mobile Base Stations

Yojiro Watanabe, Yusuke Azuma, Tatsuki Otani, Norio Okada

## 要 旨

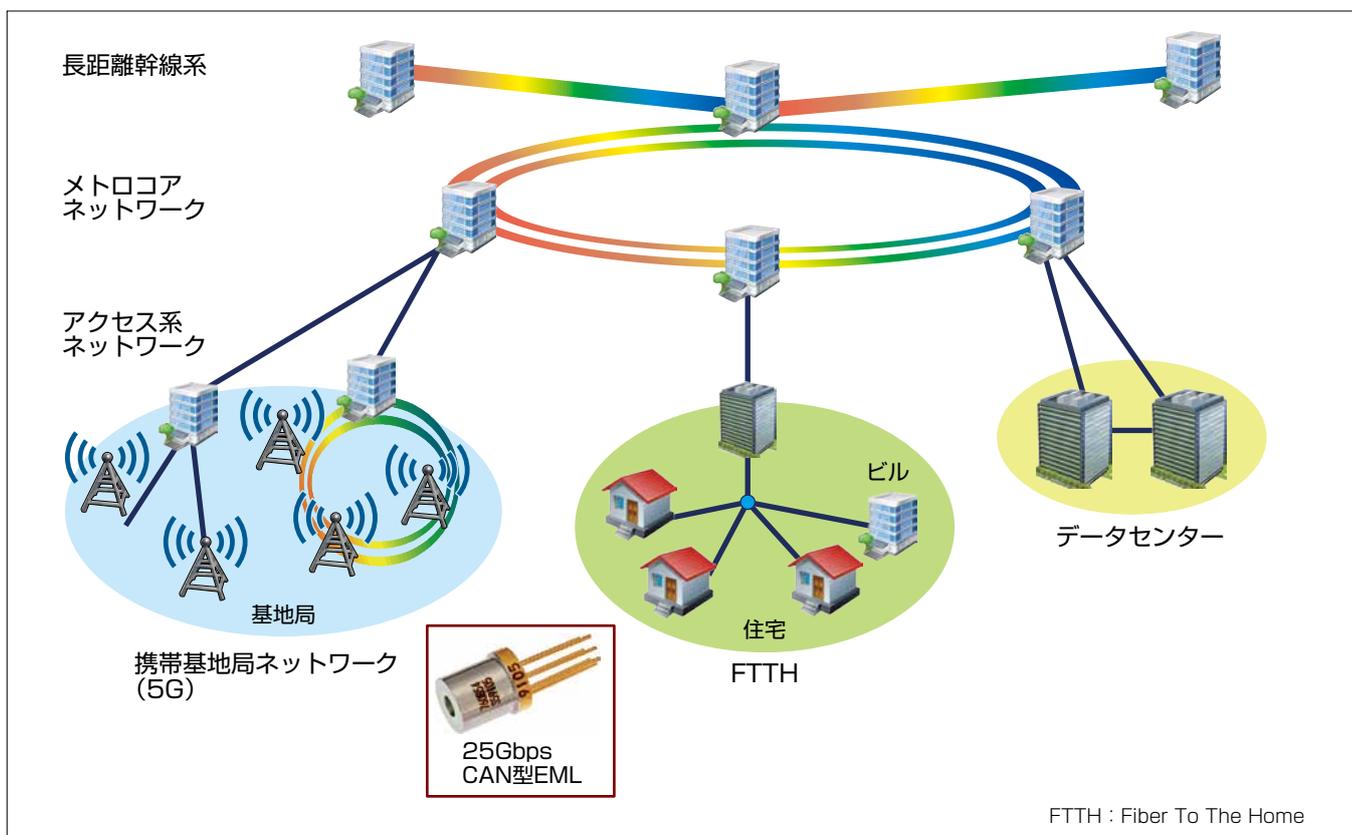
急速に増大するデータ通信量の需要に応えるため、第5世代移動通信システム(5G)の導入が計画されている。トラフィックが集中する携帯基地局には大容量光通信システムが適用され、光モジュールには25Gbpsで動作する電界吸収型変調器集積レーザ(Electro-absorption Modulated Laser diode : EML)が求められている。

さらに、第4世代移動通信システム(4G)で適用されていた一芯双方向(BI-Directional : BIDI)モジュールが5Gにも適用されるため、同モジュールへの適用が容易なCAN型製品への要求が強い。この製品を実現する上での課題はパッケージの周波数応答特性の広帯域化である。

今回の開発では、パッケージ内部のインピーダンス不整合を軽減することで、多重反射に起因した帯域制限を緩和して、3dB帯域で19.2GHzまで広帯域化した。結果として、CAN型EMLとして業界初<sup>(注1)</sup>の伝送速度25Gbpsを実現し、消光比6dB以上の良好な光波形も得ることができた。

消費電力については、ペルチェクーラーの小型化によって従来製品比で約40%低減した。ケース温度95℃でのペルチェクーラーの消費電力は0.32Wであり、I-temp(-40~95℃)での動作が可能である。

(注1) 2018年9月4日現在、当社調べ



## EML

EMLは電界吸収型光変調器と分布帰還形レーザが集積された半導体レーザの一種である。分布帰還形レーザと比較して高速動作と長距離伝送に優れるため、25Gbps以上の高速動作が求められる送信光源や10Gbpsの長距離伝送用として採用されている。

1. ま え が き

急速に増大するデータ通信量の需要に応えるために、2020年から5Gのサービス提供が計画されている。5Gへの移行に伴い、携帯基地局ネットワークの光通信市場が活況になっており、トラフィックが集中する携帯基地局には大容量光通信システムが適用され、各階層に適用される光モジュールには高速化が求められている。図1に、4G及び5Gの携帯基地局ネットワークに要求される光デバイスを示す。これまで、4Gのフロントホールには10Gbpsで動作する分布帰還型レーザ(Distributed FeedBack laser diode : DFB)が適用されていたが、5Gへの移行に伴い、25Gbpsで動作するEMLが求められている。また、システム構成は図2に示すように、1本の光ファイバで光信号を送受信する構成となり、波長1,270nmと1,310nmの2種

類のEMLが必要である。さらに、光モジュールの構成は、BIDIモジュールへの組立てが容易なCAN型パッケージを適用することが求められている。

25Gbpsで動作するEML製品としてはセラミックと金属が一体となったBOX型パッケージ(図3(a))を適用した製品が一般的である<sup>(1)</sup>。CAN型パッケージ(図3(b))を適用する場合、インピーダンス不整合による帯域制限が発生し、25Gbpsの動作に十分な帯域を得ることが難しい<sup>(2)</sup>。

そこで今回、CAN型パッケージの広帯域化を実現するために、パッケージ内部のインピーダンス不整合による多重反射を抑制して3dB帯域を改善した。また、EML素子には高出力化と高速動作を両立可能な構造を適用し、6dB以上の消光比と良好な光出力波形を得た。さらに、ペルチェクーラーの小型化と温度制御されているEMLへの熱流入を低減することによって従来のBOX型からの低消費電力化を図り、I-temp(-40~95℃)での動作を実現した。

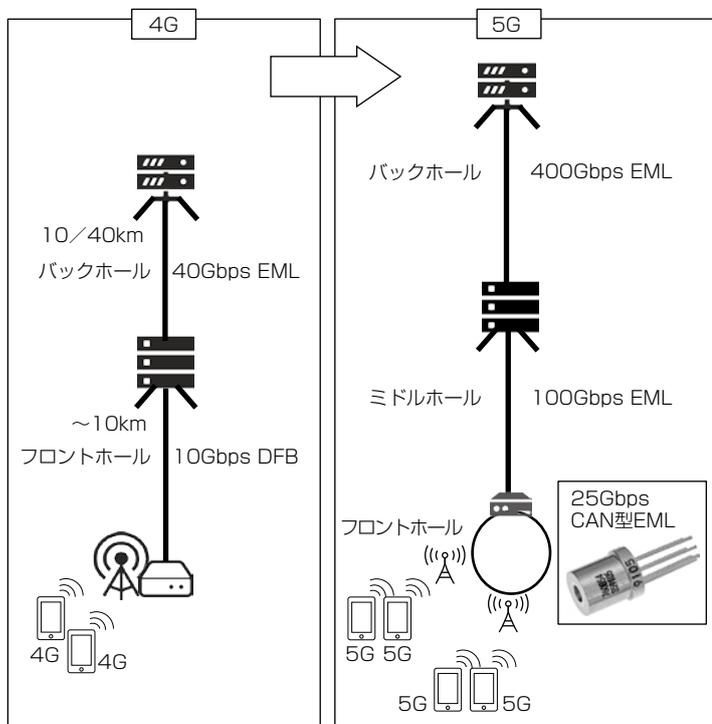
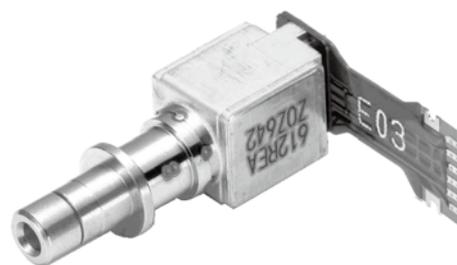
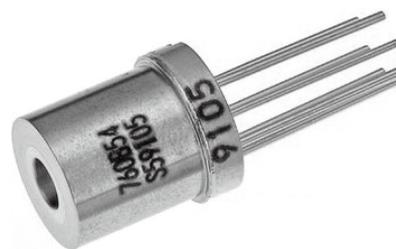


図1. 4G及び5Gの携帯基地局ネットワークの光デバイス



(a) 25Gbps BOX型EML



(b) 25Gbps CAN型EML

図3. 25Gbps BOX型EML及び25Gbps CAN型EML



図2. BIDIモジュールの概念図

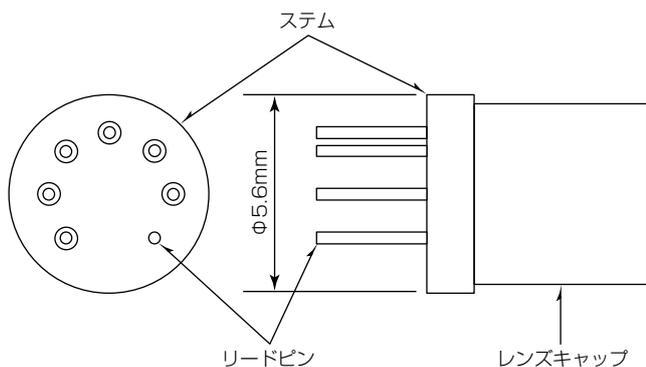
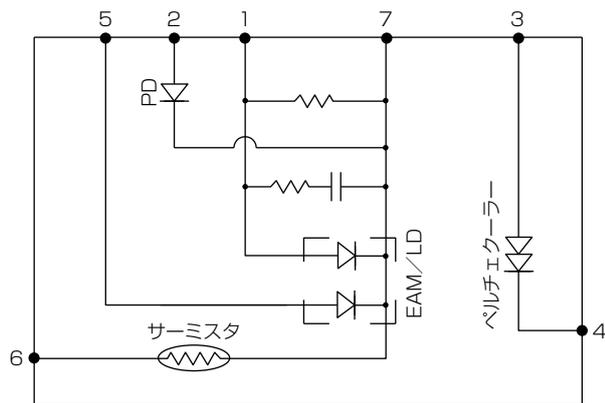


図4. 25Gbps CAN型EMLの外形図



No.	機能
1	EAアノード
2	PDアノード
3	クーラーアノード
4	クーラーカソード
5	LDアノード
6	サーミスタ
7	グラウンド

EAM : Electro-Absorption Modulator

図5. 各端子名称と回路図

## 2. パッケージの外形

CAN型パッケージの外寸法は業界標準のΦ5.6mmであり、各ピン配置は当社の10Gbpsの従来製品と互換性を持っている。図4、図5にパッケージの外形図とピン配置を示す。EMLは温度変化による特性変動が大きいため、ペルチェクーラーとサーミスタを使ってEMLの温度を一定に制御する必要がある。また、LD(Laser Diode)電流を一定に制御するため、背面光出力をモニタするPD(PhotoDiode)も内蔵している。レンズキャップは一般的な円筒形状となっており、溶接技術などを使ってBIDI化することが容易な構成になっている。

## 3. EML素子の設計結果

図6にEMLの素子構造を示す。レーザ部は効率・高

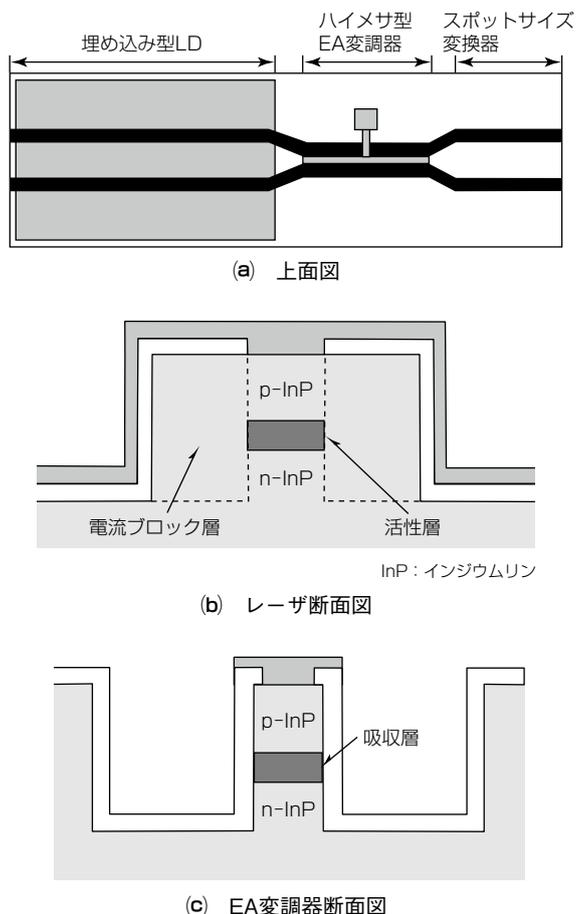


図6. EML素子構造図

温動作に優れた埋め込み型にし、EA(Electro-Absorption)変調器部は低変調電圧と高速動作を両立させるため、長尺化と狭幅化を行い、狭幅時でも高い光閉じ込め係数を維持できるハイメサ型を適用している<sup>(3)</sup>。このようにレーザ部とEA変調器部を異なる導波路構造にすることによって両者の優れた特性を引きだしている。さらに素子先端部にスポットサイズ変換器を設けることでEMLから出射するビームのスポットサイズを広げている。

## 4. CAN型パッケージの設計結果

CAN型パッケージの帯域劣化はEMLを駆動するドライバICとEML素子間のインピーダンス不整合に起因する。特にガラス貫通部とEML素子間で発生する電氣的多重反射で帯域劣化が発生しやすいため、CAN型パッケージ内部の伝送線路も含めたインピーダンス整合を改善することで帯域改善を図った。図7、図8に周波数応答特性と光波形のシミュレーション結果を示す。比較のためCAN型パッケージ内部を50Ω整合で構成した場合の結果も併せて示す。CAN型パッケージ内部を50Ω整合で構成した場合、周波数応答特性の3dB帯域が14GHzとなるのに対して、インピーダンス整合を改善して多重反射を抑制することで3dB帯域が19GHzに改善した。また、光出力波形の

シミュレーションでも、50Ω整合で構成した場合と有意差が見られ、低ジッターの光出力波形と良好なアイ開口が得られた。IEEEのマスク規格に対して33%のマスクマージンが得られた。

ペルチェクーラーの低消費電力化については、熱流入量の低減を図った。従来のBOX型パッケージでは、ペルチェクーラーの上面とフィードスルー部をセラミック基板で接続していたのに対し、CAN型パッケージではワイヤを介して接続することで熱流入量を低減した。ペルチェクーラーの上面と周囲温度の温度差が95℃になったときの熱流入量を図9に示す。従来のBOX型の場合は91mWに対して、CAN型でワイヤ接続することで45mWに低減された。

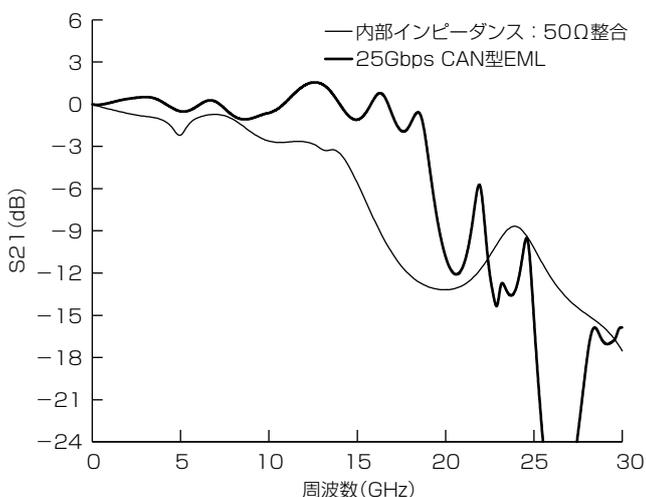
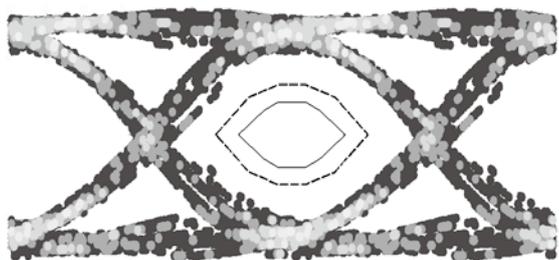


図7. 周波数応答特性のシミュレーション結果



(a) CAN型EML  
(内部インピーダンス: 50Ω整合)



(b) 今回開発の25Gbps CAN型EML

図8. 光波形のシミュレーション結果(25.8Gbps)

## 5. 評価結果

表1に25Gbps CAN型EMLの製品仕様及び評価結果を示す。

### 5.1 周波数応答特性の評価結果

図10に、周波数応答特性の評価結果を示す。通過特性の3dB帯域は19.2GHzであった。図11(a), (b)にそれぞれの波長のBTB(Back To Back)の光出力波形を示す。駆動条件はビットレート25.8Gbps, ケース温度( $T_c$ ) = 25℃, EMLの設定温度( $T_{td}$ )は55℃, LD駆動電流( $I_{op}$ )は100mA, EMLの変調電圧振幅( $V_{pp}$ )は2V, EAオフセット電圧( $V_{off}$ )は-1.3Vである。評価にはCAN型パッケージにFPC(Flexible Printed Circuit)を接続して行った。評価の結果, 消光比6.8dB以上, マスクマージン@CWDM4 29%以上, ジッター(RMS) 1.5psの良好な光波形を得た。

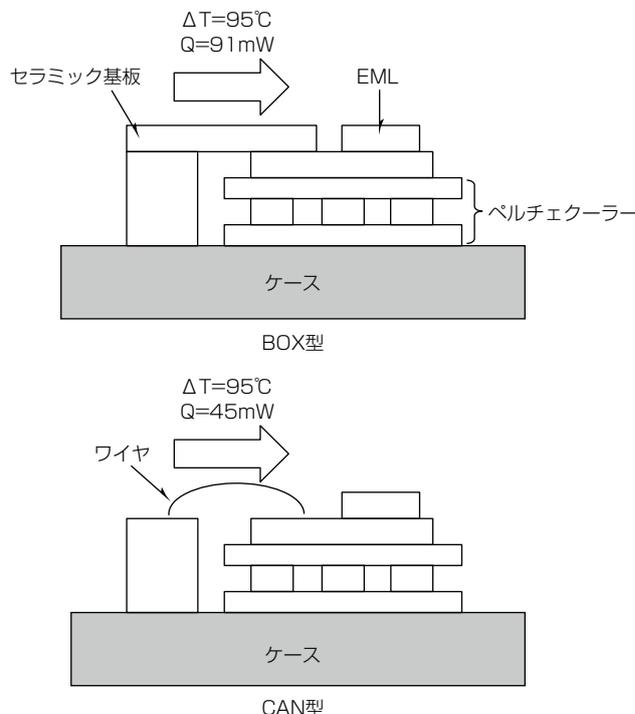


図9. BOX型とCAN型の熱流入量の差( $T_c = -40℃$ ,  $T_{td} = 55℃$ )

表1. 25Gbps CAN型EMLの製品仕様及び評価結果

項目	製品仕様	評価結果
発振波長	1,270 ± 10nm 1,310 ± 10nm	1,274nm 1,309nm
光出力(CW) @ $I_{op} = 100mA$	≥ 10dBm	12.4dBm
3dBカットオフ周波数	—	19.2GHz
消光比	≥ 5dB	6.8dB@1,270nm 7.8dB@1,310nm
マスクマージン@CWDM4	—	37%@1,270nm 29%@1,310nm
ジッター(RMS)	—	1.5ps@1,270nm 1.5ps@1,310nm
ペルチェクーラーの消費電力	≤ 0.7W@-40℃ ≤ 0.42W@95℃	0.52W@-40℃ 0.32W@95℃

CWDM4 : Coarse Wavelength Division Multiplexing 4  
RMS : Root Mean Square

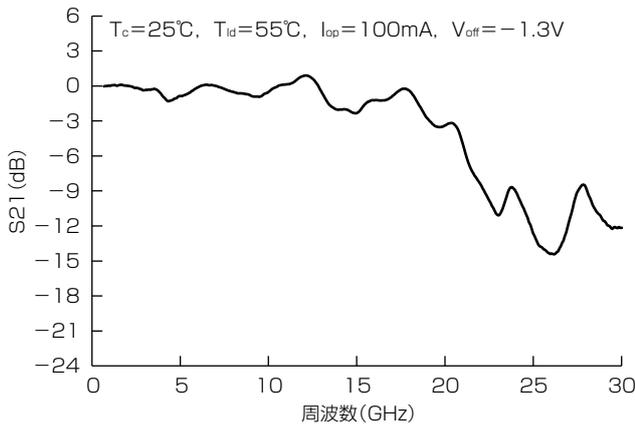


図10. 周波数応答特性の評価結果

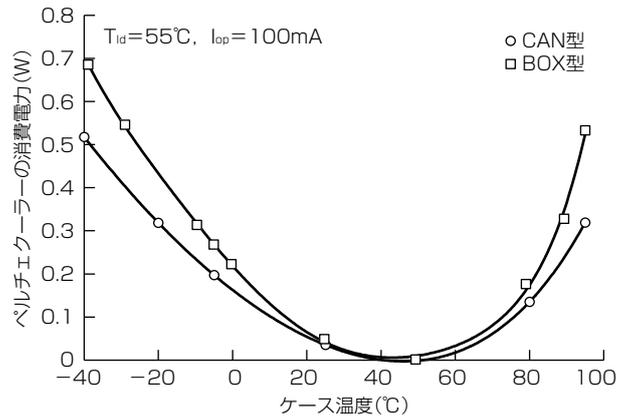
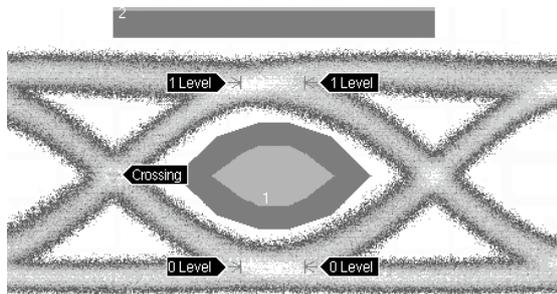
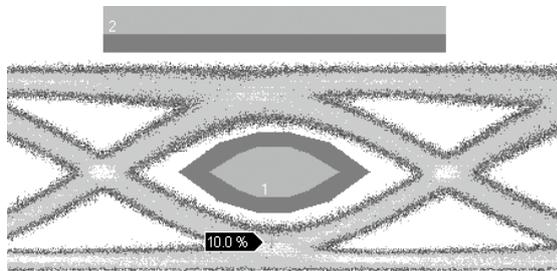


図12. ペルチェクーラーの消費電力の評価結果



消光比6.8dB, マスクマージン37%,  
ジッター(RMS)1.5ps

(a)  $\lambda=1,270\text{nm}$



消光比7.8dB, マスクマージン29%,  
ジッター(RMS)1.5ps

(b)  $\lambda=1,310\text{nm}$

図11. 25.8Gbps動作時の光出力波形

### 5.2 消費電力の評価結果

図12に、ケース温度を-40℃から95℃に変化させたときのペルチェクーラーの消費電力を示す。比較のために、同じEML素子を搭載したBOX型パッケージの製品の消費電力も併せて示す。ケース温度95℃でのペルチェクーラー

の消費電力は0.32W、-40℃での消費電力は0.52Wであり、いずれもBOX型パッケージの製品と比較して約40%低消費電力化できていることが分かる。これらはペルチェクーラーへの熱流入量を低減した効果が表れている。

### 6. む す び

5G向けにCAN型パッケージに搭載した25Gbps EMLを開発した。CAN型パッケージ内部のインピーダンス整合を改善することで広帯域化を図り、3 dB帯域で19.2GHzを実現した。この開発品で光波形の評価を実施し、BTBで消光比6 dB以上、マスクマージン@CWDM4 29%以上、ジッター(RMS) 1.5psの良好な光波形が得られた。さらに、ペルチェクーラーの小型化と熱流入量の低減によって低消費電力化を図り、従来製品比で約40%低減した。ケース温度95℃でのペルチェクーラーの消費電力は0.32Wであり、I-temp(-40~95℃)での動作が可能である。

### 参 考 文 献

- (1) 上杉利次, ほか: 100Gイーサネット用25.8/28Gbps EAM-LDモジュールの開発, 電子情報通信学会総合大会2009, C-4-26 (2009)
- (2) Okada, N., et al.: Cost-Effective 10.7Gbit/s Cooled TOSA Employing Rectangular TO-CAN Package Operating up to 90 °C, Optical Fiber Communication Conference, JWA38 (2010)
- (3) 大和屋 武, ほか: 次世代100GbEトランシーバ向けハイブリッド導波路型EMLの低電圧・高温動作, 電子情報通信学会総合大会2013, C-4-18 (2013)