

# 高出力 0.8 $\mu$ m SLD の開発

Development of High-power 0.8- $\mu$ m SLD

渡邊宏祐 Hiroosuke Watanabe, 吉田谷弘明 Hiroaki Yoshidaya, 鈴木徹也 Tetsuya Suzuki,  
村上清一 Kiyokazu Murakami, 山田敦史 Atsushi Yamada, 三瀬一明 Kazuaki Mise

**[要 旨]** 干渉計測等の光センシング分野で有効な高出力 SLD を開発した。開発にあたっては、歪量子井戸、長励起長化、モードフィールド径制御による高出力化や2種類の異なる量子井戸を用いた活性層構造、斜め導波路構造による広帯域化、さらに電流密度の低減、端面非注入の導入による高信頼性化を実現した。そして、高出力化と広帯域化のトレードオフの関係を克服し、素子光出力 5mW、ファイバ出力 2mW の高出力とスペクトル半値幅 17nm を実現するとともに、25°Cにおける推定寿命 10 万時間以上の信頼性を得ることができた。また、幅広い用途に応えられるように、 $\phi$  5.6CAN/円筒モジュール/バタフライモジュールの 3 種類の製品群を商品化した。眼科用 OCT (Optical Coherence Tomography)をはじめ、光ファイバ電流センサ(光 Current Transformer)、レーザスケール・マイクロエンコーダ等、アプリケーションは非常に種類が多く広い分野での応用が期待される。

**[Summary]** We have succeeded in developing a high-power SLD for optical sensing (interference measurement) applications. It offers: (1) High output power by using distorted MQW, an extended cavity length and MFD control; (2) Broader bandwidth by using an active layer structure with two different wells; and (3) Higher reliability by reducing current density and using an anti-injection end face. As a consequence, we have broken through the trade-off between higher power and broader bandwidth, resulting in a device optical output power of 5 mW, high fiber-end output power of 2 mW, spectrum half-width of 17 nm and estimated life reliability exceeding 100,000 hours at 25°C. Following this development, Anritsu has commercialized three lines of packaged products:  $\phi$  5.6CAN, Coaxial, and Butterfly modules, for a wide variety of applications including OCTs (Optical Coherence Tomography) for ophthalmology, Optical Fiber Current Sensors (Optical Current Transformers), Laser Scale Micro Encoders. We expect to support countless potential applications using these high-power SLDs.

## 1 まえがき

スーパーluminescentダイオード (Super Luminescent Diode: SLD)<sup>1)</sup> は、発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) の広いスペクトル特性と半導体レーザ (Laser Diode: LD) の高出力およびシングルモードファイバ (Single Mode Fiber: SMF) への高い結合効率とを兼ね備えた光源として、干渉計測等の光センシング分野で広く用いられる光源である。我々は 1989 年より開発を開始し、国内唯一の 0.8 $\mu$ m 帯 SLD のメーカーとして数多くの製品を製造・販売し、'90 年代後半では光ファイバジャイロ (Fiber Optical Gyroscope: FOG) 用として数千台/月を生産してきた。しかし、近年、光干渉断層計 (Optical Coherence Tomography: OCT)をはじめ、各種センサ用光源として、より高出力で広帯域の SLD を求める声が高まってきた。このようなアプリケーションに SLD を使用するメリットとして、(1) コヒーレンスノイズが低く高精度にできる。(2) 干渉用途の場合、スペクトル半値幅 ( $\Delta\lambda$ ) が広く高分解能となる。

(3) SMF が使用可能であり、光源から離れた場所に点光源を作ることができ、センサ付近の周囲温度の影響を受けづらい。(4) 指向性に優れ高出力なため遠くまで届く。(5) 短波長 (0.8 $\mu$ m 帯) は眼科用に最適であり、高分解能が得られる等があげられる。

今回、これらの用途に適合する高出力で広帯域、そして十分な信頼性の SLD を開発したのでここに紹介する。図1に高出力 SLD 製品の外観図を示す。

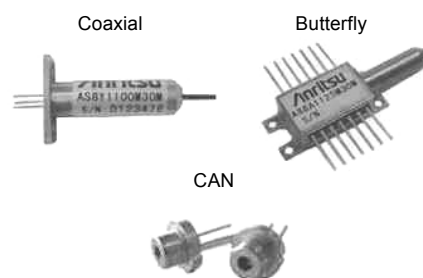


図1 高出力 SLD 製品の外観図  
Appearance of high-power SLD modules

## 2 開発方針

市場の要求する性能を実現するには、従来製品に対して 3～10 倍の光出力と同等以上のスペクトル半値幅、そして 10 万時間以上の長寿命動作が必要となる。表 1 に今回取り組んだ開発項目と、それに用いた内容を示す。シミュレーションとデバイス実験を併用して開発期間の短縮を目指した。

表 1 開発項目と技術内容  
Development items and techniques for high-power SLD

| 項目    | 高出力 SLD に用いた技術      |
|-------|---------------------|
| 高出力化  | 歪 MQW, 長励起長, MFD 制御 |
| 広帯域化  | 活性層の多波長化, 斜め導波路     |
| 高信頼性化 | 電流密度の低減, 端面非注入      |

### (1) 高出力化

高出力を実現するためには、活性層に圧縮歪を入れ、励起長を長くすることが有効な方法として知られている。しかし、活性層に圧縮歪を入れることで利得が改善するものの、歪量に伴い波長が変化する。また、活性層厚で制御する方法もあるが、発光波長の要求である 830nm にするためには活性層厚を 2～3nm まで薄く制御する必要があり、全体のバランスが重要となる。そして、励起長を長くすることで高い利得を得ることができるが、逆にスペクトル半値幅が狭くなり動作電流が高くなる問題も予想された。

一方、高出力化した場合、素子端面の反射率を  $10^{-4}$  程度以下にしなければ、戻り光による特定波長の発振によりスペクトル半値幅が極端に狭くなる。そのため、従来の後方に吸収領域を設けた構造よりも確実に端面反射率を低減する方法として、発光端面に対し導波路を傾斜させた斜め導波路と無反射 (AR) コーティング膜を採用することとした。また、SMF との結合効率を改善するために狭ストライプ幅のリッジ構造を採用した。

### (2) 広帯域化と高信頼性化

広帯域化のひとつの技術として活性層の多波長化があるが、高出力化とのトレードオフの関係にある。単に活性層を異なるバンドギャップの組み合わせで広帯域化するのではなく、一定の光出力と動作電流においてガウシ

アンに近いスペクトル形状で広帯域を実現することを目標とした。そして、信頼性の観点からは、(a) 長励起長化による電流密度の低減、(b) 発光端面への対策として端面に非注入構造を設け、発光端面への漏れ電流を低減、(c) 端面保護としてのコーティング膜の成膜方法を検討した。

我々はこれらの相互関係を考慮し、励起長、活性層の歪量、異なるバンドギャップの波長間隔と層数との相関をシミュレーションで分析し、実験プロセスによる確認で検証した。

## 3 シミュレーションによる検討

シミュレーション方法としては、SLD の素子動作および計算アルゴリズムを検討し、汎用で有効な SLD 動作シミュレーション設計法<sup>2)</sup>を用いた。

シミュレーションの一例として、InGaAs を量子井戸とした歪量子井戸 (歪 MQW) SLD について、光出力が 5mW/100mA 以下であり、スペクトル半値幅が 20nm 以上となる組み合わせとして、励起長 1000 $\mu$ m、2 種類の量子井戸総層数 5 層での結果を紹介する。I-L 特性 (図 2) では光出力 5mW 時の動作電流として約 80mA が予想され、同ポイントのスペクトル (図 3) では、半値幅 36nm が得られた。これらの結果を元に実際のプロセスで確認実験を行った結果、I-L 特性はほぼシミュレーションと一致し、スペクトルも若干半値幅が狭くなったものの、波長間隔やスペクトル形状の一致を得ることができ、確度の高いシミュレーションが得られていることが確認できた。

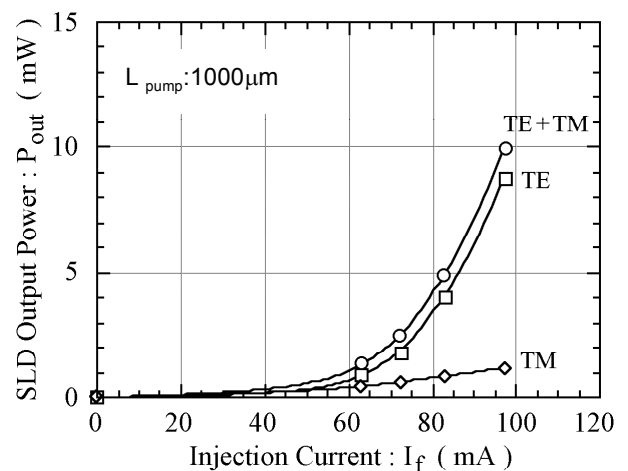


図 2 I-L のシミュレーション結果  
Simulation results of I-L

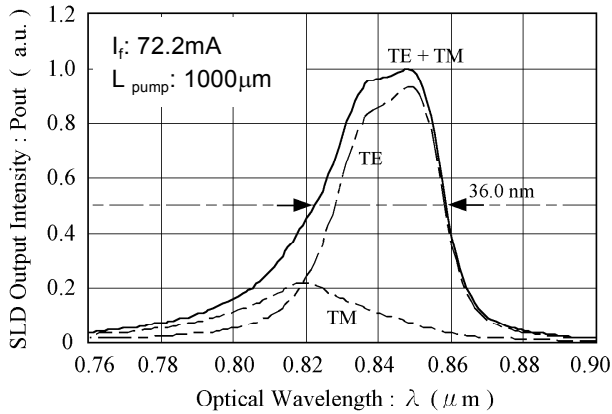


図3 スペクトルのシミュレーション結果  
Simulation result of spectrum

#### 4 素子構造と諸特性

##### (1) 素子構造

このような方針と検討結果に基づいて作製した SLD 素子を図 4 に示す。外形は、素子長 1040 $\mu\text{m}$ 、素子幅 300 $\mu\text{m}$ で、両発光端面に非注入領域をそれぞれ 20 $\mu\text{m}$  設けている。この非注入領域は、長くするほど端面への漏れ電流を削減でき信頼性には有利に働くが、長すぎると光吸収が顕著になり光出力が低下するため、適切な長さが必要となる。電流狭窄構造は生産性の観点からリッジ導波路構造とし、リッジ幅 3.5 $\mu\text{m}$ で作製した。導波路は劈開端面から 7° 傾斜したアングルストライプ構造とした。また、素子発光端面には、端面反射をより低減するとともに端面酸化による劣化を防止するために、SiO<sub>2</sub> 単層膜による AR コーティングを施した。

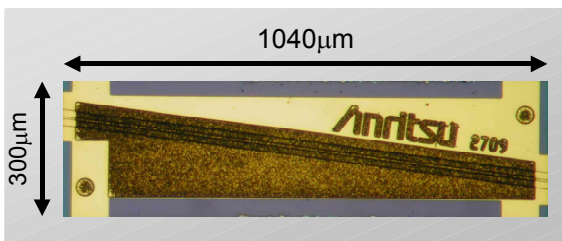


図4 SLD 素子外観  
Appearance of new SLD chip

##### (2) I-L, スペクトル特性

図 5 に電流・光出力 (I-L) 特性の温度依存性を示す。25 $^{\circ}\text{C}$ 、 $P_o=5\text{mW}$  時の動作電流は約 75mA であり、従来製品と比較すると、同一電流で 3 倍以上の光出力が得られている。また、80 $^{\circ}\text{C}$ においても I-L 特性に熱飽和の

傾向は無く、良好な温度特性を示している。これは、歪 MQW 構造によるスロープ効率 (電流-光変換効率:  $\Delta P/\Delta I$ ) の改善と、励起長を 1000 $\mu\text{m}$  と長くした効果であり、高温環境下での長寿命化に適した特性を実現した。

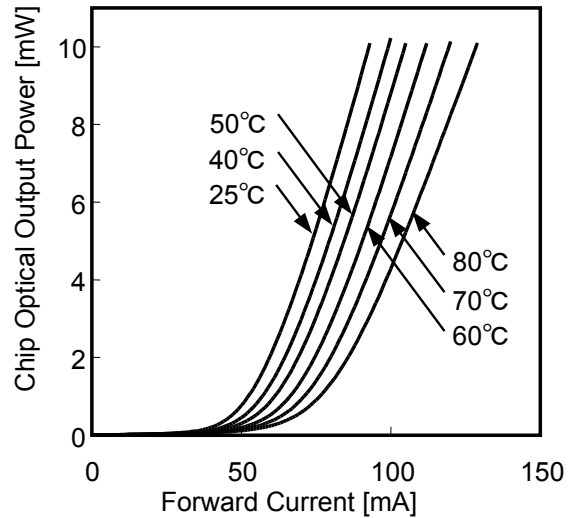


図5 I-Lの温度依存性  
Temperature dependence of I-L

スペクトル (図 6) は、ガウシアン形状に近い単峰性のスペクトルであり、スペクトル半値幅は約 17nm を得た。また、干渉計測で重要となるコヒーレンス (図 7) は第 2 コヒーレンスレベル -25dB であり、OCT 用として有効な光源として使用できる性能を満足した。これらのスペクトル特性は、発光端面の反射を抑えた斜め導波路構造、そして、シミュレーションにより活性層の組成比、膜厚、歪量、総数などの複雑なパラメータから最適な組み合わせを見出すことにより、トレードオフの関係にあった光出力とスペクトルの関係をうまくバランスさせた結果である。

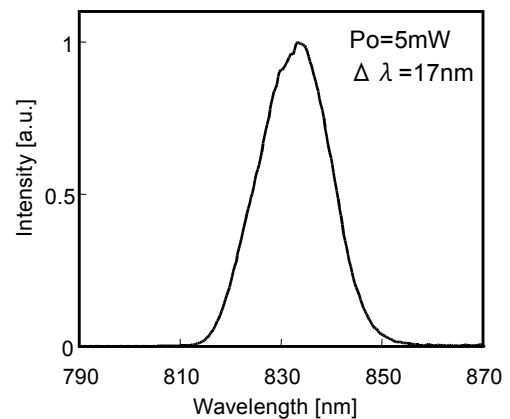


図6 スペクトル  
Spectrum

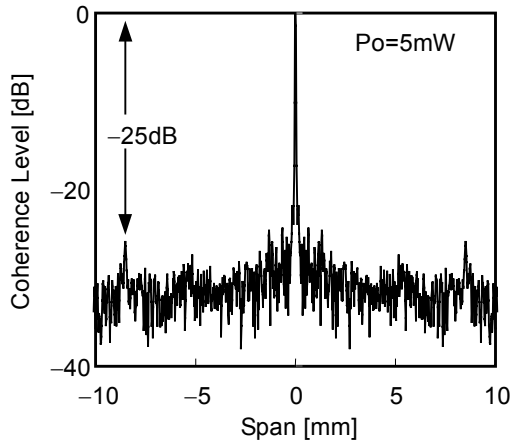


図7 コヒーレンス  
Coherence

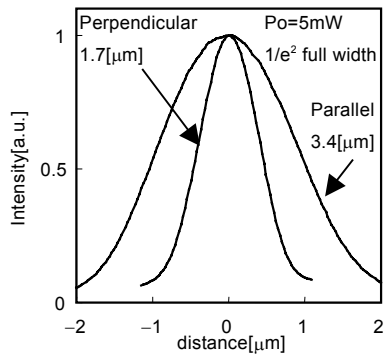


図8 近視野像  
Near field pattern (NFP)

(3) 近視野像, 遠視野像

SLD はほとんどの場合、モードフィールド径 (MFD) が  $5\mu\text{m}$  程度の SMF/PMF に結合して使用される。そのため、効率よくファイバに結合するために素子出力光の近視野像 (NFP) および遠視野像 (FFP) のアスペクト比 (縦/横比) をできるだけ真円に近くすることが重要となる。一般に、 $0.8\mu\text{m}$  帯の発光素子の水平方向の光閉じ込めは、活性層へのダメージを考慮して活性層上部に異なる屈折率を形成するため、比較的弱い光閉じ込めとなる。その反面、垂直方向の光閉じ込めは、SLD の特徴として高い光閉じ込め効果を得なければ有効な発光効率を得ることが難しく、その結果、アスペクト比の劣化を招き、ファイバへの高い結合効率を得ることが困難であった。我々はこの問題を解決するために、横方向と縦方向の光閉じ込め係数および結合効率の関係をシミュレーションし、活性層構造を最適化 (MFD 制御) することで結合効率  $-6.5\text{dB}$  (従来比  $4\text{dB}$  改善) を得ることができた。NFP

を 図 8, FFP を 図 9 に示す。

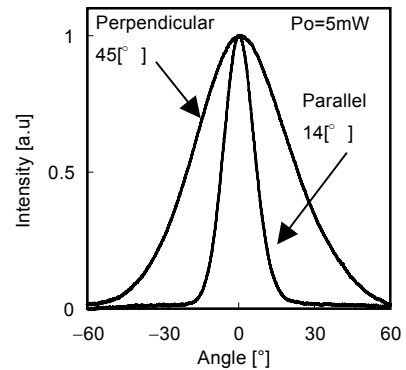


図9 遠視野像  
Far field pattern (FFP)

(4) 信頼性

信頼性に関しては、高温連続動作試験、振動試験、衝撃試験、ESD 試験等を行い全項目に問題無いことを確認した。高温連続動作試験では、素子出力 APC (Auto Power Control)  $5\text{mW}$ 、雰囲気温度  $T_a=70^\circ\text{C}$ 、 $N=28$  個で  $5,000$  時間の連続動作試験を実施した結果を 図 10 に示す。動作電流は、約  $120\text{mA}$  から  $130\text{mA}$  に集中しており、途中、急激に劣化する素子は無く、安定に動作することが確認できた。動作電流が初期値の  $1.2$  倍になった時間を故障とし、累積故障数が  $50\%$  になった時間を寿命と定義した場合、APC  $5\text{mW}$ 、 $70^\circ\text{C}$  における寿命は約  $5$  万時間と推定され (図 11)、また、活性化エネルギー ( $E_a$ ) を  $0.4$  とした場合の  $25^\circ\text{C}$  換算での寿命は、 $38.5$  万時間と推定され、目標の  $10$  万時間を十分に満足する高い信頼性を得ることができた。

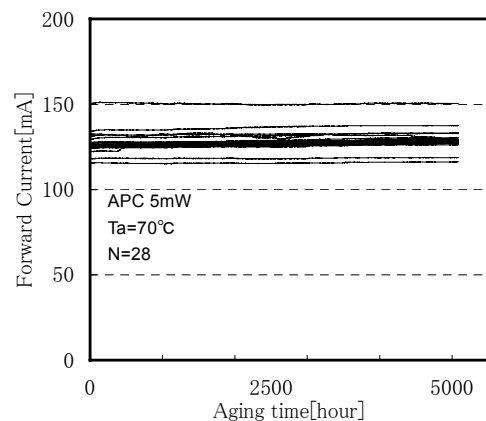


図10 寿命試験結果  
Life test of SLD chip

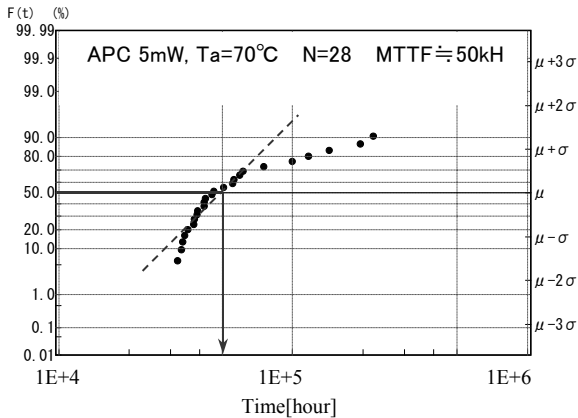


図 11 対数正規確率プロットによる寿命推定  
Estimated life using logarithm regular establishment plot

## 5 製品群と仕様

これらの性能の素子を  $\phi 5.6\text{CAN}$ 、円筒モジュール、バタフライモジュールの3種類に実装して商品化した。表 2.1 に  $\phi 5.6\text{CAN}$ 、

表 2.2 に円筒モジュール、表 2.3 にバタフライモジュールの仕様と外形図を示す。

$\phi 5.6\text{CAN}$  は、熱膨張係数と放熱性を考慮した Cu-W サブマウントを介して外形  $\phi 5.6\text{mm}$  のパッケージにモニタ PD とともに実装して気密封止した。最も安価であり汎用性のある光源である。円筒モジュールは、 $\phi 5.6\text{CAN}$  をベースに、SMF を YAG 溶接により固定した。集光レンズには非球面レンズ採用することで高い結合効率を得ることができ、 $P_f=1\text{mW}$  (当社従来品  $0.1\text{mW}$ ) を実現した。高いファイバ出力と使いやすさから最も大きな需要が期待されている。バタフライモジュールは、我々の主力製品である  $1.48\mu\text{m}$  PUMP モジュールと同じ構成部品を用い、高い信頼性と低価格を実現した。内部には SLD 素子の温度をコントロールするペルチェ素子とサーミスタ素子、そしてモニタ PD を実装している。

また、高精度自動ボンディング装置等による製造ラインにより、高い品質と工程能力を実現した。

表 2.1 AS8C1150Z30M ( $\phi 5.6\text{CAN}$ ) の仕様

Specification of AS8C1150Z30M ( $\phi 5.6\text{CAN}$ )

$T_c = 25^\circ\text{C}$

| 項         | 目 記号             | 測定条件                               | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|-----------|------------------|------------------------------------|------|------|------|----|
| 順電流       | $I_F$            | $P_O=5\text{mW}$                   |      | 100  | 150  | mA |
| 順電圧       | $V_F$            | $P_O=5\text{mW}$                   |      | 2    | 2.5  | V  |
| 中心波長      | $\lambda_C$      | $P_O=5\text{mW}$                   | 810  | 830  | 850  | nm |
| スペクトル半値幅  | $\Delta\lambda$  | $P_O=5\text{mW}$                   | 10   | 17   |      | nm |
| スペクトル変調度  | Md               | $P_O=5\text{mW}$                   |      | 2    | 10   | %  |
| モニタ電流     | $I_m$            | $P_O=5\text{mW}, V_{RD}=5\text{V}$ | 0.2  | 1.5  |      | mA |
| 広がり角 (水平) | $\theta_{//}$    | $P_O=5\text{mW}$                   |      | 15   |      | °  |
| 広がり角 (垂直) | $\theta_{\perp}$ | $P_O=5\text{mW}$                   |      | 45   |      | °  |

動作ケース温度( $T_c$ ):  $-20 \sim +70^\circ\text{C}$

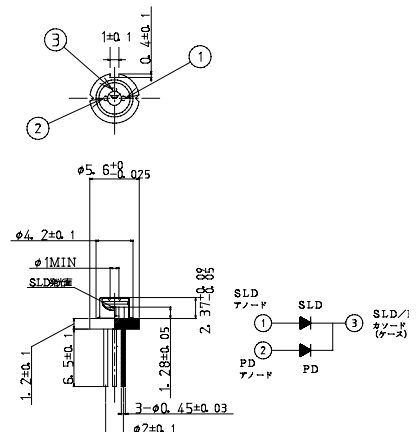


表 2.2 AS8Y1100M30M (円筒モジュール) の仕様

Specification of AS8Y1100M30M (Coaxial Module)

$T_c = 25^\circ\text{C}$

| 項         | 目 記号            | 測定条件   | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|-----------|-----------------|--|------|------|------|----|
| 順電流       | $I_F$           | $P_f=1\text{mW}$                                   |      | 100  | 150  | mA |
| 順電圧       | $V_F$           | $P_f=1\text{mW}$                                   |      | 2    | 2.5  | V  |
| 中心波長      | $\lambda_C$     | $P_f=1\text{mW}$                                   | 810  | 830  | 850  | nm |
| スペクトル半値幅  | $\Delta\lambda$ | $P_f=1\text{mW}$                                   | 10   | 17   |      | nm |
| スペクトル変調度  | Md              | $P_f=1\text{mW}$                                   |      | 2    | 10   | %  |
| モニタ電流     | $I_m$           | $P_f=1\text{mW}, V_{RD}=5\text{V}$                 | 0.2  | 1.5  |      | mA |
| トラッキングエラー | $\Delta P_T$    | $I_m=\text{Const}, T_c=-20 \sim +70^\circ\text{C}$ | -2   |      | 2    | dB |

動作ケース温度( $T_c$ ):  $-20 \sim +70^\circ\text{C}$

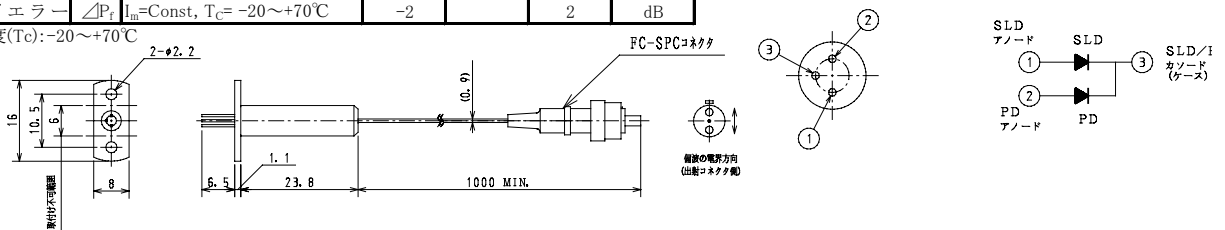
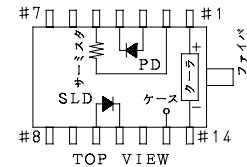
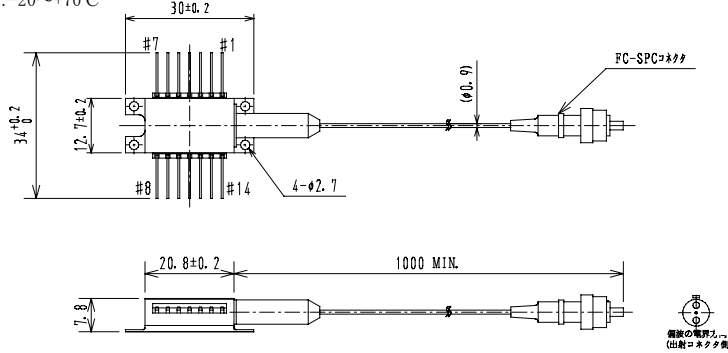


表 2.3 AS8A1123M30M (バタフライモジュール) の仕様

Specifications of AS8A1123M30M (Butterfly Module) Tc = 25°C

| 項目        | 記号              | 測定条件                                 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|-----------|-----------------|--------------------------------------|------|------|------|----|
| 順電流       | $I_F$           | $P_F=2mW$                            |      | 120  | 180  | mA |
| 順電圧       | $V_F$           | $P_F=2mW$                            |      | 2    | 2.5  | V  |
| 中心波長      | $\lambda_c$     | $P_F=2mW$                            | 810  | 830  | 850  | nm |
| スペクトル半値幅  | $\Delta\lambda$ | $P_F=2mW$                            | 10   | 17   |      | nm |
| スペクトル変調度  | Md              | $P_F=2mW$                            |      | 2    | 10   | %  |
| モニタ電流     | $I_m$           | $P_F=2mW, V_{RD}=5V$                 | 0.2  | 1.3  |      | mA |
| トラッキングエラー | $\Delta P_F$    | $I_m=Const, T_C=-20\sim+70^\circ C$  | -1   |      | 1    | dB |
| クーラ電圧     | $V_C$           | $P_F=2mW, T_C=70^\circ C$            |      |      | 2.5  | V  |
| クーラ電流     | $I_C$           | $P_F=2mW, T_C=70^\circ C$            |      |      | 1    | A  |
| サーミスタ抵抗   | $R_{th}$        | $T_{SLD}=25^\circ C, B=3900\pm 100K$ | 9.5  | 10   | 10.5 | kΩ |

動作ケース温度(Tc): -20~+70°C



| No. | 機能      | No. | 機能      |
|-----|---------|-----|---------|
| 1   | クレーアノード | 8   | NC      |
| 2   | サーミスタ   | 9   | NC      |
| 3   | PDアノード  | 10  | SLDアノード |
| 4   | PDカソード  | 11  | SLDカソード |
| 5   | サーミスタ   | 12  | NC      |
| 6   | NC      | 13  | ケース     |
| 7   | NC      | 14  | クレーカソード |

## 6 SLD のセンサ応用例

高出力 SLD を開発したことで OCT 用光源としてのアプリケーションが確立できた。それに伴い現在では OCT 以外にも多数のセンサアプリケーションが見込まれており、SLD をセンサ光源に求める期待も高まってきている。最近の SLD 代表使用例を表 3 に示す。また、図 12 に干渉計測の基本構造を示す。

表 3 SLD の主なアプリケーション  
Applications for SLD

| 対象市場   | センサ機器  | 原理   | Wants                                 | Needs  |
|--------|--|--|---------------------------------------|--|
| 眼科医用   | 眼科用 OCT<br>眼軸測定器<br>収差測定器                                      | 干渉<br>CCD                                  | 高分解能<br>高解像度<br>目に見えない<br>点光源<br>波長安定 | 広帯域 ( $\Delta\lambda=広$ ) ガウス分布<br>低コヒーレンス<br>低リップル<br>0.8μm<br>SMF 結合<br>クレー付き (バタフライタイプ) |
| 精密計測   | レーザスケール<br>マイクロエンコーダ<br>変位計<br>3次元形状測定器<br>オートフォーカス<br>電子走査顕微鏡 | フレネル回折<br>干渉<br>反射光量<br>PSD<br>回帰時間        | 高精度<br>点光源<br>温度安定性<br>高輝度            | 低コヒーレンス短波長<br>SMF 結合<br>高出力<br>高出力   |
| 測距     | 測量機  | 回帰時間                                       | 長距離測定<br>安価                           | 高出力<br>指向性 (広がりが角)<br>CAN タイプ  |
| 短波系その他 | FOG<br>電流センサ<br>侵入センサ<br>抗体反応判別装置<br>EMI センサ                   | サニャック干渉<br>位相差<br>フレグダー効果<br>屈折率<br>E/O 変換 | 高分解能<br>電磁波耐性<br>低価格<br>波長安定          | 低コヒーレンス<br>短波長<br>SMF 結合<br>CAN, 円筒タイプ<br>クレー付き (バタフライタイプ)                                 |
| 内外科医用  | 内視鏡用 OCT<br>血流計  | 干渉<br>反射光量                                 | 高分解能<br>高解像度<br>高深度<br>点光源            | 広帯域 ( $\Delta\lambda=広$ )<br>低コヒーレンス<br>1.3μm~1.6μm 帯<br>SMF 結合                            |
| 防災インフラ | 歪みセンサ (FBG)<br>水位計 (FBG)<br>振動センサ                              | 位置検出<br>反射光量<br>回帰時間                       | 多点検出                                  | 広帯域 ( $\Delta\lambda=広$ )<br>高出力<br>SMF 結合   |

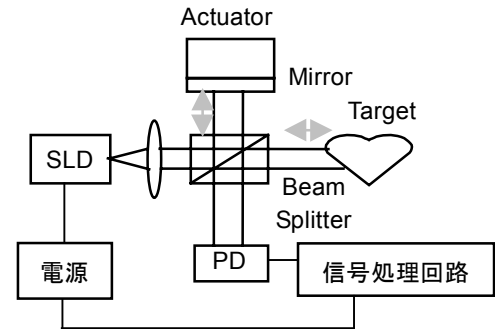


図 12 干渉計測の基本構造

Basic concept of interference measurement

下記にアプリケーションの一部を紹介する。

### (1) OCT (Optical Coherence Tomography)

干渉計の光源として SLD 光源を用いることで、数 μm ~ 数十 μm の精度で試料内部の反射光強度分布を検出することができる。さらに、光ビームを横方向に走査することで断層画像の構築が可能である。OCT は非接触、かつリアルタイムでイメージング可能であることから、眼科での網膜の断層解析をはじめ、内視鏡による臓器の断層解析などの医療診断分野でさまざまな応用が期待されている<sup>3)</sup>。

### (2) 光ファイバ電流センサ (光 CT: Current Transformer)

送電流量を測定するセンサーで、光ファイバを使用することで小型・軽量となり、周囲の電磁環境の影響を受け

ない。ファラデー効果を利用しセンサファイバを通過した光の偏波方向の回転角を計測するタイプと、サニャック効果による位相差を求める方式があり、近年、発電所・変電所で実用化される動きがある。また、サニャック干渉方式は直流も測定可能であり、鉄道にも使用される<sup>4)</sup>。

### (3) レーザスケール・マイクロエンコーダ

フレネル回折による光強度分布から移動量を検出する。超 LSI の露光や MEMS 等の微細加工をするための高精度なステージ位置決めで使用される。従来は短波長の LD・LED を光源に使用していたが、SLD を使用することでノイズを抑制し、高分解能を得ることが可能となった。また、SMF に結合可能なためセンサヘッドを小型化にでき、光源を検出部から離れた場所に置くことで温度ドリフトの影響を避けることができる。

## 7 むすび

干渉計測等光センシング分野で有効な高出力 SLD の開発方針と、素子の諸特性およびセンサ応用例を中心に述べた。歪 MQW、長励起長化、2 種類の異なる量子井戸を用いた活性層構造の最適化等を行うことにより、高出力化と広帯域化のトレードオフの関係を克服し、素子光出力 5mW、ファイバ出力 2mW の高出力とスペクトル半値幅 17nm を実現し、かつ 25℃における推定寿命 10 万時間以上の信頼性を得ることができ、市場の要求を満足する SLD 光源として商品化した。センサ市場のひとつひとつはそれほど大きいものとは言えないが、アプリケーションは非常に種類が多い。今後も多様なセンサ市場のニーズ・ウオンツを見極め、それらにあった仕様の SLD 光源を開発していく予定である。

## 参考文献

- 1) 山田敦史「スーパーluminescentダイオード(SLD)」: 光デバイス精密加工ハンドブック, オプトロニクス社, p450-455
- 2) 吉田谷弘明 ほか「SLD 高性能化の研究」: アンリツテクニカル No.72, Sept. 1996
- 3) 陳 建培「臨床応用に向けた光コヒーレンストモグラフィによる顕微診断」: OPTRONICS(2002)No.7
- 4) 林屋 均「直流用光ファイバ電流センサの開発」: 鉄道と電気技術(2005.1), vol.16

## 執筆者



渡邊 宏祐  
光デバイス R&D センター  
発光デバイス開発部



吉田谷 弘明  
光デバイス R&D センター  
発光デバイス開発部



鈴木 徹也  
光デバイス R&D センター  
発光デバイス開発部



村上 清一  
アンリツデバイス(株)  
生産技術部プロジェクトチーム



山田 敦史  
光デバイス R&D センター  
発光デバイス開発部



三瀬 一明  
光デバイス R&D センター  
発光デバイス開発部

論文

## 高出力 0.8 $\mu$ m SLD の開発

「アンリツテクニカル」82号(2006.3)より抜粋

アンリツ株式会社