

# hama hot

Vol. **13**  
2019



新連載

## ウェーブフロント テクノロジーの最前線

空間光位相変調器「LCOS-SLM」

[第1回] 光の波面を制御するデバイス: 空間光位相変調器

In Focus

ミニ分光器 [SMDシリーズ] C14384MA-01

分光分析の可能性を大きく広げる  
世界最小のグレーティング型分光器

PHOTON FAIR 2018 開催報告

新製品ニュース

ミニ分光器 [TFシリーズ] C14486GA

光電子増倍管モジュール H14447

ORCA-FusionデジタルCMOSカメラ C14440-20UP

LD加熱光源 LD-HEATER L10060-71122

展示会・学会への出展スケジュール

ホットニュース

バックナンバー・定期購読のご案内

Webコンテンツ紹介

## Index

- PHOTON FAIR 開催報告 P03
- 新製品ニュース P07
- In Focus P09
  - ・ 光半導体製品 P11
  - ・ 電子管製品 P15
  - ・ システム製品 P18
  - ・ レーザ製品 P20
- 展示会・学会への  
出展スケジュール P23
- ホットニュース P24
- ウェーブフロント  
テクノロジーの最前線 P25
- バックナンバー  
定期購読のご案内 P29
- Webコンテンツ紹介 P30

「表紙のイラスト」  
マイクロPMT

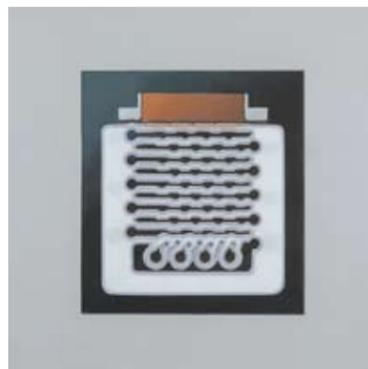


イラスト: チカツタケオ

モノの存在を静穏な空気感で描くチカツタケオさんによるイラスト。今回は、マイクロPMTを描いていただきました。  
このマイクロPMTは高圧電源回路等を組み合わせたモジュールで販売しています。



## PHOTON FAIR 2018

浜松から未来へ。

開催報告

2018年11月に、浜松ホトニクス総合展示会「PHOTON FAIR 2018」を開催しました。会期を通して1万人を超えるお客様にご来場いただき、盛況のうちに終了することができました。



▶ P03

## 09

In Focus

ミニ分光器 [SMDシリーズ] C14384MA-01

### 分光分析の可能性を大きく広げる 世界最小のグレーティング型分光器

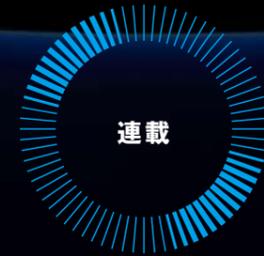
SMDシリーズ C14384MA-01は、これまでの小型分光器の開発ノウハウを結集し、世界最小サイズ(弊社調べ)を実現した近赤外用分光器です。さまざまな用途への応用が期待されています。

▶ P09



## 03

開催報告



## ウェーブフロント テクノロジーの最前線

空間光位相変調器「LCOS-SLM」

第1回

### 光の波面を制御するデバイス： 空間光位相変調器

今回から3回にわたり、光の波面を制御するデバイスと技術そして応用を紹介します。第1回では、波面制御のキーデバイスである空間光変調器と波面制御技術の概要を紹介します。

▶ P25

## 25

連載

## 新製品ニュース

浜松ホトニクスのホットな新製品・開発品を紹介します。

▶ P07



ミニ分光器 [TFシリーズ] C14486GA



光電子増倍管モジュール H14447

## 07

新製品ニュース



ORCA-FusionデジタルCMOSカメラ C14440-20UP



LD加熱光源 LD-HEATER L10060-71122



# PHOTON FAIR 2018

## 浜松から未来へ。

2018年11月に、浜松ホトニクス総合展示会「PHOTON FAIR 2018」を開催しました。  
今回は「浜松から未来へ。」をメインテーマに、「くるま」「暮らし」「健康・医療」「環境」「モノづくり」「学术研究」の6つの応用分野を通して、未来へ広がる弊社の製品や技術をご紹介します。  
会期を通して1万名を超えるお客様にご来場いただき、盛況のうちに終了することができました。



今回で13回目となるPHOTON FAIRは、地元浜松市のランドマークである「アクティシティ浜松」にて開催しました。



弊社創業時の歴史とホトニクスイズムを光の演出を用いて展示しました。



弊社の将来ビジョンを迫力ある映像を通じ、体感していただきました。



「暮らし」ゾーンでは、身近な暮らしをさらに快適にするための先進デバイスや技術を紹介しました。



「環境」ゾーンでは、エネルギー・水質・土壌・大気などに焦点を当てて未来の地球環境に貢献する製品や技術を紹介しました。



「モノづくり」ゾーンでは、製造工程を支援する製品や技術を多数紹介しました。



「くるま」ゾーンでは、車載用デバイスと車載用半導体の故障解析装置を紹介しました。



車の自動運転の「眼」と呼ばれるLiDAR。デモを交えて関連デバイスを紹介しました。



「健康・医療」ゾーンでは、PET診断装置用の光検出器をはじめ将来の医療診断に向けた技術を展示しました。



「学术研究」ゾーンでは、小惑星探査機はやぶさ2用のセンサをはじめ、学術プロジェクトや科学研究に貢献する製品や技術を紹介しました。



宇宙素粒子観測装置スーパーカミオカンデ用光電子増倍管の実績と将来についてバーチャルリアリティ（VR）システムも用いて紹介しました。



各ゾーンでは、弊社エンジニアによるプレゼンテーションを実施し、お客様と活発な意見交換を行うことができました。



「PHOTON FAIR 2018」の会場をパノラマビューで体感できる！  
バーチャル フォトン フェア  
**Virtual PHOTON FAIR 2018**  
スペシャルサイトのご案内 **期間限定公開 4/30まで!**



講演会

11月1日と2日に実施した基調講演と特別講演では、いずれも定員を超える方々にご聴講いただきました。

基調講演

特別講演



浜松ホトニクス株式会社  
代表取締役社長  
書馬 明

光への挑戦  
— 2026年の新しいイの字にむけて —



カリフォルニア大学  
アーバイン校 教授  
ブレース・トロンプバーグ氏

ウェアラブルで在宅での計測も  
可能とする生体光学技術の開発  
— オーダーメイド医療の実現を目指して —



トヨタ自動車株式会社  
先進技術開発カンパニー 常務理事  
鯉淵 健氏

すべての人に移動の自由を  
— トヨタの先進安全・自動運転技術開発  
への取り組み —



スタンフォード大学  
医学部循環器科 主任研究員  
池野 文昭氏

光技術が医療を通じて  
世界に貢献するために

セミナー

専門分野に精通した社外講師の方々と弊社の技術者や研究者によるセミナーを、11月1～2日の2日間で計40セッション実施しました。最新の技術や製品・研究についての解説や質疑応答、またスマートフォンを用いたリアルタイムアンケートも行いました。

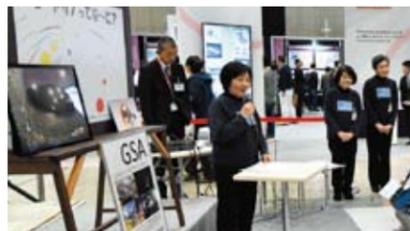
右のページでご案内している「Virtual PHOTON FAIR」では、セミナー資料のダウンロードや動画の視聴が可能です。ご来場いただけなかった方もぜひご覧ください。

資料や動画を公開しているセミナー(一例)

- 浜松ホトニクスにおけるIoTへの取り組み
- X線を用いた食品検査技術の紹介
- 光をあやつる ～波面制御とその応用～
- テラヘルツ技術の最先端 ～デバイスからシステムまで～



光のふしぎ発見! フォトニクスラボ



岐阜県飛騨市神岡町「こだまグループ」による素粒子ニュートリノにまつわる紙芝居



東京大学 石川妹尾研究室によるダイナミックプロジェクションマッピング

11月3日は一般公開日として、近隣住民の方や学生の皆様などを中心にご来場いただきました。また、光のふしぎをテーマとしたアトラクションおよびお子様向けスタンプラリーを開催し、光の性質、光技術の一端に触れる体験をしていただきました。



PHOTON FAIR 2018の展示会場の様子や展示内容をお楽しみいただけるWebサイト「Virtual PHOTON FAIR 2018」が公開中です。製品・技術の展示をパノラマビューで体感いただけます。ぜひご覧ください。

展示したパネルや動画を閲覧できる。セミナーの資料ダウンロードや動画視聴も可能。



実際に展示会場で展示した製品・技術の説明パネルや動画を閲覧できます。また、会期中に開催した関連セミナーの資料ダウンロードやセミナー動画の視聴も可能です。  
※Virtual PHOTON FAIR 2018 の閲覧には個人情報の入力が必要です。また一部のコンテンツは公開していません。

Virtual PHOTON FAIR 2018  
スペシャルサイトにいますぐアクセス!

バーチャルフォトンフェア

目次

● 光半導体製品

		メディカル	ライフ	創薬	計測	分析	半導体	光通信	セキュリティ	産業	非破壊	学術研究
半導体モジュール	ミニ分光器 [SMD シリーズ] C14384MA-01				●	●					●	
	ミニ分光器 [TFシリーズ] C14486GA				●	●					●	
APD	Si APD S11051-20				●						●	
SSD (Silicon Stripe Detector)	Siストライプディテクタ S13804											●
イメージセンサ	CMOSエリアイメージセンサ S14250				●				●	●		
Si APD	フロントエンドIC付光センサ S14847-01CR				●				●	●		

● 電子管製品

		メディカル	ライフ	創薬	計測	分析	半導体	光通信	セキュリティ	産業	非破壊	学術研究
光検出器	光電子増倍管モジュール H14447				●	●		●				
	光電子増倍管モジュール H14600シリーズ	●	●	●	●	●			●	●		
高圧電源	高圧電源モジュール C14051-15					●				●		●
イオン検出器	MCPアッセンブリ MIGHTION® F14845-11	●	●	●	●	●			●			●
X線源	180 kV密封型マイクロフォーカスX線源 L14351-02									●	●	

● システム製品

		メディカル	ライフ	創薬	計測	分析	半導体	光通信	セキュリティ	産業	非破壊	学術研究
システム製品/カメラ	ORCA®-FusionデジタルCMOSカメラ C14440-20UP		●		●					●		●
X線非破壊検査	X線ラインセンサカメラ C14300シリーズ									●	●	

● レーザ製品

		メディカル	ライフ	創薬	計測	分析	半導体	光通信	セキュリティ	産業	非破壊	学術研究
半導体レーザ	波長掃引バルス量子カスケードレーザ L14890-09					●						
	マイクロチップレーザ L14824-10101				●					●		
	LD加熱光源 LD-HEATER L10060-71122						●			●		●
	LD照射光源 SPOLD® L13920-411M/-511M						●			●		
	LD照射光源 SPOLD® L13920-611						●			●		

応用分野

- **メディカル**    メディカル  
MEDICAL
- **ライフ**       ライフサイエンス  
LIFE SCIENCE
- **創薬**           創薬  
DRUG DISCOVERY
- **計測**           計測  
MEASUREMENT
- **分析**           分析  
ANALYTICAL
- **半導体**        半導体製造  
SEMICONDUCTOR PRODUCTION
- **光通信**        光通信  
OPTICAL COMMUNICATION
- **セキュリティ**    セキュリティ  
SECURITY
- **産業**           産業  
INDUSTRY
- **非破壊**        非破壊検査  
NON-DESTRUCTIVE INSPECTION
- **学術研究**      学術研究  
ACADEMIC RESEARCH

ミニ分光器 [SMDシリーズ] C14384MA-01

# 分光分析の可能性を大きく広げる 世界最小のグレーティング型分光器

物質が放射または吸収する光のスペクトルを調べ、その物質の成分などを分析する分光分析は、食品や農業、医療など、幅広い分野で活用されています。

これまで、分光分析は大型の据え置きタイプの分光器を持つ分析室で行うことが一般的でしたが、浜松ホトニクスは、携帯型機器による現場での計測ニーズに応えるべく、小型分光器の製品開発を進めてきました。今回新しく加わったSMDシリーズ C14384MA-01は、これまでの小型分光器の開発ノウハウを結集し、世界最小サイズ(弊社調べ)を実現した近赤外用分光器です。サイズや重量に制限のあるハンディタイプの計測器や多点同時計測などさまざまな用途への応用が期待されています。

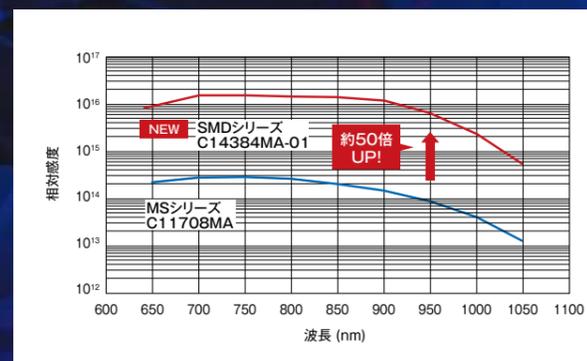


## 圧倒的なダウンサイジングを実現した新世代のグレーティング型分光器

SMDシリーズの最大の特長は、従来のミニ分光器MSシリーズと比べて、体積で40分の1、重量で30分の1という小型・軽量を実現しながら、最新の高性能イメージセンサを採用することで近赤外域での感度を約50倍に高めていることです。これにより、サイズや重量に制限のある携帯型の分光分析機器やドローンなどへの搭載性を高めるとともに、製品を並列で用いる多点計測や生体に直接取り付けでの観測など、さまざまな用途での活用が可能となります。また、グレーティングとイメージセンサを組み合わせた分光器のため、波長ごとの光の強さの変化を連続データとして取得でき、より高度な解析手法による分析にもご活用いただけます。さらにデバイスとしての使い勝手を考慮して、フレキシブルケーブルによる接続を採用したことで、自由度の高い搭載性を確保しました。



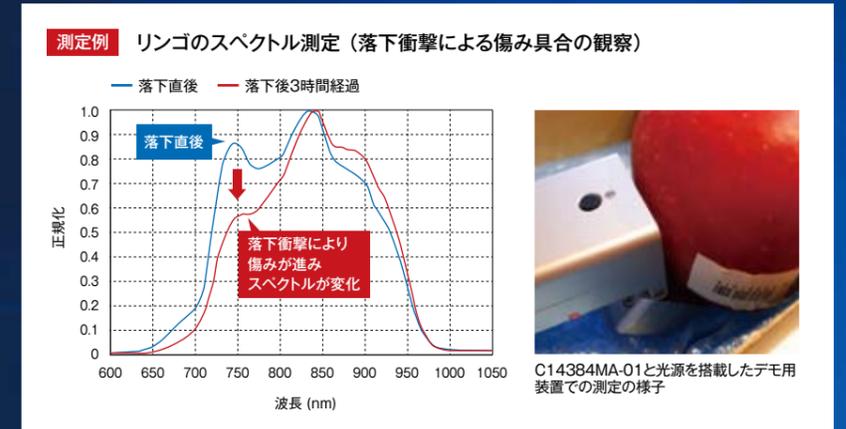
ミニ分光器SMDシリーズ C14384MA-01 と従来の小型分光器



感度比較 (代表例)

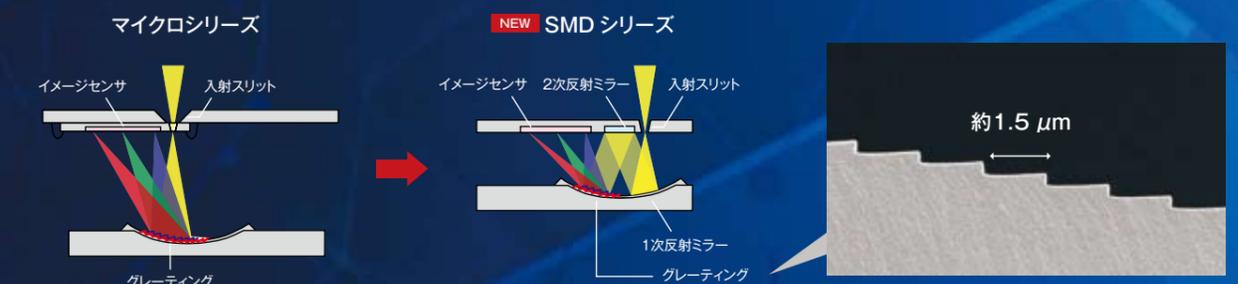
## 食品や農作物の検査に最適な「近赤外光」に対応

近年、食品や農作物の分野では安全性や生産性への関心が世界的に高まっており、手軽かつ効率的な検査方式である分光分析への期待も大きくなっています。SMDシリーズは、水分や糖分、有機酸といった生物由来の成分を測定できる640 nmから1050 nmまでの近赤外光に高感度で対応しており、食品や農作物をはじめ、医療や製薬など幅広い分野・用途でのニーズに応えることができます。



## 世界最小を実現する、浜松ホトニクスのテクノロジー

世界最小のグレーティング型分光器を実現したのは、浜松ホトニクスが独自に培ってきた光学設計技術と、量産時に高い品質を実現するMOEMS技術の融合です。グレーティング型分光器では、光を取り入れるスリット、光を波長ごとに分けるグレーティング、そしてセンサの位置関係が重要になりますが、従来の反射回数を最小限に抑えて精度を確保する構造では、グレーティングの微細加工に限界を迎えつつありました。そこでSMDシリーズでは発想を転換し、ナノインプリントによりサブミクロンレベルの形状をレプリケーションする技術や、スリット・ミラーを一体形成する高付加価値CMOSセンサ技術といったMOEMS技術を駆使した「折り返し型」の構造を採用し、超小型化を実現。加えて最新の高性能イメージセンサにより、さらに感度を高めることに成功しています。入射スリット、2次反射ミラー、イメージセンサを1つのチップ上に集約し部品点数を抑えることで、低コスト化を達成していることも特長です。



## 分光器の可能性が広がり、新たな分野へ

昨年開催された「フotonフェア2018」では、多くのお客様から、SMDシリーズに高い関心を寄せていただきました。SMDシリーズは、そのサイズと性能を生かして、本文中で触れた以外のさまざまな用途にも適用できる可能性を秘めています。今後さらにスペック、価格、リフロー実装によるコンパクト化など、分光器として求められる性能や仕様を磨き込み、より幅広いお客様のご要望にお応えしていきます。



ミニ分光器 [SMDシリーズ] C14384MA-01の仕様は次のページに掲載しています。➡

半導体モジュール

計測 分析 産業

## ● ミニ分光器 [SMD シリーズ] C14384MA-01

NEW



### 特長

- 超小型: 11.7 x 4.0 x 3.1 mm
- 超軽量: 0.3 g
- 感度波長範囲: 640 ~ 1050 nm
- 高感度: 従来品 (C11708MA) の50倍 (λ=1000 nm)
- フレキシブルケーブル付き

### 近赤外域で高感度、超小型グレーティング型分光器

C14384MA-01は、近赤外域で高感度を実現した超小型グレーティング型分光器ヘッドです。独自の光学設計と最新の高感度イメージセンサを採用することにより、近赤外域の感度を従来のミニ分光器 MSシリーズの約50倍に高めつつ、体積を約40分の1に縮小しました。

項目	仕様	単位
感度波長範囲	640 ~ 1050	nm
波長分解能 (FWHM)	640 ~ 800 nm	25 nm max.
	800 ~ 1050 nm	20 nm max.
波長再現性	±0.5	nm
波長温度依存性	±0.1	nm/°C
輝線迷光	-23 max.	dB
スリットサイズ (H x V)	15 x 300	μm
開口数	0.22	-
ビデオレート	5	MHz
外形寸法 (W x D x H)	11.7 x 4.0 x 3.1*	mm
重さ	0.3	g

※ フレキシブルケーブルを含まない

### 評価キット (C14989 + C15036)

SMDシリーズ C14384MA-01の特性を簡易的に評価するための評価キットです。C14989は評価回路(評価用ソフトウェア、接続用ケーブル付き)、C15036はミニ分光器ヘッド付回路(C14384MA-01内蔵)です。PCとUSB接続をして、C14384MA-01の特性を専用のソフトウェアで簡易的に評価することができます。

### 特長

- ミニ分光器 C14384MA-01の初期評価回路
- ミニ分光器の波長換算係数をPCから入力可能
- 高A/D分解能(16ビット)
- USBからの供給電源のみで駆動



NEW

## 近赤外域用 (950 ~ 1700 nm) 小型・薄型のミニ分光器

ミニ分光器TFシリーズ C14486GAは、InGaAsリニアイメージセンサを搭載し、12 mmの薄さを実現した薄型タイプです。短時間蓄積に対応したトリガ機能により、パルス発光の分光計測も可能です。

### 従来品との相違点

近赤外域における高感度と、小型化を実現しています。



半導体モジュール

計測 分析 産業

## ● ミニ分光器 [TFシリーズ] C14486GA

### 特長

- 感度波長範囲: 950 ~ 1700 nm
- 小型・薄型
- 短蓄積時間 (1 μs ~ 100 ms) により高ラインスキャンレートを実現
- 高い波長分解能: 7 nm max.
- 外部電源不要 (USBバスパワー駆動)
- 石英透過型グレーティングによる高スループット

### 用途

- 食品の糖度・水分検出
- 膜厚測定

### [TFシリーズのラインアップ]

タイプ	型名	写真	感度波長範囲 (nm)											波長分解能 max. (nm)	蓄積時間 (μs)	トリガ機能	内蔵イメージセンサ		
			200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	タイプ	画素数							
NEW 近赤外域用	C14486GA													950 ~ 1700	7	1 ~ 100000	あり	InGaAs リニアイメージセンサ	256
高感度	C13555MA													340 ~ 830	3	11 ~ 100000	あり	高感度CMOS リニアイメージセンサ	512
	C13053MA													500 ~ 1100	3.5				
ラマン分光用 高分解能	C13054MA													790 ~ 920	0.7	11 ~ 100000	あり	高感度CMOS リニアイメージセンサ	512
	C14214MA													790 ~ 1050	0.6				2048

APD

計測 産業

## Si APD S11051-20

NEW



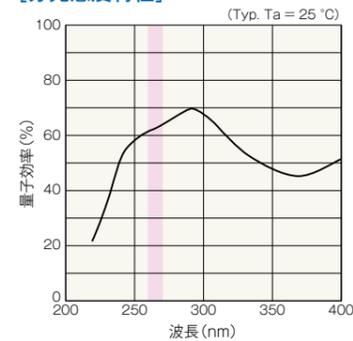
### 特長

- UV高感度 (λ = 266 nm)
- TO-8パッケージ
- 受光面: φ2.0 mm
- 降伏電圧: 500 V max.

### 用途

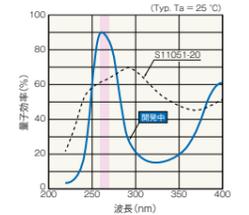
- 半導体検査装置
- レーザ加工装置

[分光感度特性]



### 開発情報

λ=266 nmにおけるさらなる高感度化を目指し、開発を進めています。



### λ=266 nmに高い感度をもつAPD

S11051-20は、半導体検査やレーザ加工装置などで使用されるλ=266 nmの光を高感度に検出するために設計されたAPDです。λ=266 nmで約60 %の量子効率を実現しています。

#### 従来品との相違点

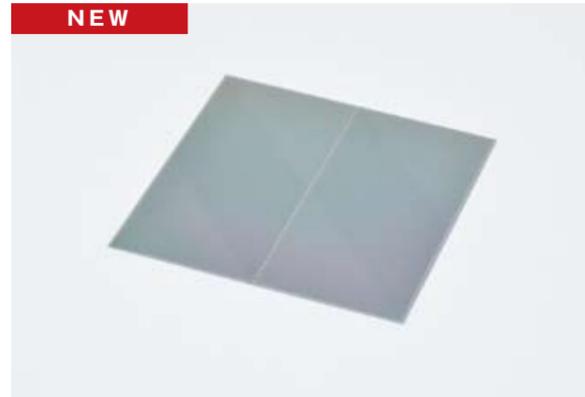
従来のUV用APDに比べて、λ=266 nmにおける感度が大幅に上昇しています。

SSD (Silicon Stripe Detector)

学術研究

## Siストライプディテクタ S13804

NEW



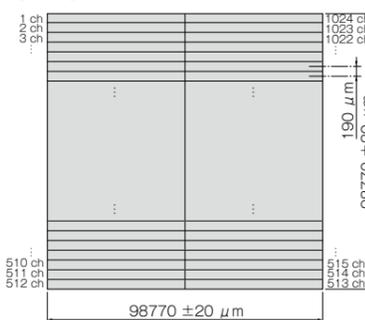
### 特長

- 高耐圧
- 高放射線耐性
- 低暗電流

### 用途

- 高エネルギー粒子検出

[構造]



### 高エネルギー粒子検出用片面SSD

J-PARCミューオンg-2/EDM実験<sup>\*1</sup>に開発されたSSDです。高エネルギー粒子の高精度な位置検出を実現するために、190 μmの狭ピッチストライプ構造になっています。S13804は、高エネルギー粒子検出用に幅広く利用できます。

<sup>\*1</sup> <http://g-2.kek.jp/portal/index.html>  
<sup>\*2</sup> 参考情報 (九州大学素粒子実験研究室) <http://epp.phys.kyushu-u.ac.jp/index.php?g-2>

#### [SSD (Siストライプ ディテクタ) とは]

基板上に数μmから数十μm幅のストライプ状の受光部 (PN接合) が形成されたSiPDアレイです。高エネルギー粒子の入射位置をミクロン単位で検出可能です。

項目	仕様	単位
SSDタイプ	PolySi-bias AC-readout	—
シリコン厚	320 ± 15	μm
シリコン結晶面方位	<100>	—
降伏電圧 min.	200	V
暗電流 max. <sup>*2</sup>	3	μA
全空乏化電圧 max.	100	V
NGチャンネル率 max.	5	%

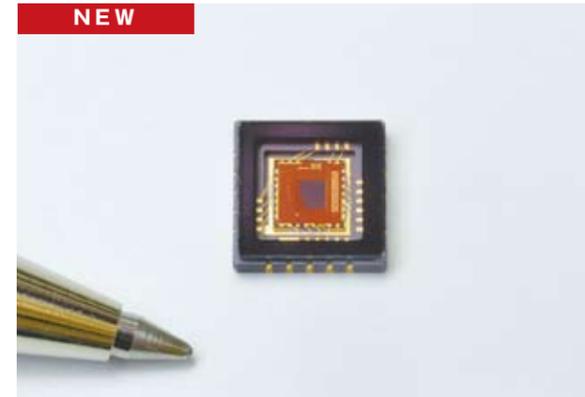
<sup>\*2</sup> V<sub>bi</sub> = 200 V

イメージセンサ

計測 セキュリティ 産業

## CMOSエリアイメージセンサ S14250

NEW



### 特長

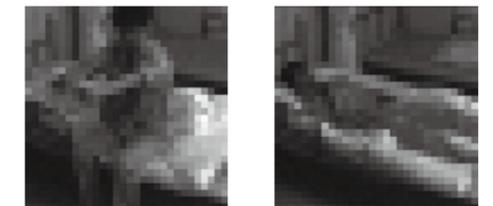
- 画素サイズ: 50 x 50 μm
- 画素数: 30 x 30画素
- 低照度での撮影が可能
- フレームレート: 1103 frames/s

### 用途

- セキュリティカメラ (ナイトビジョン、動体検出)
- 監視カメラ

#### [撮像例]

蓄積時間: 1.5 ms, 感度: 1870 V/lx·s



ベッドに座った状態

ベッドに寝転んだ状態

### プライバシーに配慮した低解像度、高感度イメージセンサ

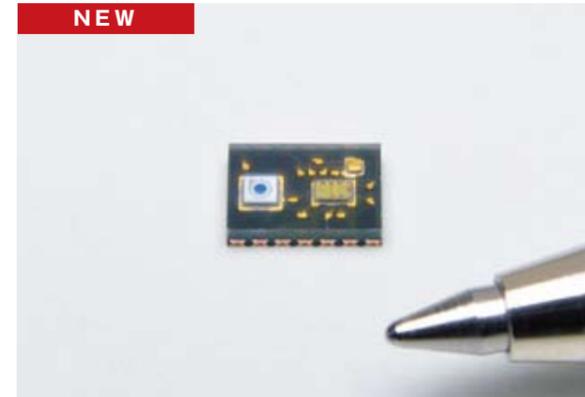
低解像度でプライバシーに配慮したセキュリティカメラ用CMOSエリアイメージセンサです。画素が大きいため、低照度の環境下でもデータ取得が可能です。デジタル入出力、3.3 V単一電源駆動のため、取り扱いが容易です。

Si APD

計測 セキュリティ 産業

## フロントエンドIC付光センサ S14847-01CR

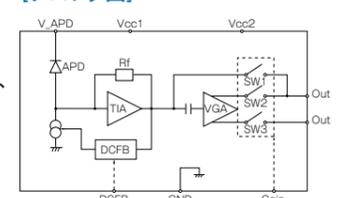
NEW



### 特長

- 高速応答: 170 MHz
- 増倍率2段階切替機能 (Lowゲイン: シングル出力, Highゲイン: 差動出力)
- 外乱光の影響を低減
- 過大光照射時に波形の乱れが少ない

[ブロック図]



DCFB (DCフィードバック) 回路は、光電流のDC成分を検出し、差動処理部を介して外乱光の影響を低減します。

### 用途

- 距離計測

### LiDARなどの距離計測用TIA付APD

Si APDとプリアンプを一体化した小型光デバイスです。外乱光の影響を低減するためのDCフィードバック回路を内蔵しています。また、優れたノイズ特性・周波数特性を実現しています。

#### 従来品との相違点

受光面サイズφ0.2 mmタイプ (S13282-01CR) に加えて、φ0.5 mmタイプを新たにラインアップに追加しました。

項目	S13282-01CR	NEW S14847-01CR	単位
受光面サイズ	φ0.2	φ0.5	mm
最大感度波長	840		nm
高域遮断周波数	Lowゲイン	180	MHz
	Highゲイン	160	
入力換算雑音電力	f=10 MHz	50	fW/Hz <sup>1/2</sup>
	f=100 MHz	65	
受光感度	Lowゲイン	0.2	MV/W
	Highゲイン	4	

NEW

## 1 Gbpsクラスの通信が可能 高速応答光電子増倍管モジュール

ヘッドオン型光電子増倍管、高圧電源回路を内蔵した、電流出力タイプのモジュールです。

### 従来品との相違点

従来品H13661に比べ、リングング、出力波高値のばらつきを改善し、アイパターンの開口を広く確保でき、より光通信向けになりました。



光検出器

計測 分析 光通信

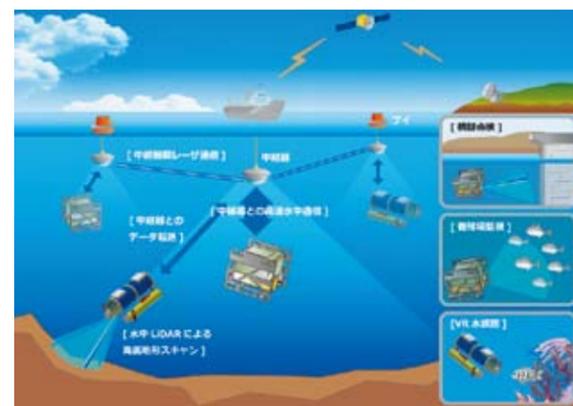
## 光電子増倍管モジュール H14447

### 特長

- 高速応答: 最大1.0 GHz
- 広い受光面積:  $\phi 25$  mm
- 低消費電力

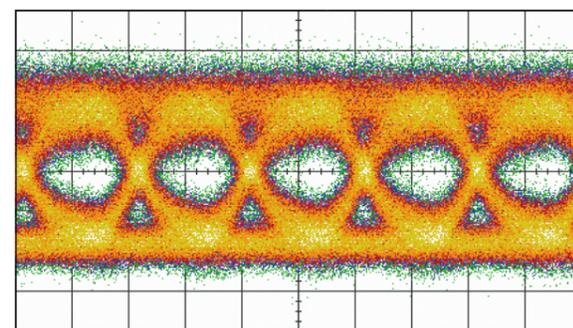
### 用途

- 光通信
  - 動画のストリーミング
  - 高解像度の画像/動画の転送
- 質量分析 (TOF MS)
  - LiDAR



出典:ALANコンソーシアム

### [アイパターン (1 Gbps)]



項目	内容・値	単位
入力電圧	+4.8 ~ +5.5	V
最大入力電流	+6	mA
最大出力信号電流*	100	$\mu$ A
感度波長範囲	300 ~ 650	nm
有効光電面サイズ	$\phi 25$	mm
上昇時間	350	ps
FWHM	440	ps

※ コントロール電圧 +2 V

光検出器

メディアカル ライフ 創薬 計測 分析 セキュリティ 産業

## 光電子増倍管モジュール H14600シリーズ

NEW



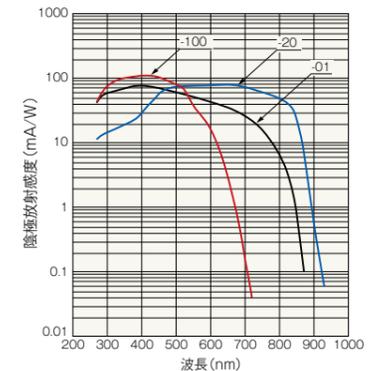
### 特長

- 小型オンボードタイプ
- +5 Vの低電圧入力で作動可能
- 低消費電力

### 用途

- 高感度ポータブル装置
  - 環境測定
  - POCT (検体検査)

### [分光感度特性]



## TO-8型光電子増倍管内蔵の小型モジュール

TO-8型光電子増倍管、高圧電源回路、デバイダを内蔵した、電流ピン出力のモジュールです。

### 従来品との相違点

従来品H10720シリーズに比べ体積約1/2となり、装置のさらなる小型化に貢献します。

項目	H14600-100	H14600-01	H14600-20	単位
感度波長範囲	300 ~ 650	300 ~ 870	300 ~ 920	nm
有効光電面サイズ	$\phi 8$			mm
入力電圧	+4.5 ~ +5.5			V
最大入力電流	3.5			mA
最大出力信号電流*	100			$\mu$ A
最大リップルノイズ* (p-p)	0.2			mV

※ コントロール電圧 +0.9 V

高圧電源

分析 産業 学術研究

## 高圧電源モジュール C14051-15

NEW



### 特長

- 小型、高効率
- 高出力: -10 kV/0.2 mA
- 広い入力電圧範囲: +11 V ~ +16 V
- 高い安全性: 各種保護機能搭載
- 電圧/電流モニタ搭載

### 用途

- 質量分析
- 静電チャック
- イオナイザ
- SEM

### -10 kV/0.2 mA出力

### 質量分析など高電圧を必要とする用途に対応

従来の光電子増倍管動作ではなく、質量分析など高電圧を必要とする用途にご利用いただける、-10 kV/0.2 mA出力の電源モジュールです。

項目	内容・値	単位
入力電圧	+11 ~ +16	V
出力電圧	-2000 ~ -10000	V
最大出力電流	0.2	mA
高電圧モニタ範囲	0 ~ +2.5	V
電流モニタ範囲	0 ~ +4.0	V
リップル/ノイズ (p-p) *	0.1	V

※ 最大出力電圧/電流において

イオン検出器

メテカル ライフ 創業 計測 分析 セキュリティ 学術研究

マイティイオン  
MCPアッセンブリ MIGHTION® F14845-11

NEW



MCPと半導体素子のハイブリッド型イオン検出器

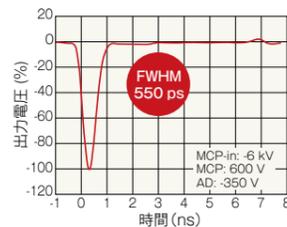
MCP (マイクロチャンネルプレート) とAD (アバランシェダイオード) を組み合わせたイオン検出器です。高速応答性など、さまざまな特長を併せ持ち、ハイブリッド型検出器ならではの性能を有しています。

項目	内容・値	単位
有効エリア	φ25	mm
ゲイン (Min.)	1 × 10 <sup>6</sup>	-
最大DC出力	230	μA
寿命	20	C/cm <sup>2</sup>

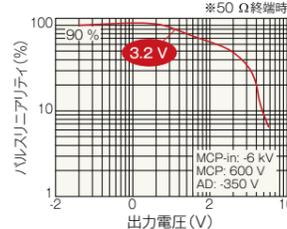
特長

- 高速応答
- 高出力ニアリティ
- 長寿命

[出力波形 (Typ.)]



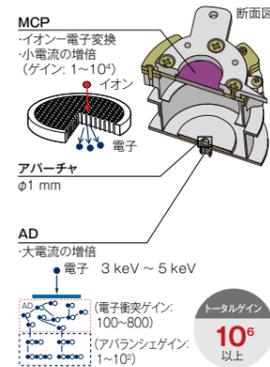
[パルスニアリティ]



用途

- 質量分析
  - TOF MS
  - MALDI TOF-MS

構造



X線源

産業 非破壊

180 kV密封型マイクロフォーカスX線源 L14351-02

NEW



密封型マイクロフォーカスX線源において  
最大管電圧180 kVを達成

最大管電圧180 kV (最大出力 90 W) の密封型マイクロフォーカスX線源です。

従来品との相違点

従来品 (150 kVタイプ L12161-07) に比べ、さらに厚物検査が可能となり、検査のタクトタイムが1/3に短縮されます。

特長

- 高出力: 最大90 W
- 高電圧ケーブル不要 (高圧電源と本体を一体化)
- RS-232Cによる外部制御

用途

- 非破壊検査
    - 寸法計測
    - 不良解析
    - 品質管理
    - 自動検査
- 【対象サンプル】
- 金属部品
  - バッテリー
  - 電子部品
  - 実装基板
  - プラスチック部品

項目	内容・値	単位
X線管電圧動作範囲	40 ~ 180	kV
X線管電流動作範囲	10 ~ 500	μA
最大出力	90	W
焦点寸法 (公称値)	200 (20 at 4 W)	μm
X線放射角度 (参考値)	約62	度
FOD (出力窓から焦点までの距離)	約19.8	mm
質量 <sup>※1</sup>	約38	kg

※1 備品類 0.3 kgを含む

NEW

微弱光領域にて高いS/N、高い定量性での観察を実現

ORCA-Fusionは、従来の科学計測用CMOSカメラ (sCMOSカメラ) に比べて大幅に低ノイズ性能が改善され、微弱光領域の観察においても高いS/Nが得られます。また、画素均一性にも優れているためダイナミック画素補正が不要で、高い定量性での観察/測定が可能です。



システム製品/カメラ

ライフ 計測 産業 学術研究

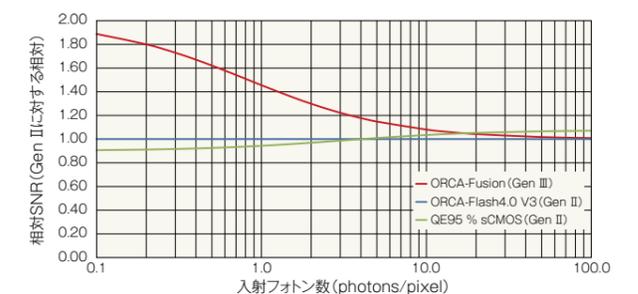
ORCA®-FusionデジタルCMOSカメラ C14440-20UP

特長

- 低読み出しノイズ: 0.7 electrons (rms)
- 高画質・定量性向上:
  - 読み出しノイズの大きな画素が大幅に減少
- 高速読み出し:
  - 89.1フレーム/秒 (2304 × 2304)
  - 100フレーム/秒 (2304 × 2048)
- 広視野:
  - 2304 × 2304画素 (5.3 M画素)
  - 対角21.176 mmの広視野センサ
- 高解像度: ピクセルサイズ6.5 μm
- 高感度: 紫外~近赤外領域

[新旧のsCMOSカメラにおける入射光子数とS/Nの比較]

1画素に入る入射光子数を変化させた場合のS/Nと画質の違いをORCA-Fusion (Gen III)、ORCA-Flash4.0 V3 (Gen II)、QE 95 % sCMOSカメラ (Gen II) でシミュレーションした結果です。より入射光子数の少ない領域になるほど、ORCA-Fusion (Gen III) のS/Nが高いことが分かります。

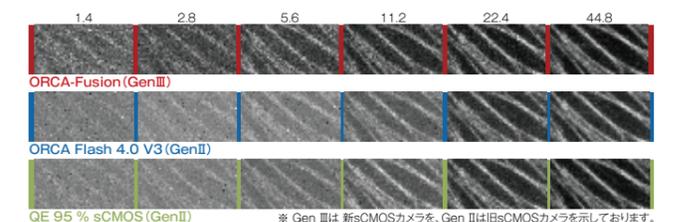


用途

- 極微弱光蛍光ライブセルイメージング
- 半導体内部観察
- 太陽電池のEL発光観察
- TEM像読み出し
- X線II-X線シンチレータ読み出し
- 貼り合わせウェーハ観察

[極微弱光蛍光ライブセルイメージングでの撮像シミュレーション例]

入射光子数に応じて、それぞれのカメラで撮像された画像例を示しております。



X線非破壊検査

産業 非破壊

## ○ X線ラインセンサカメラ C14300シリーズ

NEW



### 特長

- 低ノイズ・高感度化による薄物検査対応
- 高ダイナミックレンジ化による厚物検査対応
- コンパクトな筐体サイズ
- 高速撮像への対応
- 防水・防塵対応

### 用途

- 食品異物検査
- パッケージのかみ込み検査
- 手荷物検査
- 内容量・重量検査
- 部品の形状・内部ボイド検査

### 幅広い分野でのインライン非破壊検査が可能

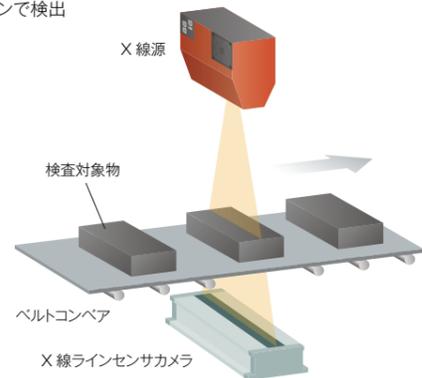
C14300シリーズは、食品に混入した異物の検出をはじめ、幅広い分野でのインライン非破壊検査を可能とする、X線ラインセンサカメラです。

#### 従来品との相違点

低ノイズ化と大飽和電荷量の実現により、従来検査が困難であった薄物や厚物の非破壊検査が可能になりました。

#### 【構成例】

内部の異物や欠陥をインラインで検出



#### 【撮像例】

ベビーフード：高線量下において、幅広い信号を取り扱うことが可能です。そのため、従来困難であった金属蓋に重なる金属異物を検出することが可能です。



型名	内容・値	単位
検出方法	シンチレータ方式	—
シンチレータ	Gd系シンチレータ	—
推奨使用 (X線感度) 範囲	約25 ~ 160	kV
検出素子ピッチ	0.4	mm
検出幅	153.6 ~ 614.4	mm
対応ラインスピード	4 ~ 200	m/分
出力信号 (画像データ)	14 bitデジタル出力	—
制御インターフェース	USB 3.0	—
電源	DC + 24 V	—
動作周囲温度	0 ~ +40	℃
動作周囲湿度	30 ~ 70 (結露しないこと)	%

半導体レーザ

分析

## ○ 波長掃引パルス量子カスケードレーザ L14890-09

NEW



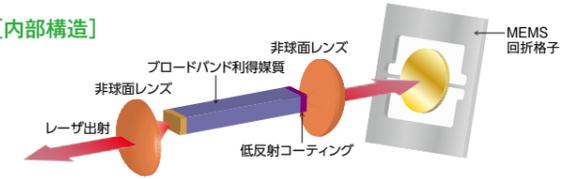
### 特長

- MEMS回折格子搭載
- DAU構造を有するブロードバンド型QCL
- 高速・広帯域波長掃引を実現
- コリメーションレンズ内蔵

### 用途

- 中赤外分光分析 / 計測
- 樹脂 / プラスチックフィルム計測
- グルコース計測
- 中赤外ハイパースペクトラルイメージング
- ガス計測

#### 【内部構造】

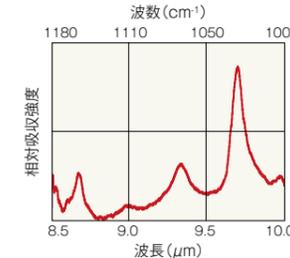


### 高速・広帯域波長掃引を実現した中赤外レーザ光源

外部共振構造によりブロードな波長掃引が可能なパルス量子カスケードレーザです。中赤外分光計測を速隔・非接触かつ高スループットで実現可能です。レーザ光の高い出力と高波長分解能を生かし、従来FT-IRで行われてきた中赤外分光計測に新たな価値を提供します。

※ 本製品をアメリカ合衆国へ持ち込むことはできません。万が一お客様の製品に組み込まれ、該当国に持ち込まれた場合においても、弊社は一切の責任を負いかねます。

#### 【ポリスチレンフィルムの計測(例)】



項目	仕様
波数掃引周波数	1.8 kHz (Typ.)
光パルス出力	300 mW (Typ.)
光パルス幅	100 ns (Typ.)
光パルス繰り返し周波数	180 kHz (Typ.)
発振線幅	2.0 cm <sup>-1</sup> (Typ.)
中心波数	1075 cm <sup>-1</sup> (Typ.)
波数掃引幅	200 cm <sup>-1</sup> (Typ.)

※ データポイント数より波長を推定。

※ 駆動条件はお問合せください。

半導体レーザ

計測 産業

## ○ マイクロチップレーザ L14824-10101

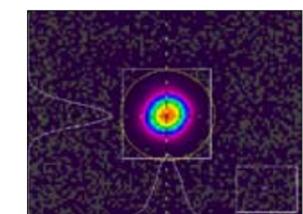
NEW



### 特長

- ピーク光出力: 1200 W
- パルス幅: 0.8 ns
- ビーム品質: M2 < 1.1 (TEM00)
- 波長: 1064 nm
- 繰り返し周波数: 50 kHz

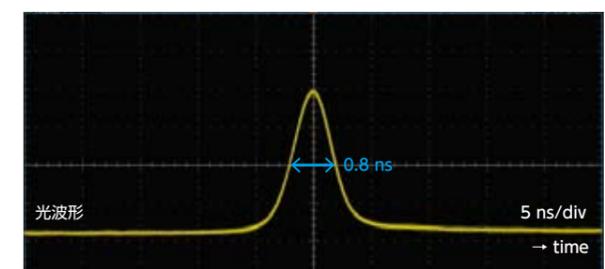
#### 【ビームパターン】



### 用途

- LiDAR (自動運転、ロボット、ドローン)
- 分析用光源
- シードレーザ

#### 【光出力波形(例)】



### 従来にない小型パッケージでの長距離・高精度を実現する固体レーザ

LiDAR用光源として開発された小型の固体レーザです。1000 W以上の高ピーク出力と、1 ns以下の短パルスレーザ光を高いビーム品質で発振します。

NEW

## 加工点温度モニタリング機能内蔵のスポット加熱光源

ファイバ出力型レーザーダイオードモジュールと駆動系、そして加工点の温度モニタリング機能を搭載したコンパクトで高性能なスポット加熱光源です。

### 従来品との相違点

蒸留水により冷却可能なLDモジュールを採用し、冷却機の管理の簡素化を実現しました。



※制御ユニット C11832-33(別売り)含む

半導体レーザー

半導体 産業 学術研究

## LD加熱光源 LD-HEATER L10060-71122

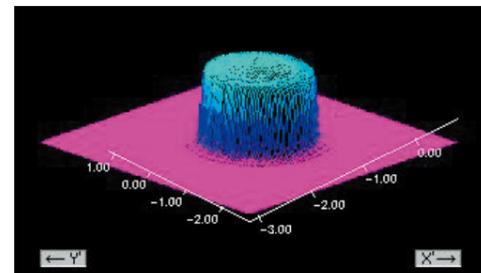
### 特長

- 蒸留水対応のため、冷却水の管理が容易
- LD冷却用のヒートシンクが長寿命

### 用途

- レーザ樹脂溶着
- レーザはんだ付け
- ロウ付け
- 熱処理 など

### [ビームプロファイル例]



項目	仕様
伝送光ファイバ出射端光出力	200 W (min.)
照射ユニット出射端光出力	180 W (min.)
レーザー種類	半導体レーザー(LD)
発振形式	連続(CW)
ピーク波長精度(25℃)	940 nm ± 20 nm
冷却方式	水冷(蒸留水)
外形寸法(W x H x D)	約240 mm x 約540 mm x 約540 mm (正面突起部およびシグナルタワー除く)
集光スポット径	φ1.6 mm ~ φ6.4 mm *1 *2

\*1 ファイバコア径と集光倍率による。

\*2 φ1.2 mmも対応可能な場合がありますので、ご相談ください。

半導体レーザー

半導体 産業

## LD照射光源 SPOLD® L13920-411M/-511M

NEW



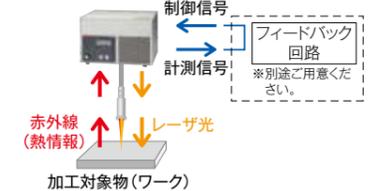
### 特長

- 同一ファイバでレーザー光と熱情報を同時に伝送
- 調整フリーで確実にレーザー照射点の熱情報を取得
- ガルバノミラー系にも対応
- 瞬間的な変化を見逃さない高速1ミリ秒サンプリング
- コンパクトな照射ユニットで加工部周辺をシンプル化

### 用途

- レーザ樹脂溶着
- 接着剤等の熱硬化
- レーザはんだ付け
- その他レーザーを熱源とした加工・処理

### [システム図]



### 装置組込に適した熱情報モニタリング機能付きレーザー光源

ファイバ出力型LDモジュールと駆動回路およびベルチェ式冷却装置を、コンパクトにまとめたレーザー照射光源です。プロセスモニタ内蔵タイプはモニタリング機能を付加することで、レーザー加工の「見える化」を実現しました。レーザー照射点の熱情報を確実に取得することで、レーザー加工の品質管理を行うことができるため、量産工程への組込に適しています。

従来品との相違点 CE規格に対応しました。

項目	仕様	
	L13920-411M	L13920-511M
光出力(最大電流設定時・照射ユニット集光点)	30 W (min.)	70 W (min.)
レーザー種類	半導体レーザー(LD)	
ピーク発振波長(25℃)	940 nm ± 20 nm	
冷却方式	空冷	
外形寸法(W x H x D)	約360 mm x 約230 mm x 約360 mm (突起部除く)	
集光スポット径	約φ0.8 mm ~ φ6.4 mm *1	

\*1 ファイバコア径と集光倍率による。

半導体レーザー

半導体 産業

## LD照射光源 SPOLD® L13920-611

NEW



### 特長

- ファイバ出力端200 Wの高出力を実現
- I/Oによる外部制御可能

### 用途

- レーザ樹脂溶着
- 接着剤等の熱硬化
- レーザはんだ付け
- その他レーザーを熱源とした加工・処理
- ロウ付け

### 装置組込に適した小型・軽量なスポットレーザー光源

蒸留水によって冷却可能なファイバ出力型レーザーダイオードモジュールと駆動および制御回路をコンパクトにまとめています。冷却水管理の簡素化により、各種製造ラインでのご使用に適しております。

従来品との相違点 高出力化を実現しました。

項目	仕様	
光出力(最大電流設定時)	伝送ファイバ出射端	200 W (min.)
	照射ユニット出射端	180 W (min.)
レーザー種類	半導体レーザー(LD)	
ピーク発振波長(25℃)	940 nm ± 20 nm	
冷却方式	水冷(蒸留水) *1	
外形寸法(W x H x D)	約360 mm x 約150 mm x 約360 mm (突起部除く)	
集光スポット径	約φ0.8 mm ~ φ6.4 mm *2 *3	

\*1 冷却装置は別途ご用意いただく必要があります。

冷却水条件: 2 L/min ~ 3 L/min、冷却能力: 300 W以上

\*2 ファイバコア径と集光倍率による。

\*3 φ0.6 mmも対応可能な場合がありますので、ご相談ください。

## 展示会・学会への出展スケジュール

下記のとおり展示会・学会に参加し、製品の展示・デモンストレーションを行います。  
ぜひ、弊社ブースまでお気軽にお越しください。  
※出展内容は変更になる場合がございます。詳しい情報は弊社ホームページをご確認ください。

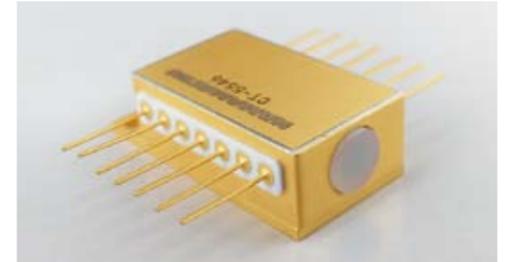


会期	展示会名	会場
2019年 2月	16日(土)~17日(日) <b>第88回 日本病理学会東北支部学術集会</b> バーチャルスライドスキャナ NanoZoomerシリーズ	仙台市民会館
	27日(水)~3月1日(金) <b>第10回 国際二次電池展</b> X線TDLカメラ、マイクロフォーカスX線源	東京ビッグサイト
3月	9日(土)~12日(火) <b>第66回 応用物理学会春季学術講演会</b> デジタルカメラシリーズ、PMA-12 マルチチャンネル分光器、光電子増倍、MPPC/MPPCモジュール、ミニ分光器、量子カスケードレーザ(QCL)、InAsSb光起電力素子	東京工業大学 大岡山キャンパス
	12日(火)~13日(水) <b>2018年度 量子ビームサイエンスフェスタ</b> 中性子イメージングユニット、MCP(マイクロチャンネルプレート)、ORCA-Flash4.0 V3 デジタルCMOSカメラ、IIユニット	つくば国際会議場 エポカルつくば
	15日(金)~16日(土) <b>第12回 神経発生討論会</b> NanoZoomer-SQ バーチャルスライドスキャナ、ORCA-Fusion デジタルCMOSカメラ、イメージスプリッティング光学系 W-VIEW GEMINIシリーズ	THE HAMANAOKO
	16日(土)~19日(火) <b>日本化学会 第99春季年会</b> Quantaurusシリーズ	甲南大学 岡本キャンパス
	29日(金)~31日(日) <b>第9回 アジア・オセアニア生理学会連合大会</b> ORCA-Fusion デジタルCMOSカメラ、イメージスプリッティング光学系 W-VIEW GEMINIシリーズ	神戸国際会議場
4月	2日(火)~3日(水) <b>第5回 デジタルパソロジー・AI学会:アジア大会</b> バーチャルスライドスキャナ NanoZoomerシリーズ	ヒルトン東京
	17日(水)~19日(金) <b>第34回 電源システム展</b> 高圧電源	幕張メッセ
	24日(水)~26日(金) <b>レーザーEXPO 2019</b> デジタルカメラシリーズ、MEMSミラー、空間光位相変調器(LCOS-SLM)、空間光位相変調モジュール、超短パルスレーザー(MOIL-ps)、マイクロチップレーザー、パルスレーザーダイオード(PLD)、量子カスケードレーザ(QCL)	パシフィコ横浜
5月	9日(木)~11日(土) <b>第108回 日本病理学会総会</b> バーチャルスライドスキャナ NanoZoomerシリーズ	東京国際フォーラム
	15日(水)~17日(金) <b>第67回 質量分析総合討論会</b> イオン化支援基板 DIUTHAME	つくば国際会議場 エポカルつくば
	22日(水)~24日(金) <b>第3回 関西 接着・接合 EXPO</b> LIGHTNINGCURE LC-L5G リニア照射型UV-LEDユニット、FLAT EXCIMER エキシマランプ光源、LD照射光源(SPOLD)、厚み/膜厚計測装置 Optical Gaugeシリーズ、光学式ピンホール検査ユニット	インテックス大阪
	22日(水)~24日(金) <b>自動車技術展 人とするまのテクノロジー展 2019 横浜</b> 車載用光半導体素子、LiDAR用デバイス、測距イメージセンサ、マイクロフォーカスX線源、パルスレーザーダイオード(PLD)	パシフィコ横浜
6月	12日(水)~14日(金) <b>画像センシング展 2019</b> デジタルカメラシリーズ、X線ラインセンサカメラ、測距イメージセンサ、InGaAsエリアイメージセンサ、CMOSエリア/リニアイメージセンサ、CCDリニアイメージセンサ	パシフィコ横浜
	17日(月)~19日(水) <b>日本顕微鏡学会 第75回学術講演会</b> デジタルカメラシリーズ、光電子増倍管、MCP(マイクロチャンネルプレート)	名古屋国際会議場
	24日(月)~26日(水) <b>第71回 日本細胞生物学会大会</b> ORCA-Fusion デジタルCMOSカメラ、ORCA-Lightning デジタルCMOSカメラ、イメージスプリッティング光学系 W-VIEW GEMINIシリーズ	神戸国際会議場 神戸国際展示場
7月	3日(水)~5日(金) <b>第1回 ファーマラボ EXPO -医薬品 研究開発展-</b> マイクロPMTモジュール、イムノクロマトリダ、微弱発光計数装置	東京ビッグサイト
	3日(水)~5日(金) <b>第21回 インターフェックス ジャパン -医薬品 化粧品 洗剤 製造・包装展-</b> EB-ENGINE 低エネルギー電子線照射源	東京ビッグサイト
	3日(水)~5日(金) <b>第56回 アイソトープ・放射線研究発表会</b> 光電子増倍管	東京大学 弥生講堂
	9日(火)~10日(水) <b>ラベルフォーラムジャパン 2019</b> LIGHTNINGCURE LC-L5G リニア照射型UV-LEDユニット、FLAT EXCIMER エキシマランプ光源、EB-ENGINE 低エネルギー電子線照射源	東京ドームシティ
	24日(水)~26日(金) <b>第11回 インフラ検査・維持管理展</b> 配管腐食検査用エネルギー弁別型放射線ラインセンサ	東京ビッグサイト
	25日(木)~28日(日) <b>第42回 日本神経科学大会</b> ORCA-Fusion デジタルCMOSカメラ、ORCA-Lightning デジタルCMOSカメラ、イメージスプリッティング光学系 W-VIEW GEMINIシリーズ	朱鷺メッセ
8月	3日(土)~5日(月) <b>第31回 配位化合物の光化学討論会</b> Quantaurusシリーズ	魚津市 金太郎温泉
	29日(木)~31日(土) <b>第18回 日本デジタルパソロジー研究会総会</b> バーチャルスライドスキャナ NanoZoomerシリーズ	アクトシティ浜松

## ホットニュース

### 【2018年10月】 世界初、室温動作「テラヘルツ差周波量子カスケードレーザ」を開発

一つの半導体チップから室温でテラヘルツ波<sup>\*1</sup>を発生する小型半導体光源「テラヘルツ差周波量子カスケードレーザ」の開発に世界で初めて成功しました。中赤外領域の量子カスケードレーザ<sup>\*2</sup>(QCL: Quantum Cascade Laser)の開発で長年培ってきた技術に応用し、波長の異なる二つの中赤外光の周波数の差となる周波数の光(差周波)を発生させて同一チップ内部でテラヘルツ波を出力します。学術研究用イメージングや、薬剤をはじめとした有機物の分光分析への応用が期待されます。



テラヘルツ差周波量子カスケードレーザ

<sup>\*1</sup> テラヘルツ (THz) 波: THzは周波数の単位で、10の12乗(1兆)Hz。周波数が1THz前後の電磁波で、電波と光の中間的特性を持つ。波長に換算すると300マイクロメートル(μm)前後で遠赤外線領域。  
<sup>\*2</sup> 量子カスケードレーザ(QCL): 発光層に特殊な構造を用いることで、従来のレーザと異なり、中赤外から遠赤外の波長領域において高い出力を得ることが可能な半導体光源。

### 【2018年10月】 高出力、高繰り返し性のレーザー装置をテーブルトップサイズで実現

従来の励起用半導体レーザーの出力を3倍に高めた、テーブルトップサイズと小型ながら1ジュール(J)と高出力かつ300ヘルツ(Hz)と高繰り返しでパルスレーザーを照射できるパワーレーザー装置を開発しました。通常レーザー装置の出力は装置のサイズ・繰り返し周波数と相反関係にあります。この課題を解決し小型ながら高出力、高繰り返し性のレーザー装置を実現しました。本開発品により、細かな汚れを除去するレーザークリーニングなど従来加工の生産効率を向上させるとともに、金属材料を成形加工するレーザーフォーミング、金属部品の使用寿命を延ばすレーザーピーニングなど新たな応用が期待されます。



パワーレーザー装置

本開発品の一部は、内閣府 総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)の佐野雄二プログラム・マネージャーの研究開発プログラム「ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現」の一環として弊社が開発したもので、今後製品化に向けた開発を進めていきます。

### 【2018年10月】 100万気圧まで計測可能なレーザー核融合実験用の新ビームラインが完成

レーザー核融合実験向け100ジュール(J)級レーザーをターゲットに照射し、そこで発生する圧力を弊社製ストリークカメラを用いることで、100万気圧まで計測できる新たなビームラインを完成させました。現在、基礎実験ではターゲットにかかる圧力を30万気圧まで高めることに成功していますが、計測結果を基にレーザーの照射条件を最適化しターゲットにかかる圧力を100万気圧まで高めることで核融合反応を起こしやすくし、レーザー核融合の実用化に向けた高繰り返しレーザー核融合の基礎研究、応用研究をさらに進めていきます。



ビーム配管(写真奥、紫色の配管)、チャンバ(写真中央)とストリークカメラ(チャンバ右側)



連載

# ウェーブフロントテクノロジーの最前線

## 空間光位相変調器「LCOS-SLM」

解説／浜松ホトニクス 中央研究所 井上 卓

### 第1回 光の波面を制御するデバイス：空間光位相変調器

今回から、3回にわたって「ウェーブフロントテクノロジーの最前線」と題して、光の波面（ウェーブフロント）を制御するデバイスと技術、そして応用を紹介いたします。

波面制御技術の利用は、顕微鏡観察やレーザー加工の性能を、環境の変化に合わせて常に最良に保ったり、多点同時照射による高速処理などを容易に実現したりできるため、光学システムに新しい機能をもたらすものとして特に産業・医療分野で注目されています。弊社では、波面制御のキーデバイスである空間光変調器を製造・販売しており、最近ではレーザー加工に適した耐光性の高い水冷タイプも開発しました。また、顕微鏡やレーザー加工、テラヘルツ波発生などを視野に入れた応用研究も行っています。本連載では波面制御技術の特長や応用を、弊社のデバイス製品と応用研究を例に取りつつ紹介していきます。第1回では、波面制御のキーデバイスである空間光変調器と波面制御技術の概要を紹介し、2回目以降で波面制御技術の基礎や応用などを紹介します。

#### 光の波面、波面制御技術とは

光の波面とは、光の波の同じ位置（同じ位相の点）をつなげた面のことです。レーザー光は、空間的に光の位相がそろっているので波の同じ位置をつなげた波面は平らになっています（図A）。波面は、レンズなどの光学素子や試料などを通過するときに、その位相がそろわない状況になり、歪んだ状態になることもあります（図B）。（波面の歪みのことを収差と言います）

波面制御技術は、この光の波面を高精度に制御して光学システムの機能を向上したり、また、収差をなくして理想に近い光学システムを実現したりするための技術です。

弊社ウェブサイトでは、分かりやすい動画で波面制御技術や、波面制御デバイスLCOS-SLMの原理や応用例を紹介していますのでこちらもご覧ください。

▶ <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/product/optical-components/lcos-slm/Movies/>



図A: 平面波



図B: 歪んだ波面  
収差があると、加工時の品質や効率が悪くなったり、観察時の分解能やコントラストが低下する

### 空間光位相変調器

光の位相は、波長や明るさ、偏光といった光の物理量のひとつです。空間光位相変調器は、光の位相分布すなわち波面の形状を自由に制御できるという他にない特長を持つデバイスです。一般的には位相変調型空間光変調器と呼ばれることが多く、空間光変調器の英語 (Spatial Light Modulator) の頭文字からSLMもしくは位相変調型SLMとも呼ばれます。光の波面を制御することで、さまざまな機能を実現します。弊社は1980年代からSLMを研究開発し、技術を蓄積してきました。その技術は、現在、製造販売しているSLM製品に反映されています。弊社製SLMは、図1に示すような、Liquid Crystal on Silicon (LCOS) と呼ばれる構造を持つことから、「LCOS-SLM」という製品名でラインアップしています。

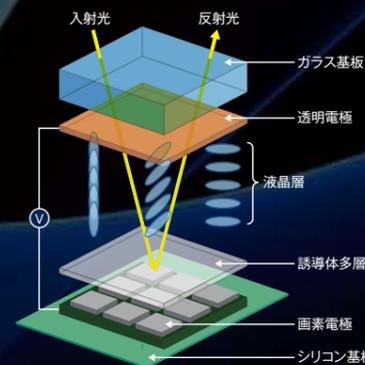
LCOS-SLMでは、画素電極を設けたLSIチップとガラス基板の間に液晶が挟んであります。LCOS-SLMは反射型のデバイスであり、入力した光は液晶を通過

画素電極で反射され、再度液晶を通過してから出力されます。画素電極に電圧を印加すると液晶が変化し、その結果として出力光の位相が変化されます。各画素に異なる電圧を印加すれば、出力光の位相分布、すなわち波面を変化させることができます。

図2はLCOS-SLMの外観で、コントローラとデバイスヘッドから構成されています。黒い筐体のデバイスヘッド中の白い部分が波面制御部分です。コントローラをコンピュータのディスプレイインターフェースに接続し、外部モニタの一つとして制御します。コンピュータから画像を送出すると、各画素において入力された画素値に対してほぼ線形に位相が変化します。弊社では、792 x 600画素 (SVGA) と 1272 x 1024画素 (SXGA) の2種類の画素構造の製品を用意しています。SVGAは耐光性に優れており、SXGAでは波面の表現力に優れています。

先に書いたように、LCOS-SLMでは画素電極部分が同時に鏡の役割を果たします。しかし、画素電極はアルミで構成されているため、これを鏡として用いた場合、金属ミラーであることと画素構造があることから、実効的な反射率がそれほど高くできません。弊社では、反射率を高くするために、画素電極の上に誘電体多層膜ミラーを蒸着したタイプも用意しています。アルミミラータイプと誘電体ミラータイプのそれぞれについて、主要なレーザーの波長をカバーするように異なる波長帯のものをラインアップしています（図3）。実効的な反射率は、光利用効率や0次光回折効率とも呼ばれますが、SLMに何も位相分布を表示しないときの、入射光量に対する、位相変調された出力光量の比率です。本稿では「光利用効率」を使います。光利用効率は、波長によって異なるのですが、アルミミラータイプでは70~80%程度なのに対して、誘電体ミラータイプでは、85~98%と高くなっています。

図1: LCOS-SLMの構造



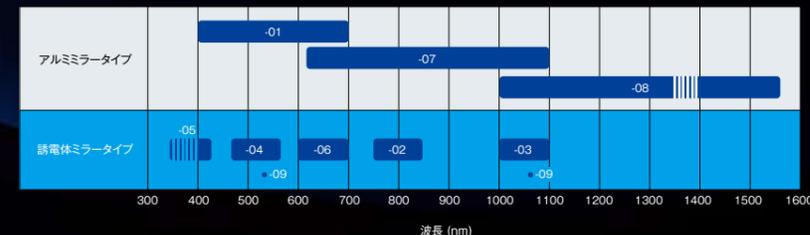
画素電極と回路が形成されたシリコン基板と透明電極が形成されたガラス基板の間に、液晶層が形成されている。タイプによっては画素電極の上には反射率を高める誘電体多層膜ミラーが形成される。印加される電圧に応じて液晶分子が傾き、光の位相を制御する。

図2: LCOS-SLM (X10468シリーズ) の外観写真



右はコントローラ、左にある黒い筐体はデバイスヘッド。デバイスヘッドの白い領域がSLMの有効領域（波面制御部分）。赤い枠内は心臓部の液晶デバイス。

図3: LCOS-SLMの各タイプのミラー反射スペクトル特性



アルミミラータイプ(上段)は広い波長帯域に対応、誘電体ミラータイプ(下段)は、主要なレーザー波長に対応している。(各数字は製品番号のサフィックスを表す。サフィックス09のタイプは、532 nmと1064 nmの2つの波長に対応している。)

## LCOS-SLMを使った波面制御と光学的機能

多くの場合、LCOS-SLMからの出力光をレンズで集光し、SLMによる波面制御でその集光状態を変化させることで、能動的な光学機能を実現させます。LCOS-SLMは反射型のデバイスですので、入力光と出力光が同じ空間に存在します。そのため、使用する際には入力光と出力光を分離する工夫が必要です。ハーフミラーを用いれば容易に分離できますが、入力するときと出力するときの2回、ハーフミラーを通るため入射光量の75%以上が損失します。そのため、図4に示すように斜め入射で用います。斜め入射では原理的に光量損失はありません。

では、どのように波面を変化させれば、いかなる機能が実現されるのでしょうか。そのことを考えるために、レンズやプリズム、回折格子などの、光学システムを構成する一般的な光学素子の働きを見てみましょう。

光学設計などにおいては多くの場合、こ

れらの素子を光線の向きを変化させるものとして取り扱います。しかし、実は光の波面形状を変化させる素子としても取り扱うことができます。例えば、レンズに平行光を入射すると、レンズから焦点距離だけ離れた位置に光が集光します。平行光の波面は平面である一方、集光する光の波面は球面です。すなわち、レンズは波面にその焦点距離に応じた球面状の変化を加える素子なのです。プリズムはその頂角に応じた傾きを持つ波面を加える素子であり、回折格子は入射波面を異なる方向に進行する複数の波面に分割する素子です。このように、多くの光学素子は、波面にその素子固有の変化を加えることによって、光学的な機能を実現しています。

これに対して、SLMを用いると波面に任意の変化を加えることができますので、多様な光学素子の機能を実現することができます。また、電子的制御であるため、能動的に機能を変更することが可能です。さらに、複数の機能を同時に実行

できますし、ガラスデバイスなどでは実現が難しい機能も容易に実現できます。波面制御によって実現できる代表的な光学機能を図5にまとめました。

**①ビームを分岐(マルチビーム化)**  
まず、光の分岐機能です。通常、レーザー光は図4のようにレンズを用いると1点に集光しますが、これを複数の異なる位置に集光するようにできます。すなわち、複数の位置に光を同時に照射したり、広い任意の形状の範囲を照明する、パターン化照明を実現することができます。パターン化照明を用いることで、複数の位置や広い範囲を同時に加工したり、顕微鏡において異なる部位を同時に計測したりできます。この機能は、SLMに、位相型回折格子が持つと同様の周期的に位相値が変化する分布や、回折光学素子と同様のホログラムパターンを表示することにより実現できます。図6にその一例を示しますが、あらかじめ数値計算で分岐した集光点が桜の図形を生成するように設計しておいたホ

ログラムパターンをSLMに表示して、得られた結果です。

**②ビームの位置・形状を制御**  
集光の位置や形状を制御することも可能です。例えば、SLMで球面波を入射光に加えるとレンズとして働きますので、図5の②において集光位置が光軸(奥行き)方向に移動します。傾斜波面を加えると光軸に対して垂直な方向に移動します。傾斜した球面波を加えれば、集光の位置を3次元的に変化させることが可能です。また、らせん状の位相分布を加えると集光形状がドーナツ状になります。このドーナツの中心の穴が小さいことを利用することで、STED顕微鏡では通常の光学システムの解像力を超える超解像像が実現されています。さらに、円錐状の位相分布を加えると光軸方向に長く伸びた集光形状が得られます。光軸方向に長く伸びますので、細長い穴を加工することが研究されています。このように集光形状を変化させると、今までにない機能が実現できます。

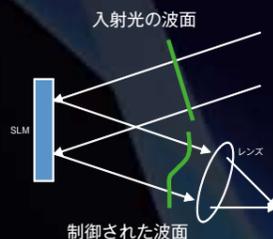
**③収差を補正**  
収差を補正することもできます。収差とは、光学システムが理想的でないことや、計測・加工の対象物そのものによって発生する光学的な歪みです。理想的な集光状態であれば小さい領域に光が集まるものを、収差があることによって光が集まる領域が大きくなり、また集光した光のエネルギー密度が低下します。収差が存在すると、図5の③の入射光に示すように波面が歪みます。この状態の波面を入射しSLMで歪みの逆の位相分布を加えることで収差を補正することができます。この集光状態を悪くする収差は、さまざまな状況で発生するため、収差を補正することが、顕微鏡観察やレーザー微細加工で重要となります。

**④光パルスの時間波形を制御**  
さらに、超短パルスレーザー光の時間波形を制御することも可能です。超短パ

ルスレーザーは、パルスの持続時間が非常に短く、フェムト秒のオーダー( $10^{-15}$ ~ $10^{-12}$ 秒)であるようなレーザーです。図5の④に示すように、その光を回折格子などを用いて分光し各波長の位相を制御し、再び回折格子などを用いて元に戻すことで、超短パルス光の時間波形を制御することができます。超短パルスレーザーは従来のレーザーでは実現できない加工や、生体の深部を観察することができるため、非常に注目されているレーザーですが、その時間波形を制御することで実用性を高めたり、適用できる応用を広げたりすることが期待されています。

このように、波面を制御することで1個のSLMでさまざまな光学機能を実現できるため、レーザー加工や顕微計測、光通信、量子光学研究などさまざまな応用で用いる研究が展開されており、一部は実用化されています。次回からは、そのような応用や、SLMの上手な使い方などについて説明したいと思います。

図4: もっとも一般的な光学システムの構成



SLMの後ろ側にレンズを配置した斜め入射集光光学システム。レーザー光などを面状に広げ、SLMに斜めに入射する。SLMからの出力光がレンズで集光され、SLMに表示するパターンを変更することで集光されたビームの位置や形状が能動的に制御できる。

図5: SLMで実現できる代表的な4つの機能

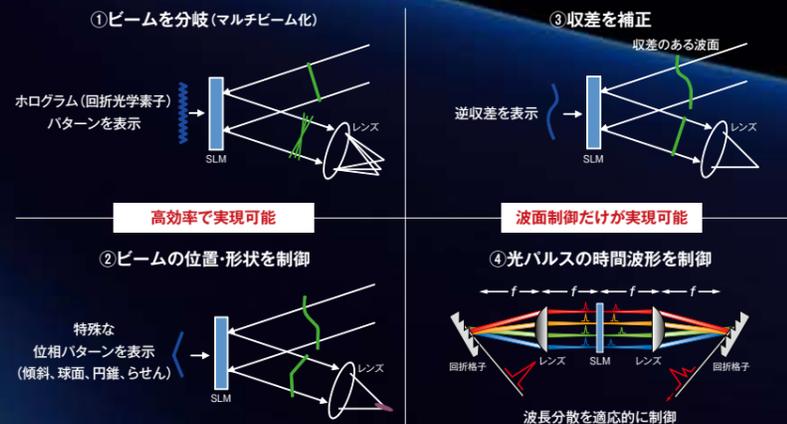
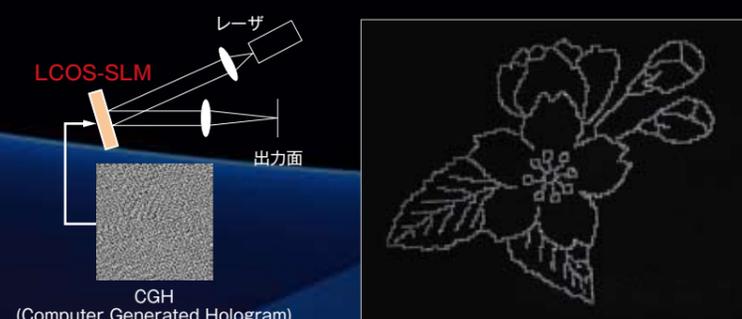


図6: 集光ビームの多点分岐



左は実験系の構成。レーザー光を前側のレンズで面状に広げてLCOS-SLMに入射し、反射した光を後ろ側のレンズで集光する。LCOS-SLMには事前に計算機で設計したホログラムパターンを表示する。右は集光したビームをカメラで撮影した像。1点に集光するはずのビームが桜を描くように配置された多数の点に分岐されている。

新製品ニュース

# hama hot

閲覧・購読  
無料!

バックナンバー・定期購読のご案内



Webコンテンツ紹介

## 浜松ホトニクスウェブサイト アプリケーション

▶ <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/applications/>



弊社の製品は、ライフサイエンスをはじめ、環境計測、光通信、自動車、セキュリティなど、多岐にわたるアプリケーションに用いられています。弊社ウェブサイトの「アプリケーション」ページでは、アプリケーションごとに概要と対応製品などを紹介しています。今後もさらに多くのアプリケーションに関する情報を充実させていく予定ですので、ぜひご覧ください。



## バックナンバーのご案内

弊社ウェブサイトにて2007年の創刊号から最新号まで、バックナンバーがPDFファイル形式で閲覧可能です。最新号のダウンロードにはメールアドレスの入力が必要ですが、それ以外のバックナンバーはそのままダウンロード可能です。



## 定期購読お申し込み受付中!

バックナンバーページの下部で定期購読を承っています。定期購読(無料)をお申し込みいただくと、次号より冊子版を郵送にてお届けいたします。※申し込みフォームに必要事項をご入力ください。

## NEW エンコーダ

産業用ロボットの関節部には、モータの回転角度を正確に検出するために、SiフォトダイオードやLEDなどを用いた光学式エンコーダが広く利用されています。浜松ホトニクスでは、光学式エンコーダに適したSiフォトダイオード、フォトIC、LEDなどを製造しており、カスタム対応にもお応えしています。本ページでは、弊社のエンコーダ用フォトダイオードの特長や、パッケージのラインアップ、カスタム対応例などを紹介しています。



## “光”を学ぶウェブサイト Photon 光子

フォトン。それは光のひと粒。私たちの営みに欠かせない、しかし大きな謎に包まれた存在です。光を深く知ることによって、私たちの未来には限りない可能性が広がります。「Photonてらす」は、そんな「光」と「光のテクノロジー」の今と未来に出会えるウェブサイトです。

## NEW ヒカリスト Vol.05 ベルギー発、フォトニクスの魅力と価値を世界に広める



ヒューゴ・ティエンポン  
Hugo Thienpont  
ブリュッセル自由大学副学長  
フォトニクスチーム(B-PHOT)ディレクター

▶ [http://photonterrace.net/ja/professional/vol\\_05/](http://photonterrace.net/ja/professional/vol_05/)



## アクセス方法は2種類

方法① 弊社ウェブサイトのトップページ最下部にある hama hot バナーをクリック

方法② 「ハマホット」でウェブ検索

ハマホット

www.hamamatsu.com トップページ



## 「浜松ホトニクスメールマガジン」ご登録受付中!

浜松ホトニクスメールマガジンでは、弊社の製品・技術の最新情報をはじめ、製品のご検討にお役立ていただける各種資料のダウンロード、展示会・学会・セミナーの出席情報などを毎月配信しています。お手続きはメールアドレスの登録だけ! ぜひご利用ください。

▶ <https://hamamatsu.hpk.co.jp/HPK-e-magazine-subscription>



## 営業品目

### 光半導体製品

- Siフォトダイオード
- APD
- MPPC
- フォトIC
- イメージセンサ
- PSD (位置検出素子)
- 赤外線検出素子
- LED
- 光通信用デバイス
- 車載用デバイス
- X線フラットパネルセンサ
- ミニ分光器
- 光半導体モジュール

### 電子管製品

- 光電子増倍管
- 光電子増倍管モジュール
- マイクロチャンネルプレート
- イメージインテンシファイア
- キセノンランプ・水銀キセノンランプ
- 重水素ランプ
- 光源応用製品
- レーザ応用製品
- マイクロフォーカスX線源
- X線イメージングデバイス

### システム応用製品

- カメラ・画像計測装置
- X線関連製品
- ライフサイエンス分野製品
- 医療分野製品
- 半導体故障解析装置
- FPD/LEDの特性評価装置
- 分光計測・光計測装置

### レーザ製品

- 半導体レーザ及び応用製品
- 固体レーザ

※MIGHTION、ORCA、SPOLDIは、  
浜松ホトニクス(株)の登録商標です。

※この資料の内容は、2019年2月現在のものです。  
製品の仕様は、改良のため予告なく変更することがあります。  
ご注文の際は、最新の内容をご確認ください。

浜松ホトニクス株式会社 [www.hamamatsu.com](http://www.hamamatsu.com)



FSC® 認証紙と植物油インキを使用しています。

仙台営業所 〒980-0021 仙台市青葉区中央3-2-1(青葉通プラザ11階)  
筑波営業所 〒305-0817 茨城県つくば市研究学園5-12-10(研究学園スクウェアビル7階)  
東京営業所 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-8-21(虎ノ門33森ビル5階)  
中部営業所 〒430-8587 浜松市中区砂山町325-6(日本生命浜松駅前ビル)  
大阪営業所 〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13(大阪国際ビル10階)  
西日本営業所 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6(竹山博多ビル5階)

Tel: 022-267-0121 Fax: 022-267-0135  
Tel: 029-848-5080 Fax: 029-855-1135  
Tel: 03-3436-0491 Fax: 03-3433-6997  
Tel: 053-459-1112 Fax: 053-459-1114  
Tel: 06-6271-0441 Fax: 06-6271-0450  
Tel: 092-482-0390 Fax: 092-482-0550

Cat. No. XPRD1011J14  
Feb. 2019 AW  
Printed in Japan(7000)