

# hama hot

Vol. **15**  
2019

Interview

MCP(マイクロチャンネルプレート)の定説を覆す  
「トライオード型MCPアッセンブリ」

身近で手軽に使える質量分析へ  
発想の転換で実現! 低真空環境動作と  
高ゲインを両立するイオン検出器



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2回] レーザ応用の可能性を広げる  
波面制御技術

In Focus

科学計測用CMOSカメラ ORCA-Fusion C14440-20UP  
独自の視点で微弱光領域のS/Nを  
大幅に高めた新世代の科学計測用  
CMOSカメラ

Type II 超格子赤外線検出素子 P15409-901  
14.5  $\mu\text{m}$ まで検出可能な化合物光半導体素子  
RoHS指令の制限物質を使用せず  
世界初の量産化に成功

新製品ニュース

MEMSミラー S13989-01H

MCPアッセンブリ F14844

InGaAsラインスキャンカメラ C15333-10E

パルスファイバレーザ L15208-01



## Index

■ R&Dインタビュー	P03
■ In Focus	P09
■ 新製品ニュース	
・ 光半導体製品	P13
・ 電子管製品	P17
・ システム製品	P20
・ レーザ製品	P21
■ 展示会・学会への 出展スケジュール	P23
■ ホットニュース	P24
■ 連載	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」

ホローカソードランプ



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、ホローカソードランプを描いていただきました。

03

R&Dインタビュー

MCP(マイクロチャンネルプレート)の定説を覆す  
「トライオード型MCPアッセンブリ」

## 身近で手軽に使える質量分析へ 発想の転換で実現! 低真空環境動作と 高ゲインを両立するイオン検出器

物質を特定する「質量分析」の分野に、全く新しいデバイスが誕生。弊社独自のトライオード構造により、「MCPは低真空下では使えない」という定説を覆しました。当製品の開発と営業を担当する二人に話を聞きます。



▶ P03



## 新製品ニュース

浜松ホトニクスホットな新製品・開発品を紹介します。

▶ P13



MCPアッセンブリ F14844

MEMSミラー S13989-01H



09

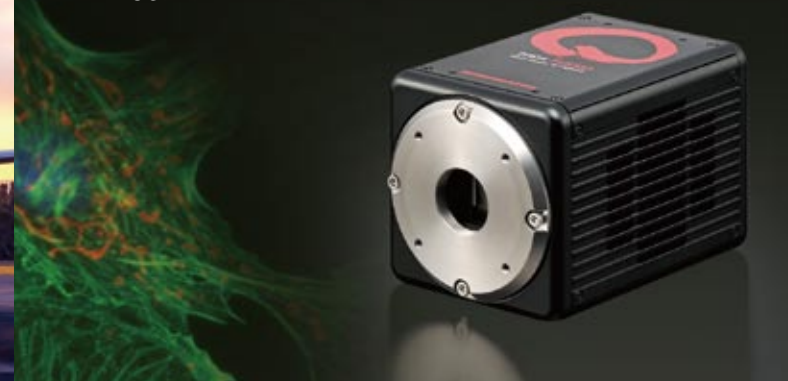
In Focus

科学計測用CMOSカメラ ORCA-Fusion C14440-20UP

## 独自の視点で微弱光領域の S/Nを大幅に高めた 新世代の科学計測用CMOSカメラ

ライフサイエンス研究の最前線で活用されている科学計測用CMOSカメラ。弊社は「読み出しノイズの低減」に注目した独自のアプローチで、sCMOSカメラの進化に新たな道筋を示しました。新世代sCMOSカメラ、「ORCA-Fusion」を紹介します。

▶ P09



13

新製品ニュース



パルスファイバレーザ L15208-01

InGaAsラインスキャンカメラ C15333-10E



11

In Focus

Type II 超格子赤外線検出素子 P15409-901

## 14.5 μmまで検出可能な化合物光半導体素子 RoHS指令の制限物質を使用せず 世界初の量産化に成功

環境保全の支援活動や環境に優しいものづくりの追求。弊社は、地球環境の保全や環境負荷低減に貢献するとともに、環境への影響を配慮した製品開発を行ってきました。そのような取り組みを反映する製品「Type II 超格子赤外線検出素子」を紹介します。

▶ P11



25

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2回

## レーザ応用の可能性を広げる波面制御技術

第1回では、空間光変調器(SLM)と波面制御技術(ウェーブフロントテクノロジー)について概説しました。今回は、これらの波面制御技術をレーザ加工やイメージングに適用した事例や研究を紹介します。

▶ P25



## R&Dインタビュー

MCP(マイクロチャンネルプレート)の定説を覆す「トライオード型MCPアッセンブリ」

# 身近で手軽に使える質量分析へ 発想の転換で実現! 低真空環境動作と 高ゲインを両立するイオン検出器

物質を特定する「質量分析」の分野に、全く新しいデバイスが誕生した。弊社独自のトライオード構造により、「MCPは低真空下では使えない」という定説を覆した。検出器が低真空下で動作可能となれば、質量分析装置における大型の真空ポンプが不要となり、装置の小型化・ポータブル化・低コスト化が促進される。すでに空港の爆発物探知装置などへの応用が視野に入っている。当製品の開発と営業を担当する二人に話を聞いた。

(左) 電子管事業部 第5製造部 林 雅宏  
(右) 電子管事業部 電子管営業推進部 榎山 城治



### 「MCPは低真空では使えない」という定説の障壁

まず「質量分析」とは何でしょうか。

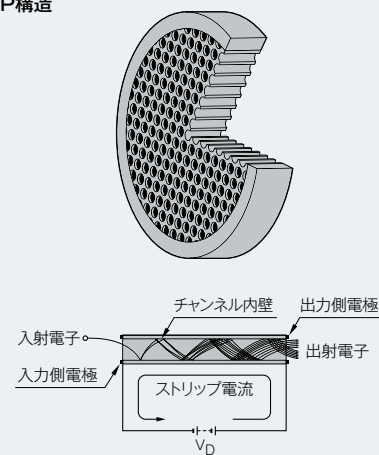
榎山 質量分析法は、物質を原子・分子イオンにし、その質量電荷比と数を測定することで、その物質が何であるかを突き止める方法です。

林 際立った特長は、ごく微量の物質でも検出できるということです。例えば東京ドームを水で満たし、そこに溶かした耳かきひとさじ分の塩も検出できるくらいの感度を持っています。

今回開発された「トライオード型MCPアッセンブリ」は、その質量分析に使うデバイスですが、どのような特長があるのでしょうか。

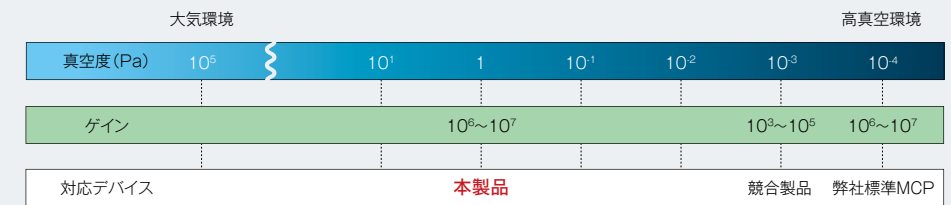
榎山 MCPは図1のようにレンコンを輪切りにしたような構造をしています。1 mm以下の板厚ガラスプレートに $\mu\text{m}$ 単位の穴がたくさん開いていて、この穴の中で電子を増倍します。

図1: MCP構造



林 弊社では約40年前にMCPを開発したのですが、当初は微弱な光を光電面で電子に変換し、MCPの微細なチャンネル1本1本で電子を増倍し、また光に戻すことで、暗闇でも鮮明な絵が撮れる暗視ゴーグルに使われていました。

図2: 真空度とゲイン



それが質量分析に使われるようになったのですか?

林 はい、MCPが光だけでなくイオンにも感度があることはわかっていました。しかも受光面積を大きくできるため、飛行時間型質量分析(TOF-MS)用のイオン検出器として使われ始めました。

榎山 ところが、MCPは $10^{-4}$  Paより高い真空度でないと使えない、というのが定説でした。大気圧が $10^5$  Paなので、大気中に含まれる分子・原子を10億分の1に減らした $10^{-4}$  Paより高い真空度でないと使えなかったのです。

それは一般的に信じられていることですか?

榎山 そうです。私たちも、いまだにお客様が従来のMCPを使う時には「 $10^{-4}$  Paより高い真空度で使ってください」と伝えていたくらいです。その一方で、随分前から「もっと低い真空度でMCPが使えるといいよね」という声をお客様から聞いていました。

もっと低い真空度で使えるといい、というのは?

林 真空度を高くするには、装置内の空気を長時間かけて排気しないといけません。時間もかかるし、大きな真空ポンプもつけないといけません。MCPは1 mmもないようなガラスプレートに1 kVという高電圧をかけるため、真空度が高くないと、残留ガスで放電が起こり故障に至ります。

榎山 それでもMCPを使っている人たちにとっては、低い真空度で使えるのが夢でした。それができれば、もっと楽になる、と。

楽になるというのは、どういうことですか?

榎山 例えば、動作可能になるまでの排気時間が短くなります。

林 今回、弊社で開発したデバイスは、デスクトップタイプと言われる小型の質量分析装置をターゲットにしています。装置が小さいほど、搭載できる真空ポンプのサイズも小さくなり、到達できる真空度が低くなってしまいます。

榎山 質量分析装置が小さくなれば持ち運びも簡単ですし、装置の価格も下がり、さまざまなアプリケーションに普及する可能性が高くなります。世界中の研究者はそれを目指してきたので

すが、装置の心臓部であるイオン検出器が低い真空度では使えず、これがボトルネックとなり今まで実現できませんでした。

### ゲイン(増倍率)が高くても使えるというブレークスルー

競合他社も同じことに取り組んでいるのですか?

榎山 WEBサイトを見ると、違う方式で「低い真空度向けのイオン検出器」を掲載している競合他社もいます。

「トライオード型MCPアッセンブリ」は競合製品と比べ、性能はどう違うのですか?

林 世の中の「低い真空度で使えます」とうたわれているイオン検出器に比べ、私たちはさらに1~2桁低い真空度で使えます。それも実験室ではなく、お客様のもとで実証しています。

榎山 検出器の動作真空度が低くなればなるほど、真空ポンプの容量を小さくできます。質量分析装置の大きさや価格は真空ポンプ容量に依存しています。さらにもう一つの特長は、「低い真空度でもゲイン(増倍率)が高いまま使える」ということです。

林 開発した弊社デバイスを低い真空度で動作させると、 $10^6 \sim 10^7$ ゲインを達成しますが、競合製品は、高い真空度で動作させるときよりもゲインを下げる必要があります。(図2)

「ゲインが高いまま使える」メリットはどこにあるのでしょうか?

林 質量分析装置の感度においてゲインは重要な指標です。冒頭で説明したように、質量分析の特長は微量な物質を同定できることです。ゲインが高ければイオンの量が少なくても高感度な測定ができ、短時間で測定することができます。つまりスループット(処理速度)が上がるのです。

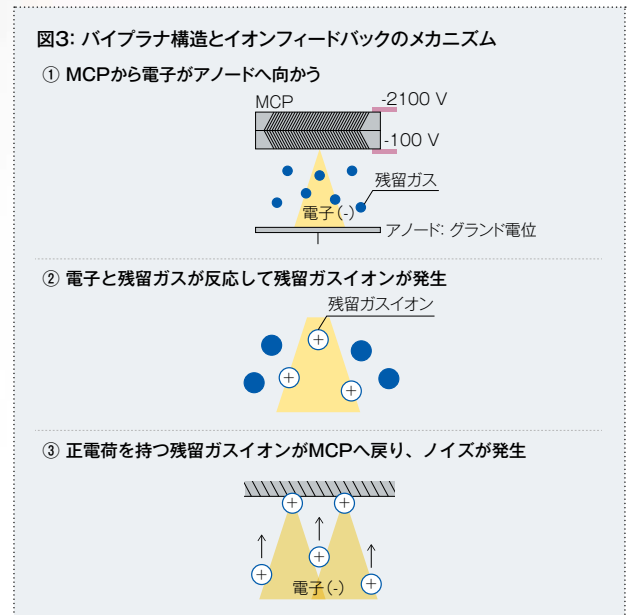
榎山 開発した弊社デバイスは、低い真空度で使えるため、質量分析装置を小型化・低コスト化でき、持ち運びが容易になる。加えて高ゲインで使えるため処理スピードも上がるという多面的メリットを持ちます。



## 「イオンを発生させない」から「発生したイオンを制御する」への発想の転換

「トライオード型MCPアセンブリ」が従来の質量分析装置の課題を解決したということですね。ところで、なぜゲインを下げずに低真空中で使えるのでしょうか。

林 一般的なMCPは、図3のようにMCPを2枚重ね、その下にアノードという信号を読み出す電極を置く構造です。これをパイプナ構造といいます。イオンがMCPに入射すると、電子変換と電子増倍を経て発生した電子がアノードに収集され、出力信号として読み出されます。真空度が低くなると、分子や原子による残留ガスが発生してしまい、アノードへ向かう電子と残留ガスが反応して正電荷を持つ残留ガスイオンが発生しやすくなります。



不要なイオンが発生するわけですね。

林 そうです。残留ガスイオンが発生すると、イオンは電界によってアノードへ向かう電子とは逆にMCPへ向かいます。これをイオンフィードバック(図3③)と呼ぶのですが、イオンフィードバックが起きると、残留ガスイオンがMCPのチャンネル壁に当たって電子を出して増倍されてしまうため、本来の出力信号と

区別がつかないノイズ信号となります。ノイズ信号が増えると質量分析で求められる高感度な測定ができなくなります。

榊山 だから、「MCPは低真空中では使えない」が定説だったのです。

そこが「トライオード型MCPアセンブリ」は違うということですね。

榊山 この製品「トライオード型MCPアセンブリ」の「トライオード」とは、「3」を意味する「トライ」と「エレクトロード」を組み合わせた造語で、3つの電極がある構造という意味です。パイプナ構造がMCPとアノードという2つの電極であるのに対し「トライオード」はMCPとメッシュ状のアノード、ダイノードの3つの電極を持ちます。

林 図4のように「トライオード型MCPアセンブリ」は、ダイノードとMCP入射面を同電位にしています。この結果、低真空中動作で発生した残留ガスイオンはメッシュを通り抜けダイノードで捕獲されます。MCPとダイノードの間にあるメッシュで出力信号を検出します。当初、私たちは、残留ガスと電子が反応してイオンが発生するのを一生懸命抑えようとしていました。しかし、低真空になるほどイオン発生確率は上がってしまうので、抑えるのは不可能、と結論付けました。それなら、できてしまったイオンをどう制御するかを考えたいほうが良いということで、トライオード型MCPアセンブリを使用した電位勾配を編み出しました。



## 省スペース性にも優れたトライオード構造

よく思いつきましたね。トライオード構造の発想はどこから来たのですか？

林 真空管トランジスタに「トライオード」という構造があって、3極目としてメッシュを入れておくといろいろな効果が期待できるということがよく知られていました。それをMCPに応用したのは弊社の先人たちです。最初は10年くらい前、MCP

から出る信号スピードを上げる目的でトライオード構造を採用しました。

製品そのものを見てみましょう。小さいですね!

榊山 有効径14.5 mmです。以前作ったサンプルには豆粒くらいの有効径7 mmといったものもありました。



林 MCPはすごく小さなデバイスであるという点も特長です。競合製品はMCPと比べ大きなものが多く、組み込んだ検出器も大きくなってしまいますが、MCPはプレート自体が0.5 mmほどの板厚しかないので、2枚使っても1 mm。メッシュまでの距離もミリオーダーで作れるので、最終的に電極を付けてアセンブリにしても厚さは7 mm程度のサイズで収まります。省スペースを考えると、トライオード構造というのは一番理にかなった構造じゃないかと。省スペース、高ゲイン、低真空中で動かせる。同時に実現するのは、他の技術ではちょっと対応できないと思っています。

## 定説を超えた性能をぜひ一度試してほしい

今、販売状況は？

榊山 我々がこの製品をはじめに発表したのは、「ASMS」というアメリカで開催される世界最大の質量分析学会でした。その繋がり、アメリカやヨーロッパのお客様を中心に拡販活動を行っています。

林 この製品は、低真空中で使えることが最大の特長なので、デスクトップタイプと言われる比較的小型な装置がメインターゲットです。質量分析の中でもミニチュアマスと言われる小さい質量分析装置を作っている業界が対象となります。もちろん、大型装置にも使えますが、もっとハイスpekなMCPを求めると思っています。大型装置であれば高真空を担保できるので、速いスピードや高い増倍率を求めるからです。

### ● トライオード型MCPアセンブリの応用例

空港などで活用される爆発物探知装置は、従来イオンモビリティ方式を使ったものが主流でしたが、誤検知率の高さや検知できる化合物の種類が限られていることが課題でした。弊社の「トライオード型MCPアセンブリ」を採用した装置の登場により、誤検知率の大幅な削減と処理スピードの高速化が期待されています。



お問合せ 製品についてのお問い合わせは、下記までお願いいたします。  
電子管営業推進部 榊山 城治 TEL: 0539-62-5245 E-mail: joji.sakakiyama@etd.hpk.co.jp  
この製品については、新製品ニュースでも紹介しています。(P17)



今後の展望を教えてください。

榊山 すでに、爆発物探知装置への採用が決まっています。現在使われている別方式の装置よりも格段に良い性能を発揮すると期待しています。

林 その他、農産物の残存農薬の検査、動植物の検疫、呼気から人間の健康状態を調べるヘルスケアへの応用も考えられます。装置価格が格段に安くなれば、各家庭に置いて健康状態をチェックしてそのデータを病院に送り、病気のリスクを事前に知ることができます。技術的には、いろいろなテーマがあります。より低真空中で動く。より小さくして、デスクトップではなく手で持てる本当のポータブル装置を目指すなどです。

榊山 もともと「MCPは低真空中では使えない」という定説があるため、我々が「低真空中で使えますよ」と言っても、お客様はすぐには信じてくれません。「一度使ってみてください」と言ってテストをしてみると、あまりに桁違いの性能を発揮するので、そこでやっと信じてもらえます。ですから、まず使っていただき、お客様の目で性能を確認していただければと思います。

目次

● 光半導体製品

		医療	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
赤外線検出素子	Type II 超格子赤外線検出素子 P15409-901				●	●						
	InAsSb光起電力素子 P13243シリーズ (バンドパスフィルタ付き)				●	●						
	InAsSb光起電力素子 P15742-016DS/-046DS				●	●						
MEMS応用製品	MEMSミラー S13989-01H		●		●	●				●		
イメージセンサ	InGaAsリニアイメージセンサ G14714-1024DK				●	●				●	●	
	CCDエリアイメージセンサ S10420-1106NU-01/1106NW-01				●	●						

● 電子管製品

		医療	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
イオン検出器	MCPアッセンブリ F14844				●	●			●		●	●
光検出器	マイクロPMT R12900U/-01	●	●	●	●	●			●			●
	光電子増倍管モジュール H14601シリーズ	●	●	●	●	●			●	●		
	フォトンカウンティングヘッド H14870	●	●	●	●	●						

● システム製品

		医療	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	InGaAsラインスキャンカメラ C15333-10E						●			●	●	

● レーザ製品

		医療	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
固体レーザー	バルスファイバレーザー L15208-01		●		●					●		●
半導体レーザー	LD照射光源 SPOLD® L13920-711						●			●		

応用分野

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



科学計測用CMOSカメラ ORCA-Fusion C14440-20UP

# 独自の視点で微弱光領域のS/Nを大幅に 高めた 新世代の科学計測用CMOSカメラ

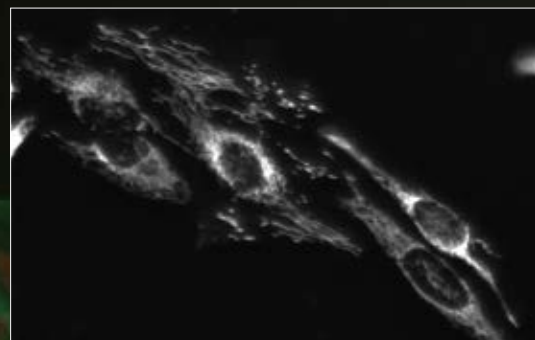
分子から細胞、組織、個体まで、ライフサイエンス研究の最前線で活用されている科学計測用CMOSカメラ(sCMOSカメラ)。これまでsCMOSカメラの性能を高めるには、光を電子に変える効率「量子効率(QE: Quantum Efficiency)」の向上が最適な手法と考えられてきましたが、浜松ホトニクスは「読み出しノイズの低減」に注目した独自のアプローチで、sCMOSカメラの進化に新たな道筋を示しました。新世代sCMOSカメラ、「ORCA-Fusion」をご紹介します。

## 極微弱光領域の検出技術により、さまざまな領域で科学の発展に寄与

生きた細胞の活動をリアルタイムに観察する、ライブセルイメージング。新薬の開発や遺伝子研究といったライフサイエンスには不可欠な手法です。その発展を支えてきたのが、蛍光観察手法の研究と、わずかな光を正確に捉える科学計測用カメラの存在です。浜松ホトニクスの科学計測用カメラは、1960年代に発売された計測用TVカメラシステムにそのルーツを辿ることができます。中でも微弱光領域のイメージングに適したsCMOSカメラは、光による生体へのダメージを最小限に抑えられることから生きた細胞の観察に最適であり、ライフサイエンス分野の研究に欠かせない存在となっています。2010年には、弊社が世界に先駆けて、第一世代sCMOSカメラ「ORCA-Flash2.8」を発売。その後、長年にわたり培ってきた微弱光領域のセンサ技術と回路技術を組み合わせたsCMOSカメラ「ORCA-Flash4.0」を開発し、第二世代へと移っていきました。この技術は、2014年にベツィグ博士、ヘル博士、モーナー博士らが受賞したノーベル化学賞「超解像顕微鏡技術」の発展にも大きく寄与してきました。

浜松ホトニクス 科学計測用カメラの歩み

	<b>第一世代 ORCA-Flash2.8 (2010)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>画素数: 2.8M pixels 1920(H) x 1440(V)</li> <li>フレームレート: 45.4 フレーム/秒</li> <li>読み出しノイズ: 3 electrons rms</li> </ul>
	<b>第二世代 ORCA-Flash4.0 (2011)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>画素数: 4.2M pixels 2048(H) x 2048(V)</li> <li>フレームレート: 100 フレーム/秒</li> <li>読み出しノイズ: 1.4 electrons rms</li> </ul>
	<b>第三世代 ORCA-Fusion (2018)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>画素数: 5.3M pixels 2304(H) x 2304(V)</li> <li>フレームレート: 89.1 フレーム/秒</li> <li>読み出しノイズ: 0.7 electrons rms</li> </ul>



蛍光色素で染色したHeLa細胞のミトコンドリア (ORCA-Fusionによる撮像)



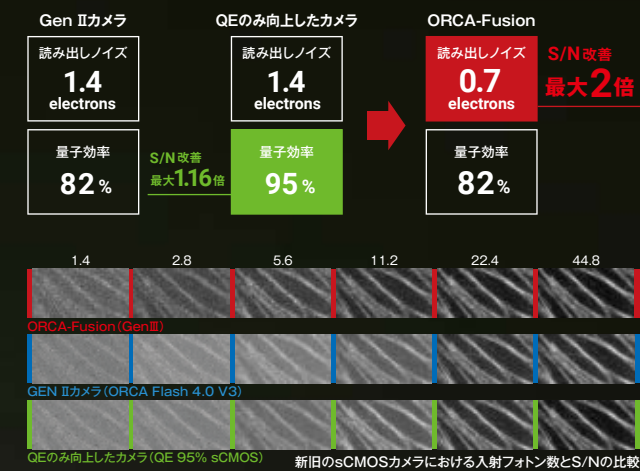
## 低ノイズの追求により従来比2倍のS/Nを実現

ライブセルイメージング技術が発展する一方で、大きな課題となってきたのが画像のS/N(信号ノイズ比)のさらなる改善です。生体観察では、カメラの受光感度が研究の進捗と密接に関わります。励起光を押さえたより少ない光で観察ができれば、光毒性や蛍光退色を低減でき、より長時間にわたる観察ができるからです。sCMOSカメラの高感度化には、「QEの向上」と「読み出しノイズの低減」という、大きくふたつのアプローチがあります。これまでは一般的に高感度化にはQEの向上こそが最も効果的だと考えられてきました。しかし微弱光領域になるほど、ノイズのS/Nに与える影響は相対的に大きくなります。そこで浜松ホトニクスは独自に低読み出しノイズに特化した専用センサを開発し、さらに独自回路技術を組み合わせることで、QEをそのままに読み出しノイズを大きく低減することに成功しました。その結果、S/Nを最大2倍まで高めるとともに、画素間のバラつきを抑えたことによる大幅な画質の改善や、露光時間の短縮によるフレームレートの向上を実現。カメラとしての基本性能をさらに高めたことで、より幅広い用途への応用が期待できます。

### ● 主な特長

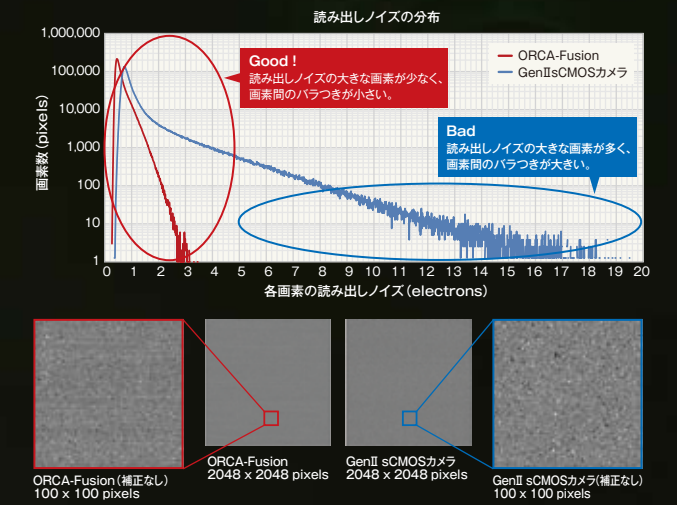
#### 低読み出しノイズ 0.7 electrons rms

「読み出しノイズの低減」という新たな取り組みにより、従来比1/2となる読み出しノイズ 0.7 electrons rmsを実現。その結果、最大2倍のS/Nを達成しました。



#### 均一性の高い画像を取得

画素間でのバラつきを大幅に抑えることで、従来は必須だった画像補正が不要となり、定量的な計測にも適しています。



#### ライトシートモードで2倍の高フレームレート

先行のORCA-Flash4.0同様に、ライトシートモード(特許取得済)を搭載。同じ垂直画素数で比較して2倍となる、100フレーム/秒の高速処理を実現しました。

## 目標はマルチフォトンカウンティング

読み出しノイズの低減という新たなアプローチにより、sCMOSカメラの可能性は再び大きな広がりを見せています。その究極の目標は、フォトン一粒一粒の検出精度でしかも複数個のフォトンと同時に捉えられるカメラの実現。浜松ホトニクスは読み出しノイズのさらなる低減を追求するとともに、従来の正攻法と言えるQEの向上も同時に推し進め、これまで以上に幅広いお客様のニーズに応える製品の実現を目指していきます。



Type II 超格子赤外線検出素子 P15409-901

# 14.5 μmまで検出可能な化合物光半導体 素子 RoHS指令の制限物質を使用せず世界初の量産化に成功

環境保全の支援活動や環境に優しいものづくりの追求。弊社は、地球環境の保全や環境負荷低減に貢献するとともに、環境への影響を配慮した製品開発を行ってきました。14.5 μmまで検出できる化合物光半導体素子としては、世界で初めてRoHS指令の制限物質を使用せず量産化に成功した「Type II 超格子赤外線検出素子」も、そのような弊社の取り組みを反映する製品のひとつです。

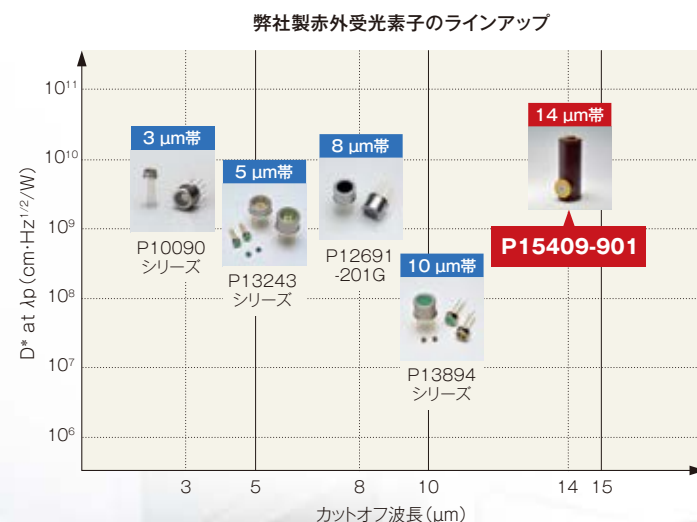
※RoHS指令とは、EUの電気電子機器の特定有害物質使用禁止指令で、制限対象物質を指定の濃度以上に含む電気電子機器のEU市場での販売を禁止するものです。



## RoHS指令への対応が求められる、中赤外領域の分光分析機器

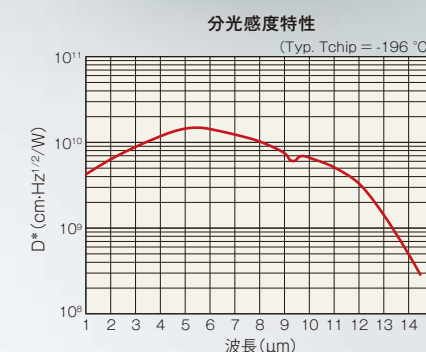
分子や原子の結合状態によって発光や吸光の割合が異なる性質を利用して、液体や気体に含まれる物質を特定する分光分析。なかでもFTIR（フーリエ変換赤外分光光度計）は14 μm付近に存在する有機物の吸収帯を広くカバーするため、食品や農業、医療など、幅広い分野で活用されています。しかし、FTIRに使用される中赤外受光素子には、EUのRoHS指令によって規制される水銀やカドミウムを含む素子が多く使われており、代替製品の開発が求められていました。そこで、従来のInAsSb\*光起電力素子では実現できなかった、14 μm帯まで検出可能な赤外線検出素子の開発を進めてきました。

※ InAsSb: In (インジウム)、As (ヒ素)、Sb (アンチモン)



## Type II 超格子赤外線検出素子を量産化

弊社はこれまで、11 μmまで検出できるInAsSb光起電力素子を開発、販売してきました。従来から11 μmより長い波長の中赤外光を検出するためにType II 超格子赤外線検出素子が検討されてきましたが、高い製造技術が要求されるため量産化に課題がありました。そこで、弊社では長年培った化合物光半導体素子の結晶成長技術により、製造上の課題を解決し、世界で初めてType II 超格子赤外線検出素子の量産化を実現しました。



### ● 主な特長

#### 量産化を可能にした独自の製造技術

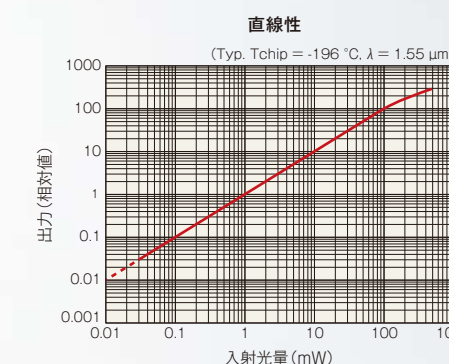
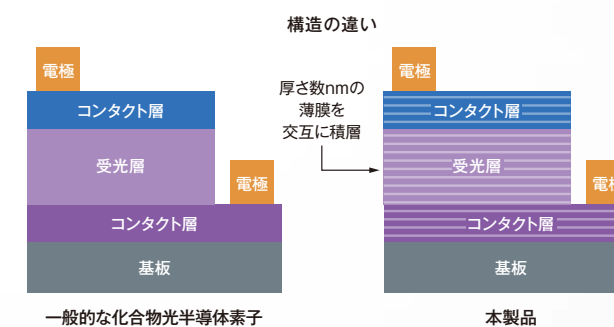
一般的な光半導体素子と異なり、InAsとGaSb\*の化合物の薄膜をそれぞれ数nmの厚さで交互に2000層以上積層した「超格子」構造が、本製品の大きな特長です。弊社では独自の化合物半導体技術によりInAsとGaSbを基板に供給する量やタイミングを精密に制御し、さらに温度や圧力などの条件を最適化して製造方法を確立することで、量産化を実現しました。

※ GaSb: Ga (ガリウム)、Sb (アンチモン)

#### 優れた出力直線性

MCT\*など従来の受光素子に比べて、より大きな入射光量まで出力の直線性を実現していることも本製品の大きな特長のひとつです。広いダイナミックレンジを実現したことで、分析装置の高精度化に寄与することが期待できます。

※ MCT (HgCdTe): Hg (水銀)、Cd (カドミウム)、Te (テルル)



## 制限物質フリーの分析機器へ

赤外域の波長は、FTIR以外にもガスの成分分析や物体の温度計測など、幅広い用途に利用されています。それらの分析機器や計測装置にも、RoHS指令の制限物質を含む受光素子が使われていることがあります。その受光素子を本製品に置き換えることで、制限物質フリーへの対応につながるるとともに、高精度化が期待できます。

NEW

## 14 μm帯まで感度をもつ高感度・高速応答の赤外線検出素子

P15409-901は、弊社独自の結晶成長技術とプロセス技術により、14 μm帯まで感度を上げたType II 超格子赤外線検出素子です。本製品は環境に配慮した赤外線検出素子で、RoHS指令制限物質の水銀・カドミウムを使用していません。これらの物質を含んだ従来品に代わる製品です。

### 従来品との相違点

カットオフ波長を約14 μm (従来品のMCT 光起電力素子より長い) まで延ばしました。また、直線性も大幅に改善しています。



赤外線検出素子

計測 分析

## ● Type II 超格子赤外線検出素子 P15409-901

### 特長

- メタルデュワパッケージ (液体窒素冷却)
- 高感度
- 高速応答
- 優れた直線性

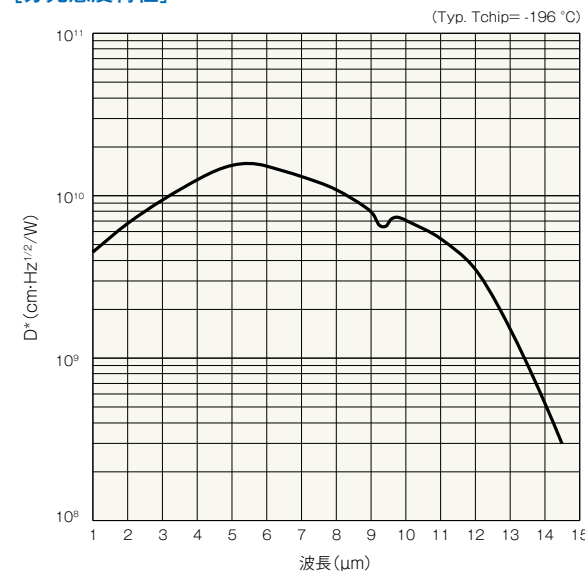
### 用途

- FTIR
- ガス分析
- 放射温度計

項目	仕様	単位
冷却	液体窒素	—
受光面サイズ	φ0.1	mm
カットオフ波長 <sup>※1</sup>	14.5	μm
最大感度波長	5.4	μm
受光感度 <sup>※2</sup>	2.6	A/W
並列抵抗 <sup>※3</sup>	2.5	kΩ
比検出能力 <sup>※4</sup>	1.6 × 10 <sup>10</sup>	cm·Hz <sup>1/2</sup> /W
雑音等価電力 <sup>※2</sup>	5.5 × 10 <sup>-12</sup>	W/Hz <sup>1/2</sup>
端子間容量 <sup>※5</sup>	50	pF

※1 信号/雑音=1となる波長  
 ※2 λ=λp  
 ※3 V<sub>R</sub>=10 mV  
 ※4 λ=λp, f<sub>c</sub>=1200 Hz, Δf=1 Hz  
 ※5 V<sub>R</sub>=0 V, f=1 MHz

[分光感度特性]



赤外線検出素子

計測 分析

## ● InAsSb光起電力素子 P13243シリーズ (バンドパスフィルタ付き)

NEW



2素子タイプ P13243-015CF, P13243-016CF  
 セラミックタイプ P13243-033CF, P13243-039CF, P13243-043CF  
 メタルタイプ P13243-033MF, P13243-039MF, P13243-043MF

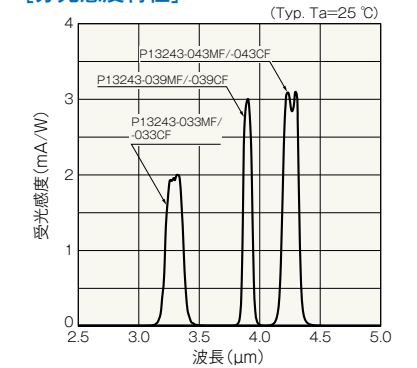
### 特長

- 高感度
- 高速応答: 15 ns
- 高並列抵抗: 300 kΩ
- 鉛フリーリフローはんだ付けに対応

### 用途

- ガス検知 (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>)
- 炎検知

[分光感度特性]



### バンドパスフィルタ (3.3/3.9/4.26 μm) 付赤外線検出素子

窓材にバンドパスフィルタを採用したInAsSb光起電力素子です。用途に合わせて、バンドパスフィルタの中心波長 3.3 μm (CH<sub>4</sub>)・3.9 μm (参照光)・4.26 μm (CO<sub>2</sub>) の3タイプを用意しています。本製品は環境に配慮した赤外線検出素子で、RoHS指令制限物質の鉛・水銀・カドミウムを使用していません。これらの物質を含んだ従来品に代わる製品です。また、2波長を検出できる2素子タイプ (P13243-015CF/-016CF) も用意しています。

型名	中心波長 (nm)	感度波長半値幅 (nm)	受光感度 <sup>※1</sup> (mA/W)	比検出能力 <sup>※2</sup> (cm·Hz <sup>1/2</sup> /W)
P13243-033CF/-033MF	3300	160	2.3	5.1 × 10 <sup>9</sup>
P13243-039CF/-039MF	3900	90	3	6.5 × 10 <sup>9</sup>
P13243-043CF/-043MF	4260	140	3.1	6.9 × 10 <sup>9</sup>
P13243-015CF	3300	160	2.3	5.1 × 10 <sup>9</sup>
	3900	90	3	6.5 × 10 <sup>9</sup>
P13243-016CF	3900	90	3	6.5 × 10 <sup>9</sup>
	4260	140	3.1	6.9 × 10 <sup>9</sup>

※1 λ=CWL (中心波長), 受光部の全面を均一に照射  
 ※2 λ=CWL, f<sub>c</sub>=1200 Hz, Δf=1 Hz

赤外線検出素子

計測 分析

## ● InAsSb光起電力素子 P15742-016DS/-046DS

NEW



### 特長

- 高感度
- 16 ch/46 chアレイ
- 裏面入射構造: 低クロストーク

### 用途

- 放射温度計
- 赤外分光器

### 5 μm帯まで感度をもつ簡易分光分析用フォトダイオードアレイ

5 μm帯まで検出可能な16 ch/46 chのInAsSbフォトダイオードアレイです。裏面入射構造を採用することにより、低クロストークを実現しました。

### 従来品との相違点

InAsSb光起電力素子 P13243シリーズと同様にカットオフ波長が5 μm帯のアレイタイプです。従来品InGaAsフォトダイオードアレイG12430-016D/-046Dと比べて長波長化を実現しています。

項目	P15742-016DS	P15742-046DS	単位
冷却	非冷却		—
素子サイズ	0.45 x 0.7 (x 16 ch)	0.2 x 0.7 (x 46 ch)	mm
素子ピッチ	0.5	0.25	mm
カットオフ波長	5.3		μm
最大感度波長	3.5		μm
受光感度 <sup>※1</sup>	7.0	14.6	mA/W
並列抵抗 <sup>※2</sup>	100	60	kΩ
比検出能力 <sup>※3</sup>	1.0 × 10 <sup>9</sup>		cm·Hz <sup>1/2</sup> /W

※1 λ=λp  
 ※2 V<sub>R</sub>=10 mV  
 ※3 λ=λp, f<sub>c</sub>=1200 Hz, Δf=1 Hz



MEMS応用製品

ライフ 計測 分析 産業

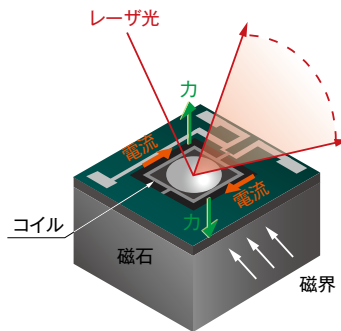
## MEMSミラー S13989-01H

NEW



### 【構造と原理】

電磁式アクチュエータを用いた駆動方式を採用しており、磁石の磁界中にあるコイルに電流を流すと、フレミングの法則によって、ローレンツ力が発生し、ミラーに傾きが生じます。また、MEMS加工により形成した2つのバネの組み合わせにより、ミラーを2次元に駆動することが可能です。



### 小型・高性能 2次元レーザスキャン用、電磁駆動式のMEMSミラー

弊社独自のMEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) 技術を応用した電磁駆動式のミラーです。X軸とY軸の2軸動作により、レーザ光などの反射による2次元スキャン(ラスタースキャン)を可能にします。一般的に電磁駆動式ミラーは、ミラーチップの周囲に磁石を配置する構成ですが、弊社のMEMSミラーは、強力な小型磁石をミラーチップ下に配置し、小型でありながら広い光学的振れ角(高速軸: ±20°、低速軸: ±12°)を実現しています。また、気密封止パッケージによる高い信頼性、低電圧駆動、光学的振れ角を任意に設定できるリニア動作も特長としています。

【従来品との相違点】 1次元スキャン用に加えて、2次元スキャン用MEMSミラーをラインアップに追加しました。

### 特長

- 小型
- 広い光学的振れ角
- 低電圧駆動:  
機器への搭載に適している
- 高信頼性: 気密封止パッケージ
- リニア動作が可能  
(光学的振れ角を任意に設定可能)

### 【ラインアップ】

項目	S12237-03P	NEW S13989-01H
外観		
タイプ	1次元スキャン用	2次元スキャン用
スキャンモード	1軸リニアスキャン	2軸ラスタースキャン
ミラーサイズ(材質)	φ2.6 mm(アルミニウム)	φ1.23 mm(アルミニウム)
光学的振れ角	±15°	高速軸: ±20° 低速軸: ±12°
駆動周波数	100 Hz max.	高速軸: 29.3 kHz typ. 低速軸: 100 Hz max.
推奨動作温度	-20 ~ +70 °C	-20 ~ +60 °C

### 【応用例】

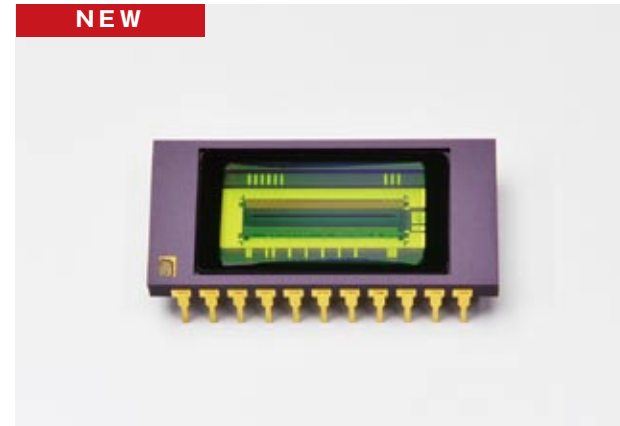


イメージセンサ

計測 分析 産業 非破壊

## InGaAsリニアイメージセンサ G14714-1024DK

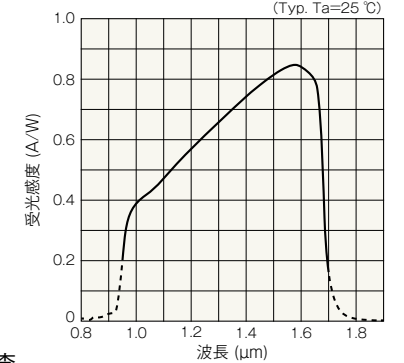
NEW



### 特長

- 高速ラインレート:  
40000 lines/s max.
- 高速データレート:  
15 MHz max.
- 4種類の変換効率から  
選択可能
- タイミング発生回路を内蔵
- 温度センサを内蔵
- 常温動作

### 【分光感度特性】



### 用途

- 異物検査
- 農産物検査

### 1024画素の高速ラインレート 近赤外イメージセンサ (0.95 ~ 1.7 μm)

G14714-1024DKは、異物検査用に設計されたInGaAsリニアイメージセンサです。CMOSチップはチャージアンプ、シフトレジスタ、タイミング発生回路で構成されています。チャージアンプはCMOSトランジスタアレイで構成され、InGaAsフォトダイオードアレイの各画素とバンプ接続されています。各画素からの信号は電荷蓄積モードで読み出されるため、広い感度波長範囲で高い感度と安定した動作が得られます。CMOSチップ上の信号処理回路は、外部電圧によって4種類の変換効率(CE: Conversion Efficiency)から用途に適した値を選択できます。

項目	仕様	単位	
画素サイズ(H x V)	12.5 x 12.5	μm	
画素ピッチ	12.5	μm	
有効画素数	1024	画素	
感度波長範囲	0.95 ~ 1.7	μm	
変換効率	Cf=1.25 pF	0.128	μV/e
	Cf=0.13 pF	1.23	
	Cf=0.04 pF	4.0	
	Cf=0.02 pF	8.0	
暗電流*1	0.5	pA	
読み出しノイズ*2	1.2	mV rms	
データレート	15 max.	MHz	

\*1 CE=8.0 μV/e \*2 CE=1.23 μV/e

イメージセンサ

計測 分析

## CCDエリアイメージセンサ S10420-1106NU-01/-1106NW-01

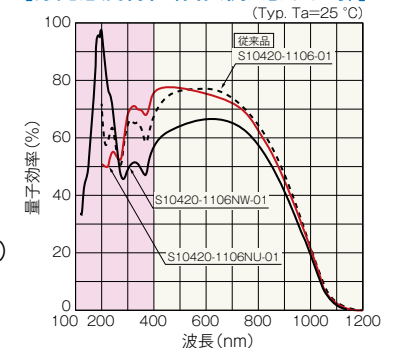
NEW



### 特長

- 紫外域で高感度  
(S10420-1106NW-01)
- 高い飽和電荷量  
広いダイナミックレンジ
- アンチブルーミング  
機能付き
- 非冷却型
- 駆動回路 C11287(別売)  
を用意

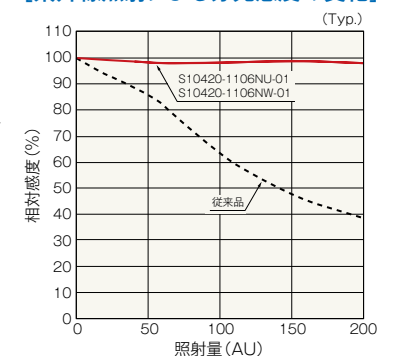
### 【分光感度特性(代表例、窓なし時)】



### 用途

- 分光測光
- ガスクロマトグラフィ
- エキシマレーザモニタ
- 真空紫外~紫外光モニタ

### 【紫外線照射による分光感度の変化】



### 紫外域において高耐性を実現

裏面入射型構造により紫外から可視域にわたって高感度を実現した従来品(S10420-1106N-01)を改良し、新たな受光部構造を採用して、紫外耐性を向上させたCCDエリアイメージセンサです。

### 【従来品との相違点】

従来品(S10420-1106N-01)と比較し、紫外線照射後の感度劣化を大幅に抑えています。従来品の基本特性を維持したまま紫外耐性を向上したS10420-1106NU-01と真空紫外域高感度タイプのS10420-1106NW-01の2タイプを新たにラインアップに追加しました。



NEW

## 1 Paまでの低真空で安定動作可能 ミニチュアMSに最適な次世代型イオン検出器

弊社独自のトライオード構造<sup>\*1</sup>を用いて電位設定を変え、イオンフィードバック<sup>\*2</sup>によるノイズを抑制し、低真空環境下での安定動作を実現しました。大型の排気系を搭載することが困難な卓上サイズの質量分析装置への搭載が可能となり、装置の小型化と低コストを実現する画期的なイオン検出器です。

### 従来品との相違点

従来MCPの動作は、 $1.3 \times 10^{-4}$  Paより高い真空環境でしたが、F14844は1 Paという低真空環境でも、ゲイン $1 \times 10^6$ という安定動作を実現。従来では難しかったミニチュアサイズの質量分析装置への採用が可能となりました。



<sup>\*1</sup> MCPアウとダイノード電極の間にメッシュを設ける構造  
<sup>\*2</sup> 従来、低真空下での不安定動作の原因となっていた現象

イオン検出器

計測 分析 セキュリティ 非破壊 学術研究

## MCPアッセンブリ F14844

### 特長

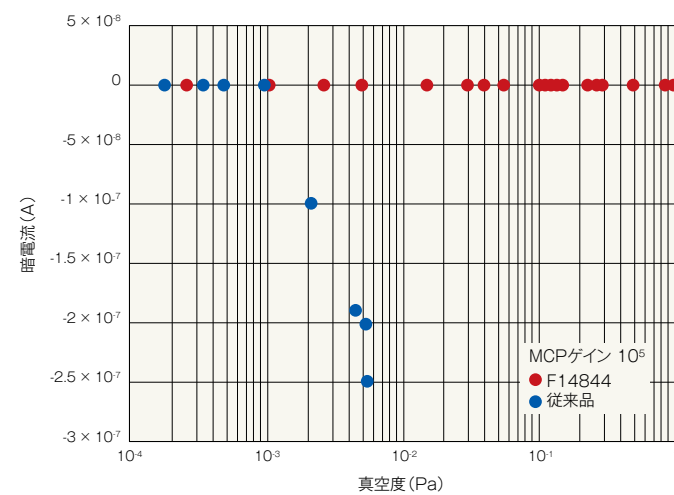
- 最大動作真空度: 1 Pa
- 高ゲイン:  $1 \times 10^6$ 以上
- 有効エリア:  $\phi 14.5$  mm
- 長寿命: 3 C/cm<sup>2</sup>以上

### 用途

- 小型質量分析装置 (ミニチュアMS)
- セキュリティ関連装置 (爆発物/薬物検査)
- 農業関連装置 (農薬検査)
- 医療関連装置 (呼吸からの感染症検出)

項目	内容・値	単位
最大動作真空度	1	Pa
最小ゲイン	$1 \times 10^6$	—
有効エリア	$\phi 14.5$	mm
抵抗値	300 ~ 600	M $\Omega$
最大ダークカウント	3	s <sup>-1</sup> ·cm <sup>2</sup>

### [出力安定性 (Typ.)]



光検出器

メディカル ライフ 創薬 計測 分析 セキュリティ 学術研究

## マイクロPMT R12900U/-01

NEW



### 指先サイズの世界最小・最薄・最軽量<sup>\*</sup>の光電子増倍管

小型を追求し、高圧電源回路などを内蔵しないパッケージタイプとしました。薄く小さいため、装置内への設置が自由となります。また、複数個用いた同時計測や、多波長検出にも応用できます。従来より光電子増倍管が得意とする高感度計測を維持しながら、小型軽量なポータブル装置を実現します。

<sup>\*</sup>2019年12月現在。弊社調べ。

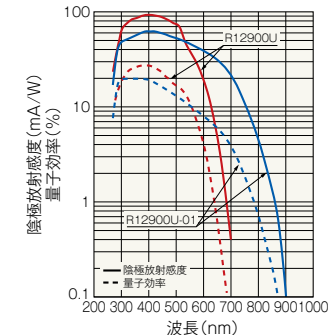
### 特長

- 小型・薄型: 14 mm x 14 mm x 3.5 mm
- 軽量...1.1 g
- 高感度・低ノイズ
- 振動、衝撃に強い

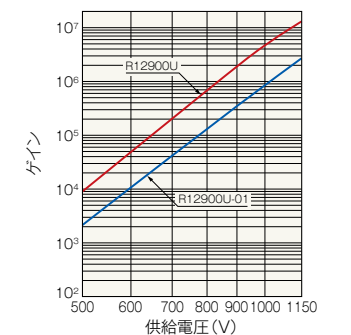
### 用途

- ポータブル環境測定装置
- POCT (Point of Care Testing) 向け医療機器

### [分光感度特性]



### [ゲイン]



項目	R12900U	R12900U-01	単位
感度波長範囲	300 ~ 650	300 ~ 850	nm
最高感度波長	420		nm
有効光電面サイズ	4 x 1		mm
ゲイン (Typ.) <sup>*1</sup>	$2.0 \times 10^6$	$3.5 \times 10^5$	—
陽極暗電流 (Typ.) <sup>*1,2</sup>	0.3		nA
上昇時間 (Typ.) <sup>*1</sup>	1.2		ns

<sup>\*1</sup> 印加電圧 900 V, at 25 °C <sup>\*2</sup> 暗中で30分放置後測定

光検出器

メディカル 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 H14601シリーズ

NEW



### 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、デバイダ回路を内蔵した、電流ケーブル出力のモジュールです。ピン出力タイプH14600もご紹介します。

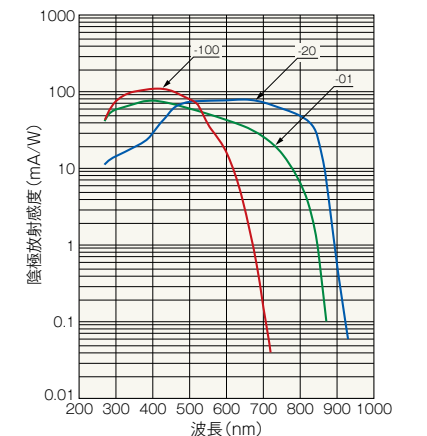
### 従来品との相違点

従来品H10721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。

### 特長

- 小型ケーブルタイプ
- 低電圧動作: +5 V
- 低消費電力

### [分光感度特性]



### 用途

- 高感度ポータブル装置
  - 環境測定
  - POCT (検体検査)

項目	H14601-100	H14601-01	H14601-20	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 <sup>*</sup>	100			$\mu$ A
最大リップルノイズ <sup>*</sup> (p-p)	0.3			mV

<sup>\*</sup> コントロール電圧 +0.9 V

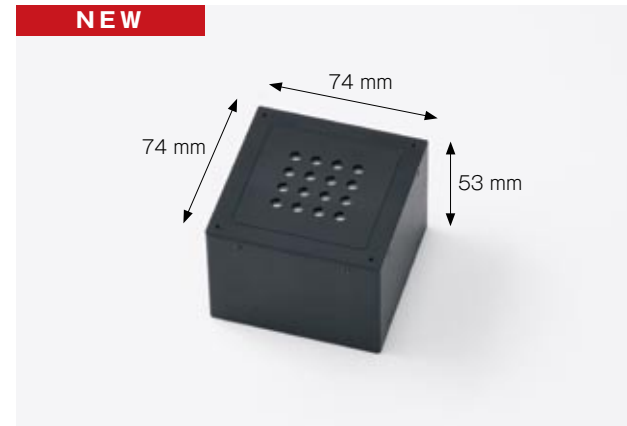


光検出器

メディカル ライフ 創薬 計測 分析

## ○ フォトンカウンティングヘッド H14870

NEW



### 特長

- 16チャンネル(4x4マルチチャンネル)
- 有効受光エリア:  $\phi 5$  mm/チャンネル
- 低電圧動作: +5 V
- 高速データ転送: LVDS出力

### 用途

- マイクロプレートリーダー

### 96ウェルマイクロプレート用 4x4マルチチャンネルフォトンカウンティングヘッド

96ウェルマイクロプレートのウェル間隔と受光窓の間隔が一致した、4x4マルチチャンネルフォトンカウンティングヘッドです。16ウェルの同時測定が可能となり、測定時間の短縮(スループット向上)に貢献します。

項目	H14870	単位
感度波長範囲	300 ~ 650	nm
ダークカウント(1 ch) (Typ.)	50	s <sup>-1</sup>
カウントリニアリティ	3 x 10 <sup>6</sup>	s <sup>-1</sup>
パルス幅分解能	33	ns
クロストーク(Typ.)	0.05	%

NEW

## インライン非破壊検査に対応

InGaAsラインスキャンカメラC15333-10Eは、近赤外波長に高い感度を有し、リアルタイムでのインライン非破壊検査に対応した近赤外カメラです。パッケージ内の液量・容量検査、入味検査、農産物キズ・異物検査といったコンベアなどで搬送される対象物の検査や、半導体デバイスの高解像度検査、太陽電池等半導体材料の欠陥検査に高感度かつリアルタイムで対応します。



システム製品/カメラ

半導体 産業 非破壊

## ○ InGaAsラインスキャンカメラ C15333-10E

### 特長

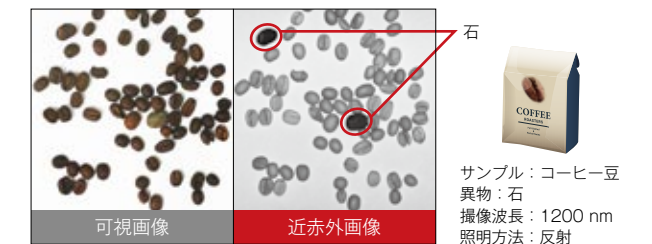
- 950 nm ~ 1700 nmまでの近赤外感度
- 水平画素数: 1024 画素
- 最大ラインレート: 40 kHz
- GigE Vision 対応
- 画像改善機能を搭載(バックグラウンド補正、シェーディング補正)

### 用途

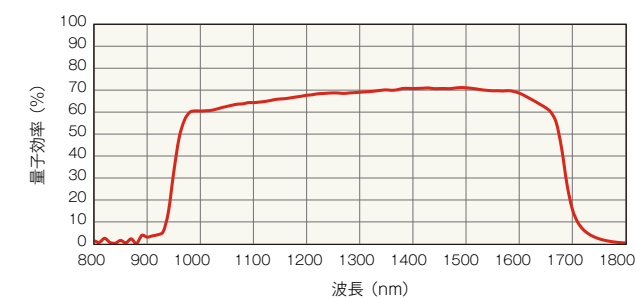
- 食品・農産物(傷み検査または品質選別、素材判別等)
- 半導体(Si ウェーハの内部欠陥検査、太陽電池のEL/PLによる欠陥検査等)
- 産業(水分検出、液漏れ検出、入味検査等)

### [撮像例]

サイズや色味が類似しているため可視画像では判別が難しい石も、近赤外画像では容易に判別できます。



### [分光感度特性]



項目	C15333-10E
撮像素子	InGaAsリニアセンサ
有効画素数	1024 (H) x 1 (V)
画素サイズ	12.5 $\mu$ m (H) x 12.5 $\mu$ m (V)
有効素子サイズ	12.8 mm (H) x 0.0125 mm (V)
最大ラインレート	内部同期: 40 kHz(露光時間21 $\mu$ s 時)



NEW

## 制御ドライバを一体化したコンパクトなファイバレーザ

主要部品を内製化した優れたコストパフォーマンスを有するファイバレーザです。200フェムト秒以下のパルス幅で、平均パワー2 Wを実現しました。発振器部、増幅器部共に偏波保持ファイバで構成されているため高安定かつ、レーザ内の空間伝送部分が少なくコンパクトであることを特長としています。



NEW

## 高速・広範囲の加工を可能にする高出力LD照射光源

さまざまな熱加工用途に利用可能な水冷、ファイバ出力のLD照射光源です。各種加工の高速化・大面積化を実現します。

従来品との相違点

水冷（蒸留水）式LD照射光源の高出力化（360 W）を実現しました。



固体レーザ

ライフ 計測 産業 学術研究

### パルスファイバレーザ L15208-01

#### 特長

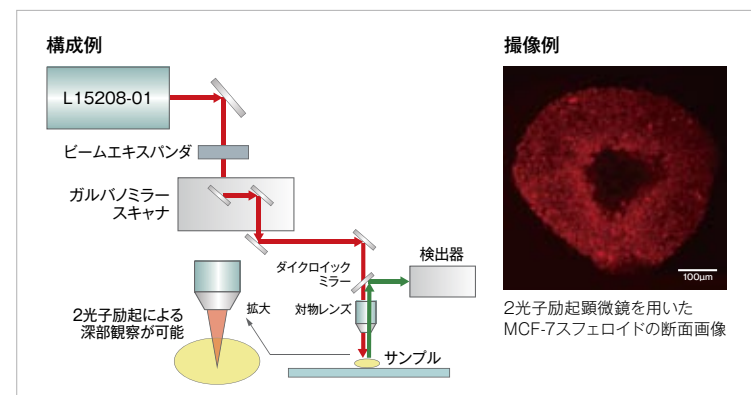
- 全偏波保持ファイバレーザ
- 制御ドライバを一体化したコンパクトなサイズ
- 空冷制御
- LD、光ファイバなどの内製部品の採用

#### 用途

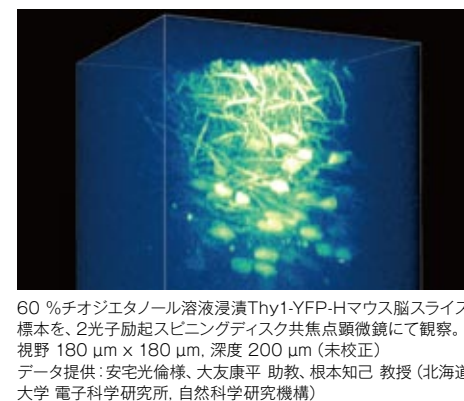
- 2光子励起蛍光イメージング
- 時間分解分光計測

項目	仕様
発振波長	1030 nm
平均出力	2 W
繰返し周波数	40 MHz
パルス幅	200 fs
外形寸法 (W x H x D)	300 mm x 130 mm x 350 mm (突起部除く)

#### [2光子顕微鏡応用例]



#### [2光子励起スピニングディスク共焦点顕微鏡応用例]



半導体レーザ

半導体 産業

### LD照射光源 SPOLD® L13920-711

#### 特長

- 従来ラインアップからの高出力化を実現（従来比：1.8倍）
- 大面積・高速な加工に適した光源
- 各種加工に最適なビームプロファイルを実現可能
- 軽量・コンパクトな冷却装置対応
- 19インチラックに搭載可能

#### 用途

- 薄板金属の熱加工
- レーザ樹脂溶着
- レーザはんだ付け
- 金属ナノインクの焼結

項目	仕様	
光出力 (最大電流設定時)	伝送ファイバ出射端	360 W
	照射ユニット出射端	320 W
レーザ種類	半導体レーザ (LD)	
発振形式	連続 (CW)	
ピーク発振波長 (25 °C)	940 ± 20 nm	
冷却方式	水冷 (蒸留水)	
外形寸法 (W x H x D)	約480 mm x 約250 mm x 約500 mm (突起部除く)	
集光径	≥ φ0.8 mm	

#### 関連製品

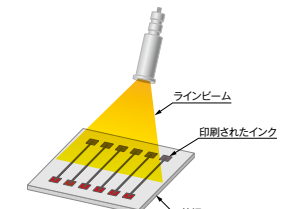
##### 照射ユニット A13933シリーズ、A15558シリーズ



高出力化を実現したL13920-711に適した冷却機構付きの照射ユニットをラインアップしています。

#### [応用例]

金属ナノインクの焼結 (イメージ図)





# 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。

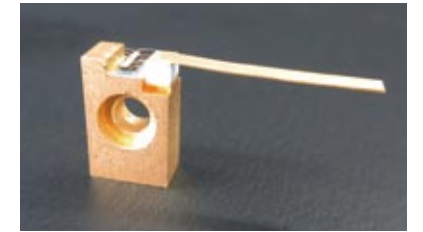


会期	展示会名	会場
2020年 1月	10日(金)~12日(日) <b>第33回 日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム</b> 高解像度X線イメージングシステム、デジタルCMOSカメラ	ウインクあいち (愛知県産業労働センター)
	15日(水)~17日(金) <b>第10回 クルマの軽量化 技術展</b> EB-ENGINE 低エネルギー電子線照射源、光学式ピンホール検査ユニット	東京ビッグサイト
	29日(水)~31日(金) <b>新機性能材料展 2020</b> EB-ENGINE 低エネルギー電子線照射源、LIGHTNINGCURE LC-L1V5 / LC-L5G UV-LED光源、 FLAT EXCIMER エキシマランプ光源、Photolonizer 静電気除去装置	東京ビッグサイト
2月	13日(木)~14日(金) <b>第36回 日本毒性病理学会総会および学術集会</b> NanoZoomerシリーズ バーチャルスライドスキャナ	東京農業大学 世田谷キャンパス
	22日(土)~23日(日) <b>第90回 日本病理学会東北支部学術集会</b> NanoZoomerシリーズ バーチャルスライドスキャナ	長陵会館
	26日(水)~28日(金) <b>第11回 [国際]二次電池展 ~バッテリー ジャパン~</b> X線TDIカメラ、X線ラインセンサカメラ、マイクロフォーカスX線源、光学式ピンホール検査ユニット	東京ビッグサイト
3月	12日(木)~14日(土) <b>2019年度 量子ビームサイエンスフェスタ</b> MCP(マイクロチャンネルプレート)、中性子検出ユニット	ザ・ヒロサワ・シティ会館 (茨城県立県民文化センター)
	12日(木)~15日(日) <b>第67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、ミニ分光器、MPPC/MPPCモジュール、 InAsSb光起電力素子、量子カスケードレーザ (QCL)	上智大学 四谷キャンパス
	16日(月)~19日(木) <b>日本物理学会 第75回 年次大会</b> 光電子増倍管、MPPC	名古屋大学 東山キャンパス
	22日(日)~25日(水) <b>日本化学会 第100春季年会</b> Quantaursシリーズ	東京理科大学 野田キャンパス
	25日(水)~28日(土) <b>日本薬学会 第140年会 (京都)</b> テラヘルツ波分光分析装置	国立京都国際会館 他
4月	5日(日)~8日(水) <b>Focus on Microscopy 2020</b> 高感度光電子増倍管(結晶光電面)、デジタルCMOSカメラ、W-VIEW GEMINIシリーズ イメージスプリッティング光学系	大阪
	8日(水)~10日(金) <b>第35回 電源システム展</b> 高圧電源	幕張メッセ
	16日(木)~18日(土) <b>第109回 日本病理学会総会</b> NanoZoomerシリーズ バーチャルスライドスキャナ	福岡国際会議場 福岡サンパレス
	22日(水)~24日(金) <b>レーザーEXPO</b> デジタルカメラシリーズ、MEMSミラー、LCOS-SLM、空間光位相変調モジュール、波長掃引光源、 量子カスケードレーザ(QCL)、パルスレーザータイオード(PLD)	パシフィコ横浜
	25日(土)~26日(日) <b>第69回 日本医学検査学会</b> NanoZoomerシリーズ バーチャルスライドスキャナ	仙台国際センター 川内萩ホール 東北大学川内キャンパス
5月	11日(月)~13日(水) <b>第68回 質量分析総合討論会</b> DIUTHAME イオン化支援基板	グランキューブ大阪 大阪府立国際会議場
	13日(水)~15日(金) <b>第8回 [関西]高機能フィルム展</b> デジタルカメラシリーズ、X線TDIカメラ、X線ラインセンサカメラ、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
	13日(水)~15日(金) <b>第4回 [関西]接着・接合 EXPO</b> FLAT EXCIMER エキシマランプ光源、LIGHTNINGCURE LC-L1V5 / LC-L5G UV-LED光源、LD照射光源 SPOLD	インテックス大阪
	20日(水)~22日(金) <b>自動車技術展 人とくるまのテクノロジー展 2020 横浜</b> LiDAR用デバイス	パシフィコ横浜
	25日(月)~27日(水) <b>日本顕微鏡学会 第76回 学術講演会</b> デジタルカメラシリーズ、VUV Ionizer 静電気除去装置、真空環境対応光電子増倍管	大阪国際交流センター
6月	29日(金)~30日(土) <b>蛍光ガイド手術研究会 第3回 学術集会</b> 赤外線観察カメラシステム	東京ガーデンテラス 紀尾井カンファレンス
	9日(火)~11日(木) <b>第72回 日本細胞生物学会大会</b> デジタルCMOSカメラ、W-VIEW GEMINIシリーズ イメージスプリッティング光学系	京都みやこめっせ
	10日(水)~12日(金) <b>画像センシング展 2020</b> デジタルカメラシリーズ、X線TDIカメラ、X線ラインセンサカメラ、InGaAsイメージセンサ、CMOSイメージセンサ、 測距イメージセンサ	パシフィコ横浜
7月	29日(水)~31日(金) <b>第12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	インテックス大阪
	29日(水)~31日(金) <b>第43回 日本神経科学大会</b> デジタルCMOSカメラ、W-VIEW GEMINIシリーズ イメージスプリッティング光学系、 NanoZoomerシリーズ バーチャルスライドスキャナ	神戸コンベンションセンター 神戸国際会議場

# ホットニュース

## [ 2019年11月 ] 世界最長、単一素子の半導体レーザで波長450 μmの出力に成功

弊社は、テラヘルツ波の発生原理の解析結果に基づき内部構造を工夫することで、テラヘルツ波を出力する従来の半導体レーザを長波長化し、室温かつ単一で動作する半導体レーザでは世界最長となる波長450 μm (μは100万分の1)とサブテラヘルツ領域のテラヘルツ波の出力に成功しました。本研究成果は、サブテラヘルツ領域の電磁波を吸収する成分を含む薬剤、食品などの品質検査や非破壊検査、電波天文学、短距離での高速大容量通信などへの応用が期待されます。



波長450 μmのテラヘルツ波を出力するテラヘルツ非線形量子カスケードレーザ(QCL)

## [ 2019年10月 ] 光半導体事業の生産能力増強に向け本社工場14棟が稼働開始

光半導体モジュール製品の売上拡大に対応するため、本社工場(浜松市東区市野町)に14棟を新設し、10月から稼働を開始しました。弊社は、医療、産業、科学計測、自動車などのさまざまな分野に光半導体素子、および光半導体素子に回路や光学部品、ソフトウェアなどを組み合わせた光半導体モジュール製品を供給しています。新棟では、光半導体モジュール製品の開発の迅速化のために開発機能を集約するとともに、生産エリアを集約し、生産能力の拡充を図ります。



本社工場14棟 外観

## [ 2019年8月 ] PICK UP! CERN『次世代実験装置HL-LHC』に弊社シリコンセンサの採用を発表

CERN\*1は、次期大型ハドロン衝突型加速器「HL-LHC」\*2に弊社のシリコンセンサの採用を決定し、弊社と契約・調印を行ったことを発表しました。HL-LHC内の「ATLAS検出器」および「CMS検出器」に、3種類のシリコンセンサが約7万5千個使用される見込みです。



CERN関係者と弊社代表取締役専務取締役 山本晃永(前列左から2人目)(CERN提供)



3種類のシリコンセンサのうちの1つである8インチパッド・ディテクタ

\*1 欧州原子核研究機関。スイス、ジュネーブ郊外に設置されている世界最大規模の素粒子物理学の研究所。  
\*2 現在CERNが運営する大型ハドロン衝突型加速器(LHC)を高輝度化(HL、High Luminosity)した加速器。陽子と陽子の衝突頻度を上げることでLHCよりもデータ収集量が増え、より広い質量領域で新粒子の探索が可能となる。2012年にCERNで発見されたヒッグス粒子の詳しい性質の調査を目的とする。

## [ 2019年8月 ] PICK UP! 理工系分野に興味がある女子学生向けのイベント「夏のリコチャレ2019」を開催

内閣府男女共同参画局が中心となって進める「理工チャレンジ(リコチャレ)」に賛同し、理工系分野に興味がある女子学生の進路選択を応援するイベントを開催しました。14名の女子中高生が参加し、本社工場で女性設計者が実際に働いている現場を見学した後、女性技術者との懇談会を行いました。初めは緊張した表情の学生も懇談会では打ち解けた様子で質問が飛び交い、理工系への興味を一層深めていただくことができました。弊社は今後もこれらの活動を通し女子学生の目指す将来像を形成する支援を行っていきます。



少人数のグループに分かれて女性技術者と懇談する女子学生





# 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2回 レーザ応用の可能性を広げる波面制御技術

第1回では、空間光変調器 (SLM) と波面制御技術 (ウェーブフロントテクノロジー) について概説しました。浜松ホトニクスが製造・販売しているSLMは位相変調型で、光の位相分布 (波面) を動的に制御することができます。SLMを用いて波面を制御することで、従来の光学系に新しい機能を加えることが可能です。今回は、これらの波面制御技術をレーザ加工やイメージングに適用した事例や研究を紹介します。



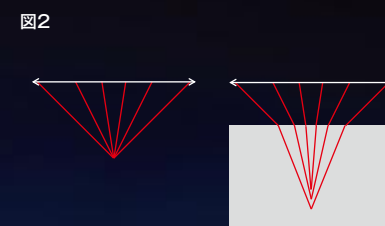
LCOS-SLMモジュール: 手軽に産業分野などに応用できるよう、小型・低価格化した装置組込型。

このように利点の多いSDですが、厚いウェーハの切断には課題がありました。ウェーハが厚いときは深い部位から浅い部位まで複数回に分けてレーザ照射を行い、深さ方向に複数のSD層を作成することで亀裂をウェーハの厚さ方向に繋げる手間や時間が必要でした。さらに、深い部位に光を集光するときには、表面での屈折が原因で収差が発生し、光が1点に集まりません (図2)。エネルギー密度が低くなり、熔融が十分でないため、亀裂が短くなります。

この課題を波面制御技術で解決しました。亀裂が短くなる原因は収差ですので、これを補正するように波面を制御します。SDでは加工体の表面が平面で、材質も分かっています。そのため収差の形状を計算することができ、計算に基づいてSLMを制御することで収差が補正できます。収差補正すると集光点でのエネルギー密

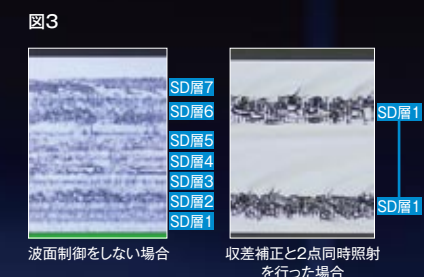
度が高くなり、亀裂が十分に伸びるようになります。収差補正と同時に、波面制御で深さの異なる2点に集光を作りますようにすれば、2層を同時に加工できます。

図3は300 μmの厚さのシリコンウェーハをSD加工した結果です。波面制御しないときには、亀裂が伸びないため7回のSD



対物レンズによる集光。空气中ではすべての光線が一点に集光する (左)。シリコンの深い位置では表面での屈折により収差が発生し、1点に集まらない (右)。そのため上下に発生する亀裂も短くなってしまい、切断能が低くなる。

層形成が必要です (左)。一方、波面制御で収差補正と2点同時照射を行うと、1回のSD層形成で加工が完了します (右)。このように異なる種類の波面制御が同時に実現できることは、SLMを用いた波面制御の重要な特長で、SDではそれを使って、ダイシングの高速化と高品質化を同時に実現しています。



収差補正をしないと亀裂が十分に伸びないため、7層の深さの照射、すなわち7回の走査が必要 (左)。収差補正と同時に深さの異なる2点に集光点を作るような波面制御を行うことにより、2層同時処理が可能になり、1回の走査で切断される (右)。

## レーザ加工応用

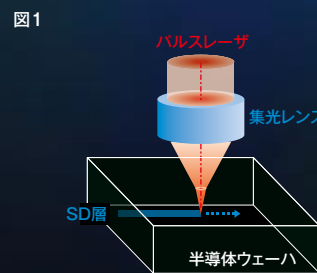
### ① ステルスダイシング™プロセス (SD)

レーザ加工は、レーザ光を被加工体に照射して切断、穴あけ、溝掘り、溶接、表面処理などを行います。従来の機械加工では困難な加工が可能で、従来工法より加工精度や速度などの性能が高いという特長から、急速に普及しています。レーザ加工システムにSLMを導入し、波面制御技術を適用することで、機能や性能の向上が図れます。

スであり、加工速度が制限されます。また、切断面に多くの欠け・亀裂 (チップング) が発生し、チップの強度が低下します。弊社が開発したSDは、パルスレーザ光をウェーハ内部に集光します (図1)。集光部が熔融し冷却することで、多結晶・アモルファス化します。このように改質された層をSD層と呼びます。SD層の形成に伴い応力が発生し、SD層の上下に亀裂が

形成されます。パルス光を照射しながらウェーハを走査して、亀裂を横方向につなぎます。このように亀裂が連続した状態のウェーハに外部から力を加えると、ウェーハ内部の亀裂が上下方向に伸びて裏面から表面にまで達して、切断されます。SDでは、デブリが発生せず、発熱も小さいので、高速なドライブプロセスが可能です。また、チップングも発生しません。

波面制御をレーザ加工機に適用した産業実例として、弊社が開発したステルスダイシング™プロセス (Stealth Dicing™ Process: SD) があります (参考文献1、2)。ダイシングとは、半導体ウェーハを個々のチップに切断する加工です。一般には、薄いブレードを高速回転させて切断するブレードダイシングが用いられています。ブレードダイシングはウェーハを機械的に切断するため、切断くず (デブリ) と熱が発生し、水などでの洗浄・冷却が必要なウェットプロセ



ステルスダイシング™プロセスの原理。パルスレーザを半導体ウェーハ内部に集光する。パルス照射時に集光部が熔融し、照射が途切れて固化する際に上下に亀裂が発生する。これを照射位置を変えながら繰り返すことで切断部を形成する。



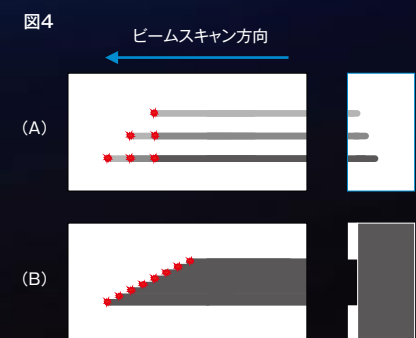
ステルスダイシング™プロセスの詳しい動作原理を動画でご覧いただけます。  
ステルスダイシング™プロセス  
[https://youtu.be/uwT\\_bp1Epol](https://youtu.be/uwT_bp1Epol)

### ② 超微細加工の高速化

波面制御を超微細加工の高速化に使う研究もなされています。レーザ加工では加工目的や材料に合わせてさまざまなレーザが用いられていますが、近年ではパルス幅がサブピコ秒からピコ秒の超短パルスレーザでの加工が目立っています。超短パルスレーザでは、小さく集光してエネルギー密度が高くなった部分だけが加工されます。そのため、小さな径の穴や細い溝を形成するといったレベルの高い微細加工が可能です。ただし、パルス当たりの加工量が小さいために、それらを深く形成するためには多数回の照射が必要で、長い加工時間を必要とします。この課題に対しては、波面制御で多点を同時に照射して加工することで、加工速度の向上が図れます。図4 (A) は、オックスフォード大学が提案した、多点を溝の長手方向に並べることで、複数回の溝加工を1回で行う方法です (図4は参考文献3をもとに弊社で作成)。点数を多くすることで深い溝を形成できません。図4 (B) は、溝に垂直な方向に多

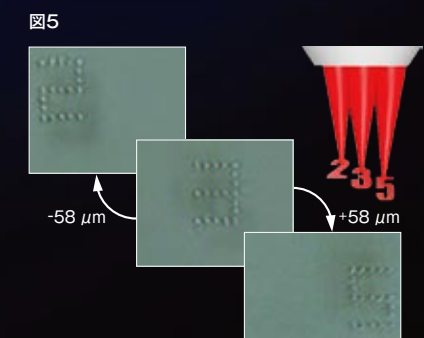
点を並べて広い面積を加工する方法で、薄膜の効率的な除去などが可能です。

図5は、弊社の実験結果です。波面制御で集光点をパターン化して文字を形成することで、ガラスの内部に文字 (数字) を形成しています。しかも、異なる深さには異なる文字パターンとなるように波面制



超短パルスレーザによるホログラフィック多点同時加工の工夫。表面に超短パルスレーザを集光し走査することで細い溝が加工できる。(A) 狭幅深溝加工: 溝上の複数の位置で照射することで、幅が狭く深い溝の加工を可能にする。(B) 薄膜除去加工: 照射位置をスキャン方向に垂直に並べることで、薄膜の面除去を可能にする。それぞれ左は上面図で右は側面図。

御しており、異なる深さの3つの文字パターンを一括で加工しています。このように特定の図形を形成するレーザ加工をレーザマーキングと呼びます。このように、多点同時照射によって、レーザ加工の高速化が図れるとともに、形成する照射パターンを変えることで加工形態を切り替えることも可能です。



3次元一括加工の例。SLMにホログラムを表示して、ガラス内部に3層の異なる深さに超短パルス光の多点集光パターンを形成し、一括で加工した。それぞれの画像は、加工後に深さを変えて透過顕微鏡で加工痕を観察した結果。



## イメージング

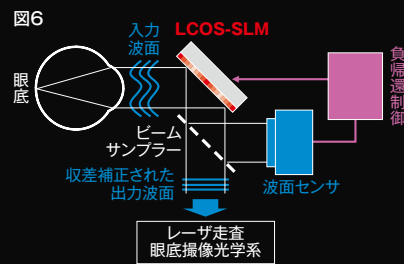
### ③ 眼底イメージング

このようなSLMを使った波面制御で実現される多様な機能と、その動的切り替えや複数機能の同時実現は、イメージングでも活用できます。浜松ホトニクスでは、この特長は特に生体イメージングで重要になると考えています。このことを眼底イメージングと二光子励起顕微イメージングを例にとって説明します。

眼底イメージングは、ヒトの眼底にある網膜などを撮影する技術の総称で、眼科では各種の網膜症や黄斑変性、黄斑円孔などの診断に使われる重要なツールです。眼底は、ヒトの眼のレンズと水晶体を通して撮影します。このとき、眼レンズには収差（光学的歪み）があるため、空間分解能が大きく低下します。毛細血管や視細胞などの細かな構造は描出されず、太い血管など数十～百数十 $\mu\text{m}$ 以上の大きな構造しか見えません。この課題は補償光学と呼ばれる収差補正技術で解決できます。

図6は、補償光学眼底イメージングの概要を示した図です（参考文献4）。眼底をレーザー光で照明しています。眼底を反射した光は眼レンズを通して外部に出ます。理想的

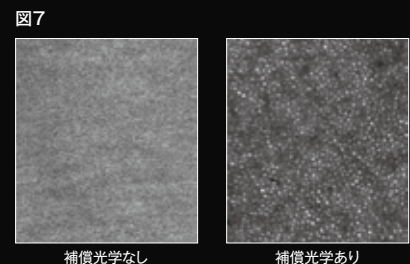
なレンズの場合は波面が平面となりますが、眼レンズには歪みがありますので、眼底からの光の波面の形状は平面ではなく歪んでいます。この歪みが収差です。歪んだ波面のまま結像すると、分解能が大きく低下することになります。そこで、光をSLMに反射させた後、ビームサンプラーで光の一部を波面センサに導き、波面の歪みを計測します。その結果をもとに、波面が平面となるようにSLMで波面形状を制御します。歪みが除去されて波面が平面となることで収差が補正されます。収差補正された光を結像することで高い分解能の像を得ることができます。以上が補償光学の原理です。眼レンズの収差は個人によって異なります。また特定の個人であっても眼球運動や涙液変動によって、波面が時々刻々と変化します。眼底イメージングでは、このように収差が時間的に変化しま



補償光学眼底イメージングの概念図。

すが、補償光学はリアルタイムで波面歪みを計測しSLMで補正しますので、収差補正が可能です。

図7左は、弊社が実験で撮影した補償光学を動作させないときの網膜像です（注1）。収差が残っていて分解能が百数十 $\mu\text{m}$ と低いため、ぼんやりした陰のようなものしか見えません。右は補償光学を動作させたときの網膜像です。輝点が多数ありますが、それぞれが視細胞です。収差が除去されることによって、5~10 $\mu\text{m}$ 程度の大きさの視細胞がきれいに描出されており、分解能が格段に高くなっていることが分かります。もう一つ注目していただきたいのは、画像のコントラストが高くなっていることです。収差を補正することによって、分解能が向上するだけでなく画像の品質も高くなるのです。



補償光学眼底イメージングによる約500 $\mu\text{m}$ 角のエリアの網膜撮像例。

### ④ 二光子励起顕微イメージング

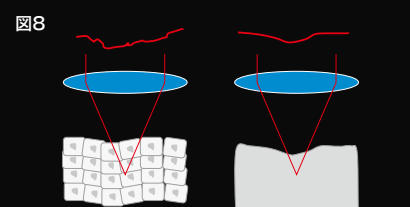
次に二光子励起顕微イメージングに波面制御を適用した弊社の研究を紹介します（注2）。近年、バイオや医学分野の研究の発展により、生体機能や病気の機序の解明が進んでいます。しかし、従来の観察手法では限界があるため、動物臓器の深部を元の形のまま3次元観察したいという要求が高まっています。

二光子励起顕微イメージングは、超短パルスレーザーで蛍光物質を励起（照射）して発生された蛍光を観察する手法です。通常の光では、散乱や吸収によって届かない深部にまで励起光が到達するため、3次元観

察に有利な手法です。しかし、実際の生体では、組織そのもので発生する収差によって深部が観察できません。先に紹介した補償光学を適用すれば収差を除去できるのですが、眼底イメージングとは異なり、顕微観察ではさまざまな理由で適用が難しく、限定された条件でしか使えません。

弊社では、SLMを装備した二光子励起顕微鏡を構築し、その上で実行するための収差補正方法を研究しています。まず必要なのは波面の歪み（収差）を知ることです。補償光学が適用困難なので、波面センサで計測することができません。また、レーザー加工における被加工体と異なり、顕微イメージングの被観察体である生体

は形状が定まっていない上、内部に複雑な屈折率分布があるため、収差が計算では求められません（図8左）。そこで、生体内部の屈折率は一律と仮定し、複雑な表面形状は近似で単純化しました。このように近似した上で、平均屈折率や形状の近似係数など少ないパラメータから収差を計算する方法を考案しました。

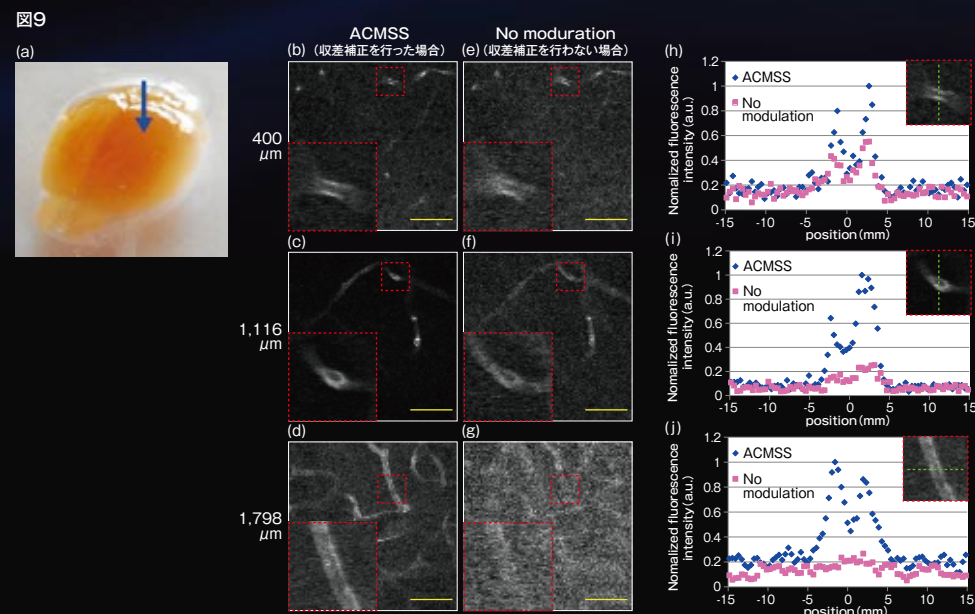


顕微観察における生体試料（左）と近似モデル（右）による波面歪み（収差）のイメージ。

図9は、考案した手法を用いて生体試料を観察した結果です（参考文献5）。試料は、市販の液体を用いて透明化したマウスの脳です（a）。この10年ほどで透明化技術が急速に発展しました。このことも3次元観察の必要性が高まっている大きな理由です。中央左列（b）、（c）、（d）は、新しい収差補正法で得られた3次元画像から異なる深さのXY像を切り出したものです。右列（e）、（f）、（g）の収差補正を行わな

い場合に比べて、分解能とコントラスト（SN比）が高くなっています。これは、（h）、（i）、（j）にグラフで示したそれぞれの画像のプロファイルを見ても分かります。収差補正をしない場合は、深くなるにつれて像のコントラストが低下し、一番深いところ（1,798 $\mu\text{m}$ ）では、構造が不明瞭となっています。一方、収差補正をすると、深くなってもしっかり構造が描出できています。二光子励起顕微鏡は3次元観察に適して

いるといわれていますが、この結果が示すように、実際には収差の影響で通常の観察では深い部分での撮像は困難です。しかし、弊社が開発したSLMを使った収差補正を適用することにより、表面が平面ではない生体試料の深い部分も良好に観察できます。また、多点同時照射による撮像の高速化を収差補正と共に実行することも可能で、実際に実験で高速化の効果が確認できています。



SLM搭載二光子励起顕微鏡で透明化したマウスの脳を観察した結果。（a）は試料の写真で、矢印付近を観察。中央左列の画像（b）、（c）、（d）は収差を補正したときの撮像結果、右列の画像（e）、（f）、（g）は補正しないときの結果。上からそれぞれ400 $\mu\text{m}$ 、1,116 $\mu\text{m}$ 、1,798 $\mu\text{m}$ の深さで撮像した。点線内は一部を拡大したもの。右のグラフ（h）、（i）、（j）は、それぞれの深さの画像でのプロファイルでマゼンダのプロットは収差補正なしのもので青のプロットは収差補正したもの。収差補正をすることによって、コントラストと分解能が大幅に向上している。

## 各種応用への発展

このようにSLMを使った波面制御によって、多点同時照射による高速化、収差補正による高品質化ができることを、レーザー加工とイメージングを例にとって説明しました。多点同時照射は、近接した多点を同時に照射して相互作用を起こして特殊な加工を実現することや、生体の離れた細胞や組織を同時に光刺激することにも利用されています。波面制御では、この他

に、光学系の限界を超えた分解能の向上（超解像）や、浅いところから深いところまで焦点を結ぶ特殊ビーム（非回折ビーム）の生成など、さまざまな機能の実現に利用されています。このように、SLMを用いた波面制御では、多様な光学的機能を容易に実現できる上、動的に切り替えたり、同時に複数の機能を実現したりできます。この特長を利用して、レーザー加工やイメージ

ングの他に、光マニピュレーション、量子光学、テラヘルツ波発生などさまざまな目的・分野で研究に使われています。また、今回は紹介しませんでした。超短パルス光の時間波形制御もさまざまに研究されています。

今回は紹介しませんでした。超短パルス光の時間波形制御もさまざまに研究されています。次回は、SLMのもう少し詳しい特長と、使い方のコツを説明する予定です。

参考文献

1. 「ハマホット」2007 Vol.1  
https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/hamamatsu/HAMAHOT\_vol1.pdf
2. 「ハマホット」2009 Vol.5  
https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/hamamatsu/HAMAHOT\_vol5.pdf
3. ステルスタイピング™プロセス  
https://sd.hamamatsu.com/jp/ja/index.html
4. Dun LIU et al., "Ultrafast parallel laser processing of materials for high throughput manufacturing," Proceedings of LAMP2009 (2009).
5. Hongxin Huang et al., "Stabilized high-accuracy correction of ocular aberrations with liquid crystal on silicon spatial light modulator in adaptive optics retinal imaging system," Opt. Express, 19, p.15026 (2011).
6. Naoya Matsumoto et al., "Aberration correction considering curved sample surface shape for non-contact two-photon excitation microscopy with spatial light modulator," Scientific Reports 8, Article number: 9252 (2018).

（注1）眼底イメージングの研究は、京都大学、株式会社ニテック、産業技術総合研究所と共同で、NEDOの補助金事業で遂行しました。（注2）顕微イメージングは、浜松医科大学との共同研究です。



# hama hot

閲覧・購読  
無料!

## バックナンバー・定期購読のご案内

浜松ホトニクスウェブサイト

### アプリケーション「質量分析」

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



質量分析は、さまざまなイオン化法で物質を原子・分子レベルの微細なイオンにし、その質量数と数を測定することにより、物質の同定や定量を行う方法です。一度の分析によって得られる情報量が他の分析手法と比べて多く、プロテオミクスをはじめあらゆる分野への応用が考えられます。

浜松ホトニクスでは、イオン検出用デバイスをはじめとする質量分析装置の心臓部を担う各種デバイスを多岐にわたって取り扱っており、本コンテンツでは、その質量分析の手法ごとに適したデバイスの早見表やおすすめ製品をご覧いただけます。



### バックナンバーのご案内

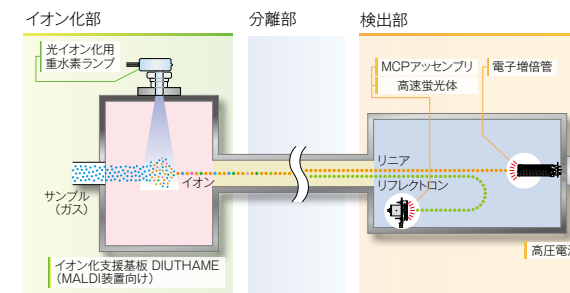
2007年の創刊号から最新号までのバックナンバーを、弊社ウェブサイトにてPDFファイル形式で閲覧可能です。最新号のダウンロードにはEメールアドレスの入力が必要ですが、それ以外のバックナンバーはそのままダウンロード可能です。



### 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。

質量分析装置の基本的な構成と弊社提供デバイス



「イオン化部」「分離部」「検出部」からなる質量分析装置。弊社では検出部で使われる検出デバイスを中心に、質量分析装置の高性能化を実現する製品やツールを開発しています。豊富な経験と保有技術の組み合わせによる独自の製品ラインアップに加え、お客様のご要望に合わせたカスタム対応を行うことで、今後ますます活躍の場を広げる質量分析装置に対し、最適な性能をもったデバイス提供で貢献していきます。

浜松ホトニクスウェブサイト

### 「CSR」

▶ <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/csr/>



浜松ホトニクスのCSR活動を紹介するページをリニューアルしました。環境、社会、ガバナンスといったカテゴリごとに弊社の取り組み内容をご覧いただけます。



「CSR」トップページ



浜松ホトニクスのCSR



Environment (環境)

### アクセス方法は3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

方法③ 二次元バーコードからアクセス



▶ [https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/hamahot\\_backnumber/](https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/hamahot_backnumber/)



※現在、hama hotを定期購読されている方で、送付先の変更や送付停止のご希望がありましたら、下記メールアドレスにご連絡をお願いいたします。  
▶ [kikaku2@hq.hpk.co.jp](mailto:kikaku2@hq.hpk.co.jp) (浜松ホトニクス ハマホット係)

### 「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。お手続きに必要なのはメールアドレスのご登録だけ! 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・キセノンフラッシュランプ
- 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
- 分光測光装置
- 超高速測光装置
- ライフサイエンス関連製品
- メディカル関連製品
- 非破壊検査関連製品
- 半導体関連製品
- 材料研究関連製品

### レーザ製品

- 半導体レーザ及び応用製品
- 固体レーザ

※この資料の内容は、2019年12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. XPRD1011J16  
Dec. 2019 AW  
Printed in Japan(7000)