2023.8

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

ガス計測用デバイス

光でガス分析を支援する

光を用いたガス計測

光学式の特長

光学式のガス計測には、赤外線を用いる方式と、紫外線を用いる方式があります。ガス分子には固有の吸収波長があり、その吸光度を計測することでガスの濃度を計測します。特に赤外域は、ガス分子の振動に起因するガス固有の吸収波長が多くあるため、さまざまなガスの計測に用いられています。測定対象の光吸収特性や周辺環境を考慮し、最適なデバイスを選択することで、光学式は他方式よりも高速応答、高精度、長寿命なガス計測を実現できます。浜松ホトニクスは、光学式のガス計測に用いる多彩な光源と検出器を提供することで、お客様のご要望にお応えします。

赤外 「分子内振動」に基づく吸収分光

赤外線の吸収量を利用

- 光吸収の効率が良い
- ガスの選択性に優れる
- 感度劣化が少ないため、メンテナンス性に優れる

紫外 「電子遷移」に基づく吸収分光

紫外線の吸収量を利用

- 熱の影響が少ない
- 外乱光の影響が少ない
- 水分の吸収波長との重複がない

光学式の優位点

比較方式	光学式の優位点
定電位電解式 （電流変化を検知）	**高速応答** センサの応答速度が速いため、リアルタイムモニタリングに適しています。 単位時間当たりの積算回数を多く設定でき、高精度の計測にも寄与します。
半導体式 （イオン変化を検知）	**高精度** ガスの吸収波長を検出するため、共存ガスや水蒸気などによる影響が少なく、ガスの選択性に優れています。
接触燃焼式 （温度上昇を検知）	**長寿命** 光学センサはガスと直接接触しないため、感度の劣化が少なく、メンテナンス頻度を抑えられます。

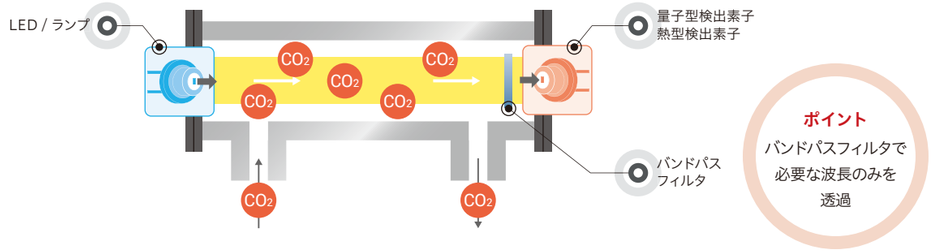
光学式の種類

方式	特長	波長	測定対象	光源	検出器	詳細
NDIR	小型・安価で 優れたメンテナンス性	赤外	特定ガス	LED ランプ	量子型検出素子 熱型検出素子 （要バンドパスフィルタ）	P04
FTIR	複合ガスや有機化合物の 分析に最適	赤外	特定ガス 複合ガス	ランプ	量子型検出素子 熱型検出素子	P05
TDLAS	高速・高精度な ガス計測を実現	赤外	特定ガス	レーザ	量子型検出素子	P06
DOAS	シンプルな構成で多彩な 波長選択が可能	紫外 ～ 赤外	特定ガス 複合ガス	ランプ	量子型検出素子	P07

NDIR（Non-Dispersive Infrared）

小型・安価・優れたメンテナンス性

NDIR（非分散型赤外線法）は、ガスの計測に必要な波長のみを光学フィルタによって取り出して検出する方式です。可動部品のないシンプルな検出原理のため、信頼性・メンテナンス性に優れています。また、高価な光学部品が少なく、非分散型でイメージセンサなどを用いないため、コストパフォーマンスが高く、持ち運び可能な小型の計測機器、さまざまな場所に設置する環境計測機器など、多くのガス計測装置に使用されています。

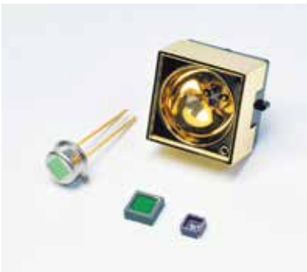


■ 応用例

植物工場のCO_2計測
植物の光合成に必要なCO_2濃度の計測

ポータブルガスセンサ
工場などの作業現場におけるガス漏れ検知

■ おすすめ製品

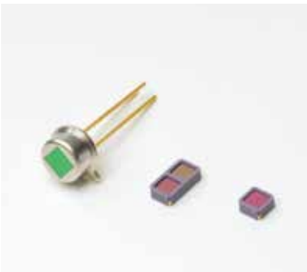


中赤外LED
L15893、L15894、L15895シリーズ

- CO_2、CH_4、参照光用の3タイプ
- 高出力（従来品比～10倍）
- 表面実装型も用意

キセノンフラッシュランプ
L13651シリーズ ほか

- 瞬間的に高い光出力
- 低発熱
- 幅広い放射波長域



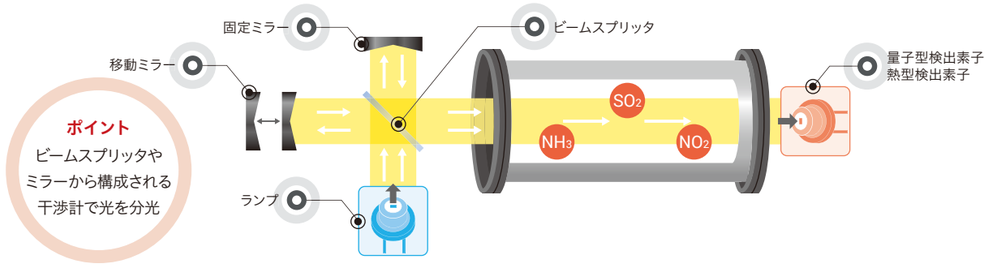
InAsSb光起電力素子
BPF付きP16112 / P16612 / P16849シリーズ

- CO_2、CH_4に対応した
  バンドパスフィルタを搭載
- 参照光用と合わせた2素子タイプも用意
- 表面実装型も用意

FTIR（Fourier Transform Infrared Spectroscopy）

複合ガスや有機化合物の分析に最適

FTIR（フーリエ変換型赤外分光法）は、ビームスプリッタとミラーで構成される干渉計で生成された干渉信号（インターフェログラム）から、演算処理によってスペクトル情報を取得する方式です。広帯域のスペクトル情報が得られるため、揮発性有機化合物（トルエン、ベンゼン、フロン類など）のような吸収帯域の広いガスの測定に適しています。吸収波長のピークが広範囲に分布する複合ガスの測定も可能です。

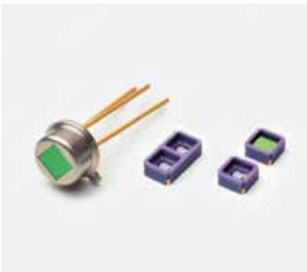


■ 応用例

自動車の排出ガス試験
自動車の排出ガス中に含まれる複合ガスの濃度分析

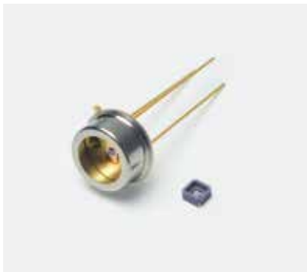
煙道排出ガスモニタ
工場などから排出される複合ガスの分析

■ おすすめ製品



InAsSb光起電力素子
P16112 / P16612 / P16849シリーズ

- 5 μm帯に対応
- 優れた直線性
- 電子冷却型、大受光面積品も用意



InAsSb光起電力素子
P16114-011MN / P16614-011CN

- 幅広いガスの吸収波長に対応
  （8um帯・10um帯）
- 電子冷却型も用意
- 優れた直線性

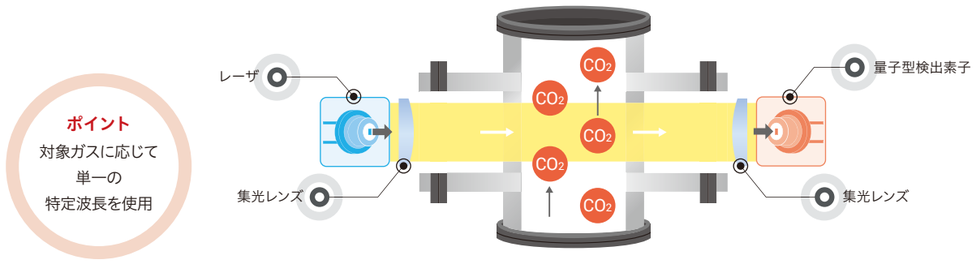
Type Ⅱ 超格子赤外線検出素子
P15409-901

- 14 μm帯に対応
- 液体窒素冷却
- 優れた直線性

TDLAS（Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy）

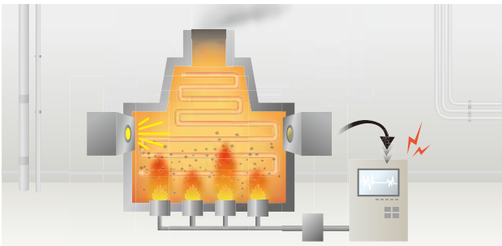
高速・高精度なガス計測を実現

TDLAS（波長可変ダイオードレーザ吸収分光法）は、分布帰還型半導体レーザ（DFB半導体レーザ）が印加電流の変調により高速に波長掃引されることを利用した計測方式です。この方式では、2f法に代表される波長変調分光法と組み合わせることで、高速かつ高精度な測定が可能です。また、DFB半導体レーザは極めて狭い発振線幅を有するため、同じ分子の別の同位体に由来するガスの吸収を選択的に測定できることから、同位体計測分野にも応用されています。



■ 応用例

産業用プロセスコントロール
産業用ガスのリアルタイム測定によるプロセスコントロール



煙道排出ガスモニタ
工場などから排出されるガス中のSOx、NOxの分析

■ おすすめ製品

CW量子カスケードレーザ（QCL）
L1200Xシリーズ

- 中赤外半導体レーザ
- 分布帰還構造（DFB）搭載
- 電流による高速波長掃引

プリアンプ付InAsSb光起電力素子
P16702-011MN

- 幅広いガスの吸収波長に対応
  （8 μm帯 / 10 μm帯）
- 高速応答（100MHz）
- プリアンプを内蔵

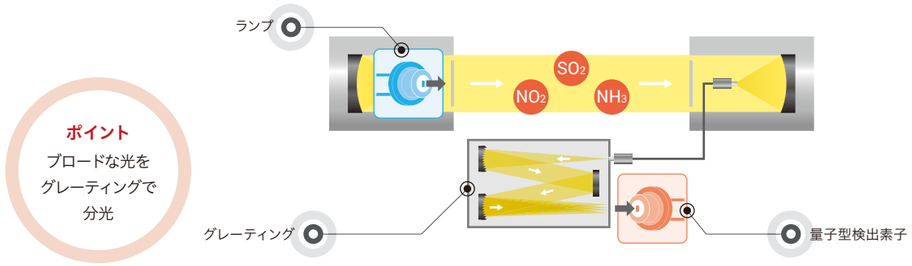
プリアンプ付赤外検出モジュール
C12494-211L / C12494-222S

- 高速応答
- 電子冷却型で高感度

DOAS（Differential Optical Absorption Spectroscopy）

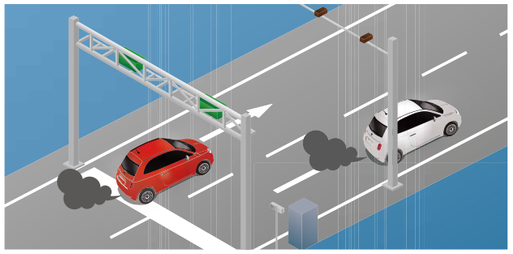
シンプルな構成で多彩な波長選択が可能

DOAS（差分吸収分光法）は、吸収スペクトルの差分計算により、対象ガスの濃度を算出する方式で、NOxやSOxの測定に最適です。赤外に限らず、光学デバイスの入手性が高い可視・紫外光を利用したガス計測装置にも広く使われています。特に紫外の波長域は水の吸収のない領域であることから、大気中のような水分の吸収の影響を受けやすい環境での計測にも有効です。



■ 応用例

自動車の排出ガス計測
自動車排出ガスのリアルタイムモニタリング



排出ガス監視装置
大気中の汚染成分ガスの分析

■ おすすめ製品

キセノンフラッシュランプ
L13651シリーズ ほか

- 瞬間的に高い光出力
- 低発熱
- 幅広い放射波長域

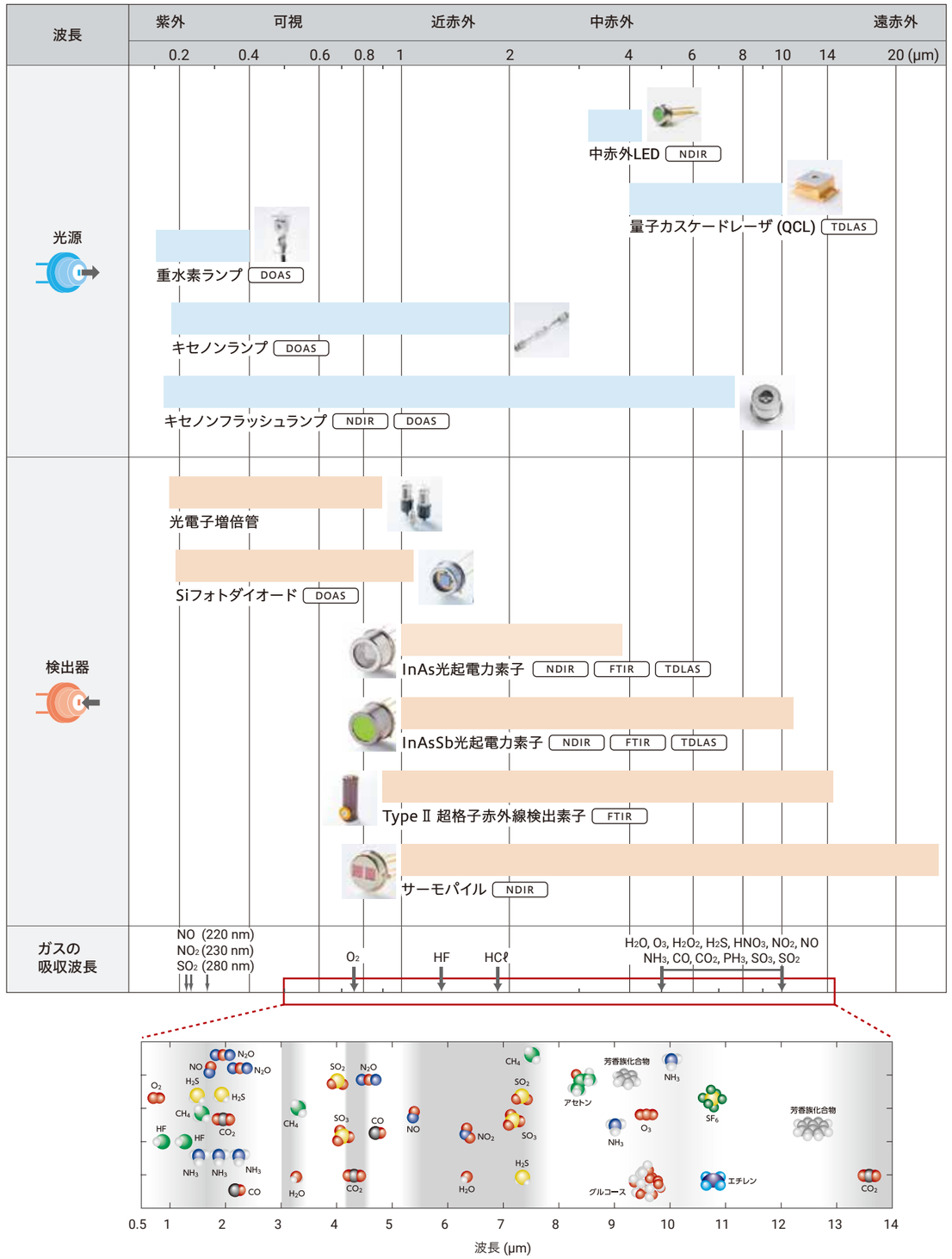
キセノンランプ
L2273 ほか

- 高安定
- 幅広い放射波長域

重水素ランプ
L2D2シリーズ、S2D2シリーズ

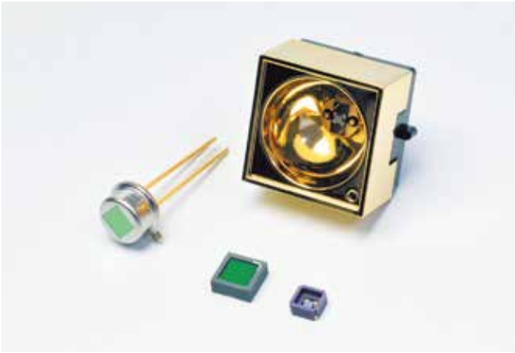
- 高安定
- 長寿命
- 紫外域に強い発光スペクトル

製品ラインアップ



光源の比較

LED



小型・ポータブル機器でのガス計測向け

- 波長：3.3 μm（CH_4）/ 3.9 μm（参照光）/ 4.3 μm（CO_2）
- ランプに比べて低消費電力、高信頼性、高速応答
- 従来品比約10倍の放射束を実現

レーザ

微量・高精度ガス計測向け

- 波長：4 μm ～ 10 μm帯
- 高指向性、高出力、高信頼性、高速応答
- In-situ計測が実現可能
- 挟線幅による高分解能計測

ランプ

複合ガス計測向け

- 波長：0.16 μm ～ 7.5 μm（連続スペクトル）
- マイクロ秒オーダーの高出力パルス発光
- 長寿命

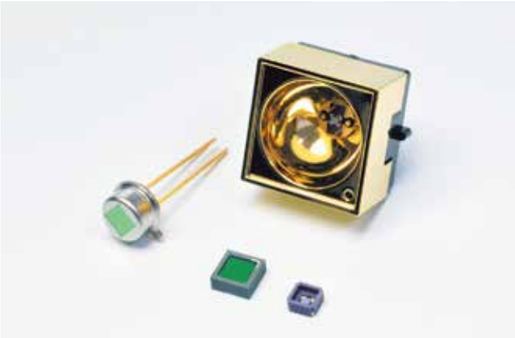
光源	波長域	出力	応答特性	消費電力	寿命	コストメリット
LED	狭い	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
レーザ	輝線	☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆
ランプ	広い	☆☆☆☆	☆☆	☆	☆☆	☆☆

LED / レーザ

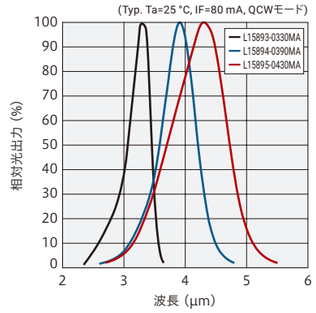
中赤外LED
L15893シリーズ、L15894シリーズ、L15895シリーズ

当社独自の結晶成長技術とプロセス技術により実現したピーク発光波長3.3 µm、3.9 µm、4.3 µmの中赤外LEDです。
従来品に比べて大幅な出力アップ（約10倍の放射束）を実現しました。

波長 … 赤外
方式 … NDIR

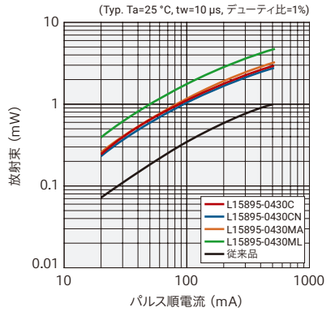


■ 発光スペクトル



KLEDB0538JB

■ 放射束



KLEDB0553JB

CW量子カスケードレーザ（QCL）
L1200Xシリーズ

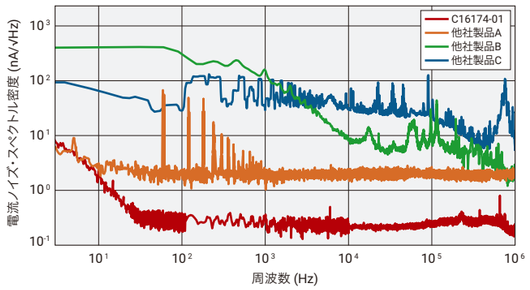
中赤外に発振領域をもつ半導体レーザで、新しい中赤外分光計測用光源として注目されています。最先端の独自構造を取り入れた半導体製造技術と確かな実装技術により、信頼性の高いデバイスを提供しています。

波長 … 赤外
方式 … TDLAS

■ アクセサリ: CWコントローラ C16174-01

超低ノイズなCWQCL専用の電源ユニットです。QCL用のレーザドライバとTEC（ペルチェ）制御機能に加えて、TDLASに必要な出力電流の変調機能を有するため、ガス計測に最適です。

出力電流のノイズ特性の比較



KOTHB0109JA

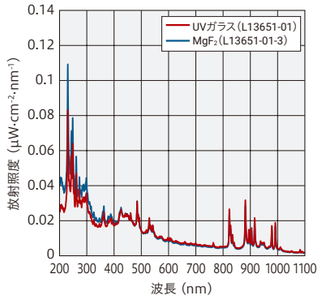
ランプ

キセノンフラッシュランプ
L13651シリーズ ほか

瞬間的に高い光出力を有するパルス点灯光源です。
紫外域から赤外域までの連続スペクトルを有し、幅広い計測、分析に適した多波長光源です。

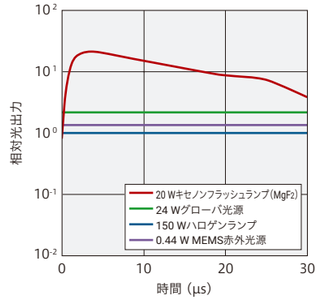
波長 … 紫外 ～ 赤外
方式 … NDIR　DOAS

■ 分光放射照度（代表値）



KOTHB0105JA

■ 発光パルス波形（波長：7 µm）（代表値）



KOTHB0106JA

重水素ランプ
L2D2シリーズ、S2D2シリーズ

紫外に強力な発光スペクトルをもつ安定性に優れたランプです。
分析用ランプに要求される寿命・安定性・高い出力を併せもった光源です。

波長 … 紫外
方式 … DOAS

キセノンランプ
L2273 ほか

輝度・色温度が高く、紫外～赤外にわたって連続スペクトルを放射するため、各種分析用光源として最適なランプです。高性能陰極の採用により従来ランプに比べ高安定長寿命を実現しました。

波長 … 紫外 ～ 赤外
方式 … DOAS

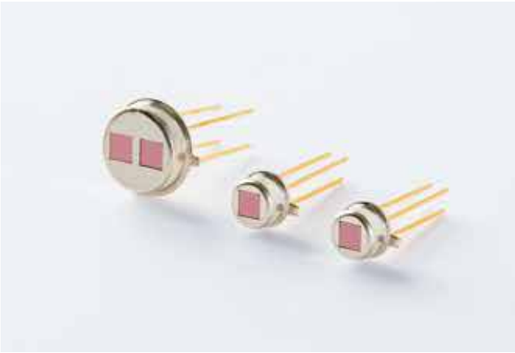
検出器の比較

量子型検出素子

LEDとペア：比較的簡便な用途向け
QCLとペア：比較的精度を要する用途向け

- 高感度
- 高速応答

熱型検出素子

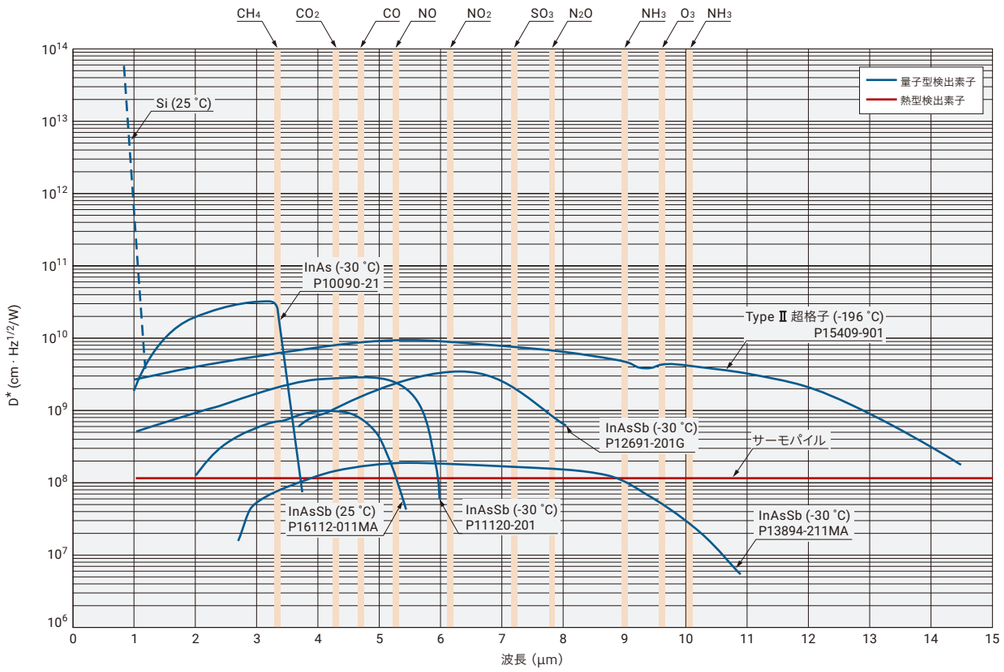


比較的ローエンド向け

- 分光感度に波長依存性がない
- 周囲の温度による影響を受けにくい

検出器	受光感度	波長依存性	応答特性	冷却	コストメリット
量子型検出素子	☆☆☆	あり	☆☆☆☆	冷却（一部不要）	☆☆
熱型検出素子	☆☆	なし	☆	非冷却	☆☆☆

■ 主要ガスの吸収波長と検出器の分光感度特性（代表値）



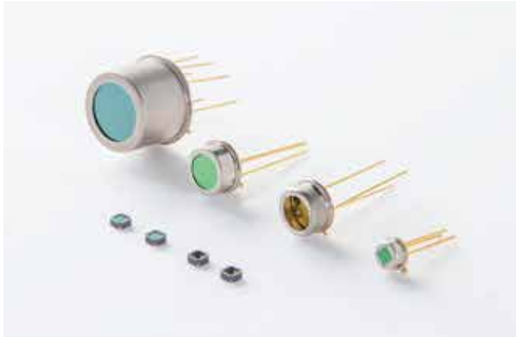
KIRDB0703JB

量子型検出素子

InAsSb光起電力素子
P16112 / P16612シリーズほか

当社独自の結晶成長技術とプロセス技術により、中赤外域で高感度を実現したセンサです。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。5 μm帯、8 μm帯、10 μm帯に対応する製品をラインアップしています。

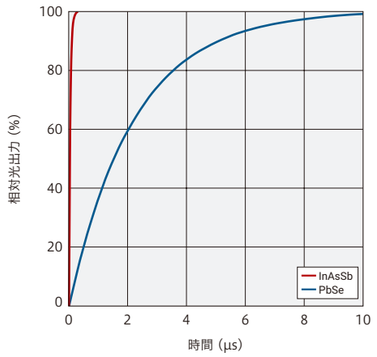
波長 … 赤外
方式 … NDIR　FTIR　TDLAS



InAsSb光起電力素子の優位性（当社従来品: PbSeとの比較）

● 高速応答

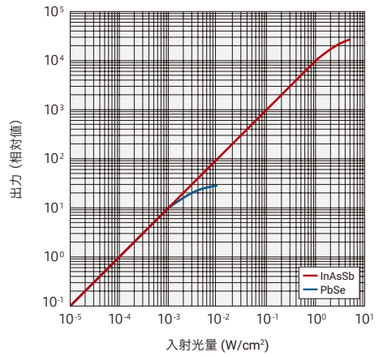
約10～100倍の高速応答が可能なため、QCLのような高速パルス駆動の光源と組み合わせて使用できます。



KIRDC0138JA

● 優れた直線性

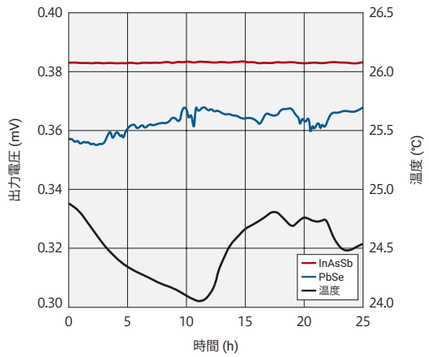
直線性が約1000倍優れているため、高出力光源に対して減光が不要です。また、広いダイナミックレンジにより、S/Nの向上に寄与します。



KIRDC0139JA

● 優れた出力安定性

短期的および長期的な出力安定性に優れるため、分析装置の補正が容易になり、メンテナンス性が向上します。



KIRDC0140JA

● 広い動作温度範囲

PbSeと違い、一定の高温環境下で長時間使用しても特性が劣化しない高い信頼性を有しています。

製品名	動作温度範囲
InAsSb光起電力素子	-40 ～ +85 ℃
PbSe光導電素子	-30 ～ +50 ℃

量子型検出素子

InAsSb光起電力素子（バンドパスフィルタ付き）
P16112 / P16612 / P16849シリーズ

CH_4用（3.3 μm）、参照光用（3.9 μm）、CO_2用（4.26 μm）に適したバンドパスフィルタを採用したInAsSb光起電力素子です。参照光用と組み合わせた2素子タイプも用意しています。

波長 … 赤外
方式 … NDIR

InAs光起電力素子
P10090シリーズ

低ノイズ、高速応答、高信頼性が特長のセンサです。RoHS指令制限物質の鉛を含まず、従来使われてきたPbS光導電素子と同様に3 μm帯まで感度をもちます。

波長 … 赤外
方式 … NDIR　FTIR　TDLAS

Type Ⅱ 超格子赤外線検出素子
P15409-901、C15780-401

InAs/GaSbを交互に積層した超格子構造を採用し、感度波長範囲を14 μm帯まで延ばした赤外線検出素子です。RoHS指令制限物質の水銀、カドミウムを含まず、従来のMCT光起電力素子に代わる製品です。プリアンプ付きのモジュールも用意しています。

波長 … 赤外
方式 … FTIR

プリアンプ付赤外検出モジュール
C12494-222S、C12494-211L

直流電源を接続するだけで赤外線を検出できるアンプ一体型のモジュールです。感度波長範囲が広いため、多くのガス検出に適しています。1MHzに対応しており、QCLと組み合わせて使用できます。CANパッケージにプリアンプを内蔵した超小型のプリアンプ付InAsSb光起電力素子も用意しています。

波長 … 赤外
方式 … NDIR　FTIR　TDLAS

熱型検出素子

サーモパイル
T11361-01, T11722-11, T11722-12

赤外線の入射エネルギー量に比例した熱起電力が得られるセンサです。波長依存性がないため、分光感度特性は窓材の透過特性で決まります。バンドパスフィルタを外付けすることで、さまざまなガスの濃度計測が可能です。

波長 … 赤外
方式 … NDIR

その他の検出器

ミニ分光器
C10082CA、C13053MA、C13555MA

光学系、イメージセンサ、回路をコンパクトにまとめた、手のひらサイズの分光器（ポリクロメータ）です。PCとUSB接続することで、容易に分光スペクトルの収集が可能です。

波長 … 紫外 ～ 赤外　　方式 … DOAS

MPPCモジュール
C13365シリーズ、C13366シリーズ

MPPCはガイガーモードAPDをマルチピクセル化したフォトンカウンティングデバイスです。MPPCの動作に必要なアンプ、温度補償回路、高圧電源回路を搭載したモジュールは、電源を供給するだけで微弱光の計測が可能です。

波長 … 紫外 ～ 赤外　　方式 … DOAS

Siフォトダイオード
S12698シリーズ

樹脂を使用しない構造を採用することで、紫外線に対して高い信頼性を実現したSiフォトダイオードです。紫外線照射による感度劣化が少なく、強力な紫外光源のモニタなどの用途に適しています。

波長 … 紫外　　方式 … DOAS

サイドオン型光電子増倍管

サイドオン型光電子増倍管は極めて高感度・高速応答な特性をもつ光検出器です。幅広いラインアップを有しており、多くの分析装置に組み込まれています。

波長 … 紫外

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

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
- MEMS デバイス
- 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

- 科学計測用カメラ
- 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

- 単素子レーザダイオード
- レーザダイオードバーモジュール
- 量子カスケードレーザ
- 半導体レーザ応用製品
- 固体レーザ
- レーザ関連製品

- MPPCは、浜松ホトニクス（株）の登録商標です。
- この資料の内容は、2023年8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。
- 本製品の設置、ご使用に関しましては取扱説明書などに記載されている注意事項や禁止事項をよくお読みの上、必ずお守りください。

浜松ホトニクス株式会社 www.hamamatsu.com

仙台営業所	〒980-0021 仙台市青葉区中央3-2-1 青葉通プラザ11F	TEL 022-267-0121	FAX 022-267-0135
筑波営業所	〒305-0817 つくば市研究学園5-12-10 研究学園スクウェアビル7F	TEL 029-848-5080	FAX 029-855-1135
東京営業所	〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-4 常盤橋タワー11F	TEL 03-6757-4994	FAX 03-6757-4997
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	TEL 053-459-1112	FAX 053-459-1114
大阪営業所	〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13 大阪国際ビルディング10F	TEL 06-6271-0441	FAX 06-6271-0450
西日本営業所	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6 いちご博多イーストビル5F	TEL 092-482-0390	FAX 092-482-0550

Cat. No. CAFP1002J04
AUG. 2023 OZ