

FAQ よくある質問 ハイパースペクトル カメラ - HIS



ハイパースペクトル カメラ - HIS

FAQ

Introduction 概論

Clarification 説明

FAQ

Introduction 概論

Q1: xiSpec が他のハイパースペクトル カメラと差別化する特別なテクノロジーは何ですか?

ここでのコア テクノロジーは、**ファブリ ペロ**ー干渉スペクトル フィルターをすべてのイメージ センサー ピクセルの上に直接接合することに基づいています。

これは、ウェーハ レベルでハイパースペクトル フィルターを追加して、複数のスペクトル ピクセル アレイを備えたイメージャーの形式に複数の分光光度計を統合するという独自のアプローチです。このアレイは、最終アプリケーションによって任意のパターン レイアウトに配置できます。

このプロセス全体は、センサー サプライヤーの **imec** によってウェーハ製造中にマイクロ レベルで実行され、HSI カメラ (ハイパースペクトル イメージング) の驚異的な小型化が可能になり、軽量で持ち運びが容易になります。

コストの削減も伴い、このハイパースペクトル テクノロジーをさまざまなアプリケーション分野でより利用しやすくする組み合わせが提供されます。

Q2: これは「既成」の市販ハイパースペクトル イメージャー ソリューションですか？

リリースから数年後（2014年以降）に標準製品となり、2020年に大幅なアップグレードが行われました。

カメラは基本的に、特定のアプリケーションでの利用にはインテグレート作業が必要なコンポーネントですが、ハイパースペクトル イメージングの全体的なテクノロジーは数十年にわたって知られており、USB3 プラットフォームも業界で実証済みで信頼性があります。

さらに、次のような特定の標準化が適用され、以下のように顧客様が選択できます。

150 バンド ラインスキャン スペクトル イメージャー： （OEM量産 プロジェクトのみに適応）
ラインスキャンが示すように、ハイパースペクトル画像をキャプチャするには、ここでは平行移動が必要です。

したがって、このカメラを使用するには、同期したカメラ/オブジェクトの動きの画像撮影が必要です。

さまざまなハイパースペクトル バンドが垂直方向に実現されます。

スキャン後、高い空間解像度と高いスペクトル解像度の両方が実現されます。

1 回のスキャンで、400 ~ 1000 nm（3 nm ステップ）の 150 個のスペクトル画像が得られ、それぞれのサイズは 2048 x 5 ピクセルです。

スキャン速度は比較的速く、2880 ライン/秒の取得速度に達することができます。

通常のラインスキャン カメラによる小さなラインの検査をシミュレートするには、特別なレンズ/フィルターを使用する必要があります。

10、15、または 24 バンドのスナップショット モザイク スペクトル イメージャー：

このスナップショット設計により、監視や医療などのアプリケーションでハイパースペクトル イメージング ビデオをリアルタイムで直接キャプチャできるため、ここでは変換動作は必要ありません。

これは、1 つのスペクトル フィルターが $4 \times 4 = 10$ および $5 \times 5 = 24$ チャンネルまたは $5 \times 5 = 24$ チャンネルの完全なモザイク パターンで処理され、センサー表面で連続的に繰り返される、最新世代のセンサー アーキテクチャです。

光学的複製構造は必要ありません。

HSI データ キューブは、15/24 スペクトル バンドごとに 512×272 または 409×217 の空間解像度でビデオ速度でキャプチャできます。

元のセンサー解像度は補間できます。

追加の空間解像度は、特定のデモザイクアルゴリズムを使用して再構築できます。

Q3: カメラは箱から出してすぐに使用できますか？

この種の製品では、ハイパースペクトル技術自体に精通していることが重要です。

カメラはデータキューブの形式で RAW データを提供し、次にさまざまな種類のソフトウェアで処理する必要があります。

お客様が使用する必要があるソフトウェアの種類は、アプリケーションの詳細、または基本的に分析する必要がある材料によって異なります。

したがって、imec の [HSI-Mosaic スイート API](#) が必要になるか、別のサードパーティ ソフトウェア ライブラリを使用できます。

特定の特殊なケースでは、お客様が独自のアプリケーション ソフトウェアをプログラムするか、いくつかのアルゴリズムを作成する必要があります。

さらに、ハイパースペクトル カメラを使用する際に実装する必要がある特定の手順とアクセサリがあります。たとえば、センサー フィルターの 2 次応答を維持するために使用する必要があるハイパス フィルターとローパス フィルターのセットなどです。

スペクトル分析を必要としないアプリケーション (分類など) では、アクティブ範囲全体を使用できます。

ハイパースペクトルイメージングの分野での経験は、このようなカメラを扱う際に間違いなく役立ち、コンディションとなることもあります。

Clarification 説明

Q4: 24 のスペクトル バンドの範囲と FWHM (最大値の半分における全幅) を定義できますか？

理解しておくべき重要な点は、フィルターはセンサーに取り付けられたり「接着」されたりするのではなく、標準の CMOS イメージ センサーの製造も可能にする同じ装置/プロセスと製造インフラストラクチャを使用して、CMOS センサーのピクセルにウェーハ レベルで「モノリシックに」直接堆積されるということです。

そのため、フィルターの設計は固定されており、キャビティは完全にソリッドで信頼性があります。

つまり、処理後はセンサーを調整できなくなります。

現在、「既製」で入手できるセンサーは 4 種類あり (詳細については、当社の営業チームにお問い合わせください)、今後数年間でロードマップにさらに追加される予定です。

Q5: これらのカメラには、約 1000nm のスペクトル範囲で制限があるのはなぜですか？

センサー技術は、ネイティブ解像度が 2048 × 1088 の標準 CMOS センサーに基づいています。

これらのセンサーは、1100 ~ 1200 nm で透明になり、たとえば 1500 nm では検出できないシリコンを基板として使用します。

Q6: 信号対雑音比 (SNR) はどのように調整しますか。調整は頻繁に必要ですか。

カメラには、統合プロセス、調整、その他の手順の開始に役立つ一連のドキュメント (マニュアルを含む) が付属しています。

詳細については、info@ximea.com にお問い合わせください。

Q7: ハイパースペクトル イメージングはどのように機能しますか。

以下が、一般的な説明 あらましです。:

ハイパースペクトル カメラは、画像内のすべてのピクセルについて、数百の狭い波長帯域で電磁放射のスペクトルを収集します。

各帯域の幅は 10 nm 未満になる可能性があるため、スペクトルは連続しているように見えます。

スペクトルの範囲は紫外線 (350nm) から赤外線 (2500nm) まで広く、さまざまなハイパースペクトル技術やセンサーは、その特定の部分でのみ機能します。

たとえば、ハイパースペクトル イメージングでは、3 つの原色のバンドの可視光しか見られない人間の目よりもはるかに優れた近赤外線領域 (750nm 以上) を見ることができます。

このタイプの分析の出力では、各ピクセルの画像「キューブ」が得られます。これは、スペクトルのどの波長がどのような分布で表されているかを示す 3D 配列です。

これらは、さまざまな材料またはその状態の既知のスペクトル データベースに接続できます。

これが、(各材料の) ハイパースペクトル シグネチャという用語の由来です。

この特定のシグネチャに基づいて、特定の材料またはその状態 (たとえば、リンゴの腐った部分とリンゴの残りの部分) を区別できます。-有機物と非有機物の両方です。

ハイパースペクトル イメージングのさらなる魅力は、非侵襲性 (傷をつけない) とリアルタイムの結果です。

Hyperspectral cameras - HSI



Hyperspectral cameras - HSI

FAQ

Introduction

Clarification

FAQ

Introduction

Q1: What is the special technology that differentiates **xiSpec** from other hyperspectral cameras?

The core technology here is based on applying **Fabry-Perot** interferometric spectral filters directly on top of every image sensor pixels.

This is a unique approach of adding Hyper spectral filter at wafer-level to integrate virtually multiple spectrophotometers into the format of an imager with multiple spectral pixel arrays that can be arranged in any possible pattern layout, driven by the final application.

The whole process is done by the sensor supplier **imec** during the wafer production on the micro level and allows incredible miniaturization of HSI camera (Hyperspectral Imaging) making it light and portable.

Hand in hand follows the reduction of the cost thus providing a combination that is making this hyperspectral technology more accessible for a plethora of various application fields.

Q2: Is this an "off-the-shelf", commercially available hyperspectral imager solution?

After several years (since 2014) it is a standard product which in 2020 went through an intense upgrade.

The camera is essentially a component that requires integration efforts for utilization in particular applications, but the overall technology of Hyperspectral imaging is known for decades and the USB3 platform is also industry proven and reliable.

Moreover, there is certain standardization that applies and from which the customer can choose, like:

150 bands line-scan spectral imager:

As linescan implies, a translation movement is needed here to capture the hyperspectral image.

So using this camera requires a synchronized camera / object movement and image acquisition.

The different hyperspectral bands are realized in a vertical direction.

After scanning, both a high spatial as well as high spectral resolution is achieved.

With one single scan, you get 150 spectral images between 400 and 1000 nm (3 nm step), each with a size of 2048 x 5 pixels.

Scanning speed is relatively high as it can reach the acquisition rate of 2880 lines/s.

To simulate a regular linescan camera inspection of a small line a special lens/filter has to be used.

10, 15 or 24 bands snapshot mosaic spectral imager:

No translation movement is needed here as this snapshot design enables direct capture of hyperspectral imaging videos for applications such as surveillance or medical in real-time.

This is the last generation of sensor architecture where one spectral filter 'per-pixel' is processed on a full mosaic pattern of $4 \times 4 = 10$ and 15 channels or $5 \times 5 = 24$ channels and repeated continuously on the sensor surface.

No optical duplicator is needed.

HSI data-cubes can be captured at video-rate with a spatial resolution of 512×272 or 409×217 for each of the 15/24 spectral bands.

The original sensor resolution can be interpolated.

Additional spatial resolution can be reconstructed with specific de-mosaicing algorithms.

Q3: Is the camera ready to use out of the box?

For this kind of product, it is critical to be familiar with the hyperspectral technology itself.

The camera delivers RAW data in a form of a datacube, which next needs to be processed by different types of software.

The type of software that the customer should use depends on the application specifics or basically on the materials that need to be analyzed.

So either imec's **HSI-Mosaic suite** API is required or a separate 3rd party software library could be used.

In certain unique cases, the customer would even have to program their own application software or write some algorithms.

Furthermore, there are certain procedures and accessories that are to be implemented while utilizing Hyperspectral cameras, like a set of high and low pass filters that have to be used to retain second order response of the sensor filters.

For applications that do not require spectral analysis (like classification), the full active range can be used.

Having experience in the field of Hyperspectral imaging definitely helps or is even a condition when working with such a camera.

Clarification

Q4: Can the range and FWHM (Full width at half maximum) of the 24 spectral bands be defined?

Important to understand is that filters are not attached or "glued" to the sensor - they are deposited 'monolithically' at wafer-level onto the CMOS sensor's pixel directly, with the same equipment/process and fab infrastructure which also allows manufacturing of standard CMOS image sensors.

So the design of the filter is fixed - the cavity is fully solid and reliable.

This means the sensors are NOT tunable anymore once processed.

Today there are 4 types of sensors available "off-the-shelf" (please check with our Sales team for details) and more planned to be added to the roadmap during the coming years.

Q5: Why do these cameras have a limitation at the spectral range of around 1000nm?

The sensor technology is based on standard CMOS sensors, with a native resolution of 2048×1088 .

These sensors use silicon as a substrate which becomes transparent at 1100-1200nm and there is no way to detect at 1500 nm for example.

Q6: How do you calibrate signal to noise ratio (SNR) and is the calibration required frequently?

A set of documents is provided with the camera (including the **Manual**) that helps to start with the integration process as well as calibration and other steps.

Please contact **info[at]ximea.com** for more details.

Q7: How does the Hyperspectral imaging work?

Here is a simplified general description:

For every pixel in an image, a hyperspectral camera collects the spectrum of electromagnetic radiation in hundreds of narrow wavelength bands.

As each band can be less than 10 nm wide, the spectrum appears to be continuous.

The range of the spectrum is spread wide from ultraviolet (350nm) to infrared (2500nm) and different hyperspectral techniques and/or sensors operate only on certain parts of it.

For example, Hyperspectral imaging can look at the near-infrared region (750nm and up) which can be far superior to the human eye that can see only visible light in the bands of the three primary colors.

On the output from this type of analysis, you get an image "cube" for each pixel – a 3D array showing which wavelengths of the spectrum are represented, and in what distribution.

These can be connected to the known spectra database of various materials or their states.

That is where the term Hyperspectral signature (of each material) comes from.

Based on this specific signature you are able to distinguish the particular materials or their state (for example the rotten part of the apple from the rest of the apple) - both organic and non-organic.

Further appeal of Hyperspectral imaging is also in its non-invasive nature and real-time results.