



理想的な CIGS 薄膜のために  
8 種類までの異なる材料の同時蒸着をコントロールします



## Guardian™

薄膜プロセス用同時蒸着コントロールシステム

# 複数の材料を使用する同時蒸着の コントロール

## 次世代の新技术を高精度にコントロールします

Guardian 同時蒸着コントローラは、電子衝撃発光分光 (EIES) を備えることによって CIGS 膜製造過程における膜品質の再現性を著しく向上させました。

Guardian ならば、0.1 から 10,000 Å/s に至る蒸着レートを高精度にコントロールすることができます。1 または、2 点のセンサーと 8 点の光学入力を操作して、最高 8 種類までの蒸着源をコントロールできるこのシステムを使用して、8 種類までの材料を使用した同時蒸着が可能になります。

Guardian が使用する独自の EIES センサー (特許出願中) は、CIGS プロセスのモニタリング中も残留ガスからの干渉を補正して、精密に蒸着速度を測定します。複合材料薄膜の蒸着プロセスも Windows® ソフトウェアを使用することで、簡単に設定と操作を行うことができます。Guardian は、INFICON Sentinel® センサーに完全に適合しますから、既存システムへの統合も容易です。Guardian 同時蒸着コントローラは、複数の材料を同時に蒸着させるプロセスのコントロールに理想的な装置であり、このようなプロセスには、たとえば光発電用の CIGS、MBE、OLED、超伝導薄膜などが含まれます。

## 主な機能

- 8 種類までの材料の同時蒸着のモニタリングとコントロール
- 0.1 から 10,000 Å/sec の蒸着速度に対応
- EIES と QCM を統合した薄膜プロセスコントロール
- CIGS 薄膜に理想的

## システムの概要

Guardian システムを完全に機能させるためには、少なくとも 1 点のセンサー、1 つの検出器、光学フィルター、コントローラ/インターフェイス ユニットおよび、Guardian ソフトウェアをインストールした PC 互換コンピューター (ユーザーにてご用意ください) から構成されます。EIES は複数の材料の蒸着コントロールに使用するのが一般的であるため、大部分の EIES システムにはセンサーと検出器、ビームスプリッターなどの光学部品、ある種の材料の校正や蒸着速度コントロールに使用されるクォーツクリスタルモニター (QCM) が追加されます。Guardian システムの典型的なシステム構成ブロックダイアグラムを図 1 に示します。このシステムで Guardian は、4 種類の材料の蒸着速度をコントロールしていますが、その中の 3 種類の材料については EIES、残りの 1 種類については QCM を使用しています。(光発電薄膜アプリケーション向け CIGS 材料蒸着で一般に使用される構成です。)

## Guardian 同時蒸着システムを構成するために、以下の事項を考慮する必要があります。:

使用する蒸着材料の一次、および二次発光波長の位置は?

異なる材料が相互に非常に近い位置にピークを持つ場合は、信号強度の小さな二次波長のモニタリングが必要になることがあります。

蒸着の過程で真空チャンバー内に存在するバックグラウンドガスは何か? また、これらのガスはどのような波長で発光するか?

バックグラウンドガスからの発光が蒸着材料の波長に干渉するようであれば、ガス補償センサーを使用すると、より良い結果が得られます。

EIES はそれぞれが独自の明確に定まったスペクトルを持つ原子種に対して、最も効果的に使用できる測定法です。しかし、不安定且つ、幅の広がった発光スペクトルを発生させる分子種を正確に測定することはできません。

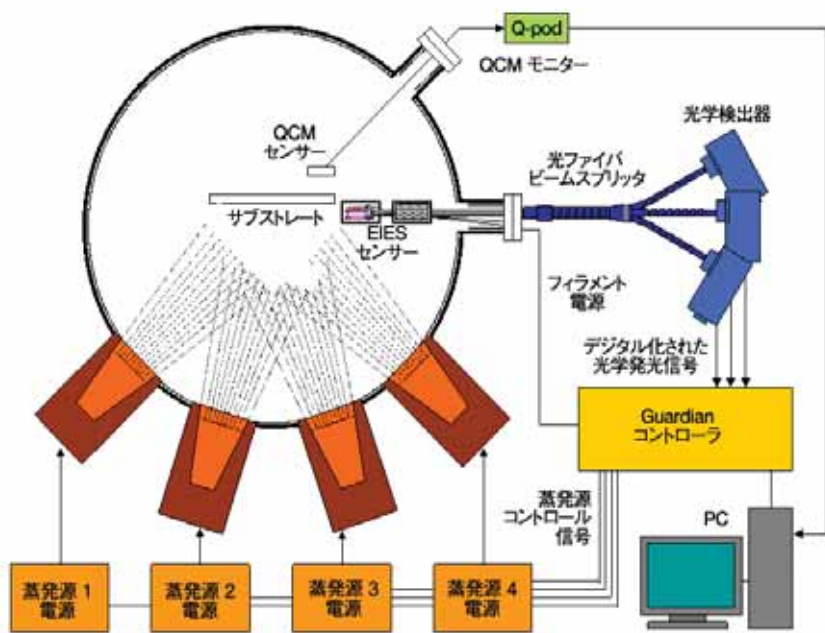


図 1 - 典型的なシステム構成

有機材料については EIES の使用はお奨めできません。これらのファクターおよび、その他のファクターによって、アプリケーションに最も適した EIES システム構成が決定されます。これらの検討事項をさらに詳しく説明した複数の論文が公表されています。お客様が EIES システムを構成されます時は、是非弊社までお問合せください。そのアプリケーションについて詳細に検討させていただきます。

**標準センサー**は、1 個の熱電子エミッタ（フィラメント）を備え、このフィラメントは蒸着される材料の蒸気フラックスの近傍に配置されています。

発生した光は、光チューブ内を伝播して検出器に達し、検出器入口のフィルターが注目する特定の波長のみを通して検出器に導きます。このセンサーは、高真空条件で良好に機能します。

**ガス補償センサー**は、標準センサーが 1 フィラメント方式であるのに加えて、第 2 のフィラメントを備えています。第 2 のフィラメントは、蒸着される材料の蒸気フラックスではなく、バックグラウンドガスだけに曝される位置に取付けられています。Guardian のソフトウェアは、注目する信号からバックグラウンドガスによる寄与を引き去り、これにより安定性が著しく向上します。バックグラウンドガス（たとえば H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>）からの発光が注目する材料からの信号に干渉する場合に、ガス補償センサーの使用をお奨めします。

**検出器**は、光電子増倍管（PMT）を使用して、センサーからの光学 / 光信号を高分解能デジタル信号へと変換します。検出器の入口に取付けられたフィルターが、注目する材料に由来する波長のみを選択します。この目的のため、検出器入口には標準直径 1"（25mm）用のフィルターホルダーが取付けられています。1 種類のみを使用するシステムの場合は、光学検出器モジュールをフィードスルー上に直接取付けることができます。複数の材料を使用するシステムの場合は、ビームスプリッターを利用してカップリングすることにより、1 個のセンサーからの信号を数台の検出器へ分配します。異なる材料それぞれに対する性能を最適化するため、検出器ごとにゲインの調節を行います。

**光ビームを処理する装置**の取扱いに慣れたユーザーならば、多くのメーカーが提供している標準部品を使用して、簡単に自分用の**ビームスプリッター**を設計して組み立てることができます。しかし、最良の結果を得るためには、メインビーム分割後のビーム数が 3 ないし 4 を超えないようにしてください。弊社ではセンサーからのメイン光ビームを、2 から 4 ビームへ分割する光ファイバビームスプリッターを用意しています。必要事項をご確認の上、弊社までご連絡ください。

## 電子衝撃発光分光の動作

Guardian は、多重膜蒸着の過程での薄膜特性コントロールに威力を発揮する高度な技術である電子衝撃発光分光（EIES）を応用しています。多重膜蒸着の過程では、蒸着材料が熱電子エミッタにより励起されて光子が発生します。発生した光は、光学フィルターを通過して、光電子増倍管（PMT）検出器に達し、通過した波長の発光強度が測定されます。Guardian は、この情報を基に該当する材料の蒸発源をコントロールする信号を発生します。

複数の材料を使用する蒸着では、対象となる材料に適した光学フィルターを備えた検出器を追加設置します。

それぞれの検出器入口に取付けられた**フィルター**は、1 波長（通常は注目する材料の一次または、二次発光波長）のみを通過させて、それ以外の波長を阻止します。

狭帯域フィルターは、隣接する波長を阻止する効果がありますが、同時に注目する波長の通過量も減らしてしまいます。多種多様な光学フィルターが市販されていますが、大部分のアプリケーションでは、帯域幅と通過量のバランスのとれた製品を使用されるようにお奨めします。

**Guardian コントローラ**は、1 個または、2 個のセンサーと 8 点までの光学検出器に電源を供給する能力を持ち、最高 8 点までの蒸発源コントロール信号を出力することに加えて、デジタル I/O 機能（リレー× 12、論理入力× 12）も備えています。コントローラは、これらすべての機能とコンピューター間のデジタルインターフェイスでもあります。1 個のセンサーを駆動する基本コントローラ（782-900-031）と 2 つのセンサーを駆動できるコントローラ（782-900-051）が用意されており、どちらのモデルも標準センサーとガス補償センサーの両方に対応しています。

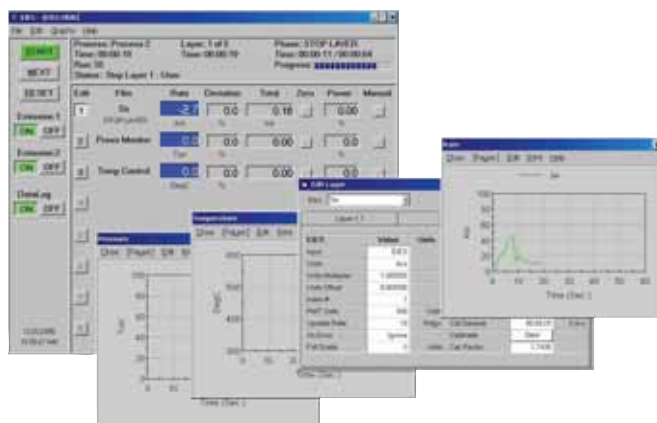


図 2 - Guardian ソフトウェアは、8 個センサー、8 点の出力、マルチレイヤ同時蒸着コントローラを取り扱うために必要なすべての機能を提供しています。

蒸着が進行する全過程を通して、プロセスの設定や数値データ、グラフが画面に表示されます。

EIES システムを構成する最後のコンポーネントは、コンピューターとすべてのコントローラに標準添付される **Guardian ソフトウェア**です。このソフトウェアは EIES システムの設定と操作、複数材料を使用する薄膜蒸着プロセスの実行に必要なすべての機能を備えています。

ソフトウェアは、QCM（Q-pod トランスデューサ、または SQM-242 カード）と一体化して機能することにより、QCM 基準に合わせて EIES の校正を行い、蒸着をコントロールします。SQM-242、SQM-242 カード（いずれもオプション）を使用すれば、アナログデバイスの校正とコントロールを行うことも可能です。

## 仕様

<b>センサー *</b>	* 特許申請中
動作圧	$< 5 \times 10^{-4}$ Torr
温度	450°C max、動作中およびベークアウト
寸法 (概略値)	$\frac{3}{4}$ " $\times$ $1\frac{1}{4}$ " $\times$ $1\frac{3}{4}$ " (19 $\times$ 32 $\times$ 45 mm)
フィラメント寿命 (典型値)	約 1000 時間
センサー-フィードスルー間のリンク	非柔軟性 SS チューブ、長さは ~7" から 17" (~175 ~ 430 mm) の範囲で調節可能
フィードスルー / フランジ	2 $\frac{3}{4}$ " CF (NW35CF) 上に光学系フィードスルー $\times$ 1、電気系フィードスルー $\times$ 4
<b>検出器</b>	
光電子増倍管 (PMT)	浜松ホトニクス R7518、または相当品
スペクトル応答	185 ~ 730 nm
検出限界	光学入力パワーとして 5 fW 以上
PMT ゲイン	$10^3 \sim 10^7$ (検出器は個別に調節可能)
出力分解能	20 ビット
光入力ポート	組み込みフィルターホルダー：直径 1" (25 mm)、厚さ 0.2" (5mm) までのフィルター装着可能
寸法	2" $\times$ 5.5" $\times$ 2.75" (50 $\times$ 140 $\times$ 70 mm) 3 方向の側面に取付け穴 (取付け用ブラケットをオプションとして提供)
<b>コントローラ</b>	
センサー	782-900-031: 1 センサー駆動 782-900-051: 1 または 2 センサー駆動
検出器	8 点の光学検出器チャンネル
コントロール出力	8 点の蒸発源コントロール出力、0 ~ 10 VDC の範囲でプログラム設定可能
デジタル I/O	リレー出力 $\times$ 12、論理入力 $\times$ 12
電力	100-240 VAC、50/60 Hz、150 W
寸法	19" $\times$ 3.5" $\times$ 12" (483 $\times$ 89 $\times$ 305 mm)
準拠規格	CE
ユーザーインターフェイス	ソフトウェア：設定用 Windows® プログラムがコントローラに標準添付されます
表示	蒸着速度：全チャンネルの 4 桁数値表示 (0.001 ~ 999.9 Å/s)、および X-Y スクロール グラフ表示 (スケール選択) 厚み：5 桁数値表示 (レンジ選択)、000.01 ~ 999.99 Å
コンピューター	ユーザーにてご用意ください：Windows® Vista/XP/2000 を搭載する PC、イーサネットまたは RS-232 インターフェイスが必要



### インフィコン株式会社

本社オフィス：技術センター  
〒210-0012  
神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1かながわサイエンスパークR&D D棟7F  
TEL: 044-822-1111 FAX: 044-812-0007  
[www.inficon.com](http://www.inficon.com) [reachus@inficon.com](mailto:reachus@inficon.com)

EIES-IV Guardian は INFICON の商標です。Sentinel は INFICON の登録商標です  
本冊子に現れるそれ以外の商標はいずれも該当する企業に帰属する商標です。  
弊社は製品改良のため不断の努力を続けています。このため製品仕様は予告なく変更されることがあります。

中部営業所  
〒486-0918  
愛知県春日井市如意申町3-7-21  
TEL: 0568-29-7611 FAX: 0568-29-7615