

# 光干渉式 膜厚計測器 SP2100



SD1024G スペクトロメーター      FL2100 フラッシュランプ  
分光計測器

**Verity**  
INSTRUMENTS, INC.

# 光干渉式 膜厚計測器



## 製品説明

Verity の SP2100 光干渉式 膜厚計測器はエッチ、CVD, CMP プロセスで必要となる多様な膜厚や深さ計測のアプリケーションのために設計されています。Verity 社の分光反射計測器は全世界で数百の半導体プロセス装置の制御を順調に行なっています。

SP2100 の重要構成部品は SD1024G スペクトロメーター、FL2100 キセノン・フラッシュランプと SpectraView™ アプリケーション・ソフトウェアです。SP2100 の心臓部は優れたダイナミックレンジ、UV 検出能力、低ノイズの高感度 CCD 検出器を持つ SD1024G スペクトロメーターです。SD1024G はさらに多重ファイバー入力とフラッシュランプ制御が可能です。

FL2100 フラッシュランプはここで説明しているアプリケーションに有用な高輝度、広帯域の光源です。FL2100 の出力は強力な UV 光を含むので、反射率計測器を利用するうえでそれを代用できない薄膜の測定を可能にします。フラッシュランプを用いることで、移動ウエハーの動きがデータのボケとならないのでより正確な測定を可能にします。

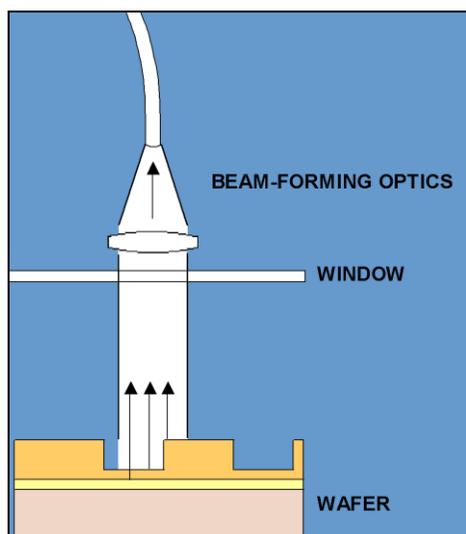
SpectraView™ PC ホスト・アプリケーションは、多様な「公開」アルゴリズムによって安定した膜厚計測を提供します。

SpectraView™ は RS232、イーサネット または DI/O に基づく装置とアプリケーションと PC 間の通信との統合を可能とします。

## 特長と利点

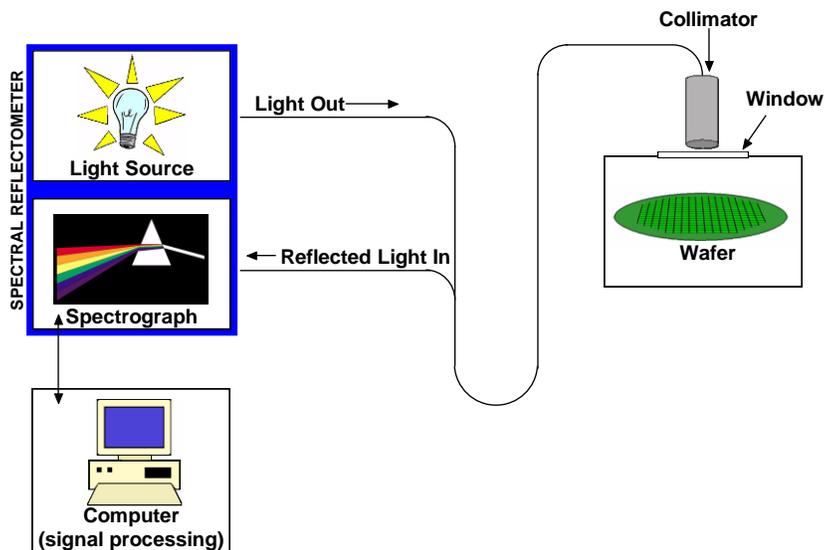
- エッチングや CVD アプリケーションでの膜厚の処理中 (In-situ) 計測とインライン計測用に、また CMP での金属またはトランジションブレイクスルー用に設計
- リアルタイム計測
- SD1024G スペクトロメーター：
  - 優れた UV 感度
  - 広ダイナミックレンジ
  - 優れた S/N 比
  - 多重光ファイバー入力が可能 (アプリケーションによる)
- FL2100 フラッシュランプ：
  - プラズマとの差分による In-situ 計測
  - 移動ウエハーの場合の固定画像イメージ
  - 優れた S/N 比での高輝度
- SpectraView™ ソフトウェア：
  - 安定したエンドポイント検出、エッチング深さ、膜厚アルゴリズム
  - 柔軟なオープンアルゴリズムとシーケンス
  - イーサネット、RS232、DI/O 経由のツール統合
- 利用可能波長範囲：
  - 標準 : 225-800nm
  - オプション : <225-800nm
- フリンジカウント、反射率モデルベース アルゴリズム
- RoHS 指令対応

## システム概要



## 計測理論

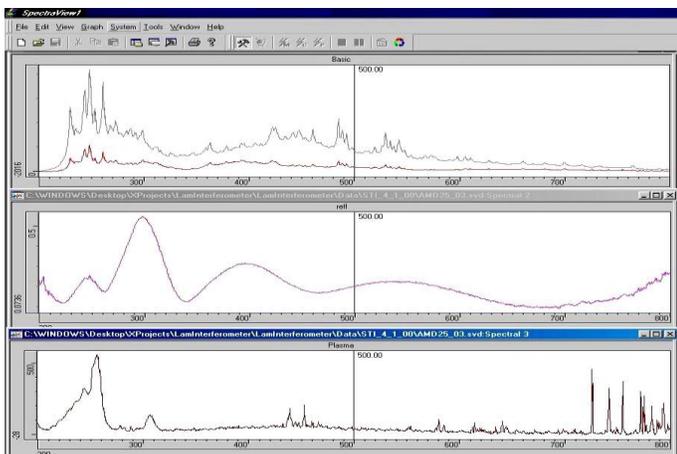
分光反射率計測法（Spectral reflectometry）は薄膜の測定方法として確立されている技術です。ウエハー上に多色光を照射するとウエハー表面とさまざまな層の接合面から反射光が返ってきます。ある与えられた波長では、この反射光はウエハー表面のさまざまな薄膜の特性を決定するために分析される干渉現象を示します。



## システム図解

FL2100 キセノン・フラッシュランプは光ファイバーケーブルとコリメーターにより広帯域で高輝度の照明をウエハーの表面に照射します。ウエハーから反射された光はコリメーターにより集光され、光ファイバーケーブルを經由して SD1024G スペクトロメーターに伝送されます。光データはスペクトロメーターから PC に送られ、Verity の SpectraView™ アプリケーションが処理を行います。

# アルゴリズムの概要



## 全般

Verity のアルゴリズムはほとんどが「公開された」アルゴリズムで、最大限の性能を得られるようにユーザーによりキー・パラメーターを最適に調整できるようにしてあります。

プラズマ・アプリケーションの場合、基本データには（上記グラフから）以下を含みます：

- 上段グラフの赤線：生の反射スペクトラム
- 上段グラフの灰色線：正規化参照スペクトラム
- 中段グラフ：正規化ウエハー反射率（生の反射スペクトラムを参照スペクトラムで割った値）
- 下段グラフ：プラズマ・スペクトラム

SP2100 はその場プラズマ・エッチとプラズマ蒸着用途の特許番号 6,160,621 と RE39,145 の認可済みです。

## フリンジカウンターに基づいたアルゴリズム

SP2100 で使われる最も一般的なアルゴリズムはフリンジカウンターです。フリンジカウンターは比較的単純な CVD 積層膜やエッチ用途で厚みや深さを決定するために使用されます。基本概念は厚みや深さの変化は干渉縞数に  $\lambda/2n_\lambda$  を掛けた値に等しいということです。ここで、「n」は特定の光の波長「 $\lambda$ 」における光の屈折率です。

エッチ率の変化や深くぼみからの信号の減少などに適応するためにフリンジカウンターにはいくつかの拡張を行なっています。

## 反射率に基づくアルゴリズム

Verity の銅とタングステン CMP アルゴリズムは後に残る銅やタングステンを決めるために反射率に基づく計算を用います。CVD システムでは、複雑な積層上に堆積させる膜の厚さを決めるために他の反射率に基づくアルゴリズムを使用します。

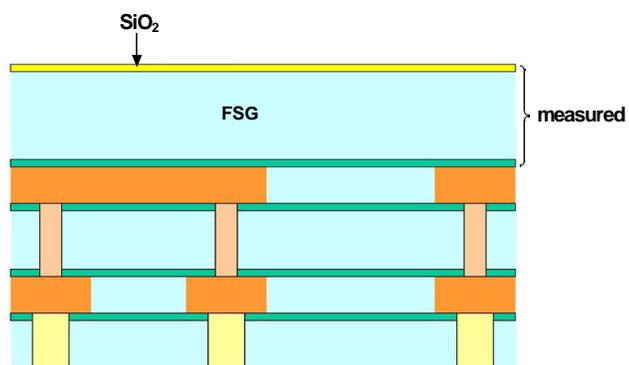
## モデルベース アルゴリズム

モデルベース アルゴリズムは材料層のシステムにより積層膜が既に決まっている用途に使用されます。一例としてシャロートレンチアイソレーション（STI）エッチ・プロセスがあり、ここでは溝とフォトレジストが同時にエッチされ、独立してモデル化され、監視されます。

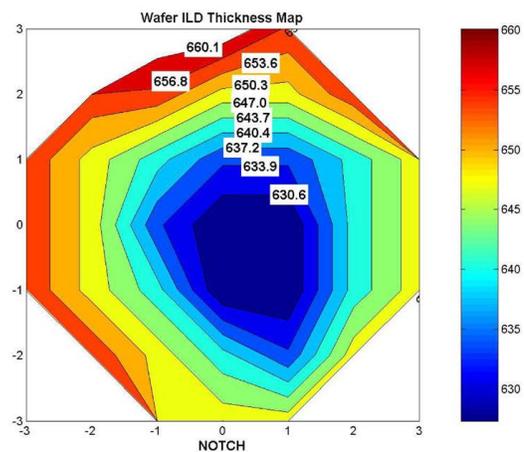
モデルに基づくアルゴリズムは新しい用途を受け入れるために簡単に最適化できます。

## 用途 – CVD

### ILD 積層膜



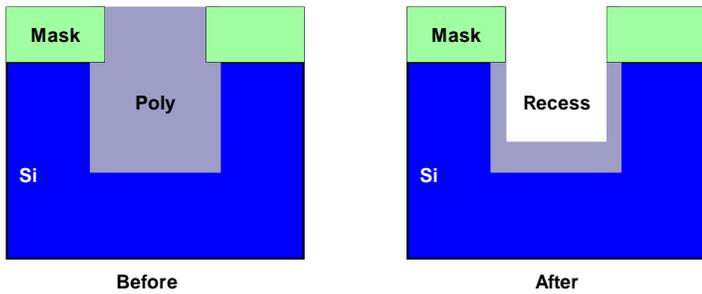
このILD用途では、目標は最上層の膜厚の合計 ( $\text{SiO}_2$  + FSG) を測定することです。



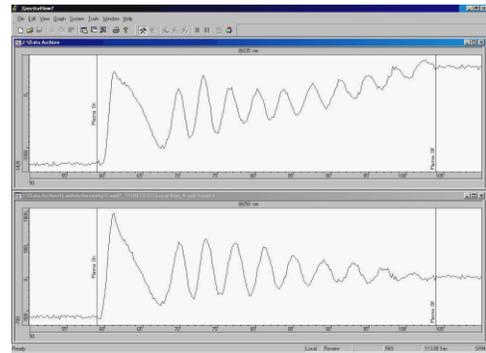
古典的な標的パターンはウェハーを位置調整してモデルに基づくデータを用いて作成しています。厚みは中心で約 6300 Å から端で 6600 Å まで変化します。この図形は SP2100 からデータを用いて作成され、オフライン・ユーティリティーを用いて描画されています。

# 用途 – エッチング

## くぼみエッチ

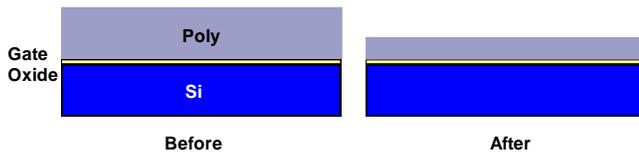


くぼみでの用途では、目標はくぼみの深さを決定し、制御することです。

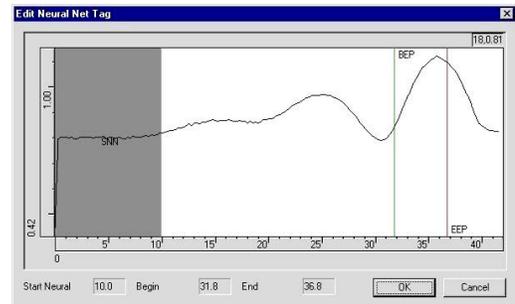


くぼみエッチステップ中の235nm（上段グラフ）と250nm（下段グラフ）の干渉トレースは、短い方の235nm波長が実行の最後にフリンジの視認性を大きく向上させることを示しています。SpectraView™は、1293nmでのマスクを含み、1336nmのSEM測定値と比較される深さを測定します。

## ゲートエッチ

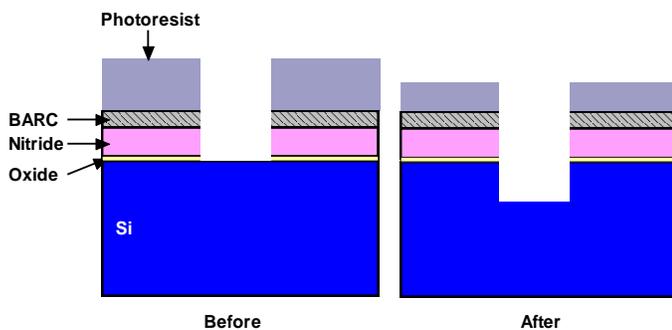


ゲートエッチの用途では、最終的なポリの厚みを制御することが目標となります。エッチ率と最初のポリの厚みに変数となります。

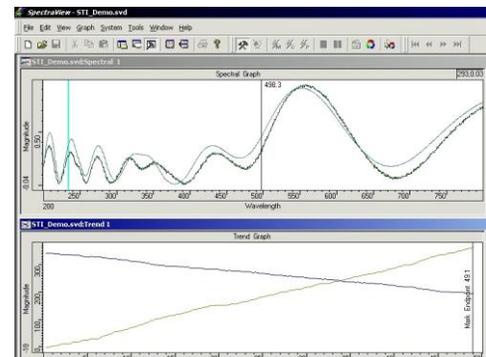


ゲートエッチでは、干渉光はポリが透明ではない状態では発生しません。フリンジが現れると一つの波長から生じるトレンドライン上のパターンを認識する方法を用いて終点が決定されます。

## STI エッチ



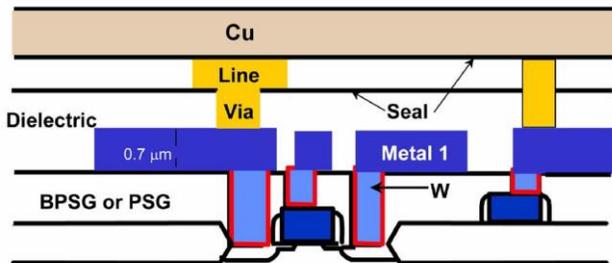
STI エッチ用途では、目標はシリコンの中の溝の深さを制御することです。シリコンがエッチされるのと同時にフォトリソマスクもエッチされることから、この用途はゲートやくぼみ用途よりもっと複雑です。



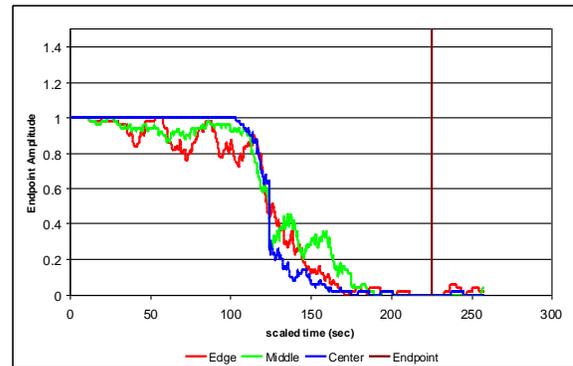
上段グラフは近似スペクトラム（水色）と実スペクトラム（緑色）を示しています。下段時系列グラフでは、フォトリソ厚の傾向（青色）と溝の深さ（オレンジ）を示しています。回帰はリアルタイムで実施されます。

# 用途 - CMP

## 銅 CMP



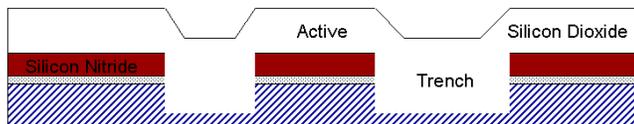
銅 CMP 用途では、目標は最初に全ての銅が取り除かれたときに停止することです。



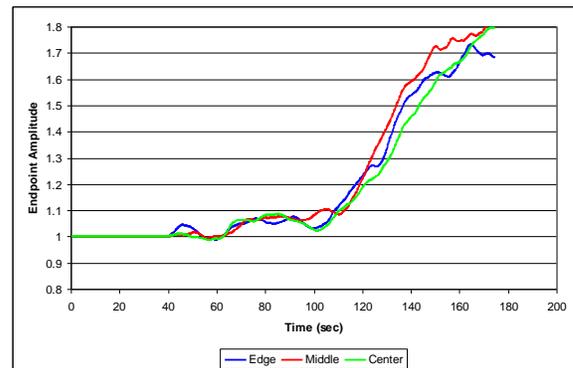
SP2100 への多重光ファイバー入力を用いて、銅アルゴリズムがウエハーの端、中間、中心に残っている銅を追跡します。これらのトレースはスリーゾーンポリッシュプロセスからのデータを示します。

150 秒時点で緑色の傾向線はウエハーの半径の半ばの領域に銅が残っていることを示していて、それに対して青色と赤色の線はウエハーの大部分が除去された領域であることを示しています。

## STI CMP



STI CMP 用途では、目標は活性化領域上の窒化マスクを覆っている酸化膜の全てが除去されたときに研磨を停止することです。

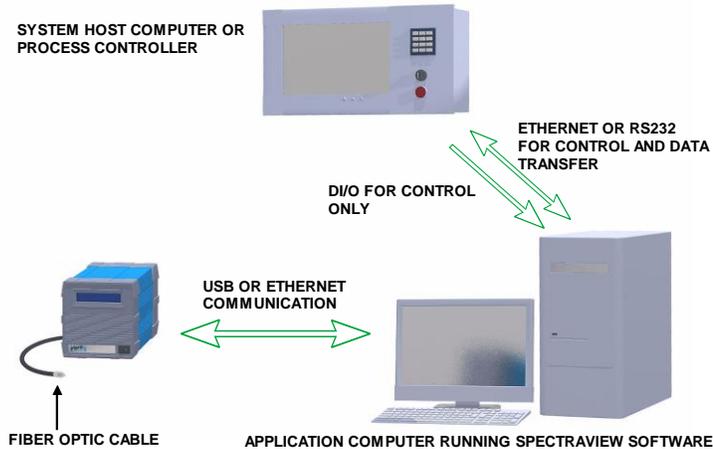


STI アルゴリズムは酸化から窒化への移行を追跡します。これら 3 つのトレースはスリーゾーンポリッシュプロセスでの均一な酸化膜の除去状況を示しています。

STI 構造内での強力パターン密度の除去の影響により、実際の「終点」は連続体となっています。異なる密度の特性箇所が除去されると終点の信号が変わります。これらの終点傾向線は、50%の活性化された領域が除去され、そしてその後さらに研磨しすぎている時に研磨を停止することに使用されます。

# システム図解

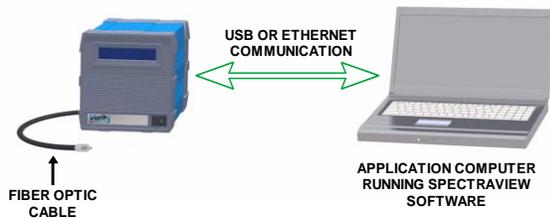
## システムへの部分的な組み込み



部分的に組み込まれた構成では、アプリケーション・コンピューターはユーザー・インターフェースとデータ・ストレージを提供するために使われます。スペクトロメーターからアプリケーション・コンピューターへの通信手段はイーサネットか USB が用いられます。

アプリケーション・コンピューターとシステム・ホスト・コンピューター間の制御は DI/O と RS232 かまたは DI/O とイーサネット経由となります。DI/O を制御通信のために用い、また RS232 かイーサネットをシステム・ホスト・コンピューターへ傾向点のデータ・ストリームを提供することに用いることが望ましい場合もあります。

## 組み込まれない構成



スペクトロメーターは障害検出やプラズマ診断アプリケーションで使用されるときには多くの場合プロセス・ツールに組み込まれません。アプリケーション・コンピューターとの通信はイーサネットか USB を用います。

## スペクトロメーター仕様

モデル名	SD1024G		
タイプ	高性能		
<b>性能／光学仕様</b>			
波長精度 <sup>1</sup>	200-800nm		
分解能 <sup>2</sup>	<2.0nm, 1.33 nm typical		
CCD	1024 x 128 pixels - 複数光ファイバー入力オプション 電子冷却 - ロー・ノイズ 裏面照射 - 紫外感度 Deep well - wide dynamic range		
サチュレーション（飽和値） <sup>3</sup>	40,000 <sup>4</sup> to 65,536		
<b>外形仕様</b>			
外形寸法 - mm	幅 137 mm x 長さ 259 mm x 高さ 142 mm		
重量	3 kg		
<b>統合</b>			
光ファイバー接続方式	カスタム・デザイン		
電源	20-28VDC, 45W max. ユーザー交換用 2.5A ヒューズ		
<b>安全規格</b>			
適合規格	EN 55022 SEMI S8-0308 RoHS	EN 55024 SEMI S2-0310	IEC 61010-1 Semi S10-0307
<b>環境性能</b>			
動作時 温度仕様	0°C - 40°C		
保存時 温度仕様	-20°C - 60°C		
最大許容湿度（動作時・保存時）	85% 結露しないこと		

<sup>1</sup> 範囲 — 標準光ファイバーと標準フラッシュランプの SP2100 は約 225nm から 800nm まで使用可能です。短い波長オプションについては弊社にお問い合わせください

<sup>2</sup> 分解能 — 最大ピーク高の半分の時に全幅（半値全幅）、スペクトラム全域で数点測定した平均の最大値

<sup>3</sup> 40,000 が一般用途 SD1024G におけるサチュレーションの最小値で、一般用途でない SD1024G は異なるサチュレーション値です。65,000 が全ての SD1024GH におけるサチュレーションの最小値です。

<sup>4</sup> 気流は制限されないこと。

## アプリケーション・コンピューター・ソフトウェア

アプリケーション・ソフトウェア	SpectraView™
オペレーティング・システム	SpectraView 4.xx to 6.0.xx: Windows 2000® SP4 または Windows XP® SP2 または SP3 SpectraView 6.1.xx to 6.5.00: Windows XP SP2 または SP3 または Windows 7 Pro 32 Bit With SP1 SpectraView 7.2.02 : Windows 7 Pro 32 Bit With SP1 または Windows 7 Pro 64 Bit with SP1
アプリケーション PC からスペクトロメーターへの通信方法	TCP/IP over USB (RNDIS Driver) または Ethernet (Ethernet を推奨)
ツールからアプリケーション PC への通信方法	ASCII または 独自のシリアル通信(RS232) and/or DI/O, 独自の TCP/IP and/or DI/O

## 推奨されるアプリケーション・コンピューター要件 (SpectraView のみ)

属性	仕様
プラットフォーム	Intel X86 アーキテクチャー
プロセッサ	Pentium 4 class CPU, 2.0+ GHz が最低限必要な能力 (高度なアルゴリズムが複数インスタンスが必要ならばより高性能なプロセッサが必要)
メモリー	512MB またはそれ以上、300MHz DDR RAM が最低限必要 (高度なアルゴリズムが複数インスタンスが必要ならばより大容量のメモリーが必要)
ハードドライブ	現存の PC 業界の標準的な最小容量 (80GB 以上) であれば全てのデータ保存容量に充分
グラフィックス	XGA (1024x768, 256 色)
COM Port(s) SD1024 用 COM Port (s) Tool 用 Com Port LAN 用 Optional	USB or 10/100 or 10/100/1000 Ethernet (Ethernet を推奨) RS232, Digital I/O, または 10/100 か 10/100/1000 の Ethernet 追加の 100/1000 Ethernet が推奨される (データのアップローディング用) DI/O とアナログ出力カードのインストール用 PCI カード・スロット

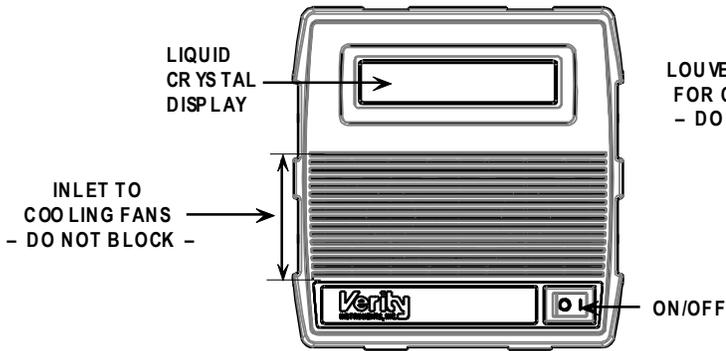
## フラッシュランプ仕様

モデル名	FL2100
全般	
ランプ	キセノン・フラッシュランプ
データ収集	スペクトロメーターと同期
波長範囲	UV- NIR の波長 (200-1700) をサポート
パルス幅	1-2 x 10 <sup>-6</sup> 秒
機械的性能	
外形寸法 (L x W x H) インチ (mm)	262.1 mm x 137.6 mm x 101.6 mm
重量	2 Kg
設置方向	底面を下向きにする
電気的性能	
電源	20-28VDC, 最大 45W (オプションとして 72W 高出力版有)
接続	J1: スペクトロメーターからの制御インターフェース J2: 二次制御インターフェース (通常は未使用) J3: 20-28 VDC 電源 最大 2A (高出力オプションでは 3A) 時 ヒューズ, 2.5A (高出力オプションでは 4A) 接地用スタッド ケーブル結合器付きランプ筐体
安全規格	

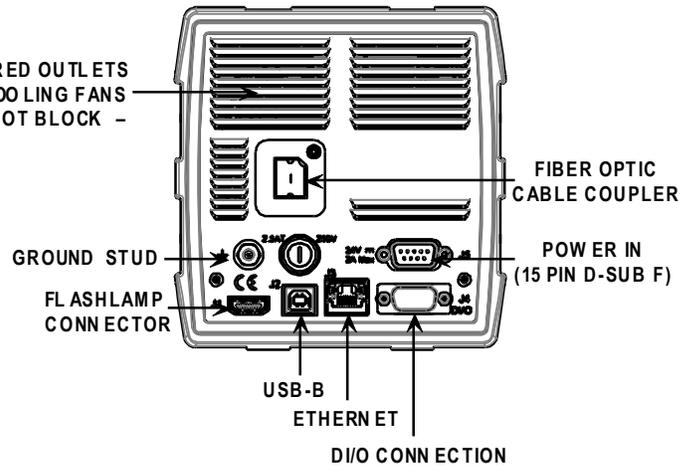
<p><b>適合規格</b></p>	<p>EN 55022  EN 55024  IEC 61010-1  SEMI S8-0308  SEMI S2-0310  SEMI S10-0307  RoHS</p>
<p><b>環境仕様</b></p>	
<p><b>動作時 温度仕様</b></p>	<p>0°C - 40°C</p>
<p><b>保存時 温度仕様</b></p>	<p>-20°C - 60°C</p>
<p><b>最大許容湿度（動作時と保存時）</b></p>	<p>85% 結露しないこと</p>

# SD1024G シリーズ スペクトロメーター外形寸法

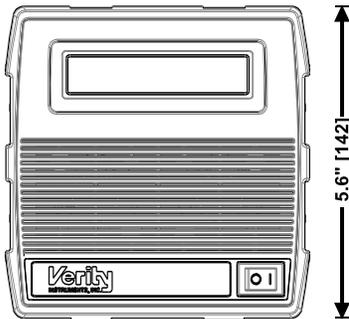
**FRONT VIEW**



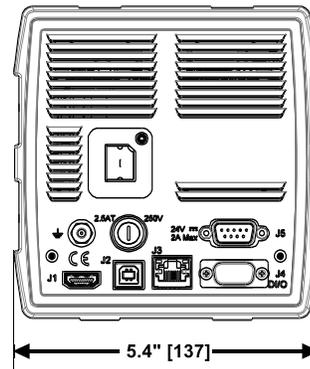
**REAR VIEW**



**FRONT VIEW**

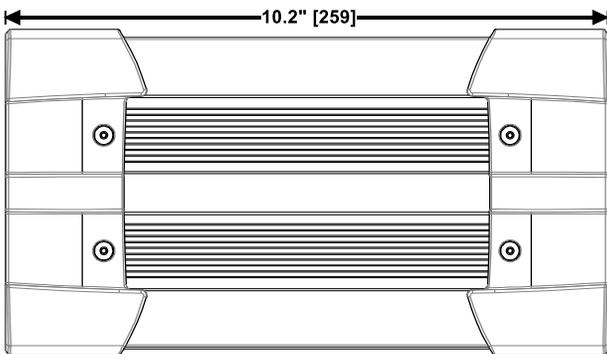


**REAR VIEW**

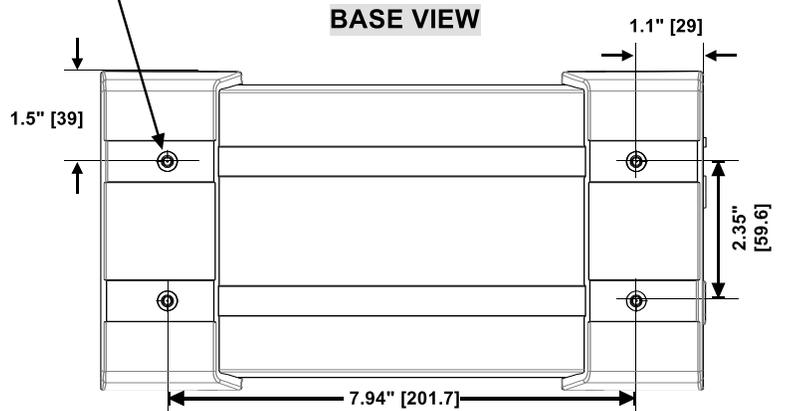


4X #8-32 UNC-2B MOUNTING POINTS  
(DO NOT PENETRATE MORE THAN .28" [7mm] FROM BOTTOM SURFACE, OTHERWISE INTERNAL DAMAGE MAY RESULT)

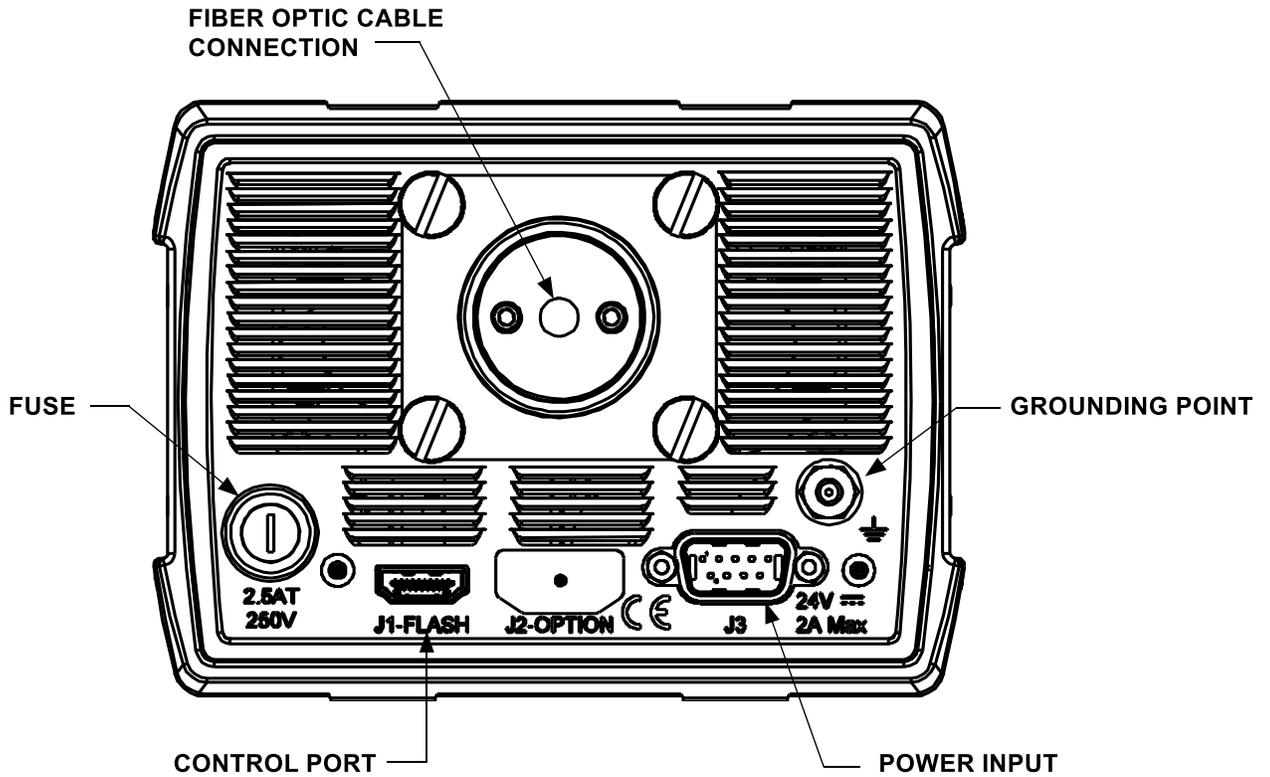
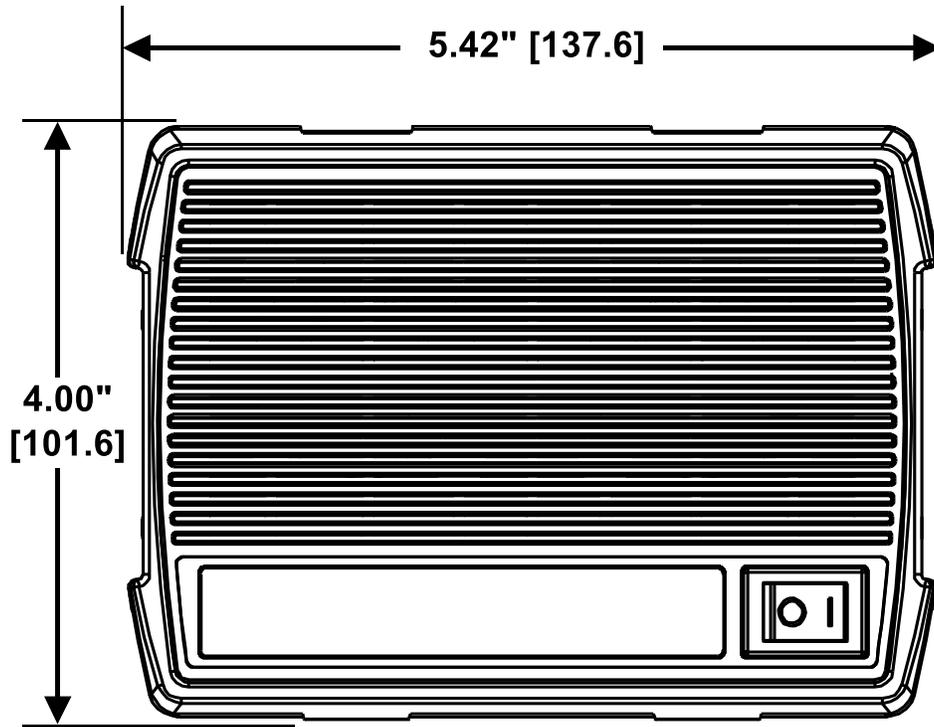
**SIDE VIEW**

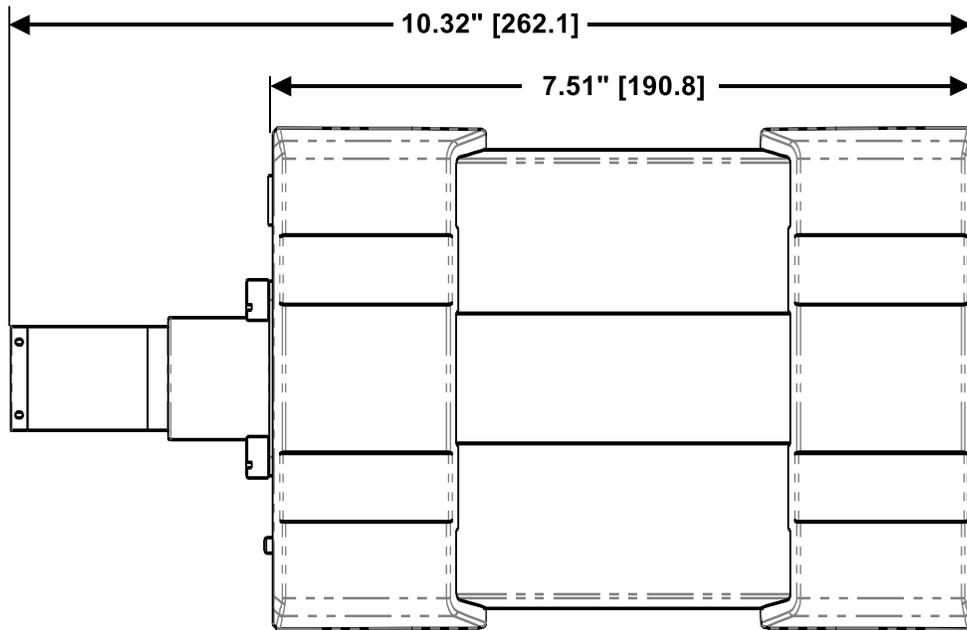
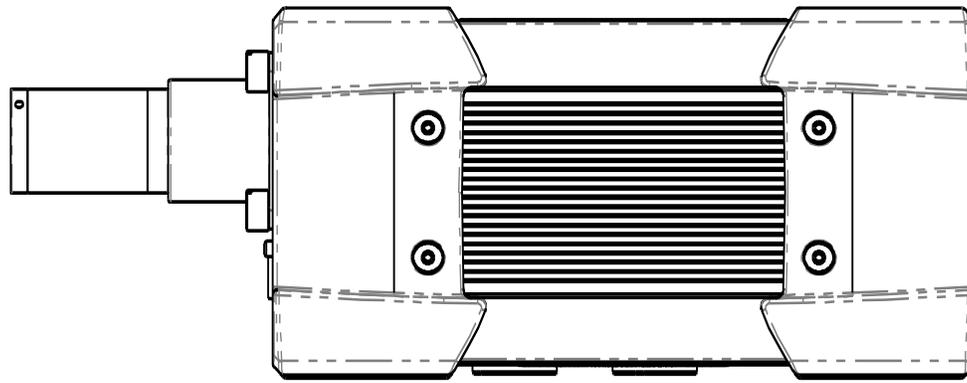


**BASE VIEW**

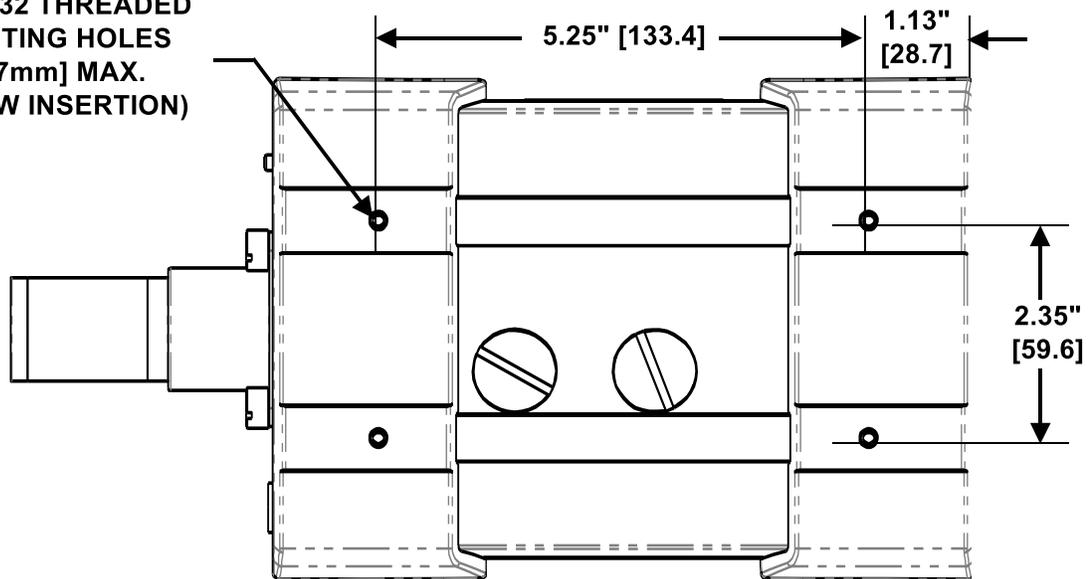


# FL2100 フラッシュランプ外形寸法





4X #8-32 THREADED  
MOUNTING HOLES  
(.28" [7mm] MAX.  
SCREW INSERTION)



## 発注情報 – SP2100

種類	モデル	部品番号
低出力フラッシュランプ、AC 入力	SP2100	お問い合わせください
高出力フラッシュランプ、AC 入力	SP2100	お問い合わせください

## 光ファイバーケーブル

種類	モデル名	部品番号
200 cm ステンレス製ジャケット	N/A	1005474-079
300 cm ステンレス製ジャケット	N/A	1005474-119
400 cm ステンレス製ジャケット	N/A	1005474-158
500 cm ステンレス製ジャケット	N/A	1005474-199

## 部分的組み込みアプリケーション用ハードウェア

### アプリケーション・コンピューター用 デジタル I/O カード

種類	モデル名	部品番号
デジタル I/O カード (PCI タイプ, 16 入力 /16 出力)	DAS-7230	1005418

## 通信オプション

単一スペクトロメーターからコンピューター	長さ	部品番号
イーサネットケーブル	1' (0.3m)	1004442-012
- スペクトロメーターからスイッチまで	7' (2m)	1004442-084
- スイッチからアプリケーション PC まで	14' (4m)	1004442-168
イーサネットスイッチ、以下を含む 8 ポート 10/100 自動検知 12VDC アダプターから 120VAC & USA プラグまで	適用外 (指定なし)	1005879

2018/10/11

---

伊藤忠テクノソリューションズ株式会社

エンタープライズ営業第2部

ソリューション営業第3課

〒154-0012 東京都世田谷区駒沢 1-16-7 駒沢中村ビル

TEL:03-5712-8530, FAX:03-3418-5217

Verity 製品お問合せ窓口

(営業窓口) : oem-sales@ctc-g.co.jp

(技術窓口) : sensing@ctc-g.co.jp

CTC Home Page: <http://www.ctc-g.co.jp>

