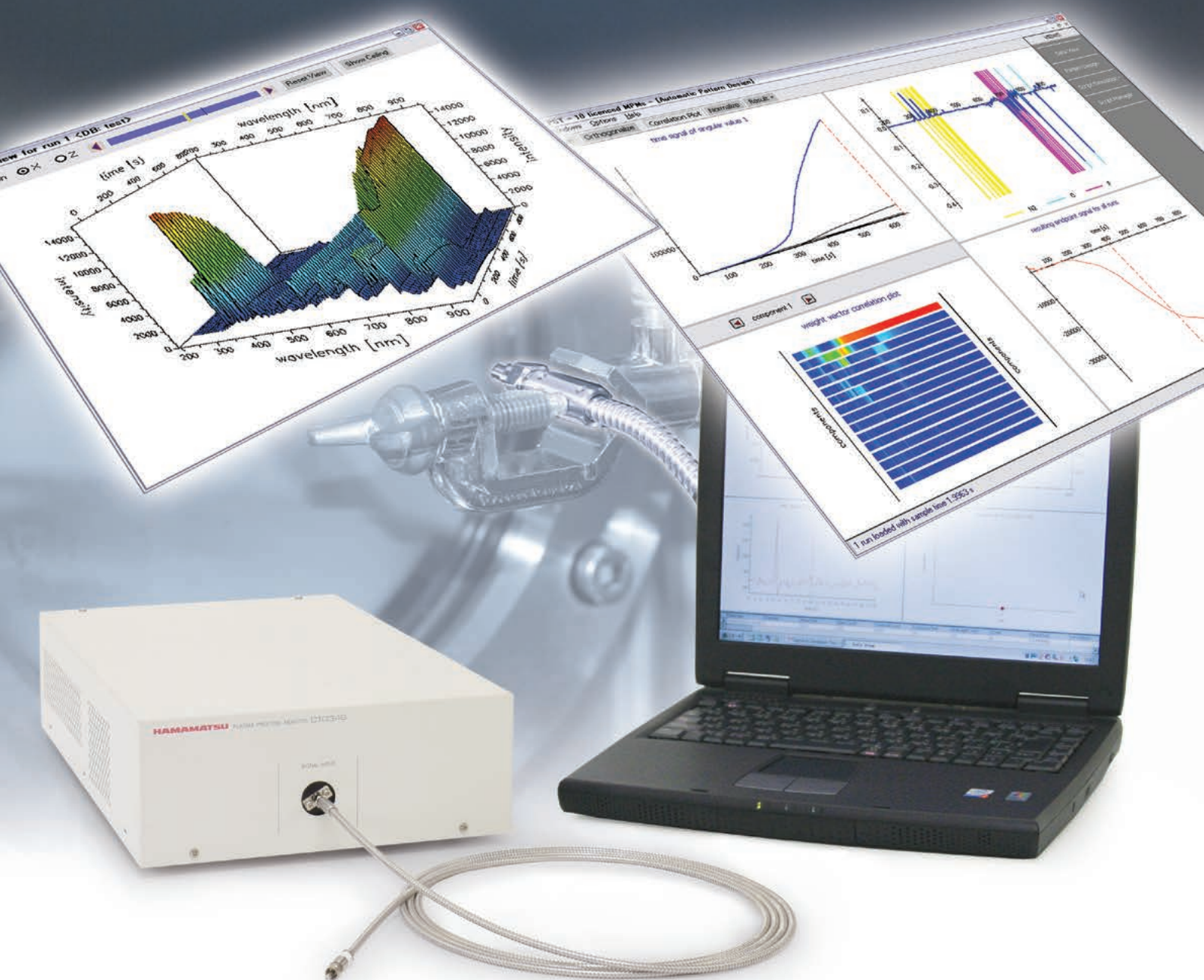
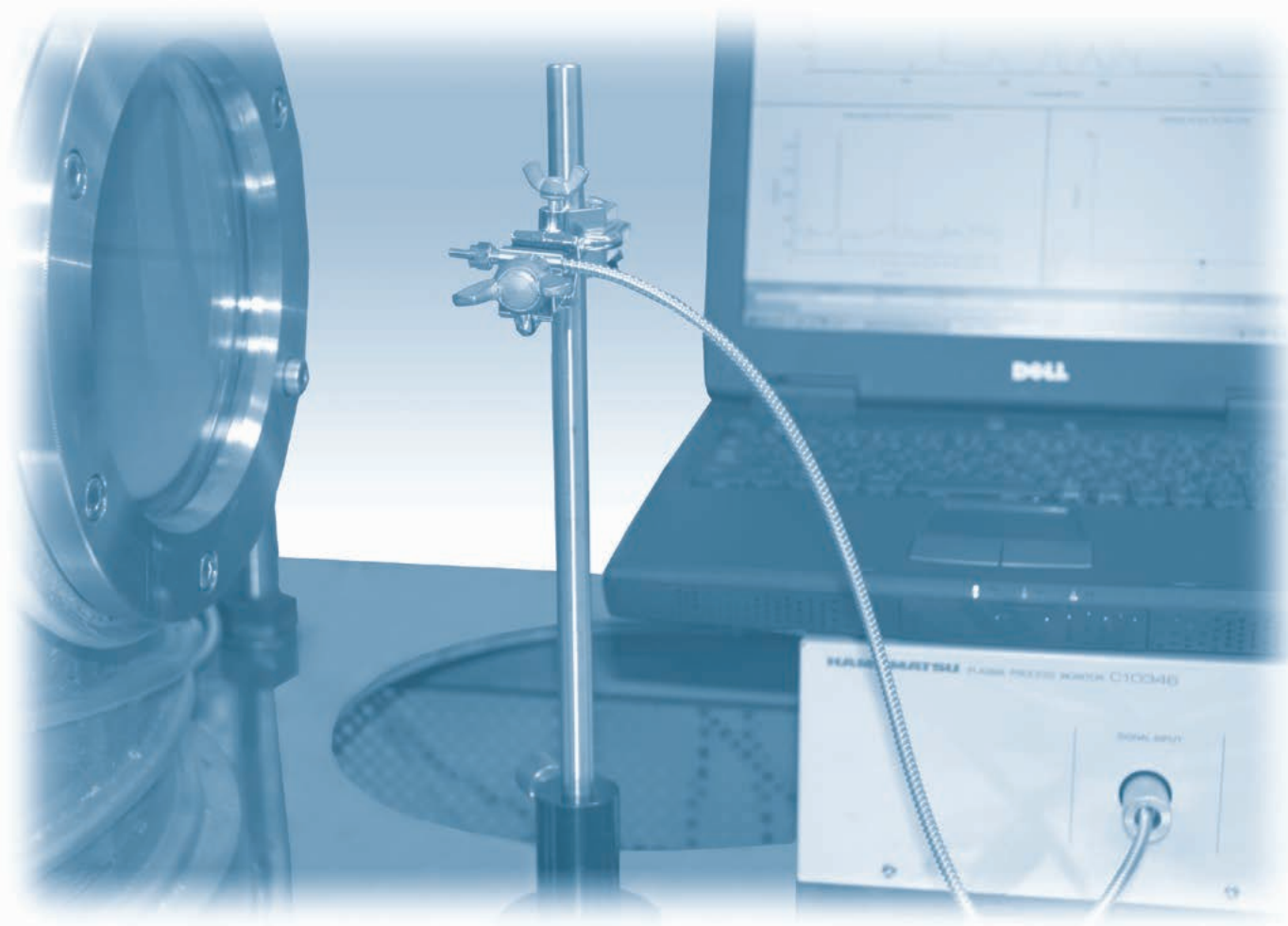


プラズマプロセスモニタ C10346-01

プラズマプロセス中のスペクトルを広帯域で計測し、
リアルタイムでモニタリングする装置です。





プラズマプロセスをリアルタイムでモニタリング

C10346-01 は、半導体製造工程の中でプラズマを使用するエッチング、スパッタ、CVD 等において、

プロセス中のプラズマ発光を広帯域にリアルタイムで検出する装置です。

各種解析機能により「エッチングやクリーニングの終点判定条件設定や自動判定」

「プラズマ種推定」「混入不純物や異常放電の監視」等に利用できます。

特長

● 広帯域スペクトルを同時計測

広帯域でラジカルやイオンからのスペクトルをとらえます。

C10346-01: 200 nm ~ 950 nm

● リアルタイムでプロセスをモニタ

プラズマプロセスを最速20 ms で最大15 000 スペクトルまで連続計測します。(判定演算時は、最速 50 ms)

● 高精度かつ高信頼性の計測

高い波長分解能特性を持つ分光器と広帯域をカバーする超高感度光検出器を機械的に固定し、鮮明なプラズマの結像を得ることで優れた波長精度や分光感度特性を実現しています。

● 紫外光領域の高感度検出

200 nm の紫外光領域のスペクトルを超高感度で検出できます。

● 光ファイバで容易な計測

プラズマ装置のチャンバに広く使われている SMA コネクタの採用により、容易な取り付けを実現しています。

● マルチチャンバ対応

USB 2.0 のネットワークを用いて、1 台の解析装置で最大4台のプラズマプロセスモニタを制御できます。

● データ計測ソフトウェア

プラズマプロセスのスペクトルをデータベースへ自動保存します。保存されたデータを用いて、スペクトルデータの演算をシミュレーションできます。

● オプションソフトウェア

高感度な終点判定や異常スペクトルによるプロセス異常の検出など、検出モデルを作成し、リアルタイムでモニタリングを行います。

プラズマ中の各種ラジカル・イオンを瞬時に測定

プラズマエッチング

Deep-RIE

DLCコーティング

RIE

プラズマ表面改質

プラズマCVD

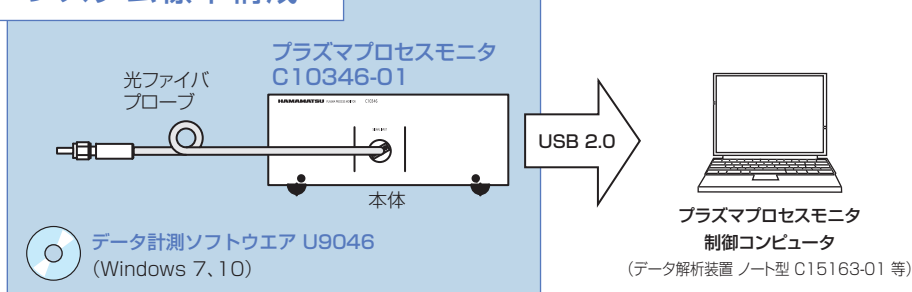
プラズマアッシング

スパッタリング

その他 プラズマ応用プロセス



システム標準構成



導入 メリット

● エッチングやクリーニングの終点判定条件の詳細な検討が可能です。

エッチングやクリーニング終了タイミングを解析し、シミュレーションを行うことで、プロセス処理ごとに最適な終点判定の条件(トリガ)をつくることができます。

● エッチングやクリーニング終点の自動判定が可能です。

プロセス処理ごとに作成した終点判定条件を用いて、ウェーハごとに終点の自動判定を行うことで、スループットの向上とデバイスへのダメージ低減ができます。

● プロセス中のプラズマ種の推定が可能です。

プラズマスペクトルライブラリにより、プロセス中のプラズマ種の推定ができます。

● 混入不純物や異常放電の監視が可能です。

正常プロセス時には生じ得ない発光帯域を常時監視することにより、大気リーク、混入不純物や異常放電の早期発見ができます。

扱いやすい多彩な測定機能

● データ計測

- ・計測パラメータ設定
最大計測時間、露光時間、積算回数
- ・マニュアル計測開始/停止
(手動操作によるSTART/STOP)
- ・自動計測開始トリガ
(光強度レベル、外部TTL信号)
- ・スクリプトの計測条件と判定条件に従った
スペクトルの監視及び自動判定

● スペクトルデータ保存

- ・MS AccessやSQLiteファイル形式のデータベースへの保存
- ・MS SQLやOracleデータベースへの保存

● データビュー

- ・任意時間のスペクトル波形表示
- ・任意波長の時間変化波形表示
- ・カーソル操作による波長・強度の読み取り
- ・プラズマ種の推定
- ・3D表示(波長軸/時間軸/強度軸による)
- ・測定データのファイル出力

● スクリプト・プログラミング

- ・スペクトルの四則演算
(差スペクトル/比スペクトルの演算など)
- ・スペクトルのノーマライズ処理
- ・1次・2次微分、積分設定、その他関数による処理
- ・演算結果をアナログ出力端子より電圧出力可能
(0 V~10 V: 2チャンネル)
- ・判定結果をデジタル出力端子より出力可能
(TTL最大5チャンネル)

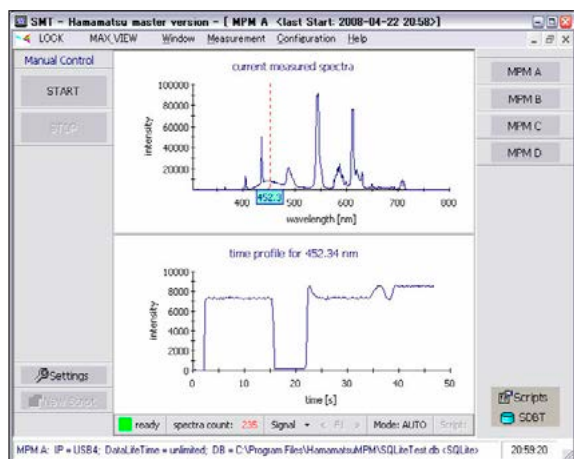
● シミュレーション

- ・データベースに保存されたスペクトルデータを用いて
スクリプトのシミュレーションが可能
- ・判定時間のトレンドチャート自動表示

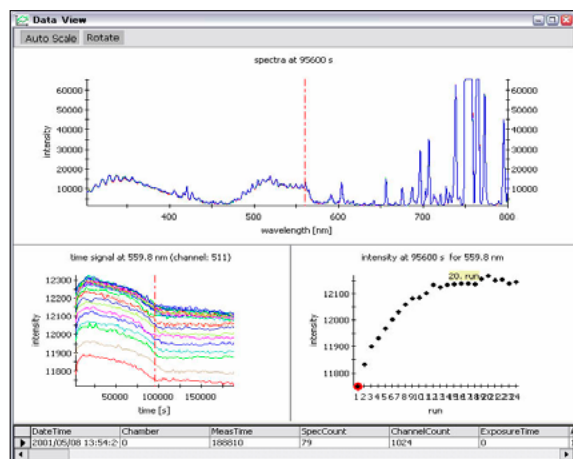
● データ解析

- ・スペクトルの時間変化の解析
- ・終点時に発生するスペクトルパターンの解析
- ・スペクトルによる異常検出モデルの作成と解析

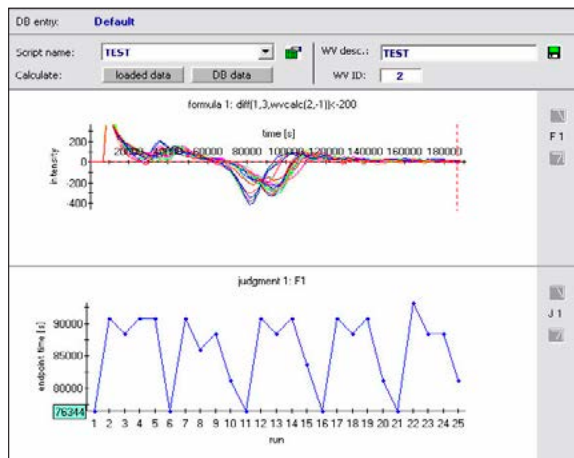
■ スペクトルデータ計測ウィンドウ



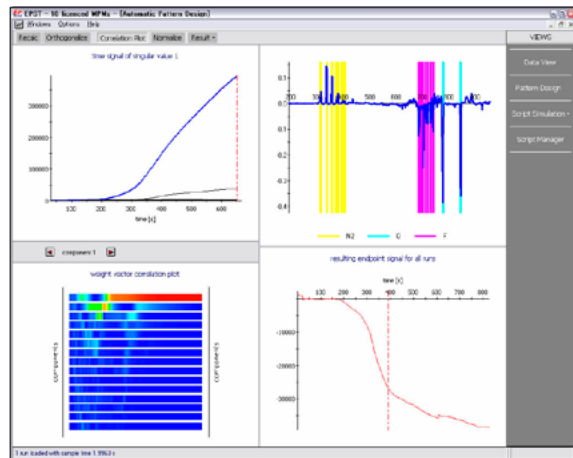
■ スペクトルデータビューチャート



■ シミュレーションチャート

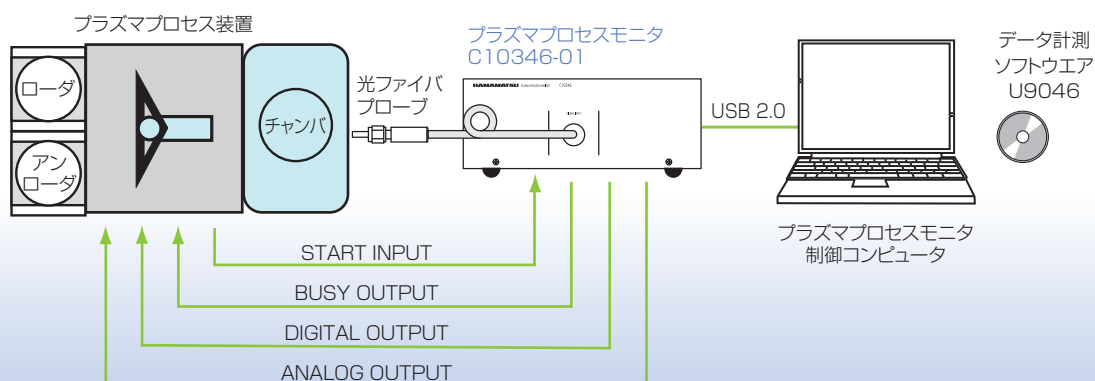


■ 終点スペクトルパターン解析

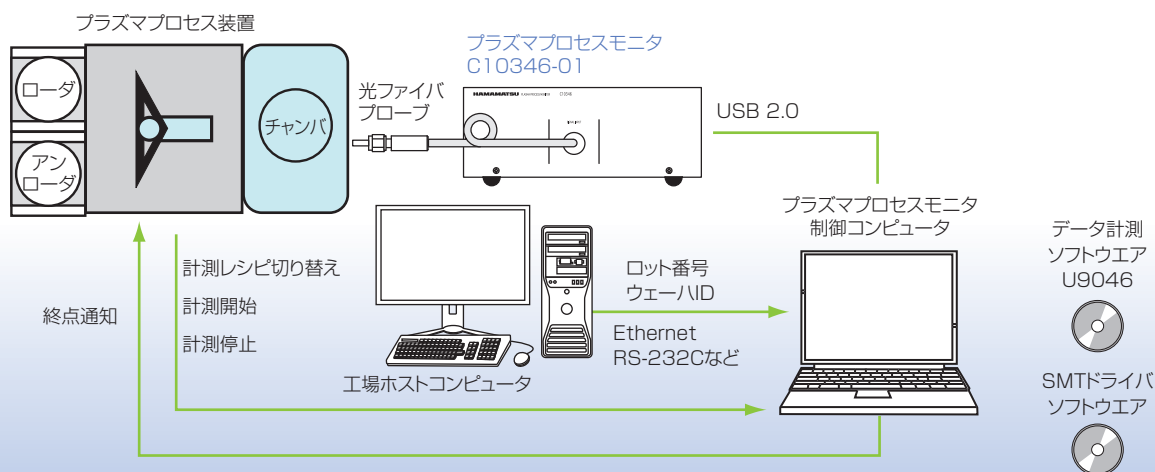


マルチチャンバにも対応

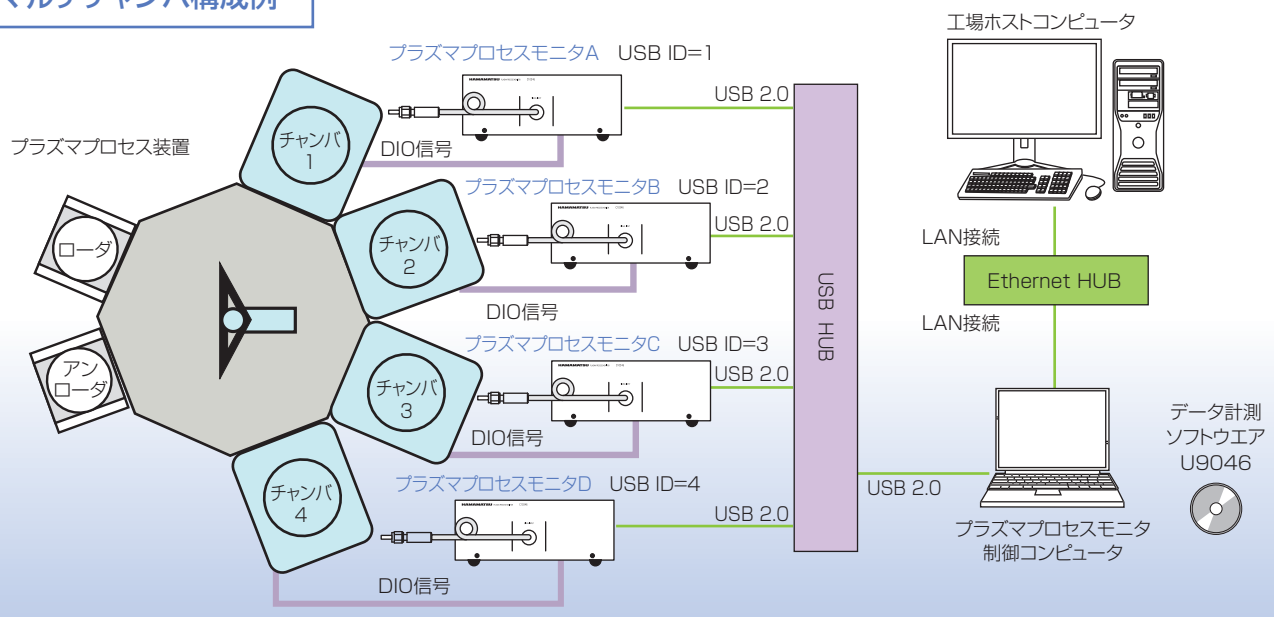
シングルチャンバ構成例



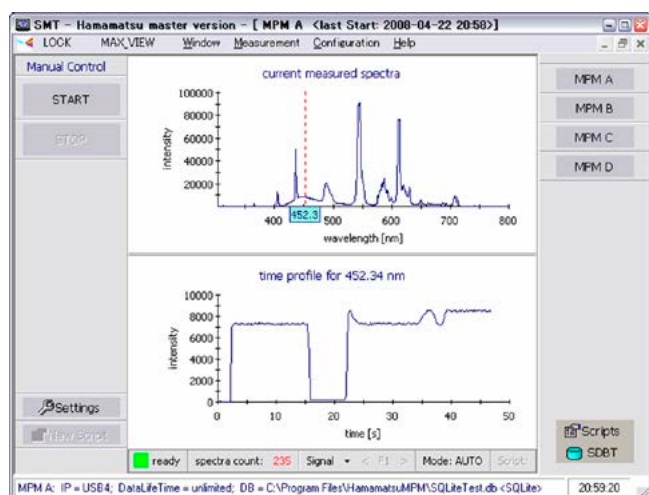
シングルチャンバ構成例 (SMTドライバソフトウェア)



マルチチャンバ構成例



データ計測ソフトウェア U9046



プラズマプロセス中の発光スペクトルをデータベース化!

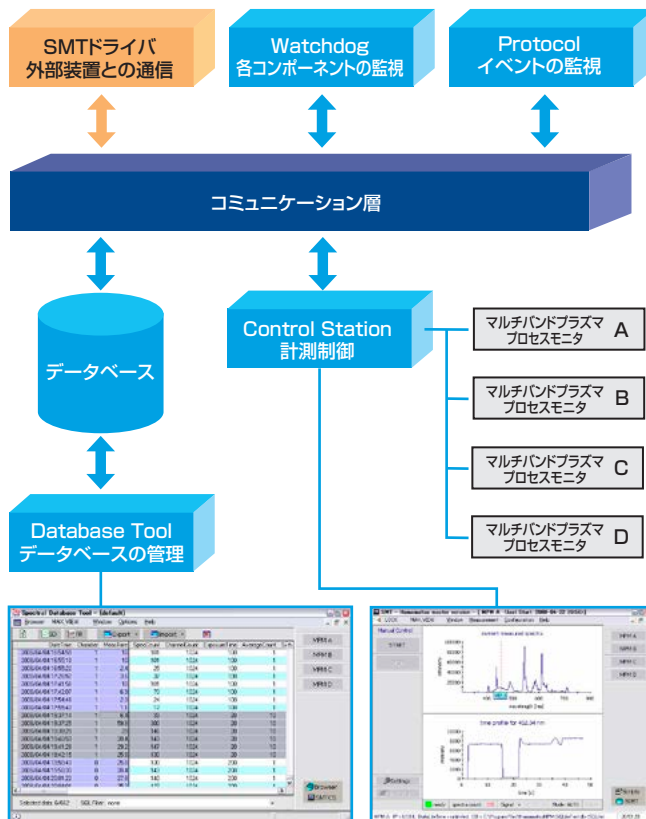
データ計測ソフトウェア U9046 は、プラズマプロセスモニタ C10346-01 (旧モデル C7460 にも対応) を同時に4台まで制御し、プラズマプロセス中の発光スペクトルを計測することができるソフトウェアです。計測されたスペクトルデータは、自動的にデータベースに保存されます。

計測したデータは、高感度終点判定ソフトウェア U8851 からでも利用可能です。さらに異常解析ソフトウェア U9275 との連携により、リアルタイムの異常検出が可能です。

特長

- 同時に4台までプラズマプロセスモニタを制御可能
- データベースを利用したデータ保存
- SQLによるデータアクセス
- ユーザー環境に合わせたSMTドライバにより、プラズマチャンバや工場内ネットワークとの通信が可能

構成



U9046は、高い柔軟性とリアルタイム性を両立するために、いくつかのソフトウェアコンポーネントから構成されています。

● Control Station (計測制御)

Control Station は、プラズマプロセスモニタを制御し、発光スペクトルを計測します。プラズマチャンバからのトリガ信号や光トリガを利用して、計測を開始することができます。計測が終了すると、自動的に次の計測を開始します。

● データベース

Control Station で計測したデータは、SQL 互換のデータベースに保存されます。

● Watchdog (各コンポーネントの監視)

Watchdog は、ソフトウェアの状態を常時監視します。エラーが発生すると、Eメールで通知します。

● Protocol (イベントの監視)

Protocol は、各コンポーネントで発生したイベントを監視し、ファイルに記録します。

● SMT ドライバ

プラズマチャンバや工場内ネットワークとの通信用ソフトウェアです。ユーザー環境に合わせた SMT ドライバを作成することが可能です。

● Database Tool (SDBT ソフトウェア)

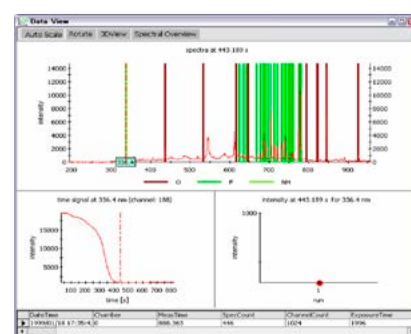
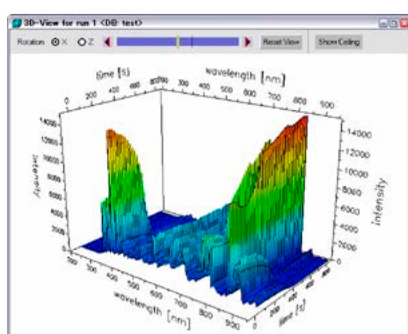
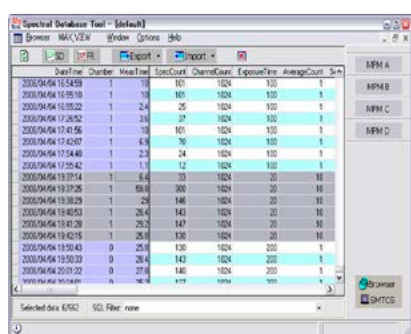
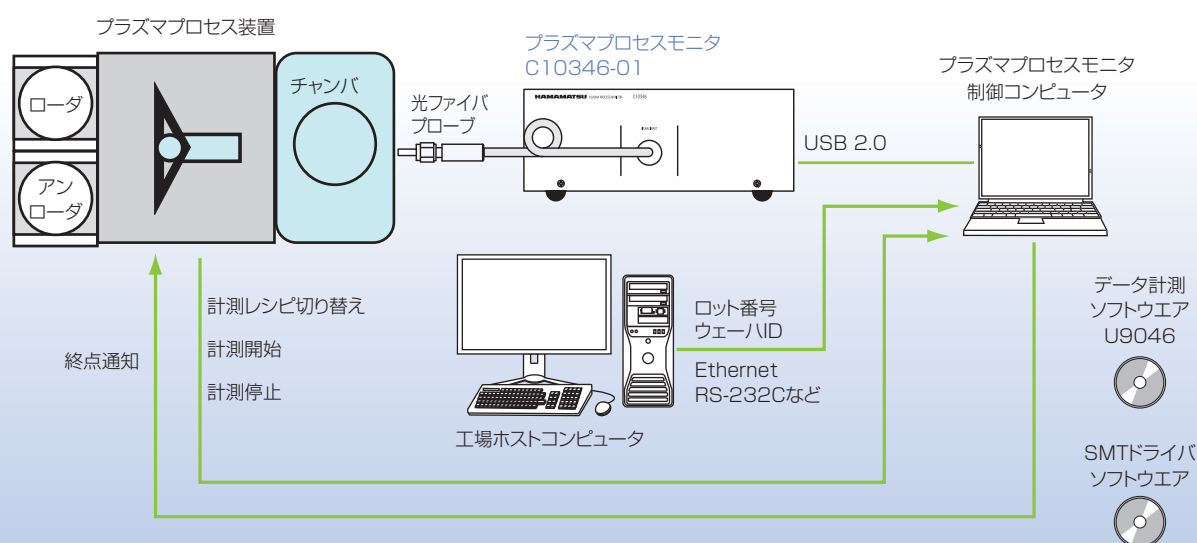
計測したデータの表示と管理を行うソフトウェアです。また、高感度終点判定ソフトウェア U8851、異常解析ソフトウェア U9275 へのデータ転送も可能です。

プラズマプロセスモニタの能力を最大限に引き出すソフトウェア

SMT ドライバ

データ計測ソフトウェア U9046 は、Microsoft-COM インタフェースを利用して、他のソフトウェアと通信することが可能です。Microsoft-COM インタフェースと他のインタフェース (RS-232C や Ethernet など) を媒介するソフトウェアを作成することにより、U9046 と外部装置との通信が可能になります。U9046 における媒介ソフトウェアを SMT ドライバと呼びます。U9046 には、Visual Basic で作成された SMT ドライバのサンプルプログラムが付属しています。このサンプルプログラムを修正することで、簡単にユーザーの使用環境に合わせた SMT ドライバを作成することが可能です。

SMT ドライバの使用により、外部装置から送信されるロット番号、プロセス ID などのデータをスペクトルデータと一緒に保存することが可能となります。また、外部装置から送信された情報を利用して、計測条件の切り替えや計測開始、停止の制御を行うことも可能となります。

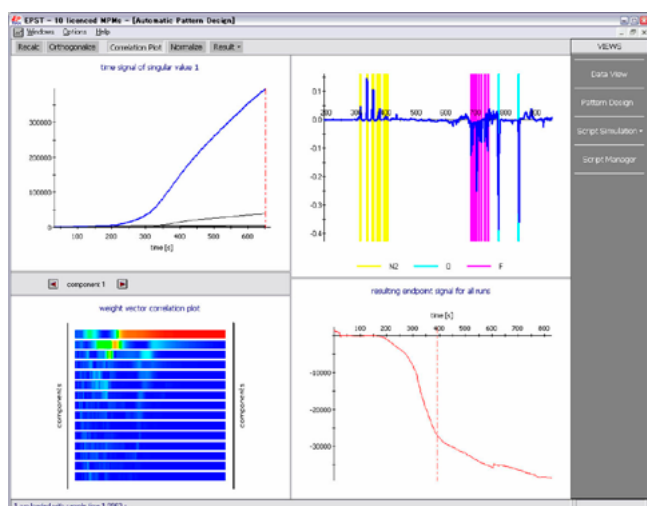


ソフトウェアライセンス

U9046は、ライセンスが無くてもインストールを行うことが可能ですが、ライセンスが無い場合は計測を実行することができません。また、スクリプトを保存することもできません。プラズマプロセスモニタ C10346-01には、U9046のライセンスが付属します。

動作環境：Windows 7、10

高感度終点判定ソフトウェア U8851



低開口エッチングの終点を高感度に判定！

高感度終点判定ソフトウェア U8851 は、プラズマプロセスモニタ C10346-01 (旧モデル C7460 にも対応) を用いてプラズマエッチングの終点判定を高感度で行うためのソフトウェアです。U8851 により、従来困難であった低開口プロセスの高感度終点判定が可能になりました。また、複数ウェーハのプロセスデータを同時に解析することができますので、終点判定を行う演算式の信頼性を向上させ、終点判定の検証を容易に行えと共、プロセスの安定性を評価する目的にも使用することができます。

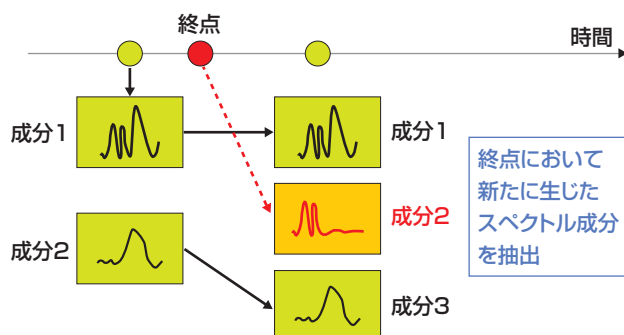
特長

- 低開口プロセスの終点判定が可能
- ノイズ(スパイク・ドリフト)のキャンセルによる精度向上
- 複数ウェーハの同時解析によりウェーハ間・ロット間のバラツキをキャンセル
- オーバーエッチングの最適化が可能
- プロセスの安定性評価が可能

概要

プラズマプロセスモニタで得られるスペクトルデータは、ガスのスペクトルや反応生成物のスペクトルなど、さまざまなスペクトル成分が足し合わされたものと考えられます。

U8851 では、各時間におけるスペクトル成分を解析し、終点時間で新たに発生するスペクトル成分を抽出します。このスペクトル成分の時間変化を用いることにより終点検出を行いますので、広い波長範囲を有効に利用した終点検出が可能であり、従来のような単一波長による終点検出に比べ、高精度な検出が可能となります。



U8851 で得られる終点信号は以下の計算式で得られ、この終点信号の時間変化より終点検出を行います。この時間変化に対し、さらにスムージングや微分などの各種演算を適用することで、終点検出の精度を上げることも可能です。

式1:終点信号の計算式

$$\text{終点信号} = \sum [w(\lambda) \times I(\lambda)]$$

$w(\lambda)$: 解析で得られたスペクトル成分

$I(\lambda)$: プラズマプロセスモニタで得られたスペクトルデータ

プラズマエッチングの高精度な終点検出が可能

解析例

SiN (SiH₄、NH₃、N₂、Ar) 成膜後のCVDクリーニング(CF₄、O₂)の最適化

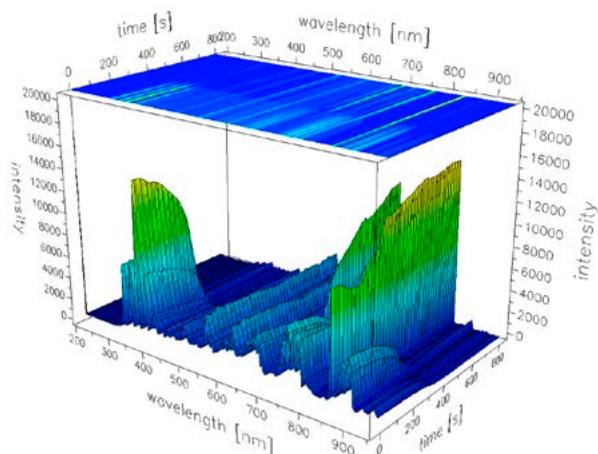


図1. SiN成膜後のCVDクリーニング(CF₄、O₂)の
プラズマスペクトル3次元表示

プラズマプロセスモニタで得られた CVD クリーニング中のスペクトルデータを図1に示します。U8851を使用することにより、このような膨大な量のデータから簡単に最適な終点判定条件を作成することが可能となります。U8851 による解析で得られた結果を図2、図3に示します。

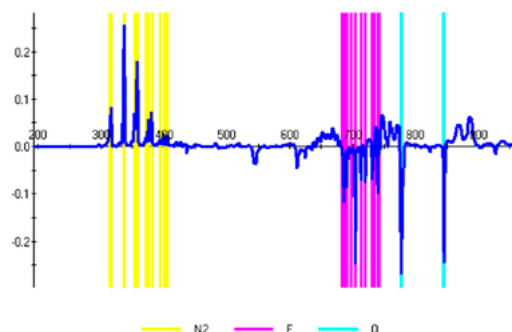


図2. クリーニングの終点で発生したスペクトル成分
(N₂、O、Fの発光波長をマーカーで表示)

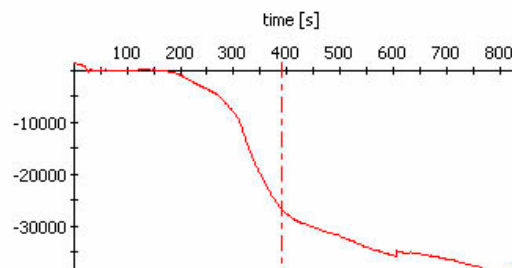


図3. 図2のスペクトル成分の経時変化

U8851 は、代表的な物質の発光波長のライブラリを有しており、得られたスペクトル成分が何の物質のスペクトルかを解析することが可能です。この例では、クリーニング終点で発生したスペクトル成分に N₂、O、F の輝線スペクトルが現れており、終点において N₂ のスペクトルの強度が減少し、O 及び F のスペクトル強度が増加したことがわかります。

このような解析は、複数ウェーハのデータに対して同時に行うことができ、ウェーハごとの終点時間をグラフに表示することが可能です。これらの機能により、終点検出の検証を行うと共に、プロセスの安定性を調べることもできます。(図4)

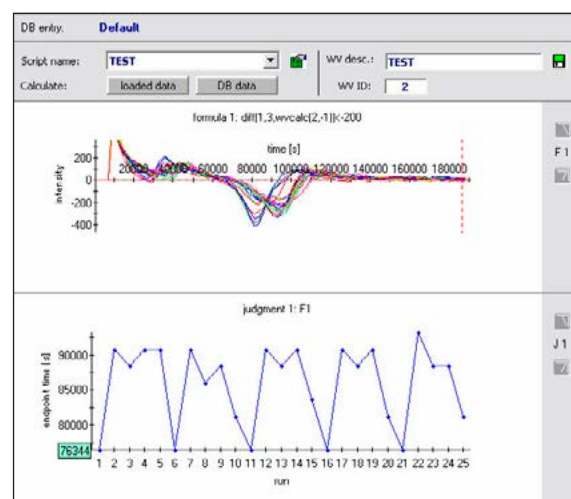


図4. 解析画面例

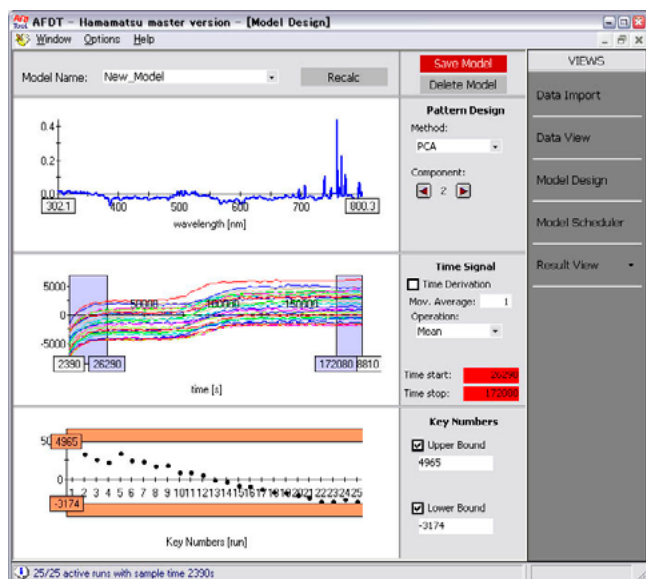
以上のようにして得られた終点検出用の条件は、スクリプトとしてデータベースに保存され、計測時に利用することができます。計測時には式1の計算がリアルタイムで行われ、リアルタイムで終点検出が行われます。

ソフトウェアライセンス

U8851 は、ライセンスが無くてもインストールを行うことができ、解析によりスペクトル成分を得ることも可能ですが、解析により得られたスペクトル成分の保存が制限されるため、スペクトル成分を使用したリアルタイムでの終点検出を実行することができません。従来のような単一波長の時間変化を使用した終点検出は、ライセンスが無くても実行可能です。

動作環境：Windows 7、10

異常解析ソフトウェア U9275



各プロセス(run)の状態を表すキーナンバーを求め、その変化からプロセス異常を検出!

異常解析ソフトウェア U9275 は、プラズマプロセスモニタ C10346-01 (旧モデル C7460 にも対応) を用いてプロセスの異常検出を行うソフトウェアです。各プロセス(run)のスペクトルデータからそのプロセスの状態を表すキーナンバーを求め、その変化からプロセスの異常検出を行います。

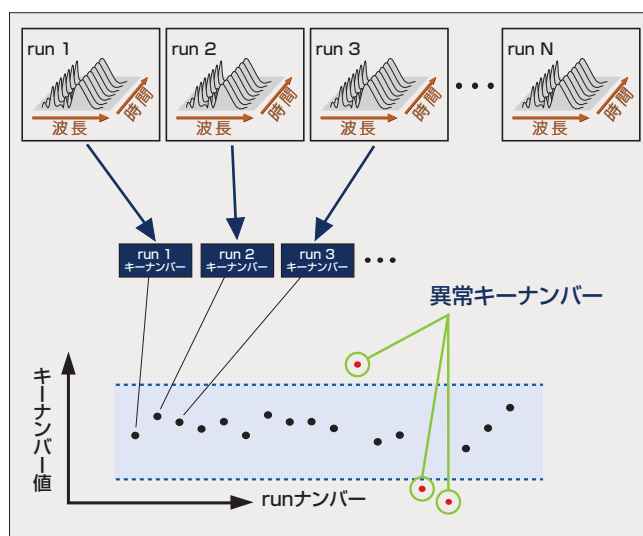
特長

- リアルタイムで異常発生を検出
- 過去のプロセスデータ解析が可能
- 外部システムへのアラーム送信が可能

概要

プラズマプロセスモニタで得られるスペクトルデータは、ガスのスペクトルや反応生成物のスペクトルなど、さまざまなスペクトル成分が足し合わされたものと考えられます。

U9275 では、監視するスペクトル成分の時間変化に対し、平均値、最大値などの値を求めてキーナンバーとします。さらにキーナンバーの正常範囲を決め、その範囲を逸脱した場合に異常と判断します。適切なキーナンバーの算出方法を選択することにより、リークや汚染などの各現象に対応づけた異常検出モデルを登録することができ、オンライン解析及びオフライン解析に適用することが可能となります。



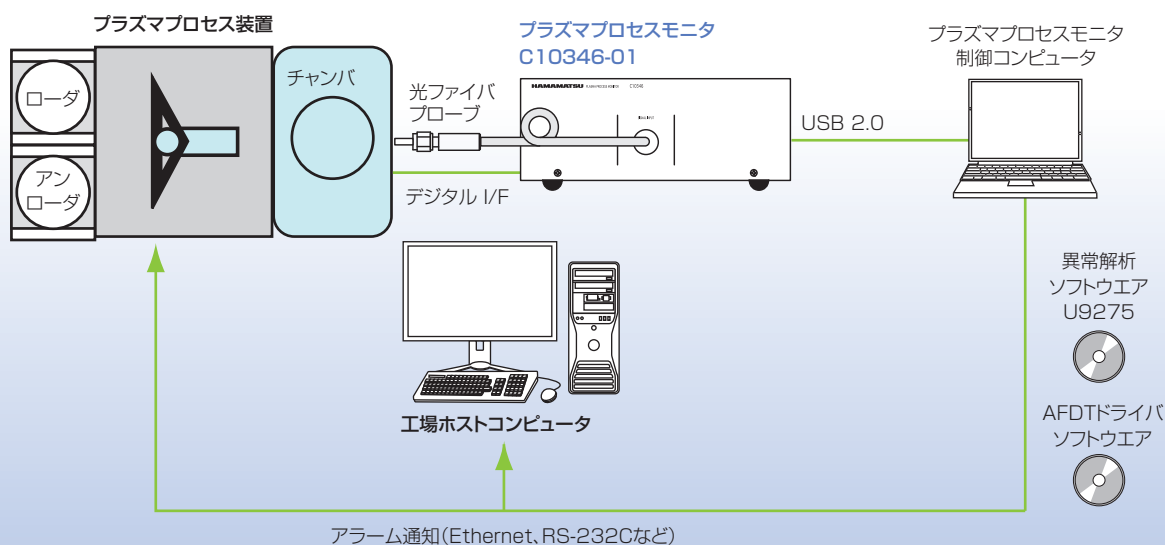
オンライン解析では、現在計測中のデータに対してキーナンバーを算出し、リアルタイムで異常検出を行います。検出した異常を外部システムに送信したり、Eメール等で通知することが可能です。オフライン解析では、既存のデータベースに対しキーナンバーを算出します。過去の計測で蓄積されたデータの解析に使用します。

リークや汚染などプロセスの異常をリアルタイム検出

AFDT ドライバ

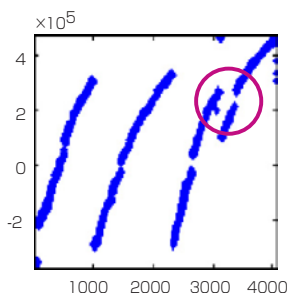
異常解析ソフトウェア U9275 は、Microsoft-COM インタフェースを利用して、他のソフトウェアと通信することが可能です。Microsoft-COM インタフェースと他のインタフェース (RS-232C や Ethernet など) を媒介するソフトウェアを作成することにより、U9275 と外部装置との通信が可能になります。U9275 における媒介ソフトウェアを AFDT ドライバと呼びます。U9275 には、Visual Basic で作成された AFDT ドライバのサンプルプログラムが付属しています。このサンプルプログラムを修正することで、簡単にユーザーの使用環境に合わせた AFDT ドライバを作成することが可能です。

AFDT ドライバの使用により、オンライン解析の結果を外部装置に送信することが可能になります。



検出例1

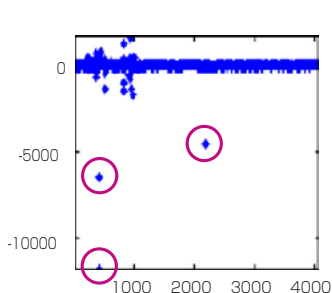
クリーニング不十分



クリーニング時期の判定、
クリーニング効果の確認に有効。

検出例2

リーク発生



検出可能な現象

- 不純物混入
 - 異常放電
 - プラズマ成分バランスの変化
 - チャンバの汚染
 - ガスの組成変化、RFパワー変化、圧力の変化
- ...etc

ソフトウェアライセンス

U9275 は、ライセンスが無くてもインストールを行うことが可能です。

ライセンスが無い場合は、異常検出モデルの作成、登録は可能ですが、オンライン解析及びオフライン解析を実行することができません。

動作環境：Windows 7、10

多彩なオプションでアプリケーションに対応

仕様

□ ハードウェア仕様

型名	C10346-01
測定波長範囲	200 nm～950 nm
測定波長精度	±0.75 nm
波長分解能 (FWHM)	< 2 nm
電源	AC 100 V～AC 240 V 50 Hz/60 Hz
消費電力	約70 VA
デジタル出力端子 (判定信号出力)	TTL 最大5チャンネル (計測開始トリガ信号使用時は最大3チャンネル)
デジタル入力端子 (計測開始トリガ信号)	TTL 1チャンネル (チャンネル5を使用)
デジタル出力端子 (ビジー信号)	TTL 1チャンネル (チャンネル4を使用)
アナログ出力端子	2チャンネル 0 V～10 V
ファイバプローブ入射端形状	SMA
通信インターフェース	USB 2.0 Type B
動作周囲温度	+10 ℃ ～ +30 ℃

□ ソフトウェア仕様

- オペレーティングシステム
Windows 7、10
- 標準ソフトウェア
データ計測ソフトウェア U9046
(SMT-AFDTサンプルプログラム内蔵)

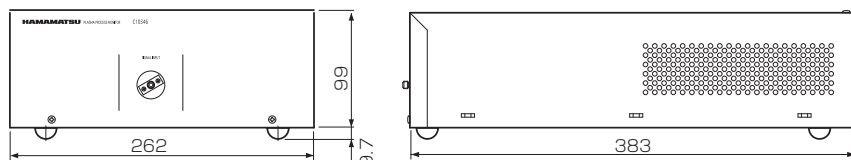
オプション

- データ解析装置 ノート型 C15163-01
- 高感度終点判定ソフトウェア U8851
- 異常解析ソフトウェア U9275
- 装置組込み用ソフトウェア
SMT-AFDTドライバソフトウェア

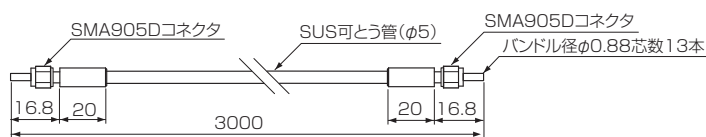
外形寸法図

(単位: mm)

● C10346-01 (約5.7 kg)



● 光ファイバプローブ (約115 g)



Windowsは米国Microsoft Corporationの米国、日本およびその他の国における登録商標または商標です。
その他記載商品名・ソフト名は該当商品製造会社の商標または登録商標です。
※本カタログの記載内容は2020年10月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

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 11階)
- 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 (いちご博多イーストビル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

- システム営業推進部 〒431-3196 浜松市東区常光町812 TEL (053)431-0150 FAX (053)433-8031

Cat. No. SSMS0031J07
OCT/2020 HPK