



Rigaku

POWERING NEW PERSPECTIVES

インラインX線膜厚・密度モニター

MFM310

In-line X-ray Metal Film Monitor



半導体インラインプロセス・ X線メトロロジー測定のスチンダー

World Leader in Analytical X-ray Metrology Tools and Solutions for the Semiconductor Industry

プロダクトウェーハを高スループットで測定

超薄膜～ミクロンオーダーの厚膜まで広範囲な膜厚・膜種に対応

プロダクトウェーハを高スループットで測定

- パターン認識機能を搭載。プロダクトウェーハ上100 μm 以下の微小領域で、任意の測定位置を設定可能。
- 膜厚検査工程でモニターウェーハが不要。薄膜の膜厚・密度・組成を、大気中・非接触で高スループット測定。(15-20 WPH)

Micro-XRF* : 高精度と高スループットを両立

* XRF : X-ray Fluorescent (蛍光 X 線)

- 7種類の単色化マイクロ X 線ビームモジュール「COLORS」をラインナップ。膜種に応じて最適な入射 X 線源が選択可能。
- 任意設定可能な X 線入射角度により、低入射・斜入射測定を実現。
超薄膜測定にも対応し、高精度測定と高スループット測定を両立。

Micro-XRR* : 高ダイナミックレンジ・高スループットを実現

* XRR : X-ray Reflectivity (X 線反射率)

- 単色化マイクロ X 線ビームと 10^8 までのダイナミックレンジを持つ超高速検出器を搭載。
- これまで困難だった高スループット Micro-XRR 測定が可能に。高精度測定と高スループット測定の両立を実現。

Micro-XRD* : 各種メタル膜の結晶性測定が可能

* XRD : X-ray Diffraction (X 線回折)

- 100 μm 以下の単色化マイクロ X 線ビームを用いた局所的な XRD 測定が可能。



インライン X 線膜厚・密度モニター

MFM310

In-line X-ray Metal Film Monitor

Micro-XRF

Micro-XRR

Micro-XRD

アプリケーション

FEOL、BEOL、単層膜から多層膜まで対応できます。

FEOL SiGe, CoSiX, NiSix, SOI, Al, SiON, Hi-k dielectric/Metal Gate ...

BEOL Cu seed, Cu barrier, Cu plating, Ti/TiN, Ta/TaN, W ...

Others MgO, CoFeB, Ru, Pt, PZT ...

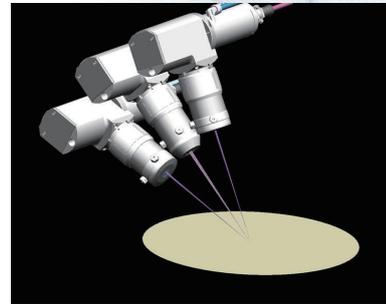
単色化マイクロX線ビームモジュール COLORS™

リガク独自の多層膜ミラー技術を高
精度化し、高輝度の単色化マイクロX線
ビームを実現しました。XRF・XRR・
XRD の目的に応じた光源選択・交換
が可能です。

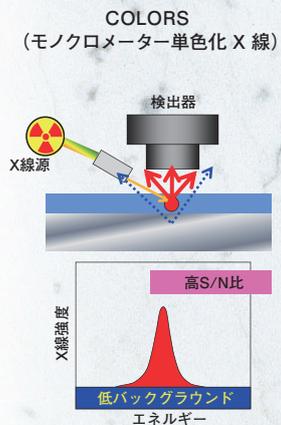
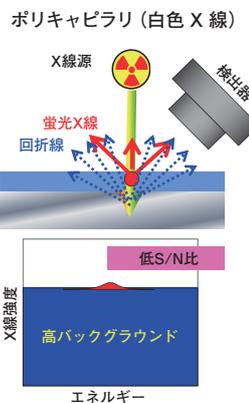


右) COLORS Cu
左) COLORS-i Mo

	FWHM (μm)	XRF	XRR	XRD
COLORS Cu	85	○	○	○
COLORS Au	85	○	—	—
COLORS Mo	85	○	—	—
COLORS Rh	85	○	—	—
COLORS-n Cu	50	○	—	○
COLORS-i Au	35	○	—	—
COLORS-i Mo	35	○	—	—

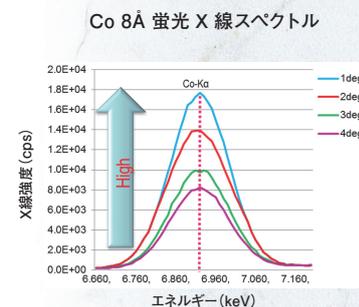
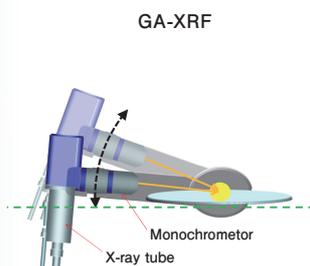


ポリキャピラリ等を利用した白色
(連続) X線が励起源の場合、バック
グラウンドノイズや基板からの
回折線が蛍光 X線スペクトル上
に検出されてしまいますが、モノ
クロメーターを利用した単色化 X
線を用いると、S/N 比が向上し、
薄膜の高精度測定が可能です。



GI-XRF (極低角度入射蛍光 X線測定) は、高強度が得られるため、ALD (Atomic Layer Deposition) 等の超薄膜測定に威力を発揮します。

蛍光 X線強度変化の要因となるウェーハの傾きや反りへ対応するため、新たに極低角度入射蛍光 X線測定用に、GA (幾何学的入射角調整) 方法を開発しました。これにより、安定した入射角制御に成功し、超薄膜の面内分布測定の信頼性を向上させました。



最新X線測定システムで高精度な測定を実現

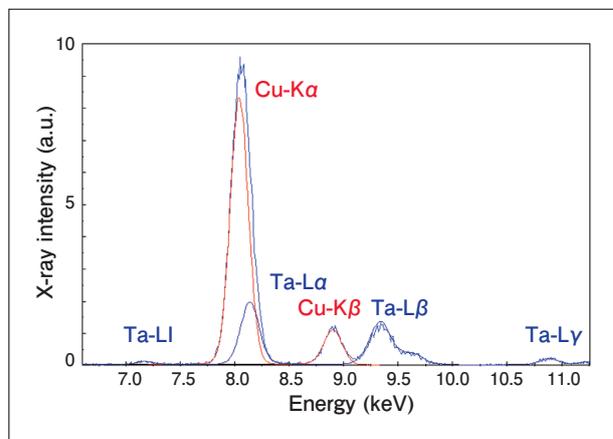
Micro-XRF による膜厚・組成測定

単色化マイクロX線ビームとエネルギー分散型高感度シリコンドリフト検出器 (SDD) の採用により、XRF (蛍光X線法) による高スループットかつ高精度な膜厚・組成測定を可能にしました。

ROI・Gaussian Fitting・Pattern Fitting 等の各種ピーク強度解析モデルを搭載し、目的の元素のピークが重なった場合も正確にピークを分離します。また、多層膜など複数の元素が共存するサンプルにおいても、各種バックグラウンド推定・スムージング・吸収補正・重なり補正 FP* 解析法・検量線法などを利用して、正確な定量 (膜厚分析) ができます。

*ファンダメンタルパラメーター

Micro-XRF 測定例 : Cu/Ta/TaN



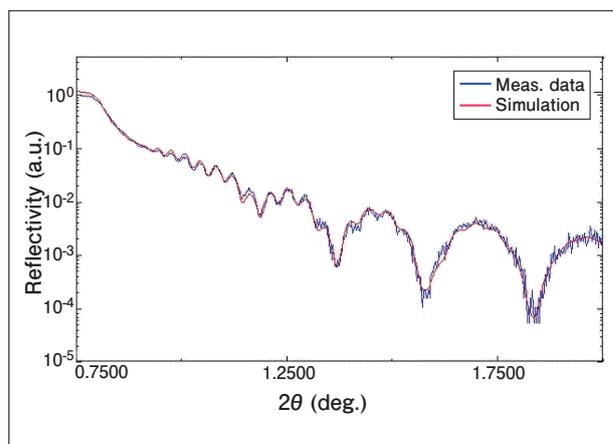
Micro-XRR による膜厚・密度測定

高強度 XRR (8桁のダイナミックレンジ) により、超薄膜から多層膜の測定が可能です。

また、高分解能 XRR により、明瞭な振動波形を測定し、高精度な膜厚測定を実現します。

	膜厚 (nm)	密度 (g/cm ³)	ラフネス (nm)
Cu	153.83	8.60	1.51
Ta	16.43	15.85	0.51
TaN	9.81	14.02	8.70
SiO ₂	300.00	2.20	0.20

Micro-XRR 測定例 : Cu/Ta/TaN

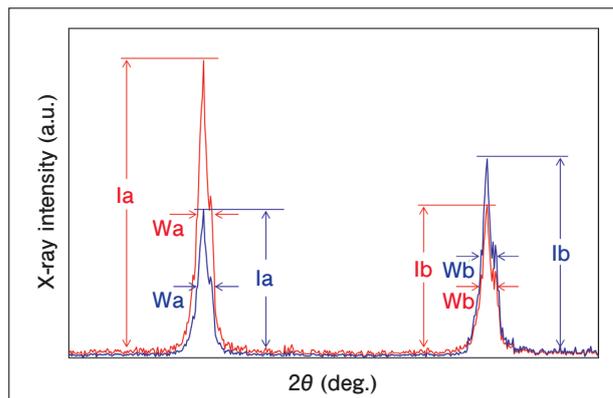


Micro-XRD による結晶性・配向性評価

高強度マイクロビーム光学系により、微小領域の XRD 測定が可能です。

また、ピークプロファイルから結晶性、強度比から結晶相同定および配向性を評価できます。

Micro-XRD 測定例

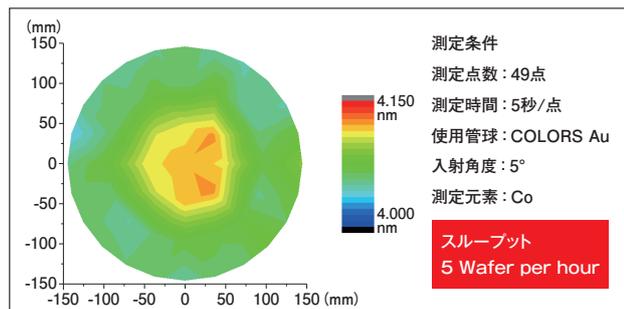


アプリケーション

蛍光X線によるMRAMの面内膜厚分布測定

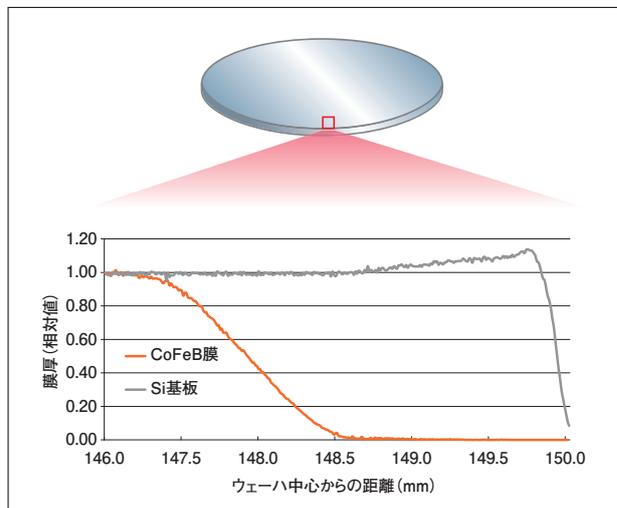
低角度入射により、超薄膜の高速測定を実現しました。目的の膜種・膜厚に応じた入射角度や測定時間など、柔軟なレシビ設定が可能です。モノクロ化されたX線はS/N比が高く、エッジの膜厚勾配を正確に測定できます。

CoFeB 膜厚の面内分布測定例



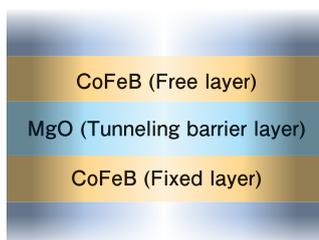
※市販ソフトウェアで描画

Micro-XRF によるウェーハエッジ測定例

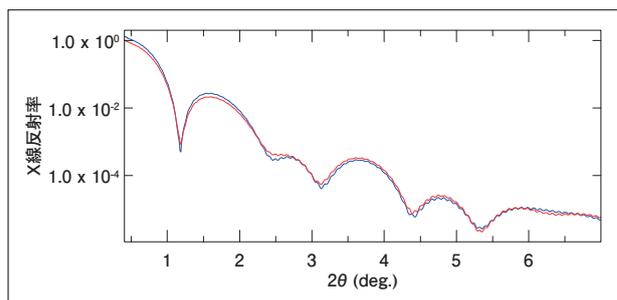


X線反射率によるMRAM多層膜の測定

XRFなどでは分離不可能な、同一組成の層が繰り返される多層膜構造も各層分離し、分析ができます。



X線反射率測定例



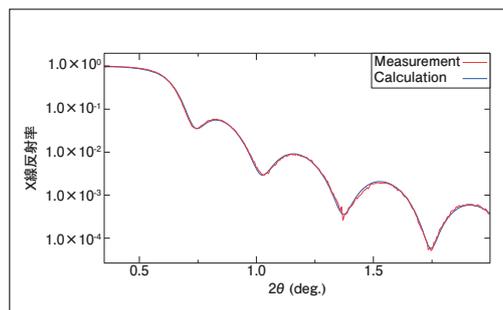
	膜厚 (nm)	密度 (g/cm ³)	ラフネス (nm)
CoFeB	2.89	8.3	0.52
MgO	1.97	3.75	0.44
CoFeB	3.44	8.15	0.22

SiGeの組成分析例: XRR・XRF複合解析

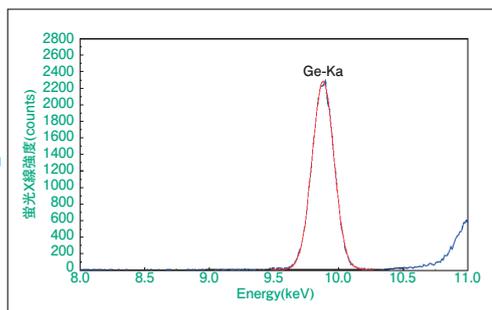
XRRとXRFを組み合わせた解析により、組成と膜厚を同時に決定できます。

XRRによりSiウェーハ上のSiGe膜の密度と膜厚を、XRFによりGe量を算出し、これらの結果を複合解析することで、単独解析では不可能なSiGeの組成を決定できます。特にXRDのピークシフトによる解析が困難な、100 nm以下の薄膜の分析に効果を発揮します。

Step.1 膜厚・密度測定: XRR



Step.2 Ge量測定: XRF (解析: FP法)



膜厚 (nm)	組成 (%)	
SiGe	Si	Ge
35.0	57	43

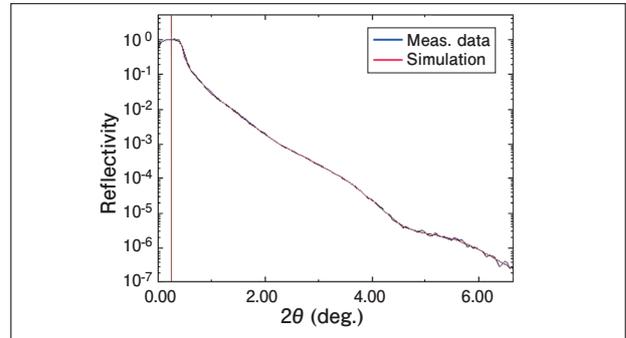
アプリケーション

1 nm からの超薄膜膜厚測定

低 B/G (バックグラウンド) かつ高強度検出可能な検出器は、アッテネーターやアブソーバーの挿入時間を削減し、高スループットを実現します。また、数 nm の超薄膜領域に必要な高角度領域までの測定ができます。

	膜厚 (nm)	密度 (g/cm ³)	ラフネス (nm)
HfSiO	1.40	8.80	0.36
SiO ₂	2.51	3.09	0.60

Micro-XRR 測定例：1.4 nm 厚誘電体膜 (HfSiO)

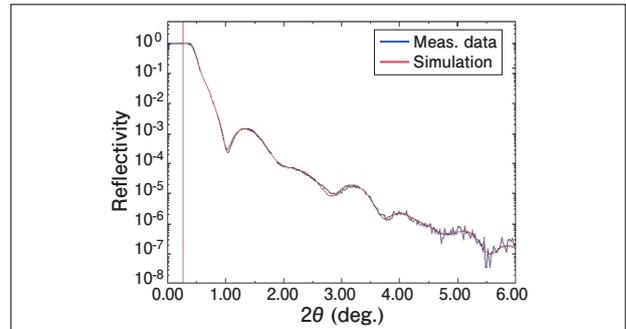


多層絶縁膜の測定

低 B/G 測定は、下層薄膜から生じるスペクトルを正確に測定でき、多層膜測定に威力を発揮します。

	膜厚 (nm)	密度 (g/cm ³)	ラフネス (nm)
SiO ₂	5.47	2.29	0.44
Si ₃ N ₄	4.09	3.02	0.65
SiO ₂	4.10	2.23	0.50

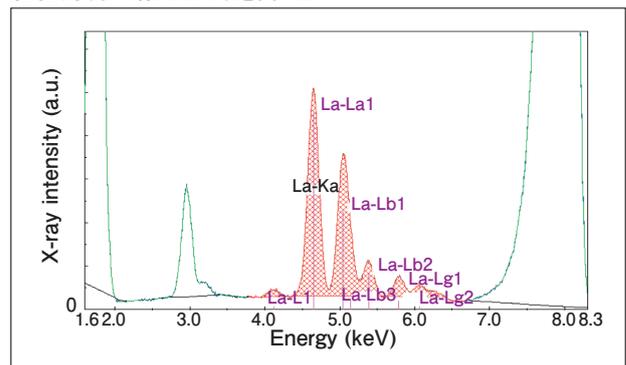
Micro-XRR 測定例：多層絶縁膜 (ONO)



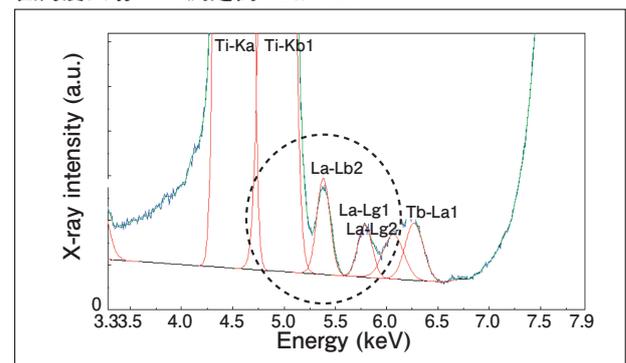
超薄膜ランタン測定

単色化マイクロ X 線ビームによる極低角度入射蛍光 X 線測定により、表面単層膜の高速測定を実現しました。また、TiN メタルゲート電極膜との多層膜状態においても測定が可能です。

極低角度入射 XRF 測定例：La



低角度入射 XRF 測定例：La/TiN

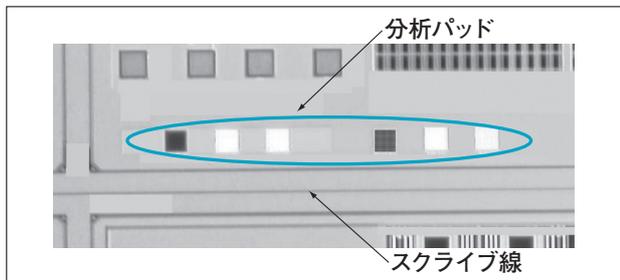


先進の要素技術と機能を搭載

微小な分析パッドへの対応

Micro-XRF測定により、微小な分析パッドでのCu厚みが評価できます。

LSI-chip 上に配置された膜厚分析パッドの例



超高速X線検出器 D/teX-HS

8桁のダイナミックレンジにより、XRF測定時の高精度・高速測定を実現しました。



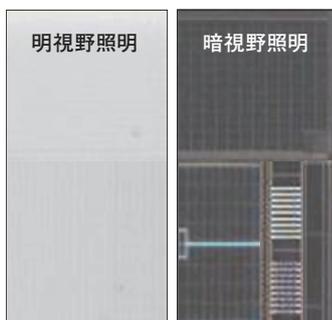
パターン認識機能

一般的な明視野照明（ナローバンドフィルタを含む）に加え、暗視野照明を搭載しています。

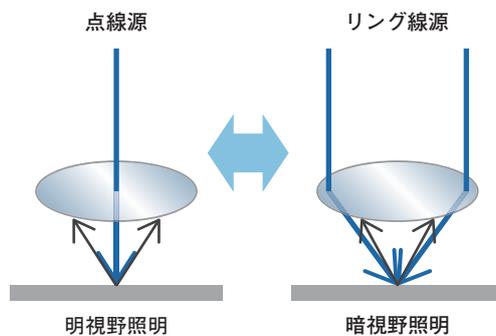
それにより、これまで困難だった「低コントラスト」「コントラストの変化」に対しても高精細な画像を取得し、高精度なパターン認識を実現します。

アプリケーション例)

- 金属膜下の低コントラスト画像
- CMP 前後のコントラストの変化や反転等

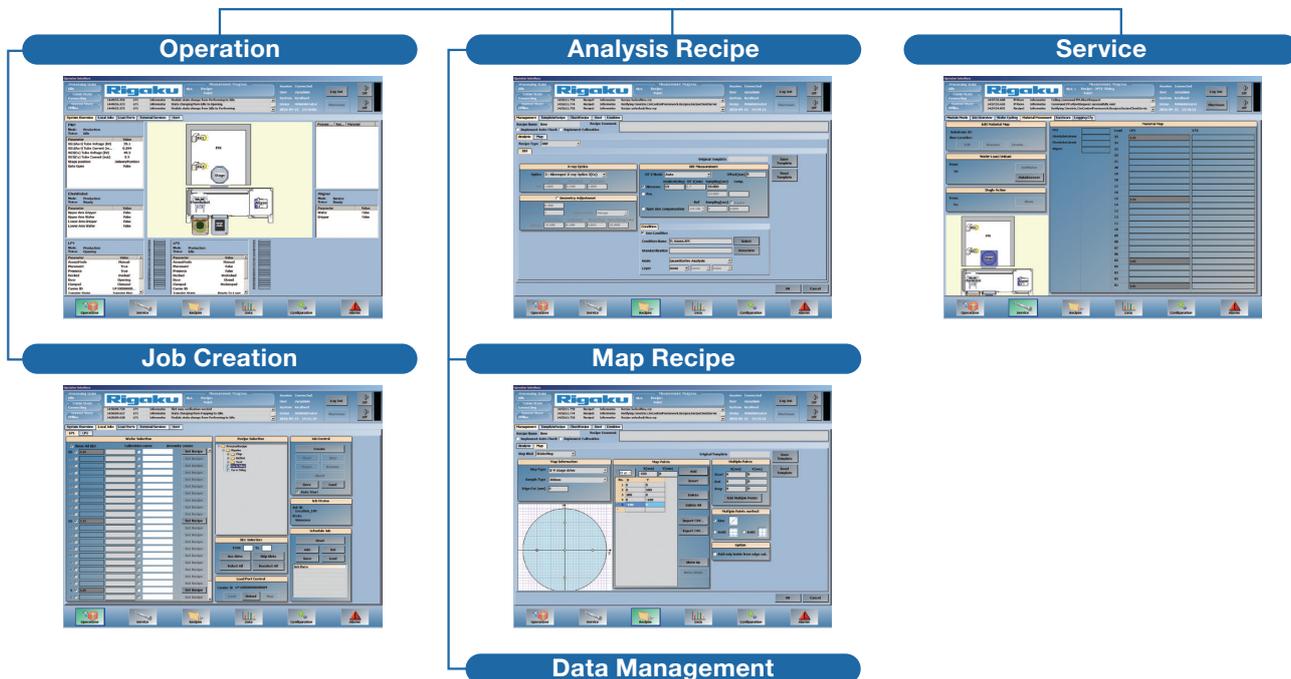


CVD-W レイヤー



レシピ作成が短時間でできるソフトウェア

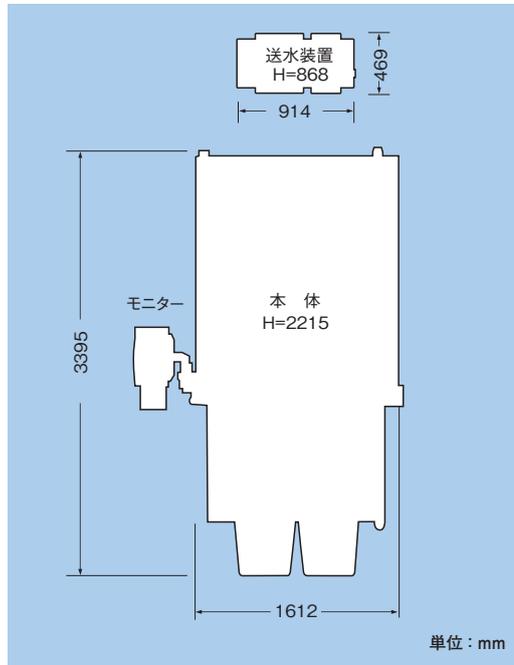
登録済のレシピ変更・コピー・組み合わせが容易におこなえる構成になっているため、新しいレシピの作成を短時間でこなうことができます。



仕様

対応ウェーハサイズ	300 mm 200 mm	
ロードポート	FOUP 2- ロードポート	
寸法	本体	1400 (W) × 3410 (D) × 2115 (H) mm ※ロードポートを除く
	送水装置	360 (W) × 836 (D) × 850 (H) mm
ユーティリティ	電源	3相 200/208 V 20 A 7 kVA (本体) 単相 200/208 V 10 A 2.2 kVA (送水装置)
	CDA	0.4 ~ 0.7 MPa 20 L/min
	真空	-80 kPa 20 L/min

設置例



安全規格
対応

S2/S8 (米国半導体製造装置の EHS ガイドライン)

通信
対応

GEM300

SECS/GEM

X 線装置設置の届出について

X 線装置の設置に際しては、下記の通り届け出が必要です。

- 中央省庁：装置設置の検査終了後 30 日以内に人事院へ
 - 公立機関：工事開始の 30 日前までに各都道府県の人事委員会へ
 - 民間機関：工事開始の 30 日前までに労働基準監督署へ
- 詳しくは、弊社支店・営業所までお問い合わせください。

製品改良にともない、やむをえず仕様・外観などを予告なく変更させていただきます場合があります。ご了承ください。

*カタログ中に掲載されている性能上の数値は、株式会社リガクによるテスト結果であり、他の環境下で常に同様の結果となることを保証するものではありません。

*カタログ中の社名、製品名は各社の商標および登録商標です。

*このカタログに掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法の安全保障輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出する場合、または日本国外に持ち出す際は、日本国政府への輸出許可申請等、必要な手続きをお取りください。

株式会社 **リガク** 〒196-8666 東京都昭島市松原町 3-9-12
☎ (042) 545-8111 (代表電話案内) FAX. (042) 544-9795

東京支店 / 〒151-0051 渋谷区千駄ヶ谷 5-32-10 ☎ (03) 5312-7077 FAX. (03) 5312-7078
大阪支店 / 〒569-1146 高槻市赤大路町 14-8 ☎ (072) 696-3387 FAX. (072) 694-5852
東北営業所 / 〒980-0804 仙台市青葉区大町 1-2-16 ☎ (022) 264-0446 FAX. (022) 223-1977
名古屋営業所 / 〒461-0002 名古屋市東区代官町 35-16 ☎ (052) 931-8441 FAX. (052) 931-2689
九州営業所 / 〒802-0005 北九州市小倉北区堺町2-1-1 ☎ (093) 541-5111 FAX. (093) 541-5288

URL <https://www.rigaku.com>