



**Rigaku**

POWERING NEW PERSPECTIVES

薄膜評価用蛍光X線分析装置

# AZX400

X-ray Fluorescence Spectrometer for Thin Film Evaluation



# 絶縁膜から次世代メモリまで、薄膜材料に幅広 B分析、0.01 nmの超薄膜にも最適なハイ

ウェーハローダーと組み合わせることにより  
研究開発～品質管理まで、1台で柔軟に対応

波長分散型蛍光X線分析装置の最上位モデル：AZX 400 ——

ウェーハローダーと組み合わせることで、効率的なサンプル分析を実現。

開発スピードの加速化とニーズの多様化が進む

現代の研究開発から品質管理に1台で幅広く対応します。

- 高S/N・高分解能を誇るWDXの採用により、EDXに比べ高精度な分析を実現
- 半導体材料として重要なBを含め、Be以上の全元素を1台でカバー
- 50 mm から 300 mm のウェーハ、チップやカットウェーハ等あらゆる形状の試料に対応
- リガクオリジナルFP法搭載のソフトウェアにより、複雑な構成の試料も高精度の分析が可能
- SQX (Scan Quant, X) ソフトウェアにより、スタンダードレスでの分析が可能



薄膜評価用蛍光X線分析装置

# AZX400

# く対応 エンドモデル



ウェーハローダー付 AZX 400



AZX 400

- ▶大型試料対応
- ▶薄膜評価専用機

GMRヘッド、磁気ディスク、  
ターゲット材

1995年  
**System 3272**

- ▶B 感度アップ
- ▶4 kW X線管球
- ▶回折線除去機能
- ▶0.5 mmダイヤモンド

TMRヘッド、磁気ディスク、  
LSI、メモリー

2007年  
**ZSX 400**

- ▶ウェーハローダー
- ▶スタンダードレス分析
- ▶SEMI 規格認証

MRAM、パワーデバイス、  
PV、FPD、  
三次元実装デバイス

2013年  
**AZX 400**

# 柔軟かつ精密なハードウェア

## 波長分散型 (WDX) の特長

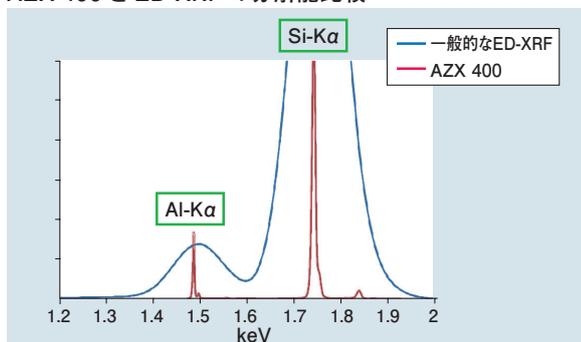
AZX 400 と ED-XRF の特長比較

	AZX 400 (WD-XRF)	一般的な ED-XRF
分析対象	Be ~ U	Mg ~ U
分解能 (半値幅)※	26 eV	>150 eV
膜厚	0.01 nm ~	数10 nm ~

※ Mn-Kα の場合

分解能の高い WD-XRF は Si の影響を受けにくく、Al 超薄膜の分析にも有利です。

AZX 400 と ED-XRF の分解能比較



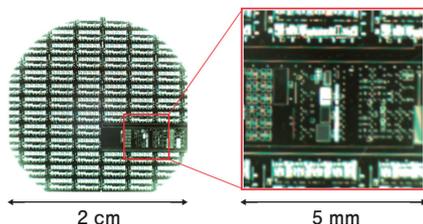
## 多彩なアダプター

アダプターを変更することにより、多種多様な試料を測定できます。マルチアダプター (写真左上、左下) を使えば、カットウェーハやターゲット材の測定も可能です。



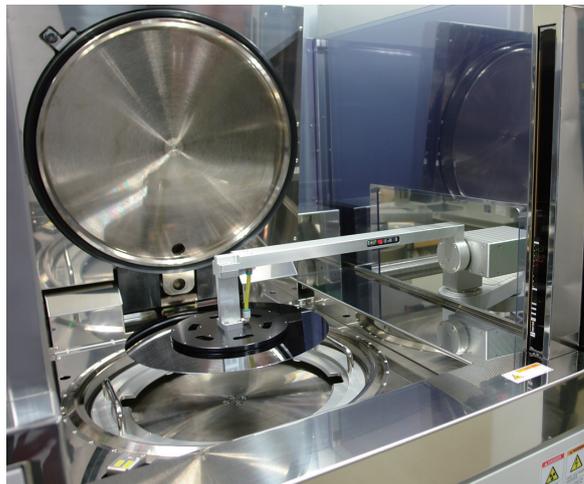
## CCD カメラ

CCDカメラ (オプション) により、異物やパターンなど狙ったポイントを測定。0.1 mm ピッチでの分析が可能です。



## ウェーハローダー

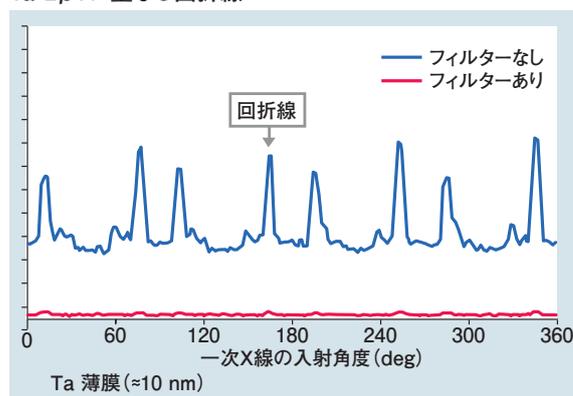
300 mm FOUP から、100 mm オープンカセットまで対応可能です。夜間の分析も可能で、旧機種に比べ時間の大幅な節約も実現しました。



## 回折線除去機能

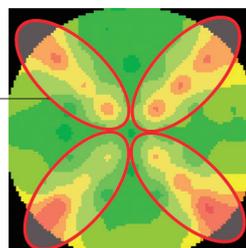
単結晶ウェーハの分析では、目的のスペクトルに妨害回折線が干渉し、分析誤差の要因となります。AZX 400 はフィルターを用いて回折線を除去し、正確な分析を可能とします。フィルターは全 6 種類で、全ての元素に対応可能です。

Ta-Lβ1 に重なる回折線

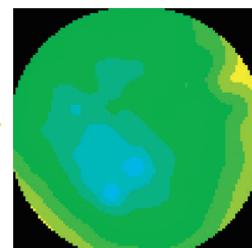


分析誤差

実際の膜厚



フィルターなし



フィルターあり

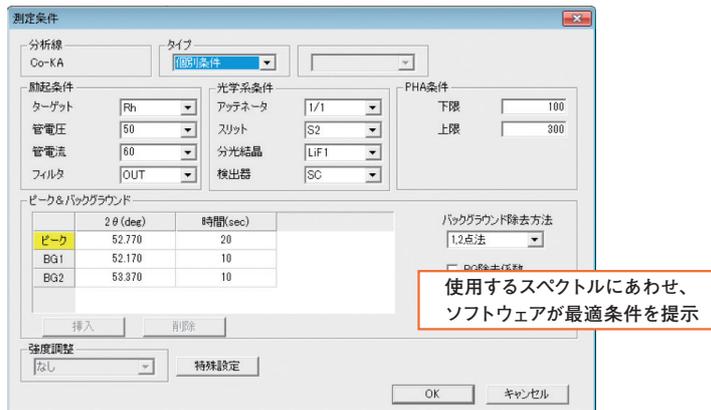
# 幅広いニーズに対応できる充実のソフトウェア

## 定量アプリケーション作成フロー 薄膜設定

ソフトウェアのサポートにより、初めての方でも容易に検量線作成まで完了できます。



AZX 400 のソフトウェアでの設定画面



## 感度ライブラリを用いたスタンダードレス分析

標準試料の準備が難しいアプリケーションの場合、SQX ソフトウェア (※オプション) を用いて、スタンダードレス分析を行うことが可能です。スタンダードレス分析は、薄膜の膜厚・組成分析にもターゲット材等のバルク試料に対しても適用可能です。

AZX 400 のスタンダードレス分析精度

分析元素※1	AZX 400 スタンダードレス 分析値 (nm)	薄膜標準試料 標準値※2 (nm)
Cu	52.90	54.36
Ni	47.73	49.55
Pt	20.75	21.31
Au	23.80	23.99

各元素の単層膜分析において、誤差率 5% 程度の精度での分析が可能で、標準試料の準備が難しい試料において簡易分析が可能です。必要に応じ補正機能を用いれば、分析値管理にも有効です。

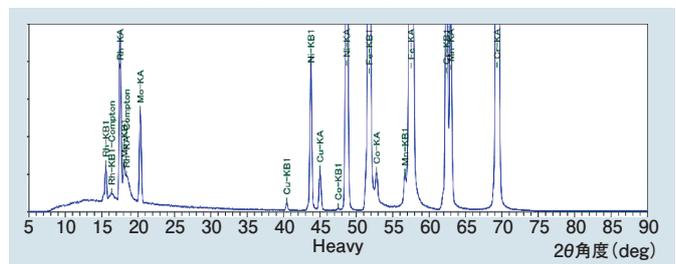
AZX 400では40種以上の標準試料を用いて感度登録しており、B~Uのスタンダードレス分析が可能です。

※1 分析元素はそれぞれポリマー上の単層膜

※2 MICROMATTER 社の XRF 用薄膜標準試料

その付着量より、AZX ソフトウェア格納の密度値を用い膜厚に換算各標準値は±5%の誤差を有する

ステンレス鋼 (JSS651-11) の SQX 分析



単位: mass%

成分	定量値	標準値	成分	定量値	標準値
Si	0.42	0.42	Co	0.18	0.17
P	0.031	0.035	Ni	10.45	10.11
Cr	19.11	18.47	Cu	0.40	0.39
Mn	1.91	1.70	Mo	0.18	0.16

# 豊富なアプリケーション

## MgO 超薄膜分析例

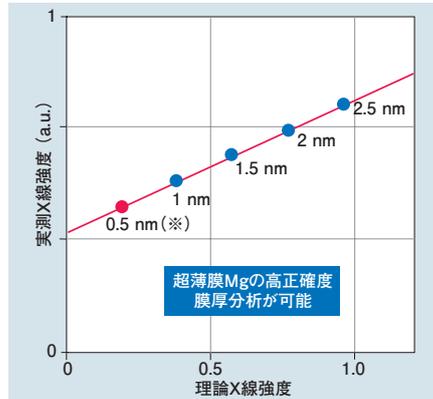
0.1 nm単位での高精度なMgO膜厚分析が可能です。  
L.L.D.<0.01 nmとなるため、1 nm未満の超薄膜も十分に分析できます。

MgO超薄膜(0.5 nm)の  
理論分析値

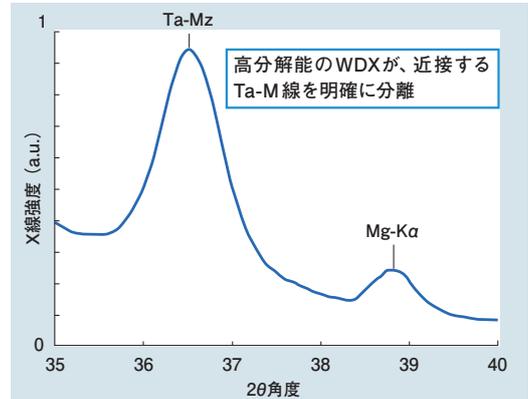
膜厚 (nm)	0.5
レンジ (nm)	0.014
標準偏差 (nm)	0.007
変動係数 (%)	1.43

※数値は理論X線強度から算出した  
理論値 (測定時間: 60秒)

高感度分析により、0.1 nmの  
違いを明確に分析可能



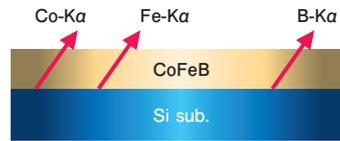
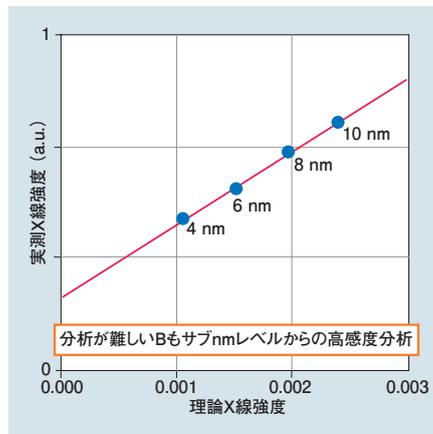
※1~2.5 nmは当社ラボ機での実測強度  
0.5 nmはシミュレーション強度



※ Ta は Cap 層や Barrier 層で使用される

## CoFeB 磁性層の膜厚・組成同時分析

ユニバーサルメモリや磁気ヘッドなどで使用される磁性薄膜は、分析が難しいBが頻繁に用いられますが、FP法搭載のAZX 400であれば、膜厚・組成同時分析が可能です。



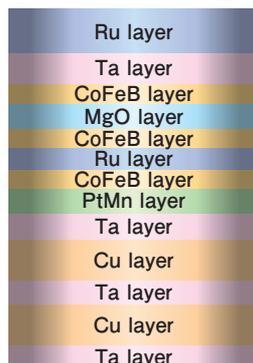
CoFeB層の10回繰り返し分析結果

	膜厚	組成		
		Co	Fe	B
ターゲット値	5	30	50	20
単位	nm	at%	at%	at%
平均値	5.01	29.99	49.94	20.07
レンジ	0.07	0.49	0.65	0.31
標準偏差	0.020	0.14	0.18	0.09
変動係数(%)	0.41	0.47	0.37	0.45

## STT-MRAMの多層構造分析

AZX 400は10種層までの分析が可能です。STT-MRAMの場合、MgOやCoFeB層の単層分析だけでなく、下図のような全層膜厚分析も可能です。

STT-MRAMの層構造例



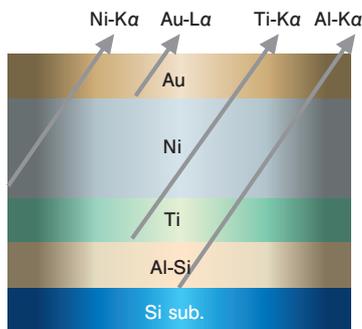
STT-MRAM積層膜の10回繰り返し分析結果

層	Ru	CoFeB	MgO	PtMn	Ta	Cu
膜厚ターゲット値(nm)	8	5	1.5	12	20	40
測定時間(秒)	20	10	60	30	10	10
平均値(nm)	7.99	5.01	1.51	12.00	20.05	39.98
レンジ(nm)	0.09	0.06	0.02	0.15	0.25	0.33
標準偏差(nm)	0.030	0.025	0.008	0.057	0.098	0.11
変動係数(%)	0.37	0.49	0.54	0.48	0.49	0.28

※複数の同種の層は1つの層とみなして分析  
※多層膜の場合、CoFeBは膜厚分析が可能

## Au/Ni/Ti/Al-Si (裏面電極)分析

FP法により、各元素単一の検量線で分析を行うことができるため、少数の標準試料で分析を行うことが可能です。  
(Au膜やNi膜が厚い場合等、吸収によりAlの強度が得られない場合があります。その場合はAuNiTiとAlの2プロセスに分けて分析を行う必要があります。)



Au/Ni/Ti/Al-Si10 回繰り返し分析

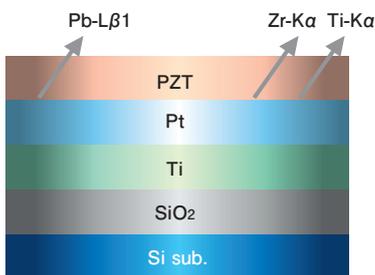
層	Au	Ni	Ti	Al-Si
膜厚ターゲット値 (nm)	50	700	200	200
平均値 (nm)	50.06	700.24	198.61	199.90
レンジ (nm)	0.35	1.92	1.80	3.41
標準偏差 (nm)	0.12	0.55	0.59	0.95
変動係数 (%)	0.25	0.08	0.30	0.47

※Si濃度は固定値

※測定径 30 mm での測定

## PZT (PbZrTi) 膜厚・組成分析

MEMS やメモリで重要な素材である、PZTの膜厚・組成同時分析が可能です。IrやPtなどの積層膜の場合、スペクトル同士の重なりが複雑になるため、分解能の高いWDXでの分析が有効です。



PZT膜の10回繰り返し分析

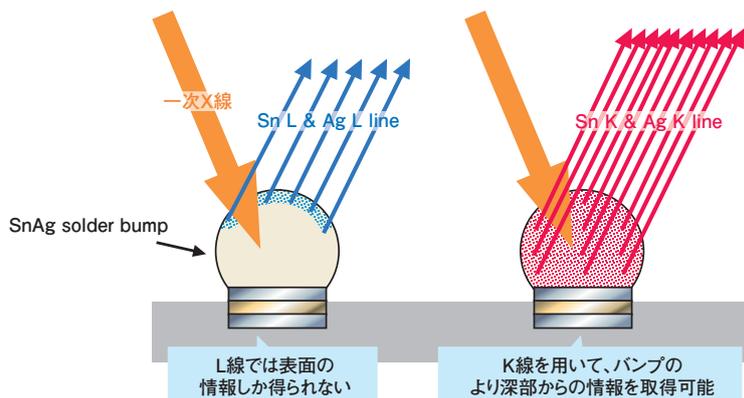
	膜厚	組成		
		PbO	ZrO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>
ターゲット値	3,000	50	25	25
単位	nm	at%	at%	at%
平均値	3001.9	50.0	25.0	25.0
レンジ	20.1	0.2	0.2	0.2
標準偏差	6.59	0.067	0.066	0.061
変動係数 (%)	0.22	0.13	0.26	0.24

※測定径 10 mm での測定

※組成は各元素酸化換算で出力

## ソルダーバンプ中のAg濃度分析

ソルダーバンプは1個数10 μm ~ 100 μm 程度の大きさであり、より深部からの情報を得るためにはAg-Kα、Sn-Kαを用います。標準試料の用意が難しい場合は、FP法を応用し、Ag, Snのピュアメタルを用いることが可能です。



ソルダーバンプメタルの10回繰り返し分析

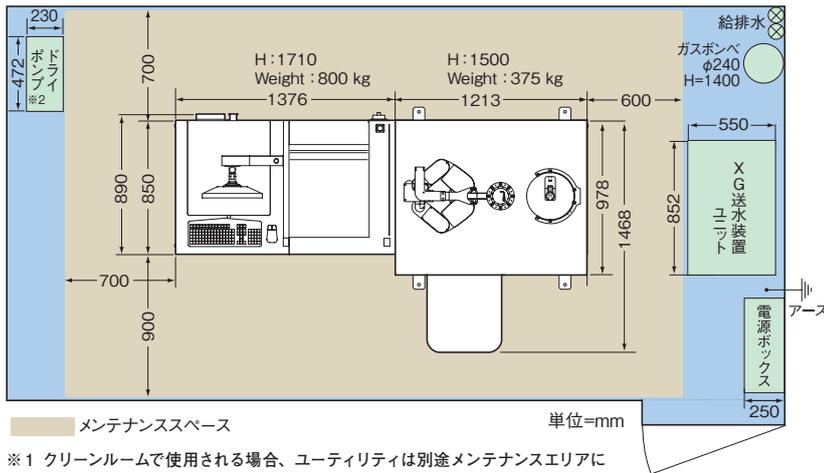
元素	濃度	
	Sn	Ag
単位	mass%	mass%
平均値	98.34	1.66
レンジ	0.02	0.02
標準偏差	0.0070	0.0070
変動係数 (%)	0.01	0.42

※測定径 30 mm での測定

## 仕様

X線管	Rhターゲット 最大定格4 kW	測定範囲	SC: 5 ~ 118°、F-PC: 13 ~ 148°
X線高圧発生装置部	高周波インバーター方式 最大定格4 kW: 60 kV-150 mA 安定度: ± 0.005 % (対10 % 入力変動)	最大走査速度	1400°/min (2 θ)
最大試料サイズ	φ400 × 50 (H) mm (30kg 以下)	角度再現性	± 0.0005°以内
分析対象元素	4Be ~ 92U	連続スキャン	0.1 ~ 240°/min
試料回転	5 rpm	結晶交換機	10 結晶自動交換機
1次X線フィルター	標準: Al (2種)、Cu、Zr オプション: Ti、Sn	分光結晶	標準: LiF(200)、Ge、PET、RX25 オプション: LiF(220)、RX4、RX9、RX35、RX40、RX45、RX61、RX75
視野制限ユニット	ダイヤフラム交換機 (7種類自動交換) φ 30、20、10、1、0.5 mm およびアッテネーター (X線強度 1/10) 付φ 30、20	検出器	重元素用: SC 軽元素用: F-PC 芯線自動クリーニング機構付き
発散スリット	3種類自動交換機構 (標準、高分解能、超軽元素用)	真空排気系	排気システム (真空ポンプ 1 式)
受光スリット	SC用、F-PC用	真空制御	APC (Auto Pressure Control) 3水準で制御可能
ゴニオメーター	θ - 2θ 独立駆動方式	恒温化機構	36.5 °C ± 0.1 °C
		データ処理装置	Windows 搭載 PC、プリンター、 ソフトウェア: 膜厚組成同時分析標準ソフトウェア、 薄膜用 FP ソフトウェア

## 設置例※1



- ※1 クリーンルームで使用される場合、ユーティリティは別途メンテナンスエリアに設置されることをおすすめします
- ※2 当社標準機種

## 設置仕様※

所要電源	3相 200 V 50 A
接地	接地抵抗 30 Ω以下 (単独)
冷却水	水温: 5 ~ 30 °C
	水圧: 0.29 ~ 0.49 MPa
	水量: 10 L/min
	水質: 上水道と同程度 排水: 自由排水 接続口 (IN/OUT): φ26 × φ19ブレードホース用 ジョイント アマック継手 (B121926)
高純度窒素 (UPN)	温度: 30 °C以下 圧力: 0.52 ~ 0.7 MPa 流量: 200 L/min 接続口 (IN/OUT): 1/4" スウェージロック継手
吸着用真空	圧力: -80 kPa 流量: 60 L/min 接続口 (IN/OUT): 1/4" スウェージロック継手
室温	15 ~ 28 °C、変動幅± 2 °C以内
湿度	75 %RH 以下
振動	人体に感じない程度
PR ガス	アルゴン 90 % -メタン 10 % 混合ガス 圧力 0.15 MPa

※各機器までのユーティリティ接続間はお客様のご担当となります

ISO9001/ISO14001 認証取得

SEMI 規格対応

日本分析機器工業会規格 JAIMAS 0101-2001に適合

### 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入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 北九州市小倉北区塚町2-1-1 ☎(093)541-5111 FAX.(093) 541-5288

URL <http://www.rigaku.co.jp/>