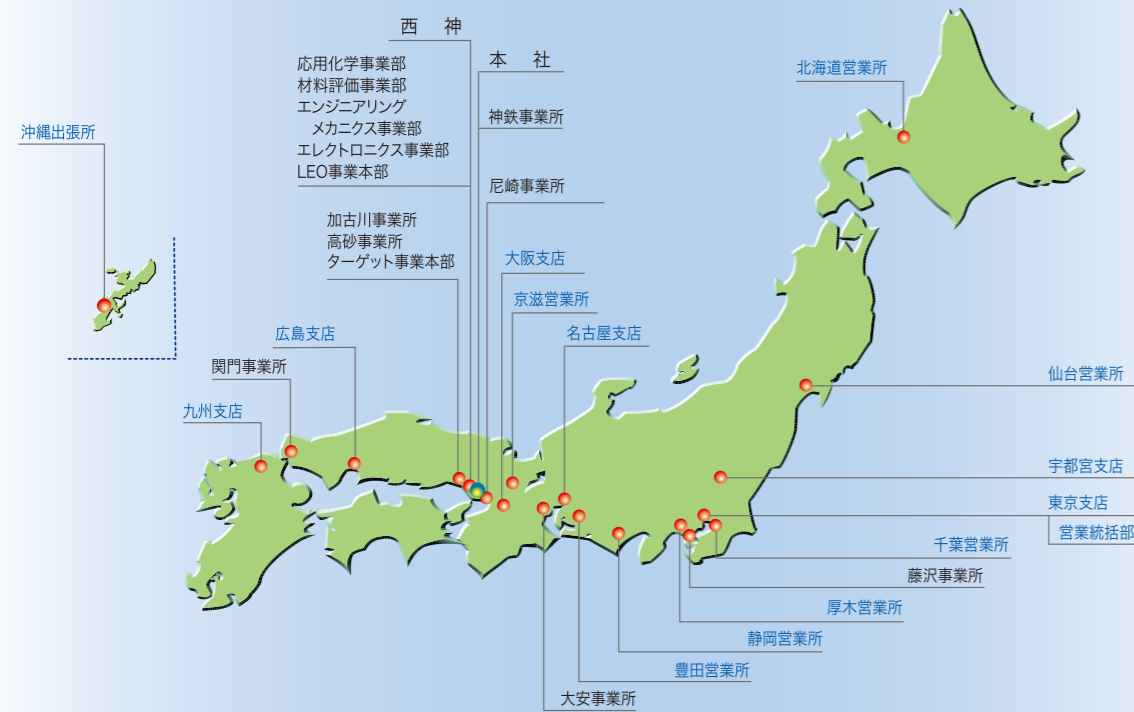


コベルコ科研のテクノロジー・ネットワーク



太陽光発電 関連技術紹介

お問合せは下記の支店または営業所へ

株式会社コベルコ科研

本社:651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1丁目5番1号 (国際健康開発センター6F)
TEL(078)272-5915/FAX(078)265-3622

<http://www.kobelcokaken.co.jp/>


《営業本部》

営業統括部 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9番12号
TEL(03)5739-5060/FAX(03)5739-5037
海外部 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9番12号
TEL(03)5739-5030/FAX(03)5739-5037
北海道営業所 〒060-0004 札幌市中央区北四条西5丁目1番3号
TEL(011)261-9412/FAX(011)261-9433
仙台営業所 〒980-0021 仙台市青葉区中央4丁目10番3号
TEL(022)395-8405/FAX(022)395-8406
宇都宮支店 〒321-0953 宇都宮市東宿郷2丁目2-1
TEL(028)651-3332/FAX(028)633-5521
東京支店 〒141-8688 東京都品川区北品川5丁目9番12号
TEL(03)5739-5030/FAX(03)5739-5037
厚木営業所 〒243-0018 厚木市中町2丁目7番11号
TEL(046)297-7735/FAX(046)297-7736
千葉営業所 〒260-0028 千葉市中央区新町3番地13
TEL(043)301-1051/FAX(043)301-1052
名古屋支店 〒451-0045 名古屋市中区西区名駅2丁目27番8号
TEL(052)581-8770/FAX(052)562-1372
静岡営業所 〒420-0851 静岡市葵区黒金町11番7号
TEL(054)275-3220/FAX(054)275-3221

豊田営業所 〒473-0901 豊田市御幸本町1丁目179番
TEL(0565)25-3886/FAX(0565)29-6111
大阪支店 〒530-0001 大阪市北区梅田3丁目3番10号
TEL(06)4307-5113/FAX(06)4307-6129
京滋営業所 〒600-8146 京都市下京区七条通り東洞院東入ル材木町499-2
TEL(075)353-8474/FAX(075)351-5838
広島支店 〒732-0821 広島市南区大須賀町14番12号
TEL(082)263-0352/FAX(082)263-0480
九州支店 〒812-0012 福岡市博多区博多駅中央街1番1号
TEL(092)451-6016/FAX(092)472-0926
沖縄出張所 〒900-0006 那覇市おもろまち1丁目3番31号
TEL(098)866-1736/FAX(098)869-6185
韓国KOBELCO科研 #922 Sambo Hojung BD,
14-24, Youid-dong, youngdungpo-gu, Seoul, Korea 150-870
TEL(010)822-782-6868/FAX(010)822-782-8008
タイKOBELCO科研 938 Soi Punnavithee 28, Sukhumvit 101 Road, Bangjark,
Pra-kanong, Bangkok,10260 Thailand
TEL(010)66-2-332-4193/FAX(010)66-2-332-4194

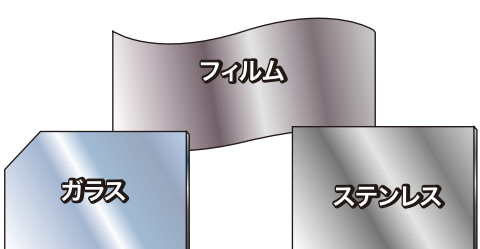
コベルコ科研は、太陽光発電システムの開発と製造にまつわるあらゆる評価ニーズにお応えいたします。

材 料



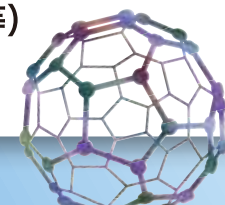
シリコン

- ・Si中不純物評価
- ・ライフタイム測定
- ・加工ダメージ評価
- ・厚み測定
- ・表面汚染評価
- ・抵抗率測定
- ・ソーマーク測定

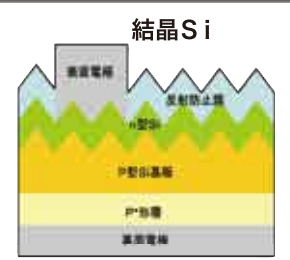


基板

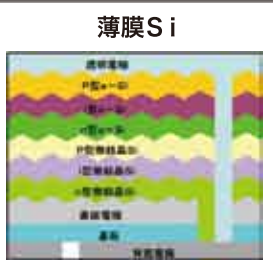
- ・成分分析
- ・強度試験
引張・曲げ・密着性
- ・物性評価
硬度・粘度・粒度・流動・熱膨張・耐熱性
- ・炭素系材料の構造解析 (フラーレン等)




セ ル




結晶Si



薄膜Si



有機

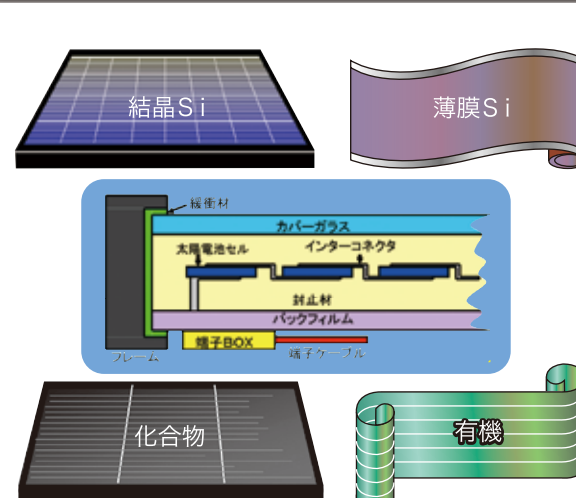


化合物

セル・電極

- ・ライフタイム測定
- ・構造観察 (SEM&TEM)
表面及び断面観察・結晶構造解析・微結晶評価・表面粗さ・接合界面の状態分析
- ・組成分析
深さ方向組成分析・ドーパント定量分析・含有水素量定量分析
- ・化学結合状態評価
- ・バンドギャップ測定
- ・欠陥準位評価
- ・物性評価
光透過率・電気抵抗・密着性・膜応力
- ・シミュレーション
膜応力・強度・伝熱
- ・製造環境評価
クリーンルーム環境測定等

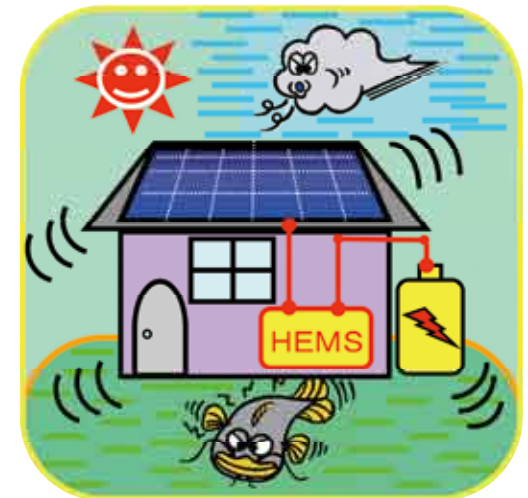
モジュール



**フレーム・カバーガラス・封止樹脂
バックシート・シール材・フィラー
端子ケーブル・インターコネクタ**

- ・有機無機成分調査
成分同定・配合比・添加剤
- ・樹脂劣化評価
- ・変換効率測定
- ・物性評価
光反射率・透過率測定・密着性評価・硬さ測定・応力測定
- ・構造観察
マクロ・ミクロ観察・接合部評価
- ・強度試験
引張・曲げ・疲労・落下・荷重
- ・シミュレーション
伝熱・応力・強度・流動・振動
- ・解体調査
- ・耐環境試験
複合サイクル試験、振動試験、各種ガス腐食試験、冷熱衝撃試験、etc

太陽光発電システム



建材・構造物・システム

- ・腐食防食評価
- ・構造強度評価
風洞・疲労・応力・振動・荷重・衝撃・免震性能
- ・シミュレーション
応力・強度・振動・流動・伝熱・免震

**パワーコンディショナー故障解析
二次電池評価・解析・試験**

住宅への影響評価

- ・建造物強度評価
- ・屋内外配線評価

インライン測定ユニット

■インラインライフタイム測定ユニット

ライフタイム

比抵抗

厚さ

PN判定

ソーマーク

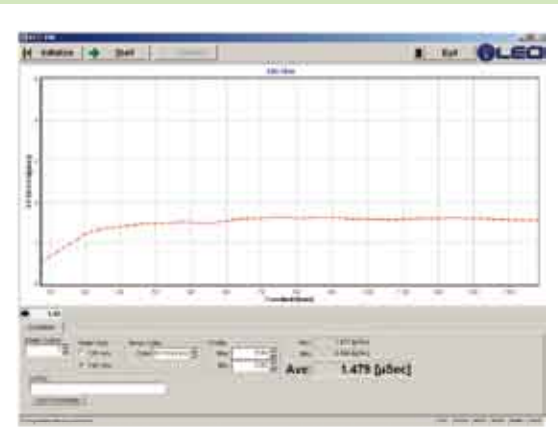


インラインライフタイム測定装置KLT-110

<装置型式>

インラインライフタイム測定装置:KLT-100/110/130(B) など
※型式、価格などは都度お問合せ下さい。

- μ -PCD法(LD:904nm,マイクロ波:10GHz)によりライフタイムを測定
- 125mmおよび156mm角基板対応
- 1ライン最大37点測定(156mm)
- 最大3ライン/ユニット同時測定可



Wafer Lifetime Line Profile

*その他、ご要望により各種測定ユニットを承ります

■ライフタイム測定装置

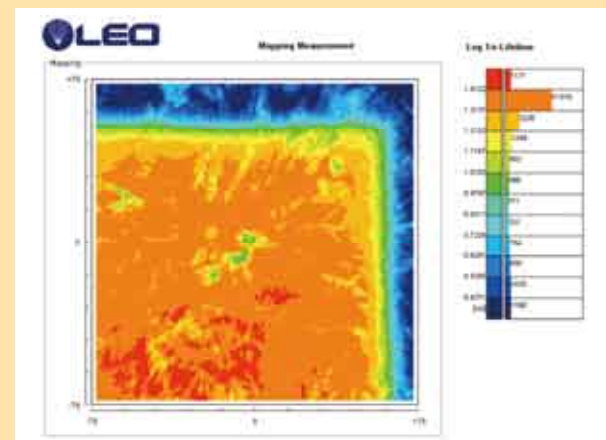


ライフタイム測定装置 LTA-1510EP

<装置型式>

ライフタイム測定装置:LTA-1510/1512(EP) など
※型式、価格などは都度お問合せ下さい。

- μ -PCD法(LD:904nm,マイクロ波10GHz)および差動 μ -PCD法(レーザ:349nm,マイクロ波26GHz)によりライフタイムを測定
- 単結晶・多結晶Si基板、Si薄膜、CIS/CIGS、薄膜対応
- マッピング測定、N点測定
- プリンタおよびタッチパネルモニタ搭載(オールインワンタイプ)



Wafer Lifetime Mapping

オフライン分析装置(ブリック/ウェーハ)

■ブリックライフタイム測定装置

ライフタイム

比抵抗

厚さ

PN判定

ソーマーク

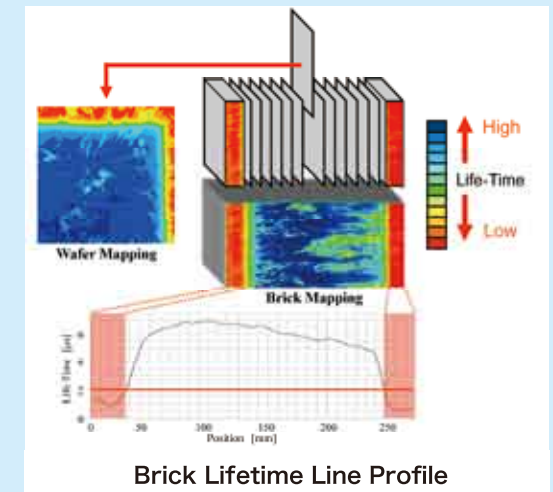


ブリックライフタイム測定装置
BLT-1000B

<装置型式>

ブリックライフタイム測定装置:
BLT-1000/1100 など
※型式、価格などは都度お問合せ下さい。

- μ -PCD法(LD:904nm,マイクロ波10GHz)によりライフタイムを測定
- 単結晶・多結晶Si基板/ブリック
- マッピング測定、N点測定
- プリンタおよびタッチパネルモニタ搭載(オールインワンタイプ)
- アタッチメントにより、ウェーハの測定も可能



Brick Lifetime Line Profile

■内部異物検出装置

内部異物検出

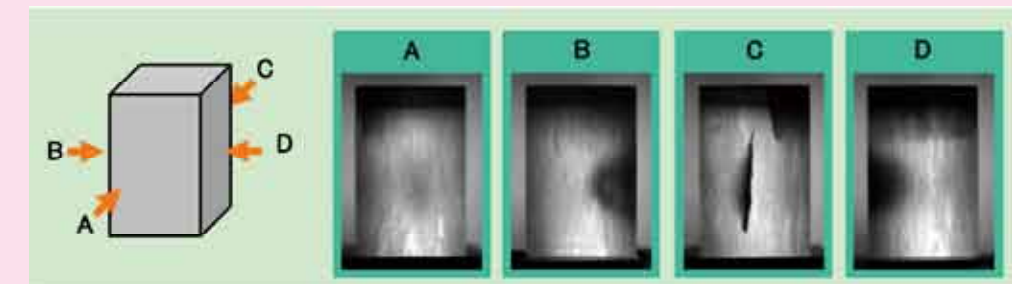


- 赤外線カメラによりブリック内部の異物を検出
- 赤外線カメラで撮像した原画像を濃淡画像出力としてマップ表示
- 前記濃淡画像の2値化しきい値をユーザで任意設定し、マップ表示
- しきい値設定による自動及び手動マーキング機能(オプション)


内部異物検出装置 BII-1100

<装置型式>

ブリック内部異物検査装置:BII-1100 など
※型式、価格などは都度お問合せ下さい。




結晶系太陽電池向け評価手法(成分分析/汚染評価)



シリコンバルク 単結晶/多結晶シリコンウエハ

ウエハ表面清浄度評価

- 金属成分: ICP-MS
[表面/裏面/分布分析/エッチング分析 等]
(定量下限 10^9 atoms/cm²)
- イオン成分: イオンクロマトグラフ法
- 有機成分: FT-IR (異物・変色部)
: GC-MS
: TOF-SIMS



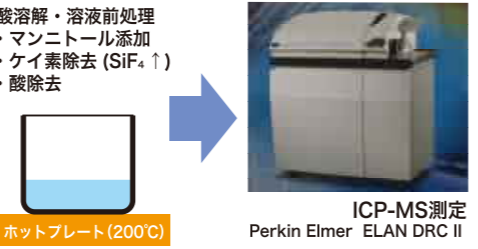
シリコンバルク不純物成分分析

- 金属成分 (Al, Fe, Cu, etc) ICP-MS
- B (ホウ素) ICP-MS, SIMS
- P (リン) フレームレス原子吸光法, SIMS
- C 燃焼赤外線吸収法, SIMS
- N, O 不活性ガス融解法, SIMS

Bの高感度感度分析

定量下限 1×10^{13} atoms/cm³ (0.1ppb)
揮発防止剤(マンニトール)使用

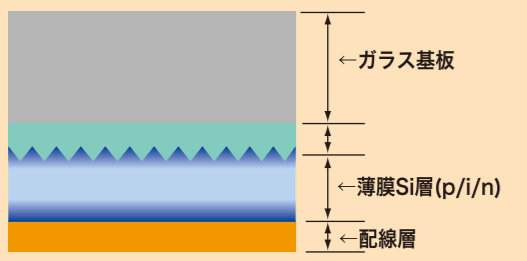
酸溶解・溶液前処理
・マンニトール添加
・ケイ素除去 (SiF₄ ↑)
・酸除去



ホットプレート(200°C) ICP-MS測定
Perkin Elmer ELAN DRC II

薄膜太陽電池向け評価手法(成分分析/異物評価)

化学的処理による目的層の分離



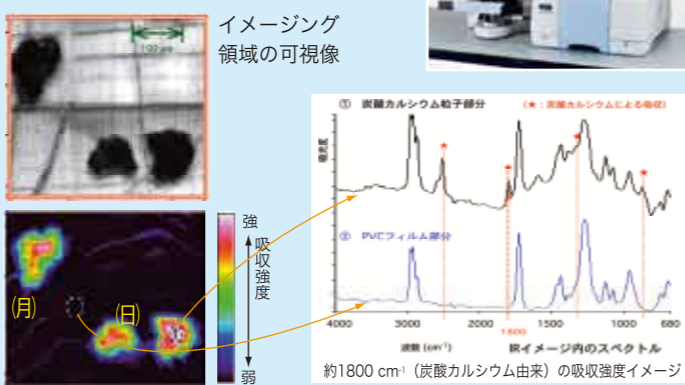
←ガラス基板
←薄膜Si層(p/i/n)
←配線層

エッチング処理による目的層の分離

成分分析
物理解析

イメージング IR を用いた面内分布分析

[パーキンエルマー製 Spotlight 400]



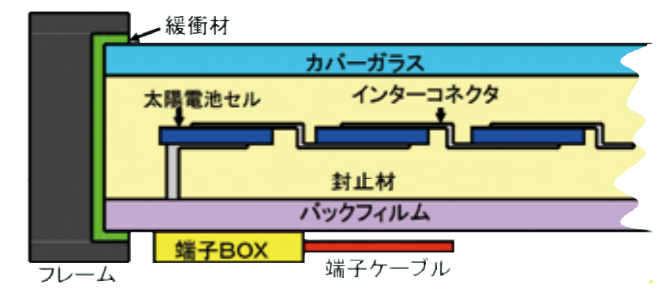
イメージング領域の可視像

図 PVCフィルム中に分布する炭酸カルシウム粒子の測定例

太陽電池用樹脂材料の耐候性試験と劣化調査

太陽電池パネルに使われる樹脂材料

- バックシート: ポリエステル系樹脂、フッ素系樹脂等
- 緩衝材: シリコン系樹脂、その他
- 封止材: EVA, PVB等




長時間の耐候性と劣化状況の把握が必要

樹脂系材料の疲労およびクリープ試験

温度 湿度 紫外線

樹脂系材料の疲労&クリープ特性

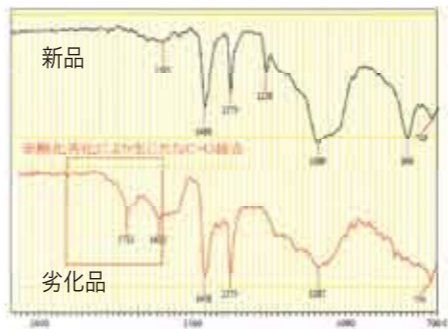
- ・小容量試験機
- ・恒温槽、恒湿槽
- ・データベース
- ・試験技術(ノウハウ)



▲小容量クリープ試験機 (負荷荷重: 50N~・試験温度: 50°C~)

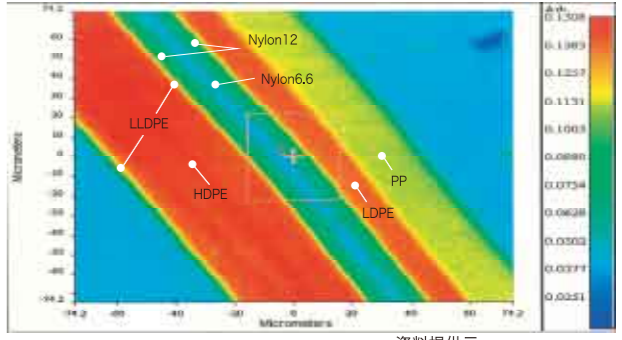
▲恒温槽、恒温・恒湿槽付き疲労試験機 (温度: -65~300°C・湿度: 30~90%)

樹脂材料の劣化評価(FT-IR、イメージングIR)



新品 劣化品

PE-PP共重合体の劣化調査

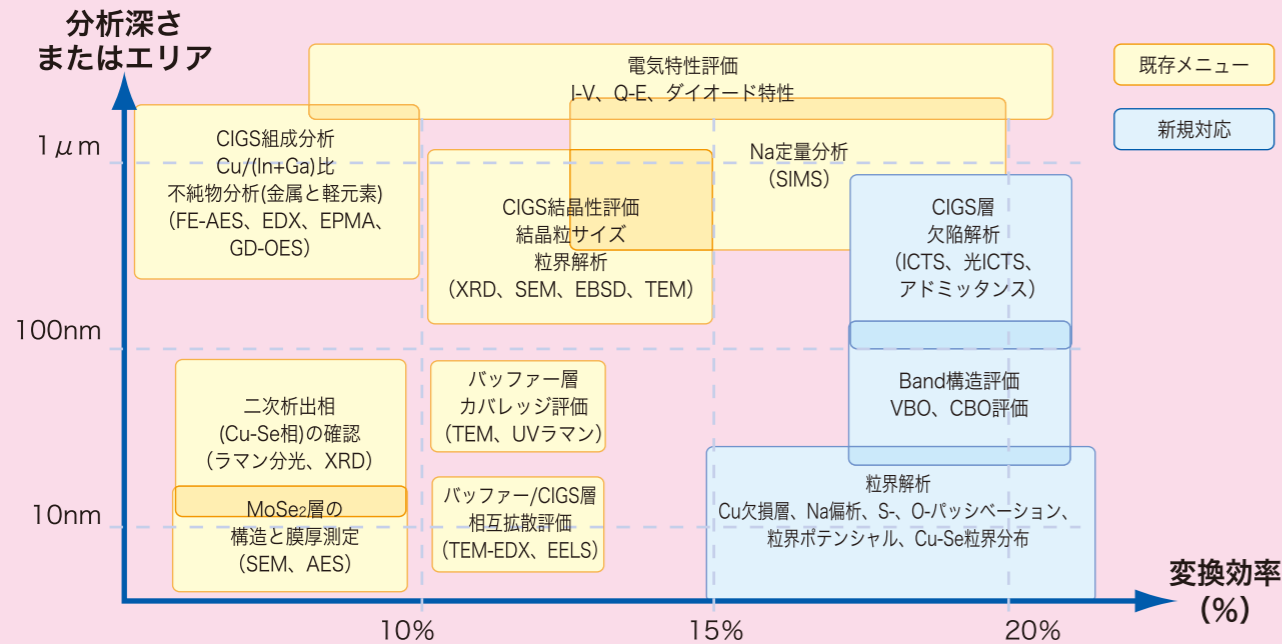


多層フィルムのイメージングIR

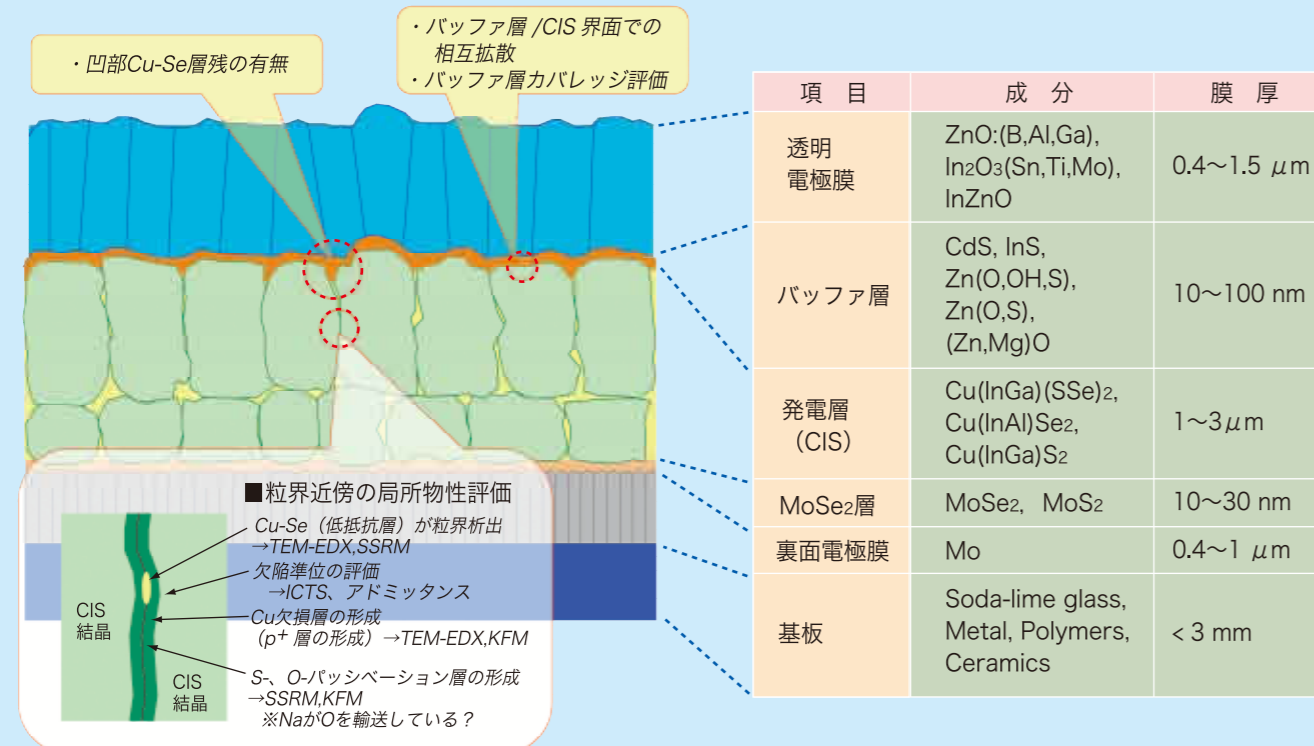
資料提供元 (株)パーキンエルマー・ジャパン

CIS化合物太陽電池の分析評価技術

CIGS分析評価マップ～変換効率と分析領域～



バッファ層および発電層におけるナノスケール分析



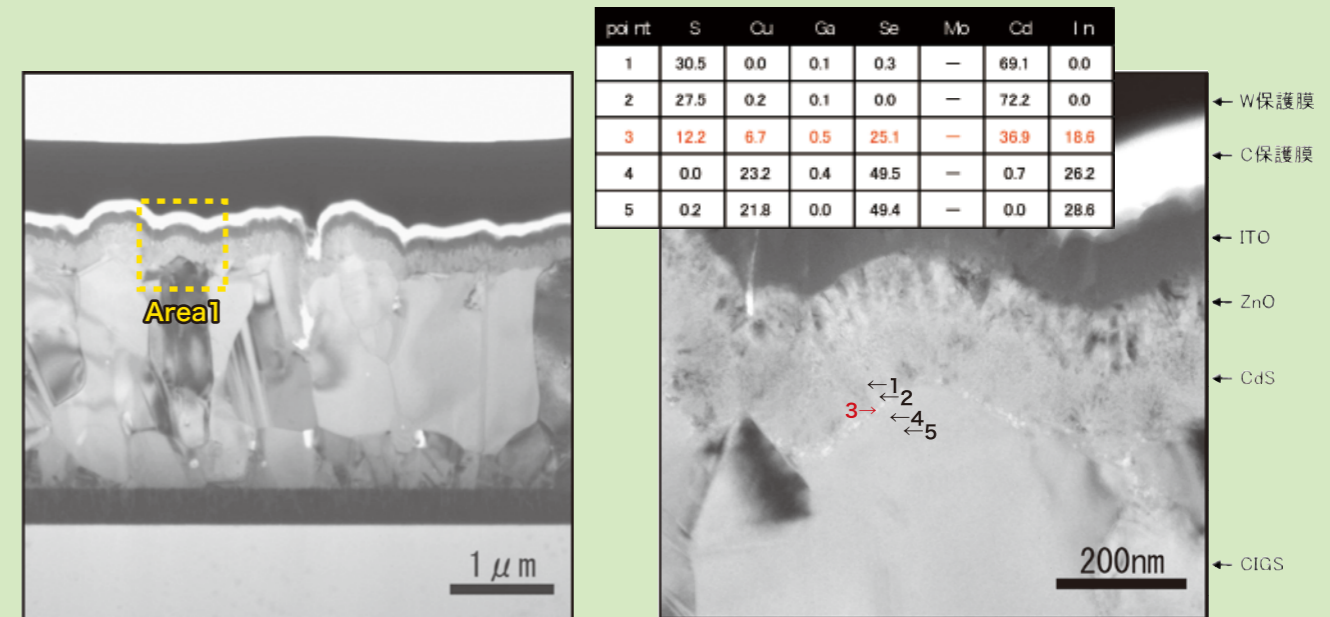
技術アドバイザー：立命館大学 峯元准教授

CIGS太陽電池の解析事例-1

～結晶粒観察および微小領域の組成分析～

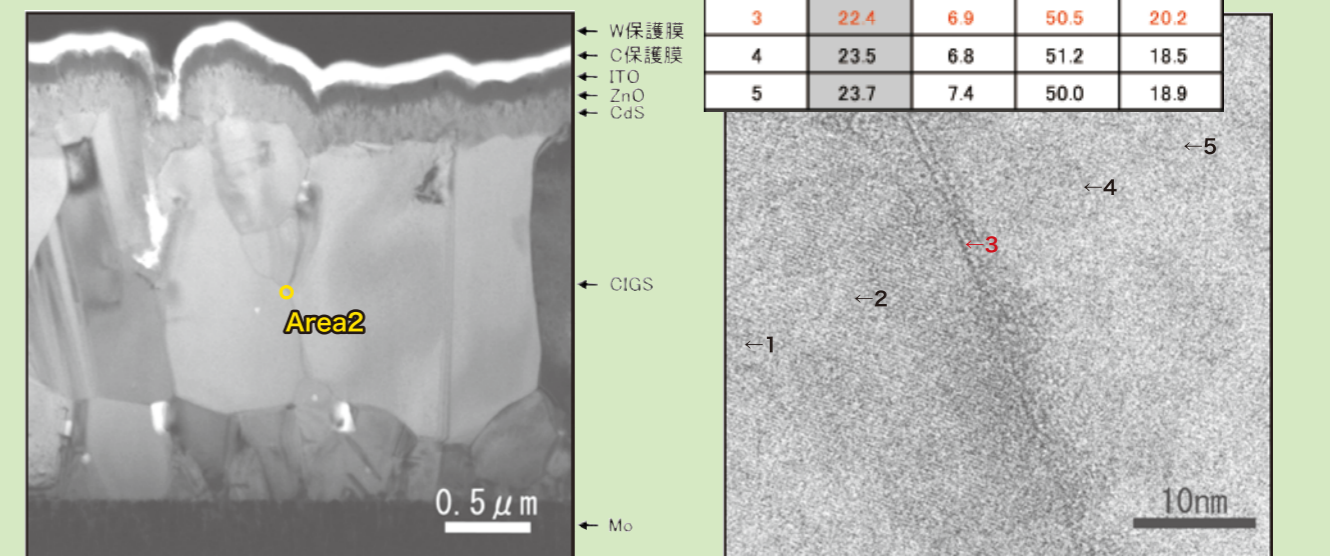
TEMによる断面観察およびEDXによる微小領域の組成分析

CIGS/バッファ層界面での相互拡散の評価などナノレベルの分解能で組成分析が可能



【全体図】

【Area1:TCO/CdS/CIGS界面部】



【全体図】

【Area2:粒界部拡大図】

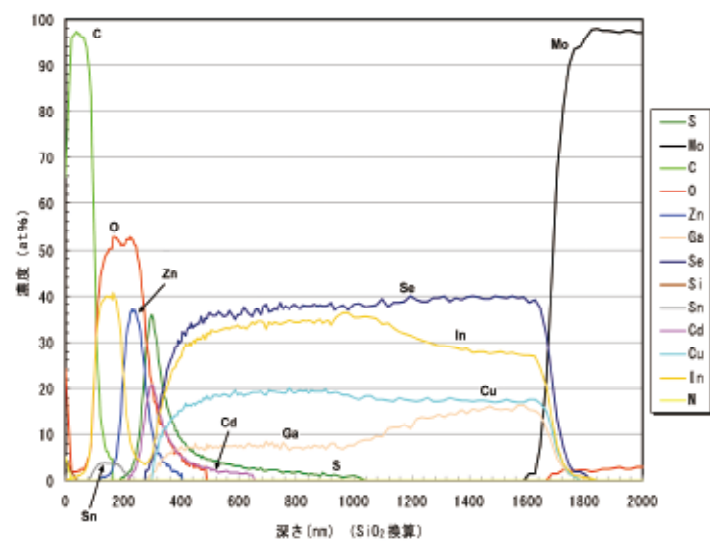
※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授

CIGS太陽電池の解析事例-2

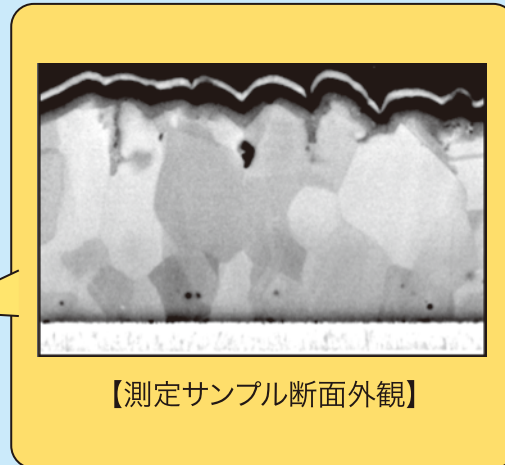
～デプス分析、微量元素分析～

FE-AESによるデプス分析

組成の断面マップ以外にデプス分析による主成分の濃度分布を評価可能



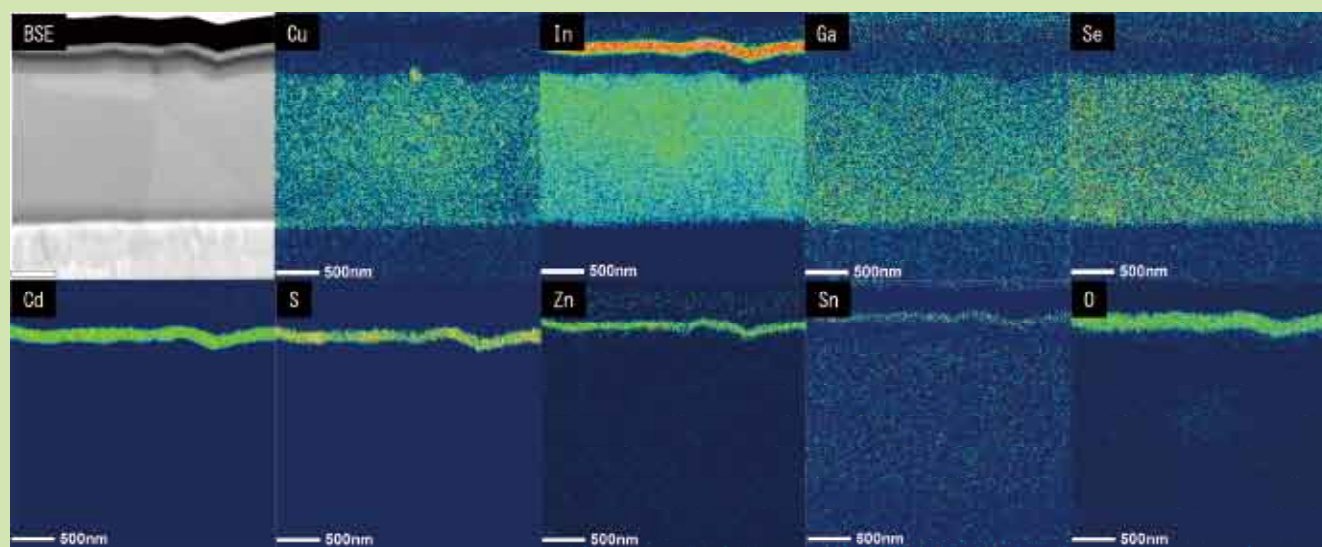
【FE-AESによるデプスプロファイル】



【測定サンプル断面外観】

※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授

FE-AESによる断面元素マッピング



Inが表面からCIGS膜中間付近に濃化しているほか、GaがMo電極部方向に偏析している

※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授

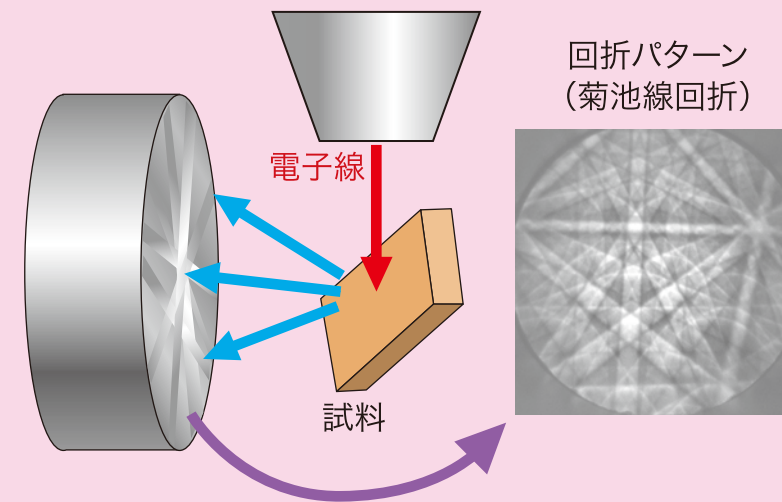
CIGS太陽電池の解析事例-3

～結晶方位解析～

EBSDによる結晶方位解析

Electron Back-Scatter Diffraction Pattern 後方散乱電子回折像

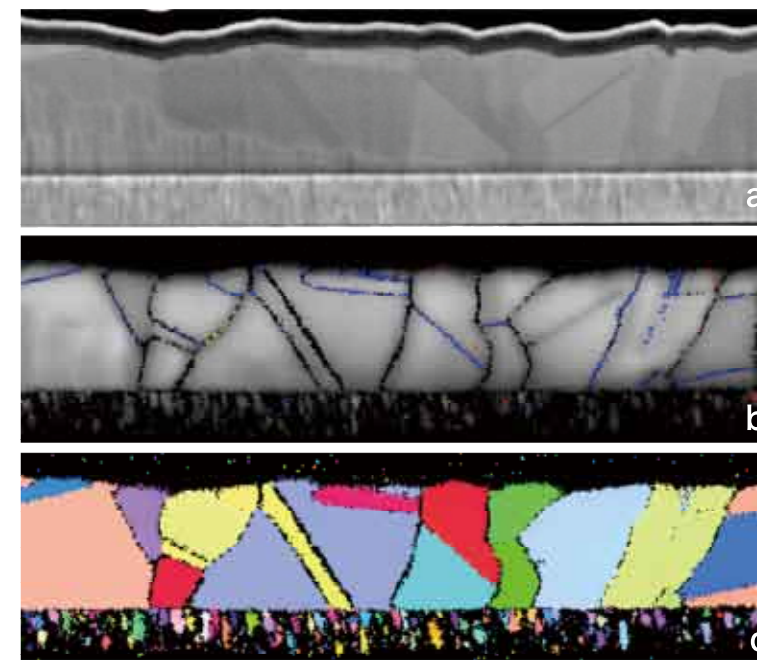
EBSD測定原理



EBSDによる評価

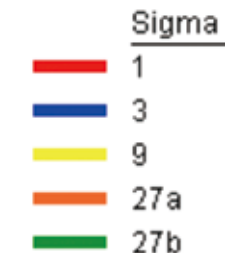
- ・結晶粒評価(粒径、粒界性格)
- ・配向評価(異方性評価)

EBSDにより結晶の配向状態の確認と粒界解析が可能

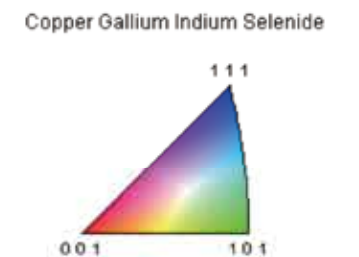


【EBSD評価結果】

a : 反射電子像,
b : Image Quality Map
+対応粒界,



c : Inverse pole figure map



※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授

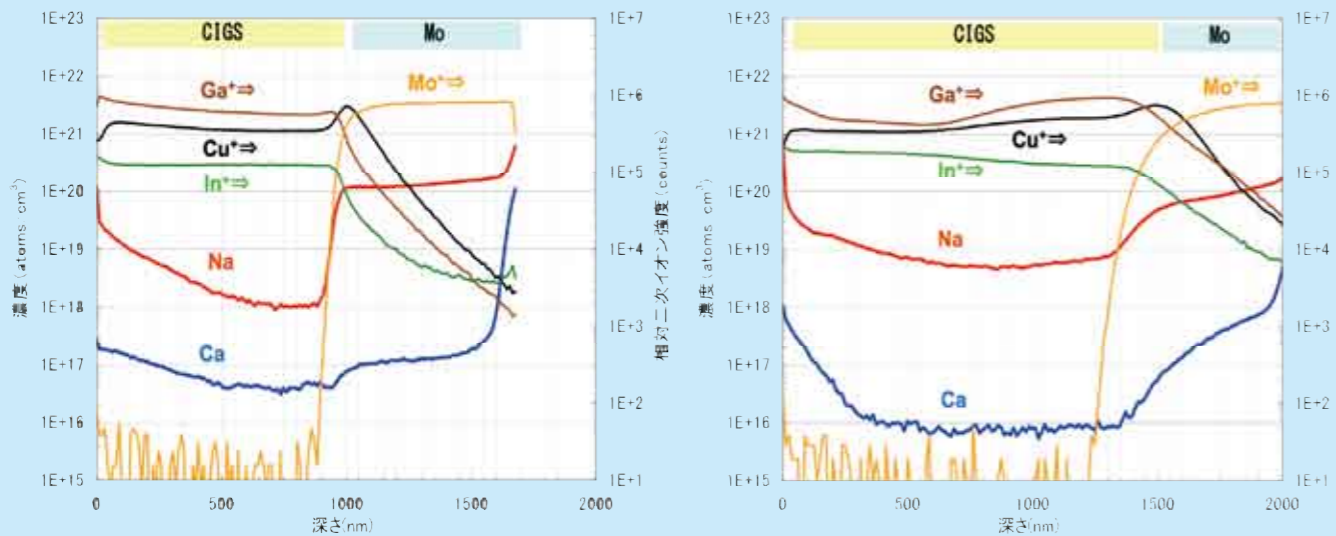
CIGS太陽電池の解析事例-4

～微量元素のデプスプロファイル測定～

SIMSによるCIGS中Na, Ca, Oのデプスプロファイル測定

変換効率に影響を与えている Na 等は、CIGS 標準サンプルを用いることにより、CIGS 膜中 Na, Ca, O の定量分析が可能である。

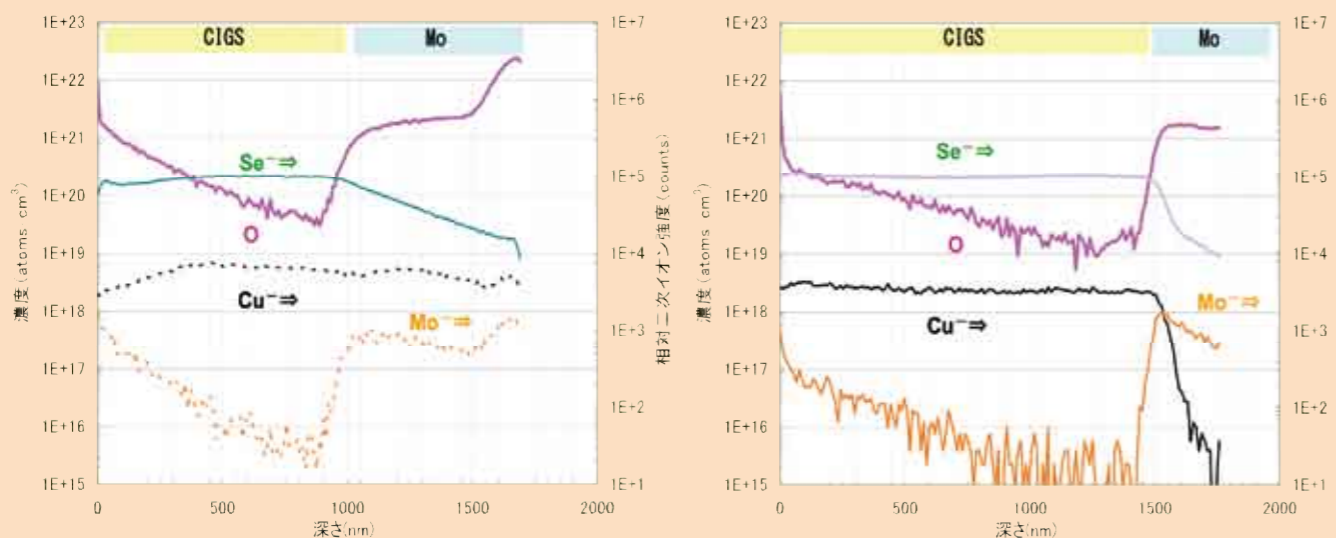
SIMS 正イオン検出によるNa, Caの定量



【変換効率 2~5%サンプル】

【変換効率 10~13%サンプル】

SIMS 負イオン検出によるOの定量



【変換効率 2~5%サンプル】

【変換効率 10~13%サンプル】

注) Na, Ca, Oの濃度はCIGS膜中のみ有効

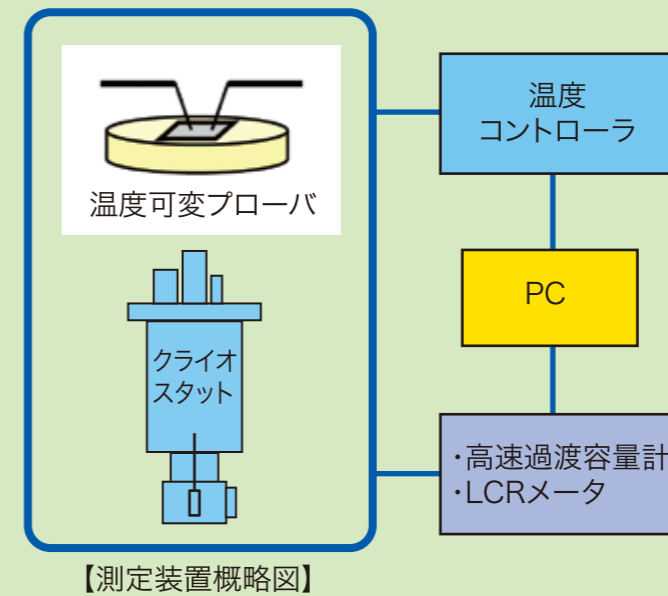
※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授

ICTS/アドミッタンス法による欠陥評価

～CIGS太陽電池素子の欠陥評価事例～

ICTS装置構成

組成の断面マップ以外にデプス分析による主成分の濃度分布を評価可能



【測定装置概略図】

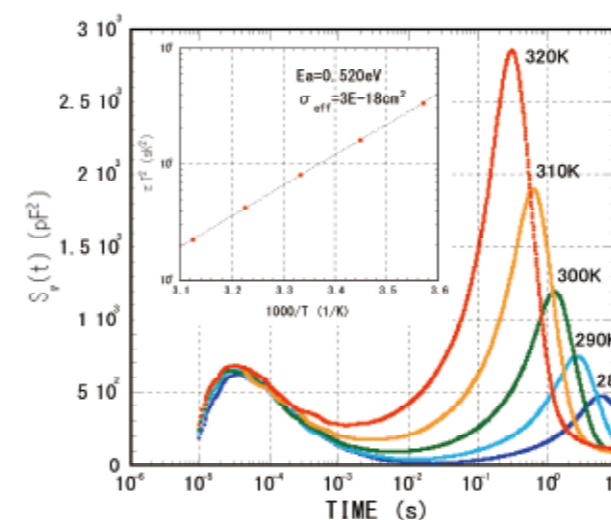
①ICTS/アドミッタンス法

多元系半導体材料における
種々の欠陥準位を評価
・活性化エネルギー
・準位濃度

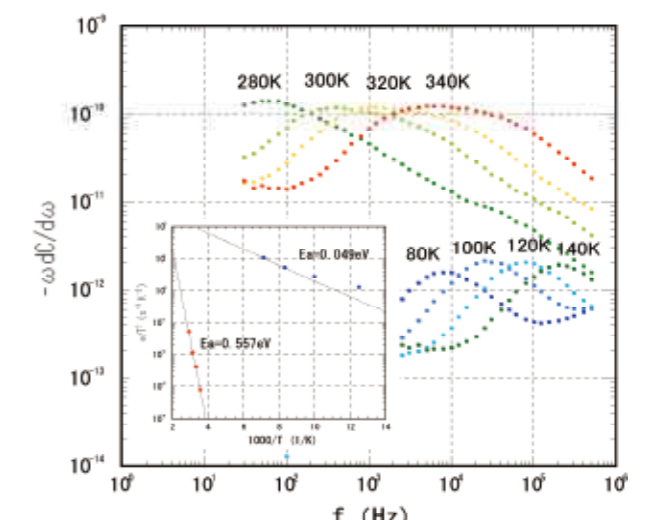
②光ICTS法

準安定性複合欠陥の評価
・(VSe-VCu)+/- など

CIGS層の評価例



【ICTSスペクトル測定例】



【アドミッタンススペクトル測定例】

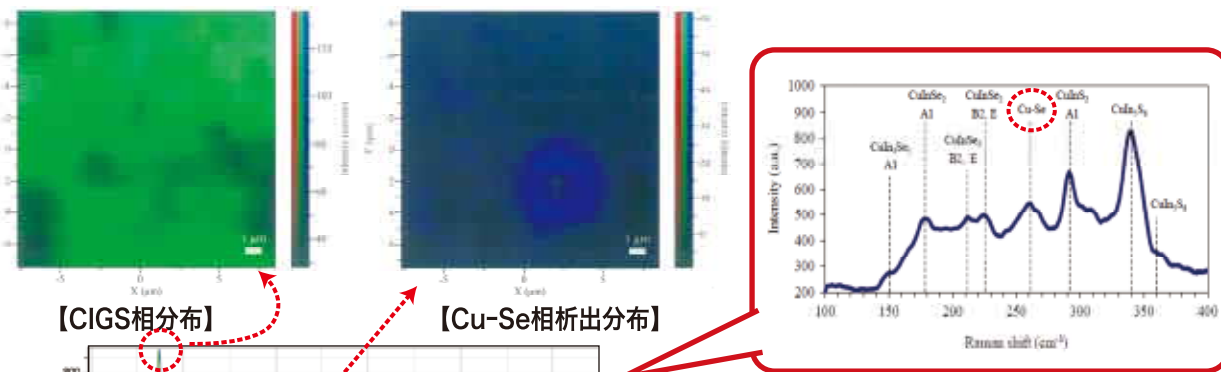
※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授

CIGS太陽電池の解析事例-5

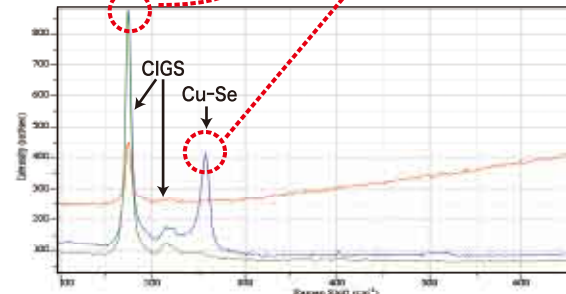
～二次析出相の評価とその分布～

顕微レーザーラマンによるCu-Se相の同定

CIGS膜中に含まれるCu-Se相の検出、分布状況を評価可能



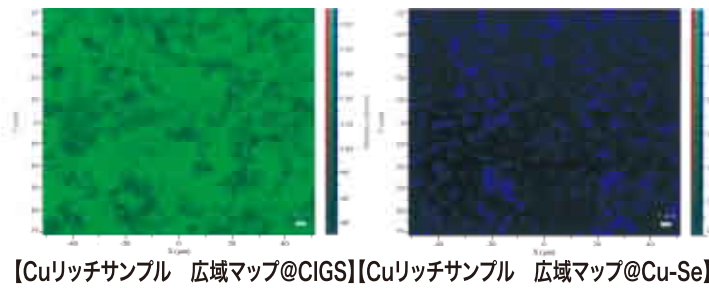
【CIGS相分布】 【Cu-Se相析出分布】



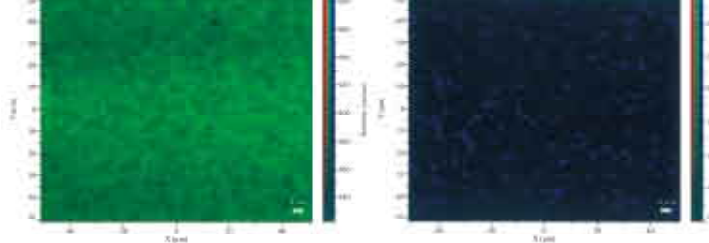
【CuリッチCIGSサンプルのラマンスペクトルとマッピング】

ラマンスペクトルからCIGS中のCu-Seの析出を確認するとともにマップ測定をすることでCu-Se相の析出分布の評価が可能

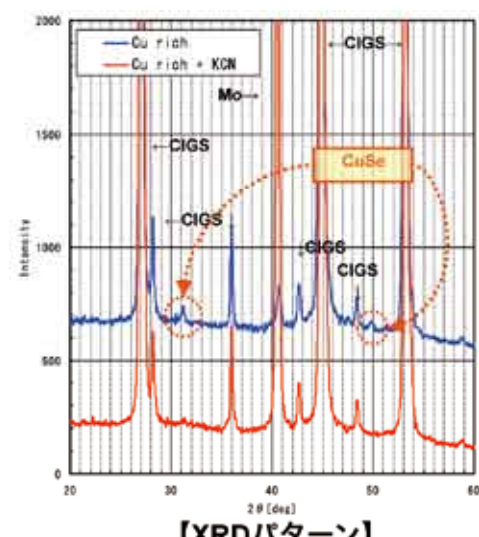
※サンプル提供：立命館大学 峯元准教授



【Cuリッチサンプル 広域マップ@CIGS】 【Cuリッチサンプル 広域マップ@Cu-Se】



【Cuリッチ+KCN処理 広域マップ@CIGS】 【Cuリッチ+KCN処理 広域マップ@Cu-Se】



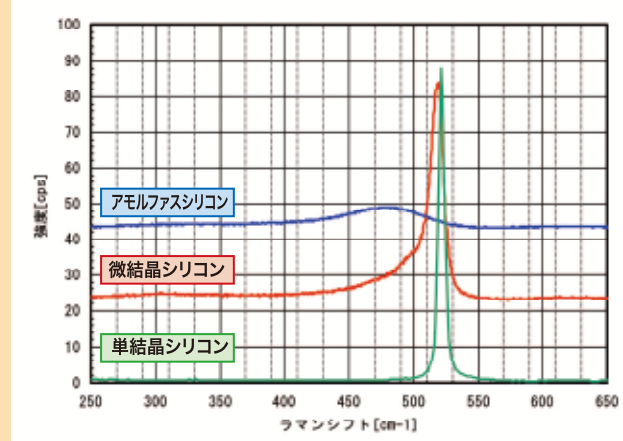
【XRDパターン】

薄膜シリコン太陽電池の解析事例-1

～含有水素量とSi-Hの結合状態評価～

顕微ラマンによる結晶性評価

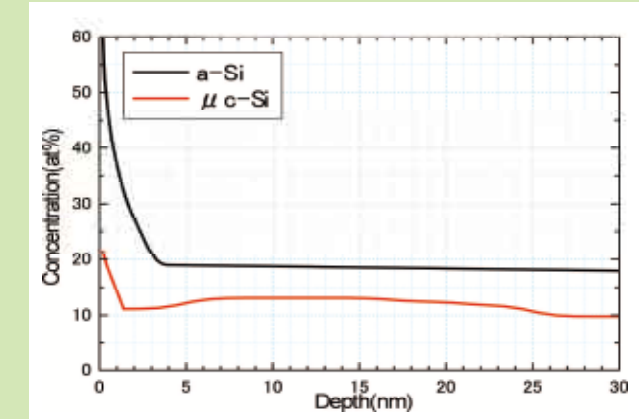
シリコンの結晶性が非破壊で評価可能



【結晶性の異なる試料のラマンスペクトル】

含有水素の深さ方向分析

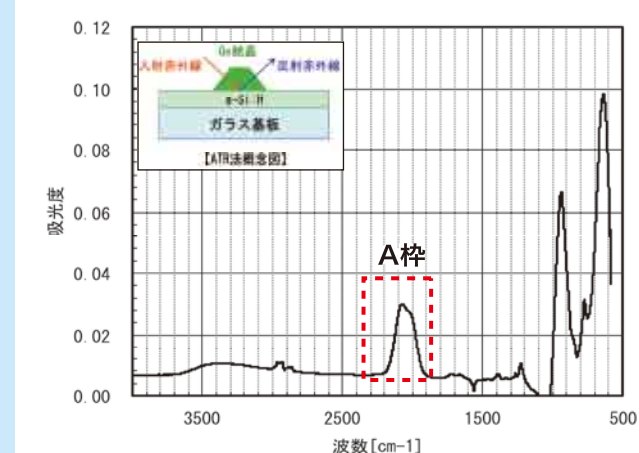
水素の深さ方向分布を数nmの分解能で評価可能



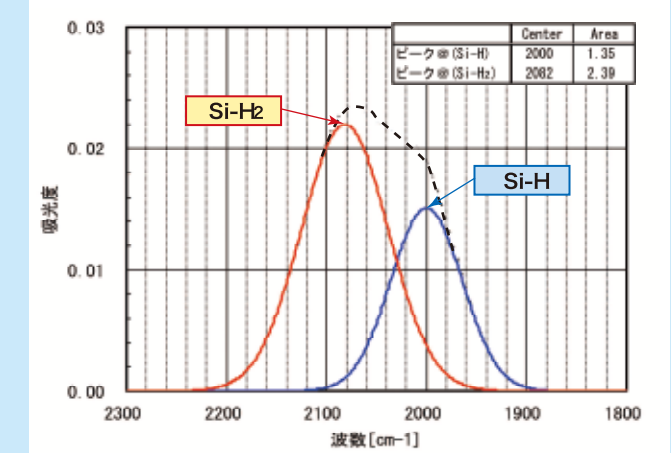
【HR-ERDAによる水素の深さ方向分布】

FT-IRによる含有水素の結合状態の評価

FT-IRにてa-Si膜中の水素とシリコンの結合状態を評価



【FT-IRスペクトル】



【ピーク分離後(A枠内拡大)】

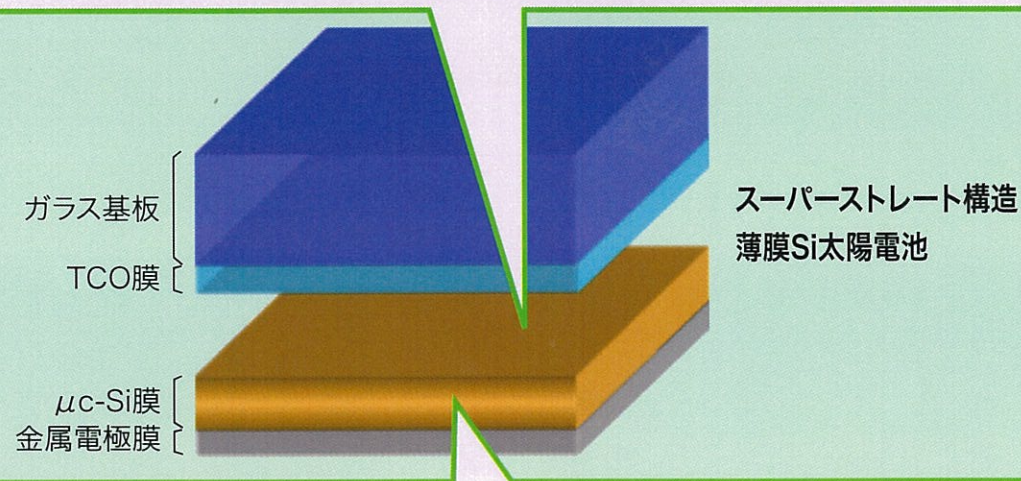
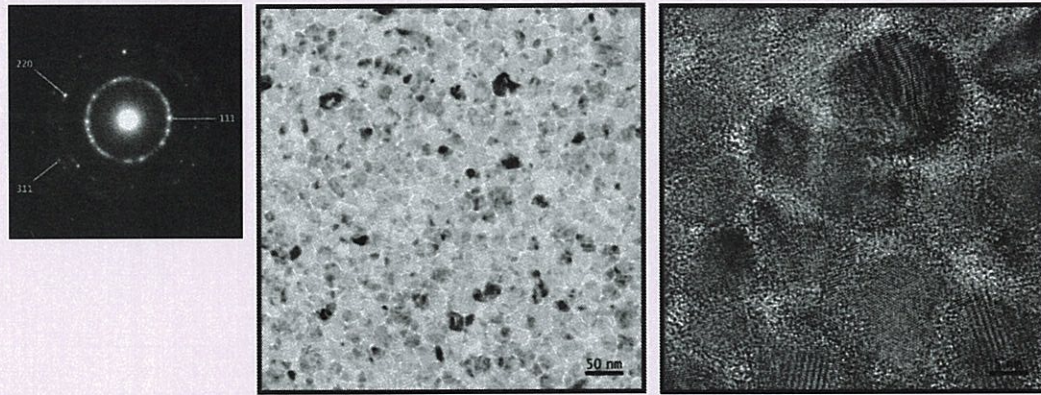
- ATR法によりガラス基板上のSi膜の評価も可能
- ピーク分離によりSi-H, Si-H2の結合比率の評価が可能

薄膜シリコン太陽電池の解析事例-2

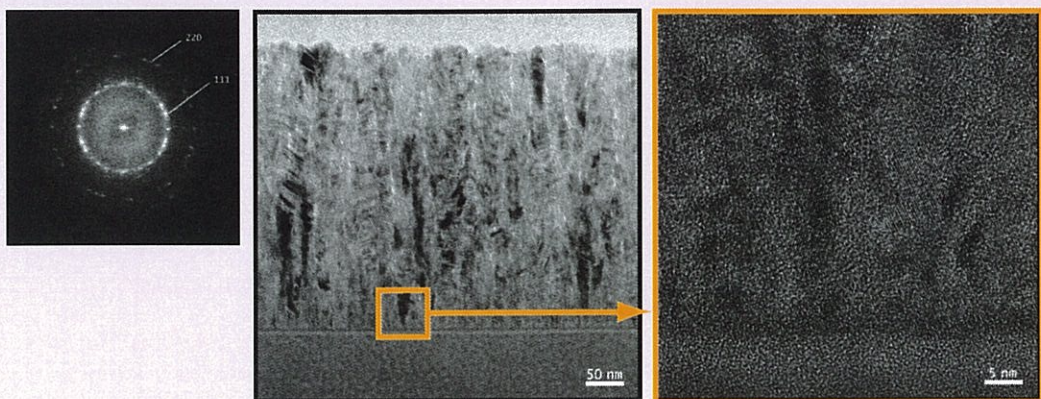
～TEMによる平面、および断面結晶性評価～

TEMによる $\mu\text{c-Si}$ 薄膜の結晶性評価

【平面TEM像および制限視野回折像】



【断面TEM像および制限視野回折像】

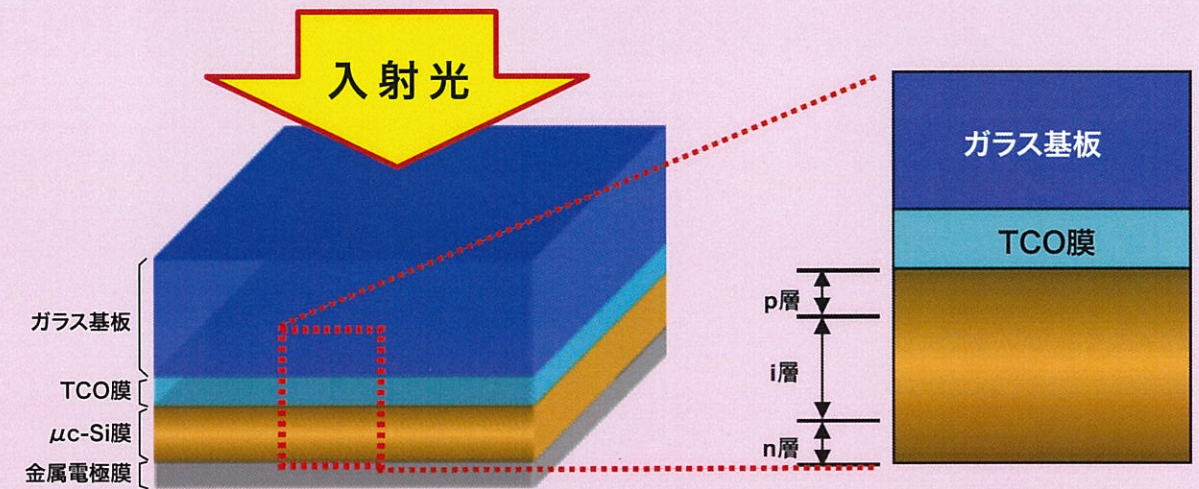


薄膜シリコン太陽電池の解析事例-3

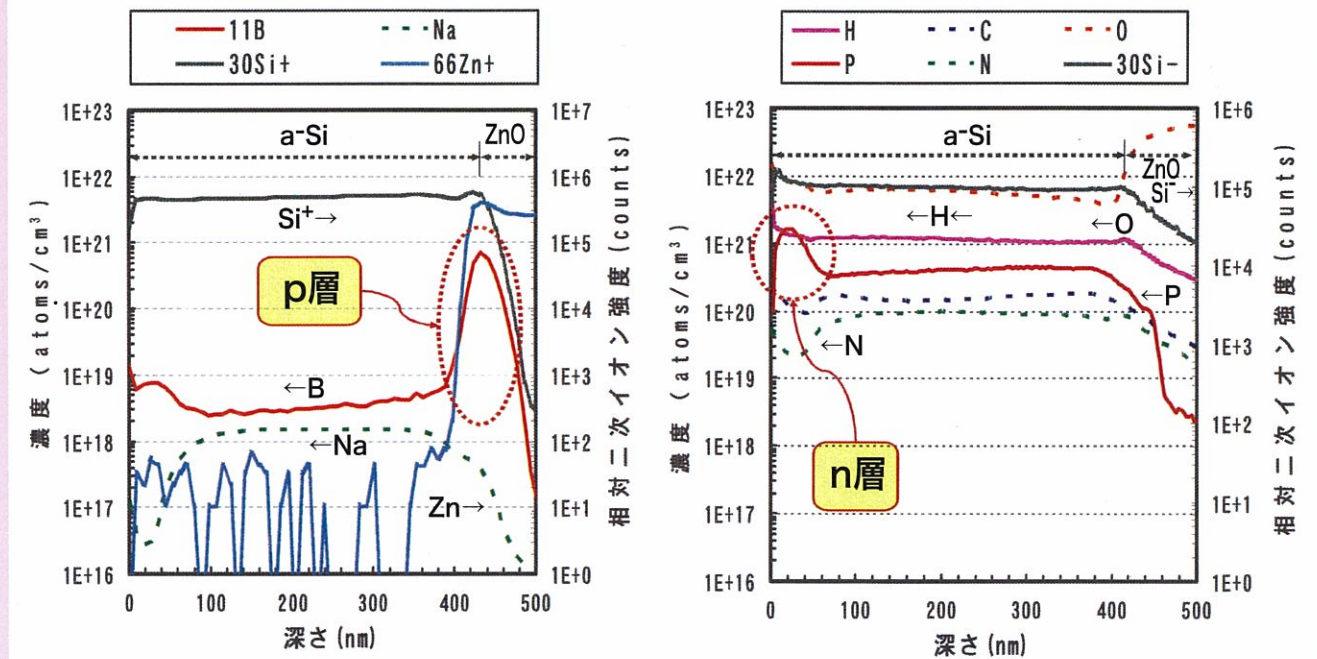
～微量元素拡散分布評価～

SIMSによる微量元素分布評価

ドーパントの濃度分布、およびプロセス中に混入する不純物の確認



【薄膜Si太陽電池模式図】

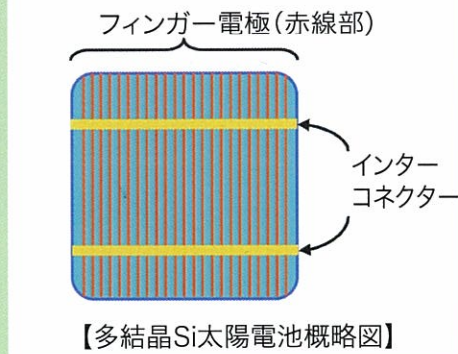
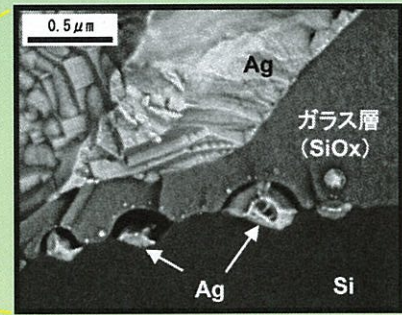
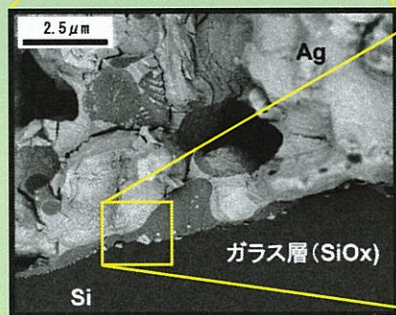
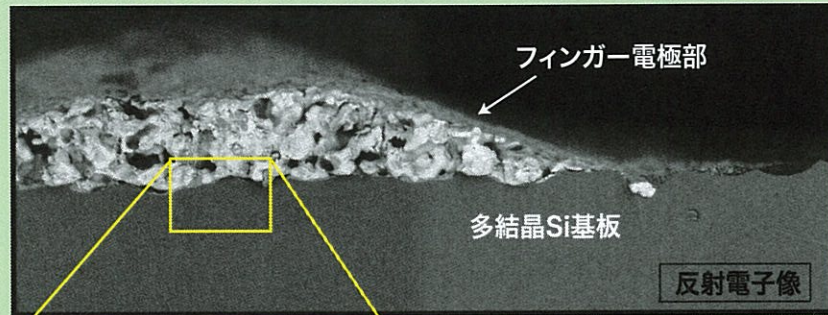


【SIMSによるデプスプロファイル】

多結晶Si太陽電池の評価事例

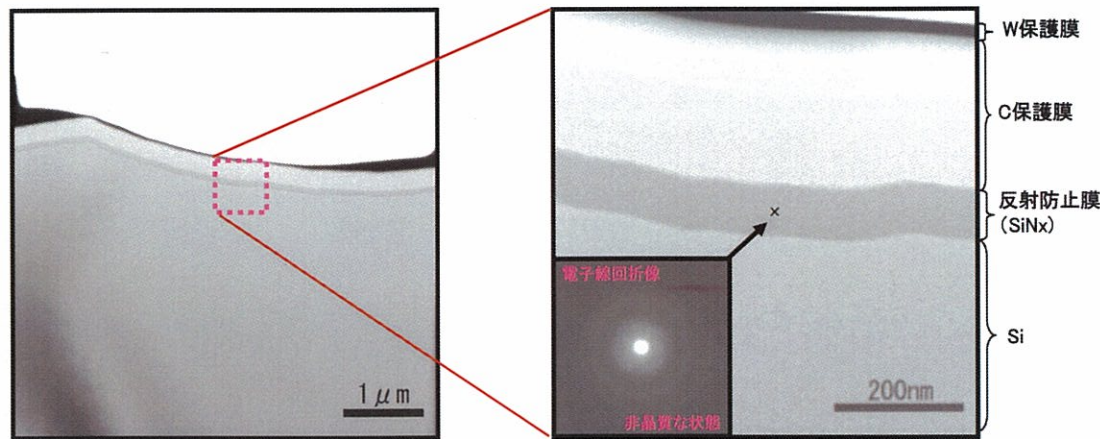
～フィンガー電極部および反射防止膜の断面観察～

FE-SEMによるフィンガー電極部断面観察



断面SEM観察からAgペースト剤のファイヤースルーによる反射防止膜の破壊が見られ、ガラス層中にAg粒子が分散している。

TEMによる反射防止膜断面観察

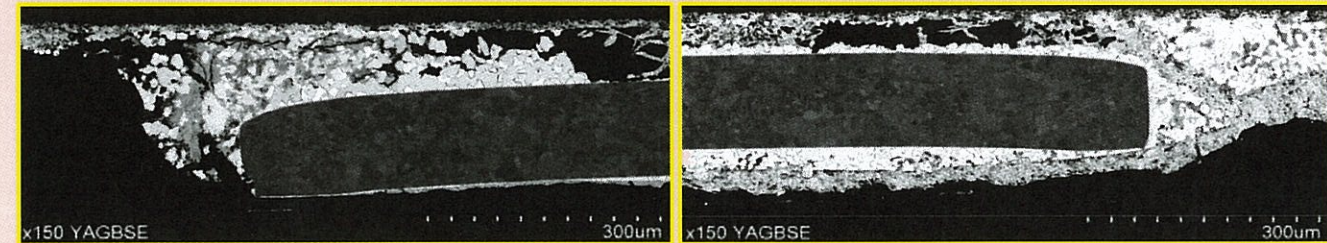
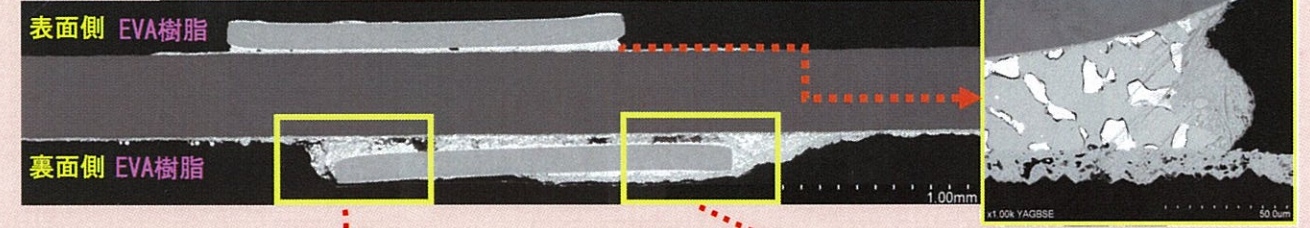
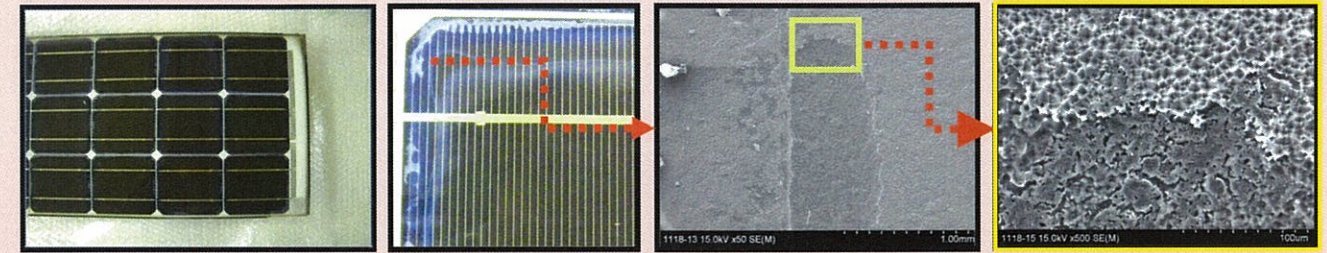


- 断面TEM観察から反射防止膜がほぼ一定の膜厚で形成されていることがわかる。
- SEMとTEMの組み合わせにより、詳細な反射防止膜中へのAg粒子の拡散状態と電極形成のプロセスを調査することが可能である。

屋外暴露太陽電池モジュールの解析事例

FE-SEMによるモジュール異常部観察

モジュール全面のウエハ外周にて、フィンガー電極異常とウエハ変色が発生。



- 水分がバックシート側から浸入し、セル裏面の半田を腐食させ、セル表面側周囲のEVAを加水分解させていることが判明。
- 接合部が剥がれ、腐食しており、シリーズ抵抗が増加している。
- フィンガー電極異常はEVAの減肉によるデラミネーションであった。

神戸市六甲新エネルギー実験センター 屋外暴露モジュール。(1990年頃～2001年:約10年間)
(独)産業技術総合研究所 第1期高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム活動の一環です。