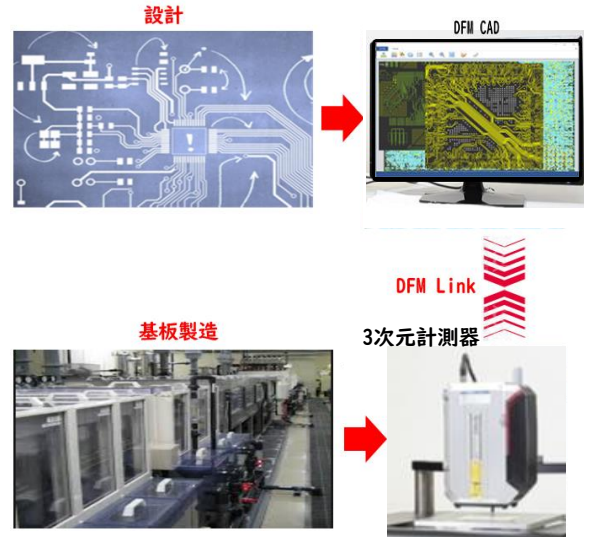


# DFM検証システム

3次元計測器とマスクCADを連携させて製造結果からマスク設計を高品質化するDFM検証システムです。マスク設計に必要なCADデータを入出力し、設計データ、補正データ、製造結果を同じ画面に表示して直接比較できる環境を提供します。製造結果はCADデータで出力できます。更に、マクロコマンドを使ってCADシステムをカスタマイズできます。独自処理機能を追加し、外部のCAD編集ソフトやSimulationソフトを直接リンクさせて独自のDFM検証環境を開発することができます。



## システム概要

設計データはCADデータで読み込みます。製造結果はWI-5000で計測し、DFM-CADで設計データとリンクさせます。One-Shotの計測範囲は1mmx1mm程度、計測精度は1μm未満です。計測結果をXYZ点群で出力できる装置であればDFM CADとリンクさせて使うことができます。



(注) WI-5000は(株)Keyence社の製品です。

## 主な用途

- (1) 製造仕上がり、設計データ、マスクデータ、製造結果の確認  
設計データ、マスクデータ、製造結果を同じ画面で表示します。設計データと製造結果のずれ、マスクデータの製造結果への影響などを定量的に比較できます。
- (2) 製造ばらつき  
製造結果から製造ばらつきの面分布、高さ分布が計算できます。エッチングばらつきやメッキ厚ばらつきの分析等も検証できます。
- (3) 製造結果のCAD変換  
製造結果をCADデータで切り出すことができます。切り出し位置(Z座標)を指定するため、製造条件に合わせて設計データと製造結果を比較できます。
- (4) Simulatorリンク  
製造結果からSimulatorを起動するためのパラメータを抽出できます。マスク設計で最新の製造状態に合わせてSimulatorを活用できます。
- (5) 独自のマスク設計環境の開発  
マクロコマンド(C言語準拠)を使って様々なカスタマイズニーズをサポートします。

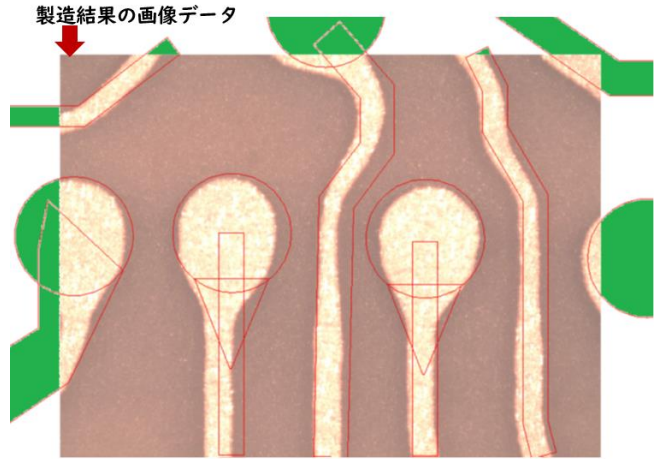
## 製造結果のDFM検証

データ表示は非常に高速です。Teraバイト規模（GDSII換算）の大規模データもストレスなく表示できます。

## (1) 設計データ、補正データ、製造結果の検証

設計データ、補正データ、製造結果（画像データ）を同じ画面に表示します。設計データと製造結果のズレ、補正データによる製造結果の変化などを直接確認できます。

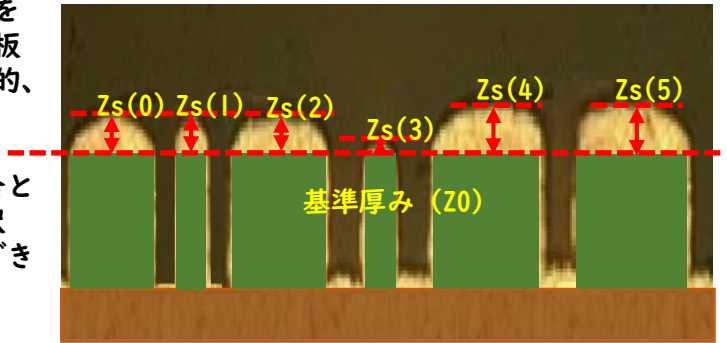
右図で、赤の線と緑で塗りつぶした形状が設計データです。中央の塗りつぶしイメージは製造結果です。この状況から製造結果と製造結果のずれが測長できます。



## (2) 高さ計測

設計データと製造結果と比較すれば製造結果の高さばらつきが計算できます。無電解メッキを使った銅箔の厚みばらつき、電解メッキで基板を製造した際のメッキ厚ばらつきなどを視覚的、定量的に確認できます。

右図でメッキ分布は、 $Z_s(k)$  で表示する場合と  $\{Z(0) + Z_s(k)\}$  で表示する場合が選択できます。メッキばらつきはContour図で表示できます。ここで、 $k=0, 1, 2, \dots, n$

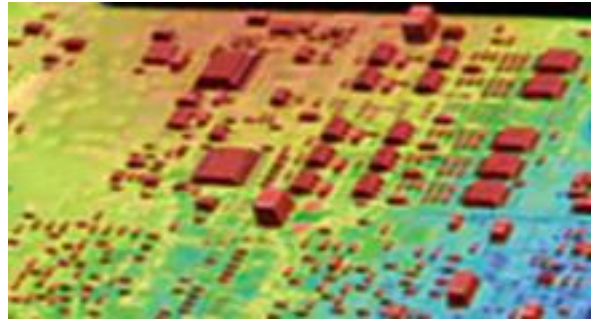


## 製造結果の検証

計測結果の表面形状はXYZの点群データで記述されます。これを活用して製造結果を検証します。

(1) 製造仕上がり

製造仕上りを3次元形状（右図）で検証できます。  
設計データと比較して定量的に製造結果の不具合を  
検証できます。



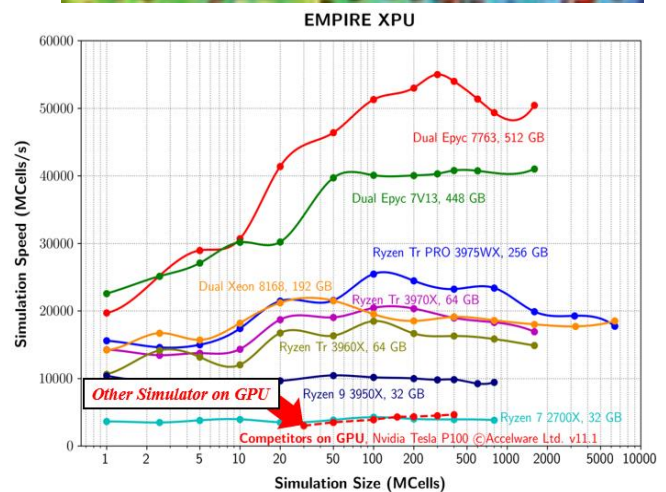
## (2) テーパー構造検証

Z方向でTop面とBottom面を特定すれば、逆テーパ  
など製造異常をもつ箇所を効率的に特定できます。

### (3) シミュレーションリンク

製造工程ごとに切断面を指定すれば製造結果からSI解析、TDR解析などで必要な形状モデルを抽出できます。

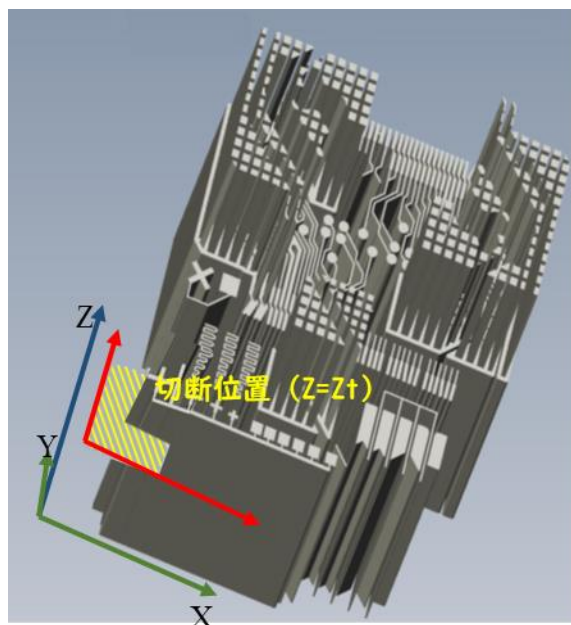
右図はIMST社（ドイツ）が開発しているEMPIRE（FDTD方式電磁界シミュレータ）です。横軸が解析規模、縦軸が計算速度です。大規模解析に特化し、世界トップの計算速度を実現します。Pre-Manufacturing、Post-ManufacturingでDFM検証とリンクさせれば高精度なDFM検証が実現します。



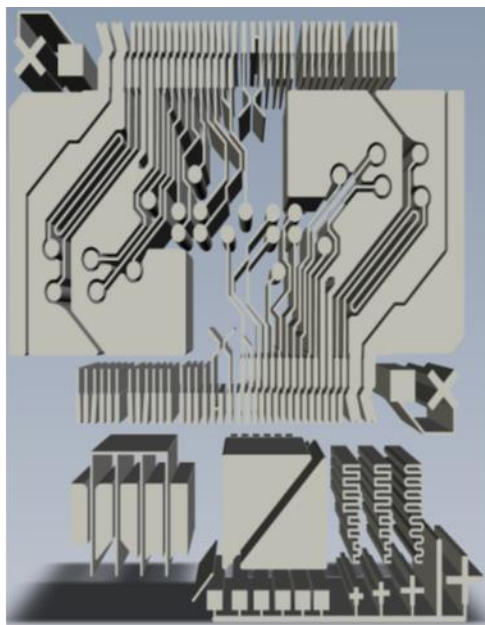


## 形状抽出

3次元計測からZ座標で指定した切断面（XY平面）をCADデータで切り出します。切り出し位置はZ座標で指定します。製造結果をTop面、Bottom面、中間位置でみるなど用途に応じて使って頂くことが可能です。切り出して画像処理は使わないため画質によって形状が曖昧になるような問題は一切ありません。現状、出力できるCADデータはGDSII、DXF、Gerber、ODB++、OASIS、Parasolid、STEPの何れかです。



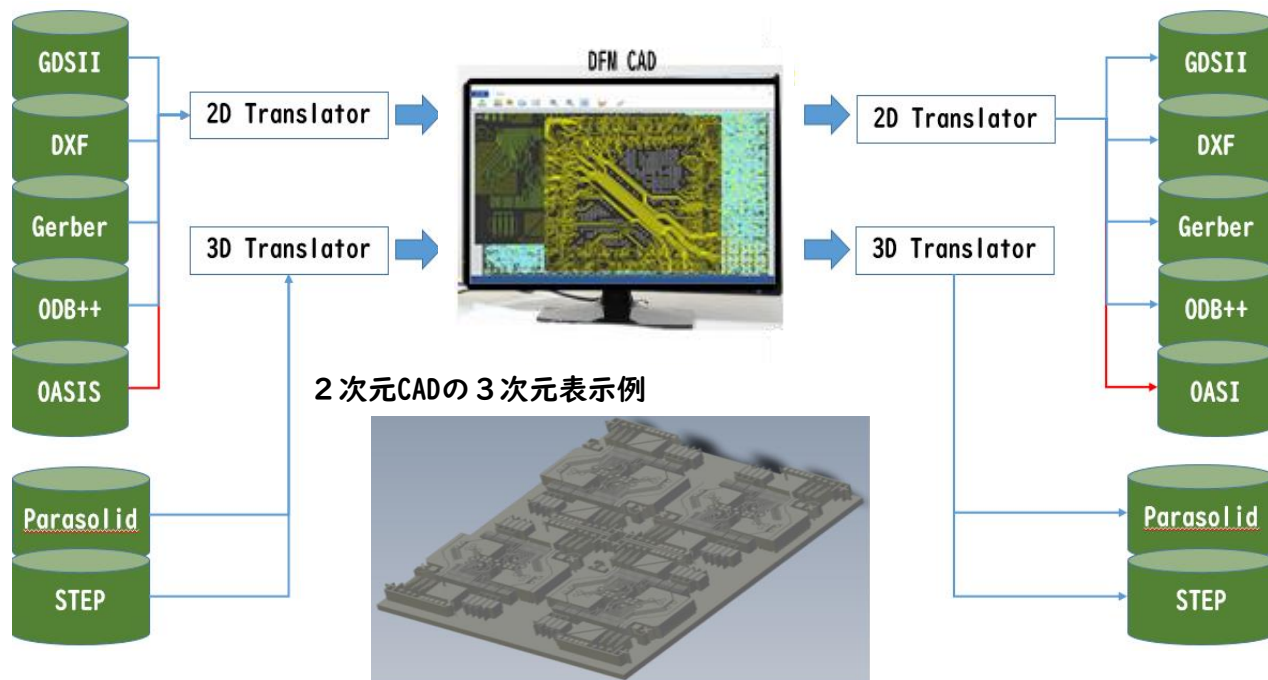
Z-Ztでの断面形状



## CADデータ入出力

各種CADデータの入出力、相互変換が可能です。2次元CADデータの相互変換、3次元CADデータの相互変換、2次元CADデータと3次元CADデータの相互変換などをサポートします。ただし、OASISはGDSIIとのみ相互変換することができます。

以下はCADデータの変換関係です。現状、3次元CADデータはParasolid、STEPをサポートしています。他の3次元CADデータの入出力機能は要望に応じて追加します。



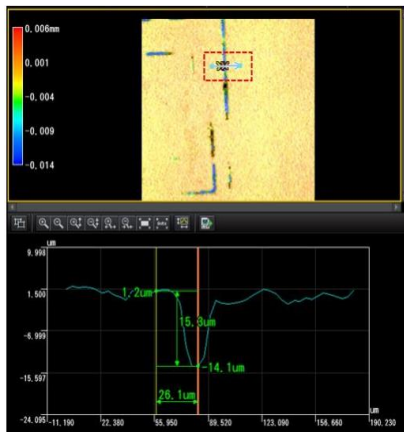
## 計測事例

白色干渉計測方式によりOne-shot (1mmx1mmのエリア) を0.1 $\mu$ mの精度で計測した結果です。計測結果は、2次元イメージ、3次元イメージ、及びXYZの点群データで出力します。対象は、PCB基板、LSIパッケージ、一般電子部品（厚みが1.4mm以内）などです。

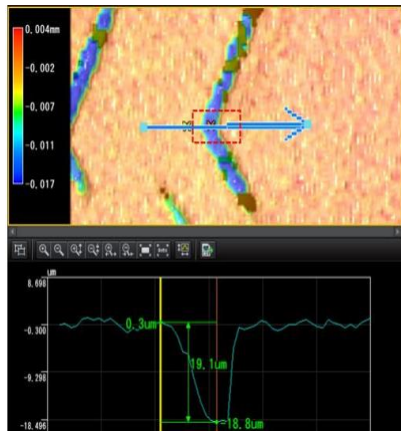
### (基板トレんチの計測例)

赤の点線で囲んだ部分が計測エリア。上面が平面形状、下側が断面形状です。計測結果 (1) は比較的細い溝の計測結果、計測結果 (2) は少し広めのトレんチ、計測結果 (3) はSparseなトレんチの計測結果です。

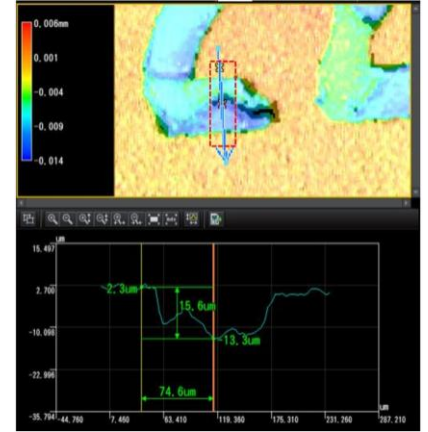
計測結果 (1)



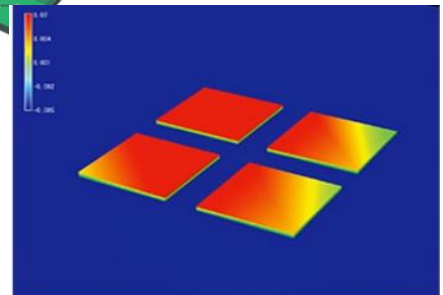
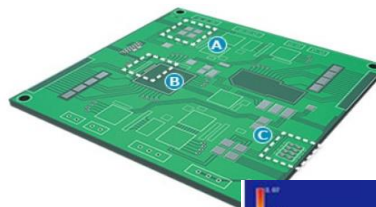
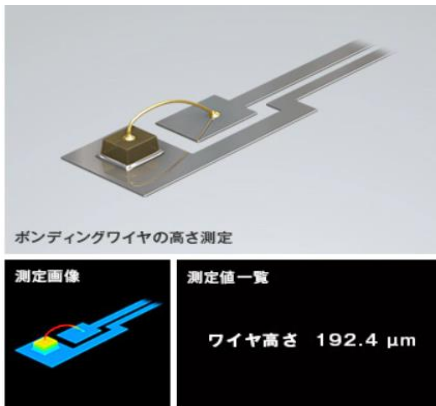
計測結果 (2)



計測結果 (3)

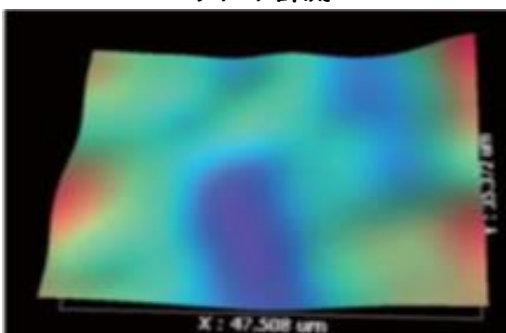


### (高さ計測)



### (表面計測)

#### うねり計測



#### 高さ計測

