

共焦点三次元計測センサ SCS-10210R2-KN

■ 水野 佑樹
Yuki Mizuno

■ 日名子 達也
Tatsuya Hinago

1 はじめに

東光高岳の製品である三次元検査装置は、物体の表面形状を計測する機能を有し、用途の一例としては、半導体パッケージの bumps と呼ばれる電極の高さを検査している（図 1）。Bumps は、LSI チップと多層配線基板を高密度に接続する役割を担い、本検査装置では、LSI チップと接続する前の多層配線基板に形成された bumps の高さを検査する。

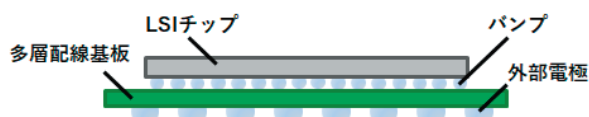


図 1 LSI チップと多層配線基板との bumps による接合

三次元検査装置は、その内部に三次元計測センサを搭載しており、光学系や光学素子といった光学部品で構成されている。これまで、東光高岳ではさまざまな三次元計測センサを展開してきたが、その都度、当時の光学部品の性能や市場のニーズを加味して開発を行ってきた。そのような経緯から、取り扱っている三次元計測センサの種類も多く、使用する光学部品も多種多様になっている。製造工程では、加工するレンズの形状に合わせて、研磨する治具を製作する必要があるため、光学系の種類に比例して治具の数が増えてしまうことから、管理や保守が複雑化し、多くの労力を必要としてきた。

そこで迅速な保守への対応をするため、既存三次元計測センサの 10000 シリーズを開発のベースとしたうえで、高性能な精度を有する SCS-10210R2-KN を開発した。本稿では、三次元計測センサの計測原理と前報に掲載した 10000 シリーズ SCS-10000R1-KN⁽¹⁾ を交えて紹介する。

2 計測原理

三次元計測センサの計測原理には、光計測の一つである共焦点方式を採用している。共焦点方式は、光源から出力された光が、レンズを通過して、対象物に焦点を結ぶとき、反射光がピンホールを抜けて、検出器上に焦点を結ぶ特徴を有している。一方、対象物に焦点を結ばないときは、検出器上でも焦点を結ばず、光はピンホールによって遮られる。つまり、対象物に焦点を結ぶ度合いで、検出器が検知する明るさが変化する（図 2）。

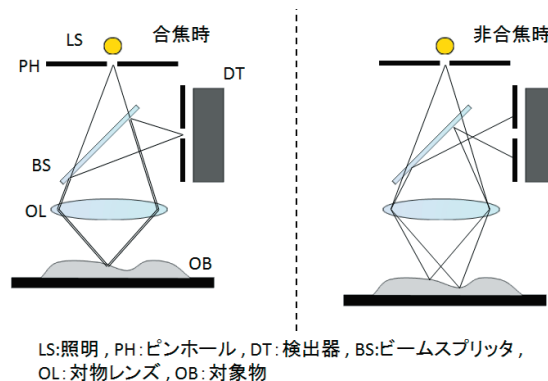


図 2 共焦点方式

この特徴を利用することで、検出器が検知する輝度情報をもとに、三次元計測センサから対象物までの相対距離を把握することができる。

東光高岳の三次元計測センサは、複数のピンホールを二次元に配列したピンホールアレイ（以下、PHA）を採用した共焦点方式である⁽²⁾。対象物の表面形状を計測するためには、従来法では光軸に直交する方向に走査する必要があったが、PHA を用いることで走査することなく高速に計測することができる（図 3）。

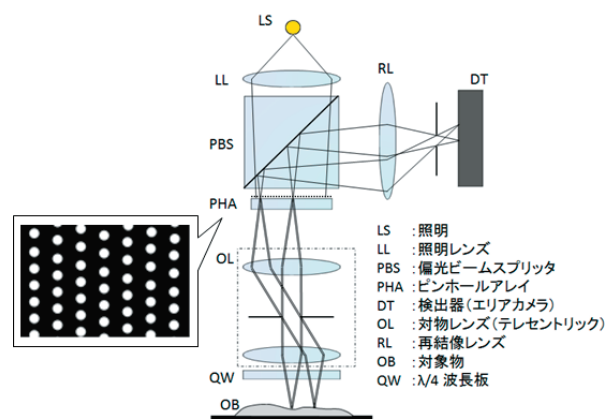


図 3 PHA を用いた共焦点光学系

3 SCS-10210R2-KN について

SCS-10210R2-KN の外観を図 4 に示す。また、仕様を表 1 に示す。仕様の対比として、SCS-10000R1-KN の仕様も併記する。

SCS-10000R1-KN は、半導体パッケージの bumps を広い視野で高速に計測できる三次元計測センサである。一方で、SCS-10000R1 と比べて、SCS-10210R2 は視野が小さい（表 1）。ただし、開口数を大きく、そして



図4 共焦点三次元計測センサ SCS-10210R2-KN

表1 10000シリーズのセンサ仕様比較

	SCS-10000R1-KN	SCS-10210R2-KN
Z 走査手法	ステージ走査	ステージ走査
視野サイズ (mm)	41 × 33	15 × 15
XY 画像分解能 (μm)	11	3.0
Z 計測分解能 (μm)	0.3	0.1
Z 計測ピッチ (μm)	15	6
Z 標準計測範囲 (μm)	600 (可変)	300 (可変)
画像入力時間 (s) 条件: Z 標準計測範囲	0.211	0.462
対物レンズの 開口数 ^{注1)} (相対)	1 (基準)	2
計測対象バンプ の目安	150 μm 径以上	20 μm 径以上

XY 画像分解能も高くしており、微細なバンプを高精度に計測することに適した三次元計測センサである。

SCS-10210R2-KN での半導体パッケージのバンプ高さの繰り返し精度を図5に示す。

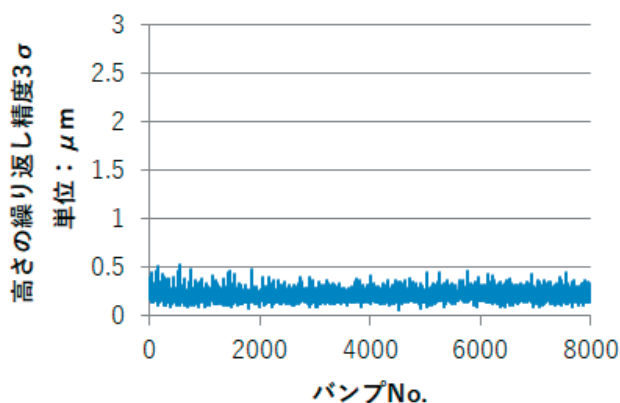


図5 SCS-10210R2-KN の繰り返し精度

計測対象は、直径 40 μm のバンプである。横軸がバンプ No., 縦軸はバンプ高さの繰り返し精度のバラツキ (3σ ^{注2)}) である。図5に示した約 8,000 個の 3σ 平均値が 0.23 μm であり、バンプ高さ検査として高精度に計測できていることがわかる。

4 10000 シリーズについて

10000 シリーズでは、光学系の種類を増やさずに、組み合わせを変えることで、別の仕様にも対応できるようにしている。一例を紹介すると、先ほどの SCS-10210R2-KN の対物レンズと、SCS-10000R1-KN の R1 再結像レンズを組み合わせた、SCS-10210R1-KN という三次元計測センサにも成り得る。性能は、SCS-10210R2-KN と視野サイズ、Z 計測ピッチが同じであるが、XY 分解能が 4.5 μm と低くなる代わりに、画像入力速度が約二倍になる。

5 おわりに

新製品である SCS-10210R1-KN の紹介と、共焦点三次元計測の技術ならびに 10000 シリーズについて述べた。半導体業界において技術の高度化にともなって、バンプの極小化、高密度化は今後も進むと考えられる。東光高岳も、業界の進化に対応できるよう、新規カメラの採用による高分解能化、ソフト補正機能の強化による高精度化を視野に入れている。今後も、お客さまに東光高岳の三次元検査装置をご利用いただけるよう開発を進めていく。

■参考文献

- (1) 石原満宏, 水野佑樹: 「広視野共焦点三次元計測センサ SCS-10000R1-KN」, 東光高岳技報, No7, pp47-49 (2020)
- (2) M.Ishihara: “A Confocal Surface Measurement System Having Improved Measurement Accuracy for Rough Surfaces and Measurement Speed”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.15, No3, pp.331-440 (2003)

■語句説明

- 注1) 開口数: 対物レンズの明るさや光学分解能, 焦点深度を決定する重要な値
- 注2) σ : 標準偏差。値のばらつきを示し, 品質管理に用いられる。ばらつきが正規分布に則る場合, 平均 $\pm 3\sigma$ の範囲に 99.7% のデータが存在する。

水野 佑樹 日名子 達也

光応用検査機器事業本部
検査機器製造部 開発グループ所属