

高解像度カラーライン スキャンカメラによる高速半導体検査

クラウド・リーメル

高性能なラインスキャンカメラによって、半導体やプリント回路基板の品質管理を最適化することができる。

半導体ジオメトリやプリント回路基板(PCB)部品の微細化がますます進む一方で、品質試験や品質管理に対する需要は高まっている。最新のカラーラインスキャンカメラは、そうした需要に応じて、業界の検査能力を強化及び拡大することができる。

現代の半導体製造における光学検査は、微細な構造を扱うために、今やマイクロメートル単位となっている。そのサイズの欠陥や混入物を検出しなければならないため、検査システムには非常に厳しい要件が課される。CMOS技術に基づく非常に高解像度のカラーラインスキャンカメラであれば、そうした微細構造を画像解析用に高速に撮影することができる。

加えて、微細化はPCB上にとどまらず、今では効率を上げるために、複数のPCBが1枚のパネル上で製造されている。これらのコンポーネントに対しても、100%の検査を高いスループットで行うことが求められる。

CMOS技術に基づく カラーラインスキャンカメラ

ラインスキャンカメラは、高速に移動する大きなエリアやフラットな物体を、高い光学解像度で撮影して解析しなければならない場合の画像取得処理に適している。

CCDラインスキャンカメラにおいて、CCDラインスキャンセンサの感光ピク

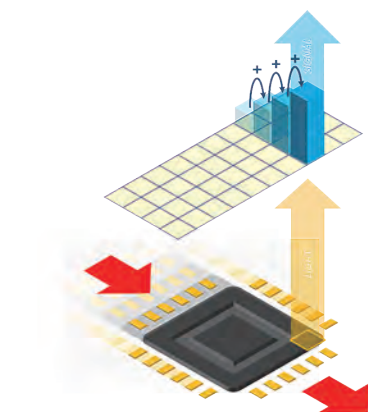


図1 TDIでは、センサの下を通過する物体上の同じ点を、同じ列のすべてのピクセルで取得する。すべてのピクセルの信号を加算することにより、感度を高めることができる。(図提供:クロマセンス社)

セルは1列に並べて配置され、CCDセンサの動作に応じて読み出される。読み出しサイクルは、検査対象物または表面エリアのスループット速度に合わせて調整される。個々のラインを結合することにより、二次元画像全体が生成される。ライン単位のスキャンが、物体の移動に合わせて移動方向に行われるため、ほぼ歪みのない画像が生成される。

CCDセンサは、画質、高い感度、低いノイズ、低い感度不均一性(Photo Response Non Uniformity: PRNU)、高いダイナミックレンジ、信号雑音比を理由に、古くからラインスキャンイメージングに最適な技術となっている。それらの利点は、ラインスキャンに不可欠なものである。画像取得が高

速で感光セルの数が少ないということは、露光の時間と強度を抑えられることを意味するためである。

新世代のCMOSラインスキャンセンサは現在、CCDと同等の画質を実現するだけでなく、より高速な読み出し速度や柔軟な読み出しモードといった、CMOS技術に固有のさらなる利点を備える。シングルラインのCCDとは異なり、複数のピクセルラインを備えるため、用途の要件に応じて異なる動作モードが可能である。マルチラインセンサの主要な利点の1つが、時間遅延積分(Time Delay Integration: TDI)のオプションである。TDIでは、カメラの下の物体の動きと同期して、隣接するピクセルラインの値を加算することが行われる。物体の同じ部分を複数のラインによって撮影し、すべてのラインの信号を加算することによって、シングルラインのセンサよりも高い信号強度が得られる。この方法は、ゲインを同じだけ増加させる場合と比べて、信号雑音比がはるかに高くなる。

この高性能ラインスキャンカメラに、特別に適応させたライン照明を組み合わせることによって、用途に最適に適合した高性能なシステムを構築することができる。照明システムは、物体上の1本のラインを非常に高い光度で均一に照らしつつ、光の色と照明のジオメトリを、正確かつ柔軟に画像取得要件に適応させることができる。

半導体及びPCB製造を 対象としたソリューション

半導体製造の収益性は、欠陥のない製品の歩留まりによって決まる。従ってメーカーは、ベアウエハの状態からチップをICパッケージに挿入するまでの間に、複数回にわたって製品試験を行う。

ウエハが生産ラインを移動するにつれて、その上に配置される部品が増えるため、その複雑さは増していく。従って、歩留まりの低下につながる欠陥をできるだけ早い段階で検出しつつ、全体的な検査時間も短縮しなければならない。その結果、生産ラインの各処理工程における検査ポイントが増加し、検査システムにはより高速にスキャン結果を生成することが求められるようになる。検査スループットは、ファブの全体的な生産性を左右する重要な要素である。

スキャンと照明手法によって、より高速かつ効率的に半導体検査を行うソリューションが構築される。一般的に、ウエハ検査は暗視野照明と同軸明視野照明によって行われる。PCB検査は、拡散光と明視野照明を組み合わせることができる。拡散光は、主に3D形状の部品を対象に光沢と反射を抑えるために使われ、明視野照明は、基板そのものの検査に使われる(図2)。

新世代のカメラには、単一のスキャンで異なる種類の照明を使用することが可能な、マルチチャンネル照明機能が搭載されている。1回のスキャンで最大4つの異なる画像を取得することにより、はるかに多くの情報を得て、欠陥検出を改善することができる。また、これらのカメラでは、異なる設定で取得した最大4本のラインからHDR画像を生成する、マルチフィールドドメインイメージングが可能である。これによ

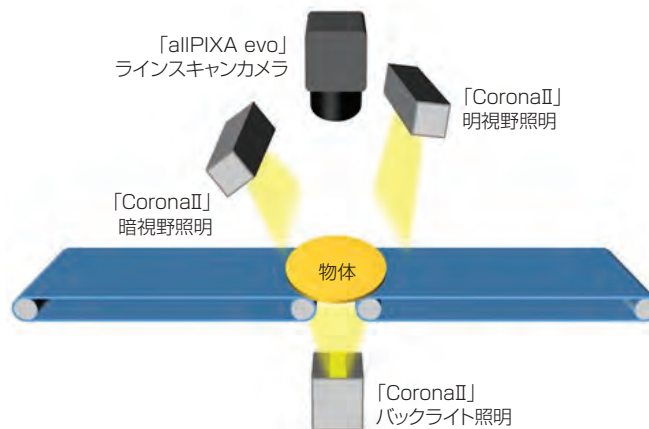


図2 「allPIXAevo」では、1回のスキャンで最大4つの照明設定を組み合わせることができる。これによって、それぞれ異なる光特性を持つ最大4枚の画像が得られる。例としてこの図には、3つの異なる照明設定が示されている。

て、画像の明るい部分と暗い部分の両方で、物体の細部を検出することができる。両方の機能を組み合わせることにより、検出の信頼性を高め、検査時間を短縮することができる。

PCBとその上に搭載される部品の微細化は、進行し続けている。これにより、複数のPCBを1枚のパネル上に製造する、いわゆるパネルライズ(面付け)が行われるようになってきている。パネル上の各PCBは、一意のバーコードによって後で識別される。これに伴って、PCBの迅速な検査はますます複雑で困難になっている。例えば、外観検査では、はんだ関連の欠陥(断線、はんだブリッジ、はんだによる短絡、はんだ過多など)を、部品関連の欠陥(はんだのリフトや、部品の欠損または位置ずれなど)に加えて検出する必要がある。カラーラインスキャンカメラシステムは、高い動作速度と横方向分解能によって、そのような検査処理を高い精度で行うことができる。

PCB上の酸化した銅線の検出も必要だが、モノクロシステムでは、酸化領

域を確実に識別できない。しかし、「allPIXAevo」などの高性能なカラーラインスキャンカメラを、高性能な照明と組み合わせれば、この処理に対する卓越した能力が得られる。

最適化された照明も、PCB検査で信頼性の高い正確な結果を得るために欠かせない要素である。例えば、トンネル照明によって影を抑えて均一性を高めれば、非常に高い画質が得られ、欠陥の見落としは減少する。同軸照明が必要な場合は、白色光または特定波長でそれを設定することができる。

半導体やPCB製造の応用例は、高性能なカラーラインスキャンカメラが、100%のリアルタイム検査プロセスにおける中心的な要素としての重要な役割を担えることを、表している。マルチラインのフルカラーCMOSラインセンサは、画質と解像度の性能が高く、それが、カメラシステムの特により高い応用可能性につながっている。高速で正確な色測定や迅速な3D検査は、この性能クラスのカラーラインスキャンカメラの将来のさらなる応用分野である。

著者紹介

クラウス・リーメル(Klaus Riemer)は、独クロマセンズ社(Chromasens GmbH)のプロジェクトマネージャー。URL: www.chromasens.de