

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 半導体検査装置への応用に向けた符号化開口による画像復元機構の研究開発
プロジェクトリーダー	: (株)SCREEN ホールディングス
所属機関	: (株)SCREEN ホールディングス
研究責任者	: 美濃導彦 (京都大学)

1. 研究開発の目的

①エリアセンサを用いた半導体検査装置に符号化開口を導入し、アライメント機構の性能を向上させる。具体的には、合焦画像が得られていた場合の現行性能(0.5 画素の誤差)と同等の性能を非合焦画像を用いて実現する。

- (1) 合焦画像の復元処理を 100msec 以内で行う。
- (2) ボケ量が未知の非合焦画像を復元する技術を開発する。
- (3) 光の特性を考慮した新たな絞り形状を提案し、さらに性能を向上する。

②符号化開口技術の幅広い利用に向け、ラインセンサを用いた半導体検査装置への適用について検証を行う。

- (1) エリアセンサでは起こらなかった、ラインセンサに固有の課題を定量評価する。
- (2) 検査対象の局所的な凹凸やソリの影響を抑えた、全焦点画像をラインセンサ画像から復元する技術を開発する。

2. 研究開発の概要

①成果

焦点ずれによるボケ画像を処理することによって復元する技術を産業用装置に応用すべく、その有効性検証を試みた。複数の画像復元技術の中で、符号化開口技術は、解像度の低減がなく、光学系の変更が軽微であるため低コストに実現可能である等の産業用途に有利な条件を持っており、今回その有効性が確かめられた。特に、装置精度を確保するアライメント処理においては、提案絞りをを用いた符号化開口による画像復元の効果は大きく、高速化も実現した事により製品化に大きく近づいた。一方、ラインセンサへの応用については、シミュレーションの精度向上が課題である事が判明したが、構築した実験系による実験の積み重ねと、シミュレーション環境の見直しにより、精度向上が図られ画質改善が可能と考えている。今回の研究開発により、画像処理と光学の融合技術に関する多くの知見が得られた。

研究開発目標	達成度
①画像復元処理速度の高速化:約 10[sec]掛かっている同処理をアライメント機構で要求されている100[msec]以内に高速化する。	①フーリエ変換処理・行列演算部等の高負荷な演算処理を GPU 化し、処理全体の最適化をおこなう事で、1枚のボケ画像復元時間を目標時間内に高速化できた。本成果を、GPU Technology Conference 2014 で発表した。
②画像復元を行う際に、ピンボケ量をパラメータとして与える必要がある。実際の撮影環境ではピン	②13 段のボケ量の中から最適な復元結果を得る手法を開発し、3 サンプルについて評価した。結

<p>ボケ量は未知であるため、ピンボケ画像からボケ量を推定し、最適な復元画像を取得する技術を開発する。</p> <p>③既存研究では、PSF を2値画像として符号化開口パターンを設計していた。光の特性の影響を導入した光学シミュレーションによって PSF を計算することで、より現実に即した符号化開口の最適化技術を開発する。</p> <p>④エリアセンサとラインセンサでは撮像原理が異なるが、ラインセンサに符号化開口技術を応用した事例がない。実験環境を構築し、ラインセンサの撮像に固有な問題として、スキャンによる画像劣化の影響を解析する。</p> <p>⑤ラインセンサで撮影する対象は局所的な凹凸やソリが発生するため、撮像画像の領域ごとにボケ具合が異なる。撮像した非合焦画像1枚から、全焦点画像の生成を行い、ラインセンサに固有な問題へ対処していく。</p>	<p>果、95%がアライメント誤差 0.5 画素以内の精度を確保できた。</p> <p>③符号化開口パターンの設計に、回折の影響、対象物のスペクトル特性、照明の波長条件を導入し、新規パターンを制作した。これによりボケ画像でも高精度なアライメント処理が可能となった。本成果は IEEE Trans. TII に掲載される予定である。</p> <p>④ラインセンサの撮像に固有な問題として、照明の非均一性、スキャン方向で PSF が異なることによって開口パターンの取付方向の違いに影響を受けること、などが明らかとなった。シミュレーション精度が不十分で有意な性能改善が得られていない。</p> <p>⑤局所的な凹凸にも、提案開口パターンを用いたエリアセンサによる評価実験で性能改善が確認できた。画質改善が未だ不十分なラインセンサでは十分な性能が得られず、④への対処が重要であることが明らかとなった。</p>
---	--

②今後の展開

本研究開発でアライメント処理への応用が期待されるようになった。今後は参画企業のアライメント機構応用製品への搭載を視野に入れた課題抽出とロバスト性を高めるための研究、及び、安定性評価を進める予定である。また、ラインセンサへの応用にむけ、光学シミュレーションによる解析精度の向上、絞り設計アルゴリズムの改良、及び、実験精度向上をおこない、ラインセンサでの撮像時の復元画質改善と、距離推定アルゴリズムの精度向上を図る。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。

計画に沿って着実に研究を実施し、当初、提起した目標課題における問題点の顕在化が行われ、その対処による実用化の構想を確かなものとしており評価できる。

類似研究と比較することはできているが、実際の製品にどう使われ、競争力を高めることができるのか、事業化や社会への貢献度に関しては、さらなる検討が必要である。