

Title	先端半導体デバイス製造における高スループット自動欠陥検出・分類 システムを実現するための画像処理技術に関する研究
Author(s)	中垣, 亮
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58467">https://hdl.handle.net/11094/58467</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【10】			
氏 名	なか がき りょう 中 垣 亮		
博士の専攻分野の名称	博 士（情報科学）		
学 位 記 番 号	第 2 4 6 5 3 号		
学 位 授 与 年 月 日	平 成 23 年 3 月 25 日		
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科情報システム工学専攻		
学 位 論 文 名	先端半導体デバイス製造における高スループット自動欠陥検出・分類システムを実現するための画像処理技術に関する研究		
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授 中前 幸治  （副査） 教 授 尾上 孝雄 工学研究科教授 谷口 研二  准教授 三浦 克介		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が、㈱日立製作所 生産技術研究所及び大阪大学大学院情報科学研究科情報システム工学専攻博士後期課程在学中（平成20～22年度）に行ってきた、先端半導体デバイス製造における高スループット自動欠陥検出・分類システムを実現するための画像処理技術に関する研究成果をまとめたものであり、次の6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景及び目的として、半導体デバイスのインラインウェーハ検査システムの概要と課題について述べた。また、本論文の構成を述べた。

第2章では、半導体デバイスの欠陥観察用電子顕微鏡であるレビューSEM（Scanning Electron Microscopy）について、その装置構成と電子光学系の概要について述べた。また、画像取得原理と取得される3種の画像（上方像及び左右像）の性質について述べた。

第3章では、レビューSEMで取得したウェーハ表面観察画像から、欠陥部位を自動認識する画像処理技術について述べた。続いて、提案手法をプロセスウェーハ2工程から取得した欠陥画像に対して適用した結果について述べ、その有効性を示した。

第4章では、レビューSEMで取得したウェーハ上の良品部位の画像から、回路パターン部位を自動認識する画像処理技術について述べた。まず、半導体ウェーハ上に形成される回路パターンについて、その構造とSEM像での見え方について概説した。次に、レビューSEMで取得した3種の画像から、回路パターンを自動認識する手法について述べた。続いて、提案手法をプロセスウェーハ5工程から取得した回路パターン画像に対して適用した結果について述べ、その有効性を示した。

第5章では、自動欠陥検出・分類システムの高スループット化を実現するための、低倍率SEM像から高倍率SEM画像を推定する画像処理技術について述べた。まず、提案手法の概要を述べた。本手法では、まず、予め収集しておいた低倍率画像の拡大画像と高倍率画像のペアであるプロトタイプ画像セットから、両者の関係を定義するコードブックと呼ばれるデータベースを作成する。そして、そのデータベースを参照することで、処理対象の低倍率画像の拡大画像から、その高倍率画像を推定する。次に、シミュレーション画像及びプロセスウェーハから取得した画像に対して本手法を適用した結果を述べた。さらに、本技術がレビューSEMにおける自動欠陥検出・分類システムの高スルー

プット化に与える効果について論じた。  
最後に、第6章で、本研究の結論と今後の課題を述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、先端半導体デバイス製造における高スループット自動欠陥検出・分類システムを実現するための画像処理技術に関する一連の研究をまとめたものである。得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 先端半導体デバイス製造におけるレビュー走査電子顕微鏡 (SEM) 観測画像を用いた高スループット自動欠陥検出・分類システムを実現するための画像処理技術の課題として、次の3項目にまとめている。
  - ・半導体ウェーハ上の様々な種類の欠陥について、レビューSEMにて取得した複数SEM画像から、その欠陥領域を自動認識する手法
  - ・自動認識した欠陥の分類性能向上のための回路パターンを自動認識する手法
  - ・高スループット実現のための低倍率画像からの高倍率画像を推定する手法
- (2) 半導体ウェーハ上の様々な種類の欠陥について、レビューSEMにて取得した複数SEM画像から、その領域を自動認識する手法として、上方像・左右像の3種の画像に対する比較検査結果を統合することで欠陥を認識する手法を提案している。この手法では、比較検査結果を統合する際の統合割合を、欠陥表面の凹凸状態解析の結果に基づいて決定している。半導体ウェーハの実データに提案した手法を適用し、実証している。
- (3) 多様な見え方をする回路パターンの認識手法として、上方及び左右像の3種SEM画像を併用する認識手法を提案している。この手法では、回路パターンの構造・材料・粗密状態に依存して、画像上でのパターンの見え方が異なることに着目している。半導体ウェーハの実回路パターン画像に提案した手法を適用し、実証している。
- (4) 高スループット実現のための低倍率画像からの高倍率画像を推定する手法として、ベクトル量子化を用いた、学習型の画像推定手法を提案している。この提案手法では、あらかじめ収集した低倍率画像と高倍率画像の対から得た画像間の対応関係をコードブックとして登録し、このコードブックを用いて低倍率画像から高倍率画像を推定する。この提案手法によるレビューSEM自動欠陥検出・分類システムのスループットに与える影響を試算し、有効性を示している。

以上のように、本論文は先端半導体デバイス製造における高スループット自動欠陥検査システムを実現するための画像処理技術に関して多くの新しい知見を含んでおり、情報システム工学の発展に寄与するところが大きい。よって、博士 (情報科学) の学位論文として価値のあるものと認める。