

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	田宮 英明
論文審査担当者：			
	主査	慶應義塾大学 教授	博士（工学） 青山 英樹
	副査	慶應義塾大学 教授	博士（工学） 柿沼 康弘
		慶應義塾大学 教授	博士（工学） 田口 良広
		慶應義塾大学 教授	博士（工学） 閻 紀旺
		カリフォルニア大学 教授	工学博士 山崎 和雄
<p>学士（工学）田宮英明君提出の学位請求論文は「安定化格子干渉方式を用いた高精度3次元エンコーダの開発」と題し、6章から構成されている。</p> <p>半導体露光装置の開発において、集積回路の細線化のために、ウェハの更なる高い位置決め精度が要求されている。その要求に対して、ウェハの位置決め精度に関わるステージのXY軸上およびZ軸上の変位検出精度および再現性は、両立させて向上させなければならない。しかし、従来の方式では、Z軸上の変位検出において、要求性能を達成できないことが問題となっている。本論文では、XYZ軸上の高精度なステージ制御を実現させるための計測手段として、回折格子を用いた干渉の原理に基づく2つのタイプの高精度3次元エンコーダを提案・開発し、それらの基本性能を確認するとともに、それぞれの優位性と課題を明らかにしている。</p> <p>第1章では、本研究の背景と従来技術について概説している。半導体露光装置の分野において、光波干渉計に替わって格子干渉計のエンコーダが必要とされた理由と、ステージのXYZ軸上の変位検出において、Z軸上の高精度な変位検出を可能にする格子干渉計が存在しないという課題を示している。</p> <p>第2章では、XY軸上の変位を検出する格子干渉計の既存技術の評価を行っている。XY軸上の変位検出における分解能、安定性、リニアリティを確認し、光波干渉計に対して格子干渉計が安定性の点で優れていることを示している。</p> <p>第3章では、Z軸上の変位を検出する格子干渉計を提案・開発し、性能を評価している。Z軸上の変位検出における分解能、安定性、リニアリティを確認し、提案した格子干渉計の高い分解能と優れた安定性を明らかにしている。</p> <p>第4章では、XZ軸上の変位を検出する格子干渉計を提案・開発し、性能を評価している。提案手法は、XY面に配置された格子スケールのZ軸上の変位に対し、スケール上の検出ポイントおよび光路長が変化しないというメリットをもつ光学系を実現している。開発システムにより、XZ軸上の変位検出における分解能、安定性、リニアリティについて評価し、リニアリティに関して課題があることを明らかにしている。</p> <p>第5章では、XY軸上の変位検出格子干渉計とZ軸上の変位検出格子干渉計を組み合わせた3次元エンコーダと、XZ軸上の変位検出格子干渉計をYZ軸にも同時に適用させた3次元エンコーダの性能を比較し、3次元エンコーダとしての実現性について検討している。XY軸上とZ軸上の変位検出格子干渉計を組み合わせた3次元エンコーダは、目標とした性能をすべて満足しており、光学系の原理的な課題を解決できていることを明らかにし、小型化によって実用化できるという結論を導いている。一方、XZ軸上とYZ軸上の変位検出格子干渉計を組み合わせた3次元エンコーダは、リニアリティに課題があるが、XY面に配置されたスケール上に入射するビームの間隔を最小化することにより、実用化が可能であることを示している。</p> <p>第6章では、結論として、各章の内容をまとめ、研究の成果を要約している。</p> <p>以上要するに、本論文では、高精度なステージ制御を実現させるために、回折格子を用いた高精度な3次元エンコーダを提案・開発して実用化の可能性を示しており、生産工学の分野において、工業上、工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		