Osaka University Knowledge Archive

Title	He-Ne レーザを用いたヘテロダイン干渉法の高精度化と大規模ナノメータ平面形状計測への応用に関する研究
Author(s)	横山, 敏之
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46775
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏　　名　横山敏之（よこやまとしゆき）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　19775　号

学位授与年月日　平成17年9月15日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**He-Ne レーザを用いたヘテロダイン干渉法の高精度化と大規模ナノメータ平面形状計測への応用に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　荒木　勉

（副査）
教　授　新井　健生　　教　授　大城　理

論文内容の要旨

レーザを光源とする干渉計測は光の波長以下の位置情報を非接触で得ることができる。ヘテロダイン干渉計測は高精度干渉計測法の一つであり、計測対象の変位を光ビート信号の位相変位に変換し光ビート信号を電気信号として観測することにより、変位を光の波長の 1/1000 以下のサブナノメータ分解で計測できる。光源として周波数安定性に優れることから He-Ne レーザがよく用いられるが、その一方で波長や出力強度の制約ために用途が限られている。また高精度形状計測にはフィゾー干渉計や原子力間力顕微鏡が用いられているが、前者は基準平面の精度に制約され、後者は一度に計測可能な範囲が狭いなどの問題があり、半導体ウェハやミラーなどの数百 mm 規模の試料の形状をナノメータ精度で計測することは困難である。このような状況を踏まえ、本論文では He-Ne レーザを用いたヘテロダイン干渉計の適用範囲の拡大を目的として３つのテーマについて述べる。２波長ヘテロダイン干渉計は、波長の異なる２つの光源を用いることにより光源の波長より長い数ミクロンの距離をサブナノメータ精度で絶対計測するものである。10 μm におよぶ形状の絶対計測がナノメータ精度で可能であることを示した。３モード He-Ne レーザを利用したヘテロデイン干渉計は 5 mW の高出力３モードレーザを用い従来の２倍の計測感度を実現した。ひとつの光源を分岐して多点を同時に計測する多軸測長などの用途に適する。ダブルシアリングヘテロダイン干渉計による平坦度計測は数百 mm 以上の大規模な試料の表面形状をナノメータ精度で計測するものである。２組のシアリング干渉計で構成され、試料の表面形状をスキャンニングステージの傾き変化と分離して計測することを可能とし、シリコンウェハなどの試料表面形状をナノメータ精度で計測できることを示した。これらによってサブナノメータ精度のヘテロダイン干渉計測の応用範囲を拡大できることを示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、He-Ne レーザを用いたヘテロダイン干渉計測の高精度化および非接触大規模平面度計測への応用に関するものである。ここでは、サブナノメータ精度絶対範囲を光源の波長より長い数ミクロンに拡張する「２波長ヘテロダイン干渉計」、計測感度を従来の２倍に拡大しかつ高出力である「３モードレーザを用いた倍感度ヘテロダイン干渉計」、および数百ミリ以上の大規模試料の表面形状をサブナノメータ精度で計測する「ダブルシアリングヘテロダ

イン干渉計」の３つのテーマについての研究を行い、それぞれに良好な成果を得ている。内容を以下に概説する。

第１のテーマでは、10μmにおよぶ形状の絶対計測がナノメータ精度で可能であることを実証し、近年の高密度液晶パネル製作に有効であるとの結論を得た。第２のテーマでは、光源を分岐して多点を同時に計測するような構成において、ダブルパス光学系を構成することなく倍感度を得た。この手法は高精度を要求する多軸計測に利用でき、半導体集積回路の露光装置の位置制御に極めて有効であるとの結論を得た。さらに第３のテーマにおいては、２組のシアリング干渉計で構成されるダブルシアリングヘテロダイン干渉計を考案した。その結果、これまでのフィゾー干渉計とAFMのエポックとなっていた数百mm規模の試料の平坦度をnmの精度で非接触計測可能なシステムが構築できるようになった。

また、上記内容に加えてレーザーの物理特性を理解し、周波数安定化光源の開発から着手するなど、干渉計高精度化の基礎となる光源自体の研究においても成果をあげている。

以上のように、本論文内容は非接触ナノメートル平面形状計測へ大く寄与するため、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。