

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	干渉光の強度信号の時間変化を用いた位相信号検出方式の耐環境性向上に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	山崎和良
Author(English)	Kazuyoshi Yamazaki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11438号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 雅浩,中村 健太郎,金子 寛彦,小尾 高史,渡辺 義浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11438号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号			学位申請者氏名		山崎 和良	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	山口 雅浩	教授	審査員	渡辺 義浩	准教授	
	審査員	中村 健太郎	教授				
		金子 寛彦	教授				
		小尾 高史	准教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「干渉光の強度信号の時間変化を用いた位相信号検出方式の耐環境性向上に関する研究」と題し、8 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、本論文の背景および目的を述べている。近年、工業分野、情報分野、バイオ分野、医療分野などへ、干渉計測の適用が期待されているが、一方で干渉計測法の耐環境性の低さが実用化を阻害していることを課題として挙げている。その上で、耐環境性の高い干渉計測法の基礎技術を確立することを本論文の目的であるとしている。

第 2 章「干渉計測法とホモダイン位相検出法」では、従来の干渉計測法について概説し、製造ライン検査およびホログラフィックメモリ適用に向けた議論を行い、ホモダイン位相検出法が有用性が高いと判断している。一方で、ホモダイン位相検出法はカメラ間の検出信号の差動演算を用いて、物体光と参照光の位相差を検出するため、カメラ間の検出信号の強度ずれ、物体光及び参照光の波面ずれの影響を受ける課題があるとしている。

第 3 章「提案方式の概念」では、ホモダイン位相検出法の課題を解決するため、同じカメラで検出した時間の異なる 2 つの検出信号の差動演算を用いて、物体光の位相の時間変化を検出する新しい位相検出の概念を示している。

第 4 章「製造ライン向け時間微分位相検出法の検討」では、製造ライン検査に適用するための干渉計測法として、第 3 章の概念に基づいた時間微分位相検出法を提案している。提案法は、同じカメラで検出した時間の異なる 2 つの検出信号の差動演算を用いるので、強度ずれの影響を大幅に低減できると述べている。また、提案法は製造ラインで移動する測定対象物の位相の時間変化のみを検出するため、物体光・参照光の波面ずれに影響されないと述べている。これらについて、理論的な説明だけでなく、シミュレーション及び実験により、その有効性を示している。

第 5 章「ホログラフィックメモリのページ間差動位相検出法の検討」では、位相変調型のホログラフィックメモリの位相検出法として、第 3 章の概念に基づき、ページ間の位相差を検出するページ間差動位相検出法を提案している。本章では、ページの位相差を信号とする新たな符号化方式を提示している。そして、ホログラフィックメモリに特有な、ページ間の再生光の強度ずれの影響に対し、記録する位相を最適化することでその影響を低減できることを実験的に確認している。さらに、実験の結果をもとに位相多値記録の見積りを行い、位相 4 値記録を実現できる目途を得たと述べている。

第6章「ホログラフィックメモリのページ間差動強度増幅法の検討」では、強度変調型のホログラフィックメモリ向けに、第3章の概念を拡張した、ページ間の再生光の強度の差を増幅検出するページ間差動強度増幅検出法を提案している。提案法は強度ずれ・波面ずれの影響を受けにくいことを理論的に説明するとともに、実験で明確にしている。そして、増幅率の実験をもとに、従来に対して大容量化及び記録再生の高速化を実現できることを示している。

第7章「ホログラフィックメモリ高速再生技術」では、第5章・第6章の2つの検出法の耐環境性をさらに向上するため、高精度かつ高速な光ビームの角度制御技術を提案している。上述の2つの検出法では、ページ間で参照光の位相は一致していることが求められるため、ページ間を高速に移動する技術の適用が有効であると述べている。ここでは、新たに考案した角度制御信号と外部センサの情報をもとにプローブ光の角度を制御する技術を提案している。そして、高精度かつ高速化が可能な角度制御信号が得られることを実験で確認している。また、外乱を考慮した場合でも高精度な角度制御信号が得られることをシミュレーションで示しており、高精度かつ高速なプローブ光の角度制御の実現性を明確にしている。

第8章「結論」では、本論文で得られた成果と課題について総括している。

以上を要するに、本論文は工業分野・情報分野への適用が期待される耐環境性の高い干渉計測の実現に向けて、ホモダイン位相検出法に時間の概念を取り入れた新しい干渉計測法を提案し、その位相検出原理及び有効性を理論的かつ実験的に示したものであり、工学上ならびに工業上において寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。