



Title	広視野プロジェクター型電子ホログラフィ表示装置の開発およびスペックル低減に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	伊藤, 泰雄
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第15546号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89454
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yasuo_Ito_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 伊藤 泰雄

審査担当者 主 査 教 授 坂本 雄児
副 査 特任教授 荒木 健治
副 査 教 授 長谷山 美紀
副 査 教 授 土橋 宜典

学位論文題名

広視野プロジェクター型電子ホログラフィ表示装置の開発およびスペックル低減に関する研究
(Development of Projection-type Electro-holographic Display Device with Wide Visual Field Angle
and Study on Speckle Reduction)

現在主流の 3D 映像呈示方式は、両眼視差情報のみを呈示する方式となっており、人間の立体知覚の他の生理的要因である輻輳と調節に矛盾が生じ、その結果、不快感、疲労感などいわゆる 3D 酔いという症状が見られる。一方、3D 映像呈示方式のなかで、対象物体の波面情報を呈示するホログラフィ技術は、人が現実世界にあるときと同様の情報を知覚・認識することになるので、理想的な 3D 映像呈示技術であると云われている。

1990 年以降においてホログラフィ技術とデジタル計算機技術が融合し電子ホログラフィ技術の研究が行われてきた。しかし、空間光変調器 (SLM) として用いられる液晶などの表示デバイスは、現状の半導体デバイス製造技術では電子ホログラフィで必要とされる仕様を満たすことができない。このため、電子ホログラフィ表示装置は十分な視野角を提示することができないため、視野角を広げる技術が望まれている。また、電子ホログラフィ表示装置では半導体レーザーが再生照明光として用いられ、コヒーレンス (可干渉性) が高い特性を持つ。これによって、再生画像を観測する際、コヒーレント光の干渉による粒状ノイズ、即ちスペックルノイズが再生画像に重畳され画質が劣化するという課題がある。画質劣化は実用化を推し進める上で大きな妨げであり、画質改善のため、このスペックルノイズを低減する技術も望まれている。

本学位論文は上記 2 点の課題に対して解決法を研究したものであり、以下の 7 章から構成されている。

第 1 章では本研究の背景として 3D 映像呈示方式と電子ホログラフィの現状について示し、本学位論文の研究目的を示している。

第 2 章および第 3 章では、ホログラフィの原理とホログラフィ表示装置の原理を述べている。

第 4 章では一つの視野角を拡大する課題に対して、広視野角が期待でき、かつ配置に自由度があり、装置自体も小型化可能なプロジェクター型電子ホログラフィ表示装置を提案している。提案装置は、両眼立体視する構成をとり、従来の電子ホログラフィ装置と比較して広い視野角を有し、かつフルカラー動画が呈示可能なものである。

第 5 章では二つのスペックルノイズを低減する課題に対して、マルチモード光ファイバーでの導波モードはファイバーの摂動に対して非常に敏感であるという現象に着目し、ボイスコイル型アクチュエータでファイバーを駆動することで、電氣的に再生照明光のコヒーレンスを制御し、ス

ベックルノイズ低減を実施する手法を提案している。

第5章では、第4章で述べた手法で、再生照明光のコヒーレンス度がどのように変化するかを評価するため、コヒーレンス度を評価する手法に関して言及している。

第6章では、提案するプロジェクター型電子ホログラフィ表示装置の性能評価と提案する手法でのスペックルノイズ低減効果の検証、及び再生照明光のコヒーレンス度評価結果に言及している。開発した装置の大きさは、単眼部で $WLH=100[\text{mm}] \times 400[\text{mm}] \times 170[\text{mm}]$ と小型サイズで、視野角は 10.5 度と通常の電子ホログラフィ装置の視野角 3.2 度の 3 倍以上であることを確認している。また、両眼立体視に必要な両眼視差と奥行情報の呈示も精度よく表現されていることも確認している。提案したスペックルノイズ低減評価に関しては、スペックルコントラスト値は最大で 50% 以下にまで低減可能で本方式が再生照明光のコヒーレンスを低減することによってスペックルノイズの低減に有効であることを示している。また、スペックルノイズ低減効果の指標となるスペックルコントラスト値とアクチュエータ駆動振幅との間には負の相関性が、再生照明光のコヒーレンス度とアクチュエータ駆動振幅の間には正の相関性がある知見を得ている。

第7章では、本学位論文のまとめを述べている。

これを要するに、著者は通常の電子ホログラフィ表示装置より 3 倍以上大きな視野角を持つ小型プロジェクター型電子ホログラフィ表示装置を提案し、実機を開発、さらに、電氣的にコヒーレンスを制御可能なスペックルノイズ低減手法を提案し、これらの有効性を実験によって示した。本手法は電子ホログラフィ表示装置の実用化へ向けての有効な手法であり、3D 映像呈示技術および情報メディア学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める。