

(様式 11)

平成 29 年 2 月 14 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員 主査 高木康博  
副査 岩井俊昭  
副査 田中洋介  
副査 西舘 泉  
副査 清水大雅  
副査



|  |  |
|--|--|
| 学位申請者  | 電子情報工学 専攻 平成 26 年度入学 学籍番号 14834205   |
|  | 氏 名 松本祐二   |
| 申請学位   | 博 士 (工学)   |
| 論文題目   | MEMS 空間光変調器を用いた水平走査型ホログラフィックディスプレイの高画質化 (Improvement of Image Quality of Horizontally Scanning Holographic Displays Using MEMS SLMs) |
| 論文審査要旨 (2000 字程度)<br>本論文は、MEMS 空間光変調器(MEMS SLM)を用いた水平走査型ホログラフィックディスプレイの高画質化について、以下で説明する 7 章で論じている。<br>第 1 章では、本研究の背景について述べている。従来の二眼式や多眼式などの光線再生型の立体表示では、輻輳と調節の不一致に起因する視覚疲労が生じる。これに対して、波面再生型の立体表示であるホログラフィーでは、立体像に目のピントが合い調節が機能するため、視覚疲労が生じないため、理想的な立体表示であることが述べられている。<br>第 2 章では、従来の電子的なホログラム表示の課題について述べている。電子的なホログラム表示には、1 ミクロンのピクセルピッチと膨大な解像度を有する空間光変調器 (SLM)が必要であるため、実現の難易度が非常に高い技術である。そのため、視域と画面サイズの拡大を可能にする表示技術に関するブレイクスルーが必要である。関連研究として、以前に提案された視域と画面サイズを拡大する表示技術について紹介している。<br>第 3 章では、本研究において高画質化を行う水平走査型ホログラフィーについて説明している。これは、ホログラム表示の視域と画面サイズを拡大するために提案された表示技術である。高フレームレート表示が可能な MEMS SLM と水平スキャナで構成され、時分割表示により解像度を増加させる。水平走査型ホログラフィーの構成方法には、ス |  |

クリーン走査型と視域走査型の2種類がある。それぞれについて、表示原理や過去に試作された表示装置などについて説明している。特に、① MEMS SLM は高速動作が可能であるが2値表示になるため再生像の画質が劣化すること、② 水平走査型ホログラフィーではカラー表示が実現できていないことを問題点として述べている。

第4章では、水平走査型ホログラフィーの再生像の階調表現性の向上法について述べている。水平走査型ホログラフィーでは、ホログラムパターンの表示に MEMS SLM を用いるため、ホログラムパターンを2値化する必要がある。単純に閾値処理により2値化すると、再生像の階調表現性が低下する。本研究では、2次元画像の2値化方法として広く用いられている誤差拡散法を用いることを試みた。そこで、Floyd-Steinberg の拡散係数を用いて、ホログラムパターンの2値化を行った。その結果、再生像の階調表現性が向上することが判明した。しかし、階調表現に非線形性が生じたため、補正テーブルを用いて目的画像の振幅分布を補正する方法を提案し、階調表現性の線型性を向上させている。ただし、再生像のコントラストが低いという問題があることを述べている。

第5章では、スクリーン走査型の表示システムを、時分割表示によりカラー化する方法について述べている。スクリーン走査型システムでは、縦長の要素ホログラムをスクリーンに表示し、要素ホログラムを水平方向に走査して、視域と画面サイズを拡大する。ここで、要素ホログラムの表示ピッチを要素ホログラムの幅の1/3以下にすることで、一回の走査で3組の要素ホログラム群を表示できる。3組の要素ホログラム群をRGBレーザー光で順次時分割表示することで、スクリーン走査型システムのカラー化を実現する。水平走査型ホログラフィーでは、MEMS SLM として Digital Micromirror Device (DMD) を用いる。DMD の表示面は反射型 Blazed 回折格子の構造を有するため、DMD の回折特性は波長により異なる。そこで、RGB レーザー光を異なる方向から DMD を照明することで、RGB 合波を実現する方法を提案している。この場合、RGB でホログラムの干渉縞の方向が異なる。再生像の階調表現性を向上させる誤差拡散法において、干渉縞の方向と直交する方向に誤差拡散することで、再生像のコントラストの向上を実現している。以上により、カラー再生像の発生に成功している。

第6章では、視域走査型の表示システムをカラー化する方法について述べている。スクリーン走査型と同様に、時分割表示によりカラー化を実現している。視域走査型システムでは、画面サイズの拡大に伴い縮小した視域を水平走査することで、視域と画面サイズを拡大する。ここで、縮小した視域の表示ピッチを視域の幅の1/3以下にすることで、一回の走査で3組の視域群を形成し、これらをRGBレーザー光で時分割表示することでカラー化を実現する。実験により、再生像のカラー化を確認した。スクリーン走査型システムでは、波長が最も短い青色の波長で視域角が決まるため、モノクロ表示よりカラー表示の視域角は狭くなる。これに対して、視域走査型システムでは、現状の実験システムにおいては、視域角が水平スキャナの走査角で制限されるため、カラー化した場合でも、視域と画面サイズはモノクロ表示の場合と変わらないことを述べている。

最後に、第7章で、本研究の総括を述べている。