



(様式 5)

指導教員 承認印	
-------------	---

平成 28 年 12 月 9 日

学位（博士）論文の和文要旨

論文提出者	工学府博士後期課程 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 
主指導教員 氏 名	高木 康博
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)
論文要旨 (2,000 字程度)	<p>本論文は 7 章で構成されている。以下に、各章の内容の概要を述べる。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景について説明した。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。さらに、ホログラフィーは、空間にシャープな立体像が発生できるため、理想的な立体表示である。</p> <p>第 2 章では、電子的なホログラム表示の課題について説明した。電子的なホログラム表示は、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、これまで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述べた。</p> <p>第 3 章では、本研究で研究を行う水平走査型ホログラフィーについて説明した。これは、視域と画面サイズを拡大する表示技術で、本研究以前に提案されたものである。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た。特に、①MEMS 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述べた。</p> <p>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説明し</p>

た。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ことを示した。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た。ただし、再生像のコントラストが低いという問題があった。これは、2 次元表示用に開発された誤差拡散法を、水平走査型ホログラフィーにそのまま適用したためであると考えられる。

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説明した。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た。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行った。以上により、カラー再生像の発生に成功した。

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説明した。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する。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 B 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った。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かった。

最後に、第 7 章で、本研究を総括する。