

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	反本 啓介
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 津田 裕之
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 笹瀬 巖
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 岡田 英史
	副査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 田邊 孝純
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）反本啓介君提出の学位請求論文は「次世代光ネットワークノード構築のための空間光変調器を用いた高機能光スイッチの研究」と題し、7章から構成されている。光ネットワークの大容量化への需要に応えるため、波長多重された各信号に対し最適な伝送経路を選択し動的に経路を切り替える ROADM(Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer)がネットワークノードに導入されている。ROADM の設置スペースや光増幅器の電力削減、および信号品質維持のために、個々の光スイッチの小型化・低損失化・偏光無依存化が求められる。また、周波数利用効率向上のため、光信号の変調方式と変調速度に合わせて帯域幅を調整できる、グリッド可変 ROADM が必要であり、光スイッチにはグリッド可変動作が求められる。</p> <p>第1章の序論では、光ネットワークの動向について述べ、ROADM に必要とされる性能を述べている。LCOS(Liquid Crystal on Silicon)またはMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)を用いた空間スイッチ・WSS(Wavelength Selective Switch)を提案し、本研究の目的が、これらの光スイッチに対し、低損失性・偏光無依存性・グリッド可変動作などの機能を付与するための設計手法の確立であることを述べている。</p> <p>第2章では、LCOS を用いた空間スイッチにおいて、挿入損失低減のため、光学系の収差を高速に補償する方法を提案している。収差を補償するための最適な位相パターンを試行錯誤型アルゴリズムによって算出する。解探索の過程において Zernike 関数のモード間の相関性を応用することにより、従来の手法と比べ約2倍高速に補償が可能となることを明らかにしている。</p> <p>第3章では、多層 AWG(Arrayed Waveguide Grating)と LCOS を用いた WSS を提案し、その設計手法を明らかにしている。多層 AWG を作製する手段として、別々の基板上に形成された AWG を貼合わせる手法と単一基板上に複数の AWG をモノリシックに形成する手法を提案している。両手法を用いて多層 AWG を試作し、約 1cm の幅における層間の平行度が、それぞれ、$\pm 0.9 \mu\text{m}$ 以内、$\pm 0.7 \mu\text{m}$ 以内の良好な性能が得られている。</p> <p>第4章では、多層 AWG と 2 台の LCOS を用いた偏光無依存型 WSS を提案している。一方の LCOS がスイッチ動作を行い、他方の LCOS が多層 AWG の位相誤差を直交する偏光成分別に補償している。また、偏波ダイバーシティ光学系を導入し、WSS の偏光依存性を低減している。試作の結果、偏光依存損失が 1.0 dB 以下の良好な性能が得られている。</p> <p>第5章では、多層 AWG と 1 台の LCOS を用いた小型かつ偏光無依存な WSS を提案している。偏波ダイバーシティ光学系に反射器を導入し折り返し型構成とすることにより、小型となる。光学系寸法(W・H・D)が 100 mm × 80 mm × 60 mm 以下、偏光依存損失が 2 dB 以下という良好な性能が得られている。</p> <p>第6章では、MEMS を用いた WSS において、MEMS ミラー表面に複数のスロット構造を設けることを提案している。これによって、ミラー間ギャップに由来するスペクトルリップルを補償し、グリッド可変動作を可能としている。リップル幅が 0.05 dB 以下の良好な性能が得られている。</p> <p>第7章では、本論文の成果をまとめ、今後の課題や将来の展望を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文の著者は、光ネットワークノード用光スイッチの設計法を確立し、実証実験により、その有用性を明らかにしている。考案した光スイッチは、次世代の超大容量光ネットワークの構築に、工学上、工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（スマートデバイス・システム工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		

○○○には審査担当者氏名、△△△には専修名を記載する。