

# Thesis Abstract

Registration Number	“KOU” No.4429	Name	NAZIRUL AFHAM BIN IDRIS
Thesis Title			
T- and O-band Optical Communication Networks Based on Arrayed Waveguide Gratings			
<p>Although optical communication networks conventionally utilize the C- and L-bands (1530 nm – 1625 nm), the T-band (1000 nm – 1260 nm) has recently been proposed as a possible wavelength resource through recent developments of quantum dot (QD) tunable lasers for this frequency band. The T-band combined with the relatively developed O-band (1260 nm – 1360 nm) offers more than 79 THz of bandwidth, which is 7 times of the C- and L-bands combined, and would be useful in realizing short-reach wavelength division multiplexing (WDM) networks with high capacity using simple transmission formats. In this study, the scalability of arrayed waveguide grating (AWG), which is a key component in WDM systems, is investigated for application in these bands. Highly scalable AWG configurations as well as large scale WDM systems employed in the T-band are proposed and demonstrated.</p> <p>Chapter 1 summarizes the development of optical communications technologies in general, and the prospect of T-band optical communications in particular. The research objectives are also stated.</p> <p>Chapter 2 describes in detail the operating principle of AWGs as well as cyclic AWGs, and summarizes previous works done on improving its performances. The main cause to its scalability limitation is investigated in detail. Calculations for determining the basic parameters in T-band AWG designing are also presented.</p> <p>Chapter 3 explores the approach of engineering a standalone cyclic AWG with enhanced scalability. Several techniques are discussed and AWGs are fabricated and evaluated as proof of concepts.</p> <p>Chapter 4 investigates a WDM access network employed in the T-band using QD lasers, QD semiconductor optical amplifiers (SOAs), and AWGs. Preliminary transmission experiments are presented as a proof of concept, and to confirm the feasibility of T-band communication using QD active devices.</p> <p>Chapter 5 explores the approach of cascading multiple AWGs in realizing a highly scalable wavelength router able to support the entire T- and O-bands. Transmission and wavelength routing demonstration using QD active devices are presented as a proof concept.</p> <p>Chapter 6 summarizes the results of this study and discusses unresolved issues as well as future works to be done on realizing T-band optical communications.</p>			

## 論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4429 号	氏 名	NAZIRUL AFHAM BIN IDRIS
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	山中 直明
副査	慶應義塾大学准教授	博士（工学）	田邊 孝純
副査	慶應義塾大学専任講師	博士（工学）	久保 亮吾
副査	University of Bristol 准教授	Ph. D.	Zervas, Georgios
<p>学士（工学）、修士（工学）NAZIRUL AFHAM BIN IDRIS（ナズィルル アフアム ビン イドリス）君提出の学位請求論文は、「T- and O-band Optical Communication Networks Based on Arrayed Waveguide Gratings（T及びO帯におけるアレイ導波路回折格子を有する光通信ネットワーク）」と題し、6章から構成されている。</p> <p>従来の光通信ネットワークはC及びL帯（波長範囲：1530-1625 nm、周波数帯域幅：11 THz）を利用しているが、未使用のT帯（波長範囲：1000-1260 nm、周波数帯域幅：62 THz）を、O帯（波長範囲：1260-1360 nm、周波数帯域幅：17 THz）と組み合わせることで短距離通信用の周波数資源として利用することが提案されている。この波長帯において、WDM（Wavelength Division Multiplexing）と強度変調方式を用いた近距離大容量光通信の実現が期待されている。</p> <p>このような背景のもとで、WDMのためのキーデバイスである、AWG（Arrayed Waveguide Grating）をT及びO帯に適用するための設計法を検討し、広帯域周回性AWG設計法を明らかにしている。また、入出力ポート数を飛躍的に増大させるためのAWG多段接続構成を明らかにしている。これらの新しい設計によるAWGを試作し、QD（Quantum Dot）可変波長光源とQD光増幅器を組み込んだ実験系を構築し、大規模アクセスネットワークとT及びO帯をカバーするフルメッシュ波長ルータの動作実証を行っている。</p> <p>第1章では研究背景及び先行研究、T帯光通信の概要を述べ、本研究の目的を提示している。</p> <p>第2章では周回性AWGの動作原理を詳しく述べ、高性能化の手法を提案している。各入出力ポートの透過中心波長（周波数）の波長（周波数）グリッドからのずれが、周回性AWGの広帯域化を制限することを明らかにしている。また、T帯光導波路構成のための設計パラメータを明らかにしている。</p> <p>第3章では広帯域化に有効な単一の回折次数のみで動作する周回性AWGの構成法を明らかにしている。チャンネル数10、チャンネル間隔6.4 THzのAWG、及び、チャンネル数38、チャンネル間隔50 GHzのAWGを試作評価し、提案する広帯域設計の有用性を確認している。</p> <p>第4章ではTDM（Time Division Multiplexing）とWDMを組み合わせ、大規模アクセスネットワークを提案している。ネットワークの一部を構成し、波長範囲1125-1175 nmにおいて、QD可変波長光源とQD光増幅器を用いて伝送実験を行いエラーフリー伝送に成功している。</p> <p>第5章では3段接続されたAWGを用いたフルメッシュ波長ルータを提案している。チャンネル数23のAWGと、チャンネル数47のAWGを接続して、1081×1081フルメッシュ波長ルータの一部を構成している。10 Gbit/s光信号を用いてエラーフリー伝送を行い、数百msの切り替え時間で波長ルーティングを行っている。</p> <p>第6章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、T及びO帯を活用する広帯域AWGの構成法を確立し、それを利用したフルメッシュ波長ルータを提案している。また、デバイス試作と光信号伝送実験により、その有用性を明らかにしている。広帯域AWGとフルメッシュ波長ルータ構成技術は、未開拓の波長帯を利用する近距離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。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>			