

氏 名 Gilbert Asuncion Diwa

学位（専攻分野） 博士（工学）

学位記番号 総研大甲第 1082 号

学位授与の日付 平成 19 年 3 月 23 日

学位授与の要件 先導科学研究科 光科学専攻  
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Development of integrated terahertz optics

論文審査委員 主 査 教授 松本 吉泰  
特任教授 猿倉 信彦  
助教授 佃 達哉  
助教授 谷 正彦（大阪大学）

## 論文内容の要旨

A demonstration of the design and characterization of a terahertz (THz) pigtail is undertaken. The InAs terahertz emitter, under a 1 T magnetic field was fixed on a polymer lens duct. The lens duct (methyl pentene, commonly known as TPX), served as the launching medium. The THz output was then coupled to a Teflon photonic crystal fiber (PCF); waveguiding via total internal reflection. Results show that the coupling loss between the lens duct and the PCF is less than 1 dB. The total THz transmission was found to be dependent on the PCF length. The overall spectral bandwidth and coupling efficiency of the THz pigtail design is superior compared with a previous work using a silicon hyper-hemispherical lens coupled to the Teflon PCF.

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、遠赤外光であるテラヘルツ波を、より簡便に発生・利用するための複合光学システムの開発に関する研究成果をまとめたものである。論文は5章からなり英文で書かれている。第1章の序論、第2章のバックグラウンドになる理論、第3章の実験方法に続いて第4章に得られた結果とその考察が書かれており、最後の第5章において全体のまとめと将来への展望が記されている。

振動数1テラヘルツ(波長300マイクロメートル)前後の波長領域は従来、光源や検出器、導波路などの基本的な技術が未発達であったため、未知の領域であった。しかし、テラヘルツから中赤外領域の吸収分光では、分子の種類や物質に含まれる官能基に関する情報を観測することができるため、この領域の分光計測は広い分野での応用が期待されている。すでに学術的には多くのグループが様々な手法で研究を行っており、また、いくつかのベンチャー企業がテラヘルツイメージング装置の販売を始めている。

通常テラヘルツ波は、自由空間において放物面鏡やシリコンレンズを用いて伝播されるが、可視領域などに比べて光学系の調整は困難である。さらに、大気中の水蒸気による吸収を避けるためには、装置全体を真空中に置くか、不活性ガスで満たす必要がある。そのため、テラヘルツ領域での分光やイメージングのためのシステムの可搬性が阻害されている。したがって、これらの問題を乗り越える簡易なテラヘルツ光学システムが必要とされている。

本研究では、従来のテラヘルツ分光計測システムの欠点を克服するため、レンズダクトとテラヘルツ光導波路からできた集積光学システム(テラヘルツ・ピッグテイル)の開発を行った。レンズダクトは、テラヘルツ波の集光、レンズダクト内部での全反射によるテラヘルツ波の導波、頂点への光の収束という機能を一体化したものである。レンズダクト表面に取り付けた InAs テラヘルツ光エミッタを、レンズダクトに入射した超短パルスレーザー光でダクト内部から励起することで、発生したテラヘルツ光を大気中に放出することなく利用することができる。このテラヘルツレンズダクトの頂点に、テフロンフォトニック結晶ファイバー(PCF)導波路を接続することにより試料等、目的の場所までテラヘルツ波を伝播させることができるように工夫されている。PCFはソリッドな(中空ではない)コアと、その周りを取り囲むように規則正しく配列されたテフロンチューブの2つのクラッド層を持つように設計した。本研究では、このように設計された集積光学システムの透過率や要素間の接合面における損失割合などを実際にテラヘルツ波の振動数の関数として実験的に明らかにした。この結果、これらの要素からなるテラヘルツ・ピッグテイルにより、大気中を一切伝播させることなくテラヘルツ波を伝播させることが可能であり、水蒸気による吸収などの深刻な光強度損失を抑えることができることを実証した。またミラーなどを用いた反射光学系を一切使用しないため、大幅な装置の小型化が可能であり、テラヘルツ領域における新たな計測システムや実験手法の開発につながる可能性を示した。これは、単に学術研究だけではなく、産業分野へのインパクトも極めて大きく、大変意義深いと考えられる。以上の点を考慮し、審査委員会全員一致で本申請論文は博士(工学)の学位論文として十分であると判断した。