

導波路中の時間境界がもたらすテラヘルツ波の周波数シフト

Frequency shift of terahertz waves caused by temporal boundaries in semiconductor waveguides

宮丸 文章[†]Fumiaki MIYAMARU[†][†]信州大学理学部[†] Shinshu Univ.

概要

屈折率が異なる2つの媒質の空間的な境界(空間境界)に入射した電磁波は、波数が変化することにより、異なる媒質間での位相速度の変化に対応する。その際、周波数は保存される。一方、電磁波が伝搬する媒質の屈折率が時間的に変化する境界(時間境界)では、波数が保存され、周波数が変化することにより位相速度の変化に対応する。この時間境界を用いることにより、近年、周波数変換をはじめ、時間屈折、時間反射、時間フォトニック結晶における波数ギャップなど、これまでの空間境界では起きなかった興味深い電磁気学的現象が報告されている。

本講演では、テラヘルツ(THz)領域においてこの時間境界を生成し、THz波の周波数変換を行った結果について紹介する。可視・近赤外領域において、媒質の屈折率を変化させることによって時間境界が実現されていたが、THz領域ではそれらに比べ波長が長く、伝搬媒質の体積が大きいことから、媒質全体の屈折率を変化させることは困難である。そこで本研究では、半導体導波路中にTHz波を伝搬させ、その表面を外部からフェムト秒パルスレーザーで光励起することにより、導波路の伝搬モードを変化させることにより時間境界を生成する(図1参照)。

この時間境界により、例えば0.48 THzの入射周波数が0.55 THzへアップコンバージョンされることを確認している。また導波路モードの異方性を利用して、入射偏光を90度回転することにより、ダウンコンバージョンが起こるという実験結果も得られている。さらに光励起タイミングを精密に制御することによって、周波数変換後のTHz波の位相を制御したり、複数のパルスがある場合、選択したパルスのみ周波数変換することが可能であるという結果も得られている。講演ではこれらの実験結果とそのメカニズムを紹介する。

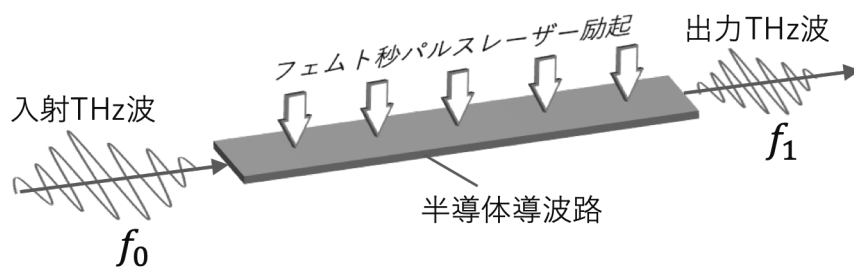


図1 半導体導波路プラットフォームを用いたテラヘルツ波の周波数変換模式図

Abstract

We generate a temporal boundary using a semiconductor waveguide platform in the terahertz (THz) region, and demonstrate frequency conversion of THz waves. By photoexciting the surface of the waveguide with a femtosecond pulse laser while a THz wave propagates through the waveguide, the propagation mode of the waveguide rapidly changes, resulting in the upconversion of the frequency of the THz wave.