

平成 24 年度 工系若手奨励賞 受賞者

〔研究者〕



氏名 雨宮 智宏 (あめみや ともひろ)

所属 量子ナノエレクトロニクス研究センター

職名 助教

〔タイトル〕

化合物半導体をベースとするメタマテリアル機能素子

〔研究の概要〕

これまで物質固有だと思われてきた誘電率や透磁率の値を人工的に制御して、自然界に存在しない物質(代表例として負の屈折率をもつような物質)を作り出そうという研究が最近注目を集めている。このような人工物質は、「左手系物質」、通称「メタマテリアル」と呼ばれる。本研究では、上記のようなメタマテリアルを利用することで、高周波領域において全く新しい動作原理・構造を持った光通信機能素子を実現することを目指す(図 1 参照)。具体的には、化合物半導体のキャリアダイナミクスを利用することで光通信帯域においてメタマテリアルを動的に制御するとともに、それをを用いた光メモリ応用を提案・実証する。

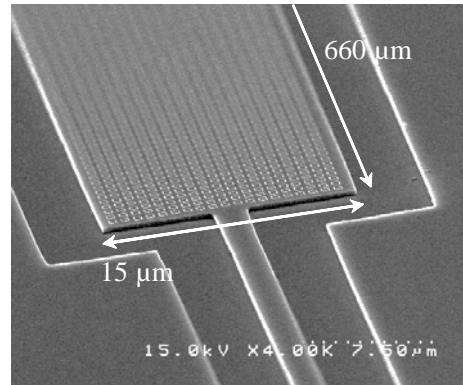
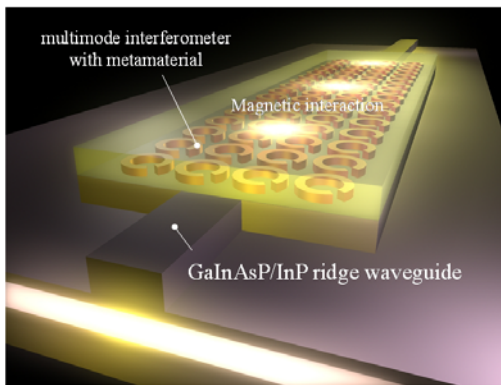


図 1 InP 系導波路とメタマテリアルの融合素子

〔オリジナリティ〕

本研究では、誘電率や透磁率の値を人工的に制御できるメタマテリアルを InP 系光通信素子に融合することで、新しいデバイスフロンティアを拓く。実際にメタマテリアルをデバイスとして用いるためには、外部信号によりメタマテリアル自体の特性を制御することが必須である。そのため本研究では、化合物半導体のキャリアダイナミクスを利用することを考える。電圧印加によって化合物半導体中のキャリア密度を制御することで、金属のみで構成されているメタマテリアルに比べて、アクティブなメタマテリアルの実現が可能となる。また、化合物半導体ベースであることから他の光素子との整合性にも優れており、これを利用することで様々な応用デバイスへの展開が期待される。

本研究の独創性・新規性をまとめると

- (1) 光通信帯におけるメタマテリアルの動的制御(外部入力により誘電率・透磁率の値を独立に制御する)
- (2) 化合物半導体とメタマテリアルを組み合わせることによる新しい光機能素子の実現へ向けた取り組み
- の 2 つである。従来、メタマテリアルは物質の誘電率・透磁率を変化させることに主題が置かれてきたが、それを化合物半導体と融合させることで光通信素子にまで考えを含めた研究は行われていなかった。そのような点からも、本研究は新規性にあふれていると思われる。

〔期待される成果〕

現行のメタマテリアル研究の大部分は、物性物理学、あるいは基礎工学の領域で行われており、理学的興味から脱していないものも少なくない。メタマテリアル研究の焦点の 1 つは、“動作周波数の高周波数化”であるが、これらの技術を実際に光学デバイスとして応用する場合には、それに加えて、外部入力による動的制御という問題がある。したがって、より工学的な立場の研究が今後ますます必要となってくると考えられる。メタマテリアル研究のトレンドは今後間違いなく静的(パッシブ)なものから動的(アクティブ)なものへ変化すると考えられ、本研究提案を通して、その先駆的一端を担っていきたいと考えている。