

助成金対象研究の紹介文

メタマテリアルを利用した InP チップ上光無線受信器の創製

東京工業大学 量子ナノエレクトロニクス研究センター 助教 雨宮智宏

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おり、このような人工物質は「メタマテリアル」と呼ばれる。メタマテリアルに関する近年の様々な研究は、負の屈折率、光周波数の磁性、透明化など古典物理とされてきた電磁気学に新たなフロンティアを与えることに成功している。

メタマテリアルにおける次世代のトレンドは、それを各種機能材料と組み合わせることで、デバイスとして利用することにある。中でも光通信・可視デバイスにとっては「高周波帯における物質の比透磁率 μ は1である」という暗黙の制約を超えることが出来る点において、非常に大きな意味を持つ。メタマテリアルを用いて誘電率・透磁率を2次的に制御することは、レーザや変調器などの通信用光デバイスの主流となっているInP系プラットフォームにとって、「従来型デバイスの小型・高性能化」「新機能素子の実現」など、潜在的に大きな可能性を有する。

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。具体的には、光通信周波数(193THz)において外部入力によるメタマテリアルの動的制御を行うとともに、それを利用した全光接続光無線受信器の実現を試みる。素子構造は図1に示すとおりである。本素子では、電圧印加などによりメタマテリアル（微細金属共振器構造）のホストである半導体材料に屈折率変調を加えることで、共振周波数（透磁率が変化する周波数）を調節することができ、これによって素子内部にトラップできる光の周波数を制御可能となる。一般的にメタマテリアルの共振周波数における透磁率の変化は非常に鋭く、波長分割多重された信号の1つ1つを別々に受信することは可能であると思われる。トラップ後の信号は素子内の利得領域において増幅された後、制御信号（ここでは電圧印加）を切ることでの先のデジタル光回路に送信される。

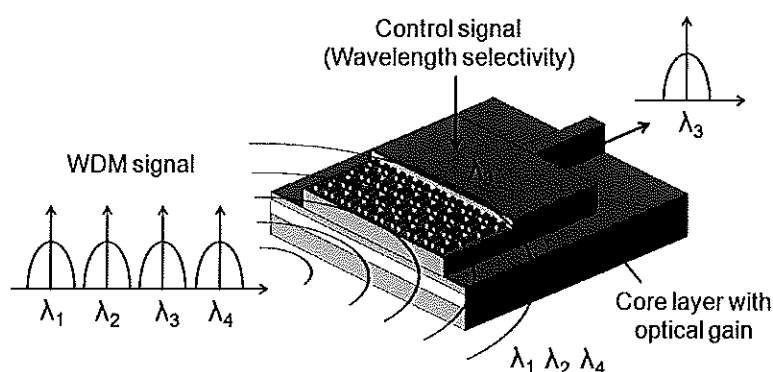


図1 メタマテリアル型光無線受信器の概念図