

電波伝搬制御に向けたメタサーフェス技術 Metasurface Technologies for Controlling Millimeter-Wave Propagation

来山 大祐

Daisuke Kitayama

NTT 株式会社

概要

Beyond 5G/6G に向けて、ミリ波・サブテラヘルツ波などの高周波数帯を利用した大容量無線通信への期待が高まっている。一方、これらの周波数帯では、自由空間伝搬損失が大きく、回折によって電波が遮蔽物の背後へ回り込みにくいため、基地局や端末のアンテナ制御だけでは十分な無線エリアを形成することが難しい。このため、無線環境そのものに電波伝搬を制御する機能を付与し、伝搬路を積極的に形成する技術として、**Reconfigurable Intelligent Surface (RIS)** が注目されている。RIS は、波長よりも小さい素子を周期的に配置したメタサーフェスの散乱特性を動的に制御することで実現される。下図に、動的メタサーフェスを用いた RIS の基本的な構成概念を示す。RIS の特性は、金属や誘電体を用いた単位セル構造と、それらの電磁応答を変化させる半導体、グラフェン、相変化材料 (PCM)、液晶などの動的化機構との組合せによって決定される。このため、RIS の利用シーンで要求される応答速度やデバイス面積などに応じて、適切な方式を選択することが重要となる。

本講演では、まずメタサーフェスによる電磁波制御の基本原則を概説した後、代表的な動的化機構について、それぞれの動作原理と特徴を比較する。さらに、無線伝搬路に設置する RIS では、アンテナ近傍に配置するデバイスとは異なり、大きな開口面積が要求されることを踏まえ、大面積化に適した構成について議論する。また、LCD 製造技術との高い親和性を有する液晶方式のメタサーフェスの具体例として、LCD 級の薄い液晶層においても十分な電磁応答を得るための単位セル構造や、サブテラヘルツ帯において透過波の伝搬制御を検討した結果について紹介する。

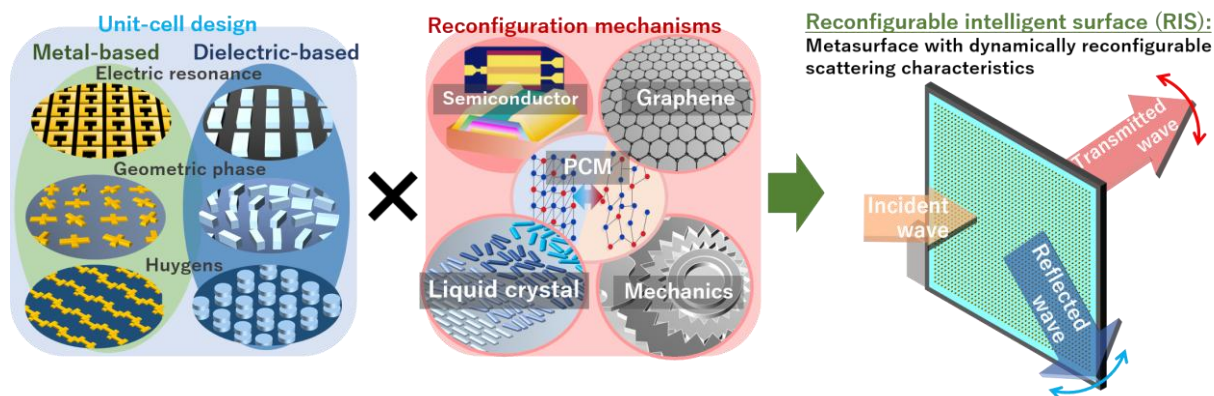


図 単位セル設計と各種動的化機構の組合せによる RIS

Abstract

Millimeter- and sub-terahertz-wave communications require effective propagation control because of high propagation loss and limited diffraction. Reconfigurable intelligent surfaces (RISs), realized using dynamically tunable metasurfaces, are attracting attention for shaping radio propagation environments. This talk reviews the fundamentals of metasurface-based wave control and discusses approaches to dynamic reconfiguration and large-aperture implementation for environment-deployed RISs. A liquid-crystal metasurface compatible with LCD fabrication is also presented, including unit-cell design and experimental studies of transmitted-wave control in the sub-terahertz band.