

異方性キラル媒質グレーティングによる 光伝搬特性に関する研究

Optical Propagation Characteristics for Bianisotropic Grating

松本 恵治

Keiji MATSUMOTO

キラル媒質に周期構造を施したデバイスは、光集積回路、光通信システム、ホログラム等の様々な分野において、従来利用されている等方性あるいは異方性誘電体媒質のものと異なる潜在的な利用価値を持つと考えられる。実際にはキラル媒質が異方性であることは一般的であり、デバイスの製作においても自由度が増しより実用的なデバイスとなりうる。現状では、周期性の無い均一な異方性キラル媒質を解析する手法の提案およびそれを用いた反射・透過特性あるいは導波特性については数多く報告されているが、周期性を有する異方性キラルグレーティングの解析手法を報告している論文はほとんど見られない

本研究では、任意の3次元方向に媒質の周期性を持つ一般的な異方性キラルグレーティングにおける光波伝搬の解析手法の提案を行っている。本解析は、誘電率テンソルおよび透磁率テンソルの各要素が任意の3次元方向に周期的な変化を有する異方性誘電体・磁性体の周期構造における電磁波伝搬を解析する空間高調波展開法を拡張し、誘電率テンソルおよび透磁率テンソルに加えキラルアドミタンステンソルの周期性についてもFourier展開で表すことによって定式化されている。このとき、パラメータとして与える誘電率、透磁率、キラルアドミタンスの各テンソル要素はそれぞれ任意の値に設定でき、周期方向と周期間隔を表す格子ベクトルも任意の3次元方向に容易に設定可能である。また、散乱解析では入射角、入射面を自由に設定でき、導波解析では導波層を伝搬する光波の位相定数および減衰定数のベクトルが互いに独立した任意の2次元方向に定めても解析可能である。

数値シミュレーション結果では、周期構造を持つ一軸異方性キラル媒質による光波の散乱について、キラルの異方性甲度合いを変化させた際の周期構造の厚みおよび光軸の回転角に対する円偏波入射時の反射波・透過波回折特性を示した。また、一軸異方性キラルグレーティング導波路についても、キラルの異方性の度合いおよび光軸の回転角の変化に対する光波の伝搬定数特性と円偏波の洩れ波放射特性について明らかにした。さらに、周期方向を傾斜させた傾斜形グレーティングにおいて、散乱解析では伝搬定数が相異なる楕円偏波間でBragg条件を満たした際の回折波間の結合特性を示し、導波解析では格子ベクトルの傾斜角に対する伝搬定数および放射効率の変化について示した。

これらの研究成果の詳細は、「Analysis of Wave Diffraction by Bianisotropic Periodic Structures」(Proc. Of the 1998 URSI International Symposium on Electromagnetic Theory, pp.739-741)、「異方性キラルグレーティング導波路の伝搬特性」(電気学会電磁界

理論研究会資料,EMT-98-163、pp.49-54) および「周期構造を持つ異方性キラル媒質における電磁波伝搬」(2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会シンポジウム講演、SC-1-2)において発表している。