

C-2-61

レベルセット法による導波管H面回路の導体形状最適設計

Optimization Design of Conductor Geometry in H-Plane Waveguide Component

仲祐輔¹
Yusuke Tsuduki

坂本駿介¹
Syunsuke Sakamoto

平山浩一¹
Koichi Hirayama
西脇眞二³
Shinji Nishiwaki

辻寧英¹
Yasuhide Tsuji

山崎慎太郎²
Shintaro Yamasaki

北見工業大学¹
Kitami Institute of Technology

(株) 豊田中央研究所²
Toyota Central R&D Labs., Inc.

京都大学³
Kyoto University

1 まえがき

レベルセット法はおもに構造分野や画像処理分野で適用されている [1],[2] が、フォトニック結晶におけるバンドギャップの最大化 [3]、逆散乱問題 [4] にも適用されている。著者らはレベルセット法を導波路伝達問題での最適設計に適用することを検討していて、長方形 1 次要素による有限要素法を用いた誘電体形状最適設計について既に報告している [5]。ここでは、形状適合性の高い三角形 2 次要素による有限要素法を用いて、レベルセット法による導波管 H 面回路の導体形状最適設計について報告する。

2 導波管 H 面軸ずれ接続回路の最適設計

図 1(a) に示すような H 面軸ずれ接続回路を考える [6]. ここに導波管の幅は $W = 22.9 \text{ mm}$ とし, 境界 Γ_1 から TE_{10} モードが入射する. 設計領域を図 1(a) のように設定し, $7 \sim 12.5 \text{ GHz}$ まで 0.5 GHz 間隔の 12 点 ($m = 1, 2, 3, \dots$) において, 透過電力が大きくなるようにレベルセット法による最適化を行う. したがってこの場合の最適化問題は次のようになる.

$$\text{Minimize } C = \sum_{m=1}^{12} \left[(1 - |S_{21}^{(m)}|)^2 + (|S_{21}^{\text{av}}| - |S_{21}^{(m)}|)^2 \right]$$

ここで、 $S_{21}^{(m)}$ は m 番目の周波数における透過係数、 S_{21}^{av} は 12 点の周波数における透過係数の平均値である。初期構造に対して、レベルセット法最適化を繰り返して行ったときの最適化構造を図 1(b) に、最適化構造を元に簡略化した構造を図 1(c) に、反射電力の変化を図 2 に、H 面軸ずれ接続回路の最適化構造と簡略化構造に対する周波数特性を図 3 に示す。最適化構造と簡略化構造の 7~12.5 GHz の全ての周波数で反射電力は -20dB 以下になっている。

3 むすび

レベルセット法を用いて導波路伝達問題における導体形状の最適設計を行い、最適化された構造を示すとともに、作製が容易で周波数特性が劣化しないような簡略化構造も示した。なお、数値計算には有限要素法汎用ソフトウェア COMSOL MULTIPHYSICS を使用した。

参考文献

- [1] S. Osher and R. Fedkiw, *Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces*, Springer, New York, 2003.
- [2] 山崎, 西脇, 泉井, 吉村, 日本機械学会論文集 C 編, vol.73, pp.72–79, Jan. 2007.

- [3] C.Y. Kao, S. Osher, and E. Yablonovitch, Appl. Phys. B, vol.81, pp.235–244, July 2005.
- [4] A. Litman and K. Belkebir, J. Opt. Soc. Am. A, vol.23, pp.2737–2746, Nov. 2006.
- [5] 坂本, 平山, 辻, 山崎, 西脇, 吉村, 2009 信学総大, CS-1-4.
- [6] 辻, 新川, 繁沢, 信学論 (C-I), Vol.J80-C-I, pp.168–176, April 1997.

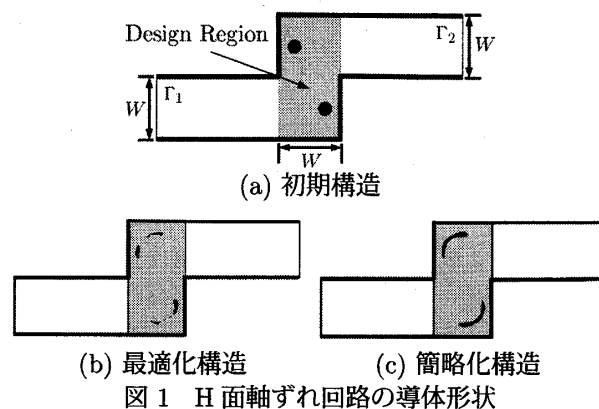


図1 H面軸ずれ回路の導体形状

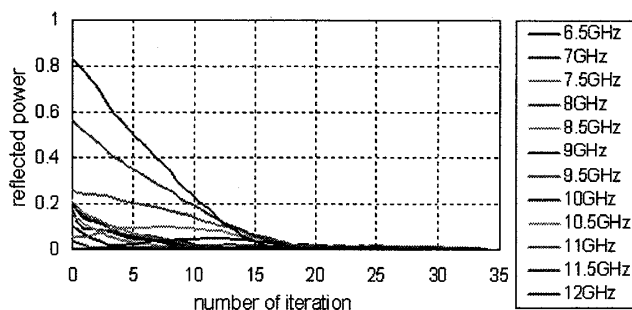


図 2 最適化回数に対する反射電力の変化

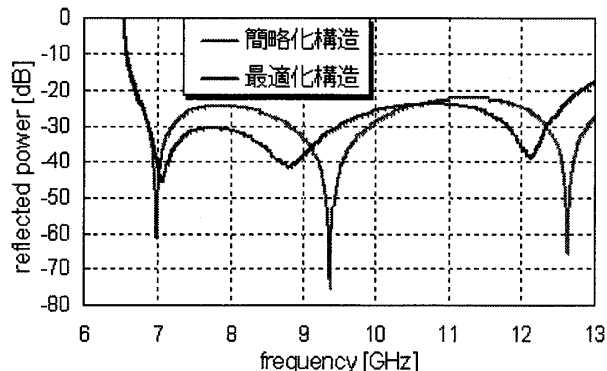


図 3 H 面軸ずれ回路における反射電力の周波数特性