

C-15-17

トポロジー最適化手法を用いたフェライト導波管の最適設計

Design Optimization of Ferrite Waveguide using Topology Optimization Method

乙守正樹¹ 山田崇恭² 泉井一浩¹ 西脇真二¹ 小木曾望³
 Masaki Otomori Takayuki Yamada Kazuhiro Izui Shinji Nishiwaki Nozomu Kogiso

京都大学大学院工学研究科¹

Department of Mechanical Engineering and Science, Graduate School of Engineering, Kyoto University

名古屋大学大学院工学研究科²

Department of Mechanical Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University

大阪府立大学大学院工学研究科³

Department of Aerospace Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

1 緒言

フェライトを装荷した導波管が提案されている [1, 2]。フェライトは外部印加直流磁界との磁気共鳴現象により、周波数に依存した透磁率を持つ。フェライトを装荷した導波管の利点として、動作周波数の可変性や、導波管の小型化などが挙げられている。導波管の設計において、数学的および力学的根拠に基づく設計手法として、トポロジー最適化手法を用いた誘電体導波管の最適設計手法が報告されており、その有効性が示されている [3]。しかしながら、フェライトを装荷した導波管の最適設計手法は報告されていない。そこで本研究では、最適構造の境界を明確に表現可能なレベルセット法に基づくトポロジー最適化手法 [4] を用いてフェライト導波管の最適設計手法の構築を行った。

2 レベルセット法を用いたトポロジー最適化

図1に、数値例に用いた導波管の設計領域と境界条件を示す。レベルセット法による形状表現を用いたトポロジー最適化手法では、レベルセット関数 $\phi(\mathbf{x})$ を用いて、固定設計領域 D 内の物体領域 Ω と境界 $\partial\Omega$ を表現する。最適化計算において、このレベルセット関数を更新することで導波管内のフェライトの最適な材料配置を求める。最適化問題として、所望の周波数帯域において電磁波の透過電力を最大化させることを考え、 S_{21} を最大化する最適設計問題の定式化を行った。最適化計算に必要な感度は随伴変数法を用いて求めた。また最適化計算には有限要素法汎用ソフト COMSOL Multiphysics を用いた。

3 最適設計例

有効透磁率を最小化する対象周波数を 1.5-2.0GHz, 周波数ステップを 0.25GHz として最適化計算を行った。また、外部印加磁界を $\mu_0 H_0 = 30\text{mT}$, 飽和磁化を $\mu_0 M_s = 173\text{mT}$ とした。図2(a)に初期構造, 図2(b)に最適化計算で得られたフェライトの最適材料配置を示す。また、図3にSパラメータの周波数特性を示す。結果より、最適化周波数において S_{21} を最大化させる明確な最適構造が得られており、本手法の有効性・妥当性が確認できた。

参考文献

- [1] 長谷川他, 信学技報, MW96-18, 1996, pp. 1-6.
 [2] Okubo 他, 信学技報, MW2007-22, 2007, pp. 55-59.

- [3] Yamasaki 他, *Int. J. Numer. Meth. Engng*, **87**-9, 2010, pp.844-868.
 [4] Yamada 他, *Comput. Method. Appl. M.*, **199**-45-48, 2010, pp.2876-2891.

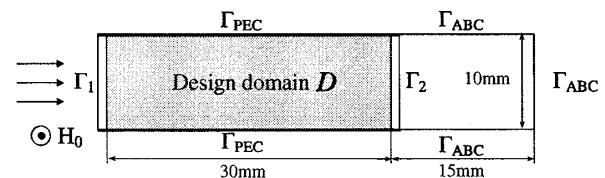


図1 設計領域および境界条件

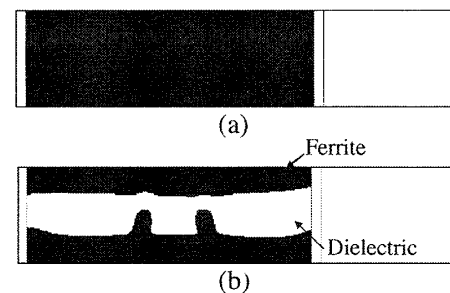


図2 (a) 初期構造, (b) 最適構造

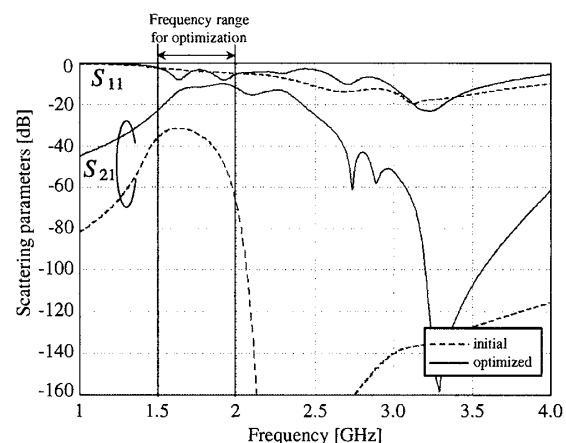


図3 Sパラメータの周波数特性