

Frequency Selective Surface を利用した 電磁波吸収体の設計に関する研究

薫田 敬太[†] 納 文也[†] 佐藤祐喜^{††} 吉門 進三^{††}

[†] 同志社大学大学院理工学研究科

^{††} 同志社大学大学院理工学研究科

1. はじめに

近年,自動車の運転完全自動化技術が急速に進んでいる。本技術には光学的方法,超音波,電磁波等が対象物のセンシングに用いられると考えられるが,雨や霧等の悪環境における場では電磁波の利用が不可欠となるであろう。自動化の際に重要となるのが情報の送・受信の際の障害物による多重反射等に情報の劣化が起こる場合である。そこで,対策として不要電磁波除去する技術の導入が考えられる。しかし,将来的に60 GHz以上の周波数の電磁波が使用される場合には,電磁波吸収体の性能は現状では十分ではない。また大量使用が想定されるために枯渇資源の不使用や低生産コスト,さらには軽量化,薄型化が求められる。我々は,これらすべての課題を克服するために,誘電体,金属のみからなる広周波数帯域で動作可能な電磁波吸収体の開発研究を行っている。本稿では76~81GHzの周波数に対応可能なパターン型吸収体の設計方法について電磁界シミュレータを用いて検討した。

2. 設計原理

電磁波吸収体は電磁波の反射を抑制する層,透過を防ぐ反射層で構成されている。反射を抑制する層(ポリマー層と呼ぶ)の表面に共振器として作用する導体パターンを周期的に配列したものがパターン型電磁波吸収体(以後,パターン吸収体と呼ぶ)である(図1)。Lはパターンサイズ,Wはパターン配列間隔,dはポリマー層の厚さである。パターン層はポリマー層を薄くするための重要な設計因子である[2]。吸収中心周波数はL,W,dをスケールアップ・ダウンすることにより容易に変化可能である。

(1)式よりパターンサイズLを小さくすることにより共振周波数が高くなる。このとき同時にW,dを同じ比率で小さくすることでより高い周波数にて動作するパターン吸収体の設計が可能となる(図2)。この操作をスケーリングと呼ぶことにする。

$$L \propto \frac{1}{2f_0 \cdot \sqrt{\epsilon^* \mu^*}} \quad (1)$$

ただし, f_0 は吸収中心周波数, ϵ^*, μ^* はそれぞれポリマー層の複素誘電率,透磁率である。ポリマー層には共振器に取り込まれた電磁波を熱に変化するために複素比誘電率の虚部 ϵ_r'' (誘電損失)が適切な値を有する誘電性材料が用いられる。また ϵ_r'' を変化させると最大の吸収量を与える d

を制御することが可能となる(図2)。

3. シミュレーション結果

ポリマー層にポリスチレン樹脂にカーボンブラック粒子を分散させたポリマー層の ϵ^* を用いた。 $f_0=5.1\text{GHz}$ において求めたL, W, dを1/16倍することにより f_0 は16倍の81GHzとなった。また誘電損失を16倍することにより吸収量(反射損失)が-20dB以下となり,良好な吸収特性を示した。dが小さくなる(0.0625mm)と作製が困難になる。そこでdを作製可能な値にした場合のポリマー層の ϵ^* を求めた。L=5mm, W=5mm, d=1.2mmとし ϵ_r'' を1.5倍増加させることにより吸収量が-34dBとなり,作製可能な厚みに制御することが可能となることが分かった。

参考文献

- [1]橋本 修:「電磁波吸収体入門」, 森北出版社株式会社, pp.4-5(1997)
- [2]P. Rafael, and P. M. David: “A Frequency-selective Surface Using Aperture-coupled Microstrip Patches,”IEEE Trans. Antenna and Propagation, Vol.39, pp.1763-1769(1991)

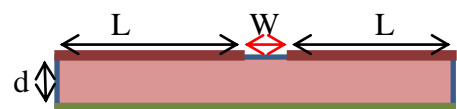


図1.パターン型電磁波吸収体

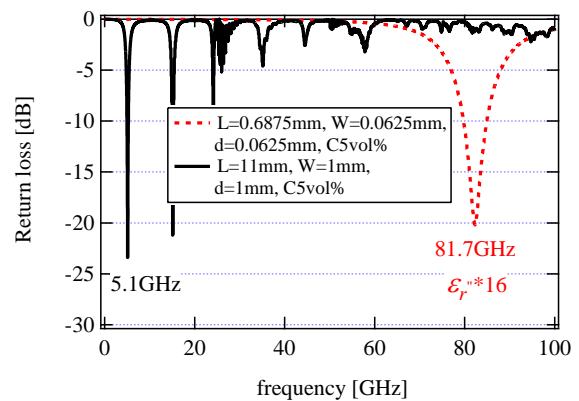


図2. $f_0=5.1\text{GHz}$ およびL, W, dを1/16にスケールダウンした81GHzにおけるリターンロスの周波数特性。