

Frequency Selective Surface を有した多層型複合電磁波吸収体の作製と評価に関する研究

納 文也[†] 薫田 敬太[†] 森河 直樹[†] 吉田 隆彦[†] 久保田 匠[†]
吉門 進三^{††} 佐藤 祐喜^{††}

[†] 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

情報通信技術の発達により私たちの生活は便利なものになってきているが、それに伴って電磁波障害が問題視されている。その対策の一つとして電磁波吸収体が挙げられる。電磁波吸収体とは、入射した電磁波のエネルギーを熱エネルギーに変換し電磁波の反射、透過を抑制するデバイスである。インフラ面での大規模な使用を考えると、低コスト、低環境負荷で軽量、且つ薄型などの付加価値を有する電磁波吸収体が要求される。本研究では、それらの要求を満足するため、ポリマー層の表面に周波数選択性表面(Frequency Selective Surface,以下 FSS とする。)を有する電磁波吸収体(パターン吸収体)の作製及び評価を行った。パターン吸収体は共振特性を利用して電磁波のエネルギーを蓄積および一部を熱に変換して消費し、さらに電磁波の減衰方向を縦方向のみならず、斜め方向に持つことができることにより結果として、厚さが吸収特性に大きな影響を及ぼさず、薄型化や軽量化が期待される。

しかしパターン吸収体はアンテナ機能を有するパターン層の共振特性を利用するため一般的に吸収帯域は狭いと知られている。そこで本研究ではパターン層と吸収層からなるユニットを複数層重ね合わせることで多層化し、共振器の縦続接続を行うことで吸収帯域を広げることが目標に研究を行った。

2. FSS 層を利用した電磁波吸収体の作製

ポリスチレン樹脂に平均粒径 3.5 μm のセンダスト粒子が体積混合率 10vol%, 12.7 vol%, 20 vol% (以下、それぞれの混合物を S10vol%, S12.7vol%, S20vol% と呼ぶ。)になるよう混合する。それらの混合物をアセトンで十分に溶解し、乾燥させたものを粉末状にする。14cm 四方の金属板を敷いた金型に粉末を入れ、ホットプレス法により任意の厚みになるように成型する。取り出した試料表面に正形状の一辺が L の銅薄板を隣り合う間隔 W で周期的に配列させることで、パターン吸収体は作製される。Fig.1 にユニットセルを示す。

3. 解析手法

3.1 シミュレーションによる評価

各体積混合率のポリマー層の一部をトロイダルコア状に加工し同軸管法により材料定数(複素比透磁率 μ^* 及び複素比誘電率 ϵ^*)を 0.75-12.4GHz の周波数範囲で測定する。本研究ではターゲット周波数を 5.2GHz 帯として、材料定数を用いた電磁界シミュレーションを行う。使用するシミュレータは Fig.2 に示すように z 軸方向の上部側から発振して、ユニットセルに照射した後にポートに反射波として返ってくる。その際の反射損失量から吸収特性を評価する。

3.2 吸収特性(リターンロス)の測定

最適設計された試料を作製し、ベクトルネットワークアナライザ(VNA, HP8753D)を用いて自由空間中で反射電力法により電磁波吸収特性の評価を行う。ダブルリッジホーンアンテナ(MX-DLA1518)を用いて試料

とアンテナの距離を 20cm とし、測定周波数範囲は 2.5 GHz- 8.2GHz である。また、VNA のタイムドメインゲート機能を用いて不要な反射波の除去を行う。

4. シミュレーション結果・考察

Fig.3 に 5.2GHz 帯を吸収目標とした 4 層型パターン吸収体のシミュレーション値を示す。先行研究ではターゲット周波数 2.5GHz における 2 層型パターン吸収体において吸収帯域幅は約 7% のシミュレーション値であったのに対し、4 層型では 35% を超える大きな吸収帯域幅を示した。これは一層目で吸収できなかった電磁波が次の層に進むことが繰り返されたことが結果として大きな損失を生むことができたと考えられる。本研究で用いているシミュレータはこの場合 5.2GHz 付近が信頼できる値となり、実際に 7GHz 付近にある 2 個目のピーク付近で吸収が生じているかわからない。よって実測による比較が必要である。

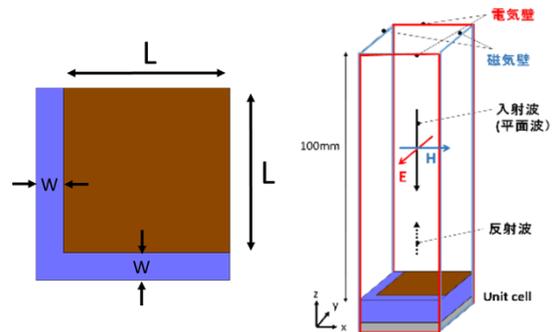


Fig.1 ユニットセル

Fig.2 シミュレーション領域

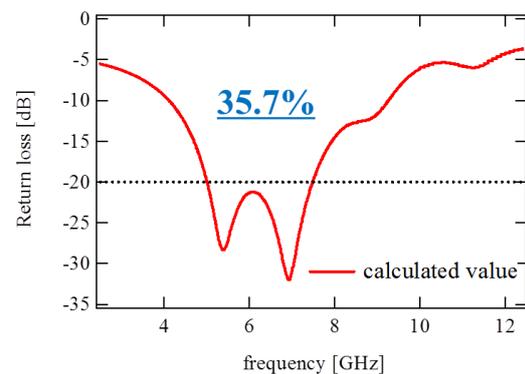


Fig.3 5.2GHz 帯を吸収目標とした 4 層パターン吸収体のシミュレーション値

5. 今後の予定

良好な吸収特性を示した、各ポリマー層を実際に作製しパターン層がある場合と無い場合で実測とシミュレーション値との比較を行う。

参考文献

[1] 吉田等, 信学技報, MW2016-22(2016-05)