

M-12

負の透磁率を有する物質の装荷によるパッチアンテナの小形化の検討(物質を半分にした場合)
 A Study of Miniaturization of Patch Antenna by Loading Negative Permeability Material
 (in the Case of the Material Cut in Half)

○村澤和弥¹, 三枝健二²

*Kazuya Murasawa¹, Kenji Saegusa²

Abstract: The miniaturization of patch antenna by loading negative permeability material is discussed experimentally. In this paper, the material which is cut in half is investigated.

1. まえがき

近年, 携帯電話などの無線通信を行う機器の需要が高まっている. これらは小形なものが多く, 内蔵アンテナも小形であることが望まれている. アンテナの小形化は様々な方法でなされているが[1], 負の透磁率を有する物質を用いてのアンテナの小形化の検討は解析的にしか検討されていない[2]. そこで本研究では負の透磁率を有する物質を用いて, アンテナの小形化の実験的検討を行った.

先の検討では負の透磁率を有する物質を装荷し, アンテナの小形化が実験的に可能か検討を行った[3]. 今回は, 装荷する物質を半分にし, 物質装荷後のアンテナ全体の小形化を検討した. また, 解析結果と実験結果の比較, 検討も行った.

2. 負の透磁率を有する物質

本研究で使用する負の透磁率を有する物質は, パーマロイと PPS 樹脂を混合した人工の物質である(以下 PEP60 と呼称). これは直径 15mm, 厚さ 3mm の円柱形状である. この物質は, 6GHz~18GHz において比透磁率が -0.3 程度の値を示す.

3. 物質の装荷によるアンテナの小形化の原理

本研究では, 構造が簡単かつ低コストでの製作が可能であるパッチアンテナを小形化の対象とした. 使用するパッチアンテナの寸法は図 1 のように決定し, 10GHz 付近で動作するように製作した. なお, 誘電体基板の比誘電率は 2.6, 厚さは 1.57mm である.

ここで, パッチアンテナは磁流を波源とするアンテナであるため, 近傍界でのリアクタンス成分は誘導性を示す. また, 負の透磁率を有する物質装荷は容量性の負荷であると考えられる. そのためパッチアンテナの近傍界に容量性の物質を装荷することで, 共振周波

数を低域化することができる. 共振周波数が低域化すればアンテナを小形化できたといえる.

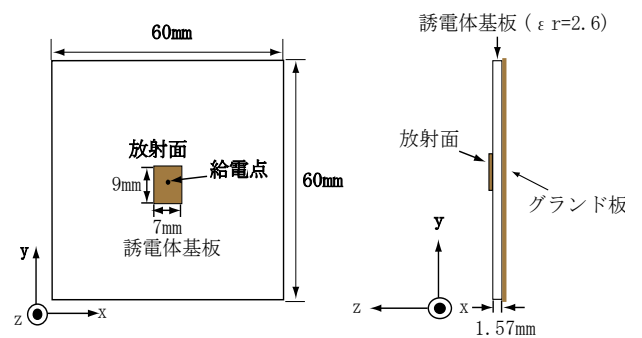


図 1 パッチアンテナ

4. 装荷する物質の小形化の検討

物質装荷によるパッチアンテナの小形化において, 装荷する物質は可能なかぎり小さいものが好ましい. 今回の検討では, PEP60 をそのままの状態装荷した場合のリターンロスと, PEP60 を半分に切った状態で装荷した場合のリターンロスを比較する. 図 2 に半分に切った PEP60 の装荷パターンを示す.

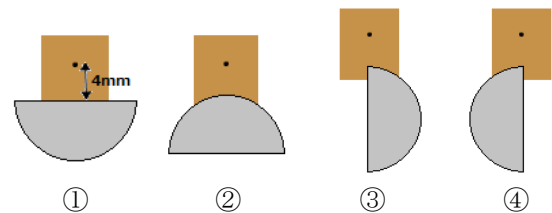


図 2 装荷パターン

図 2 は給電点近くを拡大したものである. PEP60 の装荷位置は, 先の検討よりパッチアンテナの給電点からの距離が 4mm のときに共振周波数が最も低域化することがわかっているため, 4mm の位置に装荷した.

PEP60 をそのままの状態を使った場合と半分に切った状態を使った場合のリターンロスの測定結果を図 3 に示す.

1: 日大理工・学部・子情 2: 日大理工・教員・子情

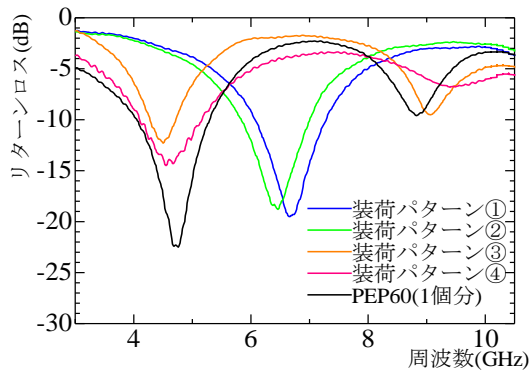


図3 測定によるリターンロス特性

図3より、装荷パターン①と②では PEP60 が 1 個分のときよりも共振周波数が低域化していない。また、③と④では、1 個分のときと同程度低域化している。

さらに、図2の装荷パターンで解析を行い、その結果を図4に示す。解析には HFSS を用いた。

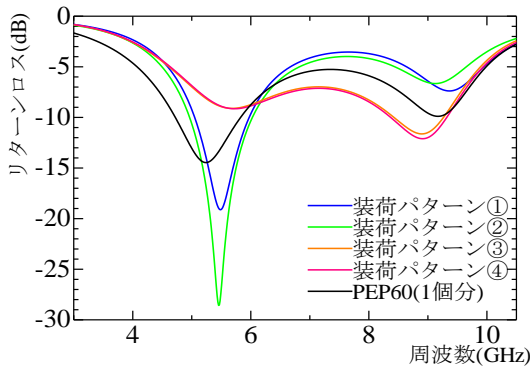


図4 解析によるリターンロス特性

図4より、装荷パターン①と②では PEP60 が 1 個分のときと同等の効果が得られた。③と④ではリターンロスが -10dB 以下となっていないが、測定結果と近い傾向が得られ、周波数は 1 個分と同程度低域化した。

図3と図4より、測定と解析では装荷パターンによるが、PEP60 を半分にしても、1 個分と同程度の効果を得ることが可能であることがわかった。つまり、装荷パターン次第で、負の透磁率を有する物質の小形化が可能であることが確認できた。測定と解析の差の原因は、物質やアンテナの製作精度などが考えられる。

5. インピーダンス測定

PEP60 が負の透磁率として動作しているかどうかを検討するために、インピーダンスの測定を行った。検討方法として、PEP60(1 個分)あり、なしの 2 つのインピーダンスを測定し、その差を求める。負の透磁率は容量性を示すので、インピーダンスの差の虚数部が負であれば PEP60 は負の透磁率として動作していることが確認できる。

ここで、測定結果のインピーダンス虚数部の差を図5に、解析結果のインピーダンス虚数部の差を図6に示す。測定、解析により PEP60 が負の透磁率として動作することが確認できた。測定と解析の差の原因は今後の課題とする。

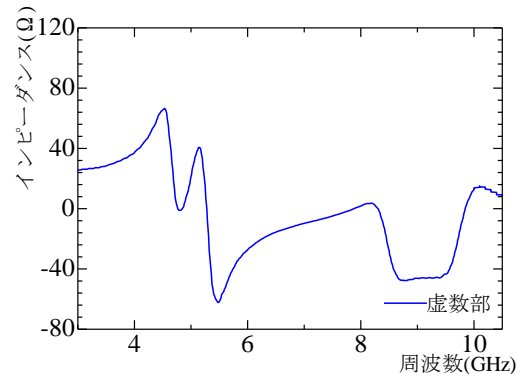


図5 測定によるインピーダンス虚数部の差

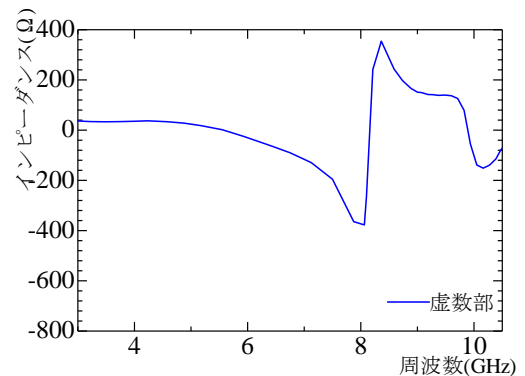


図6 解析によるインピーダンス虚数部の差

6. まとめ

今回、装荷する負の透磁率を有する物質を半分にし、物質装荷後のアンテナ全体の小形化を検討した。装荷パターンによるが、負の透磁率を有する物質を半分にし、アンテナの小形化が可能であることがわかった。

今後は、測定と解析の誤差の原因を解明するとともに、共振周波数をさらに低域化する方法を探っていく。

最後に、貴重な材料を提供していただいた広島大学の葛岡教授に、またご討論いただく筑波大学の藤本名誉教授に深謝いたします。

参考文献

- [1] 藤本京平, 小形アンテナに関する研究動向, 電子情報通信学会誌, Vol.70, No.8, pp.830-838, 1987-08
- [2] Shabnamet Ghadarghadral. Negative Permeability Based Electrically Small antennas, IEEE Ant. and Wireless Propag. Let, Vol.8, 2008
- [3] 小浦希望, 負の透磁率を有する物質の装荷によるパッチアンテナの小形化の検討, 2012年度日本大学理工学部学術講演会, M-4