

ユビキタスネット社会における電磁波の可視化とシールドの研究 (第4報)

— コーナーアンテナによるシールド効果測定 —

光電子科 電子スタッフ 田中孝彦 吹原祐子

Study on Visualization and Shield Method of Electromagnetic Wave in the Ubiquitous Network Society (4th Report)

- Shield Effect Measurement using Corner Antenna -

Norihiko Tanaka and Yuko Fukihara

Equipment for shield effect measurement in a frequency range from 2.4GHz to 2.5GHz was constructed. A cubic box was used as a main body of the equipment. It was shielded to prevent leakage or interference from external fields. As the corner antenna has a narrow directivity, it is suitable for measuring shield effect. So we used two corner antennas for each sending and receiving micro wave. We had each antenna opposed and put them in the box. We opened a square window to the center of the aluminum sheet and placed it between two antennas. We measured the output voltage of the receiving antenna when a sample was installed in the window and when it was not. Shield effect of the sample was calculated from the difference of the voltage. Dynamic range of this measurement was about 40dB. Shield effects of EMC shielding products (conductive silicon rubber seats, conductive coating materials and wire nets) were measured with this equipment.

1. はじめに

携帯電話や無線 LAN の普及に見られるように、近年、家庭、オフィス等の身近なところで電波の利用が増大し、様々な電子機器が近接して使用されるようになった。これに伴い、電子機器からの漏洩電波による無線通信・放送への混信や、無線機器からの電波による健康や医療機器等への影響の発生が懸念されている。

携帯電話、PHS、無線 LAN 等の無線情報通信機器の多くは、1GHz 以上の高周波数帯域で電波を利用している。このため、この帯域の電磁波を抑えるシールド材の需要も増大する傾向にある。しかし、これらの材料を高周波数帯域で評価するシールド効果測定装置が少ないのが現状である。

そこで、1GHz 以上の高周波数帯域でのシールド効果測定法について研究を行った。我々は、第2報で 2.4GHz 帯域でのシールド効果測定法について研究を行い、アルミ板を使用したコーナーアンテナがシールド効果測定に有効であることを報告した¹⁾。今回は、このコーナーアンテナを用いたシールド効

果測定装置を製作し、シールド材の評価を試みた。

2. 方法

2.1 シールド効果測定装置の製作

コーナーアンテナを写真1 (a)、(b)、(c)に示す。中心にあるダイポールアンテナにアルミの反射板を取り付けた構造である。指向性があり、シールド材に効率的に電磁波を照射できる。

シールド効果は、コーナーアンテナを写真1 (d)

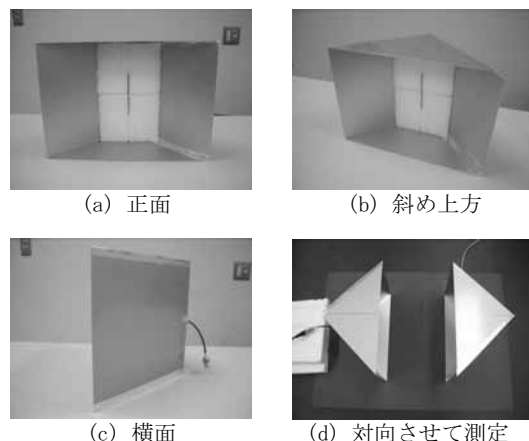


写真1 コーナーアンテナ

のように対向させ測定する。それぞれを送信アンテナ、受信アンテナとし、アンテナ間に無限に大きなシールド材料を設置する。シールド効果 SE は、材料がある場合とない場合の受信アンテナ出力の比から次の計算式²⁾により求める。

$$SE(\text{dB})=20\log(V_1/V_2)$$

SE:シールド効果

V_1 :材料がない場合のアンテナ出力電圧

V_2 :材料がある場合のアンテナ出力電圧

実際には無限に大きな試料は用意できないので、有限な大きさの試料を測定するための工夫が必要となる。図1にシールド効果測定装置のブロック図を示す。本装置は、2つのコーナーアンテナを直方体シールドボックスの左右に入れた構造とした。コーナーアンテナは、共振周波数2.45GHzで設計した1/4波長ダイポールアンテナで構成した。このダイポールアンテナを交換することにより、他の周波数帯域にも対応できる。アンテナ間には、アルミ製試料取り付け板を設けた。試料は、この取り付け板に開けた窓に取り付けた。窓の大きさは150×200(mm)で

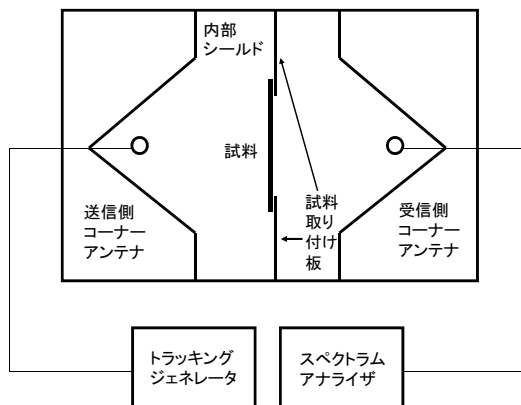


図1 ブロック図

ある。窓以外の箇所から電磁波が受信アンテナ側に漏れることはなかった。

シールド効果の測定には、スペクトラムアナライザを使用した。トラッキングジェネレータからの信号を送信用アンテナから照射し、受信用アンテナで受けた信号をスペクトラムアナライザで解析した。

2.2 シールド材の測定

製作したシールド効果測定装置を用い、①導電性シリコンゴムシート、②導電塗料、③金属メッシュのシールド効果を測定した。試料の大きさは200×250(mm)とした。

導電性シリコンゴムシートを写真2に示す。厚さは1mm、体積抵抗率は5Ωcmである。

導電塗料の試料を写真3に示す。写真右の塩化ビニル樹脂の板に塗装し、写真左の試料を作成した。用いた導電塗料は、スプレータイプで、1回10秒の吹き付けを基準に、1回塗り、2回塗り、3回塗りの試料を作成した。なお、重ね塗りの場合、1回毎に表面を十分乾かした。

金属メッシュの試料を写真4に示す。素材は、ステンレス(SUS304)である。網の密度が異なる3種

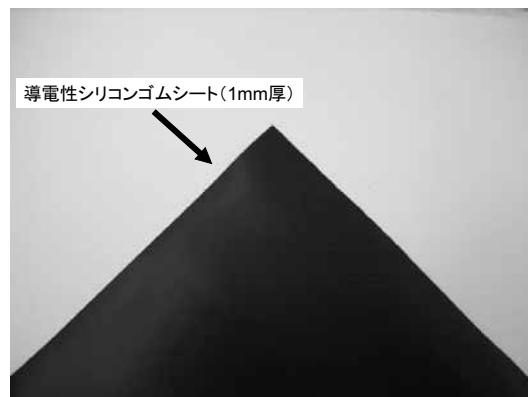


写真2 導電性シリコンゴムシート

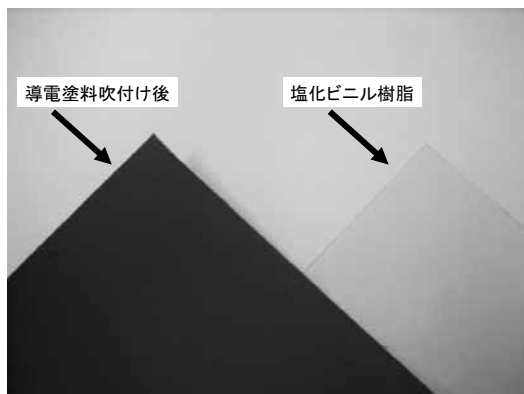


写真3 導電塗装

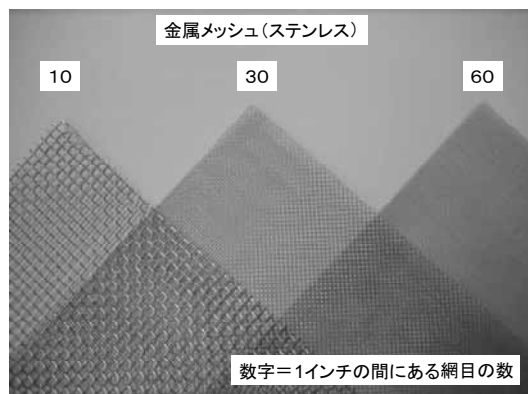


写真4 金属メッシュ

類の試料を用意した。それぞれの網目の密度は、25.4mm (1インチ) に10、30、60個である。

3. 結果

3.1 シールド効果測定装置の製作

製作したシールド効果測定装置を写真5に示す。シールドボックスは、段ボール箱の内側にアルミ箔を貼り付けて製作した。全体像と内部を写真5(a)、(b)に示す。コーナーアンテナは、シールドボックスの左右に配置した。試料を設置する試料取り付け板(写真5(c))は、アルミ製である。シールドボックスの蓋は、写真5(d)のように発泡スチロールにアルミ箔を貼り付けて製作した。平面では隙間ができてしまうため、凹凸を設け、電磁波の漏れを抑えた。アルミのような金属は、電磁波を反射しやすく、測定に悪影響を及ぼす恐れがある。そこで、導電性シリコンゴムシートをコーナーアンテナの反射板と試料を取り付ける部分以外の箇所に貼り付けた。

シールド効果測定の際は、写真6(a)のようにシールドボックスに蓋をする。計測器へは、写真6(b)のBNC端子で接続した。試料は、写真6(c)のアルミ製導電テープで固定した。試料取り付けの様子を写真6(d)に示す。

製作した装置のダイナミックレンジを測定した。ダイナミックレンジは、この装置で測定できるシールド効果の最大値を表す値である。測定結果を図2に示す。2.4~2.5GHzの周波数で、概ね40dBのダイナミックレンジがあり、シールド効果が40dB以下の試料をこの装置で測定可能である。この値は簡易的なシールド材を評価するには十分な性能である。

3.2 シールド材の測定

図3に導電性シリコンゴムシートの測定結果を示す。この試料のシールド効果は、10~20dBであった。この試料と同じシートを反射軽減材として装置内に貼り付けてある。

図4~6に導電塗料の測定結果を示す。1回塗り(図4)で、概ね20dB、2回塗り(図5)で、概ね30dB弱、3回塗り(図6)で、概ね30dB強のシールド効果であった。今回は、200×250(mm)の大きさの試料に1回10秒の吹き付けを基準にしたが、10秒ではやや少なく、十分なシールド効果が得られていない。

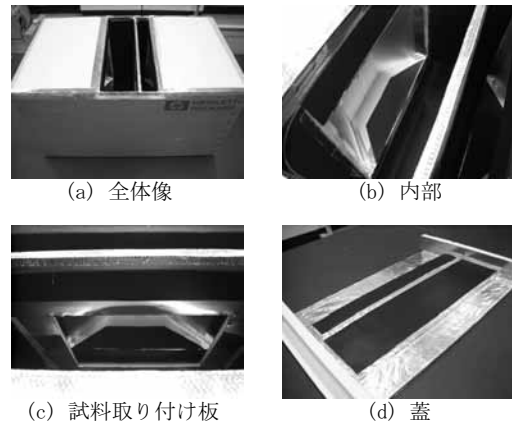


写真5 シールド効果測定装置

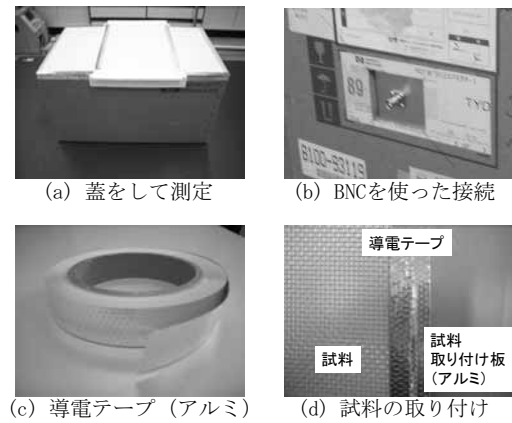


写真6 シールド効果測定の詳細

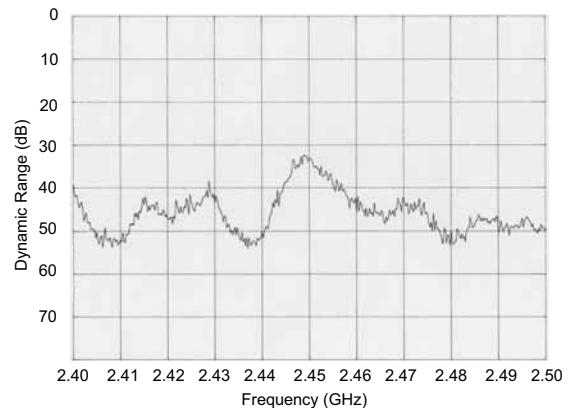


図2 ダイナミックレンジ

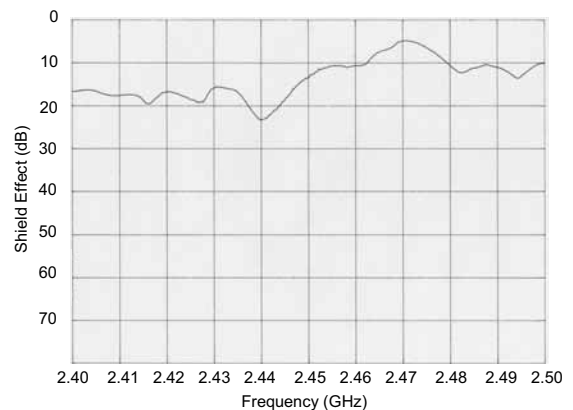


図3 導電性シリコンゴムシートのシールド効果

【報告】

実際に使用する場合には、吹き付け時間を長くするか、重ね塗りをを行い、塗装膜を厚くする必要があります。

図7～9に金属メッシュの測定結果を示す。10メッシュ(図7)で概ね30dB弱、30メッシュ(図8)、60メッシュ(図9)で概ね30dBのシールド効果であった。金属メッシュの大きさが波長以下であれば、本来電磁波は通さないはずであるが、市販の金属メッシュの場合、縦糸と横糸の接触が十分でなく、電磁波が漏れてしまうのではないかと考える。結果から

も、メッシュが細かくなり、縦糸と横糸の接触部分が増えるとシールド効果が向上している様子が窺える。

4. まとめ

コーナーアンテナを用いたシールド効果測定装置を製作した。装置は、2つのコーナーアンテナを直方体シールドボックスの左右に入れた構造とした。装置のダイナミックレンジは、2.4～2.5GHzの周波

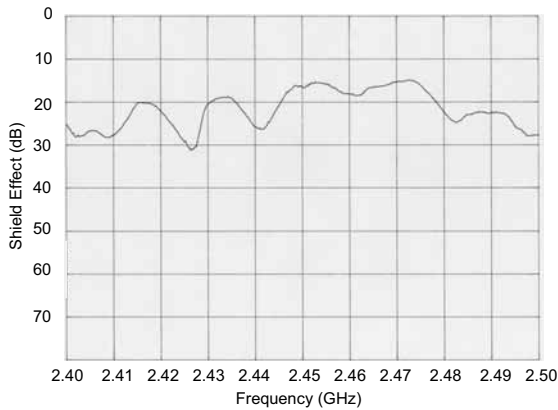


図4 導電塗装1回のシールド効果

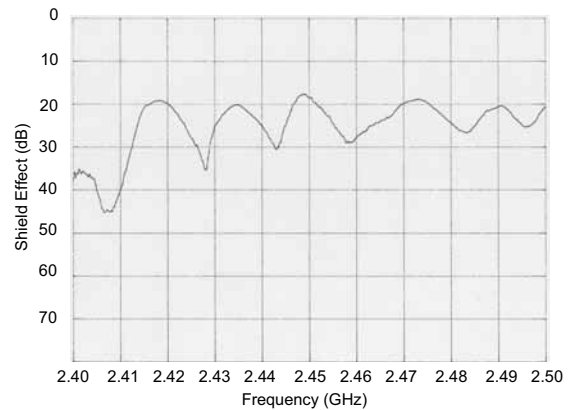


図7 メッシュ10のシールド効果

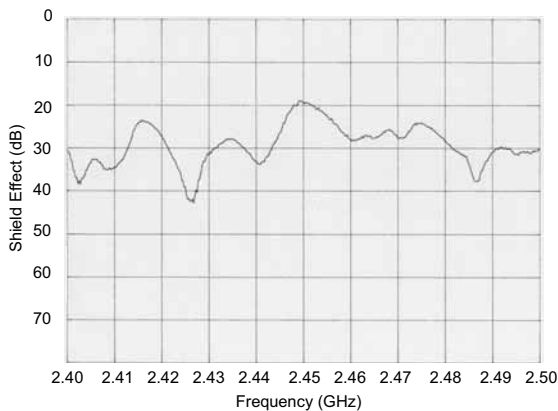


図5 導電塗装2回のシールド効果

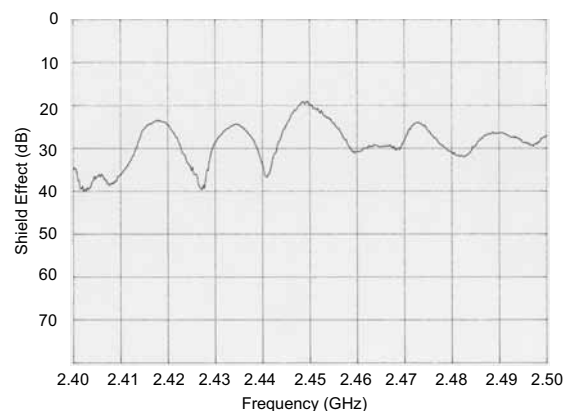


図8 メッシュ30のシールド効果

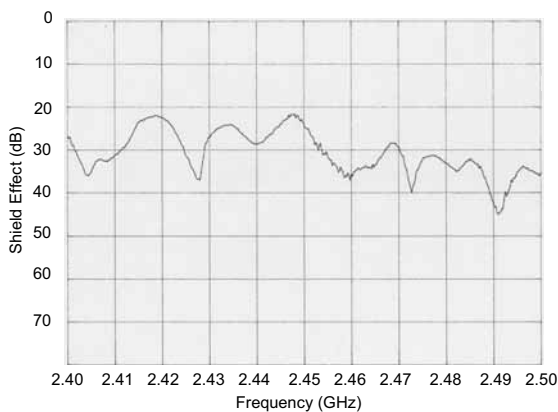


図6 導電塗装3回のシールド効果

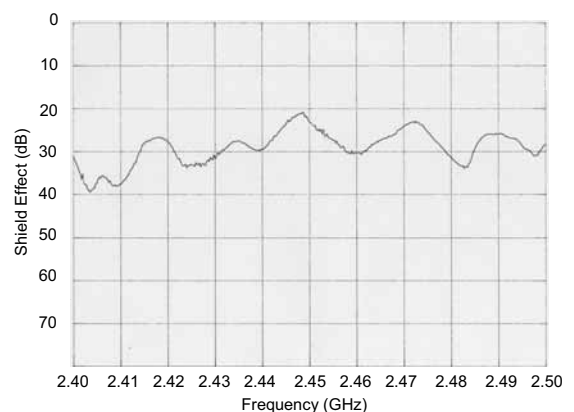


図9 メッシュ60のシールド効果

数で、概ね 40dB であり、簡易的なシールド材を評価するには十分な性能である。

製作した装置を用い、シールド材のシールド効果を測定した。それぞれのシールド効果は概ね、①導電性シリコンゴムシートが 10～20dB、②導電塗料が 20～30dB 強、③金属メッシュが 30dB 前後であった。

以上により、試料の相対比較が本装置で可能であることが確認できた。

参考文献

- 1) 田中孝彦他:浜松工業技術センター研究報告, ユビキタスネット社会における電磁波の可視化とシールドの研究 (第2報), 17, 48-49 (2007)
- 2) 住友スリーエム:シールド材料と手法, 情報調査会, 28-29 (1989)