

広帯域電磁波シールド繊維の開発

加工技術課 岩坪 聡、評価技術課 佐々木 克浩、日本エレテックス(株) 建部 則久

1. はじめに

近年の情報化社会において、機器に対しては誤動作を起こすノイズ対策、人体に対しては携帯電話などの有害な電磁波を広帯域にカットするフレキシブルな素材が求められている。その電磁波をカットする方法として、吸収体を用いる方法とシールド体を用いる方法がある。吸収体は厚みによる周波数依存性が大きく、周波数を選択する場合に有効である。一方シールド体には、電界の作用を用いる方法と、磁界を用いる方法の2種類がある。電界の場合、材料の自由電子による電磁波の反射により、その機能を実現するため、材料の選択幅が広いことと、広帯域の周波数に対応している。磁界の場合はスピンを利用するために、初透磁率が高い磁性材料のみが適しているため、材料の選択幅が狭い。そのため、フレキシブルな素材を開発するためには、導電性の高い微細な金属を複合した繊維の開発と、それを織り込んだ耐久性のある布を作製することが有効である。特に、GHzまでの広帯域にわたる高周波特性を向上させるためには、表皮効果の影響から、材料表面での低い抵抗値を示す構造が重要になってくる。そこで本研究では、金属複合繊維の開発とその織り方、さらに後処理法を検討することで、ギガ帯からミリ波帯まで広範囲に使用できる電磁波シールド布を開発した。

2. 実験方法及び結果

アクリル繊維にNiやCuメッキなどを施した不織布、約30 μm の銅金属繊維からなる不織布と、導電性の炭素を中心材とした同軸構造のアクリル繊維からなる不織布、金属繊維を化学繊維にスパイラル状に巻き付けた繊維からなる布を作製し、それらの電磁波シールド特性をKEC法にて、また、シート抵抗は4端子法により測定した。

(a) 炭素を中心材とした同軸構造のアクリル繊維による不織布

図1に示す中心に導電性炭素をもつ同軸構造のアクリル繊維を示す。この減衰特性は約0dBとほとんど無かったが、それに1 μm 以上のCuあるいはNiの無電解メッキを施すことで、-50dB以上の減衰特性をもつシールド布を作製することができた。

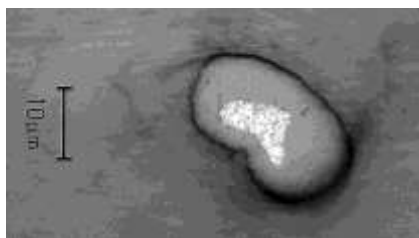
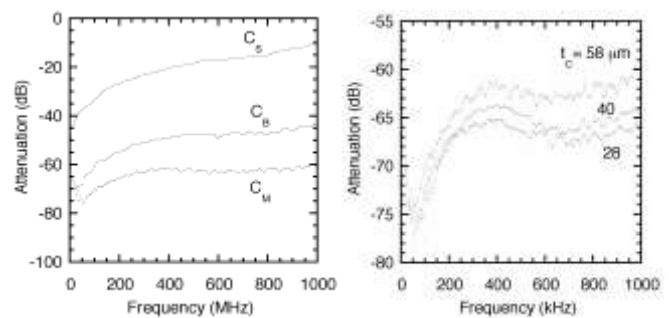


図1 アクリル繊維の断面

(b) スパイラル繊維と金属繊維により織られた布

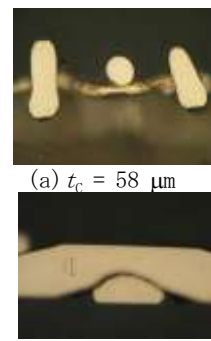
図2に径の異なるスパイラル状金属を含む繊維によって織られた布のシールド特性を示す。金属繊維の径違いにより、減衰特性は-20dBから-60dBに変化した。一方、29 μm の銅繊維からなる金属繊維は、-60dB以上の減衰特性を示すことが分かった。しかしながら、各繊維同士の電気的接触が点のために、表面酸化によりシート抵抗がミリオーム台から数オームへと急激に大きくなることが分かった。そのため図4に示すように、減衰特性が初期性能では-60dBの値であったが、その値が約-40dBに劣化した。そこで、各繊維の接触を点から面へ変化させるために、金属繊維のローラプレスを行った。その結果、図3に示すように材料の塑性により電気的接触が点から面へと変化し、5 m Ω の非常に低いシート値を得ることができた。そのときの減衰特性は1000 MHzまでの範囲で-60~70dBと高い値を示した。

金属繊維を使用することで、1000 MHzの範囲まで-60dBの減衰特性を示すシールド布を作製することができた。今後、これら製品を計測用テントなどの製品に応用していく予定である。



(a) C_s と C_b はスパイラル繊維 C_m は金属繊維 (b) C_m のロール後の厚み t_c をパラメータ

図2 スパイラル繊維と金属繊維のシールド特性



(b) $t_c = 28 \mu\text{m}$

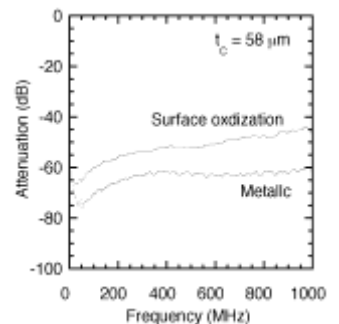


図3 金属繊維のプレス断面 図4 酸化によるシールド劣化