

自動車塗装用金属皮膜におけるミリ波透過特性の評価

C-2

Evaluation of Millimeter Wave Transmission Characteristics in Metal Coating for Automobile Painting

池田 龍介[†] 島 宏美[†] 亀井 利久[†]
 Ryusuke IKEDA[†] Hiromi SHIMA[†] Toshihisa KAMEI[†]
[†] 防衛大学校 通信工学科

[†] Department of Communications Engineering, National Defense Academy

1. はじめに

近年、自動運転技術の確立や電動化の進展によって、安全性能、快適性の向上が目覚ましく進んでいる。自動運転では、カメラやレーダーといったセンサーから得られた情報と、高精度な 3D デジタルマップを照合し、現在の自車位置の特定および道路の車線と周辺の障害物の有無を確認した後、走行する進路計画の運転操作をアクチュエーターに指示することで運転が行われる。ここでキーとなる技術の一つにセンシング技術が挙げられる。運転支援システムでは先行車との距離を把握するために、レーザーレーダーやステレオカメラを使うことで性能向上が進められてきたが、高速での測定距離や悪天候下での精度を高めるとミリ波レーダーの性能が必要となる。高周波帯の電波は、光のように直進性があり、光より波長が長いいため、雨、雪、霧などの天候の影響を受けにくいからである。センシングに使用されるミリ波レーダーの送受信機は、車体前部に搭載されている。車体前部のフロントグリルやエンブレムには意匠性を高めるために金属塗装が施されているが、この金属塗装によってミリ波レーダーが遮断されてしまう問題があった。

そこで本研究では、配向条件の異なる金属皮膜が施された ABS 板のミリ波帯における透過特性を、誘電体レンズアンテナを対向させた測定系およびベクトルネットワークアナライザー(VNA)から構成される自由空間測定システムを用いて評価したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

測定試料は、ABS 樹脂板上に特殊な条件下でアルミフレークを配向させた金属塗膜を用いた。作製条件としてはフレークの体積分率、塗膜中でのフレークの配向状態を変化させた。各試料の配向条件を表 1 に示す。

表 1 金属皮膜試料のフレーク配向条件

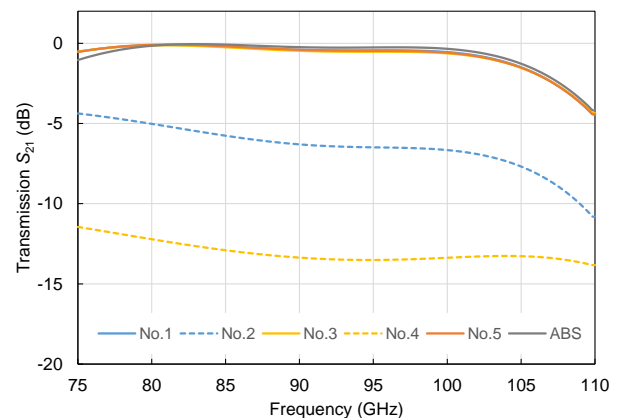
No.	体積分率 (%)	厚さ (nm)	パターン	分布	向き
1	0.1	20-50		非局在	配向
2	1			非局在	
3	0.1			局在	配向
4	1			局在	
5	0.1			非局在	無秩序

ミリ波の透過特性の評価には誘電体レンズアンテナを対向させた測定系及び VNA(Anritsu; MS4647B)から構成される自由空間測定システムを用いた。VNA は Through-Reflection-Line(TRL) 校正を用いて校正を行い、Reflection 校正時にサンプルホルダーに設置した金属板表面の位置を校正面とした。TRL 校正に加え、VNA に付属されているタイムゲート機能を用いて、レンズアンテナと被測定物の間に生じる定在波や、同軸導波管変換器で生じる不要な反射波を除去した。

3. 実験結果

試料 No.1 から No.5 及び、基板として用いた ABS 樹脂板の透過特性 S_{21} を図 1 に示す。金属フレークの体積分率が 0.1% の試料 (No.1, 3, 5) では配向パターンによらず下部の ABS 樹脂板と同程度の透過性能があるが、金属フレークの体積分率が 1% の試料 (No.2, 4) は -5 dB (透過率 32%) から -13 dB (透過率 5%) の範囲で透過性能が劣化することがわかった。なお、75 GHz 付近および 110 GHz 付近で透過特性に落ち込みが見られるが、これは VNA に搭載されたタイムゲート機能に起因するものと考えている。

4. まとめ

図 1 試料 No.1~5 及び ABS 樹脂板の透過特性 S_{21}

金属フレークの配向条件が異なる金属皮膜試料におけるミリ波透過特性を評価した結果、透過性能は金属フレークの体積分率に依存して変化することがわかった。今後は、より細かく体積分率を変化させた試料を評価し、透過性能が高くかつ意匠性の高い塗装条件の最適化に取り組んでいく予定である。