

## 低誘電粘着剤『LDAシリーズ』について

研究開発本部 機能性コーティング開発部 AC グループ  
辻 孝介



Tsuji Kosuke

## 1 はじめに

高速大容量通信、多数同時接続を可能にする5G通信技術には高周波電波の利用が欠かせないが、高周波電波は直進性が高いという特徴があることから、5Gの本格的普及のためには **図1** に示したように、電波の死角を減らすために屋内外各所に電波反射シートを設置する必要がある。

**図2** に電波反射シートの層構成例の模式図を示す。フィルム基材上に電波反射層が形成され、その上に粘着剤を用いて保護フィルムを貼り付けるという構成が検討されている。高周波電波は減衰しやすい特性があり、誘電体を透過する際に、**式1** に示したエネルギーロス(誘電損失)が発生する<sup>\*</sup>。従って、高周波電波が透過する粘着層にも低誘電特性が必要になると見込まれており、特に低誘電正接化に関する技術開発の重要性が増加している。

また、電波反射層の配線パターンを微細化することで、透明化したモジュールを窓や印刷面上へ設置することも期待できる。このような場合、低誘電粘着層にも透明性が必要になると想定される。

以上のようなニーズに応えるべく、当社では透明性に優れ、低誘電特性を有する粘着剤『LDAシリーズ』を開発した。

※岳杜夫, “高周波に適した材料”, サーキットテクノロジー, vol.8, no.2, pp.110-114, 1993.

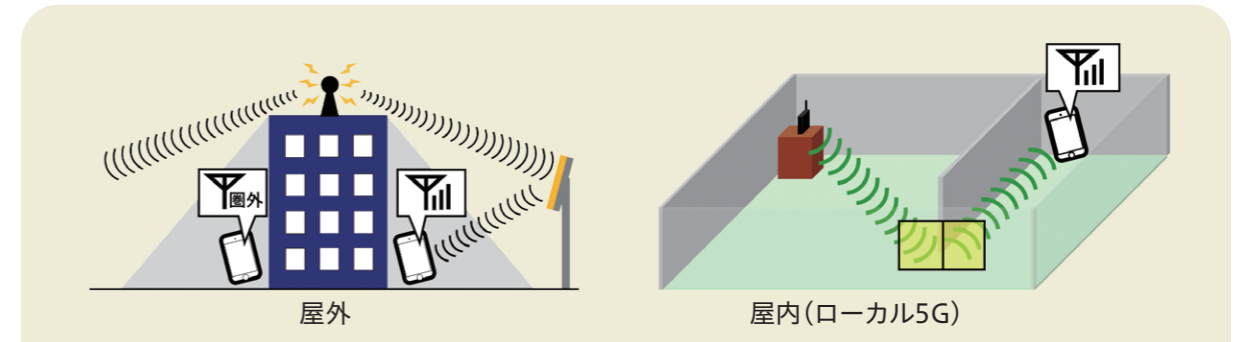


図1 屋内外における電波反射シート使用例

式1 誘電損失 =  $f \times K \times \sqrt{D_k} \times D_f$   
 $f$ : 周波数  $K$ : 損失係数  $D_k$ : 比誘電率  $D_f$ : 誘電正接

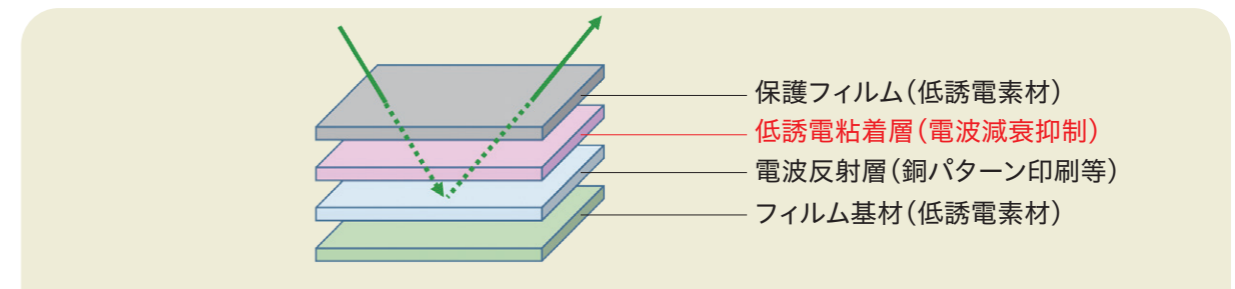


図2 電波反射シートの層構成例模式図

## 2 低誘電特性と分子構造

当社の低誘電粘着剤は、主剤と硬化剤から構成される。低誘電特性の発現においては、主剤の中で最も高い重量構成比を占める樹脂に対する低誘電特性の付与が重要である。低誘電特性を付与するためには、極性構造の低減、双極子モーメントを小さくすることが効果的である。これらの要件を満たすよう設計した低誘電樹脂の構造模式図が **図3** である。低極性セグメントとメソゲンセグメントを含む骨格構造であることを特徴としており、これらの構成材料の組み合わせで誘電特性をコントロールする。また、メソゲンセグメントは剛直な構造であることから、低極性セグメントにガラス転移温度を下げる成分を用いることで、粘着性を発現させる。これを低誘電樹脂の基本的な設計としている。

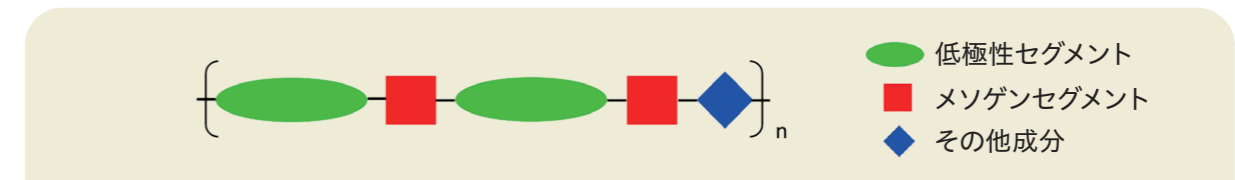


図3 低誘電樹脂の構造模式図

### 3 『LDAシリーズ』の特性

本項では、低誘電粘着剤『LDAシリーズ』について紹介する。表1には、LDAシリーズの各主剤および硬化剤の液物性をそれぞれ示した。また、表2には、LDAシリーズの各配合ならびに物性値をそれぞれ示した。

品名		LDA-002-M (主剤)	LDA-003-M (主剤)	LDA-C (硬化剤)
液物性	色調(ガードナー) <sup>※1</sup>	1以下	1以下	1以下
	粘度(mPa・s/25°C) <sup>※2</sup>	400	1,200	60
	不揮発分(%) <sup>※3</sup>	50	50	75
溶剤		酢酸ブチル	酢酸ブチル	酢酸エチル

※1 JIS K 5600-2-1に準じる

※2 JIS K 7117-1に準じる

※3 JIS K 5601-1-2に準じる

表1 低誘電粘着剤に用いる各主剤および硬化剤の液物性

品名		LDA-002	LDA-003	
配合(重量比)	LDA-002-M	98	-	
	LDA-003-M	-	97	
	LDA-C	2	3	
	推奨希釈溶剤	酢酸ブチル		
物性値	比誘電率/誘電正接(SPDR 10GHz)	2.26 / 0.0018	2.36 / 0.0036	
	粘着力(N/25mm) <sup>※2</sup>	ガラス	17	10
		アクリル(PMMA)	38	20
		COP(シクロオレフィンポリマー)	30	11
		LCP(液晶ポリマー)	17	11
		銅箔(平滑面)	20	17
	光学特性 <sup>※3</sup>	全光線透過率(%)	91.7	91.7
		ヘイズ(%)	0.28	0.23
		a* / b* / L*	-0.07 / 0.27 / 96.8	-0.05 / 0.30 / 96.3
	耐熱性(保持力) <sup>※4</sup> (°C)	>80	>80	
備考	-	高バイオマス度 <sup>※5</sup>		

※1 試験片作製方法:膜厚(dry):75μm、乾燥条件:120°C×5min

※2 180°剥離試験(剥離速度:200mm/min)

※3 COP(ZeonorFilm ZF-16、ZeonorFilmは日本ゼオン株式会社の登録商標です)基材含む  
基材単独の光学特性:全光線透過率91.5%、ヘイズ0.05%、a\*/b\*/L\*=-0.03/0.17/96.75

※4 被着体:ガラス、荷重:1kg、被着面積:25mm×25mm、24H後のずれ幅が0mmの試験温度

※5 ISO16620に準じる

表2 LDAシリーズの配合および物性値

LDAシリーズの全般的な特長として、低誘電特性(低誘電率/低誘電正接)、各種被着体に対する良好な粘着性、高い透明性が挙げられる。

LDAシリーズは、主剤/硬化剤からなる2液タイプであり、図3に示した低誘電樹脂を、硬化剤を用いて架橋することで、誘電特性に影響する官能基を封止でき、より低誘電特性を発現しやすくなる。加えて、架橋構造を有することで耐熱保持力も良好となる。図4に、LDA-002の動的粘弾性測定結果を示したが、80°C以上の高温領域でも融解せずに貯蔵弾性率を保持していることから、加熱環境下でも使用可能であることを示唆しており、実際に、耐熱保持力試験で80°C以上の耐熱性を示している。また、各種被着体に対する良好な粘着性を示す中でも、特に難密着素材とされるCOP(シクロオレフィンポリマー)、LCP(液晶ポリマー)および銅箔平滑面に対して良好な粘着性を示す点に特長がある。COPやLCPは低誘電素材としての特長があり、電波反射シートや透明フィルムアンテナの基材および保護フィルムとしても適しており、また、平滑銅はこれらの配線パターン等に用いられることが多いため、これらの素材に対して十分な粘着力を示すことは大きな利点になり得ると考えられる。さらに、高い透明性も併せ持つことから、配線パターンを微細化して透明化したモジュールへ適用することで、視認性や意匠性を損なうことなく窓や印刷面上に設置することも可能である。

LDAシリーズの中で、LDA-002は、特に誘電損失の抑制に大きく寄与する低誘電正接と各種被着体に対する粘着力に優れており、高い透明性や耐熱性も併せ持つグレードである。

また、LDA-003は、バイオマス度が高い点に特長があり、低誘電特性と各種被着体に対する高い粘着力を有するうえ、高い透明性、耐熱性も兼ね備える。LDA-003は、高周波対応とカーボンニュートラルへの貢献、これらの両立を期待できるグレードである。

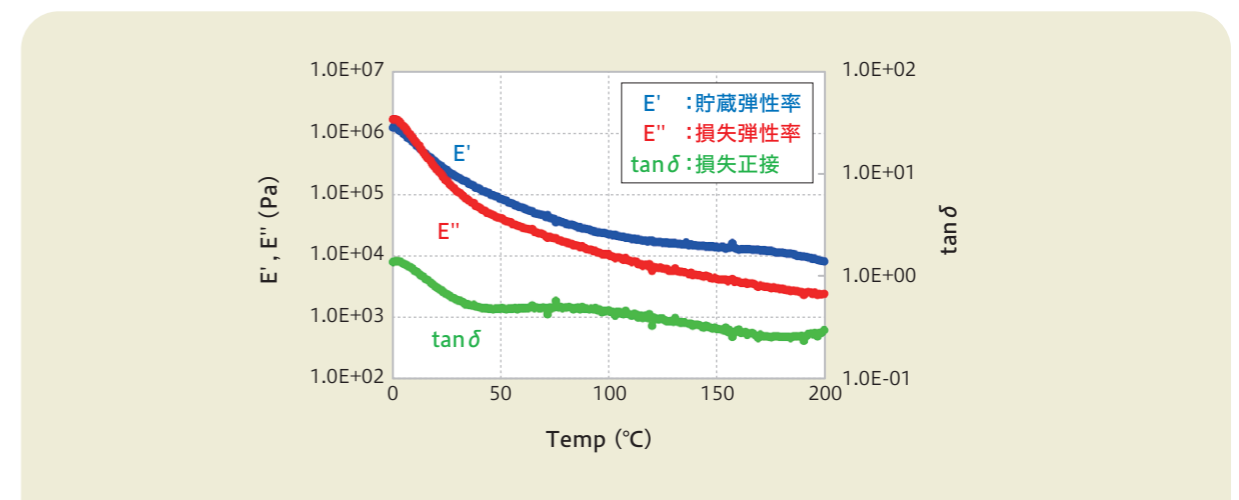


図4 LDA-002の動的粘弾性挙動



## 4 おわりに

5G通信技術において使用される高周波電波の特徴から、周辺材料には低誘電特性が求められている。その中で、粘着剤用途においても低誘電ニーズがあると考えられ、低誘電特性、各種被着体に対する良好な粘着性、高い透明性を併せ持つ粘着剤を開発した。アプリケーション例として、電波反射シートが挙げられるが、屋内のローカル5Gから屋外の通信環境整備に至るまで広範囲に設置が見込まれる。屋外用途では、紫外線対策など、 $+\alpha$ の機能が必要になることが想定される。引き続き、こうした $+\alpha$ の機能付与についても開発を進めていく所存である。