

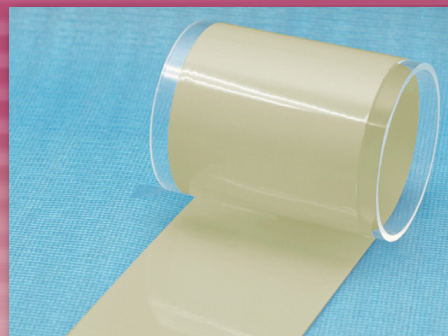
Low Dk / Low Df bonding sheet with excellent circuit embedability for making multi-layered HF PWB

高周波基板の高多層化に好適

低Dk & 低Df 接着シート

AD-3379H

We have newly developed Low Dk and Low Df bonding sheet AD-3379H with both excellent Adhesiveness and circuit Embedability. AD-3379H is made of PPE resin and can help to make multi-layered high frequency PWB without spoiling dielectric properties. AD-3379H also keeps excellent dielectric properties under atmosphere from -60°C to 125°C or under frequency from 10GHz to 120GHz.



▲低誘電接着シート AD-3379H

はじめに

総務省の発表によると2023年3月末時点での5G（第5世代移動通信システム）の人口カバー率は全国で96.6%。大都市圏では99%を超える都府県があり、すべての都道府県においても80%超え。



2030年頃を目標 ▲データセンターのイメージ

にBeyond 5Gへの移行も進められ、AI(Artificial Intelligence)の躍進と相まってデータセンター(DC)の設立が進んでいます。

高速化・大容量化・低遅延化への対応

DCのサーバーは、CPU(Central Processing Unit)を搭載したものに加え、AIと相性が良いGPU(Graphics Processing Unit)を搭載したものが増えており、ますます高速化、大容量化、そして低遅延化の要求が進んでいます。

これにともない、サーバーなどに搭載されるプリント配線板材料にも、信号の伝搬速度が損なわれ難い「低比誘電率」(低Dk)という特性と、信号が減衰し難い「低誘電正接」(低Df)という特性が求められています。

そこでまず、DkとDfについて、かなりラフにご説明したいと存じます。

◆誘電率

プリント配線板の多くは、樹脂板の両面あるいはその内部にも縦横に回路が描かれ、絶縁体と導体が層を成す「コンデンサ」のような構造になっています。この構造は電流(信号)を容

【AD-3379Hの特長】

- Dk=3.01 / Df=0.0019 @80GHz
- 樹脂流動性が高く、回路埋め込み性に優れる
- PTFE基板やMPI基板との複合基板化が可能
- 熱硬化性で180°Cの比較的低温で積層可
- ガラス布を含まずスキュー対策に好適

易に流すまいという方向に作用し、その程度が誘電率です。

絶縁物は固体、液体あるいは気体であるかを問わず、それぞれが固有の誘電率を持っていますので、多くの場合は真空の誘電率との比である「比誘電率」(Dk)を用いて、その程度を比較します。

◆誘電正接

プリント配線板の回路に高周波信号が流れると、これが樹脂板の分子を震わせて熱が発生します。電子レンジのマイクロ波が、食品の水分を震わせて温めるのに似ています。このおり発生する熱は、本来信号として伝わるべきもので、その損失の程度が「誘電正接」(Df)です。

電子レンジのマイクロ波は2.5GHz(ギガヘルツ)程度ですが、5G通信は30GHz。自動車の衝突防止に使用されるミリ波レーダでは80GHzにもなります。このため高周波基板材料の選定において、Df値は小数点以下4桁目以降の数値が比較検討の対象になっており、各社が鎬を削っています。

樹脂は全体として電氣的に中性でも、これを構成する分子間のレベルでプラスの部分とマイナスの部分があると、誘電特性値が高くなりますので、この偏りが少なくなるべく電氣的に安定しているものを選択します。

◆コストパフォーマンスに優れるPPE樹脂

低Dk&低Dfプリント配線板材料の主流はPTFE（フッ素樹脂）やLCP（液晶ポリマー樹脂）といった熱可塑性の樹脂をベースにしたものですが、利昌工業ではPPE樹脂（ポリフェニレンエーテル）をベースにした低Dk&低Df基板材料をリリースしており、約30年の実績があります。

PTFEやLCPより低価格でありながら、これらと同等の低Dk&低Df特性を発揮することで、これまでにご愛顧を賜っております。PPE樹脂はもともと熱可塑性ですが、利昌工業ではこれを得意とする熱硬化性樹脂に変えた「変性PPE樹脂」をベースにしております。

■低Dk&低Df接着シート AD-3379H

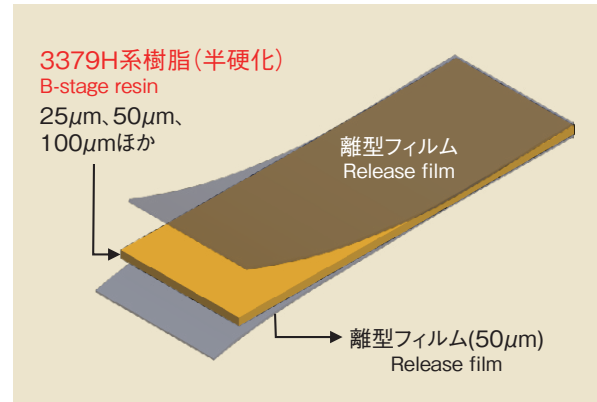
このたび利昌工業では、Dk値、Df値ともに従来品(AD-3379)よりも向上させたPPE樹脂ベースの低誘電接着シートAD-3379Hを開発しました。

◆材料構成と標準仕様

新開発の3379H系樹脂は、ミリ波レーダ帯である80GHzにおいてもDk=3.01あるいはDf=0.0019という低誘電特性を発揮します。耐熱性の指標となるガラス転移温度(Tg)は225℃(DMA)です。

これを半硬化の状態（Bステージ）で0.1mm程度に薄く伸ばし、離型フィルムに挟んだ格好で提供するのがAD-3379Hです。

この業界でワークサイズと呼ばれる500mm角や340×500mmサイズにカットした後、真空パックでお届けします。



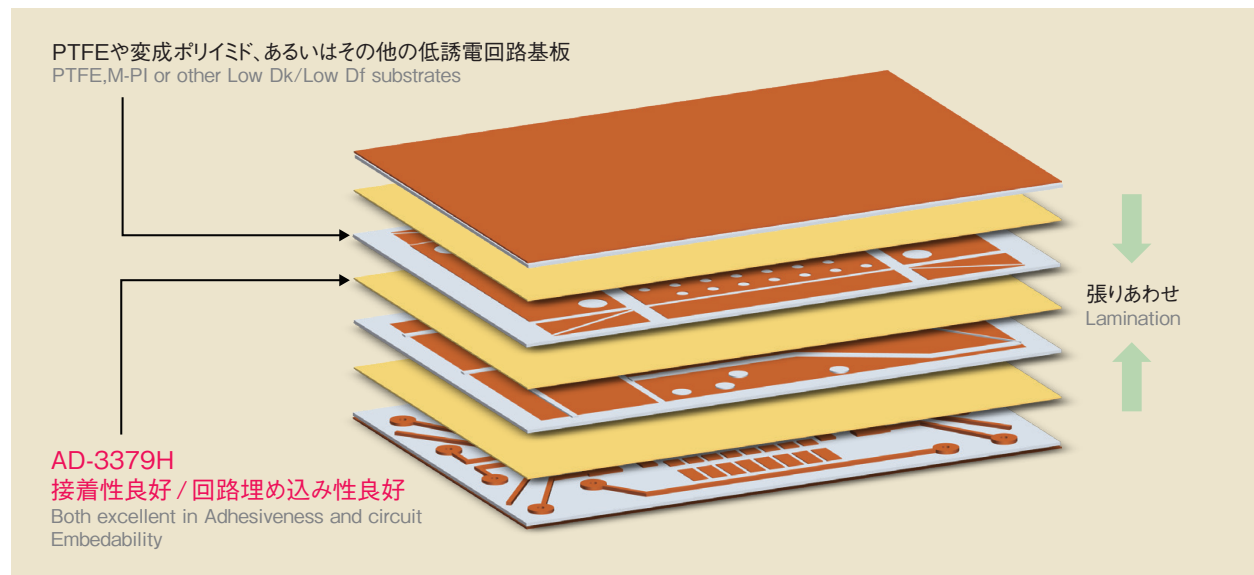
▲AD-3379Hの材料構成と標準仕様
樹脂層の厚さは25μmからご相談に応じます。

■層間接着剤としてのご提案

3379H系樹脂は、低Dkかつ低Dfであるといった誘電特性のみならず接着性にも優れます。さらに高い樹脂流動性を与えたことにより、25μmといった薄物でも「回路埋め込み性」に優れます。

このためPTFE基板や変成ポリイミド基板あるいは、その他の低Dk&低Df基板をつみ重ねて多層構造の高周波基板を製作する場合、この層間接着剤としてご使用いただくと、基板全体としての誘電特性を損ねることなく高多層化が実現します。

▼利昌工業からのご提案(イメージ)



▲低誘電率基板の多層化用接着剤としてご提案。基板全体の誘電特性を損なうことなく高多層化が実現します。
High multi-layering could be available without spoiling dielectric properties of the laminated substrate.

■ 誘電特性の温度依存性と周波数依存性

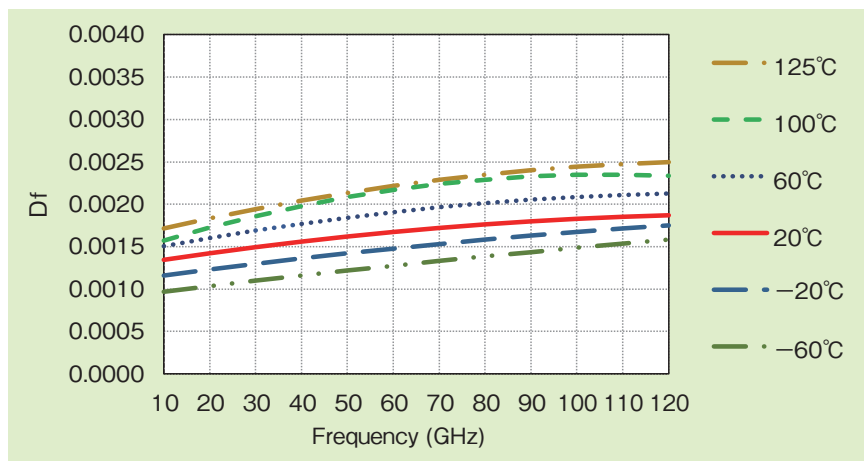
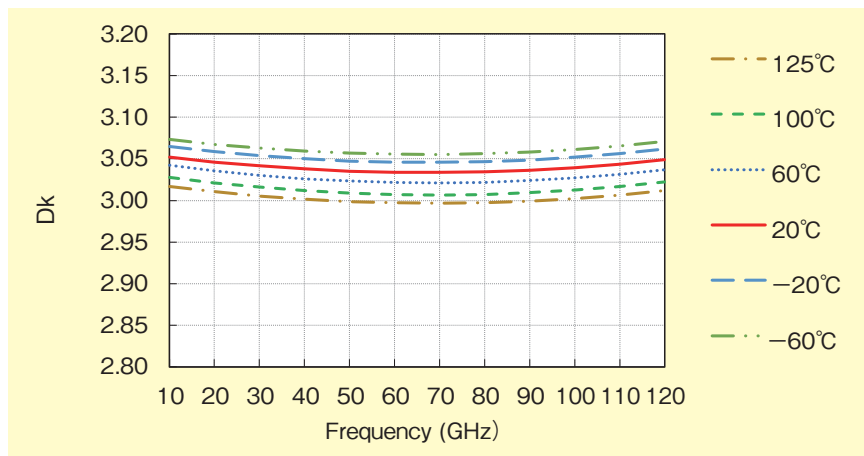
自動車に搭載される電子機器は、屋内に置かれるものとは比較にならないほど過酷で激しい温度変化にさらされます。また高周波信号の増幅器（パワーアンプ）は稼働時に高い熱を発生します。

これらの温度変化は、樹脂基板の分子運動に影響を与えることで、Dk値やDf値を変化させます。

そこで、10GHzから120GHzの周波数帯において、AD-3379Hが、使用上想定されるいかなる温度条件下においても、安定した誘電特性を発揮するか試験した結果をご報告します。

▼ 誘電特性の温度依存性と周波数依存性

Dielectric constant and Dissipation factor according to Temperature and according to Frequency



	°C	Frequency (GHz)											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Dk	125	3.02	3.01	3.01	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.01	3.01
	100	3.03	3.02	3.02	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.02	3.02
	60	3.04	3.04	3.03	3.03	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.03	3.03	3.04
	20	3.05	3.05	3.04	3.04	3.04	3.03	3.03	3.03	3.04	3.04	3.04	3.05
	-20	3.06	3.06	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.06	3.06
	-60	3.07	3.07	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.07	3.07
Df	125	0.0017	0.0018	0.0019	0.0020	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0024	0.0025	0.0025
	100	0.0016	0.0017	0.0019	0.0020	0.0021	0.0022	0.0022	0.0023	0.0023	0.0023	0.0024	0.0023
	60	0.0015	0.0016	0.0017	0.0018	0.0018	0.0019	0.0020	0.0020	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021
	20	0.0013	0.0014	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0018	0.0018	0.0019	0.0019
	-20	0.0012	0.0012	0.0013	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0017
	-60	0.0010	0.0010	0.0011	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016

温度を-60°C~125°C変化させても、周波数を10~120GHzに変化させてもDk・Dfともに安定した数値を示しました。

■まとめ

AD-3379Hは、温度変化が激しい環境においても安定した誘電特性を発揮しますので、車載レダ基板やデータセンターのパワーアンプ基板に好適です。建設に費用が高むデータセンターでは、省スペースの観点から基板の多層化が必

要です。AD-3379Hは高周波多層基板の層間接着剤としてご利用いただいても、回路埋め込み性に優れ、かつ基板の誘電特性をスポイルしません。また多層成型時のプレス温度は180℃という比較的低温で大丈夫です。ぜひご評価の機会を賜りたく、ご連絡をお待ちしております。

■一般特性

項目 Test item		単位 Unit	処理条件 Treatment	AD-3379H	AD-3379
比誘電率 (Dk) Dielectric constant	10GHz	—	C-24/25/50	3.03	3.10
	30GHz			3.02	3.09
	60GHz			3.01	3.09
	80GHz			3.01	3.09
	100GHz			3.01	3.09
誘電正接(Df) Dissipation factor	10GHz	—	C-24/25/50	0.0016	0.0018
	30GHz			0.0018	0.0020
	60GHz			0.0019	0.0023
	80GHz			0.0019	0.0024
	100GHz			0.0020	0.0026
ガラス転移温度(Tg) Glass transition temp.	DMA	℃	A	225	240
熱膨張係数 Coefficient of Thermal Expansion	$\alpha_1(X,Y,Z)$	ppm/℃	A	40 - 50	38
吸水率 Water absorption		%	E-24/50 +D-24/23	0.1	0.08
ヤング率 Young's modulus		GPa	A	0.6	0.55
ポアソン比 Poisson's ratio		—	A	0.35	0.36
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	2×10^8	2×10^8
	煮沸処理後 After treatment		C-96/20/65 +D-2/100	8×10^7	1×10^7
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 RT	MΩm	C-96/20/65	1×10^9	6×10^8
	吸湿処理後 After treatment		C-96/20/65 +C-96/40/90	3×10^8	4×10^8
表面抵抗 Surface resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	1×10^{10}	9×10^9
	吸湿処理後 After treatment		C-96/20/65 +C-96/40/90	4×10^9	4×10^9
半田耐熱性 Solder limit	300℃ Float	sec	A (Cu clad)	300 OK	300 OK
銅箔引剥し強さ Peel strength	18mm - HVLP	kN/m	A	0.6	0.6
耐燃性 UL flammability		—	UL94	V-0 equiv.	V-0 equiv.

☆上記の数値は測定値の一例であり、保証値ではありません。

The above figures are not guaranteed value but one of the test results at our laboratories.