

高速伝送部品、高周波伝送部品用途に 適用できる低誘電 LCP の開発

ポリプラスチック(株) Nagae Akirhiro
長永 昭宏

研究開発センター 主任研究員
〒416-8533 静岡県富士市宮島973
☎0545-64-7314

はじめに

近年、スマートフォンなどの普及により、クラウドサービス、SNS(Social Networking Service)などの手段を通じてデータ容量の大きな映像、音楽、音声、画像を扱う機会が多くなり、ネットワークトラフィックは年々増加しているが、それに加えて、IoT(Internet of Things)と言ったあらゆるモノがインターネットとつながる仕組みが広がる環境変化の中で、個々の情報が集約され、得られた情報を元に迅速にフィードバックする機会も増えている。自動車産業でも100年に一度の大変革と言われるように大きな変化を迎えており、CASE(Connected, Autonomous, Shared & Service, Electric)が重要キーワードとして注目されている。自動車のEV化、自動運転技術の拡大により、走行時に得られるセンサ、カメラの情報を瞬時に処理し、制御するための高速伝送部品の適用が自動車分野でも今後増加することが予想される。また、伝送情報量の増加や高速化に対応するための第5世代通信システム(5G)の運用が始まり、その中でミリ波帯と呼ばれる高周波信号の利用が考えられている。高周波対応部品では、ミリ波の高周波領域に適応可能な高性能かつ信頼性の高い電子部品が要求され、高速伝送部品設計時には良好な特性インピーダンス整合の確保が重要となる。インピーダンス整合を行う上では、使用さ

れる伝送部品における材質の誘電特性が重要であり、要求に対応可能な比誘電率と低誘電正接をもった材料を準備する必要がある。

液晶ポリマー(LCP:Liquid Crystalline Polymer)は、その良好な流動特性と、表面実装(SMT:Surface Mount Technology)に耐え得る高い耐熱性を持つことから、コネクタ部品に幅広く用いられている。加えて、比誘電率、誘電正接が低いという特徴を併せ持つ材料の一つである。

市場のニーズの変化に応じた新しい材料を提案することを目的として、LCPでも低誘電率/低誘電正接材料が今までも提案されてきたが、LCPが本来持つ、耐熱性、流動性、寸法精度の特性が十分ではなかった。今回、独自のコンパウンド技術により、上記LCPの特性を損なうことなく高周波対応部品に適用可能な誘電特性を持つコネクタ用材料を開発したので紹介する。

液晶ポリマー

1. 液晶ポリマーの特徴

液晶ポリマーとは、温度や圧力などの外的要因によって液晶状態を発現する高分子の総称である。とくに図1に示すような剛直鎖のみから構成される主鎖型の全芳香族ポリエステルは分子鎖軸方向において非常に高い機械強度を示す^{1)~4)}。これは剛直な分子鎖が成形加工時のせん断によって容易に高い配向構造を形成することで発現され

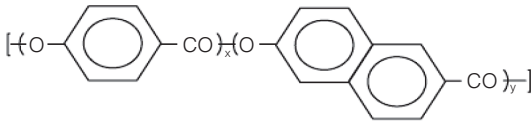


図1 代表的LCPの分子構造

る⁵⁾。また優れた耐熱性、耐薬品性を持つことから、電気・デバイス、自動車、航空宇宙、医療分野と広く適用可能なエンジニアリングプラスチックとして知られている⁶⁾。

1980年代にLCPが上市されて以降、加工性と耐熱性の両立を目的に活発な研究が進められている。ヒドロキシカルボン酸、芳香族ジオールおよび芳香族ジカルボン酸など、複数のモノマーを共重合することにより数多くのLCPが開発され、現在特徴の異なる多くのLCPが市場に展開されている。

図2にLCPの熔融状態と固化状態の分子構造の模式図を一般的な結晶性ポリマーと比較して示す。

熔融状態のLCPの場合、全芳香族ポリマーが剛直な棒状構造を持つため、分子間の絡まりが非常に少ない。そのため成形時の応力により、容易に流動し優れた流動性を発現する。一方で、結晶性樹脂では分子が複雑に絡み合うため、流動に際し分子鎖の変形が必要となる。

また固化状態で比較した場合、LCPは熔融時からほとんど高次構造が変化しないのに対し、結晶性樹脂は分子が再配列する。結晶性樹脂では再配列する際に安定的な結晶構造を形成することで優れた機械特性や耐薬品性を発現する一方、結晶化に伴う収縮などの課題がある。LCPでは固化時に結晶化に伴う分子の再配列は起こらないため、固化速度が速く、かつ収縮が小さい。

このような特徴的な熔融固化挙動と全芳香族の

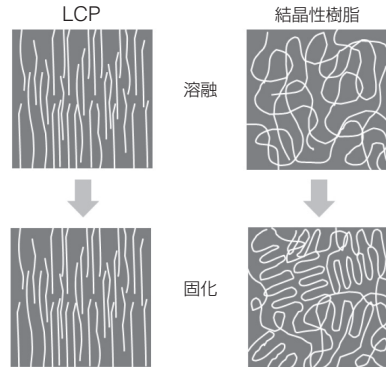


図2 LCPと結晶性樹脂における、熔融状態と固化状態の分子構造の模式図

ポリマー骨格に起因して、LCPは射出成形可能な樹脂材料として“高い機械強度”、“高耐熱性”、“寸法安定性”、“ハイサイクル成形性”、“高流動性”といった多くの特徴を示す。

2. ラペロス®LCPの特徴

当社ラペロス®LCPの代表的なポリマー種とガラス繊維強化材料の特性を表1に示す。

融点は最も低いポリマーで280℃、最も高いポリマーで370℃となる。ガラス繊維強化材料における荷重たわみ温度は“Aポリマー”から“Sポリマー”まで約100℃異なり、ほぼ融点と比例するものではあるが、“Sポリマー”、“LHポリマー”はモノマー処方を従来のLCPと大きく変えることで、融点に対して格段に高い荷重たわみ温度を実現している。さらに金型内における結晶化速度が流動性を阻害する因子と成りうることから、固化速度を遅くすることで流動性向上を実現したLCPが“GA/HAポリマー”である。このように、LCPはモノマーの組み合わせによって多種多様なポリマーが存在し、融点、機械強度、流動性そ

表1 ラペロス®LCPのポリマー種とガラス繊維強化材料の特性

ポリマー	特徴	融点(℃)	ガラス繊維強化材料の物性		
			曲げ強度(Mpa)	曲げ弾性率(Mpa)	荷重たわみ温度(℃)
S	超高圧熱・低発生ガス	355	240	16,000	340
T	高耐熱(高融点)	370	220	14,800	300
LH	高耐熱・高強度	345	230	17,000	290
GA	Pb-FreeSM耐熱高流動	355	200	15,000	280
HA	Pb-FreeSM耐熱高流動	350	200	15,000	280
Ei	Pb-FreeSM耐熱標準	340	230	15,000	275
C	SMT耐熱・高強度	325	240	14,800	255
B	高弾性率・高強度	280	300	20,000	240
A	高機械強度、構造部材用途	280	270	15,000	240