

■ 複雑化する市場&加速する開発競争 ■

# 低誘電材料の技術&製品の最新動向

## 低誘電樹脂

LCP、フッ素樹脂、PI・MPI、PPE・変性PPE、BMI、PPS、エポキシ樹脂、ビニル樹脂、COP、COC、OPE、SPS、etc.

## 低誘電ファイラー・資材

中空粒子、低誘電粒子、低誘電ガラス繊維・有機繊維、低誘電接着剤・フィルム、低誘電難燃剤、表面平滑銅箔、微多孔膜、etc.

## アンテナ・回路基板

車載ミリ波レーダー基板、基地局アンテナ基板、高周波フレキシブル基板、高周波リジッド基板、低誘電レドーム、etc.

## 刊行のねらい

### ■ 基地局、車載、AIへ広がる市場 ■

限定出版 B5判 160頁

本体：82,000円  
(税込み：90,200円)

- ①…総務省が発表した5Gのインフラ整備状況では、基地局総数が26万局、人口カバー率は98.1%で、広範なエリアで5Gを利用できる状況にある。しかし、5Gのトラフィック量は4G転用が47.9%、Sub6が52.0%を占め、ミリ波はわずか0.1%に過ぎない。スマートフォンの出荷では5G対応機種がほぼ100%になるなか、ミリ波対応は2.2%にとどまっている。ミリ波通信は当初の期待通りに普及しておらず、低誘電材料が伸び悩む原因の一つになっていた。しかしここに来てAIサーバー向けが急増し、低誘電材料の中には生産が追いつかない製品もある。またAIスマートフォンの出荷台数が増加しており、その比率は2024年に40%を超えた。
- ②…低誘電材料のもう一つの市場である車載用では、ミリ波通信が不可欠になってきている。自動車のADAS、自動運転には高速通信が必須であり、ミリ波レーダー、LiDAR、データ処理用など低誘電基板の需要が広がっている。自動車は安全性の追求や自動運転の高度化などでアンテナの搭載が増えており、低誘電材料の市場拡大が現実視される分野である。
- ③…低誘電材料は市場の変化が速く、その動向を見極めるのが難しい。しかし高速・大容量通信がさらに進展していくことは確実であり、伝送損失を抑える基板設計は益々重要になるであろう。本レポートは低誘電の製品開発や複雑化していく市場を精査し、その最新動向を整理、編纂するものである。

## 目 次

### 1. 低誘電材料のマーケットと展望

#### 1-1 低誘電市場の最新動向

##### 1-1-1 高周波通信と拡大する低誘電市場

- (1) 高速・大容量通信システム(5G・6G)
- (2) 自動車のADAS、自動運転、EV化
- (3) 生成AIデータセンター・サーバーの急増

##### 1-1-2 低誘電樹脂の用途と現状

- (1) Sub6帯の拡大とミリ波の停滞
- (2) 生成AI向け低誘電材料の成長

#### 1-2 第5世代(5G)移動通信システム

##### 1-2-1 5Gの通信周波数帯と特性

- (1) 電波の波長、周波数と用途
- (2) 5Gの通信周波数帯と特性
  - ① Sub6帯
  - ② ミリ波・サブミリ波
- 1-2-2 国内の5Gインフラ整備状況
  - ① 5G基地局数
  - ② 5G人口カバー率
  - ③ 周波数帯域別トラフィック量
  - ④ その他
- 1-2-3 通信・携帯基地局の機器メーカー
  - ① 5G基地局の市場規模推移(世界、日本)
  - ② ファーウェイ社
  - ③ エリクソン社
  - ④ その他

##### 1-2-4 スマートフォンの出荷状況

- (1) 機種別の出荷台数
  - ① 5G対応
  - ② ミリ波対応
  - ③ AI対応
- (2) メーカー別の出荷台数
  - ① Apple社
  - ② シャープ
  - ③ Google社
  - ④ その他

#### 1-3 自動車の自動運転・ミリ波レーダー

##### 1-3-1 自動車のCASE開発と現状

- (1) 接続機能
- (2) 自動運転
- (3) カーシェアリング
- (4) 電動化
- 1-3-2 車載用ミリ波レーダーと低誘電材料
  - ① アンテナ基板
  - ② アンテナ用レドーム、他

#### 1-4 高周波通信部材の要求特性と製品開発

##### 1-4-1 高周波基板の材料と製品開発

- (1) 低誘電プリント配線基板
  - ① フレキシブル基板
  - ② リジッド基板

##### (2) 低誘電アンテナ基板

##### 1-4-2 高周波基板の適用樹脂

- ① PTFE
- ② PPE
- ③ LCP
- ④ PI
- ⑤ その他

##### 1-4-3 低誘電樹脂の材料開発

- ① 低誘電ファイラー
- ② 低誘電ガラスクロス
- ③ 微多孔膜(シート、塗布)
- ④ その他

#### 1-5 Beyond 5G・6Gの低誘電材料と展望

- 1-5-1 基板用樹脂の役割分担と多様化
- 1-5-2 樹脂添加剤の高機能化
- 1-5-3 超高速通信(光電融合)の基板設計

### 2. 低誘電樹脂の市場と競合

#### 2-1 樹脂の誘電特性

- 2-1-1 高周波通信基板の要求特性
- 2-1-2 各種樹脂の誘電率・誘電正接
  - ① FR-4
  - ② PTFE
  - ③ LCP
  - ④ PPE
  - ⑤ PI、他

#### 2-1-3 5G用樹脂の低誘電損失化技術

- (1) 高周波電界中の誘電分極
  - ① 電子分極
  - ② 原子分極
  - ③ 界面分極
- (2) 双極子分極(配向分極)
- (3) 5G通信の永久双極子低減とモノマー

#### 2-2 低誘電樹脂のメーカーと製品展開

##### 2-2-1 液晶ポリマー(LCP)

- (1) 液晶ポリマーの基板開発
- (2) 低誘電LCPフィルムのメーカー動向
  - ① クラレ
  - ② 村田製作所
  - ③ 千代田インテグレ
  - ④ 共同技研化学
  - ⑤ 大倉工業
  - ⑥ デンカ、他
- (3) LCP樹脂のメーカー動向
  - ① ポリプラスチックス
  - ② 住友化学
  - ③ 上野製薬
  - ④ ENEOS液晶
  - ⑤ 東レ

##### 2-2-2 ポリイミド(PI)、変性ポリイミド(MPI)

- (1) ポリイミドの原料と誘電特性
- (2) PIフィルムの微多孔化
- (3) 低誘電ポリイミドのメーカー動向
  - ① 東レ・デュボン
  - ② カネカ
  - ③ UBE
  - ④ 東洋紡
  - ⑤ ユニチカ
  - ⑥ 東京応化工業

- ⑦レゾナック ⑧三菱ガス化学 ⑨その他  
 2-2-3ポリフェニレンエーテル(PPE)  
 (1)低誘電熱硬化性PPEの製品開発  
 (2)熱硬化性PPEのメーカー動向  
 ①旭化成 ②太陽ホールディングス ③JSR  
 ④グローバルポリアセタール ⑤その他  
 2-2-4フッ素樹脂  
 (1)フッ素樹脂の特性と低誘電基板  
 ①PTFE ②FEP ③PFA ④その他  
 (2)フッ素樹脂のメーカー動向  
 ①AGC ②ダイキン工業 ③住友電気工業  
 ④中興化成工業 ⑤その他  
 2-2-5ビスマレイミド(BMI)  
 ①日本化薬 ②信越化学工業 ③DIC  
 ④JFEケミカル ⑤三菱ガス化学 ⑥その他  
 2-2-6低誘電エポキシ樹脂  
 ①DIC ②ユニチカ ③三菱ケミカル  
 ④ダイセル ⑤その他  
 2-2-7ポリフェニレンサルファイド(PPS)  
 (1)PPSメーカーの生産能力  
 (2)PPSの低誘電製品  
 ①東レ ②東ソー ③ユニチカ/DIC  
 ④古河電気工業 ⑤その他  
 2-2-8低誘電ビニル樹脂  
 (日鉄ケミカル&マテリアル)  
 2-2-9ポリブチレンテレフタレート  
 (PBT、東レ)  
 2-2-10シクロレフィンポリマー  
 (COP、日本ゼオン)  
 2-2-11環状オレフィンポリマー  
 (COC、三井化学)  
 2-2-12シンジオタクチックポリスチレン  
 (出光興産)  
 2-2-13オリゴフェニレンエーテル  
 (OPE、三菱ガス化学)  
 2-2-14超低誘電フィルム(三菱ケミカル)  
 2-2-15その他(トーヨーケム、デンカ、日本曹達、他)  
 3.低誘電フィルム・改質剤の開発と市場展開  
 3-1高周波用樹脂の低誘電化材料  
 ①低誘電フィルム ②低誘電ガラス繊維  
 ③低誘電フッ素繊維・LCP繊維  
 ④低誘電ポリマー添加剤・改質剤、他  
 3-2高周波用コンポジットと低誘電フィルム  
 3-2-1セラミックスと樹脂の誘電特性  
 3-2-2低誘電フィルムの種類と特性  
 (1)低誘電フィルムの形状と素材  
 ①粒子(中実、中空) ②フレーク ③繊維  
 (2)低誘電フィルムのコンポジット特性  
 ①ナノ粒子 ②マイクロ粒子 ③表面極性基、他  
 3-2-3低誘電フィルムのメーカー動向  
 (1)低誘電フィルムの種類と参入メーカー  
 ①粒子(シリカ、窒化ホウ素) ②ガラスフレーク  
 ③中空粒子(シリカ、ガラス、樹脂) ④ガラス繊維  
 ⑤有機繊維 ⑥針状・棒状 ⑦その他  
 (2)低誘電粒子・フレークのメーカー展開状況  
 ①デンカ ②堺化学工業 ③日本板硝子  
 ④石原産業 ⑤その他  
 (3)低誘電中空粒子の参入企業と競合  
 ①日鉄鉱業 ②協和化学工業 ③トクヤマ  
 ④宇部エクスモ ⑤SG Japan ⑥日本ゼオン  
 ⑦スリーエムジャパン ⑧太平洋セメント  
 ⑨積水化成工業 ⑩日揮触媒化成 ⑪三水  
 ⑫扶桑化学工業 ⑬AGCエスアイテック  
 ⑭ユニチカ ⑮根上工業 ⑯堺化学工業、他  
 3-2-4低誘電フィルムの市場展望  
 3-3低誘電無機・有機繊維の展開状況  
 3-3-1プリント基板の低誘電化とガラスクロス  
 3-3-2低誘電ガラスクロスとプリント基板  
 (1)基板用ガラスヤーン・クロスの種類と物性  
 (2)低誘電ガラス繊維の組成と物性値  
 ①NEガラス ②Dガラス ③Tガラス、他  
 (3)各種ガラス繊維のブリッグ特性  
 ①誘電率 ②誘電正接 ③はんだ耐熱性、他  
 (4)開繊糸と極薄ガラスクロス  
 3-3-3低誘電ガラス・石英繊維の展開状況  
 ①日東紡績 ②信越化学工業 ③旭化成、他  
 3-3-4低誘電フッ素繊維・LCP繊維の開発(東レ)  
 3-3-5低誘電繊維の市場展望  
 3-4低誘電ポリマーの添加剤・改質剤  
 3-4-1低誘電難燃剤の開発と製品展開  
 ①大八化学工業(SR-3000、PX-200)  
 ②第一工業製薬(PQ-60) ③その他  
 3-4-2低誘電ポリマーの改質剤  
 ①荒川化学工業(樹脂流動性向上剤)  
 ②日本触媒(低誘電化、銅箔密着性)  
 4.ミリ波アンテナの製品開発  
 4-1ミリ波アンテナ用材料の開発と製品  
 4-1-1アンテナの用途と種類  
 4-1-2アンテナインパッケージの構造と伝送損失  
 ①RF-IC ②パッチアンテナアレイ、他  
 4-1-3基地局用ミリ波アンテナの製品開発  
 (1)アンテナ基板用微多孔質フィルム  
 (2)透明基板アンテナ(AGC、大日本印刷)  
 (3)屋外用フィルム型アンテナ(大日本印刷)  
 (4)5G・Sub6帯ガラスアンテナ(AGC、他)  
 (5)アンテナ用透明PPSフィルム(東レ)  
 (6)低誘電電波反射シート(荒川化学工業)  
 (7)低誘電粘着剤 ②低誘電フィルム  
 (7)微細発泡シート(古河電気工業)  
 4-1-4アンテナ用レドームのニーズと材料開発  
 (1)レドームの要求特性と電波透過性  
 ①低誘電損失 ②耐候性 ③耐衝撃性、他  
 (2)電波の高周波化、広帯域化とレドーム材料  
 (3)微細発泡シートによる低誘電レドーム  
 4-2車載ミリ波レーダーのプリント基板  
 4-2-1自動車の安全性訴求と運転支援機能  
 (1)先進運転支援システム(ADAS)の種類  
 (2)自動運転のレベル定義(レベル1~5)  
 4-2-2センサー部品の種類と機能  
 ①カメラ ②ミリ波レーダー ③LiDAR  
 4-2-3車載ミリ波レーダーの搭載状況  
 (1)センシングとECUの搭載  
 (2)ミリ波レーダーの種類と搭載状況  
 ①長距離 ②中距離 ③近距離/超近距離  
 (3)車載用レーダーの周波数特性  
 4-2-4低損失アンテナ基板の製品展開  
 ①LCP ②フッ素樹脂 ③その他  
 4-3携帯機器用ミリ波アンテナの製品開発  
 4-3-1ミリ波対応スマートフォンとアンテナ  
 4-3-2ミリ波対応スマートフォンの展望  
 5.低誘電プリント基板の開発と市場展開  
 5-1プリント配線板の国内生産動向  
 5-1-1プリント配線板の品種別生産量  
 ①リジッド配線板(片面、両面、多層、他)  
 ②フレキシブル配線板(片面、両面・多層)  
 ③モジュール基板(リジッド系、他)  
 5-1-2プリント配線板の品種別生産額と動向  
 5-2高周波用基板の材料・製品開発  
 5-2-1高周波用フレキシブル基板の樹脂  
 ①LCP ②PI ③COP ④その他  
 5-2-2高周波フレキシブル基板用銅箔の種類  
 ①H-VLP ②H-VLP ③VLP ④その他  
 5-2-3フレキシブル銅張積層板の製造法  
 ①ラミネート法(銅箔/接着剤/PI)  
 ②キャスト法(銅箔/PI)  
 ③ダブルベルトプレス法(銅箔/LCP)  
 5-2-4高周波用フレキシブル基板の開発  
 (1)高周波用フレキシブル基板の種類と構造  
 (2)FPC用低誘電接着フィルム・シート  
 ①荒川化学工業(溶剤可溶バイオマスPI)  
 ②東亜合成(低誘電接着フィルム)  
 ③トーヨーケム(低誘電ポリマー接着シート)  
 ④デクセリアルズ(低誘電ボンディングシート)  
 ⑤リンテック(熱硬化性低誘電接着フィルム)  
 ⑥東レ(ポリイミド系低誘電接着フィルム)  
 ⑦ADEKA(低誘電絶縁接着シート)  
 ⑧ZACROS(接着剤付銅箔)、他  
 (3)無接着剤多層LCP-FCCL(村田製作所)  
 (4)キャスト法PI-FCCL(日鉄ケミカル&マテリアル)  
 (5)キャスト法LCP-FCCL(共同技研化学)  
 5-3高周波用リジッド基板の材料と製品開発  
 5-3-1リジッド基板材料の高周波適性  
 5-3-2高周波用リジッド基板のニーズと材料  
 5-3-3AIサーバー用マザーボードの製品開発