



Electronics Division

## エレクトロニクス部会ニュース別冊 部会シンポジウム特集号

Vol. 11, No. 5b (通巻No. 68) 2020年1月8日

化学工学会エレクトロニクス部会ニュース増刊号をお届けします。内容は、12月10日に開催された2019年エレクトロニクス部会シンポジウムの概要です。

### 5G 及び次世代高周波無線通信で使用される材料・プロセス技術シンポジウム

2019年度エレクトロニクス部会シンポジウムを、12月10日に東工大にて開催いたしました。今回のシンポジウムでは、普及の始まった第5世代移動通信システム(5G)に関し、その概要や展開により広がる未来、5Gを実現するのに必要な材料・プロセス技術について、最新トピックを盛り込んだ5件の講演が行われました。

ご来場いただいた皆様方と講師の先生方、ならびに協賛いただいた電子SI連絡協議会 ESIC、表面技術協会、JIEP、JPCA、MSTE、YJC、C-NETの各機関関係者にこの場を借りて御礼申し上げます。

#### 世界の5G市場最新動向

株式会社情報通信総合研究所 岸田 重行様

5Gの概要と国内・海外動向、5G時代の通信網の特徴が紹介された。5Gは、普及当初はsub-6と呼ばれるLTE同等の3.8-4.5GHz帯の周波数帯が使用され、ミリ波を含むフルスペックの5Gは2023-24年頃からの普及が見込まれる。日本では、10km<sup>2</sup>のメッシュで全国を4,500あまりのメッシュに区切り、5G高度特定基地局(5G展開の基盤となる基地局)を整備した上で、通信事業者によりエリア内に子局が配置される。海外における5Gの整備は、中国、韓国、米国ですすんでおり、日本は4番手に位置する。米国で2019年に28GHz帯を使用したサービスが開始されるなど、先行3国では既に商用サービスが展開されているが、今のところサービスエリアは限定的であり、また通信品質などは十分ではない。欧州では、5Gバックホール向けにファイバの整備が進んでいる段階であり、サービスエリアの拡充はこれからである。

5Gではその低遅延性を活かした遠隔操作や映像を組み合わせた臨場感の高いコンテンツの発展がすすむ。これに関し、現在の2D的なスマホの画面はAR・VRに向けて3D的な表示となり、またグラス型など新たな形態の端末普及もすすむとみられている。さらにMEC(Multi Access Edge)と呼ばれるクラウドベースの処理により、5Gの大容量・低遅延の特徴を活かし、端末での処理

負荷をクラウド側で担うような運用がなされる。このため、特にAR・VR型の端末は小型軽量化がすすむと考えられることから、現在のスマホを中心とした生活様式が変わる可能性を秘める。

国内でも楽天などでクラウドベースの通信網整備がすすめられており、仮想化によるソフトウェア中心のネットワークが構築される。また新興国や途上国などでは、先進国並みの通信品質を普及するのは時間がかかることから汎用機器を使用した廉価なネットワーク網が普及するとみられている。

従来WiFiが用いられてきたローカルなネットワーク網にも、ローカルLTEやローカル5Gの広がりがすすめられており、WiFiに比べて安定性の高いローカルなネットワーク網を自治体や企業レベルで運営されるなど、サービス網が一変することが指摘されており、これを見据えて日本でもローカル5Gのための制度整備がすすめられている。



## ミリ波応用製品の開発動向と高周波基板への要求条件

富士通株式会社 大橋 洋二 様

ミリ波を使用した無線通信では、帯域の広さと狭ビームによるビーム多重技術を組み合わせて通信容量の大容量化が可能となるが、現状ではサービスエリアが限られる上に、端末の向きなど使用状況により通信速度が大きく影響されるなどの課題がある。このような問題に対処するために、大量・高密度に基地局を配置する必要があるほか、端末にもビーム多重に対応したフェイズドアレイアンテナが採用されるなど、アンテナや基板などのコンポーネントにも高周波対応が求められる。このようなミリ波帯で使用される基板には、高周波ロスが小さな誘電体材料を使用することが求められ、また基板内の伝送ロスを最小とするために、アンテナと高周波 IC を同一基板に実装するなど両者を最短距離で接続する技術が求められる。高周波を扱う基板には、余計な放射を抑制するためにビアパッドを小さくし、また非貫通ビアによる層間接続や、高周波基板と FR4 基板のハイブリッド積層など、従来のビルドアップ法では高コストとなる点が課題となる。また高周

波基板材料には低損失であることが求められるほか、搭載するデバイス動作の不安定化につながる温度安定性や低吸湿性

も必須である。さらに、熱による基板の伸縮ははんだクラックや基板反りやスルーホールビアの信頼性劣化の原因となることから、線膨張率が周辺の材料と同程度に小さいことが求められる。その他、高周波回路やアンテナ周辺からの不要な放射を抑制するために、電波吸収体が重要なコンポーネントであるが、大面積に設置するとコストが高くなるなどの課題が示された。



## 5G 及び次世代高周波無線通信に向けた低粗度・高密着が可能な銅箔表面処理技術

ナミックス株式会社 佐藤 牧子 様

高速通信用基板の低伝送損失化のためには、基板材料自体の誘電損失を下げるだけでなく、導体部分の損失を低減することが重要である。表皮効果により 25GHz の信号は表層から 500 nm、60GHz になると 300 nm と浅い範囲を伝搬するため、高周波になるほど基板材料と導体の界面は滑らかである必要がある。しかしながら、基板材料と導体の密着性は、一般に界面が滑らかであるほど低下するトレードオフの関係にある。ナミックスで開発した CU-TAP 法は、銅箔の黒化処理液に添加剤を加えることにより、処理による CuO の発生を制御して、表面を緻密に高表面積化する技

術である。この処理を行った銅箔は、PPE や LCP、PTFE などの高周波樹脂に対して、VLP 箔と同等以上の密着強度を示すが、高い高周波特性を示す点が特徴である。CU-TAP 法で処理した銅箔表面の Rz 値は約 300 nm であり、この値は光沢銅表面の Rz 値 200 nm より粗く、高密着性の起源となっていると考えられるが、一方で表皮効果を考えると伝送ロス S21 には応分の差が生じることが予想される。ところが CU-TAP 箔と VLP 箔で形成した伝送線路の S21 特性を比較すると、両者に差は見られなかった。この理由を調査したところ、CU-TAP 処理した銅箔表面の微細な凹凸は銅の酸化層であるが、凹凸部の直下は金属銅であることがわかった。このことから、CU-TAP 処理した銅箔の凹凸部は絶縁体であり、このため凹凸部分には高周波信号は流れず、高周波信号は元箔の金属銅部分に流れていると考えられる。その他、講演では凹凸層の表層は CU-TAP 処理によりある種の「保護層」が形成されており、表面の化学的な安定性に寄与していることが示された。現在同社の PPE 系低損失接着シート Adflema と組み合わせた両面 CCL を開発中であり、近日中の上市を計画している。



## 高速伝送及び高周波通信用回路基板材料の開発動向

パナソニック株式会社 西野 充修 様

高速伝送用回路基板では一般に低誘電・低損失が求められる、と言われる。誘電損失  $D_f$  は低い方が良いが、誘電率  $D_k$  に関してはアンテナで 3.0 程度、伝送基板で 3.3 程度が一つの目安となる。インピーダンス整合を採るためには誘電率の低い基板では回路幅を太くする必要があるので、面積効率を考慮するとこの程度の値が好ましい。また  $D_k$ ,  $D_f$  の温度、湿度に対する安定性、周波数依存性が実用上重要である。このような観点から、同社の高周波対応基板 Megtron シリーズには、PPE (Polyphenylene-ether)樹脂を採用している。PPE 樹脂は熱可塑性樹脂であるが、PPE の末端の官能基を硬化剤と反応させてクロスリンクさせることにより高密度なネットワークを形成しており、安定な特性を持つ樹脂材料としている。一般に、樹脂単体で高周波特性が良くても、高周波基板としての特性は、ガラスクロスや銅箔の粗さにも大

きく影響される。銅箔の表面処理は、従来の機械的なアンカー効果を狙ったものから、近年高周波対応のものでは化学的な密着を狙う方式が主流となっている。Megtron シリーズでは、このような観点から開発・ラインナップされており、コアネットワーク通信や 5G 基地局、多層アンテナ基板用途等に多数採用されている実績がある。また車載レーダ用のアンテナ基板材料として、低伝送損失でかつ温度・湿度による電気特性の変動が少ない材料 R-5515 をラインナップしている。



## 5G 時代の高速・高周波基板の製造及び設計について

沖プリントドサーキット株式会社 飯長 裕 様

5G で無線部分のネットワークが高速化される場合、同時にこれを支えるバックボーンネットワークの高速化が重要となる。5G ではバックボーンの光ネットワークに 400Gbit/s の速度が要求されるなど、ネットワーク網全体を高速化対応する必要がある。これを扱う基板技術では、材料や銅箔材料だけではなく、ガラスクロスやソルダレジスト、導体の表面処理など、材料・プロセス両面から考えていく必要がある。ガラスクロスに関して、Megtron 等で採用されている低誘電ガラスクロスの特性はまだ不十分で有り、またガラスクロスの網目の方向と配線の形成方向の違いが特性ばらつきの要因となることから、ガラスクロスレスの高周波基板が求められる。また一般的なソルダレジストは高周波特性（伝送ロス）を 20%以上劣化させ、特に差動配線では顕著に影響する。同様に銅配線表層の Ni-Au めっきも、抵抗値の高い Ni が表皮効果領域の大半を占めてしまうことから、高周波特性に与える影響は大きい。これらの周辺材料や構造の高周波対応が重要となる。この他にも、スルーホールの不要な配線を除去するバックドリルは、スタブによ

る LC 共振回路化を防ぐために重要な技術であるが、スタブ残りのばらつきによる影響が大きいことから、ドリル加工の精度が求められる。高周波基板の設計には、このような現実のプロセスや材料を考慮したシミュレーションが必須で有り、要求特性を満足する基板を得るために、シミュレーション結果と実測結果の相関を踏まえ、設計にフィードバックする技術が求められる。

沖プリントドサーキット社では、このようなシミュレーション・設計と、材料技術、製造技術を相互にフィードバックして最適化することにより、電気伝送により 56Gbps の高速伝送の可能な基板を実現している。また今後さらなる高速伝送対応を目指す。



あとがき

12/10のシンポジウムへの参加，ありがとうございました。想定以上に多くの方に興味をお持ちいただき，大盛況のうちに終わることが出来ました。参加いただいた皆様，講師の先生方にも，あらためて御礼申し上げます。

今回のシンポジウムでは，日本のエレクトロニクスは材料やプロセス技術で未だ世界トップクラスの力を維持できていることがあらためて理解できました。一方でせつかくのこれらの技術を活かしたビジネス展開が今後の課題であり，日本の苦手とする領域と思います。新しい年にこの観点でも前進できるかどうかは我々にかかっているという認識で今年も良い年にしていきたいと思います。

## 化学工学会 エレクトロニクス部会 入会のお誘い

エレクトロニクス部会シンポジウムへのご参加，ありがとうございました。エレクトロニクス部会では，エレクトロニクスに係る材料や加工プロセス，電気化学現象，環境等の専門家の集まりです。また，新たな分野にも調査研究を広げています。この機会に，是非部会への入会をご検討ください。

### ■部会入会のメリット

エレクトロニクスに関する学術的なイベント（シンポジウム）に加え，業界内外のホットピックを扱う講演会を開催しています。これらイベントに無料，もしくは優待価格でご参加いただけます。またオプションで講師の方との懇親会も企画します。専門知識の理解が広まり，また範囲が広がると共に，人脈が広がります！

#### ◇エレクトロニクスに関する各種イベントへの優待参加

- ✓ 化学工学会秋季大会でのシンポジウムの他，ホットな話題や重要課題について独自のシンポジウムを企画開催しています。
- ✓ 他学協会との共催や協賛行事を多数行っています。これらの行事に優待価格で参加いただけます。

#### ◇定期講演会

- ✓ 隔月で各界の著名な先生や第一線でご活躍の企業の方等を講師に招き，講演をお願いして技術討論を行います。部会員は無料で聴講いただけます！
- ✓ 講演のポイントは幹事会後に配信する部会ニュースでもお伝えします。
- ✓ 講演資料は部会員限定で閲覧が可能です。

### ■入会方法

入会お申し込み・ご質問は [electro\\_div@chemeng.osakafu-u.ac.jp](mailto:electro_div@chemeng.osakafu-u.ac.jp) まで！

化学工学会本体会員の方は，本体の手続きに従ってご入会いただけます。部会のみ入会も可能です。

是非，化学工学会エレクトロニクス部会への入会をご検討下さい。

年会費：個人賛助会員 5,000 円 団体賛助会員 50,000 円

お問い合わせ・お申し込み  
部会ウェブサイト

[electro\\_div@chemeng.osakafu-u.ac.jp](mailto:electro_div@chemeng.osakafu-u.ac.jp) まで  
<http://www2.scej.org/elebukai/index.html>