「5G 用マイクロ波・ミリ波誘電体材料とその応用」研究会

1. 概要

・実施期間：2019 年 6 月 1 日～2021 年 3 月 31 日

・申請内容：趣旨と目標：情報通信 5G から 6G に向けての発展は今後の社会を大変革する節目に来ている。従来のスマホは、個々人の通信手段から、全ての物がコンピュータに繋がれ (IoT)、それによって社会の生産機構から人知のデータ制御まで、これまでに無かった情報通信のコントロール機器に変わってゆく。高速大容量の情報通信には、ミリ波領域の通信が求められているので、申請者は 2020 年セラミックス協会秋季シンポジウムの研究発表で 5G/beyond5G で使われる材料を報告した 1)。5G 分野では低損失で誘電率の低い材料が適している。これまで、フォルステライトやコーディエライト等のケイ酸塩の研究開発をコンソーシアムやサポートインダストリー等で進めてきた。一方、更に周波数の高い 6G 用の材料探索はまだ始まったばかりである。6G 用誘電体材料とその応用研究として、6G 用全般の情報を得るために、Zoom 形式で 2021 年 3 月に研究会を行なった 2)。６G 分野も、まだ、小型化には程遠く(手のひらサイズではない)、高出力化には程遠く(液体窒素の冷却が必要)、実用的な材料探索・技術が必要である。5G/beyand5G、６G 分野はその材料の開発は、急を要しており、それを推進する産学官連携研究会を立ち上げる。ファインな原料供給メーカとして丸ス釉薬合資会社と連携し、3 月 25 日のテラヘルツ講演会参加の関連企業/研究機関にも呼びかけて行く予定です。又、国/あいち県等の研究開発補助金等の申請を行う。

1),2)下記 3.実施内容参照

2.研究会メンバー

・研究会代表者　名古屋産業科学研究所・研究部　　上席研究員　　大里　齊

・研究会副代表　名古屋産業科学研究所・研究部　　上席研究員　　小川宏隆

・運営事務局長　大阪府大　山本　孝

・マテリアルグループ

➢名産研、名城大学、福井高専、鳥羽商船高専、静岡大

➢丸ス釉薬合資会社、日特、太陽誘電、TYK

➢あいち産業科学技術総合センター産業技術センター瀬戸窯業試験場

・デバイスグループ

➢大阪府大(防衛大)、岐阜大、本多電子、美濃窯業

・システムグループ

➢NICT、JFCA、トヨタ、NEC、ホトニック・エッジ

3.2020 年度実施内容

１）2020 年日本セラミックス協会秋季シンポジウムで口頭発表（ZOOM）

タイトル：5G/6G 移動体ミリ波通信用低比誘電率・高 Q セラミックス材料

（名古屋産業科学研究所）○大里 齊、（名城大学）菅　章紀、（大阪府立大学）山本 孝、

（名古屋産業科学研究所）小川宏隆

Table 1. ε_r and tanδ of ceramics for candidate of millimeter-wave dielectrics.

Materials	ε_r	tanδ	Qf ($\times 10^3$GHz)	f (GHz)
Forsterite Mg_2SiO_4	6.8	6.5×10^{-5}	246	16
Willemite Zn_2SiO_4	6.6	7.2×10^{-5}	219	15.76
Indialite $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$	4.7	9.0×10^{-5}	210	19
Spinel $MgGa_2O_4$	9.2	4.9×10^{-5}	298	14.55
Corundum $Mg_4Ta_2O_9$	11.2	3.3×10^{-5}	347	11.51

これらの条件を満たす低比誘電率/高品質係数を持つ材料には、ケイ酸塩系/スピネル系/コランダム系等(Table1)がある。ケイ酸塩は、共有結合性が強い SiO4 四面体を骨格構造に持つので比誘電率が低く、品質係数 Qf が高い、一方、スピネル/コランダム系も配位多面体の共有結合性が強いので比誘電率が低く、品質係数 Qf 高い。その誘電特性は、比誘電率が 4～12 で、品質係数 Qf は 200～350 × 103 GHz、誘電損失 tan δ は 10-5 レベルで極めて低損失である(周波数は 12～19GH z)。5G 用の誘電体材料として液晶ポリマーLiquid Crystal Polymer (LCP)が注目されている。その比誘電率は 2.19 と低いので優れているが、誘電損失 tan δ は 10-3 レベルで上記のセラミックス材料に比して良くない。5G の本命“28GHz”のデータを求める必要がある。更に、これらの材料を用いたミリ波デバイス“ミリ波アンテナ”での評価も必要である。

２）研究会打合せ　　2021 年 3 月 25 日
材料メーカ (M 社)、デバイスメーカ (H 社) 及び日本ファインセラミックス協会等と低誘電率・低損失材料に関して意見を交わす。

３）テラヘルツ関連研究（講演）会　2021 年 3 月 25 日、主催公益財団法人名古屋産業科学研究所

講演①　講演者：笠松章史、講演題目：テラヘルツ波による大容量・高速無線通信の実現に向けて

1. NICT 未来 ICT 研究所/テラヘルツ研究センターの紹介
2. ミリ波やテラヘルツ波を用いる無線通信の特徴
3. 研究開発の動向
4. 標準化の動向
5. テラヘルツシステム応用推進協議会の活動
6. まとめ

講演② 講演者：入交芳久、講演題目：高感度 THz 波スペクトル検出技術の開発と応用
高感度 THz 波スペクトル検出技術

1. ホットエレクトロンボロメータミキサ（HEBM: Hot Electron Bolometer Mixer）
2. THz 量子カスケードレーザ（THz-QCL: THz-Quantum Cascade Laser）
3. その他の発振器、検出器
4. HEBM と THz-QCL を組み合わせた高感度 TH z 波スペクトル検出器
5. THz-QCL の位相ロックへの応用
6. ガスセルを用いた分子スペクトル検出への応用感度 THz 波スペクトル検出器
7. 大気・天体観測への応用
8. 通信実験への応用 （未公開資料のため講演でのみ紹介）
9. NICT シーズ集の紹介

講演③ 講演者：久武信太郎・杉山武史、講演題目：ミリ波テラヘルツ波可視化技術 その社会実装

1. ミリ波・テラヘルツ波可視化技術
2. その社会実装

参加者所属リスト(参加者数 40 名)

本多電子、美濃窯業、福井高専、鳥羽商船高専、トヨタ、太陽誘電、
大阪府大(防衛大)、名産研、NICT、岐阜大、ホトニック・エッジ、名城大、
丸ス釉薬、静岡大、JFCA、NEC、日特、TYK
以上