

5G用マイクロ波・ミリ波誘電体材料とその応用研究会

1. 概略

- ・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きています。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きます。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、低損失で誘電率の低い材料が適しています。これまで、フォスファ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ました。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ます。ファインな原料供給メーカーとして丸ス釉薬合資会社と連携し、関連企業・研究機関にも呼びかけて行く予定です。国・あいち県等の研究開発補助金等の申請を行って行きます。

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
- ・マテリアルグループ
 - 名城大学・准教授
 - 丸ス釉薬合資会社・代表社員、他 1 名
 - 愛知産業科学技術総合センター・瀬戸窯業試験場・場長、他 1 名
 -
- ・デバイスグループ
 -
- ・システムグループ
 -

3. 2019年度実施内容

- ・打合せ 2019年 12月 2回、2020年 2月 1回
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。
- ・研究 (講演) 会 2020年 3月 9日
講演：防衛大学校名誉教授・大阪府立大学客員教授・研究員 山本 孝
演題：5G・6G 応用・ミリ波応用を考える
キーワード：ITS・自動走行：衝突防止システム；ミリ波レーダー60,76GHz；車車間通

信:700MHz;高速電力線通信(HD-PLC);電波吸収;アンテナ;高周波基板材料;複素誘電率の測定方法:同軸・導波管法、自由空間法;特性:周波数依存性、温度依存性、伝送損失、誘電体損;ロッドアンテナ、ループアンテナ;入射・反射;複素透磁率、複素誘電率;同軸Sパラ法、自由空間法;PTFE(テフロン)、アルミナの特性;BZT膜の高周波誘電特性;シールド特性評価法;ETC用電波吸収体の試作・評価 TM波、TE波、円偏波;無線LAN用電波吸収体の測定結果.

4. 検討内容

・5G・6G用材料

- 特徴:高速・大容量、低遅延、同時接続
- 材料: 求められる特性:高速・大容量には、低比誘電率・低誘電損失(高 Q)、低遅延には低比誘電率 → 低誘電率、低誘電損失(高 Q)を用いる。
- 現在、5G用にLCP(液晶ポリマー:Liquid Crystal Polymer)[1]の利用が進められている。誘電特性: $\epsilon_r = 2.19$, $\tan\delta = 3.55 \times 10^{-3}$
- LCPの問題点:誘電体損失($\tan\delta = 3.55 \times 10^{-3}$)の評価?

マイクロ波帯では、FR-4やPIの基板が主に用いられている。ミリ波帯ではより損失の少ない材料が必要であり、LCPが伊勢村田製作所で製品化されている[2]。その損失は、 $\tan\delta = 3.5 \times 10^{-3}$ でFR-4やPIより優れている。

特性:LCP($\epsilon_r = 2.91$, $\tan\delta = 3.5 \times 10^{-3}$)、FR-4($\epsilon_r = 4.1$, $\tan\delta = 1.2 \times 10^{-2}$)、PI($\epsilon_r = 3.5$, $\tan\delta = 5.0 \times 10^{-3}$)

- 結晶化ガラス誘電体:それに対抗して:我々が研究開発している結晶化ガラス誘電体は、誘電損失の点ではポリマー材に比して格段に優れている!その損失は、 $\tan\delta = 0.1 \times 10^{-3}$ でLCPの1/35である[3]。

・低誘電率・超低損失セラミックス:5Gでの使用周波数は3.7、4.5、28GHzであるが、ポスト5Gではより高速大容量の広帯域のミリ波領域へ向かう。より損失の少ない材料が求められる。比誘電率10以下の超低誘電損失なアルミナ、スピネル、コランダムに加えて、結晶化ガラス誘電体等[4]のセラミックス系材料が日の目を見るようになるであろう。

・参考文献

[1] 細野亮平、上道雄介、長谷川雄大、小林聖、官寧、中谷祐介、LCP基板を用いたミリ波デバイス、フジクラ技報、131、p21-25、2018

[2] iPhone Mania: <https://iphone-mania.jp/news-264607/>

[3] 大里齊、第5世代(5G)ミリ波通信用材料:インディアライト/コーディエライト結晶化ガラスセラミックスミリ波誘電体の研究開発、名古屋産業科学研究所、研究年報・巻頭論文、2016年度版。

[4] H. Ohsato, Millimeter-Wave Materials, In M. T. Sebastian, R. Uvic & H.

Jantunen (Eds), Microwave Materials and Applications, 2 volume set (pp. 203-265), Wiley, 2017.

Table 1. Comparison of properties among several materials for higher frequency band [1].

	Ind/Cor resonator	Ind/Cor* direct casting substrate	LCP	石英	PTFE
ϵ_r	4.7	5.58	2.91	3.8	2.1
$\tan\delta$	0.1×10^{-3}	0.23×10^{-3}	3.5×10^{-3}	0.8×10^{-3}	0.5×10^{-3}
$f(\text{GHz})$	19	5.1	-	-	-
CTE (ppm/°C)	-	4.12	0-40	0.5	40
加工性	-	-	◎	△	△
表面粗さ	-	-	粗い	滑らか	滑らか
ワークサイズ	-	-	大	小	大

* Indialite/cordierite with 10wt% TiO₂

5. 今後の方向づけ

- ・ポスト 5G/6G を目指して、低誘電率・超低損失セラミックスを基本に、デバイス、システム開発できる組織作りを進め、国・あいち県等の研究開発補助金等の申請を行って行く。

- ・本研究会に関心をお持ちの方は代表までご連絡ください。

E-mail:ohsato.hitoshi#gmail.com(#を@に換えて)

以上