熱応答ゲルからなるキャパシタの周波数特性

Frequency characteristics of a capacitor composed of thermal responsive gel

日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研究所
°深田　健太，田島　卓郎，瀬山　倫子
NTT Device Technology Labs, NTT Corporation
°Kenta Fukada, Takuro Tajima, Michiko Seyama

【序論】

身体的、精神的負担の少ない検査方法として、飲込み型の無線通信デバイスが注目されている。高機能化、小型化が進んでいるが、構成する電子部品には消化不可能な人体に有害な材料が用いられており、またサイズが大きい場合には体内残留の懸念がある(残留時は摘出手術となる)。体内残留時にも消化されて無害であるデバイスを構築できればもっとも安全な対策となることから、材料面での変更が課題となっている[1], [2]。

そこで食用にも使われ温度やpHへの応答性も高いゲル材料と金などの無害な導電材料に着目し、全て体内で無害な材料で構成し消化される飲込み型無線通信センサの実現に向けた取り組みを進めている。一般的にゲル材料は水分の吸収が多くデバイスの形状は即座に変化してしまうが、複数のゲル材料を組み合わせることで形状変化を制御・抑制できることを確認した。これを用いたキャパシタの開発と無線通信での利用の検討結果について報告する。

【実験方法】

酢酸水溶液(1wt%)にゼラチンとキトサンを50ºC のもと混合しゲルを作製した。図 1 に示す 1cm 角の電極とリード部からなる金の薄膜構造をガラス基板上にスパッタ製膜し、そこへゲルを滴下し一晩乾燥した。乾燥後の膜を剥がすことでゲルに電極を転写した。この電極 2 枚の間にポリアクリル酸ナトリウム(食品添加物)の自立膜を挟み、人体に無害な材料で構成されたコンデンサを形成した。プリント基板上の平面コイル(2uH)と今回検討しているコンデンサをリード線で接続し RLC 回路タグを作製した。このタグの共振周波数をベクトルネットワークアナライザによりコイルを介した磁界結合により測定した。

【結果・考察】

図1(a)には電極を50ºCの純水中に30分間浸漬した場合の結果を示す。ゲル中のゼラチンは加温することでゾルに変化をする。この効果によりゲルに付着する金は次第に細かくなることが確認できた。キトサンとゼラチンの比率を変化させることでゲルの変化時間を変えることも可能であり、今後体内でのデバイスの動作・消失時間を制御していくことを検討している。

また25 ºC、空気中での共振周波数の読取り結果を図1(b)に示す。RLC回路タグの磁界結合による共振結果をS_{11}の測定により確認した。平面コイルと組み合わせた際の共振周波数(20MHz)近傍で共振している。コンデンサの極板間距離は35um、静電容量は約30pFであり、これより極板間材料の比誘電率は1.64と見積もられ、MHz帯でのキャパシタとしての動作を確認した。

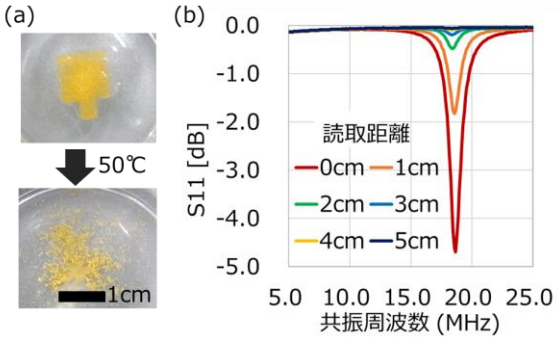

図 1　ゲルのコンデンサとしての利用

【結論】

ゼラチン/キトサンからなるゲルに金を転写することで電極を形成し、温水中での分解挙動を確認した。また MHz 帯でのコンデンサとしての動作について確認した。

【参考文献】

[1] Wenwen, X et al, Adv. Mater. Trchnol, 1700181, (2017)
[2] Christoph, S et al, Nat. Rev. Mater, 4, 83-98 (2019).