炭素電極を用いた生体誘電率計測

Dielectric Spectroscopy Using Carbon Electrodes

中央大学　○影山 湧二，吉田 昭太郎，村上 慎吾

Chuo Univ., ○Yuuji Kageyama, Shotaro Yoshida, Shingo Murakami

E-mail: a17.ww5f@g.chuo-u.ac.jp

生体を対象とした誘電率計測は生体医工学分野での様々な応用が期待されている。生体物質の誘電率計測においては、生体物質内の導電性イオンによる低周波領域での電極分極であるα分散が生じるので、従来の手法では表面積が大きい白金黒電極を用いることで電極分極の影響を減少させていた。本研究では、高価な白金に代えて安価で表面積が大きく加工が容易な炭素電極を用いて、白金黒電極と同等な性能かつ安価な電極の開発を行った。

白金黒電極と炭素電極における誘電率計測の精度を比較するため、純水と塩化ナトリウム水溶液（0.1%、0.18%、0.3%、0.45%、0.9%）の誘電率を計測した。黒メッキ加工を施した 1cm×1cm の白金板を白金黒電極として使用し、20μl の Graphene/PEDOT:PSS hybrid ink を修飾した 1cm×1cm のカーボンファブリックを炭素電極として使用した。

白金黒電極による計測では、計測周波数の増加に伴う比誘電率の線形的な減少が 100kHz 前後まで観察された (Fig.1(a))。この減少は周波数依存的な電極分極であるα分散の減少によるものであり、導電性イオンである塩化ナトリウムの濃度が高くなると、α分散の成分は増大したが、計測周波数が高い領域では電極分極が存在しない純水の比誘電率と同じ値に収束した。炭素電極による計測では、10kHzから1MHzにおいて周波数依存的な誘電率の減少が非線形的になったが、白金黒電極と同様な塩化ナトリウムの濃度依存的な比誘電率計測が行えた (Fig.1(b))。以上の結果から、イオンを含む生体の誘電率計測において炭素電極は白金黒電極に近い性能を持ち、白金よりも安価で加工が容易な素材として代替できる可能性が示された。今後は、細胞懸濁液の誘電率を計測して炭素電極の性能をより詳細に評価し本手法の有効性を確認する予定である。

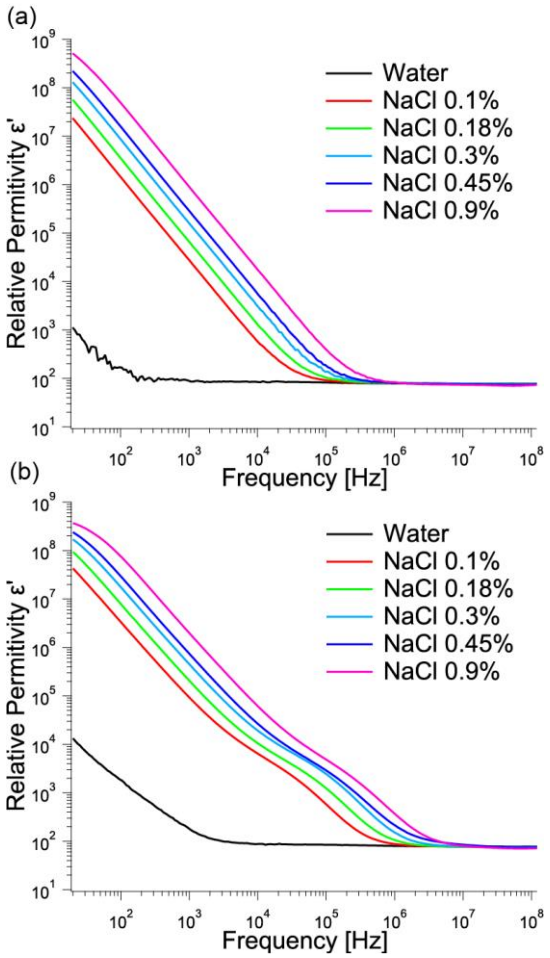

Fig.1 Dielectric constant of NaCl solution and water using (a) platinized Pt and (b) carbon electrodes

© 2022年 応用物理学会