Influence du routage des pistes de connexions sur la sensibilité de biocapteurs à matrice d'électrodes carrées

ALVES de ARAUJO Arthur, CLAUDEL Julien, NADI Mustapha, KOURTICHE Djilali

Institut Jean Lamour Université de Lorraine-CNRS-(UMR 7198)
alvesdea1@univ-lorraine.fr, julien.claudel@univ-lorraine.fr, mustapha.nadi@univ-lorraine.fr, djilali.kourtiche@univ-lorraine.fr

Résumé : Dans le domaine des biocapteurs sur puce, la sensibilité de détection est un des paramètres les plus importants, mais peut diminuer fortement pour les capteurs impédimétriques lorsque la réalisation des pistes de connexions n'est pas optimisée. Dans ce résumé, nous montrons l'influence des connexions des électrodes sur la sensibilité des biocapteurs.

La caractérisation des bactéries, cellules et tissus biologiques, par des paramètres tels que leur concentration, leur taille et leur physiologie, peut fournir des indicateurs très importants pour identifier et traiter au mieux les maladies ou détecter des agents pathogènes. Cependant, ces paramètres sont généralement mesurés en laboratoire à l'aide d'appareillages coûteux et des procédures longues. La diminution de ces contraintes fait partie des intérêts principaux des biocapteurs et des laboratoires sur puce. Depuis une vingtaine d'années, de nombreux développements de microsystèmes pour le tri, la manipulation, l'identification ou la caractérisation de cellules biologiques et bactéries ont vu le jour [1–3].

Définitions

La technique de spectroscopie d'impédance permet de déterminer les propriétés électriques et diélectriques des tissus biologiques par excitation de ceux-ci avec des signaux électriques de fréquences variables. L'impédance complexe $Z(j\omega)$ peut être déterminée par mesure du courant et de la tension appliquée en utilisant (1), avec Z_{re} sa partie réelle et Z_{im} sa partie imaginaire. La sensibilité est calculée à partir de l'équation (2), avec Z_{sol} l'impédance de la solution ionique sans cellule et Z_{cell} l'impédance avec la cellule.

$$Z(j\omega) = \frac{V(j\omega)}{I(j\omega)} = Z_{re} + jZ_{im} \qquad (1)$$

$$Sensibilité\ (\%) = \frac{Z_{sol} - Z_{cell}}{Z_{sol}} 100 \qquad (2)$$

Résultats

Des simulations ont été réalisées en utilisant le logiciel Comsol pour observer l'influence des pistes de connexion sur la sensibilité. L'électrode utilisée, représentée en Figure 1, a une structure carrée de 10 x 10 µm² avec des pistes de connexion de longueur L et de largeur l variables. Les résultats sont exposés dans le graphique de la Figure 2. Nous pouvons observer que plus la longueur et la largeur des pistes de connexion augmentent, plus la sensibilité décroit. Cependant, l'ajout d'une couche isolant (150 nm de SiO2) permet de supprimer ces effets de connexion parasites.

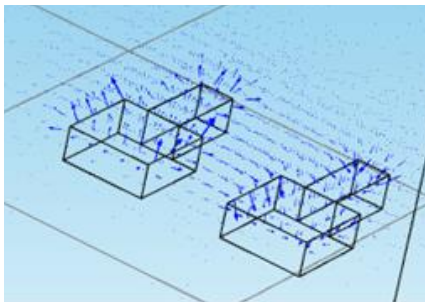

Figure 1 - Géométrie des électrodes e ses connexions.

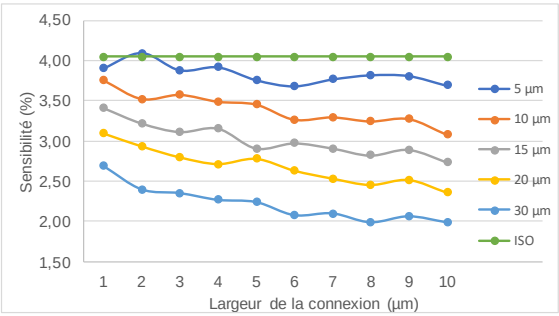

Figure 2 - Variations de la sensibilité en fonction de la largeur des connexions pour plusieurs longueurs différentes.

Références :

[1] J. Claudel, M. Nadi, O. Elmazria, and D. Kourtiche, "An electrical model optimization for single cell flow impedance spectroscopy," *international journal on smart sensing and intelligent systems*, vol. 9, no. 2, pp. 526–536, 2016.

[2] S. G. Dastider, S. Barizuddin, M. Dweik, and M. Almasri, "A micromachined impedance biosensor for accurate and rapid detection of E. coli O157: H7," *RSC Advances*, vol. 3, no. 48, pp. 26297–26306, 2013.

[3] M. Varshney, Y. Li, B. Srinivasan, and S. Tung, "A label-free, microfluidics and interdigitated array microelectrode-based impedance biosensor in combination with nanoparticles immunoseparation for detection of Escherichia coli O157: H7 in food samples," *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 128, no. 1, pp. 99–107, 2007.