

Resumen

Durante las dos últimas décadas se han propuesto diferentes interfaces electrónicos para medir los parámetros más importantes de caracterización de los cristales de microbalanza de cuarzo (QCM). La medida de los parámetros adecuados del sensor para una aplicación específica es muy importante, ya que un error en la medida de dichos parámetros puede resultar en un error en la interpretación de los resultados. Los requerimientos del sistema de caracterización dependen de la aplicación. En esta tesis se proponen dos sistemas de caracterización para dos ámbitos de aplicación que comprenden la mayoría de las aplicaciones con sensores QCM: 1) Caracterización de materiales bajo condiciones de amortiguamiento variable y 2) detección de sustancias con alta resolución de medida. Los sistemas propuestos tratan de resolver la problemática detectada en los ya existentes.

Para aplicaciones en las que el amortiguamiento del sensor varía durante el experimento, se propone un sistema basado en una nueva configuración de la técnica de compensación automática de capacidad (ACC). La nueva configuración proporciona la medida de la frecuencia de resonancia serie, la resistencia dinámica y la capacidad paralelo del sensor. Además, permite una fácil calibración del sistema que mejora la precisión en la medida. Se presentan resultados experimentales para cristales de 9 y 10MHz en medios fluidos, con diferentes capacidades en paralelo, demostrando la efectividad de la compensación de capacidad. El sistema presenta alguna desviación en frecuencia con respecto a la frecuencia resonancia serie, medida con un analizador de impedancias. Estas desviaciones son explicadas convenientemente, debidas al comportamiento no ideal específico de algunos componentes del circuito. Una nueva propuesta de circuito se presenta como posible solución a este problema.

Para aplicaciones de alta resolución se propone una plataforma integrada para caracterizar sensores acústicos de alta frecuencia. El sistema propuesto se basa en un nuevo concepto en el que el sensor es interrogado, mediante una fuente externa muy estable y de muy bajo ruido, a una frecuencia constante mientras se monitorizan los cambios producidos por la carga en la fase del sensor. El uso de sensores de alta frecuencia aumenta la sensibilidad de la medida, por otro lado, el sistema de caracterización diseñado reduce el ruido en la misma. El resultado es una mejora del límite de detección (LOD). Se consigue con ello uno de los retos pendientes en los dispositivos acústicos de alta frecuencia. La validación de la plataforma desarrollada se realiza con una aplicación de un inmunosensor basado en cristales QCM de alta frecuencia fundamental (HFF-QCM) para la detección de dos pesticidas: carbaryl y tiabendazol. Los resultados obtenidos para el Carbaryl se comparan con los obtenidos con otra tecnología acústica de alta frecuencia basada en sensores Love, con la técnica óptica basada resonancia superficial de plasmones (SPR) y con la técnica de referencia Enzyme Linked Immuno Assay (ELISA). El LOD obtenido con los sensores acústicos HFFQCM y Love es similar al obtenido con las técnicas ELISA y mejora en un orden de magnitud al obtenido con SPR. La sencillez conceptual del sistema propuesto junto con su bajo coste, así como la capacidad de miniaturización del resonador de cuarzo hace posible la caracterización de múltiples sensores integrados en una configuración en array, esto permitirá en un futuro alcanzar el reto de la detección multianálisis para aplicaciones High-Throughput Screening (HTS).