

# HF-QCM



## Senseurs de haute fréquence avec microbalance à quartz

MS Tech a développé un large éventail de senseurs HF-QCM, basés sur une approche multidisciplinaire qui intègre: la technologie QCM, la gravure au plasma, le revêtement chimique et les technologies du dépôt, la micromécanique, l'électronique, les algorithmes et le traitement des données numériques.

Le développement scientifique inclue un très grand nombre de revêtements chimiques minces (polymères et monocouches auto-assemblées) qui peuvent être appliqués sur la surface active des senseurs HF-QCM. Chacun de ces revêtements a une affinité spécifique avec les différentes substances cibles et est conçu pour interagir sélectivement avec les molécules cibles.

Les senseurs sont formés dans une structure Sensor Matrix brevetée qui offre une haute sensibilité et sélectivité à une grande variété de molécules (voir Figure 1). La sensibilité d'un senseur HF-QCM est proportionnelle au carré de la fréquence du résonateur à quartz et est définie par l'expression, dans laquelle le changement de fréquence du senseur dépend de la masse absorbée comme suit :  $\Delta f = (-2.3 \times 10^{-6}) f^2 \Delta M/A$ ,

\*Où:  $\Delta f$ [Hz] – changement de fréquence sous l'influence de la masse absorbée  $\Delta M$ ;

$F$ (Hz) – fréquence de résonance du senseur à quartz ;

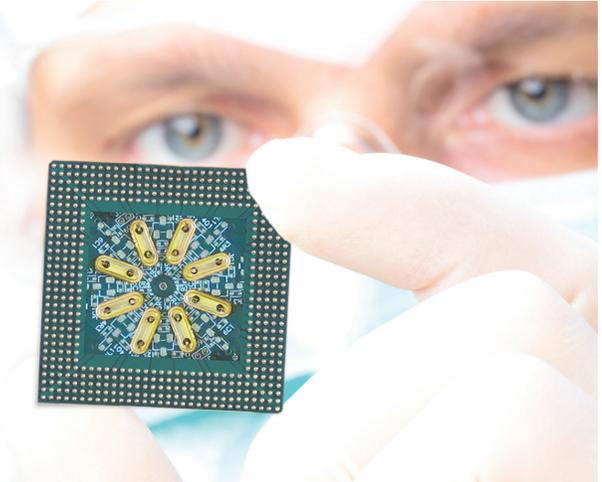
$A$  (cm<sup>2</sup>) – zone des électrodes (deux côtés) du senseur à quartz où se trouve l'accumulation de la masse absorbées  $\Delta M$  ;

Les senseurs HF-QCM ont la capacité de détecter et d'identifier des traces de matériaux dans le gaz, la vapeur et les phases liquides, même dans de très faibles concentrations. Les senseurs peuvent être utilisés dans une large plage de températures (-10°C à +60°C) et dans une gamme d'humidité allant de 5% à 95% RH sans condensation.

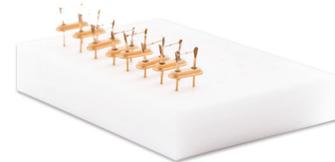
### Principe scientifique de fonctionnement

La technologie des senseurs HF-QCM est une fusion de plusieurs disciplines scientifiques, recréant numériquement le processus olfactif des mammifères (voir Figure 2), pour l'interaction de Sensor Matrix avec les molécules.

Elle est basée sur la théorie piézo-électrique selon laquelle les molécules absorbées à la surface des revêtements chimiques sélectifs créent du changement dans la masse et le poids des senseurs HF-QCM. Ce processus affecte leur fréquence de résonance et offre une signature numérique unique ou bien des empreintes digitales pour chaque substance cible. Les changements sont mesurés avec exactitude en quelques secondes à travers une combinaison de senseurs HF-QCM et des algorithmes puissants de reconnaissance des formes.



**Figure 1:** Un aperçu des senseurs HF-QCM développés par MS Tech



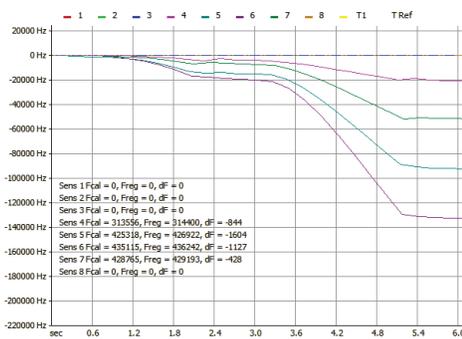
**Figure 2:** Une vue intérieure des senseurs HF-QCM



**Figure 3:** Design de la puce Sensor Matrix

## Courbes des réponses typiques

La gamme dynamique des fréquences de résonance des senseurs HF-QCM est typiquement entre plusieurs et quelques centaines de MHz. Dans chaque analyse d'échantillon, la fréquence des réponses de tous les senseurs est mesurée sur des intervalles de temps prédéterminés. Le processus d'identification des échantillons prend place lorsque les algorithmes de reconnaissance des formes traitent la signature numérique reçue et l'associent avec une banque de données des substances existante enregistrée dans l'appareil. Les réponses des senseurs HF-QCM créent une signature numérique qui caractérise la réaction du HF-QCM Sensor Matrix à un matériau spécifique inséré pour l'analyse (voir Figure 3 et Figure 4). La réponse de Sensor Matrix pour un échantillon donné est mesurée de façon systématique et consistante, dans la mesure où les gammes éventuelles de molécules cibles et les interférents typiques ont été antérieurement insérés dans la base de données.

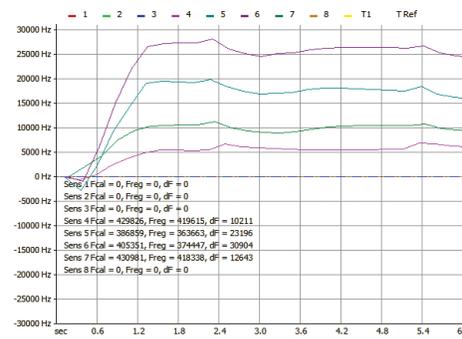


**Figure 4:** Signature numérique du cyclotriméthylènetrinitramine (RDX) montrant les courbes de réponses du Sensor Matrix HF-QCM à une matière

La distribution des réponses de Sensor Matrix aux échantillons analysés peut être représentée en tant qu'histogrammes. Ce concept technologique rend possible une adaptation rapide et une flexibilité à « l'apprentissage » de la détection et l'identification de nouvelles substances cibles tout en maintenant un faible taux de fausses alarmes.

## Revue du design

Le Sensor Matrix HF-QCM est conçu comme une puce « plug & play » qui n'utilise pas de source radioactive ni de matériaux dangereux (voir Figure 5). Il peut être intégré à une grande variété de systèmes tout en maintenant sa sensibilité et sélectivité pendant des analyses à haut débit. Chaque Matrix HF-QCM peut enregistrer et stocker des milliers d'échantillons effectués depuis son installation. Elle peut également être intégrée en combinaison avec la Wi-Fi ou le Bluetooth et être utilisée pour des transmissions d'alarmes en temps réel et/ou des résultats de tests vers des serveurs proxy distants. Résultat : des appareils de détections compacts à faible consommation énergétique et résistants à l'humidité.



**Figure 5:** Signature numérique du triacetoneperoxyde (TATP). Les peroxydes sont vastement utilisés à des fins commerciales comme agents de blanchiments et catalyseurs de polymérisation. À cause de leur faiblesse de liaison, les peroxydes subissent une simple décomposition thermique pour produire des radicaux. Une grande quantité de peroxydes sont sensibles aux chocs et leur décomposition est exothermique dans l'ensemble, ce qui provoque un détonement facile.

### Caractéristiques principales

- Technologie verte
- Pas de source radioactive
- Haute sensibilité et sélectivité
- Réponse brève
- Temps de récupération rapide
- Stabilité élevée
- Transmission en temps réel
- Efficace du point de vue énergétique
- Faible consommation énergétique
- Résistant à l'humidité
- Résistant à la pression barométrique
- Senseurs ne nécessitant pas d'entretien
- Faible coût de fabrication

### Application dans le marché

- Explosifs et matériaux improvisés
- Stupéfiants et contrebande
- Produits chimiques industriels toxiques
- Agents chimiques et biologiques
- Pathogènes
- Contaminants chimiques
- Organismes en décomposition
- Automobile (CO et NO2)
- Qualité de l'air (CO et VOCs)
- Sécurité (CH4 et propane)
- Consommateur (VOCs)

### ANTEVORTA

Le processeur de bord HF-QCMTM transmet automatiquement les données aux appareils Android ou applications iOS et inclue tous les enregistrements de données, notamment le temps, la date, et l'analyse d'échantillon pour chaque alarme. Un historique complet de données enregistrées et de dossiers d'alarmes peut être vu, analysé, téléchargé et imprimé à tout instant.

### Corporate Headquarters

MS Technologies Inc.  
8609 Westwood Center Dr.  
Suite 110  
Tysons Corner, Vienna, VA 22182  
USA  
T: +1.571.299.2010  
F: +1.571.299.2014

### Sales

sales@ms-technologies.com

### Support

support@ms-technologies.com

### Store

www.ms-technologies.com/store

The products described herein are subject to export regulations and may require a license prior to export. Diversion contrary to US laws is prohibited. Images are for illustration purposes only. Due to our continued R&D, the technical specifications are subject to change without prior notice. © 2023 MS Technologies Inc. All rights reserved.  
HFQ-FR-01-2023-P