

# HF-QCM

## 高頻石英晶體微平衡傳感器



MS Tech基於多學科方法，開發了多種 HF-QCM 傳感器，這些方法集成了：QCM技術、等離子蝕刻、化學塗層和沈積技術、微機械、電子學、算法和數字數據處理。

科學發展包括大量薄化學塗層（聚合物和 SAMs），這些塗層可以應用在 HF-QCM 傳感器的有源表面上。這些塗層中的每一種都對不同的物質具有特定的親和力，並被設計為與目標分子選擇性地相互作用。

傳感器採用獲得專利的傳感器矩陣結構形成，可對多種分子提供高靈敏度和選擇性（見圖1）。HF-QCM 傳感器的靈敏度與石英諧振器頻率的平方成正比，並由表達式定義，其中傳感器的頻率變化取決於吸附質量，如下所示：

$$\Delta f = (-2.3 \times 10^{-6}) f^2 \Delta M/A,$$

\* $\Delta f$ [Hz] – 吸附質量 $\Delta M$ 影響下的頻率變化；

F (Hz) – 石英傳感器的諧振頻率；

A (cm<sup>2</sup>) – 石英傳感器的電極區域（兩側）中的吸附質量 $\Delta M$ 積累；

HF-QCM 傳感器即使在濃度很低的情況下，也能夠檢測和識別出氣相、氣相和液相中的痕量物質。傳感器可在較寬的環境溫度範圍（-10°C 至 + 60°C）和 5% 至 95% RH 的濕度範圍內運行而不會冷凝

### 科學運作原理

HF-QCM 傳感器技術是幾門科學學科的融合，以數字方式重建了哺乳動物嗅覺過程（參見圖2），以使傳感器矩陣與分子相互作用。它基於壓電理論，其中吸附在選擇性化學塗層表面上的分子使 HF-QCM 傳感器的質量發生變化。此過程會影響其共振頻率，並為每種目標物質提供唯一的數字簽名或指紋。通過結合 HF-QCM 傳感器和強大的模式識別算法，可以在幾秒鐘內準確測量變化。

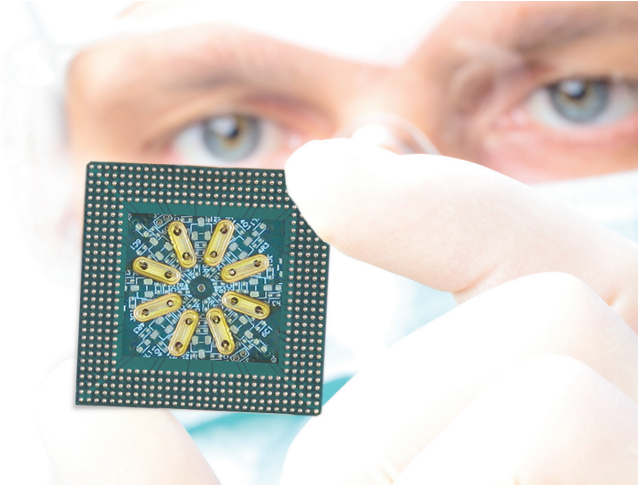


圖1：MS Tech開發的HF-QCM傳感器概述



圖2：HF-QCM 傳感器的內部視圖



圖3：傳感器矩陣芯片設計

## 典型響應曲線

HF-QCM 傳感器的諧振頻率的動態範圍通常在幾 MHz 至幾百 MHz 之間。在每個樣本分析中，所有傳感器的頻率響應都是在預定的時間間隔內測量的。當模式識別算法處理接收到的數字簽名並將其與儀器中存儲的現有物質數據庫進行匹配時，便會發生樣品識別過程。HF-QCM 傳感器的響應會創建一個數字簽名，以表徵 HF-QCM 傳感器對插入的特定物質進行分析的反應（請參見圖 3 和圖 4）。對給定樣品的矩陣傳感器響應進行系統測量並保持一致，以確保目標分子和典型乾擾物的可能範圍已事先插入數據庫。傳感器矩陣對分析樣品的響應分佈可以繪製為直方圖。該技術概念可在“學習”中快速適應和靈活地檢測和識別新的目標物質，同時保持較低的誤報率

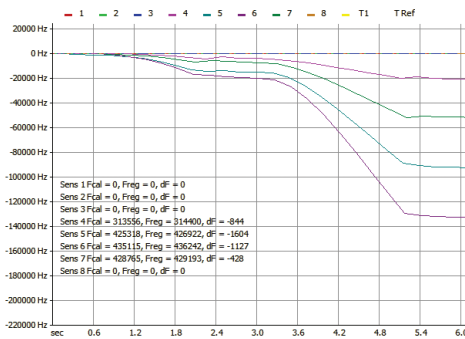


圖 4：  
環三亞甲基三硝胺 (RDX) 的數字簽名顯示了 HF-QCM 傳感器矩陣對塑料炸藥的響應曲線。

## 設計審查

HF-QCM 傳感器矩陣設計為「即插即用」芯片，不使用任何放射源或有害物質（請參見圖 5）。它可以集成到各種系統中，同時在高通量分析過程中保持靈敏度和選擇性。自安裝以來，每個 HF-QCM 矩陣都可以記錄和存儲數千個樣本。它也可以與 Wi-Fi 或藍牙集成在一起，用於將警報和/或測試結果實時傳輸到遠程代理服務器。結果是緊湊、低功耗和防潮的檢測設備。

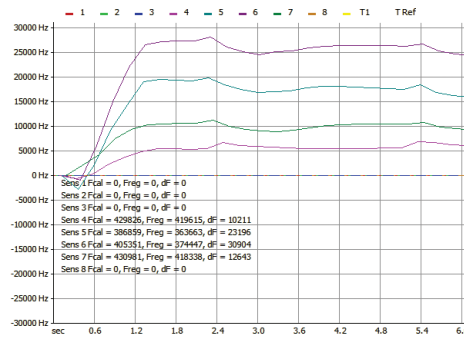


圖 5：  
三丙酮三過氧化物 (TATP) 的數字簽名。過氧化物作為漂白劑和聚合催化劑具有廣泛的商業用途。由於弱的 O-O bond，過氧化物易於進行熱分解以產生自由基。許多過氧化物對震動敏感，它們的整體分解會放熱，導致它們容易爆炸。

### 主要功能

- 綠色科技
- 無放射源
- 高靈敏度和選擇性
- 反應短
- 恢復時間快
- 高穩定性
- 實時傳輸
- 高能效
- 低功耗
- 耐濕性
- 耐氣壓
- 免維護傳感器
- 生產成本低

### 市場應用

- 炸藥和簡易材料
- 毒品和違禁品
- 有毒工業化學品 (TICs)
- 化學生物製劑
- 病原體
- 化學污染物
- 腐敗生物
- 汽車 (一氧化碳和二氧化氮)
- 空氣質量 (一氧化碳和揮發性有機化合物)
- 安全 (CH<sub>4</sub>、丙烷)
- 消費者 (VOCs)

### ANTEVORTA

HF-QCM 板載處理器自動將數據傳輸到 Android 或 iOS 應用程式，並包括所有數據記錄，包括每個警報的時間、日期和樣品分析。可以隨時查看、分析、下載和打印保存的數據和警報文件的完整歷史記錄。

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-SP-01-2023-P