

## 隊伍名稱

微感測一號 / MicroSensing No. 1

## 隊長

賴義澤 交通大學電子研究所

## 隊員

陳邦菁 交通大學電子工程學系

沈峻任 交通大學電子工程學系

## D14-134

A 6.1pJ/0.02%RH with 10ms Trespone  
Humidity Sensor for Respiratory  
Monitoring一款應用於人類呼吸觀察之  
低功耗高靈敏度電容式溼度計感測器

## 指導教授

李鎮宜 交通大學電子研究所

張錫嘉 交通大學電子研究所

## 作品摘要 Abstract

我們開發一款可應用於環境濕度與人類呼吸感測之具最佳能源效益之濕度感測晶片。其濕度感測元件已經被廣泛使用於環境溫度感測與冷鏈物流，但對於監測人類呼吸中止與呼吸急促等人類穿戴式裝置與行動照護應用，其消耗功耗與敏感度與反應時間需要被大大改善；其新式差動式指插式微機電架構與新式電容讀出電路可用來克服晶片間製程、電壓與溫度變異所造成的轉換誤差，且意指在我們溼度感測晶片中，我們可以提高其敏感度、加快溼度吸收與散失的反應時間與達到最佳能源效益。在我們的量測中，其使用台積電0.35微米製程所設計出之具有15.6b有效轉換位元、6.1pJ/0.02%相對濕度解析度與濕度感測時間僅0.01秒之全差。動物件驅動式溼度感測器晶片照片與晶片剖面圖與特色簡介已經呈現於圖左半部，本研究晶片所占的面積大約為4.098平方毫米，其直接電容轉數位電路僅佔0.115平方毫米（內包括自動測試與自動矯正電路）。在圖右半部係為我們利用此差動物件驅動式溼度感測器晶片配合呼吸特徵萃取演算法所實際量測之呼吸觀察結果，由於本研究特色可改善其溼度讀出功耗、增強溼度感測敏感度與加快感測反應時間，由裝置、電路與實驗量測結果可知：本研究係非常適合運用在行動照護與環境感測方面。

An energy-efficient humidity sensor for environment detection and healthcare monitoring is presented. Humidity sensor has been widely exploited for the environment detection and cooling chain freight. In contrast with famous humidity sensors, energy-efficiency, sensitivity and response time should be improved for personalized medicine and mobile healthcare, such as sleep apnea and polypnea monitoring. A differential CMOS-MEMS humidity device and proportion-based capacitance-to-digit readout circuit are proposed to overcome PVT variations, and in the meantime to improve sensitivity, response time, and conversion energy. The proposed 3.3V 15.6b 6.1pJ/0.02%RH resolution with 10ms response time humidity sensor was fabricated in TSMC 0.35  $\mu\text{m}$  CMOS-MEMS process. The die photo, cross-section and chip summary are shown in figure (left). The overall chip size is 4.098mm<sup>2</sup>, where the capacitive readout circuit occupies only 0.115mm<sup>2</sup>. Measurement results in figure (right) show the proposed humidity sensor has high sensitivity, fast response time and competitive energy-efficiency, implying our proposal can be used for environment sensing and healthcare monitoring in a very efficient and effective way.

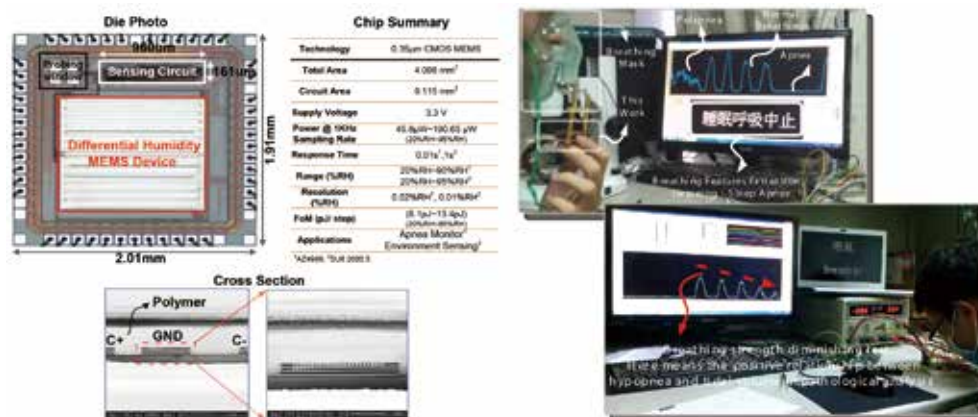


圖1 &gt; 晶片照、晶片剖面圖、特色簡介與運用本研究之人類呼吸特徵量測結果