

---

## Abstract

The detection of toxic gases such as H<sub>2</sub>S is relevant in the food industries in the maintainence of the sewage system and health science. We have achieved sub-ppm sensitivity toward H<sub>2</sub>S by using Ag and Ni doped CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> (CCTO) thin films prepared by a cost effective sol-gel method. Ag and Ni doped CCTO films were found to be remarkable sensors towards H<sub>2</sub>S in the concentration range of 0.2–10 ppm. When compared with undoped CCTO sensors, Ag and Ni dopants cause a dramatic improvement of the response towards H<sub>2</sub>S gas up to 10 times higher. These film sensors typically operated at ca. 250 °C and showed much shorter response times than that of undoped one. The operating principle of gas sensing mechanisms have been proposed. Furthermore, it has been discovered that doping with Mn in CCTO films could make them become humidity sensors with fast recovery times. However, the sensor response values are still poor compared to that of undoped CCTO.

---

**Keywords:** Ag-doped CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>; Ni-doped CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>; H<sub>2</sub>S sensor; Mn-doped CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>; Humidity sensor

## บทคัดย่อ

การตรวจจับแก๊สพิษต่าง ๆ อาทิเช่น แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) มีความสำคัญต่อวงการอุตสาหกรรมทางอาหาร ระบบบำบัดของเสีย และวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิจัยได้ประสบความสำเร็จในการประดิษฐ์แก๊สเซนเซอร์ที่มีความไวต่อแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระดับ sub-ppm โดยการโดปนิกเกิลและเงินลงไบในโครงสร้างพิล์มบางแคลเซียมคอปเปอร์ไททาเนต (CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> (CCTO)) ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีโซล-เจล เซนเซอร์ทั้งสองชนิดนี้สามารถตอบสนองต่อแก๊ส H<sub>2</sub>S ได้ในระดับความเข้มข้น 0.2-10 ppm และเมื่อเปรียบเทียบผลกับ CCTO บริสุทธิ์พบว่าการโดปเงินและนิกเกิลทำให้ค่าของการตอบสนองเพิ่มขึ้นเป็นสิบเท่าโดยที่เซนเซอร์ทั้งสองนี้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานที่ 250 องศาเซลเซียสและยังแสดงเวลาในการตอบสนองที่ไวขึ้น ในงานวิจัยนี้มีการอธิบายถึงกระบวนการในการทำปฏิกริยาระหว่างผิวพิล์มเซนเซอร์กับแก๊ส H<sub>2</sub>S ได้ นอกจากนี้ยังได้ค้นพบว่า การโดปแมงกานีสเข้าไปใน CCTO สามารถทำให้ CCTO เป็นเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นที่มีค่าการพื้นคืนสูงกว่าแก๊ส H<sub>2</sub>S แต่ค่าการตอบสนองก็ยังไม่ดีพอถ้าเทียบกับ CCTO บริสุทธิ์

**คำสำคัญ:** แคลเซียมไททาเนตเจือด้วยเงิน; แคลเซียมไททาเนตเจือด้วยนิกเกิล; เซนเซอร์ไฮโดรเจนซัลไฟด์; แคลเซียมไททาเนตเจือด้วยแมงกานีส; เซนเซอร์ตรวจจับความชื้น

## Outputs

1. Aukrit Natkaeo, Ditsayut Phokharatkul, Jose H. Hodak, Anurat Wisitsoraat, Satreerat K. Hodak. *Highly selective sub-10 ppm H<sub>2</sub>S gas sensors based on Ag-doped CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> films*. *Sens. Actuators B.* 2018; 260: 571-580.
2. Arisara Boontum, Ditsayut Phokharatkul, Jose H. Hodak, Anurat Wisitsoraat, Satreerat K. Hodak. *H<sub>2</sub>S sensing characteristics of Ni-doped CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> films synthesized by a sol-gel method*. *Sens. Actuators B.* 2018; 260: 877-887.