

บทที่ 6

การประดิษฐ์ และผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซ ชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์

การประดิษฐ์หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์

ขั้นตอนการประดิษฐ์หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ มีขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

1. เลือกเงื่อนไขอุณหภูมิการเผาของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์ และหัววัดก๊าซชนิดทิตาเนียมออกไซด์ ที่ให้ค่าความไวในการตอบสนองต่อก๊าซสูงสุด ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์ และหัววัดก๊าซชนิดทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 300 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงให้ค่าความไวในการตอบสนองต่อก๊าซสูงกว่าเงื่อนไขการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ
2. ชั่งผงดีบุกออกไซด์ และผงทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 300 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตามอัตราส่วนที่จะทำการผสม ซึ่งในการทดลองได้ผสมผงดีบุกออกไซด์ กับผงทิตาเนียมออกไซด์ ในอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ
3. นำผงดีบุกออกไซด์ และผงทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผ่านการชั่งในอัตราส่วนต่าง ๆ ผสมกัน โดยวิธีบดผงทั้งสองให้ละเอียดและคลุกเข้าด้วยกัน
4. นำผงดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ไปเผาที่อุณหภูมิการเผา 300 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
5. นำผงที่ได้ละลายด้วย น้ำปอลดไอออน และเมทิลแอลกอฮอล์ในปริมาณที่เท่ากัน และทาบนฐานรองหัววัดก๊าซที่มีขั้วอิเล็กโตรดอยู่
6. นำหัววัดก๊าซที่ประดิษฐ์ขึ้นเข้าระบบวัดก๊าซ เพื่อตรวจวัดการตอบสนองต่อก๊าซต่อไป

ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์

การศึกษาลักษณะของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ประดิษฐ์ขึ้น ขึ้นต้นจะทำการศึกษาผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซต่อก๊าซชนิดต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลการตอบสนองต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์และก๊าซแอมโมเนีย

ผลของชนิดก๊าซตัวอย่างต่อการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์

การตอบสนองต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์

รูปที่ 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 และ 6.6 แสดงสัญญาณการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ประดิษฐ์ขึ้นในอัตราส่วนการผสมผงดีบุกออกไซด์และผงทิตานียมออกไซด์คือ 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ ต่อเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ในการทดลองมีเงื่อนไขดังแสดงในตารางที่ 6.1

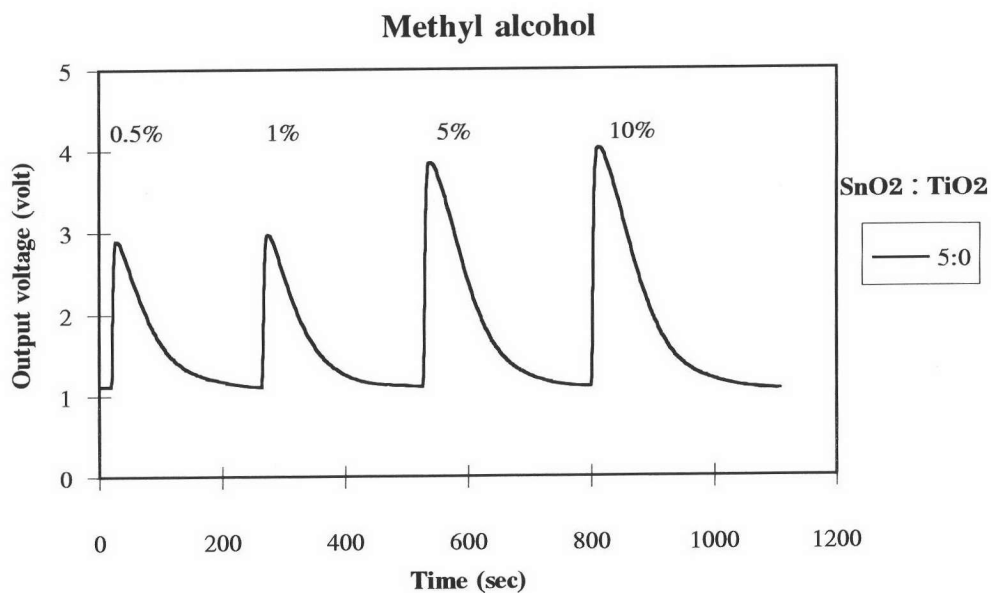
ตารางที่ 6.1 เงื่อนไขการทดลอง

อุณหภูมิการวัดของหัววัดก๊าซ	300 °C
ปริมาตรสารละลายตัวอย่าง	5 ไมโครลิตร/ ครั้ง
อัตราการไหลของก๊าซพาห้	
ออกซิเจน	100 มิลลิลิตร/ นาที
ไนโตรเจน	400 มิลลิลิตร/ นาที

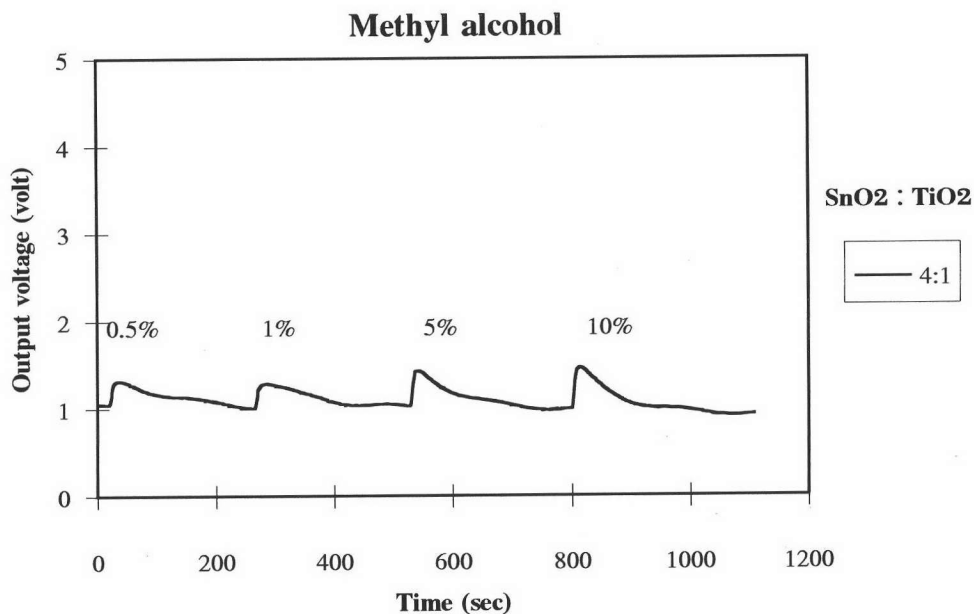
จากผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถสรุปได้ว่า

1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ (ทุกอัตราส่วนการผสม) ให้ค่าแรงดันขาออกเพิ่มขึ้นเมื่อนิดเมทิลแอลกอฮอล์เข้าสู่ระบบวัด
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 และ 4:1 ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาออกมากขึ้น เมื่อนิดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นสูงขึ้น

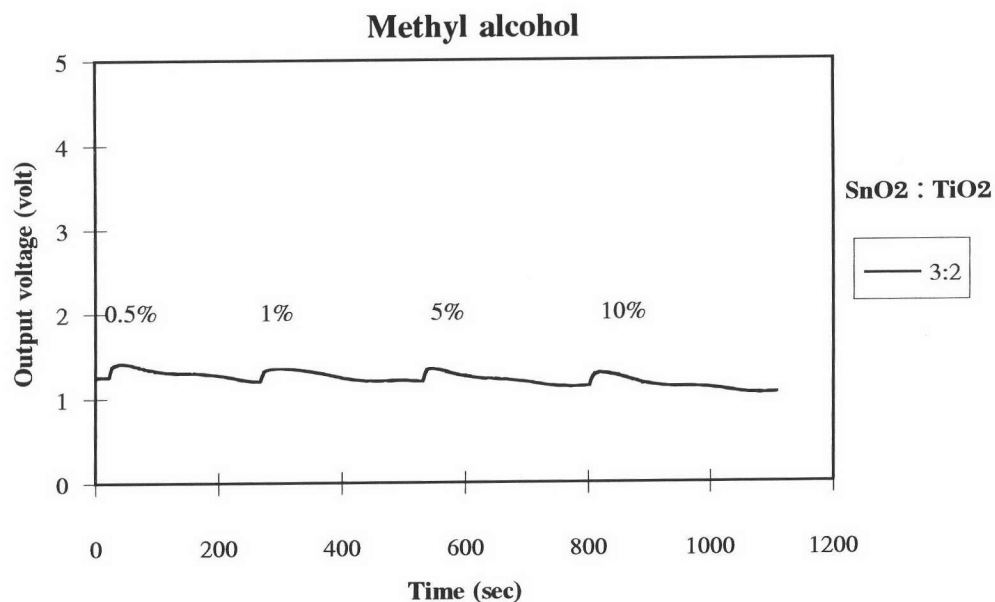
3. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาออกไม่เด่นชัด เมื่อนิดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นสูงขึ้น



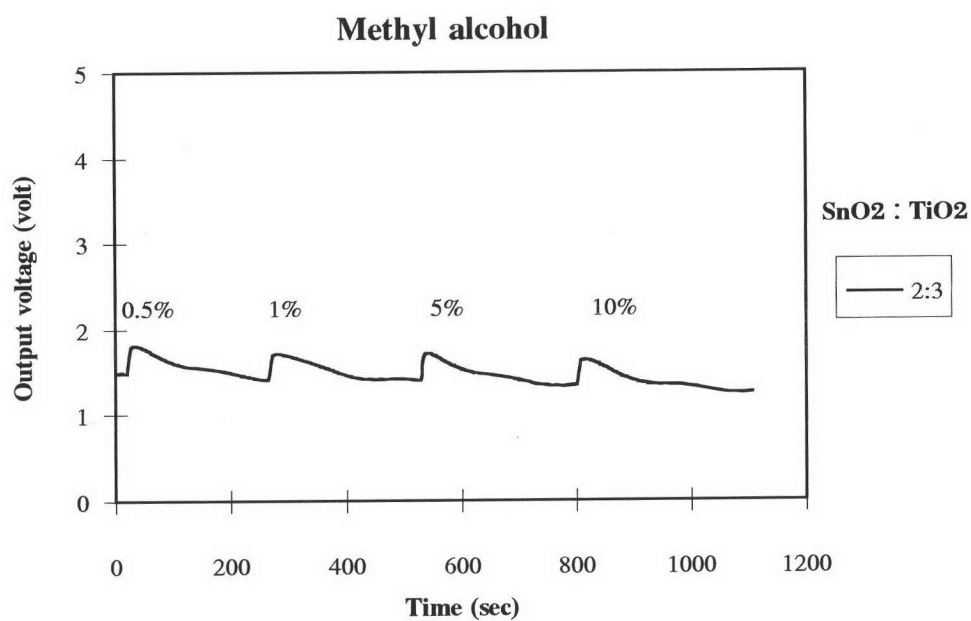
รูปที่ 6.1 ผลการวัดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0



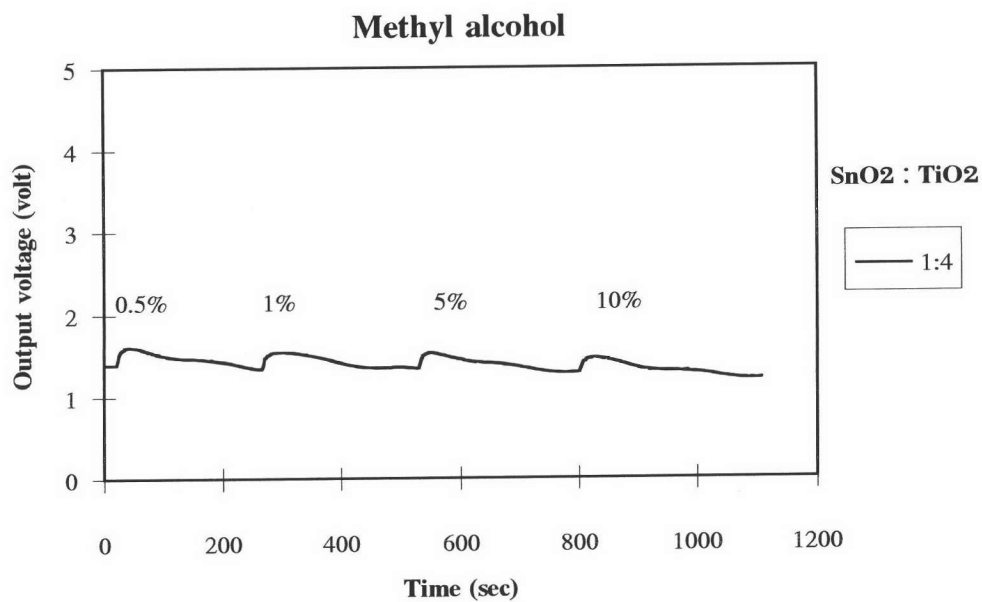
รูปที่ 6.2 ผลการวัดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 4:1



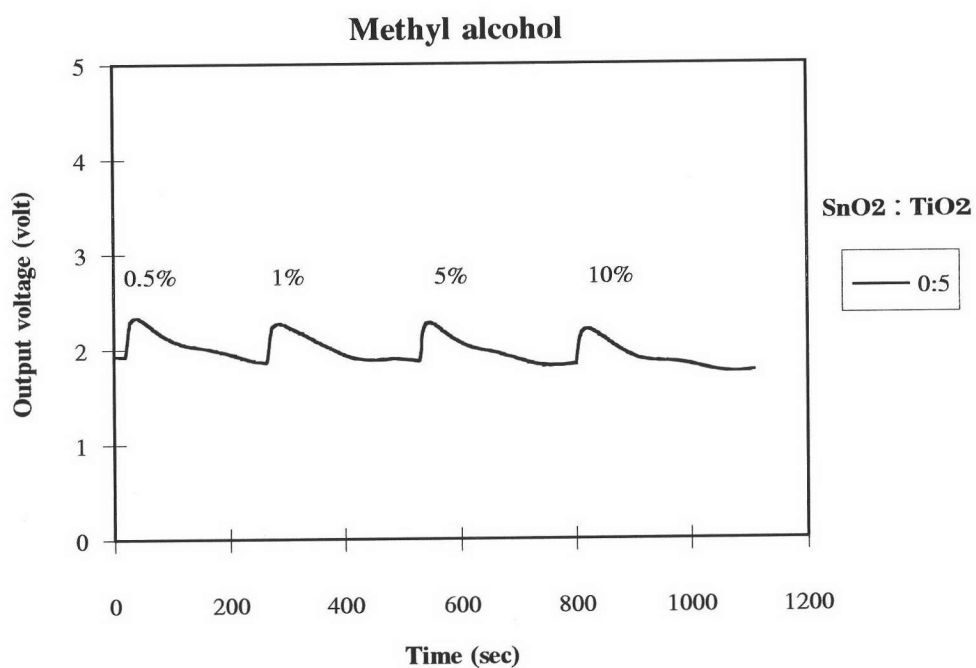
รูปที่ 6.3 ผลการวัดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2



รูปที่ 6.4 ผลการวัดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 2:3



รูปที่ 6.5 ผลการวัดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 1:4



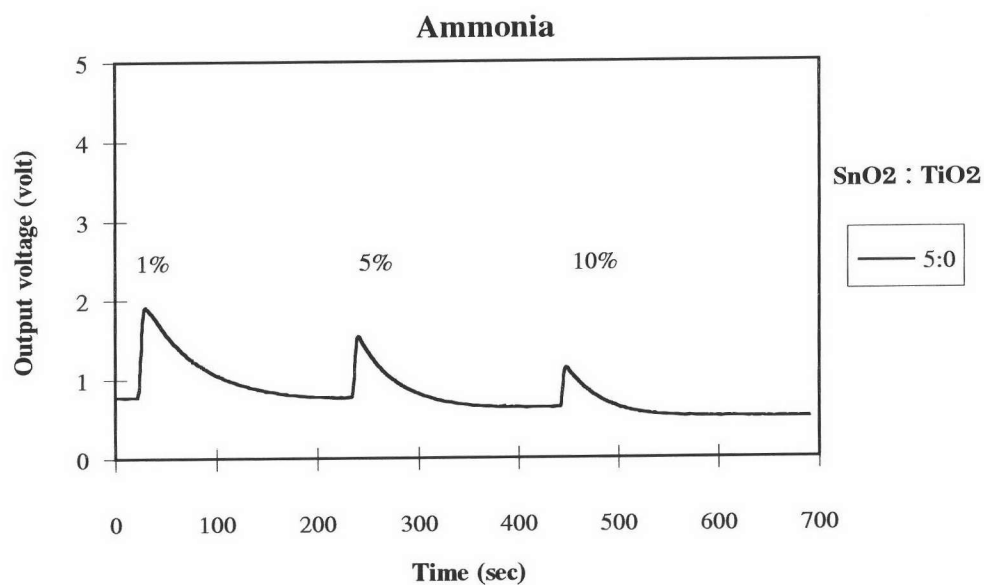
รูปที่ 6.6 ผลการวัดเมทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 0.5%, 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 0:5

การตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนีย

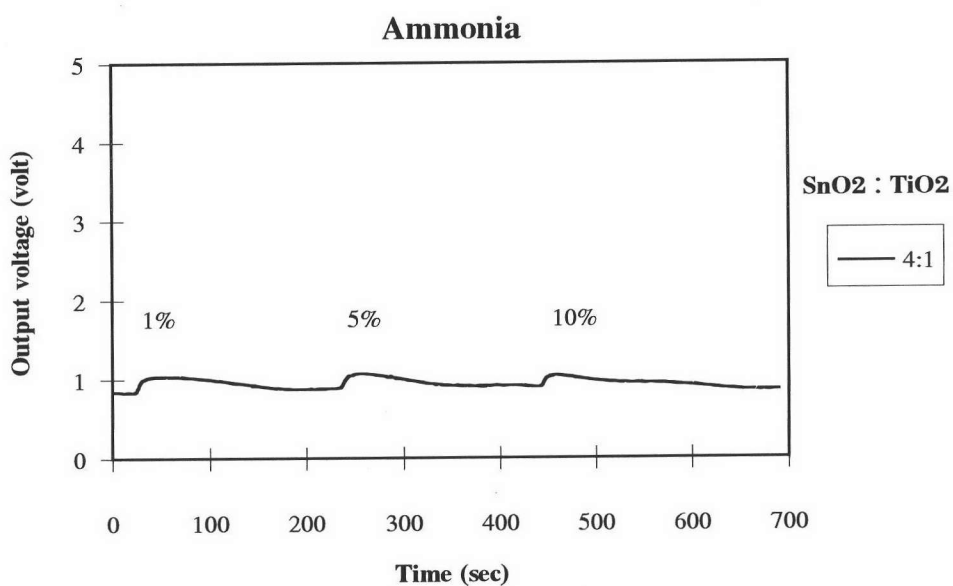
รูปที่ 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 และ 6.12 แสดงสัญญาณการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ประดิษฐ์ขึ้นในอัตราส่วนการผสมผงดีบุกออกไซด์และผงทิตาเนียมออกไซด์คือ 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ ต่อแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับ ในการทดลองใช้เงื่อนไขเดียวกับการวัดก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์

ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถสรุปได้ว่า

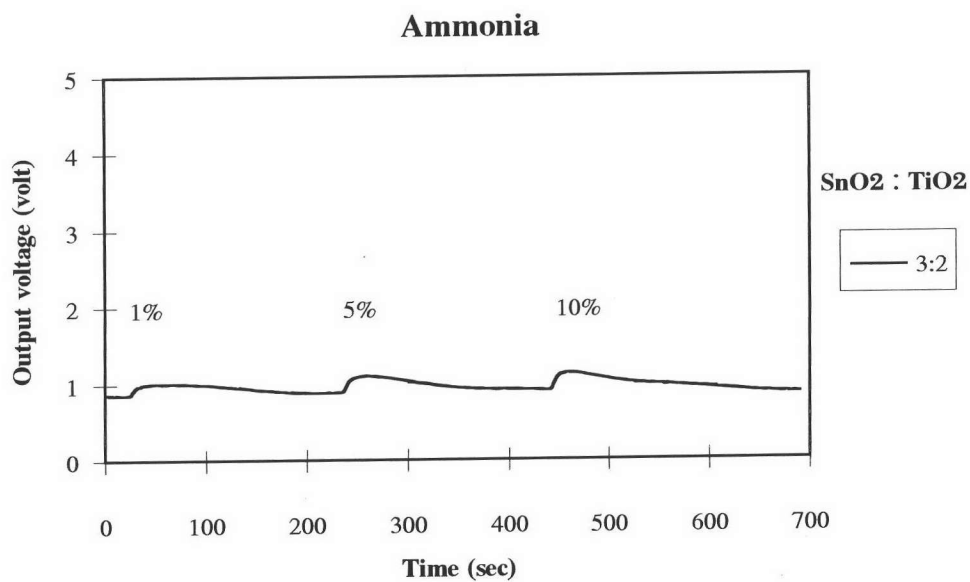
1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ (ทุกอัตราส่วนการผสม) ให้ค่าแรงดันขาออกเพิ่มขึ้นเมื่อฉีดแอมโมเนียเข้าสู่ระบบวัด
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 และ 4:1 ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาออกน้อยลง เมื่อฉีดแอมโมเนียความเข้มข้นสูงขึ้น
3. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2, 2:3 และ 1:4 ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาออกมากขึ้น เมื่อฉีดแอมโมเนียความเข้มข้นสูงขึ้น
4. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 0:5 ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาออกไม่เด่นชัด เมื่อฉีดแอมโมเนียความเข้มข้นสูงขึ้น



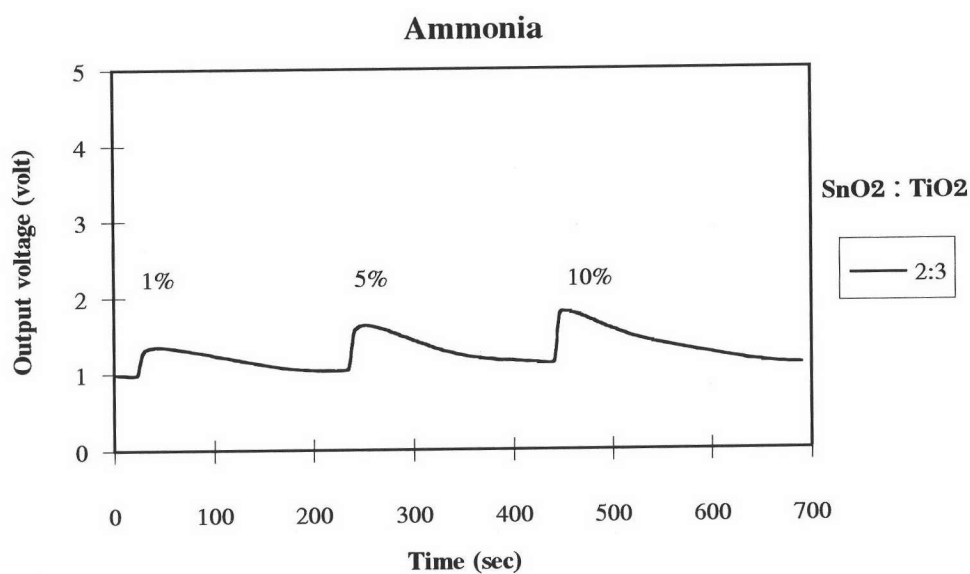
รูปที่ 6.7 ผลการวัดแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0



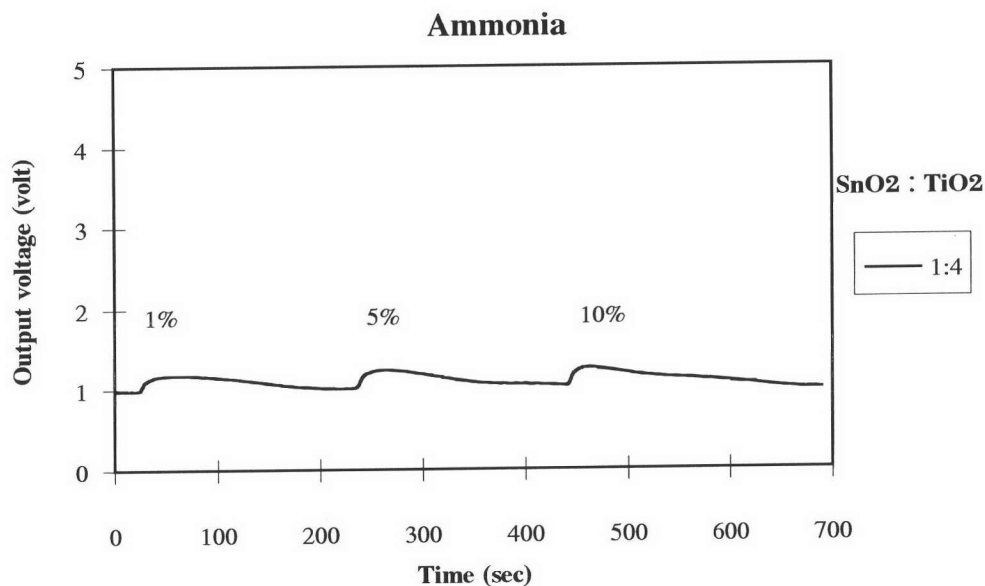
รูปที่ 6.8 ผลการวัดแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 4:1



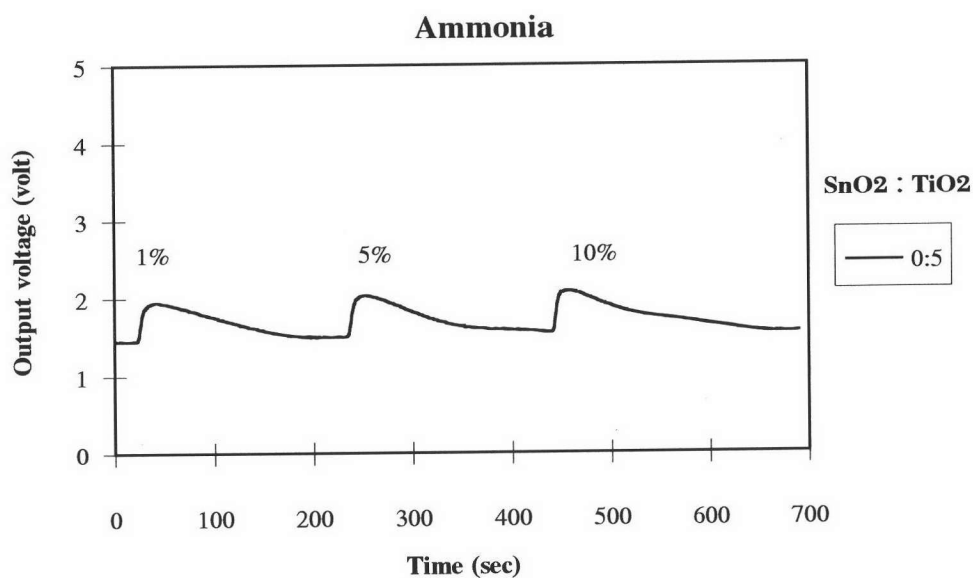
รูปที่ 6.9 ผลการวัดแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับของหัววัดก๊าซชนิดทินุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2



รูปที่ 6.10 ผลการวัดแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับของหัววัดก๊าซชนิดทินุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 2:3



รูปที่ 6.11 ผลการวัดแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 1:4

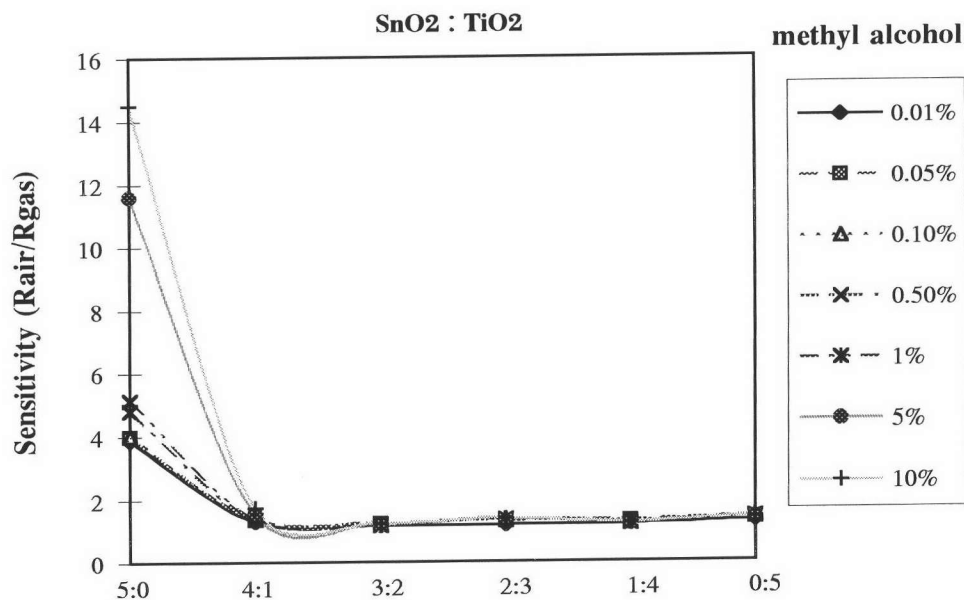


รูปที่ 6.12 ผลการวัดแอมโมเนียความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% โดยปริมาตรตามลำดับของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 0:5

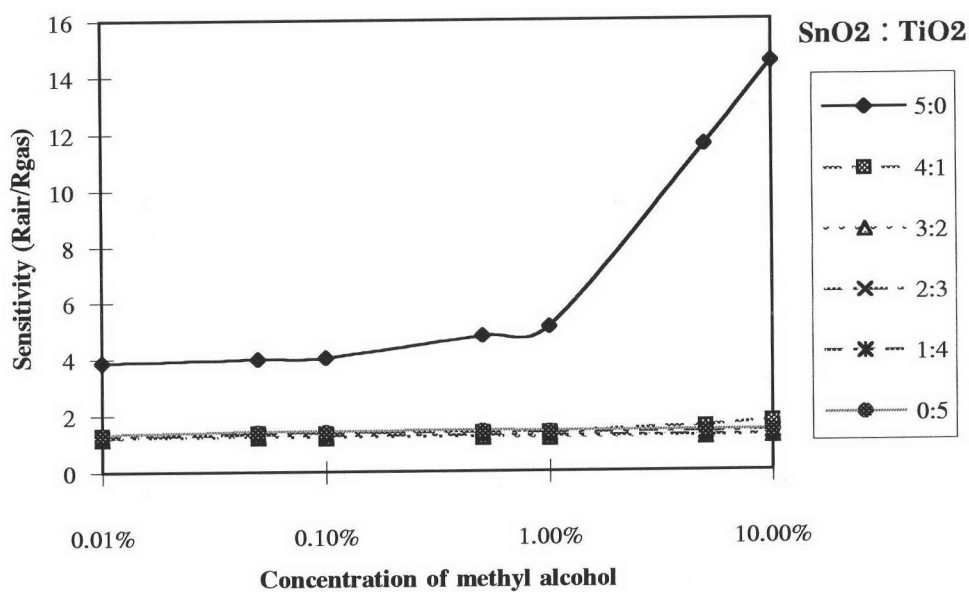
ผลของความเข้มข้นเมทิลแอลกอฮอล์ต่ออัตราการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์

จากรูปที่ 6.13 และ 6.14 แสดงผลการทดลองวัดการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ต่อเมทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า

1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 ให้ความไวในการตอบสนองสูงสุด ในการตอบสนองต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 ตอบสนองได้ดีต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์ ในลักษณะสัมพันธ์กับความเข้มข้นแบบเชิงเส้น ตั้งแต่ความเข้มข้น 0.5% โดยปริมาตร
3. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ให้ความไวในการตอบสนองต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์ไม่เด่นชัด



รูปที่ 6.13 ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ ต่อเมทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร

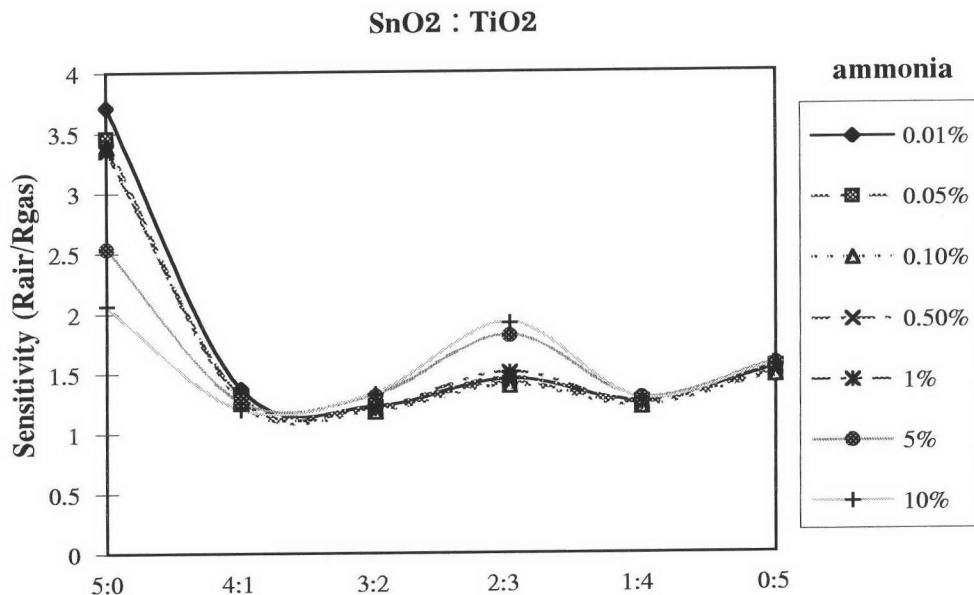


รูปที่ 6.14 ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ ต่อเมทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร ที่อัตราส่วนผสม 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ

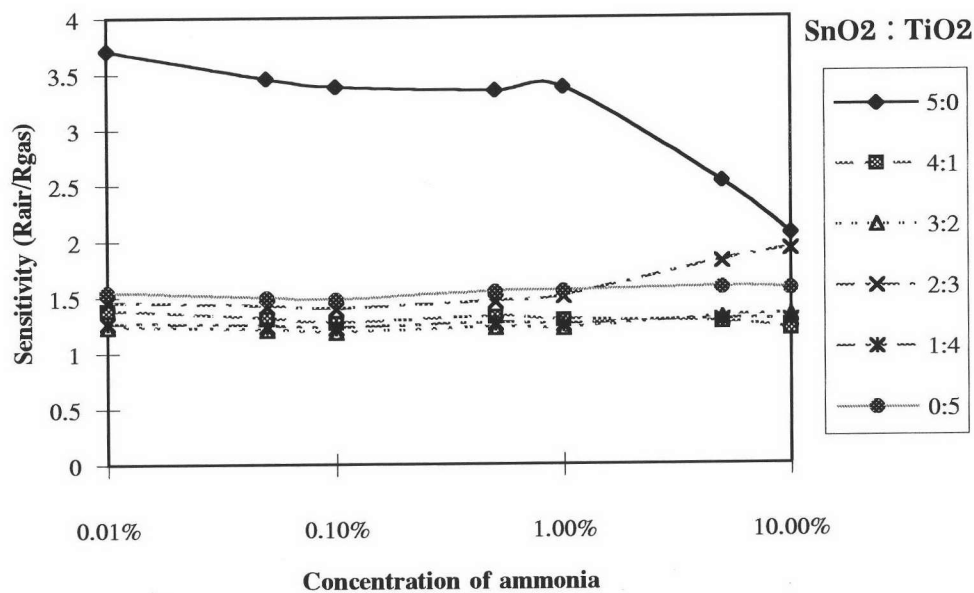
ผลของความเข้มข้นแอมโมเนียต่ออัตราการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานเนียมออกไซด์

จากรูปที่ 6.15 และ 6.16 แสดงผลการทดลองวัดการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ต่อแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า

1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 ให้ค่าความไวในการตอบสนองสูงสุด ในการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนีย แต่ค่าความไวในการตอบสนองลดลงเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมากขึ้น โดยลดลงในลักษณะสัมพันธ์กับความเข้มข้นแบบเชิงเส้น ตั้งแต่ความเข้มข้น 1% โดยปริมาตร
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 2:3 ตอบสนองได้ดีต่อก๊าซแอมโมเนีย โดยเพิ่มขึ้นในลักษณะสัมพันธ์กับความเข้มข้นแบบเชิงเส้น ตั้งแต่ความเข้มข้น 0.5% โดยปริมาตร
3. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 4:1, 3:2, 1:4 และ 0:5 ให้ค่าความไวในการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนียไม่เด่นชัด



รูปที่ 6.15 ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ ต่อแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร



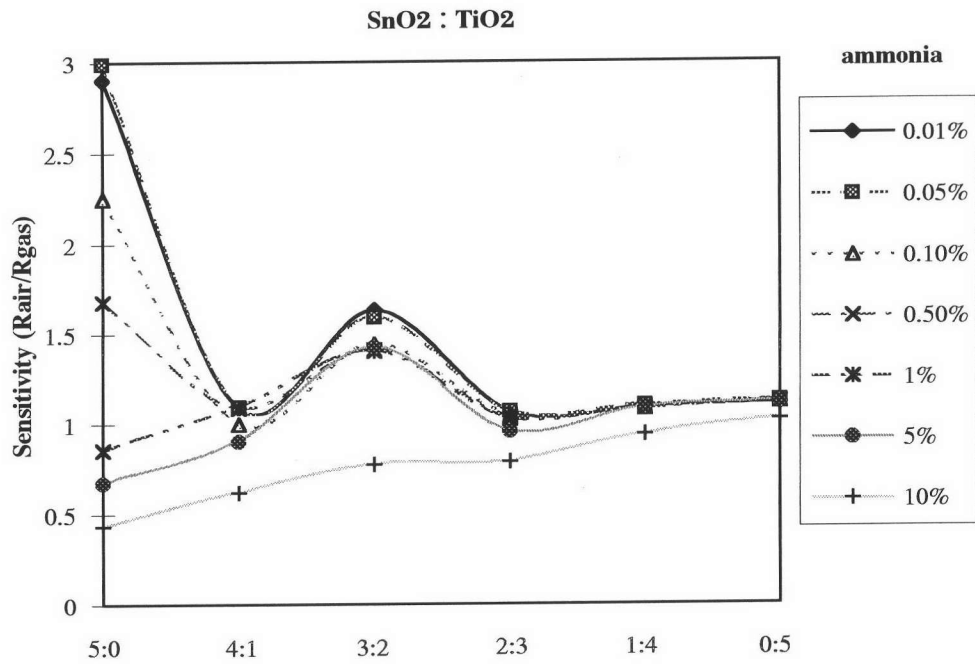
รูปที่ 6.16 ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ ต่อแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ

ในการวัดการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนียได้ทดลองซ้ำ โดยการประดิษฐ์หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ชุดที่ 2 ในอัตราส่วนการผสมเหมือนเดิม รูปที่ 6.17 และ 6.18 แสดงผลการทดลองวัดการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ชุดที่ 2 ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ต่อแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า

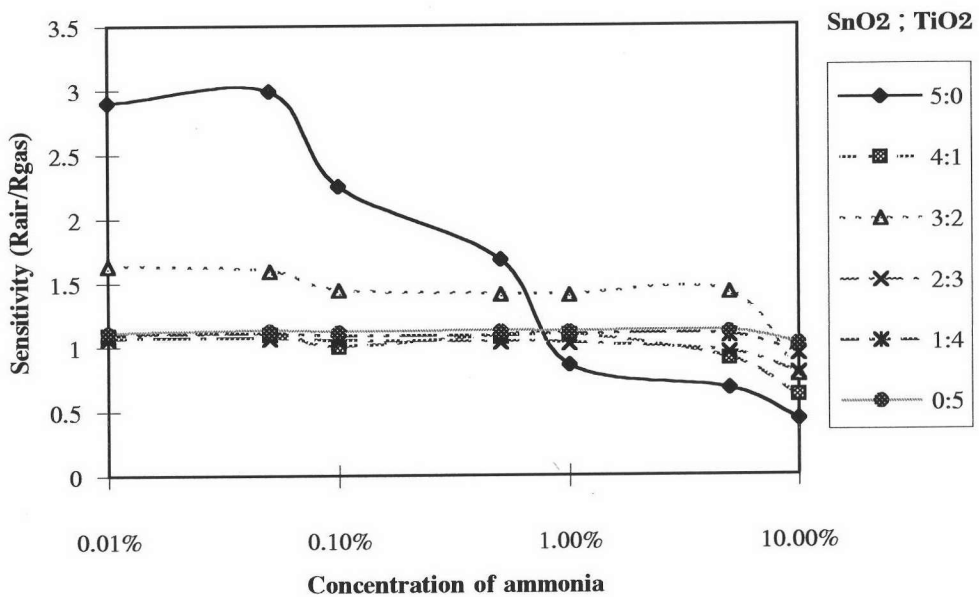
1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 ให้ค่าความไวในการตอบสนองสูงสุด ในการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่ำ แต่ค่าความไวในการตอบสนองลดลงเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมากขึ้น โดยลดลงในลักษณะสัมพันธ์กับความเข้มข้นแบบเชิงเส้น ตั้งแต่ความเข้มข้น 0.05% โดยปริมาตร และมีค่าความไวในการตอบสนองต่ำกว่า 1 ตั้งแต่ความเข้มข้น 1% โดยปริมาตร กล่าวคือ แอมโมเนียตั้งแต่ความเข้มข้น 1% โดยปริมาตร จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนจากสารกึ่งตัวนำ
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2 ตอบสนองได้ดีต่อก๊าซแอมโมเนีย
3. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 4:1, 1:4, 2:3 และ 0:5 ให้ค่าความไวในการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนียไม่เด่นชัด
4. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ (ทุกอัตราส่วนการผสม) ให้ค่าความไวในการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนียต่ำกว่า 1 ที่ความเข้มข้นของแอมโมเนีย 10% โดยปริมาตร

ผลการทดลองวัดการตอบสนองต่อก๊าซแอมโมเนียของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ทั้ง 2 ชุดสามารถสรุปได้ว่า

1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0 ให้ค่าความไวในการตอบสนองลดลงเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมากขึ้น
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2 และ 2:3 มีแนวโน้มตอบสนองได้ดีต่อก๊าซแอมโมเนีย



รูปที่ 6.17 ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ชุดที่ 2 ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ ต่อแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร



รูปที่ 6.18 ผลการตอบสนองของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตานียมออกไซด์ชุดที่ 2 ต่อแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ถึง 10% โดยปริมาตร ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 และ 0:5 ตามลำดับ

จากการทดลองวัดการตอบสนองต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์และก๊าซแอมโมเนีย ของหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์พบว่า หากนำหัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันในการวัด จะทำให้สามารถแยกแยะชนิดของก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์และก๊าซแอมโมเนียได้ ดังนี้

1. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 5:0
 ต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์ ค่าความไวเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่มากขึ้น
 ต่อก๊าซแอมโมเนีย ค่าความไวลดลงตามความเข้มข้นที่มากขึ้น
2. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 3:2 และ 2:3
 ต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์ ค่าความไวไม่เด่นชัด
 ต่อก๊าซแอมโมเนีย ค่าความไวสูงกว่าอัตราส่วนผสมอื่น
3. หัววัดก๊าซชนิดดีบุกออกไซด์-ทิตาเนียมออกไซด์ที่ผสมด้วยอัตราส่วน 4:1, 1:4 และ 0:5
 ต่อก๊าซเมทิลแอลกอฮอล์ ค่าความไวไม่เด่นชัด
 ต่อก๊าซแอมโมเนีย ค่าความไวไม่เด่นชัด