ขวัญจิรา จุลมาษา : การออกแบบและวิเคราะห์เส้นใยแก้วนำแสงกลวงที่มีโครงสร้างแบบแอนไทเรโซแนนซ์สำหรับการตรวจจับก๊าซเอทิลีน (DESIGN AND ANALYSIS OF HOLLOW CORE ANTIRESONANT FIBER FOR ETHYLENE DETECTION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พนมศักดิ์ มีมนต์, 84 หน้า

คำสำคัญ: เซ็นเซอร์ใยแก้วนำแสง, เส้นใยแก้วนำแสงกลวงที่มีโครงสร้างแบบแอนไทเรโซแนนซ์, การตรวจจับก๊าซเอทิลีน

ในช่วงทศวรรตที่ผ่านมาเส้นใยแก้วนำแสงสำหรับนำคลื่นในย่านอินฟาเรดช่วงกลางได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ในงานที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจจับก๊าซเอทิลีนซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซสำคัญที่ถูกปล่อยออกมาจากผลไม้และดอกไม้ในระหว่างกระบวนการสุก ดังนั้น การควบคุมและการตรวจจับก๊าซชนิดนี้จึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการจัดเก็บและส่งออกผลไม้และดอกไม้ การตรวจจับก๊าซโดยใช้เส้นใยแก้วนำแสงแบบแกนกลวงเป็นหนึ่งในเทคนิคที่น่าสนใจ เนื่องจากโครงสร้างภายในของเส้นใยแก้วนำแสงชนิดนี้ที่เป็นท่อกลวงระดับไมโครเหมาะสำหรับการไหลผ่านของก๊าซในปริมาณที่ไม่มากได้ ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การออกแบบและวิเคราะห์เส้นใยแก้วนำแสงแบบแกนกลวงที่มีโครงสร้างแบบแอนไทเรโซแนนซ์สำหรับการตรวจจับก๊าซเอทิลีน ซึ่งใยแก้วนำแสงที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยส่วนหุ้มหกท่อกลวงที่ล้อมแกนกลางกลวงเอาไว้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองโหมดของแสงในเส้นใยแก้วนำแสงโดยทำการปรับโครงสร้างให้เหมาะสมเพื่อให้ได้การสูญเสียของสัญญาณแสงที่เดินทางในเส้นใยแก้วนำแสงที่ต่ำโดยในงานวิจัยเส้นใยแก้วนำแสงถูกออกแบบมาเพื่อให้นำแสงที่ความยาวคลื่น 3.2 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่สอดคล้องกับแถบการดูดกลืนแสงของก๊าซเอทิลีน โดยผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าเส้นใยแก้วนำแสงที่ถูกออกแบบในงานวิจัยนี้มีการสูญเสียสัญญาณประมาณ 2 เดซิเบลต่อเมตร เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางแกนเส้นใยแก้วนำแสงคือ 128 ไมโครเมตร โดยความหนาและเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อกลวงภายในเท่ากับ 2 ไมโครเมตร และ 92 ไมโครเมตร ตามลำดับ การจำลองการใช้เส้นใยแก้วนำแสงเพื่อการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนในงานวิจัยนี้พบว่าเมื่อความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนในแกนกลวงเปลี่ยนไปเส้นใยแก้วนำแสงที่ออกแบบมานี้จะมีความไวของดัชนีการหักเหของแสงอยู่ที่ 5.68 ไมโครเมตรต่อหน่วยของดัชนีหักเห

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

KWANJIRA JOONMASA : DESIGN AND ANALYSIS OF HOLLOW CORE ANTIRESONANT FIBER FOR EHYLENE DETECTION.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PANOMSAK MEEMON, Ph.D. 84 PP.

Keyword: Optical fiber sensor, Hollow core antiresonant fiber, Ethylene detection

An optical fiber for mid-infrared (mid-IR) guidance has long attracted great interest due to its wide range of applications, especially in gas sensing. Ethylene gas (C_2H_4) is one of the important gases that is released from the fruit and flower, owing to their ripening process. Thus, the control and detection of ethylene gas are of interest for the storage and exportation of fruits and flowers. Gas detection using hollow-core optical fiber (HCF) is a promising technique due to its intrinsic micro-channel structure that allows the gas to flow through the HCF for detection purposes. Here, a hollow-core anti-resonant fiber (HC-ARF) is designed and optimized for mid-IR guidance for ethylene detection. The HC-ARF includes 6 cladding tubes that are optimized to achieve a low confinement loss at a wavelength of 3.2 μm (ethylene absorption wavelength). The simulation result shows that a confinement loss of 2 dB/m at the wavelength of 3.2 μm can be achieved when the fiber core diameter is 128 μm and the thickness and the diameter of the cladding tubes are 2 μm and 92 μm, respectively. The optimized fiber from this work provided the refractive index sensitivity of 5.68 μm/RIU when the ethylene with different concentration is filled in the hollow core of the optical fiber.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics

Academic Year 2022

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____