

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG5680044

ชื่อโครงการ : การกำจัดคลื่นที่ถูกตรึงด้วยสิ่งกีดขวางรูปร่างและการเรียงตัวต่างกันในตัวกลางเคมีกระตุ้นได้

ชื่อนักวิจัย : ผศ. ดร. ชัยยะ เหลืองวิริยะ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีเมลล์ : fscicyl@ku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

บทคัดย่อ:

คลื่นสไปรอลในตัวกลางกระตุ้นได้ซึ่งเกิดขึ้นในตัวกลางชนิดต่างๆ กัน สามารถอธิบายได้ด้วยกลไกปฏิกิริยาและการแพร่ที่คล้ายคลึงกัน คลื่นประเภทนี้มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ กล่าวคือ คลื่นศักย์ไฟฟ้าในรูปแบบสไปรอลเป็นสาเหตุของโรคหัวใจบางชนิด เช่น ventricular tachycardia และ ventricular fibrillation อันเป็นสาเหตุหลักของหัวใจวาย ในส่วนของงานวิจัยด้านการทดลองนิยมใช้ตัวกลางเคมีปฏิกิริยาบิโกลอฟ-ซาบอทีนสกี เนื่องจากความสะดวกในการเตรียมตัวกลางทดลองจนการบันทึกผลการทดลอง โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปร่างและการเรียงตัวของสิ่งกีดขวางต่อการเคลื่อนที่ของคลื่นสไปรอลและการกำจัดคลื่นที่ถูกตรึงดังกล่าวด้วยสนามไฟฟ้าในตัวกลางเคมี โดยผลการทดลองได้รับการยืนยันจากการจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์

เมื่อความหนาแน่นกระแสไฟฟ้ามีค่ามากพอคือ J_{unpin} , หัวสไปรอลซึ่งถูกตรึงด้วยสิ่งกีดขวางวงกลมจะถูกดึงออกและเลื่อนห่างออกจากสิ่งกีดขวาง โดยค่าวิกฤติ J_{unpin} มีขนาดเพิ่มขึ้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสิ่งกีดขวาง d อีกทั้งอัตราการเพิ่ม $\Delta J_{unpin}/\Delta d$ มีค่ามากสำหรับสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใหญ่กว่าแกนของสไปรอล จากผลการทดลองด้านอิทธิพลของรูปร่างของสิ่งกีดขวางโดยใช้สิ่งกีดขวางวงกลมและสี่เหลี่ยมผืนผ้าพบว่า สไปรอลที่ถูกตรึงมีความยาวคลื่น คาบเวลาและความเร็วเพิ่มขึ้นตามเส้นรอบวงของสิ่งกีดขวางโดยไม่ขึ้นกับพื้นที่ของสิ่งกีดขวาง รูปทรงของคลื่นสไปรอลขึ้นกับรูปร่างของสิ่งกีดขวาง คลื่นสไปรอลที่ถูกตรึงกับวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีรูปทรงใกล้เคียงกับสไปรอลอาร์คมีเดีย แต่สำหรับกรณีสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ยาวเรียว รูปทรงของคลื่นสไปรอลสามารถสร้างโดยการต่อครึ่งวงกลมที่มีขนาดสัมพันธ์กับความยาวของสิ่งกีดขวาง

คำหลัก: ตัวกลางที่ถูกกระตุ้นได้, คลื่นสไปรอล, ปฏิกิริยาบิโกลอฟ-ซาบอทีนสกี, กลไกปฏิกิริยาและการแพร่, การตรึง

Abstract

Project Code : TRG5680044

Project Title : Elimination of waves pinned to obstacles with different shapes and orientations in excitable chemical media

Investigator : Assist. Prof. Dr. Chaiya Luengviriya, Kasetsart University

E-mail Address : fscicyl@ku.ac.th

Project Period : 2 years

Abstract:

Spiral waves evolving in various excitable media are governed by similar reaction-diffusion mechanisms. They also have an important impact on human health conditions. Spiral waves of electrical excitation in the heart and their instabilities are involved in causing certain types of cardiac arrhythmia, such as ventricular tachycardia and fibrillations, which can potentially lead to sudden cardiac death. The Belousov-Zhabotinsky (BZ) reaction is one of the most popular model systems to study the dynamics of spiral waves experimentally, because of both its easy preparation and the convenient detection of the wave patterns occurring in this reaction. Our research project aims to investigate the influence of the obstacle shape and orientation on the dynamics of a spiral wave and the elimination of such pinned spiral wave using an applied electric field in chemical BZ media. To confirm experimental results, computer simulations are also performed.

When the applied electric current density reaches the necessary current density J_{unpin} , the spiral tip, pinned to a circular obstacle, is detached and subsequently drifts away from the obstacle. J_{unpin} is found to increase with the obstacle diameter d . The growth rate $\Delta J_{\text{unpin}}/\Delta d$ is much higher for obstacles larger than the free spiral core as compared to that for smaller obstacles. From our study of the influence of obstacle shape using circular and rectangular obstacles, the propagating parameters i.e. wavelength, wave period, and velocity of pinned spiral waves increase with the circumference, regardless of the obstacle area. Despite these common features of the parameters, the forms of pinned spiral waves depend on the obstacle shapes. The structures of spiral waves pinned to circles as well as squares are similar to Archimedean spirals. For extremely thin rectangles, the spiral form can be constructed by employing semicircles with different radii which relate to the obstacle width and the core diameter of free spirals.

Keywords: excitable media, spiral wave, Belousov-Zhabotinsky reaction, reaction-diffusion mechanism; pinning