บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสามารถในการแยกเซลล์ที่ต้องการที่มีขนาดและประเภทจากสารตัวอย่างทางชีวทยา (biosamples) เป็นเรื่องที่สำคัญทางด้านการแพทย์และเคมี ไดอิเลคโทรโฟริสีส (dielectrophoresis, DEP) เป็นเทคนิคด้านการแยกอนุภาคและเซลล์ที่มีประสิทธิ์ภาพสูงและได้ถูกใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ไมโครฟลูอิดิก (microfluidics) อย่างกว้างขวาง กลไกของการแยกอนุภาคโดย DEP อาศัยความแตกต่างของการเกิดขั้วของอนุภาคและของเหลวที่อนุภาคอาศัยอยู่ เมื่ออยู่ภายใต้สนามไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอ อนุภาคต่างประเภทสามารถรับแรง DEP ที่เป็นบวก (positive DEP, pDEP) หรือ ที่เป็นลบ (negative DEP, nDEP) และสามารถเคลื่อนที่ไปคนละทิศทาง

วิธีการสร้างสนามไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอในอุปกรณ์ไดอิเลคโทรโฟริสีสมี 2 แบบ แบบแรกสร้างโดย การจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่อิเลคโทรดแบบที่เป็นโลหะ (metallic electrode) และแบบที่สอง คือการจ่ายไฟกระแสตรงที่บ่อเก็บอนุภาคที่เชื่อมต่อกับช่องแคบระดับไมโคร ซึ่งจะมีโครงสร้างที่เป็นฉนวนที่มีไม่รูปร่างสม่ำเสมอ (insulator-based dielectrophoresis, iDEP) สำหรับแบบแรก อิเลคโทรดมีได้หลายแบบ เช่น แบบแผ่นทำด้วยโลหะหรือว่าสารเคลือบบาง ITO [1-5], อิเลคโทรดสามมิติทำด้วยทองคำ [6], ทองแดง [7, 8], ซิลิคอน [9-12], SU-8 [13, 14], แบบเป็นของเหลว [15] และเร็วๆนี้คือ แบบฉนวนนำไฟฟ้า conductive PDMS [16-18] และ โลหะผสมในรูปอนุภาคไมโคร [19, 20] ในแบบที่สอง เรียกว่า อุปกรณ์ไดอิเลคโทรโฟริสีสแบบฉนวน ในอุปกรณ์ชนิดนี้โครงสร้างฉนวนสร้างสนามไฟฟ้ากระแสตรงที่ไม่สม่ำเสมอในช่องแคบไมโครเพื่อสร้างแรงไดอิเลคโทรโฟริสีส

เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ไดอิเลคโทรโฟริสีสแบบใช้อิเลคโทรด ข้อดีของอุปกรณ์ไดอิเลคโทรโฟริสีสแบบฉนวน คือ สร้างง่ายกว่า ปัญหาด้านฟาวลิ่ง (fouling)น้อยกว่า ความแข็งแรงทางกล ไม่ทำปฏิกริยาทางเคมี และสามารถใช้กับสารทางชีววิทยา (biocompatibility) และเทคนิคนี้ได้นำไปใช้แยกเซลล์หลายประเภท เช่น แยกเซลล์เป็นและตายของ *Bacillus subtilis* [19], เซลล์ *Escherichia coli* แยกจาก *B. subtilis* ในน้ำ [20], เซลล์ *B. subtilis* แยกจากอนุภาคขนาด 200 nm [21] อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าเทคโนโลยีพบว่าความรู้ด้าน iDEP ต้องการการพัฒนา เช่นการศึกษาการแยกอนุภาคด้วยสนามไฟฟ้ากระแสสลับ (AC electric field) และ หลักการออกแบบขนาดบล็อคในอุปกรณ์ไดอิเลคโทรโฟริสีสให้เหมาะสมเพื่อจะได้รับแรงไดอิเลคโทรโฟริสีสได้ดีที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาการออกแบบขนาดบล็อคในอุปกรณ์ไดอิเลคโทรโฟริสีสให้เหมาะสมเพื่อจะได้รับแรงไดอิเลคโทรโฟริสีสโดยกระแสไฟฟ้าสลับได้สูงที่สุด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิเคราะห์เชิงตัวเลขของกระจายตัวของสนามไฟฟ้า การไหลของของเหลว และแรงไดอิเลคโทรโฟริติคที่ถูกสร้างบริเวณบล็อค โดยใช้โปรแกรม COMSOL Multiphysics

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. สร้างแบบจำลอง/โครงสร้างอุปกรณ์ที่จะศึกษาในโปรแกรม COMSOL Multiphysics
2. ศึกษาการกระจายตัวของสนามไฟฟ้า การไหลของของเหลว และแรงไดอิเลคโทรโฟริติคที่ถูกสร้างบริเวณบล็อค
3. ศึกษาขนาดแรงไดอิเลคโทรโฟริติคเมื่อมีการเปลี่ยน 1) ระยะห่างระหว่างบล็อค และ 2) ความกว้างของบล็อค