

บทที่ 5

สรุปผล

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิคในการสร้างไมโครฟลูอิดิกชิปโดยเทคนิค Etched Wiring Board Technique (EWBT) และพัฒนาวิธีการวัดความดันและอัตราการไหล และศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองในไมโครแชนแนล พร้อมไปกับการพัฒนาระบบ Microbead counter โดยใช้ droplet เป็นตัวแทนอนุภาคดังกล่าว เราได้สร้างและพัฒนาวิธีการสร้างไมโครฟลูอิดิกชิปตั้งขึ้นตอนในบทที่ 3 โดยคุณสมบัติของไมโครฟลูอิดิกชิปที่สร้างได้มีค่าความขรุขระกำลังสองเฉลี่ย 3-8 ไมโครเมตร เราได้ใช้การทดสอบทางสถิติตรวจสอบและได้ผลว่าค่าความขรุขระไม่ขึ้นกับค่าความกว้างของไมโครแชนแนล ดังผลการทดลองซึ่งแสดงไว้ในบทที่ 4

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอัตราการไหลในระบบซึ่งแบ่งเป็นสองส่วนคือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันระหว่างปลายทั้งสองของไมโครแชนแนล กับอัตราการไหลของของไหลที่ไหลผ่านไมโครแชนแนลที่มีรูปร่างต่างกันเราได้แบ่งออกเป็น สามกลุ่มคือไมโครแชนแนลสี่เหลี่ยมตรง ไมโครแชนแนลสี่เหลี่ยมโค้ง และไมโครแชนแนลสี่เหลี่ยมหักมุม มาทำการศึกษาที่เลขเรย์โนลด์ประมาณ 1 ซึ่งเป็นช่วงที่ของไหลมีการไหลแบบราบเรียบและเป็นสมบัติสำคัญอย่างหนึ่งของระบบไมโครฟลูอิดิกส์ เราได้ใช้ทฤษฎีวงจรมวลของไหลในการเปรียบเทียบผลการทดลองและอธิบายระบบ โดยผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าค่าความดันและอัตราการไหลของของไหลในไมโครแชนแนลยังคงเป็นไปตามกฎของฮาเกนและปัวเซย เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล โดยการทดลองซึ่งใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดดังที่รายงานไว้ในบทที่ 4 เราไม่พบว่าความขรุขระมีผลต่อค่าความต้านทานการไหลซึ่งเป็นสมบัติของไมโครแชนแนลแต่ละแบบอย่างชัดเจน และยังพบว่าการใช้เครื่องมือวัดค่าความดันที่ยอมให้ปริมาตรของไหลบางส่วนในระบบหายไปจากระบบโดยถูกกักเก็บไว้ในเครื่องมือ นั้น มีพฤติกรรมคล้ายตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลทำให้ค่าความดันของระบบที่เวลาใดๆไม่คงที่ แม้ว่าอัตราการไหลรวมของระบบถูกกำหนดให้คงที่ สิ่งนี้เป็นข้อพิสูจน์ว่าการวัดค่าความดันด้วยวิธีการดังกล่าวระบบดั้งเดิม โดยมิผลทำให้ค่าความดันเข้าสู่ค่าสุดท้ายที่สภาวะสมดุลช้ากว่าระบบที่ไม่ถูกวัดค่าความดันเมื่อพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีวงจรมวล

สำหรับสมบัติความต้านทานของไหลของไมโครแชนแนลแต่ละแบบนั้นเมื่อเรากำนวณเปรียบเทียบกับทฤษฎีกลศาสตร์ของไหลแบบดั้งเดิมนั้น พบว่าค่าความต้านทานการไหลที่ได้จาก

การทดลองและการคำนวณค่าความต้านทานการไหลจากพารามิเตอร์ต่างๆของระบบ มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดีโดยมีค่าคลาดเคลื่อนของค่าความต้านทานของไหลที่ได้จากทฤษฎี น้อยกว่าร้อยละ 10 ในกรณีของความต้านทานการไหลในท่อโค้ง และน้อยกว่าร้อยละ 6 ในกรณีของความต้านทานการไหลในท่อตรงหักมุม เราสามารถยอมรับความแม่นยำของผลการคำนวณได้ในระดับดังกล่าวสำหรับการใช้ออกแบบไมโครฟลูอิดิกต่อไป

ความตึงผิวที่มีผลทำให้ความดันในระบบเปลี่ยนแปลงไปสิ่งนี้เป็นสมบัติสำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบการไหลในไมโครฟลูอิดิกส์ เราสามารถตรวจวัดและยืนยันได้ดังผลการทดลอง และการเปลี่ยนแปลงค่าความดันยังสอดคล้องกับวิธีการวัดค่าความตึงผิวแบบ maximum pressure bubble method ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ส่วนการจำลองสมบัติดังกล่าวให้เป็นพารามิเตอร์ในวงจรสมมูลของไหลยังต้องศึกษาต่อไป

สำหรับการพัฒนาระบบตรวจวัดและศึกษาการเคลื่อนที่ของอนุภาค droplet ที่แขวนลอยไปกับของไหลซึ่งสร้างโดย T-junction method เราใช้ระบบตรวจวัดที่สร้างขึ้นเองพบว่าขนาด droplet หรืออนุภาค ที่แขวนลอยไปกับของไหลยังคงมีความเร็วเกือบเท่ากับความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคของไหลตัวพา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 หรือค่าความเชื่อมั่น 90 % ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ในบทที่