บทคัดย่อ

214945

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาไมโครวาล์วแบบเทอร์โมนิวแมติกส์ด้วยการปรับรูปร่างลักษณะของท่อการไหลขนาดเล็ก ซึ่งใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของไหลภายในท่อการไหล โดยไมโครวาล์วแบบเทอร์โมนิวแมติกส์ถูกสร้างขึ้นด้วยวัสดุโพลีไดเมทริวซิโลเซนหลายชั้นบนแผ่นรองรับแก้ว โครงสร้างของไมโครวาล์วประกอบด้วยท่อทางเข้าและทางออกที่ต่อกับท่อไหลขนาดเล็ก ช่องว่างที่มีอากาศอยู่ภายในและไมโครฮีตเตอร์ ภายในท่อการไหลขนาดเล็กของไหลจะถูกกั้นและเคลื่อนที่ด้วยการทำงานของไดอะแฟรม เมื่ออากาศภายในช่องว่างมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีความดันเพิ่มขึ้น ความดันดังกล่าวจะกระทำกับไดอะแฟรมทำให้ไดอะแฟรมเคลื่อนตัวเข้าไปปิดยังท่อการไหลขนาดเล็กและไดอะแฟรมจะหดตัวกลับเมื่ออุณหภูมิภายในช่องว่างมีความดันลดลง การออกแบบและการจำลองสภาพการทำงานของไมโครวาล์วใช้การคำนวณตามระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยการใช้โปรแกรม ABAQUS ขนาดของโมเดลไมโครวาล์วมีเส้นผ่านศูนย์กลางของไมโครวาล์ว 3 มิลลิเมตรและมีความสูงทั้งหมด 450 ไมโครมิลลิเมตร การทดสอบคุณลักษณะเฉพาะของไมโครวาล์วทำโดยการใช้กระบอกปั๊มน้ำที่มีความดัน 10 กิโลปาสคาล ป้อนน้ำเข้าท่อการไหลขนาดเล็กและทำการปรับค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ไมโครฮีตเตอร์จาก 7-17 โวลต์ ผลจากการคำนวณตามระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และผลจากการทดลองการทำงานของไมโครวาล์วแบบเทอร์โมนิวแมติกส์มีผลที่สอดคล้องกัน การพัฒนาไมโครวาล์วด้วยการจำลองรูปร่างลักษณะของท่อการไหลเป็นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลมและวงรีพบว่ารูปร่างลักษณะของท่อการไหลที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของไมโครวาล์วแบบเทอร์โมนิวแมติกส์คือท่อที่มีรูปร่างลักษณะเป็นแบบวงรี โดยสามารถทำงานที่อุณหภูมิต่ำใช้พลังงานน้อยและลักษะการไหลที่ดี

Abstract

214945

A thermopneumatic microvalve for switching fluid in a microchannel of Poly Dimethy Siloxane (PDMS) based microfluidic chip was designed and fabricated from multi-stack PDMS structure on a glass substrate. Microvalve structure consists of inlet and outlet, microchannel, a thermopneumatic actuation chamber, and a thin film heater. In microchannel, fluid is blocked or passed by the motion of actuation diaphragm. Actuation diaphragm is bent up and down by exploiting air expansion induced by increasing heater temperature. The microvalve was designed and simulated by using ABAQUS program, a commercial finite element simulation software, to predict its characteristics and optimize the design. The microvalve created for simulation model has a diameter of 3.0 mm and a total height of 450 μm. The microvalve was then fabricated on glass substrate by low cost processes including PDMS spinning, oxygen plasma bonding, electroplated micromasking, and thermal evaporation. The microvalve characteristics were measured as a function of applied voltage and inlet pressure. From the experiment, a maximum inlet pressure of 10 kPa can be applied with 7 - 17 V applied voltage to the microvalve heater. The maximum inlet pressure results obtained from ABAQUS program agree well with the experimental data. In addition, the microchannel at the center of microvalve has been designed with different geometries including square, circle and oval to optimize the performance of microvalve. From the simulation, elliptical shape has been found to be the optimum geometry, which uses lowest operating temperature and power consumption and allows good flow characteristics.