228060

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5080238

ชื่อโครงการ : การพัฒนาอุปกรณ์ซินเทติกส์เจ็ตด้วยไมโครแอคชัวเอเตอร์

ชื่อนักวิจัย : ดร. อลงกรณ์ พิมพ์พิณ ภาควิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address : alongkorn.p@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : กรกฎาคม 2550 – มิถุนายน 2552

บทคัดย่อ :

ในการศึกษานี้ ไมโครแอคชัวเอเตอร์ประเภทแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปร่างของแฟลบได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์ซินเทติกส์เจ็ต และทำการวัดความเร็วที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ดังกล่าว สำหรับการศึกษาต่อเนื่องจากงานในส่วนนี้ ได้มีการตรวจสอบผลของขนาดกว้างและยาวของแฟลบต่อการตอบสนองทั้ง static และ dynamic response และแอคชัวเอเตอร์ประเภทเดียวกันนี้ในรูปร่างของแผ่นไดอะแฟรมได้ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งหากมีสมรรถนะที่สูงกว่าแฟลบแล้ว ไดอะแฟรมแอคชัวเอเตอร์จะถูกนำไปใช้แทนแฟลบแอคชัวเอเตอร์ในอนาคต ในการศึกษาส่วนแรก แฟลบโพลีอีไมด์ซึ่งประกอบกับขดลวดทองแดงถูกออกแบบและสร้างขึ้นมา หลังจากนั้นจึงได้ทำการวัดสมมรถนะในเชิงการตอบสนองทั้ง static และ dynamic response ซึ่งพบว่า โดยการขับเคลื่อนด้วยแอคชัวเอเตอร์ขนาดความกว้าง 3 ม.ม. และความยาวในช่วง 6-7 ม.ม. ที่มีระยะกระดกที่ปลายในช่วง 250-450 μm และความถี่เรโซแนนซ์ในช่วง 460-1,000 Hz อุปกรณ์ซินเทติกส์เจ็ตจะมีความเร็วเจ็ต 0.8 เมตรต่อวินาทีที่ระยะ 2 ม.ม. จากรูออริฟิสขนาด 0.5 ม.ม. เมื่อใช้ความถี่ในการขยับแอคชัวเอเตอร์ซึ่งประมาณเท่ากับความถี่เรโซแนนซ์ 600 Hz สาเหตุที่ความเร็วเจ็ตค่อนข้างต่ำทั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรในหนึ่งรอบการขยับสูง น่าจะเป็นผลของช่องว่างระหว่างแฟลบและผนังคาวิตี้ที่ค่อนข้างใหญ่ทำให้เกิดการไหลวนบางบางส่วนภายในคาวิตี้ การศึกษาในส่วนต่อไปเพื่อศึกษาผลของขนาดความกว้างและยาวของแฟลบต่อการตอบสนอง ซึ่งในงานนี้เลือกความยาวเท่ากับ 8 ม.ม.และเปลี่ยนความกว้างจาก 3, 4, และ 5 ม.ม. และอีกส่วนเลือกความกว้างเท่ากับ 4 ม.ม.และเปลี่ยนความยาวจาก 6, 7, และ 8 ม.ม. โดยผลการทดลองพบว่า การเปลี่ยนขนาดความยาวจะส่งผลต่อทั้งระยะกระดกและความถี่เรโซแนนซ์ของแฟลบมาก ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนขนาดความกว้างจะมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ระยะกระดกที่ความถี่เรโซแนนซ์ของแฟลบเหล่านี้ก็ไม่ต่างกันมากนัก ทำให้เชื่อว่าถึงแม้จะหาพารามิเตอร์ของแอคชัวเอเตอร์ที่เหมาะสมที่เจ็ตจะมีความเร็วสูงที่สุดแล้ว ความเร็วเจ็ตก็จะไม่เพิ่มขึ้นจากการศึกษาในส่วนแรกมากนัก ดังนั้น แอคชัวเอเตอร์ประเภทแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปร่างไดอะแฟรมจึงถูกพัฒนาขึ้น โดยใช้ซอฟแวร์ FEM ในการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของไดอะแฟรมเพื่อออกแบบให้ระยะโก่งตัวของไดอะแฟรมมีค่ามาก และในขณะเดียวกัน วิธีการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างไดอะแฟรมก็กำลังดำเนินการอยู่ จากการศึกษาทั้งหมดนี้สามารถสรุปได้ว่า ด้วยข้อมูลที่มีอยู่ การใช้แฟลบแอคชัวเอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนซินเทติกส์เจ็ตยังไม่สามารถเพิ่มความเร็วของเจ็ตจากการใช้ไดอะแฟรมแอคชัวเอเตอร์ได้ โดยผลการศึกษานี้มีขนาดความเร็วเจ็ตใกล้เคียงกันกับงานในอดีตที่ใช้ไดอะแฟรมแอคชัวเอเตอร์ โดยปัจจัยที่อาจจะส่งผลทำให้ความเร็วเจ็ตไม่สูงในการศึกษานี้ คือช่องว่างระหว่างแฟลบและผนังของคาวิตี้ที่ค่อนข้างใหญ่ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ซินเทติกส์ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ก็อาจจะนำไปใช้งานทางวิศวกรรมสำหรับการไหลที่มีเรโนลด์นัมเบอร์ต่ำ ๆ ได้

228060

Abstract

Project Code : MRG5080238

Project Title : Development of synthetic jet by microactuator

Investigator : Dr. Alongkorn Pimpin, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

E-mail Address : alongkorn.p@chula.ac.th

Project Period : July 2007 – June 2009

Abstract:

We have developed micro electromagnetic flap actuators as a driving mechanism of synthetic jet generator, and the jet velocity issuing from the synthetic jet generator is examined. In order to further development, the effects of flap dimensions on the static and dynamic responses are investigated, and another micro electromagnetic actuator in diaphragm configuration is designed and fabricated, if it is feasible, to replace the flap actuator in the future. In the first part of our study, the polyimide flaps with micro copper coil are designed, fabricated, and then tested for their static and dynamic responses. The flap actuator with tip deflection of about 250-450 μm and resonant frequency of about 460-1,000 Hz is then employed as a driving mechanism of a synthetic jet generator. Although the flap actuator has quite large sweeping volume, we found that the maximum issued jet velocity is quite slow of about 0.8 m/s at 2 mm downstream from the orifice when driven at about flap's resonant frequency of 600 Hz. This drawback might be a result of gap between flap and cavity wall is still relatively large. Next, the effects of flap dimensions on its responses are investigated. A set of structures with fixed length of 8 mm and width equal to 3, 4, 5 mm, and fixed width of 4 mm and length equal to 6, 7, 8 mm, are fabricated and examined. Within the range of the flap dimensions experimented, it is found that a small change in length significantly affects both static and dynamic responses while a change in width has relatively slight effects. Moreover, the deflection at resonant frequency of these flap dimensions is almost the same thus significantly enhancing the jet velocity from that found in the first part might be impossible within this range of flap dimensions. To enhance the jet velocity, the electromagnetic diaphragm actuator with large out-of-plane is developed. FEM software is used to preliminary examine the effect of dimensions on the static deflection, and the development of new fabrication processes for diaphragm actuator is still ongoing. In conclusion, we found that, despite of its more robustness, the employment of a micro flap actuator instead of a micro diaphragm actuator as the driving mechanism of synthetic jet generator does not significantly enhance the jet velocity. We found that, when we compare the jet velocity with that reported in past study with diaphragm actuator, the same order of magnitude of jet velocity is realized. However, with this order of magnitude of jet velocity, the developed synthetic jet generator might be able to be employed in low Reynolds number flows.