นิธิ อัตถิ 2551: การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโครงสร้างจุลภาค 3 มิติ ด้วยกระบวนการถ่ายแบบลายวงจรขั้นตอนเดียว โดยใช้กระจกต้นแบบชนิดความหนาชั้นฟิล์มหลายระดับ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์, Ph.D. 164 หน้า

งานวิจัยนี้ศึกษาเทคนิคการสร้างโครงสร้างจุลภาค 3 มิติ ด้วยเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ คือ กระจกต้นแบบชนิดความหนาชั้นฟิล์มหลายระดับ ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนความหนาของชั้นฟิล์มโครเมียม โดยความหนาที่แตกต่างกันนี้จะทำให้การส่องผ่านของแสงนั้นแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ยังได้ทดลองเปรียบเทียบการสร้างโครงสร้างจุลภาค 3 มิติ กับเทคนิคการถ่ายแบบลายวงจรโดยการปรับเปลี่ยนค่าพลังงานแสงด้วยกระจกต้นแบบชนิดความเข้มแสงไบนารี และการถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดเกรย์สเกล ศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนในการสร้างโครงสร้างเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาคที่มีผนังลายวงจรตั้งตรงจำนวน 1 ถึง 5 ชั้น ด้วยเทคนิคการถ่ายแบบลายวงจรทั้ง 6 ชนิด คือ (1) การถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดความเข้มแสงไบนารีที่มีลายวงจรหนึ่งชั้น (2) การถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดความเข้มแสงไบนารีที่มีลายวงจรหลายชั้น (3) การถ่ายแบบลายวงจรด้วยการปรับเปลี่ยนค่าพลังงานแสงด้วยกระจกต้นแบบชนิดความเข้มแสงไบนารีที่มีลายวงจรหลายชั้น (4) การถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดเกรย์สเกล (5) การถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดความหนาชั้นฟิล์มหลายระดับ และ (6) การถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดความหนาชั้นฟิล์มหลายระดับที่สร้างด้วยการปรับเปลี่ยนค่าพลังงานแสง นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของเทคนิคการถ่ายแบบชนิดต่างๆด้วยการวิเคราะห์ SWOT

ผลการทดลองพบว่า ถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดความหนาชั้นฟิล์มหลายระดับสามารถสร้างโครงสร้างจุลภาค 3 มิติ ได้เช่นเดียวกับเทคนิคอื่นๆ โดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรที่มีความละเอียดสูง ข้อจำกัดคือ สร้างได้เฉพาะโครงสร้างที่มีผนังลายวงจรตั้งตรงเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและเวลาการผลิต พบว่าการถ่ายแบบลายวงจรด้วยกระจกต้นแบบชนิดความหนาชั้นฟิล์มหลายระดับที่สร้างด้วยการปรับเปลี่ยนค่าพลังงานแสงนั้น มีต้นทุนและเวลาการผลิตสำหรับโครงสร้างจุลภาคหลายชั้นน้อยที่สุด ซึ่งเทคนิคดังกล่าวมีความเหมาะสมทั้งในเชิงกายภาพและเศรษฐศาสตร์สำหรับการสร้างโครงสร้างจุลภาค 3 มิติ ต่อไปในอนาคต

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก 27 / พ.ค. / 51

Nithi Atthi 2008: A Feasibility Study of One-step Lithography for Fabrication of Three-dimensional Microstructures with Multi-Film Thickness Mask. Master of Engineering (Engineering Management), Major Field: Engineering Management, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Mr. Chuckaphun Aramphongphun, Ph.D. 164 pages.

This research work studies a 3-D microstructure forming technique by developing a new photomask making technique. This new mask is called Multi-Film Thickness mask (MFT mask) which varies Chromium thickness or other opaque films on the mask. Different film thickness possesses different light transmissibility level. This work also includes experiments by other two techniques of 3-D microstructure forming: (i) Multi-Exposure dose lithography using Binary Intensity Mask and (ii) Gray Scale Lithography mask. In addition, this work studies the cost and time analysis of Micro Electro Mechanical System (MEMS) fabrication with vertical sidewalls from 1 to 5 lithography steps by processing through a cycle of the lithography step and the etching step using six different photolithography techniques, which are (1) Exposure with Single Layer Binary Intensity Mask (BIM-SLR), (2) Exposure with Multi Layer Binary Intensity Mask (BIM-MLR), (3) Exposure with Multi Exposure dose using Multi Layer Binary Intensity Mask (ME-BIM-MLR) , (4) Exposure with Gray Scale Lithography Mask (GSL mask), (5) Exposure with Multi-Film Thickness Mask (MFT mask) and (6) Exposure with Vary Dose using Multi-Film Thickness Mask (VD-MFT mask). Moreover, this work compares the advantages and disadvantages of the MFT mask with the other techniques by using SWOT analysis.

It was found that the MFT mask technique could create similar results to that produced by the BIM and GSL mask techniques; however, only vertical sidewall slope profile can be produced. The advantage of the MFT mask technique over the GSL mask is that the MFT mask technique does not need to have a higher resolution exposure tool than the resolution of the desired pattern. In the analysis of cost and time, the VD-MFT mask technique offers the lowest cost and shortest fabrication time for the multiple lithography steps while the GSL mask is not suitable for one lithography step due to the highest cost. The VD-MFT mask is then proved to be feasible and economical for the lithography process of 3-D microstructure forming in the future.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

27 / 05 / 2008