ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การสร้างลายหัวขัดสำหรับแผ่นบันทึกข้อมูลฮาร์ดดิสก์โดยการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอน

ผู้เขียน นางสาวชาลิณี มณีขัติย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมกฤต เล็กสกุล

บทคัดย่อ

ในกระบวนการสร้างลายหัวขัดสำหรับแผ่นบันทึกข้อมูลจะมีการสร้างลายอยู่ 2 ชนิด คือ คือ Burnish head ABS ซึ่งจะทำหน้าที่ในการปรับความเรียบของแผ่นบันทึกข้อมูลแบบหยาบและ Glide head ABS ทำหน้าที่ในการปรับความเรียบของแผ่นบันทึกข้อมูลแบบละเอียด โดยกระบวนการผลิตจะใช้แผ่น AlTiC หรือ Al_2O_3-TiC ทำการถ่ายลวดลายด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) บนสารไวแสง AZ P4620 แล้วเคลือบฟิล์มโครเมียมหนาด้วยเทคนิคสบัตเตอร์ริง จากนั้นทำการล้างสารไวแสงและกัดโครเมียมออกบางส่วน สุดท้ายทำการกัดด้วยเครื่องรีแอคทีฟไอออน (Reactive Ion Etching : RIE) ซึ่งจะใช้ก๊าซ CF_4 ในการกัดโดยหัวขัดชนิด Burnish จะทำการกัดจนได้ความลึกเท่ากับ 30 μm สุดท้ายหน้ากากแข็งโครเมียมจะถูกกัดออก จึงได้หัวขัดแผ่นบันทึกข้อมูลชนิด Burnish ออกมา แล้วทำการวัดค่ามิติวิกฤต (Critical Dimension ; CD) จากกระบวนการดังกล่าวพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตหัวขัดแผ่นบันทึกข้อมูลชนิด Burnish มีระยะเวลาที่ยาวนาน อีกทั้งสารเคมีที่ถูกนำมาใช้ในการกัดเอาโครเมียมออกมีราคาค่อนข้างสูงและไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดต้นทุนในการผลิตสูง เพื่อแก้ปัญหานี้วัสดุหน้ากากแข็งอื่นที่มีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนได้โครงสร้างที่แม่นยำสูงในการสร้างรูปแบบและถูกล้างออกได้อย่างง่ายดายด้วยสารเคมีที่ปลอดสารพิษจึงถูกนำมาวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการลิโธกราฟีด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนและประยุกต์ใช้สารไวแสงชนิดลบ SU-8 เป็นหน้ากากแข็งสำหรับป้องกัน AlTiC ในกระบวนการกัดด้วยเครื่อง RIE เพื่อการสร้างลวดลายหัวขัดชนิด Burnish head ABS และได้ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองมาใช้เพื่อลดจำนวนการทดลองและเพื่อให้การทดลองเกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ผลได้สูงสุด โดยได้เงื่อนไขที่ดีที่สุดสำหรับการทดลอง คือ ค่าพลังงานในการอาบรังสีเอกซ์ = 23010.10 mJ/cm^3 ค่าความหนาของสารไวแสง SU-8 = 250 μm และ ระยะเวลาในการกัดชิ้นงาน = 20 hrs ทำให้ได้ผลตอบค่ามิติวิกฤตและค่าความลึกของการกัดเท่ากับ 7.0252 mil และ 30.1128 μm, ตามลำดับ เมื่อนำไปทดลองใช้ในกระบวนการสร้างลวดลายด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน พบว่าค่ามิติวิกฤตและค่าความลึกของการกัด มีค่าใกล้เคียงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือวัดค่ามิติวิกฤตได้ 7.028 mil และความลึกได้ 30.02 μm ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่คำนวณจากการหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดคิดเป็น 0.04% ของผลตอบมิติวิกฤตและ 0.28% ของผลตอบความลึก และมีความคลาดเคลื่อนจากค่าเป้าหมาย คิดเป็น 12.37% ของผลตอบมิติวิกฤตและ 0.67%ของผลตอบความลึก

นอกจากนี้ งานวิจัยยังได้ดำเนินการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการใช้หน้ากากแข็งสารไวแสง AZ P4620 สารไวแสง SU-8 และโลหะโครเมียม โดยทำการหาค่า Selectivity ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถของการกัดสารไวแสงและการกัดชิ้นงาน (AlTiC) ที่สามารถทนต่อการกัดโดยเครื่อง RIE ได้เท่ากับ 7.88 4.46 และ 0.15 ตามลำดับ ค่าเหล่านี้สามารถใช้ประมาณความหนาที่เหมาะสมของหน้ากากแข็ง SU-8 เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายการผลิต และจากค่าซิกม่าของมิติวิกฤตซึ่งเป็นค่ามาตราฐานที่กำหนดให้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จากการทดลองพบว่าค่าซิกม่ามิติวิกฤตของ AlTiC จากการใช้หน้ากากแข็งสารไวแสง SU-8 มีค่าเท่ากับ 0.065 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นสารไวแสง SU-8 จึงผ่านเกณฑ์ในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นหน้ากากแข็งในกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการกัดแผ่น AlTiC นั้นจะเกิด AlF_3 ซึ่งเป็นผลของปฏิกิริยาทางเคมี ส่งผลต่อค่ามิติวิกฤตให้ผิดเพี้ยนไปจากเป้าหมาย ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Patterning of Burnishing Head for Hard disk Platters by Synchrotron Radiation Application

Author Ms. Chalinee Maneekat

Degree Master of Engineering (Industrial Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Komgrit Leksakul

Abstract

In the lapping process of the magnetic media, 2 patterns of the burnish heads have been used to burnish the media surface. The Burnish head pattern is first polished to remove large grains on the media surface. Then, the Glide pattern is treated to prepare the refined media surface. Both the Burnish and Glide patterns have been fabricated on AlTiC or Al_2O_3-TiC by using chromium hard masks protecting on the AlTiC surface between reactive ion etching (RIE). For the conventional fabrication process, AZ P4620 positive photoresist is spin coated on the AlTiC substrate and patterned by mean of UV lithography. After development, chromium is confromally sputtered into the exposed areas where is left for the Burnish patterns after lift-off process in photoresist remover. The patterned AlTiC are dry etched in a CF_4 RIE plasma until its patterned depth is about 30 μm, and chromium hard masks are then removed by wet etchant, resulting in the complete burnish head guaranteed by the standard Critical Dimension (CD). Based on the described process, it takes a long fabrication time and is related to a high cost of a toxic chemical in removing of chromium hard mask. To solve these problems, a new material which can be served for high accuracy patterns with non-complicated process and easily removed by nontoxic chemical is investigated in this thesis.

The X-ray lithography which operated by synchrotron light source was researched to find the new material for the burnish head fabrication. A material of negative SU-8 photoresist which normally used in X-ray lithography process was experimented as the hard mask material based on the standard of the Burnish head specification. Experimental design technique was cooperated to

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

decrease the number of testing and achieved the maximize data analysis. The best condition for this experiment are the 250 μm-thick SU-8 photoresist with the exposure dose of 23,010.10 mJ/cm^3 and the CF_4 RIE etching time is about 20 hours. These conditions offer the critical dimension and the etched depth at 7.0252 mil and 30.1128 μm, respectively. To prove this experimental design technique, X-ray lithography and RIE process were operated under these conditions. The experimental results present the critical dimension and the etched depth of 7.028 mil and 30.02 μm, respectively. The critical dimension error and the etched depth error which calculated from the best condition are 0.04% and 0.28%, respectively. The critical dimension error and the etched depth error when they are compared to the standard values are 12.37% and 0.67%, respectively.

Furthermore, the conventional hard mask of chromium is also investigated as well as AZ photoresist. They were performed under the same RIE condition but their thicknesses were different. The selectivity ratio of chromium, SU-8 and AZ photoresist are 015, 4.46 and 7.88 which correspond with the mask thickness of 4.5 μm, 133.8 μm and 236.4 μm, respectively. Based on the standard hard mask strip CD sigma of 0.08, the burnish head patterns obtain the hard mask strip sigma of 0.065 which is acceptable. The results show the performance of SU-8 microstructure for hard mask application which introduces a non-complicated novel technique for hard disk drive technology. Nevertheless, etching of AlTiC using RIE process can result in re-deposition of an AlF_3 and $Al_xO_yF_z$ along etched sidewall of structures, resulting in the critical dimension error. The fabrication process has to be improved to eliminate problem in the future.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved