

การวัดความหนาของชั้นออกไซด์บนแวนผลึกซิลิกอน



นาย อัจฉริยะ โสโน

006505

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๒

i 18289447

THICKNESS MEASUREMENT OF OXIDE LAYER ON SILICON SUBSTRATE

Mr. Achriya Sono

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

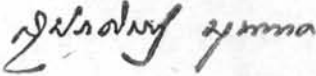
Graduate School

Chulalongkorn University

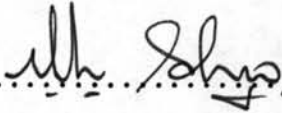
1979


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดความหนาของชั้นออกไซด์บนแวนผลึกซิลิกอน
โดย นาย อัจฉริยะ โสโน
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทิน เวทย์วัฒน์

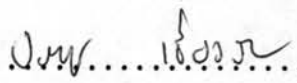
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุญภาค)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิญญู เจริญกุล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทิน เวทย์วัฒน์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ประยูร เชี่ยววัฒนา)


..... กรรมการ
(ดร. มนตรี สวัสดิศตงขมาร)

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
บทนำ	
บทที่	
๑. คุณสมบัติของ SiO_2 และการวัดความหนาของชั้น SiO_2	๓
ลักษณะทั่วไปของ SiO_2	๓
การทำชั้น SiO_2	๔
คุณสมบัติการเป็น mask ของ SiO_2	๖
การวัดความหนาชั้น SiO_2	๗
การประยุกต์ทฤษฎีกับการวัดความหนาชั้น SiO_2	๑๒
๒. การออกแบบและการสร้างเครื่องวัดความหนาชั้น SiO_2	๑๕
รูปแบบเครื่องมือทั่วไป	๑๕
การออกแบบเครื่องมือ	๑๖
๓. การคำนวณความหนาชั้น SiO_2 จากข้อมูลที่ได้จากการวัด	๒๒
ลักษณะข้อมูลดิบ และการหาค่าความหนา	๒๒
ความผิดพลาดและการประเมินความผิดพลาดในการวัดค่าความหนาชั้น SiO_2	๒๔
๔. การทดสอบคุณภาพชั้น SiO_2	๓๑
การทดสอบคุณสมบัติการเป็น mask ป้องกันการแพร่ซึมสารเจือปน ...	๓๑
การทดสอบความคงทนในการใช้ชั้น SiO_2 เป็นฉนวน	๓๗



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทสรุป	๔๐
เอกสารอ้างอิง	๔๒
ภาคผนวก	๔๓
ประวัติ	๔๔

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

๑.๑	Polyhedra ของ SiO_2	๓
๑.๒	โครงสร้างที่เกิด Defect ของชั้น SiO_2	๕
๑.๓	ความหนาชั้น SiO_2 ที่เหมาะจะใช้เป็น mask	๗
๑.๔	ปรากฏการณ์ Ellipsometry	๘
๑.๕	Vector และการรวมใน Complex plane	๑๐
๑.๖	การเกิด fringe	๑๑
๑.๗	การเกิด fringe เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ทฤษฎีของ VAMFO	๑๒
๒.๑	แสดงส่วนประกอบสำคัญของเครื่องวัด VAMFO ทั่ว ๆ ไป	๑๕
๒.๒	Block diagram ของ Electronic Detector	๑๖
๒.๓	ข้อกำหนดของ 2 N5777	๑๗
๒.๔	วงจรและแผ่นวงจรของส่วนปรับขนาดสัญญาณ	๑๗
๒.๕	วงจรและแผ่นวงจรของ Power Supply	๑๗
๒.๖	ข้อกำหนดการวัดต่อเนื่อง	๑๘
๒.๗	รูปเรขาคณิตวิเคราะห์ในการออกแบบเครื่องมือ	๑๘
๒.๘	Reflectivity ของ SiO_2	๑๙
๓.๑	ขอบเขตความสามารถของเครื่องวัดความหนาที่สร้างขึ้น	๒๔
๓.๒	ลักษณะข้อมูลดิบของชั้น SiO_2 ที่หนามาก	๒๔
๓.๓	การหาความหนาโดยใช้ chart หาความหนา	๒๕
๓.๔	ข้อมูลดิบของการวัดความหนาชั้น SiO_2 ที่หนาปานกลาง	๒๖
๓.๕	การหาความหนาชั้น SiO_2 ที่หนาปานกลางโดยใช้ chart หาความหนา ..	๒๖

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

	หน้า
๓.๖ ข้อมูลดิบของชั้น SiO_2 ที่บางมาก	๒๗
๓.๗ ความคลาดเคลื่อนต่อองศาที่ $n = 1$	๓๐
๓.๘ ความผิดพลาดในการวัดที่คาดว่าจะเป็นไปได้	๓๐
๔.๑ แวนผลึกที่ใช้ทดสอบ Masking properties	๓๔
๔.๒ Masking properties ของชั้น SiO_2	๓๖
๔.๓ แวนผลึกและภาารติดตั้งบนหัวต่อเพื่อวัด Dielectric strength	๓๗
๔.๔ แสดงการทดสอบ Dielectric Strength ทางแนวระดับ	๓๘

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดความหนาของชั้นออกไซด์บนแว่นผลึกซิลิกอน
โดย นาย อัจฉริยะ โสโน
แผนกวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทิน เวทย์วัฒน์
ปีการศึกษา ๒๕๒๒



บทคัดย่อ

การวัดความหนาชั้น SiO_2 ด้วยวิธี VAMFO. (Variable Angle Monochromatic Fringe Observation Method) เป็นวิธีที่สะดวกและไม่ทำให้แว่นผลึกชำรุด วิธีนี้อาศัยปรากฏการณ์แทรกซ้อนกันระหว่างแสงสะท้อนที่ผิวล่างและผิวบนของชั้น SiO_2 ทำให้เกิดตำแหน่งที่มีความเข้มแสงสูงสุดและต่ำสุดในขณะที่เปลี่ยนมุมตกกระทบไป ค่ามุมตกกระทบที่มีความเข้มแสงสูงสุดและต่ำสุดนี้ นำไปคำนวณความหนาของชั้น SiO_2 ได้

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการสร้างเครื่องวัดความหนาชั้น SiO_2 ด้วยวิธี VAMFO. โดยนำ He-Ne Laser ซึ่งให้แสงความยาวคลื่น 6328 \AA มาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงทำให้สามารถลดความซับซ้อนของเครื่องมือและทำให้ใช้วัดได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

เครื่องวัดที่สร้างขึ้นใหม่นี้วัดได้ละเอียดอยู่ในช่วง $.01 \text{ \mu m}$. แต่มีจุดบอดเป็นบางช่วงในการวัดชั้น SiO_2 ที่บางมาก ๆ จึงต้องใช้วิธีอื่นประกอบ เช่น การประมาณความหนาจากสีของชั้น SiO_2 เป็นต้น

เครื่องวัดนี้ได้ใช้ประโยชน์ในการหาความหนาของชั้น SiO_2 ที่เหมาะสมในการใช้ทำหน้ากักป้องกันการแพร่ซึมสารเจือปนและวัดความคงทนในการเป็นฉนวนของชั้น SiO_2 ที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ชั้น SiO_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ.

2

Thesis Title Thickness Measurement of Oxide Layer on Silicon Substrate
Name Mr. Achriya Sono
Thesis Advisor Assistant Professor Sootin Wetwatana, Ph.D
Department Electrical Engineering
Academic Year 1979

Abstract

VAMFO. (Variable angle Monochromatic Fringe Observation Method) is a convenient technique to measure SiO_2 layer thickness. The principle of this method is based on Interference between reflected light from the upper and lower surface of the layer. Layer thickness can be calculated from the incident angles that Maxima and Minima of reflected light intensity are observed.

Using He-Ne Laser as a monochromatic light source reduces equipment complication and the measurement can be made more conveniently.

The equipment resolution is in the order of .01 μm ., but it has blind spots in some ranges of thickness when the SiO_2 layers are very thin. For these ranges of thickness, the measurement must be complemented by another technique such as, colour inspection or time-temperature oxidation chart.

The equipment was used to evaluate the thickness of SiO_2 layers, in the studying of masking property and dielectric strength of the layers. These two properties of SiO_2 layers are very important in the device fabrication.

กิติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและแนะนำจาก ผศ. ดร. สุทิน เวทย์-
วัฒน์ แห่งแผนกวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์มา
โดยตลอดและเป็นที่ยกย่องในการดำเนินงานตามขั้นตอนต่าง ๆ อย่างดียิ่งอีกทั้ง ผศ. ดร. สมศักดิ์
ปัญญาแก้ว ผู้ให้คำปรึกษาทางด้านอุปกรณ์ทางแสงและการค้นหาแนวทางในการปรับปรุงเครื่องวัดที่
สร้างขึ้น อ. ดร. มนตรี สวัสดิศฤงฆาร ผู้ให้คำปรึกษาในการตรวจวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าบางประ
การ นอกจากนี้ท่านทั้งสามยังมีส่วนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องบางประการ และให้กำลังใจแก่ผู้เขียน
ตลอดมาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ เจ้าหน้าที่ประจำโรง
ฝึกงานและเจ้าหน้าที่ธุรการแผนกไฟฟ้าทุกท่านที่มีส่วนช่วยในการสร้างเครื่องมือและการใช้เครื่องมือ
ตลอดจนงานธุรการต่าง ๆ ด้วยดี และท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ คุณระวีวรรณ พุ่มพิพัฒน์ ในงานพิมพ์ต้น
ฉบับวิทยานิพนธ์นี้ด้วยความแข็งขันและรวดเร็ว