

รายงานเชิงเทคนิค ฝ่ายสถานีวิจัย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)  
 Technical Report, Research Facility Division

ชื่อเรื่อง (Title)	กระบวนการสกัดแบบเปียก (Wet Etching)
ส่วนงาน (Section)	ระบบลำเลียงแสงที่ 6a
วันที่รายงาน (Date of Report)	15 เมษายน 2563
ระดับการเปิดเผยข้อมูล (Level of Disclosure)	<input type="checkbox"/> ข้อมูลในรายงานเป็นความลับ (Undisclosed)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลเฉพาะภายในส่วนงาน (Information can be disclosed within section)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้สำหรับพนักงานของสถาบันฯ และอนุญาตให้บันทึกข้อมูลเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Knowledge Management ภายในสถาบันฯ (Information can be disclosed for SLRI staffs and can be part of SLRI's Knowledge Management System)
	<input checked="" type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้เพื่อเป็นองค์ความรู้สาธารณะ เช่น เว็บไซต์ของสถาบันฯ (Information is available for public)

รายชื่อผู้ดำเนินโครงการและจัดทำรายงาน Name	ส่วนร่วมในการปฏิบัติงานในโครงการ (Optional) Responsible tasks in the project (optional)
นางสาวธัญญ์ฐิตา อารยาธีระพุฒิชร	พนักงาน(ปฏิบัติการ)
*ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล	หัวหน้าฝ่ายสถานีวิจัย

\*ผู้ให้ข้อมูล (Corresponding person)

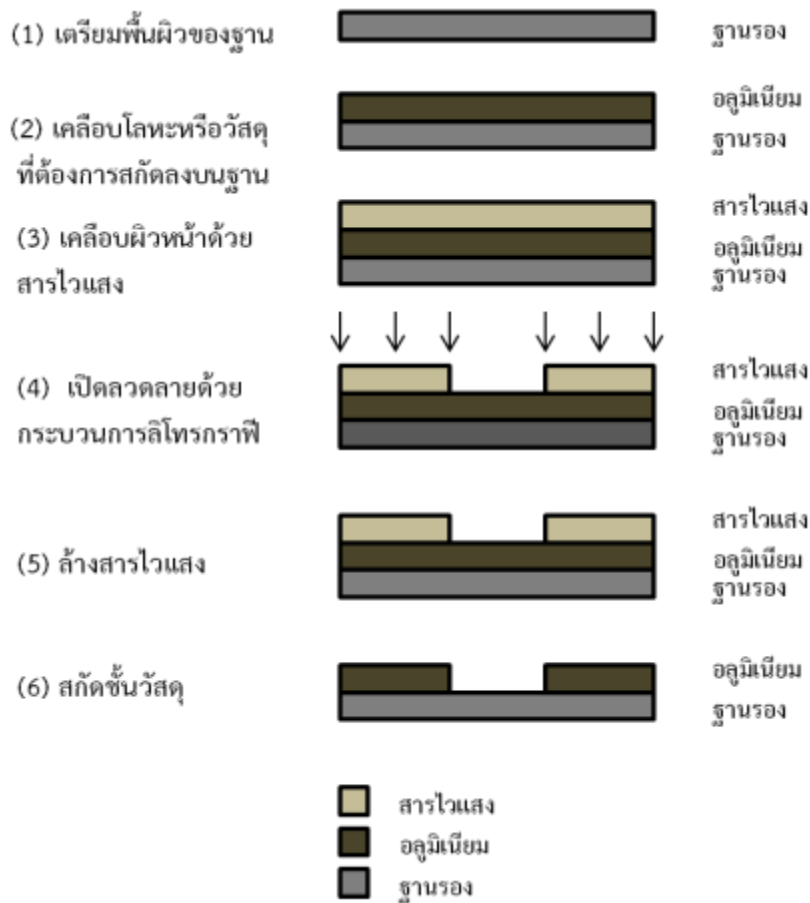
## การกัดแบบเปียก (Wet etching)

การกัดเป็นกระบวนการของการนำโลหะหรือวัสดุออกจากพื้นผิวของฐาน (substrate) โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือการกัดแบบเปียก (Wet etching) และการกัดแบบแห้ง (Dry etching)

การกัดที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีที่เป็นของเหลวเพื่อทำให้ชั้นวัสดุหลุดออกจากพื้นผิวเรียกว่า “การกัดแบบเปียก” ส่วน “การกัดแบบแห้ง” คือกระบวนการกัดด้วยพลาสมา โดยเป็นการใช้ปฏิกิริยาของแก๊สในสถานะพลาสมามาสกัดชั้นวัสดุ

ข้อดีของกระบวนการกัดแบบเปียกคือใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน อัตราการกัดสูง สำหรับข้อเสียเนื่องจากการกัดแบบเปียกมีลักษณะเป็นแบบไอโซโทรปิกซึ่งส่งผลให้สารเคมีกัดกรวดสามารถกัดพื้นผิวภายใต้หน้ากากที่กั้นได้ (under-etching) อีกทั้งการกัดแบบเปียกต้องใช้สารเคมีจำนวนมาก ส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินงานสูง

## กระบวนการกัด (Etching)



ภาพที่1 กระบวนการกัดทางเคมีแบบเปียก (wet etching) การล้างโลหะที่เกิดจากการแข็งตัวโดยหน้ากากกั้นแสง

## กระบวนการสกัดแบบเปียกชั้นพื้นฐานถูกแบ่งออกเป็นสามขั้นตอนดังนี้

- การเคลือบโลหะหรือวัสดุที่ต้องการสกัดลงบนฐาน: โดยการเคลือบชั้นฟิล์มบางของโลหะหรือวัสดุที่ต้องการบนฐานรองเช่น ทองคำ อลูมิเนียม ด้วยเครื่องเคลือบฟิล์มบางเช่น เครื่องระเหยโลหะในสุญญากาศหรือสปีเตอร์ริง เป็นต้น (รูปที่ 1 - 2)
- การเคลือบผิวหน้าด้วยสารไวแสงและเปิดลวดลายด้วยแสง: เป็นการเคลือบผิววัสดุหรือโลหะด้วยพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติไวแสงและทนต่อสารเคมีที่สกัดชั้นวัสดุที่อยู่ด้านล่าง หลังจากนั้นจึงทำการเปิดลวดลายด้วยกระบวนการลิโธกราฟีด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต (รูปที่ 3 - 4)
- การสกัดชั้นวัสดุด้วยสารเคมี: เป็นการสกัดชั้นโลหะหรือวัสดุที่ไม่ได้ถูกเคลือบด้วยสารไวแสงออกจากชิ้นงาน โดยผสมสารเคมีที่เป็นของเหลวในอัตราส่วนต่างๆ ซึ่งจะสามารถควบคุมอัตราการสกัดและระยะเวลาได้แตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของส่วนผสมและหลังจากนั้นจึงล้างสารไวแสงออก (รูปที่ 5 - 6)

สำหรับสารเคมีที่ใช้กัดโลหะประเภทต่างๆที่ใช้งานประจำห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

Always use					
Metals	chemicals	ratio	Rate	Ref.	Also etches
Aluminum Etchant	H <sub>2</sub> O : 49% HF <b>**Always use</b>	98.5 % : 1.5 %		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Ni, SiO <sub>2</sub> , Ti
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid) : HNO <sub>3</sub> (Nitric acid) : CH <sub>3</sub> COOH ( Acetic Acid ) : DI water	3 : 3 : 1 : 1	rate 8.7 A/sec @ room	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Ag, Ni
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid) : HNO <sub>3</sub> (Nitric acid) : CH <sub>3</sub> COOH ( Acetic Acid )	17 : 1 : 3	rate 200 A/sec @ room temperature	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Ag, Ni
Chromium Etchants	Dip in 50% HCL, then touch with Al bar <b>(magic touch) **Always use</b>			<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Ti
	NaOH (Sodium hydroxide) : K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> (Potassium ferrocyanide) : DI water	20 g : 20 g : 100 ml		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	
Gold Etchant	KI (Potassium iodide) : I <sub>2</sub> (iodide) : H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <b>(hydrogen peroxide) **Always use</b>	10 g : 2.5 g : 100 ml	rate 16 nm/sec	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Fe
	HCL (Hydrochloric acid): HNO <sub>3</sub> (Nitric acid)	1 : 3	rate 666 nm/sec	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Etches all metals
Copper Etchants	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Sulfuric acid) : H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (hydrogen peroxide) : DI water <b>**Always use</b>	1 : 1 : 20	for thin copper, Ni compatible	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	
Silver Etchants	NH <sub>4</sub> OH (Ammonium hydroxide) : H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <b>(hydrogen peroxide) **Always use</b>	10 : 1	rate 6 nm/sec	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Al
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid) : HNO <sub>3</sub> (Nitric acid): CH <sub>3</sub> COOH ( Acetic Acid ) : DI water	3 : 3 : 23 : 1	rate 10 A/min	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Al, Ni
Ti	H <sub>2</sub> O : HF 49% conc. <b>**Always use</b>	97ml : 3ml	rate 880 nm/min	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Ni, SiO <sub>2</sub> , Ti
Ni	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid) : HNO <sub>3</sub> (Nitric acid) : CH <sub>3</sub> COOH ( Acetic Acid ) : DI water <b>**Always use</b>	3 : 3 : 1 : 1	rate 66 nm/min @ room temperature	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Al, Ag

Seldom					
Metals	chemicals	Metals	Rate	Ref.	Also etches
Native oxide etchant	HF 47% conc. (Hydrochloric acid) : DI water	1 : 19		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Ni, SiO <sub>2</sub> , Ti
Buffered Oxide Etchant (BOE)	HF 47% conc. (Hydrochloric acid) : NH <sub>4</sub> (ammonia) 40% conc.	1 : 6		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	
TiW Etchant	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (hydrogen peroxide)	30%		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	
Pt	HCl 37% (Hydrochloric acid) : HNO <sub>3</sub> 70% ( Nitric acid 70 % w / w )	570 ml : 30 ml	boiling+stirred, 50 nm/min at 70 C photoresist mask	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid)		10 nm/min at 180 C resist mask not possible	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Al, Cu, Fe, Ni, SiN
SiO <sub>2</sub>	HF : NH <sub>4</sub> F (Ammonium fluorure) : H <sub>2</sub> O	28 : 113 : 170	100-250 nm/min photoresist mask	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>	Metals
Another					
Metals	chemicals	Metals	Rate	Ref.	Also etches
Aluminum (Al)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid): HAc : HNO <sub>3</sub> (Nitric acid): H <sub>2</sub> O	19 : 1 : 1 : 2	40 Å/s	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	SiN, M
	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> (Potassium ferrocyanide)	10%	100 Å/s	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	
Aluminum Oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	NH <sub>4</sub> OH (Ammonium hydroxide) : H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (hydrogen peroxide) : H <sub>2</sub> O	1 : 1 : 3	@ 80 °C	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Al, Poly
Brass (alloy Cu : Zn)	FeCl <sub>3</sub> (Iron (III) chloride)			<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Cu, Ni
	NH <sub>4</sub> SO <sub>5</sub> (ammonium persulfate)	20%		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Al
Carbon (C)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Phosphoric acid) : CrO <sub>3</sub> (Chromium trioxide) : NaCN (sodium cyanide)			<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	SiN

Chromium (Cr)	KMnO <sub>4</sub> (Potassium Permanganate) : NaOH (Sodium hydroxide) : H <sub>2</sub> O	2 : 3 : 1 : 2		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	
Copper (Cu)	FeCl <sub>3</sub> (Iron (III) chloride)	30%		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Ni
	KCN (potassium cyanide)	20%		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Ag, Au
Gallium Arsenide (GaAs)	Br <sub>2</sub> in CH <sub>3</sub> OH (methanol)	5%		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Fe
Iron (Fe)	I <sub>2</sub> (iodide) : KI (Potassium iodide) : H <sub>2</sub> O	1 : 2 : 10		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Au
Nickel (Ni)	FeCl <sub>3</sub> (Iron (III) chloride)	30%		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Cu
Polymers (e.g.: photoresist, wax, epoxies)	NH <sub>4</sub> OH (Ammonium hydroxide) : H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (hydrogen peroxide)	5 : 1	@ 120 °C	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Al
Stainless Steel (alloy Fe : C : Cr)	HF : HNO <sub>3</sub> (Nitric acid)	1 : 1		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Metals
Tin (Sn)	HClO <sub>4</sub> (Perchloric acid) : HAc	2 : 7		<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	

Photoresist development			
Alternative photoresist developers			
photoresist developers	chemicals	ratio	Ref.
AZ Developer	AZ Developer 400k		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>
AZ1512 photoresist	KOH : H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> : DI Water/RO Water	4 g : 1 g : 200 ml	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>
AZP4620 photoresist	KOH : H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> : DI Water/RO Water	4 g : 1 g : 200 ml	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>
SU-8 photoresist	1-Methoxy-2-Propanol Acetate, 97% or greater purity		<a href="#">Thailand MEMS Info</a>
PMMA photoresist (PG developer)	Di(ethylene glycol) butyl ether : Morpholin : Etanolamine : H <sub>2</sub> O	600 ml : 200 ml : 50 ml : 150 ml	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>
PMMA photoresist	IPA : H <sub>2</sub> O	280 ml : 120 ml	<a href="#">Thailand MEMS Info</a>

## สารเคมี (Chemicals)

- บริษัท ไตรเอ็นไซน์ โปรไวเดอร์ จำกัด (TRIENSCIENCE PROVIDER CO., LTD.)

323/13 ซอย ประชาอุทิศ 69 ถนน ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

Tel. : (668) 14229882 / 16846520 / 02-817 2800-1 Fax. : 02-817 2802-3

E-mail: sales@trien science.co.th, smartscm@yahoo.com

- Acetic acid ( glacial ) 100% unhydrous
- Nitric acid 69%, 2.5Lt. @1390 THB
- Hydrogen peroxide 30%w/w, 2.5Lt. @2125 THB
- Ammonia Solution, 2.5Lt. @960 THB
- Sulfuric acid 95-97 %, 2.5Lt. @1320THB
- SODIUM HYDROXIDE (NaOH)
- POTASSIUM IODIDE (KI)
- POTASSIUM HYDROXIDE (KOH)
- KCN (potassium cyanide)
- CH<sub>3</sub>OH (methanol)

- บริษัท วิทยาสรรม จำกัด

ที่อยู่ 335/9-10 ถนนมหาดไทย ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4425-2725 แฟกซ์ 0-4425-9670 เวลาทำการ จันทร์-ศุกร์ เวลา 08:30-17:00 พิกัด 14.9732583, 102.1088389

- POTASSIUM FERRICYANIDE (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>), 500g@520 THB
- Hydrofluoric acid 49%, 2.5Lt. @3500 THB
- Hydrofluoric acid 50%
- Hydrochloric acid fuming 37%, 2.5Lt. @750THB
- Boric acid, 1kg @640 THB
- KMnO<sub>4</sub> (Potassium Permanganate)
- I<sub>2</sub> (iodide)



## น้ำยาล้างชั้นรูป (Photoresist developers)

- SONANT CO., LTD.

57/12 Moo 2 Tambol Banchang. Amphur Muang Pathumthani 12000 Tel (662) 9758522 FAX (662)9757897

- AZ 400k developer
- SU-8 developer
- PMMA photoresist (PG developer)

- MicroChemicals GmbH

Nicolaus-Otto-Straße 39, 89079 Ulm, เยอรมนี Tel +49(0) 731 977343 0 E-mail: info@microchemicals.de

- PMMA photoresist
- AZ1512 photoresist, 05Lt. @214 EUR
- AZP4620 photoresist 1Lt. @527 EUR