

# ITM-31: PROSES PHOTOLITHOGRAPHY DALAM FABRIKASI DIVAIS SEMIKONDUKTOR

**Slamet Widodo dan Nanang Sudrajad**

PPET-LIPI, Jl. Sangkuriang Komp. LIPI Bandung 40135

No.Telp/Fax:022-2504660/022-2504659,

E-mail: [slametwidodo50@gmail.com](mailto:slametwidodo50@gmail.com) dan [slametwi\\_dodo@yahoo.co.id](mailto:slametwi_dodo@yahoo.co.id)

## Abstract

*Photolithography is basic process step for fabrication of semiconductor device by microelectronics technology. The photolithographic process is the process of imprinting a geometric pattern from a mask onto a thin layer ( $\sim \mu\text{m}$ ) of material called a photoresist ( a radiation sensitive material ). First, a photoresist is usually either spin-coated or sprayed onto the silicon wafer and then a mask placed above it. Second, in optical lithography, U.V. radiation is used to change the solubility of the photoresist in a known solvent. Positive photoresists become more soluble on the exposure to the U.V. light where as negative photoresist become less soluble due to a polymerisation process. The manufacture of semiconductor devices and integrated circuits consists of multiple passes through photolithography (or "masking" as it is often called), with process steps such as oxidation, diffusion, gate, contact hole, or metallization following each masking step. The masking step defines the region where the subsequent process step will have its effect. The sum of all process steps produces devices and circuits with specific electrical behavior.*

**Kata Kunci :** *Photolithography, positive and negative photoresist, devices, semikonduktor.*

## Abstrak

*Photolithography merupakan tahapan proses dasar (basic) untuk pembuatan divais semikonduktor dengan teknologi mikroelektronika. Proses photolithography adalah proses pemindahan pola bentuk geometris pada masker ke lapisan tipis (beberapa mikron) dan bahan yang peka terhadap radiasi (photoresist). Pertama, photoresist biasanya dilapiskan dengan cara spin coating atau spray coating untuk melapisi permukaan wafer silikon. Kedua, didalam lithography sinar (radiasi) ultra violet (U.V.) digunakan untuk mengubah kelarutan photoresist ke dalam suatu pelarut. Photoresist positif menjadi lebih larut pada penyinaran dengan sinar u.v., sedangkan photoresist negatif menjadi lebih larut, setelah photoresist ini mengalami proses polimerisasi. Pembuatan divais semikonduktor dan rangkaian terintegrasi (IC) terdiri dari bermacam-macam lapisan melalui photolithography (pelindungmasker) dengan tahapan proses seperti daerah oksidasi, difusi, gate, lubang kontak. atau metalisasi dengan setiap tahap memerlukan pelindung (masker). Tahap pelindung ini menentukan daerah dimana tahap proses berikutnya akan ditentukan. Jumlah semua tahapan proses itu akan menghasilkan divais dan rangkaian dengan sifat listrik yang spesifik.*

**Kata Kunci :** *Photolithography, photoresist positif dan negatif, divais semikonduktor.*

## I. PENDAHULUAN

Lapisan silikon oksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan masker pencegah masuknya ketidakmurnian kedalam bagian wafer yang tidak

dikehendaki pada saat proses difusi. Dengan membuat pola tertentu pada lapisan oksida dapat dilakukan difusi, metalisasi, dan pelapisan polisilikon secara efektif Selain itu

lapisan ini dipergunakan juga untuk menjaga agar silikon (Si) tidak dipengaruhi langsung dalam udara terbuka, dan dapat pula dipakai untuk mengisolasi silikon terhadap interkoneksi. Ada 2 cara penumbuhan silikon oksida, yaitu dengan temperatur tinggi dan dengan temperatur rendah. Penumbuhan dengan temperatur rendah dilakukan dengan CVD (*Chemical Vapour Deposition* = pengendapan uap kimia).

Pada pembuatan rangkaian terintegrasi (IC), kecuali untuk hal-hal khusus. Keabakan lapisan oksida untuk masker pelindung difusi dibentuk dengan metode oksida panas, yaitu dengan jalan menaruh keping (wafer) silikon dalam oksigen kering atau campuran gas dan uap air dan oksigen ( $O_2$  basah) dan dipanasi pada temperatur tinggi (900 -1200 °C). Hubungan antar lapisan (layer) pada chip melalui lubang kontak juga dilakukan dengan melubangi lapisan  $SiO_2$  dilakukan melalui proses photolithography dan etsa. Pada penelitian ini disediakan wafer yang telah dibentuk pada lapisan oksida di atasnya melalui proses oksidasi.

Diatas lapisan  $SiO_2$  pada wafer silikon, fotoreซิส (photoresist) dioleskan dengan cara spinning, digunakan untuk proses Etsa Foto (photo etching). Fotoreซิส ini merupakan bahan molekul tinggi yang coraknya dapat berubah-ubah bila mendapat pengaruh penyinaran cahaya. Fotoreซิส adalah merupakan komposisi kimia molekul tinggi yang mempunyai daya tahan terhadap pelarutan, daya lekat yang kuat, dan peka cahaya, yang digunakan untuk *photo etching*

atau disebut juga fotolitografi (*photolithography*). Pertama, pada permukaan bahan yang akan diproses diolesi fotoreซิส dan dikeringkan. Lalu ditempelkan pola rangkaian yang telah digambar sesuai dengan yang diinginkan, dan disinari dengan sinar ultra violet. Bagian yang tersinari akan terbongkar (larut) oleh cairan pelarut resist positif, dan dengan resist negatif tidak akan melarut. Setelah selesai, fotoreซิส yang tersisa dipadatkan dan dikeringkan. Dengan jalan seperti inilah fotoreซิส akan dihilangkan, setelah bahan uji di etsa dengan larutan kimia, pada lapisan fotoreซิส akan tercetak pola rangkaian. Akhir-akhir ini sebagai pengganti sinar ultra violet dapat dipakai juga berkas elektron atau berkas ion. atau sinar X.

Photolithography adalah proses pemindahan pola geometris pada masker ke lapisan tipis dari material yang peka terhadap radiasi (resist) yang menutupi permukaan wafer semikonduktor dengan metode penyinaran cahaya. Pola resist yang dibentuk oleh proses photolithography bukanlah elemen yang tetap dari devais akhir, tetapi hanya tiruan dari feature rangkaian.

Proses photolithography dalam proses fabrikasi devais semikonduktor merupakan bagian yang penting dimana geometri devais ditentukan pada permukaan wafer silikon. Pembuatan devais semikonduktor terdiri atas berulang kali proses photolithography seperti dalam tahap proses pembukaan gerbang (gate) untuk difusi, oksidasi atau pasivasi atau metalisasi.

## II. MASKER UNTUK PHOTO-LITHOGRAPHY

Masker mengandung pola lapisan yang akan ditransferkan ke wafer untuk membentuk rangkaian. Tiap langkah proses memerlukan sebuah masker yang memuat pola tertentu yang dibuat oleh perancang.

Perancang membuat pola rangkaian dan devais sesuai dengan fungsi IC yang diharapkan. Hasil perancangan mungkin merupakan program komputer, yaitu memakai CAD (*computer aided design*). Oleh pandai silikon, program komputer itu mengatur penggambaran pola tiap masker sesuai dengan keperluan untuk proses pembuatan IC yang telah ditentukan oleh pandai silikon itu.

Antara lain pentransferan pola ke tiap masker dilakukan dengan alat Pattern Generator yang mampu menggambar pada plate kaca masker dengan bantuan sinar yang bentuk dan ukurannya diatur oleh data komputer, menghasilkan pola kontras hitam putih pada masker yang berbentuk kaca tersebut.

Sejumlah masker disiapkan dan selanjutnya dipergunakan dalam proses photolithography untuk merealisasikan chip yang dipesan oleh perancang. Untuk proses MOS diperlukan jumlah masker berkisar antara 9 - 12 buah bergantung pada proses yang ada di pandai silikon itu.

## III. TAHAPAN PROSES PHOTO-LITHOGRAPHY

Proses photolithography dilakukan dengan menggunakan bahan

photoresist. Photoresist merupakan jenis senyawa organik yang peka cahaya (umumnya cahaya ultra violet) seperti cahaya lampu mercury. Pada dasarnya dikenal dua jenis photoresist yaitu yang bersifat photoresist negatip dan photoresist positif.

Photoresist negatip; dimana cahaya ultra violet yang jatuh pada resist menyebabkan terjadinya proses polimerisasi yang menyebabkan ikatan kimianya bertambah kuat sehingga lebih tahan terhadap pelarut.

Photoresist positif; dimana cahaya ultra violet yang jatuh pada resist merusakkan struktur kimia dari senyawa sehingga mudah larut dalam larutan pengembang (*developer*).

Photoresist umumnya harus memiliki sifat-sifat yang diperlukan pada proses divais seperti:

1. Daya adhesi yang baik.
2. Tahan terhadap larutan etchant.
3. Sensitivitas atau kepekaan terhadap cahaya.
4. Resolusi yang baik sehingga pola gambar dalam bentuk orde mikron dapat dicapai dengan tajam.

Contoh dari photoresist negatip : Selectilux N 220; Orint Hunt Way Coat Negative; KPR; KMER; KTFR dan lainlainnya.

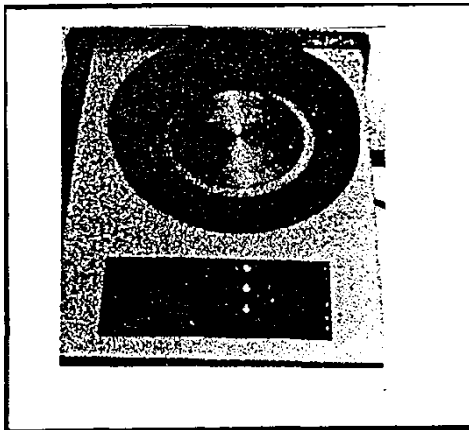
Photoresist positif :

AZ 1350 - J Shipley; AZ 111; AZ 119; AZ 345 dan lain-lainnya.

Hal yang penting perlu diperhatikan pada pemakaian photoresist adalah lapisan hams rata (uniform), homogen dan bebas dari pinhole. Untuk memperoleh lapisan yang merata pada wafer digunakan photoresist

spinner. Untuk viskositas tertentu, ketebalan yang dapat memenuhi syarat pada proses adalah sekitar 2000 - 4000 rpm.

Adapun alat spinner dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini :



**Gambar 1 Spinner**

Teknik Etsa Foto (*Photolithography*) yang menggunakan fotoreisis selain digunakan untuk pembuatan divais semikonduktor, juga untuk pembuatan papan rangkaian tercetak (*printed circuit board, PCB*). Akan tetapi, yang paling kelihatan kemajuannya adalah pada proses pembuatan rangkaian terpadu semikonduktor. Sampai sekarang sudah dapat mentroses a ui kabel berukuran 1 milro meter. dan dlharapkan akan setnakin rneecil sehingga dapat digunakan tidak hanya dalam bidang semikonduktor (*IC* atau *LSI*), tetapi juga untuk proses lain yang mementingkan bahan berukuran kecil.

Selain itu ada tipe resis dengan nama Multiresis, dimana multiresis ini dapat menurunkan daya pelarutan sampai lebih kecil dan 1 mikrometer, dan dapat menambah daya tahan fotoreisis sewaktu pengetsaan. Untuk memenuhi permintaan

dalam meratakan permukaan benda kerja yang tidak rata, saat ini mulai dipakai multiresis dengan daya etsa di bagian bawah, dan kepekaan menerima sinar di bagian atas.

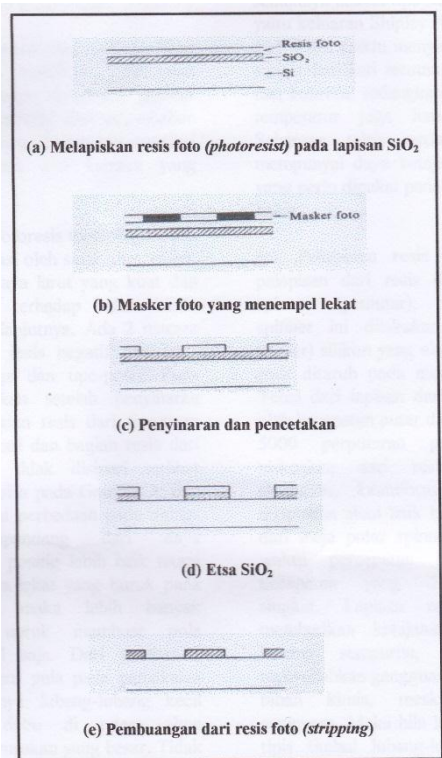
Photolithography (Etsa foto) sangat penting dalam proses pembuatan rangkaian terintegrasi (*IC*) dan bermanfaat untuk etsa yang selektif pilihan pada oksida dan juga untuk etsa dari pola interkoneksi. Proses etsa yang dilakukan secara kontinu diperlihatkan pada Gambar 2. Yang terdiri dari proses-proses :

- (a) Melapiskan foto-resist pada  $\text{SiO}_2$ ,
- (b) Masker foto yang menempel sangat rapat,
- (c) Penyinaran dan pencetakan,
- (d) Etsa  $\text{SiO}_2$ ,
- (e) Pembuangan dari bahan foto-resis sisa,
- (f) Alat pemutar (*spinner*) dan,
- (g) Alat untuk menurunkan (*alignment*) masker.

Hal-hal yang penting dalam etsa foto (*photolithography*) dapat dijelaskan sebagai berikut :

**(a) Masker (pelindung) foto** : Masker foto terdiri dari sebuah pelat gelas dengan pola dari bahan yang tak tembus sinar ultra violet. Bahan itu semacam gelatin yang mengandung halogenida perak (untuk masker yang lunak), atau logam chromium atau oksida logam (untuk masker yang keras). Bahan tipe gelatin walaupun sudah sering dipergunakan untuk proses itu mempunyai kelemahan yaitu mempunyai transmitansi cahaya yang besar pada ujung-

ujungnyanya sehingga tidak tepat dipakai untuk membuat pola yang sangat halus. Tetapi ini baik untuk pola interkoneksi dari aluminium (Al). Karena memberikan faktor refleksi cahaya yang kecil.



**Gambar 2 Tahapan proses Photolithography**

Sebaliknya masker chromium lazim dipergunakan untuk pola halus, walaupun pada ujung-ujung masih mempunyai transmitansi yang besar tetapi adanya faktor refleksi yang besar diperlukan untuk melakukan pencegahan refleksi bila memakai MgF<sub>2</sub> dan sebagainya.

Urutan proses secara umum untuk membuat masker foto sebagai berikut:

- I. Penggambaran gambar asli
- II. Pengecilan intermedia (antara) gambar asli

III. Pembentukan sejumlah gambar yang sama

IV. Pengecilan terakhir.

Proses nomer (iii) kadang-kadang dilakukan bersamaan dengan (iv) atau setelah (iv). Faktor pengecilan hingga akhir terhadap aslinya 250: 1.

Semua proses itu membutuhkan ketepatan dan ketelitian. Terutama diperhatikan adanya deformasi gambar asli karena temperatur dan kelembaban dan lain-lain. Juga diperlukan resolusi yang sangat baik dari kamera yang dipergunakan.

**(b) Fotoresis :**

Fotoresis mempergunakan reaksi polimerisasi oleh sinar ultra violet, membutuhkan daya larut yang kuat dan pula ketahanan terhadap bahan kimia yang dipakai selanjutnya. Ada 2 macam fotoresis yaitu; jenis negatif dan jenis positif (tipe-nega dan tipe-posi). Pada waktu pencetakan setelah penyinaran ultra violet, bagian resis dari tipe-nega yang telah disinari dan bagian resis dari tipe-posi yang tidak disinari terlihat bagian yang tersisa pada Gambar 3. dan hasilnya terdapat perbedaan pada ujung-ujungnya dipandang dari daya ketajaman. tipe positif lebih baik tetapi mempunyai daya lekat yang buruk pada lapisan SiO<sub>2</sub>, maka lebih banyak dipergunakan untuk membuat pola interkoneksi Al saja. Dari gambar 3 mudah dimengerti pula pada pemakaian tipe-nega, adanya lubang-lubang kecil dan adanya debu di udara akan memberikan kerusakan yang besar. Tidak demikian halnya untuk bagian yang tersisa

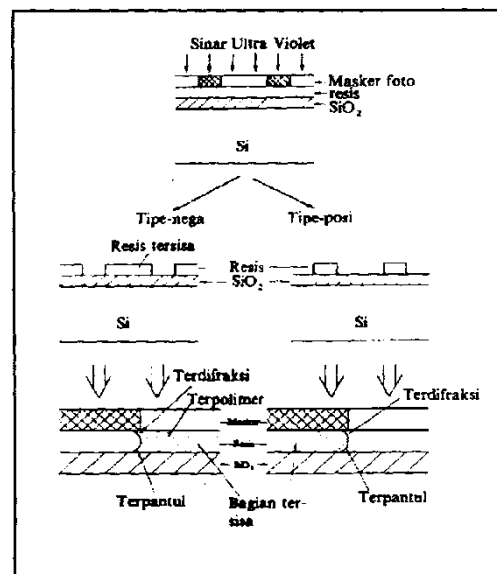
pada tipe-posi tidak timbul kerusakan besar.

Pada tipe-nega bahan-bahan resis yang digunakan yaitu karet alam atau sintetis jenis polivinil cinnamat, dan pada tipe posi menggunakan bahan novlac quinnon diazonium. Resis-resis yang dipasarkan antara lain : KPR Kodak (untuk SiO<sub>2</sub> dan Al), KTFR (untuk SiO<sub>2</sub> dan lapisan logam), KMER (untuk logam dan gelas) dan KOR (untuk logam), semuanya adalah tipe-nega, dan tipe-posi yaitu keluaran Shipley AZ-1350 dan AZ-111. Pada waktu menyimpan resis, harus sangat hati-hati terutama terhadap debu dan kotoran, sedangkan kelembaban dan temperatur juga harus dijaga baik. Sekarang telah terdapat resis yang mempunyai daya ketajaman yang tinggi yang perlu dipakai pada pola yang sangat halus.

**(c) Pelapisan resis :** Dalam proses pelapisan dari resis dipergunakan alat spinner (pemutar). Metoda dengan spinner ini dilakukan dengan keping (wafer) silikon yang akan dilapisi dengan resis ditaruh pada meja yang berputar. Tebal dari lapisan dari resis ditentukan oleh kecepatan putar dari spinner (1000 -5000 perputaran per menit) dan viskositas dari resis itu. Sebagai tambahan, keuniforman lapisan yang dilapiskan akan baik bila momen inersia dari meja putar spinner kecil, sehingga waktu percepatan hingga mencapai kecepatan yang diinginkan sangat singkat. Lapisan resis, bila tebal, memberikan ketajaman/kejelasan yang kurang sempurna, dan bila tipis menyebabkan gangguan terhadap daya tahan

kimia, meskipun resolusinya sempurna. Maka bila lapisan resis terlalu tipis timbul lubang-lubang kecil yang banyak.

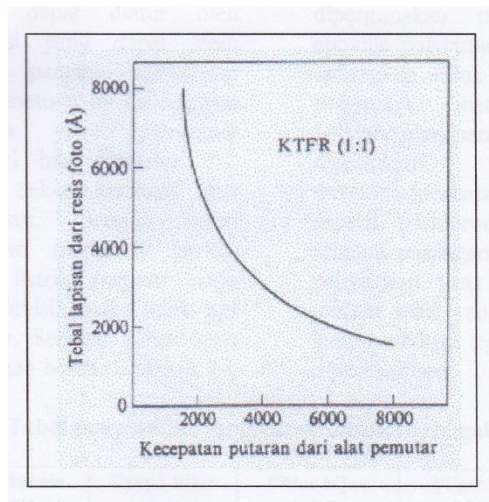
Maka perlu dipilih ketebalan yang sesuai, dan pada Gambar 3 diperlihatkan contoh dari ketebalan lapisan sebagai fungsi dari kecepatan perputaran spinner, ini tidak berlaku umum karena bergantung pada alat spinner, misalnya di laboratorium atau di pabrik, alat perlu diteliti pemakaiannya terlebih dahulu. Metoda lain untuk melapiskan resis yaitu dengan metoda pencelupan, di mana keping (wafer) dicelupkan ke dalam larutan resis, metoda penyemprotan yaitu resis diatomisasi dan disemprotkan. dan metoda pelapisan dengan menggilas yaitu pelapisan resis memakai roller (penggilas). Tetapi path waktu ini kebanyakan dipergunakan spinner dalam pembuatan IC.



**Gambar 3. Perbedaan antara Resis tipe-positif dan tipe-negatif**

**(d) Pemanggangan :** Karena resis yang

dilapiskan pada keping (wafer) tidak cukup keras, maka diadakan pemanggangan-mula (prebake) supaya tidak melekat pada masker, pada temperatur yang tidak menyebabkan reaksi polimerisasi. Dan lagi, lapisan resis yang dilembekkan oleh bahan pengolah (developer), setelah penyinaran dan pengolahan memerlukan pemanggangan lanjut (postbake). Dalam proses ini resis dipanaskan dalam temperatur cukup tinggi, dimana terjadi polimerisasi, dan melekat sangat erat pada keping (wafer) sehingga tidak dapat terkupas pada waktu etsa SiO<sub>2</sub>.



**Gambar 4 Ketergantungan tebal lapisan fotoresis terhadap kecepatan putaran pemutar.**

Tetapi perlu diperhatikan bahwa bila pemanggangan terlalu tinggi temperaturn maka resis dapat retakretak. Waktu dan temperatur yang diperlukan tergantung dari macamnya resis yang dipakai. Bila mempergunakan KPR atau KTFR sekitar 10 menit pada 100 - 120 °C dalam pemanggangan lanjut.

**(e) Penyinaran dan pencetakan :** Dalam proses penyinaran dipergunakan alat alignment (pelurus) masker, yang terdiri dari sumber cahaya (sinar ultra violet, atau kebanyakan dengan lampu merkuri) dan suatu alat yang mudah bergerak pada sumbu x, y dan z dan memutar sumbu putarnya. Sumber cahaya tegak lurus pada permukaan yang disinari dan membutuhkan kekuatan cahaya yang konstan. Keping (wafer) dan masker diimpitkan satu sama lain setelah dicatat dan kemudian disinari. Jumlah cahaya yang disinarkan berlain-lainan tergantung pada bahan resis yang dipergunakan. tebal lapisan dan sebagainya; bila terlalu banyak atau kekurangan penyinaran mempengaruhi ketajaman (resolusi). Dalam hal penggunaan resis tipe-nega, lapisan resis yang harus tersisa (yang melindungi) akan menjadi tipis akibat penyinaran yang kurang dan sebaliknya terjadi polimerisasi yang berlebihan akibat dari penyinaran yang terlalu banyak.

Sekarang, lebar garis yang dapat dihasilkan dengan etsa-foto kira-kira 5 -10 Inn, tetapi sangat sukar menghasilkan lebar garis sekitar 0,5  $\mu$ m karena lebar ini hampir sama dengan panjang gelombang sinar ultra violet. Maka penyinaran dengan mempergunakan berkas-elektron atau sinar-x akan lebih tepat daripada menggunakan sinar biasa. Pada penyinaran dengan memakai berkas elektron, panjang gelombang dari elektron-elektron dapat diatur oleh tegangan-akselerasi yang dapat lebih pendek daripada panjang gelombang ultra violet. Dan metoda ini mempunyai

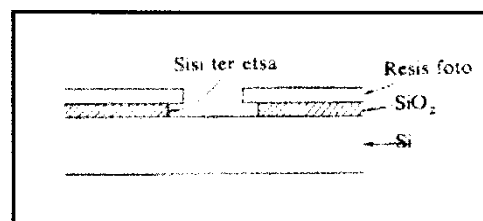
keuntungan lain yaitu mencegah timbulnya difraksi bila diameter dan berkas dikecilkan sekecil-kecilnya. Dan sebagai tambahan, dengan jalan mempolarisasi dan mengulas berkas elektron secara listrik (seperti pada tabung gambar televisi), maka tidak lagi diperlukan masker. Sebagai bahan resis dalam proses dengan berkas elektron ini, dipergunakan pada tipe-nega yaitu epoxide polybutadiene dan polyisoprene, sedangkan untuk tipe-posi dipergunakan polymetyl methacrylate (PMMA). Setelah penyinaran, bagian yang tidak diperlukan dilarutkan dalam developer/pencetak (yaitu bahan organik seperti trichloroethylene yang didapat sebagai pasangan dengan resis). Waktu penyinaran yang tepat untuk berbagai macam resis yang memakai penyinaran lampu merkuri tegangan tinggi (500 W), diperlihatkan pada Tabel 1

**Tabel 1 Tabel penyinaran yang cocok untuk berbagai macam resis**

Macam filter	Tanpa filter	Filter hijau POO	Filter biru LBC8
	33000 Lux	17000 Lux	17000 Lux
KPR	7 (detik)	4- 5 (menit)	6- 8 (detik)
KOR	2	10	1 - 2
OMR	10 - 11	20 - 30	12 - 13
AZ1350	8	10	10
KMFR	25	40	30
KTFR	5	30	6 - 7

(f) Etsa dari lapisan oksida : Ini adalah proses untuk membuka lapisan oksida pada

tempat-tempat yang terpilih (selektif) di mana akan dilakukan difusi. Lapisan oksida yang tidak berguna dilarutkan dengan mencelupkan dalam pelarut dengan waktu yang cukup sehingga oksida terbuang. Sedangkan oksida yang berada di bawah resis tentu saja tidak terlarut. Sebagai bahan etsa untuk silikon dioksida ialah tipe  $NH_4F$  (etsa buffer) yang biasa dipergunakan. Laju dari etsa tergantung pada keadaan sifat oksida, komponen dan temperatur bahan etsa itu, dan dapat dipilih yang optimal. Pada Gambar 5 sisi dari keping wafer teretsa sehingga menimbulkan pola rangkaian tidak beraturan. Juga oksida yang telah digunakan sebagai masker. pada waktu difusi ketidakmurnian bahan fosfor, fosfor masuk ke dalamnya dan mempunyai laju etsa yang besar sehingga sering mengakibatkan etsa-pinggir (side-etched).



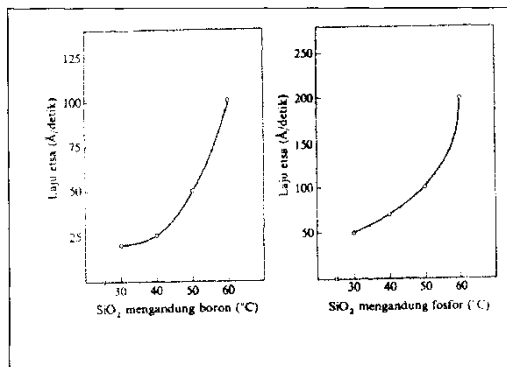
**Gambar 5 Sisi ter-etsa**

Maka sering terjadi resis terlepas. Di samping etsa yang menggunakan larutan, yaitu yang disebut seperti diterangkan diatas, metoda etsa kering yaitu dengan plasma gas HCl mempergunakan resis sebagai etsa-basah masih ada dilakukan yang juga masker.

Dalam Gambar 6, diperlihatkan laju-etsa oksida yang mengandung boron dan juga fosfor, dan sebagai bahan pengetsa



digunakan ammoniumhydrochloric ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) 36 g,  $\text{H}_2\text{O}$  64 ml dan glycerine 32 ml.



a).  $\text{SiO}_2$ : mengandung boron (B)

b).  $\text{SiO}_2$  mengandung fosfor (P) ( $^\circ\text{C}$ )

**Gambar 6 Laju etsa  $\text{SiO}_2$  yang mengandung B atau P**

(g) **Membuang lapisan resis** : Lapisan resis dapat dilarutkan dengan menggunakan asam sulfat pekat panas, tetapi metoda ini tidak dapat digunakan untuk pola jalur aluminium untuk interkoneksi. KPR dihapus dengan memakai pelarut organik seperti trichloroethylene (TCE) setelah lebih dulu dicelupkan dalam larutan pengembang supaya mudah rontok yang terdiri dari campuran dari J-100 dengan methylene chloride. Ada juga cara membuang dengan mengalirkan plasma gas oksigen bergantung pada proses yang ada di pandai silikon itu.

Adapun jalannya proses photolithography adalah sebagai berikut :

1. Oksidasi sampel wafer silikon (tentunya sebelumnya wafer silikon dicuci terlebih dahulu dengan metode RCA).
2. Lapsi wafer silikon dengan photoresist (PR).
3. Expose PR melalui maker A.

4. Pindahkan PR yang tidak terexpose.

5. Kemudian lapisan oksida dietsa dengan larutan HF, untuk membuat jendela (window).

6. Hilangkan PR dan didifusikan dengan B melalui jendela difusi.

Proses dasar dari etsa-foto telah diterangkan, dan dalam Tabel 2 didapat macam-macam resis.

## DISKUSI DAN PEMBAHASAN

1. Setelah proses oksidasi dilanjutkan pelapisan dengan photoresist, tetapi sebelum pelapisan wafer tersebut perlu dipanaskan didalam oven guna menguapkan air (kelembaban) didalam permukaan wafer.

2. Agar tidak terjadi cacat jika dilakukan etsa, maka lapisan photoresist diatas lapisan oksida pada wafer harus benar-benar rata, cara maka cara *spinning* merupakan hal yang paling Flexible, diantara cara lainnya.

3. pemanggangan mula (pre-baking) selalu dilakukan untuk menghilangkan pelarut pada photoresist, sehingga lapisan resist mengering dan menempel dengan baik pada lapisan oksida.

## KESIMPULAN

Photolithography merupakan tahapan proses dasar pada pembuatan divais semikonduktor dengan teknologi mikroelektronika. Pada photolithography ini merupakan proses pemindahan pola bentuk geometris pada masker ke lapisan tipis (thin film) dari bahan yang peka terhadap

cahaya/radiasi (photoresist).

Mula-mula fotoresis (photoresist) dilapiskan dengan cara spin coating untuk melapisi permukaan wafer silikon. Kedua, didalam lithography sinar (radiasi) ultra violet (u.v.) digunakan untuk mengubah kelarutan fotoresis ke dalam suatu pelarut. Fotoresis positif menjadi lebih larut pada penyinaran dengan sinar u.v., sedangkan fotoresis negatif menjadi lebih larut, setelah fotoresis ini mengalami proses polimerisasi.

Pembuatan divais semikonduktor dan rangkaian terintegrasi (IC) terdiri dari bermacam-macam lapisan melalui photolithography dengan pelindung (masker) dan tahapan proses ini melalui tahapan proses lainnya seperti oksidasi, difusi, gate, lubang kontak, atau metalisasi dengan setiap tahap memerlukan masker. Tahap pelindung ini menentukan daerah dimana tahap proses berikutnya akan ditentukan. Jumlah semua tahapan proses itu akan menghasilkan divais dan rangkaian dengan sifat listrik yang spesifik.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. A.C. Adam & C.D. Capin, 1981, J. Electrochem. Soc., 128.
2. After "Positive Photo Resist, 1979, " Shipley Product Data .
3. A. Arisha, P. Young, and M. El Baradie, 2001, A Simulation Model to Characterize Photolithography Process of a Semiconductor Wafer Fabrication, School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Dublin City University, Ireland.
4. D. Hess, 1981, Solid State Tech., 24 (4), 189.
5. F.D Egitto, et al., 1981, Solid State Tech., 24 (12), 71.
6. H. Boyd & M.S. Tang, 1979, Solid State Tech., 22, 133.
7. Jun-Bo Yoon, Chul-Hi Han, Euisik Yoon, and Choong-Ki Kim, 1998, Novel two-step baking process for high-aspect-ratio photolithography with conventional positive thick photoresist, Part of the SPIE Conference on Materials and Device Characterization in Micromachining, Santa Clara, California, SPIE Vol. 3512
8. J.W. Coburn & E. Kay, 1979, IBM J. of Res. and Dev., 23 (1).
9. K.M. Eisele, 1981, J. Electrochem. Soc., 128 (1), 123.
10. L.M. Ephrath, 1982, J. Electrochem. Soc., 129 (3), 63c .
11. R.L. Berrin, 1978, Solid State Tech., 21 (11), 71.
12. Robert Balma, Kevin Petsch, Tolga Kaya, 2011, Proceedings of the 2011 ASEE NC & IL/IN Section Conference ,American Society for Engineering Education, Central Michigan University

**Tabel 2 Karakteristik dan penanganan dari macam-macam fotoreซิส**

	Ke- ken- talan	Bahan padat yang terkan- dung	Be- rat jenis	Untuk bahan	Thinner	Pcmang- gangan mula °C x men	Deve- loper	Laru- tan peril bersih	Pcmang- gangan lanjut °C x men	Pembua- ng resis	Daerah sensi- or	Nega / Posi	Keta- hanan Kimia
KRP	11.7 13.1	6.6 7,6	1,01 6	Si, SiO <sub>2</sub> , Al, Cu, Zn-Cu alloy	KRP thinner	80 x 10	KPR Deve- loper + Ethyl alcohol (ratio 1 to 1)	KPR Develo- per	120 x 10	TCLi Methyle- ne Chlorid- e T-150	2600 4600	Nega	Kuat untuk asam
KOR	46 54	9.2 9,8	1,04 0	Si, SiO <sub>2</sub> , Al	KOR thinner	80 x 10	KOR Develo- per+ Ethyl alcohol (ratio 1 To 1)	KPR Deve- loper	120 x 10	TCE Methyle- ne Chlorid- e T-I 50	2600 - 4600	Nega	Kuat untuk asam
KM ER	396- 504	24,7 27.3	11,90 1	Si, SiO <sub>2</sub> , Al metal	KM ER thinner	120 x 10	KM ER Develo- per + Isopro- pyl alcohol	KM LIZ Deve- loper	120 x 10	TCE sylene T-100	3060 4800	Nega	Kuat untuk asam
KIE R	485 - 555	27,2 28,3	0,89 3	Si, SiO <sub>2</sub> Al metal	KM ER thinner	80 x 20	KM ER Develo- per	KTFR rinse	100 x 10	TCE sylene T-100	3060 4800	Nega	Kuat untuk asam
AZ III	36, 2 ±1	17.5		Hampir Sama dengan KPR Cocok untuk AC	AZ thinner	75 x 10	AZ303 Atau larutan alkali	Air Suling (DI H <sub>2</sub> O)	90 x 100	AZ Remove- r atau larutan alkali	3400 - 4500	Posi	Kuat Untuk asam lemah untuk alkali
AZ 1350	6-8	11,5	-	Hampir Sama dengan KPR Cocok untuk AC	AZ Thiner	60-63 x 5 – 10	AZ303 atau larutan alkali	Air suling (DI H <sub>2</sub> O)	120 x 30	AZ rcmover atau larutan alkali	U.V. 4500	Posi	Kuat Untuk asam lemah amok alkali