Positiv- bzw. Negativ-Photoresists AR-U 4000

AR-U 4000 Image Reversal Resistserie

Bildumkehrresist für die Herstellung von integrierten Schaltkreisen

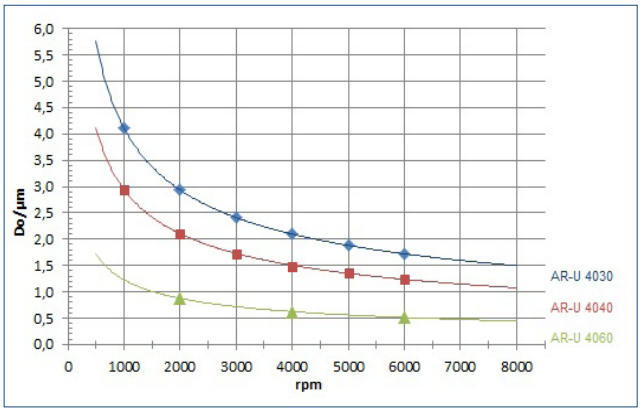
Charakterisierung

- BB-UV, i-line, g-line, negativ bis 450 nm belichtbar
- hohe Lichtempfindlichkeit, hohe Auflösung
- je nach Verarbeitungsregime pos. oder neg. Bild mit Strukturwiedergaben im Sub-µm-Bereich
- ohne zusätzliche Prozessschritte positiv arbeitend
- hoher Kontrast im Negativmodus, stark unterschnittene Profile möglich (Lift-off)
- Novolak-Bisazid-Kombination
- Safer Solvent PGMEA

Eigenschaften I

Parameter / AR-U	4030	4040	4060
Feststoffgehalt (%)	37	34	23
Viskosität 25 °C (mPas)	28	19	6
Schichtdicke/4000 rpm (µm)	1,8	1,4	0,6
Auflösung (µm)	0,8	0,7	0,5
Kontrast	3,0	3,0	3,5
Flammpunkt (°C)	42		
Lagerung bis 6 Monate (°C)	8 - 12		

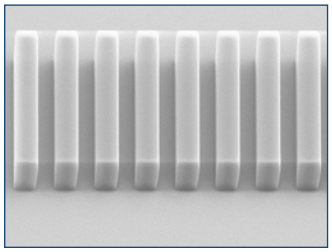
Spinkurve



Eigenschaften II

Glas-Temperatur °C	108		
Dielektrizitätskonstante	3,1		
Cauchy-Koeffizienten unbelichtet / belichtet	N_0	1,620	1,618
	N_1	57,0	82,8
	N_2	220,4	130,5
Plasmaätzraten (nm/min) (5 Pa, 240-250 V Bias)	Ar-sputtern	8	
	O_2	169	
	CF_4	40	
	80 CF_4 + 16 O_2	89	

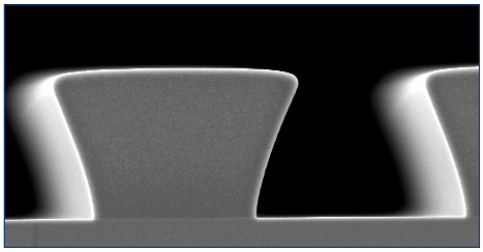
Strukturauflösung



AR-U 4040

1,0 µm Positivstrukturen bei 1,4 µm Schichtdicke

Reststrukturen



AR-U 4030
Unterschnittene Negativstrukturen bei 2,5 µm Schichtdicke

Prozessparameter

Substrat	Si 4“ Wafer
Temperung	90 °C, 1 min, hot plate
Belichtung	g-line stepper (NA: 0,56)
Entwicklung	AR 300-35, 1 : 1, 60 s, 22 °C

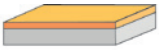
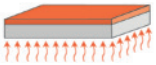
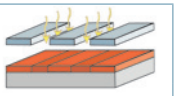
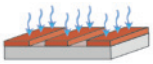
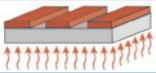
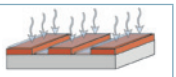
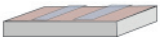
Prozesschemikalien

Haftvermittler	AR 300-80 neu
Entwickler	AR 300-35, AR 300-26
Verdünner	AR 300-12
Remover	AR 300-76, AR 300-72

Positiv- bzw. Negativ-Photoresists AR-U 4000

Prozessbedingungen Positivprozess

Dieses Schema zeigt ein Prozessierungsbeispiel für die Resists AR-U 4000. Die Angaben sind Richtwerte, die auf die eigenen spezifischen Bedingungen angepasst werden müssen. Weitere Angaben zur Prozessierung ☞ „Detaillierte Hinweise zur optimalen Verarbeitung von Photoresists“. Empfehlungen zur Abwasserbehandlung und allgemeine Sicherheitshinweise ☞ „Allgemeine Produktinformationen zu Allresist-Photoresists“.

Beschichtung 	AR-U 4030	AR-U 4040	AR-U 4060
	4000 rpm, 60 s 1,8 µm	4000 rpm, 60 s 1,4 µm	4000 rpm, 60 s 0,6 µm
Temperung (± 1 °C) 	100 °C, 2 min hot plate oder 85 °C, 25 min Konvektionsofen		
UV-Belichtung 	Breitband-UV, 365 nm, 405 nm, 436 nm Belichtungsdosis (E_0, BB-UV-Stepper):		
	38 mJ/cm^2	34 mJ/cm^2	28 mJ/cm^2
Entwicklung (21-23 °C ± 0,5 °C) Puddle 	AR 300-35, 1 : 1 60 s	AR 300-35, 1 : 1 60 s	AR 300-35, 1 : 2 60 s
Spülen	DI-H_2O, 30 s		
Nachtemperung (optional) 	Nicht erforderlich		
Kundenspezifische Technologien 	Erzeugung der Halbleitereigenschaften		
Removing 	AR 300-76 oder O_2-Plasmaveraschung		

Entwicklungsempfehlungen

Resist / Entwickler Positivprozess	AR 300-26	AR 300-35	AR 300-47
AR-U 4030 (1,8 µm)	1 : 4	1 : 1	1 : 2
AR-U 4040 (1,4 µm)	1 : 5	1 : 1	1 : 2
AR-U 4060 (0,6 µm)	1 : 8	1 : 2	1 : 3

Positiv- bzw. Negativ-Photoresists AR-U 4000

Prozessbedingungen Negativprozess

Dieses Schema zeigt ein Prozessierungsbeispiel für die Resists AR-U 4000. Die Angaben sind Richtwerte, die auf die eigenen spezifischen Bedingungen angepasst werden müssen. Weitere Angaben zur Prozessierung ☞ „Detaillierte Hinweise zur optimalen Verarbeitung von Photoresists“. Empfehlungen zur Abwasserbehandlung und allgemeine Sicherheitshinweise ☞ „Allgemeine Produktinformationen zu Allresist-Photoresists“.

Beschichtung	AR-U 4030	AR-U 4040	AR-U 4060
	4000 rpm, 60 s 1,8 µm	4000 rpm, 60 s 1,4 µm	4000 rpm, 60 s 0,6 µm
Temperung (± 1 °C)	90 -100 °C, 1 min hot plate 85 °C, 25 min Konvektionsofen		
Primär-UV-Belichtung	BB-UV, 365 nm, 405 nm, 436 nm, 90 % Schichtaufbau Belichtungsdosis (E_0, BB-UV-Stepper):		
	42 mJ/cm^2	36 mJ/cm^2	30 mJ/cm^2
Image Reversal Bake - Umkehrtemperung	115 °C, 4 min hot plate oder 110 °C 25 min Konvektionsofen		
Flut-Belichtung	BB-UV, ca. 2 faches der Primärbelichtung ohne Maske Belichtungsdosis (E_0, BB-UV-Stepper):		
	74 mJ/cm^2	68 mJ/cm^2	55 mJ/cm^2
Entwicklung (21-23 °C ± 0,5 °C) Puddle	AR 300-35, 4 : 3 60 s	AR 300-35, 1 : 1 60 s	AR 300-35, 2 : 3 60 s
Spülen	DI-H_2O, 30 s		
Nachtemperung (optional)	Nicht erforderlich		
Kundenspezifische Technologien	Erzeugung der Halbleitereigenschaften bzw. Lift-off		
Removing	AR 300-70 oder O_2-Plasmaveraschung		

Entwicklungsempfehlungen

Resist / Entwickler Negativprozess	AR 300-26	AR 300-35	AR 300-47
AR-U 4030 (1,8 µm)	1 : 4	4 : 3	3 : 2
AR-U 4040 (1,4 µm)	1 : 5	1 : 1	2 : 3
AR-U 4060 (0,6 µm)	1 : 6	2 : 3	1 : 2

Positiv- bzw. Negativ-Photoresists AR-U 4000

Verarbeitungshinweise

Positiv-Resist:

Der Image Reversal Resist lässt sich ganz normal als Positivlack verwenden. Da der Lack aufgrund seiner Bestandteile das Potential zum Vernetzen hat, wird ein Soft-Bake nach dem Beschichten bei nur 85 °C (Ofen) oder 90 °C (hot plate) empfohlen. Für die Erzeugung möglichst senkrechter Kanten muss eine relativ hohe Belichtungsdosis gewählt werden. Wenn Gräben mit abfallenden Kanten (z.B. 60°-Winkel) benötigt werden, muss die bildmäßige Belichtung deutlich reduziert werden. Ein Unterschnitt ist im Positiv-Prozess nicht zu erreichen.

Bei der UV-Belichtung werden die alkaliunlöslichen Naphthochinondiazide (NCD) in alkalilösliche Indencarbonsäure-Derivate umgewandelt. Diese können dann zusammen mit dem ebenfalls alkalilöslichen Novolak bei der Entwicklung herausgelöst werden. Eine hohe Belichtungsdosis sorgt für eine vollständige Photolyse der NCD in der ganzen Schicht, als Folge der schnellen und gleichmäßigen Entwicklungsgeschwindigkeit entstehen senkrechte Kanten. Bei der kurzen Belichtungszeit sind die unteren Schichten des Resists nur unvollständig belichtet, die Entwicklungsgeschwindigkeit wird daher „unten“ langsamer und es entsteht eine Böschung. Hinweis: Die Temperaturstabilität positiv entwickelter Strukturen kann durch eine abschließende Flutbelichtung und Temperung bei 95-105 °C signifikant erhöht werden.

Negativ-Resist:

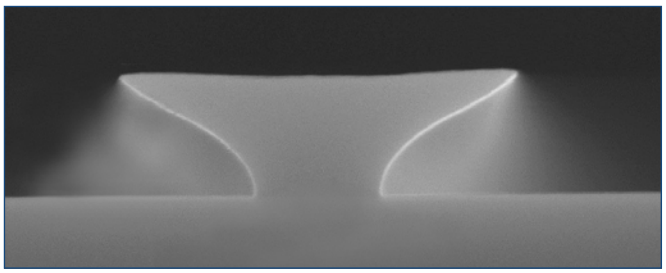
Mit diesem Lack ist auch die Erzeugung von negativen Strukturen möglich. Der Resist enthält eine aminische Komponente, die beim Positiv-Prozess keinen Einfluss ausübt. Tempert man jedoch die bildmäßig belichtete Resistschicht nach der Primärbelichtung, reagiert an den belichteten Stellen das Amin mit der Indencarbonsäure, es kommt zu einer Vernetzung. Damit werden die belichteten Areale wieder alkaliunlöslich. Um den Negativ-Prozess effektiv zu gestalten, ist eine Belichtung der bisher unbelichteten Flächen mittels einer ganzflächigen Flutbelichtung (Belichtung ohne Maske) notwendig. Dabei wird dort die alkalilösliche Indencarbonsäure gebildet, die vernetzten Strukturen bleiben unverändert. Mit der Entwicklung wird nun das negative Bild erzeugt.

Zur Erzeugung senkrechter Kanten muss im Negativ-Modus eine hohe Primärbelichtung gewählt werden. Ein intensiveres Reversal Bake (bis zum empfohlenen Maximum) unterstützt die Ausbildung der senkrechten Kanten.

Zur Erzeugung von Lift-off-Strukturen sollte die Primärbelichtung relativ gering sein. Wie beim Positiv-Modus beschrieben, prägt sich dann ein Graben mit einer Böschung aus. Dieser Graben wird beim Reversal Bake wieder alkaliunlöslich, die anschließende Flutbelichtung macht alle anderen Flächen alkalilöslich. Bei der Entwicklung bleiben dann die typisch unterschnittenen Strukturen zurück, die für den Lift-off Prozess besonders geeignet sind.

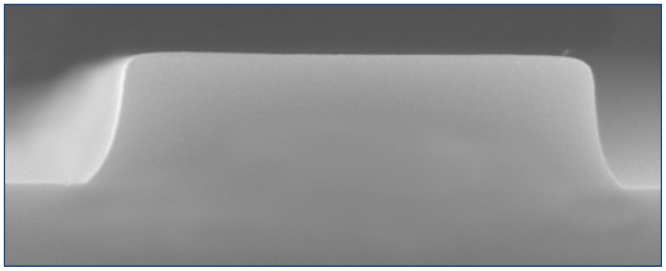
Vergrößerung des Unterschnittes:
- geringe Primärbelichtung
- niedrige Temperatur beim Reversal Bake
- Verlängerung der Entwicklungszeit

Senkrechte Kanten:
- hohe Primärbelichtung
- hohe Temperatur beim Reversal Bake
- Verkürzung der Entwicklungszeit



Ausgeprägter Unterschnitt, geringe Belichtungsdosis, niedrige Bake-Temperatur

Senkrechte Kante, hohe Belichtungsdosis, hohe Bake-Temperatur



Positiv-Abbildung mit „Böschung“, geringe Belichtungsdosis