Positiv-E-Beamresists AR-P 610er

AR-P 617 E-Beamresists für die Nanometerlithographie

Copolymerresistserie zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen und Masken

Charakterisierung

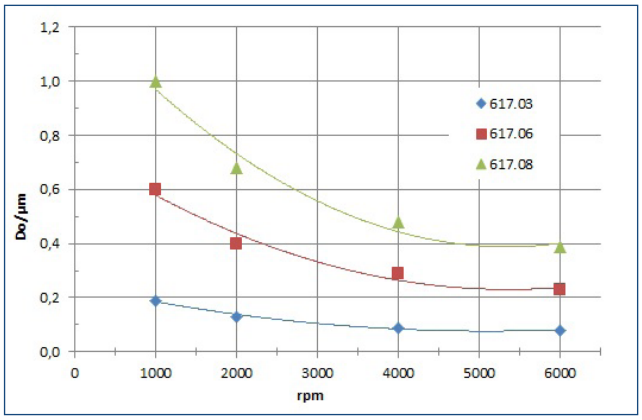
- E-Beam, Tief-UV (248 nm)
- höchste Auflösung, hoher Kontrast
- starke Haftung auf Glas, Silizium und Metallen
- 3-4 x empfindlicher als PMMA,
- Empfindlichkeit über Softbake einstellbar
- für Planarisierungen und Mehrlagenprozess
- thermisch stabil bis 240 °C
- Copolymer auf der Basis von Methylmethacrylat und Methacrylsäure, safer solvent 1-Methoxy-2-propanol

Eigenschaften I

Parameter / AR-P	617.03	617.06	617.08
Feststoffgehalt (%)	3,0	6,0	8,0
Viskosität 25 °C (mPas)	7	20	36
Schichtdicke/4000 rpm (nm)	90	290	480
Auflösung bester Wert (nm)	10		
Kontrast	6		
Flammpunkt (°C)	38		
Lagertemperatur (°C) *	10 - 22		

* Die Produkte sind 6 Monate ab Verkaufsdatum bei vorschriftsmäßiger Lagerung garantiert haltbar und darüber hinaus ohne Gewähr bis Etikettendatum verwendbar.

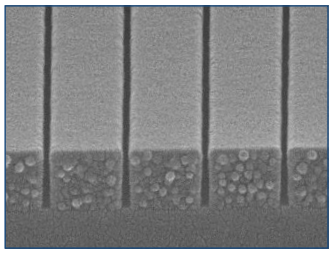
Spinkurve



Eigenschaften II

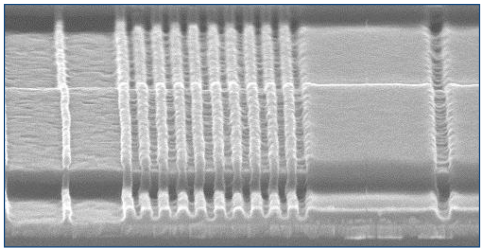
Glas-Temperatur (°C)	150	
Dielektrizitätskonstante	2,6	
Cauchy-Koeffizienten	N_0	1,488
	N_1	44,0
	N_2	1,1
Plasmaätzraten (nm/min) (5 Pa, 240-250 V Bias)	Ar-Sputtern:	16
	O_2	291
	CF_4	56
	80 CF_4 + 16 O_2	151

Strukturauflösung



AR-P 617.03
30 nm Gräben bei einer Schichtdicke von 120 nm

Resiststrukturen



AR-P 617.03
150 nm Stege über 200 nm Oxidstufen

Prozessparameter

Substrat	Si 4"-Wafer
Temperung	200 °C, 2 min, Hotplate
Bestrahlung	ZBA 21, 20 kV
Entwicklung	AR 600-50, 2 min, 21°C

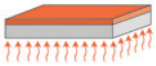
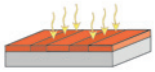
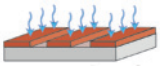
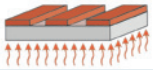
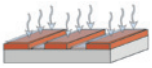
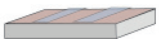
Prozesschemikalien

Haftvermittler	AR 300-80 neu
Entwickler	AR 600-50, AR 600-55
Verdünner	AR 600-07
Stopper	AR 600-60
Remover	AR 600-71, AR 300-76

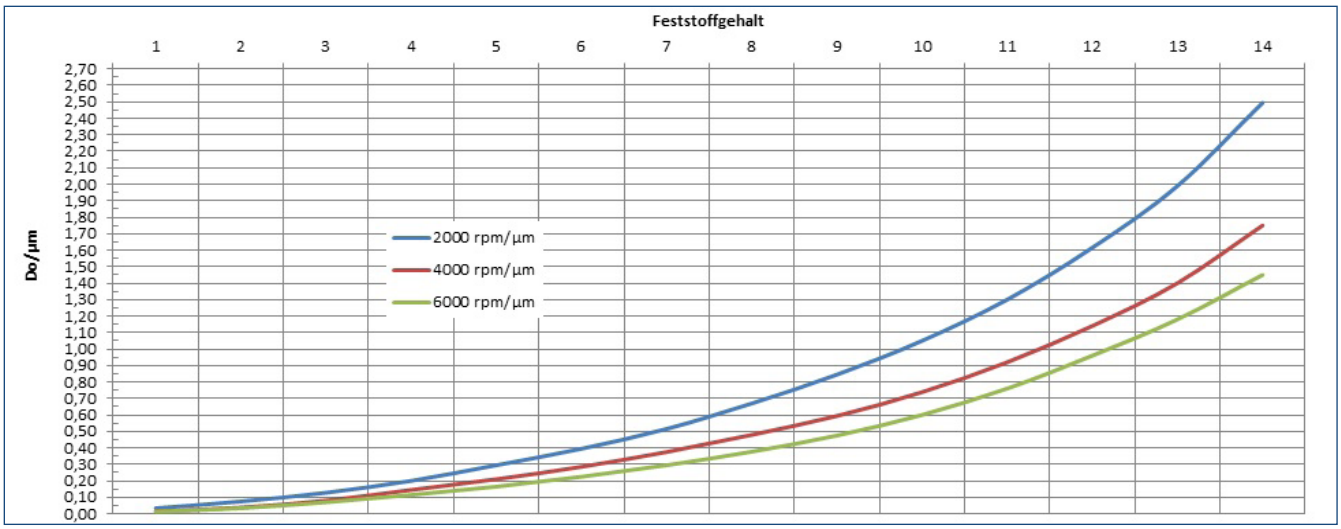
Positiv-E-Beamresists AR-P 610er

Prozessbedingungen

Dieses Schema zeigt ein Prozessierungsbeispiel für die Resists AR-P 610. Die Angaben sind Richtwerte, die auf die eigenen spezifischen Bedingungen angepasst werden müssen. Weitere Angaben zur Prozessierung ☞ „Detaillierte Hinweise zur optimalen Verarbeitung von E-Beamresists“. Empfehlungen zur Abwasserbehandlung und allgemeine Sicherheitshinweise ☞ „Allgemeine Produktinformationen zu Allresist-E-Beamresists“.

Beschichtung	AR-P 617.06 4000 rpm, 60 s, 290 nm
Temperung (± 1 °C) 	200 °C, 25 min Hotplate oder 200 °C, 30 min Konvektionsofen
E-Beam-Bestrahlung 	ZBA 21, Beschleunigungsspannung 20 kV Bestrahlungsdosis (E_0): 30 µC/cm^2, 500 nm space & lines
Entwicklung (21-23 °C ± 1 °C) Puddle 	AR 600-50, 60 s
Stoppen	AR 600-60, 30 s
Nachtemperung (optional) 	130 °C, 1 min Hotplate oder 130 °C, 25 min Konvektionsofen für eine leicht verbesserte Plasmaätzbeständigkeit
Kundenspezifische Technologien 	z.B. Erzeugung der Halbleitereigenschaften
Removing 	AR 300-76 oder O_2-Plasmaveraschung

Schichtdicken des AR-P 617 vs. Feststoffgehalt und Drehzahl



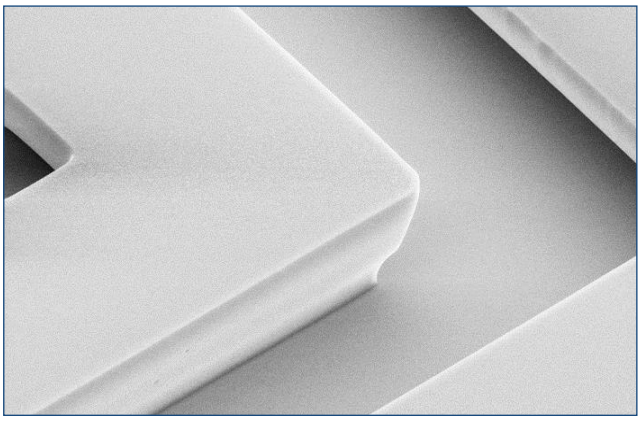
Positiv-E-Beamresists AR-P 610er

Hinweise für die Verarbeitung

Die Resistempfindlichkeit wächst mit steigender Soft-Bake-Temperatur aufgrund der intensiveren Anhydridbildung der Methacrylsäure unter Wasserabspaltung (☞ Grafik Dosis vs. Soft-Bake-Temperatur). Dadurch ist der AR-P 617 bei Temperungen bei 200 °C gegenüber 180 °C etwa 20 % empfindlicher. Die Dosis kann somit eingestellt werden. Das ist bei einem Zweilagensystem aus zwei Schichten AR-P 617 von großer Bedeutung. Dazu wird zuerst die untere Schicht bei 200 °C getrocknet und dann gemeinsam mit der oberen Schicht bei 180 °C getempert.

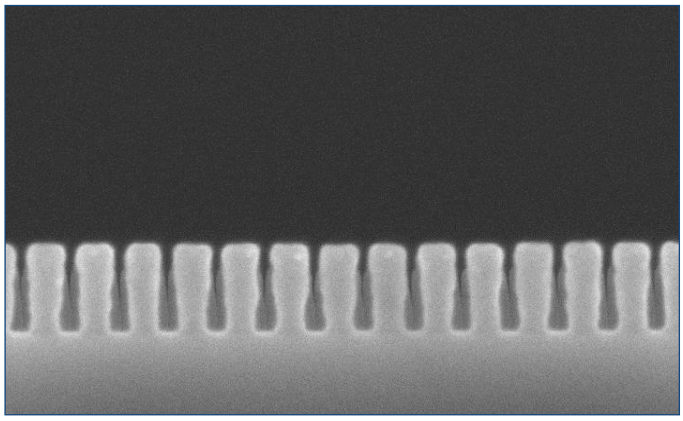
Durch die erfolgte Differenzierung wird die untere Schicht schneller vom Entwickler angegriffen, es entstehen stark unterschnittene Strukturen (lift-off). Solche Lift-off-Strukturen können auch mit dem Zweilagensystem PMMA/ Copolymer hergestellt werden. Zuerst wird der AR-P 617 beschichtet und bei 190 °C getempert, dann der PMMA-Resist AR-P 679.03 aufgeschleudert und bei 150 °C getrocknet. Nach der Bestrahlung werden beide Schichten in einem Schritt z.B. mit dem AR 600-56 entwickelt, mit dem AR 600-60 gestoppt und dann abgespült.

Lift-off-Struktur mit zwei Schichten AR-P 617



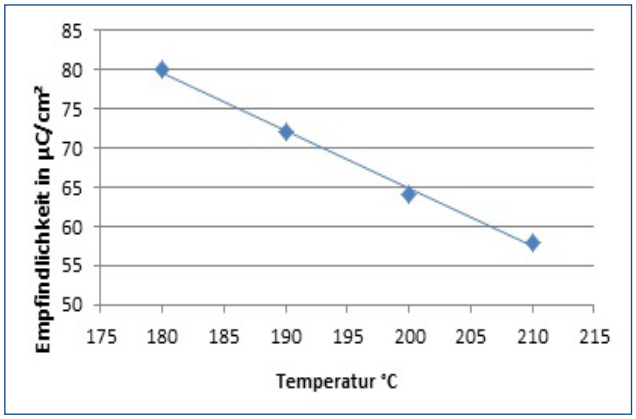
Nach der Entwicklung mit AR 600-50
Unten: AR-P 617.06, 400 nm dick bei 200 °C getempert
Oben: AR-P 617.06, 500 nm dick bei 180 °C getempert

Unterschnittene Struktur mit PMMA/ Copolymer



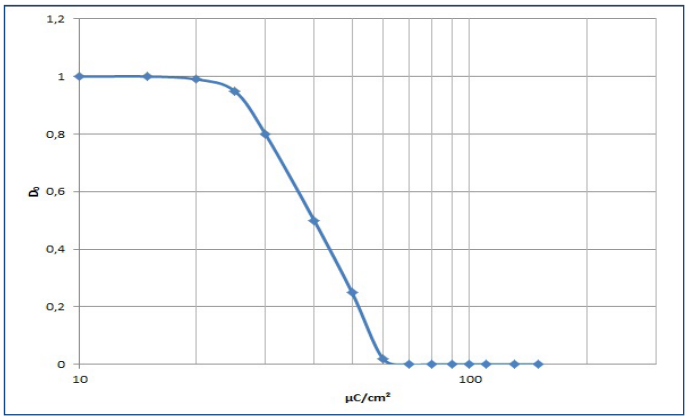
Zweilagensystem PMMA/Copolymer nach der Entwicklung
Unten: AR-P 617.06, 400 nm dick bei 190 °C getempert
Oben: AR-P 679.06, 180 nm dick bei 150 °C getempert

Dosis vs. Soft-Bake-Temperatur beim AR-P 617



Mit steigender Temperatur wird der AR-P 617.08 (Schichtdicke 680 nm) linear empfindlicher.

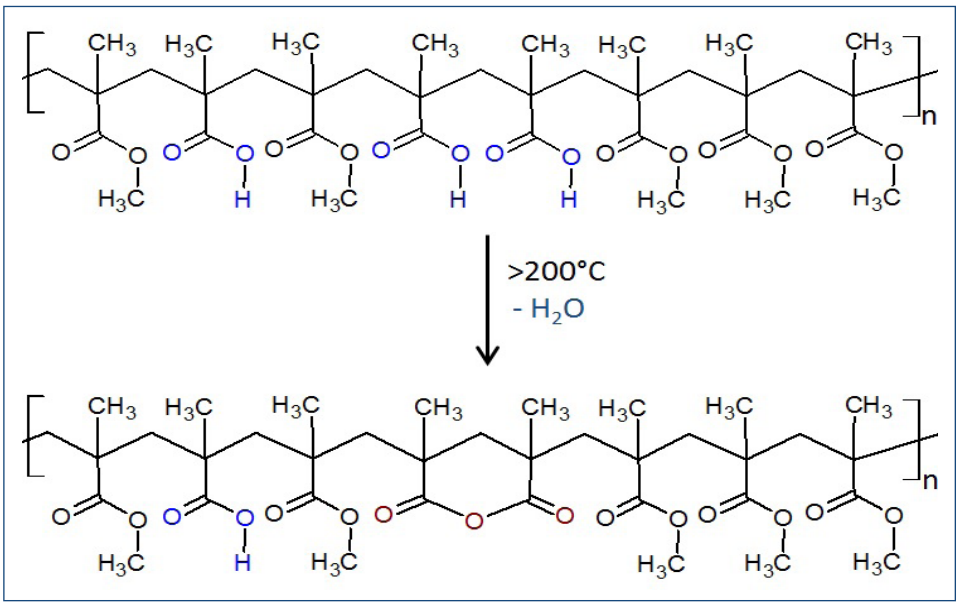
Gradationskurve des AR-P 617

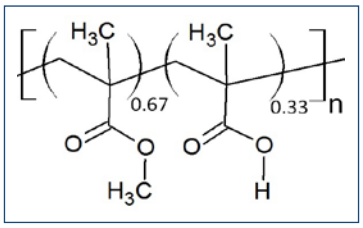


Bei einer Schichtdicke von 350 nm wurde ein Kontrast von 5,0 gemessen (30 kV, Entwickler AR 600-50)

Positiv-E-Beamresists AR-P 610er

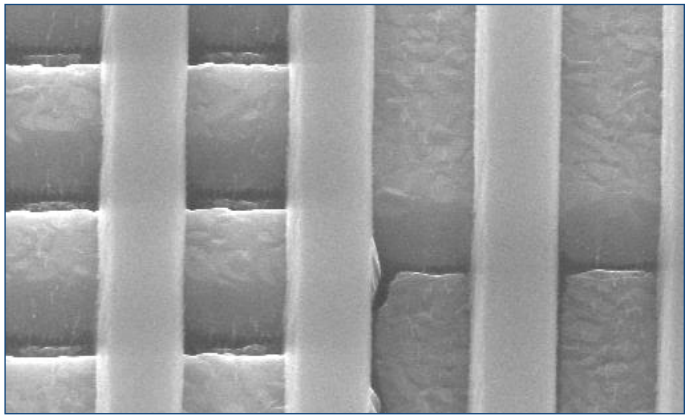
Empfindlichkeitssteigernde Reaktion beim Tempern





Das Copolymer aus Methylmethacrylat und Methacrylsäure ist im Gegensatz zu den reinen PMMA´s in der Lage, bei einer thermischen Belastung einen 6-Ring zu bilden. Dazu müssen 2 Methacrylsäure-Gruppen nebeneinander in der Polymerkette angeordnet sein (siehe große Strukturformel links). Bei einem Mischungsverhältnis von 2 : 1 (PMMA : Methacrylsäure) kommt das statistisch gesehen ausreichend oft vor (siehe Summenformel oben rechts). Die Reaktion ist bei dieser Temperatur möglich, weil das entstehende Wasser eine sehr gute Abgangsgruppe ist. Der gebildete 6-Ring ist bei einer Bestrahlung mittels Elektronen einfacher zu brechen als die aliphatische Restkette. Daraus resultiert die höhere Empfindlichkeit des Copolymers. Die eingestellte Empfindlichkeit bleibt dann unverändert erhalten, eine Rückreaktion unter Ringöffnung ist unmöglich.

Planarisierung mit dem AR-P 617



AR-P 617.12 Strukturen über Topologien

Aufgrund des ausgezeichneten Beschichtungsverhaltens ist es möglich, vorhandene Topologien auf einem Wafer einzuebnen und anschließend zu entwickeln. In dem Beispiel wurden 200 nm hohe Oxid-Strukturen mit dem AR-P 617.08 beschichtet. Die Schichtdicke betrug 780 nm. Nach der Bestrahlung (20 kV) und der Entwicklung (AR 600-50, 2 min) bedeckten absolut planare Resiststege den gegliederten Wafer.