



Negativ-Photoresists AR-N 4400 (CAR 44)

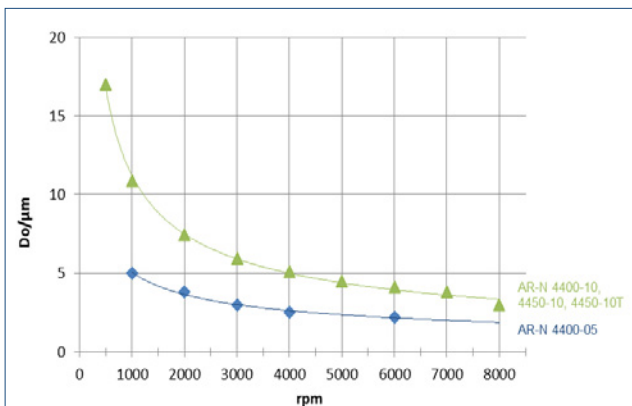
AR-N 4400 Photoresistserie für hohe Schichtdicken

Dicke Negativresists für Galvanik, Mikrosystemtechnik und LIGA $\leq 20 \mu\text{m}$

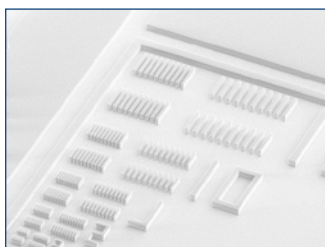
Charakterisierung

- i-, g-line, E-Beam, X-Ray, Synchrotron, Breitband-UV
- chemisch verstärkt, sehr gute Haftung, galvanostabil
- sehr hohe Empfindlichkeit, leicht entfernbar
- Profile hoher Kantensteilheit für exzellente Auflösung, Abdeckung von Topologien
- 4400-05/-10 für Schichten bis $10 \mu\text{m}/20 \mu\text{m}$ (250 rpm)
- 4450-10T für Schichtdicken bis $20 \mu\text{m}$ und lift-off
- Novolak, Vernetzer und aminischer Säuregenerator
- safer solvent PGMEA

Spinkurve



Strukturauflösung



AR-N 4400-10
3 μm Auflösung bei einer Schichtdicke von 15 μm

Eigenschaften I

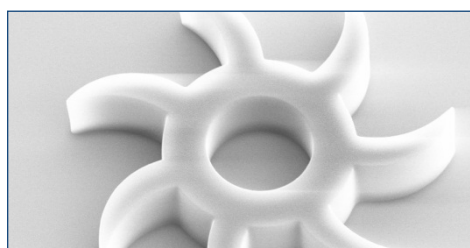
Parameter / AR-N	4400-05	4400-10
Feststoffgehalt (%)	33	45
Schichtdicke/1000 rpm (μm)	5	10
Auflösung (μm)	1,0	2,0
Kontrast	4,0	4,0
Flammpunkt ($^{\circ}\text{C}$)	42	
Lagertemperatur ($^{\circ}\text{C}$)*	10 - 18	

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

Eigenschaften II

Glas-Temperatur $^{\circ}\text{C}$	102	
Dielektrizitätskonstante	3,1	
Cauchy-Koeffizienten	N_0	1,615
	N_1	77,6
	N_2	64,1
Plasmaätzraten (nm/min) (5 Pa, 240-250 V Bias)	Ar-sputtern	3
	O_2	122
	CF_4	31
	80 CF_4 + 16 O_2	81

Resiststrukturen



Turbinenrad aus dem AR-N 4400-10

Prozessparameter

Substrat	Si 4" Wafer
Temperung	95 $^{\circ}\text{C}$, 10 min, hot plate
Belichtung	Maskaligner MJB 3, Kontaktbelichtung
Entwicklung	AR 300-47, pur, 3 min, 22 $^{\circ}\text{C}$

Prozesschemikalien

Haftvermittler	AR 300-80 neu
Entwickler	AR 300-47, AR 300-44
Verdünner	AR 300-12
Remover	AR 600-71



Negativ - Photoresists AR-N 4400 (CAR 44)

AR-N 4400 Photoresistserie für hohe Schichtdicken

Sehr dicke Negativresists für Galvanik, Mikrosystemtechnik und LIGA $\geq 50 \mu\text{m}$

Charakterisierung

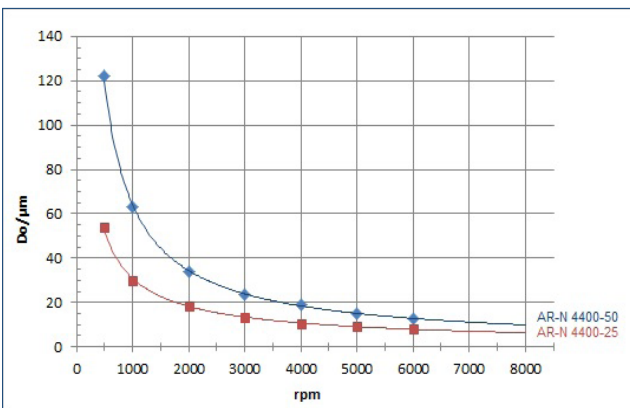
- i-, g-line, E-Beam, X-Ray, Synchrotron, Breitband-UV
- chemisch verstärkt, sehr gute Haftung, galvanostabil
- sehr hohe Empfindlichkeit, leicht entfernbar
- Profile hoher Kantensteilheit für exzellente Auflösung, Abdeckung von Topologien
- 4400-25 für hohe Schichten bis $50 \mu\text{m}$ (250 rpm)
- 4400-50 für höchste Schichtdicken bis $100 \mu\text{m}$
- Novolak, Vernetzer und aminischer Säuregenerator
- safer solvent PGMEA

Eigenschaften I

Parameter / AR-N	4400-25	4400-50
Feststoffgehalt (%)	52	58
Schichtdicke/1000 rpm (μm)	25	50
Auflösung (μm)	3,5	5,0
Kontrast	5,0	6,0
Flammpunkt ($^{\circ}\text{C}$)	42	
Lagertemperatur ($^{\circ}\text{C}$)*	10 - 18	

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

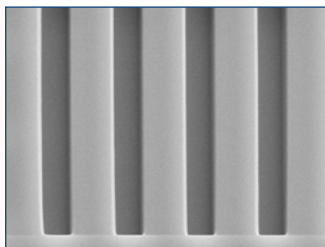
Spinkurve



Eigenschaften II

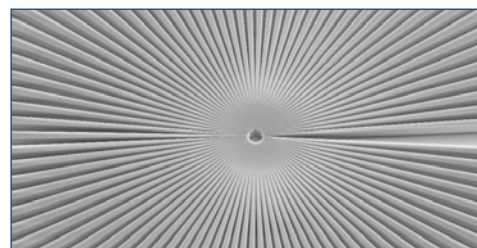
Glas-Temperatur $^{\circ}\text{C}$	102	
Dielektrizitätskonstante	3,1	
Cauchy-Koeffizienten	N_0	1,615
	N_1	77,6
	N_2	64,1
Plasmaätzraten (nm/min) (5 Pa, 240-250 V Bias)	Ar-sputtern	3
	O_2	122
	CF_4	31
	80 CF_4 + 16 O_2	81

Strukturauflösung



AR-N 4400-25
5- μm -Gräben bei einer Schichtdicke von $40 \mu\text{m}$

Resiststrukturen



Siemensstern mit dem AR-N 4400-25
($30 \mu\text{m}$ dick)

Prozessparameter

Substrat	Si 4" Wafer
Temperung	95°C , 10 min, hot plate
Belichtung	Maskaligner 150
Entwicklung	AR 300-44, pur, 90 min, 22°C

Prozesschemikalien


Haftvermittler	AR 300-80 neu
Entwickler	AR 300-46, AR 300-44
Verdünner	AR 300-12
Remover	AR 600-71

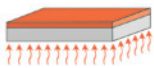


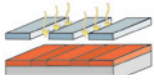
Negativ-Photoresists AR-N 4400 (CAR 44)

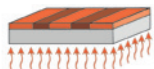
Prozessbedingungen

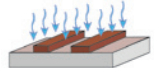
Dieses Schema zeigt ein Prozessierungsbeispiel für die Resists AR-N 4400. Die Angaben sind Richtwerte, die auf die eigenen spezifischen Bedingungen angepasst werden müssen. Weitere Angaben zur Prozessierung ☞ „Detaillierte Hinweise zur optimalen Verarbeitung von Photoresists“. Empfehlungen zur Abwasserbehandlung und allgemeine Sicherheitshinweise ☞ „Allgemeine Produktinformationen zu Allresist-Photoresists“.

Beschichtung (offener Chuck) 	4400-05	4400-10	4400-25	4400-50
	1000 rpm 5 µm	1000 rpm 10 µm	1000 rpm 25 µm	1000 rpm 50 µm

Temperung (± 1 °C)  H* = Hot plate oder K* = Konvektionsofen	H*	90 °C 4 min	90 °C 15 min	90 °C 45 min	90 °C 90 min
	K*	85 °C 30 min	85 °C 60 min	85 °C 4 h	85 °C 7 h


UV-Belichtung 	Maskaligner, UV Breitband			
	Belichtungs-dosis (E ₀ , BB-UV):			
	22 mJ/cm ²	26 mJ/cm ²	33 mJ/cm ²	52 mJ/cm ²

Vernetzungstemperung (± 1 °C)  H* = Hot plate oder K* = Konvektionsofen	H*	100 °C 5 min	100 °C 10 min	100 °C 10 min	100 °C 10 min
	K*	95 °C 30 min	95 °C 40 min	95 °C 60 min	95 °C 80 min

Entwicklung (21-23 °C ± 0,5 °C) Puddle  Spülen	300-47	300-47	300-46	300-44
	1 min	4 min	9 min	18 min
DI-H ₂ O, 30 s und vorsichtig trocknen				

Härtung der Strukturen bis 300 °C (optional)	Flutbelichtung 100 mJ/cm ² ; Bake 120 °C, 5 min hot plate			
--	--	--	--	--

Kundenspezifische Technologien 	Erzeugung der Halbleitereigenschaften und Galvanik, MEMS			
--	--	--	--	--

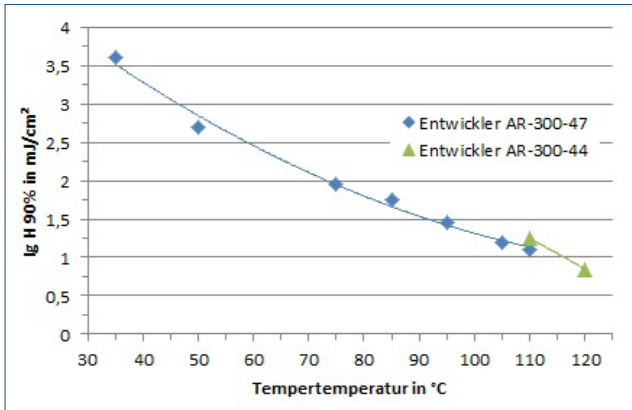
Removing 	AR 300-76 einfach vernetzt; AR 600-71 intensiv vernetzt, O ₂ -Plas-maveraschung ist auch bei hohen Schichtdicken möglich.			
--	--	--	--	--

Entwicklungsempfehlungen

Resist / Entwickler	AR-N 4400-05 3 - 10 µm	AR-N 4400-10 5 - 20 µm	AR-N 4400-25 13 - 25 µm	AR-N 4400-50 25 - 100 µm
AR 300-44	-	-	-	8 : 1 bis pur
AR 300-46	-	-	5 : 1 bis pur	pur
AR 300-47	6 : 1 bis pur	3 : 2 bis pur	pur	-
AR 300-475	pur	-	-	-

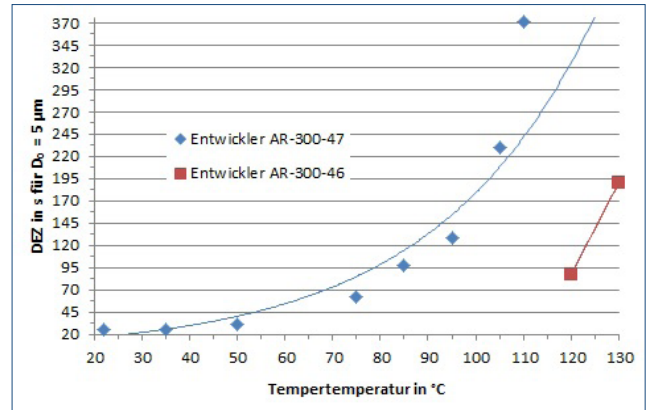
Negativ-Photoresists AR-N 4400 (CAR 44)

Empfindlichkeit des AR-N 4400-05



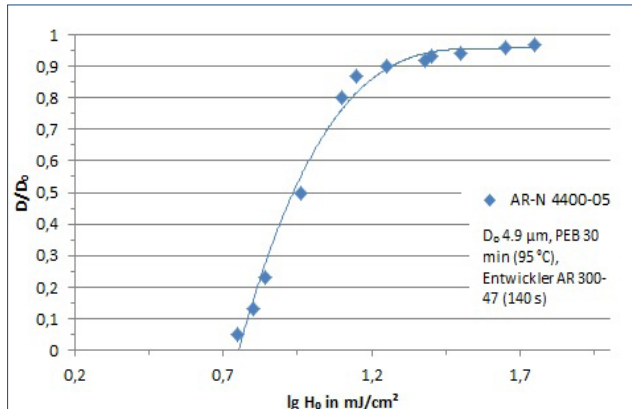
Die Empfindlichkeit nimmt gleichmäßig mit steigender Bake-Temperatur zu (BB-UV-Maskeliner, Schichtdicke 5,0 µm).

Durchentwicklungszeiten des AR-N 4400-05



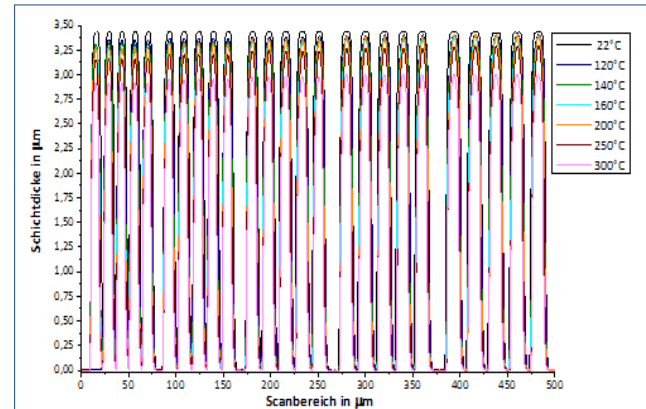
Mit steigender Temperatur nimmt die DEZ sehr stark zu, > 130 °C ist eine Entwicklung trotz starker Entwickler (AR 300-44) nicht mehr möglich.

Gradationskurve des AR-N 4400-05



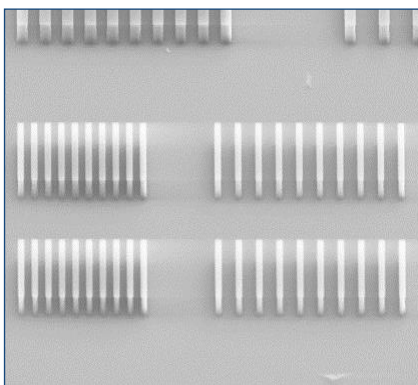
Die Gradation (Kontrast) beträgt 3,5, die Empfindlichkeit wurde für einen 90 % igen Schichtaufbau (H₀90) mit 21,5 mJ/cm² bestimmt.

Thermostabilität und Schrumpfung bis 300 °C



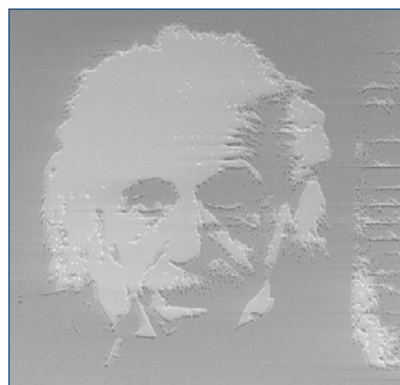
Entwickelte Linien von 10-20 µm Breite wurden mittels Flutbelichtung und folgendem Bake gehärtet. Diese Stege wurden schrittweise bis 300 °C getempert. Bis 200 °C bleiben die Strukturen praktisch unverändert.

Auflösung des AR-N 4400-05



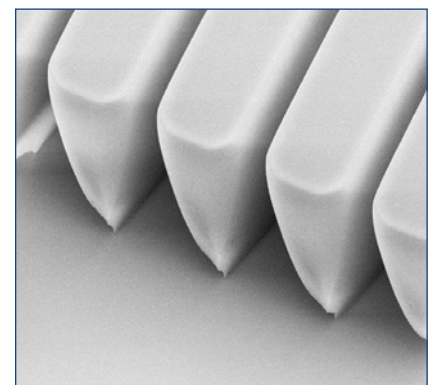
Bei einer Schichtdicke von 5 µm wurden 1,0 µm breite Stege erzeugt

Bildnis von Albert Einstein



Anlässlich des Einsteinjahrs 2006 wurde diese Teststruktur mit dem CAR 44 erzeugt

Lift-off-Strukturen



Durch eine niedrige Dosis erzeugter Unterschnitt (AR-N 4450-10T)



Negativ-Photoresist AR-N 4400 (CAR 44)

Photoresists

Verarbeitungshinweise für den Umgang mit dicken Schichten

Beschichtung: Zur Bläschenvermeidung sollte der Resist mindestens einen Tag vor der Verarbeitung ruhen, für höherviskose Resists ab AR-N 4400-25 ist ein Entgasen mit Ultraschall oder Vakuum sinnvoll.

Der Resistauftrag soll langsam, aus geringer Höhe und immer mit der gleicher Resistmenge (z.B. 10 ml für 4-Zoll-Wafer) auf den stehenden Wafer erfolgen. Dann wird eine Formierung für 10 s bei langsamer Drehzahl (250 – 400 rpm) empfohlen. Anschließend sollte die Drehzahl langsam auf die gewünschte Endgeschwindigkeit erhöht werden. Für eine gute Schichtqualität beim hochviskosen AR-N 4400-50 sollten Drehzahlen über 2000 rpm vermieden werden.

☞ Mit kürzerer Beschichtungsdauer bei der Endgeschwindigkeit erhöht sich die Schichtdicke.

Mehrfachbeschichtungen sind bis zu 4x möglich für den Schichtdickenbereich von 50 - 150 µm. Eine besondere Kantensteilheit der Strukturen ergibt sich dabei durch die bessere Durchtrocknung. Nach jeder Beschichtung erfolgt eine Trocknung bei 85 °C (hot plate) bzw. 90 °C (Konvektionsofen) entsprechend den Angaben im Prozessschema.

Temperung: Die erforderlichen Trocknungen sind sehr schichtdickenabhängig:

Trocknungsdauer hotplate/ Konvektionsofen:

10 µm: 10 min/1 h, 25 µm: 45 min/4 h, 50 µm: 90 min/7 h. Der Einsatz von Temperaturrampen wird empfohlen, da ein zu schnelles Abkühlen zu Spannungsrisen führen kann.

☞ Lange intensive Trocknungen führen zu geringerer Empfindlichkeit und verlängerten Entwicklungszeiten.

Vernetzung: Die Vernetzungstemperatur kann im Bereich von 85 °C bis 105 °C variiert werden, sie kann auch ohne Empfindlichkeitsverlust erst einige Tage nach der Bestrahlung erfolgen.

☞ Höhere Temperaturen führen zu einer langsameren Entwicklung.

Entwicklung: längere Entwicklungszeiten mit einem schwächeren Entwickler ergeben eine bessere Abbildungsgüte.

Removing: Die vernetzten Strukturen sind nass- oder plasmachemisch leicht entfernbar mit den Removern AR 600-71 und AR 300-76. Kompliziert galvanische Abformungen sowie thermisch behandelte Schichten erfordern den Remover AR 600-71.

Vergleich CAR 44 und SU-8

CAR 44	Resisteigenschaften - Eignung	SU-8
✓	Hohe Schichtdicken	✓✓
✓	Hohe Auflösung	✓
✓	Ausgezeichnetes Aspektverhältnis	✓
✓	Hohe Empfindlichkeit bei i-line, Tief-UV, E-Beam, X-Ray	✓✓
✓	Gute Empfindlichkeit bei g-line	✗
✓	Stressarme Temperung - einfaches Handling	✗
✓	Wässrig-alkalische Entwicklung	✗
✓	Leichte Entfernbarkeit	✗