



AR NEWS

33. Ausgabe, Oktober 2016, Allresist GmbH



Inhalt:

- 1. 24. Jubiläum Allresist**
- 2. Allresist Silbersponsor auf der MNE 2016 in Wien**
- 3. Neues von CSAR 62 und Electra 92**
- 4. Optimierte T-Gate-Strukturen mit Dreilagensystemen aus PMMA, Copolymer 617 und CSAR 62**
- 5. Neue Entwickler für PMMAcoMA (AR-P 617, 50 kV)**
- 6. Neues Labor und neuer Rotationsverdampfer für die Produktion**

Willkommen zur 33. Ausgabe der AR NEWS. Wir möchten Sie auch künftig gern über die Weiterentwicklung des Unternehmens und seiner Forschungsprojekte informieren.

1. 24. Jubiläum Allresist

Vor längerer Zeit haben wir den Slogan „100 Jahre Allresist“ geprägt. Dieser Slogan stand und steht für Nachhaltigkeit, Zuverlässigkeit, Geschäftserfolg, Optimismus und Lebensfreude. Ende nächsten Jahres bekommt er eine zusätzliche Bedeutung. Die vier jetzt noch aktiven Gründungsmitglieder Frau Rehfeldt, Frau Feldt, Frau und Herr Schirmer sind dann zusammen 100 Jahre im Unternehmen (4 x 25). Besonders in den letzten 6 Jahren dokumentiert sich der wirtschaftliche Erfolg, getragen durch den Excellence-Gedanken, in stets zweistelligen Umsatzsteigerungen.

Innovative Produktentwicklungen, erfolgreiche wissenschaftliche Projekte und größere Investitionen kennzeichnen den Weg der Allresist. Eine vertrauensvolle, wertschätzende Beziehung zu unseren Kunden ist Bestandteil unserer Firmenphilosophie. All diese Aspekte werden wir am 16. Oktober 2016 bei unserer Jubiläumsfeier nochmals würdigen und sehen schon auf den 25. Gründungstag. Dort wollen wir mit Kunden und Partnern das Vierteljahrhundert in einem größeren Rahmen feiern. Neben Laudationes und einem geschichtlichen Rückblick sind auch kurze wissenschaftliche Beiträge geplant. Freuen wir uns gemeinsam auf das Ereignis.

2. Allresist Silbersponsor auf der MNE 2016 in Wien

Auf der MNE (Micro and Nano Engineering) 2016 in Wien ist Allresist diesmal als Silbersponsor aufgetreten. Die ausgesprochene Vielfalt der Vorträge und Poster gab uns neue Anregungen und Ideen für die weiteren Entwicklungen. In der großen Zahl der Besucher am Allresist-Stand waren „alte Bekannte“, die meist auch Ergebnisse von den Anwendungen unserer Resists mitbrachten oder interessierte Kongressbesucher, die sich über die neuen Produkte informieren wollten. Schwerpunkte des Interesses waren CSAR 62, Electra 92 und Arbeiten über die T-Gate-Herstellung (siehe folgende Artikel).



Bild 1 Allresist-Stand auf der MNE 2016 Wien mit Matthias Schirmer, Dr. Maik Gemgroß und Dr. Christian Kaiser (v. l. n.r.)

Auf gemeinsamen Postern wurden die erfolgreichen Kooperationen mit den Unternehmen EVG, Raith und Swisslitho vorgestellt, die ebenfalls als Aussteller auf der MNE vertreten waren.

Die EV Group aus Schärding hatte in diesem Jahr unsere prozessfertigen Sprühlacke AR-P 1220 und AR-N 2220 auf ihrem EVG® 150 200 mm Automated Resist Processing System mit sehr guten Ergebnissen getestet. Die Oberfläche des AR-N 2220 ist bei einer sehr guten Bedeckung der kritischen Kante trotzdem glatt und ohne getrocknete Lackkügelchen (Bild 2). Nach Belichten, Vernetzen und Entwickeln ziehen sich die Leiterbahnen präzise in die 150 µm tiefen Kavitäten (Bild 3). Bei dem Negativresist AR-N 2220 ist es sogar leicht möglich, einen Unterschnitt der Strukturen einzustellen, wie er bei Lift-off-Prozessen benötigt wird (Bild 4).

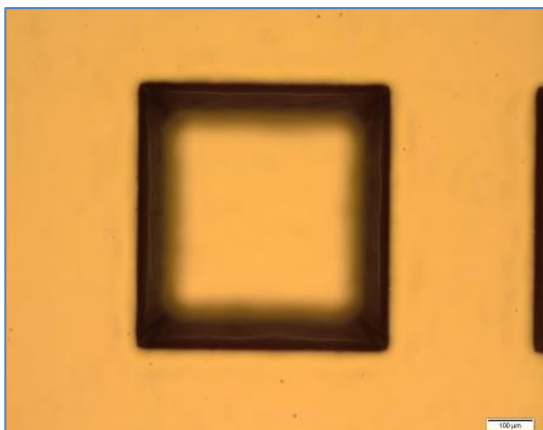


Bild 2 Glatte Oberfläche nach der Beschichtung

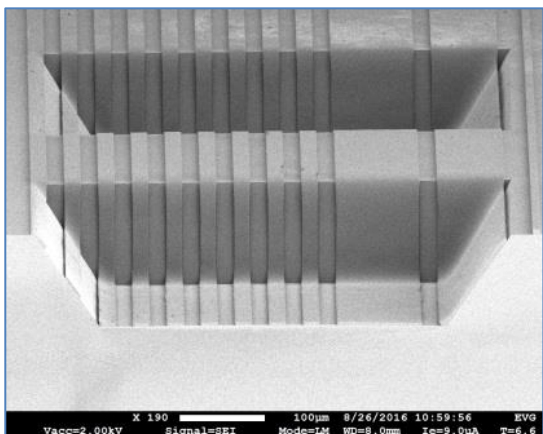


Bild 3 Lackstrukturen in einer 150 µm tiefen Grube

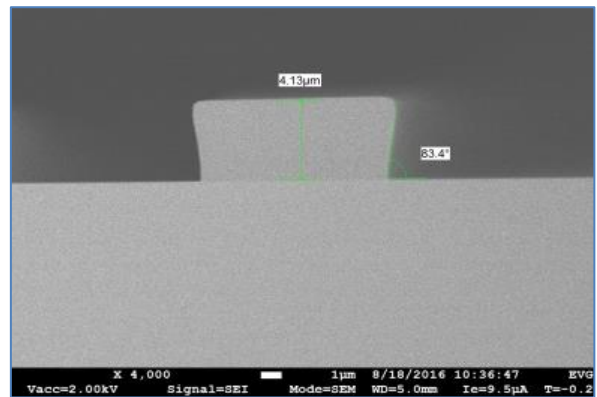


Bild 4 Lift-off-Struktur des AR-N 2220

Mit der Swisslitho AG und Raith NANFABRICATION wurden die neuen Ergebnisse der Polyphthalaldehyd-Resists (PPA) auf einem gemeinsamen Poster vorgestellt. Die thermische Strukturierung der PPA-Resists mittels NanoFrazor bleibt der Schwerpunkt des Eurostar-Projektes. Jedoch finden sich immer mehr Anwendungen als „nur“ die direkte thermische Strukturierung. In den 31. AR NEWS (Oktober 2015) wurden schon zwei Lift-off-Verfahren aus PPA-Resist und PMMA bzw. dem AR-BR 5400 (PMGI ähnlich) vorgestellt.

Die PPA-Schichten weisen trotz ihrer thermischen Labilität überraschend gute Plasmaätzstabilitäten auf und können somit für kleinste Ätzstrukturen bis zu 10 nm genutzt werden. In der Firma Raith wurden weitere Versuche der Direkt-Strukturierung durch E-Beam-Bestrahlung durchgeführt. Mit den noch nicht endgültig optimierten PPA-Polymeren gelingt auf einer PMMA-Schicht eine fast vollständige Durchentwicklung bei einer Dosis von ca. 5 µC/cm² (2 kV). Bei einer Beschleunigungsspannung von 30 kV liegt der Wert bei ca. 35 µC/cm². Werden die Substrate nach der Bestrahlung aus der E-Beam-Maschine ausgeschleust, sind sie schon fertig entwickelt.

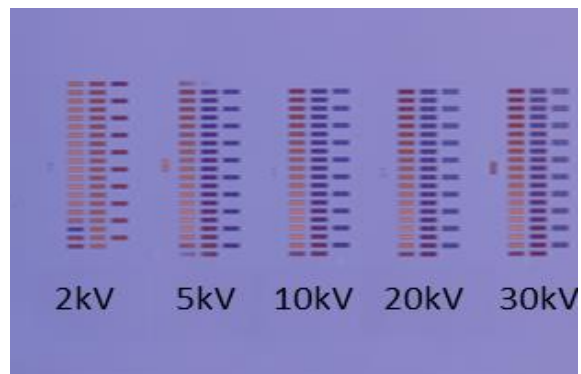


Bild 5 Variationen der Beschleunigungsspannung und Dosis

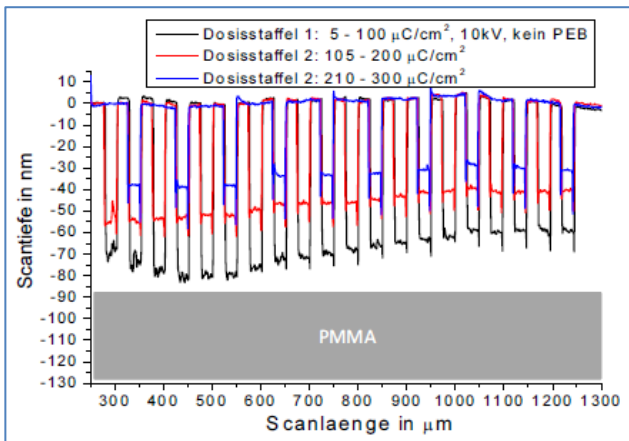


Bild 6 Entwicklungstiefe in Abhängigkeit zur Dosis

Bis zum Projektende im April 2017 werden die PPA-Polymere weiter optimiert. In absehbarer Zeit werden erste Proben der PPA-Resists unter der Bezeichnung SX AR-P 8100 zur Verfügung stehen.

Für Allresist war die MNE 2016 ein großer Erfolg. Es wurden viele neue Beziehungen geknüpft und eine Menge an Anregungen und Hinweisen entgegen genommen. Die Poster der MNE können Sie auf unserer [Webseite](#) einsehen.

3. Neues von CSAR 62 und Electra 92

Beide Produkte, entwickelt in den letzten drei Jahren, haben sich auf dem Markt etabliert und machen mittlerweile ca. 15 % des Gesamtumsatzes von Allresist aus. Die Synthese und Herstellung von Electra 92 wurde dieses Jahr optimiert, was zu höheren Ausbeuten bei der Synthese und zu einer um den Faktor 10 höheren Leitfähigkeit führte. Das erfreulichste Ergebnis jedoch war sowohl die längere Haltbarkeit der flüssigen Resists als auch das Beibehalten der Leitfähigkeit in Schichten. Mittlerweile sind die ältesten flüssigen Proben über 2 Jahre alt. Es hat sich gezeigt, dass die Leitfähigkeit über diese 2 Jahre praktisch unverändert blieb. Auch in den Electra-Schichten bleibt die Leitfähigkeit über Wochen erhalten. Damit unterscheidet sich Electra 92 erheblich von ähnlichen Produkten der Mitbewerber.

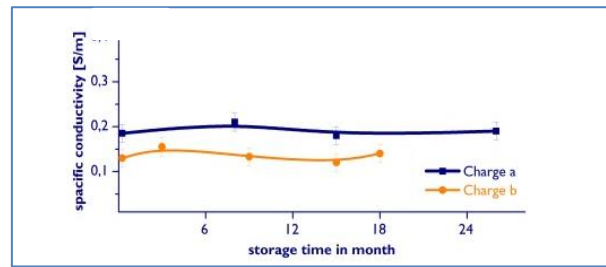


Bild 7 Leitfähigkeitsmessung zweier Electra-Proben über Monate

CSAR 62 wurde für die Extrem-UV-Lithographie (EUV) bei einer Wellenlänge von 10,77 nm getestet (S. Brose, RWTH Aachen). Die Empfindlichkeit einer 42 nm dicken Schicht betrug 50 mJ/cm² bei einem Kontrast von 1,84. Damit wurde der Nachweis erbracht, dass CSAR 62 auch für die EUV-Lithographie geeignet ist.

Ausführlich wurden verschiedene Entwickler für CSAR 62 untersucht. Damit ergeben sich Möglichkeiten, den Strukturierungsprozess nach eigenen Wünschen zu optimieren. Bei einer Beschleunigungsspannung von 100 kV kann die Empfindlichkeit von 75 µC/cm² bis über 500 µC/cm² mit verschiedenen Entwicklern entsprechend Bedarf eingestellt werden. Nimmt man einen gewissen Dunkelabtrag (< 10 %) der unbestrahlten Schicht in Kauf, kann sogar eine Dosis von 50 µC/cm² erreicht werden. Die ausführlichen Ergebnisse sind in unserem Resist-Wiki zu finden:

[Evaluierung diverser Entwickler für E-Beam belichtete CSAR 62-Schichten \(100kV\)](#)

[Mit 100kV geschriebene CSAR 62-Nanostrukturen](#)

[Verwendung von CSAR 62 zur Herstellung von Nanostrukturen auf GaAs-Substraten](#)

[BOE-Ätzung von SiO₂ mit CSAR 62-Maske](#)

[HF-Ätzung von GaAs mit CSAR 62-Maske](#)

[Einsatz von Electra 92 für REM-Anwendungen](#)

4. Optimierte T-Gate-Strukturen mit Dreilagensystemen aus PMMA, Copolymer 617 und CSAR 62

T-Gates werden für die Herstellung hochwertiger Transistoren benötigt. Allresist hat mehrere Dreilagensysteme für diesen Prozess optimiert. Dabei wurden sowohl ein universaler Entwickler für einen Entwicklungsschritt als auch mehrere selektive Entwickler für jede Schicht konzipiert.

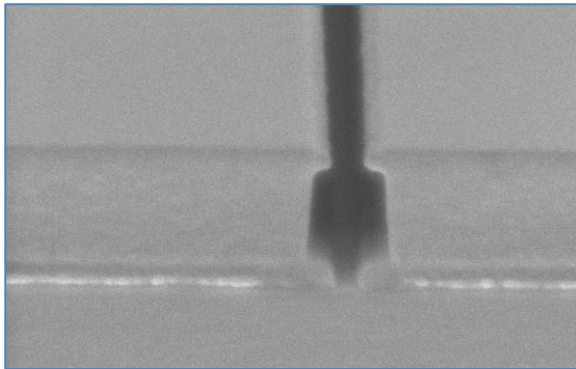


Bild 8 Resist-T-Gate-Struktur (PMMA/PMMAcoMA/PMMA)

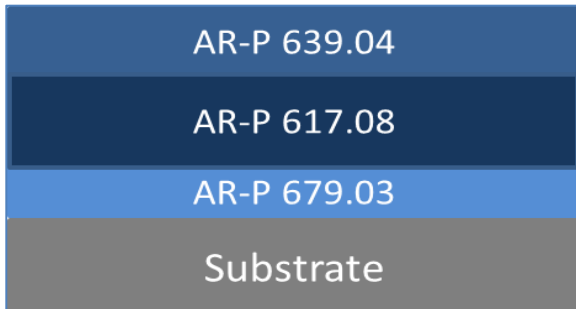


Bild 9 Dreilagigen Schichtaufbau mit PMMA und Copolymer nach der Entwicklung

Der schon länger bekannte Aufbau „PMMA 950k (AR-P 679.03) unten, Copolymer (AR-P 617.08) Mitte, PMMA 50k (AR-P 639.04) oben“ kann nach der Bestrahlung mit den Standardentwicklern AR 600-55 und AR 600-50 entwickelt werden. Nachteilig ist jedoch, dass im Prozess mehrfach der Entwickler gewechselt werden muss. Daher wurde nach einem Entwicklergemisch gesucht, das alle Schichten definiert und ausreichend gut bei gleichzeitig geringen Dunkelabträgen entwickeln kann.

Der für diese Anwendung optimierte Spezialentwickler X AR 600-55/1 eignet sich sowohl für die Entwicklung von AR-P 617 als auch für PMMA und kann daher als universeller Entwickler für 2- oder 3-Lagenprozesse mit Polymeren PMMA und PMMAcoMA verwendet werden. Die Ausprägung des Unterschnitts kann sehr gut über die Bestrahlungsdosis gesteuert werden.

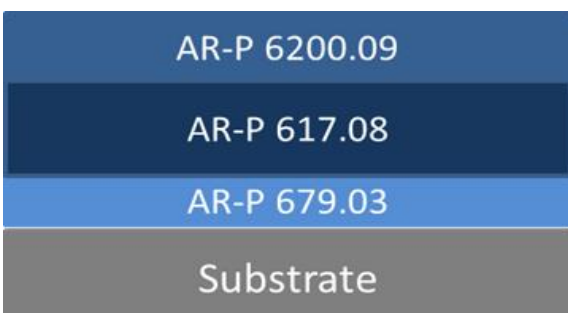


Bild 10 Dreilagigen Schichtaufbau mit PMMA, PMMAcoMA und CSAR 62

Bei dem anderen Aufbau „PMMA 950k (AR-P 679.03) unten, Copolymer (AR-P 617.08) Mitte, CSAR 62 (AR-P 6200.09) oben“ wird jede Schicht für sich jeweils mit einem selektiven Entwickler entwickelt. Der Mehraufwand des mehrfachen Entwickelns wird durch die Vorteile einer exakten Einstellung der gewünschten Profile und durch ein großes Prozessfenster der einzelnen Schritte überwogen.

Jeder Anwender muss nun für sich entscheiden, welches Entwicklungsverfahren für ihn die meisten Vorteile bringt. Ausführliche Ergebnisse sind auf der [Webseite](#) veröffentlicht. Bei einem Ihrerseits großen Interesse geben wir Ihnen auch gern in einem Gespräch Auskunft.

5. Neue Entwickler für PMMAcoMA (AR-P 617, 50 kV)

X AR 600-50/2 ist ein neuer, sehr empfindlicher und selektiver Entwickler für den AR-P 617. Der Dunkelabtrag ist auch bei längeren Entwicklungszeiten sehr gering. Schichten von PMMA oder CSAR 62 werden nicht angegriffen, was insbesondere für Mehrlagenprozesse von Bedeutung ist. Die Empfindlichkeit kann gut über die Dauer der Entwicklung gesteuert werden.

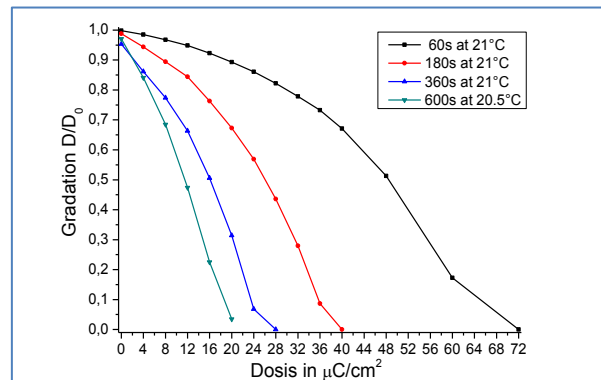


Bild 11 Dosisstaffel, Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Entwicklungsdauer mit Entwickler X AR 600-50/2 bei Raumtemperatur, Stopper: IPA. AR-P 617, Schichtdicke: ~1 µm, SB 10 Minuten bei 200°C, 50kV

Bei einer Entwicklungszeit von 60s beträgt die Dose to clear etwa 70 µC/cm², nach 3 minütiger Entwicklung noch etwa 40 µC/cm², nach 6 Minuten noch 25 µC/cm² und nach 10 Minuten sogar nur etwa 20 µC/cm²! Der Dunkelabtrag bleibt dabei mit < 5% sehr moderat. Der Entwickler X AR 600-50/2 zeigt eine ausgeprägte Temperaturabhängigkeit.

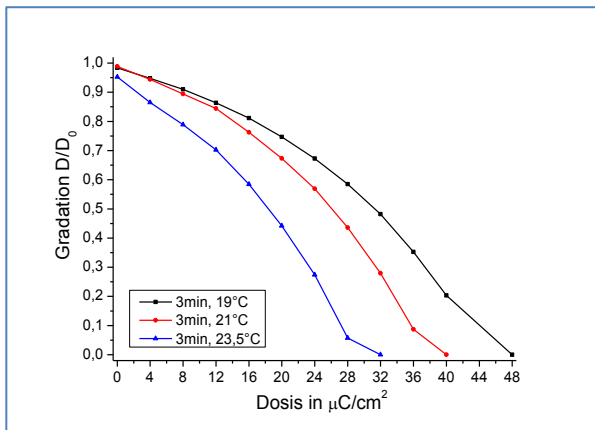


Bild 12 Dosisstaffel, Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Entwicklertemperatur, Entwicklungsdauer: 3 Minuten, Stopper: IPA, AR-P 617, Schichtdicke: $\sim 1 \mu\text{m}$, SB 10 Minuten bei 200°C, 50kV

Die Empfindlichkeit steigt mit der Temperatur deutlich an, die Dose to clear beträgt bei 19°C etwa $48 \mu\text{C}/\text{cm}^2$, bei 23,5°C dagegen nur noch etwa $30 \mu\text{C}/\text{cm}^2$. Die Erhöhung der Entwicklertemperatur führt zu einem geringen Dunkelabtrag von etwa 5%.

Wir würden uns über ein Feedback von Ihnen sehr freuen, indem Sie sagen, was für Sie interessant ist und wo Sie eigene Versuche machen wollen.

Weitere Resist-Wiki-Beiträge:

[Neue Entwickler für AR-P 617](#)

[Weitere experimentelle Entwickler für AR-P 617](#)

6. Neues Labor und neuer Rotationsverdampfer für die Produktion

Wie in den letzten AR NEWS schon angekündigt, haben wir unsere Labore modernisiert und komplett neu ausgerüstet. Neben dem Wohlfühlfaktor für die Mitarbeiter sind nun die technischen und umweltrelevanten Gegebenheiten auf dem höchsten Niveau. Durch die neu konzipierte Medienversorgung lassen sich alle analytischen Methoden besser nutzen und auch die Synthesekapazität hat sich erhöht. Das kommt auch der Herstellung von CSAR 62 und Electra 92 zu Gute.

Ein großer, weltweit agierender Kunde bekommt von uns einen maßgeschneiderten Resist für seinen komplizierten Fertigungsprozess. Ein Bestandteil des Resists ist unser Copolymer PMMAcoMA. Da erhebliche Mengen an Lack dahinter stehen, musste auch die

Synthesekapazität der Produktion erweitert werden. Der Engpass bei unserer Herstellung ist das Austreiben der Lösemittel aus dem Reaktionsgemisch. Das wird mit einem Rotationsverdampfer durchgeführt. Der vorhandene Verdampfer erwies sich als zu klein. So wurde im Sommer ein 100-Liter-Rotationsverdampfer gekauft und in Betrieb genommen (Bild, noch zu machen). Nunmehr ist die Produktion von mehreren Hundert Litern Resist pro Jahr ohne weiteres realisierbar.



Bild 13 neues Allresist-Labor



Bild 14 neuer Rotationsverdampfer mit 100 l Kolben



Wir hoffen, dass für Sie Anregungen dabei sind und ermutigen Sie, uns Ihre Wünsche mitzuteilen. Sie können uns gern auf der **Semicon Europa 2016 in Grenoble (25. Oktober – 27. Oktober 2016)** auf unserem Stand besuchen.

Die nächste Ausgabe der AR NEWS werden wir Ihnen wieder im April 2017 vorstellen. Bis dahin wünschen wir Ihnen und uns viel Erfolg.



Strausberg, 13.10.2016
Matthias & Brigitte Schirmer
im Team der Allresist