AR NEWS

29. Ausgabe, Oktober 2014, Allresist GmbH

Inhalt:

1. Einweihungsfeier unseres Anbaus pünktlich zum 22. Allresist-Jubiläum
2. Neue Anwendungsergebnisse mit dem CSAR 62 (dickere Schichten)
3. Eurostar Projekt PPA-Litho startet am 1. November
4. Neuentwicklungen von Allresist

Willkommen zur 29. Ausgabe der AR NEWS. Wir möchten Sie auch künftig gern über die Weiterentwicklung des Unternehmens und seiner Forschungsprojekte informieren.

1. 1. Einweihungsfeier unseres Anbaus pünktlich zum 22. Allresist-Jubiläum

Schon jetzt blicken wir voller Freude auf das Jahr 2014 zurück. Nach den beiden Auszeichnungen für Allresist im Frühjahr (Unternehmerin des Landes Brandenburg und Innovationspreis Brandenburg für die erfolgreiche Produktentwicklung CSAR 62) begannen im Juni die Arbeiten an unserem Erweiterungsbau. Pünktlich zu unserem 22. Jubiläum sind die Baumaßnahmen nach weniger als 4 Monaten abgeschlossen.

Folgen werden noch einige Investitionen, um die deutlich gestiegenen Produktionsmengen in weiterhin exzellenter Qualität bewältigen zu können und die Eigensynthese des CSAR 62 mit modernem Equipment zu realisieren. Nunmehr verfügt Allresist über eine größere Produktions- und Lagerkapazität und kann so die kurzen Lieferzeiten von 2 Tagen auch künftig gewährleisten.

Mit dem Ausbau haben wir ausschließlich brandenburger Gewerke beauftragt. Dank einer straffen Projektleitung wurde der ehrgeizige Ablaufplan exakt eingehalten.

Zu Dank sind wir dem Land Brandenburg verpflichtet. Wirtschaftsminister Ralf Christoffers unterzeichnete noch im letzten Jahr die Bewilligung eines GRW-Zuschusses (50 % der Gesamtkosten), der uns die Finanzierung des Bauvorhabens sehr erleichterte. Tatkräftige und freundliche Unterstützung erhielten wir von der ILB bei der Realisierung der Förderung.

Auch unserer Einweihungsfeier sehen wir erwartungsfroh entgegen. Unter der Überschrift **„Brandenburger High Tech Lack CSAR 62 … Einweihung unseres Anbaus … 22 Jahre Allresist“** lädt das Team der Allresist ihre Bauleute, wichtige Partner und Politiker am 16. Oktober ein, die wundervolle Verknüpfung dieser Ereignisse gemeinsam zu feiern. So erwarten wir die Brandenburger Umweltministerin Anita Tack und die Strausberger Bürgermeisterin Elke Stadeler.

Abb. 1 Erweiterungsbau Allresist GmbH

2. Neue Anwendungsergebnisse mit dem CSAR 62 (dickere Schichten)

Inzwischen gehört der hochempfindliche E-Beam Resist CSAR 62 zu unseren sehr erfolgreichen Produkten. Bisher bieten wir 3 Standardvarianten an:

AR-P 6200.04 (80 nm / 4000 rpm),

AR-P 6200.09 (200 nm / 4000 rpm) und

AR-P 6200.13 (400 nm / 4000 rpm).

Intensives Plasmaätzen zur Herstellung tiefer Ätzstrukturen erfordert jedoch noch deutlich dickere Resistschichten und stellt besondere Anforderungen an Auflösung und Kontrast.

Mit dem AR-P 6200.13 werden bei einer Schleuderdrehzahl von 1000 rpm 800 nm dicke Schichten erhalten. Wie Untersuchungen an der Martin- Luther-Universität in Halle zeigen, lassen sich Gräben mit einer Breite < 100 nm bei einer Periode von 300 nm realisieren. Der hohe Kontrast wird durch Einsatz unseres Entwicklers AR 600-546 ermöglicht.

Durch eine Steigerung der Bestrahlungsdosis konnte der Grad des erzeugten Unterschnitts gezielt eingestellt werden (☞ Abb. 2–4). Hiermit kann jeder Anwender das für seinen Lift-off-Prozess günstigste Profil auswählen. Für die Erzeugung von Nano-Leiterbahnen mit einer Metallhöhe von wenigen 10 nm wird man weiterhin dünne 100–200 nm Resistschichten nutzen. Dagegen sind mit „dicken“ Lift-off-Strukturen einige 100 nm hohe Säulen Ø < 100 nm herzustellen (z.B. Nanowires).

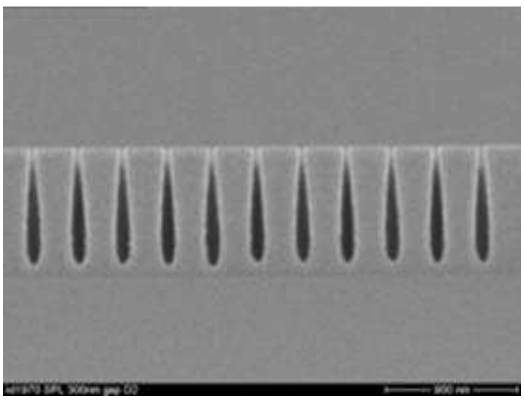

Abb. 2 AR-P 6200.13, 823 nm Schicht, Dosis: 1200 pC/cm

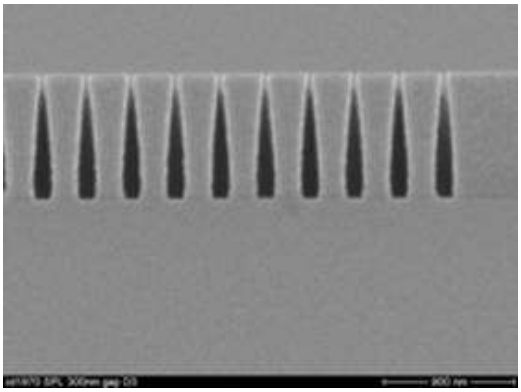

Abb. 3 AR-P 6200.13, 823 nm Schicht, Dosis: 1440 pC/cm

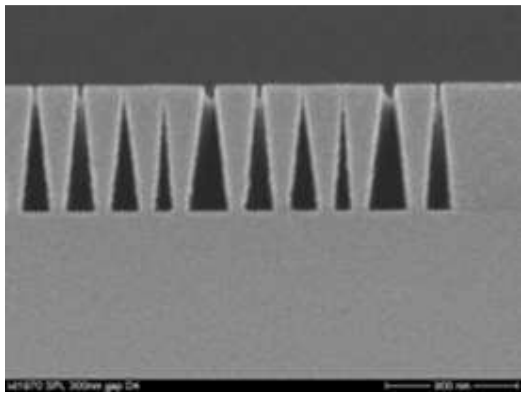

Abb. 4 AR-P 6200.13, 823 nm Schicht, Dosis: 1728 pC/cm

Für Anwendungen, die den Einsatz noch dickerer Schichten erfordern, bieten wir eine Spezialvariante des CSAR 62 an, der mit dem Entwickler AR 600-546 ebenfalls sehr kontrastreich entwickelt werden kann: SX AR-P 6200/10 (1,5 µm / 1000 rpm). 2015 wird diese Variante Standardprodukt mit der Bezeichnung AR-P 6200.18.

Da während der Entwicklung dicker Schichten eine erhebliche Menge Polymer im Entwickler gelöst wird, sollte danach zunächst noch kurz mit frischem Entwickler und/oder MIBK gespült werden. Die Abscheidung von Polymerresten bzw. Partikeln aus der Entwicklerlösung auf dem Substrat kann dadurch wirksam vermieden werden. Im Anschluss daran erfolgt das Abstoppen im AR 600-60.

Diesen Kunstgriff kann man auch bei den dünneren Resistschichten anwenden, wenn bei großen Strukturen geringfügig Partikel zurückbleiben. Eine weitere Möglichkeit ist eine präventiv höhere Bestrahlungsdosis von ca. 20 %.

3. Eurostar Projekt PPA-Litho startet am 1. November

Anfang Oktober hat Allresist die Bewilligung für das Europäische Projekt PPA-Litho bekommen:

„Entwicklung und Herstellung von Resists auf der Basis von strukturoptimierten Polyphthalaldehyden für erweiterte Lithographie-Anwendungen“

Ziel des Verbundprojektes ist die Produktion und damit erstmalige kommerzielle Verfügbarkeit eines neuen hochwertigen Resists auf der Basis von Polyphthalaldehyd (PPA) für neue lithographische Methoden zur Nanostrukturierung.

Die besonderen Eigenschaften des PPA ermöglichen die Anwendung in zwei Bereichen: als Basismaterial für einen sich selbst entwickelnden Resist und für neue innovative Lithographieverfahren, ins-

besondere für die Thermal Probe Nanolithography und Direct Laser Writing.

Weitere Applikationen sind darüber hinaus denkbar. Sowohl in der Elektronenstrahllithographie als auch in der „normalen“ Photolithographie können diese Materialien künftig von Interesse sein.

Dazu ist es notwendig, neue strukturoptimierte polymere Materialien auf der Basis von PPA zu synthetisieren. Dann müssen entsprechende Resists entwickelt und für die spezifischen Anwendungen angepasst werden. Um dieses Ziel zu erreichen, kooperieren in dem Verbundprojekt verschiedene Partner aus der Schweiz, Österreich und Deutschland. Ihre Kernkompetenzen liegen dabei in der Synthese von organischen Polymermaterialien, Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Photo- und Elektronenstrahlresists sowie der Herstellung von Lithographiesystemen für die Nanostrukturierung.

Ziel des Teilvorhabens von Allresist ist die Sicherstellung der Produktion von neuartigen, thermisch entwickelbaren Resists für erweiterte Lithographie-Anwendungen. Dazu müssen Equipment und Verfahren für die Herstellung der PPA in der Allresist entwickelt werden. Für unterschiedliche Mikrostrukturierungsverfahren werden dann verschiedene Nanoresists konzipiert.

Polyphthalaldehyd (PPA) eröffnet den Zugang zu neuen lithographischen Methoden. Eine Lösung des Polymers lässt sich mittels Schleuderbeschichtung zu stabilen, dünnen Filmen verarbeiten – eine Grundlage für jeden Lithographieprozess

Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass sich das Polymer beim Erhitzen auf ca. 150 °C in flüchtige Monomereinheiten abbaut. Diese thermisch initiierte Depolymerisierung lässt sich lokal so minimieren, dass dieser Prozess nur dort auftritt, wo z.B. eine beheizbare Spitze eines Atomkraftmikroskops auf eine Polymerschicht auftrifft (siehe Abb. 5) und die Schicht an der Stelle verdampft. Mit dieser Methodik lassen sich Strukturen im Nanometerbereich bis 10 nm Auflösung erzeugen, ohne dass es nasschemischer oder plasmabasierter Ätzverfahren bedarf. Das vollständige Verdampfen der Abbauprodukte ist ein weiterer Vorteil dieses kontaminationsfreien Direkteinschreibeverfahrens.

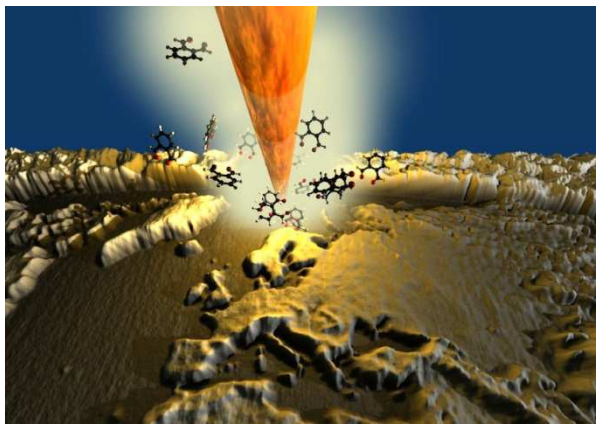

Abb. 5 Generierung Europas mit dem NanoFrazor-Verfahren (Quelle Swisslitho)

Der Prototyp des NanoFrazor befindet sich seit einigen Monaten erfolgreich in der Erprobung (siehe Abb. 6). Er stellt damit zu den bekannten E-Beamschreibern eine kostengünstige Alternative dar. Speziell für dieses Verfahren wird Allresist die Nanoresists herstellen. Darüber hinaus werden PPA Resists mit zugesetzten licht- bzw.- strahlungsempfindlicher Komponenten für Anwendungen in der Laser-, E-Beam- und Photolithographie profiliert.

Wir bieten allen Interessenten an, sich mit Ideen oder Wünschen zu diesem Thema an uns zu wenden. Wenn Sie z.B. ein Substrat absolut wasserfrei verarbeiten müssen, könnte sich dieses Verfahren anbieten. Wir sind auf Ihre Anregungen gespannt.

Abb. 6 Einsatzbereites NanoFrazor-Gerät

4. Neuentwicklungen von Allresist

4.1. Thermostabiler Positivresist

In den vorletzten AR NEWS (27. Ausgabe) berichteten wir über die thermisch stabilen Negativresists SX AR-N 4340/6 und SX AR-N 4340/10. Die Strukturen der Lacke halten Temperaturen bis zu 350 °C formtreu aus (☞ Abb. 7). Es tritt lediglich eine Schrumpfung bis zu 20 % auf. (☞ Abb. 8).

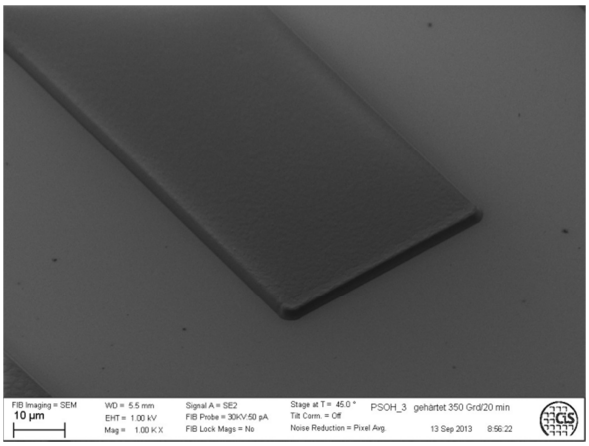

Abb. 7 REM-Aufnahme einer bei 350 °C getemperten Struktur des SX AR-N 4340/6 mit glatter Oberfläche u. scharfen Kanten

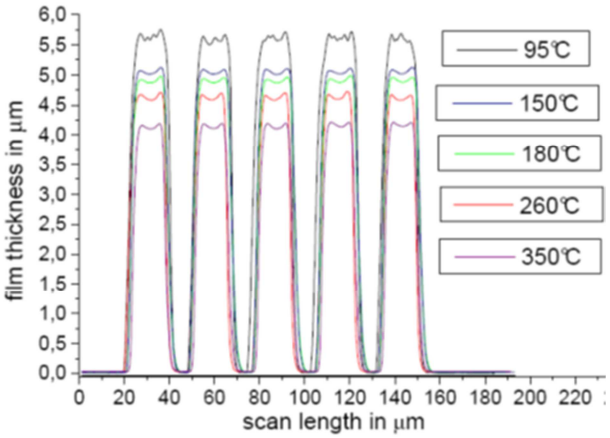

Abb. 8 Schrumpfung in Abhängigkeit von der Temperatur, Messung am Dektak 150

Mehrere Kunden fragten auch nach thermostabilen Positivresists. Dazu testeten wir die Verbindung thermisch stabiler Polyhydroxystyrene mit lichtempfindlichen Komponenten. Nach vielen Messreihen zeigte das beste Muster Strukturen großer Widerstandskraft gegenüber hohen Temperaturen, wie sie bei intensiven Ätz- oder Implantationsprozessen auftreten. Inzwischen ist der temperaturstabile Positivresist SX AR-P 3500/8 in der Erprobung bei Kunden.

Die meisten kommerziellen Remover lösen die Resistschichten nach thermischen Belastungen bis 130 °C leicht. Bei höheren Temperaturen muss der wässrig-alkalische Remover AR 300-73 verwendet werden. Die gehärteten Strukturen (über 150 °C) sind gegenüber Lösemitteln inert, was einen Einsatz in der Mikrofluidik ermöglicht. Muster des neuen Positivresists sind auf Anfrage ab sofort erhältlich.

4.2. Empfindlicher Negativ PMMA-Resist (CAR)

PMMA-Resists werden überwiegend für Elektronenstrahlanwendungen oder als Schutzlacke bei aggressiven nasschemischen Ätzverfahren eingesetzt. Prinzipiell ist die Strukturierung einer PMMA-Schicht auch mittels Tief-UV-Belichtung (220 – 266 nm) möglich. Jedoch ist dort die Empfindlichkeit gering und es resultieren lange Belichtungszeiten.

Möchte man die Eigenschaften der PMMA-Strukturen z.B. für transparente Schichten nutzen, können PMMA-Negativresists eingesetzt werden. Allresist bietet hierfür den X AR-N 4800/16 an. Dieser Lack ist im Tief-UV und bei i-line (365 nm) strukturierbar und verfügt aber wie alle herkömmlichen PMMAs über eine nur mittlere Empfindlichkeit.

Dies war uns Anlass, nach einer empfindlicheren PMMA-Variante zu suchen. Unserem Forschungsteam gelang es nach wochenlanger Tätigkeit, das Prinzip der chemischen Verstärkung auf PMMA-Polymere zu übertragen. Die neue chemisch verstärkte Rezeptur zeichnet sich durch eine sehr gute Empfindlichkeit in dem Wellenlängenbereich von 300 – 410 nm aus. Belichtungen sind jedoch auch bei g-line (436 nm) noch gut möglich. Mit dem neuen Experimentalmuster SX AR-N 4810/1 sind Lackdicken bis zu 5 µm möglich. Der Entwickler besteht aus einem Anisol-Lösemittelgemisch. Erste Proben werden zu Jahresbeginn 2015 zur Verfügung stehen.

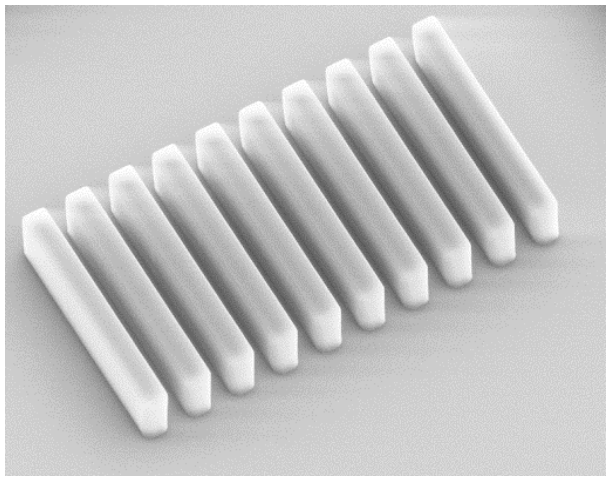

Abb. 9 5-µm-Stege mit dem SX AR-N 4810/1

4.3. Safer solvent PMMA-Schutzlack

Die Schutzlacke AR-PC 503 und AR-PC 504 werden schon seit vielen Jahren von unseren Kunden erfolgreich bei aggressiven KOH-Ätzungen eingesetzt. Diese Resists werden traditionell mit dem Lösemittel Chlorbenzen hergestellt. Aus der Motivation heraus, unseren Kunden nicht nur die beste Qualität, sondern auch den höchstmöglichen Gesundheitsschutz zu bieten, haben wir einen PMMA-Schutzlack mit dem safer solvent Lösemittel Anisol konzipiert.

Die Testungen im eigenem Haus zeigten, dass die ausgezeichnete Schutzwirkung der PMMA-Schicht auch in Anisol erhalten bleibt, bestätigt werden muss nur noch die gute Haftfestigkeit auf unterschiedlichen Kundensubstraten. Daher befindet sich das Testmuster des SX AR-PC 5040/1 derzeit in der Anwendererprobung.

Während unser Forschungsteam am Lösemittelersatz der Schutzlacke arbeitete, entstanden Ideen für die Optimierung ihres Beschichtungsverhaltens. Die Schutzlacke neigen bisher unter bestimmten Bedingungen zum „Verspinnen“ beim Schleuderbeschichten, das PMMA zieht dabei feine Fäden.

Jetzt haben wir Muster gefertigt, die den Effekt reduzieren. Erste Proben der Schutzlacke auf Safer solvent-Basis und mit optimiertem Beschichtungsverhalten werden zu Jahresbeginn 2015 zur Verfügung stehen.

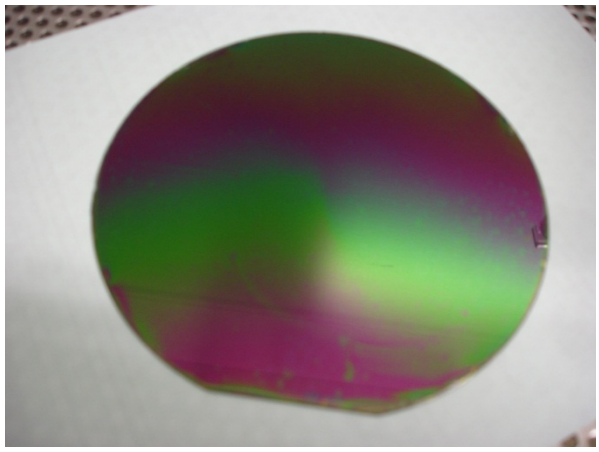

Abb. 10 Wafer mit SX AR-PC 5040/1 nach 6h Ätzdauer in 30% KOH bei 85°C

Wir hoffen, dass für Sie Anregungen dabei waren und ermutigen Sie, uns Ihre Wünsche mitzuteilen.

Die nächste Ausgabe der AR NEWS werden wir Ihnen wieder im April 2015 vorstellen.
Bis dahin wünschen wir Ihnen und uns viel Erfolg.

Strausberg, 16.10.2014
Matthias & Brigitte Schirmer
im Team der Allresist