



AR NEWS

30. Ausgabe, April 2015, Allresist GmbH

Inhalt:

1. Investition in die Sonne - Errichtung einer Photovoltaikanlage auf Allresist-Dach
2. Hochempfindlicher Negativresist für die Laser-Direktbelichtung
3. PPA-Litho-Projekt: Resists für neue Lithographie-Anwendungen
4. Weitere CSAR 62-Anwendungen – hoch präzise Rechteckstrukturen
5. Neue Ergebnisse mit Electra 92



Willkommen zur 30. Ausgabe der AR NEWS. Wir möchten Sie auch künftig gern über die Weiterentwicklung des Unternehmens und seiner Forschungsprojekte informieren.

1. Investition in die Sonne – Errichtung einer Photovoltaikanlage auf dem Allresist-Dach

Da unser letztes Jahr wirtschaftlich sehr erfolgreich war, konnte Allresist in eine nachhaltige Sache investieren: Seit dem 11. Mai ist eine Photovoltaikanlage auf unserem Dach und erfüllt unseren Wunsch den CO₂-Ausstoß in Deutschland mit zu verringern sowie unsere stetig steigenden Stromkosten effektiv zu dämpfen.

Mit unserer 40 kWp-Photovoltaikanlage können pro Jahr 21 Tonnen klimaschädliches CO₂ vermieden werden. Dabei kann Allresist einen hohen Anteil des sauberen Stroms für ihren Eigenverbrauch nutzen und hat darüber hinaus mit einer Teileinspeisung in das öffentliche Netz jährlich etwa 5.100 € weniger Stromkosten.

Die Brandenburger Umweltministerin a. D. Anita Tack gratulierte Allresist am 11. Mai zur Einweihung unserer Photovoltaikanlage und die glückliche Synthese zwischen Umwelt- und wirtschaftlichen Nutzen. Sie wünschte dem 2012 gekürten Umweltpartner des Landes Brandenburg allzeit Sonne pur. Ebenso freute sich der IHK-Präsident Dr. Ulrich Müller, dass das kleine Unternehmen Allresist nicht nur Vorreiter für exzellente Qualität sondern auch für den Klimaschutz in Strausberg ist.



Abb. 1 Photovoltaikanlage auf Allresist-Dach

2. Hochempfindlicher Negativresist für die Laser-Direktbelichtung

In Kooperation mit dem IZM und der TU Berlin wurde der Negativresist AR-N 4400-10 mit einem Laser-Direktbelichter bei einer Belichtungswellenlänge von 405 nm strukturiert. Diese Arbeiten wurden im Rahmen des ZIM-Projektes VEGAS durchgeführt, welches mittlerweile erfolgreich abgeschlossen ist.

Ein Ziel der Versuche war die Erzeugung von Säulen Arrays, die als Stempel für die Erzeugung von Mustern in Ausweis- oder Chipkarten dienen können. In Abb. 2 sind unterschiedliche Arrays zu erkennen. Der Säulendurchmesser variierte von 5 µm bis 50 µm. Die Bestrahlungsdosis lag in dem Bereich von 7 mJ/cm² bis 200 mJ/cm². Die Schichtdicke lag bei dieser Versuchsreihe bei 11 µm.

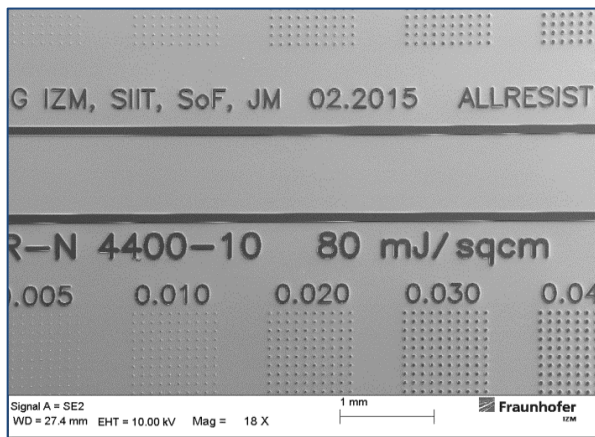


Abb. 2 Versuchsfelder mit unterschiedlichen Säulendurchmessern

Das erste bemerkenswerte Ergebnis war die erreichte Empfindlichkeit des Resists bei 405 nm. Der AR-N 4400-10 ist als chemisch verstärkter Resist für eine hohe Empfindlichkeit bei i-line (365 nm) prädestiniert. Dass jedoch bei einer Belichtungswellenlänge von 405 nm und einer Schichtdicke von 11 µm eine Dosis von 7 mJ/cm² ausreicht, um einen vollständigen Schichtaufbau zu realisieren, ist erstaunlich gut.

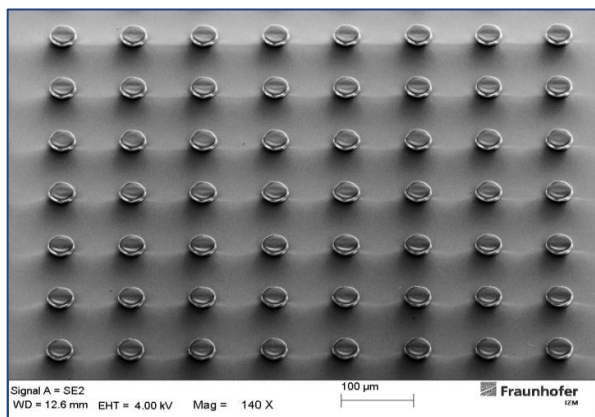


Abb. 3 40 µm Säulen bei einer Dosis von 7 mJ/cm²

Neben der Erzeugung zylinderförmiger Säulen sollten bei dem Projekt auch Säulen mit einem Unterschnitt und kegelförmige Säulen realisiert werden.

Bei diesen Parametern (siehe Abb. 3) ist ein leichter Unterschnitt der Strukturen zu beobachten: Der obere Teil der Schicht wird durch die Absorption des Resists stärker belichtet und intensiver vernetzt. Dagegen wird der untere Teil der Struktur etwas weniger belichtet und geringer vernetzt. Damit entsteht, wenn der Entwickler die untere Schicht auch seitlich angreift, ein leichter Unterschnitt. Eine stärkere Differenzierung der Vernetzung für einen stärkeren Unterschnitt gelingt mit dem Laser jedoch nicht. Will man einen stärkeren Unterschnitt-Effekt erreichen, ist dies nur mit der üblichen Photolithographie durch Masken bei einer minimalen Dosis möglich (siehe Abb. 4 + 5).

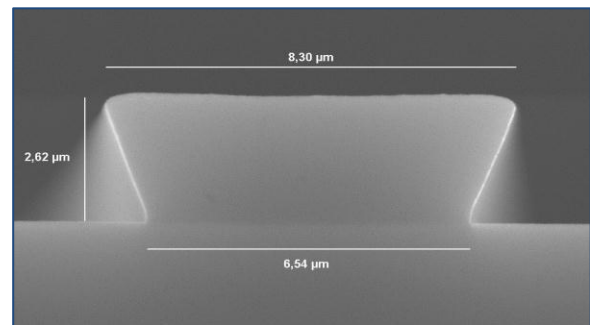
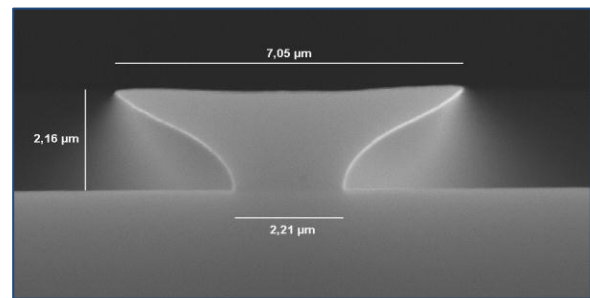
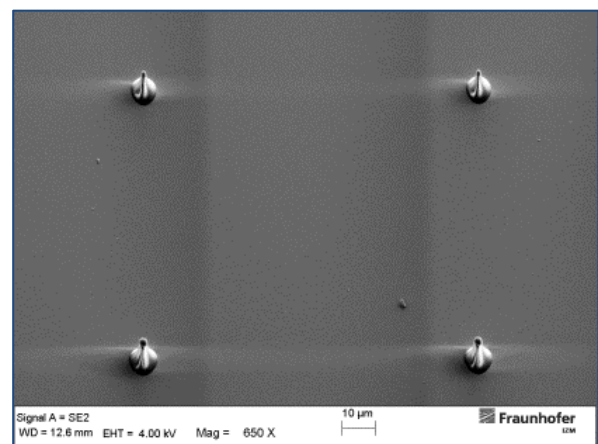
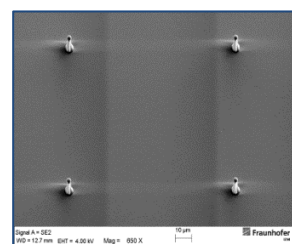


Abb. 4 + 5 Unterschnittene Strukturen des AR-N 4450-10 bei minimaler Belichtungs-dosis

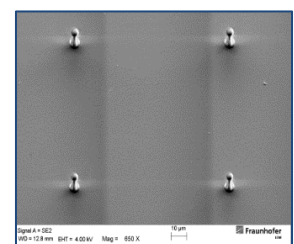
Die notwendige Dosis des Lasers hängt erheblich von der gewünschten Strukturgröße ab. In der Bildreihe 6 sind 5-µm-Säulen bei unterschiedlichen Dosen gezeigt. Während die 40-µm-Säule (Abb. 2) den vollen Schichtaufbau bei 7 mJ/cm² aufweist, reicht dieses Dosis für die 5-µm-Säule nicht, es resultiert ein spitzer Kegel. Mit steigender Dosis (ab 30 mJ/cm²) wird die Säulenform erreicht und bei höheren Werten nimmt der Durchmesser der Zylinder durch die Überbelichtung und des damit verbundenen Streulichtes noch zu. Bei 120 mJ/cm² beträgt er bereits 7,5 µm.



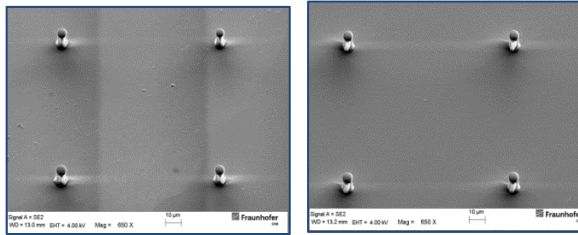
Bildreihe 6 mit 5 verschiedenen Dosen: 7 mJ/cm² 5 µm



40 mJ/cm² 5 µm



70 mJ/cm² 5 µm



90 mJ/cm² 5 µm

120 mJ/cm² 5 µm

Werden relativ große Strukturen > 20 µm mit dem AR-N 4400-10 realisiert, kann man mit der max. Empfindlichkeit von 10-20 mJ/cm² bei 10 µm Schichtdicke arbeiten. Sind auch deutlich kleinere Strukturen dabei, sollte der Bereich 30-40 mJ/cm² genutzt werden, da bei dieser Dosis auch die großen Strukturen ordentlich abgebildet werden. Agiert man jedoch mit einer deutlich höheren Energie, weiten sich die Strukturen und bilden besonders am Boden unerwünschte Füße aus (Abb. 6).

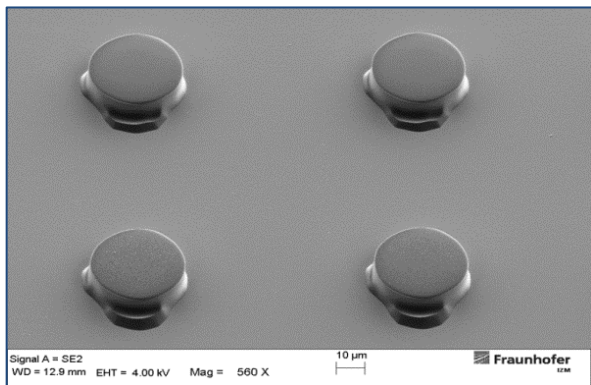


Abb. 6 Überbelichtete 30 µm Säulen bei 200 mJ/cm²

Mit dem AR-N 4400-10 steht dem Anwender ein hochempfindlicher, flexibler Negativresist zur Verfügung, der sowohl für die Photolithographie durch Masken als auch für die Laser-Direktbelichtung bei 405 nm hervorragend geeignet ist.

3. PPA-Litho-Projekt: Resists für neue Lithographie-Anwendungen

Das Eurostar-Projekt PPA-Litho mit dem Titel „Entwicklung und Herstellung von Resists auf der Basis von strukturoptimierten Polyphthalaldehyden für erweiterte Lithographie-Anwendungen“ ist erfolgreich gestartet. Ziel des Verbundprojektes ist die Produktion und damit erstmalige kommerzielle Verfügbarkeit neuer hochwertiger 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, insbesondere für die Thermal Probe Nanolithography

und Direct Laser Writing. In beiden Fällen wird die thermische Labilität der Polymere ausgenutzt. Durch einen Wärmeeintrag mit einer hoch erhitzten Nadel (NanoFrazor) oder durch die freigesetzte Energie beim Laserdirektschreiben verdampft die Schicht und wird so strukturiert. Bei dem NanoFrazor-Verfahren können Strukturen bis zu 10 nm realisiert werden.

Weitere Applikationen sind darüber hinaus möglich. Sowohl in der Elektronenstrahlolithographie als auch in der „normalen“ Photolithographie können diese Materialien künftig von Interesse sein. Sobald die neuen Resists die Erprobungsphase erfolgreich überstanden haben, werden wir Sie informieren und Ihnen erste Muster für Ihre eigenen Tests anbieten.

In einem Workshop in Graz wurden die bisherigen Erfahrungen der Projektpartner über die Synthesemöglichkeiten der PPA ausgetauscht. Das führte dazu, dass in kurzer Zeit erste Polymere hergestellt und charakterisiert werden konnten. Daraus konnten allererste Resistmuster bei Allresist kreiert werden, die bei den Versuchen mit dem NanoFrazor bei SwissLitho bereits gute Applikationseigenschaften aufwiesen.

Wir möchten besonders die Elektronenstrahl-Anwender auf die Alternative zur E-Beam-Lithographie hinweisen. Relativ geringe Investitionskosten, der Verzicht auf die Hochvakuum-Technik und die Vereinfachung der Lithographie (kein Entwickeln und Spülen mehr notwendig) sind die drei Pluspunkte des NanoFrazors. Bitte informieren Sie sich selbst bei der SwissLitho über das neue Verfahren.



Abb. 7 Einsatzbereites NanoFrazor-Gerät (Kosten ca. 500 T€)

4. Weitere CSAR 62-Anwendungen – hoch präzise Rechteckstrukturen

Im IAP der Friedrich-Schiller-Universität Jena sollten sehr kleine, hoch präzise Rechteckstrukturen hergestellt werden. Dazu wurde ein Zweischichtsystem aus dem AR-P 6200.09 (Top-Layer, 100 nm) und dem AR-P 617.06 (Bottom-Layer, 300 nm) aufgebaut. Nach der Belichtung mittels E-Beam Writer Vistec SB 3500S (Variable Shaped Beam) mit 50 kV wurde der CSAR 62 mit dem Entwickler AR 600-546 strukturiert, anschließend wurde der Bottom-Layer mit dem Entwickler AR 600-55 entwickelt. Dann erfolgte die Beschichtung mit Gold (30 nm). Der Lift-off wurde mit einem Gemisch aus Aceton und Iso-propanol durchgeführt.

Die Strukturen sind in Abb. 8 gezeigt. Die Strukturgrößen betragen 38 nm bei ca. 40 nm Strukturabständen. Besonders positiv sind die kleinen Krümmungsradien an der Ecke der „L“-Innenseite zu bewerten.

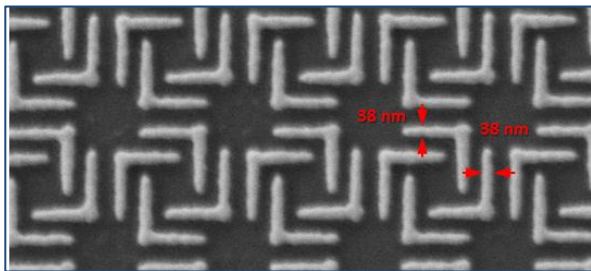


Abb. 8 Hochpräzise L-Strukturen, erzeugt mit dem System AR-P 6200.09 / AR-P 617.06

Eine ähnliche Zielstellung wurde von dieser Arbeitsgruppe bei der Erzeugung von Quadratstrukturen angestrebt. Auch hier sollten die Ecken über eine besonders gute Auflösung verfügen. Dazu wurde der CSAR 62 in einer Schichtdicke von 100 nm ebenfalls mit 50 kV bestrahlt und mit dem Entwickler AR 600-546 entwickelt. Wie angepeilt verfügen die Kanten und Ecken der 130-nm-Quadrate über eine ausgezeichnete Qualität (siehe Abb. 9)

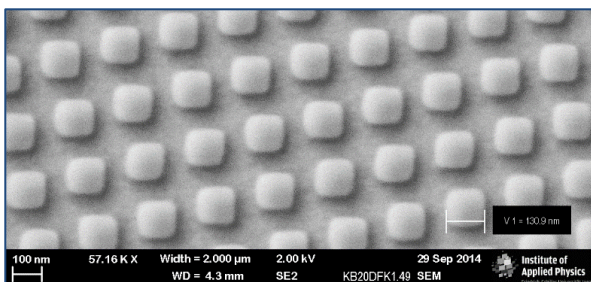


Abb. 9 130-nm-Quadrate mit präzisen Abmaßen mit CSAR 62

5. Neue Ergebnisse mit Electra 92

Mit dem leitfähigen Lack Electra 92 (SX AR-PC 5000/90.2) bietet Allresist seit März 2014 eine preiswerte Alternative zum ESpacer (Showa Denko K.K.) und aquaSAVE (Mitsubishi Rayon) an. Die Synthese und vor allem die anspruchsvolle Reinigung des Polyanilin-Derivats ist mittlerweile Routine bei Allresist. Wir erhalten von zahlreichen Anwendern ein sehr positives Feedback über die Anwendungseigenschaften des Electra 92. Über die Ergebnisse der MLU Halle bei der problemlosen Strukturierung eines Zweilagigen-PMMA-Systems auf Quarz für Lift-off-Prozesse, wurde schon in der letzten Ausgabe der AR NEWS berichtet.

Ohne Einsatz einer leitfähigen Beschichtung ist eine präzise Strukturierung auf Quarz, auch bei der Verwendung anderer E-Beamresists, wie z.B. HSQ, nicht möglich. Aus der Raith GmbH erreichte uns nun die Mitteilung, dass nach Beschichtung mit Electra 92 auch HSQ-Resist auf einem Quarzsubstrat mit sehr guter Qualität strukturiert werden konnten. Nach Aussage von Herrn Rudzinski (Raith GmbH) war das bisher noch mit keinem anderen leitfähigen Lack gelungen. Der Resist (20 nm dick) wurde mit der notwendigen Dosis von $4300 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ (Flächendosis) bestrahlt. Anschließend wurde der SX AR-PC 5000/90.2 innerhalb von 2 Minuten mit warmem Wasser vollständig entfernt, es konnten keine Rückstände beobachtet werden. Nach der Entwicklung des HSQ-Resists blieben die Strukturen mit den 20-nm-Stege stehen (Abb. 10).

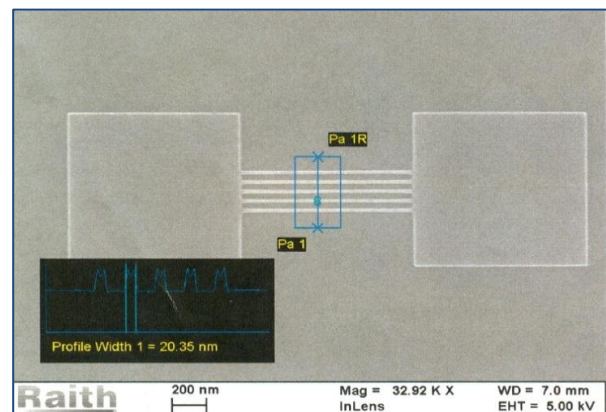


Abb. 10 20 nm Stege des HSQ, präpariert auf Quarz mit dem Electra 92

Wie einige Anwender berichten, konnte Electra 92 auch erfolgreich als leitfähige Beschichtung für

REM-Proben eingesetzt werden. REM-Aufnahmen guter Qualität können nur erhalten werden, wenn die im Elektronenscan übertragene negative Ladung vollständig abgeleitet werden kann, sonst können von den Strukturen nur stark verzerrte Bilder erhalten werden. Electra 92 erwies sich dabei als eine gute Alternative zum sonst üblichen Sputterprozess (Aufdampfen von teuren Edelmetallen auf die zu untersuchenden Substrate).

Mr. Bjarke Rolighed Jeppesen (Department of Physics and Astronomy, Aarhus University, Ny Munkegade 120, 8000 Aarhus C, Denmark) verwendete Electra 92 erfolgreich auf 950k PMMA, für die Herstellung plasmonischer Strukturen (Ag-Dots auf Quarzsubstraten). Mr. Jeppesen äußerte sich sehr positiv über die einfache und zuverlässige Handhabung des leitfähigen Lackes und wies darauf hin, dass es für den Aufbau einer gleichmäßigen leitfähigen Schicht günstig ist, zunächst die gesamte Substratoberfläche mit der Resistlösung zu benetzen, bevor der Schleudervorgang gestartet wird. Mr. Jeppesen war so freundlich uns die folgenden Bilder zur Verfügung zu stellen (Abb. 11).

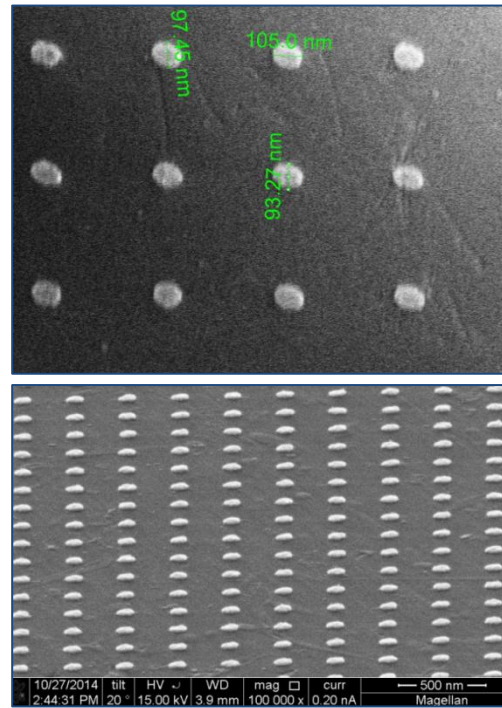


Abb. 11 Silbemanopartikel auf Quarzsubstrat

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 Oktober 2015 vorstellen.
Bis dahin wünschen wir Ihnen und uns viel Erfolg.



Strausberg, 11.05.2015
Matthias & Brigitte Schirmer
im Team der Allresist