



AR NEWS

42. Ausgabe, Oktober 2020, Allresist GmbH



Inhalt:

- 1. Ministerpräsident Dietmar Woidke besucht Allresist in Corona-Zeiten**
- 2. Länger haltbare und empfindlichere HSQ-Alternative Medusa 82 für die Grauton-Lithographie**
- 3. Medusa für die UV-Lithographie**
- 4. Thermisch strukturierbare Resists**

Willkommen zur 42. Ausgabe der AR NEWS, die noch immer im Zeichen der anhaltenden Covid-19-Pandemie steht. Wir möchten Sie gern weiterhin über die Entwicklung unseres Unternehmens und seiner Forschungsprojekte informieren.

1. Ministerpräsident Dietmar Woidke besucht Allresist in Corona-Zeiten

Am 17. August besuchte Ministerpräsident Dietmar Woidke auf seiner Informationstour durch Brandenburg auch die Allresist GmbH. Sein Hauptinteresse galt der Frage, wie Allresist die derzeitige Coronakrise meistert. Nach einem informativen Rundgang durch die Firma und einer ausführlichen Präsentation zeigte sich Dietmar Woidke begeistert, zumal er sich an wissenschaftliche Aufgaben seines früheren Berufs als Diplom-Agrarwissenschaftler erinnert fühlte.



Abb. 1 Ministerpräsident Woidke im Gespräch mit dem Ehepaar Brigitte und Matthias Schirmer, Foto J. Sell

Woidke würdigte vor allem die moderne Gebäudeerweiterung mit Photovoltaik-Anlage und ökologischem Gründach sowie unsere Produktinnovationen, die auf dem Weltmarkt durch Allresist als „Made in Brandenburg“ präsentiert werden. Der Ministerpräsident versprach, zu unserem 30. Firmenjubiläum 2022 wiederzukommen.

Wie in vielen Unternehmen brach auch bei Allresist der Umsatz für ein Vierteljahr insbesondere im Ausland ein. Um die Umsatzverluste auszugleichen und die Region beim Kampf gegen Covid-19 zu unterstützen, stellt Allresist derzeit unter dem Motto: „Not macht erfinderisch & solidarisch“ Desinfektionsmittel für Arztpraxen, Schulen, Ämter und Kunden her, um aktiv mitzuhelfen, Infektionsketten zu unterbrechen. Diese Hilfe wurde von der Region überaus dankbar angenommen.

Auch intern haben wir zahlreiche Maßnahmen ergriffen, um unsere Mitarbeiter vor einer Infektion zu schützen. Dazu wurden Mindestabstände und eine maximale Anzahl von Personen pro Raum festgelegt, die Desinfektion von Flächen und Klinken geregelt sowie Lüftung und Luftionisation

vorgeschrieben. So stellen wir sicher, dass alle Kundenwünsche auch in der komplizierten Coronazeit schnell und in der gewohnt hohen Qualität erfüllt werden können.

Unser Produktumsatz befindet sich mittlerweile wieder auf dem ursprünglichen Niveau. Da Allresist über gute Rücklagen der letzten erfolgreichen Jahre verfügt, mussten weder Finanzhilfen beantragt noch Kurzarbeit angemeldet werden. Die Gehälter der Mitarbeiter laufen wie gewohnt weiter, und im Juni konnte sogar wie geplant ein weiterer Mitarbeiter eingestellt werden.

2. Länger haltbare und empfindlichere HSQ-Alternative Medusa 82 für die Grauton-Lithographie

(Abstract für den Vortrag auf der EIPBN 2020)

Die guten und zuverlässigen Eigenschaften von HSQ-Resists sind allen E-Beam-Anwendern bekannt. Die größten Nachteile bei der Verarbeitung von HSQ sind jedoch die relativ kurze Haltbarkeit und das kleine Prozessfenster zwischen Schichtvorbereitung und Belichtung.

Wir modifizierten daher das Silsesquioxan (Abb. 2), um eine längere Haltbarkeit und ein größeres Prozessfenster unter Beibehaltung der Vorteile wie des hohen Siliziumgehalts für die Ätzbeständigkeit und der exzellenten Auflösung zu erreichen.

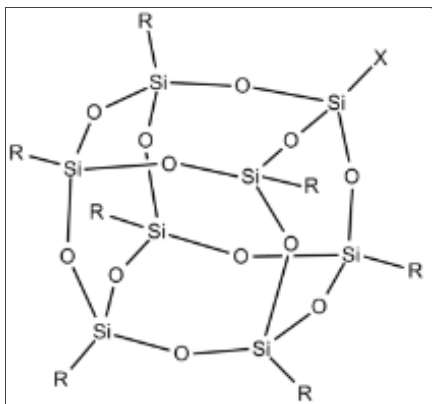


Abb. 2 Silsesquioxan-Struktur

Aus dem modifizierten Silsesquioxan entstand unser neuer Elektronenstrahlresist Medusa 82. Trotz des Unterschiedes zum HSQ lässt sich Medusa 82 mit HSQ-

Standardverfahren entwickeln. Im Unterschied zu HSQ kann bei Medusa 82 jedoch aufgrund der höheren Stabilität des Resists zwischen der Beschichtung und der Bestrahlung ein Zeitraum von mehreren Wochen liegen (Abb. 3 und 4).

Auch der flüssige Resist behält seine Eigenschaften unverändert über mehrere Wochen bei Raumtemperatur bei.

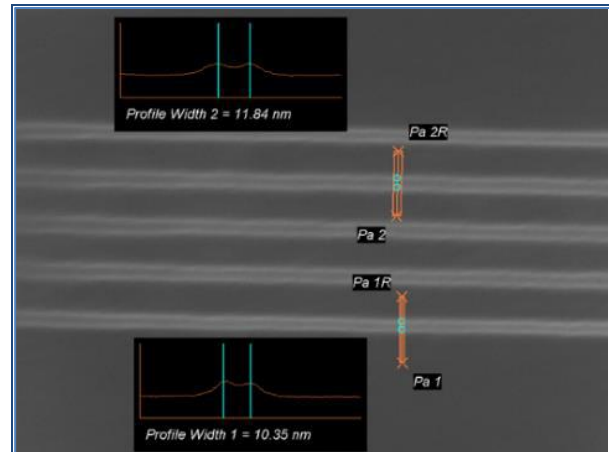


Abb. 3 12 nm-Linien von SX AR-N 8200.03 im REM, 50 nm Filmdicke, Soft Bake 10 min bei 120 °C, Belichtung bei 30 kV Raith Pioneer, Entwicklung mit AR 300-44 für 90 s bei 23 °C.

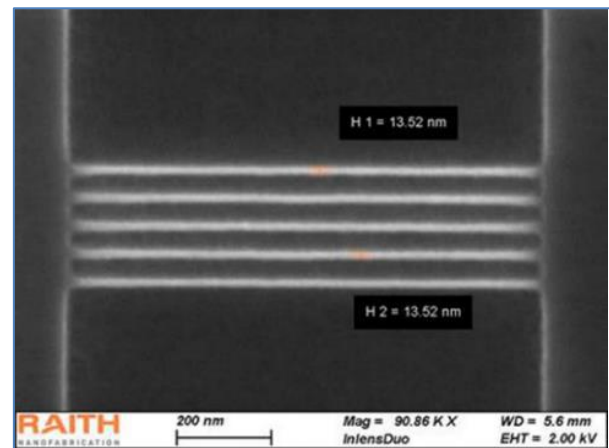


Abb. 4 13-nm-Linien eines beschichteten Substrats, das 22 Tage bei Raumtemperatur gelagert wurde; Prozessbedingungen wie bei HSQ-Resists.

Wie sich zeigte, kann die Empfindlichkeit von Medusa 82 noch erhöht werden: ein Post Exposure Bake (PEB) steigert die Empfindlichkeit bis zu dem 20-fachen, und auch der Zusatz von Säuregeneratoren bewirkt eine hohe Empfindlichkeitssteigerung. Darüber hinaus ist die Verwendung von schwächeren alkalischen Entwicklern ebenfalls möglich.

Die Verwendung von Resists, deren Strukturen glasähnlich (also wie SiO_2) sind, kann den Aufwand für den aufwändigen Herstellungsprozess von mikrooptischen Bauteilen erheblich vereinfachen. Dies gilt insbesondere für die prototypische Entwicklung und Kleinserienfertigung von speziellen Kundengittern und diffraktiven optischen Elementen (DOE). Besonders bei der Herstellung von Mikrolinsen, Mikrogrittern und diffraktiven optischen Elementen, die mehrstufige oder gestrichelte Linienformen aufweisen, um ihre Beugungseffizienz zu verbessern, kann eine direkte Graustufenbelichtung in einem glasartigen Resistmaterial die oft sehr zeitaufwändigen, lithografisch mehrstufigen Prozesse ersetzen. Der Umwandlungsprozess von Medusa 82 in ein glasartiges Material besteht aus einer Elektronenstrahlbelichtung, einem Temperungsschritt oder eine Kombination aus beiden. Darüber hinaus ermöglichen der einstellbare Kontrast und die Empfindlichkeit eine Graustufenlithographie. Unterschiedliche Dosen der Bestrahlung lösen einen unterschiedlichen Vernetzungsgrad innerhalb der Schicht aus, was nach der Entwicklung zu unterschiedlichen Schichtdicken führt. Die Temperung nach der Entwicklung resultiert in einer weiteren Vernetzung und der vollständigen Umwandlung in SiO_x (Abb. 5).

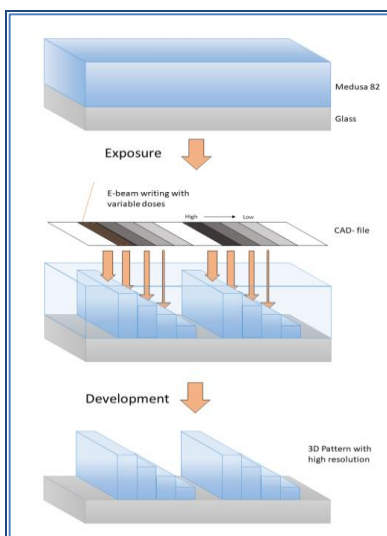


Abb. 5 Prinzip der Grautonlithographie (Medusa 82)

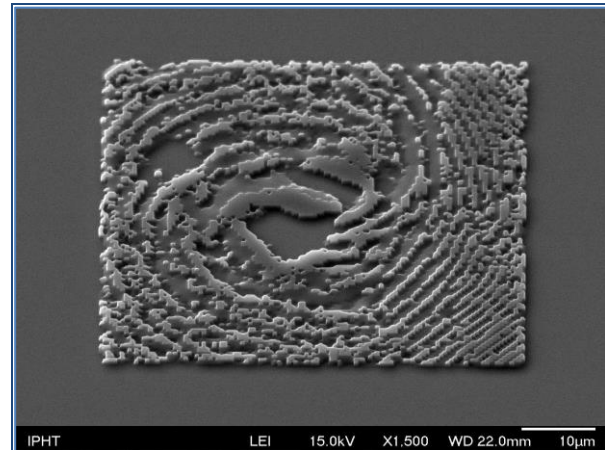


Abb. 6 DOE-Pixel (3-D) aus Medusa 82

3. Medusa für die UV-Lithographie

Medusa 82 wurde für die E-Beam-Lithographie entwickelt und stellt eine Alternative und Verbesserung zum HSQ dar. Die Vorteile von Medusa liegen in einer (einstellbaren) höheren Empfindlichkeit und einer längeren Haltbarkeit des Resists. Einen Überblick über die Eigenschaften und Anwendungen können Sie [hier](#) (2 MB) herunterladen.

Bei der Bestrahlung von Silsesquioxan entstehen überwiegend SiO_2 -haltige Strukturen, aus denen sich im günstigsten Fall Hartmasken für intensive KOH-Ätzprozesse in einem photolithographischen Schritt herstellen lassen. Der übliche Aufbau einer Hartmaske ist wie folgt: (1) Abscheiden einer SiO_2 -Schicht auf dem Silizium-Wafer; (2) Photoresist-Beschichtung und Strukturierung; (3) Wegätzen der frei entwickelten SiO_2 -Strukturen; (4) Ätzen des Siliziums mit KOH.

Das Problem mit Medusa 82 war bislang, dass der Resist nicht photolithographisch strukturiert werden kann, sondern nur mittels Elektronenstrahl-Lithographie. Uns ist es nun gelungen, Säuregeneratoren zu finden, die Silsesquioxane im Breitband-UV vernetzen. Damit können normale i-Line- Maskaligner oder -Stepper zur Strukturierung genutzt werden. Abb. 7 zeigt das Ergebnis einer derartigen Belichtungsstapel; die Belichtung wurde hier mit einem Breitband-UV-Filter durchgeführt.

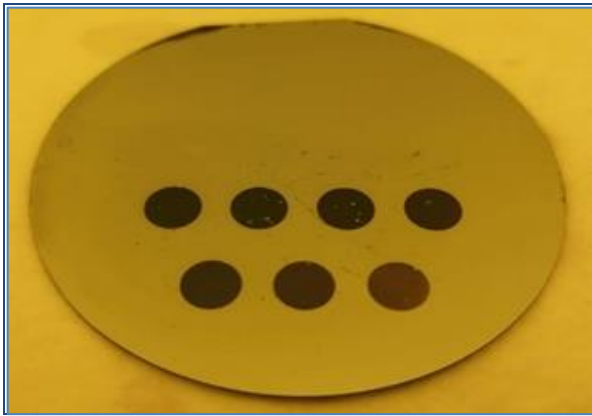


Abb. 7 Gradationskurve der Photolithographie mit Medusa

Entsprechende Arbeiten stehen derzeit noch am Anfang und bedürfen noch der Optimierung vieler Prozessparameter, aber wir wollten Sie schon über jetzt diese interessante Entwicklung für mögliche zukünftige Anwendungen informieren.

4. Thermisch strukturierbare Resists



Mit einem Eurostar-EU-Projekt 2015 begann eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen der damaligen SwissLitho AG (2018 umbenannt in Heidelberg Instruments Nano) und Allresist. Allresist entwickelte in dem Projekt den thermisch strukturierbaren Resist Phoenix 81 für den NanoFrazor, der mittlerweile auf dem Weltmarkt etabliert ist.



Abb. 8 NanoFrazor der Heidelberg Instruments Nano

NanoFrazor-Systeme sind t-SPL (thermal scanning probe lithography)-Geräte, die eine binäre Lithographie mit einer Auflösung von unter 10 nm und 3D-Strukturierung mit

vertikaler Auflösung im sub-Nanometerbereich ermöglichen. Die erhitzte Spitze sublimiert den Resist und kann eine in-situ-Bildgebung ähnlich der AFM durchführen. Da keine geladenen Teilchen an dem Prozess beteiligt sind, ist die NanoFrazor-Lithographie nicht invasiv. Das heißt, eine Strukturierung beschädigt die Proben nicht und bringt auch keine zusätzlichen Ladungen ein. Zudem ist eine NanoFrazor-Lithographie mit anderen Standardverfahren zur Musterübertragung kompatibel, so zum Beispiel dem Lift-off von Doppelschichten, dem hochauflösenden Ätzen oder der Übertragung und Verstärkung von 3D-Mustern in verschiedene Materialien. Für NanoFrazor-Anwendungen ist weder ein Vakuum noch ein Reinraum erforderlich; für die Beschichtung der Substrate mit Resist Phoenix 81 wird jedoch ein Reinraum empfohlen.

Der NanoFrazor kann jedoch auch andere Resists strukturieren. Für einen Überblick der Anwendungsmöglichkeiten haben wir eine Broschüre zusammengestellt, die Sie [hier](#) (700 kB) herunterladen können. Einige Beispiele stellen wir an dieser Stelle kurz vor.

Thermisch strukturierbarer Resist AR-P 8100/Phoenix 81 (PPA)

Phoenix 81 ist ein spezieller Resist für 2D- und 3D-Strukturen mit hoher Auflösung (7 nm) und sauberer Sublimation für die t-SPL. Der Resist kann zusätzlich mit einem direkten Laserschreiber (Belichtungs-wellenlänge 405 nm) kombiniert werden.

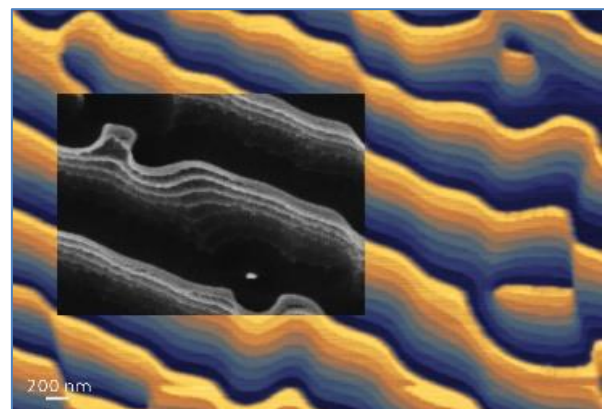


Abb. 9 3D-Hologramm in Phoenix 81, Silizium-geätzt

Thermisch strukturierbarer Resist AR-P 617 (PMMA-co-MA)

Auch unser AR-P 617, ein klassischer E-Beamresist, lässt sich mit dem NanoFrazor strukturieren.

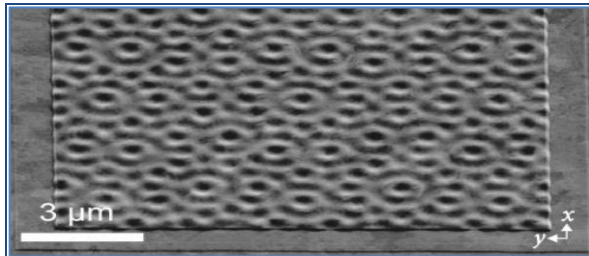


Abb. 10 Quasiperiodische optische Fourier-Oberflächen, transferiert in Ag

Thermisch strukturierbarer Resist der AR-P 6200- Serie/CSAR 62

Der hoch auflösende E-Beamresist CSAR 62 (8 nm) kann ebenfalls thermisch strukturiert werden. Kleiner Nachteil bei diesem Verfahren: die Nadel hat nur eine beschränkte Haltbarkeit.

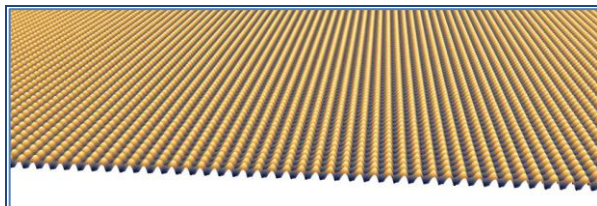


Abb.11 Array von 250 nm breiten 3D-Strukturen, die mit t-SPL direkt in CSAR 62 geschrieben wurden

Mix&Match-Prozesse mit t-SPL und Laserdirektbelichtung

Ein sehr elegantes Verfahren ist der Mix&Match-Prozess mit t-SPL und einer Laserdirektbelichtung. Die kleinen Strukturen (bis 10 nm) werden mit der heißen Nadelspitze geschrieben, die großen (im μm -Bereich) direkt mit einem Laser der Wellenlänge von 405 nm erzeugt. Auch der Laser verdampft den Resist, sodass kein Entwicklungsprozess mehr erforderlich ist.

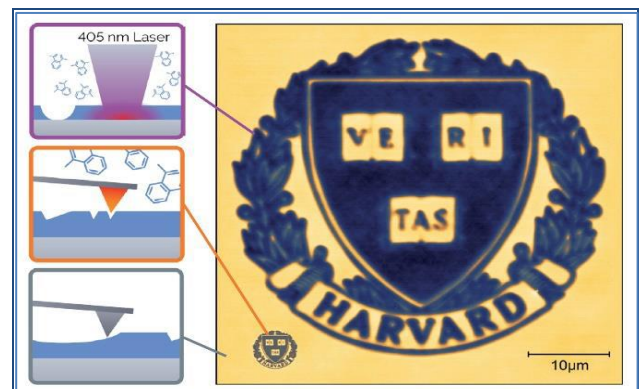


Abb. 12 NanoFrazor AFM-Abbildung des Harvard-Logos, geschrieben mit einem 405-nm-Laser (großes Logo) und t-SPL (kleines Logo) in Phoenix 81 im selben NanoFrazor-System

Wir hoffen, dass für Sie Interessantes und Anregungen dabei waren, und freuen uns auf Ihre Reaktion. Die nächste Ausgabe der AR NEWS werden wir Ihnen wieder im April 2021 vorstellen.

Bis dahin wünschen wir Ihnen und uns viel Erfolg. Bleiben Sie gesund! 😊



Strausberg, 14.10.2020
Matthias & Brigitte Schirmer im Team der Allresist