



AR NEWS

24. Ausgabe, April 2012

der Allresist GmbH

Inhalt:

1. **Allresist ist jetzt Mitarbeiterchampions und bewirbt sich um den Ludwig-Erhard-Preis**
2. **Ergebnisse des neuen E-Beamresist AR-N 7520**
3. **NIR-Lack in der Entwicklung – erste Erfolge**
4. **Unsere Neuentwicklungen – erste Ergebnisse**



Willkommen zur 24. Ausgabe der AR NEWS, in unmittelbarer Vorbereitung zu unserem 20. Firmenjubiläum. Wir möchten Sie auch künftig gern über die Weiterentwicklung des Unternehmens und seiner Forschungsprojekte informieren:

I. Allresist ist jetzt Mitarbeiterchampions und bewirbt sich um den Ludwig-Erhard-Preis

Auf unserem Weg zu einem Unternehmen der Excellence haben wir uns 2011 dem Wettbewerb „Deutschland Mitarbeiterchampions“ gestellt. Dabei werden alle Mitarbeiter des Unternehmens ausführlich mittels eines Fragebogens um ihre Einschätzung des Unternehmens gebeten. Nach der Auswertung durch das Forum! Marktforschung in Zusammenarbeit mit der DGQ ergeben sich so Aussagen über die Mitarbeiter-Motivation und -Bindung, die dann in Punkte umgerechnet werden.

Allresist erhielt am 8. Mai 2012 nicht nur das begehrte Siegel, sondern auch eine Auszeichnung und war damit einer der vier Finalisten. Die höchste Punktwertung des Preisträgers betrug 883 Punkte, wir bekamen von der Jury 840 Punkte. Damit haben wir in diesem deutschlandweiten Wettbewerb ein sehr gutes Ergebnis erzielt.

Dieses Ergebnis dient zugleich als Benchmark für unsere Ludwig-Erhard-Preis Bewerbung 2012. Wir stellen uns dieses Jahr wieder der Bewertung eines Assessoren Teams. Damit wollen wir uns weiter entwickeln, auch zum Nutzen unserer Kunden, und hoffen auf ein möglichst gutes Ergebnis. Wir werden Sie spätestens zu den nächsten AR NEWS darüber informieren.



Abb. I: Allresist erhält das Siegel Mitarbeiterchampions

2. Ergebnisse des neuen E-Beamresist AR-N 7520

Ein prozessstabiler, ausreichend empfindlicher E-Beamresist mit einer Auflösung um 30 nm wird für Forcierung der Elektronenstrahlolithographie dringend benötigt. Die chemisch verstärkten E-Beamresists erfüllen die Forderung nach einer hohen Empfindlichkeit, generieren aber bisher nur eine Auflösung > 100 nm. PMMA-Resists und nicht chemisch verstärkte E-Beamresist (z.B. AR-N 7500 oder AR-N 7520) besitzen das Potential für Auflösungen < 30 nm, sind aber zu unempfindlich und erfordern somit unökonomisch lange Schreibzeiten. Die langfristige Forschungskonzeption der Allresist sieht die Entwicklung ökonomisch arbeitender, hoch auflösender E-Beamresists vor.

Auf der MNE 2010 in Genua wurde der SX AR-N 7520/4 vorgestellt, der im Vergleich mit dem Standardresist AR-N 7520 eine siebenfach bessere Empfindlichkeit aufwies (siehe 21. AR NEWS). In Fortführung der Entwicklung ab 2011 wurden neu synthetisierte Vernetzer getestet, mit ihnen konnte nochmals eine kleine Empfindlichkeitssteigerung erreicht werden. Bei einzelnen Messungen konnte eine Linienbreite von unter 30 nm nachgewiesen werden (siehe Abbildung 2). Ein weiterer Vorteil ist die bessere Löslichkeit in dem Resistlösemittel, sie erlaubt einen höheren Feststoffgehalt der Lacke und damit dickere Schichten. Sonderanwendungen für die Elektronenstrahlolithographie bis zu einer Schichtdicke von 5 µm sind so realisierbar.

Die Verbesserung der neuen E-Beamresists wird in der folgenden Abbildung 3 gezeigt. Dort wird die Dosisabhängigkeit von der Strukturbreite angegeben. Allgemein bekannt ist, dass kleinere Strukturen eine höhere Dosis benötigen. Das zeigt sich auch bei diesen Untersuchungen. Bei einer Strukturbreite von 5 µm wird nur eine Dosis von ca. 15 µC/cm² (30 kV) benötigt. Für 100-nm-Linien liegt die Dosis bei den 3 Mustern zwischen 30 – 50 µC/cm² (siehe Abb. 3).

Die Anwendungseigenschaften der neuen Muster sind deutlich besser als die Parameter des Standardlackes AR-N 7520. Deshalb planen wir den bisherigen E-Beamresist durch den „neuen“ zu ersetzen. Alle Kunden können dieses Jahr schon die neuen Lacke erproben, zum Jahresbeginn 2013 werden die verbesserten Resists dann zum Standardlack.

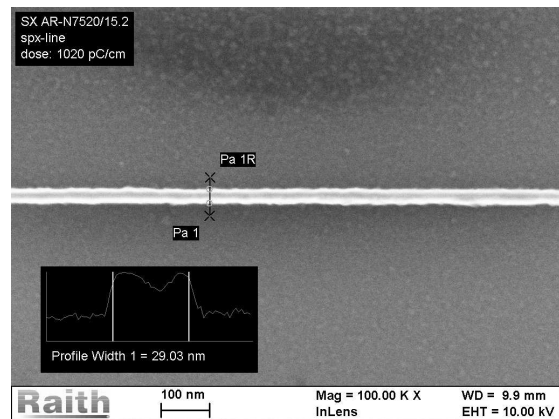
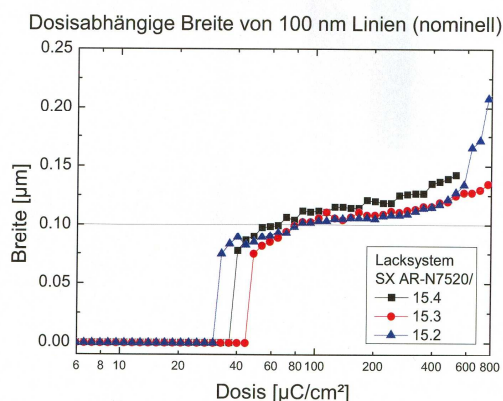
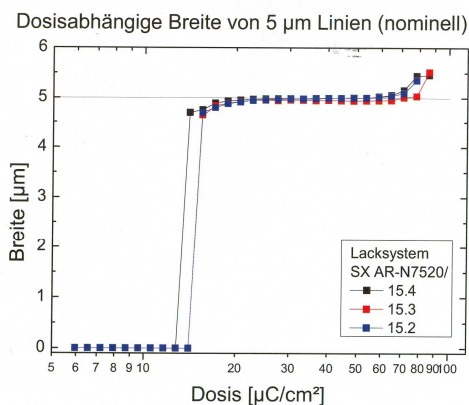


Abb. 2: Steg von 29 nm mit dem Muster SX AR-N 7520/15.2



→ Prozessfenster der Lacke SX AR-N7520/15.2, .../15.3, .../15.4 in gleicher Größenordnung

Abb. 3: Dosisabhängige Breite der Linien

3. NIR-Lack in der Entwicklung – erste Erfolge

Mit der Entwicklung von Photoresists für die Belichtungen in dem Wellenlängenbereich von 500 bis 1.100 nm mittels Laser hat Allresist eine Weltneuheit geschaffen. Mit den Standard-Photoresists ist eine Lithographie mit einer Belichtungswellenlänge > 480 nm nicht möglich.

Jetzt ist es uns gelungen, eine Resistserie (alternativ für Gelb- oder Weißlicht, siehe unten) zu entwickeln, die für Laser-Belichtungen in diesem Spektrum empfindlich ist. Das Wirkprinzip der Lacke ist ebenfalls die chemische Verstärkung. Die Empfindlichkeit für die einzelnen Laser-Wellenlängen wird durch bei dieser Wellenlänge absorbierende Farbstoffe erhöht.

Ein erster Prinzip Nachweis hatte bewiesen, dass es möglich ist, bei Belichtungswellenlängen von 532 nm und 1064 nm eine Vernetzung zu induzieren, die zu einem kompletten

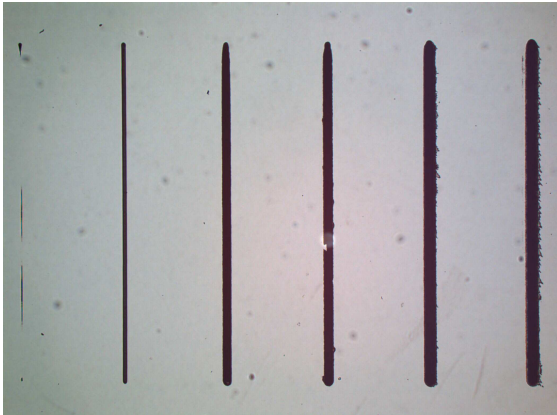


Abb. 4: Unterschiedliche Strichbreiten durch unterschiedliche Schreibgeschwindigkeiten

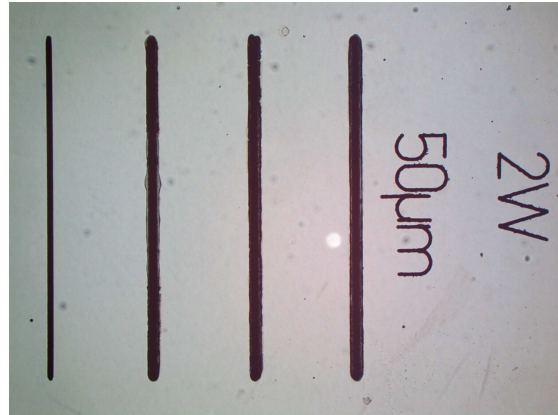


Abb. 5: 70-µm-Linie (links) bei 50-µm-Strahlbreite

Versuchsbedingungen: durchgeführt am



Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH



Strahlquelle: Ultrakurzpulslaser Lumera HyperRapid, PW=9ps, F=1000kHz, Gauß

Strichbreite: 20, 50 und 100 µm

Schreibgeschwindigkeit: 1 – 1.000 mm/s

Leistung: 200 – 2.000 mW

Es konnten saubere Linien erzeugt werden, die nach den bisherigen Ergebnissen etwas breiter als der Strahldurchmesser sind (s. Abb. 5). Eine Optimierung von Laserleistung, Schreibgeschwindigkeit und Entwicklerregime wird eine maßhaltige Strukturierung ermöglichen.

Diese neuen Negativ-Lacke sind auch bei allen Lasern im Bereich von 200 – 500 nm sehr empfindlich und können auch dort eingesetzt werden. Applikationen werden nicht nur in der Mikroelektronik angewendet, sondern auch für z.B. die Walzengravur bei der Textil- oder

Schichtaufbau führten. Die Ausgangsschichtdicke von 6 µm wurde beim Schreiben von Punkten in einem bestimmten Energieintervall vollständig erreicht. Unterhalb des Intervalls blieben keine Strukturen stehen, oberhalb des Levels wurde die Resistschicht durch den zu hohen Energieeintrag des Laserstrahls zerstört und abgetragen. Die Entwicklung erfolgte mit den üblichen wässrig-alkalischen Entwicklern.

Bei der zweiten Versuchsserie sollten Linien geschrieben werden. Dabei kommt der Schreibgeschwindigkeit des Laserstrahles eine große Bedeutung zu. Je schneller die Schreibgeschwindigkeit, desto geringer wird der lokale Energieeintrag. Trotz der Komplexität der Untersuchungen mit vielen Einflussfaktoren gelang es schon nach wenigen Versuchen, exakte Linien zu generieren.

Teppich-Herstellung und bei CNC-Codierscheiben. Bei diesen Anwendungen wird normalerweise kein Gelblicht verwendet. Für diese Fälle haben wir auch ein NIR-Resist für Weißlicht-Bedingungen konzipiert. Dieser Lack kann ohne Gelblicht verarbeitet werden.

Wir arbeiten an der Weiterführung und Konsolidierung der Ergebnisse und werden spätestens zu den nächsten AR NEWS berichten. Wir freuen uns aber schon jetzt über Hinweise, Anforderungen oder Interessenbekundungen.

4. Unsere Neuentwicklungen – erste Ergebnisse

4.1. Temperaturstabiler Negativresist SX AR-N 4700/I

Neue, wässrig-alkalische lösliche Polymere können die Novolake in einigen Eigenschaften übertreffen. Die Standard-Novolake schmelzen in der Regel in dem Bereich von 120 – 140 °C. Je dicker die Schichten werden, desto größere Auswirkung hat dieses Verhalten auf die Resiststrukturen. 10 µm hohe Stege können bei 130 °C einfach wegfließen. Eine hohe thermische Stabilität würde diesen Effekt vermeiden, besonders bei Ionen- oder Plasmaätzschritten. Ein Copolymer aus PMMA und Polystyren verfügt über eine hohe thermische Resistenz. Dieses Polymer ergab durch die Zugabe von Säuregeneratoren und aminischen Vernetzern einen chemisch verstärkten Negativresist. Erste Versuche zur Bestimmung der thermischen Stabilität zeigten bei einer Schichtdicke von 4 µm bis 220 °C keine Verrundung der Kanten. Wie für einen chemisch verstärkten Resist zu erwarten, ist der Lack sehr empfindlich. Neben dem Einsatz als Einlagenresist ist auch eine Applikation für ein Zweilagensystem vorgesehen (siehe Punkt 4.4.)

4.2. Alkalistabiler und lösemittelbeständiger Negativresist SX AR-N 4340/7

Die meisten Novolak-basierten Photoresists zeichnen sich durch eine sehr gute Ätzstabilität gegenüber Säuren aus (außer hochkonzentrierten, oxidierenden Säuren oder konzentrierter Flußsäure). Dagegen sind die Resists gegenüber basischen Medien relativ empfindlich. So bestehen die Entwickler der Resists aus wässrig-alkalischen Mischungen mit einem pH von 12 bis 13.

Uns ist es jetzt gelungen, einen Negativresist zu konzipieren, dessen Resiststrukturen nach einer zusätzlichen Temperung die Einwirkung von 1 n NaOH über 4 Stunden ohne messbaren Abtrag widerstehen. Als Entwickler dient der 2:1 verdünnte TMAH-Remover AR 300-73. Erstaunlicherweise ist dieser Resist trotz des drastischen Entwicklungsregimes sehr empfindlich.

Damit bieten sich dieser Negativlack SX AR-N 4340/7 für den Einsatz in stark basischen Galvanikbäder und zum Ätzen von Aluminiumschichten mittels starker TMAH-

Entwickler an. Des Weiteren sind die vernetzten Resistschichten erstaunlich lösemittelbeständig. Schon ab einer Temperung der Strukturen von 120 °C erfolgt dann über Stunden kein Angriff durch Aceton, IPA, PMA und NEP mehr. Noch höhere Härtingstemperaturen stabilisieren die Schicht so stark, dass auch die üblichen Remover wirkungslos bleiben. Ein Entfernen des Lackes kann dann nur noch mittels Plasmaätzen oder Piranha-Lösung durchgeführt werden.

Durch die Auswahl und Kombination der Rohstoffe kann gezielt die Lösemittelbeständigkeit eingestellt werden. Bitte nennen Sie uns die Anforderungen Ihres Prozesses, wir werden für Sie die beste Lösung finden.

4.3. Empfindlicher, ätzstabiler Negativ-E-Beamresist für Arbeiten ohne Gelblicht

Die Elektronenstrahlolithographie begann in den 1980er Jahren mit den PMMA-Resists. Diese Lacke sind im Wellenlängen-UV-Bereich von über 300 nm absolut lichtunempfindlich. Deshalb benötigen die Reinräume, wo die E-Beam-Lithographie mit PMMA-Resists durchgeführt wird, kein Gelblicht. Wir sind schon öfter mit dem Wunsch der E-Beam-Anwender konfrontiert worden, ob wir auch Negativ-Resists anbieten, die unter Weißlichtbedingungen verarbeitet werden können.

Unsere Negativ-E-Beamresists der Serie 7500 – 7700 sind alle auch im Breitband UV (300 – 405 nm) empfindlich. Damit sind sie für die Mix&match-Technologien (E-Beam- und UV-Lithographie in einem Prozess) geeignet, benötigen aber zwingend Gelblicht.

Durch den Einsatz neuer Säuregeneratoren, die sich durch eine UV-Absorption < 280 nm auszeichnen, haben wir den chemisch verstärkten E-Beamresist SX AR-N 7700/46 entwickelt, der auch bei Tageslicht verarbeitet werden kann. Die beschichteten Wafer wurden für mehrere Stunden offen in ein Weißlicht-Labor gelegt und anschließend zusammen mit den nicht zusätzlich „belichteten“ Wafern bestrahlt und entwickelt. Empfindlichkeit und Gradation beider Versuchsreihen waren identisch.

Proben stehen interessierten Arbeitsgruppen zur Verfügung.

4.4. Negativ-Zweilagen-lift-off System

Unser Positiv-Zweilagen-lift-off System AR-P 5400- 3510 befindet sich seit einigen Jahren erfolgreich im Einsatz. Durch die Dauer der Entwicklung kann sich jeder Anwender den Unterschnitt wie gewünscht einstellen.

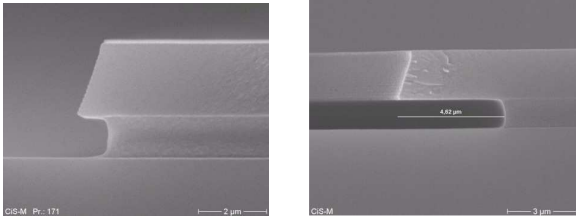


Abb. 6 + 7: Positiv-Zweilagen System

Da solche Unterschnitt-Strukturen fast ausschließlich für Lift-off-Prozesse genutzt werden und dabei beim Aufdampfen und besonders beim Aufspütern hohe Temperaturen (bis 200 °C) auftreten können, ist eine thermische Stabilität der Oberschicht dringend erwünscht. Bei einem so großen Unterschnitt wie im rechten Bild schmilzt der Oberlack und fließt her-

unter. Damit kann dann der Lift-off-Prozess nicht mehr durchgeführt werden. Unsere Versuche, einen stabileren Positiv-Lack zu entwickeln, führten bisher zu keiner erheblichen Verbesserung.

Dagegen zeigten Versuche mit Negativresists als Oberlack verheißungsvolle Ergebnisse. Relativ schnell gelang es, diese Zweilagengestaltung zu optimieren und den Unterschnitt herzustellen. Neben den variierten Negativlacken der Serie AR-N 4300 kam dabei der neue Negativlack SX AR-N 4700/I zum Einsatz. Dieser weist als Single-Layer eine hohe thermische Stabilität auf (siehe Punkt 4.1.). Aber auch die 4300-Resist sind deutlich thermoresistenter als die Positivresists. Zurzeit werden Versuche vorbereitet, die die Grenzen der Stabilität der Zweilagengestaltung nachweisen sollen. Wir bieten allen Lesern der AR NEWS die Möglichkeit, sich an dieser Entwicklung zu beteiligen bzw. ihr Interesse an den Ergebnissen zu bekunden.

Wir hoffen, dass auch für Sie Anregungen dabei waren und ermutigen ausdrücklich alle Interessenten, sich frühzeitig einzumischen und uns Ihre Wünsche und Anforderungen mitzuteilen.

Die nächste Ausgabe der AR NEWS werden wir Ihnen wieder im Oktober 2012 vorstellen.
Bis dahin wünschen wir Ihnen und uns viel Erfolg.



Strausberg, 14.05.2012
Matthias & Brigitte Schirmer
Im Team der Allresist