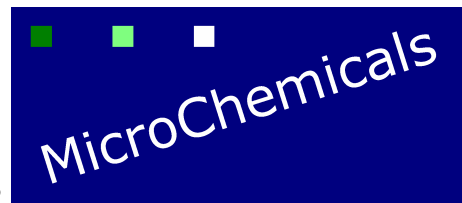


(Schlechte) Lackhaftung ...

... was oft dafür gehalten wird & wie man sie verbessern kann



Zuletzt aktualisiert am 25. 08. 2005

Dieses Dokument führt auf, welche Effekte bei der Fotolackprozessierung fälschlicherweise auf eine schlechte Lackhaftung zum Substrat hinweisen, welche Parameter die Haftung wirklich verschlechtern, und was in beiden Fällen zum Erfolg führt.

n Die Wahl des richtigen Fotolacks

Alle von uns vertriebenen Lacke basieren auf Kresolharz, dessen Kettenlängenverteilung sich auf die Lackhaftung auswirkt. Auf für nasschemisches Ätzen optimierte Lackhaftung zählt die AZ[®] 1500 (AZ[®] 1505, 1512HS, 1514H und 1518) und die AZ[®] 4500 (AZ[®] 4533, 4562) Serie.

n Lackhaftung und Substratvorbereitung

Verunreinigungen als auch chemische Modifikationen des Substrats beeinflussen die Lackhaftung:

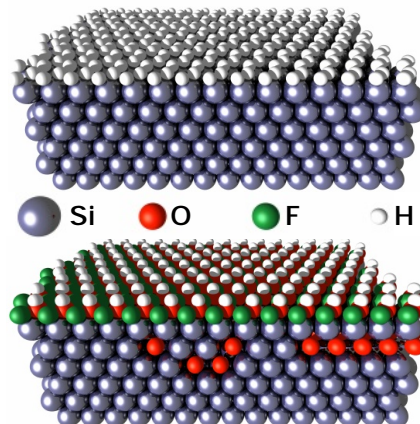
§ Bei sauberen Substraten genügt ein Ausheizen bei 120°C für einige Minuten zur Desorption von H₂O, bei Bedarf gefolgt von einer Vorbehandlung mit HMDS (nur aus der Gasphase auf das beheizte Substrat!) oder TI PRIME. Zur Vermeidung von H₂O Resorption erfolgt die Belackung unmittelbar nach Abkühlung des Substrats.

§ Bei organisch oder mit Partikeln kontaminierten Substraten empfiehlt sich eine zweistufige Reinigung mit Aceton (entfernt organische Verunreinigungen), gefolgt von Isopropanol (entfernt verunreinigtes Aceton).

§ Bei stärkeren Verunreinigungen (organisch/Metalle) empfiehlt sich für Si-Wafer eine Piranha-Ätzung mit anschließender RCA-Reinigung.

§ Bei Si/SiO₂-Substraten nach erfolgtem SiO₂-Ätzen mit HF (z.B. 'HF-Dip') hängt die Lackhaftung stark davon ab, ob das Oxid vollständig entfernt wurde. Ist dies der Fall, zeigt die H-passivierte Si-Oberfläche (Schema rechts oben) für einige Zeit eine sehr gute Lackhaftung, während Restoxid (rechts unten) eine allgemein schlechte und schwer reproduzierbare Haftung aufweist und nur über z.B. hohe Temperaturen (700°C Ofenprozess) wiederhergestellt wird.

§ Während Aluminium und Titan eine sehr gute Lackhaftung ausweisen, ist die Haftung auf Edelmetallen (Silber, Gold) z.T. sehr schlecht.



n Mangelnde Benetzung beim Aufschleudern

Benetzt Fotolack beim Aufschleudern das Substrat nicht vollständig, kann dies folgende Ursachen haben:

§ Die Substratoberfläche ist stark hydrophil. Neben organischen Verunreinigungen kann unvollständiges SiO₂ Ätzen mit HF (s. letzter Abschnitt) die Benetzung und Haftung mit Fotolack deutlich verschlechtern. Auf sauberen Substraten hilft TI PRIME, die Benetzung zu verbessern.

§ Eine zu flach ansteigende Rampe des Schleuderprofils fördert auf untexturierten Substraten 'kometenhafte' Lackabrisse. Empfehlenswerte Beschleunigungen liegen um 1.000-2.500 (U/min)/s.

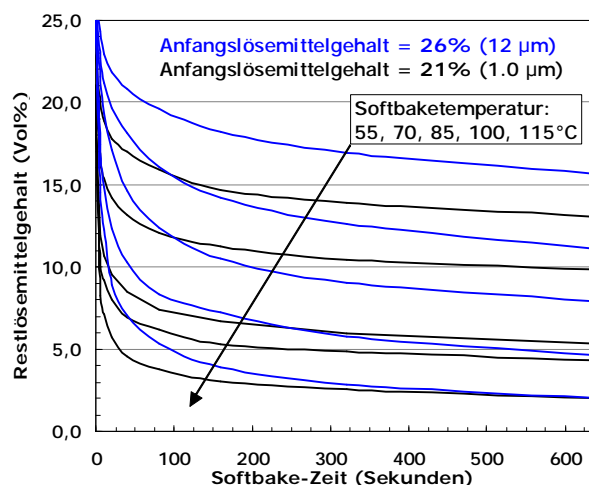
§ Eine zu steil ansteigende Rampe beim Aufschleudern kann auf texturierten Substraten zu Lackabrisse führen. In diesem Fall empfiehlt sich ein Verteilen einer größeren Menge Lack auf dem Substrat im Stillstand bzw. bei kleinen Schleuderdrehzahlen, gefolgt von einem Anstieg der Drehzahl auf den Sollwert.

§ Partikel oder Luftbläschen (durch zu kurze Wartezeit zwischen Transport/Umfüllen/Verdünnen und Dispensieren) fördern Lackabrisse beim Aufschleudern.

§ Bei – bezogen auf die Viskosität– zu großer Lackschichtdicke kann sich der Lackfilm nach dem Aufschleudern (evtl. erst beim Softbake durch die thermisch verringerte Viskosität) am Substratrand und zur Substratmitte hin zusammenziehen. Neben einem für die gewünschte Schichtdicke hinsichtlich der Viskosität geeigneten Fotolack (wir bieten zu fast jedem Lack verschiedene Viskositäten an) vermindert eine Wartezeit zwischen Aufschleudern und Softbake ein nachträgliches Verfließen.

n Lackhaftung und Softbake

Da der Diffusionskoeffizient von Lösemitteln im Fotolack mit der Lösemittelkonzentration sinkt, bleibt während des Softbake der substratnahe Lackbereich länger stark lösemittelhaltig als die schnell trocknende Lackoberfläche (Graf rechts). Um die Lackhaftung zum Substrat zu verbessern, empfiehlt sich ein Softbake bei 100°C für ca. 1 Minute/µm Lackschichtdicke.



Nach Beendigung des Softbake ist vor allem bei dicken Lackschichten ein abruptes **Abkühlen** zu vermeiden, um Rissbildung in der Lackschicht bis hin zum Abheben flächiger Lackbereiche zu verhindern.

n Verkleben mit der Maske beim Belichten

Bleiben beim Belichten - oder bereits bei der Justierung – Lackfilme an der Fotomaske kleben, und können die in diesem Dokument aufgeführten Hinweise zur Verbesserung der Lackhaftung zum Substrat (Substratvorbehandlung und -reinigung, Softbake) dieses Verkleben nicht vermeiden, hilft evtl. ein kurzes(!) Eintauchen des belackten Substrates (vor dem Belichten) in Entwicklerkonzentrat (alternativ 1.5-2.5% NaOH oder KOH), sofort gefolgt von Spülen mit DI-Wasser. Der Angriff der stark alkalischen Lösung raut die Lackoberfläche an und unterdrückt die Haftung zur Fotomaske, kann jedoch zu sog. ‚T-topping‘ der entwickelten Strukturen führen.

n Blasenbildung beim Belichten

Schlechte Lackhaftung unterstützt **N₂-Blasenbildung** beim Belichten Fotoinitiatorhaltiger Lacke. Können sowohl die Verwendung eines für die betreffende Lackschichtdicke geeigneten (Dick)lacks, als auch die in diesem Dokument aufgeführten Hinweise zur Verbesserung der Lackhaftung zum Substrat (Substratvorbehandlung und -reinigung, Softbake) die Blasenbildung v.a. bei dicken Lackschichten nicht unterdrücken, hilft evtl. eine Verringerung der Lichtleistung bei gleicher Belichtungsdosis durch längere Belichtungsdauer.

n Positivlacke: Abheben (v.a. kleiner/schmaler) Strukturen im Entwickler

Heben sich gegen Ende des Entwicklungsvorgangs zunächst (bzw. nur) kleine/schmale unbelichtete Lackstrukturen ab, kann dies mehrere Ursachen haben:

§ Bei sehr schlechter Lackhaftung führt das leichte **Aufquellen** von Fotolack im Entwickler zum Ablösen.

§ Bei dicken Lackschichten **relaxieren** durch Softbake (Kontraktion durch Lösemittelverlust) und Belichtung (Ausdehnung durch Stickstoffbildung) verspannte, nun frei entwickelte Lackstrukturen und haben sich dabei vom Substrat ab.

§ **UV-transparente Substrate** (Glas, Quarz, viele Polymere, dickes SiO₂) führen bei zu hoher Belichtungsdosis durch die Lackschicht transmittiertes Licht lateral, belichten dadurch die substratnahen Lackbereiche und machen diese im Entwickler löslich.

n Umkehrlacke: Abheben (v.a. kleiner/schmaler) Strukturen im Entwickler

Heben sich nach der Umkehrlackprozessierung gegen Ende des Entwicklungsvorgangs zunächst (bzw. nur) kleine/schmale Lackstrukturen ab, kann dies an einem zu **ausgeprägten Unterschnitt** liegen. Bei zu geringer erster Belichtungsdosis oder/und zu kurzem/kühlem Umkehrbackschritt ‚untergräbt‘ der Entwickler kleine/schmale Lackstrukturen lateral.

n Lackablösung (v.a. kleiner/schmaler Strukturen) bei nasschemischen Ätzprozessen

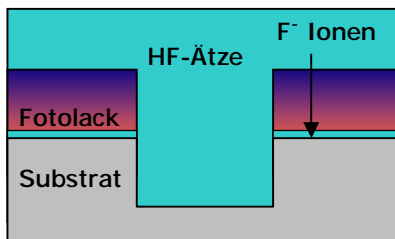
Lösen sich bei nasschemischen Ätzprozessen zunächst (oder ausschließlich) kleine/schmale Lackstrukturen ab, deutet dies auf ein **Unterätzen** – beginnend von den frei entwickelten Bereichen – hin. Evtl. unterstützt von höheren Temperaturen oder/und Gasbildung, heben sich Lackstrukturen durch die Verringerung ihrer Kontaktfläche zum Substrat von diesem ab.



Bei **isotropen Ätzen** lässt sich das Ausmaß des Unterätzens nicht beliebig verringern, jedoch die (verbliebene) Haftung der Lackstrukturen über die in diesem Dokument beschriebenen Hinweise.

n (großflächige) Lackablösung bei nasschemischen (Ätz-)Prozessen

Nasschemische (Ätz-)medien (v.a. HF) diffundieren in den Lack und können – entweder während des Prozesses oder beim anschließenden Spülvorgang – über zwei Mechanismen zur großflächigen Lackablösung führen:

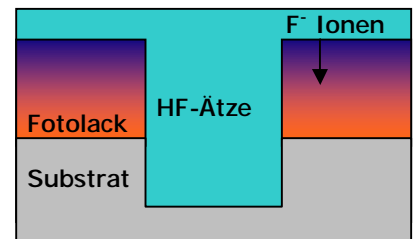


Zu dünne Fotolackschicht

§ Durch das **Eindiffundieren** des Mediums quellen die Lackstrukturen auf

§ Gelangt das Medium bis zum Substrat und greift – wie im Falle HF auf SiO₂ oder Glas – dieses großflächig unter der Lackschicht an, hebt sich die Lackschicht ab (Schema links). Beide Mechanismen lassen sich – neben einer angepassten (Ätz-)lösung - über eine **größere**

Lackschichtdicke (Schema rechts) deutlich mildern.



Ausreichend dicker Fotolack

Beidseitig metallisierte Substrate (z.B. Ag & Al) bilden in wässrigen Lösungen ein Galvanisches Element. Auf der einen Seite kann sich H₂ bilden, welcher eine darüber liegende Lackschicht abhebt. In diesem Fall hilft eine geschlossene **Schutzlackschicht** auf der jeweils anderen Seite des Substrats.

| Positivlacke Verdüner | Negativlacke Lösemittel | Umkehrlacke Ätzmischungen | Entwickler Prozesschemikalien |
|--------------------------|--|--|----------------------------------|
| MicroChemicals GmbH | www.microchemicals.com | tech@microchemicals.com | |