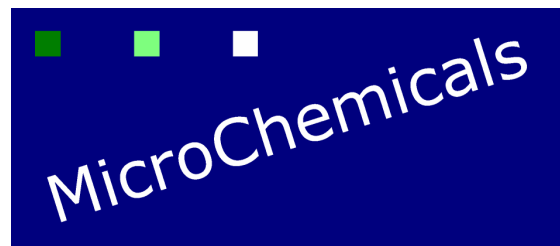


# Ätzen von Aluminium

Version: 2009-12-15

Quelle: [www.microchemicals.de/technische\\_infos](http://www.microchemicals.de/technische_infos)



## Konzentrationen

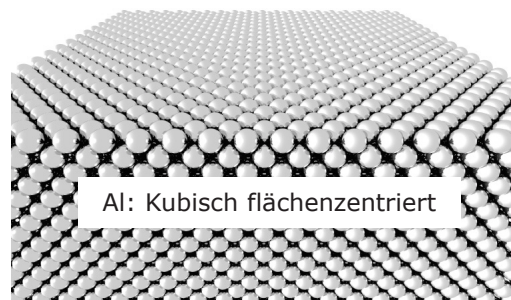
Alle in diesem Dokument mit \* gekennzeichneten Chemikalien beziehen sich auf die üblicherweise verfügbare Konzentration des betreffenden Stoffes wie im letzten Abschnitt aufgeführt

## Aluminium

Aluminium ist mit einer Dichte von  $2.7 \text{ g/cm}^3$  ein Leichtmetall und kristallisiert kubisch flächenzentriert. Durch seine hohe elektrische Leitfähigkeit findet es in der Mikroelektronik für Leiterbahnen Anwendung, wofür es zur Verringerung der Elektromigration mit Kupfer, und zur Vermeidung von Aluminium-Silicium-Mikrolegierungen mit Silicium legiert wird.

Mit einem Normalpotenzial von  $-1.66 \text{ V}$  ist Aluminium kein Edelmetall, jedoch durch eine native, sehr dünne Oxidschicht ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) in vielen Medien chemisch inert.

Das nasschemische Ätzen von Aluminium erfordert deshalb zwei Voraussetzungen: Eine Komponente welche das Aluminiumoxid zu lösen vermag, und eine weitere Komponente zum eigentlichen Ätzen des metallischen Aluminiums (bzw. zu dessen Oxidation).



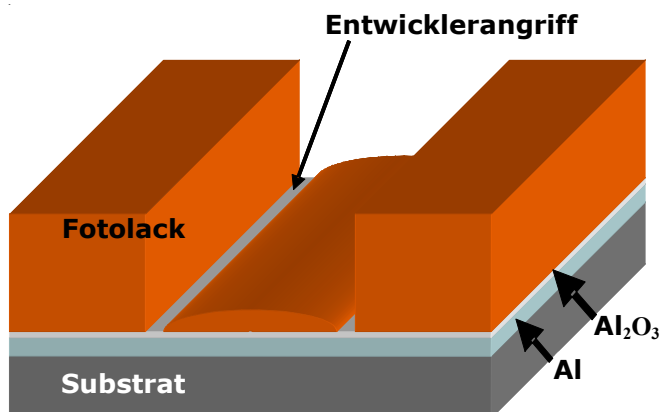
## Ätzmechanismus bei Aluminium

Typische Al-Ätzen bestehen aus 1-5 %  $\text{HNO}_3^*$  (Oxidation des Aluminiums), 65-75 %  $\text{H}_3\text{PO}_4^*$  (lösen des Aluminiumoxids), 5-10 % Essigsäure\* (zur Benetzung und Pufferung der Salpetersäure) und  $\text{H}_2\text{O}$  zum Einstellen der Ätzrate bei gegebener Temperatur.

Das Aluminium-Ätzen ist stark exotherm. Ein unvermeidliches (isotroper Ätztvorgang) Unterätzen der Lackmaske führt ohne ausreichende mechanische Umwälzung der Ätze über lokale Erwärmung der Ätze an diesen Stellen zu einem verstärkten Unterätzen.

Starke  $\text{H}_2$ -Bildung (Bläschen) verringert die Ätz-Homogenität. In diesem Fall empfiehlt es sich, den Ätztvorgang einige Male durch ein kurzes Eintauchen des Substrats in DI-Wasser zu unterbrechen.

Der eigentliche Al-Ätztvorgang startet erst, wenn durch das  $\text{H}_3\text{PO}_4$  die auf Al-Oberflächen grundsätzlich vorhandenen, wenigen nm Aluminiumoxid aufgelöst wurden. Aus diesem Grund wirkt



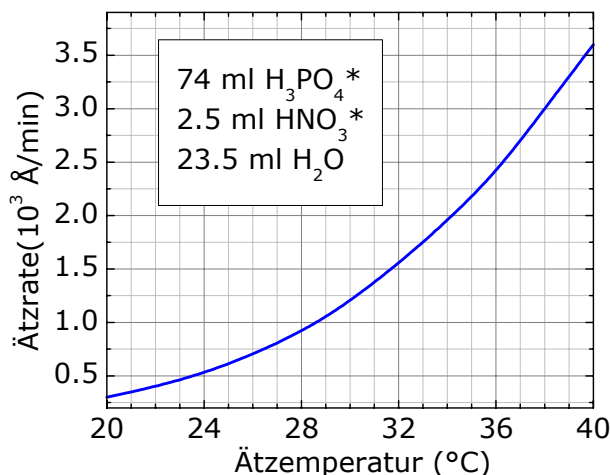
sich auch die Fotolackprozessierung auf einen nachfolgenden Al-Ätztzschritt aus:

Alkalische Entwicklerlösungen greifen die Al-Oxidschicht verstärkt dort an, wo der Lack am ehesten durchentwickelt ist (z. B. an dünneren Lackstellen, an den Rändern entwickelter Strukturen oder an entwickelten Strukturen zunehmender Größe). Je nach Grad der Überentwicklung und der Wartezeit zwischen Entwicklung und Al-Ätzen kann dies dann zu einem räumlich inhomogenen Al-Ätzstart und damit zu unterschiedlich tief geätztem Al führen (Schema links).

## Ätzrate und Selektivität

Die Ätzrate von auf  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{HNO}_3$  Gemischen basierenden Aluminium-Ätzen ist stark temperaturabhängig (Abb. rechts für eine bestimmte Zusammensetzung der Ätze, nach erfolgtem Auflösen des  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Films auf der Al-Oberfläche) und verdoppelt sich bereits bei wenigen Grad Temperaturanstieg. Mit wenigen Prozent Silicium legiertes Aluminium weist eine ähnliche Ätzrate wie reines Aluminium auf.

Kupfer wird von dieser Al-Ätze deutlich stärker als Aluminium geätzt, Nickel vergleichsweise schwach angegriffen. Titan, Chrom und Silber werden nicht nennenswert geätzt, Edelmetalle wie Gold oder Platin nicht angegriffen.



## Unsere Aluminiumätze

Unsere Aluminiumätze ANPE 80/5/5/10 hat folgende Zusammensetzung:

$\text{H}_3\text{PO}_4$  :  $\text{HNO}_3$  :  $\text{CH}_3\text{COOH}$  :  $\text{H}_2\text{O}$  = 73 % : 3.1 % : 3.3 % : 20.6 %

Wir bieten diese Al-Ätze 2.5 L Gebinde in VLSI Qualität, auf Anfrage auch in anderen Gebindegrößen und Reinheitsgraden an.

## Geeignete Fotolacke und deren Prozessierung

Alle AZ® und TI Fotolacke sind für das Ätzen von einigen  $\mu\text{m}$  Aluminium ausreichend stabil. Grundsätzlich empfehlen sich jedoch Lacke mit optimierter Haftung wie die AZ® 1500-Serie (Lackschichtdickenbereich ca. 0.5-3  $\mu\text{m}$  mit dem AZ® 1505, 1512 HS, 1514 H, und 1518), oder der AZ® 4533 (3-5  $\mu\text{m}$ ).

Je tiefer Al geätzt werden soll, desto tendenziell dicker sollte die Fotolackschicht sein. Wird dadurch ein hohes Aspektverhältnis gefordert, empfiehlt sich die hoch-auflösende AZ® ECI 3000-Serie (Lackschichtdickenbereich ca. 0.5-4  $\mu\text{m}$ ).

Da die meisten NaOH-, KOH- oder TMAH-basierten Entwickler Aluminium mit einer Rate von ca. 50-100 nm/min abtragen, ist bei empfindlichen Prozessen der Al-kompatible „AZ® Developer“ zu empfehlen.

Zur Verbesserung der Haftung kann ein Hardbake der Lackstrukturen nach dem Entwickeln sinnvoll sein. Wir empfehlen hierzu 140-145°C für 5-10 Minuten. Da die Lackschicht hierbei versprödet, sollte zur Vermeidung einer Rissbildung die Abkühlung auf Raumtemperatur nicht abrupt erfolgen.

Zum Entfernen des Fotolacks nach dem Ätzen eignet sich der „AZ® 100 Remover“, solange er nicht mit Wasser verdünnt oder verunreinigt (auch in Spuren!) ist - sonst greift er Al stark an. Bei kritischen Prozessen sind die pH-neutralen Lösemittel NMP oder DMSO geeigneter.

Alle hier genannten Stoffe werden von uns vertrieben und sind in dem Dokument [Fotolacke, Entwickler und Remover](#) näher beschrieben.

## Ursprüngliche Verdünnungsgrade der genannten Stoffe

Alle Konzentrationsangaben aller in diesem Kapitel genannten, mit einem (\*) markierten Stoffe beziehen sich auf folgende Basis-Konzentrationen.

$\text{HCl}^*$  = 37 %  $\text{HCl}$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{HNO}_3^*$  = 70 %  $\text{HNO}_3$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_2\text{SO}_4^*$  = 98 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{HF}^*$  = 49 %  $\text{HF}$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_2\text{O}_2^*$  = 30 %  $\text{H}_2\text{O}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_3\text{PO}_4^*$  = 85 %  $\text{H}_3\text{PO}_4$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{NH}_4\text{OH}^*$  = 29 %  $\text{NH}_3$  in  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{CH}_3\text{COOH}^*$  = 99 %  $\text{CH}_3\text{COOH}$  in  $\text{H}_2\text{O}$

## Gewährleistungsausschluss

Alle in diesem Dokument enthaltenen Informationen, Prozessbeschreibungen, Rezepturen etc. sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Dennoch können wir keine Garantie für die Korrektheit der Angaben übernehmen.

Wir garantieren nicht für die vollständige Angabe von Hinweisen auf (u. a. gesundheitliche, arbeitssicherheitstechnische) Gefahren, die sich bei Herstellung und Anwendung der Rezepturen ergeben (können).

Grundsätzlich ist jeder Mitarbeiter dazu angehalten, sich im Zweifelsfall in geeigneter Fachliteratur über die angedachten Prozesse vorab ausreichend zu informieren, um Schäden an Personen und Equipment auszuschließen.

AZ® und das AZ Logo sind eingetragene Markenzeichen der AZ Electronic Materials (Germany) GmbH.