

Application Note AN-PAN-1028

Online-Überwachung von Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH) im Entwickler

Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH) ist eine quartäre Ammoniumverbindung, die hauptsächlich bei der Herstellung von integrierten Schaltkreisen (IC), Leiterplatten (PCB) und Flachbildschirmen (LCD) verwendet wird. Die Fotolithographie ist das am häufigsten verwendete Verfahren zur Herstellung dieser Geräte.

In der Halbleiterproduktion ist die Verwendung von extrem reinen Chemikalien von größter Bedeutung. Das Vorliegen von Unreinheiten (selbst in sehr kleinen Mengen) kann große Auswirkungen auf die elektrischen Eigenschaften des Materials haben.

Die Entwicklerphase ist ein kritischer Schritt, und ein

Prozessanalysator von Metrohm Process Analytics kann die TMAH-Konzentration in der Entwicklerlösung überwachen und stabil halten und dabei das saubere Strippen des Fotolacks gewährleisten. In dieser Process Application Note wird ein für die Titration konfigurierter Prozessanalysator beschrieben, der mit Hilfe einer kombinierten pH-Elektrode eine genaue Analyse des Tetramethylammoniumhydroxids (TMAH) durchführt. Die genaue Dosierung von TMAH in der Entwicklungslösung ist eine weitere Möglichkeit zur Gewährleistung einer stabilen Konzentration für jede Charge.

Für die Herstellung von Halbleitern ist es von größter Bedeutung, Chemikalien mit extrem hoher Reinheit zu verwenden. Das Vorhandensein von Verunreinigungen (selbst in Spurenkonzentrationen) kann die elektrischen Eigenschaften des Materials erheblich beeinträchtigen. Das Gleiche gilt für die Konzentrationen der während des Produktionsprozesses verwendeten Chemikalien. Beim Back-End-of-Line-Verfahren (BEOL) werden bei der Fotolithografie mit Hilfe von Licht dünne Filmmuster von einer Fotomaske (einer lichtundurchlässigen Platte mit Lichtöffnungen) im Mikrometerbereich (oder kleiner) mit einer lichtempfindlichen Fotolackchemikalie gedruckt, die

dünn auf den Siliziumwafer aufgetragen wird. Nach einer gewissen Belichtungszeit wird die Leiterplatte entwickelt und der Fotolack zur Vorbereitung der nächsten Schritte gestript (**Abbildung 1**). Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH, $\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{OH}$) ist ein alkalischer Bestandteil des Fotolackentwicklers, der in vielen Anwendungen in einer Konzentration zwischen 2,38 und 2,62 % liegt (**Abbildung 2**). TMAH ist sehr effektiv beim Strippen des sauren Fotolacks, da es sich im Entwickler löst. Fotolackentwickler auf der Grundlage von TMAH haben viele herkömmliche Entwickler (wie KOH und NaOH) abgelöst, da die Prozesse zunehmend metallionenfrei ablaufen müssen.

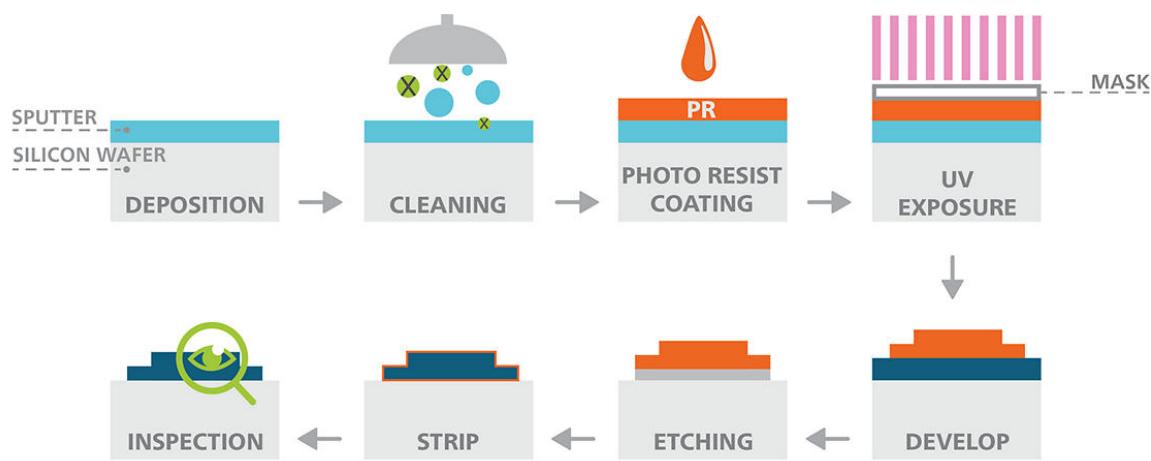


Abbildung 1 Diagramm des Fotolithographieprozesses bei der Herstellung integrierter Schaltkreise.

Eine konzentrierte Lösung von TMAH (25%) wird im zentralen Zuführungssystem (CCSS) für die Chemikalien gelöst, und die entsprechende Menge wird der Produktlinie zugegeben. Der benutzte TMAH-Entwickler mit den Resten des Fotolacks wird zurückgeführt, und es wird zur Anpassung der

Konzentration TMAH zugegeben. Hat die Menge an Restmittel eine bestimmte Konzentration erreicht, werden die Abfallstoffe abgeführt. Zur Reduzierung des TMAH im Abfallstrom kann eine Reinigungseinheit eingesetzt werden.

EINFÜHRUNG

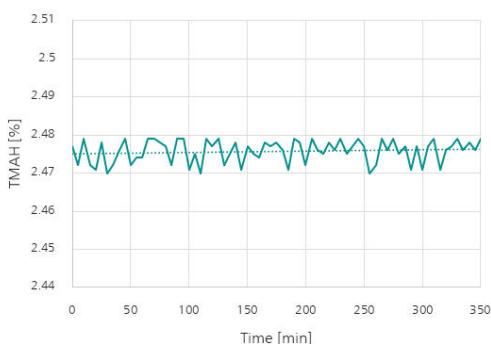


Abbildung 2. Beispiel-Trenddiagramm für TMAH (%) aus dem CCSS.

Die Entwicklung ist ein kritischer Schritt, und der **2035 Process Analyzer - Potentiometric** von Metrohm Process Analytics (**Abbildung 3**) kann die TMAH-Konzentration in der Entwicklerlösung überwachen und sogar stabilisieren, so dass eine ordnungsgemäße Ablösung des Fotolacks

gewährleistet ist und gleichzeitig die Exposition des Personals gegenüber hochtoxischem TMAH minimiert wird. Eine kontinuierliche Online-Analyse ist außerdem wichtig für die Chargenfreigabe von Mischungen/Verdünnungen chemischer Substanzen mit gelöstem TMAH.

ANWENDUNG

Der für die potentiometrische Titration konfigurierte **Process Analyzer 2035** führt die genaue Analyse von TMAH online mit einer kombinierten pH-Elektrode durch. Eine präzise Dosierung von TMAH in die Entwicklerlösung durch den Analysator ist ebenfalls möglich, um eine stabile Konzentration für jede Charge zu gewährleisten.



Abbildung 3. 2035 Process Analyzer – Potentiometrische Messung zur genauen Bestimmung von TMAH im Entwickler.

TYPISCHE MESSBEREICHE

Verdünntes Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH):

2,38–2,62 %, als Konzentrat: 25 %

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Verwandte Anwendungshinweise

[AN-PAN-1054 Online-Überwachung von Wasserstoffperoxid während des CMP-Prozesses](#)

[AN-PAN-1055 Überwachung von Qualitätsparametern in Standard-Reinigungsbädern](#)

Weitere zugehörige Dokumente

[Halbleiterindustrie – Zuverlässig online, Inline und Atline-Lösungen für Ihren Prozessanforderungen](#)

ANMERKUNGEN

Für die Halbleiterindustrie stehen weitere Anwendungen zur Verfügung, darunter:

- Kupfer, Schwefelsäure und Chlorid in sauren Kupferbödern

- Wasserstoffperoxid in CMP-Aufschlammung
- Säuregehalt in gemischten Säureätzmitteln
- Flusssäure, Ammoniumhydroxid und Salzsäure in Standard-Reinigungsbädern

VORTEILE BEI LAUFENDER TITRATION

- Höhere Erträge bei gedruckten Schaltungen mit qualifizierten TMAH-Zusammensetzungen
- Erhöhter Produktdurchsatz mit weniger Waferdefekten

- Höhere Mischintegrität und Reinheit im CCSS
- Verbesserte Reproduzierbarkeit, Produktionsraten und Rentabilität (weniger Abfall)

VORTEILE BEI LAUFENDER TITRATION



CONTACT

Metrohm Deutschland
In den Birken 3
70794 Filderstadt

info@metrohm.de

GERÄTEKONFIGURATION



2035 Process Analyzer – Potentiometrie

Der 2035 Process Analyzer verwendet für die potentiometrische Titration und ionenselektive Messungen spezielle Titiermittel und Elektroden. Diese Gerätevariante des 2035 Process Analyzers ist zudem geeignet für ionenselektive Analysen mit Hochleistungselektroden von Metrohm. Dieses genaue Standardadditionsverfahren ist ideal für kompliziertere Probenmatrices.

Die potentiometrische Gerätevariante des Analysengeräts bietet unter allen auf dem Markt angebotenen Messverfahren die genauesten Resultate. Mit weit mehr als 1000 bereits verfügbaren Applikationen ist auch die Titration in nahezu allen Industriezweigen eines der meist eingesetzten Verfahren zur Analyse Hunderter von Komponenten und reicht von der Säure-Base-Analyse bis zur Bestimmung der Metallkonzentrationen in Galvanikbädern.

Die Titration ist eine der gängigsten chemischen Absolutmethoden, die heute verwendet wird. Das Verfahren ist unkompliziert und benötigt keine Kalibrierung.

In dieser Konfiguration erhältliche Titrationsvarianten:

- Potentiometrische Titration
- Kolorimetrische Titration mit Lichteitertechnologie
- Wassergehaltsbestimmung nach der Karl-Fischer-Titrationsmethode