

Application Note AN-PAN-1055

Monitorización de parámetros de calidad en banos de limpieza estándar

Mida hidróxido de amonio, peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico simultáneamente con el análisis NIRS en línea

Los dispositivos semiconductores de silicio se fabrican en piezas muy pulidas. Los rayones y otras imperfecciones en la oblea podrían afectar el desempeño del producto final. Por lo tanto, la preparación de la superficie es un paso clave para obtener superficies de silicio limpias, pulidas como espejo y sin daños.

La limpieza química es un método probado que se utiliza aquí para eliminar contaminantes de la superficie de la oblea. El proceso más común, «RCA clean», limpia las obleas mediante dos soluciones estándar consecutivas. El baño de limpieza estándar 1

«SC1» (o mezcla de peróxido de amoníaco «APM») está compuesto de NH_4OH y H_2O_2 . El baño de limpieza estándar 2 «SC2» está compuesto por HCl y H_2O_2 . Los factores clave para una limpieza eficaz de las obleas son el tiempo de residencia del baño y la concentración química óptima en los baños de limpieza. El uso de espectroscopía de infrarrojo cercano para monitorear los principales componentes del baño SC1/SC2 en línea garantiza un mayor rendimiento de las obleas y al mismo tiempo disminuye la densidad de los defectos.

RESUMEN

La limpieza eficiente de objetos de silicio requiere un control óptimo del proceso para garantizar un aumento en el rendimiento del producto sin defectos adicionales y, al mismo tiempo, aumentar las tasas de producción y la rentabilidad.

El baño SC1 elimina partículas, películas y residuos orgánicos de la oblea y forma una fina capa de óxido en la superficie. Sin embargo, también pueden permanecer hidróxidos de metales de transición en la superficie de la oblea. Es entonces cuando el baño SC2 se vuelve imprescindible en la secuencia de limpieza post-planarización mecánica química «CMP».

Los baños SC2 son ácidos y ayudan a eliminar los metales alcalinos y de transición de la superficie. Este proceso de limpieza deja una fina capa de pasivación en la superficie de la oblea para evitar futuras contaminaciones.

Cuanto más pequeño es el dispositivo semiconductor, más difícil resulta eliminar las pequeñas partículas de la superficie de la oblea de silicio. Por lo tanto, los fabricantes de semiconductores realizan los pasos de limpieza estándar en un banco húmedo dentro de una sala limpia para controlar el medio ambiente y evitar una mayor contaminación. Esta configuración deja un espacio muy limitado para instalar un sistema de análisis. Además, se debe evitar cualquier manipulación de productos químicos dentro del área de la sala limpia para aumentar la seguridad personal y de producción, y para evitar la contaminación de las obleas.

Una forma más segura, eficiente y rápida de **monitorear múltiples parámetros simultáneamente en baños de limpieza estándar** se realiza mediante análisis en línea con espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) sin reactivos, como se muestra en **figura 1**.

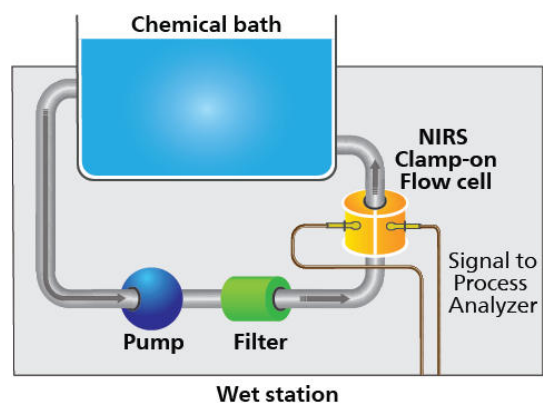


Figure 1. Configuración del sistema de espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) en línea para análisis de baños de limpieza.

El 2060 e/ Analizador NIR-R de Metrohm Process Analytics (**figura 2**) permite la comparación de datos espectrales «en tiempo real» del proceso con un método de referencia (por ejemplo, titulación, HPLC, IC) para crear un modelo de calibración simple pero indispensable para los banos limpios estándar.

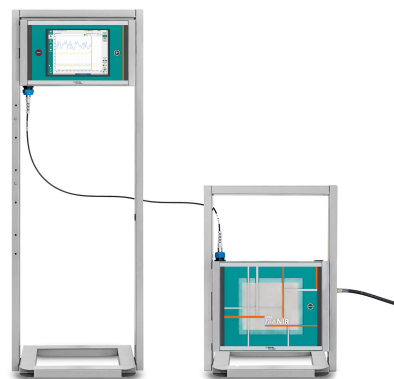


Figure 2. 2060 El analizador NIR-R con cable de fibra óptica y sonda.

APLICACIÓN

Rango de longitud de onda utilizada: 800–1300 nm.
Método de referencia: cromatografía iónica.

Cuando el espacio de la sala limpia es limitado, el gabinete NIR del **2060 e/ Analizador NIR-R** Se puede montar fuera de la sala blanca en las instalaciones centrales de la subfabricación o simplemente debajo del banco húmedo integrado en la unidad/herramienta de procesamiento. La distancia entre el instrumento y los puntos de muestra (hasta cinco posibles con un gabinete NIR) puede ser de

cientos de metros y conectarse simplemente al instrumento con fibras ópticas de baja dispersión.

Todos los banos de proceso tienen un circuito de circulación fabricado con tubo de PFA. La celda de flujo, diseñada y personalizada por Metrohm Process Analytics, se puede sujetar a estos tubos para una fácil instalación, por lo que no es necesario modificar la configuración existente (**figura 1**). Simplemente sujete la celda de flujo y comience a medir.

RESULTADOS

Figura 3 ilustra un gráfico de tendencias obtenidas a través de NIRS para un baño estándar limpio 1 (SC1) que contiene amoníaco (NH_3) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Los cambios de baño se activan en función de límites de tiempo o concentración predefinidos, lo que destaca la importancia de controlar ambos parámetros. Monitorear continuamente los niveles de amoníaco y peróxido de hidrógeno es crucial para mantener la integridad del proceso de limpieza dentro de los límites especificados.

En esta aplicación, el objetivo era monitorear NH_3 dosificación dentro del baño SC1 para mejorar la

recirculación y garantizar una mezcla rápida y uniforme. Cada inyección de NH_3 muestra un pico definido seguido de una pequeña disminución de <0,10% en peso (**figura 3**), lo que demuestra la capacidad del NIRS para detectar incluso pequeñas diferencias de concentración.

En comparación con los métodos analíticos tradicionales, el 2060 e/ El analizador NIR-R ofrece importantes ventajas en términos de precisión y frecuencia de mediciones, lo que permite una monitorización continua y un control preciso del baño SC1.

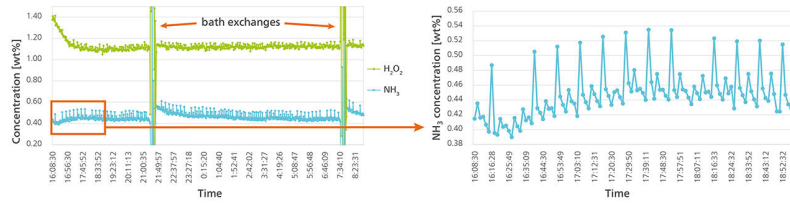


Figure 3. Gráfico de tendencias de concentraciones de amoníaco y peróxido de hidrógeno en un baño SC1. Tenga en cuenta el aumento controlado de los baños para mantener las concentraciones entre cambios de baño.

Tabla 1. Parámetros de medición de lodos.

Parámetros		Temperatura [°C]	Rango [% en peso]
SC1	NH ₄ OH	65±3°C	0–1
	H ₂ O ₂	65±3°C	0–2
SC2	HCl	35±3°C	0–1,5
	H ₂ O ₂	35±3°C	0–5
SC2	HCl	RT–70°C	1–5
	H ₂ O ₂	RT–70°C	1–10

DESTACADO

Se necesita una gama adecuada de muestras que cubra la variación del proceso para construir un modelo de calibración. Estas muestras se analizarán mediante NIRS y mediante un método de referencia. La precisión de los datos NIRS es **directamente correlacionado** a la precisión del método de referencia.

Hay otras aplicaciones de procesos disponibles para la industria de semiconductores como: cobre, ácido sulfúrico y cloruro en baños de cobre ácido, acidez en grabadores de ácidos mixtos y grabado con ácido fluorhídrico, hidróxido de amonio y ácido clorhídrico en baños limpios estándar.

CONCLUSIÓN

El análisis NIRS permite la comparación de datos espectrales «en tiempo real» del proceso con un método primario (por ejemplo, titulación, titulación Karl Fischer, HPLC, IC) para crear un modelo simple pero indispensable para los requisitos del proceso.

Mejore el control de la producción de semiconductores con Metrohm Process Analytics 2060 e/Analizador NIR-R. Este analizador de procesos puede monitorear hasta cinco puntos de proceso por gabinete NIR usando la opción de multiplexor.

NOTAS DE APLICACIÓN RELACIONADAS

[AN-PAN-1012](#) Análisis en línea del contenido de iones de níquel e hipofosfito en banos de niquelado no electrolítico

[AN-PAN-1028](#) Monitoreo de hidróxido de

[tetrametilamonio \(TMAH\) en desarrollador en línea](#)
[AN-PAN-1054](#) Monitoreo en línea del peróxido de hidrógeno durante el proceso CMP

BENEFICIOS DEL NIRS EN PROCESO

- Mayor rendimiento del producto, reproducibilidad, tasas de producción y rentabilidad (menos descartes de obleas).
- **Oblea eficiente** limpieza monitoreando constantemente los banos de limpieza estándar.
- Más ahorro por punto de medición, haciendo resultados más rentables.
- **Producción más segura** debido al monitoreo «en tiempo real» ya la ausencia de exposición de los operadores a reactivos químicos.

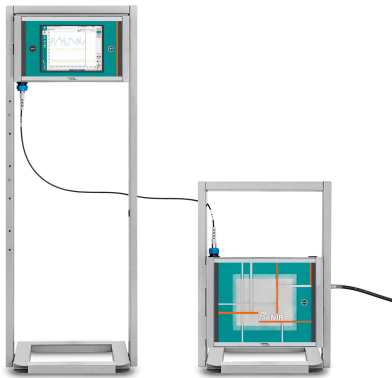


CONTACT

Metrohm Hispania
Calle Aguacate 15
28044 Madrid

mh@metrohm.es

CONFIGURACIÓN



2060 The NIR-R Analyzer

El **2060 The NIR-R Analyzer** es la siguiente generación de instrumentos de espectroscopía de procesos de Metrohm Process Analytics. Con su diseño único y probado de dentro afuera, ofrece resultados precisos cada *10 segundos*. Puede proporcionar un análisis no destructivo de líquidos y sólidos directamente en la línea de proceso o en un recipiente de reacción mediante el uso de fibra óptica y sondas de contacto. Ha sido diseñado para conectar hasta cinco (5) sondas y/o celdas de flujo. Los cinco canales se pueden configurar independientemente unos de otros utilizando nuestro versátil software propietario integrado.

Como parte del **2060 Platform**, el **2060 The NIR-R Analyzer** permite la separación única de la interfaz humana (IH) y el armario NIR mediante fibras ópticas. Esta configuración remota permite la colocación de ambos armarios en diferentes lugares de la planta en función de las preferencias del cliente y las clasificaciones de secciones. Además, está disponible en otras tres versiones: **2060 The NIR Analyzer**, **2060 The NIR-Ex Analyzer** y **2060 The NIR-REx Analyzer**.