

SICK AG WHITEPAPER

MEDICIÓN SIN CONTACTO CON SENSORES DE MEDICIÓN DE DESPLAZAMIENTO PARA EL CONTROL DE CALIDAD

AUTORES

Ramona Heitz

Gestora de producto Sensores de medición de desplazamiento
de SICK AG en Waldkirch (Alemania)

Stephan Mächerlein

Jefe de Aplicación
de SICK AG en Waldkirch (Alemania)

RESUMEN

Con el fin de garantizar una alta calidad constante en la fabricación de una gran variedad de componentes, es preciso controlar regularmente los resultados mediante mediciones. Estos controles se llevan a cabo de diferentes maneras: ya sea fuera del proceso en curso, retirando periódicamente componentes individuales y comprobándolos con los dispositivos de medición mecánicos u ópticos adecuados, o bien mediante estaciones de medición integradas en el proceso, equipadas con sistemas de muestreo mecánicos u otros dispositivos de medición no destructivos. Aquí es donde entran en juego los sensores ópticos de medición.

Su capacidad de medir de forma rápida, precisa y sin contacto, sumada a la posibilidad de integrar los resultados de estas mediciones directamente en el proceso de producción, se traducen en un aumento de la productividad. El resultado son procesos de producción más rápidos con una calidad elevada y constante, sin tocar el objeto mecánicamente ni dañarlo. Los sensores ópticos proporcionan resultados de gran precisión incluso cuando se miden objetos muy pequeños.

Índice

Tecnologías	3
Interfaces	5
Retos	6
Comparación de las principales ventajas de los diferentes métodos de medición	6
Aplicaciones típicas de diferentes sectores industriales	7

Tecnologías

Se utilizan diferentes tecnologías para desarrollar sensores ópticos de medición precisos.

Principio de triangulación láser

Por triangulación láser se entiende la medición de distancia unidimensional o multidimensional mediante el cálculo de ángulos. El sensor proyecta luz láser sobre el objeto de medición. La radiación reflejada se capta a través de una lente óptica en un punto determinado de un elemento receptor sensible a la posición, dependiendo de la distancia. La distancia al objeto de medición se determina triangulando la fuente de luz, el punto de medición del objeto y la imagen de la luz en el elemento receptor. Hay sensores con spots de diferente tamaño. Para objetos muy pequeños, es preferible utilizar geometrías de spot pequeñas. Para superficies rugosas se recomienda utilizar un sensor con un spot más grande.

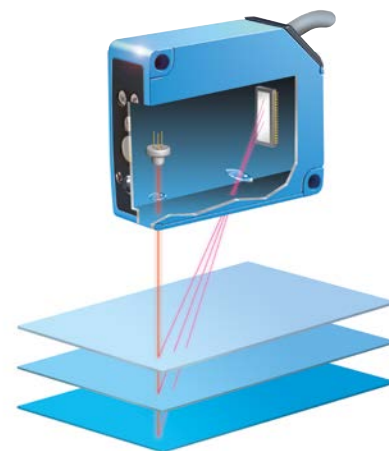


Figura 1. Principio de triangulación láser

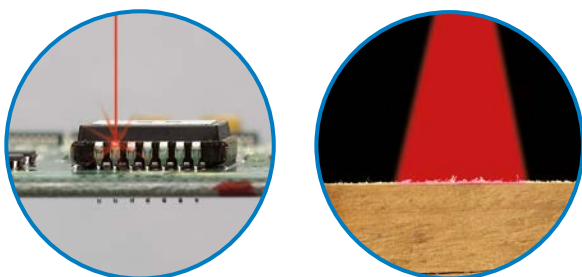


Figura 2. Geometrías del spot (dcha.: grande, izda.: pequeña)

El mismo principio de funcionamiento se aplica también a los sensores que no utilizan un spot, sino una línea láser, combinada con un receptor matricial CMOS. En este caso, se puede detectar y evaluar directamente un perfil, sin necesidad de mover el objeto.

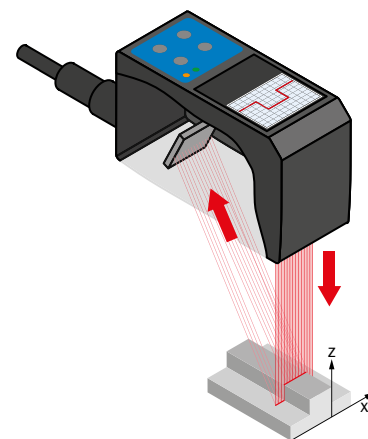


Figura 3. Sensor de perfil láser

Principio de medición confocal cromático e interferométrico:

Los sensores de medición confocales cromáticos utilizan fuentes de luz blanca cuyo espectro luminoso se dirige al cabezal de medición a través de un cable de fibra óptica. El sensor de medición de desplazamiento OC Sharp de SICK permite elegir entre dos métodos de medición diferentes.

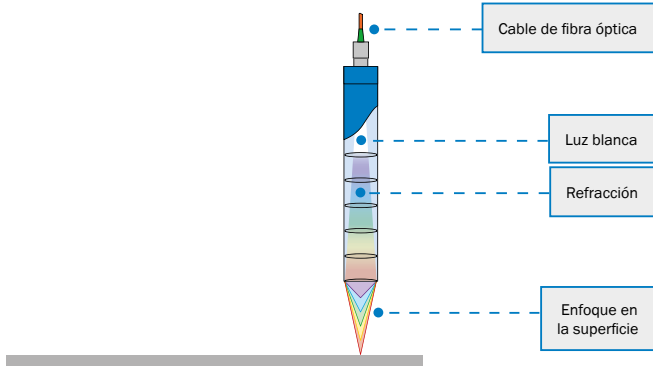


Figura 4. Principio de medición confocal cromático e interferométrico

Método de medición cromático:

El sistema de lentes integrado en el cabezal de medición se ha diseñado de tal manera que las longitudes de onda individuales se asignan a una distancia diferente. Para ello, se aprovecha el efecto de la aberración cromática, que suele ser un efecto no deseado.

De esta manera, cada longitud de onda se enfoca a una distancia diferente, se refleja en la superficie, y la longitud de onda reflejada se evalúa en un espectrómetro. La longitud de onda determinada se asigna a su vez a un valor de distancia.

Como ocurre con muchos sensores que funcionan según el principio de triangulación láser, también en este caso, se pueden evaluar varias longitudes de onda reflejadas, lo que permite determinar el grosor relativo del material de objetos transparentes de una o varias capas.

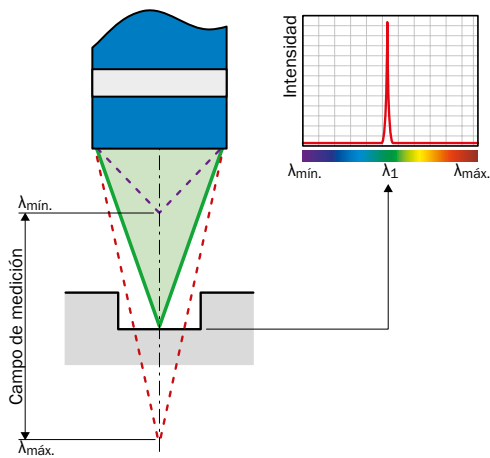


Figura 5. Medición de distancia

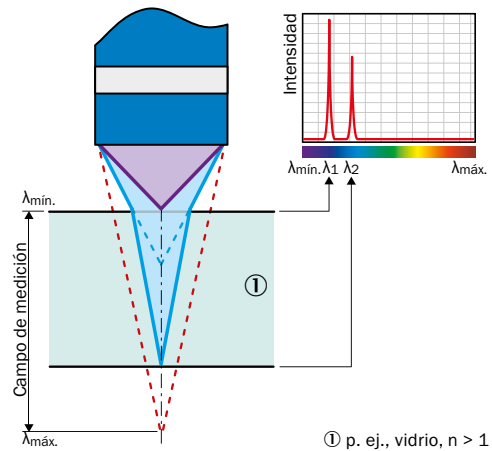


Figura 6. Medición del grosor de objetos transparentes

Método de medición interferométrico:

El método de medición interferométrico utiliza el efecto físico de la interferencia en capas finas. Este efecto se puede ver, por ejemplo, en los charcos donde se aprecian todos los colores, generados por una fina película de aceite, o también en las pompas de jabón. Las diferentes longitudes de onda de la luz se debilitan o refuerzan por grosores de material específicos. A continuación, el espectro de las capas detectadas se evalúa mediante una rápida transformación de Fourier. En comparación con el método de medición confocal cromático, en este caso no es posible evaluar una distancia absoluta, sino solo los grosores existentes en un sistema de capas.

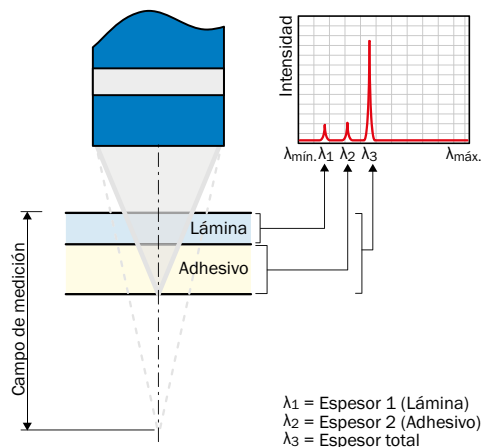


Figura 7. Método de medición interferométrico para medir el grosor de capas y objetos transparentes

Principales ventajas en comparación con el principio de triangulación láser:

- Normalmente se admiten ángulos de inclinación más grandes
- Aunque el trayecto de la luz esté parcialmente sombreado, se siguen obteniendo resultados de medición
- Los diámetros de spot a partir de 4 μm permiten medir áreas muy pequeñas o incluso dentro de orificios (p. ej., contactos pasantes para tarjetas de circuitos impresos/circuitos integrados)
- Se pueden determinar incluso grosores de capa más pequeños de materiales transparentes (a partir de aprox. 3 μm)
- El principio de medición para medir la rugosidad de las superficies se describe en una norma (DIN EN ISO 25178, Parte 602)
- El cabezal de medición es un componente puramente pasivo y no contiene componentes eléctricos

Interfaces

Numerosos sensores pueden operarse con una misma unidad de evaluación, en la que se pueden ajustar varias funciones de filtrado o realizar cálculos sin sobrecargar el sistema de control del cliente. Los resultados de medición se pueden transmitir a través de las diferentes interfaces de datos disponibles (RS-232, RS-422, RS-485, 4 mA ... 20 mA, -10 V ... 10 V, 0 V ... 10 V). Alternativamente, a través de las salidas conmutadas solo se consulta la información "bueno/malo".

Desafíos

Existen muchas razones para usar dispositivos de medición ópticos:

- Prescindir de los dispositivos de medición mecánicos que están sujetos a desgaste y, por lo tanto, deben sustituirse regularmente
- Se deben evitar daños en el producto final (p. ej., en láminas o superficies blandas,) causados por dispositivos de medición mecánicos
- Las propiedades del material que debe medirse no permiten, en general, la medición mecánica, por ejemplo, medios líquidos, no endurecidos o generalmente blandos que podrían cambiar sus dimensiones de forma reversible o irreversible si se sometieran a presión
- La superficie que se debe medir es inaccesible o de difícil acceso para los dispositivos de medición mecánicos

Al cambiar a dispositivos de medición ópticos, el reto que a veces hay que afrontar es cómo establecer una comparación con los resultados obtenidos anteriormente por medios mecánicos. Debido a los diferentes métodos de funcionamiento de los dispositivos de medición ópticos y mecánicos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ¿Es posible medir el objeto o los resultados se verán influenciados significativamente por factores físicos, por ejemplo, por superficies semitransparentes o múltiples capas delgadas?
- ¿Cómo se tratan los depósitos (p. ej. aceite, polvo, virutas, etc.) en la superficie? ¿Se requieren mecanismos de filtrado, ya que, a diferencia de los dispositivos mecánicos de medición, no se aplica ninguna presión definida a la superficie?
- Dado que el punto de medición suele ser mucho mayor para los dispositivos de medición mecánicos que para los ópticos, los resultados de medición obtenidos con estos últimos deben determinarse sobre una superficie mayor

El proceso de cambiar de un dispositivo de medición mecánico a uno óptico puede requerir un determinado esfuerzo. Por otra parte, existen ventajas a largo plazo como el ahorro de costes, un mayor rendimiento, la ausencia de efectos mecánicos sobre el objeto de medición y una mayor calidad en cada paso del proceso.

Comparación de las principales ventajas de los diferentes métodos de medición

Mecánico	Óptico
Establecido, descrito de forma consistente en las normas	No destructivo
Menor impacto en el resultado de la medición en caso de suciedad	Rápido
-	En línea
-	Medición en objetos pequeños de difícil acceso
-	Perfiles 2D sin necesidad de mover el objeto



Figura 8. Comparación de métodos de medición mecánicos y ópticos

Aplicaciones típicas de varios sectores industriales

Industria maderera: medición de longitud y de grosor en diversos materiales

En el tratamiento de la madera se utilizan dispositivos de medición ópticos para comprobar el grosor, la longitud y el ancho de, por ejemplo, encimeras de cocina. El principal reto en este caso es la gran variedad de superficies plásticas posibles que se aplican al tablero de aglomerado. Los sensores de medición ópticos ofrecen en esta aplicación una ventaja significativa, ya que no dañan las superficies sensibles.

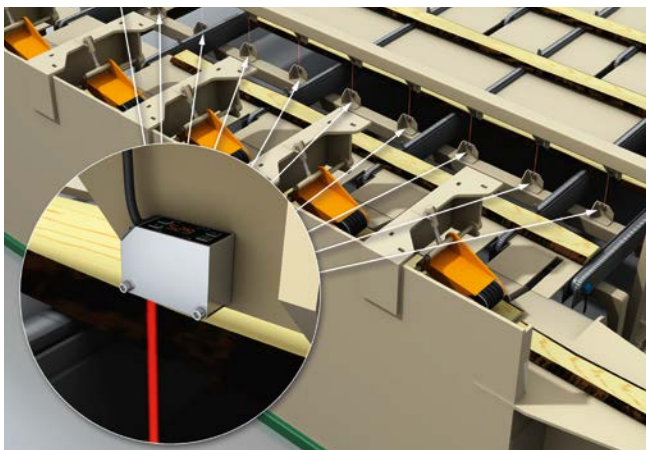
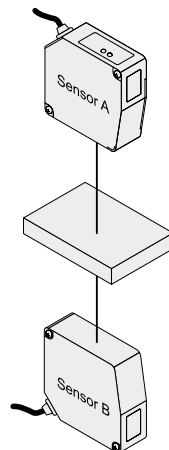


Imagen 9. Medición de chaflanes con el sensor de desplazamiento OD Mini de SICK



Mecanizado de metales: detección de capa doble de chapas metálicas durante su recorrido

En el procesamiento de chapa metálica de una gran variedad de sectores industriales, no solo es importante comprobar el grosor de las chapas individuales, sino también la detección de capa doble de las chapas. Para ello, se suelen utilizar métodos que se basan en corrientes de Foucault, ultrasonido o medición mecánica. Sin embargo, estas técnicas alcanzan rápidamente sus límites cuando se requieren altas velocidades de transporte y longitudes de chapa pequeñas.

Aunque, en determinadas circunstancias, las propiedades superficiales de las chapas (arañazos, gotas de aceite, rebabas, etc.) hacen que sea necesario activar filtros adicionales en el sensor, el corto tiempo de respuesta y los pequeños spots convierten los sensores ópticos de medición en la solución más adecuada.



Figura 10. Detección sin contacto de capa doble de chapas con el sensor de desplazamiento OD Precision

Mecanizado de metales: control de distancia en el cabezal de corte y el cabezal de soldadura

Para realizar cortes o soldaduras de forma limpia, es importante que el cabezal de corte o de soldadura esté situado a la distancia correcta del material que debe mecanizarse. El entorno en el que se realiza esta medición se ve afectado, a veces, por altos niveles de humo y de interferencias electromagnéticas, por lo que puede ser necesario proporcionar una protección adicional a los sensores utilizados en la medición. De nuevo, también en este caso, las ventajas de los sensores ópticos de medición son mayores, ya que miden muy cerca del cabezal de mecanizado y no dañan la superficie del material al realizar la medición.

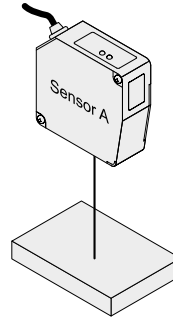


Figura 11. Control de distancia en el cabezal de corte con el sensor de desplazamiento OD Max

Industria del automóvil: medición de discos de freno y oscilaciones

En la fabricación de discos de freno, es necesario comprobar la exactitud dimensional y la excentricidad axial máxima admisible. Dado que incluso las deformaciones más pequeñas pueden tener un efecto considerable en el funcionamiento, en estos controles se utilizan métodos de medición precisos y sin contacto.

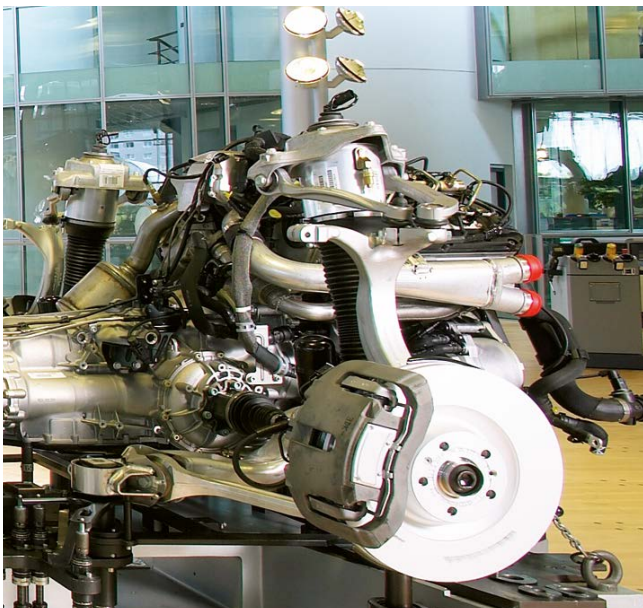


Figura 12. Medición de oscilaciones en discos de freno

Electrónica: comprobación de la altura y posición de los componentes

Durante el montaje de las tarjetas de circuitos impresos, los componentes deben comprobarse en una fase temprana del proceso para comprobar si se han colocado correctamente o si se han conectado de forma incorrecta, por ejemplo, si se han despegado de un lado. Una solución con dispositivos de medición ópticos es también la mejor opción para esta aplicación, gracias al posicionamiento preciso del spot, especialmente en elementos muy pequeños, y a la medición directa de perfiles mediante un sensor con línea láser.

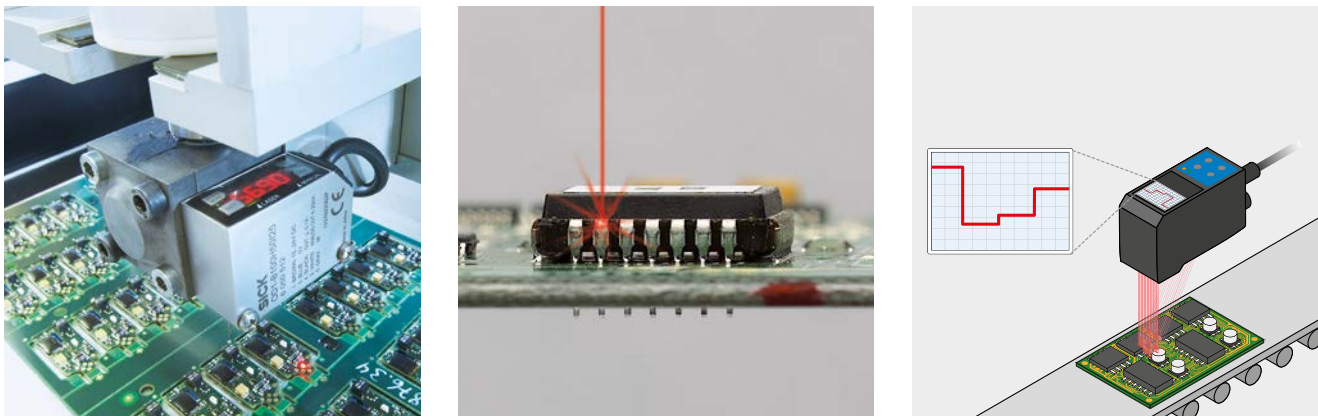


Figura 13. Comprobación de la altura y la longitud de componentes con sensores de distancia de corto alcance (desplazamiento)

Se pueden utilizar tres cabezales sensores para medir si los componentes posicionados están inclinados en diferentes ejes. Esta medición es imprescindible, por ejemplo, cuando se instalan pantallas de smartphones.

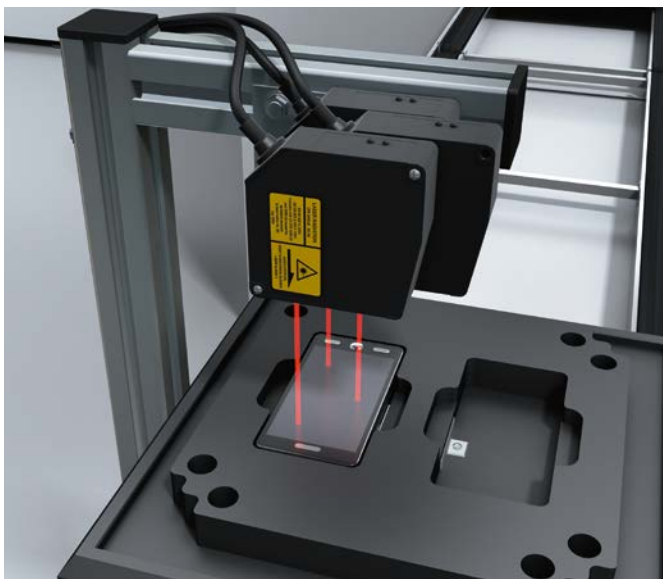
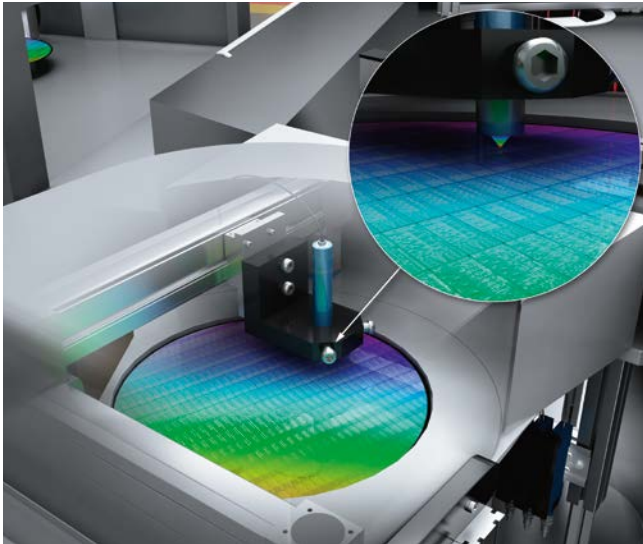


Figura 14. Medición de la posición correcta de módulos de dispositivos con el sensor de desplazamiento OD Precision

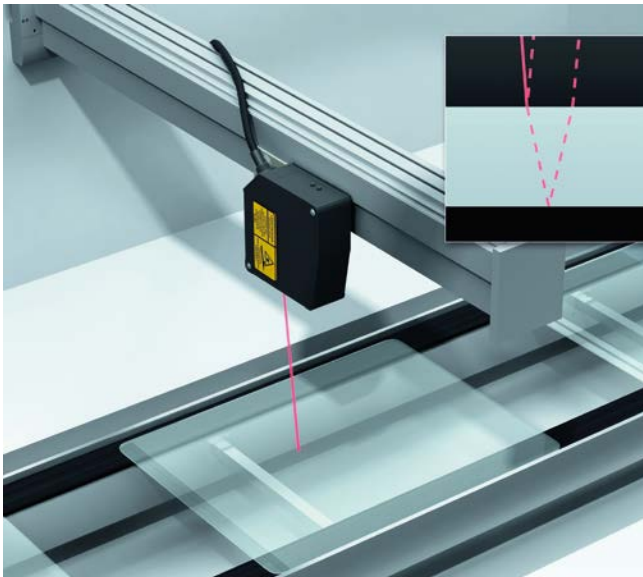
Industria electrónica y solar: comprobación de revestimientos



Utilizando el método de medición interferométrico, un sensor óptico de medición es capaz de detectar grosores de capa a partir de $3\ \mu\text{m}$ de forma no destructiva y precisa. Esto permite evaluar la calidad del proceso directamente y sin retirar la oblea.

Figura 15. Medición de grosores de capa de obleas semiconductoras con el sensor de desplazamiento OC Sharp

Industria del vidrio: medición de distancia y grosor del vidrio

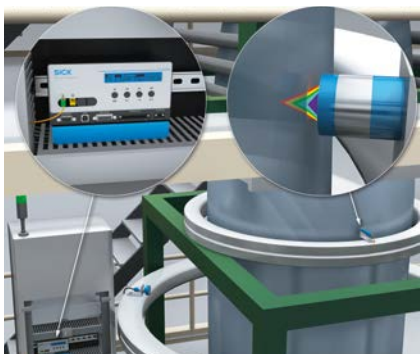


La medición de distancia es imprescindible para asegurar que una superficie de vidrio esté situada a la distancia correcta de una pinza. Algunos sensores basados en láser, así como sensores confocales cromáticos o incluso sensores de ultrasonido, son adecuados para esta tarea.

Sin embargo, para medir el grosor desde un solo lado, se requieren sensores ópticos. Esto asegura que el vidrio correcto se coloca en el lugar correcto. En general, los grosores de los objetos transparentes que se pueden medir por métodos ópticos oscilan entre aprox. $3\ \mu\text{m}$ y $20\ \text{mm}$.

Figura 16. Medición del grosor del vidrio con un solo cabezal sensor de desplazamiento OD Precision

Industria del plástico: medición del espesor de lámina



Una característica de las láminas de alta calidad es que cuentan con grosores uniformes. El grosor de las láminas sopladas se puede medir de forma no destructiva y precisa con la ayuda de dispositivos ópticos de medición y se puede reajustar directamente durante el proceso de fabricación para conseguir la máxima calidad posible.

Figura 17. Medición del grosor de lámina transparente con el sensor de desplazamiento OC Sharp

Dispensación: inspección del cordón de masilla adhesiva

Solo los dispositivos de medición sin contacto son capaces de detectar el perfil de un material dispensado que todavía no se ha endurecido (p. ej., cordón de masilla adhesiva), ya que cualquier tipo de contacto mecánico cambiaría inmediatamente el perfil del material aplicado. Lo ideal es que el control de calidad se realice utilizando un sensor lineal, que se desplaza junto con el dispensador y comprueba el perfil del material aplicado lo más cerca posible del punto de salida del material.

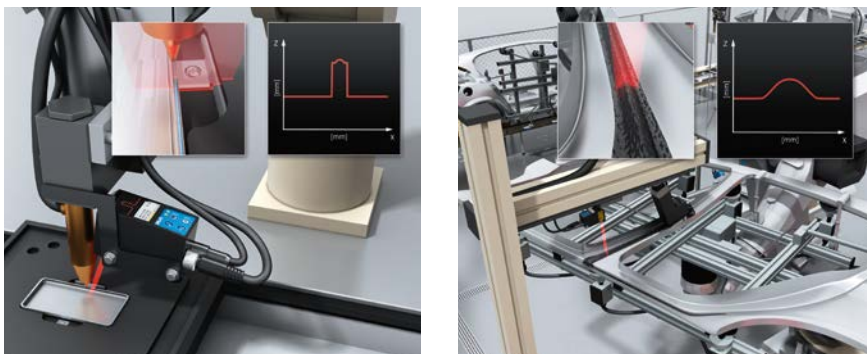


Figura 18. Inspección sin contacto del cordón de masilla adhesiva en un proceso continuo con el sensor de desplazamiento Profiler 2

Ingeniería de precisión: medición de piezas pequeñas y componentes de relojes



A menudo, las piezas especialmente pequeñas que deben medirse se colocan de tal manera que resulta difícil acceder a ellas. En estos casos, hay que prever superficies muy pequeñas que, consecuentemente, requieren spots muy pequeños y precisos. Estos los ofrecen los sensores confocales cromáticos. Gracias a la luz blanca que utilizan, no suelen producirse efectos de sombreado ni de moteado, a diferencia de lo que ocurre con un láser. El reto de esta aplicación radica, más bien, en posicionar el sensor con precisión, para lo que se requieren componentes mecánicos precisos.

Figura 19. Medición precisa de componentes muy pequeños para relojes mediante sensores de medición de desplazamiento

ENLACE COMPLEMENTARIO

Más información sobre sensores de medición de desplazamiento: → www.sick.com/measurement-sensors