

SICK AG

ARTIGO TÉCNICO

MEDIÇÃO SEM CONTATO COM SENSORES DE MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTO PARA CONTROLE DA QUALIDADE

AUTORES

Ramona Heitz

Gerente de produto de sensores de medição de deslocamento
na SICK AG em Waldkirch / Alemanha

Stephan Mächerlein

Diretor de aplicações
na SICK AG em Waldkirch / Alemanha

RESUMO

Para garantir uma qualidade alta e constante na fabricação dos mais variados módulos ou componentes, é necessário verificar os resultados periodicamente por meio de medições. Estas verificações são realizadas de modos diferentes. Podem ser realizadas fora do processo em andamento, por meio da coleta periódica de módulos individuais e teste subsequente com ajuda de instrumentos de medição mecânicos ou ópticos apropriados. Ou com ajuda de estações de medição com sistemas de apalpação mecânicos ou outros meios de medição não destrutivos, integrados ao processo. É exatamente aqui que os sensores de medição ópticos entram no jogo.

A sua capacidade de medir de modo preciso, rápido e sem contato, e a possibilidade de integrar os resultados destas medições diretamente no processo de produção resultam em produtividade aumentada. O resultado são processos de fabricação mais rápidos, mantendo-se a mesma qualidade alta, sem contato mecânico com o objeto e sem risco de danificá-lo. Os sensores ópticos têm a tarefa de atingir resultados altamente precisos ao medir objetos muito pequenos.

Índice

Tecnologias	3
Interfaces	5
Desafios	6
Comparação das vantagens principais dos métodos de medição	6
Aplicações típicas em diversas áreas	7

Tecnologias

Para sensores ópticos de medição precisa, são utilizadas tecnologias diferentes.

Princípio de triangulação a laser

Triangulação a laser significa a medição de distância unidimensional ou multidimensional com base no cálculo dos ângulos. O sensor projeta a luz do laser sobre o objeto de medição. Dependendo da distância, a radiação refletida neste ponto é retratada por meio de uma óptica para determinado local de um elemento receptor sensível à posição. A distância em relação ao objeto de medição é determinada pela relação do triângulo formado pela fonte de luz, pelo ponto de medição sobre o objeto e pela reprodução da luz sobre o elemento receptor. Existem sensores com ponto de luz de tamanhos diferentes. Para objetos muito pequenos, deve ser dada preferência a pequenas geometrias do ponto de luz. Para superfícies ásperas, é recomendado um sensor com ponto de luz grande.

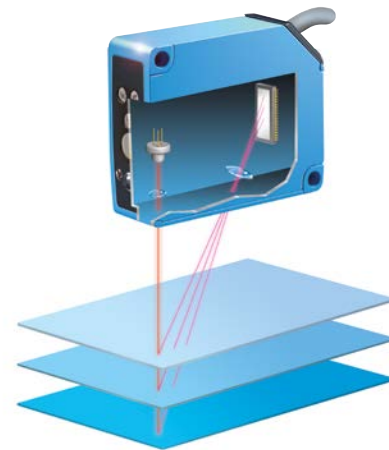


Figura 1: Princípio de triangulação a laser

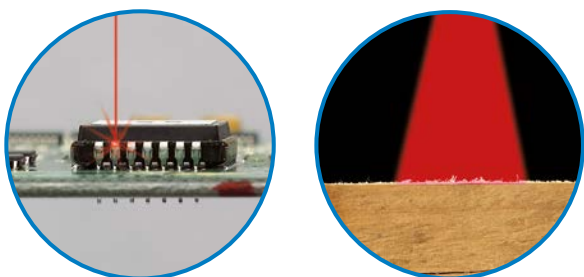


Figura 2: Geometrias do ponto de luz (dir: grande; esq: pequeno)

O mesmo princípio de funcionamento também vale para sensores, em que, no lugar de um ponto de luz, é utilizada uma linha de laser, em combinação com um receptor de matriz CMOS. Neste caso, pode ser detectado e avaliado um perfil, sem necessidade de mover o objeto

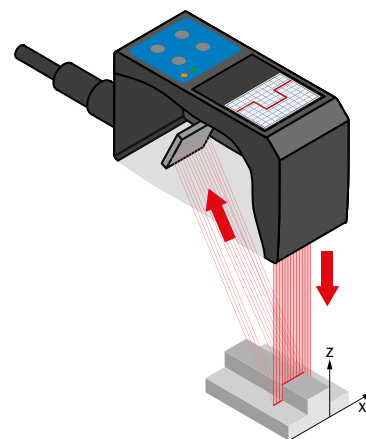


Figura 3: Sensor de perfil a laser

Princípio de medição cromato-confocal e interferométrico:

Nos sensores de medição cromato-confocal, são utilizadas fontes de luz branca, cujo espectro de luz é conduzido em forma de feixe por meio de fibra óptica até o cabeçote de medição. No sensores de medição de deslocamento OC Sharp da SICK, estão disponíveis para escolha dois métodos de medição diferentes.

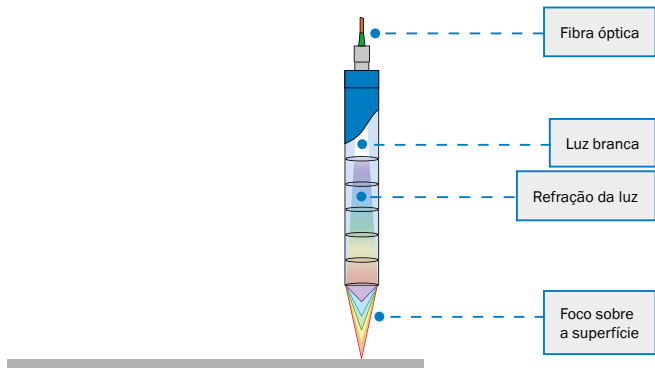


Figura 4: Princípio de medição cromato-confocal e interferométrico

Método de medição cromático:

O sistema de lentes instalado no cabeçote de medição está estruturado de modo que cada comprimento de onda individual está disposto a uma distância diferente. Utiliza-se aqui o efeito da aberração cromática, normalmente indesejado.

Deste modo, cada comprimento de onda é focalizado a uma distância diferente, refletido então pela superfície e o respectivo comprimento de onda avaliado num espectrômetro. O comprimento de onda determinado é, por sua vez, atribuído a um valor de distância.

Assim como em muitos sensores que operam pelo princípio de triangulação a laser, também neste caso podem ser avaliados vários comprimentos de onda. Com isso, pode ser determinada uma espessura relativa de material de objetos de camada úmida ou até mesmo de múltiplas camadas transparentes.

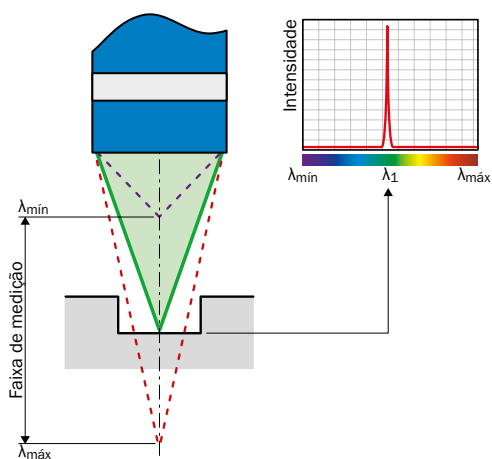


Figura 5: Medição da distância

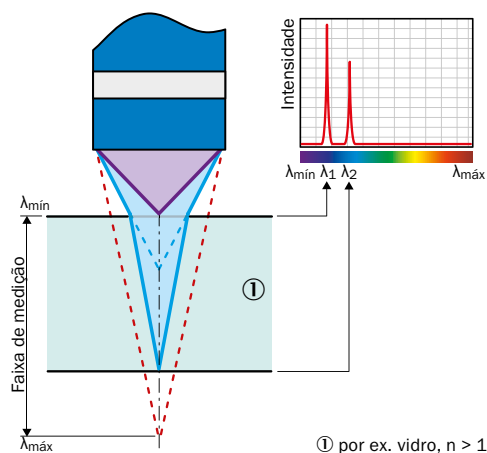


Figura 6: Medição da espessura de objetos transparentes

Método de medição interferométrico:

O método de medição interferométrico utiliza o efeito físico da interferência sobre camadas finas. Este efeito é conhecido, por exemplo, de poças com luzes coloridas reluzentes, causadas por um filme fino de óleo ou também de bolhas de sabão. Pelas espessuras de material diferentes, os comprimentos de onda de luz diferentes são apagados ou intensificados. Em seguida, o espectro das camadas detectadas é avaliado por uma rápida transformação de Fourier. Em comparação ao método de medição cromato-confocal, não é possível avaliar uma distância absoluta, mas apenas as espessuras existentes num sistema de camadas.

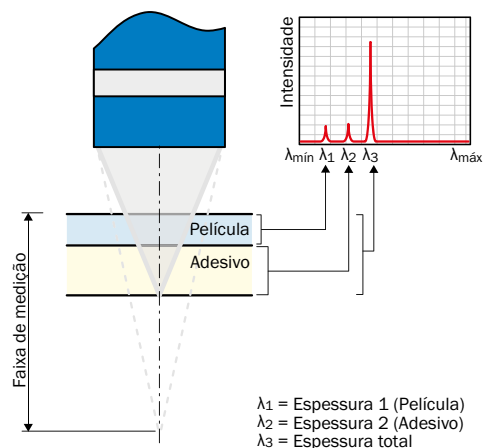


Figura 7: Método de medição interferométrico para medição da espessura de camadas e objetos transparentes

Vantagens mais importantes em comparação ao princípio de triangulação a laser:

- Tipicamente são admissíveis ângulos de basculamento maiores
- Um ofuscamento parcial do caminho da luz sempre leva a um resultado de medição
- Diâmetros do ponto de luz a partir de 4 μm possibilitam a medição de áreas muito pequenas ou até mesmo em furos (por exemplo, contatos passantes em placas de circuito impresso/ICs)
- Podem ser determinadas camadas de espessuras ainda menores de materiais transparentes (a partir de aprox. 3 μm)
- O princípio de medição de superfícies para medição da rugosidade da superfície está descrito em uma norma (DIN EN ISO 25178, parte 602)
- O cabeçote de medição é um módulo passivo e não contém componentes elétricos

Interfaces

Muitos sensores podem ser operados com uma unidade de avaliação, em que podem ser configuradas diversas funções de filtro ou efetuados cálculos, sem sobrecarregar o comando fornecido pelo cliente. A transmissão dos resultados da medição pode ser realizada por diversas interfaces de dados disponíveis (RS-232, RS-422, RS-485, 4 mA a 20 mA, -10 V a 10 V, 0 V a 10 V). Como alternativa, é pesquisada unicamente a informação “bom/ruim” por meio de saídas de comutação.

Desafios

As razões para o uso de instrumentos de medição ópticos são inúmeras:

- Substituição de instrumentos de medição mecânicos sujeitos ao desgaste que, por isso, precisam ser substituídos periodicamente
- Deve ser evitada a danificação do produto final, por exemplo, filmes ou superfícies macias, pelo uso de instrumentos de medição mecânicos
- Normalmente, as propriedades do material a ser medido não permitem a medição mecânica, por exemplo, meios líquidos, não endurecidos ou geralmente macios que alterariam as suas dimensões de modo reversível ou irreversível se submetidos ao efeito de pressão
- A superfície a ser medida não é acessível para instrumentos de medição mecânicos ou é dificilmente acessível

Na transição para instrumentos de medição ópticos, pode haver o desafio de estabelecer uma comparabilidade com os resultados até então obtidos por meio mecânico. Devido a variados modos de comportamento de instrumentos de medição ópticos e mecânicos, deve ser considerado o seguinte:

- Existe uma possibilidade de medição no objeto ou os resultados são influenciados significativamente por efeitos físicos, por exemplo, por superfícies semitransparentes ou camadas finas múltiplas?
- Qual o procedimento usual no caso de deposições (por exemplo, óleo, particulados, cavacos etc.)? São necessários mecanismos de filtragem, pois, de modo diferente do que com instrumentos de medição mecânicos, não existe uma pressão definida interferindo sobre a superfície?
- Visto que o ponto de medição com instrumentos de medição mecânicos é tipicamente muito maior do que com instrumentos de medição ópticos, no caso de instrumentos ópticos, é necessário calcular a média dos resultados da medição referidos a uma superfície maior

A transição de um instrumento de medição mecânico para um óptico pode significar um certo gasto. Entretanto, existem as vantagens a longo prazo, como economia de custos, taxa de processamento/transferência aumentada, a não influência mecânica sobre o objeto de medição e a qualidade aumentada em cada etapa de processo.

Vantagens principais dos métodos de medição

Mecânico	Óptico
Estabelecido, constantemente descrito em normas	Não destrutivo
Poucos efeitos sobre o resultado da medição no caso de sujeira	Rápido
-	Em linha
-	Medição em objetos muito pequenos de difícil acesso
-	Perfis 2D sem mover o objeto



Figura 8: Métodos de medição: Comparação entre método mecânico e método óptico

Aplicações típicas em diversas áreas

Indústria madeireira: medição da espessura e do comprimento em diferentes materiais

No processamento de madeira, são utilizados instrumentos de medição ópticos para controlar a espessura, comprimento e largura, por exemplo, de bancadas de trabalho de cozinhas. Neste caso, os desafios principais são o grande número de superfícies de plástico possíveis colocados sobre a placa de remoção de aparas. Aqui, os sensores de medição óptica oferecem uma vantagem muito importante, pois não danificam as superfícies sensíveis.

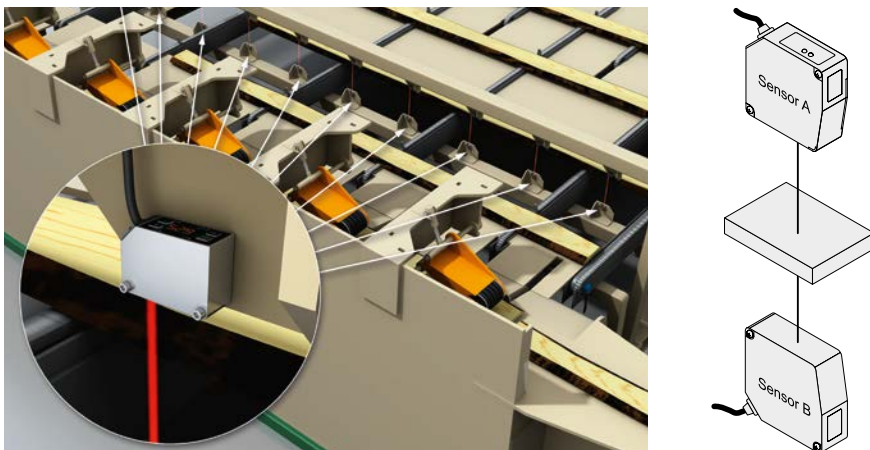


Figura 9: Medição de bordas de toras de madeira com o sensor de curta distância OD Mini da SICK

Processamento de metais: Detecção de camadas duplas de chapas em sua passagem pelo processo

No processamento de chapas nos mais variados ramos da indústria, além da medição da espessura de cada chapa, também é relevante a detecção de camadas duplas. Para este caso, são aplicados tipicamente métodos baseados na medição de corrente parasita, ultrassônica ou mecânica. Em altas velocidades de transporte e curtos comprimentos das chapas, estes métodos logo esbarram em limites.

Mesmo se eventualmente for necessário ativar outros filtros no sensor devido à estrutura da superfície (arranhões, gotas de óleo, rebarbas etc.), a solução ideal para este caso são sensores de medição óptica, devido ao seu rápido tempo de resposta e pequenos pontos de luz.

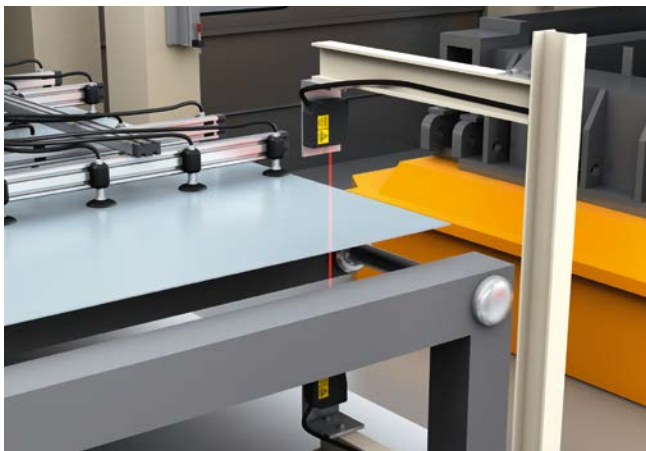


Figura 10: Detecção sem contato de camadas duplas de chapas com o sensor de deslocamento OD Precision

Processamento de metais: Controle de distância no cabeçote de corte e cabeçote de soldagem

Para cortes ou cordões de solda limpos, é importante que o cabeçote de corte ou o cabeçote de soldagem esteja posicionado na distância correta em relação ao material processado. Em muitos casos, a área adjacente está impregnada de interferências por fumaça ou eletromagnéticas. Devido a isso, pode ser necessária uma proteção adicional dos sensores utilizados para a medição. Apesar disso, predominam as vantagens dos sensores de medição óptica, pois executam a medição em área próxima ao cabeçote de trabalho e não danificam a superfície do material durante a medição.

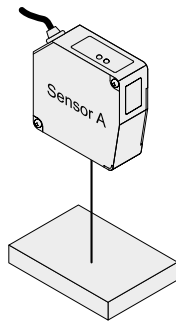


Figura 11: Controle de distância no cabeçote de corte com sensor de deslocamento OD Max

Indústria automobilística: Medição de pastilhas de freio e do movimento pendular

Na produção de pastilhas de freio, é necessário verificar a conservação dimensional e o pulo axial máximo admitido. Como também as mínimas deformações exercem um efeito considerável sobre a função, devem ser utilizados métodos de medição precisos, sem contato.

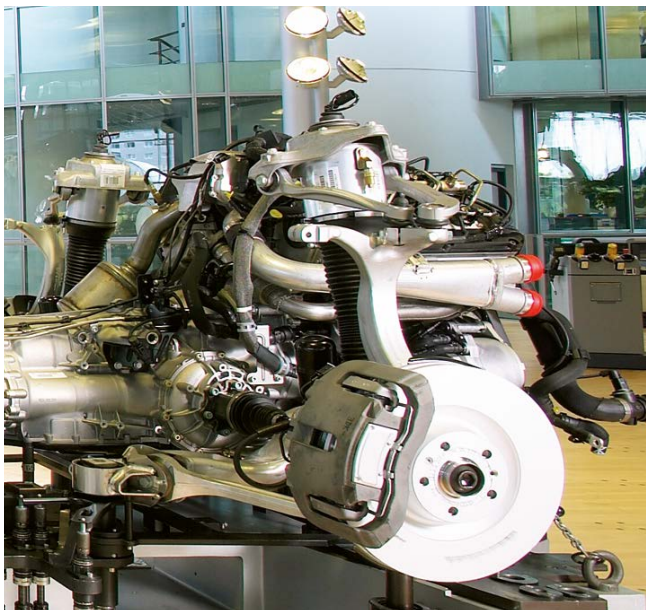


Figura 12: Medição do movimento pendular de pastilhas de freio

Eletrônica: Verificação da altura e posição de módulos

Na alimentação de placas de circuito impresso, é necessário verificar já em processo se os módulos foram dispostos na posição correta ou se foram unidos com falhas, por exemplo, levantados num dos lados. Também para este caso a melhor solução são instrumentos de medição ópticos. As razões para isso são o posicionamento preciso do ponto de luz principalmente em elementos muito pequenos, assim como a medição direta do perfil com ajuda de um sensor com linha de laser.

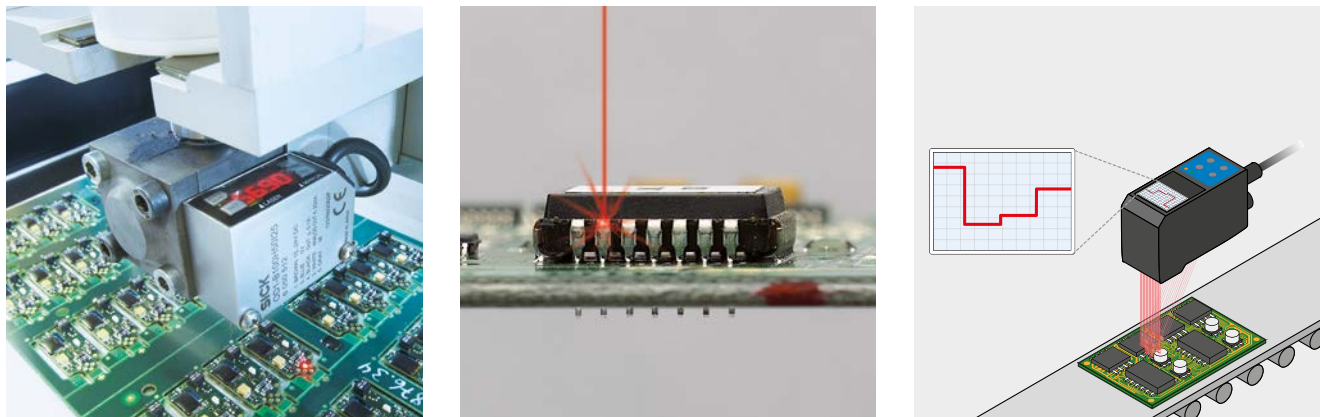


Figura 13: Verificação da altura e posição de módulos com sensores de distância de curto alcance (deslocamento)

Com três cabeçotes de medição, pode ser verificado se os módulos posicionados em diferentes eixos estão inclinados. Esta medição é imprescindível, por exemplo, ao inserir displays de smartphones.

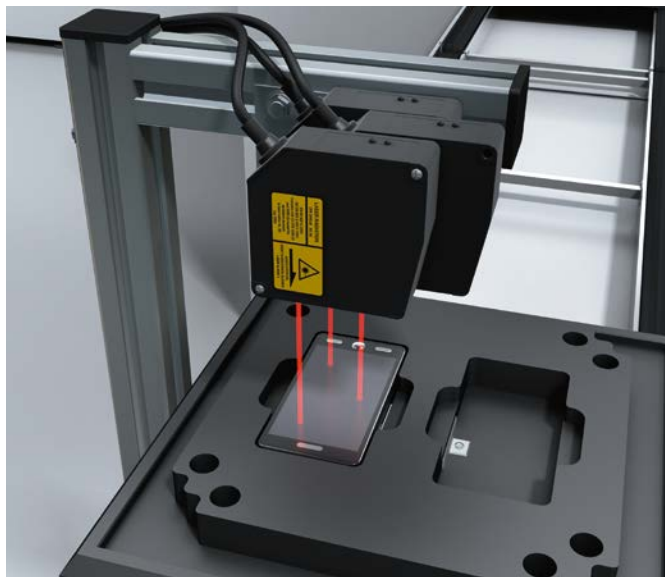
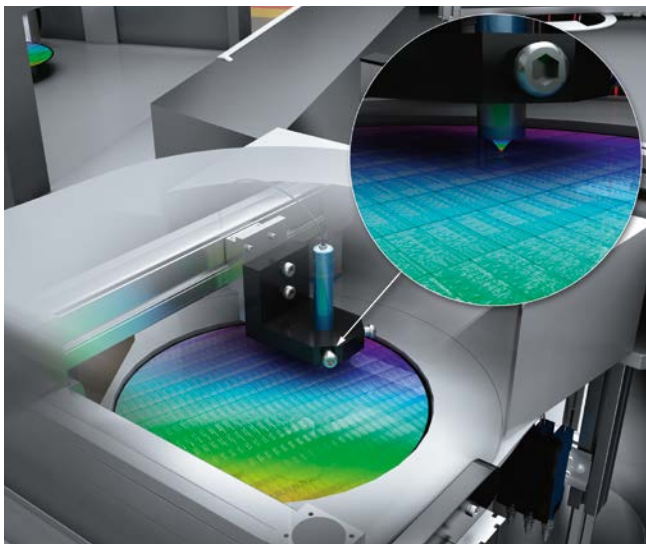


Figura 14: Medição da posição correta de módulos de dispositivos com o sensor de deslocamento OD Precision

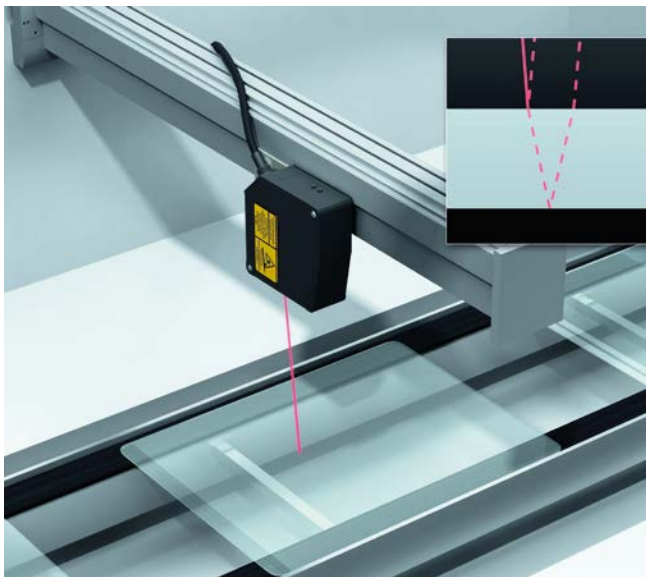
Indústria eletrônica e solar: verificação de revestimentos



Espessuras de camadas a partir de aprox. 3 µm podem ser detectadas com precisão e sem destruição por um sensor de medição óptico, aplicando-se o método interferométrico. Por meio disso, é avaliada a qualidade do processo diretamente e sem necessidade de retirar o wafer.

Figura 15: Medição de espessuras de camadas de semicondutores com o sensor de deslocamento OC Sharp

Indústria de vidro: Medição da distância e espessura de vidros



Para garantir que uma superfície de vidro se encontra na distância correta em relação a uma garra, é obrigatória a medição da distância. Tanto alguns sensores baseados a laser como também sensores cromato-confocais e ultrassônicos são recomendados para esta finalidade.

Todavia, para medir a espessura em apenas uma lateral, são necessários sensores de medição óptica. Assim pode ser assegurado que o vidro certo seja posicionado no local certo. As espessuras típicas mensuráveis de objetos transparentes pelo método óptico se situam na faixa de 3 µm a 20 mm.

Figura 16: Medição da espessura do vidro com apenas um cabeçote de sensor de deslocamento OD Precision

Indústria de plástico: Medição da espessura de filmes



Uma espessura do filme uniforme é uma característica de filmes de alta qualidade. A espessura de filmes soprados pode ser determinada sem destruição e de modo preciso com ajuda de instrumentos de medição ópticos e ajustada posteriormente diretamente no processo de fabricação, visando obter a melhor qualidade possível.

Figura 17: Medição de espessuras de filmes transparentes com o sensor de deslocamento OC Sharp

Dispensação: Inspeção de filetes de cola

O perfil de um material de dispensação ainda não endurecido (por exemplo, filete de cola) só pode ser determinado por instrumentos de medição sem contato, pois qualquer tipo de contato mecânico iria alterar imediatamente o perfil do filete aplicado. De modo ideal, o controle de qualidade é realizado com um sensor baseado em linha, conduzido junto com o aplicador, que verifica o perfil do filete aplicado na distância mais curta da saída do material.

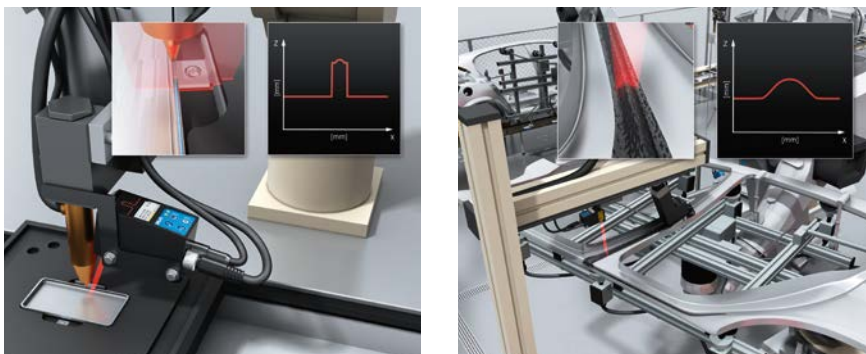


Figura 18: Inspeção sem contato de filetes de cola no processo em andamento com o sensor de deslocamento Profiler 2

Peças de precisão: Medir peças pequenas e peças para relógios



Justamente peças de medição muito pequenas com frequência estão posicionadas de modo que o seu acesso para uma medição é muito difícil. Nesses casos, deve-se contar com superfícies muito pequenas que requerem pontos de luz precisos e correspondentemente muito pequenos. Estes são oferecidos por sensores cromato-confocais. De modo diferente do laser, devido à luz branca utilizada, não são esperados efeitos de luz marginal nem efeitos de salpicos. O desafio nesta aplicação consiste em posicionar o sensor de modo exato. Para isso são necessários componentes mecânicos.

Figura 19: Medição de peças miniatura de relógios com sensores de medição de deslocamento

LINK PARA MAIS INFORMAÇÕES

Mais informações sobre sensores de medição de deslocamento: → www.sick.com/measurement-sensors