SICK AG
LIVRE BLANC

MESURE SANS CONTACT AVEC CAPTEURS DE MESURE DE DÉPLACEMENT POUR LE CONTRÔLE QUALITÉ

AUTEURS

Ramona Heitz
Chef de produit Capteurs de mesure de déplacement
chez SICK AG à Waldkirch, Allemagne

Stephan Mächerlein
Responsable Application
chez SICK AG à Waldkirch, Allemagne

RÉSUMÉ

Afin d'assurer une qualité constante lors de la fabrication de nombreux appareils ou composants, les résultats du processus de production doivent être vérifiés régulièrement en prenant des mesures. Ces contrôles sont effectués de différentes façons : soit en dehors du processus en cours, en prélevant régulièrement des échantillons et en les contrôlant à l'aide d'instruments de mesure mécaniques ou optiques appropriés, ou par l'intermédiaire de stations de mesure intégrées au procédé de fabrication, équipées de systèmes d'échantillonnage mécaniques ou d'autres instruments de mesure non destructifs. Les capteurs de mesure optiques sont parfaits ici.

Leur capacité à mesurer précisément, rapidement et sans contact, associé à la possibilité d'intégrer directement les résultats de ces mesures dans le processus de production, conduit à une productivité accrue. Il en résulte des processus de production plus rapides et une qualité toujours plus élevée, sans qu'il soit nécessaire d'opérer un contact mécanique avec l'objet ou de l'endommager de quelque façon que ce soit. Les capteurs optiques fournissent des résultats extrêmement précis même en mesurant des objets très petits.

SICK
Sensor Intelligence.

Table des matières

Les technologies 3

Interfaces de données..... 5

Challenges 6

Comparaison des avantages significatifs des différentes méthodes de mesure 6

Applications typiques de diverses industries 7

Les technologies

Différentes technologies sont utilisées pour créer des capteurs de mesure optiques précis.

Principe de triangulation laser

La triangulation laser est une mesure de distance unidimensionnelle ou multidimensionnelle résultant d'un calcul angulaire. Le capteur projette une lumière laser sur l'objet à mesurer. Le faisceau réfléchi est alors capturé, via une lentille optique, à un endroit particulier d'un récepteur photosensible, en fonction de la distance. La distance jusqu'à l'objet à mesurer est déterminée en triangulant la source lumineuse, le point de mesure sur l'objet et l'image de la lumière sur l'élément récepteur. Les capteurs sont disponibles avec des spots lumineux de différentes tailles. Il est préférable d'utiliser de petites géométries de points lumineux pour des objets très petits, alors qu'un capteur avec un point lumineux plus grand est recommandé pour les surfaces rugueuses.

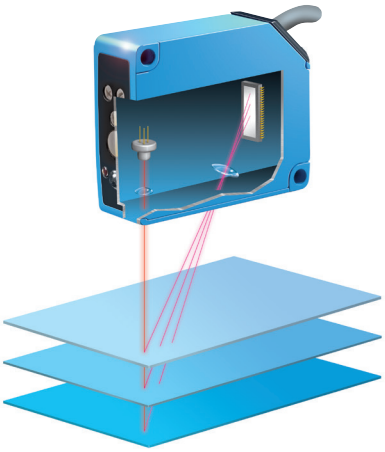


Figure 1 : Principe de triangulation laser

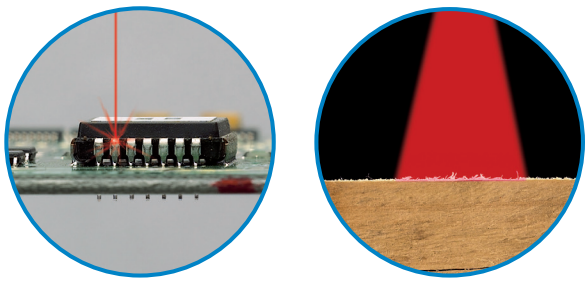


Figure 2 : Géométries des points lumineux (grande sur la droite, petite sur la gauche)

Le même principe de fonctionnement s'applique également aux capteurs qui n'utilisent pas un spot lumineux, mais une ligne laser, combinée à un récepteur matriciel CMOS. Dans ce cas, un profil peut être détecté et évalué directement, sans avoir à déplacer l'objet.

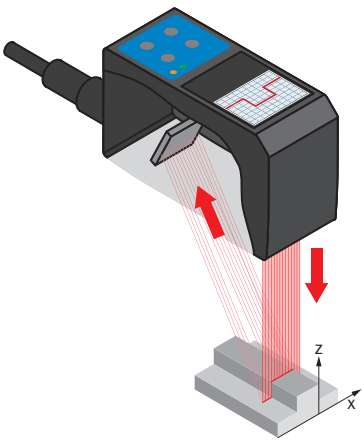


Figure 3 : Capteur laser de profil

Principe de mesure confocale-chromatique- et interférométrique

Les capteurs de mesure confocale-chromatique utilisent des sources lumineuses blanches dont le spectre lumineux est dirigé vers la tête de mesure par l'intermédiaire d'une fibre optique. Le capteur de mesure de déplacement OC Sharp de SICK par exemple permet à l'utilisateur de choisir entre deux méthodes de mesure différentes, comme décrit ci-dessous.

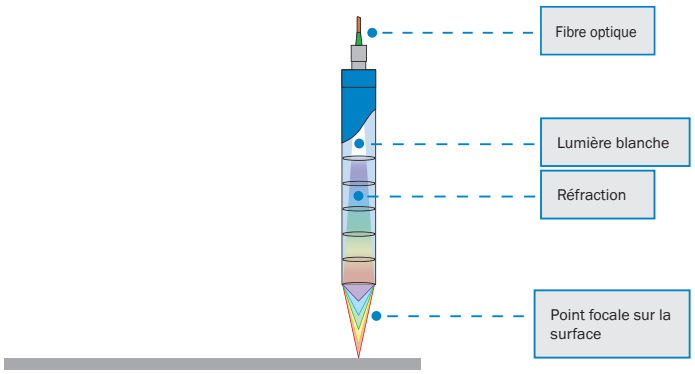


Figure 4 : Principe de mesure confocale-chromatique et interférométrique

Méthode de mesure chromatique :

Le système de lentilles intégré dans la tête de mesure a été conçu de telle sorte que les longueurs d'onde individuelles sont toutes affectées à une distance différente. Nous utilisons ici l'aberration chromatique, qui est habituellement un effet indésirable.

Chaque longueur d'onde est focalisée à une distance différente, réfléchie par la surface, et la longueur d'onde réfléchie est ensuite évaluée dans un spectromètre. La longueur d'onde déterminée est affectée à une valeur de distance à son tour.

Comme dans le cas de nombreux capteurs fonctionnant selon le principe de triangulation laser, plusieurs longueurs d'onde réfléchies peuvent également être évaluées en même temps, ce qui permet de déterminer une épaisseur de matériau relative pour des objets transparents monocouches ou multicouches.

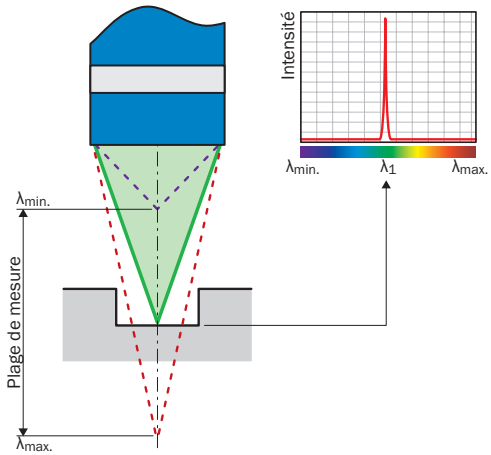


Figure 5 : Mesure de distance

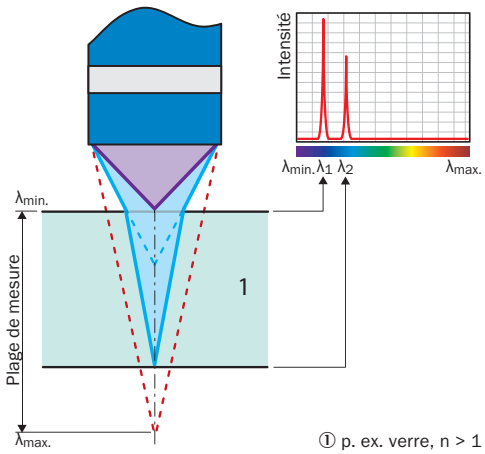


Figure 6 : Mesure d'épaisseur d'objets transparents

Méthode de mesure interférométrique :

La méthode de mesure interférométrique utilise l'effet physique de l'interférence sur les couches minces. Nous connaissons cet effet des flaques qui brillent de toutes les couleurs, causées par un mince film d'huile, ou des bulles de savon, par exemple. Différentes longueurs d'onde de la lumière sont affaiblies ou renforcées par des épaisseurs de matériau spécifiques. Une transformation rapide de Fourier est alors utilisée pour évaluer le spectre des couches détectées. Contrairement à la méthode de mesure confocale-chromatique, ici il n'est pas possible d'évaluer une distance absolue, mais seulement les épaisseurs présentes dans un système de couches.

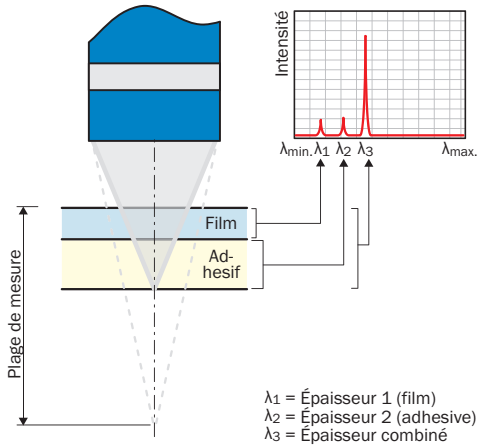


Figure 7 : Méthode de mesure interférométrique pour mesurer l'épaisseur des couches et des objets transparents

Avantages significatifs par rapport au principe de la triangulation laser :

- De plus grands angles d'inclinaison sont habituellement autorisés
- Si le trajet lumineux est partiellement ombragé, un résultat de mesure est toujours obtenu
- Des diamètres de point de lumière de 4 µm permettent de mesurer des zones très petites ou même de permettre de mesurer des trous (par exemple des contacts traversant pour des cartes de circuits imprimés / CI)
- Même des épaisseurs de couche plus petites de matériaux transparents peuvent être déterminées (sur environ 3 µm)
- Le principe de mesure pour la mesure des rugosités de surface a été décrit dans une norme (DIN EN ISO 25178, Partie 602)
- La tête de mesure est un dispositif purement passif et ne contient aucun composant électrique

Interfaces de données

De nombreux capteurs peuvent être exploités avec une unité d'évaluation, dans lesquelles différentes fonctions de filtrage peuvent déjà être réglées ou des calculs effectués, sans que cela ne gêne le système de commande du client. Les résultats de mesure peuvent être transmis sur les différentes interfaces de données disponibles (RS-232, RS-422, RS-485, 4 mA ... 20 mA, -10 V ... 10 V, 0 V ... 10 V) ; Alternativement, seules les informations « bon / mauvais » peuvent être envoyées via des sorties de commutation.

Challenges

Il existe de nombreuses raisons d'utiliser des instruments de mesure optiques :

- En remplacement des instruments de mesure mécaniques qui sont sujets à l'usure et doivent donc être remplacés régulièrement
- Si des dommages au produit final provoqués par des instruments de mesure mécaniques doivent être évités (par exemple des films ou des surfaces molles)
- Si les propriétés du matériau à mesurer ne permettent pas de mesurer mécaniquement, par exemple, des milieux liquides, pas encore durcis ou essentiellement mous, dont les dimensions changeraient de façon réversible ou irréversible si elles étaient soumises à une pression ou à un contact
- Si l'on ne peut accéder à la surface à mesurer à l'aide d'instruments de mesure mécaniques ou si on ne peut y accéder que difficilement

Lorsqu'on passe à des instruments de mesure optiques, il est parfois difficile de trouver des résultats comparables à ceux obtenus précédemment par des moyens mécaniques. En raison des différentes façons de travailler des instruments de mesure optiques et mécaniques, il faut tenir compte des points suivants :

- Est-il possible de mesurer l'objet ou les résultats sont-ils influencés de manière significative par des facteurs physiques, par exemple, par des surfaces semi-transparentes ou de multiples couches minces ?
- Comment les dépôts (p. ex., huile, poussière, copeaux, etc.) sont-ils traités à la surface ? Des mécanismes de filtrage qui n'appliquent pas de pression définie à la surface, contrairement aux instruments de mesure mécaniques, sont-ils nécessaires ?
- Étant donné que le point de mesure des instruments de mesure mécaniques est généralement beaucoup plus important que celui des instruments de mesure optique, les résultats de mesure obtenus à partir de ces derniers doivent être déterminés sur une surface plus grande.

Le processus de passage d'un instrument de mesure mécanique à un instrument optique peut être très coûteux et laborieux ; Cependant, ceci doit être contrebalancé par les avantages à long terme tels que des économies de coûts, une cadence accrue, aucun impact mécanique sur l'objet de mesure et une qualité améliorée à chaque étape du procédé.

Une comparaison des avantages significatifs des diverses méthodes de mesure :

Mécanique	Optique
Établi, décrit de façon cohérente dans les normes	Non destructif
La contamination a un impact moindre sur le résultat de la mesure	Rapide
–	En ligne
–	Mesures sur de très petits objets qui sont difficiles d'accès
–	Profils 2D sans avoir à déplacer l'objet

Figure 8 : Comparaison des méthodes de mesure mécaniques et optiques

Applications typiques de diverses industries

Industrie du bois : mesure de l'épaisseur et de la longueur sur différents matériaux

Des instruments de mesure optiques sont utilisés dans le traitement du bois pour surveiller l'épaisseur, la longueur et la largeur des plans de travail de cuisine, par exemple. Le grand défi ici est la grande variété de surfaces en plastique possibles appliquées au panneau. Les capteurs de mesure optiques offrent ici un avantage significatif car ils n'endommageront pas ces surfaces sensibles.

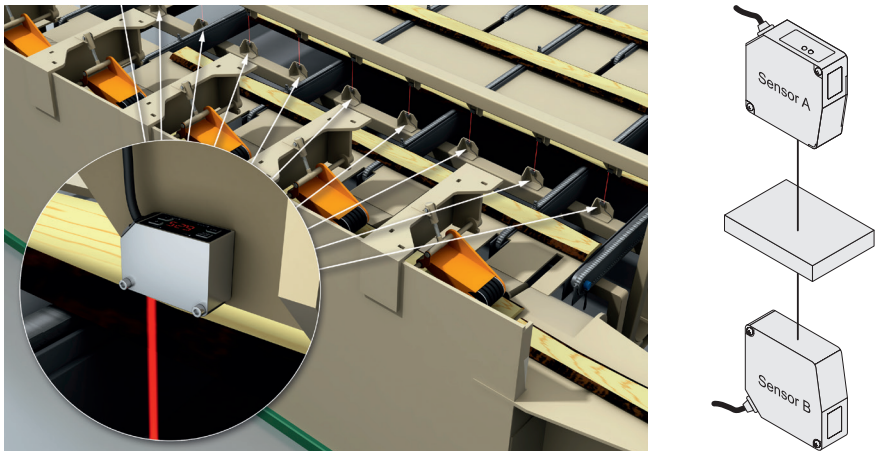


Figure 9 : Déclenchement de la mesure avec le détecteur de déplacement SICK OD Mini

Traitement des métaux : détection de doubles couches de feuilles à leur passage

Lors du traitement de la tôle dans divers secteurs, l'épaisseur d'une feuille individuelle doit être non seulement vérifiée, mais des doubles couches de feuilles doivent également être détectées. Les méthodes utilisées pour ce faire reposent généralement sur les courants de Foucault, la technologie ultrasonique ou des mesures mécaniques. Cependant, de telles techniques atteignent rapidement leurs limites si elles sont requises pour traiter des vitesses de transport rapides et des longueurs de feuilles courtes.

De plus, si les propriétés de surface des feuilles (rayures, gouttes d'huile, bavures, etc.) nécessitent que des filtres supplémentaires soient activés dans le capteur, alors les temps de réponse rapides et les petits spots lumineux des capteurs de mesure optiques les placent comme la solution la plus appropriée.

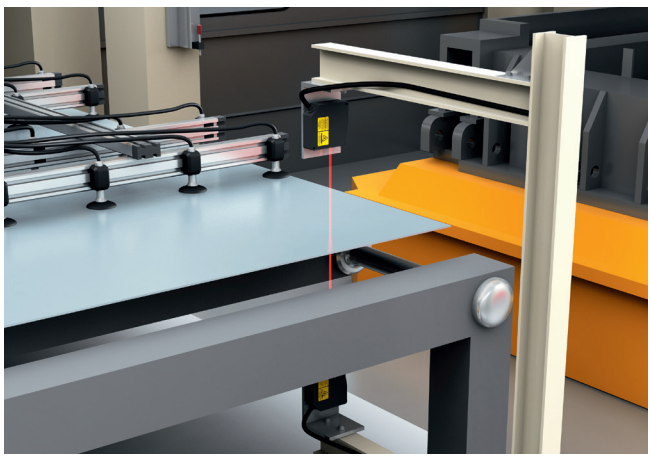


Figure 10 : Détection de doubles couches de feuilles, sans contact, avec le capteur de déplacement OD Precision

Traitement des métaux : Contrôle de la distance entre la tête de coupe et la tête de soudage

Afin de produire des coupes ou des soudures nettes, il est important de positionner la tête de coupe ou la tête de soudage à une distance correcte du matériau à traiter. L'environnement dans lequel cette mesure est prise peut parfois être soumis à de fortes fumées et à des interférences électromagnétiques, il peut donc être nécessaire de fournir une protection supplémentaire pour les capteurs. Encore une fois, les avantages des capteurs de mesure optiques gagnent ici, car ils mesurent très près de la tête d'usinage et n'endommagent pas la surface du matériau lors de la mesure.

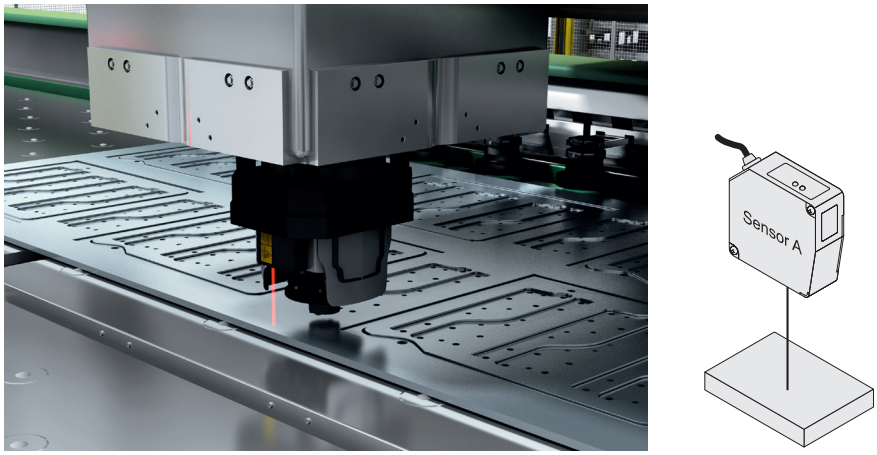


Figure 11 : Contrôle de distance de la tête de coupe avec le capteur de déplacement OD Max.

Industrie automobile : Mesure des disques de frein et des oscillations

Lors de la fabrication des disques de frein, la stabilité dimensionnelle et le dépassement axial maximal doivent être vérifiés. Étant donné que même de minuscules déformations peuvent avoir un impact significatif sur la fonction, des procédés de mesure précis et sans contact sont utilisés ici.

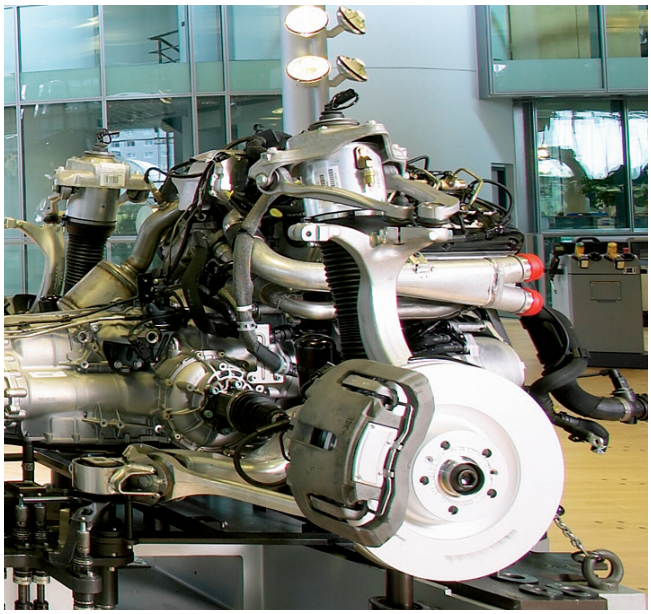


Figure 12 : Mesure du mouvement des disques de frein

Électronique : Vérification de la hauteur et de la longueur des appareils

Lors de l'assemblage des PCB, les composants doivent être vérifiés à un stade précoce du processus pour s'assurer qu'ils ont été positionnés et connectés correctement, par exemple, voir si ils ne sont pas soulevés sur un côté. Une solution avec des instruments de mesure optiques est le meilleur choix pour cette application aussi, en raison du positionnement précis du spot lumineux sur des éléments très petits et la mesure directe de profils en utilisant un capteur avec une ligne laser.

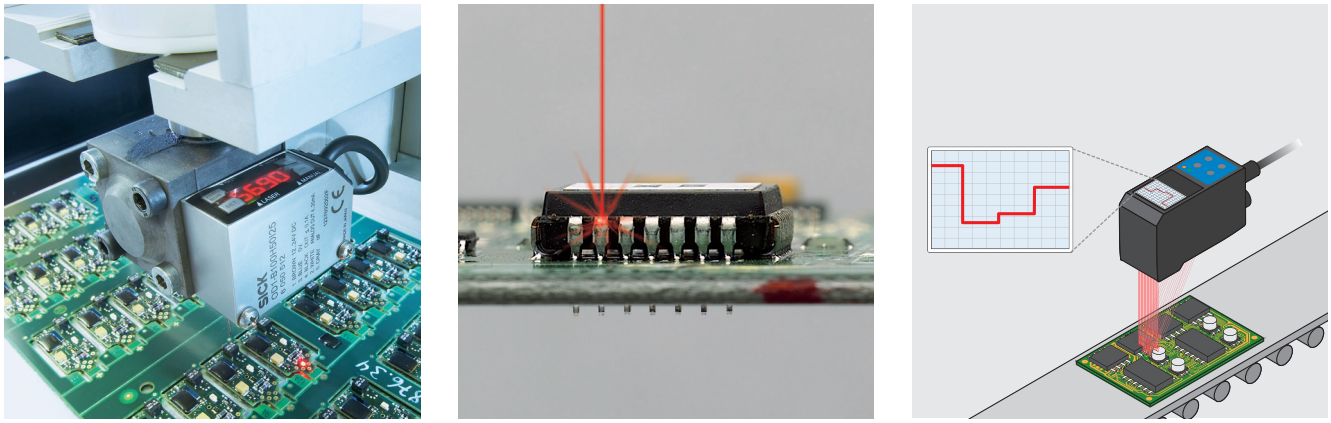


Figure 13 : Contrôle de la hauteur et de la longueur des appareils avec capteurs de mesure de déplacement

Trois têtes de capteurs sont capables de mesurer si les appareils positionnés sont inclinés dans des axes différents. Cette mesure est extrêmement importante lors de l'installation d'écrans de smartphone, par exemple.

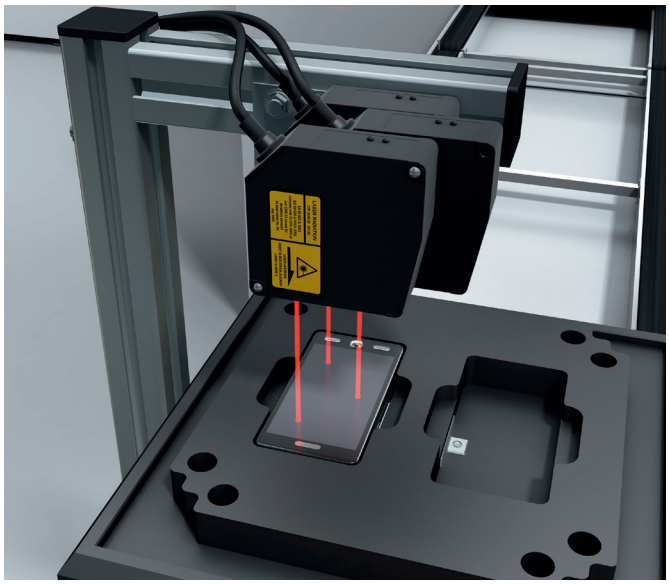
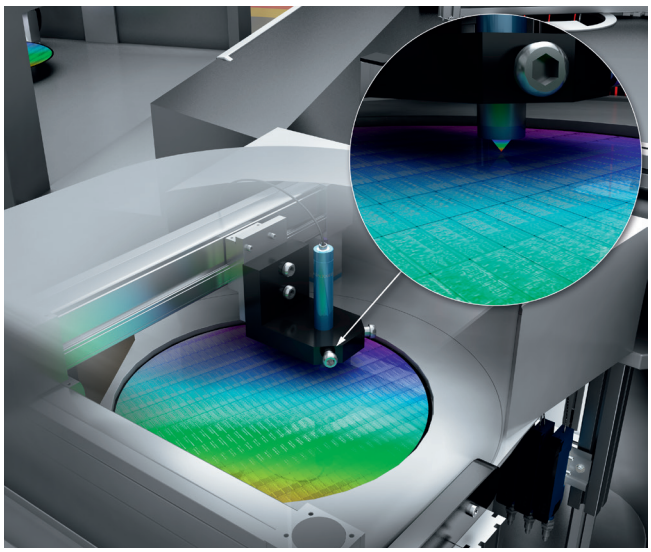


Figure 14 : Mesure de la position correcte des pièces assemblées avec le capteur de déplacement OD Precision

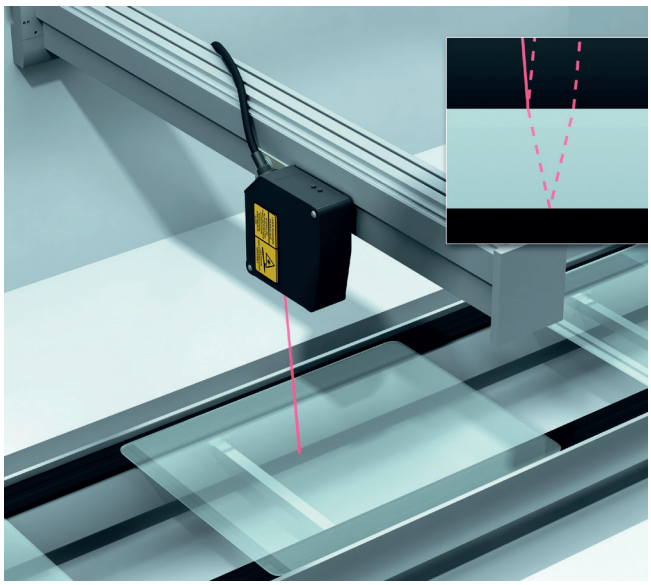
Industries de l'électronique et du solaire : Vérification des revêtements



En utilisant le procédé de mesure interférométrique, un capteur de mesure optique est capable de détecter des épaisseurs de couche supérieures à 3 µm avec précision et sans détruire l'échantillon. Cela améliore la qualité du processus directement, sans retirer le wafer de ce processus.

Figure 15 : Mesure de l'épaisseur de couche des wafers semi-conductrices avec le capteur de déplacement OC Sharp

Industrie du verre : mesurer la distance et l'épaisseur du verre

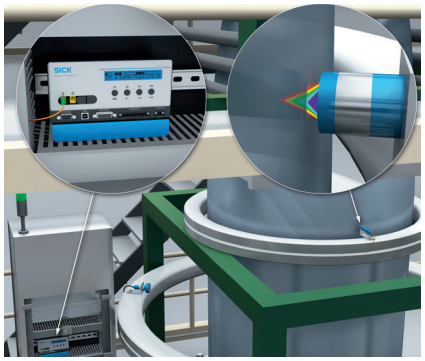


Une mesure de distance est essentielle pour s'assurer qu'une surface de verre est positionnée à une distance correcte d'une pince. Certains capteurs laser, ainsi que des capteurs à confocale-chromatique ou même des capteurs à ultrasons conviennent à cette tâche.

Cependant, des capteurs de mesure optiques sont nécessaires pour mesurer l'épaisseur d'un seul côté. Cela garantit que le verre est positionné au bon endroit. D'une manière générale, on peut mesurer des objets transparents d'une épaisseur d'environ 3 µm à 20 mm en utilisant la méthode optique.

Figure 16 : Mesure de l'épaisseur du verre avec un seul capteur de déplacement OD Precision

Industrie des plastiques : mesure de l'épaisseur d'un film



Une épaisseur de film uniforme est une caractéristique essentielle des films de haute qualité. Les instruments de mesure optiques sont capables de détecter l'épaisseur des films soufflés avec précision et sans détruire l'échantillon. Tous les ajustements peuvent être effectués directement dans le processus de production afin d'obtenir la meilleure qualité possible.

Figure 17 : Mesure de l'épaisseur d'un film transparent avec le capteur de déplacement OC Sharp

Distribution : Contrôle des cordons de colle

Seuls des instruments de mesure sans contact sont capables de détecter le profil d'un matériau distribué (par exemple, un cordon de colle) qui n'a pas encore durci, étant donné que tout type de contact mécanique changerait immédiatement le profil du matériau appliqué. Le contrôle qualité est idéalement réalisé à l'aide d'un capteur linéaire, qui se déplace avec le distributeur et vérifie le profil du matériau appliqué le plus près possible du point de décharge du matériau.

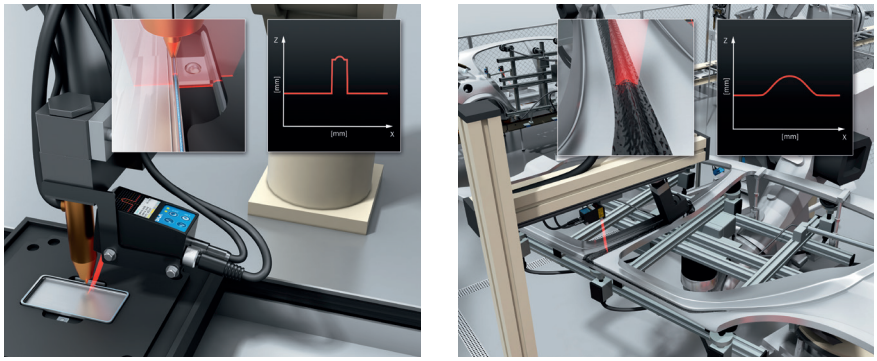


Figure 18 : Contrôle des cordons de colle dans un processus continu, sans contact, avec le capteur de déplacement Profiler 2

Ingénierie de précision : Mesure de petites pièces et composants d'une montre

Il arrive souvent que les très petites pièces qui doivent être mesurées soient positionnées d'une manière qui les rend difficiles d'accès. Dans de tels cas, de très petites surfaces, qui demandent donc un spot lumineux très petit et précis, sont à l'ordre du jour. Les capteurs à confocale-chromatique fournissent exactement cela. Grâce à leur lumière blanche, ils ne créent pas non plus d'effets de lumière périphérique ou de tache, contrairement à un laser. Le défi de cette application est beaucoup plus sur la précision du positionnement du capteur, ce qui nécessite des composants mécaniques précis.

Figure 19 : Mesure précise de petits composants de montre avec des capteurs de mesure de déplacement

8020760/2016_05/8M_CS/ITL (2016-05)

LIEN POUR PLUS D'INFORMATIONS

Plus d'informations sur les capteurs de mesure de déplacement : → www.sick.com/measurement-sensors

SICK
Sensor Intelligence.