SICK AG WHITEPAPER

MISURAZIONE SENZA CONTATTO CON SENSORI DI DISTANZA SHORT RANGE (DISPLACEMENT) PER IL CONTROLLO QUALITÀ

AUTORI

Ramona Heitz
Responsabile di prodotto sensori di distanza short range (displacement)
presso SICK AG, sede di Waldkirch / Germania

Stephan Mächerlein
Responsabile applicazioni
presso SICK AG, sede di Waldkirch / Germania

IN BREVE

Per garantire una qualità costante nella produzione di componenti diversi tra loro, è necessario verificare regolarmente i risultati. Questi controlli sono effettuati in modi diversi, ad esempio durante lo svolgimento del processo tramite il prelievo regolare di singoli componenti e il successivo controllo mediante adeguati sistemi di misura meccanici e ottici. Oppure i controlli possono essere eseguiti per mezzo di stazioni di misurazione integrate nel processo con sistemi di rilevamento meccanici o altri elementi di misurazione che agiscono in modo non distruttivo. Proprio in questo caso entrano in gioco i sensori ottici di misurazione.

La loro capacità di misurare senza contatto, precisamente e velocemente, oltre alla possibilità di integrare i risultati di queste misurazioni direttamente nel processo di produzione, determina un aumento della produttività. Di conseguenza, si ottengono processi di produzione più veloci mantenendo lo stesso livello qualitativo senza la necessità di entrare in contatto meccanico con l'oggetto e danneggiarlo. I sensori ottici garantiscono risultati molto precisi anche nella misurazione di oggetti molto piccoli.

SICK
Sensor Intelligence.

Indice

Tecnologie 3

Interfacce 5

Potenzialità 6

Vantaggi sostanziali dei metodi di misurazione a confronto 6

Applicazioni tipiche in diversi settori 7

8022643/2016_05
Contenuti soggetti a modifiche senza preavviso

Tecnologie

Per i sensori ottici di misurazione vengono utilizzate diverse tecnologie.

Principio di triangolazione laser

La triangolazione laser è una misurazione della distanza mono- o pluridimensionale che avviene tramite calcolo dell'angolazione. Il sensore proietta la luce laser sull'oggetto misurato. I raggi riflessi sono rappresentati tramite un sistema ottico, a seconda della distanza, su un determinato punto di un elemento ricevitore sensibile alla posizione. La distanza dall'oggetto misurato è determinata dai riferimenti di triangolazione della sorgente luminosa, dal punto di misurazione sull'oggetto e dalla riflessione della luce sull'elemento ricevitore. Dal momento che esistono sensori con punti luminosi di diverse grandezze, per oggetti molto piccoli è preferibile utilizzare punti luminosi con piccole geometrie, mentre per superfici grezze è consigliabile l'impiego di un sensore con punto luminoso più grande.

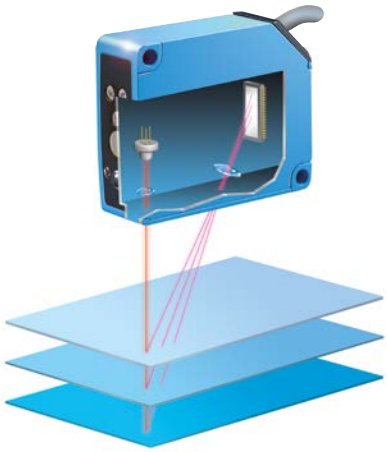


Immagine 1: Principio della triangolazione laser

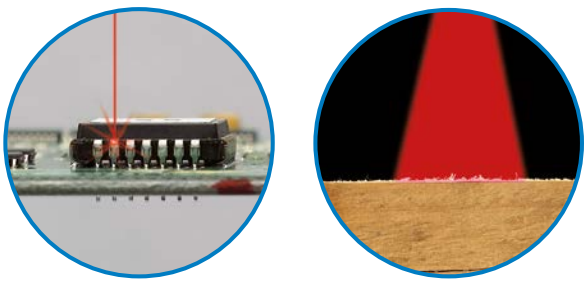


Immagine 2: Geometrie dei punti luminosi (a destra: grande, a sinistra: piccolo)

Lo stesso principio funzionale vale anche per sensori in cui viene utilizzata una linea luminosa, invece di un punto luminoso, in combinazione con un ricevitore a matrice CMOS. In tal caso può essere rilevato e analizzato un profilo senza necessità di muovere l'oggetto

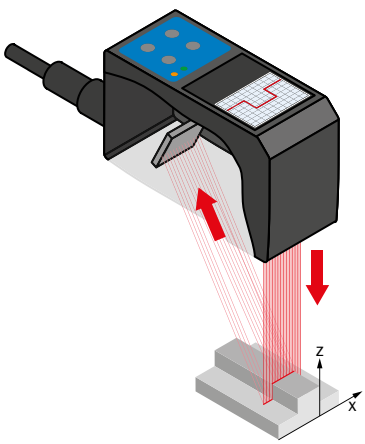


Immagine 3: Sensore del profilo laser

Principio di misurazione cromatico-confocale e principio di misurazione interferometrico:

Con i sensori di misura cromatico-confocali sono utilizzate sorgenti luminose bianche il cui spettro cromatico viene abbinato alla testa di misura tramite i cavi a fibra ottica. Con i sensori di distanza short range (displacement) OC Sharp di SICK è possibile scegliere tra due diversi metodi di misura descritti di seguito.

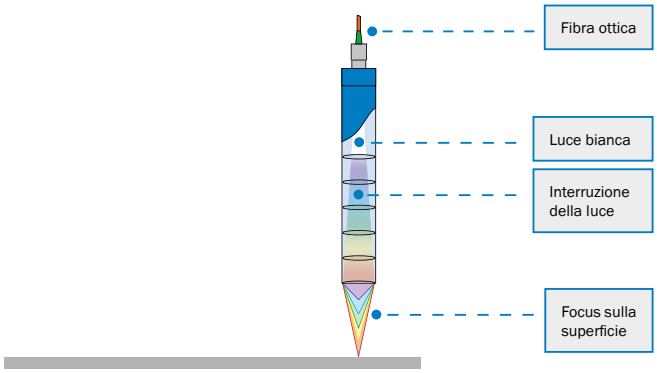


Immagine 4: Principio di misurazione cromatico-confocale e principio di misurazione interferometrico

Metodo di misura cromatico:

Il sistema di lenti montate nella testa di misura è realizzato in modo che le singole lunghezze d'onda siano assegnate a diverse distanze. Qui viene utilizzato l'effetto, solitamente evitato, dell'aberrazione cromatica.

In questo modo ogni lunghezza d'onda è focalizzata su un'altra distanza, riflessa dalla superficie, e la lunghezza d'onda riflessa è analizzata in uno spettrometro. A questo punto la lunghezza d'onda rilevata è poi nuovamente assegnata a un valore di distanza.

Come avviene in numerosi sensori che lavorano secondo il principio della triangolazione laser, anche qui è possibile analizzare più lunghezze d'onda riflesse. In questo modo si può determinare lo spessore relativo del materiale su oggetti trasparenti mono e pluristrato.

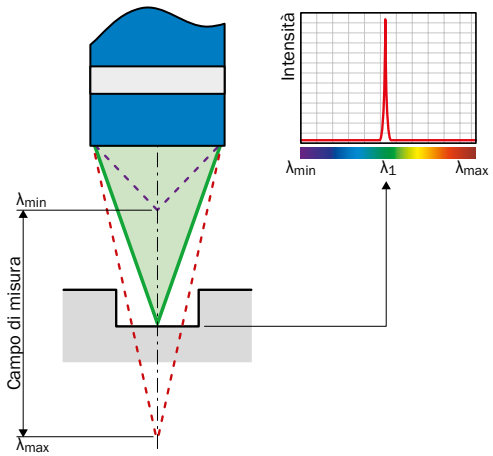


Immagine 5: Misurazione della distanza

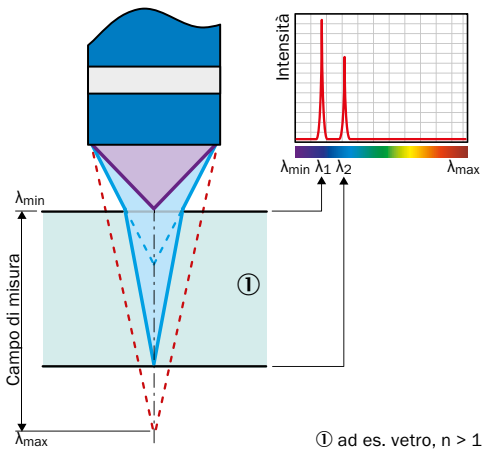


Figura 6: Misurazione dello spessore di oggetti trasparenti

Metodo di misura interferometrico:

Il metodo di misura interferometrico sfrutta l'effetto fisico dell'interferenza dell'onda luminosa su strati di materiale sottile. Questo effetto è simile, ad esempio, a quello dello bolle di sapone o delle pozzanghere iridescenti causate dalla presenza di un sottile strato di olio. In relazione agli spessori specifici dei materiali avviene la risoluzione o l'intensificazione di differenti lunghezze d'onda della luce. In seguito viene analizzato lo spettro degli strati rilevati tramite una rapida trasformazione di Fourier. Rispetto al metodo di misura cromatico-confocale, qui non è possibile analizzare una distanza assoluta, bensì solo gli spessori presenti in un sistema stratificato.

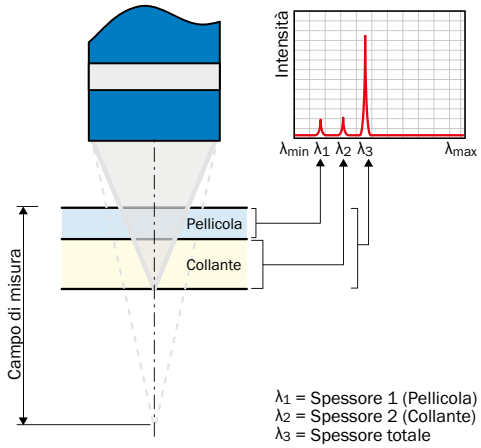


Immagine 7: Metodo di misura interferometrico per la misurazione dello spessore di strati e oggetti trasparenti

Vantaggi sostanziali rispetto al principio della triangolazione laser:

- tipicamente sono ammessi angoli di inclinazione maggiori
- l'oscuramento parziale del fascio luminoso consente comunque un risultato della misurazione
- diametri dei punti luminosi a partire da 4 µm consentono di misurare aree molto piccole o addirittura all'interno di fori (ad esempio contatti di circuiti stampati/IC)
- possono essere rilevati anche strati di minore spessore in materiali trasparenti (da ca. 3 µm)
- il principio di misurazione per misurare la rugosità superficiale è descritto in una norma (DIN EN ISO 25178, parte 602)
- la testa di misura è un elemento passivo e non contiene componenti elettrici

Interfacce

Molti sensori possono essere azionati con un'unità di controllo in cui sono già presenti diverse funzioni di filtro o possono essere eseguiti calcoli, senza che sia il cliente a caricare il comando. Il trasferimento dei risultati di misura può avvenire tramite le varie interfacce dati disponibili (RS-232, RS-422, RS-485, 4 mA ... 20 mA, −10 V ... 10 V, 0 V ... 10 V) oppure, in alternativa, solo con verifica delle informazioni "corretto/errato" mediante uscite di commutazione.

Potenzialità

I motivi per utilizzare gli strumenti di misura ottici sono vari:

- costituiscono un'alternativa ai sistemi di misura meccanici che, essendo soggetti ad usura, devono essere sostituiti regolarmente
- impediscono il danneggiamento del prodotto finale, ad esempio pellicole o superfici morbide, contrariamente all'impiego di sistemi di misura meccanici
- misurano materiali con caratteristiche che non consentono, in generale, misurazioni meccaniche, come ad esempio fluidi, elementi non temprati o morbidi, le cui misure varierebbero reversibilmente o irreversibilmente se sottoposte a una pressione
- riescono a lavorare anche laddave i sistemi di misura meccanici hanno difficoltà di accesso alla superficie da misurare

Nel passaggio a sistemi di misura ottici è necessario garantire la confrontabilità con i risultati precedentemente rilevanti in modo meccanico. A causa dei diversi comportamenti dei sistemi di misura ottici e meccanici occorre considerare quanto segue:

- non è assolutamente possibile misurare l'oggetto oppure i risultati della misurazione sono influenzati in modo significativo da effetti fisici, ad es empio da superfici semitrasparenti o pluristrati sottili?
- come ci si comporta con i depositi (ad esempio olio, polvere, trucioli, ecc.) sulla superficie? Sono necessari meccanismi di filtraggio perché, diversamente dai sistemi di misura meccanici, non viene esercitata una pressione definita sulla superficie?
- poiché il punto di misurazione con i sistemi di misura meccanici è tipicamente molto più grande dei mezzi di misura ottici, i risultati di misurazione dei sistemi di misura ottici devono essere rilevati su una superficie più ampia

Il passaggio da un sistema di misura meccanico a uno ottico può essere impegnativo, ma comporta vantaggi a lungo tempo, quali risparmio di costi, maggiore portata, assenza di influssi meccanici sull'oggetto da misurare e migliore qualità in ogni fase di processo.

Vantaggi sostanziali dei metodi di misurazione a confronto

Meccanica	Ottica
Definito e descritto esaurientemente in norme	Non distruttivo
Limitati influssi sul risultato di misurazione in caso di imbrattamento	Rapido
–	Inline
–	Misurazione di oggetti molto piccoli e difficili da raggiungere
–	Profili 2D senza necessità di muovere l'oggetto

Immagine 8: Metodi di misurazione meccanici e ottici a confronto

Applicazioni tipiche in diversi settori

Industria del legno: misurazione di spessore e lunghezza in diversi materiali

Nella lavorazione del legno sono utilizzati sistemi di misura ottici per il controllo di spessore, lunghezza e larghezza ad esempio di piani di lavoro per cucine. Qui le esigenze sono soprattutto riferibili al grande numero di possibili superfici di plastica applicate sopra il truciolato. I sensori di misura offrono in tal caso un sostanziale vantaggio perché non danneggiano le superfici sensibili.

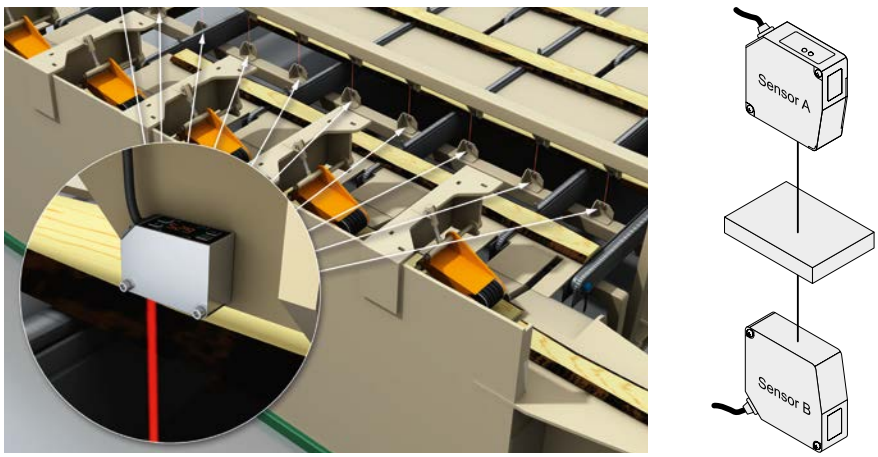


Immagine 9: Misurazione del tagliato con sensore di distanza short range (displacement) OD Mini di SICK

Lavorazione dei metalli: riconoscimento di doppio strato di lamiere nel flusso

Nella lavorazione delle lamiere in vari ambiti, oltre al controllo dello spessore di una singola lamiera, è rilevante anche il riconoscimento di doppi strati di lamiere. Qui sono utilizzati tipicamente metodi basati su corrente parassita, ultrasuoni o misurazione meccanica. In presenza di elevate velocità di trasporto e ridotte lunghezza della lamiera mostrano tuttavia rapidamente i propri limiti.

Anche se per la tipologia della superficie delle lamiere (graffi, gocce d'olio, bavature, ecc.) è necessario, in determinate situazioni, attivare filtri aggiuntivi nel sensore, i sensori di misura sono la soluzione ideale grazie al rapido tempo di risposta e alla grandezza minima dei punti luminosi.

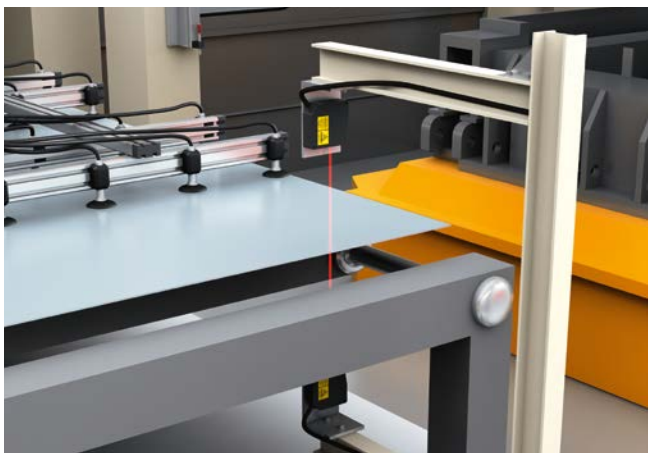
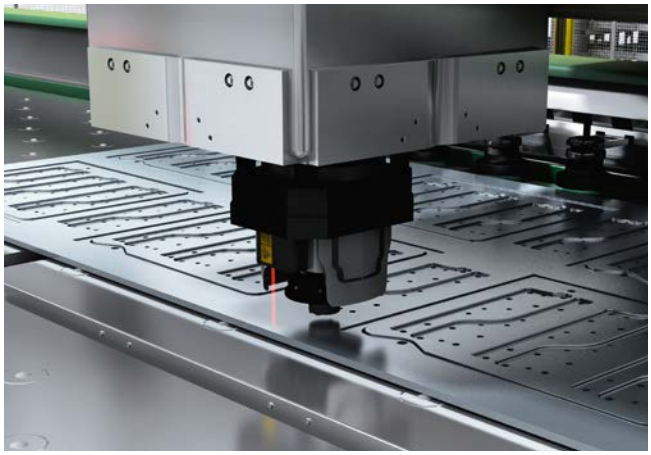


Immagine 10: Riconoscimento senza contatto di doppi strati di lamiere con sensore di distanza short range (displacement) OD Precision

Lavorazione dei metalli: controllo della distanza su testa di taglio e testa di saldatura

Per tagli netti o cordoni di saldatura è importante che la testa di taglio e saldatura sia posizionata ad una corretta distanza dal materiale da lavorare. L'ambiente di questa misurazione è carico di fumi e interferenze elettromagnetiche, pertanto può essere necessario proteggere maggiormente i sensori utilizzati per la misurazione. Anche in questo caso emergono i vantaggi dei sensori di misura ottici, perché le misurazioni avvengono molto vicino alla testa di lavorazione e durante la misurazione non danneggiano la superficie del materiale.



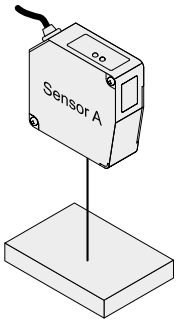


Figura 11: Controllo della distanza su testa di taglio con sensore di distanza short range (displacement) OD Max

Industria automobilistica: misurazione dei dischi freno e delle vibrazioni

Nella produzione dei dischi freno è necessario controllare la precisione di misura e la massima vibrazione ammessa. Poiché anche le minime deformazioni possono avere effetti considerevoli sul funzionamento, sono utilizzate procedure di misura accurate e senza contatto.

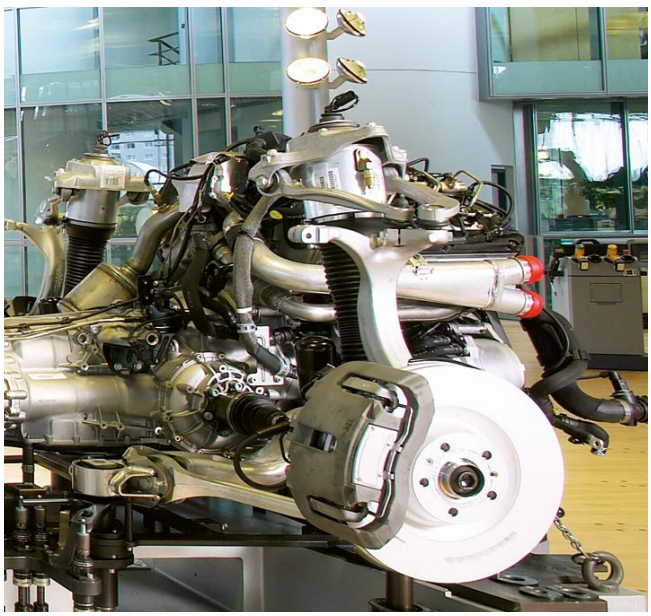


Immagine 12: Misurazione delle vibrazioni nei dischi freno

Elettronica: controllo dell'altezza e della posizione di componenti

Nel montaggio delle schede è necessario controllare per tempo se i componenti sono correttamente posizionati oppure se sono stati collegati erroneamente, ad esempio se da un lato sono sollevati. Anche qui la migliore soluzione sono i sistemi di misura ottici. Il loro posizionamento preciso dei punti luminosi è, infatti, particolarmente adatto a elementi molto piccoli e alla misurazione diretta del profilo mediante un sensore con linea laser.

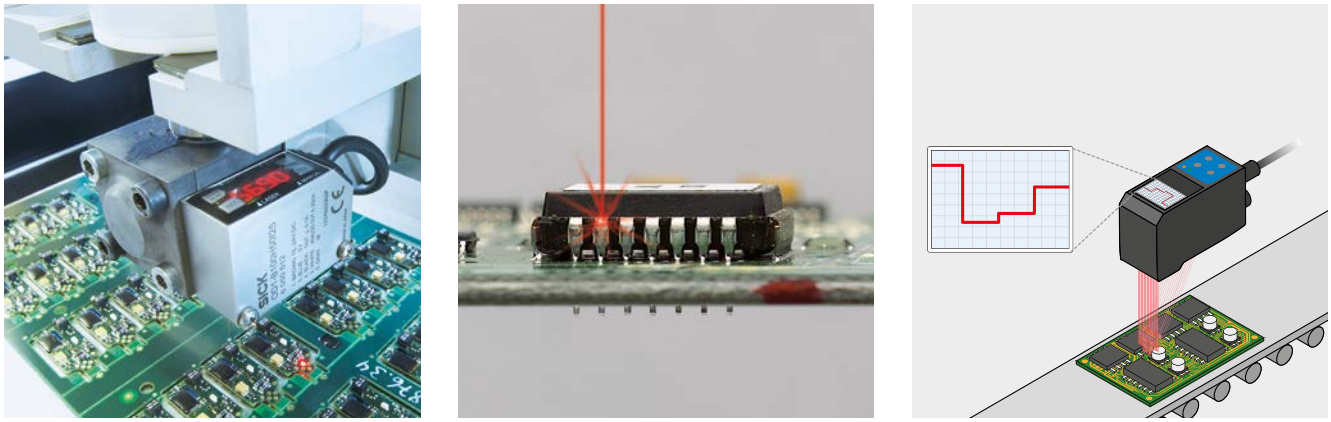


Immagine 13: Controllo dell'altezza e della posizione di componenti con sensori di distanza short range (displacement)

Con tre teste sensore è possibile misurare l'inclinazione dei componenti posizionati in diversi assi. Questa misurazione è necessaria, ad esempio, nella verifica del posizionamento dei display degli smartphone.

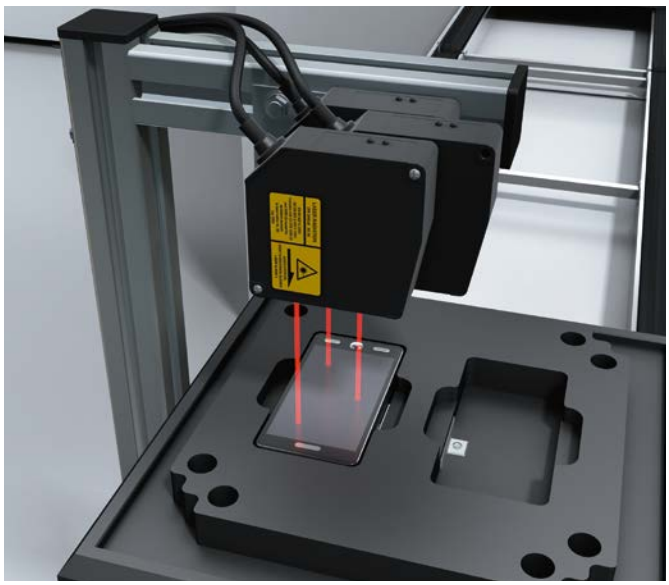
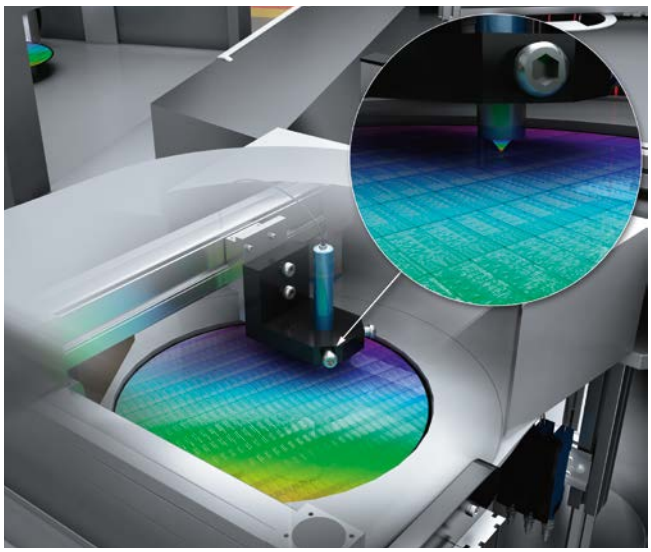


Immagine 14: Misurazione della corretta posizione di gruppi di dispositivi con sensore di distanza short range (displacement) OD Precision

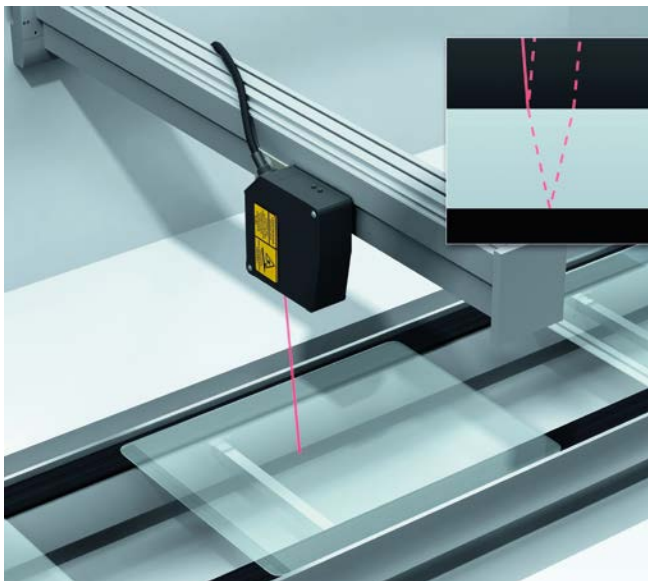
Industria elettronica e dell'energia solare: controllo di rivestimenti



I sensori di misura ottici sono in grado di rilevare in modo non distruttivo e accurato gli strati con spessore a partire da ca. 3 µm utilizzando il metodo di misura interferometrico. In questo modo viene analizzata direttamente la qualità del processo senza rimuovere il wafer dalla lavorazione.

Immagine 15: Misurazione di spessori di strati di semiwafer con sensore di distanza short range (displacement) OC Sharp

Industria del vetro: misurazione della distanza e dello spessore di vetri



Per garantire che la superficie del vetro sia posizionata correttamente rispetto a una pinza, è indispensabile misurare la sua distanza. Sono adatti sia sensori basati su laser sia sensori cromatico-confocali oppure sensori a ultrasuoni.

Per la misurazione dello spessore su un solo lato sono tuttavia necessari sensori di misurazione ottici. In questo modo è possibile garantire che il vetro giusto sia posizionato nel punto corretto. Gli spessori di oggetto trasparenti misurabili tipicamente in modo ottico si trovano nell'intervallo da ca. 3 µm a ca. 20 mm.

Immagine 16: Misurazione dello spessore del vetro con una sola testa del sensore di distanza short range (displacement) OD Precision

8022643/2016_05
Contenuti soggetti a modifiche senza preavviso

Industria della plastica: misurazione dello spessore delle pellicole

Lo spessore uniforme delle pellicole è una caratteristica di elevato valore qualitativo. Lo spessore delle pellicole può essere rilevato in modo non distruttivo e accurato mediante sistemi di misura ottici, con regolazione diretta nel processo produttivo, per ottenere una qualità il più possibile elevata.

Immagine 17: Misurazione dello spessore di pellicole trasparenti con sensore di distanza short range (displacement) OC Sharp

Erogazione: ispezione del cordone di collante

Il profilo di una materiale erogato non ancora indurito (ad esempio cordone di collante) può essere rilevato solo da sistemi di misura senza contatto, perché qualsiasi tipo di contatto meccanico comporterebbe immediatamente una variazione del profilo del materiale erogato. Il controllo qualità avviene idealmente con un sensore basato su linee, che si muove insieme all'erogatore, in grado di controllare a breve distanza il profilo del materiale erogato.

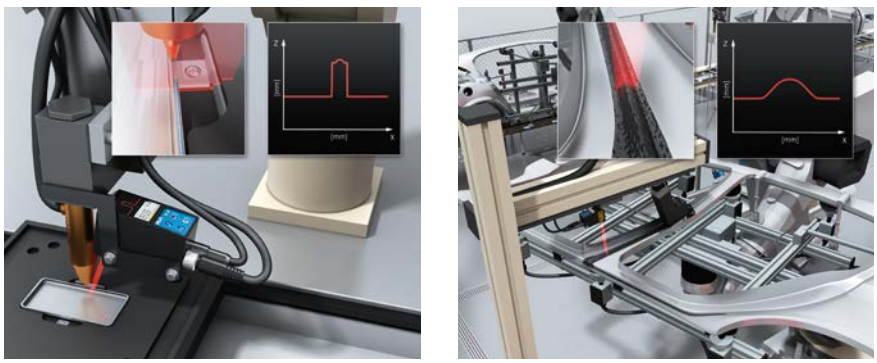


Immagine 18: Ispezione del cordone di collante durante il processo con sensore di distanza short range (displacement) Profiler 2

Microtecnica: misurazione di componenti molto piccoli e di elementi in orologi

I componenti di dimensioni ridotte sono spesso posizionati in modo da essere difficilmente raggiungibili per la misurazione. In questi casi si devono considerare superfici molto piccole, che richiedono di conseguenza punti luminosi minimi e precisi. A questo compito assolvono i sensori cromatico-confocali. A causa della luce bianca utilizzata non sono previsti effetti di riflessione o di luce periferica, come accade con il laser. L'esigenza in tale applicazione consiste proprio nel posizionamento esatto del sensore. A tale scopo sono necessari componenti meccanici precisi.

Immagine 19: Misurazione accurata dei minuscoli componenti di orologi con sensori di distanza short range (displacement)

8022643/2016_05/8M_CS/ITL (2018-04)

ALTRI LINK

Per ulteriori informazioni sui sensori di distanza short range (displacement): → www.sick.com/measurement-sensors

SICK
Sensor Intelligence.