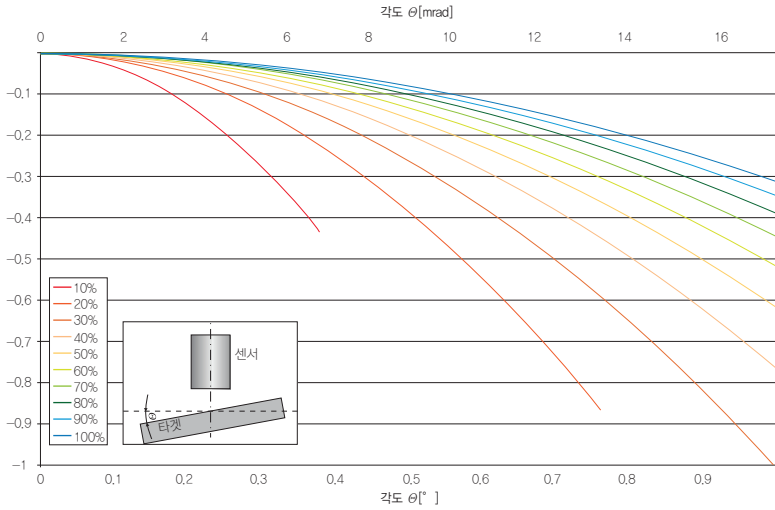


### 정전용량 센서 경사에 의한 영향

정전용량 센서가 기울어질 경우 기하학적 조건에 따라 반드시 측정 작업에서 오차가 발생합니다. 실제로 센서의 평균 거리는 일정한 수준을 유지합니다. 하지만 끝 지점은 목표물에 가깝게 이동하거나 또는 멀어지곤 합니다. 이로 인해 필드가 왜곡되고, 결과적으로는 다음과 같은 모형에 따라 정전용량 C에 영향을 미치게 됩니다.

다른 오프셋 거리와 각도 의존성 (센서 CS02)



$$C_d(\theta) = C_d(0) * [1 + (\frac{1}{4}) * (\frac{R^2}{d^2}) * \tan^2 \theta]$$

$$\Delta x = 100 * (\frac{d}{d_{MAX}}) * [\frac{1}{1 + (\frac{R^2}{4d^2}) * \tan^2 \theta} - 1]$$

- C 용량
- θ 경사각
- R 계측 영역의 반경
- d 작동 거리 센서 타겟
- d<sub>MAX</sub> 센서 측정 범위
- Δx 신호 변화

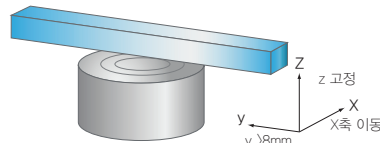
#### CS02를 예로 하여, 최대 1도를 기울였을 때 검출 거리 별로 받는 영향

센서 축에서 10% 거리 경우, 이미 센서 하우징과 목표물은 0.38에서 접촉하게 됩니다. 거리가 20%인 경우, 접촉 각도는 0.76°입니다. 모든 센서 및 설치 환경에서 이러한 이러한 시뮬레이션에 대해 작업할 수 있습니다. 탈중심화된 기울기 지점 주변 기울기 각도 역시 계산 가능합니다.

### 좁은 대상체 측정

CS05 센서를 예로 타겟 폭에 영향을 따른 측정 시그널입니다. 타겟의 y축 연장과, x축 축소는 다음과 같은 파라미터를 적용하였습니다:

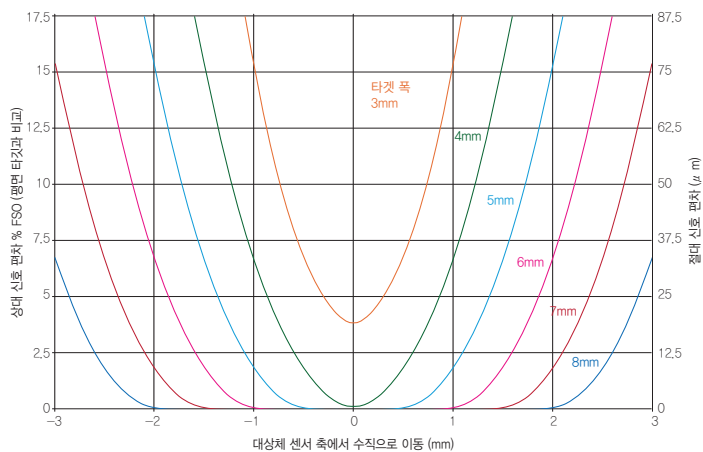
- 대상체 - 센서 간의 거리(z축): 0.25mm (측정 범위 중간)
- X축 기준 대상체의 폭: 3 ~ 8mm (21개의 값)
- X축 기준 대상체의 이동 (센서 축에서 수직 방향): 0 ~ 3mm (13개의 값)



케이스 별로 전극과 타겟 사이의 정전용량과 그것의 상호값(이 값이 컨트롤러 내 센서 신호와 비례합니다)을 연산하였습니다. 표는 평면 타겟이 폭과 거리에 따라 변동되는 정전용량 값에 의해 발생하는 편차를 보여줍니다.

센서와 대상체와의 거리가 작을 수록 대상체의 폭이 좁을 수 있습니다. 해당 예를 보면, 5mm 폭을 가진 중앙에 위치한 대상체가 측정 범위 중간에서는 충분한 안정성을 가지고 있는 것을 보여줍니다. 이 결과로 필드가 센서 지름을 초과하지 않는 것이 입증됩니다.

50% FSO에서의 신호 편차 (0.25mm)



### 정전용량변위센서

capaNCDT

capaNCDT 6500

capaNCDT 6200

capaNCDT 6110

capaNCDT Accessories

capaNCDT 기술정보

정전용량  
변위센서

대상체상의 힘의 영향

전극 간의 교류적 힘은 전기장에 의해 발생합니다.

$$F = \frac{C * U^2}{(2 * d)} = constant$$

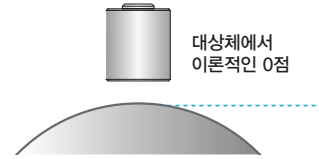
$$F = \frac{\epsilon_0 * \epsilon_R * A * E^2}{2} = constant$$

$$F = \frac{1}{2} * E * Q = constant$$

DT6230/DT6500 시스템에서 CS1 센서를 적용하면, 약 0.23μ N의 힘이 발생합니다. 하지만 이 힘은 센서 및 전자 장비의 선택에 따라 다르게 나타나며, 측정 범위를 넘어서는 센서의 위치로부터는 영향을 받지 않습니다. DT6110/6220 시스템은 더 낮은 측정 전류를 운용하며, 이 경우 전기장과 전압이 더 낮아집니다. 따라서 힘은 0.01μ N밖에 되지 않으며 피드백이 없는 측정 작업을 할 수 있습니다.

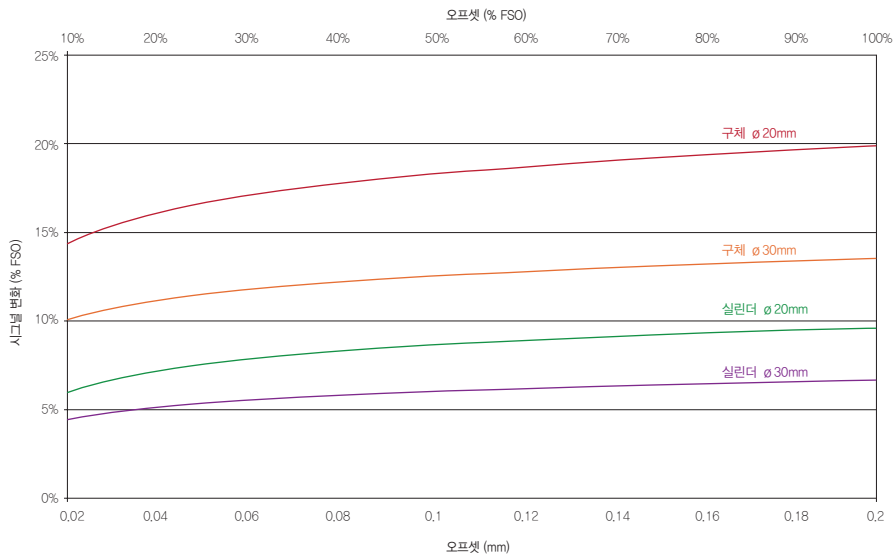
구형 및 샤프트의 측정 작업

실제 현장에서는 곡면을 측정해야 하는 경우가 종종 발생합니다. 가장 흔한 사례는 샤프트 런아웃 측정 작업으로, 이 작업 시 실린더 형상의 대상체를 측정해야 합니다. 평평한 대상체와 비교했을 때, 곡면 측정 시 구부러진 반지름에 정도에 따라 측정값의 편차가 달라집니다. 이는 가장 높은 위치에서의 필드 선의 집중화나 큰 측정 영역에 대한 정전용량 증가 등의 이유로 발생할 수 있습니다.



구형 및 샤프트의 측정 작업

신호 변화: 다양한 타깃 형태 (CS02 센서)



현실적으로, 실제 센서가 0점을 만들 수 없기 때문에, 곡률 반경에서 가상의 0점을 만들어야 합니다. 측정 표면에 대한 정전용량 센서의 내장된 기능으로 가상의 평균 측정 면은 실제 표면보다 낮게 설정됩니다. 예로, 200μm의 센서로 30mm 지름의 롤러와 20μm의 갭 간격을 고려 시 이는 5% 이상의 값, 약 30μm 정도의 차이가 발생합니다. 이 효과는 연산이 가능하며, 다음과 성질을 평가 기기로 캘리브레이션을 할 수 있습니다.

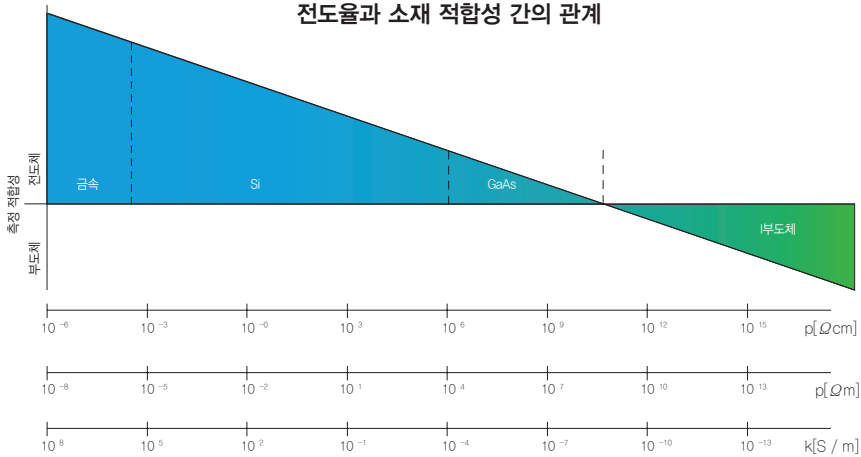
센서
변위 · 계측센서
머신비전
마킹시스템
광학 · 측정기기
기타

변위 · 계측센서
레이저변위센서
장거리레이저변위센서
2D · 3D 스캐너
마이크로미터
공초점변위센서
분광간섭변위센서
정전용량변위센서
와전류변위센서
마그네틱변위센서
와이어변위센서
접촉식변위센서
디스플레이유닛
데이터처리
온도센서
열화상카메라
컬러센서

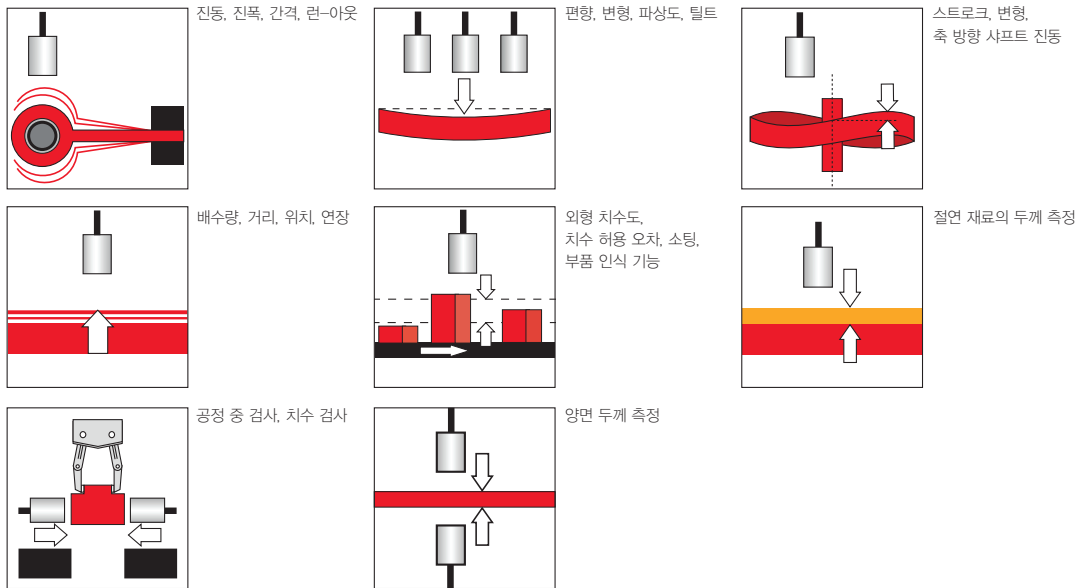
### 전도 요건 고려

전체 측정 범위에 대해 선형 출력 신호를 얻기 위해서는 상대 전극이나 목표물에 대한 특정 요건을 반드시 충족해야 합니다. 이상적인 평면형 콘덴서의 임피던스는 병렬 형태로 연결된 콘덴서와 저항과 동일한 회로 다이어그램을 보이게 됩니다. 금속에 대한 측정 작업의 경우, Ohm 부분은 고려하지 않아도 됩니다. 임피던스는 정전용량 부분에 의해서만 결정됩니다. 반대로 Ohm 부분만을 절연체에 대한 측정 작업에서 고려할 수 있습니다. 그 사이에는 광범위한 반도체들이 내재되어 있습니다. 대부분의 반도체들을 측정하는 것은 전자 전도체와 마찬가지로 매우 쉽게 측정할 수 있습니다. 필요한 사항은 총 임피던스의 정전용량 부분이 ohmic 부분보다 넓어야 한다는 것입니다(>10x). 이는 전력 공급과 관계 없이 실리콘 웨이퍼에서 언제나 발생합니다. 하지만 전도율이 낮은 반도체(GaAs 등) 역시 특정 환경에서 전도체로 간주하여 측정할 수 있습니다. 하지만 이 작업을 위해서는 운영 주파수의 감소 및 전도율의 단기적, 부분적 증가와 같은 여러 가지 사항들을 조정해야 합니다.

전도율과 소재 적합성 간의 관계



### 애플리케이션



센서

변위 · 계측센서

머신비전

마킹시스템

광학 · 측정기기

기타

정전용량변위센서

capaNCDT

capaNCDT 6500

capaNCDT 6200

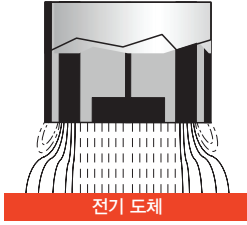
capaNCDT 6110

capaNCDT Accessories

capaNCDT 기술정보

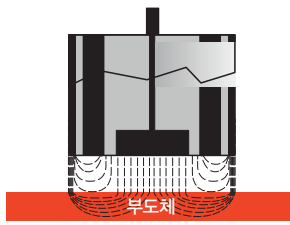
애플리케이션

정전용량  
변위센서



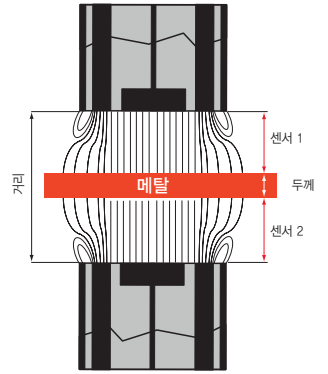
도체 대상체

capaNCDT 시스템은 콘덴서의 유도 저항  $X_c$ 를 측정합니다. 이는 거리에 비례하여 바뀝니다. 더 정밀한 전자 회로망 없이도 신호의 높은 직선성을 구현할 수 있습니다. 이는 특히 전기 전도성 재료(금속)에서 더욱 뛰어나게 나타나는 기능이기도 합니다. 전도율의 변화는 직선성 및 민감성에 영향을 미치지 않습니다. 측정 작업 시, 모든 전도 및 반전도체 대상체는 손실 없이 측정될 수 있습니다.



부도체 대상체

몇몇 capaNCDT 시스템은 절연 소재도 측정할 수 있습니다. 이 경우 해상도 및 정확성이 떨어집니다. 필드 라인이 절연체를 관통하고 전자 센서 하우징 영역에 합류합니다. 유도 저항성  $X_c$ 는 센서와 절연체 간의 거리에 의해 결정됩니다. 따라서 절연체의 두께와 허용성이 일정하게 나타나야 합니다. 공장 캘리브레이션/보정 작업을 강하게 권장합니다.



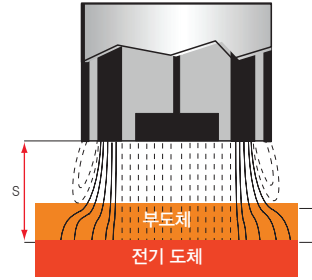
두께 = 거리 - (센서 1 + 센서 2)

금속의 두께 측정

금속의 양면 두께 측정은 센서들을 반대쪽에 위치시키면 가능합니다.  $\mu\text{m}$  범위 내의 스트립 두께는 이러한 방식으로 측정 가능합니다. 각 센서는 센서 표면과 목표물 표면 간의 거리에 따라 선형 출력 신호를 발생시킵니다. 만약 센서의 거리를 알 수 있다면, 목표물의 두께를 쉽게 결정할 수 있습니다. 축전 방식으로 인해 측정 작업은 목표물을 침투하지 않고 표면에서만 수행 가능합니다. 만약 측정 지점이 동기화되었다면, 설치되지 않은 목표물도 측정할 수 있습니다.

전자 전도체에 대한  
영역 침투가 없음

목표물 영역의 침투 없이 측정 작업을 할 수 있습니다. 약  $10\mu\text{m}$  정도의 가장 얇은 대상체와 도체성 페인트를 사용한 대상체에 대해서도 측정 가능합니다. 축전 측정 공정은  $\mu\text{A}$  범위 내에서 전류와 함께 작동합니다. 즉, 가장 작은 전하만으로도 충분히 측정 작업을 할 수 있는 것입니다. 매우 얇은 금속형 물체도 충전 캐리어 이동을 할 수 있습니다. 마이크로미터 정도밖에 되지 않는 두께의 대상체도 충분합니다. 전기장은 센서 기기 및 목표물 표면 사이에서 발생합니다. 유도 저항성은 거리에 따라 결정됩니다.



절연체의 두께 측정

capaNCDT 시스템은 절연체의 선형 두께 측정 작업에서도 사용할 수 있습니다. 필드 라인이 절연체를 관통하고 전자 센서 하우징 영역에 합류합니다. 만약 절연체의 두께가 바뀌면, 센서의 유도 저항성  $X_c$ 가 바뀌게 됩니다. 따라서 전자 전도체까지의 거리는 항상 일정하게 유지되어야 합니다.

$\Delta d: \leq 1/2$   
 $\nabla$  측정 범위

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{(1 - \frac{d}{s}) * (1 - \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2})}$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_0 * \epsilon_{r1}, \epsilon_2 = \epsilon_0 * \epsilon_r$$

- d 목표 두께
- s 측정 갭
- $\epsilon_1$  유전율 공기
- $\epsilon_2$  유전율 부도체

OEM용의 특수 센서

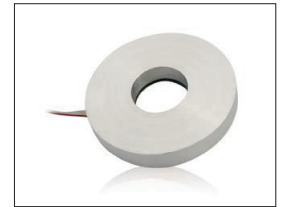
표준 센서와 컨트롤러가 한계가 있는 어플리케이션이 있을 때가 있습니다. 소비자의 개별적 요구가 발생하는 특수한 상황에 맞추어 측정 시스템을 개조할 수 있습니다. 이 경우 설계 변경, 대상체의 조건, 설치 옵션, 개별 케이블의 길이, 측정 범위 변경 및 통합 컨트롤러를 포함한 센서 개조와 같은 사항들이 포함됩니다.



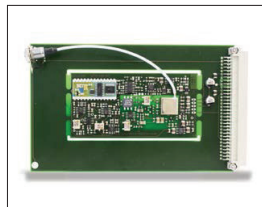
맞춤형 센서 바디



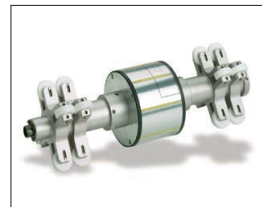
특별한 환경에 대한 맞춤 수정



스페셜 OEM 디자인



스페셜 OEM 전자 설계



압출기 보어의 내경을 측정하는 시스템



ID 확인을 위한 듀얼 센서 통합

- 센서
- 변위 · 계측센서
- 머신비전
- 마킹시스템
- 광학 · 측정기기
- 기타

- 변위 · 계측센서
  - 레이저변위센서
  - 장거리레이저변위센서
  - 2D · 3D 스캐너
  - 마이크로미터
  - 공초점변위센서
  - 분광간섭변위센서
- 정전용량변위센서
  - 와전류변위센서
  - 마그네틱변위센서
  - 와이어변위센서
  - 접촉식변위센서
  - 디스플레이유닛
  - 데이터처리
  - 온도센서
  - 열화상카메라
  - 컬러센서