

# capaNCDT 기술 정보

## 정전용량변위센서

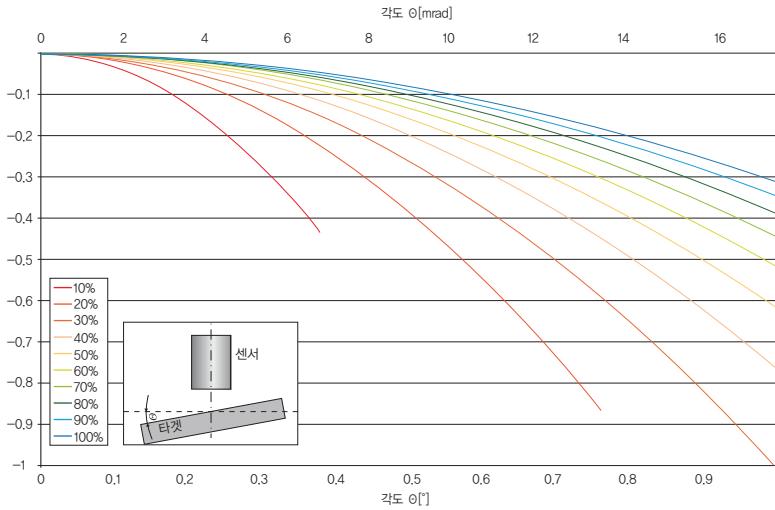
### 정전용량변위센서

- capaNCDT
- capaNCDT 6500
- capaNCDT 6200
- capaNCDT 6110
- capaNCDT 6536
- capaNCDT 61x0/IP
- capaNCDT 61x4
- capaNCDT MD6-22
- capaNCDT CST6110
- combiSENSOR
- capaNCDT Accessories
- capaNCDT 기술 정보

### ■ 기울기가 정전용량변위센서에 미치는 영향

정전용량변위센서가 기울어진 경우 필드의 기하학적 조건이 변하기 때문에 측정 오차가 발생할 가능성을 반드시 상정해야 합니다. 실제로 센서의 평균 거리는 일정하게 유지되지만 가장자리 영역은 타겟으로부터 멀어지거나 가까워집니다. 이는 필드를 왜곡시켜 다음과 같은 모델에 따라 정전용량 C에 영향을 미칩니다.

다른 오프셋 거리와 각도 의존성 (센서 CS02)



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

$$\Delta_s = 100 * (\frac{d}{d_{MAX}}) * \left\{ \frac{1}{[1 + (\frac{R^2}{4d^2}) * \tan^2 \Theta]} - 1 \right\}$$

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

해당 결과는 내부 시뮬레이션 및 연산을 기반으로 합니다. 자세한 정보는 당사로 문의하십시오.

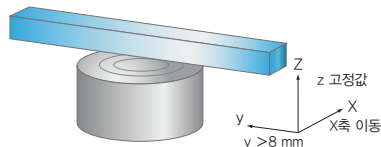
### CS02 센서를 예시로, 기울기 각이 최대 1° 일 때 센서 거리에 따른 영향을 그린 표

센서 축 내 10% 거리에서 센서 하우징과 타겟은 PT 0.38도에서, 20% 거리에서는 0.76도에서 접촉합니다. 위 시뮬레이션은 모든 센서 및 설치 환경에서 수행 가능하며, 탈 중심화된 기울기 지점 주변의 기울기 각 또한 계산할 수 있습니다.

### ■ 폭이 좁은 타겟 측정

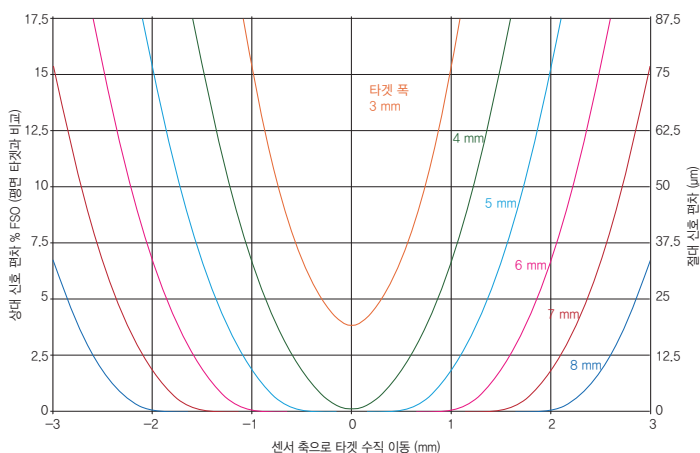
타겟의 폭이 측정 신호에 미치는 영향을 CS05 센서를 예시로 나타내었습니다. 타겟은 y축 방향으로 연장되고 x축 방향으로 축소했으며, 다음 제시된 파라미터를 적용하여 값을 도출하였습니다.

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



각각의 케이스에 따라 전극과 타겟 사이의 정전용량과 그 역수 (이는 컨트롤러의 센서 시그널에 비례)를 도출하였습니다. 표는 폭과 변위에 따른 평면 타겟 (x축 값과 y축 값 차이가 매우 큰 센서)의 정전용량 값 편차를 보여줍니다. 센서와 타겟 사이 거리가 좁을수록 타겟의 폭도 작아질 수 있습니다. 이 예시에서는 중앙에 놓인 폭 5 mm 짜리 타겟이 측정 범위의 중앙에서 충분히 안정적인 신호를 달성하고 있습니다. 이는 필드가 센서 지름을 초과하지 않는다는 점을 증명합니다.

50% FSO에서 신호 편차 (0.25 mm)



해당 결과는 내부 시뮬레이션 및 연산을 기반으로 합니다. 자세한 정보는 당사로 문의하십시오.

# capaNCDT 기술 정보

## ■ 힘이 타겟에 미치는 영향

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

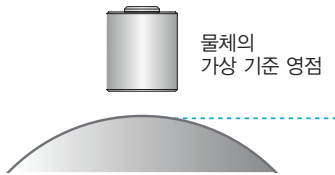
$$F = \frac{\epsilon_0 * \epsilon_R * A * E^2}{2} = constant$$

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

정전용량 측정 원리는 무반동입니다. 특정 케이스에서 힘은 다음과 같은 식에 따라 구할 수 있습니다.

DT6230 / DT6500 시스템을 이용한 CS1 센서의 예시에서 힘은 약 0.23 μN 발생했습니다. 그러나 이 수치는 센서 및 전자 장비에 따라 달라지며 측정 범위 밖의 센서 위치로부터는 영향을 받지 않습니다. DT6110 / 6220 시스템은 더 낮은 측정 전류를 사용하여 전기장과 전기 전압을 낮춘 결과, 힘을 0.01 μN 밖에 발생시키지 않아 피드백 없는 측정이 가능합니다.

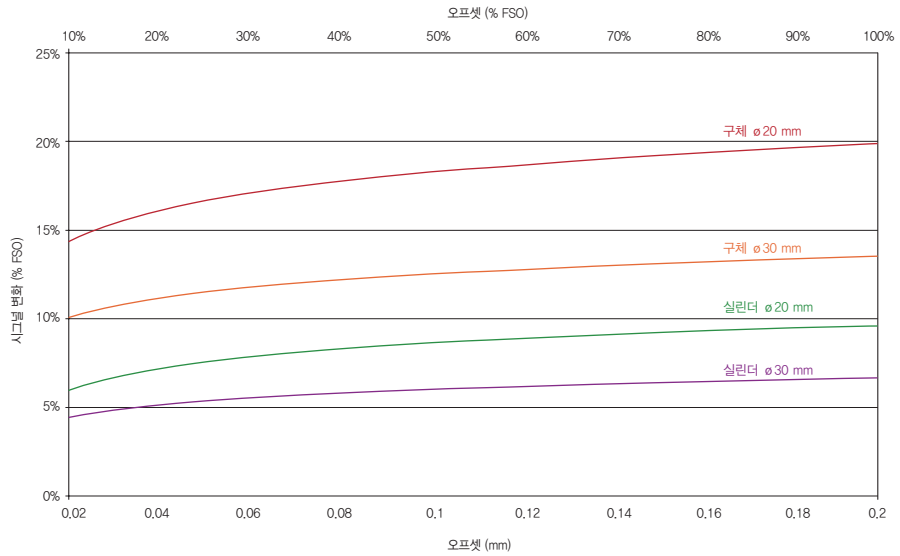
## ■ 구체 및 샤프트 측정



현장에서는 종종 곡면 측정이 필요한 경우가 발생합니다. 가장 일반적인 예는 샤프트 런아웃 측정으로, 이때 측정 대상이 되는 타겟은 원통형입니다. 평면 타겟과는 달리, 구체 및 샤프트 타겟 측정할 시에는 곡률 반경에 따라 측정값 편차가 달라집니다. 그 원인은 필드 선의 최고점 집중, 측정 영역 증가에 따른 정전용량 증가 등 다양합니다.

## 구형 및 샤프트의 측정 작업

신호 변화: 다양한 타겟 구조 (CS02 센서)



실제 환경에서는 곡률반경 값이 기준 영점, 즉 센서값 0이 될 수는 없다고 가정합니다. 측정 표면에 대한 정전용량변위센서 기능으로 인해, 가상의 평균 측정 평면은 실제 표면 선보다 아래로 설정됩니다. 예를 들어 센서가 200 μm, 롤러 외부 지름이 30 mm, 갭 간격이 20 μm인 경우 최소 5%, 약 30 μm가 나타납니다. 이러한 영향은 계산 가능하며 이에 따른 특징들은 평가 기기를 통해 캘리브레이션 할 수 있습니다. 해당 결과는 내부 시뮬레이션 및 연산을 기반으로 합니다. 자세한 정보는 당사로 문의하십시오.

레이저변위센서

장거리레이저변위센서

2D · 3D 스캐너

마이크로미터

공초점변위센서

분광간섭변위센서

정전용량변위센서

와전류변위센서

마그네틱변위센서

와이어변위센서

접촉식변위센서

데이터처리

온도센서

열화상카메라

컬러센서

진동센서

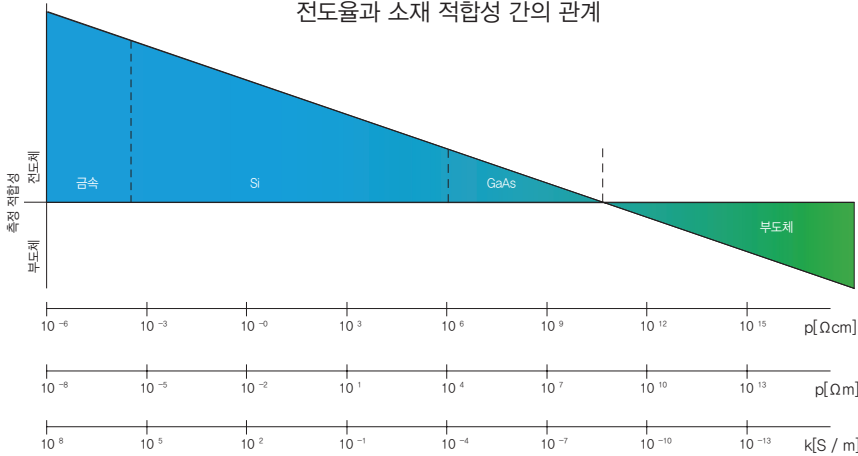
# capaNCDT 기술 정보

정전용량변위센서

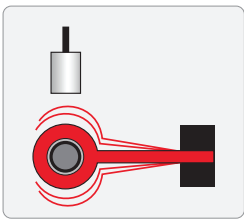
## ■ 전도 요건 고려

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 (>10 x). 이는 전력 공급과 관계없이 실리콘 웨이퍼에서 언제나 발생합니다. 하지만 전도율이 낮은 반도체 (GaAs 등) 역시 특정 환경에서 전도체로 간주하여 측정할 수 있습니다. 하지만 이 작업을 위해서는 운영 주파수의 축소 및 전도율의 단기적, 부분적 증가와 같은 여러 가지 사항들을 조정해야 합니다.

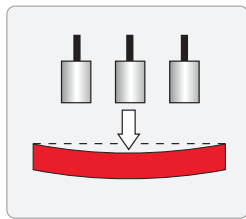
전도율과 소재 적합성 간의 관계



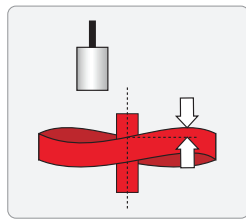
## ■ 적용 사례



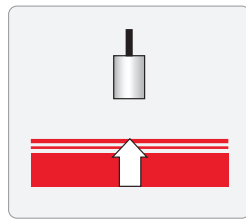
진동, 진폭, 간격, 런-아웃



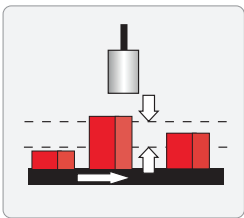
편향, 변형, 파상도, 틸트



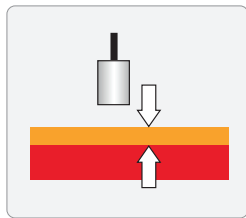
스트로크, 변형, 축 방향 샤프트 진동



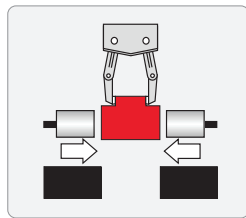
변위, 거리, 위치, 연장



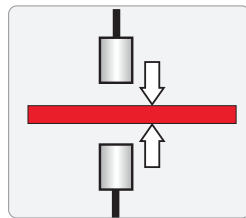
외형 치수도, 치수 허용 오차, 분류, 부품 인식 기능



절연 재료의 두께 측정



공정 중 검사, 치수 검사



양면 두께 측정

### 정전용량변위센서

capaNCDT

capaNCDT 6500

capaNCDT 6200

capaNCDT 6110

capaNCDT 6536

capaNCDT 61x0/IP

capaNCDT 61x4

capaNCDT MD6-22

capaNCDT CST6110

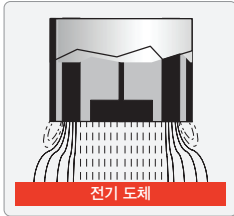
combiSENSOR

capaNCDT Accessories

capaNCDT 기술 정보

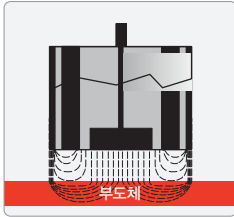
# capaNCDT 기술 정보

## 적용 사례



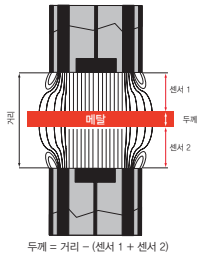
### 도체 대상체

capaNCDT 시스템은 거리에 비례하여 변화하는 콘덴서의 리액턴스 Xc를 측정합니다. 추가 전자 회로 없이도, 특히 전도성 소재 (금속)에서 신호의 높은 선형성을 달성합니다. 전도율 변화는 선형성이나 감도에 영향을 주지 않습니다. 측정 작업 시 모든 도체 및 반도체 타겟을 손실 없이 측정합니다.



### 부도체 대상체

capaNCDT 시스템은 절연성 물체 역시 측정할 수 있습니다. 이러한 타겟을 위한 선형 반응은 특별한 전자 회로를 적용함으로써 달성됩니다. 리액턴스 Xc는 센서와 절연체 사이의 거리에 따라 결정되기에 절연체의 두께 및 유전율이 일정해야 합니다. 이 경우 해상도 및 정확도가 축소하여, 공장 캘리브레이션 및 보정을 적극 권장합니다.

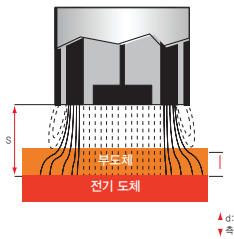


### 금속의 두께 측정

센서를 양면에 설치하여 금속의 양면 두께를 측정할 수 있습니다. μm 단위 스트립 두께는 이런 방법으로 측정 가능합니다. 각 센서는 센서 표면과 타겟 표면 사이의 거리에 따른 선형 출력 신호를 생성합니다. 이때 센서 거리를 알면 타겟의 두께를 쉽게 알아낼 수 있습니다. 정전 용량 원리에 따라, 측정은 오로지 타겟에 대한 침투 없이 표면에 대해서만 이루어집니다. 측정 지점이 동기화되었다면 비접지 타겟의 측정 역시 가능합니다.

### 전기 도체 필드에 대한 침투 없음

해당 측정 원리는 타겟의 필드에 침투 없이 작용하기 때문에, 가장 얇은 두께의 타겟, 10 μm 전도성 페인트까지 측정할 수 있습니다. 정전용량 측정 공정은 μA 영역 내의 전류와 함께 작동합니다. 이는 측정 작업이 가장 작은 전하만으로도 가능하다는 것을 의미합니다. 타겟의 두께가 수 마이크로미터밖에 되지 않더라도 충분합니다. 전기장은 센서 전극과 타겟 표면 사이에 발생하며, 리액턴스는 거리에 따라 결정됩니다.



### 절연체의 두께 측정

capaNCDT 시스템은 절연체의 선형 두께를 측정할 수 있습니다. 필드 라인은 절연체를 침투하여 전기 도체에 함유하고, 절연체의 두께가 변하면 그 변화는 센서의 리액턴스 Xc에 영향을 줍니다. 따라서 이런 이유로, 전기 도체까지의 거리는 반드시 일정하게 유지되어야 합니다.

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

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

d 타겟 두께  
 s 측정 갭  
 $\epsilon_1$  공기의 유전율  
 $\epsilon_2$  절연체 유전율

## OEM 어플리케이션을 위한 특수 센서

중종 일반 기성품의 센서와 컨트롤러가 적용되기에 한계가 있는 경우가 있어 유저의 요청 사항에 맞게 제품을 특수 제작할 수 있습니다. 특수 제작의 범주에는 설계, 타겟 캘리브레이션, 마운팅 옵션, 개별 케이블 길이, 측정 범위, 변경, 컨트롤러의 내장 여부 등이 있습니다.



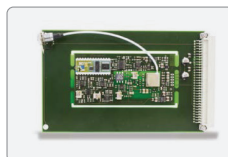
맞춤형 센서 본체



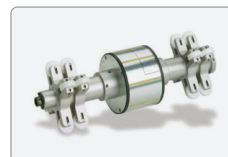
특정 환경에 맞춤형된 설계



특수 OEM 설계



특수 OEM 전기전자 설계



압출기 보어 홀의 내경 측정 기기 (한 축에 두대 센서)



한 개 하우징 내 2개 정전용량변위센서 설치

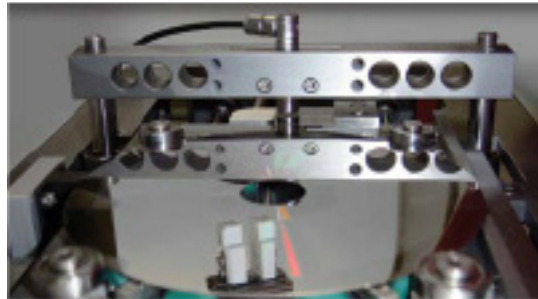
# capaNCDT 기술 정보

정전용량변위센서

## ■ 적용 예시

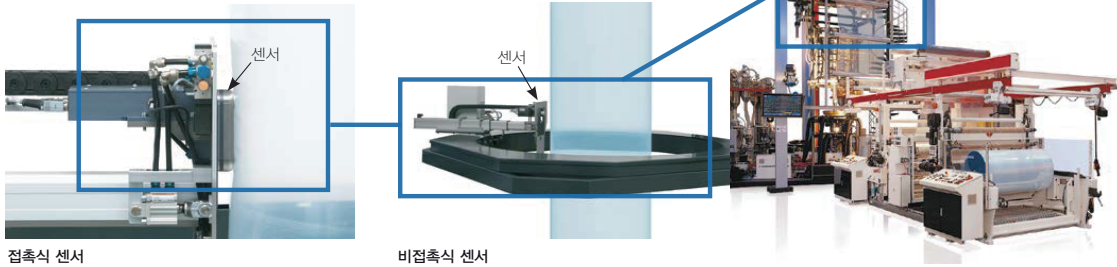
### 광 데이터 캐리어를 위한 다이 두께 측정

과거에는 데이터를 마스터 시스템으로 이전하기 위해 레이저를 이용하여 프레스 방식으로 CD, DVD, HD-DVD, 블루레이 디스크를 생산했습니다. 아연 도금을 이용해 실리콘이나 유리 캐리어에 얇은 니켈 레이어를 입혔는데, 도금속을 정확하게 컨트롤하기 위해서는 니켈 레이어의 정확한 두께가 필요합니다. 그리고 정전용량변위센서는 해당 두께 및 조도를 측정하는 데 사용됩니다. 센서를 다이 상하부에 하나씩 설치하고 다이가 센서 사이에서 움직이는 동안 측정합니다. 두 센서의 거리 정보를 이용, 차등법으로 매우 정밀한 두께 값을 구할 수 있습니다.



### 블로운 필름의 조도 측정을 위한 모듈식 측정 시스템

필름 버블 위의 필름 조도 측정은 압출 컨트롤을 위한 중요 데이터를 제공합니다. 최대한 효율적인 공정을 위해 당사의 모듈식 블로운 필름은 캘리브레이션 케이스 바로 뒤에 설치되었습니다. 조도 측정을 위한 본 센서는 확실하고 정밀하게 필름 조도를 확인하는 정전용량 측정 원리를 바탕으로 하며, 고도의 정밀성과 뛰어난 신호 품질을 갖춘 차별화된 정전용량 변위센서를 사용합니다.



접촉식 센서

비접촉식 센서

### 웨이퍼 및 반도체 측정

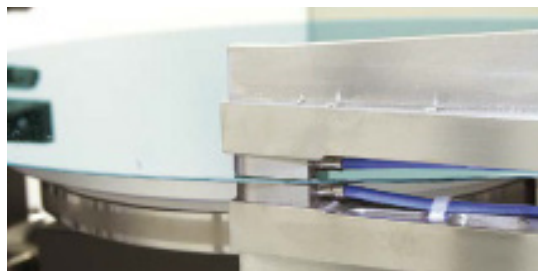
공정 및 제품을 효율적으로 설계하기 위해 반도체 산업군에서는 고도의 정밀성을 필요로 합니다. 당사의 정전용량변위센서는 그 어떤 제품들보다도 특히 반도체 포지셔닝, 변위 측정, 두께 측정에 두각을 나타내는 제품입니다.



웨이퍼 노출에 사용되는 광학 시스템 렌즈의 나노미터 단위의 정밀성을 위한 정전용량 변위센서의 사용



3개의 측정 트랙에서 웨이퍼 두께 측정



두대의 정전용량변위센서를 이용한 웨이퍼 두께 측정

#### 정전용량변위센서

capaNCDT

capaNCDT 6500

capaNCDT 6200

capaNCDT 6110

capaNCDT 6536

capaNCDT 61x0/IP

capaNCDT 61x4

capaNCDT MD6-22

capaNCDT CST6110

combiSENSOR

capaNCDT Accessories

capaNCDT 기술 정보