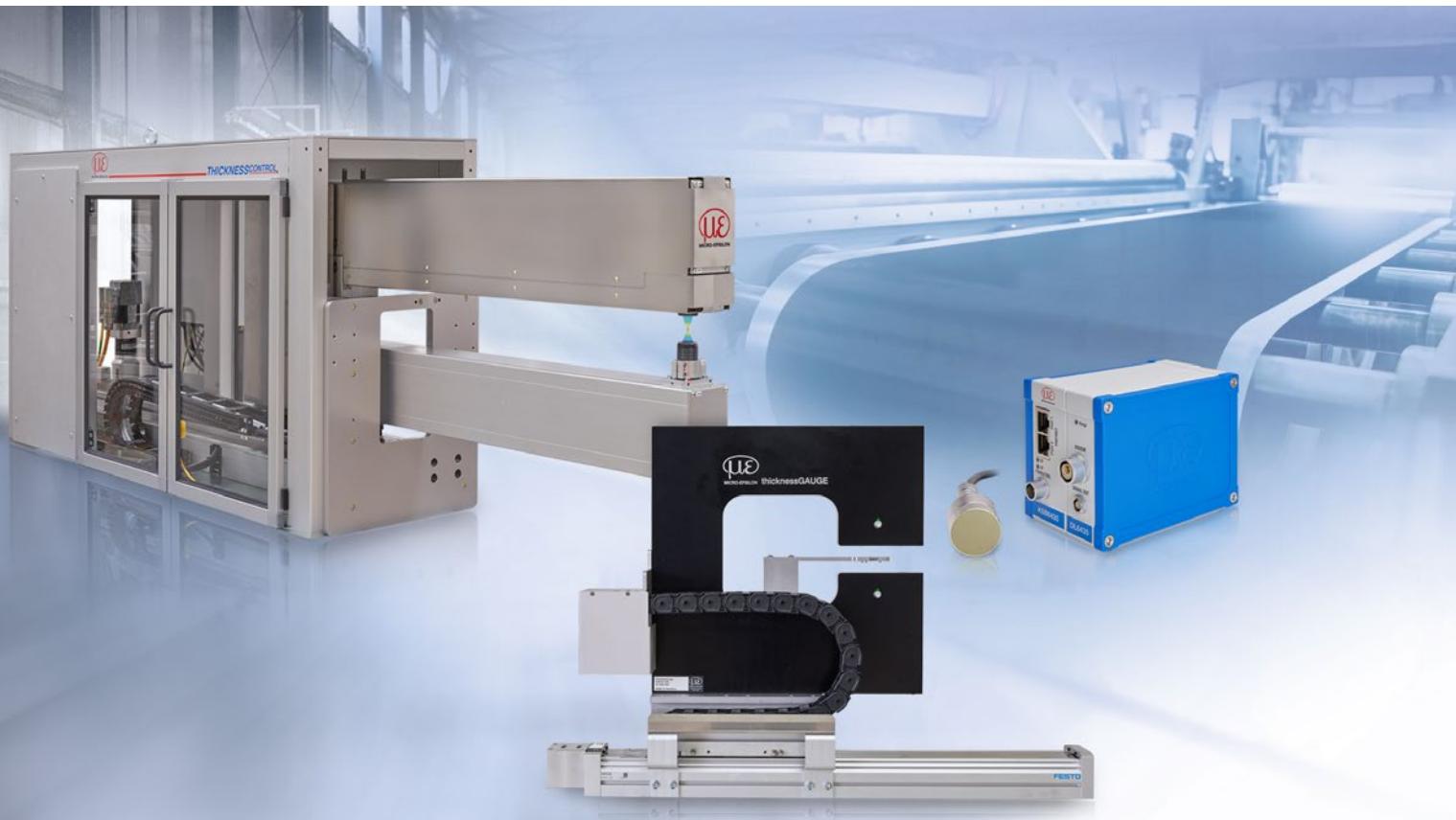


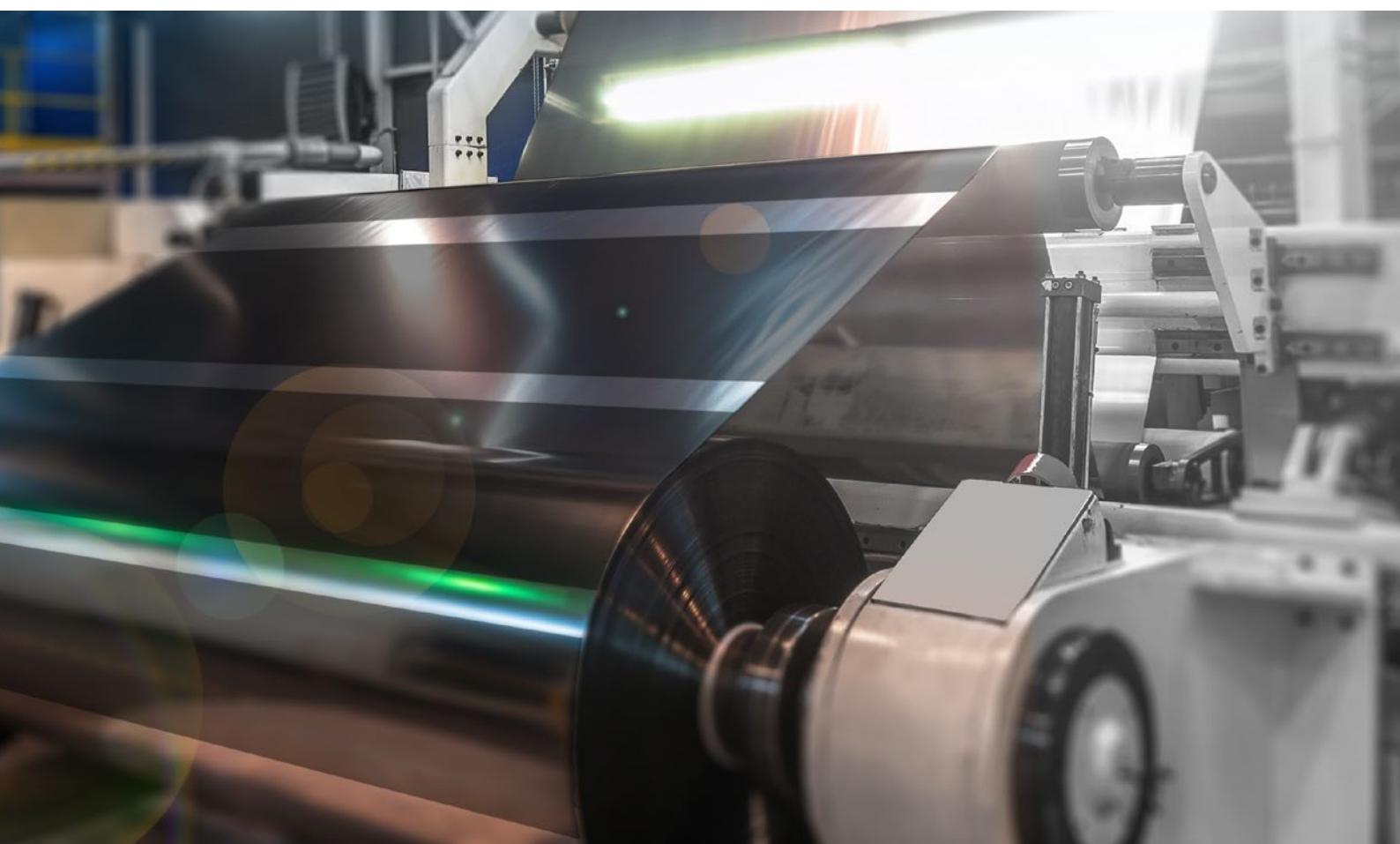


# More Precision

센서 기반 계측 시스템 배터리 필름 생산 지원



# 배터리 필름 생산을 지원하는 센서 시스템 및 측정 기술



## 개요



두께 측정에 특화된 턴키 센서 시스템  
**thicknessGAUGE C.C**

4 - 5쪽



견고한 내구성의 두께 측정 시스템  
(최대 8개 트랙 지원)  
**thicknessCONTROL BTG 8702 2C.C**

10 - 11쪽



두께 및 3D 측정을 지원하는  
턴키 센서 시스템  
**thicknessGAUGE 3D**

6 - 7쪽



코팅 두께 측정용 센서 기반 계측 시스템  
**combiSENSOR**

12 - 13쪽



견고한 내구성의 두께 측정 시스템  
(최대 5개 트랙 지원)  
**thicknessCONTROL BTG 8702 C.C**

8 - 9쪽



박막 두께 측정용 오프라인 계측 시스템  
**capaNCDT TFG6220**

14 - 15쪽

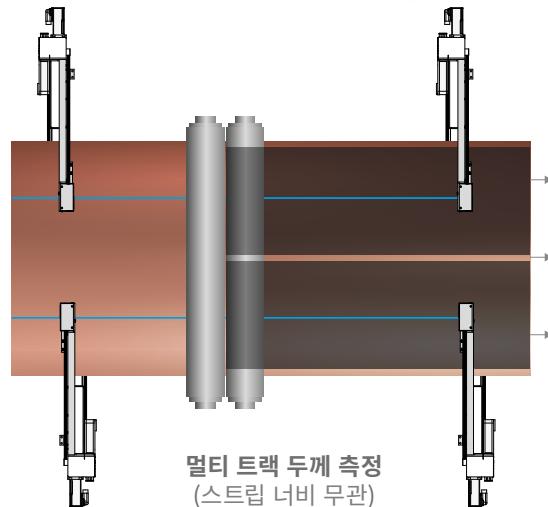
## 배터리 필름 및 전극 소재의 인라인 두께 측정

Micro-Epsilon사의 고정밀 계측 시스템은 인라인 두께 측정에 사용됩니다. 해당 시스템은 검증된 기술을 기반으로 고분해능 센서를 탑재하고 있으며, 최신 코팅 공정에서 공정 안정성, 생산 속도, 품질 향상을 실현합니다.

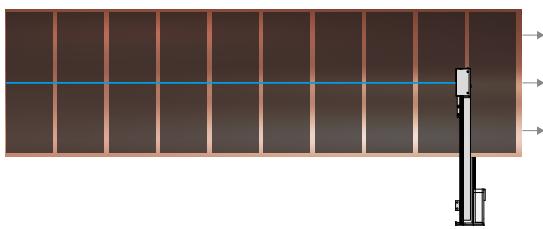
턴키 방식의 본 계측 시스템은 다양한 스트립 및 시트 공정에 적용됩니다. 전자 기계식 드라이브가 장착된 선형 장치를 이용해 이동하며 두께를 측정할 수 있습니다. 이외에도 중심선(중심부 두께)을 측정하거나 엣지의 두께를 측정하기 위해 트랙을 고정한 상태에서 측정할 수 있습니다.



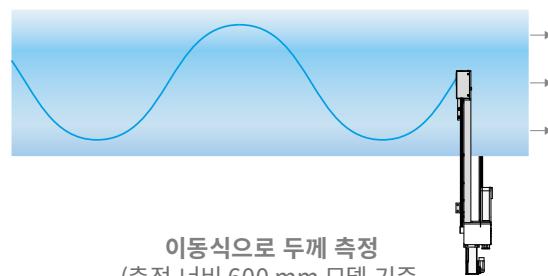
정지된 위치에서 엣지 두께 측정  
(스트립 너비 무관)



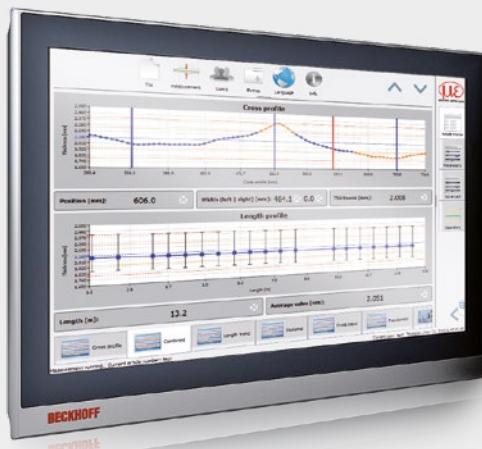
멀티 트랙 두께 측정  
(스트립 너비 무관)



정지된 위치에서 중심부 두께 측정  
(측정 너비 600 mm 모델 기준,  
스트립 너비 최대 1,200 mm)



이동식으로 두께 측정  
(측정 너비 600 mm 모델 기준,  
스트립 너비 최대 600 mm)



## 강력한 분석 및 제어 소프트웨어

해당 시스템에는 멀티 터치를 지원하는 산업용 PC와 종합 소프트웨어 패키지가 함께 제공됩니다. 이를 통해 생산 데이터를 표시하고 모니터링 하며, 분석 및 아카이브할 수 있습니다.

### 소프트웨어 특징:

- 제품명 관련 데이터베이스
- 생산 이력 아카이브
- 통계 기반 평가
- 생산 공정으로 피드백을 제공하는 리미트 값 모니터링
- 필드버스 인터페이스 (옵션)
- 게이지 / 시험 장비의 적합성 검증



# 센서 시스템을 이용한 고정밀 두께 측정 (공초점변위센서) thicknessGAUGE C.C

적용 센서: 공초점변위센서

백색광 기반 측정, 별도의 안전 조치 불필요

두께 측정 범위: 2.5 mm

정밀도:  $\pm 0.4 \mu\text{m}$

측정 속도: 최대 10 kHz

반사 및 유광 표면의 정밀 두께 측정



## 고정밀 두께 측정

thicknessGAUGE 센서 시스템은 스트립 소재, 플레이트, 시트의 두께를 아주 정확히 측정하는데 사용됩니다. 여러 측정 범위와 측정 너비를 갖춘 다양한 모델을 통해 여러 다른 종류의 재질과 표면의 인라인 두께 측정이 가능합니다. 특히, thicknessGAUGE 시스템은 코팅된 전극 필름의 두께 측정에도 적용됩니다.

해당 시스템은 완전 조립된 형태로 제공되며, 견고한 프레임 위에 두 대의 공초점변위센서를 배치하여 차동 방식으로 측정 대상체의 두께를 확인합니다. 우수한 성능을 자랑하는 해당 센서는 빠른 측정 속도를 기반으로 매우 정확한 측정 결과를 제공합니다. 이들 센서는 서로

정확하게 얼라인 되어 있을 뿐만 아니라 공장 출하 전 캘리브레이션 공정을 거칩니다. 또한, 출고 시 진행되는 두께 캘리브레이션을 통해 매우 정확한 측정이 보장됩니다.

## 간편 설치를 위한 컴팩트한 일체형 시스템

컴팩트한 이들 시스템은 모터 제어 기능을 갖춘 일체형 선형 장치, 컴팩트한 버스 단자함, 자동 캘리브레이션 장치, 소프트웨어가 사전 설치된 멀티 터치 PC로 이루어져 있습니다. 그 밖에도 전체 시스템은 24 V 전원으로 구동됩니다.

## 사용자 지정 사양 예시:

- 다양한 케이블 길이
- 측 길이 선택 가능
- 인코더
- 필드버스 연결용 인터페이스
- 디지털 입출력

## 시스템의 유연성을 극대화하기 위한 선형 축

thicknessGAUGE 센서 시스템에는 선형 축이 적용됩니다. 정지된 위치에는 완전 자동 캘리브레이션을 위한 시편이 준비되어 있습니다. 또한 전자기계식 드라이브가 장착된 선형 장치를 이용해 정지 또는 이동하며 두께를 측정합니다.

## 자동 캘리브레이션 & 온도 보정

온도 변화에 따른 영향을 보정하기 위해 thicknessGAUGE 시스템에는 현장에서 이루어지는 캘리브레이션 (인시튜, In-situ) 기능이 적용되어 있으며, 해당 캘리브레이션은 정지된 위치에서 수행됩니다. 캘리브레이션은 자동으로 이루어지며, 그 사이클은 자유롭게 설정할 수 있습니다. 온도 보정 외에도 이 같은 인시튜 (In-situ) 캘리브레이션을 통해 사용자는 시스템의 정상 작동 여부를 확인할 수 있습니다.

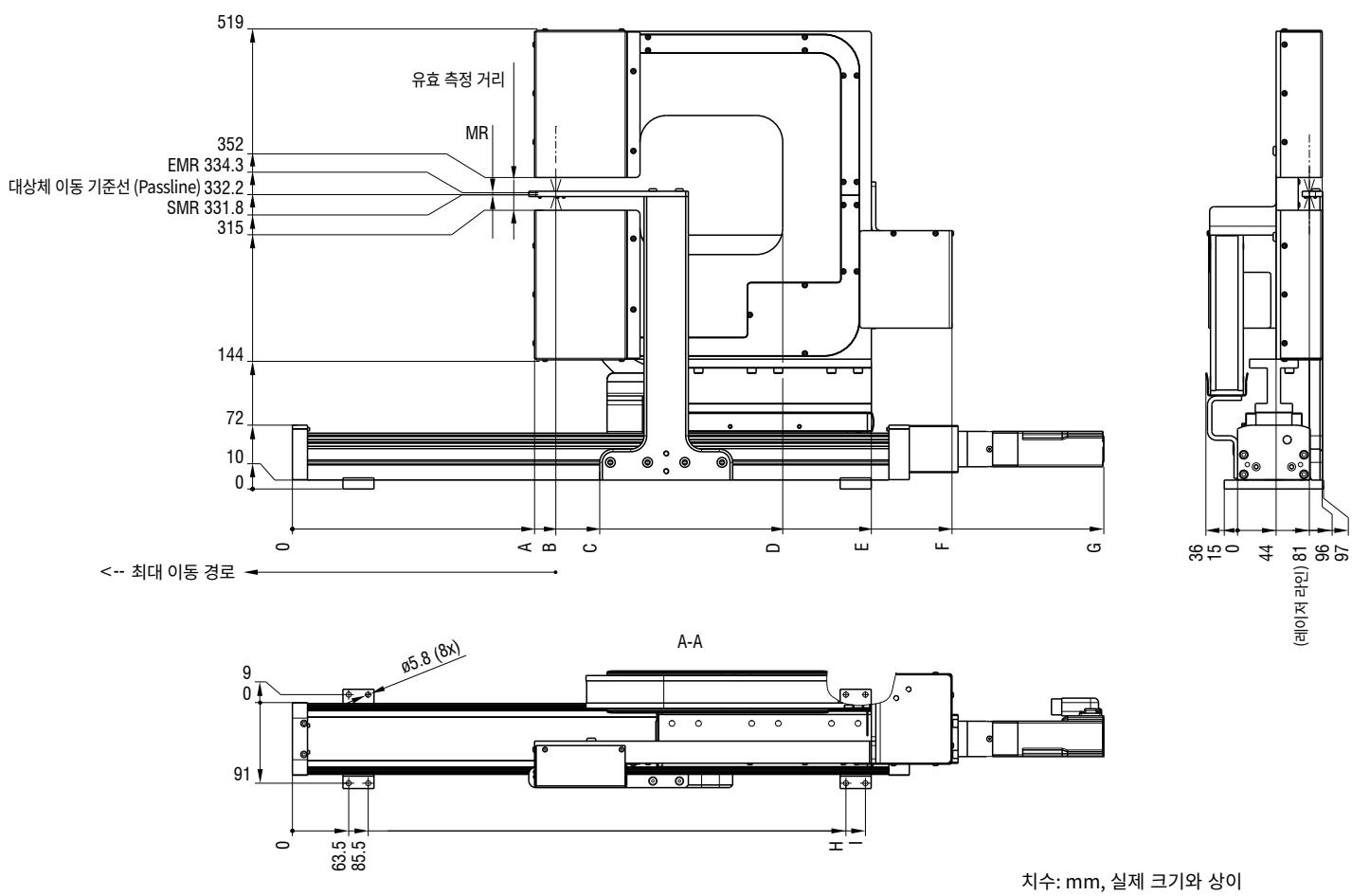


제품명	C.C-2.5/200	C.C-2.5/400	C.C-2.5/600
제품 번호	4350127.920	4350127.921	4350127.922
측정 너비	200 mm	400 mm	600 mm
유효 측정 거리		32 mm	
측정 범위		2.5 mm	
최대 이동 경로 [1]	380 mm	580 mm	780 mm
시스템 정확도 [2]		±0.4 μm	
분해능		40 nm	
측정 속도		최대 10 kHz	
캘리브레이션		자동	
중량	측, 모터, C 프레임 버스 단자함 및 패널 IPC	19.8 kg 24.3 kg 15.9 kg	28.4 kg
공급 전압		24 V	
습도		5 % RH ~ 95 % RH (응축없음)	
보호 등급 (DIN EN 60529)		IP40 (버스 단자함 IP54)	
온도 범위	보관 작동	-20 ~ 65°C 5 ~ 45°C [3]	
제어 및 디스플레이 요소		thicknessCONTROL 소프트웨어가 탑재된 패널 IPC 기본 제공	
특징		300 x 400 x 210 mm 크기의 컴팩트한 버스 단자함	

[1] 별도 요청 시 기타 길이 제공 가능

[2] 2시그마; 측정 데이터는 난반사 금속 재질의 표준 시편 기준 (DAkkS 인증)

[3] 버스 단자함의 온도 범위는 5 ~ 40°C로 제한



# 정밀한 인라인 두께 및 프로파일 측정을 지원하는 센서 시스템 thicknessGAUGE 3D

24 V 전원으로 구동되는 컴팩트한  
일체형 솔루션

다양한 종류의 표면 / 재질 측정 가능

선형 축을 따라 이동하며 측정

전자동 캘리브레이션

소프트웨어 내장

레이저클래스 2M, 별도의 안전 조치 불필요



## 인라인 두께 및 프로파일 측정

thicknessGAUGE 3D는 판재 및 압출 성형 소재의 양면 프로파일 및 두께를 정밀하게 측정하는 센서 시스템입니다. 서로 마주보는 두 대의 레이저 프로파일 스캐너가 직선 방향으로 이동하면서 동기화된 프로파일 데이터를 수집하며, 이를 하나의 3D 포인트 클라우드로 통합합니다. 이후, thicknessCONTROL 3D는 해당 포인트 클라우드로부터 자유롭게 프로그래밍 가능한 목표 값을 연산하여 복잡한 2D 또는 3D 측정 작업을 처리합니다.

측정 항목과 평가 조건은 3DInspect 소프트웨어에서 설정되며, 설정된 측정 프로그램과 파라미터는 thicknessCONTROL 소프트웨어로 전송되어 자동으로 처리됩니다. 이에 최종적으로 필요한 측정 결과만 출력됩니다. 센서 시스템은 선형 축을 따라 정지 위치에서 측정

위치로 이동하여, 정지된 위치에는 완전 자동 캘리브레이션을 위한 시편이 준비되어 있습니다.

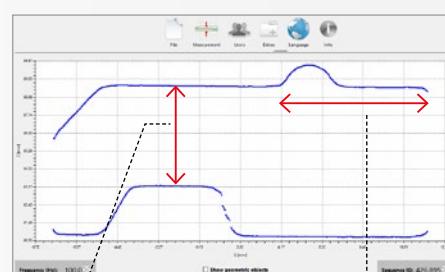
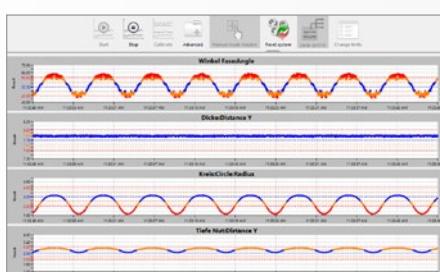
## 자동 캘리브레이션 및 온도 보정

온도 변화에 따른 영향을 보정하기 위해 thicknessGAUGE 시스템에는 현장에서 이루어지는 캘리브레이션 (인시투, In-situ) 기능이 적용되어 있습니다. thicknessGAUGE는 선형 축을 따라 정지된 위치로 이동하여 캘리브레이션을 수행하며, 캘리브레이션 사이클은 개별적으로 설정 가능합니다. 온도 보정 외에도 현장에서 이루어지는 캘리브레이션 (인시투, In-situ)을 통해 사용자는 시스템의 정상 작동 여부를 사이클 단위로 혹은 언제든지 확인할 수 있습니다.

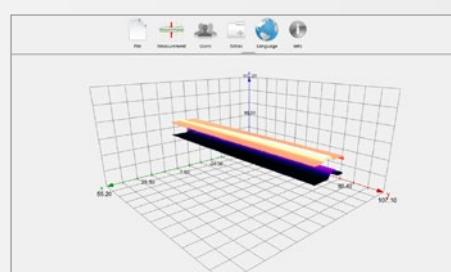


전자동 캘리브레이션으로 신뢰성 있는 측정

## 측정 데이터 예시:



두께 연산 가능



프로파일 평가 가능

제품명	C.LP-3D-15/200	C.LP-3D-15/400	C.LP-3D-15/600
제품 번호	4350127.730	4350127.731	4350127.732
측정 너비	200 mm	400 mm	600 mm
유효 측정 거리		144 mm	
측정 범위 [1]	Z축 (두께) X축 (3D 측정)	15 mm 최대 26.8 mm	
최대 이동 경로 [2]	380 mm	580 mm	780 mm
시스템 정확도 [3]		±1.2 µm	
분해능	Z축 (두께) X축 (3D 측정) [4]	0.2 µm 1,024 포인트/프로파일	
측정 속도 [1] [5]		500 Hz	
캘리브레이션		자동	
중량	축, 모터, C 프레임 버스 단자함 및 패널 IPC	17.6 kg 22.3 kg 14.1 kg	26.8 kg
공급 전압		24 V	
습도		5 % RH ~ 95 % RH (음축없음)	
보호 등급 (DIN EN 60529)		IP40 (버스 단자함 IP54)	
온도 범위	보관 작동	-20 ~ 65°C 5 ~ 45°C	
제어 및 디스플레이 요소		소프트웨어가 포함된 패널 IPC 기본 제공	
특징		300 x 300 x 210 mm 크기의 컴팩트한 버스 단자함	

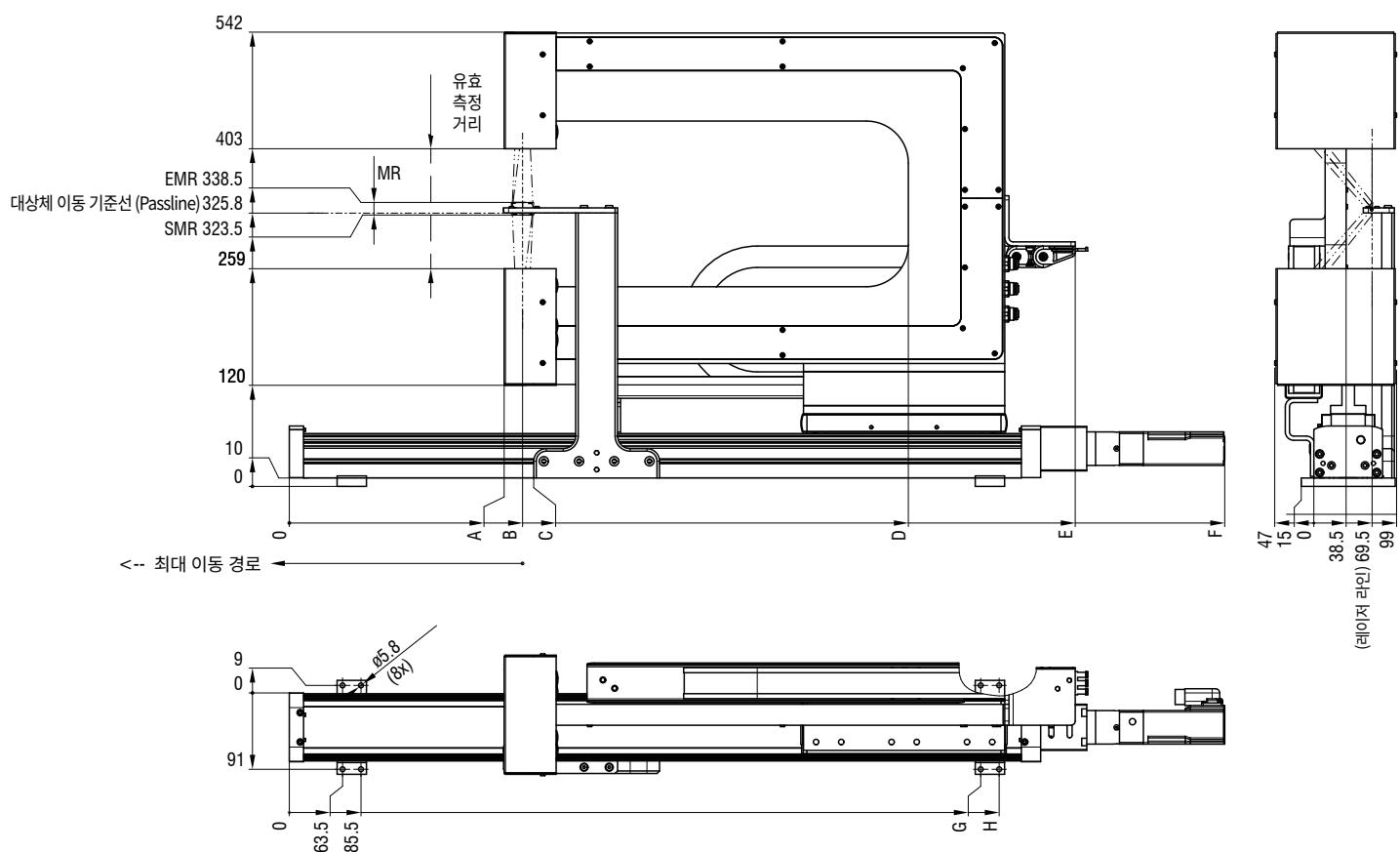
[1] 측정 작업에 따라 상이

[2] 별도 요청 시 기타 길이 제공 가능

[3] 2시그마; 측정 데이터는 난반사 금속 재질의 표준 시편 기준 (DAkkS 인증)

[4] 1,024 포인트/프로파일 (기본); 별도 요청 시 2,048 포인트/프로파일 제공 가능

[5] 500 Hz (기본); 별도 요청 시 최대 2,000 Hz 제공 가능



제품명	A	B	C	D	E	F	G	H
C.LP-3D-15/200	271	293.2	307	563	737	916	624.5	646.5
C.LP-3D-15/400	256	278	292	738	937	1,115	824.5	846.5
C.LP-3D-15/600	224	245.5	259	916	1,140	1,316	1,024.5	1,046.5

MR = 측정 범위  
SMR = 측정 범위 시작점  
EMR = 측정 범위 종료점  
치수: mm, 실제 크기와 상이

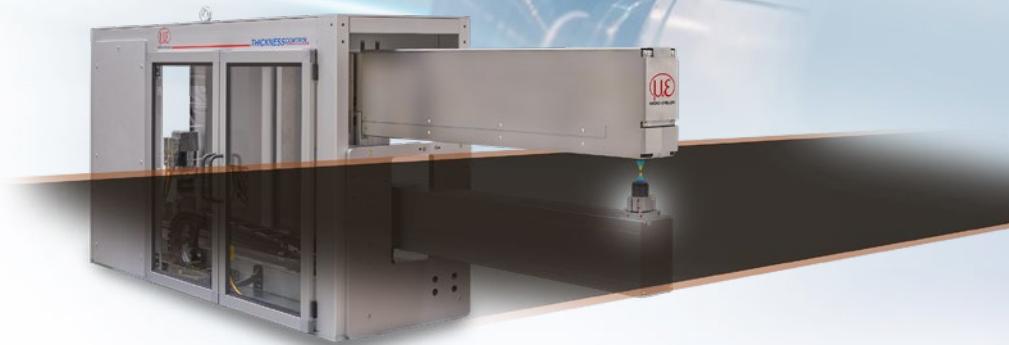
# 코팅된 양극·음극 필름용 고정밀 두께 측정 시스템 thicknessCONTROL BTG 8702 C.C

최대 5개 트랙의 두께 측정을 지원하는  
고정밀 시스템

고속 스트립 공정에 최적화

고온 안정성을 기반으로 건조 / 캘린더링  
공정에 적용 가능

보호 하우징을 갖춘 견고한 설계



## 배터리 필름 두께의 고정밀 인라인 측정

리튬이온 배터리 셀 생산 공정에서 코팅된 전극 필름의 인라인 두께를 매우 정확하게 측정하기 위해 Micro-Epsilon사는 공초점 크로매틱 센서 기술을 기반으로 한 고정밀 계측 시스템, thicknessCONTROL BTG를 제공합니다.

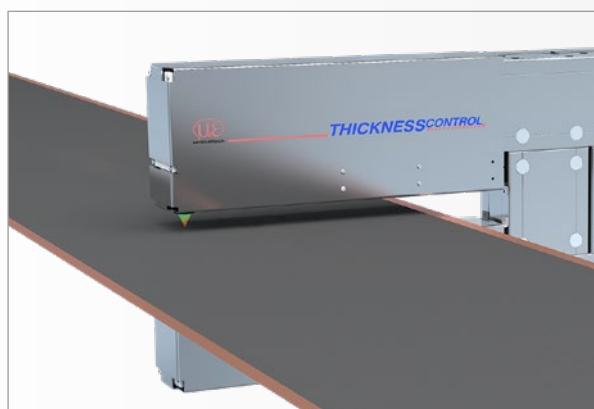
해당 시스템은 최대 다섯 쌍의 센서 페어를 정밀하게 얼라인한 C 프레임으로 구성되며, 최대 다섯 개 트랙에서 필름의 양면 두께를 동시에 측정할 수 있습니다. 그리고 이를 통해 스트립 전체 너비에 걸쳐 레이어 두께를 연속적으로 프로파일링할 수 있으며, 우수한 횡방향 분해능을 실현합니다.

사용된 공초점 크로매틱 센서는 서브마이크로 미터 범위의 우수한 축방향 분해능과 낮은 스펙트럼 반사 민감도를 자랑합니다. 이와 같은 특성으로 본 시스템은 흑연 또는 리튬 금속으로 코팅된 기판처럼 복잡하거나, 반사 재질 혹은

균일하지 않은 표면에서도 특히 적합합니다. 또한 해당 시스템은 수백 m/min (미터/분) 수준의 생산 속도에 대응하도록 설계되어 있으며, 실시간 신호 처리 기능을 기반으로 상위 공정 제어에 즉각적인 피드백을 제공합니다.

내부 센서와 FEM 최적화 프레임 구조를 기반으로 한 온도 보상 기능은 건조 구간이나 캘린더링 구간 등에서 발생하는 열 하중 환경에서도 높은 측정 안정성을 유지합니다. 또한 오픈 아키텍처와 표준화된 인터페이스 (PROFINET, EtherCAT, OPC UA)를 제공하여 기존 MES 또는 SCADA 시스템과 매끄러운 통합이 가능합니다. 더불어, 기본 제공되는 분석 소프트웨어를 통해 레이어 두께의 추세 분석, 공차 모니터링, 제어 파라미터 설정을 수행할 수 있어 불필요한 소재 소모와 공정 편차를 최소화할 수 있습니다.

해당 시스템은 코팅된 양극 및 음극 필름의 고정밀 인라인 두께 측정에 사용되며 안정적으로 장기간 측정할 수 있다는 점이 특징입니다. 장기간 드리프트 없는 안정적인 측정 성능을 제공하므로 일관된 고품질 생산이 가능합니다. 특히 리튬이온 배터리 제조에서는 극미한 레이어 두께 편차도 셀의 성능과 안전성에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 측정 정확도는 핵심적인 역할을 합니다.

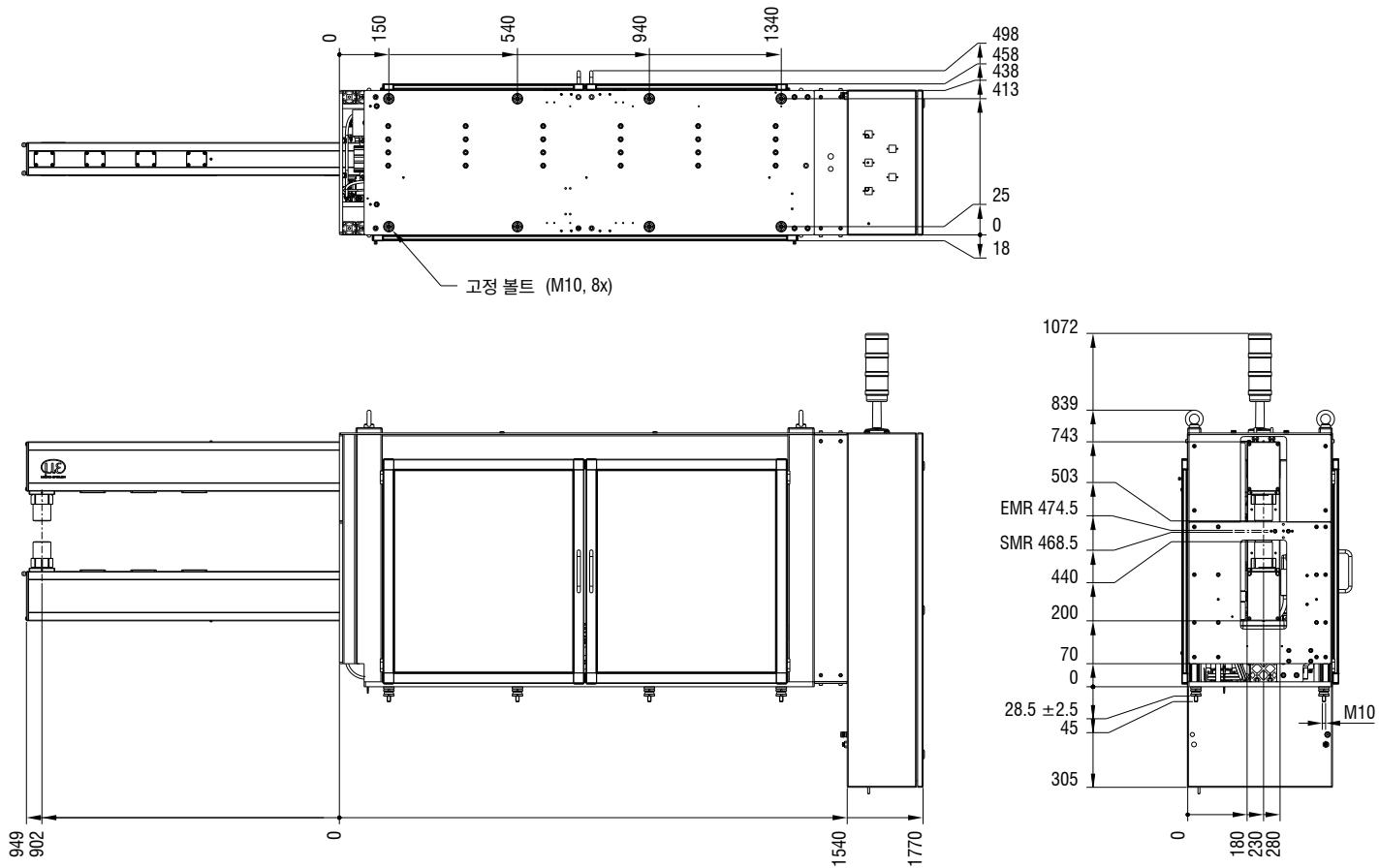


## 고속 스트립 공정에서 최고의 정밀도를 자랑

thicknessCONTROL BTG 시스템은 코팅된 배터리 필름의 두께를 매우 정확하게 측정합니다. 또한 높은 측정 속도를 기반으로 수백 m/min (미터/분) 수준의 생산 속도를 안정적으로 모니터링할 수 있습니다. 더불어 C 프레임에는 최대 다섯 쌍의 센서 페어를 구성할 수 있습니다.

제품명	BTG 8702 C.C - 3/500	BTG 8702 C.C - 6/500	BTG 8702 C.C - 3/500	BTG 8702 C.C - 6/800
제품 번호	4350127.655	4350127.650	4350127.658	4350127.653
측정 너비	500 mm	500 mm	800 mm	800 mm
유효 측정 거리	43 mm	63 mm	43 mm	63 mm
측정 범위	3.6 mm	7 mm	3.6 mm	7 mm
시스템 정확도 <sup>[1]</sup>	$\pm 0.3 \mu\text{m}$	$\pm 0.5 \mu\text{m}$	$\pm 0.3 \mu\text{m}$	$\pm 0.5 \mu\text{m}$
분해능	15 nm	20 nm	15 nm	20 nm
캘리브레이션	자동			
습도	5 % RH ~ 95 % RH (응축없음)			
보호 등급	IP54			
온도 범위	보관 작동	-20 ~ 65°C 5 ~ 35°C		
제어 및 디스플레이 요소	thicknessCONTROL 소프트웨어가 탑재된 패널 PC 포함 Rittal 제어반 기본 제공			
특징	보호 하우징			

[1] 2시그마; 측정 데이터는 난반사 금속 재질의 표준 시편 기준 (DAkkS 인증)



치수: mm, 실제 크기와 상이

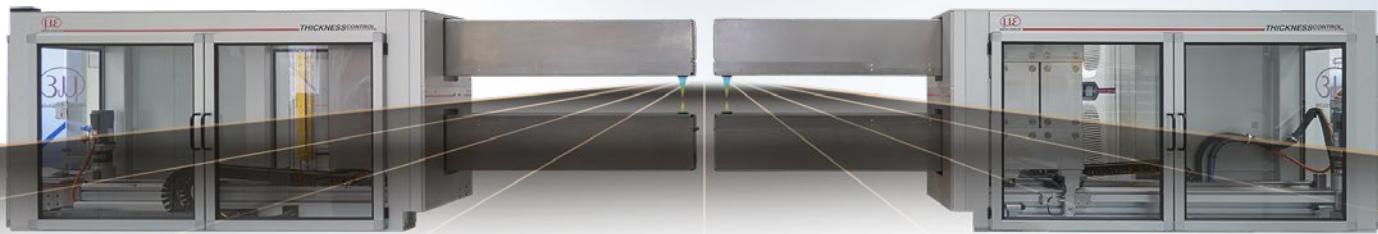
# 코팅된 양극·음극 필름용 고정밀 두께 측정 시스템 thicknessCONTROL BTG 8702 2C.C

고정밀 두께 측정

고속 스트립 공정에 최적화

고온 안정성을 기반으로 건조 / 캘린더링  
공정에 적용 가능

멀티 트랙 버전:  
2개의 C 프레임에 최대 8쌍의 센서 구성



## 광폭 배터리 필름의 고정밀 인라인 두께 측정

리튬이온 배터리 셀 생산 공정에서 코팅된 전극 필름의 인라인 두께를 매우 정확하게 측정하기 위해 Micro-Epsilon사는 필름 너비 1,000 mm 이상을 지원하는 고도화된 계측 시스템, thicknessCONTROL BTG 2C.C를 제공합니다.

본 시스템은 두 개의 C 프레임으로 구성되며, 각 프레임에는 최대 네 쌍의 센서를 정밀하게 얼라이너하여 배치합니다. 이를 통해 최대 여덟 개의 별별 트랙에서 필름의 양면 두께를 동시에 측정할 수 있습니다. 따라서 스트립 전체 너비에 걸쳐 연속적인 두께 프로파일을 확보할 수 있으며, 우수한 횡방향 분해능을 실현합니다.

사용된 공초점 크로마틱 센서는 서브マイクロ미터 범위의 우수한 축방향 분해능과 낮은 스펙트럼 반사 민감도를 자랑합니다. 이와 같은 특성 덕분에 본 시스템은 흑연 또는 리튬 금속으로 코팅된 기판처럼 반사되거나 균일하지 않은 복잡한 표면 측정에도 적합합니다.

또한 해당 시스템은 수백 m/min (미터/분) 수준의 생산 속도에 대응하도록 설계되어 있으며, 실시간 신호 처리 기능을 기반으로 상위 공정 제어에 즉각적인 피드백을 제공합니다. 내부 센서와 FEM 최적화 프레임 구조를 기반으로 한 온도 보상 기능은 건조 구간이나 캘린더링 구간 등에서 발생하는 열 하중 환경에서도 높은 측정 안정성을 유지합니다.

측정하는 데 주로 사용됩니다. 장기간 드리프트 없는 안정적인 측정 성능을 제공하므로 일관된 고품질 생산이 가능합니다. 특히 리튬이온 배터리 제조에서는 미세한 레이어 두께 편차가 셀의 성능과 안전성에 직접적으로 영향을 미치기 때문에, 측정 정확도는 핵심적인 요소로 평가됩니다.

또한 thicknessCONTROL BTG 2C.C는 오픈 아키텍처와 표준화된 인터페이스 (PROFINET, EtherCAT, OPC UA)를 제공하여 기존 MES 또는 SCADA 시스템과 매끄러운 통합이 가능합니다. 또한 분석 소프트웨어는 레이어 두께의 추세 분석, 공차 모니터링, 제어 루프 파라미터 설정을 지원하여 소재 사용을 최적화하고 공정을 안정화하는 역할을 합니다.

본 시스템은 배터리 생산에서 코팅된 양극·음극 필름의 인라인 두께를 매우 정확하게

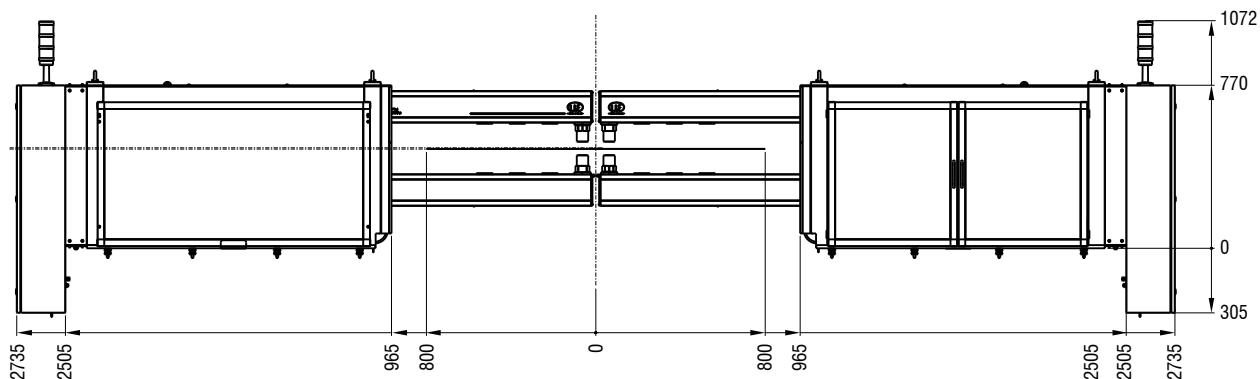
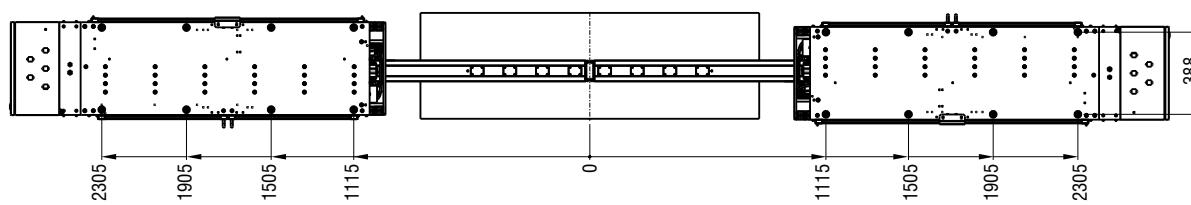


## 고정밀 멀티 트랙 두께 측정

thicknessCONTROL BTG 2C.C 시스템은 코팅된 배터리 필름의 두께를 매우 정확하게 측정합니다. 또한 두 개의 C 프레임에 최대 네 쌍의 센서를 구성하여 광폭 스트립의 두께 측정이 가능합니다. 더불어 높은 측정 속도를 기반으로 수백 m/min (미터/분) 수준의 생산 속도 역시 안정적으로 모니터링할 수 있습니다.

제품명	BTG 8702 2C.C - 3/1000	BTG 8702 2C.C - 6/1000	BTG 8702 C.C - 3/1600	BTG 8702 C.C - 6/800
제품 번호	4350127.656	4350127.651	4350127.659	4350127.654
측정 너비	1,000 mm	500 mm	1,600 mm	1,600 mm
유효 측정 거리	43 mm	63 mm	43 mm	63 mm
측정 범위	3.6 mm	7 mm	3.6 mm	7 mm
시스템 정확도 <sup>[1]</sup>	$\pm 0.3 \mu\text{m}$	$\pm 0.5 \mu\text{m}$	$\pm 0.3 \mu\text{m}$	$\pm 0.5 \mu\text{m}$
분해능	15 nm	20 nm	15 nm	20 nm
캘리브레이션			자동	
공급 전압			24 V (230 V)	
습도			5 % RH ~ 95 % RH (음축없음)	
보호 등급			IP54	
온도 범위	보관 작동		-20 ~ 65°C 5 ~ 35°C	
제어 및 디스플레이 요소		thicknessCONTROL 소프트웨어가 탑재된 패널 PC 포함 Rittal 제어반 기본 제공		
특징			보호 하우징	

[1] 2시그마; 측정 데이터는 난반사 금속 재질의 표준 시편 기준 (DAkkS 인증)



치수: mm, 실제 크기와 상이

코팅면의 정밀한 단면 두께 측정을 구현하는 센서 시스템

## combiSENSOR KSB6430

캘린더링 구간에서 코팅 두께 정밀 측정

코팅 두께 5 µm ~ 3 mm

PROFINET / EtherNet/IP, EtherCAT

-10°C ~ +180°C 범위의 매우 높은  
내열성 및 안정성

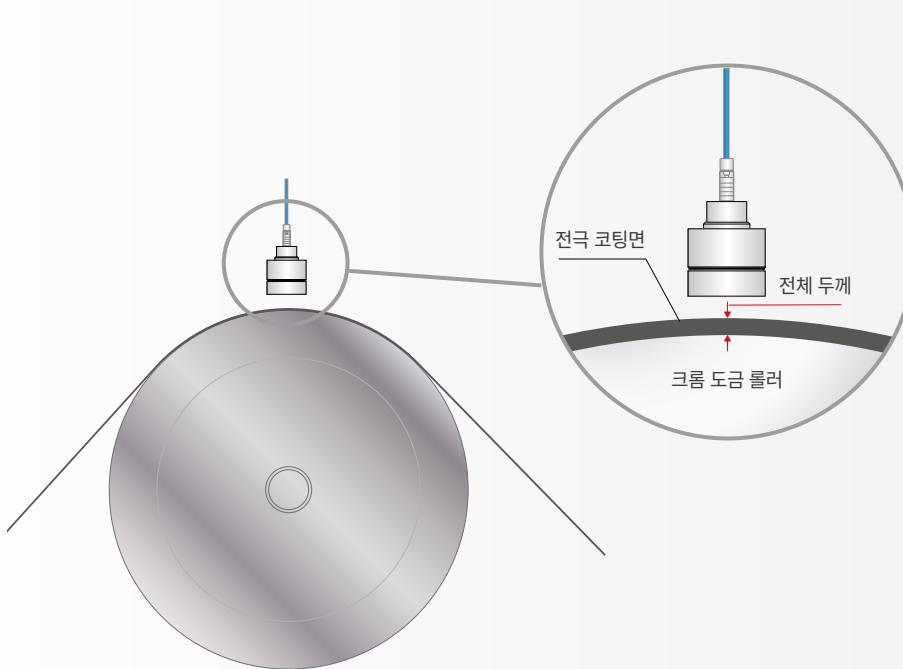
반복성 0.5 µm ~



### 전극 코팅 두께 측정용 센서 시스템

combiSENSOR KSB는 와전류변위센서와 정전용량변위센서를 하나의 하우징에 통합한 구조로, 스틸 롤러 위를 이동하는 건식 코팅 공정에서 전극 코팅 두께를 비접촉식으로 매우 정확하게 측정할 수 있습니다. 또한 우수한 온도 안정성을 갖추고 있어 주변 온도가 변동하더라도 일정한 측정값을 제공합니다.

해당 센서는 오염에 대한 민감도가 낮아, 높은 신뢰성과 정밀성이 요구되는 산업 현장에 특히 적합합니다. 이러한 이유로 combiSENSOR KSB를 캘린더 장비에 직접 설치하여 사용하는 경우가 많습니다.



### 측정 원리

combiSENSOR KSB는 코팅 표면까지 거리를 측정하는 정전용량변위센서와 크롬 코팅된 스틸 롤러까지 거리를 측정하는 와전류변위센서를 이용해 코팅 두께를 측정합니다. 이를 두 센서가 측정한 거리 값의 차이를 통해 코팅된 필름의 전체 두께를 계산하며, 기계적인 영향으로 인한 오차는 자동으로 보정됩니다.

컨트롤러		KSB6430
제품명		KSH5 (03)
절연층 두께 (D) [1]		5 $\mu\text{m}$ ~ 3 mm
작동 거리		2 mm ~ 5 mm, 최적 성능 구현 2.5 mm ~ 4.0 mm
분해능 [2] [3]	정적 (100 Hz) 동적 (3,9 kHz)	0.02 $\mu\text{m}$ 0.075 $\mu\text{m}$
반복성 [4]		$\pm 0.5 \mu\text{m}$
주파수 응답 (-3 dB) [5]		1 kHz
온도 안정성 [6]	센서 컨트롤러	< 0.25 $\mu\text{m}/\text{K}$ < 0.25 $\mu\text{m}/\text{K}$
공급 전압		12 ~ 36 VDC
소비 전류		5.5 W (24 VDC)
디지털 인터페이스		EtherCAT / PROFINET / EtherNet
아날로그 출력		0 ~ 10 V (거리 1, 거리 2, 두께별 개별 출력)
연결		센서: 소켓을 통한 플러그형 케이블 연결; 전원 / 트리거: 4핀 커넥터; 신호: 아날로그 (4핀 커넥터), 디지털 (RJ45 커넥터) — 적합한 연결 케이블은 액세서리 참조
설치 방식	컨트롤러 센서	DIN 레일 장착; 데스크톱 장치 래디얼 클램핑 방식
온도 범위	보관 작동	센서: -10 ~ +85°C; 케이블: -10 ~ +125°C; 컨트롤러: 10 ~ +75°C 센서: -10 ~ +180°C; 케이블: -10 ~ +125°C; 컨트롤러: 10 ~ +60°C
내충격성 (DIN EN 60068-2-27)		3축에서 15 g / 6 ms, 2개 방향에서 각 1,000회 충격
내진동성 (DIN EN 60068-2-6)		3축에서 0.75 mm / 10 ~ 500 Hz, 2개 방향에서 각 10회 반복 3축에서 2 g / 10 ~ 500 Hz, 2개 방향에서 각 10회 반복
보호 등급 (DIN EN 60529)		센서: IP54; 컨트롤러: IP40
중량		센서: 약 80 g, 컨트롤러: 약 750 g
제어 및 디스플레이 요소		범위 / 상태 표시용 컬러 LED 3개

[1] 별도 요청 시 두께 40  $\mu\text{m}$  미만의 절연층 제공

[2] RMS 노이즈는 측정 범위 중간 지점과 관련

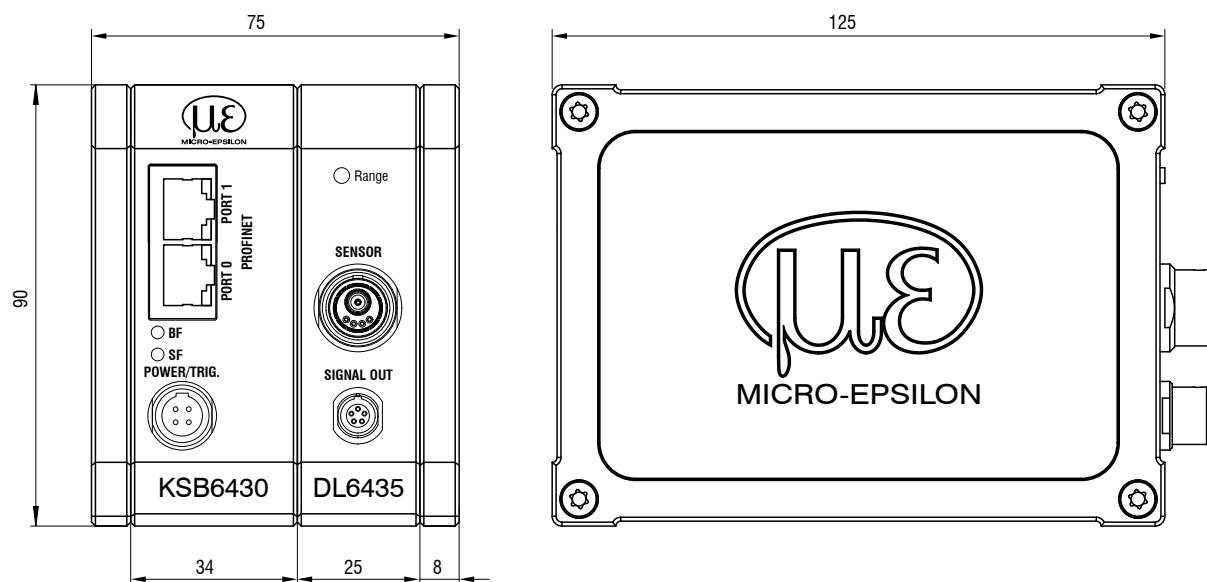
[3] 작동 거리 = 50% FSO 조건에서 디지털 출력의 차동 신호 측정값

[4] 일정한 온도 및 흘러의 균질한 재질 특성에서만 적용

[5] 샘플링 속도를 3900 Sa/s로 설정한 경우에만 적용

[6] 권장 설치 위치

## 컨트롤러



## 센서 KSH5 (03)



# 박막용 오프라인 두께 측정 시스템 capaNCDT TFG6220

1 mm 미만의 극박 전도성 필름 (예: 배터리 필름)  
두께 측정 지원

진공 기반 필름 자동 평탄화 기능을 통한  
고정밀 측정 결과 제공

별도의 설치 과정 없이 바로 사용할 수 있는  
일체형 측정 시스템

sensorTOOL 소프트웨어를 통한 간단한 조작 및 시각화



## 고정밀 테스트를 통한 신뢰할 수 있는 품질

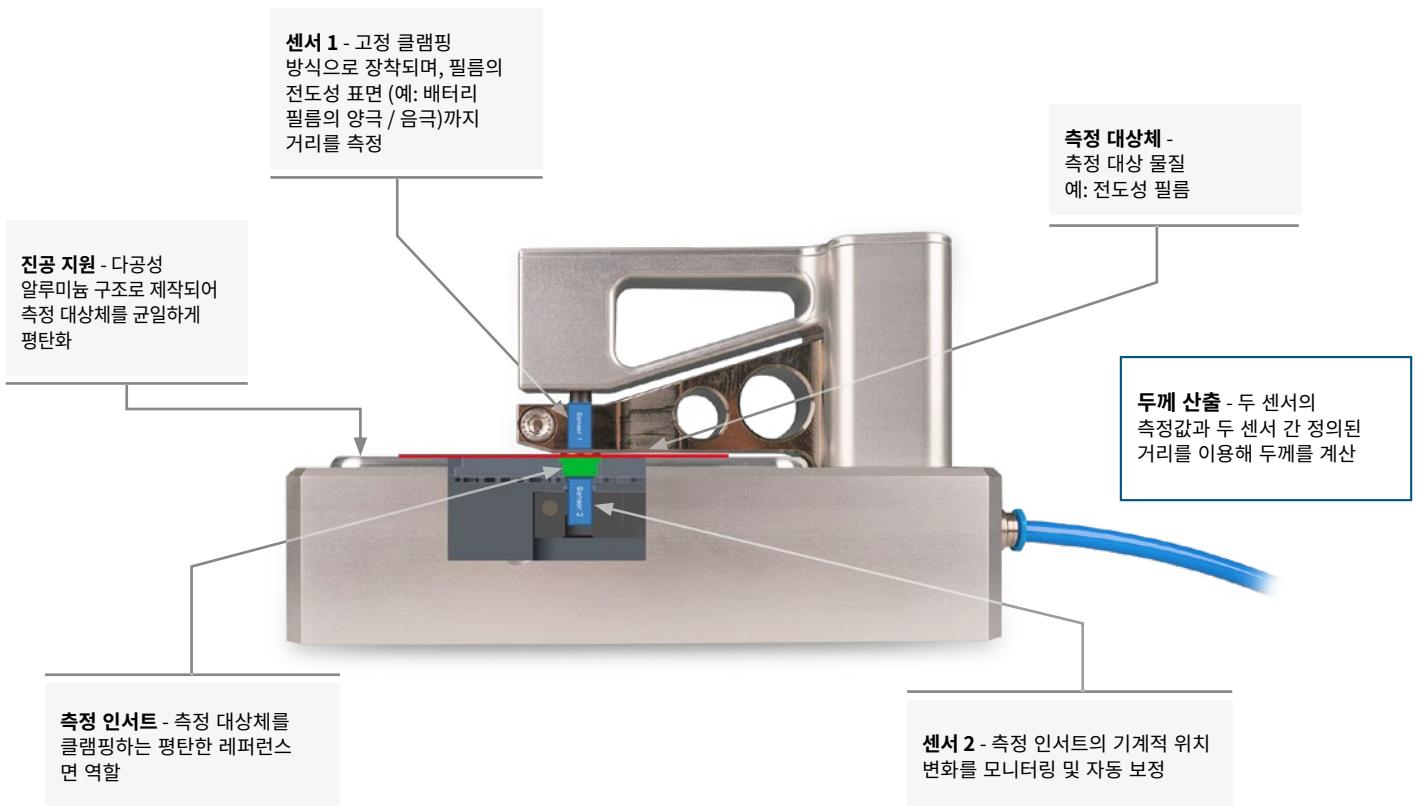
TFG6220 정전용량식 시스템은 배터리 필름과 같은 전도성 필름의 두께를 매우 정확하게 측정합니다. 측정 대상체는 진공 장치를 이용해 흡입·평탄화되며, 이로 인해 주름 없이 안정적인 지지 상태가 확보되어 최상의 측정 정밀도를 실현합니다.

TFG6220은 정전용량변위센서가 장착된 측정 브라켓과 외부 컨트롤러 유닛으로 구성됩니다. 본 장비는 임의 샘플의 두께를 오프라인 측정 방식으로 검사하는 데 활용됩니다. 또한 사전 조립된 상태로 제공되므로, 설치 과정 없이 빠르게 사용할 수 있습니다.

## 하나의 버튼을 이용한 초간편, 초고정밀 측정

sensorTOOL 소프트웨어는 capaNCDT TFG를 손쉽게 조작할 수 있는 사용자 친화적 인터페이스를 제공합니다. 해당 소프트웨어를 통해 측정하고, 측정 데이터를 표시·출력할 수 있습니다. 또한 [www.micro-epsilon.com/download](http://www.micro-epsilon.com/download)에서 무료로 다운로드할 수 있습니다.

두 대의 고분해능 정전용량변위센서가 서로 반대 방향에서 측정한 값을 오프셋 방식으로 계산하여 두께를 산출합니다. 이와 같은 방식은 기계식 접촉 방식과 달리, 동일 위치에서 항상 매우 높은 반복성을 확보할 수 있습니다. 또한 진공 장치를 이용해 테스트 필름을 자동으로 평탄화함으로써 고정밀 측정이 가능하며, 이 과정에서 측정 대상체는 손상되지 않습니다. 측정은 레퍼런스 면 역할을 하는 측정 인서트 양쪽에서 동시에 이루어지며, 이를 통해 두께 측정 전에 시스템을 안정적으로 영점 조정할 수 있습니다.

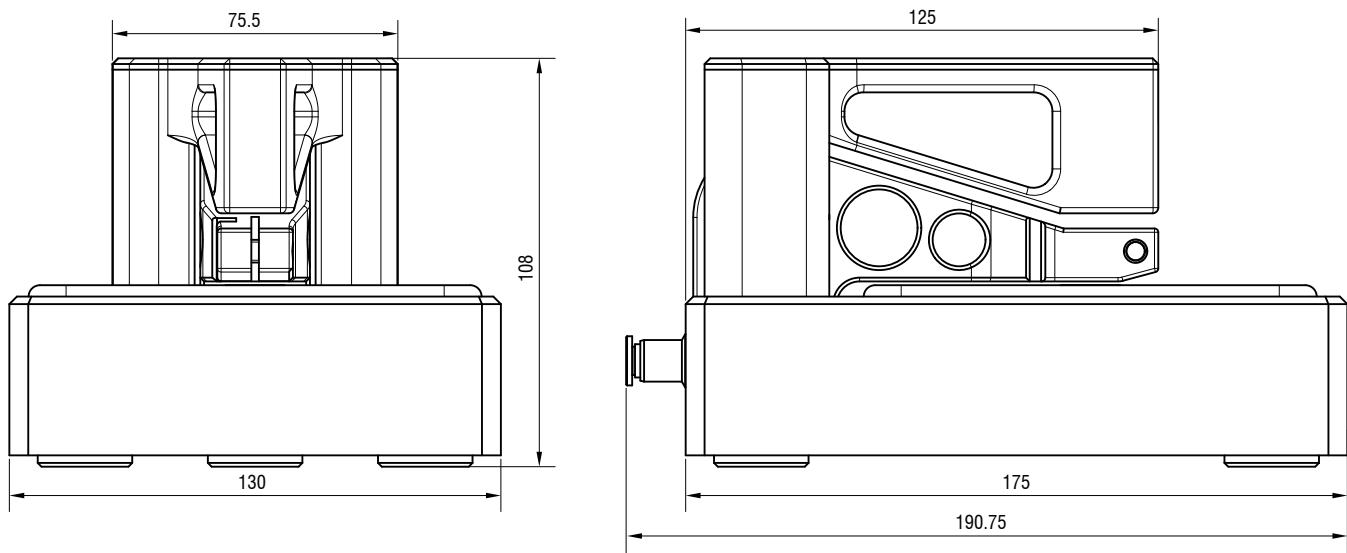


제품명	TFG6220	
분해능	10 nm <sup>[1]</sup>	
측정 대상체 / 필름의 최대 두께	< 1 mm	
측정 속도	100 Hz (미디언 필터 폭 7 기준)	
시스템 정확도 <sup>[2]</sup>	최대 0.2 µm	
예열 시간	60 min	
압축 공기 연결부	$\varnothing$ 6 mm	
소비 전류	6.3 W (24 V)	
공급 전압	12 ~ 36 VDC (정격 24 VDC)	
보호 등급 (DIN EN 60529)	IP40	
온도 범위	보관	-10 ~ 60°C
	작동	18 ~ 25°C
측정 대상체	전도성 소재 <sup>[3]</sup>	
권장 대상체 사이즈 (표면이 평면인 대상체 기준)	110 mm x 110 mm	
특징	스로틀 밸브 및 단거리 연결 호스 기본 제공 진공 펌프 및 스로틀 밸브-진공 펌프 간 호스 미포함 권장 데이터: 진공 50 ~ 100 mbar, 최대 펌프 속도 2 m <sup>3</sup> /h (50 Hz에서)	

[1] 100 Hz에서 10 nm

[2] 측정 대상체에 따라 상이하며, 포지셔닝 프레임과 시스템 영점 조정을 통해 최대 정밀도 달성을 가능

[3] 전기전도도 > 10<sup>6</sup> S/m



치수: mm, 실제 크기와 상이

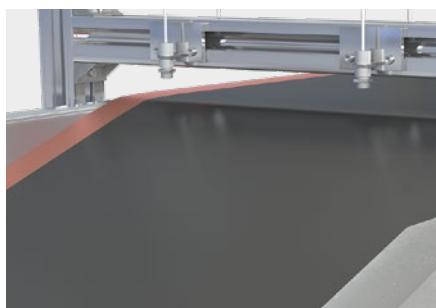
### 기본 구성품

- DT6220 컨트롤러 + DL6230 2대
- 센서 및 측정 브라켓
- 전원 공급 장치
- Ethernet 케이블
- 전원 케이블
- 스로틀 밸브 + 단거리 호스
- 케이스
- 방진 커버
- 설치 가이드
- 프로토콜

### 미포함

- 도달 압력 50 ~ 100 mbar 사양의 진공 펌프
- 진공 펌프와 두께 게이지 플레이트
- 연결용 압축 공기 호스 (6 mm)

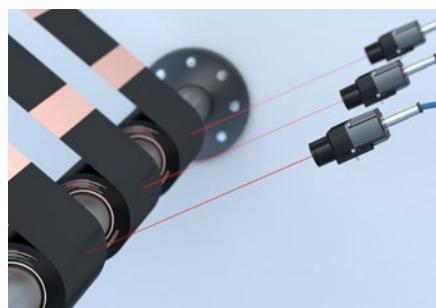
## 기타 적용사례



### 코팅 공정 중 온도 측정

Micro-Epsilon사의 적외선 온도센서는 최고의 측정 정확도, 우수한 신호 품질, 매우 안정적인 신호 출력을 특징으로 합니다. 따라서 thermoMETER 시리즈 가운데 내구성이 높은 모델은 코팅 시스템의 공정 온도 모니터링에 사용됩니다.

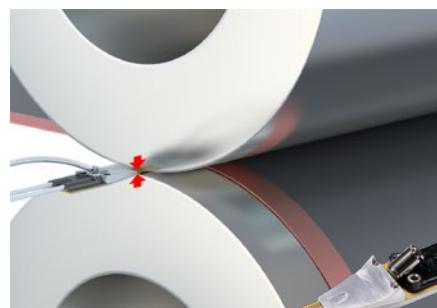
센서: *thermoMETER UC*



### 코일 권출 (Unwinding)공정 모니터링

장거리레이저변위센서 optoNCDT ILR3800 시리즈는 코일의 권출 (Unwinding)과 권선 (Winding)을 모니터링하는 데 사용됩니다. 직경이 계속해서 증가하거나 감소함에 따라 코일과 센서 사이의 거리 역시 변화하게 되며, 센서는 해당 값을 매우 정확하게 모니터링합니다.

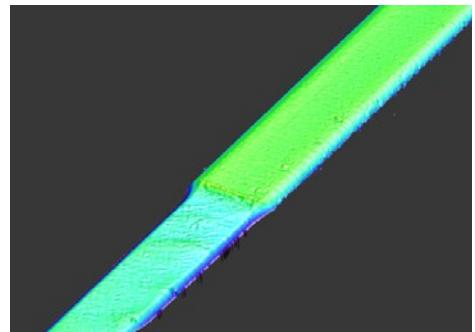
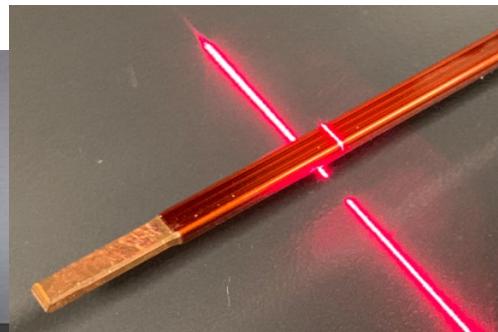
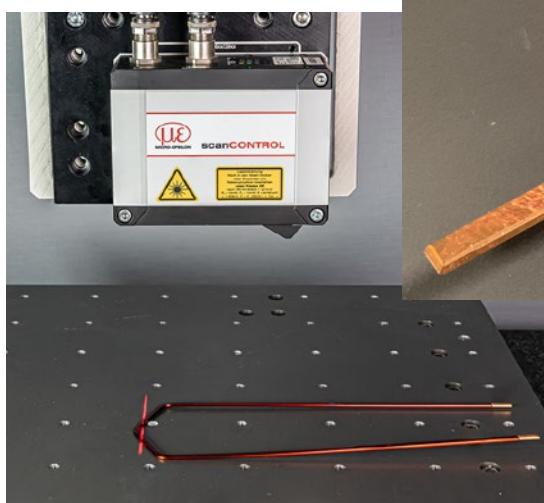
센서: *optoNCDT ILR3800*



### 롤러 캡의 고정밀 제어

플랫 탑입의 정전용량변위센서는 캘린더 및 코팅 롤러의 캡 모니터링 및 제어에 사용됩니다. 이들 센서는 협소한 공간에 설치하기에 매우 적합하며 두 롤러 사이의 캡을 측정하여 운전 중 롤러 캡을 제어합니다. 또한 우수한 온도 안정성을 자랑하는 관계로 주변 온도가 높은 환경에서도 사용 가능합니다.

센서: *capaNCDT CSG*



### 헤어핀의 3D 형상 검사

헤어핀 제작에 필요한 구리 전선의 생산 과정에서 전선의 단면, 굽힘 각도, 평행 상태 등의 다양한 기하학적 파라미터를 3D 스냅샷 센서와 레이저스캐너로 검사합니다. 또한 부품의 결함과 연결선의 위치 역시 모니터링하여 완벽한 기능을 보장합니다.

센서: *scanCONTROL / surfaceCONTROL 3500*