



운영  
지침



모델 L40

액체 전도도 측정기





---

내용물

---

| 내용물     | 페이지 |
|---------|-----|
| 1 소개    | 4   |
| 2 작동 이론 | 5   |
| 3 샘플 준비 | 6   |
| 4 셀 청소  | 6   |
| 5 측정 절차 | 7   |
| 6 대기 모드 | 8   |
| 7 결과 해석 | 9   |
| 8 사양    | 11  |

---

## 1. 서론

---

### 액체 전도도 측정의 중요성

연료나 용매와 같은 전도도가 낮은 액체의 움직임으로 인해 위험한 수준의 정전기가 발생할 수 있습니다.

금속이나 플라스틱 파이프를 휘젓고, 붓고, 흘리는 행위는 모두 정전기 발화 위험을 초래할 수 있는 산업 활동의 예입니다.

이러한 작업과 기타 작업은 다양한 표준(British Standard 5958 Part 1 및 2, CENELEC PD CLC/TR 50404)에 포함되어 있습니다. 이러한 문서에서는 액체 전도도에 대한 여러 참조가 이루어지며 위험 제어에서 액체 전도도 측정의 중요성이 강조됩니다.

가연성 연료와 500 pS.m<sup>-1</sup> 미만의 전도도를 가진 용매를 다룰 때는 정전기 발화 위험을 방지하기 위한 조치를 고려하는 것이 필수적입니다. 이러한 조치는 비교적 전도성이 있는 액체(500 pS.m<sup>-1</sup> 이상)에는 필요하지 않습니다. 모든 경우에 전도도 값이 확립되면 위의 권장 사항을 따릅니다.

문서를 따라야 합니다.

## 2. 작동 이론

모델 L40 액체 전도도 측정기는 정전기 위험을 평가하고 제어하는 데 도움이 되도록 특별히 설계되었지만 액체의 전기 전도도를 정량화하는 것이 중요한 모든 공정에 적용될 수 있습니다.

낮은 전도도 액체는 옴의 법칙을 엄격히 따르지 않으며 재현 가능한 결과를 얻으려면 측정 조건을 제어해야 합니다. 가장 중요한 것은 측정 시 액체 샘플이 대전되지 않아야 한다는 것입니다. 대전된 경우 이온 및 이온 평형을 확립할 수 있는 충분한 시간을 두어야 합니다. 비극성 용매의 경우 몇 초가 걸릴 수 있습니다. (참고: 결과 전도도는 '정지 전도도'라고도 하며, 이는 액체가 전기적으로 정지 상태이지만 반드시 움직이지 않는다는 것을 의미합니다.) 이러한 요구 사항은 또한 인가 전압, 전극 간격 및 테스트 기간에 제한을 가합니다.

모델 L40 액체 전도도 측정기는 정밀 전기계와 DC 바이어스 전압 공급 장치에 결합된 계량 셀로 구성됩니다. 계량 셀은 액체 샘플이 놓이는 두 개의 동심 원통형 전극으로 구성됩니다.

'읽기' 스위치를 완전히 누르면 셀의 바깥쪽 전극이 +5볼트로 전환됩니다. DC 및 오믹 조건이 적용된다고 가정합니다.

$$V = IR$$

여기서 V는 인가 전압, I는 합성 전류, R은 샘플 저항입니다.

두 개의 동심 원통형 전극과 선형, 등방성, 균질 샘플의 경우 전기 저항은 다음과 같습니다.

$$R = \frac{1}{2\pi l \sigma} \ln \frac{r_a}{r_b}$$

이 방정식에서,  $l$ 는 (내부) 실린더 높이이고,  $\sigma$ 는 샘플 전도도이고,  $r_a$  및  $r_b$ 는 외부 및 내부 전극-샘플 인터페이스 반경입니다. 따라서 다음을 얻습니다.

$$\sigma = \frac{1}{2\pi l V} \ln \frac{r_a}{r_b} \cdot i$$

계량 셀의 치수와 인가된 바이어스 전압은 고정되어 있으므로 샘플의 전도도를 계측기의 디지털 패널 미터에 직접 표시할 수 있습니다.

---

### 3. 저전도도 액체에 대한 샘플 준비

---

낮은 전도도 샘플( $100 \text{ pS.m}^{-1}$  미만)을 다룰 때는 주의해야 합니다. 왜냐하면 소량의 오염 물질도 전도도 값에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문입니다.

샘플을 측정 셀로 운반하는 데 사용되는 모든 샘플링 용기나 장비는 극도로 깨끗해야 합니다.



---

### 4. 셀 청소

---

계량 셀을 철저히 청소하려면 신선한 AR 등급 톨루엔이나 헵탄과 같은 전도도가 낮은 용매로 셀 내부를 헹구는 것이 필요합니다.

위와 같은 방법으로 셀을 세척한 후에는 다음 섹션에 자세히 설명된 대로 AR 등급 n-헵탄 샘플의 전도도를 측정하여 확인해야 합니다.

결과가  $5 \text{ pS.m}^{-1}$ 보다 크면 세척 절차를 반복해야 합니다.

결과가 두 번째로  $5 \text{ pS.m}^{-1}$ 보다 클 경우 셀을 건조한 상태에서  $0(+/-0.1)$  판독값을 확인해야 합니다. 0 판독값을 얻지 못하면 셀이 심하게 오염되어 서비스가 필요할 수 있음을 나타냅니다. 이는 정상적인 조건에서는 발생하지 않을 가능성이 높습니다.



## 5. 측정 절차

전원을 끈 상태에서 셀 베이스에서 전기계의 후면 패널로 리드를 연결하여 기기를 설정합니다. 셀 베이스의 케이블 중 하나는 4mm 플러그 대 나사 커넥터(TNC)이고 다른 하나는 바요넷 대 바요넷(BNC)입니다.

셀에 뚜껑을 덮고 전원을 켭니다. 기기는 내부 충전식 배터리로 작동하지만, 주전원 리드를 연결하고 전원을 공급하면 작동 중 언제든지 주전원 충전을 적용할 수 있습니다. 주전원이 연결되면 빨간색 CHARGE 표시등이 켜집니다. 기기를 조정하지 않고도 110-240V 주전원을 사용하여 충전할 수 있습니다. 전기계 전면 패널에서 기기를 끄고 주전원을 밤새도록 공급하면 배터리를 완전히 충전할 수 있습니다.

측정을 하려면 다음 단계를 수행하세요.

1. 빨간색 POWER 스위치를 사용하여 전기계를 켜고 몇 시간 동안 기다리십시오.

회로가 초기화되는 데 몇 초가 걸립니다. 디지털 디스플레이는 초기화 중을 표시합니다.

점의 진행 시리즈가 뒤따릅니다. 초기화 시퀀스가 완료되면

완료되면 디스플레이에 다음과 같이 표시됩니다.

$0.0 \times 1 Z (+/-0.1)$

이는 계측기가 자체적으로 0으로 조정 작업을 수행했음을 나타냅니다.

2. 테스트 대상 샘플로 계량 셀을 조심스럽게 채웁니다. 볼륨

안쪽과 바깥쪽 원통 사이는 액체가 중앙의 구멍으로 넘칠 때까지 조심스럽게 채워야 합니다.

3. 셀에 캡을 씌우고 액체의 전하가 완료되도록 최대 20초 동안 기다립니다. READ 스위치를 누르고 계속 누릅니다.

디스플레이에 다음과 같이 표시됩니다:

$- . - \times 1$

---

## 5. 측정 절차

---

이제 기기는 자동 범위를 시작하고 디스플레이는 지수(예: 102, 103 등)가 올바른 범위에 도달할 때까지 증가하거나 감소하는 것을 보여줄 수 있습니다. 올바른 범위에 도달하면 추가 0점 검사를 시작할 수 있으며 몇 초 후에 액체 전도도 판독값이 표시됩니다. 참고: 시작 시 기기는 가장 민감한 범위에서 자체 0점 조정을 수행하므로 외부 픽업으로 인해 판독값에 약간의 변동이 있을 수 있습니다.

전도도 값이 1000 pS.m-1 미만인 경우 계측기 표시는 지수 표기법이 아닌 표기법을 사용합니다.

예를 들어, 5.0 pS.m-1은  $5.0 \times 1$  로 표시 되고 500 pS.m-1은  $500 \times 1$  로 표시됩니다 .

1000 pS.m-1 이상의 값의 경우 지수는 5000 pS.m-1로 표시됩니다.

$5.0 \times 10^3$  으로 읽힙니다.

4. 판독값을 기록하고 READ 스위치를 해제하고 필요한 경우 깨끗한 온도계로 샘플 온도를 측정합니다. READ 스위치를 해제하면 디스플레이가  $-. \times 1$ 로 돌아갑니다.
5. 액체 샘플은 내용물을 분리하고 비우면 폐기할 수 있습니다. 새 샘플에 대한 측정을 수행하기 전에 셀을 철저히 청소해야 합니다.

---

## 6. 대기 모드

---

배터리 수명을 보존하기 위해, 전원을 켜고 1분 동안 사용하지 않으면 기기가 대기 모드로 전환됩니다. 이 모드에서 마이크로프로세서는 저전력 상태로 전환되고 디스플레이는 비어 있습니다. 대기 모드는 주황색 LED가 5초마다 깜박이는 것으로 표시됩니다. READ 스위치를 즉시 길게 누릅니다.

측정을 다시 활성화합니다.



---

## 7. 결과 해석

---

액체 전도도는 특정 액체 취급 공정과 관련된 정전기 위험을 평가할 때 고려해야 할 중요한 매개변수입니다.

이는 액체 전도도가 액체가 전도성 접지된 설비와 접촉했을 때 액체의 전하가 지구로 흘러가는 데 걸리는 시간과 반비례하기 때문입니다.

낮은 전도도는 긴 전하 완화 시간을 의미하며, 이는 정전기 방전을 생성할 위험이 더 높아집니다. 이 관계는 다음과 같이 표현될 수 있습니다.

$$\tau = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{\sigma}$$

여기서  $\tau$ 는 전하 완화 시간(전하가 초기 값의 0.37로 감소하는 데 걸리는 시간)입니다.

$\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$ ,  $\epsilon_r$  = 액체의 유전율(탄화수소의 경우 1.5-3.0)

$\sigma$  = 액체 전도도 ( $\text{Sm}^{-1}$ ). 참고  $1 \text{ pS.m}^{-1} = 10^{-12} \text{ Sm}^{-1}$ .

유용한 일반 규칙으로, 전도성 및 접지된 파이프를 통해 전도성, 접지된 탱크로 액체가 흐를 때, 전도도가  $500 \text{ pS.m}^{-1}$ 보다 큰 액체는 정전기 위험을 발생시키지 않을 것으로 예상됩니다. 전도도가 최대  $500 \text{ pS.m}^{-1}$ 인 액체의 경우, 특히 플라스틱 파이프 및 탱크와 같이 접지와 접촉이 제한적인 공정에서 정전기 위험이 발생할 수 있습니다. 어느 경우든 전도도를 이러한 임계값 위로 높일 수 없는 한(예: 정전기 방지 첨가제 사용) 추가 예방 조치를 취해야 할 수 있습니다.

정전기학의 모든 측면에 대한 전문적인 정보와 조언은 다음에서 얻을 수 있습니다.

프레이저 안티 스태틱 기술

Scotts Business Park, 뱀튼, 데번, EX16 9DN, 영국

전화 + 44 (0) 1398 331114 팩

스 + 44 (0) 1398 331411 이메일

일 sales@fraser-antistatic.co.uk

www.fraser-antistatic.com에서

울프슨 정전기

32 Church Lane, Highfield, Southampton  
SO17 1SZ, 영국

전화 +44 (0) 2380 366283

전화 +44 (0) 2380 593709

그리고 glh@wolfsonelectrostatics.com

---

## 7. 결과 해석

---

추가 정보는 European Code of Practice 및 기타 국제 표준에서도 찾을 수 있습니다. 참조할 수 있는 적절한 문서는 PD CLC/TR 50404:2003 'Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity'(CENELEC – European Union Committee for Electrotechnical Standardization)입니다.

이 장비는 민감한 가연성 대기에서 사용하기에 방염 또는 본질적으로 안전하다는 인증을 받지 않았다는 점에 유의하는 것이 중요합니다. 발화 위험을 발생시킬 가능성은 낮지만 가연성 가스, 증기 또는 먼지 구름이 존재하는 환경에서는 사용해서는 안 됩니다.

---

## 8. 사양

---

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 셀 볼륨 측정:                | 36ml  |
| 셀 상수:                   | 3.5 (전도도 = 3.5/샘플 저항)                               |
| 전극 간격:                  | $10 \pm 0.8\text{mm}$ ( $10 \pm 0.8\text{mm}$ )     |
| 바이어스 전압:                | 5V DC   |
| 총 측정 범위:                | 0.1 pS.m-1 - 1.0 x 10 <sup>8</sup> pS.m-1           |
| 전원 공급 장치:               | 내부 충전식 배터리 셀 및 전원 110-240V, 50-60Hz                 |
| 배터리가 완전히 충전되는 데 걸리는 시간: | 16시간(밤새)  |
| 배터리 부족:                 | 디지털 디스플레이에 표시                                       |
| 추가 사항:                  | 예비 계량 셀(기본 키트에 포함되지 않음)<br>저용량 계량 셀(기본 키트에 포함되지 않음) |

---



---

정전에 대한 자세한 정보와 당사 제품의 전체 범위를 보려면  
[www.fraser-antistatic.com](http://www.fraser-antistatic.com)을 방문하세요.



Scotts Business Park, Bampton, Devon, EX16 9DN 영국  
T + 44 (0) 1398 331114 F + 44 (0) 1398 331411 E  
[sales@fraser-antistatic.co.uk](mailto:sales@fraser-antistatic.co.uk) W [www.fraser-antistatic.com](http://www.fraser-antistatic.com)