

열전대 기본 사항

응용 지침서

열전대 응용 지침서 시리즈

열전대에 대한 네 가지 응용 지침서 중 첫 번째 지침서입니다.

1. 열전대 기본 사항
2. 열전대 교정 장비 선택 방법
3. 열전대 교정 시스템의 불확실성 계산
4. 열전대 교정 방법

열전대란?

온도를 측정하는 데 사용되는 센서인 열전대는 가격이 저렴하고, 온도 범위가 넓으며, 온도 제한이 높고, 다양한 유형과 크기로 제공되기 때문에 많은 산업/과학 응용 분야에서 널리 사용되고 있습니다. 발전, 석유/가스, 우주, 반도체, 제약, 생명공학, 식품 가공 및 금속을 비롯한 거의 모든 산업 시장에서 사용되고 있습니다.

고유한 특성과 응용 분야 적합성을 지닌 순수 금속과 합금의 다양한 조합으로 구성된 수백 가지 유형의 열전대가 있습니다. 다양한 열전대 유형에 문자-유형이 지정되어 이를 식별할 수 있습니다. 유형 E, J, K, N, T는 철, 콘스탄탄, 니크로실, 구리, 크로멜, 알루미넬 소재를 각각 사용하는 가장 일반적인 유형의 "비금속" 열전대입니다. 유형 B, R, S 열전대는 좀 더 고가이며 고온 응용 분야에 사용되고, 주로 백금과 로듐 소재로 구성된 "귀금속" 열전대입니다.

열전대 작동 방식

1820년대 에스토니아계 독일인 물리학자 Thomas Johann Seebeck는 두 개의 상이한 전기도체 간에 온도 차이가 발생하면 이에 상응하는 전압 차이가 발생한다는 사실을 발견했습니다. 이 현상은 현재 제베크 또는 열전 효과라고 알려져 있습니다. "제베크 효과"는 열전대 동작에 영향을 줍니다.



그림 1에는 열전대 구성의 예가 나와 있습니다. 열전대는 한쪽 끝 T_1 ("열"접점)에서 결합되는 상이한 두 열전소자인 전선 A와 B로 구성되어 있습니다. 이 전선은 각각의 길이를 따라서 절연되어 있습니다. 다른 끝 T_2 ("냉"접점)는 일정한 기준 온도(일반적으로 얼음의 용융점)에서 유지됩니다. 냉접점은 열전대 전선이 구리선으로 변이되어 측정기에 연결되는 지점입니다. 열전대 전선은 내부 냉접점 회로가 장착된 판독기 또는 측정기에 직접 연결할 수 있습니다. 보통 이 구성은 Ice bath의 용융점에서 유지되는 외부 냉접점을 사용할 때보다 정확도가 떨어집니다. 실제 온도 T_1 와 기준 온도 T_2 의 차이는 실제 온도 T_1 을 나타내기 위해 열전대를 측정하는 기기에서 전자적으로 보정됩니다. 이 조정을 CJC(냉접점 보상)라고 합니다.

열접점(T_1)이 냉접점과 다른 온도에 노출된 경우 전압(열전기력)은 냉접점 전선(T_2) 간의 차이에서 생성됩니다. 냉접점에서 리드 와이어로 연결된 기기는 열전대 전압을 판독하는 데 사용됩니다.

이론적으로 이 전압 측정값은 온도 차이($T_1 - T_2$)에 따라서만 달라집니다. T_1 이 변경되면 열전대의 전압 출력이 온도 변화에 선형적으로 바뀌는 것이 아니라 이에 비례해서 변합니다. 전압 출력의 범위는 약 $-10\text{mV} \sim 77\text{mV}$ 인데, 열전대 유형과 측정 온도에 따라 달라집니다. 온도와 전압의 상관관계는 다양한 열전대 유형에 고유한 관계를 설정합니다. 이러한 관계는 열전대 교정에 대한 기본 사항을 설명하는 참조 표에 요약되어 있습니다.

열전대를 교정해야 하는 이유

열전대 전압은 두 금속이 만나는(T_1) "열"접점에서 생성되지 않고 온도 구배에서 전선이 노출된 전체 길이($T_1 \sim T_2$)를 따라 생성됩니다. 접점과 측정 전압의 온도 차이는 각 열전대 전선이 동종인 경우(구성이 균일함)에만 정확합니다. 열전대가 산업용 설비에서 사용되는 경우 도체 전선은 열이 가해지거나, 화학 물질에 노출되거나, 기계적으로 손상(예: 온도 구배에서 전선이 구부러짐)되어 동질성을 잃을 수 있습니다. 열전대 회로의 이질적 부분이 온도 구배에 노출되면 측정된 전압이 달라지고 오차가 발생합니다. 따라서 열전대를 정기적으로 점검하여 올바르게 측정되도록 교정해야 합니다.

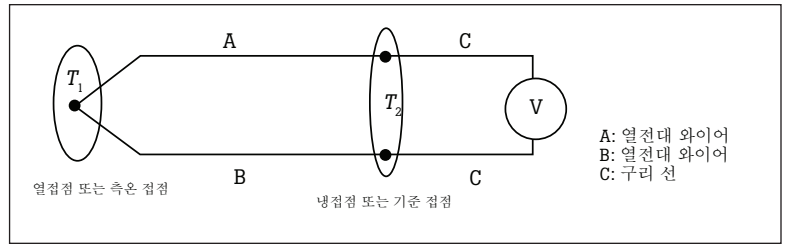


그림 1: 열전대 구성

비금속 열전대(유형 E, J, K, N, T)는 200°C 가 넘는 온도에서 사용하면 "비균질성"을 띄는 경우가 많습니다. 전기로에서 이러한 열전대를 가열하면 전선이 더욱 변형되고 이동하면 온도 구배가 변합니다. 그러면 둘 다 교정 오차로 이어집니다. 이러한 경우 "원위치"(현장) 교정이 필요한데, 이 작업은 교정되는 열전대와 함께 기준 온도계를 삽입한 후 판독값을 비교하여 수행합니다.

귀금속 열전대(유형 B, R, S)도 이질성의 영향을 받을 수 있지만 효율적으로 교정할 수 있으므로 그 영향력은 미미합니다(약 0.3°C). 200°C 미만의 온도에서만 사용되는 비금속 열전대(120°C 미만에서 사용되는 유형 K)는 큰 이질성을 보이지 않으며 다른 장소에서 교정할 수 있습니다.¹

¹열전대의 이질성에 대한 자세한 내용은 뉴질랜드의 기술 가이드 "열전대의 이해"에서 측정 표준 연구를 참조하십시오.

Fluke Calibration. Precision, performance, confidence.™

Electrical	RF	Temperature	Pressure	Flow	Software
------------	----	-------------	----------	------	----------

Fluke Calibration
PO Box 9090,
Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands
Web access: <http://www.flukecal.eu>

자세한 내용은 다음으로 문의하십시오.

미국 (877) 355-3225 또는 팩스 (425) 446-5716
유럽/중동/아프리카 +31 (0) 40 2675 200 또는 팩스 +31 (0) 40 2675 222
캐나다 (800)-36-FLUKE or Fax (905) 890-6866
기타 국가 +1 (425) 446-6110 또는 팩스 +1 (425) 446-5716
웹 사이트: <http://www.flukecal.com>

©2015 Fluke Calibration. 사양은 예고 없이 변경될 수 있습니다.
Printed in U.S.A. 6/2015 6004059A_KR

이 문서의 수정은 Fluke Calibration 의 서면 허가 없이는 허용되지 않습니다.