

# Temperature Calibration

FLUKE®



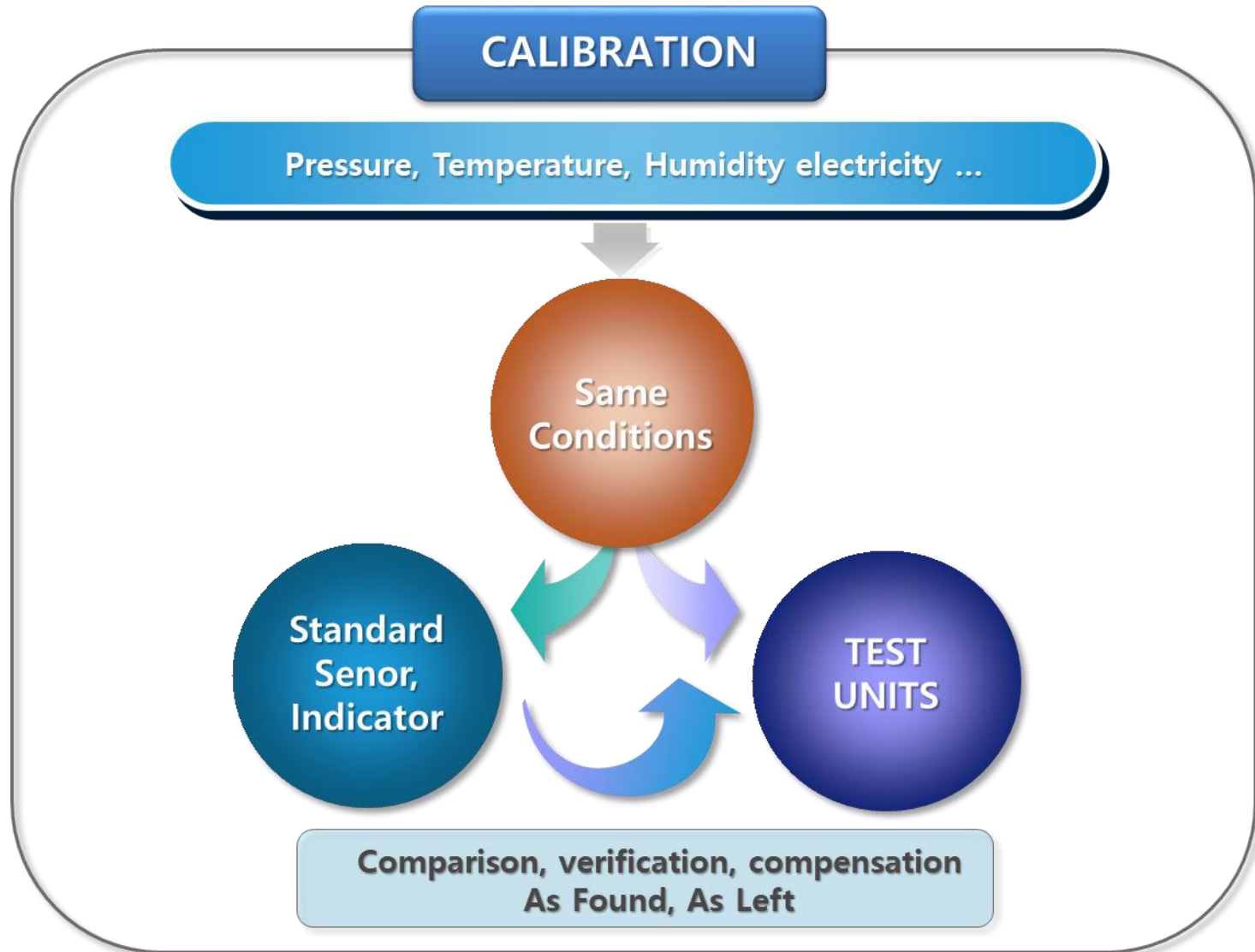
# Fluke Web Seminar

현장용 마이크로 베스 및 드라이웰 교정기를  
이용한 올바른 온도센서 교정 방법

**FLUKE**®

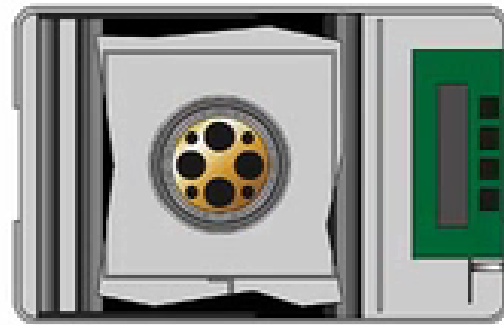
1. 교정이란
2. 온도 교정을 위한 열원의 종류 및 특징 소개
  - Dry-wells / Calibration Furnaces
  - Liquid Baths
3. 열원(Heat Source) 측정 오차 발생 원인
  - 용어 정리
4. 현장용 온도 교정기 선택 방법
5. 현장용 온도 교정기를 활용하여 온도센서 교정

# 교정이란 Calibration



# 온도 교정을 위한 열원의 종류 및 특징 소개

- **Dry-Block/Dry-Well**
  - 열 전달 매질 : 고체
  - 온도블럭(인서트) 내장
  - 고정된 담금 깊이
  - 사용 편의성
  - 빠른 온도 구현 속도
  - 이동성



- **Calibration Furnace**
  - 열 전달 매질 : 고체/기체
  - 온도블럭(인서트) 내장
  - 설치용 : 교정실
  - 주로 1000도 이상 고온 사용
    - > 고온 열전대 교정
    - > 열처리 (ANNEALING)
  - 큰 담금 깊이



## ▪ Liquid Baths

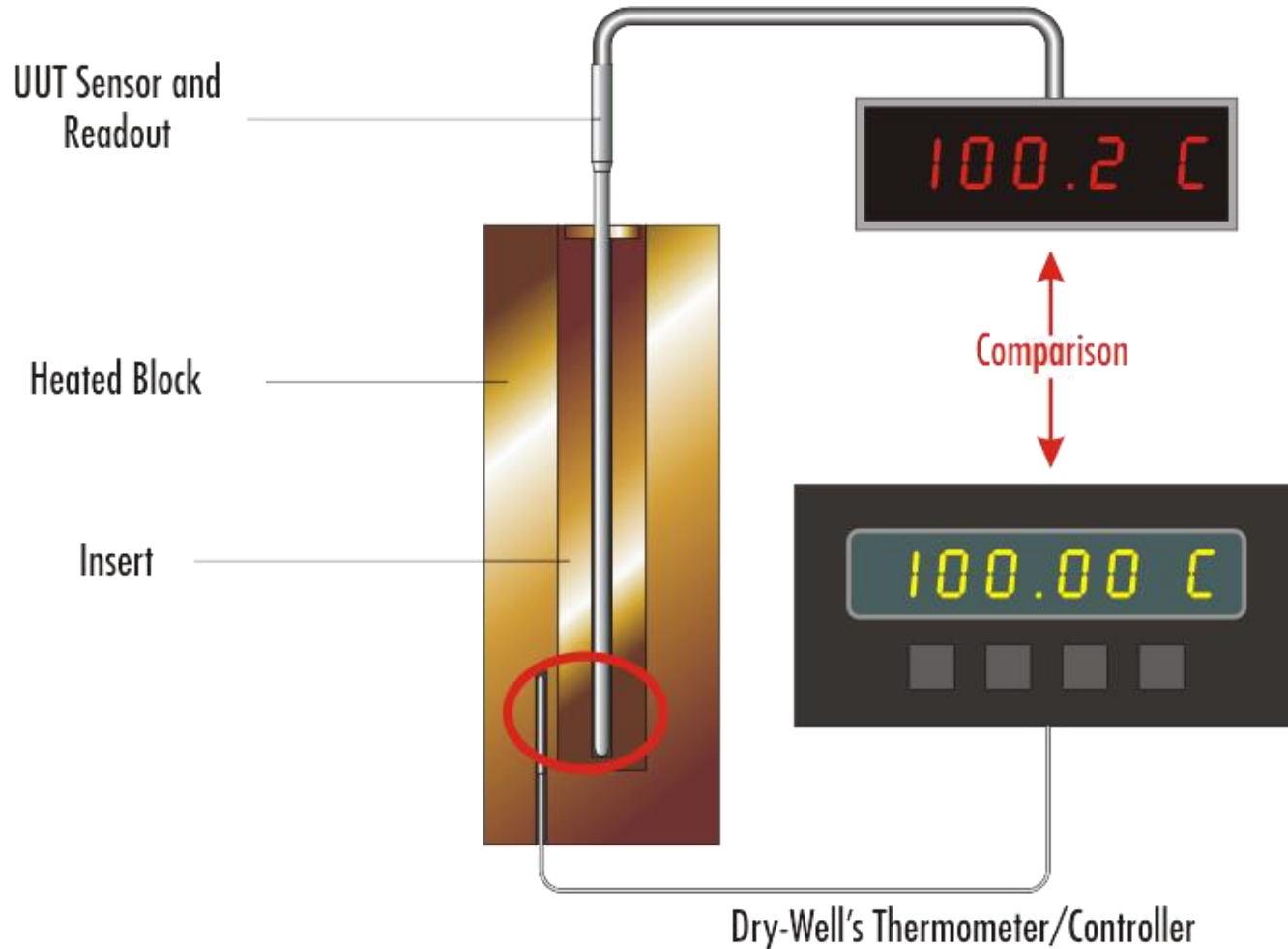
- 열 전달 매질 : 액체
- 좋은 안정도, 균일도,
- 낮은 Stem Conduction
- 다양한 온도센서 적용
- 많은 수량의 센서를 한번에 교정
- 매질 관리



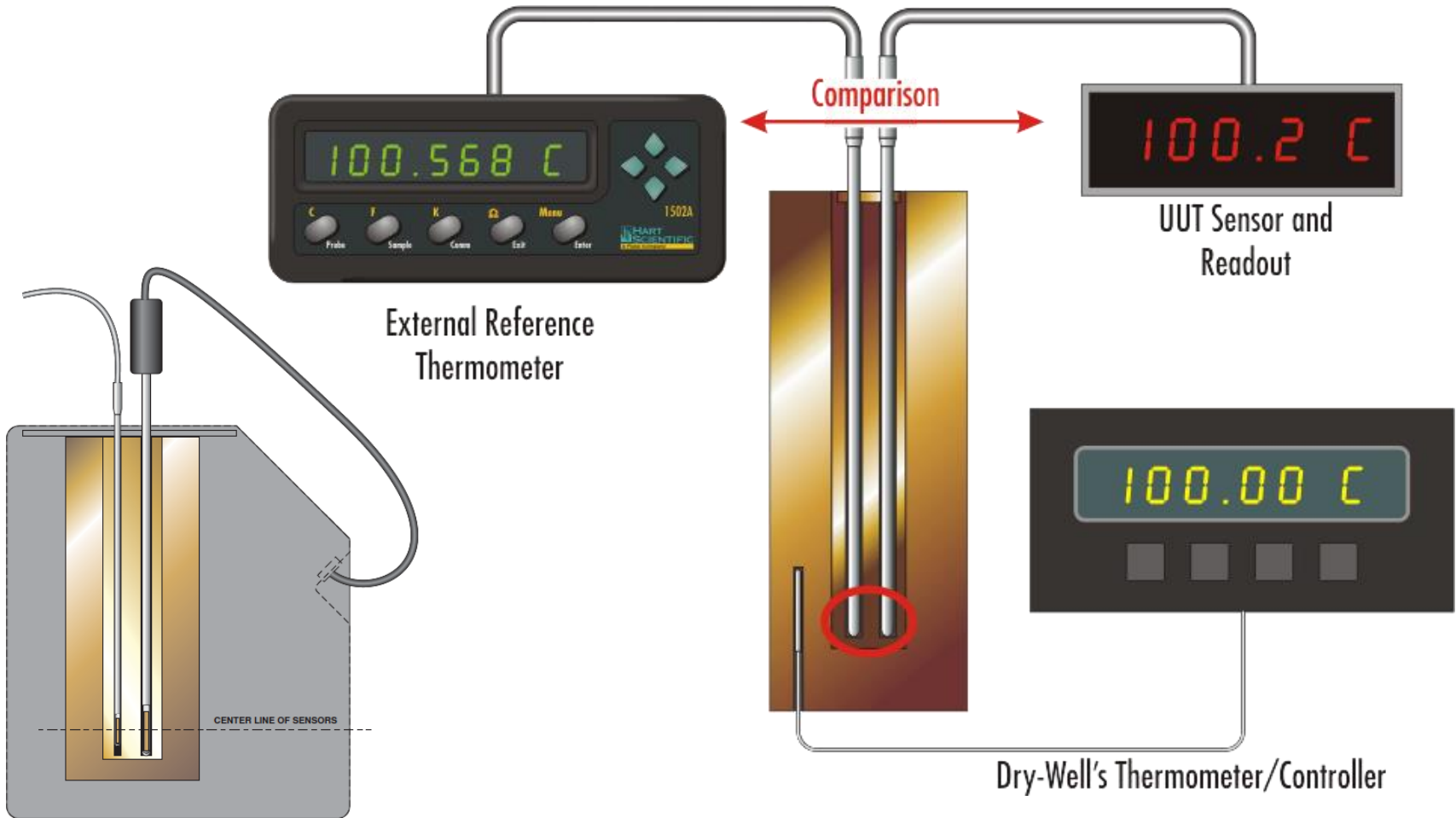
# 열원(Heat Source) 측정 오차 발생 원인

- 온도센서의 탐침 깊이
- 온도센서의 길이/지름
- Loading Effect
- 디스플레이 정확도
- 균일도/분포도 Uniformity (위치)
- 안정도 Stability (시간)

- 내부 컨트롤 온도센서와의 비교

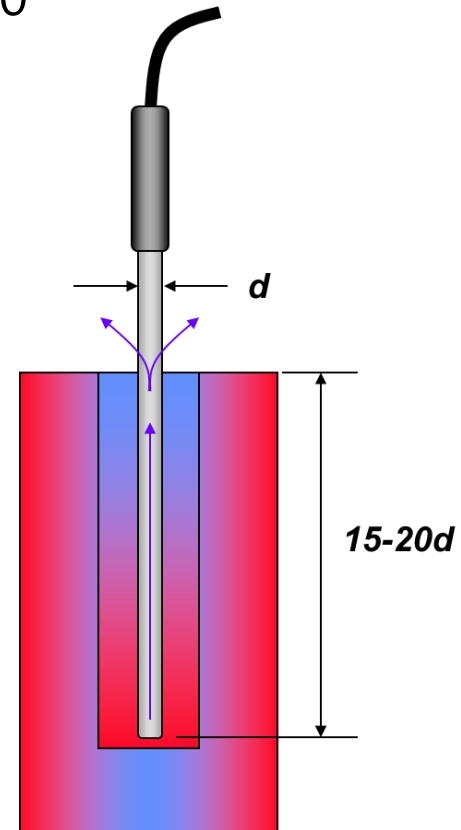
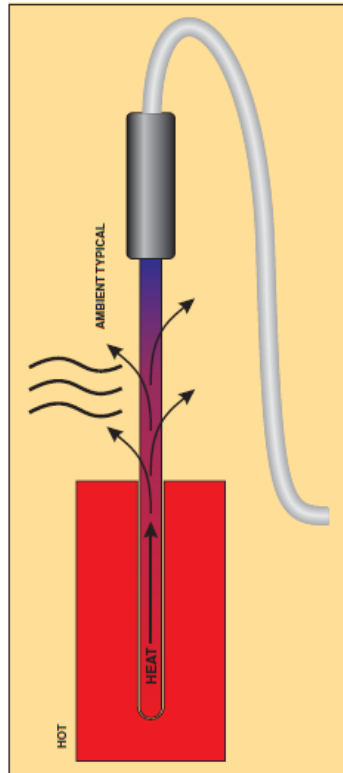


- 외부 기준 온도 센서와의 비교

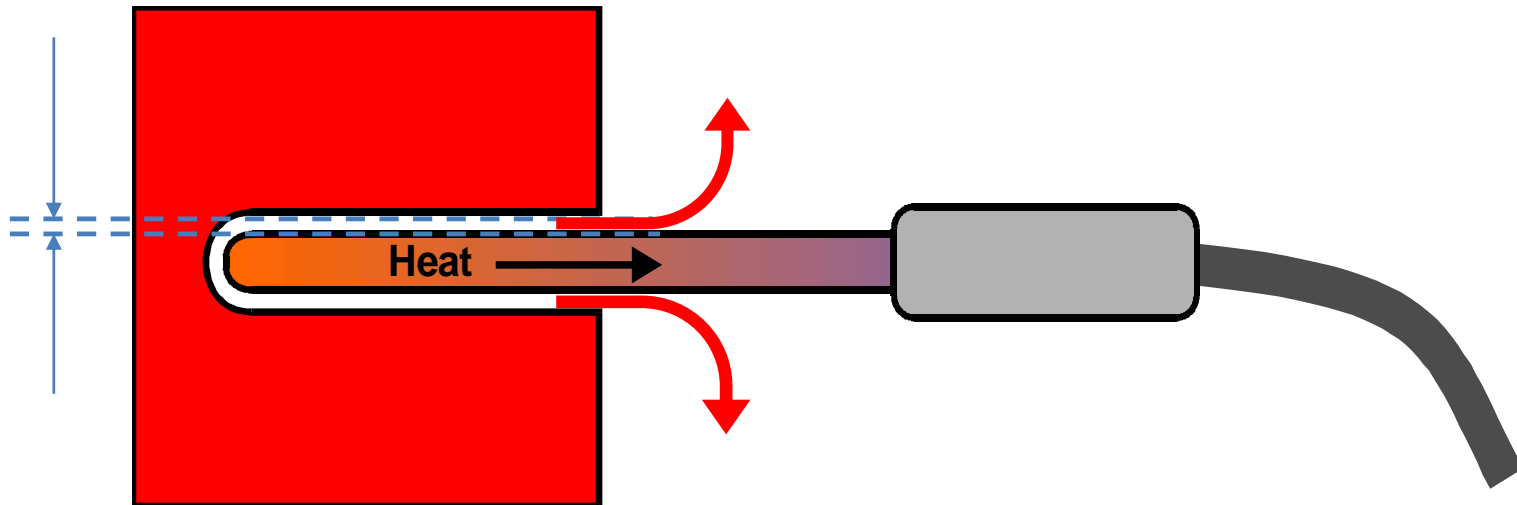
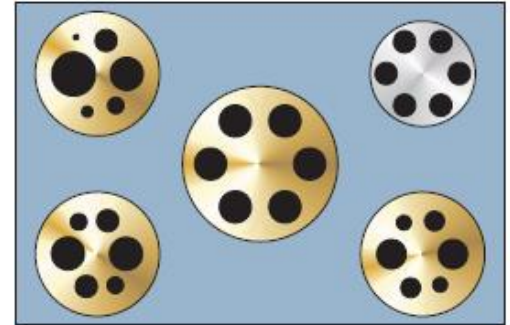


## ▪ Stem conduction error

- 온도센서의 지름이 클수록 커짐, 센서의 재질에 따라
- 온도센서 담금 깊이 > 온도센서 지름 X 20

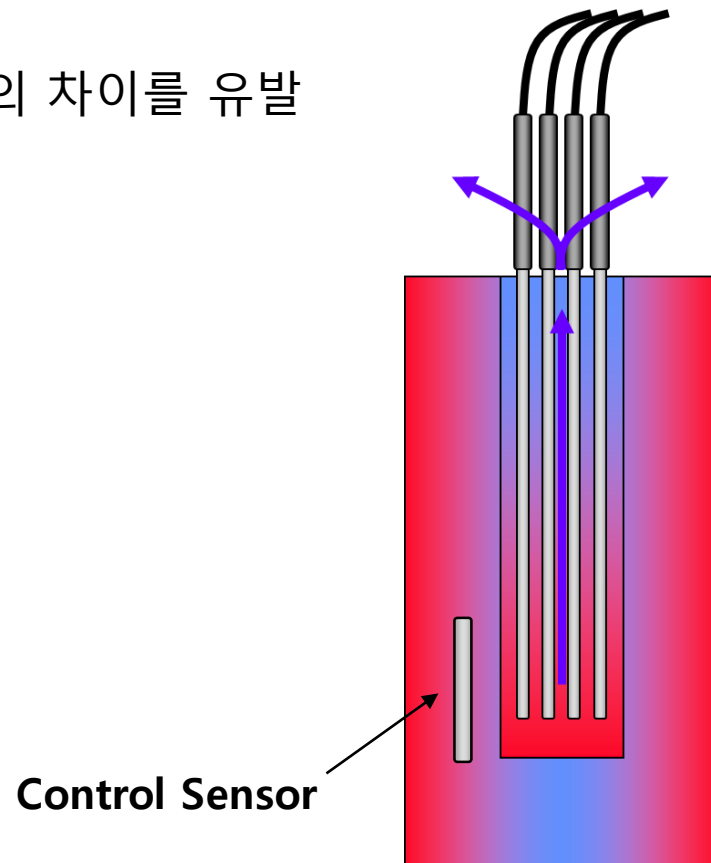


- 인서트 블록 홀 사이즈와 온도센서 사이의 정적 간격  
- 0.1mm ~0.3mm

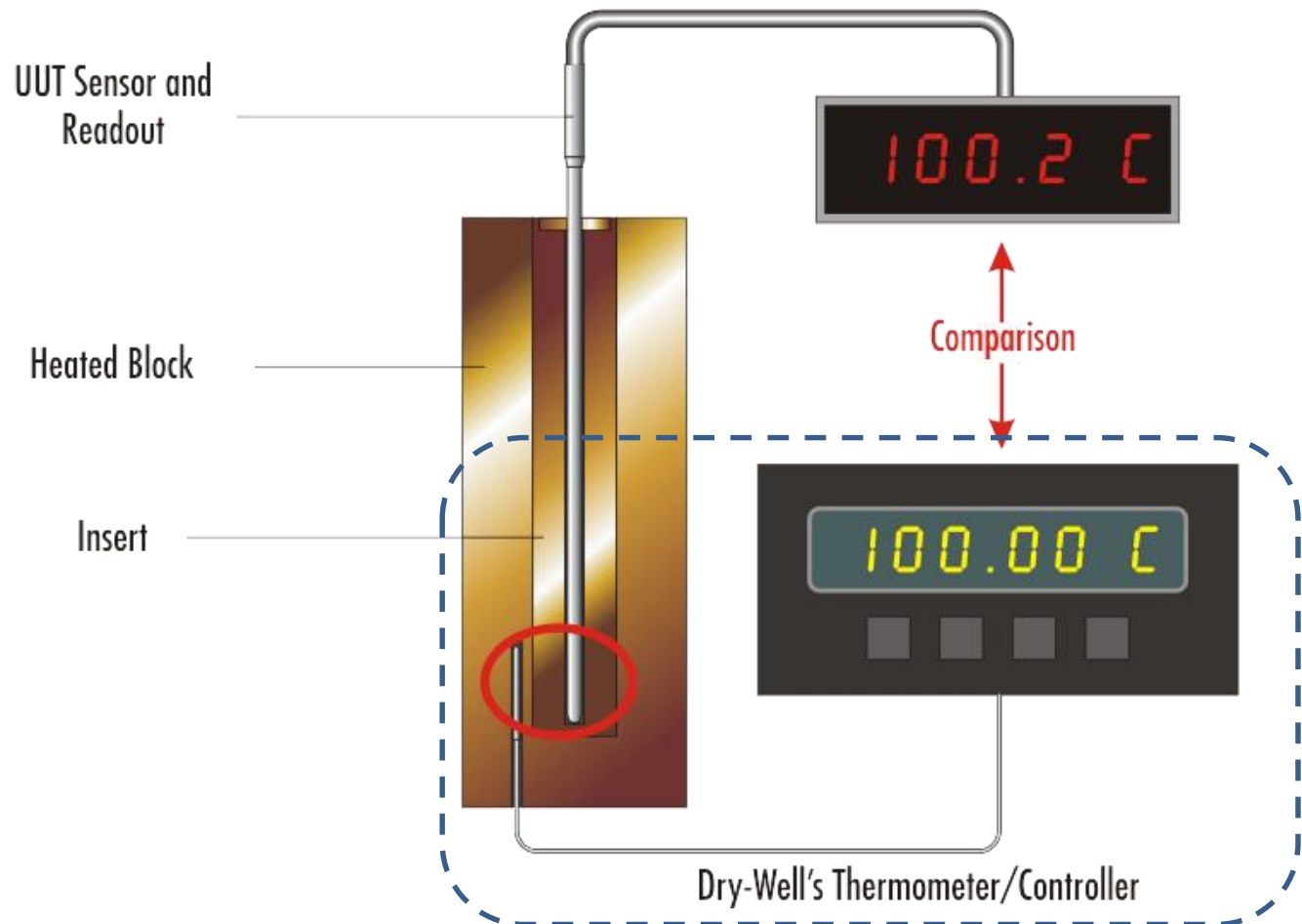


## ▪ Loading Effect

- 측정 센서의 수는 웰에서 또는 웰 안으로 유입되는 열의 양에 영향을 미침
- 인서트 내의 온도 변화
- > 컨트롤 센서와 측정 센서들 사이의 차이를 유발

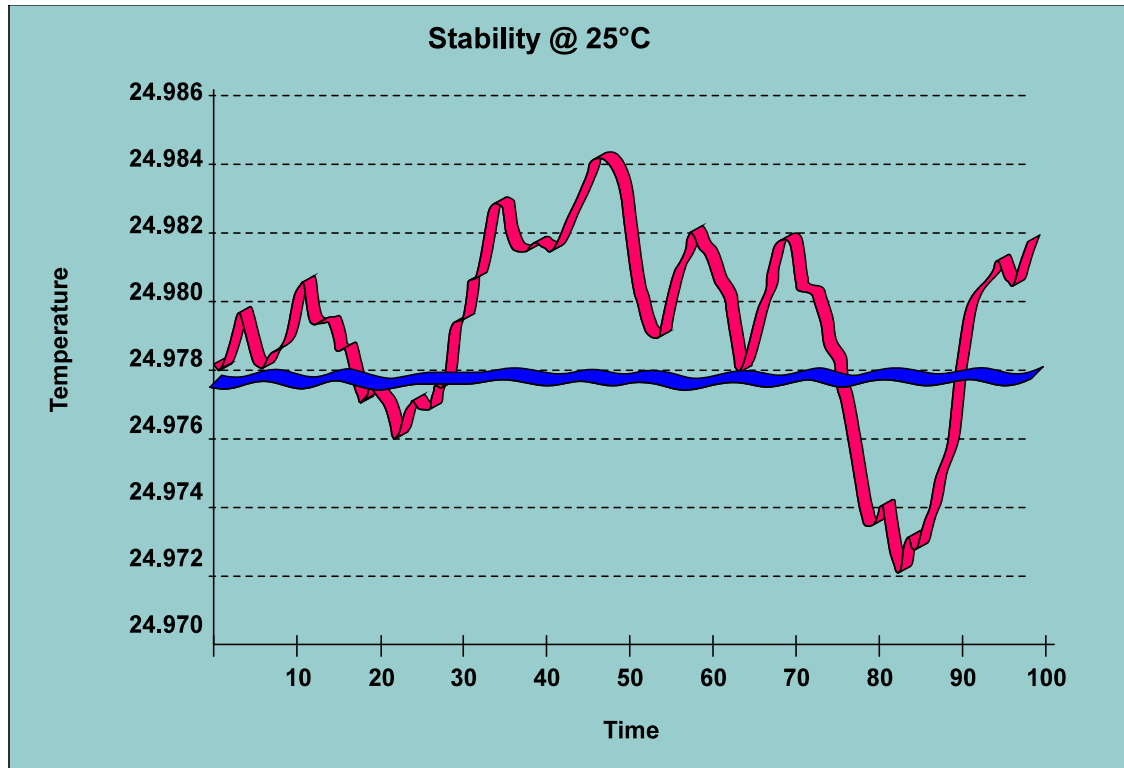


- 열원의 컨트롤러 지시값의 정확도 확인
  - 권장 교정 주기 : 1년



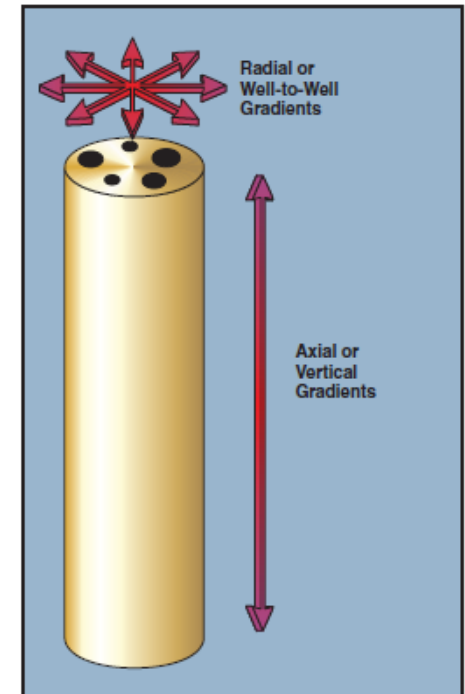
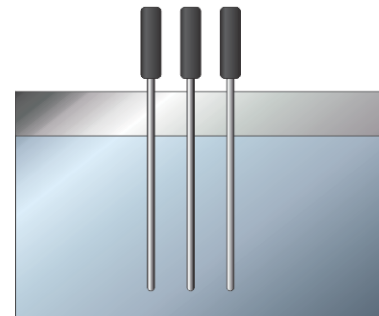
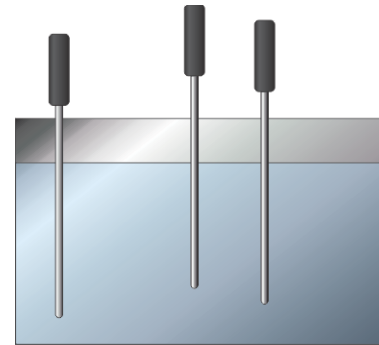
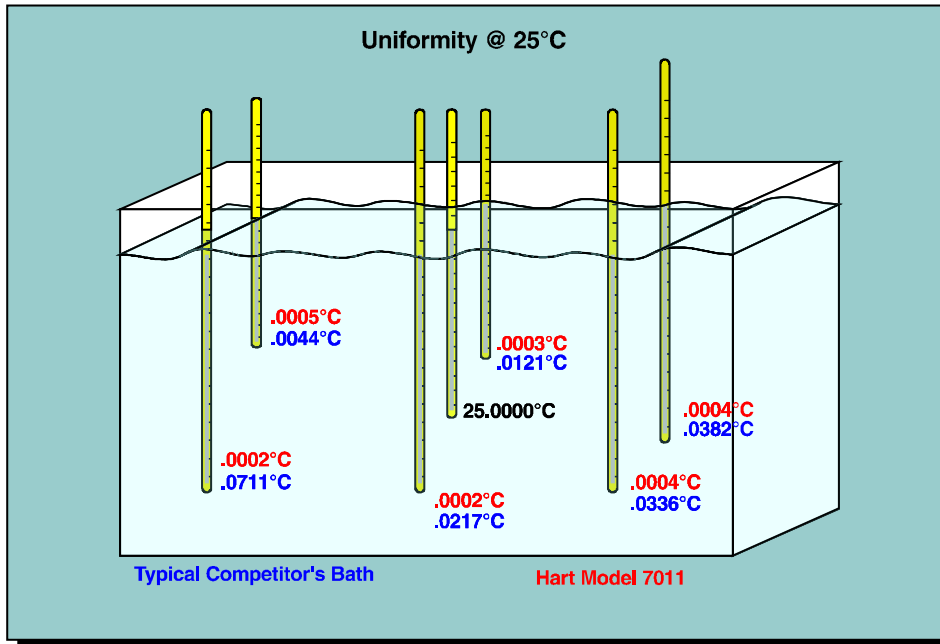
## ▪ Stability

- 열원의 한지점에서 시간에 따른 변화율
- 온도 컨트롤러 PID 제어
- > 제품의 온도에 맞는 비례제어값 공장에서 셋팅 되어 출시



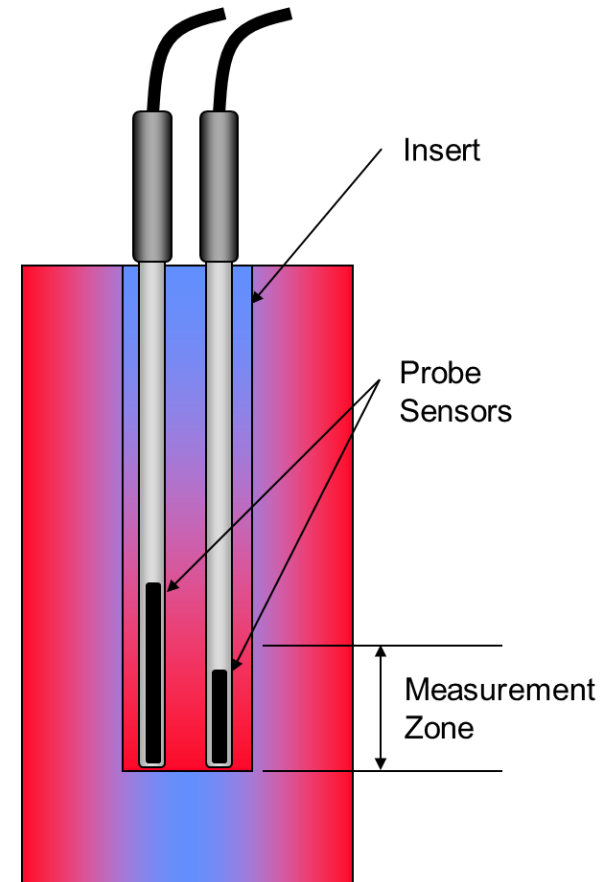
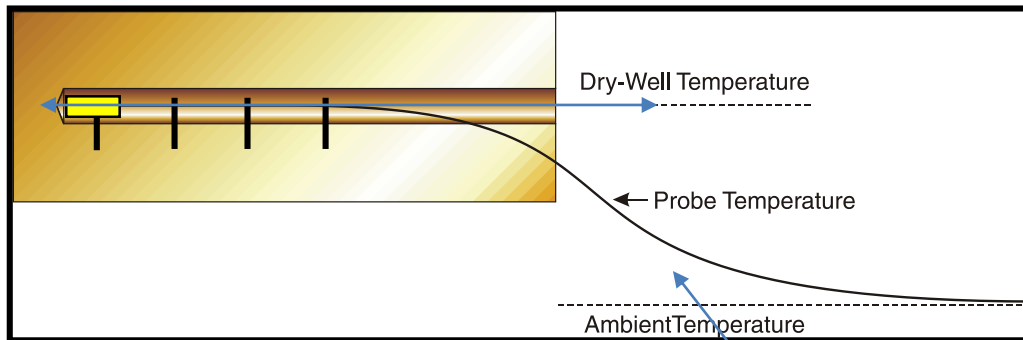
## ■ Uniformity

- 열원의 working volume 내에서의 위치에 따른 변화율
- > 위치/깊이에 따른 변화율



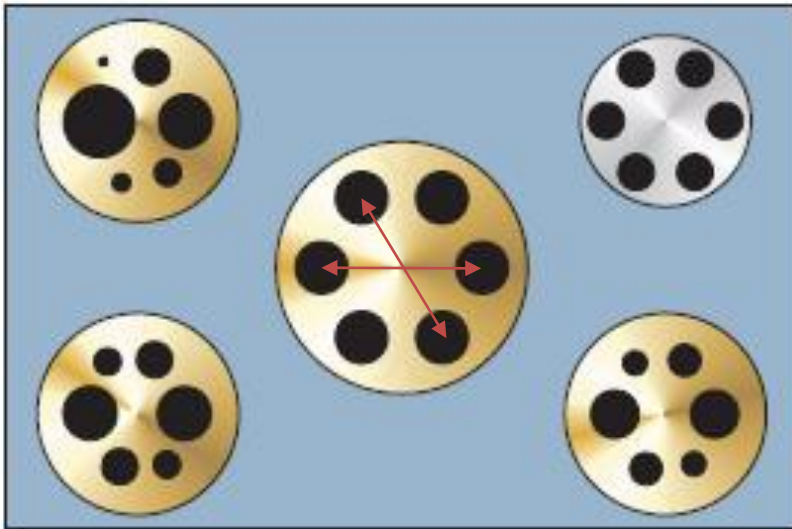
## ▪ Axial Uniformity

- 인서트 블록의 깊이에 따른 온도 변화율
- 외부 대기와 근접할수록 증가

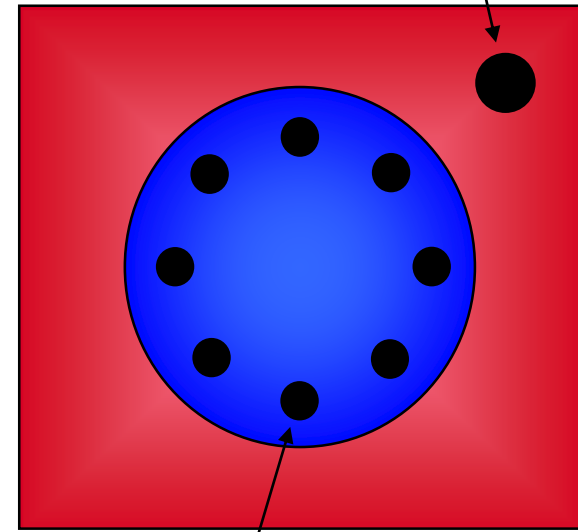


## ▪ Radial Uniformity

- 인서트 블록의 홀들 간(같은 깊이) 거리에 따른 온도 변화율
- 인서트 재질, 히터의 위치 드라이웰 설계에 따른 고유 특성



Internal Control Sensor

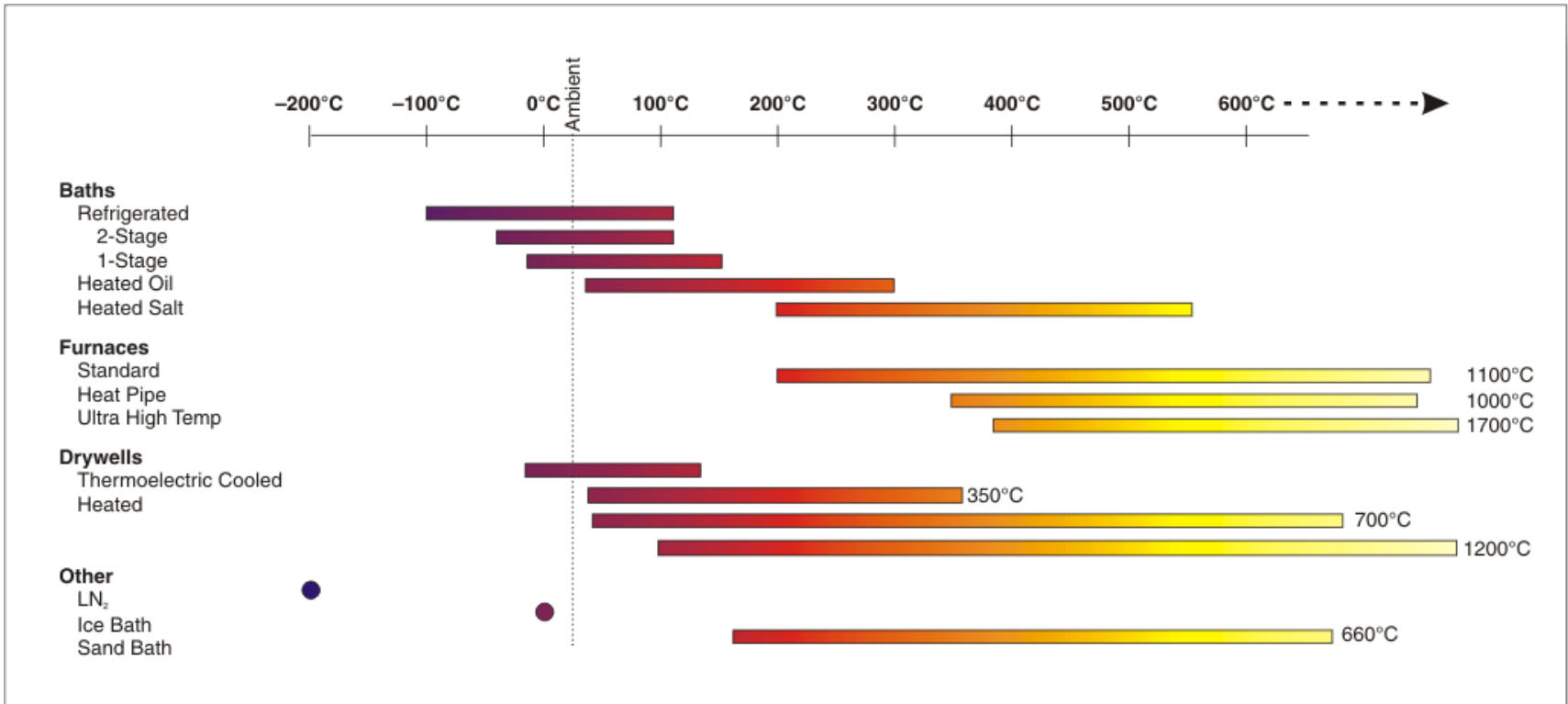


External Reference Probe

# 현장용 온도 교정기 선택 방법

## ■ 온도 범위

- 온도 범위에 따른 열원(Heat Source) 공급 장치 분류
- Bath 매질 : 알코올, 물, 실리콘오일
- 인서트 매질 : 알루미늄, 구리 etc / 고온 전기로 : 알루미나, 석영



- 교정 센서의 모양 / 담금 깊이
- 교정 센서의 정확도 / 비용
- 한번에 교정하고자 하는 센서 처리량 / Working Volume
- 온도 컨트롤 속도
- 운반성



- -95 to 1200 °C
- 온도 범위와 성능에 따른 다양한 제품군

## 9190A

> -95 °C ~ 140 °C



## 914X series.

9142: -25°C to 150°C

9143: 33°C to 350°C

9144: 50°C to 660°C



## 917X series.

9170: -45 °C to 140 °C

9171: 30 °C to 155 °C

9172: 35 °C to 425 °C

9173: 50 °C to 700 °C



Good performance

## 9150

> 150 °C to 1200 °C



# 다양한 온도 범위의 현장용 마이크로 베스

FLUKE®

- -30 to 250 °C
- 온도 범위와 Working volume에 따른 다양한 제품군

## 6102/7102/7103

6102: 35 °C to 200 °C  
7102: -5 °C to 125 °C  
7103: -30 °C to 125 °C



64 mm dia x 140mm deep

## 6109A/7109A.

6109A: 35 °C to 250 °C  
7109A: -25 °C to 140 °C



110 mm dia x 150 mm depth



6109

7102

7103



6109A



7109A

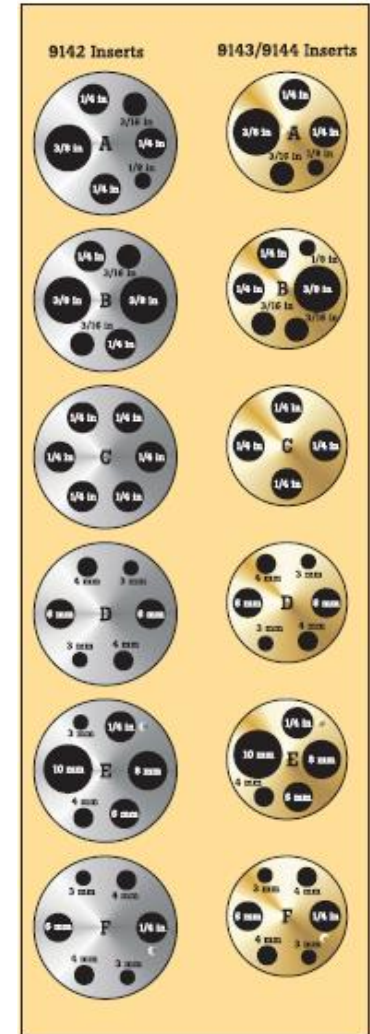
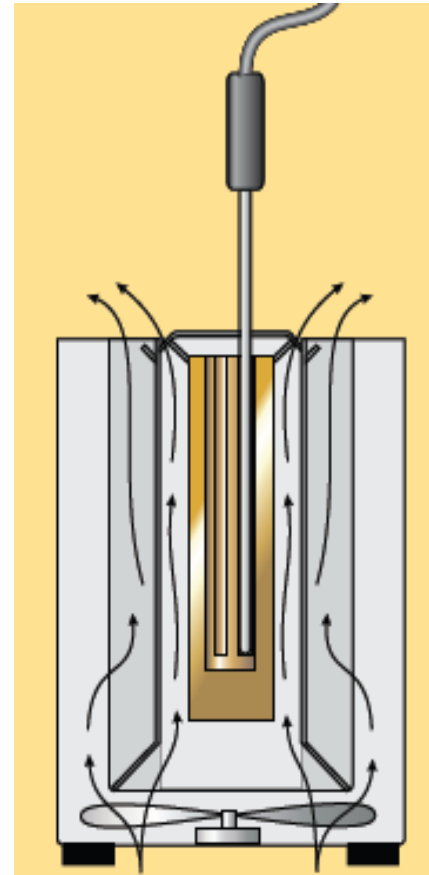
- **3개의 모델로 구성**
  - > 9142:  $-25^{\circ}\text{C}$  to  $150^{\circ}\text{C}$
  - > 9143:  $33^{\circ}\text{C}$  to  $350^{\circ}\text{C}$
  - > 9144:  $50^{\circ}\text{C}$  to  $660^{\circ}\text{C}$
- **프로세스 옵션**
  - > 20개의 테스트에 대한 현장 문서작업
  - > 레퍼런스 PRT 측정 기능
  - > UUTs (RTD, TC, and 4-20 mA) 측정 기능
  - > loop power supply 기능
- **자동 스위치 테스트 기능**
- **안정화 여부 표시기**



# 현장용 드라이웰 914X Series

FLUKE®

- **빠른 온도 컨트롤**
  - > 저온용 모델: -25°C까지 약 15분 소요
  - > 중온용 모델: 350°C까지 약 5분 소요
  - > 고온용 모델: 660°C까지 약 15분 소요
- **현장용에 맞는 디자인**
  - > 새로운 에어 프로우 디자인
  - > 센서의 핸들을 열로 부터 시원하게 유지
- **이동성**
  - > 무게: 7kg to 8 kg
- **다양한 홀사이즈를 가진 인서트**
  - > 6가지 타입(A~F)
  - > custom size 인서트 제작



# 현장용 드라이웰 914X Series (Process Option)

FLUKE®

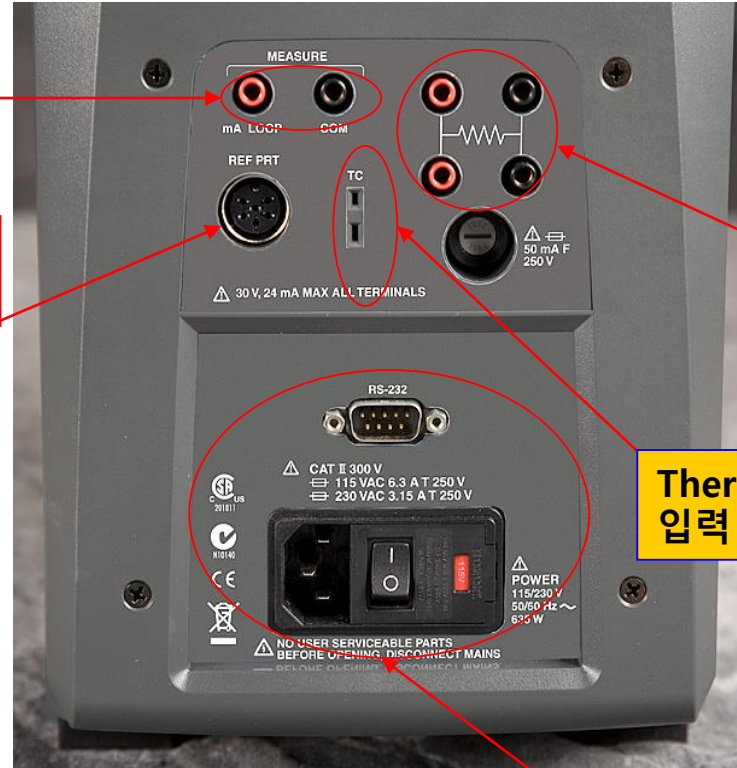
온도트랜스미터  
mA 루프 전류 측정

레퍼런스 PRT 입력을 위한  
smart connector

PRTs나  
RTDs를 측정  
할 수 있는  
단자

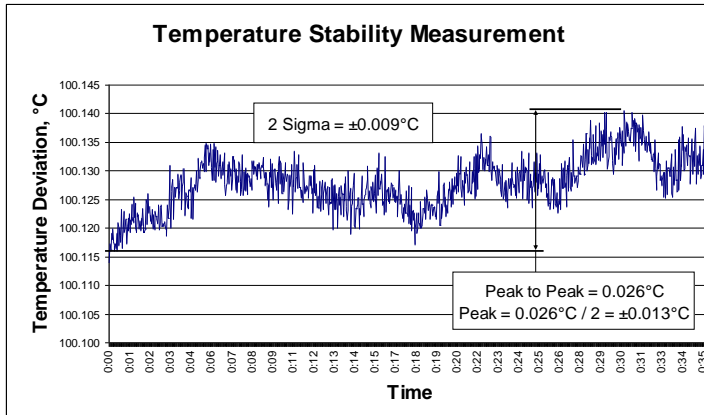
Thermocouple  
입력 단자

RS-232와  
전원 입력단자



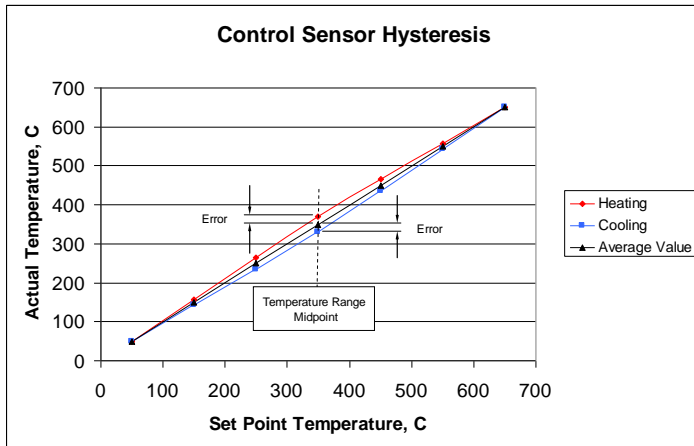
61.15°C			
TEST ID: 888888 TEST 09			
WELL TEMP °C	REF TEMP	TC-M TEMP	TEMP DIFF
623.46	633.46	643.46	3.46
624.46	634.46	644.46	4.46
625.46	635.46	645.46	5.46

현장 문서 작업을 통하여 입력 값, 레퍼런스 온도 값,  
UUT 측정 값, 레퍼런스와 UUT의 차이 값들을 기록.



## ■ Dual-zone control

- >  $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 의 안정도
- >  $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 의 홀간 균일도
- >  $\pm 0.04^\circ\text{C}$ 의 축간 균일도
- >  $\pm 0.006^\circ\text{C}$ 의 loading error
- >  $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 의 디스플레이 정확도
- > 휴대용 온도계 급의 레퍼런스메터의 정확도



## ■ NVLAP-accredited calibration standard

## ■ 150 mm (6 in)의 홀의 깊이

# 현장용 드라이웰 914X Series

## 9142

Spec	Hart	ATC	ITC	6-in-1	Fast-Cal	Druck
Display Acc.	0.2	0.1	0.25	0.3	0.2	0.3
Ref. Acc.	0.01-0.02	0.04	n/a	0.1	0.15	0.15
Stability	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03
Cooling Time	15 min	13 to -20	23 min	Not given	Not given	22 min
Heat Time	16 to 140	19 to 140	14 min	15 to 140	15 to 140	14 to 120
Weight	8.2 kg	12.2 kg	7.6 kg	14 kg	6.6 kg	9.5 kg
Process Electronics	Ref, TC, RTD, mA	Ref, TC, RTD, mA	n/a	Ref, mA, no 24V	Ref, mA, no 24V	Ref, TC, RTD, mA
Auto/Doc.	Both	Both	n/a	n/a	n/a	Both
Amb. Impact	13 - 33	23	23	23	23	22

## 9143

Spec	Hart	ATC	ITC	6-in-1	Fast-Cal	Druck
Display Acc.	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	No Offering
Ref. Acc.	0.02-0.04	0.07	n/a	0.1	0.2	
Stability	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	
Cooling Time	14 min	22 min	30 min	25 min	40 min	
Heat Time	5 min	7 min	7 min	25 min	15 min	
Weight	7.3 kg	10.2 kg	6.5 kg	8 kg	6.35 kg	
Process Electronics	Ref, TC, RTD, mA	Ref, TC, RTD, mA	n/a	Ref, mA, no 24V	Ref, mA, no 24V	
Auto/Doc.	Both	Both	n/a	n/a	n/a	
Amb. Impact	13 - 33	23	23	23	23	

## 9144

Spec	Hart	ATC	ITC	6-in-1	Fast-Cal	Druck
Display Acc.	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	No Offering
Ref. Acc.	0.02-0.04	0.07	n/a	0.1	0.2	
Stability	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	
Cooling Time	14 min	22 min	30 min	25 min	40 min	
Heat Time	5 min	7 min	7 min	25 min	15 min	
Weight	7.3 kg	10.2 kg	6.5 kg	8 kg	6.35 kg	
Process Electronics	Ref, TC, RTD, mA	Ref, TC, RTD, mA	n/a	Ref, mA, no 24V	Ref, mA, no 24V	
Auto/Doc.	Both	Both	n/a	n/a	n/a	
Amb. Impact	13 - 33	23	23	23	23	



# 현장용 마이크로 베스 6109A/7109A

FLUKE®

- 온도 범위

- > 6109A : 35 °C to 250 °C
- > 7109A : -25 °C to 140 °C

- Large Working Volume

- > 110 mm diameter x 150 mm depth
- > 기존 마이크로 베스 보다 4배
- > 다양한 모양과 기하학적인 형태의 센서 교정
- > tri-clamp / 위생센서
- > 한번에 여러 센서 교정
- > 교정 작업 시간 절약

- 높은 디스플레이 정확도 :  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$

- > 기존 현장용 장비들에 보다 2배

- 이동성

- > 접근하기 어려운 공장 지역에서 쉬운 운반

6109A



7109A



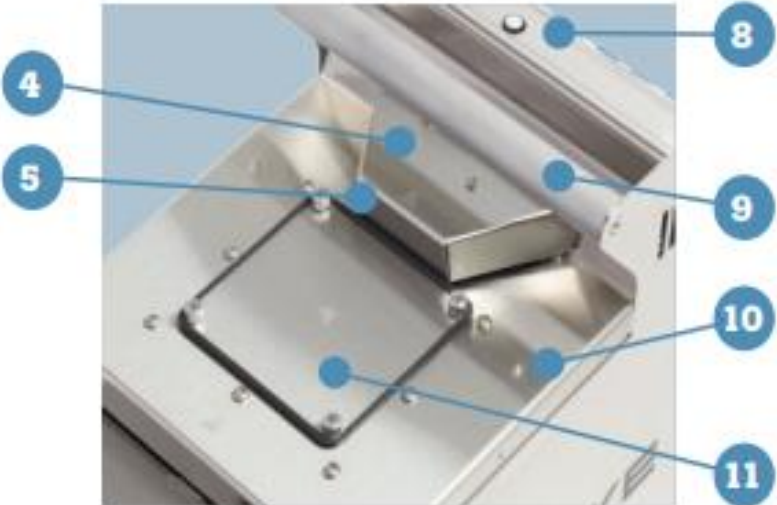
- 부식 방지 스테인리스 스틸 케이스
  - > 닦기 쉽고 손쉬운 유지 관리(쉽게 살균 가능)
  - > 제약, 바이오, food 공정 산업의 clean 공정 분야를 위해 설계
- Large Working Volume
  - > 기존 마이크로 배스 보다 4배
  - > 교정 작업 시간 절약

Tri-Clamp Sensor / 위생센서





1. 스테인레스 스틸 탱크
  2. 베스 유체
  3. 컨트롤센서: 정밀백금저항 온도계 측정/제어
  4. Stir Motor Cover: 교반 모터를 보호
  5. 스티어 모터:
  6. Stir Guard: 작업 영역 프로 펠러분리 레벨 표시(MAX , MIN)
  7. 프로펠러
8. 준비 표시기: 안정화
  9. 운반용 손잡이
  10. 나사 구멍: 클램프 키트 사용
  11. 탱크커버



- 프로세스 옵션
  - > 20개의 테스트에 대한 현장 문서작업
  - > 레퍼런스 PRT 측정 기능
  - > UUTs (RTD, TC, and 4-20 mA) 측정 기능
  - > 온도트렌스미터 용 loop power supply 기능



6109A



6109A-P



7109A



7109A-P

## ▪ 악세서리



**7109-2080**  
**Fluid Expansion Overflow Tank**



**7109-2051**  
**Single Probe Clamp Kit**



**7109-2027**  
**Adjustable Probe Holding Fixture**



**7109-2013-1**  
**Transport Cover**



**7109-2013-2**  
**Probe Access Cover**



**7109-CASE**  
**Carrying Case**

# 현장용 온도 교정기를 활용하여 온도센서 교정