

# Temperature Calibration



**FLUKE**®

Calibration

# 온도센서의 이해 및 온도교정기를 이용한 올바른 온도센서 교정 방법

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

# 온도센서

## Temperature Sensor

**FLUKE**®

**— Calibration**

## ■ 온도센서란?

- 주변 환경의 열에너지의 변화와 관련하여 측정 가능한 물리량(저항, 전압, 액체 팽창)을 사용하여 온도 변화를 감지

## ■ 온도센서 분류

- 측정방식: 접촉식 온도계, 비접촉식 온도계
- 측정원리: 일차 온도계, 2차 온도계
- 측정 정확도: 표준기, 기준기, 정밀, 일반

# Temperature Sensors

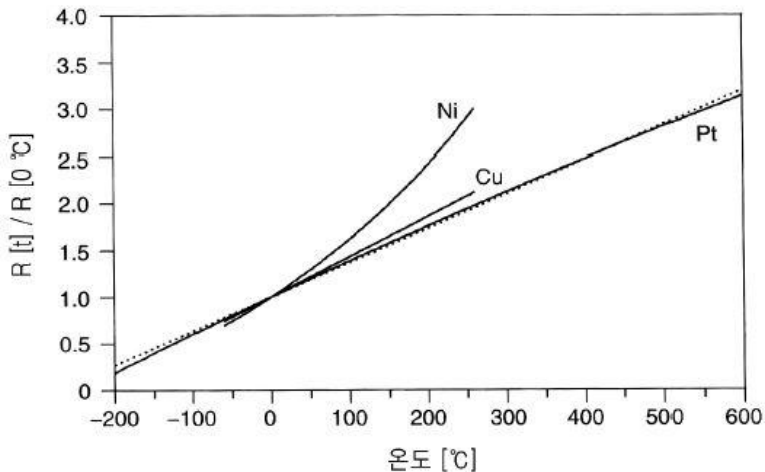
## 온도계 종류

- 접촉식 온도계:
  - > 기체온도계, 증기압 온도계, 잠음온도계, 음향온도계
  - > 저항식 온도계, 열전대, 서미스터
  - > 광섬유 온도계, 바이메탈 온도계, 유리제 온도계, 반도체 온도계,
- 비접촉식 온도계: 광고온계, 복사온도계 열화상 카메라등등



## ■ 금속의 온도에 따른 저항 변화를 이용

- 금속은 일반적으로 좋은 전도체 (금속내의 자유전자 때문)
- 전기전도도에 영향을 주는 2가지 요인 → 온도, 불순물
- 온도상승 → 격자진동 증가 → 전자의 산란 증가 → 저항 증가
- 백금 : 온도 변화에 따른 저항 변화의 선형성이 가장 좋음



$$R(t) = R(0^\circ\text{C})(1 + \alpha t)$$

## ■ 백금 온도계의 전기적 성질

- 캘린더 (Callendar) 0도 이상:

$$R(t) = R(0\text{ }^{\circ}\text{C})(1 + A t + B t^2)$$

$$= R(t) = R(0\text{ }^{\circ}\text{C}) \left[ 1 + \alpha t + \alpha \delta \left( \frac{t}{100} \right) \left( 1 - \frac{t}{100} \right) \right]$$

$$\alpha = \frac{R(100\text{ }^{\circ}\text{C}) - R(0\text{ }^{\circ}\text{C})}{100 R(0\text{ }^{\circ}\text{C})}$$

- 반 듀센 (Van Dusen)

> 0 °C 이하에서 저항-온도 관계를 설명하는데 항 추가

$$R(t) = R(0\text{ }^{\circ}\text{C}) [ 1 + A t + B t^2 + \underline{C (t - 100) t^3} ]$$

→ 캘린더-반 두산 식 (Callendar-van Dusen equation)

→ CVD 방정식 - 주로 PRT에만 적용

$$R(t) = R(0\text{ }^{\circ}\text{C}) [1 + A t + B t^2 + C (t - 100) t^3]$$

$$\rho = \frac{R(29.764\ 6\text{ }^{\circ}\text{C})}{R(0\text{ }^{\circ}\text{C})}$$

$$W(29.764\ 6) = \geq 1.118\ 07 \quad [\text{Ga} / \text{WT}]$$

$$W(-38.834\ 4) = \leq 0.844\ 235 \quad [\text{Hg} / \text{WT}]$$

$$W(961.78) = \geq 4.284\ 4 \quad [\text{Ag} / \text{WT}]$$

## ■ 표준 백금 저항온도계 (SPRT)

$$A = 3.985 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.85 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$$

$$C = 4.27 \times 10^{-12}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-4}$$

$$\alpha = 3.927 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\rho = 1.118\ 14$$

## ■ 산업용 백금 저항온도계 (IPRT)

$$A = 3.908 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.80 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$$

$$C = 4.27 \times 10^{-12}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-4}$$

$$\alpha = 3.85 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\rho = 1.115\ 817$$

# 저항식 온도계

## Tables for RTD Pt100

Temperature interval

-200 °C to 0 °C

$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3]$

Coefficients

A = 3.9083 E-3

B = -5.775 E-7

C = -4.183 E-12

a = 3.85055 E-3

$$\alpha = \frac{(R_{100} - R_0)}{100 \cdot R_0}$$

Temperature interval

0 °C to 850 °C

$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$

Coefficients

A = 3.9083 E-3

B = -5.775 E-7

C = -4.183 E-12

a = 3.85055 E-3

$$\alpha = \frac{(R_{100} - R_0)}{100 \cdot R_0}$$

FLUKE®

Calibration

TABLE: -200 - 850 °C for Pt100 as per IEC 60751 (2008)

Temp °C	res ohm	DR/DT ohm / °C	Temp °C	res ohm	DR/DT ohm / °C	Temp °C	res ohm	DR/DT ohm / °C	Temp °C	res ohm	DR/DT ohm / °C
-200	18,520	0,432	100	138,506	0,379	400	247,092	0,345	700	345,284	0,310
-190	22,825	0,429	110	142,293	0,378	410	250,533	0,343	710	348,378	0,309
-180	27,096	0,425	120	146,068	0,377	420	253,962	0,342	720	351,460	0,308
-170	31,335	0,422	130	149,832	0,376	430	257,379	0,341	730	354,531	0,307
-160	35,543	0,419	140	153,584	0,375	440	260,785	0,340	740	357,590	0,305
-150	39,723	0,417	150	157,325	0,374	450	264,179	0,339	750	360,638	0,304
-140	43,876	0,414	160	161,054	0,372	460	267,562	0,338	760	363,674	0,303
-130	48,005	0,412	170	164,772	0,371	470	270,933	0,337	770	366,699	0,302
-120	52,110	0,409	180	168,478	0,370	480	274,293	0,335	780	369,712	0,301
-110	56,193	0,407	190	172,173	0,369	490	277,641	0,334	790	372,714	0,300
-100	60,256	0,405	200	175,856	0,368	500	280,978	0,333	800	375,704	0,298
-90	64,300	0,403	210	179,528	0,367	510	284,303	0,332	810	378,683	0,297
-80	68,325	0,402	220	183,188	0,365	520	287,616	0,331	820	381,650	0,296
-70	72,335	0,400	230	186,836	0,364	530	290,918	0,330	830	384,605	0,295
-60	76,328	0,399	240	190,473	0,363	540	294,208	0,328	840	387,549	0,294
-50	80,306	0,397	250	194,098	0,362	550	297,487	0,327	850	390,481	0,293
-40	84,271	0,396	260	197,712	0,361	560	300,754	0,326			
-30	88,222	0,394	270	201,314	0,360	570	304,010	0,325			
-20	92,160	0,393	280	204,905	0,358	580	307,254	0,324			
-10	96,086	0,392	290	208,484	0,357	590	310,487	0,323			
0	100,000	0,391	300	212,052	0,356	600	313,708	0,322			
10	103,903	0,390	310	215,608	0,355	610	316,918	0,320			
20	107,794	0,389	320	219,152	0,354	620	320,116	0,319			
30	111,673	0,387	330	222,685	0,353	630	323,302	0,318			
40	115,541	0,386	340	226,206	0,352	640	326,477	0,317			

# Platinum Resistance Thermometers

FLUKE®

Calibration

## 표준백금저항온도계(SPRT)

- 고순도의 백금선을 이용 (99.999 % 이상)
- $R_{tp} = 25.5 \Omega, 2.5 \Omega, 0.25 \Omega$
- 외적 효과에 매우 민감
  - > 백금선의 변형
  - > 탄성 변형
  - > 오염(장갑, 에탄올 Cleaning)
  - > 기계적 혹은 열적 충격
- 표준 혹은 교정실에서 사용
- 숙련된 전문가가 필요
- 4선식 측정 방법
  - > 브리지, 표준저항, 일정한 전류
  - > ITS-90 (정점 교정)
- 최고 정확도
  - > 물의 삼중점 부근에서 0.01 mK 정도



Specifications	5681	5683
Temperature Range	-200 °C to 670 °C	-200 °C to 480 °C
Nominal $R_{TPW}$	25.5 $\Omega$	
Current	1 mA	
Resistance Ratio	W(302.9146 K) $\geq 1.11807$ and W(234.3156 K) $\leq 0.844235$	
Sensitivity	0.1 $\Omega$ /°C	
Drift Rate	< 0.002 °C/100 hours at 661 °C (typically < 0.001 °C)	< 0.001 °C/100 hours at 480 °C (0.0005 °C typical)
Self-heating at TPW	< 0.002 °C under 1 mA current	
Reproducibility	$\pm 0.001$ °C or better	$\pm 0.00075$ °C or better
$R_{TPW}$ drift after Thermal Cycling	< 0.00075 °C	< 0.0005 °C
Sensor Support	Quartz glass cross	
Diameter of Sensor Pt Wire	0.07 mm (0.003 in)	
Protective Sheath	Quartz glass, Diameter: 7 mm (0.28 in), Length: 520 mm (20.5 in)	

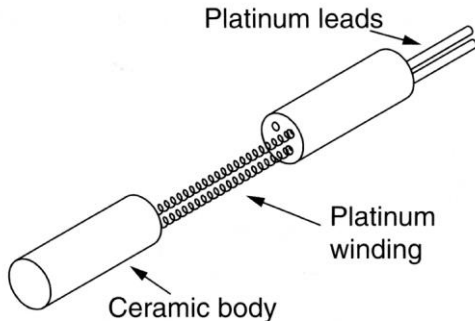
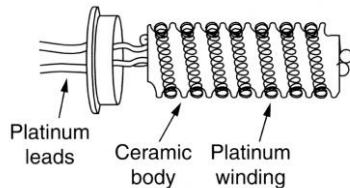
# Platinum Resistance Thermometers

FLUKE®

Calibration

## ■ 기준백금저항온도계(Secondary PRT)

- SPRT보다 내구성이 강함
- 정확도는 떨어짐  
>  $\pm 0.01\text{ }^{\circ}\text{C} \sim \pm 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 보호관 매탈재질
- $R_{tp} = 100\ \Omega$
- 연구소, 교정실, 현장 기준용
- 4선식 측정 방법  
> CVD, ITS-90



# Platinum Resistance Thermometers

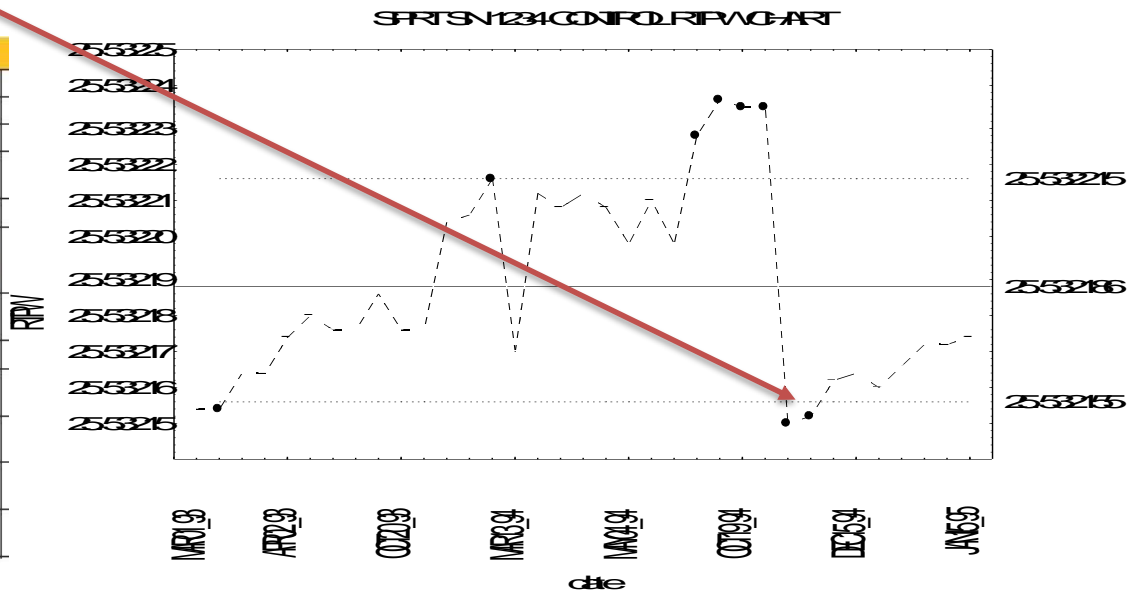
FLUKE®

Calibration

## Reference SPRTs and PRTs 관리

- 드리프트(Drift) > RTPW and Annealing로 check
  - > 시간이 지남에 따라 자연스럽게 스펙내에서 내부 저항이 변화할 수 있음
  - > 산화 혹은 빠른 쿨링에 의한 변형에 의해 Drift 발생
  - > 열처리 (Annealing/480 °C for 4 hours)를 통해서 회복 가능

Specifications	5681	5683
Temperature Range	-200 °C to 670 °C	-200 °C to 480 °C
Nominal $R_{TPW}$	25.5 $\Omega$	
Current	1 mA	
Resistance Ratio	W(302.9146 K) $\geq$ 1.11807 and W(234.3156 K) $\leq$ 0.844235	
Sensitivity	0.1 $\Omega$ / °C	
Drift Rate	< 0.002 °C/100 hours at 661 °C (typically < 0.001 °C)	< 0.001 °C/100 hours at 480 °C (0.0005 °C typical)
Self-heating at TPW	< 0.002 °C under 1 mA current	
Reproducibility	$\pm$ 0.001 °C or better	$\pm$ 0.00075 °C or better
$R_{TPW}$ drift after Thermal Cycling	< 0.00075 °C	< 0.0005 °C
Sensor Support	Quartz glass cross	
Diameter of Sensor Pt Wire	0.07 mm (0.003 in)	
Protective Sheath	Quartz glass, Diameter: 7 mm (0.28 in), Length: 520 mm (20.5 in)	



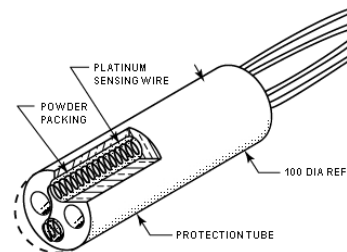
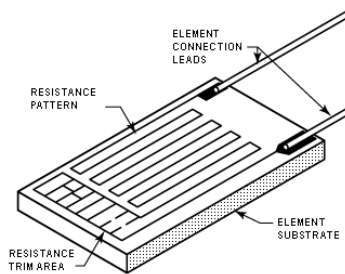
# Platinum Resistance Thermometers

FLUKE®

Calibration

## ■ 산업용 백금저항온도계(IPRT)

- 낮은 정확도, 저렴한 가격
- 정확도 Class AA, A, B, C  
>  $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C} \sim \pm 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 다양한 어플리케이션
- 사용하기 쉽고 튼튼
- $R_{tp} = 100\ \Omega, 200\ \Omega, 500\ \Omega, 1000\ \Omega$
- 2선식, 3선식
- IEC-751(DIN "385")
- 박막형 혹은 권선형 타입이 대부분



Typical RTD Probes



Thick Film Omega Film Element



Glass sealed Bifilar Winding

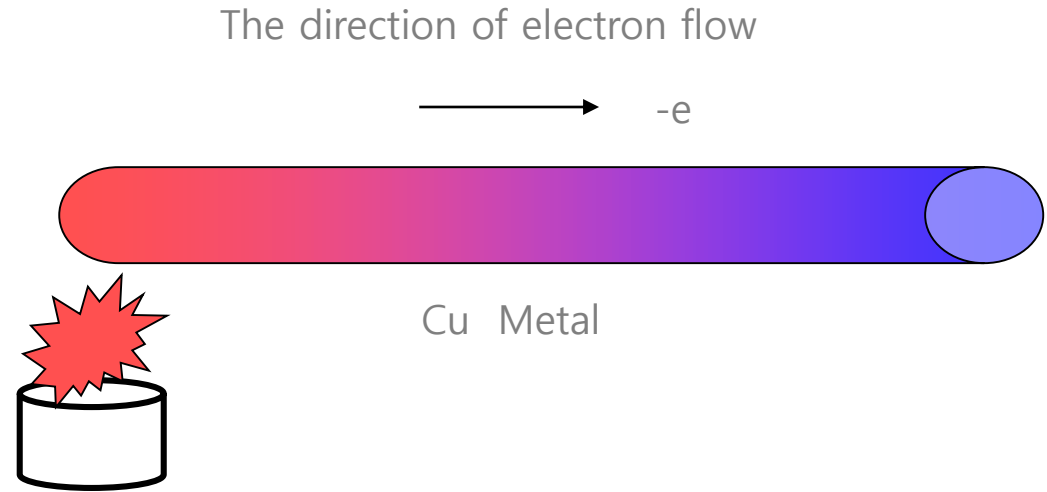


Thin Film Omega TFD Element

# 열전대 온도계 (Thermocouple)

- **열전 효과 (The Thermoelectric Effects)**

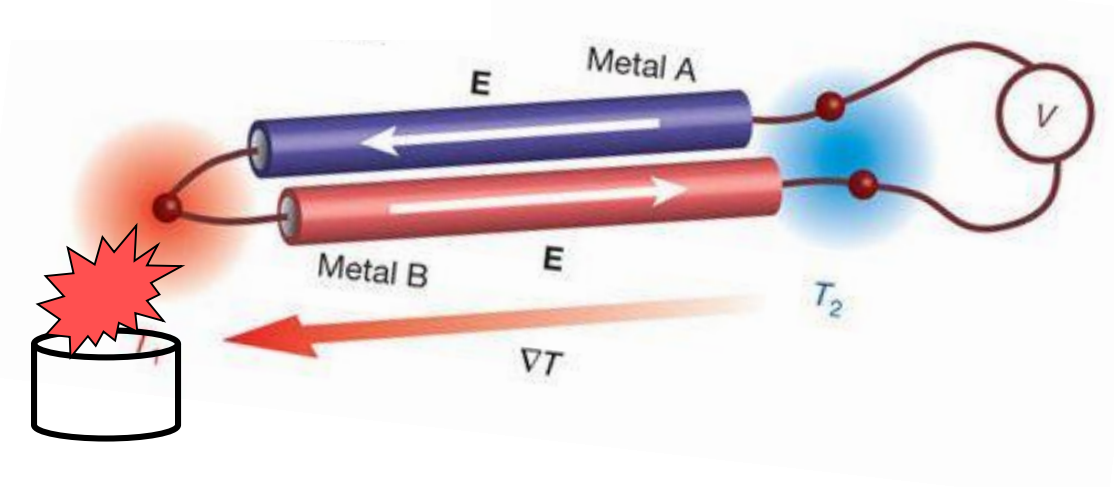
- 금속의 전자 → 높은 전기 전도율 and 높은 열전도율
- 열전효과 : 전자들의 두 가지 특성인 전기적과 열적 특성의 상호 작용



# 열전대 온도계 (Thermocouple)

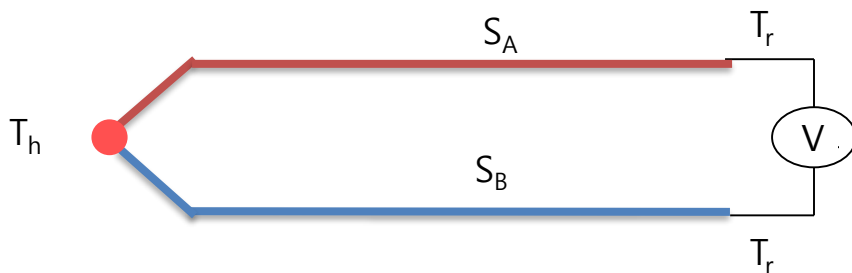
## ■ 제벡효과 (Seebeck Effect)

- 서로 다른 두 금속선 양쪽 끝을 접합하여 폐회로를 구성하고
- 한 접점에 열을 가하게 되면 두 접점에 온도차로 인해
- 양접점에는 접촉 전위차 불평형이 발생에 의해 미량의 전류가 흐름
- 이때의 Seebeck 전압  $V_{AB}$  는  
두 금속의 특성과 양 접점의 온도에 의해서만 결정됨 .



# 열전대 온도계 (Thermocouple)

- 기본 열전대 회로



$$\begin{aligned} V &= S_A(T_h - T_r) + S_B(T_r - T_h) \\ &= (S_A - S_B)(T_h - T_r) \\ &= S_{AB}(T_h - T_r) \end{aligned}$$

위 식에서  $T_r = 0^\circ\text{C}$  이라면,

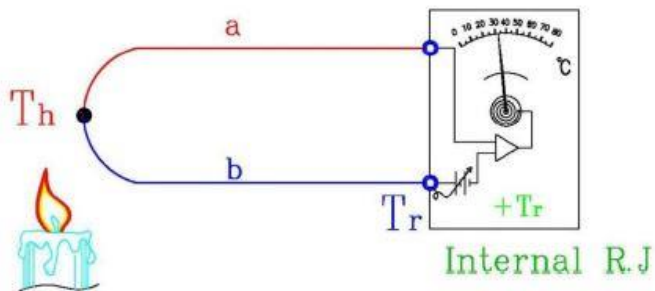
$$T_h = \frac{V}{S_{AB}}$$

# 열전대 온도계 (Thermocouple)

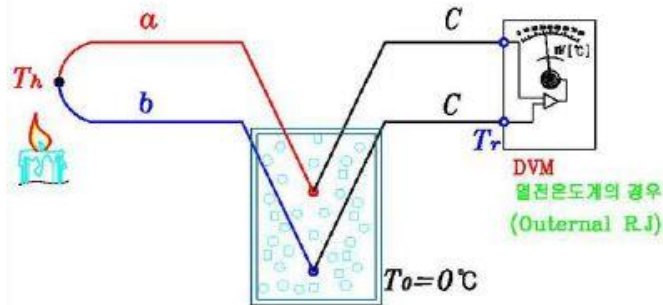
## 열전대의 온도 측정

기준점온도  $T_r$ 을 보상해야 한다.

- 계기내에 있는 보상회로 (Internal R.J)
- 계기밖에 보상은 빙점조를 사용(External R.J)

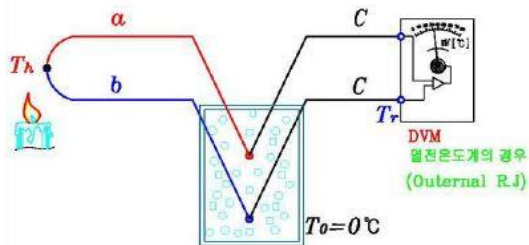


$$\begin{aligned} E_h &= S_{ab}(T_h - T_r + Tr') \\ &= S_{ab} \cdot T_h \end{aligned}$$



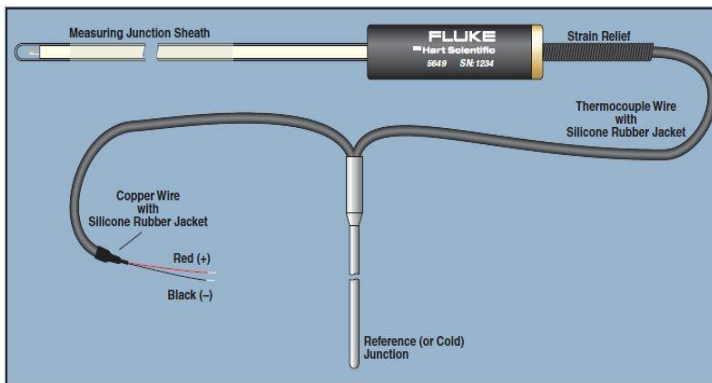
$$\begin{aligned} E_h &= S_{ab}(T_h - T_0) \\ &= S_{ab} T_h \end{aligned}$$

# Type R and S thermocouple standards



$$E_h = S_{ab}(T_h - T_o)$$

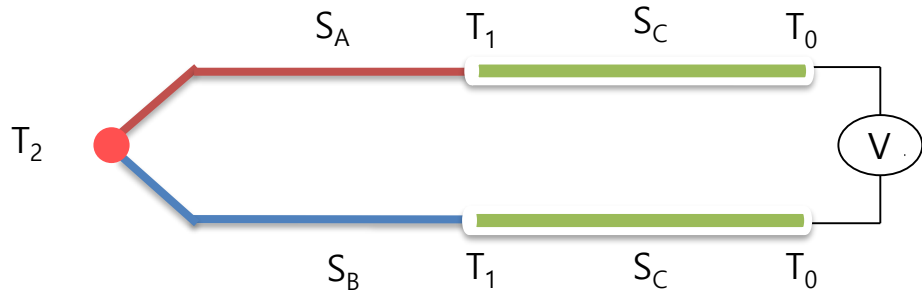
$$= S_{ab} T_h$$



Specifications	
Range	0 °C to 1450 °C
Type	Platinum/13 % Rhodium vs. platinum (type R) Platinum/10 % Rhodium vs. platinum (type S)
Calibration	Optional fixed point calibration uncertainties (k=2): ± 0.15 °C up to 962 °C, increasing linearly to ± 2.0 °C at 1450 °C
Hot Junction Sheath Dimensions	6.35 mm (0.25 in) diameter; see Ordering Information for lengths
Reference Junction Sheath Dimensions	4.8 mm dia. x 210 mm long (0.188 x 8.25 in)
Long-Term Stability	± 0.5 °C to 1100 °C ± 2.0 °C to 1450 °C (over one year depending on usage)
Short-Term Stabilities	± 0.2 °C to 1100 °C ± 0.6 °C to 1450 °C
Immersion	At least 152 mm (6 in) recommended
Protective Case	Model 2609 case included
Weight	1 kg (2 lb)

# 열전대 온도계 (Thermocouple)

- 동일재질의 연장선을 가진 열전대 회로

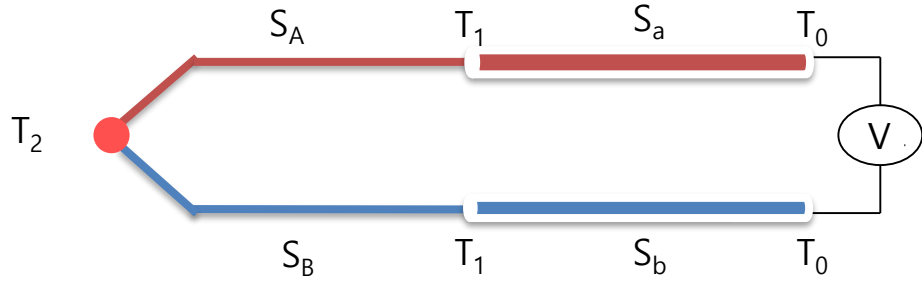


$$\begin{aligned} V &= S_A(T_2 - T_1) + S_C(T_1 - T_0) + S_C(T_0 - T_1) + S_B(T_1 - T_2) \\ &= S_{A/B}(T_2 - T_1) \end{aligned}$$

- \* 연장선의 효과는 0,
- \* 기준점의 온도가  $T_0$ 가 아닌  $T_1$  이다

# 열전대 온도계 (Thermocouple)

- 보상도선으로 결선된 열전대 회로

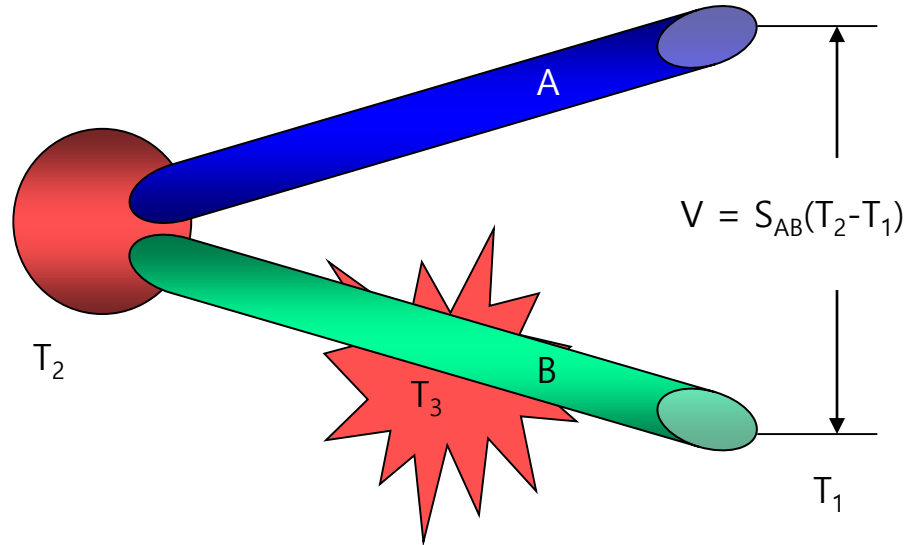


$$V = S_A(T_2 - T_1) + S_a(T_1 - T_0) + S_b(T_0 - T_1) + S_B(T_1 - T_2)$$
$$= S_{A B}(T_2 - T_1) + S_{ab}(T_1 - T_0) \cong S_{A B}(T_2 - T_0)$$

- \* 위 식에서  $S_{A B} = S_{ab}$  보상을 의미,
- \* 보상도선의 조건 : 상대제벡계수  $S_{A B} = S_{ab}$

# 열전대 온도계 (Thermocouple)

- 열전대 회로에 열원이 미치는 영향



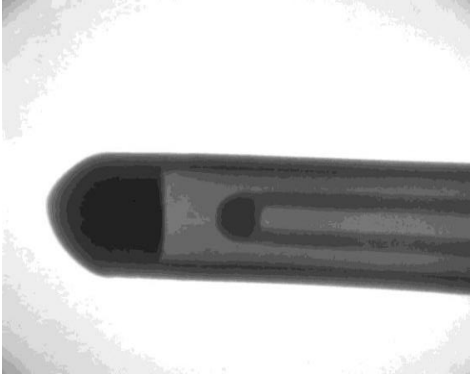
$$\begin{aligned} V &= S_A(T_2 - T_1) + S_B(T_1 - T_3) + S_B(T_3 - T_2) \\ &= S_{AB}(T_2 - T_1) \end{aligned}$$

# 열전대 타입에 따른 구성 성분

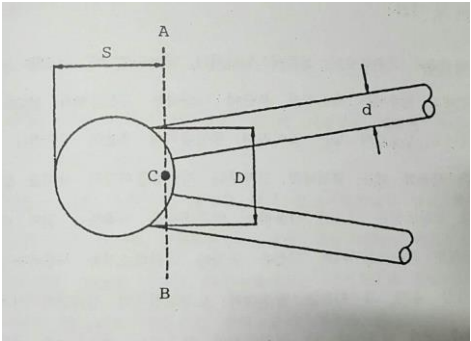
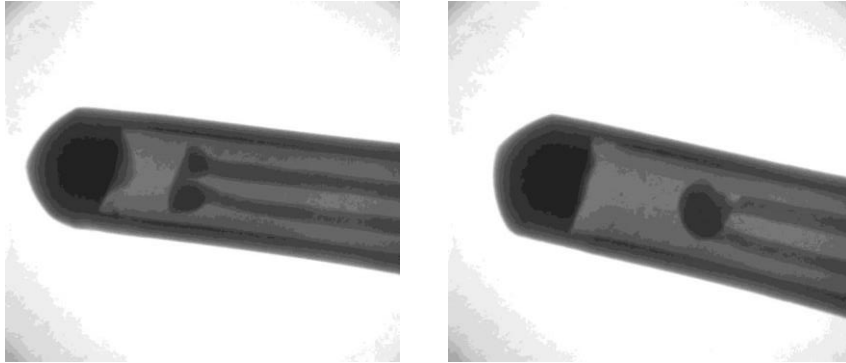
열전대 기 호	구 성 성 분*				
	소선 기호	+	소선 기호	-	
귀금속	B	BP	Pt · 30 % Rh	BN	94 % Pt, 6 % Rh
	S	SP	Pt · 10 % Rh	SN	Pt
	R	RP	Pt · 13 % Rh	RN	
비금속	N	NP	84 % Ni · 14-14.4 % Cr · 13-1.65 % Si	NN	Ni, 4.2-4.6 % Si, 0.5-1.5 % Mg
	K	KP	89-90 % Ni · 9-9.5 % Cr · 0.5 % Si · Fe	KN	95-90 % Ni · 1-1.5 % Si · 1-2.3 % Al · 1 % Mn, · 0.5 % Co
	J	JP	99.5 % Fe	JN	55 % Cu · 45 % Ni
	E	EP	Ni · 10 % Cr	EN	
	T	TP	99.95 % Cu	TN	

# 측온접점(Hot Junction)의 형상

정상적인 측온접점



비 정상적인 측온접점



- A와 B의 중앙에 있는 c가 측온 부분.  
측온접점 부위의 온도가 일정하지 않을 때  
측정불확도는 D와 d의 크기에 관계가 있다.  
D는 d의 2.5 배 정도가 좋음

# 온도 교정을 위한 열원의 종류 및 특징 소개

**FLUKE**®

**— Calibration**

- **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

**FLUKE**®

**— Calibration**

# 열원 측정 오차 발생 원인

FLUKE®

Calibration

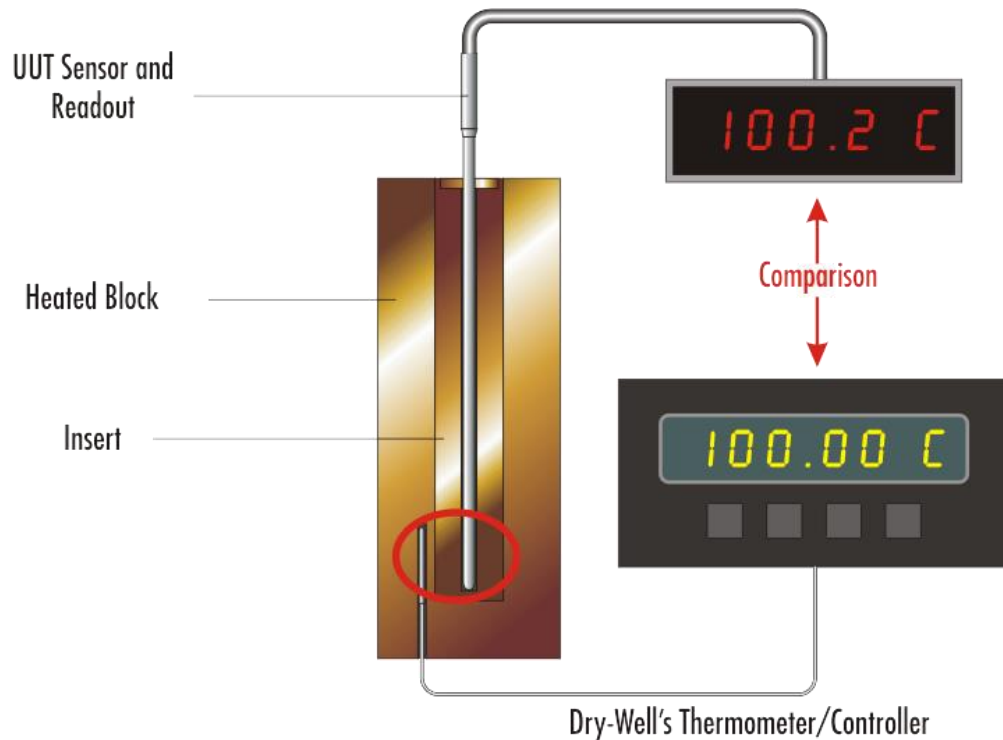
- 온도센서의 담금 깊이
- 온도센서의 길이/지름
- Loading Effect
- 디스플레이 정확도
- 균일도/분포도 Uniformity (위치)
- 안정도 Stability (시간)

# 온도센서의 담금 깊이

FLUKE®

Calibration

- 내부 컨트롤 온도센서와의 비교

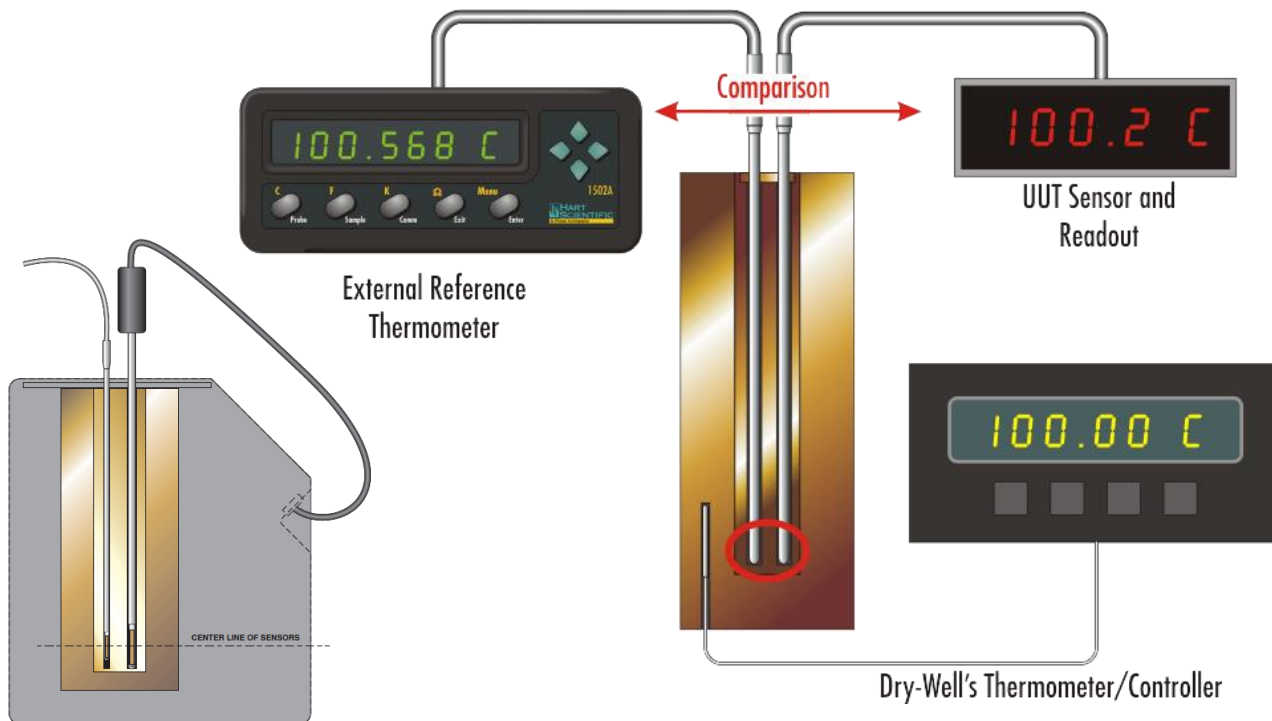


# 온도센서의 담금 깊이

FLUKE®

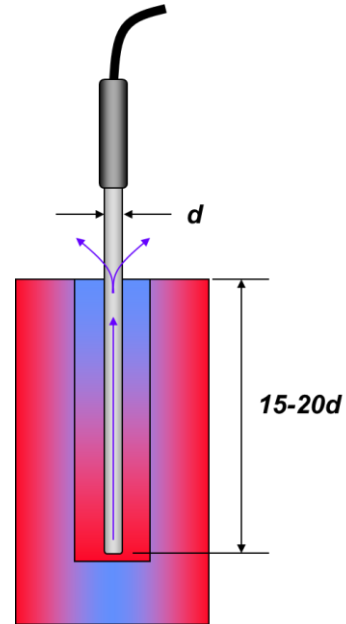
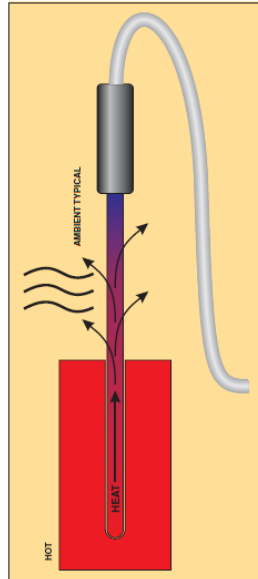
Calibration

- 외부 기준 온도 센서와의 비교



- **Stem conduction error**

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



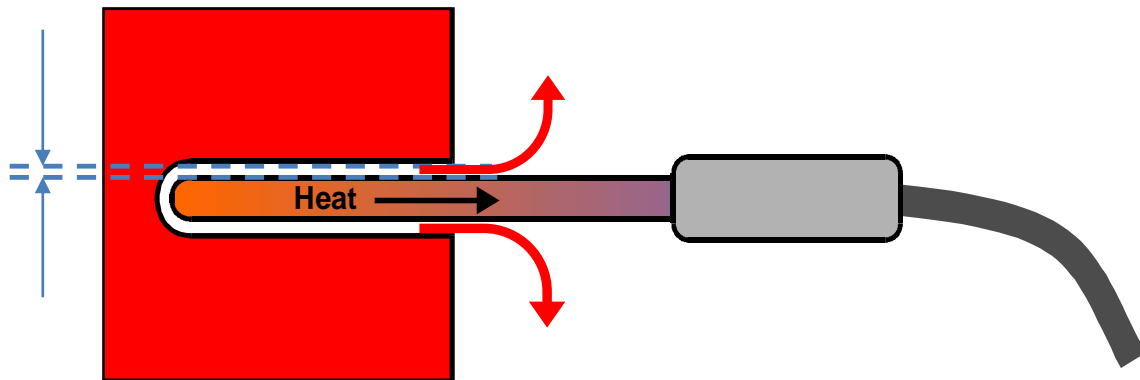
# 온도센서의 길이/지름

FLUKE®

Calibration

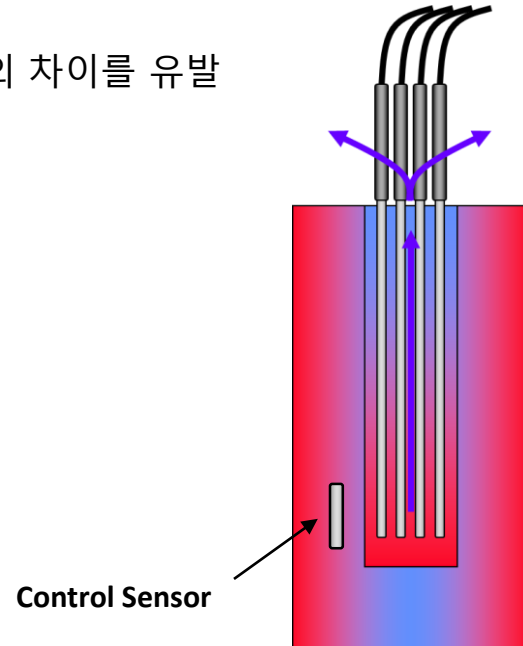
- 인서트 블록 홀 사이즈와 온도센서 사이의 정적 간격

- 0.1mm ~ 0.3mm

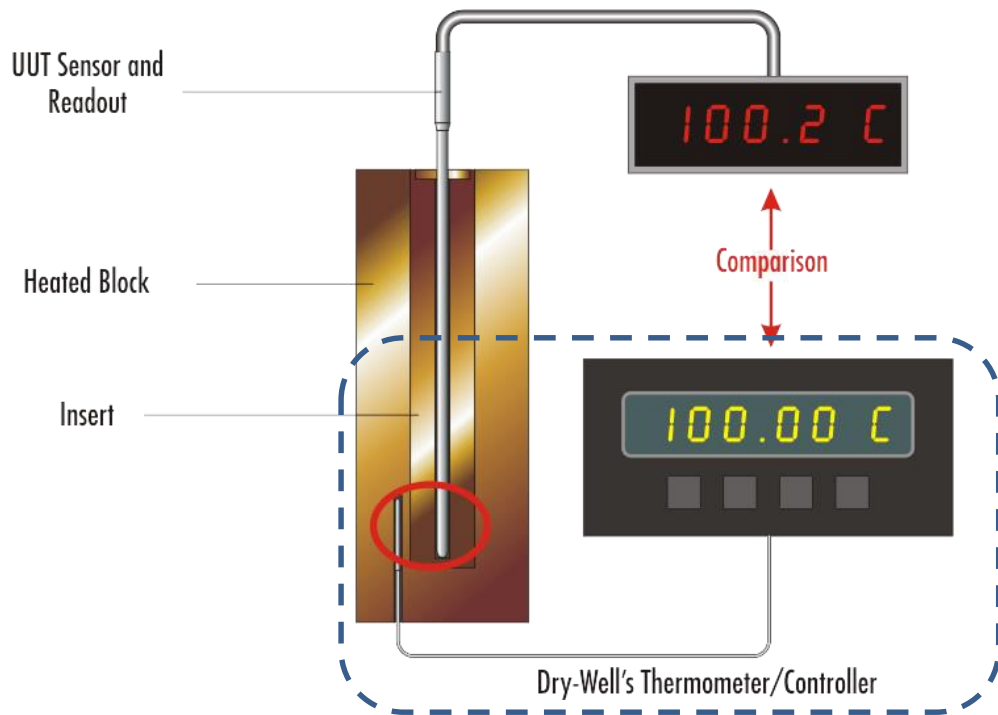


## ▪ Loading Effect

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

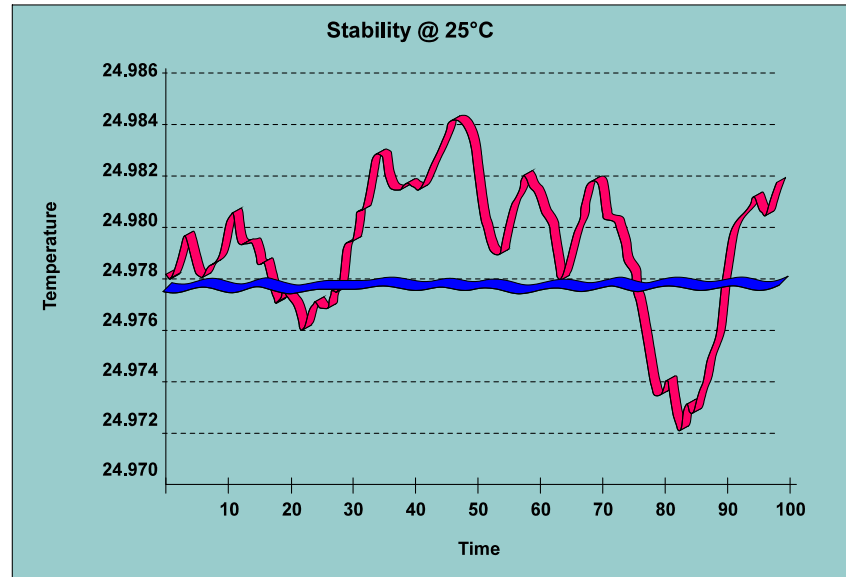


- 열원의 컨트롤러 지시값의 정확도 확인
  - 권장 교정 주기 : 1년



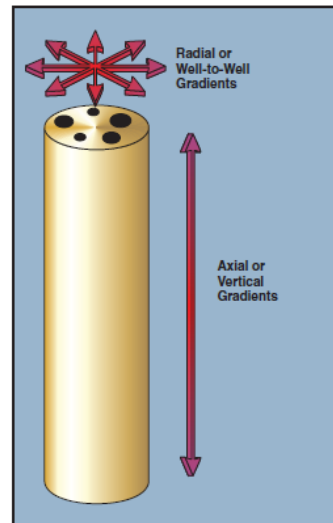
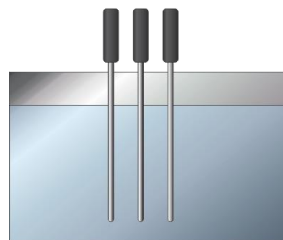
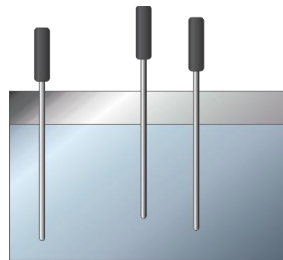
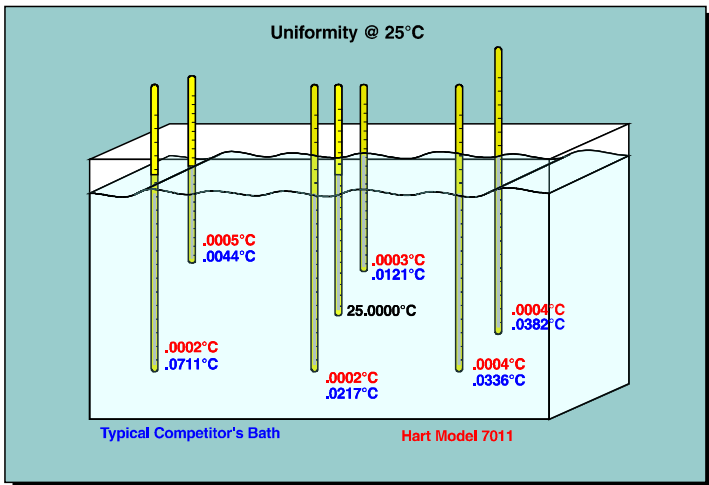
## ▪ Stability

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



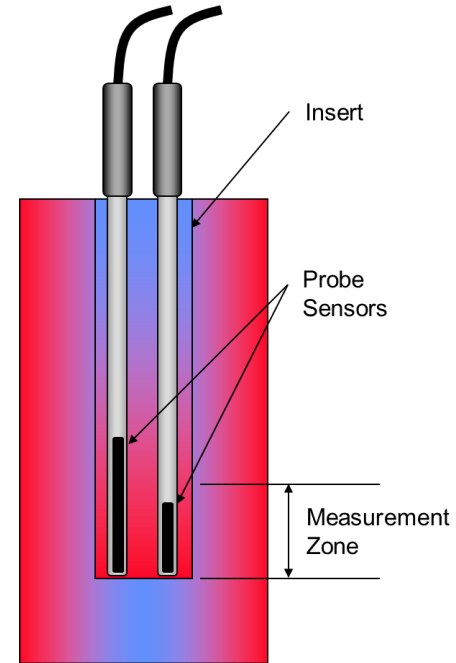
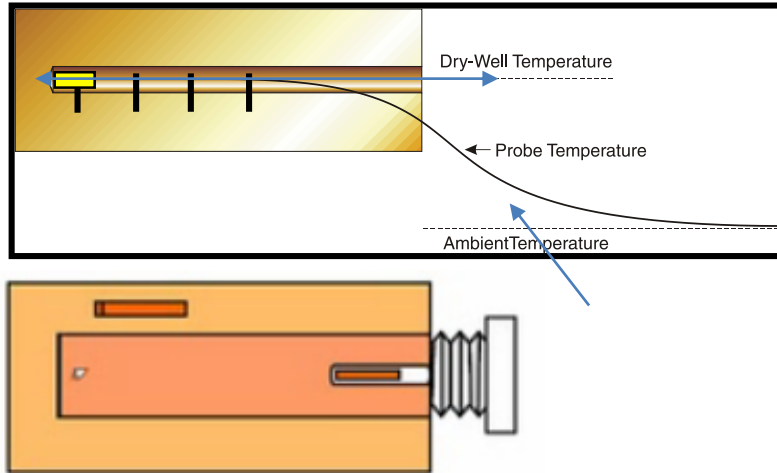
## ▪ Uniformity

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



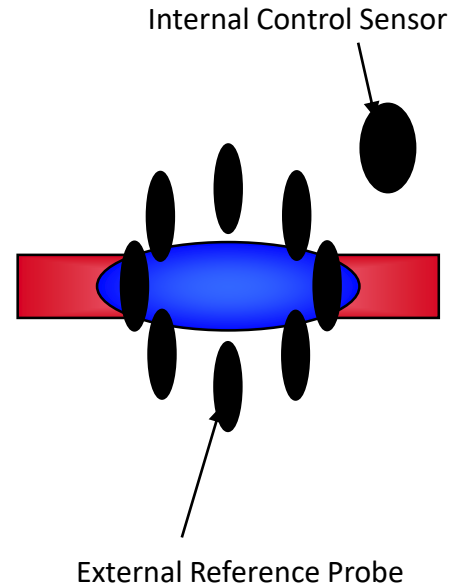
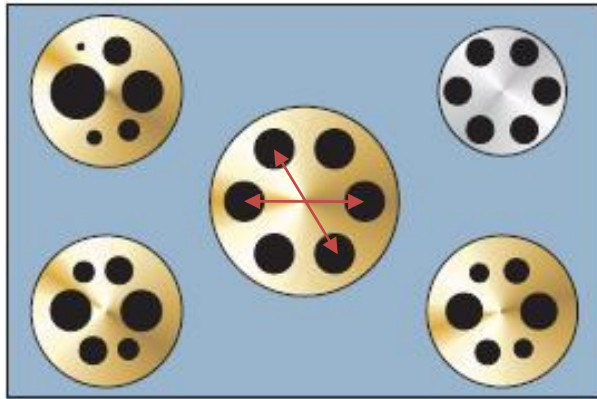
## ▪ Axial Uniformity

- 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



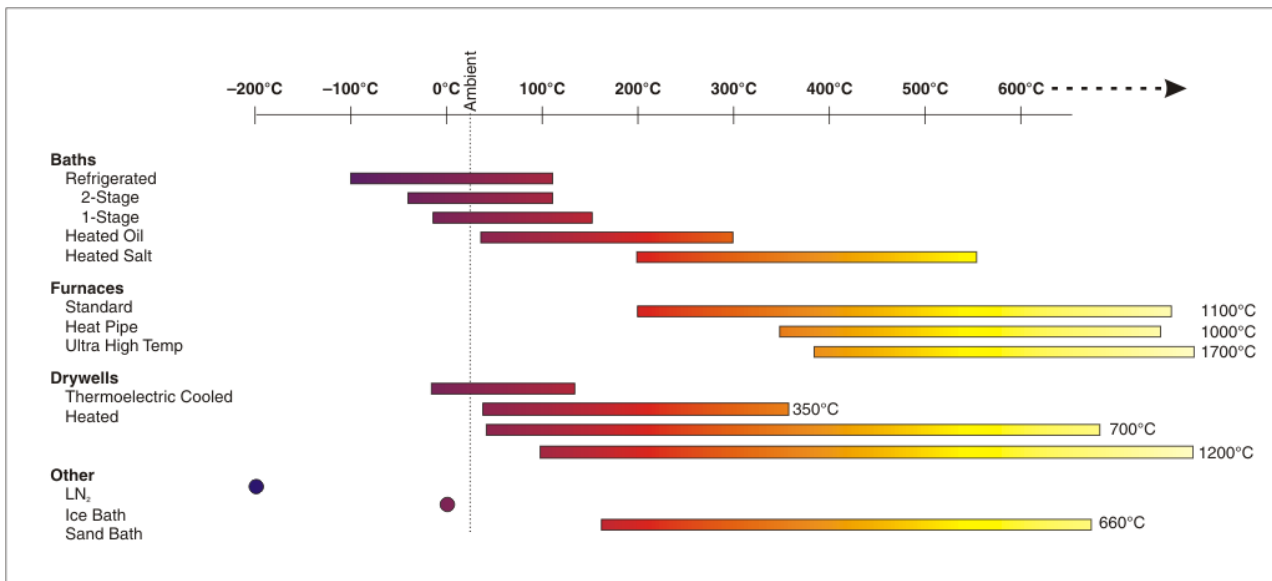
# 현장용 온도 교정기 선택 방법

**FLUKE**®

**— Calibration**

## ■ 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



# 다양한 온도 범위의 현장용 드라이벨

FLUKE®

Calibration

- -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

- -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



6109

7102

7103

## 6109A/7109A.

6109A: 35 °C to 250 °C

7109A: -25 °C to 140 °C



110 mm dia x 150 mm depth



6109A

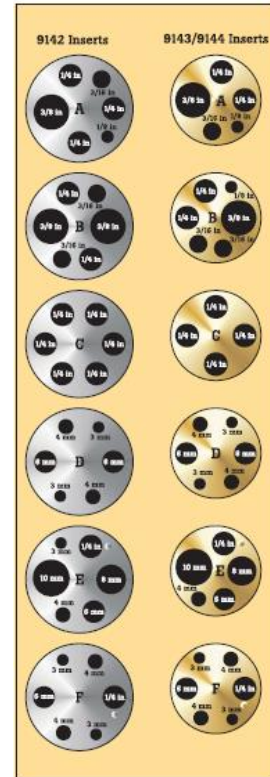
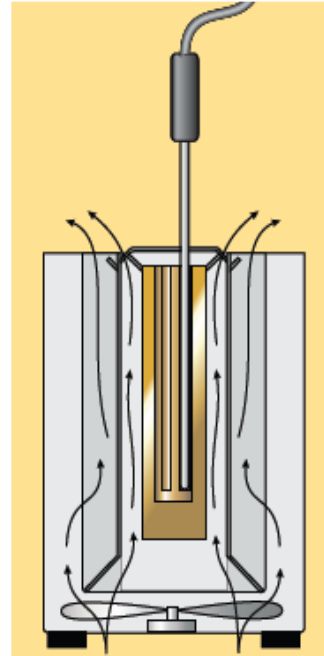


7109A

- **3개의 모델로 구성**
  - > 9142: -25°C to 150°C
  - > 9143: 33°C to 350°C
  - > 9144: 50°C to 660°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**



- **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 홀싸이즈를 가진 인서트**
  - > 6가지 타입(A~F)
  - > custom size 인서트 제작



# 현장용 드라이웰 914X Series (Process Option)

FLUKE®

Calibration

온도트랜스미터  
mA 루프 전류 측정

레퍼런스 PRT 입력을 위한  
smart connector

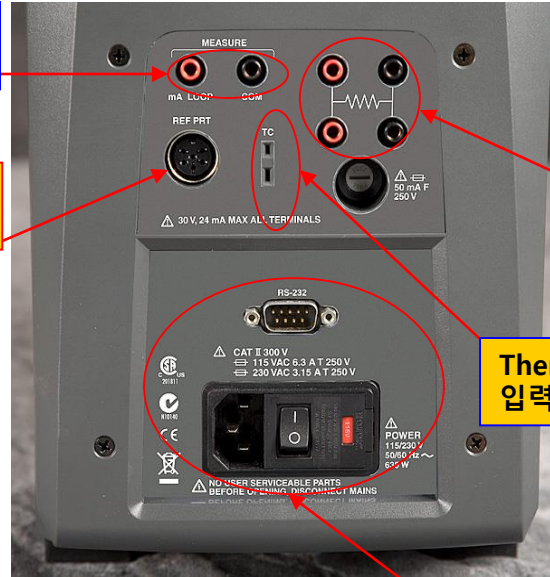
PRTs나  
RTDs를  
측정할 수  
있는 단자

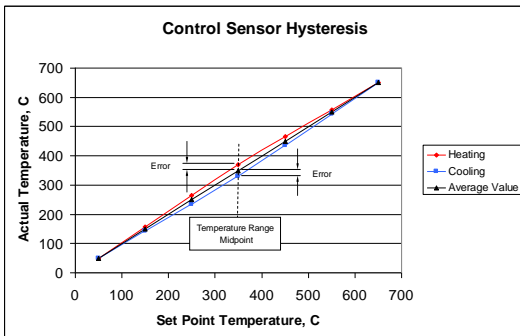
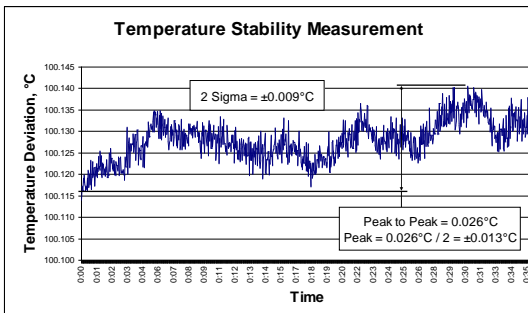
Thermocouple  
입력 단자

RS-232와  
전원 입력단자

61.15°C			
TEST ID: 88888A 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

FLUKE®

Calibration

## 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 배스 6109A/7109A

FLUKE®

Calibration

- 온도 범위

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

- Large Working Volume

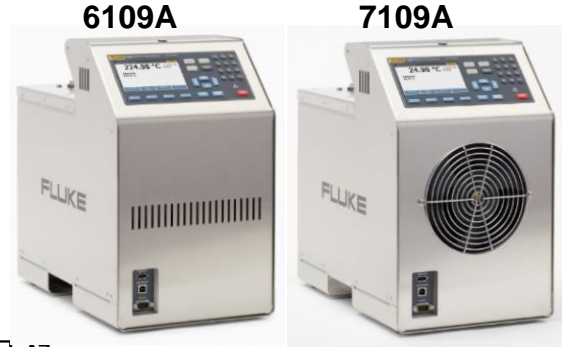
- > 110 mm diameter x 150 mm depth
- > 기존 마이크로 배스 보다 4배
- > 다양한 모양과 기하학적인 형태의 센서 교정
- > tri-clamp / 위생센서
- > 한번에 여러 센서 교정
- > 교정 작업 시간 절약

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

- > 기존 현장용 장비들에 보다 2배

- 이동성

- > 접근하기 어려운 공장 지역에서 쉬운 운반



# 현장용 마이크로 배스 6109A/7109A

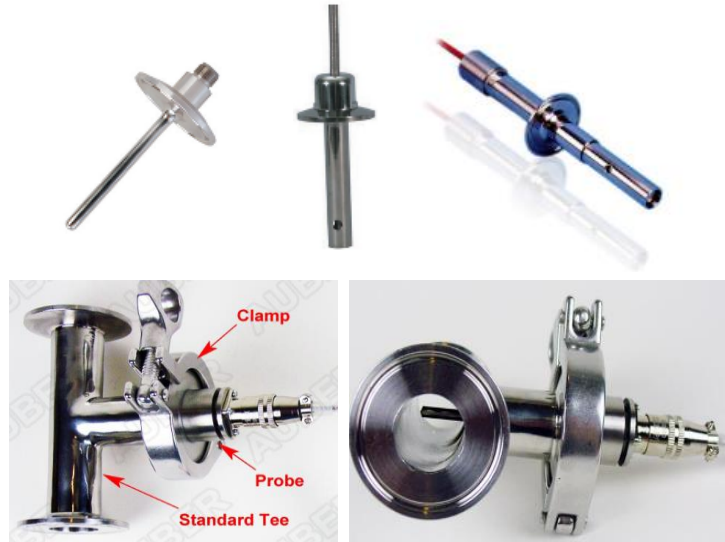
FLUKE®

Calibration

- **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



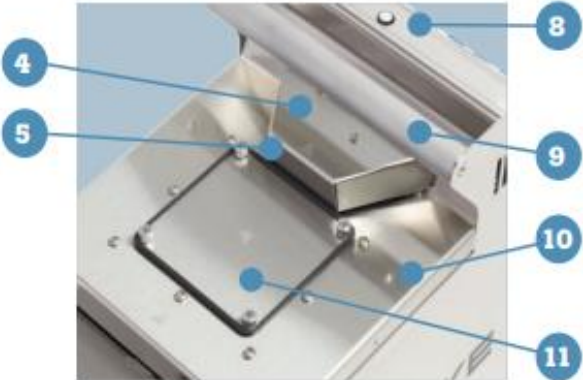
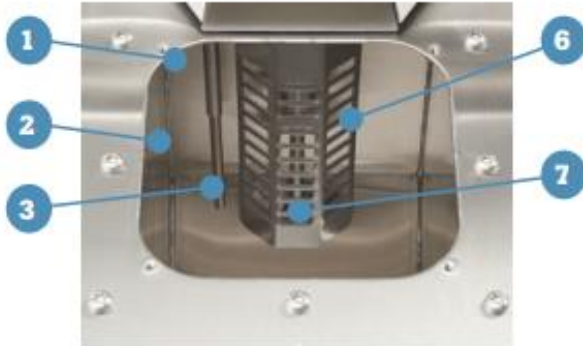
Tri-Clamp Sensor / 위생센서



# 현장용 마이크로 베스 6109A/7109A

FLUKE®

Calibration



1. 스테인레스 스틸 탱크
2. 베스 유체
3. 컨트롤 센서: 정밀백금저항 온도계 측정/제어
4. Stir Motor Cover: 교반 모터를 보호
5. 스티어 모터:
6. Stir Guard: 작업 영역 프로펠러분리  
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
- > 온도트랜스미터 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

**FLUKE**®

**— Calibration**