



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년05월19일  
 (11) 등록번호 10-1737506  
 (24) 등록일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01F 23/00 (2006.01) G01F 23/16 (2006.01)  
 G01F 23/22 (2006.01) G01F 23/24 (2006.01)  
 G01K 7/02 (2006.01) G01L 19/00 (2006.01)  
 G01N 13/02 (2006.01) G01N 27/06 (2006.01)  
 G01N 9/00 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G01F 23/00 (2013.01)  
 G01F 23/161 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0154457  
 (22) 출원일자 2015년11월04일  
 심사청구일자 2015년11월04일  
 (65) 공개번호 10-2017-0052243  
 (43) 공개일자 2017년05월12일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR101540974 B1  
 KR1020140061130 A  
 KR1020110135514 A  
 KR1020070060601 A

(73) 특허권자  
 한국원자력연구원  
 대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)  
 (72) 발명자  
 배상은  
 세종특별자치시 나리로 38 (한솔동, 첫마을아파트7단지) 713-2602  
 김종윤  
 대전광역시 서구 둔산북로 160 (둔산동, 한마루아파트) 105-404  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 9 항

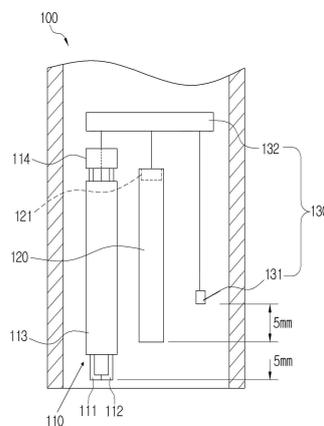
심사관 : 김홍래

(54) 발명의 명칭 **다중 용액높이 측정장치 및 이를 이용한 다중 용액높이 측정방법**

**(57) 요약**

본 발명은 다중 용액높이 측정장치 및 이를 이용한 다중 용액높이 측정방법에 관한 것으로, 본 발명의 다중 용액높이 측정장치는 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120), 및 전류측정부(130) 중 선택되는 두 개 이상의 센서 끝단이 서로 같은 높이이거나 미리 정해진 길이만큼 상하로 단차를 가지도록 배열되며, 용액이 담겨져 있는 용기(10)의 용액 상부에 설치되는 센서부(100), 상기 센서부(100)를 이루고 있는 센서들이 동시에 또는 차례대로 용액에 삽입되도록 상기 센서부(100)를 상하로 이동시키는 이동부(200), 상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 이동시킨 거리를 측정하여 용액의 높이를 측정하고, 온도, 압력, 밀도, 표면장력 및 전기전도도를 더 측정하는 측정부(300) 및 상기 측정부(300)에서 측정된 값을 출력하는 제어부(400)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

- G01F 23/22 (2013.01)
- G01F 23/241 (2013.01)
- G01K 7/02 (2013.01)
- G01L 19/00 (2013.01)
- G01N 13/02 (2013.01)
- G01N 27/06 (2013.01)
- G01N 9/00 (2013.01)

(72) 발명자

**박태홍**

대전광역시 유성구 배울2로 3 (관평동, 대덕테크  
노벨리8단지아파트) 804-602

**이정목**

대전광역시 유성구 지족북로 60 (지족동, 한화꿈에  
그린 2블럭) 204-304

**연제원**

대전광역시 유성구 어은로 57 (어은동, 한빛아파  
트) 130-305

**박용준**

대전광역시 유성구 구즉로 25 (송강동, 송강그린아  
파트) 313-105

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	53361-15
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	원자력연구개발사업
연구과제명	용융염내 악티나이드 화학연구
기 여 율	1/1
주관기관	한국원자력연구원
연구기간	2012.03.01 ~ 2017.02.28

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

열전쌍(110), 압력측정용튜브(120), 및 전류측정부(130) 중 선택되는 두 개 이상의 센서 끝단이 서로 같은 높이이거나 미리 정해진 길이만큼 상하로 단차를 가지도록 배열되며, 용액이 담겨져 있는 용기(10)의 용액 상부에 설치되는 센서부(100);

상기 센서부(100)를 이루고 있는 센서들이 동시에 또는 차례대로 용액에 삽입되도록 상기 센서부(100)를 상하로 이동시키는 이동부(200);

상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 이동시킨 거리를 측정하여 용액의 높이를 측정하고, 상기 센서부(100)에 의하여 온도, 압력, 밀도, 표면장력 또는 전기전도도 중 두 개 이상을 더 측정하는 측정부(300); 및

상기 측정부(300)에서 측정된 값을 출력하는 제어부(400);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정장치.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 상기 열전쌍(110)은

서로 다른 종류의 금속막대가 평행하게 위치하고, 끝단이 서로 연결되는 제1금속바(111) 및 제2금속바(112),

상기 제1금속바(111) 및 제2금속바(112)의 중간을 감싸 고정시키는 고정부(113) 및

상기 제1금속바(111) 및 제2금속바(112)의 용액에 삽입되는 방향의 반대 끝단에 연결되어 열기전력을 측정하는 제1전류계(114)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정장치.

**청구항 3**

제 1항에 있어서, 상기 압력측정용튜브(120)는

상기 압력측정용튜브(120)의 내부 기압을 주기적으로 측정하여 기압데이터를 생성하는 압력센서(121)

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정장치.

**청구항 4**

제 1항에 있어서, 상기 열전쌍(110) 및 압력측정용튜브(120)는

각각 하측단에 위치하는 제2전극과 제3전극을 포함하며,

상기 전류측정부(130)는, 막대형상의 제1전극(131) 및

상기 제2전극, 제3전극 및 제1전극(131)의 상단에 병렬로 연결되어 전류를 측정하는 제2전류계(132)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정장치.

**청구항 5**

제 1항에 있어서, 상기 압력측정용튜브(120)는

모세관과 튜브로 연결되어 용액에 담기는 끝단이 모세관으로 구성되는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정 장치.

**청구항 6**

제 1항에 있어서, 상기 센서부(100)는 외측면 일부가 세라믹이나 기타 재질로 단열코팅 되는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정장치.

**청구항 7**

제 1항에 기재된 다중 용액높이 측정장치를 사용하는 다중 용액높이 측정방법으로서, 상기 다중 용액높이 측정 방법은

상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 하강시키는 제1단계(S1);

상기 센서부(100)에 서로 단차를 가지고 구비되는 센서들의 값을 주기적으로 측정하여 데이터를 생성하는 제2단계(S2); 및

상기 제2단계(S2)에서 측정된 센서별 데이터의 수치가 변동하는 시점에 상기 센서부(100)가 상기 용기(10) 상부에서 하부로 이동한 거리를 측정해 액체의 액면 높이를 연산하여 측정하는 제3단계(S3);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정방법.

**청구항 8**

제 7항에 있어서, 상기 제3단계(S3)는

각각의 센서가 측정한 액체의 액면 높이의 평균을 연산하는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정방법.

**청구항 9**

제 7항에 있어서, 상기 제3단계(S3)는

각각의 센서가 측정한 액체의 온도, 압력, 밀도, 표면장력, 전기전도도를 연산하는 것을 특징으로 하는 다중 용액높이 측정방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 용액의 높이를 측정하는 다중 용액높이 측정장치 및 이를 이용한 다중 용액높이 측정방법으로, 다양한 방법으로 용액의 높이를 측정하기 때문에 종래 용액높이 측정장치 혹은 방법에 비해서 정확도가 향상되고, 자체적으로 백업구조로 구성되기 때문에 한 가지 센서가 작동하지 않더라도 나머지 센서가 작동 가능하여 작동 가능하여 고온 및 고압과 같은 극한상황에서도 신뢰도가 높으며, 용액의 높이뿐만 아니라 온도, 압력, 밀도, 표면장력, 전기전도도와 같은 다른 수치 또한 측정 가능한 다중 용액높이 측정장치 및 이를 이용한 다중 용액높이 측정방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 액체가 담긴 용기의 액면 높이를 측정하는 장치 및 방법으로는 다양한 방법이 개시되어 있다. 그 대표적인 방법으로는 용기의 측면에 투명한 액면계를 설치하여 액체의 높이를 육안으로 측정하는 방법, 초음파를 액체표면에 조사하고 반사되거나 통과하는 시간을 측정하는 방법, 기준봉과 검출봉을 액체에 삽입하고 용액의 높이에 따라

달라지는 전기 전도도를 측정하는 방법, 액체의 표면에 자성을 띄는 부유물을 띄우고 부유물의 자기장을 측정하여 수위를 측정하는 방법 등이 있다.

[0003] 상기한 방법 중 초음파를 사용하는 방법을 보다 자세히 설명하면 액체가 담겨져 있는 용기의 상부 또는 하부에는 초음파를 조사하는 초음파 조사장치를 구비하고, 초음파가 조사되는 방향에는 이 초음파를 수신하는 초음파 수신장치를 구비하여 상기 초음파조사장치로부터 상기 초음파 수신장치까지 초음파가 수신되는 시간을 측정한다. 초음파는 매질에 따라 속도가 달라지며, 수위가 높을수록 수신되는 시간은 늦어지게 될 것이므로, 온도, 밀도 및 매질의 종류를 고려하여 계산하면 수위를 알 수 있는 것이다. 상기한 초음파를 사용한 종래 기술로는 한국공개특허 제2015-0009546호("유체의 충전 레벨을 측정하기 위한 방법", 2015.01.26.)에 개시되어 있다.

[0004] 그러나 상기와 같은 초음파를 사용하는 종래 기술은 매질의 온도 변화에 따라 측정값이 달라진다. 특히 금속을 녹여 물리적이거나 화학적인 성질을 변경시키는 파이프공정과 같은 경우 통상 섭씨 500도 이상의 고온에서 작동하기 때문에 센서 자체가 파손되거나 측정값이 정확하지 않아 사용하기 적합하지 않은 문제점이 있다. 이는 초음파를 사용하는 종래 용액의 액면 높이 측정방법뿐만 아니라 다른 종류의 센서에도 해당하는 것으로, 상술한 문제점을 해결하기 위한 액면 높이 측정방법이 필요한 실정이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2015-0009546호("유체의 충전 레벨을 측정하기 위한 방법", 2015.01.26.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 용액의 높이를 다양한 방법으로 측정하여 신뢰도를 높이고, 섭씨 500도 이상의 환경에서도 작동 가능하며, 자체적으로 백업시스템을 가지고, 용액의 온도, 압력, 밀도, 표면장력 및 전기전도도와 같은 용액의 다양한 성질을 동시에 측정하는 다중 용액높이 측정장치 및 이를 이용한 다중 용액 높이 측정방법을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다중 용액높이 측정장치는 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120), 및 전류측정부(130) 중 선택되는 두 개 이상의 센서 끝단이 서로 같은 높이이거나 미리 정해진 길이만큼 상하로 단차를 가지도록 배열되며, 용액이 담겨져 있는 용기(10)의 용액 상부에 설치되는 센서부(100), 상기 센서부(100)를 이루고 있는 센서들이 동시에 또는 차례대로 용액에 삽입되도록 상기 센서부(100)를 상하로 이동시키는 이동부(200), 상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 이동시킨 거리를 측정하여 용액의 높이를 측정하고, 상기 센서부(100)에 의하여 온도, 압력, 밀도, 표면장력 또는 전기전도도 중 두 개 이상을 더 측정하는 측정부(300) 및 상기 측정부(300)에서 측정된 값을 출력하는 제어부(400)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 열전쌍(110)은 서로 다른 종류의 금속막대가 평행하게 위치하고, 끝단이 서로 연결되는 제1금속바(111) 및 제2금속바(112), 상기 제1금속바(111) 및 제2금속바(112)의 중간을 감싸 고정시키는 고정부(113) 및 상기 제1금속바(111) 및 제2금속바(112)의 용액에 삽입되는 방향의 반대 끝단에 연결되어 열기전력을 측정하는 제1전류계(114)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 상기 압력측정용튜브(120)는 상기 압력측정용튜브(120)의 내부 기압을 주기적으로 측정하여 기압데이터를 생성하는 압력센서(121)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 열전쌍(110) 및 압력측정용튜브(120)는 각각 하측단에 위치하는 제2전극과 제3전극을 포함하며, 상기 전류측정부(130)는, 막대형상의 제1전극(131) 및 상기 제2전극, 제3전극 및 제1전극(131)의 상단에 병렬로 연결되어 전류를 측정하는 제2전류계(132)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0011] 또한, 상기 압력측정용튜브(120)는 모세관과 튜브로 연결되어 용액에 담기는 끝단이 모세관으로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 센서부(100)는 외측면 일부가 세라믹이나 기타 재질로 단열코팅 되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 다중 용액높이 측정장치를 사용하는 다중 용액높이 측정방법으로서, 상기 다중 용액높이 측정방법은 상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 하강시키는 제1단계(S1), 상기 센서부(100)에 서로 단차를 가지고 구비되는 센서들의 값을 주기적으로 측정하여 데이터를 생성하는 제2단계(S2) 및 상기 제2단계(S2)에서 측정된 센서별 데이터의 수치가 변동하는 시점에 상기 센서부(100)가 상기 용기(10) 상부에서 하부로 이동한 거리를 측정해 액체의 액면 높이를 연산하여 측정하는 제3단계(S3)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 제3단계(S3)는 각각의 센서가 측정한 액체의 액면 높이의 평균을 연산하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 제3단계(S3)는 각각의 센서가 측정한 액체의 온도, 압력, 밀도, 표면장력, 전기전도도를 연산하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0016] 본 발명에 의하면, 센서부에 포함되는 다수개의 센서가 각각 미리 정해진 길이의 단차를 가지고 구비되기 때문에 어느 하나의 센서가 작동하지 않더라도 다른 센서가 백업할 수 있는 효과와, 수명 및 내구성이 증가하여 장치의 신뢰도가 증가하는 효과가 있다.
- [0017] 또한 본 발명에 의하면, 다양한 방법으로 액면의 높이를 측정하고, 그 평균을 계산하기 때문에 측정값의 정확도가 높아지는 효과가 있다.
- [0018] 또한 본 발명에 의하면, 용액에 삽입되는 센서부의 외측면 일부가 세라믹 및 기타 재질로 단열코팅이 되기 때문에 고온의 환경에서도 작동 가능한 효과가 있다.
- [0019] 또한 본 발명에 의하면, 센서부 및 센서부에 추가적으로 구비되는 센서로 액면의 높이 외에도 온도, 압력, 밀도 및 전기전도도를 측정 가능한 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 다중 용액높이 측정장치의 개략도.
- 도 2는 도 1의 부분 확대도.
- 도 3은 본 발명에 따른 다중 용액높이 측정장치의 센서부가 액체의 액면에 접촉된 상태를 나타낸 개략도.
- 도 4는 본 발명에 따른 다중 용액높이 측정장치를 이용한 다중 용액높이 측정방법의 순서도.
- 도 5는 본 발명에 따른 실험예1의 그래프.
- 도 6은 본 발명에 따른 실험예2의 그래프.
- 도 7은 본 발명에 따른 실험예3의 그래프.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 다중 용액높이 측정장치에 대하여 상세히 설명한다.
- [0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 다중 용액높이 측정장치는 센서부(100), 이동부(200), 측정부(300) 및 제어부(400)를 포함하여 이루어진다.
- [0023] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 센서부(100)는 용액에 직접 삽입되는 구성으로 용액이 담겨져 있는 용기(10)의 용액 상부에 설치된다. 상기 센서부(100)는 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130) 중 선택되는 두 개 이상의 센서가 구비될 수 있다. 본 발명에 의한 다중 용액높이 측정장치의 일 실시예는, 도 2에 도시된 바와 같이 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130) 전부를 포함하여 이루어지는 일 실시예를 개시하고 있다.

- [0024] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 열전쌍(110)은 두 개가 서로 다른 종류의 금속막대로, 서로 평행하게 위치하고, 끝단이 서로 연결되는 제1금속바(111)와 제2금속바(112), 상기 제1금속바(111) 및 제2금속바(112)의 중간을 감싸 고정시키는 고정부(113) 및 상기 제1금속바(111) 및 제2금속바(112)의 용액에 삽입되는 방향의 반대 끝단에서 서로 연결되어 열기전력을 측정하는 제1전류계(114)를 포함하여 이루어진다. 일반적으로 열전쌍(Thermocouple)이란 서로 다른 두 종류의 금속의 기전력을 이용한 센서로, 특성이 다른 두 종류의 도체의 양단을 접합해 폐회로를 만들고 한쪽 끝단에 온도차이를 주면 이 폐회로에 열기전력이 발생하는 원리를 이용한 것이다. 이는 제백효과(Seebeck effect)에 의한 것으로 제백효과는 온접점(측정접점)에서 위치하는 다수의 전자가 충만대에서 전도대로 이동되고 냉접점(기준접점)으로 확산되는 현상을 말한다. 상기 열전쌍(110)에서 온접점은 상기 제1금속바(111)와 제2금속바(112)에서 용액에 삽입되는 쪽 끝단이며, 도 2에 도시된 바와 같이 서로 연결되어 있다. 상기 열전쌍(110)에서 냉접점은 도 2에 도시된 바와 같이 상기 제1전류계(114)가 된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 열전쌍(110)의 온접점인 용액쪽 끝단이 용액에 삽입되면 상기 온접점과 냉접점인 상기 제1전류계(114)측의 온도차가 발생하게 되고, 이에 따라 열기전력이 생성된다. 즉, 상기 열전쌍(110)에서 발생하는 열기전력은 상태 변화에 따른 일종의 트리거신호로, 열기전력이 발생하게 되면 그때까지 상기 센서부(100)가 이동한 수치를 측정하여 상기 센서부(110)가 본래 위치했던 높이에서 이동한 수치를 빼 용액의 높이를 연산하는 방법을 사용한다.
- [0025] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 압력측정용튜브(120)는 상기 압력측정용튜브(120)에 기체를 주입하는 상기 압력측정용튜브(120)의 내부 기압을 주기적으로 측정하여 기압데이터를 생성하는 압력센서(121)를 포함하여 이루어지고, 상기 압력센서(121)에서 측정한 값은 상기 제어부(400)로 보내진다. 상기 압력측정용튜브(120)가 고정된 내부의 기압을 상기 압력센서(121)를 통해 측정하면 일정한 기압을 나타내게 된다. 액체의 표면에 한쪽 끝이 접촉했을 때 기압이 변해야하므로, 상기 압력측정용튜브(120)는 용액측 끝단이 개구되고, 반대쪽 끝단은 막힌 형태가 된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 압력측정용튜브(120)의 용액측 끝단이 용액에 접촉하게 되면 상기 압력측정용튜브(120)의 기압이 순간 변화하게 되고, 상기 열전쌍(110)과 마찬가지로 이 기압의 수치가 변환하는 시점까지 이동한 거리를 상기 압력측정용튜브(120)가 위치했던 높이에서 빼는 방법으로 용액의 높이를 측정한다.
- [0026] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 압력측정용튜브(120)에는 전류측정부를, 상기 압력측정용튜브(120)에 기체를 주입하는 상기 압력측정용튜브(120)의 내부 기압을 주기적으로 측정하여 기압데이터를 생성하는 압력센서(121)를 포함하여 이루어지고, 상기 압력센서(121)에서 측정한 값은 상기 제어부(400)로 보내진다.
- [0027] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 전류측정부(130)는, 막대형상의 제1전극(131)과 상기 제1전극(131)의 상부에 연결된 제2전류계(132)를 포함하여 이루어진다. 상기 제1전극(131)과 제2전류계(132)만 가지고는 폐회로가 성립되지 않아 전류가 흐르지 않기 때문에, 상기 제2전류계(132)에 연결되는 별도의 제2전극 또는 제3전극(미도시)이 각각 상기 열전쌍(110) 및 압력측정용튜브(120)에 연결된다. 상기 제2전극 또는 제3전극이 상기 제2전류계(132)에 연결되는 것은 도 2에 도시되어 있다. 상기 제2전류계(132)는 전압원이 연결되어 있으며, 상기 센서부(100)가 용액에 접촉하지 않은 상태에서는 상기 제1전극(131), 제2전극 및 제3전극은 서로 연결되어 있지 않아 전류가 흐르지 않는다. 따라서 상기 제2전류계(132)에서 검출되는 전류의 값은 0일 것이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 센서부(100)가 하강하여 상기 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130) 중 두 개의 끝단이 용액에 닿으면, 폐회로가 형성되어 전류가 흐를 것이다. 도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에서는 상기 압력측정용튜브(120)의 끝단이 용액에 접촉하여 제3전극이 용액에 닿으면, 상기 압력측정용튜브(120)보다 하단에 위치하기 때문에 이미 용액에 삽입된 제2전극과 제3전극 및 제2전류계(132)가 폐회로를 이뤄 전기적으로 연결되기 때문에, 측정되는 전류값이 0보다 클 것이다. 이는 상기 제1전극(131)이 용액에 삽입되는 시점에도 마찬가지로 일 것이며, 상기 열전쌍(110) 및 압력측정용튜브(120)와 마찬가지로 상기 제2전류계(132)가 전류를 검출하는 시점까지 이동한 거리를 상기 전류측정부(130)가 위치했던 높이에서 빼는 방법으로 용액의 높이를 측정한다.
- [0028] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130)는 서로 미리 정해진 길이만큼 상하로 단차를 가지도록 배열된다. 이는 상기 센서부(100)에 포함되는 구성 즉, 각각의 센서가 각기 다른 방법으로 다른 시점에서 용액의 높이를 측정하여 보다 신뢰도를 높이고, 파이로공정과 같이 섭씨 500도가 넘는 고온의 공정에서도 각각의 센서가 독립적으로 작동하여 자체적인 백업시스템을 구성하기 위한 것이다. 도 2에 도시된 상기 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130)의 단차는 동일하게 5mm이지만, 환경에 따라 서로 다른 수치의 단차를 가지거나 같은 수치의 단차를 가질 수도 있다. 상기 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130)는 서로 단차를 가질 수 있지만, 같은 높이일 수도 있다. 같은 높이일 경우에도 각각의 높이를 측정하는 방법은 복수개이기 때문에, 개별적으로 측정된 높이를 비교하여, 보다 정확한 데이터값을 얻을 수 있으며, 센서 각각이 개별적으로 동작하기 때문에 신뢰도가 높다.

- [0029] 상기 전류측정부(130)는 높이를 측정하는 용도로 사용 가능하지만, 전압, 전류를 측정하여 용액의 저항을 계산할 수 있다. 용액의 저항은 곧 전기전도도와 밀접한 연관을 가지므로, 상기 전류측정부(130)는 용액의 높이를 측정하는 것뿐만 아니라 전기전도도를 측정하는 센서로 또한 활용 가능하다.
- [0030] 상기 센서부(100)는 상기 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120) 및 전류측정부(130) 외에도 초음파센서와 같은 기타 센서가 구비되어, 높이측정을 위한 센서로 활용될 수 있다. 상기 초음파센서는 배경기술에서 상술했듯 초음파의 속도가 매질에 따라 차이가 나는 것을 활용한 것으로, 선행문헌과 달리 초음파송신부와 초음파수신부가 용액의 액면에 평행하게 위치하고, 주기적으로 초음파를 송신 후 수신되는 시간을 측정한다. 상기 초음파센서가 하강하여 용액에 삽입된다면, 송신 후 수신되는 시간이 변화하게 되므로 이 또한 일종의 트리거신호로 활용되어 시간이 변화한 시점까지 이동한 거리를 상기 초음파센서가 위치했던 높이에서 빼는 방법으로 용액의 높이를 측정한다. 상기 초음파센서 또한 상기 센서부(100)의 구성과 미리 정해진 단차를 가지고 구비된다.
- [0031] 상술한대로 트리거신호를 활용하는 방식은 상기한 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120), 전류측정부(130) 및 초음파센서에 국한되지 않고 다른 방식의 트리거 신호를 활용하는 센서도 가능하며, 추가되는 센서 또한 단차를 가지고 구비된다.
- [0032] 상기 센서부(100)는 외측면 일부가 세라믹이나 기타 재질로 단열코팅 된다. 상기 센서부(100)는 용액에 직접 삽입되는 구성이다. 용액은 그다지 높지 않은 온도일 수 있지만, 상술한대로 파이프공정과 같은 경우는 섭씨 50도 이상의 환경에서 동작하므로 이를 대비하기 위해 외측면 일부가 세라믹이나 기타 재질로 단열코팅된다. 외측면 일부만 단열코팅 되는 것은 단열코팅이 되면 전류가 흐르지 않고, 온도센서와 같은 경우는 반응속도가 느리거나 측정이 안되는 경우가 있을 수 있기 때문이다. 따라서 센서나 측정을 위한 구성을 제외한 나머지부분인 외측면 일부가 단열코팅되는 것이다.
- [0033] 상기 센서부(100)는 종래 초음파의 속도를 측정하거나, 전기전도도의 정도를 측정하는 방법과 달리 센서가 공기에서 용액으로의 들어갈 때의 수치변화 시점을 측정하는 트리거방식이므로, 온도, 압력 및 기타 환경에 따라 정확하지 않을 여지가 적어 종래 매질에 따라 달라지는 측정값을 연산해서 용액의 높이를 측정하는 센서보다 환경에 영향을 덜 받는 효과가 있다.
- [0034] 상기 이동부(200)는 상기 센서부(100)를 이루고 있는 센서들이 차례로 용액에 삽입되도록 상기 센서부(100)를 상하로 이동시킨다. 이를 위해 상기 센서부(100)가 거치되는 프레임(210) 외에 상기 프레임(210)에 연결되어 상기 프레임(210)을 이동시키는 지주부재(220)로 이루어진다. 상기 지주부재(220)는 별도로 구비된 모터에 의해서 상승 및 하강하며, 이 모터는 스텝모터이다. 스텝모터는 각도당 이동거리가 정확하게 제어되기 때문에 상기 센서부(100)가 이동한 거리를 파악하는데 용이하다.
- [0035] 상기 측정부(300)는 상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 이동시킨 거리를 측정하여 용액의 높이를 측정한다.
- [0036] 상기 측정부(300)는 상기 센서부(100)를 이용하여 용액의 온도, 압력, 밀도, 표면장력, 전기전도도를 측정한다. 이는 상기 센서부(100)에 포함되는 상기 열전쌍(110), 압력측정용튜브(120)를 이용한 것이고, 전기전도도는 상기 전류측정부(130)를 이용한 것이다. 상기 열전쌍(110)은 온도차에 비례하여 전류의 세기가 세지기 때문에, 온도차에 따른 전류의 세기를 알면 용액의 온도를 알 수 있다. 또한, 압력은 상기 압력측정용튜브(120)에서 측정하는 값을 사용한다. 밀도 및 표면장력을 구하는 것은 후술할 실험예에서 설명한다.
- [0037] 상기 제어부(400)는 상기 센서부(100) 및 측정부(300)에서 측정된 값을 출력한다. 상기 측정부(300) 및 제어부(400)는 상기 센서부(100) 및 이동부(200)와 물리적으로 연결하여 통신하거나 블루투스나 지그비(Zigbee)와 같은 무선통신을 사용한다.
- [0038] 이하 첨부된 도면을 참고하여 상기 다중 용액높이 측정장치를 사용하는 다중 용액높이 측정방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0039] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 다중 용액높이 측정장치를 사용하는 다중 용액높이 측정방법은, 제1단계(S1), 제2단계(S2) 및 제3단계(S3)를 포함하여 이루어진다.
- [0040] 상기 제1단계(S1)는 상기 이동부(200)가 상기 센서부(100)를 하강시키는 단계이다. 이때 상기 센서부(100)의 용액측 끝단의 높이를 알고 있어야 하며, 하강시키는 속도는 천천히 하도록 한다. 상기 센서부(100)가 하강하는 속도가 지나치게 빠르면 센서를 통해 측정되는 값이 정확해지지 않기 때문이다.
- [0041] 상기 제2단계(S2)는 상기 센서부(100)에 서로 단차를 가지고 구비되거나 동일한 높이에 위치한 센서들의 값을

주기적으로 측정하여 데이터를 생성하는 단계이다. 상기 제2단계(S2)는 상기 센서들의 값을 측정하는 단계이며, 상기 센서들이 용액에 삽입됨에 따라 값이 변동되는 시간까지의 이동하는 거리로 용액의 높이를 연산하므로, 값의 변동시점이 언제인지 정확한 시간에 측정하는 것이 중요하다.

[0042] 상기 제3단계(S3)는 상기 제2단계(S2)에서 측정된 센서별 데이터의 수치가 변동하는 시점에 상기 센서부(100)가 상기 용기(10) 상부에서 하부로 이동한 거리를 측정해 액체의 액면 높이를 연산하여 측정하는 단계이다. 이때 상기 센서별 단차를 가지는 것을 고려하여 액면 높이를 연산하며, 각각의 센서별로 측정된 높이값의 평균을 내서 그 값을 용액의 높이값으로 확정한다. 각 방법마다 환경에 따라 측정값이 달라질 것이므로, 다양한 방법으로 용액의 높이를 측정하고 그 평균값을 내어 환경에 따른 오차를 최소화한다. 또한 상기 제3단계(S3)는 상기 제2단계(S2)에서 측정한 데이터를 이용하여 온도, 압력, 밀도, 표면장력, 전기전도도를 출력하고, 연산하는 단계이다. 본 발명에 의한 다중 용액높이 측정장치의 일실시예에서 설명했듯이, 상기 센서부(100)에서 온도, 압력 및 전기전도도는 직접 측정이 가능하고, 밀도 및 표면장력은 후술할 측정된 데이터를 가지고 연산 가능하며, 이는 후술할 실험예에서 설명한다.

[0043] 이하, 상기한 다중 용액높이 측정장치를 이용한 다중 용액높이 측정방법의 실험예에 대하여 상세히 설명한다.

[0044] **[실험예1]**

[0045] 실험예1은 상기 전류측정부의 용액높이 검출 방법만을 이용한 용액 높이 측정방법으로, 후술할 실험예2 및 실험예3 또한 같거나 유사한 방법으로 용액의 높이를 측정하게 된다. 측정대상이 되는 용액은 LiCl-KCl 염을 알루미늄 나 셀에 넣고 알루미늄 나 셀을 고온로에 넣어 LiCl-KCl 염을 녹인 것으로, 녹인 염에 상대전극으로 와이어를 넣고, 전류측정부에 해당하는 센서를 이동부에 설치하여 하강시킨다. 전류측정부 센서가 하강하는 동안 전압전류측정기를 이용하여 상대전극과 하강하는 전류측정부의 센서 사이에 흐르는 전류를 주기적으로 측정한다. 도 5는 전류측정부가 이동하는 동안 측정된 전류 값을 시간(이동거리)에 따라 나타낸 것이다. 전류측정부가 공기 중에 있을 때는 전류값이 0을 나타내다가 전류측정부가 고온 용융염에 닿자마자 전류가 급격히 상승함을 나타내고 있다. 이러한 전류의 급상승 점을 용액의 높이점이며 전류측정부의 이동 거리를 이용하여 이 고온 용융염의 높이를 정확하게 측정할 수 있었다.

[0046] **[실험예2]**

[0047] 실험예2는 상기한 실험예1에서 열전쌍을 추가한 것으로, 본 발명에 의한 다중 용액높이 측정장치를 이용한 방법이다. 측정하는 용액은 상기한 실험예1에서 사용한 것과 같은 종류이며, 기타환경은 실험예1과 동일하다. 실험예1에서 별도의 전극을 상대전극으로 이용하여 용액에 삽입한 후 실험했던 것과 달리, 실험예2에서는 상대전극으로 상기 열전쌍에 포함되는 제2전극을 사용하고, 상기 열전쌍의 하측단 끝단과 전류측정부의 제1전극의 끝단은 서로 10mm의 단차를 가지며, 상기 열전쌍의 하측단이 더 하부에 위치한다. 실험예1과 마찬가지로, 열전쌍과 전류측정부가 공기 중에 일정 높이를 유지하게 한 후 이동부를 이용하여 일정 속도로 하강하게 한다. 열전쌍과 전류측정부 센서가 하강하는 동안 측정부, 제1전류계 및 제2전류계를 이용하여 측정 온도와 상대전극과 와이어 전극 센서 사이에 흐르는 전류를 주기적으로 측정한다. 도 6은 열전쌍과 전류측정부가 이동하는 동안 측정된 온도와 전류 값을 이동거리에 따라 나타낸 것이다. 전류측정부가 공기 중에 있을 때는 느린 온도 측정치의 상승과 전류값이 0을 나타내다가 열전쌍이 고온 용융염에 닿자마자 급격한 온도변화를 나타낸다. 하지만 이 때 전류는 여전히 0을 나타내고 있다. 계속 열전쌍과 전류측정부가 하강함에 따라 정확히 10 mm 높이의 하강 후 와이어 전극에서 전류가 급격히 상승함을 나타내고 있다. 이러한 온도와 전류의 급상승 점이 용액의 높이점이며 열전쌍과 전류측정부의 이동 거리를 이용하여 이 고온 용융염의 높이를 정확하게 측정할 수 있다. 또한 센서부의 정해진 단차와 측정된 단차를 이용하여 높이 측정 시스템을 검정할 수 있다.

[0048] **[실험예3]**

[0049] 실험예3은 상기 실험예1에서 압력측정용튜브를 추가한 것으로, 센서부가 압력측정용튜브와 전류측정부이다. 즉, 트리거신호로서 압력과 전류를 측정한다. 측정하는 용액은 상기한 실험예1에서 사용한 것과 같은 종류이며, 기타환경은 실험예1과 동일하다. 실험예1에서 별도의 전극을 상대전극으로 이용하여 용액에 삽입한 후 실험했던 것과 달리, 실험예3에서는 상대전극으로 상기 압력측정용튜브에 포함되는 제3전극을 사용하고, 상기 압력측정용튜브의 하측단 끝단과 전류측정부의 제1전극의 끝단은 서로 10mm의 단차를 가지며, 상기 압력측정용튜브의 하측단이 더 하부에 위치한다. 압력측정용튜브는 끝에 직경 1 mm 이하, 길이 10 mm 이하 석영 모세관과 직경이 5 mm, 길이 30 cm의 석영튜브를 연결하여 구성하였다. 이 때 제3전극이 압력측정용튜브의 모세관을 막지 않도록 구성한다. 서로 10mm의 단차를 가지는 압력측정용튜브의 하측단과 제3전극은, 이동부에 의해 용액에 일정한 속

도로 하강한다. 압력측정용튜브와 전류측정부 센서가 하강하는 동안 측정부와 제2전류계를 이용하여 측정 압력 및 제1전극과 제3전극 사이에 흐르는 전류를 감지한다. 도 7은 압력측정용튜브와 제1전극이 이동하는 동안 측정된 압력과 전류 값을 이동거리에 따라 나타낸 것이다. 압력측정용튜브가 공기 중에 있을 때는 압력의 변화가 없다가 압력측정용튜브가 고온 용융염에 닿자마자 급격한 압력 변화를 나타낸다. 하지만 이 때 전류는 여전히 0을 나타내고 있다. 계속 압력측정용튜브와 제1전극이 하강함에 따라 먼저 압력측정용튜브 안의 제3전극이 고온 용융염에 닿고 이어서 제1전극이 고온 용융염에 닿는다. 압력측정용튜브가 고온 용융염에 담기고 담긴 깊이가 커짐에 따라 측정된 압력이 커짐을 확인할 수 있었다. 아래 식을 이용하여 시간에 따라 달라지는 2개 깊이에서 최대압력을 측정함으로써 고온 용융염의 밀도를 측정할 수 있었다.

$$\rho = \frac{1}{g} \left( \frac{P_{\max, 2} - P_{\max, 1}}{h_2 - h_1} \right)$$

[0050]

[0051] 상기 식에서  $\rho$ 는 밀도,  $g$ 는 중력가속도,  $p_{\max, 2}$ 는 용액의 제2위치에서의 최대압력,  $p_{\max, 1}$ 은 상기 제2위치보다 앞은 제1위치에서의 최대압력을 나타내며,  $h_2$ 와  $h_1$ 은 각각 그 깊이를 나타낸다.

[0052] 또한, 아래 Young-Laplace 식을 이용하여 표면장력을 측정할 수 있었다.

$$\sigma = \frac{r}{2} (p_{\max} - \rho g h)$$

[0053]

[0054] 상기 식에서  $r$ 은 상기 압력측정용튜브의 모세관 반지름이다.

[0055] 또한, 제1전극이 고온 용융염에 닿자마자 전류가 0에서 크게 증가함을 확인할 수 있었으며 제1전극과 제3전극의 담긴 깊이가 계속 커지더라도 압력측정용튜브의 모세관에 의해 측정 전류의 크기가 제한되기 때문에, 전기전도도 측정을 위해 사전에 측정한 압력측정용튜브 모세관의 셀상수, 가한 전압, 측정된 전류를 이용하여 고온의 용융염의 전기전도도를 측정할 수 있었다.

[0056] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

**부호의 설명**

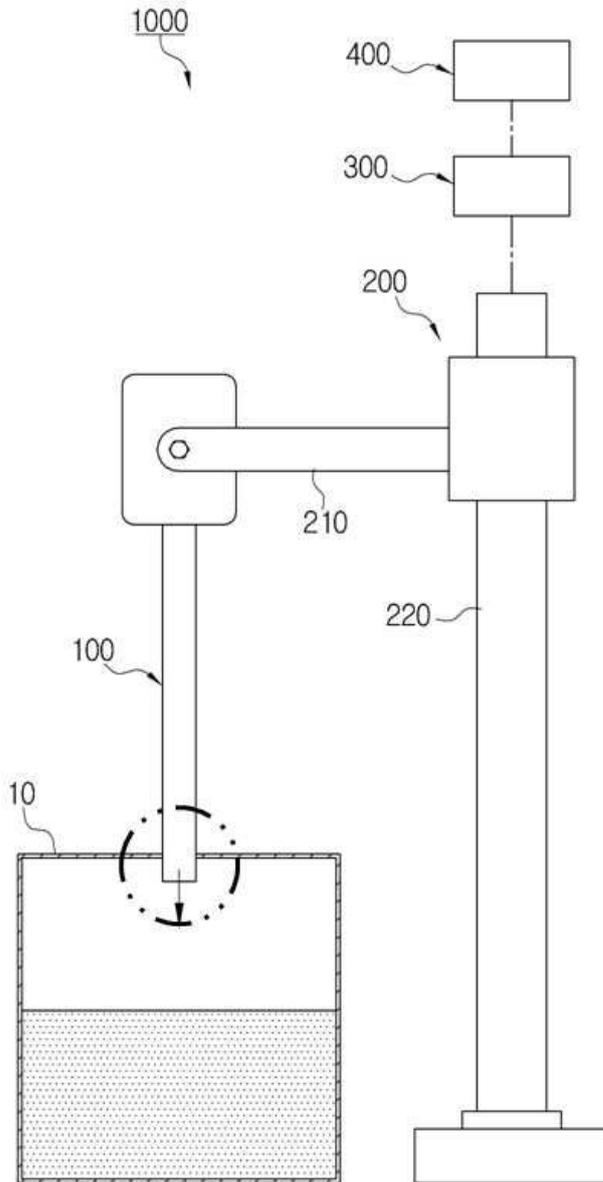
[0057]

- 10 : 용기
- 100 : 센서부
- 110 : 열전쌍
- 111 : 제1금속바
- 112 : 제2금속바
- 113 : 고정부
- 114 : 제1전류계
- 120 : 압력측정용튜브
- 121 : 압력센서
- 130 : 전류측정부
- 131 : 제1전극
- 132 : 제2전류계
- 200 : 이동부
- 210 : 프레임
- 220 : 지주부재
- 300 : 측정부
- 400 : 제어부
- S1 : 제1단계
- S2 : 제2단계

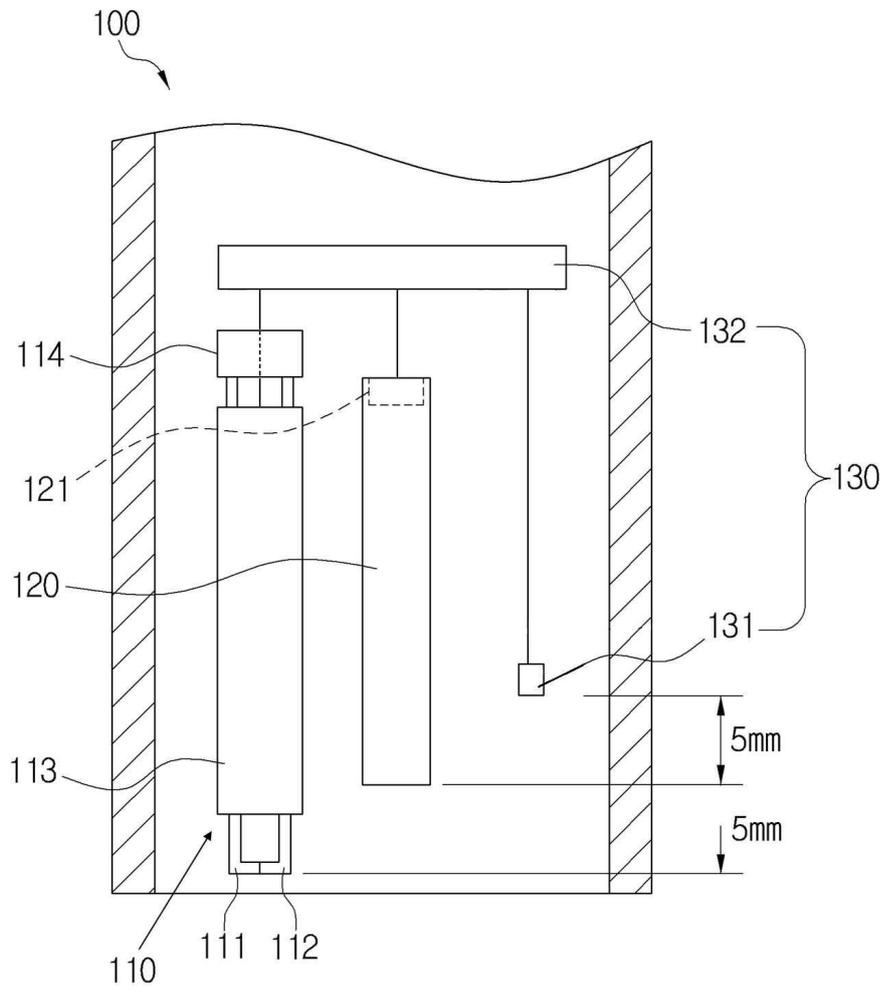
S3 : 제3단계

도면

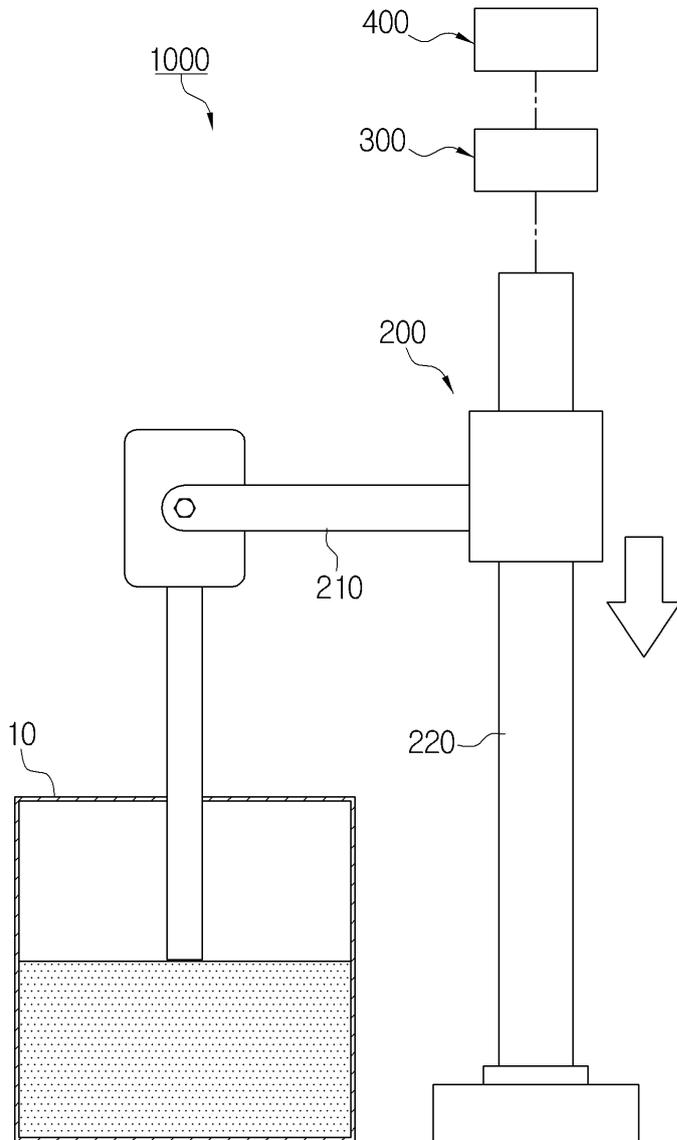
도면1



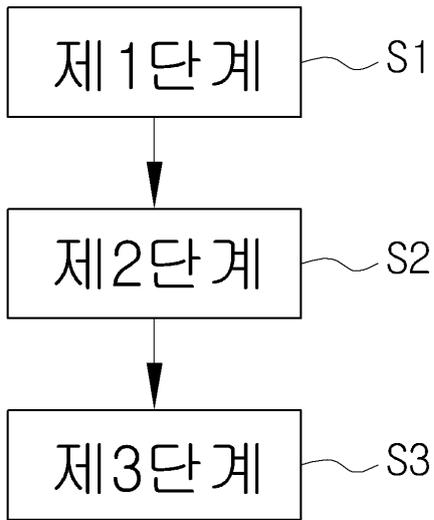
도면2



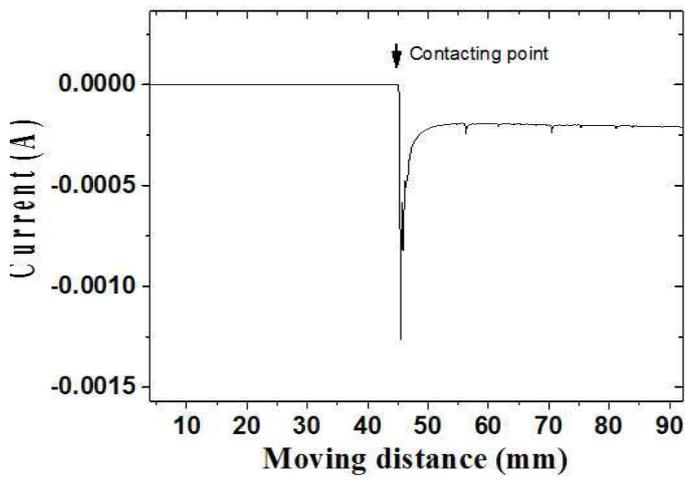
도면3



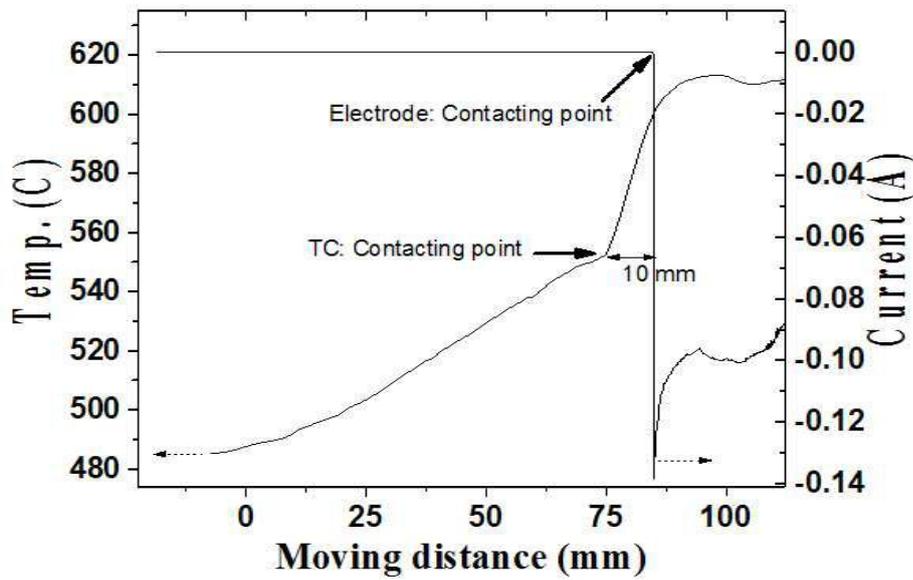
도면4



도면5



도면6



도면7

