

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
G01K 7/18

(45) 공고일자 1999년11월01일

(11) 등록번호 10-0228046

(24) 등록일자 1999년08월07일

(21) 출원번호 10-1997-0009382

(65) 공개번호 특1998-0073832

(22) 출원일자 1997년03월19일

(43) 공개일자 1998년11월05일

(73) 특허권자 한국표준과학연구원 정명세

대전광역시 유성구 도룡동 1

(72) 발명자

강기술

대전광역시 서구 내동 172-4 서우아파트 301동 1102호

김용규

대전광역시 서구 월평동 진달래아파트 105동 606호

강기훈

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 411동 1602호

(74) 대리인

김현철, 이상호

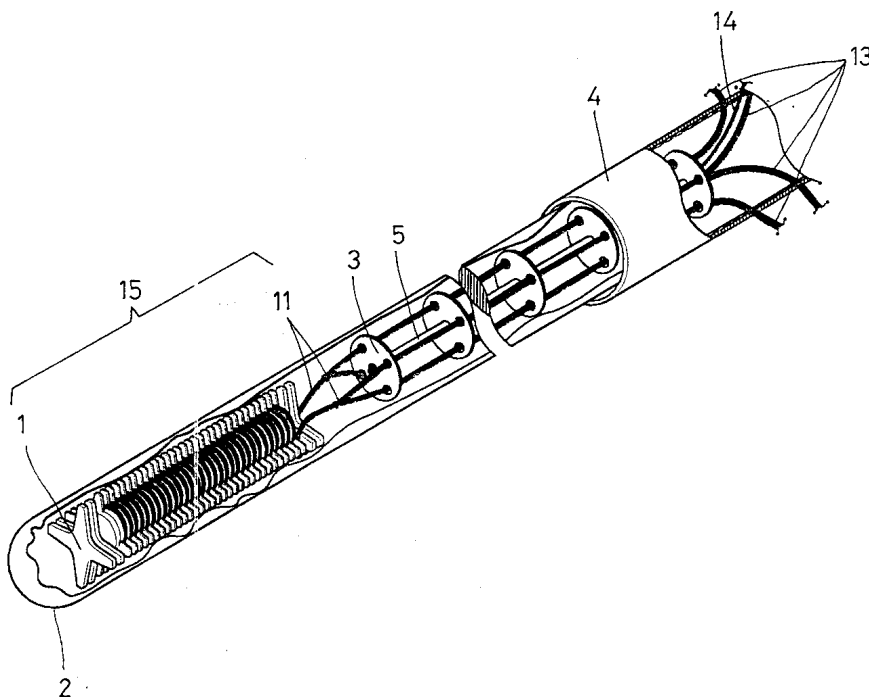
심사관 : 김호석

(54) 고온정밀백금저항온도센서

요약

본 발명은 최고온도 1500℃까지 사용할 수 있는 고온정밀백금저항온도센서 및 그 제작방법에 관한 것으로써, 고온정밀온도센서에 있어서, X-형 센서틀(1)을 가공하고 상기 센서틀(1)에 백금선(11)을 이중코일 형태로 감은 센서부를 형성하고, 상기 센서부는 4선의 백금선을 용접하며 상기 백금선은 간격자(3)의 홀(32)에 끼여져 한면이 밀봉된 보호관(2)내에 장착되고, 센서부의 하중지지 및 절연저항 측정용 백금선은 간격자(3)의 홀(31)에 장착되며, 상기 보호관(2)은 파이렉스튜브(4)로 밀봉되는 것을 특징으로 하는 고온정밀백금저항온도센서와; 합성사파이어 단결정봉으로 X-형 센서틀(1)을 가공하고 상기 센서틀(1)에 백금선(11)을 이중코일 형태로 센서부를 성형하고 상기 센서부는 4선의 백금선에 용접하여 간격자(3)에 끼워져 한면이 밀봉된 보호관(2)내에 장착한 후 세척과정을 거쳐 고순도 아르곤가스를 충전한 후 파이렉스튜브(4)를 밀봉하여 제조하는 것을 특징으로 하는 고온정밀 백금저항온도센서의 제조방법을 기본적인 특징으로 하는 것이다.

대표도



명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 본 발명에 따른 온도센서를 나타낸 사시도.
제2도는 제1도에 도시된 센서부를 나타낸 도면.
제3도는 제1도에 도시된 사파이어 간격자를 나타낸 도면.
제4도는 제1도에 도시된 분리튜브를 나타낸 도면.
제5도는 제1도에 도시된 보호관과 파이렉스튜브의 접합부위를 나타낸 도면.
제6도는 본 발명에 따른 온도센서의 온도-저항관계를 나타낸 도면.
제7도는 본 발명에 따른 온도센서의 온도-절연저항관계를 나타낸 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 센서틀	2 : 보호관
3 : 간격자	4 : 파이렉스튜브
5 : 분리튜브	11 : 백금선
12 : 나사홀	31 : 중앙홀
32 : 외주홀	41 : 에폭시

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 1500^{°C}까지 사용할 수 있는 고온정밀백금저항온도센서에 관한 것으로, 특히 합성 사파이어 단결정봉을 가공하여 X-형 센서틀을 형성하고, 이 센서틀에 선경 0.5mm인 순도 99.9999%인 백금선을 이중 코일형태로 감아 센서부를 성형하며, 상기 센서부에 순도 99.999%의 선경 0.5mm인 4선의 백금선을 용접하여 한면이 밀봉된 사파이어튜브내에 장착하고 세척과정을 거친 후, 고순도 아르곤 가스를 충전하고 튜브를 밀봉하여 형성한 고온정밀백금저항온도센서에 관한 것이다.

지금까지 알려진 바에 의하면, 고온백금저항온도센서는 실리카 유리를 센서틀 및 보호관 재료로 사용하기 때문에 실리카 유리의 연화점인 1100^{°C}로 사용온도가 제한되었다. 또한, 4선의 리드선을 갖는 구조이기 때문에 고온에서의 누설전류를 측정할 수 없었으며, 상기된 실리카 유리는 고온에서 금속증기가 쉽게 투과하는 특성을 가짐에 따라 고순도 백금센서의 오염이 문제점으로 지적되어 왔다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 발명된 것으로, 1500^{°C}의 고온까지 사용할 수 있으며, 절연저항을 측정할 수 있는 백금선의 설치로 절연저항에 따른 오차보정이 가능한 고온정밀백금저항온도센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 고온정밀온도센서에 있어서, 인조 사파이어 단결정 재료인 X-형 센서틀에 백금선을 이중코일 형태로 감아 센서부를 형성하고, 상기 백금선의 단부에 2선의 백금 리드선을 각각 용접하여 결합하며, 상기 백금 리드선을 인조 사파이어 단결정 재료인 간격자들의 외주홀에 각각 끼워 일측이 밀봉된 인조 사파이어 단결정 재료인 보호관내에 장착하되, 상기 간격자들의 중앙홀에는 센서부의 하중을 지지하며 절연저항을 측정하는 백금 지지선을 끼워 고정하며, 상기 보호관의 타측은 파이렉스튜브로 밀봉하고 내측에는 아르곤 가스를 충전하여 형성한 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

제1도는 본 발명에 따른 고온정밀백금저항온도센서를 나타낸 사시도이고, 제2도는 제1도에 도시된 센서부를 나타낸 도면이다.

도면에 도시된 것처럼, 다이아몬드 가공기를 사용하여 X-형 인조 사파이어 단결정 재료인 센서틀(1)에 나사홀(12)을 형성하고, 이 센서틀(1)의 나사홀(12)에 선경이 0.5mm인 2선의 백금선(11)을 15회정도 이중코일형태(즉, 코일과 같이 감겨진 백금선을 다시 두겹으로 센서틀(1)에 권선한 형태)로 감아 센서부(15)를 형성하였다.

또한, 상기된 백금선(11)의 단부에 각각 2선씩 결합되는 4선의 백금 리드선(13)과 센서부(15)의 하중을 지지하고 절연저항을 측정하는 백금 지지선(14)의 접촉을 방지하기 위하여 제3도에 도시된 것처럼 5개의

홀(31,32)이 형성된 사파이어 봉을 절단하여 사파이어 간격자(3)를 형성하였다.

상기와 같이 사파이어를 가공하여 형성한 모든 부품에 부착된 불순물을 제거하기 위하여 먼저 비눗물로 깨끗이 세척한 후, 증류수로 행구었다. 또한, HF산에 부품을 담근 후, 초음파 세척기로 10분 이상 세척하고 흐르는 증류수에서 최종적으로 세척하였다.

이와같이 사파이어 부품을 세척한 후, 센서부(15)에 감겨있는 2선의 백금선(11)의 단부에 순도가 99.999%이고 선경이 0.5mm인 2선의 백금 리드선(13)을 각각 워터 웰더(water welder)를 사용하여 용접한 후, 용접된 4선의 백금 리드선(13)이 상호 접촉되지 않도록 간격자(3)의 외주홀(32)에 삽입하였다.

또한, 사파이어 간격자(3)의 중앙홀(31)에는 절연저항을 측정하고 센서부(15)의 하중을 지지하는 백금 지지선(14)을 삽입하여 고정하는데, 이때 백금 지지선(14)은 간격자(3)를 서로 격리시키는 3cm의 길이를 갖는 제4도에 도시된 분리튜브(5)와 사파이어 간격자(3)의 중앙홀(31)을 번갈아 관통하도록 장착하였다.

상기와 같이 조립된 센서부(15)와 리드선(13) 및 지지선(14)을 수증기 세척기를 사용하여 1주일간 세척한 후, 센서부(15)와 리드선(13) 및 지지선(14)의 조립부를 외경이 7.0mm이고, 내경이 5.0mm이며 길이가 50cm의 세척된 보호관(2)에 장착하고, 보호관(2)은 파이렉스튜브(4)와 고진공 코크를 사용하여 진공펌프에 연결하였다.

이때, 보호관(2)과 파이렉스튜브(4)는 제5도에 도시된 것처럼 진공용 에폭시(41)를 사용하여 결합하며, 파이렉스튜브(4)에 5개의 홀을 추가가공을 통해 형성하여 4선의 백금 리드선(13)과 1선의 백금 지지선(14)을 외부로 노출시켰다. 또한, 파이렉스튜브(4)와 백금선(13, 14)간의 틈새는 고진공 유지를 위하여 진공용 에폭시(41)를 사용하여 밀봉하였다.

온도센서의 사용 최고온도인 1500℃에서 450mm에 대한 백금의 선팽창을 계산하면 6.1mm가 되는데, 이 선팽창 및 센서의 길이를 감안하여 백금 리드선(13)과 백금 지지선(14)의 길이를 40cm로 결정하였다. 아울러, 조립된 온도센서의 내부에는 가스충진장치를 이용하여 1500℃에서 내부기압이 1.2기압이 되도록 실온에서 142.7torr의 압력으로 고순도 아르곤 가스를 충전하였다.

또한, 가스의 충전전에는 사파이어 보호관(2)의 내벽 및 부품, 백금선의 표면에 흡착되어 있는 잔류수분을 제거하기 위하여 3×10^{-7} torr에서 드라이어로 센서를 가열하면서 고순도 아르곤가스를 3번 교대로 흘러 내부를 세척하였다.

아연, 주석, 갈륨 및 물의 삼중점 등 대체로 낮은 온도의 고정점에서 고온정밀백금저항온도센서의 저항특성을 측정하기 전에 475℃에서 4시간동안 열처리를 수행하였으며, 1500℃까지 비교측정하기 전에는 1500℃에서 5시간 열처리를 수행하였다.

시제품 센서의 물의 삼중점(0.01℃)에서의 저항은 0.13Ω이며, 센서부(15)가 스트레인-프리(strain-free) 구조가 되도록 백금 지지선(14)에 매달린 구조를 이루고 있다. 따라서, 고온정밀백금저항온도센서의 센서부(15)의 백금선(11)이 고온에 의해 열팽창하여 늘어나도 변형(strain)에 따른 저항변화는 발생되지 않는다. 본 발명에서는 상기와 같은 방법을 사용하여 1500℃까지 사용가능한 분해능 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 이내인 고온정밀백금저항온도센서를 제작하였다.

상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 고온정밀백금저항온도센서의 특성을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[실시예 1]

본 발명에 따라 제작된 시제품의 고온정밀백금저항온도센서를 물의 삼중점 및 금속의 고정점(Ga, Sn, Zn, Al, Ag, Cu) 실현장치를 사용하여 각각의 고정점에서의 온도-저항특성을 측정하였다. 저항측정에는 ASL사의 모델 F18 AC 브리지를 사용하였는데, 브리지의 주파수는 low(25Hz에 해당)로 고정하였으며, 사용전류는 20mA였다. 각각의 고정점에서의 저항비는 가까운 물의 삼중점 값을 사용하여 $W(t)=R(t)/R(TP)$ 식을 사용하여 계산하였다.

제작과정에서 발생하는 센서부(15)의 백금선(11)의 변형을 방지하기 위하여 475℃에서 4시간 열처리한 이후에 갈륨 고정점 및 물의 삼중점 값을 측정하여 저항비를 계산한 결과, 저항비가 1.1181234로 국제온도 눈금 1990(ITS-90)에서 명시한 표준기급 백금저항 온도계의 갈륨에서의 저항비인 1.11807보다 큰 값을 보였다. 따라서, 본 발명에 따른 고온정밀백금저항온도센서의 등급이 표준기급 고온백금저항온도계와 동일하거나 그 이상임을 확인할 수 있었다.

아울러, 물의 삼중점에서의 측정값도 열처리를 거친 이후에는 저항값이 크게 낮아졌는데, 이로 미루어 볼 때 475℃에서의 열처리로 인해 제작중에 발생하는 센서부(15)의 백금선(11)의 변형이 일부 제거된 것으로 판단된다. 또한, 고정점 측정중 온도계의 분해능은 $\pm 1\text{mK}$ 이내였으며, 교정결과도 기존의 고온백금저항온도계의 특성과 동일한 경향을 보였다.

[실시예 2]

본 발명에 따른 시제품의 고온정밀백금저항온도센서를 수직형 고온 전기로에 S형 열전대와 같이 설치한 후, 500℃에서 1500℃까지 100℃간격으로 온도를 상승시키면서 저항값 변화를 측정하였다. 고온 전기로에서의 실험오차를 줄이기 위하여 고온정밀백금저항온도센서의 중앙 및 열전대의 접점이 전기로 내부온도 중 가장 높은 온도인 표면에서 38cm에 위치하도록 설치하였다.

본 실험에서 사용된 열전대는 고정점 교정 및 교정된 복사온도계를 사용하여 흑체로에서 비교 교정된 것으로, 0℃~1500℃의 온도영역에서의 불확도는 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ 를 벗어나지 않는다.

제6도는 본 발명에 따른 센서의 $500^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ 의 온도영역에서의 온도-저항측정값을 나타낸 것으로, 이 영역에서의 저항측정 분해능(dR/dt)은 $3.3684 \times 10^{-4} \Omega^{\circ}\text{C}$ -이며, 이 값을 온도로 환산하면 $\pm 8.9\text{mK}$ 가 된다. 따라서 현재의 측정시스템으로도 $\pm 10\text{mK}$ 의 정확도로 온도를 측정할 수 있다. 또한, 제6도에서 최소자승법으로 계산한 실선과 측정데이터가 잘 일치하는 것을 볼 수 있는데, 이를 통해 고온에서도 백금의 온도-저항특성이 2차식을 만족함을 확인할 수 있었다.

제7도는 온도변화에 따른 본 발명의 고온정밀백금저항온도센서의 절연저항을 측정한 결과이다. 600°C 이하에서는 절연저항이 DMM(HP 34584A)의 측정영역을 초과하여 측정이 불가능함에 따라 측정이 가능한 온도영역에서만 절연저항을 측정하였는데, 온도가 증가할수록 절연저항은 지수적(exponentially)으로 감소하였다. 1500°C 에서의 절연저항은 $0.063\text{M}\Omega$ 으로 절연저항이 온도센서의 저항에 미치는 효과는 측정값의 0.0012% 에 해당한다.

발명의 효과

상기된 것처럼 본 발명은, 금속투과방지 특성이 우수하고 용융점이 2050°C 인 인조 사파이어 단결정 재료를 센서를 및 보호관 재료로 사용함에 따라 1500°C 의 고온까지 사용이 가능하며, 절연저항을 측정할 수 있는 백금선의 설치로 인해 절연저항에 따른 오차보정이 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

고온정밀온도센서에 있어서, 인조 사파이어 단결정 재료인 X-형 센서들(1)에 백금선(11)을 이중코일 형태로 감아 센서부(15)를 형성하고, 상기 백금선(11)의 단부에 2선의 백금 리드선(13)을 각각 용접하여 결합하며, 상기 백금 리드선(13)을 인조 사파이어 단결정 재료인 간격자(3)들의 외주홀(32)에 각각 끼워 밀착이 밀봉된 인조 사파이어 단결정 재료인 보호관(2)내에 장착하되, 상기 간격자(3)들의 중앙홀(31)에는 센서부(15)의 하중을 지지하며 절연저항을 측정하는 백금 지지선(14)을 끼워 고정하며, 상기 보호관(2)의 타측은 파이렉스튜브(4)로 밀봉하고 내측에는 아르곤 가스를 충전하여 형성한 것을 특징으로 하는 고온정밀백금저항온도센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 X-형 센서들(1)에 나사홀(12)을 형성하여 백금선(11)을 이중코일 형태로 감은 것을 특징으로 하는 고온정밀백금저항온도센서.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 간격자(3)에는 선경 0.5mm 의 백금 지지선(14)이 통과하는 1개의 중앙홀(31)과 백금 리드선(13)이 통과하는 4개의 외주홀(32)이 각각 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 고온정밀백금저항온도센서.

청구항 4

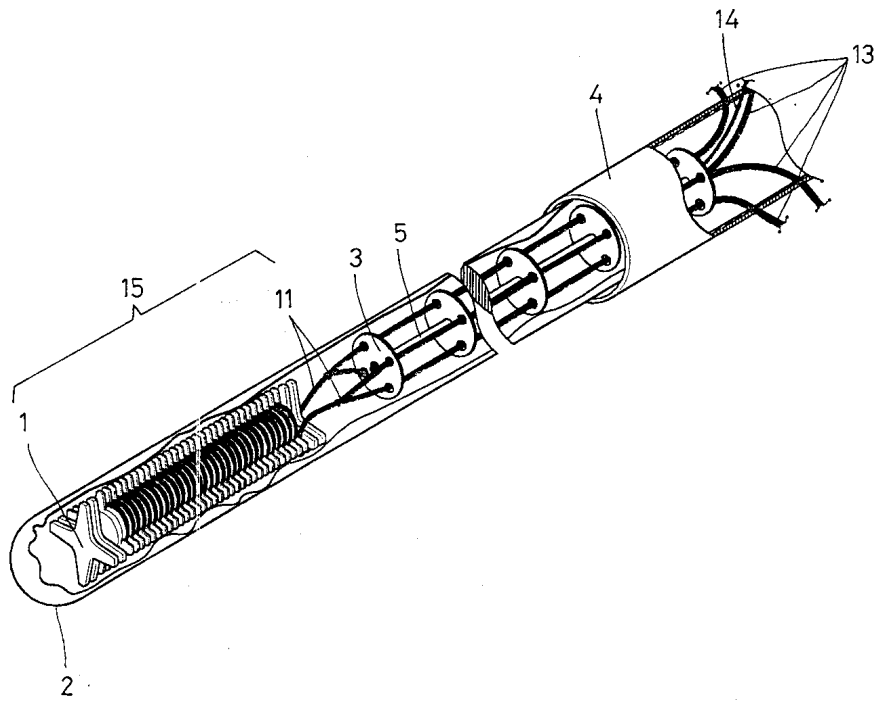
제1항에 있어서, 상기 간격자(3)의 사이에는 분리튜브(5)가 장착되며, 상기 백금 지지선(14)이 간격자(3)의 중앙홀(31)과 분리튜브(5)를 관통하도록 장착되는 것을 특징으로 하는 고온정밀백금저항온도센서.

청구항 5

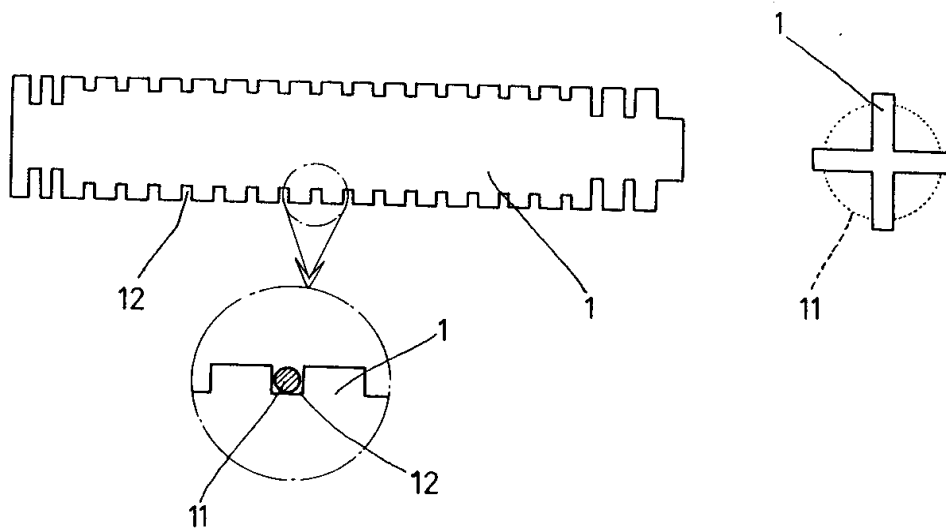
제1항에 있어서, 상기 보호관(2)과 파이렉스튜브(4)는 고진공 에폭시(41)로 결합되며, 상기 파이렉스튜브(4)에는 초자가공을 통해 5개의 홀을 형성하여 4선의 백금 리드선(13)과 1선의 백금 지지선(14)을 외부로 노출시키되, 상기 파이렉스튜브(4)와 백금선(13, 14)간의 틈새는 고진공 유지를 위하여 진공용 에폭시(41)를 사용하여 밀봉한 것을 특징으로 하는 고온정밀백금저항온도센서.

도면

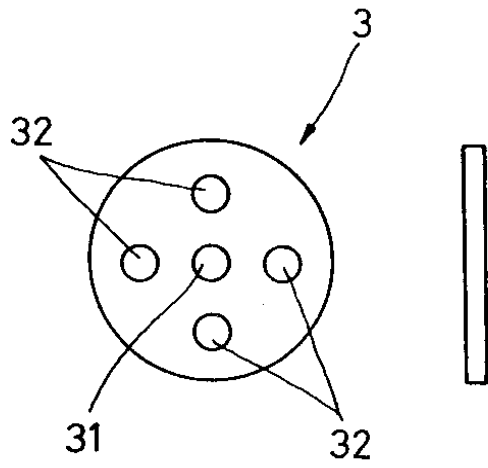
도면1



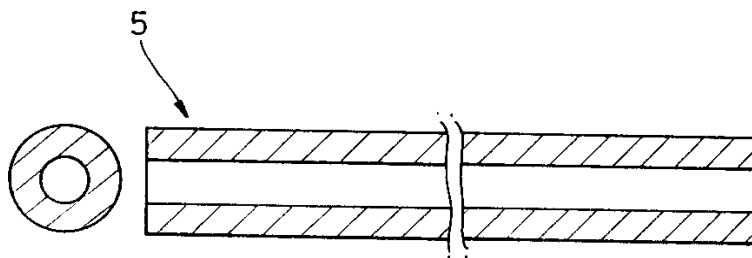
도면2



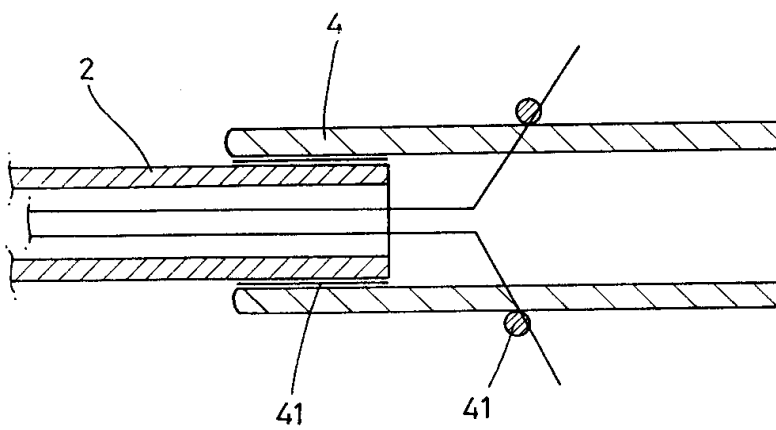
도면3



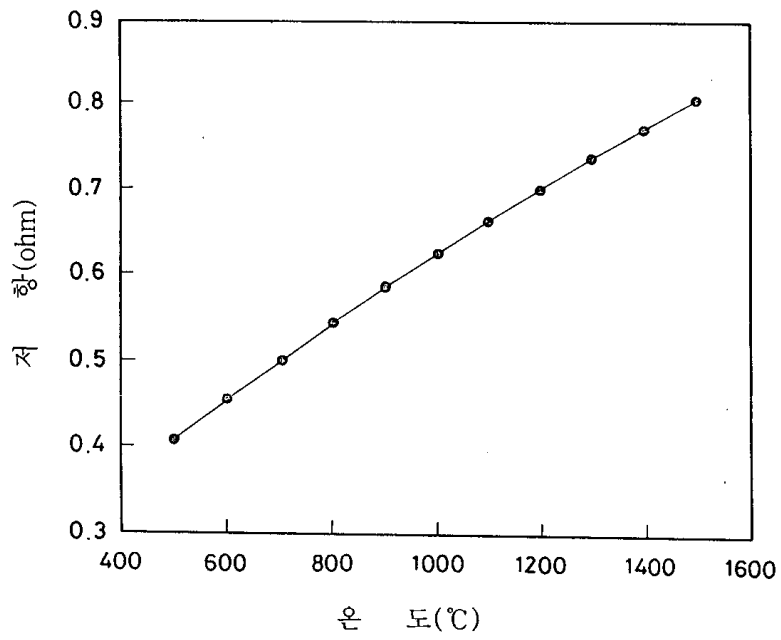
도면4



도면5



도면6



도면7

