

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

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
C22C 1/04  
B22F 9/08

(45) 공고일자 1995년07월28일  
(11) 공고번호 특1995-0008375

---

(21) 출원번호	특 1992-0019655	(65) 공개번호	특 1993-0008173
(22) 출원일자	1992년 10월 24일	(43) 공개일자	1993년 05월 21일

---

(30) 우선권주장	91-279994	1991년 10월 25일	일본(JP)
	91-282715	1991년 10월 29일	일본(JP)
	91-289612	1991년 11월 06일	일본(JP)
	92-8269	1992년 01월 21일	일본(JP)

(71) 출원인                         가부시끼가이샤 메이덴샤     요시다 시게루  
일본국 도쿄도 시나가와구 오사끼 2쵸메 1방 17고

(72) 발명자                         요시오카 노부유키  
일본국 도쿄도 시나가와구 오사끼 2쵸메 1방 17고 가부시끼가이샤 메이덴샤내  
후카이 도시마사  
일본국 도쿄도 시나가와구 오사끼 2쵸메 1방 17고 가부시끼가이샤 메이덴샤내  
노다 야스지  
일본국 도쿄도 시나가와구 오사끼 2쵸메 1방 17고 가부시끼가이샤 메이덴샤내  
스즈끼 노부다가  
일본국 도쿄도 시나가와구 오사끼 2쵸메 1방 17고 가부시끼가이샤 메이덴샤내

(74) 대리인                         이상희, 구영창, 주성민

**심사관 : 박기석 (책자공보 제4065호)**

**(54) 접점 재료의 형성 방법**

**요약**

내용 없음.

**대표도**

**도1**

**명세서**

[발명의 명칭]

접점 재료의 형성 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 의해 형성된 접점 재료로 제조된 전극에 배치된 진공 단속기의 단면도.

제2도는 Cr 물질 중의 산소 함량(중량%)과 리스트라이킹 확률 사이의 관계를 나타내는 그래프.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 11, 12 : 로드                         13, 14 : 전극  
15 : 원통형 차단재                 16, 17 : 절연 실린더  
18, 19 : 금속판

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 접점 재료의 형성 방법에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 진공 단속기의 전극으로서 사용될 수 있는 접점 재료의 형성 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 접점 재료는 전극을 형성하므로, 이 재료가 진공 단속기에 사용될때, 큰 전류 차단성이

요구된다.

구리-크롬(Cu-Cr) 합금은 양호한 전류차단성을 갖는 점점 재료로서 잘 알려져 있다. 통상적으로, Cu-Cr 합금은 분말 야금술에 의해, 즉, 전기분해법으로 제조한 구리(Cu) 분말과 밀링시켜 제조한 크롬(Cr)분말을 혼합한 후 가압하에 압축시킴으로써 형성한다. 압축된 분말을 소결시켜 목적하는 Cu-Cr 합금을 얻는다. 바람직한 전기적 특성을 나타내는 적절한 진공 물질을 얻기 위해 Cr을 Cu 매트릭스 내에 균일하게 분포시킬 필요가 있다. 다시 말해, Cr의 입경이 더 미세할수록, 더 양호한 물질이 얻어진다.

그러나, 밀링에 의해 기계적으로 제조한 Cr 물질 중의 입자 분포는 널리 분산되게 된다. 또한, Cr의 평균 입경은 약 40 $\mu$ m로 되기 때문에, Cr 입자의 균일한 미세도가 용이하게 설정될 수 없다. 따라서, 입도가 다르고, 비중이 다르고, 입자 분포가 다른 것에 따른 중량 변화가 일어날 수 있으며, 이러한 Cr 입자들은 Cu 분말과 균일하게 혼합될 수 없다. 또한, Cr 입자들은 압축된 성형품 중의 Cu-Cr 매트릭스 중에 미세하고 균일하게 분산될 수 없다. 따라서, 이 성형품의 전기적 특성은 기대했던 것보다 더 저하된다.

일반적으로, Cu-Cr 합금은 Cu 매트릭스 및 금속에 분포된 Cr 입자로 이루어진다. 바람직한 전기적 특성을 갖는 목적하는 전극 물질을 얻기 위해 Cr의 입도는 가능한 한 미세하게 감소되어야 하고, Cu 매트릭스 수준의 이러한 Cr 미립자의 균일한 분포가 이루어져야 한다.

또한 기계적 방법을 사용하여 Cr 입자를 밀링시키는 것은 미립도를 얻는데 유용하지만, Cr 입자의 표면은 기계적 가공중 산소의 영향에 대해 민감하다. 따라서, Cr 입자 표면의 산화는 밀링 과정 및 보관하는 동안에 발생한다. 혼합된 분말의 소결도는 Cr 입자중에 함유된 산소가 증가함에 따라 감소된다.

체결수단을 사용하여 단지 미세한 입경을 갖는 Cr 입자들을 선별하는 방식으로 Cr 입자들을 분류하는 방법은 미세한 입자들의 균일한 분포를 얻기 위해서는 효과적이지만, 이 방법은 수율을 매우 저하시키며 생산단가를 높인다.

목적하는 특성을 얻기 위해 Cu 입자의 압축된 성형품에 발생된 공극에 Cr 입자를 침투시키거나, 저온에서 소결시킨 후 Cu와 Cr의 혼합물의 압축된 성형품에 발생된 공극에 Cu 입자를 침투시키는 방법을 사용하여 왔다. 그러나, 표면이 산화된 Cr이 흡윤되기 어려워지기 때문에 Cr 입자의 침투성이 저하된다. 일반적으로 Cr 입자는 쉽게 산화되는 경향이 있기 때문에 Cr 입자의 질을 조절하는 것은, 매우 어렵다.

합금 고형화의 냉각 속도가 느리면 Cu 매트릭스 중의 Cr의 입도가 증가하므로, Cu-Cr 합금을 형성하기 위해 주조법을 적용할 수 없다. 따라서, 미세한 Cr 입자들의 균일한 분포가 용이하게 얻어질 수 없다. 다시말해, 고형화 동안 분리가 일어나기 쉽다. 이는 Cu-Cr 합금으로부터 얻은 성형품의 질의 분포가 잘 이루어지지 못하게 한다.

최근에, 합금 요소의 혼합물을 미세 합금 분말로 분해시키기 위해 기계적 밀링 방법을 사용하는 대신에 미립화 방법을 사용하여 왔다.

그러나, 미립화 과정에서, 물질 중의 Cr 입자의 산소 함량은 그속에 포함된 특정량의 불순물에 의해 증가되는 경향이 있다. 이점은 얻어진 전극의 산소 함량을 증가시키고, 그의 전류 차단성을 저하시킨다. 또한, 입자의 표면에 산화막이 생성되기 때문에 Cr 입자는 용융되기 어려워진다. 따라서, Cr 입자는 노즐로부터 미립화되기 어려워진다. 입자를 충분히 용융시키기 위해, Cu-Cr 용융 합금의 온도가 상승되어야 한다. 그러나 용융 합금을 생성하는 일반적인 온도는 비교적 고온, 즉, 1600 내지 1700 $^{\circ}$ C이기 때문에, 상기 온도보다 더 높은 온도로 상승시키기 위해서는 가열 부재, 예를 들면 가열기, 열 절연체 및 도가니의 열안정도가 요구된다. 이점은 제조 단가를 증가시킨다.

따라서, 본 발명의 주요 목적은 양호한 전류 차단성, 낮은 접촉 저항 및 양호한 용접 내구성을 갖는 점점재료의 형성 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 Cr의 미립자가 Cu 매트릭스 중에 균일하게 분산된 Cu-Cr 합금을 포함하는 점점 재료의 형성 방법을 제공하는 것이다.

상기 목적 및 다른 목적을 달성하기 위한 점점 재료의 형성 방법은 산소 함량이 실질적으로 감소된 크롬(Cr)을 제조하고, 크롬과 구리의 용융 혼합물을 형성하고, 용융 혼합물을 미립자로 미립화시켜 Cu-Cr 합금 분말을 얻고, Cu-Cr 합금 분말을 소정의 압력하에 압축시키고, 압축된 합금 분말을 소결시키는 것으로 이루어져 있다. 크롬중의 산소 함량은 0.1중량%미만으로 감소될 수 있다.

이 과정 동안, 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속이 혼합될 수 있다.

이 금속은 Cu-Cr 합금 분말 중에 혼합되거나, 구리와 크롬의 용융 혼합물 중에서 혼합될 수 있다. 다른 방법에서는 구리와 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속의 제2용융 혼합물을 형성시키고, 제2용융 혼합물을 미립자들로 미립화시켜 구리와 상기 금속의 합금 분말을 얻고, Cu-Cr 합금 분말을 구리와 상기 금속의 합금분말과 혼합시키는 단계를 더 포함한다.

이 금속은 비스무트(Bi), 납(Pb), 텔루륨(Te), 안티몬(Sb) 및 셀레늄(Se)중의 하나 또는 이들의 혼합물로부터 선택될 수 있다.

본 발명을 하기 상세한 설명 및 수반되는 본 발명의 바람직한 실시태양의 도면으로부터 더 완전히 이해할 수 있을 것이다. 그러나, 도면은 본 발명의 한계를 특정 실시태양으로 제한하려는 것이 아니고 이해를 돕고 설명하려는 것이다.

본 발명의 방법에 형성된 점점 재료로 제조된 전극이 조립된 진공 단속기를 나타내는 제1도를 참조하면, 한쌍의 로드(11,12)는 각 로드의 제1단부에 대향 표면을 갖도록 등축으로 위치한다. 한 쌍의 로드(13,14)은 밀랍 수단에 의해 대향 표면 모두에 부착된다. 원통형 차단재(15)는 이 차단재(15)를

둘러싸고 위치하고 한쌍의 절연 실린더(16, 17)에 의해 지지된다. 금속판(18)은 열린단부에 있는 그의 구멍을 폐쇄시키도록 절연 실린더(16)의 열린 단부에 위치한다. 금속판(18)은 로드(11)의 제2단부를 통해 통과되어 돌을 결합시킴으로써 로드(11)을 금속판(18)과 함께 고정시킨다. 로드(12)의 제2단부는 금속판(19)에 의해 벨로우즈(20)를 통해 이동가능하게 지지되며 도시하지 않은 구동장치와 접촉된다. 금속판(19)은 열린 단부에 있는 그의 구멍을 폐쇄시키도록 절연 실린더(17)의 열린 단부에 고정된다. 로드(12)는 구동 장치가 작동할 때 로드(11)의 방향으로 및 로드(12)의 방향으로부터 멀어져 왕복 이동한다. 동시에 이동하는 로드(12)에 부착된 전극(14)는 고정된 로드(11)에 부착된 전극(13)의 방향으로 및 전극의 방향으로 부터 멀어져 왕복 이동한다.

본 발명의 방법에 의해 형성된 전극의 전기적 특성을 측정하기 위해, 제1도의 진공 단속기를 사용하여 다음 시험을 수행하였다.

먼저, 초기에 사용된 Cr의 바람직한 산소 함량을 조사하였다.

산소 함량을 미리 감소시킨 Cr 분말 및 Cu 분말의 혼합물을 용융시켜 용융된 Cu-Cr 합금을 얻었다. 용융된 합금을 미립화시켜 미립자로 분해시킴으로써 Cu-Cr 합금 분말을 형성하였다. Cu-Cr 합금 분말의 산소 함량을 측정하였다. 이어서 합금 분말을 압축시키고 가열하여 소결시켰다. 소결 성형품의 산소 함량을 측정하였다. 표 1에 그 결과를 나타냈다.

[표 1]

산소 함량(중량%)

Cr	Cu-Cr 합금분말	소결 성형품
0.3	0.25	0.28
0.1	0.12	0.15
0.03	0.05	0.08

Cr의 산소 함량이 0.1중량%미만으로 감소됐을때, 소결 성형품의 산소함량은 0.15중량%미만으로 감소될 수 있다.

소결 성형품을 직경 40mm의 나선형 전극에서 기계적으로 가공하고 진공 단속기 내에서 조립하였다. 그후 7.2kV, 20kA의 조건하에서 파괴 시험을 100회 수행하였다. 그리하여 소결 성형품의 리스트라이킹 확률을 리스트라이킹수로부터 측정하였다. 얻은 결과를 제2도에 나타냈다. 도면에 도시된 바와같이 Cr 물질의 산소 함량이 0.1중량% 미만으로 감소될 경우 리스트라이킹 확률은 현저히 감소되었다. 따라서, 성형품의 전류 차단성의 개선될 수 있다.

Cu를 내화성 도가니에 넣고 1200℃에서 용융시켰다. 이어서, 산소 함량 0.1중량%미만의 조개탄 형태를 갖는 Cr을 온도가 1700℃까지 상승된 도가니에 집어 넣었다. Cr의 양은 Cu의 중량에 대해 20중량%로 측정되었다. 이와 같이 Cu-Cr 용융 혼합물을 얻었다. 용융 혼합물을 Ar기체를 사용하여 5 내지 8MPa의 압력에서 미분시켜 Cu-Cr 합금 분말을 형성하였다. 이즈음에 현미경 분석 결과 직경 5µm미만의 Cr입자가 합금 분말에 균일하게 분산되어 있었다. Cu-Cr 합금 분말을 직경 42mm의 다이에 충전시키고 490MPa의 압력으로 압축시켜 압분체를 얻었다. 압분체를  $6.65 \times 10^{-3}$  Pa ( $5 \times 10^{-5}$  토르)의 진공 상태에서 1050℃로 30분 가열하여 소결시켰다. 얻은 소결 성형품은 95중량%의 충전비율(이론적인 밀도에 대한 비율), 50중량% IACS의 전기 전도도를 가졌다. 성형품의 산소 함량은 0.15중량%미만이었다. 소결시킬 경우, Cu 매트릭스 내에 분산된 Cr의 입경은 소결 온도 및 시간을 조절함으로써 어느 정도는 조절이 가능하다. 소결된 성형품을 직경 40mm의 전극에서 기계적으로 처리하고 제2도의 진공 단속기의 전극(13, 14)로서 사용하여 그의 전기적 특성을 측정하였다. 측정 결과 리스트라이킹 확률이 현저히 감소된 것으로 나타났다. 즉, Cr 입자가 상기Cu 매트릭스에 균일하게 분산되었기 때문에 생성된 아크가 완만하게 확산되었다. 따라서, 전류 차단성은 개선되었다. 또한, Cr 입자를 최소화시킴으로써 접촉 저항도 감소되었다. 또한, 접촉 저항이 작아짐으로써 용접 내구성이 개선되었다. 이즈음에 잔류 기체의 양이 더욱 적어졌기 때문에 미립화 방법으로서 기체 미립화시키는 것이 바람직하다. 기체 미립화에 있어서는 아르곤 및 질소 기체와 같은 불활성 기체가 바람직하다. 아르곤 기체가 질화방지를 위해서는 더욱 바람직하다.

Cu보다 낮은 용점을 갖는 금속 분말(이하 금속 분말이라 기재함)은 미립화시켜 얻은 Cu-Cr 합금 분말과 혼합시킬 수 있다. Cu 및 Cr은 비산화성 분위기, 예를 들면 진공 상태 하에서 용융시켰다. 용융 혼합물을 아르곤 기체를 사용하여 5 내지 8MPa의 압력 하에서 기체 미립화시킴으로써 급속히 고형화시켜 Cr 입자가 Cu 매트릭스에 균일하게 분산된 Cu-Cr 합금 분말의 미립자를 얻었다. 용융시키기 전 혼합물 중의 Cu 대 Cr의 함량비는 4:1로 측정되었다. Cr의 함량이 이 비율을 초과할 경우 Cu 입자가 Cr 매트릭스 내에 분산되고, 따라서 원하는 Cu-Cr 합금 분말을 얻을 수 없다. 이즈음에서 용융 혼합물의 산소 함량을 더욱 감소시키기 위해 Cr 물질 중의 산소 함량을 미리 감소시켰다. Cu 및 Cr 분말의 혼합물을 불활성 기체의 분위기에서 용융시키거나 또는 탈산화시켜 용융 혼합물 중의 산소 함량을 1000ppm미만까지 감소시켰다. 부득이한 불순물, 예를 들면 철 또는 니켈에 의한 오염은 허용하였다. 얻은 Cu-Cr 합금 분말의 평균 직경은 150µm미만이었다. Cu 및 Cr의 함량비는 Cu 및 Cr 분말의 혼합물의 비와 동일하였다.

현미경 시험 결과 Cu매트릭스 내 Cr입자는 5µm미만으로 충분히 미세하였으며 균일하게 분산되어 있었다.

(시료 A의 제조)

Cr 입자의 평균 입경이 3.5 μm인 직경 150 μm의 Cu-Cr 합금 분말을 상기한 바와 같이 얻었다. Cu양에 대한 Cr의 양은 20중량%이었다. 직경 -275메쉬의 비스무트(Bi) 분말을 Cu-Cr 합금 분말과 혼합하였다. Bi의 양은 합금 분말의 양에 대해 0.5중량%로 측정되었다. 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이에 충전시키고, 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에서 디스크로 압축시켜 압분체를 얻었다. 이 압분체를 6.65 × 10<sup>-3</sup> Pa(5 × 10<sup>-5</sup> 토르)의 진공 노에서 1080℃로 30분간 가열하여 소결시켰다. 따라서, 각 금속 입자는 Cr 입자를 조립화하지 않고 미세하게 융합될 수 있었다. 소결시킨 후 소결 성형품 중의 Bi의 양은 0.19중량%이었다. 이는 Bi의 용점이 Cu보다 낮기 때문에 소결시키는 동안 약간의 양이 증발되는 데서 나타나는 결과이다. 소결 성형등을 직경 40mm의 나선형 전극 내에서 기계적으로 가공하고 이어서 제1도의 진공 단속기 내에서 조립하였다.

(시료 B의 제조)

직경 -275메쉬의 납(Pb) 분말을 시료 A와 동일한 구성을 갖는 Cu-Cr 합금 분말과 균일하게 혼합시켰다. Pb의 양은 합금 분말의 양에 대해 0.5중량%로 측정되었다. 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이에 충전시키고, 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압축시켜 압분체를 얻었다. 이 압분체를 6.65 × 10<sup>-3</sup> Pa(5 × 10<sup>-5</sup> 토르)의 진공 노에서 30분간 1080℃로 가열하여 소결시켰다. 소결시킨 후 소결 성형품내 Pb의 양은 0.45중량%이었다. 소결 성형품을 직경 40mm의 나선형 전극내에서 기계적으로 가공하고 이어서 제1도의 진공 단속기에서 조립하였다.

(시료 C의 제조)

직경 -275메쉬의 텔루륨(Te) 분말을 시료 A와 동일 구성을 갖는 Cu-Cr 합금분말과 균일하게 혼합시켰다. Te의 양은 합금 분말의 양에 대해서 0.5중량%로 측정되었다.

분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이에 충전시키고, 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압축시켜 압분체를 얻었다. 이 압분체를 6.65 × 10<sup>-3</sup> Pa(5 × 10<sup>-5</sup> 토르)의 진공 노에서 1080℃로 30분간 가열하여 소결시켰다. 소결시킨 후 소결 성형품 내 Te의 양은 0.45중량%이었다. 소결 성형품을 직경 40mm의 나선형 전극에서 기계적으로 가공하고 이어서 제1도의 진공 단속기내에서 조립하였다.

(비교 시료의 제조)

직경 100 μm의 구리(Cu) 분말, 직경 80 μm의 크롬(Cr) 분말 및 직경 -275메쉬의 비스무트(Bi) 분말을 79.95; 19.75; 0.5의 중량비로 균일하게 혼합시켰다. 혼합된 분말을 직경 50mm의 다이에 충전시키고 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압축시켜 압분체를 얻었다. 이 압분체를 6.5 × 10<sup>-3</sup> Pa(5 × 10<sup>-5</sup> 토르)의 진공 노에서 1080℃로 30분간 가열하여 소결시켰다. 소결 성형품을 직경 40mm의 나선형내에서 기계적으로 가공하고 제1도의 진공 단속기 내에서 조립하였다.

시료 A, B 및 비교 시료의 파괴 전류, 접촉 저항 및 용접력을 각각 측정하였다. 얻은 결과를 표 2에 나타냈다.

여기서 파괴전류는 50Hz의 교류 전압 7.2kV를 0.4사이클의 아크 생성 동안 사용했을 때의 값이고 저항은 전극(13, 14)를 500N(뉴톤) 하에서 압축시켰을 때의 값이고 용접력은 500N에서 압축하에 전극(13, 14)에의 최고 전류가 35kA인 교류를 2사이클 가한 후의 평균값이다.

[표 2]

	시료 A	시료 B	시료 C	비교 시료
파괴 전류(kA)	22	21	23	18
접촉 저항(μΩ)	14	15	13	20
용접력(N)	800	950	850	1800

상기 표에서 나타난 결과는 보다 낮은 용점을 갖는 Cr 및 금속 분말의 미립자가 상기 Cu 매트릭스 내에 충분히 균일하게 분산되기 때문에 생성된 아크가 완만하게 분산되었음을 지적하고 있다. 따라서, 전류 차단성은 분말을 단순히 혼합시키는 방법에 의해 형성된 비교 시료에 비해 개선되었다. 이외에, 접촉 저항 및 내구성은 낮은 용점을 갖는 금속의 첨가에 의해 개선되었다.

다른 방법으로, Bi를 Cu와 Cr의 용융 혼합물에 첨가할 수 있다.

실시에 1

Cu 주괴(ingot)를 내화성 도가니에 집어넣고, 이어서 비산화성 분위기, 예를 들면 아르곤, 질소기체 및 진공 하에서 1200℃로 가열하여 도가니 내에서 Cu를 용융시켰다. 작은 조개탄 형태를 갖는 Cr을 상기 도가니에 집어넣고 이어서 비산화성 분위기 하에서 1700℃로 가열하였다. Cr이 완전히 용융된 후 비스무트를 상기 노에 집어넣어 Cu-Cr-Bi의 용융 혼합물을 얻었다. 용융 혼합물을 5 내지 8MPa하에 아르곤 기체를 기체 미립자시킴으로써 미립자로 급속히 고형화시켜 Cr이 Cu 매트릭스 내에 균일하게 분산된 Cu-Cr-Bi 합금 분말을 얻었다. 용융시키기 전 Cu : Cr : Bi의 함량비는 80 : 20 : 1로 측정되었었다. Cr의 함량비가 20중량%를 초과할 경우 Cu 매트릭스 내에 분산된 Cr 입자의 합금 분말이 형성되었다. 한편, Cr의 함량비가 5중량%를 초과하지 않은 경우 Cr 첨가의 효과, 즉 전류 차단성

의 개선을 얻을 수 없다. 용융 혼합물중의 산소함량을 더욱 감소시키기 위해 Cr 및 Bi 분말의 산소 함량을 미리 감소시켰다. 불활성 기체 분위기에서 금속을 용융시키거나 탈산화를 수행하여 용융 혼합물 중의 산소 함량을 1000ppm미만까지 감소시켰다. 철 또는 니켈과 부득이한 불순물에 의한 오염을 허용하였다. 얻은 Cu-Cr-Bi 합금 분말의 평균 입도는 150 $\mu$ m미만이었다.

화학적 분석에 따르면 Bi의 함량비는 0.5중량%이었다. 현미경 시험에 따르면 Cu매트릭스에 분산된 Cr 입자는 5 $\mu$ m미만으로 충분히 미세하였으며 균일하게 분산되어 있었다. 미립화시켜 얻은 Cu-Cr-Bi 합금 미세 분말을 50mm의 다이에 충전시키고 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에서 디스크로 압축시켰다.

이 디스크를 6.65 $\times 10^{-3}$ Pa(5 $\times 10^{-5}$  토르)의 진공 중에서 1080 $^{\circ}$ C로 30분간 가열하여 소결시켰다. 소결된 디스크 중 Bi의 함량을 상기 방법으로 제조된 10개의 시료에서 측정하였다. 얻은 결과를 표 3의 A하에 나타냈다.

다른 방법으로, 미립화시켜 얻은 Cu-Cr합금 미세 분말을 Cu-Cr 합금 분말에 대해 0.5중량%의 Bi와 혼합시켰다. 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이에 충전시키고 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에서 디스크로 압축시켰다. 디스크를 6.65 $\times 10^{-3}$ Pa(5 $\times 10^{-5}$  토르)의 진공 조건에서 1080 $^{\circ}$ C로 30분간 가열하여 소결시켰다. 소결된 디스크 중의 비스무트의 함량을 약 10개 시료에 대해서 측정하였다. 얻은 결과를 표 3의 B칼럼에 나타냈다.

비료 시료로 Cu 분말, Cr 분말 및 0.5중량%의 Bi 분말을 혼합하였다. 이어서, 미분시키지 않은 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이에 충전시키고 이어서, 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압축시켰다. 이 디스크를 6.65 $\times 10^{-3}$ Pa(5 $\times 10^{-5}$  토르)의 진공에서 1080 $^{\circ}$ C로 30분간 가열하여 소결시켰다. 소결된 디스크 중의 Bi의 함량을 약 10개의 시료에서 측정하였다. 또한, 얻은 결과를 표 3의 C칼럼에 나타냈다.

[표 3]

소결된 디스크 중의 Bi함량

시료 번호	A(중량%)	B(중량%)	C(중량%)
1	0.21	0.19	0.25
2	0.25	0.15	0.21
3	0.24	0.24	0.24
4	0.18	0.13	0.18
5	0.20	0.21	0.12
6	0.21	0.19	0.22
7	0.27	0.10	0.21
8	0.20	0.26	0.09
9	0.19	0.12	0.25
10	0.23	0.22	0.22
평균	0.22	0.18	0.20
표준편차	0.029	0.054	0.054

실시에 2

Cu주괴를 내화성 도가니에 집어넣고 비산화성 분위기, 예를 들면 진공 상태에서 1200 $^{\circ}$ C로 가열하여 도가니 내에서 Cu를 용융시켰다. 작은 조개탄 형태의 Cr을 도가니에 집어넣고, 이어서 상기 실시예 1과 동일한 분위기 하에서 1700 $^{\circ}$ C까지 가열하여 Cu 및 Cr의 용융혼합물을 얻었다. Cr을 완전히 용융시킨후 용융혼합물에 대해 0.7중량%의 Pb를 도가니에 집어넣었다. 그리하여 Cu-Cr-Pb 용융 혼합물을 얻었다. Cu-Cr-Pb 혼합물을 5 내지 8MPa의 압력하에 아르곤 기체를 사용하여 기체 미립화시켜 급속히 고형화시켰다. 용융 혼합물을 분말로 미분시키고, 그리고 Cu-Cr-Pb 합금 미세 분말을 얻고, Cr 입자를 Cu 매트릭스 내에 균일하게 분산시켰다. Cu-Cr-Pb 합금 분말의 직경은 150 $\mu$ m미만이었으며 화학적 분석결과에 따른 Pb의 함량비는 0.5중량%이었다. 또한 현미경 분석 결과에 따른 Cr 입자는 5 $\mu$ m미만으로 미세하였으며 Cu 매트릭스 내에 균일하게 분산되어 있었다. Cu-Cr-Pb 합금 분말을 직경 50mm의 다이에 충전시키고 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에서 디스크로 압축시켰다. 이 디스크를 6.65 $\times 10^{-3}$ Pa(5 $\times 10^{-5}$  토르)의 진공 조건에서 1080 $^{\circ}$ C로 30분간 가열하였다. 소결성형품 중의 Pb 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 4의 A칼럼에 나타냈다.

다른 방법으로, Pb분말을 미분된 Cu-Cr 합금 분말에 첨가하였다. 납의 함량은 합금 분말의 양에 대

해 0.5중량%이었다. 이어서, 분말의 혼합물 소결시켜 Cu-Cr-Pb 합금을 얻었다. 합금 중의 Pb 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 4의 B칼럼에 나타냈다.

비교를 위해, Cu, Cr 및 Pb 분말을 혼합시켰다. Pb의 함량비는 Cu 및 Cr 분말의 전체량에 대해 0.5중량%로 측정되었다. 분말의 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Pb 합금을 얻었다. 합금 중의 Pb 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 표 4의 C칼럼에 나타냈다

[표 4]

시료 번호	A(중량%)	B(중량%)	C(중량%)
1	0.45	0.15	0.35
2	0.42	0.21	0.21
3	0.46	0.18	0.10
4	0.45	0.19	0.32
5	0.41	0.23	0.26
6	0.39	0.12	0.28
7	0.38	0.14	0.18
8	0.43	0.13	0.31
9	0.42	0.18	0.17
10	0.40	0.15	0.32
평균	0.42	0.17	0.25
표준 편차	0.027	0.036	0.082

표 4로부터 명백한 바와 같이, 미분시키기 전 Cu 및 Cr 분말의 용융 혼합물과 Pb 분말을 혼합시킬 때 소결시키는 동안 Pb의 증발은 충분히 감소될 수 있다. 또한, 데이터의 편차는 발견되지 않았다.

실시에 3

상기 실시예 1 및 2의 방법과 마찬가지로 Cu-Cr-Te 용융 혼합물을 얻었다. Cu-Cr-Te 혼합물을 5 내지 8MPa의 압력 하에서 아르곤 기체를 사용하여 기체 밀랍화시켜 급속히 고형화시켰다. 용융 혼합물을 분말로 미세하게 분쇄시켜 Cr 입자가 Cu 매트릭스 내에 균일하게 분산된 Cu-Cr-Te 합금 미세 분말을 얻었다. Cu-Cr-Te 합금 분말의 직경은 150 μm미만이었고 화학적 분석에 따르면 Te의 함량비는 0.5중량%이었다. 또한, 현미경 분석에 따르면, Cr 입자는 5 μm미만으로 미분되었으며 Cu 매트릭스 내에 균일하게 분산되어 있었다. Cu-Cr-Te 합금 분말을 직경 50mm의 다이에 충전시키고, 이어서 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압착시켰다. 이 디스크를 6.65×10<sup>-3</sup>Pa(5×10<sup>-5</sup> 토르)의 진공 조건에서 1080°C로 30분간 가열하고 소결 성형품을 얻었다. 소결 성형품 중의 Te의 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 5의 A칼럼에 나타냈다.

다른 방법으로, Te 분말을 미분된 Cu-Cr 합금 분말에 첨가하였다. Te의 함량비는 합금 분말의 양에 대해 0.5중량%이었다. 이어서, 분말의 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Te 합금을 얻었다. 합금 중의 Te 함량을 약 10개 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 5의 B칼럼에 나타냈다.

비교를 위해, Cu, Cr 및 Te 분말을 혼합하였다. Te의 함량비는 Cu 및 Cr 분말의 전체량에 대해 0.5중량%로 측정되었다. 분말의 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Te 합금을 얻었다. 합금 중의 Te 함량을 약 10개 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 5의 C칼럼에 나타냈다.

표 5로부터 미분시키기 전 Te 분말을 Cu 및 Cr 분말의 용융 혼합물과 혼합시킬 때 Te의 증발은 충분히 감소될 수 있음이 명백하다. 이외에 데이터의 편차는 발견되지 않았다.

[표 5]

소결된 성형품 중의 Te 함량

시료 번호	A(중량%)	B(중량%)	C(중량%)
1	0.47	0.45	0.36
2	0.45	0.42	0.48
3	0.48	0.38	0.31
4	0.45	0.46	0.46
5	0.46	0.41	0.45
6	0.46	0.42	0.35
7	0.48	0.43	0.47
8	0.42	0.46	0.50
9	0.46	0.39	0.30
10	0.47	0.42	0.75
평균	0.46	0.42	0.41
표준 편차	0.018	0.027	0.075

실시에 4

표 3 내지 6에서 나타낸 각 시료를 각각 나선형 전극 중에서 기계적으로 가공한 다음, 제1도의 진공 단속기에 조립하였다. 접촉 저항 및 용접력을 각각 측정하였다. 여기에서 접촉 저항 값은 전극 (13,14)가 500N하에 압축될때의 값이며, 용접력 값은 피크 전류 35kA의 50Hz교류를 500N하에 전극 (13,14)에 2사이클 인가한 후의 값이다. 표 3의 시료에 대해 얻어진 접촉 저항 및 용접력 값을 각각 표 6 및 표 7에 나타냈다. 마찬가지로 표 4의 시료에 대한 값은 표 8 및 표 9에 각각 나타내고, 표 5의 시료에 대한 값은 표 10 및 표11에 각각 나타냈다.

[표 6]

접촉 저항(Bi 첨가)

시료 번호	B( $\mu\Omega$ )	A( $\mu\Omega$ )	D( $\mu\Omega$ )
1	14	19	18
2	15	22	19
3	14	15	22
4	13	14	24
5	15	16	20
6	14	20	18
7	13	15	20
8	13	22	19
9	14	18	22
10	14	17	22
평균	14	18	20

표 6으로부터 명백한 바와 같이, 비스무트를 Cu와 Cr 분말의 혼합물, 즉 표의 A칼럼에 첨가할때 접촉저항을 비교적 감소될 수 있다.

[표 7]

용접력(Bi 첨가)

시료 번호	R(N)	A(N)	D(N)
1	700	900	1600
2	1000	1100	1400
3	800	1000	1800
4	1400	2400	2000
5	1000	1100	2200
6	600	1200	2500
7	900	2200	2300
8	1000	1200	2000
9	800	1600	1900
10	900	1600	2200
평균	900	1400	2000

표 7로부터 명백한 바와 같이, 비스무트를 Cu와 Cr 분말의 혼합물에 첨가할때, 용접력은 비교적 감소될 수 있고, 다시 말해서 용접 내구성은 비교적 향상될 수 있다.



[표 8]

접촉 저항(Pb 첨가)

시료 번호	A( $\mu\Omega$ )	B( $\mu\Omega$ )	C( $\mu\Omega$ )
1	13	17	24
2	15	16	18
3	15	16	22
4	16	17	19
5	15	22	18
6	14	22	24
7	13	19	21
8	14	16	22
9	15	17	18
10	14	17	21
평균	14	18	21

표 8로부터 명백한 바와 같이, Pb를 Cu와 Cr 분말의 혼합물, 즉 표의 A 칼럼에 첨가할 때 접촉 저항은 비교적 감소될 수 있다.

[표 9]

용접력(Pb 첨가)

시료 번호	A(N)	B(N)	C(N)
1	1200	2400	1700
2	1400	1800	1900
3	1300	1800	1600
4	1500	2200	2400
5	1000	1200	2200
6	1200	1400	1900
7	800	1000	2400
8	1300	2200	1800
9	1000	1200	2200
10	1200	1600	2200
평균	1200	1700	2000

표 9로부터 명백한 바와 같이, Pb를 Cu와 Cr 분말의 혼합물에 첨가할 때, 용접력은 비교적 감소될 수 있고, 다시 말해서 용접 내구성은 비교적 향상될 수 있다.

[표 10]

접촉 저항(Te 첨가)

시료 번호	A( $\mu\Omega$ )	B( $\mu\Omega$ )	C( $\mu\Omega$ )
1	15	16	19
2	16	22	19
3	15	17	18
4	14	15	24
5	14	15	21
6	15	20	22
7	15	18	21
8	16	19	20
9	14	15	21
10	15	18	20
평균	15	18	21

표 10으로부터 명백한 바와 같이, Te를 Cu와 Cr 분말의 혼합물, 즉 표의 A칼럼에 첨가할 때 접촉 저항은 비교적 감소될 수 있다.

[표 11]

응집력(Te 첨가)

시료 번호	A(N)	B(N)	C(N)
1	700	1200	1500
2	1100	2400	1600
3	800	1800	1600
4	1300	2100	2200
5	1000	1200	2400
6	800	1200	2000
7	1100	1600	2200
8	600	2000	1800
9	1000	1200	2400
10	800	1600	2000
평균	900	1600	2100

표 11로부터 명백한 바와 같이, 텔루륨을 Cu와 Cr 분말의 혼합물에 첨가할 때, 응집력은 비교적 감소될 수 있고, 다시 말해서 용접 내구성은 비교적 향상될 수 있다.

비스무트 분말을 Cu분말에 첨가하여 미립화(atomization)시켜 Cu-Bi 합금 분말을 형성시키고, Cr-Bi 합금 분말을 Cu-Cr 합금 분말과 혼합시킨후, 비산화성 분위기 하에 가열함으로써 합금 분말의 혼합물을 소결시켰다.

실시에 5

Cu 주괴를 내화성 도가니에 넣은 다음, Ar 기체, 질소(N<sub>2</sub>) 기체 및 진공과같은 비산화성 분위기하에 1200℃로 가열하여 도가니 내에서 Cu를 용융시켰다. 작은 조개탄 형태의 크롬을 도가니에 넣은 다음 비산화성 분위기하에서 1700℃로 가열하였다. 용융 혼합물을 5 내지 8MPa하에 Ar 기체를 사용하는 가스 미립자화에 의해 미립자로 신속히 고형화시켜 Cr 입자를 Cu 매트릭스 중에 균일하게 분산된 Cu-Cr 합금 분말을 얻었다. 미립화된 합금 분말의 직경은 150 $\mu$ m이만이고 크롬입자의 평균 직경은 3.5 $\mu$ m이었다. 한편, Cu를 또다른 1200℃의 내화성 도가니 중에서 용융시킨 다음, 거기에 Cu양에 대해 30중량%의 Bi를 넣어서 Cu와 Bi의 용융 혼합물을 얻었다. 용융 혼합물을 5 내지 8MPa의 압력하에 Ar 기체를 사용하여 미립화하였다. 100 $\mu$ m 직경을 갖는 미립화된 Cu-Bi 합금 분말을 얻었다. 합금 분말 중의 비스무트 함량은 화학 분석에 따르면 25중량%이었다. 용융 혼합물 중의 산소 함량을 더 감소시키기 위해, Cr 및 Bi의 산소 함량을 미리 감소시켰다. 한편, 용융 혼합물 중의 산소 함량을 1000ppm이만까지 감소시키기 위해 불활성 기체 분위기에서 금속을 용융시키거나 탈산화시켰다. Fe 또는 Ni와 같은 불가피한 불순물에 의해 오염될 수도 있다. 현미경 조사에 의하면, Cu 매트릭스중에

분산된 Cr 입자는 5 $\mu$ m미만으로 충분히 미립화되고 균일하게 분산되었다. 비스무트 함량이 0.5중량%로 되도록 Cu-Cr 합금 분말 및 Cu-Bi 합금 분말을 혼합한 다음, 합금 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이 중에 채운 후, 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력 하에 디스크로 압축시켰다. 디스크를 6.65 $\times$ 10<sup>3</sup>Pa(5 $\times$ 10<sup>-5</sup>)의 진공 하에 1080 $^{\circ}$ C에서 30분간 가열시킴으로써 소결시켰다. 소결 디스크 중의 Bi 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 얻어진 결과를 표 12의 A칼럼에 나타냈다. 비교용으로 표 3의 B 및 C칼럼의 결과를 첨부하였다.

[표 12]

소결된 디스크 중의 Bi함량

시료 번호	A(중량%)	B(중량%)	C(중량%)
1	0.24	0.19	0.25
2	0.26	0.15	0.21
3	0.25	0.24	0.24
4	0.21	0.13	0.18
5	0.20	0.21	0.12
6	0.24	0.19	0.22
7	0.25	0.10	0.21
8	0.24	0.26	0.09
9	0.23	0.12	0.25
10	0.27	0.22	0.22
평균	0.24	0.18	0.20
표준 편차	0.021	0.054	0.054

표 12에 나타난 바와 같이, 비스무트 함량은 B 및 C 칼럼의 값과 비교하여 편차가 적어서, 소결시 증발을 충분히 최소화할 수 있다. 얻어진 Cu-Bi 합금 분말은 미세한 Bi 입자가 Cu 매트릭스 중에 균일하게 분산된 구조를 갖는다. 또한, Cu-Cr 합금 분말은 미세한 Cr 입자가 Cu 매트릭스 중에 균일하게 분산된 구조를 갖는다. 따라서, 이들 합금 분말을 혼합함으로써, 금속 입자는 Cr 입자의 조립화 및 비스무트의 증발없이 소결에 의해 미세하게 일체화될 수 있다. 여기에서, Cu 함량에 대해 적절한 Bi 함량은 10 내지 50중량%의 범위내에서 결정된다.

이 함량이 10중량% 미만인 경우, Cu-Bi 합금 분말의 양은 Cu-Cr 합금 분말의 양보다 더 많은 것으로 결정되어야 한다. 이 경우에는 Cu의 총량이 증가하여 전류 차단성의 악화를 초래한다. 한편, 함량이 50중량% 초과인 경우, Cu-Bi 합금 분말 형성시에 비스무트의 증발량이 상당히 증가한다. 게다가, Bi가 결정화되면 Cu 결정 사이에 존재하는 합금 분말 중의 비스무트의 농도의 차이가 생기게 된다.

따라서, 얻어진 합금 분말의 질은 균일해질 수 없다.

실시에 6

Cu 및 Cr의 용융 혼합물을 실시예 5에서와 마찬가지로 제조하였다. 이어서, 용융 혼합물을 실시예 5에서와 동일한 조건하에 미립화시켜 Cu-Cr 미립화 합금 분말을 얻었다. 한편, Cu 주괴를 또다른 내화성 도가니에 넣은 다음, 실시예 5에서와 동일한 조건 하에 1200 $^{\circ}$ C에서 가열하였다. Cu 양에 대해 27중량%의 Pb를 도가니에 넣어 Cu와 Pb의 용융 혼합물을 얻었다. 이어서, 용융 혼합물을 실시예 5에서와 동일한 조건하에 미립화시켜 직경 100 $\mu$ m 미만의 Cu-Pb 미립화 합금 분말을 얻었다. 합금 분말 중의 Pb 함량은 화학 분석에 의하면 25중량%이었다. Pb 함량이 0.5중량%로 되도록, Cu-Cr 합금 분말 및 Cu-Pb 합금 분말을 혼합하였다. Cu-Cr 합금 분말 및 Cu-Pb 합금 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다이 중에 채운 후, 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압축시켰다. 디스크를 6.65 $\times$ 10<sup>3</sup>Pa(5 $\times$ 10<sup>-5</sup> 도르)의 진공 하에 1080 $^{\circ}$ C에서 30분간 가열시킴으로써 소결 성형품을 얻었다. 소결 디스크 중의 Pb 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 얻어진 결과를 표 13의 A칼럼에 나타냈다.

또 다르게는, Pb 분말을 Cu-Cr 미립화 합금 분말에 첨가하였다. Pb의 함량은 합금 분말의 양에 대해 0.5중량%이었다. 이어서, 분말의 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Pb 합금을 얻었다. 합금 중의 Pb 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 13의 B칼럼에 나타냈다.

비교를 위해, Cu, Cr 및 Pb 분말을 혼합하였다. Pb의 함량은 Cu 및 Cr 분말을 총량에 대해 0.5중량%로 측정되었다. 분말 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Pb 합금을 얻었다. 합금 중의 Pb 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 그 결과를 표 13의 C 칼럼에 나타냈다.

[표 13]

소결 형성품 중의 Pb함량

시료 번호	A(중량%)	B(중량%)	C(중량%)
1	0.42	0.15	0.35
2	0.46	0.21	0.21
3	0.43	0.18	0.10
4	0.40	0.19	0.32
5	0.47	0.23	0.26
6	0.42	0.12	0.28
7	0.41	0.14	0.18
8	0.40	0.13	0.31
9	0.42	0.18	0.17
10	0.41	0.15	0.32
평균	0.42	0.17	0.25
표준 편차	0.024	0.036	0.082

표 13으로부터 명백한 바와 같이, Cu-Pb 합금 분말을 Cu-Cr 합금 분말과 혼합할 경우 소결시의 Pb의 증발은 충분히 감소될 것이다. 또한 데이터 편차가 적다.

표 13에 나타난 각 시료를 각각 나선형 전극 중에서 기계적으로 가공한 다음, 제1도의 진공 단속기 중에서 조립하였다. 접촉 저항 및 용접 내구성을 각각 측정하였다. Cu-Pb 합금 분말을 Cu-Cr 합금 분말과 혼합할 경우, 접촉 저항은 미립화 전에 Pb를 혼합하거나 또는 미립화 없이 각 분말을 혼합하는 공정과 비교하여 감소될 수 있다.

실시에 7

Cu-Cr 합금 분말을 실시예 5에서와 유사한 방법에 의해 제조하였다. 한편, Cu 주괴를 또다른 내화성 도가니에 넣은 다음, 실시예 5에서와 동일한 조건하에 1200℃에서 가열하였다. Cu 양에 대해 27중량%의 Te를 도가니에 넣어 Cu 및 Te의 용융 혼합물을 얻었다. 이어서, 용융 혼합물을 상기 언급된 것과 동일한 조건하에 미립화시켜 직경 100μm미만의 Cu-Te 미립화 합금 분말을 얻었다. 합금 분말중의 Te 함량은 화학 분석에 의하면 25중량%이었다. 텔루륨의 함량이 0.5중량%로 되도록, Cu-Cr 합금 분말 및 Cu-Te 합금 분말을 혼합하였다. Cu-Cr 합금 및 Cu-Te 합금 분말의 혼합물을 직경 50mm의 다

이 중에 채운 후, 3500kg/cm<sup>2</sup>(3.5톤/cm<sup>2</sup>)의 압력하에 디스크로 압축시켰다. 디스크를 6.65 × 10<sup>3</sup> Pa(5 × 10<sup>-5</sup> 토르)의 진공 하에 1080℃에서 30분간 가열시킴으로써 소결 성형품을 얻었다. 소결 성형품 중의 Te 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 얻어진 결과를 표 14의 A칼럼에 나타냈다.

또 다르게는, Te분말의 Cu-Cr 미립화 합금 분말과 혼합하였다. Te의 함량은 합금 분말의 양에 대해 0.5중량%이었다. 이어서, 분말의 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Te 합금을 얻었다. 합금 중의 Te함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 결과를 표 14의 B 칼럼에 나타냈다.

비교를 위해, Cu, Cr 및 Te 분말을 혼합하였다. 텔루륨의 함량은 Cu 및 Cr 분말의 총량에 대해 0.5 중량%로 측정되었다. 분말 혼합물을 소결시켜 Cu-Cr-Te합금을 얻었다. 합금 중의 텔루륨 함량을 약 10개의 시료에 대해 측정하였다. 그 결과를 표 14의 C칼럼에 나타냈다.

[표 14]

소결 성형품 중의 Te함량

시료 번호	A(중량%)	B(중량%)	C(중량%)
1	0.41	0.45	0.36
2	0.48	0.42	0.48
3	0.40	0.38	0.31
4	0.40	0.46	0.46
5	0.41	0.41	0.45
6	0.42	0.42	0.35
7	0.46	0.43	0.47
8	0.44	0.46	0.50
9	0.42	0.39	0.30
10	0.43	0.42	0.75
평균	0.46	0.42	0.41
표준 편차	0.018	0.027	0.075

표 14로부터 명백한 바와 같이, Cu-Te 합금 분말을 Cu-Cr 합금 분말과 혼합할 경우, 소결시의 텔루륨의 증발은 충분히 감소될 수 있다. 또한 데이터 편차가 적다.

표 14에 나타난 각 시료를 각각 나선형 전극 중에서 기계적으로 가공한 다음, 제1도의 진공 단속기 중에서 조립하였다. 접촉 저항 및 용접 내구성을 각각 측정하였다. Cu-Te 합금 분말을 Cu-Cr 합금 분말과 혼합할 경우, 접촉 저항은 미립화 전에 텔루륨을 혼합하거나 또는 미립화 없이 각 분말을 혼합하는 공정과 비교하여 감소될 수 있다.

본 발명에 따르면, 전극의 전류 차단성은 전극으로 형성되는 소결 성형품 중의 산소 함량이 0.15중량%미만으로 충분히 감소되기 때문에 충분히 향상될 수 있다. 소결 성형품 중의 산소 함량은 재료 Cr 분말 중의 함량을 0.1중량% 미만으로 미리 감소시킴으로써 감소될 수 있다.

Cu보다 낮은 용점을 갖는 금속을 Cu-Cr 미립화 합금 분말과 혼합할 경우, 전류 차단성은 향상될 수 있고, 다시 말해서, 전극의 접촉 저항은 상당히 감소될 수 있고, 그 용접 내구성도 상당히 향상될 수 있다.

또다른게는, 상기 금속을 미립화 전에 Cu 및 Cr 분말의 혼합물 중에서 혼합할 경우, 접촉 저항 및 용접내구성을 보다 향상시킬 수 있다. 게다가, 금속의 함량은 일정하게 된다. Cu 및 상기 금속의 합금 분말을 형성시키고 Cu-Cr 합금 분말과 혼합할 경우 유사한 개선점이 얻어질 수 있다.

혼합하는 금속으로서, 비스무트, 납, 텔루륨, 안티몬 및 셀레늄으로 이루어진 군에서 선택되는 구리보다 낮은 용점을 갖는 1종의 금속 또는 금속 혼합물을 사용할 수 있다.

소결 성형품 중의 금속의 바람직한 함량은 0.02 내지 3.0중량%의 범위내에서 결정될 수 있다. 이 함량이 0.02중량% 미만인 경우, 금속 분말을 첨가하는 효과, 다시 말해서 접촉 저항의 감소 및 용접 내구성의 향상이 얻어지지 않는다. 한편, 함량이 3.0중량%를 초과하면, 전류 차단성이 급속히 약화된다.

본 발명은 보다 잘 이해되도록 바람직한 실시태양을 통해 기재되어 있지만, 본 발명의 원리에 제한되지 않고 다양한 방식으로 수행될 수 있는 것으로 평가되어야 한다. 그러므로, 본 발명은 첨부된 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 본질에서 벗어나지 않고 수행될 수 있는 모든 실시 태양 및 나타난 실시태양에 대한 변형을 포함하는 것으로 이해해야 한다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

산소 함량이 0.1중량% 미만으로 감소된 크롬을 제조하는 단계와, 구리와 크롬의 함량비가 4:1인 용융 혼합물을 형성시키는 단계와, 상기 용융 혼합물을 미립화 시켜 Cu-Cr 합금 분말을 얻는 단계와, 상기 Cu-Cr 합금 분말을 소정 압력하에 압축시키는 단계와, 상기 압축된 합금 분말을 소결시키는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전극의 점점 재료의 형성 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 미립화 단계는 기체 미립화에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 기체는 불활성 기체인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 4**

제2항에 있어서, 상기 기체는 아르곤 기체인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 소결 단계는 비산화성 분위기 조건하에 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 6**

산소 함량이 0.1중량% 미만으로 감소된 크롬을 제조하는 단계와, 구리와 크롬의 함량비가 4:1인 용융 혼합물을 형성시키는 단계와, 상기 용융 혼합물을 미립화시켜 Cu-Cr 합금 분말을 얻는 단계와, 상기 Cu-Cr 합금 분말을 소정 압력하에 압축시키는 단계와, 상기 압축된 합금 분말을 소결시키는 단계로 이루어지며, 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속을 첨가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전극의 접점재료의 형성 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 금속이 비스무트, 납, 텔루륨, 안티몬 및 셀레늄 중의 하나 또는 이들 금속의 혼합물로부터 선택되는 구리와 크롬의 전체량이 대해 0.02 내지 3.0중량% 범위로 함유되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서, 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속을 첨가하는 단계는 상기 금속을 상기 Cu-Cr 합금 분말 중에 혼합하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 9**

제6항에 있어서, 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속을 첨가하는 단계는 상기 금속을 상기 구리와 크롬의 용융 혼합물에 혼합하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 10**

제8항에 있어서, 구리보다 낮은 용점을 금속을 첨가하는 단계는 Cu-Cr의 제1용융 혼합물과는 별도로 구리와 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속의 제2용융 혼합물을 형성시키는 단계와, 상기 제2용융 혼합물을 미립화시켜 구리와 상기 금속의 합금 분말을 얻는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 11**

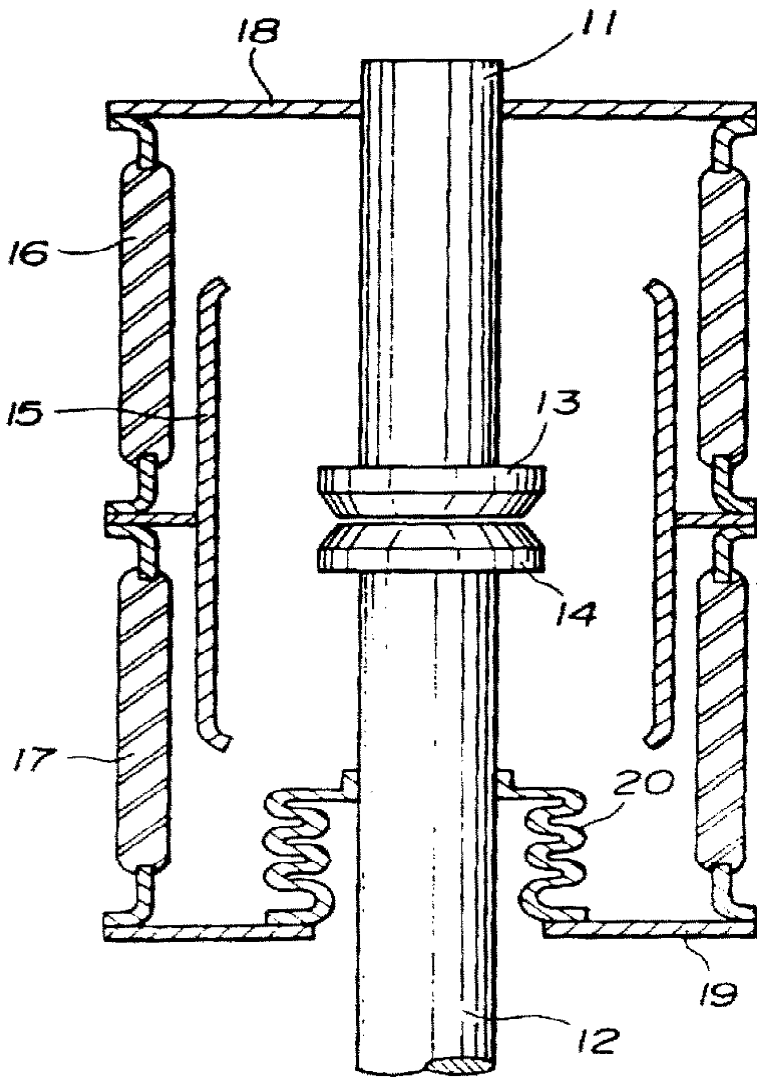
제6항에 있어서, 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속은 구리의 양에 대해 10 내지 50중량중량% 범위로 함유되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 12**

제7항에 있어서, 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속을 첨가하는 단계는 구리와 크롬의 제1합금 분말을 미립화에 의해 제조하는 단계와는 별도로 구리와 구리보다 낮은 용점을 갖는 금속의 제2합금 분말을 미립화에 의해 제조하는 단계로 이루어지며, 상기 제1 및 제2합금 분말을 혼합하여 소결하는 것을 특징으로 하는 전극의 접점 재료의 형성 방법.

**도면**

도면1



도면2

