



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0032462
(43) 공개일자 2017년03월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 5/04 (2006.01) *H01T 13/39* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 5/04 (2013.01)
H01T 13/39 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7005376
- (22) 출원일자(국제) 2015년07월31일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년02월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2015/052237
- (87) 국제공개번호 WO 2016/016667
국제공개일자 2016년02월04일
- (30) 우선권주장
1413723.6 2014년08월01일 영국(GB)

- (71) 출원인
존슨 맷세이 퍼블릭 리미티드 컴파니
영국 이씨4에이 4에이비 런던 패링던 스트리트 25
5티에이치 플로어
- (72) 발명자
커플란드 던컨 로이
영국 에스지8 5에이치이 허트포드셔주 로이스톤
오처드 로드 존슨 맷세이 피엘시 내 노벨 메탈스
디비전
맥그래쓰 로버트 브린리
영국 에스지8 5에이치이 허트포드셔주 로이스톤
오처드 로드 존슨 맷세이 피엘시 내 노벨 메탈스
디비전
- (74) 대리인
양영준, 류현경

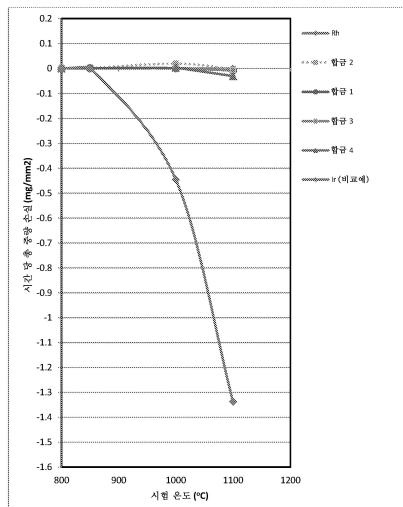
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 로듐 합금

(57) 요 약

본 발명은 a) 로듐; b) 이리듐, 백금, 팔라듐 및 루테늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소; 및 c) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 로듐 합금으로서; 여기서 합금이 합금의 임의의 다른 개개의 원소와 비교해서 더 많은 양의 로듐을 포함하는 것인 로듐 합금을 제공한다. 본 발명은 또한 청구된 로듐 합금을 포함하는 전극뿐만 아니라 스파크 플러그를 제공한다.

대 표 도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

- a) 로듐;
- b) 이리듐, 백금, 팔라듐 및 루테늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소; 및
- c) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소

를 포함하는 로듐 합금이며, 합금의 임의의 다른 개개의 원소와 비교해서 더 많은 양의 로듐을 포함하는 것인 로듐 합금.

청구항 2

제1항에 있어서, 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.01 내지 약 0.5 중량%로 포함하는 로듐 합금.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 합금이

- a) 로듐 약 50 중량% 이상;
- b) 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 최대 약 49.99 중량%;
- c) 루테늄 최대 약 35 중량%;
- d) 나오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텉스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 최대 약 5 중량%; 및
- e) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 1.00 중량%

를 포함하며;

여기서 로듐 합금은 이리듐, 백금, 팔라듐 또는 루테늄 중 적어도 하나를 포함하고;

여기서 로듐 합금의 총 중량%는 합이 100 중량%인

로듐 합금.

청구항 4

제3항에 있어서, 합금이

- a) 로듐 약 75 내지 약 95 중량%;
- b) 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 15 내지 약 25 중량%;
- c) 루테늄 0 중량%;
- d) 나오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텉스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 5 중량%; 및
- e) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 0.50 중량%

를 포함하며;

여기서 로듐 합금의 총 중량%는 합이 100 중량%인
로듐 합금.

청구항 5

제3항에 있어서, 합금이

- a) 로듐 약 50 내지 약 95 중량%;
- b) 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 최대 약 45 중량%;
- c) 루테늄 약 1 내지 약 35 중량%;
- d) 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데늄, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텉스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 최대 약 5 중량%; 및
- e) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 0.50 중량%

를 포함하며;

여기서 로듐 합금의 총 중량%는 합이 100 중량%인
로듐 합금.

청구항 6

제3항에 있어서,

합금	Rh (중량%)	Ir (중량%)	Ru (중량%)	Cr (중량%)	W (중량%)	Zr (중량%)
1	80	19.86	0	0	0.1	0.04
2	90	0	9.86	0	0.1	0.04
3	80	19.46	0	0.20	0.30	0.04
4	70	9.86	20	0	0.10	0.04

로 이루어진 군으로부터 선택된 로듐 합금.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 로듐 합금을 포함하는 스파크 점화 전극.

청구항 8

제7항에 따른 전극을 포함하는 스파크 플러그.

청구항 9

전극 또는 스파크 플러그에서의 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 로듐 합금의 용도.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로듐 합금 및 특히 스파크 점화 전극으로서의 합금의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] US2007/194681 (덴소 코포레이션(Denso Corporation))에는 중앙 또는 접지 전극 중 적어도 하나가 로듐 및 원소 주기율표에 열거된 바와 같은 희토류 원소, IVA 원소, 및 VA 원소로부터 선택된 하나 이상의 첨가제 0.3 중량% 내지 2.5 중량%를 포함하는 것인 내연 기관을 위한 스파크 플러그가 기재되어 있다. US2007/194681에는 제

2 백금 족 금속 (PGM)을 포함하는 합금은 기재되어 있지 않다.

[0003] JP2001118660 (NGK 스파크 플러그 컴퍼니 리미티드(NGK Spark Plug Co. Ltd.))에는 Re, Ir, W, Mo 및 Os 중 하나 이상을 3 내지 38 질량% 내로 포함하는 로듐 합금이 기재되어 있다. JP2001118660에는 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함하는 합금은 기재되어 있지 않다.

[0004] GB2060773A (챔피온 스파크 플러그 컴퍼니(Champion Spark Plug Company))에는 이리듐, 로듐, 루테늄, 오스뮴, 지칭된 금속의 합금 및 연성 합금 및, 서비스를 위해 여기서 점화기는 약 1000°F (537.8°C) 초파의 온도로 가열되지 않음, 텅스텐 및 그의 합금 및 연성 합금으로 제조된 삽입체를 갖는 스파크 점화기가 기재되어 있다. GB2060773A는 임의의 합금의 제조 또는 스파크 점화기로서의 그의 용도를 예시하지 않는다.

[0005] 제이. 알. 핸들리(J. R. Handley) (Platinum Metals Review, 1989, 33, (2), 64-72 and 1990, 34, (4), 192-204)는 2원, 3원 및 복합 로듐 합금을 기재한다. 어떠한 저널 논문에도 본 발명의 합금이나 스파크 점화 전극으로서의 로듐 합금의 용도는 기재되어 있지 않다.

발명의 내용

[0006] 본 발명자들은 마모, 예컨대 스파크 및 산화에 대한 노출로부터 발생한 것들에 대해 증진된 저항력을 갖는 로듐 합금을 개발하였다. 게다가, 합금은 또한 제조하기에 용이하다.

[0007] 따라서, 한 측면에서, 본 발명은

[0008] a) 로듐;

[0009] b) 이리듐, 백금, 팔라듐 및 루테늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소; 및

[0010] c) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소

[0011] 를 포함하는 로듐 합금으로서, 합금의 임의의 다른 개개의 원소와 비교해서 더 많은 양의 로듐을 포함하는 로듐 합금을 제공한다.

[0012] 또 다른 측면에서, 본 발명은 또한 본원에 정의된 바와 같은 로듐 합금을 포함하는 스파크 점화 전극을 제공한다.

[0013] 또 다른 측면에서, 본원에 정의된 바와 같은 스파크 점화 전극을 포함하는 스파크 플러그를 제공한다.

[0014] 또 다른 측면에서, 본 발명은 전극 또는 스파크 플러그에서의 본원에 정의된 바와 같은 로듐 합금의 용도를 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 상기 기재된 바와 같이, 본 발명은

[0016] a) 로듐;

[0017] b) 이리듐, 백금, 팔라듐 및 루테늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소; 및

[0018] c) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소

[0019] 를 포함하는 로듐 합금으로서, 합금의 임의의 다른 개개의 원소와 비교해서 더 많은 양의 로듐을 포함하는 로듐 합금을 제공한다.

[0020] 각각의 원소의 양은 베이스 합금이 순수한 로듐인 것으로 가정하여 주어지나, 실제 측면에서, 로듐 및 합금 원소는 이러한 금속에 대해 보통 예상될 것인 수준으로 불순물을 함유할 수 있는 것으로 해석될 것이다.

[0021] 로듐은 높은 융점 및 비점뿐만 아니라 우수한 산화 및 부식 내성을 나타내는 백금 족 금속 (PGM)이다. 로듐은 또한, 상기 특성과 관련하여, 스파크 점화 전극으로서 사용하기 위한 그의 잠재력에 맞는 낮은 증기압 및 높은 열 전도율을 나타낸다. 그러나, 로듐 금속 자체는 그의 비교적 열등한 기계적 특성 및 비교적 낮은 밀도 때문에 스파크 점화 전극으로서 적당히 이용될 수 없다. 본 발명자들은 열등한 스파크 점화 전극이 되게 하는 로듐의 특성이 선택적 합금에 의해 개선될 수 있다는 것을 발견하였다. 이와 관련하여, 본 발명의 로듐 합금은 합금에서의 주요 원소로서 로듐을 포함한다. 따라서 로듐은 합금의 임의의 다른 개개의 원소와 비교해서 (또한 중량 백분율 (중량%)로 나타냄) 가장 많은 양으로 (중량 백분율 (중량%)로 나타냄) 합금에 존재한다. 합금의

임의의 다른 원소는 개별적으로 로듐과 비교해서 적은 원소이다.

[0022] 합금에서의 각각의 원소 또는 원소의 조합은 범위로 표현될 수 있으나, 로듐 합금의 총 중량%는 합이 100 중량%이다.

[0023] 본 발명의 로듐 합금은 약 ≥ 30 중량%의 로듐, 예컨대 약 ≥ 40 중량%의 로듐, 예컨대 약 ≥ 50 중량%의 로듐을 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 30 내지 약 99 중량%의 로듐, 예컨대 약 30 내지 약 95 중량%의 로듐, 예를 들어 약 40 내지 약 90 중량%의 로듐을 포함할 수 있다. 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 50 내지 약 99 중량%, 예컨대 약 55 내지 약 95 중량%, 예를 들어 약 70 내지 약 90 중량%의 로듐을 포함한다.

[0024] 로듐은 이리듐, 백금, 팔라듐 또는 루테늄 중 적어도 하나와 합금된다. 이와 관련하여, 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소 각각이 최대 약 49.99 중량% (예를 들어 약 0.01 내지 약 49.99 중량%)로 존재할 수 있다. 이리듐, 백금 및 팔라듐은 로듐과 우수한 고체 용해성을 갖고, 그 자체로, 로듐 합금의 제조에서 합금 원소로서 적합하다. 한 실시양태에서, 로듐 합금은 최대 약 49.99 중량%, 예컨대 0 내지 약 40 중량%, 예를 들어 약 0.01 내지 약 25 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 20 중량%의 이리듐을 포함할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 로듐 합금은 최대 약 49.99 중량%, 예컨대 0 내지 약 40 중량%, 예를 들어 약 0.01 내지 약 25 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 20 중량%의 백금을 포함할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 로듐 합금은 최대 약 49.99 중량%, 예컨대 0 내지 약 49 중량%, 예를 들어 약 0.01 내지 약 25 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 20 중량%의 팔라듐을 포함할 수 있다.

[0025] 로듐 합금에 존재하는 경우, 루테늄은 최대 약 35 중량%로 존재할 수 있다. 이와 관련하여, 로듐에서의 루테늄의 고체 용해성이, 단일 상 고체 용액을 유지하면서 약 ≤ 35 중량%의 범위 내에서 우수하기 때문에 루테늄의 양을 약 ≤ 35 중량%로 제한하는 것이 일반적으로 바람직하다. 루테늄은 그의 부식 내성이 이리듐과 유사하기 때문에 합금 원소로서 적합하다. 따라서, 루테늄 (및/또는 이리듐)의 존재는 로듐 금속 단독과 비교해서 로듐 합금의 부식 내성을 개선한다. 루테늄은 또한 높은 용점/비점, 높은 원자량 및 높은 열 전도율을 나타내며, 그 모든 특징은 스파크 침식에 대한 내성을 위해 유리하다. 로듐 합금은 루테늄을 포함하지 않을 수 있으며, 즉 0 중량%의 루테늄일 수 있다. 별법으로, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 35 중량%, 예컨대 약 0.1 내지 약 34 중량%, 예를 들어 약 1 내지 약 32 중량%, 예를 들어 약 5 내지 약 31 중량%의 루테늄을 포함할 수 있다.

[0026] 로듐 합금은 또한 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텡스텐, 바람직하게는 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄 및 텡스텐, 보다 바람직하게는 크로뮴 및/또는 텡스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 최대 약 5 중량% (예컨대 약 0 내지 약 5 중량%)로 포함할 수 있다. 이론에 얹매이고자 함 없이, 이러한 원소의 포함은 합금을 연성화할 수 있으며, 즉 합금을 변형에 더 내성이 있게 하고 제조를 더 용이하게 하는 것으로 여겨진다. 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텡스텐, 바람직하게는 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄 및 텡스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 원소 각각을 \geq 약 0.01 중량%, 예컨대 \geq 약 0.05 중량%, \geq 약 0.1 중량%, \geq 약 0.15 중량% 또는 \geq 약 0.2 중량%로 포함할 수 있다. 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텡스텐, 바람직하게는 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄 및 텡스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 원소 각각을 \leq 약 4.5 중량%, 예컨대 \leq 약 4.0 중량%, \leq 약 3.5 중량%, \leq 약 3.0 중량%, \leq 약 2.5 중량%, \leq 약 2.0 중량%, \leq 약 1.5 중량%, \leq 약 1.0 중량%, \leq 약 0.5 중량%, \leq 약 0.4 중량% 또는 \leq 약 0.3 중량%로 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 이는 각각 약 0.01 내지 약 5 중량%, 예컨대 약 0.05 내지 약 2.5 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 1.0 중량%로 존재할 수 있다. 크로뮴이 존재하는 경우, 이는 0 내지 약 1 중량%, 예컨대 약 0.2 중량%로 존재할 수 있다. 텡스텐이 존재하는 경우, 이는 약 0.1 내지 약 0.5 중량%, 예컨대 약 0.1 내지 약 0.3 중량%로 존재할 수 있다.

[0027] 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨, 바람직하게는 지르코늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소를 포함한다. 이론에 얹매이고자 함 없이, 이러한 원소의 포함은 상기 기재된 바와 같이 합금을 연성화할 수 있는 것으로 여겨진다. 또한, 원소 (특히 지르코늄)는 입자 경계 (즉, 상이한 배향의 결정 격자 사이의 경계)를 통한 전위 이동을 방해하고 이에 따라 입자 성장을 제한하거나 늦출 수 있는 것으로 여겨진다. 따라서, 입자 성장은 미세한 입자 구조를 보유하게 하는 온도에서 감소하는 것으로 나타난다. 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.01 내지 약 0.50 중량%로 포함할 수 있다. 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나

이상의 원소 각각을 \geq 약 0.015 중량%, \geq 약 0.02 중량%, \geq 약 0.025 중량% 또는 \geq 약 0.030 중량%로 포함할 수 있다. 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 \leq 약 0.45 중량%, \leq 약 0.40 중량%, \leq 약 0.35 중량%, \leq 약 0.30 중량%, \leq 약 0.25 중량%, \leq 약 0.20 중량%, \leq 약 0.15 중량%, \leq 약 0.10 중량%, \leq 약 0.05 중량% 또는 \leq 약 0.04 중량%로 포함할 수 있다.

[0028] 한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 지르코늄을 포함할 수 있다. 로듐 합금은 \geq 약 0.015 중량%, \geq 약 0.02 중량%, \geq 약 0.025 중량% 또는 \geq 약 0.030 중량%의 지르코늄을 포함할 수 있다. 로듐 합금은 \leq 약 0.45 중량%, \leq 약 0.40 중량%, \leq 약 0.35 중량%, \leq 약 0.30 중량%, \leq 약 0.25 중량%, \leq 약 0.20 중량%, \leq 약 0.15 중량%, \leq 약 0.10 중량%, \leq 약 0.05 중량% 또는 \leq 약 0.04 중량%의 지르코늄을 포함할 수 있다.

[0029] 또 다른 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 이트륨을 포함할 수 있다. 로듐 합금은 \geq 약 0.015 중량%, \geq 약 0.02 중량%, \geq 약 0.025 중량% 또는 \geq 약 0.030 중량%의 이트륨을 포함할 수 있다. 로듐 합금은 \leq 약 0.45 중량%, \leq 약 0.40 중량%, \leq 약 0.35 중량%, \leq 약 0.30 중량%, \leq 약 0.25 중량%, \leq 약 0.20 중량%, \leq 약 0.15 중량%, \leq 약 0.10 중량%, \leq 약 0.05 중량% 또는 \leq 약 0.04 중량%의 이트륨을 포함할 수 있다.

[0030] 또 다른 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 사마륨을 포함할 수 있다. 로듐 합금은 \geq 약 0.015 중량%, \geq 약 0.02 중량%, \geq 약 0.025 중량% 또는 \geq 약 0.030 중량%의 사마륨을 포함할 수 있다. 로듐 합금은 \leq 약 0.45 중량%, \leq 약 0.40 중량%, \leq 약 0.35 중량%, \leq 약 0.30 중량%, \leq 약 0.25 중량%, \leq 약 0.20 중량%, \leq 약 0.15 중량%, \leq 약 0.10 중량%, \leq 약 0.05 중량% 또는 \leq 약 0.04 중량%의 사마륨을 포함할 수 있다.

[0031] 원소 이트륨, 지르코늄 및/또는 사마륨을 이용하고 예를 들어 이트륨, 지르코늄 및/또는 사마륨의 산화물을 이용하지 않는다는 것을 인지할 것이다. 이와 관련하여, 산화물은 전형적으로 미리 제조된 합금에 첨가되고 이와 함께 기계적으로 혼합된다. 이는 합금의 합성 동안 형성된 연속적 용액에 용해된 원소 이트륨, 지르코늄 및/또는 사마륨과 대조적인 것이다. 따라서, 이트륨, 지르코늄 및/또는 사마륨은 합금 구성물이다.

[0032] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.02 내지 약 0.20 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 \geq 0.03 중량%, 예컨대 약 \geq 0.04 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 \leq 0.175 중량%, 예컨대 약 \leq 0.15 중량%, 예를 들어 약 \leq 0.125 중량%로 포함할 수 있다.

[0033] 한 실시양태에서, 로듐 합금은

a) 로듐 약 75 내지 약 95 중량%;

b) 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 15 내지 약 25 중량%;

c) 루테늄 0 중량%;

d) 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텉스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 5 중량%; 및

e) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 0.50 중량%

를 포함하며, 여기서 로듐 합금의 총 중량%는 합이 100 중량%이다.

[0040] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 \geq 76 중량%, 예를 들어 약 \geq 77 중량%, 예컨대 약 \geq 78 중량% 또는 약 \geq 79 중량%의 로듐을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 \leq 94 중량%, 예를 들어 약 \leq 93 중량%, 예컨대 약 \leq 92 중량% 또는 약 \leq 91 중량%의 로듐을 포함할 수 있다. 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 80 중량%의 로듐을 포함한다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 90 중량%의 로듐을 포함한다.

- [0041] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 15 내지 약 25 중량%의 이리듐을 포함한다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 15 내지 약 25 중량%의 백금을 포함한다. 또 다른 실시양태에서, 로듐 합금은 약 15 내지 약 25 중량%의 팔라듐을 포함한다.
- [0042] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≥ 16 중량%, 예를 들어 약 ≥ 17 중량%, 예컨대 약 ≥ 18 중량% 또는 약 ≥ 19 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≤ 24 중량%, 예를 들어 약 ≤ 23 중량%, 예컨대 약 ≤ 22 중량% 또는 약 ≤ 21 중량%로 포함할 수 있다.
- [0043] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 니오븀을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 탄탈럼을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 티타늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 크로뮴을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 몰리브데넘을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 코발트를 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 레늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 바나듐을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 알루미늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 하프늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 텅스텐을 포함할 수 있다. 로듐 합금이 텅스텐을 포함하는 경우, 텅스텐은 약 0.05 내지 약 2.5 중량%, 예컨대 약 0.06 내지 약 1.5 중량%, 예를 들어 약 0.07 내지 약 1 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 0.3 중량%로 존재할 수 있다. 로듐 합금이 크로뮴을 포함하는 경우, 크로뮴은 약 0.05 내지 약 2.5 중량%, 예컨대 약 0.06 내지 약 1.5 중량%, 예를 들어 약 0.07 내지 약 1 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 0.3 중량%로 존재할 수 있다.
- [0044] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐, 바람직하게는 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄 및 텅스텐, 보다 바람직하게는 크로뮴 및/또는 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.01 내지 약 5 중량%로 포함한다. 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≥ 0.05 중량%, 예를 들어 약 ≥ 0.10 중량%, 예컨대 약 ≥ 0.15 중량% 또는 약 ≥ 0.20 중량%로 포함할 수 있다. 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≤ 2.50 중량%, 예를 들어 약 ≤ 2.00 중량%, 예컨대 약 ≤ 1.50 중량% 또는 약 ≤ 1.00 중량%로 포함할 수 있다.
- [0045] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 지르코늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 이트륨을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 사마륨을 포함할 수 있다.
- [0046] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.02 내지 약 0.20 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≥ 0.03 중량%, 예컨대 약 ≥ 0.04 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≤ 0.175 중량%, 예컨대 약 ≤ 0.15 중량%, 예를 들어 약 ≤ 0.125 중량%로 포함할 수 있다.
- [0047] 또 다른 실시양태에서, 로듐 합금은
- a) 로듐 약 50 내지 약 95 중량%;
 - b) 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 최대 약 45 중량%;
 - c) 루테늄 약 1 내지 약 35 중량%;
 - d) 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 최대 약 5 중량%; 및

- [0052] e) 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각 약 0.01 내지 약 0.50 중량%
- [0053] 를 포함하며, 여기서 로듐 합금의 총 중량%는 합이 100 중량%이다.
- [0054] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 ≥ 55 중량%, 예를 들어 약 ≥ 60 중량%, 예컨대 약 ≥ 65 중량% 또는 약 ≥ 70 중량%의 로듐을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 ≤ 94 중량%, 예를 들어 약 ≤ 93 중량%, 예컨대 약 ≤ 92 중량%, 약 ≤ 91 중량% 또는 약 ≤ 90 중량%의 로듐을 포함할 수 있다.
- [0055] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 최대 약 45 중량%의 이리듐을 포함한다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 최대 약 45 중량%의 백금을 포함한다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 최대 약 45 중량%의 팔라듐을 포함한다.
- [0056] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이리듐, 백금 및 팔라듐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0 내지 약 45 중량%, 예를 들어 약 ≥ 5 내지 약 15 중량%, 예컨대 약 7.5 내지 약 12.5 중량%로 포함할 수 있다. 한 특히 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 0 중량%의 이리듐을 포함한다. 또 다른 특히 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 9.86 중량%의 이리듐을 포함한다.
- [0057] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 5 내지 약 30 중량%, 예컨대 약 6 내지 약 25 중량%, 예를 들어 약 7.5 내지 약 22.5 중량%의 루테늄을 포함할 수 있다. 한 특히 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 9.86 중량%의 루테늄을 포함한다. 또 다른 특히 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 20 중량%의 루테늄을 포함한다.
- [0058] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 니오븀을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 탄탈럼을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 티타늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 크로뮴을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 몰리브데넘을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 코발트를 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 레늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 바나듐을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 알루미늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 하프늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 5 중량%의 텅스텐을 포함할 수 있다. 로듐 합금이 텅스텐을 포함하는 경우, 텅스텐은 약 0.05 내지 약 2.5 중량%, 예컨대 약 0.06 내지 약 1.5 중량%, 예를 들어 약 0.07 내지 약 1 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 0.3 중량%로 존재할 수 있다. 로듐 합금이 크로뮴을 포함하는 경우, 크로뮴은 약 0.05 내지 약 2.5 중량%, 예컨대 약 0.06 내지 약 1.5 중량%, 예를 들어 약 0.07 내지 약 1 중량%, 예를 들어 약 0.1 내지 약 0.3 중량%로 존재할 수 있다.
- [0059] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐, 바람직하게는 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄 및 텅스텐, 보다 바람직하게는 크로뮴 및/또는 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.01 내지 약 5 중량%로 포함할 수 있다. 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≥ 0.05 중량%, 예를 들어 약 ≥ 0.10 중량%, 예컨대 약 ≥ 0.15 중량% 또는 약 ≥ 0.20 중량%로 포함할 수 있다. 로듐 합금은 니오븀, 탄탈럼, 티타늄, 크로뮴, 몰리브데넘, 코발트, 레늄, 바나듐, 알루미늄, 하프늄 및 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≤ 2.50 중량%, 예를 들어 약 ≤ 2.00 중량%, 예컨대 약 ≤ 1.50 중량% 또는 약 ≤ 1.00 중량%로 포함할 수 있다.
- [0060] 한 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 지르코늄을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 이트륨을 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 약 0.01 내지 약 0.50 중량%의 사마륨을 포함할 수 있다.
- [0061] 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 0.02 내지 약 0.40 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의

원소 각각을 약 ≥ 0.03 중량%, 예컨대 약 ≥ 0.04 중량%로 포함할 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 로듐 합금은 이트륨, 지르코늄 및 사마륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 임의의 하나 이상의 원소 각각을 약 ≤ 0.35 중량%, 예컨대 약 ≤ 0.30 중량%로 포함할 수 있다.

[0062] 본 발명에 따른 로듐 합금은

합금	Rh (중량%)	Ir (중량%)	Ru (중량%)	Cr (중량%)	W (중량%)	Zr (중량%)
1	80	19.86	0	0	0.1	0.04
2	90	0	9.86	0	0.1	0.04
3	80	19.46	0	0.20	0.30	0.04
4	70	9.86	20	0	0.10	0.04

[0063]

[0064]로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0065]

본 발명의 로듐 합금의 증진된 물리적 및 기계적 특성은 이들을 높은 온도 또는 하중 부하 적용에서 사용하기에 적합하게 한다. 스파크 플러그의 평균 온도가 전형적으로 500~900°C의 사이클이고 본 발명의 합금이 높은 온도에서 중량 손실에 대해 우수한 내성을 나타내기 때문에, 본 발명의 합금은 점화 적용에서, 예를 들어 스파크-플러그에서 부품으로서 사용할 수 있다. 합금은 또한 전극 및 그의 방사선 불투과성 때문에 몇몇 생의학 적용으로서 사용하기에 적합할 수 있다. 상기 예는 단지 본 발명의 합금의 많은 잠재적인 사용을 예시하도록 기능하고, 그 자체로, 임의의 방식으로 제한하도록 의도되지 않는다.

[0066]

로듐 합금은 공지된 방법에 의해 제조할 수 있고 임의의 적합한 형태로 제작할 수 있다. 파손 신장을 또는 연성에 있어서의 개선은 합금을 와이어로 연신하기에 특히 적합하게 하나; 합금은 또한 튜브, 시트, 입자, 분말 또는 다른 일반적인 형태를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 합금은 또한 분무 코팅 적용에서 사용될 수 있다.

[0067]

본 발명의 실시양태 및/또는 임의적인 특징이 상기 기재되었다. 본 발명의 임의의 측면은 문맥이 달리 요구하지 않는 한 본 발명의 임의의 다른 측면과 조합될 수 있다. 임의의 실시양태 또는 임의의 측면의 임의적인 특징은 문맥이 달리 요구하지 않는 한 단독으로 또는 본 발명의 임의의 측면과의 조합으로 조합될 수 있다.

[0068]

본 발명은 이제 다음의 비제한적인 실시예에 의해 그리고 수반하는 도면을 참조하여 기재될 것이다:

[0069]

도 1은 850°C에서의 본 발명의 로듐 합금의 산화 성능을 예시한다.

[0070]

도 2는 1000°C에서의 본 발명의 로듐 합금의 산화 성능을 예시한다.

[0071]

도 3은 1100°C에서의 본 발명의 로듐 합금의 산화 성능을 예시한다.

[0072]

도 4는 1100°C에서의 이리듐의 산화 성능을 예시한다.

[0073]

도 5는 800°C 내지 1100°C의 온도에서의 본 발명의 로듐 합금의 시간 당 총 중량 손실을 예시한다.

[0074]

실시예

[0075]

실시예 1

[0076]

합금 제조

[0077]

하기 표 1에서 상술된 로듐 합금을 아르곤 아크 용융에 의해 제조하였다. 모든 값은 합금의 총 중량을 기준으로 중량 백분율 (중량%)로 주어져 있다.

[0078]

<표 1>

합금	Rh (중량%)	Ir (중량%)	Ru (중량%)	Cr (중량%)	W (중량%)	Zr (중량%)
1	80	19.86	0	0	0.1	0.04
2	90	0	9.86	0	0.1	0.04
3	80	19.46	0	0.20	0.30	0.04
4	70	9.86	20	0	0.10	0.04

[0079]

[0080] 각각의 합금은 2mm 직경을 갖는 와이어를 제조하기 위해 후속적으로 가공하였다.

[0081]

실시예 2

[0082]

산화 시험

[0083]

합금의 산화 성능을 다음과 같이 평가하였다:

[0084]

1. 2 mm 직경의 와이어를 대략 120 mm의 직선 길이로 절단하였다.

[0085]

2. 와이어 샘플을 동봉된 세트의 저울 상에서 4 소수 자리로 청량하고 직경을 각각의 길이를 따라 5 지점에서 측정하였다. 평균 직경을 기록하였다.

[0086]

3. 몇몇 상이한 합금으로부터의 와이어 샘플을 노치 알루미나 기재 세라믹 퍼니스 트레이에 위치시켰다.

[0087]

- 위치 규칙성은 기록된 각각의 샘플에 대한 슬롯 수로 랜덤화하였다.

[0088]

- 2종의 샘플을 배치의 적어도 일부로부터 시험하였다.

[0089]

- 모든 측정은 시험 퍼니스 내의 위치 변형으로 인한 임의의 효과를 확인하도록 의도하였다.

[0090]

4. 실험실 열 처리 퍼니스 (이러한 경우에 작업 영역 150 x 150 x 200 mm)를 요구되는 시험 온도로 설정하였다.

[0091]

5. 안정화되면, 퍼니스 트레이를 퍼니스의 중앙에 위치시켰으며; 일자 및 시간을 기록하였다.

[0092]

6. 적합한 간격 후, 퍼니스 트레이를 퍼니스로부터 제거하고 자연적으로 냉각시켰다.

[0093]

7. 각각의 와이어 샘플의 중량을 확인하고 중량을 기록하였다.

[0094]

8. 퍼니스 트레이를 동일한 배향을 유지하면서 열 처리 퍼니스로 복귀시켰다.

[0095]

9. 샘플 중량을 시험의 기간에 걸쳐 적어도 3 회 확인하였으며: 전형적인 기간은 350 - 400 시간이었으며; 일자 및 시간을 기록하였다.

[0096]

10. 완료시, 최종 직경을 상기와 같이 측정하고, 계산하고, 기록하였다.

[0097]

11. 시간 및 측정을 스프레드 시트로 옮기고 산화성 중량 손실 곡선을 중량 변화 및 단위 표면적 당 중량 변화를 사용하여 계산하였다.

[0098]

850°C, 1000°C 및 1100°C의 온도에서의 본 발명의 로듐 합금의 산화 성능의 결과가 도 1-3에 나타나 있다. 도 5는 800°C 내지 1100°C의 온도에서의 본 발명의 로듐 합금의 시간 당 총 중량 손실을 예시한다.

[0099]

기화를 통한 금속 손실이 이리듐에 대해 발생하였고, 이는 도 4 및 5에서 가장 가파른 음의 구배를 갖는 Ir 그래프에 대해 분명히 나타났다.

[0100]

본 발명의 로듐 합금은 로듐 금속에 비해 필적할만한 또는 개선된 특성을 나타내었다. 로듐 합금은 또한 본 발명의 합금보다 한 자릿수의 크기를 넘게 더 큰 중량 손실을 나타내는 이리듐 금속과 달리 더 높은 온도에서 중량 손실에 대한 내성을 나타내는 것으로 입증되었다.

[0101]

실시예 3

[0102]

전극 연구

[0103]

본 발명의 로듐 합금, 이리듐 표준 및 로듐 표준을 1 mm 직경을 갖는 전극 와이어로 절단하였다. 와이어를 3 mm 직경 Ir 접지 전극을 함께 매칭시키면서 4 개의 스테이션 시험 셀로 고정하고 이를 사이의 갭을 조정하고 벼

니어 캘리퍼(vernier calliper)로 설정하였다. 시험 전극은 음성 극성에서 그리고 양성으로서 접지 전극을 설정하여 침식을 적절한 전극 상에서 놓축시켰다.

[0104] 200 Hz에서 전극의 각각의 쌍에 적용된 자동차 점화 코일에 의해 구동된 10 kV 전기 펄스로 시험을 개시하였다. 이는 전형적인 자동차 기관에서 발생되는 바와 같이 전극 사이에서 연속적인 일련의 신속한 스파크 방전을 개시하였다. 시험 셀은 간격을 두고 시각적으로 확인하여 기능을 확증하였고 대략 250 시간 후 방전을 멈추고 전극 캡을 다시 측정하였다. 시험 개시에서 개시된 카운터를 사용하여 경과 시간을 측정하였으며, 이로부터 스파크 방전의 수를 계산할 수 있었다.

[0105] 전극을 시험 셀에서 리셋하고 방전을 다시 개시하였다. 추가로 대략 250 시간 후 (총 대략 500 시간의 방전 시간), 시험을 멈추고 캡 측정의 동일한 절차 및 전극 검사를 완료하였다.

[0106] 시험 기간

[0107] 스파크의 시험 기간 및 대략적인 개수를 계산하였다. 따라서, 20 일 시험에 대해:

$$\cdot 20 \text{ 일} \times 24 \text{ 시간/일} = 480 \text{ 시간}$$

$$\cdot 480 \text{ 시간} \times 3600 \text{ 초/시간} = 1,728,000 \text{ 초}$$

$$\cdot 1,728,000 \text{ 초} \times 200 \text{ 스파크/초} = 345,600,000 \text{ 스파크 (시험 지점 당)}$$

[0111] 캡의 측정

시험 캡 - 음극	시작점 캡 (mm)	중간점 캡 (mm)	종점 캡 (mm)	캡 성장 (mm)
100% Ir (비교예)	8.2	8.6	8.9	0.7
100% Rh (비교예)	8.1	8.2	8.4	0.3
합금 1	8.2	8.3	8.5	0.3
합금 3	8.1	8.2	8.3	0.2
합금 4	8.0	8.1	8.2	0.2

[0112]

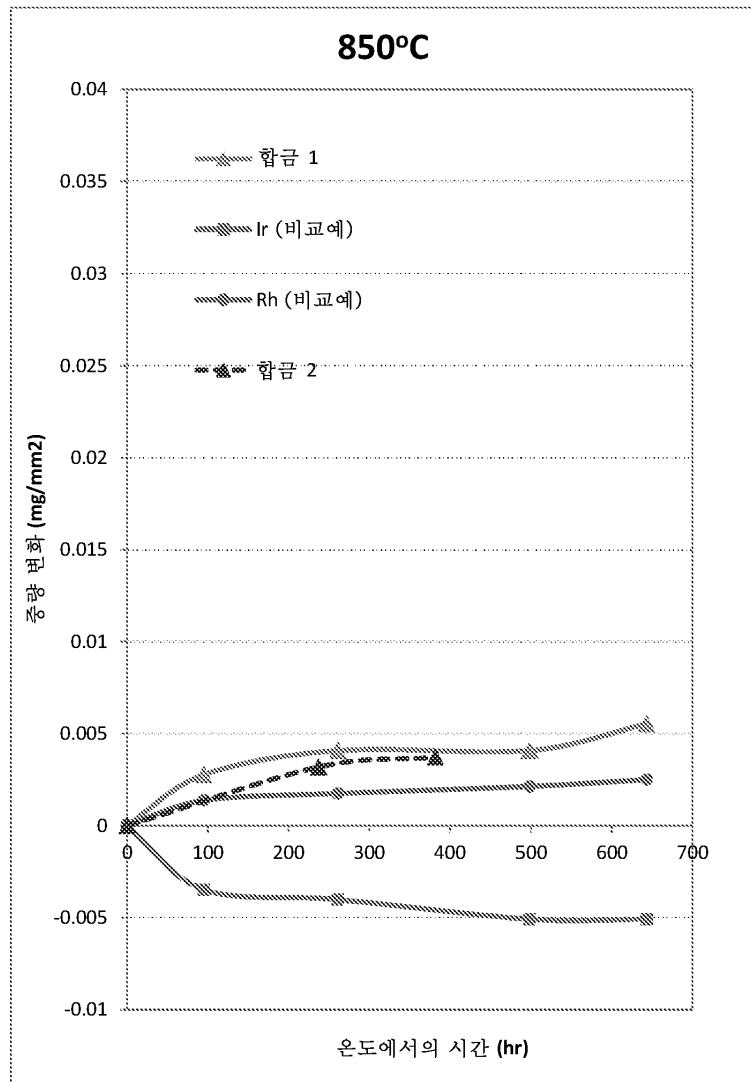
[0113] 100% Ir 전극은 최악의 (가장 큰) 침식을 나타내었으며, 캡 측정은 시험 기간에 걸쳐 0.7 mm +/- 0.1 mm만큼 변화하였다.

[0114] 100% Rh 및 합금 1, 3 및 4 전극은 100% Ir 전극보다 덜 침식을 나타내었다. 합금 1 전극은 100% Rh 전극에 필적할만한 침식을 나타내었으며, 캡 측정은 시험 기간에 걸쳐 0.3 mm +/- 0.1 mm만큼 변화하였다.

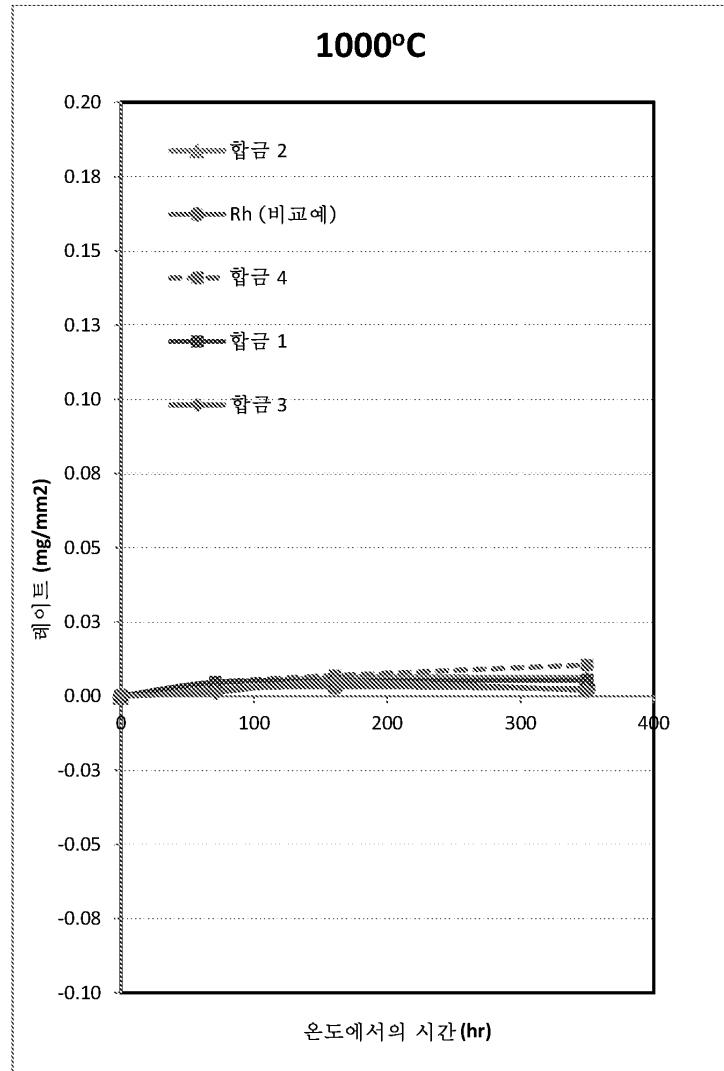
[0115] 합금 3 및 4는 시험 기간에 걸쳐 각각의 합금에 대해 0.2 mm +/- 0.1 mm만큼 변화한 캡 측정과 함께 최소의 침식을 나타내었다. 따라서, 합금 3 및 4는 침식에 더 큰 내성이 있었고 100% 로듐 및 100% 이리듐 전극 둘 다보다 더 큰 내성을 나타내었다.

도면

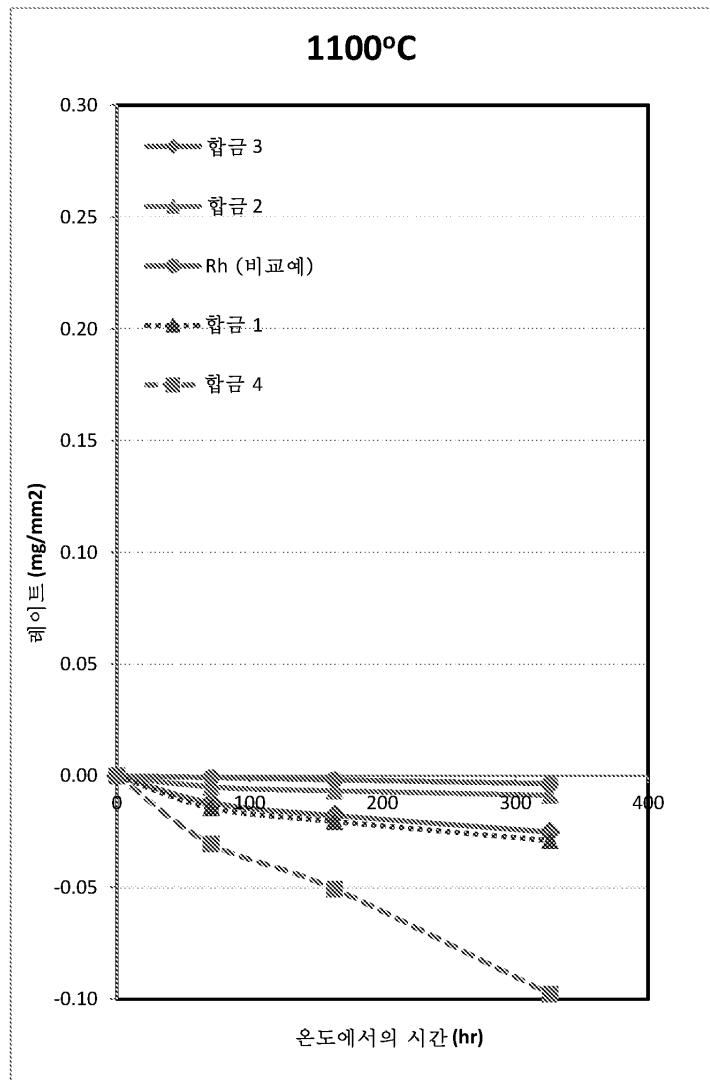
도면1



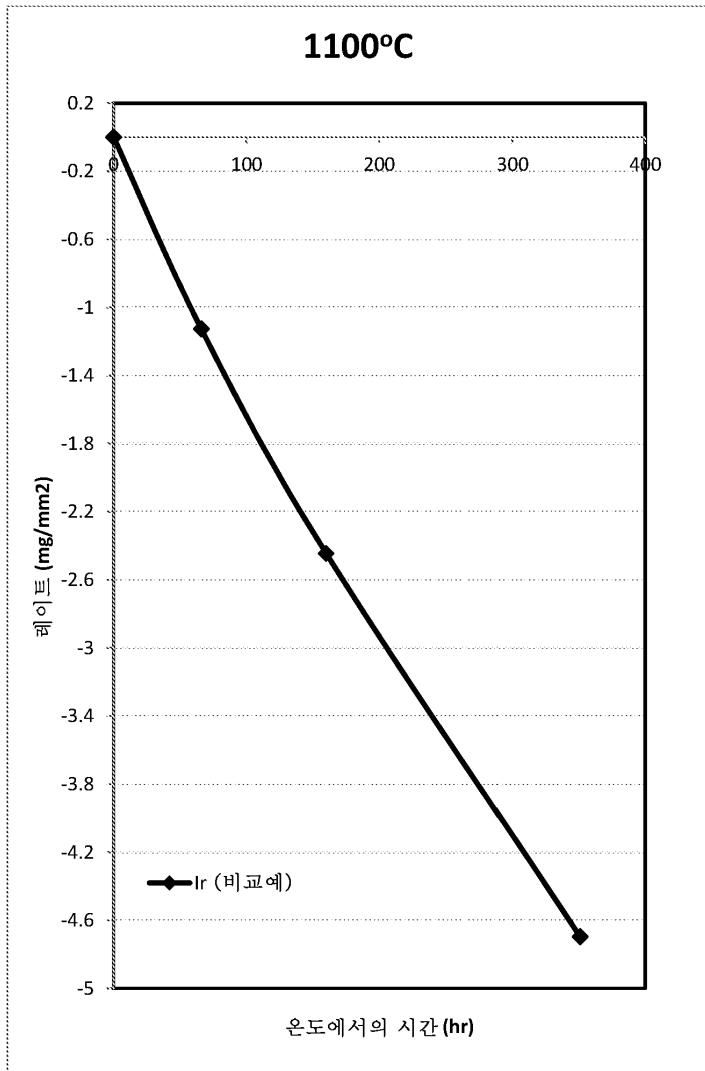
도면2



도면3



도면4



도면5

