

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
C23C 4/10

(45) 공고일자 1993년02월12일
(11) 공고번호 특1993-0001012

(21) 출원번호	특1988-0017230	(65) 공개번호	특1989-0011499
(22) 출원일자	1988년12월22일	(43) 공개일자	1989년08월14일

(30) 우선권주장	62-331102 1987년12월26일 일본(JP)
(71) 출원인	엔 케이 케이 코오프레이슨 니이미야 유우 일본국 도오교오도 지요다구 마루노우찌 1쪼오메 1반 2고

(72) 발명자
다찌가와 교오지
일본국 가나가와肯 히라쓰가시 기다가나메 1117반지 도오까이다이가꾸 고오
가꾸부긴조 꾸자이료오고오가꾸가나이
신보유끼오
일본국 도오교오도 지요다구 마루노우찌 1쪼오메 1반 2고
마쓰다 유다까
일본국 도오교오도 지요다구 마루노우찌 1쪼오메 1반 2고
가바사와 마꼬도
일본국 도오교오도 지요다구 마루노우찌 1쪼오메 1반 2고
고스게 시게요시
일본국 도오교오도 지요다구 마루노우찌 1쪼오메 1반 2고
와다나베 이다루
일본국 도오교오도 지요다구 마루노우찌 1쪼오메 1반 2고
(74) 대리인
최재철, 김기종

심사관 : 서병령 (책자공보 제3132호)

(54) 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법

요약

내용 없음.

대표도

도1

형세서

[발명의 명칭]

플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래의 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법을 나타낸 개략 설명 단면도.

제2도는 본 발명의 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법의 한 실시태양을 나타낸 개략 설명 단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1 : 용기(container) | 2 : 용사(溶射)노즐 |
| 2A : 내공(內孔) | 2B : 내면 |
| 3 : 압력탱크 | 4 : 저장통 |
| 5 : 전극 | 6 : 전원 |
| 7 : 모재(母材) | 8 : 피막(film) |

9 : 작동가스

10 : 압력탱크

용사하기 위한 방법의 한 실시태양을 나타낸 개략 설명 단면도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 플라즈마(plasma)현상을 이용하여 초전도재를 모재(substrate)의 표면상에 용사(溶射)하기 위한 방법에 관한 것이다.

즉, 용사(溶射)노즐의 후단부로부터 용사노즐의 내공(內孔)안으로 적어도 30Vol.%의 양의 산소가스를 함유하는 작동가스를 연속적으로 공급하고, 용사노즐의 선단부로부터 용사노즐의 내공안으로 Cu_xO_y 기를 함유하는 복합 산화물 초전도재의 분말을 연속적으로 공급하여 용사노즐의 내공안에 아아크를 발생시켜서 전술한 작동가스를 고온의 플라즈마로 변환한 다음, 내공안으로 공급된 초전도재의 분말을 플라즈마로 변환된 작동가스로 용융하여 이와같이 용융된 초전도재의 분말을 플라즈마로 변환된 작동가스의 제트(jet)흐름에 따라서 용사노즐로부터 모재의 표면상에 균일하게 분사하여 모재의 표면상에 초전도재의 피막을 형성하고, 이와같이 형성된 초전도재의 피막을 산소함유 분위기에서 700°C 이상의 온도로 가열한 다음, 이와같이 가열된 피막을 40°C/min이하의 냉각속도로 상온까지 서서히 냉각하는 공정단계로 되어 있다.

초전도재는 입자 가속기, 의료 진단 기구등에 있어서, 초전도 자석 형태로 이미 실용화 되어 있다. 또, 초전도재는 발전기, 에너지 저장장치, 리니어 모우터카(linear motor car), 자기 선별기(magnetic separator), 핵융합로, 송전 케이블, 자기 차폐기(magnetic shielder)등에의 응용이 기대되고 있다. 더욱이, 조셉슨(josephson)효과를 이용한 초전도 소자는 초고속 컴퓨터, 적외선 센서, 저잡음 증폭기등에의 응용이 기대되고 있으며, 이것들이 본격적으로 실용화된 경우의 산업적 사회적 충격의 크기는 아직 추측하기 어렵다.

이제까지 개발된 초전도재의 대표적인 것의 하나로서 Nb-Ti 합금이 있다. 이것은 현재 자계발생용 선재(magnetizing wire)로서 널리 이용되고 있다. Nb-Ti 합금의 임계온도(즉, 초전도 상태가 발생하는 임계온도)(이하, "T_c" 라 한다)는 9K이다. 또, Nb-Ti 합금 보다도 각별히 높은 "T_c" 를 지닌 초전도재로서 화합물계 초전도재가 개발되어, 현재 Nb₃Sn(T_c : 18K)와 V₃Ga(T_c : 15K)가 선재화(線材化)되어 실용에 제공되고 있다.

근년에 와서, 위에서 설명한 합금계 및 화합물계의 초전도재 보다도 더욱 높은 "T_c" 를 지닌 초전도재로서 Cu_xO_y기를 가진 복합 산화물 초전도재가 개발되었다. 예컨대, Y-Ba-Cu-O계의 초전도재의 "T_c" 는 약 93K이다. 액체질소의 온도는 77K이기 때문에 복합 산화물 초전도재에 대하여는 액체 헬륨 보다 값싼 액체 질소를 냉각재로서 사용할 수 있다. 종래, 플라즈마 현상을 이용하여 복합 산화물 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위하여 다음의 공정단계로 된 방법이 알려져 있다.

즉, 용접노즐의 후단부로부터 용사노즐의 내공안으로 작동가스로서 불활성 가스를 연속적으로 공급하고, 용사노즐의 선단부로부터 용사노즐의 내공안으로, Cu_xO_y기를 함유하는 복합 산화물 초전도재의 분말을 연속적으로 공급하여 용사노즐의 내공안에 아아크를 발생시켜서 내공안의 작동가스를 고온의 플라즈마로 변환하여 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스에 의하여 내공안의 초전도재의 분말을 용융시킨 후, 이와같이 용융된 초전도재의 분말을 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스의 제트 흐름에 따라서 용사노즐로부터 모재의 표면상에 균일하게 분무함으로써 모재의 표면상에 초전도재의 피막을 형성하는 것이다.

제1도는 상술한 종래의 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법을 나타낸 개략 설명 단면도이다. 제1도에서, (2)는 용기(container)(1)내에 설치된 용사노즐, (3)은 작동 가스를 저장하기 위한 압력탱크, (4)는 초전도재의 분말을 저장하기 위한 저장통, (7)은 용사노즐(2)과 대향하도록 용기(1)내에 배치된 모재, 그리고 (6)은 용기(1)의 외부에 설치된 전원이다.

제1도에 나타낸 바와같이, 알곤가스등의 불활성 가스는 작동가스로서 압력탱크 (3)로부터 용사노즐(2)의 후단부를 통하여 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 연속적으로 공급된다. Cu_xO_y기를 가진 Y₁Ba₂Cu₃O_{7-y}등의 복합 산화물 초전도재의 분말은 저장통(4)으로부터 용사노즐(2)의 선단부를 통하여 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 연속적으로 공급된다. 전원(6)으로부터 용사노즐(2)의 내공(2A)의 후단부내에 삽입된 전극(5)에 전류를 공급하여 전극(5)과 용사노즐(2)의 내공(2A)의 내면(2B)과의 사이에 아아크를 발생시킴으로써 내공(2A)안으로 공급된 작동 가스를 고온의 플라즈마로 변환한다. 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 공급된 초전도재의 분말은 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스에 의하여 용융된다. 이와같이 용융한 초전도재의 분말은 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스의 제트 흐름에 의하여 용사노즐(2)로부터 용기(1)내에 용사노즐(2)과 대향하도록 배치된 동판등의 모재(7)의 표면상에 균일하게 분사됨으로써 모재(7)의 표면상에 초전도재의 피막(8)이 형성된다.

상술한 종래의 용사방법은, 공지의 진공증착법이나 스팍터링(sputtering)법에 비하여 초전도재의 피막의 형성속도가 빠르고, 그리고 두꺼운 피막을 형성할 수 있다고 하는 잇점을 지니고 있다.

그러나 상술한 종래의 용사방법은 다음과 같은 문제를 지니고 있다. 즉, Y₁Ba₂Cu₃O_{7-y}등의 복합 산화물 초전도재에 있어서는 산소 결손량 "y" 가 증가하면 높은 "T_c" 와 큰 임계전류밀도(이하, 간단히 "J_c" 라 한다)를 가진, 즉 뛰어난 초전도 특성을 가진 초전도재의 피막(8)을 얻을수 없다는 것을 알려져 있다. 초전도재의 용사시 및 용사한 다음의 초전도재의 피막(8)의 가열시에 산소가 초전도재로부터 상실되어 결국은 초전도재의 산소 결손량 "y" 가 증가한다. 따라서, 종래에는 이와같이 형성된 초전도재의 피막(8)을 약 950°C로 가열한 다음 피막(8)을 약 20°C/min이하의 속도로 서서히 냉각하여 초전도재중에 산소를 흡수시킴으로써 초전도재의 산소 결손량을 감소시켰다. 피막(8)을 가열하는 것은 초전도재의 조직을 균일하게 하여 입계(粒界 : grain boundary)의 결합력을 강화하고, 모재(7)의 피막(8)의 밀착강도의

증가를 도모하기 위함이다. 그런데, 상술한 바와같이 피막(8)을 서서히 냉각하여도 초전도재중에 산소가 충분히 흡수되지 않아서 뛰어난 초전도 특성을 지닌 피막(8)을 얻을 수 없는 경우가 있었다.

상술한 문제를 해결하기 위하여는 복합 산화물 초전도재의 피막(8)에 상술한 서냉처리를 실시하기 전에 초전도재를 모재의 표면상에 용사하여 초전도재의 산소 결손량 "y"를 미리 감소시키는 것이다. 그러나, 작동가스로서 알곤가스등의 불활성 가스만을 사용하고 있으므로 초전도재의 산소 결손량 "y"를 상술한 서냉처리를 피막(8)에 실시하기 전에 미리 감소시킬 수 없다.

이러한 사실로부터 복합 산화물 초전도재의 산소 결손량 "y"가 감소하도록 초전도재를 모재의 표면상에 용사할 수 있고, 모재의 표면상에 "Tc"가 90K이상이고 "Jc"가 90A/cm²이상인 뛰어난 초전도 특성을 지닌 초전도재의 피막을 형성할 수 있는 방법의 개발이 요망되고 있으나, 이러한 용사방법은 아직 제안되어 있지 않다.

따라서, 본 발명의 목적은 복합 산화물 초전도재의 산소 결손량 "y"가 감소하도록 초전도재를 모재의 표면상에 용사할 수 있고, 모재의 표면상에 임계온도 "Tc"가 90K이상이고 임계전류밀도 "Jc"가 350A/cm²이상인 뛰어난 초전도 특성을 지닌 초전도재의 피막을 형성할 수 있는 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 한가지 특징에 의하면, 용사노즐의 후단부로부터 전술한 용사노즐의 내공안으로 작동가스를 연속적으로 공급하고, 용사노즐의 선단부로부터 용사노즐의 내공안으로 Cu_xO_y기를 가진 복합 산화물 초전도재의 분말을 연속적으로 공급하며, 내공의 후단부내에 삽입된 전극과 내공의 내면과의 사이에 아아크를 발생시켜서 내공안으로 공급된 작동가스를 고온의 플라즈마로 변환하고, 내공안으로 공급된 초전도재의 분말을 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스로 용융한 다음 이와같이 용융된 초전도재의 분말을 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스의 제트 흐름에 따라서 용사노즐로부터 모재의 표면상에 균일하게 분사하여 모재의 표면상에 초전도재의 피막을 형성하고, 이와같이 형성된 초전도재의 피막을 산소함유 분위기에서 700°C 이상의 온도로 가열한 다음 가열된 피막을 40°C/min의 냉각속도로 상온까지 서서히 냉각하는 공정단계로 된 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재 표면에 용사하는 방법에 있어서, 개량이 적어도 30 Vol.%의 량의 산소가스를 전술한 작동가스에 혼합함을 특징으로 하는 방법을 제공하고 있는 것이다.

상술한 관점으로부터 복합 산화물 초전도재의 산소 결손량이 감소하도록 초전도재를 모재의 표면상에 용사할 수 있는 방법을 개발하고자 예의 연구를 거듭한 결과, 다음과 같은 발견을 하게 되었다. 즉, 복합 산화물 초전도재를 모재의 표면상에 용사하는 경우에 사용하는 작동가스에 적어도 30 Vol.%의 량의 산소가스를 혼합함으로써 초전도재의 산소 결손량을 감소시킬 수 있다는 것인데, 본 발명은 상술한 발견에 따라서 완성된 것이다.

본 발명의 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법을 도면에 따라 설명한다.

제2도는 본 발명의 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법의 한 실시태양을 나타낸 개략 설명 단면도이다. 제2도에서, (2)는 용기(1)내에 설치된 용사노즐, (10)은 불활성 가스를 저장하기 위한 압력탱크, (11)은 산소가스를 저장하기 위한 다른 압력탱크 (4)는 초전도재의 분말을 저장하기 위한 저장통, (7)은 용사노즐(2)과 대향하도록 용기(1)내에 배치된 모재, 그리고 (6)은 용기(1)의 외부에 설치된 전원이다.

제2도에 나타낸 바와같이, 본 발명의 방법에서 사용되는 작동가스(9)는 압력탱크(10)로부터 공급되는 알곤가스등과 같은 불활성 가스에다 다른 압력탱크(11)로부터 공급되는 적어도 30 Vol.%의 량의 산소가스를 혼합함으로써 조제하게 된다. 불활성 가스에 대한 산소가스의 혼합비율이 30 Vol.% 미만인 경우에는 나중에 설명하는 바와같이 모재(7)의 표면상에 형성되는 복합 산화물 초전도재의 피막에 임계 온도 "Tc"가 90K이상이고, 임계전류밀도 "Jc"가 350A/cm²이상인 뛰어난 초전도 특성을 부여할 수 없다. 따라서, 불활성 가스에 대한 산소가스의 혼합비율은 적어도 30 Vol.%이어야 한다.

이와같이 하여 조제된 작동가스(9)는 용사노즐(2)의 후단부로부터 용사노즐 (2)의 내공(2A)안으로 연속적으로 공급된다. Cu_xO_y기를 가진 Y₁Ba₂Cu₃O_{7-y}등의 복합 산화물 초전도재의 분말은 저장탱크(4)로부터 용사노즐(2)의 선단부를 통하여 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 연속적으로 공급된다. 전원(6)으로부터 용사노즐(2)의 내공(2A)의 후단부내에 삽입된 전극(5)에 전류를 공급하여 전극(5)과 용사노즐(2)의 내공(2A)의 내면(2B)사이에 아아크를 발생시킴으로써 내공(2A)내에 공급된 작동가스 (9)를 고온의 플라즈마로 변환한다. 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 공급된 초전도재의 분말은 고온의 플라즈마로 변환된 작동 가스에 의하여 용융된다. 이와같이 용융한 초전도재의 분말은 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스(9)의 제트 흐름에 따라서 용사노즐(2)로부터 용기(1)내에서 용사노즐(2)에 대향하도록 배치된 동파등의 모재(7)의 표면상에 균일하게 분사됨으로써 모재(7)의 표면상에 초전도재의 피막(8)이 형성된다.

상술한 바와같이, 본 발명의 방법에 있어서는 불활성 가스에 적어도 30 Vol.%의 량의 산소가스를 혼합함에 따라서 조제된 작동가스(9)를 사용함으로써 모재(7)의 표면상에 용사된 복합 산화물 초전도재의 산소 결손량을 감소시킨다. 따라서, 초전도재의 피막(8)에 서냉처리를 하는 스텝에서 초전도재중에 산소가 충분히 흡수되지 않을 경우에도 서냉 처리 전에 초전도재의 산소 결손량을 미리 감소시키므로 뛰어난 초전도 특성을 지닌 피막(8)을 얻을 수 있다.

상기한 복합 산화물 초전도재는 Y₁Ba₂Cu₃O_{7-y} 외에 Bi_{1.7}Pb_{0.3}Sr₂Ca₂Cu₃O_y 등으로 되어 있다.

다음에 본 발명의 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법을 실시예에 따라서 더욱 상세히 설명한다.

[실시예 1]

제2도에 나타낸 바와같이 폭 30mm, 높이 20mm 및 두께 1.0mm의 구리로 된 모재판(7)을 용사노즐(2)과 대향하도록 용기(1)내에 배치하였다. 압력탱크(10)로부터 공급되는 알곤가스에다 다른 압력탱크(11)로부터 공급되는 어떤량의 산소가스를 혼합하여 조제된 작동가스(9)를 용기(1)내의 압력을 80밀리바아로 유지하면서 용사노즐의 후단부로부터 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 연속적으로 공급하였다. $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-y}$ 로 되는 복합 산화물 초전도재의 10~100 μm 의 입자크기를 가진 분말을 저장통(4)으로부터 용사노즐(2)의 선단부를 통하여 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 연속적으로 공급하였다. 용기(1)의 외부에 설치된 전원(6)으로부터 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 삽입된 전극(5)에 25KWH의 전력을 공급하여 전극(5)과 용사노즐(2)의 내공(2A)의 내면(2B)사이에 아아크를 발생시킴으로써 내공(2A)안으로 공급된 작동가스(9)를 고온의 플라즈마로 변환하였다. 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 공급된 초전도재의 분말을 고온의 플라즈마로 변환한 작동가스(9)로 용융하였다. 이와같이 용융한 초전도재의 분말을 고온의 플라즈마로 변환한 작동가스(9)의 제트 흐름에 따라서 용사노즐(2)로부터 모재판(7)의 표면상에 균일하게 분사함으로써 모재판(7)의 표면상에 두께가 150 μm 되는 초전도재의 피막(8)을 형성하였다.

이어서, 이와같이 하여 모재판(7)의 표면상에 형성된 초전도재의 피막(8)을 용기(1)의 외부에 설치된 산소함유 분위기하의 가열로(도면에 없음)내에서 930°C의 온도에서 30분간 가열한 다음 20°C/min의 냉각속도로 실온까지 서냉하였다.

이 실시예에 있어서는 알곤가스에 대한 산소가스의 혼합비율을 표 1에 나타낸 바와같이 여러가지로 변경하였다.

이어서, 초전도재의 피막(8)의 임계온도 "Tc" 및 임계전류밀도 "Jc"를 조사하였다. 그 결과를 표 1에 나타내었다.

[표 1]

알gon가스에 대한 산소가스의 혼합비율 (Vol.%)	20	25	30	60	100
임계온도 "Tc" (K)	87	87	90	90	91
임계전류밀도 "Jc" (A/cm ²)	120	120	350	400	470

표 1로부터 명백한 바와같이, 알곤가스 중에 30 Vol.%이상의 량의 산소가스를 혼합하면 "Tc" 가 90K이상이고 "Jc" 가 350A/cm²이상인 뛰어난 초전도 특성을 지닌 초전도재의 피막(8)을 얻을 수 있었다.

[실시예 2]

복합 산화물 초전도재로서 $Bi_{1.7}Pb_{0.3}Sr_2Ca_2Cu_3O_y$ 를 사용하여 모재판(7)의 표면상에 형성된 초전도재의 피막(8)을 840°C의 온도로 80시간 가열한 이외는 상술한 실시예 1에 있어서와 동일한 조건에 따라서 모재판(7)의 표면상에 초전도재의 피막(8)을 형성하였다.

이어서, 초전도재의 피막(8)의 임계온도 "Tc" 및 임계전류밀도 "Jc"를 조사하였다. 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[표 2]

알곤가스에 대한 산소가스의 혼합비율 (Vol.%)	20	25	30	60	100
임계온도 "Tc" (K)	80	90	100	100	105
임계전류밀도 "Jc" (A/cm ²)	10	100	500	600	800

표 2에서 명백한 바와같이, 알곤가스 속에 30 Vol.%이상의 량의 산소 가스를 혼합하면 "Tc" 가 100K이상이고 "Jc" 가 500A/cm²이상인 뛰어난 초전도 특성을 지닌 초전도재의 피막(8)을 얻을 수 있다.

이상에서 설명한 바와같이 본 발명의 방법에 의하면 복합 산화물 초전도재의 산소 결손량을 감소시킬 수 있으므로 임계온도 "Tc" 가 90K이상이고 임계 전류밀도 "Jc" 가 350A/cm²이상인 뛰어난 초전도 특성을 지닌 초전도재의 피막을 얻을 수 있으므로 공업상 유용한 효과를 가져올 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

용사노즐(2)의 후단부로부터 용사노즐의 내공(2A)안으로 불활성 가스를 함유하는 작동가스(9)를 연속적으로 공급하고, 용사노즐(2)의 선단부로부터 용사노즐(2)의 내공(2A)안으로 Cu_xO_y 기를 가진 복합 산화물 초전도재의 분말을 연속적으로 공급한 다음, 내공(2A)의 후단부 내에 삽입된 전극(5)과 내공(2A)의 내면(2B)사이에 아아크를 발생시켜서 내공안으로 공급된 작동가스(9)를 고온의 플라즈마로 변환하여, 내공(2A)안으로 공급된 초전도재의 전술한 분말을 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스(9)에 의하여 용융시키고, 이와같이 용융한 초전도재의 분말을 고온의 플라즈마로 변환된 작동가스(9)의 제트 흐름에 따라서 용사노즐에서 모재(7)의 표면상에 균일하게 분사하여 모재(7)의 표면상에 초전도재의 피막(8)을 형성하며, 이와같이 형성된 초전도재의 피막을 산소함유 분위기속에서 700°C이상의 온도로 가열한 다음 이와같이 가열된 전술한 피막을 40°C/min이하의 냉각속도로 실온까지 서서히 냉각하는 적어도 30 Vol.%의 량의

산소가스를 전술한 작동가스(9)에 혼합하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 복합 산화물 초전도재는 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ 로 되어 있음을 특징으로 하는 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법.

청구항 3

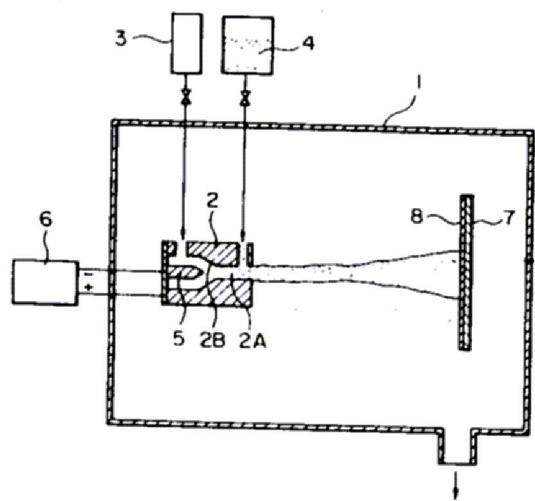
제1항에 있어서, 복합 산화물 초전도재는 $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 로 되어 있음을 특징으로 하는 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서, 전지 작동가스 중에 함유된 불활성 가스가 알곤가스임을 특징으로 하는 플라즈마 현상을 이용하여 초전도재를 모재의 표면상에 용사하기 위한 방법.

도면

도면1



도면2

