



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077889
(43) 공개일자 2023년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22F 1/00 (2022.01) B22F 1/00 (2022.01)

B22F 9/04 (2006.01) C22C 1/04 (2023.01)

(52) CPC특허분류

B22F 1/068 (2022.01)

B22F 1/17 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2021-0165096

(22) 출원일자 2021년11월26일

심사청구일자 2021년11월26일

(71) 출원인

공주대학교 산학협력단

충청남도 공주시 공주대학교로 56 (신관동)

주식회사 티에프이

경기도 화성시 반월길 50-4, 50-6 (반월동)

(72) 발명자

이기선

경기도 화성시 동탄순환대로21길 53 롯데캐슬알바트로스 1301-1504

(74) 대리인

김진원

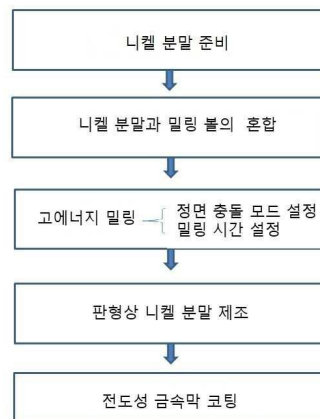
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 반도체 테스트 소켓(test socket) 제조용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말 소재의 제조방법에 관한 것이다. 반도체 테스트 소켓은 니켈 분말을 고에너지 밀링을 통해 단시간에 판상형의 분말로 가공하는 방법이다. 판상형 분말은 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하여 전기저항을 크게 감소시키는 효과가 있어 고주파용 테스트소켓 부품을 개발하는데 핵심소재로 사용될 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B22F 9/04 (2013.01)

C22C 1/0433 (2023.01)

B22F 2009/043 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415173890
과제번호	20014244
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	우수기업연구소육성사업(ATC+)(R&D)
연구과제명	5G용 반도체 특성 테스트 위한 초고주파(120GHz) 고내구성 가압전도성
필름(Pressure Conductive Film) 소켓 소재부품 핵심기술개발	
기 여 율	100/100
과제수행기관명	(주)티에프이
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법에 있어서,

니켈 분말을 준비하는 단계,

상기 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율로 혼합하는 혼합단계와,

상기 니켈 분말이 자기장 방향과 평행하게 재배열시켜서 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하는 판상형 니켈 분말로 변경하도록 혼합된 상기 니켈 분말과 상기 밀링 볼을 수평형 고에너지 밀링장치에 장입하여 정면 충돌 모드로 정해진 시간동안 고에너지 밀링하는 단계와

상기 판상형 니켈 분말에 전도성 금속막을 코팅하는 단계를 포함하는, 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법.

청구항 2

반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법에 있어서,

니켈 분말을 준비하는 단계,

상기 니켈 분말에 전도성 금속막을 코팅하는 단계,

상기 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율로 혼합하는 혼합단계와,

상기 금속막이 고에너지 밀링에서 분리되지 않도록 윤활제를 추가하는 단계와,

상기 니켈 분말이 자기장 방향과 평행하게 재배열시켜서 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하는 판상형 니켈 분말로 변경하도록 혼합된 상기 니켈 분말과 상기 밀링 볼을 수평형 고에너지 밀링장치에 장입하여 정면 충돌 모드로 정해진 시간동안 고에너지 밀링하는 단계를 포함하는, 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 니켈 분말을 준비하는 단계에서 상기 니켈 분말이 구형인, 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전도성 금속막은 은 또는 금막인, 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 윤활제는 고체 윤활제 또는 액체 윤활제를 포함하는, 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 따른 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법에 의해 제조된 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 칩의 성능 테스트를 위해 사용되고 있는 반도체 테스트소켓(test socket)용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조 방법과 이렇게 제조된 니켈 분말에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 테스트 소켓은 포고형(Pogo)과 러버형(Rubber)으로 구분된다. 테스트 소켓은 반도체 칩 하부의 bump ball(일명 솔더 볼, solder ball)과 테스트 보드의 표면 전극을 연결하는 부품이다. 실제 테스트 과정은 반도체 칩-테스트소켓-테스트보드 순서로 조립된 후 낮은 압력으로 테스트 소켓을 가압하면 탄성적으로 시트 형태의 테스트 소켓이 눌리면서 변형되면서 전도성을 갖게 되며 이로 인해 전류가 흐르는 방식이다. 이러한 테스트 소켓에는 포고(pogo)형과 러버(rubber)형이 있다.

[0003] 포고형은 금속 스프링 형태의 탄성체 부품이며 (IEEE Trans. Device Mater. Rel., vol. 14, no. 1, pp. 580-582, Mar. 2014), 러버형은 실리콘 러버와 전도성 금속으로 코팅된 금속 분말(양호하게 니켈 분말)이 혼합된 복합소재부품이다(IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, PACKAGING AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, VOL. 8, NO. 12, DECEMBER, pp. 2152-2162, 2018).

[0004] 러버형 테스트소켓에 사용되는 종래의 니켈 분말은 수십 마이크로미터(micrometer) 크기의 구형이며, 분말 표면에는 전도성이 우수한 금속인 은 또는 금이 코팅된 형태이다. 참고로 러버형 테스트 소켓 제조공정은 다음과 같다.

[0005] 먼저 액상형 실리콘 러버를 준비한다. 다음으로 금속인 은 또는 금이 코팅된 니켈 분말과 혼합하고 교반기(mixer)를 통해 균일하게 분산한다. 이렇게 제조된 니켈 분말이 분산된 액상 실리콘 러버를 소켓 금형 바닥(하부)에 주입하고, 금형을 체결한다. 이를 자력 성형기내 장입하여 온도를 가하면서 자기장을 금형의 수직 방향으로 인가한다. 이러한 과정에서 니켈 분말들은 자기장 방향으로 치밀하게 재배열하는데, 금형의 구조에 따라 다양한 피치(pitch)를 갖는 채널(channel)을 형성하게된다. 이후 시간이 경과함에 따라 실리콘 러버가 경화(curing)가 되면 부품은 완성된다. 여기서 주요기술은 채널을 형성하는 니켈 분말의 접촉빈도이다. 통상적으로 접촉빈도는 통상적으로 3만에서 5만번 사이이다. 이에 따라 전기저항이 크게 변화하며, 테스트소켓 부품성능이 제한된다. 또한 통상적으로 70GHz이상의 고주파 반도체를 위해서는 테스트 소켓의 니켈 분말들의 접촉면적을 크게해서 전기저항을 낮추어야 한다.

[0006] 종래의 러버형 테스트소켓에 사용되는 니켈 분말은 구형분말을 사용하고 있는데, 이들은 채널내에서 점접촉(point contact)을 이루고 있었다. 점접촉 면적을 증가하기 위해 돌기형의 작은 니켈 분말을 크기가 큰 니켈 분말표면에 부착시키는 기술도 보고되었다. 이러한 형태의 분말 소재는 제조공정이 어렵고 가격이 매우 높은 문제점과 함께 점접촉에 따른 한계로 인해 접촉 면적을 증가시키기 어려운 한계를 갖고 있었다. 유사 공지기술인 일본 특허 공개 JP2000149665A(발명의 명칭: Anisotropic conductive sheet, anisotropic conductive layered product and manufacture of the product)는 다양한 축비를 갖는 실리콘 러버형 테스트 소켓 설계방법을 제안하고 있지만 사용되는 니켈 분말 소재의 형상제어 기술은 잘 알려져 있지 않다. 또, 공지기술인 특허등록 10-1748184(출원번호 10-2016-0012957)(발명의 명칭: 검사용 소켓 및 검사용 소켓의 도전성 입자 제조방법)은 몸통부와 희생 분말을 복합화하여 제조 후 희생분말을 기화시켜 제거함으로써 전기 접촉을 증가시킨다. 이러한 방법은 복잡하며, 일정 모양의 분말을 제조하기 어려운 문제점이 있다.

[0007] 본 발명은 이에 대한 해결책으로 니켈 분말을 판상(디스크, disc)화하여 니켈 분말간 접촉 방식을 점접촉으로부터 면접촉으로 변화시켜 테스트 소켓의 전기저항을 감소시키기 위해 안출된 것이다. 이러한 기술의 핵심은 특히 구형 니켈 분말소재를 판상형으로 변화시키는 것이다. 따라서 본 발명은 표면에 전도성 금속인 은 또는 금이 코팅된 판상형 분말의 제조방법에 관한 것으로 다음에 상세히 설명한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기한 종래의 선행기술의 문제점을 해소하기 위하여 제안된 본 발명의 목적은, 수평형 고에너지 밀링장치를 사용하여 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 니켈 분말 소재를, 자기장 방향과 평행하게 재배열시켜서 분

말간 접촉을 면접촉으로 유도하는 판상형 니켈 분말소재로 형상변형시키는 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 코팅된 전도성 금속막이 분리되지 않는, 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 목적을 달성하기 위한 반도체 테스트소켓용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재의 제조방법의 본 발명의 실시 예1에서, 니켈 분말을 준비하는 단계, 상기 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율로 혼합하는 혼합단계와, 상기 니켈 분말이 자기장 방향과 평행하게 재배열시켜서 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하는 판상형 니켈 분말로 변경하도록 혼합된 상기 니켈 분말과 상기 밀링 볼을 수평형 고에너지 밀링장치에 장입하여 정면 충돌 모드로 정해진 시간동안 고에너지 밀링하는 단계와 상기 판상형 니켈 분말에 전도성 금속막을 코팅하는 단계를 포함한다.

[0011] 본 발명의 실시 예2에서, 니켈 분말을 준비하는 단계, 상기 니켈 분말에 전도성 금속막을 코팅하는 단계, 상기 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율로 혼합하는 혼합단계와, 상기 금속막이 고에너지 밀링에서 분리되지 않도록 윤활제를 추가하는 단계와, 상기 니켈 분말이 자기장 방향과 평행하게 재배열시켜서 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하는 판상형 니켈 분말로 변경하도록 혼합된 상기 니켈 분말과 상기 밀링 볼을 수평형 고에너지 밀링장치에 장입하여 정면 충돌 모드로 정해진 시간동안 고에너지 밀링하는 단계를 포함한다.

[0012] 본 발명의 양호한 실시 예에서는 상기 니켈 분말을 준비하는 단계에서 상기 니켈 분말이 구형이다.

[0013] 본 발명의 양호한 실시 예에서는 상기 전도성 금속막은 은 또는 금막이다.

[0014] 본 발명의 양호한 실시 예에서는 상기 윤활제는 고체 윤활제 또는 액체 윤활제를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 종래의 코팅된 구형 분말과는 달리, 첫째 은(Ag) 또는 금(Au)으로 코팅된 상용 니켈 분말로부터 고에너지 기계적 밀링 공정변수 및 밀링조건 변경을 통해 단시간에 다양한 형상(양호하게, 구형)의 분말을 판상형 분말로 변화시키는 물론, 동시에 표면 전도성 코팅층이 분리되지 않는 특징이 있다.

[0016] 이와 같이 제조된 분말은 액상 실리콘과 혼합하여 자력성형기를 통해 성형되는데, 판상형 니켈 분말들은 자기장 방향과 평행하게 재배열되어 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하여 전기저항을 크게 감소시키는 효과가 있다. 이러한 효과는 고주파용 테스트소켓 부품을 개발하는데 핵심소재로 사용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명을 구현하기 위한 반도체 테스트 소켓 제조용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재 제조방법의 실시 예1에 따른 주요 단계의 흐름도이다.

도 2은 실시 예2에 따른 주요 단계의 흐름도이다.

도 3는 고에너지 밀링 단계의 정면 충돌 모드에서의 구형 니켈 분말이 판상형 니켈 분말로 변하는 메카니즘을 도시한다.

도 4 실시 예2에 따른 은 또는 금 코팅된 돌기형 니켈 분말을 고에너지 밀링하여 제조된 분말에 대한 전자현미경 조직 이미지이다.

도 5는 실시 예1에 따라서 제조된 판상형 분말이 러버 소켓에 사용되어 정렬된 단면조직도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한 여기서 사용되는 볼은 밀링 볼을 의미하고 분말은 니켈 분말을 의미하고 코팅과 도금은 같은 뜻으로 이해되어야 한다.

- [0019] 침부의 도 1 내지 도 5를 참고로 본 발명을 보다 상세하게 설명하겠다. 도 1은 본 발명을 구현하기 위한 반도체 테스트 소켓 제조용 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말소재 제조방법의 흐름도이다.
- [0020] 실시 예1
- [0021] 본 발명의 실시 예1은 니켈 분말을 준비하는 단계, 상기 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율로 혼합하는 혼합단계와, 상기 니켈 분말이 자기장 방향과 평행하게 재배열시켜서 분말간 접촉을 면접촉으로 유도하는 판상형 니켈 분말로 변경하도록 혼합된 상기 니켈 분말과 상기 밀링 볼을 수평형 고에너지 밀링장치에 장입하여 정면 충돌 모드로 정해진 시간동안 고에너지 밀링하는 단계와 상기 판상형 니켈 분말에 전도성 금속막을 코팅하는 단계를 포함한다.
- [0022] 니켈 분말을 준비하는 단계에서는, 니켈 분말의 크기는 다양하지만 보통은 10 ~ 50 마이크로미터 크기가 대부분이다. 가장 바람직하게는 20 마이크로미터 전후 크기의 분말이 바람직하다. 은(Ag) 또는 금(Au) 코팅막의 두께는 보통 수 마이크로미터 수준이며, 바람직하게는 0.5 내지 1 마이크로미터 전후가 바람직하다.
- [0023] 분말의 형태는 단일 혹은 다양한 크기의 구형이거나 작은 구형 분말이 부착된 큰 분말 (돌기형 분말, nodular type powder) 형태가 사용될 수 있다. 그러나, 비구형 분말이라도 적용 가능하다. 가장 바람직하게는 크기가 일정한 구형 분말을 사용하는 것이다.
- [0024] 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율로 혼합하는 혼합단계에서는, 니켈 분말과 밀링 볼을 미리 정해진 비율은 니켈 분말의 크기와 밀링 볼에 의한 크기에 따라서 정해진 비율로 설정하기는 어렵다. 그러나 일반적으로 밀링 볼과 분말의 미리 정해진 비율(중량비)은 최소 5:1, 최대 30:1을 넘지 않으며, 최소치 이하에서는 분말과 밀링 볼의 충돌 확률이 낮아서 효율이 감소하며, 최대치 이상에서는 볼과볼의 충돌로 오염 물질이 혼입될 수 있으며, 밀링 볼은 금속계로 스테인레스스틸(stainless steel) 및 금속산화물계로 지르코니아(Zirconia), 실리콘나이트라이드(silicon nitride)계 등이 가능하다.
- [0025] 혼합된 니켈 분말과 밀링 볼을 고에너지 밀링장치에 장입하여 밀링장치의 임펠러(impeller)를 밀링 볼들이 정면 충돌할 수 있는 회전수로 회전시켜서 즉 정면 충돌 모드로 설정해서 고에너지 밀링하는 단계에서는, 고에너지 밀링장치는 2종류 이상의 혼합원료 분말을 밀링하는 기계적 합금화와 순금속, 금속간 화합물 또는 미리 합금화된 분말을 단순히 분쇄하는 기계적 밀링이 있으며, 통상적으로 대부분 회전축이 수직인 수직형 고에너지 밀링장치를 이용한다. 분말과 밀링 볼(milling (grinding) media)이 혼합되어 회전하는 방식의 밀링에서 임펠러의 정상 회전 속도에서는 볼간 충돌이 미끄럼 혹은 전단운동(slip or shearing motion) 모드(mode)로 작용하고 고속 회전인 경우, 즉 회전수(rpm)가 임계치를 넘으면 볼과 분말의 중력차이에 의해서 서로 분리되는 경향이 있다. 다양한 형상(양호하게는 구형)의 분말을 판상형의 분말로 형상 변경하기 위해서는 밀링 볼이 양쪽방향에서 강한 힘으로 충돌해야, 밀링 볼사이에 위치한 다양한 형상의 분말이 판상형으로 변할 수 있다. 따라서 통상적인 수직형 고에너지 밀링장치에서는 다양한 형상의 분말을 판상형 분말로 형상 변경하는 것은 상상할 수 없다.
- [0026] 따라서, 수직형 고에너지 밀링장치 대신에 회전축이 수평인 수평형 고에너지 밀링장치를 이용해서, 분말과 밀링 볼(milling (grinding) media)을 혼합해서 임펠러를 고속 회전시킬때, 회전수(rpm)가 임계치를 넘으면 볼간 충돌이 미끄럼 혹은 전단운동 모드로부터 정면 충돌 모드(head-on collision mode)로 변화한다. 따라서 밀링 단계에서는 고에너지 밀링장치의 임펠러(impeller, 회전자)를 전단운동 모드로부터 정면 충돌 모드로 변경하는 회전수로 회전시켜야 한다. 고에너지 밀링장치의 임펠러 임계 회전수는 임펠러의 직경에 반비례한다. 따라서 임펠러의 회전수를 특정 수치로 제한해서는 안된다. 여기서 니켈 분말은 정면 충돌 모드에서 도 3에 도시한 바와 같이 볼의 수직압축응력에 의해 소성변형되어 판상형 니켈 분말로 제조된다. 밀링 단계에서 임펠러의 회전수를 너무 높이면, 상술한 바와 같이 불순물이 생길 수 있다. 밀링 시간은 임펠러의 회전수와 밀링 볼과 니켈 분말의 혼합비 등에 따라서 선택할 수 있으나, 통상적으로 10분 내지 30분이 적절하다(아래 표 1참조). 밀링 단계에서 제조된 판상형 니켈 분말에 전도성 금속막을 코팅하는 단계를 포함한다. 전도성 금속막은 은 또는 금 코팅된 전도성 막이다. 전도성 금속막은 테스트 소켓에서는 필수 구성요소이다.
- [0027] 이렇게 제조된 니켈 분말을 크기별로 분급하여 가압전도성 러버형 테스트 소켓의 니켈 분말 소재로 사용될 수 있다.
- [0028] 실시 예2
- [0029] 실시 예2는 실시 예1의 니켈 분말을 준비하는 단계후에 여기에 전도성 금속막을 코팅하는 단계를 포함한다. 양호하게 니켈 분말에 또는 금으로 코팅한다. 특히 구형 니켈 분말인 경우에는 구형을 코팅하는 것이 판상형의 니

켈 분말을 코팅하는 것보다 작업이 용이하고 코팅효과도 좋다. 이는 구형이 판상형보다 코팅층을 균일하게 할 수 있기 때문이다.

[0030] 다음으로 윤활제를 추가하는 단계를 더 포함한다. 코팅된 구형의 니켈 분말이 판상형으로 변하면서 모서리를 갖게 되고 따라서 니켈 분말과 밀링 볼의 충돌시 마찰력(friction force)에 의해 코팅된 전도성 금속막이 니켈 분말로부터 분리될 수 있기 때문이다. 예를 들어, 밀링 볼의 혼합비율이 니켈 분말보다 너무 높거나, 임펠러의 회전수가 너무 높거나 미리 정해진 밀링 시간을 초과할 경우에, 분말과 밀링 볼의 충돌시 마찰력(friction force)에 의해 코팅층이 분말로부터 분리될 수 있는데, 이러한 마찰력을 조절하기 위해 적절한 밀링 볼을 선택하고, 고체 및 액체 형태의 윤활제를 사용한다. 특히, 액체 윤활제는 소량의 첨가로도 효과적으로 표면 마찰력을 감소시켜 코팅층을 유지하는데 효과적이다. 따라서 본 발명에서는 코팅된 전도성 금속막이 니켈 분말로부터 분리되지 않도록 윤활제를 추가하는 단계를 포함한다.

[0031] 윤활제의 양은 최소 1wt%로부터 최대 15wt%까지 사용이 가능하며, 약 5wt%를 유지하는 것이 바람직하다. 1wt% 이하에서는 윤활효과가 없으며, 15wt% 이상에서는 분말과 윤활제 혼합물의 점도가 상승하여 정상적인 밀링이 이루어지지 않는다. 아래 표 1의 고에너지 밀링으로 제조한 코팅된 니켈 분말의 제조 조건 및 결과를 참조하기 바란다. 표 1은 구형 니켈 분말과 밀링 볼의 비율, 밀링 시간 및 윤활제의 량에 따라서 제조된 니켈 분말의 형태와 표면의 전도성은 또는 금 코팅막의 유지 상태를 나타낸다. 여기서 알 수 있듯이, 구형 니켈 분말과 밀링 볼의 비율이 1 대 15 내지 30, 밀링 시간이 20 내지 30분, 윤활제 량이 5 내지 10%인 경우에 전도성 코팅된 은 또는 금막이 유지되면서 판상형을 유지한다. 전도성 금속인 은과 금은 연성이 우수하기 때문에 니켈 분말과 동시에 소성변형되기 때문에 코팅막 형태를 안정되게 유지할 수 있는 장점이 있다.

표 1

시료번호	제조 조건			밀링된 분말 상태	
	밀링 볼:분말 비 (wt% 비)	밀링시간 (분)	윤활제 (%)	코팅막 상태	분말 형상
1	5:1	60	1	코팅막 유지	구형/판상
2	15:1	30	5	코팅막 유지	판상
3	30:1	20	10	코팅막 유지	판상
4	30:1	10	15	코팅막 유지	구형/판상
5	40:1	5	20	코팅막 분리	구형

[0033] 도 3는 고에너지 밀링 단계의 정면 충돌 모드에서의 구형 니켈 분말이 판상형 니켈 분말로 변하는 메카니즘을 도시한다. 도 3를 참조하면, 고에너지 밀링 단계에서 은 또는 금으로 코팅된 금속막(3)을 갖는 구형 니켈 분말(2)은 밀링 볼(1)의 강한 수직 압력에 의해서 판상형(디스크형상)의 니켈 분말(2')로 변하게 된다.

[0034] 상술한 실시 예들에 의해 제조된 전도성 금속막 코팅된 판상형 니켈 분말을 액상 실리콘과 혼합하여 자력 성형기를 포함하는 성형용 금형에 장입해서, 자력성형기를 통해 강한 자기장을 금형에 수직방향으로 인가하면서 동시에 열처리하여 경화시키는 단계를 거친다. 금형에 설치된 자력성형기에서 강한 자기장을 금형에 수직방향으로 인가하면, 니켈 분말들은 자기장 방향과 평행하게 재배열된다. 판상의 니켈 분말은 구형 분말에 비해 자기장 방향과 나란하게 배열되는데, 이는 자기이방성이 작기 때문이다. 도 5는 본 발명의 실시 예들에 의해 제조된 판상형 분말을 사용한 러버 테스트 소켓의 단면조직이다. 이를 참조하면, 자력 성형에 의해 실리콘 러버 내부의 분말들이 자기장 방향으로 잘 정렬된 조직으로 면접촉을 형성하고 있음을 명확하게 알 수 있다. 테스트 과정에서 판상형의 니켈 분말이 자기장 방향에 대해서 나란하게 배열되기 때문에 테스트 과정에서 테스트 소켓에 압력을 가하면 분말간 면접촉으로 유도하여 전기저항을 크게 감소하는 효과가 있다. 전기저항이 감소할수록 고주파용 테스트소켓 부품으로 사용되는 장점을 갖는다.

[0035] 구현된 양호한 실시 예

[0036] 본 발명의 양호한 실시 예에서는 약 20 마이크로미터의 평균 크기를 갖는 돌기형 분말을 사용하였다. 이러한 니켈 분말은 전도성 은(Ag)은 1 마이크로미터 두께로 또는 금(Au)은 0.5 마이크로미터 두께로 코팅하였다.

[0037] 이렇게 준비한 분말들을 수평형 고에너지 밀링장치(Zoz사, 모델명 CM01)에 주입하였다. 밀링장치 임펠러(impeller, 회전자)의 회전수(속도)는 1,000 rpm이며, 정면 충돌(head-on collision mode) 모드를 유지한다. 밀링 볼은 지르코니아(Zirconia) 재질이며, 볼과 분말 양의 비(중량비)는 15 : 1이며, 밀링 용기는 불활성 아

르곤 가스를 장입하여 산화에 의한 오염을 방지하였고, 밀링시간은 30분이었다.

[0038] 균일한 밀링과 코팅막의 분리를 피하기 위한 방법으로 윤활제 사용하였는데, 본 양호한 실시예에서는 에탄올을 5wt% 첨가하였다. 도 2에 명시한 바와 같은 흐름도에 따라서, 코팅된 분말은 불과의 정면 충돌과정에서 판상 분말로 제조되었다.

[0039] 도 4는 실시 예 조건에 따라 은 또는 금 코팅된 돌기형 니켈 분말을 고에너지 밀링하여 제조된 분말에 대한 전자현미경 조직 이미지이다. 분말의 형상은 판상형(디스크형)이며, 크기는 약 20~40 마이크로미터, 두께는 7~10 마이크로미터 이었으며, 본 발명에서 제안한 전도성 코팅막을 갖는 판상형 분말 소재가 잘 제조되었음을 나타내는 결과이다. 상술한 양호한 실시 예에서 제조된 판상형 분말 소재를 이용한 테스트 소켓은 100이상 GHz의 고주파 반도체의 테스트에 사용될 수 있음을 확인했다.

부호의 설명

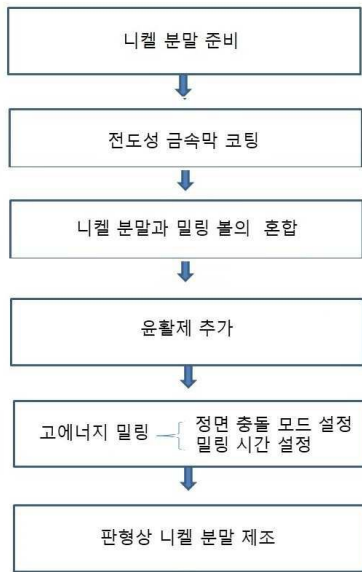
[0040] 1: 밀링 볼
2: 니켈 분말
3: 금속막

도면

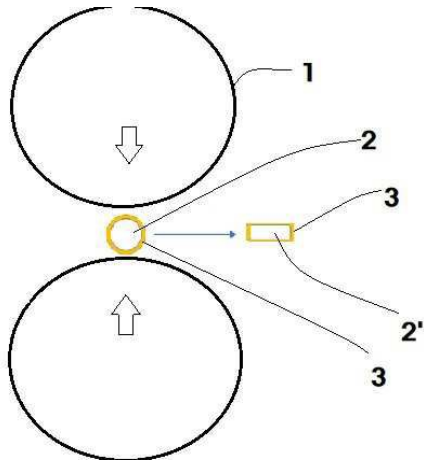
도면1



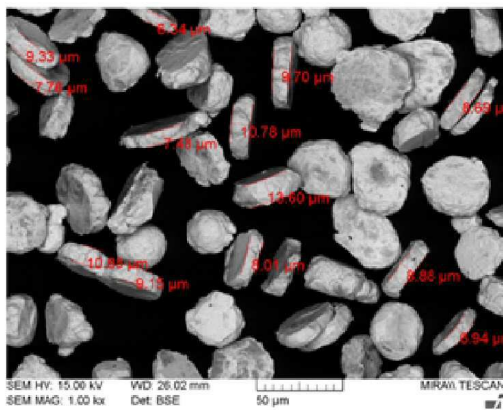
도면2



도면3



도면4



도면5

