

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2025-0101645
(43) 공개일자 2025년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 3/10 (2006.01) C08K 3/22 (2006.01)
C08K 3/28 (2006.01) C08K 5/3417 (2006.01)
C08K 9/04 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C09K 3/1009 (2013.01)
C08K 3/22 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0193525

(22) 출원일자 2023년12월27일

심사청구일자 2023년12월27일

(71) 출원인

동아대학교 산학협력단

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)

(72) 발명자

최재영

부산광역시 강서구 명지국제5로 141, 107동 602호(명지동, 명지 협성휴포레)

(74) 대리인

오위환, 박진기, 정기택

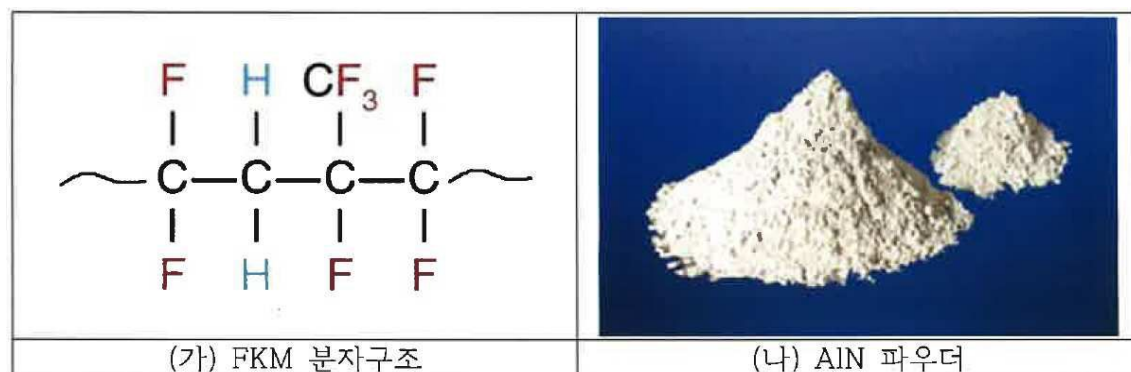
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 반도체 장치용 불소고무 실링재 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 고압 및 고온 환경에 사용 가능하도록 FKM(불소고무)에 금속화합물 입자(metal compound particle, MCP)를 첨가하여 열 안정성 및 기계적 특성이 우수한 반도체 장치용 실링재 및 그 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 반도체 장치용 실링재는 1~3 μ m의 평균 입자 사이즈를 갖는 질화알루미늄(AIN)을 FKM 매트릭스(matrix) 내에 혼입하여 제조함으로써, 질화알루미늄(AIN) 자체의 높은 기계적 물성에 의해 경도 및 인장강도의 물리적 특성을 향상시킬 수 있고, 질화알루미늄(AIN)의 높은 열전도 계수로 인해 복합체의 열전도계수가 향상됨에 따라 내부에 축적된 열에 대한 외부 배출이 보다 효과적으로 발생할 수 있도록 한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 3/28 (2013.01)

C08K 5/3417 (2013.01)

C08K 9/04 (2013.01)

C09K 3/1025 (2013.01)

H01L 21/67126 (2013.01)

C08K 2003/2227 (2013.01)

C08K 2003/282 (2013.01)

C08K 2201/005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

금속화합물 입자(metal compound particle, MCP)가 불소고무(Fluororubber, FKM) 매트릭스 내에 혼입된 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속화합물 입자는 무기 금속화합물인 질화알루미늄(AlN) 또는 알루미나(Al_2O_3) 입자인 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재.

청구항 3

제1항에 있어서,

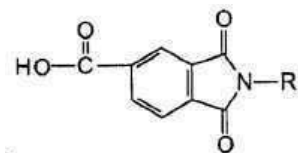
상기 불소고무 매트릭스 내 혼입되는 금속화합물 입자 중 일부는 열전도성 및 기계적 특성을 보다 향상시키기 위하여 유기화합물로 표면 처리된 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 유기화합물은 하기 화학식 1의 이미드(Imide) 유도체인 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재:

[화학식 1]



상기 식에서,

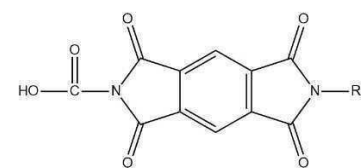
R은 탄소수 1 내지 20의 알킬, 알케닐, 측쇄 알케닐, 시클로알킬, 시클로알케닐, 히드록시알킬, 히드록시알케닐, 알콕시알킬, 알릴, 아릴 또는 아릴알킬이다.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 유기화합물은 하기 화학식 2의 이미드(Imide) 유도체인 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재:

[화학식 2]



상기 식에서,

R은 탄소수 1 내지 20의 알킬, 알케닐, 측쇄 알케닐, 시클로알킬, 시클로알케닐, 히드록시알킬,

히드록시알케닐, 알콕시알킬, 알릴, 아릴 또는 아릴알킬이다.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속화합물 입자는 구상 또는 다면체 알갱이 형상의 입자이고,

상기 금속화합물 입자의 평균 입자 사이즈는 $1\mu\text{m}$ 이상 $3\mu\text{m}$ 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 불소고무 매트릭스 내 상기 표면 처리된 금속화합물 입자와 표면 처리되지 않은 금속화합물 입자의 혼입 비율은 8:2 내지 6:4인 것을 특징으로 하는, 반도체 장치용 불소고무 실링재.

청구항 8

금속화합물 입자(metal compound particle, MCP)를 불소고무(Fluororubber, FKM) 매트릭스 내에 혼입하고, 고온에서 혼련하여 반도체 장치용 불소고무 실링재를 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 장치용 실링재 및 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고압 및 고온 환경에 사용 가능한 특수 셀에 적용할 수 있도록 FKM(불소고무)을 이용하여 오일 셀, 오링 및 실린더 패킹 등에 적용 가능한 반도체 장치용 불소고무 실링재 및 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 엘라스토머(elastomer) 소재인 고무는 변형과 복원력이 우수함에 따라 액체 또는 가스의 누출을 방지하기 위한 다양한 씰링 및 공정 조건에 부합하는 오링의 생산이 가능한 이점이 있다. 그러나, 현대 항공, 자동차, 석유, 반도체, 계측기, 기계 및 기타 산업 분야에서 보다 가혹한 환경에서 높은 안정성을 제공할 수 있는 향상된 열적 및 기계적 특성을 갖는 고무 오링 또는 오일셀에 대한 요구가 점차 증가하고 있다.

[0003] 특히 대부분의 고무 기반 오링 및 오일셀은 유압 실린더와 같이 고온 환경에서 인접하고 있는 부품의 운동에 영향을 받음에 따라 높은 기계적 특성이 요구된다.

[0004] 이에 합성고무인 FKM 및 EPDM, 테프론 등과 같은 소재로 된 오링 또는 오일셀이 자동차, 조선 및 플랜트 산업분야에 광범위하게 적용되었으나, 이후 다양한 소재를 바탕으로 한 고품질 제품이 개발되었고, 동시에 적용 산업분야의 확대로 기존 사용 온도와 압력의 한계점을 넘어선 제품이 요구되고 있는 실정이다.

[0005] FKM(불소고무)로 된 오일셀은 고분자 내 주쇄와 측쇄의 탄소 원자에 불소 원자가 도입되어 다른 고무에 비해 내열성, 내산화성, 내유성 및 기타 우수한 특성을 갖고 있다.

[0006] 그러나, 불소고무의 낮은 열전도율은 고온 공정 조건에서 고무 매트릭스의 낮은 열 방출율로 인해 불소무소 매트릭스의 성능이 저하되는 문제가 있다.

[0007] 따라서, 최근 FKM(불소고무)의 성능을 향상시키기 위해 탄소나노튜브, 이황화몰리브덴, 그래핀, 수지 등의 다양한 보강재를 첨가하여 그 물성을 향상시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0008] 그러나, 이러한 기존 개발 기술의 경우 유기 소재 기반 첨가제를 혼입함에 따라 비용이 증가함과 동시에 공정조건이 복잡해지는 문제가 있으므로 보다 안정적으로 혼입 가능한 무기소재 기반의 첨가제를 활용하여 FKM(불소고무)의 물성 향상을 유도하는 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1395983호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-2023909호
(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-2089481호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 FKM(불소고무)에 금속화합물 입자(metal compound particle, MCP)를 첨가하여 열 안정성 및 기계적 특성이 우수한 반도체 장치용 불소고무 실링재 및 그 제조방법을 제공함을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체 장치용 불소고무 실링재는, 1~3 μ m의 평균 입자 크기를 갖는 질화알루미늄(AIN)을 FKM 매트릭스(matrix) 내에 혼입하여 만들어진 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따르면, 질화알루미늄(AIN)이 첨가된 FKM의 경우 무기소재 기반의 질화알루미늄(AIN) 자체의 높은 기계적 물성에 의해 경도 및 인장강도의 물리적 특성이 향상되었을 뿐만 아니라 질화알루미늄(AIN)의 높은 열전도 계수로 인해 복합체의 열전도계수가 향상됨에 따라 내부에 축적된 열에 대한 외부 배출이 보다 효과적으로 발생하는 효과가 있다.
- [0013] 따라서, 기존 FKM의 낮은 열전도 특성을 개선할 수 있으며, 외부 마찰에 대한 마모 특성 및 기계적 변형에 대한 저항성을 향상시킬 수 있게 됨에 따라 보다 가혹한 환경에서도 높은 안정성을 갖는 오링 및 오일셀을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 FKM 합성고무의 분자구조 및 질화알루미늄(AIN) 분말의 사진이다.
도 2는 본 발명에 따른 FKM 합성고무로 된 반도체 장치용 실링재의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 개시된 발명의 바람직한 일 예에 불과할 뿐이며, 본 출원의 출원시점에 있어서 본 명세서의 실시예와 도면을 대체할 수 있는 다양한 변형 예들이 있을 수 있다.
- [0016] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 반도체 장치용 실링재 및 그 제조방법을 후술된 실시예들에 따라 구체적으로 설명하도록 한다. 도면에서 동일한 부호는 동일한 구성 요소를 나타낸다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 장치용 불소고무(FKM) 실링재는,
- [0019] 금속화합물 입자(metal compound particle, MCP)가 불소고무(Fluororubber, FKM) 매트릭스 내에 혼입된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명은 높은 열전도율을 갖는 무기 금속화합물 입자를 FKM 매트릭스 내 혼입하여 분포시킴으로써 FKM 기반 복합체의 열전도율 향상을 유도한 것이다.
- [0022] 상기 금속화합물 입자는 질화알루미늄(AIN) 또는 알루미늄(Al_2O_3) 입자를 사용하는 것이 바람직하며, 이중 질화알루미늄(AIN)을 사용하는 것이 보다 바람직하다.

[0024] 이하에서는, 상기 금속화합물 입자로 질화알루미늄을 사용하는 것으로 예를 들어 설명하겠다.

[0025] 질화알루미늄(AlN)의 경우 높은 열전도율($k \sim 180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$)을 가짐에 따라 FKM 내 혼입시 내부로 유입된 열에너지의 외부 전도를 촉진하는 효과적인 열전도 채널로 작용 가능하기 때문이다. 이러한 질화알루미늄(AlN) 혼입에 따른 FKM의 열전도율 향상은 FKM 매트릭스 내 열축적에 의한 고분자 열화 현상을 개선함으로써 지속적 고온 환경에서도 개선된 열적 안정성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 이로 인한 수명 향상 효과도 있다.

[0027] 상기 무기 금속화합물인 질화알루미늄 미세입자가 혼입된 FKM/AlN 복합체는 열전도율(k) 및 내마모성을 포함한 기계적 특성이 향상되는 것을 특징으로 한다.

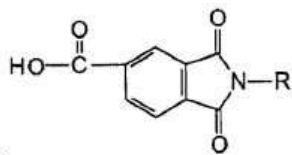
[0028] 상기 FKM의 경우, 그 자체로서 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 의 매우 낮은 열전도율을 가짐에 따라 고온 환경에 장시간 노출될 경우, FKM 내부에 유입된 열이 외부로 추출되지 못하고 내부에 축적됨에 따라 FKM 고분자 구조의 변형 또는 고분자 사슬의 끊어짐을 유도하여 FKM 특성의 물성 저하가 발생하게 된다.

[0029] 따라서, FKM의 고온 안정성을 확보하기 위해서는 내부에 축적된 열을 외부로 효과적으로 배출하기 위한 열전도 채널을 FKM 내부에 형성하는 것이 요구되며, 이는 높은 열전도성을 가진 첨가제를 혼입함으로써 실현 가능할 것으로 판단된다.

[0031] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 FKM 매트릭스 내 혼입되는 질화알루미늄(AlN) 중 일부는 열전도성을 보다 향상시키기 위하여 유기화합물로 표면 처리된 것을 특징으로 한다.

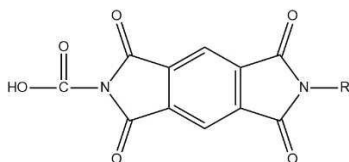
[0032] 상기 질화알루미늄을 표면 처리하기 위한 유기화합물은 하기 화학식 1 또는 2의 이미드(Imide) 유도체인 것이 바람직하다.

[0033] [화학식 1]



[0034]

[0035] [화학식 2]



[0036]

[0037] 상기 식에서,

[0038] R은 탄소수 1 내지 20의 알킬, 알케닐, 측쇄 알케닐, 시클로알킬, 시클로알케닐, 히드록시알킬, 히드록시알케닐, 알콕시알킬, 알릴, 아릴 또는 아릴알킬이다.

[0040] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 유기화합물은 상기 질화알루미늄의 표면에 코팅되어 질화알루미늄의 내수성을 향상시키고, FKM 매트릭스 내에서 우수한 분산성을 보여주어 우수한 내수성 및 기계적 강도를 나타낼 수 있도록 한다.

[0042] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 질화알루미늄(AlN)은 상기 복합체의 열전도성을 향상시키기 위해 구상 또는 다면체 알갱이 형태의 입자로 FKM 매트릭스 내 혼입되는 것이 바람직하다.

[0043] 상기 질화알루미늄의 입자의 평균 입자 사이즈는, 특별히 한정되지 않지만, 복합체의 열전도성을 높인다는 관점에서 $1 \mu\text{m}$ 이상 $3 \mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다.

[0044] 상기 질화알루미늄의 평균 입자 사이즈는, 레이저 회절·산란법에 의해 측정할 수 있으며, 예를 들어 레이저 회절식·입도 분포 측정 장치(SALD-2100, SHIMADZU)를 사용하여 측정할 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 실시형태에서, FKM 매트릭스 내 상기 표면 처리된 질화알루미늄과 표면 처리되지 않은 질화알루미늄의 혼입 비율은 8:2 내지 6:4인 것이 바람직하다.

[0047] 본 발명에 따른 AlN-FKM 복합체에 혼입되는 질화알루미늄 중 표면 처리된 상태의 질화알루미늄과 표면 처리되지 않은 질화알루미늄을 함께 사용하는 이유는 상기 AlN-FKM 복합체가 질화알루미늄의 유무기 특성을 동시에 나타내게 하기 위함이다.

[0049] 또한, 본 발명은 금속화합물 입자(metal compound particle, MCP)를 불소고무(Fluororubber, FKM) 매트릭스 내에 혼입하고, 고온에서 혼련하여 반도체 장치용 불소고무 실링재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

[0051] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오직 본 발명을 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 국한되지 않는다는 것은 당업자에게 있어서 자명하다.

[0053] **실시예 : AlN-FKM 복합체의 제조**

[0054] 먼저, 유기화합물로 표면 처리된 질화알루미늄(AlN)을 제조하기 위하여, 질화알루미늄(AlN) 100 중량부에 대하여 상기 화학식 1 또는 2의 화합물 10 중량부를 벤젠 등과 같은 유기용제 200 중량부에 완전히 용해시킨 후, 80℃에서 2 내지 4시간동안 환류시키고 실온 냉각시켜 유기용제를 제거하여 표면 처리된 질화알루미늄 분말을 제조하였다. 그런 다음, 상기 분말을 120 내지 160℃의 진공 오븐에서 열처리해주어 1~3 μ m의 평균 입자 사이즈를 갖는 질화알루미늄 분말을 제조하였다.

[0055] 다음으로, 상기 질화알루미늄 분말을 FKM과 5시간 동안 혼입하였다. 구체적으로, FKM과 AlN의 소련 작업은 FKM 폴리머를 우선 Baubury mixer 내에 혼입하여 100℃ 온도 조건에서 1분간 동작 후, 준비된 질화알루미늄(AlN) 입자를 혼입하고 3분 동안 혼련하여 AlN-FKM 복합체를 제조하였다. 그런 다음, 고무용 roll mill을 사용하여 복합체를 시트로 출력하고 24시간 상온에 노출 후 AlN-FKM 복합체 샘플을 제조하였다.

[0057] **비교예 : FKM의 준비**

[0058] 본 발명에 따른 실시예에서 제조된 AlN-FKM 복합체와 비교하기 위하여 금속화합물 입자(MCP)가 혼입되지 않은 FKM 샘플을 준비하였다.

[0060] **실험예 : 경도 평가**

[0061] 경도는 A형 쇼어 경도 시험기를 사용하여 측정하였으며, 실험 온도는 상온과 200℃ 고온에서 각각 진행하였다. 상기 실시예 및 비교예 샘플을 5분간 가열한 다음, 경도 값을 쇼어 경도 테스터로 측정하였다. 그 결과, 아래와 같이 상온 및 200℃ 조건에서 모두 향상된 경도값이 측정되었다(단위 : shore A).

표 1

구분	25℃		200℃	
	FKM	FKM/AlN	FKM	FKM/AlN
경도	80	84	58	63

[0064] **실험예 : 인장강도 평가**

[0065] 기계적 특성인 인장강도는 500 mm/min의 인장 속도로 범용 인장 시험기를 사용하여 테스트하였으며, 아래의 수학적식을 이용하여 인장강도 결과를 도출하였다(단위 : MPa).

수학적식 1

[0066] $TS = F_m / W_t$

[0067] (TS는 인장 강도, Fm은 파단시 기록된 힘, W는 절삭 공구의 좁은 부분의 너비, t는 테스트에서 샘플의 두께)

표 2

[0068]

구분	25℃		150℃	
	FKM	FKM/AlN	FKM	FKM/AlN
인장강도	10.43	11.26	2.51	2.82

[0070] 실험예 : 열전도 특성 평가

[0071] 상기 실시예 및 비교예의 샘플을 직경 10mm, 두께 1mm의 원판으로 절단하고 레이저 산란 방법으로 고무의 열확산 속도를 테스트하였다. 실험 환경은 200℃로 설정하였으며, 상기 샘플 표면에 레이저 펄스를 조사하여 열확산도와 열전도도 확인을 위한 열전도 계수를 측정하였다(단위 : W/m·K).

표 3

[0072]

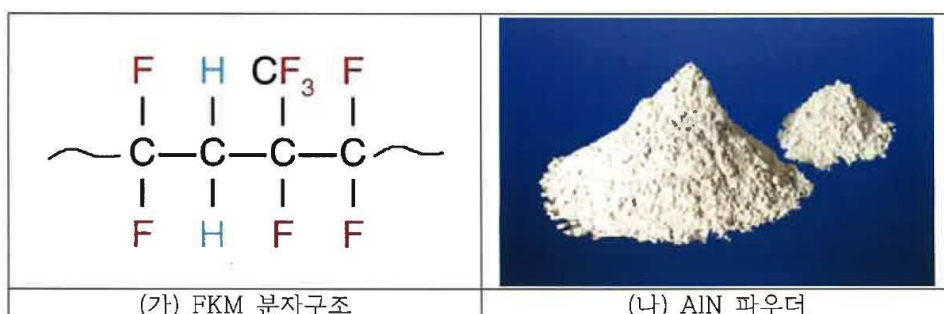
구분	FKM	FKM/AlN
열전도 계수	0.228	0.318

[0074] 위 실험 결과에서 알 수 있는 것과 같이, 질화알루미늄(AlN)이 첨가된 FKM의 경우 무기소재 기반의 질화알루미늄(AlN) 자체의 높은 기계적 물성에 의해 경도 및 인장강도의 물리적 특성이 향상되었을 뿐만 아니라 질화알루미늄(AlN)의 높은 열전도 계수로 인해 복합체의 열전도계수가 향상됨에 따라 내부에 축적된 열에 대한 외부 배출이 보다 효과적으로 발생할 수 있다.

[0076] 이상에서 본 발명은 실시예를 참조하여 상세히 설명되었으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기에서 설명된 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 부가 및 변형이 가능할 것임은 당연하며, 이와 같은 변형된 실시 형태들 역시 아래에 첨부한 특허청구범위에 의하여 정하여지는 본 발명의 보호 범위에 속하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2

