(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0149036
(43) 공개일자 2016년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 21/06 (2006.01) *C01B 21/064* (2006.01)
C01B 21/072 (2006.01) *C01B 21/076* (2006.01)
H05K 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 21/06 (2013.01)
C01B 21/0632 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0085990
(22) 출원일자 2015년06월17일
심사청구일자 2015년06월17일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
박동수
경상남도 창원시 성산구 가음정로23번길 10-21, 101동 1302호(가음동, 가음 한림 풀에버)
김종우
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 7, 406호(가음동, KIMS재료연구소아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김정수

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **후막 형성용 질화물 분말, 이를 이용한 질화물 후막 제조방법 및 이에 의해 제조된 후막**

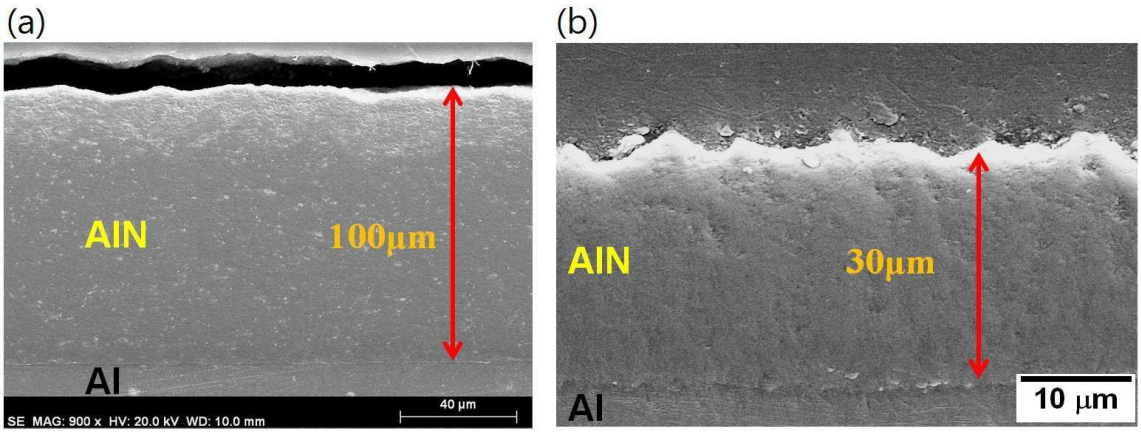
(57) 요 약

본 발명은, 표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말을 제공한다.

또한, 본 발명은, (a) 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 원료 분말을 어닐링하여 휘스커(whisker)를 포함하는 질화물 분말을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 단계(a)에서 제조된 질화물 분말을 분말 분사(powder

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



spray) 공정으로 기판 상에 코팅하여 후막을 형성시키는 단계를 포함하는 질화물 후막의 제조방법을 제공한다.

본 발명에 따른 표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말을 원료 분말로 이용해 분말 분사 공정을 통한 후막 형성 공정을 실시할 경우, 증착시 기판 과의 충돌에 의한 원료 분말의 크기 감소가 최소화되고, 그에 따라 기판과 증착막 간의 응력 발생이 현저히 감소함과 동시에 증착막을 이루는 질화물 입자 간의 계면 면적이 크게 줄어들어, 유기물 등과 같이 열전도성을 저하시키는 이물질을 포함하지 않은 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막을 제조할 수 있다.

(52) CPC특허분류
C01B 21/0637 (2013.01)
C01B 21/064 (2013.01)
C01B 21/072 (2013.01)
C01B 21/076 (2013.01)
H05K 3/12 (2013.01)

(72) 발명자
한병동
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 116동 702호(성주동, 유니온빌리지아파트)
윤운하
경상남도 창원시 성산구 외리로34번길 13, 107동 302호(성주동, 푸르지오아파트)
안철우
경상남도 창원시 진해구 진해대로913번길 25, 1층 (자은동 952-20)
류정호
경상남도 창원시 성산구 대암로 253, 111동 1604호(성주동, 프리빌리지아파트)
최종진
부산광역시 해운대구 마린시티3로 51, 101동 3001호(우동 1436-1 더샵아델리스APT)

명 세 서

청구범위

청구항 1

표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 휘스커는 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 분말을 어닐링하여 형성된 것을 특징으로 하는 후막 형성용 질화물 분말.

청구항 3

제 1항에 있어서, 질화 알루미늄(AlN), 질화 붕소(BN), 질화 규소(Si_3N_4), 질화 갈륨(GaN), 질화 티타늄(TiN) 및 질화 인듐(InN)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 후막 형성용 질화물 분말.

청구항 4

제 1항에 있어서, 평균 입자 크기 0.05 내지 5 ㎛인 것을 특징으로 하는 후막 형성용 질화물 분말.

청구항 5

(a) 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 원료 분말을 어닐링하여 휘스커(whisker)를 포함하는 질화물 분말을 제조하는 단계; 및

(b) 상기 단계(a)에서 제조된 질화물 분말을 분말 분사(powder spray) 공정으로 기판 상에 코팅하여 후막을 형성시키는 단계

를 포함하는 질화물 후막의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 단계(b)의 분사 공정이 에어로졸 데포지션 공정(aerosol deposition method, AD) 또는 저온 분사 공정(cold spray)인 것을 특징으로 하는 질화물 후막의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 단계(b)의 후막이 50 내지 300 ㎚의 평균입자크기를 가지는 질화물 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물 후막의 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 단계(b)의 후막이 50 내지 500 ㎛의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 질화물 후막의 제조방법.

청구항 9

제5항 내지 제8항 중 어느 한 항의 제조방법에 의해 제조된 후막.

청구항 10

제 9항에 있어서, 열전도도 100 W/m·K 이상인 것을 특징으로 하는 후막.

청구항 11

제 9항에 있어서, 상대 밀도 95 % 이상인 것을 특징으로 하는 후막.

청구항 12

제9항의 후막을 열전도층으로 포함하는 방열성 기판.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 후막 형성용 질화물 분말, 이를 이용한 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막의 제조방법 및 이에 의해 제조된 후막에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 자동차, 전기·전자 분야 등에서 사용되고 있는 전자 기기는 고성능화, 경량화, 박형화 및 소형화가 추구되고 있다. 이러한 전자 기기는 고집적화 및 고용량화 추세에 따라 각종 전자부품에서 방출열이 증대되는 경향을 보이며, 이러한 방출열은 소자의 기능을 저하시킬 뿐만 아니라 주변 소자의 오작동, 기판 열화 등의 원인이 되고 있어, 전자 기기에서 발생되는 열을 효과적으로 외부로 전달하는 방법 및 소재에 대한 관심이 더욱 커지고 있다.

[0003] 특히, 고출력 LED나 파워 디바이스 등의 고전력이 소모되고, 열이 많이 발생하는 부품 제작에 있어, 메탈 베이스 기판이나 세라믹 기판과 같은 고방열성 기판의 사용이 불가피해졌다.

[0004] 고방열성 기판을 제조하기 위해서는 열전도성이 우수할 뿐만 아니라, 내열성, 기계적 강도, 전기 절연성 또는 열팽창 계수 등의 특성이 우수한 소재를 사용하면서도, 기존 소재 보다 증가된 두께의 열전도층이 형성시켜야 한다. 그러나, 금속 입자 등은 열전도성의 향상에 효과적이나 전기 절연성이 없어 통상적으로 열전도성 소재로서 사용되지 않고, 주로 금속 산화물이나 금속 질화물 중에서도 열전도도가 우수하면서 전기 절연성을 갖는 재료가 주로 사용되고 있다.

[0005] 기존에는 상기 금속 산화물이나 금속 질화물을 열전도성 재료로 이용하여 방열성 기판을 제조하기 위해서 에어로졸 데포지션(aerosol deposition, AD) 공정 등의 코팅 공정을 통해 금속 산화물이나 금속 질화물 분말을 기판상에 증착시켜 열전도층을 제조하는 방법이 주로 사용되어 왔다.

[0006] 그러나, 상기 방법으로 제조된 열전도층은 코팅시 두께가 두꺼워지면 압축응력이 증가해서 일정 이상의 두께에서는 코팅층이 박리되는 현상이 발생하기 때문에 수 ㎛ 이하 두께의 박막으로 형성시키는 방법이 대부분으로서, 이 경우 기계적 강도 및 절연내압이 낮아 고출력 디바이스에 사용이 용이하지 못하다는 단점이 있었다.

[0007] 상기한 박리 현상을 보완하기 위해서 금속 산화물이나 금속 질화물 분말과 유기물(실리콘계 수지, 에폭시계 수지 등)을 이용해 얻어지는 혼합 분말을 코팅하여 응력을 해소시켜 두꺼운 두께의 후막을 형성하려는 시도가 있었으나, 첨가되는 유기물이 불순물로 작용해 열전도를 방해하는 역할을 하여 열전도율이 떨어지는 단점이 있었다.

[0008] 따라서, 높은 열전도성이 요구되는 고출력 디바이스에 적용이 가능하도록, 치밀한 구조의 후막을 제조할 수 있는 원료 물질 및 성막 방법에 관한 연구가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0927702호 (공개일 : 2009.06.25)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1205503호 (공개일 : 2011.11.02)

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-0682740호 (공개일 : 2005.07.20)

(특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-0972753호 (공개일 : 2010.07.28)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 발명자들은 후막의 제조방법에 관한 연구를 진행하던 중, 휘스커가 형성된 질화물 원료 분말을 분사 공정으로 코팅하여 후막을 형성시키면, 기판과 열전도층 간에 형성되는 응력을 해소시키기 위해 첨가되는 유기물을 사용하지 않으면서도 종래 후막 형성기술의 한계였던 응력에 의한 박리 현상을 해소시킬 수 있는 치밀하고 두꺼운 두께로 고순도 및 고열전도성의 후막을 형성시킬 수 있다는 사실을 알게되었다.

[0011] 따라서, 본 발명은 에어로졸 데포지션 공정을 이용한 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막의 제조방법과 이에 의해 제조된 방열성 기판에 관한 기술 내용을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 바와 같은 기술적 과제를 달성하기 위해서 본 발명은, 표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말을 제공한다.

[0013] 또한, 상기 휘스커는 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 분말을 어닐링하여 형성된 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 후막 형성용 질화물 분말은 질화 알루미늄(AlN), 질화 붕소(BN), 질화 규소(Si_3N_4), 질화 갈륨(GaN), 질화 티타늄(TiN) 및 질화 인듐(InN)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함한다.

[0015] 또한, 상기 후막 형성용 질화물 분말은 평균 입자 크기 0.05 내지 5 ㎛인 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명은 (a) 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 원료 분말을 어닐링하여 휘스커(whisker)를 포함하는 질화물 분말을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 단계(a)에서 제조된 질화물 분말을 분말 분사(powder spray) 공정으로 기판 상에 코팅하여 후막을 형성시키는 단계를 포함하는 질화물 후막의 제조방법을 제공한다.

[0017] 또한, 상기 단계(b)의 분사 공정이 에어로졸 데포지션 공정(aerosol deposition method, AD) 또는 저온 분사 공정(cold spray)인 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 단계(b)의 후막이 50 내지 300 nm의 평균입자크기를 가지는 질화물 입자를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 단계(b)의 후막이 50 내지 500 ㎛의 두께로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명은 상기의 제조방법에 의해 제조된 후막을 제공한다.

[0021] 또한, 상기 후막은 열전도도가 100 W/m·K 이상인 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 후막은 상대 밀도가 95 % 이상인 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 본 발명은 상기의 후막을 열전도층으로 포함하는 방열성 기판을 제공한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말을 원료 분말로 이용해 분말 분사 공정을 통한 후막 형성 공정을 실시할 경우, 증착시 기판 과의 충돌에 의한 원료 분말의 크기 감소가 최소화되고, 그에 따라 기판과 증착막 간의 응력 발생이 현저히 감소함과 동시에 증착막을 이루는 질화물 입자 간의 계면 면적이 크게 줄어들어, 유기물 등과 같이 열전도성을 저하시키는 이물질을 포함하지 않은 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막의 제조가 가능하다.

[0025] 따라서, 본 발명에 따라 제조된 상기 고순도 및 고열전도성 질화물 후막은 고열전도성, 내전압성 및 안정성 등이 요구되는 고출력 LED 또는 파워디바이스 등의 전자 제품 제조에 유용하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 (a) 실시예의 휘스커(whisker)가 형성된 질화 알루미늄 분말 및 (b) 비교예의 질화 알루미늄 분말의 표면을 촬영한 SEM 이미지이다.

도 2는 (a) 실시예에 따른 후막을 포함하는 알루미늄 기판 및 (b) 비교예에 따른 후막을 포함하는 알루미늄 기판의 단면을 촬영한 광학현미경 이미지이다.

도 3은 (a) 실시예의 휘스커(whisker)가 형성된 질화 알루미늄 분말 및 (b) 이를 원료 분말로 이용해 형성된 후막에 대한 XRD 분석 결과이다.

도 4는 질화 알루미늄 분말을 원료 분말로 이용해 플라즈마 용사(plasma spray) 코팅 방법으로 제조한 후막의 XRD 분석 결과이다.

도 5는 (a) 실시예에 따른 후막 및 (b) 비교예에 따른 후막을 촬영한 TEM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 명세서에서 "휘스커(whisker)"란 단결정의 표면에 마이크로미터(㎛) 크기로 형성된 복수개의 수염상 결정(수염결정)을 의미한다.

[0028] 본 명세서에서 "에어로졸 데포지션(aerosol deposition, AD) 공정"이란 미세한 분말을 운송 가스에 실어서 기판에 분사함으로써 기판 표면에 코팅층을 형성하는 방법을 의미한다. 상기 공정은 코팅층 두께 형성속도가 빨라 고속 코팅이 가능하고, 상온에서 치밀하고 균열이 없는 코팅층의 형성이 가능하며, 서브 마이크로미터에서 수백 마이크로미터까지의 광범위한 두께의 코팅층 형성이 가능할 뿐만 아니라 기판의 종류에 제한받지 않고 연화나 산화의 걱정없이 용이하게 코팅층을 형성시킬 수 있는 장점을 가진다.

[0029] 본 명세서에서 "저온 분사(cold spray) 공정"이란 원료가 되는 분말을 용융시키지 않은 상태, 즉, 용융온도 이하에서 작동가스에 의해 기판 표면에 분사하여 코팅하는 방법을 의미한다. 이때, 사용되는 작동가스는 히터에 의하여 가스를 가열하게 되는데, 이는 가스의 팽창력을 증가시켜주어 노즐을 통해 분사되는 가스의 속도를 향상시켜 가열하지 않은 가스와 비교할 때, 보다 적은 양으로 높은 효율로 코팅 공정을 진행할 수 있다. 작동가스의 온도는 코팅 소재의 특성과 소재의 크기를 고려하여 설정하며, 작동가스에 의해 가속된 분말은 기판의 표면에 고속으로 충돌하여 편평하게 부착되면서 코팅층을 형성시킨다. 이와 같이 기판의 표면에는 고체 상태의 입자가 연속적으로 충돌하여 입자가 기판상에 치밀화되면서 코팅층을 형성할 수 있게 된다.

[0030] 따라서, 용융온도 이하에서 코팅을 실시할 수 있으므로 용사코팅에 비해 치밀한 조직구조를 가지는 코팅층의 형성이 가능하게 되고, 고상상태의 소재가 고속으로 기판과 충돌하여 발생하는 소성변형에 의해 코팅이 형성됨으로써 최초 입자의 조성이나 상의 변화없이 코팅이 가능하다는 장점이 있다.

[0031] 본 명세서에서 "후막(thick film)"이란 마이크로미터(㎛) 두께의 두꺼운 막을 의미한다.

[0032] 본 발명은 표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말을 제공한다.

[0033] 상기 상기 휘스커는 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 분말을 어닐링하여 형성되도록 구성할 수 있다.

[0034] 상기 후막 형성용 질화물 분말은 통상적으로 사용되는 열전도도 및 절연성이 높은 소재의 질화물 분말을 사용할 수 있으며, 질화 알루미늄(AlN), 질화 붕소(BN), 질화 규소(Si_3N_4), 질화 갈륨(GaN), 질화 티타늄(TiN) 및 질화 인듐(InN) 또는 이들의 혼합물을 대표적인 예로 들 수 있다.

[0035] 상기한 질화물 분말을 어닐링(annealing)하여 형성된 휘스커를 표면에 포함하는 후막 형성용 질화물 분말은 평균 입자 크기가 0.05 내지 5 ㎛일 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명은, (a) 질소 또는 암모니아 기체 분위기 하에서 질화물 원료 분말을 어닐링하여 휘스커(whisker)를 포함하는 질화물 분말을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 단계(a)에서 제조된 질화물 분말을 분말 분사(powder spray) 공정으로 기판상에 코팅하여 후막을 형성시키는 단계를 포함하는 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막 제조방법을 제공한다.

[0037] 상기 단계(a)는 질화물 원료 분말을 이용해 휘스커가 형성된 질화물 분말을 제조하는 단계이다. 상기 휘스커는 원료 분말을 질소 또는 암모니아 기체가 흐르는 분위기 하에서 고온으로 어닐링(annealing) 처리함으로써 형성시킬 수 있다.

[0038] 상기 어닐링 처리는 사용되는 질화물 원료 분말의 종류에 따라 통상의 기술자가 적절히 선택한 온도에서 수행될 수 있으며, 바람직하게는 600 내지 1500 ℃의 온도에서 수행될 수 있다.

[0039] 상기 단계(b)는 휘스커를 포함하는 질화물 분말을 분말 분사(powder spray) 공정으로 증착시켜 후막을 형성시키는 단계이다.

[0040] 상기 분말 분사 공정은 고속으로 고상 분말을 가속하여 기판 상에 분말을 코팅할 수 있는 공지된 다양한 분말 분사 공정을 사용할 수 있으며, 그 중에서도 에어로졸 데포지션(Aerosol Deposition, AD) 공정 또는 저온 분사(cold spray) 공정을 대표적인 예로 들 수 있다.

[0041] 본 단계에서는, 기판 상에 상기 단계(a)에서 제조된 휘스커를 포함하는 질화물 분말을 분말 분사 공정을 통해 분사하면, 분사된 질화물 분말이 기판 표면에 충돌하여 질화물 분말의 입자가 분쇄되면서 일부 조각들이 기판에 박히거나 결합되어 기판 상에 질화물 분말 입자를 1차적으로 형성시킨다. 이후, 1차적으로 형성된 입자에 다음 질화물 분말 입자가 충돌하여, 충돌된 질화물 분말 입자가 분쇄되면서 강한 결합을 이루는 층을 형성하고, 이와 같은 과정이 연속적으로 반복되어 별도의 열계면 물질을 사용하지 않고도 고순도 및 고밀착력을 가지는 후막을 형성시킬 수 있다. 이때, 상기 질화물 원료 분말의 표면에 형성된 휘스커는 분사된 분말 입자가 기판과 충돌할 때 충격을 완화시키는 완충 역할을 하여 질화물 분말의 파괴를 방지하고, 분말 입자 간에 강한 결합을 유도할 수 있다.

[0042] 일 구현예에서, 상기와 같이 분사된 질화물 분말은 휘스커에 의한 완충 효과에 의해 입자 파괴가 감소되어, 기판과 증착막 간의 응력 발생이 현저히 감소함과 동시에 증착막을 이루는 질화물 입자 간의 계면 면적이 크게 줄어들어, 유기물 등과 같이 열전도성을 저하시키는 이물질을 포함하지 않은 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막의 제조가 가능하다.

[0043] 이때, 상기 후막을 이루는 질화물 입자의 크기는 원료 분말의 초기 입도에 따라 변화될 수 있으며, 예를 들어, 50 내지 300 ㎚의 평균입도를 가질 수 있다.

[0044] 상기와 같이 분말 분사 공정에 의해 후막이 형성되면, 질화물 분말에 일어나는 화학적 변화가 거의 없기 때문에, 질화물 분말의 화학적 조성이 거의 그대로 후막내에서 유지된다. 또한, 열계면물질 등의 별도의 유기물 첨가없이 후막을 형성시켜, 열전도를 방해하는 불순물이 후막내에 거의 형성되지 않아 고순도이며, 분말 분사 공정의 변수 제어를 통해 서브 마이크론 두께에서 수백 마이크로미터의 두께까지 균열이나 기공이 거의 없는 양질의 후막을 형성시킬 수 있다.

[0045] 상기와 같이 하여 제조된 후막은 종래 기술에 비하여 증가된 두께의 후막, 예를 들면, 50 내지 500 ㎛의 두께의 후막을 형성시킬 수 있다.

[0046] 따라서, 본 발명에 따른 표면에 휘스커(whisker)를 포함하는 후막 형성용 질화물 분말을 원료 분말로 이용해 분말 분사 공정을 통한 후막 형성 공정을 실시할 경우, 증착시 기판 과의 충돌에 의한 원료 분말의 크기 감소가 최소화되고, 그에 따라 기판과 증착막 간의 응력 발생이 현저히 감소함과 동시에 증착막을 이루는 질화물 입자 간의 계면 면적이 크게 줄어들어, 유기물 등과 같이 열전도성을 저하시키는 이물질을 포함하지 않은 고순도 및 고열전도성의 질화물 후막의 제조가 가능하다.

[0047] 또한, 본 발명은 상기 제조방법에 의해 제조된 후막을 제공한다.

[0048] 상기 후막은 질화물 입자가 질화물 입자 간의 계면 면적이 줄어든 상태로 치밀하게 배열되어 상대 밀도가 95 % 이상일 뿐만 아니라, 불순물을 포함하지 않아, 이에 의해 열전도도가 100 W/m·K 이상으로 높은 열전도성이 요구되는 고출력 디바이스에 적용이 가능하다.

[0049] 또한, 본 발명은 상기 후막을 열전도층으로 포함하는 방열성 기판을 제공한다.

[0050] 상기 제조방법에 의해 제조된 후막은 고순도 및 고열전도도의 특성을 나타내 높은 열전도성, 안정성 및 내전압성이 요구되는 고출력 LED 또는 파워디바이스 등의 전자 제품 제조시에 사용될 수 있다.

[0051] 이하, 본 발명을 실시예를 들어 더욱 상세히 설명하도록 한다. 제시된 실시예는 본 발명의 구체적인 예시일 뿐이며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것은 아니다.

[0052] **실시예. 휘스커가 형성된 질화물을 이용한 후막의 제조**

[0053] 평균 입자 크기 2㎛의 질화 알루미늄(aluminium nitride, AlN)을 질소(N_2) 기체 분위기에서 900 ℃로 가열시켜 2시간 동안 열처리(annealing)하였다. 열처리된 질화 알루미늄 분말의 형태적 특성을 분석하기 위해 주사전자현미경을 이용하여 분말의 표면을 촬영하여 도 1(a)에 나타내었다.

[0054] 도 1(a)에 나타난 바와 같이, 질소 기체 분위기 하에서 열처리된 질화 알루미늄 분말에는 휘스커가 잘 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다.

[0055] 상기와 같이 열처리된 질화 알루미늄 분말을 0.1 내지 10 torr의 저진공 상태의 증착실에서 에어로졸 데포지션 공정으로 5분간 분사하여 알루미늄(Al) 기판상에 후막을 제조하였으며, 제조된 후막의 형태적 특성을 분석하기 위해 광학현미경을 이용하여 촬영한 단면을 도 2(a)에 나타내었다.

[0056] 도 2(a)에 나타난 바와 같이, 제조된 후막은 100 ㎛의 두께로 치밀하게 알루미늄 기판상에 잘 형성된 것을 확인할 수 있다.

[0057] 또한, 도 3의 XRD 패턴에서 확인할 수 있는 바와 같이, 후막에 대한 피크 패턴((b))이 질화 알루미늄 원료 분말에 대한 피크 패턴((a))과 정확히 일치하는 결과로부터, 증착된 후막이 질화 알루미늄으로만 이루어진 고순도 질화 알루미늄 후막임을 알 수 있다.

[0058] 참고로, 종래부터 후막 형성을 위해 널리 사용되고 있는 고온 증착 공정인 플라즈마 용사(plasma spary)을 통해 성막할 경우에는, 원료 분말로서 질화 알루미늄 분말을 사용하더라도 고순도의 질화 알루미늄 후막을 얻을 수 없다. 보다 구체적으로, 도 4에 도시한 바와 같이, 후막 내에 질화 알루미늄 외에도 질화 알루미늄에 비해 열전도성이 크게 떨어지는 알루미나(Al_2O_3)가 포함되어, 고열전도성을 나타내는 고순도 질화 알루미늄 후막을 얻을 수 없다.

[0059] 즉, 본원 실시예에 따르면 종래에는 제조할 수 없었던 고순도의 질화 알루미늄 후막을 얻을 수 있다.

[0060] 또한, 제조된 후막 내의 결정입자의 형태적 특성을 분석하기 위해 주사전자현미경을 이용하여 후막 내의 결정입자를 촬영하여 도 5(a)에 나타내었다.

[0061] 도 5(a)에 나타난 바와 같이, 제조된 후막에는 결정입자(A) 및 비정질(B)이 혼재하는 것을 확인할 수 있다. 이는, 에어로졸 데포지션 공정 중에 휘스커가 완충작용을 하여 질화 알루미늄 분말의 파괴가 완전히 진행되지 않아 50 내지 300㎚의 큰 입자크기를 가지는 결정입자가 포함된 후막이 형성된 것으로 추정되며, 이와 같이 큰 결정입자가 형성되어 후막을 이루는 입자 간의 계면 면적이 크게 감소하여 계면에 의한 열전도도 감소를 최소화할 수 있다.

[0062] **비교예. 휘스커를 포함하지 않는 질화물을 이용한 후막의 제조**

[0063] 산소(O_2)가 포함된 공기 분위기 하에서 질화 알루미늄 원료 분말을 열처리한 것을 제외하고는 실시예와 동일한 방법으로 질화 알루미늄 분말을 제조하였다. 열처리한 질화 알루미늄 분말의 형태적 특성을 분석하기 위해 주사전자현미경으로 분말의 표면을 촬영하여 도 1(b)에 나타내었다. 도 1(b)에 나타난 바와 같이, 산소가 포함된 공기 분위기 하에서 열처리된 질화 알루미늄 분말에는 실시예의 질화 알루미늄 분말에 비해 휘스커가 형성되지 않은 것을 확인할 수 있다.

[0064] 상기에서 제조된 질화 알루미늄 분말을 실시예와 동일한 조건에서 에어로졸 데포지션 공정으로 5분간 분사하여 알루미늄 기판상에 후막을 형성시켰다. 제조된 후막의 형태적 특성을 분석하기 위해 광학현미경을 이용하여 기판의 단면을 촬영하여 도 2(b)에 나타내었다.

[0065] 도 2(b)에 나타난 바와 같이, 제조된 후막은 약 30 ㎛의 얇은 두께로 형성된 것을 확인할 수 있으며, 표면이 거칠고 치밀하지 못한 막이 형성된 것을 확인할 수 있다.

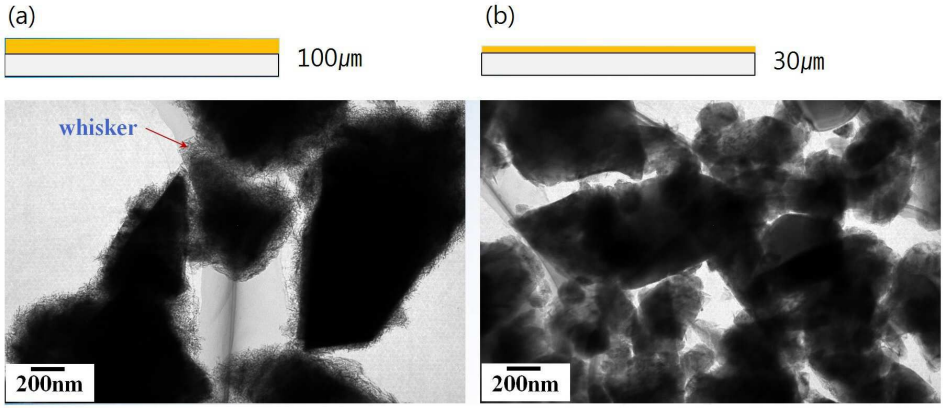
[0066] 또한, 제조된 후막 내의 결정입자의 형태적 특성을 분석하기 위해 주사전자현미경을 이용하여 후막 내의 결정입자를 촬영하여 도 5(b)에 나타내었다. 도 5(b)에 나타난 바와 같이, 제조된 후막에서는 5 ㎚ 이하의 입자크기를 가지는 초미세 결정입자를 확인할 수 있었다.

[0067] 이는, 에어로졸 데포지션 공정 중에 질화 알루미늄 분말 입자가 작은 크기로 깨지면서 초미세 결정입자가 형성되어 기판과 증착막 간에 강한 압축응력이 발생하여 후막 형성이 어려운 것으로 추정된다.

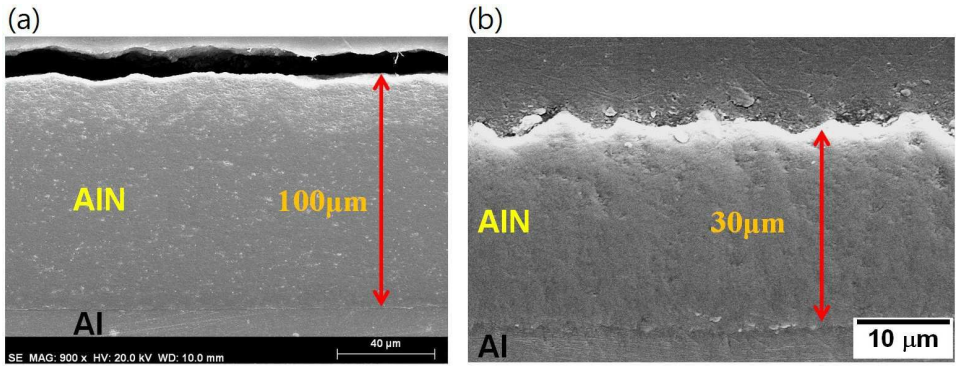
[0068] 더불어, 본원 실시예와 비교해 기판 증착시 질화 알루미늄 분말 입자가 훨씬 미세화되기 때문에 단위 부피당 계면 면적이 훨씬 증가하고, 이에 따라 포논 산란(phonon scattering)이 현저히 증가해 열전도도가 크게 감소될 것으로 예상된다.

도면

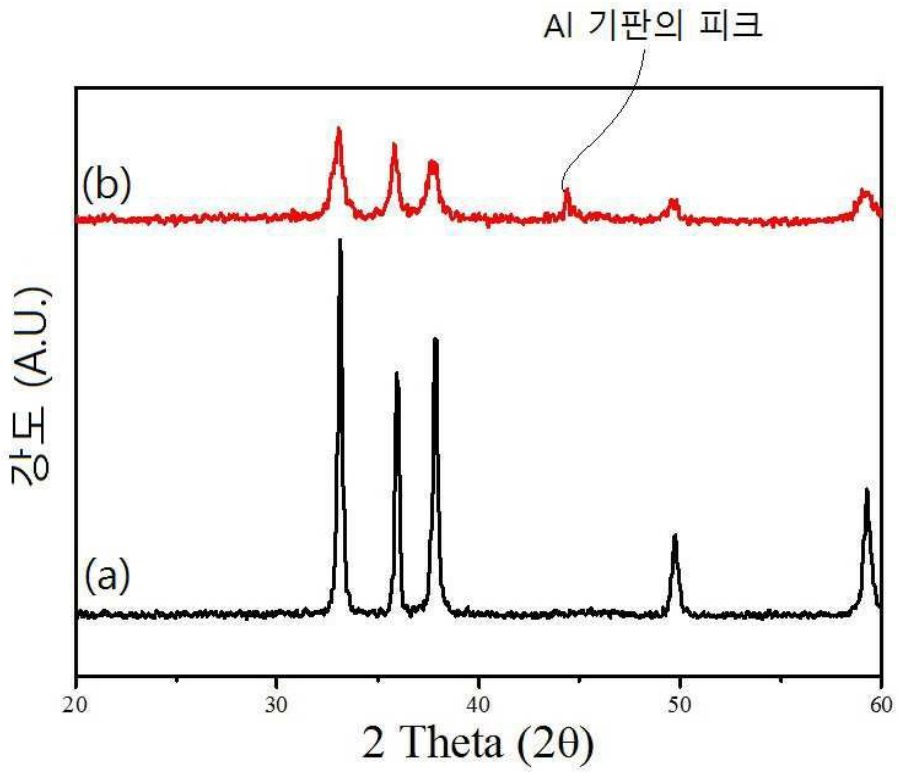
도면1



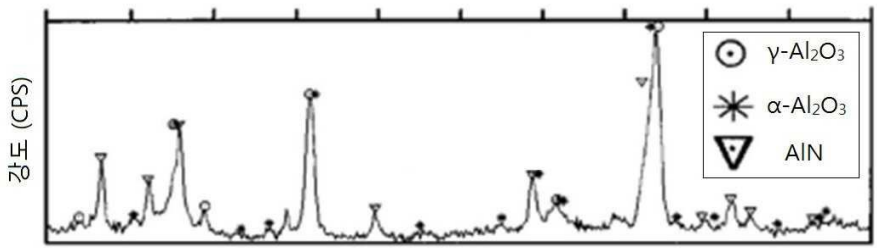
도면2



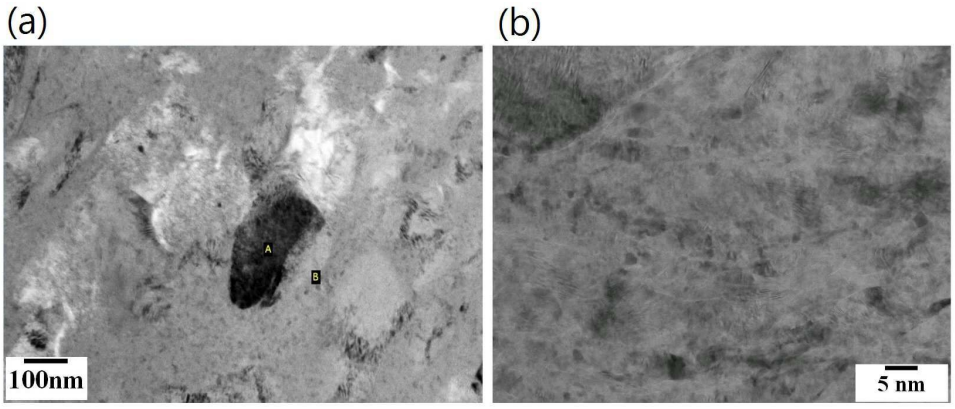
도면3


Al 기판의 피크
(b)
(a)
강도 (A.U.)
20
30
40
50
60
2 Theta (2θ)

도면4


강도 (CPS)
γ-Al2O3
α-Al2O3
AlN

도면5


(a)
(b)
A
B
100nm
5 nm