



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0051444

(43) 공개일자 2015년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01G 9/045 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0132917

(22) 출원일자 2013년11월04일

심사청구일자 2013년11월04일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

주식회사삼영에스앤씨

경기 성남시 중원구 사기막골로9번길 16, (상대원동)

(72) 발명자

탁용석

서울 서초구 잠원로12길 5, 336동 906호 (잠원동, 신반포한신아파트)

최진섭

경기 부천시 원미구 중동로 187, 1212동 401호 (중동, 무지개마을)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 5 항

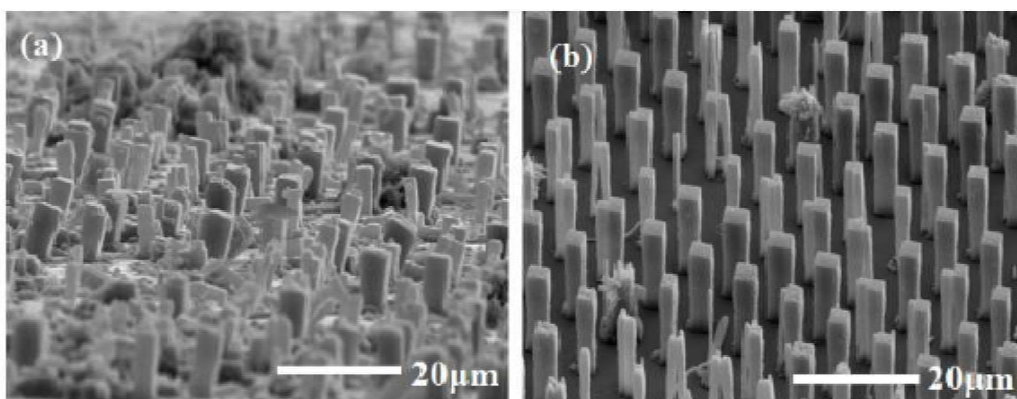
(54) 발명의 명칭 터널형 에치피트 형성방법

(57) 요약

본 발명은 하층에 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 제조하는 단계; 알루미늄 기판에 에폭시를 도포하여 마스크층을 형성하고 상기 마스터 스탬프를 이용하여 압인하는 단계; 유브이 램프를 이용하여 상기 에폭시를 경화시키는 단계; 산소 플라즈마를 이용하여 상기 알루미늄 기판의 압인부위가 표출될 때 까지 상기 에폭시를 식각하는 단계; 상기 알루미늄 기판에 구리를 스퍼터링 코팅하여 에칭 개시점을 형성하는 단계; 및 상기 알루미늄 기판을 산성용액 하에서 전기화학적으로 에칭하는 단계를 포함하는 터널형 에치피트 형성방법을 제공한다.

따라서 간단한 마이크로 접촉 프린팅을 사용하여 패턴을 형성하고, 최적의 에칭 조건을 찾아 알루미늄 기판의 균일성을 갖는 에칭피트를 형성할 수 있다. 균일하게 형성된 에치피트는 알루미늄 캐퍼시터로 사용하는 경우에 캐퍼시터의 정전용량을 크게 개선시키는 효과가 있다.

대 표 도 - 도6



(72) 발명자

박창현

경기 동두천시 하봉암로 130-82, (하봉암동)

이준수

충북 청주시 흥덕구 신월로 43, 301동 806호 (개신동, 청주개신3주공아파트)

유현석

인천 남구 인주대로504번길 23, 가동 202호 (주안동, 영전다세대)

김경민

전북 전주시 완산구 호암로 41, 802동 501호 (효자동2가, 아르펠리스휴먼시아)

박상익

서울 강남구 봉은사로 312, 1303호 (역삼동, 역삼동하나빌)

김영민

경기 성남시 중원구 사기막골로203번길 3, 다동 401호 (상대원동, 중일멘션)

박승현

경기 안양시 동안구 경수대로544번길 73-7, (호계동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415122015

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 부품소재산업경쟁력향상(소재부품기술개발)

연구과제명 Nano Pore 구조를 이용한 정전 용량 $3\mu\text{F}(\pm 3\%)$ 급, $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 크기의 박막 적층 캐패시터 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)삼영에스앤씨

연구기간 2012.11.01 ~ 2013.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

하측에 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 제조하는 단계;
알루미늄 기판에 에폭시를 도포하여 마스크층을 형성하고 상기 마스터 스탬프를 이용하여 압인하는 단계;
유브이 램프를 이용하여 상기 에폭시를 경화시키는 단계;
산소 플라즈마를 이용하여 상기 알루미늄 기판의 압인부위가 표출될 때까지 상기 에폭시를 식각하는 단계;
상기 알루미늄 기판에 구리를 스퍼터링 코팅하여 에칭 개시점을 형성하는 단계; 및
상기 알루미늄 기판을 산성용액 하에서 전기화학적으로 에칭하는 단계를 포함하는 터널형 에치피트 형성방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 마스터 스탬프는,
패턴이 형성된 포토레지스트 상에 PDMS(poly dimethylsiloxane)를 도포하고 경화시켜 2 μ m 내지 5 μ m의 크기의 패턴이 형성된 것을 특징으로 하는 터널형 에치피트 형성방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
상기 에폭시를 식각하는 단계는,
상기 알루미늄 기판에 증착된 에폭시를 100 내지 500 W 출력으로 60 내지 120 초 동안 상기 에폭시를 식각하는 것을 특징으로 하는 터널형 에치피트 형성방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
상기 에칭 개시점을 형성하는 단계는,
상기 알루미늄 기판에 스퍼터 코터(Sputter coater)를 이용하여 구리를 20 내지 30 mA로 5 내지 10 초간 코팅하는 것을 특징으로 하는 터널형 에치피트 형성방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
상기 에칭하는 단계는,
7 M의 염산용액 하에서 50 내지 70 $^{\circ}$ C의 온도로 10 내지 200 mA/cm²의 정전류를 인가하고, 10 내지 20 초 동안 전해 에칭 하는 것을 특징으로 하는 터널형 에치피트 형성방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 전해 캐패시터의 양극으로 사용할 수 있는 알루미늄 기판에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 알루미늄 기판을 전기화학적으로 에칭하여 균일한 터널형 에치피트를 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 일반적으로, 알루미늄은 지구상에서 존재하는 원소 중 산소와 규소 다음으로 풍부한 원소이다. 이러한 알루미늄은 가볍고 주조가 용이하며 가공하기 쉽고 내식성이 강하며 전성과 연성이 뛰어나고 전기 전도성이 좋아 공업적 이용이 광범위하다. 알루미늄은 자연 상태에서 얇은 산화막을 가지고 있지만, 염소 이온 등에 의해 산화막의 파괴가 일어나 용액내로 알루미늄이 녹으며 피트 형태의 국부 부식이 일어난다. 이러한 국부 부식을 이용하여 알루미늄을 전기화학적으로 에칭함으로써 전극의 표면적을 증대시킨 뒤 양극 산화하여 높은 정전용량을 갖는 알루미늄 전해커패시터의 양극으로 사용되고 있다.
- [0003] 알루미늄의 부식 형상 및 부식속도는 전기화학적 에칭조건에 따라 조절되며, 부식을 촉진시키는 이온으로 염소 이온과 과염소산이 알려져 있고 부식을 억제하는 이온으로는 황산이온, 질산이온, 인산이온 등이 알려져 있다. 염소이온과 접촉 시 알루미늄의 표면에는 국부적으로 작은 에치 피트가 생성되고 이러한 피트의 밀도와 크기는 전해질의 조성 및 농도, 온도, 전처리 조건 등과 같은 화학적인 요인과 인가되는 전류 밀도, 전위 등과 같은 전기적인 조건에 따라 변화하게 된다. 알루미늄 커패시터에 사용되는 양극용 알루미늄은 99.98%이상의 고순도가 사용된다.
- [0004] 정전용량은 전극의 표면적에 비례하고 정전용량을 증가시키기 위해서는 알루미늄 전극의 표면적을 확대하는 것이 필요하다. 하지만 기존의 알루미늄 전해 커패시터에 사용되는 액체 전해질은 높은 온도에 견디지 못하는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 도금을 이용한 커패시터가 연구 되었고, 이를 위해 일정한 에치 피트를 갖는 알루미늄 표면에 대해 연구가 진행되었다. 이러한 균일성을 갖는 패턴을 얻기 위해 이전의 실험에는 알루미늄 표면에 MIMIC(micromolding in capillaries) 법, 마이크로접촉 프린팅(micro-contact printing) 법이 수행되었다. 상기한 바와 같은 마이크로접촉 프린팅 법의 실시예로, 대한민국 공개특허공보 특2002-0026161는 물질 표면에 코팅을 형성하는 중합체막을 패턴화하는 방법을 개시한다. 중합체의 박막이 표면에 증착되고 패턴화는 물질 표면에 박막의 표면과 상사 접촉하도록 엘라스토머 물질로 이루어진 스탬프를 도포시켜 발생하여 엘라스토머 스탬프의 하나 이상의 돌출 요소와 접촉하는 이것의 일부가 돌출 요소 또는 요소들에 부착되고 스탬프로 물질 표면으로부터 제거된다. 물질 표면 위에 패턴화된 중합체막을 운반시키는 방법에서, 박막 중합체가 스탬프 표면에 증착되고 스탬프는 물질 표면과 상사 접촉하게 도포되므로, 중합체의 박막이 이것의 하나 이상의 압흔에 의해 형성된 엘라스토머 스탬프의 하나 이상의 돌출 요소로부터 운반되어, 거기에서 스탬프를 제거하는 경우 물질 표면 위에 중합체의 패턴화된 박막을 남긴다.
- [0005] 그러나 상기의 방법으로 에칭하는 경우에도 산화 피막의 결합 및 에치피트의 불규칙 생성에 의해 성장된 에치피트의 분포는 불균일하다. 에치피트의 불균일은 알루미늄의 넓은 표면적 분포에도 불구하고 알루미늄 기관의 다양한 활용을 저해한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 마이크로 콘택트 프린팅(Micro-contacy printing)을 이용하여 알루미늄 기관에 패턴을 형성하고, 알루미늄을 선택적으로 에칭하여 알루미늄 기관 상에 균일한 에치피트 형성방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명은, 하측에 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 제조하는 단계; 알루미늄 기관에 에폭시를 도포하여 마스크 층을 형성하고 상기 마스터 스탬프를 이용하여 압인하는 단계; 유브이 램프를 이용하여 상기 에폭시를 경화시키는 단계; 산소 플라즈마를 이용하여 상기 알루미늄 기관의 압인부위가 표출될 때까지 상기 에폭시를 식각하는 단계; 상기 알루미늄 기관에 구리를 스퍼터링 코팅하여 에칭 개시점을 형성하는 단계; 및 상기 알루미늄 기관을 산성용액 하에서 전기화학적으로 에칭하는 단계를 포함하는 터널형 에치피트 형성방법을 제공한다.
- [0008] 또한 상기 마스터 스탬프는, 패턴이 형성된 포토레지스트 상에 PDMS(poly dimethylsiloxane)를 도포하고 경화시켜 2 μ m 내지 5 μ m의 크기의 패턴이 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0009] 또한 상기 에폭시를 식각하는 단계는, 상기 알루미늄 기관에 증착된 에폭시를 100 내지 500 W 출력으로 60 내지 120 초간 상기 에폭시를 식각하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0010] 또한 상기 에칭 개시점을 형성하는 단계는, 상기 알루미늄 기관에 스퍼터 코터(Sputter coater)를 이용하여 구리를 20 내지 30 mA로 5 내지 10 초간 코팅하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 또한 상기 에칭하는 단계는, 7 M 의 염산용액 하에서 50 내지 70 ℃의 온도로 10 내지 200 mA/cm²의 정전류를 인가하고, 10 내지 20 초 동안 전해 에칭하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 터널형 에치피트의 형성방법에 의하면, 간단한 마이크로 접촉 프린팅을 사용하여 패턴을 형성하고, 최적의 에칭 조건을 찾아 알루미늄 기판에 균일성을 갖는 에치피트를 형성할 수 있다. 균일하게 형성된 에치피트는 알루미늄 캐패시터로 사용하는 경우에 캐패시터의 정전용량을 크게 개선시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 터널형 에치피트 형성방법의 개략적인 구성도,
 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 마스터 스탬프의 표면과 단면의 SEM이미지[(a) 2 μ m 패턴의 평면 이미지, (b) 2 μ m 패턴의 단면 이미지, (c) 5 μ m 패턴의 평면 이미지, (d) 5 μ m 패턴의 단면 이미지],
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 2 μ m의 패턴을 가지는 마스터 스탬프를 이용하여 에폭시가 도포된 알루미늄 기판에 패턴을 형성하고 전해 에칭을 실시한 SEM이미지[(a)100W, (b)200W, (c), 300W, (d)500W],
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전류밀도에 따른 알루미늄 기판의 에치피트를 나타낸 SEM이미지[(a)10 mA/cm², (b)20 mA/cm², (c)40mA/cm²의, (d)80mA/cm²],
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 5 μ m의 패턴 마스크를 이용하여 알루미늄 표면을 압인하고 전해 에칭한 후 SEM이미지[(a)70℃, 100mA/cm², (b)70℃, 200mA/cm², (c)50℃, 100mA/cm², (d) 50℃, 200mA/cm²],
 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 알루미늄 기판에 페트로폭시(Petropoxy) 사용하여 제조된 샘플의 SEM 이미지이다. [(a)70℃, 200mA/cm², (b)50℃, 200mA/cm²]

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 하측에 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 제조하는 단계; 알루미늄 기판에 에폭시를 도포하여 마스크층을 형성하고 상기 마스터 스탬프를 이용하여 압인하는 단계; 유브이 램프를 이용하여 상기 에폭시를 경화시키는 단계; 산소 플라즈마를 이용하여 상기 알루미늄 기판의 압인부위가 표출될 때 까지 상기 에폭시를 식각하는 단계; 상기 알루미늄 기판에 구리를 스퍼터링 코팅하여 에칭 개시점을 형성하는 단계; 및 상기 알루미늄 기판을 산성용액 하에서 전기화학적으로 에칭하는 단계를 포함하는 터널형 에치피트 형성방법을 제공한다.

[0015] 상기 방법으로 제조된 알루미늄 기판은 표면에 터널형 에치피트가 균일하게 형성되어 캐패시터로 이용하는 경우 정전용량이 크게 증가되는 효과가 있다.

[0016] 또한 상기 마스터 스탬프는 패턴이 형성된 포토레지스트 상에 PDMS(poly dimethylsiloxane)를 도포하고 경화시켜 2 μ m 내지 5 μ m의 크기의 패턴이 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 여기서 상기 마스터 스탬프는 알루미늄 기판 위에 포토레지스트(photo resist)를 스핀 코팅하고, 패턴이 형성된 마스크를 상기 포토레지스트 상에 적층하고 노광시켜 현상한다. 상기 포토레지스트를 패턴형상으로 형성하고, 패턴이 형성된 상기 포토레지스트 상에 PDMS를 도포하여 마스터 스탬프를 성형하며, 상기 PDMS를 분리시켜 패턴이 형성된 마스터 스탬프를 제조할 수 있다.

[0018] 또한 상기 알루미늄 기판은, 초음파 세척기로 세척하고 건조한 이후에, 표면을 전해연마한 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 또한 상기 에폭시를 경화시키는 단계는, 감응형 에폭시를 상기 알루미늄 기판에 증착하고, 유브이-램프(UV-lamp)를 이용하여 경화시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 또한 상기 에폭시를 식각하는 단계는, 상기 알루미늄 기판에 증착된 에폭시를 100 내지 500 W 출력으로 60 내지 120 초 동안 상기 에폭시를 식각하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 또한 상기 에칭 개시점을 형성하는 단계는, 상기 알루미늄 기판에 스퍼터 코터(Sputter coater)를 이용하여 구리를 20 내지 30 mA로 5 내지 10 초간 코팅하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 또한 상기 에칭하는 단계는, 7 M의 염산용액 하에서 50 내지 70 ℃의 온도로 10 내지 200 mA/cm²의 정전류를 인

가하고, 10 내지 20 초 동안 전해 에칭하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공하는 것이다.

[0024] <실시예 1> 에치피트 형성

[0025] 알루미늄 호일 표면에 균일한 패턴을 갖는 마스크를 만들기 위해 포토리소그래피(Photolithography) 공정을 이용하여 마이크로 크기의 패턴을 가지는 알루미늄기판을 만든 이후 PDMS(DC-184, Silicone Elastomer)를 도포하고 경화시켜 정렬된 기둥을 갖는 마스터 스탬프를 만들었다.

[0026] 알루미늄 기판(순도 99.99%, 두께 110 μm , Toyo Aluminum)을 아세톤, 에탄올, 증류수 순으로 초음파 세척기를 사용하여 세척한 뒤 건조시켰다. 건조시킨 알루미늄 호일 표면을 깨끗하게 하기 위해 과염소산, 에탄올을 1 : 3 의 부피비로 만든 전해질을 사용하여 20V, 160mA/cm², 1 분의 조건으로 전해연마 하였다.

[0027] 마스터 스탬프와 유브이 감응형 에폭시(NOA 60, Norland)를 사용하여 전해연마된 알루미늄 기판 표면에 마이크로 콘택트 프린팅 법을 사용하여 에폭시 마스크층을 만들었다.

[0028] 마이크로 콘택트 프린팅 법은 전해연마한 알루미늄 표면에 마이크로 피펫을 사용하여 일정량의 에폭시를 떨어뜨린 후 힘을 가하면서 유브이 램프(365 nm)를 이용하여 패턴을 형성 시키는 방법이다.

[0029] 상기 마스터 스탬프는 2 $\mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ 또는 5 $\mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ 형태의 패턴을 갖고 있는 기둥형태(pillar type)의 스탬프(stamp)로 제조하였다.

[0030] 이를 이용하여 알루미늄 위에 고르게 전사시킨 에폭시에 압력을 가한 이후에 유브이 램프(UV-lamp)를 사용하여 경화시켰다. 알루미늄 기판의 표면이 직접적으로 에칭 전해질에 닿기 위해서는 상기 마스터 스탬프에 의해 패턴된 부분의 에폭시가 존재하지 않아야 하므로 상기와 같이 패턴을 형성한 뒤 남아있는 잔류 에폭시를 산소(O₂) 플라즈마 처리를 하여 제거하였다. 플라즈마 처리는 100 내지 500 W 출력으로 120초 동안 이루어졌다.

[0031] 마스크를 입힌 알루미늄 기판 표면에 에칭 개시점을 만들기 위해 스퍼터 코터(Sputter coater, Cressington, 109A)를 이용하여 구리를 20mA, 5s의 조건으로 증착시켰다.

[0032] 알루미늄을 에칭하기 위해 50, 70℃의 7M HCl 용액을 파워서플라이(Power supply, Source Meter 2400, Keithley)를 이용하여 10 내지 200 50℃, 200mA/cm²의 정전류 조건에서 20초 동안 전해 에칭 하였다.

[0033] 알루미늄 기판에 형성된 에치피트를 형태를 확인하기 위하여 페트로폭시(Petropoxy)를 사용하여 에치피트와 같은 형태의 레플리카(replica)를 제조하였다.

[0034] <실험예 1> 에치피트 분석

[0035] 에칭된 알루미늄의 표면 분석은 주사전자현미경(FE-SEM, Hitach S-4300)으로 관찰하였으며, 에칭된 알루미늄의 깊이를 분석하기 위해 Petropoxy(Burnham Petrographics, Rathdrum, ID)를 사용하여 레플리카를 단면을 관찰하였다.

[0036] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 터널형 에치피트 형성방법의 개략적인 구성도이다.

[0037] 마이크로 콘택트 프린팅 방법을 사용하여 알루미늄 기판 상에 유브이 감응형 에폭시를 균일한 패턴을 갖도록 전사한 이후에 에칭하는 과정을 나타내었다.

[0038] 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 마스터 스탬프의 표면과 단면의 SEM이미지이다.

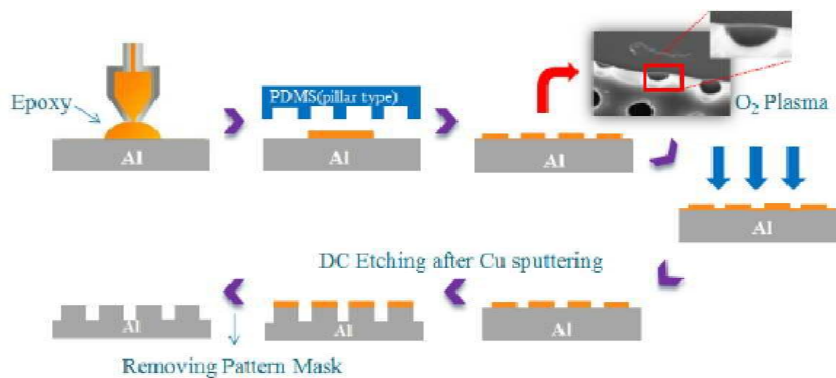
[0039] 도 2(a), (b)에서 제조된 2 μm 의 패턴 크기와 3 μm 의 높이를 갖는 PDMS 스탬프를 확인하였고, 도 2(c), (d)에서는 제조된 5 μm 의 패턴 크기와 높이를 확인 할 수 있었다. 전체적으로 기둥의 모양이며 정사각형 형태보다는 원형에 가까운 것으로 확인되었다.

- [0040] 1. 에폭시 식각 결과
- [0041] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 $2\mu\text{m}$ 의 패턴을 가지는 마스터 스탬프를 이용하여 에폭시가 도포된 알루미늄 기판에 패턴을 형성하고 전해 에칭을 실시한 SEM이미지이다.
- [0042] 도면을 참조하면, 도 3(a)는 100 W, 도 3(b)는 200W, 도 3(c)는 300W, 도 3(d)는 500W의 출력에서 120초 동안 산소 플라즈마 처리하여 에폭시를 제거한 이후에 70°C 에서 7M HCl 용액으로 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 조건으로 20초 동안 진행하였다. 전해 에칭된 알루미늄 기판을 확인하면, 기판 상에 균일성을 갖는 에치피트가 생성되었음을 확인하였다.
- [0043] 이것은 도포된 에폭시가 제거되어 전해에칭이 수행된 것이며, 100W 인 경우 일부 에치피트가 관찰되지 않았지만 200W 이상의 조건에서는 모든 표면이 에칭된 것으로 확인되었으며, 500W에서는 충분히 에폭시가 제거되어 잔류 에폭시가 없는 것으로 판단되었다.
- [0044] 따라서 마이크로 콘택트 프린팅 법으로 알루미늄 기판 상에 패턴을 형성하고 대부분의 에폭시가 산소 플라즈마 처리에 의하여 제거된다는 것을 확인하였다.
- [0045]
- [0046] 2. 전류밀도에 따른 에치피트 형성
- [0047] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전류밀도에 따른 알루미늄 기판의 에치피트를 나타낸 SEM이미지이다.
- [0048] 500W로 산소플라즈마를 이용하여 에폭시를 제거한 이후에 70°C 에서 7M HCl을 전해질로하여 $10\text{mA}/\text{cm}^2$, $20\text{mA}/\text{cm}^2$, $40\text{mA}/\text{cm}^2$ 및 $80\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 정전류를 이용하여 20초 동안 전해 에칭한 결과 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 및 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 낮은 전류 밀도에서는 에치피트가 잘 형성되지 않았고, $40\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 정전류로 에칭한 결과 일부 균일성을 갖는 에치피트가 형성되었다. 형성된 에치피트는 일부 크기가 일정하지 않았으며, 깊이가 깊지 않은 것을 확인하였다.
- [0049] 그리고 $80\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 정전류로 에칭한 결과 에치피트는 균일성을 가지고 있었으며, 깊이가 $16\mu\text{m}$ 이상의 깊이를 갖는 것을 확인하였다.
- [0050] 3. 마스터 스탬프에 따른 에치피트 분석
- [0051] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 $5\mu\text{m}$ 의 패턴 마스크를 이용하여 알루미늄 표면을 압인하고 전해 에칭한 후 SEM이미지이다.
- [0052] $2\mu\text{m}$ 패턴을 가지는 마스크와 마찬가지로 잔류 에폭시를 제거하기 위해 500W의 출력으로 120초 동안 산소 플라즈마 처리하였다. $5\mu\text{m}$ 패턴을 가지는 마스크의 경우 에치피트의 크기가 다르고 전류밀도당의 터널 에칭의 정도가 다르기 때문에 $2\mu\text{m}$ 크기의 패턴에서와는 다른 에칭 조건이 필요하였다.
- [0053] 도 5(a),(b)는 기준과 마찬가지로 70°C , 7M HCl 전해질에서 각각 $100\text{mA}/\text{cm}^2$, $200\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 조건으로 20 초 동안 에칭을 진행하였다. 도 5(a),(b) 모두 에치피트의 균일성은 관찰할 수 있었지만 에치피트의 크기가 마스크의 크기에 비해 매우 작은 것을 확인하였다.
- [0054] 에치피트의 크기를 키우기 위해 전해질의 온도를 70°C 에서 50°C 로 낮추어 실험을 진행하였다. 도 5(c)의 경우 이전과 마찬가지로 피트의 균일성은 보이지만 크기가 $5\mu\text{m}$ 미만이고, $200\text{mA}/\text{cm}^2$ 에서 실험한 결과 $5\mu\text{m}$ 에 가까운 에치피트를 관찰할 수 있었다.
- [0055] 4. 터널형 에치피트
- [0056] 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 알루미늄 기판에 페트로폭시(Petropoxy) 사용하여 제조된 샘플의 SEM 이미지이다.
- [0057] 에치피트의 형태를 분석하기 위하여 페트로폭시를 사용하여 에치피트와 같은 형태의 레플리카 제조하고 알루미늄 기판을 모두 제거하였다. 페트로폭시는 에치 피트의 단면을 분석하기에 적당하였다.

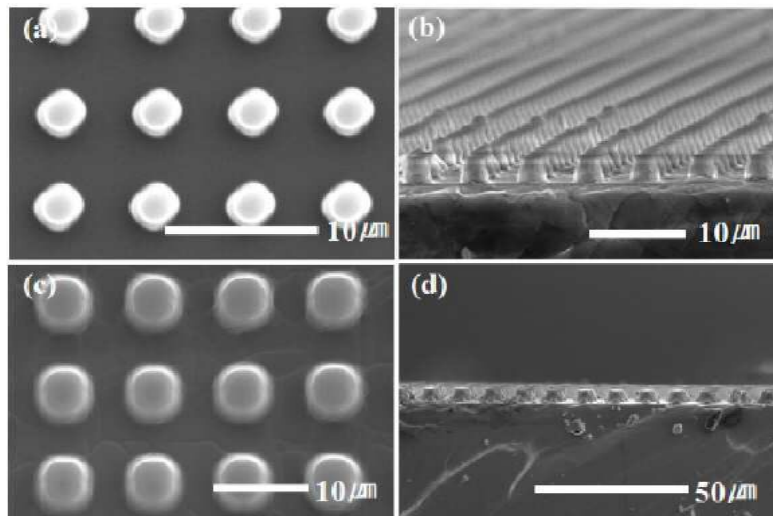
- [0058] 도 6(a)는 70℃, 7M HCl 전해질에서 200 mA/cm²의 조건에서 전해 에칭한 샘플 단면의 SEM이미지이다. 피트의 크기가 10μm 정도이며, 일정한 규칙성을 보이지만 피트의 크기가 불균일하다.
- [0059] 도 6(b)는 50℃, 7M HCl 전해질에서 각각 200 mA/cm²의 조건에서 에칭한 샘플의 단면의 SEM 이미지이며, 16 내지 17 μm 길이와 균일성을 갖는 터널형 에치피트를 관찰 할 수 있었다.
- [0060] 따라서 50℃에서 200mA/cm²가 적절한 5μm의 에치피트를 생성하는데 적절한 조건임을 확인하였다.
- [0061] 이상으로 본 발명에 의하면, 알루미늄의 기판을 마이크로 콘택트 프린팅법을 사용하여 표면에 균일성을 갖는 에폭시 마스크를 만들고 다양한 조건에서 전기화학적 에칭을 통하여 균일한 알루미늄 기판에 터널형 에치피트를 생성하였다.
- [0062] 2μm의 패턴 마스크에서 실험에서는 먼저 산소 플라즈마의 출력에 따른 알루미늄 표면의 변화 차이를 관찰하였고, 일정 출력 이상에서 에폭시가 제거됨을 확인하였다.
- [0063] 전류밀도에 따른 에칭 실험 시 약한 전류밀도 10 내지 20mA/cm²에서는 에치 피트의 균일성을 발견하지 못했지만 전류밀도가 높아짐에 따라 균일한 에치피트가 생성되었음을 확인하였다. 5μm의 크기의 패턴을 갖는 에폭시 마스크의 경우 산소 플라즈마 처리 후 7M HCl의 전해질에서 전해 에칭 시 균일성을 갖는 에치 피트를 관찰할 수 있었고, 특히 50℃에서 200mA/cm²의 조건에서 최적의 크기와 길이를 갖는 에치피트를 관찰할 수 있었다.
- [0064] 이상으로 본 발명은 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시예일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

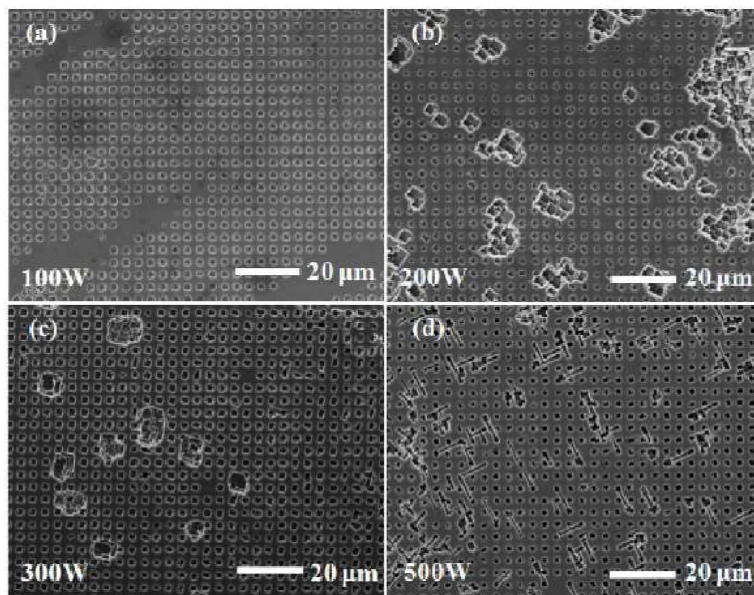
도면1



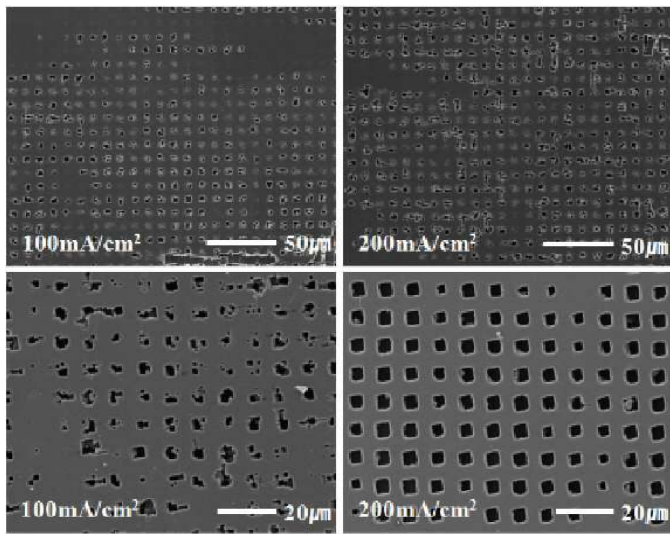
도면2



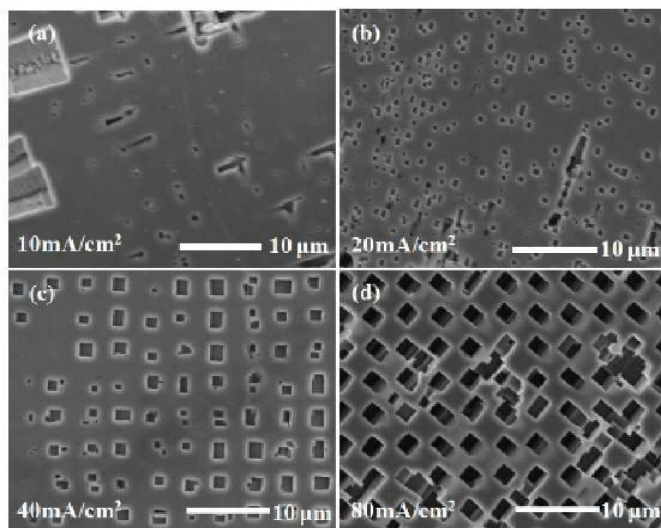
도면3



도면4



도면5



도면6

