



- (51) 국제특허분류:
H01B 13/00 (2006.01) H01B 5/14 (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/004863
- (22) 국제출원일: 2012년 6월 20일 (20.06.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0059506 2011년 6월 20일 (20.06.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 구성동 373-1, 305-701 Daejeon (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 정희태 (JUNG, Hee Tae) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 생명화학공학과, 305-701 Daejeon (KR). 정현수 (JEONG, Hyeon Su) [KR/KR]; 강원도 삼척시 정상동 현진에버빌 104-1405, 245-723 Gangwon-do (KR). 전환진 (JEON, Hwan-Jin) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 구

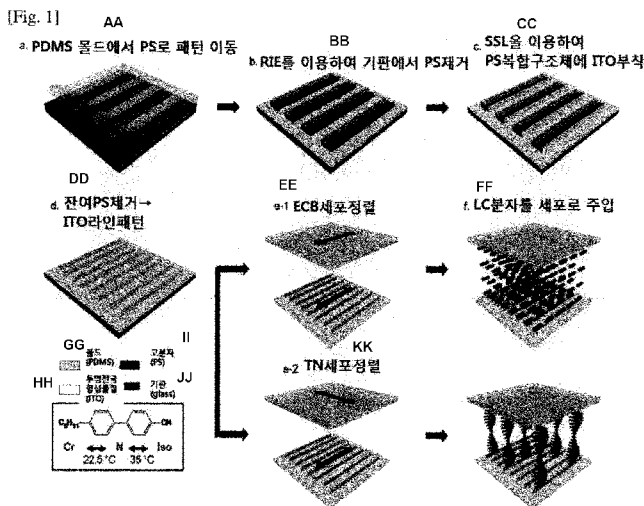
성동 한국과학기술원, 305-701 Daejeon (KR). 김윤호 (KIM, Yun Ho) [KR/KR]; 강원도 춘천시 사농동 115-19, 200-140 Gangwon-do (KR).

- (74) 대리인: 이처영 (LEE, Cheo Young); 서울특별시 강남구 역삼동 648-23 여삼빌딩 11층, 135-080 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: TRANSPARENT ELECTRODE HAVING NANO-STRUCTURE PATTERNS AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법



AA ... Pattern movement to PS from PDMS mold
BB ... PS removal from substrate by using RIE
CC ... ITO attachment to PS complex structure by using SSL
DD ... Remaining PS removal -> ITO line pattern
EE ... ECB cell arrangement
FF ... Injection of LC molecules into cell
GG ... Mold
HH ... Transparent electrode forming material
II ... Polymer
JJ ... Substrate
KK ... TN cell arrangement

(57) Abstract: The present invention relates to a transparent electrode having nano-structure patterns and a method for manufacturing the same, and more specifically, to a transparent electrode having nano-structure patterns and a method for manufacturing the same, wherein nano-structure patterns having high resolution and a high aspect ratio are formed on a transparent electrode by using an ion bombardment phenomenon through a physical ion etching step, thereby showing excellent liquid crystal alignment characteristics without deterioration of conductivity and light transmittance of the transparent electrode. The method for manufacturing a transparent electrode having nano-structure patterns according to the present invention enables: a transparent electrode to be manufactured by applying an ion bombardment phenomenon through physical ion etching, thereby manufacturing the transparent electrode having pretilt angles in liquid crystals with various high aspect ratios and uniformity using a simple process at low costs; and the liquid crystals to be aligned directly by the transparent electrode such that the transmittance of light is increased and a resistance value is lowered, whereby product performance is enhanced by improving liquid crystal alignment characteristics and stability. The alignment of the liquid crystals according to the present invention can be precisely adjusted in a desired direction by arranging two substrates having the transparent electrode, such that the invention can be applied to various display devices.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 물리적 이온 식각공정을 통한 이온 붐바드먼트(ion bombardment) 현상을 이용하여 투명전극상에 고 분해능(high resolution)과 고 종횡비(high aspect ratio)를 가지는 나노구조 패턴을 형성시킴으로써, 투명전극의 전도성 및 광투과성의 저하 없이 우수한 액정 배향 특성을 나타내는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법은 물리적 이온 식각을 통한 이온 붐바드먼트 현상을 적용하여 제조됨으로써 간단한 공정과 저렴한 비용으로 높은 다양한 종횡비와 균일성을 가지는 액정의 프리틸트가 형성된 투명전극을 제조할 수 있고, 투명전극으로 직접 액정을 배향시킴으로써 광 투과성이 높을 뿐만 아니라, 저항값 또한 낮아 액정 배향 특성 및 안정성을 향상시켜 제품 성능을 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 투명전극이 형성된 두 개의 기판의 배열로 액정의 배향을 원하는 방향으로 정밀하게 조절할 수 있어 다양한 디스플레이 소자에 응용할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법 기술분야

- [1] 본 발명은 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 물리적 이온 식각공정을 통한 이온 bom바드먼트(ion bombardment) 현상을 이용하여 투명전극상에 고 분해능(high resolution)과 고 종횡비(high aspect ratio)를 가지는 나노구조 패턴을 형성시킴으로써, 투명전극의 전도성 및 광투과성의 저하 없이 우수한 액정 배향특성을 나타내는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 근래 정보화 사회의 발전에 따라 다양한 표시소자에 대한 요구가 증대되면서 액정표시소자(liquid crystal display; LCD), 플라즈마 디스플레이 패널(plasma display panel; PDP) 등의 평판표시소자에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 표시소자 중 양산화 기술, 구동수단의 용이성, 고화질의 구현이라는 이유로 인해 현재에는 액정표시소자가 각광받고 있다.
- [4] 이러한, 액정표시소자(LCD)의 액정패널은 서로 대향하고 있는 상부 기판 및 하부 기판상에 각각 투명전극과 배향막을 순차적으로 형성하고, 배향막들 사이에 액정을 주입하여 형성하는데, 디스플레이로서 그 역할을 다하기 위해서는 광투과성, 응답시간, 시야각, 콘트라스트 등과 같은 표시소자로서의 기능이 요구된다.
- [5] 전술된 바와 같은 기능은 액정표시소자의 액정분자의 배열특성에 따라 결정되므로 액정분자의 배향을 균일하게 제어하는 기술은 매우 중요하다.
- [6] 현재 액정의 배향을 얻는 방법으로는 러빙(rubbing)법, 스트레칭(stretching)법, 광조사법 등과 같은 방법들이 알려져 있다. 이 중에서 현재까지 배향막으로서 가장 널리 사용되고 있는 것으로는 폴리이미드(polyimide) 고분자에 러빙기술을 사용하여 배향을 유도하는 러빙 배향막이다. 상기 러빙법은 고분자를 코팅한 기판을 천으로 문지르는 간단한 방법으로서, 공정이 간단하고 대면적화와 고속처리가 가능하여 공업적으로 널리 이용되고 있는 방법이다.
- [7] 그러나, 이러한 러빙법은 몇 가지의 결정적인 결함을 가지고 있다. 예를 들면 배향포와 배향막의 마찰강도에 따라 배향막에 형성되는 미세홈(microgroove)의 형태가 달라지기 때문에, 액정분자의 배열이 불균일하게 되어 위상왜곡(phasedistortion)과 광산란(light scattering)이 발생한다. 또한 고분자 표면을 러빙함으로써 발생하는 정전기(electrostatic discharge; ESD)로 인한 기판손상과 러빙포에서 생성되는 먼지 등에 의해 생산수율이 저하되는

문제점이 있다.

- [8] 이와 함께 국부적으로 선택된 영역만을 배향하여 각 영역이 다르게 배향되도록 하는 방법인 멀티도메인 형성 공정은 매우 복잡하여 이를 통한 시야각 개선이 원천적으로 불가능하다. 그래서 새로운 구조와 배향방식을 사용한 배향막의 개발이 요구되었다.
- [9] 전술한 러빙법의 결함을 개선하기 위해 제안된 것으로서 M. Schadt 등(*Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 31, 2155, 1992), Dae S. Kang 등(미국특허 제 5,464,669호), Yuriy Reznikov (*Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 34, L1000, 1995)등에 의해 발표된 광배향법이 있다. 광배향법은 감광성 고분자가 도포된 기판에 선편광(linearly polarized)된 자외선을 조사하여 광이량화(photo-dimerization)나 광이성화(photo-isomerization) 또는 광분해(photo-decomposition)를 유도하고, 그 결과로 배향막에 배향방향을 부여하는 방법이다.
- [10] 이러한 광배향법은 비접촉방식이기 때문에 불순물 이입 및 정전기 발생으로인한 문제점을 원천적으로 배제할 수 있어 배향처리가 간편하고 수율을 향상시킬 수 있으므로 대량생산에 적합하고, 영역에 따라 편광방향을 달리하면서 자외선을 조사하는 비교적 간단한 공정으로 다중도메인(multi-domain)을 형성할 수 있음으로 시야각 개선에 유리한 방법이다.
- [11] 액정 광배향막으로 사용되는 고분자로는 광이량화 반응을 통해 액정을 배향시키는 시나메이트 계열의 고분자와 광이성화 반응을 통해 액정을 배향시키는 아조벤젠기를 포함하는 고분자, 그리고 광분해 반응을 통해 액정을 배향시키는 폴리이미드 계열의 고분자 등이 있다. 이중 시나메이트 계열의 고분자는 빠른 광반응을 하므로 비교적 짧은 시간의 광조사에 의해 서도 우수한 액정 배향을 얻을 수 있으나, 일반적으로 선경사각이 1도 미만으로 매우 낮으며 열적인 안정성이 취약한 단점이 있다. 아조벤젠기를 포함하는 고분자를 이용한 광이성화 방법 역시 배향이 간단하다는 장점이 있지만 약한 배향성과 시간이 지남에 따라 배향된 액정의 배향 특성이 변하여 안정성에 문제가 있다.
- [12] 한편, 광분해에 의한 방법에 있어서는 여러 가지 광분해성 고분자가 사용될 수 있지만 지금까지 시클로부탄계 폴리이미드를 제외하고는 알려진 경우가 거의 없으며, 이 고분자의 경우에도 배향막의 안정성이 우수하며 폴리이미드의 구조에 따라서 선경사각의 조절이 용이하다는 장점이 있으나, 광반응이 느리므로 광조사 시간이 길다는 문제점이 있다.
- [13] 이에, 본 발명자들은 상기 종래기술의 문제점을 해결하고자 예의 노력한 결과, 투명전극 형성 물질이 증착된 기판상에 패턴화된 고분자 구조체를 형성시키고, 상기 형성된 고분자 구조체의 외주면에 물리적 이온 식각공정을 통한 이온 붐바드먼트(ion bombardment) 현상을 적용하여 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합체를 형성시킨 다음, 상기 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합체에서 고분자를 제거하여 기판상에 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을

제조할 경우, 전도성과 광투과성의 저하 없이 액정의 배향을 정밀하게 조절할 수 있음을 확인하고, 본 발명을 완성하게 되었다.

[14]

[15] 발명의 요약

[16] 본 발명의 주된 목적은 전도성과 광투과성의 저하 없이 액정의 배향을 정밀하게 조절할 수 있는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

[17] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 (a) 기판상에 투명전극 형성 물질을 증착시켜 투명전극층을 형성하는 단계; (b) 상기 투명전극층상에 고분자 물질을 도포하여 고분자층을 형성하는 단계; (c) 상기 고분자층에 리소그래피 공정을 수행하여 패턴화된 고분자 구조체를 형성하는 단계; (d) 상기 투명전극층을 이온 식각하여 상기 고분자 구조체 외주면에 이온식각된 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합구조체를 형성하는 단계; 및 (e) 상기 고분자 복합구조체의 고분자 물질을 제거하여 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조하는 단계를 포함하는, 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법을 제공한다.

[18] 본 발명은 또한, 상기 방법에 의해 제조되고, 표면에 나노구조 패턴이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 투명전극을 제공한다.

[19] 본 발명은 또한, 서로 대향하고 있는 상부 기판 및 하부 기판; 상기 상부기판 및 하부 기판상에 각각 형성된 투명전극; 및 상기 투명전극들 사이에 형성된 액정층을 포함하며, 상기 투명전극은 상기 나노구조 패턴이 형성된 투명전극인 것을 특징으로 하는 액정표시소자를 제공한다.

[20]

도면의 간단한 설명

[21] 도 1은 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법 개략도이다.

[22] 도 2는 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 SEM 사진(a, b, c 및 d), EDX 측정 그래프(e) 및 AFM 측정 그래프(f)이다.

[23] 도 3은 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 SEM 사진 및 AFM 측정 그래프이다.

[24] 도 4는 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 일반 투명전극의 전기 전도도 측정 비교 그래프이다.

[25] 도 5는 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 및 일반 투명전극의 광투과도 측정 비교 그래프이다.

[26] 도 6은 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 셀 모드에 대한편광 현미경 측정 사진(a,b 및 c) 및 인가 전압에 대한 광투과율 측정 그래프(d)이다.

[27] 도 7은 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 셀 간격에 대한

- 편광 현미경 측정 사진으로, (a)는 셀 간격이 $2\mu\text{m}$ 이고, (b)는 셀 간격이 $100\mu\text{m}$ 이다.
- [28] 도 8은 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 패턴 간격에 대한 SEM 사진 및 AFM 측정 그래프이다.
- [29] 도 9는 본 발명에 따른 200nm 의 간격으로 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 셀의 편광 현미경 측정 사진 및 AFM 측정 그래프이다.
- [30] 도 10은 본 발명에 따른 500nm 의 간격으로 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 셀의 편광 현미경 측정 사진 및 AFM 측정 그래프이다.
- [31] 도 11은 본 발명에 따른 1000nm 의 간격으로 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 셀의 편광 현미경 측정 사진 및 AFM 측정 그래프이다.
- [32] 도 12는 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 셀의 높이에 대한 앵커링 에너지 측정 그래프이다.
- [33]
- [34] 발명의 상세한 설명 및 바람직한 구현예
- [35] 다른 식으로 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 숙련된 전문가에 의해서 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용된 명명법은 본 기술분야에서 잘 알려져 있고 통상적으로 사용되는 것이다.
- [36] 본 발명은 일 관점에서, (a) 기판상에 투명전극 형성 물질을 증착시켜 투명전극층을 형성하는 단계; (b) 상기 투명전극층상에 고분자 물질을 도포하여 고분자층을 형성하는 단계; (c) 상기 고분자층에 리소그래피 공정을 수행하여 패턴화된 고분자 구조체를 형성하는 단계; (d) 상기 투명전극층을 이온 식각하여 상기 고분자 구조체 외주면에 이온식각된 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합구조체를 형성하는 단계; 및 (e) 상기 고분자 복합구조체의 고분자 물질을 제거하여 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조하는 단계를 포함하는, 액정 배향성을 가지는 투명전극의 제조방법에 관한 것이다.
- [37] 본 발명의 핵심 사상은 물리적으로 충격받은 투명전극층의 투명전극 형성 물질 입자들이 사방으로 이탈되어 튕겨져 나가는 이온 봄바드먼트 현상을 이용하고, 투명전극층으로부터 튕겨진 투명전극 형성 물질의 입자들을 외주면에 부착시킬 수 있는 패턴화된 고분자 구조체를 구비한 다음, 상기 투명전극층으로부터 이탈된 투명전극 형성 물질의 입자들이 부착되어 형성된 고분자 복합구조체에서 고분자만을 제거하여 대면적으로 고 종횡비와 균일성을 가지는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조하는데 있다.
- [38] 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 액정 배향성을 가지는 투명전극의 제조방법은 도 1에 나타난 바와 같이, 기판상에 투명전극 형성 물질과 고분자 물질을 순차적으로 도포하여 기판상에 투명전극층과 고분자층을 형성시킨다. 이때, 상기 기판은 평판으로 리소그래피 공정의 온도와 압력에 의해 물리적 변형이 발생되지 않는 재질이면 사용 가능하고, 바람직하게는 실리콘, 석영, 유리, 고분자, 금속, 금속 산화물, 비금속 산화물 및 이들의 혼합물로 구성된

군에서 선택된다.

- [39] 상기 투명전극 형성 물질은 투명전극을 형성시킬 수 있는 산화물 계열의 물질이면 사용 가능하고, 바람직하게는 인듐틴옥사이드(indium tin oxide; ITO), 불소첨가 틴옥사이드(fluorinated tin oxides, FTO), 알루미늄징크옥사이드(aluminium zinc oxides, AZO), 틴옥사이드(SnO), 징크옥사이드(ZnO) 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되며, 더욱 바람직하게는 인듐틴옥사이드(indium tin oxide; ITO)를 사용할 수 있다.
- [40] 상기 고분자 물질은 리소그래피 고정에 이용할 수 있는 고분자 물질이면 사용 가능하고, 바람직하게는 폴리스타일렌, 키토산, 폴리비닐알코올(polyvinylalcohol), 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택된다
- [41] 본 발명에 있어서, 기판상에 투명전극층과 고분자층을 형성하는 방법 중, 투명전극층을 형성시키는 방법은 일반적으로 화학기상증착법(CVD), 원자층 증착법(atomic layer deposition), 스퍼터링법(sputtering), 레이저어블레이션법(laser ablation), 전기방전법(arc-discharge), 플라즈마증착법, 열화학 기상증착법 및 전자빔 기상증착법으로 구성된 군에서 선택되는 방법으로 수행되고, 고분자층을 형성시키는 방법은 스핀코팅 또는 스프레이 코팅하여 형성시킨다.
- [42] 전술된 바와 같이, 투명전극층 상부에 형성된 고분자층은 나노임프린트용 몰드 등의 리소그래피 공정(도 1a)을 이용하여 패턴화된 고분자 구조체를 형성시킨다(도 1b). 이때 형성된 고분자 구조체의 형상은 투명전극층의 나노구조 패턴 형상을 결정짓기 때문에 다양한 리소그래피 공정으로 상기 고분자 구조체의 형상을 조절하여 다양한 투명전극층의 나노구조 패턴을 용이하게 형성시킬 수 있다.
- [43] 상기 리소그래피 공정으로는 통상적인 리소그래피 공정을 사용할 수 있고, 바람직하게는 나노 임프린트, 소프트 리소그래피, 블록공중합체 리소그래피, 광 리소그래피 및 캐필러리 리소그래피로 구성된 군에서 선택되는 적어도 하나 이상의 방법으로 수행된다.
- [44] 상기 리소그래피 공정으로 패턴화된 고분자 구조체는 투명전극층의 물리적 이온 식각을 통한 이온 붐바드먼트 현상(ion bombardment)을 이용하여 투명전극층으로부터 이탈된 투명전극 형성물질을 외주면에 부착시켜 투명전극 형성물질이 부착된 고분자 복합구조체를 제조하는 것으로(도 1c), 고분자 구조체가 패턴화되어 있지 않은 투명전극 층을 아르곤 기체와 같은 입자를 가속화시켜 저에너지로 물리적 애칭을 통해 투명전극 층으로부터 튕겨져서 이탈된 투명전극 형성 물질을 고분자 구조체 옆면에 흡착시키는 일명 2차 스퍼터링 리소그래피(secondary sputtering lithography; SSL)을 이용하여 투명전극 형성물질이 부착된 고분자 복합구조체를 제조한다.
- [45] 상기 이온 붐바드먼트 현상(ion bombardment)은 아르곤 이온과 같은 이온을

전압차로 가속화시켜 투명전극층에 물리적 충격을 가하면 충격을 받은 투명전극 형성 물질의 입자들은 높은 에너지의 충격으로 인해 결정방향으로 튕겨져 나가게 되는 현상을 일컫는다.

[46] 본 발명에 있어서, 이온 붐바드먼트(ion bombardment) 현상을 발생시키기 위한 2차 스퍼터링 리소그래피(SSL)로는 이온 밀링으로 수행된다. 상기 이온 밀링은 경이온에 고 에너지를 가해주어 이온 붐바드먼트 현상을 수행할 경우에는 결정 방향의 넓은 각 분포를 줄여주어 이탈되어 튕겨져나가는 각도가 작아 패터화된 고분자 구조체 외주면에 투명전극 형성 물질입자의 부착이 어려우므로, 바람직하게는 $10^{-3}\text{mTorr} \sim 10^{-5}\text{mTorr}$ 의 공정압력하에서 아르곤 가스 등의 기체를 이용하여 플라즈마를 형성한 다음, 상기 플라즈마를 $100\text{eV} \sim 5000\text{eV}$ 로 가속화하여 물리적 이온 식각공정을 수행한다.

[47] 만약, 물리적 이온 식각공정에 있어서, 5000eV 를 초과하는 플라즈마로 가속화하여 이온식각을 수행하는 경우 투명전극층으로부터 투명전극 형성 물질이 이탈되어 튕겨져 나가는 각도가 이온을 입사한 방향과 같은 수직으로 튕겨져 고분자 구조체 외주면에 부착되는 양이 적고, 100eV 미만의 플라즈마로 가속화하여 이온 식각을 수행하는 경우에는 투명전극층의 식각 속도가 늦어 작업 효율이 떨어진다는 문제점이 발생된다.

[48] 본 발명에 있어서, 이온 식각에 사용되는 기체는 아르곤, 헬륨, 질소, 수소, 산소 및 이들의 혼합 기체로 구성된 군에서 선택되고, 바람직하게는 아르곤이다.

[49] 전술된 바와 같이 형성된 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합구조체는 건식 또는 습식 식각으로 고분자만을 제거하여 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조한다(도 1d). 상기 건식 또는 습식 식각은 고분자만을 제거할 수 있는 통상적인 식각 방법으로 수행된다.

[50] 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법은 물리적 이온식각을 통한 이온 붐바드먼트 현상을 이용하여 전극을 직접 패터함으로써 간단한 공정과 저렴한 비용으로 대면적으로 높은 중형비와 균일성을 가지는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조할 수 있고, 고분자 구조체의 패턴을 조절함으로써 다양한 나노구조 패턴의 제조가 용이한 동시에 대면적으로 패턴두께가 15nm 이하인 균일한 나노구조 패턴을 투명전극상에 형성할 수 있다.

[51] 본 발명은 다른 관점에서, 상기 방법에 의해 제조되고, 표면에 나노구조 패턴이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 투명전극에 관한 것으로, 상기 나노구조 패턴은 패턴두께가 $10\text{nm} \sim 20\text{nm}$ 이고, 높이가 $50\text{nm} \sim 200\text{nm}$ 이며, 중형비가 20 이하인 액정표시소자의 투명전극에 관한 것이다.

[52] 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극은 $15\text{nm} \sim 25\text{nm}$ 범위의 작은 두께의 투명전극층을 이온 식각하여 나노구조의 패턴두께가 $10\text{nm} \sim 20\text{nm}$ 이고, 높이가 $50\text{nm} \sim 200\text{nm}$ 이며, 중형비가 20 이하인 나노구조 패턴을 균일하게 투명전극 상에 형성시킬 수 있어, 전도도와 투명도의 변화 없이 액정분자를 소정의 방향으로 배향시킬 수 있을 뿐만 아니라, 패턴의 방향과 모양을 조절할

수 있어 미래 디스플레이가 요구하는 복잡한 모드에 능동적으로 대처할 수 있다.

- [53] 본 발명은 또 다른 관점에서, 서로 대향하고 있는 상부 기관 및 하부 기관; 상기 상부기관 및 하부 기관상에 각각 형성된 투명전극; 및 상기 투명전극들 사이에 형성된 액정층을 포함하며, 상기 투명전극은 상기 나노구조 패턴이 형성된 투명전극인 것을 특징으로 하는 액정표시소자에 관한 것이다.
- [54] 본 발명에 따른 액정표시소자는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극이 구비된 상/하부기관을 통상적인 방법으로 합착시킨 다음, 실(seal)제로 형성된 공간에 액정을 주입하여 액정층을 형성하고, 상/하부 기관에 편광필름을 부착하여 액정표시소자를 제조한다.
- [55] 상기와 같이 제조된 액정표시소자는 액정표시소자의 투명전극에 전기장을 인가하면 전기장방향으로 액정분자가 배열되어 전기장의 인가전과는 반대로 빛을 차단하거나 통과시키게 되어 전기장에 의해 빛의 통과가 스위치되는 액정표시소자로 동작시킨다.
- [56] 그러므로, 본 발명에 따른 액정표시소자는 상부 기관과 하부 기관이 평행하게 조립된 경우에는 액정 분자들이 평행하게 정렬되어 배향되고(도 1의 e-1), 상부 기관과 하부 기관이 서로 수직하게 정렬된 경우에는 액정 분자들이 나선형으로 꼬인구조(twisted nematic)상으로 배향된다(도 1의 e-2).
- [57] 본 발명에 따른 액정표시소자는 고분자 배향막이 없으므로 셀의 투명도가 높고, 기존 전극 패턴과 달리 고 분해능과 고 종횡비를 가지는 패턴이 형성되어 있어 액정 배향 질을 향상시킬 뿐만 아니라, 패턴의 방향과 모양을 조절하여 액정의 방향을 정밀하게 조절할 수 있고, 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극과 전도성이 유사하여 차세대 디스플레이 산업이 요구하는 복잡한 모드에도 적용할 수 있다.
- [58] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

[59]

[60] 실시예 1: 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법

[61]

[62] 1-1: 고분자 구조체 형성

[63] 인듐틴옥사이드가 180nm의 두께로 형성되어 있고, 면저항이 10 Ω 이며, 550nm 파장에서 96%의 투과도를 가지는 기관(Dasom RMS Inc.)을 IPA(isopropyl alcohol)에서 초음파 세척한 다음, 질소가스에서 건조시켜 불순물을 제거하였다. 이와 같이, 불순물이 제거된 인듐틴옥사이드 기관에 폴리스타일렌(6wt%)/톨루엔 혼합물을 스핀코팅한 다음, 톨루엔을 증발시켜 180nm 두께의 폴리스타일렌 층을 형성하였다. 상기 형성된 폴리스타일렌 층을

너비와 간격이 500nm이고, 5mm×5mm 면적을 가지는 선 형상의 PDMS(polydimethylsiloxane) 나노 임프린트용 몰드를 이용하여 135°C에서 모세관 힘(capillary force)을 이용하여 1시간 동안 진공상태에서 500nm 선폭과 250nm 두께를 가지고, 나노구조의 간격이 500nm인 선 모양의 나노구조 패턴을 형성시킨 다음, 상기 나노임프린트용 몰드를 떼어내고 식혀 패턴화된 폴리스타일렌 구조체를 인듐틴옥사이드 기판상에 형성하였다. 이렇게 형성된 폴리스타일렌 구조체 이외의 폴리스타일렌 층은 20mTorr의 공정 압력하에서 산소와 테트라플루오로메탄(tetrafluoromethane)을 40:60으로 주입한 반응성 이온식각을 통하여 제거시킨 다음, 인듐틴옥사이드 기판상에 500nm 선폭과 150nm 두께를 가지는 선 모양 패턴이고, 간격이 500nm인 폴리스타일렌 구조체를 형성시켰다.

[64]

[65] 1-2: 투명전극 형성 물질 입자가 부착된 고분자 복합구조체 형성

[66] 실시예 1-1의 패턴화된 폴리스타일렌 구조체가 형성된 인듐틴옥사이드 기판에 이온밀링장치(ion milling system, VTS사, 한국)를 이용하여 0.4mTorr 압력하에서 아르곤 기체를 이용하여 플라즈마를 형성하여 500eV로 이온 식각하여 폴리스타일렌 구조체 외주면에 인듐틴옥사이드 입자가 부착된 인듐틴옥사이드-폴리스타일렌 복합구조체를 형성하였다.

[67]

[68] 1-3: 나노구조패턴이 형성된 투명전극 제조

[69] 상기 실시예 1-2에서 제조된 인듐틴옥사이드-폴리스타일렌 복합구조체를 100 sccm의 산소분위기하에서 반응성 이온 식각(reactive ion etching)한 다음, 디클로로메세인 용액에 넣고 소니케이션하여 폴리스타일렌을 구조체에서 제거시켜 나노구조 패턴이 형성된 인듐틴옥사이드 기판을 제조하였다.

[70]

이와 같이 제조된 인듐틴옥사이드의 나노구조 패턴을 주사전자 현미경을 통하여 측정한 결과, 도 2a 및 도 2b에 나타난 바와 같이 인듐틴옥사이드의 규칙적인 패턴이 대면적으로 제조된 것을 확인할 수 있었고, 도 2c에서 나타난 바와 같이 제조된 인듐틴옥사이드의 나노구조 패턴의 간격은 500nm로 PDMS 몰드 간격과 일치하였으며, 두께는 20nm미만인 것으로 나타남에 따라 초고분해능과 높은 중형비를 갖는 나노구조 패턴이 인듐틴옥사이드 기판에 형성됨을 알 수 있었다. 또한, 인듐틴옥사이드의 패턴 형성시에 폴리스타일렌 구조체 패턴이 형성되어 있던 부분과 형성되어 있지 않았던 부분 사이에는 20nm 정도의 두께가 차이가 나는데 이는 이온 식각시에 폴리스타일렌 구조체가 형성된 부분에는 인듐틴옥사이드가 부착되지 않아 20nm 정도의 두께 차이가 나는 것을 알 수 있었다(도 2d).

[71]

또한, 에너지 분산형 X선 분석기(Energy dispersive X-ray; EDX, FEI, Sirion)를 통하여 인듐틴옥사이드의 나노구조 패턴의 성분을 분석한 결과, 인듐틴옥사이드의 나노구조 패턴에는 인듐, 주석 및 산소 외에는 어떤 물질도

존재하지 않는 것으로 나타나, 투명전극 형성 물질로만 나노구조 패턴이 형성됨을 알 수 있었고(도 2e), 원자현미경(AFM, Park System, XE-100)을 통하여 인듐틴옥사이드의 나노구조 패턴의 형태를 측정한 결과, 두께가 20nm이고, 높이가 135nm이며, 종횡비가 6.7을 가지는 인듐틴옥사이드 패턴이 형성되었음을 알 수 있었다(도 2f).

[72]

[73] 실시예 2: 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법

[74]

[75] 실시예 1의 제조방법으로 제조하되, 너비와 간격이 500nm이고, 5mm×5mm 면적을 가지는 선 형상의 PDMS(polydimethylsiloxane) 나노임프린트용 몰드를 이용하여 높이가 98nm이고, 간격이 500nm인 나노구조 패턴이 형성된 투명전극(도 3a 및 도 3b)과 높이가 125nm이고, 간격이 500nm인 나노구조 패턴이 형성된 투명전극(도 3c 및 도 3d)을 제조하였다.

[76]

[77] 실시예 3: 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 구비한 셀 제조

[78]

[79] 실시예 1 및 2에서 제조된 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판 두 개를 각각 상부기판과 하부기판으로 사용하여 상기 기판들의 정렬방식에 따라 ECB(electrically controlled birefringence)모드와 TN(twisted nematic)모드로 준비하였고, 상/하부 기판의 간격은 자외선 경화용 고분자(NOA63, Norland Optical Adhesive 63)에 분산되어 있는 2 μ m의 지름 크기를 갖는 microbead를 이용하여 유지시킨 다음, 상온과 대기압에서 자외선 530nm에 노출시켜 경화시켰다. 이렇게 준비된 셀 내부로 액정(5CB; 4-cyano-4'-pentylbiphenyl)을 삼투압 현상을 이용하여 주입하여 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조하였다.

[80]

[81] 실험예 1: 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 전도도 측정

[82]

[83] 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판과 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판과 전도도를 비교하기 위해 실시예 1에서 제조된 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판과 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판의 양단 각각에 금 전극을 증착시켜 양쪽 전극에서의 전도도를 프로브 스테이션(4200-SCS Keithley)을 통하여 측정하였다.

[84]

그 결과, 도 4에 나타난 바와 같이, 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판(ITO pattern)의 전압에 대한 전류값은 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판(ITO)과 미세한 차이가 있을 뿐 거의 유사한 것을 알 수 있었다. 또한, 보다 정확한 전기 전도도를 측정하기 위해 5개의 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판(ITO)과 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판(ITO

pattern)의 전기 전도도를 측정하여 전기 전도도를 하기 수학식 1로 계산한 결과, 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판(ITO)의 평균 전기 전도도는 91,210s/m이고, 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판(ITO pattern)의 평균 전기 전도도는 87,410s/m인 것으로 나타나 전기 전도도 역시 미세 차이만 있을 뿐 유사한 것으로 나타났다. 또한, 면저항 측정결과 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판(ITO)은 8.23ohm/sq로 측정되었고, 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판(ITO pattern)은 9.06ohm/sq으로 측정되어 135nm의 나노구조 패턴 형성 후에도 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판(ITO pattern)은 10% 정도의 전도도 감소만이 나타나, 전기적으로도 손상이 없는 고품질의 투명전극 기판을 대면적으로 패턴화시킬 수 있음을 알 수 있었다.

[85]

[86] 수학식 1

$$\text{전기 전도도} = G \left(\frac{l}{tw} \right)$$

[87]

[88] 여기서, G는 전압-전류 커브의 기울기이고, l은 두 전극 사이의 거리이며, t는 두께이고, W는 전극의 폭이다.

[89]

[90] 실험에 2: 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 광투과도 측정

[91]

[92] 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판과 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판과 광투과도를 비교측정하기 위해 실시예 1에서 제조된 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판과 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판을 UV/Vis/NIR spectrum(Jasco, V-570)을 사용하여 광투과도를 측정하였다.

[93]

그 결과, 도 5에 나타난 바와 같이, 실시예 1에서 제조된 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기판(ITO pattern)은 나노구조 패턴이 형성되어 있지 않은 투명전극 기판(ITO)과 동일하게 550nm 파장대에서 96%의 광투과도를 보이는 것으로 나타나, 광학적으로도 손상이 없는 고품질의 투명전극 기판을 대면적으로 패턴화시킬 수 있음을 알 수 있었다.

[94]

[95] 실험에 3: 셀 모드에 따른 액정 배향성 측정

[96]

[97] 실시예 3에서 제조된 셀들을 회전 가능한 스테이지가 장착된

편광현미경(POM; Nikon, LV-100POL)을 통하여 액정 배향성을 측정하였다. 먼저

실시에 3의 나노구조 패턴의 높이가 98nm인 투명전극을 구비한 ECB 모드(두 기판이 서로 평하게 조립)의 셀을 편광현미경으로 측정한 결과, 도 6a에 나타난 바와 같이 나노구조 패턴 부분(중앙 사각형 부분)과 패턴되지 않은 부분을 살펴보면, 액정의 광학적인 모양이 명확히 구분되는 것을 알 수 있었고, 투명전극 라인의 방향(빨간 화살표)이 두 개의 편광판(A 또는 P) 중에 하나와 평행하게 될 때 투명전극의 패턴된 부분에서는 액정들이 검정색 텍스처로 나타나 액정들이 한 방향으로 정렬됨을 알 수 있었다. 또한, 수직교차된 편광판들 사이에서 상기 셀을 45° 돌리면 액정들은 검정색 대신 밝은 색 즉 최대 강도를 나타내었다(도 6b). 이는 셀이 회전함에 따라 액정들 또한 투명전극 라인들을 따라서 대면적으로 균일하게 정렬된다는 것을 알 수 있었다. 또한, 실시예 3의 나노구조 패턴의 높이가 125nm인 투명전극을 구비한 TN 모드(두 기판이 서로 수직교차)의 셀을 편광현미경으로 측정한 결과, 도 6c에 나타난 바와 같이, TN 모드(두 기판이 서로 수직교차) 셀의 경우 수직 교차된 편광판 사이에서 ECB 모드와 달리 액정이 패턴된 부분에서 밝은 흰색으로 나타나 액정분자들이 나선형처럼 꼬인 형태로 배향되는 것을 알 수 있었다. 따라서, 전술된 내용에서 알 수 있듯이 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극은 액정을 원하는 방향으로 배향하는데 매우 효과적임을 알 수 있다.

[98] 한편, 실제 전기광학 소자에 응용되기 위해서는 빛에 대한 차폐역할을 수행하여야 한다. 이에 실시예 3의 나노구조 패턴의 높이가 125nm인 투명전극을 구비한 TN 모드(두 기판이 서로 수직교차)의 셀을 사용하여 실제 전기 광학 특성을 측정하였다. 그 결과, 도 6d에 나타난 바와 같이, 인가 전압의 세기가 점점 강하면 셀의 광투과도가 점점 낮아지는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 액정분자들이 전기장의 방향에 따라 정렬하기 시작하면서 더 이상 꼬임 구조를 유지하지 않고 수직(homeotropic)으로 정렬되기 때문인 것으로 나타났다.

[99] 또한, 상부기판과 하부기판 사이의 간격을 2 μm 에서 100 μm (도 7a, b)로 넓혔을 경우에도 액정의 배향이 가능하다는 것을 측정하였다. 도 7a는 100 μm 의 두께를 가지는 액정층이 패턴된 부분에서만 선택적으로 배향(검정색)이 되는 편광현미경 사진이고, 도 7b는 도 7a의 셀을 45° 회전시킨 경우의 편광 현미경 사진으로, 도 7b에서는 도 7a에서 나타난 패턴된 부분의 색깔이 검정색에서 하얀색으로 바뀔 수 있었다. 따라서, 도 7로부터 투명전극 패턴의 액정에 대한 높은 앵커링(anchoring) 에너지 때문에 셀 두께가 두꺼워지더라도 액정을 배향할 수 있음을 알 수 있었다.

[100]

[101] 실험예 4: 나노구조 패턴 간격에 따른 액정 배향성 측정

[102]

[103] Berreman 이론에 의하면 액정분자와 라인 패턴들과의 앵커링 에너지(anchoring energy)는 하기 수학식 2로 표현됨에 따라 나노구조 패턴 조절에 의해 앵커링 에너지를 조절할 수 있다. 이에, 나노구조 패턴의 간격을 각각 200nm, 500nm 및

1000nm로 고정하고 다양한 높이를 가지는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 기관(도 8)을 제조하고, 상기 제조된 투명전극 기관을 ECB 모드 셀로 조립한 다음, 편광현미경을 액정 배향성을 거시적으로 측정하였다(도 9, 도 10, 도 11). 먼저, 각각의 간격에 대해 투명전극 나노구조 패턴의 높이 변화에 따른 앵커링 에너지 변화를 측정하였다.

[104]

[105] 수학식 2

$$W=2\pi^3KA^2/\lambda^3$$

[106]

[107] (여기서, A는 패턴 높이이고, λ 는 패턴 간의 간격이며, K는 Frank elastic constant[5CB의 경우 $K_{5CB}=2\times 10^{-12}$ 임])

[108] 그 결과, 도 12에 나타난 바와 같이 패턴들 간의 간격이 좁을수록, 패턴의 높이가 높을수록 더 높은 앵커링 에너지를 가지는 Berreman 이론에 일치되는 것으로 나타났고, 최대 앵커링 에너지는 155nm의 높이와 200nm 간격을 가지는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 셀로부터 측정되었으며, 그 값은 $3.96\times 10^{-4}\text{Nm}^{-1}$ 이다. 또한, 최소 에너지는 25nm의 높이와 1,000nm 간격을 가지는 나노구조 패턴이 형성된 투명전극 셀로부터 측정되었고, 그 값은 $7.75\times 10^{-8}\text{Nm}^{-1}$ 이다. 참고적으로 일반적인 러빙법을 이용한 셀의 앵커링 에너지가 10내지 10^{-5}Nm^{-1} 인 점(*Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 165: 265, 1988; *Nanotechnology*, 13: 133, 2002)을 감안할 때, 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극이 충분히 러빙법을 대체할 수 있다는 것을 의미한다.

[109] 또한, 1000nm 패턴 간격을 제외한 200nm와 500nm 간격을 가지는 셀의 경우 높이에 상관없이 모두 액정이 잘 배향되는 것으로 나타났고, 1000nm 패턴 간격을 가지는 셀의 경우 74nm의 높이 이상을 가지는 투명전극 기관에서는 액정들이 잘 배향되었으나, 52nm의 높이 이하부터는 액정 배향성이 떨어지는 것으로 나타났다.

[110] 따라서, 본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극은 범용적인 전극물질을 사용하여 고 분해능과 고 종횡비를 가지는 나노구조 패턴을 대면적에 형성하여 직접적인 이방성을 부여함에 따라 고분자 배향막 없이 액정을 소정의 방향으로 배향 조절이 가능하고, 고 종횡비 패턴임에도 불구하고 높은 전도도와 투명도를 유지하여 배향막과 전극의 기능을 동시에 수행할 수 있음을 알 수 있었다.

[111] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의

지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

[112]

산업상 이용가능성

[113]

본 발명에 따른 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법은 물리적 이온 식각을 통한 이온 붐바드먼트 현상을 적용하여 제조됨으로써 간단한 공정과 저렴한 비용으로 높은 다양한 중횡비와 균일성을 가지는 액정의 프리틸트가 형성된 투명전극을 제조할 수 있고, 투명전극으로 직접 액정을 배향시킴으로써 광 투과성이 높을 뿐만 아니라, 저항값 또한 낮아 액정 배향 특성 및 안정성을 향상시켜 제품 성능을 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 투명전극이 형성된 두 개의 기관의 배열로 액정의 배향을 원하는 방향으로 정밀하게 조절할 수 있어 다양한 디스플레이 소자에 응용할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 다음 단계를 포함하는, 나노구조 패턴이 형성된 투명전극의 제조방법:
 (a) 기판상에 투명전극 형성 물질을 증착시켜 투명전극층을 형성하는 단계;
 (b) 상기 투명전극층상에 고분자 물질을 도포하여 고분자층을 형성하는 단계;
 (c) 상기 고분자층에 리소그래피 공정을 수행하여 패턴화된 고분자 구조체를 형성하는 단계;
 (d) 상기 투명전극층을 이온 식각하여 상기 고분자 구조체 외주면에 이온식각된 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합구조체를 형성하는 단계; 및
 (e) 상기 투명전극 형성 물질이 부착된 고분자 복합구조체의 고분자 물질을 제거하여 나노구조 패턴이 형성된 투명전극을 제조하는 단계.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 투명전극 형성 물질은 인듐틴옥사이드(indium tin oxide; ITO), 불소첨가 틴옥사이드(fluorinated tin oxides, FTO), 알루미늄징크옥사이드(aluminium zinc oxides, AZO), 틴옥사이드(SnO), 징크옥사이드(ZnO) 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 기판은 실리콘, 석영, 유리, 고분자, 금속, 금속 산화물, 비금속 산화물 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 고분자 물질은 폴리스타일렌, 키토산, 폴리메틸메타아크릴레이트, 폴리비닐알코올 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 (c) 단계의 리소그래피 공정은 나노임프린트, 소프트리소그래피, 광리소그래피, 블록공중합체 리소그래피 및 캐필러리 리소그래피로 구성된 군에서 선택되는 적어도 하나 이상의 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 (d) 단계의 이온 식각은 이온밀링으로 수행되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 이온밀링은 10^{-3} Torr ~ 10^{-5} Torr이 공정 압력하에서 기체를 이용하여 플라즈마를 형성한 다음, 상기

플라즈마를 100eV ~ 5000eV로 가속화하여 수행되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.

[청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 기체는 아르곤, 헬륨, 질소, 산소 및 이들의 혼합기체로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.

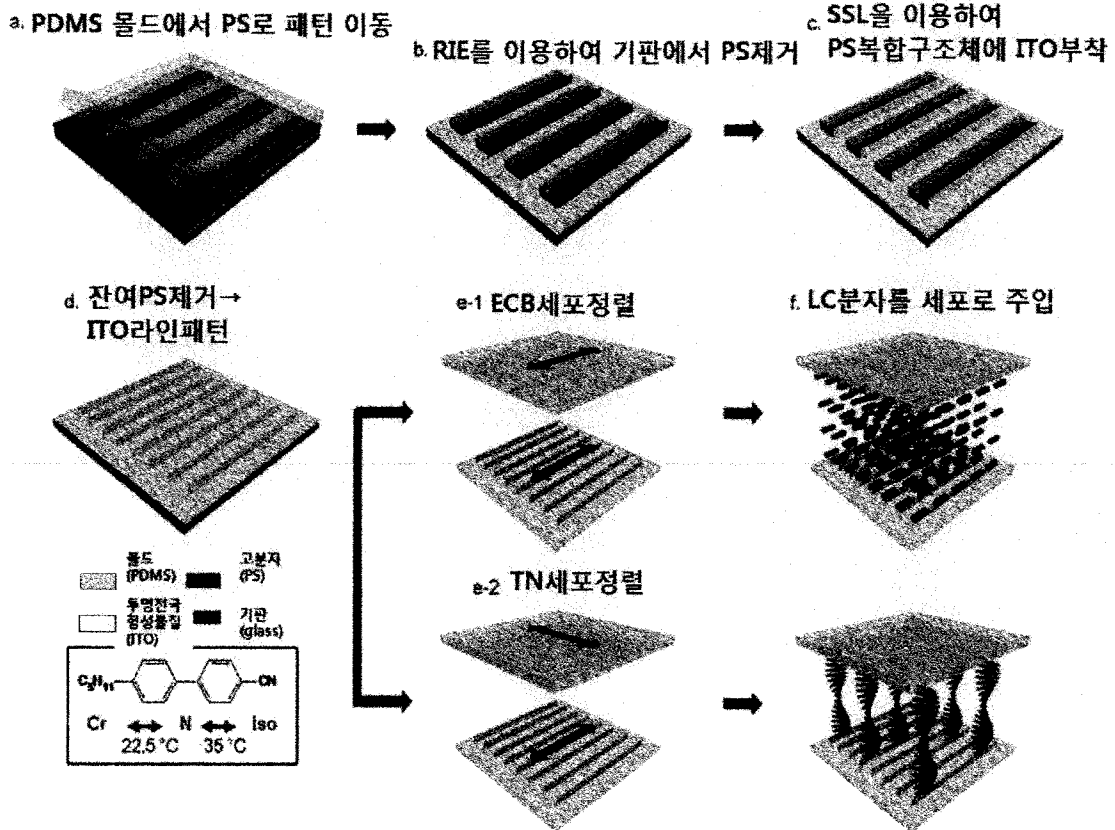
[청구항 9] 제1항에 있어서, 상기 (e) 단계의 고분자 물질 제거는 건식식각 또는 습식식각을 통해 제거하는 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.

[청구항 10] 제1항에 있어서, 상기 투명전극의 나노구조 패턴은 두께가 15nm ~ 25nm 이고, 높이가 50nm ~ 200nm 이며, 종횡비가 20 이하인 것을 특징으로 하는 투명전극의 제조방법.

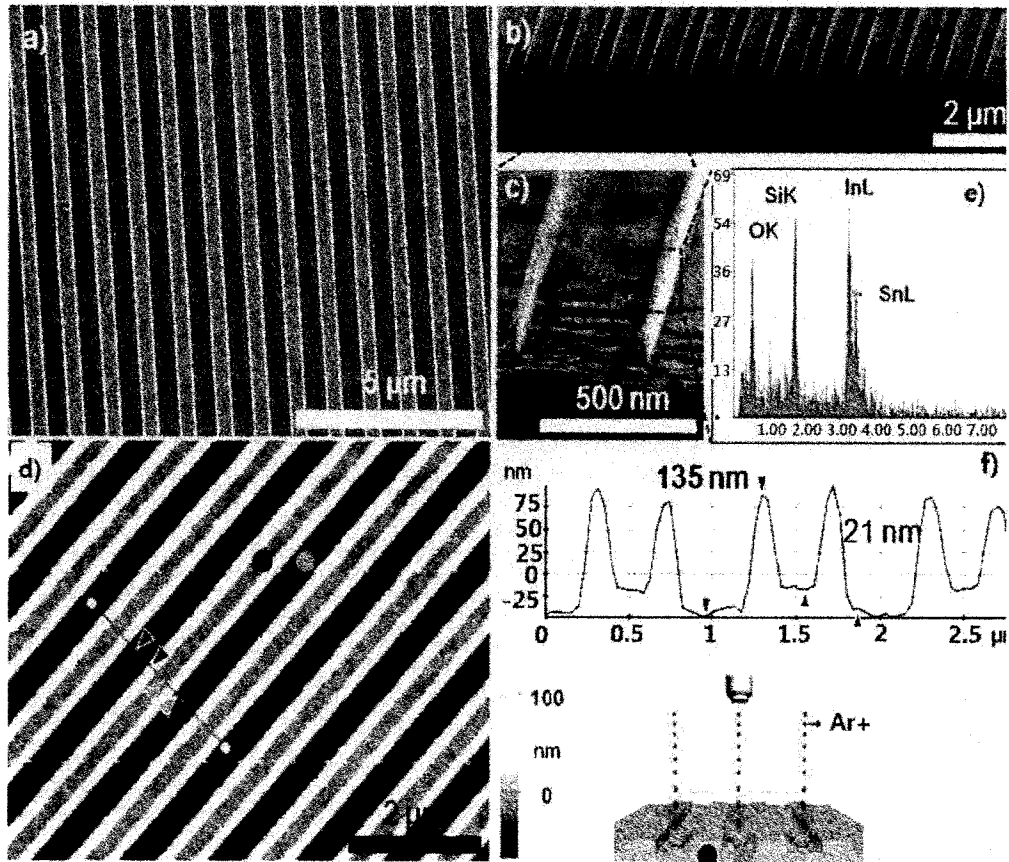
[청구항 11] 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 방법에 의해 제조되고, 두께가 15nm ~ 25nm 이고, 높이가 50nm ~ 200nm 이며, 종횡비가 20 이하인 나노구조 패턴이 표면에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 투명전극.

[청구항 12] 서로 대향하고 있는 상부 기관 및 하부 기관; 상기 상부기관 및 하부 기관상에 각각 형성된 투명전극; 및 상기 투명전극들 사이에 형성된 액정층을 포함하며, 상기 투명전극은 제11항의 나노구조 패턴이 형성된 투명전극인 것을 특징으로 하는 액정표시소자.

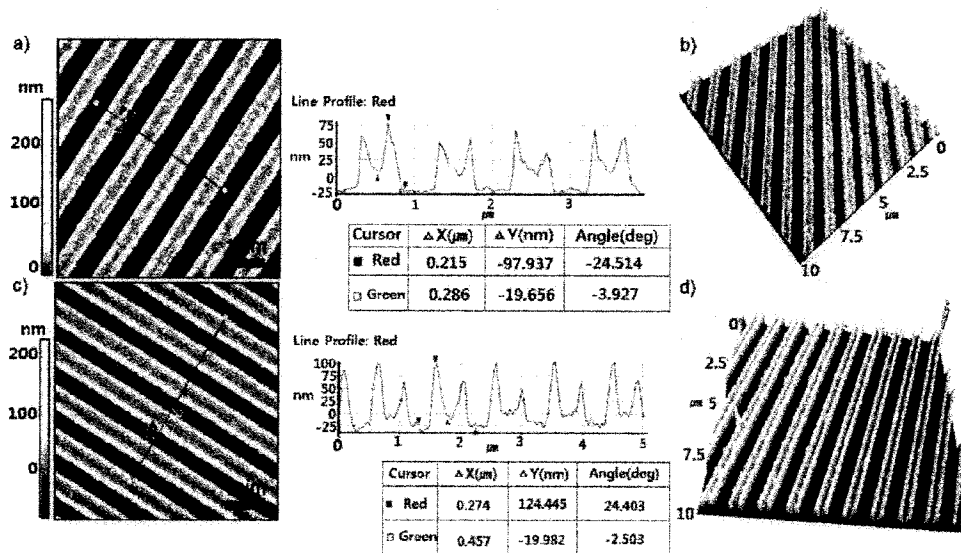
[Fig. 1]



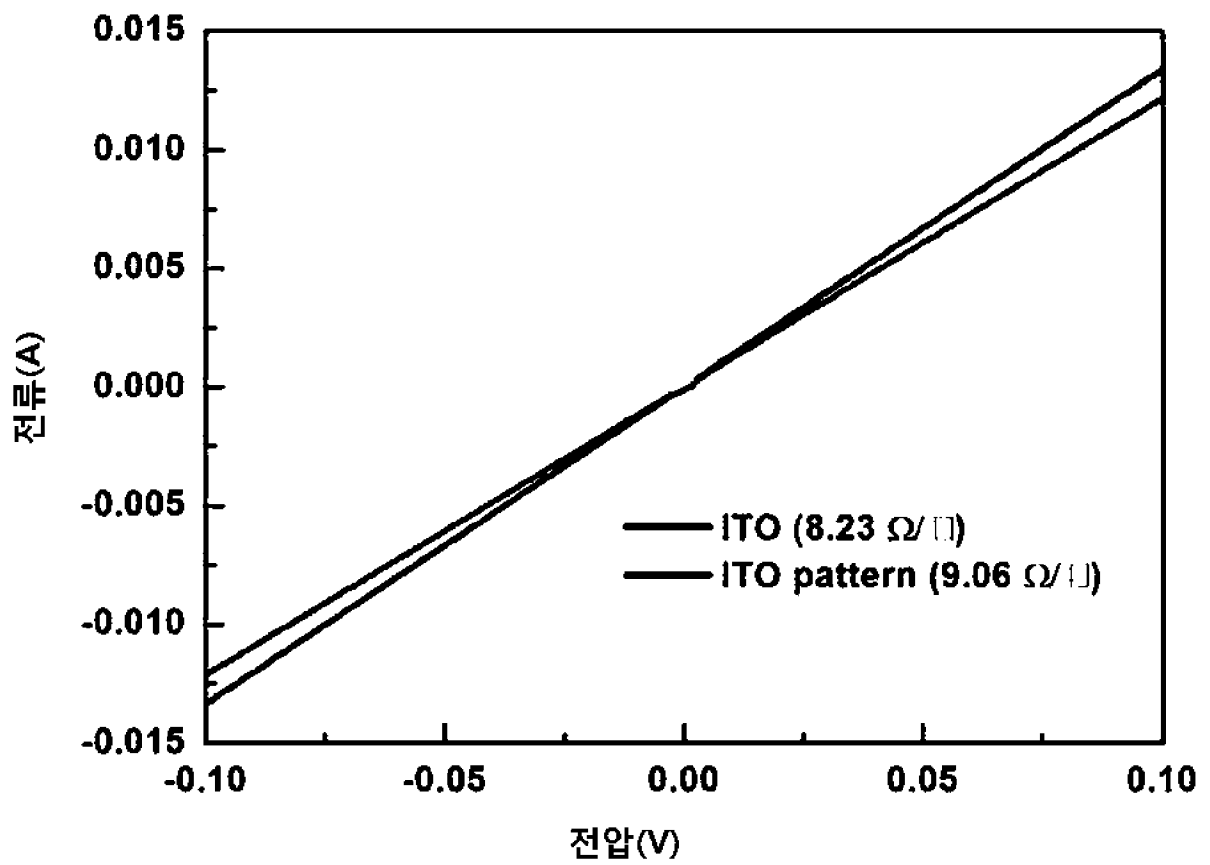
[Fig. 2]



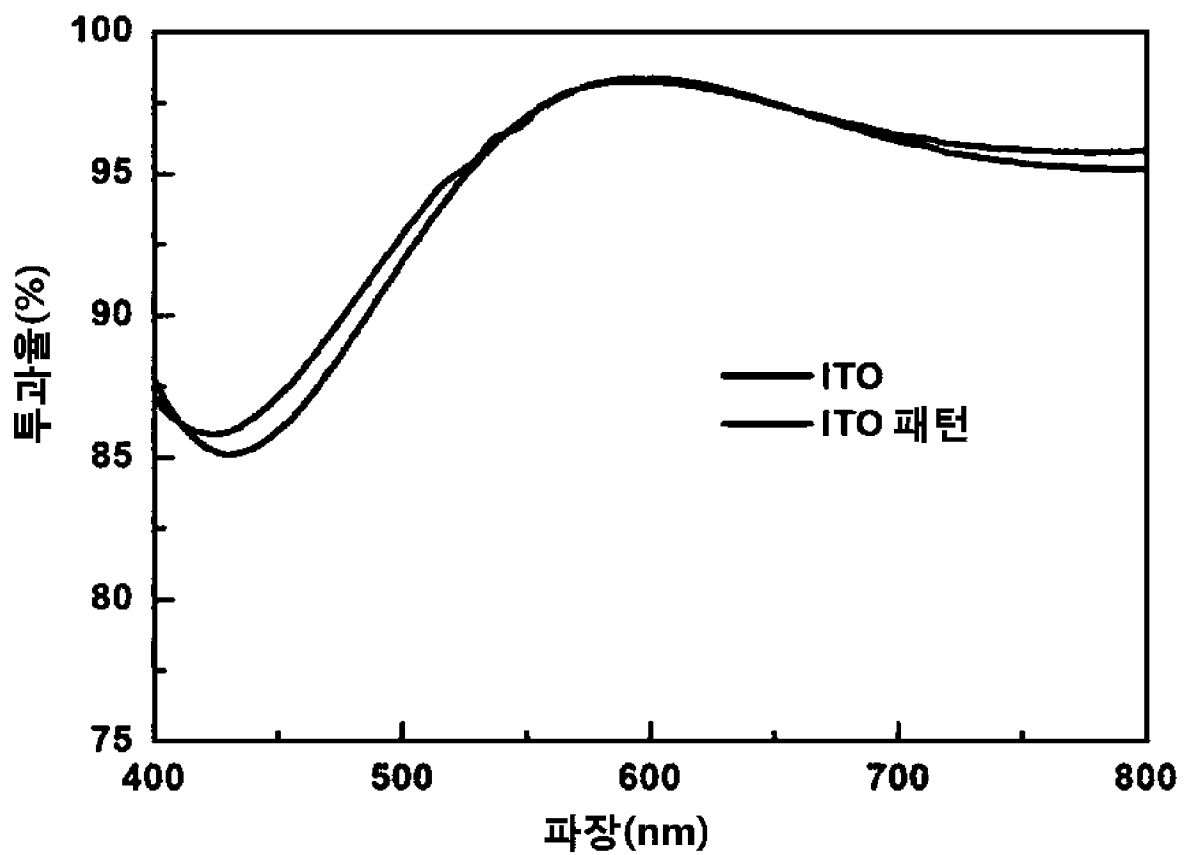
[Fig. 3]



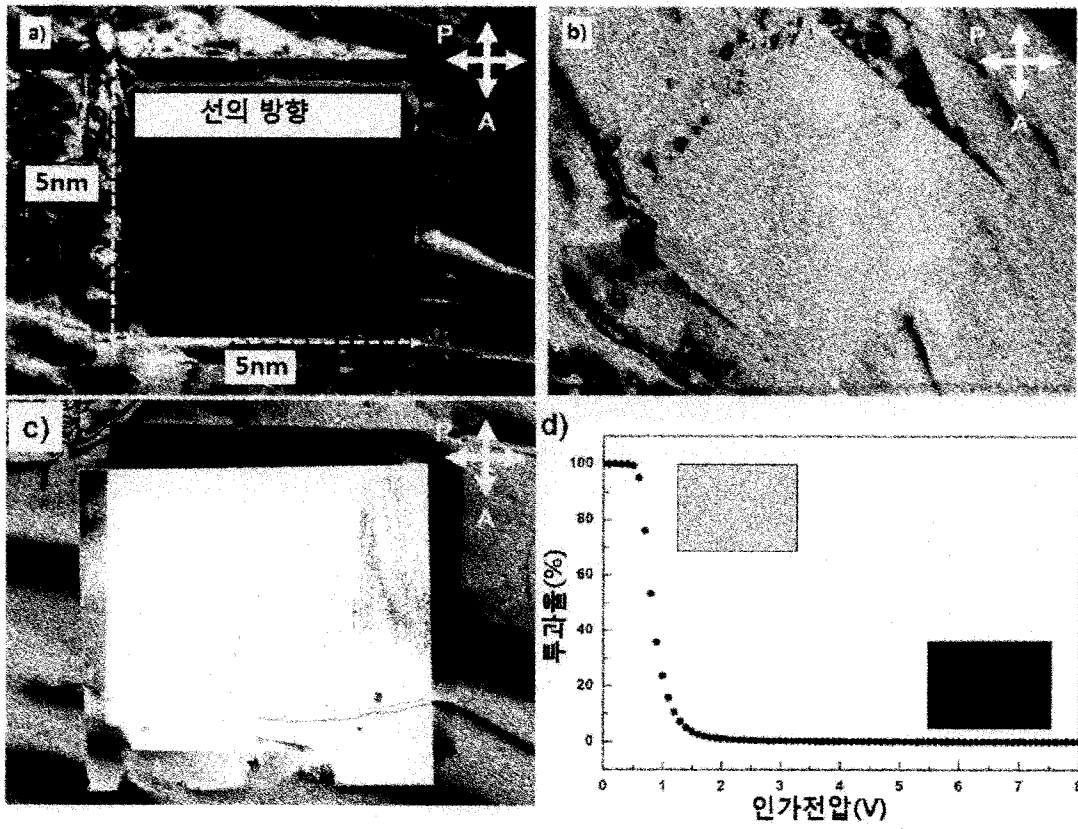
[Fig. 4]



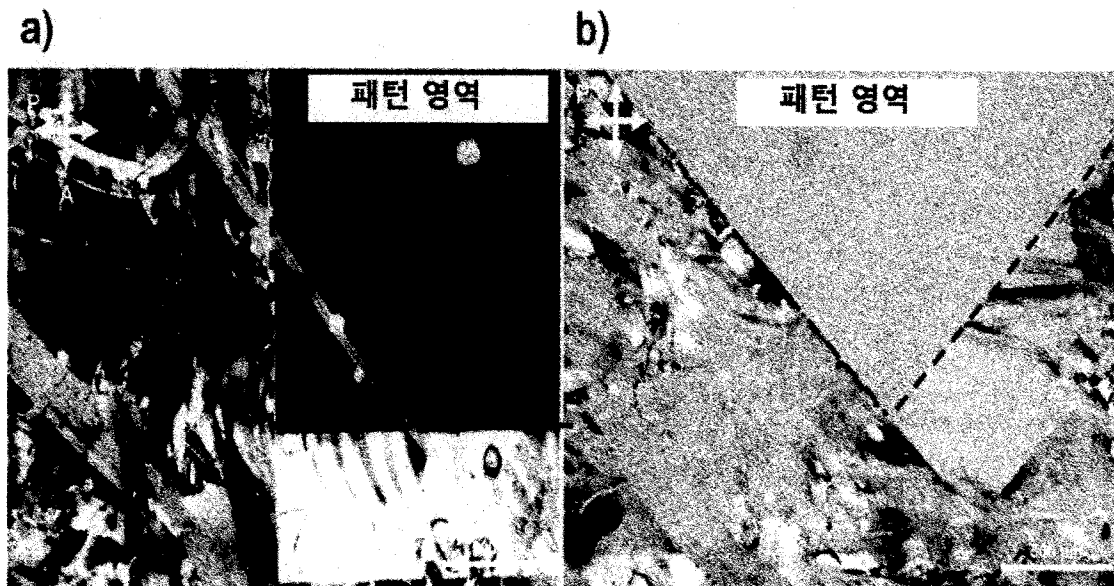
[Fig. 5]



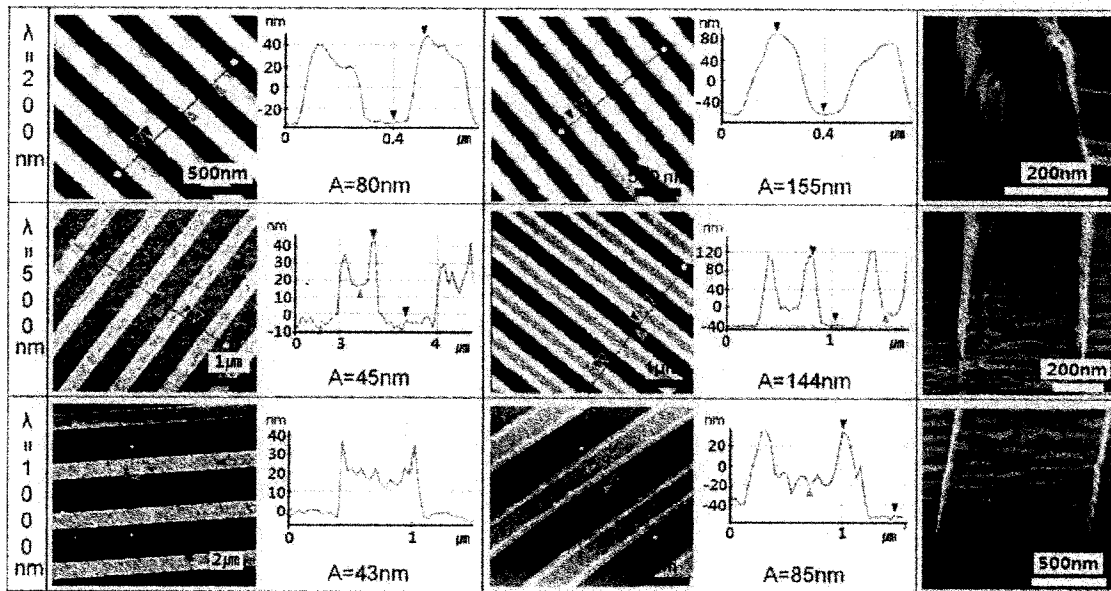
[Fig. 6]



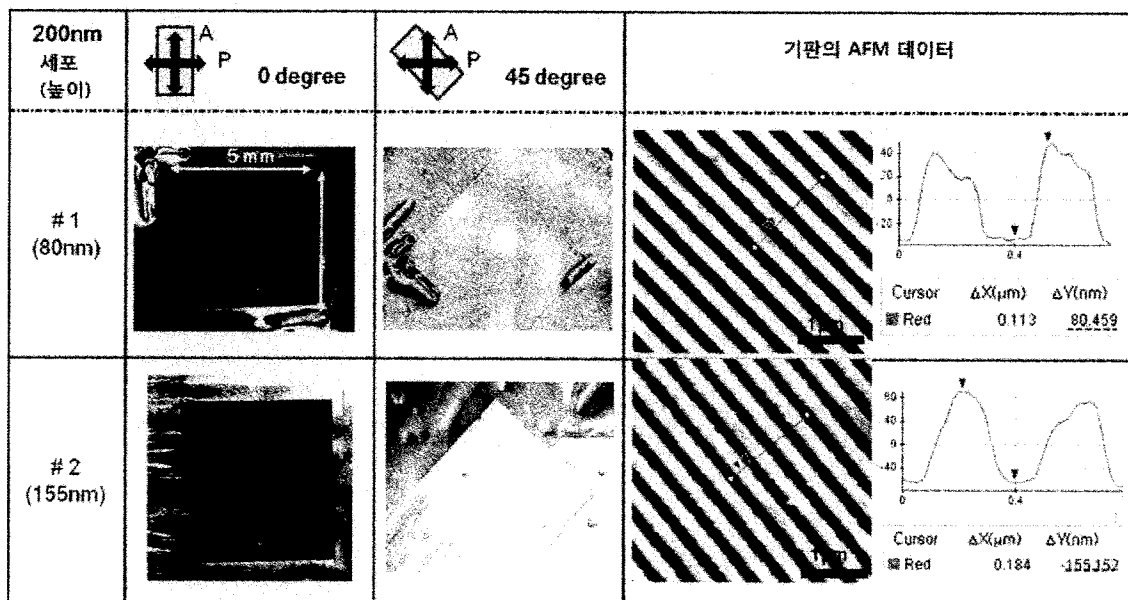
[Fig. 7]



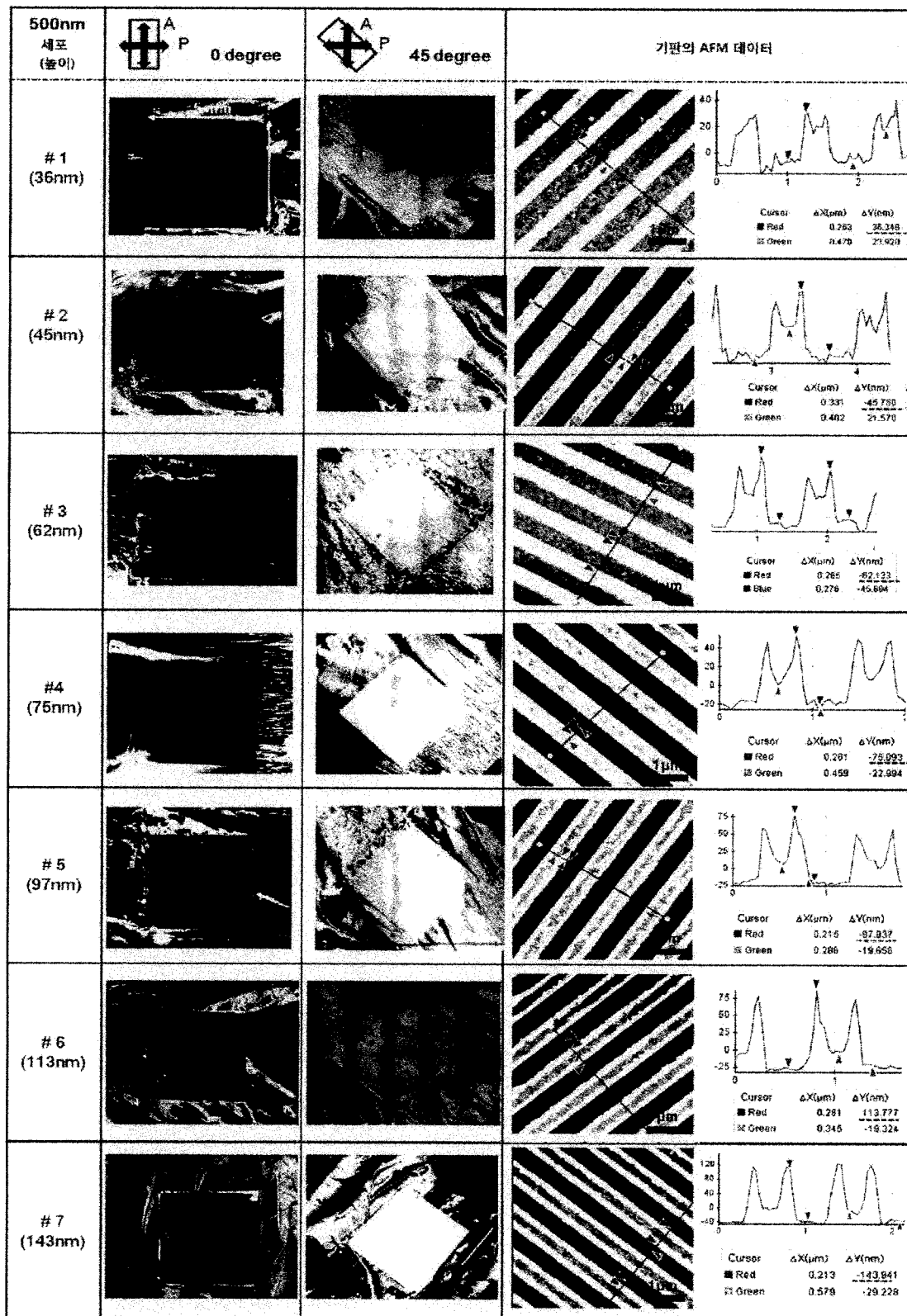
[Fig. 8]



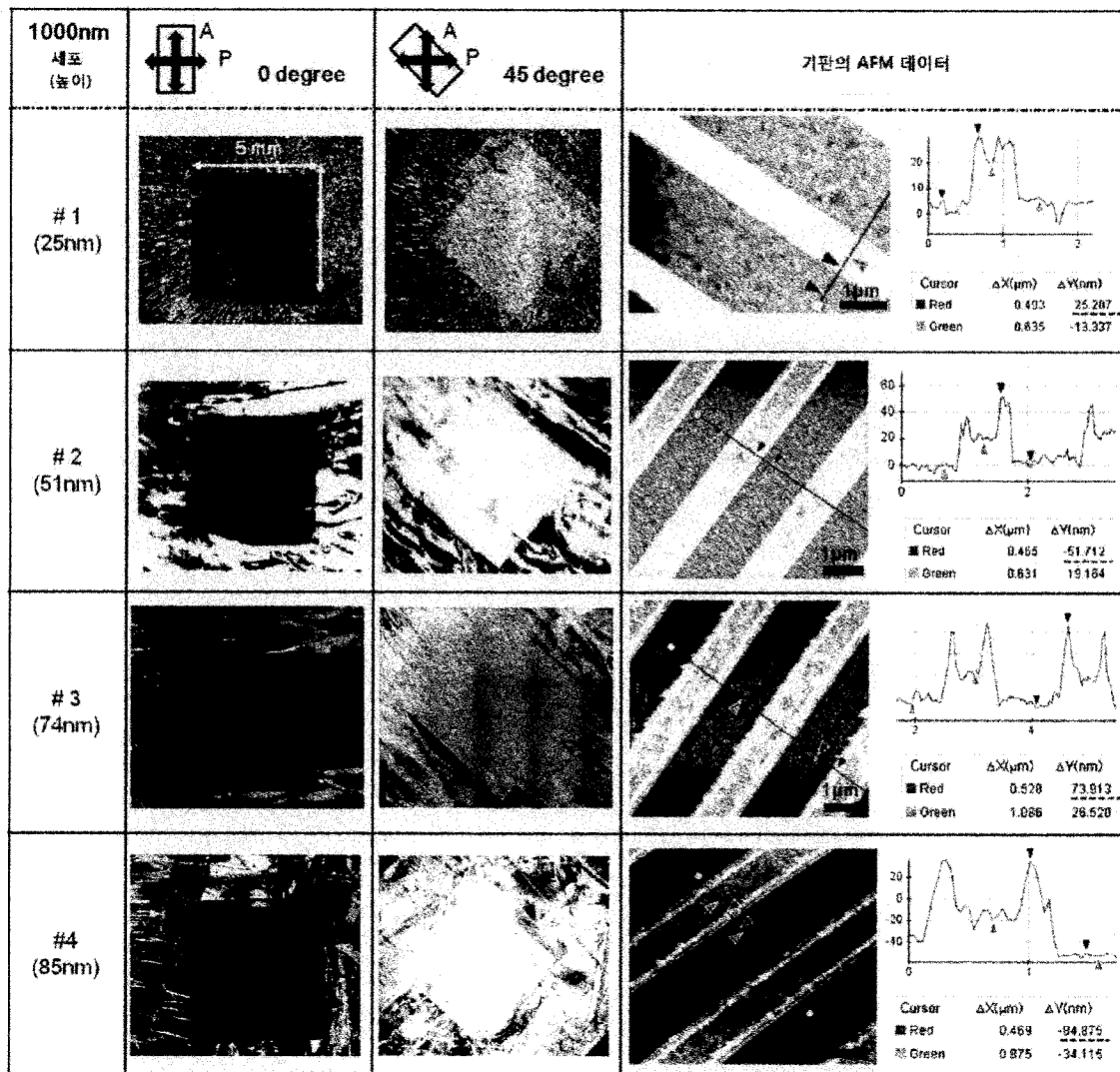
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]

