



<연구논문>

한국표면공학회지
J. Kor. Inst. Surf. Eng.
Vol. 44, No. 4, 2011.

<http://dx.doi.org/10.5695/JKISE.2011.44.4.165>

미세 전극 패턴을 갖는 알루미나 정전척을 이용한 LED용 사파이어 기판 흡착 연구

김형주^a, 신용건^a, 안호갑^b, 김동원^{a*}

^a경기대학교 신소재공학과, ^b이지스코(주)

A Study on the Holding of LED Sapphire Substrate Using Alumina Electrostatic Chuck with Fine Electrode Pattern

Hyung-Ju Kim^a, Yong-Gun Shin^a, Ho-Kap Ahn^b, Dong-Won Kim^{a*}

^aDepartment of Advanced Materials Engineering, Kyonggi University, Gyeonggi-do 443-760, Korea

^bAegisco Co. Ltd., Gyeonggi-do 445-966, Korea

(Received August 19, 2011; revised August 29, 2011; accepted August 30, 2011)

Abstract

In this work, handling of sapphire substrate for LED by using an electrostatic chuck was studied. The electrostatic chuck consisted of alumina dielectric, which was doped with 1.2 wt% TiO₂. As the volume resistivity of alumina dielectric was decreased, the electrostatic force was increased by Johnsen-Rahbek effect. The narrower width and gap size of electrode led to the stronger electrostatic force. When alumina dielectric with $3.20 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ resistivity and 3 mm width/1.5 mm gap sized electrode was used, the strongest electrostatic force in this work was obtained, which value reached to $\sim 14.46 \text{ gf/cm}^2$ at 2.5 kV for 4-inch sapphire substrate. This results show that alumina electrostatic chuck with low resistivity and fine electrode pattern is suitable for handling of sapphire substrate for LED.

Keywords: Electrostatic chuck, Electrostatic force, Dielectric, Sapphire substrate, Volume resistivity, Electrode pattern

1. 서 론

정전기력을 이용하여 기판을 흡착하는 기술은 반도체 산업에서 플라즈마 식각 공정 및 증착 공정에 광범위하게 사용되고 있다. 정전기력을 이용한 흡착은 유전체가 가지고 있는 표면저항 및 체적저항에 따라 전하량 분포가 다르게 나타나고 흡착 메커니즘의 차이가 발생하여 쿨롱형 정전척(Coulomb type of electrostatic chuck) 및 존슨-라벡형 정전척(Johnsen-Rahbek type of electrostatic chuck)으로 분리하여 적용하고 있다^{1,2)}.

쿨롱형 정전척은 정전척으로 사용되는 유전체 재료가 $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상의 높은 체적저항으로 인해 전

하들이 유전층을 통과하지 못하며, 전기장에 의해 발생하는 유전체의 유전분극으로 정전기력이 생성된다³⁾. 반면에 존슨-라벡형 정전척은 쿨롱형 정전척과 유사하게 유전분극으로 인한 정전기력을 가지고 있으면서, 낮은 유전체 저항으로 인해 표면전하들이 발생하여 이로 인해 높은 흡착력을 갖는다. 즉, 표면에 도달한 전하들은 접촉영역에서 포텐셜 차이가 발생하게 되고 유전체 표면과 흡착물질 표면 사이의 접촉영역에서 전하축적이 일어나게 된다. 따라서 접촉영역에 존재하는 공기층의 두께는 유전체의 두께보다 훨씬 적기 때문에 쿨롱형 정전척보다 높은 정전기력을 갖게 된다^{2,4,5)}.

반도체 성질의 실리콘 기판 흡착에 적용되는 정전척 방식을 절연체인 사파이어 기판 흡착에 사용할 경우에는 기판 절연특성에 의해 낮은 정전기력

*Corresponding author. E-mail : dwkim@kgu.ac.kr

을 나타낸다. 또한 반도체나 발광다이오드(light emitting diode) 공정에서 발생하는 열에 의해 디바이스나 다이오드의 열화현상이 발생되기 때문에 기판흡착을 위한 정전기력이 낮을 경우에는 정전척 내에 헬륨 냉각가스의 압력을 충분히 올려주지 못해 실리콘 웨이퍼나 사파이어 기판들을 충분히 냉각시킬 수가 없다⁶⁾. 따라서 발광다이오드 공정에서 정전척을 이용해 사파이어기판을 흡착하기 위해서는 기존의 실리콘 기판 흡착에 사용되었던 정전기력보다 높은 정전기력을 갖는 정전척이 요구된다. 아직까지 절연체인 사파이어 기판을 정전기력을 이용해 흡착하는 연구는 미비한 실정이지만 실리콘 기판에 대한 정전척의 정전기력을 높이는 방법들은 다양하게 연구되어 왔다. 실리콘 기판을 대상으로 정전척의 정전기력을 높이는 방법은 유전체의 체적저항을 낮추어 존슨-라백 효과를 이용해 정전기력을 높이는 방법^{2,4,5,7)}과 정전척내의 전극 패턴을 미세화하여 정전기력을 높이는 방법⁸⁾이 연구되었다.

본 논문에서는 발광다이오드 공정에 사용되는 절연체 사파이어 기판의 흡착에 대한 연구를 수행하였다. 알루미늄 정전척의 정전기력을 높이기 위하여 미세화된 전극 패턴을 갖는 저저항의 알루미늄 유전체를 제조하여 정전기력의 특성을 고찰하였다. 또한 전산모사(simulation)를 이용해 정전척의 전극 폭에 따른 전기장 변화를 관찰하여 실제 알루미늄 유전체와의 정전기력을 비교분석하였다.

2. 실험방법

2.1 정전척 재료

정전척으로 사용되는 유전체의 재료는 내열성, 유전성질 및 열전도성이 우수한 알루미늄 분말(日本新金屬, LS-110)을 사용하였으며 소결 온도를 낮추기 위해 소결조제인 SiO₂, MgO 및 CaCO₃를 첨가하였다. 체적저항이 다른 유전체의 정전기력 특성을 알아보기 위해 순수한 알루미늄 유전체와 알루미늄에 TiO₂가 1.2 wt% 첨가된 유전체를 각각 제조하였다. 본 논문에서 제조한 알루미늄 유전체의 조성을 표 1에 나타내었다.

정전척의 전극은 도체손실을 낮추기 위해 전기저항이 낮은 은 페이스트(Ag paste, (주)아이엠디, S-3440C)를 사용하였다. 또한 정전척에 높은 전압을

Table 1. Chemical compositions of alumina dielectrics

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	CaCO ₃	TiO ₂
Concentration (wt%)	96	2.0	1.8	0.2	-
	92	4.0	2.0	0.8	1.2

인가할 경우에 발생할 수 있는 전극간의 아킹(arc)을 방지하기 위해서 전극 위에 폴리이미드 필름을 도포하였다.

2.2 제조공정

세라믹 유전체의 내부밀도를 균일하게 하기 위해 냉간 정수압 프레스를 이용하여 제조하였다. 소결은 압축 후 소결온도 1600°C에서 4시간 진행하였으며 4인치 사파이어 기판의 흡착을 위해 4인치 크기의 유전체를 제조하였다. 소결된 유전체는 가공공정을 통해 800 μm 두께로 연마가공 처리되었다. 전극 패턴 미세화에 의한 사파이어 기판의 정전기력을 비교하기 위해 체적저항이 다른 유전체들 전극 간격 3 mm 및 전극 폭 6 mm와 전극 간격 1.5 mm 및 전극 폭 3 mm로 스크린 프린팅을 사용하여 전극패턴을 형성하고 850°C에서 30분 동안 열처리에 의해 전극 결정화를 진행하였다.

전극형성 후 전극간 높은 전압에 의한 아킹을 방지하기 위해 고절연성의 폴리이미드 필름을 오토클레이브에서 120°C의 온도에서 30분간 10 kg의 압력을 가해 도포를 진행하였다. 반도체나 발광다이오드 공정 중 냉각 가스 및 냉각수 흐름이 원활하도록 구성된 알루미늄 금속지지대와 알루미늄 유전체를 130°C에서 실리콘 겔 접합을 사용하여 일체형으로 구성하였다. 제조된 정전척들의 체적저항, 전극 간격 및 전극 폭을 표 2에 나타내었다.

2.3 물성 측정

제조된 유전체의 체적저항을 측정하기 위해 은 페이스트로 전극 처리한 뒤 고절연저항 측정기(high resistance meter; Agilent Technologies, 4339B)를 이용해 인가전압 500 V에서 측정하였다. 누설전류 및 파괴전압 측정은 내전압 테스트 장치를 이용해 0~3.0 kV까지 순차적으로 직류전압을 인가하여 측정하였다. 인가전압 후의 알루미늄 유전체의 표면 미세구조는 주사전자현미경(SEM; Jeol, JSM-6390)을 사용하여 관찰하였다.

사파이어 기판에 대한 정전기력은 제조된 정전척에 전압을 120초 인가 후 사파이어 기판을 흡착시

Table 2. Type of electrostatic chuck with different electrode/gap dimension and volume resistivity

Type of electrostatic chuck	Volume resistivity (Ω·cm)	Gap size (mm)	Electrode width (mm)
A	3.20×10 ¹¹	3	6
B	3.20×10 ¹¹	1.5	3
C	1.22×10 ¹⁷	1.5	3

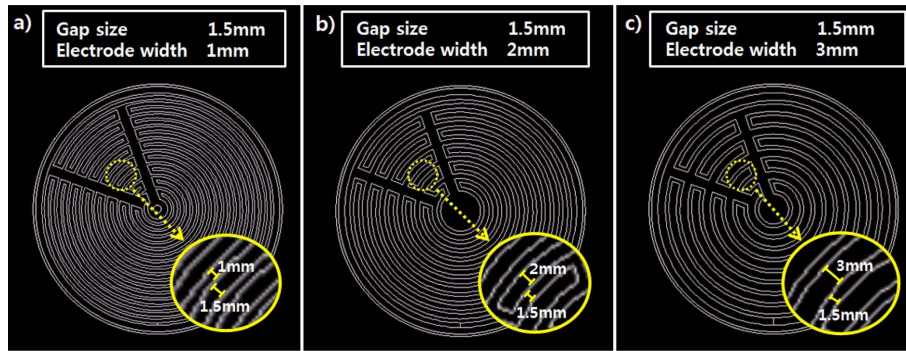


Fig. 1. Simulation images of different electrode pattern. (a) gap size: 1.5 mm, electrode width: 1 mm, (b) gap size: 1.5 mm, electrode width: 2 mm, and (c) gap size: 1.5 mm, electrode width: 3 mm.

키고 사파이어 기판에 연결된 게이지(push pull gauge; IMADA, I-DS2-200N)에 인장력을 가해 사파이어 기판이 정전척에서 분리될 때 최대 힘을 측정함으로써 얻어졌다.

전극 패턴 미세화에 따른 전기장 전산모사의 고찰을 위해 전산모사(simulation tool, Coventor ware™, Inc(USA))를 이용하여 유전체 두께 500 μm, 전극두께 10 μm, 인가전압 ±1.5 kV, 전극 간격(gap size) 1.5 mm의 조건에서 전극 폭(electrode width)을 1 mm, 2 mm, 3 mm로 변화시켜 전기장 변화를 관찰하였다. 이를 토대로 하여 미세화 전극 패턴을 갖는 정전척의 정전기력을 해석 하였으며 이에 대한 미세화 전극 패턴을 그림 1에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 유전체의 물성분석

정전척은 유전체의 체적저항에 따라 쿨롱형 정전척과 존슨-라백형 정전척으로 분류되며, 쿨롱형 정전척은 10¹⁵ Ω·cm 이상의 체적저항을 갖는 유전체에서 나타나며 존슨-라백형 정전척은 10⁹~10¹³ Ω·cm 정도의 낮은 체적저항을 갖는 유전체에서 발생된다. 유전체 체적저항의 차이로 인해 기판 흡착기구도 달라지는데, 쿨롱형 정전척은 높은 체적저항에 의해 야기된 분극현상으로 인한 정전기력만을 나타낸다. 반면에 상대적으로 낮은 체적저항을 갖는 유전체에서 나타나는 존슨-라백형 정전척은 유전체 분극에 의한 정전기력과 함께 유전체와 흡착대상 사이의 전하축적 및 실제유전체 두께의 감소로 인해 쿨롱형 정전척보다 높은 정전기력을 나타낸다. 흡착대상이 반도체 실리콘 기판인 경우에 위와 같은 존슨-라백형 정전척이 쿨롱형 정전척보다 높은 정전기력을 갖는다는 것은 이미 문헌에 발표된 바 있다⁴⁾. 따라서 절연체성질의 사파이어 기판에서도 반도체특성의 실리콘 기판 흡착에서 발생하는 존슨

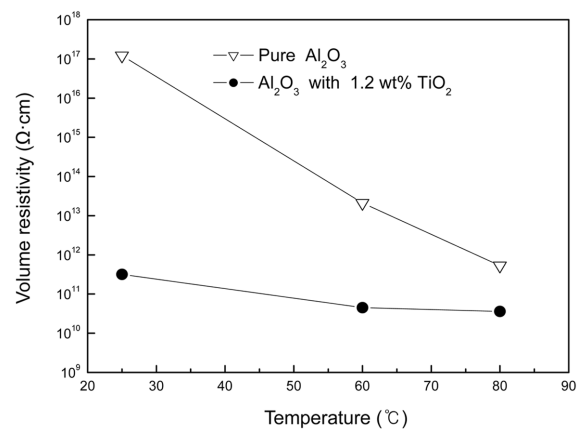


Fig. 2. Volume resistivity of alumina dielectrics with and without addition of 1.2 wt% TiO₂ (the value presents as a function of temperature).

-라백형 정전척의 높은 정전기력을 얻기 위하여 알루미나에 TiO₂를 첨가하여 체적저항이 낮은 유전체를 제조하였다.

그림 2는 온도증가에 따른 유전체의 체적저항 변화를 나타낸 것이다. 25°C에서 순수한 알루미나 유전체는 1.22 × 10¹⁷ Ω·cm의 체적저항을 보이며 1.2 wt% TiO₂를 첨가한 유전체는 3.20 × 10¹¹ Ω·cm의 낮은 체적저항을 나타내었다. 순수한 알루미나 유전체보다 알루미나에 1.2 wt% TiO₂를 첨가한 유전체의 체적저항이 낮은 것은 Al³⁺ 자리에 Ti⁴⁺가 치환되어 과잉전자가 발생하기 때문이다. 또한 그림 2에서 알 수 있듯이 고저항 및 저저항 알루미나 유전체들은 온도가 증가함에 따라 체적저항은 낮게 나타났다. 따라서 제조된 저저항 알루미나 유전체의 체적저항은 존슨-라백형 정전척의 체적저항범위에 포함되므로 고저항 알루미나 유전체보다 높은 정전기력을 가질 것으로 사료된다.

알루미나 정전척을 사용하여 사파이어 기판을 흡착하기 위해서는 높은 정전기력이 필요하며 이를 만족시키기 위해서는 정전척에 고전압을 인가시켜

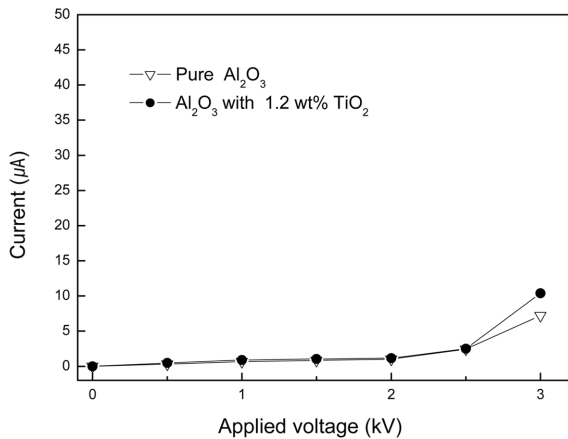


Fig. 3. I-V Characteristics of alumina dielectrics with and without addition of 1.2 wt% TiO₂.

야 한다. 그러나 정전척에 고전압을 인가시켰을 경우에는 유전체에 누설전류가 발생될 수 있다. 또한 고전압은 유전체의 절연파괴를 일으킬 수 있는데, 절연파괴란 유전체에 전압을 점차적으로 증가시키면 따라 유전체가 절연성을 상실하게 되는 현상이다. 결국 반도체 및 발광다이오드 산업의 건식식각이나 증착 공정 중에서 정전척에 고전압을 인가시켰을 경우에는 유전체에 과도한 누설전류가 발생될 수 있으며, 이것은 반도체 소자나 발광다이오드에 전기적 손상을 초래하기 때문에 누설전류를 제어하는 것은 중요하다.

그림 3은 상온에서 유전체에 순차적으로 전압을 인가함에 따른 누설전류 변화를 나타낸 것이다. 고저항 알루미늄 유전체는 2.5 kV의 인가전압까지는 누설전류가 거의 발생하지 않았으며 3 kV의 고전압에서 7.20 µm 정도의 누설전류를 나타내었다. 또한 저저항 알루미늄 유전체의 경우에도 2.5 kV의 인가전압까지는 고저항 알루미늄 유전체와 유사한 전기적 특성을 나타내었으며, 3 kV에서는 10.40 µm 정도의 낮은 누설전류가 측정되었다. 앞에서 언급하였듯이 누설전류의 급격한 증가는 유전체의 절연성을 상실하는 것이므로 누설전류 측정을 함으로써 고전압으로 인한 유전체의 절연파괴 여부를 관찰할 수 있다. 그림 3에서 저저항 알루미늄 유전체는 3 kV까지의 전압에서도 10.40 µA의 낮은 누설전류를 나타내므로 유전체의 절연파괴가 발생하지 않음을 알 수 있다. 또한 그림 4의 (a)와 (b)는 3 kV까지 전압을 인가한 후에 알루미늄 유전체 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 것이며 고저항 알루미늄 유전체와 저저항 알루미늄 유전체 모두 절연파괴 없이 균일한 미세구조를 가지고 있는 것을 확인할 수 있었다.

결과적으로 알루미늄 정전척에 의한 사파이어 기

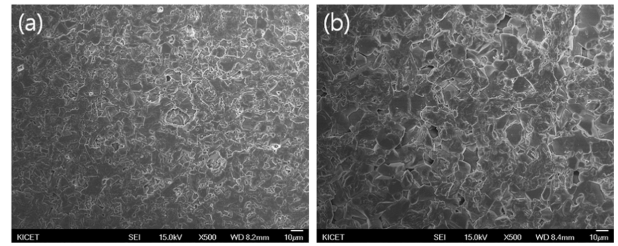


Fig. 4. SEM surface-images of (a) pure alumina dielectric and (b) alumina dielectric with addition of 1.2 wt% TiO₂.

판을 흡착하기 위해서는 높은 인가전압이 필요하며, 알루미늄 정전척에 높은 전압을 인가할 때에는 누설전류가 발생하는 상반된 특성을 나타낸다. 따라서 저저항 알루미늄 유전체를 사용할 경우에는 거의 누설전류가 발생하지 않으면서 높은 정전기력을 갖는 최대 인가전압으로 2.5 kV를 최적의 인가전압으로 설정하였다.

3.2 전극 패턴 미세화 전산모사

본 논문에서는 전산모사를 이용하여 알루미늄 정전척의 전극 패턴 미세화에 따른 전기장 변화를 고찰하였다. 전산모사는 전자기장을 포함하는 복합장(coupled physics)을 해석하는 프로그램인 CoventorWare를 사용하였으며 전산모사를 이용해 전극 간격 및 전극 폭에 따른 전기장 변화를 모의실험 하였다. 전산모사 조건은 유전체 두께 500 µm, 전극두께 10 µm, 인가전압 ±1.5 kV에서 전극 간격을 1.5 mm의 크기로 고정한 뒤 전극 폭을 1 mm, 2 mm 및 3 mm로 변화시켜서 설정하였다. 전극 간격 및 전극 폭을 1 mm 이하로 미세화시킬 경우에는 실제로 알루미늄 유전체의 균일한 전극형성을 위한 제조상의 어려움이 발생하여 전극 간격과 폭을 위와 같이 설정하였다.

그림 5는 전산모사에 의한 전극 폭의 미세화에 따른 전기장 분포를 나타낸 것이다. 그림 5의 Zoom-in에서 관찰되듯이 전기장은 거의 전극의 모서리(edge) 부분에서 형성되었으며 전기장이 가장 강한 곳도 전극의 모서리 부분임을 알 수 있다. 전극의 모서리 부분에서 발생한 전기장은 전극 폭을 3 mm에서 1 mm로 미세화 함에 따라 전극 주변의 유전체에 더 강하게 전기장이 발생하는 것이 관찰되었으며 전극 폭 1 mm에서는 거의 유전체 전체영역에서 전기장이 발생한 것으로 나타났다. 정량적인 전기장의 세기를 측정하기 위해서 전극주변이나 유전체 안에서의 전기장 세기는 각 측정위치마다 그 차이가 나타나므로, 사파이어 기판에서의 전기장 세기를 측정하여 나타내었다. 전극 폭이 3 mm, 2 mm,

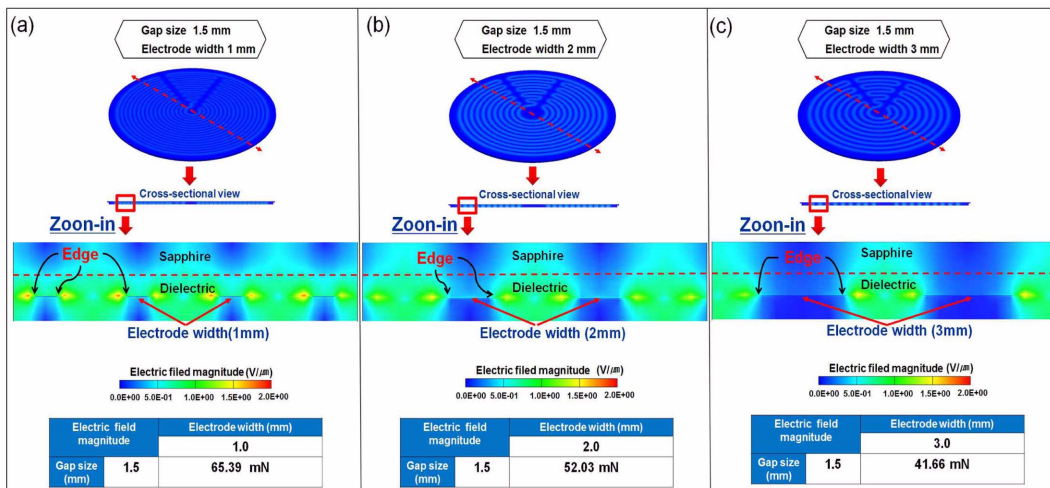


Fig. 5. Simulated electric-field distribution of dielectrics with fine electrode pattern. (a) gap size: 1.5 mm, electrode width: 1 mm, (b) gap size: 1.5 mm, electrode width: 2 mm, and (c) gap size: 1.5 mm, electrode width: 3 mm.

1 mm로 좁아짐에 따라 전기장의 세기는 41.66 mN, 52.03 mN, 65.39 mN으로 증가하여 전극 폭이 줄어들수록 전기장의 세기가 강해지는 것을 확인하였다. 이와 같은 전극 패턴 미세화된 전산모사결과를 토대로 하여 알루미늄 유전체에 전극 폭이 미세화될수록 절연체의 사파이어 기판을 흡착할 수 있는 정전척의 정전기력이 증가할 것으로 예측된다.

3.3 전극 패턴 미세화에 의한 정전기력변화

절연체 사파이어 기판을 흡착하기 위해 인가전압에 따른 저저항 알루미늄 정전척의 정전기력 변화를 알아보고자 한다. 실제로 저저항 알루미늄 유전체에 전극 간격을 1.5 mm로 고정하여 전극 폭을 3 mm 미만의 크기로 더 미세화 패턴을 갖는 경우에는 전압을 인가했을 때 전극 간 아킹이 발생하여 정전척 제조상의 어려움이 있었다. 따라서 저저항 알루미늄 유전체에 전극 간격 1.5 mm 및 전극 폭 3 mm인 미세전극 패턴의 B형 정전척과 통상적으로 사용되는 기존패턴으로 전극 간격 3 mm 및 전극 폭 6 mm인 A형 정전척을 제조하였다. 인가전압에 따른 저저항 알루미늄 정전척의 정전기력 변화를 그림 6에 나타내었다. 또한 그림 3의 알루미늄 유전체의 전기적 특성에서 논한바와 같이 사파이어 기판을 흡착하기 위한 최적의 인가전압 조건을 2.5 kV로 설정하였다. 따라서 사파이어 기판을 흡착하기 위해 전압을 1.0 kV에서 3.0 kV까지 인가시켰으며 120초 동안 유지한 뒤 기존 전극 패턴의 A형 정전척과 미세 전극 패턴인 B형 정전척의 정전기력을 2.5 kV에서 비교측정 하였다.

기존 전극 패턴인 A형 정전척의 경우에는 1 kV의 인가전압에서 2.11 gf/cm²의 정전기력을 나타내

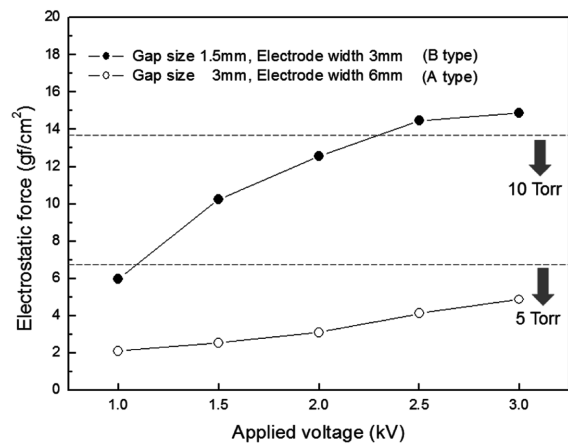


Fig. 6. Dependence of electrostatic force of alumina electrostatic chuck with different electrode pattern dimension on applied voltage.

고 2.5 kV에서 4.12 gf/cm²의 정전기력을 나타내었으며, 전극 패턴이 미세화된 B형 정전척의 경우에는 인가전압 1.0 kV에서 5.98 gf/cm², 2.5 kV에서 14.46 gf/cm²로 훨씬 증가된 정전기력을 나타내었다. 따라서 전극 패턴을 미세화한 정전척이 모든 인가전압 구간에서 높은 정전기력을 가지는 것을 알 수 있으며 위와 같은 결과는 전산모사의 결과와 일치하였다.

반도체나 발광다이오드의 열적 및 플라즈마 분위기의 공정 중에서 발생하는 열에 의해 실리콘 및 사파이어 기판들 위에 패턴된 디바이스나 다이오드들의 구조적 및 전기적 손상을 가져오므로 기판들의 균일한 냉각을 위해 헬륨 냉각가스의 사용이 필수적이다. 또한 반도체나 발광다이오드 기능성을 증진시키기 위해서는 미세하고 복잡한 공정을 수반하

므로 이로 인한 열 발생이 증가함으로써 냉각가스의 사용압력도 점차 증가하고 있다. 발광다이오드 공정 중 사파이어 기판을 냉각하기 위해 사용되는 냉각가스의 압력이 5 torr일 경우에는 정전척에 최소 6.80 gf/cm² 이상의 정전기력이 발생되어야 사파이어 기판을 흡착할 수 있으며, 냉각가스의 압력이 10 torr일 경우에는 최소 13.60 gf/cm² 이상의 정전기력을 만족해야 사파이어 기판을 흡착할 수 있다. 그림 6에서 알 수 있듯이, 기존 패턴인 A형 정전척의 경우에는 전압을 2.5 kV로 인가해도 정전기력이 4.12 gf/cm²이므로 A형 정전척에서 5 torr 미만의 압력으로 냉각가스를 흘려야 하지만, 전극 패턴을 미세화한 B형 정전척의 경우에는 인가전압이 2.5 kV에서 14.46 gf/cm²의 정전기력을 가지므로 10 torr의 냉각가스 압력으로 사파이어 기판의 냉각이 가능함을 알 수 있다. 결과적으로 저저항 알루미늄 정전척의 전극 패턴이 미세화되면 발광다이오드 공정에서 절연체인 사파이어 기판을 흡착하기 위한 정전기력이 크게 증가하게 되며 또한 더 높은 압력으로 냉각가스를 흘려주기 때문에 사파이어 기판에 발생하는 열을 균일하게 냉각시킬 수 있다.

미세 전극 패턴을 갖는 정전척의 체적저항에 따른 정전기력을 알아보기 위해 저저항 알루미늄 유전체를 갖는 B형 정전척과 고저항 알루미늄 유전체를 갖는 C형 정전척의 사파이어 기판에 대한 정전기력을 그림 7에 나타내었다. 그림 7에서 알 수 있듯이 유전체의 체적저항이 $3.20 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 인 B형 정전척이 유전체의 체적저항이 $1.22 \times 10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$ 인 C형 정전척의 정전기력에 비하여 모든 인가전압 구간에서 정전기력이 높은 것으로 나타났다. 이런 결과는 반도체인 실리콘 기판을 흡착할 경우와 마찬가지로 절연체인 사파이어 기판을 흡착할 경우

에도, 존슨-라벡 효과에 의해 저저항 알루미늄 정전척이 고저항 알루미늄 정전척보다 높은 정전기력을 발생시키는 것을 확인할 수 있었다.

따라서 미세화 전극 패턴에 의한 정전기력 증가와 저저항 알루미늄 유전체에 의한 정전기력 증가가 복합됨으로써 절연체인 사파이어 기판을 흡착할 수 있는 높은 정전기력을 가짐을 알 수 있다.

3. 결 론

알루미늄 정전척의 체적저항과 미세 전극 패턴들이 절연체인 발광다이오드용 사파이어 기판의 정전기력에 미치는 영향을 알아보았다.

1. 알루미늄에 1.2 wt% TiO₂를 첨가한 저저항 알루미늄 유전체는 낮은 누설전류를 나타내었고 3 kV의 고전압에서도 유전체의 절연과괴가 발생하지 않았다.

2. 전산모사에서 정전척의 전극 패턴이 미세화 될수록 전극의 모서리 부분에서 강한 전기장이 발생되었으며 전체적인 전기장이 증가하였다.

3. 알루미늄 정전척의 전극 패턴이 미세화 될수록 사파이어 기판에 대한 정전기력이 증가하였으며, 알루미늄 유전체의 체적저항이 낮은 정전척의 경우에는 실리콘 기판에서와 마찬가지로 존슨-라벡형 정전척의 정전기력 증가를 나타내었다.

4. 미세화 전극 패턴에 의한 정전척의 정전기력 증가와 저저항 알루미늄 유전체에 의한 정전척의 정전기력 증가가 복합되어 2.5 kV의 인가전압에서 14.46 gf/cm²의 높은 정전기력을 나타내었으며 발광다이오드용 사파이어 기판의 흡착을 위하여 실제로 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 과제는 경기도 기술개발사업의 사업비지원(C10110111)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. G. I. Shim, Hideo Sugai, Plasma Fusion Res., 3 (2008) 051.
2. S. Qin, A. McTeer, Jpn. J. Appl. Phys., 102 (2007) 064901.
3. J. Yoo, J. S. Choi, S. J. Hong, T. H. Kim, S. J. Lee, Proceedings of International Conference on Electrical Machines and Systems, Seoul, 2007.
4. T. Watanabe, T. Kitabayashi, C. Nakayama, Jpn. J. Appl. Phys., 32 (1993) 864.

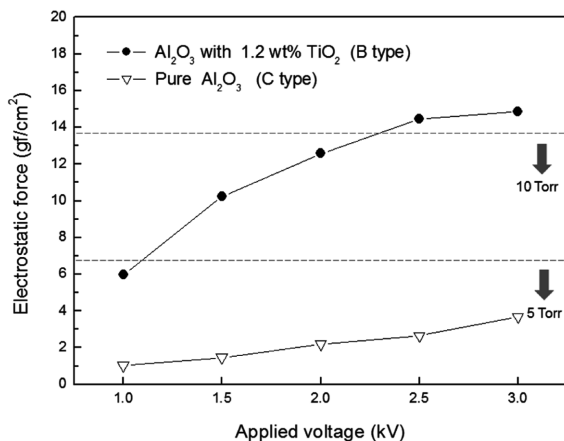


Fig. 7. Dependence of electrostatic force of alumina electrostatic chuck with different volume resistivity on applied voltage.

5. R. Atkinson, Br. J. Appl. Phys., 2 (1969) 325.
6. D. R. Wright, D. C. Hartman, U. C. Sridharan, M. Kent, T. Jasinski, S. Kang, J. Vac. Sci. Technol., A, 10 (1992) 1065.
7. J. S. Choi, J. Yoo, S. J. Hong, T. H. Kim, S. J. Lee, Key Eng. Mater., 326 (2006) 1221.
8. K. Asano, F. Hatakeyama, K. Yatsuzuka, IEEE Trans. Ind. Appl., 38 (2002) 840.