

알루미나 나노 다공성 박막공정용 전기화학 양극산화 장치의 제작

최재호, 백하봉, 김근주

전북대학교 기계공학과/ 공업기술연구소

초록

A system of anodic process of aluminum thin film has implemented for nanofabrication. The manufactured equipment consists of three main parts: chiller, reaction bath and power supply. The chiller module consists of refrigeration compressor, copper tube and coolant with a thermostat. The reaction bath has kept in same temperature as a thermodynamic canonical ensemble system during the anodic reaction process. The magnetic bar has stirred oxalic acid in bath for uniform reaction. The DC power supply has applied into two electrodes, aluminum for anode and platinum for cathode in the oxalic acid. The anodization process results in the formation of nanoporous thin films.

1. 서론

초기에 알루미늄의 양극산화 기술은 알루미늄의 보호를 목적으로 사용 되었다[1]. 하지만 최근에는 나노기술의 구현을 위한 광소자 반도체의 광결정(photonic crystal), 나노입자 (nanoparticle), 나노튜브(nanotube) 등의 연구에서 많은 관심을 받고 있다. 특히 나노 크기를 갖는 주기적인 배열의 구멍을 제작하는 방법이 필요하게 되었고, 제작이 쉽고 간단한 전기화학적 방법인 양극산화가 다시 각광 받고 있다[2-4]. 알루미늄의 양극산화 방법은 전해질의 종류, 온도, 농도, 양극산화 시간 등의 조건을 조절함으로써 가능하다. 이러한 양극 산화된 알루미늄 (anodic aluminum oxide: AAO)은 다공성 알루미나(porous alumina)라고 불리며 형성되는 모양에 따라 장벽형 (barrier-type)과 다공형 (pore-type)으로 구분된다[5,6].

본 연구는 이와 같은 다공성의 알루미나를 만드는 양극산화 장치의 제작에 관한 것으로, 기존장비의 장비는 알루미늄 호일(foil)에 다공성 알루미나를 형성하는 경우와 다르게, 반도체 기판 위에 알루미늄 박막을 증착하여 이를 양극 산화하는 공정에 관한 장비를 제작할 수 있도록 하였다.

2. 양극산화 장치제작

본 전기화학 양극산화 공정장치의 구성은 다음과 같다. 전체 케이스를 구성 후 케이스 하단에 냉각 압축기를 설치 및 열전달율이 뛰어난 동관을 이용하여 교반기가 포함된 항온조(iso-temperature circulator system)내 물을 냉각시켰고, 온도 제어기를 구성, 항온조의 온도 계측을 통한 온도변화에 따른 보상제어를 하였으며, 이를 통해 일정 온도를 유지하였다. 그리고 상용 전원공급장치를 설치하여 양극산화를 할 수 있게 하였다.

그림 1은 양극산화 공정장치의 제작을 위한 개략도를 보여주고 있다. 크게 세 부분으로 구성되며 화학반응 욕조, 냉각시스템 및 전원장치를 갖는다. 이때 반응욕조는 냉각수에 둘러싸여 온도를 일정하게 함으로써 반응을 제어한다. 전극은 알루미늄박막을 증착한 반도체 기판을 양극으로 사용하며 음극은 백금으로 사용한다.

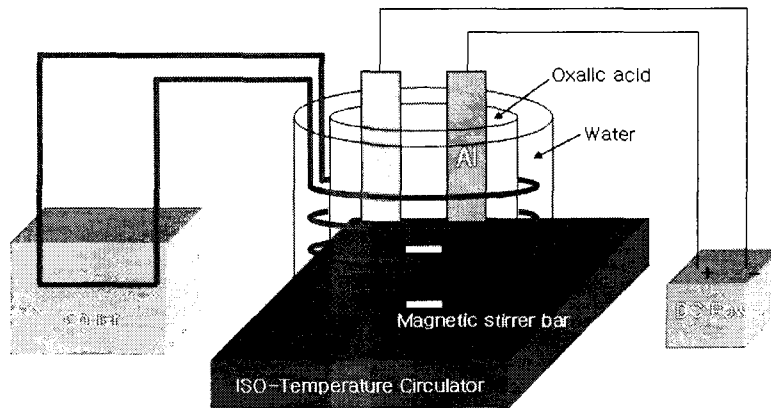


그림 1. 양극산화를 위한 시스템 개략도

그림 2는 산 용액의 흐름을 배출할 수 있도록 한 wet station 형태로 실제 제작한 양극산화 장치를 보여준다. 또한 양극산화 공정 전에 알루미늄 박막 증착, 알루미늄 표면 전기연마공정과 공정 후에는 알루미나 인산 식각, 구멍확대용 크롬산 식각 공정이 수반된다. 또한 사용된 부품은 표 1과 같다. 사용된 컨트롤러, 교반기(stirrer), 그리고 양극산화를 위한 DC 전원 공급장치의 제조사 및 사양을 보여주고 있다.

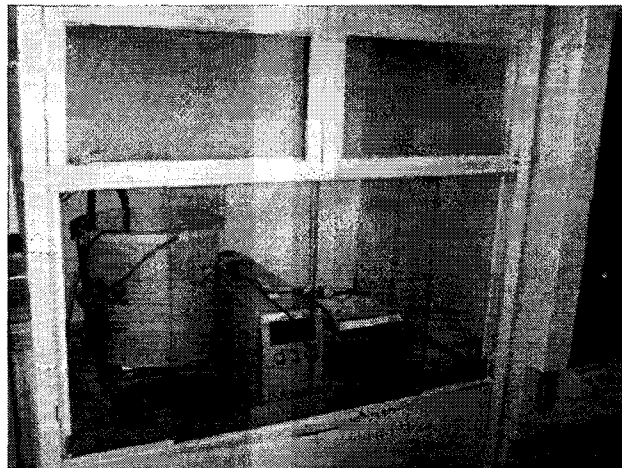


그림 2. 제작된 양극산화 시스템

표 1. 사용된 각 장치의 제조사 및 사양

장치(Hardware)	제 조 사	사 양(Specification)
Temperature controller	DAE SUNG E.N.G	Model : FOX-1004 Range of Temperature : -40 ~ +90℃ Sensor type : Diode
Circulator	㈜ 코아테크	Model : MS-300 Type : Hot plate / Magnetic stirrer Max. temperature : 400℃ Stirring speed : 100 - 1500rpm Plate area : 180 X 180mm
Regulated DC Power Supply	㈜ 유니콘디엠아이	Model : UP-1501 OUTPUT VOLTAGE(CV) : 0~150V OUTPUT CURRENT(CC) : 0~1A VOLTAGE RESOLUTION : 0.01V → 0.1V CURRENT RESOLUTION : 0.001A

그림3은 항온조 내부의 사진을 보여 주고 있으며, 위에서 설명한 바와 같이 동관을 나선형으로 구부려 배치하여 물과의 접촉면적을 크게 함으로써 냉각 효율을 높이고자 하였다. 비이커 내부에는 옥살산 전해액에 전극이 형성되어 전기화학반응을 일으키게 된다.

그림 4는 냉각을 위해 사용된 압축기 모듈을 보여주고 있다. 냉동기(chiller) 시스템은 시중의 냉장고용 냉각장치를 분해하여 그 부품을 사용하였으며, 압축기가 최대 2 마력을 갖는다. 제작된 장비로 제작한 기판은 2인치 기판 1매를 수행하였다.

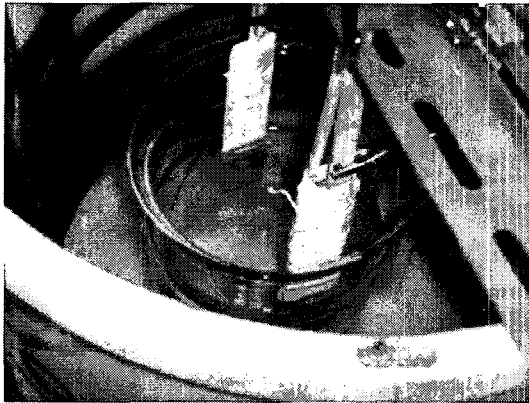


그림 3. 항온조 내부 모습

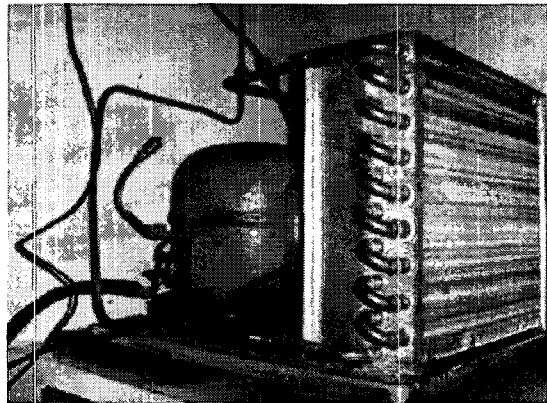
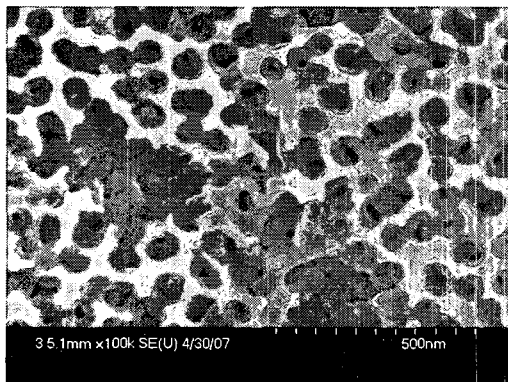


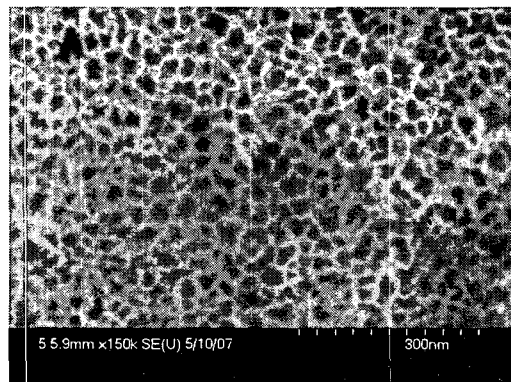
그림 4. 냉각을 위해 제작된 압축기 모듈

3. 실험 결과

알루미늄박막을 열 증착 방식으로 Si기판과 사파이어기판 위에 성장한 GaN표면 위에 진공 챔버에서 증착하고, 본 연구의 제작된 장비로 AAO 공정을 수행하였다. 이렇게 양극산화 공정을 수행한 시료의 표면이 나노 구조임을 그림 5와 같은 FE-SEM 이미지를 통해 확인할 수 있었다. 이 시료는 Si 기판과 GaN 기판표면에 형성된 나노 다공성 알루미늄의 표면 이미지를 나타낸다.



(a) Si 기판위 AAO



(b) GaN 표면위 AAO

그림 5. Si 기판 및 GaN 표면 위의 Al박막을 양극 산화한 알루미늄 표면의 FE-SEM 사진

4. 결론

본 연구에서는 다공성의 알루미늄을 만드는 전기화학 양극산화 공정장비의 제작에 관한 것으로, 공정장치의 구성은 전체 케이스를 구성 후 케이스 하단에 냉각 압축기를 설치 및 열전달율이 뛰어난 동관을 이용하여 교반기가 포함된 항온조(circulator system)내 물을 냉각시켰고, 온도 제어기를 구성, 항온조의 온도 계측을 통한 온도변화에 따른 보상제어를 하였으며, 이를 통해 일정 온도를 유지하였다. 그리고 전원공급장치를 설치함으로써, 반도체 기판에 증착된 박막에 대해 양질의 양극산화 박막공정이 가능함을 확인하였다.

감사의 글

"이 논문은 2006년 정부 (교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임" (KRF-2006-511-D00166)

참고문헌

- [1] G. D. Bengough and J. M. Stuart, Brit. Patent No. 223994, (1923).
- [2] W. D. Willian and N. Giordano, Phys. Rev. B. vol. 33, p. 8146, (1986).
- [3] A. Blondel, J. P. Meier, B. Boudin and J. Ansermet, Appl. Phys. Lett. vol. 65, p. 3019, (1944).
- [4] M. L. Steigerwald and L. E. Brus, Annu. Rev. Mater. Sci. vol. 19, p. 471, (1989).
- [5] M. M. Lohengel, Mater. Sci. Eng. vol. 11, p. 243, (1993).
- [6] V. Mizeikis, I. Mikulskas, R. Tomasiunas, S. Juodkazis, S. Matsuo and H. Misawa: Jpn. J. Appl. Phys. vol. 43, 3643, (2004).