

# CFD를 이용한 GaN 성장로 내부 유동해석 연구

## A Study on CFD Analysis of Internal Flow for GaN Growth Reactor

정 의 만\* · 권 혜 림\*\* · 최 주 호\*\*\* · 장 석 필\*\*\*\* · 장 현 수\*\*\*\*\* · 이 혜 용\*\*\*\*\*

Jung, Eui-Man · Kwon, Hey-Lim · Choi, Joo-Ho · Jang, Seok-Pil · Jang, Hyun-Sool · Lee, Hae-Yong

### 요 약

LED는 기존의 발광원에 비해 훨씬 높은 파워와 효율성으로 인해 최근 들어 각종 조명이나 교통신호 등에서 사용이 급증하고 있다. LED 재료를 위해 지금까지 여러가지가 연구되어 왔는데, 갈륨 질화물 (Gallium Nitride, GaN)에 기반한 시스템이 최근들어 가장 큰 관심을 받고 있다. GaN 방식은 열적으로 매우 안정성이 있고, 1.9 ~ 6.2 eV 범위의 넓은 밴드의 Gap, 그리고 인듐이나 알루미늄과 결합하여 청, 녹, 백색등의 다양한 빛을 발생할 수 있는 장점을 가지고 있다. 예를 들어 청색 LED는 광학 방식의 기록매체에, 백색 LED는 기존의 조명램프의 대체용으로 활용이 가능하다. 이러한 장점 덕분에 GaN기반 LED 시장은 1994년에 최초로 상용화 된 이래 최근 급격한 성장을 보여 왔다.

그러나 GaN은 다른 III~V 타입의 반도체 재료와는 달리 재료가 성장하기 위해 사파이어와 같은 별도의 기판을 필요로 하는 문제가 있다. 이것은 결국 전위발생과 같은 격자의 부조화 같은 문제를 야기하여 결국 LED의 성능을 떨어뜨리는 요인이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy) 방법이 개발되었는데, 이 방법은 시간당 100 마이크론의 매우 빠른 성장속도로 높은 두께의 레이어를 만드는 장점이 있다. 이렇게 성장된 GaN 레이어는 베이스 기판에서 쉽게 분리되어 활용이 가능하다. 그러나 HVPE 기술은 성장 공정에서 두께를 균일하게 만들도록 제어하는 것이 매우 어렵다는 문제가 있다. 따라서 HVPE 방식에서는 이러한 조건을 만족시키기 위해 반응현상에 대한 물리적 해석을 토대로 공정조건을 정밀하게 설계해야 한다. 이를 위해 최근에 실험 또는 시뮬레이션을 활용하여 이러한 공정조건을 향상시키기 위한 여러 연구가 진행되었다.

본 연구에서는 이러한 연구의 일환으로 반응로에 투입되는 여러 기체의 유량과 존별 주변온도 조건을 입력변수로 하고, 이들이 GaN 성장에 미치는 영향을 분석하였다. HVPE 시스템에서 가장 이상적인 목표는 반응기체가 층류유동을 유지하면서 대부분의 반응이 기판위에서 이뤄지며, 기판위에서 성장되는 재료의 두께가 균일하게 되는 것이다. 입력변수들이 이러한 결과에 어떠한 영향을 미치는 지 분석하기 위해 전산유체역학(CFD, Computational Fluid Dynamics)을 수행하는 상용코드 FLUENT를 사용하였다.

\* 학생회원 · 한국항공대학교 항공우주 및 기계공과 석사과정 ndbem@naver.com

\*\* 한국항공대학교 항공우주 및 기계공과 석사과정 limnim@kau.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 교수 jhchoi@kau.ac.kr

\*\*\*\* 정회원 · 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 교수 spjang@kau.ac.kr

\*\*\*\*\* (주)루미지엔테크 수석연구원 hsjang7@naver.com

\*\*\*\*\* (주)루미지엔테크 대표 lee.haeyong@gmail.com

---

보다 실제에 가까운 해석을 위해서는 기체간의 화학반응을 포함해야 하나, 해석의 편의와 효율을 위해 본 연구에서는 열 및 유동해석만을 수행하였다. 한편 실제 반응로의 우수성은 성장속도와 두께분포의 균일도를 통해 평가된다. CFD 해석을 통해 이들을 분석하기 위해 기존에 수행한 실험조건을 해석하고 해석결과의 유동패턴/압력분포를 실험결과의 성장속도/두께분포와 비교하고, 이 중에서 관련성이 높은 해석결과변수를 우수성 평가에 활용하였다.

기존의 실험결과를 토대로 이러한 중요 결과변수와 함께 이들에 대한 목표값이 도출되고 나면, 입력 공정조건 - 사용기체의 유량과 주변온도 조건 - 에 대해 실험계획(DOE, Design of Experiment)을 수립하고 목표성능을 구현하기 위한 최적설계를 수행할 수 있다. 일반적으로 CFD를 통해 최적의 설계나 공정조건을 탐색하는 작업은 1회의 CFD 계산시간이 매우 오래 소요되기 때문에 쉽지 않다. 그러나 본 연구에서는 CFD와 DOE의 적절한 조합을 통해 적은 수의 해석을 가지고도 원하는 결과를 효율적으로 얻는 것이 가능함을 입증하고자 한다. 본 발표에서는 아직 이러한 연구가 완성되지 않은 시점에서 제반 연구개요를 소개하고 현 시점까지의 연구 결과 및 향후 계획을 소개하고자 한다.

**keywords** : 질화물 반도체, 수평형 HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy), 전산유체역학 (Computational Fluid Dynamics)

---