

사파이어 웨이퍼 성장장치 구성을 위한 용탕온도 측정 시스템 Measuring of crucible temperature for constructing sapphires ingot grower

#*이승우¹, 김태형², 정영진²

#*S. W. Lee(lsw673@kimm.re.kr)¹, T. H. Kim², Y. J. Jeong²
¹한국기계연구원 첨단생산장비연구본부, ²현빈테크 기술연구소

Key words : Sapphires Ingot, Grower, Crucible Temperature, Measuring Temperature, DAQ system

1. 서론

우리나라의 경우 이산화탄소 배출량이 2000년 기준 세계 9위(세계 전체 배출량의 약 1.8% 차지)로서 온실가스 감소 의무대상국으로 분류될 가능성이 높다. 이와 같은 추세에 따라 신재생에너지 분야인 태양광 및 LED 조명 기술의 중요성을 점차 증대되고 있으며 이와 관련된 기술도 많은 분야에서 연구되고 있다. LED 및 태양광 기관의 핵심기술인 사파이어 잉곳과 기관을 제조하는 장비 및 기초 원자재의 80%이상을 수입에 의존하고 있는 실정이며, 특히 원재료를 이용한 사파이어 잉곳 생산 기술 및 장비 기술은 초기 개발비용이 높고 단결정을 유지해야 하는 기술이 필요하다. 본 연구에서는 사파이어 잉곳 생산을 위해 성장장치의 핵심부분인 Hot Zone의 온도 측정 시스템을 구성하여 고품질의 단결정 사파이어 잉곳(웨이퍼) 생산이 가능하도록 하였다.

생성된 잉곳은 용융온도 제어 기술에 따라 단결정 사파이어로 만들어지며, 성형장치에 의해 원통으로 만들어 진다. 잉곳을 웨이퍼 형태로 가공한 단면에 chip을 가공하여 LED 제품을 생성한다.



Fig. 2 Sapphire Ingot & Wafer

2. 사파이어 잉곳

일반적인 LED 생산 공정을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보느냐와 같이 고순도의 산화 알루미늄(Al_2O_3) 약 2050℃에서 용융한 뒤 성장장치를 통해 사파이어 잉곳을 생성한다.

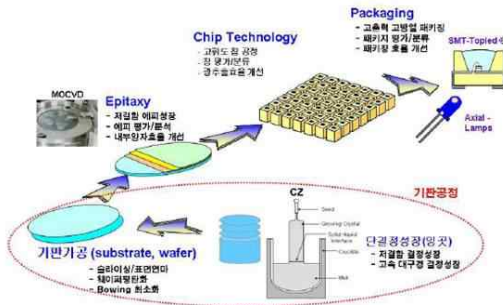


Fig. 1 Process for LED manufacturing

잉곳 생성 방법은 초크랄스키(Cz, Czochralski) 방법으로 일반적으로 C축 생성을 기반으로 한다. 초크랄스키 방법은 성장장치의 용탕(crucible)을 회전시키고 동시에 냉각된 종자결정을 끌어 올리는 방법으로 잉곳을 성형하는 것으로 제작가능수량이 1개이지만 수율이 90%이상으로 매우 높은 장점을 가지지만 성장장치의 구성이 복잡하고 비싸지는 단점이 있다.

3. 성장 시스템의 구성 및 온도측정 시스템

사파이어 잉곳을 생성하기 위한 성장시스템은 용탕, 진공 및 배기, 수냉부 등을 포함하는 챔버와 사파이어 잉곳을 끌어올리는 seed lift 부 및 산화알루미늄을 용융하는 용탕 및 가열장치로 구성되는 hot zone 부로 구성된다. Fig. 3은 성장장치와 각 구성부를 나타낸 것이다.

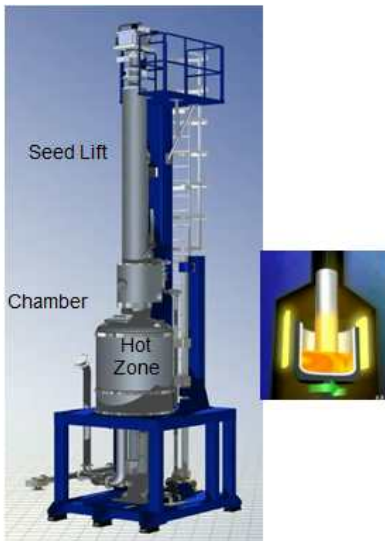


Fig. 3 Component of Grower System for Sapphire Ingot

산화알루미늄을 2050℃의 고온에서 용융시키기 위해 텅스텐 재질의 용탕을 제작하였으며, 4인치 이상의 대구경 사파이어 잉곳 생성을 위해 잉곳의 인상에 따른 잉곳 계면 주변의 급격한 열 환경 변화를 제어할 필요가 있어 유도가열 방식의 히팅 방법을 사용하였다.

고온용 pyrometer를 사용하여 용탕의 온도와 고온용 thermocouple을 사용하여 hot zone내의 온도 분포를 측정하고 단결정 생성을 위한 온도 측정 시스템을 구성하였다. Fig. 4는 hot zone내의 온도 측정 시스템의 구성을 나타낸 것으로 3개의 pyrometer와 다수의 thermocouple을 장착할 수 있도록 구성되어 있다.

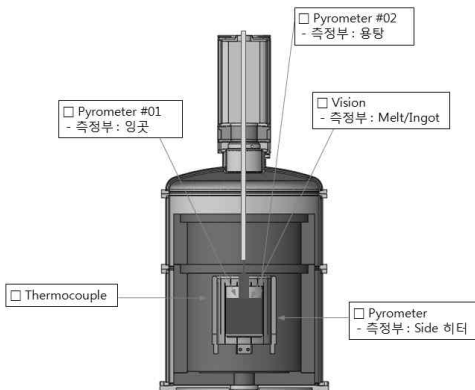


Fig. 4 Measuring Point for hot zone temperature

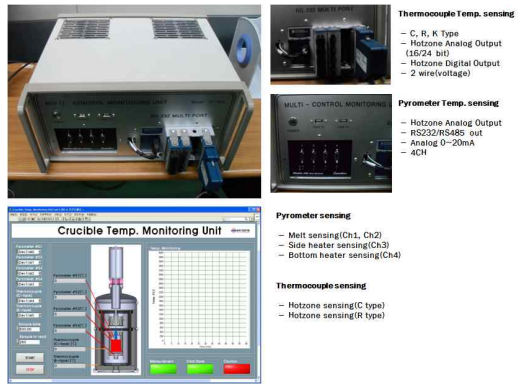


Fig. 5 DAQ & HMI for sensing hot zone temperature

고온용 thermocouple (R type/0-1767℃, C type/0-2316℃)의 voltage 출력과 pyrometer의 온도 데이터를 수집하기 위해 Rack type의 DAQ 시스템을 구성하였다. DAQ 시스템은 일정간격 시간 동안 온도 데이터를 수집/저장하고 기존의 제어용 recipe와 비교하여 온도제어가 필요한 경우 제어부로 센싱된 데이터를 전송한다. 구성된 HMI는 hot zone의 온도데이터를 용이하게 수집하기 위하여 수집간격, 추출 센서의 설정 등을 할 수 있으며 실시간 온도 변화 경향 및 저장을 할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 LED와 태양광 기판을 제조하는데 사용되는 고품질 사파이어 잉곳 생산을 위해 성장장치 Hot zone부의 용탕 온도 측정시스템을 구성하였다. 이를 위해 사파이어 잉곳 생산을 위한 공정 분석과 Hot zone부의 용탕온도 측정을 위한 pyrometer와 고온용 thermocouple 등의 측정 위치를 설정하고 DAQ 시스템을 통해 측정된 온도를 모니터링하고 저장하는 시스템을 구성하였다. 고품질의 단결정 사파이어 잉곳 생산을 위한 용탕온도 균일화를 위한 기반 시스템을 구성하였으며 제어부와 연결을 통해 제어 로직 재구성을 가능하도록 할 예정이다.

참고문헌

1. Irina N. et al., "On void engulfment in shaped sapphire crystals using 3D modeling," Journal of Crystal Grows, Vol.218, No.1, 74-80, 2000.