

GaN 실제 표면온도 측정을 위한 Pyro 400

LayTec (www.laytec.de) 은 400nm의 파장에서 동작하는 새로운 세대의 피로메터인 Pyro 400을 개발하였다. 이 계측기는 GaN층의 표면온도를 직접 측정하는 최초의 실질적인 해결책이다. Pyro 400에 의해 제공되는 온도정보는 미래 GaN LED및 레이저의 제조에 있어서 온도조절 및 성장 최적화를 하기 위하여 필수적이다.



Fig. 1: 기판의 휨과 온도 및 반사율을 동시에 측정하기 위해 Aixtron G4 Planetary® system에 장착한 Pyro 400 과 Epi-Curve®TT

사파이어 혹은 SiC웨이퍼 아래 기판의 온도만을 검출할 수 있는, 통상의 적외선 피로메터와는 다르게, **Pyro400**은 실제로 GaN층 위에서 Pyrometry를 실행 한다. 400nm파장에서 GaN은 흡수하며, 열선을 방출하여 그 표면 온도의 Pyrometry측정을 가능하게 한다.

Pyro400은 AXITRON사의 Planetary® MOCVD장치에 적합하게 설계되었다. 두개의 뷰-포터를 사용하면, 두개의 파장에서 기판의 휨과 반사율을 동시에 측정하는 **EpiCurve®TT**와 같은 in-situ monitoring system과 결합하여 사용할 수 있다.(**Fig. 1**). **Pyro 400** 은 최근에 연구기관들과 산업계의 고객들로부터 제조라인에서의 검증을 마쳤다.

Fig. 2 는 전형적인 라인스캔 측정을 나타낸다.: **Pyro 400** 은 기판이 전체 회전동안의 웨이퍼의 온도프로파일을 측정한다. 평판형 반응실내 각웨이퍼의 GaN표면 온도분포 데이터를 직접 측정하여 제공한다. **EpiCurve®TT**에 의해 측정된 반사율과 휨의 데이터와 함께 이러한 in-situ 측정은 균일도와 LED성능의 최적화를 위해 필요한 모든 정보를 제공한다. 이 데이터는 웨이퍼의 휨이 웨이퍼내 온도분포의 변화를 유발하며 오목하게 휘어진 웨이퍼의 중앙부는 가장자리부 보다 온도가 높음을 명백히 보여준다.

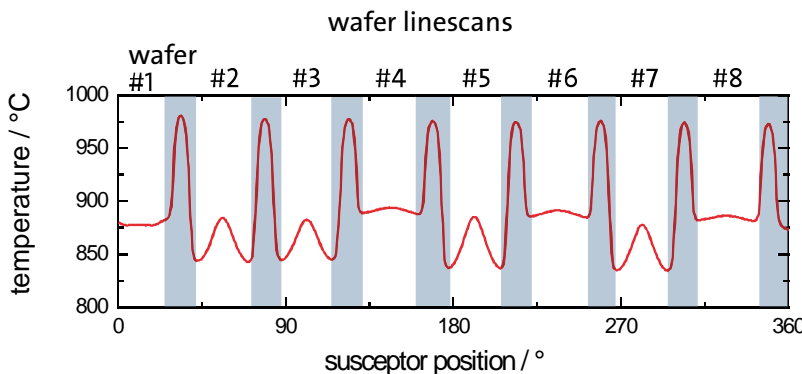


Fig. 2: 8x3" configuration에서 Pyro 400 의linescan 측정. 심하게 오목하게 휘어진 Dummy웨이퍼(#2, 3, 5, 7)는 약간 오목하게 휘어진 웨이퍼(#4, 6, 8)보다 다른 온도분포를 나타낸다. 청색배경인 부분은 웨이퍼간의 간격을 나타낸다.



Fig. 3 은 GaN 베이스의 레이저구조를 성장하는 동안의 데모 화면을 나타낸다. 화면의 좌측부분에는 11장의 웨이퍼에 성장시킨 전체구조의 칼라플롯이다.: 제일층은 - GaN buffer, 제이층은 - GaN/AlGaN superlattice, 제삼층은 - quantum well이다. 우측상부 그래프의 파란색 선은 웨이퍼#11의 임의점에서의 시간-온도변화를 보여주며, 우측하부 그래프의 선은 특정시간에서의 웨이퍼(빨간색)와 기판(회색)의 온도 분포를 나타낸다. 위치와 시간은 3-D 칼라 플롯에서 커서(검정 십자선)로 임의로 선택할 수 있다.

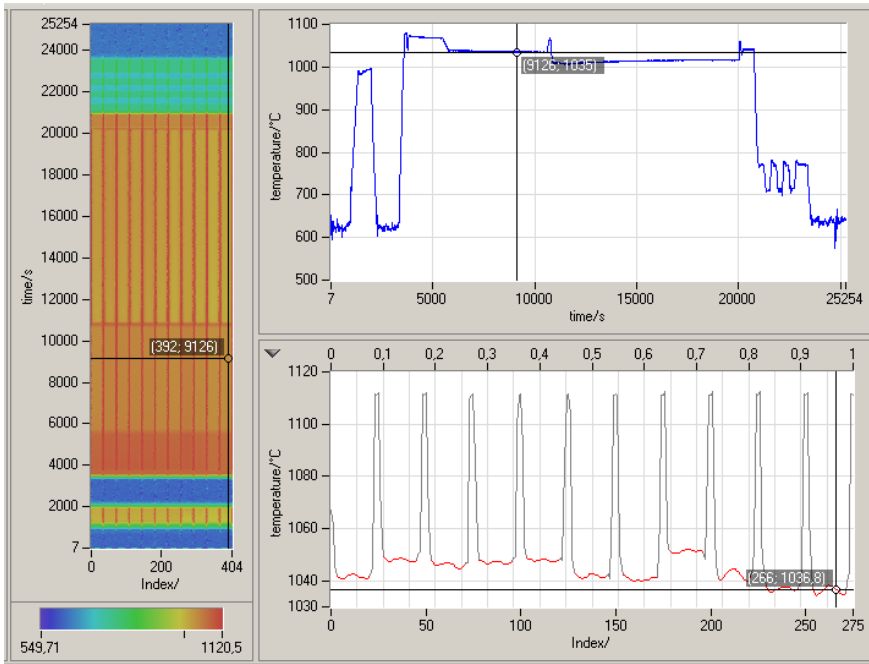
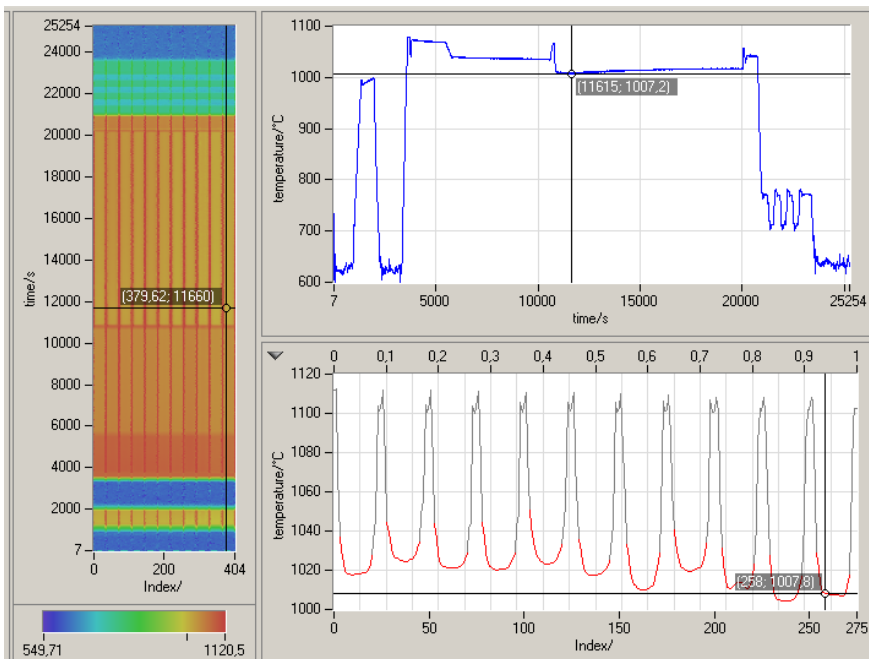


Fig. 3: 11자의 웨이퍼에서 GaN 베이스의 레이저구조 성장중에 Pyro 400 으로 측정한 온도

a) GaN buffer 성장중의 라인스캔 : 웨이퍼의 중앙부가 가장자리보다 온도가 높다 (붉은선의 볼록부)



b) AlGaN superlattice 성장중의 라인스캔: 웨이퍼의 중앙부가 가장자리보다 온도가 낮다 (붉은선의 오목부)



GaN 버퍼층의 성장중의 라인스캔인 Fig. 3a 를 보면 웨이퍼의 중앙부의 온도가 가장자리 보다 약간높다(붉은선의 불룩부). 이것은 성장조건이 다른 AlGaIn 초격자 성장중의 라인스캔인 Fig. 3b 를 보면 확연히 다르게 변화하여 웨이퍼의 중앙부의 온도가 가장자리 보다 낮다(붉은선의 오목부).

Pyro 400 은 표면의 미세한 온도변화도 측정 가능하다. Fig. 4는 5장의 웨이퍼상에 quantum well 의 성장동안의 온도변화를 나타낸다.(각 다른색 선으로 표시) 각 다른 포켓간의 1-3K의 온도편차도 명확히 구별 할 수 있다.

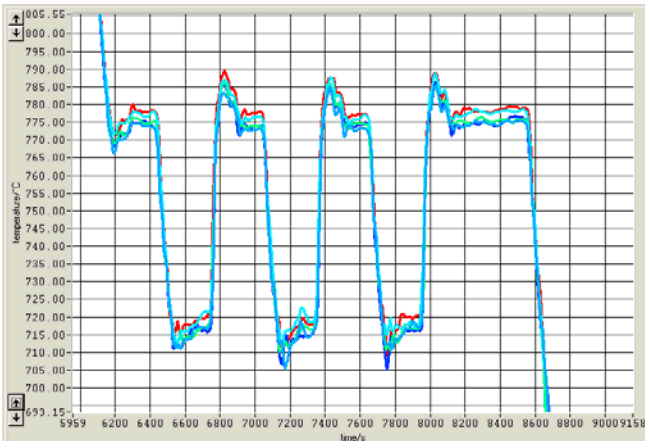


Fig. 4: 5장의 웨이퍼상에 quantum well 의 성장동안의 시간-온도변화 (각 다른색 선으로 표시)

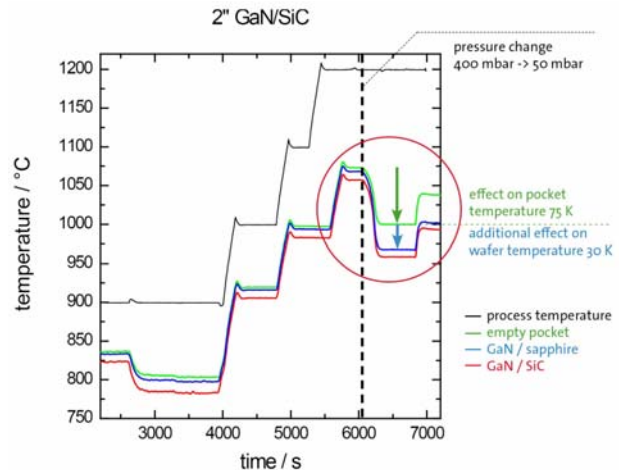


Fig. 5: 압력변화의 온도에의 영향, Pyro 400 (녹색, 파란색, 빨간색) 포켓온도영향(75 K) 웨이퍼온도영향(추가30 K). 검정선- light pipe로 측정된 공정온도.

Pyro 400 을 사용하여 GaN의 실제 표면온도는 캐리어 가스, 회전속도, 반응압력에도 민감함을 증명하였다. 이러한 GaN 표면온도의 영향은 통상의 적외선 Pyrometry로는 검출할 수 없다.

Fig. 5 는 반응압력을 400mbar에서 50mbar로 낮출 경우 필름 표면의 실제온도가 어떻게 변화하는지를 보여주는 예이다. 이 실험은 AIXTRON Planetary® MOCVD system에서 gas foil rotation을 하며 실행하였다. 반응실의 압력이 낮아져 satellite 회전속도는 증가하게 되고, 포켓의 비행높이는 상승하게 되며, 이것은 포켓을 약 75K 냉각시킨다.(녹색선) 하지만 웨이퍼 표면의 온도는 30K정도 더욱 내려간다.(파란색과 빨간색선) 하지만 Light Pipe로 측정된 공정온도는 아무런 영향을 나타내지 않고 있으며(검정선), 이러한 변화는 Pyro 400 으로만 측정 할 수 있다. 통상의 적외선 Pyrometry로는 포켓의 온도 영향만 측정 할 수 있다(녹색선)

이러한 장점에 추가적으로, GaN버퍼층의 성장중의 방사율의 변동이 없으므로 Pyro 400 은 온도 히드백 제어응용을 위한 이상적인 기기이다.

요약하면, Pyro 400 은 경쟁자가 없는 정확도를 가진 온도측정의 새로운 품질을 제공하며, 가까운 장래에 GaN 베이스의 LED및 레이저의 제조산업에 있어서 커다란 기여를 할 것이다.