

LED Wafer 의 Laser scribing 에 관한 연구

A study on LED wafer scribing by laser

LG 생산기술원 정밀가공기술그룹 백광열*, 강형식, 홍순국

I. 서론

Sapphire(Al_2O_3)는 청색 LED 제작을 위해서 GaN 성장에 사용되는 기판이다. Sapphire(Al_2O_3) 기판으로 제작된 광 소자들은 고온과 여러 환경 하에서도 완벽한 성능을 발휘한다. Sapphire(Al_2O_3)는 고온과 여러 환경적인 요소에 적합한 물질로 높은 강도, 경도 그리고 화학적인 안정도를 가지고 있기 때문이다. LED 용 sapphire wafer 를 dicing 하는 공정에 있어, 현재의 방법은 diamond wheel 로 scribing 한 후 breaking 하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 이러한 방법은 wafer 두께의 제한, 거친 side wall, large kerf-width($\sim 40 \mu m$), tool 의 마모성, 낮은 생산성, 저수율 등의 많은 문제점을 갖고 있다.

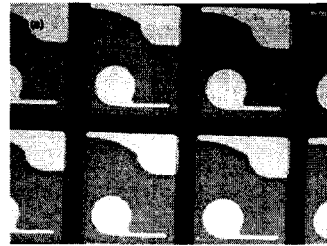


Fig. 1 Sapphire wafer 의 laser scribing

이러한 단점과 비교해 볼 때 laser scribing(Fig. 1)은 narrow kerf-width 구현을 통한 chip 밀도를 높일 수 있는 장점과 높은 수율, 높은 생산성, cutting 단면의 고정세화, 낮은 유지 비용이라는 장점을 가진다.

Table. 1 Sapphire wafer scribing processes 의 비교

	Diamond scribing	Excimer laser	DPSS laser
Laser wavelength (nm)	N/A	248	266 & 355
Cut width (μm)	$\sim 1-2$	15	~ 5
Cut depth (μm)	N/A	30~35	30~35
Throughput (wafer/hour)	1	3	5
Die yield	<90%	>99%	>99%
Operating cost (\$/wafer)	80	8	<2
Uptime (including maintenance)	$\sim 90\%$	>97%	>99%
Process automation	Manual	Fully automatic	Fully automatic

II. 실험 방법

본 연구에서는 $80 \mu m$ 두께의 sapphire wafer를 LED chip이 빔 조사 아래 방향에 위치 되도록 한 후 x, y, z, θ 4 축 조정이 가능한 stage위에 고정 시켜 laser beam을 scanning하면서 실험을 수행하였다. Fig. 2 는 sapphire wafer의 구조도 이다. 이 때 LED chip간 거리는 $50 \mu m$ 로 레

이저 빔에 의한 scribing 선폭도 이 이하로 제한되어진다. Fig. 3 은 LED scribing 장치의 개요도이다. LED chip separation 공정에서는 laser scribing 후 breaking 작업을 필요로 하고, 효율적 breaking을 위해서는 scribing depth가 $40\ \mu\text{m}$ 이상이 되어야 한다. 레이저 빔에 의한 chip 손상을 방지하기 위해 thermal damage zone의 최소화가 필요로 하며 본 실험에서는 빔 spot size를 $10\ \mu\text{m}$ 집속 가능한 렌즈와 thermal zone의 최소화를 위해 cold air cooling unit을 적용하여 실험을 수행하였다.

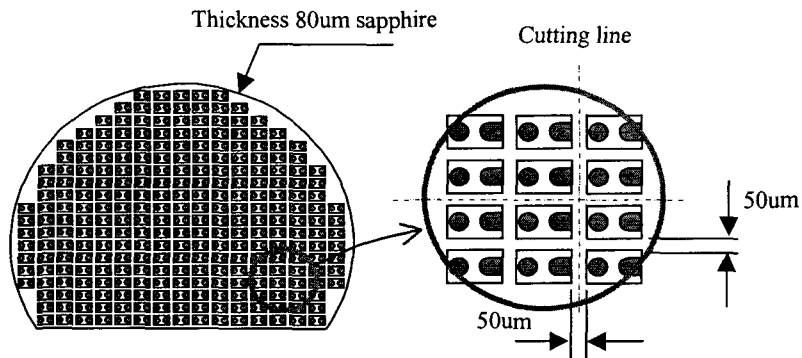


Fig. 2 LED wafer 구조도

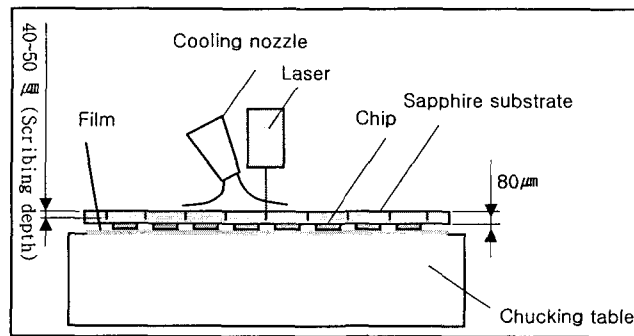


Fig. 3 Laser scribing 장치의 개념도

III. 결과 및 고찰

1. 에너지 변화에 따른 특성

Fig. 4 에서 레이저 주파수, scan speed, scan 횟수를 고정시키고 에너지를 변화시켰을 때 scribing depth, kerf-width와 recast 영역은 선형적으로 증가됨을 알 수 있다. 이때 kerf-width는 chip 간 거리 $50\ \mu\text{m}$ 이내에서 LED 특성에 영향을 주지 않는 범위에서 변화하였으며 에너지 변화에 따른 scribing depth 변화에 비해 상대적으로 변화량이 적었다.

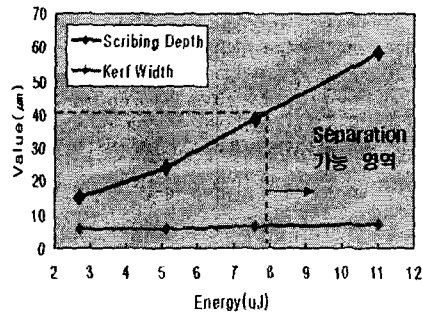


Fig. 4 레이저 에너지 변화에 따른 Scribing depth 변화

2. Scan Speed 변화에 따른 특성

Fig. 5에서 레이저 주파수, scan 횟수, 레이저 에너지를 고정시킨 후 scan speed를 변화시켰을 때 scribing depth와 kerf-width는 감소함을 알 수 있다. Scan speed 변화는 레이저 에너지 변화에 비해 scribing depth 변화에 미치는 영향이 적었으며 kerf-width 변화에 주요인자로 작용하였다.

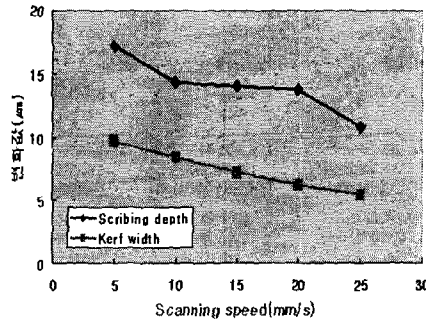


Fig. 5 Scan speed 변화에 따른 scribing depth 변화

Fig. 6은 chip separation이 가능한 영역까지 scribing된 sapphire wafer의 단면도이다.

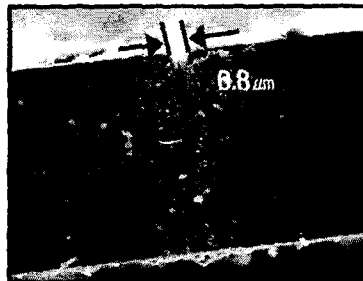


Fig. 6 Cross-section after laser scribing

IV. 결론

Chip separation을 위한 sapphire laser scribing에서 고려되어야 할 인자를 알아보았다. 특히, 광 소자 특성을 저하시키지 않는 범위에서 chip separation은 narrow kerf-width와 narrow thermal effect zone을 가지며 deep scribing depth를 갖는 것이 필수적이다. 이때 scribing depth에 주요인자로 작용하는 것은 레이저 에너지이고 scan speed는 kerf-width에 주요 인자로 작용하였으며 chip separation시 제어 인자로 활용 가능할 것으로 사료된다.

V. 참고문헌

1. Jong-Moo Lee et al, "Scribing blue wafer using laser-induced plasma-assisted ablation with a q-switched Nd:YAG laser," Proceedings of SPIE Laser Applications in Microelectronic and Optoelectronic Manufacturing V ,V.3933 ,2000 -01 -24.
2. Toshimitsu Akane, et al , "GaN etching by simultaneous irradiation of KrF excimer laser and F2 laser" Proceedings of SPIE Laser Applications in Microelectronic and Optoelectronic Manufacturing VI ,V.4274 ,2001 -01 -22.
3. ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, "Introduction to lasers and their applications."
4. Jongkook Park , Patrick Sercel, et al, Compound Semiconductor magazine – "High-speed UV laser scribing boosts blue LED industry" (December 2002)