

UV 광량 정밀 측정을 위한 광학계 설계 Optical system design for UV energy measurement

* 김석, #유상용, 김선경, 봉은희

* S. Kim, # S.Y. Yu(Sangyong.yu@samsung.com), S.K. Kim, E.H. Bong
Samsung Electro-Mechanics Manufacturing Engineering Group

Key words : UV detection, optical system

1. 서론

현대의 전자-인쇄 산업에서 UV(Ultra Violet) source 를 이용한 회로의 형성 및 가공 공정이 시간이 갈수록 고 미세화, 고 집적화, 초고속화 되어가는 추세이다. UV 노광 system 을 이용한 회로 설계는 사용되는 UV energy 및 spectrum 에 따라 다양한 응용을 할 수 있다. [1] 예컨대, 반도체 산업에서 사용되는 에너지와 PCB(Printed Circuit Board) 공정에서 사용되는 UV energy 는 intensity 면과 가공시간 등의 면에서 많은 응용 방법의 차이가 있다.

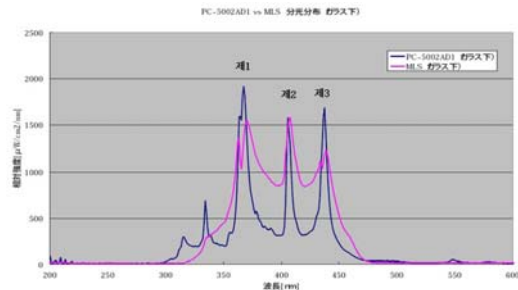
[2] 이렇게 다양한 공정에서 사용되는 UV 를 이용한 노광-현상 작업에서 UV energy 와 spectrum 에 따른 정밀 측정이 이루어짐으로서 공정 내에서 UV energy 에 의해서 미치는 현상을 정밀 하게 분석하고 예측하여 대응할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 PCB 기판 공정의 회로 형성 공정 및 SR(Solder Resist) 도포 경화 공정에서의 UV energy 에 의한 경화 작용의 mechanism 을 상호 correlation 하기 위하여 UV energy 를 특정 영역대의 bandwidth 로 cutting 하고 측정하는 system 을 설계하고 연구 하였다. 노광 공정을 위한 노광 energy 의 대상체 표면 및 하부에 빠른 시간안에 침투 시키기 위하여 보통 수 KW ~ 수십 KW 영역의 metal halide lamp 또는 HADL (Hg Arc Discharge Lamp)등을 사용한다. 이렇게 높은 에너지를 짧은 시간 안에 사용함으로써 공정 능률을 올리는 장점이 있지만 정해진 spectrum 내에서 대상체의 표면과 심부를 동시에 경화 시켜야만 하는 어려움이있다. 이러한 이유로 표면 경화에 민감한 UV 영역과 심부 경화에 민감한 UV 영역을 각각 측정 할 수 있는 system 이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 HADL 을 사용하는 노광 system 에서 SR 경화에 주 영향 인자인 세 개의 파장 대역을 선정하고 특정 bandwidth 내에서 노광 spectrum energy 를 측정하고 분석 하는 광학계를 설계하였다.

2. 실험방법

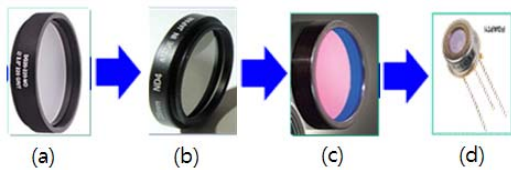
HADL 의 일반적인 energy spectrum 을 < Fig. 1 > 에서 보게 되면 각각 다른 영역대에서 제 1, 제 2, 제 3 의 peak 이 존재하는 것을 알 수있다. 이 세 개의 UV main peak 을 측정함으로써 SR 경화에 영향을 주는 인자를 관리할 수 있다.



< Fig.1 Hg arc discharge lamp energy spectrum >

Main peak 3 개의 관리를 각각 관리하기 위하여 세 개의 각기 다른 beam pass design 을 설계 하였다. 본 연구에서는 세 개의 peak 을 365 nm, 405 nm, 436 nm 로 구분하였고, 주요 peak bandwidth FWHM (Full Width Half Maximum)이 ± 20 nm 인 것을 사용하였다. 1 차적으로 UV high energy 에 의한 energy 균등성 및 열화를 방지하기 위해 <Fig. 2> (a)와 같이 beam energy averaging 효과를 얻기 위해 diffuser 를 사용하였고, 2 차 high energy cutting 을 위해 <Fig. 2> (b)

와 같이 ND(Neutral Density)를 사용하였다. 이후 (c)를 거쳐서 beam 의 경로는 design 된 bandwidth 로 cutting 되어진후 PD(Photo Diode) sensor 를 통하여 검출이 이루어지게 된다. PD sensor 에서 검출 되어진 신호는 H/W(Hard ware), SW(Soft ware)적인 처리 과정을 거친 후 DAQ(Data Acquisition)를 통하여 data 가 수집되어진다.

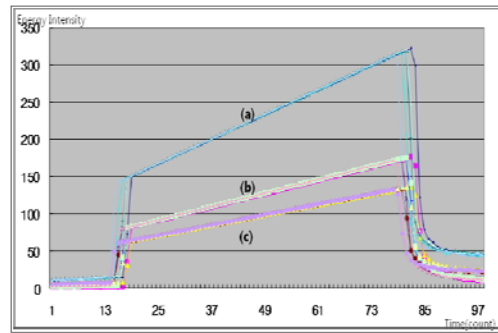


< Fig.2 High energy beam pass design.
(a) diffuser, (b) ND, (c) band pass, (d) PD >

3. 측정 및 분석

Band width cutting 에 따른 beam pass design 에 따라 수집 되어진 세 개의 주요 peak 의 reference data 를 <Fig. 3> 에서 보여주고 있다. 이 reference data 는 <Fig. 2> 와 같은 각각의 beam pass 를 통과하고 PD sensor 의 sensing irradiance 에 따라 계산 되어진 값이다. 일반적으로 Si 계열 photo diode sensor 는 200 nm ~ 1200 nm 에 까지 광 범위하게 반응할 수 있으나 그 영역에 따라 각기 다른 RCV(Response Coeffcence Value) 값을 갖는다. <Fig. 3> 의 (a), (b), (c)는 각각 365 nm, 405 nm, 436 nm 를 측정 한 값이다. 측정 기준 energy correlation 하기 위하여 ORC 사 UV-351 과 비교 측정하였다. UV-351 측정기의 경우 365 nm ± 40 nm(Full band width:80 nm) 로 넓은 영역을 scanning 한다. 또한 1 point 365 nm 를 측정함으로써 본 연구에서 설계한 측정 system 과는 차이점이 있다. 특히 각각의 beam pass design 은 강한 UV 에 열화되지 않도록 metal evaporation method 를 이용하여 제작된 광 렌즈를 사용하여 data gathering 되도록 함으로써 시간에 따른 sensitivity 저하를 최소화 하였다. 일반적인 감광성 염료에 의한 광 filter 제작 방식은 high energy 에서 측정시 열화에 의한 sensitivity 저하를 고려하여야 한다. 세 개의 main peak 을 측정하고 관리하기 위하여

bandwidth 를 동일한 FWHM 으로 구성 하였으며 그 결과 동일한 조건에서 상대적인 365 nm, 405 nm, 436 nm 의 절대값을 구할 수 있게 되었다.



< Fig.3 Detected main peak intensity respectively
(a) 436 nm, (b) 405 nm, (c)365 nm >

4. 결론

본 연구를 통하여 UV 를 이용한 노광 mechanism 을 정밀 측정하고 beam pass energy detection system 의 정밀도 및 반복성을 실험하였다. 설계된 design 에 따르면 UV high intensity 를 열화 현상 없이 경화 공정에 영향을 주는 세 개의 main peak 을 정밀 관리할 수 있다. 향후 세 개의 main peak 이 SR 등의 대상체 표면 또는 심부에 어떤 영향을 주는지는 후속적인 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. Jae-Hoon choi and Hyun-Joong Kim, “ Three hardness test methods and their relationship on uv-curable epoxy acrylate coatings for wooden flooring systems”, JIEC, 12, 412-417,2006
2. P.Compston, D.Dexter, “The effect of ultra violet(UV) light postcuring on resin hardness and interlaminar shear strength of a glass-fiber/vinylester composite”, J.Master Sci, 43, 5017-5019, 2008