

초미세 분말 미량 제어모듈

Micro Volume Control for Fine Powder

*#이창우¹, 송준엽¹, 하태호¹, 이재학¹, 장주호¹

*#C. W. Lee(lcwllej@kimm.re.kr)¹, J. Y. Song¹, T. H. Ha¹, J. H. Lee¹, J. H. Jang¹

¹ 한국기계연구원 나노융합·생산시스템연구본부

Key words : Porous Filter, White LED, Phosphor, Nano Powder, Dispensing

1. 서론

백색 LED가 상용화되면서 LED 시장이 급속도로 확장하고 있다. 백색 LED가 개발되기 이전에는 단순히 장비의 표시 기능으로 기능이 매우 제한적이었지만 백색 LED와 동시에 휘도가 높아지면서 사용영역이 급격히 증가하였다. Fig. 1은 광 효율에 따른 LED 사용분야를 나타낸다. 효율이 낮은 개발초기에는 교통표시등이나 휴대폰 키패드, BLU 등으로 사용되었다. 기술이 발전하여 80 lm/w가 되면서 LCD TV나 모니터의 BLU에 적용되면서 시장이 빠르게 성장하고 있다. 광 효율이 120 lm/w 이상이 되면서 조명분야에 적용이 되면서 시장은 드라마틱하게 급성장할 것으로 예견되고 있다.

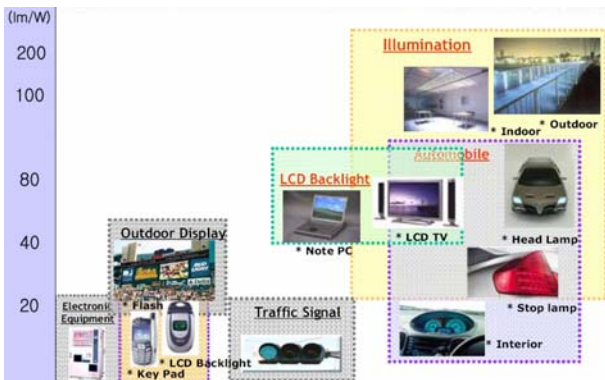


Fig. 1 Field of using LED related to the photo efficiency

2. 실험장비

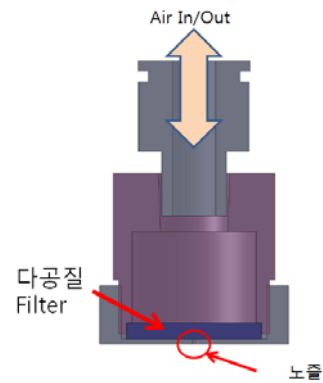


Fig. 3 Picker for fine powder

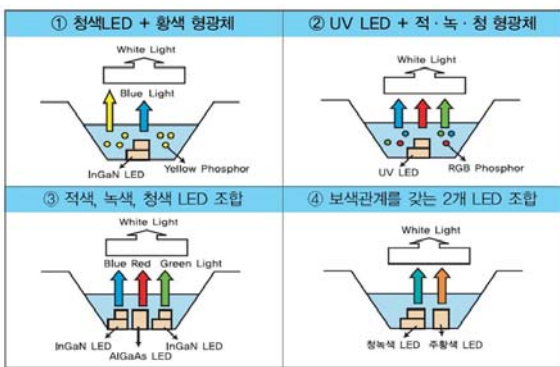


Fig. 2 4 methods of making white LED

Fig. 2에 나타난 것처럼 백색 LED를 만드는 방법이 크게 4가지가 있다. 4가지 방법을 크게 2가지 종류로 구분하면 형광체를 사용하는 방법과 사용하지 않는 방법으로 나뉜다. 형광체를 사용하지 않는 방법은 2개 이상의 LED를 사용하여 광원의 조합으로 백색을 구현한다. 휘도가 높지만 가격이 비싸다는 단점이 있어 많이 사용하는 방법이 아니다. 형광체를 사용하는 방법은 청색 LED에 황색 형광체를 조합하는 방법과 UV LED와 적, 녹, 청 3가지 형광체를 혼합하여 사용하는 방법이다. 현재는 청색 LED와 황색 형광체를 혼합하여 사용하는 경우가 가장 많이 사용된다. 이때 형광체를 액상 실리콘과 혼합하여 Packaging 하는데 실리콘과 형광체의 배합 비율에 따라서 백색 형태가 달라진다. 특히

현재 가장 큰 시장을 형성하고 있는 LCD TV와 모니터 BLU는 커다란 영향을 받는다. 때문에 형광체와 실리콘의 정확한 배합 비율이 필요하다. 형광체는 분말형태로 보통은 수 마이크로에서 수십 마이크로 정도의 입자크기를 가진다. 입자가 작아지면 입자크기효과에 의해서 큰 강성을 가진다. 때문에 분말 제어시스템의 경우 대상물에 의해서 마모가 발생하여 수명이 짧다는 단점을 가지게 된다. 본 연구에서는 기존에 관로를 이동하는 방식을 다공질 필터를 이용하여 관로를 사용하지 않고 미량의 미세형광체를 제어하였다. 미세 분말 정밀제어 기술은 의약품 Package 분야에도 적용가능 기술이다.

Fig. 3는 본 연구에서 제작된 다공질 필터를 이용한 미세분말 Picker를 나타낸다. 상부의 Air 노즐에 의해서 진공과 상압이 작용한다. 그리고 다공질 메탈 필터가 중간에 삽입되어 있고 하단에는 직경이 0.5 mm 두께가 1 mm의 노즐이 있다. 동작 원리는 Fig. 4와 같이 우선 형광체 위에 Picker를 위치시키고 솔레노이드 밸브를 이용해서 Air 노즐에 진공을 인가하면 노란색 형광체가 노즐 내부를 채운다. 다음은 스펀지를 이용해서 Scraping으로 노즐 이외에 붙어있는 형광체 분말을 제거한다. 다음은 Air 노즐에 공압을 인가하여 형광체를 분사한다. 본 연구에서 제안한 방법을 사용하면 관로를 사용하는 기존 방법과 달리 형광체와 상대운동을 하는 기구부가 없어 마모가 발생하지 않아 부품의 수명이 길어 정량 제어가 용이하다. 노즐의 크기를 달리하면 제어하고자 하는 체적을 쉽게 변경할 수 있다.

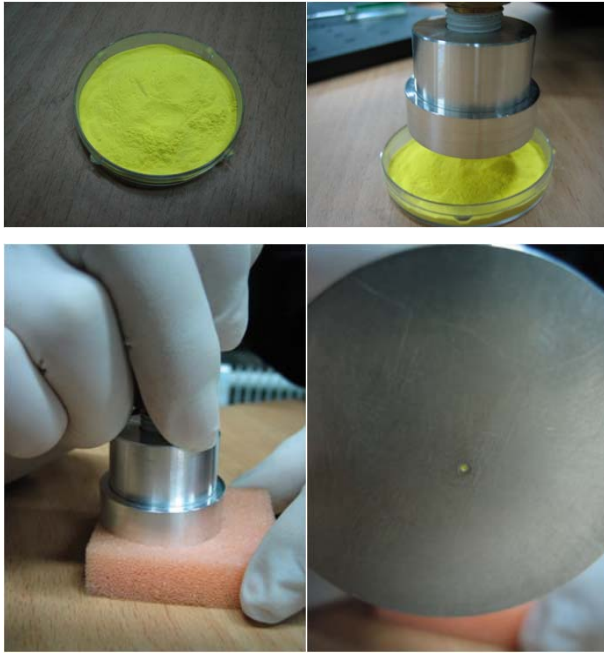


Fig. 4 Operating sequence

형광체 분말은 세라믹 계열의 물성을 가지고 있어서 비중이 대략 2.4 - 2.6사이의 값을 가진다. 실험에 사용된 직경 0.5 mm 두께 1 mm 노즐부분의 체적과 비중으로 분말이 아닌 고체 상태로 무게를 계산하면 대략 0.49 mg 정도가 된다. 본 연구에서 제작한 미세 분말 제어모듈의 성능을 평가하기 위해서 분해능이 0.01 mg인 초정밀 밸런스를 사용하여 무게를 측정하였다. 실험방법은 Fig. 4와 같이 Scraping하고 형광체가 날리지 않도록 Fig. 5에서와 같이 바이알 병에 가압을 통하여 배출한다. 바이알 병의 초기 무게를 측정하고 10회 분말을 Picking하여 평균된 값을 측정하였다.



Fig. 5 Measuring 10 times picking

Table 1 Measuring 10 times picking data

회	1	2	3	4	5
무게(mg)	4.43	4.67	4.41	4.40	4.47
회	6	7	8	9	10
무게(mg)	4.46	4.51	4.45	4.39	4.29

Table 1과 Fig. 6는 10번씩 Picking한 형광체 분말을 10번 측정된 결과를 나타낸다. 평균적으로 4.47 mg 으로 측정되었다. 이는 노즐 부분을 Solid로 생각하고 계산된 4.9 mg 보다 0.43 mg 작은량으로 비중의 차이와 분말형태이므로 공극에 의해서 발생하는량으로 예상된다.

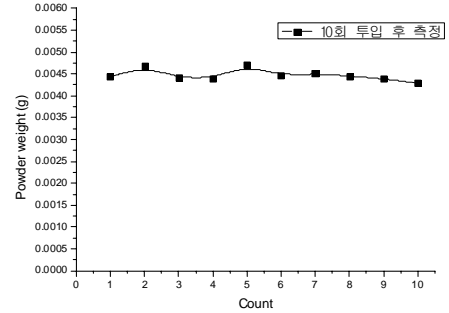


Fig. 6 Measuring 10 times picking data

Table 2 는 1회 Picking한 분말 양을 10회 측정된 값으로 평균이 0.33 mg으로 반복성은 유지되지만 계산한 결과와는 차이를 나타낸다. 이는 측정량이 매우 미소하여 밸런스의 선형성의 문제로 예상된다.

Table 2 Measuring one time picking data

회	1	2	3	4	5
무게(mg)	0.32	0.29	0.33	0.27	0.35
회	6	7	8	9	10
무게(mg)	0.39	0.39	0.32	0.33	0.31

Fig. 7은 노즐부의 면적을 축소한 실험 장비를 나타낸다. 노즐부가 축소되어 Scraping이 용이해지고 Picker를 취급하기 쉬운 장점을 가진다.



Fig. 7 New design of powder picker

4. 결론

LED는 형광체와 액상 실리콘의 배합비율에 따라서 백색 LED의 스펙트럼이 달라진다. 현재 가장 큰 시장인 LCD BLU는 동일한 광 스펙트럼을 요구한다. 이러한 점에서 형광체 분말의 미량 제어기술은 BLU용 LED칩의 성능을 향상시키는 중요한 기술이며 Scraping 공정의 개선을 통한 상용화가 예상된다.

참고문헌

1. 강태규, 박성희, 장일순, 김인수, 한동원, “녹색성장 LED 융합 기술동향 분석”, 전자통신동향분석 제24권 제5호, pp 30-37, 2009, 10
2. 안선형, “LED 시장현황 및 2006년 전망”, 전자부품, pp 56-63, 2009
3. 박주석, 유순재, 문형대, “LED용 형광체 기술현황 및 전망”, 조명전기설비, pp 31-40, 2003