

# 대면적 OLED를 위한 리니어소스의 히터개발

주영철\*, 한충환\*\*, 엄태준\*, 이상욱\*, 김국원\*, 권계시\*,  
\*순천향대학교 기계공학과  
\*\*순천향대학교 기계공학과 대학원  
e-mail: ychjoo@sch.ac.kr

## Development of Linear Source for Large Size OLED

Youngcheol Joo\*, Choong Hwan Han\*\*, Tai Joon Um\*,  
Sang-Wook Lee\*, Kug Weon Kim\*, and Kye-Si Kwon\*  
\*Dept of Mechanical Engineering, Soonchunhyang University  
\*\*Graduate School, Soonchunhyang University

### 요 약

대면적 OLED 기관의 유기물 증착에 사용되는 리니어소스의 온도분포를 전산해석을 통하여 구하였다. 해석결과 기존의 히터구조로는 분말의 온도가 승화에 필요한 온도에 도달하였을 때 노즐의 온도가 너무 낮아 노즐 표면에 유기물이 응축할 수 있는 위험이 있다는 것을 밝혔다. 히터의 위치를 하우징 내부에서 크루시블의 외벽으로 변경하는 것을 제안하여 노즐의 온도가 적정온도에 이르도록 하였다.

### 1. 서론

유기발광다이오드(organic light emitting diode, OLED)는 다른 디스플레이에 비해 밝고 색 재현성이 뛰어나며 시야각이 넓고 가벼운 등 많은 장점을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 LCD나 PDP와 같은 다른 디스플레이 매체에 비해 상용화가 늦은 것은 수명이 짧고 대형화가 어렵다는 제조공정상의 기술적인 문제점을 극복하지 못하였기 때문이다[1,2]. 제조공정상에서 해결해야 할 과제중의 하나는 증착 작업시 유기물의 증착효율을 높이는 것이다. 평판이 대면적화 할수록 유기물의 수율을 높이는 기술이 요구되고 있기 때문이다. 기존에는 서클러소스라는 점 증발원을 이용하여 유기물을 기관에 증착시켰다[3]. 그러나 기관이 대형화됨에 따라 점 증발원으로는 넓은 면적을 균일하게 증착시키는데 한계가 있어서 새로운 증착 방법이 요구되고 있다.

리니어소스는 선형의 증발원을 이용하여 넓은 면적의 기관에 유기물을 증착시키는 새로운 방법이다. 즉, 그림 1에서 나타난 바와 같이 기관의 폭 방향으로 유기물이 고르게 증발하게 하고 기관을 길이방향으로 이동시키거나 리니어소스를 이동시켜 넓은 면

적의 균일한 유기물 증착막을 얻는 방법이다. 이 리니어소스에는 크루시블(도가니)의 측면에 히터가 장착되어 있어서 크루시블 내부에 담겨있는 유기물 분말의 승화에 필요한 열을 공급한다. 승화된 유기물은 리니어소스의 상부에 있는 노즐을 통해서 고르게 퍼져나가 기관에 증착된다. 이때 노즐의 온도가 너무 낮으면 승화된 유기물 증기가 노즐에서 응축되어 증착을 방해하고, 반대로 너무 온도가 높으면 기관에 복사열이 전달되어 기관의 온도를 적정 온도 이상으로 가열하여 균일한 유기물 증착을 방해하게 된다. 따라서 히터의 위치를 적당히 하여 유기물을 잘 승화시키면서 노즐의 온도를 최적온도로 유지하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 전산해석을 통하여 리니어소스 히터의 적당한 위치와 크기를 구하여 소스개발에 도움이 되고자 한다.

### 2. 리니어소스의 구조와 모델링

리니어소스의 구조를 그림 2에 나타내었다. 유기물 분말이 담겨있는 크루시블은 고열에도 견딜 수 있도록 흑연 재질로 만들어진다. 히터는 크루시블

벽면 상부의 위치하는데, 크루시블을 탈부착하기 편하도록 히터가 직접 크루시블에 닿지 않게 되어있다. 따라서 히터에서 발생한 열은 복사열전달을 통하여 크루시블에 전달된다. 전체적인 구조물을 단열성이 뛰어난 재질의 하우징에 둘러싸고 있다. 하우징의 내부 벽면에 히터를 장착할 수 있는 핀 모양의 구조물이 있어서 여기에 히터를 장착한다. 리니어소스의 윗면에는 승화된 유기물 기체가 고르게 퍼져나가 기관에 균일하게 장착되도록 길이방향으로 구멍이 뚫린 노즐이 장착되어 있다.

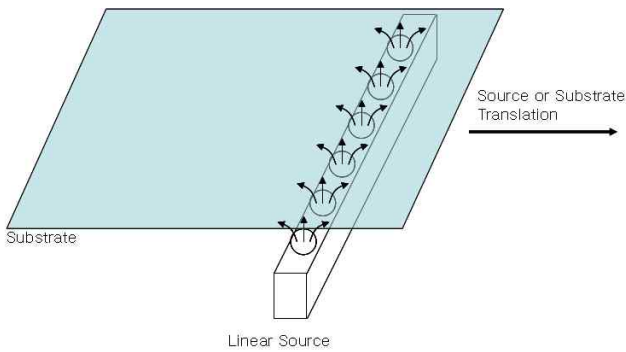


그림 1. 리니어소스의 구동개념

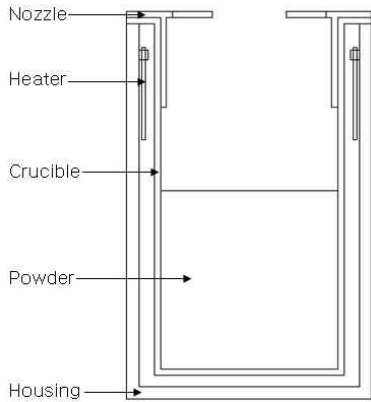
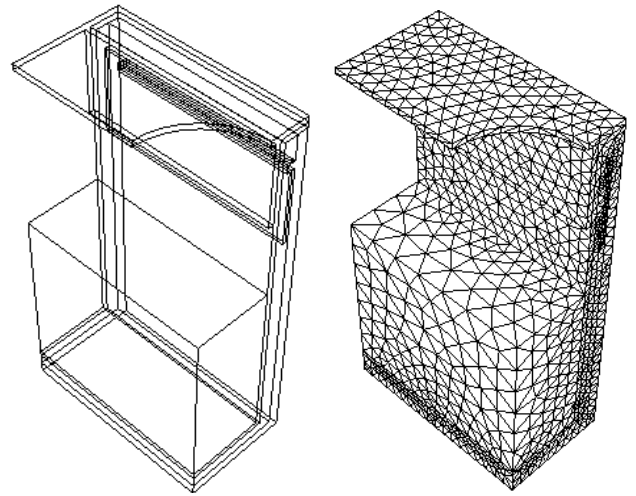


그림 2. 리니어소스의 구조

리니어소스가 길이방향으로 좌우 대칭이고 노즐 구멍이 같은 패턴이 되풀이되므로 메모리 용량을 줄이고 계산 시간을 단축하기 위하여 그림 3(a), (b)와 같이 모델링하고 격자구조를 만들었다. 표1에 각 부분의 격자형태와 재질을 나타내었다.



(a) 모델링 (b) 격자구조

그림 3. 모델링과 격자구조

표 1. 각 부분의 격자구조와 재질

부분	격자형태	개수	재질
분말	사면체	3025	고분자
크루시블	사면체	4526	흑연
노즐	사면체	1346	흑연
히터	사면체	4045	탄탈륨
하우징	사면체	6714	스텐레스스틸
공기	사면체	11635	공기
합계		31321	

### 3. 열전달 해석

열유체 전용 전산해석 프로그램인 FLUENT를 이용하여 리니어소스의 온도분포를 해석하였다. 히터에 가하는 열량을 변화시키면서 시행착오법으로 유기물 분말 표면의 온도가 유기물의 승화온도인 300°C에 도달했을 때의 온도분포를 구하였다. 그림 4에 분말의 높이가 전체 크루시블 높이의 60%에 해당할 때의 온도분포를 나타내었다. 이때 노즐의 온도는 220°C로 승화된 유기물이 응축될 수 있는 낮은 온도이다. 이는 히터가 하우징 쪽에 부착되어 있어서 발생한 열이 노즐에 잘 전달되지 않고 그나마 전달된 열은 복사열전달을 통하여 외부로 너무 많이 빠져나가 발생하는 현상으로 사료된다.

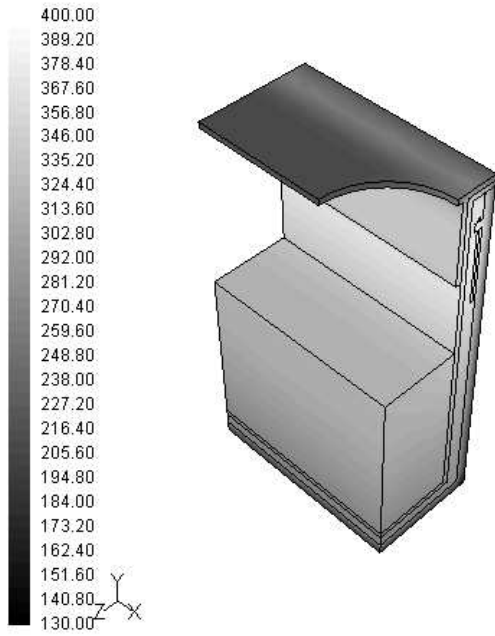


그림 4. 리니어소스의 온도분포(히터위치 개선 전)

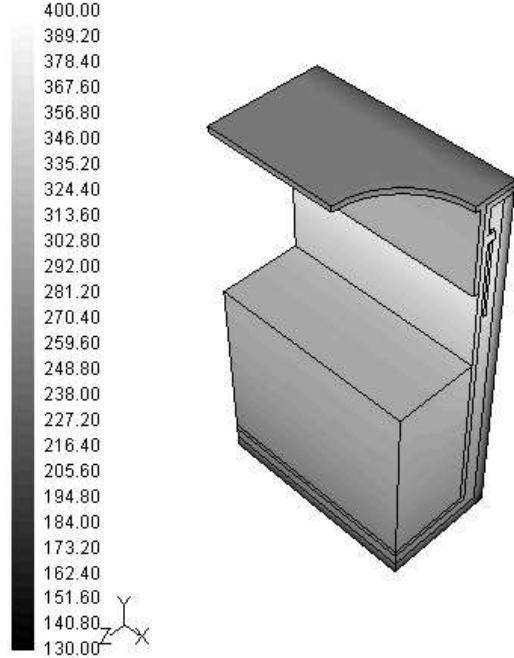


그림 5. 리니어소스의 온도분포(히터위치 개선 후)

이를 해결하기 위해 히터의 부착위치를 하우징 내부 벽면이 아닌 크루시블의 외부 벽면으로 바꾸어서 온도분포 해석을 하였다. 하우징의 내부 벽면에 히터를 장착하는 것 보다 크루시블의 외부에 장착하는 것이 장치를 만드는 것도 약간의 어려움이 따르고 크루시블을 탈부착할 때도 번거로움이 좀 더 있지만, 현재의 히터 위치로는 노즐의 온도가 너무 낮아 승화된 유기물이 노즐에 증착될 가능성이 너무 많기 때문에 설계변경을 고려하여야 한다. 그림 5에 개선된 히터의 위치를 크루시블의 외부벽면에 장착하는 것으로 변경하고 분말의 높이가 60%인 때의 온도분포를 나타내었다. 분말 표면의 온도가 300℃일 때 노즐의 온도는 280℃로 유기물 응축이 일어나지 않는 최적의 온도이다. 표 1에 개선 전과 후의 각 부분의 온도를 나타내었다.

표 2. 각 부분의 온도

부분	개선 전 온도(℃)	개선 후 온도(℃)
분말	300-303	302-308
노즐	224-227	281-286
하우징	227-229	221-227

#### 4. 결론

대면적 OLED 기판의 유기물 증착에 사용하기 위한 리니어소스의 히터를 개발하기 위하여 리니어소스의 온도분포를 전산해석을 통하여 구하였다. 해석결과 기존의 설계로는 분말의 온도가 승화에 필요한 적정온도에 도달하였을 때 노즐의 온도가 너무 낮아 노즐 표면에 유기물이 응축할 수 있는 위험이 있다는 것을 밝혔다. 히터의 위치를 하우징 내벽에서 크루시블의 외벽으로 변경하는 것을 제안하여 노즐의 온도가 적정온도에 이르도록 하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지적 순천향대학교 차세대 BIT무선부품지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.

#### 참고문헌

- [1] 이준신, 김도영, “평판 디스플레이 공학,” 홍릉과학출판사, pp.157-198, 2005.
- [2] 키도 준지, “유기EL,” 광문각, pp.193-212, 2004.
- [3] 엄태준, 주영철, 김국원, 이상욱, “대면적 OLED 증착용 서큘러소스의 성능개선,” 한국산학기술학회논문지, Vol. 7, No. 5, pp.759-765, 2006.