

AC PDP에서의 최적의 페닝 방전가스 혼합비에 대한 휘도와 효율 향상에 관한 연구

이재경, 함정국, 변기량, 강정원, 황호정
중앙대학교 전자전기공학부 반도체공정소자연구실

A Study of Penning gas for the improvement of luminance and luminous efficiency in AC plasma display panel

Jae-Kyung Lee, Jung-Kook Ham, Ki-Ryang Byun, Jeong-Won Kang, Ho-Jung Hwang
Chung-Ang University, 221 Hukseok-Dong, Dongjak-Gu, Seoul 156-756, Korea

Abstract

우리는 AC-PDP에서 휘도와 효율을 향상시키기 위하여 Ne-Xe(4%)와 He(7)-Ne(3)-Xe(3%)에 소량의 Ar 또는 Kr를 첨가하여 최적의 페닝 방전가스 혼합비를 연구하였다. 우리는 이것을 증명하기 위해 효율과 Q-V 방법을 이용하여 벽전하를 계산하였으며, 2차원 시뮬레이션에서의 결과값과 비교하였다. 200 Torr 압력에서 He-Ne-Xe 또는 Ne-Xe에 소량의 Ar(0.01-0.1%) 또는 Kr(0.01-0.1%)을 첨가시켰을 때, 우리는 20% 이상의 휘도의 증가와 25% 이상의 효율 증가를 발견하였고, 또한 벽전하도 25% 이상의 증가를 보였다. 400 Torr 압력에서 He-Ne-Xe-Kr(0.005%)에 소량의 Ar(0.005-0.1%)를 첨가시켰을 때는 8% 이상의 휘도의 증가와 18% 이상의 효율 증가, 12% 이상의 벽전하 증가를 확인하였다. 결론적으로 이 결과는 He, Ne, Ar, Kr 사이에 추가적인 페닝효과가 휘도와 효율을 향상시켰다는 것을 보여준다.

Key Words : AC-PDP, optimal mixture gas, wall charge, Penning effect

1. 서론

최근 차세대 대화면 평면 디스플레이 장치로 각광 받고 있는 플라즈마 디스플레이패널(PDP)이 가정에 보급되기 위하여 해결되어야 할 몇 가지 문제점들이 있다. 먼저 소비 전력을 낮추는 것과 화질의 향상, 그리고 가격을 낮추는 것이 그것이며, 이러한 문제점의 해결을 위한 연구가 꾸준히 계속되고 있다. 특히 플라즈마디스플레이에 사용되는 방전 기체의 선택과 혼합비의 최적화 기술은 반드시 행해져야 할 연구이다. 본 논문은 AC PDP에서 사용하는 가스의 혼합비, 압력, 페닝 효과를 고려한 가스 조합의 최적화를 통해 방전전압을 낮추면서도 휘도의 증가를 얻을 수 있는 고휘도, 고효율 PDP 페닝 기체 혼합비를 찾고자 하였다.

현재 AC-PDP에서의 기체 조성은 실제 형광체를 여기 시키는 진공자외선의 생성에 효과적인 Xe

기체에 Ne, He과 같은 바탕기체를 혼합해서 사용하고 있다. 즉 Xe 기체는 바탕기체의 준안정상상태(metastable state) 에너지보다 더 낮은 이온화 에너지를 갖기 때문에 페닝 효과(Penning effect) [1]에 의한 방전개시 전압의 감소와 스퍼터링에 의한 유전층의 손상 방지 등의 효과를 얻을 수 있다. 따라서 다양한 페닝기체에 대한 전기적, 광학적 특성 연구를 통한 페닝기체의 선택과 그 압력 및 조성비의 최적화는 매우 중요하다. 그러므로 본 논문에서는 He(70%)-Ne(27%)-Xe(3%)의 3원 혼합기체와 Ne(96%)-Xe(4%)의 2원 혼합기체에 페닝 효과를 극대화하기 위한 소량의 Ar, Kr를 첨가하여 각각의 첨가비에 따른 방전 개시전압, 방전 유지전압, 휘도, 효율 등을 측정하고, 페닝효과에 의한 방전 공간상의 전자수 증가를 확인하기 위해 셀 내의 전극 위에 쌓이는 벽전하 양을 측정, 분석함으로써 AC PDP의 고휘도, 고효율화를 이룰 수 있는 효과

적인 정보를 제시하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

그림 1은 실험장치의 개략도를 보여준다. 본 실험장치는 최대 5종류의 가스를 혼합할 수 있도록 5개의 MFC (Mass Flow Controller)가 장착되었으며, 10^{-6} Torr 까지 진공을 낮출 수 있는 진공펌프가 챔버와 연결되어 있다. 하지만, 실험의 정확성을 기하기 위해 He(70%)+Ne(27%)+Xe(3%) 혼합가스와 Ne(96%)+Xe(4%) 혼합가스를 사용하였으며, 여기에 각각 Ar 또는 Kr만을 소량 첨가할 수 있도록 실험 장치를 구성하였다.

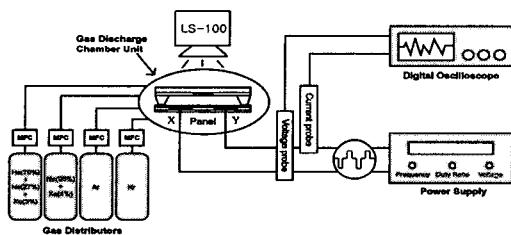


그림 1. 실험장치 구성도.

실험 챔버 내의 진공도는 고진공은 이온 게이지, 저진공은 바라트론 게이지를 사용하여 측정하였다. 패널에 인가되는 펄스부는 FTlab의 PDS2000을 사용하였으며, 구동 가능 주파수는 10kHz - 120kHz, 인가 가능 전압은 0V - 400V이며, 최대 듀티비는 45%이다.

실험에 사용된 테스트 패널은 3.6인치 유리 기판에 전극 폭은 $300\mu\text{m}$, 전극 간격은 $100\mu\text{m}$ 인 ITO 투명전극과 격벽 높이가 $120\mu\text{m}$, 유전체 높이가 $30\mu\text{m}$, 그리고 MgO층이 500Å 증착된 구조로 되어 있다.

실험에 사용된 구동 주파수는 83kHz, 듀티비는 30%, 챔버 내의 압력은 200Torr이며, 방전유지 전압은 160V - 200V 까지 10V 간격으로 하여 휘도 및 효율을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2와 그림 3은 Ar 또는 Kr을 He(70%) -

Ne(27%) - Xe(3%) 혼합가스에 첨가했을 때 휘도와 효율의 변화특성을 나타내고 있다. Ar 첨가시 방전유지전압이 160V일 때 대략 0.1% 이하 부근의 부분압에서 좋은 휘도 및 효율 특성을 보인다. 특히, 효율이 0.02%-0.05%, 휘도는 0.01%-0.05% 정도인 부분압에서 가장 좋은 특성을 갖는다. 방전유지전압이 180V일 경우 효율은 0.05%, 휘도는 0.02%-0.05%인 부분압에서 가장 좋은 특성을 보여주고 있다. Kr 첨가시 방전유지전압이 160V일 때 효율은 0.01%-0.02%, 휘도는 0.01%-0.03%의 부분압에서 가장 좋은 특성을 나타냈다. 방전유지전압이 180V일 경우 효율은 0.02%-0.03%, 휘도는 0.01%-0.03%인 부분압에서 가장 좋은 특성을 보여주고 있다.

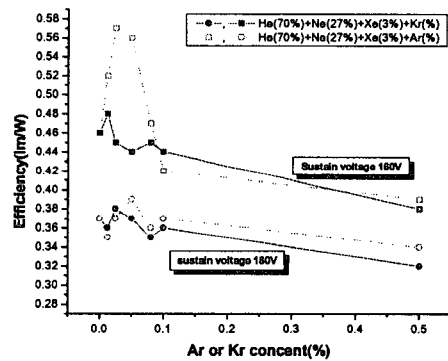


그림 2. He(70%)-Ne(27%)-Xe(3%) 혼합가스에서 Ar 또는 Kr의 첨가비에 따른 발광 효율 변화.

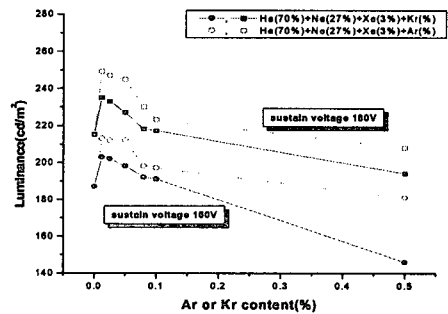


그림 3. He(70%)-Ne(27%)-Xe(3%) 혼합가스에서 Ar 또는 Kr의 첨가비에 따른 휘도 변화.

그림 4와 그림 5는 Ar 또는 Kr을 Ne(96%) - Xe(4%) 혼합가스에 첨가했을 때의 휘도와 효율의 변화 특성을 나타내고 있다. Ar 첨가시 방전유지전압이 160V일 때 효율과 휘도 모두 0.01%-0.02%의 부분압에서 가장 좋은 특성을 나타냈다. 방전유지전압이 180V일 경우도 효율과 휘도 모두 0.01%-0.02%인 부분압에서 가장 좋은 특성이 나타났다. Kr 첨가시 방전유지전압이 160V일 때 효율은 0.02%-0.03%, 휘도는 0.01%-0.02%인 부분압에서 가장 좋은 특성을 나타냈으며 방전유지전압이 180V일 경우 효율과 휘도 모두 0.01%-0.02%의 부분압에서 가장 좋은 특성을 보였다. Ne(96%) - Xe(4%) 혼합가스에 Ar이 첨가되었을 때 방전전압은 Kr을 첨가했을 경우가 보다 낮았다. 하지만 휘도는 비슷한 결과를 보였고, 효율의 경우 방전유지전압이 160V 일 때는 Kr이, 180V 일 때는 Ar이 더 좋은 특성을 보였다.

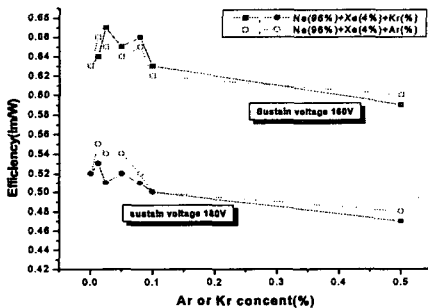


그림 4. Ne(96%) - Xe(4%) 혼합가스에서 Ar 또는 Kr의 첨가비에 따른 발광효율 변화

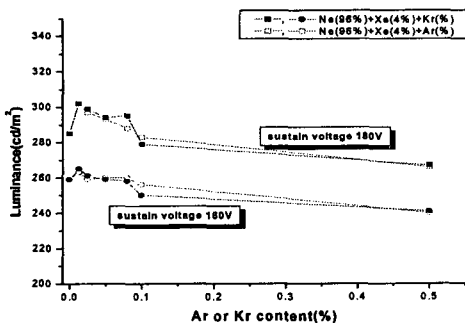


그림 5. Ne(96%) - Xe(4%) 혼합가스에서 Ar 또는 Kr의 첨가비에 따른 휘도 변화

4. 결론

본 논문은 AC PDP에서 사용하는 가스의 혼합비, 압력, 페닝 효과를 고려한 가스 조합의 최적화를 통해 방전전압을 낮추면서도 휘도의 증가를 얻을 수 있는 저전력, 고효율 PDP 페닝 기체 혼합비를 찾고자 하였다. 이를 위해 현재 가장 많이 사용되는 He-Ne-Xe의 3원 혼합기체와 Ne-Xe의 2원 혼합기체에서의 페닝 효과를 극대화하기 위해 소량의 Ar, Kr을 첨가하여 각각의 첨가비에 따른 방전 개시전압, 방전 유지전압, 휘도, 효율 등을 측정하고 이를 분석하였다.

페닝효과를 더욱 가중시키는 소량의 Ar, Kr 첨가는 방전공간상의 전자를 보다 많이 발생시켜 전자 밀도의 상승을 가져오고, 전자 밀도에 직접적으로 영향을 받는 147nm의 진공자외선 발생원인 Xe*의 밀도도 증가시켜 휘도가 증가됨을 실험 결과에서 볼 수 있었다.

페닝효과에 의한 전자 밀도의 증가를 확인하기 위해 방전시 PDP 셀 내의 방전유지전극 위에 쌓이는 벽전하의 양을 측정하였으며 소량의 Ar, Kr 첨가에 의해 벽전하가 증가됨을 실험적으로 확인하였다. 또한 방전 전압의 관점에서 전자 밀도의 상승은 방전전압이 낮아짐을 의미하며 실험을 통해서도 이를 확인 할 수 있었다.

그러므로 이를 종합해보면 Ar이나 Kr을 소량 첨가함으로써 휘도가 증가하고, 방전전압이 낮아지므로 이는 발광효율이 개선된다는 점과 일맥상통하며, 실제 발광효율의 증가는 실험을 통해 확인되어진다.

감사의 글

본 논문은 산업자원부에서 시행한 산업기초기술개발 사업중 소자재료 기술개발사업에 의해 지원되었음.

참고 문헌

- [1] Essam Nasser, Fundamentals of Gaseous Ionization Plasma Electronics, John Wiley Sons, Inc, New York, 1971
- [2] Eun-Ha CHOI, Tae-Seung CHO, Dae-Sik CHO, Myung-Chul CHOI, Jin-Yong LIM, Yun JUNG, Jung-Chul AHN,

- Tae-Young KIM, Min-Woo CHONG,
 Seung-Hyuk CHOI, Young-Guon KIM,
 Jae-Jun KO, Dae-II KIM, Chun-Woo
 LEE, Yun-Ho SEO, Gaungsup CHO and
 Han-Sup UHM, Jpn. J. Appl. Phys,
 Vol. 38(1999), pp. 6073-6076 Part 1, No. 10,
 October 1999
- [3] T. S. Cho, J. J. Ko, D. I. Kim, C. W. Lee, G.
 S. Cho and E. H. Choi, Jpn. J. Appl.
 Phys. Vol. 39(2000), pp. 4176-4180 Part 1,
 No. 7A, July 2000
- [4] T. Tamida, A. Iwata, M. Tanaka : Trans.
 IEE Jpn. A 118 (1998) 353
- [5] Y. Sakai, S. Sawada, H. Tagashira, J. Phys.
 D: Appl. Phys., Vol 24,
 pp.283-288, 1991
- [6] Kyoung Sup Moon, Jihwa Lee, and
 Ki-Woong Whang, J. Appl. Phys.,
 Vol.86(7), pp.4049-4051, 1999
- [7] 서정현, “교류형 플라즈마 표시기에서의
 He-Ne-Xe 혼합가스의 방전특성 연
 구”, 서울대학교 대학원 공학박사 학위논문,
 2000
- [8] B. K. Min, S. H. Lee and H. G. Park, J.
 Vac. Sci. Technol. A 18(2),
 Mar/Apr 2000
- [9] H. Uchiike, et al., Proc. of the SID, Vol.32/4,
 pp.321-324, 1991
- [10] B. K. Min, H. Y. Choi, S. H. Lee and H. S.
 Tae, J. Vac. Sci. Technol. B 19(1),
 Jan/Feb 2001