

Scanned Point-Detecting System을 이용한 플라즈마 디스플레이 패널에서 방출되는 광의 3차원 시간 분해 측정

최훈영[†] · 이석현 · 이승걸

인하대학교 공과대학 전자·전기공학부 플라즈마 연구실

Ⓣ 402-751 인천광역시 남구 용현동 253번지

김준엽

세종대학교 전자정보공학대학 전자공학과

Ⓣ 143-747 서울 광진구 군자동 98

(2002년 4월 23일 받음, 2002년 10월 14일 수정본 받음)

본 논문에서는 직접 고안한 scanned point-detecting system(SPDS)을 이용하여 PDP 방전 셀 내에서 방출되는 광을 3차원적으로 시간 분해하여 측정하였다. PM tube를 통해 검출된 광 신호를 오실로스코프 상에서 파형을 확인하고 PC 제어를 통해 결과를 얻었다. Ne-Xe(4%) 혼합가스가 400 torr 압력으로 채워진 패널에서 측정된 시간 분해 결과를 살펴보면 패널의 전면판(top view)에서는 방전이 cathode전극의 안쪽 edge에서 시작되면서 cathode전극 바깥쪽으로 호의 형태를 이루면서 진행되는 것을 알 수 있었으며 패널의 측면(side view)에서 측정된 시간 분해 결과를 살펴보면 약 150 μm의 높이까지 방전에 의한 광이 검출되었다. 그리고 구동전압 펄스가 인가된 후 730 ns에서 가장 큰 intensity가 나타났다.

주제어 : plasma display panel (PDP), scanned point-detecting system, 3-dimensional temporal behavior.

I. 서 론

플라즈마 디스플레이 패널은 40" 이상의 대형화와 칼라화가 용이하며 넓은 시야각을 갖는 등 다른 디스플레이 소자에서 찾아볼 수 없는 장점을 많이 가지고 있다. 그 결과 차세대 대화면, 고화질의 디스플레이로서 주목받고 있다. 현재 Fujitsu가 개발한 21"를 시작으로 42"부터 60"가 제품으로 판매되고 있다. 플라즈마 디스플레이 패널이 가정에까지 보급되기 위해서는 효율향상을 통한 소비전력 감소, 화질의 향상, 저 가격화 등의 문제를 해결하여야 한다.^[1,2] 특히, 효율향상을 위해 벌집 형태와 와플 형태의 격벽 채용, 비대칭 cell 제작, 전극 분할 구조, ALis 구동방식과 AWD 구동방식 등의 새로운 신기술이 보고되고 있다. 또한 주입 가스의 최적화, 시뮬레이션을 통한 방전기구 해석 등의 연구가 계속 진행 중에 있다.^[3-8]

약 2 lm/W의 낮은 효율을 갖는 PDP의 효율을 5 lm/W까지 향상시키기 위해서는 근본적으로 PDP cell내에서의 방전 현상을 이해 할 필요가 있다. 지금까지 1 mm³ 이하의 좁은 방전 공간을 가지고 있는 PDP cell에서의 시간 분해에 따른 방전 특성을 실험적으로 이해하기 위하여 레이저를 이용하는 방법, CCD 카메라를 이용하는 방법 등이 널리 사용되고 있다.^[9-12] 그러나 이러한 측정 방법은 방전 특성을 2차원적으로 이해하는데 도움을 주고있으며 3차원 측정을 위해서는 실제 cell을 변형한 특수한 cell을 제작하거나 전극이 있는 전면판만을 이용하여 측정해야 하는 어려움이 있다. 그러나 Scanned Point-

Detecting System(SPDS)의 장점은 특수한 cell이 아닌 실제 제품으로 생산되고 있는 cell과 같은 구조의 완성 패널을 이용하여 실험을 할 수 있다는 것이다. 하지만 VUV(진공자외선) 영역의 파장을 측정하기 위해서는 SPDS 전체에 대해 진공을 유지할 수 있는 장치가 필요하다는 어려움이 있기 때문에 현재 가시광과 적외선 영역에 대해서만 측정을 하고 있다.

본 논문에서는 직접 고안한 SPDS을 이용하여 전형적인 구조의 4" 완성 패널의 한 cell로부터 방출되는 광을 3차원적으로 시간 분해하여 방전 특성을 살펴보았다.

II. 실험 장치 및 방법

그림 1에 PDP cell에서 방출되는 광의 3차원 시간 분해에 따른 방전 특성을 측정하는 장비의 개략도를 나타냈다. A/D converter를 통해 X, Y, Z축 각각의 1차원 공간에 대한 광의 profile을 측정하여 측정하고자 하는 방전 셀의 범위와 각 축의 최고 intensity에 대한 위치 정보를 얻은 후 시간 분해 측정시 Z축의 최고 intensity 위치에서 XY평면을, Y축의 최고 intensity 위치에서 XZ평면을 측정하였다. X, Y, Z-stage는 MM2000 (interface card)을 사용하여 PC로 제어되고 있다. 장치의 상단 부인 PM Tube의 위치에 Ne 레이저를 고정시켜 사용하면서 대물렌즈와 패널 그리고 pinhole에 대한 정렬을 하였다.^[13] 측정하고자하는 방전 셀이 결정되면 PM Tube에서 검출된 광신호는 오실로스코프(Oscilloscope)에 연결되어 측정하는 시간 범위를 결정하게 된다. 그리고 오실로스코프에 나타난 광 신호는 GPIB 보드를 통해 컴퓨터에서 데이터를 받도록 되어있다.

[†]E-mail: g1991156@inhavision.inha.ac.kr

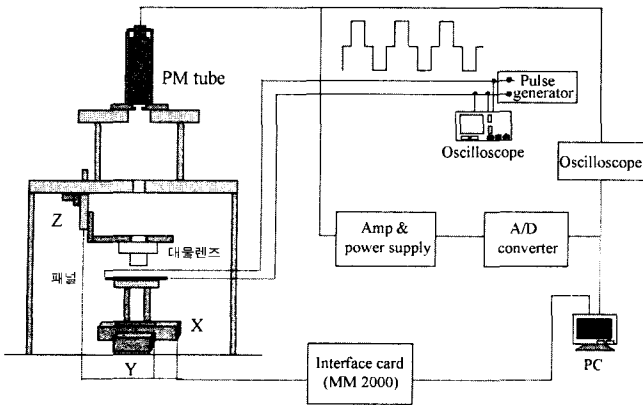


그림 1. 3차원 시간 분해 측정 장비 개략도.

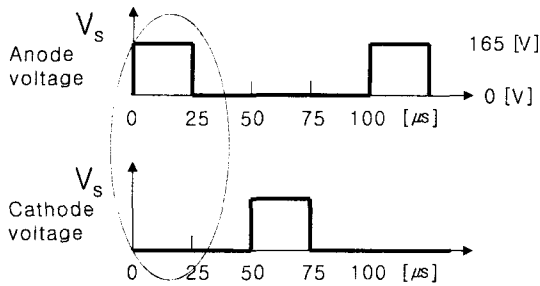


그림 2. 방전 유지전압의 구동 파형.

측정의 모든 과정은 PC제어를 통해서 이루어진다. 측정된 광 신호의 시간 범위는 200 ns이다.

SPDS를 이용하여 공간 분해능 10 μm, 시간 분해능 2 ns까지 측정할 수 있었으며 이것을 통해 마이크로 단위의 셀에서 방전현상을 더욱더 명확히 이해할 수 있었다.

방전 특성을 시간 분해하여 측정하는 실험에 사용된 구동 파형은 그림 2에 보이고 있는 것처럼, 주기가 100 μs이고 on-duty ratio가 25%인 전압 펄스를 사용하였다. 측정 시간의 기준점은 트리거 펄스가 상승하기 시작하는 때로 정했으며 실제 패널에 인가되는 방전전압이 상승하기 시작하는 때와 동일하게 맞췄다. 시간 분해 측정은 하나의 펄스가 인가될 때 방전 특성을 살펴보는 것이기 때문에 여러 개의 펄스가 인가되어 average된 데이터를 구하는 공간 분해 측정과는 달리 방전 유지전극에 anode전극과 cathode전극의 개념이 생긴다. 이것은 한 cell에는 2개의 ITO전극(유지전극)이 존재하는데 한 전극에 전압이 인가되어있을 때는 다른 한 전극은 ground상태에 있기 때문에 전압이 인가된 전극에는 anode전극의 개념이 생기고, ground상태 인 전극에는 cathode전극의 개념이 도입되기 때문이다. 방전 개시 전압은 180 V였고 최소 방전 유지전압은 143 V였다. 실험은 165 V에서 수행하였다. 격벽과 격벽사이에 어드레스(address)전극이 위치해 있는데 어드레스전극은 floating 상태로 실험하였다.

Ne-Xe(4%) 혼합가스가 400 torr의 압력으로 채워진 panel을 측정에 사용하였다. 그림 3은 사용된 패널의 구조와 3차원 주사 방향을 나타낸 것이다. 형광체가 없는 패널을 사용하여 방전 셀 내에서 방출되는 Ne 광에 대한 방전 형상을 보다 정확

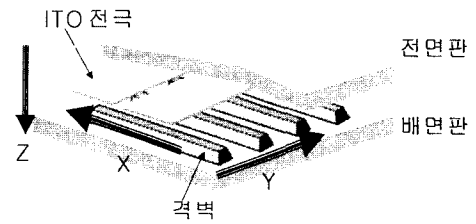


그림 3. panel의 구조와 3차원 주사 방향.

하게 측정하고자 하였다. 실험에 사용된 패널의 사양을 보면 ITO전극 폭이 300 μm, bus전극 폭 80 μm, ITO전극과 ITO전극사이는 70 μm, 격벽과 격벽사이는 300 μm, 그리고 격벽 높이는 180 μm인 것을 사용하였다. 실제 측정에서의 X축 방향의 주사는 ITO전극에 수직인 방향으로 630 μm의 범위에서, Y축 방향의 주사는 ITO전극에 평행한 방향이면서 격벽에는 수직인 방향으로 400 μm의 범위에서 측정하였다. 또한 Z축 방향은 방전 유지 전극이 있는 전면판에서 배면판으로 진행하면서 200 μm의 범위에서 측정하였다.

III. 실험 결과

실험에 사용된 패널은 Ne-Xe(4%) 혼합가스로 채워져 있고 형광체가 없는 패널이므로 Ne에 의한 600 nm대의 파장이 주로 방출된다. 특히 Ne(2_{p1})에서 Ne(1_{s2})로 천이할 때 585.2 nm가, Ne(2_{p2}), Ne(2_{p4}), Ne(2_{p5})에서 Ne(1_{s5})로 천이할 때 588.1 nm, 594.4 nm, 588.1 nm의 파장이 방출된다. 또한, Ne(2_{p2})에서 Ne(1_{s3})로 천이할 때 616.3 nm가, Ne(2_{p5})에서 Ne(1_{s3}), Ne(1_{s4})로 천이할 때 626.6 nm, 612.8 nm의 파장이 방출되며 Ne(2_{p6})과 Ne(2_{p7})에서 Ne(1_{s5})로 천이할 때 614.3 nm, 621.7 nm의 파장이 방출되어진다.^[14] 따라서 본 실험에서는 파장 598 nm에서 최대 투과율이 61%를 갖고, 최대값의 50% 이상되는 파장대가 585~622 nm인 filter를 사용하여 Ne에 의해 방출되어지는 광을 측정하고자하였다.

3.1. 패널 전면판에서의 시간 분해 측정

그림 4에 패널의 전면판에서 측정된 시간분해 특성을 나타내었다. 그림의 크기는 실제 측정된 X축과 Y축의 비를 고려하여 도시하였으며 표기된 시간들은 시간 분해 측정 결과를 잘 나타내는데 큰 무리가 없는 대표적인 시간들을 표기하였다. 한 개의 frame에서의 데이터 수는 X축이 64개, Y축이 41개이므로 총 2624이고 데이터 한 개를 취득하는데 걸리는 시간은 약 18초이므로 한 개의 frame을 얻는데 약 13.2시간이 소요된다. 음극(cathode 전극)의 안쪽 edge에서 전기장에 의해 직접 가속된 전자가 여기시킨 입자들이 바깥쪽으로 시간이 지남에 따라 이동하는 발광 특성을 보인다. 이것은 음극 위에서 cathode-fall에 의해서 생성된 많은 이온들이 음극의 안쪽 가장자리부터 유전체 표면에 쌓여서 전기장을 상쇄함에 따라 음극 쪽의 방전은 바깥쪽으로 확산되면서 사라지게 되는 것으로 사료된다. Ne의 이온화 에너지와 준안정상태의 에너지가 각각 21.6 eV, 16.6 eV이고 Xe의 이온화 에너지와 준안정상태의 에

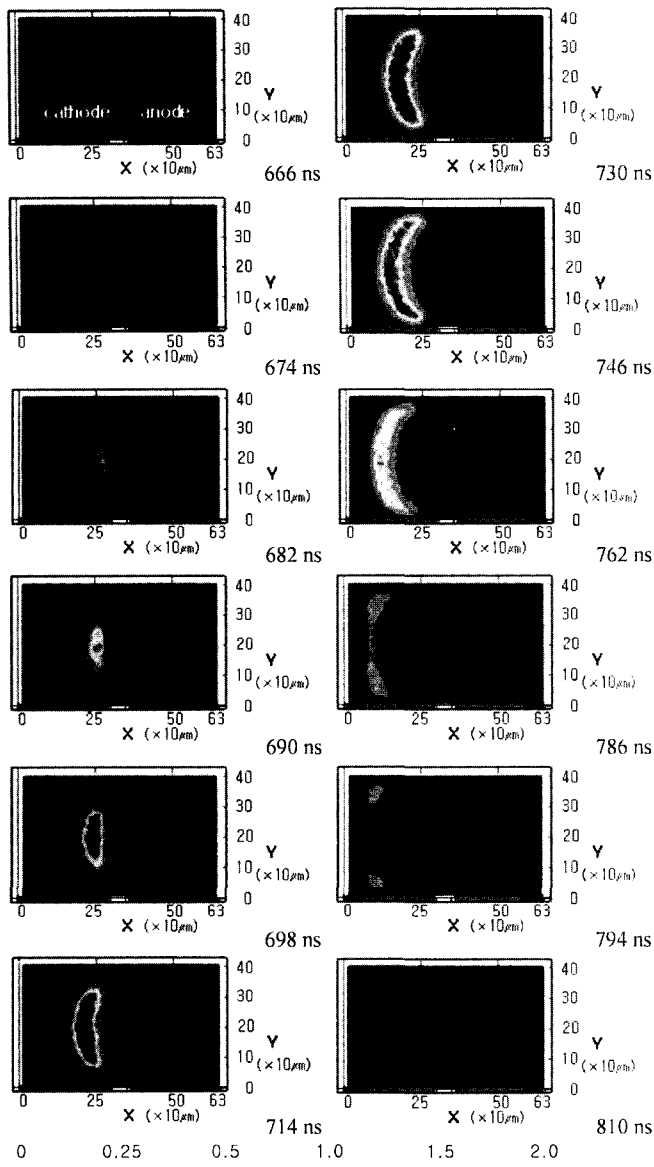


그림 4. 패널 전면판에서의 시간에 따른 방출 광 측정 결과.

너지가 각각 12.1 eV, 8.3 eV으로 Ne을 여기시키는데 더 많은 에너지가 필요하며 전계가 집중되어지는 음극의 안쪽 edge에서부터 광 방출이 시작된다.¹⁵⁾

패널의 전면판에서 측정된 기존의 측정 데이터를 살펴보면 Ne-Xe 혼합가스에서 Xe의 퍼센트가 증가하거나 전체 압력이 증가하면 양극에서 나타나는 striation의 개수가 증가하고 823.1 nm 측정에서도 양극에 striation이 나타나지만 640.2 nm를 방출하는 Ne 여기종에서는 양극에 striation이 나타나지 않음을 알 수 있다.¹⁶⁾ 본 실험에서 검출되어지는 파장대가 주로 585~622 nm이므로 양극에 striation이 나타나지 않았다.

트리거 펄스가 인가된 후 730 ns에서 가장 큰 intensity가 나타났다. 이것은 그림 5에 나타난 것처럼 인가된 전압의 에너지가 Ne-Xe(4%) 혼합가스를 여기시켜 충분한 광을 방출하는데 필요한 시간이 펄스가 인가된 후 730 ns가 걸리는 것을 나타낸다. 730 ns 이후에는 방전이 점점 소멸되면서 cathode 바

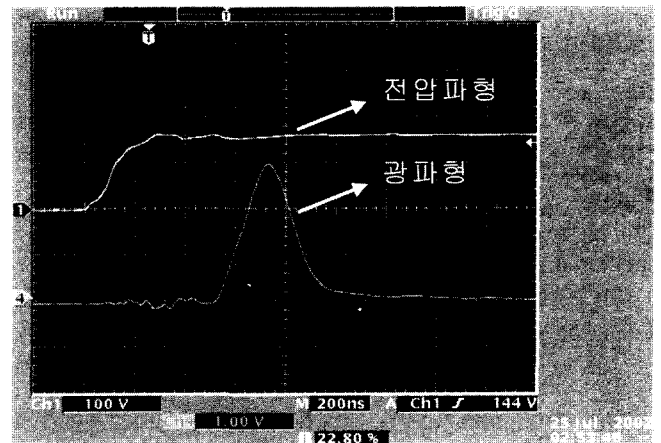


그림 5. 인가된 전압 파형과 방출되는 광 파형.

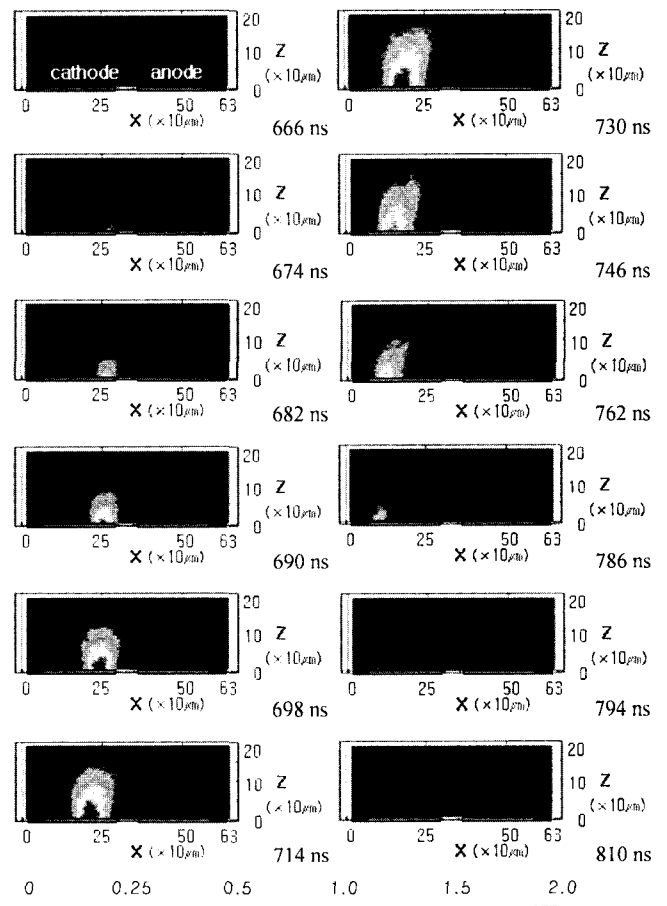


그림 6. 패널 측면판에서의 시간에 따른 방출 광 측정 결과.

깡으로 이동하는 특성이 나타났다. 또한 방전이 진행할수록 호 형태의 방전형상이 나타나는데 이것은 격벽의 영향 때문으로 사료된다.

3.2. 패널 측면에서의 시간 분해 측정

그림 6에 패널의 측면에서 측정된 시간분해 특성을 나타내었다. 그림의 크기는 실제 측정된 X축과 Z축의 비를 고려하

여 도시하였다. 한 개의 frame에서의 데이터 수는 X축이 64개, Y축이 21개이므로 총 1344이고 데이터 한 개를 취득하는데 걸리는 시간은 약 18초이므로 한 개의 frame을 얻는데 약 6.8 시간이 소요된다. 전면판에서 측정된 이미지와 마찬가지로 음극(cathode 전극)의 안쪽 edge에서 방전이 시작하여 바깥쪽으로 확산되면서 사라진다. 실제 격벽 높이가 180 μm 이고 격벽 높이로 측정된 범위는 200 μm 였다. 그러나 방출된 광은 약 150 μm 까지 관측되지만 색 레벨에서 0.5 이상의 값을 나타내는 부분은 약 100 μm 근처까지만 관측되었다. 또한 음극 중앙부분의 intensity가 가장 크게 나타났으며 양극에서의 striation은 나타나지 않았다.

IV. 결 론

직접 고안한 scanned point detecting system을 이용하여 PDP 방전 셀 내에서 방출되는 Ne 광에 대한 3차원 시간 분해 측정을 하였다.

패널의 전면판(top view)에서는 방전이 cathode전극의 안쪽 edge에서 시작하여 바깥쪽으로 호의 형태를 이루면서 진행되는 것을 알 수 있었으며 트리거 펄스(trigger pulse)가 인가된 후 730 ns에서 가장 큰 intensity가 나타났다. 패널의 측면(side view)에서 측정된 시간 분해 결과 약 150 μm 의 높이까지 방전에 의한 광이 검출되었고 음극의 중앙 부분에서의 intensity가 가장 크게 나타났다.

기존에 수행된 연구결과와 마찬가지로 본 연구에서는 패널의 어드레스(address)전극에 전압공급에 관련된 전원과 회로부가 연결되어 있지 않다. 그러나 실제 패널에서는 ITO전극으로 구성되어 있는 sustain전극이 방전하는 동안 어드레스 전극은 전기적으로 연결되어 있으므로 향후 보다 정확한 방전현상을 측정하기 위해 어드레스 전극이 접지 혹은 전압이 인가되는 경우에 대한 3차원 방전 분석이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2002학년도 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음(INHA-22810).

참고문헌

[1] H. Murakami, "Progress in HDTV PDP Technologies at NHK," *Asia Display 98 workshop digest*, pp. 227-238, 1998.
 [2] M. Kurashige, "The Challenge of Next-generation PDPs for the Hi-Vision PDP Consortium in Cooperation with the

Micro-discharge Research Society established in 1997," *Asia Display 98 workshop digest*, pp. 223-226, 1998.
 [3] T. Komaki, H. Taniguchi, K. Amemiya, "High luminance AC-PDPs with Waffle-structured Barrier Ribs," *IDW'99*, pp. 587-590, 1999.
 [4] K. Wani, "A Novel Driving Scheme and Panel Design for Realization of a Picture Quality Equivalent to CRTs," *IDW'99*, pp. 775-778, 1999.
 [5] L. F. Weber, "The Promise of Plasma Displays for HDTV," *SID 00 digest*, pp. 402-405, 2000.
 [6] 박헌건, 최훈영, 이석현, 서정현, 황기웅, "칼라 플라즈마 디스플레이 패널용 가스최적화 시뮬레이션과 아르곤 첨가에 의한 진공자외선 발광효율 개선," *대한전기학회논문지*, 제 47권 3호, pp. 372-380, 1998.
 [7] H. S. Jeong, Y. Murakami, Y. Takano, M. Seki, H. Murakami, "Investigation on Gas Discharge Emission Profile in an AC PDP Cell Using 3-Dimensional Simulation," *IDW'00*, pp. 747-750, 2000.
 [8] T. Shinoda, H. Uchiike, "Low-Voltage Operated AC Plasma-Display Panels," *IEEE Trans. on electron dev.*, vol ED-29, no. 3, pp. 247-253, 1982.
 [9] K. Amemiya, "Luminance Observed above the Anode Electrode in Co-Planar Structure AC-PDP," *Asia Display 95*, pp. 965-966, 1995.
 [10] S. Zhang, Y. Harano, H. Uchiike, "Discharge Characteristics of Surface Discharge ac plasma Display by Observation using An Ultra-High Speed Electronic Camera," *IDW'96*, pp. 255-257, 1996.
 [11] K.-W. Whang, H. S. Jeong, J. H. Seo, C. K. Yoon, J. K. Kim, "Characteristics of VUV Emission from an AC PDP Cell," *IDW'97*, pp. 531-534, 1997.
 [12] K. Hagiwara, M. Ushirozawa, H. S. Jeong, Y. Takano, M. Seki, "Side-View Observations of IR Emission from Surface-discharge AC-PDP," *IDW'99*, pp. 615 -618, 1999.
 [13] 최훈영, 이석현, 이승걸, "플라즈마 디스플레이 패널에서 방출되는 광의 3차원 측정을 위한 Scanned Point-Detecting System," *한국광학회지* 제12권 제2호, pp. 103-108, 2001.
 [14] William L. Nighan, "BASIC KINETIC PROCESSES IN NEON GAS DISCHARGE DISPLAYS," 1980 BIENNIAL DISPLAY RESEARCH CONFERENCE, pp. 83-87, 1980.
 [15] Sanborn C. brown, "BASIC data of plasma Physics-The Fundamental Data on Electrical Discharges in Gases," AIP Press, 1994.
 [16] Toshihiro Yoshioka, Akifumi Okigawa, Laurent Tessier, Kaoru Toki, "Characterization of Micro-Cell Discharge in AC-PDPs by Spatio-temporal Optical Emission and Laser Absorption Spectroscopy," *IDW'99*, pp. 603-606, 1999.

The three-dimensional temporal behavior measurement of light emitted from plasma display panel by the Scanned Point-Detecting System

Hoon Young Choi[†], Seok Hyun Lee, and Seung Gol Lee

Dept. of Electrical Engineering, Inha University, Incheon 402-751, KOREA

[†]*E-mail: g1991156@inhavision.inha.ac.kr*

Joon Yub Kim

Dept. of Electronics Engineering, Sejong University, Seoul 143-747, KOREA

(Received April 23, 2002, Revised manuscript October 14, 2002)

We measure the 3-dimensional temporal behavior of the light emitted from the discharge cell of a plasma display panel (PDP) by using a scanned point detecting system. The light signal detected by a PM tube is sent to the oscilloscope, and the oscilloscope is connected to a PC with GPIB. From the resultant temporal behaviors, we could analyze the discharge characteristics of the panel with a Ne-Xe (4%) mixing gas at a 400 torr pressure. The top view of the panel shows that discharge moves from the inner edge of the cathode electrode to the outer cathode electrode, forming an arc shape. The side view of the panel shows that the light is detected up to 150 μm up the barrier rib. After a trigger pulse is applied, peak intensity is detected at 730 ns and peak intensity position is located at the center of the ITO electrodes.

Classification codes : DT.010, SM.010, SM.020.