

논문 2014-51-2-22

AC PDP에서 휘도효율을 향상시키기 위하여 자기소거 방전을 발생시키는 새로운 구동방법

(A New Driving Method Generating Self-Erasing Discharge to Improve Luminous Efficiency in AC PDP)

조 병 권*

(Byung-Gwon Cho[Ⓢ])

요 약

교류형 플라즈마 디스플레이에서 유지기간 중에 자기소거 방전을 발생시켜서 휘도효율을 향상시키기 위한 새로운 유지 구동방법이 제안된다. 일반적인 AC PDP에서 하나의 서브필드 시간은 초기화, 기입, 유지기간으로 나누어져 있다. 그 중 유지기간 동안에 2개의 상판 전극인 X와 Y 전극에 교대로 사각 유지파형이 인가되어 화상을 표시하기 위한 유지기간 중의 플라즈마 방전이 연속적으로 발생된다. 그러나 일반적인 구동방법에 있어서 하판의 A전극에는 기입기간에서 종래의 구동방법에서는 셀을 선택할 때만 기입파형이 구동되고 유지기간 중에는 접지 상태로 놓여있으므로 유지 방전에 관여하지 않는다. 본 실험에서는 유지기간 중에 자기소거 방전을 발생시켜 휘도효율을 상승시키기 위하여 유지펄스의 뒷부분에서 음의 펄스를 A전극에 인가하였다. A전극의 음의 펄스는 주 유지방전이 발생된 후 셀 내부의 공간전하들을 벽전하로 전환시켜서 3전극의 전위가 접지 상태가 될 때 재 축적된 벽전하로 인하여 방전을 한번 더 유도시켰다. 그 결과, 유지기간 중 A 전극의 전압 높이에 따른 휘도효율을 측정하였고 최적의 구동전압을 적용했을 때 휘도효율을 측정된 결과 종래와 비교해서 약 40 % 향상되었다.

Abstract

A new sustain driving method is proposed to improve luminous efficiency by the generation of the self-erasing discharge during a sustain period in AC plasma display panel. As one subfield time in the conventional AC PDP is divided into the reset, address, and sustain period. Among them, as the square sustain waveform is alternately applied to the X and Y electrodes on the front plate during the sustain period, the plasma discharge for displaying the image is continuously produced. Meanwhile, in the conventional driving method, the address waveform applied to the A electrode on the rear plate is only driving during an address period and grounded during a sustain period. In this experiment, the negative pulse is applied to the A electrode at the latter part of the sustain pulse for improving the luminous efficiency producing the self-erasing discharge during the sustain period. The negative pulse on the A electrode can change from the space to the wall charge and induce the additional discharge by the accumulated wall charge when the voltages of three electrodes are grounded. As a result, the luminous efficiency will be measured with changes in the voltage level of the A electrode and the new driving method can be improved to the luminous efficiency about 32 % compared with the conventional driving method.

Keywords : Self-erasing discharge, Sustain waveform, Luminous efficiency, AC PDP

I. 서 론

* 정회원, 부경대학교 이미지시스템공학과
(Department of Image Science and Engineering,
Pukyong National University)
Ⓢ Corresponding Author(E-mail: bgcho@pknu.ac.kr)
접수일자: 2013년11월16일, 수정완료일:2014년1월28일

교류형 플라즈마 디스플레이 패널(AC PDP)은 다른 디스플레이에 비해 소비전력이 높기 때문에 TV와 모니터 시장에서 점유율이 점차 밀리고 있는 상황에 놓여있

다. 그러나 대화면에 유리하고 제조 공정이 비교적 간단하며 응답속도 또한 빠르기 때문에 여전히 매력이 있는 디스플레이 중에 하나다. 특히 AC PDP는 3D TV로 스포츠와 같이 빠른 영상을 부드럽게 볼 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 PDP의 치명적인 약점은 높은 소비전력에 있는데, 지금까지 여러 가지 노력으로 상당히 감소시켰지만, 여전히 다른 디스플레이에 비해서 여전히 높은 편이다. 현재까지 소비전력을 낮추고 휘도를 높이는 휘도효율 상승을 위한 노력은 AC PDP의 재료나 방전 가스 조성비의 최적화, 방전 셀의 개선 등을 중심으로 이루어져 왔다^[1-2]. 그 중 구동방법에 있어서의 효율 개선에 있어서는 유지기간 중에 에너지회수회로의 개선과 자기소거 방전을 발생시키는 노력에 초점이 맞춰져 왔다^[3-4]. 자기소거 방전이란 유지기간 중에 전압에 의한 주방전 외에 전압이 인가되지 않는 시간동안 한번 더 발생하는 방전이므로 휘도효율을 크게 향상시킨다고 보고되어왔다^[5]. 주방전은 상판의 두 전극 간에 높은 유지전압의 차이로 발생한다. 현재까지의 자기소거 방전을 발생시켜 휘도를 높이기 위한 방법은 유지과형에서 상승 경사파를 이용하거나 유지과형 뒷부분에서 하판의 기입전극에 양의 펄스를 인가하여 발생시켰다^[6, 7]. 상승 경사파를 이용한 방법은 주방전이 발생된 이후에 계속적으로 전압을 높여 셀내부에 벽전하를 더 많이 쌓은 후 높은 전위차를 이용하여 자기소거 방전을 발생시켰고, 유지과형이 인가되고 있는 뒷부분에서 기입 전극에 펄스를 인가한 방법은 유지과형이 접지로 내려올 때 기입 펄스에 의해 트리거링을 발생시켜 자기소거 방전을 발생시킨 것이다. 그러나 이전의 연구들의 방법은 구동회로로 구현이 어려울 뿐만 아니라 주방전이 약해지는 등의 여러 가지 문제점이 발생하였다.

본 논문에서는 이전 연구의 장점을 모두 살리고 안정적인 주방전이 발생하는 조건 하에서 자기소거 방전을 발생시켜 휘도효율을 더욱 향상시키기 위한 새로운 구동방법을 제안한다. 먼저 종래의 구동방법에 있어서 유지 방전원리를 알아보고 자기소거 방전을 발생시키기 위한 새로운 구동방법을 실험하였다. 새로운 구동방법을 적용한 구동방법에 있어서 기입 전압의 높이에 따른 휘도, 소비전력 및 휘도효율을 측정하였다.

II. 본 론

1. 종래의 구동방법

그림 1은 교류형 플라즈마 디스플레이 패널(AC PDP)에서 하나의 서브필드 시간동안 초기화, 기입, 유지기간을 포함하는 종래의 구동파형을 나타낸다. AC PDP에서 상판에 나란한 두 전극에 인가되는 구동파형은 각각 X와 Y이며 하판에서 수직방향의 전극에 인가되는 파형은 A이다. 본 실험에서 사용된 패널은 6인치 테스트 패널이며, 방전 가스의 조합은 Ne-Xe (7%)이다. 그 외 조건은 일반적인 AC PDP의 구조와 동일하다. 초기화 기간은 셀 내부에 벽전하를 쌓는 기간인데, Y전극에 상승 경사파를 인가하면 내부에 벽전하가 쌓이고 하강 경사파에 의해 벽전하가 셀 내에서 재분배된다. 벽전하를 재분배하는 이유는 기입방전을 용이하게 하기 위해서다. AC PDP에서 플라즈마 방전은 외부 인가전압에 의해서 발생하는 것뿐만 아니라 셀 내부에 생성된 벽전하를 이용하여 발생한다. 기입 기간에는 주사와 기입 전압이 동시에 인가되면서 기입방전을 일으킨다. 그러므로 기입 방전이 발생되지 않은 셀은 초기화 기간에 생성된 벽전하 그대로 유지기간으로 진행하므로 유지기간에 높은 유지전압이 인가되더라도 방전이 더 이상 발생하지 않고, 기입 방전이 발생된 셀에서만 유지 방전이 발생한다. 그림에서 보이듯이 종래의 유지기간 동안 구동방법에 있어서 A 전극의 전압이 접지인 상태에서 X 와 Y 전극에 펄스가 교대로 인가된다.

그림 2(a)는 유지기간 중 종래의 구동파형과 광파형을 시간대별로 자세히 나타내고 그림 2(b)에서 각 시각에 따른 PDP 셀 내부의 전하들의 시간적 동작을 도식적 모델로 그린 것이다. 유지기간 중 유지과형의 주파수는 100 kHz이고 펄스의 듀티율(duty cycle)은 30 %이다. 그림 2(a)에서 하나의 유지 펄스가 인가되는 시간

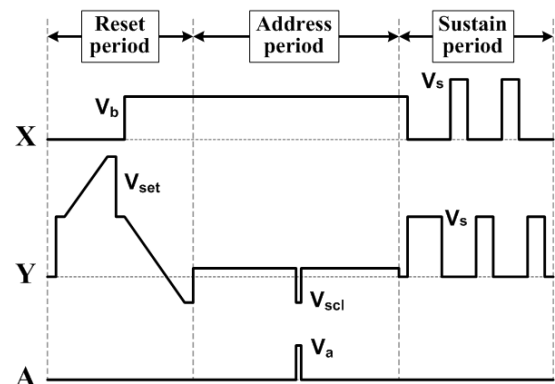


그림 1. 하나의 서브필드 시간 동안 초기화, 기입, 유지기간을 포함하는 종래의 구동파형

Fig. 1. Conventional driving waveform including reset, address, and sustain period during one subfield time.

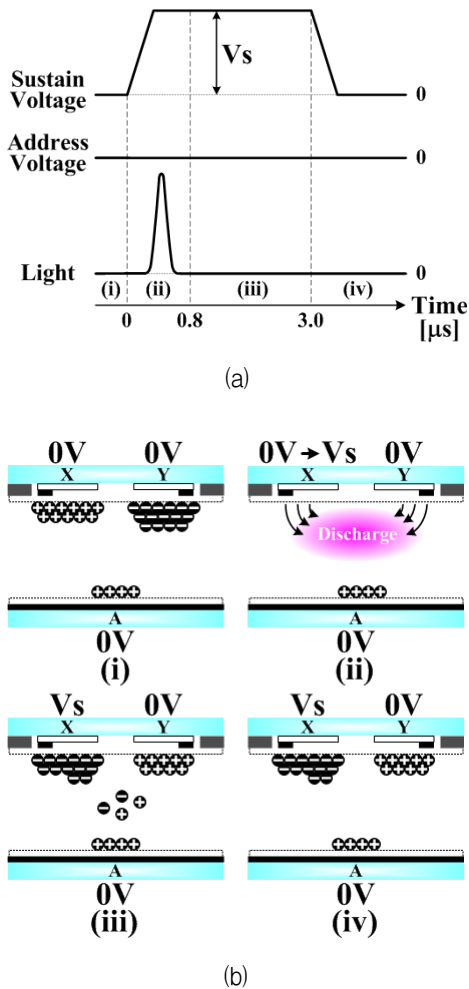


그림 2. (a) 유지기간 중 종래의 구동파형과 광파형, (b) 셀 내부에서 전하들의 시간적 동작을 나타내는 도식적 모델

Fig. 2. (a) Conventional driving and light waveform during sustain period, and (b) Schematic model for temporal behavior of charges in a cell.

동안의 광파형을 나타낸다. 유지 펄스가 처음 인가되는 시점을 0 시각으로 의미하고 그 뒤 파형의 모양에 따른 각 시각을 표시하였다. 종래의 유지 파형을 인가할 때 플라즈마 방전은 다른 전극이 접지 상태에서 하나의 유지전극의 전압이 올라갔을 때 전압차에 의해 발생한다. 그림 2(b)에서 하나의 유지 전극에 전압이 인가되기 전의 벽전하 상태는 X와 A전극에는 양의 전하가, Y전극에는 음의 전하가 쌓여있다고 가정한다(i). 만약 X전극에 유지 전압이 인가되면, 셀 내부의 벽전하를 이용하여 유지 방전이 발생한다(ii). 유지 전압이 인가되는 동안 셀 내부에 음의 전하는 X 전극에, 양의 전하는 Y와 A 전극에 쌓인다. 다음 Y전극에 유지 전압이 인가될 때까지 벽전하는 그대로 유지된다(iii)-(iv).

2. 제안된 구동방법

그림 3은 하나의 서브필드 시간동안 초기화, 기입, 유지기간을 포함하는 새로운 구동파형을 나타낸다. 유지기간에 음의 전압을 A전극에 인가하기 위하여 유지기간의 파형 뿐만 아니라 전체 구동파형이 약간 수정되었다. 초기화와 기입기간에서 A 전극에 음의 전압이 인가되었고, X와 Y 전극의 전압들은 그림 1의 종래전압에 비교해서 낮아진 A 전극의 전압만큼 낮아졌다. A 전극에는 초기화 기간부터 전압이 $-V_a$ 로 인가되다가 기입기간에서 방전을 발생시키기 위하여 0으로 높아진다. 유지기간 중의 X와 Y 전극에 인가되는 유지파형은 종래와 동일하나 A 전극에서는 처음에 0 전압으로 있다가 각 유지 파형의 끝부분에서 음의 펄스가 인가된다. 자세한 유지기간 동안 3 전극에 인가되는 파형들은 그림 4(a)에서 자세히 묘사되었다. 그림 4(a)는 하나의 유지파형이 인가될 동안의 기입파형과 광파형의 모델을 도식적으로 나타낸 것이고 그림 4(b)는 각 구간동안 시간에 따른 셀 내부에서 전하들의 시간적 동작을 나타내는 도식적 모델이다. 그림 4(a)에서 유지 파형은 X 전극에 인가되는 파형이고 Y 전극은 접지된 상태라고 가정한다. 먼저 그림 4(b)의 (i) 구간에서는 유지 전압이 X 전극에 인가되기 전의 셀 내부에 쌓여진 벽전하 상태를 나타낸다. 이전 유지 방전에 의해 X와 A 전극에는 양의 전하가, Y 전극에는 음의 전하가 쌓여있다. X 전극에 V_s 전압이 인가되면 셀 내부에서 쌓여진 벽전하를 이용하여 플라즈마 방전이 발생한다 - 이 방전이 주방전이다 (ii). 유지 방전이 발생된 후 양의 V_s 전압 때문에 X 전극에 음의 전하가, Y와 A 전극에는 양의 전하가 쌓이고 플라즈마 방전의 특성상 내부에는 공간

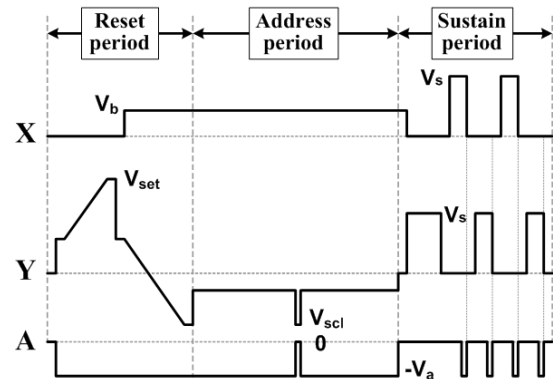
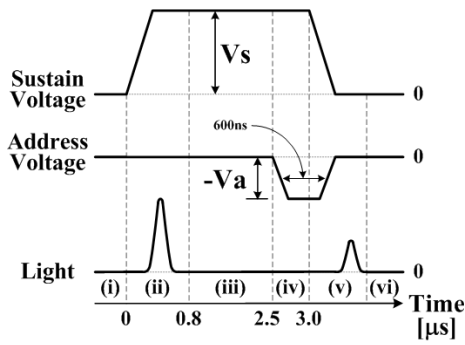
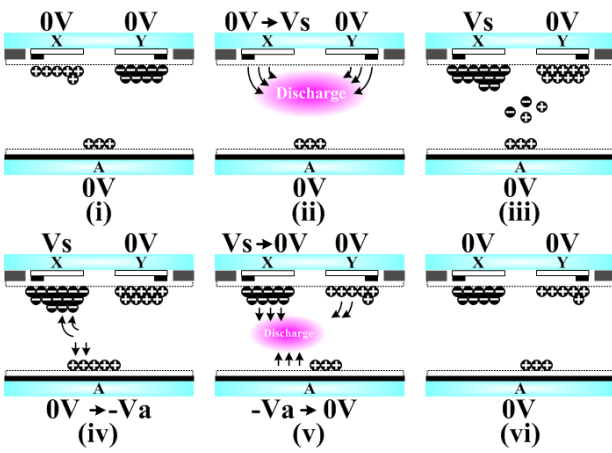


그림 3. 하나의 서브필드 시간 동안 초기화, 기입, 유지기간을 포함하는 새로운 구동파형
Fig. 3. New driving waveform including reset, address, and sustain period during one subfield time.



(a)



(b)

그림 4. (a) 유지기간 중 새로운 구동파형과 광파형, (b) 셀 내부에서 전하들의 시간적 동작을 나타내는 도식 모델

Fig. 4. (a) New driving and light waveform during sustain period, and (b) Schematic model for temporal behavior of charges in a cell.

전하라는 자유전하들이 일부 존재한다 (iii). 유지 전압이 인가되고 있는 동안 파형의 뒷부분에서 A 전극에 음의 $-V_a$ 전압을 약 600ns 정도 인가하였다 (iv). X 전극의 양의 전압과 A 전극의 음의 전압에 의해 셀 내부에 존재하는 양과 음의 공간 전하들은 각각 X와 A 전극에 종래보다 더 많이 쌓이게 된다. X 전극의 유지 전압이 접지상태가 되는 동시에 A 전극의 전압도 접지상태가 되면, 셀 내부에서 재축적되었던 벽전하들에 의해 X와 A 전극사이에서 약한 자기소거 방전이 발생한다 (v). 자기소거 방전은 외부 인가전압 없이 각 전극에 쌓여진 벽전하만 이용하므로 셀 내부의 벽전하는 종래의 경우와 비교해서 전체적으로 줄어들었다(vi).

III. 실험결과

새로운 구동법을 적용하였을 때 유지기간 중에 기입

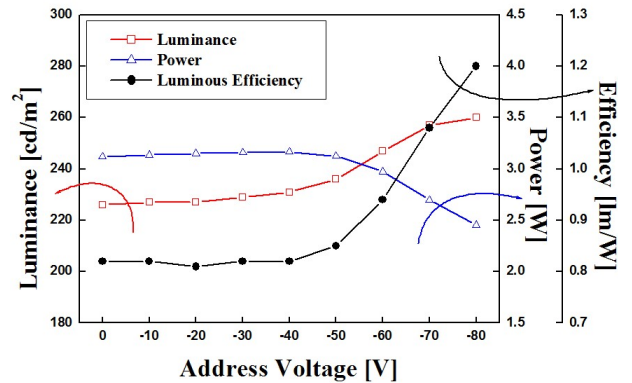
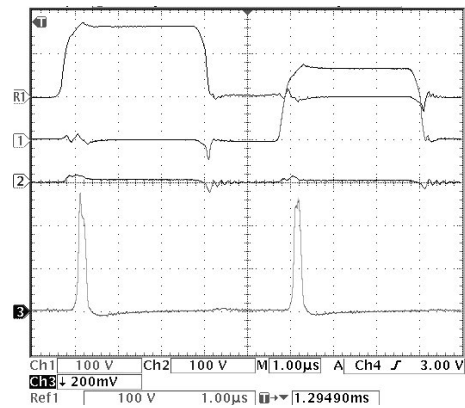
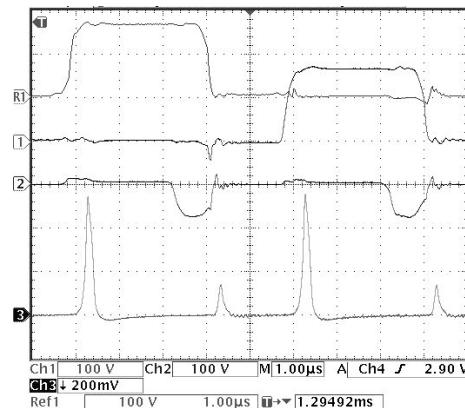


그림 5. 새로운 구동방법을 적용했을 때, 기입 펄스의 높이에 따른 휘도, 소비전력, 휘도효율의 변화
Fig. 5. Changes in luminance, power consumption, and luminous efficiency with increase in amplitude of address pulse.



(a)



(b)

그림 6. 유지기간 중 종래의 구동파형(a)과 기입전극에 음의 펄스를 가지는 새로운 구동파형(b)을 적용할 때 오실로스코프로 측정된 전압 및 광 파형
Fig. 6. Measured voltage and light waveforms by the oscilloscope when adopting conventional driving waveform (a) and new driving waveform with negative pulse on address electrode (b) during sustain period.

펄스에 따른 휘도, 소비전력, 휘도효율의 변화를 그림 5에서 보이고 있다. 종래에 기입펄스가 없는 부분에서는 휘도효율이 0.82 lm/W 정도였으며 기입 펄스의 크기가 -40 V 까지는 값들이 큰 변화가 없었으나 -50 V 부터 휘도는 증가하고 소비전력은 감소하여 휘도효율이 크게 상승하기 시작하였다. -80 V 일 때 휘도효율은 최고가 되고 약 1.2 lm/W로 증가하였으며 종래와 비교하여 약 40 % 증가하였다. 기입전극의 회로에 있는 소자는 일반적으로 최대 100 V 내압으로 설계되어 있으므로 회로의 안정을 위하여 전압의 절대값을 더 높게 인가하지 않았다. 한편, 휘도가 상승하는 이유는 유지기간 중 플라즈마 방전이 두 번 발생하기 때문이다. 그러나 소비전력이 하강하는 이유는 유지 전압이 인가되어 발생하는 주 방전이 약해졌기 때문에 동일한 전압 조건하에서 흐르는 전류 자체가 줄어들었기 때문이다.

그림 6에서 유지기간 중 종래의 구동파형(a)과 새로운 구동 파형(b)을 적용하였을 때 오실로스코프로 측정된 각 전극의 전압 및 광 파형을 나타낸다. 그림 6(b)에서 기입전극에 음의 전압이 인가되었고 접지기간 동안 자기소거 방전이 발생함을 확인하였다.

IV. 결 론

AC PDP에서 휘도효율을 증가시키기 위하여 유지기간 중 기입 전극에 음의 펄스를 인가하여 자기소거 방전을 발생시켰다. 자기소거 방전은 유지 펄스 시간 내에 발생하는 주방전 외에 접지상태에서 발생하는 추가적인 방전이기 때문에 주방전과 함께 종래보다 더 많은 광의 양으로 인하여 휘도를 상승시키고 약간 약해진 유지 전류에 의해 소비전력을 저감시킨다. 기입 전극에서의 음의 파형은 유지 펄스에 의해 주방전이 발생한 뒤 셀 내부의 공간전하들을 벽전하로 전환시키는 역할을 한다. 유지 및 기입전극의 전압이 접지상태가 되었을 때 주방전으로 인해 쌓여진 벽전하 외에 추가적으로 쌓여진 벽전하에 의해 자기소거 방전이 발생하였고, 그 결과 약 40 %의 휘도효율을 상승시켰다.

REFERENCES

[1] G. Oversluizen, M. Klein, S. de Zwart, S. van Heusden, and T. Dekker, "Improvement of the discharge efficiency in plasma displays" J. Appl. Phys., Vol. 91, no. 4, pp. 2403-2408, February

- 2002.
- [2] K. C. Choi, N. H. Shin, K. S. Lee, B. J. Shin, and S. E. Lee, "Study of various colanar gaps discharges in AC Plasma display panel," IEEE Trans. Plasma Sci., Vol. 34, no. 2, pp. 385-389, April 2006.
- [3] J. -H. Yang and K. -W. Whang, "A new energy recovery circuit for AC PDP," Proc. of IDRC 98, pp. 1071-1074, Sep. 1998.
- [4] T. Hashimoto and A. Iwata, "Improvement of Luminous Efficiency in an AC PDP by Self-Erase Discharge Waveform," Proc. SID 99, pp. 540-543, May 1999.
- [5] S. T. Lo, C. L. Chen, K. M. Lee, and J. F. Huang, "Improvement of Luminous Efficiency by a Novel Sustaining Waveform for Plasma Display Panels," Proc. SID 00, pp.702-705, May 2000.
- [6] H. S. Tae, K. D. Cho, S. H. Jang, and K. C. Choi, "Improvement in the Luminous Efficiency Using Ramped-Square Sustain Waveform in an AC Surface-Discharge Plasma Display Panel," IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 48, no. 7, pp.1469-1472, July 2001
- [7] H. S. Tae, B. -G. Cho, and Sung-II Chien, "Self-Erasing Discharge Mode for Improvement of Luminous Efficiency in AC Plasma Display Panel," IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 50, no. 2, pp. 522-524, February 2003.

저 자 소 개



조 병 권(정회원)

2001년 경북대학교 전자전기공학부 학사 졸업.

2003년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업.

2006년 경북대학교 전자공학과 박사 졸업.

2006년~2007년 경북대학교 박사후과정 연구원

2007년~2008년 미국 University of Illinois at Urbana-Champaign 박사후과정 연구원

2008년~현재 부경대학교 이미지시스템공학과 부교수

<주관심분야 : 디스플레이시스템, 구동회로, 영상>