AC-PDP 특성 개선을 위한 MgCaO 보호층과 단결정 MgO 파우더 코팅에 대한 연구

논 문

61-2-9

A Study on MgCaO Protective Layer and Single Crystal MgO Powder Coating to Improve the Characteristic of AC-PDP

박 세 훈* · 위 성 석** · 김 동 현*** · 이 해 준*** · 이 호 준†

(Se-Hun Park · Sung-Suk Wi · Dong-Hyun Kim · Hae June Lee · Ho-Jun Lee)

Abstract - In this study, we attempted to reduce firing voltage of AC-PDP by alloying MgO protective Layer with CaO. Also, spray coating of single crystal MgO powder has been used to improving Exo-electron emission characteristics and reducing the statistical discharge delay in plasma displays. The properties of discharge depending upon the single crystal MgO powder are investigated. Plasma display having powder coated MgCaO Protective Layer shows lower driving voltage and higher efficacy than of uncoated, conventional panel.

Key Words : MgO, AC-PDP, CaO, Exo-electron emission, CEL

1. 서 론

투명전극인 ITO(Indium Tin Oxide)전극을 사용하는 AC-PDP(Plasma Display Panel)는 LCD, LED, OLED와 같은 경쟁 디스플레이들에 대해 우위의 경쟁력을 가지기 위해서는 더욱 향상된 디스플레이를 필요로 하고 있다. 하지만 아직 발광휘도, 효율, 소비전력 및 구동전압의 감소 등 많은 개선점을 필요로 하고 있다. 그중에서도 고휘도 고효율을 달성하기 위해 최근에는 High Xe를 사용하는 방안으로도 많은 연구가 계속적으로 진행되고 있다.

본 논문에서는 High Xe를 사용함에 따라 가지는 부작용을 최소화 하기 위하여 보호막의 개선을 중점으로 하여, 저전압 방전 및 효율을 개선하기 위한 방법으로 기존 MgO 보호막에 동일한 알칼리계 토금속계열중 높은 이차전자 방출계수를 가지는 CaO를 함유하여 방전전압을 낮추고, 단결정 MgO파우더를 이용한 CEL(Crystal Emissive Layer)구조를 적용하여 Priming 입자를 증가시켜 방전전압 뿐만 아니라 방전지연시간 또한 개선하고자 하였다. 이로 인해 나타나는 방전특성의 차이를 분석하여 낮은 방전전압의 장점과 함께 고휘도 고효율을 달성 할 수 있는 최적화된 구조를 찾는 연구를 실시하였다.

2. 실험 방법

그림 1은 ITO전극을 사용한 AC-PDP의 구조를 나타내고

있다. 크게 전면기판과 배면기판으로 나누어져 3mm두께의 두 장의 유리로 구성되어 있으며, 전면기판 유리에 Stripe 형태의 투명전극의 ITO를 나란히 배치시켜 유지 방전을 형성할 수 있도록 하였다. 그리고 투명전극의 저항을 낮추기 위해 Ag를 사용한 전극이 ITO전극위에 형성되어 있으며, 그 위에 투명 유전층과 MgO 및 MgCaO 보호막이 각각 프린팅법 및 E-beam증착법으로 형성되어져 있다. 배면 기판에는 방전을 제어하기 위해 방전유지전극과 수직으로 Address 전극이 배치되어있고, 그 위에 유전층이 형성되어 있다. 각각의 어드레스 전극과 평행한 방향으로 격벽을 배치하고 방전에 의해 발생된 진공자외선(VUV, Vacuum Ultra Violet)을 가시광으로 변환시키기 위해 R, G, B 삼원색의 형광체를 도포한 형태이다. 본 논문에서는 Green 형광체만을 사용하였다.

그림 1 AC PDP의 개략도

Fig. 1 Schematic diagram of AC PDP

그림 2는 기존의 보호막에 CEL구조를 적용한 모습이다. 기존의 MgO 및 MgCaO보호막을 E-beam으로 증착한 후에 그림 3과 같은 방법으로 소량의 파우더를 무수의 알코올로

* 준 회 원 : 부산대 공대 전자전기와 석사과정
** 정 회 원 : 부산대 공대 전자전기와 박사과정
*** 정 회 원 : 부산대 공대 전자전기와 교수
† 교신저자, 정회원 : 부산대 공대 전자전기와 교수

E-mail : hedo@pusan.ac.kr

접수일자 : 2011년 12월 16일

최종완료 : 2012년 1월 17일

섞어 질소가스를 이용하여 적당한 거리에서 보호막 표면에 분사시켜 도포함으로써 CEL구조를 완성하였다. MgO와 MgCaO의 경우 대기중에 노출하였을 시에 외부로부터 오염이 쉽게 되기 때문에 빠른시간내에 작업을 진행하였으며 또한 수화반응을 최대한 줄이기 위해서 무수의 알코올과 질소가스를 사용하였다.

그림 2 CEL구조의 개략도

Fig. 2 Schematic diagram of CEL structure

그림 3 CEL구조의 실험방법

Fig. 3 Experimental set up of CEL structure

실험에 사용된 test panel의 사양은 표 1과 같다. 본 실험에서는 대부분 Xe 30%를 사용한 혼합가스를 사용하였고, test panel의 gas압력은 400torr로 하였다. 구동주파수는 10kHz를 사용하였다. Test panel간의 방전특성변화를 분석하기 위해서 방전개시전압, 방전유지전압, static margin, I-V특성, 소비전력, 휘도 및 효율, Exo-electron Emission, 방전지연시간을 측정하였고, 상세한 방전특성 분석을 위해서 ICCD (Intensified Charge Coupled Device)를 이용하여 측정함으로써 I-V특성과 함께 살펴보았다.

그림 4는 완성된 test panel의 방전 특성을 분석하기 위한 실험장치의 구성도이다. 실험장치는 크게 signal operator와 power supply, driving circuit, oscilloscope(LeCroy, LT224)로 구성되어있다. 본 실험에서 오실로스코프는 test panel의 전압과 전류 및 방전지연시간을 측정하기 위해 사용되었고, luminance colorimeter(BM7)는 휘도의 측정을 위해 사용하였다. 실험과정에서 휘도와 전류의 측정을 동시에 함으로써 각 조건에서의 소비전력 및 발광효율을 다음과 같은 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{소비전력} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t)v(t)dt$$

$$\text{발광효율} = \frac{\pi \times \text{휘도}(\text{cd/m}^2) \times \text{면적}(\text{m}^2)}{\text{소비전력}(W)}$$

표 1 테스트 패널의 사양

Table 1 The specification of test panel

Working Gas : Ne(base) + Xe(15%, 30%)400Torr		
Driving frequency 10kHz		
Front Panel	Discharge Gap	60 μm
	Dielectric thickness	30 μm
	MgO, MgCaO thickness	600nm
Rear Panel	Address Electrode width	80 μm
	White-back thickness	20 μm
	Rip height	130 μm
	Rip width	50 μm
	Phosphor thickness	20 μm

그림 4 측정시스템의 개략도

Fig. 4 Schematic diagram of the experimental system

그림 5 Exo-electron emission 측정시스템의 개략도

Fig. 5 Schematic diagram of the Exo-electron emission system

그림 5는 Exo-electron emission을 측정하기 위한 시스템의 개략도이다. UV source는 D₂ lamp를 사용하였으며 2X10⁻⁸Torr이하의 진공도에서 지연되는 전자들을 전자증폭기 CEM(Channeltron Electron Multiplier)으로부터 수집하여 오실로스코프를 통해 Labview와 C++program으로 데이터를 정규화하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 MgCaO 보호막을 사용한 AC PDP 특성 분석

그림 6은 각 MgO와 MgCaO의 함유량에 따른 방전전압 특성을 나타낸 그래프이다. MgCaO의 경우 15%와 20%의 함유량을 가지는 시료를 사용하여 보호막을 적용시켰다. 그 결과 MgCaO가 MgO에 비해서 모두 낮은 방전개시전압(V_f) 값 및 방전유지전압(V_s)값을 가지며, 넓은 방전전압 마진을 가지는 것을 알 수 있다. 높은 이차전자방출계수를 가지는 CaO를 적용시킴으로써 나타난 결과이며, 특히 MgCaO20%에서 326V의 V_f 값을 가지고 245V의 V_s 값을 가지면서 가장 넓은 전압마진을 가지는 것을 확인 할 수 있었다.

그림 6 방전전압 특성

Fig. 6 The characteristics of the discharge voltage

그림 7 소비전력 특성

Fig. 7 The characteristics of the power consumption

그림 7은 각 패널의 소비전력을 나타낸 그래프이다. 동일한 해상도를 가지는 동일한 구조를 가졌기 때문에 소비전력 면에서는 크게 차이가 없었으나 MgCaO가 낮은 소비전력 값을 가졌으며 각 패널의 전압마진에 따라 낮은 소비전력을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

그림 8은 각각의 전압마진에 따른 휘도 특성을 나타낸 그래프이다. 보호막 표면에서 나오는 이차전자의 양이 많아 충돌할 수 있는 확률이 높아짐에 따라 CaO를 함유한 패널

이 높은 휘도특성을 나타내었고, 함유량이 높을수록 동일한 전압에서 더욱 높은 휘도값을 가지는 것을 알 수 있었다.

그림 8 휘도 특성

Fig. 8 The characteristics of luminance

그림 9 효율 특성

Fig. 9 The characteristics of luminous efficacy

그림 9는 각 패널의 효율특성을 나타낸 그래프이다. CaO를 함유한 test panel이 기존 MgO보호막에 비해 낮은 방전전압마진을 가지며, 그 전압에 따른 소비전력이 낮게 측정되었고, 또한 휘도부분에서도 높은 값을 나타내면서 전체적인 효율 특성을 나타내었다. 동일전압 290V에서 비교하였을 시에 MgCaO15wt%의 경우 18.6% 상승한 효율값을 가졌으며, MgCaO20wt%의 경우 38.9%로 가장 높은 효율값을 나타내었다. 즉, 높은 이차전자 방출계수를 가지는 보호막을 적용함으로써 효율적인 측면에서는 상당히 개선이 되었다고 볼 수 있다.

그림 10은 각 보호막에 따른 Exo-electron 방출 특성을 나타낸 것이다. 측정은 상온 약 20℃부터 측정하여 최대 100℃까지 Exo-electron 방출 빈도를 측정하였다. 보호막의 종류에 관계없이 온도가 상승시에 발생빈도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. MgO보호막과 MgCaO보호막의 경우 상온에서는 MgO보호막에서 더욱 많은 Exo-electron 방출 빈도를 나타내었다. 또한 MgCaO20wt%의 경우 시간이 지남에 따라 MgO보호막에 오랜시간동안 천천히 감소하는 특

성을 나타내었다. 이는 TSEE로 shallow trap electron이 긴 시간 이후 recombination energy가 다시 shallow trap electron에 영향을 주어 방출되기 때문으로 판단된다.

그림 10 Exo-electron emission 특성

Fig. 10 The characteristics of Exo-electron emission

그림 11 제시된 구조의 ICCD image

Fig. 11 The ICCD image of the suggested structures

그림 12 I-V특성

Fig. 12 The characteristics of the I-V

그림 11, 그림 12는 동일전압 300V에서 ICCD image와 각패널의 I-V특성을 나타낸 모습이다. MgO보호막에 비해 MgCaO보호막의 방전시간이 빠르고 짧게 일어나는 것을 두 그림으로 확인을 할 수 있었다. MgO는 그에 비해 느리고 wide한 방전형상을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 휘도특성에 따라서 MgCaO보호막의 경우가 더욱 밝은 휘도값을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

3.2 CEL구조를 적용한 AC PDP특성 분석

그림 13은 MgO와 single crystal MgO powder size에 따라 CEL구조를 적용함으로써 나타나는 방전전압 특성을 그래프로 나타낸 것이다. CEL구조를 적용함으로써 priming 입자의 증가로 인해 이차전자방출계수가 증가하여 Vf값이 감소하였다. 특히 100um MgO파우더를 적용한 test panel이 254V로 가장 낮은 Vf값을 가졌으며 전압마진 또한 10V정도 넓은 전압이 측정되었다.

그림 14는 각 패널당 가지는 소비전력을 나타낸 그래프이다. 동일한 구조이므로 소비전력은 거의 차이를 나타내지 않았으며 각 전압 마진에 따른 소비전력값을 비교하였을 때, CEL구조를 적용함으로써 낮은 소비전력을 가질 수 있는 것을 확인하였다.

그림 13 방전전압 특성

Fig. 13 The characteristics of the discharge voltage

그림 14 소비전력 특성

Fig. 14 The characteristics of the power consumption

그림 15는 각 패널의 휘도 및 효율특성을 나타낸 것이다. CEL구조를 적용한 패널이 MgO보호막에 비해 동일전압 250V에서 CEL1um가 22.3%, CEL100nm가 16.2% 상승한 휘도값이 측정되고, 휘도상승에 따라 효율또한 상승한 값을 나타내어 CEL1um가 MgO보호막에 비해 22.4% 상승한 가장 높은 효율을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

그림 16은 각 보호막에 따른 Exo-electron 방출 특성을 나타낸 것이다. 측정은 상온 약 20℃부터 측정하여 최대 100℃까지 Exo-electron 방출 빈도를 측정하였다. CEL구조를 적용함으로써 상온에서부터 고온까지 Exo-전자 방출량이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

그림 15 휘도 및 효율 특성

Fig. 15 The characteristics of luminance and luminous efficacy

그림 16 Exo-electron emission 특성

Fig. 16 The characteristics of Exo-electron emission

그림 17 제시된 구조의 ICCD image

Fig. 17 The ICCD image of the suggested structures

그림 17, 그림 18은 동일전압 250V에서 ICCD image와 각패널의 I-V특성을 나타낸 모습이다. MgO보호막에 비해 CEL구조를 적용한 test panel이 방전시간이 빠르고 짧게 일어나는 것을 두 그림으로 확인을 할 수 있었다. MgO는 그

에 비해 느리고 wide한 방전형상을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 휘도특성에 따라서 CEL구조를 적용한 보호막의 경우가 높은 휘도값을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

그림 18 I-V특성

Fig. 18 The characteristics of the I-V

3.3 MgCaO보호막에 CEL을 적용한 AC PDP특성 분석

앞의 실험결과에서 본 것과 같이 MgCaO20wt%와 CEL1μm구조를 적용한 패널의 효율이 가장 높은 특성을 나타내었다. 그리하여 MgCaO20wt%에 CEL1μm구조를 적용한 조건의 panel이 가장 높은 효율을 가질 수 있다고 가정하여 그 조건에 맞는 패널을 제작하여 다른 test panel과 특성을 비교하였다.

그림 19는 각 패널의 Aging 시간별 V_f 값을 측정하였다. 20kHz로 주파수를 구동시켰으며, 총 15시간동안 V_f 값을 측정 하였다. 그 결과 MgO보호막을 적용한 패널은 초기 3시간이후로 거의 일정한 V_f 값을 나타내었으며, MgCaO보호막을 적용한 패널은 V_f 값이 오랜시간동안 천천히 떨어지며 10시간이 지나야 일정한 V_f 값을 가지는 것이 확인되었다.

그림 19 Aging Time 특성

Fig. 19 The characteristics of Aging Time

그림 20은 각 패널의 방전전압 특성을 나타낸 그래프이다. MgCaO에 CEL구조를 적용하게 됨으로써 그 효과로 Vf값이 282V로 측정이 되면서 기존 MgCaO보호막을 적용한 패널에 비해 약 40V의 차이로 Vf값이 크게 감소하는 특성이 나타났다. 하지만 Vs값은 거의 동일한 값을 가지며 전압마진은 낮게 측정되었다.

그림 20 방전전압 특성

Fig. 20 The characteristics of the discharge voltage

그림 21 소비전력 특성

Fig. 21 The characteristics of the discharge voltage

그림 21은 각 패널의 소비전력 특성을 나타낸 그래프이다. CEL구조를 적용한 패널이 미적용한 패널보다 약간의 감소치를 나타내고 있지만 측정오차범위 내에 있기 때문에 거의 동일한 값을 가지고 있다고 가정할 수 있다. 패널마다 가지는 전압마진에 따라 소비전력이 일정한 값에 따라 각각 측정이 되었다.

그림 22는 각 패널이 가지는 휘도 특성을 나타낸 것이다. MgO보호막에 비해 MgCaO보호막이 동일 전압 300V에서 최대 250cd/m²의 휘도 상승을 나타내었다. CEL구조를 적용한 패널의 경우에도 MgCaO보호막을 적용한 패널이 기존 MgO보호막에 비해서 동일전압 270V에서 비교하였을 때 최대 100cd/m²의 휘도 상승을 나타내었다. Pure MgO와 비교하면 MgCaO보호막에 CEL구조를 적용함으로써 최대 약 350 cd/m²의 휘도 상승을 하였다고 볼 수 있다.

그림 22 휘도 특성

Fig. 22 The characteristics of luminance

그림 23 효율 특성

Fig. 23 The characteristics of luminous efficacy

그림 23는 각 패널의 효율 특성을 나타낸 것이다. CEL구조를 적용한 패널이 CEL구조를 적용하지 않은 패널에 비해 전압마진에 의한 소비전력 감소와 휘도의 증가로 효율이 상승하였다. MgO보호막의 경우 CEL구조를 적용한 패널이 동일 전압 290V에서 약 34.9%효율상승을 할 수 있었고, MgCaO보호막의 경우 CEL구조를 적용한 패널이 동일 전압 270V에서 약 20.6%의 효율 상승을 가지면서 효율상승을 하였다. 전체 패널중에 MgCaO보호막에 CEL구조를 적용하여 250V에서 3.52lm/W로 가장 높은 효율을 나타내었다.

그림 24 방전지연시간 측정을 위한 ADS 구동파형

Fig. 24 A new ADS driving waveform for Discharge Time Lag

그림 25 방전지연시간 특성

Fig. 25 The characteristics of the Discharge Time Lag

그림 24는 X-Y-Z전극 각각에 다음과 같은 구동파형을 직접 제작하여 실험실에서 보유하고 있는 AWG장비를 이용하여 각 패널에 파형을 입력하여 그에 따른 방전지연시간을 측정하였다. 각각의 방전전압의 차이가 크기 때문에 Ramp 파형과 Sustain구간의 전압을 각각의 조건에 맞게 조절하여 방전지연시간을 측정하였다.

그림 25는 상온에서 각 패널의 방전지연시간을 나타낸 그래프이다. MgO와 MgCaO의 방전지연시간을 비교하였을 때, 형성늦음(T_f)과 통계적늦음(T_s) 시간이 모두 MgO보호막을 적용하였을 시에 방전지연시간이 약 5%정도 빠른 값이 측정되었다. T_s 값의 경우 Exo-electron 방출 빈도가 MgO가 상온에서 더욱 많이 방출하기 때문에 빠른 T_s 값을 나타낸다. 두 보호막 모두 CEL구조를 적용하였을 때, 방전지연시간이 크게 감소하였다. T_f 값은 두 보호막 모두 약 10%의 감소시간을 가졌지만 T_s 의 경우 약 50%의 감소특성을 나타냄으로써 상당한 안정성을 유지할 수 있게 되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 AC PDP의 고휘도 고효율 달성을 위한 목적으로 사용된 High Xe으로 부터의 발생되는 문제점들을

개선시키기 위한 목적으로 보호막으로 사용되는 MgO막의 특성을 개선하기 위하여 첫째로, High Xe으로 갈수록 높아지는 방전전압을 감소시키기 위해 높은 이차전자방출계수를 가지는 CaO를 함유하여 그 함유량에 따른 패널 특성을 살펴보고, 둘째로, CEL구조를 적용시켜 방전전압 및 방전지연시간을 감소시키기 위한 목적으로 각각의 AC PDP 패널을 제작하여 전기 광학적 특성과 방전 늦음 시간의 특성 및 비연속적, 지연적 전자방출 특성인 Exo-electron emission 특성을 살펴보고 각각의 상관관계를 연구하였다.

그 결과 높은 이차전자 방출계수를 가지는 CaO를 함유한 보호막을 적용시킴으로써 MgCaO20wt% 보호막으로부터 Pure MgO에 비해 38.9%의 효율을 향상 시킬 수 있었으며, MgCaO보호막 표면에 CEL구조를 함께 적용하여 3.52lm/W의 가장 높은 효율을 얻을 수 있었다. 또한 방전지연시간을 측정하였을 시 약 50%감소한 T_s 값을 통하여 방전지연시간 또한 단축시키는 결과를 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지식경제 프론티어 기술개발 사업인 차세대 정보디스플레이 기술 개발사업단의 연구비(F004072-2011-33) 및 LG 전자 PDP사업부의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

참 고 문 헌

- [1] J. P. Boeuf, "Plasma display panels: Physics, recent developments and key issue", J. Phys. D, Appl. Phys., vol. 36, pp.R53-R79, 2003.
- [2] S. Mikoshiba, "Technologies toward next generation PDP's", IDRC Proc., pp. 115-118, 2003.
- [3] K. D. Kang, J. I. Kwon, W. T. Kim, H. S. Yoo, S. G. Woo, E. Y. Jung, J. C. Ahn, S. J. Kim, E. G. Heo, and W. J. Yi, "Discharge Characteristics of High Efficiency Rib and its Optimized Electrodes (HERO) using High Xe Gas Mixture", SID Int. Symp. Digest Tech. Papers, pp. 1030-1033, 2004.
- [4] M. Uchidoi, "Fourth-Generation PDPs: High Image Quality and Low Power Consumption", SID Int. Symp. Digest Tech. Papers, pp. 202-205, 2004.
- [5] Seung-Hyun Son, Young-Mo Kim, Hidekazu Hatanaka, Sang-Hun Jang, Gi-Young Kim, Hyong-Bin Park, Seong-Eui Lee, Kyoung-Doo Kang, Eun-Gi Heo, "New Electrode Structure to Improve Discharge Characteristics in AC PDPs", SID Int. Symp. Digest Tech. Papers, pp. 97-99, 2004.
- [6] J. Ouyang, T. Callegari, B. Caillier, and J. P. Boeuf, "Large-Gap AC Coplanar Plasma Display Panel Cell: Macro-Cell Experiments and 3-D Simulations", IEEE Trans. Plasma Sci., vol. 31, no. 3, pp.422-428, 2003.
- [7] W. J. Chung, B. J. Shin, T. J. Kim, H. S. Bea, J. H. Seo, and K. W. Whang, "Mechanism of High

Luminous Efficiency Discharge With High Pressure and Xe-Content in AC PDP", IEEE Trans. Plasma Sci., vol. 31, no. 5, pp 1038-1043, 2003.

- [8] R. P. Rao and D. J. Devine, "RE-activated lanthanide phosphate phosphors for PDP applications", Journal of Luminescence, Volumes 87-89, pp1260-1263, 2000
- [9] Hideki Oyama and Naoki Shiramatsu, "Smaller and bigger displays", Displays, Volume 23, Issues 1-2, pp31-39, 2002
- [10] S. H. Jang, K. D. Cho, H. S. Tae, K. C. Choi, and S. H. Lee, "Improvement of luminance and luminous efficiency using address voltage pulse during sustain-period of AC-PDP", IEEE Trans. Electron Devices, 48, pp. 1903-1910, 2001.

저 자 소 개

박 세 훈 (朴世勳)

1983년 2월 28일생. 2009년 동의대 자연과학대 물리학과 졸업, 현재 부산대학원 전자전기공학과 석사과정

Tel : 051-510-2746

Fax : 051-510-1498

E-mail : pshstar@pusan.ac.kr

위 성 석 (魏成碩)

1982년 5월 30일생. 2008년 한국해양대 공대 전기전자공학부 졸업, 2010년 부산대학원 전자전기공학과 졸업(석사) 현재 동 대학원 전자전기공학과 박사과정

Tel : 051-510-1544

Fax : 051-510-1498

E-mail : wss3@pusan.ac.kr

김 동 현 (金東鉉)

1961년 1월 9일생. 1984년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사), 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 부산대 PDP 연구소연구원

Tel : 051-510-1544

Fax : 051-510-1498

E-mail : dhkim11@pusan.ac.kr

이 해 준 (李海準)

1972년 2월 25일생. 1994년 서울대 공대 원자핵 공학과 졸업. 1996년 포항공대 대학원물리학과 졸업(석사), 1998년 포항공대 대학원 물리학과졸업(이박). 현재 부산대 공대 전자전기공학부 부교수

Tel : 051-510-3516

Fax : 051-513-0212

E-mail : haejune@pusan.ac.kr

이 호 준 (李 晔 駿)

1966년 10월 14일생. 1989년 서울대공대 전기공학과 졸업. 1991년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대학원 전기공학부 졸업(공학박). 현 부산대 공대 전자전기공학부 부교수

Tel : 051-510-2301

Fax : 051-513-0212

E-mail : hedo@pusan.ac.kr