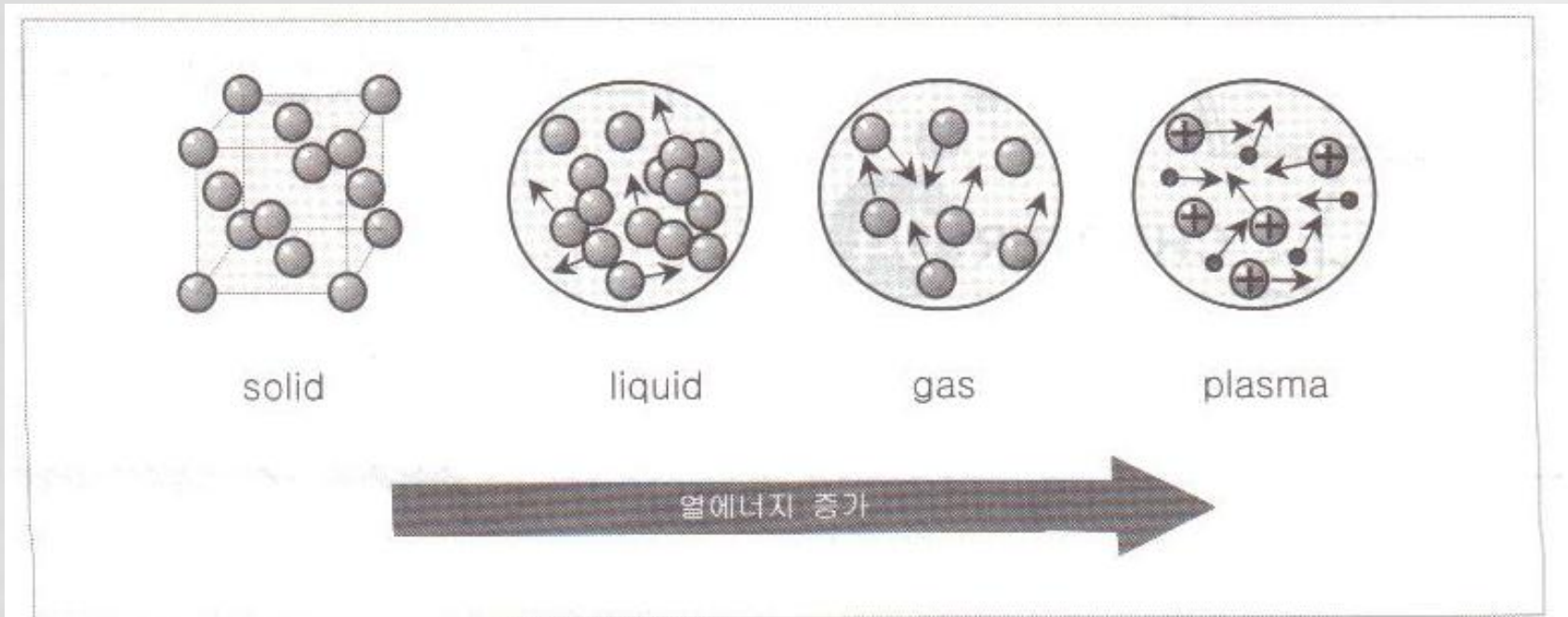


# Chapter 4 플라즈마 디스플레이 (Plasma Display Panel)

## 4.1 플라즈마(plasma)의 개요

- 플라즈마의 어원은 그리스어의 “plassein”(성형하다)이며, “틀로 만들어진 것, 혹은 조립된 것”이라는 뜻.
- 기체의 방전 현상을 연구하던 중 방전 기체가 높은 주파수로 독특하게 진동하는 현상을 보고 “플라즈마 진동(plasma oscillation)”이라 명명함.
- 플라즈마는 전기적인 방전에 의해 발생하는 전하를 가진 양이온과 음이온의 집단을 의미함.
- 물질의 에너지 상태 중에서 플라즈마는 가장 높은 에너지 상태.
- 고체 → 액체 → 기체 → 플라즈마(이온화된 입자상태)
- 양과 음의 전하의 총 수는 같고 전체적으로 전기적 중성인 상태.

# 열에너지의 변화에 따른 물질의 상태 변화.



▲▽ 그림 4-1 열에너지의 변화에 따른 물질의 상태 변화

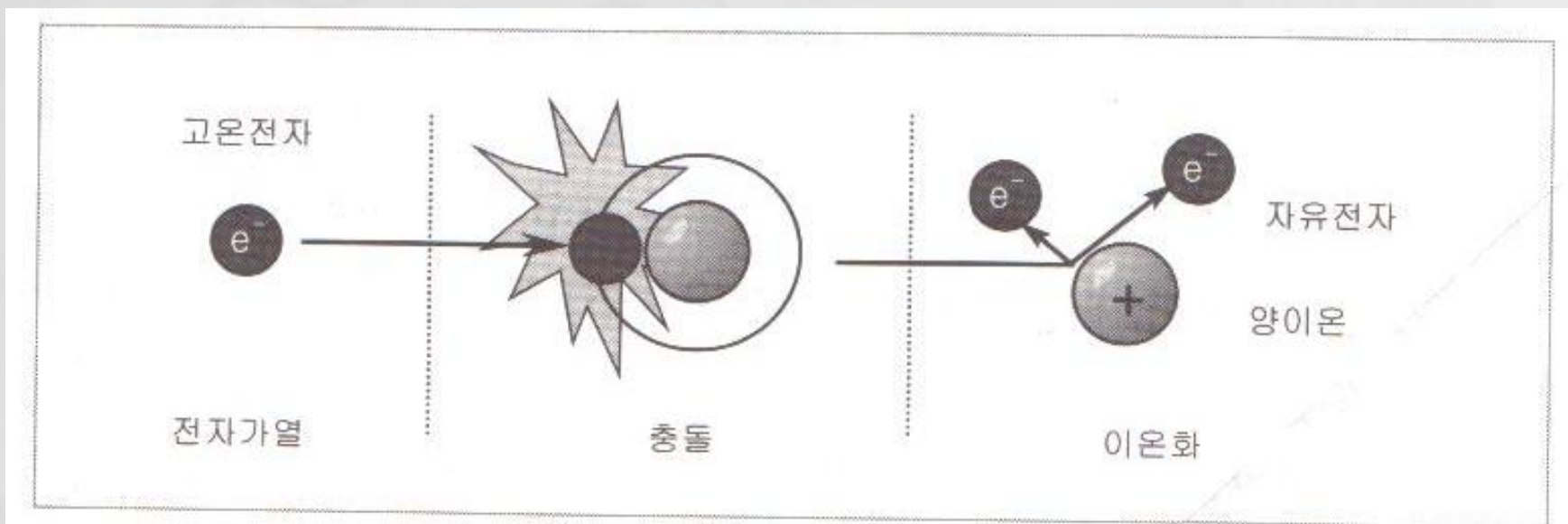
- 우주 전체물질의 99.9% 이상은 전리된 플라즈마 상태라고 추정.
  - 형광등이나 네온사인 등도 플라즈마 현상을 이용한 것.

## 4.1.1 Plasma의 정의

- 플라즈마는 기체가 이온화된 상태로 제 4의 물질상태로 불리기도 함.
- 기체 분자나 원자에 에너지를 가하면 최외각 전자가 궤도를 벗어나 자유전자가 되고 기체원자나 분자는 양전하를 띄게 되는데 이러한 이온의 그룹들은 전체적으로는 중성의 상태를 가짐.
- 이때 혼합된 입자들의 상호작용에 의해 독특한 빛을 방출하며(형광등), 활발한 입자들의 운동때문에 높은 반응성을 갖게 됨.
- 운동성은 고체 < 액체 < 기체 < 플라즈마 순으로 좋음.
- 방전(discharge)이란 기체 등의 절연체에 강한 전기장을 걸어주면 물질이 절연성을 상실하고 전류가 흐르는 현상.
- 방전의 종류에는 진공방전, 기체방전, 액체방전 및 고체방전이 있음.

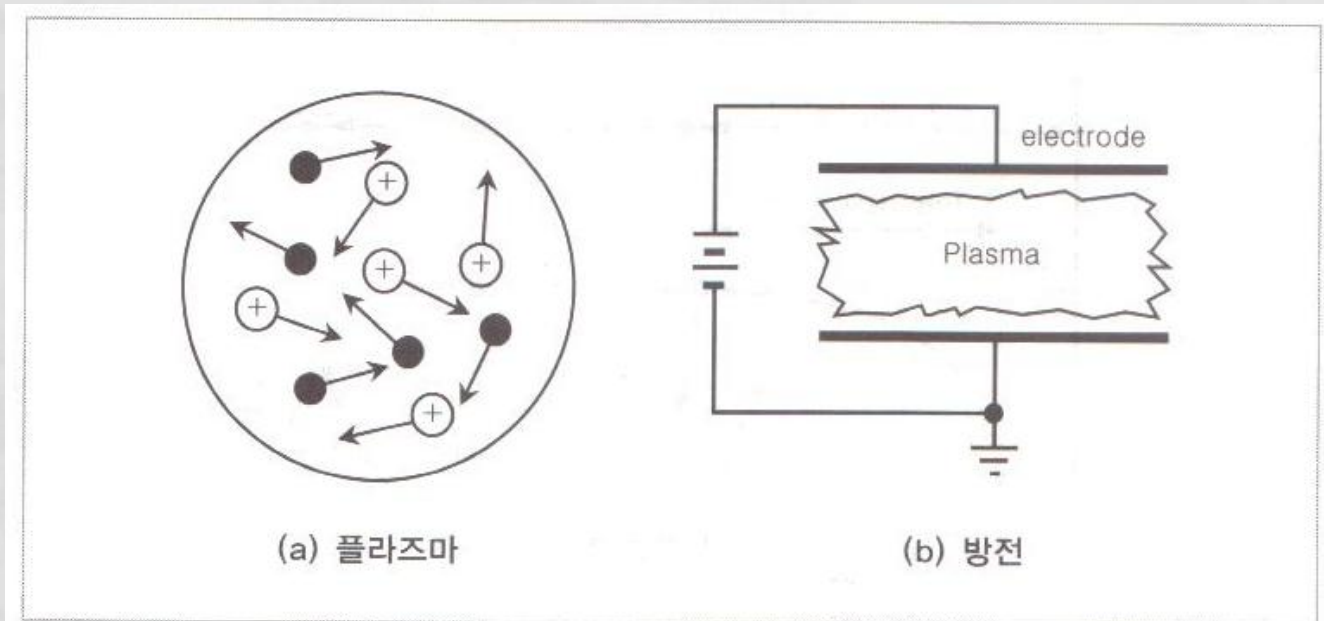
## 4.1.2 플라즈마의 생성

- 플라즈마가 생성되기 위해서는 전자가 강한 전기장에서 강한 에너지를 얻어 중성원자와 충돌하여 전자를 이탈시켜 자유전자와 양이온을 생성함.
- 충돌은 중요한 의미를 가지며, 충돌을 통하여 입자들은 에너지를 주고 받음.



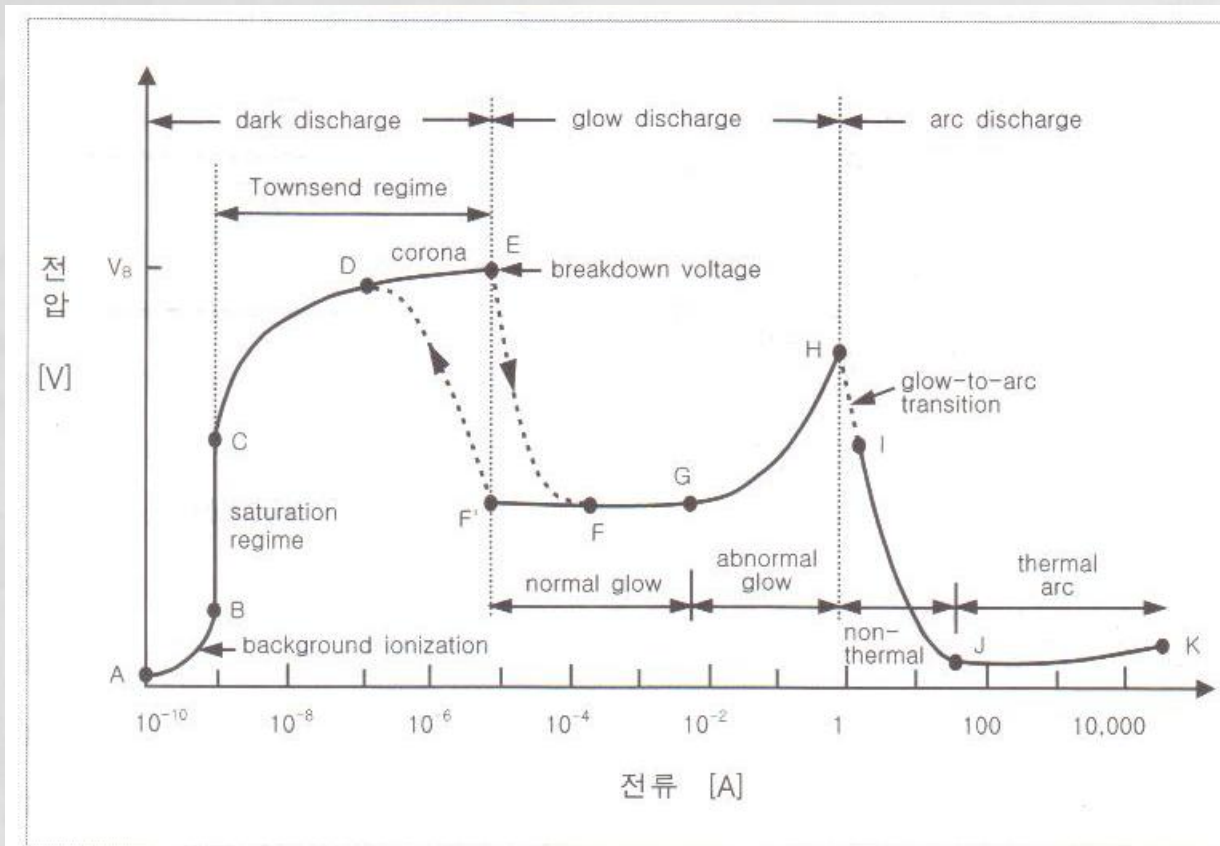
▲▽ 그림 4-2 플라즈마 생성과정

- 플라즈마가 생성되는 이유를 이해하기 위해서는 기체 내에서의 절연 파괴에 대한 이해가 필요함.
- 중성의 기체에 강한 전기장을 걸어주면 플라즈마 상태가 됨.
- 절연체인 기체가 플라즈마 상태에서는 도체화하여 절연체라기 보다는 도체로서의 역할을 수행하는데 이러한 현상을 '절연파괴(breakdown)' 라 한다.
- 그림 4-3(b)와 같이 챔버에 기체 가스를 주입하고 적절한 압력을 유지하며 강한 전압을 인가하여 플라즈마를 생성함.



▲▽ 그림 4-3 플라즈마 생성과 방전

- 그림 4-4는 dc-방전에 의한 전류-전압 특성을 나타낸 것.
- 전압을 인가하면 미소량의 전자들이 양극으로 이동하여 적은 양의 전자들이 양극으로 이동하여 적은 양의 전류를 형성.
- 전압을 상승하면 특정 전압 이상에서 '씨앗 전자'들이 충분한 에너지를 얻어 가속되어 방전 기체 내에서 이온화가 진행되기 시작함.
- 이온화에 의한 추가적인 전자와 이온들이 형성되고 전류는 더욱 증가한다.
- 이차 전자와 이온들이 발생하며 '타운젠트 방전'이 일어남.



▲▽ 그림 4-4 DC 방전의 전류-전압 특성

- 플라즈마 생성에서 3가지 방전영역으로 나눔.
- Dark discharge, glow discharge, arc discharge.
- 암방전은 플라즈마의 시작단계. 빛생성 없음.
- 글로우 방전 영역에서는 전압이 전류와 무관하게 일정한 값을 유지
- Normal glow 영역에서는 거의 전압을 일정하게 유지하고 전류가 점차적으로 증가하면 방전에 연관하여 빛을 발하게 됨.
- Abnormal glow 영역에서는 전압이 다시 증가하게 됨.
- 그림에서 H점을 넘어가면가 음극의 온도가 올라가면서 arc 방전이 시작됨.

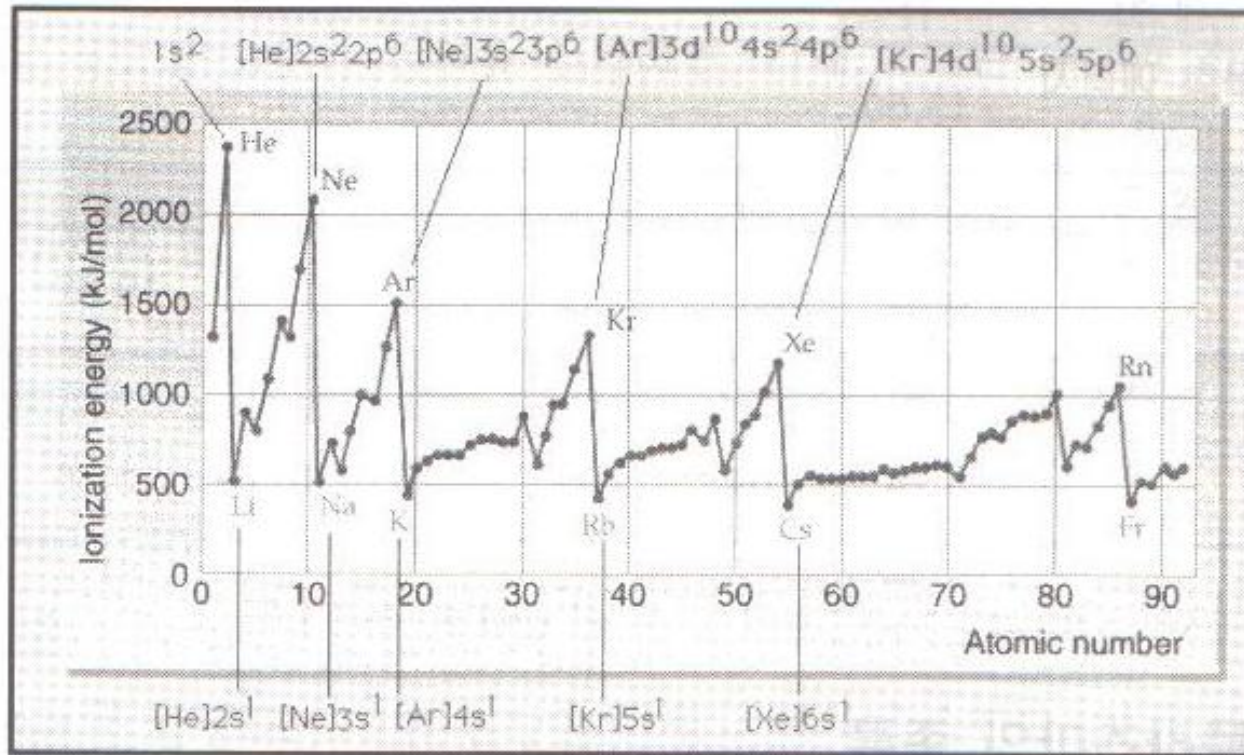


## 4.1.3 플라즈마의 물성

- (1) 전기적 특성
- (2) 자기적 특성
- (3) 물리적 특성
- (4) 화학적 특성
- (5) 열적 특성

## 4.1.4 이온화 에너지

- ‘이온화에너지’는 기체원자나 분자에서 전자를 하나 떼어 내는데 필요한 에너지.



▲▽ 그림 4-5 주기율표상의 원자에 대한 이온화 에너지

# 주기율표 원자들의 이온화 에너지

[표 4-1] 몇 가지 주기율표 원자들의 이온화 에너지

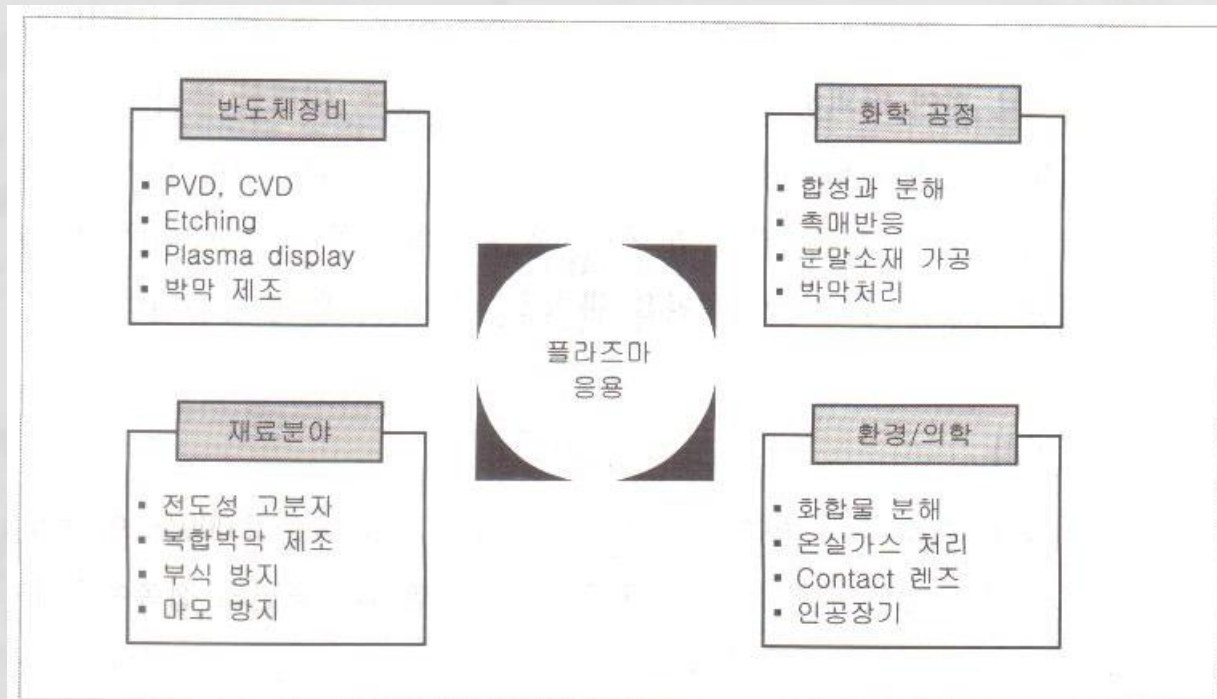
원 자	H							He
이온화 에너지 [eV]	13.60							24.59
원 자	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
이온화 에너지 [eV]	5.39	9.32	8.30	11.27	14.53	13.62	17.42	21.57
원 자	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
이온화 에너지 [eV]	5.14	7.64	5.99	8.15	10.49	10.36	12.97	15.76

## 4.1.5 플라즈마의 종류

- (1) 직류 방전 플라즈마
- (2) 교류 방전 플라즈마
- (3) 고주파 방전 플라즈마
- (4) 펄스 방전 플라즈마
- (5) 레이저나 입자 빔에 의한 플라즈마
- (6) 기타

## 4.1.6 플라즈마의 응용

- 전기적으로 도체이며 많은 전류를 흐르게 할 수 있고 큰 전자력도 만들 수 있음.
- 자체적으로 빛을 생성할 수 있음.
- 화학적으로 매우 활성이 강한 이온을 포함하고 있어 여러 분야에 응용이 가능함.
- 산업적, 화학적, 전기적, 광학적, 전자적 및 핵공학 분야에도 응용하고 있음.



▲▽ 그림 4-6 플라즈마의 응용

## 4.1.6 플라즈마의 응용

- 그림 4-6에서 보여주듯이 반도체 장비, 재료, 화학공정 및 환경 등의 분야에서 응용.
- 플라즈마의 고온이나 화학적으로 활발히 반응하는 특성을 이용하여 신물질 합성, 고분자 등의 표면처리에 이용할 수 있음.
- 예로서 저압의 메탄가스 플라즈마를 이용하여 다이아몬드 박막을 합성할 수 있음.
- 공구의 내마모 코팅, 반도체 증착, 광학부품 코팅 등에 폭 넓게 활용됨.

## 4.1.7 플라즈마 디스플레이(plasma display)

- 플라즈마는 여기된 원자나 분자로부터 많은 빛을 내는 유용한 광원으로 사용할 수 있는데, 태양은 자연적으로 발광하는 플라즈마 덩어리로서 위대한 조명이라 할 수 있음.
- 전형적인 가스 방전에 의한 조명으로는 플라즈마 방전관 램프가 있음.
- 방전관에 수은 증기를 채우고 방전을 시켜 발생하는 자외선(253.7 nm)이 방전관 내벽에 도포한 형광물질을 여기시킴으로 발광을 얻음.
- 수은 증기 대신에 네온 가스를 이용하는 경우를 네온등(네온사인).
- 최근에는 CRT를 대체하는 평판 디스플레이 수단으로 플라즈마 표시장치가 주류를 이룸.
- 가볍고 작은 부피에 대 화면 디스플레이를 이룸으로 디스플레이 분야에서 각광을 받고 있음.

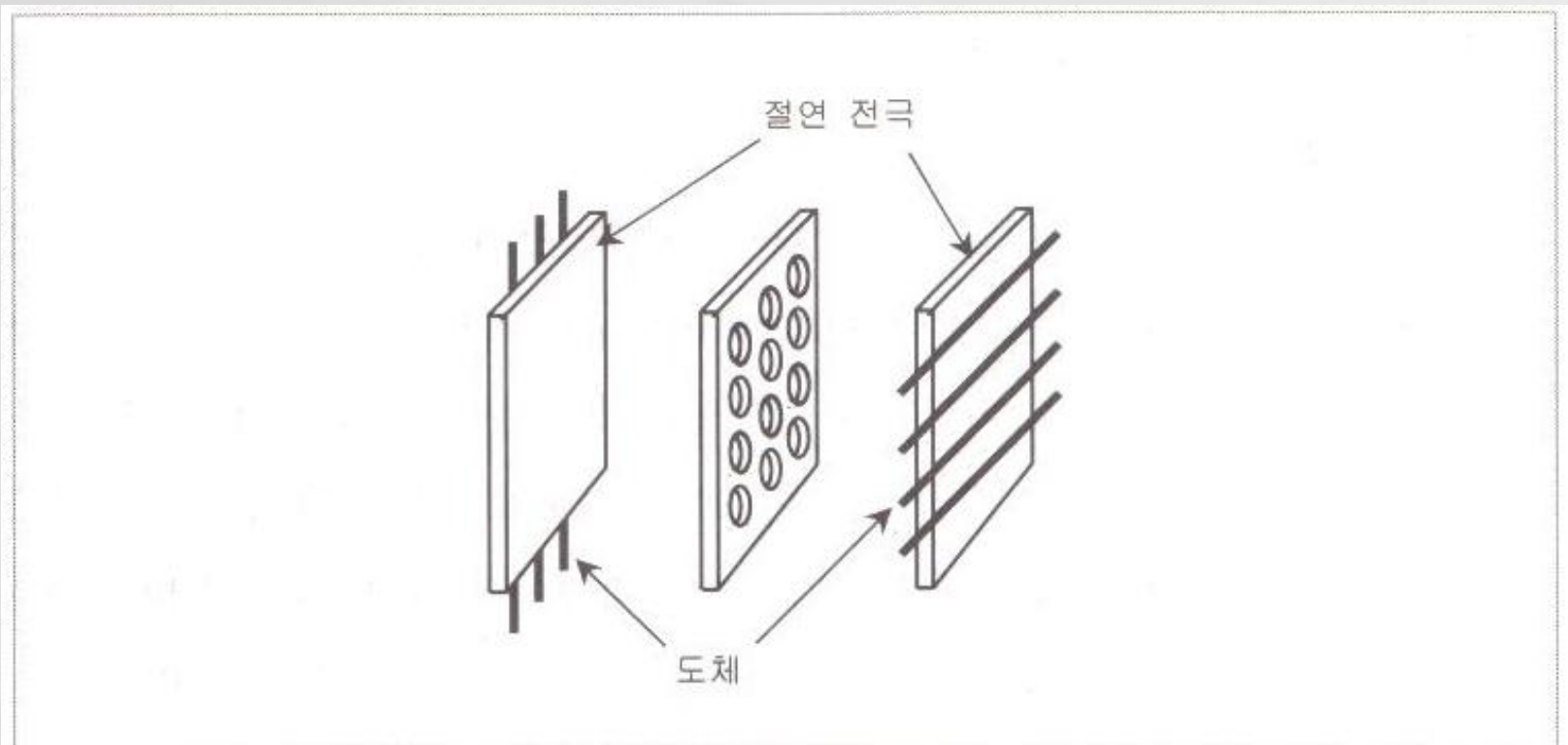
## 4.2 PDP(plasma display panel)의 개발사

[표 4-2] PDP의 개발사

연도	개발내용
1927년	- 미국 벨연구소의 Gray가 가스방전 표시장치 개발.
1940년대	- Bacon과 Pollard가 Dekatron tube 개발.
1950년대	- Burroughs사에서 Nixie 방전표시장치 개발.
1964년	- 미국 일리노이대의 Slottow와 Bitzer가 AC형 PDP 개발.
1968년	- 미국 일리노이대의 Owens 등이 AC형 PDP 개선.
1970년	- Burroughs사 Holz와 Ogle가 TM형 PDP 개발.
1980년대	- Matsushita사가 단색 DC형 PDP 개발.
1991년	- Photonics사가 TV용 color AC PDP 개발.
1993년	- Fujitsu사 21"면방전형 color AC PDP 양산. - NHK사에서 HDTV용 40" full color DC PDP 개발.
1995년	- 스위스의 Scheffer와 Nehring이 STN-LCD 개발.
1996년	- Plasmaco사가 노트북용 21" AC PDP 개발. - Fujitsu사가 42" 면방전형 AC PDP 개발(종횡비 16:9)
1998년	- LG전자가 60" XGA급 AC color PDP 개발.
1999년	- 삼성SDI가 65" color HDTV PDP 개발.
2004년	- 삼성SDI가 102" full color PDP 개발.



- 그림 4-7은 1964년 일리노이대의 Bitzer와 Slottow 등이 개발한 AC형 PDP의 기본구조임.
- 금속 전극에 절연체를 부착하여 개별적인 셀의 용량성 저항을 부과함.
- 이러한 구조는 하나의 셀이 방전할 경우에 다른 셀에 영향을 주지 않게 개선된 것임



▲▽ 그림 4-7 Bitzer 등이 개발한 AC형 PDP 기본 구조

# 국내 PDP 산업의 역사

- 국내 PDP 산업의 삼성전관이 1987년에 시작하였으며, LG전자 및 Orion사가 뒤를 이음.
- 1990년대 중반부터 본격적으로 연구와 투자를 확대함.
- 삼성 SDI는 3전극 surface type AC PDP에 대한 개발을 시작으로 1998년 고선명 화질을 구현함으로써 65인치 PDP를 상용화 함.
- 2004년에 가공할 만한 102인치 full color PDP를 개발함으로써 국내 PDP 산업이 세계 점유율 1위를 달성함.
- LG 전자도 1998년 60인치 HDTV급 AC PDP를 독자 개발함.
- 또한 최적화 회로 기술과 PCB기판의 고집적화 및 고효율 설계로 방열판을 제거하고 소음을 개선하여 우수한 성능을 갖는 PDP를 개발함.

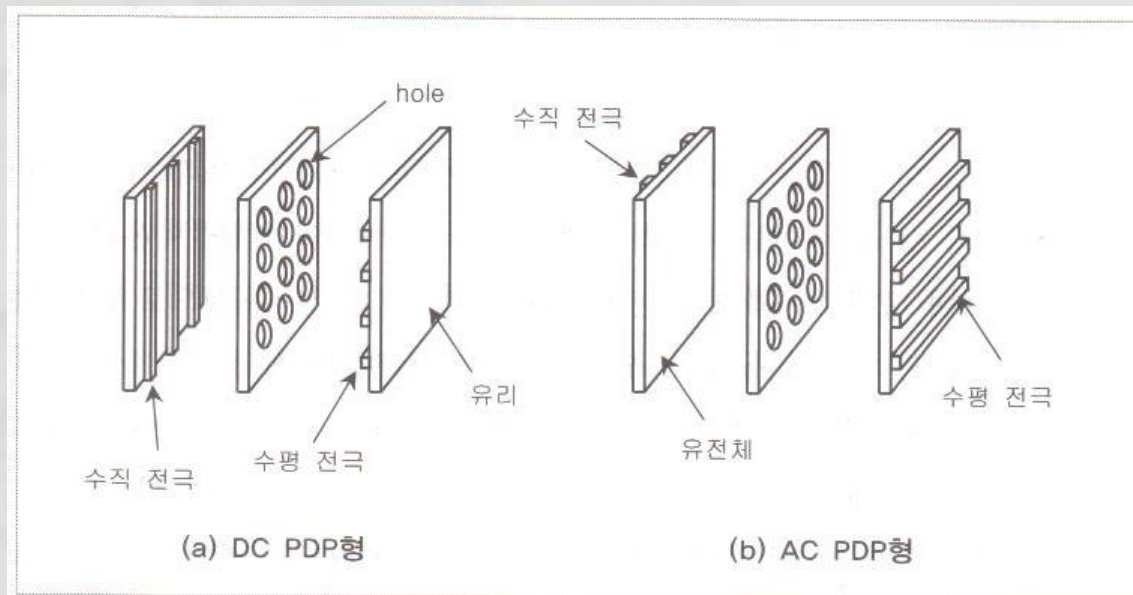
## 4.3 PDP의 종류

- 플라즈마 디스플레이는 전극이 부착된 상판과 하판의 유리 사이를 밀폐하고 Ne, Ar, Xe 혹은 이들 불활성 기체들을 혼합하여 채움.
- 전압을 인가하면 이온화가 발생하여 플라즈마 상태로 변함.
- 플라즈마의 전리현상으로 발생하는 진공자외선(VUV: vacuum ultra violet)이 형광체를 자극하여 R, G, B의 형광을 방출함.
- 인가 전압에 따른 PDP의 종류는 [표 4-3]과 같다.

[표 4-3] 인가전압에 따른 PDP의 종류

구동방식에 따른 분류	DC PDP	Refresh형	단순형
			보조방전형
	AC PDP	Memory형	단순형
			보조방전형
	DC·AC 혼합형	Refresh형	Matrix
		Memory형	3-electrodes surface discharge
	Trigger형		

- 전극의 위치에 따른 개략적인 PDP의 분류는 그림 4-8과 같다.
- 그림 4-8(a)에서는 매트릭스형의 DC PDP를 도시함.
- 유리 기판들에 가로와 세로로 전극이 놓여져 있어 표시하고자 하는 cell에 전압을 인가하여 방전할 수 있도록 설계되어 있음.
- DC PDP의 특징은 전극들이 직접 방전 공간에 노출된다는 점.
- 4-8(b)는 AC PDP를 나타낸 것인데, DC PDP와는 달리 방전 cell과 전극 사이에 유전체가 설치되며, 플라즈마로부터 전극을 보호하는 구조를 가짐.
- 플라즈마로의 전극 노출에 의한 시각현상을 줄일 수 있어 수명이 길어 짐.



▲▽ 그림 4-8 전극의 위치에 따른 PDP 분류

- 가시광의 방출 경로에 따라 투과형과 반사형으로 구분됨.
- 구동방식에 따라 DC PDP와 AC PDP로 나눔.
- PDP의 성능을 개선하거나 구조 및 제조기술에 따라 분류함. 비대칭 cell 방식, well형 방식, 벌집형 방식 및 전극분할 방식 등이 있음.
- 비대칭 cell 방식은 R, G, B의 cell폭을 비대칭으로 만든 구조임.(blue 형광체는 자외선의 여기에 의한 가시광선으로의 변환 효율이 낮기 때문에 효율이 좋은 red 형광체 cell부분의 폭을 줄이고 blue cell 부분의 폭을 늘인 방식.
- 비대칭 구조는 설계 및 제조상의 균일도를 확보하기가 어렵다는 단점이 있음.
- 최근에는 대칭의 구조를 가지며, 구동방식의 신호 변환 등을 조절하여 변환 효율을 높이고 있음.