

초청 강연

대기압 플라즈마를 이용한 반도체/
디스플레이 부품의 세정기술

(주)창조엔지니어링

조중희 이사

대기압 플라즈마를 이용한 반도체/디스플레이 부품의 세정기술

(주)창조 엔지니어링
기술연구소

조 중 희

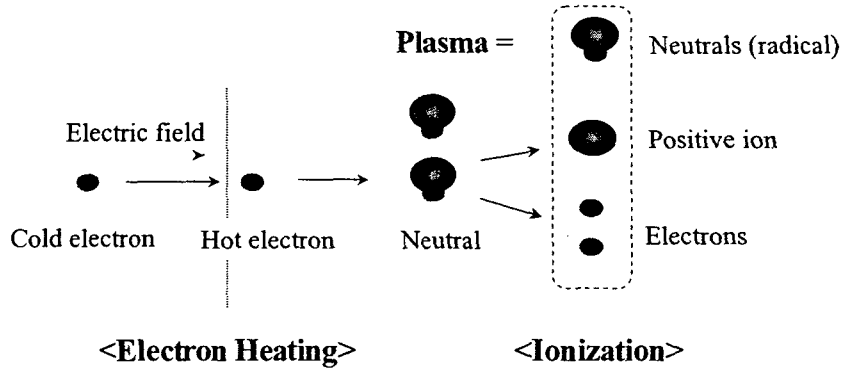
[Home Page]<http://www.changjoeng.com>, [Tel.]031-352-6288, [E-mail]twocho@empal.com

● 대기압 플라즈마 기술개발 현황

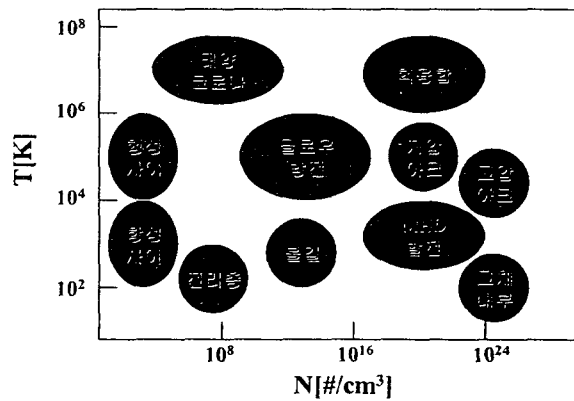
● 대기압 플라즈마 세정기술 적용

● 기타 적용 사례

▶ 기체분자가 전자와 이온으로 분리된 상태 (물질의 제4의 상태)



- ▶ 플라즈마의 밀도 → 단위체적당 입자의 개수 ($n = N/V$)
- ▶ 플라즈마의 온도 → 운동에너지의 평균값 (eV)*



*1 eV = 11,600 K

대기압 플라즈마 기술개발 현황

- 1835년 방전기체의 특이한 현상 발견 (패러데이)
- 1879년 진공관의 방전기체를 제4의 물질상태로 표현 (크룩스)
- 1928년 제4의 물질상태를 “플라즈마”라 명명 (랭뮤어)
- 1970년~ 진공 플라즈마의 산업적 응용(반도체 공정 등)으로의 발전
- 1988년 대기압 플라즈마(헬륨 사용) 구현 (코고마, 카나자와 그룹)



1990년대 말부터 국내에서 대기압 플라즈마 연구 시작

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 기술개발 현황

진공 플라즈마

- 글로우(Glow) 플라즈마 발생
- 플라즈마 발생의 안정성을 위해 진공시스템 필요
- 고가장비로써 반도체 공정등 특정분야에만 적용되고 있음

대기압 플라즈마

- 대면적의 안정한 글로우(Glow) 플라즈마 발생이 어려움
- 진공시스템 불필요 (연속공정에 적용 가능)
- 여러 산업분야로의 적용이 확대되고 있음

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 기술개발 현황

- 세정 기술 반도체, 디스플레이, 자동차, 철강 분야 등에서의 건식세정
- 에칭 기술 반도체, 디스플레이, 금속, 폴리머, 유리 등의 에칭/미세가공
- 증착 기술 실리카, TiO₂ 등 기능성 물질의 증착
- 표면 처리 세라믹, 금속, 폴리머의 표면 개질
- 분해 기술 NOX, CFC, PFC, VOC 등 환경 유해 물질의 분해
- 살균 기술 화생방 오염물질의 살균 및 제염
- 합성 기술 탄소 나노 튜브 합성, 메탄에서 하이드로카본 합성 등
- 처리 기술 방사선 폐기물 처리

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

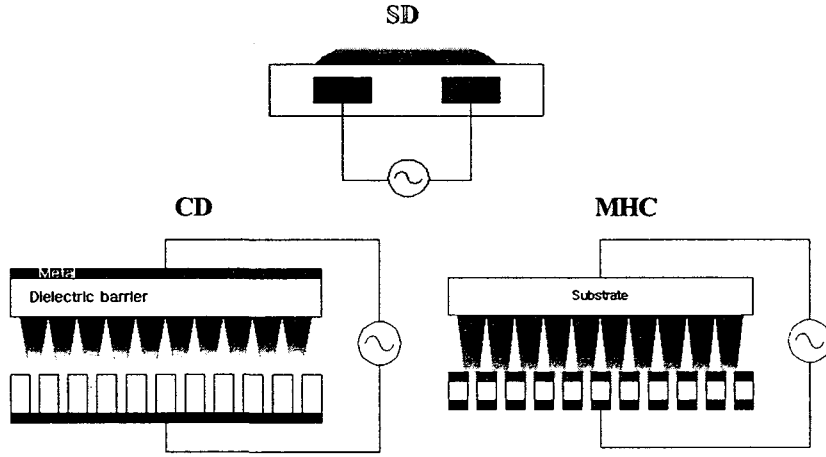
대기압 플라즈마 기술개발 현황

- **Corona Discharge**
- **Capillary Discharge (CD)**
- **Surface Discharge (SD)**
- **Micro Hollow Cathode (MHC)**
- **Dielectric Barrier Discharge (DBD)**

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 기술개발 현황

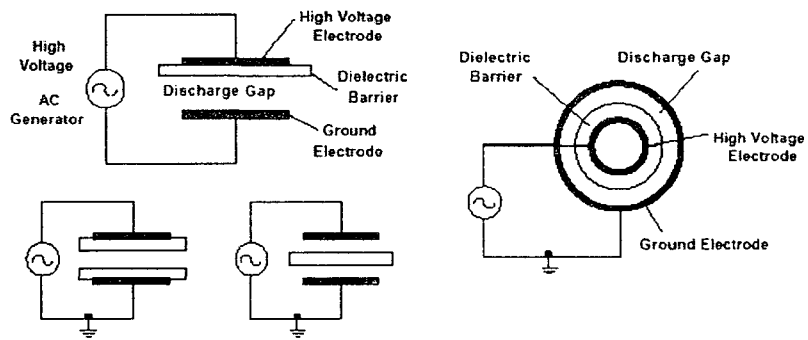


Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 기술개발 현황

DBD

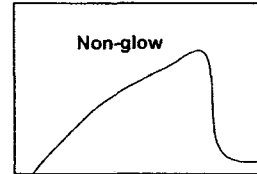


Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

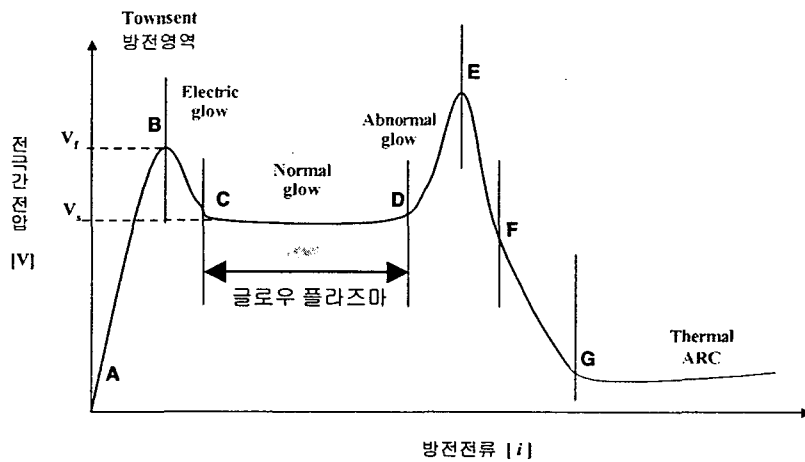
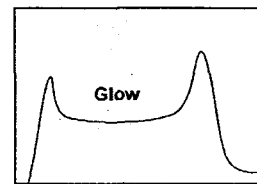
Non-glow

- Local 플라즈마 발생
- 피처리물이 도전체인 경우 아크 발생 위험
- 대면적의 안정한 플라즈마 발생이 용이

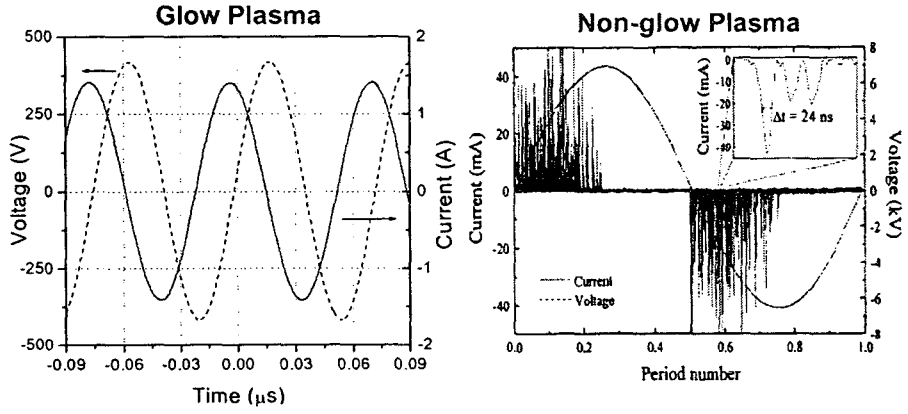


Glow

- Whole 플라즈마 발생
- 피처리물이 도전체인 경우에도 아크 발생 없음
- 대면적의 안정한 플라즈마 발생이 어려움



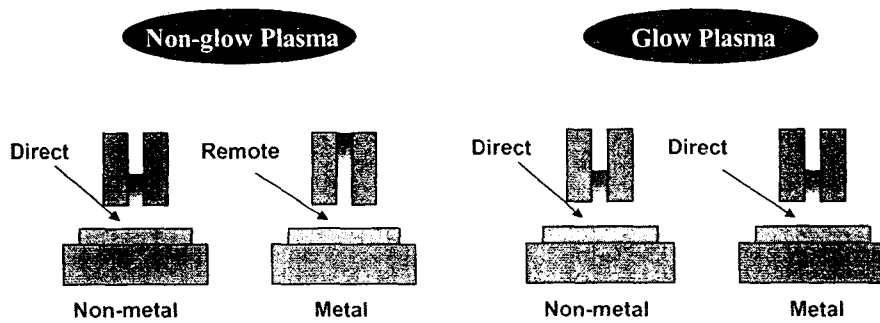
대기압 플라즈마 기술개발 현황



Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

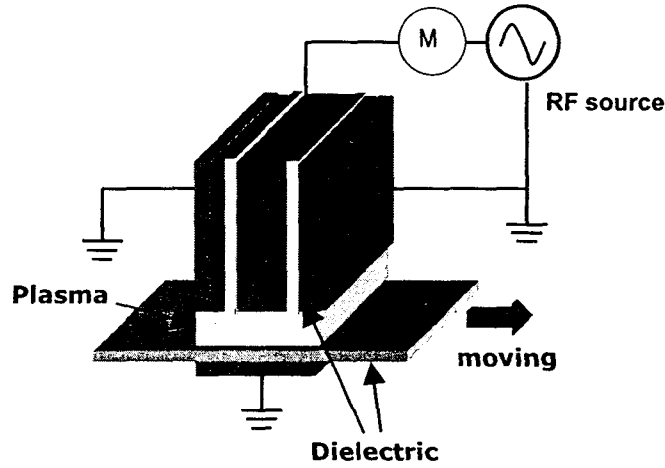
대기압 플라즈마 기술개발 현황



Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

Hybrid-DBD structure

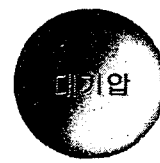


Applied Physics Letters 84, 188 (2004)

IZ-PLASMA is "This is plasma"



No arc
No ozone



In line
Simple system



Low power
Excellent speed



- Vacuum plasma is typical "glow plasma" -
- IZ-PLASMA is typical "glow plasma" -

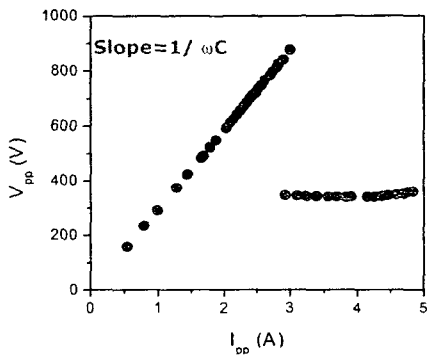
Glow plasma is core of surface treatment

Why? Glow plasma ?

1. **Low voltage** : No arc, No circuit damage
 - It enables to treat metal by direct plasma
 2. **High current** : plasma density is proportional to the current
 - High current -> high density -> **high treatment speed**
 3. **Uniform discharge**: No partial discharge, No discrete discharge
 - Uniform discharge -> **Uniform treatment**
 - Partial discharge -> Partial treatment
- * Besides, IZ-PLASMA -> No ozone product



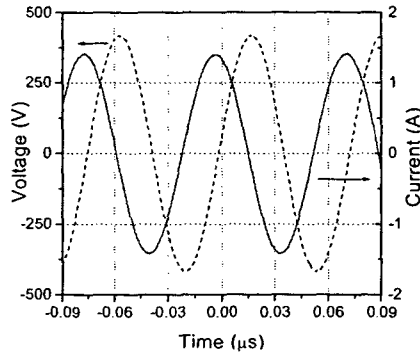
I-V characteristic curve



- After breakdown, current increases but voltage is constant
- This is Typical glow discharge characteristics
- Vacuum plasma is typical "glow plasma" -



I-V wave form curve



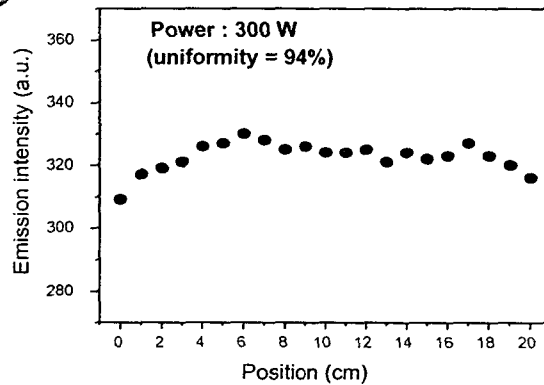
I-V signal (I - red, V - blue line)

- No streamer signal
- No micro arc signal
- No discrete signal



Very important factor of
cleaning & surface treatment

- Discharge conditions : Input power 300 W, Phase angle = 45 °



Total emission intensity profile (PMT signal) shows the plasma is very uniform (~94%).

대기압 플라즈마 기술개발 현황



- Low power and high plasma density
- Large Area and excellent treatment speed

IZ-PLASMA			
Model	Plasma Type	Length	Power
IZ-R100	Glow	100 mm	< 200W
IZ-R200	Glow	200 mm	< 400W
IZ-R600	Glow	600 mm	< 1000W
IZ-R1300	Glow	1300 mm	< 2000W

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 기술개발 현황

	IZ-PLASMA	Conventional plasma
Treatment	Metal (Direct ¹⁾ Non-metal (Direct)	Metal (Indirect ²⁾ Non-metal (Indirect)
Voltage	100~500 V	5~15 kV
Ozone	Ozone free	High production
Power	Low	High
Frequency	2~60 MHz	1~100 kHz
Plasma type	Glow	Non-glow
Plasma density	10n~100 n	n
Current	1~10 A	5~100 mA
Radical	High	Low
Ion damage	Low	High
Gas temperature	100~230 °C	100~300 °C

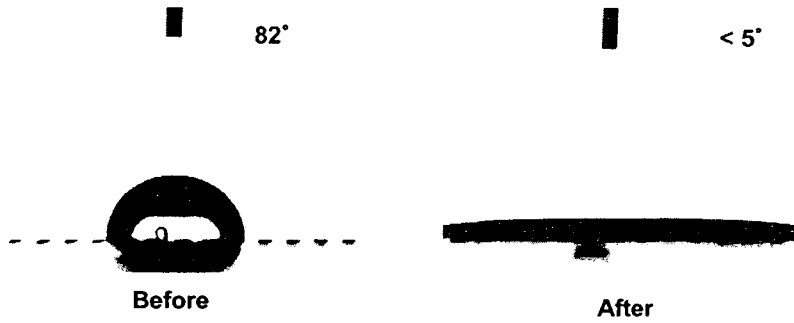
1. Direct : 피처리물에 플라즈마가 직접 접촉되어 처리됨 (처리효과 우수)
2. Indirect : 피처리물에 플라즈마가 접촉되지 않음 (처리효과 낮음)

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 세정기술 적용

Power : 200 W
Speed : 100 mm/sec

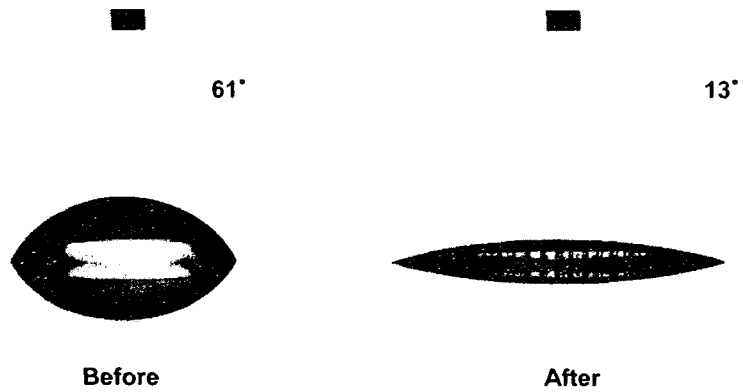


Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 세정기술 적용

Power : 300 W
Speed : 130 mm/sec

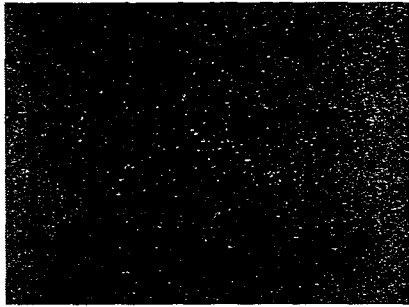


Changjo Engineering Co., Ltd.

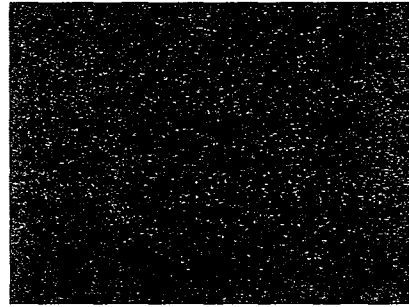
Cho, Jung-Hee

대기압 플라즈마 세정기술 적용

Power : 200 W
Speed : 100 mm/sec



Before



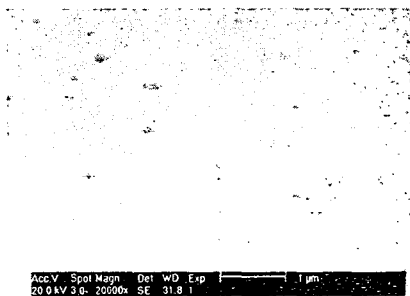
After

Changjo Engineering Co., Ltd.

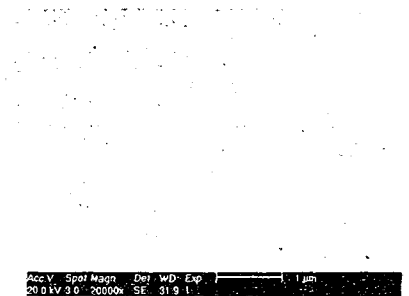
Cho, Jung-Hee

기타 적용 사례

Power : 200 W
Speed : 100 mm/sec



Before



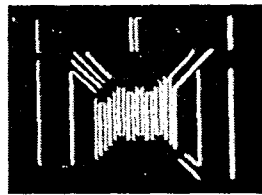
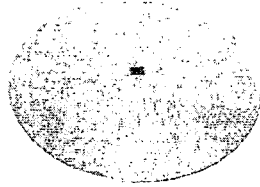
After

Changjo Engineering Co., Ltd.

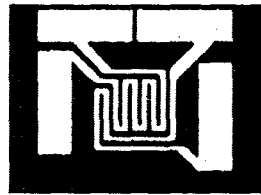
Cho, Jung-Hee

기타 적용 사례

Power : 300 W
Time : 120 sec



Before



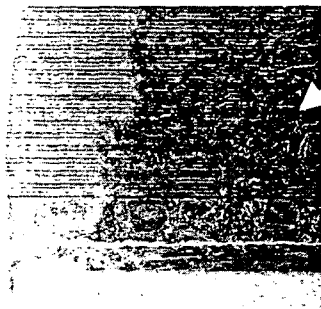
After

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

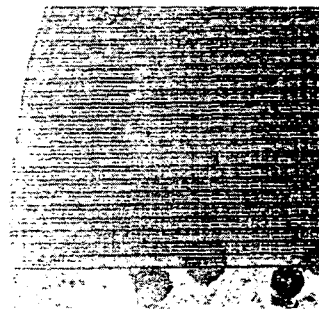
기타 적용 사례

Power : 300 W
Time : 30 sec



Before

액정



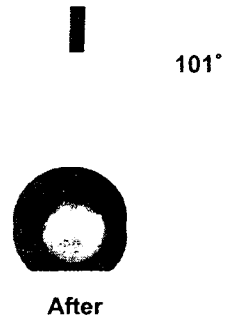
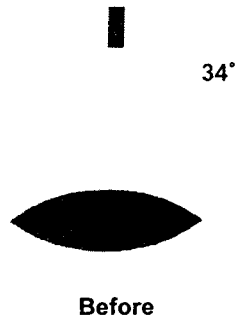
After

Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

기타 적용 사례

Power : 300 W



Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee

기타 적용 사례

Power : 200 W
Speed : 20~100 mm/sec



Changjo Engineering Co., Ltd.

Cho, Jung-Hee