

## 전기집진 기술의 현황과 장래전망(II)

高明 三<한국 Cottrell(주) 기술고문, 서울대 명예교수>

李 達 雨<한국 Cottrell(주) 회장>

1. 서 론(전호에 게재)
2. 전기집진기술의 진보(전호에 게재)
  - 2.1 초기 전기집진장치(1900~1960)( " )
  - 2.2 성장기 전기집진기술(1960~1985)( " )

### 2.3 성숙기 전기집진기술(1986~1995) (전호에이어 계속)

1985년이후 현재까지 ESP연구개발에 종사하는 연구원들의 최대관심사는 공기오염의 주범인 DeSOx DeNOx 문제라고 할 수 있다. 기존의 脫硫·脫硝 技術은 습식 석회석호법 탈황방식과 암모니아 접촉환원식 탈초방식등이 주류를 이루었으나, 1980년대 후반부터 전자 beam법 탈황

·탈초기술 및 PPCP 탈황 및 탈질기술에 대한 연구가 본격화되었으나, 아직 pilot plant 실험단계에 있다. 현재 구라파, 미국, 일본 뿐만 아니라 국내에서도 한국코트렐(주), 한국중공업, 한국전기시험연구소, 기계연구소 및 일부 대학연구실에서 2~3년전부터 이 분야의 연구가 진행중에 있다.

#### 2.3.1 전자 beam 조사식 탈황·탈초 기술

Boiler의 배기가스에 전자선을 쬐이면 질소, 산소, 물ion, 여기분자 전자등의 각종 活性種이 생기고 이들 활성종은 재차 OH基, HO<sub>2</sub>基 및 O<sub>3</sub>基 등을 만든다.

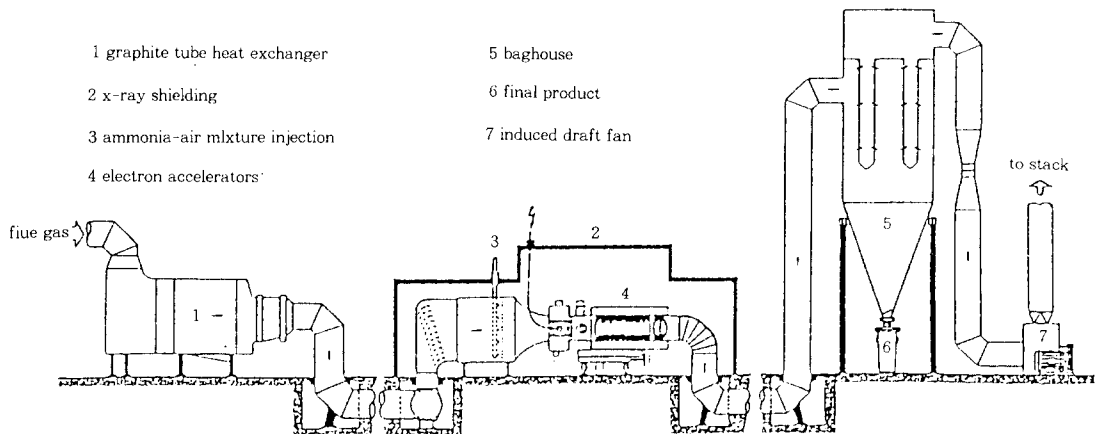
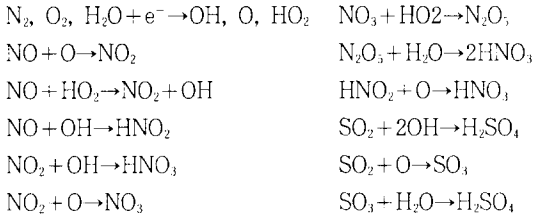


그림 17. E-beam DeSOx/DeNOx용 Pilot ESP Plant

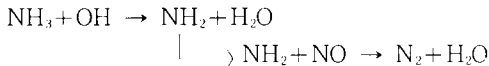
이들 각종 活性種에 의거 SOx, NOx는 산화되고 이를 알칼리 약제와 반응시켜 약제에 다라서 암모니아法, 石炭스라리法으로 구분된다. 여기서는 암모니아법에 대해서 간단히 설명한다.

전자 beam 조사로 발생한 活性種은 강한 산화성을 띠고 있으며, 배기가스속의 NOx 주성분인 NO를 NO<sub>2</sub> 및 HNO<sub>3</sub>로 산화시킨다. 한편 SOx의 주성분인 SO는 SO<sub>3</sub> 및 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 산화된다. 이들의 화학반응시간은 10<sup>-5</sup>초이내이다.

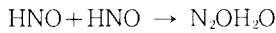
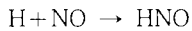
이들 반응에서 생긴 초산과 유산은 배기가스내에서 aerosol상태의 mist가 되지만, 암모니아가 존재하면 유산, 초산, 혹은 양자가 결합한 미립자가 되어 bag filter ESP 등으로 포집가능하게 된다. 주요 화학반응식은 다음과 같다.



특히 암모니아가 있는 가스에 전자선을 쬐이면



와 같은 반응으로 배기가스속의 동시 탈황탈초 기능이 가능하지만, 전자선의 조사조건에 따라서는



와 같은 반응으로 N<sub>2</sub>O가 발생하기도 한다.

그림 17은 현재 독일 연방정부 후원으로 Badenwerk AG, L&C Steinmuller Co. 및 Karlsruhe Nuclear Research Center가 공동으로 추진하고 있는 E-beam DeNOx/DeSOx 연구용 ESP Pilot Plant의 계통도이다.<sup>15)</sup>

전자선 조사로 X선이 발생하므로 전자선 조사기 및 반응기는 콘크리트 차폐실내의 설치해야 한다.

탈황, 탈초에 의한 부산물은 유산, 초산 복합품이 bag filter 또는 ESP에서 포집되지만, 이들은 식물비료로 사용 가능하다.

E-beam형 DeSOx/DeNOx 시스템의 특징은?

- (a) 건식 동시 탈황탈초 process이고
- (b) 시스템구성이 단순하고 운전이 쉽고
- (c) 부산물이 유효하게 이용가능하고
- (d) 건설비와 운전비가 싸지만
- (e) 전자선 조사에 따라 X선이 발생하기 때문에 운전원 보호를 위한 전자선 조사기와 반응기는 콘크리트벽으로 차폐하여야 하고

(f) N<sub>2</sub>O가 발생할 가능성이 크며, 운전조건에 따라서도 N<sub>2</sub>O가 발생하는 경우가 있다.

그림 18은 전자선 조사량에 따른 탈초율 및 탈황율을 각각 나타낸다.

현재 pilot plant에서 시험중이며, 실용 plant 실적은 없다. 이의 개발은 주로 일본, 독일, 미국 등에서 진행되어 왔고 최근에 石炭 + 500MW용

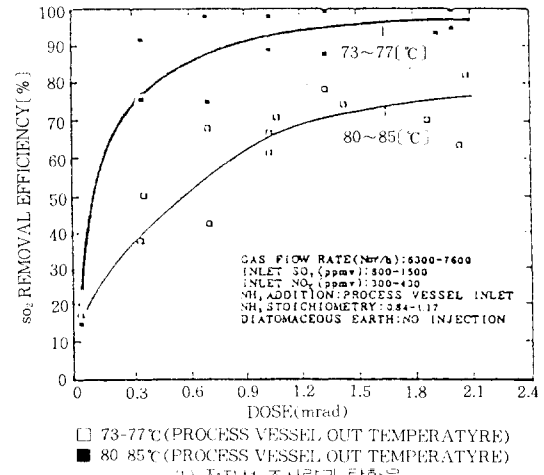
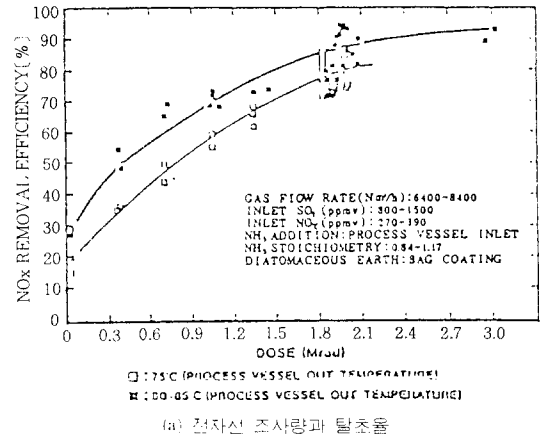


그림 18. 전자선 조사량과 탈초 및 탈황율

동시 탈황탈초설비에서 河邑<sup>19)</sup>는 다음 실험결과를 발표한 바 있다.

가스류량 : 1,700,000(Nm<sup>3</sup>/h)

입구개수 : 온도 150[℃]

SO<sub>2</sub> 2000[ppm]

Nox 350[ppm]

탈황율 : 95[%]

탈초율 : 80[%]

전자선조사 : 1.8Mrad

### 2.3.2 PPCP탈황 탈초기술

#### (1) PPCP의 원리

방전시스템에서 기체중의 분자가 전자와 충돌하면 전자에너지 일부를 흡수하여 여기, 전리 및 ion화 반응이 일어난다. 전리인 경우 (+)ion과 전자가 생기고, 전자 부착시 (-)ion이 발생한다. 또한 outer orbit에는 쌍전자중 하나를 잃은 radical도 생기며, 이들은 매우 反應性이 큰 活性種이고 전자선조사와 같이 NO<sub>x</sub>와 SO<sub>x</sub> 제거를 일으키는 반응을 한다. 이와같이 전리작용을 일으키는 확율은 여러 가스분자에 대하여 약 100eV 전후가 가장 높다.

전자 beam법은 진공중에서 전자를 가속하여 Mega eV의 에너지를 갖는 전자를 만들어, 이를 수 10[μ]의 스텐레스 박막을 거쳐 대기중에 끄집어 내어 가스에 照射시켜 탈황탈초반응을 일으키게 하지만, PPCP법은 대기중에서 효율적으로 전자를 가속하여 화학반응을 일으키게 하는 방법이며, 동경대학의 명예교수였음, '95년도에 작고하신 증전민일 교수에 의거 PPCP(Pulse Corona Induced Plasma Chemical Process)라고 작명되었다.

Pulse를 이용한 plasm化學에서 특히 nano초 고압 pulse 전압에 의한 corona 방전을 이용한 것을 PPCP라고 한다. PPCP 발생회로는 그림 16과 같이 corona 방전극과 마주보는 접지극으로 구성된 corona 전극을 구성, 두 전극간에 처리 대상가스를 통과시키면서 상승시간(rise tiem)이 매우 빠르고(50~200[ns])幅이 매우 좁은(pulse폭=100~500[ns])nano초 pulse고전압을 수십내지 수백 [Hz]정도의 비교적 낮은 주파

수로 인가하여 강력한 streamer 방전을 발생시킨다. 이때 전자를 gas분자에 충돌시켜 radical을 발생케하는 소위 상온저온 blasma화학조작이 곧 PPCP의 기본 원리이다.

이 경우 pulse幅이 극히 좁기 때문에 輕質量인 ion은 가속되지 않게 되어 소위, 전자속도는 빠르고 ion온도(gas온도)가 낮은 非平衡 plasma를 생성케 한다. 즉 gas 온도 자체는 상온임에도 불구하고 plasma 化學反應의 주역이 되는 전자온도를 매우 높게 할 수 있어, 活性도가 높은 radical의 발생으로 쉽게 化學反應을 일으키게 한다.

한편 pulse정지 기간에는 이들 인자들이 일단 냉각되며, 다음 pulse 인가시 제차 초기상태로 복귀함으로써 gas 온도의 상승이 억제된다. 이 경우 pulse인가 기간중 분자의 온도 상승이 적기 때문에 streamer에서 leader, 나아가서 spark으로의 진전이 억제되어 pulse전압의 파고치를 이례적으로 높일수 있다(예를 들면, 50[kv/cm]이상). 그 결과 더욱 활성적인 radical를 많이 억제된다.

#### (2) PPCP에 의한 탈황탈초 반응

전자 beam법과 마찬가지로 OH, HO<sub>2</sub>, O등의 活性種 발생으로 NO는 NO→NO<sub>2</sub>→HNO<sub>3</sub>로 산화되고, SO는 SO→SO<sub>2</sub>→H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 산화된다.

그러나 NO반응은 매우 복잡하며 암모니아 共存시 NH 및 NH<sub>2</sub> radical과 반응하여 N<sub>2</sub>로 환원하기도 한다. 생성된 이들 유산과 초산은 암모니아와 반응하여 硫酸硝酸複鹽의 미립자가 되어 ESP에서 포집된다. 현재까지 알려진 사실로서는

(a) 탈초에는 (+)및 (-)의 두 pulse 모두가 유효하다.

(b) 탈황에는 (+)pulse만이 유효하다.

(c) NO는 PPCP에서 NO<sub>2</sub>로 산화되고 NH<sub>3</sub> 첨가로 硝酸이 되어 ESP에서 제거된다.

(d) NO의 산화와 NO<sub>2</sub>제거는 O<sub>2</sub> 및 수분이 없어도 가능하지만, 이들이 존재함으로써 그들 반응은 크게 가속된다.

(e) NH<sub>3</sub> 첨가는 NO<sub>2</sub>의 제거 효과를 높인다. 이는 NH<sub>3</sub>가 NO산화를 돕는 것이 아니라, NO<sub>2</sub>를 고체의 硝酸미립자로서 氣相에서 제거시키는 scavenger 효과 때문이다.

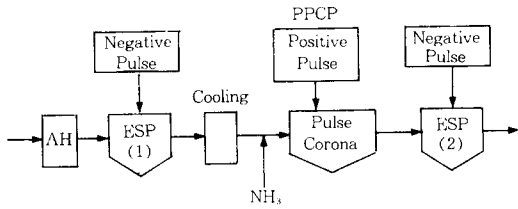


그림 19. PPCP의 흐름선도

(f) 正 pulse에 의한 PPCP법은 pulse의 주파수를 높이거나, gas온도를 낮추거나 예리한 corona방전선 사용등으로 반응속도를 올릴수 있다.

(3) 시스템 구성

그림 19는 PPCP 배기가스처리 흐름도이다. ESP(1)에서 dust를 제거후 PPCP 荷電部에 들어간다. NH<sub>3</sub> gas는 PPCP 荷電部 入口에서 gas속에 주입된다. PPCP에서 생긴 硫安硝安複鹽의 품질은 ESP(1)에서의 dust제거율에 좌우된다. PPCP荷電部는 (+)nano초 pulse전원에서 전력이 공급된다.

PPCP 荷電部 치수는 NO<sub>x</sub> SO<sub>x</sub>제거효율이 높을수록 크게하여야 한다. 荷電時間 14초 정도의 가스체류시간의 경우 80 [%], 제거할 수 있는 것으로 알려져 있다.<sup>20)</sup>

전계강도의 크기에 따라서 소요처리시간이 단축되며, PPCP 하전기 크기도 더 작게할 수 있다.

(4) 특징과 성능

우선 장점으로

- (a) 건식의 탈황탈초 동시처리가 가능하고,
- (b) 설비는 전자 beam식보다 더 단순화되고
- (c) PPCP 하전부는 ESP와 유사하기 때문에 운전보수가 쉽고,
- (d) 설비 및 설치비용이 싸고, 설치공간이 작으나

단점으로서

- (a) NO 및 SO<sub>2</sub> 제거효율이 낮고,
- (b) 전력비가 높다.

현재 개발대상 기술이며 국내에서도 연구가 진행중이다.

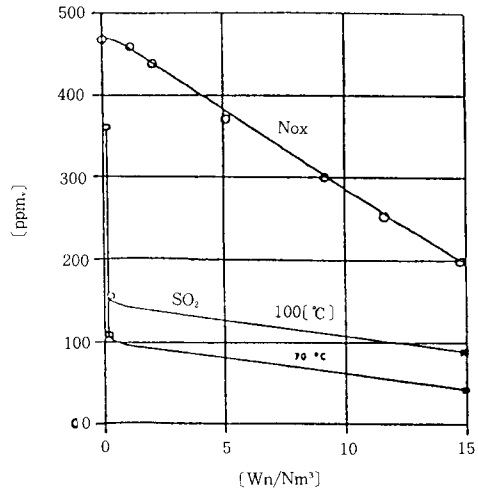


그림 20. PPCP에 의한 NOx SOx 제거 특성

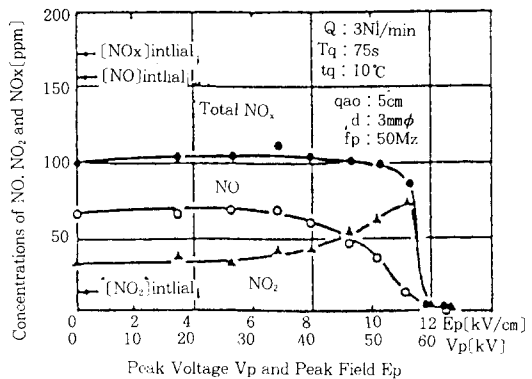


그림 21. 전자 beam+PPCP에 의한 NOx 제거 특성

그림 20은 PPCP에 의한 NO<sub>x</sub> SO<sub>x</sub> 제어율을 나타낸다.<sup>20)</sup> 그림 21은 전자 beam과 PPCP 공 용에 의한 NO<sub>x</sub> 제거율을 나타내며, 일반적으로 100 [%]NO 제거를 위해서는 높은 peak 전계강도와 강력한 corona 발생 전극하에서 어느정도 이상의 gas 체류시간이 필요하다.

현재 한국코트랩(주)의 인천공장에서 처리 가스량 10,000[Nm<sup>3</sup>/h] 규모의 Pilot Plant를 시운전하고 있으며, 이 pilot plant의 겉모습은 사진(1)과 같다. 이 사진에서 앞면에 있는 것이 burner가 부착된 Intet부이고 왼쪽에 보이는 굴뚝이 Outlet에 해당하며, 배기 gas는 右 → 左로

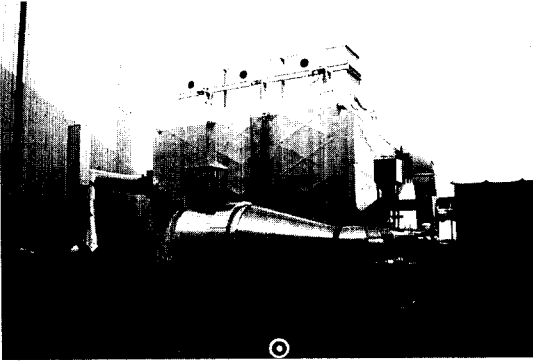


사진 1. 한국 Cottrell 인천공장에 설치된 PPCP+ESP 실험용 pilot plant(처리가스량 10,000Nm<sup>3</sup>/h)

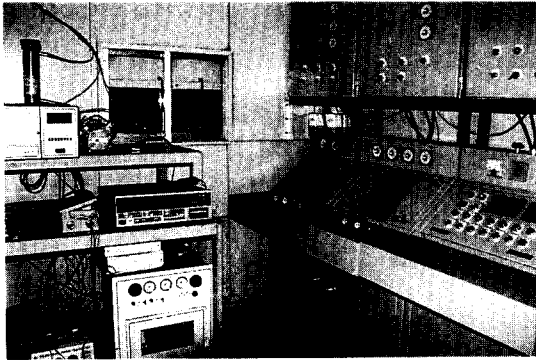


사진 2. 중앙제어계측실(한국 Cottrell 인천공장)

호르머 hopper는 3個, 荷電部는 3室로 구성되어 있고, nano pulse 고전압하전부 장치는 ESP의 상단에 설치되어 있다.

한국 cottrell에서는 현재 PPCP법의 응용연구 개발을 매우 의욕적으로 추진시키고 있고, Pilot Plant 규모로서는 국내에서 첫 시도하고 있는 연구과제라 볼 수 있다. 사진 2는 이들 PPCP+ESP를 관리제어하고, 각종 gas농도를 측정하기 위한 중앙제어 관리실이며 Pilot Plant에서의 SOx 및 NOx 제거실험을 관리하고 있다.

사진 3은 SO<sub>2</sub>, NO, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub> 등의 gas를 정량적으로 공급할 수 있는 가스공급 장치를 나타내며, 사진 4는 PPCP 또는 ESP 내부에서 발생한 Stream 분포상태를 나타내는 사진이다.

### 3. 장래희망

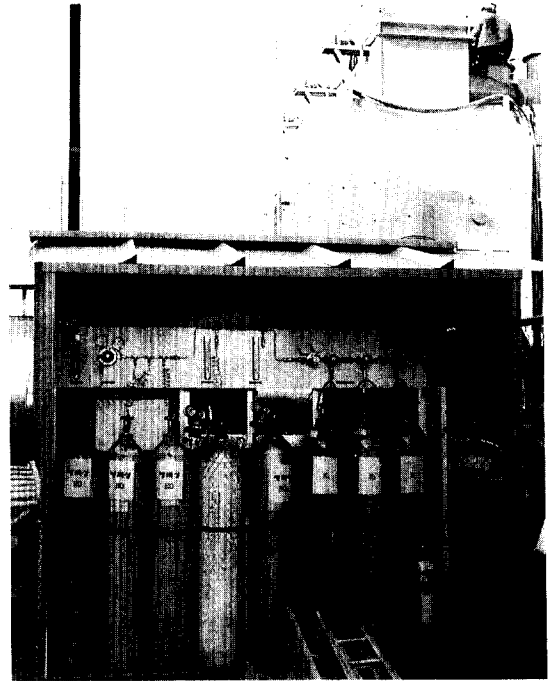


사진 3. 가스공급장치

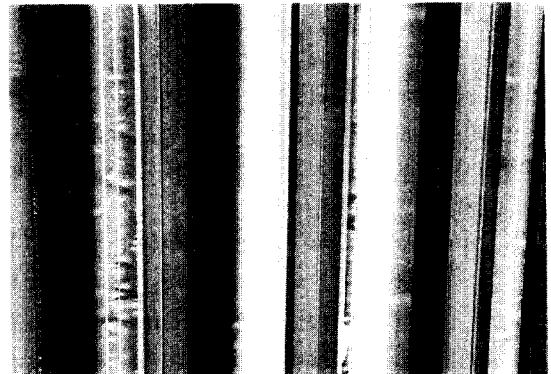


사진 4. PPCP 내부에서의 Streamer 분포상태

최근 20년간 전기집진기술은 타 분야의 기술과 더불어 크게 발전하였다. 특히 고전압 pulse 기술과 靜電氣學과의 결합은 종래 불가능하였던 Plasma 화학반응을 가능케 하였고, DeSox와 DeNOx 문제는 荷電力式에 대한 새로운 needs를 가져왔다. 한편 Microelectronics 기술은 보다 효율적이고 경제적이며 싱에너지적인 ESP시스템의 개발가능성을 열어주고 있다.

지금까지는 금후 전기집진기술의 요소기술이 될수 있는 고저항 dust 포집문제, ESP의 저비용화와 성능저하 문제 그리고 NOx와 SOx의 제거기술 현황에 대하여 년대별로 기술하였다.

Plasma화학 합성법에 대한 심도있는 기초연구의 확립과 새로운 재료개발에 따른 안전하고 신뢰성 있는 PPCP 응용기술이 앞으로 크게 발전할 것으로 전망된다. 또한 Microcomputer와 ESP의 荷電機構의 결합으로 전체 ESP System의 운전감시와 고장시의 자기진단 기능을 갖춘 보일러 ESP 복합시스템의 자동운전시스템의 실현이 가능하게 될 것이다.

끝으로 dust 물성과 응집성, 고저항분진의 역 Corona 장해요인과 rapping시의 재비산 문제와 高溫 流濕式 ESP, 이동전극 ESP, 고온고압 ESP 및 Wide Spacing ESP 설계 제작에 적용시킬 수 있는 새로운 이론체계의 확립등은 금후의 중점과제가 될 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

지금까지 전기집진장치의 발전과정을 초기 전기집진기술(1950~1960), 성장기 전기집진기술(1960~1985) 및 성숙기 전기집진기술(1986~1995)의 세가지 단계로 나누어 고찰하였으며, 미래전망도 제시하였다.

실용적인 관점에서 전기집진기술의 발전과 응용을 돌이켜 보면, 최근의 기술진보는 문자 그대로 혁신적이다. 특히 비평형 Plasma 방전화학 반응에 의한 DeSOx와 DeNOx의 두가지 기능을 동시처리할 수 있는 새로운 집진기술은 장치 환경정보전상 그리고 Plant Process상 필수 불가결한 기능이 될 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) ~17)번의 참고문헌은 전호참조(Vol.11, No1) 1997.
- 18) K.H.Platzer et.al : Flue Gas Cleaning by the Electorn-Beam-Process II, Recent Activities at the RDK, Pilot Plant, Karlsruhe.
- 19) 河邑啓太 : 電子 beam 照射排 gas 處理技術, 荏原製作所.

- 20) S.Masuda, H.Nakao : Control of NOx by Positive and Negative Pulsed Corona Discharge, IEEE Tr. on IA Vol.26, No.2(1990).

#### ◆ 著 者 紹 介 ◆



고 명 삼(高明三)

1930년 1월 1일생. 1955년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1969년 미국 뉴 멕시코대 대학원 졸 1972년 서울대 대학원 졸(박사). 1987~1988년 전기학회 회장역임. 1962~1992년 서울대 공대 제어계측공학과 교수. 현재 서울대 명예교수, 한국코트렐 기술고문.



이 달 우(李達雨)

1930년 2월 10일생. 1953년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1957년 동 대학원 졸(석사). 1964~1973년 대아 산업건설(주) 대표. 현재 한국코트렐(주) 대표. 환경산업협회 회장. 산학연발전연구회 회장. 서울대 공대 총동창회 부회장. 국제전기집진학회 이사. 한국전기집진학회 회장. 기술사.

# 논문분야별범위분류

본학회 조명 및 전기설비분야의 논문적용 범위분류를 편수위원회의 심의를 거쳐 아래와 같이 분류하기로 하였사오니 회원여러분께서 논문투고시 참조하시어, 별첨 논문 게재신청서를 작성한 후 논문과 함께 제출하시기 바랍니다.

## 가. 조명분야 논문범위

대분류	중분류	내용 및 범위
1. 광원분야	광원제조기술	형광체, 봉입기체 및 물질, 금속 및 전극재료, 게터, 유리, 기타 방전램프
	광원이론	백열전구 및 할로겐전구, 형광등, HID램프, 기타 방전램프
	신광원	레이저, 디스플레이 소자, 백라이트, 세라믹스, 기타 신광원 관련 이론과 기술
2. 점동회로 및 장치	회로	삼동회로, 조광회로, 인버터회로
	장치	철심안정기, 반도체안정기
	소자	램프전력조절 소자, 시동 소자
3. 조명기구 및 기기	일반조명	백열등기구, 형광등기구, HID등기구
	특수조명	신호, 표지, 디스플레이, 영상, 사진용 기구 및 장치, 방재조명 및 시설
4. 시각	시각생리학, 시각심리학, 색채학, 시각정보	
	설계 및 평가	옥내조명설계, 옥외조명설계, 일반설계이론, 주광설계
5. 조명환경의 설계 및 평가	평가	환경설계평가, 조도기준, 주광비용시스템 평가
	주광	주광광원의 특성, 주광의 평가, 주광조명이론
	계측	광방사의 특성, 측광 및 방사계측, 측색, 수광소자, 측광, 방사기구 및 설비
6. 광방사의 계측과 응용	응용	광학응용, 자외방사원과 작용효과, 식외방사원과 작용효과, 생물, 생체, 의료, 광화학, 공업, 정보산업
	제정 및 통계	법규, 규정
7. 조명관련 법규 및 통계	제정	생산 및 보급
	통계	
8. 원격의선 의 방사 와 응용	방사	방사이론, 재료, 측정 및 평가
	응용	광학응용, 생체, 의료, 식품, 광화학, 공업

## 나. 전기설비분야 논문범위

대분류	중분류	내용 및 범위
1. 전원설비	수배전설비	수전방식, 배전계통, 변압기, 개폐장치, 콘덴서 및 고조파필터, 감시 및 제어, 보호장치, 절연 및 기기 특성, 이와 관련된 설비
	예비전원	자가발전설비, 축전지설비, 무정전전원공급시스템, 충전장치 및 적류전원, 이와 관련된 설비
2. 전력부하 설비	조명설비	옥내조명시설, 옥외조명시설, 조명제어, 조명방식, 이와 관련된 설비
	동력설비	인버터응용제어, 승강기그룹관리와 제어, 퍼지제어응용, 고조파억제기법, 전동기속도제어, 관련설비
	특수설비	특수환경용 전기설비, 클린룸전기설비, 전자과 장애대책, 설비방진특성, 항공장애등 시설, 이와 관련된 설비
3. 배전과 배선설비	배전 및 간선설비	배전방식, 간선부설방식, 배전특성, 이와 관련된 설비
	배선설비	에너지절약배선, 인텔리전트화배선, 배선특성, 관련설비
4. 반송설비	승강기 및 에스캐레이터	교량량계산, 승강기시설계획, 승강기운전과 관리, 에스캐레이터시설계획, 감시 및 제어시스템, 관련설비
	주차설비	주차관리와 제어, 주차설비계획, 원격감시시스템, 이와 관련된 설비
	구내정보통신설비	전화, 인터폰, 구내무선설비, 전기시계공동수신설비, 안테나, 표시설비, 확성설비, 동시통역장치의 구성과 시스템적 특성, 관련설비
5. 구내정보통신설비	특수정보통신설비	구내통신망, 화상통신, 위성통신, 사무자동화, 주택자동화의 구성과 시스템적 특성, 이와 관련된 설비
	건물자동화설비	전력감시 및 제어시스템, 전력수요관리기법, 전기에너지관리기법, 인공지능형관리 및 제어, 관련설비
	방재설비	화재통보설비, 방재센터의 구성과 특성, 누전 및 전기안전 특성, 비상경보 및 방송설비의 구성과 특성
6. 방재설비	방범설비 및 방재조명	방범시스템의 구성과 특성, 유도등, 비상조명기구, 피난유도시스템의 구성과 특성, 이와 관련된 설비
	피뢰설비	피뢰방식, 피뢰설비의 계획, 접지 저항의 특성과 계산, 계측시스템의 구성과 특성, 이와 관련된 설비

# 논문게재신청서

접수번호	접수일자	연구비지원여부	유, 무	긴급게재신청여부	유, 무
논문제목	한글 또는 한자				
	영문				
회원번호 (기입년도)	한글	자영	문	소속 및 직위(한자)	비고
	* 박사학위논문외의 경우 (학술상심사대상 지표임) ○ 학위자 : ○ 학위년도(예정) :				
투고자	※ 수정, 교정하실 저자의 연락처 정확히 기재요함. Tel (직) : (자) : Fax :				
	연락처성명	주소	☎ :		
해당분야 제출논문은 본 해당분야에 관련되어야 하며, 제 항목은 “논문분야별 범위분류표”를 참조하여 번호에 ○표 바랍니다.	조명분야	점등회로 및 장치		전기설비분야	
	조명분야	① 광원분야 ③ 조명기구 및 기기 ⑤ 조명환경의 설계 및 평가 ⑥ 광방사의 계측과 응용 ⑧ 원격외선의 방사와 응용	② 점등회로 및 장치 ④ 시각	① 전원설비(수배전, 예비전원) ② 전력부하설비(조명, 동력, 특수) ③ 배전·배선설비 ④ 반송설비 ⑤ 구내정보통신설비 ⑥ 방재설비 ⑦ 기타	
논문제출사항	논문4부(3부는 성명과 소속 삭제용, 디스켓은 심사완료후 제출)		논문투고료		① 논문심사료 : 40,000원
	논문게재신청서 1부		내역 (발행후 남부, 별책20부제공)		② 게재료 : 1-6P : 20,000원/P 7-8P : 30,000원/P 9P- : 40,000원/P
논문제목, 요약, 서론 1부 (제출논문중 서문부분까지 복사본)		저자소개서 및 사진 각1매 (과거 제출회원도 제작성 제출)		③ 연구비지원 : 게재료의 50% 추가 ④ 긴급게재 : 게재료의 100% 추가	
논문심사료 : 40,000원		회비(제출자 전원 정회원 회비 남부)			



# 照明·電氣設備學會誌

Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers

Vol.11. No.2. 1997

— 論文目次 —

Contents

- 
- (11-2-1) ● 實驗値를 이용한 高周波 螢光램프의 非線形特性 모델링  
 ..... 成仲杰 · 白壽鉉 · 51  
 A Non-Linear Characteristics Modeling of High Frequency FL Lamp by  
 Experimental Values ..... Jung-Keol Ham · Soo-Yyun Baek
- (11-2-2) ● 直流 電壓에 의한 微小 眞空管의 前驅放電 電界放出  
 ..... 金正達 · 李世薰 · 56  
 Prebreakdown Field Emission of Micrometric Vacuum Gaps under DC  
 Voltage ..... Jung-Dal Kim · Sae-Hun Lee
- (11-2-3) ● 보일러용 평면대향형 브러시리스 전동기에 의한 전자식 순환펌프의 개발  
 ..... 金尙郁 · 金東春 · 徐聖原 · 李昌彦 · 金榮石 · 任將淳 · 64  
 Development of Electronic Circulating Pump by Axial Air-gap Type Brushless  
 Motor for Boiler ..... Sang-Uk Kim · Dong-Chun Kim · Sung-Won Suh ·  
 Chang-Eon Lee · Young-Seok Kim · Chang-Soon Yim
- (11-2-4) ● 분산형 防災시스템을 위한 多衆 接觸 방식 제어가 개발  
 ..... 韓敬浩 · 李基植 · 黃錫永 · 金鍾喆 · 74  
 Development of Multiple Access Controller for the Distributed Fire Alarm  
 System ..... Kyong-Ho Han · Ki-Sik Lee · Seok-Yong Hwang · Jong-Choi Kim
- (11-2-5) ● 유종 가스 분석을 이용한 전력용 변압기 고장 진단 전문가 시스템  
 ..... 尹龍漢 · 金載哲 · 80  
 A Fault Diagnostic Expert System for Power Transformers Using  
 Dissolved Gas Analysis ..... Yong-Han Yoon · Jae-Chul Kim
- (11-2-6) ● 직류 서보 전동기의 속도제어를 위한 규칙기반 자동동조 PI 제어기에 관한  
 연구 ..... 朴日緒 · 吳 勳 · 89  
 A Study on the Rule-Based Auto-tuning PI Controller for Speed Control  
 of D.C Servo Motor ..... Wal-Seo Park · Hun Oh
- (11-2-7) ● 전기자동차용 납축전지의 시분할 균등충전기 ..... 姜信永 · 金煥憲 · 任永徽 · 94  
 Time-sharing Charge System for Equalization of Lead-Acid Battery  
 ..... Sin-Young Kang · Kwang-Heon Kim · Young-Cheol Lim
- (11-2-8) ● 설비시스템을 위한 소속함수 폭의 자동동조를 사용한 뉴로퍼지 제어기  
 ..... 李壽欽 · 方根泰 · 102  
 A Neuro Fuzzy Controller Using Auto-tuning Width of Membership  
 Function for Equipment Systems ..... Sod-Heum Lee · Keun-Tae Bang
- (11-2-9) ● DSP를 이용한 주상변압기 유전정점 측정기법 연구  
 ..... 金載哲 · 李精鎬 · 金彦錫 · 崔度赫 · 李壽吉 · 110  
 Research of Tan $\delta$  Measurement on Pole Transformers using DSP  
 ..... Jae-Chul Kim · Bo-Ho Lee · Oun-Seok Kim · Do-Hyuk Choi · Su-Kil Lee
- 

THE KOREAN INSTITUTE OF ILLUMINATING  
 AND ELECTRICAL INSTALLATION ENGINEERS  
 # 635-4, Yeosuam-Dong, Kangnam-Ku,  
 Seoul 135-703, KOREA  
 TEL. (02) 564-6534~5, FAX. (02) 3453-6041

# 학 회 지 투 고 규 정

1. 원고의 투고자는 회원에 한한다.
2. 원고는 조명 및 전기설비전분야 논문, 기술 보고, 기술자료, 기술해설, 문헌소개, 기타 학술 및 기술상 기여된다고 인정되는 자료로 한다.
3. 원고는 본 학회지에 투고하기 전에 공개 출판물에 발표되지 않았던 것임을 원칙으로 한다.
4. 원고는 수시로 접수하며 투고원고의 접수일은 그 원고가 학회에 접수된 일자로 한다.
5. 논문투고시 투고원고내용의 해당 전문분야를 기재해야 한다.
6. 원고의 채택여부는 본 학회편수위원회의 심사절차에 따르며 편수위원회는 원고의 부분적 수정, 단축, 보완을 요구할 수 있다.
7. 원고작성은 ① 200자 원고지로 작성시: 평서로 작성하되, 그림, 표를 포함하여 50매내외를 기준으로 한다. ② 타자로 작성시: A4 용지에 한줄씩 띄워서 작성하되, 면당 700자를 기준하며, 그림, 표를 포함한 총면수가 14면을 초과하지 않도록 하며, 칩오면에 페이지를 기입한다.
8. 원고는 국문(한문포함) 또는 영문으로 작성하는 것을 원칙으로 한다. 원고는 본문중에 사용되는 영어는 소문자를 사용하는 것을 원칙으로 한다.(단, 고유명사, 약자는 제외). 문장의 처음이 영어단어로 시작되는 경우에는 첫자를 대문자로 한다.
9. 원고의 제목, 저자명, 소속기관, 직위를 가급적 한문으로 기입하고, 논문은 초록을 국문과 영문으로 작성하여야 한다. 국문초록은 400자내외, 영문초록은 200단어내외를 기준으로 한다.
10. 그림은 인쇄할 수 있도록 200×250mm크기의 트레이싱 페이퍼 또는 백지에 먹으로 깨끗이 그려야 한다. 그림이 인쇄될 때는 폭이 70mm정도 되도록 축소되므로 축소된 후에 글씨의 높이가 최소 2mm가 되고 선의 굵기가 최소 0.1mm가 되도록 주의하여야 한다. 사진의 최소크기는 65×50mm로 한다.
11. 그림과 표는 그림1, 그림2, 표1, 표2... 등으로 표시하고 본문을 읽지 않고도 이해할 수 있도록 상세한 설명을 첨부하여야 한다. 그림의 제목은 그림 밑에, 표의 제목은 표위에 기입하

- 며, 설명문은 국문과 영문으로 병기한다.
12. 그림과 표는 일괄적으로 원고 끝에 별첨하고, 본문 중에는 그 위치만 원고 우측에 표시해야 한다.
  13. 인용 및 참고문헌의 색인번호를 본문의 인용처에 반드시 첨자<sup>(1) 2)</sup>로 기입하고, 순서는 반괄호(1), 2), ...)로 다음과 같이 표시한다.
    - 1) 단행본의 경우: 저자명, 책명, 출판사명, 출판년도, 인용페이지.  
 [예1] 1) 홍길동, 전기용용, 문운당, 1987, pp. 56~67.  
 [예2] 2) C. Mead and L. Conway, Introduction to VLSI Systems, Addison-Wesley, 1980, pp. 145~188.
    - 2) 논문의 경우: 저자명, 제목, 잡지명, 권, 호, 인용페이지, 출판년도.  
 [예1] 1) 김훈, "고광도 방전등의 아아크 특성에 대한 이론적 고찰", 조명·전기설비학회지, 제4권2호, pp. 117~124, 1990.6.  
 [예2] 2) J. J. Lowke, et al., "Theoretical description of ac arcs in Mercury and Argon", Journal of Applied Physics, Vol. 46, No.2, pp. 650~660, 1975.
  14. 논문원고의 모든 단위는 M. K. S. 단위로 하는 것을 원칙으로 한다.
  15. 논문은 논문게재신청서 1부와 원고 4부를 작성제출하여야 한다.
  16. 투고규정에 위배된 원고는 접수하지 않는다.
  17. 다음의 경우에는 투고자가 그 실비를 부담하여야 한다.
    - 1) 아-트지에 사진판을 게재하는 경우
    - 2) 불결한 그림을 정정 또는 정서하는 경우
    - 3) 별책을 필요로 하는 경우에는 처음 20부를 증정하고, 그 이상을 필요로 하는 경우
    - 4) 저자의 착오로 편집상 손실이 생긴 경우
  18. 논문의 경우에는 심사료를 투고자가 접수시 납부하고, 채택된 논문은 게재료를 투고자가 부담한다.
  19. 채택된 원고의 저자는 사진 1매와 저자소개서를 제출하여야 한다.
  20. 원고 및 편집에 관한 모든 연락은 본 학회내 편수위원회로 한다.