

무전극 자외선 램프에 의한 광화학식

악취 및 유해가스 처리장치 <1>

한상봉 | (주)카이스코퍼레이션 대표이사

1. 개요

순수한 공기는 산소와 질소 소량의 수소나 아르곤 같은 기체 및 수분과 소량의 이산화탄소가 있을 뿐 여러 가지 분자가 상호 결합된 유해 화합물은 존재하지 않으나 인구의 팽창과 산업화 과정에서 미세먼지, 휘발성 유기물질, 화석연료의 연소시 발생하는 NOx, SOx를 비롯한 다양한 과정으로부터 발생하는 악취 등으로 국민의 건강을 해칠 뿐 아니라 기후의 변화를 일으키는 지구의 온난화, 오존층의 파괴 등 대기오염으로 인한 피해는 날로 심각해지고 있다.

대기오염으로 인한 온실가스 절감을 위한 국제적인 규제는 교토 의정서, 몬트리올 협약에서 다루고 있으며 국내에서는 이를 대기환경보전법, 악취방지법, 다중시설등의 실내공기질 관리법으로 이를 관리한다.

1) 대기오염 방지법

발전소, 소각시설, 기타 화학공장 등 산업시설에서 배출되는 일산화탄소 암모니아, 염화수소, 황산화물, 불소화합물, 이황화탄소 등 유해 가스의 배출허용량을 규제

2) 악취방지법

황화수소 메르캅탄류 아민류 그 밖에 자극성이 있는 기체상태의 물질로 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과

혐오감을 주는 12가지 냄새를 물질의 배출허용 농도를 규제

3) 다중시설등의 실내공기질 관리법

다중이용시설, 공동주택에서의 포름알데히드, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 1,4-디클로로벤젠스티렌과 같은 주로 건축자재에서 발생하는 휘발성유기 화합물의 허용농도를 규정

여러 가지 경로를 통하여 발생된 악취나 VOC를 제거하는 기존의 방법은 다공질 필터를 이용하여 분자를 유기체 분자를 포집하는 활성탄에 의한 흡착방법과 미생물을 이용하여 이들을 분해시키는 바이오필터 방법이 있으며 개발중인 기술로는 프라즈말성탄을 이용하여 가스를 흡착하는 흡착법은 공정은 비교적 단순하나 가스의 포집장치의 대형화와 활성탄의 주기적 교체, 이로 인한 비용, 폐기물의 후처리 등의 어려움이 있다.

석유화학 공정에서 배출되는 고농도의 VOC의 경우에는 별개의 열원을 통하여 연소산화 시키는 직접연소 방법 RTO(Regenerative Thermal Oxidizer)과 저온에서 촉매를 이용한 촉매연소법 RCO(Regenerative Catalytic Oxidizer)이 있으며 가소성 물질을 포집하여 태우는 공정으로 고농도에서는 유효한 방법이나 저농도에서는 별도의 연료를 지속적으로 공급하여야 하는 단점이 있으며 에너지 절약형인 촉매산화는 촉매제로 백금이나 텅스텐, 바나듐 등을 사용하게

되어 촉매의 유지, 교체비용이 커서 부담이 되어 대형 산업플랜트에서만 적용된다.

악취의 경우 바이오필터는 미생물로 하여 악취분자를 분해시키는 방법으로 유지비는 저렴한 편이나 미생물의 관리가 까다롭고 종균의 종류에 따라 특정가스만을 처리할 수 있기 때문에 사용범위가 제약되며 체류시간이 길어짐에 따라 장치가 방대해지는 단점이 있어 광범위한 적용이 불가한 실정으로 생활 주변에서 발생하는 악취나 저농도의 VOC는 처리되지 않고 확산되어 대기오염의 원인으로 남게 된다.

쾌적한 대기환경의 보전을 위해서는 산재된 악취발생원인 돈사, 양계장 등의 축산시설, 육류 및 해산물의 유통, 가공공장, 식품가공, 쓰레기 처리장 및 설비, 소각시설, 하수종말처리장 등의 악취발생원을 비롯한 인쇄, 도료생산 및 도장부스, 전자부품, 기계부품 등의 제조시설 등과 지하주차장 등의 VOC 배출개소에 적용할 악취와

VOC를 처리할 수 있는 처리 기술의 개발 보급이 시급한 실정이다.

따라서 앞에서 열거한 기존의 방법들 보다 모든 면에서 향상된 작고 성능이 우수하고 유지관리가 쉽고 경제성이 우수한 신 개념의 오염공기 처리장치는 국내 대기관련 법규에 대비하여서, 더 나아가 국민의 건강을 위하여 필수적인 기술일 것이다. 이러한 문제에 대한 근본적이면서 완전한 해결 방안은 오염기체를 물리 화학적으로 분해하는 것으로 이차오염 없이 반 영구적으로 사용할 수 있는 장치의 개발과 판매일 것이다. 처리하여야 할 오염된 기체들에 대한 분자식과 특성을 조사하고 결합형태, 해리방법, 해리에너지 등의 특성 처리방안, 장치의 설계, 처리결과, 경제성, 양산성, 보급성 등이 검토되어야 할 것이다.

다음의 표는 환경부에서 고시한 대기에 관련된 법령중 가스의 종류, 악취물질, 실내공기질에 대한 분자식과 배출허용기준이다.

대기오염 방지법에 규정한 가스상 물질

설비, 배출량, 설치시기에 따라 상한치 차등적용

		발전시설	소각시설	보일러	제철금속	석유정제	화학비료	연료염료	시멘트	화학제품	도장시설	PVC 등
암모니아	NH ₃						50~100					
일산화탄소	CO		5~500		5	500	10			2~6		
염화수소	HCl		30~50									6
염소	Cl ₂											10
황산화물	SO _x	80~270		70~540								
질소산화물	NO _x	50~250		70~250								
이황화탄소	CS ₂	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
포름알데히드	HCHO	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
황화수소	H ₂ S		2~10			6						
탄화수소	CH ₄										50~100	
불소화물		2~5	2~5	2~5	2~5	2~5	2~5	2~5	2~5	2~5	2~5	2~5
시아나화수소		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
브롬화합물		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
벤젠화합물		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
페놀화합물		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
수은화합물		5mg/sm ²	0.1mg	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²	5mg/sm ²
비소화합물		3	0.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
염화비닐												10~200

악취방지법에서 지정한 악취물질

종류	영문표기	분자식	배출허용기준(일반지역~공업지역)	적용시기
1. 암모니아	Ammonia	NH ₃	1 ~ 2	현행
2. 메틸머캅탄	Methyl mercaptan	CH ₃ SH	0.002 ~ 0.004	
3. 황화수소	Hydrogen sulfide	H ₂ S	0.02 ~ 0.06	
4. 다이메틸설파이드	Di methyl sulfide	(CH ₃ O) ₂ SO	0.01 ~ 0.05	
5. 다이메틸다이설파이드	Di methyl disulfide	(CH ₃) ₂ S ₂	0.009 ~ 0.03	
6. 트라이메틸아민	Tri methyl amine	(CH ₃) ₃ N	0.005 ~ 0.02	
7. 아세트알데하이드	Acete aldehyde	CH ₃ CHO	0.05 ~ 0.1	
8. 스타이렌	Stylene	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	0.4 ~ 0.8	
9. 프로피온알데하이드	Propionaldehyde	C ₂ H ₅ CHO	0.05 ~ 0.1	
10. 부티르알데하이드	Buthyl aldehyde	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	0.029 ~ 0.1	
11. n-발레르알데하이드	Valeraldehyde	CH ₃ (CH ₂) ₃ CHO	0.009 ~ 0.02	
12. i-발레르알데하이드	Isovaleraldehyde	(CH ₃) ₂ CH ₂ CH ₂ CHO	0.003 ~ 0.006	
13. 톨루엔	Toluen	C ₆ H ₅ CH ₃	2008년 1월 1일부터	
14. 자일렌	Xylenes	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂		
15. 메틸에틸케톤	Methyle	CH ₃ COC ₂ H ₅		
16. 메틸아이스부티르케톤	Isobutylmethylketone	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH		
17. 부티르아세테이트	Butyl acetate	CH ₃ CO ₂ (CH ₂) ₃ CH ₃		
18. 프로피온산	Propionic Acid	C ₂ H ₅ CO ₂ H	2010년 1월 1일부터	
19. n-부티르산	Butyl acid	CH ₃ (CH ₂) ₃ CO ₂ H		
20. n-발레르산	Valeric acid			
21. i-발레르산	Isovaleric acid			
22. i-부티르알코올	Isobutyl alchole	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH		

실내공기의 질에서 규정한 대기오염물질농도

오염물질 항목 허용농도	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi / l)	VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
다중이용시설 지하역사, 지하도상가 여객자동차 터미널의 대합실 및 철도역사의 대합실(2000 m^2 이상), 공항시설중 여객터미널(1500 m^2 이상), 항만시설중 대합실(5000 m^2 이상), 도서관 박물관 및 미술관(3000 m^2 이상), 장례식장 및 썬질방(1000 m^2 이상), 대규모점포	150	1,000	120		10	0.05	4.0	500	0.01	0.06
의료기관(연면적 2000 m^2 이상 또는 병상수 100개 이상),	100			800				400		

오염물질 항목 허용농도	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO2 (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/m ³)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	Rn (pCi/l)	VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
다중이용시설										
국공립 보육시설(연면적1000m ² 이상), 국공립 노인전문요양시설, 유료노인전문요양시설 및 노인전문 병원(연면적 1000m ² 이상), 산후조리원(연면적 500m ² 이상)										
실내주차장(연면적 2000m ² 이상)	200				25	0.30		1,000		0.08

2. 원리

1. 광화학 작용

표에서와 같이 대기오염물질은 미세먼지, 석면과 같은 입자상의 물질과 저온에서 휘발하는 탄화수소 모체에 여러 가지 고리가 결합된 휘발성유기화합물류와 일산화탄소, NOx, Sox 등의 유해가스류와 부유세균으로 나누어 진다.

본 제품은 공기중의 강력한 단파장 자외선의 광화학작용과 광촉매산화 기법을 적용하여 냄새분자를 원천 분해시키고 아울러 이 과정에서 자외선에 의한 살균효과를 극대화 시킨 제품이다. 자외선은 살균(Disinfection)뿐 아니라 경화(curing), 반도체나 인쇄회로기판(PCB)의 노광(exposure), 오존발생 등 많은 용도에 사용되어 왔다. 환경분야에서 자외선의 광화학 작용은 광학적 에너지로 물질의 분자결합을 분해시키는 것으로 그로투스-드레이퍼의 법칙과 아인슈타인의 광화학 당량의 법칙에 의하여 설명된다.

광학적 에너지는 $E = Nhc / \lambda$ (KJ.mol⁻¹)로 표현되며 여기서 N: 아보가드로 상수, h: 프랑크 상수, c: 광속, λ : 빛의 파장으로 파장이 짧을수록 에너지는 높아져서 무기원소의 3대 화학결합이라 할 수 있는 C-H, C-C, C-O는 289.13nm, 345.5nm, 335.7nm로 해리된다.

광당량의 법칙에 따라 광입자(Photon)가 갖는 에너지가 분자의 결합에너지보다 높으면 1개의 Photon은 한 개의 분자를 해리시키게 된다.

광자의 개수가 N(아보가드로수(6.023×10^{23}))일 때

의 단위는 1 아인슈타인이다.

가시광선인 700nm 아인슈타인의 에너지는 170.8kJ에 불과하지만 200nm의 에너지는 597.9kJ로 물을 산소와 수소로 분해할 수 있는 높은 에너지이다.

다음 도표는 자외선의 파장과 에너지와의 관계를 그래프화 한 것이다.

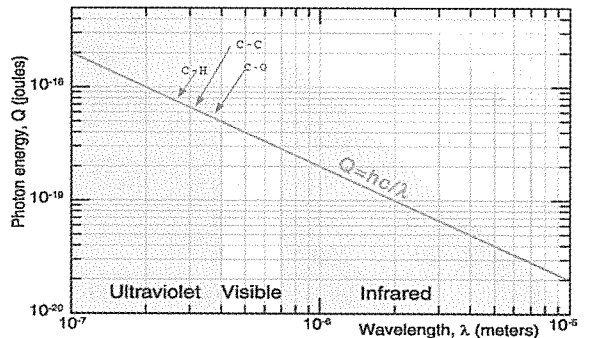


Fig. 2.1 Planck's equation showing photon energy vs. wavelength.

기체 분자의 결합 에너지는 수백 kJ/mol로 단파장 자외선의 에너지는 대부분의 분자를 해리시킬 수 있으며 태양으로부터 방출되는 자외선이 성층권에서 산소 분자를 산소원자로 해리시켜 오존층을 형성하는 것도 같은 원리이다.

다음 도표는 여러종류의 기체분자들의 원자간 결합(해리)에너지와 이를 광화학 에너지로 변환하여 해리에너지에 해당하는 파장을 계산한 것이다.

수은 자외선 램프로 발생시킬수 있는 단파장의 한계는 184nm로 대체로 단일결합 동족체 (Single Bond

Homolytic)에 대하여 광학적 해리가 가능함을 나타내고 있다.

2. 무전극 자외선 램프

결합	Mole 당 에너지 값						분자 당 에너지 값	
	KJ/mole	KCal/mole	W/hr/mole	J/molecule	전자볼트	진동수S ⁻¹	해리파장	remark
O-O	146.2	34.91	40.60	2.4285 × 10 ⁻¹⁹	1.517eV	3.66 × 10 ¹⁴	818.8nm	적외선 영역
I-I	151.3	36.13	42.02	2.513 × 10 ⁻¹⁹	1.570eV	3.793 × 10 ¹⁴	790.38nm	
F-F	159.2	38.01	44.20	2.644 × 10 ⁻¹⁹	1.652eV	3.991 × 10 ¹⁴	751.15nm	
N-N	163.4	39.02	45.38	2.714 × 10 ⁻¹⁹	1.696eV	4.096 × 10 ¹⁴	731.85nm	
O-F	190.6	45.51	52.94	3.166 × 10 ⁻¹⁹	1.978eV	4.778 × 10 ¹⁴	627.41nm	
Br-Br	193.6	46.23	53.77	3.215 × 10 ⁻¹⁹	2.009eV	4.853 × 10 ¹⁴	617.68nm	
N-Cl	200.3	47.83	55.63	3.327 × 10 ⁻¹⁹	2.079eV	5.021 × 10 ¹⁴	597.02nm	
N-O	201.5	48.12	55.97	3.347 × 10 ⁻¹⁹	2.091eV	5.051 × 10 ¹⁴	593.47nm	
O-Cl	203.6	48.62	56.55	3.382 × 10 ⁻¹⁹	2.113eV	5.104 × 10 ¹⁴	587.35nm	
(CH ₃) ₃ C-I	207							가시광 영역
HO-OH	213	51						
C-I	230.5	55.04	64.02	3.828 × 10 ⁻¹⁹	2.393eV	5.778 × 10 ¹⁴	518.80nm	
O-I	234.6	56.02	65.16	3.897 × 10 ⁻¹⁹	2.435eV	5.881 × 10 ¹⁴	509.73nm	
Cl-Cl	242.6	57.93	67.38	4.029 × 10 ⁻¹⁹	2.518eV	6.081 × 10 ¹⁴	492.92nm	
N-Br	243.3	58.10	67.58	4.041 × 10 ⁻¹⁹	2.525eV	6.099 × 10 ¹⁴	491.5nm	
(CH ₃) ₃ C-Br	264	63						
N-F	272.8	65.14	75.77	4.531 × 10 ⁻¹⁹	2.832eV	6.838 × 10 ¹⁴	438.35nm	
(CH ₃) ₂ CH-B	285	68						
CH ₃ CH ₂ -Br	289	69						
C-Br	289.1	69.03	80.30	4.802 × 10 ⁻¹⁹	3.001eV	7.247 × 10 ¹⁴	413.64nm	수은 자외선 영역
CH ₃ -Br	293	70						
I-H	299.0	71.54	83.22	4.976 × 10 ⁻¹⁹	3.110eV	7.510 × 10 ¹⁴	399.14nm	
C-N	325.2	77.66	90.33	5.401 × 10 ⁻¹⁹	3.376eV	8.152 × 10 ¹⁴	367.72nm	
C-Cl	325.2	77.66	90.33	5.401 × 10 ⁻¹⁹	3.376eV	8.152 × 10 ¹⁴	367.72nm	
(CH ₃) ₃ C-Cl	328	78.5						
(CH ₃) ₃ C-CH ₃	335	80						
(CH ₃) ₂ CH-Cl	339	81						
CH ₃ CH ₂ -Cl	341	81.5						
C-C	346.1	82.65	96.13	5.749 × 10 ⁻¹⁹	3.593eV	8.676 × 10 ¹⁴	345.5nm	
CH ₃ -Cl	349	83.5						
(CH ₃) ₂ CH-CH ₃	351	84						
C ₆ H ₅ CH ₂ -H	356	85						
C-O	356.2	85.06	98.94	5.916 × 10 ⁻¹⁹	3.698eV	8.929 × 10 ¹⁴	335.7nm	
CH ₃ -CH ₃	368	88						

결합	Mole 당 에너지 값						분자 당 에너지 값	
	KJ/mole	KCal/mole	W/hr/mole	J/molecule	전자볼트	진동수 S^{-1}	해리파장	
Br-H	370	88.35	102.77	6.146×10^{-19}	3.841eV	9.275×10^{14}	323.2nm	
HOO-H	377	90						
(CH ₃) ₃ C-OH	379	90.5						
(CH ₃) ₃ C-H	381	91						
CH ₃ -OH	383	91.5						
CH ₃ CH ₂ -OH	383	91.5						
(CH ₃) ₂ CH-OH	385	92						
N-H	391.8	93.56	108.83	6.508×10^{-19}	4.067eV	9.822×10^{14}	305.2nm	
(CH ₃) ₂ CH-H	395	94.5						
CH ₃ CH ₂ -H	410	98						
C-H	413.6	98.77	114.88	6.870×10^{-19}	4.294eV	1.036×10^{15}	289.13nm	
N=N	419	100.06	116.38	6.9×10^{-19}	4.35eV	1.05×10^{15}	285.5nm	
Cl-H	431.6	103.07	119.88	7.169×10^{-19}	4.480eV	1.081×10^{15}	277.07nm	
CH ₃ -H	435	104						
H-H	435.8	104.07	121.05	7.239×10^{-19}	4.524eV	1.092×10^{15}	274.4nm	
(CH ₃) ₂ CH-F	439	105						
CH ₃ CH ₂ -F	444	106						
CH ₃ -F	452	108						
CH ₂ =CH-H	452	108						
C ₆ H ₅ -H	460	110						
C-F	460.9	110.06	128.02	7.656×10^{-19}	4.785eV	1.155×10^{15}	259.4nm	
O-H	463.4	110.66	128.72	7.697×10^{-19}	4.78eV	1.161×10^{15}	258.05nm	
O=O	498.6	119.07	138.50	8.282×10^{-19}	5.17eV	1.249×10^{15}	239.8nm	
H-OH	498.7	119.07	138.50	8.282×10^{-19}	5.17eV	1.249×10^{15}	239.8nm	
F-H	569.8	136.07	158.27	9.465×10^{-19}	5.915eV	1.428×10^{15}	209.87nm	
C=C	615.9	147.08	171.08	1.023×10^{-18}	6.39eV	1.544×10^{15}	194.1nm	
C=O	804.5	192.12	223.47	13.36×10^{-19}	8.35eV	2.068×10^{15}	148.6nm	
C≡C	842.2	201.12	233.94	1.399×10^{-18}	8.74eV	2.111×10^{15}	141.9nm	
C≡N	894.5	213.61	248.47	1.485×10^{-18}	9.28eV	2.24×10^{15}	133.68nm	
N≡N	946.9	226.12	263.02	1.5729×10^{-18}	9.83eV	2.373×10^{15}	126.2nm	

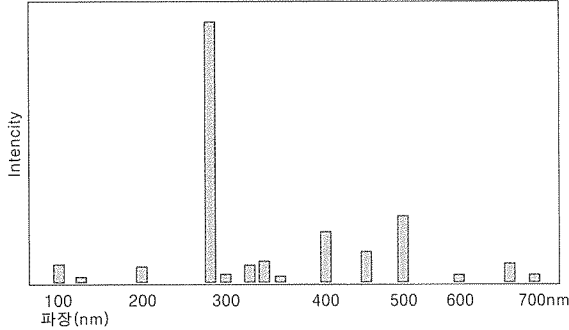
수은
자외선
영역

DUV
영역

EUV
영역

광화학반응을 위하여 인공적으로 자외선을 발생시키는 방법은 자외선 스펙트럼을 갖는 수은이나 증수소 같은 물질을 가스상태로 유리관에 봉입하고 외부에서 전기 에너지를 인가하여 원자의 외곽전자가 여기되고 천이 되는 과정에서 방출하는 선 스펙트럼을 현상을 이용하는 것이다.

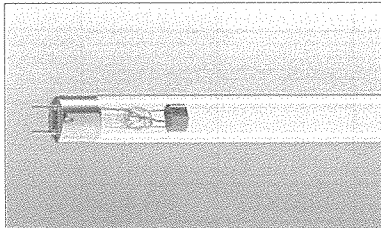
수은의 선 스펙트럼은 184.950, 253.652, 365.015, 404.656, 435.833nm 등이며 저압램프는 단파장이 강하고 증고압의 경우는 장파장이 강해진다. 이것은 진공용기내의 수은 압력이 높아지면 스펙트럼이 라이먼 계열에서 발머계열로 전환되는 현상에 의한 것이다.



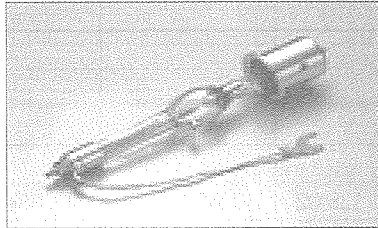
자외선 램프는 형태에 따라 글로우 방전형, 아크 방전형으로 구분되며 글로우 방전을 이용한 저압 자외선 램프는 단파장형이며 아크 방전형 중, 고압 램프는 장파장형이다.

전극을 사용한 수은방전 램프는 필라멘트 또는 방전 전극이 고온에서 증발, 산화되어 전자 방출량이 감소되는 에미션 감퇴 현상과 이 산화물이 관내 벽을 오염시키는 흑화 현상, 금속이온 가스로 인한 관내 가스의 순도 변화에 의한 자외선 파장 특성의 변화 등 복합적인 요인으로 수명이 제한되며 통상 필라멘트형 저출력 자외선램프의 수명은 5000시간, 고출력 램프는 500~2000 시간으로 고출력 일수록 수명이 짧아진다.

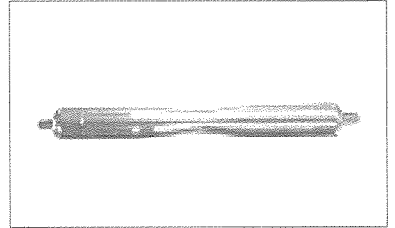
초 고주파 무전극 자외선 램프는 격자금속망으로 제작된 초고주파 공진 캐비티 내에 quartz로 특수제작된 자외선램프를 장착하여 초고주파로 여기된 램프내부의 수은 원자가 고주파 전계 에너지에 의하여 여기되고 천이되는 과정에서 수은 고유의 스펙트럼을 방사하는 원리를 이용한 것이다.



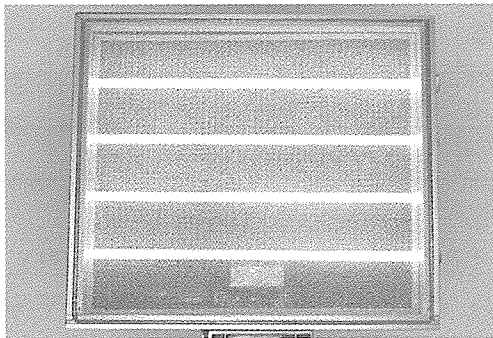
전극식 글로우 방전형저압 자외선램프



전극식 아크 방전형고압 수은램프



무전극식 글로우 방전형저압 자외선램프



평판형 공진기에 장착된 무전극 자외선 램프

산업용 광화학분야에 사용될 자외선램프는 높은 출력과 고도의 신뢰성이 요구되나 전극식의 경우 출력이 커질수록 전극에서 흘러주는 전류가 높아져 전극의 손상은 빠르게 진행된다. 전극식 램프의 결점은 수명이 짧고 출력을 키우지 못하는 것으로 이러한 요인은 방전전극에 있다. 따라서 전극이 없이 점등하는 무전극 램프는 고장요인을 없이하는 것은 매우 혁신적인 것이다.

무전극 램프(Electrodeless Lamp)란 고주파를 직접 방전관내로 주입시켜 봉입된 기체를 전리시켜 빛을 얻어내는 방식으로 형광램프는 분야에는 실용화된 제품이 있으며 동작원리는 수백 KHz~수 MHz의 고주파 발전세력을 전구체에 전달하여 점등시키는 방식

으로 100W 정도까지 가능하다. 이에 비하여 산업용 광화학 분야에서는 수백 ~ 수천 W의 고출력이 요구되기 때문에 고주파 방식으로는 큰 출력을 내는데 제약이 크고 경제성이 떨어진다. 당시의 고출력 무전극 자외선 램프는 마그네트론이라는 진공관식 초고주파 발진기를 적용하여 점등시키는 것으로 고출력을 구현한 무전극 형태이다.

초고주파 고출력 전자파는 도체나 전선이 아닌 도파관을 통한 전송되고 LC회로 대신 캐비티에 의하여 공진되는 특성으로 일반적인 접근이 매우 어려운 기술이나 마침내 종래의 자외선 램프의 결함을 극복한 완성된 기술을 개발함에 따라 환경분야에서 자외선 광원의 새로운 용도를 창출하는 계기가 되었다.

발생되는 자외선의 강도는 캐비티에 주입되는 초고주파 에너지에 비례하며 기존의 전극식에 비하여 에너지효율이 높고 램프출력의 제약이 없고 반 영구적으로 사용 가능한 많은 잇점을 가지게 된다.

동일 캐비티에 여러개의 램프설치가 가능하여 면 발광 기능과 격자금속망을 통하여 공기가 자유롭게 통과 할 수 있는 특징이 있어 기상살균, 약취처리, VOC 처리 등에 적합하다.

3. 이산화티탄 광촉매

최근 신기술로 부각된 광촉매는 이산화 티탄은 반도체의 일종으로 광전효과를 갖는 산화금속이다.

이산화 티탄은 Photon 에너지를 받아 생성된 OH Radical은 오존이나 과산화수소 보다도 산화전위가 높아 대부분의 유기물을 산화시켜 물과 이산화탄소로 변환시키게 된다.

OH ⁻	O ₁	O ₃	H ₂ O ₂	HOCl	ClO ₂	O ₂
3.06V	2.80V	2.42V	2.08V	1.49V	1.27V	1.23V

현재 개발되어 있거나 실제 응용 및 상업화에 이용되고 있는 대부분의 반도체 광촉매는 금속산화물 계통으로서 TiO₂(3.2eV), WO₃(2.8eV), SrTiO₃(3.2eV), α-

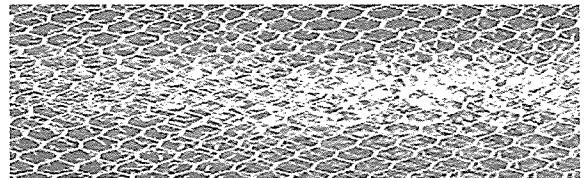
Fe₂O₃(3.1eV), ZnO(3.2eV), 그리고 금속황화물계통인 ZnS(3.6eV) 등 다양하다.

이들 중 TiO₂는 생물학적 혹은 화학적으로 불활성이고, 광부식이나 화학적 부식에 대해 안정하며 결정적으로 값이 저렴하다는 강점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 산화물 반도체의 광산화 반응 활성도에 있어서도 TiO₂(anatase) > TiO₂(rutile) > ZnO > ZrO₂ > SnO₂ > V₂O₅의 순으로, TiO₂가 가장 큰 활성도를 보이고 있다.

반도체에 빛이 조사될 경우, 그 반도체의 띠간격 이상의 에너지를 갖는 광자(hv ≥ Eg)가 흡수되어 공유티에서 전도띠로 전자여기(electron excitation)를 일으키고 이때 공유티에는 정공(hole)이, 전도띠에는 전자(electron)가 생성되는데 이를 전자 - 정공쌍 생성이라고 한다. TiO₂와 같이 띠간격이 큰 반도체는 짧은 파장의 빛만을 흡수하고 가시광선을 흡수하지 못한다.

TiO₂의 Band Gap Energy는 3.2eV로 370nm 보다 짧은 자외선 영역에서 활성화 되며 Eg부근에서는 파장이 짧아짐에 따라 광활성이 급격히 증가하고 그 이상의 단파장 에너지에서는 광활성이 파장에 무관한 광당량의 법칙을 따른다. 광촉매의 효율적인 사용법은 촉매의 면적을 넓히고 모든 표면에 고른 자외선을 조사하는 방법이다.

이를 위한 방법으로 본 제품의 경우 하니컴 표면에 TiO₂를 딥 코팅하여 사용하고 있으며 하니컴의 Cell은 1/8"로 체적대비 표면적의 비율은 1:1600으로 충분한 반응성을 나타내도록 하였다.



하니컴 촉매에 자외선이 조사되는 상태

※기술문의 : 한상봉 대표이사
TEL : 02)563-0888
홈페이지 : www.kais21.co.kr

(다음 호에 계속)