

UV 램프 특성에 관한 연구

(A study on characteristic of UV lamp)

조국희* · 유동욱* · 김종현* · 조문수* · 정차옥**

(Kook-Hee Cho · Dong-wook Yoo · Jong-Hyun Kim · Moon-Soo Cho · Cha-Ok Jung
한국전기연구원* · (주)비츠로시스**

Abstract

본 논문은 오염된 수질처리에 사용되는 UV램프의 특성을 실험을 통해 데이터로 분석하였다. 실험은 기중 및 수중 측정을 위해 아크릴 박스를 제작하였고, IL1400A의 광출력 측정기기를 사용하여 광출력을 측정하였다. 또한 연속적인 측정을 위해 Lab View를 사용하여 직접 컴퓨터로 데이터를 수집하였으며, 기중 및 수중에서 광출력을 높이기 위해 주파수를 변환시켜 성능을 확인하였다. 그 결과 광출력은 기중 및 수중에서 모두 32[kHz]에서 가장 높았다.

1. 서 론

자외선(UV Light)은 가시광선의 파장(400[nm])보다는 짧고 X선(100[nm])보다는 긴 파장을 가진 전자 방사선을 말한다. 자외선을 산업에 적용키 위해 인공적으로 만든 것이 자외선 살균램프이다.

살균에 사용하는 자외선은 UV-C(단파장) 중에서 살균력이 가장 강력한 254[nm]선을 사용한다.

살균램프는 유리관에 자외선을 효율적으로 투과시키는 특수한 재질을 사용하여 램프의 양 끝에 텅스텐 필라멘트가 있고 외부에 산화발륨, 산화칼슘, 산화 스트론튬(에미터) 등의 열전자를 방사하기 쉬운 물질이 도포되어 있다.

유리관내에는 진공으로 한다음 적당한 수은과 알곤 가스 또는 불활성 기스와 혼합되어 봉입되어 있다. 여기에 2개의 전극에 전류를 흘려 예열하고 에미터에서 열전자를 방출시키면 아르곤가스를 매개로하여 방전(점등)이 일어난다. 방전에 의해 관내에 흐르는 전자는 포화상태의 수은열기와 급격히 충돌하여 수은 공명선인 254[nm]선을 발생한다. 이렇게 발생된 살균선을 이용하여 물, 공기, 기타 물질의 표면 등을 살균하게 된다.

본 논문에서는 UV램프(heraeus사)에 자체 설계 제작한 안정기를 사용하여 UV램프의 특성을 살펴보았다.

2. 본 론

2.1. 실험장치 및 개략도

그림 1은 실험 장치의 전체 구성 및 흐름을 나타낸

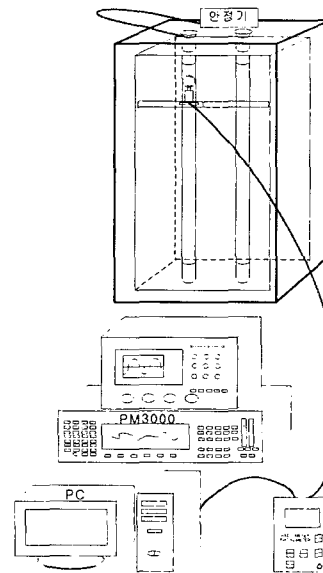


그림 1. 실험 장치의 개략도

개략도이다. 실험 장치의 각 구성을 살펴보면, 우선 UV 램프를 수중에서 실험 할 수 있도록 아크릴 박스를 제작하여 모터로 수조의 물을 순환시켜 실험 하였다. UV 광출력 측정은 IL1400A (International Light. INC.)으로 하였으며, 전력 측정은 Universal Power Analyzer PM3000(Voltech Instrments Ltd.)로 하였으며, 오실로스코프는 LT344L(Lecroy)를 사용하였다.

그림 2는 직접 제작한 안정기의 실물 모습을 나타낸다.

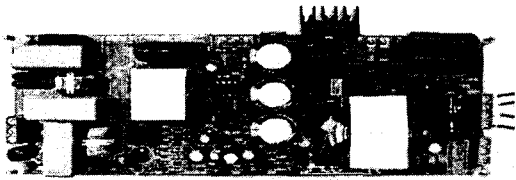


그림 2. 직접 제작한 안정기

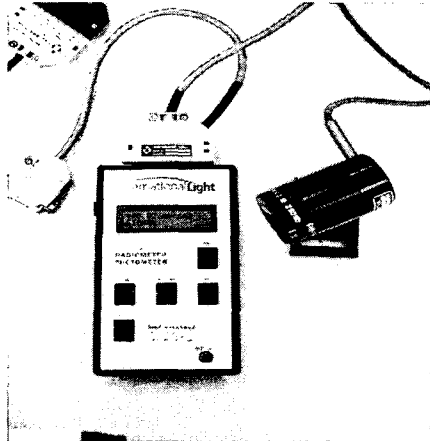
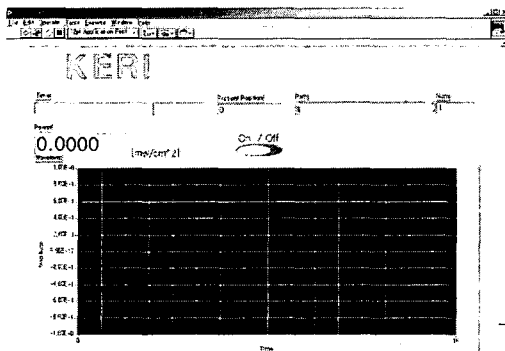


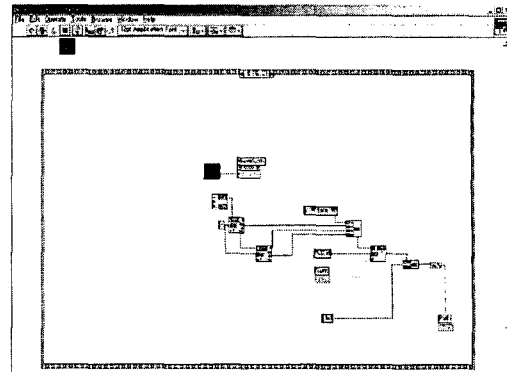
그림 3. IL1400A 광출력 측정장치

그림 3은 IL1400A(International Light, INC.)의 실물 사진을 나타낸 것이다. IL1400A는 자외선 광출력을 측정하는데 사용되며, [mW/cm²] 단위로 측정하였다.

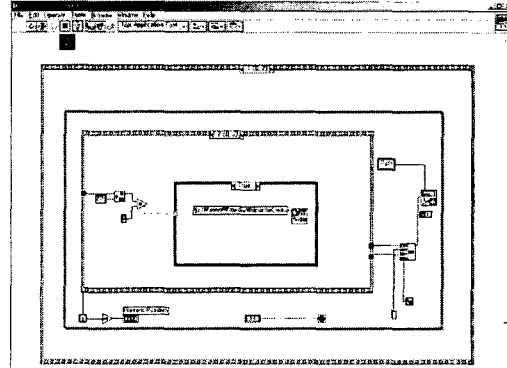
그림 4는 광출력을 측정하기 위해 Lab view 6.1을 사용하여 시간에 따른 광량의 변화를 그래프로 나타낸 diagram이다. IL1400A는 0.5초마다 측정을 하는데 컴퓨터랑 시리얼 통신을 하는 경우 간혹 잡음이 들어오는 경우가 있다. 그래서 2초 동안 즉 4개의 데이터 중 앞의 2개를 버리고 나머지 2개를 평균한 값을 그래프로 표시하였다.



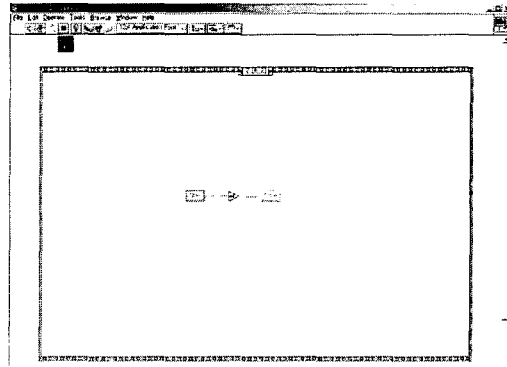
(a) 그래프 출력부분



(b) Diagram 1



(c) Diagram 2



(d) Diagram 3

그림 4. IL1400A를 측정하기 위한 Lab view

2.2. 실험 방법

본 실험에서는 그림 5와 같이 공기와 수중에서 램프 표면과의 거리를 각각 10, 1[cm]로 두고 주파수를 변환시켜 측정하였다. 또한 주파수에 따른 입력 Power변환과 광출력을 측정하였다.

그리고 DC Link Voltage에 따른 광출력을 비교하였으며, 본 실험 결과 그래프들은 각 실험 조건을 3회 이상 반복 실시하여 나온 결과 데이터의 상호 비교 및 분석을 통하여 작성 된 것이다.

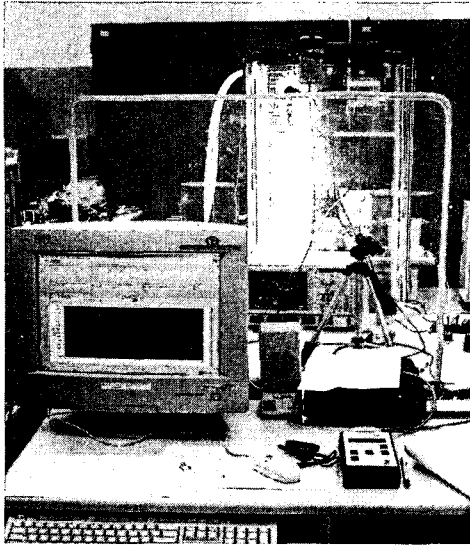
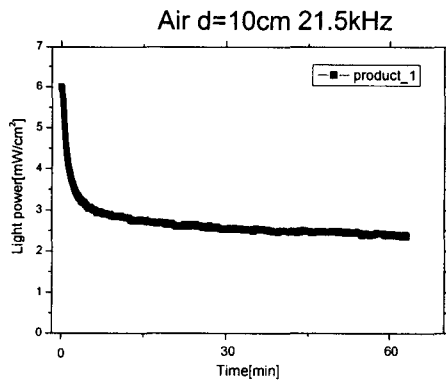


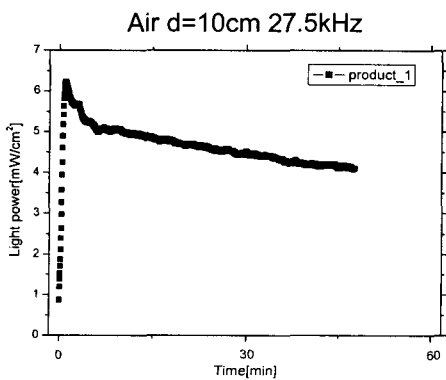
그림 5. 실험 전경

2.3. 실험결과 및 고찰

그림 6은 기중에서 램프와의 거리를 10[cm]로 두고, 직접 제작한 안정기를 사용하여 각각 21.5[kHz], 27.5[kHz], 32[kHz], 41[kHz]로 변화하여 측정한 그래프이다.

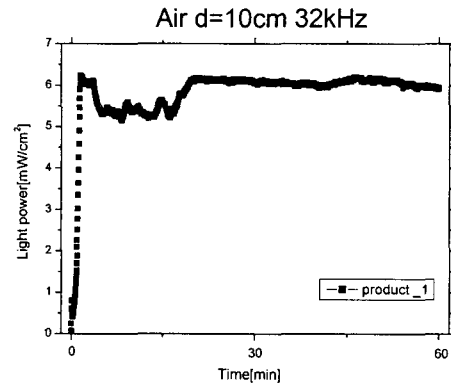


(a) 21.5(kHz)일때

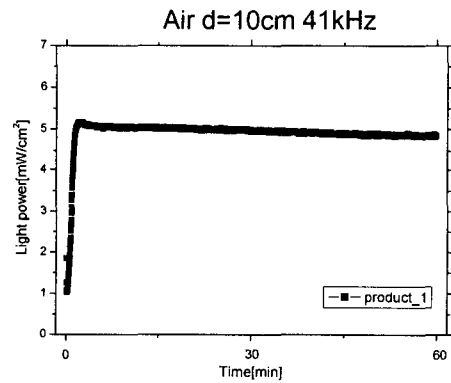


(b) 27.5(kHz)일때

32[kHz], 32[kHz], 41[kHz]로 변화하여 측정한 그래프이다. 그래프를 보면 광출력이 32[kHz] 전후로는 광출력이 낮아지며 32[kHz]에서 최대가 나오는 양상을 보이는 것을 알 수 있었다.



(c) 32(kHz)일때



(d) 41(kHz)일때

그림 6. 공기중에서 주파수에 따른 광출력 변화

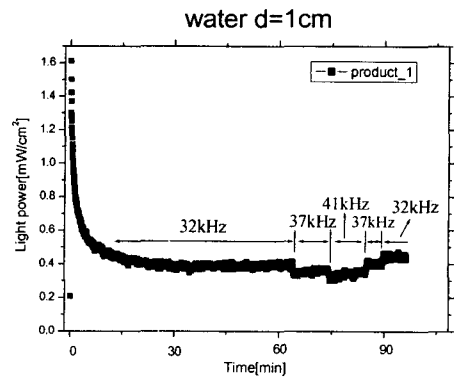


그림 7. 수중에서 주파수에 따른 광출력 변화

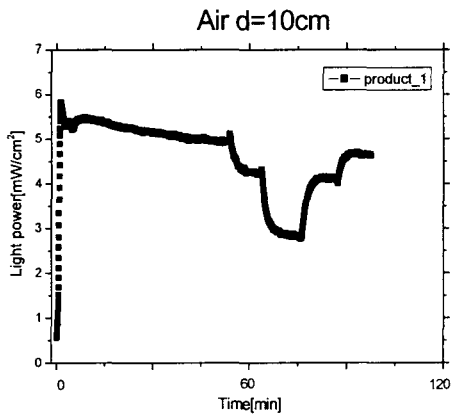
그림 7은 수중에서 램프와의 거리가 1[cm]일 때, 주

파수를 각각 32, 37, 41[kHz]로 변화 시켰을 때 나타난 그래프이다.

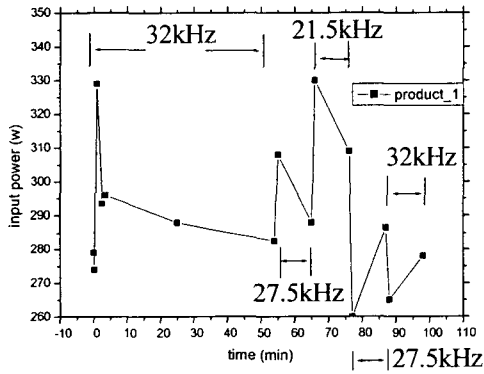
그림 8은 약 1시간 정도 램프를 32[kHz]에서 켜 둔 후 주파수의 변화에 따른 광출력과 전력 분석기를 통한 입력 Power의 변화를 관찰한 그래프이다. 실험은 54분후에 주파수를 변화시켜서 그 특성을 보고 다시 주파수를 가변시키는 실험을 연속으로 하였다.

그 결과 주파수 가변, Power 변화, 자외선 광출력 변화로 이어진다. 즉, 주파수 가변으로 광출력이 변함을 알 수 있다. 이는 수중인 그림 7에서도 똑같은 현상을 보였다.

표 1은 시간에 따른 입력 Power를 나타내었다.



(a) 주파수 변화에 따른 광출력



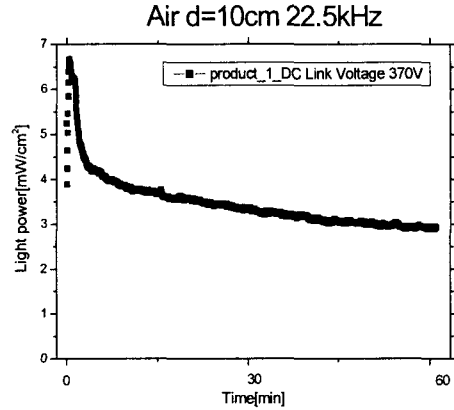
(b) 주파수 변화에 대한 입력 Power

그림 8. 주파수에 따른 광출력 및 입력 Power 변화

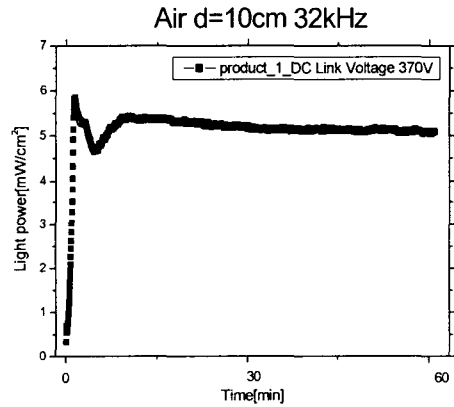
표 1 입력 Power

시간 (분)	0	1	3.5	25	55	65	76	88	98
입력 (W)	279	329	296	288	308	288	309	265	278

그림 9는 DC Link Voltage가 370[V]일 때 주파수 변환에 따른 광출력을 나타낸다. 그래프를 보면 같은 DC Link Voltage일 때 주파수가 낮아지면 광출력도 같이 줄게 됨을 알 수 있다.



(a) 22.5(kHz)일 때



(b) 32(kHz)일 때

그림 9. DC Link Voltage 370(V)일 때 주파수 변환에 따른 광출력

그림 10은 주파수 32[kHz]일 때 DC Link Voltage 변환에 따른 광출력을 나타낸 그래프이다. 주파수를 32[kHz]로 고정하고 DC Link Voltage가 370[V]에서 415[V]로 가변시키면 광출력은 0.5[mW/cm²] 정도 줄어드는 것을 알 수 있었다.

그림9와 그림 10을 종합하면 광출력을 변환시키기 위해 주파수 변환 외에 DC Link Voltage 변환으로도 가능하다는 것을 알 수 있었다. 하지만 DC Link Voltage 변환 방법보다 주파수 변환 방법으로 했을 때 광출력 변화 폭이 더 큼을 알 수 있었

다. 따라서 광출력을 변화시키기 위해 사용한 주파수 변화와 DC Link Voltage 변화 중 주파수를 변화시키는 것이 더 좋을 수 있었다.

3. 결론

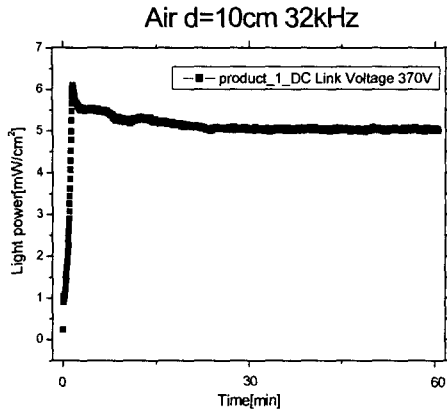
공기 중에서 광출력이 32[kHz] 전후로는 광출력이 낮아지며 32[kHz]에서 최대가 나오는 양상을 보임을 알 수 있었다.

주파수가 가변되면 Power가 변화되었고, 자외선 광출력도 변화하였다. 즉, 주파수 가변으로 광출력을 변화시킬 수 있었다. 또한 DC Link Voltage 가변으로도 광출력을 변화시킬 수 있었다.

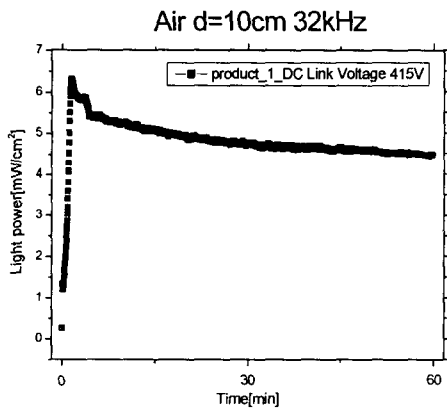
광출력을 변화시키기 위해 사용한 주파수 변화와 DC Link Voltage 변화 중 주파수를 변화시키는 것이 더 좋을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] USEPA, "Ultraviolet disinfection guidance manual", 2003.
- [2] W. J. Masschelein, "Ultraviolet light in Water and Wastewater Sanitation", LEWS publishers, 2002.
- [3] B. F. Severin, M. T. Suldan, R. S. Engelbrecht, "Effect of Temperature on Ultraviolet light Disinfection", Environ, Sci, Technol, pp.717~721, 1983.
- [4] J. P. Malley, J. P. Shaw, J. D. Ropp, "Evaluation of the By-products by the Treatment of Groundwaters with Ultraviolet Radiation and Post Disinfection Following irradiation, in: Ultraviolet Light Disinfection Technology in Drinking Water Application-an Overview, EPA 881-R-96-002
- [5] 이경혁, "자외선을 이용한 소독 및 유기물 제거기술", 청단환경기술, pp.1~10, 1월, 2002.
- [6] 조국희, "고전압 방전을 이용한 수질분석에 관한 특성", 한국조명·전기설비학회논문지, Vol. 18, No. 5, pp.156~161, September 2004.



(a) DC Link Voltage 370(V)일 때



(b) DC Link Voltage 415(V)일 때

그림 10. 주파수 32(kHz)일때 DC Link Voltage 변환에 따른 광출력