

# 자외선 광원의 복합 파장을 이용한 실내 공기정화 장치

염성관 · 박준석 · 신광성\*

원광대학교

## Air Purification System Using Combined Wavelengths of Ultraviolet Light Sources

Sungkwan Youm · Park Junseok · Kwang-Seong Shin\*

Wonkwang University

E-mail : skyoum@gmail.com / waver0920@wku.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 UV-A와 UV-C를 포함하는 복합 파장의 LED 모듈을 적용한 캐빈 필터를 설계 및 제작하고 성능을 시험하였다. 제작한 캐빈 필터의 세균 및 곰팡이 살균 시험에서 살균 능력을 확인하였고 유기화합물 분해 시험에서는 특수 챔버를 제작하여 유기물 분해 능력을 검증하였다. 광촉매로 콜케이트를 사용하는 것이 매탈매쉬를 사용하는 것보다 우수한 성능을 확인하였다. 본 연구를 통해서 제작한 캐빈 필터의 살균 및 공기 정화 능력을 실제와 유사한 환경 시험을 통해서 확인하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we design, fabricate, and test the performance of a cabin filter with LED modules of composite wavelengths containing UV-A and UV-C. Germs and air farms of the manufactured cabin filter confirmed sterilization capability in the sterilization test, and special chambers were manufactured to verify organic material decomposition capability in the organic compound decomposition test. Using colkates as photocatalytic was proved to be superior to using metal mash. The sterilization and air purification capabilities of the cabin filter produced throughout this study were verified through a similar environmental test.

### 키워드

UV LED, purifier, Sterilization, Photocatalyst, Quartz

### 1. 서 론

한국은 공기 중 미세먼지로 인하여 공기청정기에 대한 수요가 증가하고 있다. 실내 공기질 개선의 주요 관심 항목으로는 미세 입자에 의한 오염과 초미세 입자에 의한 오염으로 구분될 수 있는데, 이를 해결하기 위한 여러 가지 관리 및 제어 전략이 광범위하게 시도되고 있다[1]. 특히, 기체상 오염물질 가운데서 대표적인 오염물질 중의 하나인 휘발성 유기화합물은 실내 약취 유발 및 자체 유해성 측면에서 주요한 제어 대상물질로 다루어지고 있다. 그리고 초미세 입자를 에어로졸(aerosol)이라고 부르며 사람의 기침으로 다양한 바이러스, 세균들이 포함될 수 있어 살균 관리가 필요하다[2, 3].

공기 중 유기화합물을 제어하기 위해 연구되는 다양한 기술 중의 하나가 광촉매를 이용한 오염물질 제거기술인데, 이는 많은 연구자들에 의해 이미 여러 형태로 연구되었으며 지금도 꾸준히 연구가 진행되고 있다. 광촉매는 광을 에너지로 이용하여 광화학 반응을 촉진시키는 물질을 통칭한다. 현재 까지 광촉매 효과를 나타내는 재료에는 TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZnO 등이 있다. 이중에 TiO<sub>2</sub>는 통상의 조건에서는 산이나 알칼리에도 녹지 않고, 물리적·화학적으로 안정하며 무독성이다. 최근 미생물의 살균 수단으로 이산화티탄(TiO<sub>2</sub>) 광촉매의 광화학 반응을 이용한 연구가 활발히 진행 되고 있는데, 이때 사용되는 물질들은 사용중에 안전·무해해야 하는 것이 필수적인 조건이다. 유기물의 분해, 항균 및 살균, 탈취, 물의 정화 등 다양한 분야에서 이산화티탄(TiO<sub>2</sub>)을 이용한 광촉매 반응에 대한 연구가 진행되어지고 있다.

\* corresponding author

본 연구에서는 UV-A 광원에 광촉매 반응으로 통해서 휘발성 오염물질 분해하고 UV-C 광원을 통해서 바이러스나 세균을 살균하고자 한다.

## II. LED 공기 청정 필터

본 연구에서는 복합 광원 이용한 차량용 실내 공기 정화 장치 설계 및 제작하였다. 복합 광원이라 함은 UV-C와 UV-A를 포함하고 있다. UV-C와 UV-A는 각각 270~280nm 과 360~400nm 대역의 파장을 말한다. UV-C는 인체에 치명적이나 주로 살균을 목적으로 사용하고 있으며 UV-A는 광촉매를 통해서 유기물질을 분해하는 역할을 수행하도록 한다. 설계한 모듈에서 살균용 UV-A와 유기물 분해용 UV-C 다이오드를 1:1로 배치하였다. 그림 1과 같은 케빈 필터를 제작하였다. 그림 1.(a)는 TiO<sub>2</sub> 광촉매를 보여준다. 이 광촉매에 UVA LED 광원을 받으면 전자(e<sup>-</sup>), 전공 (h<sup>+</sup>)쌍을 발산해 산소(O<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)에 각각 결합하여 슈퍼옥사이드 음이온(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)과 히드록시레디칼(·OH)로 된 2종의 활성산소를 생성한다. (b)는 필터가이드로 방열 기능을 포함하고 있다. 온도변화에 따른 UV LED출력이 저하되므로 방열설계는 필수적이다. (c)는 해파 필터로 0.3 $\mu$ m 크기 입자를 99.97% 이상 거를 수 있다. (d)는 UV LED가 위치하는 모듈이고 광원을 증가시키기 위해 (e) 집광 렌즈를 위에 위치하였다. 케빈 필터에 UV LED를 조사하는 방법은 2가지 방법으로 진행하였다.

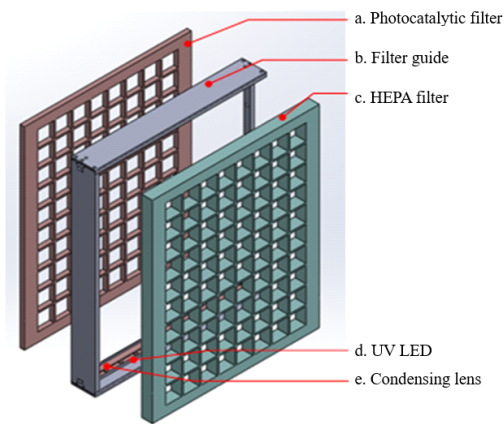


그림 1. 복합 광원의 케빈 필터 구성도

## III. 결 론

본 논문에서는 UV-A와 UV-C를 포함하는 복합 파장의 UV LED 모듈을 적용한 케빈 필터를 제작하고 공기 정화를 시험하였다. 케빈 필터에는 광촉매 및 해파필터를 적용하였다. UV LED에 의한 살

균 시험과 유기물 순환 정화 능력을 시험하였다. 살균 시험에서는 1분동안 7cm 거리에서 99.9 % 살균되는 것을 확인하였다. 그리고 유기물 분해 시험에서는 특수 챔버를 제작하여 유기물 분해 시험을 진행하였다. 광촉매제로 콜게이트 촉매와 매탈매쉬 촉매제를 사용하여 시험하였다. 콜게이트 광촉매를 사용하는 것이 매탈매쉬를 사용하는 것보다 우수한 성능을 확인하였다. 본 연구의 실험적 결과가 다른 연구에 도움을 될 수 있을 것이다.

## Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 한국연구재단에서 부여한 과제번호 : NRF-2018RID1A1B07050277)

## References

- [1] 김호현, 임영욱, 박찬정, 김종철, 이용진, 이철민, 곽윤경, 손혜림, 이시은, “공기청정기 사용으로 인한 실내 미세먼지 제어 및 위해 저감 - 가정집(원룸)을 대상으로” 실내환경 및 냄새 학회지, 2015, vol.14, no.4, pp. 253-262
- [2] Do-Kyun Kim, Dong-Hyun Kang, "UVC LED Irradiation Effectively Inactivates Aerosolized Viruses, Bacteria, and Fungi in a Chamber-Type Air Disinfection System," *Applied Environmental Microbiology*, vol. 84 no. 17, 2018.
- [3] 한창석, 장혁상, "UV-TiO<sub>2</sub> 광촉매 기반의 공기 정화 시스템의 운전조건에 대한 연구," *대한환경공학회지*, 2008, vol.30, no.3, pp. 293-301.