

광학적 입자 계수기 개발

Development of Optical Particle Counter(OPC)

신은철, 조성주, 유효남, Dr. Dmitry Shelefontyuk*, 김덕현**
라이다텍 환경연구소, *IAO SBRAS, **KAERI
hishin74@lidartech.com

1. 머리말

최근 환경에 대한 관심의 증폭과 반도체 산업의 발전 등으로 미세입자에 대한 관심도 증폭되고 있다. 이것은 미세 입자가 대기과 수질 환경뿐만 아니라 제조업과 관련한 전반적인 산업에도 관계되어 측정하고 제어해야할 중요한 인자이기 때문이다. 특히 대기 중에 존재하는 미세 입자의 입경 분포 및 개수 농도는 대기의 질을 나타내는 가장 중요한 인자로서 폐에 입자가 침착되거나 시정장애 현상 등으로 나타난다. 따라서 입자상 물질의 크기 및 개수 등을 실시간으로 측정함은 대기환경, 산업현장 및 일상생활에서 매우 중요하다. 이런 필요성을 반영하여 라이다텍에서는 광학적 입자 계수기(Optical Particle Counter:이하 OPC)의 개발을 위한 일련의 과정으로 입자의 산란 특성을 실험을 통해 검증 하였으며, 결과를 바탕으로 광학시스템을 설계 제작하고, 시스템에 필요한 각각의 모듈들을 개발하여 상용 수준의 OPC를 완성하였다.

2. OPC의 개발

광학적 입자 측정의 원리는 입자에 의한 빛의 산란특성을 기초로 한다. 여기서 빛의 산란(Light Scattering)이란 빛의 반사(Reflection), 굴절(Refraction), 회절(Diffraction)등이 복합적으로 작용하는 것을 말하는 것으로 입자에 의한 산란광은 주사된 빛의 광량에 비례하고, 입자의 크기, 굴절률, 빛의 파장 정보를 포함한다. 따라서 빛의 광량과 파장이 정해진 상황에서 입자에 의한 산란광을 측정하면 주어진 정보를 이용하여 입자의 크기를 유추할 수 있다.

-OPC 시스템 구성

OPC는 입자의 산란광을 측정하는 광학챔버, 측정된 아날로그 신호를 해석하는 Pulse Height Analyzer(이하 PHA), 해석된 값을 처리하고 표출하는 CPU 및 디스플레이, 시료 입력과 조절을 위한 Pump와 Flow meter, 데이터 출력을 위한 Printer 등이 주요 부품이다. 특히 구성모듈 중에서 OPC기술의 핵심으로는 입자의 산란신호를 측정하는 광학챔버와 얻어진 입자의 산란신호를 해석하는 PHA라 할 수 있다. 그림 1은 OPC의 각 모듈들의

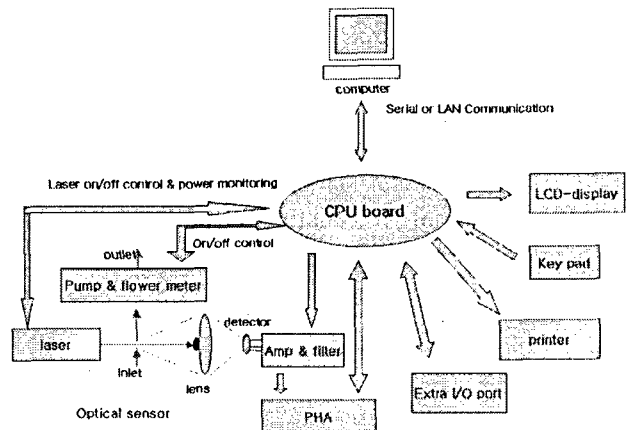


그림 1 시스템 구성 개요

상호관계를 보여주는 그림으로, 각 모듈들은 CPU Board의 제어를 받아 “측정-해석-처리-표출-저장” 등의 일련의 과정을 수행한다.

-입자신호를 측정을 위한 광학챔버 개발

그림 2는 입자의 산란신호를 측정하기 위해 개발한 광학챔버의 구조를 보여주는 것으로, 크게 광원을 공급하는 발광부(Laser, Focusing lens), 집광된 영역에서 입자의 산란이 일어나는 산란부(Chamber, Nozzle), 산란부의 입자 산란신호를 집광하여 광센서로 측정하는 수광부(Collection lens, Sensor)로 이루어진다. 개발한 광학챔버는 입자의 산란 효율이 가장 좋은 0° 근방의 근 전방산란각을 사용하였으며, 일체형 챔버 구조인 것을 특징으로 한다.

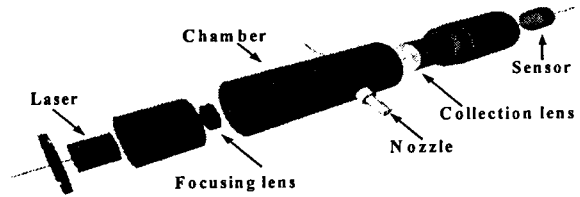


그림 2 광학챔버 구조

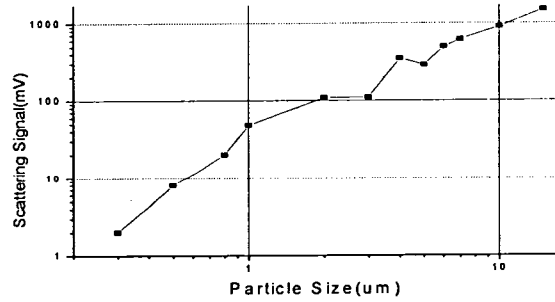


그림 3 입자 크기에 따른 산란신호

-입자의 산란신호 측정

그림 3은 개발한 광학챔버를 사용하여 얻은 것으로, 굴절률이 1.59인 구형의 폴리스티렌 라텍스 표준입자를 사용하여 측정한 산란신호를 보여준다. 그래프를 보면 입자의 산란 신호는 대부분의 영역에서 입자 크기가 증가함에 따라 대체적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

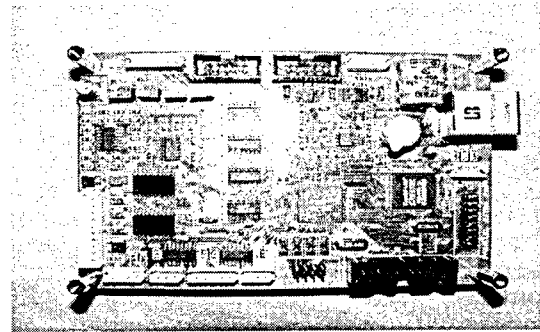


그림 4 PHA

-PHA Board 개발

그림 4는 광학챔버에서 측정된 입자의 산란신호를 입력받아 16개의 사이즈 채널로 분석하도록 개발한 PHA Board이다. 특히 개발과정에서 입자의 산란신호가 전기적 노이즈를 포함하고 있으므로, PHA Board에 산란신호의 노이즈를 줄이는 필터회로를 추가하였으며, 기기의 모든 모듈들을 제어하는 CPU 역할을 담당하는 기능을 추가하고 프로그래밍 하였다.

3. 결론

결론적으로 본 기관에서는 OPC 개발을 위한 일련의 과정을 통하여 표 1의 성능을 보이는 상용 수준의 OPC를 개발할 수 있었으며, 현재 상용화 및 양산화를 위한 신뢰성 테스트와 성능 보완 작업을 진행하고 있는 중이다.

측정 채널 수	16채널
채널 정보	0.3/0.5/0.8/1/1.5/2/3/4/5/6/7/10/13/16/20/25 μ m \sim
유속(분당 샘플링 양)	1/4 cfm
측정 시간	1초 ~ 무한대
최대 측정값	채널당 9,999,999개
데이터 저장 용량	1024개
통신 방법	RS232/LAN
화면 출력	320× 240 단색 LCD/PC용 GUI 지원
기기 제어	16버튼
출력 방법	LCD/PC용 GUI/내장 프린터
크기	430× 177× 280mm
경고 기능	채널별 Beep을 경고 기능
발광 소자	Laser Diode
센서 타입	0°angle scattering type
전원	AC 220 Volt

표 1 개발한 OPC의 사양

