



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0072794  
(43) 공개일자 2020년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 53/14 (2006.01) B01D 45/16 (2006.01)

B01D 47/02 (2006.01) B01D 53/78 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 53/14 (2013.01)

B01D 45/16 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0160776

(22) 출원일자 2018년12월13일

심사청구일자 2018년12월13일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

조경숙

서울특별시 서초구 동광로1길 87, 501호(방배동)

이윤영

경기도 고양시 일산서구 성저로 25, 605동 206호 (대화동, 성저마을6단지건영빌라)

(74) 대리인

김순웅

전체 청구항 수 : 총 10 항

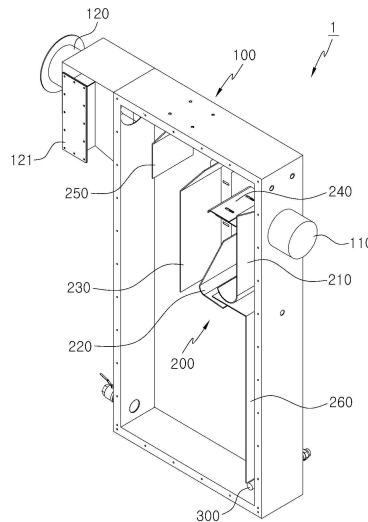
(54) 발명의 명칭 습식 세정 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 습식 세정 장치는 배출가스가 유입되는 유입부 및 배출가스가 배출되는 배출부가 대향하는 양측면에 배치되고, 세정액이 수용된 본체부; 상기 유입부 또는 상기 배출부에 연결되고, 배출가스가 상기 유입부 및 상기 배출부 사이를 통과하도록 배출가스의 흐름을 유발하는 송풍부; 상기 본체부의 내부에 서로 이격되어 설치되고, 배출가스가 흐르는 공기유로를 형성하는 복수의 격벽; 및 상기 본체부의 내부에 설치되고, 상기 세정액에 압축 공기를 주입하는 공기 주입부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이러한 습식 세정 장치는 복수의 격벽과 공기 주입부에 의해 강력한 와류 현상을 유도하여 배출가스에 포함된 입자성 오염물질, 수용성 VOCs 가스상 물질이 효과적으로 세정액에 의해 제거될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**B01D 47/02** (2013.01)

**B01D 53/78** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711061204

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기후변화대응기술개발

연구과제명 생활밀착형 VOCs 저감을 위한 보급형 전처리 장치와 댐핑 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 이화여자대학교

연구기간 2017.12.20 ~ 2018.01.19

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

배출가스가 유입되는 유입부 및 배출가스가 배출되는 배출부가 대향하는 양측면에 배치되고, 세정액이 수용된 본체부;

상기 유입부 또는 상기 배출부에 연결되고, 배출가스가 상기 유입부 및 상기 배출부 사이를 통과하도록 배출가스의 흐름을 유발하는 송풍부;

상기 본체부의 내부에 서로 이격되어 설치되고, 배출가스가 흐르는 공기유로를 형성하는 복수의 격벽; 및

상기 본체부의 내부에 설치되고, 상기 세정액에 압축 공기를 주입하는 공기 주입부를 포함하는 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 격벽은 일면이 상기 유입부로부터 유입되는 배출가스를 마주보도록 설치된 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 격벽은 적어도 하나의 절곡된 영역이 형성된 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 복수의 격벽은 제1 내지 제6 격벽을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 격벽은 상기 유입부에 인접하게 설치되고, 하단이 상기 배출부 측으로 굽어지게 형성되며,

상기 제2 격벽은 상기 제1 격벽에 인접하게 설치되고, 상단이 상기 제1 격벽 측으로 굽어지게 형성된 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3 격벽은 상기 제2 격벽에 인접하게 설치되고, 절곡된 영역으로부터 수직하게 연장 형성된 면이 상기 제2 격벽과 마주보는 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

## 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제4 격벽은 상기 제1 격벽 및 상기 제2 격벽 사이의 공간을 상측에서 커버하도록 설치된 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제5 격벽은 상기 배출부에 인접하게 설치되고, 절곡된 영역으로부터 수직하게 연장 형성된 면이 상기 배출부와 마주보는 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제6 격벽은 상단이 상기 제1 격벽 및 상기 제2 격벽 사이의 공간에 인접하고, 하단이 상기 공기 주입부에 인접하도록 설치된 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 공기 주입부의 외면 상측에 수직하게 형성되고, 상기 공기 주입부를 통해 주입되는 압축 공기를 분산시키는 분산판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 습식 세정 장치에 관한 것으로, 구체적으로는 와류 현상을 유도하여 생활밀착형 배출원으로부터 배출되는 가스에 포함된 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 습식 세정 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 미세먼지에 대한 대중들의 관심이 높아짐에 따라 건강 위해성 규명 및 관리 수준 강화가 강력하게 요구되고 있다.

[0003] 도시의 주요 생활밀착형 배출원 중 하나인 고기구이 음식점은 2차 유기성 에어로졸(SOA, Secondary Organic Aerosols), 유기성 탄소(OC, Organic Carbon) 및 무기성 탄소(EC, Elemental Carbon)를 대기로 배출하며, 특히 유해대기오염물질(HAPs, Hazardous Air Pollutants)의 대표적 원인이다.

[0004] 서울의 경우, 약 1만개소의 고기구이 음식점에서 연간 약 500 톤의 미세먼지가 고기를 굽는 과정에서 발생하는 것으로 추정되며 이는 서울 시내 대기 중 미세먼지의 약 2.4%를 차지하는 양이다. 그러나 현재 대부분의 업소에 서는 별도의 처리시설 없이 후드 또는 송풍기 등을 이용한 환기만 이루어지고 있다.

[0005] 또한, 음식점은 덕트의 유적 축적으로 인해 화재 사고가 주로 발생하고 있는데, 2016년 소방활동 통계분석 자료에 의하면, 2016년 전국화재사고 43,000건 중, 음식점 화재가 6.3%(2,777건)를 차지하며, 음식점 화재의 약 20%가 덕트의 유적 축적으로 인한 사고인 것으로 나타났다.

[0006] 또한, 음식점은 조리 과정에서 유적 및 입자성 물질 뿐 아니라, 휘발성 유기화합물(VOCs)도 많이 배출된다. 고기 및 생선 조리시 44종 이상의 VOCs, 카보닐 화합물 및 PAHs가 약 1,000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이상 배출된다. 따라서, 중대형 규모의 음식점 뿐만 아니라, 분식점과 같은 소규모의 음식점에서 배출되는 VOCs 관리가 필요하다.

- [0007] 이와 같이, 음식점과 같은 생활밀착형 배출원은 입자성 물질과 VOCs를 동시에 배출한다. 대부분의 생활밀착형 배출원은 자영업자 주축의 소규모 영세 사업장이기 때문에 입자성 물질과 VOCs를 저감하는 장치를 설치할 공간의 확보가 어렵다.
- [0008] 또한, 종래의 입자성 물질과 VOCs 저감 장치 및 기술은 산업용 또는 대형 사업장용 중심으로 개발되었기 때문에 개발된 저감 장치 및 기술을 소규모의 생활밀착형 VOCs 배출 사업장에 적용하기에는 설치비와 운전비가 많이 소요되는 문제가 있다.
- [0009] 특히, 생활밀착형 VOCs 저감 기술 적용시 화재 및 폭발 등과 같은 안전사고 방지를 위해서는, 배출원에서 배출된 가스의 화염을 차단함과 동시에 가스의 온도를 낮추고 미연소 오염물질(분진, 유적 등)을 전처리한 후, 각 대기오염방지시설로 처리하는 것이 요구된다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2017-0083265호(2017.07.18.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 전술한 종래의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 복수의 격벽과 공기 주입부에 의해 강력한 와류 현상을 유도하여 생활밀착형 배출원으로부터 배출되는 가스에 포함된 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 습식 세정 장치를 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 배출가스가 유입되는 유입부 및 배출가스가 배출되는 배출부가 대향하는 양측면에 배치되고, 세정액이 수용된 본체부; 상기 유입부 또는 상기 배출부에 연결되고, 배출가스가 상기 유입부 및 상기 배출부 사이를 통과하도록 배출가스의 흐름을 유발하는 송풍부; 상기 본체부의 내부에 서로 이격되어 설치되고, 배출가스가 흐르는 공기유로를 형성하는 복수의 격벽; 및 상기 본체부의 내부에 설치되고, 상기 세정액에 압축 공기를 주입하는 공기 주입부를 포함하는 것을 특징으로 하는 습식 세정 장치를 제공한다.
- [0013] 여기서, 상기 복수의 격벽은 일면이 상기 유입부로부터 유입되는 배출가스를 마주보도록 설치된 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 복수의 격벽은 적어도 하나의 절곡된 영역이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 복수의 격벽은 제1 내지 제6 격벽을 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 제1 격벽은 상기 유입부에 인접하게 설치되고, 하단이 상기 배출부 측으로 굽어지게 형성되며, 상기 제2 격벽은 상기 제1 격벽에 인접하게 설치되고, 상단이 상기 제1 격벽 측으로 굽어지게 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 제3 격벽은 상기 제2 격벽에 인접하게 설치되고, 절곡된 영역으로부터 수직하게 연장 형성된 면이 상기 제2 격벽과 마주보는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 제4 격벽은 상기 제1 격벽 및 상기 제2 격벽 사이의 공간을 상측에서 커버하도록 설치된 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 제5 격벽은 상기 배출부에 인접하게 설치되고, 절곡된 영역으로부터 수직하게 연장 형성된 면이 상기 배출부와 마주보는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 제6 격벽은 상단이 상기 제1 격벽 및 상기 제2 격벽 사이의 공간에 인접하고, 하단이 상기 공기 주입부에 인접하도록 설치된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 공기 주입부의 외면 상측에 수직하게 형성되고, 상기 공기 주입부를 통해 주입되는 압축 공기를 분

산시키는 분산판을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 습식 세정 장치는 복수의 격벽과 공기 주입부에 의해 강력한 와류 현상을 유도하여 배출가스에 포함된 입자성 오염물질, 수용성 VOCs 가스상 물질이 효과적으로 세정액에 의해 제거될 수 있다. 따라서, 오염 물질로 인한 막힘 현상을 방지할 수 있고, 이로 인해 유지 관리가 편리하며, 유지 관리비가 저렴한 장점이 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 습식 세정 장치는 배출가스와 함께 유입될 수 있는 화염을 복수의 격벽 및 와류 용액에 의해 효과적으로 차단할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 습식 세정 장치의 사시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 습식 세정 장치의 단면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 세정액의 유량에 따른 유체 흐름을 촬영한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 입경 범위 별 입자성 물질의 제거 효율을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 배출가스의 풍량에 따른 입자성 물질의 제거 효율을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 세정액의 수위에 따른 입자성 물질의 제거 효율을 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 습식 세정 장치의 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 습식 세정 장치의 단면도이며, 도 3은 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 세정액의 유량에 따른 유체 흐름을 촬영한 도면이며, 도 4는 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 입경 범위 별 입자성 물질의 제거 효율을 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 배출가스의 풍량에 따른 입자성 물질의 제거 효율을 나타낸 도면이며, 도 6은 본 발명에 따른 습식 세정 장치에서 세정액의 수위에 따른 입자성 물질의 제거 효율을 나타낸 도면이다.

[0027] 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 습식 세정 장치(1)를 설명한다.

[0028] 도 1 및 도 2를 참조하면, 습식 세정 장치(1)는 본체부(100), 송풍부(미도시), 복수의 격벽(200) 및 공기 주입부(300)를 포함한다.

[0029] 본체부(100)는 배출가스가 유입되는 유입부(110) 및 배출가스가 배출되는 배출부(120)가 대향하는 양측면에 배치될 수 있다. 또한, 본체부(100)는 배출가스에 포함된 오염물질을 흡수하는 세정액이 수용된다.

[0030] 세정액은 배출가스와 접촉하여 배출가스 내의 오염물질을 용해 내지 흡수하는 액체로서, 물, 약품 등을 포함하여 다양하게 구성될 수 있다. 예를 들어, 세정액은 실리콘 오일을 포함하는 수돗물이 이용될 수 있으며, 이러한 세정액은 유적이 포함된 입자성 물질을 좀 더 효과적으로 제거할 수 있다.

[0031] 한편, 본체부(100)의 배출부(120)는 일측에 배출가스 중 액적에 의한 영향을 최소화하기 위한 데미스터(121)(Demister)가 설치될 수 있다.

[0032] 송풍부는 유입부(110) 또는 배출부(120) 측에 연결되고, 배출가스가 유입부(110) 및 배출부(120) 사이를 통과하도록 배출가스의 흐름을 유발한다. 이러한 송풍부는 배출가스의 풍량을 조절하기 위한 댐퍼(미도시)가 구비될 수 있다.

[0033] 복수의 격벽(200)은 본체부(100)의 내부에 서로 이격되어 설치되고, 배출가스가 흐르는 공기유로를 형성하도록

구비된다. 여기서, 복수의 격벽(200)은 일면이 유입부(110)로부터 유입되는 배출가스를 마주보도록 설치될 수 있다.

- [0034] 즉, 배출가스가 송풍부에 의해 유입부(110)로부터 배출부(120)로 흐를 때, 배출가스는 유입부(110)와 배출부(120) 사이에 설치된 복수의 격벽(200) 각각의 일면에 부딪히면서 방향을 전환하여 흐르고, 이로 인해 본체부(100)에 수용된 세정액의 와류가 형성되어 배출가스와 세정액이 접촉하는 시간을 최대한 연장시킬 수 있다. 따라서, 배출가스에 포함된 입자성 오염물질, 수용성 VOCs 가스상 물질이 세정액에 흡수되어 높은 효율로 제거될 수 있다.
- [0035] 복수의 격벽(200)은 제1 격벽(210) 내지 제6 격벽(260)을 포함하여 구성될 수 있다. 이러한 복수의 격벽(200)은 적어도 하나의 절곡된 영역이 형성될 수 있다. 구체적으로, 제2 내지 제4 격벽(220~260)과 같이 하나의 절곡된 영역이 형성되거나, 제1 격벽(210)과 같이 복수의 절곡된 영역이 형성될 수 있다.
- [0036] 여기서, 제1 격벽(210), 제2 격벽(220), 제3 격벽(230)은 배출가스와 접할 수 있는 일면의 면적이 넓게 형성되므로, 배출 가스에 포함된 오염물질을 제거할 수 있는 와류가 효과적으로 생성된다.
- [0037] 구체적으로, 제1 격벽(210)은 유입부(110)에 인접하게 설치되고, 하단이 배출부(120)측으로 굽어지게 형성된 'J' 형태이고, 제2 격벽(220)은 제1 격벽(210)에 인접하게 설치되고, 제1 격벽(210)을 감싸듯이 상단이 제1 격벽(210) 측으로 굽어지게 형성된 'L' 형태이다. 유입부(110)로부터 유입된 배출가스가 제1 격벽(210) 및 제2 격벽(220)에 부딪히면서 이동하면, 본체부(100)의 내부에 수용된 세정액의 와류가 형성되어 배출가스와 세정액이 접촉하는 시간이 연장되고, 이로 인해 배출가스에 포함된 오염물질의 세정 효율이 높아진다.
- [0038] 또한, 제3 격벽(230)은 제2 격벽(220)에 인접하게 설치되고, 절곡된 영역으로부터 수직하게 연장 형성된 면이 제2 격벽(220)과 마주보게 설치된다. 즉, 제2 격벽(220)을 통과한 배출가스가 제3 격벽(230)에 부딪힐 때에도 세정액의 와류가 또 다시 발생하기 때문에 배출가스와 세정액이 접촉하는 시간이 더 연장되는 효과가 있다.
- [0039] 제4 격벽(240)은 제1 격벽(210) 및 제2 격벽(220) 사이의 공간을 상측에서 커버하도록 설치되어 배출가스가 이동할 때 배출가스 및 세정액이 위로 솟아오르는 것을 차단하고, 제2 격벽(220)을 통과한 배출가스가 제3 격벽(230) 측으로 이동하게 할 수 있다.
- [0040] 한편, 제5 격벽(250)은 배출부(120)에 인접하게 설치되고, 절곡된 영역으로부터 수직하게 연장 형성된 면이 배출부(120)와 마주보게 설치된다. 이러한 제5 격벽(250)은 배출부(120)로 이동하는 배출가스 중의 액적이 사방으로 튀는 것을 차단할 수 있다.
- [0041] 제6 격벽(260)은 상단이 제1 격벽(210) 및 제2 격벽(220) 사이의 공간에 인접하고, 하단이 후술할 공기 주입부(300)에 인접하도록 설치된다. 즉, 공기 주입부(300)로부터 주입되는 압축 공기가 제1 격벽(210) 및 제2 격벽(220) 사이의 공간으로 이동하도록 안내하여 와류 형성을 촉진시킬 수 있다.
- [0042] 공기 주입부(300)는 본체부(100)의 내부에 설치되고, 본체부(100)의 내부에 압축 공기를 주입하도록 구비된다. 공기 주입부(300)의 외면 상측에 수직하게 형성된 분산판(310)은 공기 주입부(300)를 통해 주입되는 압축 공기를 분산시킬 수 있다.
- [0043] 또한, 공기 주입부(300)는 관 형태의 에어 분배기(Air distributor)로 구성될 수 있으며, 에어 리프트(Air Lift) 모드를 가동할 수 있도록 에어 컴프레서(Air compressor)(미도시)와 연결될 수 있다. 또한, 에어 플로우 미터(Air flow meter)(미도시)는 공기 주입부(300)와 연결되어 공기 유입 속도를 조절하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0044] 에어 컴프레서로부터 공급되는 압축 공기가 공기 주입부(300)를 통해 세정액에 주입되면, 압축 공기가 제6 격벽(260)을 따라 이동하면서 본체부(100)에 수용된 세정액이 상측으로 끌어 올려진다. 즉, 와류를 형성하기 위한 세정액의 수위가 조절되기 때문에 세정액을 자주 보충하지 않더라도 와류가 용이하게 형성되는 효과가 있다.
- [0045] 이와 같이, 본 발명의 습식 세정 장치(1)는 복수의 격벽(200)과 공기 주입부(300)에 의해 강력한 와류 현상을 유도하여 배출가스에 포함된 입자성 오염물질, 수용성 VOCs 가스상 물질이 효과적으로 세정액에 의해 제거될 수 있다. 따라서, 오염물질로 인한 막힘 현상을 방지할 수 있고, 이로 인해 유지 관리가 편리하며, 유지 관리비가 저렴한 장점이 있다.
- [0046] 또한, 복수의 격벽(200)은 배출가스와 함께 유입될 수 있는 화염을 차단할 수 있다. 즉, 음식점의 화로구이 등에서 화염과 배출가스가 본체부(100)의 내부에 유입되는 경우, 화염으로 인해 화재, 폭발 등과 같은 사고가 발

생활 수 있으나, 본 발명의 습식 세정 장치(1)는 화염이 복수의 격벽(200)에 부딪히고, 와류 용액에 접하면서 차단될 수 있다. 또한, 고온의 배출가스가 세정액에 접촉하면서 냉각되기 때문에 화재 등의 사고를 방지할 수 있으며, 이와 더불어 습식 세정 장치(1)의 후단에 설치되는 VOCs 저감 장치(미도시) 등을 보호할 수 있다.

[0047] 또한, 복수의 격벽(200)과 공기 주입부(300)라는 비교적 간단한 구성요소로 강력한 와류 세정 효과를 얻을 수 있으므로 장치의 크기를 소형으로 제작하는 것이 가능하며, 본 발명의 습식 세정 장치(1)를 기본 모듈로 제작한 후 복수 개를 서로 연결함으로써 배출원의 특성에 따라 간편하게 규모를 확대시킬 수 있다.

[0048] 즉, 생활밀착형 VOCs 배출원별로 유적, 분체, 미세먼지, 보프라기 등의 입자성 물질과 VOCs 가스 성상이 크게 다르고, 배출가스의 풍량도 많은 차이가 있기 때문에, 배출원의 특성에 대응하여 규모를 확대시킬 필요가 있다. 이때 본 발명의 습식 세정 장치(1)는 상술한 바와 같이 배출원별 특성에 따라 규모를 간편하게 확대시킬 수 있으며 초소형으로 제작하는 것 또한 가능하므로 거의 모든 배출원에 적용이 가능하다.

[0049] 이하, 도 3 내지 도 6을 참조하여 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0050] **실시예. 습식 세정 장치를 통한 유체 흐름 특성 및 입자성 물질의 제거 효율 확인**

### [0051] 1. 습식 세정 장치의 설치

[0052] 본 발명의 습식 세정 장치는 가로 720 mm, 세로 1,400 mm, 두께 200 mm의 스테인레스 소재를 기본으로 제작되었다.

[0053] 유입부(110)를 구성하는 유입 덕트 및 배출부(120)를 구성하는 유출 덕트의 직경은 140 mm로 제작하였다. 또한, 공기 주입부(300)는 에어 컴프레서와 연결되어 압축 공기가 주입되도록 설치하였고, 에어 플로우 미터를 통해 공기 유입 속도를 조절하였다.

### [0054] 2. 습식 세정 장치의 성능 평가 방법

[0055] 습식 세정 장치를 이용한 입자성 물질의 제거 효율을 평가하기 위해, 실제 고기구이 음식점의 조건을 적용하여 실험실 규모의 조리시설을 이용하였다. 120 cm x 75 cm 크기의 고기구이용 테이블 위로 직경 10 cm의 후드와 덕트를 설치하였고, 삼겹살을 까맣게 그을릴 때까지 태워 입자성 물질이 포함된 배출가스를 발생시켰다. 시료의 채취구는 연소가스의 흐름에 방해가 되지 않도록 습식 세정 장치(1)의 전/후단으로부터 약 2 m 이상 떨어진 지점을 선정하였다.

[0056] 삼겹살 직화 구이 과정에서 생성된 입자성 물질은 광산란 측정법을 이용하여 입경별로 측정하였다. 0.25~32  $\mu$  m, > 32  $\mu$  m 범위의 31가지 입경을 측정할 수 있는 portable aerosol spectrometer (1109A, GRIMM Aerosol Technik, Germany)를 사용하였으며, 시료의 등속흡인을 위해 isokinetic sampling probe (1152, GRIMM)를 이용하였다. 세정장치 전/후단에 위치한 시료 채취구에 각각 isokinetic sampling probe를 단단하게 고정시켜 가스를 흡입하였고, probe와 portable aerosol spectrometer를 연결하여 6초 간격으로 입경별 입자성 물질의 분포를 실시간 모니터링 하였다. 이를 통해, 습식 세정 장치로 유입되기 전 입자성 물질의 농도와 습식 세정 장치를 거쳐 처리된 후의 입자성 물질의 농도를 측정하여 제거 효율을 평가하였다. 측정을 위한 gravimetric correction factor (C-factor)는 1로 가정하였다.

[0057] 또한, 습식 세정 장치를 가동하며 복수의 격벽에서의 유체 흐름을 촬영하여 와류 형성 정도를 평가하였다. 와류 형성 정도를 관찰하기 위해 본체부(100)에 수용된 세정액에 푸른색의 염료를 첨가하였다. 세정액의 수위는 제3 격벽(230)의 최하단을 기준으로 측정하였다.

### [0058] 3. 유체 흐름 특성 평가

[0059] 도 3에 도시된 바와 같이, 공기 주입부(300)에 주입되는 압축 공기를 조절하여, 세정액의 유량(CMM)에 따른 유체 흐름 특성을 평가하였다. 세정액의 수위는 10 cm로 고정하였으며, 유량을 3, 4, 4.5, 5 CMM으로 변화시켰다. 유량이 증가할수록 복수의 격벽(200)에서의 와류 형성 정도가 우수하였다. 유량이 3, 4 CMM로 상대적으로 낮을 때, 'J' 형태의 제1 격벽(210) 부근에서 세정액의 정체 현상이 발생하였으나, 유량을 4.5, 5 CMM으로 향상시켰을 때 세정액의 정체 현상이 완화되었다.

### [0060] 4. 삼겹살 직화구이 과정에서 배출되는 입자성 물질의 입자 크기별 제거 효율 평가

[0061] 본 발명의 습식 세정 장치에 의한 입자성 물질의 제거 효율은 표 1 및 도 4에 나타난 바와 같다. 광산란법을 이

용하여 측정된 31개 입경 크기( $0.25\sim 32\ \mu\text{m}$ ,  $> 32\ \mu\text{m}$ )를 총 4가지 범위( $< 0.5\ \mu\text{m}$ ,  $0.5\sim 1.0\ \mu\text{m}$ ,  $1.0\sim 2.5\ \mu\text{m}$ ,  $> 2.5\ \mu\text{m}$ )로 구분하여, 각각의 입경 범위 별 제거 효율을 구하였다. 제거율 평가를 위한 입자성 물질의 농도는 표준상태( $0^\circ\text{C}$ ,  $1\ \text{atm}$ )로 환산하였다. 세정액의 수위는  $14\ \text{cm}$ , 유량은  $5\ \text{CMM}$ 인 상태에서 습식 세정 장치를 가동하였다.

표 1

| 입자성 물질 제거 효율(%) | Particle Fraction ( $\mu\text{m}$ ) |                 |                 |                 |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | $< 0.5$                             | $0.5\sim 1.0$   | $1.0\sim 2.5$   | $> 2.5$         |
|                 | $34.88\pm 2.19$                     | $65.27\pm 5.08$ | $92.69\pm 2.09$ | $99.68\pm 0.26$ |

상기 표 1 및 도 4의 결과에 따르면, 본 발명의 습식 세정 장치(1)에 의한 입자성 물질의 제거 효율은 입자 크기가 증가할수록 향상되었다.  $0.5\ \mu\text{m}$  이하의 입자성 물질은  $34.88\%$  제거되었으며,  $0.5\sim 1.0\ \mu\text{m}$  크기의 입자성 물질에 대한 제거율은 향상되어 총  $65.27\%$  처리되었다. 또한 입자 크기가  $1.0\ \mu\text{m}$  이상일 때에는  $90\%$  이상의 높은 제거 효율을 보였다.  $1.0\sim 2.5\ \mu\text{m}$  크기의 입자성 물질에 대한 제거율은  $92.69\%$ 이고, 입경 크기가  $2.5\ \mu\text{m}$  이상의 큰 입자성 물질의 제거율은  $99.68\%$ 로  $100\%$ 에 가까운 매우 우수한 제거율을 보였다.

#### 5. 풍량에 따른 입자성 물질의 제거 효율 평가

본 발명의 습식 세정 장치에서 입자성 물질이 포함된 배출가스의 풍량에 따른 입자성 물질의 제거 효율은 표 2 및 도 5에 나타난 바와 같다. 본체부(100)에 수용된 세정액의 수위는  $10\ \text{cm}$ 로 고정하였고, 공기 주입부(300)를 통해 압축 공기를 주입하는 에어 리프트 모드를 가동한 상태에서 풍량을 3, 4, 4.5, 5 CMM으로 변화시켰다.

표 2

| 풍량            | Particle Fraction ( $\mu\text{m}$ ) |                    |                   |                   |
|---------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|               | $< 0.5$                             | $0.5\sim 1.0$      | $1.0\sim 2.5$     | $> 2.5$           |
| 1st (3 CMM)   | $33.55\pm 3.13^a$                   | $60.79\pm 7.61^a$  | $89.69\pm 4.15^a$ | $99.67\pm 0.22^a$ |
| 2nd (4 CMM)   | $36.08\pm 6.55^a$                   | $61.47\pm 11.06^a$ | $90.36\pm 7.15^a$ | $99.72\pm 0.41^a$ |
| 3rd (4.5 CMM) | $35.38\pm 4.63^a$                   | $64.27\pm 11.82^a$ | $91.65\pm 5.37^a$ | $99.74\pm 0.28^a$ |
| 4th (5 CMM)   | $35.08\pm 5.07^a$                   | $63.23\pm 10.98^a$ | $91.41\pm 4.86^a$ | $99.78\pm 0.18^a$ |

상기 표 2 및 도 5의 결과에 따르면, 본 발명의 습식 세정 장치(1)에 의한 입자성 물질의 제거 효율은 배출가스의 풍량에 따라 유의한 차이를 보이지 않았으며( $p<0.05$ ), 입자 크기가 증가할수록 제거 효율이 향상되었다.  $0.5\ \mu\text{m}$  이하의 입자 제거율은  $33.55\sim 35.38\%$ 이고,  $0.5\sim 1.0\ \mu\text{m}$  크기의 입자 제거율은  $60.79\sim 64.27\%$ 였다.  $1.0\ \mu\text{m}$  이상의 입자 제거율은 크게 증가하여  $1.0\sim 2.5\ \mu\text{m}$  크기의 입자 제거율은  $89.69\sim 91.65\%$ 로 나타났다. 또한  $2.5\ \mu\text{m}$  이상의 입자 제거율은  $99.67\sim 99.78\%$ 로  $100\%$ 에 가까운 매우 우수한 제거율을 보였다.

#### 6. 세정액 수위에 따른 입자성 물질의 제거 효율 평가

본 발명의 습식 세정 장치(1)에서 본체부(100)의 내부에 수용된 세정액의 수위에 따른 입자성 물질의 제거 효율은 표 3 및 도 6에 나타난 바와 같다. 공기 주입부(300)를 통해 압축 공기를 주입하는 에어 리프트 모드를 가동한 상태에서 배출가스의 풍량은  $5\ \text{CMM}$ 으로 고정하였고, 세정액의 수위를 3, 6, 10,  $14\ \text{cm}$ 로 변경하여 세정액의 수위에 따른 입자성 물질의 제거율 차이를 평가하였다.

표 3

| Water Height (cm) | Particle Fraction ( $\mu\text{m}$ ) |                       |                   |                   |
|-------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
|                   | $< 0.5$                             | $0.5\sim 1.0$         | $1.0\sim 2.5$     | $> 2.5$           |
| 3                 | $37.11\pm 2.20^a$                   | $61.45\pm 2.77^b$     | $87.68\pm 2.14^c$ | $98.82\pm 0.81^c$ |
| 6                 | $34.00\pm 2.45^b$                   | $60.56\pm 5.16^b$     | $89.49\pm 3.01^b$ | $99.11\pm 0.61^b$ |
| 10                | $35.08\pm 5.07^b$                   | $63.23\pm 10.98^{ab}$ | $91.41\pm 4.86^a$ | $99.78\pm 0.18^a$ |

|    |                    |                    |                    |                    |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 14 | $34.88 \pm 2.19^b$ | $65.27 \pm 5.08^a$ | $92.69 \pm 2.09^a$ | $99.68 \pm 0.26^a$ |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

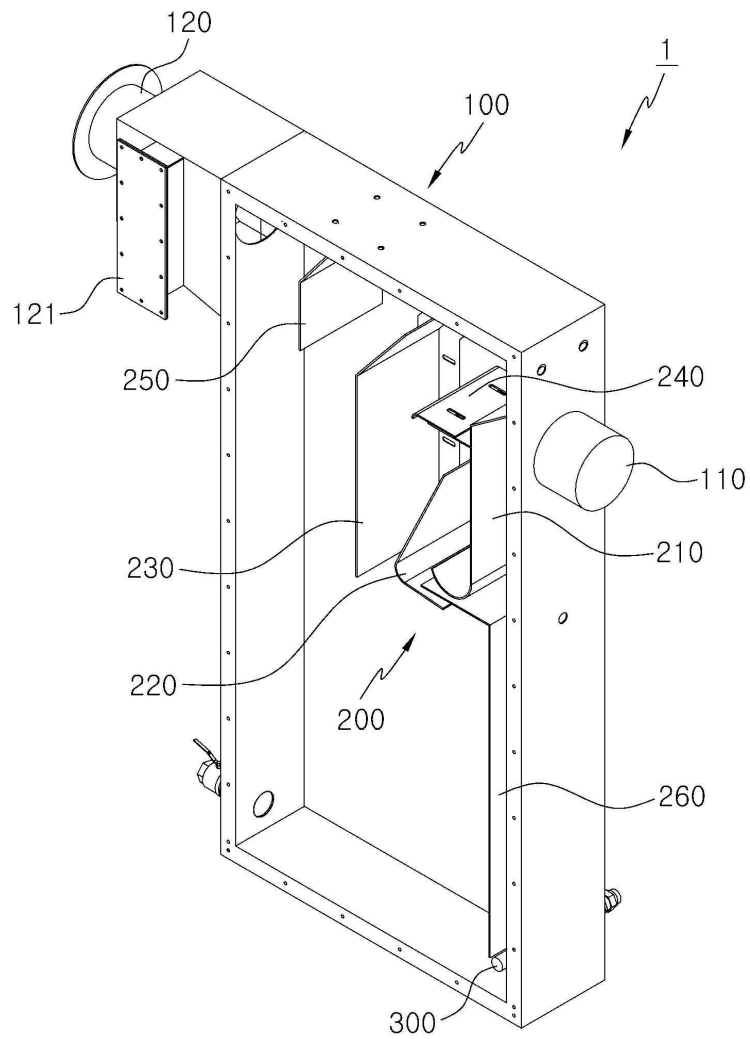
- [0071] 상기 표 3 및 도 6의 결과에 따르면, 본 발명의 습식 세정 장치(1)에 의한 입자성 물질의 제거 효율은 수위에 따라 유의한 차이를 보였다( $p>0.05$ ).  $0.5 \mu\text{m}$  이하인 작은 크기의 입자성 물질은 세정액의 수위가 3 cm일 때 가장 높은 제거 효율(37.11%)을 보였다( $p>0.05$ ). 수위가 6-14 cm 일 때  $0.5 \mu\text{m}$  이하 입자의 제거율은 34.00-35.08%를 나타냈다.
- [0072] 한편,  $0.5 \mu\text{m}$  이상의 입자성 물질 제거 효율은 세정액의 수위가 증가할수록 유의하게 증가하는 경향을 보였다.  $0.5$ - $1.0 \mu\text{m}$  크기의 입자성 물질 제거 효율은 수위에 따라 각각 61.45% (수위 3 cm), 60.56% (수위 6 cm), 63.23% (수위 10 cm), 65.27% (수위 14 cm)였다.  $1.0$ - $2.5 \mu\text{m}$  크기의 입자성 물질 제거 효율은 수위가 3 cm 일 때 87.68%를 보였으며, 수위가 6 cm로 증가하자 제거율 역시 89.49%로 증가하였다. 또한, 세정액의 수위가 10-14 cm일 때의 제거율은 91.41-92.69%로 90% 이상의 높은 제거율을 나타냈다.  $2.5 \mu\text{m}$  이상의 큰 입자성 물질 역시 세정액의 수위가 증가할수록 제거율이 유의하게 향상되었다. 세정액의 수위를 3 cm로 두었을 때  $2.5 \mu\text{m}$  이상 입자의 제거율은 98.82%였으며, 수위가 6 cm 일 때의 제거율은 99.11%, 수위가 10-14 cm 일 때의 제거율은 99.68-99.78%로 매우 높은 제거 효율을 나타냈다.
- [0073] 상기 결과를 통해 확인할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 습식 세정 장치를 이용하는 경우, 입자성 물질이 포함된 배출가스의 풍량, 세정액의 수위 등을 조절하여 다양한 입자 크기를 가진 입자성 물질을 효과적으로 제거할 수 있음을 확인하였다.
- [0074] 이상, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 기술적 범위는 전술한 실시예에 한정되지 않고 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 이때, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 고려해야 할 것이다.

## 부호의 설명

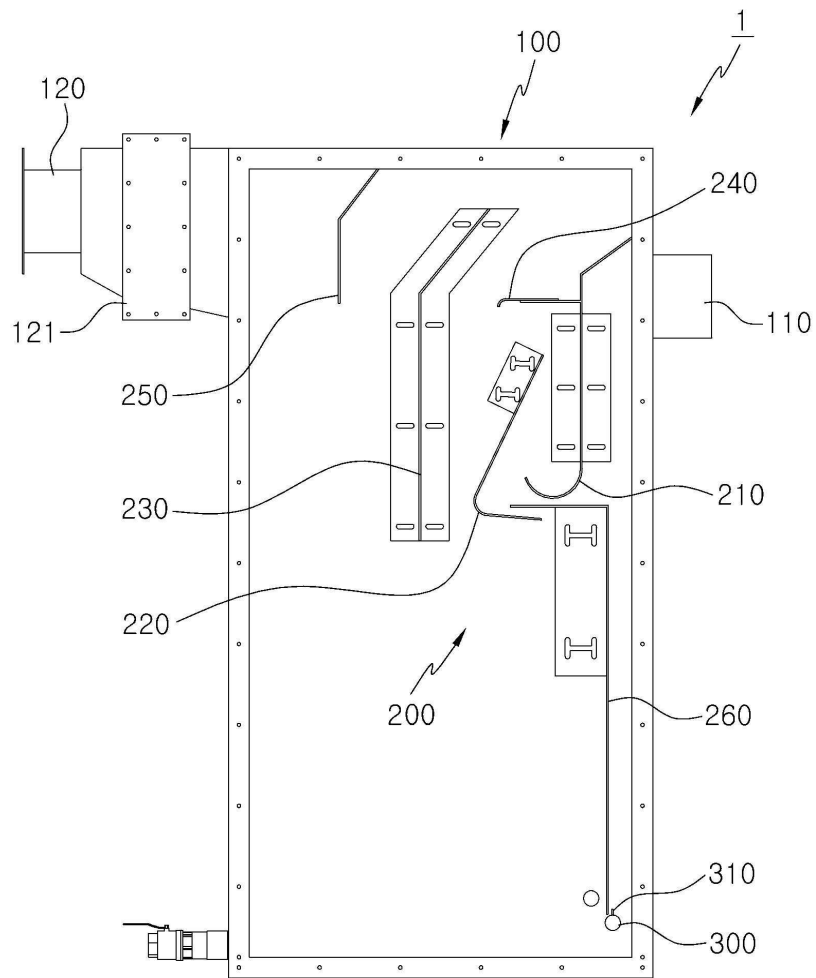
- [0075] 1 : 습식 세정 장치 100 : 본체부  
 110 : 유입부 120 : 배출부  
 121 : 데미스터 200 : 복수의 격벽  
 210 : 제1 격벽 220 : 제2 격벽  
 230 : 제3 격벽 240 : 제4 격벽  
 250 : 제5 격벽 260 : 제6 격벽  
 300 : 공기 주입부 310 : 분산관

도면

도면1



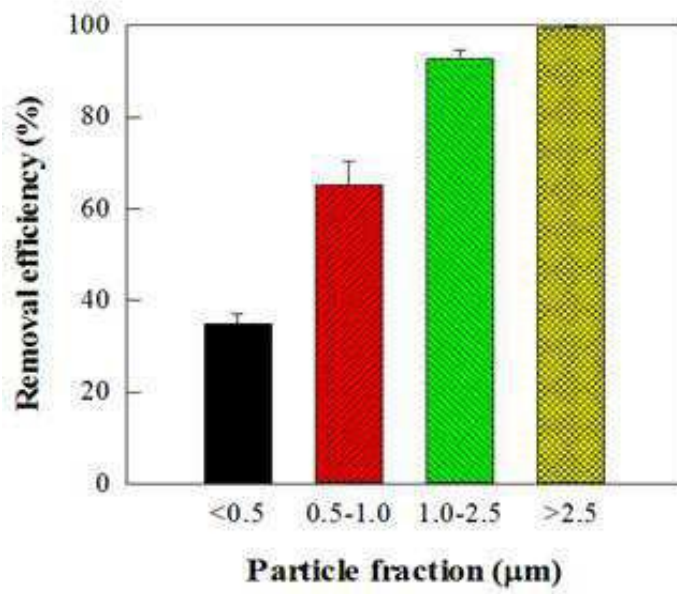
도면2



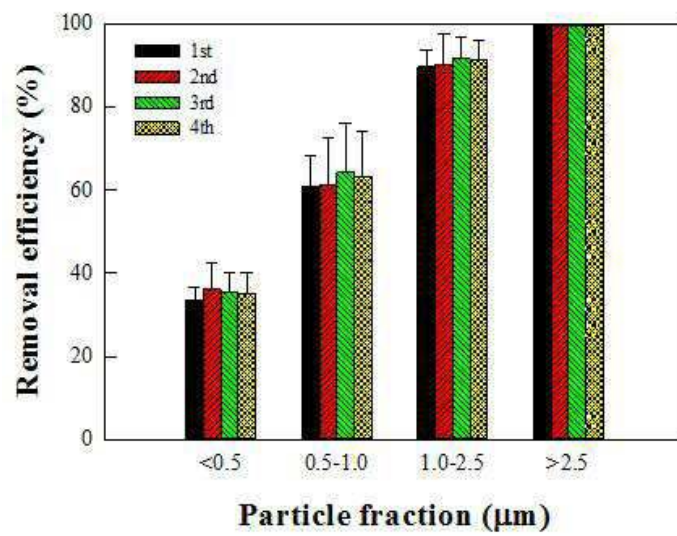
도면3

| 유량(CMM) | 3                                                                                   | 4                                                                                   | 4.5                                                                                 | 5                                                                                    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 유체흐름 특성 |  |  |  |  |

도면4



도면5



도면6

