



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월02일

(11) 등록번호 10-2129120

(24) 등록일자 2020년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 45/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 45/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0086664

(22) 출원일자 2018년07월25일

심사청구일자 2018년07월25일

(65) 공개번호 10-2020-0011783

(43) 공개일자 2020년02월04일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140112214 A*

US20130152525 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

주식회사 한종이엔지

인천광역시 서구 건지로250번길 75-1 (가좌동)

(72) 발명자

조형희

서울특별시 강남구 선릉로 221, 303동 102호 (도곡동, 도곡테크아파트)

최석민

서울특별시 마포구 독막로 145, 108동 104호 (창전동, 서강쌍용예가)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 5 항

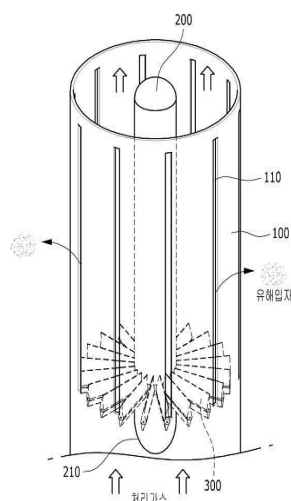
심사관 : 전선애

(54) 발명의 명칭 익형의 베인이 구비된 선회 유동 장치

(57) 요약

본 발명은 익형의 베인이 구비된 선회 유동 장치에 관한 것으로, 본 발명은 일 실시예로 처리가스 내의 유해입자를 포집하는 선회 유동 장치에 있어서, 처리가스가 유입되는 원통 형상의 케이스; 상기 케이스 내부에 위치하는 중심축; 및 상기 중심축의 외주면에 위치하여, 선회 유동(Swirl flow)을 발생시키는 익형(Airfoil)의 베인을 적어도 하나 이상 포함하고, 상기 베인의 상단부가 회전하여, 처리가스가 베인에 입사하는 각도를 조절할 수 있는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치를 제공함으로써, 처리가스가 유입되는 케이스의 입구와 처리가스가 유출되는 케이스 출구 사이의 압력 강하(Pressure drop)를 최소화하면서도 선회 성능을 향상시킬 수 있어, 유해입자 포집 성능을 극대화할 수 있다는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

임준수

서울특별시 서대문구 성산로17길 7-17, 308호 (연희동)

이용문

서울특별시 서대문구 연대동문1길 43, 206호 (대신동)

방민호

경기도 김포시 김포한강11로 287, 201동 902호 (운양동, 한강신도시 e편한세상)

이남규

경기도 부천시 중동로 64, 112동 2201호 (송내동, 중동역푸르지오아파트)

하재민

서울특별시 양천구 목동서로 295, 1409호(신정동, 우림필유)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 S2339422

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 중소기업청

연구사업명 중소기업기술개발지원사업

연구과제명 선회유동흐름 집진장치 설계의 이론적 고찰 및 CFD해석(2/2)

기 여 율 1/1

주관기관 (주)한종이엔지

연구기간 2016.10.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

처리가스 내의 유해입자를 포집하는 선회 유동 장치에 있어서,

처리가스가 유입되는 원통 형상의 케이스;

상기 케이스 내부에 위치하는 중심축; 및

상기 중심축의 외주면에 위치하여, 선회 유동(Swirl flow)를 발생시키는 복수 개의 익형(Airfoil) 베인들을 포함하고,

상기 복수 개의 베인들은 처리가스의 흐름 방향을 기준으로 상류에 위치한 하단 베인과 하류에 위치한 상단 베인으로 구성되고,

상기 상단 베인과 상기 하단 베인은 상대적인 회전 운동이 가능하도록 조인트로 연결되며,

상기 하단 베인은 상류에서 하류로 갈수록 그 단면적이 점차 넓어지고, 상기 상단 베인은 상류에서 하류로 갈수록 그 단면적이 점차 좁아지며,

상기 중심축의 외주면에는 복수 개의 상단 베인 각각을 관통하여 상기 중심축에 연결되는 복수 개의 회전축이 구비되어, 상기 하단 베인은 고정된 상태에서 상기 상단 베인만 상기 회전축의 회전에 따라 함께 회전할 수 있고,

복수 개의 회전축은 타단이 상기 케이스 외부에 위치한 복수 개의 베인회전모터와 각각 연결되며,

상기 복수 개의 베인회전모터 중 어느 하나가 회전하면 회전축에 의해 상기 회전하는 베인회전모터에 연결된 하나의 상단 베인이 회전함으로써, 처리가스가 베인에 입사하는 각도를 조절할 수 있는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 케이스의 외주면에는 복수 개의 슬롯이 형성되는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 중심축의 하단에는 측면에서 볼 때 하단 방향으로 만곡된 형상의 헤드부가 형성되고,

상기 헤드부는 처리가스의 유동 방향을 상기 베인 방향으로 유도할 수 있는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 상단 베인은 수평을 기준으로 40 내지 90° 각도로 회전하는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치

청구항 8

제 1항에 있어서,

처리가스로부터 유해입자를 포집할 때, 상기 상단 베인을 수평 방향으로 회전시켜 선회 유동을 강화시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세먼지를 포함한 유해입자를 포집하는 선회 유동 장치에 관한 것으로, 특히 종래와 달리 익형(Airfoil)의 베인이 구비된 선회 유동 장치를 제공함으로써 압력 강하(Pressure drop)를 최소화하여 열적 효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 선회 성능을 높여 유해입자 포집 성능까지 향상시킬 수 있는 선회 유동 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 환경 오염을 방지하기 위한 움직임이 전세계적으로 진행되면서 우리나라에서도 오염물질배출부과금제 등을 도입하여 오염방지시설을 설치하고, 오염 물질 배출기준을 준수할 것을 요구하고 있다.

[0004] 이와 같이 오염물질 배출에 대한 환경적인 규제가 강화되면서 자동차, 발전소 등과 같은 오염물질 배출 설비의 운용에 큰 영향을 주게 되었고, 일 예시로 복합화력발전소에서 주기적으로 시행하는 계획 예방 정비 후(오버홀, Overhaul)이후 초기 작동 시 배출되는 철산화물 입자들은 주변 지역에 환경 및 인명 피해까지 일으킬 수 있으므로, 오염물질을 포집할 수 있는 설비 설치가 필수적이게 되었다.

[0005] 상기와 같은 오염물질을 포집할 수 있는 장치를 '집진 장치'라고 하며, 집진 장치는 구체적으로 처리 가스에서 더스트 및 미스트 등을 분리, 포집하는 역할을 한다.

[0006] 집진 장치는 입자를 포집하는 방식에 따라 중력을 이용하여 유해입자를 포집하는 중력 집진 장치, 관성력을 이용하여 유해입자를 포집하는 관성력 집진 장치, 음파를 이용해 가스 속에 존재하는 부유 입자를 공진시켜 유해입자를 음파 집진 장치, 가스 속의 분진 물질에 물을 분사하여 포집하는 세정 집진 장치, 여과제 속에 가스를 통과시켜 유해입자를 포집하는 여과 집진 장치, 정전 분리 작용을 이용하여 유해입자를 포집하는 전기 집진 장치 등으로 나뉘어지며, 이 중에서도 선회력을 이용하여 유해입자들을 회전시키고, 원심력을 통해 유해입자들을 벽면으로 몰아 포집하는 선회 유동 장치가 가장 대표적인 장치이다.

[0007] 다만, 종래의 선회 유동 장치는 평판 형상의 베인을 구비함에 따라 베인이 회전하여 베인의 각도가 수평에 가까워질수록 베인의 후단에서 유동 박리(Flow separation)가 발생하게 되었고, 유동 박리가 발생하면 압력 강하(Pressure drop) 값이 커져 화력발전소의 터빈의 열적 효율이 크게 떨어지게 되는 문제가 있으므로, 이를 해결할 수 있는 새로운 선회 유동 장치가 요구되는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보(등록번호 : 10-1653393) “하이브리드 집진 장치”

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 선회 유동 장치는 베인을 상단 베인과 하단 베인으로 나누어 선회 유동 장치 최초 가동 시에는 상단 베인을 수평 방향으로 회전시킴으로써 선회 유동(Swirl flow)을 발달시켜 유해입자를 포집하고, 초기 가동 시간 외에는 상단 베인을 수직 방향으로 회전시켜 압력 강하(Pressure drop)를 최소화함으로써 종래의 선회 유동 장치가 갖는 문제점을 해결하고자 한다.
- [0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기의 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 일 실시예로 처리가스 내의 유해입자를 포집하는 선회 유동 장치에 있어서, 처리가스가 유입되는 원통 형상의 케이스; 상기 케이스 내부에 위치하는 중심축; 및 상기 중심축의 외주면에 위치하여, 선회 유동(Swirl flow)을 발생시키는 익형(Airfoil)의 베인을 적어도 하나 이상 포함하고, 상기 베인의 상단부가 회전하여, 처리가스가 베인에 입사하는 각도를 조절할 수 있는 것을 특징으로 하는 선회 유동 장치를 제공한다.
- [0014] 여기서, 상기 케이스의 외주면에는 복수 개의 슬릿이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 중심축의 하단에는 측면에서 볼 때 하단 방향으로 만곡된 형상의 헤드부가 형성되고, 상기 헤드부는 처리가스의 유동 방향을 상기 베인 방향으로 유도할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 선회 유동 장치는 상기 베인은 상단 베인과 하단 베인으로 구성되고, 상기 상단 베인과 하단 베인은 조인트로 연결되어, 상기 상단 베인과 하단 베인 사이에 상대적인 회전운동이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0017] 이 때, 상기 중심축의 외주면에는 복수 개의 회전축이 형성되고, 상기 회전축은 상기 상단 베인을 관통함으로써, 상기 상단 베인과 상기 중심축이 상기 회전축으로 연결되어, 상기 하단 베인은 고정된 상태에서 상기 상단 베인만 상기 회전축의 회전에 의해 회전할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 아울러, 상기 상단 베인을 관통하는 회전축의 일단은 상기 케이스 외부에 위치한 베인회전모터와 연결되어, 상기 베인회전모터에서 발생되는 구동력에 의해 상기 회전축이 회전할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 상단 베인은 수평을 기준으로 40 내지 90° 각도로 회전할 수 있다.
- [0020] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 선회 유동 장치는 처리가스로부터 유해입자를 포집할 때, 상기 상단 베인을 수평 방향으로 회전시켜 선회 유동을 강화시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명은 베인을 상단 베인과 하단 베인으로 나누고, 하단 베인을 고정된 상태에서 상단 베인을 회전시켜 유동이 베인으로 입사하는 각도를 조절할 수 있는 선회 유동 장치를 제공함으로써, 유동 박리의 발생을 최소화할 수 있다.
- [0023] 이를 통해, 처리가스가 유입되는 케이스의 입구와 처리가스가 유출되는 케이스의 출구 사이의 압력 강하(Pressure drop)를 최소화할 수 있어 선회 유동 장치가 설치되는 발전소의 터빈 효율에 영향을 최소화할 수 있으며, 또한 유해입자 포집 시에는 선회력을 향상시켜 유해입자 포집 성능을 극대화할 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 익형의 베인 구조를 구비한 선회 유동 장치를 도시한 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 선회 유동 장치를 구성하는 중심축과 복수 개의 베인이 회전축으로 연결된 것을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 케이스 외부에 위치하며, 회전축을 회전시켜 상단 베인의 회전 각도를 조절할 수 있는 베인회전모터에

대하여 도시한 도면이다.

도 4는 하단 베인은 고정된 상태에서 상단 베인이 수평 방향으로 회전하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 5 (a)는 종래의 평판 베인을 구비한 선회 유동 장치에서 처리가스가 베인으로 입사함에 따라 유동 박리가 나타나는 정도를 나타낸 도면이고, 도 5 (b)는 본 발명의 익형 베인을 구비한 선회 유동 장치에서 처리가스가 베인으로 입사함에 따라 유동 박리가 나타나는 정도를 나타낸 도면이다.

도 6은 종래의 평판 베인과 본 발명의 익형 베인의 베인 각도(Vane angle)에 따른 Swirl number의 차이를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대해 상세한 설명은 생략한다.
- [0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급될 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 한다. 또한, 본 명세서 전체에서 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치한다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0028] 본 출원에서, “포함하다.” 또는 “가지다.” 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 이하에서는 화력발전소 등에서 발전 과정에서 발생하는 유해입자가 포함된 가스를 '처리가스'라고 지칭한다.
- [0031] 먼저, 본 발명의 설명에 앞서 종래의 선회 유동 장치에 대하여 간단하게 살펴본다.
- [0032] 선회 유동 장치는 발전소의 굴뚝 등에 설치되어, 베인(Vane)의 회전에 의해 발생하는 선회 유동(Swirl flow)를 이용하여 처리가스 내의 유해입자를 포집하는 집진장치의 일종이다.
- [0033] 다만, 종래의 선회 유동 장치의 베인은 후술할 도 5 (a)와 같은 평판 형상이어서 베인과 수평선 사이의 각도가 줄어들수록 처리가스가 베인으로 입사하는 각도(입사각)가 커져 베인의 후단에서 유동 박리(Flow separation)가 크게 발생하게 되었고, 유동 박리가 커질수록 압력 강하(Pressure drop) 값이 커져 선회 유동 장치가 설치되는 발전소의 발전 효율에 악영향을 줄 수 있다는 문제점이 있었다.
- [0034] 이 때, 압력 강하는 처리가스가 케이스 내부로 유입될 때의 압력과 케이스 외부로 유출될 때의 압력의 차이를 의미하며, 압력 강하 값이 커질수록 열적 효율이 낮아져 발전소에서 사용되는 터빈의 효율이 떨어지게 된다.
- [0036] 이에 따라, 본 발명은 익형의 베인이 구비된 선회 유동 장치를 제공하여 종래의 평판 형상의 베인이 갖는 상기와 같은 문제점을 해결하고자 한다.
- [0037] 이하에서는 도 1 내지 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 익형의 베인이 구비된 선회 유동 장치에 대하여 구체적으로 살펴 본다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 익형의 베인 구조를 구비한 선회 유동 장치를 도시한 사시도이다. 도 2는 본 발명의 선회 유동 장치를 구성하는 중심축과 복수 개의 베인이 회전축으로 연결된 것을 나타낸 도면이다.
- [0039] 본 발명은 일 실시예로 처리가스 내의 유해입자를 포집하는 선회 유동 장치에 있어서,
- [0040] 처리가스가 유입되는 원통 형상의 케이스(100); 상기 케이스 내부에 위치하는 중심축(200); 및 상기 중심축(200)의 외주면에 위치하여, 선회 유동(Swirl flow)를 발생시키는 익형(Airfoil)의 베인(300)을 적어도 하나 이상 포함하는 선회 유동 장치를 제공한다.
- [0041] 이 때, 상기 베인(300)의 상단부가 회전하여, 처리가스가 베인(300)에 입사하는 각도를 조절할 수 있는 것을 특징으로 한다. 다만, 상기 베인(300)의 상단부가 회전하여 처리가스의 입사각을 조절하는 내용에 대한 구체적인 설명은 후술한다.

- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 선회 유동 장치를 구성하는 요소에 대하여 구체적으로 살펴보면, 먼저, 상기 원통 형상의 케이스(100)는 유해입자가 포함된 처리 가스가 유출입이 일어나는 장소이다.
- [0044] 보다 구체적으로, i) 처리가스가 상기 케이스(100) 하단을 통해 유입된 후, ii) 후술할 베인(300)에 의해 발생하는 선회 유동을 통해 유해입자가 제거되면 상기 케이스(100)의 상단으로 다시 유해입자가 제거된 가스가 케이스(100) 외부로 유출된다.
- [0045] 여기서, 상기 케이스(100)의 외주면에는 복수 개의 슬릿(slits, 110)이 중심축(200)을 기준으로 방사형으로 형성되고, 상기 슬릿(110)을 통해 유해입자가 포집될 수 있다.
- [0046] 구체적으로, 선회 유동에 의해 처리가스 내부의 미세먼지 등의 유해입자가 상기 케이스(100)의 내측으로 분류되고, 케이스(100) 내측에 분류된 유해입자는 도 1과 같이 상기 케이스(100)의 외주면에 형성된 슬릿(110)을 통해 상기 케이스(100) 밖으로 나가게 된다.
- [0047] 도 1 상에 도시되지는 않았으나 상기 슬릿(110) 주변에는 상기 외벽이 형성되어, 상기 슬릿(110)을 통해 케이스(100) 밖으로 나온 유해입자는 상기 외벽(미도시)에 부딪혀 바닥으로 떨어지면서 포집된다.
- [0048] 이 때, 상기 복수 개의 슬릿(110)은 도 1에 도시된 바와 같이 일정한 간격으로 형성되는 것이 유해입자 포집의 효율성 측면에서 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니며 각각의 슬릿(110) 사이의 간격이 상이하더라도 무관하다.
- [0050] 다음으로 중심축(200)에 대하여 살펴보면, 상기 중심축(200)은 상기 원통 형상의 케이스(100) 중앙에 고정된 상태로 위치하는데, 상기 중심축(200)의 외주면에는 복수 개의 회전축(330)이 형성되고, 상기 회전축(330)은 베인(300)의 일부 영역(상단부)을 관통하여, 베인(300)과 중심축(200)이 회전축(330)을 매개로 상호 연결될 수 있다.
- [0051] 상기 중심축(200)과 연결된 베인(300) 방향으로 처리가스가 유입되면서 선회 유동(Swirl flow)이 발생하고, 선회 유동에 의해 처리가스 내부의 유해입자가 앞서 언급한 케이스(100)의 외주면에 형성된 슬릿(110)으로 포집될 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 중심축(200)의 하단에는 측면에서 봤을 때 하단 방향으로 만곡된 형상(즉, 'U'자 형상)의 헤드부(210)가 형성되며, 상기 헤드부(210)는 상기 중심축(200)과 일체로 결합되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0053] 상기 헤드부(210)가 'U'자 형상으로 만곡되게 형성되어, 처리가스의 유동 방향을 베인(300) 방향으로 유도함으로써, 베인(300)에서 선회 유동이 발생하는 것을 도울 수 있다.
- [0055] 다음으로 도 3 내지 도 4를 중심으로 본 발명의 선회 유동 장치에서 가장 핵심적인 구성 요소인 베인(300)에 대하여 살펴본다.
- [0056] 도 3은 케이스 외부에 위치하며, 회전축을 회전시켜 상단 베인의 회전 각도를 조절할 수 있는 베인회전모터에 대하여 도시한 도면이다. 도 4는 하단 베인은 고정된 상태에서 상단 베인이 수평 방향으로 회전하는 과정을 나타낸 도면이다.
- [0057] 본 발명의 선회 유동 장치를 구성하는 상기 복수 개의 익형(Airfoil shaped)의 베인(300)은 상기 중심축(200)의 외주면에 일정한 간격으로 배치되어 선회 유동을 발생시키는 역할을 한다.
- [0058] 이 때, 도 1 내지 도 3 상에서는 중심축(200)의 외주면에 20개의 베인(300)이 배치되는 것으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 케이스(100)의 크기, 처리가스의 유량 등에 따라 베인(300)의 개수를 달리할 수도 있다.
- [0059] 도 4와 같이 상단 베인(310)과 하단 베인(320)으로 구성되며, 상단 베인(310)과 하단 베인(320)은 도면 상에 도시되지는 않았으나 조인트로 연결되어 있어, 상단 베인(310)과 하단 베인(320) 사이에 상대적인 회전운동이 가능하다.
- [0060] 여기서, i) '상단 베인(310)과 하단 베인(320) 사이에 상대적인 회전운동이 가능하다'는 표현의 정확한 의미는 도 4 (a), (b), (c)와 같이 상기 하단 베인(320)이 고정된 상태에서 상기 상단 베인(310)만 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전할 수 있다는 것을 의미하며, 앞서 언급하였던 ii) '베인(300)의 상단부가 회전한다'는 표현도 정확하게는 '베인(300)을 구성하는 상단 베인(310)이 회전한다'는 것을 의미한다.
- [0061] 이 때, 상기 도 4에서는 상단 베인(310)이 시계 방향으로 회전하는 과정만이 도시되어 있으나, 이에 한정되는

것은 아니며 상기 상단 베인(310)은 도 4와 반대로 반시계 방향으로 회전할 수 있다.

- [0063] 상기 상단 베인(310)이 회전하는 과정에 대하여 자세하게 살펴보면, 도 2 내지 도 4와 같이 각각의 상단 베인(310)과 케이스(100) 내부의 중심축(100)은 회전축(330)으로 연결되는데, 보다 구체적으로는 상기 회전축(330)은 상기 상단 베인(310)의 내부를 관통함으로써, 상기 상단 베인(310)과 회전축(330)은 함께 회전할 수 있으며, 상기 상단 베인(310)과 중심축(200)이 회전축(330)을 매개로 연결될 수 있다.
- [0064] 상단 베인(310)을 관통하는 회전축(330)은 도 3에 도시된 바와 같이 상기 케이스(100)의 외부에 위치하는 복수 개의 베인회전모터(340)에서 발생하는 구동력에 의해 회전할 수 있다.
- [0065] 이에 대하여 구체적으로 설명하면, 상기 케이스(100)의 외부에 베인(300)의 개수에 대응되는 복수 개의 베인회전모터(340)가 위치하며, 베인회전모터(340)의 회전축과 상기 회전축(330)이 연결되어, 베인회전모터(340)에서 발생하는 구동력에 의해 상기 회전축(330)이 회전할 수 있다.
- [0066] 이 때, 상기 회전축(330)과 베인회전모터(340)가 연결되기 위해서는 상기 베인회전모터(340)가 상기 케이스(100) 내부의 베인(300)과 대응되는 위치에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0067] 아울러, 상기 회전축(330)은 상기 상단 베인(310)을 관통하여 상기 중심축(200)과 연결되어 있으므로, 상기 회전축(330)이 회전하면 상기 상단 베인(310) 또한 상기 회전축(330)이 회전한 각도만큼 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전하게 된다.
- [0068] 즉, 제1 베인은 제1 베인회전모터에서 공급되는 구동력에 의해 회전하고, 제2 베인은 제2 베인회전모터에서 공급되는 구동력으로, 제n 베인은 제n 베인회전모터(n은 자연수)에서 공급되는 구동력에 의해 회전하게 되는 것이다.
- [0069] 이 때, 제어부(미도시)는 복수 개의 베인회전모터(300)의 회전 각도를 개별적으로 제어하여 상기 복수 개의 베인(300)(명확하게는 상단 베인)을 동일한 각도만큼 회전시킬 수도 있고, 필요에 따라서는 각각의 베인(300)이 서로 다른 각도를 갖도록 회전시킬 수도 있다.
- [0071] 아울러, 상기 상단 베인(310)은 선회 유동의 세기를 강화하거나, 압력 강하(Pressure drop) 값을 조절하기 위하여 40 내지 90° 각도로 회전할 수 있다.
- [0072] 구체적으로, 상기 40 내지 90° 각도는 상단 베인(310)과 하단 베인(320)의 수평선 사이의 각도를 의미하며, i) 상단 베인(310)이 90° 각도로 회전했다는 의미는 도 4 (a)와 같이 상단 베인(310)과 하단 베인(320)이 일직선으로 배치된다는 의미이고, ii) 상단 베인(310) 40° 각도로 회전했다는 의미는 도 4 (c)와 같이 하단 베인(320)은 고정된 상태에서 상단 베인(310)만 시계 방향(또는 반시계 방향)으로 회전했다는 의미이다.
- [0074] 마지막으로, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 선회 유동 장치가 종래의 선회 유동 장치와 차별화되는 장점에 대하여 살펴본다.
- [0075] 도 5 (a)는 종래의 평판 베인을 구비한 선회 유동 장치에서 처리가스가 베인으로 입사함에 따라 유동 박리가 나타나는 정도를 나타낸 도면이고, 도 5 (b)는 본 발명의 익형 베인을 구비한 선회 유동 장치에서 처리가스가 베인으로 입사함에 따라 유동 박리가 나타나는 정도를 나타낸 도면이다.
- [0076] 또한, 도 6은 종래의 평판 베인과 본 발명의 익형 베인의 베인 각도(Vane angle)에 따른 Swirl number의 차이를 비교한 그래프이다.
- [0077] 이 때, 도 5 (a)와 도 5 (b)는 베인에 처리가스가 입사하는 각도가 동일한 조건에서 유동 박리가 나타나는 정도를 나타낸 것이며, 또한 베인 각도(Vane Angle)는 도 6 상단에 도시된 바와 같이 수평선을 기준으로 베인과 수평선이 이루는 각도(본 발명은 상단 베인과 수평선이 이루는 각도)를 의미한다.
- [0078] 본 발명의 베인(300)은 종래의 평판 형상의 베인과 달리 익형으로 형성되었을 뿐 아니라, 하단 베인(320)이 고정된 상태에서 상단 베인(310)만을 회전시킬 수 있어, 베인(300)의 후단에서 유동 박리가 발생하는 것을 최소화할 수 있다는 장점이 있다.
- [0079] 구체적으로, 종래의 평판 형상의 베인에 처리가스가 유입될 때에는 도 5 (a)와 같이 베인의 후단에서 유동 박리가 크게 발생하지만, 본 발명과 같이 익형의 베인을 사용하는 경우에는 도 5 (b)와 같이 베인의 후단에서 처리가스의 유동 속도가 가속되어 유동 박리가 저감되는 것을 확인할 수 있다.
- [0080] 이 때, 베인의 전단은 처리가스와 베인이 최초로 접하는 부분(본 발명에서 하단 베인 영역)을 의미하며, 베인의

후단은 전단의 반대 부분을 의미한다.

- [0081] 유동 박리가 크게 발생할수록 압력 강하 값이 증가하게 되고, 앞서 언급했던 바와 같이 압력 강하가 증가하면 선회 유동 장치가 설치되는 발전소의 전체적인 효율이 떨어지게 되는 바, 선회 유동 장치 내에 발생하는 압력 강하는 500 Pa 미만으로 유지하는 것이 중요하다.
- [0082] 즉, 본 발명의 선회 유동 장치는 상기와 같은 베인(300)을 통해 동일한 조건(처리가스가 베인에 입사하는 각도가 동일)에서 유동 박리의 발생을 최소화할 수 있어, 선회 유동 장치의 효율을 높일 수 있다.
- [0083] 또한, 도 6에서는 종래의 평판 형상의 베인과 본 발명의 익형의 베인(300)은 동일한 베인 각도에서도 각기 다른 Swirl number를 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0084] Swirl number(S)는 선회 유동 장치의 성능을 나타내는 지표로, 하기 식 1과 같이 축 방향의 모멘텀 대비 선회 방향의 각운동량 모멘텀을 Swirl number라고 한다.
- [0086] 식 (1)
- [0087]
$$S(\text{Swirl number}) = \frac{\text{Angular momentum of axial flow}}{\text{Axial momentum of axial flow}}$$
- [0089] Swirl Number와 선회력은 비례하여, S가 클수록 선회력이 강해 유해입자를 더욱 효율적으로 포집할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0090] 도 6을 살펴보면 베인 각도가 90° 에 가까운 경우에는 상단 베인(310)과 하단 베인(320)이 일자로 배치되어 평판 형상과 유사하므로, 평판 형상의 베인과 본 발명의 익형 베인(300)의 Swirl number의 차이가 거의 없으나, 베인 각도가 낮아질수록 선회력의 차이가 커지는 것을 확인할 수 있다.
- [0091] 즉, 본 발명의 선회 유동 장치는 익형의 베인(300)을 통해 동일한 베인 각도에서 종래의 선회 유동 장치에 비하여 더 높은 Swirl number를 가지는 바, 선회력이 더 높다는 것을 확인할 수 있으며, 이와 같은 결과는 앞서 도 5와 같이 베인 후단에서 발생하는 유동 박리의 차이에서 비롯된 것이다.
- [0093] 정리하면, 본 발명은 상단 베인(310)의 회전이 가능한 익형의 베인(300)을 제공함으로써, i) 유동 박리의 발생을 줄여 동일한 베인 각도 조건에서 압력 강하의 발생을 최소화할 수 있을 뿐 아니라, ii) 동일한 압력 강하 조건(예를 들어, 500Pa 이하여야 하는 조건)에서는 베인 각도를 종래의 선회 유동 장치보다 더 낮출 수 있어, 선회 성능을 극대화할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 선회 유동 장치는 상기와 같은 특징을 이용하여 i) 대부분의 유해입자가 포함되는 선회 유동 장치 최초 구동 시에는 상단 베인(310)을 수평 방향으로 회전시킴(베인 각도가 40° 내지 50° 이 되도록 회전시킴)으로써 선회 유동(Swirl flow)을 발달시켜 유해입자 포집 성능을 높일 수 있고, ii) 초기 구동 시간 외의 시간에는 처리가스 내에 유해입자가 거의 포함되지 않으므로, 상단 베인(310)을 수직 방향으로 회전시켜 압력 강하(Pressure drop)를 최소화하여 발전소의 효율을 유지할 수 있게끔, 선회 유동 장치를 효율적으로 구동시킬 수 있다.
- [0096] 정리하면, 본 발명은 유해입자 포집 시에는 상단 베인을 스월 넘버(Swirl number)가 최대가 되는 각도로 회전시켜 선회 유동을 발달시키고, 유해입자의 포집이 끝나면 상단 베인을 다시 수직으로 회전시켜 압력 강하의 발생을 최소화할 수 있으므로, 선회 유동 장치가 설치되는 발전소에 영향을 최소화하면서도 미세 먼지 등의 유해입자 포집 성능을 높일 수 있다는 장점이 있다.
- [0098] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예 및 응용예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예 및 응용예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.
- [0099] 또한, 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0100] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

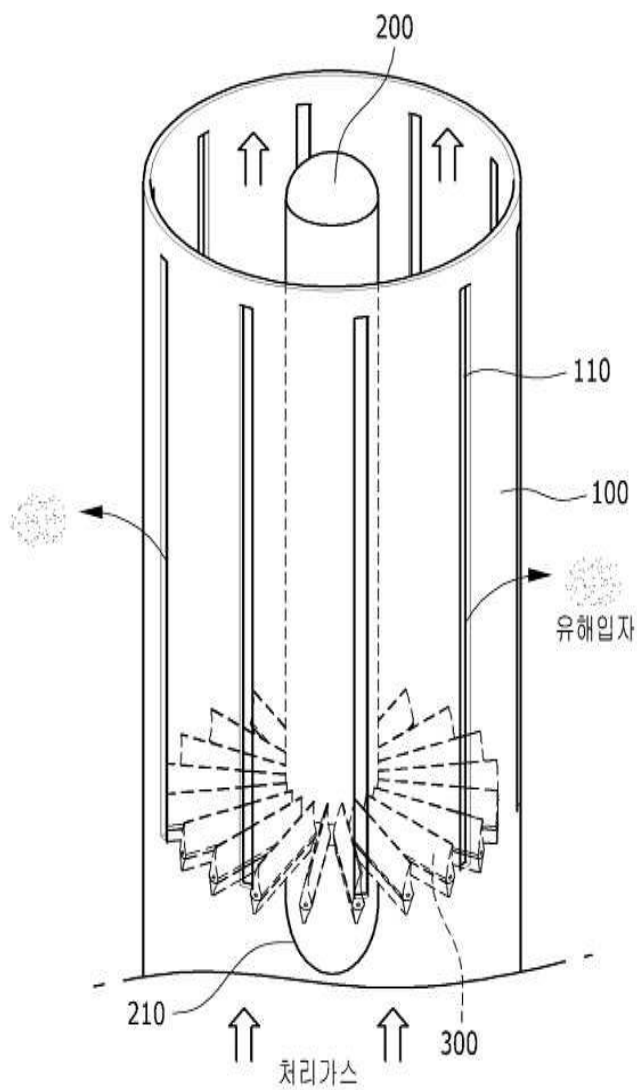
부호의 설명

[0102]

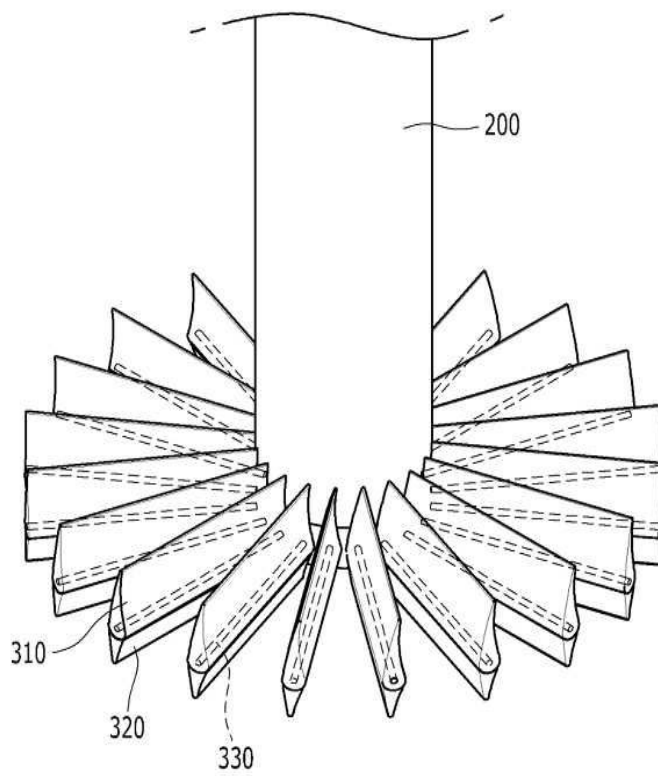
- 100 : 케이스
- 110 : 슬릿
- 200 : 중심축
- 210 : 헤드부
- 300 : 베인
- 310 : 상단 베인
- 320 : 하단 베인
- 330 : 회전축
- 340 : 베인회전모터

도면

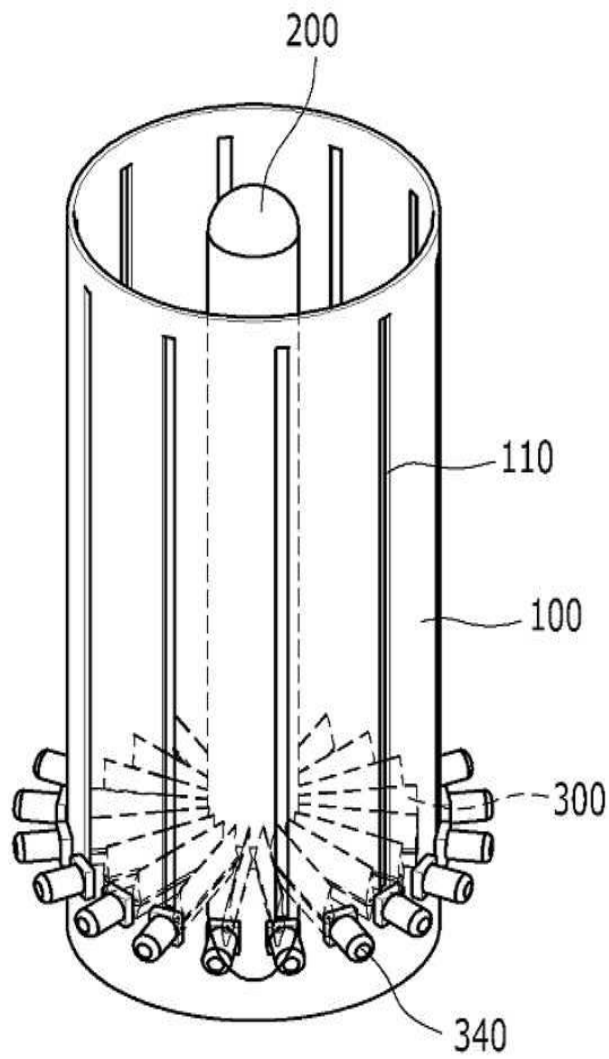
도면1



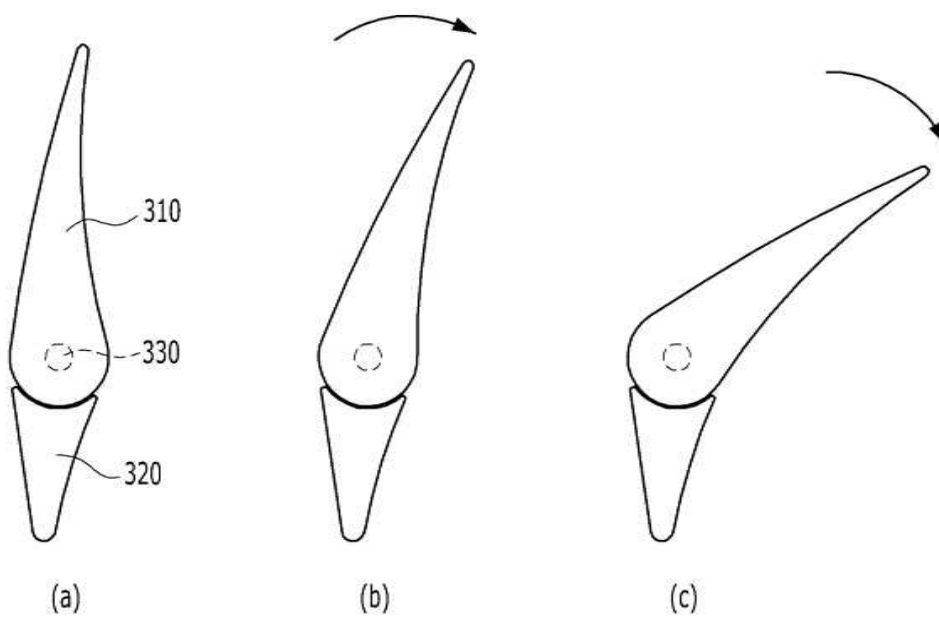
도면2



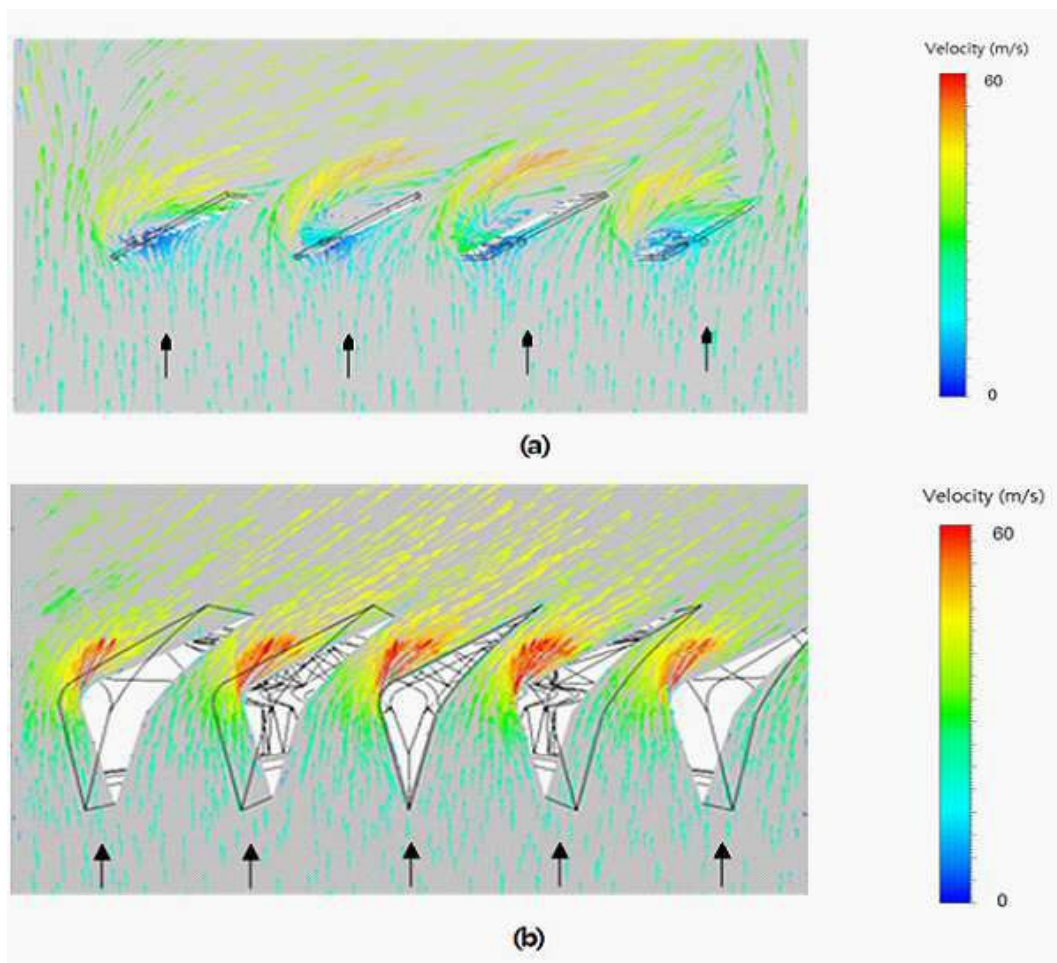
도면3



도면4



도면5



도면6

