(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월18일
(11) 등록번호 10-2797694
(24) 등록일자 2025년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/14 (2024.01) *G01N 1/22* (2006.01)
G01N 15/00 (2025.01) *G01N 15/02* (2024.01)
G01N 15/075 (2024.01) *G01N 15/10* (2024.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/1436 (2013.01)
G01N 1/2273 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7010871(분할)
(22) 출원일자(국제) 2018년03월13일
심사청구일자 2024년04월22일
(85) 번역문제출일자 2024년04월01일
(65) 공개번호 10-2024-0046646
(43) 공개일자 2024년04월09일
(62) 원출원 특허 10-2022-7023777
원출원일자(국제) 2018년03월13일
심사청구일자 2022년07월29일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/056243
(87) 국제공개번호 WO 2018/100209
국제공개일자 2018년06월07일
(30) 우선권주장
17191019.3 2017년09월14일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150068963 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 27 항

(73) 특허권자
센시리온 에이지
스위스, 8712 스타파, 라우비스류티스트라쎄 50
(72) 발명자
귀틀레 프랭크
스위스 8712 스타파 라우비스류티스트라쎄 50 센시리온 에이지 내
레이덴베르거 울리슈
스위스 8712 스타파 라우비스류티스트라쎄 50 센시리온 에이지 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

심사관 : 인치현

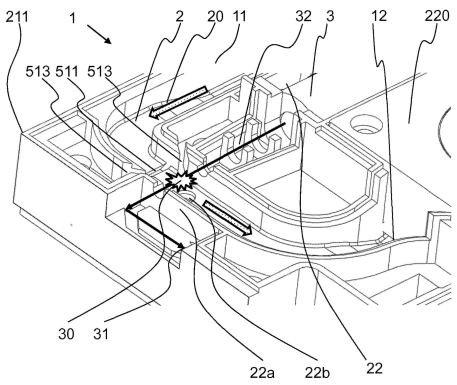
(54) 발명의 명칭 **미립자 센서 장치**

(57) 요 약

미립자 센서 장치(1)는, 유동 입구(11)와 유동 출구(12) 및 이들 사이에 연장되어 있는 유동 채널(2)을 포함하는 인클로저(21); 에어로졸 샘플이 유동 채널(2)을 통해 안내될 때 그 에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자와 방사선의 상호 작용을 위해 방사선을 유동 채널(2) 안으로 방출하기 위한 방사선원; 미립자와의 상호 작용 후

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도14



에 방사선의 적어도 일부분을 검출하기 위한 방사선 검출기(4)를 포함한다. 센서 장치는, 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3) 상으로의 그리고/또는 방사선원(3) 및/또는 방사선 검출기(4)에 가까운 채널 벽 부분 상으로의 미립자 침전을 줄이도록 유동(20)을 변경시키기 위해 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3)의 상류에 배치되는 유동 변경 장치(511)를 포함한다. 본 발명은 또한 그러한 미립자 센서 장치를 사용하여 에어로졸 샘플 내의 미립자의 파라미터를 결정하는 방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
G01N 15/0211 (2013.01)
G01N 15/075 (2024.01)
G01N 15/1404 (2024.01)
G01N 15/1459 (2013.01)
G01N 2015/0046 (2013.01)
G01N 2015/0238 (2013.01)
G01N 2015/03 (2013.01)
G01N 2015/1024 (2024.01)
G01N 2015/1029 (2024.01)

(72) 발명자
음카리카 젤리코
스위스 8712 스타파 라우비스류티스트라쎄 50 센시리온 에이지 내
코스트너 스테판
스위스 8712 스타파 라우비스류티스트라쎄 50 센시리온 에이지 내
띨레 스테판
스위스 8712 스타파 라우비스류티스트라쎄 50 센시리온 에이지 내

(56) 선행기술조사문헌
KR1020030091779 A
KR101098124 B1
US20090039249 A1
JP2007171182 A
JP2012523550 A

명 세 서

청구범위

청구항 1

미립자 센서 장치(1)를 통해 안내되는 에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위한 미립자 센서 장치(1)로서,

유동 입구(11)와 유동 출구(12)를 포함하고, 미립자 센서 장치(1)를 통과하는 에어로졸 샘플의 유동(20)을 상기 유동 입구(11)로부터 유동 출구(12)까지 안내하기 위한 유동 채널(2)을 규정하도록 배치 및 구성되는 인클로저(21);

상기 에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자의 적어도 일부와 방사선의 상호 작용을 위해 방사선을 적어도 부분적으로 상기 유동 채널(2) 안으로 방출하도록 배치 및 구성되는 방사선원(3);

미립자와의 상호 작용 후에 상기 방사선의 적어도 일부분을 검출하도록 배치 및 구성되는 방사선 검출기(4); 및

상기 에어로졸 샘플의 유동을 적어도 국부적으로 변경하도록 구성된 유동 변경 장치(511, 511a, 512, 513, 514; 521)로서, 상기 유동 채널(2)로의 적어도 하나의 추가 유동을 생성하기 위한 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)를 포함하는, 유동 변경 장치(511, 511a, 512, 513, 514; 521);

상기 추가 유동이 여과된 유동이 되도록 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)와 연결되어 있는 필터(213);

상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)에 상기 추가 유동을 공급하기 위한 공급 라인; 및

상기 인클로저(21)를 덮는 덮개(214)로서, 상기 유동 입구(11)와 분리된 보조 입구(13)가 형성되어 있는 덮개(214)를 포함하며,

상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)에는 상기 보조 입구(13)로부터 상기 미립자 센서 장치(1) 내로 끌어들인 가스가 공급되고,

상기 필터(213)는 편평하고 시트형이며, 상기 덮개(214)에 평행하게 연장되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 덮개는 중실 덮개 판 및 주변 주변 벽을 포함하고, 편평한 시트형의 상기 필터는 상기 덮개 판에 평행하게 연장되고 상기 주변 벽에 의해 측방향으로 둘러싸인, 미립자 센서 장치(1).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 방사선 검출기(4)는 회로 기판(23)에 장착되고, 상기 필터(213)는 상기 덮개(214)와 상기 회로 기판(23) 사이에 배치되어 상기 덮개(214)와 회로 기판(23) 모두에 평행하게 연장되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 미립자 센서 장치는, 사용 동안 상기 적어도 하나의 추가 유동이 하나 이상의 관통 구멍(231)을 통해 상기 회로 기판(23)을 가로지르도록 구성되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 미립자 센서 장치는, 사용 동안 상기 적어도 하나의 추가 유동이 상기 유동 채널(2)에 들어가기 전에 상기 방사선 검출기(4) 또는 광 검출기를 통과하도록 구성된, 미립자 센서 장치(1).

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 미립자 센서 장치는, 사용 동안 상기 적어도 하나의 추가 유동이 상기 방사선

검출기(4) 또는 광 검출기 상류에서 유동 채널(2)에 들어가도록 구성된, 미립자 센서 장치(1).

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 추가 유동의 유동 경로에서 상기 추가 유동에 대해 상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)의 상류에서 배치되는 환경 센서(7)를 더 포함하고, 상기 환경 센서(7)는 적어도 하나의 환경적 파라미터를 결정하도록 구성되고, 상기 환경 센서(7)는 상기 추가 유동의 유동 경로 내에서 상기 추가 유동에 대해 상기 필터(213)의 하류에 배치되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 환경 센서(7)는,

온도;

습도; 및

하나 이상의 타겟 가스의 농도, 또는 가스 혼합물의 농도 또는 하나 이상의 개별 가스의 농도

중의 적어도 하나를 결정하도록 구성되어 있는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 방사선 검출기(4)와 상기 환경 센서(7)는 공통 회로 기판(23)에 장착되고, 상기 필터(213)는 상기 덮개(214)와 상기 회로 기판(23) 사이에 배치되어 상기 덮개(214)와 회로 기판(23) 모두에 평행하게 연장되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 방사선 검출기(4)는 표면 장착 광 검출기인, 미립자 센서 장치(1).

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 방사선 검출기(4)와 상기 환경 센서(7)가 상기 회로 기판(23)의 상호 반대측에 배치되어, 상기 추가 유동이 상기 회로 기판(23)의 제1 면에서 환경 센서(7)를 먼저 통과하고, 그 다음에 회로 기판(23)의 반대측으로 향하여 상기 방사선 검출기(4)를 통과하는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 회로 기판(23)은 추가 유동이 상기 회로 기판(23)을 가로지르도록 하는 하나 이상의 관통 구멍(231)을 포함하는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 공급 라인은 상기 추가 유동이 상기 필터가 아닌 공급 라인의 치수에 의해 제한되도록 하는 치수를 갖는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 14

미립자 센서 장치(1)를 통해 안내되는 에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위한 미립자 센서 장치(1)로서,

유동 입구(11)와 유동 출구(12)를 포함하고, 미립자 센서 장치(1)를 통과하는 에어로졸 샘플의 유동(20)을 유동 입구(11)로부터 유동 출구(12)까지 안내하기 위한 유동 채널(2)을 규정하도록 배치 및 구성되는 인클로저(21);

상기 에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자의 적어도 일부와 방사선의 상호 작용을 위해 방사선을 적어도 부분적으로 상기 유동 채널(2) 안으로 방출하도록 배치 및 구성되는 방사선원(3);

미립자와의 상호 작용 후에 상기 방사선의 적어도 일부분을 검출하도록 배치 및 구성되는 방사선 검출기(4); 및

상기 에어로졸 샘플의 유동을 적어도 국부적으로 변경하도록 구성된 유동 변경 장치(511, 511a, 512, 513, 514;

521)를 포함하고,

상기 유동 변경 장치(511, 511a, 512, 513, 514; 521)는 상기 유동 채널(2) 내의 또는 유동 채널(2)의 수축부(521), 및 상기 유동 채널로의 적어도 하나의 추가 유동을 생성하기 위한 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)를 포함하고,

상기 수축부(521)는 에어로졸 샘플(2)의 유동의 적어도 일부분을 검출기(3)의 검출 영역(40) 및/또는 방사선원(3)의 방출 영역(300)으로부터 멀어지게 안내하도록 구성되어 있으며,

상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)는 상기 에어로졸 샘플의 유동(20)에 대해 상기 방사선 검출기(4) 또는 방사선원(3)의 상류에 배치되어 상기 적어도 하나의 추가 유동이 상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a, 512, 513, 514)를 통해 상기 유동 채널에 들어간 후에 상기 방사선 검출기(4) 또는 방사선원(3)을 감싸도록 구성된 것을 특징으로 하는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a; 512, 513, 514)는 에어로졸 샘플(2)의 유동에 대해 상기 수축부(521)의 수축 최대부의 하류에 배치되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a; 512, 513, 514)는 상기 에어로졸 샘플(2)의 유동에 대해 수축부(521)의 수축 최대부의 상류에 배치되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 수축부(521)는 램프형 요소(521)를 포함하고, 상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a; 512, 513, 514)는 상기 램프형 요소 (521)와 방사선 검출기(4) 사이에 배치되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 수축부(521)는 램프형 요소(521)를 포함하고, 상기 램프형 요소는 상기 적어도 하나의 추가 유동 개구(511, 511a)와 방사선 검출기(4) 사이에 배치되는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 수축부(521)는 수축 영역(524)에 걸쳐 연장되고,

상기 방사선 검출기(4) 또는 방사선원(3)은 상기 수축 영역(524)에 배치되고 상기 수축부(521) 내로 방사상으로 연장되는 수축 오목부(523)에 배치된, 미립자 센서 장치(1).

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 수축 오목부는 0.5 밀리미터 내지 5 밀리미터의 직경(D_{PD})을 가지는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 21

제14항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수축부(521)는 상기 수축부(521)의 수축 최대부(525)가 상기 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3)의 상류에서 5 ㎜ 미만의 제2 거리(d_3, d_4)에 위치하도록 배치 및 구성된, 미립자 센서 장치(1).

청구항 22

제14항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수축부(521)는 연속적인 방식으로 상기 유동 채널(2)을 수축시키고, 수축 영역(524)에 걸쳐 연장되고 수축 최대부(5)를 가짐으로써, 상기 수축 최대부의 앞과 뒤에서 모두 상기 수축 영역에서의 상기 유동 채널의 클리어 폭이 단조적으로 또는 엄격히 단조적으로 변하는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 검출 영역(40)과 수축 최대부(525) 사이의 거리(d_3)는 수축부(521)의 하류 절반 길이(c_0)의 2/3 보다 작은, 미립자 센서 장치(1).

청구항 24

제14항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수축부(521)의 밀리미터당 개방 각도 변화(β)가 1° /mm 내지 10° /mm인, 미립자 센서 장치(1).

청구항 25

제14항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수축부(521)의 최대 개방 각도(Θ_{max})는 1° 내지 10° 인, 미립자 센서 장치(1).

청구항 26

제14항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수축부(521)의 수축 최대부(525)와 최대 개방 각도(Θ_{max})의 위치 사이의 거리(L_0)는 아래의 식에 따라 선택되며;

$$L_0 = \frac{\Theta_{max}}{\beta}$$

그리고/또는

상기 수축 최대부(525)에서의 수축 클리어 최소 폭(D_1)은 아래의 식에 따라 선택되고;

$$D_1 \leq D_0 + \frac{2}{\beta}\log(\cos(\beta * L_0))$$

그리고/또는

상기 수축 최대부(525)와 실속각(SA)의 위치 사이의 거리(L_1)는 아래의 식에 따라 선택되며;

$$L_1 = \frac{SA}{\beta}$$

여기서 β는 상기 수축부(521)의 밀리미터당 개방 각도 변화를 표시하는, 미립자 센서 장치(1).

청구항 27

에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위한 방법으로서,

제1항 또는 제14항에 따른 미립자 센서 장치(1)의 유동 채널(2)을 통해 에어로졸 샘플의 유동(20)을 안내하는 단계;

상기 에어로졸 샘플의 유동(20) 내에 있는 미립자와 상호 작용하기 위한 방사선을 방사선원(3)으로부터 상기 유동 채널(2) 안으로 방출하는 단계;

상기 미립자와의 상호 작용 후에 상기 방사선의 적어도 일부분을 방사선 검출기(4)로 검출하는 단계; 및

상기 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3) 상으로의 그리고/또는 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3)에 가까운 채널 벽 부분 상으로의 미립자 침전을 줄이기 위해, 유동 변경 장치(511, 511a, 512, 513, 514, 521)에 의해, 상기 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3)의 영역에서 유동이 변경되는, 방법.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 공기 중에 있는 미립자의 수 농도(number concentration) 및/또는 질량 농도를 확인하기 위한 미립자 센서 장치, 특히 광학식 미립자 센서 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] WO2017/054098 A1에는 입자 농도를 결정하기 위한 저렴한 광학식 입자 센서가 개시되어 있다.

[0003] US 2014/0247450 A1에는, 특성화되는 에어로졸 내의 입자의 형상 및 그의 광학적 특성에 대한 지식이 없어도 입자의 광학적 직경을 사용하여 이동성 및/또는 공기 역학적 직경 변환을 수행하여 선택된 에어로졸 내의 입자의 크기를 측정하는 시스템 및 방법이 개시되어 있다. 에어로졸 유동을 가리거나 감싸는 실질적으로 깨끗한 가스 유동을 사용하는 것이 개시되어 있다. 정화된 가리개용 유동은 에어로졸 유동이 광학 기구 챔버를 통과할 때 그 에어로졸 유동의 심부 내에 미립자를 봉쇄시켜 광학 기구 챔버 및 그 안에 있는 부속물의 미립자 오염을 줄이는데 도움을 준다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은, 개선된 장기간 안정성을 갖는 저렴한 미립자 센서 장치를 특정하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 위의 목적은 청구항 1에 따른 미립자 센서 장치로 달성된다.

[0006] 그에 따르면, 미립자 센서 장치를 통해 안내되는 에어로졸 샘플(예컨대, 주변 공기)의 유동 내에 있는 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위한 미립자 센서 장치가 제안된다. 이 미립자 센서 장치는 인클로저를 포함하고, 이 인클로저는 유동 입구와 유동 출구를 포함하고, 또한 인클로저는 미립자 센서 장치를 통과하는 에어로졸 샘플의 유동을 유동 입구로부터 유동 출구까지 안내하기 위한 유동 채널을 규정하도록 배치 및 구성된다. 유동 채널은 바람직하게는 본질적으로 폐쇄되어 있는데, 즉 입구 안으로 안내되는 모든 에어로졸은 출구에서 방출되고, 아래에서 개략적으로 설명하는 바와 같은 유동 변경 장치에 의해 추가 가스가 주입될 수 있다. 어떤 실시형태에서, 에어로졸 샘플의 일부는 하나 이상의 추가 출구를 통해 채널 밖으로 나가게 된다. 입구와 출구 사이에 있는 채널에 출입하는 총 추가 유동은 입구 안으로 들어가는 유동의 바람직하게는 30% 미만, 더 바람직하게는 25% 미만, 특히 바람직하게는 20% 미만이다. 또한, 미립자 센서 장치는,

[0007] - 에어로졸 샘플의 유동 내에 있는 미립자의 적어도 일부와 방사선의 상호 작용을 위해 방사선을 적어도 부분적으로 유동 채널 안으로 방출하도록 배치 및 구성되는 방사선원 - 흐르는 미립자의 10% 이하의 부분도 방사선에 부딪히고, 장치는 모델 및/또는 보정 데이타에 근거하여 측정 값을 재스케일링하고, 바람직하게는, 방사선원은 레이저 또는 발광 다이오드와 같은 광원임 -;

[0008] - 미립자와 상호 작용한 방사선의 적어도 일부분을 검출하도록 배치 및 구성되는 방사선 검출기를 포함하고,

[0009] 방사선 검출기, 바람직하게는 광학식 검출기는 미립자의 특성 또는 존재를 나타내는 방사선원의 방사선을 검출

하기 위한 구조이다. 검출된 방사선은 산란된 그리고/또는 굴절된 방사선 및/또는 광의 비흡수 부분일 수 있고, 그로부터 미립자에 대한 원하는 정보가 얻어진다.

[0010] 전술한 목적은, 방사선 검출기 및/또는 방사선원의 상류 가까이에 배치되는 유동 변경 장치를 유동 채널 안에 포함시킴으로써 달성되며, 그 유동 변경 장치는, 상기 방사선 검출기 및/또는 방사선원 상으로의 그리고/또는 방사선원 및/또는 방사선 검출기에 가까운 채널 벽 부분 상으로의 미립자 침전을 줄이기 위해, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 및/또는 방사선원 및/또는 방사선 검출기에 가까운 채널 벽 부분의 영역에서 에어로졸 샘플의 유동, 바람직하게는 속도, 방향 및/또는 에어로졸 밀도를 적어도 국부적으로 변경시키도록 구성되어 있고, 이 변경 장치는 채널에 있는 하나 이상의 수축부 및/또는 유동 채널에 출입하는 추가 가스 유동을 생성하는 하나 이상의 추가 가스 유동 개구일 수 있다. 수축부는, 유동 채널 벽의 형상을 변화시키거나 또는 물체, 예컨대 램프(ramp) 또는 범프 등을 유동 채널에 배치하여 실시될 수 있다.

[0011] 미립자 센서 장치의 전형적인 외부 치수는 길이, 폭 및 높이에 있어 10 cm 보다 작고, 바람직하게는 길이 및 폭에 있어 5 cm 보다 작고 높이에 있어서 1.5 cm 보다 작다. 높이는 유동 채널의 길이 연장에 수직하게 연장되어 있다. 다른 실시 형태에서, 높이는 1.5 cm 이상, 예컨대 1.5 cm 내지 3 cm 일 수 있다.

[0012] 본 발명에서, "미립자"라는 용어는 가스, 바람직하게는 공기 중에 부유하는 고체 및/또는 액체 입자의 총체를 말한다. 이 혼합물은 먼지, 꽃가루, 검댕, 연기 및 액적과 같은 유기 및 무기 입자 둘 다를 포함할 수 있다. 아류형(subtype)의 미립자는 10 마이크로미터 이하의 직경을 갖는 입자인 "PM10", 2.5 마이크로미터 이하의 직경을 갖는 입자인 "PM2.5", 및 1 마이크로미터 이하의 직경을 갖는 입자인 "PM1.0"을 포함한다.

[0013] 본 발명에서, "에어로졸" 이라는 용어는 공기 또는 다른 가스 중에 있는 고체 입자 및/또는 액적의 콜로이드를 말한다. 에어로졸의 예는 공기, 연기, 엷은 안개(haze), 먼지 및 안개 내의 미립자이다.

[0014] 본 발명에서, "미립자를 검출 및/또는 특성화하는"이라는 용어는, 미립자의 수 농도, 평균 미립자 질량 및/또는 미립자 질량 농도를 구하는 것을 포함한다.

[0015] 본 발명에서, "방사선원" 이라는 용어는, 어떤 실시 형태의 경우, 레이저, 바람직하게는 레이저 다이오드, 가장 바람직하게는 가시광을 방출하는 레이저 다이오드를 말하는 것일 수 있다. 그러나 또한 방출기는 발광 다오이드일 수 있다.

[0016] 본 발명에서, "방사선 검출기" 라는 용어는, 광 다이오드, 바람직하게는 표면 장착 장치 광 다이오드를 말하는 것일 수 있다. 일반적으로, 방사선 검출기는 방사선원으로부터 방사선을 받고, 이 방사선을 전기 신호로 변환시킨다. 신호 분석을 통해, 미립자의 입자 질량, 크기 분포, 수 농도 또는 다른 특성이 집적 회로 및/또는 하나 이상의 마이크로프로세서의 작동에 의해 얻어질 수 있다. 방사선에 민감한 방사선 검출기의 영역을 검출 영역 또는 민감한 영역이라고 한다. 종종, 광이 사용되는 경우, 측정을 방해하는 입자의 침전에 민감한 광학식 수집 기술이 사용될 수 있다. 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기는 표면 장착 장치 광 다이오드이다.

[0017] 어떤 실시 형태에서, 검출 영역은 방사선 검출기 보다 크기가 작다. 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기는 방사선원의 직접 방사선으로부터 차단되도록 배치 및 구성된다.

[0018] 본 발명에서, "방사선과 미립자의 상호 작용"이라는 말은, 미립자에 의한 산란, 굴절 및 흡수를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명에서, "인클로저"라는 용어는, 유동 채널의 경계를 적어도 부분적으로 한정하는 케이싱 구조물로 이해된다. 그 인클로저는 단일체형 또는 복수의 부분으로 된 요소일 수 있다. 바람직하게는 인클로저는 몰딩된 물품이다.

[0020] 본 발명에서, "상류 가까이에"라는 용어는, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 상으로의 그리고/또는 방사선 검출기 및/또는 방사선원에 가까운 채널 벽 부분 상으로의 미립자 침전을 줄이기 위해, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 및/또는 방사선 검출기 및/또는 방사선원에 가까운 채널 벽의 영역에서 유동 변경 장치가 유동을 변경할 수 있게 하기에 충분히 작은 상류 거리에 있는 것으로 이해하면 된다.

[0021] 전형적으로, "상류 가까이에"라는 용어로 나타내지는 이 거리는 유동 채널 직경의 일부분 또는 두배의 범위일 수 있다. 이 거리는 최대 30 mm, 바람직하게는 최대 10 mm, 바람직하게는 최대 8 mm이고, 특히 바람직하게는 1 mm 내지 6 mm 이다.

[0022] 전형적으로, "가까운"이라는 용어로 나타내지는 거리는 유동 채널 직경의 일부분 또는 두배의 범위일 수 있다.

이 거리는 최대 30 ㎜, 바람직하게는 최대 10 ㎜, 바람직하게는 최대 8 ㎜이고, 특히 바람직하게는 1 ㎜ 내지 6 ㎜ 이다. 이 용어는, 검출기 및/또는 방사선원에 인접하고 또한 바람직하게는 그러한 거리에 걸쳐 연장되는 벽 부분을 포함한다.

[0023] 다시 말해, 전술한 목적은, 유동 변경 장치를 유동 채널에 포함시켜 달성되며, 유동 변경 장치는 측정 영역의 상류 가까이에 배치되며, 미립자 센서 장치가 사용 중일 때 그 측정 영역에서 방사선은 미립자와 상호 작용하며, 그래서 그 측정 영역에서의 입자 침전이 감소된다. 측정 영역은, 방사선이 미립자와 상호 작용하는 채널의 일 공간이다. 바람직하게는, 측정 영역은, 방사선이 채널을 통과하는 공간(즉, 직접 방사선 비임의 방사선 경로 공간) 및 그 주위의 공간, 예컨대 방사선 경로 공간으로부터 최대 30 ㎜, 바람직하게는 10 ㎜, 더 바람직하게는 8 ㎜, 특히 바람직하게는 1 ㎜ 내지 6 ㎜의 거리에 있는 공간을 포함한다. 시간이 지남에 따라, 측정 영역에서의 입자 침전으로 인해, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 및/또는 측정 영역 내의 벽 부분 상에 오물 층이 퇴적될 수 있다. 따라서, 사실, 본 발명에 따른 측정 영역에서의 감소된 입자 침전으로 인해, 방사선원 및/또는 방사선 검출기의 악화가 덜 하게 되며(측정 영역에 배치되는 경우), 그리고/또는 측정 영역에 있는 오염된 채널 벽 부분에서의 확산 역산란과 같은 방해적인 방사선 효과가 더 적게 된다. 따라서, 전반적인 센서 악화가 최소화되며 측정 정확도가 증가된다.

[0024] 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기 또는 그의 민감한 영역은 측정 영역에 배치된다.

[0025] 어떤 실시 형태에서, 방사선원 또는 그의 방출 영역은 측정 영역에 배치된다.

[0026] 바람직하게는, 유동 변경 장치는, 특히 존재한다면 중력으로 인한 침전 효과를 억제하는 작용을 하도록 배치되는데, 즉 유동 변경 장치가 에어로졸 샘플 유동 내에 있는 램프(ramp) 또는 버클형 장애물이면, 유동 내의 입자의 방향 전환은, 입자가 방사선 검출기 및/또는 방사선원에 부딪히는 것을 피하도록 입자 궤적이 변화되도록 된다.

[0027] 본 발명에서, "입구"라는 용어는 에어로졸 샘플이 미립자 센서 장치에 들어가는 입구를 말하고, "출구"라는 용어는 에어로졸 샘플이 미립자 센서 장치 밖으로 나가는 출구를 말한다. 어떤 실시 형태에서, 입구 및/또는 출구 앞에서는 추가 요소, 예컨대 팬(fan) 및/또는 유량계가 있을 수 있다. "추가 유동 개구/입구/출구"라는 용어는 위에서 규정된 바와 같은 입구와 출구 사이에 있는 추가 개구를 말하는 것이다.

[0028] 본 발명에 따른 미립자 센서 장치는 유동 변경 장치를 포함하고, 미립자의 미세 입자에 의한 방사선 검출기 및/또는 방사선원의 오염이 그 유동 변경 장치에 의해 감소된다. 이리하여, 센서 장치의 수명과 정확도가 증가된다. 따라서, 일반적으로, 센서에서 방사선을 받고/받거나 방출하는 부분에서 미립자의 퇴적 층이 형성되는 경향이 더 적게 된다.

[0029] 바람직하게는, 방사선원은, 전체 미립자가 아닌, 에어로졸 샘플의 유동 내에 있는 미립자의 일부분만, 예컨대 10% 미만을 비추도록 배치 및 구성된다. 바람직하게는, 좁은 방사선 비임이 사용되는데, 이 경우 방사선 비임은 측정될 유동 내에 있는 두 입자 사이의 전형적인 거리 이하의 직경을 갖는다.

[0030] 바람직하게는, 미립자의 수 농도, 평균 미립자 질량 및/또는 미립자의 질량 농도와 같은 미립자의 특성은 측정 데이타를 보정 데이타와 비교하여 구해진다.

[0031] 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기는 회로 기판 상에 장착된다. 회로 기판은 비가요성 또는 가요성 형태의 인쇄 회로 기판, 세라믹 회로 기판 또는 전달되는 요소들이 전기적으로 상호 연결될 수 있게 해주는 다른 종류의 회로 기판 중의 하나일 수 있다.

[0032] 어떤 실시 형태에서, 인클로저는 바람직하게는 회로 기판을 수용하도록 배치 및 구성된다. 회로 기판은 유동 채널의 일부분의 경계를 한정할 수 있다. 방사선원은 회로 기판 상에 배치될 수 있다.

[0033] 어떤 실시 형태에서, 인클로저는 몰딩된 요소인 제 1 인클로저 요소를 포함하거나 그로 이루어진다. 인클로저는 단일체형 요소일 수 있다. 어떤 실시 형태에서, 인클로저는 둘다 몰딩된 요소인 제 1 및 제 2 인클로저 요소를 포함하거나 그로 이루어질 수 있다. 몰딩은 사출 성형 공정이다. 인클로저는 또한 2개 보다 많은 요소를 포함할 수도 있다.

[0034] 어떤 실시 형태에서, 인클로저는 본질적으로 본체에서 입구로부터 출구까지 연장되어 있는 길이방향 공동부를 갖는 큰 본체이고, 공동부가 유동 채널을 형성한다. 다른 실시 형태에서, 유동 채널은, 함께 끼워맞춤되어 길이 방향 공동부를 형성하는 인클로저의 2개 이상의 쉘을 포함하는 본체에 의해 규정된다. 이 길이 방향 공동부는 완전히 본체에서 연장될 수 있고, 또는 적어도 부분적으로 반경 방향 외측으로 개방될 수 있고, 개방 영역은

덮개 요소, 예컨대, 회로 기판으로 덮힐 수 있다. 그러나, 회로 기판은 폐쇄된 길이 방향 공동부 안에 통합될 수 있다.

[0035] 유동 채널은 본질적으로 폐쇄될 수 있는데, 즉, 유동 채널은 미립자 센서 장치를 통과하는 에어로졸 샘플의 유동을 입구로부터 출구까지 안내하도록 배치 및 구성되며, 또한, 예컨대 제조 공차로 인해 필요한 경우를 제외하고는, 유체 연통에서 무효 공간, 즉 유동이 없는 공간을 최소화하도록 배치 및 구성된다.

[0036] 어떤 실시 형태에서, 채널은 측정 영역의 상류 및/또는 하류에서 증가된 단면적을 갖는다. 이 증가된 단면에 의해, 채널의 전체 유동 저항이 감소되며, 이에 따라 에너지 효율이 증가된다. 또한, 그리하여, 어떤 실시 형태에서는, 채널을 통과하는 유동을 형성 및/또는 제어하기 위해 장치에 배치되는 팬의 크기가 작아질 수 있다.

[0037] 어떤 실시 형태에서, 단면은 채널을 따라 실질적으로 일정할 수 있다.

[0038] 어떤 실시 형태에서, 미립자의 일부를 공기 유동으로부터 제거하기 위한 특정한 분리 챔버 또는 공간이 체널에서 특히 측정의 영역의 상류에 배치될 수 있다.

[0039] 바람직하게는, 이들 분리 챔버 또는 공간은 채널의 길이 방향에 대해 가파른 하류 벽을 가질 수 있고, 일부는 채널의 길이 방향에 대해 직각으로 연장되어 있는 하류 벽을 가질 수 있다. 그러한 가파른 하류 벽에 의해, 유동으로부터 미립자를 특히 효율적으로 모을 수 있다.

[0040] 대안적으로 또는 추가적으로, 이들 분리 챔버 또는 공간은, 중력 방향의 깊이를 갖는 함몰부 또는 웰(well)을 제공하여 미립자를 모을 수 있고, 그래서 중력에 의해 미립자의 일부가 그 함몰부 또는 웰 안으로 들어가게 되며, 거기에 미립자가 잡혀 유동으로부터 효과적으로 제거된다.

[0041] 더욱이, 그러한 분리 챔버 또는 공간은 단면적을 국부적으로 증가시킬 수 있고, 그래서 유동 속도가 국부적으로 감소되며, 이에 따라, 이 영역에서의 미립자 체류 시간이 증가하여, 중력에 의해 일부 미립자가 유동으로부터 분리되어 채널 벽 상으로 가게 되는 시간이 더 많게 된다. 그리하여, 더 많은 미립자가 채널 벽 상에 잡힐 수 있다.

[0042] 그러한 챔버의 크기는 8 x 5 x 10 mm^3 일 수 있다.

[0043] 그러한 분리 챔버 또는 공간은 삼각형 단면 형상을 갖는 실시 형태에서 특히 바람직하다.

[0044] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는 팬을 포함하고, 이 팬은 미립자 센서 장치를 통해 유동 입구로부터 유동 출구까지 가는 에어로졸 샘플의 유동 속도를 발생시키고/발생시키거나 제어하도록 배치 및 구성되며, 그 유동 속도는 바람직하게는 0.2 m/s 내지 10 m/s 이다. 본 발명에서, "팬"이라는 용어는 유동을 생성하기 위해 사용되는 장치를 말한다. 팬의 예는 축류 팬 및 원심 팬을 포함한다. 원심 팬은 또한 블로어(blower)라고도 한다. 팬은 입구 또는 출구에 또는 입구와 출구 사이에 배치될 수 있다.

[0045] 그러나, 대안적인 실시 형태에서, 미립자 센서는 팬을 포함하지 않고, 에어로졸 샘플의 유동은 외부에서 제공된다.

[0046] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는, 미립자의 수 농도 및/또는 미립자의 평균 질량 및/또는 미립자의 질량 농도를 구하기 위해 방사선 검출기의 출력 신호를 처리하도록 배치 및 구성되는 마이크로프로세서 및/또는 집적 회로를 포함한다. 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기는 입사하는 방사선에 비례하는 전기 신호를 제공한다. 그리고 이 전기 신호는 아날로그-디지털 변환기를 통해 공급되고, 원하는 파라미터를 구하기 위해 출력은 마이크로프로세서 및/또는 집적 회로를 포함하는 신호 분석 유닛에 의해 분석될 수 있다.

[0047] 어떤 실시 형태에서, 마이크로프로세서 및/또는 집적 회로는 회로 기판 상에 장착된다.

[0048] 어떤 실시 형태에서, 마이크로프로세서 및/또는 집적 회로는 방사선 검출기 및/또는 방사선원과 통합된다.

[0049] 어떤 바람직한 실시 형태에서, 미립자 센서는 입구, 출구 및/또는 그 사이에서 유동 채널 내의 유동을 결정하기 위한 유량계를 포함한다.

[0050] 어떤 실시 형태에서, 유동 변경 장치는 유동 채널에 출입하는 적어도 하나의 추가 유동을 생성하기 위한 적어도 하나의 추가 유동 개구를 포함하거나 그로 이루어진다. 바람직하게는, 개구는 하나의 추가 유동이 유동 채널 안으로 들어갈 때 통과하는 입구이다.

[0051] 어떤 실시 형태에서, 유동 채널은 반경 방향으로 제 1 벽 부분, 제 2 벽 부분 및 적어도 하나의 제 3 벽 부분에

의해 경계가 한정되며, 적어도 하나의 추가 유동 개구는, (ⅰ) 제 1 추가 유동을 상기 유동 채널 안으로 도입하기 위한 상기 제 1 벽 부분; 및/또는 (ii) 제 2 추가 유동을 상기 유동 채널 안으로 도입하기 위한 상기 제 2 벽 부분; 및/또는 (iii) 제 3 추가 유동을 상기 유동 채널 안으로 도입하기 위한 적어도 하나의 제 3 벽 부분 중의 적어도 하나에 배치된다.

[0052] 어떤 실시 형태에서, 적어도 하나의 추가 유동 개구 중의 적어도 하나는, 바람직하게, (ⅰ) 구속된 젯트형 추가 유동을 생성하기 위해 본질적으로 점형이거나, 또는 (ii) 시트(sheet)형 추가 유동을 생성하기 위해 슬릿형인 단면을 갖는다. 시트형 추가 유동을 생성하기 위해 일련의 젯트형 추가 유동 개구가 일렬로 배치될 수 있다.

[0053] 바람직하게는, 슬릿형 추가 유동 개구는 유동 채널의 단면에 대해 원주 방향으로 또한 바람직하게는 부분적으로 또는 완전히 유동 채널의 단면 주위에 연장되어 있다.

[0054] 어떤 실시 형태에서, 유동 채널은 유동 채널의 길이를 따라 본질적으로 일정한 단면을 갖는다.

[0055] 유동 채널은 직선형이거나 실질적으로 직선형일 수 있다. 유동 채널은 U 형과 같은 하나, 두개 또는 그 이상의 곡부를 가질 수 있다. 검출기 및/또는 방사선원은 곡부의 하류에, 바람직하게는 그의 하류로 1 내지 3 채널 직경에 배치될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 검출기 및/또는 방사선원은 곡부의 하류로 4 내지 5 채널 직경에 배치될 수 있다.

[0056] 유동 방향에 수직인 유동 채널의 전형적인 단면 폭은, 1 ㎜ 내지 10 ㎜, 바람직하게는 2 ㎜ 내지 5 ㎜ 일 수 있다. 유동 채널의 단면 폭 및/또는 단면 형상은 채널을 따라 변할 수 있다. 형상의 예는 완전히 또는 부분적으로 직사각형, 정사각형, 타원형, 구형 및 삼각형인 형상을 포함한다. 각도와 가장자리는 둥글게 될 수 있다.

[0057] 따라서, 벽 부분은 평평하거나 만곡될 수 있고 또는 유동 채널의 단면 형상에 따라 하나 이상의 가장자리를 포함할 수 있다. 벽 부분은 단일체형 관 요소의 일부분이거나 함께 끼워맞춤될 수 있다. 제 1 벽 부분은 바닥 벽 부분일 수 있고(예컨대, 중력에 대해), 제 2 벽 부분은 정상 벽 부분일 수 있으며, 제 3 벽 부분은 측벽 부분일 수 있다. 각도와 가장자리는 둥글게 될 수 있다.

[0058] 어떤 실시 형태에서, 유동 채널은 그의 전체 길이의 적어도 50% 내지 95% 또는 전체 길이를 따라 본질적으로 일정한 단면적을 가질 수 있다.

[0059] 어떤 바람직한 실시 형태에서, 유동 채널의 단면 영역은 삼각형이고, 추가 유동 개구가 모든 3개의 벽 부분에 배치된다. 바람직하게는, 추가 유동 개구는 슬릿형이고, 바람직하게는, 유동 채널의 단면에 대해 원주 방향으로 연장되어 있고, 또한 바람직하게는 완전히 유동 채널의 단면의 주위에 연장되어 있다. 부분적으로 또는 완전히 유동 채널의 단면 주위에 연장되어 있는 슬릿형 개구를 갖는 삼각형 유동 채널은, 방사선 검출기, 방사선원 그리고 방사선원 및 검출기에 가까운 벽면 상으로의 미립자 침전을 줄일 수 있고 또한 유동 유동을 공급하는 라인을 포함하여 몰드에서 단지 하나의 또는 단지 2개의 인클로저 요소를 갖도록 제조될 수 있다는 이점을 갖는다.

[0060] 어떤 실시 형태에서, 필터는 센서 장치 안에 만들어지며, 이 필터는 추가 유동이 여과된 유동이 되도록 적어도 하나의 추가 유동 개구와 관련되어 있다. 필터는 공기 필터, 특히 HEPA 필터이거나 또는 경로 필터일 수 있다. 여과된 추가 유동을 도입함으로써, 검출기 및 방사선원의 영역에서의 미립자 밀도를 감소시킬 수 있고, 이에 따라 침전이 감소된다. 다시 말해, 어떤 실시 형태에서, 추가 유동은 에어로졸 샘플을 적어도 국부적으로 묽게 한다.

[0061] 추가 유동의 다른 양태는, 추가 유동을 도입함으로써, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 상으로의 그리고/또는 검출기 및/또는 방사선원에 가까운 채널 벽 부분 상으로의 침전이 회피될 수 있도록 미립자의 궤적이 재안내될 수 있다는 것이다. 따라서, 추가 유동이 오염 물질을 함유하고 있더라도, 에어로졸 샘플 유동과의 상호 작용시 그의 재안내 효과가 센서 악화를 줄일 수 있다. 유동 변경 장치는 검출기 및/또는 방사선원에서 미립자를 안내하는 중력에 대항하여 작용하는 것이 특히 바람직하다. 따라서, 변경 장치는 바람직하게는 유동 영역의 바닥 영역에 배치된다(중력 방향에 대해).

[0062] 에어로졸 샘플이 다른 저장부로부터 나옴에 따라 추가 유동의 가스가 동일한 저장부로부터 나올 수 있고, 또는 다른 저장부로부터 공급될 수도 있다.

[0063] 어떤 실시 형태에서, 하나 이상의 추가 유동 개구가 바람직하게는 방사선 검출기 및/또는 방사선원의 상류로 8 ㎜ 미만의 제 1 거리에, 바람직하게는 1 ㎜ 내지 6 ㎜의 거리에 배치된다.

[0064] 어떤 실시 형태에서, 적어도 하나의 추가 유동 개구는, 상기 유동 입구와는 별개인 보조 입구로부터 미립자 센서 장치 안으로 끌려 들어가는 가스가 공급되는 입구이다. 다른 실시 형태에서, 추가 유동 개구는 에어로졸을 유동 채널 밖으로 끌어 내기 위해 과소 압력에 연결된다.

[0065] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는, 적어도 하나의 추가 유동 개구를 통과하는 적어도 하나의 추가 유동이 흡인에 기반하여 일어나도록 구성된다. 흡인 기반 실시 형태에서는, 추가 유동을 유동 채널 안으로 도입하기 위한 추가의 팬, 즉 벤틸레이터를 설치할 필요가 없다. 또한, 가스는 다른 수단에 의해 입구를 통해 밀려 들어갈 필요가 없다.

[0066] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는, 상기 유동 채널에 배치되는 적어도 하나의 제 1 오목부를 더 포함하고, 이 제 1 오목부는 방사선원 및/또는 방사선 검출기를 수용하도록 구성된다. 제 1 오목부는 적어도 방사선을 위한 채널에 개방되어 있다. 오목부는 유동이 감소된 영역이고 또한 민감한 요소는 주 유동 밖으로 오프셋되어 배치됨에 따라, 제 1 오목부에 방사선원 및/또는 방사선 검출기를 배치함으로써 민감한 요소를 입자의 침전으로부터 보호할 수 있다. 또한, 이들 또는 다른 실시 형태에서, 적어도 방사선을 위한 채널에 개방되어 있는 추가 오목부가 비임 스탑퍼를 수용하도록 배치 및 구성된다. 비임 스탑퍼를 위한 오목부는 직선형으로 연장될 수 있고 또는 만곡되거나 각질 수 있으며, 비직선형인 경우에, 방사선 비임은 비임 스탑퍼 상으로 반사된다. 후자의 오목부 형상에 의해, 비임 스탑퍼의 영역으로부터 반사된 누설 방사선이 유동 채널에 다시 들어가는 것이 회피되는데, 누설 방사선은 측정에 방해를 줄 것이다.

[0067] 검출기 및/또는 방사선원을 위한 이들 오목부는, 채널에 대한 그의 개구와 함께, 추가 유동이 유동 채널에 들어갈 때 통과할 수 있는 추가 유동 개구를 구성할 수 있다. 이 기능을 실행하기 위해, 이들 오목부에는 가스가 공급될 수 있고 또는 가스가 그 오목부로부터 끌려 나가게 된다. 그러한 오목부를 추가 유동 개구와 조합함으로써, 오목부에 배치되는 민감한 요소의 컴팩트한 설계 및 특히 효율적인 보호가 이루어진다. 따라서, 어떤 실시 형태에서, 적어도 하나의 추가 유동 개구 중의 적어도 하나는 바람직하게는 상기 제 1 오목부 및/또는 제 2 오목부에 각각 배치되며, 따라서 상기 적어도 하나의 추가 유동 중의 적어도 하나가 상기 제 1 오목부 및/또는 제 2 오목부로부터 유동 채널에 들어가게 된다. 따라서, 제 1 오목부에 배치되는 민감한 요소는, 유동 채널에서 흐르는 에어로졸 샘플 내의 미립자로부터, 그 민감한 요소 주위에 흐르는 추가 유동에 의해 보호된다.

[0068] 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기는 회로 기판 상에 배치된다. 이리하여, 컴팩트한 설계가 가능하게 된다. 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기는 표면 장착 장치 광 다이오드일 수 있다.

[0069] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는, 사용 중에 적어도 하나의 추가 유동이 하나 이상의 관통 구멍을 통해 상기 회로 기판을 가로지르도록 구성되어 있다. 이리하여, 특히 컴팩트한 설계가 가능하다

[0070] 어떤 실시 형태에서, 적어도 하나의 추가 유동 개구 중의 적어도 하나는, 추가 유동이 상기 방사선 검출기 및/또는 방사선원을 감싸도록 추가 유동을 도입하도록 배치 및 구성된다. 어떤 실시 형태에서, 쉬스는 다른 궤적상의 미립자를 방향 전환시키는 국부적인 희석물 및/또는 국부적인 흐름물이며, 이로써, 쉬스에 의해 보호되는 요소 상으로의 퇴적이 회피된다.

[0071] 어떤 실시 형태에서, 적어도 하나의 유동 변경 장치는, 상기 적어도 하나의 추가 유동의 총 크기가 상기 적어도 하나의 유동 변경 장치의 상류에서 유동 채널을 통과하는 에어로졸 샘플의 유동의 크기의 30% 이하, 바람직하게는 25% 미만, 더 바람직하게는 20% 미만이 되도록 상기 적어도 하나의 추가 유동을 상기 유동 채널 안으로 도입하도록 구성되어 있다.

[0072] 어떤 실시 형태에서, 유동 변경 장치는, 유동 채널에 있는 또는 그 유동 채널의 수축부를 포함하거나 그로 이루어진다. 이 수축부는 유동 채널의 단면적을 국부적으로 감소시키는 구조물이다. 수축부는 직접 유동 채널의 벽에 의해 형성될 수 있고 또는 추가적인 구조물이 채널에 배치될 수 있다. 수축부는, 에어로졸 샘플의 유동의 적어도 일부분을 검출기의 검출 영역 및/또는 방사선원의 방출 영역으로부터 멀어지게 안내하도록 배치 및 구성된다. 미립자의 관성 때문에, 입자의 궤도는 방사선 검출기 및/또는 방사선원으로부터 방향 전환된다.

[0073] 추가 유동 개구(들)와 수축부(들)는 또한 조합될 수 있다.

[0074] 어떤 실시 형태에서, 수축부는, 수축부의 수축 최대부(즉, 수축부가 유동 채널 직경을 최대로 감소시키는 위치)가 상기 방사선 검출기 및/또는 방사선원의 상류로 5 ㎜ 미만의 제 2 거리에, 바람직하게는 3 ㎜ 미만의 거리에 위치하도록 배치 및 구성되어 있다.

[0075] 어떤 실시 형태에서, 수축부는 유동 채널을 유동 방향으로 연속적으로 수축시킨다. 다시 말해, 수축 최대부의

앞 및/또는 뒤에 있는 수축 영역에서 유동 채널의 클리어 폭은 단조적으로 또는 엄격히 단조적으로 변한다. 이리하여, 유동에서 불필요한 난류를 피할 수 있다. 수축부는 원주 반향으로 전체 유동 채널에 걸쳐 또는 그의 일부분에 걸쳐 연장될 수 있다.

[0076] 수축 최대부에서의 수축 클리어 최소 폭과 평균 유동 채널 직경의 비는 0.2 내지 0.95, 바람직하게는 0.3 내지 0.6이다.

[0077] 수축 클리어 최소 폭(D_1)은 바람직하게는 1 ㎜ 내지 5 ㎜이며 그리고/또는 평균 유동 채널 직경(D_0)은 바람직하게는 1 ㎜ 내지 15 ㎜, 바람직하게는 2 ㎜ 내지 8 ㎜ 이다.

[0078] 어떤 실시 형태에서, 수축부는 수축 영역에 걸쳐 연장되어 있고, 수축부는 하류 방향으로 가면서 그의 수축 최대부까지 상승하고 다시 낮아진다. 방사선 검출기 및/또는 방사선원은, 상기 수축 영역에 배치되고 반경 방향으로 상기 수축부 안으로 연장되어 있는 수축 오목부에 배치되며, 수축 오목부는 바람직하게는 블라인드 구멍이며 그리고/또는 유동 방향으로 바람직하게는 0.5 ㎜ 내지 5 ㎜의 직경(D_{PD})을 갖는다. 방사선은 오목부에 쉽게 출입할 수 있고, 오목부 안으로의 입자 침전이 감소 된다. 바람직하게는, 이 오목부는 수축 최대부의 하류에 배치된다.

[0079] 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기의 검출 영역과 수축 최대부 사이의 거리는 수축 영역의 하류 절반 길이의 2/3 보다 작다.

[0080] 어떤 실시 형태에서, 수축부의 밀리미터당 개방 각도 변화(β)는, 1° /㎜ 내지 10° / ㎜ 이다.

[0081] 어떤 실시 형태에서, 수축부의 최대 개방 각도(Θ_{max})는 바람직하게는 1° 내지 실속각(stall angle)(SA)이고, 실속각(SA)은 바람직하게는 5° 내지 10° 이다. 실속각은, 각도가 높아짐에 따라 유동이 실속하는 각도이다. 그러나, 최대 개방 각도는 실속각 보다 클 수도 있다. 수축 중심부와 최대 개방 각도(Θ_{max})의 위치 사이의 거리(L_0)는 바람직하게는 아래의 식에 따라 선택된다;

[0082] $$L_0 = \frac{\Theta_{max}}{\beta}$$

[0083] 어떤 실시 형태에서, 상기 수축 클리어 최소 폭(D1)은 바람직하게는 아래의 식에 따라 선택된다;

[0084] $$D_1 \leq D_0 + \frac{2}{\beta}\log(\cos(\beta * L_0))$$

[0085] 어떤 실시 형태에서, 상기 수축 중심부와 실속각(SA)의 위치 사이의 거리(L1)는 바람직하게는 아래의 식에 따라 선택된다;

[0086] $$L_1 = \frac{SA}{\beta}$$

[0087] 어떤 실시 형태에서, 상기 수축 중심부와 직경을 갖는 수축 오목부의 하류 가장자리 사이의 거리(L2)는 바람직하게는 아래의 식에

[0088] $$D_{PD} < L_2 < L_1$$

[0089] 에 따라 선택된다.

[0090] 어떤 실시 형태에서, 유동 변경 장치는 적어도 하나의 수축부 및 적어도 하나의 추가 유동 개구를 포함하고, 적어도 하나의 추가 유동 개구는 바람직하게는, 상기 수축부의 수축 최대부의 상류 또는 하류에 배치되는 적어도 하나의 추가 유동 개구를 포함한다.

[0091] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는, 서로 개별적으로 연장되어 있는 적어도 2개의 유동 채널 및 적어도 2개의 방사선 검출기를 포함하고, 적어도 2개의 유동 채널 각각에는, 적어도 2개의 방사선 검출기 중의 적어도 하나가 배치된다. 따라서, 센서 장치는 2개 이상의 채널을 갖는 장치이다.

[0092] 어떤 실시 형태에서, 인클로저는 바람직하게는 상기 회로 기판을 수용하도록 배치 및 구성되어 있고/있거나 상

기 적어도 2개의 방사선 검출기는 바람직하게는 동일한 회로 기판 상에 장착된다.

[0093] 추가 양태에서, 본 발명은 에어로졸 샘플의 유동 내에 있는 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위한 방법에 관한 것으로, 이 방법은,

[0094] - 바람직하게는 본 발명에 따른 미립자 센서 장치의 유동 채널을 통해 에어로졸 샘플의 유동을 안내하는 단계;

[0095] - 상기 에어로졸 샘플의 유동 내에 있는 미립자와 상호 작용하기 위한 방사선을 방사선원으로부터 상기 유동 채널 안으로 방출하는 단계;

[0096] - 상기 미립자와 상호 작용한 방사선의 적어도 일부분을 방사선 검출기로 또한 바람직하게는 집적 회로 및/또는 적어도 하나의 마이크로프로세서의 제어 하에서 검출하는 단계; 및

[0097] - 방사선 검출기 및/또는 방사선원 및/또는 채널 벽 부분 상으로의 미립자 침전을 줄이기 위해, 방사선 검출기 또는 방사선원의 상류 가까이에 배치되는 유동 변경 장치에 의해, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 및/또는 방사선원 및/또는 방사선 검출기에 가까운 채널 벽의 영역에서 에어로졸 샘플의 유동, 바람직하게는 속도, 방향 및/또는 에어로졸 밀도를 적어도 국부적으로 변경시키는 단계를 포함한다.

[0098] 본 발명에 따른 미립자 센서 장치는 에어로졸 샘플, 특히 주변 공기 중에 있는 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위해 사용될 수 있다. 미립자의 수 농도 및/또는 미립자의 평균 질량 및/또는 미립자의 질량 농도를 결정할 수 있다.

[0099] 따라서, 본 발명은 미립자 센서 장치에 관한 것으로, 이 장치는, 유동 입구, 유동 출구 및 이들 사이에 연장되어 있는 유동 채널을 포함하는 인클로저; 에어로졸 샘플이 유동 채널을 통해 안내될 때 그 에어로졸 샘플의 유동 내에 있는 미립자와 방사선의 상호 작용을 위해 방사선을 유동 채널 안으로 방출하기 위한 방사선원; 및 미립자와의 상호 작용 후에 상기 방사선의 적어도 일부분을 검출하기 위한 방사선 검출기를 포함한다. 센서 장치는 방사선 검출기의 상류에 그리고/또는 방사선원 상에 배치되는 유동 변경 장치를 더 포함하고, 이 유동 변경 장치는, 방사선 검출기 및/또는 방사선원 상으로의 그리고/또는 방사선원 및/또는 방사선 검출기에 가까운 채널 벽 부분 상으로의 미립자 침전을 줄이기 위해 에어로졸 샘플의 유동을 변경시키도록 구성되어 있다. 본 발명은 또한 그러한 유동 변경 장치를 갖는 미립자 센서 장치를 사용하여 에어로졸 샘플 내에 있는 미립자의 파라미터를 결정하는 방법에 관한 것이다.

[0100] 본 발명의 양태에 따른 센서 실시 형태는 악화될 경향이 더 적고 그래서 더 긴 수명을 가지며 그리고/또한 더 적은 유지 보수를 필요로 한다. 이들 특성 덕분에, 장치 실시 형태는 개인이 미립자에의 노출을 측정할 수 있게 해주는 예컨대 개인용 모니터로서 사용될 수 있다. 장치 실시 형태는 또한 공기 조화 유닛, 공기 정화기, 수송 차량, 사물 인터넷 센서 노드, 모바일 핸드셋 및 웨어러블 장치를 포함하지만 이에 한정되지 않는 넓은 범위의 제품과 시스템에 구현될 수 있다. 장치 실시 형태는 독립적인 방식으로 공기질 데이타를 기록할 수 있고 또는 그를 유선 또는 무선으로 스마트폰 및/또는 다른 적절한 장치와 같은 다른 장치에 전달할 수 있다. 밀한 공기질 맵을 만들기 위해 공기질 데이타는 측정 위치에 관한 정보와 결합될 수 있다.

[0101] 미립자 센서 장치는 적어도 하나의 환경적 파라미터를 결정하기 위한 적어도 하나의 환경 센서를 더 포함할 수 있다. 유동 변경 장치가 유동 채널 안으로 들어가는 적어도 하나의 추가 유동을 생성하기 위한 적어도 하나의 추가 유동 개구를 포함하거나 그로 이루어지는 실시 형태에서, 환경 센서는 유리하게 추가 유동의 유동 경로에서 상기 추가 유동 개구의 상류에 배치될 수 있다.

[0102] 따라서, 본 발명은 미립자 센서 장치를 또한 제공하고, 이 장치는,

[0103] 유동 채널을 규정하는 인클로저;

[0104] 상기 유동 채널 내의 에어로졸 샘플 내에 있는 미립자와 방사선의 상호 작용을 위해 방사선을 유동 채널 안으로 방출하기 위한 방사선원;

[0105] 미립자와의 상호 작용 후에 상기 방사선의 적어도 일부분을 검출하기 위한 방사선 검출기;

[0106] 상기 유동 채널 안으로 들어가는 추가 유동을 생성하기 위한 적어도 하나의 추가 유동 개구; 및

[0107] 적어도 하나의 환경적 파라미터를 결정하기 위한 환경 센서를 포함하고,

[0108] 그 환경 센서는 추가 유동의 유동 경로에서 상기 추가 유동 개구의 상류에 배치된다.

[0109] 환경 센서는 추가 유동에서 하나 이상의 파라미터를 결정하도록 구성된다. 추가 유동은 미립자 센서 장치의 환

경으로부터 생기기 때문에, 환경 센서의 출력은 미립자 센서 장치의 환경 내의 그러한 파라미터, 즉 환경 파라미터의 지시로서 취해질 수 있다.

[0110] 환경 센서에 의해 감지되는 환경 파라미터는 일반적으로 센서 모듈의 환경에서 매체의 물리적 양을 나타내고, 그 매체는 바람직하게는 공기이다. 환경 파라미터는 예컨대 환경의 상대 습도, 센서 모듈의 환경의 온도, 또는 환경 내 적어도 하나의 타겟 가스 농도일 수 있다. 구체적으로, 타겟 가스는 휘발성 유기 화합물과 같은 가스 혼합물, 또는 개별 휘발성 유기 화합물(예컨대, 에탄올, 포름알데히드, 이소프로판올)과 같은 개별 가스, 질소 산화물, 수소, 오존, 일산화탄소, 암모니아, 또는 이산화탄소를 포함한다. 특히, 환경 센서는,

[0111] - 습도 센서;

[0112] - 온도 센서;

[0113] - 조합된 습도 및 온도 센서;

[0114] - 가스 센서, 특히;

[0115] - MOX 기반 가스 센서;

[0116] - 광학식 가스 센서;

[0117] - 광음향 가스 센서;

[0118] - 열 가스 센서;

[0119] - 전기화학적 가스 센서; 특히

[0120] o 솔리드 스테이트 전기화학적 가스 센서;

[0121] o 실온 유기 액체 전기화학적 가스 센서

[0122] 중의 하나 이상일 수 있다.

[0123] 환경 센서는 반도체 센서일 수 있다. 환경 센서는 집적 회로 및/또는 독출 회로를 포함할 수 있다. 특히, 환경 센서는 CMOS 기술로 제조되는 층상 반도체 센서일 수 있다. 이러한 센서는 당업계에 잘 알려져 있다. 예컨대, 반도체 습도 및 온도 센서는 Sensirion AG의 SHT3x로서 상용화되어 있다(https://www.sensirion.com/en/environmental-sensors/humidity-sensors/). 가스 센서는 예컨대 Sensirion AG의 SGP3x로서 상용화되어 있다(https://www.sensirion.com/en/environmental-sensors/gas-sensors/).

[0124] 미립자 센서 장치는 추가 유동을 여과하기 위한 필터를 포함할 수 있다. 이러한 실시 형태에서, 환경 센서는 바람직하게는 필터의 하류에 배치된다. 이렇게 해서, 환경 센서는 미립자에 의한 오염으로부터 보호된다.

[0125] 추가 유동 개구의 상류에 있는 추가 유동의 유동 경로는 인클로저, 특히 에어로졸을 위한 (주) 유동 채널의 경계를 한정하는 동일한 인클로저에 의해 경계가 한정될 수 있다. 인클로저는 유동 채널을 통과하는 에어로졸의 주 유동 및 추가 유동을 위한 서로 별개의 입구를 규정할 수 있는데, 즉 인클로저는 유동 채널을 위한 주 유동 입구 및 추가 유동을 형성할 가스를 받기 위한 보조 유동 입구를 규정할 수 있고, 보조 유동 입구는 주 유동 입구와는 별개이다.

[0126] 미립자 센서 장치는 보조 유동 입구에서 음의 압력을 생성하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 이는, 당업계에 잘 알려져 있는 바와 같이, 유동 채널에 수축부를 제공해 베르누이 효과를 이용하여 유동 채널에서 에어로졸 샘플의 유동을 가속화하여 달성될 수 있다. 압력차를 생성하기 위한 다른 수단도 잘 알려져 있다.

[0127] 어떤 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는, 추가 유동이 방사선 검출기를 지나 흘러 미립자의 원치 않는 오염으로부터 그 방사선 검출기를 보호하도록 구성된다. 이를 위해, 방사선 검출기는 추가 유동의 유동 경로에서 환경 센서의 하류에 배치될 수 있다.

[0128] 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기 및 환경 센서는 공통의 회로 기판 상에 장착된다. 이는 방사선 검출기가 표면 장착 장치 광 검출기, 예컨대 표면 장착 광다이오드인 경우에 특히 유리하다.

[0129] 추가 유동이 회로 기판을 가로지르도록 하기 위해, 회로 기판은 추가 유동이 회로 기판을 가로지를 수 있게 해주도록 구성된 하나 이상의 관통 구멍을 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 추가 유동의 유동 경로는 회로 기판의 적어도 하나의 가장자리 주위를 지난다.

[0130] 미립자 센서 장치는 환경 센서를 회로 기판의 적어도 하나의 부분으로부터 열적으로 분리시키도록 구성될 수 있다. 이는 환경 센서가 추가 유동의 온도를 결정하도록 구성되어 있는 경우에 특히 유리하다. 특히, 회로 기판은 환경 센서가 장착되는 회로 기판의 제 1 부분을 이 제 1 부분에서 떨어져 있는 부분으로부터 열적으로 분리시키도록 구성될 수 있다. 환경 센서를 회로 기판의 특정 부분으로부터 열적으로 분리시키기 위해 많은 다른 조치를 취할 수 있다. DE 2017 106 413 U1을 참조할 수 있는데, 이에는 그러한 조치가 기재되어 있다. 예컨대, 회로 기판은 환경 센서가 장착되는 제 1 부분과 이 제 1 부분에서 떨어져 있는 다른 부분 사이에서 하나 이상의 슬롯을 가질 수 있다.

[0131] 어떤 실시 형태에서, 방사선 검출기 및 환경 센서는 상기 회로 기판의 상호 반대측에 배치된다. 이는 환경 센서를 위한 공간의 가용성에 따라 유리할 수 있지만, 환경 센서를 회로 기판의 특정 부분 및/또는 방사선 검출기로부터 열적으로 분리시키는데도 도움을 줄 수 있다. 추가 유동은 바람직하게 먼저 회로 기판의 제 1 측면에 있는 환경 센서를 지나고 그런 다음에 회로 기판의 반대 측면으로 가고 거기서 방사선 검출기를 지나게 된다. 다른 실시 형태에서, 방사선 검출기 및 환경 센서는 회로 기판의 동일 측면에 배치될 수 있다.

[0132] 미립자 센서 장치는, 환경 센서를 독출하고 또한 추가 유동 내의 가스가 상기 미립자 센서 장치에 들어가기 전에 그 가스의 파라미터를 나타내는 보상된 출력 파라미터를 구하도록 구성되어 있는 보상 장치를 포함할 수 있다. 이렇게 해서, 미립자 센서 장치 외부의 환경 파라미터의 더 정확한 지시가 얻어질 수 있다. 예컨대, 환경 센서가 추가 유동의 온도를 결정하도록 구성되면, 보상 장치는 추가 유동의 가스가 환경 센서에 도달하기 전에 환경 센서 및/또는 그 가스에 들어가는 열 유입의 양을 나타내는 정보를 받고 또한 그 열 유입을 보상하도록 구성될 수 있다. 그러한 열 유입은 방사선원, 방사선 검출기, 팬(존재하는 경우), 및/또는 미립자 센서 장치 내의 다른 전기 또는 전자 장치로부터 일어날 수 있다. 간단한 실시 형태에서, 보상 장치는 방사선원, 방사선 검출기, 팬 등 중 적어도 하나의 소산된 전력에 관한 정보를 받을 수 있고 또한 예컨대 소산된 전력을 환경 센서로 측정된 온도의 증가와 연관시키는 경험적으로 결정된 룩업 테이블을 사용하여 결과적인 열 유입을 보상할 수 있다. 이렇게 해서, 미립자 센서 장치의 환경에서 온도의 더 정확한 지시가 얻어질 수 있다. 다른 환경 파라미터에 대해서도 유사한 조치가 취해질 수 있다. 보상 장치는 환경 센서, 특히 그의 제어 및 독출 회로와 통합될 수 있거나 별개로 실행될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0133] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태를 설명하며, 도면은 본 발명의 현재 바람직한 실시 형태의 실례를 들기 위한 목적이며 본 발명을 한정하기 위한 것이 아니다.

도 1a는 미립자 센서 장치의 일 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 1b는 도 1a에 따른 미립자 센서 장치의 실시 형태를 개략적인 상단면도로 나타낸다.

도 2a 내지 2c는 유동 채널의 실시 형태들을 개략적인 단면도로 나타낸다.

도 3은 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 일 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 4는 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 다른 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 5는 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 또 다른 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 6a는 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 또 다른 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 6b는 도 6a에 따른 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 실시 형태의 개략적인 상단면도를 나타낸다.

도 7은 수축부를 갖는 미립자 센서 장치의 일 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 8은 수축부를 갖는 미립자 센서 장치의 다른 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 9는 수축부를 갖는 미립자 센서 장치의 다른 실시 형태의 사진을 상면도로 나타낸다.

도 10은 수축 장치를 갖는 미립자 센서 장치의 또 다른 실시 형태를 개략적인 횡방향 종단면도로 나타낸다.

도 11은 수축부 및 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 추가 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다.

도 12a는 수축부 및 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치의 다른 실시 형태의 개략적인 종단면도를 나타낸다.

도 12b는 도 12a에 따른 미립자 센서의 실시 형태의 개략적인 상단면도를 나타낸다.

도 13은 부분적으로 조립된 미립자 센서 장치의 일 실시 형태의 분해 사시도를 나타내며, 그 센서 장치는, 위에서 아래로 가는 방향으로, 제 2 인클로저(뒤집혀 나타나 있음), 제 1 인클로저, 회로 기판, 필터 및 덮개를 갖는다.

도 14는 도 13에 따른 미립자 센서 장치의 제 1 인클로저의 확대 상세도를 나타낸다.

도 15는 2개의 유동 유동 채널을 갖는 미립자 센서 장치의 다른 실시 형태의 개략적인 상면도를 나타낸다.

도 16은 부분적으로 조립된 미립자 센서 장치의 추가 실시 형태의 분해 사시도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0134] 이제 본 발명의 바람직한 실시 형태를 도면을 참조하여 설명한다.

[0135] 도면과 관련하여, 에어로졸 샘플 내의 미립자 농도를 확인하기 위한 미립자 센서 장치(1)를 예시적으로 설명하며, 가시광이 방사선으로서 사용된다.

[0136] 도 1a는 미립자 센서 장치(1)의 제 1 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 도 1b는 이 미립자 센서 장치(1)를 개략적인 상단면도로 나타낸다. 장치(1)는, 입구(11)와 출구(12) 사이에서 길이방향 축선(L)을 따라 연장되어 있는 유동 채널(2)의 경계를 한정하고 직경(D_0)을 갖는 인클로저(21)를 포함한다. 센서 장치(1)로 측정될 에어로졸 샘플의 유동(20)은 유동 채널(2)을 통해 안내된다. 팬(220), 즉 환기 장치가 유동(20)을 제어하기 위해 유동 채널(2)에 배치된다.

[0137] 인쇄 회로 기판(23)이 인클로저(21)의 바닥에 부착되어 있다.

[0138] 방사선 검출기(4)가 유동 채널(2)에서 인클로저(21)의 바닥 부분에 있는 제 1 오목부(22)에 수용된다. 검출기(4)는 표면 장착 광 다이오드일 수 있다. 검출기(4)는 인쇄 회로 기판(23) 상에 또는 그 안에 배치된다. 광 다이오드(4)는 채널(2) 쪽으로 향해 있는 민감한 영역(40)을 가지며, 이 영역은, 표면(40)이 채널(2)의 경계를 한정하는 인클로저의 벽과 실질적으로 평평하도록 길이방향 축선(L)을 따라 연장되어 있다. 이로써, 에어로졸 유동(20)에 대한 저항 또는 교란이 최소한으로 된다.

[0139] 도 1b에서 알 수 있는 바와 같이, 방사선원(3)(여기서는 레이저)이 인클로저(21)에 의해 제공되는 측벽 부분의 추가 제 1 오목부(22)에 배치된다. 방사선 경로(X)(여기서는 레이저 광 경로)는 채널(2)의 길이방향 축선(L)에 실질적으로 수직하게 연장되어 있다. 더욱이, 방사선 경로(X)는, 바람직하게는 D_0의 일부분 만큼 민감한 영역(40)으로부터 거리를 두고 그 민감한 영역의 바로 위쪽에서 연장되도록 선택되며, 바람직하게는, 방사선 경로(X)는 채널(12)의 중심부에서 연장된다. 이로써, 방사선이 에어로졸 샘플 내의 미립자와 상호 작용하는 반응 영역에 검출기(4)가 더 가까이 있기 때문에 센서 장치(1)의 감도가 증가된다.

[0140] 레이저 장치(3)는 유동 채널(2)을 통해 레이저 비임(32)을 방출하고, 레이저 광은, 예컨대 검출기(4)로 검출되는 산란 광(30)을 생성하는 에어로졸 샘플 유동(20) 내의 미립자와 상호 작용한다. 상호 작용하지 않는 레이저 비임 부분은 수평 오목부(22a) 안으로 안내되어 비임 스탑퍼(31) 상으로 가게 된다.

[0141] 레이저 장치(3)의 맞은 편에는 추가 오목부(22a)가 제공되어 있고, 이 오목부의 바닥에는, 에어로졸 샘플에 의해 재안내 또는 흡수되지 않은(또는 충분히 그렇게 되지 않은) 레이저 광을 받기 위한 비임 스탑퍼(31)가 배치된다. 오목부(22a)에 비임 스탑퍼(31)를 제공함으로써, 측정을 방해할 수 있는 누설 또는 의사(spurious) 광이 줄어든다. 추가로, 오목부(22a)는 만곡 또는 구부러질 수 있고, 방사선을 스탑퍼(31) 상으로 안내하기 위한 반사 요소가 만곡부 또는 곡부에 배치된다. 그리하여, 스탑퍼(31)로부터의 역방향 반사가 감소된다.

[0142] 민감한 영역(40)으로부터 상류 거리(d_1)에서, 제 1 추가 유동 개구(511)(여기서는 바닥 입구 개구)가 인클로저(21)의 바닥 벽 부분에 배치되어 있다. 바닥 입구(511)에 대한 공급을 하는 라인이 인쇄 회로 기판(23)의 관통 구멍(231)을 통해 바닥 입구(511)까지 연장되어 있고, 바닥 입구(511)에 가스를 제공하여 제 1 추가 유동(5110)(여기서는 바닥 추가 유동)을 생성하게 된다.

[0143] 민감한 영역(40)으로부터 실질적으로 동일한 상류 거리(d_1)에서, 제 2 추가 유동 개구(512)(여기서는 정상 입구 개구)가 인클로저(21)의 정상 벽 부분에 배치되어 있다. 정상 유동 입구(512)에는 가스가 공급되어, 제 2 추가 유동(5120)(여기서는 정상 추가 유동)이 생성된다.

[0144] 추가적인 바닥 및 정상 유동(5110, 5120)은 길이방향 축선(L)에 대해 실질적으로 직각으로 유동 채널(2) 안으로 보내진다.

[0145] 2개의 제 3 유동 개구(513)(측방 유동 개구)가 인클로저(21)의 측벽 부분에 제공되어 있다. 측방 유동 입구(513)들은 서로 마주하여 배치되고, 가스가 공급되어 제 3 추가 유동(5130)(여기서는 측방 추가 유동)이 생성된다.

[0146] 서로 마주하여 배치되는 개구들은 서로 직접 마주하여 배치될 수 있고 또는 유동 방향으로 서로에 대해 D_0의 일부분 만큼 오프셋될 수 있다.

[0147] 도 1b에서 알 수 있는 바와 같이, 길이방향 축선(L)과 측방 입구(513)에 대한 공급을 하는 공급 라인의 최종 부분 사이의 각도가 약 30° 내지 60° 가 되도록 측방 개구(513)는 길이방향 축선(L)에 대해 각도를 이룬다. 측방 유동의 이러한 경사 주입에 의해, 에어로졸 유동(20)에 대한 교란이 더 적게 된다. 또한, 측방 유동(5130)은 L에 대해 실질적으로 직각으로 주입될 수 있다. 더욱이, 정상 및/또는 바닥 유동(들)(5110, 5120)과 같은 추가적인 유동은 측방 유동(5130)에 대해 설명한 바와 같이 경사져 주입될 수 있다.

[0148] 적어도 일부의 또는 모든 추가 유동 개구(511, 512, 513)는 필터 요소가 제공될 수 있고 또는 바람직하게는 개구의 상류에 제공되는 관련된 필터 요소를 가질 수 있고, 필터는 여과된 추가 유동을 생성하기 위한 예컨대 공기 필터, 특히 HEPA 필터 또는 경로 필터이다. 더욱이, 적어도 일부의 또는 모든 추가 유동 (5110, 5120, 5130)은, 유동(20)이 각각의 입구(511, 512, 513)에서 각각 과소 압력을 생성함으로써 생성될 수 있다.

[0149] 장치(1)는 집적 회로(60) 및/또는 마이크로프로세서(6)(여기서는 검출기(4)에 통합되어 있는 것으로 나타나 있음)를 더 구비할 수 있다. 그러나, 마이크로프로세서(들)(6) 및 집적 회로(60)는 팬(220)의 방사선원(3)과 같은 다른 요소 상에 또는 그 안에 배치될 수도 있다. 장치(1)는 집적 회로(60) 및/또는 마이크로프로세서(6)의 제어하에서 방사선원(3) 및 검출기(4)에 의해 측정을 수행하도록 구성된다.

[0150] 센서 장치(1)는 PM1.0 또는 PM2.5 센서일 수 있는데, 즉 각각 1 마이크로미터 및 2.5 마이크로미터 이하의 크기를 갖는 입자를 측정할 수 있고, 또는 10 마이크로미터 이하의 입자 크기를 갖는 에어로졸 샘플 내의 미립자를 측정하는 PM10 장치일 수 있다.

[0151] 추가 유동(5110, 5120, 5130)은, 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3) 및/또는 방사선원과 검출기 가까이에 있는 벽 표면 상으로의 미립자 침전이 감소되도록 유동(20)을 변경시킨다.

[0152] 결과적인 변경된 유동의 일 실시 형태가 도 1a 및 1b의 중심에서 3개의 화살표(B)로 개략적으로 도시되어 있다. 여기서, 방사선 검출기(4) 및/또는 방사선원(3) 및/또는 방사선원(3)과 검출기(4) 가까이에 있는 채널 벽 부분 표면 상으로의 미립자의 중심 유동(두꺼운 중심 화살표로 나타나 있음) 침전과 비교하여, 더 낮은 에어로졸 밀도를 갖는 주변 유동(얇은 화살표(B)로 나타나 있음)이 감소한다. 여기서, 길이방향 축선에 가까운 유동 채널(2)의 중심에 있는 유동 미립자의 10% 이하의 일부분만 방사선에 부딪히게 된다. 측정이 일어나는 유동 채널의 중심에서의 에어로졸의 밀도는 본질적으로 변하기 않고, 그의 유동 속도만 입구에 비해 증가될 수 있다. 추가 유동이 측정을 실행하면, 이 효과는 미립자 센서 장치의 보정 및/또는 모델링시에 보상된다.

[0153] 추가 유동 개구(511, 512, 513)는, 추가 유동(5110, 5120, 5130)이 함께 추가유동(5110, 5120, 5130) 전에 에어로졸 샘플 유동(20)의 1% 내지 30%(바람직하게는 1% 내지 25%, 더 바람직하게는 1% 내지 20%)인 유동을 가지도록 성형 및 구성될 수 있다.

[0154] 바람직하게는, 추가 유동은, 필터가 아닌, 추가 유동을 공급하는 라인의 치수에 의해 제한되어, 필터의 증가된 막힘에 대해 더 튼튼하고 또한 장기간 안정성을 증가시킨다. 공급 라인은 도 13에 있는 개구(231)를 포함한다.

[0155] 추가 유동 개구(511, 512, 513)의 전형적인 형상은, 0.1 mm 내지 1 mm의 전형적인 폭/직경을 갖는 직사각형 슬릿 또는 둥근 구멍이다. 바람직하게는, 슬릿형 개구가 이 개구가 제공되어 있는 채널의 전체 폭에 걸쳐 연장되어 있다. 어떤 실시 형태에서, 슬릿형 개구는 모든 채널 벽에 배치될 수 있고, 어떤 실시 형태에서는, 유동 방향을 따라 배향될 수 있으며, 어떤 실시 형태에서는 그에 대해 직각 또는 다른 각도로 배치될 수도 있다. 어떤 실시 형태에서, 슬릿형 개구는, 전체 채널 주위에 원주 방향 개구가 주어지도록 제공될 수 있고, 그 원주 방향 개구는 채널 주위에서 폐쇄형 또는 나선형으로 연장되어 있다.

[0156] 도 2a 내지 2c는 유동 채널(2)의 서로 다른 실시 형태 및 방사선 검출기(4)의 위치와 검출 영역(40)의 크기의 일 실시 형태를 개략적인 단면도로 나타낸다. 이 실시 형태에서, 검출 영역(40)의 폭은 유동 채널(2)의 폭(a

$_2$)과 본질적으로 같다. 면적(A)을 갖는 상이한 단면 형상이 나타나 있다.

[0157] 도 2a는 변(a_1, a_2)을 갖는 직선형 단면을 나타낸다. 여기서, 정상 벽 부분(215)의 두 코너는 둥글게 되어 있다. 더욱이, 측벽 부분(216), 정상 벽 부분(215) 및 바닥 벽 부분(217)이 나타나 있다.

[0158] 도 2b는 밑변(a_2)과 측변(a_1)을 갖는 삼각형 단면을 나타낸다. 삼각형은 이등변 삼각형 또는 정삼각형일 수 있다. 더욱이, 측벽 부분(216)과 바닥 벽 부분(217)이 나타나 있다. 여기서, 두 측벽 부분(216) 사이의 각도는 둥글게 되어 있다.

[0159] 도 2c는 축선(a_1, a_2)을 갖는 둥근 단면을 나타낸다. 축선(a_1, a_2)은 동일한 길이를 가질 수 있고, 형상은 바람직하게는 원형일 수 있는데, 그러나 축선(a_1, a_2)은 서로 다른 길이를 가질 수 있고 형상은 바람직하게 타원형일 수 있다. 더욱이, 측벽 부분(216), 정상 벽 부분(215) 및 바닥 벽 부분(217)이 나타나 있다. 여기서, 둥근 단면의 하측 절반부의 형상은, 검출 영역(40)에 대한 넓은 접근각이 가능하도록 방사선 검출기(4)의 위치에서 변경되어 있다.

[0160] 도 3은 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치(1)의 추가 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 도 1에 따른 이전 실시 형태와의 차이점을 설명한다. 도 3에 따르면, 인쇄 회로 기판(23)이 유동 채널(2)의 바닥 부분의 경계를 한정한다. 인쇄 회로 기판(23)은 인클로저(21) 안에 배치되거나, 인클로저(21)가 인쇄 회로 기판(23) 상에 설치된다. 이 실시 형태에서, 검출기(4)는 인클로저(21)에 있는 오목부에 배치되지 않고, 검출기가 부착되는 인쇄 회로 기판(23)으로부터 채널(2) 안으로 돌출한다. 따라서, 평균 유동 채널 직경(D_0)은 이 실시 형태에서 더 클 수 있고, 검출기(4)의 영역에서 수축될 수 있다. 이 수축은 미립자의 침전이 더 적게 생기도록 유동(20)을 변경시킬 수 있다. 대안적으로, 검출기(4)는 평균 채널 벽과 평평하게 인쇄 회로 기판(23)에 배치될 수 있으며, 그리하여, 유동(20)에 대한 유동 저항이 더 작게 될 수 있다.

[0161] 이 실시 형태에서, 바닥 추가 유동(5110) 및 측방 추가 유동(5130)이 제공된다.

[0162] 이 실시 형태에서, 시트형 추가 유동(5140)을 제공하기 위한 슬릿형 입구(514)가 또한 제공될 수 있다. 여기서, 시트형 추가 유동은 검출기(4)를 보호하기 위한 쉬스(sheath)를 생성하는 측방 유동이다. 보호될 요소(즉, 검출기(4) 및/또는 방사선원(3))가 배치되는 벽 부분에 있는 슬릿형 유동 개구가 특히 바람직하며, 따라서 그 요소는 미립자 퇴적으로부터 시트형 유동에 의해 덮히게 된다.

[0163] 도 4는 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치(1)의 다른 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 이 실시 형태에서, 사용시 정상 추가 유동(5120)이 제 2 추가 유동 입구(512)를 통해 유동 채널(2) 안으로 도입된다.

[0164] 도 5는 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치(1)의 또 다른 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 이 실시 형태는 도 1에 따른 실시 형태와 유사하지만, 차이점은, 검출기(4)는 깊은 제 1 오목부(22)에 제공된다는 것이다. 따라서, 민감한 표면(40)은 평균 채널 바닥 벽과 더 이상 평평하기 않고, 채널 중심에 대해 오목부(22) 안으로 오프셋되어 있다. 오목부(22) 안으로 들어가는 입구 영역은 추가 인클로저 요소(24)에 의해 수축될 수 있고, 그 추가 인클로저 요소는 인클로저(21)에 통합되거나 입구 영역에 고정되는 추가 요소일 수 있다. 입구 영역의 수축부(24)는, 오목부(22) 안으로의 미립자 침투가 그 수축부에 의해 감소되면서 방사선이 방해 없이 오목부(22)를 나갈 수 있도록 되어 있다.

[0165] 도 1에 따른 실시 형태에서 처럼, 검출기(4) 및/또는 방사선원(3)을 보호하기 위해 유동 채널(2) 안으로 들어가는 정상, 바닥, 및 측방 추가 유동(5110, 5120, 513))을 형성하기 위한 정상, 바닥 및 측방 유동 개구(511, 512, 513)가 도 3에 따라 제공된다. 여기서도, 이들 추가 유동 중의 일부는 없어도 되는데, 예컨대, 단지 하나의 추가 유동 개구만, 예컨대 바닥 유동 입구(511)만 제공될 수도 있다.

[0166] 이제 본 발명의 바람직한 실시 형태를 도 6 및 7을 참조하여 설명한다.

[0167] 도 6a는 이 실시 형태에 따른 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치(1)의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 도 6b는 이 실시 형태의 개략적인 상단면도를 나타낸다.

[0168] 도 5에 따른 실시 형태에서 처럼, 검출기(4)는 제 1 오목부(22)에 배치되고, 오목부 입구 영역은 추가 인클로저 요소(4)에 의해 수축되며, 제 1 오목부(22)에는, 회로 기판(23)을 통과해(관통 구멍(231)을 통과해) 채널(2) 안으로 들어가는 가스 유동 채널을 형성하는 하나 이상의 바닥 추가 유동 개구(511, 511a)가 제공되어 있다. 바

람직하게는, 수축된 영역(이 영역으로부터 유동(5110)이 채널(2) 안으로 들어감)이 방사선 경로(X) 바로 밑에 있다.

[0169] 추가적으로, 도 6b에서 알 수 있는 바와 같이, 제 1 오목부(22, 22a)(이들 오목부에 레이저(3) 및 비임 스탑퍼(31)가 각각 수용됨)는 측방 추가 유동(5130)이 형성되는 입구로서 작용한다. 이로써, 미립자는 추가 유동 입구로서 작용하는 오목부(22, 22a) 중의 하나에 들어갈 가능성이 훨씬 더 작음에 따라, 방사선원(3)이 미립자의 퇴적으로부터 특히 효율적으로 보호된다.

[0170] 위에서 개략적으로 설명한 바와 같이, 추가 유동 개구는 유동 채널(2)에 출입하는 유동을 생성하는데, 이 유동은 에어로졸 유동(20)을 변경시키고 또한 검출기(4) 및/또는 방사선원(3) 상에의 퇴적을 피하거나 샘플을 국부적으로 희석시키는 궤적 상으로 미립자를 재안내한다. 가스를 채널 안으로 도입하거나 그로부터 빼내어 추가 유동을 생성하는 것 대신에, 미립자가 보호 대상물로부터 방향 전환되도록 구조적 요소가 미립자 궤적에 배치될 수 있다. 이는, 채널 벽에 있는 범프(bump) 또는 채널(2) 안에 배치되는 추가 요소일 수 있고 기본적으로 램프(ramp)처럼 작용하는 수축부를 통해 달성된다.

[0171] 도 7은 수축 장치(52)를 갖는 미립자 센서 장치(1)의 바람직한 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 도 7에서, 인클로저(21)는 유동 채널(2)을 형성하고, 채널(2)은 인클로저(21)에 의해 제공되는 채널 벽의 배치에 의해 도 7의 중간 영역에서 수축되어 있다.

[0172] 도 8은 수축 장치(52)를 갖는 미립자 센서 장치(1)의 다른 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타내는데, 여기서 수축부(52)는 인쇄 회로 기판(23) 상에 추가 요소로서 배치된다.

[0173] 두 경우에, 수축부(521)는 유동 방향으로 수축 영역(524)에 걸쳐 연장되어 있고, 채널 벽으로터, 채널 직경이 D_0인 위치에서 채널(2)의 축선 쪽으로 유동 방향으로 그의 수축 최대부(525)에 도달할 때까지, 즉 채널(2)의 최소 클리어 폭(D_1)이 위치하는 지점까지 부드럽게 상승되어 있고, 그 후에, 수축부(521)는 채널 직경이 그의 원래 직경(D_0)에 도달할 때까지 다시 낮아진다. 여기에 나타나 있는 수축부(521)는 가우스 곡선과 비슷한 매끄러운 범프이다. 수축부(521)는 상류 절반 폭 보다 작은 하류 절반 폭(c_0)을 또한 가질 수 있다. 다시 말해, 곡선은 양의 경사를 가질 수 있다. 그러나, 곡선은 음의 경사를 갖거나 대칭일 수도 있다.

[0174] 수축 최대부(525)의 하류 거리(d_3)에서, 수축부(521)에는 오목부(523)가 제공되어 있다. 이 오목부(523)는 이전 실시 형태와 관련하여 설명된 제 1 오목부(22)와 기본적으로 같은 기능을 갖는다. 오목부(523)는 길이방향(L)에 대해 실질적으로 직각으로 인쇄 회로 기판(23)까지 연장되어 있다. 그러나, 일반적으로, 오목부(523)는 덜 깊고/깊거나 경사지거나 만곡될 수도 있다. 오목부(523)는 검출기(4)를 수용하고, 도 7, 8에 나타나 있는 바와 같이 그 검출기는 인쇄 회로 기판(23) 상에 배치된다.

[0175] 도 7에 나타나 있는 실시 형태에서, 수축부(521)의 곡률은, 수축 최대부(525)의 하류 거리(L_1)에서 실속각(stall angle)(SA)이 도달되도록 정해진다. 여기서, 실속각이 오목부(523)의 하류에 있도록 L_1은 d_3 보다 크다. 따라서, 유동(20)은 오목부(523) 뒤에서만 실속된다. 그래서 최대 각도(Θ_{max})는 수축 최대부(525)로부터 하류 거리(L_0)에서 얻어진다. 여기서, L_1은 L_0 보다 작다.

[0176] 도 7 및 8에 따른 수축 상황은, 어떤 실시 형태의 경우에 그리고 수축부 및 채널(2)에 대해, 수축부(521)와 채널(2) 치수 사이의 진정한 상대 관계를 나타낸다.

[0177] 도 9는 수축부(521)를 갖는 미립자 센서 장치(1)의 다른 실시 형태의 사진을 상면도로 나타낸다. 검출기(4)는 수축 최대부(525)의 하류에 배치되고, 수축부(521)는 채널 직경(D_0)을 채널 직경(D_1)으로 수축한다. 이 실시 형태에서, 수축부(521)는 채널(2) 주위에 원주 방향으로 연장되어 있다. 도 9에 나타나 있는 대상의 서로 다른 부분의 기하학적 관계는 사진에서 측정될 수 있다.

[0178] 도 10은 수축 장치(521)를 갖는 미립자 센서 장치(1)의 또 다른 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 이 실시 형태에서, 수축 장치(521)는 검출기(4)의 상류에 배치되는 램프(ramp)형 요소이다. 바람직하게는, 도에 나타나 있는 바와 같이, 램프(521)는 검출기(4)의 높이 보다 큰 높이를 갖는데, 즉, 램프(521)의 선단부(수축 최대(525)로서 지정될 수 있음)는 민감한 영역(40) 보다 높다. 나타나 있는 바와 같이, 채널 직경(D_0)은 유동 채널(2)의 수축된 클리어 최소 폭(D_1) 보다 크다. 수축부의 선단부와 민감한 영역 사이의 상류 거리

(d_4)는 1 ㎜ 내지 5 ㎜ 일 수 있다. 램프(521)와 검출기(4) 모두는 회로 기판(23) 상에 배치될 수 있다. 램프(521)는 선형적인 경사를 가질 수 있고 또는 적어도 부분적으로 만곡된 경사를 따를 수도 있음(예컨대, 도 8 참조)을 이해할 것이다.

[0179] 도 11은 수축부(521) 및 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치(1)의 추가 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 이 실시 형태는 도 10에 따른 실시 형태와 본질적으로 같은데, 추가적으로, 유동 개구(511)가 램프(521)와 검출기(4) 사이에 배치되어 있다. 바람직하게, 이 유동 개구는 위에서 개략적으로 설명한 바와 같은 바닥 유동 입구이다. 추가적으로, 정상 추가 유동(5120)의 도입을 위한 정상 유동 입구(512)가 제공될 수 있다. 이 정상 추가 유동 입구(512)는 바닥 추가 유동 입구(511)의 맞은 편에 배치될 수 있다. 램프 선단부(525)와 민감한 영역(40) 사이의 상류 거리(d_4)는 2 ㎜ 내지 25 ㎜ 일 수 있다. 바닥 추가 입구(511)와 민감한 영역(40) 사이의 상류 거리(d_1)는 1 ㎜ 내지 5 ㎜ 일 수 있다.

[0180] 도 12a는 수축부 및 추가 유동을 갖는 미립자 센서 장치(1)의 다른 실시 형태의 개략적인 횡방향 종단면도를 나타낸다. 도 12b는 이 실시 형태의 개략적인 상단면도를 나타낸다. 도 11에 따른 실시 형태에서와 마찬가지로, 램프 수축 장치(521)와 바닥 추가 유동 입구(511)가 유동 채널(2)에 배치되어 있다. 그러나, 이 경우에, 바닥 추가 유동 입구(511)는 램프(521)와 검출기(4) 사이에 있지 않고, 램프(521)가 바닥 추가 유동 입구(511)와 검출기(4) 사이에 배치된다. 다시 말해, 바닥 추가 유동 입구(511)는 램프(521)의 상류에 배치된다(도 11에서 처럼 하류가 아님). 램프 선단부(525)와 민감한 영역(40) 사이의 상류 거리(d_4)는 1 ㎜ 내지 5 ㎜ 일 수 있다. 바닥 추가 입구(511)와 민감한 영역(40) 사이의 상류 거리(d_1)는 2 ㎜ 내지 25 ㎜ 또는 그 이상일 수 있다.

[0181] 도 13은 부분적으로 조립된 미립자 센서 장치(1)의 일 실시 형태의 분해 사시도를 나타내며, 그 센서 장치는, 위에서 아래로 가는 방향으로, 제 2 인클로저(212)(뒤집혀 나타나 있음), 제 1 인클로저(211), 회로 기판(23), 필터(213) 및 덮개(214)를 갖는다.

[0182] 제 1 및 2 인클로저(211, 212)는 인클로저(21)를 함께 형성한다. 제 2 인클로저(212)는 유동 채널(2)의 정상 절반부의 경계를 한정하는 정상 부분을 형성한다. 제 1 인클로저(211)는 유동 채널(2)의 바닥 절반부의 경계를 한정하는 바닥 부분을 형성한다. 이 실시 형태에서, 유동 채널(2)은 본질적으로 U 형이며 실질적으로 직사각형인 단면 형상을 갖는다. 검출기(4)는 채널(2) 쪽을 향하고, 인쇄 회로 기판(23)에 부착된 상태에서 제 1 인클로저(211)(도 14 참조)의 제 1 오목부(22b)에 배치된다. 검출기(4)는 유동 방향으로 제 1 U형 곡부의 바로 하류에 배치된다. 레이저 장치(3)는 검출기(4)의 민감한 영역(40) 바로 위쪽에서 레이저 광을 방출하도록 배치된다. 커넥터(232)가 미립자 센서 장치(1)에 전력을 공급하고 그 센서 장치를 제어하고 또한 독출하기 위한 전기적 연결부를 제공한다.

[0183] 에어로졸 샘플 유동(20)은 입구(11)를 통해 채널(2) 안으로 들어오고 유동 채널(2)을 통과하고 원심 팬(220)을 경유해 출구(12)를 통해 밖으로 나가게 된다.

[0184] 덮개(214)에는, 중실 덮개 판을 갖는 덮개(214)의 주변 벽 주위에 일정한 거리를 두고 배치되는 복수의 추가 입구(13)가 있다. 주변 공기 또는 다른 에어로졸 또는 가스는, 위에서 개략적으로 설명된 바와 같은 에어로졸 샘플 유동(20)을 변경시키기 위한 여과된 추가 유동을 형성하기 위해, 이들 추가 입구(13)를 통해 장치(1) 안으로 흡인되고 필터(213)를 통과하며 그런 다음에 관통 개구(231)를 통과하여 추가 유동 개구(511, 513)를 통해 채널(2) 안으로 안내 된다.

[0185] 어떤 실시 형태에서, 선택적인 환경 센서(7)가 필터(213)의 하류에서 추가 유동의 유동 경로에 배치된다. 환경 센서(7)는 여과된 추가 유동에 있는 피분석물의 온도, 습도 또는 농도와 같은 환경적 파라미터를 결정한다. 필터(213)의 하류에 환경 센서(7)를 배치함으로써, 환경 센서(7)는 미립자에 의한 오염으로부터 잘 보호되며, 그러한 미립자는 환경 센서(7)에 도달하기 전에 필터(213)에 의해 여과된다.

[0186] 환경 센서(7)는, 환경 센서를 독출하고 보상된 출력 파라미터를 환경 센서의 센서 신호에 근거하여 구하는 보상 장치를 포함하거나 그에 연결될 수 있다. 보상 장치에 의해 구해진 출력 파라미터는, 여과된 유동의 가스가 미립자 센서 장치(1)에 들어가기 전에 갖는 특성, 예컨대, 미립자 센서 장치(1)의 환경에 있는 하나 이상의 피분석물의 온도, 습도 또는 농도를 나타낼 수 있다. 이를 위해, 보상 장치는 미립자 센서 장치(1)의 외부에서 환경 센서에 의해 측정된 파라미터와 이 파라미터의 실제 값 사이의 예상 차를 보상할 수 있다. 예컨대, 환경 센서가 온도 센서인 경우에, 보상 장치는 레이저 장치(3), 방사선 검출기(4) 및 팬(220)에 의한 열 소산으로 인해 생기는 하우징(21) 내부와 외부 사이의 예상 온도차를 보상할 수 있다. 이렇게 해서, 미립자 센서 장치(1)의

환경에서 측정된 파라미터의 더 정확한 지시가 얻어진다.

[0187] 도 13의 실시 형태에서, 환경 센서(7)는 검출기(4)와 동일한 회로 기판(23) 상에 장착된다. 사실, 환경 센서는, 중간 벽 부분(71)에 의해서만 검출기(4)로부터 옆으로 분리되어 검출기(4)와 동일한 회로 기판(23)의 측면에 장착된다. 대응하는 벽 부분이 또한 제 1 인클로저(211)의 바닥에 존재하여, 검출기(4)와 여과된 유동의 유동 경로 사이의 시일을 제공하며, 여과된 유동은 관통 개구(231)를 통과하여 환경 센서(7)를 지나가게 된다. 다른 실시 형태에서, 환경 센서(7)는 검출기(4)와 비교하여 회로 기판(23)의 반대 측면에 배치될 수 있다.

[0188] 도 14는 도 13에 따른 미립자 센서 장치(1)의 제 1 인클로저(211)의 확대 상세도를 나타낸다. 레이저 장치(3)는 유동 채널(2)을 통해 레이저 비임(32)을 방출하고, 그 유동 채널에서 레이저 광은 에어로졸 샘플 유동(20) 내의 미립자와 상호 작용하며, 그 미립자는 예컨대 산란 광(30)을 생성시키며, 이 산란 광은 검출기(4)로 검출된다. 상호 작용하지 않는 레이저 광 부분은 수평 오목부(22a) 안으로 안내되어 비임 스탑퍼(31) 상으로 가게 된다. 이 실시 형태에서, 비임 스탑퍼(31)는 원래의 비임 경로(X)에 대해 오프셋되어 배치될 수 있는 것으로 나타나 있다. 다시 말해, 레이저 광은, 채널(2)을 나간 후에 L형 경로를 따르게 되며, L-형 경로의 무릎부에서 광은 비임 스탑퍼(31) 상으로 반사된다. 이러한 아이디어는 검출기(4) 상으로 가는 방해적인 누설 광을 줄이는데 도움을 주므로 어떤 실시 형태에도 통합될 수 있다.

[0189] 검출기(4)는 수직 방향으로 연장되어 있는 다른 제 1 오목부(22a)에도 배치된다.

[0190] 두개의 제 1 오목부(22a)는 레이저 비임(32)과 샘플 유동(20) 내의 미립자 사이의 상호 작용 영역에서 유동 방향과 실질적으로 직각으로 연장되어 있다.

[0191] 검출기(4)의 상류 가까이에는 추가 유동 개구(511, 513)가 있는데, 이 유동 개구는 검출기(4) 및/또는 방사선원(3) 상에 미립자가 덜 퇴적되도록 유동(20)을 변경시키기 위한 것이다.

[0192] 위에서 언급된 실시 형태는 단지 예시적인 것임을 이해할 것이다. 수축부, 추가 유동 개구 및/또는 민감한 부품을 오목부 안에 두는 것에 대한 상이한 아이디어를 조합하여 추가 실시 형태를 만들 수 있다.

[0193] 추가 유동의 일부 또는 모두는 흡인 방식으로 발생될 수 있는데, 예컨대, 유동 채널 압력 상황이 추가 유동 상황을 형성 및 유지시킨다. 다른 한편으로, 추가 유동 모두 또는 그의 일부는, 입구 개구와 관련된 추가 채널 안으로 가스를 밀어 넣어 또는 추가 채널에 배치되는 팬 또는 환기 수단에 의해 발생될 수 있다.

[0194] 또한, 어떤 실시 형태의 경우, 유동 개구(511, 512, 513 및/또는 514)는 출구일 수 있는데, 즉 이들 출구는 채널(2)로부터 가스를 끌어 들인다. 예컨대 바닥 추가 유동 입구가 에어로졸 유동(20)을 위쪽으로 정상 벽 부분으로 방향 전환시키는(그리하여 미립자를 바닥으로부터 멀어지게 방향 전환시키는) 기본적인 원리는, 출구이고 가스 유동으로부터 가스를 끌어 들이는 정상 추가 개구에 의해 달성될 수 있다.

[0195] 도 15는 미립자 센서 장치의 일 실시 형태의 개략적인 상면도를 나타내며, 미립자 센서 장치(1)는 서로 개별적으로 연장되어 있는 2개의 유동 채널(2)을 포함한다. 여기서, 미립자 센서 장치는 2개의 방사선원 및 2개의 방사선 검출기(나타나 있지 않음)를 포함하고, 두 유동 채널 각각에는 하나의 방사선원 및 하나의 방사선 검출기가 배치된다. 인클로저(21)는 회로 기판(23)을 수용하거나 그에 연결되도록 배치 및 구성된다. 두 방사선 검출기는 동일한 회로 기판(23) 상에 장착된다.

[0196] 어떤 실시 형태에서, 기판(23)은 채널(2)의 적어도 일부분의 경계를 한정하도록 인클로저(21)에 부착된다.

[0197] 두 채널은 에어로졸 샘플 또는 2개의 서로 다른 에어로졸 샘플, 예컨대 실내 및 실외 공기 샘플의 미립자를 검출 및/또는 특성화하기 위해 사용될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 두 채널 각각은 특히 PM10, PM2.5 또는 PM1.0과 같은 특정한 미립자 크기 및/또는 무거운 먼지, 침강 먼지 또는 부유 대기 먼지와 같은 특정한 종류의 먼지를 검출 및/또는 특성화하기 위해 특별히 배치 및 구성될 수도 있다.

[0198] 도 16은 미립자 센서 장치(1)의 추가 실시 형태를 도시한다. 도 13의 실시 형태에서 처럼, 센서 장치는 아래에서 위로 가는 방향으로, 제 2 인클로저(212), 제 1 인클로저(211), 회로 기판(23), 필터(213) 및 덮개(214)를 포함한다. 이들 구성품은 회로 기판(23)의 관통 구멍(233)을 통과하는 여러 스크류(도 16에는 나타나 있지 않음)의 도움으로 서로에 장착된다. 커넥터(232)가 회로 기판(23)의 바닥에 장착된다.

[0199] 도 13의 실시 형태에서 처럼, 대략 U형의 유동 채널(2)이 제 1 및 2 인클로저(211, 212)에 의해 경계가 한정된다. 에어로졸 샘플이 팬(220)에 의해 입구(11)를 통해 유동 채널(2) 안으로 흡인된다. 레이저 장치(3)가, 유동 방향에 대해 직각으로 유동 채널(2)을 수평으로 가로지르는 레이저 광을 방출한다. 레이저 광은 에어로졸 샘플

에 의해 산란된다. 수직 방향으로 유동 채널의 위쪽에 산란 광을 검출하기 위한 광 검출기(도 16에는 보이지 않음)가 제 1 인클로저(211)의 오목부(22b)에 배치되어 있다. 광 검출기는 대략 도 16에서 점선으로 나타나 있는 직사각형(41)의 영역에서 회로 기판(23)의 바닥측에 장착된다.

[0200] 미립자가 광 검출기 상에 퇴적되는 것을 줄이기 위해, 추가 가스 유동이 생성된다. 이를 위해, 추가 입구(13)가 덮개(214)에 제공되어 있어, 가스가 덮개(214)의 내부에 들어가 시트형 필터(213)를 통과할 수 있고 그리하여 여과된 유동이 생성된다. 여과된 유동은 회로 기판(23)의 정상부를 따라 지나가, 회로 기판(23)에 있는 추가 관통 구멍(231)을 통과해 회로 기판(23)의 바닥에 도달하게 된다. 이와 관련하여, 모든 다른 관통 구멍(233)은 인클로저(211, 212)와 덮개(214) 사이에서 스크류에 의해 밀봉되기 때문에, 여과된 유동이 통과할 수 있는 추가 관통 구멍(231)은 회로 기판(23)에 있는 개구뿐임을 유의해야 한다. 여과된 유동이 회로 기판(23)의 바닥에 도달하면, 그 유동은 최종적으로 유동 채널(2)에 들어가기 전에 수직 방향으로 오목부(22b)를 통과하여 광 검출기(도 16에는 나타나 있지 않음)를 지나게 된다. 여과된 유동의 유동 경로에 광 검출기를 배치함으로써, 광 검출기는 미립자에 의한 과도한 오염으로부터 보호된다.

[0201] 환경 센서(7)가 광 검출기의 반대측에서 회로 기판(23) 상에 장착된다. 도 13의 실시 형태에서 처럼, 환경 센서는 피분석물의 온도, 습도 또는 농도와 같은 여과된 유동의 환경적 파라미터를 결정하도록 구성되어 있다. 도 13의 실시 형태에서 처럼, 환경 센서는, 여과된 유동의 유동 경로에서 필터(213) 뒤에 배치됨으로써, 미립자에 의한 원치 않는 오염으로부터 잘 보호된다. 환경 센서(7)를 광 검출기로부터 회로 기판의 반대측에 장착함으로써, 광 검출기와 환경 센서(7) 사이의 열적 연결이 감소된다.

[0202] 환경 센서(7)는 통합형 보상 장치(72)를 포함한다. 이 보상 장치(72)는, 미립자 센서 장치의 하우징의 외부 조건과 내부 조건 사이의 예상 차이를 고려하여, 여과된 유동의 가스가 미립자 센서 장치(1)에 들어가기 전에 갖는 특성, 즉 환경적 파라미터를 나타내는 출력 파라미터를 구한다.

[0203] 위에서 언급된 실시 형태는 단지 예시적인 것임을 이해할 것이다. 모든 실시 형태에서, 미립자 센서 장치는 온도, 습도, 가스 및/또는 유동 센서와 같은 하나 이상의 추가 센서를 포함할 수 있는데, 이들 센서는 반드시 여과된 유동의 유동 경로에 배치될 필요는 없다.

부호의 설명

[0204]

1	미립자 센서 장치
11	입구
12	출구
13	보조 입구
2	유동 채널
20	에어로졸 샘플의 유동
21	인클로저
211	제 1 인클로저 요소
212	제 2 인클로저 요소
213	필터
214	덮개
215	21의 제 1 벽 부분
216	21의 제 2 벽 부분
217	21의 제 3 벽 부분
22	제 1 오목부
22a, 22b	제 2 오목부
220	팬

23	회로 기판
231	23에 있는 관통 구멍
232	커넥터
233	장착용 관통 구멍
24	추가적인 인클로저 요소
3	방사선원, 레이저 장치
30	산란된 방사선
300	3의 방출 영역
31	비임 스탑퍼
32	레이저 비임
4	방사선 검출기
40	검출 영역/민감한 영역
41	점선으로 표시된 직사각형
511	제 1 추가 유동 개구(바닥)
511a	제 1 추가 유동 개구(후방 바닥)
512	제 2 추가 유동 개구(정상)
513	제 3 추가 유동 개구(측방)
514	슬릿형 유동 입구
5110	제 1 추가 유동(바닥)
5120	제 2 추가 유동(정상)
5130	제 3 추가 유동(측방)
5140	시트형 추가 유동
521	수축 장치
523	수축 오목부
524	수축 영역
525	수축 최대부
6	마이크로프로세서
60	집적 회로
7	환경 센서
71	측벽 부분
72	센서 제어기
A	2의 단면 영역
a_1	A의 제 1 길이
a_2	A의 제 2 길이
B	화살표

D_0 유동 채널(2)의 직경

D_1 수축 클리어 최소 폭

d_1 40과 511/512 사이의 거리

d_{1a} 40과 511 사이의 거리

d_2 40과 513 사이의 거리

d_3 40과 521 사이의 거리

d_4 40과 521 사이의 거리

c_0 521의 하류 절반 길이

L 2의 길이 방향 축선

L_0 525와 Θ_{max} 사이의 거리

L_1 525와 SA 사이의 거리

L_2 525와 523 사이의 거리

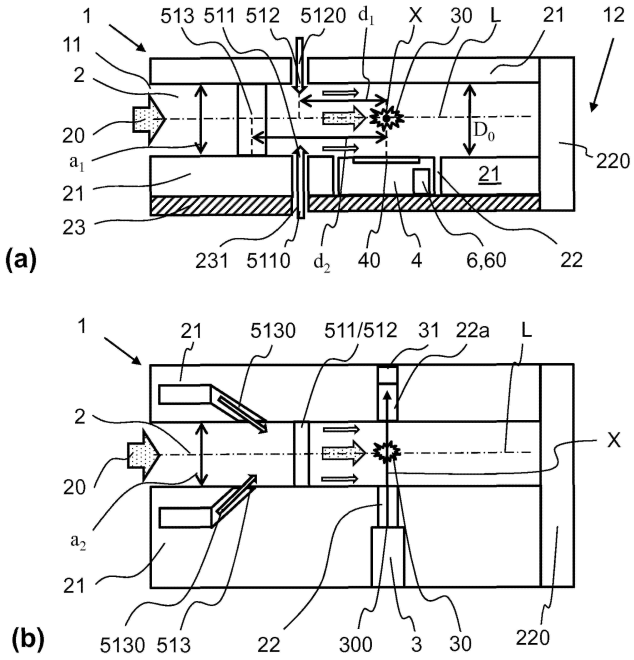
SA 521의 실속각

X 방사선 경로

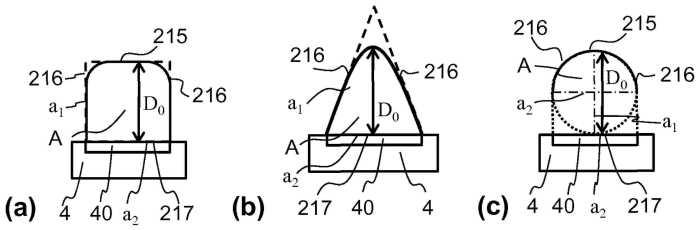
Θ_{max} 521의 최대 개방 각도

도면

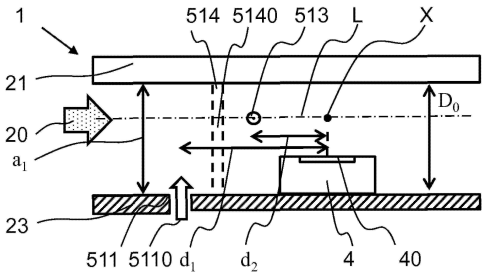
도면1



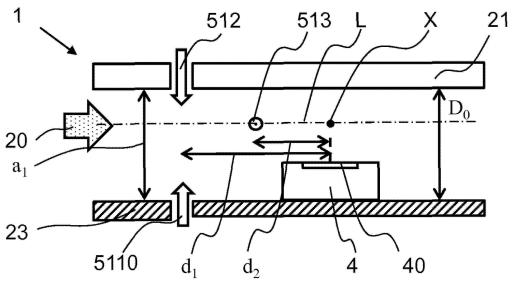
도면2



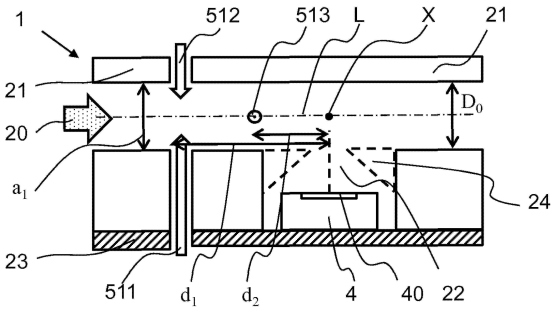
도면3



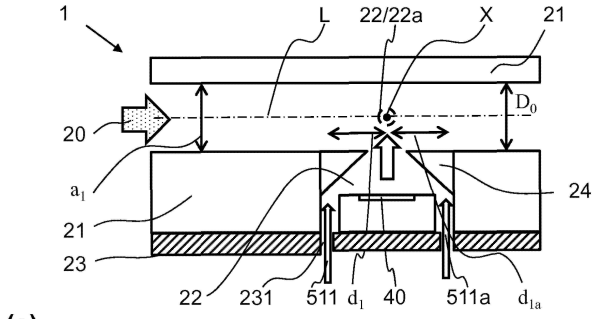
도면4



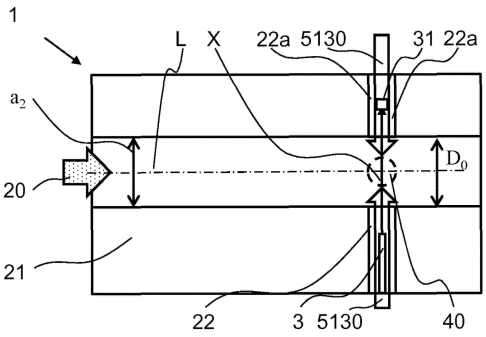
도면5



도면6

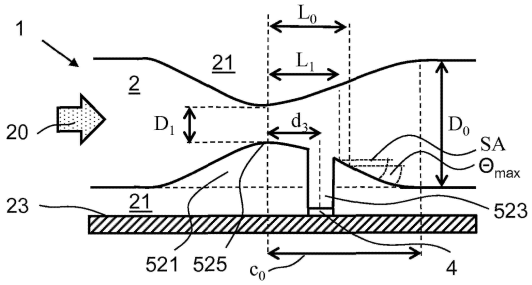


(a)

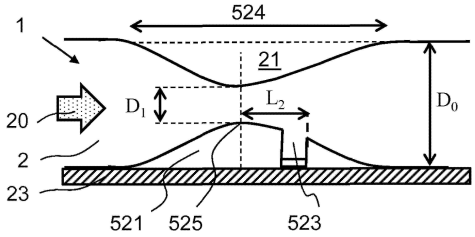


(b)

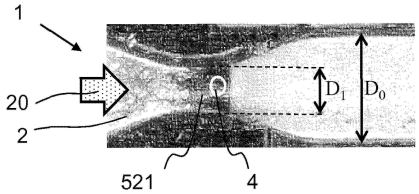
도면7



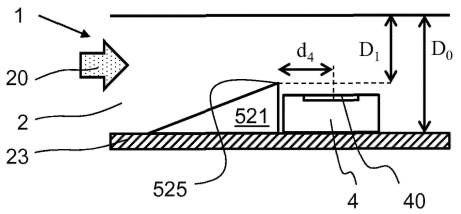
도면8



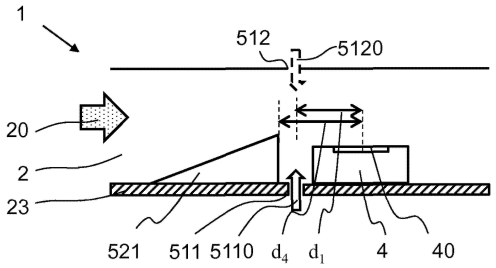
도면9



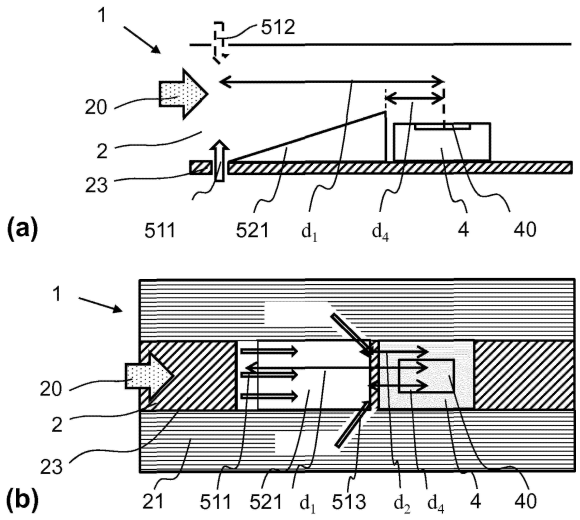
도면10



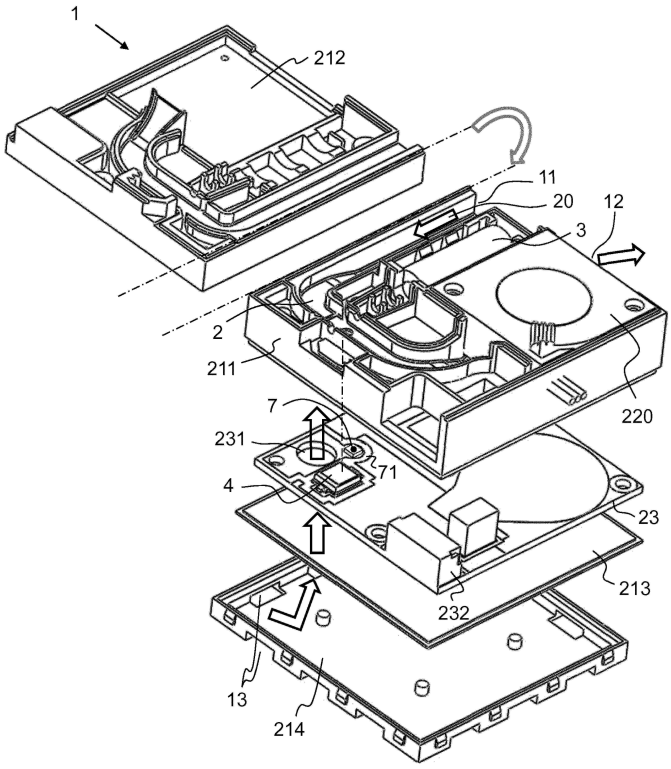
도면11



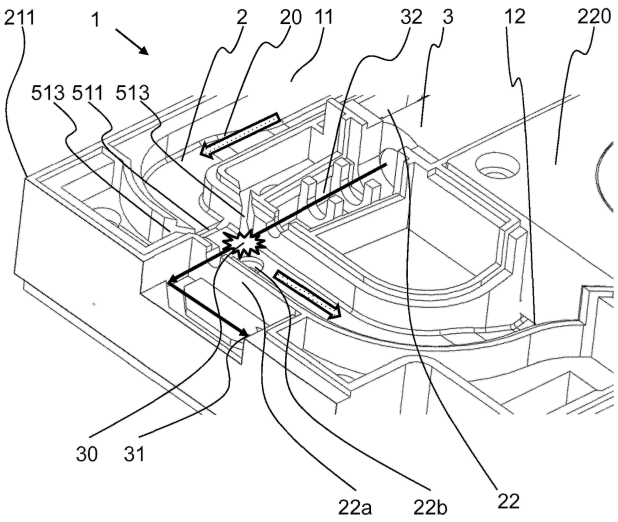
도면12



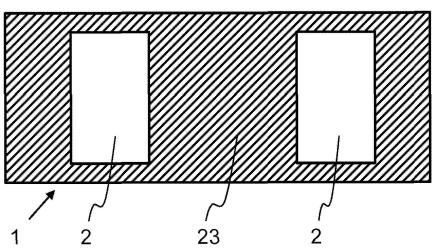
도면13



도면14



도면15



도면16

