



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월20일
(11) 등록번호 10-0971608
(24) 등록일자 2010년07월14일

(51) Int. Cl.
B67D 7/56 (2010.01) G01N 15/06 (2006.01)
G01F 1/00 (2006.01) G01N 21/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7010705
(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년11월07일
심사청구일자 2010년01월13일
(85) 번역문제출일자 2009년05월26일
(65) 공개번호 10-2009-0088886
(43) 공개일자 2009년08월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/083907
(87) 국제공개번호 WO 2008/058179
국제공개일자 2008년05월15일
(30) 우선권주장
11/935,810 2007년11월06일 미국(US)
60/857,548 2006년11월07일 미국(US)

(73) 특허권자
플루이드 메저먼트 테크놀로지스, 아이엔씨.
미국, 미네소타 55110, 화이트 비어 레이크, 호프만 로드 4106
(72) 발명자
블랙포드, 데이비드 비.
미국, 미네소타 55127, 노스 옥스, 엔 디프 레이크 로드 7
칸트, 프레드릭 알.
미국, 미네소타 55126, 쇼어뷰, 캔들러 로드 3370
오베레이트, 데릭 알.
미국, 미네소타 55113, 로즈빌, 브렌너 에비뉴 1369
(74) 대리인
강명구, 최홍걸

(56) 선행기술조사문헌
US5098657 A
US20030202920 A1
US6227118 B1

전체 청구항 수 : 총 34 항

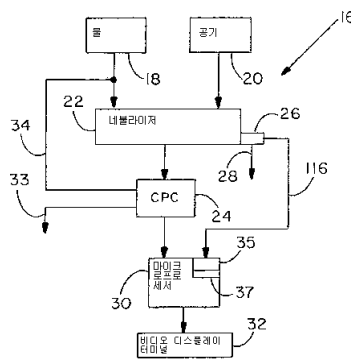
심사관 : 김보철

(54) 초순수 내의 비-휘발성 잔류물을 측정하기 위한 시스템

(57) 요약

초순수 내에서 비-휘발성 잔류물 농도를 모니터링하기 위한 시스템은 다수의 물 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위한 에어로졸 생성기, 잔류물 미립자의 서스펜션으로 에어로졸을 가변시키는 가열 요소 및 미립자 상으로 액체의 응축을 통해 액적이 성장하도록 건조된 에어로졸을 과포화시키기 위한 응축핵 계수기를 포함한다. 에어로졸 생성기는 존재하는 폐수를 일련의 액적으로 분할하는 흐름 분할 구조물을 포함한다. 액적들은 에어로졸 생성기로 공급된 물의 유입 흐름 속도를 간접적으로 나타내고, 폐수 흐름 속도를 직접적으로 나타내도록 산출된다. 응축핵 계수기는, 응축 매체와 같이 자체적으로 초순수를 이용할 수 있으며 바람직하지 못한 화학적 포물레이션에 대한 필요성을 방지하는, 응축 매체로써 물을 이용한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

테스트 액체의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위한 장치에 있어서, 상기 장치는

-유입 흐름 속도로 테스트 액체를 수용하기 위한 제 1 도관(46),

-압축된 가스를 수용하기 위한 제 2 도관(56),

-가스 내에서 부유하는 테스트 액체의 제 1 부분의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하고, 압축된 공기와 테스트 액체를 동시에 수용하기 위한 제 2 도관 및 제 1 도관으로 개방된 혼합 영역(64),

-상기 혼합 영역으로부터 이격되도록 에어로졸을 전달하기 위하여 혼합 영역으로 개방된 에어로졸 배출 통로(66),

-혼합 영역으로부터 이격되도록 테스트 액체의 제 2 부분으로 구성된 배출 흐름을 전달하기 위하여 액체 배출 통로의 다운스트림에 위치한 측정 섹션(100) 및 혼합 영역으로 개방된 액체 배출 통로(74, 78) 및

-배출 흐름의 배출 흐름 속도를 나타내는 센서 신호를 발생시키고, 상기 측정 섹션을 따라 배열된 흐름 센서(106)를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 배출 흐름을 개별 테스트 액체 세그먼트로 분리시키며 상기 액체 배출 통로의 다운스트림에 배열된 오리피스(90)를 가진 용기(84)를 추가적으로 포함하고, 흐름 센서는 테스트 액체 세그먼트가 감지 위치를 지나감에 따라 각각의 테스트 액체 세그먼트를 감지하기 위하여 용기의 다운스트림의 감지 위치에 배열되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 흐름 센서는 감지 위치를 통과하는 각각의 테스트 액체 세그먼트에 대해 응답하는 전기 펄스를 생성하고, 테스트 액체 세그먼트를 광학적으로 감지하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 용기는 액체 배출 통로로부터 배출 흐름을 수집하기 위해 배열되며, 오리피스는 테스트 액체 세그먼트를 액적의 형태로 연속적으로 배출시키기 위하여 용기의 바닥에 배열되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 액체 배출 통로는

-배출 액체 흐름을 수집하기 위하여 상기 혼합 영역의 다운스트림에 위치한 보유 영역(96),

-상기 보유 영역의 다운스트림에 위치한 용기 및

-상기 보유 영역이 테스트 액체로 채워진 후 독의 상측 위로 유출에 의해 배출 흐름이 보유 영역으로부터 용기 내부로 안내시키는 용기와 보유 영역 사이에 있는 독(86)을 포함하고,

용기는 보유 영역에 있는 테스트 액체에 의해 혼합 영역으로부터 분리되고 주변 압력으로 노출되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 용기는 테스트 액체를 개별 테스트 액체 세그먼트로 배출시키기 위한 구조물을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 테스트 액체의 제 1 부분을 증발시키기 위하여 에어로졸 배출 통로를 따라 배열된 가열 요소(70)를 추가적으로 포함하고, 상기 에어로졸 배출 통로의 다운스트림에 있는 에어로졸은 가스 내에서 부유하는

잔류물 미립자로 구성되며, 수용된 잔류물 미립자에 기초한 잔류물 농도 정보를 발생시키기 위해 에어로졸 배출 통로의 다운스트림에 위치한 응축핵 계수기(24)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 제 1 도관은 혼합 영역을 향하여 다운스트림 방향으로 테스트 액체의 압력을 점차적으로 감소시키기 위한 신장된 축방향 안내식 흐름 제한 오리피스를 포함하고, 이에 따라 테스트 액체는 대기 압력 바로 위의 압력으로 혼합 영역에 유입되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 센서 신호에 기초하여 유입 흐름 속도의 표시신호를 생성하고, 센서 신호를 수신하기 위해 결합된 프로세서(30)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

액적 생성 및 흐름 측정 장치에 있어서, 상기 장치는

- 유입 흐름 속도로 테스트 액체를 이송하기 위하여 액체 경로의 업스트림 영역을 형성하는 도관(46),
- 가스 내에서 부유하는 테스트 액체의 제 1 부분의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위하여 압축된 가스와 혼합을 위해 테스트 액체를 수용하는 도관으로 개방된 혼합 영역(64),
- 혼합 영역으로부터 이격되도록 에어로졸을 이송하기 위하여 혼합 영역으로 개방된 에어로졸 배출 통로(66),
- 배출 흐름 속도로 혼합 영역으로부터 이격되도록 테스트 액체의 제 2 부분을 이송하기 위하여 혼합 영역으로 개방되고, 액체 통로의 다운스트림 영역을 형성하는 액체 배출 통로(74, 78),
- 테스트 액체를 개별 테스트 액체 세그먼트로 분리시키고, 액체 경로를 따라 배열된 오리피스(90)를 가진 용기(84) 및
- 테스트 액체 세그먼트가 감지 위치를 지나감에 따라 각각의 테스트 액체 세그먼트를 감지하기 위하여 용기의 다운스트림에 위치한 액체 경로를 따라 감지 위치에 배열된 흐름 센서(106)를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 흐름 센서는 액체 경로의 다운스트림 영역을 따라 배열되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서, 흐름 센서는 감지 위치를 통과하는 각각의 테스트 액체 세그먼트에 대해 응답하는 전기 펄스를 생성하고, 테스트 액체 세그먼트를 광학적으로 감지하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서, 상기 용기는 테스트 액체의 제 2 부분을 수집하기 위해 배열되며, 오리피스는 액적의 형태로 테스트 액체 세그먼트를 순차적으로 배출시키기 위해 용기의 바닥에 배열되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 테스트 액체의 제 2 부분을 수집하기 위하여 혼합 영역의 다운스트림에 위치한 보유 영역(96) 및 상기 보유 영역이 테스트 액체로 채워진 후 독의 상측 위로 유출에 의해 상기 보유 영역으로부터 용기 내부로 제 2 부분을 안내하는 용기와 보유 영역 사이에 있는 독(86)을 추가적으로 포함하고, 용기는 보유 영역에 있는 테스트 액체에 의해 혼합 영역으로부터 분리되고 주변 압력으로 노출되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 독은 입관을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16

제 10 항에 있어서, 흐름 센서가 테스트 액체 세그먼트를 감지하는 빈도수에 기초하여 유입 흐름 속도의 표시 신호를 생성하고, 흐름 센서에 결합된 프로세서(30)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

테스트 액체 내의 비-휘발성 잔류물을 측정하기 위한 기구에 있어서, 상기 기구는

-수원(18)으로부터 테스트 액체를 수용하고, 테스트 액체의 제 1 부분을 도관(46)으로 이송하며 및 테스트 액체의 제 2 부분을 라인 세그먼트(140, 144, 148)로 이송하기 위한 흐름 분할기(44),

-가스 내에 부유하는 다수의 테스트 액체 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하고, 테스트 액체의 제 1 부분을 수용하기 위해 도관으로 유체 결합된 에어로졸 생성기(22),

-에어로졸이 이송됨에 따라 테스트 액체를 증발시키기 위하여 에어로졸 생성기의 다운스트림에 위치한 에어로졸 배출 통로(66)를 포함하고, 이에 따라 에어로졸 배출 통로의 다운스트림에 있는 에어로졸은 가스 내에서 부유하는 비-휘발성 잔류물 미립자로 구성되며,

-잔류물 미립자 상에서 매체의 응축을 통해 액적을 성장시키고, 에어로졸을 과포화시키기 위하여 에어로졸이 이송됨에 따라 증기 형태로 응축 매체를 배출시키고 액체 형태로 응축 매체를 수용하는 심지(122)를 포함한, 에어로졸 배출 통로의 다운스트림에 위치한 액적 생성 스테이지(118) 및

-액적들이 감지 위치를 지나감에 따라 응축으로부터 형성된 액적을 감지하고, 액적 생성 스테이지의 다운스트림에 위치한 감지 위치에 배열된 광 센서(134)를 포함하며, 액적 생성 스테이지는 응축 매체와 같이 테스트 액체의 제 2 부분을 심지로 제공하고, 테스트 액체의 제 2 부분을 수용하기 위하여 라인 세그먼트에 결합되는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 도관은 에어로졸 생성기를 향해 다운스트림 방향으로 테스트 액체의 압력을 점차적으로 감소시키는 신장된 축방향 안내식 흐름 제한 오리피스(130)를 포함하고, 이에 따라 테스트 액체는 대기압보다 낮은 압력으로 에어로졸 생성기에 유입되는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 19

제 17 항에 있어서, 액적 생성 스테이지는 포화 영역(126) 및 상기 포화 영역의 다운스트림에 위치한 액적 성장 영역(130)을 포함하며, 액적 성장 영역을 따라 우선적으로 액적이 형성되는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 응축 매체는 물이며, 액적 생성 스테이지는 에어로졸을 가열하기 위하여 액적 성장 영역을 따라 배열된 가열 요소(128)를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 21

제 17 항에 있어서, 액적 생성 스테이지는 제 2 다운스트림 도관 및 심지로 유체 결합된 리저버(150)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 제 2 다운스트림 도관을 따라 배열된 밸브(146) 및 사전정해진 임계치 아래의 리저버 내의 유체 수준을 감지하는 것에 응답하여 리저버로 테스트 액체를 유입시키기 위해 밸브를 개방하는 센서(152)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 23

제 17 항에 있어서, 액적 생성 스테이지는 원통형 벽(120)을 포함하고, 심지는 벽에 의해 둘러싸인 다공성 원통형 라이너를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 24

제 17 항에 있어서, 에어로졸 배출 통로는 테스트 액체의 증발을 돕기 위한 가열 요소(70)를 포함하는 것을 특

징으로 하는 기구.

청구항 25

제 17 항에 있어서, 테스트 액체의 제 1 부분의 흐름 속도를 나타내는 센서 신호를 발생시키기 위한 흐름 센서 (106)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 비-휘발성 잔류물 농도와 흐름 속도의 표시 신호를 생성하고, 액적 디텍터 신호를 수신하기 위하여 액적 감지 스테이지에 결합되며 센서 신호를 수신하기 위해 흐름 센서에 결합된 프로세서(30)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 27

제 17 항에 있어서, 에어로졸 배출 통로는 여과된 건조 가스 흐름을 에어로졸 흐름으로 유입시키기 위한 도관 (58)를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구.

청구항 28

에어로졸 생성기로부터 정보를 수신하기 위하여 에어로졸 생성기에 결합된 프로세서 및 에어로졸 생성기를 포함하는 유체 측정 시스템 내에서 에어로졸 생성기로 제공된 액체의 유입 흐름 속도를 측정하기 위한 방법에 있어서, 상기 방법은

-하나 이상의 공지된 유입 흐름 속도로 액체를 에어로졸 생성기로 공급하고 동시에 가스 내에 부유하는 액체의 제 1 부분의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위해 에어로졸 생성기를 이용하여 액체를 제공하고 동시에 에어로졸 생성기의 배출 통로를 따라 액체의 제 2 부분을 이송하는 단계,

-하나 이상의 공지된 유입 흐름 속도와 일치되는 배출 흐름 속도를 측정하기 위하여 액체의 제 2 부분의 흐름 속도를 측정하는 단계,

-에어로졸 생성기에 결합된 프로세서로 공지된 유입 흐름 속도 및 해당 배출 흐름 속도를 제공하는 단계 및

-프로세서가 에어로졸 생성기로부터 해당 배출 흐름 속도의 표시 신호를 수신하는 것에 응답하여 공지된 유입 흐름 속도의 표시 신호를 발생시킬 수 있도록 프로세서 내에서 공지된 유입 흐름 속도와 해당 배출 흐름 속도를 연계시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 액체를 제공하는 단계는 다양한 공지된 유입 흐름 속도로 에어로졸 생성기로 액체를 공급하는 단계를 포함하고, 흐름 속도를 측정하는 단계는 공지된 유입 흐름 속도들 중 한 속도와 각각 일치되는 복수의 다양한 배출 흐름 속도를 측정하는 단계를 포함하며, 공지된 유입 흐름 속도와 대응 배출 흐름 속도를 제공하는 단계는 복수의 공지된 유입 흐름 속도와 이에 대응하는 배출 흐름 속도를 프로세서로 저장하는 단계를 포함하고, 흐름 속도를 유효하게 연계시키는 단계는 프로세서가 에어로졸 생성기로부터 해당 배출 흐름 속도의 표시 신호를 수신하는 것에 응답하여 공지된 유입 흐름 속도들 중 각각의 하나의 표시 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30

제 28 항에 있어서, 흐름 속도를 유효하게 연계시키는 단계는 유입 흐름 속도와 해당 배출 흐름 속도에 대한 함수를 결정하는 단계 및 컴퓨터가 에어로졸 생성기로부터의 복수의 다양한 해당 배출 흐름 속도의 표시 신호에 각각 응답하여 다양한 복수의 유입 흐름 속도를 생성하기 위한 상기 함수에 따라 프로세서를 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 31

에어로졸 생성기 및 에어로졸 생성기의 다운스트림에 위치한 액적 성장 스테이지를 포함하는 비-휘발성 잔류물 모니터링 시스템 내에서 잔류물 농도 측정 방법은

-비-휘발성 잔류물 모니터링 시스템으로 테스트 액체 흐름을 제공하는 단계,

- 가스 내에 부유하는 테스트 액체의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위하여 테스트 액체 흐름의 제 1 부분을 이용하는 단계,
- 가스 내에 부유하는 다수의 비-휘발성 잔류물 미립자로 구성된 건조된 에어로졸이 제공되도록 테스트 액체를 증발시키기 위해 에어로졸을 건조시키는 단계,
- 비-휘발성 잔류물 미립자 상으로의 테스트 액체의 응축을 통해 액적이 성장하도록 건조된 에어로졸을 과포화시키기 위해 테스트 액체 흐름의 제 2 부분을 이용하는 단계 및
- 액적 성장 이후, 테스트 액체 내의 비-휘발성 잔류물의 농도를 측정하기 위하여 상기 응축에 의해 형성된 액적을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서, 에어로졸을 건조하는 단계는 에어로졸을 가열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 33

제 31 항에 있어서, 에어로졸을 과포화시키기 위해 테스트 액체의 제 2 부분을 이용하는 단계는 포화 영역(126)를 따라 에어로졸을 포화시키고 그 뒤 에어로졸을 과포화시키기 위해 포화 영역의 다운스트림에 위치한 액적 성장 영역(130)을 따라 에어로졸의 온도를 가변시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서, 테스트 액체는 물이며, 에어로졸의 온도를 가변시키는 단계는 에어로졸을 가열시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

본 출원은 2006년 11월 7일에 출원된 "초순수 내의 비-휘발성 잔류물을 측정하기 위한 시스템"이라는 명칭의 가출원 제 60/857,548호를 기초로 우선권 주장한다.

본 발명은 액체 내의 불순물의 미세 농도(minute concentration)를 측정하기 위한 장치에 관한 것으로, 특히 초순수 내의 비-휘발성 잔류물 농도를 측정하기 위한 시스템 및 이러한 시스템 내에서 이용되는 에어로졸 생성 부품에 관한 것이다.

배경기술

특정 산업, 특히 반도체 제조 산업은 상당히 높은 수준의 청정도와 순도를 필요로 한다. 반도체 부품은 공정 스테이지에서 화학물질을 제거하기 위하여 각각의 공정 스테이지 이후 초순수를 이용하여 세척을 하는 단계가 필요할 수 있다. 보다 일반적으로, 초순수는 반도체 웨이퍼 및 그 외의 다른 부품들을 처리하기 위해 이용된 고정구 및 그 외의 다른 공구를 세척하기 위해 이용될 수 있다. 초순수 내의 임의의 비-휘발성 잔류물은 물이 증발된 후 부품의 표면에 잔류할 수 있으며, 이에 따라 반도체 장치 내에서 검출될 수 있다. 따라서, 비-휘발성 잔류물의 농도가 허용 가능한 수준에 있거나 또는 이보다 낮을 수 있도록 이러한 공정 내에서 이용된 초순수를 모니터링할 필요가 있다.

시스템들은 초순수의 품질을 지속적으로 모니터링하기 위하여 성공적으로 이용되고 개선되어 왔다. 미국 특허 제 5,098,657호(Blackford씨, 등등)는 한 시스템을 공개하는데, 이러한 시스템 내에서 물을 액적으로 형성하는 에어로졸 생성기로 초순수가 일정한 속도로 공급된다. 이러한 액적은 비-휘발성 잔류물 미립자를 제공하기 위해 건조된다. 이러한 미립자들은 미립자들이 상대적으로 큰 액적으로 성장하고 광학적으로 감지되는 응축핵 계수기(CPC, condensation particle counter)로 제공되거나 또는 정전기적으로 감지될 수 있다. 액적들은 예를 들어 부틸 알코올과 같이 상대적으로 낮은 증기 매스 확산도(low vapor mass diffusivity)를 가진 유체를 이용하여 성장한다.

이러한 시스템들이 장점을 가지는 반면, 이러한 시스템들은 이의 유용성을 제한하는 문제점에 노출된다. 이러한 문제점들 중 하나는 에어로졸 생성기에 대해 초순수의 흐름 속도를 측정하는 데 있다. 이러한 측정은 예를 들어 물 이송 시스템 내에서 차단과 같이 흐름 속도의 임의의 변경이 잔류물 농도의 측정을 심각히 방해하기 때문에 중요하다. 종래의 해결 방법은 에어로졸 생성기의 바로 위에 로터미터(rotometer)를 위치시키는 것이다. 로터미터는 분당 대략 1 밀리리터의 상당히 느린 흐름 속도를 측정하기에 특히 적합하지 못하다. 이러한 로터미터는, 농도를 판독하는데 부정적인 영향을 미칠 수 있는 잔류 오염물을 최소화하기 위해 Teflon과 같은 초정정 재료가 부분적으로 필요하기 때문에 가격이 비싸다.

그 외의 다른 문제점은 에어로졸 생성기 내의 폐수의 축적에 있다. 종래의 장치는 폐수를 흡수하기 위한 스펀지를 이용하지만 이는 폐수를 제거하기 위한 최종적인 필요성을 지연시킬 뿐이다.

그 외의 다른 문제점은 일반적으로 에어로졸 생성기 내부로 물의 흐름 속도를 조절하기 위해 이용되는 사파이어 오리피스 플레이트와 관련된다. 플레이트를 관통하는 40 마이크론 직경의 오리피스는 흐름을 제한하고 에어로졸 생성기로 물을 유입시킨다. 오리피스 플레이트에 대한 압력의 하강은 거품을 발생시키고, 오리피스 플레이트의 후방 측면 상에 수중에서 용해된 가스를 축적시키기에 충분하다. 에어로졸 생성기의 다운스트림에서, 결국 거품이 빠져나와서 잔류물 농도 측정을 방해시킨다.

응축핵 계수기에 관하여, 이러한 문제점은 잔류물 미립자가 액적으로 성장하기 위해 낮은 증기 매스 확산도를 가진 부틸 알코올 또는 이와 유사한 유체를 이용하는 것에 관한 것이다. 이러한 액체는 가연성이며, 독성이 있고, 측정 장치에 인접하게 위치한 증기 배출 시스템을 종종 요구하는 유독성 악취를 발생시킨다. 종종, 이러한 액체들은 실내 환경에서 이들의 이용을 제한하는 건강 및 환경상 규제를 받는다. 추가적으로, 액체들은 수반된 액체를 공급하고, 수집하며 및 배출시키기 위한 설비가 요구된다.

그 외의 다른 지속적인 문제점은 변동과 이러한 변동의 감지에 있어서 초순수 내에서 비-활성 잔류물의 농도의 상대적으로 긴 시간이 소요되는데 있다. 이는 이러한 상태가 형성되기 전 오염된 물이 몇몇의 공정 단계에서 이용될 수 있는 위험성을 야기한다.

따라서, 본 발명은 하기 목적들 중 하나 또는 이보다 많은 목적에 관한 몇몇의 특징을 가지며, 이러한 목적은 에어로졸 액적을 생성하기 위해 이용되는 물과 상충되거나 또는 접촉하지 않고 장치로 제공된 액체의 유입 흐름 속도를 측정하기 위한 신뢰성 있는 수단을 가진 예를 들어 에어로졸 생성기와 같은 에어로졸 생성 장치를 제공하고, 장치를 통해 또는 장치 내부에서 액체의 흐름 속도의 디지털 측정을 하기에 특히 적합한 에어로졸 생성 장치를 제공하며, 광학적 측정을 위한 사전 건조된 미립자 상으로 액적 성장을 위한 응축 매체와 같은 테스트 액체의 이용을 돕기에 적합한, 테스트 액체 내에서 비-휘발성 잔류물의 농도를 측정하기 위한 시스템과 공정을 제공하며 및 비-휘발성 농도, 액체 흐름 속도 및 그 외의 다른 주요 매개변수를 가변시키도록 사용자에게 알려주는 개선된 응답 시간에 따른 비-휘발성 잔류물 측정 시스템을 제공하는 데 있다.

발명의 상세한 설명

이러한 목적 및 그 외의 다른 목적을 구현하기 위하여, 테스트 액체의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위한 장치가 제공된다. 이러한 장치는 압축된 가스를 수용하기 위한 제 2 도관 및 유입 흐름 속도로 테스트 액체를 수용하기 위한 제 1 도관을 포함한다. 압축된 공기 및 테스트 액체를 동시에 수용하기 위하여 제 1 도관과 제 2 도관으로 개방된 혼합 영역(merger region)은 가스 내에서 부유하는 테스트 액체의 제 1 부분의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기에 적합하다. 에어로졸 배출 통로는 혼합 영역으로부터 이격되도록 에어로졸을 안내하기 위하여 혼합 영역으로 개방된다. 상기 혼합 영역으로 개방된 액체 배출 통로는 상기 혼합 영역으로부터 테스트 액체의 제 2 부분으로 구성된 배출 흐름을 안내하기에 적합하다. 흐름 센서는 배출 흐름의 배출 흐름 속도를 나타내는 센서 신호를 발생시키기에 적합하고 액체 배출 통로를 따라 배열된다.

본 발명의 한 특징에 따라서, 에어로졸 생성기 내부로의 초순수의 흐름 속도는 에어로졸 생성기가 폐수를 배출하는 속도를 측정함으로써 결정될 수 있다. 에어로졸 생성기 유입의 다운스트림에 위치한 지점에서 측정되고, 이러한 측정은 잔류물의 농도를 측정하기 위해 이용된 에어로졸 생성기 액적과 접촉하거나 또는 그 외의 다른 상호 작용 없이 수행된다. 따라서, 흐름 속도 측정 부품은 잔류물의 농도를 판독하는데 충돌이 야기되지 않는다. 이러한 방법은 거의 95%의 유입되는 물이 폐수일지라도 초순수 또는 그 외의 다른 테스트 액체의 전체 흐름을 고려하지 않는다. 폐수로 되는 특정 퍼센트의 유입되는 물은 임의의 주어진 에어로졸 생성기 내에서의 퍼센트가 일정하더라도 한 에어로졸 생성기로부터 그 외의 다른 에어로졸 생성기로 가변될 수 있다. 따라서, 이러한 시스템은 폐수 배출 흐름 속도에 기초한 유입 흐름 속도를 측정하는데 교정될 수 있다(calibrate).

바람직하게, 제 1 도관은 혼합 영역을 향하여 다운스트림 방향으로 테스트 액체의 압력을 점진적으로 감소시키기에 적합한 신장되고 축방향 안내식 흐름 제한 개구부 또는 보어를 포함하며, 이에 따라 테스트 액체는 대기압력 바로 위의 압력에서 혼합 영역으로 유입된다. 예를 들어, 제 1 도관은 제한된(예를 들어 직경이 500 마이크로) 축방향 통로를 포함한 마이크로보어 튜빙의 신장된 길이의 형태를 가질 수 있다.

상기 언급된 오리피스 플레이트와 같이 마이크로보어 튜빙은 에어로졸 생성기 내부로 물의 흐름 속도를 제어하며, 에어로졸 생성기 유입부에서 대기압 바로 위의 압력으로 물의 압력의 점진적 감소가 구현되는 추가 장점이 제공된다. 이러한 유입부에서 엄밀한 압력 하강이 방지됨에 따라, 초순수 내에 용해된 가스는 가스 거품의 형태이기보다는 용액 내에 형성되는 경향이 있다. 따라서, 가스 거품으로 인하여 잔류물 측정 시 다운스트림 파열이 최소화되거나 완벽히 방지된다.

본 발명의 그 외의 다른 특징은 액적 생성 및 흐름 측정 장치에 관한 것이다. 이러한 장치는 유입 흐름 속도로 테스트 액체를 이송하기 위한 액체 경로의 업스트림 영역을 형성하는 유입 도관을 포함한다. 혼합 영역은 가스 내에서 부유하는 테스트 액체의 제 1 부분의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위하여 압축된 가스와 혼합을 위한 테스트 액체를 수용하기 위한 유입 도관으로 개방된다. 에어로졸 배출 통로는 혼합 영역으로부터 이격되도록 에어로졸을 이송하기 위한 혼합 영역으로 개방된다. 액체 경로의 다운스트림 영역을 형성하는 액체 배출 통로는 배출 흐름 속도로 혼합 영역으로부터 이격되도록 테스트 액체의 제 2 부분을 이송하기 위하여 혼합 영역을 개방된다. 흐름 분할 구조물은 실질적으로 체적이 균일하게 테스트 액체를 개별 테스트 액체로 분리하기에 적합하고, 액체 경로를 따라 배열된다. 흐름 센서는 테스트 액체 세그먼트가 감지 위치를 통과함에 따라 각각의 테스트 액체 세그먼트를 감지하기 위하여 흐름 분할 구조물의 다운스트림에 위치한 액체 경로를 따라 감지 위치에 배열된다.

선호되는 흐름 분할 구조물은 테스트 액체의 제 2 부분을 수집하기 위하여 혼합 영역의 다운스트림에 배열된 용기(vessel)이다. 이러한 용기는 액적 형태로 테스트 액체 세그먼트를 순차적으로 배출시키기에(release) 적합한 오리피스를 용기의 바닥에 가진다. 예를 들어, 에어로졸 생성기는 둑(weir) 및 입관 장치(standpipe arrangement)가 제공될 수 있다. 물이 에어로졸 생성기의 바닥에서 트랩(trap) 내에 수집됨에 따라 이러한 물은 둑 위로 상승되고 둑을 넘친다. 둑의 바닥에서 노즐은 오리피스가 형성되며, 상기 오리피스는 물 또는 그 외의 다른 테스트 액체가 지속적이거나 또는 신속한 배출을 방지하기 위한 크기로 형성된다. 대신에, 표면 장력 효과로 인해 액체는 수집된 액체가 임계점(threshold)에 도달될 때까지 둑을 빠져나가는 것을 방지하고, 여기서 액체는 표면 장력을 극복하기 위해 충분한 중량을 가지며 액적과 같이 둑을 빠져나간다. 둑 내의 압력이 실질적으로 일정하다면, 액적의 크기도 일정하고, 폐수 흐름 속도는 액적이 수집 체적을 빠져나가는 빈도수(frequency)에 의해 결정된다. 개별 액적들은 에어로졸 생성기 내부로 액체의 흐름 속도를 측정하기 위해 교정(calibration)을 통해 그리고 폐수 흐름 속도를 측정하기 위하여 광학 부품에 의해 계수된다.

개별적으로 계수된 액적으로 폐수 흐름의 분할은 디지털 데이터를 생성하기에 특히 적합하다. 액적을 계수할 때 발생된 신호는 디지털 프로세서로 직접적으로 전송될 수 있으며, 아날로그-대-디지털 컨버터가 요구되지 않는다. 이러한 해결 방법의 추가 장점은 에어로졸 생성기 내에 축적되기보다는 액적이 에어로졸 생성기로부터 배출되는 데 있다. 동시에, 물은 각각의 액적이 둑으로부터 배출된 후 트랩, 둑 및 둑 내에 형성된다. 이러한 잔존 물은 외부 공기가 에어로졸 생성기로 유입되는 것을 방지하기 위한 밀봉부(seal)로서 기능을 한다. 공기 운반 미립자(airborne partice)가 에어로졸 생성기로부터 빠져나온 잔류물 덩어리 미립자와 혼합되고 오류가 있는 잔류물 농도 판독을 야기하기 때문에 외부 공기의 유입은 방지되어야 한다.

본 발명의 그 외의 다른 특징은 테스트 액체 내에서 비-휘발성 잔류물을 측정하기 위한 기구에 있다. 이러한 기구는 테스트 액체 다운스트림을 이송하기 위한 유입 도관 및 테스트 액체의 제 1 및 제 2 부분을 각각 이송하기 위해 유입 도관으로 유체 결합된 제 1 및 제 2 다운스트림 도관을 포함한다. 에어로졸 생성기는 테스트 액체의 제 1 부분을 수용하기 위해 제 1 다운스트림 도관으로 유체 결합되고, 가스 내에 부유하는 다수의 테스트 액체 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기에 적합하다. 에어로졸 건조 스테이지는 에어로졸이 이를 따라 이송됨에 따라 테스트 액체를 증발시키기 위한 에어로졸 생성기의 다운스트림에 제공되며, 이에 따라 건조 스테이지의 에어로졸 다운스트림은 가스 내에 부유하는 비-휘발성 잔류물 미립자들로 구성된다. 건조 스테이지의 다운스트림에 위치한 액적 생성 스테이지는 잔류물 미립자 상에서 매체의 응축을 통해 액적을 성장시키고, 에어로졸을 과포화시키기 위하여 에어로졸이 이송됨에 따라 증기 형태로 응축 매체를 배출시키며, 액체 형태로 응축 매체를 수용하기에 적합한 수용 부품을 포함한다. 액적 디텍터(droplet detector)는 액적들이 감지 위치를 지나감에 따라 응축으로부터 형성된 액적을 감지하기에 적합하고, 액적 생성 스테이지의 다운스트림에 위치한 감지 위치에 배열된다. 액적 생성 스테이지는 응축 매체와 같이 테스트 액체의 제 2 부분을 수용 부품으로 제공하고, 테스트

액체의 제 2 부분을 수용하기 위하여 제 2 다운스트림 도관으로 결합된다.

초순수를 모니터하기 위해 이용된 시스템 내에서, 응축핵 계수기 내의 작동 매체로서 물의 이용이 수반된다. 물을 이용함에 따라 부틸 알코올 및 그 외의 다른 퍼플루오르화 탄화수소와 연관된 건강 및 환경상 문제점이 방지된다. 이는 이러한 유체를 공급하고 저장하며 및 재생하고, 초순수로부터 이러한 유체를 분리시킬 필요성을 제거한다. 게다가, 모니터링되는 초순수가 응축핵 계수기 내의 작동 유체로 제공되기 때문에, 이러한 작동 매체는 CPC의 직접 연결부를 통해 수원으로부터 공급되고 충전된다.

물이 작동 매체로 이용될 때, 에어로졸 스트림은 수증기로 포화되고, 포화된 에어로졸 스트림의 온도보다 높은 온도를 제공하기 위해 가열된 젖은 벽에 의해 둘러싸여진 응축 영역을 진행한다. 최대 과포화는 에어로졸 흐름의 중앙에서 발생되며, 이는 물의 질량 확산도가 공기의 열확산도를 초과하기 때문이다.

CPC 내에서 작동 유체로서 물을 이용함에 따른 장점들 중 한 장점은 실질적으로 상대적으로 높은 임계점에서 CPC에 기초하여 사전에 이용가능한 부틸 알코올에 비해 자발적 핵화(spontaneous nucleation)(균일 핵생성으로 불림)가 발생할 수 있는 데 있다. 물-기초 CPC 내에서 개선된 동시발생 수정 알고리즘(coincidence correction algorithm)은 상대적으로 높은 미립자/액적 처리속도(throughput rate)에 기여한다. 게다가, 에어로졸 생성기로부터 CPC까지의 상당히 짧은 건조 칼럼 및 에어로졸 경로는 잔류물 농도 정보를 발생시키기 위해 에어로졸을 생성하는 것으로부터 액적을 감지하기까지 소요된 시간과 확산 손실을 상당히 감소시킨다. 이러한 장점에 따라, CPC로부터의 농도 정보는 실질적으로 실시간 이용 가능하고, 단일 카운트 모스에서 100경(trillion) 당 한 개의 부분으로부터 10억 당 60개의 부분까지의 농도를 포함할 수 있다. 요구 시, 광도 측정 모드(photometric mode)는 10억 개 당 500개의 부분보다 크게 상한을 증가시키기 위하여 이용될 수 있다.

본 발명의 그 외의 다른 특징은 에어로졸 생성기로부터 정보를 수신하기 위해 에어로졸 생성기에 결합된 프로세서 및 에어로졸 생성기와 연계된 유체 측정 시스템 내에서 에어로졸 생성기로 제공된, 유체의 유입 흐름 속도를 측정하기 위한 방법에 관한 것이다. 이러한 방법은 (a) 하나 이상의 공지된 유입 흐름 속도로 액체를 에어로졸 생성기로 공급하는 단계, (b) 이에 따라 액체가 제공되는 동안 가스 내에 부유하는 액체의 제 1 부분의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위해 에어로졸 생성기를 이용하고, 에어로졸 생성기의 배출 통로를 따라 액체의 제 2 부분을 이송하는 단계, (c) 하나 이상의 공지된 유입 흐름 속도와 일치되는 배출 흐름 속도를 측정하기 위하여 액체의 제 2 부분의 흐름 속도를 측정하는 단계, (d) 에어로졸 생성기에 결합된 프로세서로 공지된 유입 흐름 속도와 해당 배출 흐름 속도를 제공하는 단계 및 (e) 프로세서가 에어로졸 생성기로부터 해당 배출 흐름 속도의 표시신호(indication)를 수신하는 것에 응답하여 공지된 유입 흐름 속도의 표시신호를 발생시킬 수 있도록 프로세서 내에서 공지된 유입 흐름 속도와 해당 배출 흐름 속도를 연계시키는 단계(associate with)를 포함한다.

유입 및 배출 속도는 몇몇의 상이한 유입 속도가 유입 속도에 각각 일치되는 몇몇의 상이한 배출 흐름 속도의 측정치를 야기하는 교정 공정을 통해 결합된다. 이러한 속도는 룩-업 테이블로서 프로세서로 저장될 수 있으며, 이에 따라 측정된 배출 흐름 속도의 표시신호를 수신할 때 프로세서는 해당 유입 흐름 속도를 발생시킨다.

대안으로, 유입 및 배출 흐름 속도는 함수, 예를 들어 배출 흐름 속도가 유입 흐름 속도의 특정 퍼센트인 연관된 에어로졸 생성기에 대한 측정에 기초한 직접 선형 함수(direct linear function)를 통해 연계된다(associate).

본 발명의 그 외의 다른 특징은 에어로졸 생성기의 다운스트림에 위치한 액적 성장 스테이지 및 에어로졸 생성기를 포함하는 모니터링 시스템 내에서 비-휘발성 잔류물 농도를 측정하기 위한 방법에 관한 것이다. 이러한 방법은 (a) 비-휘발성 잔류물 모니터링 시스템으로 테스트 액체를 제공하는 단계, (b) 가스 내에 부유하는 테스트 액체의 다수의 액적으로 구성된 에어로졸을 생성하기 위하여 테스트 액체 흐름의 제 1 부분을 이용하는 단계, (c) 가스 내에 부유하는 다수의 비-휘발성 잔류물 미립자로 실질적으로 구성된 건조된 에어로졸이 제공되도록 테스트 액체를 증발시키기 위해 에어로졸을 건조시키는 단계, (d) 비-휘발성 잔류물 미립자 상으로의 테스트 액체의 응축을 통해 액적이 성장하도록 건조된 에어로졸을 과포화시키기 위해 테스트 액체 흐름의 제 2 부분을 이용하는 단계 및 (e) 액적 성장 이후, 테스트 액체 내의 비-휘발성 잔류물의 농도를 측정하기 위하여 상기 응축에 의해 형성된 액적을 검출하는 단계를 포함한다.

따라서, 본 발명에 따라 구성된 비-휘발성 잔류물 측정 시스템은 보다 넓은 범위의 잔류물 농도에 대해 그리고 실시간으로 보다 신뢰성 있는 농도 정보를 제공한다. 에어로졸 생성기로 초순수의 임계 흐름 속도는 농도 데이터 및 디지털 흐름 속도를 발생시키기 위해 특히 적합한 방식으로 그리고 에어로졸 생성기 아웃풋을 제공하기 위해

이용된 초순수와 접촉하지 않고 모니터된다.

실시예

- [0032] 삭제
- [0033] 삭제
- [0034] 삭제
- [0035] 삭제
- [0036] 삭제
- [0037] 삭제
- [0038] 삭제
- [0039] 삭제
- [0040] 삭제
- [0041] 삭제
- [0042] 삭제
- [0043] 삭제
- [0044] 삭제
- [0045] 삭제
- [0046] 삭제
- [0047] 삭제

[0048] 삭제

[0049] 삭제

[0050] 삭제

[0051] 삭제

[0052] 삭제

[0053] 삭제

[0054] 삭제

[0055] 삭제

[0056] 삭제

[0057] 삭제

[0058] 삭제

[0059] 삭제

[0060] 삭제

[0061] 삭제

[0062] 삭제

[0063] 삭제

[0064] 삭제

[0065] 도면에 따라서, 도 1은 초순수(ultra pure water) 내에서 비휘발성 잔류물(non-volatile residue)의 농도를 모니터링하기 위한 시스템(16)의 다이어그램이다. 이러한 초순수는 반도체 제조 공정 단계 또는 높은 순도를 요구

하는 그 외의 다른 분야에서 이용될 수 있다. 시스템(16)은 물이 공정 단계로 공급됨에 따라 허용가능하게 낮은 잔류물 농도를 보장하기 위하여 물을 연속적으로 모니터링한다.

도면에 도시된 바와 같이, 수원(water supply, 18)으로부터의 초순수와 압축된 공기 또는 질소원(20)으로부터의 가스는 네블라이저(nebulizer) 형태의 에어로졸 생성기(aerosol generator, 22)로 공급되어 공기 또는 질소 중에 부유하는 물방울을 포함한 에어로졸(aerosol)이 생성된다. 이러한 에어로졸은 응축핵 계수기(condensation particle counter, 24)(CPC)로 제공된다. 일반적으로 95%에 근접하는, 에어로졸 생성기(22)로 제공된 대부분의 물은 액적(droplet)을 형성하는데 이용되지 않지만 대신에 폐수 흐름의 직접적인 측정을 통해 에어로졸 생성기로의 물의 유동 속도를 모니터링하기 위해 이용되는 흐름 센서(flow sensor, 26)로 제공된다. 이러한 폐수는 도면 부호 28로 도시된 바와 같이 흐름 감지 이후 에어로졸 생성기로부터 배출된다.

에어로졸 생성기(22)의 에어로졸 배출물(aerosol output)은 상기 계수기(24)로 제공된 부유하는 잔류물 입자들에 대해 에어로졸을 감소시키기 위하여 건조되다(dried). 에어로졸이 상기 계수기를 통해 이동함에 따라, 상기 에어로졸은 우선적으로 포화되고, 그 뒤 잔류물 입자들이 물 응축을 위한 핵으로서 기능을 하는 응축 또는 과잉 포화 영역을 통해 흐른다. 따라서, 잔류물 입자들은 비휘발성 잔류물 농도 정보를 발생시키기 위하여 선택적으로 탐지되고 산출되는 상당히 큰 액적으로 성장한다. 이러한 농도 정보는 프로세서(30)로 제공된다. 프로세서는 이러한 정보를 비디오 디스플레이 터미널(32)로 제공하여 초순수 내에서 비휘발성 잔류물 농도의 연속적으로 업데이트된 기록(record)이 생성된다. 또한 프로세서는 흐름 센서(26)로부터 물 흐름 속도 정보를 수신한다.

상기 계수기(24)는 배출부(exit, 33)를 포함하며, 액적들이 산출된 후 상기 배출부를 통해 에어로졸이 CPC로부터 배출된다. CPC 포화 및 응축 영역에서 이용되는 물은 라인(34)을 경유하여 수원(18)으로부터 제공된다.

도 2는 시스템(16)을 보다 상세히 도시한다. 상기 수원(18)으로부터의 초순수는 사파이어 흐름-제한 오리피스(sapphire flow-limiting orifice, 36)를 통해 수용되며, 수압 조절기(water pressure regulator, 38)로 전달된다. 압축된 공기원(20)은 압력 하에서 공기압 조절기(40)로 공기를 제공한다. 공기압 조절기는 수압 조절기(38)에 대해 공기압을 제어한다. 30 psi의 공기압은 30 psi의 수압을 생성한다. 압력 변환기(pressure transducer, 41)는 요구된 압력을 유지시키기 위하여 수압 조절기(38)에 작동가능하게 결합된다. 수압 조절기는 다운스트림 시스템 부품들로 물의 흐름을 자동적으로 차단시키며, 공기압이 떨어진 후 물의 유동이 지속됨에 따라 발생될 수 있는 물 누출의 가능성을 제거한다.

초순수는 다운스트림 부품에서 흐름을 차단할 수 있는 플라스틱 단편과 같은 굵은 재료를 제거하도록 설계된 다공성(20-60 마이크론) 소결 스틸 필터(42)를 통해 흐른다. 필터(42)의 다운스트림에 위치한 3-웨이 티(3-way tee)의 형태인 흐름 분할기(flow divider, 44)는 30 psi의 수압에서 분당 대략 100 밀리리터로 흐름 분할기에 대해 물의 흐름을 제한하는 430 마이크로미터 직경을 가진 조절 오리피스를 포함한다. 흐름 분할기(44)는 분당 대략 99 밀리리터의 폐수 흐름 및 분당 대략 1 밀리리터의 샘플 흐름으로 초순수 흐름을 나눈다.

모세관 형태의 제 1 도관(46)은 에어로졸 생성기(22)의 유입부(entrance, 48)로 흐름 분할기(44)로부터 샘플 흐름을 안내한다. 제 1 도관(46), 바람직하게 500 마이크론의 축방향 보어를 포함하는 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE) 또는 퍼플루오로알콕시(PFA)의 관의 섹션은 에어로졸 생성기 내부로의 물의 흐름 속도를 제어하고, 에어로졸 생성기의 유입부(48)에서 대기압 바로 위로 수압을 감소시키는 압력 구배(pressure gradient)를 생성한다.

제 1 도관(46)을 따라서 수압은 다운스트림 방향으로 이의 길이의 전체에 대해 점차적으로 그리고 일정하게 감소된다. 따라서, 주어진 도관 유입 수 압력에 대해 상대적으로 긴 도관은 도관 배출부(즉 에어로졸 생성기 유입부)에서 상대적으로 낮은 압력에서 액체 흐름을 제공한다. 시스템(16) 내에서 도관의 선호되는 길이는 대략 9인치(23cm)이다. 최적의 도관 길이는 흐름 분할기(44)에서의 수압, 에어로졸 생성기(22)로 유입되는 공기의 압력 및 도관 마이크로보어의 정확한 직경을 포함하는 다양한 요인에 의존될 수 있다.

일반적으로, 제 1 도관(46)은 에어로졸 생성기에 대한 흐름-제어 도관을 제공하며, 여기서, 에어로졸 생성기의 업스트림에서의 액체 압력은 도관 길이의 각각의 인치에 대해 스퀘어 인치 당 많아야 대략 1파운드의 비율로 감소된다. 보다 바람직하게, 도관 길이의 각각의 인치는 0.5-1.0 psi 범위의 압력 감소를 수반한다. 예를 들어, 제 1 도관(46)은 필터를 바로 위의 지점에서 대략 5-10 psi로부터 에어로졸 생성기 유입부에서 대략 1 psi로 압력이 감소될 수 있다. 선호되는 실시예에서, 도관은 이의 전체 길이에 대해 균일한 직경의 축방향 보어를 가지며, 선호되는 비율의 압력 감소가 전체 도관의 길이에 대해 구현된다.

제 1 도관(46)을 따라 수압이 점차 감소됨에 따라서, 수중에 용해된 가스가 거품을 생성하는 경향이 실질적으로 제거된다. 이에 따라, 상기 잔류물 모니터링 시스템 내에서 에어로졸 생성기 유입부에서 형성되고 그 뒤 에어로

줄 생성기를 통과하는 가스 거품들이 일시적으로 다운스트림 잔류물 축적을 방해할 수 있는 문제점이 방지된다. 이러한 문제점을 추가적으로 제거하기 위하여, 흐름 분할기(44)는 샘플 스트림을 다운스트림으로 향하게 방향설정하는 것이 선호되는 반면 폐수 스트림을 상향을 향하도록 방향설정하는 것이 선호되며, 이에 따라 수중에 형성된 임의의 거품들이 폐수 스트림과 함께 떠오른다.

공기원(20)으로부터의 공기는 대략 50 psi로 압력 조절기(50)에 제공된다. 다운스트림으로, 공기는 고성능 미립자 공기(HEPA) 필터(52)를 통과하며, 그 뒤 도관(56)을 통해 분당 0.55 리터의 흐름 속도로 그리고 15 psi의 압력으로 에어로졸 생성기 공기 유입부(54)에 공급된다. 추가로, 공기는 도관(58)을 통해 에어로졸 생성기(22)의 다운스트림 지점으로 제공된다. 도관(58)은 분당 대략 2 리터의 속도로 공기 흐름을 제한하기 위한 조절 오리피스(control orifice, 60)를 포함한다.

도 3, 4 및 도 5는 에어로졸 생성기(22)를 보다 상세히 도시한다. 에어로졸 생성기(22)는 다수의 액적을 형성하기 위하여 유입되는 물과 압축된 공기가 혼합되는 혼합 영역(merger region, 64)을 형성하는 하우징 섹션(62)을 포함한다. 54에서 에어로졸 생성기로 압축된 공기의 흐름은 물에 제 1 도관(46)으로부터 에어로졸 생성기로 끌어당기는 영역(64)에서 다소의 음압을 형성한다. 액적은 에어로졸 배출 통로(66)를 통해 상향으로 이동하는 에어로졸과 같이 에어로졸 생성기(22)를 떠난다(leave). 물에 대한 잔류물의 비율은 물의 순도에 따라 가변되지만 상이한 액적 크기에 대해 실질적으로 일정하게 유지된다. 에어로졸 생성기(22)는 크기가 상이하지만 응집물에서는 충분히 균일한 액적들을 생성하여, 액적의 수 또는 보다 정확하게 액적에 상응하는 잔류물 미립자의 수가 수중의 비-휘발성 잔류물 농도에 대한 신뢰성 있는 지시자(indicator)가 된다.

열전기 장치(thermoelectric device, 68)는 에어로졸 생성기의 혼합 영역에서 대략 25° C의 안정적인 온도를 유지하기 위한 열 싱크(heat sink)로 기능을 한다. 이는 액적의 크기를 보다 균일하게 유지시킨다. 에어로졸이 에어로졸 배출 통로(66)를 경유하여 에어로졸 생성기로부터 빠져나갈 때, 통로(66)를 따라서 가열 요소(70)는 물을 증발시켜 에어로졸이 잔류물 미립자의 현탁액(suspension)으로 변환된다.

하우징 섹션(62) 하부의 하우징 섹션(72)은 폐수 수용 격실 형태의 액체 배출 통로(74), 다운스트림 보유 격실 형태의 통로(76) 및 이러한 통로(74, 76)들을 결합시키도록 이들 사이에 위치한 유체 통로(78)를 형성한다. 에어로졸을 생성하지 못하는 물, 즉 에어로졸 생성기(22)로 유입되는 대부분(즉 95%)의 물은 물이 82로 도시된 바와 같이 축적되는 통로(74)로 직접적으로 하강된다.

물 보유 용기(water retention vessel, 84)는 보유 격실 형태의 통로(76) 내의 중앙에 위치한 수직 원통형 입관 형태의 독(weir, 86) 및 배출 오리피스(90)에 대해 대략 60°의 각도로 하향 수렴되는 끝이 잘린 원뿔형 벽(truncated conical wall, 88)을 포함한다.

통로(76)의 상측 영역은 통로(92)를 통해 대기 압력으로 개방된다. 보유 격실의 원통형 내측 벽(94)은 환형의 물 보유 영역(96)을 형성하기 위하여 독(86)과 협력한다. 플러그(plug, 98)는 보유 영역을 비우기 위하여 하우징 섹션(72)으로부터 제거가능하다. 또한 기계가공을 위해 플러그(98)용 홀이 이용된다.

우선 폐수는 통로(74) 내에 축적되고, 그 뒤 통로(78)를 통해 보유 영역(96)으로 진행한다. 에어로졸 생성기 내부로 흐르는 압축된 공기는 통로 내에 양의 압력을 형성한다. 이에 따라, 보유 영역(96) 내의 물은 수위가 독(86)의 상측에 도달될 때까지 상향 가압된다. 통로(74) 내에서 물을 추가적으로 첨가됨에 따라 물은 독(86)을 넘쳐서 용기(84)로 흐른다. 따라서, 입관은 독(weir)으로서 기능을 하며, 이에 따라 물이 통로 내에서의 양의 압력으로 인해 독의 상부를 초과하여 그리고 상향으로 가압된다.

통로(74) 및 보유 영역(96) 내에서 수위가 통로(78)보다 높다면, 통로는 에어로졸 생성기 내부로부터 용기(84)의 내부를 분리시키기 위한 트랩(trap)으로서 기능을 하고, 이때 물은 상기 영역들 중 한 영역으로부터 그 외의 다른 영역으로 임의의 그 외의 다른 가스 또는 공기의 직접적으로 흐르는 것이 방지된다.

이는 몇몇의 선호되는 효과를 가진다. 우선적으로, 이는 에어로졸 생성기 내에서 혼합 영역 또는 임의의 다른 영역에서 용기 내부가 임의의 압력 변화(pressure fluctuation)로부터 차단되는 경향이 있다. 따라서, 용기(84) 내부의 압력은 에어로졸 생성기(22) 외측의 주변 압력에 의해 결정된다. 압력은 실질적으로 일정하고, 에어로졸 생성기 내측의 압력 변화에 의해 사실상 영향을 받지 않는다. 그 외의 다른 장점은 용기(84)의 내측이 압력 조절을 위해 주변 공기로 노출되는 동안 보유 영역(96), 통로(78) 및 통로(74) 내의 물이 주변 공기가 에어로졸 생성기 내측으로 도달되는 것을 방지한다.

에어로졸 생성기(22)는 통로(76) 하부에 개방 영역을 형성하고 하우징 섹션(72) 하부에 배열된 유체 흐름 측정 섹션(100)을 포함한다. 배출 오리피스(90)를 통해 용기(84)로부터 배출되는 물은 개방 영역을 통해 수반(basin,

102)으로 하강하고, 이로부터 폐수는 에어로졸 생성기로부터 제거된다.

발광다이오드(104)와 디텍터 형태의 흐름 센서(106)는 개방 영역을 따라 측정 섹션(100) 내에 장착된다. 측정 섹션은 개방 영역을 통해 하강된 물이 다이오드와 반사 표면 사이를 통과하도록 다이오드와 센서에 대해 위치되고 개방 영역으로 노출된 반사 표면(108)을 추가적으로 포함한다. 선호되는 실시예에서, 이러한 배열은 다이오드 및 디텍터에 대한 선호되는 액세스를 제공한다. 대안으로, 다이오드 및 디텍터는 액적 영역의 마주보는 측면 상에 위치될 수 있다.

에어로졸 생성기(22)의 특징은 폐수가 배출 오리피스(90)를 통해 배출됨에 따라 에어로졸 생성기로부터 폐수를 주기적으로 제거할 필요성이 제거된다. 추가로, 폐수는 유체 흐름의 디지털 측정(digital measurement)에 실질적으로 도움이 되는 방식으로 증가적으로 배출된다.

폐수 흐름 측정 방식은 아마도 도 6 내지 도 9로부터 가장 잘 이해가 되며, 이는 용기(84)의 원뿔형 벽(88), 다이오드(104), 흐름 센서(106) 및 반사 표면(108)을 도식적으로 도시한다. 배출 오리피스(90)는 용기(84) 내에서 물을 일시적으로 보유하도록 선택된 직경(즉 대략 1mm)을 가진다. 보다 특히, 도 6에 도시된 바와 같이, 최대 하위 임계점(lower threshold, 110)까지 물이 제공된다. 이러한 물은 표면 장력에 의해 보유되고, 이러한 지점에서 중력으로 인해 배출 오리피스(90)를 통해 물이 이동하는 경향이 극복된다.

도 7에서, 물은 하위 임계점 위의 수준으로 축적된다. 물은 액적 생성의 초기 단계에서 배출 오리피스 하부에서 부유한다.

도 8에서, 물은 상위 임계점(112)에 도달되는 지점까지 축적된다. 이러한 지점에서, 물의 중량은 표면 장력을 극복하기에 충분하다. 액적(114)은 보유 부품 내에 있는 물로부터 형성되고 떨어져 나온다(도 9). 액적이 떨어져 나올 때(break free), 수위는 하위 임계점까지 또는 이에 근접하게 떨어지고, 이러한 공정은 반복된다.

독(86)으로부터 넘친 물은 돌발적으로 분출되어(burst) 용기(84) 내로 유입되고, 이는 간헐적으로 표면장력을 초과하여 독의 상측에서 메니스커스(meniscus)를 깨뜨리게 된다. 이와 같이 분출되는 물의 양을 조절하고, 오리피스(90)를 통한 액적의 보다 균일한 흐름을 보장하기 위하여 펠트(felt) 또는 천연 스펀지(natural sponge)의 조각이 독으로 삽입된다.

용기(84) 내에서 양의 압력이 실질적으로 일정하게 유지된다면(즉 오직 대기 압력 내의 변화에 따라), 배출 오리피스(90)에서 배출된 액적은 크기가 실질적으로 동일하다. 이에 따라, 액적 생성의 속도와 빈도수는 폐수가 용기로 공급되는 속도에 의존된다. 따라서, 액적의 빈도수는 폐수 흐름 속도의 직접적인 측정치를 나타낸다.

기계가공된 부분들의 치수와 폐수로 유입되는 물의 양은 한 에어로졸 생성기로부터 그 외의 다른 에어로졸 생성기까지 가변될 수 있다. 따라서, 에어로졸 생성기(22)는 교정되어(calibrate) 액적의 빈도수는 에어로졸 생성기 내부로의 초순수의 흐름 속도를 직접적으로 나타낸다.

교정(calibration)은 알려진 일정한 유입 흐름 속도로 물 또는 그 외의 다른 액체를 에어로졸 생성기(22)로 공급함과 동시에 에어로졸을 생성하기 위해 에어로졸 생성기를 작동시키는 것을 포함한다. 이와 같은 방식으로, 유입되는 액체의 일부가 에어로졸 액적을 생성하는데 이용되며, 이러한 액체의 제 2 부분 또는 나머지 부분은 통로(74)로 떨어지고, 결국 액적(114)의 형태로 에어로졸 생성기로부터 배출된다.

각각의 액적(114)이 다이오드(104)와 반사 표면(108) 사이에서 떨어짐에 따라, 흐름 센서(106)에 의해 수광된 빛을 순간적으로 가변시킨다. 이에 응답하여, 흐름 센서는 라인(116)을 통해 전기 펄스 또는 시그널을 프로세서(30)로 제공한다(도 1). 상기 언급된 바와 같이 용기(84) 내의 실질적으로 일정한 압력에 따라 액적(114)은 실질적으로 균일한 크기로 형성된다. 펄스들이 산출되며, 상기 빈도수는 폐수의 흐름 속도, 즉 공지된 유입 흐름 속도에 해당하는 배출 흐름 속도를 나타낸다.

교정은 복수의 유입 흐름 속도와 복수의 상이한 배출 흐름 속도를 개별적으로 연계시키기 위해 프로세서(30)를 수정하는 단계(modifying)를 수반한다. 이는 프로세서 내에서 룩-업 테이블(look-up table)을 형성하기 위하여 다수의 상이한 공지된 유입 흐름 속도로 에어로졸 생성기에 대해 물을 공급함과 동시에 다수의 배출 속도를 측정함으로써 수행될 수 있다. 대안으로, 공지된 유입 흐름 속도에 대해 단일의 배출 흐름 속도를 측정하거나 또는 몇몇의 공지된 흐름 속도로 물을 공급함과 동시에 몇몇의 상이한 배출 흐름 속도를 측정하는 것에 기초하여, 사용자는 유입 및 배출 흐름 속도에 관한 함수(function)를 생성한다. 이러한 함수는 직접 선형 함수(direct linear function)일 수 있으며, 즉 배출 흐름 속도는 유입 흐름 속도의 주어진 비율 또는 퍼센트율이다. 또는 이러한 함수는 보다 더욱 복잡할 수 있다. 임의의 경우, 프로세서(30)는 상기 함수를 포함하고, 이러한 함수를

이용하여 에어로졸 생성기로부터의 배출 흐름 속도의 표시신호를 수신하는 것에 응답하여 유입 흐름 속도의 표시신호를 생성하도록 수정된다.

이를 위해 도 1을 참조하면, 프로세서(30)는 흐름 센서(106)로부터의 펄스의 카운트를 누산하기 위한 (accumulating) 카운터 레지스터(35)와 유입 흐름 속도를 측정하기 위한 함수 또는 룩-업 테이블의 형태인 변환 레지스터(37)를 가진다. 따라서, 저장된 교정 데이터에 기초하여 프로세서(30)는 액적의 수에 기초한 유체 흐름 속도를 발생시킨다.

통로(74) 내에서 양의 압력으로의 임의의 변동에도 불구하고 액적 생성 빈도수는 정확한 흐름 속도 측정치를 제공한다. 용기 벽(86)은 양의 압력에서의 차이들로 인해 흐름 속도의 임의의 변경을 둔화시키며, 배출 오리피스(90)로부터의 흐름을 원활하게 한다(smooth). 요구 시, 액적 빈도수는 흐름 속도를 조절하기 위한 피드백으로서 이용될 수 있다.

게다가, 에어로졸 생성기 내부로의 흐름 속도 또는 통로(74) 내에서 양의 압력의 변동으로 인해, 통로(74) 내에서의 수위는 주변 공기가 에어로졸 생성기로 유입되는 것을 방지한다. 보유 영역(96) 내의 물은 주변 공기가 통로(92)를 통해 에어로졸 생성기 내부로 도달되는 것을 방지한다. 주변 공기는 공기 내에 부유하는 미립자들이 잔류물 농도 측정에 영향을 미치는 것을 방지하기 위하여 에어로졸과 혼합되지 않도록 에어로졸 생성기에서 유지된다.

에어로졸 스트림이 통로(66) 내에서 상향으로 이동함에 따라, 상기 스트림은 120도의 온도로 가열 요소(70)에 의해 가열되어 초순수가 증발되며, 이에 따라 에어로졸은 액적 현탁액이기보다는 미립자 현탁액으로 변형된다. 서미스터(thermistor, 111)(도 4)는 공기 스트림이 통로(66)로부터 배출됨에 따라 공기 스트림의 온도를 모니터링한다. 서미스터는 120° C로 온도를 유지시키기 위하여 제어 루프 내에서 이용된다. 열 스위치(thermal switch, 113)는 오버 히팅 시 히터를 끄기 위해 이용된다. 분당 대략 2.0 리터의 속도로 흐르는 여과된 회석 공기는 포트(115)를 통해 유입되어 이슬점이 낮아진다. 건조되고 회석된 잔류 에어로졸은 분당 대략 2.5 리터의 흐름 속도로 피팅(fitting, 117)을 통해 배출되고, 액적 성장 단계에서 응축핵 계수기(24)로 전달된다.

도 2로 되돌아가면, 에어로졸 생성기(22)로부터 응축핵 계수기(24)까지의 에어로졸 통로는 종래의 시스템에서의 대략 80 센티미터의 통로에 비해 대략 18 센티미터의 길이로 형성된다. 상대적으로 짧은 에어로졸 통로는 확산(diffusion)으로 인한 미립자 손실을 상당히 감소시킨다. 또한 상대적으로 짧은 에어로졸 통로와 결합된 상대적으로 짧은 물의 통로는 종래 시스템 내에서 대략 10분인 것에 비해 시스템의 반응 시간을 대략 90초로 상당히 감소시킨다. 따라서, 수증기의 불순물의 허용가능한 농도가 보다 일찍 측정되며, 손실은 보다 즉각적인 교정 작용을 통해 최소화될 수 있다.

도 10은 응축핵 계수기(condensation particle counter, 24)를 더욱 상세하게 도시한다. CPC는 실질적으로 강성의 원통형 외측 벽(120)과 다공성 원통형 내부 라이너(porous cylindrical inner liner) 또는 심지(wick, 122)를 포함하는 액적 생성 스테이지(droplet forming stage, 118)를 포함한다. 세라믹 재료로 제조된 심지(122)는 물을 보유하고 수용하기에 적합하며, 이에 따라 심지에 의해 둘러싸인 내부 통로(124)로 수증기를 제공한다. 바람직하게, 심지(122)는 검사(inspection) 및 용이한 교체를 돕기 위해 탈착가능하게 장착될 수 있다. 통로(124)의 상대적으로 낮은 포화 영역(126)은 근접한 주변 온도, 즉 20° C로 유지된다. 가열 요소(128)는 챔버의 상부 액적 성장 영역(130)을 상승된 온도, 즉 60° C로 유지시키는데 이용된다. 에어로졸 생성기(22)로부터의 에어로졸이 통로(124)를 통해 상향 이동함에 따라 이러한 에어로졸은 영역(126)을 따라 포화된다. 에어로졸이 액적 성장 영역(130)을 통과함에 따라 상기 에어로졸은 수증기로 과포화된다. 적어도 5nm의 임계 크기를 가진 에어로졸 내의 모든 미립자는 물의 응축으로 인해 액적 성장을 위한 핵 지점(nucleation site)으로 된다.

미립자들이 성장 영역(130)을 통해 상향 이동함에 따라, 2가지의 역작용 현상이 발생된다. 우선적으로, 상승된 온도로 인해 젖은 심지는 심지로부터 통로(124)의 중앙을 향하여 반경방향의 내측을 향해 이격되도록 이동하는 증가된 수증기를 생성한다. 둘째로, 가열된 벽은 열을 액적 성장 영역으로 이동시키는 경향이 있다. 그러나, 수증기의 상대적으로 높은 질량 확산성(mass diffusivity)으로 인해, 수증기는 열보다 신속하게 통로(124)의 중앙으로 도달된다. 따라서, 심지어 워밍 시(warm) 미립자들과 이에 바로 인접한 공기가 과포화를 위해 충분히 냉각된 상태로 유지되고, 이에 따라 응축 및 액적 성장이 야기된다.

레이저 다이오드(laser diode, 132)와 광 센서(134)는 에어로졸 스트림의 마주보는 측면 상에서 액적 생성 스테이지(118) 위에 배열된다. 각각의 액적들은 센서에 대한 광 투과를 수정하거나 또는 차단하여 전기 펄스가 생성된다. 이러한 펄스들은 프로세서(30)로 제공되고, 펄스 카운트는 비휘발성 잔류물 농도를 산출한다.

도 10뿐만 아니라 도 2에 따라서, 펌프(136)는 CPC(24)로부터 에어로졸을 끌어당기며, 이를 폐수 배출부(138)로 제공한다.

응축 매체로서 부틸 알코올보다는 물을 이용함에 따라, 매체를 공급하고, 순환시키며 및 수집하고, 초순수로부터 개별적으로 매체를 유지시키도록 설계된 설비가 요구되지 않는다. 게다가, 모니터링되어지는 물은 CPC 응축 매체로서 이용될 수 있다. 이를 위해, 도 2에 도시된 바와 같이, 에어로졸 생성기로 제공되지 않은 흐름 분할기(44)로부터의 물은 라인 세그먼트(140) 위에서 백플러시 밸브(backflush valve, 142), 라인 세그먼트(144), 솔레노이드 밸브(146) 및 라인 세그먼트(148)를 통해 CPC로 유체 결합된다. 도 1에서, 이는 라인(34)으로 도시된다. 도 10에 도시된 바와 같이, CPC(24)는 솔레노이드 밸브(146)를 통해 수원으로 유체 결합된 리저버(reservoir, 150)를 포함한다. 솔레노이드 밸브는 정상적으로 폐쇄된다. 리저버 내의 수위를 감지하는 리저버 내에서 레벨 센서(152)가 사전정해진 임계점 아래로 내려갈 때, 이는 밸브(146)를 개방시켜 리저버 내에서 물 공급을 보충시킨다. 리저버(150)는 도면부호(154)로 도시된 초과 물을 배출시키기 위한 피팅이 제공될 수 있다.

중력과 모세관력은 리저버(150)로부터 심지(122)로 물을 이동시켜 심지가 젖은 상태로 유지되어 포화 및 성장 섹션을 따라 수증기가 제공된다.

도 2에 관하여 언급하면, 백플러시 밸브(142)는 폐쇄될 수 있으며, 초순수는 백플러시 연결부(158)로부터 라인 세그먼트(140)를 따라 역방향으로 제공된다. 이러한 흐름은 부품들을 따라 야기될 수 있는 임의의 차단을 방지함으로써 시스템의 효율을 유지하기 위하여 밸브(44), 필터(42), 조절기(38) 및 유입 오리피스(36)를 통해 역방향으로 진행한다. 에어로졸 생성기로 제공되지 않는 공기원(20)으로부터의 압축된 공기는 도관(160)과 벤투리 조절기(venturi regulator, 162)를 통해 벤투리 흐름 가이드(venturi flow guide, 164)로 안내된다. 라인 세그먼트(140) 및 에어로졸 생성기(22)로부터의 폐수와 함께 공기는 벤투리 가이드에 의해 폐수 배출부(138)로 전달된다.

[0066] 삭제

[0067] 삭제

[0068] 삭제

[0069] 삭제

[0070] 삭제

[0071] 삭제

산업상 이용 가능성

본 발명에 따라서, 초순수 내에서 비휘발성 잔류물 농도를 모니터링하기 위한 시스템은 물의 순도에 의존하는 공정의 보다 효율적인 관리를 용이하게 하기 위하여 실질적으로 실시간으로 보다 신뢰성 있는 정보를 생성한다. 초순수의 흐름 속도는 디지털 흐름 측정 데이터에 적합한 방식으로 샘플 측정 에어로졸을 발생시키기 위해 이용된 접촉 수(contacting water) 없이 정확히 측정된다.

도면의 간단한 설명

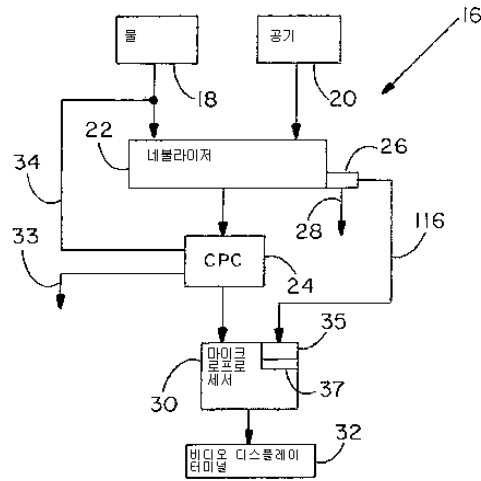
[0026] 기술한 특징 및 장점을 추가적으로 이해하기 위하여, 도면에 관한 하기 상세한 설명이 참고된다.

[0027] 도 1은 본 발명에 따라 구성된 비-휘발성 잔류물 측정 시스템의 도면.

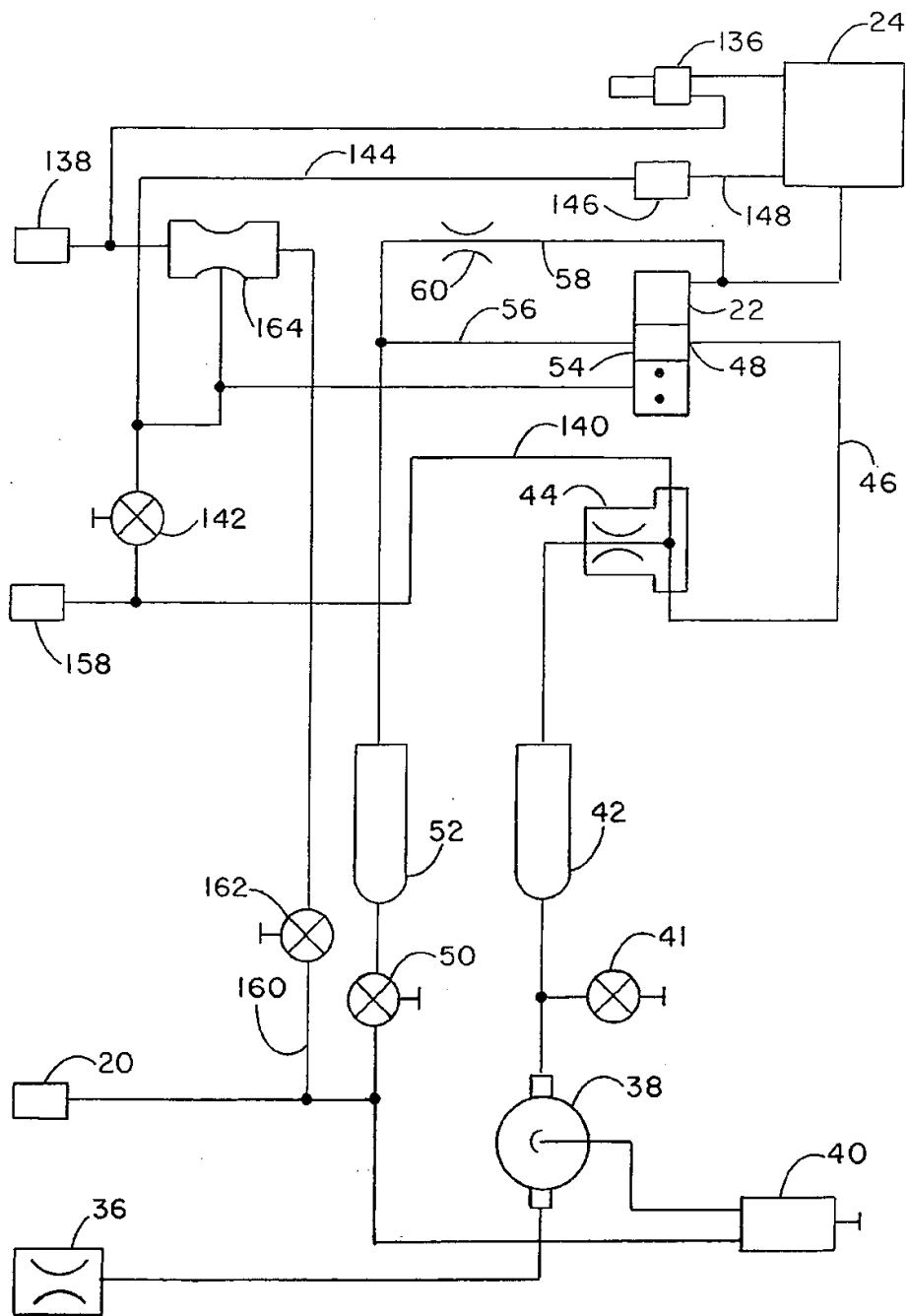
- [0028] 도 2는 시스템의 일부분을 상세히 도시하는 도면.
- [0029] 도 3 내지 도 5는 시스템의 네블라이저를 도시하는 단면도.
- [0030] 도 6 내지 도 9는 네블라이저의 흐름 측정 부품의 작동 상태를 도시하는 도면.
- [0031] 도 10은 시스템의 응축핵 계수기를 도시하는 도면.

도면

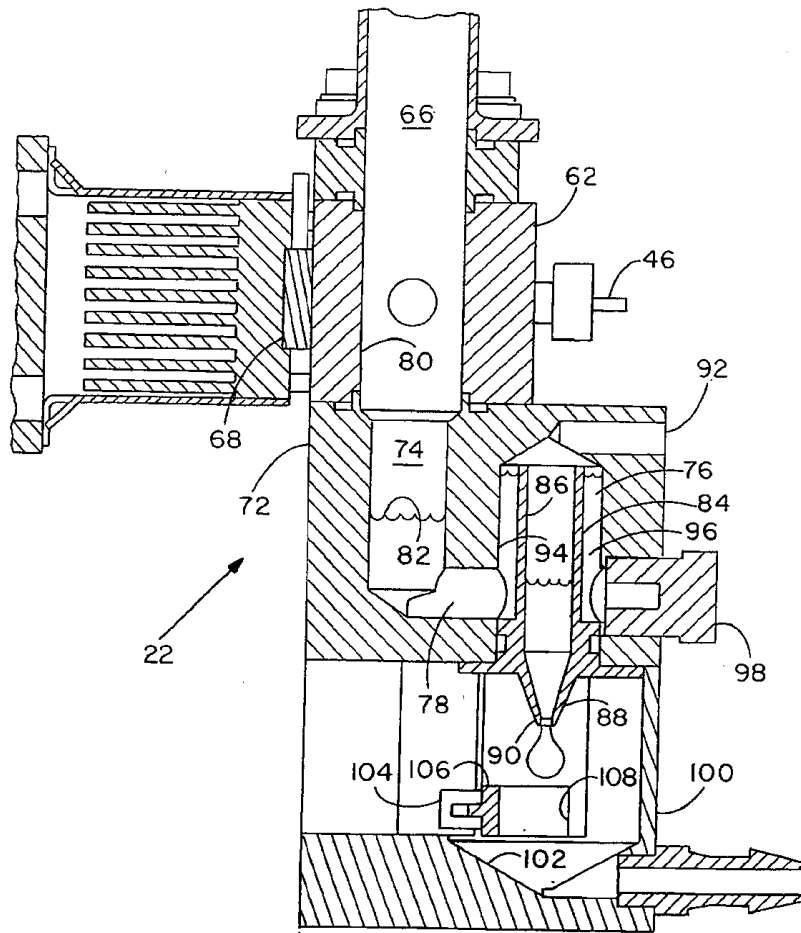
도면1



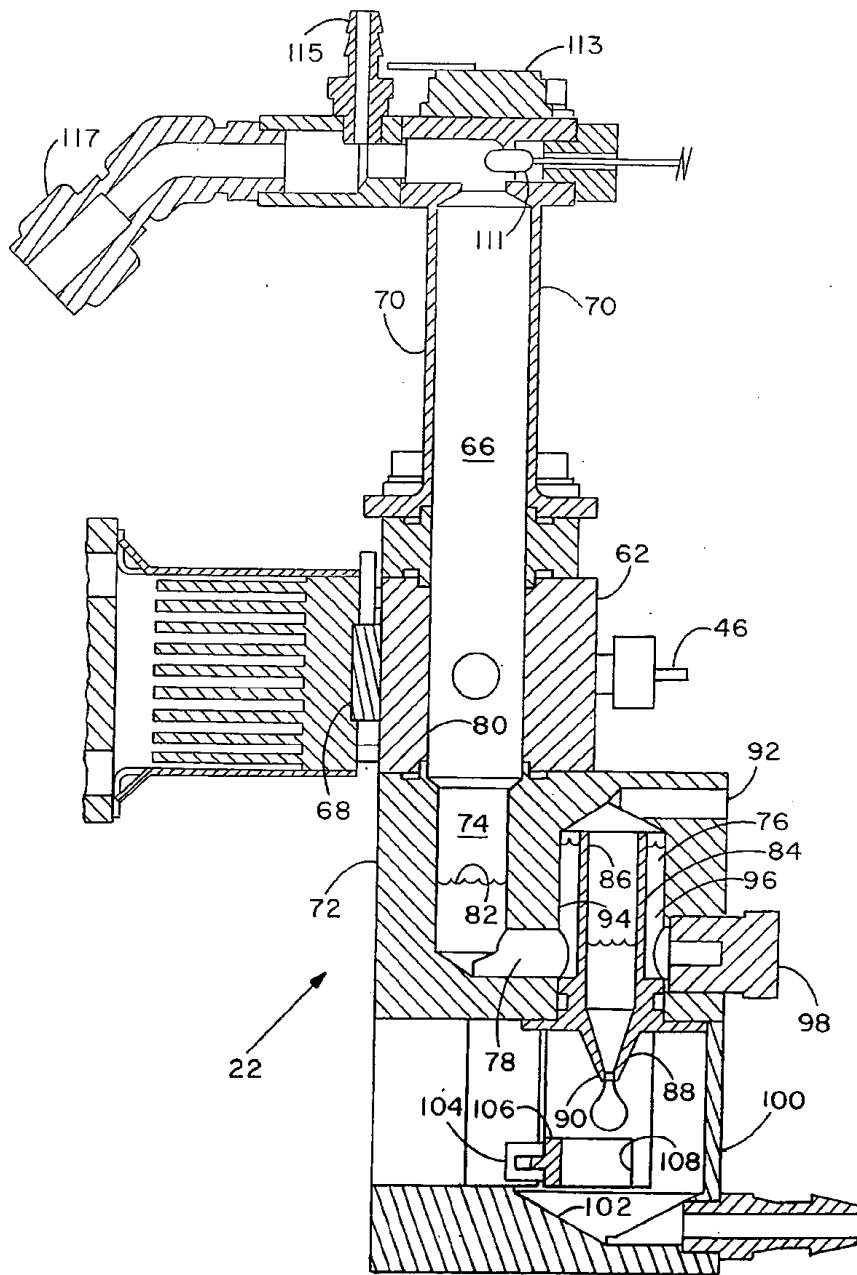
도면2



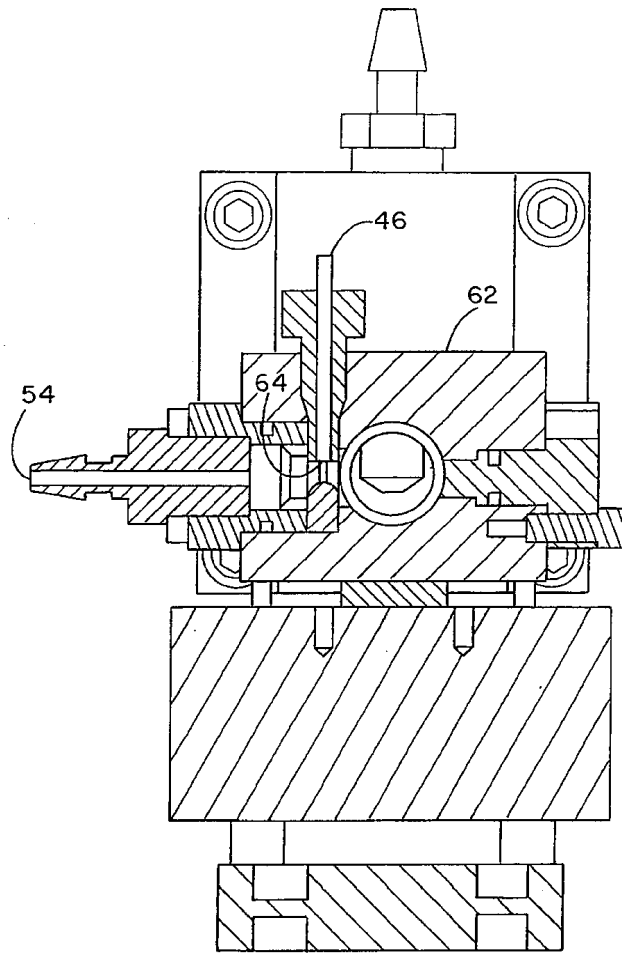
도면3



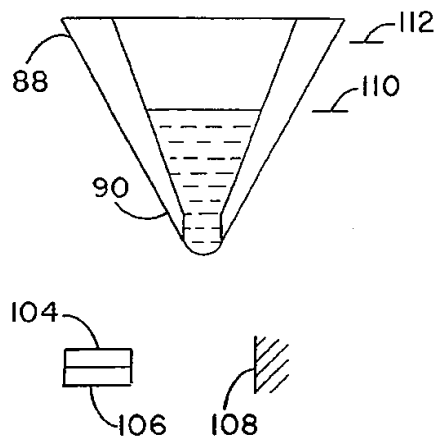
도면4



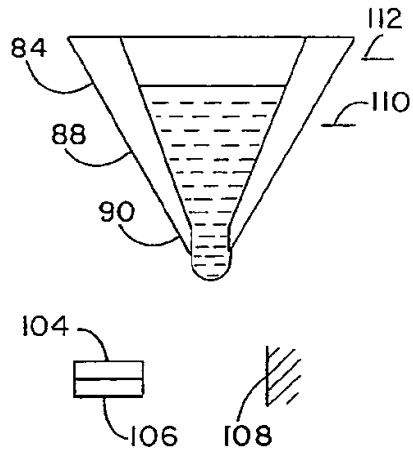
도면5



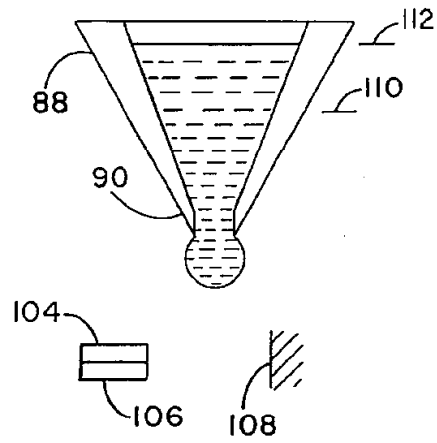
도면6



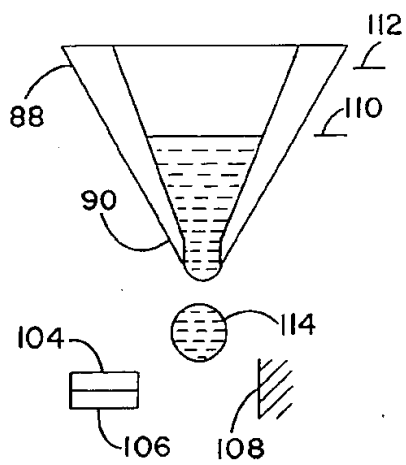
도면7



도면8



도면9



도면10

