

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0120723
(43) 공개일자 2024년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61M 16/16 (2006.01) A61M 16/00 (2006.01)

A61M 16/08 (2006.01) A61M 16/10 (2006.01)

G01K 13/024 (2021.01)

(52) CPC특허분류

A61M 16/16 (2013.01)

A61M 16/0003 (2015.01)

(21) 출원번호 10-2024-7019905

(22) 출원일자(국제) 2022년11월15일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2024년06월14일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2022/060952

(87) 국제공개번호 WO 2023/084492

국제공개일자 2023년05월19일

(30) 우선권주장

63/264,088 2021년11월15일 미국(US)

(71) 출원인

피셔 앤 패이켈 헬스케어 리미티드

뉴질랜드, 2013 오클랜드, 이스트 타머키 모리스
페이켈 플레이스 15

(72) 발명자

시크업 피터 앨런

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
이켈 플레이스 15

스톡스 엘모 벤슨

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
이켈 플레이스 15

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인와이에스장

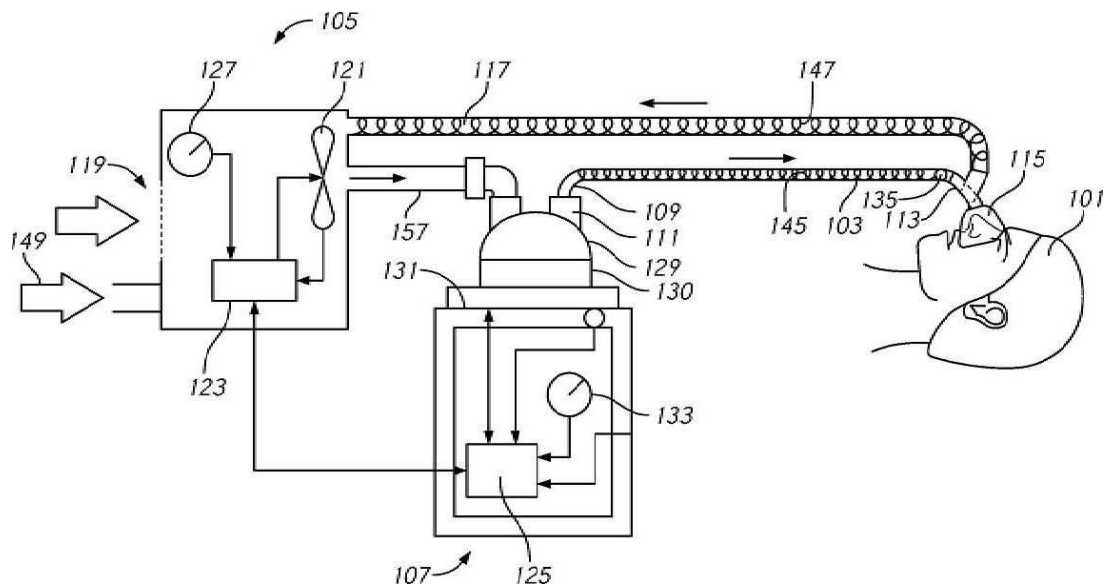
전체 청구항 수 : 총 118 항

(54) 발명의 명칭 가스 공급 시스템의 수분 검출 및 관리

(57) 요약

도관, 특히 호흡 또는 수술용 가스를 공급하기 위한 가스 공급 시스템 도관의 수분 상태는 도관의 전기적 특성을 사용하여 검출될 수 있다. 수분 상태는 또한 가스 공급 시스템의 또 다른 구성요소에서 검출될 수 있다. 검출된 수분 상태는 시스템의 과잉 수분을 감소시키고/시키거나 제거하도록 관리될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61M 16/0051 (2013.01)
A61M 16/024 (2017.08)
A61M 16/0808 (2013.01)
A61M 16/0816 (2013.01)
A61M 16/0875 (2013.01)
A61M 16/1085 (2015.01)
A61M 16/1095 (2015.01)
A61M 16/161 (2015.01)
A61M 16/162 (2013.01)

(72) 발명자

아우 유진나 밍이

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

데버릭 에릭

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

리우 포옌

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

탕 이반 치판

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

부디라자 니만사

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

라잘리 나임 빈

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

캠멜 루크 모건

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

수로위즈 리 아이작

뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타머키 모리스 페
 이켈 플레이스 15

명세서

청구범위

청구항 1

사용자에게 가스의 유동을 전달하도록 구성된 가습기 시스템으로서,

가스를 가열하고 가습하도록 구성된 가습기;

가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하도록 구성된 도관;

시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력하도록 구성된 적어도 하나의 센서; 및

가습기의 동작을 제어하도록 구성된 제어기를 포함하며, 제어기는,

적어도 하나의 센서 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고,

구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 하나 이상의 수분 관리 응답을 실행하도록 추가로 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 추가로 포함하며, 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게하도록 구성된 거리만큼 분리되어 있는, 가습기 시스템.

청구항 6

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 추가로 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 7

제2항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 8

제2항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 9

제2항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 10

제2항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타내거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 11

제2항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 12

제2항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리된 적어도 2 개의 부분을 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 13

사용자에게 가스의 유동을 전달하도록 구성된 가습기 시스템으로서,

가스를 가열하고 가습하도록 구성된 가습기;

시스템의 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력하도록 구성된 적어도 하나의 센서; 및

가습기의 동작을 제어하도록 구성된 제어기를 포함하며, 제어기는,

적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 값을 결정하고,

구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 값에 기초하여 가스의 유동의 습도를 결정하도록 추가로 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 도판은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 추가로 포함하며, 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타내는, 가습기 시스템.

청구항 17

제14항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하도록 구성된 거리만큼 분리되어 있는, 가습기 시스템.

청구항 18

제14항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유

전체 재료를 추가로 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성인, 가습기 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용하는, 가습기 시스템.

청구항 21

제14항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 22

사용자에게 가스의 유동을 전달하도록 구성된 가습기 시스템으로서,

가스를 가열하고 가습하도록 구성된 가습기;

제1 위치와 연관된 제1 센서로서, 제1 센서는 제1 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제1 센서 신호를 출력하도록 구성되는, 제1 센서;

제2 위치와 연관된 제2 센서로서, 제2 센서는 제2 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제2 센서 신호를 출력하도록 구성되는, 제2 센서; 및

가습기의 동작을 제어하도록 구성된 제어기를 포함하며, 제어기는,

제1 센서 신호에 기초하여 제1 위치에 존재하는 습도 및/또는 수분의 양을 나타내는 제1 값, 및

제2 센서에 기초하여 제2 위치에 존재하는 습도 및/또는 수분의 양을 나타내는 제2 값을 결정하도록 추가로 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 제1 위치는 시스템의 제1 구성요소와 연관되는, 가습기 시스템.

청구항 24

제22항 또는 제23항에 있어서, 제2 위치는 시스템의 제2 구성요소와 연관되는, 가습기 시스템.

청구항 25

제23항 또는 제24항에 있어서, 제1 및/또는 제2 구성요소는,

도관;

도관의 일부;

커넥터;

가스의 유동에 노출되는 챔버의 일부; 및/또는

환자 인터페이스 중 적어도 하나를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서, 커넥터는 하나 이상의 어댑터를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 27

제25항 또는 제26항에 있어서, 커넥터는 2 개의 도관을 연결하거나, 흡기 도관, 호기 도관 및 환자 인터페이스 공급 도관을 연결하는 와이 피스(wye piece)인, 가습기 시스템.

청구항 28

제22항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 위치는 시스템의 정상 동작 동안에 제2 위치의 상류에 있는, 가습기 시스템.

청구항 29

제22항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는,

제1 위치에서 제1 사전결정된 양의 수분을 검출하는 것; 및

제1 위치에서 사전결정된 양의 수분을 검출한 후에 사전결정된 기간 동안, 제2 위치에서 제2 사전결정된 양의 수분이 검출되지 않는다고 결정하는 것에 의해,

시스템에서 비유동 및/또는 임계치 미만의 유량이 발생하고 있다고 결정하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 30

제22항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는, 제1 위치에서 제1 사전결정된 양의 수분을 검출하고, 제1 위치에서 사전결정된 양의 수분을 검출한 후에 사전결정된 기간 동안에 제2 위치에서 제2 사전결정된 양의 수분을 검출하지 않는 것에 응답하여, 가스의 유량이 제1 위치의 제1 온도 센서 및 제2 위치의 제2 온도 센서로부터의 판독치에 기초하는 범위 내에 있다고 결정하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 31

제30항에 있어서, 제1 온도 센서는 가습기의 챔버 유출구에 위치되는, 가습기 시스템.

청구항 32

제30항 또는 제31항에 있어서, 제2 온도 센서는 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하도록 구성된 흡기 도관의 환자 단부 또는 환자 공급 도관의 원위 단부에 또는 그 근처에 위치되는, 가습기 시스템.

청구항 33

제22항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 상류 위치의 수분이 하류 위치의 수분보다 많은 것에 응답하여 유동 방향이 정확하다고 결정하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 34

제22항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 상류 위치의 수분이 하류 위치의 수분보다 적은 것에 응답하여 유동 방향이 부정확하다고 결정하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 35

제33항 또는 제34항에 있어서, 흡기 도관이 상류 위치를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 36

제33항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서, 가스 공급원과 가습기 사이에 위치한 도관이 하류 위치를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 37

제22항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 시스템의 제3 위치와 연관된 제3 센서를 포함하며, 제3 센서는 제3 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제3 센서 신호를 출력하도록 구성되는, 가습기 시스템.

청구항 38

제37항에 있어서, 제3 위치는 제1 위치와 제2 위치의 상류에 있는, 제3 위치.

청구항 39

제37항 또는 제38항에 있어서, 제1 위치는 흡기 도관에 있는, 가슴기 시스템.

청구항 40

제37항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서, 제3 위치는 호기 도관에 있는, 가슴기 시스템.

청구항 41

제37항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 위치는 가슴 챔버의 챔버 유입구에 있는, 가슴기 시스템.

청구항 42

제37항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 가슴기로부터 검출된 수분의 방향에 기초하여 유동 방향을 결정하도록 구성되고, 제어기는 정확하게 연결된 경우에 가슴기의 상류에 있는 구성요소에서 수분이 검출되는 것에 응답하여 역류 상태를 검출하도록 구성되는, 가슴기 시스템.

청구항 43

가스 공급 시스템에 사용 가능한 가슴기 시스템으로서,

가스를 가열하고 가슴하도록 구성된 가슴기;

가슴기로부터 사용자에게 가스를 수송하도록 구성된 도관으로서, 도관은,

제1 전기 전도성 요소; 및

제2 전기 전도성 요소를 추가로 포함하는, 도관; 및

제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 형성된 커패시터의 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화를 모니터링하여 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하도록 구성된 제어기를 포함하는, 가슴기 시스템.

청구항 44

제43항에 있어서, 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화를 모니터링하는 것은 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 형성된 커패시터의 공진 주파수의 변화를 측정하는 것을 포함하는, 가슴 시스템.

청구항 45

제43항 또는 제44항에 있어서, 제어기는 모니터링된 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화에 기초하여 커패시터의 유전율 변화를 검출하도록 구성되는, 가슴 시스템.

청구항 46

제43항 내지 제45항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 검출된 유전율 변화를 하나 이상의 유전율 임계치와 비교하도록 구성되는, 가슴 시스템.

청구항 47

제46항에 있어서, 제어기는 검출된 유전율 변화가 하나 이상의 유전율 임계치를 초과하는 것에 응답하여 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하도록 구성되는, 가슴 시스템.

청구항 48

제43항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서, 제어기는 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 것에 응답하여 알람을 출력하도록 구성되는, 가슴 시스템.

청구항 49

제48항에 있어서, 제어기는 사전정의된 지속시간 동안 연속적으로 또는 간헐적으로 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 것에 응답하여 알람을 출력하도록 구성되는, 가슴 시스템.

청구항 50

제49항에 있어서, 사전정의된 지속시간은 예상되는 도관 표면 온도에 기초하여 가변적인, 가습 시스템.

청구항 51

제43항 내지 제50항 중 어느 한 항에 있어서, 도관은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 유전체 재료를 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 52

제43항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취되는, 가습기 시스템.

청구항 53

제43항 내지 제52항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해, 또는 도관 주위에 나선형으로 권취되는, 가습기 시스템.

청구항 54

제43항 내지 제53항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성하는, 가습기 시스템.

청구항 55

제43항 내지 제54항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어인, 가습기 시스템.

청구항 56

제43항 내지 제55항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소는 히터 와이어인, 가습기 시스템.

청구항 57

제43항 내지 제56항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어인, 가습기 시스템.

청구항 58

제43항 내지 제57항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 전기 전도성 요소는 히터 와이어인, 가습기 시스템.

청구항 59

제43항 내지 제58항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하도록 구성된 거리만큼 분리되어 있는, 가습기 시스템.

청구항 60

제43항 내지 제59항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리된 적어도 2 개의 부분을 포함하는, 가습기 시스템.

청구항 61

제60항에 있어서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬인, 가습기 시스템.

청구항 62

제60항에 있어서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬인, 가습기 시스템.

청구항 63

환자에게 가스를 제공하도록 구성된 의료용 가습기의 상태를 결정하는 방법으로서,

의료용 가슴기에 결합된 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계로서, 의료용 가슴기는 히터 플레이트 및 온도 기반 유동 센서를 포함하는, 단계;

응축수 메트릭을 측정하는 단계;

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것에 응답하여 의료용 가슴기의 제어기에 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계를 포함하며, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 의료용 가슴기의 제어기를 위해 온도 기반 유동 센서로부터의 판독치를 무시하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 64

제63항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 호흡 튜브 내의 응축수 레벨을 사전결정된 임계치와 비교하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 65

제64항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 레벨이 사전결정된 임계치보다 큰 것을 포함하는, 방법.

청구항 66

제63항 내지 제65항 중 어느 한 항에 있어서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 온도 기반 유동 센서를 비활성화하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 67

제63항 내지 제66항 중 어느 한 항에 있어서, 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계는 히터 와이어에 대한 전력을 비활성화하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 68

제63항 내지 제67항 중 어느 한 항에 있어서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 가스의 유량을 나타내는 값을 결정하기 위한 대안적인 방법을 구현하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 69

제63항 내지 제68항 중 어느 한 항에 있어서, 대안적인 방법은 센서로부터의 추가 입력을 필요로 하지 않는 알고리즘 방법을 포함하는, 방법.

청구항 70

제63항 내지 제69항 중 어느 한 항에 있어서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 의료용 가슴기의 사용자 인터페이스 상에 표시될 의료용 가슴기의 설정을 조정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 71

제70항에 있어서, 의료용 가슴기의 설정을 조정하는 단계는,

PID 계수를 조정하는 단계;

제어 루프 타이밍을 증가시키는 단계; 및/또는

히터 플레이트의 설정치의 최대 증가를 적용하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 72

제63항 내지 제69항 중 어느 한 항에 있어서, 상태는 Heliox 모드인, 방법.

청구항 73

제63항 내지 제69항 중 어느 한 항에 있어서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 가스 공급원 유형을 결

정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 74

제63항 내지 제73항 중 어느 한 항에 있어서, 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력은 사전결정된 기간(period of time) 동안 감소되거나 비활성화되는, 방법.

청구항 75

제63항 내지 제74항 중 어느 한 항에 있어서, 히터 와이어에 대한 전력 감소로 인해 형성된 응축수를 제거하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 76

환자에게 가스를 제공하도록 구성된 의료용 가습기의 상태를 결정하는 방법으로서,

의료용 가습기에 결합된 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계로서, 의료용 가습기는 히터 플레이트를 포함하는, 단계;

응축수 메트릭을 측정하는 단계;

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것에 응답하여 의료용 가습기의 제어기에 의료용 가습기의 상태를 출력하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 77

제76항에 있어서, 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계는 히터 와이어에 대한 전력을 비활성화하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 78

제76항에 있어서, 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력은 사전결정된 기간 동안 감소되는, 방법.

청구항 79

제76항 내지 제78항 중 어느 한 항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 호흡 튜브 내의 응축수 레벨을 사전결정된 임계치와 비교하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 80

제79항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 레벨이 사전결정된 임계치보다 큰 것을 포함하는, 방법.

청구항 81

제79항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 레벨이 사전결정된 임계치보다 작은 것을 포함하는, 방법.

청구항 82

제81항에 있어서, 상태는 역류 상태를 포함하는, 방법.

청구항 83

제82항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 의료용 가습기 및 가스 공급원에 연결된 드라이라인의 응축수 레벨이 호흡 튜브의 응축수 레벨보다 높은 것을 포함하는, 방법.

청구항 84

제81항에 있어서, 상태를 출력하는 단계는 역류 알람을 출력하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 85

제82항에 있어서, 상태는 의료용 가슴기가 방금 시동되었거나 오동작하고 있는 것을 포함하는, 방법.

청구항 86

제76항 내지 제79항 중 어느 한 항에 있어서, 의료용 가슴기의 상태는 워터 아웃(water out) 또는 유동의 부존재를 포함하는, 방법.

청구항 87

제86항에 있어서, 유동 테스트 또는 워터 아웃 테스트를 수행함으로써 결정을 확인하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 88

제76항 내지 제87항 중 어느 한 항에 있어서, 청각적 또는 시각적 메시지로 환자에게 상태를 표시하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 89

제76항 내지 제81항 중 어느 한 항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 건조 지속시간이 사전결정된 임계 지속시간(threshold duration)보다 긴 것을 포함하는, 방법.

청구항 90

제89항에 있어서, 호흡 튜브 내의 응축수 건조 지속시간이 사전결정된 임계 지속시간보다 긴 것에 응답하여, 상태를 출력하는 단계는 호흡 튜브가 덮이는 것을 포함하는, 방법.

청구항 91

제76항 내지 제81항 중 어느 한 항에 있어서, 응축수 메트릭을 측정하는 단계는 흡기 가지의 제1 섹션에서 제1 응축수 메트릭을 측정하고 흡기 가지의 제2 섹션에서 제2 응축수 메트릭을 측정하는 단계를 포함하며;

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 흡기 가지의 제1 섹션의 제1 응축수 메트릭과 흡기 가지의 제2 섹션의 제2 응축수 메트릭을 비교하는 단계를 포함하고,

상태는 인큐베이터가 의료용 가슴기와 함께 사용되는 것을 포함하는, 방법.

청구항 92

제91항에 있어서, 인큐베이터는 제1 섹션의 제1 응축수 메트릭이 제2 섹션의 제2 응축수 메트릭보다 큰 것에 응답하여 사용되도록 결정되는, 방법.

청구항 93

제91항 또는 제92항에 있어서, 제1 응축수 메트릭 및 제2 응축수 메트릭은 각각 응축수의 존재에 대응하는, 방법.

청구항 94

제93항에 있어서, 흡기 가지의 제1 섹션에서의 응축수의 존재 및 흡기 가지의 제2 섹션에서의 응축수의 부존재는 인큐베이터가 사용 중인 것을 나타내는, 방법.

청구항 95

제91항 내지 제94항 중 어느 한 항에 있어서, 인큐베이터가 사용되는 경우에 흡기 가지의 제2 섹션에 있는 히터 와이어에 전달되는 전력을 감소시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 96

제91항 내지 제95항 중 어느 한 항에 있어서, 인큐베이터가 사용되는 경우에 흡기 가스의 제1 섹션에 있는 히터 와이어에 전달되는 전력을 증가시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 97

제76항 내지 제81항 중 어느 한 항에 있어서, 상태는 호흡 튜브의 배향인, 방법.

청구항 98

제97항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브의 환자 단부에서 측정된 응축수 메트릭이 의료용 가슴기의 가슴 챔버의 유출구에서 측정된 응축수 메트릭보다 큰 것을 포함하는, 방법.

청구항 99

제97항 또는 제98항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 환자 단부에서 측정된 응축수 메트릭이 환자 단부와 유출구 사이의 영역에서 측정된 응축수 메트릭보다 큰 것을 포함하는, 방법.

청구항 100

제76항 내지 제99항 중 어느 한 항에 있어서, 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킴으로써 형성된 응축수를 제거하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 101

환자에게 가스를 제공하도록 구성된 가슴기의 상태를 결정하는 방법으로서,

시동 조건을 결정하는 단계;

호흡 튜브에 결합되고 히터 플레이트를 포함하는 의료용 가슴기의 히터 플레이트에 대한 전력을 감소시키는 단계;

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는지 여부에 기초하여 가슴기의 제어기에 가슴기의 상태를 출력하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 102

제101항에 있어서, 시동 조건은 가슴기의 전원이 켜져 있는 지속시간을 결정하고, 지속시간이 가슴기가 방금 켜졌음을 나타낸다고 결정하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 103

제101항 또는 제102항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는 것에 응답하여 상태 또는 정상 제어를 재개하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 104

제101항 내지 제103항 중 어느 한 항에 있어서, 상태는 호흡 튜브가 오염되었다는 알람을 포함하는, 방법.

청구항 105

제101항 내지 제104항 중 어느 한 항에 있어서, 가슴기의 전원이 방금 켜진, 방법.

청구항 106

제101항 내지 제105항 중 어느 한 항에 있어서, 히터 플레이트의 전원을 끄고 히터 플레이트가 실질적으로 차가운 온도에 있는 것을 보장하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 107

제101항 내지 제106항 중 어느 한 항에 있어서, 응축수가 검출될 때 회로 수분 알람을 생성하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 108

가습기 시스템의 가습기에 결합된 흡기 튜브의 가열 요소에 대한 전력을 제어하는 방법으로서,

가습기 시스템의 응축수 메트릭을 측정하는 단계;

측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및

적어도 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부에 기초하여 가열 요소에 대한 전력을 제어하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 109

제108항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 큰지 여부를 검출하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 110

제109항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 큰 것에 응답하여 가열 요소에 대한 전력을 증가시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 111

제109항 또는 제110항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 작은 것에 응답하여 가열 요소에 대한 전력을 감소시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 112

제108항에 있어서, 가열 요소에 대한 전력이 최대인지 여부를 결정하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 113

제112항에 있어서, 가열 요소에 대한 전력이 최대인 경우에 가습기 시스템의 가습기의 히터 플레이트의 설정치를 감소시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 114

제113항에 있어서, 히터 플레이트의 설정치를 감소시키는 단계는 측정된 응축수가 예상 응축수 메트릭을 충족한다고 결정하는 것에 추가로 기초하는, 방법.

청구항 115

제108항 내지 제114항 중 어느 한 항에 있어서, 흡기 튜브는 환자 단부에서 센서가 없는, 방법.

청구항 116

제108항 내지 제115항 중 어느 한 항에 있어서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부는 환자 단부에 위치한 센서로부터의 입력 없이 결정되는, 방법.

청구항 117

제108항 내지 제116항 중 어느 한 항에 있어서, 가습기 시스템은 시스템의 가습 챔버의 유출구에 센서가 없는, 방법.

청구항 118

사용자에게 가스의 유동을 전달하도록 구성된 가습기 시스템으로서,

가스를 가열하고 가습하도록 구성된 가습기;

시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력하도록 구성된 적어도 하나의 센서; 및

가습기의 동작을 제어하도록 구성된 제어기를 포함하며, 제어기는,

적어도 하나의 센서 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고,

구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 하나 이상의 수분 관리 응답을 실행하도록 추가로 구성되는, 가습기 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 도관 내의 수분을 검출하는 것에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 개시는 응축수, 습도 및/또는 체액 중 하나 이상의 존재, 용적 및/또는 위치를 검출할 수 있는 호흡 또는 수술용 가스 운반 시스템을 설명한다.

배경 기술

[0002] 호흡 보조 장치 및 수술 취입기는 가스의 유동 또는 가압 가스의 유동을 도관 시스템을 통해 환자에게 제공한다. 이들 및 유사한 디바이스를 사용하는 응용의 범위에 대해, 공급된 가스를 가습하는 것이 유익하다. 이들 응용은 가스가 흡기되는 경우 및/또는 가스가 환자의 수술 부위에 대한 수술 동안 공급되고 있는 경우를 포함한다. 도관을 통해 가습된 가스를 제공하는 것의 결점은 도관 내에 응축수가 형성될 가능성이 있다는 것이다. 응축수에 부가하여, 다른 유형의 수분이 또한 환자, 선택적인 열 및 수분 교환기(HME), 선택적인 네블라이저(nebulizer), 및/또는 환경으로부터(예컨대, 예를 들어, 실내-연행 인공호흡기를 통해, 또는 액체 또는 증기 투과성 도관 벽 등을 통해) 도관에 도입될 수 있다. 수분은 타액, 혈액, 점액 등과 같은 체액을 포함할 수 있다. 본 출원은 예로서 물을 참조할 수 있지만, 물은 보다 일반적으로는 수분, 또는 임의의 다른 액체로 대체될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0003] 가습된 가스는 가스 공급원과 가스 전달 목적지 사이의 도관 시스템을 통과할 때 냉각될 수 있다. 이것은 가스가 냉각됨에 따라 응축수와 같은 수분(또는 액체)이 도관 내측에 형성되는 것을 초래할 수 있다. 응축수에 부가하여, 수분은 도관 내의 물, 타액, 혈액 또는 점액과 같은 체액, 또는 임의의 액체의 존재를 지칭할 수 있다. 수분의 형성은 전형적으로 호흡 보조 장치 및 수술 취입기에서 바람직하지 않다. 예를 들어, 도관 내의 응축은 "레인 아웃(rain out)"으로 지칭되는 상태를 초래할 수 있다. 레인 아웃은 수분이 형성되고 잠재적으로 이 수분이 도관 시스템의 벽을 타고 유동할 때 발생한다. 수분은 도관 시스템의 낮은 부분에 고일 수 있거나 도관 시스템으로부터 환자의 호흡 시스템, 신체 내로, 다시 가스 공급원 내로 또는 호흡 보조 장치 또는 수술 취입기의 도관에 연결된 인공호흡기 내로 복귀 또는 다른 디바이스 내로 유동될 수 있다. 이러한 레인 아웃 효과는 모두 바람직하지 않고 다수의 문제를 야기할 수 있다. 유사하게, 다른 공급원(환자, 다른 장비 및/또는 환경을 포함함)으로부터의 유체는 바람직하지 않을 수 있고/있거나, 다른 이유로 모니터링될 수 있다.

[0004] 본원에서 사용되는 바와 같이, 문구 "도관 시스템"은 가스 공급원과 환자 사이에 가스를 운반하고/하거나 호기 가스를 환자로부터 호흡 보조 장치 또는 수술 취입기의 또 다른 구성요소로 운반하는 임의의 도관(또한 본원에서 튜브로 지칭됨), 커넥터 또는 환자 인터페이스를 포괄한다. 예를 들어, 하기에서 보다 상세하게 논의되는 바와 같이, 도관 시스템은 흡기 튜브(들), 건조 라인, 가스 공급 튜브, 호기 튜브(들), 통기 튜브(들), 커넥터(들), Y-피스(들), 환자 튜브(들), 및/또는 환자 인터페이스(들)(마스크, 비강 캐뉼러, 비강 필로우, 기관내 튜브, 기관절개 튜브, 수술 캐뉼러 등을 포함함) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 수분, 응축수, 응축 및 액체는 본원에서의 그들 용어의 문맥상의 사용으로부터 당업자에 의해 이해되는 바와 같이 본 개시에서 동의어로 일반적으로 사용된다. 용어 드라이라인(또는 건조 라인)은 (예를 들어, 공기 연행 인공호흡기 또는 공

기 연행 송풍 시스템이 사용되는 경우, 또는 시스템 등을 통한 역류의 경우) 항상 건조 가스를 운반하는 것은 아닐 수 있다는 것이 당업자에게 이해되어야 한다.

- [0005] 호흡 보조 장치 및 수술 취입기(본원에서 가스 공급 시스템으로 집합적으로 지칭됨)는 열원을 제공하기 위해 도관 시스템 내에, 예컨대 도관 시스템의 임의의 또는 모든 구성요소의 벽 내에 하나 이상의 가열 와이어를 이용할 수 있다. 하나 이상의 가열 와이어는 가스가 도관 시스템을 통과하기 때문에 도관이 가스의 온도 및/또는 상대 습도를 원하는 값 또는 범위로 제어할 수 있게 하여, 잠재적인 응축 가능성을 감소시킨다. 하나 이상의 센서 와이어는 또한 도관 시스템의 루멘 내에 또는 벽에서도 포함될 수 있다. 하나 이상의 센서 와이어는 전형적으로 도관 및/또는 환자 인터페이스를 통해 유동하는 가습된 가스의 온도 측정 정보를 하나 이상의 온도 센서로부터 가스 공급 시스템의 제어기로 다시 운반하는 데 사용된다. 가스 공급 시스템은 가스 공급 시스템의 하나 이상의 가열 와이어 또는 다른 구성요소에 의해 제공되는 열의 양을 조정하기 위해 피드백 제어 시스템에서 온도 측정 정보를 사용할 수 있다.
- [0006] 가열 와이어의 경우에도, 응축 및 레인 아웃이 여전히 발생할 수 있고, 다른 공급원으로부터의 유체가 여전히 회로 시스템 내로 도입될 수 있다. 본 개시는 회로 시스템 내의 수분을 검출하는 것을 제공한다. 수분은 도관 시스템 내에 있거나 도관 시스템 벽에 내장된 2 개 이상의 이격된 전기 도체의 커패시턴스(capacitance), 리액턴스 및/또는 임피던스 또는 커패시턴스, 리액턴스 및/또는 임피던스의 변화를 측정하거나 추론함으로써 검출될 수 있다. 이들 전기 도체는 예를 들어, 하나 이상의 전도성 와이어, 예컨대 하나 이상의 가열 와이어 및/또는 하나 이상의 센서 와이어일 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 전용 도체는 도관의 루멘 또는 그 벽을 포함하는 도관 시스템 내에 제공되거나 내장될 수 있다. 커패시턴스는 고유/기생 커패시턴스일 수 있다. 측정은 와이어(들)의 시간 응답 및/또는 주파수 응답을 사용할 수 있다. 수분은 또한 본원에 개시된 바와 같은 저항의 변화 및/또는 RF 신호와 같은 무선 신호에 대한 변화를 측정함으로써 검출될 수 있다.
- [0007] 본 개시는 가스 공급 시스템에서 사용 가능한 가습기 시스템을 제공하며, 가습기 시스템은 가습기; 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함하는 도관; 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 신호를 모니터링하여 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분을 나타내는 값을 결정하도록 구성된 제어기를 포함한다.
- [0008] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0009] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0010] 일부 구성에서, 제어기는 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0011] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0012] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하도록 구성된 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0013] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 또한 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0014] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0015] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0016] 일부 구성에서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 대한 수분을 나타내는 값을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0017] 일부 구성에서, 수분을 나타내는 값은 기준 저항기와 직렬인 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소를 포함하는 회로의 시정수를 포함할 수 있다.
- [0018] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소를 포함하는 회로의 시정수 또는 공진 주파수를 나타낼 수 있다.
- [0019] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소를 포함하는 회로의 시정수의 변화 또는 공진 주파수의 변화를 나타낼 수 있다.

- [0020] 일부 구성에서, 도판 내의 수분을 나타내는 값은 도판의 인덕턴스에 대응할 수 있다.
- [0021] 일부 구성에서, 도판 내의 수분을 나타내는 값은 도판의 인덕턴스의 변화에 대응할 수 있다.
- [0022] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 또한 인덕터가 커패시터와 병렬로 배치되는 공진 회로를 포함할 수 있다.
- [0023] 일부 구성에서, 공진 회로는 제1 전기 전도성 요소, 제2 전기 전도성 요소, 또는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 둘 모두와 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0024] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 충분히 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 튜닝될 수 있다.
- [0025] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 튜닝될 수 있으며, 신호는 공진 회로를 여기시키도록 선택되었다.
- [0026] 일부 구성에서, 제어기는 정상 제어 전력과 함께 추가 전력을 제1 전기 전도성 요소에 인가하도록 구성될 수 있다.
- [0027] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 또한 AC 전력 공급부를 포함할 수 있다.
- [0028] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 또한 DC 전력 공급부를 포함할 수 있다.
- [0029] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0030] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0031] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0032] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율의 변화를 나타낼 수 있거나, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0033] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도의 변화는 실질적으로 선형일 수 있다.
- [0034] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 온도 차이를 나타낼 수 있다.
- [0035] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 신호를 측정할 수 있다.
- [0036] 일부 구성에서, 신호는 제2 전기 전도성 요소의 저항에 대응할 수 있으며, 제2 전기 전도성 요소의 저항은 제2 전기 전도성 요소의 온도에 따라 변한다.
- [0037] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서미스터를 추가로 포함할 수 있다.
- [0038] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 다이오드를 추가로 포함할 수 있다.
- [0039] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0040] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결되고, 서미스터와 실질적으로 인접하게 위치될 수 있다.
- [0041] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 서로 인접할 수 있다.
- [0042] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 서로 인접하지 않을 수 있다.
- [0043] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도판의 비드 내에 있을 수 있다.
- [0044] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 신호를 측정할 수 있다.
- [0045] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0046] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0047] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0048] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소의 길이의 일부 및 제2 전기 전도성 요소의 길이의 일부에 대해 다른 전기 전도성 요소로부터 전기적으로 절연될 수 있다.

- [0049] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 도관의 루멘 내로 돌출될 수 있다. 적어도 2 개의 부분은 도관의 내부 벽과 동일한 평면에 있을 수 있다.
- [0050] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 튜브 벽 내에 배열될 수 있고 도관의 루멘과 공압식으로 결합된다.
- [0051] 일부 구성에서, 서로 전기적으로 분리될 수 있는 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0052] 일부 구성에서, 서로 전기적으로 분리될 수 있는 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0053] 일부 구성에서, 제어기는 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관의 수분을 나타내는 값을 결정할 수 있다.
- [0054] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 또한 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0055] 일부 구성에서, 신호는 30 Hz 내지 300 GHz의 주파수를 가질 수 있다.
- [0056] 일부 구성에서, 신호는 1 MHz 내지 100 MHz의 주파수를 가질 수 있다.
- [0057] 일부 구성에서, 신호는 약 10 MHz의 주파수를 가질 수 있다.
- [0058] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소는 신호의 파장의 1/4일 수 있다.
- [0059] 일부 구성에서, 신호의 파장은 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 길이보다 4배 더 클 수 있다.
- [0060] 일부 구성에서, 신호 발생기는 신호를 제1 전기 전도성 요소에 주입할 수 있다.
- [0061] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 송신기이도록 구성될 수 있다.
- [0062] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소에 의해 송신되는 신호를 수신하기 위한 수신기이도록 구성될 수 있다.
- [0063] 일부 구성에서, 신호의 크기 및/또는 위상은 무선 주파수 변환기에 의해 측정될 수 있다.
- [0064] 일부 구성에서, 무선 주파수 변환기는 AM 수신기, RF 샘플링 ADC, 또는 RF 정류기일 수 있다.
- [0065] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 또한 신호를 필터링하기 위한 필터를 포함할 수 있다.
- [0066] 일부 구성에서, 필터는 고역 통과 또는 대역통과 필터를 포함할 수 있다.
- [0067] 일부 구성에서, 필터는 주전원 주파수를 필터링(filter out)하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 일부 구성에서, 필터는 50 내지 60 Hz의 주파수를 필터링하도록 구성될 수 있다.
- [0069] 일부 구성에서, 송신기는 루프 안테나를 포함할 수 있다.
- [0070] 일부 구성에서, 수신기는 루프 안테나를 포함할 수 있다.
- [0071] 일부 구성에서, 송신기는 단극 안테나를 포함할 수 있다.
- [0072] 일부 구성에서, 송신기는 단극 안테나를 포함할 수 있다.
- [0073] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 제1 스위치에 전기적으로 결합될 수 있다.
- [0074] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 제2 스위치에 전기적으로 결합될 수 있다.
- [0075] 일부 구성에서, 제1 스위치는 제1 전기 전도성 요소의 일 단부를 전기적으로 분리하도록 구성될 수 있다.
- [0076] 일부 구성에서, 제2 스위치는 제2 전기 전도성 요소의 일 단부를 전기적으로 분리하도록 구성될 수 있다.
- [0077] 일부 구성에서, 제1 스위치 및/또는 제2 스위치는 히터 베이스, 센서 카트리지, 도관, 외부 구성요소, 또는 중간 커넥터 중 어느 하나 내에 위치될 수 있다.
- [0078] 일부 구성에서, 제어기는 수분을 나타내는 값이 제1 임계 값을 하회하는 경우, 알람을 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0079] 일부 구성에서, 제어기는 응축수를 나타내는 값이 제2 임계 값을 초과하는 경우, 알람을 출력하도록 구성될 수 있다.

- [0080] 일부 구성에서, 알람은 허용 불가능 레벨의 수분을 표시한다.
- [0081] 일부 구성에서, 제어기는 도관 내의 수분 및/또는 습도를 나타내는 값에 응답하여 호흡 또는 통기 가스의 가습을 자동으로 감소시키도록 구성될 수 있다.
- [0082] 일부 구성에서, 환자에게 전달되는 습도의 감소는 히터 플레이트 전력의 감소에 의해 달성될 수 있다.
- [0083] 일부 구성에서, 도관은 복합 도관일 수 있다.
- [0084] 일부 구성에서, 도관은 증기 및/또는 액체 투과성 비드를 포함할 수 있다.
- [0085] 일부 구성에서, 투과성 비드는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0086] 일부 구성에서, 투과성 비드는 극친수성 성질을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료, 친수성 열가소성 물질(hydrophilic thermoplastic), 통기성 열가소성 코폴리에스테르, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 또는 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체 중 하나 이상일 수 있다.
- [0087] 일부 구성에서, 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0088] 일부 구성에서, 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0089] 일부 구성에서, 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성할 수 있다.
- [0090] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0091] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0092] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0093] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0094] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스를 수송하는 데 사용되는 가스 공급 시스템의 도관 내의 수분의 표시를 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관의 특성에 적어도 부분적으로 기초하여 수분의 존재 및/또는 레벨을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0095] 일부 구성에서, 수분의 존재 또는 레벨의 결정은 도관의 유전체 특성으로부터 추론될 수 있다.
- [0096] 일부 구성에서, 특성의 결정은 신호를 도관 내의 제1 전기 전도성 요소에 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [0097] 일부 구성에서, 특성의 결정은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 측정하는 것을 포함할 수 있다.
- [0098] 일부 구성에서, 특성의 결정은 인가된 신호에 기초하여 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 측정하는 것을 포함할 수 있다.
- [0099] 일부 구성에서, 특성의 결정은 제1 전기 전도성 요소를 포함하는 회로의 시정수 또는 공진 주파수의 표시를 측정하는 것을 포함한다.
- [0100] 일부 구성에서, 특성의 결정은 인덕턴스를 나타내는 값을 처리하는 것을 포함할 수 있다.
- [0101] 일부 구성에서, 특성의 결정은 제1 전기 전도성 요소의 저항의 표시를 측정하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0102] 일부 구성에서, 특성의 결정은 온도의 표시를 측정하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0103] 일부 구성에서, 특성의 결정은 열 전도율의 표시를 측정하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0104] 일부 구성에서, 특성의 결정은 신호의 크기 및/또는 위상을 측정하는 것을 추가로 포함할 수 있다.
- [0105] 일부 구성에서, 도관은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관일 수 있다.
- [0106] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0107] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 유전체

에 의해 분리되고 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도(measure)를 표시하기 위해 커패시턴스 또는 커패시턴스의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.

- [0108] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 저항 또는 저항의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0109] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0110] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0111] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 공진 주파수의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0112] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0113] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0114] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 저항 또는 저항의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0115] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0116] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0117] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 온도 또는 온도의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0118] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0119] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0120] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 열 전도율 또는 열 전도율의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0121] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0122] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0123] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치된 2 개의 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 신호의 크기 및/또는 위상 또는 신호의 크기 및/또는 위상의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0124] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0125] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0126] 본 개시는 외부 액세스리를 제공한다. 외부 액세스리의 일 예는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지이다.
- [0127] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 제

1 전기 단자 또는 패드 및 제2 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

[0128] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0129] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 제1 전기 단자 또는 패드 및 제2 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

[0130] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함하는 회로의 시정수 또는 공진 주파수를 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0131] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 제1 전기 단자 또는 패드 및 제2 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

[0132] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0133] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 제1 전기 단자 또는 패드 및 제2 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

[0134] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0135] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 제1 전기 단자 또는 패드 및 제2 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

[0136] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0137] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전

기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 제1 전기 단자 또는 패드 및 제2 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

- [0138] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 신호의 크기 및/또는 위상 또는 신호의 크기 및/또는 위상의 변화를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0139] 본 개시는 가스 공급 시스템에서 사용 가능한 가습기를 제공하며, 가습기는 가스 공급부를 가습하도록 구성된 가습 챔버; 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함하는 흡기 도관과 연결되도록 구성된 흡기 도관 커넥터; 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 신호를 모니터링하여 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분을 나타내는 값을 결정하도록 구성된 제어기를 포함한다.
- [0140] 일부 구성에서, 제어기는 신호를 모니터링하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0141] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0142] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0143] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 시정수 또는 공진 주파수를 나타낼 수 있다.
- [0144] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0145] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0146] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 신호 또는 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낸다.
- [0147] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율의 변화를 나타낼 수 있거나, 신호 또는 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율의 변화를 나타낸다.
- [0148] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 온도 차이를 나타낼 수 있다.
- [0149] 일부 구성에서, 수분을 나타내는 값은 신호의 크기 및/또는 위상 또는 신호의 크기 및/또는 위상의 변화일 수 있다.
- [0150] 일부 구성에서, 제어기는 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0151] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0152] 일부 구성에서, 가습기는 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 추가로 포함할 수 있다.
- [0153] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 제1 전기 전도성 요소; 용량성 효과가 수분의 존재 하에 변화되도록 용량성 효과가 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 존재할 수 있게 하도록 구성된 거리만큼 제1 전기 전도성 요소로부터 이격된 제2 전기 전도성 요소; 및 제2 전기 전도성 요소로부터 제1 전도성 요소를 분리하는 재료를 포함한다.
- [0154] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소 중 적어도 하나는 히터 와이어 또는 센서 와이어 중 하나 이상일 수 있다.
- [0155] 일부 구성에서, 도관은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스 또는 커패시턴스의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어기를 추가로 포함할 수 있다.
- [0156] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서일 수 있다.
- [0157] 일부 구성에서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 존재하는 용량성 리액턴스 및/또는 인덕턴스를 측정함으로써 도관 내의 수분의 존재 또는 표시를 결정하기 위해 제1 전기 전도성 요소 및 제2

전기 전도성 요소를 사용할 수 있다.

- [0158] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 측정 가능한 커패시턴스를 허용하기에 충분히 근접하게 배치되지만, 수분의 존재로 인해 커패시턴스의 측정 가능한 변화를 허용하기에 충분히 멀리 떨어져서 배치될 수 있다.
- [0159] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 제1 전기 전도성 요소; 제2 전기 전도성 요소를 포함하며, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 도관 내의 수분의 존재 또는 양을 나타내는 시정수 또는 공진 주파수의 측정을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0160] 일부 구성에서, 도관은 유도성 요소가 용량성 요소와 병렬로 전기적으로 연결되는 공진 회로를 추가로 포함할 수 있다.
- [0161] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 유도성 요소가 용량성 요소와 병렬로 전기적으로 연결되는 공진 회로와 병렬로 전기적으로 연결되도록 구성될 수 있다.
- [0162] 일부 구성에서, 공진 회로는 도관 외부에 있을 수 있다.
- [0163] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 튜닝될 수 있다.
- [0164] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 신호 발생기와 병렬로 전기적으로 연결되도록 구성될 수 있다.
- [0165] 일부 구성에서, 도관은 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 공진 주파수의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어를 포함할 수 있다.
- [0166] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 제어기와 병렬로 전기적으로 연결되도록 구성될 수 있다.
- [0167] 일부 구성에서, 제어기는 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0168] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서일 수 있다.
- [0169] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 제1 전기 전도성 요소; 제2 전기 전도성 요소를 포함하며, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 도관 내의 수분의 존재 또는 양을 나타내는 저항 특성의 측정을 제공하도록 구성된다.
- [0170] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0171] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 도관의 루멘 내로 돌출될 수 있다.
- [0172] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 도관의 내부 벽과 동일한 평면에 있을 수 있다.
- [0173] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 튜브 벽 내에 배열될 수 있고 도관의 루멘과 공압식으로 결합될 수 있다.
- [0174] 일부 구성에서, 서로 전기적으로 분리될 수 있는 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0175] 일부 구성에서, 서로 전기적으로 분리될 수 있는 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0176] 일부 구성에서, 도관은 저항 또는 저항의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어를 추가로 포함할 수 있다.
- [0177] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서일 수 있다.
- [0178] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 제1 전기 전도성 요소; 제2 전기 전도성 요소를 포함하며, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 도관 내의 수분의 존재 또는 양을 나타내는 온도 또는 열 전도율 특성의 측정을 제공하도록 구성된다.
- [0179] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서미스터를 추가로 포함할 수 있다.
- [0180] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 다이오드를 추가로 포함할 수 있다.
- [0181] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0182] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결되고, 서미스터와 실질적으로 인접하게 위치될 수 있다.
- [0183] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 서로 인접할 수 있다.
- [0184] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 서로 인접하지 않을 수 있다.
- [0185] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관의 비드 내에 있을 수 있다.
- [0186] 일부 구성에서, 도관은 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도, 열 전도율, 온도의 변화, 또는 열 전도율의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어기를 추가로 포함할 수 있다.
- [0187] 일부 구성에서, 제어기는 정상 제어 전력과 함께 추가 전력을 제1 전기 전도성 요소에 인가하도록 구성될 수 있다.
- [0188] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서일 수 있다.
- [0189] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 제1 전기 전도성 요소; 제2 전기 전도성 요소를 포함하며, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상은 도관 내의 수분의 존재 또는 양을 나타내는 신호의 크기 및/또는 위상 또는 신호의 크기 및/또는 위상의 변화를 측정하도록 구성된다.
- [0190] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 송신기이도록 구성될 수 있다.
- [0191] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소에 의해 송신되는 신호를 수신하기 위한 수신기이도록 구성될 수 있다.
- [0192] 일부 구성에서, 송신기는 루프 안테나를 포함할 수 있다.
- [0193] 일부 구성에서, 수신기는 루프 안테나를 포함할 수 있다.
- [0194] 일부 구성에서, 송신기는 단극 안테나를 포함할 수 있다.
- [0195] 일부 구성에서, 수신기는 단극 안테나를 포함할 수 있다.
- [0196] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 제1 스위치에 전기적으로 결합될 수 있다.
- [0197] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 제2 스위치에 전기적으로 결합될 수 있다.
- [0198] 일부 구성에서, 제1 스위치는 제1 전기 전도성 요소의 일 단부를 전기적으로 분리하도록 구성될 수 있고, 제2 스위치는 제2 전기 전도성 요소의 일 단부를 전기적으로 분리하도록 구성될 수 있다.
- [0199] 일부 구성에서, 도관은 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에서 신호의 크기 및/또는 위상 또는 신호의 크기 및/또는 위상의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어기를 추가로 포함할 수 있다.
- [0200] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서일 수 있다.
- [0201] 일부 구성에서, 재료는 유체 투과성 재료일 수 있다.
- [0202] 본 개시 전체에 걸쳐, "액체" 및 "유체"는 상호 교환 가능하게 사용된다.
- [0203] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 세장형 필라멘트일 수 있다.
- [0204] 일부 구성에서, 세장형 필라멘트는 전기 절연 재킷에 의해 둘러싸일 수 있다.
- [0205] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관의 길이의 적어도 일부 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0206] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관의 일 단부로부터 도관의 다른 단부로 연장된다.
- [0207] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 길이의 일부만을 도관의 일 단부로부터 도관의 다른 단부로 연장시킨다.

- [0208] 일부 구성에서, 도관은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스 또는 커패시턴스의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어기를 포함하고/하거나 제어기와 통신할 수 있다.
- [0209] 일부 구성에서, 도관은 복합 도관일 수 있다.
- [0210] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관의 벽의 일부를 형성한다.
- [0211] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 복합 도관 내에 배치된 비드의 일부를 형성할 수 있다.
- [0212] 일부 구성에서, 대안적으로, 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소가 도관 내에서 자유롭게 이동할 수 있도록 도관 내에 배치될 수 있다.
- [0213] 일부 구성에서, 재료는 증기 및/또는 액체 투과성 재료일 수 있다.
- [0214] 일부 구성에서, 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0215] 일부 구성에서, 재료는 극친수성 성질을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료, 친수성 열가소성 물질, 통기성 열가소성 코폴리에스테르, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 또는 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체 중 하나 이상일 수 있다.
- [0216] 일부 구성에서, 도관은 수분을 이동시키기 위해 모세관 작용을 사용하도록 구성된 미세구조를 추가로 포함할 수 있다.
- [0217] 일부 구성에서, 증기 및/또는 액체 투과성 재료는 유전체 재료일 수 있다.
- [0218] 일부 구성에서, 도관은 또한 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 일부에 걸쳐 수분을 위킹(wicking)하도록 구성된 미세구조를 포함할 수 있다.
- [0219] 일부 구성에서, 도관은 또한 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 모세관 작용(capillary action)에 의해 수분을 운반하도록 구성된 개구부를 포함할 수 있다.
- [0220] 일부 구성에서, 도관은 또한 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 수분을 운반하도록 구성된 위킹 재료를 포함할 수 있다.
- [0221] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 리본 와이어일 수 있다.
- [0222] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 투과성, 불투과성 또는 부분 투과성 및 불투과성 비드 내에 포함될 수 있다.
- [0223] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소 및 비드는 공압출될 수 있다.
- [0224] 일부 구성에서, 도관은 전기 전도성 메쉬를 추가로 포함할 수 있다.
- [0225] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 간격은 도관 내에 존재하는 수분의 존재 및/또는 양에 따라 가변적일 수 있다.
- [0226] 일부 구성에서, 재료는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소가 수분의 존재에 기초하여 접촉되거나 분리되게 할 수 있다.
- [0227] 일부 구성에서, 재료는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 수분을 허용하고 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 용량성 효과에 영향을 미치도록 구성된 개구부, 키홀, 딥, 채널 및/또는 보이드를 포함할 수 있다.
- [0228] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관에 대한 접촉에 민감할 수 있다.
- [0229] 일부 구성에서, 재료는 수분의 존재 하에 팽창되거나 수축되는 아코디언 형상을 포함할 수 있으며, 이에 의해 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 함께 더 멀리 또는 더 근접하게 이동시킨다.
- [0230] 일부 구성에서, 재료는 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소가 수분의 존재에 기초하여 접촉되거나 분리되게 할 수 있다.

- [0231] 본 개시는 가스 공급 시스템에서 사용 가능한 가습기 시스템을 제공하며, 가습기 시스템은 가습기; 전도성 요소를 포함하는 도관; 및 전기 전도성 요소를 사용하여 신호를 모니터링하여 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분을 나타내는 값을 결정하도록 구성된 제어기를 포함한다.
- [0232] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소의 시정수 또는 공진 주파수를 나타낼 수 있다.
- [0233] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소의 시정수의 변화 또는 공진 주파수의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0234] 일부 구성에서, 도관 내의 수분을 나타낼 수 있는 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0235] 일부 구성에서, 도관 내의 수분을 나타내는 값은 도관의 인덕턴스의 변화에 대응할 수 있다.
- [0236] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 유도성 요소가 용량성 요소와 병렬로 전기적으로 연결되는 공진 회로를 추가로 포함할 수 있다.
- [0237] 일부 구성에서, 공진 회로는 전기 전도성 요소와 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0238] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다.
- [0239] 일부 구성에서, 제어기는 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0240] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0241] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 충분히 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 튜닝될 수 있다.
- [0242] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 튜닝될 수 있으며, 신호는 공진 회로를 여기시키도록 선택되었다.
- [0243] 일부 구성에서, 제어기는 정상 제어 전력과 함께 추가 전력을 전기 전도성 요소에 인가하도록 구성될 수 있다.
- [0244] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 AC 전력 공급부를 추가로 포함할 수 있다.
- [0245] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 DC 전력 공급부를 추가로 포함할 수 있다.
- [0246] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0247] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소의 온도의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0248] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0249] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0250] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소의 온도의 변화는 실질적으로 선형일 수 있다.
- [0251] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 서미스터를 추가로 포함할 수 있다.
- [0252] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 다이오드를 추가로 포함할 수 있다.
- [0253] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0254] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결되고, 서미스터와 실질적으로 인접하게 위치될 수 있다.
- [0255] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관의 비드 내에 있을 수 있다.
- [0256] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 신호를 측정할 수 있다.
- [0257] 일부 구성에서, 제어기는 수분을 나타내는 값이 제1 임계 값을 하회하는 경우, 알람을 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0258] 일부 구성에서, 제어기는 수분을 나타내는 값이 제2 임계 값을 초과하는 경우, 알람을 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0259] 일부 구성에서, 알람은 허용 불가능한 레벨의 수분을 표시한다.
- [0260] 일부 구성에서, 알람은 허용 불가능한 레벨의 수분을 표시한다.
- [0261] 일부 구성에서, 제어기는 도관 내의 수분 및/또는 습도를 나타내는 값에 응답하여 호흡 또는 통기 가스의 가습

을 자동으로 감소시키도록 구성될 수 있다.

- [0262] 일부 구성에서, 도관에 전달되는 습도의 감소는 히터 플레이트 전력의 감소에 의해 달성될 수 있다.
- [0263] 일부 구성에서, 도관은 복합 도관일 수 있다.
- [0264] 일부 구성에서, 도관은 증기 및/또는 액체 투과성 비드를 포함할 수 있다.
- [0265] 일부 구성에서, 투과성 비드는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0266] 일부 구성에서, 투과성 비드는 극친수성 성질을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료, 친수성 열가소성 물질, 통기성 열가소성 코폴리에스테르, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 또는 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체 중 하나 이상일 수 있다.
- [0267] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0268] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0269] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성할 수 있다.
- [0270] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다. 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0271] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치한 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 공진 주파수의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0272] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0273] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0274] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치한 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 온도 또는 온도의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0275] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0276] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0277] 본 개시는 가습된 가스를 수송하는 데 이용되는 도관 내의 수분을 검출하는 방법을 제공하며, 이 방법은 도관 내에, 도관 주위에 또는 도관 상에 위치한 전기 전도성 요소를 제공하는 단계, 및 도관 내의 수분 또는 응축수의 정도를 표시하기 위해 열 전도율 또는 열 전도율의 변화를 측정하는 단계를 포함한다.
- [0278] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 사용한다.
- [0279] 일부 구성에서, 이 방법은 본원에 개시된 임의의 가습기 시스템의 가습기 시스템을 사용한다.
- [0280] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 하나의 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.
- [0281] 일부 구성에서, 카트리는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 전기 전도성 요소를 포함하는 회로의 시정수 또는 공진 주파수를 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0282] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관

의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 하나의 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.

- [0283] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 전기 전도성 요소의 온도를 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0284] 본 개시는 호흡 또는 수술 가습 시스템 내의 가습기와 함께 사용하기 위한 카트리지를 제공하며, 카트리지는 가습기의 제거 가능한 가습 챔버에서 가스 유동의 특성을 감지하기 위한 하나 이상의 센서; 가습기의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제1 전기 커넥터; 카트리지와 제거 가능하게 결합 가능한 흡기 도관의 대응하는 전기 커넥터와 전기적으로 연결되도록 구성된 제2 전기 커넥터로서, 흡기 도관의 길이의 적어도 일부를 따라 연장되는 전기 전도성 요소와 전기적으로 결합하도록 구성된 적어도 하나의 전기 단자 또는 패드를 포함할 수 있는, 제2 전기 커넥터; 및 하나 이상의 센서 및 제1 및 제2 전기 커넥터와 통신 결합된 제어기를 포함한다.
- [0285] 일부 구성에서, 카트리지는 가습기에 제거 가능하게 부착 가능할 수 있고, 제어기는 사용 시에, 제거 가능한 흡기 도관의 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타내는 신호를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0286] 본 개시는 가스 공급 시스템에서 사용 가능한 가습기를 제공하며, 가습기는 가스 공급부를 가습하도록 구성된 가습 챔버; 전기 전도성 요소를 포함하는 흡기 도관과 연결되도록 구성된 흡기 도관 커넥터; 전기 전도성 요소를 사용하여 신호를 모니터링하여 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분을 나타내는 값을 결정하도록 구성된 제어기를 포함한다.
- [0287] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소의 시정수 또는 공진 주파수를 나타낼 수 있다.
- [0288] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0289] 일부 구성에서, 신호는 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0290] 일부 구성에서, 제어기는 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0291] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0292] 일부 구성에서, 가습기는 본원에 개시된 임의의 도관 구현예의 도관을 추가로 포함할 수 있다.
- [0293] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 전기 전도성 요소를 포함하며, 전기 전도성 요소는 도관 내의 수분의 존재 또는 양을 나타내는 시정수 또는 공진 주파수의 측정을 제공하도록 구성된다.
- [0294] 일부 구성에서, 도관은 유도성 요소가 용량성 요소와 병렬로 전기적으로 연결되는 공진 회로를 추가로 포함할 수 있다.
- [0295] 일부 구성에서, 공진 회로는 도관 외부에 있을 수 있다.
- [0296] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 충분히 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 튜닝될 수 있다.
- [0297] 일부 구성에서, 공진 회로는 신호에 의해 여기될 때 공진 거동을 나타내도록 동조될 수 있으며, 신호는 공진 회로를 여기시키도록 선택되었다.
- [0298] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 신호 발생기와 병렬로 전기적으로 연결되도록 구성될 수 있다.
- [0299] 일부 구성에서, 도관은 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 공진 주파수의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어기를 추가로 포함할 수 있다.
- [0300] 일부 구성에서, 전기 전도성은 제어기와 병렬로 전기적으로 연결되도록 구성될 수 있다.
- [0301] 일부 구성에서, 제어기는 신호 발생기를 포함할 수 있다.
- [0302] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서를 포함할 수 있다.
- [0303] 본 개시는 호흡 또는 수술용 가스 공급 시스템과 함께 사용되는 도관을 제공하며, 도관은 전기 전도성 요소를 포함하며, 전기 전도성 요소는 도관 내의 수분의 존재 또는 양을 나타내는 온도 또는 열 전도율 성질의 측정을

제공하도록 구성된다.

- [0304] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 서미스터를 추가로 포함할 수 있다.
- [0305] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 다이오드를 추가로 포함할 수 있다.
- [0306] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0307] 일부 구성에서, 다이오드는 서미스터와 병렬로 전기적으로 연결되고, 서미스터와 실질적으로 인접하게 위치될 수 있다.
- [0308] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관의 비드 내에 있을 수 있다.
- [0309] 일부 구성에서, 도관은 전기 전도성 요소의 온도 및/또는 온도의 변화를 결정하고/하거나, 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율 및/또는 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율의 변화를 결정함으로써 도관 내의 수분의 존재 및/또는 표시를 결정하도록 구성된 제어기를 추가로 포함할 수 있다.
- [0310] 일부 구성에서, 제어기는 정상 제어 전력과 함께 추가 전력을 전기 전도성 요소에 인가하도록 구성될 수 있다.
- [0311] 일부 구성에서, 제어기는 하나 이상의 마이크로프로세서일 수 있다.
- [0312] 본 개시는 2 개의 전기 전도성 요소를 갖는 임의의 공지된 도관에 적용될 수 있다.
- [0313] 일부 구성에서, 재료는 유체 투과성 재료일 수 있다.
- [0314] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 세장형 필라멘트일 수 있다.
- [0315] 일부 구성에서, 세장형 필라멘트는 전기 절연 재킷에 의해 둘러싸일 수 있다.
- [0316] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관의 길이의 적어도 일부 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0317] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관의 일 단부로부터 도관의 다른 단부로 연장될 수 있다.
- [0318] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 길이의 일부만을 도관의 일 단부로부터 도관의 다른 단부로 연장시킬 수 있다.
- [0319] 일부 구성에서, 도관은 복합 도관일 수 있다.
- [0320] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관의 벽의 일부를 형성할 수 있다.
- [0321] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 복합 도관 내에 배치된 비드의 일부를 형성할 수 있다.
- [0322] 대안적으로, 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소가 도관 내에서 자유롭게 이동할 수 있도록 도관 내에 배치될 수 있다.
- [0323] 일부 구성에서, 재료는 증기 및/또는 액체 투과성 재료일 수 있다.
- [0324] 일부 구성에서, 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0325] 일부 구성에서, 재료는 극친수성 성질을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료, 친수성 열가소성 물질, 통기성 열가소성 코폴리에스테르, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 또는 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체 중 하나 이상일 수 있다.
- [0326] 일부 구성에서, 도관은 수분을 이동시키기 위해 모세관 작용을 사용하도록 구성된 미세구조를 추가로 포함할 수 있다.
- [0327] 일부 구성에서, 증기 및/또는 액체 투과성 재료는 유전체 재료일 수 있다.
- [0328] 일부 구성에서, 도관은 또한 전기 전도성 요소의 일부에 걸쳐 수분을 위킹하도록 구성된 미세구조를 포함할 수 있다.
- [0329] 일부 구성에서, 도관은 또한 모세관 작용에 의해 수분을 운반하도록 구성된 개구부를 포함할 수 있다. 도관은 또한 수분을 운반하도록 구성된 위킹 재료를 포함할 수 있다.
- [0330] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 리본 와이어일 수 있다.

- [0331] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 투과성, 불투과성 또는 부분 투과성 및 불투과성 비드 내에 포함될 수 있다.
- [0332] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소 및 비드는 공압출될 수 있다.
- [0333] 일부 구성에서, 도관은 전기 전도성 메쉬를 추가로 포함할 수 있다.
- [0334] 일부 구성에서, 전기 전도성 요소는 도관에 대한 접촉에 민감할 수 있다.
- [0335] 본 개시에 따른 가습기 시스템은 사용자에게 가스의 유동을 전달할 수 있다. 가습기는 가스를 가열하고 가습할 수 있는 가습기, 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력할 수 있는 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 제공할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고, 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 하나 이상의 수분 관리 응답을 실행할 수 있다.
- [0336] 일부 구성에서, 하나 이상의 수분 관리는, 적어도 하나의 통지 및/또는 알람을 생성하는 것, 가습기 히터에 공급되는 전력을 변경하는 것, 적어도 하나의 도관 히터에 공급되는 전력을 변경하는 것, 가습기의 모드를 변경하는 것, 및/또는 가습 시스템의 일부일 수 있는 인공호흡기의 파라미터를 변경하는 것 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0337] 일부 구성에서, 구성요소는 도관, 도관의 일부, 커넥터, 가스의 유동에 노출될 수 있는 챔버의 일부, 및/또는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0338] 일부 구성에서, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분은 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 및/또는 응축수를 포함할 수 있다.
- [0339] 일부 구성에서, 증기 투과성 재료는 통기성 재료일 수 있다.
- [0340] 일부 구성에서, 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 시스템의 구성요소 내의 응축수의 양을 나타내는 값, 및/또는 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물의 양을 나타내는 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 값은 시스템의 구성요소 내의 응축수의 양을 나타내는 값과 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물의 양을 나타내는 값의 합일 수 있다.
- [0341] 일부 구성에서, 제어기는 가습기의 습도 출력에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0342] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재할 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0343] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 임계치를 비교하는 것에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재할 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0344] 일부 구성에서, 적어도 하나의 적어도 하나의 값이 적어도 하나의 임계치를 초과하는 것에 응답하여 사전결정된 레벨의 수분이 존재하는 것으로 결정될 수 있다.
- [0345] 일부 구성에서, 적어도 하나의 값이 적어도 하나의 임계치 미만인 것에 응답하여 사전결정된 레벨의 수분이 존재하는 것으로 결정될 수 있다.
- [0346] 일부 구성에서, 적어도 하나의 임계치는 절대 값 임계치, 값 변경 임계치, 최대 센서 출력의 백분율 임계치, 백분율 변화 임계치, 시간 경과에 따른 백분율 변화 임계치, 구배 임계치, 및/또는 교차 임계치를 포함할 수 있다.
- [0347] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 도관의 증기 및/또는 액체 재료가 수분으로 포화될 수 있음을 나타내는 출력을 제공할 수 있다.
- [0348] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 사전결정된 또는 허용 가능한 양의 수분이 존재할 수 있음을 나타내는 출력을 제공할 수 있다.
- [0349] 일부 구성에서, 백분율 임계치는 80%일 수 있다.

- [0350] 일부 구성에서, 백분율 임계치는 90%일 수 있다.
- [0351] 일부 구성에서, 백분율 임계치는 100%일 수 있다.
- [0352] 일부 구성에서, 출력이 특정 임계치를 다수 회 교차하는 경우에 교차 임계치가 발생할 수 있다. 이것은 선택적으로 사전결정된 기간에 걸쳐 이루어질 수 있다.
- [0353] 일부 구성에서, 시스템은 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 적어도 하나의 통지 및/또는 알람을 생성할 수 있다.
- [0354] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 응축수 임계치 사이의 비교에 기초하여 구성요소 내의 응축수의 존재를 결정할 수 있다.
- [0355] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 물 양 임계치 사이의 비교에 기초하여 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 사전결정된 양의 물의 존재를 결정할 수 있다. 사전결정된 양의 물은 선택적으로 증기 및/또는 액체 투과성 재료의 포화를 나타낼 수 있다.
- [0356] 일부 구성에서, 제어기는 습도 목표를 달성하도록 가습기의 히터 및/또는 도관의 히터를 제어할 수 있다.
- [0357] 일부 구성에서, 습도 목표는 이슬점 목표, 절대 목표, 및/또는 상대 습도 목표를 포함할 수 있다.
- [0358] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 양의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 가스의 유동의 습도 목표, 및 선택적으로 절대 습도 및/또는 상대 습도 목표를 감소시킬 수 있다.
- [0359] 일부 구성에서, 가습기는 가습 액체를 가열하도록 구성된 히터를 포함할 수 있다.
- [0360] 일부 구성에서, 히터는 히터 플레이트를 포함할 수 있다.
- [0361] 일부 구성에서, 도관은 도관 내의 가스의 유동을 가열하기 위한 적어도 하나의 히터 와이어를 포함할 수 있다.
- [0362] 일부 구성에서, 제어기는 가습기의 히터의 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경함으로써 가스의 유동의 절대 습도를 감소시킬 수 있다.
- [0363] 일부 구성에서, 제어기는 가습기의 히터의 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경함으로써 가스의 유동의 상대 습도를 감소시킬 수 있다.
- [0364] 일부 구성에서, 변경은 가스의 유동의 상대 습도를 감소시키거나 제한하거나 비활성화하는 것을 포함한다.
- [0365] 일부 구성에서, 적어도 하나의 동작 파라미터는 히터 온도 설정치 및/또는 히터에 대한 전력을 포함할 수 있다.
- [0366] 일부 구성에서, 제어기는 도관의 히터의 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경함으로써 가스의 유동의 상대 습도 목표를 감소시킬 수 있다. 일부 구성에서, 변경은 동작 파라미터를 증가시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0367] 일부 구성에서, 도관의 적어도 하나의 히터의 동작 파라미터는 환자 단부 온도 설정치 및/또는 도관의 적어도 하나의 히터에 대한 전력일 수 있다.
- [0368] 일부 구성에서, 가습기의 히터 및/또는 도관의 히터의 동작 파라미터는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 변경될 수 있다.
- [0369] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 초기에 결정한 후에 사전결정된 기간 동안 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 여전히 존재할 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 절대 습도 목표 및/또는 상대 습도 목표를 더욱 감소시킬 수 있다.
- [0370] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 초기에 결정한 후에 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 정상 동작으로 복귀하고/하거나 가스의 유동의 원래 절대 습도 및/또는 상대 습도 목표로 되돌아갈 수 있다.
- [0371] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 초기에 결정한 후에 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 정상 동작으로 복귀하고/하거나 가스의 유동의 원래 절대 습도 및/또는 상대 습도 목표로 되돌아갈 수 있다.
- [0372] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 소량의 수분 또는 수분의 부재(absence)를 검출한 것에 응답하여

사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정할 수 있다.

- [0373] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 소량의 응축수 또는 응축수의 부재를 검출한 것에 응답하여 사전 결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0374] 일부 구성에서, 도관의 적어도 일부 또는 시스템의 또 다른 구성요소는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 포함할 수 있다.
- [0375] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있으며, 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함한다.
- [0376] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0377] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취된다.
- [0378] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0379] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0380] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0381] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0382] 일부 구성에서, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료는 유전체 재료일 수 있다.
- [0383] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0384] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0385] 일부 구성에서, 다른 구성요소는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0386] 일부 구성에서, 다른 구성요소는 커넥터 및/또는 어댑터를 포함할 수 있다.
- [0387] 일부 구성에서, 도관은 복합 도관을 포함할 수 있다.
- [0388] 일부 구성에서, 도관은 증기 및/또는 액체 투과성 비드를 포함할 수 있다.
- [0389] 일부 구성에서, 증기 투과성 비드는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용한다.
- [0390] 일부 구성에서, 증기 투과성 비드는 극친수성 성질을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료, 친수성 열가소성 물질, 통기성 열가소성 코폴리에스테르, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 및/또는 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체일 수 있다.
- [0391] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0392] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0393] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하도록 구성된 거리만큼 분리되어 있다.
- [0394] 일부 구성에서, 가슴기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 추가로 포함할 수 있다.
- [0395] 일부 구성에서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0396] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0397] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0398] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.

거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.

- [0399] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0400] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함한다.
- [0401] 일부 구성에서, 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0402] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있으며, 제어기는 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0403] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응할 수 있다.
- [0404] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응한다.
- [0405] 일부 구성에서, 구성요소에 존재하는 사전결정된 레벨의 수분은 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 사전결정된 양의 물을 나타낼 수 있다.
- [0406] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 동작 파라미터를 초기에 변경할 수 있다. 일부 구성에서, 변경은 동작 파라미터를 감소시키거나 제한하거나 비활성화하는 것을 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 감소시키거나 제한하는 것은 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 3.0 W/m 내지 7.0 W/m의 범위로 감소시키거나 제한하는 것을 포함한다.
- [0407] 일부 구성에서, 제어기는 도관의 히터 와이어의 초기에 변경된 동작 파라미터를 유지할 수 있다.
- [0408] 일부 구성에서, 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 초기에 변경된 동작 파라미터를 유지하는 것은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료의 수분 포화도를 증가시킬 수 있다. 이러한 변화는 선택적으로 사전결정된 수분 포화도로의 증가일 수 있다.
- [0409] 일부 구성에서, 제어기는 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 동작 파라미터를 추가로 변경할 수 있다.
- [0410] 일부 구성에서, 제어기는 초기에 변경된 동작 파라미터를 유지한 후에 사전결정된 시간 동안 도관의 히터 와이어의 동작 파라미터를 추가로 변경할 수 있다.
- [0411] 일부 구성에서, 추가 변경은 동작 파라미터의 증가일 수 있다.
- [0412] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도관의 히터의 동작 파라미터를 변경할 수 있다.
- [0413] 일부 구성에서, 사전결정된 레벨은 최대 센서 출력의 백분을 임계치일 수 있다. 일부 구성에서, 백분을 임계치는 80%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분을 임계치는 90%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분을 임계치는 100%일 수 있다. 완전히 포화된 투과성 재료는 100%에 있을 수 있다.
- [0414] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 도관의 비드가 수분으로 포화될 수 있음을 나타내는 출력일 수 있다.
- [0415] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 사전결정된 또는 허용 가능한 양의 수분이 존재할 수 있음을 나타내는 출력일 수 있다.
- [0416] 일부 구성에서, 제어기는 대기로의 증발을 통해 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 건조를 가능하게 하기 위해 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 변경된 동작 파라미터를 유지할 수 있다.
- [0417] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 수분이 증기 투과성 재료를 가로질러 대기로 전달될 수 있는 속도를 증가시키는 변경된 동작 파라미터를 유지할 수 있다.
- [0418] 일부 구성에서, 변경된 동작 파라미터는 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 10 W/m 내지 14 W/m의 증가된 전력을 포함할 수 있다.
- [0419] 일부 구성에서, 제어기는 변경된 동작 파라미터를 유지한 후에 사전결정된 시간 동안 도관의 적어도 하나의 히터의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀할 수 있다.

- [0420] 일부 구성에서, 제어기는 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀하기 전에 동작 파라미터를 증가시키고 유지하고 다음에 동작 파라미터를 감소시키고 유지하는 것을 다수 회 반복할 수 있다.
- [0421] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소 내의 수분의 사전결정된 레벨이 임계치를 하회하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도관의 적어도 하나의 히터의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀할 수 있다. 일부 구성에서, 임계치는 백분율 임계치일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 20%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 15%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 0%일 수 있다.
- [0422] 일부 구성에서, 제어기는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 분자의 사전결정된 양이 물 분자 임계치를 하회하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀할 수 있다.
- [0423] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소 내의 응축수의 사전결정된 레벨이 응축수 임계치를 하회하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀할 수 있다.
- [0424] 일부 구성에서, 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 동작 파라미터는 환자 단부 온도 설정치, 및/또는 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 포함할 수 있다.
- [0425] 일부 구성에서, 제어기는 물이 재료의 일 측부로부터 재료의 타 측부로 통과하는 속도를 증가시키기 위해 도관의 히터를 통해 증기 투과성 재료의 온도를 상승시킬 수 있다.
- [0426] 일부 구성에서, 제어기는 액체 투과성 재료 내의 액체 물의 대기로의 증발 속도를 증가시키기 위해 도관의 히터를 통해 액체 투과성 재료의 온도를 상승시킬 수 있다.
- [0427] 일부 구성에서, 제어기는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료와 대기 사이의 상대 습도 구배가 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료와 도관의 루멘 사이의 상대 습도 구배보다 크도록 제어할 수 있다.
- [0428] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 응축수를 수집하고/하거나 응축수를 가습 챔버를 향해 다시 수송하도록 구성된 수분 배출 조립체를 포함할 수 있다.
- [0429] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 응축수를 수집하도록 구성된 워터 트랩을 포함할 수 있다.
- [0430] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 제어기에 전자적으로 결합된 적어도 하나의 밸브를 포함한다. 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 적어도 하나의 밸브를 작동시킬 수 있다.
- [0431] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 적어도 하나의 밸브를 개방 위치 내로 작동시킬 수 있다.
- [0432] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 레벨의 응축수가 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 적어도 하나의 밸브를 개방 위치로 작동시킬 수 있다.
- [0433] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 워터 트랩 또는 도관에 수집된 수분을 다시 가습 챔버로 운반하도록 구성된 수분 운반 조립체를 포함할 수 있다.
- [0434] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 운반 도관 및/또는 펌프를 추가로 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 펌프는 연동 펌프일 수 있다.
- [0435] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 챔버 오버플로 이벤트를 결정할 수 있다.
- [0436] 일부 구성에서, 구성요소는 가습기의 가습 챔버의 유출구 근처에 위치될 수 있다.
- [0437] 일부 구성에서, 센서는 도관의 원위 단부 근처에 위치한 온도 센서를 포함할 수 있다.
- [0438] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 양의 수분의 존재를 결정하는 것에 응답하여 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도에 기초하여 가스의 유동의 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값을 결정할 수 있다.
- [0439] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 양의 응축수의 존재를 결정하는 것에 응답하여 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도에 기초하여 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값을 결정할 수 있다.
- [0440] 일부 구성에서, 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값은 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도일 수 있다.
- [0441] 일부 구성에서, 제어기는 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값에 기초하여 가습기의 히터 또는 도관의 히

터를 제어할 수 있다.

- [0442] 일부 구성에서, 제어기는 도관의 상대 습도를 증가시키고 응축수의 형성을 유도하기 위해 도관의 히터의 동작 파라미터를 감소시킬 수 있다.
- [0443] 일부 구성에서, 제어기는 이슬점 온도 설정치에 도달하도록 가습기에서 빠져나가는 가스를 제어할 수 있다.
- [0444] 일부 구성에서, 제어기는 환자 단부 온도가 이슬점 온도 설정치보다 높을 수 있고 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 가습기에 대한 가스 공급원이 주변 공기이거나 실내 연행 인공호흡기로부터의 것일 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0445] 일부 구성에서, 제어기가 가습기에 대한 가스 공급원이 주변 공기이거나 실내 연행 인공호흡기로부터의 것이라고 결정하는 경우, 제어기는 가습기의 온도 설정치를 일정한 값으로 제어할 수 있다.
- [0446] 일부 구성에서, 온도 설정치는 챔버 유출구 설정치일 수 있다.
- [0447] 일부 구성에서, 챔버 유출구 설정치는 가스의 이슬점에 대응할 수 있다.
- [0448] 일부 구성에서, 제어기는 도관이 가습기에 연결되는 것에 응답하여 및/또는 가습기의 동작 이전에 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정할 수 있다.
- [0449] 일부 구성에서, 제어기는 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 임계치 사이의 비교에 기초하여 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정할 수 있다.
- [0450] 일부 구성에서, 제어기는 도관이 가습기에 처음 연결될 수 있을 때 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정할 수 있다.
- [0451] 일부 구성에서, 도관에 존재하는 사전결정된 레벨의 수분은 새로운 미사용 도관이 필요할 수 있거나, 도관이 결함에 대해 검사되거나 추가로 건조될 필요가 있는 레벨일 수 있다.
- [0452] 일부 구성에서, 제어기는 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 것에 응답하여 알람을 생성할 수 있다.
- [0453] 일부 구성에서, 알람은 시각적 및/또는 청각적 표시를 포함할 수 있다.
- [0454] 일부 구성에서, 제어기는 도관의 히터의 전력 공급을 방지하고/하거나 도관에 연결된 동안 가습기의 사용을 방지함으로써 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 것에 응답하여 가습기와 함께 도관을 사용하는 것을 방지할 수 있다.
- [0455] 일부 구성에서, 도관은 환자 단부 센서를 포함하지 않을 수 있다.
- [0456] 일부 구성에서, 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하는 적어도 하나의 센서 신호는 구성요소 내의 가스의 습도와 관련된 신호를 추가로 포함할 수 있다.
- [0457] 일부 구성에서, 구성요소 내의 가스의 가습기와 관련된 신호는 적어도 하나의 신호로부터 필터링되거나 제어기에 의해 무시될 수 있다.
- [0458] 일부 구성에서, 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고, 이 값에 기초하여 사전결정된 양의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 수분을 감소시키도록 가스 공급원의 기능을 제어할 수 있다.
- [0459] 일부 구성에서, 기능은, 일회 호흡량을 감소시키는 것, 흡기 상승 시간을 증가시키는 것, 흡기 대 호기 비율을 감소시키는 것, 유입구 가스 온도를 상승시키는 것, 및/또는 연행된 공기의 양을 감소시키는 것, 및/또는 벽 또는 병 가스 공급원으로 전환하는 것을 포함할 수 있다.
- [0460] 일부 구성에서, 가스 공급원은 인공호흡기를 포함할 수 있다.
- [0461] 일부 구성에서, 가스 공급원은 글로우 발생기를 포함할 수 있다.
- [0462] 일부 구성에서, 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고, 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 가습 챔버의 워터-아웃 상태를 결정할 수 있다.
- [0463] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가를 검출하는 것에 응답하여 비워터-아웃 상태가

결정될 수 있다.

- [0464] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 임계치를 초과하는 것에 응답하여 비워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0465] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 검출되지 않은 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0466] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 임계치 미만인 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0467] 일부 구성에서, 워터-아웃 상태는 물이 존재하지 않거나 사전결정된 레벨의 물이 존재하는 것을 포함한다.
- [0468] 일부 구성에서, 제어기는 가습기의 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나, 습도를 증가시키고/시키거나 수분을 증가시키기 위해 가습기로부터의 가스를 사용자에게 제공하도록 구성된 도관의 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킬 수 있다.
- [0469] 일부 구성에서, 증가된 수분은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 또는 응축수일 수 있다.
- [0470] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 양의 수분 및/또는 습도가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 응답하여 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킨 후에 워터-아웃 상태를 결정할 수 있다.
- [0471] 가습기 시스템은 사용자에게 가스의 유동을 전달할 수 있다. 가습기 시스템은 가스를 가열하고 가습하기 위한 가습기, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력하기 위한 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 포함할 수 있으며, 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고, 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 가스의 유동의 습도를 결정할 수 있다.
- [0472] 일부 구성에서, 제어기는 값에 기초하여 수분의 존재 검출 시에 상대 습도를 100%로 가정할 수 있다.
- [0473] 일부 구성에서, 도관의 원위 단부 근처에 위치한 온도 센서는 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송할 수 있다. 제어기는 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정할 수 있다. 제어기는 가스의 유동의 습도로서 가스의 유동의 이슬점을 결정할 수 있다.
- [0474] 일부 구성에서, 습도는 이슬점 온도, 상대 습도 값 또는 절대 습도 값일 수 있다.
- [0475] 일부 구성에서, 제어기는 목표 습도를 제어하기 위해 습도에 기초하여 가습기 및/또는 도관의 히터를 제어할 수 있다.
- [0476] 일부 구성에서, 제어기는 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정할 수 있다.
- [0477] 일부 구성에서, 제어기는 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값에 기초하여 가습기 시스템의 적어도 하나의 동작 파라미터를 제어할 수 있다.
- [0478] 일부 구성에서, 제어기는 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값에 기초하여 가습기의 히터 및 도관의 히터를 제어할 수 있다.
- [0479] 일부 구성에서, 가습기 히터의 동작 파라미터는 히터 플레이트 온도 설정치 및 히터 플레이트에 대한 전력 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0480] 일부 구성에서, 도관의 히터의 동작 파라미터는 환자 단부 온도 설정치 및 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0481] 일부 구성에서, 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값은 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도일 수 있다.
- [0482] 일부 구성에서, 제어기는 도관의 상대 습도를 증가시키고 응축수의 형성을 유도하기 위해 도관의 히터의 동작 파라미터를 감소시킬 수 있다.

- [0483] 일부 구성에서, 제어기는 환자 단부 온도 설정치에 도달하도록 도관의 히터를 제어할 수 있다.
- [0484] 일부 구성에서, 목표 환자 단부 온도는 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값보다 높을 수 있다.
- [0485] 일부 구성에서, 가스의 유동의 결정된 습도는 상대 습도 또는 절대 습도일 수 있다.
- [0486] 일부 구성에서, 적어도 하나의 센서의 출력은 구성요소 내의 습도와 관련될 수 있는 적어도 하나의 신호의 일부를 획득하도록 필터링될 수 있다.
- [0487] 일부 구성에서, 가습기는 환자 단부 센서를 포함하지 않을 수 있다.
- [0488] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 유동 발생기를 포함할 수 있다.
- [0489] 일부 구성에서, 유동 발생기 및 가습기는 단일 하우징에 있을 수 있다.
- [0490] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함할 수 있다.
- [0491] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0492] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0493] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0494] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0495] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0496] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0497] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0498] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0499] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0500] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 할 수 있는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0501] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0502] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0503] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0504] 일부 구성에서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0505] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0506] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0507] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0508] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있

다.

- [0509] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0510] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0511] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0512] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0513] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0514] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응할 수 있다.
- [0515] 가습기 시스템은 사용자에게 가스의 유동을 전달할 수 있다. 가습기 시스템은 가스를 가열하고 가습하기 위한 가습기, 제1 위치와 연관된 제1 센서, 제2 위치와 연관된 제2 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 포함할 수 있다. 제1 센서는 제1 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제1 센서 신호를 출력할 수 있다. 제2 센서는 제2 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제2 센서 신호를 출력할 수 있다. 제어기는 제1 센서 신호에 기초하여 제1 위치에 존재하는 습도 및/또는 수분의 양을 나타내는 제1 값, 및 제2 센서에 기초하여 제2 위치에 존재하는 습도 및/또는 수분의 양을 나타내는 제2 값을 결정할 수 있다.
- [0516] 일부 구성에서, 제1 위치는 시스템의 제1 구성요소와 연관될 수 있다.
- [0517] 일부 구성에서, 제2 위치는 시스템의 제2 구성요소와 연관될 수 있다.
- [0518] 일부 구성에서, 제1 및/또는 제2 구성요소는 도관, 도관의 일부, 커넥터, 가스의 유동에 노출될 수 있는 챔버의 일부, 및/또는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0519] 일부 구성에서, 커넥터는 하나 이상의 어댑터를 포함할 수 있다.
- [0520] 일부 구성에서, 제1 위치는 시스템의 정상 동작 동안에 제2 위치의 상류에 있을 수 있다.
- [0521] 일부 구성에서, 제어기는 제1 위치에서 제1 사전결정된 양의 수분을 검출하는 것; 및 제1 위치에서 사전결정된 양의 수분을 검출한 후에 사전결정된 기간 동안, 제2 위치에서 제2 사전결정된 양의 수분이 검출되지 않을 수 있다고 결정하는 것에 의해, 시스템에서 비유동 및/또는 임계치 미만의 유량이 발생하고 있을 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0522] 일부 구성에서, 제어기는 제1 위치에서 제1 사전결정된 양의 수분을 검출하고, 제1 위치에서 사전결정된 양의 수분을 검출한 후에 사전결정된 기간 동안에 제2 위치에서 제2 사전결정된 양의 수분을 검출하지 않는 것에 응답하여, 가스의 유량이 제1 위치의 제1 온도 센서 및 제2 위치의 제2 온도 센서로부터의 판독치에 기초하는 범위 내에 있을 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0523] 일부 구성에서, 제1 온도 센서는 가습기의 챔버 유출구에 위치될 수 있다.
- [0524] 일부 구성에서, 제2 온도 센서는 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하도록 구성된 흡기 도관의 환자 단부 또는 환자 공급 도관의 원위 단부에 또는 그 근처에 위치될 수 있다.
- [0525] 일부 구성에서, 제어기는 상류 위치의 수분이 하류 위치의 수분보다 많은 것에 응답하여 유동 방향이 정확할 수 있다고 결정할 수 있다.
- [0526] 일부 구성에서, 흡기 도관이 상류 위치를 포함할 수 있다.
- [0527] 일부 구성에서, 가스 공급원과 가습기 사이에 위치한 도관은 하류 위치를 포함할 수 있다.
- [0528] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 시스템의 제3 위치와 연관된 제3 센서를 포함할 수 있다. 제3 센서는 제3 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제3 센서 신호를 출력할 수 있다.
- [0529] 일부 구성에서, 제3 위치는 제1 위치와 제2 위치의 상류에 있을 수 있다.
- [0530] 일부 구성에서, 제1 위치는 흡기 도관에 있을 수 있다.

- [0531] 일부 구성에서, 제3 위치는 호기 도관에 있을 수 있다.
- [0532] 일부 구성에서, 제2 위치는 가슴 챔버의 챔버 유입구에 있을 수 있다.
- [0533] 일부 구성에서, 제어기는 가슴기로부터 검출된 수분의 방향에 기초하여 유동 방향을 결정하도록 구성될 수 있다. 제어기는 정확하게 연결된 경우에 가슴기의 상류에 있는 구성요소에서 수분이 검출되는 것에 응답하여 역류 상태를 검출하도록 구성될 수 있다.
- [0534] 본 개시에 따른 가슴기 시스템은 사용자에게 가스의 유동을 전달할 수 있다. 가슴기는 가스를 가열하고 가슴할 수 있는 가슴기, 가슴기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력할 수 있는 적어도 하나의 센서, 및 가슴기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 제공할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 값을 결정하고, 이 값에 기초하여 사전결정된 양의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 수분을 감소시키도록 가스 공급원의 기능을 제어할 수 있다.
- [0535] 일부 구성에서, 기능은, 일회 호흡량을 감소시키는 것, 흡기 상승 시간을 증가시키는 것, 흡기 대 호기 비율을 감소시키는 것, 유입구 가스 온도를 상승시키는 것, 및/또는 연행된 공기의 양을 감소시키는 것, 및/또는 벽 또는 병 가스 공급원으로 전환하는 것을 포함할 수 있다.
- [0536] 일부 구성에서, 가스 공급원은 인공호흡기를 포함할 수 있다.
- [0537] 일부 구성에서, 가스 공급원은 글로우 발생기를 포함할 수 있다.
- [0538] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함할 수 있다.
- [0539] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0540] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0541] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0542] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0543] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0544] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0545] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0546] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0547] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0548] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 할 수 있는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0549] 일부 구성에서, 가슴기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0550] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0551] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0552] 일부 구성에서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0553] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있

다.

- [0554] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0555] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0556] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0557] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0558] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0559] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0560] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0561] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0562] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응할 수 있다.
- [0563] 본 개시에 따른 가습기 시스템은 사용자에게 가스의 유동을 전달할 수 있다. 가습기는 가스를 가열하고 가습할 수 있는 가습기, 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력할 수 있는 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 제공할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하고, 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 가습 챔버의 워터-아웃 상태를 결정할 수 있다.
- [0564] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가를 검출하는 것에 응답하여 비워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0565] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 임계치를 초과하는 것에 응답하여 비워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0566] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 검출되지 않은 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0567] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 임계치 미만인 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0568] 일부 구성에서, 워터-아웃 상태는 물이 존재하지 않거나 사전결정된 레벨의 물이 존재하는 것을 포함한다.
- [0569] 일부 구성에서, 제어기는 가습기의 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나, 습도를 증가시키고/시키거나 수분을 증가시키기 위해 가습기로부터의 가스를 사용자에게 제공하도록 구성된 도관의 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킬 수 있다.
- [0570] 일부 구성에서, 증가된 수분은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 또는 응축수일 수 있다.
- [0571] 일부 구성에서, 제어기는 사전결정된 양의 수분 및/또는 습도가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 응답하여 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킨 후에 워터-아웃 상태를 결정할 수 있다.
- [0572] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함할 수 있다.
- [0573] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으

로 권취될 수 있다.

- [0574] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0575] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0576] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0577] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0578] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0579] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0580] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0581] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0582] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 할 수 있는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0583] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0584] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0585] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0586] 일부 구성에서, 제어기는 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0587] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0588] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0589] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0590] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0591] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0592] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0593] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0594] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0595] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0596] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응할 수 있다.
- [0597] 가습기 시스템은 가스 공급 시스템에 사용될 수 있다. 가습기 시스템은 가스를 가열하고 가습하기 위한 가습기, 및 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관을 포함할 수 있다. 도관은 제1 전기 전도성 요소, 제2

전기 전도성 요소, 및 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 형성된 커패시터의 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화를 모니터링하여 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하도록 구성된 제어기를 포함할 수 있다.

- [0598] 일부 구성에서, 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화는 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 형성된 커패시터의 공진 주파수의 변화를 측정하는 것을 포함한다.
- [0599] 일부 구성에서, 제어기는 모니터링된 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화에 기초하여 커패시터의 유전율 변화를 검출할 수 있다.
- [0600] 일부 구성에서, 제어기는 검출된 유전율 변화를 하나 이상의 유전율 임계치와 비교할 수 있다.
- [0601] 일부 구성에서, 제어기는 검출된 유전율 변화가 하나 이상의 유전율 임계치를 초과하는 것에 응답하여 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출할 수 있다.
- [0602] 일부 구성에서, 제어기는 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 것에 응답하여 알람을 출력할 수 있다.
- [0603] 일부 구성에서, 제어기는 사전정의된 지속시간 동안 연속적으로 또는 간헐적으로 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 것에 응답하여 알람을 출력할 수 있다.
- [0604] 일부 구성에서, 사전정의된 지속시간은 예상되는 도관 표면 온도에 기초하여 가변적일 수 있다.
- [0605] 일부 구성에서, 도관은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0606] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취된다.
- [0607] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취된다.
- [0608] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0609] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0610] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0611] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0612] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0613] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0614] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0615] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0616] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0617] 본 개시에 따른, 사용자에게 가스의 유동을 전달하는 방법은 가습기 시스템의 일부일 수 있는 가습기의 제어기를 사용할 수 있다. 가습기는 가스를 가열하고 가습할 수 있는 가습기, 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력할 수 있는 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 제공할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계, 및 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 하나 이상의 수분 관리 응답을 실행하는 단계를 포함한다.
- [0618] 일부 구성에서, 하나 이상의 수분 관리는, 적어도 하나의 통지 및/또는 알람을 생성하는 것, 가습기 히터에 공급되는 전력을 변경하는 것, 적어도 하나의 도관 히터에 공급되는 전력을 변경하는 것, 가습기의 모드를 변경하는 것, 및/또는 가습기 시스템의 일부일 수 있는 인공호흡기의 파라미터를 변경하는 것 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [0619] 일부 구성에서, 구성요소는 도관, 도관의 일부, 커넥터, 가스의 유동에 노출될 수 있는 챔버의 일부, 및/또는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0620] 일부 구성에서, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분은 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 및/또는 응축수를 포함할 수 있다.
- [0621] 일부 구성에서, 증기 투과성 재료는 통기성 재료일 수 있다.
- [0622] 일부 구성에서, 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 시스템의 구성요소 내의 응축수의 양을 나타내는 값, 및/또는 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물의 양을 나타내는 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 값은 시스템의 구성요소 내의 응축수의 양을 나타내는 값과 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물의 양을 나타내는 값의 합일 수 있다.
- [0623] 일부 구성에서, 이 방법은 가습기의 습도 출력에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0624] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재할 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0625] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 임계치를 비교하는 것에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재할 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0626] 일부 구성에서, 적어도 하나의 값이 적어도 하나의 임계치를 초과하는 것에 응답하여 사전결정된 레벨의 수분이 존재하는 것으로 결정될 수 있다.
- [0627] 일부 구성에서, 적어도 하나의 값이 적어도 하나의 임계치 미만인 것에 응답하여 사전결정된 레벨의 수분이 존재하는 것으로 결정될 수 있다.
- [0628] 일부 구성에서, 적어도 하나의 임계치는 절대 값 임계치, 값 변경 임계치, 최대 센서 출력의 백분율 임계치, 백분율 변화 임계치, 시간 경과에 따른 백분율 변화 임계치, 구배 임계치, 및/또는 교차 임계치를 포함할 수 있다.
- [0629] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 도관의 증기 및/또는 액체 재료가 수분으로 포화될 수 있음을 나타내는 출력을 제공할 수 있다.
- [0630] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 사전결정된 또는 허용 가능한 양의 수분이 존재할 수 있음을 나타내는 출력을 제공할 수 있다.
- [0631] 일부 구성에서, 백분율 임계치는 80%일 수 있다.
- [0632] 일부 구성에서, 백분율 임계치는 90%일 수 있다.
- [0633] 일부 구성에서, 백분율 임계치는 100%일 수 있다.
- [0634] 일부 구성에서, 출력이 특정 임계치를 다수 회 교차하는 경우에 교차 임계치가 발생할 수 있다. 이것은 선택적으로 사전결정된 기간에 걸쳐 이루어질 수 있다.
- [0635] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 적어도 하나의 통지 및/또는 알람을 생성하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0636] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 응축수 임계치 사이의 비교에 기초하여 구성요소 내의 응축수의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0637] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 물 양 임계치 사이의 비교에 기초하여 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 사전결정된 양의 물의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 사전결정된 양의 물은 선택적으로 증기 및/또는 액체 투과성 재료의 포화를 나타낼 수 있다.
- [0638] 일부 구성에서, 이 방법은 습도 목표를 달성하도록 가습기의 히터 및/또는 도관의 히터를 제어하는 단계를 추가

로 포함할 수 있다.

- [0639] 일부 구성에서, 습도 목표는 이슬점 목표, 절대 목표, 및/또는 상대 습도 목표를 포함할 수 있다.
- [0640] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 양의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 가스의 유동의 습도 목표, 및 선택적으로 절대 습도 및/또는 상대 습도 목표를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0641] 일부 구성에서, 가습기는 가습 액체를 가열하도록 구성된 히터를 포함할 수 있다.
- [0642] 일부 구성에서, 히터는 히터 플레이트를 포함할 수 있다.
- [0643] 일부 구성에서, 도관은 도관 내의 가스의 유동을 가열하기 위한 적어도 하나의 히터 와이어를 포함할 수 있다.
- [0644] 일부 구성에서, 이 방법은 가습기의 히터의 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경함으로써 가스의 유동의 절대 습도를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0645] 일부 구성에서, 이 방법은 가습기의 히터의 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경함으로써 가스의 유동의 상대 습도를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0646] 일부 구성에서, 변경은 가스의 유동의 상대 습도를 감소시키거나 제한하거나 비활성화하는 것을 포함한다.
- [0647] 일부 구성에서, 적어도 하나의 동작 파라미터는 히터 온도 설정치 및/또는 히터에 대한 전력을 포함할 수 있다.
- [0648] 일부 구성에서, 이 방법은 도관의 히터의 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경함으로써 가스의 유동의 상대 습도 목표를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 변경은 동작 파라미터를 증가시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0649] 일부 구성에서, 도관의 적어도 하나의 히터의 동작 파라미터는 환자 단부 온도 설정치 및/또는 도관의 적어도 하나의 히터에 대한 전력일 수 있다.
- [0650] 일부 구성에서, 가습기의 히터 및/또는 도관의 히터의 동작 파라미터는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 변경될 수 있다.
- [0651] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 초기에 결정한 후에 사전결정된 기간 동안 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 여전히 존재할 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 절대 습도 목표 및/또는 상대 습도 목표를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0652] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 초기에 결정한 후에 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 정상 동작으로 복귀하고/하거나 가스의 유동의 원래 절대 습도 및/또는 상대 습도 목표로 되돌아가는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0653] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 존재할 수 있다고 초기에 결정한 후에 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 정상 동작으로 복귀하고/하거나 가스의 유동의 원래 절대 습도 및/또는 상대 습도 목표로 되돌아가는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0654] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 소량의 수분 또는 수분의 부재를 검출한 것에 응답하여 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0655] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 소량의 응축수 또는 응축수의 부재를 검출한 것에 응답하여 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 더 이상 존재하지 않을 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0656] 일부 구성에서, 도관의 적어도 일부 또는 시스템의 또 다른 구성요소는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 포함할 수 있다.
- [0657] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있으며, 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함한다.
- [0658] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0659] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취된다.

- [0660] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0661] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0662] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0663] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0664] 일부 구성에서, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료는 유전체 재료일 수 있다.
- [0665] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0666] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0667] 일부 구성에서, 다른 구성요소는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0668] 일부 구성에서, 다른 구성요소는 커넥터 및/또는 어댑터를 포함할 수 있다.
- [0669] 일부 구성에서, 도관은 복합 도관을 포함할 수 있다.
- [0670] 일부 구성에서, 도관은 증기 및/또는 액체 투과성 비드를 포함할 수 있다.
- [0671] 일부 구성에서, 증기 투과성 비드는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용한다.
- [0672] 일부 구성에서, 증기 투과성 비드는 극친수성 성질을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료, 친수성 열가소성 물질, 통기성 열가소성 코폴리에스테르, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 및/또는 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체일 수 있다.
- [0673] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0674] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0675] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하도록 구성된 거리만큼 분리되어 있다.
- [0676] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 추가로 포함할 수 있다.
- [0677] 일부 구성에서, 이 방법은 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0678] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0679] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0680] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0681] 일부 구성에서, 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0682] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함한다.
- [0683] 일부 구성에서, 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0684] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있으며, 제어기는 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정할 수 있다.
- [0685] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응할 수 있다.

- [0686] 일부 구성에서, 도판 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도판의 인덕턴스 변화에 대응한다.
- [0687] 일부 구성에서, 구성요소에 존재하는 사전결정된 레벨의 수분은 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 사전결정된 양의 물을 나타낼 수 있다.
- [0688] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도판의 적어도 하나의 히터 와이어의 동작 파라미터를 초기에 변경하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 변경은 동작 파라미터를 감소시키거나 제한하거나 비활성화하는 것을 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 감소시키거나 제한하는 것은 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 3.0 W/m 내지 7.0 W/m의 범위로 감소시키거나 제한하는 것을 포함한다.
- [0689] 일부 구성에서, 이 방법은 도판의 히터 와이어의 초기에 변경된 동작 파라미터를 유지하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0690] 일부 구성에서, 도판의 적어도 하나의 히터 와이어의 초기에 변경된 동작 파라미터를 유지하는 것은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료의 수분 포화도를 증가시킬 수 있다. 이러한 변화는 선택적으로 사전결정된 수분 포화도로의 증가일 수 있다.
- [0691] 일부 구성에서, 이 방법은 도판의 적어도 하나의 히터 와이어의 동작 파라미터를 변경하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0692] 일부 구성에서, 이 방법은 초기에 변경된 동작 파라미터를 유지한 후에 사전결정된 시간 동안 도판의 히터 와이어의 동작 파라미터를 변경하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0693] 일부 구성에서, 추가 변경은 동작 파라미터의 증가일 수 있다.
- [0694] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도판의 히터의 동작 파라미터를 변경하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0695] 일부 구성에서, 사전결정된 레벨은 최대 센서 출력의 백분율 임계치일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 80%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 90%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 100%일 수 있다. 완전히 포화된 투과성 재료는 100%에 있을 수 있다.
- [0696] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 도판의 비드가 수분으로 포화될 수 있음을 나타내는 출력일 수 있다.
- [0697] 일부 구성에서, 최대 센서 출력은 사전결정된 또는 허용 가능한 양의 수분이 존재할 수 있음을 나타내는 출력일 수 있다.
- [0698] 일부 구성에서, 이 방법은 대기로의 증발을 통해 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 건조를 가능하게 하기 위해 도판의 적어도 하나의 히터 와이어의 변경된 동작 파라미터를 유지하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0699] 일부 구성에서, 이 방법은 수분이 증기 투과성 재료를 가로질러 대기로 전달될 수 있는 속도를 증가시키는 변경된 동작 파라미터를 유지하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0700] 일부 구성에서, 변경된 동작 파라미터는 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 10 W/m 내지 14 W/m의 증가된 전력을 포함할 수 있다.
- [0701] 일부 구성에서, 이 방법은 변경된 동작 파라미터를 유지한 후에 사전결정된 시간 동안 도판의 적어도 하나의 히터의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0702] 일부 구성에서, 이 방법은 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀하기 전에 동작 파라미터를 증가시키고 유지하고 다음에 동작 파라미터를 감소시키고 유지하는 것을 다수 회 반복하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0703] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소 내의 수분의 사전결정된 레벨이 임계치를 하회하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도판의 적어도 하나의 히터의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 임계치는 백분율 임계치일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 20%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 15%일 수 있다. 일부 구성에서, 백분율 임계치는 0%일 수 있다.
- [0704] 일부 구성에서, 이 방법은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 분자의 사전결정된 양이 물 분자 임계치를 하회하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도판의 적어도 하나의 히터 와이어의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

- [0705] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소 내의 응축수의 사전결정된 레벨이 응축수 임계치를 하회하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 정상 또는 원래 동작 파라미터로 복귀하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0706] 일부 구성에서, 도관의 적어도 하나의 히터 와이어의 동작 파라미터는 환자 단부 온도 설정치, 및/또는 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 포함할 수 있다.
- [0707] 일부 구성에서, 이 방법은 물이 재료의 일 측부로부터 재료의 타 측부로 통과하는 속도를 증가시키기 위해 도관의 히터를 통해 증기 투과성 재료의 온도를 상승시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0708] 일부 구성에서, 이 방법은 액체 투과성 재료 내의 액체 물의 대기로의 증발 속도를 증가시키기 위해 도관의 히터를 통해 액체 투과성 재료의 온도를 상승시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0709] 일부 구성에서, 이 방법은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료와 대기 사이의 상대 습도 구배가 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료와 도관의 루멘 사이의 상대 습도 구배보다 크도록 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0710] 일부 구성에서, 가슴기 시스템은 응축수를 수집하고/하거나 응축수를 가슴 챔버를 향해 다시 수송하도록 구성된 수분 배출 조립체를 포함할 수 있다.
- [0711] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 응축수를 수집하도록 구성된 워터 트랩을 포함할 수 있다.
- [0712] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 제어기에 전자적으로 결합된 적어도 하나의 밸브를 포함할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 적어도 하나의 밸브를 작동시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0713] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 적어도 하나의 밸브를 개방 위치로 작동시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0714] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 레벨의 응축수가 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 적어도 하나의 밸브를 개방 위치로 작동시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0715] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 워터 트랩 또는 도관에 수집된 수분을 다시 가슴 챔버로 운반하도록 구성된 수분 운반 조립체를 포함할 수 있다.
- [0716] 일부 구성에서, 수분 배출 조립체는 운반 도관 및/또는 펌프를 추가로 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 펌프는 연동 펌프일 수 있다.
- [0717] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 챔버 오버플로 이벤트를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0718] 일부 구성에서, 구성요소는 가슴기의 가슴 챔버의 유출구 근처에 위치될 수 있다.
- [0719] 일부 구성에서, 센서는 도관의 원위 단부 근처에 위치된 온도 센서를 포함할 수 있다.
- [0720] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 양의 수분의 존재를 결정하는 것에 응답하여 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도에 기초하여 가스의 유동의 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0721] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 양의 응축수의 존재를 결정하는 것에 응답하여 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도에 기초하여 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0722] 일부 구성에서, 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값은 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도일 수 있다.
- [0723] 일부 구성에서, 이 방법은 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값에 기초하여 가슴기의 히터 또는 도관의 히터를 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0724] 일부 구성에서, 이 방법은 도관의 상대 습도를 증가시키고 응축수의 형성을 유도하기 위해 도관의 히터의 동작 파라미터를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0725] 일부 구성에서, 이 방법은 이슬점 온도 설정치에 도달하도록 가슴기에서 빠져나가는 가스를 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0726] 일부 구성에서, 이 방법은 환자 단부 온도가 이슬점 온도 설정치보다 높을 수 있고 사전결정된 레벨의 수분이

존재할 수 있다고 결정하는 것에 응답하여 가습기에 대한 가스 공급원이 주변 공기이거나 실내 연행 인공호흡기로부터의 것일 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

- [0727] 일부 구성에서, 가습기에 대한 가스 공급원이 주변 공기이거나 실내 연행 인공호흡기로부터의 것이라고 결정한 후에, 이 방법은 가습기의 온도 설정치를 일정한 값으로 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0728] 일부 구성에서, 온도 설정치는 챔버 유출구 설정치일 수 있다.
- [0729] 일부 구성에서, 챔버 유출구 설정치는 가스의 이슬점에 대응할 수 있다.
- [0730] 일부 구성에서, 이 방법은 도관이 가습기에 연결되는 것에 응답하여 및/또는 가습기의 동작 이전에 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0731] 일부 구성에서, 이 방법은 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 임계치 사이의 비교에 기초하여 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0732] 일부 구성에서, 이 방법은 도관이 가습기에 처음 연결될 수 있을 때 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0733] 일부 구성에서, 도관에 존재하는 사전결정된 레벨의 수분은 새로운 미사용 도관이 필요할 수 있거나, 도관이 결함에 대해 검사되거나 추가로 건조될 필요가 있는 레벨일 수 있다.
- [0734] 일부 구성에서, 이 방법은 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 것에 응답하여 알람을 생성하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0735] 일부 구성에서, 알람은 시각적 및/또는 청각적 표시를 포함할 수 있다.
- [0736] 일부 구성에서, 이 방법은 도관의 히터의 전력 공급을 방지하고/하거나 도관에 연결된 동안 가습기의 사용을 방지함으로써 도관 내의 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 것에 응답하여 가습기와 함께 도관을 사용하는 것을 방지하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0737] 일부 구성에서, 도관은 환자 단부 센서를 포함하지 않을 수 있다.
- [0738] 일부 구성에서, 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하는 적어도 하나의 센서 신호는 구성요소 내의 가스의 습도와 관련된 신호를 추가로 포함할 수 있다.
- [0739] 일부 구성에서, 구성요소 내의 가스의 가습기와 관련된 신호는 적어도 하나의 신호로부터 필터링되거나 제어기에 의해 무시될 수 있다.
- [0740] 일부 구성에서, 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계, 및 이 값에 기초하여 사전결정된 양의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 수분을 감소시키도록 가스 공급원의 기능을 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0741] 일부 구성에서, 기능은, 일회 호흡량을 감소시키는 것, 흡기 상승 시간을 증가시키는 것, 흡기 대 호기 비율을 감소시키는 것, 유입구 가스 온도를 상승시키는 것, 및/또는 연행된 공기의 양을 감소시키는 것, 및/또는 벽 또는 병 가스 공급원으로 전환하는 것을 포함할 수 있다.
- [0742] 일부 구성에서, 가스 공급원은 인공호흡기를 포함할 수 있다.
- [0743] 일부 구성에서, 가스 공급원은 글로우 발생기를 포함할 수 있다.
- [0744] 일부 구성에서, 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계, 및 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 가습 챔버의 워터-아웃 상태를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0745] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 증가된 양을 검출하는 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0746] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 임계치를 초과하는 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0747] 일부 구성에서, 워터-아웃 상태는 물이 존재하지 않거나 사전결정된 레벨의 물이 존재하는 것을 포함할 수

있다.

- [0748] 일부 구성에서, 이 방법은 가습기의 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나, 습도를 증가시키고/시키거나 수분을 증가시키기 위해 가습기로부터의 가스를 사용자에게 제공하도록 구성된 도관의 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0749] 일부 구성에서, 증가된 수분은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 또는 응축수일 수 있다.
- [0750] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 양의 수분 및/또는 습도가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 응답하여 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킨 후에 워터-아웃 상태를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0751] 본 개시에 따른, 사용자에게 가스의 유동을 전달하는 방법은 가습기 시스템의 일부일 수 있는 가습기의 제어기를 사용할 수 있다. 가습기 시스템은 가스를 가열하고 가습하기 위한 가습기, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력하기 위한 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 포함할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계, 및 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 가스의 유동의 습도를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0752] 일부 구성에서, 이 방법은 값에 기초하여 수분의 존재 검출 시에 상대 습도를 100%로 가정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0753] 일부 구성에서, 도관의 원위 단부 근처에 위치한 온도 센서는 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송할 수 있다. 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 이 방법은 가스의 유동의 습도로서 가스의 유동의 이슬점을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0754] 일부 구성에서, 습도는 이슬점 온도, 상대 습도 값 또는 절대 습도 값일 수 있다.
- [0755] 일부 구성에서, 제어기는 목표 습도를 제어하기 위해 습도에 기초하여 가습기 및/또는 도관의 히터를 제어할 수 있다.
- [0756] 일부 구성에서, 이 방법은 구성요소에 존재하는 수분 및/또는 습도의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분의 존재를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0757] 일부 구성에서, 이 방법은 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값에 기초하여 가습기 시스템의 적어도 하나의 동작 파라미터를 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0758] 일부 구성에서, 이 방법은 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값에 기초하여 가습기의 히터 및 도관의 히터를 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0759] 일부 구성에서, 가습기의 히터의 동작 파라미터는 히터 플레이트 온도 설정치 및 히터 플레이트에 대한 전력 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0760] 일부 구성에서, 도관의 히터의 동작 파라미터는 환자 단부 온도 설정치 및 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0761] 일부 구성에서, 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값은 온도 센서에 의해 감지된 가스의 유동의 온도일 수 있다.
- [0762] 일부 구성에서, 이 방법은 도관의 상대 습도를 증가시키고 응축수의 형성을 유도하기 위해 도관의 히터의 동작 파라미터를 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0763] 일부 구성에서, 이 방법은 환자 단부 온도 설정치에 도달하도록 도관의 히터를 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0764] 일부 구성에서, 목표 환자 단부 온도는 결정된 이슬점 온도 또는 이를 나타내는 값보다 높을 수 있다.
- [0765] 일부 구성에서, 가스의 유동의 결정된 습도는 상대 습도 또는 절대 습도일 수 있다.
- [0766] 일부 구성에서, 적어도 하나의 센서의 출력은 구성요소 내의 습도와 관련될 수 있는 적어도 하나의 신호의 일부

를 획득하도록 필터링될 수 있다.

- [0767] 일부 구성에서, 가슴기 시스템은 유동 발생기를 포함할 수 있다.
- [0768] 일부 구성에서, 유동 발생기 및 가슴기는 단일 하우징에 있을 수 있다.
- [0769] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함할 수 있다.
- [0770] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0771] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0772] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0773] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0774] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0775] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0776] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0777] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0778] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0779] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 할 수 있는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0780] 일부 구성에서, 가슴기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0781] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0782] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0783] 일부 구성에서, 이 방법은 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0784] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0785] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0786] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0787] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0788] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0789] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0790] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.

- [0791] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0792] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0793] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응할 수 있다.
- [0794] 본 개시에 따른, 사용자에게 가스의 유동을 전달하는 방법은 가습기 시스템의 일부일 수 있는 가습기의 제어기를 사용할 수 있다. 가습기 시스템은 가스를 가열하고 가습하기 위한 가습기, 제1 위치와 연관된 제1 센서, 제2 위치와 연관된 제2 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 포함할 수 있다. 제1 센서는 제1 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제1 센서 신호를 출력할 수 있다. 제2 센서는 제2 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제2 센서 신호를 출력할 수 있다. 이 방법은 제1 센서 신호에 기초하여 제1 위치에 존재하는 습도 및/또는 수분의 양을 나타내는 제1 값, 및 제2 센서에 기초하여 제2 위치에 존재하는 습도 및/또는 수분의 양을 나타내는 제2 값을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0795] 일부 구성에서, 제1 위치는 시스템의 제1 구성요소와 연관될 수 있다.
- [0796] 일부 구성에서, 제2 위치는 시스템의 제2 구성요소와 연관될 수 있다.
- [0797] 일부 구성에서, 제1 및/또는 제2 구성요소는 도관, 도관의 일부, 커넥터, 가스의 유동에 노출될 수 있는 챔버의 일부, 및/또는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0798] 일부 구성에서, 커넥터는 하나 이상의 어댑터를 포함할 수 있다.
- [0799] 일부 구성에서, 제1 위치는 시스템의 정상 동작 동안에 제2 위치의 상류에 있을 수 있다.
- [0800] 일부 구성에서, 이 방법은 제1 위치에서 제1 사전결정된 양의 수분을 검출하는 것; 및 제1 위치에서 사전결정된 양의 수분을 검출한 후에 사전결정된 기간 동안, 제2 위치에서 제2 사전결정된 양의 수분이 검출되지 않을 수 있다고 결정하는 것에 의해, 시스템에서 비유동 및/또는 임계치 미만의 유량이 발생하고 있을 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0801] 일부 구성에서, 이 방법은 제1 위치에서 제1 사전결정된 양의 수분을 검출하고, 제1 위치에서 사전결정된 양의 수분을 검출한 후에 사전결정된 기간 동안에 제2 위치에서 제2 사전결정된 양의 수분을 검출하지 않는 것에 응답하여, 가스의 유량이 제1 위치의 제1 온도 센서 및 제2 위치의 제2 온도 센서로부터의 판독치에 기초하는 범위 내에 있을 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0802] 일부 구성에서, 제1 온도 센서는 가습기의 챔버 유출구에 위치될 수 있다.
- [0803] 일부 구성에서, 제2 온도 센서는 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하도록 구성된 흡기 도관의 환자 단부 또는 환자 공급 도관의 원위 단부에 또는 그 근처에 위치될 수 있다.
- [0804] 일부 구성에서, 이 방법은 상류 위치의 수분이 하류 위치의 수분보다 많은 것에 응답하여 유동 방향이 정확할 수 있다고 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0805] 일부 구성에서, 흡기 도관이 상류 위치를 포함할 수 있다.
- [0806] 일부 구성에서, 가스 공급원과 가습기 사이에 위치한 도관은 하류 위치를 포함할 수 있다.
- [0807] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 시스템의 제3 위치와 연관된 제3 센서를 포함할 수 있다. 제3 센서는 제3 위치에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 제3 센서 신호를 출력할 수 있다.
- [0808] 일부 구성에서, 제3 위치는 제1 위치와 제2 위치의 상류에 있을 수 있다.
- [0809] 일부 구성에서, 제1 위치는 흡기 도관에 있을 수 있다.
- [0810] 일부 구성에서, 제3 위치는 호기 도관에 있을 수 있다.
- [0811] 일부 구성에서, 제2 위치는 가습 챔버의 챔버 유입구에 있을 수 있다.
- [0812] 일부 구성에서, 이 방법은 가습기로부터 검출된 수분의 방향에 기초하여 유동 방향을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 이 방법은 정확하게 연결된 경우에 가습기의 상류에 있는 구성요소에서 수분이 검출되는 것에 응답하여 역류 상태를 검출하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

- [0813] 본 개시에 따른, 사용자에게 가스의 유동을 전달하는 방법은 가습기 시스템의 일부일 수 있는 가습기의 제어기를 사용할 수 있다. 가습기는 가스를 가열하고 가습할 수 있는 가습기, 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력할 수 있는 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 제공할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 값을 결정하는 단계, 및 이 값에 기초하여 사전 결정된 양의 수분이 구성요소에 존재하는 것으로 결정되는 것에 응답하여 수분을 감소시키도록 가스 공급원의 기능을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0814] 일부 구성에서, 기능은, 일회 호흡량을 감소시키는 것, 흡기 상승 시간을 증가시키는 것, 흡기 대 호기 비율을 감소시키는 것, 유입구 가스 온도를 상승시키는 것, 및/또는 연행된 공기의 양을 감소시키는 것, 및/또는 벽 또는 병 가스 공급원으로 전환하는 것을 포함할 수 있다.
- [0815] 일부 구성에서, 가스 공급원은 인공호흡기를 포함할 수 있다.
- [0816] 일부 구성에서, 가스 공급원은 글로우 발생기를 포함할 수 있다.
- [0817] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함할 수 있다.
- [0818] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0819] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0820] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0821] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0822] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0823] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0824] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0825] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0826] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0827] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 할 수 있는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0828] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0829] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0830] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0831] 일부 구성에서, 이 방법은 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0832] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0833] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0834] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의

열 전도율을 나타낼 수 있다.

- [0835] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0836] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0837] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0838] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0839] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0840] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0841] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응할 수 있다.
- [0842] 본 개시에 따른, 사용자에게 가스의 유동을 전달하는 방법은 가습기 시스템의 일부일 수 있는 가습기의 제어기를 사용할 수 있다. 가습기는 가스를 가열하고 가습할 수 있는 가습기, 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관, 시스템의 구성요소에 존재하는 수분의 양에 기초하여 적어도 하나의 센서 신호를 출력할 수 있는 적어도 하나의 센서, 및 가습기의 동작을 제어하기 위한 제어기를 제공할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 센서 신호에 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계, 및 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값에 기초하여 가습 챔버의 워터-아웃 상태를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0843] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 증가된 양을 검출하는 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0844] 일부 구성에서, 구성요소 내의 수분 및/또는 습도의 양의 증가가 임계치를 초과하는 것에 응답하여 워터-아웃 상태가 결정될 수 있다.
- [0845] 일부 구성에서, 워터-아웃 상태는 물이 존재하지 않거나 사전결정된 레벨의 물이 존재하는 것을 포함한다.
- [0846] 일부 구성에서, 이 방법은 가습기의 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나, 습도를 증가시키고/시키거나 수분을 증가시키기 위해 가습기로부터의 가스를 사용자에게 제공하도록 구성된 도관의 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0847] 일부 구성에서, 증가된 수분은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 또는 응축수일 수 있다.
- [0848] 일부 구성에서, 이 방법은 사전결정된 양의 수분 및/또는 습도가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 응답하여 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고/시키거나 적어도 하나의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킨 후에 워터-아웃 상태를 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0849] 일부 구성에서, 도관은 적어도 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 적어도 제1 및 제2 전기 전도성 요소 중 하나 이상을 사용하여 발생된 신호를 포함할 수 있다.
- [0850] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0851] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취될 수 있다.
- [0852] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0853] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0854] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0855] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.

- [0856] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 적어도 하나의 히터 와이어일 수 있다.
- [0857] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스를 나타낼 수 있다.
- [0858] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 커패시턴스의 변화를 나타낼 수 있다.
- [0859] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 할 수 있는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0860] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 위치한 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0861] 일부 구성에서, 유전체 재료는 증기 또는 액체 투과성일 수 있다.
- [0862] 일부 구성에서, 증기 투과성 유전체 재료는 액체 물 및 호흡 가스가 주변 공기로 통과하는 것을 억제하면서 물이 주변 공기로 증발하는 것을 허용할 수 있다.
- [0863] 일부 구성에서, 이 방법은 제1 전기 전도성 요소 및/또는 제2 전기 전도성 요소의 측정치의 비교에 기초하여 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0864] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도를 나타낼 수 있다.
- [0865] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 온도 변화를 나타낼 수 있다.
- [0866] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이의 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있거나, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소에 근접한 매체의 열 전도율을 나타낼 수 있다.
- [0867] 일부 구성에서, 적어도 하나의 신호는 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소의 저항을 나타낼 수 있다.
- [0868] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0869] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0870] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0871] 일부 구성에서, 가습기 시스템은 신호 발생기를 추가로 포함할 수 있다. 이 방법은 적어도 하나의 신호의 크기 및/또는 위상에 적어도 부분적으로 기초하여 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값을 결정하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0872] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스에 대응한다.
- [0873] 일부 구성에서, 도관 내의 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값은 도관의 인덕턴스 변화에 대응할 수 있다.
- [0874] 본 개시에 따른, 사용자에게 가스의 유동을 전달하는 방법은 가습기 시스템의 일부일 수 있는 가습기의 제어기를 사용할 수 있다. 가습기 시스템은 가스를 가열하고 가습하기 위한 가습기, 및 가습기로부터 사용자에게 가스를 수송하기 위한 도관을 포함할 수 있다. 도관은 제1 전기 전도성 요소, 제2 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 이 방법은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 형성된 커패시터의 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화를 모니터링하여 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0875] 일부 구성에서, 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화는 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 형성된 커패시터의 공진 주파수의 변화를 측정하는 것을 포함한다.
- [0876] 일부 구성에서, 이 방법은 모니터링된 커패시턴스 및/또는 커패시턴스 변화에 기초하여 커패시터의 유전을 변화를 검출하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0877] 일부 구성에서, 이 방법은 검출된 유전을 변화를 하나 이상의 유전을 임계치와 비교하는 단계를 추가로 포함할

수 있다.

- [0878] 일부 구성에서, 이 방법은 검출된 유전율 변화가 하나 이상의 유전율 임계치를 초과하는 것에 응답하여 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0879] 일부 구성에서, 이 방법은 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 것에 응답하여 알람을 출력하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0880] 일부 구성에서, 이 방법은 사전정의된 지속시간 동안 연속적으로 또는 간헐적으로 도관에 근접하거나 접촉하는 피부의 존재를 검출하는 것에 응답하여 알람을 출력하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0881] 일부 구성에서, 사전정의된 지속시간은 예상되는 도관 표면 온도에 기초하여 가변적일 수 있다.
- [0882] 일부 구성에서, 도관은 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에 유전체 재료를 포함할 수 있다.
- [0883] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 적어도 도관의 소정의 길이 주위에 나선형으로 권취된다.
- [0884] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 내에, 도관을 통해 또는 도관 주위에 나선형으로 권취된다.
- [0885] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 도관 벽의 일부를 형성한다.
- [0886] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0887] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0888] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 감지 와이어일 수 있다.
- [0889] 일부 구성에서, 제2 전기 전도성 요소는 히터 와이어일 수 있다.
- [0890] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 및 제2 전기 전도성 요소는 제1 전기 전도성 요소와 제2 전기 전도성 요소 사이에서 용량성 전하가 감지될 수 있게 하는 거리만큼 분리될 수 있다.
- [0891] 일부 구성에서, 제1 전기 전도성 요소 또는 제2 전기 전도성 요소는 서로 전기적으로 분리되는 적어도 2 개의 부분을 포함할 수 있다.
- [0892] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 직렬일 수 있다.
- [0893] 일부 구성에서, 적어도 2 개의 부분은 서로 병렬일 수 있다.
- [0894] 본 개시는 환자에게 가스를 제공하도록 구성된 의료용 가슴기의 상태를 결정하는 방법을 포함한다. 이 방법은, 의료용 가슴기에 결합된 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계로서, 의료용 가슴기는 히터 플레이트 및 온도 기반 유동 센서를 포함하는, 단계; 응축수 메트릭을 측정하는 단계; 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것에 응답하여 의료용 가슴기의 제어기에 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계를 포함할 수 있으며, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 의료용 가슴기의 제어를 위해 온도 기반 유동 센서로부터의 판독치를 무시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0895] 일부 구성에서, 이 방법은 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 호흡 튜브 내의 응축수 레벨을 사전결정된 임계치와 비교하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0896] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 레벨이 사전결정된 임계치보다 큰 것을 포함할 수 있다.
- [0897] 일부 구성에서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 온도 기반 유동 센서를 비활성화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0898] 일부 구성에서, 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계는 히터 와이어에 대한 전력을 비활성화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0899] 일부 구성에서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 가스의 유량을 나타내는 값을 결정하기 위한 대안적인 방법을 구현하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0900] 일부 구성에서, 대안적인 방법은 센서로부터의 추가 입력을 필요로 하지 않는 알고리즘 방법을 포함할 수 있다.
- [0901] 일부 구성에서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 의료용 가슴기의 사용자 인터페이스 상에 표시될 의료용 가슴기의 설정을 조정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0902] 일부 구성에서, 의료용 가슴기의 설정을 조정하는 단계는, PID 계수를 조정하는 단계; 제어 루프 타이밍을 증가시키는 단계; 및/또는 히터 플레이트의 설정치의 최대 증가를 적용하는 단계 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0903] 일부 구성에서, 상태는 Heliox 모드일 수 있다.
- [0904] 일부 구성에서, 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계는 가스 공급원 유형을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0905] 일부 구성에서, 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력은 사전결정된 기간(period of time) 동안 감소되거나 비활성화될 수 있다.
- [0906] 환자에게 가스를 제공하도록 구성된 의료용 가슴기의 상태를 결정하는 방법으로서, 이 방법은, 의료용 가슴기에 결합된 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계로서, 의료용 가슴기는 히터 플레이트를 포함하는, 단계; 응축수 메트릭을 측정하는 단계; 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것에 응답하여 의료용 가슴기의 제어기에 의료용 가슴기의 상태를 출력하는 단계를 포함한다.
- [0907] 일부 구성에서, 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 단계는 히터 와이어에 대한 전력을 비활성화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0908] 일부 구성에서, 호흡 튜브의 히터 와이어에 대한 전력은 사전결정된 기간 동안 감소될 수 있다.
- [0909] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 호흡 튜브 내의 응축수 레벨을 사전결정된 임계치와 비교하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0910] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 레벨이 사전결정된 임계치보다 큰 것을 포함할 수 있다.
- [0911] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 레벨이 사전결정된 임계치보다 작은 것을 포함할 수 있다.
- [0912] 일부 구성에서, 상태는 역류 상태를 포함할 수 있다.
- [0913] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 의료용 가슴기 및 가스 공급원에 연결된 드라이라인의 응축수 레벨이 호흡 튜브의 응축수 레벨보다 높은 것을 포함할 수 있다.
- [0914] 일부 구성에서, 상태를 출력하는 단계는 역류 알람을 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0915] 일부 구성에서, 상태는 의료용 가슴기가 방금 시동되었거나 오동작하고 있는 것을 포함할 수 있다.
- [0916] 일부 구성에서, 의료용 가슴기의 상태는 워터 아웃 또는 유동의 부존재를 포함할 수 있다.
- [0917] 일부 구성에서, 이 방법은 유동 테스트 또는 워터 아웃 테스트를 수행함으로써 결정을 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0918] 일부 구성에서, 이 방법은 청각적 또는 시각적 메시지로 환자에게 상태를 표시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0919] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브 내의 응축수 건조 지속시간이 사전결정된 임계 지속시간(threshold duration)보다 긴 것을 포함할 수 있다.
- [0920] 일부 구성에서, 호흡 튜브 내의 응축수 건조 지속시간이 사전결정된 임계 지속시간보다 긴 것에 응답하여, 상태를 출력하는 단계는 호흡 튜브가 덮이는 것을 포함한다.
- [0921] 일부 구성에서, 응축수 메트릭을 측정하는 단계는 흡기 가지의 제1 섹션에서 제1 응축수 메트릭을 측정하고 흡기 가지의 제2 섹션에서 제2 응축수 메트릭을 측정하는 단계를 포함할 수 있으며; 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 흡기 가지의 제1 섹션의 제1 응축수 메트릭과 흡기 가지의 제2 섹션의 제2 응축수 메트릭을 비교하는 단계를 포함하고, 상태는 인큐베이터가 의료용 가슴기와 함께 사용되는 것을 포함한다.

- [0922] 일부 구성에서, 인큐베이터는 제1 섹션의 제1 응축수 메트릭이 제2 섹션의 제2 응축수 메트릭보다 큰 것에 응답하여 사용되도록 결정될 수 있다.
- [0923] 일부 구성에서, 제1 응축수 메트릭 및 제2 응축수 메트릭은 각각 응축수의 존재에 대응할 수 있다.
- [0924] 일부 구성에서, 흡기 가지의 제1 섹션에서의 응축수의 존재 및 흡기 가지의 제2 섹션에서의 응축수의 부존재는 인큐베이터가 사용 중인 것을 나타낼 수 있다.
- [0925] 일부 구성에서, 이 방법은 인큐베이터가 사용되는 경우에 흡기 가지의 제2 섹션에 있는 히터 와이어에 전달되는 전력을 감소시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0926] 일부 구성에서, 이 방법은 인큐베이터가 사용되는 경우에 흡기 가지의 제1 섹션에 있는 히터 와이어에 전달되는 전력을 증가시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0927] 일부 구성에서, 상태는 호흡 튜브의 배향일 수 있다.
- [0928] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 호흡 튜브의 환자 단부에서 측정된 응축수 메트릭이 의료용 가슴기의 가슴 챔버의 유출구에서 측정된 응축수 메트릭보다 큰 것을 포함할 수 있다.
- [0929] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 것은 환자 단부에서 측정된 응축수 메트릭이 환자 단부와 유출구 사이의 영역에서 측정된 응축수 메트릭보다 큰 것을 포함할 수 있다.
- [0930] 환자에게 가스를 제공하도록 구성된 가슴기의 상태를 결정하는 방법으로서, 이 방법은, 시동 조건을 결정하는 단계; 호흡 튜브에 결합되고 히터 플레이트를 포함하는 의료용 가슴기의 히터 플레이트에 대한 전력을 감소시키는 단계; 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는지 여부에 기초하여 가슴기의 제어기에 가슴기의 상태를 출력하는 단계를 포함한다.
- [0931] 일부 구성에서, 시동 조건은 가슴기의 전원이 켜져 있는 지속시간을 결정하고, 지속시간이 가슴기가 방금 켜졌음을 나타낸다고 결정하는 것을 포함할 수 있다.
- [0932] 일부 구성에서, 이 방법은 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는 것에 응답하여 상태 또는 정상 제어를 재개하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0933] 일부 구성에서, 상태는 호흡 튜브가 오염되었다는 알람을 포함할 수 있다.
- [0934] 일부 구성에서, 가슴기의 전원이 방금 켜졌을 수 있다.
- [0935] 일부 구성에서, 이 방법은 히터 플레이트의 전원을 끄고 히터 플레이트가 실질적으로 차가운 온도에 있는 것을 보장하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0936] 일부 구성에서, 이 방법은 응축수가 검출될 때 회로 수분 알람을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0937] 가슴기 시스템의 가슴기에 결합된 흡기 튜브의 가열 요소에 대한 전력을 제어하는 방법으로서, 이 방법은, 가슴기 시스템의 응축수 메트릭을 측정하는 단계; 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계; 및 적어도 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부에 기초하여 가열 요소에 대한 전력을 제어하는 단계를 포함한다.
- [0938] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 단계는 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 큰지 여부를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0939] 일부 구성에서, 이 방법은 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 큰 것에 응답하여 가열 요소에 대한 전력을 증가시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0940] 일부 구성에서, 이 방법은 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 작은 것에 응답하여 가열 요소에 대한 전력을 감소시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0941] 일부 구성에서, 이 방법은 가열 요소에 대한 전력이 최대인지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0942] 일부 구성에서, 이 방법은 가열 요소에 대한 전력이 최대인 경우에 가슴기 시스템의 가슴기의 히터 플레이트의 설정치를 감소시키는 단계를 포함할 수 있다.

- [0943] 일부 구성에서, 히터 플레이트의 설정치를 감소시키는 단계는 측정된 응축수가 예상 응축수 메트릭을 충족한다고 결정하는 것에 기초할 수 있다.
- [0944] 일부 구성에서, 흡기 튜브는 환자 단부에서 센서가 없을 수 있다.
- [0945] 일부 구성에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부는 환자 단부에 위치한 센서로부터의 입력 없이 결정될 수 있다.
- [0946] 일부 구성에서, 가슴기 시스템은 시스템의 가슴 챔버의 유출구에서 센서가 없을 수 있다.
- [0947] 가슴기 시스템의 튜브 유형을 식별하는 방법은 튜브의 커패시턴스 값을 결정하는 단계, 및 커패시턴스 값을 튜브 유형에 매핑하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0948] 일부 구성에서, 이 방법은 가슴기 시스템의 시동 시에 수행될 수 있다.
- [0949] 호흡 보조 장치 및 수술 취입기에 대해 주로 논의되었지만, 본 출원에 의해 제공되는 수분 검출 개시는 수분의 존재 또는 이의 정도를 검출하는 것이 바람직한 도관 또는 가슴된 가스 수송 시스템의 다른 의료 또는 비의료적 용도에도 적용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0950] 본 개시의 이들 및 다른 특징, 양태 및 장점은 특정 구현예의 도면을 참조하여 설명되며, 이는 특정 구현예를 개략적으로 예시하도록 의도되고 본 개시를 제한하는 것으로 의도되지 않는다.
- 도 1a는 예시적인 호흡 가슴기 시스템을 개략적으로 예시한다.
- 도 1b는 예시적인 가슴기를 예시한다.
- 도 1c는 예시적인 히터 베이스 및 카트리지를 예시한다.
- 도 1d는 전기공압식 커넥터가 도 1b의 가슴기로부터 분리된 예시적인 가슴기를 예시한다.
- 도 1e는 예시적인 히터 베이스 및 가슴 챔버를 예시한다.
- 도 1f는 예시적인 카트리지를 예시한다.
- 도 1g는 도 1b의 가슴기의 전기공압식 커넥터를 예시한다.
- 도 2는 예시적인 수술 가슴기 시스템을 개략적으로 예시한다.
- 도 3a는 예시적인 복합 도관의 섹션의 측평면도를 도시한다.
- 도 3b는 도 3a의 예시적인 복합 도관과 유사한 튜브의 상단 부분의 종단면을 도시한다.
- 도 3c는 복합 도관 내의 제1 세장형 부재를 예시하는 또 다른 종단면을 도시한다.
- 도 4a는 복합 도관의 불투과성 비드와의 응축수 상호작용을 예시한다.
- 도 4b는 복합 도관의 투과성 비드와의 응축수 상호작용을 예시한다.
- 도 5a는 응축수를 검출하기 위해 커패시턴스를 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.
- 도 5b는 응축수를 검출하기 위해 커패시턴스를 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.
- 도 6은 응축수를 검출하기 위해 인덕턴스로부터 유도된 시정수 또는 공진 주파수를 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.
- 도 7a는 응축수를 검출하기 위해 저항을 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.
- 도 7b는 응축수를 검출하기 위해 저항을 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.
- 도 8a는 응축수를 검출하기 위해 저항 및 단락(short-circuiting)을 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인

모델링된 회로 시스템을 예시한다.

도 8b는 응축수를 검출하기 위해 저항 및 단락을 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.

도 9a는 응축수를 검출하기 위해 신호 감쇠를 사용하는 예시적인 응축수 검출 시스템을 개략적으로 예시한다.

도 9b는 신호 감쇠를 사용하여 수분을 검출하도록 구성된 도관 벽 구조를 예시한다.

도 10a는 응축수를 검출하기 위해 신호 감쇠를 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.

도 10b는 단극으로 응축수를 검출하기 위해 신호 감쇠를 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.

도 11a는 비드 내의 와이어로부터 방사되는 열을 예시한다.

도 11b는 응축수를 검출하기 위해 온도 또는 열 전도율을 사용하는 응축수 검출 시스템의 예시적인 모델링된 회로 시스템을 예시한다.

도 12는 응축수 검출 시스템에서의 저항기 전압 대 시정수의 테이블을 예시한다.

도 13a는 응축수 검출 모드의 흐름도를 예시한다.

도 13b는 응축수 측정 모드의 흐름도를 예시한다.

도 13c는 공간 주파수를 사용하는 응축수 측정 모드의 흐름도를 예시한다.

도 13d는 신호 감쇠를 사용하는 응축수 측정 모드의 흐름도를 예시한다.

도 13e는 열 전도율을 사용하는 응축수 측정 모드의 흐름도를 예시한다.

도 14는 수분을 검출하도록 구성된 다양한 도관 벽 구조를 갖는 예시적인 비드를 예시한다.

도 15는 개구부를 갖는 비드의 예시적인 구성을 예시한다.

도 16은 개구부를 갖는 비드의 제2 예시적인 구성을 예시한다.

도 17a는 튜브 벽의 일부의 예시적인 구성 단면을 예시한다.

도 17b는 튜브 벽의 일부의 제2 예시적인 구성 단면을 예시한다.

도 18은 평행 요소를 갖는 튜브 벽의 일부를 예시한다.

도 19는 요소가 피봇될 수 있는 튜브 벽의 일부를 예시한다.

도 20은 도관 벽의 투과성 벽 부분의 일 예를 예시한다.

도 21은 도관 벽의 투과성 벽 부분의 제2 예를 예시한다.

도 22는 요소가 외부 도관 벽의 표면과 평행한 동일한 평면에 있는 예시적인 도관 구성을 예시한다.

도 23은 요소가 루멘과 평행하게 종방향으로 제공되고, 튜브의 원주 주위에 등거리로 이격되는 예시적인 도관의 단면을 예시한다.

도 24는 추가 전도성 요소가 도관 벽의 외측 주위에 권취되는 예시적인 도관의 단면을 예시한다.

도 25는 2 개의 메쉬의 개별 스트랜드가 절연되고 다중화될 수 있는 예시적인 도관의 단면을 예시한다.

도 26은 다양한 수분 관리 조치(measure)를 실행하는 가습기 제어기의 예시적인 방법을 예시한다.

도 27은 수분 관리를 위한 절대 습도 감소의 예시적인 방법을 예시한다.

도 28은 수분 관리를 위한 상대 습도 감소의 예시적인 방법을 예시한다.

도 29는 건조 전략을 사용하는 수분 관리 방법의 일 예를 예시한다.

도 30은 수분 관리를 위한 예시적인 자동 응축수 배출 방법을 예시한다.

- 도 31a는 습도 감지의 예시적인 수동 방법을 예시한다.
- 도 31b는 습도 감지의 예시적인 능동 방법을 예시한다.
- 도 32a는 본원에 개시된 수분 검출을 사용하는 예시적인 유동 관련 감지 방법을 예시한다.
- 도 32b는 본원에 개시된 수분 검출을 사용하는 예시적인 유동 관련 감지 방법을 예시한다.
- 도 32c는 본원에 개시된 수분 검출을 사용하는 예시적인 유동 관련 감지 방법을 예시한다.
- 도 32d는 본원에 개시된 수분 검출을 사용하는 예시적인 유동 관련 감지 방법을 예시한다.
- 도 33은 워터-아웃 검출 방법의 일 예를 예시한다.
- 도 34a는 정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 34b는 정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 35a는 부정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 35b는 부정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 35c는 부정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 35d는 부정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 36은 고유동 호흡 지원을 제공할 수 있는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다.
- 도 37은 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 가스 유형 및 실내 연행 벤트 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 38a는 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 비유동/워터-아웃 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 38b는 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 비유동/워터 아웃 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 38c는 결함 검출을 위해 무습도 검출을 사용하는 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 39는 본원에 개시된 커패시턴스 측정에 기초하는 역류 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 40은 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 덮인 튜브 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 41은 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 오염된 튜브 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 42는 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 인큐베이터 사용 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 43은 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 튜브 유형 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 44는 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 튜브 배향 검출을 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 45는 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 흡기 튜브 가열 요소 전력에 대한 전력을 계산하기 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 46은 본원에 개시된 응축수 검출/측정 방법에 기초하는 흡기 튜브 가열 요소의 다수 구역에 대한 전력을 계산하기 위한 예시적인 프로세스의 흐름도를 예시한다.
- 도 47은 4중 나선 배열의 버블 튜브(4701)의 예시적인 종단면을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0951] 특정 구현에 및 예가 하기에 설명되지만, 당업자는 본 개시가 구체적으로 개시된 구현에 및/또는 사용, 및 명백한 수정 및 그 등가물을 넘어 확장된다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본원에 개시된 본 개시의 범위는 하기에 설명되는 임의의 특정 구현에 의해 제한되지 않아야 하는 것으로 의도된다. 예를 들어, 본 개시에 제공되는 치수는 예이고 제한적이지 않다. 유사하게, 호흡 또는 수술 가슴 시스템에 대해 주로 설명되지만, 본 개시는 수분을 측정하는 것이 바람직한 임의의 튜빙 배열에 적용 가능하다. 하기의 예는 예를 들어 응축수, 물, 체액, 예컨대 타액, 혈액 또는 점액, 또는 도관 내의 임의의 액체와 같은 수분의 존재, 및 선택적으로, 용적 및/또는 위치의 검출을 설명하지만, 개시된 방법 및 장치는 대안적으로 또는 추가적으로 도관 시스템 내에서 가스의 습도 및/또는 다른 수분 또는 유체의 존재를 검출하기 위해 적용될 수 있다.
- [0952] 예시적인 가스 공급 시스템
- [0953] 도 1은 하나 이상의 도관(103, 117), 환자 인터페이스(115) 및 Y-피스(113)를 포함하는 도관 시스템을 포함하는 예시적인 호흡 보조 장치를 개략적으로 예시한다. 호흡 보조 장치는 인공호흡기, 연속, 가변 또는 이중-레벨(bi-level) 기도 양압(PAP) 시스템일 수 있거나, 예를 들어 고유량 치료와 같은 또 다른 형태의 호흡 치료를 제공할 수 있다.
- [0954] 가스는 하기와 같이 도 1의 호흡 회로에서 수송될 수 있다: 건조 또는 비교적 건조 가스는 가스 공급원(105)로부터 건조 라인 튜브 또는 공급 튜브(157)를 통해 건조 가스를 가슴하는 가슴기(107)로 전달된다. 가스 공급원(105)은 예를 들어, 인공호흡기 또는 송풍기일 수 있다. 가스 공급원(105)은 가슴기(107)로부터 분리될 수 있거나, 단일 하우징에서 가슴기(107)와 통합될 수 있다.
- [0955] 가슴기(107)는 포트(111)를 통해, 흡기 튜브(103)와 같은 도관의 단부(109)에 연결된다. 흡기 튜브(103)는 환자 인터페이스(115)를 통해, 선택적으로 Y-피스(113)를 사용하여 환자(101)에게 연결된다. 호기 튜브(117)와 같은 선택적인 호기 도관은 또한 Y-피스(113)를 통해 환자 인터페이스(115)에 연결된다. 호기 튜브(117)는 호기된 가스를 환자(101)로부터 멀리 이동시키도록 구성될 수 있다. 도 1에 예시된 바와 같이, 호기 튜브(117)는 호기된 가스를 환자(101)로부터 가스 공급원(105)으로 복귀시킨다. 대안적으로, 흡기 튜브(103)는 Y-피스(113) 없이 환자 인터페이스(115)에 직접 연결된다. 그러한 구현예에서, 호기 가스는, 호기 튜브를 필요로 하지 않고, 주변 환경으로 직접 유동하도록 허용된다.
- [0956] 흡기 튜브(103)는 히터, 센서 및/또는 수분 검출 요소(145)와 같은 전기 전도성 요소를 포함할 수 있다. 유사하게, 호기 튜브(117)는 히터, 센서 및/또는 수분 검출 요소(147)를 포함할 수 있다. 또한, Y-피스(113) 및 환자 인터페이스(115)는 또한 히터, 센서 및/또는 수분 검출 요소를 포함할 수 있다. 하기에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 히터, 센서 및/또는 수분 검출 요소(145, 147)는 와이어 또는 필라멘트일 수 있다.
- [0957] 도 1의 예시적인 호흡 보조 장치에 도시된 바와 같이, 건조 또는 비교적 건조 가스는 벤트(119)를 통해 가스 공급원(105)에 진입한다. 팬(121)은 벤트(119)를 통해 공기 또는 다른 가스를 흡인함으로써 가스 공급원(105) 내로의 가스 유동을 개선할 수 있다. 팬(121)은 예를 들어, 가변 속도 팬일 수 있으며, 전기 제어기(123)는 팬 속도를 제어한다. 전기 제어기(123)는 또한 일부 구현예에서, 제2 전기 제어기(125)에 의해 제어될 수 있거나, 그 반대도 마찬가지이다.
- [0958] 가슴기(107)는 소정 용적의 물(130) 또는 다른 적합한 가슴 액체를 포함하는 가슴 챔버(129)를 포함할 수 있다. 가슴 챔버(129)는 가슴기(107)로부터 제거 가능할 수 있다. 가슴 챔버(129)는 가슴기(107) 상의 히터 플레이트(131)와 접촉하거나 그와 연관된 높은 열 전도성 베이스(예를 들어, 알루미늄 베이스)를 포함할 수 있다. 본 개시의 예는 가슴기의 히터로서 히터 플레이트를 설명하고, 튜브의 히터로서 히터 와이어를 설명한다. 가슴기의 다른 히터(예를 들어, 히터 와이어 또는 다른 유형의 가열 요소)가 가능하고, 도관의 다른 히터(예를 들어, 또 다른 유형의 히터 요소)도 가능하다는 것이 이해될 것이다.
- [0959] 가슴기(107)는 또한 전자 제어부를 포함할 수 있다. 도 1에서, 예를 들어, 가슴기(107)는 전자, 아날로그, 또는 디지털 제어기(125)를 포함한다. 제어기(125)는 연관된 메모리에 저장된 컴퓨터 소프트웨어 커맨드를 실행하는 마이크로프로세서 기반 제어기일 수 있다. 사용자 인터페이스(133) 및/또는 통합된 센서를 통해 제공되는 습도, 온도 또는 다른 피드백 값에 응답하여, 제어기(125)는 가슴된 가스를 환자(또한 본원에서 사용자로 지칭됨)에게 제공하기 위해 사용되는 열, 유동, 압력 및/또는 다른 변수를 결정한다. 사용자 인터페이스(133)는 하나 이상의 하드웨어 버튼 및/또는 디스플레이 또는 터치 스크린 디스플레이일 수 있다. 사용자 인터페이스(133)는 오디오 및/또는 시각 피드백을 사용자에게 제공할 수 있다. 응축수가 검출되는 경우, 임의의 수의 알람, 경보, 피드백, 지침 또는 명령(indication)은 응축수 상태에 대한 존재, 정도 또는 해결방안을 표시하기 위해 사용자에게 제공

될 수 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스(133)는 응축수가 검출될 때 알람을 제공할 수 있다. 사용자 인터페이스(133)는 응축수의 시각적 표시를 제공할 수 있다. 사용자 인터페이스(133)는 또한 응축수를 적절하게 배출하는 방법을 사용자에게 명령하는 애니메이션을 제공할 수 있다.

[0960] 임의의 적합한 환자 인터페이스가 사용될 수 있다. 환자 인터페이스는 광범위한 용어로서 당업자에게 그의 일상적이고 관례적인 의미로 제공되어야 하며(즉, 특수한 의미나 맞춤형 의미에 제한되지 않아야 함), 제한 없이, 마스크(예컨대, 기관 마스크, 안면 마스크 및 비강 마스크), 기관내 튜브, 기관절개 튜브, 캐놀러 및 비강 필로우를 포함한다. 온도 프로브(135)는 Y-피스(113) 근처의 흡기 튜브(103)에 통합 또는 연결되거나, Y-피스(113) 또는 환자 인터페이스(115)에 직접 통합 또는 연결될 수 있다. 온도 프로브(135)는 환자 인터페이스(115) 근처에서 또는 환자 인터페이스에서 가스의 유동의 온도를 모니터링한다. 가열 와이어(예컨대, 수분 검출 요소(145))는 환자 인터페이스(115), Y-피스(113), 및/또는 흡기 튜브(103)의 온도를 조정하여 포화 온도(즉, 가스의 유동의 이슬점 온도) 위에서 가스의 유동의 온도를 유지하는 데 사용되며, 이에 의해 원치 않는 응축수에 대한 가능성을 감소시키고/시키거나, 가스를 환자 치료를 위한 최적 온도(예를 들어, 흡기 튜브의 환자 단부에서 40°C 및/또는 비침습 치료를 위한 환자에서 37°C)에서 전달할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 호기된 가스는 환자 인터페이스(115)로부터 호기 튜브(117)를 통해 가스 공급원(105)으로 선택적으로 복귀된다.

[0961] 도 1의 시스템은 복강경수술 등을 포함하지만, 이에 제한되지 않는, 사용자 또는 환자에게 가열된 및/또는 가습된 가스의 유동의 공급을 수반하는 다른 응용에 용이하게 적합화될 수 있다. 그러한 응용은 대안 가스, 동작 파라미터(예를 들어, 유동, 압력, 온도, 또는 습도) 및 환자 인터페이스를 사용할 수 있다. 또한, 별도의 인공호흡기 및 가습기 시스템에 대해 도시되어 있지만, 본 개시는 또한 통합된 인공호흡기/송풍기 및 가습기 시스템과 함께 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0962] 도 1의 시스템은 또한 산소(O₂) 또는 O₂ 분율을 포트(149)를 통해 사용자에게 제공할 수 있다. 도 1의 시스템은 원격 공급원으로부터, 및/또는 대기 공기를 원격 공급원으로부터의 유입 O₂와 블렌딩함으로써 O₂를 수용할 수 있다. 대기 공기 및 유입 O₂의 블렌딩은 가스 공급원(105) 또는 가습기(107) 내에 위치한 벤투리(venturi) 또는 유사한 유입구를 통해 발생할 수 있다.

[0963] 도 1b는 예시적인 호흡 가습기를 보다 상세하게 예시한다. 가습기는 하기에서 설명되는 차이 이외에는 도 1a에 예시된 시스템의 가습기(107)와 유사하다.

[0964] 예시된 가습기는 히터 플레이트(152), 사용자 인터페이스(154) 및 제어기(125)(도 1 참조)를 갖는 히터 베이스(151); 제거 가능하고 교체 가능한 가습 챔버(153); 및 제거 가능하고 교체 가능한 카트리지(155)를 포함한다. 도 1c 내지 도 1f는 카트리지(155)를 보다 상세하게 예시한다. 도 1b 및 도 1d에 도시된 바와 같이, 흡기 튜브(159)는 카트리지(155)에 연결될 수 있다. 가습 챔버(153)는 히터 플레이트(152)와 열 접촉하는 히터 베이스(151)에 의해 수용된다. 일부 실시예에서, 카트리지(155)는 또한 제거 가능하고 교체 가능하기보다는 히터 베이스와 일체형이거나 영구적으로 연결될 수 있다.

[0965] 카트리지(155)는 전자기기 및 사용 시 가습 챔버(153)를 통해 유동하는 가스의 하나 이상의 성질을 감지하는 하나 이상의 센서를 수용한다. 센서는 사용 시, 카트리지(155)로부터 돌출되는 프로브 상에 그리고 가습 챔버(153)의 유입구 또는 유출구 내의 애퍼처를 통해 제공될 수 있다. 카트리지(155)는 또한 제어기와 통신(예를 들어, 직렬 통신)을 통해 히터 베이스(151)를 전기적으로 연결하는 전기 커넥터(161)를 포함한다. 카트리지(155)는 하기에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 흡기 튜브(159)의 커패시턴스 또는 커패시턴스의 변화를 결정하거나 추론하도록 구성된 전자기기를 부분적으로 또는 전체적으로 더 수용하고, 이것을 전기 커넥터(161)를 통해 제어기에 통신할 수 있다. 따라서, 카트리지(155)는 바람직하게는 센서(들) 및 제어기와 통신 결합된 마이크로제어기를 포함한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 히터 베이스(151) 내에 부분적으로 또는 전체적으로 제공되는 제어기는 전기적 연결을 통해 센서(들)로부터 수신된 데이터로부터 커패시턴스를 결정하거나 추론하도록 구성될 수 있다.

[0966] 사용 시, 가스 공급원으로부터 가스의 유동을 수용하는 건조 라인 튜브(157)의 유출구는 가습 챔버(153)의 유입구와 공압식으로 결합되고, 전기공압식 커넥터(161)를 포함하는 흡기 튜브(159)는 카트리지(155)와 전기적으로 결합되고 가습 챔버(153)의 유출구와 공압식으로 결합되어 환자에게 가습된 가스의 유동을 수송한다. 전기공압식 커넥터(161)는 가습 챔버(153) 및/또는 카트리지(155)를 해제 가능하고 잠금 가능하게 연결하고, 해제 버튼(163)을 포함한다.

- [0967] 도 1g에 보다 상세하게 도시된 전기공압식 커넥터(161)는 각각의 감지 및 가열 루프를 형성하는, 흡기 튜브(159) 내에 내장되는 한 쌍의 센서 와이어(173) 및 한 쌍의 히터 와이어(175)와 각각 결합된 전기 단자 또는 패드(171)를 포함한다. 전기 단자 또는 패드(171)는 전기공압식 커넥터(161) 내에 내장되는 식별 저항기 또는 다른 식별 요소와 전기적으로 결합될 수 있으며, 이는 카트리지(155)와 결합된 흡기 튜브의 유형을 식별하기 위해 가습기에 의해 사용될 수 있다. 대안적으로, 카트리지(155)와 결합된 흡기 튜브의 유형은 도 43에 예시되고 하기에서 추가로 설명되는 방법을 사용하여 식별될 수 있다. 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 흡기 도관(159) 내의 수분은 전기 절연된 가열 및 감지 루프 사이의 커패시턴스의 측정으로부터 검출될 수 있다. 커넥터(161)는 단독으로 또는 센서 또는 히터 와이어(173, 175) 중 하나 이상과 조합하여, 흡기 튜브(159) 내의 수분을 검출하도록 구성된 추가 와이어 또는 도체를 추가로 포함할 수 있다. 대응하는 수분 검출 단자 또는 패드(171)가 추가 와이어 또는 도체에 연결될 수 있다. 대안적으로, 추가 와이어 또는 도체는 식별 저항기 또는 다른 식별 요소 대신에 '식별' 단자 또는 패드와 전기적으로 결합될 수 있고, 선택적으로 각각의 튜브 모델에 고유한 사전결정된 저항(또는 사전결정된 범위 내의 저항), 커패시턴스, 또는 공진 주파수를 가질 수 있다. 이러한 배열은 식별 및 수분 검출의 이중 기능을 제공한다. 예를 들어, 특정 저항을 갖는 수분 검출 와이어는 튜브를 용량성 수분 검출을 위해 구성된 것으로 식별하고/하거나, 그러한 특정 튜브 모델을 사용하는 수분 검출을 위한 카트리지 및/또는 히터 베이스의 교정을 가능하게 하기 위해 가습기에 의해 사용될 수 있다.
- [0968] 전기공압식 커넥터(161)의 전술한 전기 단자 또는 패드(171)는 카트리지(도 1b 및 도 1d의 155) 상의 대응하는 패드 또는 단자와 전기적으로 연결하도록 구성된다. 따라서, 제거 가능하고 교체 가능한 카트리지(155)를 갖는 실시예에서, 기존 가습기 베이스는 흡기 튜브 내의 수분을 검출하는 데 필요한 임의의 추가 전자기기 및/또는 전기 패드 또는 단자를 포함하는 교체 카트리지로 새로 장착될 수 있다. 유사하게, 도 1c 내지 도 1e에 도시된 바와 같은 개시된 가습기는 필요할 경우, 대안 흡기 도관과의 호환성을 위해 교체 카트리지로 새로 장착될 수 있다. 대안적으로, 전기공압식 커넥터 및 카트리지의 전기 단자 또는 패드는 선택된 "코어" 단자 또는 패드가 2개 이상의 상이한 카트리지의 대응하는 단자 또는 패드와 전기적으로 연결되는 한편, "선택적인" 단자 또는 패드가 이러한 연결을 이용하도록 구성된 선택된 카트리지의 특정 단자 또는 패드만을 전기적으로 연결하도록 배열될 수 있다. 튜브는 단자 또는 패드에 기초하는 특정 카트리지에 대응할 수 있다.
- [0969] 흡기 도관(159)의 원위(환자) 단부에서, 내장된 감지 와이어(173)의 쌍에 전기적으로 결합된 온도 센서가 제공되어, 감지 루프를 형성하고, 가열 와이어(175)는 또한 서로 전기적으로 결합되어, 가열 루프를 형성한다. 전술한 커넥터(161)의 추가 와이어(들) 또는 도체(들)는 유사하게는 튜브의 원위 단부에 전기적으로 결합될 수 있지만, 이것은 적어도 일부 구현예에서는 필요하지 않을 수 있다.
- [0970] 카트리지(155)는 전력을 호기 가열 와이어(들)에 공급하기 위해 호기 도관(도 1a의 147)의 대응하는 커넥터에 연결하도록 구성된 커넥터 및/또는 케이블을 추가로 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 카트리지(155) 및 호기 도관(147)은 대안적으로 또는 추가적으로 호기 튜브(147) 내의 수분을 검출하도록 구성될 수 있으며, 커넥터 및/또는 케이블을 사용하여 필요한 전기적 연결을 제공한다.
- [0971] 도 2는 예를 들어, 복강경수술 절차에서 사용될 수 있는 예시적인 수술 취입 디바이스를 예시한다. 복강경 캐놀러(207)는 예를 들어, 루어 락 커넥터(4)를 통해 가스 전달 도관(206)에 연결될 수 있다. 캐놀러(207)는 환자(2)의 공동 내와 같은 수술 부위 내로 가스를 전달하는 데 사용될 수 있다. 캐놀러(207)는 가스 및/또는 하나 이상의 수술 기구를 수술 공동 내로 도입하기 위해 하나 이상의 통로를 포함할 수 있다. 수술 기구는 스코프, 전기소작 도구, 또는 임의의 다른 기구일 수 있다. 수술 기구는 스크린을 가질 수 있는 이미징 디바이스에 결합될 수 있다. 이미징 디바이스는 복수의 수술 도구 및/또는 장치를 포함할 수 있는 수술 스택의 일부일 수 있다.
- [0972] 가습기 챔버(205)는 선택적으로 또는 바람직하게는 추가 도관(204)을 통해 가스 공급부(9)에 직렬 연결될 수 있다. 가스 공급부(9)는 이산화탄소와 같은 하나 이상의 취입 가스를 가습기 챔버(205)에 제공할 수 있다. 가스 공급부는 연속적인 가스의 유동 또는 간헐적인 가스의 유동을 제공할 수 있다. 가스는 소정 용적의 물(220)을 수용할 수 있는 가습기 챔버(205)를 통과하므로 가습될 수 있다.
- [0973] 가습기 챔버(205)를 통합하는 가습기는 임의의 적합한 유형 또는 종류의 가습기일 수 있다. 가습기 챔버(205)는 금속 또는 그렇지 않으면 전도성 베이스가 밀봉된 플라스틱 성형 챔버를 포함할 수 있다. 베이스는 사용 동안 히터 플레이트(212)와 접촉할 수 있다. 챔버(205)에 포함되는 소정 용적의 물(220)은 가습기의 제어기 또는 제어 수단(208)의 제어 하에 있을 수 있는 히터 플레이트(212)에 의해 가열될 수 있다. 챔버(205) 내의 소정 용적의 물(220)은 증발되도록 가열될 수 있으며, 수증기를 챔버(205)를 통해 유동하는 가스와 혼합하여 가스를 가열하고 가습한다.

- [0974] 제어기 또는 제어 수단(208)은 가슴기 베이스 유닛(221) 내에 수용될 수 있으며, 이는 또한 히터 플레이트(212)를 수용할 수 있다. 히터 플레이트(212)는 내부에 있거나 이와 열 접촉하는 전기 가열 요소를 가질 수 있다. 가슴기 베이스 유닛(221) 및/또는 히터 플레이트(212)는 가슴기 챔버(205)와 제거 가능하게 결합 가능할 수 있다. 가슴기 챔버(205)는 또한 대안적으로 또는 추가적으로 일체형 히터를 포함할 수 있다.
- [0975] 온도 센서는 또한 유출구(209)로부터 가슴기 챔버(205)를 빠져나가는 가슴된 가스의 온도를 모니터링하기 위해 유출구(209)에 또는 유출구 근처에 위치될 수 있다. 추가 센서는 또한 선택적으로 예를 들어, 환자 단부에서 및/또는 가스 전달 도관(206)을 따르는 어느 곳에서 가스의 특성(예컨대, 온도, 습도, 유동 등)을 감지하도록 통합될 수 있다. 온도 센서는 가스 전달 도관(206) 내에, 그 전체에 걸쳐, 또는 그 주위에 있는 센서 와이어를 통해 제어기(208)에 연결될 수 있다.
- [0976] 가스는 가슴기의 유출구(209)를 통해 빠져나가고 가스 전달 도관(206) 내로 들어올 수 있다. 가스는 가스 전달 도관(206)을 통해 캐놀러(207)를 경유하여 환자(2)의 수술 공동 내로 이동할 수 있으며, 이에 의해 공동 내에 압력을 팽창시키고 유지한다. 바람직하게는, 가슴기 챔버(205)의 유출구(209)를 빠져나가는 가스는 약 100%의 상대 습도를 가질 수 있다. 가스는 가스 전달 도관(206)을 따라 이동한다. 상기에서 논의된 다양한 예시적인 가슴기 시스템의 전부와 같이, "레인 아웃"은 수증기가 가스 전달 도관(206)의 벽 상에 응축될 수 있도록 발생할 수 있다. 응축수는 환자에게 전달되는 가스의 물 함량을 불리하게 감소시키는 것과 같은, 바람직하지 않은 효과를 가질 수 있다. 가스 전달 도관(206) 내의 응축수의 발생을 감소시키고/시키거나 최소화하기 위해, 히터 와이어(210)는 가스 전달 도관(206) 내에, 그 전체에 걸쳐, 또는 그 주위에 제공될 수 있다. 히터 와이어(210)는 예를 들어 가스 전달 도관(206)의 전기공압식 커넥터에 의해, 가슴기 베이스 유닛(221)에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0977] 복합 튜브
- [0978] 도 3a는 예시적인 복합 도관 또는 튜브(301)의 섹션의 측평면도를 도시한다. 일반적으로, 복합 튜브(301)는 제1 세장형 부재(303) 및 제2 세장형 부재(305)를 포함한다. 부재는 광범위한 용어이고 당업자에게 그의 일상적이고 관례적인 의미로 제공되어야 하고, 특수 또는 맞춤형 의미에 제한되지 않아야 하며, 제한 없이, 일체형 부분, 일체형 구성요소 및 별개의 구성요소를 포함한다. 따라서, 도 3a는 2 개의 별개의 구성요소로 구성된 구현예를 예시하지만, 다른 구현예에서, 제1 세장형 부재(303) 및 제2 세장형 부재(305)는 단일 재료로 형성되는 튜브의 영역을 나타낼 수도 있다는 것이 이해될 것이다. 일부 구성에서, 제1 세장형 부재(303)는 후술하는 바와 같이 튜브의 중공 부분을 나타낼 수 있는 한편, 제2 세장형 부재(305)는 구조적 지지를 중공 부분에 추가하는 튜브의 구조적 지지 또는 보강 부분을 나타낼 수 있다. 중공 부분 및 구조적 지지 부분은 본원에 설명된 바와 같이, 나선형 구성을 가질 수 있다. 복합 튜브(301)는 전술한 바와 같은 임의의 유형의 시스템의 흡기 튜브 및/또는 호기 튜브, 후술하는 동축 튜브, 또는 본 개시의 다른 곳에 설명된 바와 같은 임의의 다른 튜브를 형성하는 데 사용될 수 있다.
- [0979] 이러한 예에서, 제1 세장형 부재(303)는 종축(LA-LA)을 갖는 세장형 튜브 및 종축(LA-LA)을 따라 연장되는 루멘(307)을 적어도 부분적으로 형성하기 위해 나선형으로 권취되는 중공 몸체를 포함한다. 적어도 하나의 구현예에서, 제1 세장형 부재(303)는 나선 관형 부재이다. 바람직하게는, 제1 세장형 부재(303)는 가요성이다. 더욱이, 제1 세장형 부재(303)는 바람직하게는 투명 또는, 적어도, 반투명 또는 반불투명이다. 소정 정도의 광학 투명도는 간병인 또는 사용자가 폐색물 또는 오염물에 대해 루멘(307)을 검사하거나 응축수의 존재를 확인할 수 있게 한다. 의료 등급 플라스틱을 포함하는 다양한 플라스틱은 제1 세장형 부재(303)의 몸체에 적합하다. 적합한 재료의 예는 폴리올레핀 탄성중합체, 폴리에테르 블록 아미드, 열가소성 코-폴리에스테르 탄성중합체, EPDM-폴리프로필렌 혼합물 및 열가소성 폴리우레탄을 포함한다.
- [0980] 제1 세장형 부재(303)의 중공 몸체 구조는 복합 튜브(301)의 절연 특성에 기여한다. 절연 튜브(301)는 열 손실을 감소시키기 때문에 바람직하다. 이것은 절연되지 않은 튜브(또는 절연을 위한 중공 몸체 구성요소가 없는 튜브)보다 적은 에너지 소비로 열 손실 및 응축수 형성을 개선하면서 튜브(301)가 가스를 히터-가슴기로부터 환자로 전달하는 것을 허용할 수 있다.
- [0981] 제1 세장형 부재(303)의 중공 부분은 선택적으로 가스로 충전될 수 있다. 가스는 공기일 수 있으며, 이는 공기의 낮은 열 전도율(300 K에서 2.62×10^{-2} W/mK) 및 매우 낮은 비용 때문에 바람직하다. 공기보다 더 점성인 가스가 또한 유리하게 사용될 수 있으며, 이는 보다 높은 점도가 대류 열 전달을 감소시키기 때문이다. 따라서, 아르곤(300 K에서 17.72×10^{-3} W/mK), 크립톤(300 K에서 9.43×10^{-3} W/mK), 및 크세논(300 K에서 5.65×10^{-3} W/mK)과

같은 가스는 절연 성능을 증가시킬 수 있다. 이들 가스 각각은 무독성이고, 화학적으로 비활성이고, 발화가 억제되며, 상업적으로 이용 가능하다. 제1 세장형 부재(303)의 중공 부분은 튜브의 단부 둘 모두에서 밀봉될 수 있으며, 이는 가스가 내부에 실질적으로 정제되게 한다. 대안적으로, 중공 부분은 압력 피드백을 튜브의 환자 단부로부터 제어기로 운반하기 위한 압력 샘플 라인과 같은 이차 공압 연결부일 수 있다. 제1 세장형 부재(303)는 선택적으로 천공될 수 있다. 예를 들어, 제1 세장형 부재(303)의 표면은 루멘(307)과 반대측에 있는 외향 표면 상에 천공될 수 있다. 제1 세장형 부재(303)의 중공 부분은 또한 선택적으로 액체로 충전될 수 있다. 액체의 예는 높은 열 용량을 갖는 물 또는 다른 생체적합성 액체(biocompatible liquid)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 나노유체가 사용될 수 있다. 적합한 열 용량을 갖는 예시적인 나노유체는 물 및 알루미늄과 같은 물질의 나노입자를 포함한다.

[0982] 제2 세장형 부재(305)는 또한 나선형으로 권취되고 제1 세장형 부재(303)의 인접한 턴(turn)들 사이에서 제1 세장형 부재(303)에 결합된다. 제2 세장형 부재(305)는 세장형 튜브의 루멘(307)의 적어도 일부를 형성한다. 제2 세장형 부재(305)는 제1 세장형 부재(303)에 대한 구조적 지지체로서 역할을 한다.

[0983] 제2 세장형 부재(305)는 선택적으로 베이스(루멘(307) 근위)에서 더 넓고 상단에서 더 좁을 수 있다. 예를 들어, 제2 세장형 부재는 형상이 대체로 삼각형, 대체로 T자형, 또는 대체로 Y자형일 수 있다. 그러나, 대응하는 제1 세장형 부재(303)의 윤곽을 충족하는 임의의 형상이 적합하다.

[0984] 제2 세장형 부재(305)는 튜브의 벤딩을 용이하게 하기 위해, 가요성일 수 있다. 제2 세장형 부재(305)는 제1 세장형 부재(303)보다 덜 가요성일 수 있다. 이것은 제1 세장형 부재(303)를 구조적으로 지지하기 위해 제2 세장형 부재(305)의 능력을 개선한다. 예를 들어, 제2 세장형 부재(305)의 모듈러스(modulus)는 바람직하게는 30 내지 50 MPa(또는 약 30 내지 50 MPa)이다. 제1 세장형 부재(303)의 모듈러스는 제2 세장형 부재(305)의 모듈러스 미만이다. 제2 세장형 부재(305)는 고체 또는 대부분 고체일 수 있다. 또한, 제2 세장형 부재(305)는 가열 요소, 감지 와이어 또는 안테나와 같은 전도성 재료를 캡슐화하거나 수용할 수 있다. 일부 실시예에서, 제2 세장형 부재(305)는 압출될 수 있다. 가열 요소(또한 본원에서 가열 와이어, 가열 필라멘트 또는 필라멘트로 지칭됨)는 수분이 가득한 공기로부터 응축수가 형성될 수 있는 차가운 표면을 최소화할 수 있다. 가열 요소는 또한 복합 튜브(301)의 루멘(307)에서 가스의 온도 프로파일을 변경하는 데 사용될 수 있다. 감지 와이어는, 튜브의 원위 단부 내에 통합되거나 다른 방식으로 원위 단부에 제공되는 온도 센서와 같은 센서와 결합되어, 사용시에, 가스 공급 시스템의 하나 이상의 가열 와이어 또는 다른 구성요소에 의해 제공되는 열의 양을 조정하는 피드백 제어 시스템의, 가습기(107)와 같은, 가스 공급 시스템에 의해 사용될 수 있는 측정치를 제공할 수 있다. 의료 등급 플라스틱을 포함하는 다양한 중합체 및 플라스틱은 제2 세장형 부재(305)의 몸체에 적합하다. 적합한 재료의 예는 폴리올레핀 탄성중합체, 폴리올레핀 블록 아마이드, 열가소성 코-폴리에스테르 탄성중합체, EPDM-폴리프로필렌 혼합물, 열가소성 폴리우레탄, 열경화성 및 열변색 재료를 포함한다. 일부 구성에서, 제1 세장형 부재(303) 및 제2 세장형 부재(305)는 동일한 재료로 제조될 수 있다. 제2 세장형 부재(305)는 또한 제1 세장형 부재(303)와 상이한 색상 재료로 제조될 수 있고, 투명, 반투명 또는 불투명일 수 있다. 예를 들어, 제1 세장형 부재(303)는 투명한 플라스틱으로 제조될 수 있고, 제2 세장형 부재(305)는 불투명한 청색(또는 다른 색상) 플라스틱으로 제조될 수 있다. 특히 투과성 또는 통기성 재료와 관련하여, 추가 재료 옵션이 후술되어 있다.

[0985] 가요성 중공 몸체 및 일체형 지지체를 포함하는 이러한 나선형으로 권취된 구조는 압력 저항을 제공하면서, 뒤틀림(kinking), 폐색(occluding) 또는 붕괴 없이 짧은 반경의 벤딩을 허용할 정도로 충분히 도관 벽을 유연하게 유지할 수 있다. 바람직하게는, 예를 들어 ISO 5367:2014(E)에 따른 벤딩을 사용하는 유동 저항의 증가에 대한 테스트에 정의된 바와 같이, 튜브는 뒤틀림, 폐색, 또는 붕괴 없이 25 mm 직경의 금속 실린더 주위로 벤딩될 수 있다. 이러한 구조는 또한 실질적으로 평활 루멘(307) 표면(튜브 보어)을 제공할 수 있으며, 이는 튜브를 퇴적물로부터 자유롭게 유지하는 것을 돕고 가스 유동을 개선한다. 제1 세장형 부재(303)의 중공 몸체는 튜브가 경량을 유지하는 것을 허용하면서, 튜브의 절연 특성을 개선시키는 것으로 밝혀졌다. 그러나, 다른 구현예에서, 비평활 루멘 표면 또는 튜브 보어가 후술되는 바와 같이 바람직할 수 있다.

[0986] 복합 튜브(301)는 도관 시스템 내의 호기 튜브 및/또는 흡기 튜브, 또는 도관 시스템의 일부로서 사용될 수 있다.

[0987] 제1 세장형 부재(303) 및 제2 세장형 부재(305)(캡슐화된 가열 요소 및 감지 와이어를 가짐)는 튜브의 연속적인 길이를 형성하기 위해 이중 나선 배열의 회전 맨드릴 상으로 서로 인접하게 각각 압출될 수 있다. 튜브의 연속적인 길이는 도관 시스템에서의 사용에 적절한 임의의 원하는 길이로 절단되고(프로세스에서 가열 요소 및 감지

와이어를 절단함) 각각의 단부에서 적절한 커넥터로 종단될 수 있다. 예를 들어, 도 1의 시스템을 참조하면, 흡기 도관은 가슴 챔버(129)와의 공압 결합 및 가슴기(107)(또는 가슴기의 카트리지)와의 전기적 결합을 위해 일 단부에서 챔버 단부 커넥터 및 Y-피스(135) 또는 환자 인터페이스(115)와의 공압 결합을 위해 타 단부에서 환자 단부 커넥터로 종단될 수 있다. 환자 단부 커넥터는 감지 회로를 형성하기 위해 절단된 감지 와이어와 전기적으로 결합되는 통합된 온도 센서를 포함할 수 있다. 환자 단부 커넥터에서 또는 그 근처에서, 절단된 가열 요소는 또한 가열 회로를 형성하기 위해 서로 전기적으로 결합될 수 있다. 대안적으로, 가열 요소 및/또는 감지 와이어는 도관 시스템의 또 다른 구성요소와의 전기적 결합을 위해, 환자 단부 커넥터에서 각각의 가열 및/또는 감지 단자에 의해 종단될 수 있다. 챔버 단부 커넥터에서, 절단된 가열 요소 및 감지 와이어는 챔버 단부 커넥터 내에 통합되는 각각의 가열 및 감지 단자와 전기적으로 결합될 수 있다. 챔버 단부 커넥터는 가슴 챔버(129)의 유출구를 동시 공압 결합하고 가슴기(107)와 전기적으로 결합하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 챔버 단부 커넥터는 예를 들어, 가슴 챔버(129) 및 가슴기(107)와의 독립적인 공압 및 전기적 결합 각각을 위해 전기 소켓을 포함할 수 있다.

[0988] 일부 구현예에서, 튜브에는 튜브의 처음 반부 또는 섹션, 또는 전체 길이가 전력을 히터 와이어에 제1 또는 제2 극성으로 공급함으로써 선택적으로 가열될 수 있게 하는 다이오드를 포함하는 중간 지점 커넥터와 같은 하나 이상의 중간 커넥터가 추가로 제공될 수 있다. 예를 들어, 튜브의 처음 반부 또는 섹션은 제1 극성으로 전력이 공급될 수 있고, 튜브의 전체 길이는 제2 극성으로 전력이 공급될 수 있다. 중간 지점 커넥터는 추가적으로 또는 대안적으로 온도 센서와 같은 추가 센서를 포함할 수 있다. 대안적으로, 튜브의 2 개 이상의 구역은 서로 독립적으로 완전히 제어되도록 구성될 수 있으며, 그에 따라 구역 중 임의의 하나 이상이 선택적으로 가열 및/또는 감지될 수 있다.

[0989] 도 3b는 도 3a의 예시적인 복합 튜브(301)의 상단 부분의 종단면을 도시한다. 도 3b는 도 3a와 동일한 배향을 갖는다. 이러한 예는 제1 세장형 부재(303)의 중공 몸체 형상을 추가로 예시한다. 이러한 예에서 알 수 있는 바와 같이, 제1 세장형 부재(303)는 밀폐된 부분(309)의 종단면을 형성한다. 제1 세장형 부재(303)의 이러한 단면은 도 3b에서 "버블"로서 나타난다. 제1 세장형 부재(303)의 부분(309)은 제2 세장형 부재(305)의 인접한 랩과 중첩된다. 제1 세장형 부재(303)의 부분(311)은 루멘(튜브 보어)의 벽을 형성한다.

[0990] 제1 세장형 부재(303)의 인접한 턱 사이의 갭(313)은 복합 튜브(301)의 전체 절연 특성을 개선할 수 있다. 또한, 인접한 버블 사이의 갭(313)은 열 전달 저항률(R 값)을 증가시킬 수 있고, 따라서, 복합 튜브(301)의 열 전달 전도율을 감소시킨다. 이러한 갭 구성은 또한 더 짧은 반경 벤딩을 허용함으로써 복합 튜브(301)의 가요성을 개선한다. T자형의 제2 세장형 부재(305)는 도 3b에 도시된 바와 같이, 인접한 버블 사이에서 갭(313)을 유지하는 것을 도울 수 있다. 그럼에도 불구하고, 제1 세장형 부재(303)의 인접한 부분은 접촉되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 인접한 부분은 함께 접합될 수 있거나, 함께 접합될 필요가 없을 수 있다. 그러한 접합된 구성에서, 또는 인접한 부분이 접합되지 않은 경우에, 하기에서 추가로 설명되는 바와 같이 응축수의 존재 하에 용량성 측정을 개선하기 위해 물 투과성이거나 위킹 재료로 제조되는 T자형의 제2 세장형 부재(305) 또는 다른 형상의 부재와 같은 세장형 부재가 포함될 수 있다.

[0991] 하나 이상의 전도성 재료(본원에서는 "요소", "전도성 요소" 또는 "필라멘트"로 지칭됨)는 가스 유동을 가열 및/또는 감지하기 위해 제2 세장형 부재(305) 내에 배치될 수 있다. 이러한 예에서, 2 개의 요소(315)는 제2 세장형 부재(305)에 캡슐화되며, "T"의 수직 부분의 어느 하나의 측면 상에 있다. 요소(315)는 알루미늄(Al) 및/또는 구리(Cu)의 합금, 또는 전도성 중합체와 같은 전도성 재료를 포함한다. 바람직하게는, 제2 세장형 부재(305)를 형성하는 재료는 요소(315)가 그의 동작 온도에 도달할 때 요소(315) 내의 금속과 반응하지 않도록 선택된다. 요소(315)는 요소가 루멘(307)에 노출되지 않도록 루멘(307)으로부터 멀리 이격될 수 있다. 복합 튜브의 일 단부에서, 요소의 쌍은 연결 루프 내에 형성될 수 있다.

[0992] 복수의 요소는 제2 세장형 부재(305) 내에 배치될 수 있다. 요소는 공통 레일을 공유하기 위해 함께 전기적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 가열 요소와 같은 제1 요소는 제2 세장형 부재(305)의 제1 측면 상에 배치될 수 있다. 감지 요소 또는 와이어와 같은 제2 요소는 제2 세장형 부재(305)의 제2 측면 상에 배치될 수 있다. 접지 요소로 도 3c에 도시된 바와 같은 선택적인 제3 요소는 제1 및 제2 요소 사이에 배치될 수 있다. 제1, 제2 및/또는 제3 요소는 제2 세장형 부재(305)의 일 단부에서 함께 연결된다. 제3 요소는 또한 튜브 및/또는 가스를 가열하기 위해 전력을 소산하도록 구성될 수 있고, 가슴기는 히터 와이어에 전력이 공급되는지의 여부에 관계없이 제2 세장형 부재(305)와 결합된 센서가 판독될 수 있게 하도록 구성된 바이어스 발생기 회로를 포함할 수 있다. 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 또한 4 개의 와이어(한 쌍을 형성하는 2 개의 가열 요소 및 한 쌍을 형성하는 2 개의 감지 와이어)가 있을 수 있으며, 각각의 쌍의 각 단부는 가열 및 감지 회로가 서로 독립적하도록

튜브의 원위 단부에서 전기적으로 연결된다(또는 연속됨). 배열은 1 개, 2 개, 3 개, 4 개 또는 그 초과와 와이어를 포함할 수 있다. 이러한 요소는 복합 튜브의 공압 커넥터로부터 분리되거나 이와 통합되는 전기 커넥터를 사용하여 가스 공급 시스템에 연결될 수 있다. 나선형으로 권취된 도관의 피치(예를 들어, 제1 및 제2 세장형 부재의 피치)는 하기에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 도관의 일부 영역에서 용량성 측정을 향상시키기 위해 변경(예를 들어, 감소)될 수 있다.

[0093] 다른 구현예에서, 튜브에는 일반적으로 용량성 와이어로 지칭되는 하나 이상의 추가 와이어 또는 전도성 요소가 제공될 수 있으며, 이는 구체적으로는 또 다른 와이어 또는 회로와의 용량성 결합을 제공할 목적으로 제공된다. 용량성 와이어(들)는 가열 와이어 및 감지 와이어가 일반적으로 형성하는 것과 같은 폐쇄 루프 또는 회로를 반드시 형성할 필요는 없다. 용량성 와이어(들)는 또한 튜브의 전체 길이에 대해 반드시 연장될 필요는 없다. 일부 구현예에서, 가변 길이의 복수의 용량성 와이어(들)가 있을 수 있으며, 이는 튜브 내의 임의의 수분의 일반적인 위치가 검출되는 것을 허용할 수 있다.

[0094] 일부 구현예에서, 복합 튜브(301)는 4중 나선 배열로 권취되는 제1 및 제2 세장형 부재의 각각의 쌍을 포함할 수 있다. 도 47은 4중 나선 배열의 버블 튜브(4701)의 단면을 도시한다. 튜브(4701)는 제1 쌍의 제1 세장형 부재(4710)와 제2 세장형 부재(4720), 및 제2 쌍의 제1 세장형 부재(4730)와 제2 세장형 부재(4740)를 포함한다. 특히, 감지 와이어는 제2 세장형 부재(305) 중 하나(예를 들어, 제2 세장형 부재(4740))에 제공될 수 있으며, 가열 와이어 및 적어도 하나의 용량성 와이어는 한 쌍의 제1 세장형 부재(4710, 4730)에 의해 각각 분리되는 다른 제2 세장형 부재(예를 들어, 제2 세장형 부재(4720))에 제공된다. 한 쌍의 제1 세장형 부재는 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 그러한 배열은 센서 관독에 영향을 미칠 수 있는 감지 와이어와의 임의의 용량성 결합을 최소화하면서, 가열 및 용량성 와이어 사이에 수분-의존 용량성 결합을 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

[0095] 복합 튜브의 상기 설명은 제한하려는 것이 아니라, 단지 예로서 제공된다. 임의의 다른 유형의 도관이 본 개시의 응축수 검출에 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 이것은 도 3c에 도시된 바와 같이, 튜브의 내부 또는 튜브의 외측에서 자유롭게 부유 또는 현수되거나, 튜브 내부 또는 튜브 외측의 하나 이상의 위치에 부착되는 요소와 같은, 튜브 및/또는 튜브 루멘의 벽에서 가열, 센서 및/또는 응축수 검출 요소를 통합하는 임의의 크기 설정된 형상화된 구성된 튜브를 포함한다. 도 3c에 도시된 바와 같이, 튜브(391)는 벽(393) 및 부유 또는 현수 요소(395)를 포함한다. 루멘 내부의 "부유" 요소(벽에 캡슐화되지 않음)는 도시된 바와 같이 제공될 수 있거나, 루멘 내측에 코일링되거나 권취되고 리테이너를 사용하여 루멘 내의 제자리에 유지될 수 있거나, 당업계에 공지된 바와 같은 다른 구성으로 제공될 수 있다는 것이 당업자라면 이해되어야 한다. 하기에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 수분은 인접한 요소 사이의 커패시턴스의 변화로부터 검출될 수 있다. 상이한 도관 구조는 이러한 검출을 향상시키는 데 이용될 수 있는 상이한 특성을 갖는다. 예를 들어, 도 3a 또는 도 3b에 대해 전술한 가열 요소 및 감지 와이어와 같은, 나선형으로 권취된 요소는 요소의 길이로 인해 비교적 높은 용량성 특성을 가질 수 있고 도관 벽 상의 어느 곳에서든 응축수를 검출할 수 있다. 반면에, 튜브 내의 부유 요소는 응축수가 또한 축적될 수 있는 도관의 하단에 침전되는 경향이 있다는 장점을 가질 수 있으며, 이는 일부 배열에서 바람직할 수 있다. 부유 요소는 또한 튜브로 압출될 필요는 없으며, 이는 부유 요소의 설계(예를 들어, 재료, 제조 방법, 및/또는 부유 요소의 길이를 따르는 치수의 변화)에 더 큰 유연성을 허용한다. 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 당업계에서 사용 중이고 공지된 많은 상이한 유형의 튜브 또는 요소가 있으며, 이들 중 어느 하나가 본 개시와 함께 사용될 수 있다.

[0096] 응축수 검출

[0097] 커패시턴스 및 인덕턴스 기반 응축수 검출

[0098] 2 개 이상의 요소 또는 와이어가 도관 내에 위치될 때, 이들 사이에 기생 커패시턴스(리액턴스 및/또는 인덕턴스)가 존재할 수 있다. 이러한 기생 커패시턴스가 센서 측정에 부정적인 영향을 미칠 수 있고, 따라서(예를 들어, 전체적으로 본원에 참조로 포함된 W02018116187A1에 논의된 바와 같이) 기생 커패시턴스 효과를 완화하는 노력이 이용되었지만, 기생 커패시턴스는 도관 내의 수분에 의존할 수 있고, 따라서 습도, 수분, 유체 및/또는 응축수(간접화를 위해 본원에서 "응축수"로 집합적으로 지칭됨)의 표시 및/또는 척도로서 사용될 수 있다는 것이 발견되었다. 출원인은 놀랍게도, 이러한 방식으로 요소가 커패시터의 "플레이트"로 처리될 수 있고 수분의 존재로 인한 커패시턴스에 대한 변화가 관찰 및 측정될 수 있다는 것을 밝혀냈다. 일부 구현예에서, 커패시턴스의 측정은 도관 내의 가스의 유동 경로에 노출되는 임의의 유형 또는 종류의 임의의 센서(들)를 필요로 하지 않는 한편, 다른 구현예에서 임의의 공지된 센서가 커패시턴스를 측정하는 데 사용될 수 있다. 도관 내의 기존 전도성 요소(예를 들어, 기존 가열 또는 센서 요소 또는 와이어)를 이용함으로써, 이러한 발견은 도관 또는 가스

공급 시스템에 대한 실질적인 변경 없이 도관 내의 응축수의 존재 및/또는 양을 검출하기 위한 저렴하고 정확한 해결책을 제공한다. 대안적으로, 특히 이러한 목적을 위한 추가 전도성 요소가 튜브에 포함될 수 있다. 이것은 감지 와이어를 사용하여 기생 커패시턴스로부터의 부정적이거나 바람직하지 않은 효과를 최소화하고/하거나, 그렇지 않으면 가열 및/또는 감지 와이어의 성능을 저하시키지 않으면서 응축수에 대한 감도를 향상시키도록 튜브가 설계될 수 있게 할 수 있다. 예를 들어, 가열 요소 및 수분 검출 요소는 서로 아주 근접하여 제공될 수 있으며, 감지 와이어는 이격되고/되거나 불투과성 재료에 내장된다. 또 다른 배열에서, 튜브는, 도 3c에 부분적으로 도시된 바와 같이, 도관 벽에 내장된 감지 와이어, 및 가열 요소 및 루멘 내에서 자유롭게 부유하는 전용 응축수 검출 와이어 또는 수분 검출 요소를 포함할 수 있다. 또 다른 배열에서, 상기에서 논의된 바와 같이, 감지 와이어는 별도의 제2 세장형 부재(305)에서 4중 나사 튜브 내의 가열 요소 및 수분 검출 요소 또는 와이어에 제공될 수 있다.

[0999] (예를 들어, 감지 요소, 가열 요소 등을 위한) 2 개의 전기 절연된 전도성 요소 사이의 유전 상수, 및 따라서 커패시턴스는 요소 사이의 거리뿐만 아니라 도관의 내부 벽 표면 상의 응축수의 존재 또는 양(또는, 증기 투과성 벽 재료의 경우에, 벽 내로 이동하는 개별 물 분자의 양)에 따라 상이할 것이다. 일반적으로, 유전 상수와 커패시턴스는 양의 관계에 있다. 예를 들어 도관의 내부 벽 표면 상의 전도성 요소 근처의 수분은 커패시턴스에 기생 또는 주변 효과를 가질 수 있다. 다시 말해서, 도관의 고유 커패시턴스는 요소가 고정 거리에 있으면 튜브에 존재하는 응축수의 양 및 근접도에 따라 변경될 수 있다. 요소가 분리되는 거리는 요소 사용을 적절히 균형을 유지하기 위해 설계 고려사항을 필요로 한다. 예를 들어, 요소는 검출 가능한 커패시턴스를 생성할 정도로 충분히 근접해야 하지만, 커패시턴스의 검출 가능한 변화를 생성하기에 충분한 수분 변화가 있도록 충분히 이격되어야 한다. 따라서, 요소가 분리되는 거리는 요소가 검출 가능한 커패시턴스를 생성할 정도로 충분히 근접하지만, 커패시턴스의 검출 가능한 변화를 생성하기에 충분한 수분 변화가 있도록 충분히 이격되도록 설계될 수 있다.

[1000] 전도성 요소(간결화를 위해 본원에서는 "요소"로 지칭됨)가 히터 와이어 또는 센서 와이어와 같은 와이어 또는 필라멘트에 대해 주로 설명되었지만, 요소는 물리적 와이어와 다른 어떤 것일 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 요소는 전도성 플레이트, 중합체, 테이프 또는 리본, 전도성 잉크, 전도성 스프레드 또는 임의의 다른 전도성 재료일 수 있다.

[1001] 도 4a는 도관 벽(401)을 개략적으로 예시하며, 이번에는 전도성 가열 및 감지 요소(415)의 각각의 쌍을 포함하며, 튜브의 내부 벽 상에 존재하는 응축수(407)가 전기적으로 절연되는 임의의 2 개의 와이어 사이의 유전체에 어떻게 영향을 미치는지를 예시한다. 일부 구현예에서, 도 3a 또는 도 3b의 세장형 부재(305)는 비드(405)이다. 예를 들어 도 4a에서, 비드(405)는 유체에 대해 투과성이 아니다. 따라서, 이러한 배열에서의 응축수(407)는 직접적으로 가열 및 감지 요소(415) 사이보다는 가열 및 감지 요소에 인접하지만, 전도성 요소 사이에 기생 커패시턴스의 측정 가능한 변화를 초래하는 것으로 밝혀졌다. 대안적으로 또는 추가적으로, 하기에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 비드(405)의 프로파일은 예를 들어, 요소(415) 중 2 개 사이에 응축수(407)를 수용하기 위해 루멘에 개방되는 인접한 전도성 요소 사이에 채널을 제공함으로써 응축수에 대한 감도를 향상시키기 위해 수정될 수 있다.

[1002] 요소(415) 사이의 커패시턴스를 증가시키기 위해, 와이어는 가열-감지-가열-감지 순서로, 교번 또는 인터리빙 배열로 나란히 제공될 수 있다. 가열-감지-감지-가열 또는 가열-가열-감지-감지와 같은, 다른 배열이 대안적으로 사용될 수 있다.

[1003] 도 4b는 비드(405)가 증기 투과성 및/또는 유체 투과성인 제2 예를 개략적으로 예시한다. 증기 투과성 재료는 와이어 사이의 기생 용량성 결합 시에 응축의 효과를 향상시켜, 응축이 더 큰 정밀도로 검출될 수 있게 하는 것으로 밝혀졌다. 일 예에서, 재료는 재료가 주변 공기로 액체 물 및 호흡 가스의 통과를 효과적으로 차단하면서 주변 공기로의 물 분자의 증발을 허용하도록 증기 투과성일 수 있다. 흡기 튜브에서 증기 또는 유체 투과성 재료를 사용하는 것이 환자에게 전달되는 가스의 습도를 감소시키므로 일반적으로 바람직하지 않지만, 그것이 비드(405)에서만 사용되면, 이러한 가스의 건조가 최소화될 것이다. 또한, 이러한 재료는 증기 또는 유체가 주변으로 누출되는 것을 허용하지 않고 측정 목적을 위해 증기 또는 유체의 침투를 허용하도록 증기 또는 유체 투과성 재료가 아닌 다른 재료에 의해 외측 상에 덮일 수 있다. 예를 들어, 도 3b에서, 세장형 부재(303)의 근접 부분이 함께 연결되면, 증기 또는 액체 투과성 세장형 부재(305)는 주변으로 누출되지 않을 것이다.

[1004] 비드(405)는 예를 들어, 주위로 액체 물 및 호흡 가스의 통과를 억제하거나 차단하면서 주변 공기로 수증기의 증발을 허용하는 극친수성 특성을 갖는 활성화된 과불화 중합체 재료(예컨대, NAFION 브랜드 제품), 친수성 열

가소성 물질, 통기성 특성을 나타내는 직조 처리된 직물, 친수성 폴리에스테르 블록 공중합체(예컨대, SYMPATEX 브랜드 제품), 통기성 열가소성 코폴리에스테르(TPC)(보다 구체적으로는 폴리에테르 연성 세그먼트를 갖는 통기성 코폴리에스테르)(ARNITEL® VT 3108과 같은 재료 또는 유사하거나 더 뛰어난 통기성 특성을 갖는 재료를 포함함), 또는 임의의 다른 재료 중 하나 이상으로 제조될 수 있다. 그러한 재료를 사용하면, 개별 분자(409)는 임의의 2 개의 전기 절연된 와이어 또는 요소 사이의 유전 상수에 직접 영향을 미치는 확산에 의해 비드를 통과할 수 있다. 유전 상수는 또한 튜브의 내부 벽 상의 응축수의 존재로 인해 영향을 받을 것이다. 당업자라면 와이어가 단락 및/또는 부식을 방지하기 위해 시스에 의해 절연될 수 있다는 것을 이해할 것이라는 점이 주목되어야 한다.

[1005] 이하 및 설명 전체에 걸쳐서, 벽 전체에 걸친 액체 물의 벌크 통과 또는 호흡 가스의 벌크 유동을 허용하지 않고, 용액-확산 메커니즘을 통해 재료의 모놀리식 벽을 통한 물 분자의 통과를 허용하는 재료는 "통기성" 재료로서 설명된다. 벽 내의 물 분자는 매체에서 분자적으로 분산되고, 따라서 상태(고체, 액체, 또는 기체)를 갖지 않지만, 그들은 때때로 당업계에서 증기로 지칭된다(예를 들어, 전달 속도는 종종 수증기 투과 속도 등으로 지칭됨)는 것이 당업자에 의해 이해되어야 한다. 모놀리식 벽은 개방 채널 또는 하나의 주요 표면으로부터 또 다른 주요 표면으로의 관통 구멍을 포함하지 않으며, 그에 따라 바이어스는 이러한 채널 또는 구멍을 통해 공기 또는 액체 액적과 함께 기공 유동 메커니즘을 통해 운반될 수 있다는 것이 또한 이해되어야 한다. 모든 중합체와 같이, 호흡 가스(예컨대, 산소, 이산화탄소 또는 질소)의 일부 소분자 수송은 미량 또는 최소 허용량(즉, "벌크" 유동이 아님)으로 발생할 수 있으며, 이는 본원에 정의된 바와 같은 통기성 재료에 대해, 전형적으로 물 분자에 대한 것보다 10배 이상 더 적은 비율로 발생할 것이라는 것이 더욱 더 이해되어야 한다. 또한, 환자에게 또는 환자로부터 전달되는 호흡 가스와 특히 관련하여, 호흡 가스의 이러한 소분자 수송은 예를 들어, ISO 2367:2014의 섹션 5.4의 누출 테스트(Annex E에 제시된 방법을 통해 테스트됨)에서의, 관련 표준을 준수하는 것으로 허용되는 것 미만의 양일 것이며, 이는 전체적으로 참조로 본원에 포함된다.

[1006] 도관 내의 다른 요소 구조가 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 요소는 도관의 벽 내에 포함될 필요는 없지만, 도관 내에서 부유하도록 허용될 수 있다. 이러한 구성에서, 요소는 튜브 최하부의 응축수에 위치할 가능성이 높고, 이는 개선된 응축수 검출을 허용할 수 있다. 또한, 증기 및/또는 액체 투과성 재료는 응축수 측정을 개선하기 위해 요소를 둘러싸서 결합하는 데 사용될 수 있다. 대안적으로, 도 3c에 도시된 바와 같이, 먼, 유기 또는 무기 직물 또는 섬유, 또는 개방 셀 발포체 재료와 같은 액체 물 흡수, 위킹, 및/또는 친수성 재료(397)는 응축수 측정을 개선하기 위해 요소(399)를 둘러싸서 결합하는 데 사용될 수 있다. 그러한 재료는 또한 응축수가 가장 바람직하지 않은 센서, 환자 또는 인공호흡기 또는 다른 가스 공급원을 향하는 응축수의 이동성을 억제하는 장점을 제공한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도관은 모세관 작용에 의해 적절한 측정 요소를 향해 그리고/또는 이를 따라 액체 응축수를 수송하기 위해, 채널과 같은 미세구조를 포함할 수 있다. 이러한 구조의 추가 예는 도 8 내지 도 18과 관련하여 후술된다.

[1007] 튜브의 내부 벽은 또한 응축수가 개구부에 축적되는 것을 촉진하기 위해 개구부(예를 들어, 딥(dip), 주름, 밸리(valley), 정사각형 채널, 및/또는 가변 크기(size) 및 형상의 기복부를 포함함)를 가질 수 있다. 예를 들어, 이것은 응축수가 요소 사이의 커패시턴스에 영향을 미치는 곳에 축적되도록 관련 요소에 인접한 밸리를 갖는 평행 또는 나선형 주름 또는 종방향 채널을 포함할 수 있다. 이것은 응축수가 환자 인터페이스 내로 유동할 가능성을 감소시킴으로써 환자에게 안전을 제공할 수 있고, 또한 특정 측정 부위를 제공할 수 있다.

[1008] 일부 구현예에서, 커패시턴스 측정은 하나 이상의 요소를 따라 튜브를 통과하는 신호를 발생시킴으로써 수행될 수 있다. 이것은 검출기(507)에 의해, 요소와 하나 이상의 인접한 요소 사이의 고유 커패시턴스("C")에 따른 시정수를 검출하고 측정하는 데 사용된다. 이러한 프로세스는 도 5에 개략적으로 나타나 있다. 공급된 전력의 단계적 변화(step change) 또는 펄스, 또는 일련의 펄스는 커패시턴스의 변화를 측정하기 위해 발생된 신호로서 사용될 수 있다. 이들 측정은 온도 감지 측정 또는 가열 와이어 사용 중 어느 하나 또는 둘 모두와 동시에 일어나거나 인터리빙될 수 있다. 커패시턴스는 또한 커패시턴스를 측정하거나 결정하는 임의의 공지된 방법에 의해 측정될 수 있다.

[1009] 도 5a는 신호 발생기(501), 도관 시스템(503), 저항기 R(505) 및 검출기(507)를 개략적으로 예시한다. 신호 발생기(501), 저항기(505) 및 검출기(507)는 일반적으로 위에 설명된 바와 같은 카트리지가 및/또는 히터 베이스에 서와 같이, 도관 시스템(503)과 전기 통신하는 가습기 내에 통합될 것이다. 도관 시스템(503)은 가변 커패시터(C)에 의해 표현된다. 도관 시스템의 전도성 요소는 또한 예를 들어 히터, 센서 및/또는 커패시턴스 측정 요소에 의해 야기되는 그 자체의 전기 저항을 가질 것이지만, 이것은 명료화를 위해 생략된다. 요소의 직렬 저항 및 저항기(R)(505)는 도관 시스템(503)의 커패시턴스(C)와 함께 특성 시정수를 갖는 회로를 형성한다. 시정수는 τ

= RC로 수학적으로 표현될 수 있으며, 여기서 τ 는 커패시턴스를, 저항기를 통해, 0의 초기 충전 전압에서 인가된 전압의 대략 $63.2\%(1 - e^{-1})$ 까지 충전하거나, 커패시터를 동일한 저항기를 통해 그의 초기 충전 전압의 대략 $36.8\%(e^{-1})$ 까지 방전하는 데 필요한 시간을 나타낸다. 저항(R)이 요소 저항과 비교하여 상당히 크게 이루어지면, 요소 저항이 무시될 수 있고, 근사 시정수(τ)는 도관의 커패시턴스(C)를 곱한 저항(R)과 동일할 것이다. 저항(R)이 일정하면, 시정수는 도관의 커패시턴스에 비례한다.

[1010] 커패시턴스는 도관 내의 응축수의 양에 따라 변화될 것이다. 도관 내의 커패시턴스 및 응축수의 양은 도관 설계를 통해 양의 관계가 되도록 구성될 수 있다. 따라서, 도관 내의 응축수의 존재는 사전결정된 임계치와 커패시턴스(예컨대, 시정수(τ))를 나타내는 측정된 값의 비교로부터 추론될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 도관 내의 응축수의 근사 용적은 커패시턴스를 나타내는 측정된 값의 절대 측정치로부터 추론될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 물이 튜브에서 현재 응축되고 있거나 증발되고 있는지는 시간에 따라 커패시턴스를 나타내는 값의 2 개 이상의 측정치를 비교함으로써 추론될 수 있다.

[1011] 저항기(R)를 가로지르는 전압(V_R)은 하기와 같다:

[1012] [1] $V_R = V_{in} e^{-t/RC}$

[1013] 여기서, R은 저항기의 값이고, C는 튜브의 커패시턴스이며, V_{in} 은 신호 발생기 출력이다.

[1014] 또한 하기도 알 수 있다:

[1015] [2] $V_{in} = V_C + V_R$

[1015] [3] $V_R = V_{in} - V_C$

[1016] 저항기(R)를 가로지르는 전압은 예를 들어 검출기를 사용함으로써, 임의의 적절한 수단에 의해 측정될 수 있으며, 그 출력은 마이크로제어의 범용 입력/출력(GPIO) 핀을 사용함으로써 판독될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 고속 푸리에 변환(FFT)과 같은 주파수 도메인 기술이 커패시턴스를 추론하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 신호 발생기(501)는 특정 주파수에서 신호를 발생시키도록 구성될 수 있다. 임의의 주어진 주파수에서, 커패시턴스는 전류 흐름을 지연시키는 리액턴스(X_C)를 나타낼 것이며, 여기서 $X_C = 1/(2\pi fC)$ 이고 f는 주파수이다. 다음에, 도관 시스템(503) 및 저항기(R)(505)는 전압 분할기를 형성하며, 이에 의해 검출기(507)는 특정 커패시턴스 또는 응축수 레벨을 나타내는 특정 전압 레벨을 검출하도록 구성될 수 있다.

[1017] 대안적으로, 튜브 커패시턴스는 응축수의 존재 및/또는 양을 결정하기 위해 RC 발진기 회로에 포함될 수 있다. 도 5b는 예시적인 RC 발진기 회로이지만, 임의의 필적하는 RC 발진기 회로가 사용될 수 있다. 도 5b의 예시적인 RC 발진기 회로는 모두 전기적으로 연결되는 가변 튜브 커패시턴스(C)(511), 발진기 저항기(R)(513), 연산 증폭기(operational amplifier) (515), 제1 저항기(517) 및 제2 저항기(519)를 가질 수 있다. 발진기 회로는 주파수 센서에 전기적으로 연결될 수 있다. 주파수 센서는 히터 베이스, 외부 액세서리, 센서 카트리지, 중간 튜브 커넥터, 또는 튜브 자체 내에 위치될 수 있다.

[1018] 주파수 센서는 발진기 회로의 출력의 주파수를 결정할 것이다. 예를 들어, 주파수 센서는 얼마나 많은 펄스가 고정 시간 윈도우에 걸쳐 발생하는지를 카운트함으로써 발진기 출력의 주파수를 측정할 수 있으며, 이는 결국 발진기 회로의 주파수를 결정하는 데 사용될 수 있다. 발진기 회로의 출력의 주파수는 가변 튜브 커패시턴스의 변화에 비례할 수 있으며, 즉 구체적으로, 커패시턴스가 증가하면, 발진 주파수는 하기의 방정식에 제시된 바와 같이 감소할 것이다, 여기서 k는 저항기(R1 및 R2) 사이의 비율을 나타내는 상수이다.

[1019] [4] $f \cong k \frac{1}{2\pi RC}$

[1020] 튜브 커패시턴스는 튜브 내의 응축수의 양에 따라 변할 것이다. 튜브 내의 응축수의 존재는 사전결정된 임계치와 커패시턴스(예컨대, 주파수(f))를 나타내는 측정된 값의 비교로부터 추론될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 도관 내의 응축수의 근사 용적은 커패시턴스를 나타내는 측정된 값의 절대 측정치로부터 추론될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 물이 튜브에서 현재 응축되고 있거나 증발되고 있는지는 시간에 따라 커패시턴스를 나타내는 값의 2 개 이상의 측정치를 비교함으로써 추론될 수 있다.

[1021] 대안적으로, 고정 인덕터는 회로에 추가될 수 있고 커패시턴스는 저항기-인덕터-커패시터(RLC) 또는 인덕터-커패시터(LC) 회로의 공진 주파수로부터 계산되거나 추론된다. 인덕턴스 기반 검출 시스템에서, 호흡 튜브 내의 와이어 또는 와이어들의 인덕턴스는 응축수의 존재를 검출하기 위해 측정될 수 있다. 예를 들어, 호흡 튜브의

비드(예를 들어, 도 4a의 비드(405)) 내의 내장된 와이어는 인덕터로서 기능하도록 구성될 수 있다. 인덕터의 인덕턴스는 인덕터의 코어 내에 존재하는 매체의 투자율의 함수이다. 공기 및 물은 상이한 상대 투자율을 가지며, 따라서 일 단부에서 측정될 수 있는 호흡 튜브의 인덕턴스는 호흡 튜브 내의 수분 함량의 변화로 인해 변할 수 있다.

[1022] 도 6은 예시적인 인덕턴스 기반 응축수 검출 시스템이며, 제2 구성요소(610)에 전기적으로 연결된 제1 구성요소(601)를 가질 수 있는 LC형 회로(600)를 개략적으로 예시한다. 제1 구성요소(601)는 제1 커패시터(C_{tube})(602)와 병렬인 제1 인덕터(L_{tube})(603)로서 모델링될 수 있다. 제2 구성요소는 제2 커패시터(C_{tank})(613), 여자기 모듈(615)(예를 들어, 센서), 및 제어기(617)와 병렬인 제2 인덕터(L_{tank})(611)로 모델링될 수 있다. 일부 구현예에서, 제1 인덕터(L_{tube})(603), 제1 커패시터(C_{tube})(602), 제2 인덕터(L_{tank})(611), 제2 커패시터(C_{tank})(613), 또는 이의 임의의 조합은 인덕터 및 커패시터와 같은 실제 전기 구성요소이다. 일부 구현예에서, 제1 인덕터(L_{tube})(603), 제1 커패시터(C_{tube})(602), 제2 인덕터(L_{tank})(611), 제2 커패시터(C_{tank})(613), 또는 이의 임의의 조합은 고유 커패시턴스 또는 인덕턴스의 결과이다. 제2 인덕터(L_{tank})(611) 및 제2 커패시터(C_{tank})(613)의 조합은 여기될 때 공진 거동을 나타낼 공진 탱크, 공진 회로, 탱크 회로, 동조 회로, LC 네트워크, 또는 LC 발진기, 또는 인덕터 및 커패시터의 임의의 다른 병렬 조합으로 지칭될 수 있다. 공진 탱크는 여자기 모듈(615)에 전기적으로 연결될 수 있으며, 이는 결과적으로 제어기(617)에 전기적으로 연결된다.

[1023] 일부 구현예에서, 제2 구성요소(610)는 온-보드이고 가슴기 히터 베이스(예를 들어, 도 1b의 히터 베이스(151)) 내에 위치될 수 있는 한편, 제1 구성요소(601)는 오프-보드이고 튜브(예를 들어, 도 1b의 흡기 튜브(159)) 내에 있을 수 있다. 이와 같이, 공진 탱크는 가슴기 히터 베이스 내에 위치될 수 있고 내장된 와이어 및 여자기 모듈(615) 중 하나와 병렬로 연결된다. 공진 탱크는 에너지의 주입에 의해 여기될 수 있다. 에너지의 주입의 일 예는 전류의 단계적 변화이며, 이는 제어기(617)의 방향에서 여자기 모듈(615)에 의해 주입될 수 있다. 따라서, '공진 주파수'(ω)로 공진된 주파수에서 발생하는 전류 및 전압의 발진이 관찰될 것이다.

[1024] 대안적으로, 공진 탱크, 여자기 모듈(615), 제어기(617), 또는 공진 탱크, 여자기 모듈(615) 및 제어기(617)의 임의의 조합은 외부 액세스리, 센서 카트리지, 중간 튜브 커넥터에, 또는 튜브 자체 내에 위치될 수 있다.

[1025] 일부 실시예에서, 제1 구성요소(601) 및 제2 구성요소(610)는 전기적으로 연결되지 않는다. 예를 들어, 공진 탱크는 제1 구성요소(601)에 전기적으로 연결되지 않을 수 있지만 튜브 주위에 권취되는 별도의 와이어를 포함할 수 있다. 이것은 공진 탱크에 대한 높은 인덕턴스를 생성할 수 있다. 일부 실시예에서, 공진 탱크의 별도의 와이어 구현은 (제1 구성요소가 비드(405)에 내장된 실시예에서) 튜브의 벽 내에 있지만, 비드 외부에 있다.

[1026] 공진 주파수는 회로의 인덕턴스 및 커패시턴스에 의존한다. L_{tank} 및 C_{tank} 는 설계에 의해 알려지고 고정되어 있으며; 따라서, 공진 주파수의 변화는 제1 인덕터(L_{tube}) 또는 제1 커패시터(C_{tube})의 변화로부터 추론될 수 있다.

[1027] 시스템의 공진 주파수(ω)는 하기의 식에 의해 결정되는 전체 시스템 인덕턴스(L) 및 전체 시스템 커패시턴스(C)에 의해 결정될 수 있다:

$$[5] \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$[6] L = \frac{1}{\frac{1}{L_{tube}} + \frac{1}{L_{tank}}} \text{ and } C = C_{tube} + C_{tank}$$

[1028]

[1029] L_{tank} 및 C_{tank} 가 설계에 의해 알려지고 고정되는 상기 방정식에서 알 수 있는 바와 같이, 공진 주파수는 L_{tube} 또는 C_{tube} 둘 모두에 영향을 받는다. L_{tube} 가 C_{tube} 보다 훨씬 더 크면(예를 들어, 10배 이상), L_{tube} 는 따라서 튜브 모델에서 지배적인 요소이다. 측정된 공진 주파수의 변화는 L_{tube} 의 변화와 연관될 수 있고, C_{tube} 는 무시될 수 있다.

[1030] 인덕턴스가 투자율과 관련이 있고 물이 공기보다 더 낮은 투자율을 갖기 때문에, 튜브 내의 응축수의 용적이 증가할 때, L_{tube} 는 감소할 것이다. 이것은 측정된 공진 주파수에서 반영될 것이며, 이는 대응적으로 증가할 것이다. L_{tube} 에 대한 정확한 식(C_{tube} 를 무시함)은 하기와 같다:

$$[7] L_{tube} = \frac{L_{tank}}{(\omega^2 L_{tank} C_{tank}) - 1}$$

[1031]

- [1032] ω 및 L_{tube} 를 제외한 모든 파라미터가 고정되기 때문에, L_{tube} 가 감소하면, ω 는 증가해야 한다.
- [1033] 대안적으로, C_{tube} 가 L_{tube} 보다 훨씬 더 크면(예를 들어, 10배 이상), C_{tube} 는 따라서 튜브 모델에서 지배적인 요소이다. 측정된 공진 주파수의 변화는 C_{tube} 의 변화와 연관될 수 있고, L_{tube} 는 무시될 수 있다.
- [1034] 커패시턴스가 유전율과 관련이 있고 물의 유전율이 공기/비드 재료보다 훨씬 더 높기 때문에, C_{tube} 는 수분 존재로 증가할 것이다. 이것은 측정된 공진 주파수에서 반영될 것이며, 이는 대응적으로 감소될 것이다. L_{tube} 를 무시하면, C_{tube} 는 하기에 근사할 수 있다:
- [1035] [8] $C_{\text{tube}} = \frac{1}{\omega^2 L_{\text{tank}}} - C_{\text{tank}}$
- [1036] 이러한 경우에, $\dot{U}$ 및 C_{tube} 만이 변화되므로, 공진 주파수는 증가된 튜브 커패시턴스와 함께 감소할 것이다.
- [1037] 일부 구현예에서, 튜브는 C_{tube} 가 L_{tube} 보다 훨씬 더 크도록 구성될 수 있다. 일부 구현예에서, 튜브는 L_{tube} 가 C_{tube} 보다 훨씬 더 크도록 구성될 수 있다.
- [1038] LC 탱크의 전체 인덕턴스에 기여하기 위해 튜브 인덕턴스를 측정하도록 공진 탱크를 내장된 튜브 와이어 중 임의의 것과 병렬로 연결하는 것은 세장형 와이어 코일 및 물의 고유 인덕턴스, 및 구체적으로는 여자기 모듈(615)에 의해 능동적으로 여기될 때 이의 존재가 공진 탱크의 공진 주파수에 영향을 미치는 방식을 이용한다.
- [1039] 공진 탱크의 공진 주파수를 측정함으로써, 인덕턴스는 알려진 공칭 값 L_{tank} 및 미지의 L_{tube} 또는 C_{tube} (어느 것이든 훨씬 더 크도록 구성됨) 및 알려진 공칭 값 C_{tank} 를 포함하며, 가슴을 수행하는 디바이스의 제어기는 튜브 내의 응축수의 존재로 인해 변하는 L_{tube} 또는 C_{tube} 의 근사 값을 결정할 수 있다. 따라서, L_{tube} 또는 C_{tube} 의 값 및/또는 L_{tube} 또는 C_{tube} 가 시간에 따라 어떻게 변하는지는 튜브 내의 응축수 존재 및/또는 양의 표시자를 제공할 수 있다.
- [1040] 제1 인덕터(L_{tube})(603) 및 제1 커패시터(C_{tube})(602) 중 어느 하나 또는 둘 모두는 제1 구성요소(601)를 위한 필요한 인덕턴스 및/또는 커패시턴스를 제공하기 위한 요소의 조합일 수 있다. 일부 구현예에서, 제2 인덕터(L_{tank})(611) 및 제2 커패시터(C_{tank})(613) 중 어느 하나 또는 둘 모두는 제2 구성요소(610)를 위한 필요한 인덕턴스 및/또는 커패시턴스를 제공하기 위한 요소의 조합일 수 있다.
- [1041] 일부 구현예에서, 여자기 모듈(615)(예를 들어, 센서)은 제2 구성요소(610)의 일부가 아니지만, 대신에 여자기 모듈(615)은 제1 구성요소(601)의 일부이다. 다른 구현예에서, 여자기 모듈(615)은 선택적이고, 제2 구성요소(610) 또는 제1 구성요소(601) 중 어느 하나의 일부가 아닐 수 있다.
- [1042] 일부 구현예에서, LC 회로(600)는 RLC 회로를 대신한다.
- [1043] 일부 구현예에서, 공진 주파수를 측정하기 위한 대안 디바이스 또는 회로는 여자기 모듈(615), 제어기(617), 또는 이의 조합 대신에 이용될 수 있다. 예시적인 대안은 하기의 또는 유사한 디바이스 및 회로, 또는 이의 조합 중 임의의 것을 포함한다: 디지털 신호 프로세서 및 아날로그 연산 증폭기 회로.
- [1044] 본원에 개시된 수분(예를 들어, 응축수) 검출/감지 기술의 일부 특징은 수분 및/또는 습도를 검출 및 모니터링하기 위한 대안적인 방식을 사용하여 구현될 수 있다.
- [1045] 수분 검출/감지 기술은 주로 커패시턴스 기반의 센서 신호에 관련하여 설명되었지만, 다른 센서 신호, 예를 들어 전술한 바와 같은 인덕턴스, 저항, RF 신호 감쇠 및 열 전도율의 변화가 사용될 수 있다. 사용된 센서 신호에 따라 수분 검출의 구현에 약간의 차이가 있을 수 있다. 예를 들어, 인덕턴스 기반 접근법은 인덕턴스에 따라 달라지는 LC 또는 RLC 회로의 공진 주파수의 변화를 측정함으로써 가스의 유동의 온도가 이슬점 온도 이하인지 여부를 여전히 검출한다. 이러한 경우에, 시스템 하드웨어 및 검출 기준(소프트웨어/펌웨어에 구현됨)은 적당한 차이가 있지만 커패시턴스 기반 접근법과 유사할 수 있다. 그러한 차이는 인덕턴스 변화에 적합한 상이한 임계값을 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, RF 신호 감쇠 접근법이 사용되는 경우, 수분 검출 방법은 커패시턴스 기반 접근법과 더 상이할 수 있고, 이는 부분적으로는 이러한 접근법이 기능하기 위해 RF 신호의 활성 전송이 필요하기 때문이며, RF 신호 전파 품질과 수분 존재 사이의 관계(들)는 전기 리액턴스(예를 들어, 커패시턴스 및

인덕턴스)의 그것과 상이하다.

[1046] 튜브 유형 검출

[1047] 수분 검출에 부가하여, 본원에 개시된 커패시턴스 측정은 또한 가슴기 시스템의 튜브 또는 도관의 유형을 검출하는 데에도 이용될 수 있다. 예를 들어, 사용된 흡기 튜브의 유형은 커패시턴스 측정에 기초하여 검출될 수 있다. 각각의 튜브는 히터 와이어, 히터 와이어 코일 또는 감지 와이어일 수 있는 2 개의 평행 와이어를 포함할 수 있다. 튜브 내의 2 개의 평행 와이어 또는 와이어 코일 사이의 대략적인 커패시턴스에 대한 예시적인 공식은 하기에 나타나 있다:

$$C = \left[\frac{\epsilon_r \epsilon_0 \pi}{\ln\left(\frac{2s}{d}\right)} \right] D$$

[1049] 여기서, C는 2 개의 평행 와이어 사이의 커패시턴스이고; D는 튜브 내의 개별 와이어 길이이고; s는 2 개의 평행 와이어의 중심 사이의 거리이고; d는 개별 와이어의 직경이고; ϵ_r 은 와이어 주변 공간의 상대 유전율이고; ϵ_0 은 자유 공간의 유전율이다. 상기 공식은 두 평행 와이어 모두의 직경이 동일하고($d_1=d_2=d$) 2 개의 도체 사이의 거리가 직경보다 크거나 훨씬 더 큰 경우($d \ll s$)에 2 개의 평행 와이어 사이의 커패시턴스를 근사화할 수 있다.

[1050] 튜브의 커패시턴스 값은 상기에 나타난 공식의 파라미터 중 임의의 파라미터를 변경함으로써 변경될 수 있다. 일부 예에서, 2 개의 평행 히터 와이어 코일의 사이의 거리가 변경될 수 있다. 이것은 2 개의 평행 와이어의 중심 사이의 거리 s의 변화를 초래한다. 일부 예에서, 2 개의 평행 히터 와이어 코일의 길이가 변경될 수 있다. 이것은 튜브 내의 개별 와이어 길이 D를 변경할 수 있다. 일부 예에서, 2 개의 도체 사이의 유전체 재료가 조정될 수 있다. 이것은 각각의 튜브 유형에 대해 상이한 재료를 사용하거나 튜브 내의 감지 와이어 사이에 유전체 재료를 추가 또는 제거함으로써 실행될 수 있다. 이것은 와이어 주변 공간의 상대 유전율 ϵ_r 을 변경할 수 있다. 일부 예에서, 2 개의 평행 히터 와이어의 직경이 조정될 수 있다. 이것은 개별 와이어의 직경 d를 변경할 수 있다.

[1051] 도 43은 가슴기 시스템 내의 튜브 유형을 결정하는 프로세스의 개략도를 예시한다. 블록(4310)에서, 시스템의 제어기(예를 들어, 가슴기의 제어기)는 튜브의 커패시턴스 값을 측정할 수 있다. 블록(4320)에서, 제어기는 측정된 커패시턴스 값을 튜브 유형에 매핑할 수 있다. 시스템의 제어기는 측정된 커패시턴스 값을 튜브 유형 등에 대해 매칭시킬 수 있는 룩업 테이블 또는 데이터베이스를 저장하는 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 블록(4330)에서, 제어기는 검출된 튜브 유형에 기초하여 튜브의 제어(예를 들어, 히터 와이어에 대한 전력의 제어 또는 튜브 내의 센서의 설정치) 및/또는 히터 베이스(또는 카트리지)의 제어(예를 들어, 히터 플레이트의 전력, 또는 히터 베이스나 카트리지 내의 센서의 설정치의 조정)를 조정할 수 있다. 선택적으로, 시스템은, 튜브 유형에 기초하여 제어를 조정하기 전 또는 후에, 조정된 제어를 확인하거나 승인하기 위해 원하는 치료 또는 제어 모드(예를 들어, 환자 유형 또는 치료 유형 또는 둘 모두에 기초함) 또는 시스템 파라미터 설정(예컨대, 온도 또는 유동 센서에 대한 설정치 등)에 관해 시스템의 사용자에게 문의할 수 있다. 이것은 당업계에 공지되고 본원에 설명된 임의의 적합한 사용자 인터페이스, 디스플레이 및/또는 입력 디바이스를 통해 달성될 수 있다.

[1052] 환자 유형은 예를 들어 유아 또는 신생아 환자, 소아 환자, 성인 환자 등을 포함할 수 있다. 치료 유형은 예를 들어 고유량 가스 치료(일반적으로 밀봉되지 않은 인터페이스를 통해 15 리터/분 이상의 가스보다 많음), 비침습적 환기(일반적으로 마스크와 같은 밀봉된 인터페이스를 통합), 침습적 환기(환자의 상기도를 바이패스하는 경우), 폐쇄 수술(복강경 또는 키홀 수술 절차의 경우), 개방 수술(수술 부위가 개방된 수술의 경우), 마취(일반적으로 30 리터/분 초과인 가스 유동으로 밀봉되지 않은 인터페이스를 통해 전신 마취를 받는 무호흡증 환자의 경우) 등을 포함할 수 있다.

[1053] 저항 기반 검출

[1054] 물 및 응축수는 또한 비드 재료보다 더 전도성일 수 있다. 이와 같이, 저항은 응축수가 존재하는지를 결정하기 위해 튜브 와이어의 특정 세그먼트 또는 위치에서 측정될 수 있다.

[1055] 도 7a는 저항 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이며, 이는 비드(710) 내에 위치한 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)를 개략적으로 예시한다. 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 동일한 와이어일 수 있거나, 상이한 와이어일 수 있다. 수분은 제1 검출 와이어(701)와 제2 검출

와이어(703) 사이에 저저항 경로(707)를 생성할 수 있는 비드(710) 내로 흡수될 수 있으며, 이는 전류(705)가 제1 검출 와이어(701)와 제2 검출 와이어(703) 사이에서 흐를 수 있게 할 것이다. 전류(705)는 누출 전류로 간주될 수 있다. 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 제1 검출 와이어(701) 및/또는 제2 검출 와이어(703) 상의 저항 또는 전류를 측정할 수 있는 하나 이상의 센서에 연결된다.

- [1056] 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 비드(710) 내에서 서로 평행하게 이어져 있다. 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)가 비드의 중심 또는 중심선으로부터 동등하게 떨어져 있도록 비드(710) 내에서 서로 평행하게 이어져 있다. 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)가 비드의 중심 또는 중심선으로부터 동등하게 떨어져 있지 않도록 비드(710) 내에서 서로 평행하게 이어져 있다.
- [1057] 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 비드(710)의 일 단부에서 임의의 다른 와이어 또는 구성요소에 전기적으로 연결되지 않으며, 따라서 두 검출 와이어 모두는 전류가 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)를 따라 흐르는 것을 허용하지 않도록 비드의 일 단부에서 개방 회로가 될 것이다.
- [1058] 보다 많은 수분이 존재할 때, 제1 검출 와이어(701)와 제2 검출 와이어(703) 사이에서, 하나의 위치에 있든 다수의 위치에 있든 보다 많은 전류가 하나 이상의 센서에 의해 제1 검출 와이어(701) 및/또는 제2 검출 와이어(703) 상에서 측정될 것이다.
- [1059] 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 비드(710) 내의 히터 와이어, 서미스터 와이어, 또는 임의의 다른 와이어일 수 있다.
- [1060] 도 7b는 저항 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이며, 이는 비드(710) 내에 위치한 제1 세트의 검출 와이어(721), 제2 세트의 검출 와이어(723) 및 제3 세트의 검출 와이어(725)를 개략적으로 예시한다. 수분은 일 세트의 검출 와이어 사이에 저저항 경로를 생성할 수 있는 비드(710) 내로 흡수될 수 있으며, 이는 전류가 이 세트의 검출 와이어 사이에 흐를 수 있게 할 것이다. 예를 들어, 수분은 전류가 제1 세트의 검출 와이어 사이에 흐르도록 제1 세트의 검출 와이어(721) 사이에 저저항 경로를 생성하는 비드(710) 내로 흡수될 수 있다.
- [1061] 일부 구현예에서, 수분은 검출 와이어의 상이한 세트의 하나 이상의 검출 와이어 사이에 저저항 경로를 생성할 수 있는 비드(710) 내로 흡수될 수 있으며, 이는 전류가 흐를 수 있게 할 것이다. 예를 들어, 수분은 전류가 흐르도록 제1 세트의 검출 와이어(721) 중 하나의 와이어와 제2 세트의 검출 와이어(723) 중 또 다른 하나의 와이어 사이에 저저항 경로를 생성하는 비드(710) 내로 흡수될 수 있다.
- [1062] 일부 구현예에서, 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)는 비드(710)의 일 단부에서 임의의 다른 와이어 또는 구성요소에 전기적으로 연결되지 않으며, 따라서 검출 와이어 모두는 전류가 제1 검출 와이어(701) 및 제2 검출 와이어(703)를 따라 흐르는 것을 허용하지 않도록 비드의 일 단부에서 개방 회로가 될 것이다.
- [1063] 일부 구현예에서, 제1 세트의 검출 와이어(721)의 길이는 제2 세트의 검출 와이어(723)의 길이와 상이하다. 일부 구현예에서, 제2 세트의 검출 와이어(721)의 길이는 제3 세트의 검출 와이어(723)의 길이와 상이하다. 예를 들어, 제1 세트의 검출 와이어(721)는 비드(710)의 길이의 1/3에 걸쳐 있을 수 있고, 제2 세트의 검출 와이어(723)는 비드(710)의 길이의 2/3에 걸쳐 있을 수 있고, 제3 세트의 검출 와이어(725)는 비드(710)의 전체 길이에 걸쳐 있을 수 있다. 임의의 세트의 검출 와이어는 비드(710) 또는 비드(710)의 일부를 따르는 임의의 길이일 수 있다.
- [1064] 일부 구현예에서, 제1 세트의 검출 와이어(721) 중 하나의 와이어의 길이는 제1 세트의 검출 와이어(721) 중 또 다른 하나의 와이어의 길이와 상이하다. 예를 들어, 제1 세트의 검출 와이어(721) 중 하나의 와이어는 비드(710)의 길이의 1/3에 걸쳐 있을 수 있는 한편, 제1 세트의 검출 와이어(721) 중 또 다른 하나의 와이어는 비드(710)의 길이의 2/3에 걸쳐 있을 수 있다. 임의의 세트의 검출 와이어는 일부를 따르는 임의의 길이일 수 있다. 일 세트의 검출 와이어 중 임의의 와이어는 비드(710) 또는 비드(710)의 일부를 따르는 임의의 길이일 수 있다.
- [1065] 일부 구현예에서, 보다 긴 세트의 검출 와이어는 보다 짧은 세트의 검출 와이어의 길이에 대해 그의 길이를 따라 절연될 수 있으며, 이는 전류가 보다 짧은 세트의 검출 와이어의 길이를 따라 상이한 세트의 와이어 사이에서 흐르는 것을 방지하거나 완화할 것이다. 예를 들어, 제2 세트의 검출 와이어(723)는 제1 세트의 검출 와이어(721)의 길이에 대해 제2 세트의 검출 와이어(723)의 길이를 따라 절연체(731)를 갖고, 제3 세트의 검출 와이어(725)는 제2 세트의 검출 와이어(723)의 길이에 대해 제3 세트의 검출 와이어(725)의 길이를 따라 절연체(731)를 갖는다. 이러한 절연체는 임의의 형태의 수분 절연체일 수 있다. 수분 절연체의 예는 물에 불투과성인 비드

(710) 내의 재료의 멤브레인 또는 층, 또는 비드(710)의 다른 부분보다 적은 수분을 흡수하는 비드(710) 내의 재료의 멤브레인 또는 층을 포함할 수 있다.

[1066] 일부 구현예에서, 3 개 초과 세트의 검출 와이어가 비드(710) 내에 위치된다. 일부 구현예에서, 3 개 미만의 세트의 검출 와이어가 비드(710) 내에 위치된다.

[1067] 일부 구현예에서, 제1 세트의 검출 와이어(721), 제2 세트의 검출 와이어(723) 및 제3 세트의 검출 와이어(725)의 임의의 조합의 임의의 검출 와이어는 비드(710) 내의 히터 와이어, 서미스터 와이어, 또는 임의의 다른 와이어일 수 있다.

[1068] 3 개 초과 또는 3 개 미만의 세트의 검출 와이어가 있을 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한 제1 세트의 검출 와이어(721), 제2 세트의 검출 와이어(723) 및 제3 세트의 검출 와이어(725)의 상기 설명은 임의의 다른 세트의 검출 와이어로 상호 교환 가능하다는 것이 이해되어야 한다.

[1069] 단락 기반 검출

[1070] 추가적으로, 물 또는 응축수는 일부 임계치에서 와이어 또는 다수의 와이어 사이에 전기 단락을 야기할 수 있다. 이것은 물 또는 응축수가 비드 재료보다 더 전도성일 수 있기 때문에 발생할 수 있다. 도 8a는 단락 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이며, 이는 튜브 내부 벽(810)을 통해 도관의 루멘(811)에 노출되는 하나 이상의 검출 와이어(801)를 개략적으로 예시하고, 하나 이상의 검출 와이어(801)는 히터 베이스 또는 센서 카트리지 내의 전력원 및 측정 구성요소에 전기적으로 연결된다. 하나 이상의 검출 와이어(801)는 도관의 루멘(811)에 대한 하나 이상의 노출된 부분(813)을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 노출된 부분(813)은 하나 이상의 검출 와이어(801)로부터 도관의 루멘(811) 내로 돌출된다. 하나 이상의 검출 와이어(801)는 튜브의 전체 길이에 대해 또는 튜브의 길이의 일부에 대해서만, 튜브 전체에 걸쳐 이격될 수 있다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 검출 와이어는 주기적으로 이격된다. 하나 이상의 검출 와이어(801)는 전력원에 전기적으로 연결될 수 있다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 검출 와이어(801)에 전기적으로 연결된 전력원은 하나 이상의 별개의 전력원이다.

[1071] 하나 이상의 검출 와이어(801)의 하나 이상의 노출된 부분(813)이 응축수를 검출하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 100 MΩ의 측정된 저항을 정상적으로 제공하는 하나 이상의 검출 와이어(801)의 하나 이상의 노출된 부분(813)이 있을 수 있다. 그러나, 노출된 부분(813) 중 하나 이상이 (예를 들어, 잠재적인 단락 위치(short location)(815)에서) 수분에 의해 함께 단락될 때, 측정된 저항은 90 MΩ 이하로 강해질 수 있다. 대안적으로, 측정된 전류가 변화되어, 단락이 응축수에 의해 형성될 수 있는 것을 나타낼 수 있다. 잠재적인 단락 위치(815)는 상이한 검출 와이어(801)의 하나 이상의 노출된 부분(813) 사이에 있거나 동일한 검출 와이어(801)의 다수의 노출된 부분 사이에 있을 수 있다. 이러한 단락 위치(815)는 튜브의 길이를 따라 응축수를 검출하는 데 사용될 수 있다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 검출 와이어(801)의 하나 이상의 노출된 부분(813)은 예를 들어 튜브를 따라 동일한 길이 또는 거의 동일한 길이에서 하나 이상의 노출된 부분을 가짐으로써, 튜브의 단면에서 수분을 검출하도록 구성될 수 있다.

[1072] 하나 이상의 검출 와이어(801)는 응축수가 위치된 곳을 정확하게 찾는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 2 개의 검출 와이어(801)를 따라 저항의 강하가 있을 수 있다. 이것은 단락을 야기하는 검출 와이어 둘 모두의 하나 이상의 노출된 부분(813) 주위에 및/또는 그 사이에 응축수가 있다는 것을 의미할 수 있다.

[1073] 대안적으로, 하나 이상의 검출 와이어(801)는 튜브 내의 히터 와이어, 서미스터 와이어, 또는 임의의 다른 와이어 중 하나 또는 이들의 조합일 수 있다.

[1074] 도 8b는 단락 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이며, 이는 비드(830) 내의 검출 와이어(821)를 개략적으로 예시하고, 검출 와이어(821)는 히터 베이스 또는 센서 카트리지 내의 전력원 및 측정 구성요소에 전기적으로 연결된다. 검출 와이어(821)는 비드 채널(831)에 대한 하나 이상의 노출된 부분(833)을 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 노출된 부분(833)은 검출 와이어(821)로부터 비드 채널(831) 내로 돌출된다. 검출 와이어(821)는 튜브의 전체 길이에 대해 또는 튜브의 길이의 일부에 대해서만, 비드(830)를 통해 이어질 수 있다. 예를 들어, 100 MΩ의 측정된 저항을 제공할 수 있는 검출 와이어(821)의 하나 이상의 노출된 부분(833)이 있을 수 있다. 그러나, 노출된 부분(833) 중 하나 이상이 (예를 들어, 잠재적인 단락 위치(835)에서) 수분에 의해 함께 단락될 때, 측정된 저항은 90 MΩ 이하로 강해질 수 있다. 잠재적인 단락 위치(835)는 서로 직렬이거나 서로 병렬인 노출된 부분(833) 중 하나 이상을 단락시킬 수 있다. 대안적으로, 측정된 전류가 증가할 수 있다.

[1075] 물 또는 응축수는 공기보다 더 전도성이다. 유사하게, 물 또는 응축수는 비드 재료보다 더 전도성일 수 있다. 이것은 물 또는 응축수가 노출된 부분(833)에서 검출 와이어(821)의 회로를 부분적으로 또는 전체적으로 단락시

키는 것을 허용할 것이며, 이에 의해 측정 구성요소에서 측정된 저항을 감소시키거나 측정된 전류를 증가시켜서 물 또는 응축수를 검출한다.

- [1076] 비드(830)는 응축수 전환 채널(예를 들어, 나중에 설명되는 도 15의 하나 이상의 개구부(903))을 가질 수 있다. 검출 와이어(821)의 세그먼트는 채널의 내부에 주기적으로 노출될 수 있다. 일부 구현예에서, 검출 와이어는 완전한 회로가 아닐 수 있다(예를 들어, 환자 단부에서 개방됨). 따라서, 수분이 비드 채널 내로 전환될 때, 물은 검출 와이어의 노출된 부분 사이의 회로를 완성할 수 있다. 이것은 비드 채널 내의 응축수의 부재 하에 매우 높을 수 있는 와이어 저항, 또는 회로가 완전하지 않는 한 매우 낮을 수 있는 전류를 측정함으로써 검출될 수 있다.
- [1077] 일부 구현예에서, 저항 기반 응축수 검출 시스템은 또한 하나 이상의 검출 와이어(801, 821)에 의해 측정 지점에서 저항 또는 전류의 변화를 측정함으로써 얼마나 많은 물 또는 응축수가 존재하는지를 검출 가능할 수 있다.
- [1078] 저항 기반 응축수 검출 시스템은 응축수가 상당히 많아지는 경향이 있는 튜브 내의 알려진 지점에, 예를 들어 튜브가 처져서 응축수의 고임을 초래할 수 있는 튜브의 중간 지점에 하나 이상의 검출 지점이 위치하는 경우에 유용할 수 있다. 튜브는 환자의 침대 옆의 가슴기 및 튜브의 배열로 인해 처질 수 있다.
- [1079] 대안적으로, 검출 와이어(821)는 비드(830) 내의 히터 와이어, 서미스터 와이어, 또는 임의의 다른 와이어 중 하나 또는 조합일 수 있다.
- [1080] *무선 주파수(RF) 감쇠 기반 검출*
- [1081] 물 및 응축수는 고주파수 신호에 대한 불량한 전파 매체이다. 이러한 속성은 응축수가 호흡 튜브에 존재하는지를 검출하는 데 사용될 수 있다.
- [1082] 도 9a는 RF 감쇠 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이며, 이는 센서 카트리리지(901), 송신기(911)(Tx) 및 수신기(913)(Rx)를 개략적으로 예시한다. 센서 카트리리지(901)는 제어기(903), 신호 발생기(905) 및 신호 측정 구성요소(907)를 가질 수 있다.
- [1083] 도 9a의 예시적인 개략도에서, 제어기(903)는 신호 발생기(905) 및 신호 측정 구성요소(907)에 전기적으로 연결된다. 신호 발생기(905)는 송신기(911)에 전기적으로 연결된다. 신호 측정 구성요소(907)는 수신기(913)에 전기적으로 연결된다.
- [1084] 제어기(903)는 송신기(911)에 의해 송신되는 신호(915)를 생성하도록 신호 발생기(905)에 명령할 수 있다. 다음에, 신호(915)는 수신기(913)에 의해 수신된 후에, 신호 측정 구성요소(907)에서 측정된다. 신호(915)가 측정되면, 신호 측정 구성요소(907)는 응답 방법을 결정하기 위해 신호(915)의 측정 정보를 제어기(903)에 통신할 수 있다. 응축수가 송신기(911)와 수신기(913) 사이의 송신 경로에 도입되는 경우, 응축수는 수신기(913)에 의해 수신될 때 신호(915)의 상당히 증가된 신호 감쇠를 초래할 수 있다. 감쇠는 신호가 매체를 통해 전파될 때 신호 크기 또는 세기의 감소이다. 따라서, 수신기(913)에서의 수신된 신호는 신호(915)의 감쇠된 버전일 것이다. 송신기(911)와 수신기(913) 사이의 물의 존재는 수신된 신호의 크기를 측정함으로써 검출될 수 있다. 수신된 신호의 크기는 또한 얼마나 많은 물 또는 응축수가 송신기(911)와 수신기(913) 사이에 존재하는지를 결정하는 데 사용될 수 있다.
- [1085] 신호의 주파수는 넓은 스펙트럼의 주파수, 즉 물 또는 응축수를 통한 송신이 신호를 감쇠시킬 임의의 주파수를 포괄할 수 있다. 이것은 예를 들어, 30 Hz 내지 300 GHz의 주파수 대역을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 신호는 1 내지 100 MHz 대역의 주파수를 갖는다. 일부 구현예에서, 신호는 대략 10 MHz의 주파수를 갖는다. 대략 10 MHz에서, 송신기(911) 및 수신기(913)의 안테나의 길이는 1/4 신호 파장일 수 있다. 1/4 파장 안테나는 송신되는 신호(915), 및 그에 따라 수신되는 신호의 전력을 최대화할 수 있는 공진에 유용할 수 있다. 일부 구현예에서, 물의 공진 주파수(약 2.45 GHz)는 신호(915)의 주파수이다. 물의 공진 주파수를 사용하는 것은 수신기 안테나에서 가장 낮은 신호 대 잡음비를 산출할 수 있으며, 이는 또한 응축수 변화에 대한 감도를 증가시킬 수 있다.
- [1086] 신호 발생기(905)는 임의의 적절한 고주파수 신호 발생기일 수 있다. 유사하게, 신호 측정 구성요소(907)는 AM 수신기, RF 정류기 회로 또는 RF 샘플링 ADC와 같은 임의의 적절한 고주파수 변환기일 수 있다.
- [1087] 일부 구현예에서, 제어기(903), 신호 발생기(905) 및 신호 측정 구성요소(907)의 임의의 조합은 베이스(예를 들어, 도 1b의 베이스(151)) 내에 또는 호흡 튜브(예를 들어, 도 1b의 호흡 튜브(159))의 일부 내에 위치될 수 있다.

다.

- [1088] 도 9b는 RF 감쇠 기반 응축수 검출 시스템에서 히터 와이어(922) 및 서미스터 와이어(924)를 포함하는 내장된 와이어를 갖는 튜브 비드(920)의 예시적인 단면을 제공한다. 이러한 예에서, 무선 주파수 신호는 신호 발생기(예를 들어, 도 9a의 신호 발생기(905))에 의해 히터 와이어(922)로 주입되어, 히터 와이어(922)가 신호(926)의 송신기로서 역할을 하게 한다. 서미스터 와이어(924)는 신호(926)의 수신기로서 역할을 하고 신호를 신호 측정 구성요소(예를 들어, 도 9a의 신호 측정 구성요소(907))로 반송한다.
- [1089] 도 9b의 예시적인 구현예에서, 히터 와이어(922)는 서미스터 와이어(924)에 인접한다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(922) 및 서미스터 와이어(924)는 인접하지 않은 와이어이다.
- [1090] 도 10a는 히터 와이어(1011)를 송신기(예를 들어, 도 9a의 송신기(911))로서 사용하고 서미스터 와이어(1013)를 수신기(예를 들어, 도 9a의 수신기(913))로서 사용하는 RF 감쇠 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이다. 도 10a는 센서 카트리지(1001), 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013)를 개략적으로 예시한다. 센서 카트리지(1001)는 신호 발생기(1003), 필터(1005) 및 신호 측정 구성요소(1007)를 가질 수 있다.
- [1091] 도 10a의 예시적인 개략도에서, 신호 발생기(1003)는 히터 와이어(1011)에 전기적으로 연결된다. 서미스터 와이어는 필터(1005)에 전기적으로 연결되고, 결과적으로 필터(1005)는 신호 측정 구성요소(1007)에 전기적으로 연결된다. 신호 발생기(1003), 필터(1005) 및 신호 측정 구성요소(1007)는 센서 카트리지(1001)의 다른 구성요소 또는 가습기의 다른 구성요소에 전기적으로 연결된다.
- [1092] 신호 발생기(1003)는 히터 와이어(1011)에 의해 송신되는 신호(1015)를 생성한다. 다음에, 신호(1015)는 서미스터 와이어(1013)에 의해 수신된다. 도 9a와 관련하여 설명된 바와 같이, 히터 와이어(1011)는 송신기로서 사용되고 서미스터 와이어(1013)는 수신기로서 사용된다. 다음에, 수신된 신호는 필터(1005)에 의해 필터링되어 신호(1015)의 감쇠된 버전만이 신호 측정 구성요소(1007)에서 측정되도록 신호 발생기(1003)에 의해 발생하는 주파수 또는 주파수들 이외의 외부 주파수가 제거될 수 있다. 예시적인 필터는 고역 통과 또는 대역통과 필터일 수 있다. 필터는 또한 주전원 주파수(mains frequency)를 필터링하도록 구성될 수 있으며, 주전원 주파수는 주전원 전력의 주파수를 지칭한다. 주전원 전력은 벽/플러그 소켓 또는 전력 그리드에서 유래하는 전력이다.
- [1093] 도 9a와 관련하여 설명된 바와 같이, 수신된 신호의 크기는 히터 와이어(1011)와 서미스터 와이어(1013) 사이에서 물의 존재를 검출하거나 그 사이에 존재하는 물 또는 응축수의 양을 결정하는 데 사용될 수 있다.
- [1094] 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013)는 비드 내에서 신호를 반송하는 데 사용되는 다른 와이어와는 별도의 와이어일 수 있다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013)는 비드 내에서 신호를 반송하는 데 사용되는 별도의 와이어가 아니다.
- [1095] 일부 구현예에서는, 필터(1005)가 존재하지 않는다. 따라서, 신호 측정 구성요소(1007)는 서미스터 와이어(1013) 상에 있는 임의의 신호를 측정한다. 일부 구현예에서, 다른 RF 신호로부터 히터 와이어 신호를 분리하고/하거나 다른 RF 신호로부터 서미스터 와이어 신호를 분리하는 추가 필터 또는 대안 필터 구성이 있을 수 있다. 이것은 응축수의 검출 이외의 목적에 사용되는 신호와 같은 다른 RF 신호로부터 히터 와이어 및/또는 서미스터 와이어 상의 응축수 검출 신호를 구별하는 것을 허용한다.
- [1096] 도 10a에서, 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013)는 둘 모두 센서 카트리지(1001) 및/또는 가습기에 전기적으로 연결된다. 이와 같이, 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013) 둘 모두는 루프 안테나를 형성한다. 이러한 구현예는 루프 안테나가 30 MHz 미만의 주파수에서 효과적인 수 있으므로, 더 낮은 주파수를 갖는 신호(1015)의 송신 및 수신에 적합할 수 있다.
- [1097] 신호 발생기(1003)는 히터 와이어(1011) 또는 서미스터 와이어(1013)를 통한 다른 신호에 대한 신호 발생기와 별개의 신호 발생기일 수 있다.
- [1098] 도 10b는 도 10a와 유사한 RF 감쇠 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이다. 또한, 히터 와이어(1011)는 송신기로서 사용되고, 서미스터 와이어(1013)는 수신기로서 사용된다. 그러나, 도 10b의 예시적인 구현예에서, 스위치(1004, 1008)는 센서 카트리지(1001)의 가습기 또는 다른 부분들로부터 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013) 각각의 일 단부를 분리하는 데 이용된다. 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013) 각각의 일 단부를 분리함으로써, 단극 안테나가 형성된다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013)에 의해 형성되는 단극 안테나는 1/4 파장 단극 안테나이다. 스위치(1004, 1008)는 히터 베이스, 센서 카트리지, 도관, 외부 구성요소 또는 중간 커넥터 중 어느 하나 내에 위치된다. 구역 가열을 갖는 신생아 버블 튜

브는 예시적인 중간 커넥터이다.

- [1099] 도 9b를 참조하여, 히터 와이어(1011)는 서미스터 와이어(1013)에 인접한다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(1011) 및 서미스터 와이어(1013)는 인접하지 않은 와이어이다.
- [1100] 일부 구현예에서, 스위치(1004, 1008), 신호 발생기(1003), 필터(1005) 및 신호 측정 구성요소(1007)의 임의의 조합은 베이스(예를 들어, 도 1b의 히터 베이스(151)) 또는 가습기의 또 다른 부분(예를 들어, 도 1b의 카트리리지(155)) 내에 위치된다. 일부 구현예에서, 스위치(1004, 1008), 신호 발생기(1003), 필터(1005) 및 신호 측정 구성요소(1007)의 임의의 조합은 호흡 튜브 내에(예를 들어, 도 1b의 흡기 튜브(159)의 중간 지점에) 위치된다. 일부 구현예에서, 스위치(1004, 1008), 신호 발생기(1003), 필터(1005) 및 신호 측정 구성요소(1007)의 임의의 조합은 베이스 또는 튜브에 부착 가능한 카트리리지(예를 들어, 도 1b의 카트리리지(155)) 내에 위치된다. 일부 구현예에서, 스위치(1004, 1008), 신호 발생기(1003), 필터(1005) 및 신호 측정 구성요소(1007)의 임의의 조합은 베이스 및 튜브 둘 모두 사이에 위치된다.
- [1101] 열 기반 검출
- [1102] 특정 매체 또는 매체의 특성은 열 전달의 효율 및/또는 크기에 영향을 미친다. 물은 비드 재료의 열 전도율과 상이할 수 있는 열 전도율을 갖는다. 유사하게, 물은 비드 재료의 특정 열 용량과 상이할 수 있는 특정 열 용량을 갖는다. 물 및 비드 재료의 열 전도율의 차이 및/또는 특정 열 용량의 차이는 응축수가 호흡 튜브에 존재하는지를 검출하는 데 사용될 수 있다. 응축수가 비드 주위에 그리고/또는 비드 내에 존재할 때, 한 쌍의 내장된 튜브 와이어 사이에 개선된 열 전도가 있을 수 있다.
- [1103] 도 11a는 2 개의 와이어 사이의 열 전도율의 예시적인 다이어그램이다. 도 11a는 서미스터 와이어(1113), 히터 와이어(1111), 및 히터 와이어(1111)와 서미스터 와이어(1113) 사이의 거리를 나타내는 반경(r)(1117)을 예시한다.
- [1104] 선형 열원이 존재하는 경우 열 전도율과 온도 변화율 사이의 관계는 아래에 제시된다:
- [1105] [9] $T(r, t) = \frac{\dot{q}}{4\pi\lambda} \ln \left[\frac{4at}{r^2} - \gamma \right]$
- [1106] 온도(T)는 반경(r) 및 시간(t)의 함수이며, 여기서 λ 는 열 전도율이고, $\dot{q}$ 는 선형 열원의 특정 열 출력이고, γ 는 오일러의 상수이고, a 는 열 확산율이다.
- [1107] 고정된 반경(r)을 고려하면, 온도(T)는 2 개의 별개의 시점에서 측정될 수 있고, 온도 변화는 열 확산율 또는 실제 반경의 지식을 필요로 하지 않으면서 용이하게 계산될 수 있다:
- [1108] [10] $\Delta T = T(r, t_2) - T(r, t_1)$
- [1109] 열 전도율에 대해 재배열하면 하기와 같다:
- [1110] [11] $\lambda = \frac{\dot{q}}{4\pi} \frac{\ln \left(\frac{t_2}{t_1} \right)}{\Delta T}$
- [1111] 이러한 단계는 제로(zero) 대류 열 손실의 가정을 필요로 하며, 이는 측정이 선형 영역 내에 취해지면 정확할 것이다. 온도(T)의 변화가 $\ln(t)$ 의 변화에 대한 선형 관계를 갖는 영역이 있다. 이러한 선형 영역은 초기 온도 변화 후에, 그러나 안정기 이전에, T 와 $\ln(t)$ 사이에 대략적인 선형 관계가 있는 시간 윈도우가 존재하도록 시간 의존적일 수 있다.
- [1112] 일부 구현예에서, 응축수 검출 시스템은 존재하는 응축수의 존재 및/또는 양을 검출하기 위해 열 전도율을 사용한다. 예를 들어, 응축수는 전력의 단계적 변화를 히터 와이어(1111)에 인가하고 서미스터 와이어(1113) 또는 히터 와이어(1111) 자체의 후속 온도 상승을 측정함으로써 검출될 수 있다.
- [1113] 물은 비드 내에서, 비드 상에서 또는 튜브의 다른 곳에서 검출될 수 있다. 비드 내의 물은 열 전도율의 대부분을 변화시킬 것이지만, 열 전도율 변화는 물이 튜브의 어느 곳에든 있으면 검출될 수 있다.
- [1114] 도 11b는 열 전도율 열원으로서 히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113)를 사용하는 기반 응축수 검출 시스템의 예시적인 개략도이다. 도 11b는 센서 카트리리지(1101), 히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113)를 개략적으로 예시한다. 서미스터 와이어(1113)는 바이패스(섀نت) 다이오드(bypass(shunt) diode)(1117), 및 바이패스 다이오드(1117)의 사용에 의해 바이패스될 수 있는 서미스터(1119)를 포함할 수 있다.

- [1115] 도 11b의 예시적인 개략도에서, 센서 카트리지(1101)는 히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113) 둘 모두에 전기적으로 연결된다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113) 중 하나 또는 둘 모두는 가슴기의 히터 베이스 또는 다른 구성요소에 전기적으로 연결된다.
- [1116] 응축수는 전력의 단계적 변화를 히터 와이어(1111)에 인가하고 서미스터 와이어(1113) 또는 히터 와이어(1111) 자체의 후속 온도 상승을 측정함으로써 검출될 수 있다. 일부 구현예에서, 전력의 단계적 변화는 고정 기간에 대한 것이다. 일부 구현예에서, 전력 레벨의 임의의 변화는 양수이든 음수이든 적용될 수 있다.
- [1117] 일부 구현예에서, 서미스터 와이어(1113)의 온도가 측정된다. 여기서, 선형 열원(히터 와이어(1111))과 측정된 몸체(서미스터 와이어(1113)) 사이의 반경(r)은 작지만 0은 아니다. 도체(히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113) 둘 모두는 도체일 수 있음)의 저항과 온도 사이의 선형 비례 관계로 인해, 온도는 와이어 저항을 측정함으로써 용이하게 추론될 수 있다. 그러나, 바이패스를 통해, 예를 들어 튜브를 따르는, 예를 들어 서미스터(1119)에 인접한 알려진 위치에 병렬 연결된 다이오드(1117)를 사용하여 서미스터 와이어(1113)의 측정된 저항에 대한 서미스터(1119)의 저항에 대한 기여를 제거하는 것이 바람직할 수 있다. 서미스터(1119)의 저항을 제거함으로써, 와이어의 저항이 측정된 저항의 주요 기여인자가 된다. 일부 구현예에서, 바이패스는 튜브의 환자 단부에서 서미스터(1119)에 근접하여 있다.
- [1118] 히터 와이어(1111)로부터의 열에 대한 서미스터 와이어(1113)의 온도의 응답에 지연이 있을 수 있다. 서미스터 와이어(1113)의 가열 시의 이러한 지연은 서미스터 와이어(1113)에서 가열이 관찰되기 전에 열이 히터 와이어(1111)로부터 서미스터 와이어(1113)로 전도될 필요가 있기 때문이다. 이러한 지연은 히터 와이어(1111) 상의 전력의 단계적 변화 후에 잠시 관찰될 수 있는 온도의 일시적인 불일치를 극복할 수 있다.
- [1119] 일부 구현예에서, 히터 와이어(1111) 자체의 온도가 측정된다. 이전에 설명된 동일한 원리가 이러한 구현예에 적용 가능하지만, 대신에 (온도 식 [9]에서) 반경(r)이 0인 것이 고려된다. 전력의 단계적 변화가 히터 와이어(1111)에 인가될 때, 비드 재료의 열 전도율은 히터 와이어(1111)로부터 멀리로의 열 전도 또는 소산의 정도에 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 히터 와이어(1111)로부터 멀리로의 열 전도 속도, 또는 히터 와이어(1111)로부터의 열의 소산 속도는 히터 와이어(1111) 주위에 존재하는 응축수의 양과 관련하여 변화된다. 따라서, 저항과 온도 사이의 선형 비례 관계는 와이어 저항을 측정함으로써 온도를 추론하는 데 다시 사용될 수 있다. 이러한 구현예는 응축수 검출 시스템을 구현하기 위해 추가 하드웨어 구성요소를 필요로 하지 않을 수 있기 때문에 유리할 수 있다.
- [1120] 일부 구현예에서, 서미스터 와이어(1113)가 통전될 수 있고 히터 와이어(1111)의 온도가 측정된다. 일부 구현예에서, 다수의 와이어(예를 들어, 히터 와이어 및/또는 서미스터 와이어)가 통전될 수 있고 하나의 와이어의 온도가 측정된다. 일부 구현예에서, 하나의 히터 와이어(1111) 또는 서미스터 와이어(1113)가 통전될 수 있고 다수의 와이어(예를 들어, 히터 와이어 및/또는 서미스터 와이어)의 온도가 측정된다.
- [1121] 일부 구현예에서, 히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113)는 비드 와이어링 배열에 인접한다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(1111) 및 서미스터 와이어(1113)는 비드 와이어링 배열에 인접하지 않는다.
- [1122] 일부 구현예에서, 단계적 변화는 히터 와이어(1111)를 통전하기 위한 AC 전력의 단계적 변화이다. 일부 구현예에서, 단계적 변화는 DC 전력에 있다. 일부 구현예에서, 히터 와이어(1111)를 통전하기 전에 AC 전력을 DC 전력으로 정류하기 위해 추가 회로부가 적용될 필요가 있다. 일부 구현예에서, 다수의 전력 신호가 인터리빙된다. 예를 들어, 와이어에 전기적으로 연결된 회로에 전력을 공급하기 위한 제어 전력 및 전력의 단계적 변화는 와이어 상에서 인터리빙된다.
- [1123] 일부 구현예에서, 서미스터 와이어(1113) 또는 히터 와이어(1111)의 온도는 디바이스, 예를 들어 열전쌍의 사용에 의해 측정될 수 있다. 일부 구현예에서, 서미스터 와이어(1113) 또는 히터 와이어(1111)의 온도는 와이어의 온도를 측정하는 다른 공지된 방식에 의해 측정될 수 있다.
- [1124] 응축수 검출의 모든 방법에 일반적인 적용 가능
- [1125] 일부 와이어가 가열, 감지, 히터 또는 서미스터 와이어로서 상기에 설명될 수 있지만, 이들 와이어는 그러한 기능의 임의의 조합을 수행할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [1126] 이들 응축수 검출 시스템은 상호 배타적이지 않다는 것이 이해되어야 한다. 임의의 응축수 검출 시스템의 구현예를 포함하여, 임의의 응축수 검출 시스템은 예를 들어 예러 검사 또는 리던던시를 제공하기 위해 서로 조합하여 사용될 수 있다. 응축수 검출 시스템의 임의의 출력은 서로에 대해 가중될 수 있다. 일부 구현예에서, 특정

응축수 검출 시스템은 증가된 정확도 또는 정밀도로 인해 더 크게 가증될 수 있다.

[1127] 신호 발생기

[1128] 신호 발생기는 전압 신호를 발생시키는 데 사용될 수 있다. 제어기의 I/O 핀으로부터의 펄스를 포함하여, 신호를 발생시키는 임의의 방법이 사용될 수 있다. 여자기 모듈은 신호 발생기일 수 있다. 유사하게, 상기 응축수 검출 방법 중 다수는 다수의 별개의 신호 발생기 또는 다수의 별개의 신호를 생성할 수 있는 신호 발생기를 필요로 할 수 있다.

[1129] 일부 구현예에서, 5 V 구형파 신호는 신호 발생기로부터 발생될 수 있다. 하나의 예시적인 신호 발생기는 호흡 튜브를 가열하기 위해 제어 가능한 주기적인 "펄스"를 발생시키는 펄스 폭 변조(PWM) 히터 와이어 전류이다. 하나의 이러한 구성에서, 시정수는 커패시턴스가 PWM 신호의 연속적인 "온(on)" 주기 사이에서 완전히 방전되도록 PWM 기간보다 더 짧다. 대안적으로, PWM 히터 와이어 전류의 듀티 사이클은, 선택적으로 또는 주기적으로, 커패시터를 완전히 방전하기 위해 PWM 히터 와이어 전류의 2 개 이상의 연속적인 주기 동안 0%로 설정되고/되거나, 커패시턴스를 완전히 충전하고 하기에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같은 시정수의 측정을 허용하기 위해 2 개 이상의 연속적인 주기 동안 100%로 설정될 수 있다.

[1130] 도관 모델

[1131] 상기에서 논의된 바와 같이, 도관 시스템은 요소 저항 및 고유 커패시턴스(C)를 포함할 수 있지만, 요소 저항은 저항기(R)가 요소 저항보다 상당히 크다면 무시될 수 있다.

[1132] 검출 회로부

[1133] 검출 회로부는 비교기를 포함할 수 있다. 비교기는 저항기(R)를 가로지르는 전압을 임계 전압과 비교한다. 비교기는 저항기를 가로지르는 전압이 임계 전압보다 높으면 이진 1(하이), 및 저항기를 가로지르는 전압이 임계 전압보다 낮으면 이진 0(로우)을 출력하도록 구성될 수 있다. 임계 전압은 요소에 인가되는 전압 펄스의 e^{-1} 또는 36.8%에 대응할 수 있다. 그러나, 임의의 적합한 대안 임계 전압이 사용될 수 있다. 도 12는 '건조' 및 '습윤'인 튜브에 대한 비교기 출력을 비교한다. 도 12에 예시된 바와 같이, X 축 및 Y 축 단위는 이해의 용이성을 위해 정규화되었지만, 실제 측정치는 변할 수 있다.

[1134] 도 12에서, "펄스"는 신호 발생기 전압 - 예를 들어, 5 V 구형파 또는 펄스를 나타내며, 이는 다이어그램에서 정규화되어 있다. "임계치"는 임계 전압을 나타낸다. 임계 전압은 임의의 값 - 예를 들어, 신호 발생기 전압의 36.8%일 수 있다. "V0" 및 "V1"은 각각 건조 및 습윤 튜브에 대한 저항기(R)를 가로지르는 전압을 나타내고, "D0" 및 "D1"은 그에 따른 검출기 출력을 나타낸다.

[1135] 도 12에 예시된 바와 같이, D1은 D0보다 더 큰 시정수에 대응한다. 더 큰 시정수는 튜브 내의 "건조" 대 "습윤" 상태의 차이에 의해 야기되며, 이는 요소 사이에 절대 유전율의 차이를 야기한다. 커패시터(C)는 초기에 방전된다. 즉, 커패시터(C)를 가로지르는 전압 V_C 는 0 V이다. 신호 발생기가 양의 사이클의 상승 동안 0 V로부터 +5 V 까지 변화될 때, 커패시터는 단락으로서 역할을 하므로, 커패시터를 가로지르는 전압은 0 V이다. 즉, 커패시터의 제1 및 제2 단자 둘 모두는 5 V에 있다. 본 발명자들은 $V_R = V_{in} - V_C$ 로부터, 저항기(R)를 가로지르는 순시 전압이 그에 따른 신호 발생기 출력과 동일할 것을 인식한다. R을 통해 흐르는 결과적인 전류는 커패시터(C)가 충전되는 속도를 나타낸다. 커패시터(C)가 충전되고 그를 가로지르는 전압이 증가함에 따라, 저항기(R)를 가로지르는 전압은 감소하기 시작한다. 커패시터가 완전히 충전되는 경우, 저항기(R)를 가로지르는 전압은 0 V가 된다. 이것의 역은 커패시터가 방전될 때 신호 발생기 전압이 +5 V로부터 0 V로 변화되는 경우에 발생한다. 이러한 경우에, 저항기는 그를 가로지르는 음의 전압을 가질 것이다. 전압이 임계 라인과 교차하는 지점에서 다시 비교기 출력이 낮아지게 될 것이다. 따라서, 튜브의 시정수를 나타내는 펄스가 발생될 수 있다. 시정수의 지속 시간은 제어기의 GPIO 핀을 통해 측정될 수 있다. 간격 또는 지속시간, 예를 들어 발생된 펄스의 간격 또는 지속시간을 측정하는 임의의 다른 적합한 방법이 사용될 수 있다.

[1136] 임계 지점(또한 본원에서는 사전결정된 임계치로 지칭됨)은, 예를 들어 치료 유형, 환자 유형, 주변 조건, 도관 유형, 길이, 및/또는 구성을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 수의 동작 조건에 기초하여, 제어기를 포함하는 임의의 적합한 수단에 의해 선택 가능할 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[1137] 또한 다수의 임계치는 제어기가 튜브 내의 응축수의 정도에 따라 상이하게 응답할 수 있도록, 또는 '습윤' 또는 '건조' 상태의 검출 사이에 히스테리시스를 제공하도록 구현될 수 있다는 것도 인식되어야 한다. 추가적으로,

응축수 레벨은 제어 알고리즘이 사전정의된 임계치에서 모드를 간단히 전환하는 것보다는, 응축수 레벨 및/또는 다른 입력에 따라 가변 출력을 가질 수 있도록 연속체로서 검출될 수 있다.

[1138] 응축수 검출 프로세스

[1139] 호흡 보조 장치는 수분 검출 및 정상 동작 모드 사이를 전환할 수 있다. 호흡 보조 장치가 정상 동작 모드에 있을 때, 이는 도 1 또는 도 2와 관련하여 설명되는 바와 같이 정상 동작을 수행한다. 호흡 보조 장치가 수분 검출 모드에 있을 때, 호흡 보조 장치는 수분을 검출하는 전술한 방법 중 하나 이상을 사용한다. 일부 구현예에서, 다수의 수분 검출 모드 및/또는 다수의 정상 동작 모드, 예를 들어 일차 검출 모드 및 이차 검출 모드가 있을 수 있다. 예시적인 일차 검출 모드는 응축수의 존재를 검출하는 것을 포함할 수 있는 한편, 예시적인 이차 검출은 응축수의 양을 검출하는 것을 포함할 수 있다. 이러한 다수의 수분 검출 모드 및/또는 다수의 정상 동작 모드는 하나 이상의 수분 검출 및/또는 정상 운용 동작 (normal operational operation)을 수행할 수 있다.

[1140] 일부 구현예에서, 호흡 보조 장치는 수분 검출 및 정상 동작 모드 사이를 주기적으로 전환한다. 일부 구현예에서, 호흡 보조 장치는 정상 동작 모드에 진입하기 전에 수분 검출 모드에서 시작한다. 일부 구현예에서, 호흡 보조 장치는 수분 검출 및 정상 동작 모드 사이에서 수동으로 전환될 수 있다. 일부 구현예에서, 특정 조건의 존재는 호흡 보조 장치를 특정 수분 검출 및/또는 정상 동작 모드로부터 다른 수분 검출 및/또는 정상 동작 모드로 전환할 수 있다.

[1141] 대안적으로, 호흡 보조 장치는 수분 검출 및 정상 운용 동작 사이를 전환할 수 있다. 일부 구현예에서, 수분 검출은 정상 동작 모드와 함께 또는 이와 병렬로 수행된다. 이것은 정상 동작 모드/동작 및 응축수 검출 모드/동작을 인터리빙하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 호흡 보조 장치는 정상 동작 모드/동작 및 응축수 검출 모드/동작을 인터리빙하기 위해 시분할 다중화를 사용할 수 있다.

[1142] 호흡 보조 장치가 다른 모드로도 진입할 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 호흡 보조 장치는 응축 이외의 상이한 상태를 검출하거나, 호흡 보조 장치의 다른 기능, 예를 들어 워터-아웃(water-out), 역류 검출, 또는 본원에 설명된 바와 같은 다른 기능을 동작할 수 있는 다른 모드로 진입할 수 있다.

[1143] 일부 구현예에서, 수분 검출 모드 종료는 사전결정된 응축이 검출되지 않는 기간, 특정 임계치의 충족 또는 비충족, 또는 응축 미발생에 대한 충분하고 성공적인 테스트 통과 여부에 기초할 수 있다.

[1144] 도 13a는 도관 내의 적어도 2 개의 전도성 요소의 고유 커패시턴스를 사용하여 응축수의 존재를 검출하는 예시적인 알고리즘의 흐름도를 예시한다. 응축수 검출은 정상 동작과 독립적으로, 또는 정상 동작과 함께 기능할 수 있다. 예를 들어, 정상 동작은 응축수 검출이 수행되고 있다면 일정 기간 동안 중지될 수 있다. 또 다른 예에서, 응축수 검출은 정상 동작과 상이한 주파수에서 동작하여 정상 동작과 함께 작동할 수 있다.

[1145] 도 13a에 도시된 바와 같이, 응축수 검출 모드는 신호를 발생시키는 것(1303), 발생된 신호에 응답하여 복귀되는 신호를 수신하는 것(1305), 시정수를 결정하는 것(1307), 시정수를 사전결정된 임계치와 비교하는 것(1309), 및 시정수가 사전결정된 임계치를 초과하는지를 결정하는 것(1311)에 의해 동작한다. 시정수가 1311에서 사전결정된 임계치를 초과하는 경우, 시스템은 바람직하지 않은 양의 응축수가 존재하고 응축 완화 전략이 구현되는 것(1313)을 결정한다. 1311에서, 시정수가 사전결정된 임계치를 초과하지 않는 경우, 바람직하지 않은 양의 응축수가 튜브에 존재하지 않고 시스템이 1315에서 정상 히터 와이어 또는 센서 제어 모드로 다시 전환되는 것으로 결정된다. 응축 완화 전략을 구현한 후에, 시스템은 1315에서 정상 히터 와이어 또는 센서 제어 모드로 다시 전환된다.

[1146] 대안적으로, 단일의 사전결정된 시정수 임계치 대신에, 응축수 상태를 정량화하거나 응축수의 양을 측정하기 위해 다수의 임계치가 다양한 세분성(예를 들어, "건조", "저", "중" 및 "고", 또는 1 내지 10의 스케일)과 함께 사용될 수 있다. 도 13b는 응축수의 표시를 검출하는 예시적인 알고리즘의 흐름도를 예시한다. 표시는 응축수의 상대 정도(예를 들어, 저, 중 또는 고); 응축수의 경향(예를 들어, 증가 또는 감소); 응축수의 양(예를 들어, 5 ml의 응축수); 응축을 경험하고 있는 도관 또는 도관의 일부의 백분율; 또는 상기의 임의의 조합일 수 있다.

[1147] 도 13b에 도시된 바와 같이, 응축수 측정 모드는 신호를 발생시키는 것(1323), 복귀되는 신호를 수신하는 것(1325), 시정수를 결정하는 것(1427), 응축수의 표시를 결정하는 것(1329), 및 응축 완화 전략을 구현하는 것(1331)에 의해 동작한다.

[1148] 도 13c에 도시된 바와 같이, 인덕턴스 기반 검출을 위한 예시적인 응축수 검출 모드는 시스템(예를 들어, 도 6

의 인덕턴스 검출 시스템(600))의 공진 주파수를 측정하는 것(1341), 시스템의 공진 주파수를 측정하는 것(1343), 및 호홉 튜브의 공진 주파수가 제1 임계치를 초과하거나 제2 임계치를 하회하는지를 결정하는 것(1343)에 의해 동작한다. 공진 주파수가 1343에서 제1 임계치를 초과하거나 제2 임계치를 하회하는 경우, 시스템은 바람직하지 않은 양의 응축수가 존재하고 응축 완화 전략이 구현되는 것(1345)(예를 들어, 응축수 알람을 설정하는 것)을 결정한다. 1345에서, 공진 주파수가 제1 임계치를 초과하지 않거나 제2 임계치를 하회하지 않는 경우, 바람직하지 않은 양의 응축수가 튜브에 존재하지 않고 시스템이 사전결정된 시간 간격 후에 공진 주파수를 다시 측정하는 것(1341)이 결정된다. 응축 완화 전략을 구현한 후에, 시스템은 사전결정된 시간 간격 후에 공진 주파수를 다시 측정한다(1341).

[1149] 도 13d에 도시된 바와 같이, 신호 감쇠 기반 검출을 위한 예시적인 응축수 검출 모드는 보충 신호를 히터 와이어 또는 히터 와이어 신호에 주입하는 것(1351), 서미스터 와이어 상에서 신호를 수신하는 것(1353), 서미스터 와이어 상에 수신되는 신호의 크기를 측정하는 것(1355), 및 크기가 임계치 미만인지를 결정하는 것(1357)에 의해 동작한다. 수신된 신호의 크기가 1357에서 사전결정된 임계치 미만인 경우, 시스템은 바람직하지 않은 양의 응축수가 존재하고 응축 완화 전략이 구현되는 것(1359)(예를 들어, 응축수 알람을 설정하는 것)을 결정한다. 1357에서, 수신된 신호의 크기가 사전결정된 임계치 미만인 경우, 바람직하지 않은 양의 응축수가 튜브에 존재하지 않고 시스템이 사전결정된 시간 간격 후에 보충 신호를 히터 와이어 또는 히터 와이어 신호에 다시 주입하는 것(1351)이 결정된다. 응축 완화 전략을 구현한 후에, 시스템은 사전결정된 시간 간격 후에 보충 신호를 히터 와이어 또는 히터 와이어 신호에 다시 주입한다(1351).

[1150] 도 13e에 도시된 바와 같이, 열 기반 검출을 위한 예시적인 응축수 검출 모드는 히터 와이어 전력의 단계적 변화를 인가하는 것(1361), 히터 와이어 또는 서미스터 와이어의 온도 상승을 측정하는 것(1363), 히터 와이어 또는 서미스터 와이어의 열 전도율을 계산하는 것(1365), 및 히터 와이어 또는 서미스터 와이어의 열 전도율이 임계치를 초과하는지를 결정하는 것(1367)에 의해 동작한다. 히터 와이어 또는 서미스터 와이어의 열 전도율이 1367에서 사전결정된 임계치를 초과하는 경우, 시스템은 바람직하지 않은 양의 응축수가 존재하고 응축 완화 전략이 구현되는 것(1369)(예를 들어, 응축수 알람을 설정하는 것)을 결정한다. 1367에서, 히터 와이어 또는 서미스터 와이어의 열 전도율이 사전결정된 임계치를 초과하지 않는 경우, 바람직하지 않은 양의 응축수가 튜브에 존재하지 않고 시스템이 사전결정된 시간 간격 후에 히터 와이어 전력의 단계적 변화를 다시 인가하는 것(1361)이 결정된다. 응축 완화 전략을 구현한 후에, 시스템은 사전결정된 시간 간격 후에 히터 와이어 전력의 단계적 변화를 다시 인가한다(1361).

[1151] 개시된 모든 방법에 대해, 응축수 검출 임계치는 엄격한 크기 임계치가 아닐 수 있고, 대신에 변화율, 지속된 변화율, 크기의 지속된 증가 또는 감소, 경향 또는 다른 통계적 측정 임계치일 수 있다는 점에 주목한다. 다수의 임계치 - 예를 들어 소프트 임계치 및 하드 임계치가 사용될 수 있다. 임계치는 상위 또는 하위 임계치일 수 있고, 가습기가 범위 내에서 동작하기 위한 허용 가능 범위를 설정하는 데 사용될 수 있다. 추가적으로, 임계치가 초과되는 것에 응답하여, 하기에서 논의되는 응축 완화 전략과 같은, 알람을 배타적으로 설정하지 않는 임의의 대안 응답이 고려될 수 있다. 예를 들어, 청각적, 시각적 및/또는 청각-시각적 경보, 경고 또는 프롬프트가 트리거될 수 있다. 또한, 트리거는 응축 완화 전략에서 피드백으로서 사용될 수 있다. 개시된 모든 방법에 대해, 방법이 상위 임계치를 설명하는 경우(예를 들어, 방법이 임계치를 초과하는 것을 설명하는 경우), 이 방법은 또한 하위 임계치를 사용할 수 있다는 점에 주목한다. 마찬가지로, 방법이 하위 임계치를 설명하는 경우(예를 들어, 방법이 임계치를 하회하는 것을 설명하는 경우), 이 방법은 또한 상위 임계치를 사용할 수 있다. 추가적으로, 상기의 방법에 설명된 사전결정된 시간 간격은 현재 조건 및/또는 사용자 입력에 기초하여 가변적일 수 있다.

[1152] 개시된 임의의 방법은 응축수 존재를 표시하는 순전한 이진 출력을 갖지 않을 수 있다. 메모리에 저장된 실험적으로 결정된 값 또는 알려진 관계를 사용하여, 임의의 방법은 존재하는 응축수의 양(예를 들어, 10 mL, 15 mL, 20 mL 등)을 정량화하는 데 사용될 수 있다. 이러한 메모리는 히터 베이스, 외부 액세서리, 센서 카트리지가, 도관 또는 중간 커넥터 내에 위치될 수 있다.

[1153] 대안적으로, 응축수의 검출은 지속시간의 절대 값이 아니라, 시정수 신호의 이전과 현재 지속시간에 대한 차이에 기초한다. 증가하는 시정수는 튜브 내의 증가하는 응축수를 나타낸다. 감소하는 시정수는 건조 튜브를 나타낸다. 시정수는 또한 상기에서 논의된 바와 같이 응축수의 임의의 표시와 상관될 수 있다. 이러한 접근법은, 후술되는 바와 같은 교정 절차에 대한 필요 없이, 시간에 따라 또는 하나의 튜브로부터 다음 튜브로의 커패시턴스의 변화에 영향을 받지 않는 장점을 갖는다.

[1154] 교정

[1155] 하나의 튜브로부터 또 다른 튜브로의 건조 커패시턴스 및 시정수의 고유 가변성이 있을 것이라는 것이 이해되어야 한다. 이러한 변화는 예를 들어, 상이한 튜브 구성으로 인한 것이거나, 주어진 튜브 구성, 주변 조건, 구성 요소 또는 제조 공차, 또는 공급자/재료 변화로 인한 것일 수 있다. 이와 같이, 각각의 튜브는 선택적으로 가스 공급 시스템이 튜브 및/또는 특정 튜브의 모델을 식별하는 것을 허용하고/하거나, 그러한 특정 튜브 또는 튜브 모델에 대한 커패시턴스 또는 시정수 임계치 정보를 가스 공급 시스템에 제공하는 표시자(예컨대, 저항기 값, 커패시턴스, 공진 주파수, 또는 EPROM)를 포함할 수 있다. 가스 공급 시스템, 예를 들어 가습기는 연결된 튜브와 함께 사용하기 위해 자체 교정하도록 구성될 수 있다. 커패시턴스 또는 시정수 임계치 정보는 개별적으로 측정되고 튜브의 제조 시에 EPROM 내로 프로그래밍될 수 있거나, 가습기 또는 EPROM은 그러한 튜브 모델에 적절한 공칭 값(예를 들어, 평균 또는 전형적인 값)으로 프로그래밍될 수 있다. 대안적으로, 가습기와 같은 가스 공급 시스템은 가습기가 예열되는 동안, 또는 예열되기 전에 교정 루틴을 수행하도록(예를 들어, 건조 튜브의 시정수를 초기에 측정함) 프로그래밍될 수 있다.

[1156] 일부 구현예에서, 특정 건조 커패시턴스는 가스 공급 시스템에 연결된 튜브를 적어도 부분적으로 식별하기 위해 자체로 사용될 수 있다. 예를 들어, 성인 호흡 치료법을 위해 설계된 튜브는 건조 커패시턴스를 가질 수 있으며, 이는 신생아 호흡 치료법을 위해 설계된 튜브의 건조 커패시턴스와는 별개이다. 가습기는 건조 커패시턴스를 측정함으로써 튜브를 식별하고 그에 따른 적절한 동작 파라미터를 선택할 수 있다. 적절한 동작 파라미터는 예를 들어 가습기 제어기의 룩업 테이블(LUT)에 저장될 수 있다.

[1157] 도관 배열

[1158] 응축수 검출을 개선하기 위해 다양한 배열이 사용될 수 있다. 하기의 배열은 상기에서 상세하게 설명된 복합 도관과 함께, 또는 주름진 도관, 나선형 도관, 압출된 도관을 포함하는 임의의 다른 유형의 도관 또는 당업자에게 공지된 임의의 다른 도관과 함께 사용될 수 있다. 하기의 구조 각각은 개별적으로 통합되거나 함께 조합될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 하기의 구조가 개별적으로 설명되지만, 구조 또는 구조의 양태는 함께 혼합 및 조합될 수 있다. 도 14 내지 도 25 각각은 도 3a 및 도 4a의 튜브의 제2 세장형 부재(305) 또는 비드(405)의 상이한 구현예를 단면으로 각각 예시하며, 루멘은 예시된 단면 아래에 위치될 것이다.

[1159] 도 14는 하나 이상의 미세채널을 한정할 수 있는 미세구조(1403)를 포함하는 복합 도관의 비드와 같은 내부 도관 벽(1401)의 일부를 예시한다. 본원에 사용되는 바와 같은 용어 "미세구조"는 약 2.3 mm 미만, 바람직하게는 1 내지 1000 마이크로(μ m) 범위의 치수를 갖는 구조를 지칭한다. 미세채널 내의 액체의 이동은 관성력 또는 중력 보다는 표면력에 주로 기초하며, 일반적으로 미세구조의 특성 치수가 실온에서 약 2.3 mm인 물의 모세관 길이보다 더 작으면 표면력이 우세한 것으로 밝혀졌다. 위킹을 촉진하기 위해, 높은 종횡비(aspect ratio) 및/또는 높은 표면 에너지(약 $\delta/2$ 미만의 평형 접촉 각도)를 갖는 구조가 바람직한 것으로 밝혀졌다. 계면활성제는 거의 0°의 접촉 각도를 초래할 수 있으므로, 위킹이 용이하게 발생할 수 있다. 미세채널 내의 미세구조화된 또는 나노구조화된 범프는 고체/액체/증기 접촉 라인을 피닝(pinning)하는 역할을 하고/하거나, 표면적을 증가시키고/시키거나, 응축수를 위한 핵형성 부위로서 역할을 할 수 있다.

[1160] 예시된 미세구조(1403)는 미세채널을 통해 벽(1401)의 길이를 따라 응축수를 위킹하여, 요소(1405)의 더 큰 부분에 걸쳐 응축수를 분산시켜서 커패시턴스 측정을 개선한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 횡방향 미세채널과 같은 미세구조는 요소(1405)를 향해 액체를 수송하기 위해, 복합 튜브, 인접 벽(1401)의 적어도 일부의 제1 세장형 부재(303)의 내부 표면 상에 제공될 수 있다. 미세채널 깊이 구배는 특정 방향으로, 예를 들어 요소(1405)를 향해 액체의 이동을 제어하는 데 사용될 수 있다. 액체는 더 깊은 채널의 방향으로 이동하는 경향이 있는 것으로 밝혀졌다. 구배는 또한 액체의 위킹을 가속하거나 다른 방식으로 개선시킬 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제1 세장형 부재(303) 및 제2 세장형 부재(305)의 내부 표면은 요소(1405)를 향해 응축수를 지향시키기 위해 친수성 및 소수성 재료 또는 코팅을 각각 포함할 수 있다.

[1161] 도 15는 (예를 들어, 딩, 구멍, 키홀, 채널 또는 보이드와 같은) 하나 이상의 개구부(1503)를 포함하는 복합 도관의 비드와 같은 내부 도관 벽(1501)의 일부를 예시한다. 이러한 하나 이상의 개구부(1503)는 응축수를 하나 이상의 개구부(1503) 내로 흡인하여, 요소(1505) 사이에서 커패시턴스의 변화를 야기할 수 있다. 응축수는, 예를 들어 모세관 작용 또는 중력에 의해, 흡인될 수 있거나, 개구부(1503)는 투과성 또는 흡수성 재료로 충전될 수 있다. 그러한 비드를 포함하는 튜브는 선택적으로 하나 이상의 개구부(1503)를 향해 응축수를 수송하기 위해 제1 세장형 부재의 내부 표면 상에 미세구조를 추가로 포함할 수 있다. 이것은 응축수 검출 알고리즘의 감도 및

/또는 응답 시간을 추가로 개선할 수 있다.

[1162] 도 16은 도 15에 포함된 것과 유사한 하나 이상의 개구부(1603)를 갖는 복합 도관의 비드와 같은 내부 도관 벽(1601)의 일부를 예시한다. 도 16의 예에서, 도관 벽 또는 비드의 일부는 증기 및/또는 액체 투과성 영역과 같은 투과성 영역(1607)을 포함한다. 개구부(1603)에 축적되는 응축수는 주변 환경으로의 확산으로 인해 소산될 수 있다. 이러한 배열에서, 전도성 요소(1611) 중 2 개는 용량성 결합을 증가시키기 위해 실질적으로 평행한 플레이트 또는 리본 와이어를 포함할 수 있다. 가열 루프 또는 회로는 요소(1605) 중 하나 및 요소(1611) 중 하나에 의해 형성될 수 있고, 감지 루프 또는 회로는 요소(1605, 1611) 각각의 다른 요소에 의해 형성될 수 있다. 대안적으로, 두 요소(1605) 모두는 전용 수분 검출 요소를 포함할 수 있다. 커패시턴스는 요소(1605) 또는 요소(1611) 중 어느 하나 사이에서 검출될 수 있다.

[1163] 도 17a는 도 3b, 도 4a 또는 도 4b에 예시된 것과 같은 복합 도관의 비드와 같은 내부 도관 벽(1701)의 일부를 예시한다. 내부 도관 벽(1701)은 불투과성 재료(1709) 및 확장된 투과성 재료(1707)로 이어지는 불투과성 재료의 겹(1713)을 포함한다. 투과성 재료는 증기 투과성 또는 액체 투과성, 또는 둘의 조합일 수 있다. 예를 들어, 투과성 재료(1707)의 내부 부분은 액체 투과성일 수 있는 한편, 외부 부분은 증기 투과성만일 수 있다. 투과성 재료(1707)는 또한 제2 불투과성 재료에 의해 주변 공기로부터 분리될 수 있다. 투과성 재료(1707)는 선택적으로 전도성 플레이트 또는 리본의 형태를 취할 수 있는 상태에서, 전기 도체(1711)에 의해 불투과성 재료(1709)로부터 분리될 수 있다. 하나의 도체(1711)는 가열 회로의 일부를 형성할 수 있으며, 다른 도체는 감지 회로 또는 수분 검출 요소 또는 회로의 일부를 형성한다. 플레이트 또는 리본의 증가된 표면적은 그 사이에서 용량성 결합을 증가시킨다. 대안적으로, 두 도체(1711) 모두는 전용 수분 검출 요소를 포함할 수 있다. 요소(1705)는 대안적으로 투과성 재료(1707) 내에 포함될 수 있다. 물 분자는 겹(1713)을 통해 투과성 재료(1707)로 진입될 수 있다. 도관의 루멘측에서의 비교적 작은 겹(1713)은 비교적 적은 수증기, 예를 들어 습도가 환자에게 공급되는 가습된 호흡 가스로부터 손실되는 것을 보장한다. 반면에, 액체 응축수는 미세구조, 개구부 등에 의해 겹(1713)을 향해 지향되어, 응축수에 대한 응축수 검출 알고리즘의 감도를 향상시킬 수 있다. 호기 가스의 건조가 바람직할 수 있는, 호기 가지(expiratory limb)로서 사용하도록 설계된 튜브에서, 겹(1713)은 훨씬 더 클 수 있거나, 불투과성 재료(1709)는 완전히 생략될 수 있다. 투과성 재료의 어느 한 층의 전기 도체(1711)는 전기 도체(1711) 사이에 존재하는 응축수의 양에 대응하는 커패시턴스 또는 커패시턴스의 변화를 측정하거나 추론할 수 있다.

[1164] 전도성 요소(예컨대, 본원에 논의된 다른 것 중에서도 와이어, 필라멘트 또는 플레이트) 사이에서 물리적 거리 변화, 및 그에 따른 커패시턴스 변화를 야기하는 구성이 대안적으로 또는 추가적으로 사용될 수 있다. 그러한 배열에서, 커패시턴스는 수분과 음의 관계가 될 수 있다. 예를 들어, 도 18은 불투과성 영역, 투과성 영역(1807) 및 중공 영역(1803)에서 캡슐화되는 실질적으로 평행 요소(1811)를 포함하는 도관 벽(1801)의 일부, 예를 들어 복합 도관의 비드를 예시한다. 요소(1811)는 서로 전기적으로 결합되지 않은 전용 수분 검출 요소를 각각 포함할 수 있으며, 각각의 요소(1811)는 도 5의 모델에서 커패시터(C)(503)의 평행 플레이트 중 하나를 효과적으로 형성한다. 투과성 영역(1807)은 튜브에 존재하는 응축수의 용적에 따라 요소(1811)의 거리를 물리적으로 변경하기 위해 길이가 변화되도록(예를 들어, 팽윤되도록) 구성될 수 있다. 예를 들어, 투과성 영역은 응축수가 투과성 영역(1807)을 투과할 때 길어지는/직선화되는 아코디언 형상을 가질 수 있다. 요소(1811)는 예시된 바와 같이 수평으로 또는 수직으로 또는 소정 각도로 이동하도록 구성될 수 있다. 이러한 구성은 정사각형 또는 직사각형 형상으로 도시되어 있지만, 어떤 방식으로든 요소가 응축수로 분리되는 것을 허용하는 임의의 형상이 될 수도 있다. 또한, 투과성 영역의 길이는 수분과 양 또는 음의 관계가 될 수 있지만(예를 들어, 응축수의 존재 하에, 각각 팽윤되거나 수축됨), 요소(1811) 사이의 커패시턴스에 대한 효과가 유전율의 변화로부터 발생하는 것을 보완하거나, 훨씬 초과하는 것이 바람직하다.

[1165] 또 다른 예로서, 도관 벽에 포함되는 투과성 재료는 요소의 각도의 변화를 야기할 수 있다. 도 19는 투과성 재료가 팽윤됨에 따라 요소(1911)가 피봇될 수 있는 구성을 예시한다. 요소는 피봇 지점(1915) 및/또는 보유 메커니즘(1917)을 가질 수 있다. 요소 사이의 커패시턴스는 요소가 더 근접하게 또는 더 멀리 이동함에 따라 측정될 수 있다. 도 18의 구형예의 변형예에서, 상부(최외부) 투과성 영역(1807)은 대신에 수분의 존재 하에 크기/형상이 변경되지 않는 불투과성 재료 및/또는 투과성 재료일 수 있다. 따라서, 하부 투과성 영역(1807)의 신장(또는 수축)은 요소(1811) 사이에 각도를 생성하여, 그 사이의 커패시턴스를 변경할 것이다. 불투과성 외부 재료는 또한 호흡 가스의 수분 손실 및 원하지 않는 건조를 최소화할 것이다.

[1166] 투과성 재료의 팽윤은 또한 이진 응축수 검출을 위한 스위치형 구성의 폐쇄 또는 개방을 야기할 수 있다. 예를 들어, 도 20 및 도 21은 요소(2003, 2005, 2103, 2105)를 포함하는 도관 벽의 투과성 벽 부분을 예시한다. 이들

요소는 예시된 바와 같이 응축수의 존재 하에 개방되거나 폐쇄된다. 요소(2003, 2005 또는 2103, 2105)가 접촉될 때, 회로를 폐쇄하며, 따라서 스위치로서 역할을 한다. 스위치는 도 20에 도시된 바와 같이, 정상 개방(NO) 또는 도 21에 도시된 바와 같이, 정상 폐쇄(NC)될 수 있다. 요소(2003, 2005, 2103, 2105)는 튜브의 길이를 따라 연속적일 수 있거나, 하나 이상의 별개의 스위치가 튜브의 길이를 따라 특정 위치에 제공될 수 있다.

[1167] 일부 구현예에서, 스트레인 게이지를 갖는 하나 이상의 휘트스톤 브리지 회로가 도관 주위의 하나 이상의 위치에 위치된다. 하나 이상의 스트레인 게이지는 비드를 따라 위치되고 비드가 팽윤 또는 수축과 같이 형상이 변경되는 경우, 하나 이상의 스트레인 게이지가 변환기를 통해 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 이러한 신호는 응축수의 존재 및/또는 양을 표시하기 위해 제어기에 송신될 수 있다.

[1168] 근접 감지 외부 도관 벽

[1169] 도관 벽의 근접 감지 외부는 또한 응축수 검출에 대한 추가 또는 대안 기능으로서 포함될 수 있다. 도관의 외부와 접촉하거나 근접하는 침구, 환자 사지, 또는 다른 이물질이 있는지를 검출하는 것은 안전 메커니즘으로서 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 그것은 도관의 표면 온도가 너무 뜨거워서 환자가 잠재적으로 화상을 입을 수 있는 경우를 방지할 수 있다.

[1170] 유전율은 커패시터의 커패시턴스에 기여하는 전자기 특성이고, 미터당 패럿(F/m)으로 측정될 수 있다. 상대 유전율은 커패시터의 유전체 재료/매체의 특성이다. 호흡 도관에 근접하게 피부가 존재하면, 유전체 매체의 상대 유전율에 대한 변화가 초래될 수 있으며, 이는 본원에 개시된 커패시턴스 기반 감지를 사용하여(예를 들어, 시정수, 공진 주파수, 시정수의 변화, 또는 본원에 개시된 2 개의 전기 전도성 요소 사이의 커패시터의 공진 주파수의 변화를 측정함으로써) 검출 또는 측정될 수 있다. 유전율 임계치는, 가슴기 제어기에 의해, 호흡 도관에 근접하게 피부가 존재하는지 여부를 결정하는 데 사용할 수 있다. 유전율 임계치는 또한 피부와 담요와 같이 상이한 물체를 구별하는 데 사용될 수도 있다. 호흡 도관에 근접한 피부 또는 다른 물체의 검출은 호흡 튜브의 가열 요소를 제한하거나 제어하여 표면 온도를 감소시키고 노출된 표면 온도가 안전한 것을 보장하는 데 사용될 수 있으며, 예를 들어 환자 또는 환자 단부 커넥터 근처의 도관의 대략 250 mm에 대해 44℃한계가 있을 수 있는 한편, 튜브의 나머지 부분에 대해 보다 높은 한계, 예를 들어 48℃한계가 있을 수 있다. 이중-구역 가열 호흡 도관의 경우에, 도관의 환자-근접 부분의 히터 와이어(들)만 이와 같이 제한될 수 있다.

[1171] 사람(예컨대, 환자 또는 조작자(operator))이 도관 벽에 접촉하는지를 검출하는 것은 도관의 외측 표면에 근접하게 위치한 요소를 가짐으로써 수행될 수 있다. 요소는 피부가 표면에 접촉하는 것에 응답하여 요소 사이의 유전체 특성이 변화되도록 구성될 수 있다. 이물질의 근접은 커패시턴스의 변화율에 기초하여, 또는 루멘에 인접한 와이어와 튜브의 외부 표면에 인접한 와이어 사이의 커패시턴스를 검출함으로써 응축수와 구별될 수 있다.

[1172] 도 22(축척되지 않음)는 요소(2205 및 2203)가 외부 도관 벽(2201)의 표면과 평행한, 실질적으로 동일한 평면 내에 제공되는 예시적인 도관 구성을 예시한다. 손가락 또는 다른 신체 부분이 외부 표면과 접촉하는 경우, 유전체 특성이 변화되어 커패시턴스의 측정 가능한 변화를 야기할 것이다.

[1173] 또 다른 예로서, 도 17b는 도 17a의 도관 벽 부분을 예시한다. 도 17b에서, 추가 요소(1715)는 도관 벽의 외부 표면 근처에 통합된다. 손가락과 같은 신체 부분을 사용한 접촉은 커패시턴스의 측정 가능한 변화를 야기할 것이다.

[1174] 일부 실시예에서, 피부 접촉의 검출은 또한 접촉 중인 동안 사전결정된 기간이 경과한 후에 알람, 경고, 경고등을 생성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 접촉이 검출되고 1 분, 10 분 또는 임의의 다른 적합한 지속시간 이상 지속되는 경우, 알람이 생성될 수 있다. 접촉은 지속될 필요는 없을 수 있으며, 이동, 신호 잡음, 민감도 등을 고려하여 지속시간에 걸쳐 간헐적일 수 있다. 알람의 트리거는 접촉의 지속시간 및 예상되는 호흡 도관의 표면 온도 둘 모두에 기초할 수 있다. 예를 들어, 도관 표면 온도가 약 48℃인 경우, 알람은 1 분의 지속되거나 간헐적인 접촉 후에 트리거될 수 있는 반면, 온도가 단지 약 43℃인 경우, 보다 긴 지속시간(예를 들어, 10 분)이 경과한 후에 알람이 트리거될 수 있다.

[1175] 전환 회로

[1176] 일부 배열에서, 튜브는 선택적으로 튜브의 원위 단부에서 서로 전기적으로 결합될 수 있는 한 쌍의 와이어를 포함할 수 있다. 와이어는 가열 또는 감지 루프 또는 회로를 형성하도록 폐쇄되고, 와이어의 쌍이 커패시터의 평행 플레이트를 효과적으로 형성하도록 개발될 수 있다.

[1177] 튜브의 원위 단부는 릴레이와 같은 스위치를 포함할 수 있다. 튜브는 가슴기가 스위치의 동작을 제어하여 선택

적으로 가열 또는 감지 루프에 전력을 공급하거나, 와이어 사이의 커패시턴스를 측정할 수 있게 하는 제어 와이어 또는 와이어들을 추가로 포함할 수 있다.

[1178] 와이어의 쌍은 단락을 비교적 낮은 주파수로 효과적으로 제공하지만, 개방 회로를 비교적 높은 주파수로 제공하도록 선택된 인덕터를 포함할 수 있다. 특히, 인덕터는 존재하더라도, 직류(DC) 또는 저주파수(예를 들어, 50/60 Hz) 교류(AC) 히터 와이어 전류에 거의 영향을 주지 않도록 선택될 수 있지만, 와이어의 쌍 사이의 커패시턴스를 측정하는 데 사용될 수 있는 고주파수(예를 들어, 1 kHz의 이상) 신호를 효과적으로 차단한다. 인덕터는 전술한 바와 같이, 회로의 공진 주파수를 결정함으로써 와이어 사이의 커패시턴스를 결정하는 데 추가로 사용될 수 있다. 건조 튜브의 공진 주파수는 특정 튜브 모델을 식별하고, 그에 따라 가습기 또는 가스 공급원을 구성하는 데 추가로 사용될 수 있다.

[1179] 메쉬 도체

[1180] 전기 전도성 메쉬가 대안적으로 또는 추가적으로 응축수의 존재를 결정하는 데 사용될 수 있다. 일 구현예에서, 도 25에 예시된 바와 같이, 튜브(2501)는 투과성 유전체 재료(2504) 또는 공기 갭에 의해 분리되는 제1(또는 내부) 메쉬(2502) 및 제2(또는 외부) 동축 메쉬(2503)를 포함하는 외부 벽을 갖는다. 튜브는 호흡 가스의 과잉 건조를 방지하기 위해, 특히 흡기 도관으로서 사용되는 경우, 불투과성 외부 층을 추가로 포함할 수 있다. 응축수는 투과성 유전체 재료(2504)에 의해 흡수되거나 확산될 수 있으며, 제1 및 제2 메쉬(2502, 2503) 사이에서 유전 상수 및 따라서 커패시턴스를 수정한다. 메쉬(2502, 2503)는 응축이 검출될 수 있는 도관의 표면적을 증가시킬 수 있다. 메쉬(2502, 2503) 중 어느 하나 또는 둘 모두는 전도성 포일, 또는 편조형 시스(braided sheath)에 의해 교체될 수 있다. 유전체 재료(2504) 내로의 응축수의 통과를 허용하기 위해, 내부 포일은 천공될 수 있거나, 갭을 갖는 나선형으로 권취된 스트립을 포함할 수 있다. 메쉬(2502, 2503) 중 어느 하나 또는 둘 모두는 선택적으로 가열 회로의 일부를 형성할 수 있다. 메쉬(2502, 2503)의 증가된 표면적은 히터 와이어와 비교하여, 더 균일한 가열 및 감소된 응축을 제공할 수 있다. 응축수의 증발 냉각이 메쉬의 보다 큰 표면적으로 인해 전력 요구를 증가시킬 수 있으므로, 응축수는 또한 가열 회로로의 전력 입력으로부터 확인되거나 검출될 수 있다.

[1181] 응축수의 위치 검출

[1182] 도관 내의 응축수의 위치가 또한 검출될 수 있다. 예를 들어, 도관은 응축수의 위치의 결정을 허용하기 위해 세그멘테이션 또는 구역을 포함할 수 있다. 예를 들어, 세그먼트는 도관의 길이를 따라 구역을 생성하는 도관의 특정 길이에 걸쳐 연장될 수 있다. 전술한 바와 같이, 튜브는 2 개 이상의 연속적이고 독립적인 제어 가능 구역을 포함할 수 있다. 각각의 구역 내의 커패시턴스는 독립적으로 검사될 수 있다. 전형적으로 가습기와 환자 사이에 걸쳐 있을 수 있는, 튜브의 시작부 또는 중간부를 향하는 구역에서의 증가된 커패시턴스는 튜브의 낮은 지점에서의 이동 응축수 고임을 나타낼 수 있다. 반면에, 튜브의 환자 단부에 있는 구역에서의 증가된 커패시턴스는 튜브 내의 체액을 나타낼 수 있다. 구역은 길이가 동일하거나 동일하지 않을 수 있다.

[1183] 도 20과 관련하여 상기에 개시된 바와 같이, 요소(2003, 2005)는 NO 스위치 또는 스위치들을 형성할 수 있다. 응축수의 존재 하에, 스위치는 회로를 형성하도록 폐쇄된다. 결과적인 회로의 길이는 가습기로부터의 검출된 응축수의 거리에 비례할 것이고, 응축수의 위치는 결과적인 회로의 저항으로부터 결정될 수 있다.

[1184] 대안적으로, 복수의 전도성 요소, 예를 들어 와이어는 튜브 내에서 일반적인 응축수 위치를 결정하기 위해 튜브 아래의 상이한 길이로 연장될 수 있다.

[1185] 대안적으로 또는 추가적으로, 응축수의 원주방향 위치가 결정될 수 있다. 도관은 도관(또는 구역)의 길이를 잇는 사분면과 같은 섹터로 분리될 수 있다. 예를 들어, 도 23은 사분면(2309)을 포함하는 도관(2301)의 단면을 도시하며, 요소(2305)는 종방향으로 제공되고, 루멘과 평행하고, 튜브의 원주 주위에 등거리로 이격된다. 요소(2305)는 본원에서 이전에 논의된 바와 같이 응축수의 존재 또는 양을 검출하는 데 사용될 수 있다. 사분면은 제조 프로세스의 일부로서 도관 벽으로 압출되거나 도관이 구성된 후에 추가될 수 있다. 사분면은 각각의 인접 와이어 사이의 커패시턴스를 측정함으로써 응축수가 고여 있는 원주방향 위치(예를 들어, 튜브의 하부 부분)를 결정하는 데 사용될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 도관은 루멘 내에 매달리는 중심 와이어(2311)를 포함할 수 있고, 중심 와이어와 각각의 원주 와이어 사이의 커패시턴스가 결정될 수 있다. 사분면은 응축수의 훨씬 더 정확한 위치를 제공하기 위해 상기의 세그먼트와 조합될 수 있다. 도 23의 튜브의 변형예에서, 도 24(축척되지 않음)에 도시된 바와 같이, 추가 전도성 요소(예를 들어, 메쉬, 리본 또는 다른 구조)는 튜브(또는 튜브의 구역)의 길이와 대략 동일한 피치를 갖는 도관 벽의 외측 주위에 권취될 수 있다. 즉, 추가 요소는 바람직하게는 튜브(또는 구역)의 일 단부로부터 다른 단부로 튜브 주위로 1 회 이하의 완전한 턴을 형성하지 않는다. 추

가 권취 요소와 각각의 내장된 요소(2305) 사이의 커패시턴스는 독립적으로 측정되거나 추론될 수 있다. 추가 권취 요소와 요소(2305) 중 임의의 하나 이상의 요소 사이의 커패시턴스의 증가는 권취된 요소가 각각의 요소(2305)를 가로지르는 튜브의 지점에서의 또는 그 근처의 응축수를 나타낸다. 도 24의 튜브가 4 개의 내장된 와이어를 포함하지만, 개선된 분해능을 위해 추가 와이어가 사용될 수 있다. 유사하게, 하나 초과의 권취 와이어가 사용될 수 있다.

[1186] 유사하게, 도 25의 튜브의 변형예에서, 제1 및 제2 메쉬(2502, 2503) 중 어느 하나 또는 둘 모두의 개별 스트랜드는 절연되고 다중화될 수 있다. 상이한 방향으로 연장되는 각각의 스트랜드와 제1 방향으로 연장되는 각각의 스트랜드 사이의 커패시턴스를 선택적으로 측정하거나 추론함으로써, 응축수의 위치 또는 위치들이 결정될 수 있다.

[1187] 또 다른 구현예에서, 특정 위치 또는 위치들에서의 응축수는 도체들 사이의 커패시턴스가 튜브의 길이를 따르는 선택된 위치(들)에서만 수분에 의존하거나 수분에 더 의존하는 튜브 구성에 의해 결정될 수 있다. 이것은, 예를 들어 튜브의 길이를 따라 도체의 피치, 간격, 표면적, 형상 또는 정렬을 변화시키거나; 튜브의 길이를 따르는 선택된 위치(들)에서만 도체 사이에 투과성 재료를 제공하거나; 튜브의 길이를 따르는 선택된 위치(들)에서만 개구부를 제공하거나; 튜브의 길이를 따르는 선택된 위치(들)에 수분-의존형 스위치를 제공함으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 사용 시에, 일반적으로 가장 낮게 걸쳐 있고 루멘을 제한하거나 폐색할 수 있는 이동 응축수를 축적하는 튜브의 부분에서 응축수를 검출하거나, 환자와 가장 근접한 튜브의 부분에서 체액을 검출하는 것이 바람직할 수 있다. 튜브의 다른 영역에서, 커패시턴스는 센서 관독치에서의 에러를 개선하도록 최소화되거나 감소될 수 있다.

[1188] 수분 검출의 다른 방법

[1189] 전술한 수분 검출 시스템 및 방법에 대안적으로 또는 추가적으로, 도관은 또한 수분의 존재에 따라 색상 또는 투명도를 변경하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도관은 어떠한 응축수도 존재하지 않을 때 투명할 수 있지만, 응축수의 존재 하에서 불투명 또는 밝은 색상이 된다(그 반대로 마찬가지임). 그러한 변화는 도관 내의 수분의 존재 및/또는 위치의 시각적 표시를 환자, 간호사 또는 다른 사람에게 제공한다.

[1190] 가슴기의 제어기는 본원에 개시된 수분(예를 들어, 가슴기 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료의 응축수 및/또는 물)의 검출에 응답할 수 있다. 이 응답은 추가 응축의 발생(또는 그 가능성)을 감소시키고/시키거나 호흡 회로로부터 기존 수분을 제거하기 위한 다양한 조치를 포함할 수 있다. 본원에 개시된 수분 검출의 적용은, 예를 들어 보다 정확한 응축 관리 및/또는 습도 제어를 가능하게 함으로써, 가슴 성능 및 안전성 둘 모두의 관점에서 가슴기 시스템의 동작을 개선시킬 수 있다. 또한, 본원에 개시된 수분 검출 시스템 및 방법은 추가적으로 또는 대안적으로 엔탈피 추정, 워터-아웃 검출, 비유동/역류 검출, 피부 접촉 검출 등에 적용될 수 있다.

[1191] 수분 관리

[1192] 도 13a 내지 도 13e에서, 수분(예를 들어, 응축수) 완화 전략을 구현하는 것(1313, 1331, 1345, 1359 및 1369)은 응축수의 존재 또는 표시를 조작자에게 보고하는 것, 응축수의 양을 조작자에게 보고하는 것, 응축수의 양이 증가하고 있는지 감소하고 있는지 여부를 보고하는 것, 시각적 가이드를 제공하여 도관으로부터 응축수를 안전하게 제거하는 것, 시각적 또는 청각적 알람을 제공하는 것, 또는 예를 들어 절대 습도를 감소시키거나 가스의 온도를 상승시키기 위해 가스 공급 시스템에 대한 동작 변화를 자동으로 구현하는 것을 포함할 수 있다. 응축 완화 전략이 성공적이고 응축수가 바람직하지 않은 양 미만으로 감소되는 경우, 시스템은 응축수의 존재 또는 표시가 없음을 조작자에게 보고하거나, 응축수의 감소된 양을 조작자에게 보고하거나, 응축의 감소율을 보고하거나, 감소 경향을 보고하거나, 시각적 또는 청각적 알람을 제공하거나, 예를 들어 절대 습도를 증가시키거나 가스의 온도를 낮추기 위해 가스 공급 시스템에 대한 동작 변화를 자동으로 구현할 수 있다. 일부 구성에서, 시스템은, 상기와 같은 응축수 검출에 기초하여, 사용자에게 모드의 변경을 원하는지, 회로와 관련하여 임의의 조치를 취하기를 원하는지 등에 대해 (예를 들어, 디스플레이 또는 사용자 인터페이스를 통해) 사용자에게 문의하고, 그 다음 사용자의 지시를 따를 수 있다. 또한, 시스템은 사용자가 승인하거나 확인할 수 있도록 변경된 설정을 적절하게 제안할 수 있다.

[1193] 가슴기의 제어기는 수분의 허용 불가능한 용적 또는 존재가 임의의 이전에 설명된 상기 방법을 사용하여 검출되는 경우에 습도의 전달을 담당하는 특정 동작 파라미터를 변경하도록 (예를 들어, 메모리에 저장된 소프트웨어 명령을 구현함으로써) 구성될 수 있다. 예를 들어, 동작 파라미터는 커패시턴스 기반 검출 방법에 의해 고려되

는 회로의 시정수의 지속시간이 사전결정된 임계치를 초과하는 경우에 변경될 수 있다. 예를 들어, 사전결정된 임계치는 건조 튜브에 대응하는 시정수의 지속시간으로 설정될 수 있다. 시정수의 지속시간이 응축 축적으로 인해 사전결정된 임계치를 검출 방법에 따라 초과하거나 하회하는 경우, 제어기는 챔버로부터 습도 출력을 감소시키기 위해 챔버 유출구 설정치와 같은 동작 설정치 또는 파라미터를 변경할 수 있다. 예를 들어, 가습기의 히터 플레이트에 공급되는 전력(본 개시에 사용되는 바와 같이, 단위 시간당 에너지량을 지칭하는 것으로 넓게 이해되어야 하며, 펄스 폭 변조를 통해, 전압 조절기 등을 통해 듀티 사이클에 따라 공급될 수 있음)은 호흡 튜브에 공급되는 호흡 가스에 추가된 수분의 레벨을 감소시키도록 감소될 수 있고/있거나, 호흡 튜브 가열 와이어에 공급되는 전력은 가습된 가스의 온도가 이슬점을 하회하는 것을 방지하도록 증가될 수 있다. 시정수의 지속시간이 검출 방법에 따라 사전결정된 임계 값을 (또는 소정 기간 후에) 하회하거나 초과하는 경우, 제어기는 정상/이전 동작을 재개할 수 있다. 히스테리시스를 제공하고 동작 모드들 사이에서 발진을 회피하기 위해, 임계치가 변경되거나, 상이한 임계치가 사용될 수 있다.

[1194] 가습기 시스템의 구성요소에서 수분이 검출되는 경우, 호흡 도관 내의 가습 가스의 온도는 가스의 이슬점 온도와 대략 같거나, 약간 낮거나, 낮다. 구성요소는 도관 또는 이의 일부, 커넥터, 어댑터, 가스의 유동에 노출되는 가습 챔버의 일부, 및/또는 환자 인터페이스를 포함할 수 있다.

[1195] 수분이 검출되는 경우, 가습기의 제어기는 추가 응축의 발생(또는 그 가능성)을 감소시키고/시키거나 호흡 회로로부터 기존 수분을 제거하는 것을 포함하여, 수분을 관리하기 위한 다양한 조치를 취할 수 있다. 도 26에 도시된 바와 같이, 임의의 수분(예를 들어, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 및/또는 응축수)이 결정 블록(2602)에서 검출되는 경우, 가습기의 제어기는 검출된 수분을 관리하기 위해 가습기의 동작을 업데이트하기 위한 복수의 조치 중 하나 이상을 취할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 센서 신호를 출력하도록 구성된 적어도 하나의 센서에 기초하여 사전결정된 레벨의 수분이 존재하는 것을 검출할 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호는 본원에 개시된 임의의 수분 검출 센서 신호 또는 임의의 다른 적합한 수분 검출 센서를 포함할 수 있다. 일부 센서 유형의 경우, 적어도 하나의 센서 신호는 가습기의 구성요소에 존재하는 수분 및 습도에 기초하는 정보를 포함할 수 있지만, 수분과 관련된 신호의 부분보다 몇 자릿수 작은, 구성요소 내의 가스의 습도와 관련된 신호의 임의의 부분은 적어도 하나의 신호로부터 필터링되거나 제어기에 의해 무시될 수 있다. 적어도 하나의 센서 신호의 출력은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물을 나타내는 값 및/또는 응축수를 나타내는 값을 포함할 수 있는 수분을 나타내는 적어도 하나의 값을 포함할 수 있다. 센서 출력은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물과 응축수의 조합을 포함할 수 있다. 제어기는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 및 응축수에 대한 개별 값으로 출력을 분할하기 위해 센서 출력을 필터링 및/또는 다른 방식으로 처리할 수 있다. 이것은 예를 들어 각각의 응축수 및 수분의 존재와 연관된 범위 또는 예를 들어 다른 신호 처리 기술에 기초할 수 있다. 제어기는 센서 출력이 사전결정된 임계치에 도달하는 경우 및/또는 증기 및/또는 액체 투과성 재료의 포화를 나타내는 사전결정된 양의 물이 존재하는 경우에 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료가 포화되었다고 결정할 수 있다. 일부 경우에, 제어기는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료가 포화된 경우에 응축수가 존재한다고 결정할 수 있다. 일부 경우에, 센서 출력은 튜브 내의 수분 레벨의 상태를 결정하는 것을 가능하게 할 수 있다. 제어기에 의해 결정될 수 있는 수분 레벨의 상태는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료가 포화 또는 불포화되고/되거나 응축수의 존재를 포함할 수 있다. 수분의 사전결정된 레벨은 물리적인 양(예를 들어, 20 g 등)일 필요는 없다. 수분의 사전결정된 레벨은 시스템의 특성 및 특정 센서에 기초하여 실험적으로 결정될 수 있다. 수분의 사전결정된 레벨은 적어도 하나의 센서가 위치되는 구성요소 내의 응축수의 사전결정된 레벨, 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성(예를 들어 통기성일 수 있음) 재료 내의 사전결정된 양의 물, 또는 응축수와 물의 합계를 나타낼 수 있다. 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 응축수 임계치 사이의 비교에 기초하여 구성요소 내의 응축수의 존재를 결정할 수 있다. 제어기는 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값과 적어도 하나의 물 양의 임계치 사이의 비교에 기초하여 시스템의 구성요소의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 사전결정된 양의 물이 존재하는지를 추가로 결정할 수 있다. 선택적으로, 사전결정된 양의 물은 증기 및/또는 액체 투과성 재료의 포화를 나타낼 수 있다.

[1196] 제어기는 사전결정된 레벨의 수분(또한 과잉 수분으로 지칭됨, 즉 임계치를 초과하는 응축수 및/또는 임계치를 초과하는 증기 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물을 포함하여, 사전결정된 레벨 초과 수분)이 적어도 하나의 임계치 초과 또는 미만인 수분 레벨에 기초하여 부재하는 것으로 결정된 경우에 수분 레벨을 지속적으로 그리고 반복적으로 평가할 수 있다. 적어도 하나의 임계치를 초과하는 수분의 양은 사전결정된 레벨을 초과하는 응축수이거나 사전결정된 레벨을 초과하는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물일 수 있다. 적어도 하나의 임계치는 절대 값 임계치, 값 변경 임계치, 최대 센서 출력의 백분율 임계치(예를 들어, 약 80%, 약 90%, 약

100%, 또는 그 사이의 임의의 값), 백분을 변화 임계치, 시간 경과에 따른 백분을 변화 임계치, 구배 임계치, 및/또는 교차 임계치 중 임의의 임계치일 수 있다. 교차 임계치는 사전결정된 기간의 지속시간 동안일 수 있는 사전결정된 횟수에 임계치가 얼마나 트리거될 수 있는지와 관련될 수 있다. 최대 센서 출력은 예를 들어 도관의 비드가 수분으로 완전히 포화되었음을 나타내는 출력일 수 있다. 대안적으로, 최대 센서 출력은 튜브 내의 허용 가능하거나 안전한 응축수 양에 기초할 수 있다.

[1197] 수분 검출/감지 시스템 또는 방법이 호흡 회로 내의 수분의 존재를 나타내는 신호를 적어도 생성할 수 있는 한, 수분 검출/감지 시스템 및 방법은 다양한 특징, 예를 들어, 수분 관리, 습도 제어, 센서 교체, 워터-아웃 검출 및/또는 회로 상태 검출을 위해 구현될 수 있다. 구현 가능한 특징의 범위는 수분 검출/감지 시스템 및 방법에 의해 이용 가능한 정보에 따라 달라질 수 있다.

[1198] 제어기가 결정 블록(2602)에서 과잉 수분이 존재한다고 결정하는 경우, 제어기는 과잉 수분을 관리하기 위해 가습기의 동작을 업데이트하도록 진행할 수 있다. 업데이트된 동작은 적어도 하나의 통지 및/또는 알람(가습기 또는 또 다른 디바이스, 예컨대 인공호흡기 또는 중앙 모니터링 시스템에 표시될 수 있음)을 생성하는 것, 히터 플레이트 및/또는 히터 와이어에 대한 전력을 변경하는 것, 및/또는 가습기의 모드를 변경하는 것 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 결정 블록(2602)은, 도 27 내지 도 30의 결정 블록(2702, 2802, 2902, 3002)과 같이, 검출된 수분을 관리하는 모든 예시적인 방법에서 구현될 수 있다. 본 개시의 예시적인 방법의 도면은 "응축수"를 지칭하지만, 이들 방법은 임의의 수분(즉, 가습기 시스템의 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 및 응축수를 포함함)이 본원에 개시된 시스템과 방법을 사용하여 검출되는 것에 의해 구현될 수 있다.

[1199] 그러한 수분 관리 방법은 가스의 유동의 습도를 감소시키는 것(2604)을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 습도는 가스의 유동의 이슬점(2604), 가스의 유동의 절대 습도 목표(2604), 또는 가스의 유동의 상대 습도 목표(2606)일 수 있다(이들 각각은 마찬가지로 온도 값에 의해 근사화될 수 있음). 수분 관리 방법은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료(예를 들어, 본원에 개시된 바와 같은 도관의 비드 또는 다른 것에 있음)를 통해 주변 공기 내로 수분을 능동적으로 유도하고(2608), 호흡 회로 내의 응축수를 능동적으로 배출할 수 있다(2610). 응축수의 능동적 유도는 수분 관리 응답의 일부이거나 가스의 유동의 습도 검출의 일부일 수 있다. 제어기는 또한 대안적으로 또는 추가적으로 가습기 시스템 내의 수분을 감소시키기 위해 외부 디바이스와 통신할 수 있다. 가습기 제어기는 결정 블록(2602)에서 과잉 수분을 검출한 것에 응답하여 본원에 개시된 수분 관리 방법 중 하나 이상을 구현할 수 있다. 이러한 수분 관리 방법은 임의의 순서 및/또는 조합으로, 독립적으로 및/또는 동시에 실행될 수 있다. 예를 들어, 과잉 수분의 검출 시에, 제어기는 응축수의 용적을 즉시 감소시키기 위한 예비 응답으로서 먼저 응축수 배출 밸브를 활성화할 수 있다. 능동적 배출 후에, 제어기는 나머지 수분을 추가로 제거하고/응축수의 추가 형성을 방지하거나 감소시키기 위해 본원에 개시된 나머지 방법들(예를 들어, 병행하여) 실행할 수 있다. 예를 들어, 배출 밸브의 활성화에 이어서, 히터 와이어 전력이 먼저 제어되어, 임의의 잔류 수분을 대기로 이동시킨 후에, 응축수 형성의 방지로 더욱 지향되는 제어 조치로 전환할 수 있다. 다른 예시적인 구성에서, 상이한 수분 관리 응답이 달성되도록 특정 단계가 포함되거나, 생략되거나, 순서 부여될 수 있다. 이들 방법 각각의 추가 세부사항은 도 27 내지 도 30을 참조하는 설명을 포함하여 후술될 것이다.

[1200] 본원에 개시된 수분 관리 방법 또는 응답을 구현한 후에, 제어기는 결정 블록(2602)에 적용된 것과 동일하거나 유사한 임계치를 사용하여 결정 블록(2612, 2614, 2616, 2618)에서 과잉 수분이 여전히 존재하는지 여부를 평가할 수 있다. 제어기는 구성요소에 수분이 부재하거나 소량의 수분이 존재하는 것을 검출한 것에 응답하여 구성요소에 과잉 수분이 더 이상 존재하지 않는다고 결정할 수 있다. 소량의 수분은 특정 시스템(즉, 예를 들어, 가습기, 튜브 세트 및/또는 인공호흡기 구성)에 대해 허용 가능한 양의 응축수가 포함될 수 있으며, 이는 시스템의 구성요소 유형, 활성화된 치료 모드 및 도관 내의 수분의 위치에 따라 달라질 수 있다. 소량은 예를 들어 약 5 mL일 수 있다. 제어기는 센서 구조, 센서 출력 필터링 및/또는 신호 처리, 또는 적어도 하나의 임계치 또는 임계치 범위에 기초할 수 있는 비이동 응축수와 이동 응축수 사이를 검출하는 능력을 가질 수 있다. 제어기는 이동 응축수를 검출할 때 추가 응답을 가질 수 있으며, 도관 또는 가습기의 적어도 하나의 동작 파라미터를 추가로 변경하거나 하나 초과 응답을 함께 추가할 수 있다. 과잉 수분이 더 이상 존재하지 않는 경우, 제어기는 프로세스를 종료할 수 있다. 프로세스를 종료함으로써, 제어기는 정상 동작(즉, 결정 블록(2602)에서 수분 검출에 응답하여 도입된 감소/제한/비활성화 동작 파라미터 한계가 없는 동작)으로 복귀하고/하거나, 가습기의 원래 동작 파라미터로(즉, 제어기가 결정 블록(2602)으로 진행하기 전으로) 되돌아갈 수 있다. 대안적으로, 프로세스를 종료한 후에, 제어기는 동일하거나 또 다른 수분 검출 프로세스를 반복할 수 있다.

[1201] 본원에 개시된 수분 관리 응답은 시스템 내의 수분을 보다 양호하게 제어하도록 시스템을 제어할 수 있다. 수분 관리 응답은 구성요소 내의 수분이 더 이상 증가하지 않는 것을 보장할 수 있다(예를 들어, 추가 응축수가 형성

되지 않는 것을 보장함). 수분 관리는 또한 응축수가 재증발할 수 있게 할 수 있다. 이것은 예를 들어 하기에서 추가로 설명되는 건조 전략을 통해 도판이 건조될 수 있게 할 수 있다.

[1202] 절대 습도 감소

[1203] 도 26 및 도 27은, 가습 챔버를 통해 유동하는 가스에 부여되는 습도(즉, 절대 습도)의 양을 감소시킴으로써, 수분의 검출에 응답하여 수분을 제거하고/하거나 추가 수분의 발생을 방지하도록 가습기의 동작을 업데이트하는 가습기 제어기의 예시적인 방법(2604)을 예시한다. 도 26의 방법(2604)에 도시된 바와 같이, 제어기는 가스의 유동의 절대 습도 목표를 감소시킬 수 있다. 절대 습도의 감소는 챔버 유출구 이슬점 온도를 낮출 수 있으며, 이는 이슬점 온도와 가스 온도 사이에 더 많은 버퍼(buffer)를 제공할 수 있다. 보다 낮은 절대 습도를 갖지만 동일한 온도까지 가열된 가스는 응축수가 발생하기 시작하기 전에 더 많은 냉각을 유지할 수 있다.

[1204] 도 27에 도시된 바와 같이, 제어기는 히터 플레이트의 출력을 감소시킴으로써 단계(2704)에서 절대 습도 목표를 감소시킬 수 있다. 히터 플레이트 출력의 감소는 제어기가 히터 플레이트의 하기의 동작 파라미터 중 적어도 하나를 변경함으로써 달성될 수 있다: 설정치(들)(예를 들어, 챔버 유출구 또는 히터 플레이트 온도 설정치) 감소, 및/또는 히터 플레이트에 대한 전력 감소 또는 히터 플레이트에 대한 전력 제한(또는 심지어 비활성화). 예를 들어, 습도 목표를 감소시킴으로써, 예를 들어 챔버 유출구 이슬점 설정치는 약 37℃로부터 약 36℃, 약 35℃, 약 34℃등까지 감소될 수 있다.

[1205] 제어기는 단계(2706)에서 타이머를 사용하여 사전정의된 시간 동안 단계(2704)로부터 변경된 히터 플레이트의 동작 파라미터(들)를 유지할 수 있다. 사전정의된 시간 후에, 제어기는 결정 블록(2612)을 참조하여 전술한 바와 같이 과잉 수분이 존재하는지 여부를 결정 블록(2708)에서 재평가할 수 있다. 과잉 수분이 여전히 존재하는 경우, 제어기는 단계(2704)로 복귀할 수 있다. 과잉 수분이 더 이상 존재하지 않는 경우, 제어기는 프로세스(2604)를 종료할 수 있다. 프로세스(2604)를 종료함으로써, 제어기는 정상 동작으로 복귀하고/하거나, 가스의 유동의 원래 절대 습도 목표로 되돌아갈 수 있다.

[1206] 상대 습도 감소

[1207] 도 26 및 도 28은, 가스의 상대 습도를 감소시킴으로써, 수분의 검출에 응답하여 수분을 제거하고/하거나 추가 응축의 발생을 방지하기 위해 가습기의 동작을 업데이트하는 가습기 제어기의 예시적인 방법(2606)을 예시한다. 가스의 총 물 보유 용량에 대한 수증기 또는 습도의 양이 상대 습도("RH")이다. 가스의 상대 습도의 감소는 수증기가 가스의 유동에서 응축되기 전에 발생하는 냉각에 대한 추가 버퍼를 제공할 수 있다. 또한, 상대 습도의 감소는 가스가 덜 포화되는 것을 초래할 것이다. 따라서, 주어진 습도에 대해, (예를 들어, 차가운 통풍으로 인해) 가스가 냉각될 때, 응축되기 전에 가스 냉각에 대한 허용오차가 더 넓어질 수 있다.

[1208] 가습기 제어기는 가습기의 히터 플레이트 및/또는 도판(예를 들어, 흡기 도판)의 적어도 하나의 히터 와이어의 하나 이상의 동작 파라미터를 변경함으로써 상대 습도 목표를 감소시킬 수 있다. 도 26 및 도 28의 방법(2606)에 도시된 바와 같이, 단계(2804)에서, 제어기는 가스를 가열하기 위해 히터 와이어의 동작 파라미터(들), 예를 들어 히터 와이어 전력 또는 듀티 사이클 및/또는 환자 단부 온도 설정치를 증가시킬 수 있으며, 이는 일정한 절대 습도를 가정하여 가스의 유동의 증기 보유 용량을 상승시켜서 이에 의해 상대 습도 목표를 감소시킬 수 있다. 단계(2804)에서, 가습기 제어기는 추가적으로 또는 대안적으로 히터 플레이트의 동작 파라미터, 예를 들어 히터 플레이트 온도 설정치 및/또는 히터 플레이트에 대한 전력을 감소시키거나 제한할 수 있다. 대안적으로, 히터 와이어 제어 변경에 부가하여, 하기에서 추가로 논의되는 바와 같이, 히터 플레이트는 타이머에 기초하여 일시적인 기간 동안 비활성화될 수 있다.

[1209] 제어기는 단계(2806)에서 타이머를 사용하여 사전정의된 시간 동안 단계(2804)에서 히터 플레이트 및/또는 히터 와이어의 변경된 동작 파라미터(들)를 유지할 수 있다. 사전정의된 시간 이후에, 제어기는 결정 블록(2614)을 참조하여 전술한 바와 같이 결정 블록(2802)에서 과잉 수분이 존재하는지 여부를 결정 블록(2808)에서 재평가할 수 있다. 과잉 수분이 여전히 존재하는 경우, 제어기는 단계(2804)로 복귀할 수 있다. 과잉 수분이 더 이상 존재하지 않으면 제어기는 프로세스(2606)를 종료할 수 있다. 프로세스(2606)를 종료함으로써, 제어기는 정상 동작으로 복귀하고/하거나 가스의 유동의 원래 상대 습도 목표로 되돌아갈 수 있다.

[1210] 상대 습도 목표의 감소는 호흡 회로 내의 응축수의 형성을 감소시키기 위해 인큐베이터(incubator)와 함께 사용되는 신생아 다중-구역 호흡 회로에서 구현될 수 있다. 그러한 가습기 시스템(본원에 개시된 바와 같은 구역 가열 기능을 포함할 수 있음)에서, 흡기 도판의 제1 세그먼트는 인큐베이터 외부에 있고, 주변 환경에 노출될 수 있으며, 흡기 도판의 제2 세그먼트는 인큐베이터 내측에 있다. 예를 들어, 본원 및 WO 2014/077706 A1(이의 개

시는 본원에 참조로 포함됨)에 개시된 다중-구역 가열이 가능한 도관이 사용될 수 있다. 유사하게, 도관의 제1 및 제2 세그먼트는 독립적으로 또는 상이하게 가열 가능할 수 있다. 인큐베이터의 환경은 주변 환경보다 따뜻할 수 있다. 따라서, 가스의 유동이 도관의 제2 세그먼트 내에서 냉각되어 응축될 가능성이 더 낮을 수 있다. 특히 도관이 환자 단부 센서만을 갖는 경우, 두 환경에서 가스의 유동의 온도를 결정하는 것이 어려울 수 있다. 추가적으로, 챔버 유출구 센서는 도관의 시작부에 그리고 인큐베이터 바로 이전의 도관 위치가 아닌 부분에서만 가스의 측정을 허용할 수 있다. 상대 습도 목표를 감소시킴으로써, 제어기는 도관을 보다 정확하게 가열하여 응축을 감소시키거나 방지할 수 있다. 본원에 개시된 수분 검출 시스템 및 방법을 사용하여 도관의 제1 세그먼트에서 수분이 검출된 경우, 제어기는 제2 세그먼트 내의 히터 와이어에 대한 전력을 변경하지 않고 제1 세그먼트 내의 히터 와이어에 대한 전력을 증가시킬 수 있다. 이것은 제2 세그먼트에 대한 전력이 영향을 받지 않을 수 있고 제1 세그먼트 내의 수분의 검출에 응답하여 과도하게 가열되지 않을 수 있으며 그 결과 환자 단부에서의 가스의 온도를 보다 정확하게 제어할 수 있기 때문에 유익할 수 있다.

[1211] 또한, 이러한 상대 습도 목표의 감소는 예를 들어 담요가 의도치 않게 흡기 도관의 일부 위에 배치되는 다중-구역 성인 호흡 회로에도 적용될 수 있다. 도관 내의 위치(예를 들어, 환자 단부)에 있는 적어도 하나의 온도 센서가 정상 동작 시보다 높게 판독되는 경우, 히터 와이어(들)에 의한 가스 가열이 감소될 수 있고, 응축이 발생할 수 있다. 이런 일이 발생하는 경우, 모든 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 대신에, 온도 센서가 보다 높은 온도를 판독한 호흡 회로의 부분이 감소된 전력을 가질 수 있다.

[1212] 건조 전략

[1213] 전술한 바와 같이, 호흡 회로의 도관은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 포함할 수 있다. 이러한 증기 및/또는 액체 투과성 재료는 구성요소, 예를 들어 도관의 벽의 일부일 수 있다. 이러한 투과성 재료의 예가 도 4b에 도시되어 있다. 도 4b에서 흡기 도관의 비드(405)는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 가슴기 시스템의 다른 구성요소(예를 들어, 커넥터, 어댑터 및/또는 환자 인터페이스 또는 환자 인터페이스 연결 튜브) 또는 튜브의 다른 구성요소(예컨대, 중공의 세장형 부재)는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 포함할 수 있다.

[1214] 예로서 비드(405)를 사용하여, 가슴기 제어기는 먼저, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료가 물로 포화되는 것을 허용하거나 유도한 후에 도관의 히터 와이어에 전력을 공급하여 (예를 들어, 증발 또는 용액 확산에 의해) 비드(405)로부터 대기 중으로 물이 이동하게 함으로써 도관 내의 수분을 제거할 수 있다.

[1215] 도 26 및 도 29는 수분 관리 응답의 예로서 도관 건조 전략의 예시적인 방법을 예시한다. 제어기는 도관의 건조(즉, 응축수 제거, 및/또는 구성요소 및/또는 증기 및/또는 액체 투과성 재료 내의 수분 제거)를 제어하도록 하나 이상의 히터를 제어할 수 있다. 이들 전략은 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 통해 구성요소로부터 수분을 제거하기 위해 예를 들어 대기로의 증발 또는 용액 확산을 통해 구성요소 및/또는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료의 건조 속도를 증가시킬 수 있다. 건조 속도는 수분(예를 들어, 증기 및/또는 액체 투과성 재료 내의 수분 및/또는 응축수)이 구성요소로부터 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 가로질러 대기로, 그리고/또는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료로부터 대기로 전달될 수 있는 속도이다. 결정 블록(2902)에서 과잉 수분(예를 들어, 존재하는 응축수)의 검출 시에, 가슴기 제어기는 단계(2904)에서 히터 와이어 듀티 사이클 또는 전력을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 히터 와이어 듀티 사이클은 약 0 내지 10 W 사이의 임의의 값으로 감소될 수 있거나, 히터 와이어 전력 밀도는 약 3.0 W/m 내지 약 7.0 W/m으로 감소될 수 있다.

[1216] 다음에, 제어기는 수분이 사전결정된 임계치에 도달할 때까지 (예를 들어, 적어도 하나의 센서 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 값 - 즉, 커패시턴스를 통해) 수분을 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 임계치는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료(예를 들어, 비드)가 수분으로 완전히 포화된 것을 나타내는 사전결정된 최대값의 약 80% 내지 약 100%, 또는 약 50% 초과, 또는 약 60% 초과, 또는 약 70% 초과 범위의 값 및 이들을 포함하는 값을 갖는 백분율 임계치일 수 있다. 사전결정된 임계치는 증기 및/또는 액체 투과성 재료의 사전결정된 수분 포화도와 연관될 수 있다. 일부 경우에, 제어기는 건조 속도를 제어하기 위해 커패시턴스에 기초하여 가열 동작 파라미터를 제어할 수 있다. 건조 속도는 증기 투과성 재료를 통한 물의 전달 속도 및/또는 액체 투과성 재료를 통한 물의 증발 속도와 관련될 수 있다. 예를 들어, 제어기는 건조 속도에 대응할 수 있는 센서 출력(또는 예를 들어 수분을 나타내는 값)에 도달하도록 히터 와이어 동작 파라미터를 제어할 수 있다. 수분의 양이 사전결정된 레벨 초과로 검출되는 경우, 제어기는 구성요소를 건조시키려는 시도로 적어도 하나의 동작 파라미터를 변경할 수 있다. 그러한 변경은 적어도 하나의 동작 파라미터를 반복 또는 주기적으로 증가 및 감소시키는 것, 또는 시간에 따라 적어도 하나의 동작 파라미터의 진폭을 변경하는 것,

및/또는 적어도 하나의 동작 파라미터를 증가 및 감소시키는 빈도를 변경하는 것을 포함할 수 있다. 도 26에 도시된 바와 같이, 제어기는 단계(2904) 이후에 사전결정된 시간 동안 타이머를 실행하고, 임계치에 도달했다고 가정할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도 29에 도시된 바와 같이, 제어기는 단계(2904) 이후에 결정 블록(2906)에서 비드 및/또는 회로의 커패시턴스 및/또는 수분이 사전결정된 임계치보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 제어기는 단계(2904) 이후에 결정 블록(2906)을 연속적으로 또는 간헐적으로 구현할 수 있다. 비드 및/또는 회로의 커패시턴스 및/또는 수분이 사전결정된 임계치보다 크지 않은 경우, 제어기는 적어도 하나의 동작 파라미터를 추가로 감소 및/또는 유지하기 위해 단계(2904)로 복귀할 수 있다.

[1217] 제어기가 비드 및/또는 회로의 커패시턴스 및/또는 수분이 사전결정된 임계치보다 크다고 결정하는 경우(및/또는 사전결정된 시간이 경과한 경우), 단계(2908)에서, 제어기는 적어도 하나의 동작 파라미터, 예를 들어 히터 와이어 듀티 사이클 또는 전력을 증가시킬 수 있다. 히터 와이어 동작 파라미터, 예를 들어 히터 와이어 전력 또는 듀티 사이클은 제공된 전력이 대략 15 내지 20 W 이상이 되도록 증가될 수 있거나, 히터 와이어에 대한 전력 밀도는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료로부터 도관 주위의 주변 환경으로 수분을 유도하도록 약 10 W/m 내지 약 14 W/m로 증가될 수 있다. 제어기는 단계(2908) 이후에 사전결정된 시간 동안 타이머를 실행하고, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료가 건조 임계치까지 건조되었다고 가정할 수 있다. 건조 임계치는 커패시턴스가 약 50%, 또는 약 40%, 또는 약 30%, 또는 약 20%, 또는 약 15% 또는 그 이하로 하회하는 경우일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도 29에 도시된 바와 같이, 제어기는 결정 블록(2910)에서 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 및/또는 회로의 커패시턴스 및/또는 수분이 건조 임계치보다 낮은지 여부를 결정할 수 있다. 제어기는 단계(2908) 이후에 결정 블록(2910)을 연속적으로 또는 간헐적으로 구현할 수 있다. 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 및/또는 회로의 커패시턴스 및/또는 수분이 건조 임계치보다 낮지 않은 경우, 제어기는 단계(2908)로 복귀하여, 히터 와이어 듀티 사이클 또는 전력을 추가로 증가시키고/시키거나, 증가된 히터 와이어 듀티 사이클 또는 전력을 보다 장기간 동안 유지할 수 있다. 제어기는 검출된 수분의 양(또는 그 표시자)이 허용 가능하거나 건조 임계치를 하회할 때까지 이러한 프로세스 또는 임의의 동등한 변형 프로세스를 다수 회 반복할 수 있다. 건조 임계치는 제공된 예에 제한되지 않고, 환자 안전을 위해 허용 가능한 것으로 결정될 수 있는 레벨일 수 있다.

[1218] 제어기가 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 및/또는 회로 내의 검출된 수분의 양이 건조 임계치보다 낮다고 결정하는 경우, 제어기는, 예컨대 검출된 수분 레벨을 임계치와 비교함으로써, 결정 블록(2616)을 참조하여 진술한 바와 같은 결정 블록(2902)에서의 과잉 수분(즉, 시스템의 구성요소 내의 응축수 및/또는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물)이 가습기 시스템에 존재하는지 여부를 결정 블록(2912)에서 재평가할 수 있다. 예를 들어, 임계치는 백분율 임계치, 예를 들어 0%, 15%, 20% 또는 그 사이의 임의의 값)일 수 있다. 과잉 수분이 여전히 존재하는 경우, 제어기는 단계(2904)로 복귀할 수 있다. 과잉 수분이 더 이상 존재하지 않는 경우, 제어기는 프로세스(2608)를 종료할 수 있다. 프로세스(2608)를 종료함으로써, 제어기는 정상 동작으로 복귀하고/하거나 히터 와이어의 원래 동작 파라미터(들)로 되돌아갈 수 있다.

[1219] 일부 실시예에서, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 수분은 소정 기간 후에도 결정 블록(2906)에서 포화에 도달하지 않을 수 있다. 이것은 더 이상 과잉 수분이 없으며 정상 동작이 재개되거나 응축수 관리 조치가 종료될 수 있음을 나타낼 수 있다. 또한, 커패시턴스 임계치는 알려진 최대 용량의 백분율과 같은 절대 값에 기초하지 않을 수 있다. 커패시턴스 임계치는 상대 구매 임계치일 수 있다. 즉, 제어기는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료가 포화되었는지 건조되었는지를 결정하기 위해 커패시턴스의 변화율을 식별할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 수분 양을 나타내는 값 또는 커패시턴스의 안정 또는 롤오프(roll-off)가 식별되는 경우에 비드가 포화되었다고 결정할 수 있으며, 이는 비드가 더 많은 물을 더 이상 흡수할 수 없을 것이고, 결과적으로 커패시턴스가 안정되게 유지되기 때문이다.

[1220] 히터 와이어 전력을 증가 또는 감소시킬 시기를 결정하는 그러한 방법은 본원에 개시된 상이한 도관 모델에 걸쳐 보편적일 수 있고/있거나, 예를 들어 제조 불일치로 인한 에러를 제거할 수 있다. 호흡 튜브에 의한 가습 동작을 실행하기 전에, 제어기는 제어기가 하나 이상의 파라미터(예를 들어, 적어도 커패시턴스)를 검사하여 "기준" 파라미터 값의 세트를 확인하는 자체-교정 프로세스를 실행할 수 있다. 자체-교정 프로세스에는 선택적으로 인간의 상호작용이 포함될 수 있다. 예를 들어, 비정상적인 파라미터 값이 식별되는 경우, 제어기에 의해 수동 검사가 요청될 수 있다.

[1221] 자동 응축수 배출

[1222] 본원에 개시된 가습기 시스템은 응축수를 수집하고/하거나 응축수를 가습 챔버를 향해 다시 수송할 수 있는 수

분 배출 조립체를 추가로 포함할 수 있다. 수분 배출 조립체는 가슴기 시스템(예를 들어, 호흡 회로)에 형성된 응축수를 수집할 수 있는 워터 트랩을 포함할 수 있다. 조립체는 호흡 회로의 다양한 위치에 위치된 하나 이상의 제어 가능한 밸브를 추가로 포함할 수 있다. 조립체는 수분의 임계량을 검출하는 것에 응답하여 응축수를 하나 이상의 워터 트랩 또는 다른 적합한 수집 디바이스로 배출하도록 밸브(들)를 선택적으로 활성화할 수 있는 가슴기 제어기와 통신할 수 있다. 이러한 임계치는 본원에 개시된 다른 수분 관리 조치에 대한 임계치와 동일할 수 있거나 동일하지 않을 수 있다.

[1223] 흡기 도관의 경우, 워터 트랩은 흡기 도관을 따르는 어느 위치에도 위치될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 다수의 워터 트랩이 사용될 수 있다. 위치는 (예를 들어, 도관 처짐으로 인해) 수분이 고이는 경향이 있는 가슴기 유출구와 환자 사이의 거리의 대략 1/4일 수 있거나, 전통적인 임상 배열에서 호흡 회로의 흡기 부분의 물리적으로 가장 차가운 지점(따라서 수분이 축적되는 경향이 있는 곳)일 수 있다. 또한, 이 위치는 일반적으로 가스 유동이 이동할 때 호흡 도관에 의해 가열되므로 하류 위치보다 차가울 수 있다.

[1224] 호기 도관의 경우, 워터 트랩은 인공호흡기(또는 다른 가스 공급원)에 근접하게 위치되거나 환자와 인공호흡기 사이의 거리의 대략 3/4에 위치될 수 있다.

[1225] 예를 들어 응축수 형태의 수분은 가슴 챔버로 다시 운반될 수 있다. 이것은 도관 자체로부터 직접적으로 이루어지거나, 워터 트랩을 통해 이루어질 수 있다. 수분 배출 조립체는 수집된 수분을 다시 챔버로 운반할 수 있는 수분 운반 조립체를 포함할 수 있다. 수분 운반 조립체는 운반 도관 및/또는 펌프를 포함할 수 있다. 예를 들어, 연동 펌프가 수분을 운반하는 데 사용될 수 있다. 추가적으로 및/또는 대안적으로, 연동 펌프는 가스의 유동의 절대 습도를 증가시키기 위해 수분을 다시 도관 내로 펌핑하도록 반대로 동작될 수 있다. 예를 들어, 연동 펌프는 수집된 응축수를 초음파 기화기로 펌핑할 수 있으며, 이는 응축수를 공기중 액적으로 기화시킬 수 있다. 이것은 도관 내의 응축수의 양을 감소시키고, 또한 가스의 절대 습도를 더욱 증가시킬 수 있다.

[1226] 도 26 및 도 30은 자동 응축수 배출을 위한 예시적인 방법을 예시한다. 결정 블록(2602, 3002)에서 과잉 수분을 검출한 것에 응답하여, 제어기는 단계(3004)에서 하나 이상의 응축수 배출 밸브를 활성화할 수 있다. 제어기는 단계(3006)에서 타이머를 사용하여 사전정의된 시간 동안 밸브(들)를 개방 위치에 유지할 수 있다. 사전정의된 시간 이후에, 제어기는 결정 블록(2618)을 참조하여 전술한 바와 같이 과잉 수분이 존재하는지 여부를 결정 블록(2618, 3008)에서 재평가할 수 있다. 과잉 수분이 여전히 존재하는 경우, 제어기는 단계(3004)로 복귀할 수 있다. 과잉 수분이 더 이상 존재하지 않는 경우, 제어기는 프로세스(2610)를 종료할 수 있다. 프로세스(2610)를 종료함으로써, 제어기는 하나 이상의 밸브를 폐쇄할 수 있다.

[1227] **챔버 오버플로 검출**

[1228] 제어기는 대안적으로 또는 추가적으로 챔버 오버플로를 검출하기 위해 본원에 개시된 수분 검출을 사용할 수 있다. 챔버로부터 호흡 회로, 예를 들어 흡기 도관으로의 물의 오버플로는 챔버의 과도한 충전, 또는 예를 들어 병원 내에서의 수송 동안 챔버의 틸팅으로 인해 발생할 수 있다. 흡기 도관 내로 오버플로한 물은 본원에 설명된 임의의 수분 검출 시스템 및 방법에 의해 검출될 수 있다. 일부 실시예에서, 추가적으로 또는 대안적으로, 수분 감지는 가스 공급원과 가슴기 사이에, 또는 챔버 유입구 자체에 위치된 건조 라인 또는 가스 공급 라인 도관의 챔버 단부에서 또는 그 근처에서 수행될 수 있으며, 이는 건조 라인 도관 내로의 오버플로를 검출할 수 있다. 적어도 하나의 수분 검출 센서가 위치되는 구성요소는 가슴 챔버의 유출구 근처에 위치될 수 있다. 가슴기 제어기는 적어도 하나의 임계치와 구성요소에 존재하는 수분의 양을 나타내는 적어도 하나의 값 사이의 비교에 기초하여 챔버 오버플로 이벤트를 결정할 수 있다. 챔버 오버플로 이벤트와 연관된 적어도 하나의 임계치는 전술한 수분 관리 방법과 연관된 임계치보다 높다. 예를 들어, 제어기는 수분의 양을 나타내는 변수의 변화를 검출할 수 있다. 이러한 응용에서, 제어기는 측정된 커패시턴스 구매의 급격한 변화를 검출할 수 있으며, 이는 흡기 도관 내의 물의 양의 갑작스러운 증가를 나타낼 수 있다. 대안적으로, 제어기는 측정된 커패시턴스의 일관된/안정된 높은 레벨에 기초하여 오버플로 상태를 검출할 수 있다. 대안적으로, 제어기가 수분 축적 위치(들)에 관한 정보를 수신하도록 적합화된 경우, 제어기는 가스 유동 경로를 따라, 예를 들어 도관을 따라 더 멀리 있는 위치와 비교하여 가슴기에 근접한 위치에서 비례적으로 더 높게 측정된 커패시턴스를 기초로 오버플로 상태를 식별할 수 있다.

[1229] 추가적으로 및/또는 대안적으로, 제어기는 과잉 수분 및/또는 오버플로 상태의 통지 또는 알람(예를 들어, 청각적 및/또는 시각적)을 생성할 수 있다. 통지 또는 알람은 가슴기에 의해 발생되고/되거나, 연결된 인공호흡기, 중앙 모니터링 시스템, 원격 디바이스 또는 가슴기와 통신하는 임의의 다른 적합한 디바이스로 출력될 수 있다.

[1230] 습도 제어

[1231] 본원에 개시된 수분 검출을 사용하여, 제어기가 가스의 유동의 습도를 결정함으로써(추정을 포함할 수 있음) 습도 제어가 개선될 수 있다. 제어기는 신호의 습도 구성요소와 관련된 구성요소를 추출하기 위해 적어도 하나의 수분 검출 신호 또는 신호 프로세스를 필터링할 수 있다. 습도는 상대 습도, 절대 습도 또는 이슬점일 수 있다. 제어기는 (예를 들어, 폐쇄 루프 제어를 통해) 목표 습도를 제어하기 위해 습도에 기초하여 가습기 및/또는 도관의 히터를 제어할 수 있다.

[1232] 수분이 검출되는 경우, 제어기의 습도 감지 알고리즘은 가스가 알려진 절대 습도에서 100%의 상대 습도에 있는 것으로 가정하거나, 습도 제어를 위한 상이한 제어 메커니즘을 사용할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제어기는 수분 및 환자 단부 온도(또는 도관 내의 다른 가스 온도)의 검출에 기초하여 능동적으로 또는 수동적으로 이슬점을 결정할 수 있다.

[1233] 가스의 유동의 습도는 습도 제어를 위해 본원에 개시된 수분 검출을 사용하여 보다 세밀하게 제어될 수 있다. 제어기는 가스의 유동의 습도에 기초하여 습도를 제어하고/하거나, 가스의 유동의 습도가 결정 또는 추정될 수 있는 경우에 습도 제어를 단순화할 수 있다. 예를 들어, 가습 액체에 의해 추가될 필요가 있을 수 있는 습도의 양이 보다 정확하게 결정될 수 있으며, 결정 또는 추정된 이슬점을 사용하여 100%의 상대 습도를 초과하지 않고서 가습을 최대화하기 위해 히터 플레이트 전력이 보다 정밀하게 제어될 수 있다. 또 다른 예에서, 호흡 도관의 히터 와이어에 대한 전력은 결정 또는 추정된 이슬점 초과로 가스 온도를 유지하도록 보다 정밀하게 제어되고, 이에 의해 응축수가 형성되는 것을 방지할 수 있다.

[1234] 하기의 등식이 참인 경우에 응축수가 형성될 수 있다: 가스 온도 = 이슬점 온도(100%의 상대 습도에서). 제어기는 수분이 검출되지 않는 경우, 가스 온도가 이슬점보다 높다고 가정하고, 이러한 결정에 기초하여 가습기의 동작을 제어할 수 있다. 가습기 제어기는 상기의 등식을 수동적으로 또는 능동적으로 테스트할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 응축수가 형성되기를 기다릴 수 있거나(수동적), 제어기는 이슬점 온도를 결정 또는 추정하기 위해 능동적으로 응축수 발생을 유도할 수 있다(능동적). 수동적 접근법은 제어기의 수분 검출 모듈을 주기적으로 폴링(polling)하거나 다른 방식으로 검사하는 것을 포함할 수 있는 한편, 능동적 접근법은 응축수 형성을 위한 가스-액체 상태 변화를 유도하기에 충분한 소량만큼 가스 온도를 하강시키도록 히터 와이어에 대한 전력을 일시적으로 낮추는 것을 포함할 수 있다. 환자 단부 온도 또는 일반적으로 가스 온도가 동시에 모니터링될 수 있다.

[1235] 도 31a는 가스의 유동의 이슬점 온도를 결정 또는 추정하는 예시적인 수동적 방법을 예시한다. 제어기는 본원에 개시된 임의의 수분 검출 시스템 또는 방법을 사용하여 결정 블록(3102)에서 사전결정된 레벨의 수분이 존재하는지 여부를 결정할 수 있다. 결정 블록(3102)에서 가습기가 사전결정된 레벨의 수분이 존재한다고 결정한 후에, 제어기는 단계(3104)에서 환자 단부 온도 센서(3104)로부터의 판독치를 획득할 수 있다. 다음에, 제어기는 단계(3106)에서 가스의 유동의 이슬점 온도를 결정 또는 추정할 수 있다. 결정 또는 추정된 이슬점 온도는 환자 단부 온도 센서로부터의 판독치일 수 있다. 제어기는 단계(3102)로 복귀하여 수동적 방법을 재시작하기 전에, 단계(3108)에서 타이머를 사용하여 소정 기간 동안 기다릴 수 있다.

[1236] 도 31b는 가스의 유동의 이슬점 온도를 결정 또는 추정하는 예시적인 능동적 방법을 예시한다. 도 31b의 방법은 도 31b의 수동적 방법의 모든 단계를 포함하며, 그에 부가하여, 제어기는 결정 블록(3102) 이전에 단계(3100)에서 히터 와이어 듀티 사이클이나 전력, 또는 환자 단부 온도 설정치를 낮추도록 구성된다. 이러한 단계는 응축수 형성을 유도할 수 있다. 예를 들어, 환자 단부 온도 설정치는 약 37℃로부터, 약 36℃, 약 35℃, 약 34℃ 등까지 감소될 수 있다. 결정 블록(3102)에서 수분이 검출되자마자, 제어기는 단계(3103)에서 원래의 히터 와이어 듀티 사이클이나 전력 또는 환자 단부 온도 설정치(즉, 도 31b의 방법을 구현하기 전의 동작 파라미터 값)로 되돌아갈 수 있다. 환자 단부 온도 센서로부터의 온도 판독치는 수분 검출과 동시에 판독되고, 이는 특정 온도가 응축수가 형성되기 시작하는 시점과 상관될 수 있게 할 수 있다.

[1237] 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 사용하는 습도 감지, 가스 공급원 또는 실내-연행 공기 검출 및 습도 검출의 2 개의 추가 응용이 하기에서 보다 상세하게 설명될 것이다.

[1238] 가스 공급원/실내-연행 공기 검출

[1239] 압축 가스 공급원(예를 들어, 병 또는 벽 공급원)으로부터의 건조 공기와 달리, 주변 또는 "실내" 공기는 고유한 습도 레벨을 갖는다. 가습기는 가스 공급원이 병 또는 벽 공급원인 경우에 응축수가 발생할 것으로 예상되지 않지만 가스 공급원이 실내 공기 연행 인공호흡기인 경우에 응축수가 발생할 수 있는 선택된 전력 레벨에서 동작할 수 있다. 가습기는, 가습기가 가습 챔버에 수용된 가습 액체를 예열하기 시작하기 전에 실내 공기의 습도

를 측정하기 위한 습도 센서를 갖지 않을 수 있다. 실내-연행 인공호흡기(예를 들어, 실내 공기를 연행하는 인공호흡기)가 가습기와 함께 사용되는 경우, 가습기는 유입되는 습도를 알지 못하며, 챔버를 통해 유동하는 가스의 유동에 과도한 양의 절대 습도/수분을 추가할 수 있다. 가스의 유동에 과도한 양의 수분이 추가되면, 흡기 튜브 내의 응축수 형성이 증가할 수 있다.

[1240] 본 개시의 수분 검출은 병이나 벽 공급원, 또는 실내 공기 연행 가스 공급원이 가습기와 함께 사용되는지 여부를 검출하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 가습기가 가습 챔버에 의해 수용된 가습 액체를 예열하기 시작하기 전에, 주변 공기의 습도가 도체 사이의 커패시턴스로부터 추정될 수 있다. 대안적으로, 가습기는 가스 공급원이 병 또는 벽 공급원인 경우에 응축수가 발생할 것으로 예상되지 않지만 가스 공급원이 실내 공기 연행 인공호흡기인 경우에 응축수가 발생할 수 있는 선택된 전력 레벨에서 사전결정된 기간 동안 초기에 동작할 수 있다. 가스 공급원의 유형은 사전결정된 기간 후에 흡기 튜브 내의 도체 사이의 커패시턴스를 측정함으로써 결정될 수 있다.

[1241] 또한, 가스 공급원 검출에 기초하여, 습도 제어가 변경될 수 있다. 정상 제어에서, 제어기를 목표 습도, 예를 들어 37℃의 이슬점 온도의 특정 이슬점까지 제어할 수 있다. 제어기는 유입되는 가스가 습도를 갖지 않는다고 가정할 수 있다. 제어기는 또한 환자 단부 온도를 이슬점보다 높은 온도(예를 들어, 이슬점보다 3℃높을 수 있는 40℃)로 설정할 수 있다. 이러한 상황 하에서 응축수가 발생하는 경우, 목표 습도는 너무 높을 수 있으며, 이는 유입되는 가스에 습도가 존재할 수 있고 가스 공급원이 실내 연행 인공호흡기일 수 있기 때문이다. 가스 공급원이 실내 연행 인공호흡기인 경우, 제어기는 100%의 상대 습도를 가정하여 챔버 유출구 설정치가 이슬점과 동일하다고 가정할 수 있으므로, 제어기는 챔버 유출구 설정치에 기초하여 제어를 실행할 수 있다. 다음에, 제어기는 또한 예를 들어 40℃, 42℃ 또는 44℃의 챔버 유출구 온도 한계를 적용할 수 있다. 가스가 건조한 경우, 제어기는 정상 습도 제어(즉, 특정 이슬점으로의 제어)를 실행할 수 있다.

[1242] 적합한 레벨의 가습을 제공하기 위해, 제어기는 챔버 유입구 온도에 따라 챔버 유출구 온도를 원하는 이슬점 온도로 변경할 수 있다. 예를 들어, 챔버 유입구에서 유동하는 가스의 온도가 37℃인 것으로 측정된 경우, 제어기는 가스를 충분히 가습하기 위해 챔버 유출구 온도를 적어도 37℃이상으로 제어할 수 있다. 상기에서 언급된 바와 같이, 가스의 온도는 수분이 검출될 때의 이슬점과 동일하다. 이러한 정보를 사용하면, 동일하고 충분한 습도 레벨을 유지하기 위해 환자 단부 온도를 (예를 들어) 37℃로 제어하는 것이 안전하다고 가정될 수 있다.

[1243] 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 도관

[1244] 추가적으로 또는 대안적으로, 상대 또는 절대 습도의 검출 또는 감지는, 예를 들어 도 26 및 도 29를 참조하여 기술한 바와 같이 히터 와이어의 동작 파라미터를 변경함으로써, 수분을 제거하기 위해 비드(또는 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료를 포함하는 임의의 다른 구성요소)의 통기성을 제어하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 커패시턴스 기반 수분 검출 시스템 및 방법(또는 본원에 개시된 임의의 다른 수분 검출 시스템 및 방법)은 (수분 검출에 추가하여 또는 그에 대안적으로) 습도를 검출하도록 튜닝될 수 있다.

[1245] 기술한 바와 같이, 커패시턴스 또는 그 변화의 크기(즉, 임계치)는 습도 감지와 비교할 때 수분 검출에서 몇 배 더 크다. 가습기 시스템은 용량성 감지 하드웨어에 선택적으로 연결될 수 있는 주파수 구성요소(예를 들어, RC, RL, LC, 또는 RLC, 또는 수동적 및/또는 능동적 에너지 저장 구성요소의 조합을 포함하는 다른 회로)를 선택하거나 거부하기 위한 다수의 필터를 포함할 수 있으며, 이의 각각은 수분 또는 가스 습도를 감지할 목적으로 각각 튜닝된다. 하나 이상의 제어 가능한 스위치가 필요에 따라 이들 회로를 온 또는 오프로 전환할 수 있다. 필터, 예를 들어 튜닝 회로는 소프트웨어에서 디지털식으로 구현될 수 있다.

[1246] 기술한 바와 같이, 재료에 걸친 물 전달 속도를 결정함에 있어서 일부 증기 투과성 재료에 대한 하나의 인자는 적어도, 도관의 내측과 외측 환경 사이의 상대 습도("RH") 구배의 함수이다. 물은 RH가 더 높은 영역으로부터 RH가 더 낮은 영역으로 이동하는 경향이 있다. 따라서, 습도 감지 하드웨어 및 제어기는 물이 도관 내측으로부터 도관 외측으로의 방향으로 이동하도록 도관 내측 및 이를 따른 RH가 항상 외측보다 높은 것을 보장하는 데 사용될 수 있다. 본원에 개시된 이슬점 온도 결정 또는 추정을 사용하여, 제어기는 도관을 따라 통기성을 유지 또는 제어하기 위해 도관의 길이를 따라 이러한 RH 구배를 유지 또는 제어할 수 있다. 예를 들어, 본원에 개시된 습도 감지에 기초하여 대기의 가정된 RH 레벨보다 높을 수 있는 가스의 기준 RH를 유지하도록 히터 와이어에 전력이 공급될 수 있다.

[1247] 센서 대체/추가 피드백

[1248] 추가적으로 또는 대안적으로, 제어기는 특정 센서 없이 다른 방식으로는 이용 가능하지 않을 수 있는 다른 정보

를 획득하기 위해 본원에 개시된 수분 감지 및/또는 습도 검출을 사용할 수 있다. 그러한 정보를 획득하는 능력은 가스 전달을 효과적으로 제어하는 데 필요한 센서 수를 감소시킬 수 있으며, 이는 비용 절감의 이점 및 시스템 복잡성 감소를 제공할 수 있다.

[1249] **엔탈피 추정**

[1250] 비엔탈피와 같은 엔탈피는 이슬점 온도의 함수이다. 건열(dry heat)보다 엔탈피에 더 중요한 기여자인 잠열(즉, 가스의 온도에 기초함)은 예를 들어 도 31a 및 31b의 단계(3106)로부터 획득된 이슬점 온도로부터 계산되거나 추론될 수 있다. 이슬점 온도는, 예를 들어 도 31a 및 도 31b를 참조하여, 전술한 습도 감지 프로세스를 구현함으로써 계산되거나 추정될 수 있다. 일 예에서, 엔탈피는 하기의 방정식을 사용하여 추정될 수 있다:

[1251]
$$\text{가스의 비습도} = (M_{\text{wv}}/M_{\text{air}})(P_{\text{sat}}(T_d)/(P-P_{\text{sat}}(T_d)))$$

[1252] 여기서, M_{wv} 는 수증기의 분자량이고, M_{air} 는 건조 공기의 분자량이고, $P_{\text{sat}}(T_d)$ 는 이슬점에서의 포화 증기압이며, P 는 대기압(101.325 kPa로 가정함)이다. $P_{\text{sat}}(T_d)$ 는 방정식 $P_{\text{sat}}(T_d) = (611.21) \times e^{((18.678 - T/234.5)(T/(T+257.154)))}$ 를 사용하여 계산될 수 있으며, 여기서 T 는 °C단위의 가스 온도이다.

[1253] 제어기는 결정 또는 추정된 이슬점에 기초하여 추정된 엔탈피를 결정하고, 필요한 경우 사용자에게 전달되는 엔탈피를 감소시키도록 이슬점 온도 목표를 제어할 수 있다. 이러한 엔탈피 추정은 정상 사용 시나리오에서 하나 이상의 안전 한계를 초과하는 엔탈피가 환자에게 전달되지 않는 것을 보장하기 위해 가습기 제어기의 가열 요소(히터 플레이트 및/또는 히터 와이어) 제어 시스템에서 사용될 수 있다. 안전 한계의 예는 표준에 정의된 안전 한계를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 엔탈피 추정은 추가 또는 기존 센서(예를 들어, 온도 및/또는 유량 센서)와 결합되어 단일-결합 시나리오에 대한 보다 강력한 기능 안전 시스템을 생성할 수 있다.

[1254] **환자 단부 센서(들)가 없는 회로에 대한 피드백 제어**

[1255] 환자 단부 센서(예를 들어, 온도 센서)가 없는 회로의 경우, 제어기에 이용 가능한, 환자 단부에서 전달되는 가스 및 관련된 정보가 없을 수 있다. 그러나, 제어기는 다수의 인자에 기초하여 필요한 히터 와이어 듀티 사이클/전력을 결정할 수 있다. 이러한 인자는 유량, 목표 환자 단부 온도, 챔버 유출구 온도, 및/또는 목표 환자 단부 온도와 챔버 유출구 온도 사이의 차이를 포함할 수 있다. 본원에 개시된 적절한 수분 검출 기술을 이용함으로써, 입력 신호가 제어기에 이용 가능할 수 있다.

[1256] 구현예에 따라, 입력 신호는 수분의 존재(예를 들어, 임계치 초과), 수분의 양/용적, 및 수분이 존재하는 위치(본원에 개시된 바와 같음) 중 하나 이상과 관련된 정보를 포함할 수 있다.

[1257] 일 예에서, 수분(예를 들어, 응축수)이 검출되는 경우, 히터 와이어 전력은 수분을 감소시키기 위해 증가될 수 있다. 검출된 수분의 양이 임계치를 하회하는 경우, 이러한 전력 조정은 서서히 줄어들 수 있다. 임계치도 또한 가습기 시스템이 충분한 양의 수분이 증발하거나 본원에 개시된 수분 관리 조치 중 하나 이상을 따르는 것을 보장하도록 계산 또는 사전결정된 속도에 기초하여 점진적으로 서서히 줄어들 수 있다.

[1258] **환자 단부 센서 입력이 필요 없는 흡기 튜브 가열 요소 전력 제어**

[1259] 일부 예에서, 시스템이 흡기 튜브에 형성된 수분(예를 들어, 응축수)을 검출할 수 있는 경우 환자 단부에 센서가 필요하지 않을 수 있으며, 이는 수분 검출이 가스 상태의 척도이기 때문이다. 이것은 환자 단부에 센서를 사용하는 것이 바람직하지 않을 수 있는 상황에서 유익할 수 있다. 이들 상황은 센서가 그것이 존재하는 환경에 의해 영향을 받을 수 있는 시나리오를 포함할 수 있다. 예를 들어, 환자 단부의 온도 센서는 인큐베이터 내의 배치에 의해 영향을 받으며, 이에 의해 흡기 튜브에 대한 가열의 감소를 야기할 수 있다. 이러한 흡기 튜브에 대한 가열의 감소는 응축수의 형성을 초래할 수 있으며, 이는 바람직하지 않을 수 있다. 환자 단부의 온도 센서를 갖지 않는 또 다른 예시적인 이유는 도관의 비용을 절감하기 위한 것이며, 이는 환자 안전 및 시스템의 양호한 성능이 여전히 제어될 수 있는 한 유익할 것이다.

[1260] 도 45는 수분 검출에 응답하여 흡기 튜브의 가열 요소(예를 들어, 히터 와이어)에 대한 전력을 제어하는 프로세스 또는 방법을 예시한다. 이 방법은 최대 히터 와이어 전력을 제공하는 것을 포함할 수 있다. 수분(예를 들어, 응축수)이 더 이상 검출되지 않거나, 수분(예를 들어, 응축수)의 존재가 사전결정된 임계치를 하회하면, 정상 제어가 재개될 수 있다. 도 45에 도시된 바와 같이, 블록(4510)에서, 가습기 시스템의 제어기는 히터 플레이트 설정치(예를 들어, 온도 설정치)를 설정할 수 있다. 블록(4520)에서, 제어기는 수분(예를 들어, 응축수)이 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 이러한 결정은 제어기가 응축수 메트릭(condensate metric)을 측정하는 것을 포

함할 수 있다. 이러한 결정은 제어기가 측정된 응축수 메트릭이 (예를 들어, 사전결정된 임계치 또는 임계치 범위보다 높거나 낮음으로써) 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 이러한 결정은 환자 단부 또는 가슴 시스템의 챔버 유출구에 있는 센서로부터의 입력 없이도 이루어질 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치 또는 임계치 범위보다 큰 경우, 측정된 응축수 메트릭은 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못할 수 있다. 제어기가 수분을 검출하면(예를 들어, 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 큰 경우), 블록(4530)에서, 제어기는 흡기 튜브 가열 요소에 대한 전력을 증가시킬 수 있다. 제어기가 수분을 검출하지 못하면(예를 들어, 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 작은 경우), 블록(4540)에서, 제어기는 가열 요소에 대한 전력을 감소시키거나 유지할 수 있다. 블록(4550)에서, 제어기는 흡기 튜브 가열 요소에 대한 전력이 최대인지 여부를 결정할 수 있다. 흡기 튜브 가열 요소에 대한 전력이 최대이면, 블록(4560)에서, 제어기는 가열 요소에 대한 전력이 최대인 경우 가슴기 시스템의 가슴기의 히터 플레이트의 설정치를 감소시킬 수 있다. 이것은 측정된 응축수가 예상 응축수 메트릭을 충족할 때까지 히터 플레이트의 설정치를 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 이것은 또한 히터 플레이트의 설정치를 더 이상 증가시키지 않는 것을 포함할 수도 있다. 흡기 튜브 가열 요소에 대한 전력이 최대가 아니면, 블록(4570)에서, 제어기는 블록(4510)으로 복귀하기 전에 사전결정된 기간 동안 기다릴 수 있다.

[1261] 특정 흡기 튜브는 특정 섹션의 수분을 제거하기 위해 흡기 튜브의 상이한 섹션이 독립적으로 통전되거나 제어될 수 있도록(예를 들어, 해당 섹션에 대한 전력을 증가시킴) 배열된 가열 요소를 포함할 수 있다. 그러한 흡기 튜브의 예로는 신생아 응용 또는 다른 성인 응용으로 사용될 수 있는 이중 구역 흡기 튜브가 있다. 이중 구역 흡기 튜브는 인큐베이터와 함께 사용될 수 있다. 인큐베이터 내에 있도록 의도된 튜브의 섹션은 "외부 섹션"으로 지칭될 수 있다. 외부 섹션은 튜브의 환자 단부에 더 근접하여 있다. 인큐베이터 외측에 배치되도록 의도된 튜브의 섹션은 "내부 섹션"으로 지칭될 수 있다. 내부 섹션은 튜브의 챔버 단부에 더 근접하여 있다. 도 3a의 하나 이상의 중간 커넥터와 관련하여 상기에서 논의된 바와 같이, 튜브의 상이한 섹션은 튜브의 섹션의 극성에 따라 가열될 수 있다. 전체 튜브(내부 및 외부 섹션 둘 모두를 포함함)는 튜브를 가열하도록 설계된 가열 회로의 "외부 루프"에 의해 전력이 공급된다. 내부 섹션은 가열 회로의 "내부 루프"에 의해 전력이 공급된다. 흡기 튜브의 해당 상이한 섹션에서 수분(예를 들어, 응축수)을 측정하는 것이 유리할 수 있다. 외부 섹션에서 수분이 검출되면, 가슴기 시스템의 제어기는 외부 루프에 대한 전력을 증가시켜서 외부 섹션에 축적된 수분을 감소시킬 수 있다. 내부 섹션에서 수분이 검출되면, 제어기는 외부 루프에 대한 전력을 증가시키는 대신에 내부 루프에 대한 전력을 증가시킬 수 있다. 내부 루프에 대한 전력을 증가시키는 것만으로, 외부 섹션이 인큐베이터 내측에 있기 때문에 이미 내부 섹션보다 높은 온도에 있을 수 있는 외부 섹션이 과열될 가능성을 감소시킬 수 있다.

[1262] 도 46은 수분 검출에 응답하여 이중 구역 흡기 튜브의 가열 요소에 대한 전력을 제어하는 프로세스 또는 방법을 예시한다. 블록(4610)에서, 가슴기 시스템의 제어기는 히터 플레이트를 설정치(예를 들어, 온도 설정치)로 설정할 수 있다. 블록(4620)에서, 제어기는 호흡 튜브의 외부 섹션에서 수분이 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 이러한 결정은 제어기가 측정된 응축수 메트릭이 (예를 들어, 사전결정된 임계치보다 높거나 낮음으로써) 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 이러한 결정은 환자 단부 또는 가슴 시스템의 챔버 유출구에 있는 센서로부터의 입력 없이도 이루어질 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 큰 경우, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못할 수 있다. 호흡 튜브의 외부 섹션에서 수분이 검출되면, 블록(4630)에서, 제어기는 호흡 튜브의 외부 섹션의 가열 요소로 지향되는 전력을 증가시킬 수 있다. 이것은 전력을 증가시켜서 전체 호흡 튜브를 가열할 수 있다. 호흡 튜브의 외부 섹션에서 수분이 검출되지 않으면, 블록(4640)에서, 제어기는 외부 루프에 대한 전력을 감소시킬 수 있다. 블록(4650)에서, 블록(4620)에서의 외부 섹션에서의 수분 검출과 유사하게, 제어기는 호흡 튜브의 내부 섹션에서 수분이 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 호흡 튜브의 내부 섹션에서 수분이 검출되면, 블록(4660)에서, 제어기는 호흡 튜브의 내부 섹션(즉, 내부 루프)의 가열 요소로 지향되는 전력을 증가시킬 수 있다. 호흡 튜브의 내부 섹션에서 수분이 검출되지 않으면, 블록(4670)에서, 제어기는 내부 루프에 대한 전력을 감소시킬 수 있다. 블록(4680)에서, 제어기는 내부 또는 외부 섹션이 최대 가열 요소 전력에 도달했는지 여부를 결정할 수 있다. 어느 하나의 섹션의 가열 요소가 최대 전력 한계에 도달했다면, 블록(4690)에서, 제어기는 가슴기의 히터 플레이트의 온도 설정치를 감소시킬 수 있다. 어느 하나의 섹션의 가열 요소가 최대 전력 한계에 도달하지 않았다면, 블록(4695)에서, 제어기는 블록(4610)으로 복귀하기 전에 사전결정된 기간 동안 기다릴 수 있다.

[1263] 유량 센서 교체

[1264] 본원에 개시된 습도 검출을 사용하여 이슬점 온도를 감지/추론하는 능력은 유량에 관계없이 가스의 유동의 포화 레벨에 기초하여 가슴기 제어기가 가슴기의 동작을 제어할 수 있게 하기 때문에, 가슴기 제어기는 다양한 습도

성능 제어 및 워터-아웃 검출을 위해 더 이상 유동 센서 입력을 필요로 하지 않을 수 있다. 이와 같이, 챔버 유출구 유동 센서가 제거될 수 있으며, 이는 비용 절감 및 제조 용이성 개선을 포함하는 이점을 갖는다.

[1265] 또한, 제어기가 물이 응축된 호흡 회로 내의 적어도 2 개의 위치와 관련된 정보, 및 호흡 도관을 따른 온도 구배의 지식을 갖는 경우, 제어기는 유량을 결정할 수 있다. 도 32a에 도시된 바와 같이, 가슴기 제어기는 단계(3202)에서 제1 위치와 연관된 제1 센서로부터 적어도 하나의 제1 센서 신호를 수신할 수 있고, 단계(3204)에서 제2 위치와 연관된 제2 센서로부터 적어도 하나의 제2 센서 신호를 수신할 수 있다. 각각의 센서 신호는 제1 또는 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타낼 수 있다. 제어기는 단계(3206)에서 적어도 하나의 제1 신호에 기초하여 제1 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타내는 제1 값, 및 단계(3208)에서 적어도 하나의 제2 신호에 기초하여 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타내는 제2 값을 결정할 수 있다. 각각의 위치는 가슴기 시스템의 상이한 구성요소와 연관될 수 있다. 구성요소는 도관 또는 그 일부, 커넥터(2 개의 도관을 연결할 수 있거나, 흡기 도관, 호기 도관 및 환자 인터페이스 공급 도관을 연결하는 와이 피스(wye piece)일 수 있음), 어댑터, 가스의 유동에 노출되는 가슴 챔버의 부분, 및/또는 환자 인터페이스 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 제1 위치는 가슴기 시스템의 정상 동작 동안 제2 위치의 상류에 있을 수 있다. 예를 들어, 제1 위치는 챔버 유출구일 수 있다. 제2 위치는 흡기 도관의 환자 단부 또는 환자 인터페이스 공급 도관의 원위 단부에 또는 그 근처에 있을 수 있다.

[1266] 도 32b에 도시된 바와 같이, 도 32a에서의 단계를 완료한 후에, 제어기는 추가적으로 단계(3210, 3212)에서 각각 제1 및 제2 위치의 온도 센서로부터 관독치를 수신할 수 있다. 제어기가 먼저 결정 블록(3216)에서 제1 위치에서 제1 양의 수분을 검출한 경우, 제어기는 결정 블록(3220)으로 진행하기 전에 단계(3218)에서 타이머를 사용하여 소정 기간을 기다려서 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양이 제2 양보다 적은지 여부를 결정할 수 있다. 결정 블록(3220)에서 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양이 제2 양보다 적은 경우, 제어기는 단계(3222)에서 제1 및 제2 위치에서의 온도 관독치에 기초하여 가스의 유량이 특정 범위 내에 있다고 결정할 수 있다.

[1267] 일 예에서, 제어기는 호흡 회로 구역에서의 수분 형성을 검출함으로써 시작하고, 해당 구역의 환자 단부 온도를 예상 온도와 비교할 수 있다. 해당 구역의 환자 단부 온도가 챔버 단부 온도 설정치보다 높게 측정된 경우, 챔버 유출구를 빠져나가는 가스가 포화되었다고 가정하면, 유량이 증가함에 따라 수분(예를 들어, 응축수)이 챔버 유출구로부터 점점 더 멀리 형성될 수 있다. 따라서, 수분이 검출되는 위치에 기초하여, 유량이 결정될 수 있다.

[1268] 비유동 검출

[1269] 추가적으로 또는 대안적으로, 제어기는 본원에 개시된 수분 검출 또는 감지된 습도 레벨을 사용하여, 인공호흡기, 유동 발생기 등일 수 있는 가스 공급원으로부터 제공되는 유동 없이(또는 매우 낮은 유동으로) 가슴기가 동작하고 있음을 나타낼 수 있다.

[1270] 도 32a에 도시된 바와 같이, 가슴기 제어기는 단계(3202)에서 제1 위치와 연관된 제1 센서로부터 적어도 하나의 제1 센서 신호를 수신할 수 있고, 단계(3204)에서 제2 위치와 연관된 제2 센서로부터 적어도 하나의 제2 센서 신호를 수신할 수 있다. 각각의 센서 신호는 제1 또는 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타낼 수 있다. 제어기는 단계(3206)에서 적어도 하나의 제1 신호에 기초하여 제1 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타내는 제1 값, 및 단계(3208)에서 적어도 하나의 제2 신호에 기초하여 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타내는 제2 값을 결정할 수 있다. 각각의 위치는 가슴기 시스템의 상이한 구성요소와 연관될 수 있다. 추가적으로, 제1 및 제2 위치는 동일한 구성요소의 별도의 위치(예를 들어, 챔버 단부, 및 도관의 중간 지점 또는 환자 단부)일 수 있다.

[1271] 구성요소는 도관 또는 그 일부, 커넥터(2 개의 도관을 연결할 수 있거나, 흡기 도관, 호기 도관 및 환자 인터페이스 공급 도관을 연결하는 와이 피스일 수 있음), 어댑터, 가스의 유동에 노출되는 가슴 챔버의 부분, 및/또는 환자 인터페이스 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 제1 위치는 가슴기 시스템의 정상 동작 동안 제2 위치의 상류에 있을 수 있다. 도 32a에서의 단계를 완료한 후에, 도 32c에 도시된 바와 같이, 제어기는 결정 블록(3224)으로 진행할 수 있다. 제어기가 먼저 결정 블록(3224)에서 제1 위치에서 제1 양의 수분을 검출한 경우, 제어기는 결정 블록(3228)으로 진행하기 전에 단계(3226)에서 타이머를 사용하여 소정 기간을 기다려서 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양이 제2 양보다 적은지 여부를 결정할 수 있다. 결정 블록(3228)에서 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양이 제2 양보다 적은 경우, 제어기는 단계(3230)에서 시스템에서 비유동 또는 임계치 미만의 유량이 발생하고 있다고 결정할 수 있다. 습한 가스의 자연적인 이동으로 인해, 유동 발생기로부터의 강제 유동이 없는 경우에도, 수분이 제1 위치에서 어느 정도 검출될 수 있다. 제1 위치에서의 수분의 양은 제2 위치보다 많을 것

으로 예상된다.

- [1272] 일 예에서, 호흡 도관의 챔버 단부, 챔버 유입구 또는 챔버 유출구에서 제1 양의 수분을 성공적으로 검출하면, 제어기는 환자 단부에서 제2 양의 수분이 검출되는지 여부를 검사하기 전에 사전결정된 기간이 경과할 수 있게 할 수 있다. 제2 양의 수분(제1 양과 유사한 레벨일 수 있음)이 호흡 도관의 환자 단부에서 발견되면, 가슴기 제어기는 시스템에 유동이 존재한다고 가정할 수 있다. 검출된 수분이 제2 양 미만이거나, 수분이 존재하지 않는 경우, 호흡 도관을 통한 가스의 유동이 0일 가능성이 높으며, 제어기는 그에 따라 통지를 생성하거나 알람 또는 경보를 트리거할 수 있다. 통지 또는 알람은 본원에 개시된 바와 같이 가슴기 시스템 또는 또 다른 디바이스에 표시될 수 있다.
- [1273] 다수의 수분 검출 위치가 (예를 들어, 호흡 회로를 따라) 제공되는 경우, 상기의 방법은 개선된 정확도, 감도 및/또는 검출 시간을 가질 수 있다. 다수의 수분 검출 위치는 제3 위치에 존재하는 수분의 레벨에 기초하여 제3 신호를 제공하는 적어도 제3 센서를 포함함으로써 제공될 수 있다. 제3 위치는 비유동의 확인을 허용할 수 있다. 제3 위치는 제1 및 제2 위치 둘 모두의 상류에 있을 수 있다. 예를 들어, 제1 위치는 흡기 도관에 있을 수 있고; 제2 위치는 챔버 유입구에 있을 수 있으며; 제3 위치는 호기 도관에 있을 수 있다.
- [1274] 이러한 비유동 검출 방법은 또한, 예를 들어 도 31a 및 도 31b를 참조하여 설명된, 본원에 개시된 습도 감지 방법의 일부로서 사용될 수 있다. 환자 단부에서의 추정된 습도 레벨, 예를 들어 추정된 또는 결정된 이슬점 온도는 가슴 챔버 유출구에서의 추정된 습도 레벨과 비교될 수 있다. 환자 단부에서의 습도가 현저히 더 낮은 경우, 이것은 시스템에 유동이 없음을 시사할 수 있다. 결과적으로, 제어기는 전술한 바와 같이 통지 및/또는 알람을 생성할 수 있다.
- [1275] 역류 검출
- [1276] 추가적으로 또는 대안적으로, 역류 검출은 또한 수분 검출 방법 중 적어도 하나를 사용하여 수행될 수 있다. 역류는 부정확한 연결로 인해 발생할 수 있다. 도 34a 및 도 34b는 정확한 연결을 갖는 예시적인 가슴기 시스템을 예시한다. 가스는 도 34a 및 도 34b에 표시된 화살표 방향으로 유동할 수 있다. 가슴 시스템(1)은 드라이라인 도관(30)을 통해 가슴기(20)와 액체 연통하는 가스 공급원(10)을 포함할 수 있다. 본 개시에서, 가스 공급원의 예는 인공호흡기이다. 다른 가스 공급원, 예를 들어 벽 가스 공급원 또는 압축 가스 탱크가 또한 고려될 수 있다. 드라이라인 도관(30)은 가스 공급원으로부터 가슴기(20)로 가스를 전달하도록 형상화되고 구성된 튜브일 수 있다. 드라이라인 도관은 가스 공급원으로부터 가슴기(20)로 가슴되지 않은(예를 들어, 건조 또는 주변) 가스를 수송하는 데 사용되는 도관(예를 들어, 튜브 또는 주름진 튜브)을 지칭한다. (즉, 동작 구성으로) 정확하게 연결된 경우, 드라이라인 도관은 가스 공급원과 가슴기 사이를 공압식으로 연결한다. 가슴기(20)는 예를 들어 챔버(26)(도 34a 참조) 및 열원을 포함하는 다양한 구성요소를 포함할 수 있다. 열원은 챔버를 통해 유동하는 가스가 기화된 내용물에 의해 가습될 수 있도록 챔버(26)의 내용물을 기화시키기 위해 챔버(26)의 내용물을 가열하는 데 사용되는 가슴기 열원을 포함할 수 있다. 일 예에서, 열원은 가스를 가습하기 위해 물을 가열하여 기화시키는 데 사용된다. 열원은 또한 챔버(26)를 통과하는 가스를 원하는 온도(예를 들어, 치료 온도)까지 가열한다. 가슴기 열원의 예는 화학적 히터, 복사 히터, 유도 히터 등을 포함할 수 있다. 예로서, 열원은 저항성 히터를 사용하는 히터 플레이트일 수 있다. 가슴기(20)는 또한 선택적으로 하드웨어 및/또는 소프트웨어 프로세서와 같은 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다. 가슴기(20)는 하나 이상의 프로세서 및 메모리를 포함할 수 있는 제어기를 포함할 수 있다. 제어기는 가슴기(20)의 동작, 예를 들어 가슴기(20)의 정상 상태 동작을 제어할 수 있다. 가스 공급원은 단일 방향 가스 공급원, 송풍기, 인공호흡기 유닛, 압축 공기 탱크, 병원 벽 가스 공급원, 산소 병 또는 가압 가스 병일 수 있다. 일부 가스 공급원은, 특히 환자에게 진정제가 투여된 경우에, 호흡을 시뮬레이션하고 환자 내에서의 가스 교환을 촉진하도록 환자에게 가스를 제공하고 환자로부터 가스를 인출할 수 있다. 이들 시스템은 일반적으로 흡기 도관 및 호기 도관을 필요로 한다. 가스 공급원은 또한 예를 들어 30 L/분 초과 및/또는 최대 150 L/분의 고유동의 공기 또는 가스를 전달하도록 구성된 고유동 가스 공급원을 포함할 수 있다. 가스 공급원은 다른 범위의 가스 유량을 제공하도록 구성될 수 있으며, 예를 들어 신생아 응용의 경우, 유량은 8 L/분 미만일 수 있다. 가스 공급원에 의해 공급되는 가스는 건조 공기, 주변 공기, 산소 및/또는 가스 혼합물(예를 들어, 치료 가스 또는 호흡 가스)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제어기는 원하는 유량, 온도 및/또는 압력으로 가스 유동을 발생시키도록 가스 공급원(10)을 제어할 수 있다. 가스 공급원 유출구(12)로부터의 가스는 건조 가스를 포함할 수 있다.
- [1277] 건조 가스는 드라이라인 도관(30)을 통해 가슴기 유입구(22)에 제공될 수 있다. 가슴기(20)의 챔버(26)는 물과 같은 액체를 수용할 수 있다. 가슴기(20)는 드라이라인 도관(30)으로부터의 건조 가스를 가습 및 가열하기 위해

물을 기화시키기 위한 히터 플레이트와 같은 열원을 가질 수 있다. 물은 수원으로부터 가습기(20)로 공급될 수 있다. 가습된 가스는 가습기 유출구(24)를 빠져나가서 흡기 도관(40)으로 진입할 수 있다. 가습기 유입구(22) 및 유출구(24)는 각각 가습 챔버(26) 유입구 및 유출구일 수 있다.

[1278] 흡기 도관(40)(즉, 가스 전달 도관)은 환자(2)에게 가습된 가스를 제공할 수 있다. 흡기 도관(40)은 가습기로부터 환자 인터페이스(70)로 가스를 운반하는 가스 전달 도관일 수 있다. 흡기 도관(40)(즉, 가스 전달 도관)은 환자 인터페이스(70)와 가습기(20)를 공압식으로 결합할 수 있다. 흡기 도관(40)은 환자 인터페이스(70)에 결합될 수 있다. 환자(2)는 도 1에서 마스크를 착용한 것으로 예시되어 있지만, 환자(2)는 비강 캐놀러 또는 기관내 튜브와 같은 본원에 개시된 다른 유형의 환자 인터페이스(70)를 착용할 수 있다. 환자 인터페이스(70)는 또한 가열되거나 가열되지 않을 수 있는 튜브의 짧은 섹션인 인터페이스 튜브를 포함할 수 있으며, 흡기 도관(40)은 인터페이스 튜브에 결합되거나 연결될 수 있다. 튜브의 짧은 섹션은 통기성 튜브일 수 있다. 튜브의 짧은 섹션은 환자 인터페이스가 빠지는(dislodge) 것을 방지하기 위해 흡기 도관으로부터 환자 인터페이스를 분리할 수 있다. 대안적으로, 흡기 도관(40)은 흡기 도관 연결 포트(62)에서 와이-피스(60)(도 34b 참조)에 결합될 수 있다. 와이-피스(60)는 환자 인터페이스 연결 부분(66)에서 환자 인터페이스(70)에 연결될 수 있다. 흡기 도관(40)은 응축수 형성을 감소시키거나 방지하기 위해 흡기 열원을 가질 수 있다. 흡기 도관 열원의 예는 히터 와이어, 가열 테이프 및/또는 워터 재킷 가열을 포함할 수 있다. 가습 시스템(1)은 호기 도관(50)(즉, 가스 수송 도관 또는 호기 가스 수송 도관)을 포함할 수 있다. 호기 도관(50)은 가스를 환자로부터 멀리 지향시키는 가스 수송 도관일 수 있다. 호기 도관(50)은 호기 가스를 환자로부터 멀리 지향시키고, 호기 가스를 가스 공급원 또는 가스를 대기로 방출할 수 있는 일부 다른 디바이스(예를 들어, 벤트(vent))로 수송할 수 있다. 호기 도관(50)은 환자(2)로부터 호기된 가스를 다시 가스 공급원 유입구(14)로 지향시킬 수 있다. 호기 도관(50)은 히터 와이어, 가열 테이프 및/또는 워터 재킷 가열과 같은 호기 도관 열원을 포함할 수 있다. 선택적으로, 호기 도관(50)은 호기 가스 내의 수분이 호기 가스로부터 대기로 전달되도록 증기 및/또는 액체 투과성 재료로 형성될 수 있다. 이와 관련하여, 가스는 호기 도관(50)을 통해 이동하는 동안에 건조될 수 있다. 호기 도관(50)은 호기 도관 연결 부분(64)에서 와이-피스(60)를 통해 환자 인터페이스(70)에 결합될 수 있다.

[1279] 도 35a 내지 도 35d는 부정확한 연결을 갖는 예시적인 가습기 시스템을 예시한다. 이들은 단지 예일 뿐이며, 도관을 거꾸로 연결하고/하거나 이들을 정상적으로 연결되어야 하는 곳과는 상이한 회로의 위치에 연결하는 것과 같은 다른 부정확한 도관 연결이 가능할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[1280] 도 35a에 도시된 바와 같이, 드라이라인 도관(30) 및 호기 도관(50)과 가스 공급원(10)의 연결은 역전되어 있다. 구체적으로, 드라이라인 도관(30)은 가스 공급원 유입구(14)에 부정확하게 결합되고, 호기 도관(50)은 가스 공급원 유출구(12)에 부정확하게 결합된다. 그 결과, 건조 공기가 가습기(20)를 통과하지 않기 때문에, 건조 가스는 가습되거나 가열되지 않으면서 호기 도관(30)에서 환자(2)에게 직접 유동할 수 있다. 건조 가스는 호기 도관(50) 내의 호기 열원에 의해 가열될 수 있으며, 여기서 가열은 제어기에 의해 적절하게 조절되지 않는다. 환자(2)로부터의 호기 가스는 가스 공급원(10)으로 복귀하기 전에 가습기(30)를 통해 가습될 수 있으며, 그 결과 가스 공급원(10)에 응축수가 형성될 수 있다.

[1281] 도 35b에 도시된 바와 같이, 가습기(20)에 부정확한 유동 상태가 존재한다. 구체적으로, 흡기 도관(40)은 가습기 유출구(24) 및 환자(2)가 아닌, 가스 공급원 유출구(12) 및 가습기 유출구(24)에 부정확하게 결합된다. 호기 도관(50)은 환자(2) 및 가스 공급원(10)이 아닌, 가습기 유입구 포트(22) 및 환자(2)에 부정확하게 결합된다. 드라이라인 도관(30)은 가스 공급원 유출구(12) 및 가습기 유입구(22)가 아닌, 환자(2) 및 가스 공급원 유입구(14)에 부정확하게 결합된다. 시스템은 흡기 도관(40) 내의 환자 단부 센서 및 가습기 유입구 및/또는 유출구(22, 24)의 센서로부터 실제 환자 단부 온도 및/또는 유입구/유출구 온도를 나타내지 않는 출력을 수신한다. 센서로부터의 부정확한 출력 때문에, 센서로부터의 부정확한 피드백으로 인해 가습기 열원 및 흡기 열원이 적절하게 기능하지 않을 수 있다. 환자(2)를 위한 가습기 유입구(22)를 빠져나가는 가스는 호기 도관(50)이 가열 와이어를 갖지 않기 때문에 가열되지 않을 수 있거나, 호기 도관(50) 내의 호기 도관 열원에 의해 가열될 수 있으며, 여기서 가열은 제어기에 의해 적절하게 조절되지 않는다. 가습기(20)로부터 가습된 가스를 수송하는 호기 도관(50)은 가스가 환자(2)에게 도달하기 전에 수분을 상실하게(즉, 건조되게) 할 수 있다.

[1282] 도 35c에 도시된 바와 같이, 에러 중 하나는 가스 공급원 유입구(14)와 유출구(12)의 연결이 역전되는 것을 포함한다. 구체적으로, 드라이라인 도관(30)이 가스 공급원 유입구(14) 및 가습기 유입구(22)에 부정확하게 결합된다. 또 다른 에러는 호기 도관(50)이 가습기 유출구(24) 및 환자(2)에게 부정확하게 결합되는 것이다. 또 다른 에러는 흡기 도관(40)이 환자(2) 및 가스 공급원 유입구(12)에 부정확하게 결합되는 것이다. 결과적으로, 건조 가스가 가습기(20)를 통과하지 않기 때문에, 건조 가스는 가습되거나 가열되지 않고 호기 도관(30)에서 환자

(2)에게 직접 유동할 수 있다. 환자(2)로부터의 호기 가스는 가스 공급원(10)으로 복귀하기 전에 가슴기(30)에서 가슴될 수 있다. 도 35c에 도시된 구성은 어떠한 가스의 건조도 없이 가슴된 가스가 가스 공급원으로 복귀하게 할 수 있다. 가스 내의 과잉 수분은 잠재적으로 응축으로 인해 가스 공급원에 손상을 야기할 수 있다.

[1283] 도 35d에 도시된 바와 같이, 가스는 정상 방향으로 유동하지만, 연결에 에러가 있다. 구체적으로, 호기 도관(50)이 가슴기 유출구(24) 및 환자(2)에게 부정확하게 결합된다. 흡기 도관(40)이 가스 공급원 유입구(14) 및 환자(2)에게 부정확하게 결합된다. 즉, 흡기 도관(40) 및 호기 도관(50)은 호흡 회로 내의 의도된 위치가 바뀌어 있다. 그 결과, 흡기 튜브(40) 내의 환자 단부 센서는 환자(2)에게 전달되는 가스의 온도를 적절하게 측정할 수 없고, 환자(2)로부터의 호기 가스의 온도를 측정한다. 가슴기(20)를 빠져나가는 가스는 환자 단부 온도가 환자 단부 설정치에 도달하는 것을 보장하도록 가열될 수 없다. 이것은 호기 도관(50)이 열원을 갖지 않거나 호기 도관 열원이 흡기 도관(40) 내의 센서로부터 입력된 환자 단부 온도를 수신하는 제어기에 의해 적절하게 통전되지 않기 때문일 수 있다. 환자(2)에게 도달하는 가스는 가스가 호기 도관(50)을 통해 이동할 때 환자 단부 설정치를 초과하거나 하회할 수 있다. 통기성 호기 도관의 경우에, 환자에게 전달되는 가스는 또한 최적이지 않은 습도를 가질 것이다. 도 35d에 도시된 구성은 가슴된 가스가 가스 공급원(10)으로 전달되게 할 수 있다. 호기 가스를 수송하는 흡기 도관(40)은 호기 도관(50)과 같이 가스를 건조시키지 못할 수 있다. 따라서, 흡기 도관(40)/(가스 공급원 유입구(14) 및 환자(2)에 부정확하게 결합됨)에서 습도가 유지될 수 있고, 수분이 가스 공급원(10)으로 전달될 수 있다. 상기에서 논의된 바와 같이, 이러한 수분은 잠재적으로 응축으로 인해 가스 공급원(10)에 손상을 야기할 수 있다.

[1284] 수분 검출 방법 중 적어도 하나를 사용하는 역류 검출이 도 32a 및 도 32d를 참조하여 설명될 것이다. 도 32a에 도시된 바와 같이, 가슴기 제어기는 단계(3202)에서 제1 위치와 연관된 제1 센서로부터 적어도 하나의 제1 센서 신호를 수신할 수 있고, 단계(3204)에서 제2 위치와 연관된 제2 센서로부터 적어도 하나의 제2 센서 신호를 수신할 수 있다. 각각의 센서 신호는 제1 또는 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타낼 수 있다. 제어기는 단계(3206)에서 적어도 하나의 제1 신호에 기초하여 제1 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타내는 제1 값, 및 단계(3208)에서 적어도 하나의 제2 신호에 기초하여 제2 위치에서의 수분의 레벨 또는 양을 나타내는 제2 값을 결정할 수 있다. 각각의 위치는 가슴기 시스템의 상이한 구성요소와 연관될 수 있다. 구성요소는 도관 또는 그 일부, 커넥터(2 개의 도관을 연결할 수 있거나, 흡기 도관, 호기 도관 및 환자 인터페이스 공급 도관을 연결하는 와이 피스일 수 있음), 어댑터, 가스의 유동에 노출되는 가슴 챔버의 부분, 및/또는 환자 인터페이스 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 제1 위치는 예를 들어 도 34b에 도시된 바와 같이, 가슴기 시스템의 정상 동작 동안 제2 위치의 상류에 있을 수 있다. 상류 구성요소의 습도가 사전결정된 임계치보다 높으면 제1 위치는 역류를 검출할 수 있다. 도 32d에 도시된 바와 같이, 도 32a에서의 단계를 완료한 후에, 제어기는 결정 블록(3232)으로 진행할 수 있다. 제어기가 제1 위치(즉, 정확하게 연결된 경우에 상류를 의미함)에서의 수분 레벨이 제2 위치(즉, 정확하게 연결된 경우에 하류를 의미함)에서의 수분 레벨보다 낮다고 검출하면, 제어기는 단계(3234)에서 유동 방향이 정확하다고 결정할 수 있다. 제어기가 제1 위치(즉, 정확하게 연결된 경우에 상류를 의미함)에서의 수분 레벨이 제2 위치(즉, 정확하게 연결된 경우에 하류를 의미함)에서의 수분 레벨보다 높다고 검출하면, 제어기는 단계(3236)에서 유동 방향이 부정확하다고 결정할 수 있다. 결과적으로, 제어기는 전술한 바와 같이 통지 및/또는 알람을 생성할 수 있다. 제1 위치는 가슴기의 상류에 있을 수 있고, 제2 위치는 가슴기의 하류에 있을 수 있다. 상류 위치는 드라이라인일 수 있고, 하류 위치는 호기 도관일 수 있다.

[1285] 추가적으로 또는 대안적으로, 제어기는 제3 위치에서의 수분 레벨에 기초하여 제3 센서로부터 제3 센서 신호를 수신할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 건조 라인, 흡기 회로 및 호기 회로 상의 3 개의 위치에서 수분 레벨을 측정할 수 있다. 건조 라인은 챔버 유입구 부근에 있을 수 있다. 역류의 경우에, 호기 회로 및 흡기 회로에서의 수분 레벨이 챔버 유입구에서 검출된 수분 레벨보다 낮을 수 있다. 위터-아웃 상태와 역류 상태 검출 사이의 차이점은 역류의 경우에는 환자 단부에서의 습도가 여전히 검출 가능할 수 있고/있거나 환자 단부에 수분이 여전히 존재할 수 있다는 것이다. 대조적으로, 위터-아웃의 경우에는, 환자 단부가 더 건조할 수 있는 한편, 챔버 유출구는 약간의 습도/수분을 가질 수 있다.

[1286] 외부 디바이스 통신

[1287] 가슴기 시스템의 구성요소에서 수분이 검출되는 경우, 본원에 개시된 수분 관리 방법에 부가하여 또는 그에 대한 대안으로, 가슴기는 가스 공급원(예를 들어, 인공호흡기, 가스 혼합기 또는 다른 적합한 유동/압력 발생기)과 같은 외부 디바이스와 통신할 수 있다. 호흡 회로에 충분한 레벨의 수분이 형성된 경우, 인공호흡기는 검출된 수분을 막힘으로서 검출/분류할 수 있다. 수분 검출 시에, 가슴기 제어기는 가스 공급원의 기능을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 막힘의 유형이 호흡 회로 내의 수분의 결과라는 것을 인공호흡기에 통신할 수 있다.

이것은 그에 따라 인공호흡기가 응답할 수 있게 할 수 있다. 예를 들어, 인공호흡기는 도관을 따라 수분을 분산시키고/시키거나 증발 효과를 증가시켜 수분을 제거하려는 시도로 바이어스 유동을 증가시킬 수 있거나, 응축수를 워터 트랩으로 밀어내기 위해 유량을 증가시킬 수 있으며, 이는 이동 응축수가 호흡 패턴에 영향을 미치는 것을 방지할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 가슴기는 이러한 수분 검출 데이터를 인공호흡기에 직접 송신할 수 있으며, 이는 인공호흡기의 사용자 인터페이스 상에 표시될 수 있거나, 그러한 정보는 중앙 모니터링 시스템과 같은 다른 디바이스로 통신될 수 있다.

[1288] 인공호흡기는 응축을 감소시키거나 방지하기 위해 추가 기능을 실행할 수 있다. 이러한 기능은 예를 들어 일회 호흡량을 감소시키는 것, 흡기 상승 시간을 증가시키는 것, 흡기 대 호기 비율을 감소시키는 것, 유입구 가스 온도를 상승시켜서 회로 내의 수분을 최소화하는 것, 및/또는 연행된 실내 공기의 양을 감소시키고/시키거나 "진조" 공기 공급원(예를 들어, 벽 또는 병 공급원)으로 전환함으로써 유입되는 습도를 감소시키는 것을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다.

[1289] 워터 아웃 검출

[1290] 가슴기 제어기는 수분(예를 들어, 응축수)의 용적 및 심지어 선택적으로 위치를 모니터링할 수 있기 때문에, 제어기는 워터-아웃 상태를 검출하기 위한 목적으로 안전하거나 허용 가능한 용적의 수분, 예를 들어 응축수가 형성되도록 제어 가능하게 유도하기 위해 본원에 개시된 수분 검출을 사용할 수 있다. 워터 아웃 검출은 수분 및/또는 습도가 예를 들어 임계치 아래로 감소한다는 결정에 기초할 수 있다. 임계치는 수분 관리 응답 및 습도 감지와 관련하여 상기에 개시된 것과 유사할 수 있다. 제어기는 정상 사용 시에 수분(예를 들어, 응축수)을 검출하고, 워터 아웃 상태를 나타내는 수분(예를 들어, 응축수)의 양의 감소를 식별할 수 있다. 제어기는 시간 경과에 따른 수분(예를 들어, 응축수)의 양의 감소를 결정할 수 있다. 감소를 검출한 것에 응답하여, 제어기는 가슴기 시스템의 구성요소 내의 수분(예를 들어, 응축수)의 양을 증가시키기 위해 가슴기의 동작 파라미터를 증가시킬 수 있다. 증가가 검출되지 않으면, 제어기는 워터 아웃 상태를 결정할 수 있다. 수분 검출 센서가 도관(또는 다른 구성요소 내의 습도 레벨을 결정할 수 있는 일부 경우에, 워터 아웃 상태는 도관(또는 다른 구성요소) 내의 습도 감소에 기초하여 결정될 수 있다. 워터-아웃 상태는 챔버가 물을 갖지 않거나, 매우 적은 양(또는 낮은 레벨)의 물, 예를 들어 호흡 치료의 지속시간(또는 나머지 지속시간) 동안 가스를 가슴하기에 불충분한 물을 갖는 것으로 인해 발생할 수 있다.

[1291] 도 33에 도시된 바와 같이, 응축수의 안전하거나 허용 가능한 용적이 형성되도록 유도하기 위해, 제어기는, 예를 들어 단계(3302)에서 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고 선택적으로 동시에 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킴으로써, 가슴기의 동작 파라미터(들)를 변경할 수 있다. 변경된 동작 파라미터는 제어기가 결정 블록(3306)으로 진행하기 전에 단계(3304)에서 타이머를 사용하여 사전결정된 기간 동안 유지될 수 있다. 변경된 동작 파라미터가 소정 기간 동안 유지된 후에, 결정 블록(3306)에서 수분(예를 들어, 응축수)이 없거나 불충분한 레벨의 수분(예를 들어, 응축수)이 검출되면, 제어기는 단계(3308)에서 가슴 챔버 내의 물 레벨이 낮거나 비어 있다고 결정할 수 있다.

[1292] 히터 플레이트 및 히터 와이어 전력의 정확한 변경은 수분 검출을 위한 적절한 임계치가 설정될 수 있도록 다양한 가슴기 및 인공호흡기 동작 파라미터(예를 들어, 유량)에 대해 사전결정될 수 있다. 예를 들어, 특정 이슬점 설정에서, 정상 상태에서 히터 플레이트 전력을 히터 플레이트 전력의 백분율만큼 증가시키고 히터 와이어 전력을 히터 와이어 전력의 백분율만큼 감소시키는 것이 예상되는 시간 프레임 내에서 안전하고 작지만 검출 가능한 양의 수분을 유도할 수 있다는 것이 알려져 있을 수 있다. 동작 파라미터에 대한 변경을 제한하는 것은 정상 동작 하에서 가스의 유동 전달의 중단을 최소화하고/하거나 검출 속도, 정확도 등을 개선시키는 데 유익할 수 있다.

[1293] 대안적으로, 제어기는 히터 플레이트에 대한 전력의 증가 및 선택적으로 히터 와이어에 대한 전력의 감소의 결과로서 형성된 (임의의) 수분(예를 들어, 응축수)의 검출이 동작 파라미터의 변경을 엄격하게 제한할 필요가 없도록 안전하지 않은 용적에 도달하기 전에 신속하게 검출될 수 있도록 교정될 수 있다. 선택적으로, 이러한 방법은 본원에 개시된 임의의 수분(예를 들어, 응축수) 관리(예를 들어, 감소 및/또는 제거) 방법과 인터리빙될 수 있다.

[1294] 동작전 회로 상태 검출

[1295] 수분(예를 들어, 증기 투과성 및/또는 액체 투과성 재료 내의 물 및/또는 응축수) 검출 방법은 사용 전에 도관 내의 수분의 존재를 검출하는 데 사용될 수 있다. 도관이 가슴기에 처음 연결되는 경우, 어떠한 수분(또는 적은

허용 가능한 임계량을 초과하는 수분)도 도관에 부재할 것으로 예상된다. 도관은 포장에서 방금 제거되었거나, 도관을 재사용하는 경우에 건조 절차를 거쳤을 것이다. 수분(또는 적은 허용 가능한 임계량을 초과하는 수분)의 존재는 보관 또는 수송 동안에 수분에 대한 노출, 대기(고유 습도 레벨을 포함함)에 장기간 노출, 부적절한 건조 절차(재사용 튜브의 경우) 등의 결과일 수 있다. 전술한 바와 같이, 적거나 허용 가능한 임계량은 특정 가습기 및/또는 도관 구성에 기초하여 실험적으로 결정될 수 있다.

[1296] 수분 검출 방법은 도관이 가습기와 전기적으로 연결되자마자 가습기 제어기에 의해 개시될 수 있다. 제어기는 가습기가 부적절하게 기능하게 할 수 있는 응축수 또는 수분이 존재하는지 여부를 결정하기 위해 이전에 설명된 임의의 수분 검출 방법을 구현할 수 있다. 도 41은 가습기 시스템의 튜브가 오염되었는지 여부를 검출하는 데 사용될 수 있는 예시적인 프로세스를 예시한다. 블록(4110)에서, 가습기 시스템의 제어기는 시동 조건을 결정할 수 있다. 일부 예에서, 이것은 제어기가 가습기의 전원이 켜져 있는 지속시간을 결정하는 것을 포함할 수 있다. 제어기는 지속시간이 가습기가 방금 켜졌음을 나타낸다고 결정할 수 있다. 제어기는 튜브가 가습기에 연결되어 있는 지속시간을 결정할 수 있다. 다시 말해서, 제어기는 히터 베이스의 전원이 방금 켜졌는지 여부를 결정할 수 있다. 시동 조건이 충족되면(예를 들어, 히터 플레이트의 전원이 방금 켜졌고/켜졌거나 수분이 형성되면), 블록(4120)에서, 제어기는 가습기의 히터 플레이트에 대한 전력을 끄는 것과 같이 가열을 감소시켜서, 히터 플레이트가 차가워지거나 충분히 낮은 온도가 되는 것을 보장할 수 있다. 이것은 가습기의 히터 플레이트에 대한 전력을 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 블록(4130)에서, 제어기는 수분(예를 들어, 응축수)이 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 이것은 제어기가 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭보다 크거나 작은 경우, 측정된 응축수 메트릭은 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못할 수 있다. 수분이 검출되면, 블록(4140)에서, 제어기는 튜브 수분 알람을 생성할 수 있다. 예상 응축수 메트릭 초과 수분이 검출되지 않으면, 블록(4150)에서, 제어기는 가습기 시스템의 정상 제어를 재개할 수 있다. 선택적으로, 블록(4150)이 수행되기 전에, 제어기는 블록(4120)의 결과로 형성된 응축수를 제거하도록 튜브에 대한 가열을 제어할 수 있다.

[1297] 흡기 튜브 내의 수분 검출을 위한 시동 시의 예시적인 프로세스는 본원에 개시된 흡기 튜브 내의 임의의 다른 수분 검출 프로세스와 함께 구현될 수 있다. 예를 들어, 후술되는 비유동/위터 아웃 검출 프로세스에서, 이러한 오염된 튜브 검출은 "디바이스 예열 대기" 블록 동안에 구현될 수 있다.

[1298] 도관에 수분이 존재할 수 있게 하는 문제의 유형은 검출 알고리즘에 상이한 임계치를 적용함으로써 구별될 수 있다. 예를 들어, 제1 임계치는 대기에 대한 장기간 노출을 나타낼 수 있고, 제2 임계치는 도관의 부적절한 건조를 나타낼 수 있다. 제어기는, 도관에 바람직하지 않은 레벨의 수분이 존재하는 경우, 예를 들어 시각적 및/또는 청각적 알람/메시지의 형태로 사용자에게 경보할 수 있다. 제어기는 도관 내의 수분(또는 바람직하지 않은 레벨의 수분)의 존재를 결정한 것에 응답하여 가습기와 함께 도관의 사용을 방지할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 도관 히터의 전력 공급을 방지하고/하거나, 도관에 연결된 동안 가습기의 사용을 방지할 수 있다.

[1299] 가스 유형 검출 및 실내 연행 벤트 검출

[1300] 상이한 가스가 상이한 열적 특성을 갖기 때문에, 사용되는 가스 유형(또는 블렌드)에 기초하여 가습기 시스템에 다양한 레벨의 수분(예를 들어, 응축수)이 존재할 수 있다. 가스 유형에 대한 수분의 존재에 영향을 미칠 수 있는 가스의 예시적인 열적 특성은 열 발산율(thermal effusivity), 열 전도율, 열 용량 등을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 공기를 가스 유형으로서 사용하는 경우(예컨대, 실내 연행 벤트를 사용함)보다 Heliox(헬륨과 산소의 블렌드 또는 조합) 가스 유형을 Heliox 모드에서 가스로서 사용하는 경우에 더 많은 수분이 형성될 수 있다. 공기 대신에 Heliox를 가스로서 사용하는 경우 수분 존재의 증가는 헬륨이 공기보다 높은 열 발산율을 갖기 때문일 수 있다. 가스 유형의 예는 다양한 Heliox 블렌드, 주변 공기, 다양한 양의 보충 산소와 블렌딩된 공기, 호흡 가스의 다른 블렌드 등을 포함한다.

[1301] 그러나, 가습기 시스템의 제어기는 특정의 검출된 거동 또는 열적 특성이 습하거나 가습된 가스인 하나의 유형의 가스로 인한 것인지, 또는 사용된 상이한 가스 유형으로 인한 것인지 여부를 결정하지 못할 수 있다. 이것은 하나의 유형의 습하고/가습된 가스가 다양한 다른 가스 유형과 유사한 거동 또는 열적 특성을 가질 수 있기 때문이다. 유사하게는, 이것은 제어기가 다수의 유형의 가스를 결정하도록 구성되어 있지 않을 수 있기 때문일 수 있다. 이것은 제어기가 실제 가스 유형이 아닌 예상 가스 유형에 따라 가습기를 제어하도록 제한할 수 있으며, 이는 예를 들어 응축수의 증가로 이어질 수 있다. 수분이 존재하는지 여부 및/또는 원하거나 바람직한 상태(예를 들어, 응축수의 형성 방지)로 환자에게 가스를 제공하는지를 결정하기 위해 습한 가스를 또 다른 가스 유형과 구별하는 것이 중요할 수 있다. 일부 예에서, 제어기는 실내 연행 벤트가 가습기 시스템에 연결되어 있는지

여부를 검사할 수 있다. 일부 예에서, 제어기는 추가적으로 가스 유형을 결정할 수 있다. 사용자는 선택적으로 결정된 가스 유형을 입력하거나 확인하도록 요청받을 수 있다. 제어기는 임의의 순서로 해당 두 가지 결정을 내릴 수 있다.

[1302] 예시적인 가스 유형 검출 및 실내 연행 벤트 검출 프로세스가 도 37에 도시되어 있다. 블록(3710)에 도시된 바와 같이, 가습기 시스템의 제어기는 가습기 시스템에 의해 제공되는 가스가 실내 연행된 것인지 여부를 결정할 수 있다. 가스가 실내 연행된 경우, 블록(3720)에서, 제어기는 실내 연행 가스에 대해 가습기의 동작을 조정할 수 있다. 가스가 실내 연행 가스가 아닌 경우, 블록(3715)에서, 제어기는 사전결정된 시간 동안 흡기 튜브의 가열을 감소시킬 수 있다(비활성화를 포함할 수 있음). 일부 예에서, 이것은 가습기에 결합된 흡기 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 이러한 단계는 흡기 튜브 전체에 걸쳐 가스가 냉각되고 수분(예를 들어, 응축수)이 형성될 수 있게 한다.

[1303] 블록(3730)에서, 제어기는 측정된 응축수 메트릭이 시스템에 대한 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정할 수 있다. 이러한 결정은 본원에 설명된 바와 같은 임의의 수분(예를 들어, 응축수) 검출 방법을 측정 및/또는 수행함으로써 이루어질 수 있다. 일부 예에서, 제어기는 흡기 튜브에서 검출된 응축수 레벨을 사전결정된 임계치 또는 임계치 범위와 비교할 수 있다. 사전결정된 임계치 또는 범위는 유량, 가스 온도 변화, 주변 온도, 예상되는 가스 특성 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 다양한 가스 파라미터의 함수일 수 있다. 측정된 응축수 메트릭, 예를 들어 응축수 레벨이 사전결정된 임계치 또는 범위보다 크거나 작은 경우, 측정된 응축수 메트릭은 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못할 수 있다.

[1304] 블록(3735)에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는 경우(즉, 형성된 응축수의 양이 예상한 것과 같음), 제어기는 현재 가스 유형 제어 메트릭을 재개할 수 있다. 선택적으로, 블록(3735)이 수행되기 전에, 제어기는 블록(3715)의 결과로 형성된 응축수를 제거하도록 튜브에 대한 가열을 제어할 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 경우(예를 들어, 형성된 응축수의 양이 예상한 것보다 많은 경우), 시스템은 자동으로(블록(3760)) 또는 사용자 선택을 통해(블록(3740, 3750)) 추가 단계를 수행할 수 있다. 예를 들어, 습도 출력의 증가가 흡기 튜브에서 보다 많은 응축수 형성의 형태로 검출되면, 제어기는 공기 대신에 Heliox가 사용되고 있다고 결정할 수 있다. 보다 많은 수분(예를 들어, 응축수)이 형성되면, 블록(3760)에서 제어기가 Heliox 모드로 동작하도록 자동으로 조정될 수 있다. 대안적으로, 블록(3740)에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못한다(예를 들어, 예상한 것보다 많은 응축수가 있음)는 것의 결정 시에, 제어기는, 예를 들어 가습기 시스템의 그래픽 사용자 인터페이스 등을 통해, 시스템에 대한 예상되는 가스 유형을 변경하기 위해 사용자에게 대한 알람 및/또는 팝업프트를 발생시킬 수 있다. 블록(3750)에서, 제어기에는 블록(3760)에 개시된 바와 같이 조정이 이루어질 수 있다.

[1305] 블록(3750 또는 3760)에서, 제어기는 검출된 가스 유형에 기초하여 가습기 시스템의 동작을 출력하거나 추가로 조정할 수 있다. 예를 들어 제어기가 Heliox 모드로 동작하도록 조정된 후에, 제어기는 추가적으로 가습기 시스템 내의 온도 기반 유동 센서(예를 들어, 열선식 풍속계)의 판독치 및/또는 측정치를 무시할 수 있다. 제어기는 선택적으로 블록(3750)에서 온도 기반 유동 센서를 비활성화할 수 있다. 예상한 것보다 많은 수분이 형성되는 경우, 온도 기반 유동 센서는 부정확할 수 있다. 대신에, 제어기는, 예를 들어 센서로부터의 추가 입력을 필요로 하지 않는 알고리즘 방법을 사용하는, 상이한 형태의 유량 계산을 사용할 수 있다.

[1306] 추가적으로 또는 대안적으로, 제어기는 또한 히터 플레이트 온도 제어의 응답이 느려지도록 조정될 수 있다. 일부 예에서, 제어기는 PID 계수를 조정하고/하거나, 제어 루프 타이밍을 증가시키고/시키거나, 히터 플레이트 온도 제어에 대한 응답을 늦추기 위해 히터 플레이트 온도 설정치의 최대 증가를 적용할 수 있다.

[1307] 가열 요소 제어를 사용하는 무습도(비유동/위터 아웃/역류)의 검출

[1308] 수분 여부(예를 들어, 응축수가 형성됨)에 기초하여 특정 상태가 결정될 수 있고/있거나, 특정 가열 요소에 대한 전력이 감소될 수 있다(해당 가열 요소를 비활성화하는 것을 포함함). 그러나, 가습기 시스템의 가열 요소에 대한 전력이 감소되고(비활성화를 포함함) 수분(예를 들어, 응축수)이 형성되지 않은 경우, 이것은 비유동 상태 또는 위터 아웃 상태, 또는 역류 상태 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 많은 시나리오를 나타낼 수 있다.

[1309] 도 38a는 비유동 또는 위터 아웃 상태에 있는지 여부를 결정하는 예시적인 프로세스를 예시한다. 블록(3810)에서, 시스템은 가열 요소에 대한 전력을 감소시킬 수 있다(비활성화를 포함함). 가열 요소는 흡기 튜브에 연결된 히터 와이어일 수 있다. 전력은 사전정의된 기간 동안 감소될 수 있다. 블록(3820)에서, 제어기는 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정할 수 있다. 흡기 튜브의 가열 요소에 대한 전력이

감소하면, 보다 많은 응축수가 예상된다. 즉, 블록(3810)의 결과로서 응축수가 형성될 것으로 예상될 수 있다. 응축수가 형성되지 않았거나 형성된 응축수의 레벨이 예상한 것과 같지 않으면, 챔버에 물이 존재하지 않거나 시스템을 통한 유동이 없는 결과로서 습도가 전달되지 않는 것으로 추론될 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는 경우, 블록(3840)에서, 제어기는 (예를 들어, 흡기 튜브의 이전 레벨의 가열을 재개함으로써) 정상 제어를 재개한다. 예를 들어, 측정된 응축수 메트릭은 측정된 응축수 레벨에 대응할 수 있고, 예상 응축수 메트릭은 사전결정된 임계치 또는 임계치 범위일 수 있다. 이러한 예에서, 블록(3810)에서 흡기 튜브에 연결된 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킨 결과로서 측정된 응축수 레벨이 사전결정된 임계치 또는 범위보다 클 수 있는 것으로 예상될 수 있다.

[1310] 흡기 튜브의 가열 감소에도 불구하고, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 경우(예를 들어, 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소하거나 최소 레벨이 되도록 임계치 또는 범위보다 낮은 경우), 이것은 시스템을 통한 비유동 또는 챔버 내의 워터 아웃을 나타낼 수 있으며, 제어기는 블록(3830)으로 진행한다. 블록(3830)에서, 제어기는 워터 아웃 상태가 발생하고 있는지 여부를 평가할 수 있다. 워터 아웃 상태가 없는 경우, 제어기는 비유동 상태를 추론할 수 있다. 블록(3850)에서, 제어기는 비유동 알람을 출력할 수 있다. 워터 아웃 상태가 있는 경우, 블록(3860)에서, 제어기는 워터 아웃 알람을 출력할 수 있다.

[1311] 대안적으로, 제어기는 워터 아웃 상태가 있는지 여부를 결정하기보다는 비유동 상태가 있는지 여부를 먼저 결정할 수 있다. 제어기는 유동 센서 또는 유동을 결정하는 간접적인 수단을 사용하여 비유동 상태를 결정할 수 있다. 유동이 없으면, 제어기는 워터 아웃 알람을 출력할 수 있다.

[1312] 블록(3870)(워터 아웃 또는 비유동 알람을 출력한 후)에서, 제어기는 가슴기 시스템을 안전한 상태로 설정할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 가슴기 시스템의 가열 요소에 대한 전력을 중단할 수 있다.

[1313] 도 38b는, 블록(3830)이 블록(3832 및 3834)으로 대체되는 것을 제외하고는, 도 38a와 동일한 블록을 갖는 비유동 또는 워터 아웃 상태가 있는지 여부를 결정하는 예시적인 프로세스를 예시한다. 블록(3832)에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 경우, 제어기는 가슴기의 히터 플레이트에 대한 전력을 증가시키고, 히터 플레이트 온도 구배의 변화를 측정할 수 있다. 제어기는 히터 플레이트 가열 요소에 또는 그 근처에 위치된 온도 센서를 사용하여 히터 플레이트 온도를 측정할 수 있다. 블록(3832)에서, 제어기는 히터 플레이트 온도 구배가 사전결정된 임계치보다 높은지 여부를 결정할 수 있다. 구배가 임계치보다 높으면, 제어기는 블록(3860)으로 진행한다. 구배가 임계치보다 높지 않으면, 제어기는 블록(3850)으로 진행한다.

[1314] 일부 예에서, 제어기는, 하기에서 논의되는 바와 같이, 무습도가 역류, 가슴기의 방금 전원 켜짐 또는 예열, 또는 가슴기의 오동작(예를 들어, 히터 플레이트의 오동작)의 결과인지 여부를 추가로 결정할 수 있다. 도 38c는 전술한 비유동/워터 아웃 검출에 기초하는 추가적인 결함 검출을 위한 예시적인 프로세스를 예시한다. 비유동 또는 워터 아웃 상태를 검출하는 것에 부가하여, 도 37c의 프로세스는 또한 가슴기 시스템이 시동되고 있는지 여부 및 가슴기 시스템이 정확하게 기능하는지 여부를 결정하는 것을 포함한다. 블록(3810c)에서, 가슴기 시스템의 제어기는 시스템이 예열될 수 있게 하도록 소정 기간 동안 기다릴 수 있다. 블록(3820c)에서, 제어기는 워터 아웃 및 비유동 검출로 진행하기 전에 히터 플레이트가 정확하게 기능하는지 여부를 검사할 수 있다.

[1315] 워터 아웃 상태가 존재하는지 여부를 검출하기 위해, 블록(3825c)에서, 제어기는 먼저 0 초과로 그리고 정확한 방향으로 가스 유동을 확립하여 비유동 상태 또는 역류 상태를 배제할 수 있다. 블록(3830c)에서, 제어기는 사전결정된 온도 강하가 달성될 때까지 흡기 튜브의 가열을 중지할 수 있다. 블록(3835c)에서, 제어기는 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소했는지 또는 최소 레벨인지 여부를 결정할 수 있다. 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소하지 않았거나 최소 레벨이 아닌 경우, 블록(3850c)에서, 제어기는 (예를 들어, 흡기 튜브의 가열을 재개함으로써) 정상 제어를 재개할 수 있다. 선택적으로, 블록(3850c)이 수행되기 전에, 제어기는 블록(3830c)의 결과로서 형성된 응축수를 제거하도록 튜브에 대한 가열을 제어할 수 있다. 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소했거나 최소 레벨인 경우, 블록(3840c)에서, 제어기는 워터 아웃 알람을 출력할 수 있다. 워터 아웃 알람을 출력한 후에, 블록(3845c)에서, 제어기는 가슴기 시스템의 동작을 안전한 상태로 설정할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 가슴기 시스템의 가열 요소에 대한 전력을 중단할 수 있다.

[1316] 비유동 상태가 존재하는지 여부를 검출하기 위해, 블록(3855c)에서, 제어기는 먼저 가슴 챔버가 물을 갖는 것을 확립하여 워터 아웃 상태를 배제할 수 있다. 블록(3860c)에서, 제어기는 사전결정된 온도 강하가 달성될 때까지 흡기 튜브의 가열을 중지할 수 있다. 블록(3865c)에서, 제어기는 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소했는지 또는 최소 레벨인지 여부를 결정할 수 있다. 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소하지 않았거나 최소 레벨이 아닌 경우, 제어기는 블록(3850c)으로 진행한다. 선택적으로, 블록(3850c)이 수행되기 전에, 제어기는 블록(3860c)의

결과로서 형성된 응축수를 제거하도록 튜브에 대한 가열을 제어할 수 있다. 흡기 튜브 내의 응축수 레벨이 감소했거나 최소 레벨인 경우, 블록(3870c)에서, 제어기는 블록(3845c)으로 진행하기 전에 비유동 알람을 출력할 수 있다.

[1317] 도 39는 무습도가 역류의 결과인지 여부를 결정하는 개략도를 예시한다. 이러한 프로세스는 비유동 또는 워터 아웃 상태를 결정하기 위해 도 38a 내지 도 38c에 도시된 프로세스 내에 통합될 수 있다. 역류 프로세스는 가스 공급원과 가슴 챔버의 유입구를 연결하는 가스 공급 라인 또는 드라이라인에 응축수가 있는지 여부, 및/또는 흡기 튜브 또는 호기 튜브보다 드라이 라인에 응축수가 더 많은지 여부를 결정하는 것을 포함한다.

[1318] 블록(3910)에서, 제어기는 건조라인에서 수분(예를 들어, 응축수)이 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 응축수가 검출되지 않으면, 제어기는 프로세스의 시작으로 복귀할 수 있다. 선택적으로, 블록(3910)에서 재시작하기 전에, 블록(3920)에서, 제어기는 선택적으로 히터 플레이트 온도 설정치를 높일 수 있다. 이러한 단계는 시스템에 충분한 습도가 존재할 수 있는 것을 보장할 수 있으므로, 가슴기 시스템 내의 소정 위치에 수분(예를 들어, 응축수)이 형성될 것이다. 수분이 검출되면, 블록(3930)에서, 제어기는 드라이라인에서 검출된 응축수 레벨이 흡기 튜브 및/또는 호기 튜브 내의 응축수 레벨보다 높은지 여부를 결정할 수 있다. 건조라인 내의 응축수 레벨이 더 낮으면, 블록(3940)에서, 제어기는 정상 동작으로 재개할 수 있다. 드라이라인 내의 응축수 레벨이 더 높으면, 블록(3950)에서, 제어기는 역류 알람을 출력할 수 있다. 알람은 청각적 및/또는 시각적 메시지를 포함할 수 있다.

[1319] 덮인 튜브 검출

[1320] 가슴기 시스템의 사용 동안, 튜브(예를 들어, 흡기 또는 호기 튜브)가, 예컨대 옷 또는 침구에 의해, 덮이거나 부분적으로 덮일 수 있다. 덮인 튜브는 튜브 내에 습도를 생성하여 축적할 수 있으며, 이는 본원에 개시된 통기성 재료를 사용하는 노출된 튜브만큼 빨리 튜브 벽으로부터 수분이 증발할 수 없기 때문이다. 임의의 축적된 응축수가 예상 시간 프레임 내에 증발하지 않는 경우, 이것은 튜브가 덮여 있음을 나타낼 수 있다. 덮인 튜브는 바람직하지 않을 수 있다. 예를 들어, 튜브가 덮여 있을 때 열이 잘 소산되지 않으면 튜브 벽 재료가 녹을 수 있다.

[1321] 도 40은 튜브가 덮여 있는지 여부를 검출하는 예시적인 프로세스를 예시한다. 블록(4010)에서, 제어기는 응축수가 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 제어기는 흡기 튜브 내에서 측정된 응축수 메트릭을 흡기 튜브의 예상 응축수 메트릭과 비교함으로써 응축수가 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 일부 예에서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 경우, 응축수가 존재할 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 크거나 작은 경우, 측정된 응축수 메트릭은 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못할 수 있다.

[1322] 응축수가 검출되지 않으면, 제어기는 선택적으로 블록(4020)으로 진행할 수 있다. 블록(4020)에서, 제어기는 선택적으로 히터 플레이트 온도 설정치를 높일 수 있다. 이러한 단계는 시스템에 충분한 습도가 존재할 수 있는 것을 보장할 수 있으며, 그래서 가슴기 시스템 내의 소정 위치에 수분(예를 들어, 응축수)이 형성될 것이다. 응축수의 양은 적어도 주변 온도에 기초할 수 있다. 따라서, 이러한 프로세스는 주변 온도가 지나치게 높지 않은 경우(예를 들어, 대략 26℃ 내지 대략 42℃ 범위의 경계를 초과하지 않는 경우)에 역류를 결정하는 데 더 정확할 수 있다. 제어기는 환자에게 안전하지 않을 수 있는 레벨까지 히터 플레이트를 가열하는 것을 회피하기 위해 히터 플레이트 온도 설정치를 얼마나 높일 수 있는지를 제한할 수 있다.

[1323] 수분이 검출되면, 블록(4030)에서, 제어기는 흡기 튜브의 히터 와이어의 전력을 증가시키고/시키거나 히터 플레이트의 전력을 감소시킬 수 있다. 블록(4040)에서, 제어기는 사전결정된 기간을 기다릴 수 있다. 블록(4050)에서, 제어기는 흡기 튜브 내의 응축수를 건조시키는 지속시간, 즉 건조 시간을 결정할 수 있다. 제어기는 건조 시간이 사전결정된 임계치 또는 임계치 범위보다 큰지 여부를 추가로 결정할 수 있다. 건조 시간이 사전결정된 임계치 또는 범위보다 크지 않은 경우(즉, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는 경우), 블록(4060)에서, 제어기는 정상으로 재개할 수 있다(예를 들어, 히터 플레이트 및 히터 와이어에 대한 이전 설정치로 복귀함). 건조 시간이 사전결정된 임계치 또는 범위보다 큰 경우(즉, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 경우), 블록(4070)에서, 제어기는 튜브 덮임 알람을 출력하고/하거나 튜브의 히터 와이어에 대한 전력을 감소시킬 수 있다.

[1324] 인큐베이터 검출

[1325] 본원에 개시된 바와 같이, 가슴기 시스템의 튜브는 사용 동안에 인큐베이터에 부분적으로 위치될 수 있다. 본원에 개시된 수분(예를 들어, 응축수) 검출 방법은 인큐베이터가 가슴기 시스템과 함께 사용되고 있는지 여부를

결정하는 데 유용할 수 있다. 인큐베이터는 전형적으로 주변 온도보다 높은 온도를 갖는다. 이것은 인큐베이터 내의 튜브 또는 그 일부에 존재하는 응축수 레벨이 인큐베이터 외측에 있는 튜브의 부분보다 낮은 것과 상관이 있을 수 있다. 인큐베이터의 존재를 검출하기 위해, 제어기는 튜브의 2 개의 섹션, 즉 인큐베이터 외측의 제1 섹션 및 인큐베이터 내측의 제2 섹션에서 응축수 레벨을 결정할 수 있다. 제2 섹션이 제1 섹션보다 적은 응축수를 포함하는 경우, 인큐베이터가 존재할 수 있다.

[1326] 도 42는 가슴기 시스템 내에 인큐베이터가 존재하는지 여부를 결정하는 예시적인 프로세스 또는 방법을 예시한다. 블록(4210)에서, 제어기는 사전결정된 기간 동안 흡기 튜브의 가열을 감소시킬 수 있다(비활성화를 포함함). 블록(4220)에서, 제어기는 흡기 튜브의 제1 섹션에서의 제1 응축수 메트릭 및 흡기 튜브의 제2 섹션에서의 제2 응축수 메트릭을 측정할 수 있다. 블록(4230)에서, 제어기는 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정할 수 있다. 일부 예에서, 이것은 제1 섹션의 제1 응축수 메트릭과 제2 섹션의 제2 응축수 메트릭을 비교하는 것을 포함할 수 있다. 제어기는 제1 응축수 메트릭과 제2 응축수 메트릭 사이의 차이가 사전결정된 임계치 또는 임계치 범위보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 차이가 사전결정된 임계치 또는 범위보다 크지 않은 경우, 블록(4240)에서, 제어기는 (예를 들어, 흡기 튜브의 가열을 재개함으로써) 시스템의 정상 동작을 재개할 수 있다. 선택적으로, 블록(4240)이 수행되기 전에, 제어기는 블록(4210)의 결과로서 형성된 응축수를 제거하도록 튜브에 대한 가열을 제어할 수 있다. 차이가 사전결정된 임계치보다 큰 경우, 블록(4250)에서, 제어기는 블록(4260)으로 진행하기 전에 인큐베이터 및/또는 히터 제어 모드로 들어갈 수 있다. 블록(4250)에서, 제어기는 제2 섹션에서 히터 와이어에 전달되는 전력을 감소시키고, 제1 섹션에서 히터 와이어에 전달되는 전력을 증가시킬 수 있다.

[1327] 이러한 프로세스는 가슴기 시스템이 신생아 모드로 동작 중일 때 인큐베이터가 사용 중인지 여부를 확인하도록 활성화될 수 있다. 인큐베이터가 제어기에 의해 검출되고 사용자에게 의해 (예를 들어, 가슴기의 GUI를 통해) 추가로 확인되는 경우, 제어기는 그에 따라 가슴기의 동작을 조정할 수 있다.

[1328] 튜브는 2 개 초과 섹션으로 추가로 분할될 수 있다. 측정 가능한 섹션의 수의 증가는 튜브 전체에 걸쳐 응축수 레벨 구배의 분해능을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 흡기 튜브는 3 개의 측정 가능한 섹션으로 분할될 수 있으며, 흡기 튜브의 절반은 가열된 환경에 배치될 수 있다. 다시 말해서, 3 개의 측정 가능한 섹션 중 2 개는 가열된 환경에 배치될 수 있고, 3 개의 섹션 중 1 개는 인큐베이터 외측에 배치될 수 있으며, 그 반대도 가능하다. 완전히 및/또는 전체적으로 가열된 환경에 있는 섹션은 가장 낮은 응축수 레벨을 가질 수 있다. 완전히 및/또는 전체적으로 주변 환경에 있는 섹션은 가장 높은 응축수 레벨을 가질 수 있다. 부분적으로 가열된 환경에 있고 부분적으로 주변 환경에 있는 제2는 중간 레벨의 응축수를 가질 수 있다.

[1329] 튜브 배향 검출

[1330] 사용 중일 경우, 가슴기는 일반적으로 환자보다 낮은 높이에 배치된다. 이것은 응축수가 형성되는 경우 응축수가 환자 대신에 가슴기로 다시 배출될 수 있는 것을 보장하기 위한 것이다. 튜브의 배향은 응축수의 배출에 영향을 미칠 수 있으므로, 가슴기 시스템의 제어기가 튜브 배향을 결정할 수 있는 것이 바람직할 수 있다. 튜브 배향 결정은 3 개의 위치, 즉 환자 단부, 튜브의 양 단부 근처가 아닌 흡기 튜브 내의 위치(중간 위치) 및 챔버 유출구 근처 위치로부터 측정된 응축수의 비교에 기초할 수 있다. 환자 단부에서의 응축수 레벨이 다른 2 개의 섹션에서의 응축수 레벨보다 높은 경우, 이것은 가슴기가 환자의 위치보다 높은 높이에 있을 수 있음을 나타낼 수 있다. 제어기는 가슴기를 환자 아래로 재배치하도록 환자에게 경보할 수 있다.

[1331] 도 44는 가슴기 시스템 내에서의 튜브 배향을 결정하는 예시적인 프로세스 또는 방법을 예시한다. 블록(4410)에서, 제어기는 흡기 튜브에서 응축수가 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 이것은 제어기가 응축수 메트릭을 측정하고 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하는지 여부를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못하는 경우, 시스템은 응축수를 검출할 수 있다. 측정된 응축수 메트릭이 사전결정된 임계치보다 크거나 작은 경우, 측정된 응축수 메트릭은 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못할 수 있다.

[1332] 응축수가 검출되지 않으면, 제어기는 프로세스의 시작으로 복귀할 수 있다. 선택적으로, 블록(4410)에서 재시작하기 전에, 블록(4420)에서, 제어기는 선택적으로 히터 플레이트 온도 설정치를 높일 수 있다. 이러한 단계는 시스템에 충분한 습도가 존재할 수 있는 것을 보장할 수 있으므로, 가슴기 시스템 내의 소정 위치에 수분(예를 들어, 응축수)이 형성될 수 있다. 수분이 검출되면, 블록(4430)에서, 제어기는 환자 단부(Cpe)에서 측정된 커패시턴스 값이 중간 위치(Cmid)(예를 들어, 흡기 튜브의 중간)에서 측정된 커패시턴스 값보다 큰지 여부, 및 중간 위치(Cmid)에서 측정된 커패시턴스 값이 챔버 유출구(Cch)에서 측정된 커패시턴스 값보다 큰지 여부를 결정할

수 있다. 다시 말해서, 측정된 응축수 메트릭이 예상 응축수 메트릭을 충족하지 못한다는 것은 흡기 튜브의 환자 단부에서 측정된 응축수 메트릭이 가슴 챔버의 유출구에서 측정된 응축수 메트릭보다 크고 환자 단부에서 측정된 응축수 메트릭이 중간 위치에서 측정된 응축수 메트릭보다 클 수 있는 것에 의해 결정된다. 블록(4430)에서 조건이 충족되면, 블록(4440)에서, 제어기는 튜브 배향 알람을 출력할 수 있다. 블록(4430)에서 조건이 충족되지 못하면, 블록(4450)에서, 제어기는 가슴기 시스템의 정상 동작을 재개할 수 있다. 선택적으로, 블록(4450)이 수행되는 전에, 제어기는 블록(4420)의 결과로서 형성된 응축수를 제거하도록 튜브에 대한 가열을 제어할 수 있다.

[1333] 대안적인 구현에 및 교체 가능한 특징

[1334] 전술한 수분 검출 시스템 및 방법은 이중-레벨 압력 호흡 지원, CPAP 호흡 지원 또는 고유량 비강 캐놀러 호흡 지원을 포함하지만 이에 제한되지 않는 호흡 지원 또는 수술 시에 가슴된 가스를 제공하는 임의의 가슴기 또는 가스 공급 시스템에 의해 구현될 수 있다. 가슴기 또는 가스 공급 시스템은 가슴기 장치와 별도의 인공호흡기 형태의 가스 공급원을 포함할 수 있다. 대안적으로, 가슴기 또는 가스 공급 시스템은 단일 하우징에 통합된 유동 발생기 및 가슴기 장치를 포함할 수 있다. 가슴기 또는 가스 공급 시스템은 흡기 도관인 단일 호흡 도관 또는 튜브를 포함할 수 있다. 대안적으로, 가슴기 또는 가스 공급 시스템은 흡기 도관 및 호기 도관과 같은 하나 초과 호흡 튜브 또는 도관을 포함할 수 있다.

[1335] 도 36은 고유량 비강 캐놀러 호흡 지원을 제공할 수 있는 예시적인 가슴기 시스템(10)을 예시한다. 시스템은 환자(16)에게 고유량 가스 유동(31)을 제공할 수 있다. 시스템은 유동 공급원(50), 가스 유동을 가슴하기 위한 가슴기(52), 흡기 튜브, 도관(예를 들어, '건조' 라인 또는 가열 호흡 튜브) 및 환자 인터페이스(51)를 포함할 수 있다. 유동 공급원(50)은 벽 산소 공급부, 산소 탱크(50A), 및/또는 주위 공기를 연행하기 위한 선택적인 공기 유입구(50C)를 갖는 유동 발생기(50B)를 갖는 고유량 장치를 함유할 수 있다. 이러한 예시적인 가슴기 시스템(10)에서, 주변 공기는 도 1의 예시적인 호흡 보조 장치보다 높은 습도 함량을 포함할 수 있다. 유동 공급원(50) 및 가슴기(52)는 동일한 하우징에 통합될 수 있거나, 별도의 하우징에 제공될 수 있다. 산소(또는 다른 보충 가스) 공급원(50A)은 제어 가능한 밸브/조절기/다른 가스의 유동 제어 디바이스(50D)를 통해 유동 발생기에 연결될 수 있다. 가슴기(52)는 유동 공급원(50)과 환자(16) 사이에 연결될 수 있다. 시스템(10)은 하나 이상의 센서(53A, 53B, 53B, 53D)를 포함할 수 있다. 센서는 유동, 산소 분율, 압력, 습도, 온도 및/또는 다른 센서를 포함할 수 있다. 센서는 또한 예를 들어 환자의 심박수, 산소 포화도, 산소 분압, 호흡수, CO2 분압 등을 측정하기 위한 환자 생리학적 센서를 포함할 수 있다. 환자 센서는 EEG 센서, 토르소 밴드(torso band) 등일 수 있다. 시스템(10)은 또한 환자에 의해 흡기된 산소 분율을 측정하기 위해 환자 인터페이스(51)에 또는 그 근처에 센서(14)를 포함할 수 있다. 시스템은 유동 공급원(50), 가슴기(52) 및/또는 센서(14)와 통신할 수 있는 제어기(19)를 포함할 수 있다. 시스템은 디스플레이 또는 입력 디바이스, 또는 둘 모두일 수 있는 입력/출력(I/O) 인터페이스(54)를 포함할 수 있다. 디스플레이는 터치 스크린일 수 있다. 전술한 바와 같은 수분 검출 시스템 및 방법과, 그 응용은 시스템(10)에서 구현될 수 있다.

[1336] 용어

[1337] 본 개시는 특정 실시예 및 예의 맥락에서 설명되었지만, 당업자에 의해, 본 개시가 구체적으로 개시된 실시예를 넘어서 다른 대안적인 실시예 및/또는 용도 및 명백한 변형 및 그 등가물로 확장된다는 것이 이해될 것이다. 또한, 본 개시의 실시예의 여러 변형예가 상세하게 도시 및 설명되었지만, 본 개시의 범위 내에 있는 다른 변형은 당업자에게 쉽게 명백할 것이다. 또한, 실시예의 특정 특징 및 양태의 다양한 조합 또는 하위조합이 이루어지고 본 개시의 범위 내에 여전히 속할 수 있다는 것이 고려된다. 예를 들어, 하나의 실시예와 관련하여 전술한 특징은 본원에 설명된 상이한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 그 조합은 여전히 본 개시의 범위 내에 속한다. 개시된 실시예의 다양한 특징 및 양태는 본 개시의 실시예의 다양한 모드를 형성하기 위해 서로 결합되거나 대체될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 본원에서 개시의 범위는 전술한 특정 실시예에 의해 제한되어서는 안 되는 것으로 의도된다. 따라서, 달리 언급되지 않는 한, 또는 명확하게 양립 불가능하지 않는 한, 본 발명의 각각의 실시예는, 본원에 설명된 필수 특징에 추가로, 본원에 개시된 본 발명의 각각의 다른 실시예로부터 본원에 설명된 바와 같은 하나 이상의 특징을 포함할 수 있다.

[1338] 특정 양태, 실시예 또는 예와 함께 설명된 특징, 재료, 특성 또는 그룹은 이와 양립 불가능하지 않는 한 본 섹션 또는 본 명세서의 다른 곳에 설명된 임의의 다른 양태, 실시예 또는 예에 적용 가능한 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에 개시된 모든 특징(임의의 첨부된 청구범위, 요약 및 도면을 포함함) 및/또는 그렇게 개시된 임의의 방법 또는 프로세스의 모든 단계는, 그러한 특징 및/또는 단계 중 적어도 일부가 상호 배타적인 조합을 제

외하고, 임의의 조합으로 조합될 수 있다. 보호는 임의의 전술한 실시예의 세부사항에 제한되지 않는다. 보호는 본 명세서(임의의 첨부된 청구범위, 요약 및 도면을 포함함)에 개시된 특징 중 임의의 신규한 특징 또는 임의의 신규한 조합, 또는 그렇게 개시된 임의의 방법 또는 프로세스의 단계 중 임의의 신규한 단계 또는 임의의 신규한 조합으로 확장된다.

[1339] 또한, 별도의 구현예의 맥락에서 본 개시에 설명된 특정 특징은 또한 단일 구현예에서 조합하여 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현예의 맥락에서 설명된 다양한 특징은 또한 다수의 구현예에서 개별적으로 또는 임의의 적절한 하위조합으로 구현될 수 있다. 또한, 상기에서는 특징이 특정 조합으로 작용하는 것으로 설명될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징은 일부 경우에 조합으로부터 삭제될 수 있으며, 이 조합은 하위조합 또는 하위조합의 변형예로서 청구될 수 있다.

[1340] 또한, 동작은 특정 순서로 도면에 묘사되거나 본 명세서에 설명될 수 있지만, 그러한 동작은 바람직한 결과를 달성하기 위해 도시된 특정 순서 또는 순차적인 순서로 수행되거나 모든 동작이 수행될 필요는 없다. 묘사되거나 설명되지 않은 다른 동작은 예시적인 방법 및 프로세스에 포함될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 추가 동작은 임의의 설명된 동작 이전에, 이후에, 동시에 또는 사이에 수행될 수 있다. 또한, 다른 구현예에서는 동작이 재배열되거나 재정렬될 수 있다. 당업자는 일부 실시예에서 예시 및/또는 개시된 프로세스에서 취해진 실제 단계가 도면에 도시된 것과 상이할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 실시예에 따라, 전술한 단계 중 특정 단계가 제거될 수 있고, 다른 단계가 추가될 수 있다. 또한, 상기에 개시된 특정 실시예의 특징 및 속성이 상이한 방식으로 조합되어 추가적인 실시예를 형성할 수 있으며, 이들 모두는 본 개시의 범위 내에 속한다. 또한, 전술한 구현예에서의 다양한 시스템의 구성요소의 분리가 모든 구현예에서 그러한 분리를 요구하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 설명된 구성요소 및 시스템은 일반적으로 단일 제품으로 함께 통합되거나 다수의 제품으로 포장될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[1341] 본 개시의 목적을 위해, 특정 양태, 장점 및 신규한 특징이 본원에 설명되어 있다. 그러한 장점 모두가 반드시 임의의 특정 실시예에 따라 달성될 수 있는 것은 아니다. 따라서, 예를 들어 당업자는 본 개시가 본원에 교시되거나 제안될 수 있는 다른 장점을 반드시 달성하지 않고도 본원에 교시된 바와 같은 하나의 장점 또는 장점 그룹을 달성하는 방식으로 구체화(embody)되거나 수행될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[1342] 특히 "할 수 있다"("can", "could", "might", "may"), "예를 들어" 등과 같은 본원에 사용된 조건부 언어는, 달리 구체적으로 언급되지 않거나 사용된 문맥 내에서 달리 이해되지 않는 한, 일반적으로 다른 실시예가 포함하지 않지만 특정 실시예가 특정 특징, 요소 및/또는 단계를 포함한다는 것을 시사(convey)하는 것으로 의도된다. 따라서, 그러한 조건부 언어는 일반적으로 특징, 요소 및/또는 단계가 하나 이상의 실시예에 어떤 방식으로든 필요하다는 것, 또는 하나 이상의 실시예가, 다른 입력 또는 프롬프팅 유무에 관계없이, 이러한 특징, 요소 및/또는 단계가 임의의 특정 실시예에 포함되거나 수행되어야 하는지 여부를 결정하기 위한 논리를 반드시 포함한다는 것을 암시하는 것으로 의도되지 않는다. 용어 "포함하는", "구비하는", "갖는" 등은 동의어이고 개방형 방식으로 포괄적으로 사용되며, 추가 요소, 특징, 행위, 동작 등을 배제하지 않는다. 또한, 용어 "또는"은 포괄적인 의미로 사용되며(배타적인 의미로 사용되지 않음), 그에 따라 예를 들어 요소의 목록을 연결하는 데 사용될 때, 용어 "또는"은 목록 내의 요소 중 하나, 일부 또는 전부를 의미한다.

[1343] 문구 "X, Y 및 Z 중 적어도 하나"와 같은 접속어는, 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, 항목, 용어 등이 X, Y 또는 Z일 수 있다는 것을 시사하는 데 일반적으로 사용되는 문맥으로 달리 이해된다. 따라서, 그러한 접속어는 일반적으로 특정 실시예가 X 중 적어도 하나, Y 중 적어도 하나, 및 Z 중 적어도 하나의 존재를 요구하는 것을 암시하는 것으로 의도되지 않는다.

[1344] 본원에 사용된 바와 같은 용어 "대략", "약", "대체로" 및 "실질적으로"와 같은 본원에 사용된 정도의 언어는 여전히 원하는 기능을 수행하거나 원하는 결과를 달성하는 언급된 값, 양 또는 특성에 가까운 값, 양 또는 특성을 나타낸다. 예를 들어, 용어 "대략", "약", "대체로" 및 "실질적으로"는 언급된 양의 10% 미만 이내, 5% 미만 이내, 1% 미만 이내, 0.1% 미만 이내 및 0.01% 미만 이내인 양을 지칭할 수 있다. 또 다른 예로서, 특정 실시예에서, 용어 "대체로 평행한" 및 "실질적으로 평행한"은 정확히 평행한 것으로부터 15 도, 10 도, 5 도, 3 도, 1 도, 0.1 도 또는 기타 이하만큼 벗어나는 값, 양 또는 특성을 지칭한다.

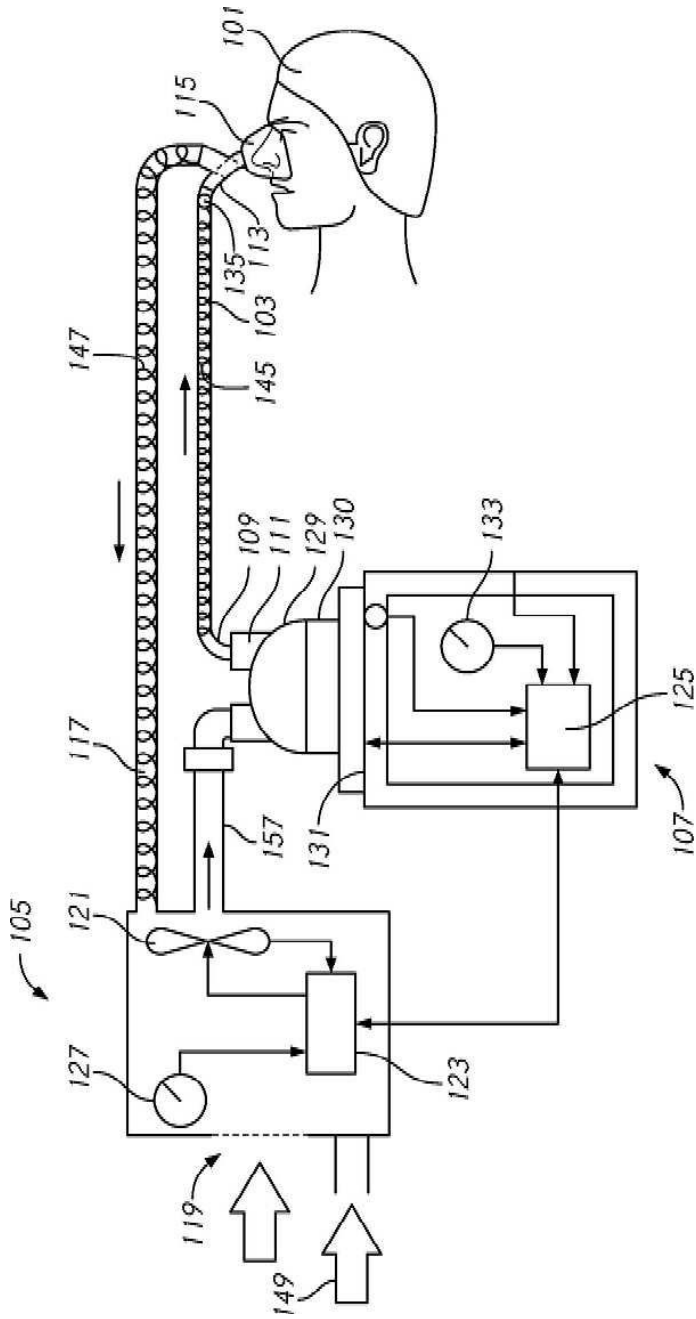
[1345] 본원에 개시된 임의의 방법은 기재된 순서로 수행될 필요는 없다. 본원에 개시된 방법은 실무자에 의해 취해지는 특정 행위를 포함하지만; 명시적으로든 암시적으로든 해당 행동에 대한 임의의 제3자의 명령도 포함할 수 있다. 예를 들어, "모터 속도를 제어하는 것"과 같은 행위는 "모터 속도의 제어를 명령하는 것"을 포함한다.

[1346] 본원에 설명된 모든 방법 및 작업은 컴퓨터 시스템에 의해 수행되고 완전히 자동화될 수 있다. 컴퓨터 시스템은 일부 경우에 설명된 기능을 수행하기 위해 네트워크를 통해 통신하고 상호작용(interoperate)하는 다수의 개별 컴퓨터 또는 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 물리적 서버, 워크스테이션, 스토리지 어레이, 클라우드 컴퓨팅 리소스 등)를 포함할 수 있다. 각각의 그러한 컴퓨팅 디바이스는 전형적으로 메모리 또는 다른 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체 또는 디바이스(예를 들어, 솔리드 스테이트 저장 디바이스, 디스크 드라이브 등)에 저장된 프로그램 명령 또는 모듈을 실행하는 프로세서(또는 다중 프로세서)를 포함한다. 본원에 개시된 다양한 기능은 이러한 프로그램 명령으로 구체화될 수 있고/있거나, 컴퓨터 시스템의 주문형 회로부(예를 들어, ASIC 또는 FPGA)로 구현될 수 있다. 컴퓨터 시스템이 다수의 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 경우, 이러한 디바이스는 동일 위치에 배치될 수 있지만, 반드시 그럴 필요는 없다. 개시된 방법 및 작업의 결과는 솔리드 스테이트 메모리 칩 및/또는 자기 디스크와 같은 물리적 저장 디바이스를 상이한 상태로 변환함으로써 지속적으로 저장될 수 있다. 일부 실시예에서, 컴퓨터 시스템은 처리 리소스가 다수의 개별 사업체 또는 다른 사용자에게 의해 공유되는 클라우드 기반 컴퓨팅 시스템일 수 있다.

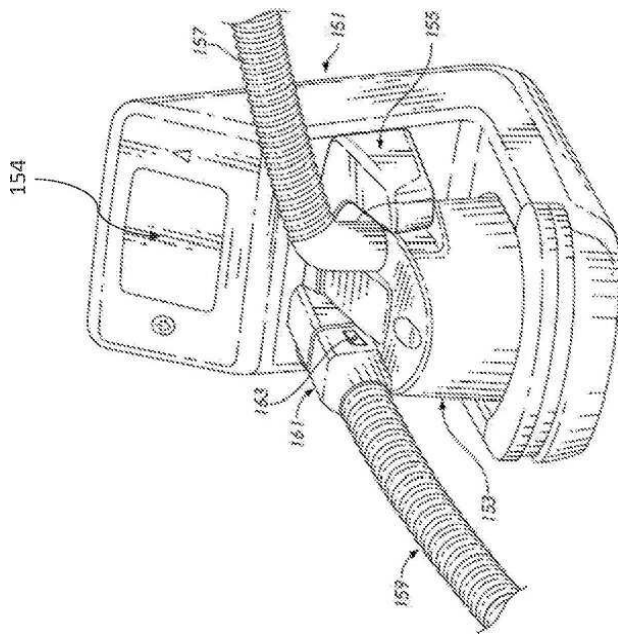
[1347] 본 개시의 범위는 본 섹션 또는 본 명세서의 다른 곳에서 바람직한 실시예의 특정 개시에 의해 제한되는 것으로 의도되지 않으며, 본 섹션 또는 본 명세서의 다른 곳에서 제시되거나 향후에 제시되는 바와 같이 청구범위에 의해 규정될 수 있다. 청구범위의 언어는 청구범위에 이용된 언어에 기초하여 광범위하게 해석되어야 하고, 본 명세서에 설명되거나 본 출원의 실행 동안에 설명된 예에 제한되지 않아야 하며, 이 예는 비배타적인 것으로 해석되어야 한다.

도면

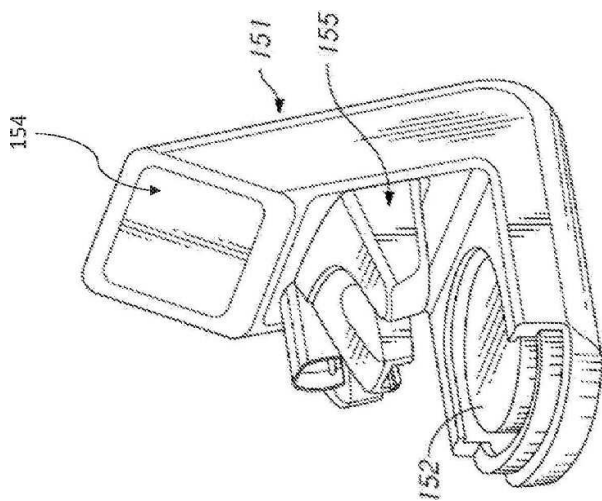
도면1a



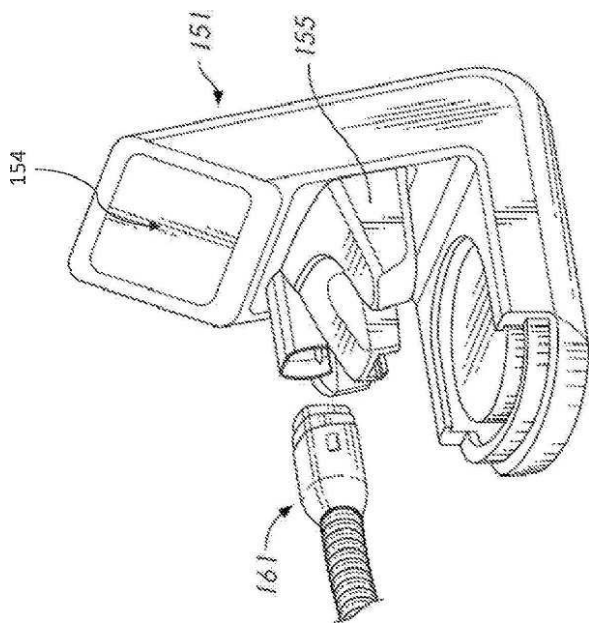
도면1b



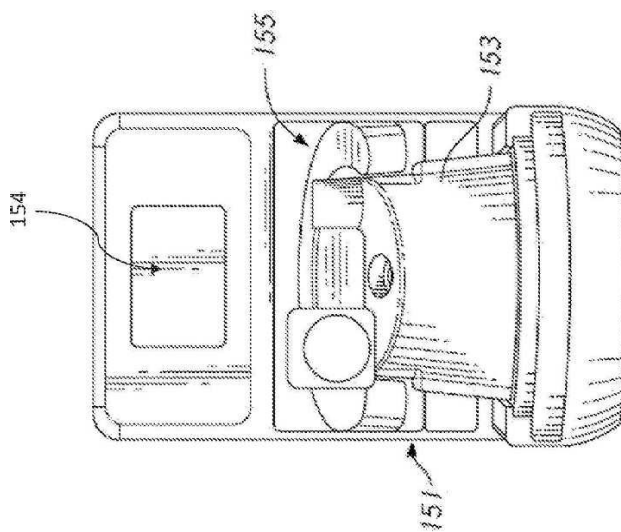
도면1c



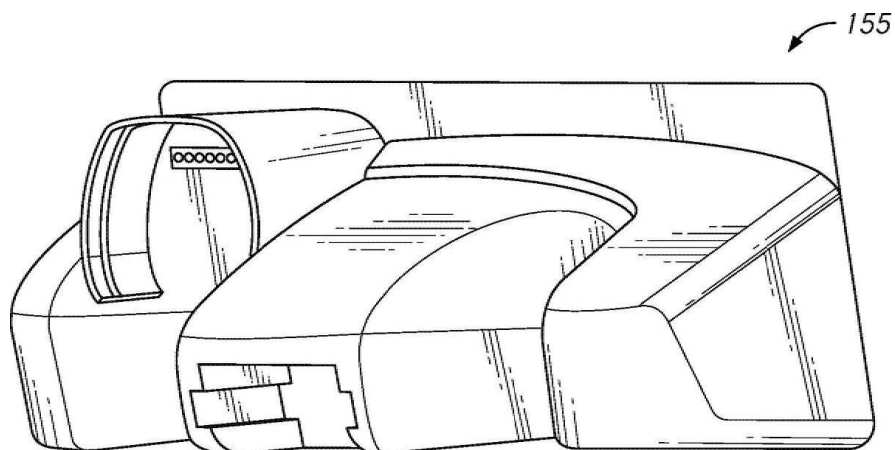
도면1d



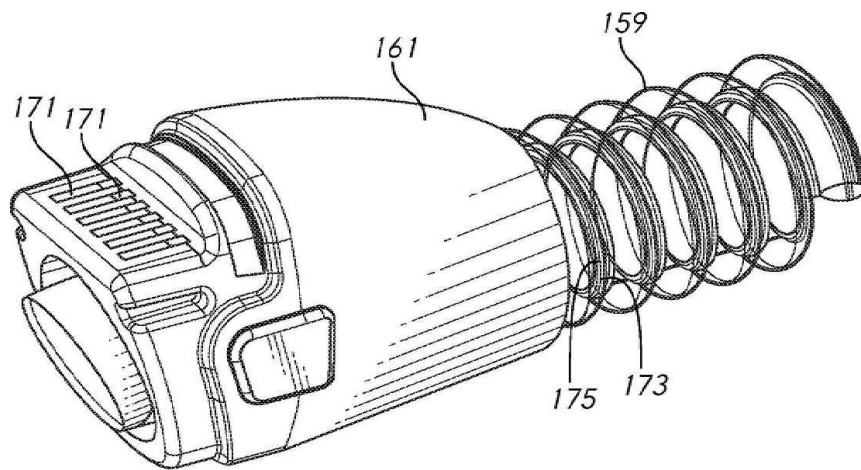
도면1e



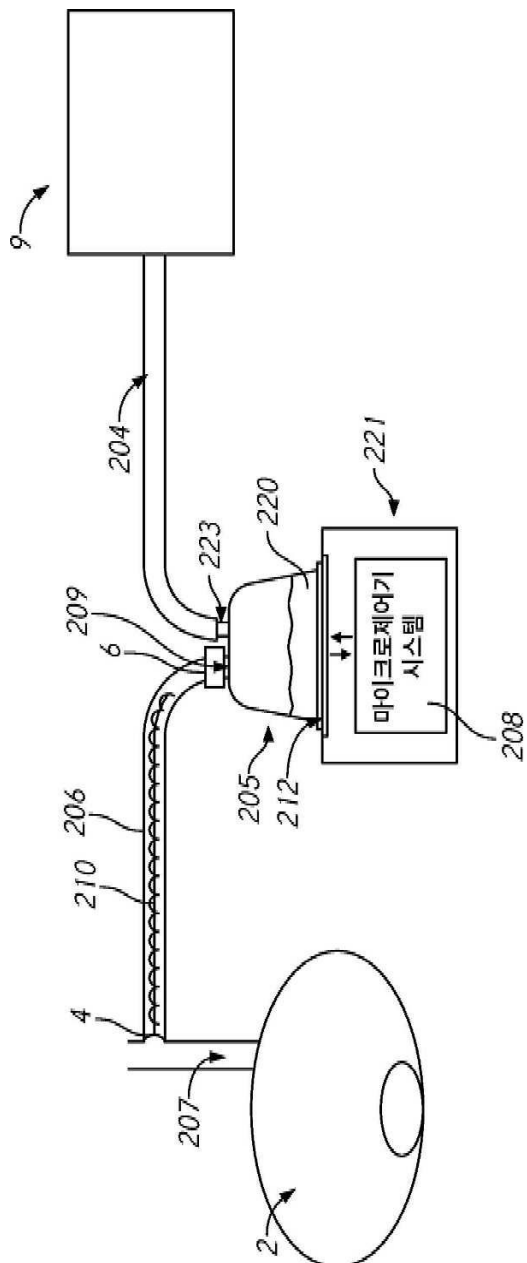
도면1f



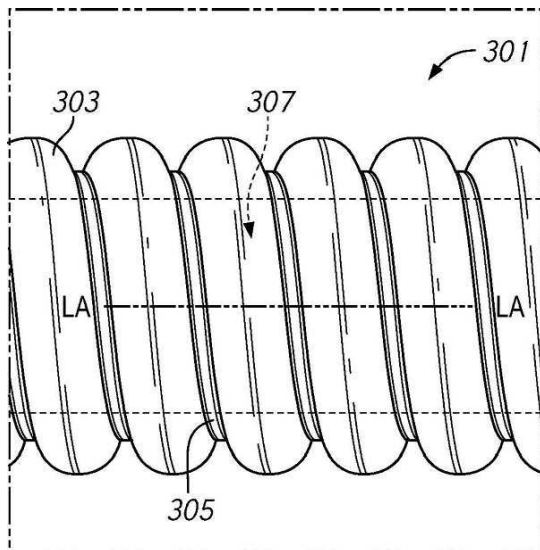
도면1g



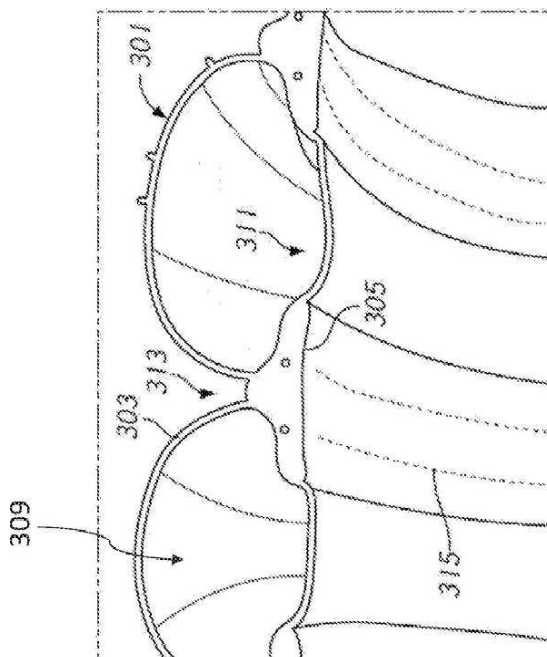
도면2



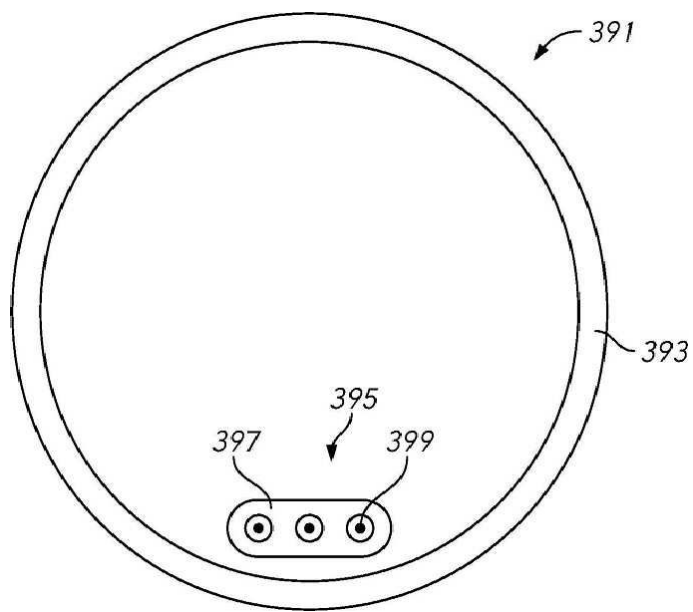
도면3a



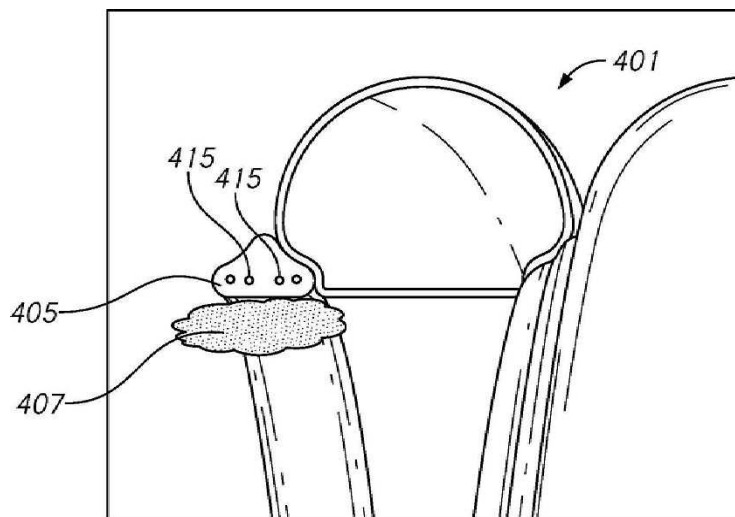
도면3b



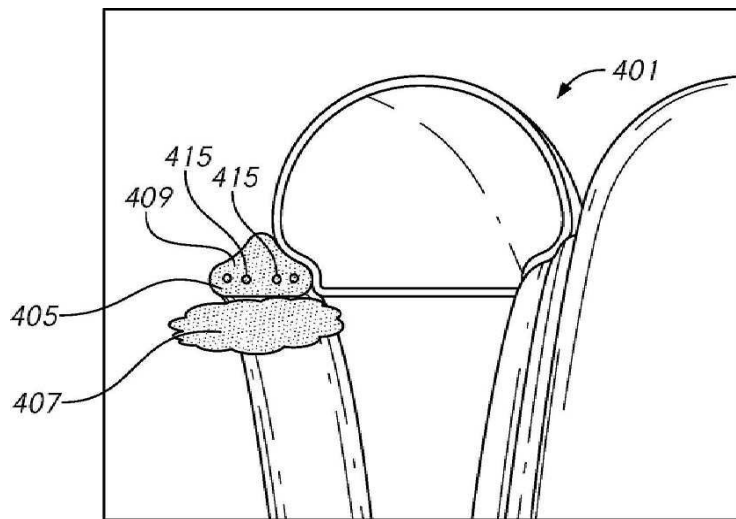
도면3c



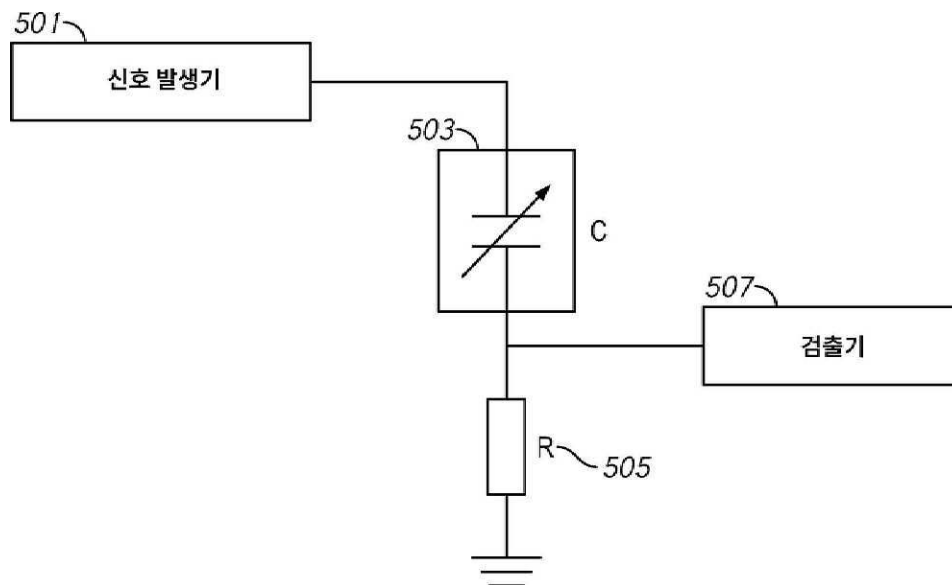
도면4a



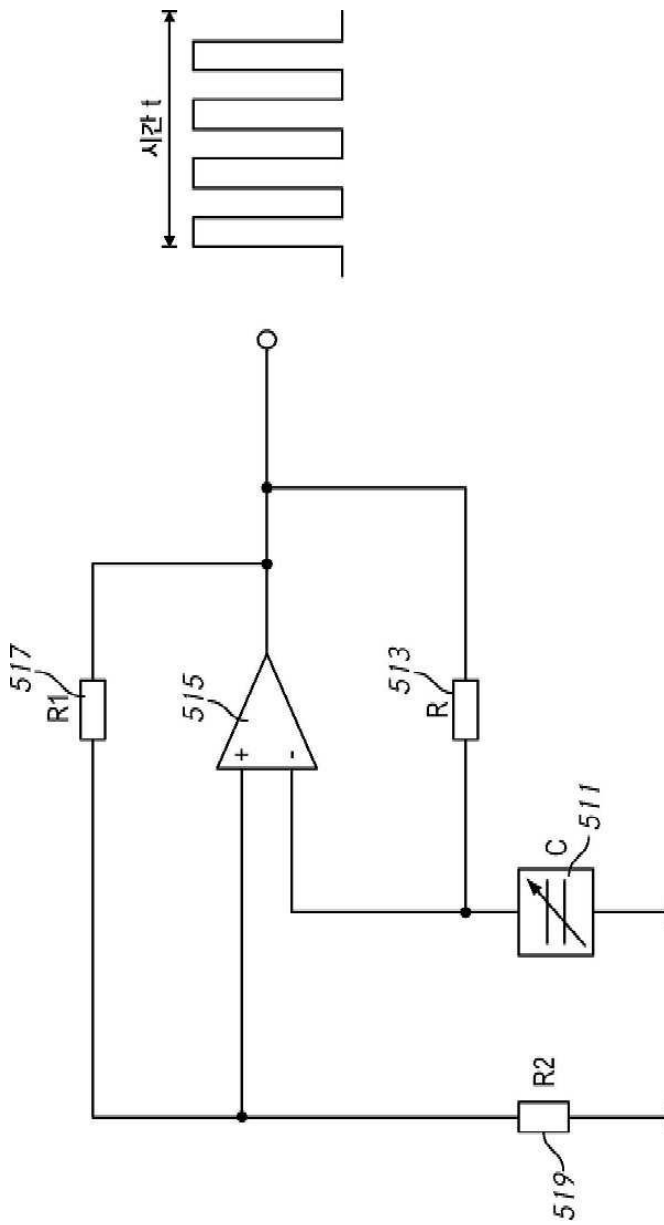
도면4b



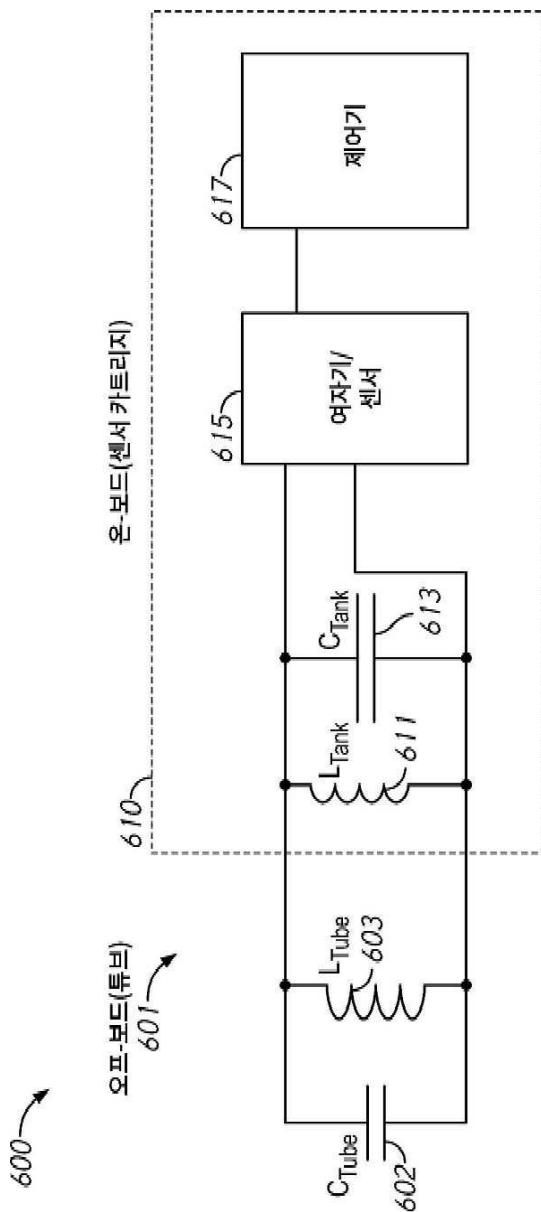
도면5a



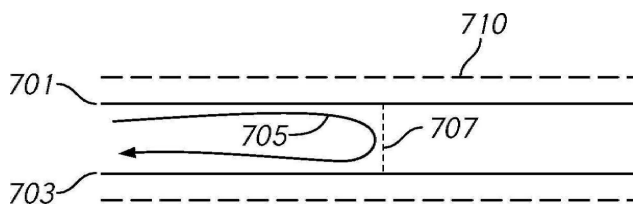
도면5b



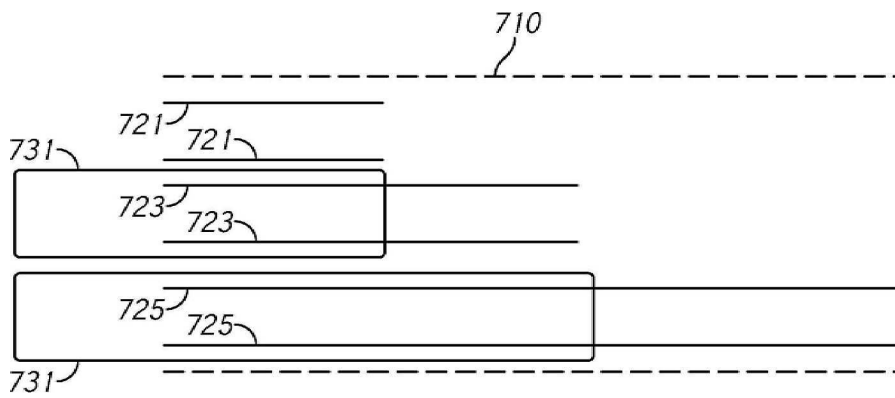
도면6



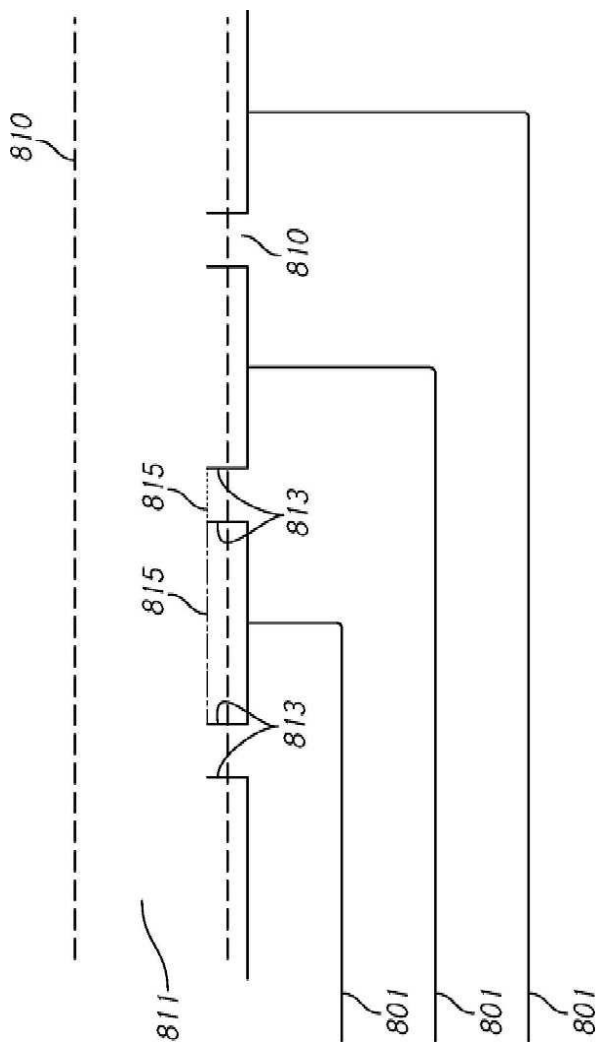
도면7a



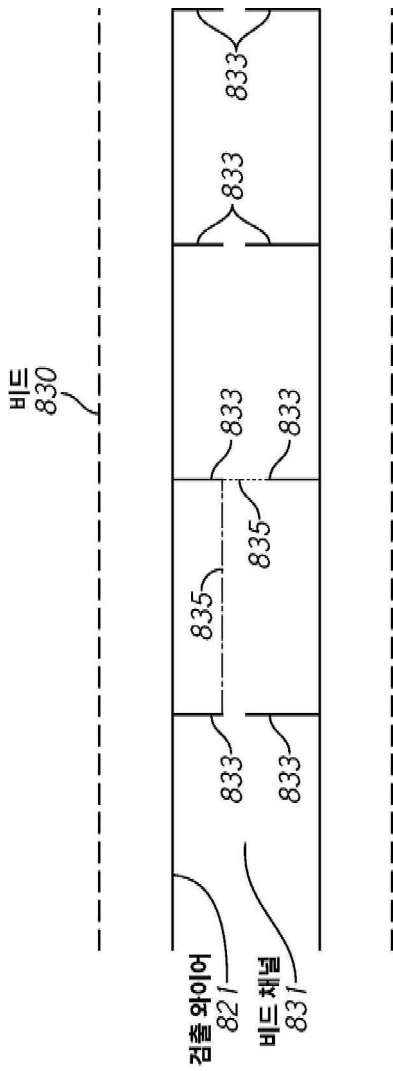
도면7b



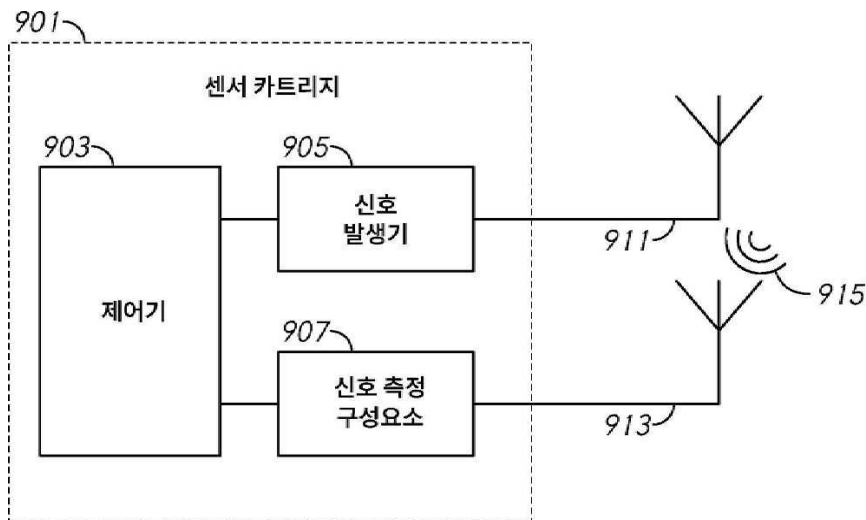
도면8a



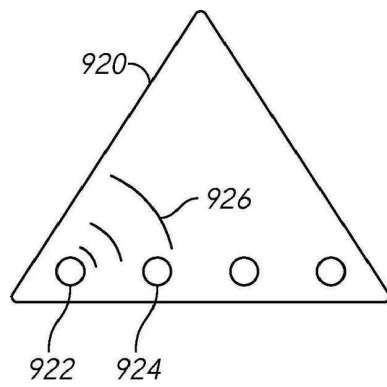
도면8b



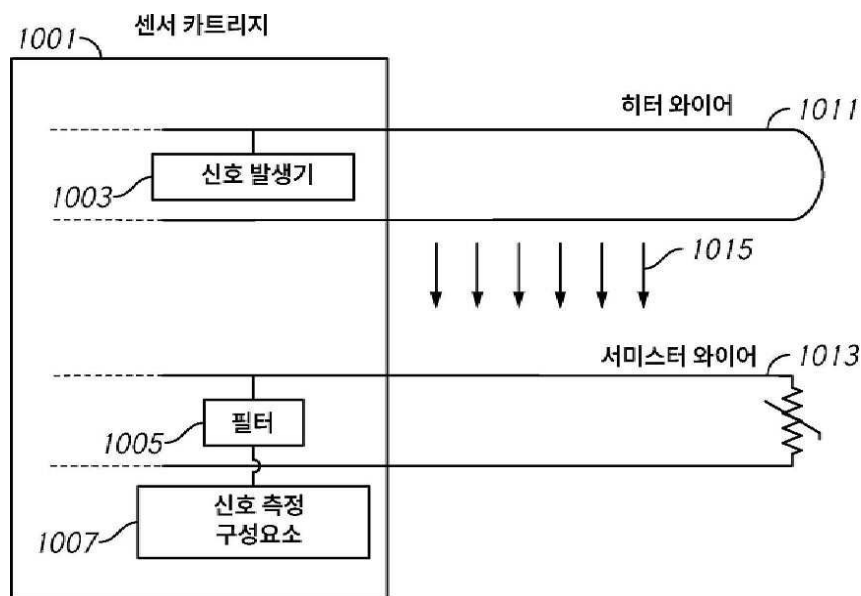
도면9a



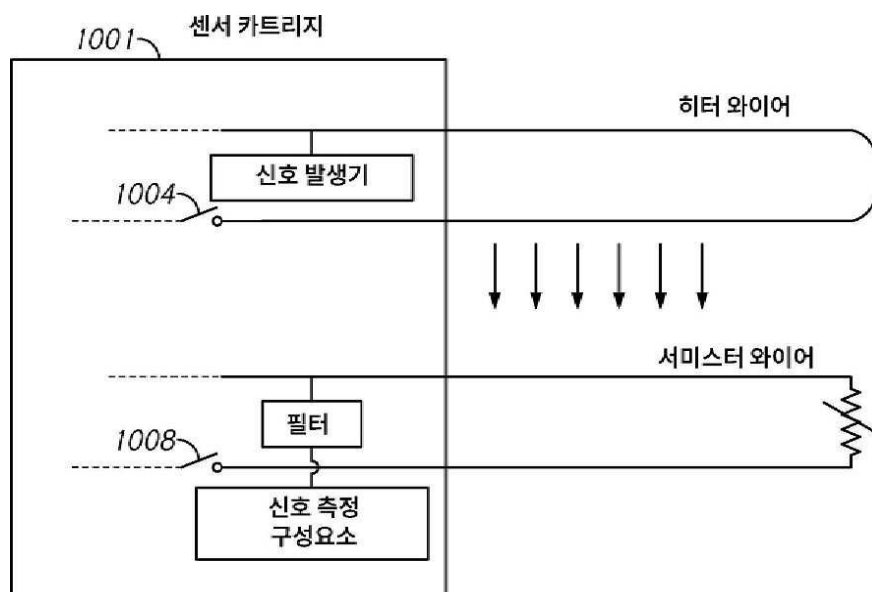
도면9b



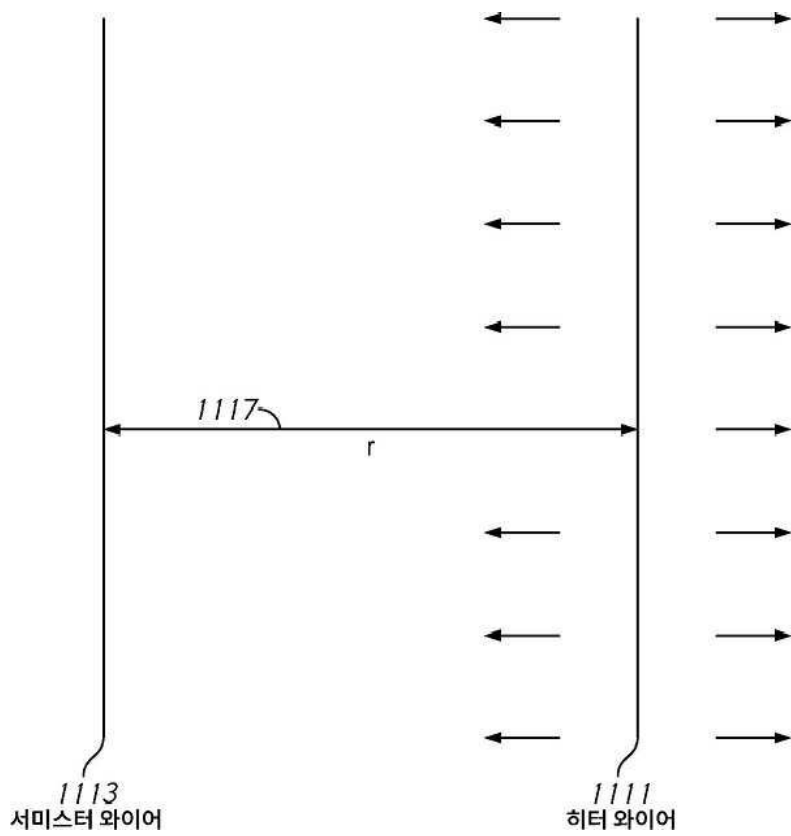
도면10a



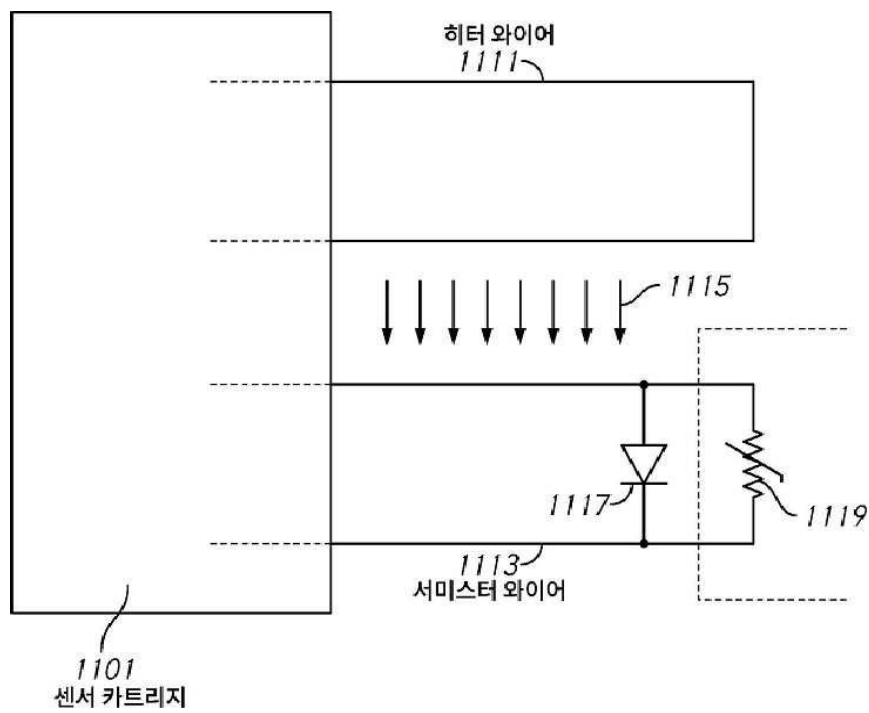
도면10b



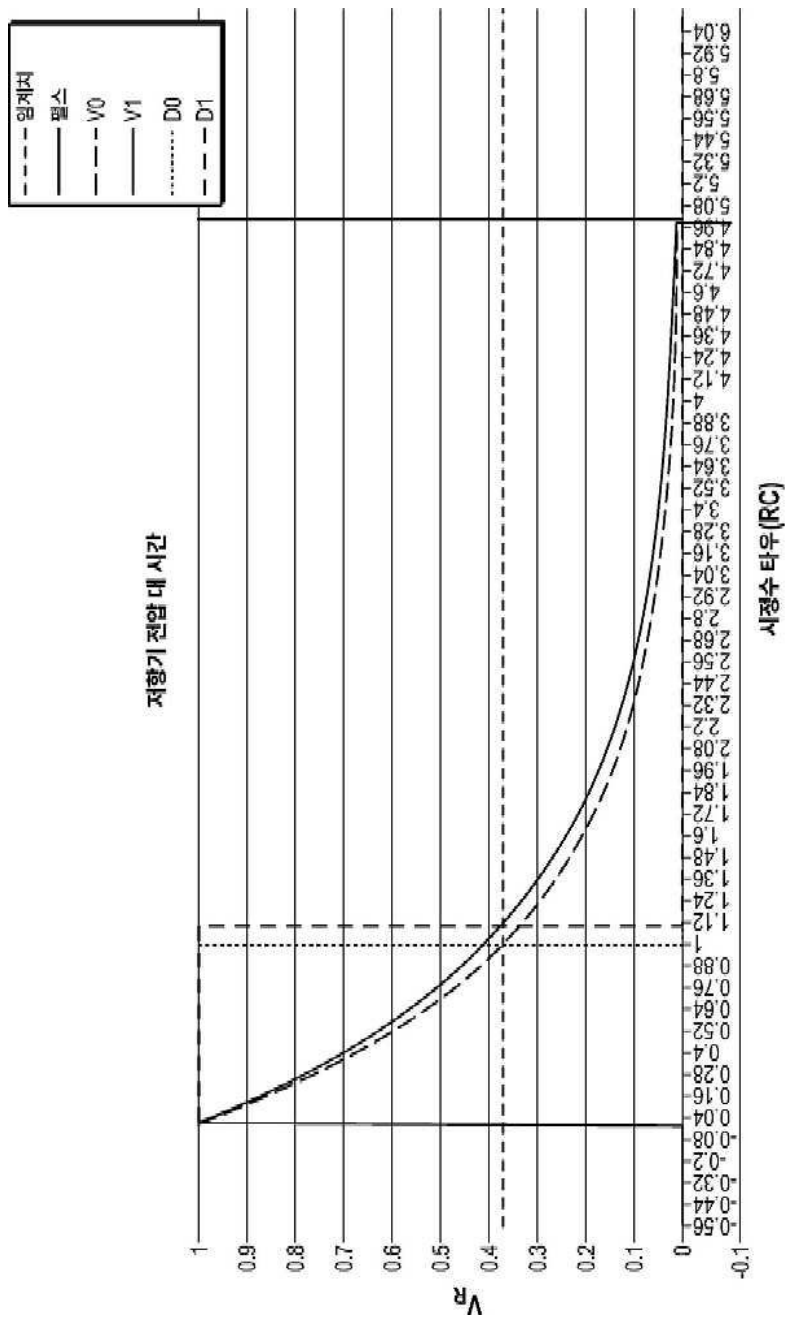
도면11a



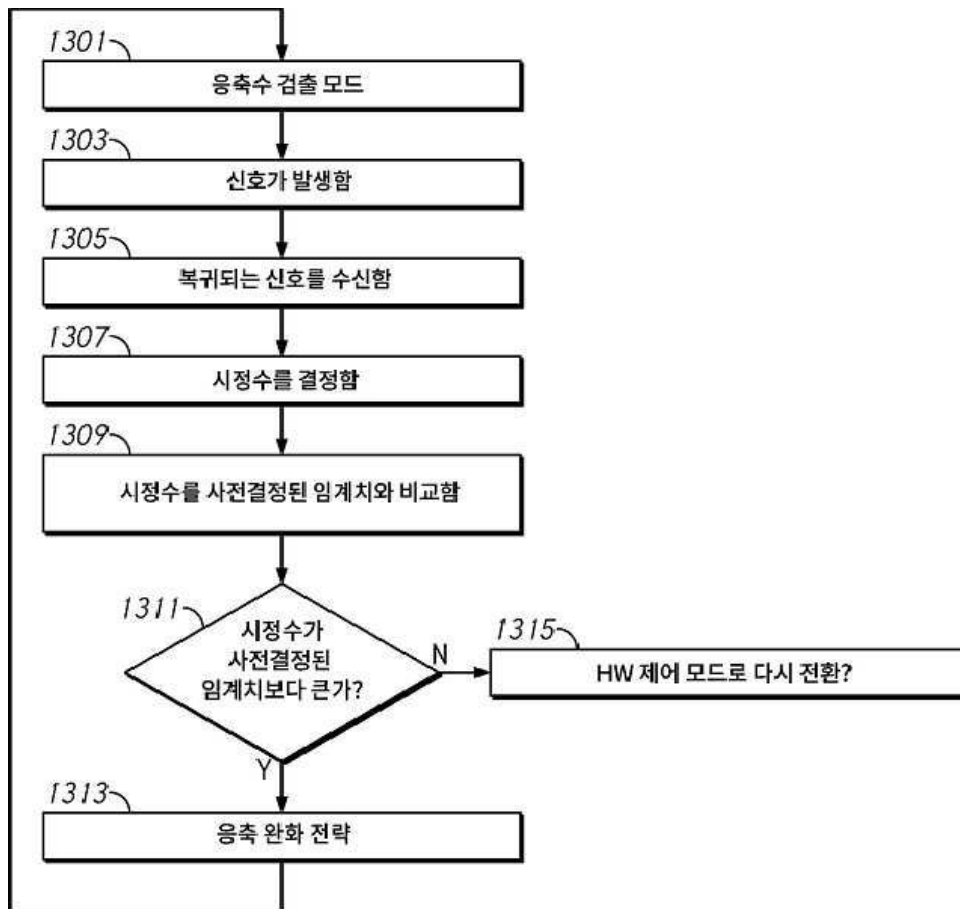
도면11b



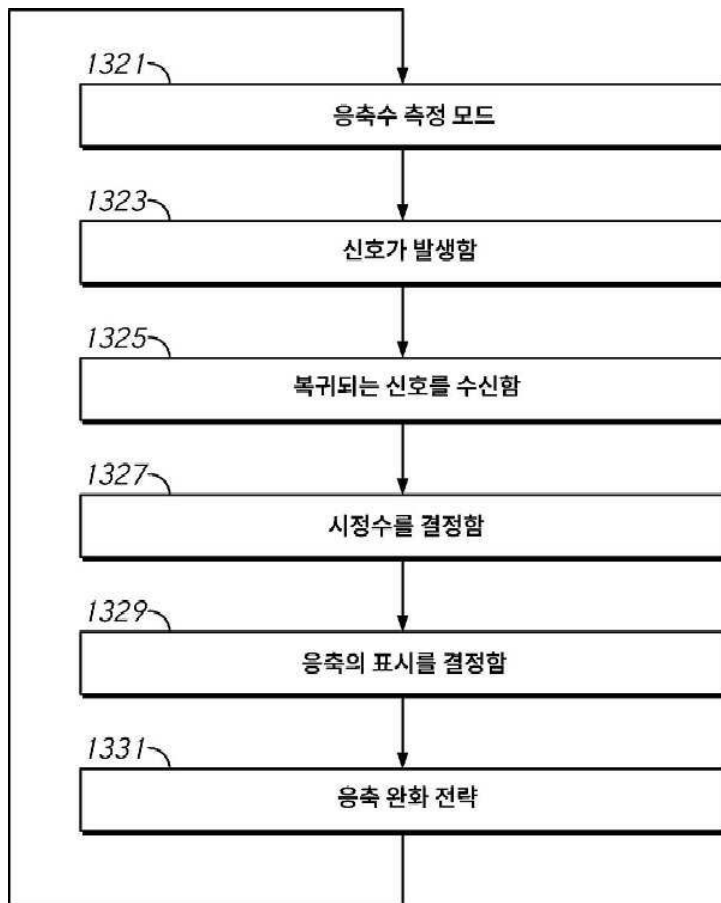
도면12



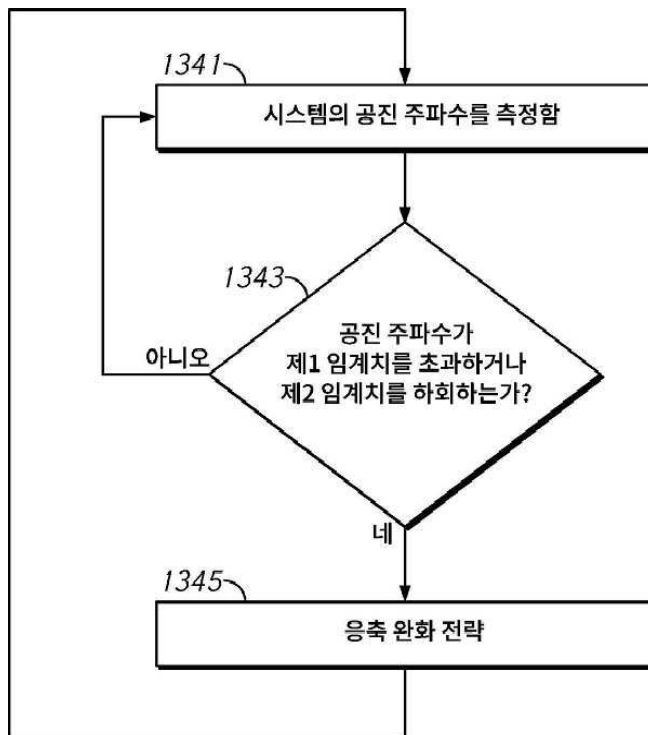
도면13a



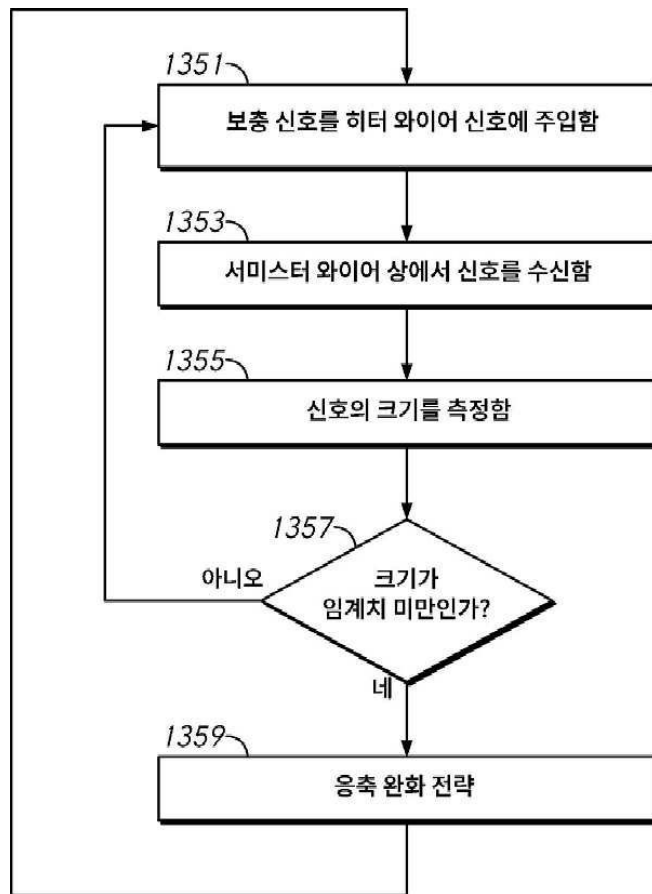
도면13b



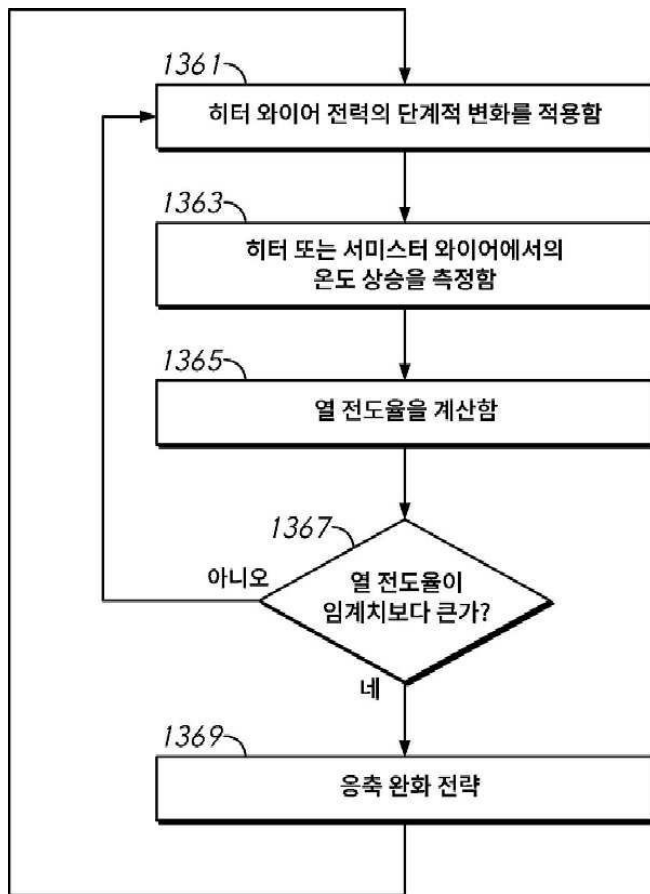
도면13c



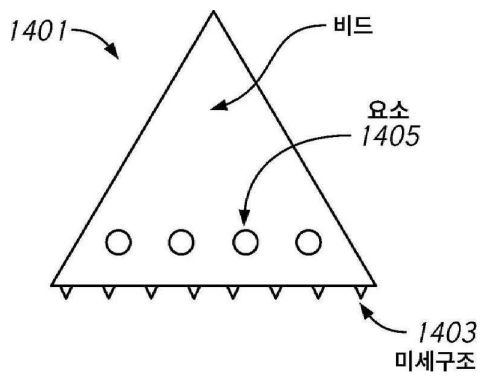
도면13d



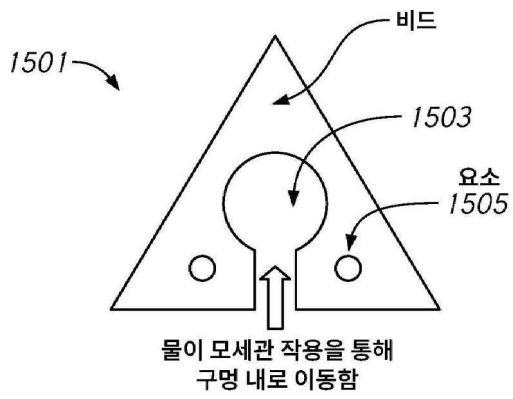
도면13e



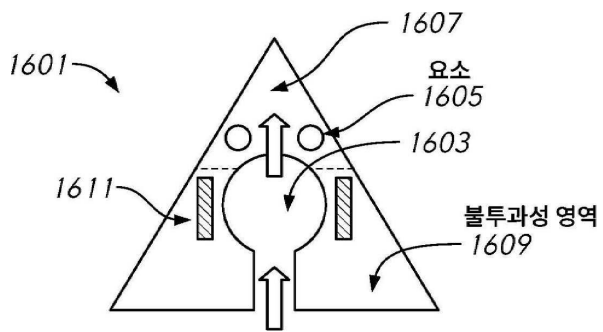
도면14



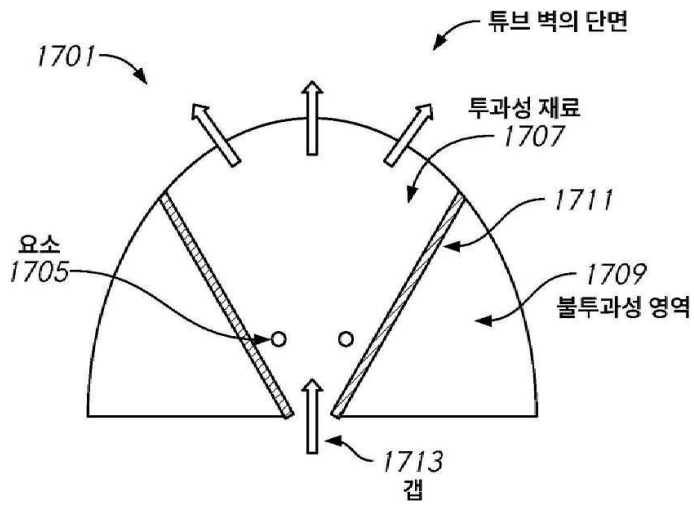
도면15



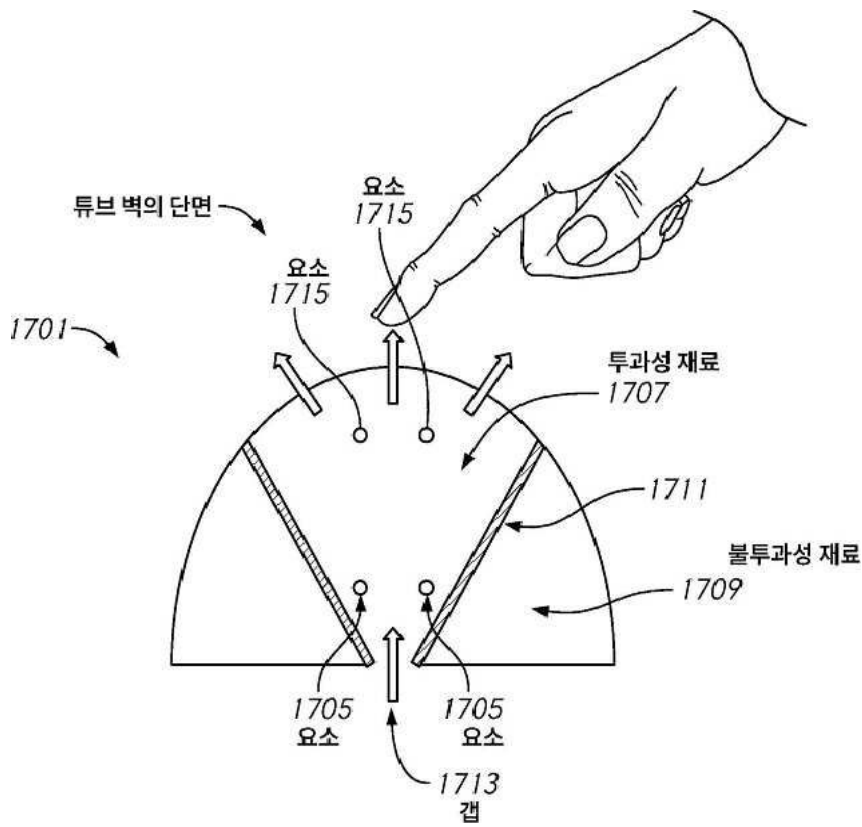
도면16



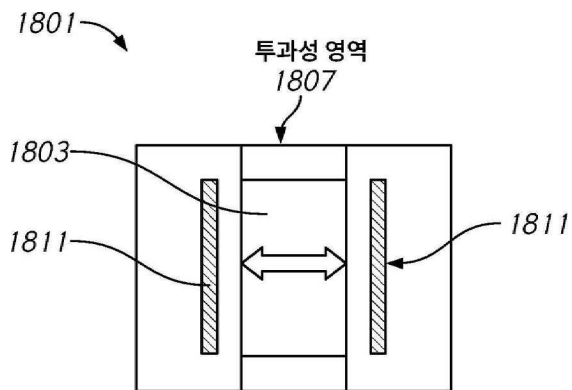
도면17a



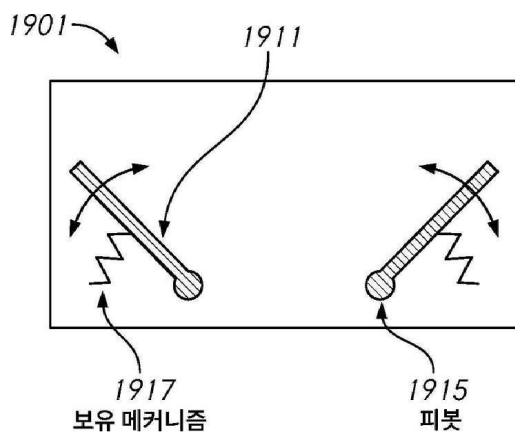
도면17b



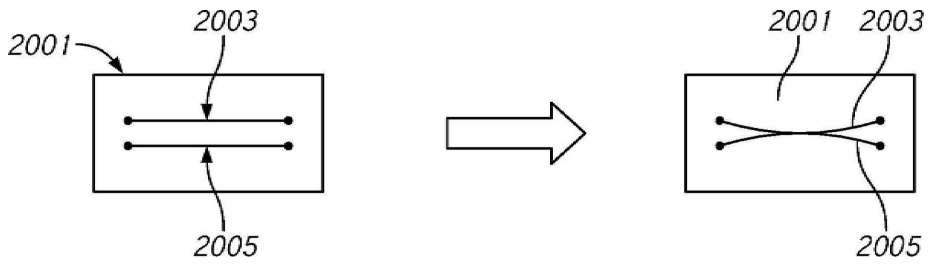
도면18



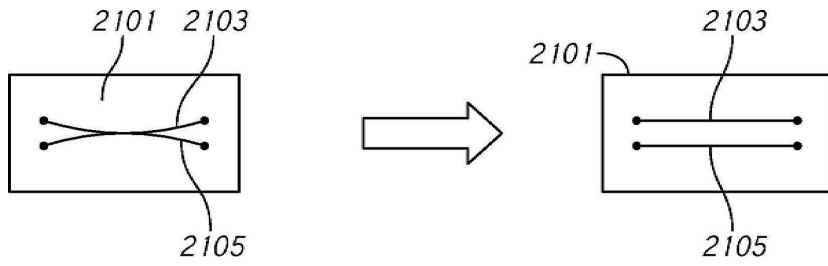
도면19



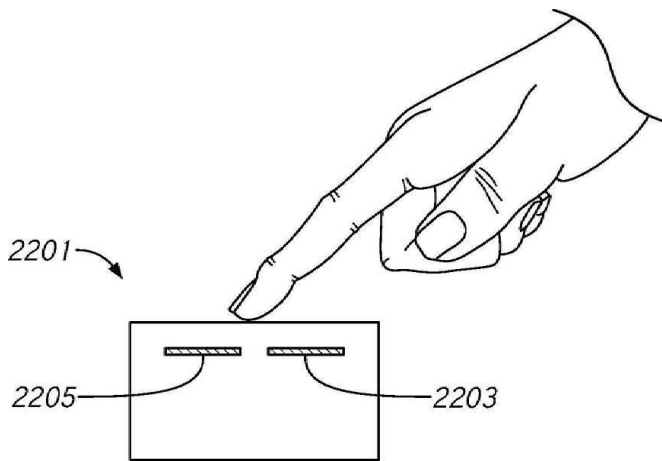
도면20



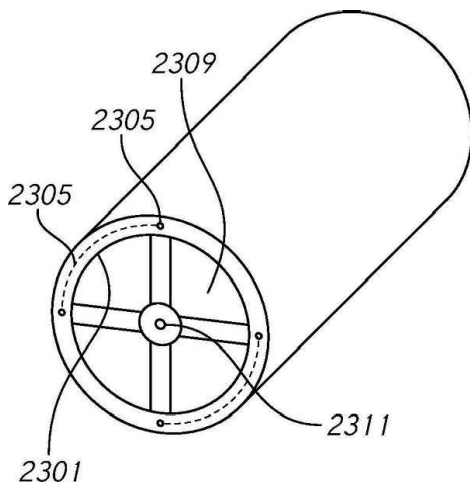
도면21



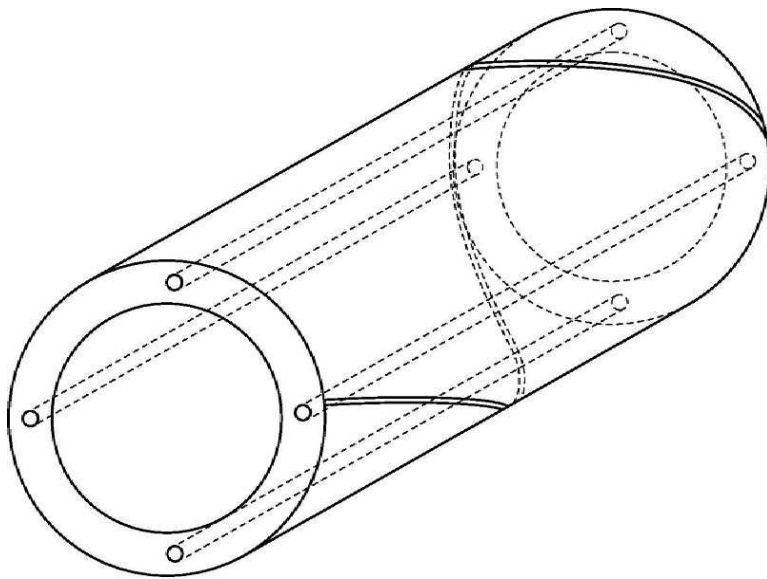
도면22



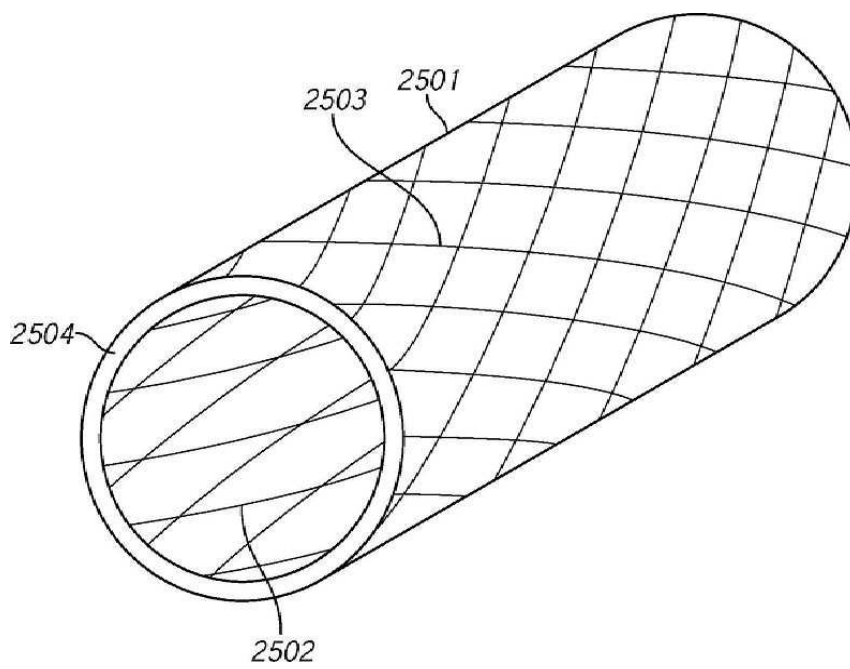
도면23



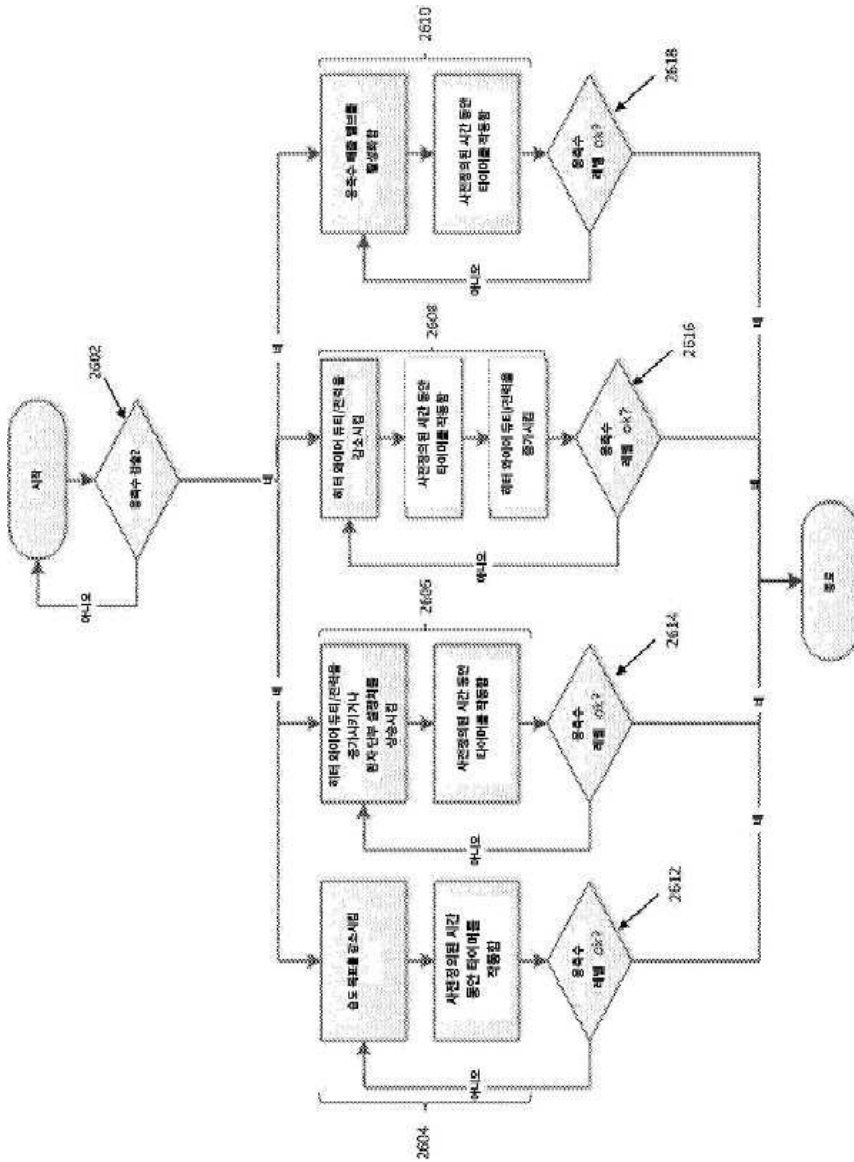
도면24



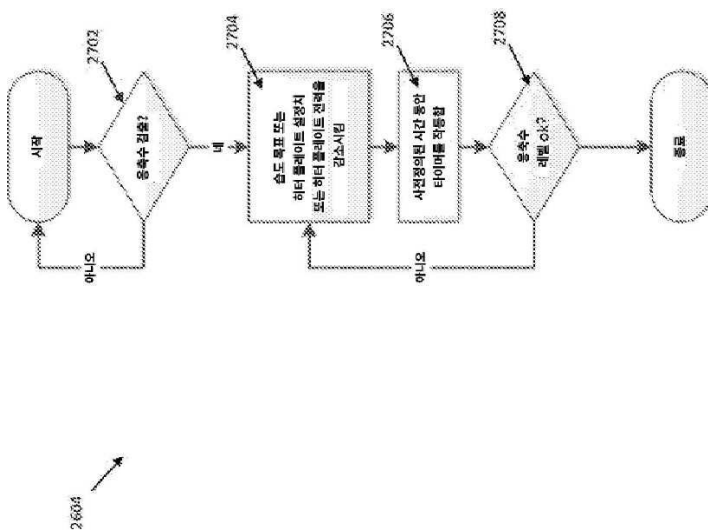
도면25



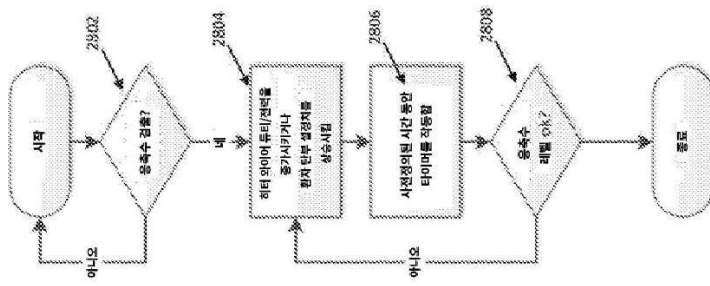
도면26



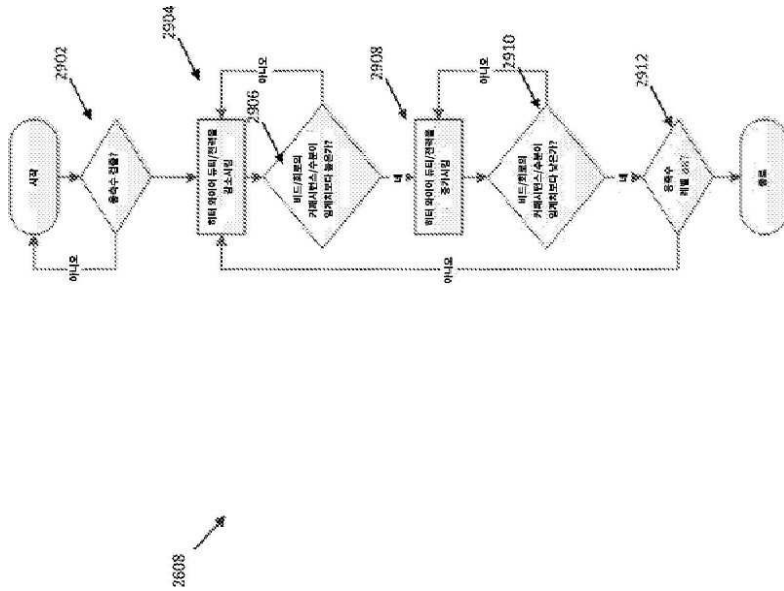
도면27



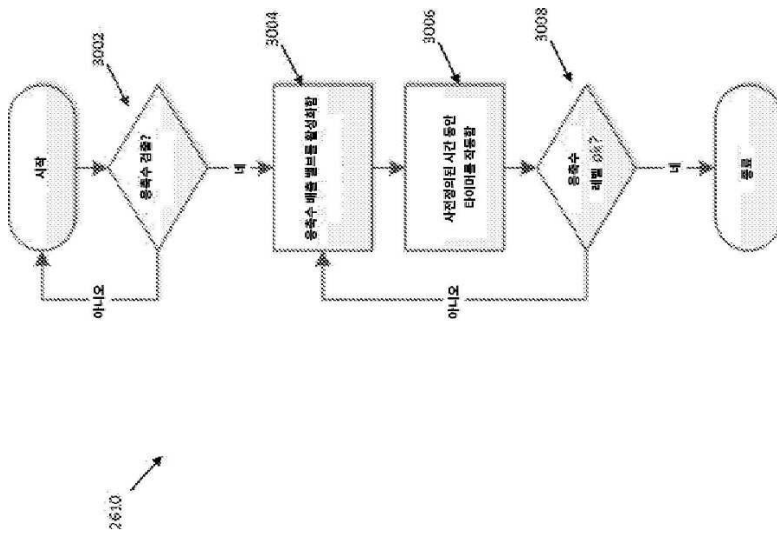
도면28



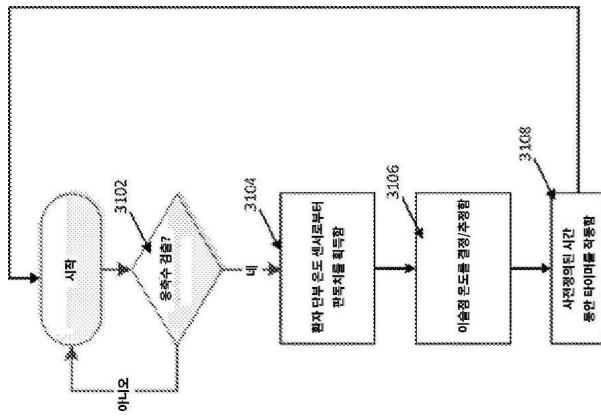
도면29



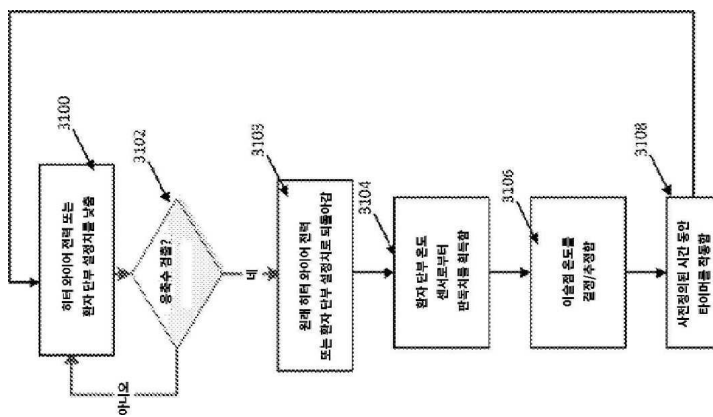
도면30



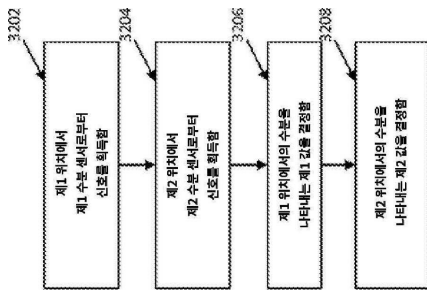
도면31a



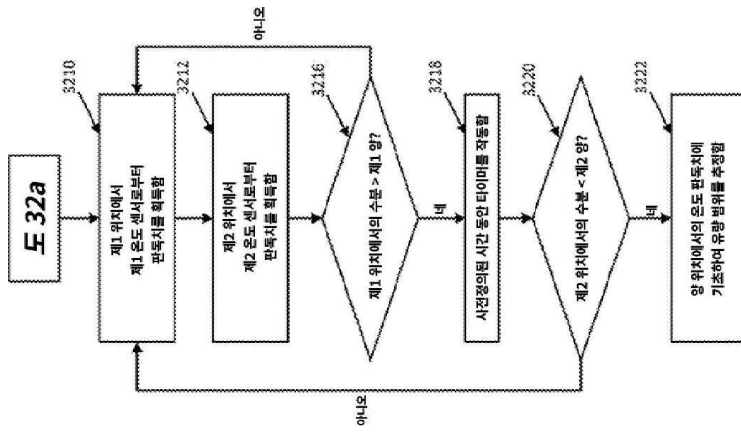
도면31b



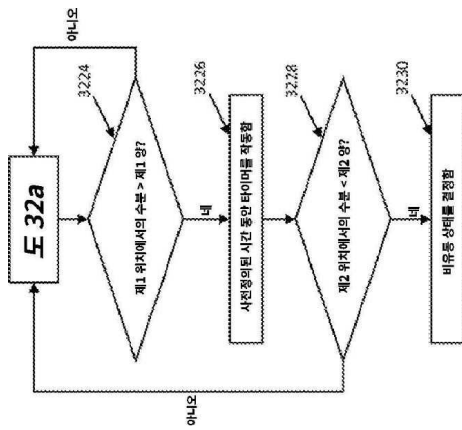
도면32a



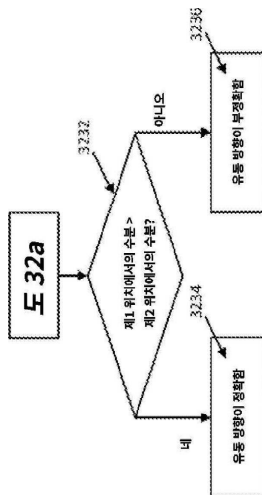
도면32b



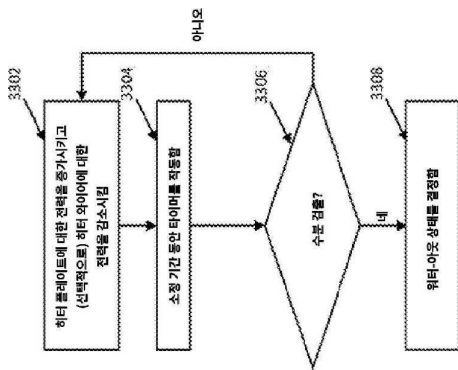
도면32c



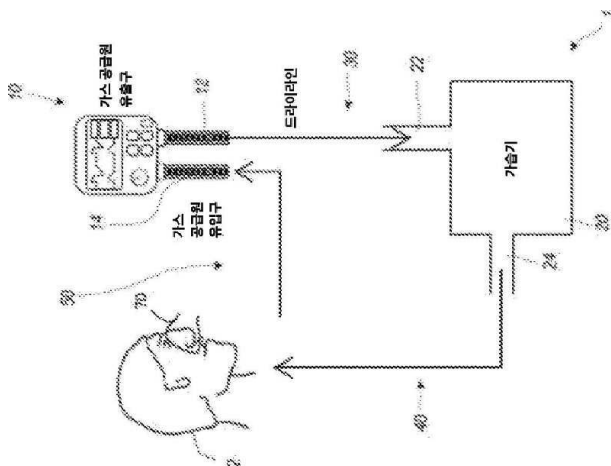
도면32d



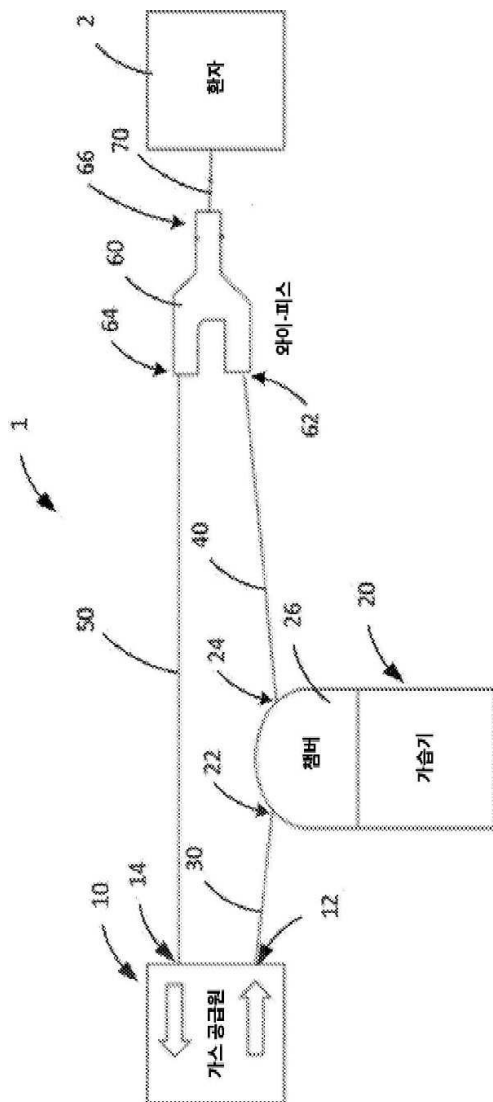
도면33



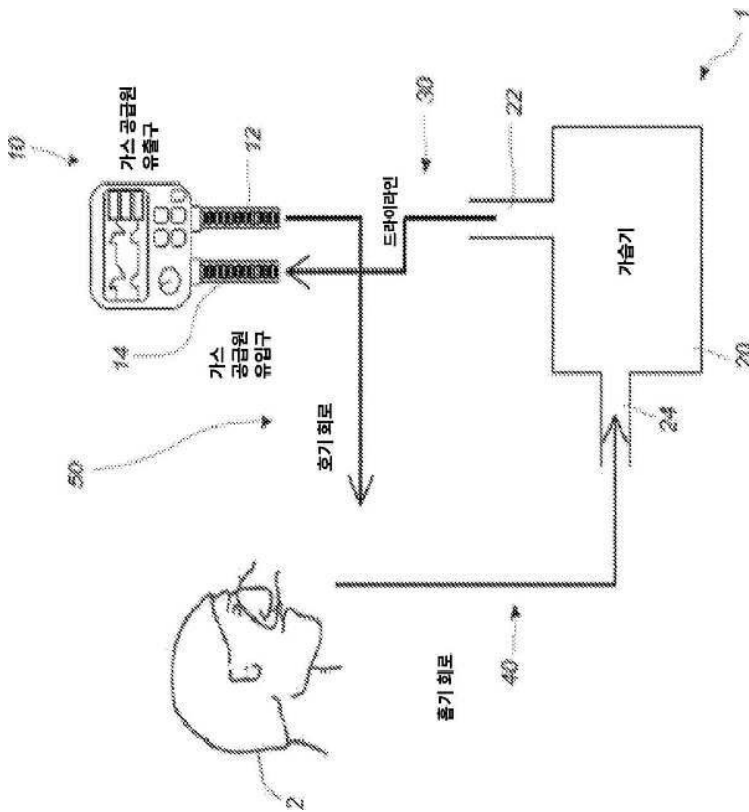
도면34a



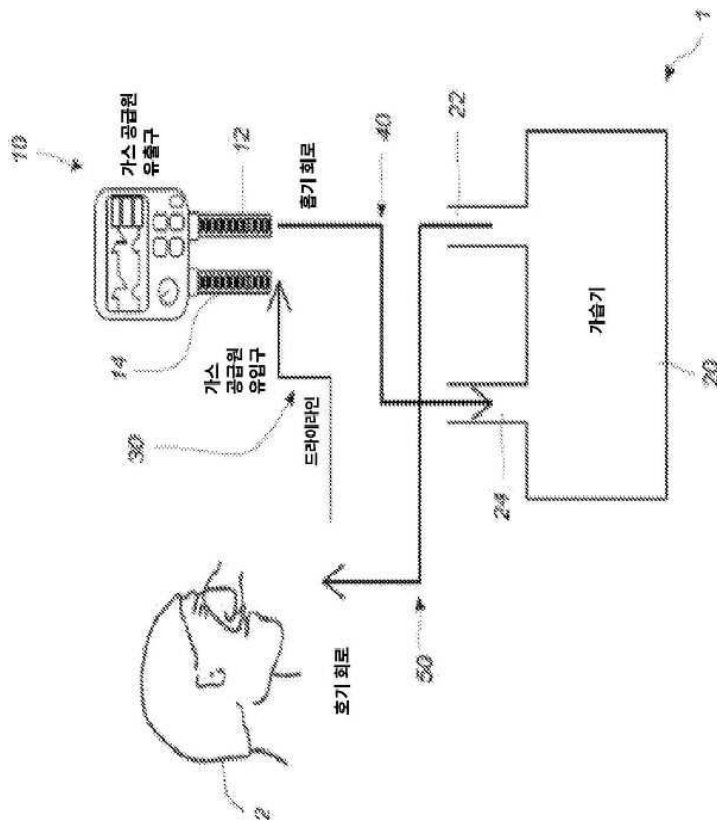
도면34b



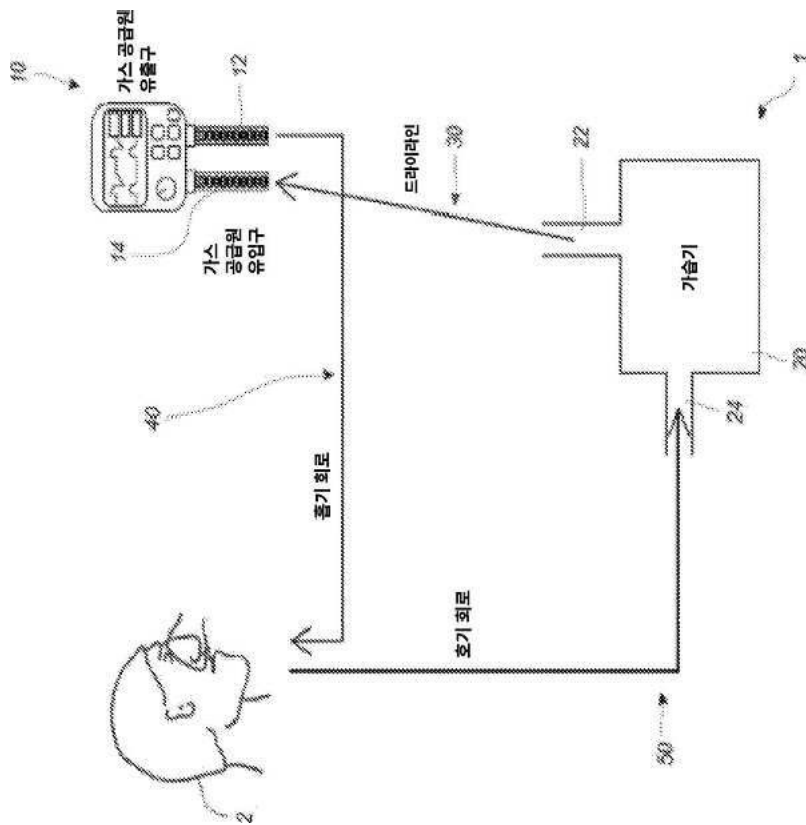
도면35a



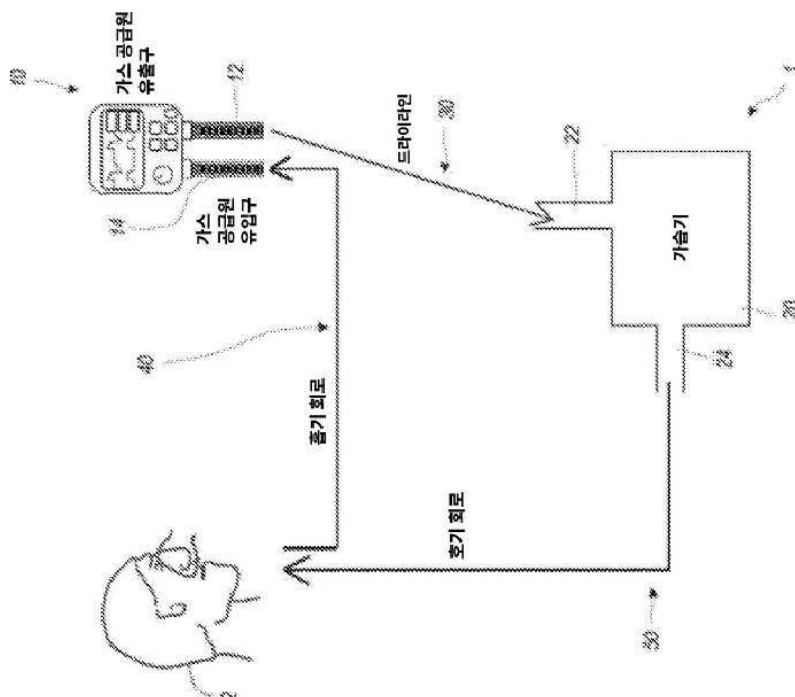
도면35b



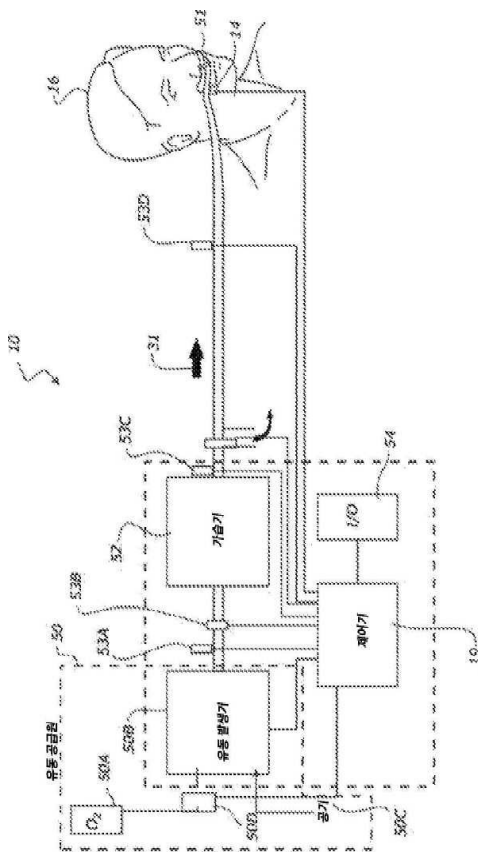
도면 35c



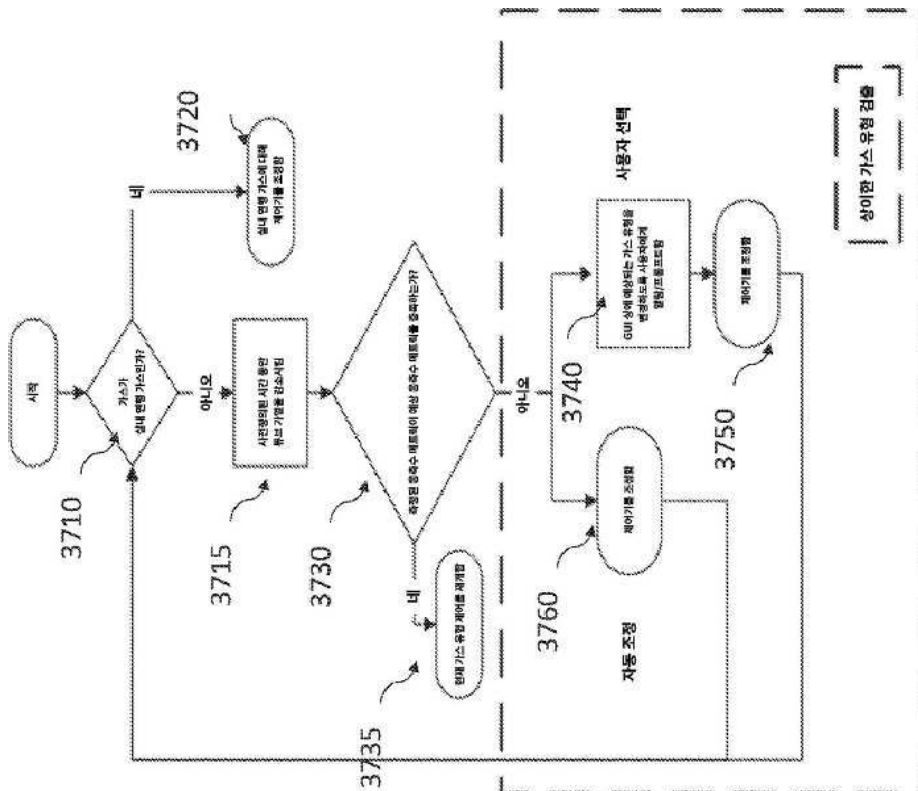
도면35d



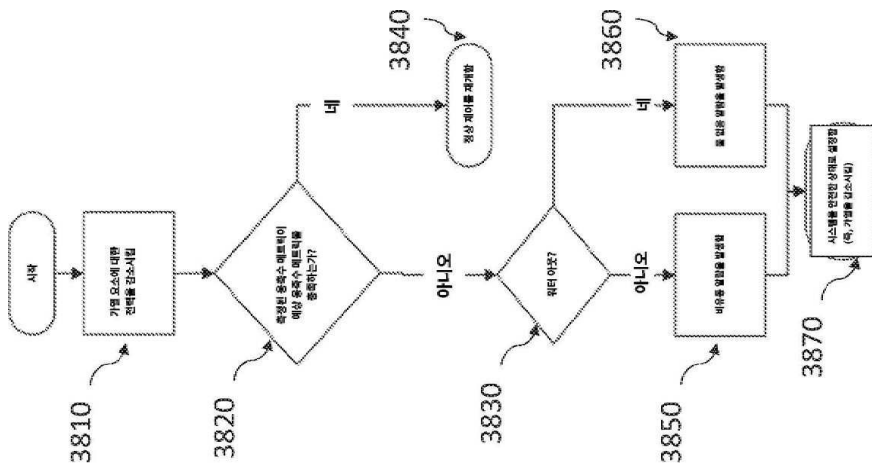
도면36



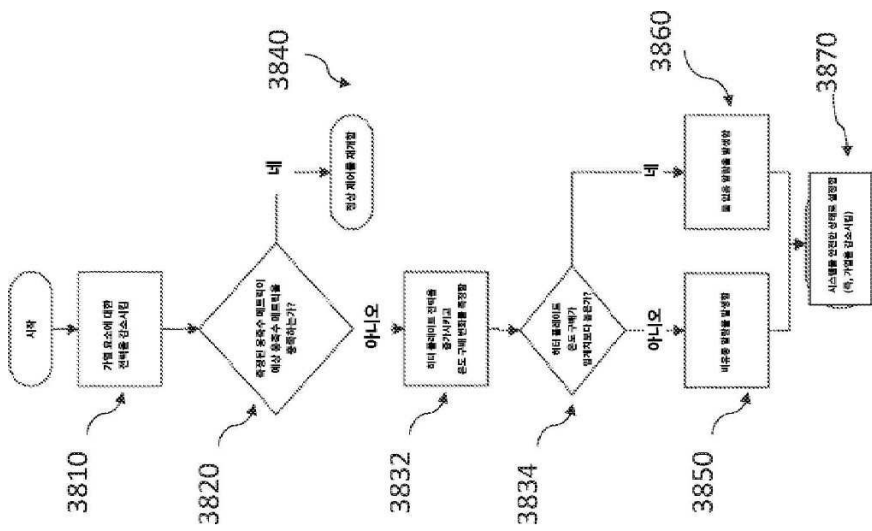
도면37



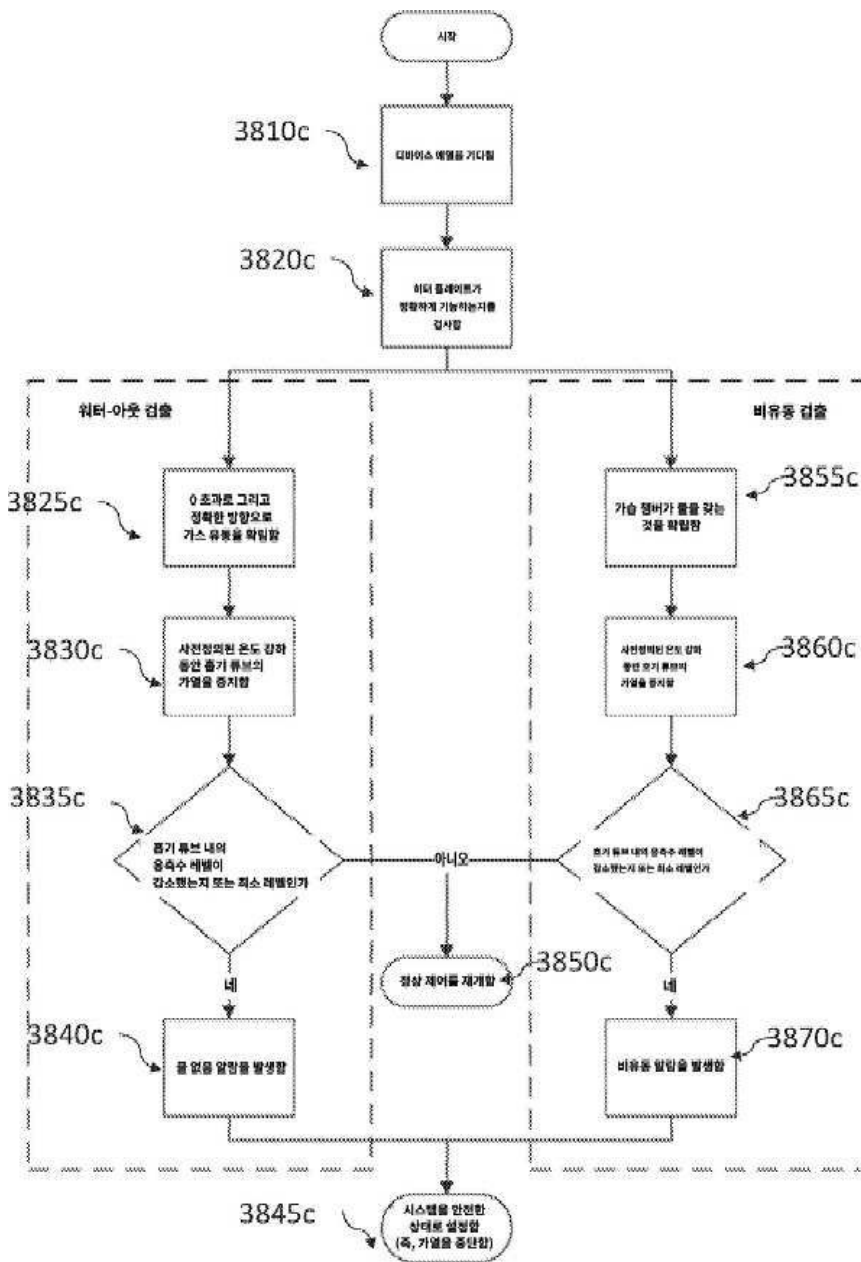
도면38a



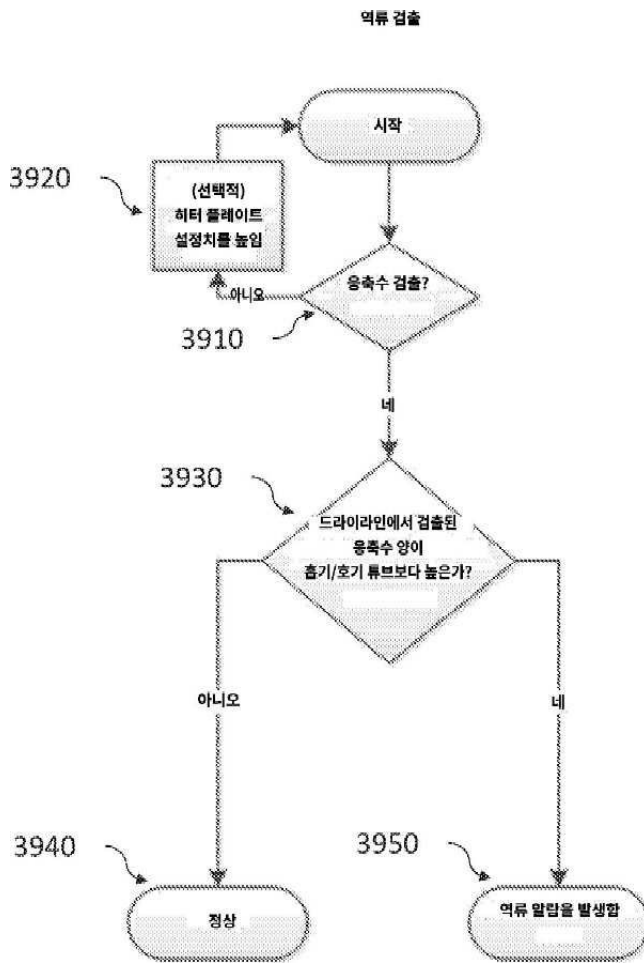
도면38b



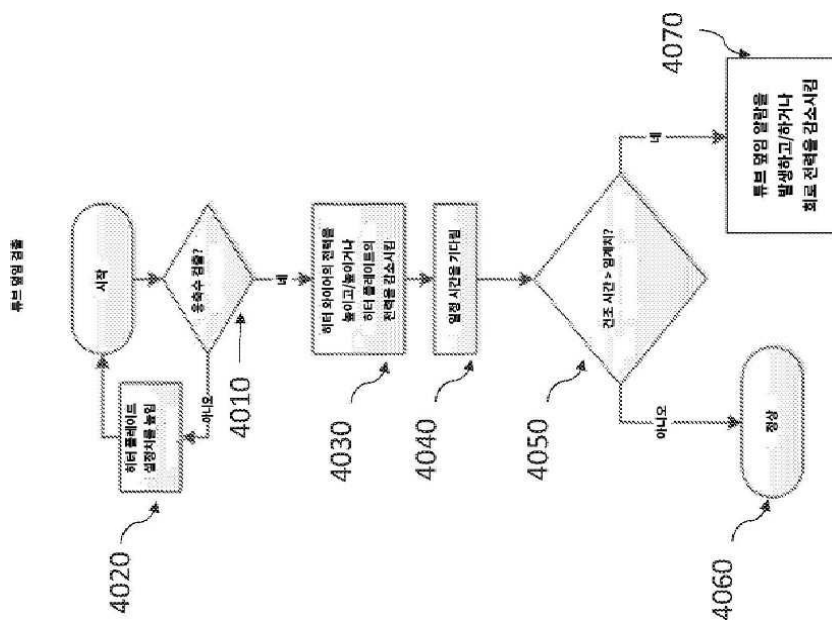
도면38c



도면39

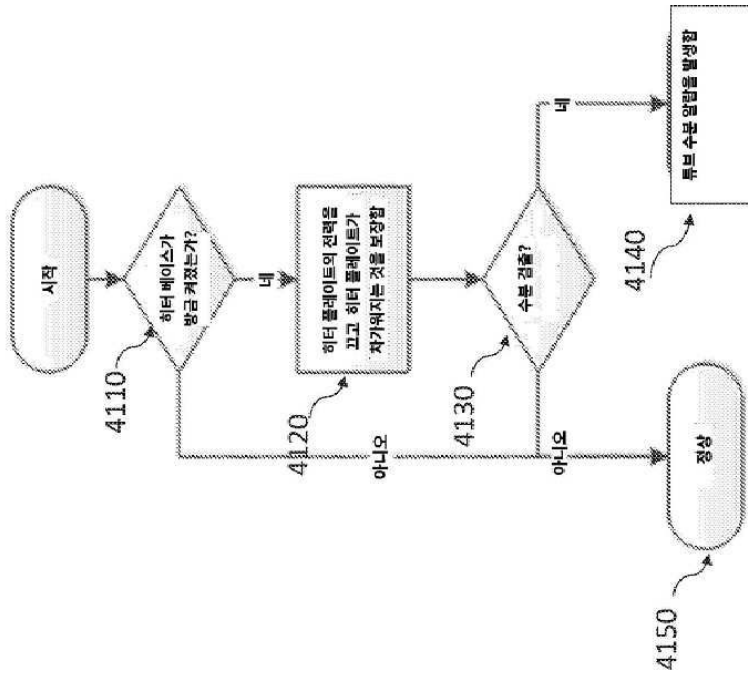


도면40

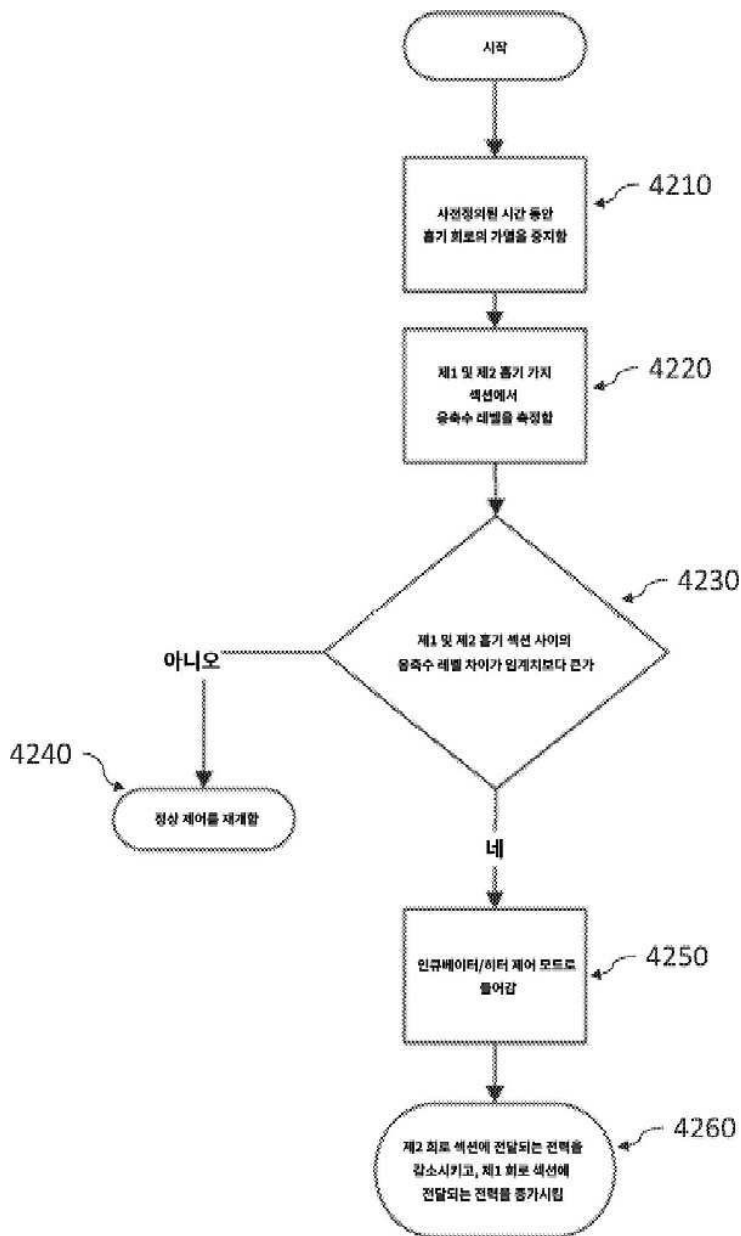


도면41

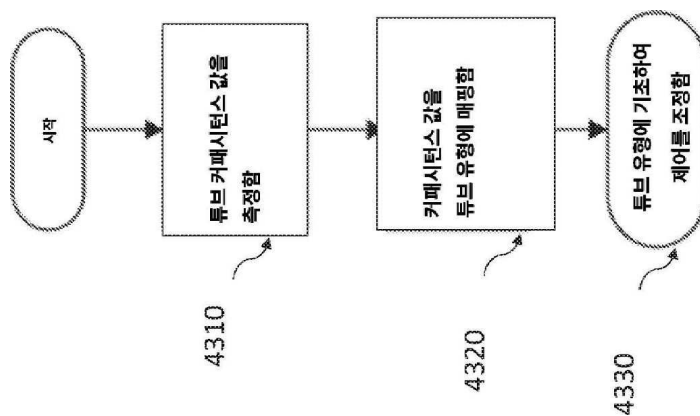
특의 복귀에 따른 진행



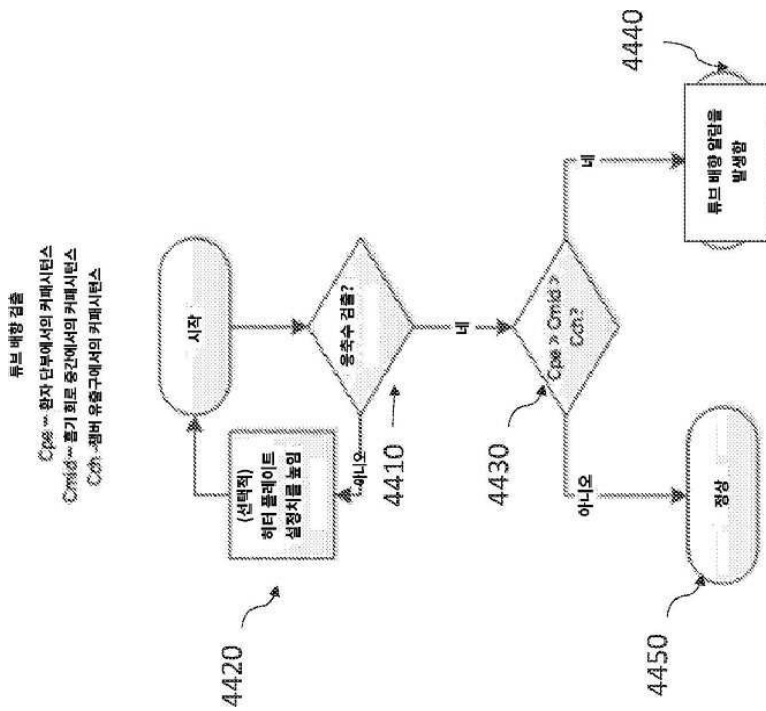
도면42



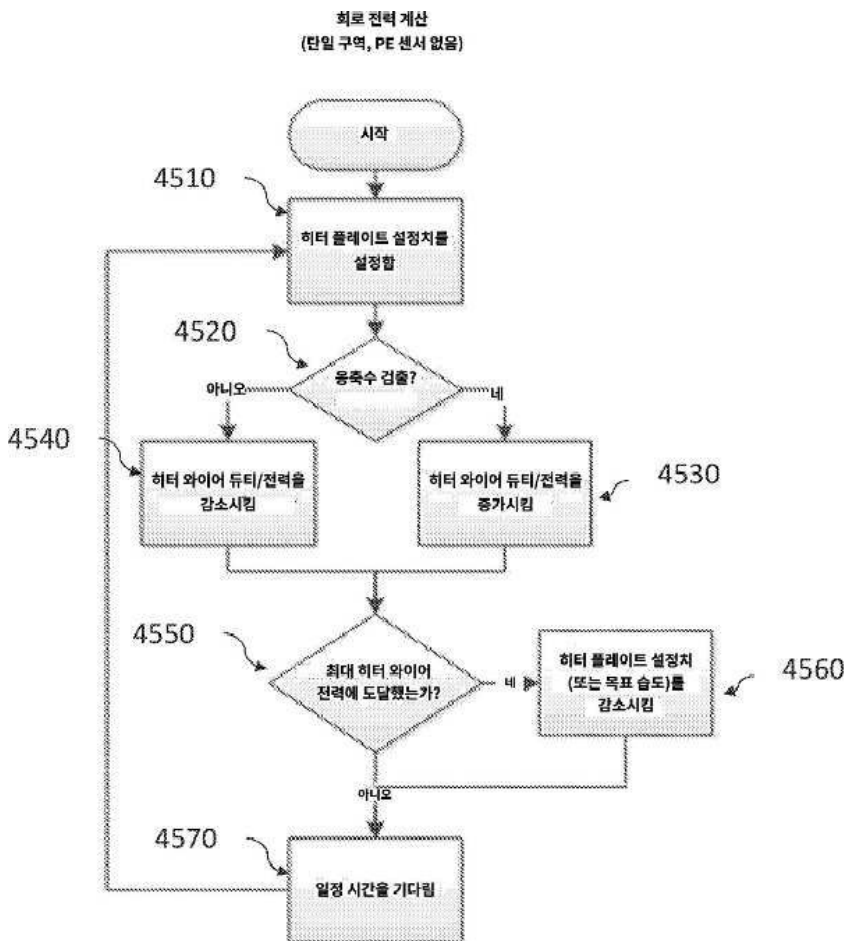
도면43



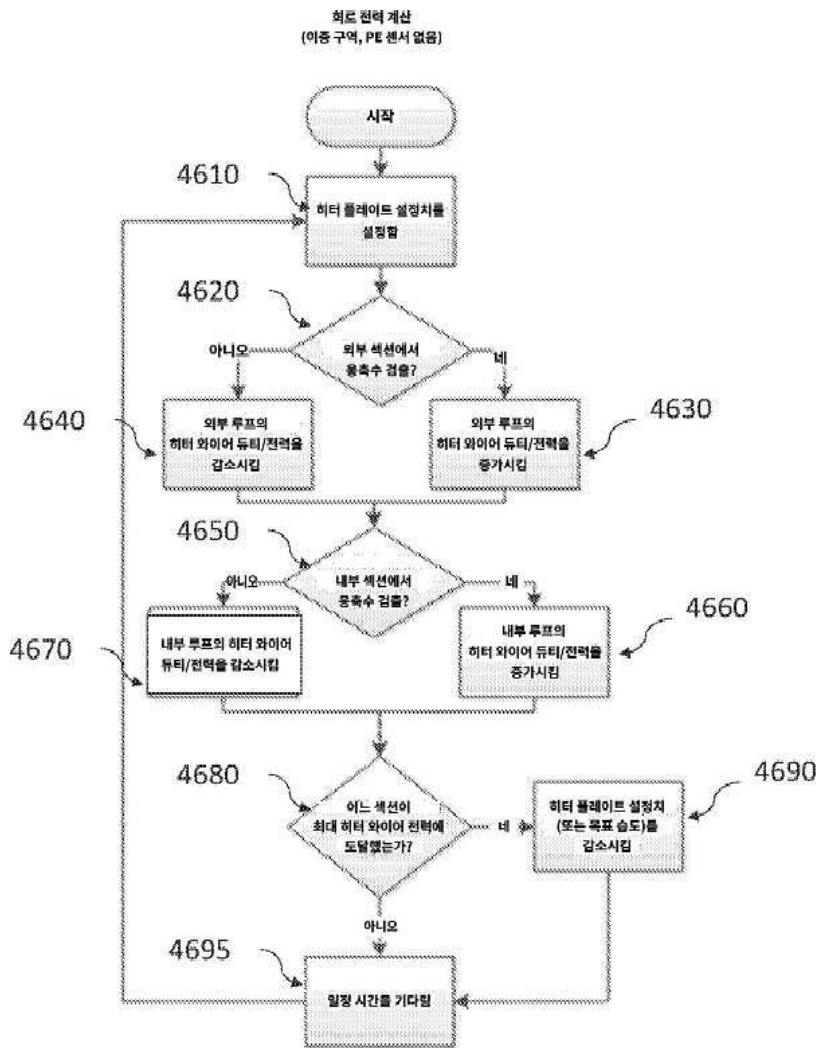
도면44



도면45



도면46



도면47

