(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0159391
(43) 공개일자 2022년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 16/00 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 5/083 (2006.01) *A61B 5/091* (2006.01)
A61M 16/01 (2006.01) *A61M 16/06* (2006.01)
A61M 16/10 (2006.01) *A61M 16/12* (2006.01)
A61M 16/16 (2006.01) *A61M 16/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61M 16/024 (2017.08)
A61B 5/0833 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7034538
(22) 출원일자(국제) 2021년03월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년10월05일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/052062
(87) 국제공개번호 WO 2021/181344
국제공개일자 2021년09월16일
(30) 우선권주장
62/989,081 2020년03월13일 미국(US)

(71) 출원인
피셔 앤 페이켈 헬스케어 리미티드
뉴질랜드, 2013 오클랜드, 이스트 타머키 모리스 페이켈 플레이스 15
(72) 발명자
페이튼 매튜 존
뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타마키 모리스 페이켈 플레이스 15
반즈 토마스 하인리히
뉴질랜드 2013 오클랜드 이스트 타마키 모리스 페이켈 플레이스 15
(74) 대리인
특허법인와이에스장

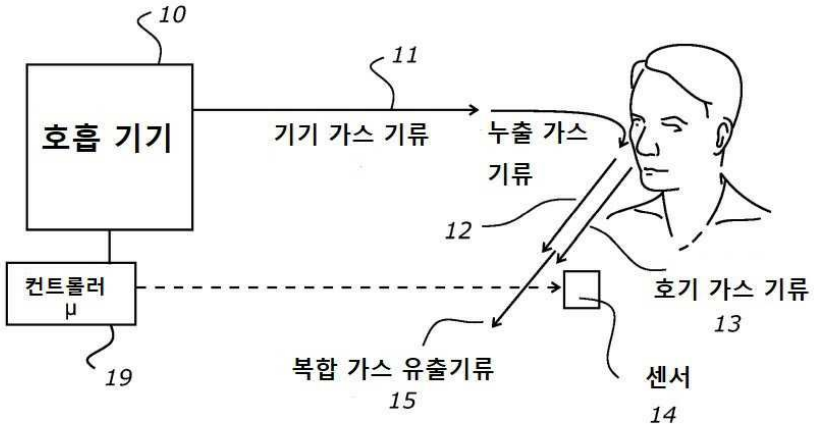
전체 청구항 수 : 총 57 항

(54) 발명의 명칭 **가스 모니터링 관련 개선**

(57) 요 약

본 개시는 날숨 가스 기류(exhaled gas flow)에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법 및 기기로서, 시변성(time-varying) 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 환자로부터의 복합 가스 유출기류(composite gas outflow)에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하는 단계와, 앞서 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류
A61B 5/0836 (2013.01)
A61B 5/091 (2013.01)
A61B 5/7228 (2013.01)
A61M 16/01 (2013.01)
A61M 16/0672 (2015.01)
A61M 16/1005 (2015.01)
A61M 16/12 (2013.01)
A61M 16/16 (2013.01)
A61M 16/203 (2015.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

날숨 가스 기류(exhaled gas flow)에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서,

시변성(time-varying) 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와,

환자로부터의 복합 가스 유출기류(composite gas outflow)에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하는 단계와,

앞서 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

기기 가스 기류를 제공하고 환자의 날숨 가스 기류의 매개변수를 구하는 기기로서,

기류 공급원(flow source),

복합 가스 유출기류를 감지하는 센서, 및

컨트롤러

를 포함하며,

상기 기기는:

시변성 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 제공하도록,

기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류(leak gas flow) 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록, 그리고

앞서 구한 가스의 매개변수와 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록

구성된 기기.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

시변성 매개변수는 기기 가스 기류의 유량 또는 가스 비율 중 하나 이상이며,

선택적으로 상기 가스 비율은 기기 가스 기류에 존재하는 가스의 분율 또는 기기 가스 기류에 존재하는 가스의 분압인, 방법 또는 기기:

청구항 4

제1항, 제2항 또는 제3항에 있어서,

가스 비율은:

기체 분율, 바람직하게는 O_2 분율; 또는

가스 분압, 바람직하게는 O_2 분압

인, 방법 또는 기기.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

마취 시술 동안 기기 가스 기류를 제공하는 단계를 포함하는, 방법 또는 기기.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

기기 가스 기류는 비밀봉식 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 캐뉼라를 통해 제공되는 것인, 방법 또는 기기.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

기기 가스 기류는 고유량 가스 기류인, 방법 또는 기기.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

기기 가스 기류를 가습하는 단계를 더 포함하는 방법 또는 기기.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정된, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는 오직 한 가지 가스와 시변성 매개변수만을 측정하는 단계를 포함하되, 상기 시변성 매개변수는 유량인, 방법 또는 기기.

청구항 10

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서,

시변성 유량의 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와,

기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계와,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

시변성 유량의 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 유량 및 제2 시점에서의 제2 유량을 포함하며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 유량일 때와 제2 유량일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

매개변수는 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율을 포함하는 것인, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란(sevoflurane)과 같은 마취제이고/이거나

센서는 복합 가스 유출기류 내의 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제 중 하나 이상을 감지하도록 구성되는 것인, 방법 또는 기기.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자 호흡의 흡기 단계 및/또는 호기 단계 동안 구하는 것인, 방법.

청구항 15

제10항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(4)

$$F_E(t) = \frac{Q_o(t)F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right) - Q_o(t+\Delta t)F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)}{Q_o(t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right) - Q_o(t+\Delta t)\left(\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)\right)} \qquad (4)$$

(식에서,

$F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내 CO_2 또는 O_2 또는 다른 가스의 분율(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

$Q_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(예컨대, 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제의 분율 매개변수)이고,

$Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이고,

$F_o(t)$는 t 시점과 t+△t 시점에서 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11') 내 가스 성분의 체적 분율이고,

$F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11')내 가스 성분의 체적 분율이다)

을 이용하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 16

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

$$Q_o(t), Q_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

(여기서,

$F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출

기류(15')에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t)$는 환자가 입을 벌리고 있을 때에는 환자의 입에서 측정하고/하거나 환자가 입을 다물고 있을 때에는 코에서 측정하는 것이 바람직하며,

$Q_o(t)$는 t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 유량(기기 가스 유량)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t+\triangle t)$는 환자의 입에서 측정되는 것이 바람직하며,

$Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 유량(기기 가스 기류 유량)이다)

로 가스 분율 $F_E(t)$을 구하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 17

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2이고,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(5)

$$F_E(t) \sim F_m(t+\Delta t)F_m(t) \cdot \frac{Q_o(t+\Delta t) - Q_o(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t) - Q_o(t)F_m(t)} \qquad (5)$$

(식에서,

$F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 및/또는 O_2 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$Q_0(t)$은 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이다)

을 이용하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 18

제10항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자의 입 및/또는 코에서 또는 그 가까이에서 측정되는 것인, 방법.

청구항 19

제10항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 유량과 제2 유량은 서로 다른 유량인, 방법

청구항 20

제10항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 유량과 제2 유량은 고유량인, 방법

청구항 21

제10항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 유량과 제2 유량은 약 0 LPM(분당 리터) 이상, 바람직하게는 약 20 LPM 이상, 더 바람직하게는 약 20 LPM 내지 약 90 LPM인, 방법.

청구항 22

제10항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

시변성 유량은, 약 0 LPM(분당 리터) 이상, 바람직하게는 약 20 LPM 이상, 더 바람직하게는 약 20 LPM 내지 약 90 LPM의 가변 유량을 갖는 진동인, 방법.

청구항 23

제10항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서,

마취 시술 동안 기기 가스 기류를 제공하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 24

제10항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서

기기 가스 기류는 비밀봉식 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 캐뉼라를 통해 제공되는 것인, 방법.

청구항 25

제10항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

기기 가스 기류는 고유량 가스 기류인, 방법.

청구항 26

제10항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서,

기기 가스 기류를 가습하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 27

제10항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서,

측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는 오직 한 가지 가스와 시변성 매개변수만을 측정하는 단계를 포함하되, 상기 시변성 매개변수는 유량인, 방법.

청구항 28

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서,

시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)을 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와,

누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류 내의, 가스의 매개변수를 구하는 단계와,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 가스 분율 및 제2 시점에서의 제2 가스

분율을 포함하며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 가스 분율일 때와 제2 가스 분율일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함하는 것인, 방법

청구항 30

제28항에 있어서,

매개변수는 날숨 가스 기류에 존재하는 가스 성분의 분율을 포함하는 것인, 방법.

청구항 31

제28항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서,

가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제인, 방법.

청구항 32

제28항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자 호흡의 흡기 단계 및/또는 호기 단계 동안 구하는 것인, 방법.

청구항 33

제28항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율 $F_E(t)$을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

$$F_o(t), F_o(t+\Delta t), F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

(여기서,

$F_E(t)$는 t 시점에서 환자의 날숨 가스 기류 내 CO_2 및/또는 O_2 가스의 분율(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이다)

로 가스 분율을 구하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 34

제28항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이고, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(6)

$$F_E(t) = \frac{F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t) - F_m(t)\right) - F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t)\right)}{\left(F_o(t) - F_m(t)\right) - \left(\left(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t)\right)\right)} \quad (6)$$

(식에서,

$F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 및/또는 O_2 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2 및/또는 O_2 또는 다른 가스의 분율이고,

$F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2 및/또는 O_2 또는 다른 가스의 분율이고,

$F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이다)

을 이용하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 35

제28항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자의 입 및/또는 코에서 또는 그 가까이에서 측정되는 것인, 방법.

청구항 36

제28항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 가스 분율과 제2 가스 분율은 서로 다른 가스 분율인, 방법

청구항 37

제31항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스는 O_2이고,

앞서 구한 O_2 비율과 하기 함수

$$F_{mCO2}, k, Q_o, Q_E$$

(여기서,

F_{mCO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 비율이고,

k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류의 비율(그리고 (1-k)는 코를 통과하는 비율)이고,

Q_o는 기기 가스 기류의 유량이고,

Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다)

를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 38

제31항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스는 O_2이고,

앞서 구한 O_2 비율과 하기 수학식(8)

$$F_{ECO2} = F_{mCO2}\left(1 + \frac{kQ_o}{Q_E}\right) (8)$$

(식에서,

F_{mCO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류의 비율(그리고 (1-k)는 코를 통과하는 비율)이고,

Q_o는 기기 가스 기류의 유량이고,

Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 39

기기 가스 기류를 제공하고 환자의 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 기기로서,

기류 공급원,

복합 가스 유출기류를 감지하는 센서, 및

컨트롤러

를 포함하며,

상기 기기는:

시변성 유량의 기기 가스 기류를 제공하도록,

기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록, 그리고

앞서 구한, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록

구성된 기기.

청구항 40

제39항에 있어서,

기기 가스 기류를 가습하기 위한 가습기를 더 포함하는 기기.

청구항 41

제39항 또는 제40항에 있어서,

환자에게 기기 가스 기류가 제공되도록 하기 위한 비밀봉식 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 캐뉼라를 더 포함하는 기기.

청구항 42

제39항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서,

기기 가스 기류는 고유량 가스 흐름인, 기기.

청구항 43

제39항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서,

시변성 유량의 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 유량 및 제2 시점에서의 제2 유량을 포함하며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 유량일 때와 제2 유량일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함하는 것인, 기기.

청구항 44

제39항 내지 제43항 중 어느 한 항에 있어서,

매개변수는 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율을 포함하는 것인, 기기.

청구항 45

제39항 내지 제44항 중 어느 한 항에 있어서,

가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이고/이거나

센서는 복합 가스 유출기류 내의 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제 중 하나 이상을 감지하도록 구성되는 것인, 기기.

청구항 46

제39항 내지 제45항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

$$Q_o(t), Q_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

(여기서,

$F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

$Q_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율(복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이고,

$Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이다)

로 가스 분율을 구하는 단계를 포함하는 것인, 기기.

청구항 47

제39항 내지 제46항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2이고,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(5)

$$F_E(t) \sim F_m(t+\Delta t)F_m(t) \cdot \frac{Q_o(t+\Delta t) - Q_o(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t) - Q_o(t)F_m(t)} \qquad (5)$$

(식에서,

$F_E(t)$는 t 시점에서 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 또는 O_2 또는 다른 가스(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$Q_0(t)$은 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$Q_0(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이다)

을 이용하는 단계를 포함하는 것인, 기기.

청구항 48

제39항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서,

센서는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하기 위해 환자의 입 및/또는 코에 또는 그 가까이에 위치하는 것인, 기기.

청구항 49

기기 가스 기류를 제공하고 환자의 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 기기로서,

기류 공급원,

복합 가스 유출기류를 감지하는 센서, 및

컨트롤러

를 포함하며,

상기 기기는:

시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)의 기기 가스 기류를 제공하도록,

기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록, 그리고

앞서 구한, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록

구성된 기기.

청구항 50

제49항에 있어서,

시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 가스 분율 및 제2 시점에서의 제2 가스 분율을 포함하며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 가스 분율일 때와 제2 가스 분율일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함하는 것인, 기기.

청구항 51

제49항 또는 제50항에 있어서,

매개변수는 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율을 포함하는 것인, 기기.

청구항 52

제49항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서,

가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제인, 기기.

청구항 53

제49항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며,

앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

$$F_o(t), F_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

(여기서,

$F_E(t)$는 t 시점에서 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

$F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율(복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2/O_2 분율)이고,

$F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이다)

로 가스 분율을 구하는 단계를 포함하는 것인, 기기.

청구항 54

제49항 내지 제53항 중 어느 한 항에 있어서,

날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이고, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(6)

$$F_E(t) = \frac{F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t) - F_m(t)\right) - F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t)\right)}{\left(F_o(t) - F_m(t)\right) - \left(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t)\right)} \qquad (6)$$

(식에서,

$F_E(t)$는 t 시점에서 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 또는 O_2 또는 다른 가스(호기 가스의 체적 분율)이고,

$F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

$F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

$F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

Q_0은 기기 가스 기류의 유량이고,

F_E는 날숨 가스 기류 내 가스의 분율이다)

을 이용하는 단계를 포함하는 것인, 기기.

청구항 55

제49항 내지 제54항 중 어느 한 항에 있어서,

센서는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하기 위해 환자의 입 및/또는 코에 또는 그 가까이에 위치하는 것인, 기기.

청구항 56

날숨 가스 기류에 존재하는 O_2 및/또는 CO_2의 분율을 구하는 방법으로서,

시변성 유량의 가습된 고유량 기기 가스 기류를 비밀봉식 비강 캐뉼라를 통해 환자에게 제공하는 단계와,

환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 O_2 및/또는 CO_2의 분율을 측정하는 단계와,

앞서 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 O_2 및/또는 CO_2의 분율과, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 O_2의 분율 또는 CO_2의 분율을 구하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 57

제2항에 있어서,

센서는 환자의 입과 코, 입, 또는 코를 감지함으로써 복합 가스 기류를 감지하는 것인, 기기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 호흡 장치를 사용할 때 환자의 날숨 가스 기류의 매개변수를 구하기 위한 방법 및 기기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 환자에게 유량 보조/요법을 제공할 때 임상의는 종종 환자의 날숨 가스 매개변수, 이를테면 O_2 분율 및/또는 CO_2 분율을 모니터링한다. 다양한 기류가 혼합되기 때문에, 모니터링되는 가스 매개변수들이 실제 날숨 가스 매개변수들을 정확하게 반영하지 못하는 경우가 많다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 환자의 날숨 가스 매개변수의 추정치를 구하기 위한 장치 및/또는 방법을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 일 양태에서 본 발명은 날숨 가스 기류(exhaled gas flow)에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서, 시변성(time-varying) 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 환자로부터의 복합 가스 유출기류(composite gas outflow)에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하는 단계와, 앞서 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0005] 다른 양태에서, 본 발명은 기기 가스 기류를 제공하고 환자의 날숨 가스 기류의 매개변수를 구하는 기기로서, 기류 공급원(flow source), 복합 가스 유출기류를 감지하는 센서, 및 컨트롤러를 포함하며, 상기 기기는: 시변성 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 제공하도록, 기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류(leak gas flow) 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록, 그리고 앞서 구한 가스의 매개변수와, 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록 구성된다.

[0006] 선택적으로, 시변성 매개변수는 기기 가스 기류의 유량 또는 가스 비율 중 하나 이상이며, 선택적으로 상기 가스 비율은 기기 가스 기류에 존재하는 가스의 분율 또는 기기 가스 기류에 존재하는 가스의 분압이다.

[0007] 선택적으로, 가스 비율은: 기체 분율, 바람직하게는 O_2 분율; 또는 가스 분압, 바람직하게는 O_2 분압이다.

[0008] 선택적으로, 상기 방법 또는 기기는 마취 시술 동안 기기 가스 기류를 제공하는 단계를 포함한다.

[0009] 선택적으로, 기기 가스 기류는 비밀봉식 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 캐뉼라를 통해 제공된다.

[0010] 선택적으로, 기기 가스 기류는 고유량 가스 기류이다.

[0011] 선택적으로, 상기 방법 또는 기기는 기기 가스 기류를 가습하는 단계를 더 포함한다.

[0012] 선택적으로, 상기 측정된, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는 오직 한 가지 가스와 시변성 매개변수만을 측정하는 단계를 포함하되, 상기 시변성 매개변수는 유량이다.

[0013] 또 다른 양태에서, 본 발명은 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서, 시변성 유량의 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계와, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0014] 선택적으로, 시변성 유량의 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 유량 및 제2 시점에서의 제2 유량을 포함하며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 유량일 때와 제2 유량일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0015] 선택적으로, 매개변수는 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율을 포함한다.

[0016] 선택적으로, 가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란(sevoflurane)과 같은 마취제이고/이거나, 센서는 복합 가스 유출기류 내의 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제 중 하나 이상을 감지하도록 구성된다.

[0017] 선택적으로, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자 호흡의 흡기 단계 및/또는 호기 단계 동안 구한다.

[0018] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(4)

$$F_E(t) = \frac{Q_o(t)F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right) - Q_o(t+\Delta t)F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)}{Q_o(t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right) - Q_o(t+\Delta t)\left(\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)\right)} \qquad (4)$$

[0019]

[0020] (식에서,

[0021] $F_E(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

[0022] $F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

[0023] $Q_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이고,

[0024] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(예컨대, 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제의 분율 매개변수)이고,

[0025] $Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

[0026] $F_o(t)$는 t 시점과 t+△t 시점에서 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11') 내 가스 성분의 체적 분율이

고,

[0027] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11')내 가스 성분의 체적 분율이고,

[0028] Q_0은 기기 가스 기류의 유량이고,

[0029] F_0은 기기 가스 기류 내 가스 성분의 분율이고,

[0030] F_E는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율이다)을 이용하는 단계를 포함한다.

[0031] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

[0032] $$Q_o(t), Q_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

[0033] (여기서,

[0034] $F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류(15')에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t)$는 환자가 입을 벌리고 있을 때에는 환자의 입에서 측정하고/하거나 환자가 입을 다물고 있을 때에는 코에서 측정하는 것이 바람직하며,

[0035] $Q_o(t)$는 t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 유량(기기 가스 유량)이고,

[0036] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t+\triangle t)$는 환자의 입에서 측정되는 것이 바람직하며,

[0037] $Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 유량(기기 가스 기류 유량)이다)로 가스 분율 $F_E(t)$을 구하는 단계를 포함한다.

[0038] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2이고, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(5)

[0039] $$F_E(t) \sim F_m(t+\Delta t)F_m(t) \cdot \frac{Q_o(t+\Delta t) - Q_o(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t) - Q_o(t)F_m(t)} \qquad (5)$$

[0040] (식에서,

[0041] $F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 및/또는 O_2 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0042] $F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0043] $Q_0(t)$은 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

[0044] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0045] $Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

[0046] Q_0은 기기 가스 기류의 유량이고,

[0047] F_E는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율이다)을 이용하는 단계를 포함한다.

[0048] 선택적으로, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자의 입 및/또는 코에서 또는

그 가까이에서 측정된다.

[0049] 선택적으로, 제1 유량과 제2 유량은 서로 다른 유량이다.

[0050] 선택적으로, 제1 유량과 제2 유량은 고유량이다.

[0051] 선택적으로, 제1 유량과 제2 유량은 약 0 LPM(분당 리터) 이상, 바람직하게는 약 20 LPM 이상, 더 바람직하게는 약 20 LPM 내지 약 90 LPM이다.

[0052] 선택적으로, 시변성 유량은, 약 0 LPM(분당 리터) 이상, 바람직하게는 약 20 LPM 이상, 더 바람직하게는 약 20 LPM 내지 약 90 LPM의 가변 유량을 갖는 진동이다.

[0053] 선택적으로, 상기 방법은 마취 시술 동안 기기 가스 기류를 제공하는 단계를 포함한다.

[0054] 선택적으로, 기기 가스 기류는 비밀봉식 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 캐뉼라를 통해 제공된다.

[0055] 선택적으로, 기기 가스 기류는 고유량 가스 기류이다.

[0056] 선택적으로, 상기 방법은 기기 가스 기류를 가습하는 단계를 더 포함한다.

[0057] 선택적으로, 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는 오직 한 가지 가스와 시변성 매개변수만을 측정하는 단계를 포함하되, 상기 시변성 매개변수는 유량이다.

[0058] 또 다른 양태에서, 본 발명은 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서, 시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)을 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계, 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류 내의, 가스의 매개변수를 구하는 단계와, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0059] 선택적으로, 시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 가스 분율 및 제2 시점에서의 제2 가스 분율을 포함하며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 가스 분율일 때와 제2 가스 분율일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0060] 선택적으로, 매개변수는 날숨 가스 기류에 존재하는 가스 성분의 분율을 포함한다.

[0061] 선택적으로, 가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이다.

[0062] 선택적으로, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자 호흡의 흡기 단계 및/또는 호기 단계 동안 구한다.

[0063] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율 $F_E(t)$을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

[0064] $$F_o(t), F_o(t+\Delta t), \quad F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

[0065] (여기서,

[0066] $F_E(t)$는 t 시점에서 환자의 날숨 가스 기류 내 CO_2 및/또는 O_2 가스의 분율(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0067] $F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0068] $F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0069] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0070] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0071] Q_0은 기기 가스 기류의 유량이고,

[0072] F_E는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율이다)로 가스 분율을 구하는 단계를 포함한다.

[0073] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이고, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율을 구하는 단계는: 하기 수학식(6)

[0074] $$F_E(t) = \frac{F_m(t+\Delta t)(F_o(t) - F_m(t)) - F_m(t)(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t))}{(F_o(t) - F_m(t)) - ((F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t))} \quad (6)$$

[0075] (식에서,

[0076] $F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 및/또는 O_2 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0077] $F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2 및/또는 O_2 또는 다른 가스의 분율이고,

[0078] $F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0079] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2 및/또는 O_2 또는 다른 가스의 분율이고,

[0080] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0081] Q_0은 기기 가스 기류의 유량이고,

[0082] F_E는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율이다)을 이용하는 단계를 포함한다.

[0083] 선택적으로, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수는 환자의 입 및/또는 코에서 또는 그 가까이에서 측정된다.

[0084] 선택적으로, 제1 가스 분율과 제2 가스 분율은 서로 다른 가스 분율이다.

[0085] 선택적으로, 상기 가스는 O_2이고, 상기 방법은 앞서 구한 O_2 비율과 하기 함수

[0086] $$F_{mCO2}, k, Q_o, Q_E$$

[0087] (여기서,

[0088] F_{mCO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류 내 CO_2의 비율이고,

[0089] k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류의 비율(그리고 (1-k)는 코를 통과하는 비율)이고,

[0090] Q_o는 기기 가스 기류의 유량이고,

[0091] Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다)를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 더 포함한다.

[0092] 선택적으로, 상기 가스는 O_2이고, 상기 방법은 앞서 구한 O_2 비율과 하기 수학식(8)

[0093] $$F_{ECO2} = F_{mCO2}\left(1 + \frac{kQ_o}{Q_E}\right) \quad (8)$$

[0094] (식에서,

[0095] F_{mCO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류 내 CO_2의 분율이고,

[0096] k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류의 비율(그리고 (1-k)는 코를 통과하는 비율)이고,

[0097] Q_o는 기기 가스 기류의 유량이고,

[0098] Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 더 포함한다.

[0099] 선택적으로, 상기 가스는 O_2이고, 상기 방법은 앞서 구한 O_2 비율과 하기 함수

[0100] $$F_{mCO2}, F_{mO2}, F_{EO2}, F_{oO2}$$

[0101] (위에서,

[0102] F_{mCO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0103] F_{mO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 O_2의 분율이고,

[0104] F_{EO2}는 환자의 날숨 가스 기류 내 O_2의 분율이고,

[0105] F_{OO2}는 호흡 기기에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류 내 O_2의 분율이다)를 이용하여 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 더 포함한다.

[0106] 선택적으로, 상기 가스는 O_2이고, 상기 방법은 앞서 구한 O_2 비율과 하기 수학식(7.9)

[0107] $$F_{ECO2}(t) = F_{mCO2}(t)\left[1 + \frac{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)}{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)}\right] \qquad (7.9)$$

[0108] (t 시점에서,

[0109] F_{mCO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0110] F_{mO2}는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 O_2의 분율이고,

[0111] F_{EO2}는 환자의 날숨 가스 기류 내 O_2의 분율이고,

[0112] F_{OO2}는 호흡 기기에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류 내 O_2의 분율이다)을 이용하여 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 더 포함한다.

[0113] 또 다른 양태에서, 본 발명은 기기 가스 기류를 제공하고 환자의 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 기기로서, 기류 공급원, 복합 가스 유출기류를 감지하는 센서, 및 컨트롤러를 포함하며, 상기 기기는: 시변성 유량의 기기 가스 기류를 제공하도록, 기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록, 그리고 앞서 구한, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록 구성된다.

[0114] 선택적으로, 상기 기기는 기기 가스 기류를 가습하기 위한 가습기를 더 포함한다.

[0115] 선택적으로, 상기 기기는 환자에게 기기 가스 기류가 제공되도록 하기 위한 비밀봉식 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 캐뉼라를 더 포함한다.

[0116] 선택적으로, 기기 가스 기류는 고유량 가스 흐름이다.

[0117] 선택적으로, 시변성 유량의 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 유량 및 제2 시점에서의 제2 유량을 포함하며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 유량일 때와 제2 유량일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0118] 선택적으로, 매개변수는 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율을 포함한다.

[0119] 선택적으로, 가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이고/이거나 센서는 복합 가스 유출 기류 내에서 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제 중 하나 이상을 감지하도록 구성된다.

[0120] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

[0121] $$Q_o(t), Q_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

[0122] (여기서,

[0123] $F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0124] $F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

[0125] $Q_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이고,

[0126] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율(복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이고,

[0127] $Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 유량)이다)로 가스 분율을 구하는 단계를 포함한다.

[0128] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2이고, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수(F_E)와, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율을 구하는 단계는: 하기 수학식(5)

[0129] $$F_E(t) \sim F_m(t+\Delta t)F_m(t) \cdot \frac{Q_o(t+\Delta t) - Q_o(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t) - Q_o(t)F_m(t)} \qquad (5)$$

[0130] (식에서,

[0131] $F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 또는 O_2 또는 다른 가스의 분율(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0132] $F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0133] $Q_0(t)$은 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

[0134] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0135] $Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 유량(기기 가스 기류 유량)이고,

[0136] Q_0은 기기 가스 기류의 유량이고,

[0137] F_E는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스의 분율이다)을 이용하는 단계를 포함한다.

[0138] 선택적으로, 센서는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하기 위해 환자의 입 및/또는 코에 또는 그 가까이에 위치한다.

[0139] 또 다른 양태에서, 본 발명은, 기기 가스 기류를 제공하고 환자의 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 기기로서, 기류 공급원, 복합 가스 유출기류를 감지하는 센서, 및 컨트롤러를 포함하며, 상기 기기는: 시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)의 기기 가스 기류를 제공하도록, 기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스를 제공받은 환자로부터의 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하도록, 그리고 앞서 구한, 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 비율(예를 들어, 가스 분율)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를

구하도록 구성된다.

[0140] 선택적으로, 시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류는 적어도 제1 시점에서의 제1 가스 분율 및 제2 시점에서의 제2 가스 분율을 포함하며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계는: 제1 가스 분율일 때와 제2 가스 분율일 때 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 이용하여 가스 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0141] 선택적으로, 매개변수는 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 분율을 포함한다.

[0142] 선택적으로, 가스는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이다.

[0143] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며,

[0144] 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기의 함수

[0145] $$F, F_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

[0146] (여기서,

[0147] $F_E(t)$는 환자의 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 농도(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0148] $F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율이고,

[0149] $F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0150] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류에서 측정된 가스 성분의 분율(복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2/O_2 분율)이고,

[0151] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이다)로 가스 분율을 구하는 단계를 포함한다.

[0152] 선택적으로, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수는 가스 분율이며, 상기 가스는 바람직하게는 CO_2, O_2, 질소, 헬륨, 및/또는 세보플루란과 같은 마취제이고, 앞서 구한 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 가스 분율을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 분율(F_E)을 구하는 단계는: 하기 수학식(6)

[0153] $$F_E(t) = \frac{F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t) - F_m(t)\right) - F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t)\right)}{\left(F_o(t) - F_m(t)\right) - \left(F_o(t+\Delta t) - F_m(t+\Delta t)\right)} \qquad (6)$$

[0154] (식에서,

[0155] $F_E(t)$는 t 시점에서 환자의 날숨 가스 기류 내의 CO_2 또는 O_2 또는 다른 가스(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0156] $F_m(t)$는 t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0157] $F_o(t)$는 t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0158] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 복합 가스 유출기류에서 측정된 CO_2의 분율이고,

[0159] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자에게 제공되는 기기 가스 기류의 가스 분율(기기 가스 기류 가스 분율)이고,

[0160] Q_o는 기기 가스 기류의 유량이고,

[0161] F_E는 날숨 가스 기류 내 가스의 분율이다)을 이용하는 단계를 포함한다.

[0162] 선택적으로, 센서는 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하기 위해 환자의 입 및/또는 코에 또는 그 가까이에 위치한다.

[0163] 또 다른 양태에서, 본 발명은 날숨 가스 기류에 존재하는 O_2 및/또는 CO_2의 분율을 구하는 방법으로 구성되며, 상기 방법은 시변성 유량의 가습된 고유량 기기 가스 기류를 비밀봉식 비강 캐뉼라를 통해 환자에게 제공하는 단계와, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 O_2 및/또는 CO_2의 분율을 측정하는 단계와, 앞서 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 O_2 및/또는 CO_2의 분율과, 상기 시변성 유량을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 O_2의 분율 또는 CO_2의 분율을 구하는 단계를 포함한다.

[0164] 또 다른 양태에서, 본 발명은 처리 장치(들) 상에서 실행될 때 처리 장치(들)로 하여금 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령들이 저장된 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하며, 상기 방법은: 시변성 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 측정하는 단계와, 앞서 측정된 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수와, 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계를 포함한다.

[0165] 또 다른 양태에서, 본 발명은 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 방법으로서, 시변성 매개변수를 갖는 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 기기 가스 기류로부터의 누출 가스 기류 및 가스 성분을 갖는 날숨 가스 기류를 포함하는, 환자로부터의 복합 가스 유출기류에 존재하는 가스의 매개변수를 구하는 단계와, 앞서 구한, 복합 가스 유출기류의 매개변수 및 상기 시변성 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 가스의 비율을 구하는 단계를 포함하며, 앞서 구한 복합 가스 유출기류의 매개변수는 복합 가스 유출기류 내 가스 성분의 비율이다.

[0166] 선택적으로, 센서는 환자의 입과 코, 입, 또는 코를 감지함으로써 복합 가스 기류를 감지한다.

[0167] 또 다른 양태에서, 본 발명은 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 분율을 구하는 방법으로서, 고유량 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 환자의 날숨 가스 기류 내 O_2 분율을 구하는 단계와, 앞서 구한 O_2 분율과 하기 함수

[0168] $$F_{mCO2}, k, Q_o, Q_E$$

[0169] (여기서,

[0170] F_mCO_2는 기기 가스 기류 내 CO_2의 체적 분율이고,

[0171] k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류의 비율(그리고 $(1-k)$는 코를 통과하는 비율)이고,

[0172] Q_o는 기기 가스 기류의 유량이고,

[0173] Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다)를 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 포함한다.

[0174] 또 다른 양태에서, 본 발명은 본 발명은 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 분율을 구하는 방법으로서, 고유량 기기 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계와, 환자의 날숨 가스 기류 내 O_2 분율을 구하는 단계와, 앞서 구한 O_2 분율과 하기 수학식(8)

[0175] $$F_{ECO2} = F_{mCO2}\left(1 + \frac{kQ_o}{Q_E}\right) (8)$$

[0176] (식에서,

[0177] F_mCO_2는 기기 가스 기류 내 CO_2의 체적 분율이고,

[0178] k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류의 비율(그리고 $(1-k)$는 코를 통과하는 비율)이고,

[0179] Q_0는 기기 가스 기류의 유량이고,

[0180] Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다)을 이용하여, 날숨 가스 기류에 존재하는 CO_2의 비율을 구하는 단계를 포함한다.

[0181] 본원에 개시되는 숫자 범위(예를 들어, 1 내지 10)를 언급하는 경우, 그 범위 내의 모든 유리수(예를 들어, 1, 1.1, 2, 3, 3.9, 4, 5, 6, 6.5, 7, 8, 9 및 10) 뿐만 아니라 그 범위 내의 임의의 실수 범위(예를 들어, 2 내지 8, 1.5 내지 5.5, 및 3.1 내지 4.7)도 포함하는 것이므로, 본원에 명시적으로 개시되는 모든 범위의 모든 하위 범위를 명시적으로 개시하는 것이다. 이들은 구체적으로 의도하고자 하는 것의 예일 뿐이며, 열거된 최저치와 최고치 사이의 모든 가능한 수치들의 조합은 유사한 방식으로 본 출원에서 명시적으로 언급된 것으로 간주되어야 한다.

[0182] 본 명세서와 청구범위에서 사용되는 '포함하여 구성되는(된다)' 및/또는 '포함하는(한다)'이란 용어들은 '~로 적어도 일부가 구성되는(된다)'을 의미한다. '포함하여 구성되는(된다)' 및/또는 '포함하는(한다)'이란 용어를 포함하는 본 명세서와 청구범위에서의 각 서술문을 해석할 때, 해당 용어에 앞서 설명된 특징부(들) 외의 특징부들도 존재할 수 있다. '포함하여 구성되는(된다)' 및/또는 '포함하는(한다)'과 같은 관련 용어들은 동일한 방식으로 해석되어야 한다. 문맥상 명확하게 달리 요구하지 않는 한, 본 발명의 설명과 청구범위 전반에 걸쳐 "포함하다", "포함하는" 등의 용어는 배타적이거나 완전한 의미가 아닌 포괄적인 의미로, 즉, "포함하지만 이에 국한되지 않는"의 의미로 해석되어야 한다.

[0183] '컴퓨터 판독가능 매체'란 문구는 단일 매체 또는 다중 매체를 포함하는 것으로 간주되어야 한다. 다중 미디어의 예로는 중앙집중식 또는 분산 데이터베이스 및/또는 관련 캐시가 있다. 이들 다중 매체는 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령 세트를 저장한다. '컴퓨터 판독가능 매체'란 문구는 컴퓨팅 장치의 프로세서가 실행할 일련의 명령어를 저장, 인코딩 또는 전달할 수 있고 프로세서로 하여금 본원에 기술된 방법들 중 임의의 하나 이상의 수행하도록 하는 모든 매체를 포함하는 것으로 이해해야 한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 또한 이러한 일련의 명령어에 의해 사용되거나 이와 관련된 데이터 구조를 저장, 인코딩 또는 전달할 수 있다. '컴퓨터 판독가능 매체'란 문구는 고체-상태 메모리, 광학 매체 및 자기 매체를 포함한다.

[0184] 본 명세서에서, 특허 명세서들 및 다른 문헌을 비롯한 외부 정보 소스를 참조한 경우, 이는 일반적으로 본 발명의 특징을 설명하는 내용을 제공하기 위한 목적이다. 달리 명시되지 않는 한, 이러한 외부 문헌에 대한 참조를, 어떤 관할권에서도, 그 문헌 또는 그 정보 소스가 선행 기술이라는 것 또는 해당 기술 분야의 통상적인 일반 지식의 일부를 형성한다는 것의 인정으로 해석되어서는 안 된다.

[0185] 본 발명은 또한 넓은 의미로 본 출원의 명세서에서 개별적으로 혹은 일괄적으로 언급하였거나 명시한 부품들, 구성요소들 및 특징들, 그리고 상기 부품들, 구성요소들 및 특징들 중 둘 이상의 임의의 또는 모든 조합으로 구성된다고도 할 수 있다. 이전 설명에서 완전체 또는 그의 공지된 등가물을 갖는 구성요소를 언급한 경우, 이러한 완전체는 개별적으로 제시된 것처럼 본 명세서에 통합되었다.

[0186] 본 발명이 관련된 당해 기술분야의 숙련자에게는 첨부된 청구범위에 정의된 본 발명의 범주를 벗어나지 않으면서 본 발명의 구성과, 광범위하게 다양한 실시예 및 용도를 많이 변경할 수 있음이 자명할 것이다. 본 개시내용과 설명은 순전히 예시적인 것이며 어떠한 의미로든 제한하려는 의도가 아니다. 본 명세서에서 본 개시와 관련된 기술 분야에 공지된 균등물을 갖는 특정 완전체를 언급하는 경우, 이러한 공지된 균등물은 개별적으로 제시된 것처럼 본 명세서에 포함된 것으로 간주한다. 본 발명은 전술한 것으로 구성되며, 또한 이하 단지 예로써 설명된 구성들도 예상한다.

도면의 간단한 설명

[0187] 이하 도면을 참조하여 실시예를 설명하기로 한다.

도 1a는 호흡 기기, 환자 및 환자의 환경 간의 기류를 나타낸다.

도 1b는 고유량을 제공하기 위한 호흡 기기이다.

도 2는 복합 날숨 가스 기류 중의 CO_2 분율의 트레이스 기록이다.

도 3a는 기기 가스 기류(시변성 유량) 및 그에 따른 복합 가스 유출기류의 성분들을 나타낸다.

도 3b와 도 3c는 대안적 기기 가스 기류들을 나타낸다.

도 4는 시변성 기기 기류를 구현하고 날숨 가스 매개변수들을 추정하는 호흡 기기의 일 실시예이다.

도 5는 시변성 가스 기류 및 날숨 가스 매개변수들을 추정하기 위해 호흡 기기에 의해 구현되는 방법의 일 실시예이다.

도 6a는 기기 가스 기류(시변성 유량) 및 그에 따른 복합 가스 유출기류의 성분들을 나타낸다.

도 6b와 도 6c는 대안적 기기 가스 기류들을 나타낸다.

도 7은 시변성 가스 기류 및 날숨 가스 매개변수들을 추정하기 위해 호흡 기기에 의해 구현되는 방법의 일 실시예이다.

도 8은 환자에게 유입되고 환자에서 유출되는 다양한 가스 기류를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0188] **1. 개요**

[0189] 본 실시예들은 비밀봉식 환자 인터페이스, 예컨대 비밀봉식 비강 캐뉼라를 통해 유량(바람직하게는 고유량)을 제공하는 호흡 기기를 사용할 때 환자가 내쉬는 가스의 기류("날숨 가스 기류") 중의 가스 매개변수를 구하는 것에 관한 것이다("가스 매개변수를 구하는 것"이란 가스 매개변수-의 또는 -에 관한 추정치, 값, 지시값 또는 기타 정보를 파악하거나, 획득하거나, 구하는 것을 의미할 수 있지만 이에 국한되지는 않는다).

[0190] 본원에 설명되는 실시예들은 환자의 날숨 가스 기류의 매개변수를 구하기 위한 기기 및 방법을 제공하며, 상기 매개변수는 2가지 이상으로 구성된 가스 성분들을 포함하는 날숨 가스 기류 중의 한 가스 성분의 비율(예컨대, 농도/분율 또는 분압)과 관련이 있다. 어떤 특정한 상황에서 환자는 자발적으로 호흡한다(다시 말해, 호흡이 미약하거나 위태롭게 호흡하더라도 스스로의 노력으로 호흡한다). 예를 들어, 날숨 가스 기류에는 O_2, CO_2, 질소, 헬륨, 마취제(이를테면, 세보플루란) 등이 포함될 수 있으며, 매개변수는 환자가 내쉬는 가스 기류 내 CO_2 비율(예컨대, 농도/분율 또는 분압) 또는 O_2 비율(예컨대, 농도/분율 또는 분압)일 수 있다. 여기서, 가스 성분은 CO_2 또는 O_2이고, 매개변수는 가스 성분이 날숨 가스 기류 중에 차지하는 비율이다. 일부 실시예에서, 매개변수는 CO_2 또는 O_2 이외의 가스와 관련이 있을 수 있다.

[0191] 의료 전문인은 예를 들어 의료 시술 동안 환자를 모니터링할 때 날숨 가스 기류의 매개변수 추정치를 알기를 바랄 수도 있다. 의료 시술은 광의적으로 이해해야 하며, 산소 공급 및 사전-산소 공급 단계나 시술 도중, 또는 비제한적으로는 임의의 다른 시점에서, 진정제 및/또는 마취제 투여를 비롯한 진정 및/또는 마취(진정 및/또는 마취를 본원에서는 보다 일반적으로 "마취 시술"로 지칭한다) 이전, 도중 또는 이후의 어느 때라도, 수술 절차, 수술 전후 절차를 포함하는 의료 시술을 제공하는 모든 측면을 포함할 수 있다. 의료 시술은 또한 호흡 보조(이를테면, 고유량 호흡 보조)를 제공하는 것을 포함할 수 있다. 본 명세서와 관련하여, 의료 시술은 또한 환자에게 특정 시술이 제공되고 있는지 아닌지 환자를 모니터링하는 것을 포함할 수 있다. 본원에 설명되는 실시예들은 의료 시술에서의 용도로만 국한되지 않는다. ICU, 또는 호흡 보조가 제공되는 다른 어떤 상황에서도 사용될 수 있다.

[0192] 본 명세서에서, "날숨"이란 표현은 "숨을 내쉬다"와 같은 의미로 사용될 수 있다.

[0193] 본 명세서에서, 가스와 관련하여 "비율"이란 표현은 2가지 이상의 구성 가스 성분을 포함하는 전체 가스에서의 한 구성 가스 성분의 임의의 상대 측정값을 가리킨다. 예를 들어, 비율은 다음을 포함할 수 있다:

[0194] • 체적 분율,

[0195] • 분율,

[0196] • 체적 농도,

[0197] • 농도,

[0198] • 몰 농도,

[0199] • 분압

[0200] 측정되는 비율은 사용되는 센서에 의해 측정되는 농도, 분율, 분압 등의 매개변수일 수 있다. 구하고자 하는 비율은 사용자가 원하는 매개변수 및/또는 호흡 시스템에 의해 처리되었거나 호흡 시스템과 연관된 매개변수일 수 있다.

[0201] 본 명세서에서, "농도"란 표현은 "분율"이라고도 지칭되며, 날숨 가스 기류, 기기 기류 또는 임의의 다른 기류이든 해당 가스 기류 중의 전체 구성 가스의 체적에 대한 관심 가스의 체적 퍼센트로 표시될 수 있다. 그러나 매개변수는 다른 측정값일 수 있으며 가스 또한 다를 수 있다. 이는 단지 예일 뿐이다.

[0202] 구하고자 하는 가스 매개변수와 관련된 가스는 산소(O_2), 이산화탄소(CO_2), 질소(N), 헬륨(He) 또는 세보플루란일 수 있되 이에 국한되지는 않는다. 본원에서 특정 가스를 언급하는 경우, 이는 단지 예를 들기 위한 것으로, 본 설명은 언급된 가스뿐 아니라 모든 가스에 적용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0203] 본 명세서에서, "고유량"은 유량이 정상보다 높은, 이를테면 건강한 환자의 정상 흡기 유량보다 높은, 모든 가스 기류를 의미하지만 이에 국한되지는 않는다. 이러한 고유량 처치는 예를 들어 비밀봉식 프롱과 같은 비밀봉식 환자 인터페이스로 인해 환자의 기도 입구에서 상당한 누출을 일으키는 비밀봉식 호흡 시스템에 의해 제공될 수 있다. 고유량 처치는 또한 환자의 편안함, 순응도 및 안전을 향상시키기 위해 가습 기능도 갖는다. 대안으로 또는 추가로, 고유량은 전후 문맥과 관련된 일부 다른 임계 유량보다 높을 수 있다. 예를 들어, 흡기 요구량을 충족시키기 위한 유량의 가스 기류를 환자에게 제공하는 경우, 이는 다른 상황이었다면 제공되었을 공칭 유량보다 높기 때문에 해당 유량은 "고유량"으로 간주될 수 있다. 따라서, "고유량"은 상황에 따라 달라지며, 무엇이 "고유량"을 구성하느냐는 환자의 건강 상태, 제공되는 시술/요법/보조 유형, 환자의 특징(큰 체격, 작은 체격, 성인, 소아) 등에 따라 달라진다. 당업자라면 전후 문맥을 통해 무엇이 "고유량"을 구성하는지 알고 있다. 다른 상황이었다면 제공되었을 유량을 상회하는 유량의 크기가 고유량이다.

[0204] 그러나, 비제한적으로는 고유량의 일부 지시값이 다음과 같을 수 있다.

[0205] • 일부 구성에서, 환자에게 분당 약 5 또는 10 리터(5 또는 10 LPM(또는 L/min) 이상 유량의 가스가 전달된다.

[0206] • 일부 구성에서, 환자에게 약 5 또는 10 LPM 내지 약 150 LPM, 또는 약 15 LPM 내지 약 95 LPM, 또는 약 20 LPM 내지 약 90 LPM, 또는 약 25 LPM 내지 약 85 LPM, 또는 약 30 LPM 내지 약 80 LPM, 또는 약 35 LPM 내지 약 75 LPM, 또는 약 40 LPM 내지 약 70 LPM, 또는 약 45 LPM 내지 약 65 LPM, 또는 약 50 LPM 내지 약 60 LPM 유량의 가스가 전달된다. 예를 들어, 본원에 설명되는 다양한 실시예 및 구성에 따르면, 시스템을 통해 또는 기류 공급원으로부터 인터페이스에 공급되거나 제공되는 가스의 유량으로, 적어도 약 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150 LPM 또는 그 이상의 유량이 포함될 수 있되 이에 국한되지는 않으며, 유용한 범위는 이들 값 중 어느 하나로 선택될 수 있다(예를 들어, 약 20 LPM 내지 약 90 LPM, 약 40 LPM 내지 약 70 LPM, 약 40 LPM 내지 약 80 LPM, 약 50 LPM 내지 약 80 LPM, 약 60 LPM 내지 약 80 LPM, 약 70 LPM 내지 약 100 LPM, 약 70 LPM 약 80LPM).

[0207] "고유량"의 경우, 전달 대상 가스는 예를 들어 의도된 치료 용도에 따라 선택될 수 있다. 전달 대상 가스에는 일정 퍼센트의 산소가 포함될 수 있다. 일부 구성에서, 전달 대상 가스 중의 산소 퍼센트는 약 15% 내지 약 100%, 또는 약 20% 내지 약 100%, 또는 약 21% 내지 약 100%, 또는 약 30% 내지 약 100%, 또는 약 40% 내지 약 100%, 또는 약 50% 내지 약 100%, 또는 약 60% 내지 약 100%, 또는 약 70% 내지 약 100%, 또는 약 80% 내지 약 100%, 또는 약 90% 내지 약 100%, 또는 약 100%, 또는 100%일 수 있다.

[0208] 일부 실시예에 의하면, 전달 대상 가스에는 일정 퍼센트의 이산화탄소가 포함될 수 있다. 일부 구성에서, 전달 대상 가스 중의 이산화탄소 퍼센트는 0% 초과, 또는 약 0.3% 내지 약 100%, 또는 약 1% 내지 약 100%, 또는 약 5% 내지 약 100%, 또는 약 10% 내지 약 100%, 또는 약 20% 내지 약 100%, 또는 약 30% 내지 약 100%, 또는 약 40% 내지 약 100%, 또는 약 50% 내지 약 100%, 또는 약 60% 내지 약 100%, 또는 약 70% 내지 약 100%, 또는 약 80% 내지 약 100%, 또는 약 90% 내지 약 100%, 또는 약 100%, 또는 100%일 수 있다.

[0209] 미숙아/유아/소아(체중이 약 1 내지 약 30 kg 범위)를 위한 "고유량" 요법에서의 유량은 다를 수 있다. 치료성 유량은 0.4 내지 0.8 L/min/kg으로 설정될 수 있으며, 최소값은 약 0.5 L/min, 최대값은 약 25 L/min일 수 있다. 체중이 2 kg 미만인 환자의 경우 최대 유량은 8 L/min으로 설정된다.

[0210] 진동형 유량은 0.05 내지 2 L/min/kg으로 설정되며, 바람직한 범위는 0.1 내지 1 L/min/kg, 또 다른 바람직한 범위는 0.2 내지 0.8 L/min/kg이다.

[0211] 치료용 유량은 시변적(예컨대, 유동적)일 수 있다. 다시 말해, 치료성 유량은 시변성(예컨대, 유동적) 유량 성

분을 가질 수 있다. 치료에는 이러한 시변성 유량이 도움이 될 수 있다.

[0212] 본원의 실시예들은 또한 특징적 시변성(예컨대, 유동적) 유량을 가지며, 치료용 유량에 추가될 수 있음에 유의한다. 따라서, 시변성 치료용 유량이 이용되는 경우, 기기로부터의 가스 유량은 시변성 치료 가스 기류 성분(들)(부분) 및 특징적 시변성 유량 성분(들)(부분)을 갖게 된다. 시변성 치료용 유량은 시변성 유량과는 다른 목적을 지니며, (중복되거나 동일할 수는 있지만) 상이한 주파수 및/또는 진폭일 수 있다. 특징적 유량은 치료용 유량보다 낮거나 동일하거나 높을 수 있다. 특징적 유량 주파수는 (시변성인 경우) 치료용 유량 주파수보다 낮거나 동일하거나 높을 수 있다. 일부 실시예에서, 특징적 유량의 주파수는 치료용 유량의 주파수보다 높다. 시변성 치료용 유량은 호흡 보조, 기도 개방, 산소 공급 등의 효과를 제공하기 위한 것인 반면에 특징적 시변성 유량은 가스 매개변수를 구하는 데 도움을 주기 위한 것이다. 특징적 시변성 유량에 대해 나중에 더 자세히 설명하기로 한다. 본 명세서 전체에 걸쳐, 달리 명시하지 않는 한, 특징적 시변성 유량에 중점을 둘 것이지만, 치료상의 이유로 인해 시변성 치료용 유량도 있음을 배제하지 않는다.

[0213] 일 예로, 특징적 유량은 제1 유량과 제2 유량 사이를 오가며 변동될 수 있으며, 제1 유량과 제2 유량 중 하나 또는 둘 다가 약 0 LPM 내지 70 LPM 범위에 속할 수 있다. 최대 특징적 유량이 치료용 유량이 될 수 있다. 특징적 유량을 치료용 유량과 합칠(예컨대, 더할) 수 있거나 특징적 유량이 치료용 유량의 일부 또는 전부를 구성할 수 있다. 다시 말해, 치료용 유량 자체가 특징적 유량이 될 수 있다. 일부 실시예에 의하면, 특징적 유량은 치료용 유량을 기준으로 퍼센트로 표현될 수 있다. 예를 들어, 특징적 시변성 유량(성인의 경우)은:

[0214] · 치료용 유량의 약 0% 내지 약 200%,

[0215] · 치료용 유량의 약 0% 내지 100%,

[0216] · 치료용 유량의 약 100% 내지 200%, 또는

[0217] · 치료용 유량의 약 50% 내지 150% 범위이고/이거나,

[0218] · 약 0 내지 140 LPM,

[0219] · 약 0 내지 70 LPM,

[0220] · 약 70 내지 140 LPM,

[0221] · 약 40 내지 100 LPM, 또는

[0222] · 약 20 내지 60 LPM 범위이다.

[0223] 이들 범위가 유량을 제한하는 것은 아니며, 특징적 유량이 음의 값일 수 있지만 특징적 유량이 치료용 유량과 통합될 시 전체 유량이 양의 값이 된다는 점에 또한 유의해야 한다.

[0224] 고유량은 환자의 정상적인 실제 흡기 유량을 충족시키거나 초과하여 환자의 산소 공급을 늘리고 호흡일량을 줄이는 데 효과적인 것으로 밝혀졌다. 또한, 고유량은 비인두에 플러싱 효과를 야기함으로써 상부 기도의 해부학적 사강이 유입되는 높은 가스 기류에 의해 플러싱되도록 할 수 있다. 이는 매 호흡마다 사용가능한 신선한 가스 저장소를 생성하는 한편 이산화탄소, 질소 등의 재호흡을 최소화한다.

[0225] 예를 들어, 고유량 호흡 기기(10)를 예컨대 도 1a와 도 1b를 참조로 설명한다. 일반적으로, 기기(10)는 메인 하우징(100)으로 구성되며, 이러한 메인 하우징에는 모터/임펠러 장치 형태의 기류 발생기(50), 가습기(52)(선택사양), 컨트롤러(19), 및 사용자 I/O 인터페이스(예컨대, 디스플레이, 및 입력 장치(들), 이를테면 버튼(들), 터치스크린 등 포함)가 구비되어 있다. 컨트롤러(19)는 기기의 구성요소들을 제어하도록 구성되거나 프로그래밍되며, 이러한 제어의 예로, 기류 발생기를 작동하여 환자에게 전달될 가스의 흐름(가스 기류)을 발생하게 하는 것, (구비된 경우) 가습기를 작동하여 발생된 가스 기류를 가습 및/또는 가온하게 하는 것, 사용자 인터페이스로부터 기기의 재구성 및/또는 사용자-정의 작동에 대한 사용자 입력을 수신하는 것, 그리고 사용자에게 정보를 (예컨대, 디스플레이 상에) 출력하는 것이 포함된다. 사용자는 환자, 의료 전문인, 또는 기기 사용에 관심있는 모든 사람일 수 있다. 환자 호흡 도관은 유량 요법 기기의 하우징에 있는 가스 기류 출구에 결합되며, 환자 인터페이스(51)에, 이를테면 매니폴드 및 비강 프롱을 갖는 비강 캐뉼라에 커플링 결합된다. 환자 호흡 도관에는 도관을 통과하여 환자에게 전달되는 가스를 가온하기 위한 열선(5)이 구비될 수 있다.

[0226] 산소 및/또는 다른 가스를 전달하고 환자의 기도에서 CO_2를 제거함으로써 가스 교환 및/또는 호흡 보조를 촉진시키는 수단으로, 고유량 처치를 이용할 수 있다. 이러한 고유량 처치는 시술 전이나, 시술 도중이나, 시술 후에

특히 유용할 수 있다.

[0227] 고유량 가스의 추가 이점으로, 환자의 기도 내 압력을 증가시켜 기도, 기관(trachea), 폐/폐포 및 세기관지가 열리도록 압력을 지원한다는 것이 포함될 수 있다. 이들 구조가 열리면 산소투여가 향상되고, CO_2 제거에 어느 정도 도움이 된다.

[0228] 이렇게 증가된 압력은 또한 후두와 같은 구조에 의해 삽관 중에 성대가 시야에서 차단되는 것을 막을 수 있다. 가습된 상태의 고유량 가스는 또한 기도 건조를 방지하고 점액 섬모 손상을 완화하며 후두 경련의 위험 및 기도 건조와 관련된 위험(이를테면, 코피, 코피로 인한 흡인, 그리고 기도의 폐쇄, 부종 및 출혈)을 낮춘다. 고유량 가스의 또 다른 장점은 수술 중에 발생된 공기 통로 내 연기를 제거할 수 있다는 점이다. 예를 들어, 레이저 및/또는 지짐 장치(cauterizing device)에 의해 연기가 발생될 수 있다.

[0229] 도 1a를 참조하면, 본 실시예들은 환자를 치료하기 위해 호흡 기기(10)로부터 가스 기류(이를테면, 비제한적 예로 고유량 요법을 위한 고유량 가스)를 제공하는 모든 적합한 상황에서 사용될 수 있다. 호흡 기기(10)에서 기기 가스 기류(11)가 제공된다. 이러한 기기 가스 기류(11)는 임의의 유량으로 제공된다. 유량은 일정하거나(시간 경과에 따라 변경되지 않는다) 또는 치료 요건에 따라 시간 가변적일 수 있다. 이런 상황에서, 환자는 기기 가스 기류(11)의 적어도 일부를 호흡하고 가스 기류(13)를 내쉬게 되며, 이러한 날숨 가스 기류(13)에는 구성 가스 성분으로 CO_2, O_2, 질소, 헬륨 등이 포함된다. 세보플루란과 같은 마취제도 날숨 가스 기류(13)에 포함되어 있을 수 있다.

[0230] 환자를 모니터링할 때 환자의 날숨 가스 기류(13)를 구하는(예컨대, 센서(14) 등을 통한 측정) 것이 의료 전문인에게 유용할 수 있다. 특히, 환자 날숨 가스 기류(13)의 구성 가스 성분의 매개변수, 이를테면 CO_2 또는 O_2의 비율(예: 분율)을 파악하는 것이 의료 전문인에게 유용할 수 있다. 이는 치료에 대한 환자의 반응, 환자의 전반적인 웰빙 상태, 및/또는 환자가 시술을 받고 있다면 시술의 다음 단계를 시작할 시점을 평가하는 데 도움이 된다. 예를 들어, 환자에게 사전 산소투여(pre-oxygenating) 시, 날숨 가스 기류(13) 내의 O_2 분율을 측정하면 사전 산소투여가 되었는지 확인하는 데 도움이 된다. 또 다른 예로, CO_2 분율을 측정하면 환자가 호흡하고 있는지 확인하는 데 도움이 된다. 하지만, 호흡 기기(10)의 기기 가스 기류(11)에서 누출("누출 가스 기류")(12)되어 날숨 가스 기류(13)에 더해져, 예컨대 센서(14)에 의해 측정되는, 환자로부터의 전체 가스 유출기류("복합 가스 유출기류")(15)를 형성하기 때문에, 기기 가스 기류(11)가 환자에게 제공될 때 날숨 가스 기류(13)의 가스 성분(O_2 분율, CO_2 분율 또는 다른 가스 매개변수)을 구하는 것이 어려울 수 있다.

[0231] "누출 가스 기류"(12)는 환자가 흡입하지 않았고/않았거나 환자의 하부 기도에 들어가지 않고 입 및/또는 코를 통해 주변으로 빠져나가는, 기기 가스 기류(11)으로부터의 초과 가스 기류를 포함한다.

[0232] "복합 가스 유출기류"는 날숨 가스 기류(13)와 합쳐진 누출 가스 기류(12)이다. 그러므로, 날숨 가스 기류(13)를 실제로 측정하는 것이 아니라, 환자의 날숨 가스 기류(13)와 합쳐진 누출 가스 기류(12)를 포함하는 복합 가스 유출기류(15)를 측정한다. 센서(14)가 측정하는 날숨 가스 기류(13) 내 가스 성분이 누출 가스 기류(12)에 의해 희석되거나(예컨대, CO_2 분율을 측정하는 경우) 증가되거나(예컨대, O_2 분율을 측정하는 경우) 더 일반적으로는 "변경"될 수 있어, 알고자 하는 가스 성분의 매개변수에 대해 잘못된 정보를 제공받게 된다. 이 문제는 고유량에서, 예컨대 고유량 요법을 제공할 때, 악화된다. 따라서, 센서는 날숨 가스 기류(13)를 측정하는 대신, 가능하게는 기기 가스 기류(11)의 적어도 일부(즉, 누출 가스 기류(12))와 날숨 가스 기류(13)를 포함한 복합 가스 유출기류(15)의 가스 성분을 실제로 측정한다. 날숨 가스 기류(13)가 실제로 측정되는 것이 아니라 복합 가스 유출기류가 측정되는 것이므로, 날숨 가스 기류의 겉보기 판독값이 정확하지 않다. 복합 가스 유출기류(15)에는 다른 가스(예컨대, 주변 공기 중에 존재하는 가스)도 포함될 수 있음에 유의한다.

[0233] 날숨 가스 기류(13), 누출 가스 기류(12) 및 이에 따른 복합 가스 유출기류(15)는 입이나 코, 또는 입과 코로 나올 수 있다. 몇 가지 시나리오가 있다: 1) 환자의 입이 열려 있고, 주로(전체를 구성할 수 있는) 날숨 가스 기류, 누출 가스 기류 및 이에 따른 복합 가스 유출기류가 환자의 입으로 나온다; 2) 환자의 입이 열려 있고, 날숨 가스 기류, 누출 가스 기류 및 이에 따른 복합 가스 유출기류가 환자의 입과 코로 나온다; 3) 환자의 입이 닫혀 있고, 날숨 가스 기류, 누출 가스 기류 및 이에 따른 복합 가스 유출기류가 환자의 코로 나온다. 복합 가스 유출기류(15)의 측정은 입 밖으로 나오는 유출기류, 코 밖으로 나오는 유출기류, 또는 코와 입 밖으로 나오는 유출기류를 측정하도록 적합한 센서를 배치하여 수행할 수 있다. 센서가 단지 입 밖으로 나오는 유출기류를 측정하거나 단지 코 밖으로 나오는 유출기류를 측정하는 경우, 일부가 다른 구멍(예컨대, 센서에 의한 측정이

이루어지지 않고 있는 코 또는 입)으로 나갈 수도 있기 때문에 센서가 전체 복합 가스 유출기류를 측정하는 것이 아닐 수 있다. 이 경우에도, 센서 측정은 날숨 가스 기류의 가스 매개변수를 구하기 위한 복합 가스 유출기류의 측정값을 구하는 데 있어서 여전히 적절하고/하거나 충분하다.

[0234] 예를 들어, 도 2는 환자의 날숨 CO_2 분율 측정을 나타낸다. 도 2는 실제 CO_2 파형(실선) X를 측정된 희석 파형(점선) X^*와 비교하는 예시적 이산화탄소 신호를 보여준다. 이 설정으로, 의료 전문인에게 디스플레이 상에 표시될 수 있는 파형의 크기와 모양이 기기 가스 기류(11)의 희석에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 이러한 정보는 가스 교환이 일어나고 있음을 의료 전문인에게 알려주기는 하지만, 의료 전문인이 파형의 크기 및 모양을 정확하게 판독함으로써(예컨대, 환자가 내쉰 숨 말미에 환자가 방출한 이산화탄소 수준을 가리키는 환자의 호기말 CO_2를 파악함으로써) 얻을 수 있는 추가적인 식견을 주지는 못한다. 이러한 정보는 환자가 숨을 얕게 쉬고 있는 시술 진정과 같은 마취 시술 중에 알면 유용할 수 있다. 실제 측정되는 파형(실질적으로, 복합 가스 유출기류(15)의 측정)을 점선 X^*로 표시하였다. 그러나 이는 잘못된 파형이다. 왜냐하면 날숨 가스 기류(13)의 CO_2 실제 비율/참비율(이 경우, 분율)이 실선 X로 나타낸 바와 같이 더 높기 때문이다. 실제로는 누출 가스 기류(12)과 날숨 가스 기류(13)이 합쳐져 형성된 복합 가스 유출기류(15) 내의 CO_2 분율을 측정하는 것이므로 상기 측정되는 파형은 더 낮다. 날숨 가스 기류 내 CO_2 분율이 실제로 훨씬 더 높지만, 누출 가스 기류로부터의 (CO_2 분율이 낮은) 가스들과 합쳐지면서 복합 가스 유출기류 내 측정되는 CO_2 분율은 희석비율이다. 일부 경우, 상당히 많이 희석되면 CO_2 신호를 아예 감지하기 어려울 수 있다. 예를 들어, 환자의 호흡이 얕아 환자에게 고유량을 제공하는 경우가 그에 해당한다. X^*는 정확한 측정값이지만 엄밀하게는 날숨 가스 기류(13')의 CO_2 분율 X를 반영하는 것은 아니라 복합 가스 유출기류(15') 내의 CO_2 분율 X^*의 측정값이라는 것에 유의한다.

[0235] 날숨 가스 기류(13) 내의 O_2 분율 측정 시 위와 유사한 상황을 예상할 수 있다. 환자의 날숨 내 O_2 분율이 호흡기기에 의해 제공되는 O_2 분율보다 낮을 경우, 누출 가스 기류(12)가 복합 가스 유출기류(15)의 O_2 분율을 높일 것이므로, 날숨 가스 기류(13) 내의 실제 O_2 분율이 잘못 표시될 수 있다.

[0236] 본 실시예들은 바람직하게는 고유량의 가스를 환자에게 제공하는 비밀봉식 호흡 기기에 관한 것이다. '비밀봉식 기기'란 가스 기류의 일부가 환자에 의해 흡입되지 않고 주변으로 "누출"(누출 기류(12))되는 것을 의미한다. 본 실시예들은 실제 날숨 가스 기류(13)의 원하는 가스 성분의 매개변수를 구하기 위한 장치 및 방법을 제공하며, 이는 환자 위치에서 또는 환자 가까이("근접")에서 복합 가스 유출기류(15) 내 가스 성분의 매개변수를 측정하고 이러한 매개변수 측정에 미치는 누출 가스 기류(12)의 영향을 고려하여 환자로부터의 실제 날숨 가스 기류(13) 내 원하는 가스 성분의 매개변수를 구함으로써 이루어진다. 매개변수를 구하는 데 도움이 되도록 특징적 유량에 따라 기기 가스 기류가 달라질 수 있다. 복합 가스 유출기류(15)는 (CO_2와 O_2 외에) 다른 가스들(예컨대, 주변 공기 중에 존재하는 가스들)을 포함할 수 있음에 유의한다. 전술된 본 실시예들은 이러한 추가 가스들의 존재 하에 적용된다.

[0237] 호흡 기기는 환자에게 기기 가스 기류를 제공할 수 있는 기류 공급원을 포함할 수 있다. 호흡 기기가 시변성 기기 가스 기류를 제공함에 따라, 기기 가스 기류의 시변성 매개변수는 시간 경과에 따라 변경된다. 이는 실제 날숨 가스 기류(13)의 가스 매개변수를 구하는 데 도움이 되도록 사용가능한 특징(signature)을 제공한다. 있을 법한 예를 들자면, 기기 가스 기류의 시변성 매개변수는 유량, 또는 가스 비율(이를테면, 가스 분율(예컨대, O_2 분율) 및/또는 가스 분압(예컨대, O_2 분압))일 수 있다.

[0238] 일 실시예에서, 기류 공급원은 시변성 유량의 시변성 기기 가스 기류를 제공한다. 다른 실시예에 의하면, 기류 공급원은 시변성 가스 비율(이를테면, 가스 분율 또는 가스 분압)을 갖는 시변성 기기 가스 기류를 제공한다. 기류 공급원은 환자에게 가스 기류를 2가지 이상의 유량 또는 2가지 이상의 가스 비율로 제공할 수 있다. 기류 공급원은 환자에게 제공되는 유량을 예를 들면 2가지 이상의 유량 또는 2가지 이상의 가스 비율 사이를 오가도록 변경시킬 수 있다(예컨대, 진동, 반드시 고정 주파수로 발생하는 것은 아니다). 2가지 이상의 가스 비율 사이를 오가며 변경되는 경우, 유량이 특징적 유량에 따라 변경되지 않는 것이 바람직하며, 비치료용 유량 변경을 적용하지 않고 치료 요소만 제공한다.

[0239] 호흡 기기는 2가지 이상의 유량 및/또는 2가지 이상의 가스 비율인 경우의 원하는 가스 매개변수를 측정하기 위

한 하나 이상의 센서와, 환자로부터의 날숨 가스 기류(13)의 매개변수를 구하기 위한 컨트롤러를 포함할 수 있다. 타깃 가스, 예를 들어 O_2가 환자에게 전달되는 경우, 전달되는 가스 기류 내 타깃 가스의 농도/분율 또는 분압을 제어하기 위한 입력부가 호흡 기기에 포함될 수 있다. 입력부는 수동식(예컨대, 유량계 다이얼)이거나 전자식일 수 있다. 본원에서, 소정의 기능을 수행하도록 구성된 컨트롤러란 표현은 해당 기능을 수행하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤러를 의미하는 것일 수도 있으며, 컨트롤러란 표현이 사용되는 물리적 장치로 제한되는 것으로 간주해서는 안 된다. 본 방법을 컨트롤러에서 실행시키기 위한 프로그램을 저장하는 비일시적 판독가능 매체가 구비될 수 있다.

[0240] 일 실시예에서, 제1 및 제2 가스 유량 또는 시변성(예컨대, 진동형) 유량(연속적으로(continuously) 또는 불연속적으로(discretely) 변동하여 여러 가지 가스 유량 생성)의 가스 기류를 환자에게 제공한다(적어도 제1 및 제2 가스 유량을 갖게 된다). 이를 특징적 시변성 가스 유량으로 부른다. 위에서 주목한 대로, 시변성 가스 기류는 치료용 시변성 가스 유량 부분(그리고, 특징적 시변성 가스 기류 유량 부분)을 가질 수 있다. 설명을 위해, 여기서의 실시예는 특징적 시변성 유량 부분만을 참조하여 설명하기로 한다. 그러나, 치료용 시변성 가스 유량 부분 역시 유량에 포함된다(또는 치료용 유량 부분이 특징적 시변성 유량 부분의 이중 목적을 또한 수행한다)는 가능성을 배제하지 않는다. 그런 후 환자 측에서, 제1 유량일 때와 제2 유량일 때(또는 시변성인 경우, 상기 여러 가지 가스 유량 중 제1 유량일 때와 제2 유량일 때)의 (타깃 가스의) 가스 매개변수(즉, 복합 가스 유출기류(15)의 가스 매개변수)를 측정한다. 제1 유량일 때와 제2 유량일 때 각각 측정하여 얻은 가스 매개변수들을 이용하여, 예컨대 수학식 4를 이용하여, 날숨 가스 매개변수(즉, 날숨 가스 기류(13)의 가스 매개변수)를 구한다. 이 프로세스를 일정 시간 동안 반복할 수 있으며, 앞서 구한 날숨 가스 매개변수를 외삽하여 신호로 표시할 수 있다. 실시예들에서, 센서로부터 가스 매개변수 측정값들을 컨트롤러가 직접 수신하기보다는 사용자로부터 사용자 인터페이스 상의 입력을 통해 간접적으로 수신할 수 있다는 점에 유의해야 한다.

[0241] 대안으로, 다른 실시예에 의하면, 제1 및 제2 가스 비율(예컨대, 기기 가스 기류(11) 내 산소 분율이 서로 다를 수 있다) 또는 가변(예컨대, 진동형) 가스 비율(연속적으로 또는 불연속적으로 변동하여 여러 가지 가스 비율 생성)의 가스 기류를 환자에게 제공한다. 그런 후 환자 측에서, 제1 가스 분율일 때와 제2 가스 분율일 때(또는 가변적인 경우, 상기 여러 가지 가스 분율 중 제1 가스 비율일 때와 제2 가스 비율일 때)의 (타깃 가스의) 가스 매개변수를 측정한다. 제1 및 제2 가스 분율 또는 가변(예컨대, 진동형) 분율을 제공한다(적어도 제1 및 제2 가스 분율을 갖게 된다). 제1 가스 분율일 때와 제2 가스 분율일 때 각각 가스 매개변수를 측정하고 이렇게 얻은 가스 매개변수들을 이용하여, 예컨대 수학식 4를 이용하여, 날숨 가스 매개변수를 구한다. 이 프로세스를 일정 시간 동안 반복할 수 있으며, 앞서 구한 날숨 가스 매개변수를 외삽하여 신호로 표시할 수 있다. 이 방식은 환자에게 일반적으로 투여되는 가스(예컨대, 산소)에 특히 적합하다. 실시예들에서, 센서로부터 가스 매개변수 측정값들을 컨트롤러가 직접 수신하기보다는 사용자로부터 사용자 인터페이스 상의 입력을 통해 간접적으로 수신할 수 있다는 점에 유의해야 한다.

[0242] 대안으로, 또 다른 실시예에 의하면, 제1 및 제2 가스 비율(예컨대, 기기 가스 기류(11) 내 산소 분압이 서로 다를 수 있다)의 가스 기류를 환자에게 제공한다. 그런 후 환자 측에서, 제1 가스 분압일 때와 제2 가스 분압일 때의 가스 매개변수를 측정한다. 제1 및 제2 가스 분압 또는 가변(예컨대, 진동형) 분압을 제공한다(적어도 제1 및 제2 가스 분압을 갖게 된다). 제1 가스 분압일 때와 제2 가스 분압일 때 각각 (타깃 가스의) 가스 매개변수를 측정하고 이렇게 얻은 가스 매개변수들을 이용하여, 예컨대 수학식 4를 이용하여, 날숨 가스 매개변수를 구한다. 이 프로세스를 일정 시간 동안 반복할 수 있으며, 앞서 구한 날숨 가스 매개변수를 외삽하여 신호로 표시할 수 있다. 이 방식은 환자에게 일반적으로 투여되는 가스(예컨대, 산소)에 특히 적합하다. 실시예들에서, 센서로부터 가스 매개변수 측정값들을 컨트롤러가 직접 수신하기보다는 사용자로부터 사용자 인터페이스 상의 입력을 통해 간접적으로 수신할 수 있다는 점에 유의해야 한다.

[0243] "~일 때"는 시간적으로 정확할 필요는 없고, "~ 일(될) 즈음에"를 의미할 수도 있는 데, 이 경우 작은 시간 차이로 인해 측정 효율성이 변하지는 않는다. 또한, 기기가 가스 기류의 유량이나 가스 비율(예컨대, 가스 분율 또는 가스 분압)을 변경할 때, 호흡 기기(10)에서의 유량/가스 비율 및 (기기, 도관 및 환자 인터페이스를 통과해) 가스 기류가 이동해야 하는 거리로 인해 환자에게 도달하는 새로운 유량/가스 비율 간의 변동에 따른 지연이 생길 수 있다는 점에 유의해야 한다. 또한, 샘플링 라인을 환자 측에서 (타깃 가스의) 가스 매개변수를 측정하는 데 사용하면, 샘플이 샘플링 라인에 진입하는 데 걸리는 시간으로 인해 지연이 생길 수 있다. 따라서 "제1 및 제2 유량일 때", "제1 및 제2 가스 분율일 때", "제1 또는 제2 분압일 때" 등을 언급할 때, 이는 제1 및 제2 유량의 가스 기류가 (해당되는 경우, 샘플링 라인을 포함하여) 환자에 도달하는 시간을 가리킨다. 가스 기류 경로를 통과하는 유량/가스 비율의 변동에 따른 지연이 크지 않다면, 유량/가스 비율이 변할 때와 거의 동시에 환

자 측에서 가스 매개변수를 측정한다. 그러나, 가스 기류 경로를 통해 전파되는 유량/가스 비율의 변동에 따른 지연이 생긴다면, 새로운 유량/가스 비율이 환자에게 도달하는 데 걸릴 시간을 감안하기 위해, 환자 측에서의 측정은 유량/가스 비율 변동이 호흡 기기(10)에 적용된 후 일정 시간이 지난 후(지연 후)에 수행할 수 있다. 이러한 지연은 실험, 모델링, 측정, 계산 등과 같은 임의의 적합한 방식을 통해 확인 및/또는 구현될 수 있다. 본원에서, "~일 때"란 표현은 유량/가스 비율의 변동이 환자에 도달하는 시점, 및/또는 환자에게 도달하는 유량/가스 비율의 변동에 따른 지연으로 인해 기기에서의 유량/가스 비율이 변한 후의 임의의 시점을 포괄하는 개념으로 이해해야 한다. 이러한 설명은 본원의 모든 실시예에 적용된다.

[0244] 타깃 가스가 CO_2인 경우, 본 발명을 이용하여, 환자에게 고유량의 가스를 제공할 때 날숨되는 CO_2를 모니터링하고/하거나 호기말 CO_2를 파악할 수 있다. 현재, 디스플레이 상에 표시되는 트레이스 기록의 CO_2는 희석된 측정값을 나타낸다. 타깃 가스가 O_2인 경우, 본 실시예들은 호기 O_2를 모니터링할 수 있고/있거나 호기 O_2의 분율(F_EO_2)을 구할 수 있다. O_2 측정은, 예를 들어, 전신 마취 시술의 사전-산소투여 단계(마취성 무호흡(즉, 마취제에 의해 유도된 무호흡) 상태 이전이나 시술 진정 도중 환자의 O_2 수준을 높이기 위해 환자에게 사전에 산소를 투여하는 단계) 동안, 진정제를 투여하기 전의 사전-산소투여 단계 동안, 그리고 진정 단계(환자가 진정되고 얕게 숨을 쉴 수 있는 단계) 동안에 유용하다. 사전-산소투여 단계 시, 기기 가스 기류(11)로부터의 O_2가 환자에 흡수됨에 따라, 사전-산소투여 단계가 시작되는 시점부터 사전-산소투여 단계가 끝날 때까지 호기 가스 내의 F_EO_2가 상승하게 된다. 특히 환자의 동맥혈 가스 측정이 불가능하고/하거나 실현 가능하지 않는 상황에서, F_EO_2는 의료 전문인에게 환자의 혈중 O_2 수준에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있다. 바람직하게는 환자의 O_2 수준이 사전-산소투여 단계 시 상승한다.

[0245] 본원에 기술되는 실시예들은 환자가 호흡 보조를 받는 동안 호기말 가스 분율 또는 날숨 가스 분율을 인지하고 있는 것이 유용할 수 있는 임의의 다른 상황들에 적용될 수 있다. 본 발명은 마취 시술(즉, 수술실), ICU, 병동, 응급실 등에 사용될 수 있다.

[0246] **2. 일반 실시예 - 가변적 기기 가스 기류**

[0247] 도 3a의 다이어그램 및 그래프들과 도 5의 흐름도를 참조하여 실시예를 설명하기로 한다. 일반적으로, 공지된 방식으로 기기 가스 기류(11')의 유량을 (시간 경과에 따라) 변경함으로써 가스 매개변수를 구하고, 이러한 시변성 유량에 대해 주어진 정보와 복합 가스 유출기류(15')로부터 얻은 정보를 이용하여, 실제 날숨 가스 기류(13') 내 원하는 가스 성분의 매개변수를 구한다. 설명을 위해, 변경되는(가변) 기기 가스 기류에 대해서는 참조번호 11'를 사용함으로써, 변경되지 않는 기기 가스 기류에 대해 이전에 사용된 참조번호 11과 구별되도록 하였다. 마찬가지로, 가변 기기 가스 기류(11')의 경우, 누출 가스 기류, 날숨 가스 기류 및 복합 가스 유출기류에 대한 참조번호를, 변경되지 않는 기기 가스 기류(11)에서의 동일한 매개변수들에 대해 사용된 12, 13, 15 대신에, 12', 13' 및 15'를 각각 사용하였다.

[0248] 도 3a에 나타낸 바와 같이, 시변성 기기 가스 기류(11')가 호흡 기기(10)에 의해 환자에게 제공된다. 본 예에서, 시변성 유량의 기기 가스 기류는 2가지 이상의 유량 성분을 포함한다. 첫 번째 유량 성분은 치료에 필요한 것에 따른 치료용 유량 성분(31)이다. 두 번째 유량 성분은, 시간 경과에 따라 변경되며 치료용 유량을 치료에 필요한 것 이상으로 (치료에 필요할 수 있는 임의의 시변성 유량 포함), 단 기기 가스 기류에 의해 제공되는 치료의 효능에 영향을 미치지 않는 방식으로 수정/조절하는 특징적(시변성) 유량 성분(32)이다. 이들 두 성분(31, 32)이 함께 합쳐져 전체 시변성 기기 가스 기류(11')를 제공한다. 대안으로, 기기 가스 기류의 유량은 때때로 제로가 되는 가변 유량으로 구성될 수 있다. 특징적 유량이 호흡 보조에 미칠 수 있는 영향을 줄이기 위해, 수정된 시변성 가스 기류를 항상 제공하거나 또는 환자가 숨을 내쉬는 동안에만 제공할 수 있다. 모든 제어는 컨트롤러 또는 임의의 다른 적합한 장치에서 구현될 수 있다. 이는 시변성 유량의 성분에 관한 설명이지, 시변성 유량을 얻는 방법에 관한 설명은 아니라는 점에 유의한다. 시변성 유량은 본 출원인의 특허 공개 문헌들 WO2015033288 또는 US2016/0193438, WO2016157106 또는 US2018/0104426, WO2017187390 또는 US16/096660에 기재된 것처럼 여러 방식으로 실현될 수 있으며, 이들 문헌의 전체 내용을 본원에 참조로 포함하였다.

[0249] 전술한 대로, 치료용 유량은 일정한 유량일 수 있지만, 시변성 유량 성분 자체(즉, 특징적 유량 외에 하나 이상의 시변성 유량 성분을 갖는 가변 가스 유량)를 가질 수도 있다. 예를 들어, 도 3b에 나타낸 바와 같이, 치료용 유량(31') 자체는 함께 합쳐져 시변성 성분을 구성하는 일정(예컨대, 바이어스/베이스) 성분(31A')과 시변성 성분(31B')을 비롯한 다수의 성분들을 포함한다(이하, 가변 유량에 대한 모든 언급은, 맥락에 맞는 한, 따로 명시

하지 않더라도 시변성을 의미한다). 기기 가스 기류를 생성하기 위해 가변 유량이 특징적 유량에 합쳐질 수 있다(즉, 시변성 치료용 유량(31')은 특징적 유량 성분(32)에 의해 수정/조절된다).

[0250] 도 3c는 시변성 유량 성분(이 경우, 구형파)을 갖는 치료용 유량(31")의 또 다른 예이다. 시변성 기기 가스 기류(11*)로 이어지는 구형파 특징적 유량(32")도 도시되어 있다.

[0251] 특징적 유량은 예를 들어 단순히 시간 경과에 따라 제1 유량에서 제2 유량으로 변경되는 유량을 가질 수 있지만, 대안으로, 주기적(규칙적 또는 불규칙적), 비주기적, 무작위적, 비반복적 등의, 시간 경과에 따라 변경되는 모든 종류의 유량, 이를테면 진동형 유량 또는 임의의 다른 시변성 유량을 가질 수 있다. 반드시 규칙적인 주기적 변동일 필요는 없다(예컨대, 고정 주파수 발진이 요구되지 않으며, 실제로 가변 주파수일 수 있다). 또한 진폭을 고정시키지 않아도 된다. 예를 들어, 특징적 유량은 도 3a에 나타낸 것과 같은 구형파 형태일 수 있다. 특징적 유량은 또한 계단 함수, 톱니파, 사인파, 또는 더 복잡한 형태의 무작위의, 반복 또는 비반복적 함수이거나, 시간 경과에 따라 2가지 이상의 서로 다른 유량 사이를 오가는 임의의 다른 선택적 형태일 수 있다. 또한, 특징적 유량은 하나 이상 파동의 조합, 이를테면 다양한 크기와 주파수를 갖는 사인파일 수 있다.

[0252] 특징적 유량 성분이 치료용 유량 성분에 합쳐져(수정/조절), 가변 유량의 기기 가스 기류(11')를 제공한다. 따라서, 가변 유량은 시간 경과에 따라 적어도 한 번 변하는 임의의 유량을 의미한다. 기기 가스 기류(11')의 유량은 가변적이며, 치료용 유량(일정할 수 있거나, 그 자체가 가변적일 수 있어, 다양한 유량 성분들 자체를 포함할 수 있다) 및 상기 치료용 유량을 변경시키기 위한 추가 성분을 제공하는 특징적 유량을 포함하게 된다. 바람직하게는, 특징적 유량의 주파수(반복되는 경우) 또는 변화 기간(반복되지 않는 경우)이 환자의 호흡 횟수보다 높고/높거나 치료용 유량 성분의 어떠한 변동 횟수보다도 높다. 거듭 말하지만 극히 중요한 사항은 아니나, 이는 특징적 시변성 유량의 성분들에 관한 설명으로서, 시변성 유량 성분을 얻는 방법에 관한 설명이 아니다. 가스 공급원을 변경시켜 위의 특성들을 갖는 시변성 유량을 얻기 위한 임의의 적합한 장치가 구현될 수 있다. 예를 들어, 시변성 유량은 본 출원인의 특허 공개 문헌들 WO2015033288 또는 US2016/0193438(예컨대, 도 56와 도 57), WO2016157106 또는 US2018/0104426, WO2017187390 또는 US16/096660에 기재된 것처럼 여러 방식으로 얻을 수 있으며, 이들 문헌의 전체 내용을 본원에 참조로 포함하였다. 구체적인 비제한적 예로, 제어식 밸브 및/또는 속도제어식 모터/임펠러 장치를 들 수 있다.

[0253] 일 예로, 도 3a는 치료 목적으로 생성되는 가스 유량 성분(31)과 (특징적) 시변성 유량 성분(32)을 포함하는 기기 가스 기류(11')의 가변 유량을 나타낸다. 특징적 시변성 유량 성분은 구형파 함수로서, 규칙적인 주기 반복성 가변 유량을 제공한다. 누출 가스 기류(12')가 환자의 날숨 가스 기류(13')에 합쳐지면, 한 성분으로 특징적 유량 성분(32)(예컨대, 도 3a, 참조번호 32의 항목)을 갖는 복합 가스 유출기류(전체 기류)(15')가 생성된다. 복합 가스 유출기류의 가스 매개변수를 측정할 때(도 3a 하단의 CO_2 분율 측정 예 참조), 기기 가스 기류(11')의 시변성 유량 성분(32)은 복합 가스 유출기류(15')의 가스 매개변수에 영향을 미치며 가스 매개변수의 측정에서 명확해진다.

[0254] 시간 경과에 따른 복합 가스 유출기류(15') 내 가스 성분의 매개변수 측정과 더불어 기기 가스 기류(11')의 유량은 다음과 같은 목적으로 이용될 수 있다:

[0255] a) 기기 가스 기류가 환자의 날숨 가스 기류(13')의 매개변수에 미치는 영향을 파악하기 및/또는

[0256] b) 환자의 실제 날숨 가스 기류(13')의 가스 매개변수를 구하기.

[0257] a) 및/또는 b)에서의 목적은 복합 가스 유출기류(15')를 필터링, 보간 또는 외삽하여 날숨 가스 기류의 매개변수를 구하거나, 복합 가스 유출기류(15')로부터 가스 기류 매개변수를 모델링하거나, 복합 가스 유출기류로부터 가스 기류 매개변수를 계산 또는 파악하는 등의 임의의 적합한 방식으로 달성된다. 특징적 유량 성분(32)을 제공하여 기기 가스 기류(11')의 유량을 변경하면, 적합한 방식으로, 직접 또는 간접적으로, 복합 가스 유출기류(15') 내의 가스 분율(또는 측정되는 다른 매개변수)이 달라지고 이러한 가스 분율의 변화가 기본적인 날숨 가스 신호(날숨 가스 기류(13))에 영향을 미치지 않게 될 수 있다. 가스 분율의 변화란 가스의 희석 또는 증가된 분율일 수 있다. 일 예로, 보간법을 이용하여 날숨 가스의 파형 및 값을 복원할 수 있다. 다른 예로는, 두 시점에서 얻은 환자 가스 기류의 유량 측정값 그리고 동일한 두 시점에서의 복합 가스 유출기류 내 가스 성분의 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 매개변수를 구할 수 있다. 예를 들어, 날숨 가스 기류 내 CO_2 비율(예컨대, 분율)은 두 시점에서의 기기 가스 기류(유량) 그리고 동일한 두 시점에서의 복합 가스 유출기류 내 CO_2 비율(예컨대, 분율)을 측정/인지함으로써 구할 수 있다. 기기 가스 기류의 유량이 시간 경과에 따라

달라지기 때문에, 전술한 과정을 여러 다른 시점에서 반복적으로 수행할 수 있다. 그 밖의 예들도 가능하다. 또 다른 예로, 도 3a에서, 실제 가스 기류 매개변수를 도시한 바와 같이 측정값으로부터 외삽할 수 있다. 대안으로, 기기 가스 기류의 유량은 때때로 제로가 되는 가변 유량으로 구성될 수 있으며, 이 덕분에 매개변수 구하기가 더 수월해진다.

[0258] 전술된 가스 매개변수 구하는 기기 및 방법을 도 4와 도 5를 참조하여 설명하기로 한다. 해당 장치는 본원에 기술된 다른 실시예들에도 사용될 수 있다.

[0259] 도 4는 환자에게 유량 요법 또는 다른 치료를 제공하기 위한 호흡 기기(10)를 나타낸다. 기기는 시변성 기기 가스 기류(11')를 전달하고 날숨 가스 기류(13') 내 원하는 가스 성분의 매개변수를 구하도록 구성된다. 기기는 전반적으로 도 4에 점선 박스로 표시된 통합형 또는 개별형 구성요소에 기반한 장치일 수 있다. 일부 구성에서, 기기는 구성요소들이 모듈식으로 배치된 장치일 수 있다. 이에 따라, 기기를 "시스템"으로 지칭할 수도 있으나, 이들 용어가 제한 없이 혼용될 수 있다. 이하, '기기'로 지칭하겠지만 이를 제한하는 것으로 간주해서는 안 된다. 본 기기는 임의의 적합한 목적으로, 이를테면 마취 시술 시 사전-산소투여, 마취 시술 동안, 고유량 요법, 환기, 호흡 곤란을 겪는 환자 치료 시, 폐쇄성 수면 무호흡증이 있는 환자 치료 시, 또는 그 밖에 환자의 호흡 양상을 모니터링해야 하는 모든 경우에 사용될 수 있다.

[0260] 본 기기는 산소, 또는 산소와 1종 이상의 다른 가스의 혼합물과 같은 고유량 가스(31)를 제공하기 위한 기류 공급원(50)을 포함한다. 대안으로는, 기기를 기류 공급원에 연결하는 연결부가 기기에 구비될 수 있다. 이로써, 문맥에 따라, 기류 공급원이 기기의 일부를 구성하거나 기기와 분리된 것으로 간주할 수 있다. 또한 심지어는 기류 공급원의 일부는 기기의 일부를 구성하고 기류 공급원의 일부는 기기에 포함되지 않는다.

[0261] 기류 공급원은 벽부착형 산소 공급부, 산소 탱크(50A), 다른 가스 탱크, 및/또는 송풍기/기류 발생기(50B)를 갖춘 고유량 요법 기기일 수 있다. 도 4는 기류 발생기(50B), 공기 유입구(50C)(선택사양), 및 차단 밸브 및/또는 조절장치 및/또는 다른 가스 기류 컨트롤러(50D)를 통한 O_2 공급원(이를테면, 산소 탱크 또는 산소 발생기)으로의 연결부(선택사양)를 포함하는 기류 공급원(50)을 예시하고 있지만, 이는 하나의 선택안일 뿐이다. 본 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있다. 설명한 바와 같이 기류 공급원은 기류 발생기, O_2 공급원 또는 공기 공급원 중 하나이거나 이들의 조합일 수 있다. 기류 공급원(50)을 기기(10)의 일부인 것으로 도시하였지만, 외부 산소 탱크 또는 벽부착형 공급원의 경우에는 기류 공급원을 별도의 구성요소로 간주하기도 하는데, 이 경우 기기에는 기류 공급원으로의 연결을 위한 연결 포트가 마련되어 있다. 기류 공급원은 가스 기류(바람직하게는 고유량 가스)를 제공하여 전달 도관 및 환자 인터페이스(51)를 통해 환자에게 전달될 수 있도록 한다. 최종 용도에 따라, 환자 인터페이스(51)는 비강 인터페이스(캐뉼라)와 같은 밀봉되지 않는("비밀봉식"으로도 지칭) 인터페이스(예를 들어, 고유량 요법에 사용될 때); 또는 비강 마스크, 안면(full face) 마스크, 또는 네이잘 필로우와 같은 밀봉식 인터페이스(예를 들어, CPAP에 사용될 때)일 수 있다. 시변성 유량 실시예는 비밀봉식 환자 인터페이스와 사용될 수 있다. 시변성 유량의 가스 기류는 환자 외부 측 공동으로 또는 이를 통과해 전달되지 않으므로, 예컨대 비밀봉식 비강 캐뉼라를 통과하는 것이 바람직하다. 외부 공동은 시변성 유량 특징을 약화시킬 수 있는 저역통과 필터를 제시할 수 있다. 시변성 분율 실시예는 또한 밀봉식 환자 인터페이스와 사용될 수 있다. 바람직하게 환자 인터페이스(51)는 예를 들어 압력(기압) 외상(예컨대, 대기에 대한 압력 차이로 인해 호흡기의 폐 또는 다른 기관에 야기되는 조직 손상)을 방지하는 데 도움이 되는 비밀봉식 환자 인터페이스이다. 환자 인터페이스는 매니폴드와 비강 프롱을 갖는 비강 인터페이스(캐뉼라), 및/또는 안면 마스크, 및/또는 네이잘 필로우 마스크, 및/또는 기관절개술 인터페이스이거나, 임의의 다른 적합한 유형의 환자 인터페이스일 수 있다. 기류 공급원은 예컨대 0.5 리터/분 내지 약 375 리터/분, 또는 이 범위에 속하는 임의의 범위, 또는 양끝 한계치가 더 높거나 더 낮은 범위의 치료용 가스 유량을 제공할 수 있다.

[0262] 시변성 기기 가스 기류는 치료용 시변성(예컨대, 진동형) 유량을 가질 수 있으며, 컨트롤러는 가스 기류 조절장치를 제어하여 진동형 유량이 약 375 리터/분 내지 약 0 리터/분, 바람직하게는 약 240 리터/분 내지 약 7.5 리터/분, 더 바람직하게는 약 120 리터/분 내지 약 15 리터/분인 치료용 시변성 기기 가스 기류를 제공하며, 진동형 유량은 약 0.1 Hz 내지 약 200 Hz, 바람직하게는 약 0.1 Hz 내지 약 6 Hz, 더 바람직하게는 약 0.5 Hz 내지 약 4 Hz, 더욱더 바람직하게는 0.6 Hz 내지 3 Hz 중 한 가지 이상의 주파수를 갖는다. 가스 기류 조절장치는 기류 공급원(앞서 논의한 것처럼, 기류 공급원이 기류 발생기, O_2 공급원, 주변 공기 등일 경우)일 수 있고/있거나, 가스 기류의 가스 흐름 매개변수(예컨대, 유량, 가스 비율)를 조절하거나 변경시킬 수 있는 밸브 또는 다른 장치일 수 있다.

[0263] 진동형 유량은 치료용 유량 성분을 포함할 수 있으며, 이때 치료용 유량은 약 375 리터/분 내지 약 0 리터/분이거나 약 150 리터/분 내지 약 0 리터/분, 바람직하게는 약 120리터/분 내지 약 15 리터/분, 더 바람직하게는 약 90 리터/분 내지 약 30 리터/분이다.

[0264] 진동형 유량은 치료용 가스 기류 성분을 포함할 수 있으며, 이때 치료용 가스 기류의 일정한(예컨대, 바이어스/베이스) 유량 성분은 약 0.5 리터/분 내지 약 25 리터/분이다.

[0265] 진동형 유량은 치료용 유량 성분을 포함할 수 있으며, 이때 치료용 유량은 환자 체중 kg당 약 0.2 리터/분 내지 약 2.5 리터/분, 바람직하게는 환자 체중 kg당 약 0.25 리터/분 내지 약 1.75 리터/분, 더 바람직하게는 환자 체중 kg당 약 0.3 리터/분 내지 약 1.25 리터/분 또는 약 1.5 리터/분, 더욱더 바람직하게는 환자 체중 kg당 약 0.4 리터/분 내지 약 0.8 리터/분이다.

[0266] 시변성(예컨대, 진동형) 가스 기류의 하나 이상의 성분은 약 0.3 Hz 내지 약 4 Hz 중 한 가지 이상의 주파수를 가질 수 있다.

[0267] 진동형 유량은 적어도 하나의 시변성 유량 성분을 포함할 수 있으며, 각각의 진동형 유량은 환자 체중 kg당 약 0.5 리터/분 내지 2 리터/분, 바람직하게는 환자 체중 kg당 약 0.05 리터/분 내지 0.5 리터/분, 더 바람직하게는 환자 체중 kg당 약 0.12 리터/분 내지 약 0.4 리터/분, 더욱더 바람직하게는 환자 체중 kg당 약 0.12 리터/분 내지 약 0.35 리터/분이다. 대안으로, 진동형 유량은 적어도 한 가지 이상의 시변성 유량 성분을 포함할 수 있으며, 각각의 진동형 유량은 환자 체중 kg당 0.05 리터/분 내지 2 리터/분 범위, 바람직하게는 환자 체중 kg당 0.1 리터/분 내지 1 리터/분 범위, 더 바람직하게는 환자 체중 kg당 0.2 리터/분 내지 0.8 리터/분 범위이다.

[0268] 위에서는 시변성 치료용 유량의 예들을 제시하였다. 이러한 치료용 유량보다 낮거나 같거나 높을 수 있는 특징적 유량이 또한 제공될 수 있다. 특징적 유량의 주파수는 치료용 유량(시변성일 때)의 주파수보다 낮거나 같거나 높을 수 있다. 일부 실시예에 의하면, 특징적 유량의 주파수는 치료용 유량의 주파수보다 높을 수 있다.

[0269] 일 예로, 특징적 유량은 제1 유량과 제2 유량 사이를 오가며 변동될 수 있으며, 제1 및 제2 유량 중 하나 또는 둘 다는 약 0 LPM 내지 70 LPM 범위에 속할 수 있다. 최대 특징적 유량이 치료용 유량이 될 수 있다. 특징적 유량을 치료용 유량과 합칠(더할) 수 있거나, 특징적 유량이 치료용 유량의 일부 또는 전부를 형성할 수 있다. 다시 말해, 치료용 유량 자체가 특징적 유량이 될 수 있다. 일부 실시예에 의하면, 특징적 유량은 치료용 유량을 기준으로 퍼센트로 표현될 수 있다. 예를 들어, 특징적 시변성 유량(성인의 경우)은:

[0270] • 치료용 유량의 약 0% 내지 약 200%,

[0271] • 치료용 유량의 약 0% 내지 100%,

[0272] • 치료용 유량의 약 100% 내지 200%, 또는

[0273] • 치료용 유량의 약 50% 내지 150% 범위이고/이거나,

[0274] • 약 0 내지 140 LPM,

[0275] • 약 0 내지 70 LPM,

[0276] • 약 70 내지 140 LPM,

[0277] • 약 40 내지 100 LPM, 또는

[0278] • 약 20 내지 60 LPM 범위이다.

[0279] 이들 범위가 유량을 제한하는 것은 아니며, 특징적 유량이 음의 값일 수 있지만 특징적 유량이 치료용 유량과 통합될 시 전체 유량이 양의 값이 된다는 점에 또한 유의해야 한다.

[0280] 일부 실시예에 의하면, 치료용 유량이 특징적 유량으로도 작용할 수 있다. 다시 말해, 치료용 유량은 이중 목적을 수행한다.

[0281] 위 설명은 단지 예이고, 다른 유형의 시변성 유량이 제공될 수 있으며, 컨트롤러는 가스 기류 조절장치를 제어하여 시변성 유량의 시변성 기기 가스 기류가 제공되도록 한다. 본 기기는 시변성 유량을 인지하고 있을 수 있고/있거나 제공된 시변성 유량을 예를 들어 유량 센서(예컨대, 53A, 53B)로 측정할 수 있다.

[0282] 가습기(52)는 전달되는 가스를 가습하도록 기류 공급원(50)과 환자 사이에 선택적으로 제공될 수 있다. 상기 가

습기는 기류 공급원(10)과 통합되어 일체형 기기(59)(점선 참조)를 형성할 수 있거나, 개별 요소이되 기류 공급원(10)에 부착될 수 있는 가습기일 수 있다. 대안으로, 가습기(52)는 챔버와 베이스를 갖는 독립형 가습기일 수 있으며, 가습기는 도관 또는 다른 적합한 수단을 통해 기류 공급원(10)에 연결된다. 하나 이상의 센서들(53A, 53B, 53C, 53D), 이를테면 유량 센서, 산소 분율 또는 다른 가스 분율 센서, 전체 압력 또는 부분 압력 센서, 습도 센서, 온도 센서 또는 기타 센서들이 기기 전체에 걸쳐 및/또는 환자(16) 측에, 환자(위)에, 또는 환자 가까이에 배치될 수 있다. 대안으로, 또는 추가로, 이들 매개변수가 도출될 수 있는 센서들이 사용될 수도 있다. 추가로, 또는 대안으로, 상기 센서들(53A 내지 53D)은 환자의 생체 매개변수들, 이를테면 심박수, 산소포화도(예컨대, 맥박 산소 측정 센서(54E)), 혈중 산소 분압, 호흡수, 혈중 O_2 및/또는 CO_2 분압을 측정하는 하나 이상의 생체 센서(physiological sensor)들일 수 있다. 대안으로, 또는 추가로, 이들 매개변수가 도출될 수 있는 센서들이 사용될 수도 있다. 기타 환자 센서들로, EEG 센서, 호흡 검출용 등 밴드(torso band) 및 임의의 다른 적합한 센서가 포함될 수 있다. 일부 구성에서, 가습기는 선택사양일 수 있거나, 기도 상태를 유지하는 데 도움이 되는 가습 가스의 이점으로 인해 구비되는 것이 바람직할 수 있다. 환자의 편안함, 순응도, 보조 및/또는 안전성을 높이기 위해 고유량 가스 기류와 함께 가습 기능을 이용하는 것이 바람직하다. 센서들 중 하나 이상은 기기의 일부를 형성하거나, 기기 외부 측에 마련될 수 있으며 이 경우 기기는 임의의 외부 측 센서들을 위한 입력부를 갖는다.

[0283] 환자의 복합 가스 유출기류(15)의 (타깃 가스의) 가스 매개변수를 측정하는 센서(14)가 제공된다. 다시 말해, 타깃 가스(예컨대, 산소, 이산화탄소, 질소, 헬륨 및/또는 마취제(이를테면, 세보플루란))에 따라, 복합 가스 유출기류 내 가스를 감지하도록 센서를 선택한다. 센서는 주류(main stream) 센서 또는 측류(side stream) 센서일 수 있으며, 코 및/또는 입에 근접하게(안에, 위에, 가까이에) 배치될 수 있다. 다른 위치들도 가능하다. 시변성 유량 실시예는 하나의 가스 매개변수 센서와 협력 작용한다. 예를 들어, 하나의 가스 매개변수(예컨대, CO_2 분율 또는 O_2 분율)가 측정되면 작용될 수 있다. 시변성 유량 실시예에서는 타깃 매개변수를 얻기 위해 둘 이상의 가스 매개변수를 측정하는 것이 필수적이지는 않다(예를 들어, 본 실시예를 구현하기 위해 CO_2 분율과 O_2 분율 모두를 측정할 필요는 없다).

[0284] 센서로부터의 출력은 무엇보다도 가스 기류를 변경시키는 것을 비롯한 기기 제어에 도움이 되도록 컨트롤러에 전송된다. 대안으로, 또는 추가로, 사용자로부터 입력을 받을 수도 있다. 컨트롤러(19)는 기류 공급원, 가습기 및 센서들에 연결된다. 컨트롤러는 이들 및 후술될 기기의 다른 측면들을 제어한다. 컨트롤러는 기류 공급원을 작동시켜, 전달 대상 가스 기류를 제공하도록 할 수 있다. 또한 컨트롤러는 가스 기류 조절장치(들)(기류 공급원 포함)를 작동시켜, 센서로부터의 피드백에 근거하여 또는 선택적으로는 피드백 없이(예컨대, 기본 설정을 이용하여), 기류 공급원에 의해 제공되는 가스의 유량, 압력, 체적 및/또는 다른 매개변수들을 제어할 수 있다. 또한 컨트롤러는 산소투여 요구량 및/또는 CO_2 제거를 충족하기 위해 기류 공급원의 임의의 다른 매개변수들을 제어할 수 있다. 또한 컨트롤러(19)는 센서들(53A 내지 53D), 14)로부터의 피드백에 근거하여 가습기(52)를 제어할 수 있다. 센서들로부터의 입력을 이용하여, 컨트롤러는 산소투여 요구량을 파악하여 정보를 (필요한 치료를 제공하기 위해 호흡 기기의 구성요소들, 예컨대 유량, O_2 분율, 습도 등을 제어할 수 있는) 의료전문인에게 제공할 수 있고/있거나, 필요하다면 기류 공급원, 가스 기류 조절장치(들) 및/또는 가습기들의 매개변수를 제어할 수 있다. 대안으로, 본 실시예들은, 의료전문인에게 정보를 제공하고/하거나 필요한 치료가 제공되도록 그 구성요소들의 통신 및 제어를 수행하는 호흡 기기와는 별도로, 독립형 모니터링 기기로서 제공될 수 있다. 그러면 의료전문인은 호흡 기기를 제어하여 필요한 치료를 제공할 수 있다. 이로써, 컨트롤러가 항상 산소투여 요구량을 파악하고 기기의 매개변수들을 제어하지 않아도 된다.

[0285] 또한 컨트롤러(19)는 기기를 작동시키도록 구성되며, 이에 따라 전술한 대로 기기 가스 기류는 치료를 제공하는 시변성 유량은 물론 특징적 유량을 갖게 된다. 컨트롤러는 이를 임의의 적합한 수단, 이를테면 기류 발생기(50B) 또는 임의의 다른 적합한 가스 조절장치를 통해 수행할 수 있다. 가스 조절장치는 가스 기류의 매개변수들을 조절(다시 말해, 변경, 수정, 조정 또는 제어)하는 데 사용될 수 있다. 각각의 가스 기류 조절장치는 기류 공급원(기류 공급원 자체가 가스 기류 조절장치가 될 수도 있다) 내에, 기류 공급원 뒤 및 가습기 앞에, 가습기 뒤에, 및/또는 가스 기류 경로를 조절하도록 기기 내 임의의 적합한 위치에 마련될 수 있다. 또한 컨트롤러는 가스 기류 조절장치(들)(기류 공급원 포함)를 작동시켜, 센서로부터의 피드백에 근거하여 또는 선택적으로는 피드백 없이(예컨대, 기본 설정을 이용하여), 기류 공급원에 의해 제공되는 가스의 유량, 압력, 체적 및/또는 다른 매개변수들을 제어할 수 있다. 또한 컨트롤러는 산소투여 요구량을 충족하기 위해 기류 공급원의 임의의 다른 매개변수들을 제어할 수 있다. 가스 기류 조절장치는 예를 들어 WO2017/187390 또는 US16/096660에 기재된

어느 것이든 가능하며, 이들 문헌의 전체 내용을 본원에 참조로 포함하였다.

[0286] 이어서 컨트롤러는 복합 가스 유출기류를 측정할 수 있으며 하기 기법들 중 어느 하나를 이용하여 가스 매개변수를 구할 수 있다.

[0287] 가변 가스 비율과 관련된 이하 다른 실시예들의 경우, 컨트롤러(19)는 추가로 또는 대안으로 기기를 작동시키도록 구성되며, 이에 따라 전술한 대로 기기 가스 기류는 치료/호흡 보조를 제공하는 시변성 가스 비율(이를테면, O_2 분율 또는 다른 가스 분율 및/또는 O_2 분압 또는 다른 가스 분압)은 물론 특징적 가스 비율(이를테면, 가스 분율 및/또는 가스 분압)을 갖게 된다. 컨트롤러는 이를 임의의 적합한 방식, 이를테면 O_2 공급원(50A)에 연결된 비례 밸브를 제어함으로써, 또는 이전에 다른 특허 문헌들에 기재된 임의의 다른 수단을 통해 수행할 수 있다. 이어서 컨트롤러는 복합 가스 유출기류를 측정할 수 있으며 후술되는 기법들 중 어느 하나를 이용하여 가스 매개변수(의 추정값)를 구할 수 있다. 일 실시예에서는, 180도 위상차를 가지고 작동하는 2개의 비례 밸브가 구비된다. 한 비례 밸브가 열리면 다른 비례 밸브는 닫힌다. 한 비례 밸브는 기기 가스 기류 내의 O_2 분율을 제어하고 다른 비례 밸브는 기기 가스 기류 내의 공기 분율을 제어하지만, 두 밸브는 함께 총 가스 유량을 일정하게 유지하는 역할을 한다. 다른 대안으로는, 단일 비례 밸브를 임펠러와 함께 사용하며, 이 경우 비례 밸브는 O_2 분율을 제어하고 임펠러는 유량을 제어한다. 일부 실시예에 의하면, 단일 비례 밸브는 임펠러 앞이나 뒤에서 사용될 수 있다. 단일 비례 밸브가 임펠러 앞에서 사용되는 경우, 비례 밸브는 주변 공기와 함께, 임펠러의 유입구로 들어가는 O_2 분율을 제어한다. 일부 실시예에서는 둘 이상의 비례 밸브가 임펠러와 함께 사용될 수 있으며, 임펠러를 기준으로 시스템 내 어느 곳에든 위치할 수 있다. 컨트롤러(19)는 이러한 비례 밸브(들)를 제어하여, 본원에 설명한 바와 같이 시변성 가스 비율을 달성하는 데 필요한 대로 작동하도록 만든다.

[0288] 입력/출력 인터페이스(54)(이를테면, 디스플레이 및/또는 입력 장치)가 구비된다. 입력 장치는 예를 들어 산소투여 요구량, 마취 가스 작용제, 검출, 유량, 가스 분율, 분압 및/또는 기기에 의해 제어될 수 있는 임의의 다른 매개변수를 구하는 데 이용될 수 있는, 사용자로부터의 정보를 수신하기 위함이다.

[0289] 기기는 또한 전신 마취를 위한/전신 마취와 관련하여 환자의 용량/산소투여 요구량(이하, "산소 요구량") (다시 말해, 사전-산소투여 단계 시 사전-마취를 위한 산소 요구량 및/또는 마취 시의 산소 요구량 - 환자가 무호흡 상태이거나 환자가 호흡 중일 때를 포함), 및 이러한 시술 이후(발관 기간(extubation period)을 포함)의 환자의 용량/산소투여 요구량을 파악하도록 작동될 수도 있다. 또한 기기(10)는 마취 시술 목적으로 환자에게 고유량 가스를 조절하여 제공하도록, 그리고 산소투여 요구량을 충족하기 위해 요구되는 대로 환자에게 전달될 고유량 가스의 매개변수들(이를테면, 압력, 유량, 가스의 체적, 가스 조성)을 조정하도록 구성된다. 또한 기기는 디스플레이를 포함하며, 상기 디스플레이는 날숨 가스 기류의 가스 매개변수의 측정값을 그래프, 디지털 판독 또는 임의의 다른 적합한 수단으로 표시하는 I/O의 일부일 수 있다.

[0290] 도 5는 전술한 바와 같이 센서(들)(14) 및 컨트롤러(19)를 이용한 호흡 기기(10)의 작동 방법을 예시한다. 다음과 같은 단계들을 수행할 수 있다. 특징적 유량과 시변성 유량을 포함하는 시변성 기기 가스 기류(11')를 생성하여 환자에게 제공한다. 일 변형예에 의하면, 시변성 유량은 적어도 치료용 유량 성분(31)을 포함한다. 치료용 가스 유량은 시간 경과에 따라 변경되는 특징적 가스 유량 성분(32)에 의해(예컨대, 이 경우는 특징적 가스 유량 성분을 더함으로써) 수정/조절되어, 제1 유량(더 이른 시점, 예컨대 11a')과 상이한 적어도 제2 유량(더 나중 시점, 예컨대 11b')을 갖는 시변성 유량의 기기 가스 기류(11')를 생성한다. 이는 단순한 계단형 변화일 수 있거나, 위에서 주목한 바와 같은 더 복잡한 시변성 유량 파형, 이를테면 구형파, 사인파 또는 본원에 기술되었거나 예상되는 임의의 다른 파형일 수 있다. 이렇게 "수정된" 기기 가스 기류(11')가 환자에게 제공된다. 기기 가스 기류(11')의 제1 유량(11a')이 환자에게 제공되고(단계 40), 기기 가스 기류(11')의 제2 유량(11b')은 어느 정도 시간이 지난 후에 환자에게 제공된다(단계 42). 이들 유량은 바람직하게는 주어지거나 대안으로는 측정된다. 동시에, 호흡 기기(10)는 (시변성 유량의) 누출 가스 기류(12')와 날숨 가스 기류(13')이 합쳐진 복합 가스 유출기류(15')를 시간에 따라 모니터링한다. 이는 제1 유량(11a')일 때의 복합 가스 유출기류(15')의 제1 매개변수(이 경우, CO_2 분율)를 제1 유량(11a')과 관련하여 어느 정도 시간 후에 측정하는 단계(단계 41)와, 제2 가스 유량(11b')일 때의 복합 가스 유출기류의 동일한 가스 매개변수(CO_2 분율)를 더 나중 시점에 측정하는 단계(단계 43)로 이루어진다.

[0291] 기기(10)는 제1 유량 그리고 상기 제1 유량의 영향을 받는 복합 가스 유출기류(15')의 제1 매개변수(11a') 측정값을 제공하는 데 있어서의 지연을 보상할 수 있으며, 예를 들어 측류 샘플링의 경우, 이를 위해 "X"초의 보정

값을 적용할 수 있다.

[0292] 복합 가스 유출기류(15")의 매개변수는 센서(14)를 사용하여 환자의 입 및/또는 코에서 또는 그 가까이("근처")에서 측정된다. 일부 실시예에 의하면, 단지 하나의 가스 매개변수(원하는 타깃 가스 매개변수)를 측정해야 한다. 그런 후 (바람직하게는 주어지되, 선택적으로는 측정된) 제1 및 제2 가스 유량과 제1 및 제2 시점에서 측정된 가스 매개변수를 이용하여 날숨 가스 기류(13')의 가스 매개변수를 구한다(단계 44). 일부 실시예에서, 제1 및 제2 유량은 분당 0 리터(0 LPM)이다. 일부 실시예에서, 성인을 위한 제1 및 제2 유량은 약 0 LPM 이상, 바람직하게는 약 20 LPM 이상, 더 바람직하게는 약 20 LPM 내지 약 90 LPM이다. 일부 실시예에 의하면, 미숙아/유아/소아(체중이 약 1 내지 약 30 kg)의 경우, 치료 유량은 0.4 내지 0.8 L/min/kg로 하되, 최소값을 약 0.5 L/min, 최대값을 약 25 L/min으로 설정할 수 있다. 체중 2 kg 미만인 환자의 경우, 최대 유량을 8 L/min으로 설정한다. 진동형 유량을 0.05 내지 2 L/min/kg으로 설정하되, 바람직한 범위는 0.1 내지 1 L/min/kg, 또 다른 바람직한 범위는 0.2 내지 0.8 L/min/kg이다.

[0293] 가변 특징적 유량 성분(32)으로 인해 기기 가스 기류(11')의 유량(11a', 11b')이 시간 경과에 따라 변하기 때문에 단계 40 내지 단계 44를 연속적/주기적으로 반복함으로써, 시간 경과에 따른 날숨 가스 기류(13')의 가스 매개변수를 구한다(단계 45). 가스 성분의 매개변수는 환자 호흡 중 날숨 단계 시 복합 가스 유출기류(15')에서 측정 가능하다. 단순히 제1 유량(11a') 및 제2 유량(11b')의 기기 가스 기류(11')를 사용할 수도 있지만, 실제로 특징적 유량 성분(32)은 시간 경과에 따라 연속적으로 또는 적어도 주기적/불연속적으로 변경될 가능성이 높으며, 복합 가스 유출기류(15')를 연속적으로 또는 주기적으로(예컨대, 샘플링 속도로) 측정하여 날숨 가스 유량 매개변수의 연속적 또는 주기적 측정값들을 얻을 수 있고 이렇게 얻은 측정값들을 그래프나 디스플레이를 통해 표시하여 날숨 가스 유량 매개변수의 실시간 측정값을 제공할 수 있다.

[0294] 위의 개요에서 설명한 바와 같이 본 발명은 다양한 하드웨어 구성과 작동 방법들로 구현될 수 있다. 그 예들을 제한 없이 아래에 제시하였다.

[0295] **3. 예시적 실시예 - 가변적 기기 가스 기류 유량**

[0296] 전술한 기기 및 제어 방법들을 이용하여, 도 1 내지 도 5를 참조로, 예시적 실시예를 설명하기로 한다. 어떤 제어 방법이든 본 컨트롤러 또는 임의의 다른 적합한 기기에 구현될 수 있다. 본 실시예에서, 의료전문인은 날숨 속의 CO_2나 O_2, 또는 세보플루란과 같은 마취제를 모니터링하기를 원한다. 의료전문인은 날숨 가스 분율의 측정값을 이용하여, 환자에 가스가 교환되고 있는지 확인하는 것을 비롯한 다양한 모니터링 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 날숨 산소 분율인 F_EO_2를 측정함으로써, 마취 전 사전-산소투여의 효과를 평가할 수 있다. 호기 이산화탄소 분율인 F_ECO_2는 가스 교환을 말해주는 표시(indicator)이다. 여러 마취 표준에서 F_ECO_2 모니터링을 권장하거나 의무화하였다. 그러나, 위에서 주목한 대로, 환자에 가스 기류를 특히 고유량으로 제공할 때, F_ECO_2 및/또는 F_EO_2 모니터링이 어려울 수 있다. 이에 관해서는 아래에 설명하기로 한다. 본 실시예는 이러한 어려움을 해결한다. 본 실시예에서는 예컨대 비밀봉식 비강 캐뉼라를 갖춘 비밀봉식 호흡 기기가 이용된다.

[0297] 비강 고유량 요법(NHF)은 도 4에 나타낸 바와 같이, 통상 비밀봉식 비강 인터페이스(캐뉼라)를 통해 호흡 보조를 제공하는 데 이용된다. 본 호흡 기기는 WO2018070885 또는 US16/341767에 기재된 것과 같은 CO_2 샘플러(센서(14))를 구비할 수 있으며, 이들 문헌의 전체 내용을 본원에 참조로 포함하였다. 비강 캐뉼라는 사용 시 환자의 콧구멍에 삽입하도록 구성된 프롱을 포함한다. 프롱은 환자의 콧구멍이 프롱으로 막히지 않도록 프롱과 환자의 콧구멍 벽 사이에 간격이 있을 정도의 크기를 갖는다. 이 덕분에, 예를 들면, 특정 상황에서 주변 가스가 환자의 기도 안으로 혼입(entrainment)될 수 있고/있거나 날숨 가스가 프롱 둘레를 흐르다가 주변으로 흘러 나갈 수 있다.

[0298] 비강 고유량 인터페이스(캐뉼라)에는 샘플러가 부착되어 있어 이산화탄소와 같은 호기 가스를 측정할 수 있도록 한다. 사용 시, 호기 가스는 샘플링 라인을 통과해 측정 장치 내부로 (능동적 또는 수동적으로) 이동된다. 이는 측류 샘플링이지만, 여기서 설명하는 실시예는 CO_2 센서가 주요 흐름 경로에 위치한 주류 샘플링으로 구현될 수도 있다. 또한 샘플러는 다른 호기 가스(이를테면, O_2)를 이동시키고/시키거나 샘플링하도록 구성될 수 있다. 샘플링을 위해 호기 가스의 일부를 포집하는 샘플러 부분을 환자의 콧구멍과 입 사이에서 조작할 수 있도록 되어 있다.

[0299] 기기(10)로부터의 누출 가스 기류(12')는 복합 가스 유출기류(15') 내의 가스 분율을 (희석 또는 증가시킴으로

써) 변화시킨다. 앞서 주목한 대로, 고유량 요법 시 날숨 가스 기류(13') 내 호기 이산화탄소 및/또는 산소 분율을 신뢰성 있게 측정하기란 쉽지 않다. 예를 들어, 통상 흡기 산소 분율이 1인 사전-산소투여의 경우, 고유량 기기로부터의 산소는 인위적으로 높은 값을 나타내므로 측정값의 임상적 유용성이 제한된다. 호기 산소 분율을 파악함으로써, 사전-산소투여의 효과성, 예를 들어, 환자의 폐 속 산소 분율이 충분한 수준에 이르러 시술 시 필요한 안전한 무호흡 시간을 갖게 될 정도로 사전-산소투여가 충분히 이루어졌는지 여부에 대해 이해하게 된다.

[0300] 안전한 무호흡 시간에 관해서는 WO2018/185714 또는 US16/500329를 주목하면 되며, 이들 문헌의 전체 내용을 본원에 참조로 포함하였다. 안전한 무호흡 기간은 환자가 특정 산소포화도에 도달할 때까지의 시간으로 정의된다. 통상, 해당 산소포화도는 88 내지 90%, 바람직하게는 90 내지 92%일 수 있지만, 환자 및 시행되는 시술에 따라 그 수준이 다를 수 있다. 그러나 전술한 수준 미만의 포화도는 산소헤모글로빈 해리 곡선의 기울기가 가파른 부분에서 임계 수준(<70%, 바람직하게는 <80%)으로 빠르게 저하되어 환자에게 심각한 위험을 초래할 수 있다. 대안으로, 안전한 무호흡 기간은 환자가 특정 동맥 CO2 수준에 도달할 때까지의 시간으로 정의된다.

[0301] 본 실시예의 목적은 비강 고유량 요법(NHF)이 행해지는 상태에서 호기 가스의 파형 및 크기를 정확하게 측정하고 표시하는 데에 있다. 이는 두 가지 상이한 유량 사이를 오가는 기류 또는 진동형 기류를 사용함으로써 수행된다.

[0302] 본 호흡 기기는 전술한 바와 같이 치료용 유량 성분(31) 및 특징적(시변성) 유량 성분(32)을 갖는 시변성 유량의 기기 가스 기류(11')를 제공하도록 작동된다. 바람직하게 이는 정의된 대로 (치료용 성분을 갖는) 고유량, 더 바람직하게는 20 내지 90 LPM이다. 본 예에서는, 일정한 치료용 유량 성분(31)이 제공된 후 구형파 특징적 유량 성분(32)에 합쳐져 도 3a에 나타낸 바와 같이 시변성 유량의 기기 가스 기류(11')를 생성한다. 일부 실시예에서는, 특징적 유량 성분(32)이 일정한 치료용 유량 성분(31)에 합쳐져 도 3a에 나타낸 바와 같이 시변성 유량의 기기 가스 기류(11')를 생성할 수 있다. 컨트롤러(19) 또는 사용자는 기류 공급원(10)을 작동시켜 소정 유량의 기기 가스 기류(11')를 제공하도록 한다. 컨트롤러(19)는 가변 유량의 필요한 기기 가스 기류(11')로 프로그래밍될 수 있으며, 유량이 시간 경과에 따라 요구대로 변동되도록 다양한 유량을 생성한다. WO2018070885 또는 US16/341767에 기재된 것과 같은, 다른 유량 변경 방법들도 가능하며, 이들 문헌의 전체 내용을 본원에 참조로 포함하였다.

[0303] 기기 사용 시, 환자는 기기 가스 기류(11')를 들이마시고 가스 기류(13')를 내쉰다. (CO_2 분율을 갖는) 이러한 날숨 가스 기류(13')는 누출 가스 기류(12')와 합쳐져 도 3a에 나타낸 바와 같이 복합 가스 유출기류(15')를 생성한다.

[0304] 센서(14)는 복합 가스 유출기류 내의 희석된 CO_2(또는, 다른 변형예의 경우는 O_2) 분율을 측정하여 주어진 정보를 컨트롤러에 전달한다. 복합 가스 유출기류(15')의 매개변수를 측정하는 센서로부터의 출력은 도 3a에 예시된 파형(15')으로 표현된다. 이어서 컨트롤러는 해당 출력을 처리하여, 환자의 날숨 가스 기류 내의 실제 CO_2(또는 O_2) 분율을 구해야 한다.

[0305] 시변성 기기 가스 기류의 유량 변화에 대해 주어진 정보가 활용된 수학식을 이용하여 복합 가스 유출기류로부터 날숨 가스 성분(예컨대, CO_2)의 분율(즉, F_ECO_2)(또는 O_2의 분율 - 즉, F_EO_2)을 전체 날숨 가스의 체적당 퍼센트로 구할 수 있다. 이는 날숨 가스(성분)의 분율을 주어진/측정된 양으로부터 파악할 수 있다는 전제를 근거로, 수학식(4)를 이용하여 수행될 수 있다:

$$F_E(t) = \frac{Q_o(t)F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right) - Q_o(t+\Delta t)F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)}{Q_o(t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right) - Q_o(t+\Delta t)\left(\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)\right)} \qquad (4)$$

[0306]

[0307] 식에서

[0308] Q_o은 기기 가스 기류(11')의 유량이고,

[0309] F_0은 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11') 내 가스 성분의 체적 분율이고,

[0310] F_E는 날숨 가스 기류(13') 내 가스 성분의 체적 분율(호기 가스의 체적 분율)이고,

[0311] F_m은 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15') 내 가스 성분의 체적 분율이고,

[0312] $F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류(15')에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t)$는 환자가 입을 벌리고 있을 때에는 환자의 입에서 측정하고/하거나 환자가 입을 다물고 있을 때에는 코에서 측정하는 것이 바람직하며,

[0313] $Q_o(t)$는 t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 유량(기기 가스 유량)이고,

[0314] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t+\triangle t)$는 환자가 입을 벌리고 있을 때에는 환자의 입에서 측정하고/하거나 환자가 입을 다물고 있을 때에는 코에서 측정하는 것이 바람직하며,

[0315] $Q_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 유량(기기 가스 유량)이고,

[0316] $F_o(t)$는 t 시점과 t+△t 시점에서 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11') 내 가스 성분의 체적 분율이고,

[0317] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11') 내 가스 성분의 체적 분율이다.

[0318] 복합 가스 유출기류(15') 내 CO_2(또는 O_2) 분율은 센서(14)에 의해 측정되고, 기기 가스 기류(11')의 유량은 주어진다(또는 측정될 수 있다). 따라서, 각기 다른 두 (또는 그 이상) 시점에서 센서(14)를 사용하여 측정되는 복합 가스 유출기류(15') 내 CO_2(또는 O_2) 분율, 그리고 각기 다른 두 (또는 그 이상) 시점에서의 주어진/측정된 기기 가스 기류(11') 내 CO_2(또는 O_2) 분율 및 유량을 이용함으로써, 날숨 가스 기류(13') 내 CO_2(또는 O_2) 분율을 수학식(4)로부터 구할 수 있다.

[0319] 고유량 기기에 의해 환자에게 전달되지 않고 환자에 의해 호기된 CO_2 또는 임의의 다른 가스 성분을 측정하는 경우, 수학식 4를 간단하게 정리할 수 있다. CO_2 측정에 있어서, $F_o(t) = F_o(t+\triangle t) \sim 0$이므로, 수학식(4)는 아래와 같이 정리된다:

$$F_E(t) \sim \frac{Q_o(t+\Delta t)F_m(t)F_m(t+\Delta t)) - Q_o(t)F_m(t+\Delta t)F_m(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t) - Q_o(t)F_m(t)}$$

$$F_E(t) \sim F_m(t+\Delta t)F_m(t) \cdot \frac{Q_o(t+\Delta t) - Q_o(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t) - Q_o(t)F_m(t)} \qquad (5)$$

[0320]

[0321] 수학식(5)는 F_E를 하기의 함수로 제공한다:

$$Q_o(t), Q_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

[0322]

[0323] 실제로, CO_2(또는 O_2) 분율을 실시간 출력에 맞춰 연속적으로 또는 주기적으로 측정한 후, 역시 연속적으로 또는 주기적으로 샘플링되는 기기 가스 기류(11')의 주어진 정보/측정값과 함께 사용하여, 날숨 가스 기류 내 실시간 CO_2(또는 O_2) 분율을 구할 수 있다. 앞서 구한 분율은 디스플레이 상에 그래프, 디지털 판독값 등으로 출력될 수 있다. 실제로, 유량이 일정 기간에 걸쳐 연속적으로, 또는 불연속적이지만 주기적 또는 규칙적으로 변경되면서 다수의 데이터 포인트가 제공된다. 따라서, 유량을 적어도 한번 변경시킴으로써, 제1 유량(11a')과 제2 유량(11b') 간의 차이를 이용할 수 있다. 그러므로 컨트롤러는 적절한 시점들에서 가스 매개변수를 측정한 후 각 측정에 대해 F_E를 계산한다.

[0324] 앞서 구한 F_ECO_2로 도 2에 나타낸 이산화탄소 파형을 복원할 수 있다.

[0325] **4. 수학식(4)와 (5)의 수학적 유도**

[0326] 수학식 (4)와 (5)는 다음과 같이 유도되었다.

[0327] 환자에 의해 호기되는 가스의 전부 또는 대부분이 입에서 나온다고 가정하면, 시간에 따라 비강 고유량 요법으로 제공되는, 환자 입에서 측정된 가스의 체적 분율(F_m)을 아래와 같이 표현할 수 있다:

[0328] $$F_m(t) = \frac{F_E(t)Q_E(t) + k(t)F_o(t)Q_o(t)}{Q_E(t) + k(t)Q_o(t)} \quad (1)$$

[0329] 식에서:

[0330] Q_o은 기기 가스 기류(11')의 유량이고,

[0331] F_0은 호흡 기기로부터 방출되는 기기 가스 기류(11') 내 가스 성분의 체적 분율이고,

[0332] k는 환자의 입을 통해 나오는 기기 가스 기류(11')의 비율(그리고 (1-k)는 코를 통과하는 비율)이고,

[0333] F_E는 환자의 날숨 가스 기류(13') 내 가스 성분의 체적 분율이고,

[0334] Q_E는 환자의 날숨 가스 기류의 유량이다.

[0335] 환자와 관련된 기류들을 도 8에 나타내었다.

[0336] 수학식(1)을 다시 정렬하여 미지수(수량) k 및 Q_E의 비를 구할 수 있다:

[0337] $$F_m(t).(Q_E(t) + k(t)Q_o(t)) = F_E(t)Q_E(t) + k(t)F_o(t)Q_o(t)$$
$$Q_E(t).(F_m(t) - F_E(t)) = k(t)(F_o(t)Q_o(t) - Q_o(t)F_m(t))$$

[0338] $$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = \frac{F_o(t)Q_o(t) - Q_o(t)F_m(t)}{F_m(t) - F_E(t)} \quad (2)$$
$$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = Q_o(t)\frac{F_o(t) - F_m(t)}{F_m(t) - F_E(t)} \quad (3)$$

[0339] t 시점과 t+△t 시점에서 취한 두 샘플의 경우, 샘플들 사이의 시간인 △걿t가 상당히 짧으므로, 환자의 호기 단계 시 (호기) 가스 성분의 분율(환자의 복합 가스 유출기류(15' F_m)에서 측정된 가스 성분의 체적 분율), 환자로부터의 날숨 가스 기류 유량(Q_E) 및 입에서 나오는 기기 가스 기류의 비율이 대략 일정하다고 가정한다면, 다음과 같이 근사치를 낼 수 있다:

[0340] $$\frac{Q_E(t + \Delta t)}{k(t + \Delta t)} \sim \frac{Q_E(t)}{k(t)}$$
$$F_E(t + \Delta t) \sim F_E(t)$$

[0341] 그런 후, 수학식(3)으로부터:

[0342] $$Q_o(t + \Delta t)\frac{F_o(t + \Delta t) - F_m(t + \Delta t)}{F_m(t + \Delta t) - F_E(t)} \approx Q_o(t)\frac{F_o(t) - F_m(t)}{F_m(t) - F_E(t)}$$

[0343] 를 얻고, 하기와 같이 풀어 F_E를 구할 수 있다:

$$Q_o(t+\Delta t)\frac{F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)}{F_m(t+\Delta t)-F_E(t)} \approx Q_o(t)\frac{F_o(t)-F_m(t)}{F_m(t)-F_E(t)}$$

[0344]

$$(F_m(t)-F_E(t)).\frac{Q_o(t+\Delta t)}{Q_o(t)}.\frac{F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)}{F_o(t)-F_m(t)} \approx F_m(t+\Delta t)-F_E(t)$$

$$F_E(t).\{1-\frac{Q_o(t+\Delta t)}{Q_o(t)}.\frac{F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)}{F_o(t)-F_m(t)}\}$$
$$\approx F_m(t+\Delta t)-F_m(t)\frac{Q_o(t+\Delta t)}{Q_o(t)}.\frac{F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)}{F_o(t)-F_m(t)}$$

$$F_E(t) \approx \frac{F_m(t+\Delta t)-F_m(t)\frac{Q_o(t+\Delta t)}{Q_o(t)}.\frac{F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)}{F_o(t)-F_m(t)}}{1-\frac{Q_o(t+\Delta t)}{Q_o(t)}.\frac{F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)}{F_o(t)-F_m(t)}}$$

$$F_E(t) \approx \frac{Q_o(t)F_m(t+\Delta t)\big(F_o(t)-F_m(t)\big)-Q_o(t+\Delta t)F_m(t)\big(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\big)}{Q_o(t)\big(F_o(t)-F_m(t)\big)-Q_o(t+\Delta t)\big((F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\big)} \quad (4)$$

[0345]

[0346] 이 식을 이용하여 날숨 가스 기류(13') 매개변수, 이를테면 호기- 산소, 이산화탄소, 질소, 헬륨 및/또는 마취제(예컨대, 세보플루란)의 분율을 구할 수 있다.

[0347] 일부 구성에서, 날숨 가스 기류(13') 내 가스 기류 성분의 매개성분(F_E)의 더 나은 추정치를 얻기 위해 수학식(4)에 보정값 또는 보상값을 적용할 수 있다. 예를 들어, 복합 가스 유출기류 및 입에서 나오는 기기 가스 기류의 비율이 대략 일정하다는 가정이 사실이 아니라는 것을 설명하기 위해 수학식(4)에 보정값 또는 보상값을 적용할 수 있다. 예를 들어 이러한 보정값 또는 보상값으로, 그 전체 내용을 본원에 참조로 포함한, 본 출원인의 특허 공개 문헌인 WO2017187391 또는 US2019/0150831에 기재된 바와 같이, 환자 인터페이스 유량의 함수로서의 환자 인터페이스 기류 대 구강 기류의 비를 고려할 수 있다.

[0348] CO_2 측정에 있어서, $F_o(t) = F_o(t+\triangle t) \sim 0$이므로, 수학식(4)는 아래와 같이 정리된다:

$$F_E(t) \sim \frac{Q_o(t+\Delta t)F_m(t)F_m(t+\Delta t)\big)-Q_o(t)F_m(t+\Delta t)F_m(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t)-Q_o(t)F_m(t)}$$

[0349]

$$F_E(t) \sim F_m(t+\Delta t)F_m(t).\frac{Q_o(t+\Delta t)-Q_o(t)}{Q_o(t+\Delta t)F_m(t+\Delta t)-Q_o(t)F_m(t)} \quad (5)$$

[0350]

[0351] 위 식들은 주어진/측정된 수량들 $F_m(t)$, $Q_o(t)$, $F_m(t+\triangle t)$, $Q_o(t+\triangle t)$로 표현된 산소 및 이산화탄소에 대한 것이다. 앞서 구한 F_ECO_2로 도 2에 나타낸 이산화탄소 파형을 복원할 수 있다.

[0352] 요약하자면, 그러나 제한 없이, 본 기기는 환자 인터페이스, 바람직하게는 비밀봉식 비강 인터페이스(캐뉼라)를 통해 투여되는 기류를 (바람직하게는 각 호흡 내) 진동시키도록 작동된다. 이렇게 함으로써 가스 분율이 달라지고 이러한 가스 분율의 변화가 기본적인 날숨 가스 신호에 영향을 미치지 않게 될 수 있다. 보간법을 이용하여 날숨 가스 기류 내 원하는 가스 성분의 파형 및 값을 복원할 수 있다.

[0353] 이러한 진동 기류의 주파수는 본 발명의 목표를 달성하도록 구성된다. 진동은 Q_E, k 및 F_E에 대한 가정이 유효하

도록 충분히 빨라야 하며, 샘플 간 보간이 이루어져 파형을 충분히 복원하도록 충분히 빨라야 한다. 요구되는 실제 주파수는 환자의 호흡 주파수에 따라 정해지지만 통상 1 내지 100 Hz 범위일 수 있다. 진동 주파수는 바람직하게는 환자의 호흡 주파수 또는 환자의 평균 호흡 주파수(환자가 성인인지 유아인지에 따라 다르다)보다 높다. 일 실시예에 의하면, 진동 주파수는 대략 5 Hz일 수 있다. 실현가능한 일 실시예의 경우, 컨트롤러는 환자의 호흡 주파수에 대한 입력을 (예컨대, 센서를 통해 - 직접적으로, 또는 예를 들어 센서를 판독하는 사람을 통해 간접적으로) 수신할 수 있다. 컨트롤러는 이러한 입력으로부터 적절한 진동 주파수를 정할 수 있다. 또 다른 실현가능한 실시예의 경우, 컨트롤러는 환자의 주어진 호흡 주파수를 기반으로 한 진동 주파수 및/또는 환자 호흡 주파수에 대한 입력을 사용자로부터 수신할 수 있으며, 이러한 입력으로부터 적절한 진동 주파수를 정할 수 있다.

[0354] 도 3a를 참조하면, 기기에서 (기류들 간 스테핑되는 대신) 연속 사인파 기류 파형이 사용되었다면 더 낮은 진동 주파수가 가능하다. 전술된 실시예에 의하면, 단계적 기류가 발생할 때마다 데이터포인트를 수집할 수 있다. 사인파 기류 실시예의 경우, 사인파가 CO_2 출력에 측정가능한 차이가 생길 때마다 기기는 또 다른 데이터 포인트를 수집할 수 있다. 또한 이러한 진동형 사인파 실시예의 경우, 신호 대 잡음비가 양호하다.

[0355] 이 방법이 이용되는 한 가지 예시적 시나리오로, 환자가 숨을 얕게 쉴 수 있는 시술 진정을 관련 지을 수 있다. 이 시나리오에서, 기류는 일정 기간 동안 예를 들면 약 70 LPM와 40 LPM 유량 사이를 오가며 (예컨대, 연속적으로 또는 반복적 계단형으로) 변경되거나 진동될 수 있다(도 3a에서의 기류들과 유사하게 보일 수 있다). 기류 변화가 반복적 계단형인 경우, 각 계단에서의 유량은 유량의 단일 계단형 변화일 수 있거나, 한 유량에서 다른 유량으로의 연속적/불연속적 변화일 수 있다. 그렇다면 호기 이산화탄소(또는 산소) 분율은 고유량 요법 시 환자의 입에서 약 70 LPM으로 측정될 수 있고 그 후에는 다시 약 40 LPM으로 측정될 수 있다. 기류가 연속적으로 계단식으로 오르락내리락 하므로 해당 측정값 역시 반복된다. 이는 CO_2 분율을 구하는 것과 관련하여 희석된 측정값이다. 이 두 가지 유량(약 70 LPM 및 약 40 LPM)과 이들 유량에서의 호기 CO_2 비율을 수학식(5)에 이용하여, 희석되지 않은 호기 CO_2 비율을 계산할 수 있다. 이 과정을 일정 기간 동안 반복하고, 이렇게 얻은 희석되지 않은 CO_2 측정값들을 보간하여 제시함으로써 환자의 호기 CO_2의 트레이스 기록을 나타낼 수 있다(도 2에서의 실제 파형과 유사하게 보일 수 있다). 이러한 호기 CO_2의 트레이스 기록 그리고 그로부터 유추되거나 파악될 수 있는 호기말 CO_2 값은 시술 진정 시 유용할 수 있는데, 그 이유는 환자가 숨을 얕게 쉴 수 있으며 따라서 예상 CO_2 수준보다 높다는 등, 환자의 CO_2 수준에 대한 표시를 제공할 수 있기 때문이다. 이 시나리오에서, 가스 교환 지시만 제공하는 희석된 파형은 전술된 표시를 정확하게 제공하지 못한다.

[0356] **5. 일반 실시예 - 가변적 기기 가스 기류**

[0357] 전술된 기기를 참조하여, 이하, 기기 가스 기류에 시변성 가스 분율을 사용하는 대안적 실시예를 설명하기로 한다. 이는 시변성 가스 비율의 한 예이다. 어떤 제어 방법이든 본 컨트롤러 또는 임의의 다른 적합한 기기에 구현될 수 있다.

[0358] 도 6a의 다이어그램 및 그래프들과 도 7의 흐름도를 참조하여 실시예를 설명하기로 한다. 일반적으로, 공지된 방식으로 기기 가스 기류(11")의 가스 분율을 (시간 경과에 따라) 변경함으로써 가스 매개변수를 구하고, 이러한 시변성 가스 분율에 대해 주어진 정보와 복합 가스 유출기류(15")로부터 얻은 정보를 이용하여, 실제 날숨 가스 기류(13") 내 원하는 가스 성분의 매개변수를 획득 및 구한다. 설명을 위해, 변경되는(가변) 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류에 대해서는 참조번호 11"를 사용함으로써, 변경되지 않는 기기 가스 기류에 대해 이전에 사용된 참조번호 11과 구별되도록 하였고, 참조번호(11')는 가변 유량의 가스 기류에 대해 사용되었다. 마찬가지로, 가변 기기 가스 기류(11")의 경우, 누출 가스 기류, 날숨 가스 기류 및 복합 가스 유출기류에 대한 참조번호를, 변경되지 않는 기기 가스 기류(11)에서의 동일한 매개변수들에 대해 사용된 12, 13, 15 대신에, 12", 13" 및 15"를 각각 사용하였다.

[0359] 본 실시예에서는 구하고자 하는 가스 분율을 CO_2 분율로 하였다. 그러나 이는 예로 이용할 뿐 제한하고자 함이 아니다. 대신 O_2 분율을 가스 분율로 구해도 되며 동일한 방식을 취할 수 있다. 그러나, 본 실시예에서와 같이 기기 가스 기류(11")의 가스 분율이 시변성인 경우, 동일한 유형의 가스를 복합 가스 유출기류(15")에서 측정해야 한다. 따라서, 기기 가스 기류(11")에 의해 (CO_2가 아닌) O_2가 제공되기 때문에 기기 가스 기류(11")에서 시변성인 것은 O_2 분율이며, 이에 따라 복합 가스 유출기류(15")에서 측정되는 것은 O_2 분율이다. 그러나 원하는

가스 매개변수는 CO_2 분율이므로, 후술되는 바와 같이, O_2 분율로부터 CO_2 분율을 도출한다. 이런 식으로 수정된 시변성 가스 기류를 항상, 또는 환자가 숨을 내쉴 때만 선택적으로 제공하여, 특징적 유량이 호흡 보조에 미치는 영향을 줄일 수 있다.

[0360] 도 6a에 나타낸 바와 같이, 호흡 기기(10)를 사용하여 시변성 가스 분율(바람직하게는 O_2 분율, 그러나 제공되는 다른 가스에도 적용될 수 있다)의 기기 가스 기류(11")를 환자에게 제공한다. 본 예에서, 시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류는 2가지 이상의 가스 분율 성분을 포함한다. 첫 번째 가스 분율 성분은 치료에 필요한 것에 따른 치료용 가스 분율 성분(61)이다. 두 번째 가스 분율 성분은, 시간 경과에 따라 변경되며 치료용 가스 분율을 치료에 필요한 것 이상으로 (치료에 필요할 수 있는 임의의 시변성 가스 분율 포함), 단 기기 가스 기류에 의해 제공되는 치료의 효능에 영향을 미치지 않을 수 방식으로 수정/조절하는 특징적(시변성) 가스 분율 성분(62)이다. 이들 두 성분이 함께 합쳐져 전체 시변성 기기 가스 기류(11")를 제공한다. 이는 시변성 가스 분율을 갖는 성분들에 관한 설명이지, 시변성 가스 분율을 얻는 방법에 관한 설명이 아니다. 위 특성들을 갖는 시변성 가스 분율을 얻기 위해 가스 공급원을 변경시키는 데 적합한 임의의 기기를 구현할 수 있다.

[0361] 일 실시예에서는, 180도 위상차를 가지고 작동하는 2개의 비례 밸브가 구비된다. 한 비례 밸브가 열리면 다른 비례 밸브는 닫힌다. 한 비례 밸브는 기기 가스 기류 내의 O_2 분율을 제어하고 다른 비례 밸브는 기기 가스 기류 내의 공기 분율을 제어하지만, 두 밸브는 함께 총 가스 유량을 일정하게 유지하는 역할을 한다. 다른 대안으로는, 단일 비례 밸브를 임펠러와 함께 사용하며, 이 경우 비례 밸브는 O_2 분율을 제어하고 임펠러는 유량을 제어한다.

[0362] 일부 실시예에 의하면, 단일 비례 밸브는 임펠러 앞이나 뒤에서 사용될 수 있다. 단일 비례 밸브가 임펠러 앞에서 사용되는 경우, 비례 밸브는 주변 공기와 함께, 임펠러의 유입구로 들어가는 O_2 분율을 제어한다. 일부 실시예에서는 둘 이상의 비례 밸브가 임펠러와 함께 사용될 수 있으며, 임펠러를 기준으로 시스템 내 어느 곳에든 위치할 수 있다. 컨트롤러(19)는 이러한 비례 밸브(들)를 제어하여, 본원에 설명한 바와 같이 시변성 가스 비율을 달성하는 데 필요한 대로 작동하도록 만든다.

[0363] 전술한 대로, 치료용 가스 분율은 일정한 가스 분율일 수 있지만, 시변성 가스 분율 성분 자체(즉, 다양한 시변성 분율 성분을 갖는 가변 가스 기류 분율)를 가질 수도 있다. 예를 들어, 도 6b에 나타낸 바와 같이, 치료용 가스 분율 자체는 함께 합쳐져 시변성 성분을 구성하는 일정(예컨대, 바이어스) 성분과 시변성 성분을 비롯한 다수의 성분들(31")을 포함한다(이하, 가변 가스 분율에 대한 모든 언급은, 맥락에 맞는 한, 따로 명시하지 않더라도 시변성을 의미한다). 기기 가스 기류(11")를 생성하기 위해 가변 유량이 특징적 가스 분율(62)에 합쳐질 수 있다(즉, 시변성 치료용 분율(61')은 특징적 가스 분율(62)에 의해 수정/조절된다). 시변성 가스 분율 성분(11")을 갖는 기기 가스 기류는 바람직하게는 변경되지 않는 유량을 가질 수 있다.

[0364] 도 6c는 시변성 가스 분율 성분(이 경우, 구형파)을 갖는 치료용 가스 기류(61")의 또 다른 예이다(또한 치료용 가스 기류는 앞서 설명한 대로 도 3b에 나타낸 바와 같이 시변성 분율을 가질 수 있다). 시변성 기기 가스 기류(11^{**})로 이어지는 구형파 특징적 가스 분율(62")도 도시되어 있다.

[0365] 특징적 가스 분율은 예를 들어 단순히 시간 경과에 따라 제1 가스 분율에서 제2 가스 분율로 변경되는 가스 분율을 가질 수 있지만, 대안으로, 주기적(규칙적 또는 불규칙적), 비주기적, 무작위적, 비반복적 등의, 시간 경과에 따라 변경되는 모든 종류의 가스 분율, 이를테면 진동형 가스 분율 또는 임의의 다른 시변성 가스 분율을 가질 수 있다. 예를 들어, 특징적 가스 분율은 도 6a에 나타낸 것과 같은 구형파 형태일 수 있다. 특징적 가스 분율은 또한 계단 함수, 톱니파, 사인파, 또는 더 복잡한 형태의 무작위의, 반복 또는 비반복적 함수이거나, 시간 경과에 따라 2가지 이상의 서로 다른 가스 분율 사이를 오가는 임의의 다른 선택적 형태일 수 있다. 특징적 가스 분율 성분이 치료용 가스 분율 성분에 합쳐져(수정/조절), 가변 기기 가스 분율을 제공한다. 또한, 특징적 가스 분율 성분은 하나 이상 파동의 조합, 이를테면 다양한 크기와 주파수를 갖는 사인파일 수 있다. 따라서, 가변 가스 분율은 시간 경과에 따라 적어도 한 번 변하는 임의의 가스 분율을 의미한다. 기기 가스 기류의 가스 분율은 가변적이며, 치료용 가스 분율(일정할 수 있거나, 그 자체가 가변적일 수 있어, 다양한 가스 분율 성분들 자체를 포함할 수 있다) 및 치료용 가스 기류의 치료용 가스 분율을 변경시키기 위한 추가 성분을 제공하는 특징적 가스 분율을 포함하게 된다. 바람직하게는, 특징적 가스 분율의 주파수(반복되는 경우) 또는 변화 기간(반복되지 않는 경우)이 환자가 호흡하는 횟수("호흡 횟수")보다 높고/높거나 치료용 가스 분율 성분의 어떠한 변동 횟수보다도 높다. 거듭 말하지만 극히 중요한 사항은 아니나, 이는 특징적 시변성 가스 분율 성분에 관한 설명이지, 시변성 가스 분율 성분을 얻는 방법에 관한 설명이 아니다. 시변성 가스 분율 성분은 가변 유량과 관

련하여 앞서 설명한 바와 같이 여러 방식으로 얻을 수 있다.

[0366] 일 예로, 도 6a는 치료 목적으로 생성되는 가스 분율 성분(61)과 (특징적) 시변성 가스 분율 성분(62)을 포함하는 기기 가스 기류의 가변 가스 분율을 나타낸다. 특징적 시변성 성분은 구형파 함수로서, 규칙적인 주기 반복성 가변 가스 분율을 제공한다. 누출 가스 기류(12")가 환자의 날숨 가스 기류(13")에 합쳐지면, 한 성분으로 특징적 가스 분율 성분(62)(예컨대, 도 3a 참조)을 갖는 복합 가스 유출기류(15")가 생성된다. 복합 가스 유출기류의 가스 매개변수를 측정할 때(도 6a 하단 참조), 기기 가스 기류(11")의 시변성 가스 분율은 복합 가스 유출기류(15")의 가스 매개변수에 영향을 미치며 가스 매개변수의 측정에서 명확해진다. 이 경우 복합 가스 유출기류(15")에서 측정되는 가스 분율은 O_2이므로 도 6a의 하단에 있는 그래프는 시간에 따른 O_2 분율을 나타낸다.

[0367] 시간 경과에 따른 환자의 복합 가스 유출기류(15') 내 가스 성분의 매개변수 측정과 함께 기기 가스 기류(11")의 시변성 가스 분율 성분(62)은 다음과 같은 목적으로 이용될 수 있다:

[0368] a) 기기 가스 기류가 환자의 날숨 가스 기류(13")의 매개변수에 미치는 영향을 파악하기 및/또는

[0369] b) 환자의 실제 날숨 가스 기류(13")의 가스 매개변수를 구하기. 이 경우, 날숨 가스 기류(13") 내 O_2 비율(이 경우, O_2 분율)을 추정한 후, 날숨 가스 기류(13") 내 CO_2 비율(이 경우, CO_2 가스 분율)을 구함으로써 달성된다.

[0370] a) 및/또는 b)에서의 목적은 복합 가스 유출기류(15")를 필터링, 보간 또는 외삽하여 날숨 가스 기류(즉, 본 예에서는 O_2 분율)의 매개변수를 구하거나, 환자의 복합 가스 유출기류(15")로부터 가스 기류 매개변수를 모델링하거나, 복합 가스 유출기류로부터 가스 기류 매개변수를 계산 또는 파악하는 등의 임의의 적합한 방식으로 달성된다. 특징적 가스 분율 성분(62)을 제공하여 기기 가스 기류(11")의 가스 분율을 변경하면, 적합한 방식으로, 직접 또는 간접적으로, 복합 가스 유출기류(15") 내의 가스 분율(또는 측정되는 다른 매개변수)이 달라지고 이러한 가스 분율의 변화가 기본적인 날숨 가스 신호(날숨 가스 기류(13"))에 영향을 미치지 않게 될 수 있다. 일 예로, 보간법을 이용하여 날숨 가스의 파형 및 값을 복원할 수 있다. 다른 예로는, 두 시점에서 얻은 기기 가스 기류(11")의 가스 분율 측정값 그리고 동일한 두 시점에서의 복합 가스 유출기류(15") 내 가스 분율 성분의 매개변수를 이용하여, 날숨 가스 기류 내 가스 성분의 매개변수를 구할 수 있다. 예를 들어, 날숨 가스 기류(13") 내 O_2 비율은 두 시점에서의 기기 가스 기류 내 O_2 분율 그리고 동일한 두 시점에서의 복합 가스 유출기류 내 O_2 분율을 측정/인지함으로써 구할 수 있다. 기기 가스 기류의 O_2 분율이 시간 경과에 따라 달라지기 때문에, 전술한 과정을 여러 다른 시점에서 반복적으로 수행할 수 있다. 그 밖의 예들도 가능하다. 또 다른 예로, 도 6a에서, 실제 가스 기류 매개변수(O_2 분율)를 도시한 바와 같이 측정값으로부터 외삽할 수 있다. 날숨 가스 기류(13") 내 CO_2 가스 분율은 후술되는 방식으로 날숨 가스 흐름(13") 내 O_2 분율로부터 구할 수 있다.

[0371] 전술된 기기 및 방법을 도 4와 도 7을 참조하여 설명하기로 한다. 기기에 대해서는 도 4와 관련하여 앞서 설명하였기 때문에 여기서 다시 설명하지 않기로 한다. 그러나, 명확하게 하기 위해, 기기 컨트롤러는 기기를 작동시켜 기기 가스 기류(13") 내 산소 분율이 제어되도록 할 수 있다. 이는 컨트롤러가 유량 컨트롤러, O_2 공급원, 공기 공급원, 그리고 산소 분율을 제어하는데 사용될 수 있는 모든 밸브, 모터, 조절장치 또는 다른 장치를 작동시킴으로써 임의의 적합한 방식으로 수행될 수 있다.

[0372] 도 7은 전술한 바와 같이 센서(들)(14) 및 컨트롤러(19)를 이용한 호흡 기기(10)의 작동 방법을 예시한다. 다음과 같은 단계들을 수행할 수 있다. 특징적 가스 분율과 시변성 가스 분율(이 경우, O_2 분율)을 포함하는 시변성 기기 가스 기류(11")를 생성하여 환자에게 제공한다. 일 변형예에 의하면, 시변성 가스 분율은 적어도 치료용 가스 분율(O_2) 성분(61)을 포함한다. 치료용 가스 분율은 시간 경과에 따라 변경되는 특징적 가스 분율 성분(62)에 의해(예컨대, 이 경우는 특징적 가스 분율 성분을 더함으로써) 수정/조절되어, 제1 가스 분율(더 이른 시점, 예컨대 11a")과 상이한 적어도 제2 가스 분율(더 나중 시점, 예컨대 11b")을 갖는 시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류(11")를 생성한다. 이는 도 6a에서와 같이 단순한 계단형 변화일 수 있거나, 위에서 주목한 바와 같은 더 복잡한 시변성 가스 분율 파형, 이를테면 구형파, 사인파 또는 본원에 기술되었거나 예상되는 임의의 다른 파형일 수 있다. 이렇게 "수정된" 기기 가스 기류(11")가 환자에게 제공된다. 기기 가스 기류(11")의 제1 가스 분율(11a")이 환자에게 제공되고(단계 70), 기기 가스 기류(11")의 제2 가스 분율(11b")은 어느 정도 시간이 지난 후에 환자에게 제공된다(단계 72). 이들 가스 분율은 바람직하게는 주어지거나 대안으로는 측정된다. 동시에, 호흡 기기(10)는 (시변성 가스 분율의) 누출 가스 기류(12")와 날숨 가스 기류(13")이 합쳐진 복합

가스 유출기류(15")를 시간에 따라 모니터링한다. 이는 제1 가스 분율(11a")일 때의 복합 가스 유출기류(15")의 제1 매개변수(이 경우, O_2 분율)를 제1 가스 분율(11a")과 관련하여 어느 정도 시간 후에 측정하는 단계(단계 71)와, 제2 가스 분율(11b")일 때의 복합 가스 유출기류(15")의 동일한 가스 매개변수(O_2 분율)를 더 나중 시점에 측정하는 단계(단계 73)로 이루어진다.

[0373] 기기(10)는 제1 가스 분율(11a") 그리고 상기 제1 가스 분율의 영향을 받는 복합 가스 유출기류(15")의 제1 매개변수 측정값을 제공하는 데 있어서의 지연을 보상할 수 있으며, 예를 들어 측류 샘플링의 경우, 이를 위해 "X"초의 보정값을 적용할 수 있다.

[0374] 복합 가스 유출기류(15")의 매개변수(O_2 가스 분율)는 센서(14)를 사용하여 환자의 입 및/또는 코에서 또는 그 가까이("근처")에서 측정된다. 단지 하나의 가스 매개변수(원하는 타깃 가스 매개변수)를 측정해야 한다. 그런 후 기기 가스 기류(11")의 (바람직하게는 주어지되, 선택적으로는 측정된) 제1 및 제2 가스 분율(O_2 분율)과 제1 및 제2 시점에서 측정된 제1 및 제2 가스 매개변수(O_2 분율)를 이용하여 날숨 가스 기류(13")의 가스 매개변수(O_2 분율)를 구한다(단계 74). 나중에 설명하겠지만, 날숨 가스 기류(13") 내 CO_2 가스 분율은 날숨 가스 기류(13") 내 O_2 분율로부터 도출될 수 있다.

[0375] 가변 특징적 가스 분율 성분(62)으로 인해 기기 가스 기류(11")의 가스 분율(11a", 11b")이 시간 경과에 따라 변하기 때문에 단계 70 내지 단계 74를 연속적/주기적으로 반복함으로써, 시간 경과에 따른 날숨 가스 기류(13')의 가스 매개변수(O_2 분율)를 구한다(단계 75). 가스 성분의 매개변수는 환자 호흡 중 날숨 단계 시 복합 가스 유출기류(15")에서 측정 가능하다. 단순히 제1 가스 분율(11a") 및 제2 가스 분율(11b")의 기기 가스 기류(11")를 사용할 수도 있지만, 실제로 특징적 가스 분율 성분(62)은 시간 경과에 따라 연속적으로 또는 적어도 주기적/불연속적으로 변경될 가능성이 높으며, 복합 가스 유출기류(15")를 연속적으로 또는 주기적으로(예컨대, 샘플링 속도로) 측정하여 날숨 가스 유량 매개변수의 연속적 또는 주기적 측정값들을 얻을 수 있고 이렇게 얻은 측정값들을 그래프나 디스플레이를 통해 표시하여 날숨 가스 유량 매개변수의 실시간 측정값을 제공할 수 있다.

[0376] 본 실시예는 환자가 자발적으로 호흡할 가능성이 있는 것으로 설명된 사전-산소투여 시나리오에 특히 유용할 수 있다. 환자가 의식이 있다면 및/또는 깨어 있다면 유량보다는 산소 분율을 변경하는 것이 환자에게 더 편안할 수 있다

[0377] 컨트롤러는 또한 가변 가스 기류의 위상을 측정된 가스 매개변수들과 동기화하는 위상 고정 루프를 사용할 수 있다.

[0378] **6. 예시적 실시예 - 가변적 기기 가스 기류 유량**

[0379] 전술한 기기 및 제어 방법들을 이용하여, 도면을 참조로, 예시적 실시예를 설명하기로 한다. 다양한 기기 가스 기류의 유량 실시예와 마찬가지로, 본 실시예에서 의료전문인은 날숨 속의 CO_2, O_2, 질소, 헬륨 및/또는 세보플루란과 같은 마취제를 모니터링하기를 원한다. 전술된 실시예(예시적 실시예 - 가변적 기기 가스 기류 유량)에서의 기기 배치구조 및 용도에 관한 설명이 여기서도 적용된다. 본 실시예는 시변성 특징이 없는 유량을 이용한다. 상기 유량은 변경되지 않는 설정된 유량일 수 있다. 어떤 제어 방법이든 본 컨트롤러 또는 임의의 다른 적합한 기기에 구현될 수 있다

[0380] 예시로, 구하고자 하는 가스 분율을 O_2 및/또는 CO_2 분율로 하였다. 그러나 이는 예로 이용할 뿐 제한하고자 함이 아니다. 다른 가스들, 이를테면 질소, 헬륨 및/또는 세보플루란과 같은 마취제가 대신 타깃 가스가 될 수 있다. 이 경우에는 또 다른 적합한 센서, 즉, 질소, 헬륨 및/또는 세보플루란과 같은 마취제를 감지하는 데 적합한 센서를 사용하여 복합 가스 유출기류 내 타깃 가스를 감지한다.

[0381] 첫 번째 단계에서는 날숨 가스 기류 내의 O_2 가스 분율을 구한다. 그 다음, 선택적인 두 번째 단계에서는 날숨 가스 기류 내의 O_2 가스 분율로부터 날숨 가스 기류 내의 CO_2 가스 분율을 또한 구할 수 있다. 그러나, 본 실시예에서와 같이 기기 가스 기류(11")의 가스 분율이 시변성인 경우, 동일한 유형의 가스를 복합 가스 유출기류(15")에서 측정해야 한다. 따라서, 기기 가스 기류(11")에 의해 (CO_2가 아닌) O_2가 제공되기 때문에 기기 가스 기류(11")에서 시변성인 것은 O_2 분율이며, 이에 따라 복합 가스 유출기류(15")에서 측정되는 것은 O_2 분율이다. 그런 후 CO_2 분율은, 후술되는 바와 같이, 측정된 O_2 분율로부터 도출될 수 있다.

[0382] 본 호흡 기기는 전술한 바와 같이 치료용 가스 분율 성분(61) 및 특징적(시변성) 가스 분율 성분(62)을 갖는 시변성 유량의 기기 가스 기류(11")를 제공하도록 작동된다. 본 예에서는, 일정한 치료용 가스 분율 성분(61)이 제공된 후 구형파 특징적 가스 분율 성분(62)에 합쳐져 도 6a에 나타낸 바와 같이 시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류(11")를 생성한다. 일부 실시예에서는, 특징적 가스 분율 성분(62)이 일정한 치료용 가스 분율 성분(61)에 합쳐져 도 6a에 나타낸 바와 같이 시변성 가스 분율을 갖는 기기 가스 기류(11")를 생성할 수 있다. 컨트롤러(19) 또는 사용자는 기류 공급원(10)을 작동시켜 소정 유량의 기기 가스 기류(11")를 제공하도록 한다. 컨트롤러(19)는 가변 가스 분율의 필요한 기기 가스 기류(11")로 프로그래밍될 수 있으며, 가스 분율이 시간 경과에 따라 요구대로 변동되도록 다양한 가스 분율을 생성한다.

[0383] 기기 사용 시, 환자는 기기 가스 기류(11")를 들이마시고 가스 기류(13")를 내쉰다. 이러한 날숨 가스 기류(13")는 누출 가스 기류(12")와 합쳐져 도 6a에 나타낸 바와 같이 복합 가스 유출기류(15")를 생성한다. F_EO_2를 보여주는 마지막 그래프는 날숨 단계에 관한 것이다.

[0384] 센서(14)는 복합 가스 유출기류(15") 내의 O_2 분율을 측정하여 이 정보를 컨트롤러(19)에 전달한다. 복합 가스 유출기류(15")의 매개변수를 측정하는 센서(14)로부터의 출력은 도 6a에 예시된 파형(15")으로 표현된다. 이어서 컨트롤러는 해당 출력을 처리하여, 환자의 날숨 가스 기류(13") 내의 실제 O_2 분율을 구해야 한다. 앞서 구한 O_2 분율로부터 날숨 가스 기류(13") 내의 실제 CO_2 분율을 도출할 수 있다.

[0385] 시변성 기기 가스 기류의 가스 분율 변화에 대해 주어진 정보가 활용된 수학식을 이용하여 복합 가스 유출기류(15")로부터 날숨 가스 성분(예컨대, O_2)의 분율을 전체 날숨 가스의 체적당 퍼센트로 구할 수 있다. 이는 날숨 가스(성분)의 분율을 주어진/측정된 양으로부터 파악할 수 있다는 전제를 근거로 한다:

[0386] $F_m(t)$는 t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류(15')에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t)$는 환자가 입을 벌리고 있을 때에는 환자의 입에서 측정하고/하거나 환자가 입을 다물고 있을 때에는 코에서 측정하는 것이 바람직하며,

[0387] $F_o(t)$는 t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 가스 분율이고,

[0388] $F_m(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15')에서 측정된 가스 성분의 체적 분율(복합 가스 유출기류에서 바람직하게는 센서(14)에 의해 측정된 CO_2/O_2 분율 매개변수)이되, $F_m(t+\triangle t)$는 환자가 입을 벌리고 있을 때에는 환자의 입에서 측정하고/하거나 환자가 입을 다물고 있을 때에는 코에서 측정하는 것이 바람직하며,

[0389] $F_o(t+\triangle t)$는 t+△t 시점에서 호흡 기기가 환자에게 제공하는 기기 가스 기류(11')의 가스 분율이다.

[0390] 가변 가스 분율에 대해서는, 수학식(4)에서 유도된 수학식(6)을 이용할 수 있다.

[0391] 가스 분율은 시변성이지만 유량(Q_0)이 일정하다면(즉, 변경되지 않는다면),

[0392] $$Q_O(t+\Delta t) = Q_O(t)$$

[0393] 이에 따라 유량 항들이 없어진다. 그 결과 수학식이 아래와 같이 정리된다:

[0394] $$F_E(t) = \frac{F_m(t+\Delta t)\left(F_o(t)-F_m(t)\right)-F_m(t)\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)}{\left(F_o(t)-F_m(t)\right)-\left(F_o(t+\Delta t)-F_m(t+\Delta t)\right)} \qquad (6)$$

[0395] 수학식(6)으로부터 하기 함수로서의 F_E를 얻는다:

[0396] $$F_o(t), F_o(t+\Delta t),\ F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

[0397] 위 수학식으로, 날숨 가스 기류(13) 내 호기 가스(이 경우, O_2)의 분율을 복구할 수 있게 된다.

[0398] 유의할 사항은 다음과 같다:

[0399] 1. 수학식(4)를 유도하는 데 이용한 아래 가정

[0400] $$\frac{Q_E(t+\Delta t)}{k(t+\Delta t)} \sim \frac{Q_E(t)}{k(t)}$$

[0401] 은 분율만 변경되어도 더 정확해질 수 있다(즉, 기류가 변경되면 상기 비가 변하겠지만 기기 기류 내 가스 분율이 변경될 가능성은 거의 없다).

[0402] 2. 본 호흡 기기는 환자에게 전달되는 산소가 희석되거나 간섭받는 것을 피하기 위해 날숨 시에만 O_2 분율을 변경할 수 있다.

[0403] 또한, 더 나아가 날숨 가스 기류 내의 O_2 가스 분율로부터 날숨 가스 기류 내의 CO_2 가스 분율을 구할 수 있다.

[0404] 산소에 대한 $F_E(t)$를 알면, 이산화탄소에 대한 $F_E(t)$를 아래와 같이 구할 수 있다:

[0405] 이산화탄소에 대해 F_o=0이라고 가정하면(즉, 호흡 기기에서 나오는 가스 내 이산화탄소 분율은 무시해도 되는 수준이다), 수학식(3)을 다음과 같이 다시 표현할 수 있다:

[0406] $$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = Q_o(t)\frac{-F_m(t)}{F_m(t)-F_E(t)} \qquad (7)$$

[0407] $F_E(t)$에 대해 다시 정렬하면 하기 수학식이 얻어진다:

[0408] $$F_{ECO2} = F_{mCO2}\left(1+\frac{kQ_o}{Q_E}\right) \qquad (8)$$

[0409] 식에서, F_mCO_2는 환자로부터의 복합 가스 유출기류(15') 내 CO_2의 체적 분율이다.

[0410] (수학식(8)의 유도와 관련하여, 아래 표제 참조)

[0411] 따라서, 산소에 대한 Fe(t)가 주어졌기 때문에 이제 수학식(3)으로부터 kQ_o/Q_E를 구했다는 점에서 F_eCO_2는 이제 주어진 수치(양)인 것으로 표현된다. 이렇게, 날숨 가스 기류(13") 내의 O_2 분율로부터 날숨 가스 기류(13") 내의 CO_2 분율을 구할 수 있다.

[0412] 복합 가스 유출기류(15") 내 O_2 분율은 센서(14)에 의해 측정되고, 기기 가스 기류(11")의 가스 분율은 주어진다(또는 측정될 수 있다). 따라서, 각기 다른 두 (또는 그 이상) 시점에서 센서(14)를 사용하여 측정되는 복합 가스 유출기류(15') 내 O_2 분율, 그리고 각기 다른 두 (또는 그 이상) 시점에서의 주어진/측정된 기기 가스 기류(11") 내 가스 분율을 이용함으로써, 날숨 가스 기류(13") 내 O_2 분율을 구하고 그런 후에는 날숨 가스 기류(13") 내 CO_2 분율을 수학식(6)과 (8)로부터 구할 수 있다.

[0413] 실제로, O_2 분율을 실시간 출력에 맞춰 연속적으로 또는 주기적/불연속적으로 측정한 후, 역시 연속적으로 또는 주기적으로 샘플링되는 기기 가스 기류(11")의 주어진/측정된 값과 함께 사용하여, 날숨 가스 기류(13") 내 (O_2로부터) 실시간 CO_2 분율을 구할 수 있다. 앞서 구한 분율은 디스플레이 상에 그래프, 디지털 판독값 등으로 출력될 수 있다. 실제로, 가스 분율이 일정 기간에 걸쳐 연속적으로, 또는 불연속적이지만 주기적 또는 규칙적으로 변경되면서 다수의 데이터 포인트가 제공된다. 따라서, 가스 분율을 적어도 한번 변경시킴으로써, 제1 가스 분율(11a")과 제2 가스 분율(11b") 간의 차이를 이용할 수 있다. 그러므로 컨트롤러는 적절한 시점들에서 가스 매개변수를 측정한 후 각 측정에 대해 F_E를 계산한다.

[0414] 이하, 본 실시예에 대한 몇 가지 전반적인 견해이다:

[0415] · 복합 가스 유출기류(15")에서 측정된 가스(즉, 대상 가스)는 O_2이지만 이는 결국에는 날숨 가스 기류(13")

내의 CO_2 분율을 구하는 데 이용된다.

[0416] · 시변성 매개변수는 가스 분율, 바람직하게는 O_2 분율을 포함한다.

[0417] · 시변성 가스 분율은 치료용 가스 분율 성분과 시변성 가스 분율 성분을 포함한다.

[0418] · 시변성 가스 분율은 21% 내지 100%로 다양하다.

[0419] · 바람직하게, 본 방법은 자발적으로 호흡하는 환자에게 적용된다.

[0420] · 시변성 가스 분율은 환자의 호흡 주기 전체에 선택적으로 적용된다. 대안으로, 시변성 가스 분율은 환자의 날숨 단계 시 적용된다.

[0421] · 일 변형예에서, 본 방법은 O_2 분율이 (사전-산소투여 단계의 종료를 표시하는 데 유용한) 기정된 임계값에 도달했는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다

[0422] · 날숨 가스 기류(13") 내 O_2 분율을 구한 후에는, 선택적 추가 사항으로, 날숨 가스 기류(13") 내 CO_2 분율을 도출할 수 있다.

[0423] 위에서 보여준 바와 같이, (복합 가스 유출기류 내의 O_2를 측정한 후 예컨대 수학식(6))을 이용하여 구한) 날숨 가스 기류(13") 내 O_2 가스 분율을 알면, 이로부터 CO_2 가스 분율을 구할 수 있다. 이런 방식으로 수학식(6)을 이용하여 O_2 분율을 구하는 것이 필수적인 것은 아니다. 오히려 O_2 분율은 다른 방식으로, 이를테면 날숨 가스 기류 내 O_2 가스 분율을 파악하기 위한 센서 또는 일부 다른 수단을 통해 구할 수도 있다. 일단 O_2 가스 분율이 파악되면, 수학식(8)을 이용하여 날숨 가스 기류 내 CO_2 가스 분율을 구할 수 있다.

[0424] **6.1 수학식(8) 유도**

[0425] 수학식(3)을 이용하여 F_{EO2}로부터 F_{ECO2}를 도출한다:

[0426]
$$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = Q_o(t)\frac{F_o(t) - F_m(t)}{F_m(t) - F_E(t)} \qquad (3/7.1)$$

[0427] 위 식을 O_2 기준으로 표현하면 다음과 같다:

[0428]
$$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = Q_o(t)\frac{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)}{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)} \qquad (7.2)$$

[0429] 그리고 CO_2 기준으로 표현하면 다음과 같다:

[0430]
$$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = Q_o(t)\frac{F_{oCO2}(t) - F_{mCO2}(t)}{F_{mCO2}(t) - F_{ECO2}(t)} \qquad (7.3)$$

[0431] 그러나 모든 t에 대해 $F_{0CO2}(t) \sim 0$(즉, 고유량 시스템에 의해 전달되는 CO_2의 양은 무시해도 되는 수준이다)이므로, 수학식(7.3)은 다음과 같이 정리된다:

[0432]
$$\frac{Q_E(t)}{k(t)} = -Q_o(t)\frac{F_{mCO2}(t)}{F_{mCO2}(t) - F_{ECO2}(t)} \qquad (7.4)$$

[0433] 수학식(7.4)을 수학식(7.2)과 같다고 설정하면 수학식(7.2)가 얻어진다:

[0434]
$$Q_o(t)\frac{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)}{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)} = -Q_o(t)\frac{F_{mCO2}(t)}{F_{mCO2}(t) - F_{ECO2}(t)} \qquad (7.5)$$

[0435] 양변의 $Q_0(t)$를 없애면 수학식(7.5)는 다음과 같이 정리될 수 있다:

$$\frac{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)}{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)} = -\frac{F_{mCO2}(t)}{F_{mCO2}(t) - F_{ECO2}(t)} \quad (7.6)$$

[0436]

[0437] F_{E02}는 전술한 것처럼 수학식(6)을 이용하여 구할 수 있으므로, 수학식(7.6)을 알고 있는 수치(양)들을 기준으로 다시 정렬하여 F_{eCO2}를 구할 수 있다:

$$\frac{F_{ECO2}(t) - F_{mCO2}(t)}{F_{mCO2}(t)} = \frac{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)}{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)} \quad (7.7)$$

$$F_{ECO2}(t) = F_{mCO2}(t)\frac{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)}{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)} + F_{mCO2}(t) \quad (7.8)$$

[0438]

$$F_{ECO2}(t) = F_{mCO2}(t)\left[1 + \frac{F_{mO2}(t) - F_{EO2}(t)}{F_{oO2}(t) - F_{mO2}(t)}\right] \quad (7.9)$$

[0439]

[0440] 따라서, 고유량 시스템에서 산소 농도를 변경하면 수학식(6)을 통해 F_{eO2}를 측정할 수 있고, 수학식(7.9) 및 (8)을 통해 F_{eCO2}를 측정할 수 있다.

[0441] **7. 기타 변형예들**

[0442] 다음과 같은 변형예/추가예들이 가능하다.

[0443] · 본 기기는 모든 가스 샘플링 장치(예컨대 측류 또는 주류 샘플링)와 사용될 수 있다.

[0444] · 컨트롤러는 수신된 정보를 기반으로 유량, 분율, 분압 등을 제어할 수 있다. 모든 정보는 센서가 아닌 사용자 인터페이스를 통한 사용자 입력을 통해 사람으로부터 수신될 수 있다. 또한 컨트롤러가 만드는 모든 변경 사항은 컨트롤러에 의해 정해질 수 있거나, 또는 사용자 인터페이스를 통한 사용자 입력을 통해 사용자로부터 수신된 입력을 기반으로 정해질 수 있다.

[0445] · F_ECO_2가 측정되는 것과 동일한 방식으로 F_EO_2를 측정하지만 환자의 O_2 분율을 측정하여 F_EO_2를 측정할 수도 있다.

[0446] · 본 실시예들은 한 가지 가스, 예컨대 CO_2 또는 O_2에 대한 날숨 가스 기류 가스 매개변수를 구하기 위해 설명되었다. 그러나 임상의가 한 가지 이상의 가스 매개변수를 모니터링할 수 있는 경우(예컨대, 사전-산소투여를 평가하기 위해 O_2 분율을 모니터링하고, 호흡을 평가하기 위해 CO_2를 모니터링하는 경우) 전술된 실시예들은 대상이 되는 모든 가스 매개변수들에 대한 정확한 날숨 가스 기류 매개변수를 구하는 데 적용될 수 있다.

[0447] · 다양한 센서 및 처리과정을 이용하여, 시변성 가스 분율 실시예를 시변성 가스 분압 실시예로서 구현할 수 있다. 당업자는 가스 분율과 가스 분압 사이의 관계를 이해하고 이에 따라 조정할 수 있을 것이다.

[0448] · 위의 실시예들은 일부 예일 뿐이며 제한적인 것으로 간주되어서는 안 된다. 보다 일반적으로, 기기 가스 기류(11)의 매개변수를 시간 경과에 따라 변경시킬 수 있는 임의의 방법 및/또는 기기를 사용하여, 위의 모델에 구현된 개념들을 기반으로 날숨 가스 기류(13) 내 가스 분율을 구할 수 있다. 예를 들어,

[0449] (시변성 유량을 이용하여) 아래와 같은 함수로서의 가스의 F_E를 구할 수 있거나:

$$Q_o, Q_o(t + \Delta t),\ F_m(t + \Delta t), F_m(t)$$

[0450]

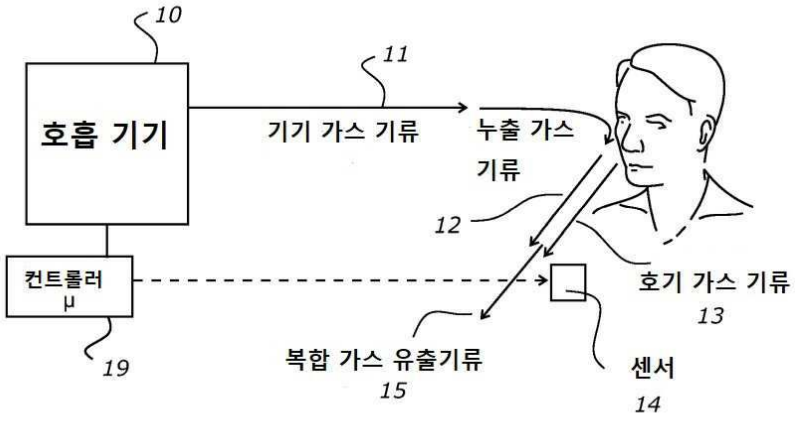
[0451] (시변성 가스 분율을 이용하여) 아래와 같은 함수로서의 가스의 F_E를 구할 수 있다:

[0452] $$F_o(t), F_o(t+\Delta t), \quad F_m(t+\Delta t), F_m(t)$$

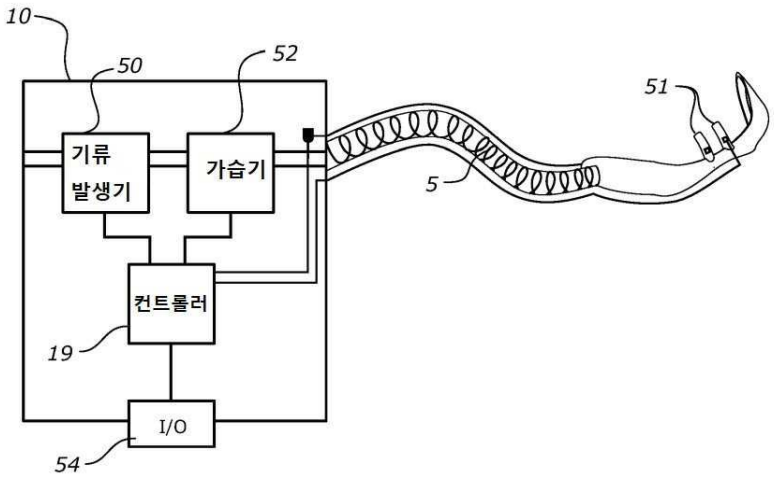
[0453] · 본 실시예들에서는 O_2와 CO_2가 언급되었지만, 예를 들어 복합 가스 유출기류용 센서로서 날숨 가스 기류 내 대상 가스 매개변수를 감지하는 센서를 활용하는 유사한 방법 및 기기를 사용하여 다른 가스 매개변수들 또한 구할 수 있다.

도면

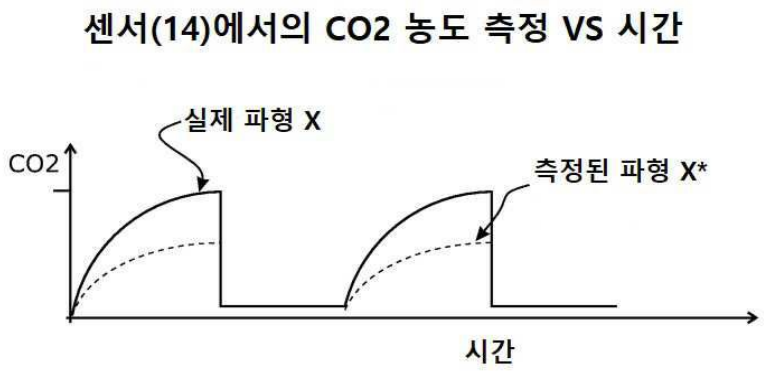
도면1a



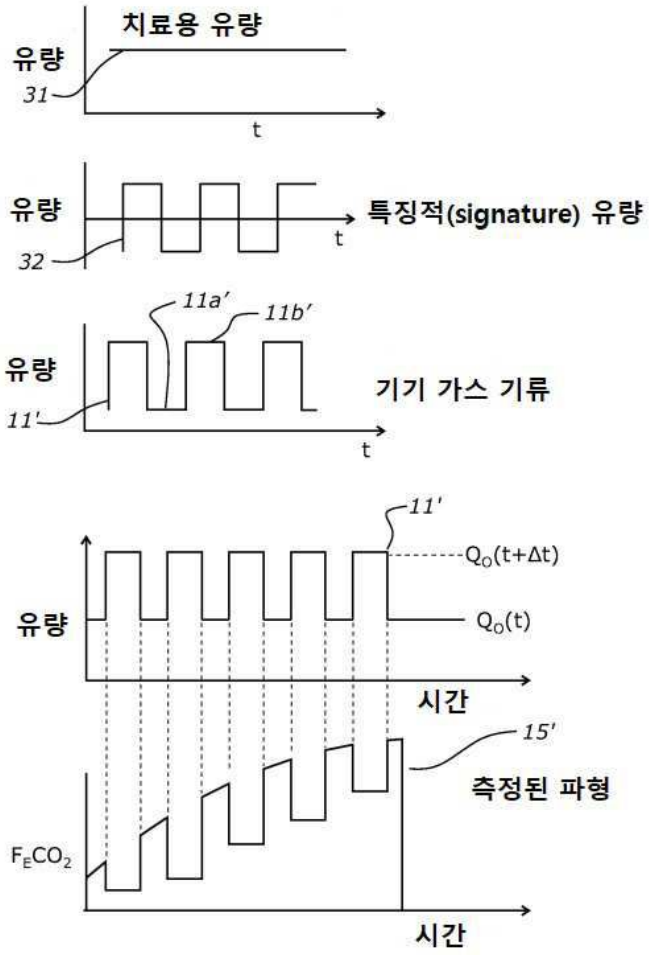
도면1b



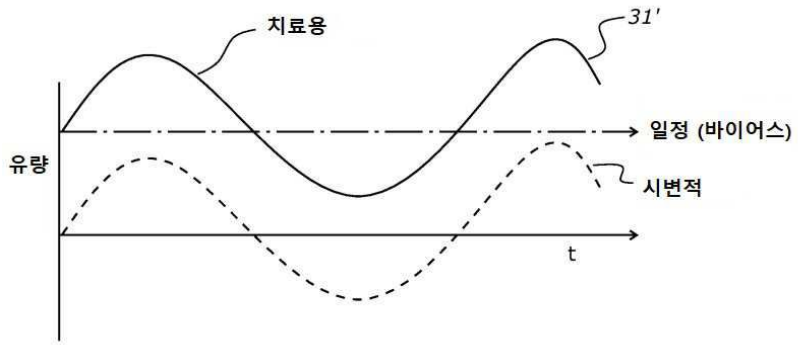
도면2


센서(14)에서의 CO2 농도 측정 VS 시간
실제 파형 X
CO2
측정된 파형 X*
시간

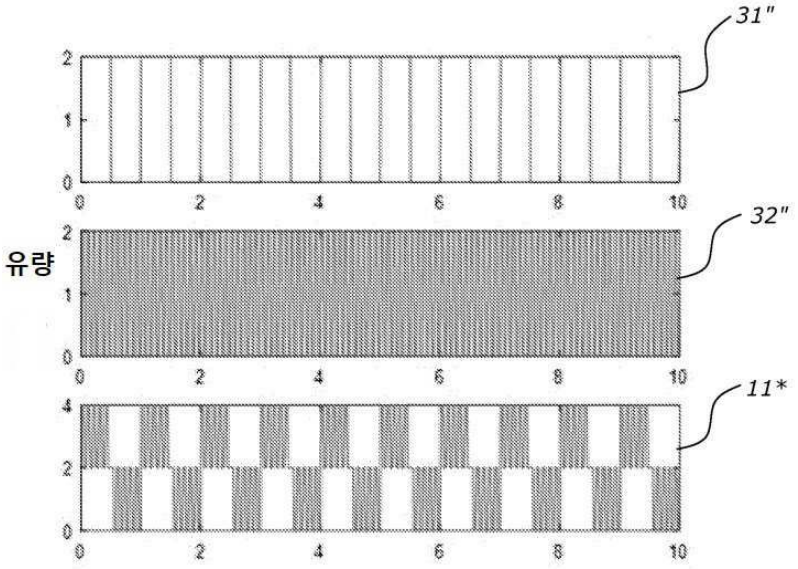
도면3a


치료용 유량
유량
31
t
유량
32
t
특징적(signature) 유량
11a'
11b'
유량
11'
t
기기 가스 기류
11'
$Q_O(t+\Delta t)$
유량
$Q_O(t)$
시간
15'
측정된 파형
F_ECO_2
시간

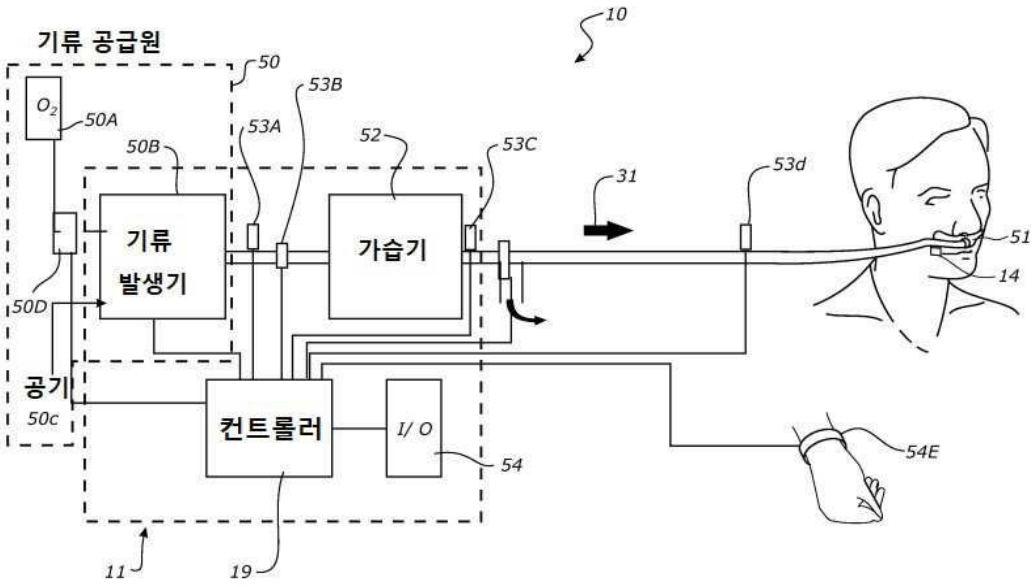
도면3b



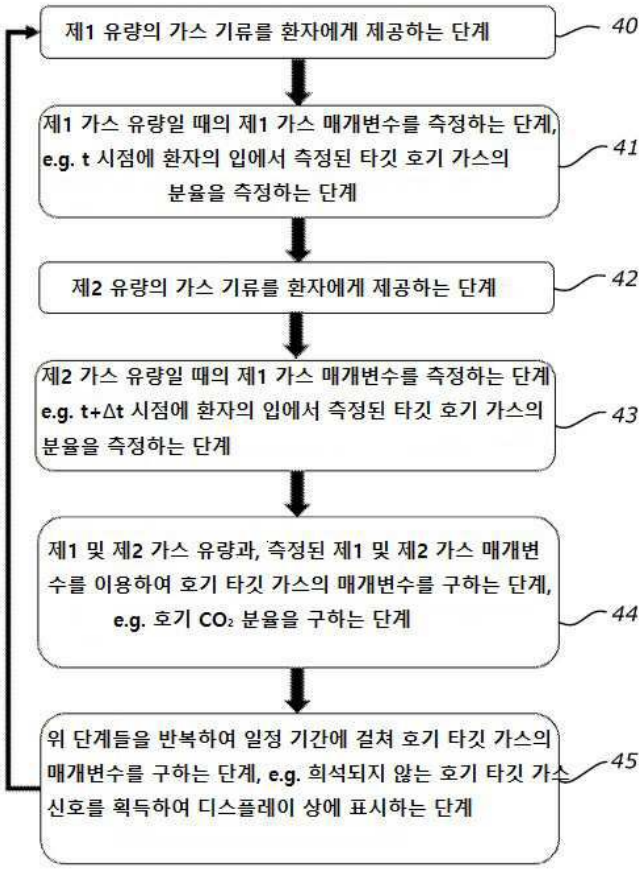
도면3c



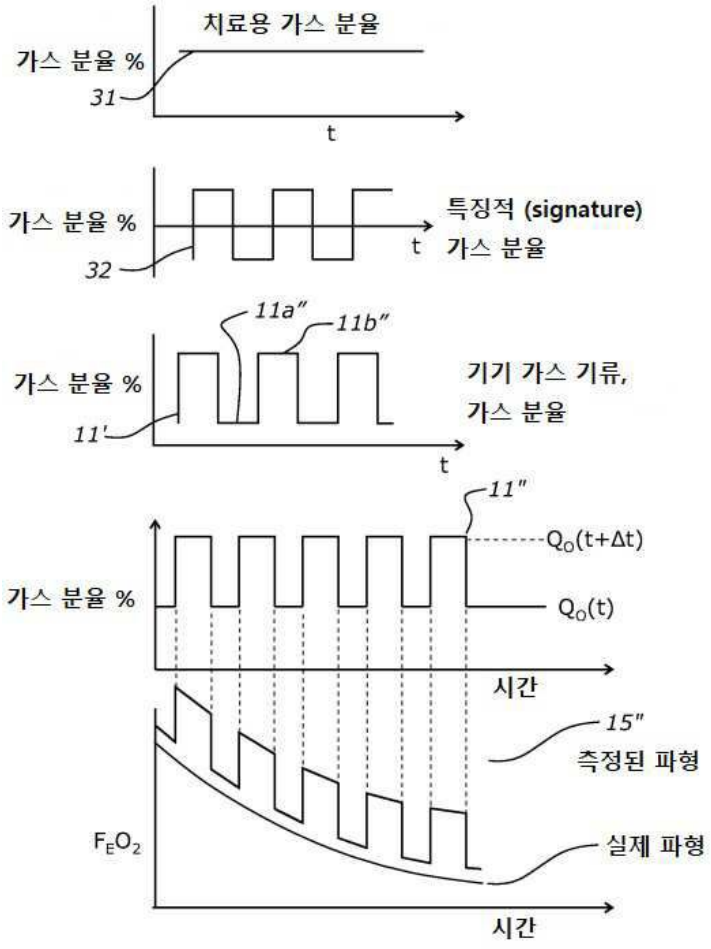
도면4


기류 공급원
10
50
53B
O_2
50A
53A
52
53C
50B
31
53d
기류
발생기
가습기
51
14
50D
공기
50c
컨트롤러
I/O
54
54E
11
19

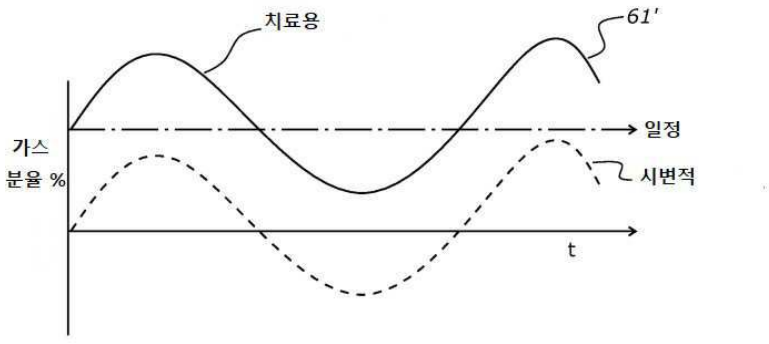
도면5


제1 유량의 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계
40
제1 가스 유량일 때의 제1 가스 매개변수를 측정하는 단계, e.g. t 시점에 환자의 입에서 측정된 타깃 호기 가스의 분율을 측정하는 단계
41
제2 유량의 가스 기류를 환자에게 제공하는 단계
42
제2 가스 유량일 때의 제1 가스 매개변수를 측정하는 단계 e.g. t+Δt 시점에 환자의 입에서 측정된 타깃 호기 가스의 분율을 측정하는 단계
43
제1 및 제2 가스 유량과, 측정된 제1 및 제2 가스 매개변수를 이용하여 호기 타깃 가스의 매개변수를 구하는 단계, e.g. 호기 CO_2 분율을 구하는 단계
44
위 단계들을 반복하여 일정 기간에 걸쳐 호기 타깃 가스의 매개변수를 구하는 단계, e.g. 희석되지 않는 호기 타깃 가스 신호를 획득하여 디스플레이 상에 표시하는 단계
45

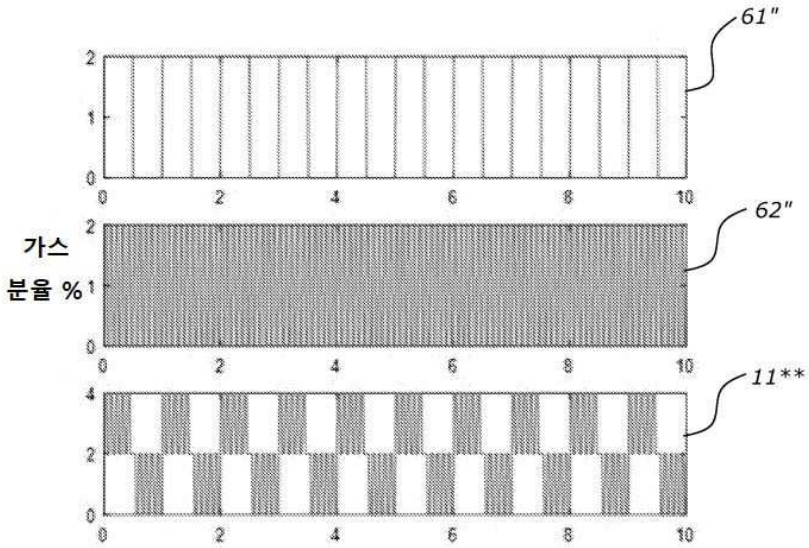
도면6a


치료용 가스 분율
가스 분율 %
31
t
가스 분율 %
32
t
특징적 (signature)
가스 분율
11a″
11b″
가스 분율 %
11′
t
기기 가스 기류,
가스 분율
11″
$Q_O(t+\Delta t)$
가스 분율 %
$Q_O(t)$
시간
15″
측정된 파형
F_EO_2
실제 파형
시간

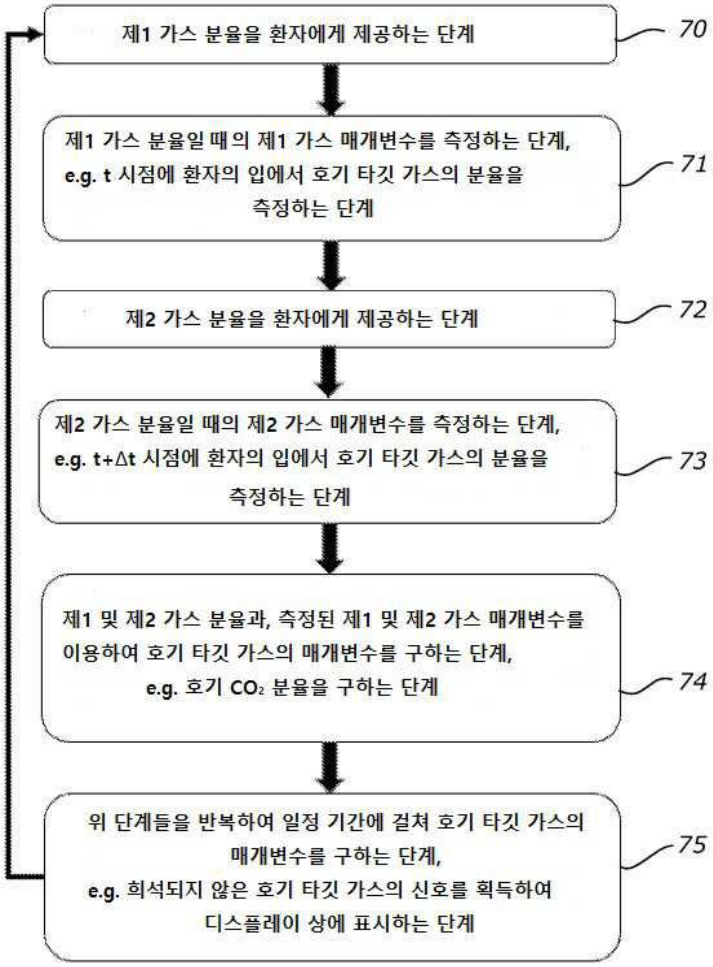
도면6b


치료용
61′
일정
가스
분율 %
시변적
t

도면6c


61"
62"
11**
가스
분율 %

도면7


제1 가스 분율을 환자에게 제공하는 단계
70
제1 가스 분율일 때의 제1 가스 매개변수를 측정하는 단계,
e.g. t 시점에 환자의 입에서 호기 타깃 가스의 분율을
측정하는 단계
71
제2 가스 분율을 환자에게 제공하는 단계
72
제2 가스 분율일 때의 제2 가스 매개변수를 측정하는 단계,
e.g. t+Δt 시점에 환자의 입에서 호기 타깃 가스의 분율을
측정하는 단계
73
제1 및 제2 가스 분율과, 측정된 제1 및 제2 가스 매개변수를
이용하여 호기 타깃 가스의 매개변수를 구하는 단계,
e.g. 호기 CO2 분율을 구하는 단계
74
위 단계들을 반복하여 일정 기간에 걸쳐 호기 타깃 가스의
매개변수를 구하는 단계,
e.g. 희석되지 않은 호기 타깃 가스의 신호를 획득하여
디스플레이 상에 표시하는 단계
75

도면8

