

(72) 발명자

제럴드 마렉

미국 미시간주 48169 핀크니 문 라이트 베이 9044

더글라스 에드워드 밀러, 주니어.

미국 미시간주 49229 브리튼 리지 하이웨이 10275

특허청구의 범위

청구항 1

샘플링 도관, 충전 회로, 및 측정 회로를 포함하는, 복수의 배기가스 샘플링 시스템 구역;

상기 배기가스 샘플링 시스템 구역들 중 하나 내의 응결을 방지하기 위하여 최소 회석 비율을 예측하도록 프로그래밍되고, 상기 예상되는 최소 회석 비율보다 크거나 동일한 선택된 최소 회석 비율에서 배기가스의 샘플이 makeup 가스로 회석되는 테스트 과정을 실행하도록 프로그래밍되는 컨트롤러;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 배기가스 샘플링 시스템 구역들은 적어도 하나의 샘플 백을 더 포함하며, 상기 컨트롤러는 상기 적어도 하나의 샘플 백 및 상기 다른 배기가스 샘플링 구역들 중 적어도 하나 내의 응결을 방지하는 최소 회석 비율들을 예측하도록 프로그래밍되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서, 선택된 상기 최소 회석 비율은 예측된 상기 최소 회석 비율들의 최대와 동일한 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 선택된 최소 회석 비율은 상기 예측된 최소 회석 비율들의 최대보다 크거나 또는 동일한 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 컨트롤러는 각각의 상기 배기가스 샘플링 시스템 구역 내의 응결을 방지하기 위하여 최소 회석 비율들을 예측하도록 프로그래밍되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 선택된 최소 회석 비율은 1:1 및 10:1 사이의 범위 내에 존재하는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 컨트롤러와 소통되는 펌프를 더 포함하며, 상기 컨트롤러는 상기 선택된 최소 회석 비율에 따라 makeup 가스의 양을 상기 샘플링 도관 내로 끌어내는 것을 명령하도록 프로그래밍되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플링 시스템.

청구항 8

컨트롤러로, 각각의 충전 회로, 측정 회로, 샘플링 도관, 및 적어도 하나의 샘플 백 내의 응결을 방지하기 위하여 최소 회석 비율들을 예측하는 단계; 및

테스트 과정 동안에, 예측된 상기 최소 회석 비율들의 최대보다 크거나 동일한 비율에서, 배기가스를 메이크업 가스로 회석하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 충전 회로 내의 응결을 방지하기 위한 상기 최소 회석 비율($DR_{fill-min}$)은 다음에 따라 예측되며:

$$DR_{fill-min} \geq \frac{W_{ex-max}}{W_{fill-sat} - W_m}$$

상기 W_{ex-max} 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 배기가스 내의 최대 예상 수 농도이고, 상기 $W_{fill-sat}$ 은 상기 테스트 과정 동안에 상기 충전 회로와 관련되는 예상 포화 수 농도이며, 상기 W_m 은 상기 테스트 과정 동안에 상기 메이크업 가스 내의 예상 수 농도인 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서, 상기 측정 회로 내의 응결을 방지하기 위한 최소 회석 비율($DR_{read-min}$)은 다음에 따라 예측되며:

$$DR_{read-min} \geq \frac{W_{ex-ave} - W_m}{W_{read-sat} - W_m}$$

상기 W_{ex-ave} 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 배기가스 내의 평균 예상 수 농도이고, 상기 $W_{read-sat}$ 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 측정 회로와 관련되는 예상 포화 수 농도이며, 상기 W_m 은 상기 테스트 과정 동안에 상기 메이크업 가스 내의 예상 수 농도인 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서, 상기 적어도 하나의 백들 내의 응결을 방지하기 위한 최소 회석 비율($DR_{bag-min}$)은 다음에 따라 예측되며:

$$DR_{bag-min} \geq \frac{W_{ex-ave} - W_m}{W_{bag-sat} - W_m}$$

상기 W_{ex-ave} 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 배기가스 내의 평균 예상 수 농도이고, 상기 $W_{bag-sat}$ 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 적어도 하나의 샘플 백과 관련되는 예상 포화 수 농도이며, 상기 W_m 은 상기 테스트 과정 동안에 상기 메이크업 가스 내의 예상 수 농도인 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 12

제 8항에 있어서, 상기 샘플링 도관 내의 응결을 방지하기 위한 최소 회석 비율($DR_{samp-cond-min}$)은 다음에 따라 예측되며:

$$DR_{s\text{amp-cond-min}} \geq \frac{W_{\text{ex-max}} - W_m}{W_{\text{tun-sat}} - W_m}$$

상기 $W_{\text{ex-max}}$ 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 배기가스 내의 최대 예상 수 농도이고, 상기 $DR_{\text{samp-cond-min}}$ 는 상기 테스트 과정 동안에 상기 샘플링 도관과 관련되는 예상 포화 수 농도이며, 상기 W_m 은 상기 테스트 과정 동안에 상기 메이크업 가스 내의 예상 수 농도인 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 13

제 8항에 있어서, 상기 배기가스는 다음과 같은 최소 회석 비율($DR_{\text{CVS-MIN}}$)에서 상기 메이크업 가스로 회석되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법:

$$DR_{\text{CVS-MIN}} \geq \max(DR_{\text{fill-min}}, DR_{\text{read-min}}, DR_{\text{bag-min}}, DR_{\text{samp-cond-min}}).$$

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 $DR_{\text{CVS-MIN}}$ 은 1:1 및 10:1 사이의 범위 내에 존재하는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 15

제 8항에 있어서, 상기 배기가스는 상기 샘플링 도관 내의 상기 메이크업 가스로 회석되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 16

제 8항에 있어서, 상기 배기가스는 상기 샘플링 도관 내의 응결을 방지하도록 예측되는 상기 최소 회석 비율들의 최대에서 상기 메이크업 가스로 회석되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 17

제 8항에 있어서, 상기 컨트롤러로, 상기 샘플링 도관 내의 응결을 방지하는 최소 회석 비율을 예측하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서, 상기 배기가스는 상기 샘플링 도관, 상기 충전 회로, 상기 측정 회로, 및 적어도 하나의 상기 샘플 백 내의 응결을 방지하도록 예측되는 상기 최소 회석 비율들의 최대에서 상기 메이크업 가스로 회석되는 것을 특징으로 하는 배기가스 샘플을 회석하는 방법.

청구항 19

배기가스 샘플링 시스템을 제공하는 단계;
 모델을 제공하는 단계;

컨트롤러로, 상기 배기가스 샘플링 시스템 내의 잠재적 응결을 확인하기 위하여 상기 모델에 관하여 테스트 과정에 적어도 하나의 파라미터의 성능을 모니터링하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 20

제 19항에 있어서, 상기 적어도 하나의 파라미터는 배기가스 샘플링 시스템 파라미터 및 엔진 파라미터 중의 하나인 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 21

제 19항에 있어서, 상기 배기가스는 상기 모델을 기초로 하여 선택된 비율에서 희석되는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 22

제 19항에 있어서, 상기 모델은 상기 적어도 하나의 파라미터를 기초로 하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 23

제 22항에 있어서, 상기 적어도 하나의 파라미터는 상기 메이크업 가스의 성질을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 24

제 22항에 있어서, 상기 적어도 하나의 파라미터는 상기 엔진에 의해 연소되는 탄화수소 농도를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 25

제 22항에 있어서, 상기 적어도 하나의 파라미터는 엔진 흡입 공기 내의 물의 농도를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 26

제 22항에 있어서, 상기 적어도 하나의 파라미터는 상기 엔진의 연소 효율을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 27

적어도 하나의 샘플 백을 포함하는 배기가스 샘플링 시스템을 제공하는 단계;
 엔진으로부터의 배기가스를 메이크업 가스로 희석하는 단계;
 상기 적어도 하나의 백을 희석된 상기 배기가스의 샘플로 채우는 단계; 및
 테스트 과정 동안에, 상기 적어도 하나의 샘플 백 내의 물 농도의 적분을 기초로 하여 상기 적어도 하나의 샘플

백 내에 응결이 발생하는지를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

청구항 28

제 27항에 있어서, 상기 테스트 과정 동안에, 컨트롤러에 의해, 상기 적어도 하나의 샘플 백 내의 상기 물 농도의 상기 적분이 연속적으로 계산되는 것을 특징으로 하는 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 복수의 배기가스 샘플링 시스템 구역(zone)을 포함하는 배기가스 샘플링 시스템 및 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 정용적 샘플러(constant volume sampler, CVS)들과 같은, 일반적인 배기가스 샘플링 시스템들에 있어서, 엔진 배기가스는 메이크업 가스(make-up gas), 또는 희석제(diluent)로 희석되며, 희석된 배기가스의 샘플은 비례해서 추출되고 하나 또는 그 이상의 샘플 백(sample bag)에 저장된다. 엔진 크기, 구동 사이클 및 주변 조건에 따라, 백들 내에 저장될 때 희석된 배기가스 샘플이 물을 응결시키지 않도록 보장하기 위하여 메이크업 가스 및 엔진 배기가스 모두를 포함하는, 정용적 샘플러 전체 유동 비율이 선택된다.

[0003] 적절한 정용적 샘플러 전체 유동 비율의 결정에 더하여, 일부 시스템들은 백 응결을 방지하기 위하여 샘플 백들을 프리-필(pre-fill) 가스와 같은, 가스로 채운다. 일부 다른 시스템들은 샘플의 온도가 이슬점 위로 유지되도록 샘플 백들에 열을 적용한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 복수의 배기가스 샘플링 시스템 구역을 포함하는 배기가스 샘플링 시스템 및 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 복수의 배기가스 샘플링 시스템 구역을 포함하는 배기가스 샘플링 시스템이 개시된다. 구역들은 적어도, 샘플링 도관(sampling conduit), 충전 회로(fill circuit), 및 측정 회로(read circuit)이다. 배기가스 샘플링 시스템 구역들 중 하나 내의 응결을 방지하기 위하여 컨트롤러가 최소 희석 비율을 예측하도록 프로그래밍된다. 컨트롤러는 예상되는 최소 희석 비율보다 크거나 동일하게 선택된 최소 희석 비율에서 배기가스의 샘플이 메이크업 가스로 희석되는 테스트 과정을 실행하도록 더 프로그래밍된다. 또한 테스트 과정 동안에 응결이 발생하는지를 예측하는 방법들이 개시된다.

발명의 효과

[0006] 본 발명의 이러한 특징들 및 다른 특징들은 다음의 도면들 및 상세한 설명으로부터 더 잘 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 도면들은 다음과 같이 간단히 설명될 수 있다.
 도 1은 바람직한 배기가스 샘플링 시스템의 사시도이다.
 도 2는 또 다른 바람직한 배기가스 샘플링 시스템의 사시도이다.
 도 3은 테스트 과정을 위한 최소 회석 비율을 선택하기 위한 바람직한 단계를 도시한 플로차트이다.
 도 4는 테스트 과정이 위태로운지를 결정하기 위한 바람직한 단계들을 도시한 플로차트이다.
 도 5는 도 4의 플로차트에서 고려되는 엔진 성능의 일 실시 예이다.
 도 6은 테스트가 위태로운지를 결정하기 위한 바람직한 단계들을 도시한 또 다른 플로차트이다.
 도 7은 도 6의 플로차트에서 고려되는 평균을 실행하는 일 실시 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 도 1에 바람직한 배기가스 샘플링 시스템(10)의 사시도가 도시된다. 특히, 도시된 시스템(10)은 정용적 샘플러이다 바람직한 정용적 샘플러가 미국특허 제 7,559,262에 존재하는데, 이는 여기에 전체가 참조로써 통합된다. 그러나, 본 발명은 다른 형태의 배기가스 샘플링 시스템들로 확장하며 도시된 시스템(10)의 특이성에 한정되지 않는다는 것을 이해하여야 한다.
- [0009] 바람직한 시스템(10)은 엔진(18)으로부터 메이크업 공기(14) 및 배기가스(16)를 받도록 구성되는 샘플링 도관(12)을 포함한다. 메이크업 공기(14)는 샘플링 도관의 일 단부 내에 형성되는 입구(inlet, 20)에 의해 샘플링 도관(12)으로 향한다. 본 실시 예에서 입구(20)에 필터(22)가 제공된다. 펌프(24)는 메이크업 공기의 원하는 양을 샘플링 도관(12) 내로 끌어내기 위하여 입구(20)의 반대편에 위치된다. 배기가스(16)는 꼬리 파이프(tail pipe, 26)에 의해 샘플링 도관(12)으로 향한다.
- [0010] 여기서 사용되는 것과 같이, 용어 배기가스는 엔진으로부터 배출되는 다양한 유체(가스 및 증기를 포함)뿐만 아니라, 거기에 부유되는 입자상 물질(particulate matter, PM)을 포함한다. 입자상 물질은 통상적으로 엔진으로부터 배출되고 일반적으로 원소 형태의 탄소질 물질(또는, 검댕(soot)) 및 휘발성과 반휘발성 탄화수소 화합물(유기성 용해 물질(soluble organic matter)일 수 있는), 및 다른 유기와 무기 화합물(황산염과 같은)을 포함한다. 위에서 논의된 메이크업 공기는 그것의 수 농도(water concentration)가 알려지거나 쉽게 확인할 수 있는 주변 공기와 같은, 모든 종류의 회석제일 수 있다.
- [0011] 도시된 것과 같이, 샘플링 도관(12)은 믹서(mixer, 28), 터널(tunnel, 30), 열교환기(32), 및 측정 장치(34)를 더 포함한다. 이러한 부품들의 상세한 설명은 미국특허 제 7,559,262에 설명된다. 본 실시 예에서 샘플링 도관은 이러한 부품들(28, 30, 32, 34)을 포함하나, 본 발명은 이러한 부품들이 없는, 다른 형태의 샘플링 도관들로 확장한다.
- [0012] 입구(20) 및 꼬리 파이프(26)의 하류(downstream)는 메이크업 가스(14)와 배기가스(16)의 혼합물의 샘플을 추출하기 위한 샘플러(36)이다. 메이크업 가스(14)와 배기가스(16)의 혼합물은 여기서는 회석된 배기가스로서 언급된다. 샘플러(36)에 의해 샘플링된 샘플은 회석된 배기가스 샘플로서 언급된다.
- [0013] 샘플러(36)의 하류, 회석된 배기가스 샘플은 충전 회로(38)를 통한다. 본 실시 예에서, 충전 회로는 밸브(40), 펌프(42), 및 유량계(flow meter, 44)를 포함한다. 충전 회로(38)는 각각의 샘플 백(48)에 이르러 하는 독립적으로 조정가능한 밸브들(46)을 더 포함한다. 밸브(40), 펌프(42), 및 유량계(44)를 포함하는 충전 회로(38)가 도시되나, 충전 회로는 원하는 만큼, 부품들의 어떠한 조합도 포함할 수 있다. 여기서 사용되는 것과 같이, 용어 충전 회로(38)의 사용은 샘플링 도관(12)의 하류 및 샘플 백들(48)의 상류의 샘플링 시스템(10)의 일부를 언급한다. 용어 충전 회로에는 일부 실시 예들에서 샘플러(36)가 포함될 수 있다.
- [0014] 도시된 것과 같이, 충전 회로(38)는 회석된 배기가스 샘플을 두 개의 샘플 백(48)으로 향하게 하나, 본 발명은 단지 하나의 샘플 백을 포함하여, 어떠한 수의 백도 포함하는 것으로 확장한다. 샘플 백(48)의 수에 따라, 그에 알맞게 밸브(46)의 수가 조정될 수 있다.
- [0015] 백들(48)의 하류는 독립적으로 조정가능한 밸브(52), 펌프(54), 유량계(55), 및 벤치식(bench type) 분석 유닛일 수 있는 배출가스 분석기(56)를 포함하는, 측정 회로(50)이다. 충전 회로(38)와 같이, 측정 회로(50)는 원하

는 부품들의 어떠한 조합도 포함할 수 있다. 여기서 사용되는 것과 같이, 용어 측정 회로(50)는 백들(48) 하류의 샘플링 시스템(10)의 일부를 언급한다.

[0016] 컨트롤러(58)는 컨트롤러에 의해 실행가능한 명령들을 저장하는 능력을 갖는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하는 어떠한 형태의 알려진 컴퓨터일 수 있다. 컨트롤러(58)는 또한 각각의 개시된 시스템 부품들과 소통할 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러는 엔진(18)을 제어하고 모니터하도록 작동할 수 있으며, 또한 다양한 펌프들(24, 42, 54) 및 밸브들(40, 46, 52)을 독립적으로 작동할 수 있다.

[0017] 시스템(10)의 변형들이 본 발명의 범위 내에 포함된다. 예를 들면, 일 변형에서 시스템(10)은 분석기(56)에서의 정확한 측정을 보장하기 위하여 백들을 희석된 배기가스 샘플로 채우기 전에, 소스(source, 60)로부터 샘플 백들(48)을 프리-필 가스(48)와 같은, 가스로 채운다. 그러한 시스템이 미국특허 제 7,559,262에 개시된다. 본 발명은 프리-필 특징을 포함하지 않는 시스템으로 확장한다. 본 발명은 또한 포스트-필 특징 또는 프리-필 특징의 조합을 포함하는 시스템들로 확장한다.

[0018] 또 다른 실시 예에서, 시스템(10)은 도 2에 도시된 것과 같은, 미니 희석기(mini diluter, 62)를 포함한다. 도 1 및 2 사이에서, 동일한 참조 번호는 동일한 구성요소를 나타내는 것으로 사용된다. 도 2에서 엔진(18)으로부터의 배기가스(16)는 샘플링 도관(12) 내로 향하고 샘플러(36)에 의해 샘플링된다. 배기가스 샘플은 믹서(64)에서, 미니 희석기(62)로부터 메이크업 가스로 희석된다. 미니 희석기를 포함하는 바람직한 시스템이 미국특허 제 2010/0000339에 개시되는데, 여기에 전체가 참조로써 통합된다.

[0019] 다시 도 1을 참조하면, 엔진(18)으로부터 샘플링 도관(12)으로 배기가스(16)를 향하도록 하고 배기가스(16)를 아래에 설명되는 것과 같이 과정 이전에 선택되는, 최소 희석 비율($DR_{CVS-MIN}$)에서 메이크업 공기(14)로 채움으로써 바람직한 배출가스 테스트 과정이 수행된다. 선택된 최소 희석 비율에서 배기가스(16)를 희석하기 위하여, 컨트롤러(58)는 펌프(24)가 적절한 양의 메이크업 공기(14)를 샘플링 도관 내로 끌어내는 것을 명령하도록 프로그래밍된다. 도 2의 실시 예에서, 희석은 컨트롤러(58)로부터 미니 희석기(62)로의 명령에 의해, 믹서(64)에서 일어날 수 있다.

[0020] 희석된 배기가스 샘플은 충전 회로(38)에 의해, 샘플링 도관(12)으로부터 샘플 백들(48)로 향한다. 희석된 배기가스 샘플은 테스트 과정 동안에 샘플 백들(48) 내에 수집된다. 테스트 과정 다음에, 희석된 배기가스 샘플은 샘플 백들(48) 하류로부터 측정 회로(50)로 향하고, 결국 분석기(56)로 향한다.

[0021] 위에서 설명된 바람직한 과정과 같은 테스트 과정 동안에, 희석된 배기가스 샘플 내의 응결의 형성은 부정확한 테스트 결과들에 이르게 할 뿐만 아니라 특정 법령은 응결이 샘플 백들 내부에 허용되는 것을 금지한다. 새로운 법령은 훨씬 더 제한적이고, 샘플 백들(48) 내의 형성 이상을 금지한다. 바꾸어 말하면, 만일 테스트 과정 동안에 시스템(10) 내의 어떤 지점에서 응결이 발생하면, 새로운 법령은 테스트 과정이 위태로우며, 새로운 테스트 과정이 필요할 수 있다는 것을 효율적으로 제시한다.

[0022] 따라서, 본 발명은 샘플 백들(48)뿐만 아니라, 대안으로서 또는 부가적으로, 배기가스(16)를 위하여 최소 희석 비율($DR_{CVS-MIN}$)을 선택할 때, 측정 회로(38), 충전 회로(50), 및 샘플링 도관(12) 중의 적어도 하나를 고려한다.

[0023] 일반적으로, 희석 비율(DR_{CVS})은 다음에 따라 정의된다:

$$DR_{CVS} = \frac{Q_m + Q_{ex}}{Q_{ex}}$$

[0024] .

[0025] 여기서 Q_m 은 메이크업 가스(14) 유동 비율이고 Q_{ex} 는 배기가스(16) 유동 비율이다. 아래에 설명되는 것과 같이, 일단 $DR_{CVS-MIN}$ 이 선택되면, (예를 들면, DR_{CVS} 이 $DR_{CVS-MIN}$ 로 설정), 그때 다음에 따라 샘플링 도관 내의 유동 비율(Q_{CVS})이 제공된다:

[0026] $Q_{CVS} = DR_{CVS-MIN} \cdot Q_{ex-ave}$

[0027] 여기서 Q_{ex-ave} 는 테스트 과정 동안의 평균 예상 배기가스 유동 비율이다. 대안으로서, Q_{ex-ave} 는 과정 동안의 배기가스(16) 유동 비율의 이동 평균(running average)일 수 있다. $DR_{CVS-MIN}$ 이 주어지면, 컨트롤러(58)는 적절한 Q_{CVS}

를 제공하도록 작동할 수 있다.

[0028] 일반적으로 위에서 설명된 것과 같이, 응결의 문제는 배기가스(16)를 메이크업 가스(14)로 과도하게 희석함으로써 방지될 수 있다. 그러나, 이는 희석된 배기가스 샘플 내의 높은 함량의 메이크업 가스(14)에 기인하는, 분석하는데 극도로 어려울 수 있는 배기가스 샘플에 이르게 한다. 따라서, 본 발명의 일 실시 예에서 최소 희석 비율($DR_{CVS-MIN}$)은 가능한 한 낮으나 배기가스 샘플링 시스템(10)의 다양한 부품들 내의 응결을 방지하는데 충분한 것과 같이 선택된다. 이러한 최적 $DR_{CVS-MIN}$ 을 찾기 위하여, 충전 회로(38), 백들(48), 측정 회로(50), 및 샘플링 도관(12) 내에서의 응결을 방지하는 희석 비율들이 개별적으로 결정되며, 배기가스(16)의 최소 희석 비율은 그것이 예상되는 희석 비율들의 최대보다 크거나 동일한 것과 같이 설정된다.

[0029] 특히, 도 3을 참조하면, 충전 회로(38) 내의 응결을 방지하기 위한 최소 희석 비율($DR_{fill-min}$)이 68에서 예측되고, 다음과 같이 정의된다:

$$DR_{fill-min} \geq \frac{W_{ex-max}}{W_{fill-sat} - W_m}$$

[0030] 여기서 W_{ex-max} 는 테스트 과정 동안에 배기가스 내의 최대 예상 수 농도이고, $W_{fill-sat}$ 은 테스트 과정 동안에 충전 회로(38)와 관련되는 예상 포화 수 농도이며, W_m 은 테스트 과정 동안에 메이크업 가스 내의 예상 수 농도이다. 일 실시 예에서, $W_{fill-sat}$ 은 다음의 방정식으로부터 결정된다:

$$W_{fill-sat} = \frac{P_{H2O-vap}(T_{fill})}{P_{fill}}$$

[0031] 여기서 $P_{H2O-vap}$ 은 알려진 방법(예를 들면, 룩-업 테이블(look-up table))을 사용하여 확인된 포화 증기 압력이다. 또 다른 실시 예에서, $P_{H2O-vap}$ 는 가이드와 같은 특정 연방 법규를 사용하여 확인된다. 본 실시 예에서, 입력 온도(T_{fill})는 주어진 테스트 과정 동안에 충전 회로(38) 내의 희석된 배기가스 샘플의 예상되는 평균 온도이다. P_{fill} 은 주어진 테스트 과정 동안에 충전 회로(38) 내의 희석된 배기가스 샘플의 예상되는 평균 압력이다. T_{fill} 및 P_{fill} 은 주변 조건들뿐만 아니라 예를 들면, 이전의 유사한 테스트 동안에 존재하는 T_{fill} 과 P_{fill} 를 고려함으로써 결정될 수 있다. 일 실시 예에서, T_{fill} 은 그것이 테스트 동안에 예상되는 최소 희석 비율에서 메이크업 가스(14)와 배기가스(16)의 혼합물의 이슬점 위에 존재하는 것과 같이 선택되며, 따라서 고유의 안전 계수(safety factor)를 제공한다.

[0032] $DR_{fill-min}$ 방정식에서의 나머지 변수들, W_{ex-max} 및 W_m 은 엔진 및 주변 시스템으로부터의 입력들을 기초로 하여 예측된다. 예를 들면, 엔진에 의해 연소되는 연료의 성분뿐만 아니라 엔진 흡입 공기(intake air)의 성질들 및 성분이 배기가스 내의 수 농도(W_{ex-max})에 영향을 줄 것이다. 메이크업 가스(14)가 주변 공기인 실시 예에서, 메이크업 가스(14) 내의 수 농도는 시스템(10)의 주변의 온도 및 압력과 같은 파라미터들을 기초로 하여 결정된다. 시스템(10)에 대하여 다양한 압력 및 온도 센서들이 위치될 수 있으며, 이러한 센서들은 컨트롤러(58)와 소통할 수 있다.

[0033] 70에서, 측정 회로 내의 응결을 방지하기 위한 최소 희석 비율($DR_{read-min}$)이 예측된다. $DR_{fill-min}$ 과 유사하게 $DR_{read-min}$ 는 다음에 따라 예측된다:

$$DR_{read-min} \geq \frac{W_{ex-ave} - W_m}{W_{read-sat} - W_m}$$

[0034] 여기서 W_m 은 위에서 정의되었고, W_{ex-ave} 는 테스트 과정 동안에 배기가스 내의 평균 예상 수 농도이며, $W_{read-sat}$ 는

테스트 과정 동안에 측정 회로(50)와 관련되는 예상 포화 수 농도이다. $W_{read-sat}$ 는 위의 $W_{fill-sat}$ 와 유사한 방식으로 결정되고, 주어진 테스트 과정 동안에 측정 회로(50) 내의 희석된 배기가스 샘플의 예상되는 평균 온도 및 압력(T_{read} 및 P_{read})을 기초로 한다. 특히 실시 예에서, T_{read} 는 희석된 배기가스 샘플 내의 수 함량과 상응하는 이슬점 위에서 설정되고, P_{read} 는 분석기(56)로 펌핑될 때(예를 들면, 펌프(54)로) 희석된 배기가스 샘플이 상승되는 압력 위로 설정된다.

[0038] 유사하게, 72에서 백들을 위하여 예측되는 최소 희석 비율이 결정된다. $DR_{bag-min}$ 은 다음에 따라 예측된다:

$$DR_{bag-min} \geq \frac{W_{ex-ave} - W_m}{W_{bag-sat} - W_m}$$

[0039]

[0040] 여기서 $W_{bag-sat}$ 는 테스트 과정 동안에 적어도 하나의 샘플 백(48)과 관련되는 예상 포화 수 농도이다. $W_{bag-sat}$ 는 위의 $W_{read-sat}$ 및 $W_{fill-sat}$ 와 같은 방식으로 결정되고, 테스트 과정 동안에 백들(48) 내의 희석된 배기가스 샘플의 예상되는 평균 온도 및 압력(T_{bag} 및 P_{bag})을 기초로 한다. T_{bag} 은 일부 실시 예들에서 희석된 배기가스 샘플의 이슬점 위에 존재하는 것이 필요할 것이다. $DR_{bag-min}$ 을 계산할 때, 일부 실시 예들은 피크 배기가스를 보호하기 위하여, W_{ex-ave} 를 배기가스 내의 물의 농도를 위한 최대 누계 값(integrated value)으로 대체할 수 있다. 즉, 실제 W_{ex-ave} 가 사용될 수 있으나, 일부 실시 예들은 W_{ex-ave} 를 위한 값을 평균 + 테스트-의존 차이로 대체할 수 있다.

[0041] 또한, 73에서, 샘플링 도관(12)을 위한 예측되는 최소 희석 비율이 결정된다. $DR_{tun-min}$ 은 다음에 따라 예측된다:

$$DR_{samp-cond-min} \geq \frac{W_{ex-max} - W_m}{W_{tun-sat} - W_m}$$

[0042]

[0043] 여기서 W_{ex-max} 및 W_m 은 위에서 정의되었으며, $W_{tun-sat}$ 는 테스트 과정 동안에 샘플링 도관(12)과 관련되는 예상 포화 수 농도이다. $W_{samp-cond-min}$ 은 위의 $W_{fill-sat}$ 와 유사한 방식으로 결정되고, 주어진 테스트 과정 동안에 샘플링 도관(12) 내의 희석된 배기가스 샘플의 예상 평균 온도 및 압력($T_{samp-cond}$ 및 $P_{samp-cond}$)을 기초로 한다. 특히 실시 예에서, $T_{samp-cond}$ 는 희석된 배기가스 샘플 내의 물 함량과 상응하는 이슬점 위로 설정되고, $P_{samp-cond}$ 는 대기 압력과 동일한 것으로 가정된다.

[0044] 일 실시 예에서, 테스트 동안에, 백들의 실제 온도(T_{bag})는 일부 안전 계수를 제공하기 위하여, 계산들에서 사용되는 T_{bag} 보다 약 4-5°C 더 높다. P_{bag} 은 안전 계수를 제공하기 위하여 계산들 및 테스트 조건들 사이에서 변경될 수 있다. 유사하게, $DR_{fill-min}$ 및 $DR_{read-min}$ 에 고유의 안전 계수들이 제공될 수 있다.

[0045] 일단 단계들 68, 70 및 72에서 이러한 최소 희석 비율들이 예측되면, 컨트롤러(58)는 예측되는 최소 비율들($DR_{fill-min}$, $DR_{bag-min}$, $DR_{read-min}$, 및 $W_{samp-cond-min}$)의 최대보다 크거나 동일한, 배기가스 최소 희석 비율($DR_{CVS-MIN}$)을 선택한다. 74에서, 다음과 같이 $DR_{CVS-MIN}$ 이 선택된다:

$$DR_{CVS-MIN} \geq \max(DR_{fill-min}, DR_{read-min}, DR_{bag-min}, DR_{samp-cond-min}).$$

[0047] 일 실시 예의 테스트 과정에서, 배기가스(16)는 $DR_{CVS-MIN}$ 과 동일한 비율에서 메이크업 가스(14)로 희석된다. 일부 실시 예들에서 첨가된 안전 계수를 위하여 예측되는 비율들의 최대보다 큰 비율에서 배기가스를 희석하는 것이 가능하다. 그러나, 위에서 설명된 것과 같이, 낮은 희석 비율로 더 정확한 테스트 결과들이 가능하다. 일 실시 예에서, $DR_{CVS-MIN}$ 는 메이크업 가스(14)가 1:1 및 10:1의 범위 내의 비율에서 배기가스(16)와 혼합되는 것과 같이 선택된다.

[0048] 또 다른 실시 예에서, 컨트롤러(58)는 도 4에 도시된 것과 같이, 엔진 또는 차량 성능 모델(78) 및 시스템(10)의 파라미터들(80)로부터의 파라미터를 포함할 수 있는, 적어도 하나의 테스트 파라미터를 기초로 하여 결정되

는 비율($DR_{CVS-MIN}$)에서 배기가스(16)를 회석한다. 이러한 실시 예에서, 엔진 성능 모델(78)은 테스트 과정에 관여하는 엔진의 특정 종류와 관련된 알려진 모델이다. 적어도 하나의 테스트 파라미터는 테스트 사이클 동안에 예상되는 피크 배기가스와 관련될 수 있는, 저항성 부하의 설정들과 같은, 동력계(dynamometer)로부터의 계수들을 더 포함할 수 있다.

[0049] 어떻게 $DR_{CVS-MIN}$ 이 선택되는가와 관련하여, 테스트 과정에 걸쳐 엔진 또는 차량으로부터의 평균 및 최대 배기가스 유동 비율(Q_{ex-ave} 및 Q_{ex-max})은 주어진 값에 의해 추정될 수 있거나, 또는 예를 들면, 테스트 과정 동안의 추정 엔진 마력을 기초로 하여 예측될 수 있다. 그때 테스트 과정 동안에 사용되는 최소 $Q_{CVS-min}$ 은 다음과 같이 제공될 수 있다:

[0050]
$$Q_{CVS-min} \geq \max(Q_{ex-max} \cdot DR_{fill-min}, Q_{ex-ave} \cdot DR_{read-min}, Q_{ex-max}$$

[0051]
$$\cdot DR_{bag-min}, Q_{ex-max} \cdot DR_{samp-cond-min}).$$

[0052] 일 실시 예에서, 적어도 하나의 테스트 파라미터는 저항성 부하(예를 들면, 동력계 계수), 엔진 RPM, 연료 종류, 연료 성분, 엔진 또는 차량 흡입 공기 성질들과 성분, 및 연소 효율과 같은 그러한 파라미터들을 포함한다. 특정 배기가스 샘플링 시스템 파라미터들이 또한 위에서 일반적으로 설명된 것과 같이, 최소 회석 비율을 결정하는데 관련될 수 있으며, 엔진 성능 모델(78)에 영향을 줄 수 있다. 이러한 파라미터들(80)은 T_{fill} 과 P_{fill} , T_{read} 와 P_{read} , T_{bag} 과 P_{bag} , $T_{samp-cond}$ 와 $P_{samp-cond}$ 및 메이크업 가스(14)의 성분 특성들(예를 들면, 질소, 산소 등에 1인하는 부분들)을 포함할 있다. 이러한 파라미터들을 위하여, 알려진 엔진 성능 모델이 결정될 수 있으며, 컨트롤러는 필요한 최소 회석 비율($DR_{CVS-MIN}$)을 위하여 유동 비율(Q_{CVS})을 선택할 수 있다.

[0053] 대안으로서, 도 4의 테스트를 위하여 선택된 최소 회석 비율은 도 3의 방법을 기초로 하여 결정될 수 있다. 어떻게 DR_{CVS} 가 선택되는가와 상관없이, 배출가스 테스트 과정은 도 4의 76에 도시된 것과 같이 시작한다. 설명된 것과 같이, 테스트 과정은 단계 74에서 선택된 최소 비율에서, 또는 적어도 하나의 테스트 파라미터를 기초로 하여 결정된 최소 비율에서 배기가스를 회석할 수 있다. 어느 경우든, 일단 $DR_{CVS-MIN}$ 이 선택되면, 컨트롤러는 최적화된 유동 비율(Q_{CVS})을 제안할 수 있다.

[0054] 테스트 동안에 82에서, 컨트롤러(58)는 84에서 둘 사이의 차이가 배기가스 샘플링 시스템(10) 내의 가능한 응결을 나타내는지를 결정하기 위하여 모델과 관련하여 테스트 파라미터들의 실제 성능을 모니터링할 것이다. 만일 테스트들이 잠재적인 응결에 의해 위태로울 수 있는 것과 같은 그러한 표시가 존재하면, 테스트 과정은 86에서 종료된다.

[0055] 테스트 과정에서의 가능한 위태로움을 나타내는 시나리오의 도표가 도 5에 도시된다. 도시된 실시 예에서, 엔진(18) 또는 시스템(10) 파라미터들은 파라미터의 실제 값 및 모델에 의해 예측되는 값 사이의 음영(shaded) 영역에 의해 표시된 것과 같이, 시간의 양에 대한 모델에 의해 예측된 값을 초과한다.

[0056] 일 실시 예에서, 테스트 과정 동안에, 컨트롤러(58)는 회석 비율을 최소화하기 위하여 엔진 RPM과 관련된 모델에 대하여 엔진(18)의 RPM을 모니터링한다. 만일 엔진 RPM이 도 5의 음영 영역에 표시된 것과 같이, 최소 회석 비율($DR_{CVS-MIN}$)이 응결을 방지하는데 충분하지 않으면, 컨트롤러(58)는 테스트를 종료한다. 또 다른 실시 예에서, 메이크업 가스(14)로서 주변 공기가 사용될 때, 컨트롤러(58)는 주변 공기의 상대 습도를 모니터링한다. 상대 습도에서의 예상치 않은 피크는 위태로운 테스트를 나타낸다.

[0057] 본 발명의 또 다른 특징이 도 6의 플로차트에 도시된다. 88에서 시작하는 테스트 과정 동안에, 90에서 샘플링 백들 내의 포화 수 농도의 적분($\int_{bag-sat-int}$)이 계산된다. 즉, $\int_{bag-sat}$ 는 테스트 과정 동안의 시간의 함수로서 모니터링되고, 시간 0으로부터 "t"까지의 $\int_{bag-sat}$ 의 적분은 시간 "t"에서 백들 내에 농도가 존재하는지를 결정하도록 사용된다. 예를 들면 설정 간격들에서(예를 들면, t는 1초, 2초 3초 등), 적분이 계산된다. 이러한 적분($\int_{bag-sat-int}$)으로부터, 컨트롤러(58)는 92에서 예를 들면, $\int_{bag-sat-int}$ 을 모델과 비교함으로써, 샘플 백들(48) 내에 가능한 응결이 나타나는지를 결정한다. 만일 테스트 내에 가능한 위태로움이 확인되면, 테스트는 94에서 종료된다.

[0058] 도 7은 테스트 과정 동안에 가능한 위태로움이 발생하는 일 실시 예를 도시한다. 이러한 실시 예에서, $\int_{bag-sat-int}$

는 음영 영역에 도시된 것과 같이, 테스트 과정에 걸쳐 예상되는 평균 $W_{\text{bag-sat}}$ 을 초과한다. 따라서, 백들은 과포화될 수 있으며 응결이 존재할 수 있다.

[0059] 본 발명은 배기가스 시스템의 샘플 백들 이상에서 응결을 방지하도록 사용될 수 있다. 설명된 것과 같이, 더 정확한 테스트, 및 새로운 규정의 준수를 포함하는, 샘플 백들 이상에서의 응결을 방지하기 위한 몇 가지 이유들이 존재한다.

[0060] 본 발명은 테스트 종료 후에 응결이 발생하는 것을 결정하는 것보다 오히려, 테스트 동안에 응결을 모니터링함으로써 위태로운 테스트 과정을 중단시키도록 사용될 수 있다. 위태로운 테스트의 중단은 대안들에 대하여 시간 및 비용 절약에 이르게 한다.

[0061] 비록 서로 다른 실시 예들이 도면에 도시된 특정 부품들을 가지나, 본 발명의 실시 예들은 그러한 특정 실시 예들에 한정되지 않는다. 실시 예들 중의 하나로부터의 부품들과 특징들의 일부를 실시 예들의 또 다른 하나로부터의 특징들 또는 부품들과 결합하여 사용하는 것이 가능하다.

[0062] 통상의 지식을 가진 자들은 위에서 설명된 실시 예들은 일례이며 비제한적이라는 것을 이해할 것이다. 즉, 본 발명의 변형들이 청구항들의 범위 내에 포함된다. 따라서, 다음이 청구항들은 그것들의 진정한 범위 및 내용을 결정하도록 이루어져야만 한다.

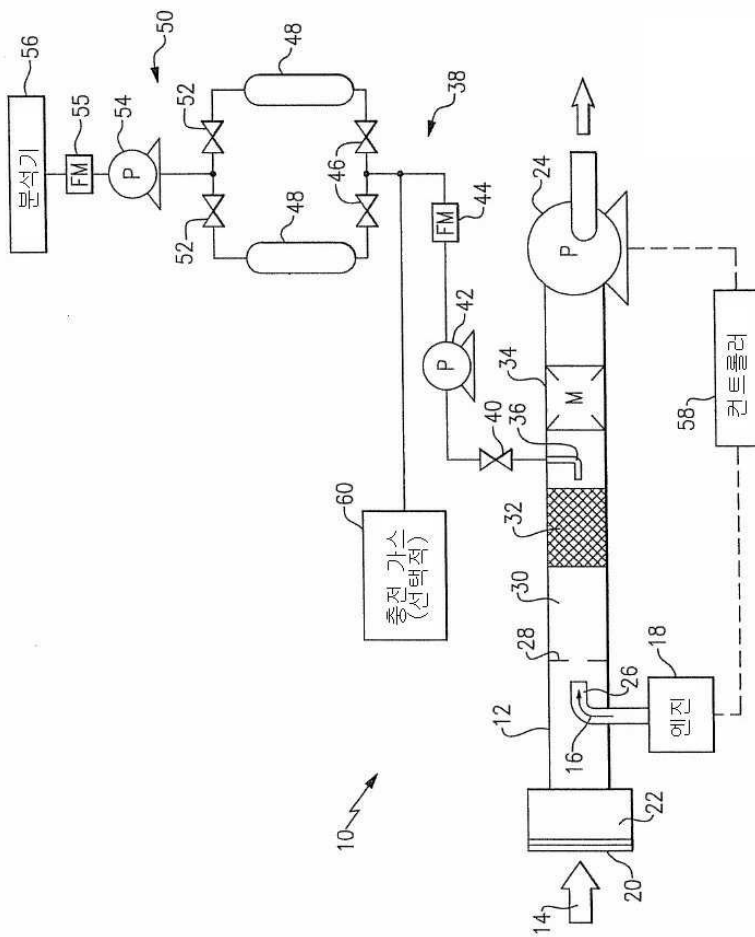
부호의 설명

- [0063] 10 : 배기가스 샘플링 시스템
- 12 : 샘플링 도관
- 14 : 메이크업 공기
- 16 : 배기가스
- 18 : 엔진
- 20 : 입구
- 22 : 필터
- 24 : 펌프
- 26 : 꼬리 파이프
- 28 : 믹서
- 30 : 터널
- 32 : 열교환기
- 34 : 측정 장치
- 36 : 샘플러
- 38 : 충전 회로
- 40 : 밸브
- 42 : 펌프
- 44 : 유량계
- 46 : 독립적으로 조정가능한 밸브
- 48 : 샘플 백
- 50 : 측정 회로
- 52 : 독립적으로 조정가능한 밸브

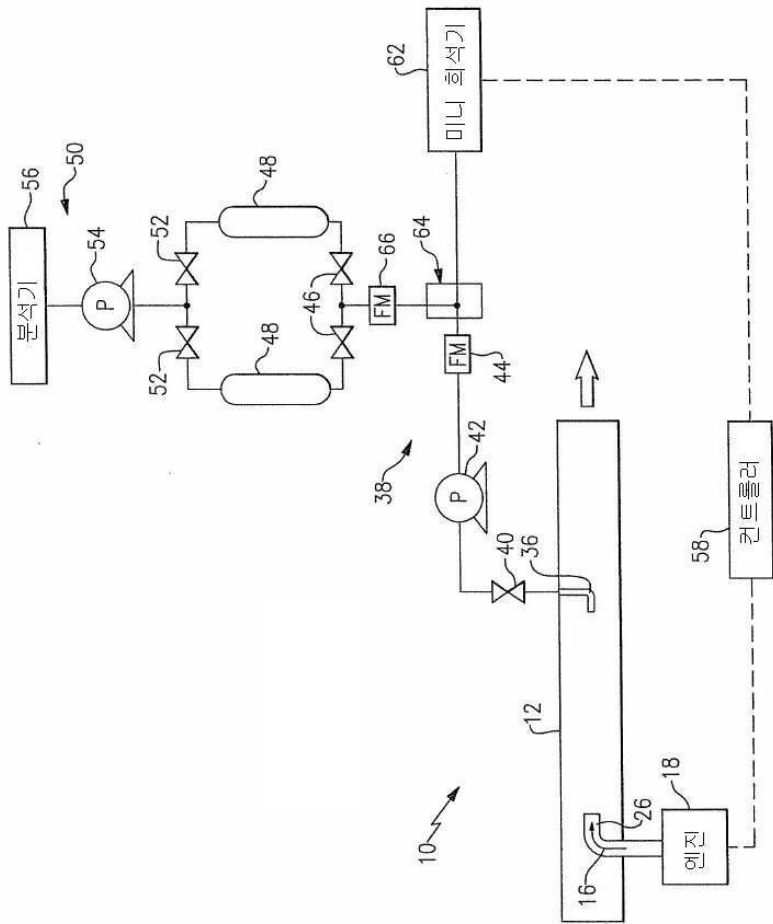
- 54 : 펌프
- 55 : 유량계
- 56 : 배출가스 분석기
- 58 : 컨트롤러
- 60 : 소스
- 62 : 미니 희석기
- 64 : 믹서

도면

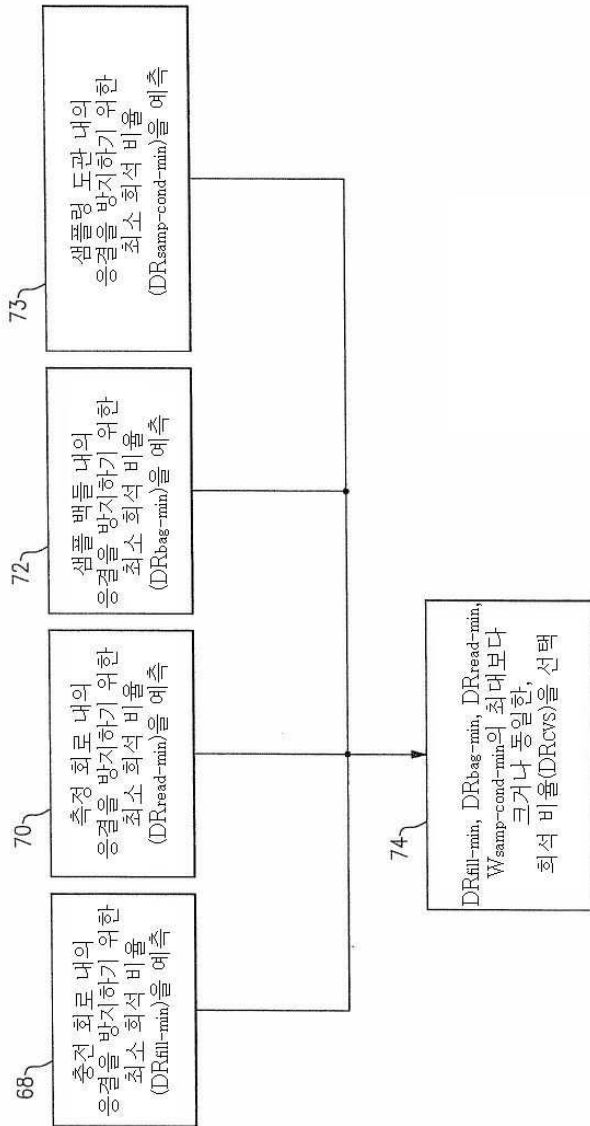
도면1



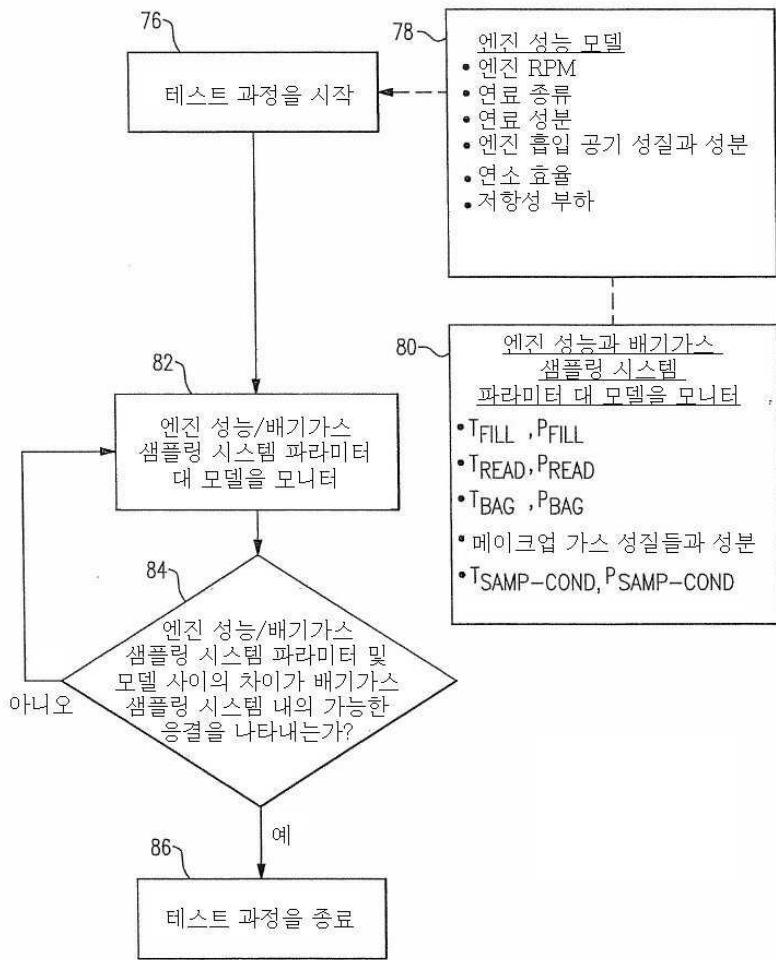
도면2



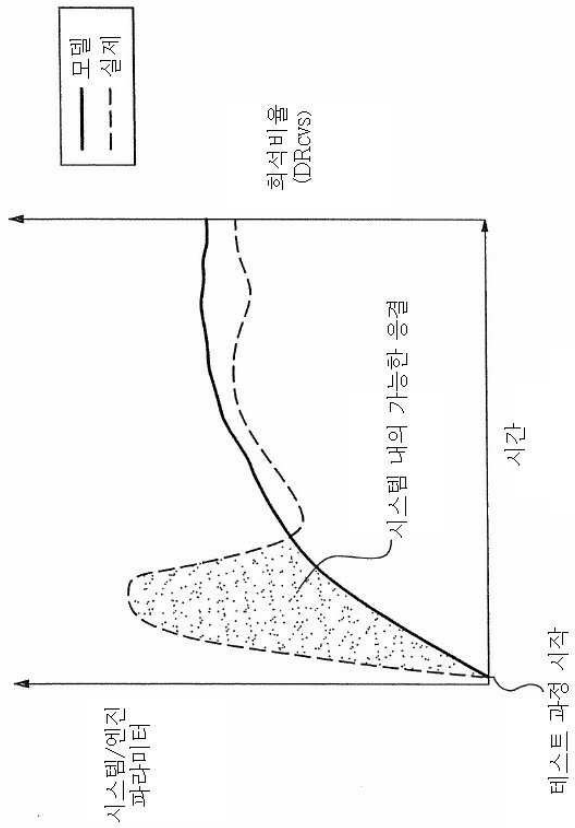
도면3



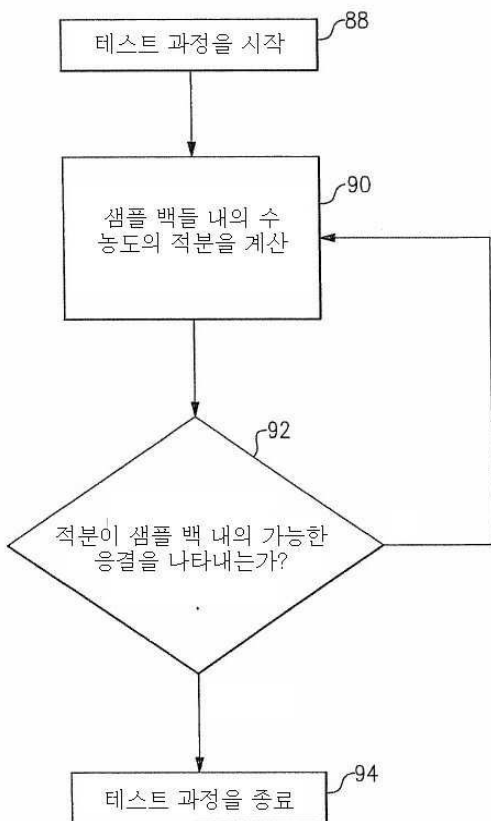
도면4



도면5



도면6



도면7

