



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년05월11일  
 (11) 등록번호 10-1619754  
 (24) 등록일자 2016년05월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F02C 6/18* (2006.01) *F01K 23/10* (2006.01)  
*F02C 3/34* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7019636
- (22) 출원일자(국제) 2014년12월14일  
 심사청구일자 2014년07월15일
- (85) 번역문제출일자 2014년07월15일
- (65) 공개번호 10-2014-0101003
- (43) 공개일자 2014년08월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/075553
- (87) 국제공개번호 WO 2013/092411  
 국제공개일자 2013년06월27일
- (30) 우선권주장  
 11194242.1 2011년12월19일  
 유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 US08015822 B2\*  
 US20090157230 A1\*  
 US20090229263 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 제네럴 일렉트릭 테크놀러지 게엠베하  
 스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7
- (72) 발명자  
 헤펠 미카엘  
 스위스 체하-5426 랭나우 술슈트라세 24
- (74) 대리인  
 장훈

전체 청구항 수 : 총 15 항

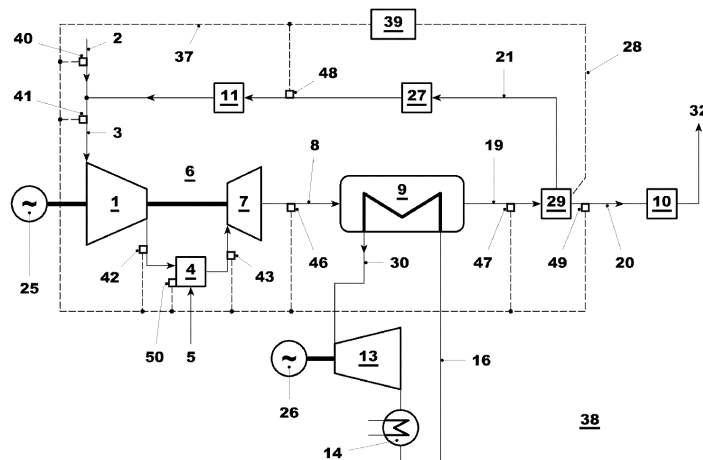
심사관 : 이택상

**(54) 발명의 명칭 연도 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소에서의 가스 조성물의 제어**

**(57) 요약**

본 발명은 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소(38)의 작동 방법에 관한 것이다. 상기 방법에서, 가스 터빈(8,19,20,21,24)의 유입 가스(3) 및/또는 고온 작용 가스 및/또는 배기 가스의 한 성분(C<sub>0</sub>)의 세팅점 농도는 제어 루프의 세팅점 값의 조합, 피드포워드 제어 신호 및 보정값의 조합으로부터 가스 터빈(6)의 작동 조건들에 따라서 제 1 단계에서 결정된다. 제 2 단계에서, 제어 요소(11,29)의 위치가 상기 성분(C<sub>0</sub>)의 농도에서 세팅점/실제 편차에 따라서 조정된다. 본 발명은 또한 상기 방법을 실행하기 위한 가스 터빈 발전소에 관한 것이다.

**대표도**



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소(38)를 작동하기 위한 방법으로서, 상기 가스 터빈 발전소는 가스 터빈(6), 제어기(39), 열회수 증기 발전기(9), 배기 가스 분할기(29)로서, 상기 가스 터빈 발전소의 배기 가스들(8, 19)을 상기 가스 터빈(6)의 흡입 유동으로 재순환시키기 위한 제 1 부분 배기 가스 유동(21)과 대기로 방출하기 위한 제 2 부분 배기 가스 유동(20, 24)으로 분할하는 상기 배기 가스 분할기(29), 상기 제 1 부분 배기 가스 유동(21)을 제어하기 위한 제어 요소(11, 29), 및 배기 가스 재냉각기(27)를 포함하고,

상기 가스 터빈의 유입 가스(3), 또는 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24), 또는 유입 가스(3) 및 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24)의 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_c$ )는 상기 가스 터빈(6)의 작동 조건들에 따라서 제 1 단계에서 결정되고, 상기 제어 요소(11, 29)의 위치는 상기 컴포넌트의 농도의 세팅점/실제 편차에 따라서 제 2 단계에서 조정되는, 상기 작동 방법에 있어서,

상기 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_c$ )는, 상기 가스 터빈(6)에서 연소와 관련된 작동 변수에 대한 제어 루프로부터의 한 가스 컴포넌트의 농도의 세팅점 값( $C_{c1}$ ), 상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 피드포워드(feedforward) 제어 값( $C_{map}$ ), 및 상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ )으로부터 결정되고,

상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ )은 상기 가스 터빈 발전소(38)의 실제 작동 거동에 따라서 상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값( $C_{map}$ )을 보정하는 것에 의해 얻어지고,

상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값( $C_{map}$ )은 계산들, 시뮬레이션들 또는 시험들의 결과이며, 일시적인 변화들에 대해서 결정된 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 가스 터빈의 유입 가스(3), 또는 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24), 또는 유입 가스(3) 및 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24)의 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_{c1}$ )는, 상기 가스 터빈(6)의 연소와 관련된 하기 작동 변수들 즉, 연소 챔버 맥동들(pulsations),  $NO_x$  방출물들, 미연소 탄화수소(UHC), 상기 가스 터빈(6)의 유입 가스(3), 또는 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24), 또는 유입 가스(3) 및 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24)에서 상기 한 컴포넌트의 측정된 농도, 및 연료(5)에서 탄소 대 수소의 비 중 하나 이상에 따라서 폐제어 루프에서 결정되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 3**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어 요소의 세팅점 값( $R_c$ )은, 상기 제어 요소(11, 29)에 대한 폐제어 루프의 세팅점 값( $R_{c1}$ ), 재순환된 제 1 배기 가스 유동을 제어하기 위한 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어 값( $R_{map}$ ), 및 상기 제어 요소(11, 29)의 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ )으로부터 결정되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 4**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제어 요소의 세팅점 값( $R_{c1}$ )은, 배기 가스 재순환 비, 압축기의 입구 유동(3), 주위 공기 유동(2), 및 상기 배기 가스 유동(8, 19, 20, 21, 24) 중 하나 이상에 따라서 폐제어 루프에서 결정되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 5**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값( $C_{map}$ )들 및 상기 제어 요소의 세팅점 값( $R_{map}$ ) 중 적어도 하나, 또는 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ )들 및 상기 제어 요소의 세팅점 값( $R_{cor}$ ) 중 적어도 하나, 또는 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값( $C_{map}$ )들 및 상기 제어 요소의 세팅점 값( $R_{map}$ ) 중 적어도 하나와 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ )들 및 상기 제어 요소의 세팅점 값( $R_{cor}$ ) 중 적어도 하나는 행렬(matrix)에서 이산 값(discrete value)들로 저장되고, 보간법(interpolation)이 상기 값들 사이에서 실행되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 6**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어( $C_{map}$ ), 또는 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어( $R_{map}$ ), 또는 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어( $C_{map}$ ) 및 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어( $R_{map}$ )에 대한 작업 특성은 사전 결정되고, 상기 작업 특성은 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ )에 의해서, 또는 상기 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ )에 의해서, 또는 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ) 및 상기 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ )에 의해서 시프트(shift)되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어( $C_{map}$ ), 또는 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어( $R_{map}$ ), 또는 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어( $C_{map}$ ) 및 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어( $R_{map}$ )에 대한 작업 특성의 기울기는, 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ), 또는 상기 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ ), 또는 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ) 및 상기 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ )에 의해서 조정되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서,

상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어( $C_{map}$ ), 또는 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어( $R_{map}$ ), 또는 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어( $C_{map}$ ) 및 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어( $R_{map}$ )에 대한 작업 특성의 형태는, 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ), 또는 상기 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ ), 또는 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ) 및 상기 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ )에 의해서 조정되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ), 또는 상기 제어 요소의 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ ), 또는 상기 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ ) 및 상기 제어 요소의 세팅점 값의 보정 값( $R_{cor}$ )은 과거 제어 편차들에 따라서 형성되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 10**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 가스 터빈의 유입 가스(3)의 CO<sub>2</sub> 농도, 유입 가스(3)의 산소 농도, 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24)의 CO<sub>2</sub> 농도, 및 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24)의 산소 농도 중 적어도 하나는 제어된 변수로서 사용되는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 11**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 배기 가스 유동(8)은 상기 배기 가스 유동의 사용가능한 열이 제거되는 열회수 증기 발전기(9)를 통과하는 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 12**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

대기로 방출되기 전에, 상기 제 2 부분 배기 가스 유동(20)은 이산화탄소 제거 시스템(18)으로 공급되고, 이산화탄소가 적은 배기 가스들(22)은 상기 이산화탄소 제거 시스템(18)에 의해서 대기로 방출되고, 이산화탄소(31)는 추가 사용을 위하여 탈취되는(taken off) 것을 특징으로 하는 작동 방법.

**청구항 13**

배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소(38)로서, 가스 터빈(6), 제어기(39), 열회수 증기 발전기(9), 배기 가스 분할기(29)로서, 상기 가스 터빈 발전소(38)의 배기 가스들(19)을 상기 가스 터빈(6)의 흡입 유동으로 재순환시키기 위한 제 1 배기 가스 유동(21)과 대기로 방출하기 위한 제 2 배기 가스 유동(20)으로 분할하는 상기 배기 가스 분할기(29), 상기 제 1 배기 가스 유동(21)을 제어하기 위한 제어 요소(11, 29), 및 배기 가스 재냉각기(27)를 포함하고,

상기 가스 터빈의 유입 가스(3), 고온 작용 가스, 및 배기 가스(8, 19, 20, 21, 24) 중 적어도 하나의 한 컴포넌트의 농도를 측정하기 위한 적어도 하나의 센서(40, 41, ..., 49)가 제공되는, 상기 가스 터빈 발전소(38)에 있어서,

상기 제어기(39)는 상기 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_c$ )를 결정하기 위한 3개의 제어기 레벨들을 포함하고, 제 1 제어기 레벨은 상기 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_c$ )를 위한 피드포워드 제어를 포함하고, 제 2 제어기 레벨은 상기 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_c$ )를 위한 피드백 제어를 포함하고, 제 3 제어기 레벨은 피드백 회로를 포함하고, 상기 피드백 회로에 의해 상기 피드포워드 제어의 세팅점 값들은 상기 가스 터빈 발전소의 실제 작동 거동에 따라서 보정되고,

상기 제어기(39)는 상기 가스 터빈(6)에서 연소와 관련된 작동 변수에 대한 제어 루프로부터의 한 가스 컴포넌트의 농도의 세팅점 값( $C_{c1}$ ), 상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값( $C_{map}$ ), 및 상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 보정 값( $C_{cor}$ )으로부터 상기 한 컴포넌트의 세팅점 농도( $C_c$ )를 결정하고,

상기 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값( $C_{map}$ )은 계산들, 시뮬레이션들 또는 시험들의 결과이며, 일시적인 변화들에 대해서 결정된 것을 특징으로 하는 가스 터빈 발전소(38).

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 제어기(39)는 세팅점 농도( $C_c$ )를 결정하기 위한 블록 및 상기 제어 요소(11, 29)의 세팅점 위치( $R_c$ )를 결정하기 위한 후속 블록을 포함하고, 상기 제어 요소(11, 29)의 세팅점 위치( $R_c$ )를 결정하기 위한 블록은 상기 세팅점 농도( $C_c$ )를 결정하기 위한 블록의 출력 신호에 연결되고, 상기 가스 터빈 발전소(38)의 작동 변수의 적어도 하나의 측정부(41, 42, ..., 49), 또는 연료 조성물의 온라인 측정부, 또는 상기 가스 터빈 발전소(38)의 작동 변수의 적어도 하나의 측정부(41, 42, ..., 49) 및 연료 조성물의 온라인 측정부를 포함하고, 상기 측정부는 상기 제어기(39)에 연결되는 것을 특징으로 하는 가스 터빈 발전소(38).

**청구항 15**

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 제어기(39)에 접속되는, 연소 챔버(4, 34) 내의 맥동 측정부(50, 51)를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스

터빈 발전소(38).

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소의 작동 방법 및 그 방법을 실행하기 위한 가스 터빈 발전소에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 배기 가스의 재순환은 기본적으로 가스 터빈에서 매우 광범위한 적용에서 사용될 수 있는 기술이다. 따라서, 예를 들어, 배기 가스 재순환은 버려져야 하는 NO<sub>x</sub> 방출물(질소 산화 방출물)의 감소를 위하여 또는 배기 가스 유동의 감소를 위하여 제안된다. 가스 터빈의 배기 가스의 재순환에서, 배기 가스의 상당 비율은 전체 배기 가스 유동에서 변환되고, 통상적으로 냉각 및 세정 후에 가스 터빈 또는 압축기의 입구 질량 유동으로 공급되며, 재순환된 배기 가스 유동은 신선한 공기와 혼합되고, 이 혼합물은 그때 압축기로 공급된다.

[0003] 배기 가스 재순환에 의해서, 배기 가스에서 이산화탄소 농도를 증가시키고 따라서 이산화탄소 제거를 갖는 발전소의 전력 손실 및 효율 손실을 감소시키는 것이 유리할 수 있다.

[0004] 배기 가스 재순환은 또한 가스 터빈들에서 흡입 가스들의 산소 농도를 감소시켜서 NO<sub>x</sub> 방출물들을 감소시키는 것을 목적으로 제안되었다.

[0005] 배기 가스 재순환 시스템을 경유하여 터보머신의 입구로 재순환되는 터보머신의 배기 가스 재순환 유동을 제어하기 위한 방법은 예를 들어, US 7536252 B1호에 기재되어 있다. 이 방법에서, 배기 가스 유동의 한 컴포넌트의 농도는 배기 가스 재순환 비를 변화시킴으로써 조정된다. 여기서, 배기 가스 재순환 비는 재순환된 배기 가스 유동 대 터보머신의 입구 유동의 비로 규정된다.

[0006] 배기 가스 라인들, 폐열 보일러들, 재순환 라인들 및 배기 가스 시스템에서의 설치구들의 큰 체적으로 인하여, 단순한 피드백 제어 시스템은 느리고 부정확하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명의 목적은 작동 매체의 적어도 하나의 컴포넌트의 함량이 제어되는 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소의 신뢰할 수 있는 작동 방법을 제시하는 것이다. 또한, 본 발명은 그 방법을 실행하기에 적합한 가스 터빈 발전소에 관한 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소는 가스 터빈, 열회수 증기 발전기, 상기 가스 터빈 발전소의 배기 가스들을 상기 가스 터빈의 흡입 유동으로 재순환시키기 위한 제 1 배기 가스 유동과 대기로 방출하기 위한 제 2 배기 가스 유동으로 분할하는 배기 가스 분할기, 및 배기 가스 재냉각기를 포함한다. 상기 가스 터빈은 자체적으로 통상적으로 조정가능한 압축기 가이드 베인들을 갖는 압축기, 하나 이상의 연소 챔버(들) 및 하나 이상의 터빈(들)을 포함한다. 상기 배기 가스 분할기는 제 1 배기 가스 유동을 제어하기 위한 제어 요소로서 설계되거나 또는 재순환된 배기 가스들이 상기 가스 터빈의 압축기로 공급되는 재순환 라인에 제어 요소가 제공된다. 상기 재순환 유동을 제어하기 위한 제어 요소는 예를 들어 플랩(flap) 또는 밸브일 수 있다. 그러나, 또한 예를 들어 조정가능한 송풍기일 수 있다.

[0009] 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소의 작동 방법의 한 실시예에 따라서, 상기 가스 터빈의 유입 가스 및/또는 배기 가스의 한 컴포넌트의 세팅점 농도는 상기 가스 터빈의 작동 조건들에 따라서 제 1 단계에서 결정된다. 제 2 단계에서, 상기 제어 요소의 위치는 상기 컴포넌트의 농도에서 세팅점/실제 편차에 따라서 조정된다. 여기서, 상기 한 컴포넌트의 세팅점 농도는 상기 가스 터빈의 연소 챔버에서의 상기 연소 프로세스의 관련 작동

변수에 대한 폐제어 루프의 세팅점 값, 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값 및 상기 세팅점 농도의 보정값 으로부터 결정된다.

- [0010] "유입 가스"는 연소 전에 가스 터빈 프로세스에서 사용된 가스를 의미하도록 의도된다. 실제, 예를 들어, 압축기 유입 가스는 상기 유입 가스로서 사용될 수 있고, 제어는 가스 조성물에 의해서 실행될 수 있다. 유체가 없다면, 예를 들어 중간냉각 및 전력 승압을 위한 용수가 압축기 내에 도입되면, 압축기 내의 가스 조성물은 변화되지 않는다. 유체가 공급되면, 가스 조성물에서의 변화는 질량 균형에 의해서 결정될 수 있다. 압축기 유입 가스의 대안으로서, 예를 들어, 압축기로부터 버려진 냉각 공기 유동 또는 압축기 출구 유동의 한 컴포넌트의 농도가 사용될 수 있다.
- [0011] "유출 가스"는 연소 후에 가스 터빈 프로세스에서 사용된 가스를 의미하도록 의도된다. 실제, 예를 들어, 배기 가스는 상기 유출 가스로서 사용될 수 있고, 제어는 가스 조성물에 의해서 실행될 수 있다. 유체가 없다면, 예를 들어 연소 프로세서를 지나서 변환된 냉각 공기 또는 과열 방지기로부터의 누설 유동이 터빈에 도입되면, 터빈 내의 가스 조성물은 변화되지 않는다. 유체가 공급되면, 가스 조성물에서의 변화는 필요하다면 질량 균형에 의해서 결정될 수 있다. 배기 가스의 대안으로서, 예를 들어, 연소 챔버 출구에서 고온 가스들의 한 컴포넌트의 농도가 사용될 수 있다.
- [0012] 상기 가스 터빈의 유입 가스 및/또는 유출 가스의 한 컴포넌트의 농도는 목표 범위, 예를 들어 허용가능한 또는 최적의 범위에서 연소와 관련된 적어도 하나의 작동 변수들을 유지하기 위하여 제어된다. 일 실시예에서, 상기 가스 터빈의 유입 가스 및/또는 유출 가스의 한 컴포넌트의 세팅점 농도는 가스 터빈 부하 제어, 연소 챔버 진동들, NO<sub>x</sub> 방출물들, 미연소 탄화수소(UHC), 상기 가스 터빈의 유입 가스 및/또는 유출 가스에서 상기 한 컴포넌트의 측정된 농도 또는 연료에서 탄소 대 수소의 비에 따라서 폐제어 루프에서 결정된다. 이 경우 한 컴포넌트는 예를 들어 산소 또는 이산화탄소이다.
- [0013] 또한, 재순환 라인 또는 덕트들에서의 플랩, 밸브 또는 조정가능한 송풍기에 의한 직접 제어에 추가하여, 재순환 유동은 또한 간접적으로 제어될 수 있다. 예를 들어, 말하자면 제어 요소, 예를 들어 배기 가스 분할기에서의 압력이 영향을 받는 밸브, 플랩 또는 송풍기가 배기 가스 분할기의 배기 가스 라인 하류에 제공될 수 있다. 재순환된 배기 가스 유동은 배기 가스 분할기에서의 압력과 함께 증가하고 후자에 의해서 간접적으로 제어될 수 있다.
- [0014] 가스 터빈의 유출 가스의 또는 유입 가스의 한 컴포넌트의 농도는 폐제어 루프에 의해서 제어될 수 있다. 그러나, 흡입 라인들의, 배기 가스 라인들의, 재순환 라인들의 그리고 폐열 보일러의 큰 체적들 및 데드 타임(dead time)들로 인하여, 상기 피드백 제어는 느리고, 비교적 부정확하며 큰 안전 마진을 필요로 한다.
- [0015] 한 컴포넌트의 농도의 제어 목표는 통상적으로 상기 농도를 프로세스가 특히 유리한 방식으로 운영되는 세팅점 값에 가능한 정확하게 근접하게 만드는 것이다.
- [0016] NO<sub>x</sub> 환원을 위한 배기 가스들의 재순환의 경우에, 예를 들어, 유출 가스들의 잔류 산소 농도 또는 유입 가스들에서의 산소 농도는 가능한 정확하게 제어되어야 한다. 한편, 잉여 산소 농도는 재순환의 긍정적 효과가 저하되는 것을 의미한다. 즉, 높은 산소 농도는 국부적으로 강한 연소를 허용하고 온도 극대치를 유발하며 따라서 가스 터빈으로부터 NO<sub>x</sub> 방출량을 증가시킨다. 한편, 불완전 연소의 과도하게 낮은 산소 농도의 경우에는 높은 CO 방출량(일산화탄소) 및 UHC 방출량(미연소 탄화수소)을 유발하는 위험성이 있다.
- [0017] 배기 가스들로부터 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 제거를 갖는 프로세스에서 배기 가스들의 재순환의 경우에, 효과적인 제거 프로세스를 허용하기 위하여 배기 가스에서 CO<sub>2</sub> 농도를 가능한 높게 유지해야 할 필요가 있다. 한편, 흡입 가스들에서의 산소 농도는 CO<sub>2</sub> 농도의 증가와 함께 하강하고, 이는 오히려 불완전 연소를 유발한다.
- [0018] 양호한 프로세스를 위하여, 따라서 가능한 신속하게 그리고 정확하게 세팅점 변수를 따르는 것이 유리하다. 이를 위해 그리고 가스 터빈의 작동 조건들에 따라서 그리고 가스 터빈의 작동 조건들에서의 일시적인 변화들에 따라서, 세팅점 변수가 형성되는 제어 루프는 세팅점 변수의 피드포워드 제어값의 형성에 의해서 보충된다. 피드포워드 제어 값들은 계산들, 시뮬레이션 또는 시험들의 결과이고 특정 작동 조건들 또는 일시적인 변화들에 대해서 결정되었다. 실제, 그러나 시스템의 거동은 모델 또는 이상적인 계산들과는 편차가 있고 따라서 피드포워드 제어는 통상적으로 최적의 결과들을 직접 유도하지 않는다. 피드백 제어를 시스템에서 실제 결과들에 대해 적용시키고 그리고 그 거동을 적용시키기 위하여, 세팅점 변수의 제 3 값, 보정값도 역시 결정된다.

- [0019] 컴포넌트의 세팅점 농도는 모든 3개의 값들 즉, 제어 루프의 세팅점 농도, 피드포워드 제어의 세팅점 농도 및 세팅점 농도의 보정값으로부터 결정된다.
- [0020] 통상적으로, 세팅점 농도는 단순하게는 제어 루프의 세팅점 농도, 피드포워드 제어의 세팅점 농도 및 세팅점 농도의 보정값의 총계이다.
- [0021] 그러나, 세팅점 농도는 또한 예를 들어 평균 또는 가중 평균으로서 결정될 수도 있다.
- [0022] 본 방법의 다른 실시예에서, 상기 제어 요소의 세팅점 값은 상기 제어 요소에 대한 폐제어 루프의 세팅점 값, 상기 제어 요소의 세팅점 값의 피드포워드 제어 값 및 상기 제어 요소의 세팅점 값의 보정값으로부터 결정된다. 상기 제어 요소의 세팅점 값은 예를 들어 플랩 또는 밸브 위치일 수 있다. 조정가능한 송풍기를 사용할 때, 이러한 종류의 송풍기의 회전 속도 또는 안내 베인 위치일 수 있다.
- [0023] 본 방법의 다른 실시예에서, 상기 제어 요소의 세팅점 값은 하기 측정 변수들 즉, 상기 배기 가스 재순환 비, 상기 압축기의 입구 질량 유동, 상기 신선한 공기 질량 유동 및 상기 배기 가스 질량 유동, 상기 가스 터빈의 유입 가스 및/또는 유출 가스의 한 컴포넌트의 농도 중 적어도 하나에 따라서 폐제어 루프에서 결정된다.
- [0024] 본 방법의 일 실시예에서, 상기 피드포워드 제어 값들 및/또는 상기 보정값들이 하나 이상의 행렬(matrix)에서 불연속 값들로 저장되고, 보간법(interpolation)이 상기 값들 사이에서 실행된다.
- [0025] 또한, 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어에 대한 작업 특성이 사전 결정될 수 있다. 상기 실제 시스템 및 그 작동 조건들에 대한 적용을 위하여, 상기 작업 특성은 세팅점 농도의 보정값에 의해서 적용될 수 있다.
- [0026] 따라서, 상기 제어 요소의 세팅점 농도의 피드포워드 제어에 대한 작업 특성은 사전 결정될 수 있고, 이 작업 특성은 세팅점 값의 보정값에 의해서 변경될 수 있다.
- [0027] 단순한 변경에 추가하여, 다른 실시예는 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어에 대한 및/또는 상기 제어 요소의 세팅점 값의 작업 특성의 구배는 세팅점 농도의 보정값에 의해서 그리고/또는 상기 세팅점 값의 보정값에 의해서 적용된다.
- [0028] 또다른 실시예에서, 상기 제어 요소의 상기 세팅점 농도의 피드포워드 제어에 대한 및/또는 상기 세팅점 값의 피드포워드 제어에 대한 작업 특성의 형태는 상기 세팅점 농도의 보정값에 의해서 그리고/또는 상기 세팅점 값의 보정 값에 의해서 적용된다.
- [0029] 본 방법의 일 실시예에서, 이는 예를 들어 낮은 NO<sub>x</sub> 연소를 제어하기 위해 사용되고, 상기 가스 터빈의 유입 가스의, 유출 가스의 산소 농도 또는 상기 가스 터빈의 유입 가스의 산소 농도 및 유출 가스의 산소 농도는 제어 변수로서 사용된다.
- [0030] 예를 들어 후속 CO<sub>2</sub> 제거와 함께 작동할 때 사용되는 방법의 일 실시예에서, 상기 가스 터빈의 유입 가스의, 유출 가스의 CO<sub>2</sub> 농도 또는 상기 가스 터빈의 유입 가스의 CO<sub>2</sub> 농도 및 유출 가스의 CO<sub>2</sub> 농도는 제어 변수로서 사용된다.
- [0031] CO<sub>2</sub> 농도는 산소 농도와 대략 반비례하기 때문에, 이들은 제어 목적들을 위하여 실제로 상호교환가능하게 또는 조합하여 사용될 수 있다.
- [0032] 본 방법의 다른 실시예에 따라서, 배기 가스 유동은 사용가능한 열이 제거되는 폐열 보일러를 통과한다.
- [0033] 본 방법의 일 실시예에 따라서, 대기로 방출되기 전에, 상기 제 2 배기 가스 유동은 이산화탄소 제거 시스템으로 공급된다. 상기 이산화탄소 제거 시스템에서, 이산화탄소는 배기 가스들에서 분리되어 추가 사용을 위하여 탈취된다. 이산화탄소가 작은 배기 가스는 대기로 방출된다.
- [0034] 본 방법 이외에, 본원의 요지는 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소를 포함하고, 상기 가스 터빈 발전소는 가스 터빈의 유출 가스 및/또는 유입 가스의 한 컴포넌트의 농도를 측정하기 위한 적어도 하나의 센서를 갖는 가스 터빈, 제어기, 열회수 증기 발전기, 배기 가스 분할기로서, 상기 가스 터빈 발전소의 배기 가스들을 상기 가스 터빈의 흡입 유동으로 재순환시키기 위한 제 1 배기 가스 유동과 대기로 방출하기 위한 제 2 배기 가스 유동으로 분할하는 상기 배기 가스 분할기, 상기 제 1 배기 가스 유동을 제어하기 위한 제어 요소, 및 배기 가스 재냉각기를 포함한다. 여기서, 상기 가스 터빈 발전소는 상기 제어기가 상기 가스 터빈의 배기 가스 및/또는 유입 가스의 세팅점 농도를 결정하기 위한 3개의 레벨들을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0035] 일 실시예에 따라서, 상기 제어기 레벨들은 다음과 같다:
- [0036] 1. 상기 세팅점 농도를 위한 폐제어 루프,
- [0037] 2. 상기 세팅점 농도를 위한 피드포워드 제어, 및
- [0038] 3. 상기 피드포워드 제어의 세팅점 값들이 상기 가스 터빈 발전소의 실제 작동 거동에 따라서 보정되는 피드백 회로.
- [0039] 상기 가스 터빈 발전소의 일 실시예에서, 상기 가스 터빈 발전소의 제어기는 세팅점 농도를 결정하기 위한 블록 및 상기 제어 요소의 세팅점 위치를 결정하기 위한 후속 블록을 포함한다. 여기서, 상기 제어 요소의 세팅점 위치를 결정하기 위한 상기 블록은 상기 세팅점 농도를 결정하기 위한 상기 블록의 출력 신호와 접속된다. 또한, 상기 가스 터빈 발전소는 상기 가스 터빈 발전소의 작동 변수의 적어도 하나의 측정부를 포함한다. 또한, 상기 가스 터빈 발전소는 연료 조성물의 온라인 측정부를 포함하고, 상기 측정부는 상기 제어기에 접속된다.
- [0040] 상기 가스 터빈 발전소의 다른 실시예에서, 상기 가스 터빈 발전소는 상기 제어기에 접속되어 있는 연소 챔버(들) 내의 진동 측정부를 포함한다.
- [0041] 양호한 피드포워드 제어를 위하여, 제어기에서 가능한 작동 상태들의 포괄적 행렬로서 저장하여, 전체 작동 범위 및 가능한 일시적인 변화들을 커버하는 것이 유리하다. 특히, 여러 주위 조건들 즉, 주위 온도들, 주위 압력, 상대 대기 습도에 대한 목표 값들, 여러 부하 지점들 즉, 아이들링, 부분 부하 및 전체 부하가 사전결정되어야 한다. 피드포워드 제어는 또한 유리하게는 압축기 흡입 질량 유동 또는 조정가능한 입구 베인, 고온 가스 온도, 터빈 입구 온도 또는 동등 온도, 유출 가스 조성물, 재순환된 가스들의 조성물 및 연소 가스의 조성물에 따라 의존한다.
- [0042] 일시적인 변화들의 제어를 위하여, 부하 구배들에 대한 의존도는 특히 통상적인 느린 표준 부하 구배에 대한, 급격한 부하 구배들에 대한, 매우 큰 구배를 갖는 긴급 릴리프에 대한, 그리고 부분 및 전체 부하 분산(shedding)에 대한 값들을 고려해야 한다. 또한, 주파수 지지의 경우에 작동을 위한 값들이 사전결정될 수 있다.
- [0043] 상기 제어기는 특정 목표를 가스 터빈의 실제 거동과 비교하고 차이를 보정값들에 의해서 보충하기 때문에, 특히 흡입 및 배기 가스 유동들을 측정하기에 어려운, 비교적 부정확한 측정값들로서 신속하고 정확한 제어를 행할 수 있다. 상기 가스 터빈의 특정 목표와 실제 거동 사이의 연속적인 비교로 인하여, 추가로 노화 효과(aging effect)들, 예를 들어 오염(soiling)으로 인한 압축기 흡입 유동에서의 감소를 보상할 수 있다.
- [0044] 설명된 모든 장점들은 본 발명의 범주 내에서 각각 표시된 조합 뿐 아니라 다른 조합 및 분리 상태에서도 사용될 수 있다. 예를 들어, 압축기의 흡입 유동으로의 배기 가스들의 재순환 대신에, 발전소는 신선한 공기를 위한 압축기와 재순환된 배기 가스들을 위한 압축기를 가질 수 있고, 신선한 또는 재순환된 가스들은 압축 또는 부분적인 압축 후에 적절하게 프로세스로 공급될 수 있다.
- [0045] 압축기 유입 가스들의 측정 대신에, 압축기 또는 압축기 출구에서의 측정이 또한 사용될 수 있다. 가스의 조성물은 통상적으로 중간냉각을 위한 물질, 예를 들어 용수가 압축기 내로 도입되지 않는다면 압축기 내에서 변화 없는 상태로 유지된다. 만약 추가 유체들이 압축기 유입 가스에 추가하여 압축기로 공급되면, 출구의 조성물들은 질량 균형에 의해 근접할 수 있다.
- [0046] 한 컴포넌트의 농도에 대한 제어 루프를 실행하기 위한 그리고 제어 요소를 실행하기 위한, 2 위치 제어기들, 비례 제어기들, 일체형 또는 IP 제어기들과 같은 여러 폐루프 제어기들이 당업자에게 공지되어 있다.
- [0047] 본 발명의 양호한 실시예들은 단지 예시적이고 제한적으로 해석되지 않는 도면을 참조하여 하기에 기술된다. 도면은 예를 통하여 도시된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0048] 도 1은 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소의 개략도.
- 도 2는 연속 연소 및 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈을 구비한 가스 터빈 발전소의 개략도.
- 도 3은 배기 가스 재순환 및 이산화탄소 제거 시스템을 구비한 가스 터빈 발전소의 개략도.
- 도 4는 개략적인 형태의 제어 루프를 도시한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0049] 도 1은 본 발명에 따른 가스 터빈 발전소(38)의 필수 요소들을 개략적인 형태로 도시한다. 가스 터빈(6)은 압축기(1)를 포함하고, 압축기에서 압축된 연소 공기는 연소 챔버(4)로 공급되고 연소를 위하여 연료(5)와 함께 사용된다. 고온 연소 가스들은 그때 터빈(7)에서 팽창된다. 터빈(7)에서 생성된 유용한 에너지는 그때 예를 들어 동일 샤프트에 배열된 제 1 발전기(25)에 의해서 전기 에너지로 변환된다.
- [0050] 터빈(7)에서 나오는 고온 배기 가스(8)에서 잔류하는 에너지를 최적으로 사용하기 위하여, 상기 배기 가스들은 증기 터빈(13) 또는 다른 시스템을 위한 증기(30)를 생성하기 위하여 열회수 증기 발전기(9)(HRSG)에서 사용된다. 증기 터빈(13)에서 생성된 유용한 에너지는 예를 들어 동일 샤프트에 배열된 제 2 발전기(26)에 의해서 전기 에너지로 변환된다. 예에서, 증기 회로는 응축기(14) 및 공급수 라인(16)과 함께 개략적인 형태로 단순하고 개략적인 형태로 도시된다. 여러 압력 스테이지들, 공급수 펌프들은 본 발명의 요지의 부분이 아니므로 도시 생략된다.
- [0051] 열회수 증기 발전기(9)의 하류에 있는, 열회수 증기 발전기(9)로부터 나오는 배기 가스들은 배기 가스 분할기(29)에서 제 1 부분 배기 가스 유동(21) 및 제 2 부분 배기 가스 유동(20)으로 분할된다. 제 1 부분 배기 가스 유동(21)은 가스 터빈(6)의 흡입 라인으로 재순환되어서 주위 공기(2)와 혼합된다. 재순환되지 않은 제 2 부분 배기 가스 유동(20)은 연관(flue; 32)을 통하여 대기로 방출된다. 배기 가스 라인의 압력 손실들을 극복하기 위하여 그리고 배기 가스 유동의 분할을 제어하기 위한 추가 수단으로서, 배기 가스 송풍기(11) 또는 조정가능한 배기 가스 송풍기(11)가 선택적으로 제공될 수 있다.
- [0052] 재순환 작동 시에, 재순환된 배기 가스 유동(21)은 응축기가 설치될 수 있는 배기 가스 재냉각기(27)에서 어느 정도 주위 온도 위로(통상적으로 5°C 내지 20°C 위로) 냉각된다. 재순환 유동(21)을 위한 부스터(booster) 또는 배기 가스 송풍기(11)는 상기 배기 가스 재냉각기(27)의 하류에 배열될 수 있다. 재순환된 배기 가스 유동(21)은 혼합물이 압축기 입구(3)를 경유하여 흡입 유동으로서 가스 터빈(6)에 공급되기 전에 주위 공기(2)와 혼합된다.
- [0053] 도시된 예에서, 배기 가스 분할기(29)는 제어 요소로서 구체화될 수 있고, 이는 재순환 질량 유동 또는 재순환 비를 제어할 수 있다. 제어기(39)에 의한 배기 가스 분할기(29)의 실제 위치 및 세팅점에서의 데이터 교환은 신호 라인(28)을 통하여 이루어진다. 측정부(40)에 의해서, 유입된 주위 공기(2)의 유입 조건들, 즉 온도, 압력, 습도 및 질량 유동, 공기 조성물 및 특히 산소 농도 또는 이산화탄소 농도가 결정될 수 있다. 측정부(41)에 의해서, 압축기(1)로의 유입 가스들(3)의 유입 조건들, 즉 온도, 압력, 습도 및 질량 유동, 공기 조성물 및 특히 산소 농도 또는 이산화탄소 농도가 결정될 수 있다.
- [0054] 측정부들(42,43)에 의해서, 연소 챔버(4)의 입구 및 출구 조건들, 즉 양, 가스 조성물 및 특히 산소 농도 또는 이산화탄소 농도가 결정될 수 있다.
- [0055] 측정부들(46 내지 49)에 의해서, 가스 터빈의 배기 가스 조건들 및 가스 터빈의 다양한 배기 가스 유동들에서의 조건들 즉 양, 가스 조성물 및 특히 산소 농도 또는 이산화탄소 농도가 결정될 수 있다.
- [0056] 또한, 연소 챔버 진동들은 측정부(50)에 의해서 결정될 수 있다.
- [0057] 측정 값들은 신호 라인(37)을 경유하여 제어기(39)로 전달된다. 명료성을 위하여, 다른 종래 신호 라인들, 센서들 및 제어 요소들은 본 발명의 필수구성에 영향을 미치지 않기 때문에 도시생략된다. 그러나, 본 방법의 실시 예들에 따라서, 이들은 예를 들어 질량 균형에 의해서 또는 열적 균형에 의해서 측정값들을 입증하거나 또는 간접 결정하기 위하여 필요하다.
- [0058] 제 1 단계에서, 제어기는 측정 값들 중 적어도 하나에 따라서 가스 터빈의 배기 가스 유동(8)의 또는 유입 가스(3)의 적어도 하나의 컴포넌트에 대한 세팅점 농도( $C_c$ )를 결정한다. 제 2 단계에서, 제어기는 세팅점 농도( $C_c$ )에 따른 배기 가스 분할기(29)의 위치에 대한 세팅점 값을 결정한다.
- [0059] 절대 세팅점 위치 대신에, 제어기는 또한 배기 가스 분할기(29)의 위치에 대한 세팅점 값에서의 변화를 결정하고 상대 변화들에 의해서 제어를 실행할 수 있다. 또한, 실제 위치는 세팅점 위치를 결정할 때 고려될 수 있다.
- [0060] 도 1의 예는 단일 연소 챔버(4)를 갖는 가스 터빈(6)을 도시한다. 본 발명은 또한 예를 들어 EP0718470호에서 공지된 종류의 연속 연소를 갖는 가스 터빈으로 제한되지 않고 사용될 수 있다. 도 2에서, 연속 연소 및 배기 가스 재순환을 갖는 가스 터빈 발전소(38)는 개략적으로 도시된다. 상기 가스 터빈의 경우에 있어서, 제 1 연소

챔버(4)는 그 다음에 고압 터빈(33)이 따른다. 제 2 연소 챔버(34)에서, 더욱 많은 연료(5)가 고압 터빈(33)의 유출 가스들로 공급되고, 이들은 부분적으로 팽창하여 생성 작업을 하며 연소된다. 제 2 연소 챔버(34)의 고온 연소 가스들은 저압 터빈(35)에서 추가로 팽창되고, 그에 의해서 생성 작업을 한다. 폐열 및 재순환의 사용은 도 1에 도시된 예시적인 실시예와 유사한 방식으로 이루어진다. 재순환 유동의 제어 및 셧오프(shutting off)를 위하여, 제어 요소(36)는 배기 가스 분할기(29)에 추가하여 제공될 수 있고, 이는 조정가능하지 않은 디자인일 수 있다. 제어 요소(36)는 마찬가지로 신호 라인들(28)에 의해서 제어기(39)에 연결된다.

[0061] 제 1 연소 챔버(4)의 입구 및 출구 조건들은 측정부들(42,43)에 의해서 결정될 수 있고 제 2 연소 챔버(34)의 유입 및 출구 조건들은 측정부들(44,45)에 의해서 결정될 수 있다. 제 1 연소 챔버에 대한 진동 측정부(50)에 추가하여, 제 2 연소 챔버에 대한 진동 측정부(51)가 도시된다.

[0062] 도 1에 기초하여, 도 3은 이산화탄소 제거 시스템(18)을 추가로 도시한다. 재순환되지 않는 제 2 부분 배기 가스 유동(20)은 통상적으로 배기 가스 재냉각기(23)에서 추가로 냉각되어서 이산화탄소 제거 시스템(18)으로 공급된다. 이산화탄소가 작은 배기 가스들(22)은 연관(32)을 경유하여 이산화탄소 제거 시스템으로부터 대기로 방출된다. 이산화탄소 제거 시스템(18) 및 배기 가스 라인의 압력 손실들을 극복하기 위하여, 배기 가스 송풍기(10)가 제공될 수 있다. 이산화탄소 제거 시스템(18)에서 제거된 이산화탄소(31)는 통상적으로 압축기(도시생략)에서 압축되어서 저장 또는 추가 처리를 위하여 탈취된다. 이산화탄소 제거 시스템(18)에는 증기, 통상적으로 증기 추출 시스템(15)을 경유하여 증기 터빈(13)으로부터 변환된 매체-또는 저압 증기가 공급된다. 증기는 이산화탄소 제거 시스템(18)에서 에너지를 방출한 후에 증기 회로로 다시 공급된다. 도시된 예에서, 증기는 응축되어서 응축물 재순환 라인(17)을 통하여 공급수로 제공된다.

[0063] 제 2 부분 배기 가스 유동(20)은 또한 바이패스 플랩 또는 밸브(12)를 포함하는 배기 가스 바이패스를 경유하여 배기 가스 바이패스 유동(24)으로서 연관(32)에 직접 제공될 수 있다.

[0064] 도 1에 도시된 예시적인 실시예에 추가하여, 도 3에 도시된 예의 배기 가스 재순환 시스템은 또한 재순환 유동을 제어하기 위하여 개별 제어 요소(36)를 포함한다.

[0065] 도 4는 예시적인 제어 루프를 개략적인 형태로 도시한다. 가스 터빈 발전소(38)의 측정값들(40 내지 51)은 제어기(39)로 전달된다. 제 1 블록(39a)에서, 한 가스 컴포넌트( $C_c$ )의 농도의 세팅점 값은 폐제어 루프( $C_{c1}$ )의 가스 컴포넌트의 농도의 세팅점 값, 한 가스 컴포넌트( $C_{map}$ )의 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값 및 한 가스 컴포넌트  $C_{cor}$ 의 세팅점 농도의 보정값으로부터 측정된 값(40 내지 51)을 고려하여 결정된다.

[0066] 제 2 블록(39b)에서, 제어 요소( $R_c$ )의 세팅점 값은 폐제어 루프( $R_{c1}$ )의 제어 요소의 세팅점 값, 제어 요소( $R_{map}$ )의 세팅점 값의 피드포워드 제어 값 및 제어 요소( $R_{cor}$ )의 세팅점 값의 보정값으로부터 측정된 값(40 내지 51) 및 한 가스 컴포넌트( $C_c$ )의 농도의 세팅점 값을 고려하여 결정된다.

**부호의 설명**

- [0067] 1 압축기
- 2 주위 공기
- 3 압축기 유입 가스
- 4 연소 챔버, 제 1 연소 챔버
- 5 연료
- 6 가스 터빈
- 7 터빈
- 8 가스 터빈의 고온 배기 가스들
- 9 열회수 증기 발생기(HRSG)
- 10 제 2 부분 배기 가스 유동(이산화탄소 제거 시스템 또는 연관으로의)을 위한 배기 가스 송풍기

- 11 제 1 부분 배기 가스 유동(배기 가스 재순환)을 위한 배기 가스 송풍기
- 12 바이패스 플랩 또는 밸브
- 13 증기 터빈
- 14 응축기
- 15 이산화탄소 제거 시스템을 위한 증기 추출 시스템
- 16 공급수 라인
- 17 응축물 재순환 라인
- 18 이산화탄소 제거 시스템
- 19 열회수 증기 발전기로부터의 배기 가스
- 20 제 2 부분 배기 가스 유동(이산화탄소 제거 시스템으로의 배기 가스 라인)을 위한 배기 가스 송풍기
- 21 제 1 부분 배기 가스 유동(배기 가스 재순환)
- 22 이산화탄소가 작은 배기 가스
- 23 배기 가스 재냉각기(제 2 부분 배기 가스 유동을 위한)
- 24 연관으로의 배기 가스 바이패스 유동
- 25 제 1 발전기
- 26 제 2 발전기
- 27 배기 가스 재냉각기(제 1 부분 배기 가스 유동을 위한)
- 28 제어 요소(29,36)에 대한 신호 라인
- 29 배기 가스 분할기
- 30 생증기
- 31 제거된 이산화탄소
- 32 연관
- 33 고압 터빈
- 34 제 2 연소 챔버
- 35 저압 터빈
- 36 제어 요소
- 37 신호 라인
- 38 가스 터빈 발전소
- 39 제어기
- 40-49 측정부
- 50 제 1 연소 챔버에서의 진동 측정부
- 51 제 2 연소 챔버에서의 진동 측정부
- $C_c$  한 가스 컴포넌트의 농도의 세팅점 값
- $C_{Cl}$  제어 루프의 한 가스 컴포넌트의 농도의 세팅점
- $C_{map}$  한 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 피드포워드 제어 값

$C_{cor}$  한 가스 컴포넌트의 세팅점 농도의 보정값

$R_c$  제어 요소의 세팅점 값

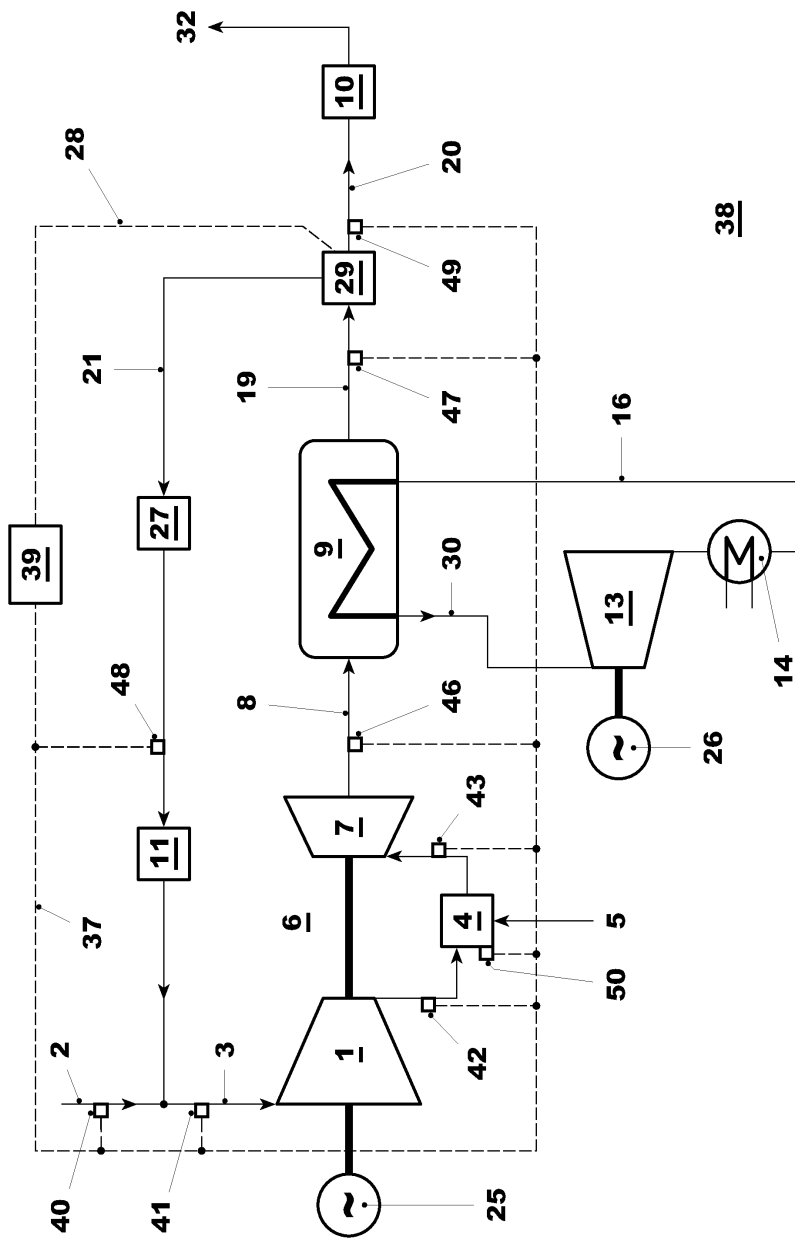
$R_{ci}$  폐제어 루프에 있는 제어 요소의 세팅점 값

$R_{map}$  제어 요소의 피드포워드 제어값

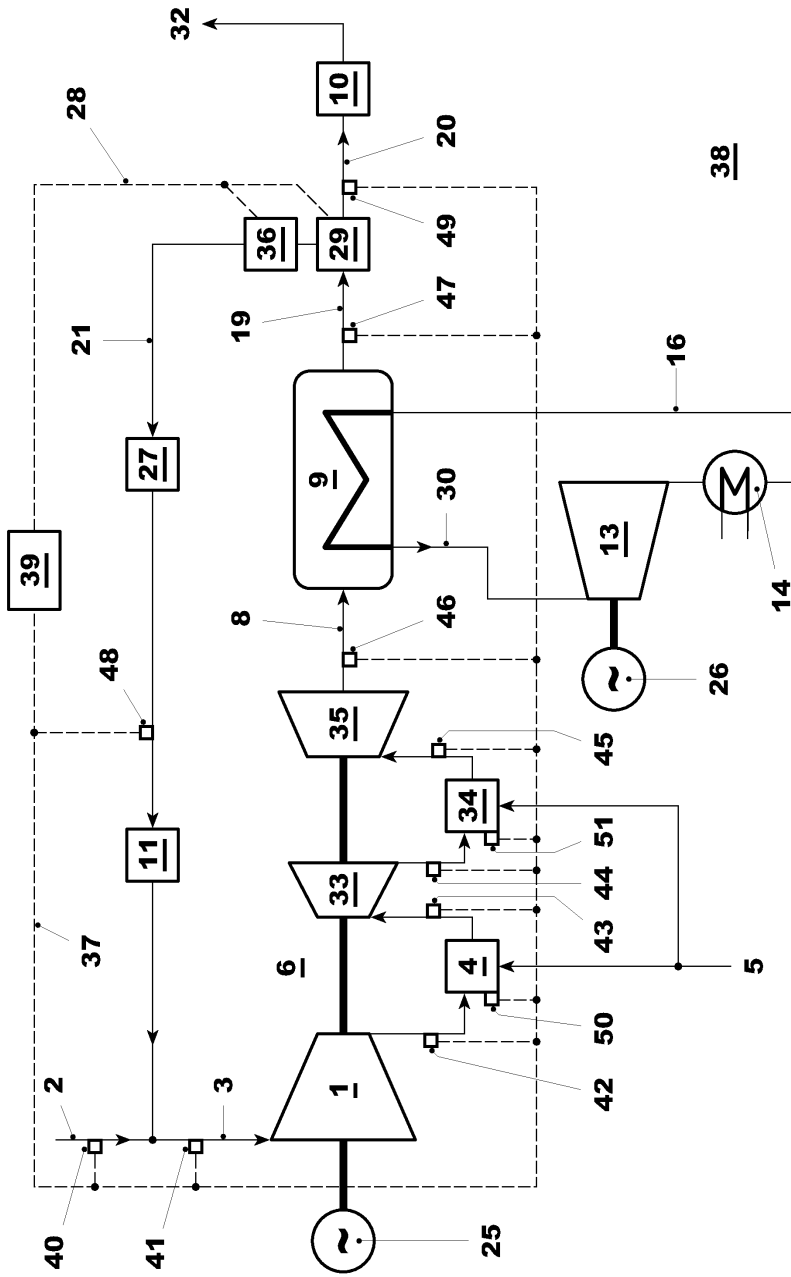
$R_{cor}$  제어 요소의 보정값

도면

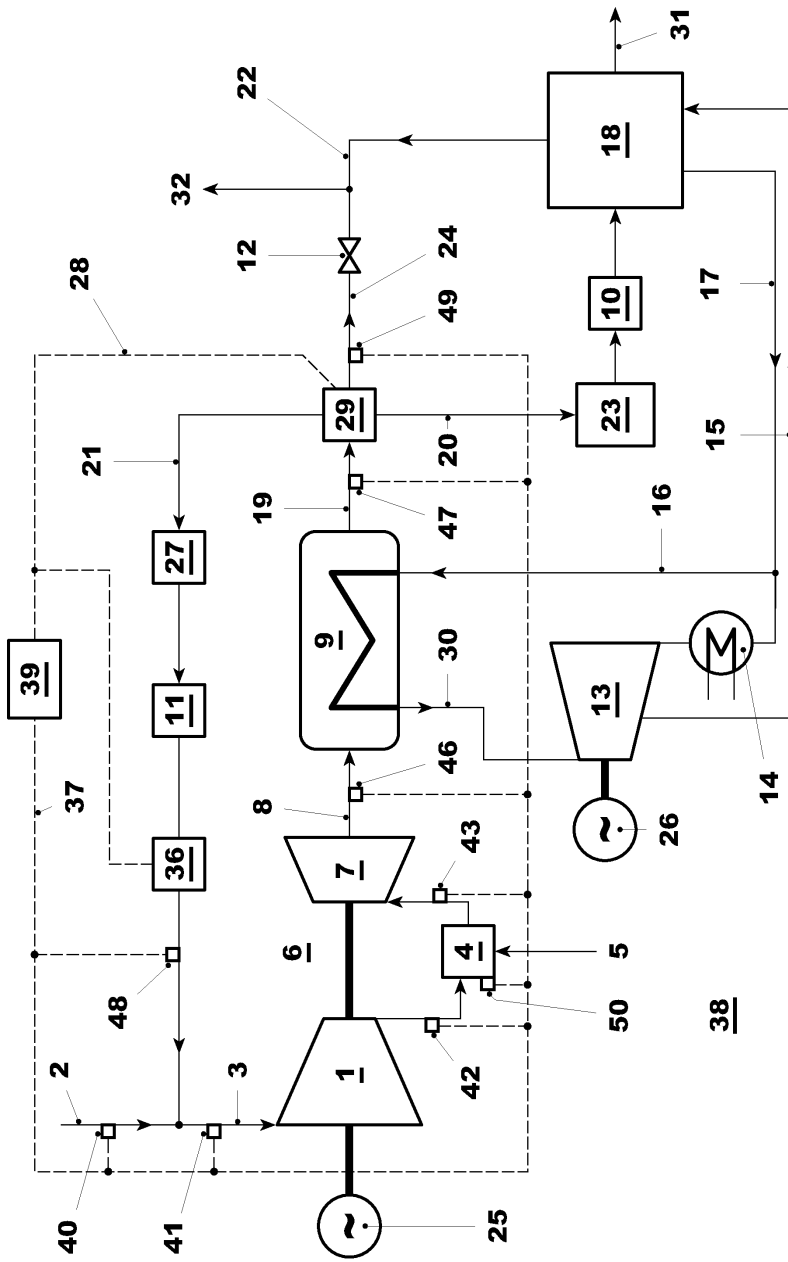
도면1



도면2



도면3



도면4

