



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0068815
(43) 공개일자 2019년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 13/02 (2006.01) G05B 6/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05B 13/0205 (2013.01)
G01F 25/0007 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0168987
(22) 출원일자 2017년12월11일
심사청구일자 2017년12월11일

(71) 출원인
임용일
서울특별시 송파구 잠실로 88, 134동 3001호 (잠실동, 레이크 팰리스)
(72) 발명자
임용일
서울특별시 송파구 잠실로 88, 134동 3001호 (잠실동, 레이크 팰리스)

전체 청구항 수 : 총 22 항

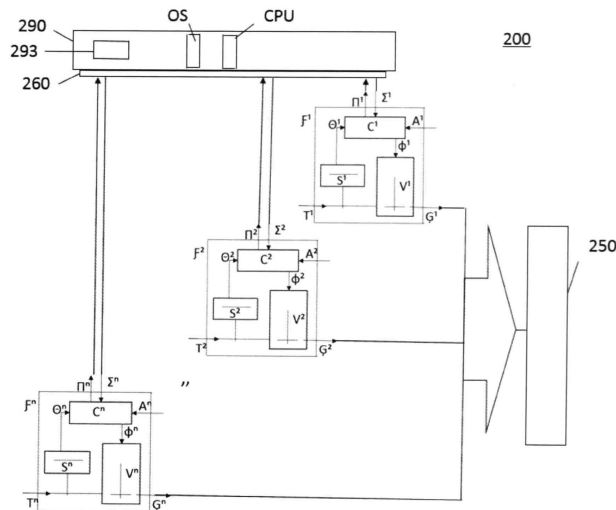
(54) 발명의 명칭 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템

(57) 요약

본 발명은 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 관한 것으로 챔버로 공급되는 복수개의 가스 배관(T^1, T^2, \dots, T^n)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 저장부에 저장된 상기 시계열 데이터를 상기 통합 분석 제어기의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 상기 시계열 데이터의 처리 결과를 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 피드백 데이터로 출력 전송하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유량 측정 정확도가 향상되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G05B 6/02 (2013.01)

G05D 7/0635 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

챔버로 공급되는 복수개의 가스 배관(T^1, T^2, \dots, T^n)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 저장부에 저장된 상기 시계열 데이터를 상기 통합 분석 제어기의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 상기 시계열 데이터의 처리 결과를 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 피드백 데이터로 출력 전송하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유량 측정 정확도가 향상된 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 유량 검출부, 제어 처리부, 유량 조절 밸브부로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 통합 분석 제어기와 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 동일한 소프트웨어 프로토콜을 구비하며 상기 통합 분석 제어기의 인터페이스를 개재로 하여 액세스 하는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 계측 변수는 상기 유량 검출부로부터의 출력 신호와 상기 질량 유량 제어기가 상기 유량 조절 밸브부로 보낸 제어 신호로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 피드백 데이터는 상기 시계열 데이터의 상기 처리 결과로 나온 최적 설정값으로 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 피드백하는 상기 최적 설정값은 서로 다른 설정값을 갖는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 반도체 생산 톨 제어 시스템과는 별도로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 7

챔버로 공급되는 복수개의 가스 배관(T^1, T^2, \dots, T^n)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n)의

각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며,

상기 계측 변수의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화하는 것이 가능한 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 유량 검출부, 제어 처리부, 유량 조절 밸브부로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 통합 분석 제어기와 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 동일한 소프트웨어 프로토콜을 구비하며 상기 통합 분석 제어기의 인터페이스를 개재로 하여 액세스 하는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 계측 변수는 상기 유량 검출부로부터의 출력 신호와 상기 질량 유량 제어기가 상기 유량 조절 밸브부로 보낸 제어 신호로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 반도체 생산 톨 제어 시스템과는 별도로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 12

동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 복수개의 가스 배관($T_1^1, T_2^1, T_3^1, T_1^2, T_2^2, T_3^2, \dots, T_1^n, T_2^n, T_3^n$)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스($G_1^1, G_2^1, G_3^1, G_1^2, G_2^2, G_3^2, \dots, G_1^n, G_2^n, G_3^n$)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 저장부에 저장된 상기 시계열 데이터를 상기 통합 분석 제어기의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 상기 시계열 데이터의 처리 결과를 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 피드백 데이터로 출력 전송하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유량 측정 정확도가 향상된 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 유량 검출부, 제어 처리부, 유량 조절 밸브부로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 통합 분석 제어기와 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 동일한 소프트웨어 프로토콜을 구비하며 상기 통합 분석 제어기의 인터페이스를 개재로 하여 액세스 하는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 계측 변수는 상기 유량 검출부로부터의 출력 신호와 상기 질량 유량 제어기가 상기 유량 조절 밸브부로 보낸 제어 신호로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 피드백 데이터는 상기 시계열 데이터의 상기 처리 결과로 나온 최적 설정값으로 상기 다수의 챔버의 각각으로 공급되는 상기 동일 레시피의 가스 질량 유량을 측정하는 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각(F_1^1, F_2^1, F_3^1)에 피드백하는 상기 최적 설정값은 동일한 설정값을 갖는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 반도체 생산 톨 제어 시스템과는 별도로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 18

동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 복수개의 가스 배관($T_1^1, T_2^1, T_3^1, T_1^2, T_2^2, T_3^2, \dots, T_1^n, T_2^n, T_3^n$)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스($G_1^1, G_2^1, G_3^1, G_1^2, G_2^2, G_3^2, \dots, G_1^n, G_2^n, G_3^n$)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 계측 변수의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화하는 것이 가능한 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 유량 검출부, 제어 처리부, 유량 조절 밸브부로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 통합 분석 제어기와 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각은 동일한 소프트웨어 프로토콜을 구비하며 상기 통합 분석 제어기의 인터페이스를 개재로 하여 액세스 하는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 계측 변수는 상기 유량 검출부로부터의 출력 신호와 상기 질량 유량 제어기가 상기 유량 조절 밸브부로 보낸 제어 신호로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

청구항 22

제 21항에 있어서,

상기 복수개의 질량 유량 제어기($F^1_1, F^1_2, F^1_3, F^2_1, F^2_2, F^2_3, \dots, F^n_1, F^n_2, F^n_3$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 반도체 생산 툴 제어 시스템과는 별도로 구성되는 것을 특징으로 하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 관한 것으로, 특히 통합 분석 제어기로 질량 유량 제어기로부터 출력되는 계측변수의 시계열 데이터에 기초한 시계열 데이터 처리 결과를 질량 유량 제어기에 피드백하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 질량 유량 제어기(MFC, mass flow controller)는 가스의 유량(flow)을 측정하며 제어하기 위한 기기로 통상은 반도체 제조 공정 예를 들면 식각 공정(RIE, reactive ion etching) 및 박막 공정(TFD, thin film deposition)에 있어서 프로세스 가스원으로부터의 프로세스 가스가 유입되는 계측관 내의 유량을 측정하며, 프로세스 가스의 유량을 제어하는데 사용된다. 계측관을 통과한 프로세스 가스를 반도체 생산 툴(tool)의 챔버(chamber) 내에 공급하여 프로세스 동안 상술한 식각 공정 및/또는 박막 공정을 수행한다.

[0003] 종래의 구조를 사용하는 반도체 생산 툴(tool)을 제어하는 시스템에 있어서는 질량 유량 제어기로부터 수집한 변수를 실시간 수집하며 분석 처리하여 변수의 최적 설정값을 질량 유량 제어기에 실시간 피드백 데이터로 출력하는 것이 곤란하다. 이런 연유로 상당한 수량의 질량 유량 제어기(MFCs)를 구비하는 반도체 생산 툴의 제어 시스템에서는 각각의 질량 유량 제어기(MFC)의 측정 유량에 오차를 가져올 수 있으며 질량 유량 측정 정확도가 떨어지는 문제가 있다.

[0004] 삼성, SK하이닉스를 위시한 업계의 경우를 보면 식각 공정 및/또는 박막 공정시 반도체 생산 툴의 챔버 내에 공급되는 프로세스 가스의 몇 퍼센트의 질량 유량(MF, mass flow)의 편차로 제품 수율이 떨어지거나, 제품 전수율 손실이라는 완전한 실패도 발생한다. 특히 반도체 제조 공정의 미세화, 적층화에 수반하는 나노(nano) 공정에서는 챔버로 공급되는 복수개의 가스 배관의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스의 각각의 질량 유량을 매우 정밀하게 계측 또는 제어할 수 있는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) KR 10-2015-0124110 A
- (특허문헌 0002) KR 10-2014-0029249 A

(특허문헌 0003) KR 10-2013-0111319 A

(특허문헌 0004) KR 10-2000-0031121 A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은, 상술한 과제를 해소하고, 통합 분석 제어기로 질량 유량 제어기로부터 출력되는 계측변수의 시계열 데이터의 처리 결과를 질량 유량 제어기에 실시간 피드백하여 질량 유량을 정밀하게 제어하는 것이 가능한 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템을 제공함에 있다.
- [0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 해결하기 위한 것으로, 통합 분석 제어기로 복수개의 질량 유량 제어기로부터 출력되는 계측변수의 시계열 데이터에 기초한 시계열 데이터 처리 결과로 나온 변수의 최적 설정값을 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 실시간 피드백 데이터 출력하여 질량 유량 제어기의 유량 측정 정확도를 향상하는 것이 가능한 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 본 발명의 목적은, 상술한 과제를 해소하고, 통합 분석 제어기로 질량 유량 제어기로부터 출력되는 계측변수의 현재의 시계열 데이터와 측정 저장된 과거의 시계열 데이터를 학습 데이터로 통계적 분석으로 처리하여 유로를 통과하는 프로세스가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화하는 것이 가능한 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템을 제공함에 있다.
- [0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 해결하기 위한 것으로, 통합 분석 제어기로 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측변수의 현재의 시계열 데이터와 측정 저장된 과거의 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화하는 것이 가능한 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명이 해결하려는 과제는 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 다른 기술적 과제들은 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 챔버로 공급되는 복수개의 가스 배관(T^1, T^2, \dots, T^n)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,
- [0012] 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 저장부에 저장된 상기 시계열 데이터를 상기 통합 분석 제어기의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 상기 시계열 데이터의 처리 결과를 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 피드백 데이터로 출력 전송하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유량 측정 정확도가 향상되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 챔버로 공급되는 복수개의 가스 배관(T^1, T^2, \dots, T^n)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,
- [0014] 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 계측 변수의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 복수개의 가스 배관($T_1^1, T_2^1, T_3^1, T_1^2, T_2^2, T_3^2, \dots, T_1^n, T_2^n, T_3^n$)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스($G_1^1, G_2^1, G_3^1, G_1^2, G_2^2, G_3^2, \dots, G_1^n, G_2^n, G_3^n$)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

[0016] 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 저장부에 저장된 상기 시계열 데이터를 상기 통합 분석 제어기의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 상기 시계열 데이터의 처리 결과를 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 피드백 데이터로 출력 전송하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유량 측정 정확도가 향상되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 복수개의 가스 배관($T_1^1, T_2^1, T_3^1, T_1^2, T_2^2, T_3^2, \dots, T_1^n, T_2^n, T_3^n$)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스($G_1^1, G_2^1, G_3^1, G_1^2, G_2^2, G_3^2, \dots, G_1^n, G_2^n, G_3^n$)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템에 있어서,

[0018] 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수를 통합 분석 제어기로 전송하여 상기 통합 분석 제어기의 저장부에 시계열 데이터로 저장하며, 상기 계측 변수의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 상기 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 이와 같이 구성된 본 발명에 의하면, 통합 분석 제어기로 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측변수들의 시계열 데이터에 기초한 시계열 데이터 처리 결과인 변수의 최적 설정값을 복수개의 질량 유량 제어기의 각각에 실시간 피드백 출력하여 각각의 질량 유량 제어기의 질량 유량을 정밀 제어하여 질량 유량 제어기의 유량 측정 정확도를 향상시킬 수 있으며, 출력되는 계측변수의 현재의 시계열 데이터와 축적 저장된 과거의 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스의 질량 유량을 실시간 예측, 최적화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 첨부 도면과 함께 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용 항목과 청구범위를 참조하면, 본 발명의 다양한 목적 및 장점이 명확해지고 본 발명을 보다 쉽게 이해할 수 있다. 상이한 도면에 동일한 숫자가 표기한 경우, 이런 경우는 동일하거나 유사한 구성요소 또는 스텝을 지칭한다.

도 1은 본 발명의 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템의 제 1 실시예를 보여주는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템의 제 2 실시예를 보여주는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 예시적인 실시예에 대하여 설명한다. 다른 실시예가 추가적으로 또는 대신 사용될 수도 있다. 공간 절약 및 보다 효과적인 표현을 위해 자명하거나 불필요한 내용은 생략될 수도 있다. 반대로 일부 실시예는 개시된 구체적인 내용을 전부 사용하지 않고도 실시할 수 있다.

[0022] 이하, 본 발명의 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템을 구체화한 실시예를 도 1 내지 도 2에서 설명한다.

[0023] 도시되는 제 1 실시예의 예시적인 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템(200)은 복수개의 질량 유량 제어기(MFCs, F^1, F^2, \dots, F^n), 복수개의 가스 배관 (T^1, T^2, \dots, T^n), 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n) 및 통합 분석 제어기(290)를 포함하고 있다.

- [0024] 복수개의 가스 배관 (T^1, T^2, \dots, T^n), 복수개의 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n) 및 복수개의 질량 유량 제어기 (F^1, F^2, \dots, F^n)는 아래와 같이 구성되며 연결된다.
- [0025] 복수개의 가스 배관 (T^1, T^2, \dots, T^n)에서, 챔버(250)로 연결 이어지는 가스 배관 (T^1)의 도중에 접속한 첫 번째 질량 유량 제어기(F^1)를 설치 구비하여 가스 배관 (T^1)에 흐르는 프로세스 가스(G^1)의 질량 유량을 측정한다.
- [0026] 복수개의 가스 배관 (T^1, T^2, \dots, T^n)에서, 챔버로 연결 이어지는 가스 배관 (T^2)의 도중에 접속한 두 번째 질량 유량 제어기(F^2)를 설치 구비하여 가스 배관 (T^2)에 흐르는 프로세스 가스(G^2)의 질량 유량을 측정한다.
- [0027] 위에서 설명한 것과 같은 방법으로, 챔버로 연결 이어지는 가스 배관 (T^n)에는 프로세스 가스(G^n)이 흘러 들어가며 n 번째 질량 유량 제어기(F^n)로 프로세스 가스(G^n)의 질량 유량을 측정한다.
- [0028] 도시되는 제 2 실시예의 예시적인 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템(200)은 동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3), 복수개의 질량 유량 제어기(MFCs $F^1_1, F^1_2, F^1_3, F^2_1, F^2_2, F^2_3, \dots, F^n_1, F^n_2, F^n_3$), 복수개의 프로세스 가스($G^1_1, G^1_2, G^1_3, G^2_1, G^2_2, G^2_3, \dots, G^n_1, G^n_2, G^n_3$) 및 통합 분석 제어기(290)를 포함하고 있다.
- [0029] 복수개의 가스 배관($T^1_1, T^1_2, T^1_3, T^2_1, T^2_2, T^2_3, \dots, T^n_1, T^n_2, T^n_3$), 복수개의 프로세스 가스($G^1_1, G^1_2, G^1_3, G^2_1, G^2_2, G^2_3, \dots, G^n_1, G^n_2, G^n_3$) 및 복수개의 질량 유량 제어기($F^1_1, F^1_2, F^1_3, F^2_1, F^2_2, F^2_3, \dots, F^n_1, F^n_2, F^n_3$)는 아래와 같이 구성되며 연결된다.
- [0030] 복수개의 가스 배관($T^1_1, T^1_2, T^1_3, T^2_1, T^2_2, T^2_3, \dots, T^n_1, T^n_2, T^n_3$)에서, 동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 연결 이어지는 가스 배관(T^1_1, T^1_2, T^1_3)의 도중에 접속한 첫 번째 질량 유량 제어기 (MFCs F^1_1, F^1_2, F^1_3)를 설치 구비하여 가스 배관(T^1_1, T^1_2, T^1_3)에 흐르는 프로세스 가스(G^1_1, G^1_2, G^1_3)의 질량 유량을 측정한다. 상술한 구성과 같은 방법으로, 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 연결 이어지는 가스 배관 (T^n_1, T^n_2, T^n_3)의 도중에 접속한 n 번째 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)를 설치 구비하여 가스 배관 (T^n_1, T^n_2, T^n_3)에 흐르는 프로세스 가스(G^n_1, G^n_2, G^n_3)의 질량 유량을 측정한다.
- [0031] 도시되는 제 1 실시예에서, 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)와 통합 분석 제어기간의 구성으로 통합 분석 제어기는 저장부, 중앙처리장치(CPU), 운영체제(OS, operating system)를 구비한다.
- [0032] 제 1 실시예에서, 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각을 보면, 챔버에 연결 이어지는 가스 배관 (T^1)의 도중에 접속 설치된 질량 유량 제어기(F^1)로 가스 배관 (T^1)내로 흐르는 프로세스 가스(G^1)의 유량을, 상세하게는 질량 유량 제어기(F^1)의 유량 검출부(S^1)는 질량 유량 제어기(F^1)의 유로를 통과하는 프로세스 가스 (G^1)의 유량을 나타내는 출력 신호(Θ^1)를 질량 유량 제어기(F^1)의 제어처리부(C^1)로 보내며, 제어처리부는 통합 분석 제어기(290)로부터 받은 유량 설정치(A^1)와 유량 검출부(S^1)로부터 받은 출력 신호(Θ^1)에 기초하여 질량 유량 제어기(F^1)의 유량 조절 밸브부(V^1)에 제어 신호(Φ^1)를 보내 유량 조절 밸브부(V^1)의 제어밸브(도시하지 않음)의 위치를 제어한다. 그리고 질량 유량 제어기(F^1)의 제어 처리부(C^1)는 유량 검출부(S^1)로부터 받은 출력 신호(Θ^1)와 유량 조절 밸브부(V^1)로 보낸 제어 신호(Φ^1)를 포함하는 질량 유량 제어기(F^1)의 계측 변수(Π^1)를 실시간으로 통합 분석 제어기(290)로 전송하여 통합 분석 제어기(290)의 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 질량 유량 제어기(F^1)의 계측 변수의 시계열 데이터로 저장된다. 질량 유량 제어기(F^1)로부터 실시간으로 전송되는 질량 유량 제어기(F^1)의 일련의 계측 변수의 시계열 데이터를 일정 기간 동안 실시간 시계열 데

이터 저장 수단인 저장부(293)에 축적 저장된다. 일정 기간 경과되면 저장부(293)에 축적 저장된 질량 유량 제어기(F¹)의 계측 변수의 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 장기 데이터 저장부(도시하지 않음)에 축적 저장된다. 저장부(293)에 저장된 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 중앙처리장치(CPU)로 실행되는 운영 체제(OS, operating system) 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값(Σ^1)을 질량 유량 제어기(F¹)에 피드백 데이터로 출력한다. 이 최적 설정값(Σ^1), 즉 피드백 데이터를 이용하여 질량 유량 제어기(F¹)로 유로를 통과하는 프로세스 가스(G¹)의 정확한 질량 유량을 계측 제어할 수 있으며, 반도체 생산 톨의 챔버로 프로세스 가스(G¹)의 정확한 질량 유량을 공급한다. 또한 통합 분석 제어기(290)는 질량 유량 제어기(F¹)로부터 출력된 계측 변수(Π^1)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 질량 유량 제어기의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G¹)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화한다. 통합 분석 제어기(290)의 CPU는 인터페이스부(도시하지 않음)를 구비하여 저장부(293)에 액세스 가능하며, 또한 질량 유량 제어기(F¹)에는 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 질량 유량 제어기(F¹)에 접근 가능하다. 통합 분석 제어기(290)와 동일한 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비하는 질량 유량 제어기(F¹)도 통합 분석 제어기(290)에 액세스 가능하며 통합 분석 제어기(290)의 CPU와도 통신이 가능하다. 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 톨의 제어 시스템(도시하지 않음)과의 접속 액세스를 위하여 반도체 생산 톨의 제어 시스템용 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비한다.

[0033] 질량 유량 제어기(F²)와 통합 분석 제어기(290)에도 위에서 설명한 것과 같은 프로세스로 구성된다.

[0034] 챔버로 연결 이어지는 가스 배관(T²)의 도중에 접속 설치된 질량 유량 제어기(F²)의 유량 검출부(S²)는 질량 유량 제어기(F²)의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G²)의 유량을 나타내는 출력 신호(Θ^2)를 질량 유량 제어기(F²)의 제어처리부(C²)로 보내며, 제어처리부(C²)는 통합 분석 제어기(290)로부터 받은 유량 설정치(A²)와 유량 검출부(S²)로부터 받은 출력 신호(Θ^2)에 기초하여 질량 유량 제어기(F²)의 유량 조절 밸브부(V²)에 제어 신호(Φ^2)를 보내 유량 조절 밸브부(V²)의 제어밸브(도시하지 않음)의 위치를 제어한다. 그리고 질량 유량 제어기(F²)의 제어 처리부(C²)는 유량 검출부(S²)로부터 받은 출력 신호(Θ^2)와 유량 조절 밸브부(V²)로 보낸 제어 신호(Φ^2)를 포함하는 질량 유량 제어기(F²)의 계측 변수(Π^2)를 실시간으로 통합 분석 제어기(290)로 전송하여 통합 분석 제어기(290)의 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 질량 유량 제어기(F²)의 계측 변수의 시계열 데이터로 저장된다. 질량 유량 제어기(F²)로부터 실시간으로 전송되는 질량 유량 제어기(F²)의 일련의 계측 변수의 시계열 데이터를 일정 기간 동안 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 축적 저장된다. 일정 기간 경과되면 저장부(293)에 축적 저장된 질량 유량 제어기(F²)의 계측 변수의 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 장기 데이터 저장부(도시하지 않음)에 축적 저장된다. 저장부(293)에 저장된 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값(Σ^2)을 질량 유량 제어기(F²)에 피드백 데이터로 출력한다. 이 최적 설정값(Σ^2), 즉 피드백 데이터를 이용하여 질량 유량 제어기(F²)로 유로를 통과하는 프로세스 가스(G²)의 정확한 질량 유량을 계측 제어할 수 있으며, 반도체 생산 톨의 챔버로 프로세스 가스(G²)의 정확한 질량 유량을 공급한다. 또한 통합 분석 제어기(290)는 질량 유량 제어기(F²)로부터 출력된 계측 변수(Π^2)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 질량 유량 제어기의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G²)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화한다.

[0035] 통합 분석 제어기(290)의 CPU는 인터페이스부(도시하지 않음)를 구비하여 저장부(293)에 액세스 가능하며, 또한 질량 유량 제어기(F²)에는 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 질량 유량 제어기(F²)에 접근 가능하다. 통합 분석 제어기(290)와 동일한 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비하는 질량 유량 제어기(F²)도 통합 분석 제어기(290)에 액세스 가능하며 통합 분석 제어기(290)의 CPU와도 통신이 가능하다.

- [0036] 질량 유량 제어기(F^2)의 프로세스와 마찬가지로, 질량 유량 제어기(F^n)와 통합 분석 제어기(290)간의 프로세스를 보면, 챔버로 연결 이어지는 가스 배관 (T^n)의 도중에 접속 설치된 질량 유량 제어기(F^n)의 유량 검출부(S^n)는 질량 유량 제어기(F^n)의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G^n)의 유량을 나타내는 출력 신호(Θ^n)를 질량 유량 제어기(F^n)의 제어처리부(C^n)로 보내며, 제어처리부(C^n)는 통합 분석 제어기(290)로부터 받은 유량 설정치(A^n)와 유량 검출부(S^n)로부터 받은 출력 신호(Θ^n)에 기초하여 질량 유량 제어기(F^n)의 유량 조절 밸브부(V^n)에 제어 신호(Φ^n)를 보내 유량 조절 밸브부(V^n)의 제어밸브(도시하지 않음)의 위치를 제어한다. 그리고 질량 유량 제어기(F^n)의 제어처리부(C^n)는 유량 검출부(S^n)로부터 받은 출력 신호(Θ^n)와 유량 조절 밸브부(V^n)로 보낸 제어 신호(Φ^n)를 포함하는 질량 유량 제어기(F^n)의 계측 변수(Π^n)를 실시간으로 통합 분석 제어기(290)로 전송하여 통합 분석 제어기(290)의 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 질량 유량 제어기(F^n)의 계측 변수의 시계열 데이터로 저장된다. 질량 유량 제어기(F^n)로부터 실시간으로 전송되는 질량 유량 제어기(F^n)의 일련의 계측 변수의 시계열 데이터를 일정 기간 동안 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 축적 저장된다. 일정 기간 경과되면 저장부(293)에 축적 저장된 질량 유량 제어기(F^n)의 계측 변수의 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 장기 데이터 저장부(도시하지 않음)에 축적 저장된다. 저장부(293)에 저장된 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 운영체제(OS) 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값(Σ^n)을 질량 유량 제어기(F^n)에 피드백 데이터로 출력한다. 이 최적 설정값(Σ^n), 즉 피드백 데이터를 이용하여 질량 유량 제어기(F^n)로 유로를 통과하는 프로세스 가스(G^n)의 정확한 질량 유량을 계측 제어할 수 있으며, 반도체 생산 툴의 챔버로 프로세스 가스(G^n)의 정확한 질량 유량을 공급한다. 또한 통합 분석 제어기(290)는 질량 유량 제어기(F^n)로부터 출력된 계측 변수(Π^n)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 질량 유량 제어기의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G^n)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화한다.
- [0037] 통합 분석 제어기(290)의 CPU는 인터페이스부(도시하지 않음)를 구비하여 저장부(293)에 액세스 가능하며, 또한 질량 유량 제어기(F^n)에는 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 질량 유량 제어기(F^n)에 접근 가능하다. 통합 분석 제어기(290)와 동일한 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비하는 질량 유량 제어기(F^n)도 통합 분석 제어기(290)에 액세스 가능하며 통합 분석 제어기(290)의 CPU와도 통신이 가능하다.
- [0038] 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 복수개의 질량 유량 제어기의 각각으로부터 출력되는 계측 변수의 시계열 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT) 분석 방법, 기계학습 데이터 분석 방법 및 통계적 방법 등을 이용하여 처리한다.
- [0039] 통합 분석 제어기(290)는 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각으로부터 출력된 계측 변수($\Pi^1, \Pi^2, \dots, \Pi^n$)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G^1, G^2, \dots, G^n)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화한다. 통합 분석 제어기(290)는 데이터 수집저장 추출처리엔진(도시하지 않음) 및 데이터 분석처리엔진(도시하지 않음)을 구비하여 저장부(293)에 축적 저장된 시계열 데이터의 수집, 검색, 추출, 분석 등의 처리를 한다. 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 툴 제어 시스템(도시하지 않음)과는 별도로 구성되며 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 복수개의 질량 유량 제어기(F^1, F^2, \dots, F^n)의 각각과 접속 액세스된다.
- [0040] 본 발명의 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템(200)의 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 툴의 제어 시스템(도시하지 않음)과의 접속 액세스를 위하여 반도체 생산 툴의 제어 시스템용 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비한다.
- [0041] 통합 분석 제어기와 각각의 질량 유량 제어기(F^1 또는 F^2 또는 \dots, F^n)간의 접속 액세스로 각각의 질량 유량 제어기로부터 변수, 계측 변수를 통합 분석 제어기로 계측 변수의 시계열 데이터를 실시간으로 수집하며 분석, 각

중 처리를 하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값(Σ^1 또는 Σ^2 또는 \dots , Σ^n)을 각각의 질량 유량 제어기(F^1 또는 F^2 또는 \dots , F^n)에 실시간 피드백 데이터로 출력이 가능하다. 이것으로 각각의 질량 유량 제어기(MFC)의 유량 측정 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0042] 도시되는 제 2 실시예는 동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 복수개의 가스 배관($T_1^1, T_2^1, T_3^1, T_1^2, T_2^2, T_3^2, \dots, T_1^n, T_2^n, T_3^n$)의 각각에 흐르는 복수개의 프로세스 가스($G_1^1, G_2^1, G_3^1, G_1^2, G_2^2, G_3^2, \dots, G_1^n, G_2^n, G_3^n$)의 각각의 질량 유량을 측정하는 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각을 계측 제어하는 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템을 보여준다.

[0043] 먼저, 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)을 보면, 챔버(R_1, R_2, R_3)의 각각에 연결 이어지는 가스 배관(T_1^1, T_2^1, T_3^1)의 도중에 접속 설치된 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)로 가스 배관 (T_1^1, T_2^1, T_3^1)내로 흐르는 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)의 유량을, 상세하게는 질량 유량 제어기 (F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 유량 검출부(S_1^1, S_2^1, S_3^1)는 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)의 유량을 나타내는 출력 신호($\Theta_1^1, \Theta_2^1, \Theta_3^1$)를 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 제어처리부(C_1^1, C_2^1, C_3^1)로 보내며, 제어처리부는 통합 분석 제어기(290)로부터 받은 유량 설정치 (A_1^1, A_2^1, A_3^1)와 유량 검출부(S_1^1, S_2^1, S_3^1)로부터 받은 출력 신호($\Theta_1^1, \Theta_2^1, \Theta_3^1$)에 기초하여 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 유량 조절 밸브부(V_1^1, V_2^1, V_3^1)에 제어 신호($\Phi_1^1, \Phi_2^1, \Phi_3^1$)를 보내 유량 조절 밸브부(V_1^1, V_2^1, V_3^1)의 제어밸브(도시하지 않음)의 위치를 제어한다. 그리고 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 제어처리부(C_1^1, C_2^1, C_3^1)는 유량 검출부(S_1^1, S_2^1, S_3^1)로부터 받은 출력 신호($\Theta_1^1, \Theta_2^1, \Theta_3^1$)와 유량 조절 밸브부(V_1^1, V_2^1, V_3^1)로 보낸 제어 신호($\Phi_1^1, \Phi_2^1, \Phi_3^1$)를 포함하는 질량 유량 제어기 (F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 계측 변수($\Pi_1^1, \Pi_2^1, \Pi_3^1$)를 실시간으로 통합 분석 제어기(290)로 전송하여 통합 분석 제어기(290)의 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 계측 변수의 시계열 데이터로 저장된다. 질량 유량 제어(F_1^1, F_2^1, F_3^1)로부터 실시간으로 전송되는 질량 유량 제어기 (F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 일련의 계측 변수의 시계열 데이터를 일정 기간 동안 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 축적 저장된다. 일정 기간 경과되면 저장부(293)에 축적 저장된 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)의 계측 변수의 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 장기 데이터 저장부(도시하지 않음)에 축적 저장된다. 저장부(293)에 저장된 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 운영체제(OS) 프로그램으로 각종처리를 실행하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값($\Sigma_1^1, \Sigma_2^1, \Sigma_3^1$)을 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)에 피드백 데이터로 출력한다. 이 최적 설정값($\Sigma_1^1, \Sigma_2^1, \Sigma_3^1$), 즉 피드백 데이터를 이용하여 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)로 유로를 통과하는 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)의 정확한 질량 유량을 계측 제어할 수 있으며, 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)의 각각에 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)의 정확한 질량 유량을 공급한다. 동일한 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)에서 챔버 (R_1)의 최적 설정값(Σ_1^1)은 챔버 (R_2)의 최적 설정값(Σ_2^1)과 동일하며, 마찬가지로 챔버 (R_1)의 최적 설정값(Σ_1^1)은 챔버 (R_3)

의 최적 설정값(Σ_3^1)와 동일하다.

- [0044] 또한 통합 분석 제어기(290)는 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)로부터 출력된 계측 변수($\Pi_1^1, \Pi_2^1, \Pi_3^1$)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 질량 유량 제어기의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화 한다.
- [0045] 통합 분석 제어기(290)는 데이터 수집저장 추출처리엔진(도시하지 않음) 및 데이터 분석처리엔진(도시하지 않음)을 구비하여 저장부(293)에 축적 저장된 시계열 데이터의 수집, 검색, 추출, 분석 등의 처리를 한다.
- [0046] 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 톨 제어 시스템(도시하지 않음)과는 별도로 구성되며 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 복수개의 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각과 접속 액세스된다.
- [0047] 통합 분석 제어기(290)의 CPU는 인터페이스부(도시하지 않음)를 구비하여 저장부(293)에 액세스 가능하며, 또한 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)에는 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)에 접근 가능하다. 통합 분석 제어기(290)와 동일한 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비하는 질량 유량 제어기(F_1^1, F_2^1, F_3^1)도 통합 분석 제어기(290)에 액세스 가능하며 통합 분석 제어기(290)의 CPU와도 통신이 가능하다. 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 톨의 제어 시스템(도시하지 않음)과의 접속 액세스를 위하여 반도체 생산 톨의 제어 시스템용 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비한다.
- [0048] 상술한 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 프로세스 가스(G_1^1, G_2^1, G_3^1)의 프로세스와 마찬가지로, 동일 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)로 공급되는 프로세스 가스(R_1^n, R_2^n, R_3^n)을 보면, 챔버(R_1, R_2, R_3)의 각각에 연결 이어지는 가스 배관(T_1^n, T_2^n, T_3^n)의 도중에 접속 설치된 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 유량 검출부(S_1^n, S_2^n, S_3^n)는 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G_1^n, G_2^n, G_3^n)의 유량을 나타내는 출력 신호($\Theta_1^n, \Theta_2^n, \Theta_3^n$)를 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 제어처리부(C_1^n, C_2^n, C_3^n)로 보내며, 제어처리부(C_1^n, C_2^n, C_3^n)는 통합 분석 제어기(290)로부터 받은 유량 설정치(A_1^n, A_2^n, A_3^n)와 유량 검출부(S_1^n, S_2^n, S_3^n)로부터 받은 출력 신호($\Theta_1^n, \Theta_2^n, \Theta_3^n$)에 기초하여 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 유량 조절 밸브부(V_1^n, V_2^n, V_3^n)에 제어 신호($\Phi_1^n, \Phi_2^n, \Phi_3^n$)를 보내 유량 조절 밸브부(V_1^n, V_2^n, V_3^n)의 제어밸브(도시하지 않음)의 위치를 제어한다. 그리고 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 제어처리부(C_1^n, C_2^n, C_3^n)는 유량 검출부(S_1^n, S_2^n, S_3^n)로부터 받은 출력 신호($\Theta_1^n, \Theta_2^n, \Theta_3^n$)와 유량 조절 밸브부(V_1^n, V_2^n, V_3^n)로 보낸 제어 신호($\Phi_1^n, \Phi_2^n, \Phi_3^n$)를 포함하는 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 계측 변수($\Pi_1^n, \Pi_2^n, \Pi_3^n$)를 실시간으로 통합 분석 제어기(290)로 전송하여 통합 분석 제어기(290)의 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 계측 변수의 시계열 데이터로 저장된다. 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)로부터 실시간으로 전송되는 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 일련의 계측 변수의 시계열 데이터를 일정 기간 동안 실시간 시계열 데이터 저장 수단인 저장부(293)에 축적 저장된다. 일정 기간 경과되면 저장부(293)에 축적 저장된 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 계측 변수의 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 장기 데이터 저장부(도시하지 않음)에 축적 저장된다. 저장부

(293)에 저장된 시계열 데이터를 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 각종 처리를 실행하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값($\Sigma^n_1, \Sigma^n_2, \Sigma^n_3$)을 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)에 피드백 데이터로 출력한다. 이 최적 설정값($\Sigma^n_1, \Sigma^n_2, \Sigma^n_3$), 즉 피드백 데이터를 이용하여 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)로 유로를 통과하는 프로세스 가스(G^n_1, G^n_2, G^n_3)의 정확한 질량 유량을 예측 제어할 수 있으며, 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)의 각각에 프로세스 가스(G^n_1, G^n_2, G^n_3)의 정확한 질량 유량을 공급한다. 동일한 레시피로 진행되는 다수의 챔버(R_1, R_2, R_3)에서 챔버 (R_1)의 최적 설정값(Σ^n_{11})은 챔버 (R_2)의 최적 설정값(Σ^n_{22})와 동일하며, 마찬가지로 챔버 (R_1)의 최적 설정값(Σ^n_{11})은 챔버 (R_3)의 최적 설정값(Σ^n_{33})와 동일하다.

[0049] 또한 통합 분석 제어기(290)는 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)로부터 출력된 예측 변수($\Pi^n_1, \Pi^n_2, \Pi^n_3$)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 질량 유량 제어기의 유로를 통과하는 프로세스 가스(G^n_1, G^n_2, G^n_3)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화한다.

[0050] 통합 분석 제어기(290)의 CPU는 인터페이스부(도시하지 않음)를 구비하여 저장부(293)에 액세스 가능하며, 또한 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)에는 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)에 접근 가능하다. 통합 분석 제어기(290)와 동일한 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비하는 질량 유량 제어기(F^n_1, F^n_2, F^n_3)도 통합 분석 제어기(290)에 액세스 가능하며 통합 분석 제어기(290)의 CPU와도 통신이 가능하다.

[0051] 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 복수개의 질량 유량제어기($F^1_1, F^1_2, F^1_3, F^2_1, F^2_2, F^2_3, \dots, F^n_1, F^n_2, F^n_3$)의 각각으로부터 출력되는 예측 변수($\Pi^1_1, \Pi^1_2, \Pi^1_3, \Pi^2_1, \Pi^2_2, \Pi^2_3, \dots, \Pi^n_1, \Pi^n_2, \Pi^n_3$)의 시계열 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT) 분석 방법, 기계학습 데이터 분석 방법 및 통계적 방법 등을 이용하여 처리한다.

[0052] 통합 분석 제어기(290)는 복수개의 질량 유량 제어기($F^1_1, F^1_2, F^1_3, F^2_1, F^2_2, F^2_3, \dots, F^n_1, F^n_2, F^n_3$)의 각각으로부터 출력된 예측 변수($\Pi^1_1, \Pi^1_2, \Pi^1_3, \Pi^2_1, \Pi^2_2, \Pi^2_3, \dots, \Pi^n_1, \Pi^n_2, \Pi^n_3$)의 현재 시계열 데이터와 과거 시계열 데이터를 학습 데이터로 상호 연관 분석, 통계적 분석으로 처리하여 복수개의 질량 유량 제어기의 각각의 유로를 통과하는 프로세스 가스($G^1_1, G^1_2, G^1_3, G^2_1, G^2_2, G^2_3, \dots, G^n_1, G^n_2, G^n_3$)의 질량 유량을 실시간 예측 및 최적화한다. 통합 분석 제어기(290)는 데이터 수집저장 추출처리엔진(도시하지 않음) 및 데이터 분석처리엔진(도시하지 않음)을 구비하여 저장부(293)에 축적 저장된 시계열 데이터의 수집, 검색, 추출, 분석 등의 처리를 한다.

[0053] 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 톨 제어 시스템(도시하지 않음)과는 별도로 구성되며 통합 분석 제어기(290)의 인터페이스(260)를 개재로 하여 복수개의 질량 유량 제어기($F^1_1, F^1_2, F^1_3, F^2_1, F^2_2, F^2_3, \dots, F^n_1, F^n_2, F^n_3$)의 의 각각과 접속 액세스된다.

[0054] 본 발명의 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템(200)의 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 톨의 제어 시스템(도시하지 않음)과의 접속 액세스를 위하여 반도체 생산 톨의 제어 시스템용 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비한다.

[0055] 통합 분석 제어기와 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각의 접속 액세스로 각각의 질량 유량 제어기로부터 변수, 계측 변수를 통합 분석 제어기로 계측 변수의 시계열 데이터를 실시간으로 수집하며 분석, 각종 처리를 하여 얻은 시계열 데이터의 처리 결과로 나온 최적 설정값($\Sigma_1^1, \Sigma_2^1, \Sigma_3^1, \Sigma_1^2, \Sigma_2^2, \Sigma_3^2, \dots, \Sigma_1^n, \Sigma_2^n, \Sigma_3^n$)의 각각을 질량 유량 제어기($F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_1^2, F_2^2, F_3^2, \dots, F_1^n, F_2^n, F_3^n$)의 각각에 실시간 피드백 데이터로 출력이 가능하다. 이것으로 각각의 질량 유량 제어기(MFC)의 유량 측정 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0056] 통합 분석 제어기(290)의 CPU로 실행되는 OS 프로그램으로 질량 유량 제어기(F_1^n, F_2^n, F_3^n)의 각각으로부터 출력되는 계측 변수($\Pi_1^n, \Pi_2^n, \Pi_3^n$)의 시계열 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT) 분석 방법, 기계학습 데이터 분석 방법 및 통계적 방법 등을 이용하여 처리한다.

[0057] 통합 분석 제어기(290)는 반도체 생산 톨의 제어 시스템(도시하지 않음)과의 접속 액세스를 위하여 반도체 생산 톨의 제어 시스템용 통신용 프로토콜, 소프트웨어 프로토콜을 구비한다.

[0058] 또한, 본 발명에 따른 질량 유량 제어기 최적화 통합 시스템은 단지 상기한 실시예에 한정되는 것이 아니고, 그 기술적 요지를 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 변형 및 변경 실시 할 수 있다.

부호의 설명

- [0059] 200 : 질량 유량 제어기 최적화 통합시스템
- 250 : 챔버
- R₁ : 첫 번째 챔버 (다수의 챔버)
- R₂ : 첫 번째 챔버 (다수의 챔버)
- R₃ : 세 번째 챔버 (다수의 챔버)
- 260 : 인터페이스(통합 분석 제어기)
- 290 : 통합 분석 제어기
- 293 : 저장부(통합 분석 제어기)
- A¹, A², ..., Aⁿ : 유량 설정치
- A₁¹, A₁², ..., A₁ⁿ : 유량 설정치 (첫 번째 챔버, R₁)
- A₂¹, A₂², ..., A₂ⁿ : 유량 설정치 (두 번째 챔버, R₂)
- A₃¹, A₃², ..., A₃ⁿ : 유량 설정치 (세 번째 챔버, R₃)
- A¹ : 유량 설정치(첫 번째 MFC)
- A² : 유량 설정치(두 번째 MFC)
- Aⁿ : 유량 설정치(n 번째 MFC)
- CPU : 중앙처리장치(통합 분석 제어기)
- C¹, C², ..., Cⁿ : 제어처리부
- C₁¹, C₁², ..., C₁ⁿ : 제어처리부 (첫 번째 챔버, R₁)

$C_2^1, C_2^2, \dots, C_2^n$: 제어처리부 (두 번째 챔버, R_2)

$C_3^1, C_3^2, \dots, C_3^n$: 제어처리부 (세 번째 챔버, R_3)

C^1 : 제어처리부(첫 번째 MFC)

C^2 : 제어처리부(두 번째 MFC)

C^n : 제어처리부(n 번째 MFC)

F^1, F^2, \dots, F^n : 질량 유량 제어기(MFCs)

$F_1^1, F_1^2, \dots, F_1^n$: 질량 유량 제어기 (첫 번째 챔버, R_1)

$F_2^1, F_2^2, \dots, F_2^n$: 질량 유량 제어기 (두 번째 챔버, R_2)

$F_3^1, F_3^2, \dots, F_3^n$: 질량 유량 제어기 (세 번째 챔버, R_3)

F^1 : 질량 유량 제어기(첫 번째 MFC)

F^2 : 질량 유량 제어기(두 번째 MFC)

F^n : 질량 유량 제어기(n 번째 MFC)

G^1, G^2, \dots, G^n : 프로세스 가스

$G_1^1, G_1^2, \dots, G_1^n$: 프로세스 가스(첫 번째 챔버, R_1)

$G_2^1, G_2^2, \dots, G_2^n$: 프로세스 가스(두 번째 챔버, R_2)

$G_3^1, G_3^2, \dots, G_3^n$: 프로세스 가스(세 번째 챔버, R_3)

OS : 운영체제(통합 분석 제어기)

S^1, S^2, \dots, S^n : 유량 검출부

$S_1^1, S_1^2, \dots, S_1^n$: 유량 검출부(첫 번째 챔버, R_1)

$S_2^1, S_2^2, \dots, S_2^n$: 유량 검출부(두 번째 챔버, R_2)

$S_3^1, S_3^2, \dots, S_3^n$: 유량 검출부(세 번째 챔버, R_3)

S^1 : 유량 검출부(첫 번째 MFC)

S^2 : 유량 검출부(두 번째 MFC)

S^n : 유량 검출부(n 번째 MFC)

T^1, T^2, \dots, T^n : 가스배관

$T_1^1, T_1^2, \dots, T_1^n$: 가스배관(첫 번째 챔버, R_1)

$T_2^1, T_2^2, \dots, T_2^n$: 가스배관(두 번째 챔버, R_2)

$T_3^1, T_3^2, \dots, T_3^n$: 가스배관(세 번째 챔버, R_3)

V^1, V^2, \dots, V^n : 유량 조절 밸브부

$V_1^1, V_1^2, \dots, V_1^n$: 유량 조절 밸브부(첫 번째 챔버, R_1)

$V_2^1, V_2^2, \dots, V_2^n$: 유량 조절 밸브부(두 번째 챔버, R_2)

$V_3^1, V_3^2, \dots, V_3^n$: 유량 조절 밸브부(세 번째 챔버, R_3)

V^1 : 유량 조절 밸브부(첫 번째 MFC)

V^2 : 유량 조절 밸브부(두 번째 MFC)

V^n : 유량 조절 밸브부(n 번째 MFC)

$\Theta^1, \Theta^2, \dots, \Theta^n$: 출력 신호

$\Theta_1^1, \Theta_1^2, \dots, \Theta_1^n$: 출력 신호(첫 번째 챔버, R_1)

$\Theta_2^1, \Theta_2^2, \dots, \Theta_2^n$: 출력 신호(두 번째 챔버, R_2)

$\Theta_3^1, \Theta_3^2, \dots, \Theta_3^n$: 출력 신호(세 번째 챔버, R_3)

Θ^1 : 출력 신호(첫 번째 MFC)

Θ^2 : 출력 신호(두 번째 MFC)

Θ^n : 출력 신호(n 번째 MFC)

$\Phi^1, \Phi^2, \dots, \Phi^n$: 제어 신호

$\Phi_1^1, \Phi_1^2, \dots, \Phi_1^n$: 제어 신호(첫 번째 챔버, R_1)

$\Phi_2^1, \Phi_2^2, \dots, \Phi_2^n$: 제어 신호(두 번째 챔버, R_2)

$\Phi_3^1, \Phi_3^2, \dots, \Phi_3^n$: 제어 신호(세 번째 챔버, R_3)

Φ^1 : 제어 신호(첫 번째 MFC)

Φ^2 : 제어 신호(두 번째 MFC)

Φ^n : 제어 신호(n 번째 MFC)

$\Pi^1, \Pi^2, \dots, \Pi^n$: 계측 변수

$\Pi_1^1, \Pi_1^2, \dots, \Pi_1^n$: 계측 변수(첫 번째 챔버, R_1)

$\Pi_2^1, \Pi_2^2, \dots, \Pi_2^n$: 계측 변수(두 번째 챔버, R_2)

$\Pi^1_3, \Pi^2_3, \dots, \Pi^n_3$: 계측 변수(세 번째 챔버, R_3)

Π^1 : 계측 변수(첫 번째 MFC)

Π^2 : 계측 변수(두 번째 MFC)

Π^n : 계측 변수(n 번째 MFC)

$\Sigma^1, \Sigma^2, \dots, \Sigma^n$: 최적 설정값

$\Sigma^1_1, \Sigma^2_1, \dots, \Sigma^n_1$: 최적 설정값(첫 번째 챔버, R_1)

$\Sigma^1_2, \Sigma^2_2, \dots, \Sigma^n_2$: 최적 설정값(두 번째 챔버, R_2)

$\Sigma^1_3, \Sigma^2_3, \dots, \Sigma^n_3$: 최적 설정값(세 번째 챔버, R_3)

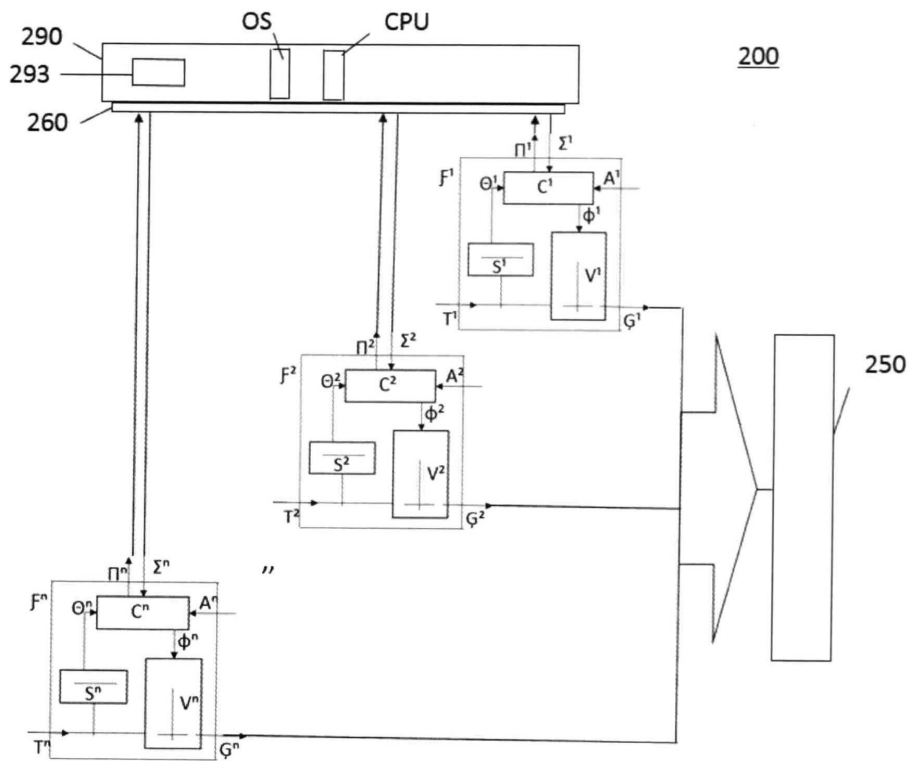
Σ^1 : 최적 설정값(첫 번째 MFC로 피드백 되는)

Σ^2 : 최적 설정값(두 번째 MFC로 피드백 되는)

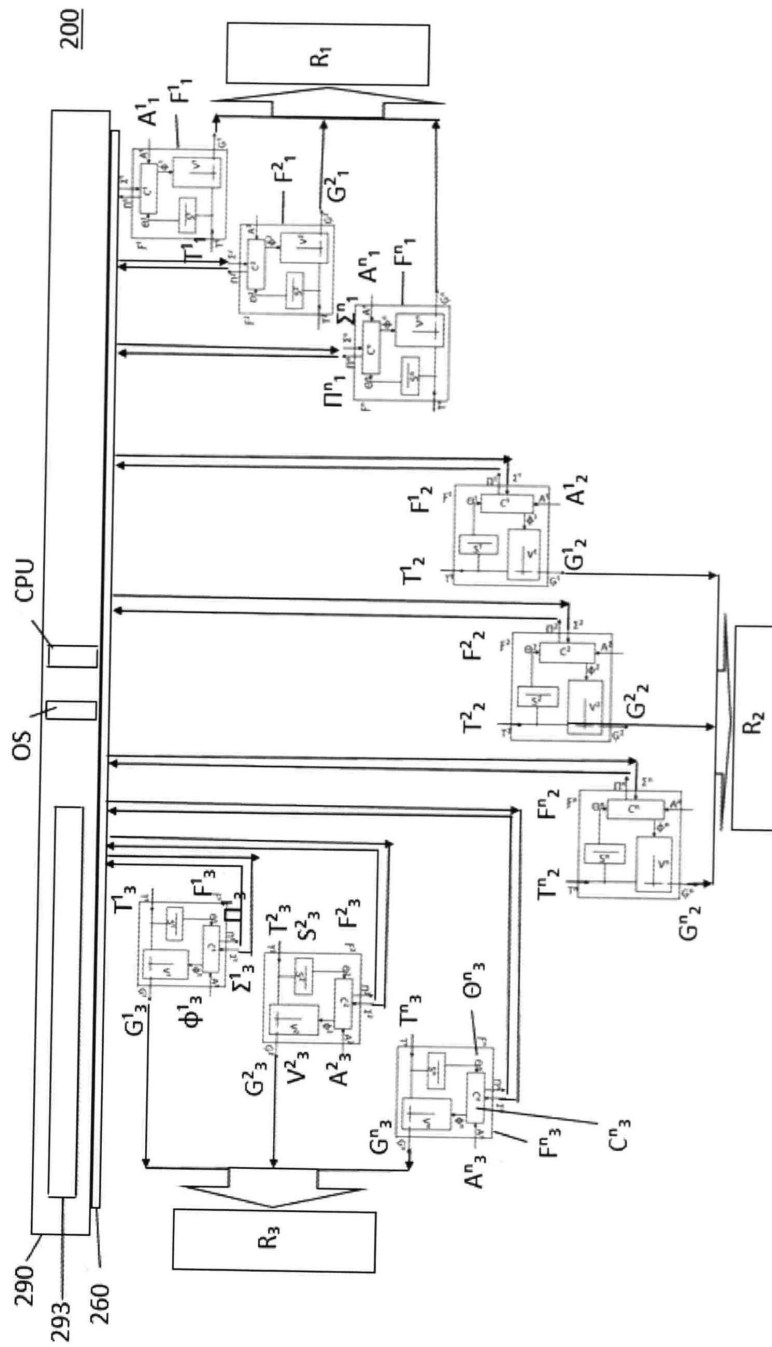
Σ^n : 최적 설정값(n 번째 MFC로 피드백 되는)

도면

도면1



도면2



【도 2】