



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월10일
(11) 등록번호 10-1271378
(24) 등록일자 2013년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05B 6/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7014659

(22) 출원일자(국제) 2005년12월09일

심사청구일자 2010년12월08일

(85) 번역문제출일자 2007년06월27일

(65) 공개번호 10-2007-0095303

(43) 공개일자 2007년09월28일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/044384

(87) 국제공개번호 WO 2006/065612

국제공개일자 2006년06월22일

(30) 우선권주장

11/015,376 2004년12월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003167605 A

JP2004326781 A

전체 청구항 수 : 총 24 항

(73) 특허권자

텍사코 디벨롭먼트 코퍼레이션

미합중국 94583 캘리포니아주 샌래몬 불링거 캐년
로드 6001

(72) 발명자

선, 홍키아오

미합중국 텍사스주 77479 슈가랜드 리버 버치 드
라이브 2723

스펜서, 휘트, 더블유

미합중국 텍사스주 77459 미주리시티 크로스비 랜
딩 3414

미르코빅, 베스나, 알

미합중국 텍사스주 77584 필랜드 랜드스트리트
2201

(74) 대리인

특허법인 충정

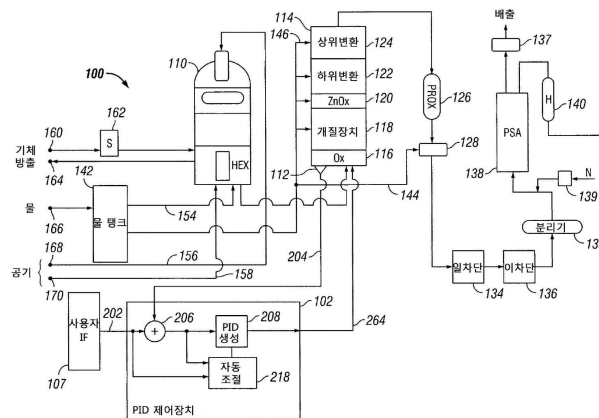
심사관 : 고재용

(54) 발명의 명칭 플랜트에서의 공정 제어 방법 및 시스템

(57) 요약

설정값에 대한 공정의 매개변수를 제어하기 위하여 사용되는 비례-적분-미분(PID) 제어장치에 대한 제어인자를 설정하여 공정을 제어하는 방법 및 시스템이 개시되어 있다. 공정 매개변수에 관한 피드백 신호는 공정 센서 및 일차 피드백 루프를 통하여 수신된다. PID 제어장치의 제어인자에 대한 자동조절은 피드백 신호에 기초한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

공정을 제어하는 방법에 있어서,

설정값(setpoint)에 대하여 플랜트 공정(plant process)의 물리적 특성을 갖는 매개변수를 제어하기 위하여 사용되는 비례-적분-미분(PID: proportional-integral-derivative) 제어장치를 위한 제어 인자를 설정하는 단계;

공정 센서 및 일차 피드백(feedback) 루프(loop)를 통하여 공정 매개변수(parameter)에 관한 피드백 신호를 수신하는 단계; 및

상기 피드백 신호를 기초로 상기 PID 제어장치의 제어 인자를 실시간으로 자동 조절하는 단계로 구성되

되;

상기 비례-적분-미분 제어장치의 오차 중 적어도 하나의 매개변수를 측정하기 위하여 센서를 통해 수신된 피드백신호를 사용하는 단계; 및

상기 PID 제어장치의 제어 인자의 자동 조절이 설정 값의 변화가 감지될 때 수행되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공정을 제어하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공정을 제어하기 위해 사용되는 부가적 PID 제어장치를 위한 부가적 제어 인자를 설정하는 단계;

부가적 센서 및 부가적 피드백 루프를 통하여 상호의존적인 부가적 공정 매개변수에 관한 피드백 신호를 수신하는 단계; 및

상기 피드백 신호를 기초로 상기 부가적 제어 인자를 자동적으로 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 오차는 하강시간, 상승시간, 오버슈트(overshoot), 언더슈트(undershoot) 및 정상상태(steady state) 오차 중 적어도 하나의 매개변수를 측정하기 위하여 센서를 통해 수신된 피드백 신호를 사용하는 것을 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 매개변수에 대한 설정값을 설정하는 단계; 및

상기 센서를 통해 수신된 상기 피드백 신호와 상기 설정값을 비교하여 오차 신호를 생성하는 단계;

상기 오차 신호를 상기 플랜트 공정의 작동기(actuator)로의 입력을 위한 상기 PID 제어장치 내에서 상

기 작동기에 동적으로 맵핑(mapping)하여 상기 오차 신호를 조절(conditioning)하는 단계로 구성하되;

상기 조절(conditioning)하는 단계는 상기 오차 신호의 상한값 및 하한값을 포착하는 단계; 및

상기 동적 맵핑에서 사용하기 위하여 상기 상한값 및 하한값을 병합(merging)하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제어 인자의 자동 조절은 미리설정된 기준(criteria)이 만족될 때 수행되어지며, 상기 미리설정된 기준은 상기 설정값을 초과하여 오버슈트(overshoot)한 오차 신호의 피크 크기가 새로운 최대 값인지를 측정하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 미리 설정된 기준은 설정값에 대한 오차 신호의 진동기간에 걸쳐 측정되는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 자동 조절은 설정값에 대한 매개변수의 정상상태 오차가 목적하는 수준까지 떨어졌을때 중지되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 조절하는 단계에서의 조절량은 경험적으로 측정된 가중 인자(weighting factor)를 이용하여 가중되는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 가중 인자는 검색표(look-up table)에 저장되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, PID 제어장치의 분리 제어 인자의 비례 경로는 적분 경로 및 미분 경로 각각에 대해 개별적으로 조절되는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 PID 제어장치의 초기 내정 값(default value)은 비례 경로, 적분 경로 및 미분 경로의 각각에 대해 선택되는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 20

공정을 제어하는 장치에 있어서,
 상기 공정 매개변수에 대한 설정값을 수신하는 수단;
 상기 공정 센서 및 일차 피드백 루프를 통하여 상기 공정 매개변수에 관한 피드백 신호를 수신하는 수단;
 상기 설정값을 상기 피드백 신호와 비교하여 오차 신호를 생성하는 수단;
 평행 PID 경로에서 상기 오차 신호를 가공하는 수단; 및
 상기 피드백 신호를 기초로 하나 이상의 상기 PID 경로의 제어 인자를 자동적으로 조절하는 수단;
 상기 오차신호를 표준화(normalizing)하는 수단;
 상기 오차 신호 처리 수단의 출력을 조절하여 조절된(conditioned) 출력 신호를 생성하는 수단;
 상기 조절된 출력 신호를 공정 작동기에 동적으로 맵핑(mapping)하는 것에 의해 상기 조절된 출력 신호를 구성하는(formatting) 수단; 및
 상기 설정 값의 변화가 검출될 때, 자동 조절을 개시하는 수단을 포함하는 공정을 제어하는 장치.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

제20항에 있어서, 상기 설정값의 변화를 기초로 상기 장치의 출력을 제어하는 수단을 포함하는 장치.

청구항 26

삭제

청구항 27

제20항에 있어서, 상기 제어 인자를 생성하는 수단은 주어진 시간에 걸쳐 오차 신호의 피크 변화를 포착하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 28

제20항에 있어서, 상기 자동적으로 조절하는 수단은 미리설정된 기준이 만족될 때 제어 인자의 조절을 수행하고, 상기 미리설정된 기준은 상기 설정값을 초과하여 오버슈트된 오차 신호의 피크 크기가 새로운 최대값 인지를 측정하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 29

제28항에 있어서, 상기 조절 수단에 의한 상기 제어 인자의 자동조절은 오차 신호의 미리설정된 진동 기간이 초과될 때 발생하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 30

제28항에 있어서, 상기 조절 수단에 의한 자동 조절은 상기 설정값이 0을 초과하고, 및 상기 오차 신호의 진동 기간이 증가될 때 발생하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 31

제20항에 있어서, 상기 제어 인자는 상기 설정값 및 상기 설정값에 대한 피드백 신호의 피크 오차의 함수로 액세스되는 검색표에 저장된 실험적 데이터를 사용하여 조절되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 32

공정을 제어하는 시스템에 있어서,

공정 매개변수를 제어하기 위해 사용되는 비례-적분-미분(PID:proportional-integral-derivative) 제어장치에 대한 설정값을 설정하기 위한 사용자 인터페이스(interface);

상기 공정 센서를 통한 상기 공정 매개변수에 관한 피드백 신호를 수신하는 피드백 루프;

상기 피드백 신호를 기초로 상기 PID 제어장치의 제어 인자를 자동적으로 조절하는 프로세서;

상기 설정 값의 변화를 감지하는 탐지기(detector); 및

플랜트 공정에 대하여 실험적으로 측정된 제어 인자를 저장하는 검색표를 포함하되;

상기 프로세서(processor)는 상기 설정 값에 대한 피드백 신호의 피크 오차 신호를 측정하는 일차 프로세서와, 상기 설정 값에 대한 오차 신호의 진동 기간을 측정하는 시간 프로세서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공정을 제어하는 시스템.

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

제32항에 있어서, 상기 제어 인자의 수행가능한 자동조절은 미리 설정된 기준이 만족될 때 수행되고, 미리 설정된 기준이 만족될 때를 측정하는 논리(logic)를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 36

제35항에 있어서, 상기 논리(logic)는 하나 이상의 AND 게이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 37

삭제

청구항 38

제32항에 있어서, 상기 검색표는 상기 설정값 및 상기 설정값에 대한 상기 피드백 신호의 측정된 피크 오차를 사용하여 액세스되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 39

제32항에 있어서, 상기 공정의 작동기로 입력에 대한 상기 프로세서의 출력을 조절하는 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 회로는 상기 PID 제어장치에 포함된 PID 프로세서로부터 출력의 하한값과 상한

값을 측정함에 의해 상기 프로세서 출력을 상기 작동기 입력으로 상기 프로세서 출력을 동적으로 맵핑하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 41

삭제

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 설정값에 대한 공정의 매개변수를 제어하기 위하여 사용되는 비례-적분-미분(PID) 제어장치에 대한 제어인자를 설정하여 공정을 제어하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 플랜트 공정을 제어하는 방법 및 시스템이 개시되어 있다. 이와 같은 공정 제어 시스템에서, 공정 피드백(feedback) 제어를 위해 비례 적분 및 미분(proportional-integral-derivative; PID) 제어가 사용되어왔다. 공정 응답(process response)이 공정의 온도, 압력 또는 유동속도와 같은 변수를 조절하기 위하여 사용되는 PID 제어장치로 피드백된다. 상기 PID 제어장치는 예를 들면 공정 안정성을 유지할 목적으로 출력 명령(output command)을 공정에 맞게 조절하기 위하여 피드백을 사용한다.
- [0003] 상기 PID 제어장치는 공정과 관련된 설정(setting)을 사용하여 설정된다. 예를 들면, PID 제어장치의 각각의 경로(즉, 비례(P) 경로, 적분(I) 경로 및/또는 미분(D) 경로)에 게인(gain)이 설치되어 있다. 상기 설정은 실제 공정상에서 시험(test)을 수행하여 수동적으로 선택된다. 이와 같은 수동 선택은 공정에 대한 상세한 지식을 갖고 있음을 포함한다. 상기 설정은 시험을 다시 수행하여 때때로 수동적으로 업데이트될 수 있다.
- [0004] PID 제어장치 설정의 자동 업데이트는 오프라인으로 및/또는 제어되는 공정 모델을 사용하여 수행되어 왔다. 플랜트를 정확하게 모델링하기 위하여, PID 하드웨어 제어장치가 제공되며, 상기 PID 하드웨어 제어장치는 개별 루프(loop)에 전용되고, 플랜트의 가변가능한 특정 공정에 제공된다. 전용 개별 루프 제어장치가 공정의 모델링을 단순화하기 때문에 적어도 일부에서 상기 개별 루프 제어장치가 사용된다.

[0005] 발명의 요약

- [0006] 설정값(setpoint)에 대한 공정 매개변수를 조절하기 위하여 사용되는 비례 적분 및 미분(proportional-integral-derivative; PID) 제어장치에 대한 제어 인자를 설정하는 단계; 공정 및 일차 피드백 루프를 통한 공정 매개변수에 관한 피드백 신호를 수신하는 단계; 및 상기 피드백 신호를 근거로 PID 제어장치의 제어 인자를 자동적으로 조절하는 단계를 포함하는 공정 제어 방법이 개시되어 있다.
- [0007] 공정의 매개변수에 대한 설정값을 수신하는 수단; 공정 센서 및 일차 피드백 루프를 통한 공정의 매개변수에 관한 피드백 신호를 수신하는 수단; 상기 설정값과 피드백 신호를 비교하여 오차 신호를 발생시키는 수단; 평행 PID 경로에서 상기 오차 신호를 가공하는 수단; 및 상기 피드백 신호를 근거로 적어도 하나의 PID 경로의 제어 인자를 자동적으로 조절하는 수단을 포함하는 공정 제어 장치가 개시되어 있다.
- [0008] 공정의 매개변수를 제어하기 위하여 사용되는 비례 적분 및 미분(PID) 제어장치에 대한 설정값을 설정하기 위한 사용자 인터페이스(interface); 공정 센서를 통한 공정의 매개변수에 관한 피드백 신호를 수신하는 피드백 루프; 및 상기 피드백 신호를 기초로 PID 제어장치의 제어 인자를 자동적으로 조절하는 프로세서를 포함하는 공정 제어 시스템이 개시되어 있다.
- [0009] 본 명세서에 기술된 특징 및 장점들은 도면에 도시된 바와 같이 실시예에 대한 상세한 기술로부터 보다 용이하게 이해될 것이다.

발명의 상세한 설명

- [0017] 도 1은 PID 제어장치의 각각의 경로에서 게인을 변형하기 위하여 사용되는 제어 인자의 자동 조절 또는 자동 튜

닝(auto-tuning)을 사용하여 플랜트(100)의 공정에서 하나 이상의 공정 매개변수를 제어하는 예시적인 제어 시스템을 도시하고 있다. 본 명세서에서 "플랜트(plant)"는 공정 제어를 위한 변수들이 모니터링되고 조절될 수 있는 프로세싱에 사용되는 어떠한 크기를 갖는 어떠한 시스템을 의미한다. 플랜트에서 공정을 제어하기 위한 예시적인 장치는 비례(P), 적분(I) 및 미분(D) 경로를 갖는 PID 제어장치(102)로 표시된다. 도 2에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 상기 PID 제어장치(102)는 PID 프로세서(208)를 포함한다. 상기 PID 프로세서의 각각의 경로는 경로 계인을 변경하기 위한 제어 인자를 가질 수 있다. 상기 제어 인자들은 제어 인자 프로세서(218)에 의해 자동적으로 조절 또는 튜닝된다. 당업자는 어떠한 갯수의 PID 제어장치가 포함될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0018] 각각의 PID 제어장치(102)는 플랜트(100)에 의해 수행되는 하나 이상의 공정 매개변수를 조절할 수 있다. 상기 제어장치(102)는 설정값 입력(202)을 통하여 설정값 신호를 수신하고, 공정으로부터 피드백 입력(204)을 통하여 피드백 신호를 수신한다. 설정값은 사용자 인터페이스(107)를 통하여 설정되고 수신될 수 있다. 오차 신호는 PID 제어장치의 가산기(206)(예를 들면, 입력 신호의 어떠한 적합한 조합을 제공함으로써) 생성된다. 가산기의 출력은 PID 프로세서(208) 및 제어 인자 프로세서(218)에게 공급되어 공정 매개변수 제어 출력 신호(264)를 생성한다.

[0019] 설정값은, 이에 제한되지는 않지만, 온도 설정값, 압력 설정값, 유동속도 설정값, 또는 어떠한 바람직한 공정의 어떠한 다른 바람직한 설정값을 포함하는 물리적 특성과 같은 공정 제어에 사용되는 가변 매개변수가 될 수 있다. 피드백 신호는 플랜트의 실시간(inline) 센서와 같은 센서로부터 수신되는 실질적인 피드백 신호가 될 수 있다. 당업자는 피드백 신호가 센서로부터 직접 수신할 필요가 없으며, 상기 센서는 실시간일 필요도 없고, 오히려 공정의 목표 부분 및 출력 신호(264)에 의해 제어되는 플랜트의 특정 위치에서의 온도와 같은 작동 조건에 적합한 어떠한 공정 센서도 가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0020] 예를 들면, 도시된 공정에서, PID 제어장치(102)는 개질장치의 바닥부(예를 들면 부분 산화층)에서 가열 부재의 온도, 또는 어떠한 바람직한 공정의 어떠한 바람직한 다른 공정 매개변수를 조절하기 위하여 사용될 수 있다. 플랜트에 포함된 개질장치는 출력 신호(264)에 반응하는 히터를 갖는다. 설정값은 개질장치의 온도에 대한 바람직한 작동 포인트이다. 피드백 신호는 개질장치에 포함되거나 근처에 위치한 실질적인 실시간 온도 센서, 및 피드백 루프로부터의 신호일 수 있다. 피드백은 온도 설정값과 비교하여 PID 제어장치(102)에게 정확한 온도 측정을 제공한다. 일 실시예에 있어서, 비록 어떠한 적합한 센서가 사용될 수 있지만, 센서는 외부 센서(112)로 설명된다.

[0021] 도 1 실시예의 PID 제어장치는 설정값과 피드백 사이에서 오차신호를 발생하며, 이는 추후 PID 경로를 사용하여 가공되어 공정 제어에 대한 출력 신호(264)를 생성한다. 정상상태 오차 한계(예를 들면 $\pm 2\%$ 또는 어떠한 다른 바람직한 한계)가 또한 설정될 수 있다. 히터는 가능한 자체의 설정값에 근접하도록 온도를 유지하기 위하여 자체 성능의 어떠한 퍼센트에서 켜고 꺼질 수 있다.

[0022] 제어 인자는 설정값에 대한 공정의 매개변수를 제어하는데 있어서 PID 제어장치에 대하여 설정된다. 최초로, PID 제어 인자들은 내정(default) 값(예를 들면, 사용자 인터페이스를 통해서 또는 어떠한 바람직한 방식으로 설정된)에서 설정될 수 있다. 히터 출력에 반응하여 공정이 개시될 때 PID 제어 인자들은 현재의 설정하에 공정 특성들의 분석을 기초로 자가 조정(즉, 오토튜닝)을 시작할 수 있다. PID 제어 인자들은 공정 반응이 미리설정된 설정값 및 정상상태 오차 한계에 도달하였을 때 동기화(locked)될 수 있다.

[0023] 실시예에 따르면, 결국 PID 제어장치의 제어 인자들은 피드백 신호에 기초하여 자동적으로 조절될 수 있다. 자동 조절은 실시예에 따르면 플랜트 공정으로부터의 실질적인 피드백 신호를 사용하여 실시간으로 수행될 수 있다. PID 제어장치의 각 경로를 위해 제공된 분리된 제어 인자는 개별적으로 조절될 수 있다.

[0024] 공정 오차는 피드백 제어 시스템에서 동적 공정에 대하여 주기적일 수 있다. 실시예에 따르면, PID 제어장치는 오버슈팅(overshooting), 언더슈팅(undershooting), 상승시간(rising time), 하강시간(falling time) 및 정상상태 오차(steady state error)와 같은 공정 특성들을 추출하기 위하여 공정 반응을 동적으로 분석한다. 그러나, 어떠한 다른 바람직한 공정 특성들도 고려될 수 있다. 이와 같은 공정 특성들을 사용하여 PID 제어장치는 공정 반응을 향상시키기 위하여 PID 경로들의 제어 인자들을 자동적으로 조절한다. 예를 들면, PID 제어 인자들을 조절하기 위하여 오버슈트와 언더슈트가 사용될 수 있다. 상승 시간 및 하강 시간은 공정 진동(oscillation)의 기간을 계산하고, 증분 변화(incremental changes) 또는 조절(adjustments)이 각각의 제어 요인의 이전값에 적용되는 속도를 측정하기 위하여 사용될 수 있다. 정상 상태 오차는 언더슈트, 오버슈트, 상승 시간 및 하강시간으로부터 측정될 수 있으며, PID 제어 인자들의 자동 조절을 언제 정지할지를 결정하는데 사용

될 수 있다.

- [0025] 실시예에 있어서, 설정값 변화는 자동 튜닝 공정을 개시하기 위하여 사용될 수 있으며, 상기 공정은 현재의 PID 제어 인자 값으로부터 시작한다. 자동 조절은 오버슈팅, 언더슈팅, 정상상태 오차, 상승시간, 하강시간 및/또는 어떠한 다른 바람직한 물리적 특성에 대해 설정된 한계와 같은 특정한 필요조건에 따라서 수행될 수 있다. 대안으로, 또는 추가적으로, 내정 설정을 사용한 일반적인 자동 튜닝은 특정한 한계없이 수행될 수 있다.
- [0026] 실시예에 따르면, 어떠한 수의 공정 매개변수들은 주어진 PID 제어장치에 의해 제어될 수 있고/있거나 어떠한 수의 PID 제어장치가 제공될 수 있다. 각각의 추가 PID 제어장치에 대하여 추가의 제어 인자가 설정될 수 있다. 플랜트 공정의 각각의 추가 매개변수에 관한 피드백 신호는 추가의 센서 및 추가 피드백 루프를 통하여 수신될 수 있다. 이미 언급되었던 제어 인자와 같은 추가의 제어 인자는 피드백 신호를 기초로 자동적으로 조절될 수 있다. 추가의 PID 제어장치가 사용될 경우 PID 제어장치 및 추가의 PID 제어장치의 매개변수는 상호 의존적일 수 있다.
- [0027] 작동에 있어서, PID 제어장치의 각각의 경로에 대한 제어 인자들의 자동 조절은 예를 들면 설정값 변화를 통하여 유발된다. 실시예에 따르면, PID 제어장치의 출력 신호는 설정값의 작용에 따라 플랜트 공정의 작동기(actuator)로 보내진다(예를 들면, 오직 공정 설정값이 0이 아닌 경우에만). 오차 신호 및 설정값이 미리설정된 기준을 만족할때 조절이 허용될 수 있다. 예를 들면, PID 제어장치에서 각각의 경로에 대한 제어 인자들을 자동적으로 조절하기 위하여 설정값과 오차 신호를 처리하는데 있어서, 실시간 센서를 통하여 수신한 피드백 신호는 PID 제어장치(102)에 의해 제어되는 매개변수인 하강시간, 상승시간, 오버슈트, 언더슈트 및 정상상태 오차중 적어도 하나를 측정하기 위하여 사용될 수 있다. 미리설정된 기준은 오차 신호의 변동 시간에 걸쳐 평가될 수 있다. 이후 자동 조절은 정상 상태 오차가 특정 범위내에 존재할 때 종결될 수 있다.
- [0028] 오차 신호는 플랜트 공정의 작동기로의 입력을 위해 PID 제어장치에서 조절될 수 있다. 상기 조절은 오차신호값을 작동기로 동적으로 맵핑(mapping)하는 것을 포함할 수 있다. 이와 같은 조절은 예를 들면 출력신호의 상한 및 하한을 포착하는 것, 및 동적 맵핑에서의 사용을 위해 상한 및 하한을 병합하는 것을 포함할 수 있다.
- [0029] 제어 인자의 조절이 바람직할 경우, 조절하는 양은 가중치 요인을 사용하여 가중될 수 있다. 가중치 요인은 예를 들면 미리설정된 기준이 만족할 경우 접근이 허가되는 검색표에 저장될 수 있다.
- [0030] 실시예에 따르면, PID 제어장치의 작동은 내정값을 사용하여 개시될 수 있다. 이와 같은 내정값은 자동적으로 조절되는 각각의 제어 인자에 대하여 선택될 수 있으며, 예를 들면 PID 제어장치의 비례경로, 적분경로 및 미분 경로 각각에 대하여 선택될 수 있다.
- [0031] 피드백과 설정값이 PID 제어장치(102)에서 처리되는 오차 신호를 생성하기 위하여 사용되는 것에 대한 상세한 논의 이전에, 도 1의 플랜트(100)에 의해 수행되는 예시적 공정이 기술될 것이다.
- [0032] 도 1의 예시적 제어장치(102)는 수소발생 공정 플랜트(100)와 연관되어 있는 것으로 도시되어 있다. 도 1의 플랜트에 있어서, 테일기체 연소장치(110)가 천연기체, 물, 및 공기와 같은 반응물을 예열하고, 특정 배출 기체를 연소하기 위하여 사용된다. 개질장치(114)는 위를 향해 순서대로 묘사하면 부분산화층(116), 증기개질층(118), 황함유 화합물을 제거하기 위한 산화아연층(120), 및 일산화탄소를 제거하기 위한 상하부 물 기체 전환층(122, 124)을 포함하는 자열 개질장치이다. 개질유로부터 일산화탄소를 제거하기 위하여 선택적인 바람직한 산화(PrOx) 반응기(126)가 제공될 수 있다. 개질장치로부터 생성된 개질유를 냉각시키기 위하여 열교환기(128)가 제공된다.
- [0033] 도 1의 공정 플랜트(100) 또한 다양한 연관 압력 방출 밸브(137) 및 유동 제어 밸브(139)를 갖는 압력 진동 흡수장치(138)로 도입하기 이전에 개질유를 압축하기 위한 압축기(134, 136)를 포함한다. 물을 제거하기 위하여 물 분리장치(130)가 제공될 수 있다. 수소를 분배하거나 저장하기 이전에 압력 진동 흡수 장치(138)에서 배출되는 수소를 보유하기 위하여 탱크(140)가 제공된다.
- [0034] 반환된 물을 냉각시키는 방열기(radiator) 시스템을 포함하는 물공급 및 반환 탱크(142)가 도 1의 플랜트에 포함된다. 물공급 시스템은 냉각 라인(144, 146)을 포함한다. 라인(154)은 테일기체 연소장치(110)에 대한 물공급 라인이다. 이차 공기 공급(156)으로 표시되는 연소를 위해 그리고, 일차 공기 공급(158)으로 표시되는 반응물로 의 사용을 위해 분리된 공기 공급라인이 테일기체 연소장치(110)에 제공된다. 천연 기체 공급(160)은 황 제거 장치(162)를 통하여 기체를 테일기체 연소장치(110)로 공급한다. 또한, 물 주입구(166) 및 공기 흡입구(168, 170)를 따라서 배출물 출구(164)가 제공된다. 도 1 플랜트에서 예시적 제어장치(102)의 세부사항들이 도 2-7에

서 기술될 것이다. 도 2는 예시적 PID 제어장치(102)의 기능적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

- [0035] 도 2에 대하여, PID 제어장치(102)는 공정 제어 장치로 구성되어 있고, 플랜트 공정의 온도와 같은 매개변수에 대한 설정값을 수신하는 설정값 입력(202)과 같은 수단을 포함한다. PID 제어장치는 공정 센서 및 일차 피드백 루프를 통하여 플랜트 공정의 매개변수에 대한 피드백 신호를 수신하는 입력(204)과 같은 수단을 포함한다. 설정값을 피드백 신호와 비교하여 오차 신호를 발생시키기 위하여 미분 가산기(206)와 같은 수단이 제공된다. 평행 PID 경로, 즉 비례 경로(210), 이에 포함된 적분장치를 갖는 적분 경로(212), 및 이에 포함된 미분장치를 갖는 미분 경로(214)에서 오차 신호를 처리하기 위하여 PID 프로세서(208)와 같은 수단이 제공된다. 3개의 PID 경로들은 PID 프로세서(208)의 출력을 생성하기 위하여 가산기(216)와 연결된다.
- [0036] 피드백 신호에 기초하여 적어도 하나의 PID 경로의 제어 인자를 자동적으로 조절하기 위하여 제어 인자 프로세서(218)와 같은 수단이 제공된다. 도 2의 실시예에 있어서, 제어 인자 프로세서(218)는 하나 이상의 게인 조절 승산기(220, 222, 224)에 출력을 제공한다.
- [0037] 도 2의 PID 제어장치는 오차 신호를 표준화하기 위하여 표준화장치(226)와 같은 수단을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에 있어서, 표준화장치(226)는 수학적 함수 블록(228, 230)을 포함할 수 있다. 상기 승산기 블록(220)은 신호 형성을 위해 오차 신호를 반대로하기 위하여 오차신호에 전화(reversing) 상수(232)를 곱한다. 상기 전화된 오차 신호는 수학적 함수 블록(230)에서의 설정값으로 나누기한다. 가산기(234) 및 상수 블록(236)에 기재된 상수로 인하여, 오차 신호를 표준화하는 경우 0으로 나누는 것이 억제된다. 수학적 함수 블록(230)의 출력은 설정값 신호에 대하여 표준화된 오차 신호를 나타내고, 표준화 값을 제한하고 포화를 억제하기 위하여 진동 제한 장치(238)로 공급된다. 진동 제한장치의 출력은 제어 인자 프로세서(218)와 연관된 승산기(220, 222, 224)를 통해 PID 프로세서(208)로 공급된다.
- [0038] PID 제어장치(102)는 하한 캡처블록(240) 및 상한 캡처블록(242)으로 표시된 PID 프로세서의 출력 "X"를 조절하는 수단을 포함한다. PID 제어장치 출력의 두개의 블록 캡처 상한 및 하한은 병합 작용(246)을 통하여 병합된다. 하한 캡처블록 및 상위한계 캡처블록은 PID 프로세서(208)로부터의 상위 및 하위 출력 신호를 저장할 수 있어서 PID 프로세서에 의해 생성된 오차신호의 크기범위가 공정 플랜트에서 사용되는 실질적인 작동기의 범위로 적응시킬 수 있다.
- [0039] 병합 함수는 하한 및 상한 캡처 블록의 진동 제한 출력을 동적 맵핑 블록(248)로 표시된 형성 수단에 의해 사용될 수 있는 X-데이터 값으로 병합시킨다. 동적 맵핑 블록(248)은 PID 프로세서의 출력을 작동자 전압의 세트범위로 맵핑한다. 예를 들면, 하한 및 상한 캡처 블록에 의해 공급된 출력이 0 내지 10 볼트일 경우 이와 같은 출력은 0 내지 1의 범위로 동적으로 맵핑될 수 있으며, 이때 이와 같은 후자의 범위는 플랜트 공정의 작동기로의 입력이 요구된다.
- [0040] 도 2에 도시된 바와 같이, PID 프로세서의 "X" 출력은 동적 맵핑 블록(248)으로 공급된다. 하한 및 상한 캡처 블록으로부터의 병합 출력은 동적 맵핑 블록의 "xdat" 입력으로 공급된다. 동적 맵핑에서 Y 값에 대한 포화 한계는 포화블록(250)을 통하여 동적 맵핑 블록의 "ydat" 입력으로 공급된다. 동적 맵핑 블록의 출력은 플랜트의 작동기로의 입력에 적합한 값을 제공하는 전환장치 블록(252)으로 공급된다.
- [0041] PID 제어장치(102)는 설정값 변화에 기초하여 PID 프로세서에서 제어장치 인자의 자동 조절을 개시하기 위하여 검출장치(254)와 같은 수단을 포함한다. 개시수단은 설정값이 미리정해진 양으로 변화할 경우를 검출하는 검출장치(256)를 포함한다. 이와 같은 양은 전환장치(258)를 통하여 제어 인자 프로세서(218)로의 입력 및 하한 및 상한 캡처 블록(240, 242)으로의 입력에 적합한 수준으로 전환될 수 있어서, 설정값이 미리정해진 양만큼 변화될 경우 재설정 작동이 발생한다. 이와 같은 미리정해진 양은 예를 들면 사용자에게 의해 설정될 수 있다(예를 들면 사용자 인터페이스를 통하여).
- [0042] PID 제어장치(102)는 또한 장치의 출력을 제어하기 위한 스위치(260)와 같은 수단을 포함한다. 스위치(260)는 PID 프로세서의 출력과 0과 같은 상수 사이에서의 값 선택에 사용된다. 관련 연산자(262)는 설정값을 모니터링하여 설정되고, 설정값이 0에서부터 변화한 후 스위치가 오직 PID 프로세서의 출력을 출력(264) 방향으로 향하게 하는 것을 확보한다.
- [0043] 도 3은 보다 상세한 제어 인자 프로세서(218)의 예시적 실행을 도시하고 있다. 도시된 바와 같이, 제어 인자 프로세서는 오차 신호(302)로서 미분 가산기(206)로부터 오차 신호를 수신한다. 제어 인자 프로세서는 설정값(202), 및 검출기(254)를 통하여 생성된 재설정 PID 입력(304)을 수신한다. 제어 인자 프로세서(218)는 어떠한 또는 모든 PID 경로에 대한 제어 인자를 생성하기 위하여 PID 매개변수 프로세서(306)로 표시된 수단을 포함한다.

다. 제어 인자들은 비례 경로에 대해(308), 적분 경로에 대해(310) 및 미분경로에 대해(312) 표시된다.

- [0044] 재설정 PID 입력(304)은 설정값이 변화될때 제어 인자 조절 프로세서를 재설정하기 위하여 PID 매개변수 프로세서(306)의 입력(314)으로 공급된다. 설정값(202)은 프로세서(306)의 설정값 입력(316)으로 공급된다. 오차 신호(302)는 프로세서(306)의 입력(318)으로 공급된다. 또한, 오차신호는 프로세서(306)의 재설정 계수기 입력(320)을 생성하기 위하여 타격 교차 블록(hit crossing block)(322)과 "OR" 연산자(324)와 같은 논리 연산자를 통하여 공급된다. 프로세서(306)의 계수기는 정상상태 오차를 모니터링하는 오차 신호의 진동 기간의 1/2을 측정한다. 논리 OR 연산자(324)는 재설정 PID 입력(304)으로부터의 입력 또한 수신한다.
- [0045] 타격 교차 블록(322)에 의해 검출된 오차신호가 양의 방향으로 설정값을 초과하고, 정점에 다다른 후 이와같이 설정값을 교차하는 지점까지의 값으로 감소하는 경우, 논리(logical) "1"이 OR 연산자(324)에게 제공된다. 이는 프로세서(306)의 재설정 계수기 입력(320)을 통해 계수기를 재설정한다. 유사하게, 재설정 POID 입력(304)이 논리(1)를 변화시키면 재설정 계수기 입력(320)이 OR 연산자(324)를 통하여 프로세서(306)의 계수기를 재설정하기 위하여 사용된다. 결국, OR 연산자(324)는 설정값이 변경되기 시작하는 시간을 한정하고, 오차신호가 설정값을 가로질러 설정값에 대한 새로운 진동 기간을 개시하면 OR 연산자가 재설정된다.
- [0046] 프로세서(306)는 프로세서의 동작 연산으로의 동작 입력(326)을 포함함으로써 하나 이상의 제어 인자들이 출력(308, 310 및/또는 312)에서 생성될 수 있다. PID 매개변수 프로세서(306)를 동작시키는 수단은 설정값이 0에서 변하지 않는한 프로세서(306)가 실행될 수 없다는 것을 보장하는 관련 연산자(328)를 포함한다. 설정값이 변경되기전에 프로세서(306)가 동작하는 것을 방지하기 위하여 0과 같은 상수(330)가 래치(latch)(332)의 클럭(clock) 입력으로 공급된다. D 플립-플롭(D Flip-flop)(332)와 같은 래치는 관련 연산자(328)로 검출했을때 설정값이 0으로부터 변화하는 경우 입력(334)으로부터 논리 "1"을 클럭 입력한다. 플립-플롭(332)의 래치된 Q 출력은 PID 매개변수 프로세서(306)의 동작 입력(326)을 유발한다.
- [0047] PID 프로세서(306)에 관한 상세사항은 도 4A에 도시되어 있으며, PID 경로(308, 310, 312) 각각에 대한 제어 인자들이 입력(314, 316, 318, 320, 326)에 기초하여 자동적으로 조절되는 조건을 규명하고 있다. 동작 입력(326)은 실시예에서 프로세서(306)가 펄스 발생시 동작한다는 것을 나타내도록 도시되었다.
- [0048] 프로세서(306)는 모니터링되는 매개변수에 대한 오차 신호의 변화를 포착하는 델타 매개변수(P) 프로세서(408)를 포함함으로써 오버슈트 및 언더슈트가 검출될 수 있다. 델타 시간(T) 프로세서(406)는 오차 신호의 상승 및 하강시간의 함수로 공정 진동의 기간을 포착하기 위하여 제공된다. 정상 상태 오차는 오버슈트, 언더슈트, 상승 시간 및 하강시간을 사용하여 계산될 수 있어서 정상상태 오차가 바람직한(예를 들면 수신가능한) 수준으로 감소될때 PID 제어 인자의 자동 조절이 정지될 수 있다.
- [0049] 델타 P 프로세서(408)는 0과 같은 내정값(416)으로 시작하며, 설정값에 관한 오차신호 진동의 1/2에 해당하는 간격내에서 설정값을 초과하는 오차신호 오버슈트의 크기를 포착한다. 델타 P 프로세서(406)는 재설정 계수기 신호가 높을 때 재설정되며, 이는 설정값에 대한 전체 기간의 진동이 완료되고 새로운 진동기간이 시작되기 위하여 오차신호가 설정값으로 회귀하는 것을 나타낸다. 설정값에 관한 진동 기간이 증가함에 따라, 불안정 조건이 발생하고, 제어 인자들에 대한 변형이 자동적으로 조절되어 오차 신호의 진동 기간이 감소될 것이라는 표시가 제공된다.
- [0050] PID 매개변수 프로세서(306)는 설정값에서의 변화에 대응하고, 미리설정된 기준의 발생에 의해 제어 인자들(308, 310, 312)을 자동적으로 조절하도록 설정된다. 논리 연산자는 사용자에게 의해 지정된 시간지점에서 다중기준이 존재하는 것을 요구하도록 사용될 수 있다. 비록 어떠한 바람직한 논리(설치된 소프트웨어 또는 하드웨어)도 사용될 수 있지만 이와 같은 논리 연산은 AND 게이트(402, 404)로 표시되는 논리적 결합수단에 의해 수행된다.
- [0051] 일반적으로, 델타 T 프로세서(406)로 표시되는 델타 시간 간격을 포착하는 수단은 오차 신호 진동에 관한 정보를 생성하기 위하여 사용된다. 델타 P 프로세서(408)로 표시되는 제어되는 매개변수의 변화를 포착하는 분리된 수단은 출력(308, 310, 312)상의 제어 인자들이 업데이트되는 때를 측정하는데 있어서 중요한 역할을 한다. 제어 인자들이 업데이트되는 조건은 도 4B의 AND 게이트(402, 404)에 대해서 보다 상세하게 기술될 것이다.
- [0052] AND 게이트(402)의 일차 입력(410)은 검출기(412)로 검출할때 설정값을 오버슈트한 후 설정값 이하에서 오차 신호가 교차할 경우 논리 "1"이다. AND 게이트(402)의 이차 입력(412)은 관련 연산자(414)의 출력에 대응한다. 관련 연산자(414)는 검출된 오차 신호의 피크 변화(즉, 설정값과 피드백 신호사이의 피크차이를 나타냄)를 0과 같은 상수와 비교한다. 만일 피크 오차가 0 이상일 경우, AND 게이트에 대한 이차 입력(412)은 논리(1)이다. 앞서

언급한 피크 오차 신호는 델타 P 프로세서(408)를 통해 검출된다.

- [0053] 연산시, 오차 신호에서 검출된 피크는 델타 P 프로세서(408)로부터의 출력부터 델타 P에 대한 이전 피크값을 저장하는 델타 P 로크(lock)(420)를 경유하여 피크 델타 P 래치(418)의 입력까지이다. 델타 P 프로세서(408)의 출력은 동기(420)의 입력으로 공급되어 상기 출력이 래치(418)로의 입력을 위해 보유되며, 여기서 현재의 델타 P 피크는 이전의 델타 P 피크와 비교될 수 있다.
- [0054] 현재의 델타 P 피크가 이전의 최대 델타 P 피크를 초과할때는 언제나 현재의 관심 기간동안 축적된 결과적인 델타 피크값과의 비교를 위해 새로운 피크가 동기(420)에 저장된다. 현재의 관심기간은 재설정 PID 신호(14)에 대응하여 델타 P 래치(418)의 재설정 입력을 통하여 재설정된다. 앞서 언급하였듯이, 델타 피크가 0과 같은 상수를 초과할때는 언제나 관련 연산자(414)가 오버슈트 조건을 표시하기 위하여 AND 게이트(402)로 논리 "1"을 공급한다.
- [0055] AND 게이트(402)의 3차 입력(422)은 관련 연산자(426)의 출력에 대응한다. 관련 연산자(426)는 오버슈트 불안정성을 의미하는 것으로 관련 연산자(426)의 일차 입력에서 수신된 현재 델타 P 피크가 이전 피크를 초과하는 경우 AND 게이트(402)의 3차 입력으로 논리 "1"을 공급한다.
- [0056] 마지막으로, AND 게이트(402)의 4차 입력 (424)은 델타 P 피크 동기(420)의 출력에 대응한다. 결국, 현재의 로크 델타 P 피크가 0 이상일 경우 논리 "1"이 AND 게이트(402)의 4차 입력으로 공급된다.
- [0057] AND 게이트(402)의 모든 4개의 입력들이 논리 "1"일 경우, AND 게이트(402)로부터 이차 AND 게이트(404)로 출력이 공급된다. AND 게이트(402)로부터의 출력은 AND 게이트(404)의 일차 입력(428)에서 공급된다.
- [0058] AND 게이트(404)의 이차 입력(430)은 AND 게이트(432)의 출력에 대응한다. AND 게이트(422)는 2개의 입력을 수신한다. 일차 입력(434)은 관련 연산자(436)의 출력에 해당하며, 이는 블록(438)에서 재설정가능한 어큐뮬레이터(accumulator) 값을 1과 같은 상수(440)와 비교한다. 어큐뮬레이터는 설정값 변화가 발생되는(즉, 재설정 PID가 높아지는) 시간으로부터 발생하는 많은 수의 펄스와, 오차 신호의 교차점을 언더슈트 조건의 과거의 설정값(도 3에서 OR 연산자(324)의 출력을 참조)로부터 계산한다. 재설정가능한 어큐뮬레이터의 계산출력이 미리결정된 상수(440)를 초과할 경우 "1"값이 AND 게이트(432)로 제공된다. 재설정가능한 어큐뮬레이터 블록(438)은 재설정 계수기 신호(320)을 수신하고, 실행가능한 신호로서 유닛 지연(unit delay)(442)을 통하여 지연된 AND 게이트(404)의 출력을 수신한다. 결국, 실행가능한 신호가 재생가능한 어큐뮬레이터 블록(438)에서 활성이 있다고 가정하면, 상기 상수를 초과하는 재설정 계수기 신호(320)값이 관련 연산자가 논리 "1"을 생성할 수 있게하며, 이로써 AND 게이트(432)를 동작시킨다.
- [0059] AND 게이트(432)로 돌아와서, 이차 입력은 델타 P 래치(418)로부터의 동기 피크 델타 P 값과 승산기 블록(446)의 출력을 비교하는 관련 연산자(444)를 통해 수신된다. 승산기 블록(446)은 오직 설정값이 적어도 5% 변화될때만이 AND 게이트(432)를 동작시키도록 논리(1)가 제공된다는 것을 입증하기 위하여 0.05 또는 어떠한 다른 바람직한 값과 같은 델타 P 범위값을 설정값(316)에 곱한다. 즉, 주어진 기간에 대한 설정값이 적어도 최소로 미리결정된 양만큼(예를 들면, 0.05) 변화하지 않을 경우 AND 게이트(404)는 동작하지 않을 것이며, PID 출력(308, 310, 312)에 대한 제어 인자들도 자동적으로 조절되지 않을 것이다.
- [0060] AND 게이트(404)의 3차 입력(448)은 관계 연산자(450)를 통해 수신되고, 관계 연산자는 0과 같은 상수(452)를 설정값(316)과 비교한다. 따라서, 설정값이 0을 초과하게 되면, 논리(1)는 AND 게이트(404)의 입력(448)으로 공급되어 PID 제어 인자(308, 310 및 312)의 자동 조절을 작동시킨다.
- [0061] AND 게이트(404)의 예시적 4차 입력(454)은 상승 및 하강 시간을 기초로 하여 오차신호의 진동기간을 측정하기 위하여 사용되는 델타 T 프로세서(406)와 관련된 동작신호(enable signal)에 대응한다. 4차 입력(454)은 AND 게이트(456)의 출력에 대응한다.
- [0062] AND 게이트(456)는 3개의 입력을 수신한다. AND 게이트(456)의 일차 입력(458)은 관계 연산자(460)의 출력에 대응하고, 관계 연산자는 델타 T 프로세서(406)의 출력을 0과 같은 상수(462)와 비교한다. 델타 T 출력이 0을 초과하면, 논리 "1"은 일차 입력(458)상으로 공급되어 AND 게이트(456)를 작동시킨다.
- [0063] AND 게이트(456)의 2차 입력(464)은 고정장치(466)에 저장된 델타 T 프로세서에 대한 고정 값(locked value)에 대응한다. 오차 진동이 발생하였음을 나타내기 위하여 델타 T에 대한 값이 존재할 때, 상기 AND 게이트(456)는 이와 같은 입력을 통하여 작동된다.
- [0064] AND 게이트(456)의 3차 입력(468)은 관계 연산자(470)의 출력에 대응한다. 관계 연산자는 델타 T 프로세서(40

6)의 현재의 출력을 델타 T 래치(latch)(468)에서 저장되고 포착된 이전의 출력과 비교한다. 델타 T 포착(capture)의 현재값이 진동 기간이 증가하였음을 나타내는 델타 T 래치(468)에서 입수된 사전에 저장된 값을 초과할 경우, 관계 연산자(470)를 통해 논리(1)가 AND 게이트(456)의 3차 입력으로 공급된다. AND 게이트(456)의 3개 조건들이 존재할 경우, AND 게이트(404)는 4차 입력(454)을 통하여 작동된다.

[0065] AND 게이트(404)에 대한 모든 4개 조건들이 존재할 경우, 업데이트(update) 프로세서(472, 474 및 476)는 하나 또는 그 이상의 PID 출력(308, 310 및 312)에 대한 제어 인자를 자동적으로 조절하기 위하여 사용된다. AND 게이트(404)의 출력은 이러한 각각의 업데이트 프로세서에 대한 동작신호로 제공된다.

[0066] 비례 경로에 대한 일차 업데이트 프로세서(즉, 프로세서(472))를 살펴보면, AND 게이트(404)의 출력이 비례 경로 출력(308)의 제어 매개변수에 대한 조절된 값에 대한 검색을 개시하는 일차 입력(478)으로 보여질 수 있다. 프로세서(472)로의 2차 입력은 재설정 신호(480)에 대응한다. 재설정 신호(480)는 재설정 PID 신호(314)에 대응한다. 업데이트 프로세서(472)의 3차 내정(default) 입력(482)은 예를 들면, 사용자에게 의해 설정될 수 있으며, 또한 기억장치에 저장될 수 있는 초기 비례 게인(gain)에 대응한다. 이러한 비례 게인에 대한 값은 블록(484)으로 표시된다. 상기 업데이트 프로세서(472)의 4차 입력(486)은 비례 경로(308)에 대한 출력을 변경함으로써 비례 경로에서 게인을 자동적으로 조절하는데 사용되는 제어 인자에 대응한다. 일 실시예에서, 제어 인자(486)는 검색표(look-up table)(488)를 사용하여 생성될 수 있다. 검색표의 출력은 상기 검색표로부터의 출력 값을 제한하는 포화 블록(490)을 통하여 업데이트 프로세서로의 입력을 위하여 조절된다.

[0067] 검색표(488)를 준비하기 위하여, 입력은 래치(418)로부터 델타 P 피크의 출력을 수신하고, 가산기(494)로부터 입력을 수신하는 수학 연산자로부터 공급된다. 가산기(494)는 블록(496)에서 설정값(316)을 상수 "C"와 결합시킨다. 상수는 설정값으로 델타 P 출력의 피크를 나눗셈하는 수학 연산자(492)에서 0으로 나누지 않는 것을 보장한다.

[0068] 설정값에 대한 델타 P 피크의 비율에 따라 액세스(access) 되는 검색표에 저장된 값은 실험적으로 측정될 수 있다. 이러한 값은 주어진 방법에 대해서 측정될 수 있어서 주어진 설정값 및 오차 신호에 대한 PID 제어 인자(308, 310, 312)의 적절한 변경이 발생할 것이다. 적분 및 미분 경로(310 및 312)에 대하여 유사한 제어 인자들이 업데이트 프로세서(474 및 476)에 대한 입력을 이용하여 생성되고, 업데이트 프로세서는 비례 경로의 업데이트 프로세서(472)에 대하여 이미 기술된 생성 입력에 대응한다.

[0069] 델타 T 프로세서(406)에서 포착되는 시간 간격을 측정하기 위한 목적으로, 이러한 프로세서(406)의 3개 입력에 대해 기준(reference)이 작성된다. 일차 입력(498)은 이산시간 적분기(discrete time integrator)(499)의 출력에 대응한다. 상기 이산시간 적분기(499)는 재설정 계수기 신호(320)를 통해 재설정되고, 또한, 일단 작동되면, 유닛지연(unit delay)(495)을 통해 수신된 펄스 발생기(497)로부터 펄스를 축적한다. 이산시간 적분기(499)와 같은 델타 T 프로세서(406)는 재설정 계수기 신호(320)를 통해 재설정된다. 블록(494)에서 상수 0과 같은 내정값은 델타 T 프로세서(406)의 출력이 0 이하로 떨어지지 않는다는 것을 보장한다.

[0070] 델타 T 프로세서(406)의 출력은 래치(468)로 공급되고, 래치는 이후의 델타 T 값과의 비교를 위해 관계 연산자(470)에 저장될 수 있다. 델타 T 포착 경로의 목적은 설정값에 관한 오차 신호의 진동이 시간에 따라 감소한다는 것을 보장하는 것이다. 그러나, 기간 내에 진동이 증가한다면, 오차 신호가 설정값 주위로 설정되지 않은 것으로 판단되어 적절한 변형이 출력(308, 310 및 312)상의 제어 인자에게 적용될 수 있다.

[0071] 도 5는 델타 P 프로세서(408)에 대하여 상세하게 설명한 것이다. 도면에 나타난 바와 같이, 입력은 내정 신호(416), 재설정 계수기 신호(320) 및 오차 신호(318)에 대응하고, 상기 신호는 데이터 저장 해독 블록(502)을 통하여 상위 오차 신호로서 해독되고 저장된다. 상기 데이터 저장 해독 블록(502)의 출력은 유닛지연(504)으로 공급된다. 최소최대(MinMax) 블록(506)은 지연된 데이터 저장 해독의 출력과 논리(1)를 비교한다.

[0072] 상기 최소최대 블록(506)의 출력은 재설정 신호(320)에 의해 조절되는 스위치(508)로의 입력으로서 공급된다. 재설정시, 최소최대 블록으로부터의 출력은 새로운 최소최대 값이 저장되는 것을 보장하도록 데이터 저장 기록 블록(510)으로 공급된다. 반면, 내정값은 데이터 저장 기록 블록(510)으로 공급된다.

[0073] 출력(512)으로 표시되는 델타 P 프로세서(408)로부터의 신호 출력은 스위치(514)를 통해 수신되고, 상기 스위치는 또한 재설정 신호(320)에 의해 제어된다. 재설정 신호가 수신될 때, 유닛지연으로서 상기 데이터 저장 해독 블록(502)의 데이터 저장 해독 값이 출력(512)으로 공급된다. 다른 방법으로는, 내정값(416)이 출력(512)으로 공급된다.

[0074] 도 6은 피크 델타 P 래치(418)의 예시적 함수의 구현을 도시하고 있다. 래치(latch)(600)는 피크 델타 P 값으로

표시되는 클럭(clocked) 출력을 생성하기 위하여 D 플립-플롭(flip-flop)과 같이 제공된다. 래치(600)는 정상적으로 논리 "1"에 위치한 스위치(602)를 통해 클럭되지만, 재설정 신호(320) 발생시에는 블록(420)에서의 동기(lock) 피크값을 클럭(clock) 입력으로 공급한다. 스위치(604)는 정상적으로 논리가 "0"이지만 재설정 신호가 발생하게 되면, 델타 P 프로세서(408)로부터의 델타 피크 값 출력을 D 입력으로 공급한다. 만약 이러한 값이 0보다 크면, 논리(1)는 상기 D 래치(600)의 출력으로 클럭된다.

[0075] 도 7은 상기 제어 인자(308)를 생성하는 업데이트 프로세서와 같은 예시적인 업데이트 프로세서의 일실시예를 도시하고 있다. 적분 및 미분 제어 인자(310 및 312)에 대하여 유사한 프로세서를 설정할 수 있다.

[0076] 도 7에는 위치확인 입력(478), 재설정 입력(480), 내정 재설정(482) 및 인자 입력(486)이 도시되어 있다. 비례 경로(408)에 대한 제어 인자(308)는 데이터 저장 기억장치로 공급될 수 있는 출력으로 도시된다. 제어 인자(308)는 정상적으로 내정값(402)을 수신하는 스위치(700)를 통해 출력된다. 재설정 값(380)의 발생시, 유닛지연(704)을 통해 데이터 저장(802)으로부터 출력을 제공하기 위하여 스위치가 이행한다.

[0077] 조절 기간 동안, 값(308)을 업데이트하기 이전에, 새로운 값이 델타 T 포착 기간 동안 측정된다. 포착된 값은 스위치(706)를 통해 기억장치에 기록되고, 정상적으로 내정값(482)을 기억장치에 공급한다. 재설정이 발생하면, 새로운 값이 데이터 저장 장치로 공급된다. 데이터 저장 해독(702)의 출력은 유닛지연(704)을 통해 승산기(multiplier)(708)의 하나의 입력으로 공급되며, 상기 승산기에서 도 4B의 검색표(488)를 통해 공급된 제어 인자로 상기 출력을 곱하기한다. 따라서, 기억장치에 저장된 비례 경로에 대한 현재값은 상기 검색표로부터의 인자를 곱하고 입력(710)을 통해 가중치가 주어진다(예를 들면, 10% 가중치). 상기 가중치는 공정에 기초할 수 있다. 공정 오차가 클때, 가중치는, 예를 들어, 100% 또는 어떠한 바람직한 양으로 조절될 수 있다.

[0078] 수학 연산자(708)의 출력은 또한 상기 데이터 저장(702)으로부터 출력과의 결합을 위해 다른 수학 연산자(712)에 공급된다. 이러한 출력은 스위치(706)를 통하여 PID 위치확인 신호(478)의 부재시 비례 출력(308)에 대한 자동적으로 조절된 제어 인자와 같은 기억장치로 공급된다. 앞서 언급했듯이, 도 7에 도시된 것과 같은 유사한 설정이 각각의 적분 및 미분 경로를 위하여 제공될 수 있다.

[0079] 앞서 설명한 도 1 내지 7에 도시된 구현예들은 예시를 위한 것이며, 수많은 변형들이 당업자에게 매우 자명하다는 것을 당업자라면 이해할 것이다. 예를 들면, 기술된 기능적 블록 다이어그램은 소프트웨어 및/또는 하드웨어, 아날로그, 디지털 또는 이들의 어떠한 조합으로 구성된 하드웨어에서 구현될 수 있다는 것을 당업자라면 이해할 것이다. 또한, 다양한 프로세서들에 대한 각각의 함수는 물론 단일 프로세서로 결합될 수 있고, 또는 본 명세서에서 기술된 어떠한 또는 모든 함수들이 특별한 기능을 수행하는 증가된 수의 전용 프로세서로 분리될 수 있다. 본 명세서에 기술된 각각의 프로세서는 예를 들어, 마이크로프로세서(microprocessor) 또는 다른 컴퓨터로서 구현될 수 있고, 및/또는 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어(firmware) 성분들의 조합으로 설정될 수 있다. 본 명세서에 기술된 어떠한 논리 함수는 다양한 방식으로 구현될 수 있음을 당업자라면 이해할 것이다. 또한, 본 명세서에 기술된 모든 값들은 단지 예시를 위한 것일뿐이며, 당업자라면 이러한 값중 어떠한 값도 제어장치의 특정 공정 및/또는 바람직한 작동에 적용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0080] 본 발명이 사상 또는 필수적인 특징에서 벗어나지 않으면서 다른 구체적인 형태로 구체화될 수 있음을 당업자라면 이해할 것이다. 그러므로 본 발명에서 개시된 실시예들은 예증이 되는 모든 관점을 고려한 것으로 이에 한정되는 것은 아니다. 발명의 범위는 앞서 기술한 내용 및 의미, 범위 및 이들과의 등가물이 용인되어 지는 범위 내에서 발생하는 모든 변화보다는 본 명세서의 청구항에 의해 나타내어진다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일실시예에 따른 플랜트에서 하나 이상의 공정 매개변수를 제어하는 방법 및 시스템을 도시하고 있다;

[0011] 도 2는 도 1의 공정 제어에 사용될 수 있는 예시적 PID 제어장치의 기능적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

[0012] 도 3은 도 2의 PID 제어장치의 제어 인자에 대한 조절을 자동적으로 측정하는 예시적 프로세서의 기능적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

[0013] 도 4A 및 4B는 도 3의 프로세서에 있어서 PID 제어 인자를 조절하는 프로세서의 기능적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

[0014] 도 5는 설정값에 의해 제어되는 공정 매개변수에서 변화의 크기를 포착하는 도 4 프로세서의 일부에 관한 기능

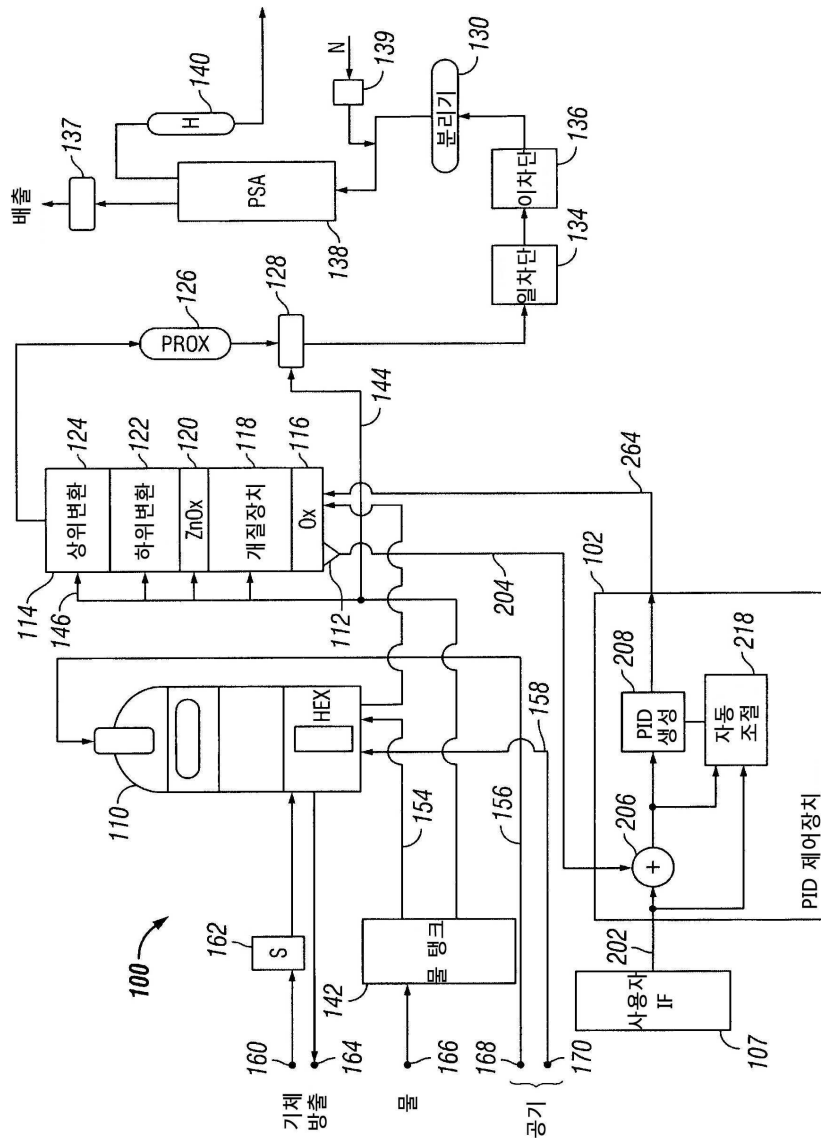
적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

[0015] 도 6은 도 5 프로세서에 의해 검출된 변화의 피크 크기를 측정하기 위한 도 4 프로세서의 일부에 관한 기능적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

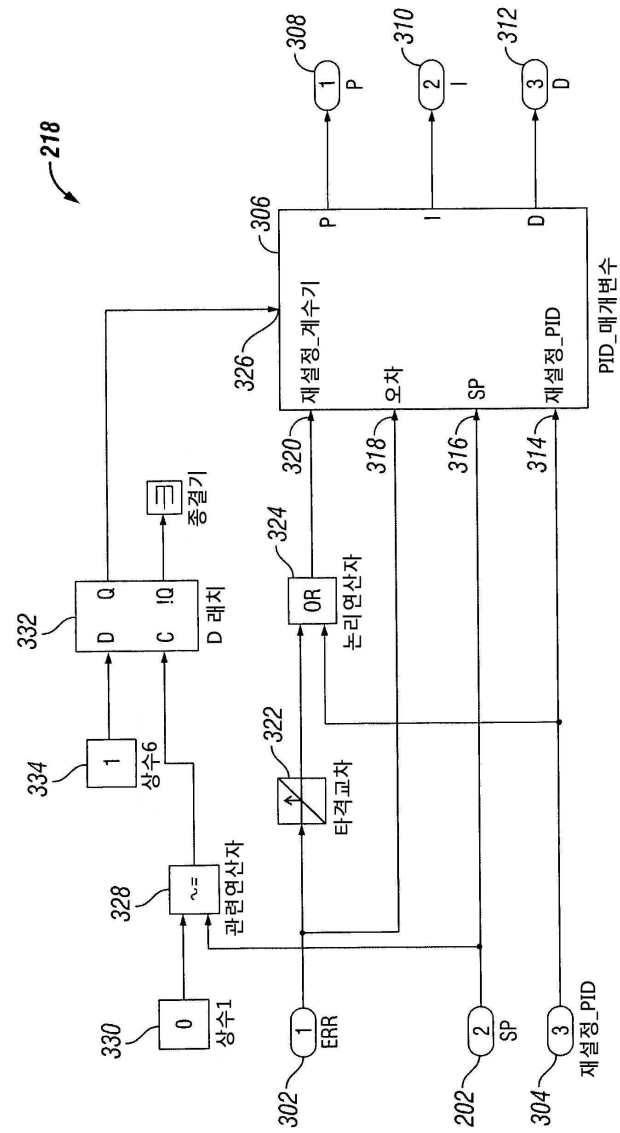
[0016] 도 7은 PID 제어 인자에 대한 조절을 측정하기 위한 도 4 프로세서의 일부에 관한 기능적 블록 다이어그램을 도시하고 있다.

도면

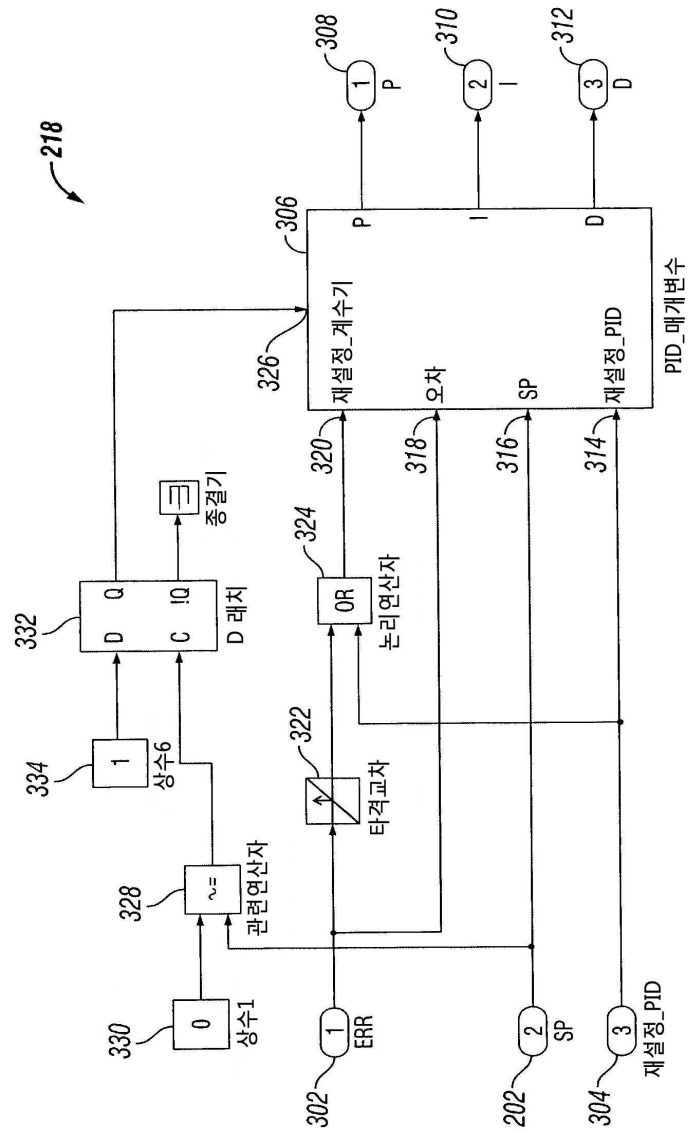
도면1



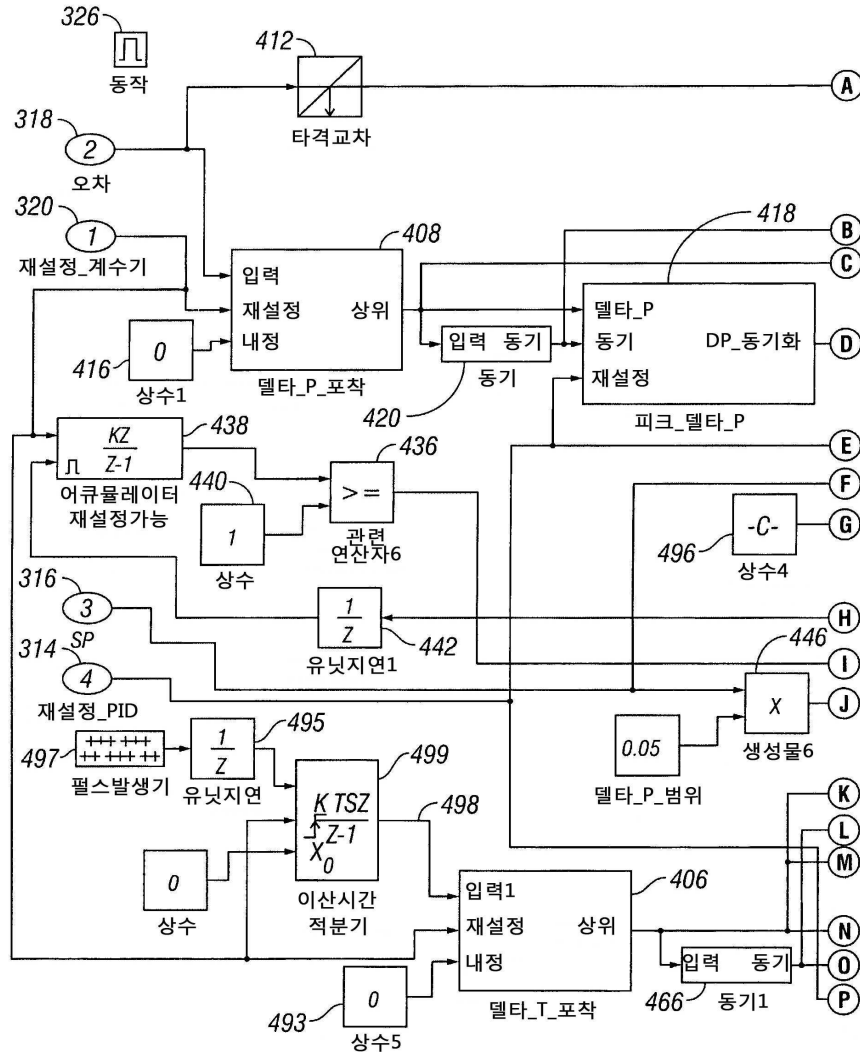
도면2



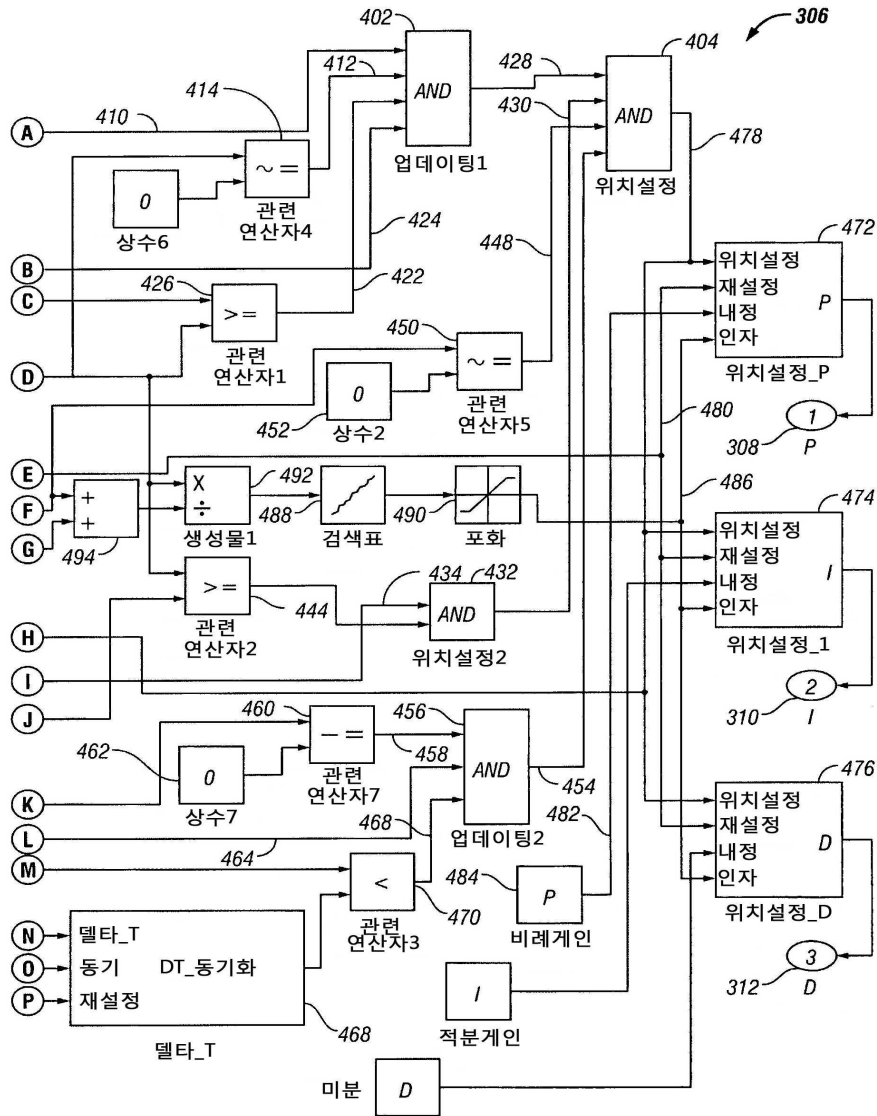
도면3



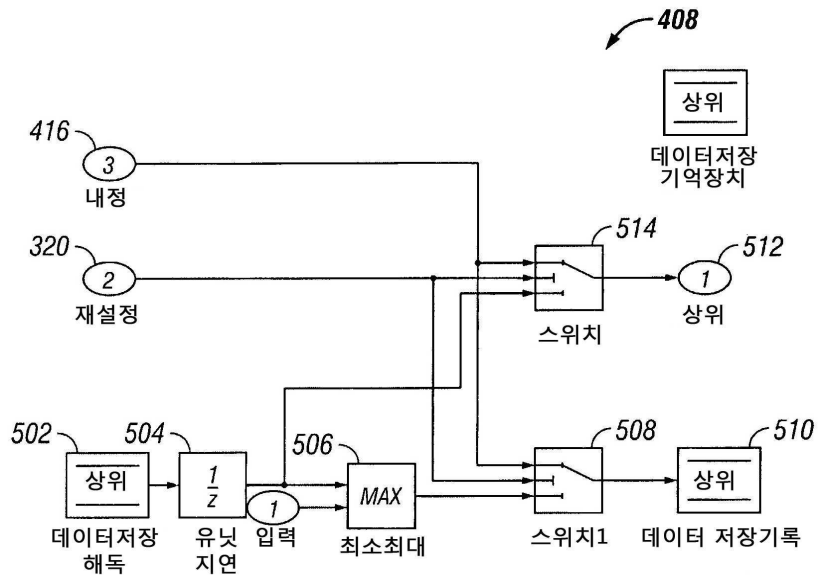
도면4A



도면4B



도면5



도면6

