



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월19일
(11) 등록번호 10-1561572
(24) 등록일자 2015년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F22B 1/02 (2006.01) F23C 10/00 (2006.01)
G05B 11/36 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7029153
(22) 출원일자(국제) 2013년01월22일
심사청구일자 2014년10월17일
(85) 번역문제출일자 2014년10월17일
(65) 공개번호 10-2014-0136046
(43) 공개일자 2014년11월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/051166
(87) 국제공개번호 WO 2013/172052
국제공개일자 2013년11월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-110560 2012년05월14일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010128553 A
JP04006304 A
KR101086027 B1

(73) 특허권자
스미도모주기가이교교 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와구 오오사키 2초메 1번 1
고
(72) 발명자
츠카네 카오루
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나즈시마
쵸 19번치 스미도모주기가이교교 가부시키키가이샤
요코스카세이조쇼 내
이토 카즈요시
일본국 141-8686 도쿄도 시나가와구 니시고탄다
7초메 25-9 스미도모주기가이교교 가부시키키가이샤
고탄다지무쇼 내
후지이 히로타다
일본국 141-8686 도쿄도 시나가와구 니시고탄다
7초메 25-9 스미도모주기가이교교 가부시키키가이샤
고탄다지무쇼 내
(74) 대리인
방해철, 김용인

전체 청구항 수 : 총 2 항

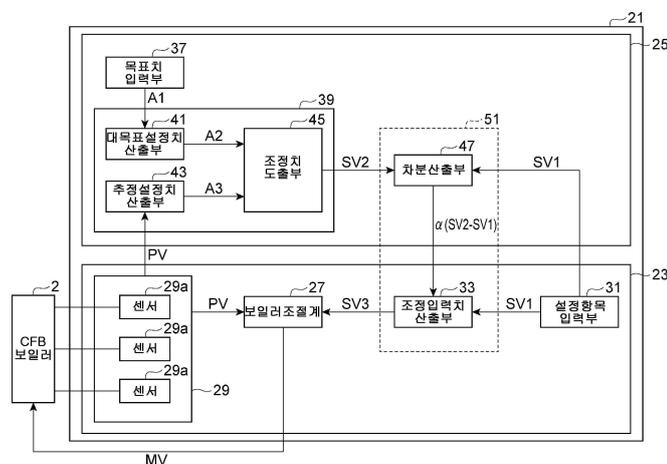
심사관 : 오재윤

(54) 발명의 명칭 순환유동층보일러의 운전제어시스템

(57) 요약

복수의 설정항목에 의하여 순환유동층보일러의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능한 순환유동층보일러의 운전제어시스템을 제공한다. 운전제어시스템은, 복수의 설정항목의 각각의 입력치(SV3)와, 복수의 지표항목의 각각의 실측치와의 비교에 근거하여 결정되는 조작량(MV)으로 보일러(2)의 조작을 행하는 보일러조절부(27)와, 복수의 설정항목으로부터 일부를 선택함과 함께, 선택된 선택설정항목의 입력치(SV1)를 조정하기 위한 조정치(SV2)를 산출하는 베이지안네트워크추론부(39)와, 작업자로부터 입력되는 값인 작업자입력치(SV1)와, 조정치(SV2)와의 함수인 조정입력치를, 선택설정항목의 입력치(SV3)로서 보일러조절부(27)에 전달하는 입력치조정부(51)를 구비한다. 베이지안네트워크추론부(39)는, 베이지안네트워크를 이용한 연산을 행하여 상기 조정치(SV2)를 산출한다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

순환유동충보일리의 운전제어시스템으로서,

상기 순환유동충보일리의 운전에 관한 복수의 설정항목의 각각의 입력치와, 상기 순환유동충보일리의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 각각의 실측치와의 비교에 근거하여 결정되는 조작량으로 상기 순환유동충보일리의 조작을 행하는 보일러조절부와,

복수의 상기 설정항목으로부터 일부를 선택함과 함께, 선택된 선택설정항목의 상기 입력치를 조정하기 위한 조정치를 산출하는 조정치연산부와,

상기 선택설정항목의 외부로부터 입력되는 값인 외부입력치와, 상기 조정치연산부에서 얻어진 상기 조정치와의 함수인 조정입력치를, 상기 선택설정항목의 상기 입력치로서 상기 보일러조절부에 전달하는 입력치조정부를 구비하고,

상기 조정치연산부는,

상기 지표항목의 각각의 상기 실측치를, 상기 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 상기 지표항목의 각각을 자식노드로 하는 베이지안네트워크에 입력하여, 상기 설정항목의 각각의 추정설정치를 산출하며,

상기 지표항목의 각각의 목표치를, 상기 베이지안네트워크에 입력하여, 상기 지표항목의 상기 목표치를 달성하기 위한 상기 설정항목의 설정치를 나타내는 각각의 대목표설정치를 산출하고,

상기 추정설정치와 상기 대목표설정치와의 차의 크기에 근거하여 상기 선택설정항목을 선출함과 함께, 당해 선택설정항목의 상기 대목표설정치를, 당해 선택설정항목의 상기 조정치로 하는 순환유동충보일리의 운전제어시스템.

청구항 2

순환유동충보일리의 운전제어시스템으로서,

상기 순환유동충보일리의 운전에 관한 복수의 설정항목의 각각의 입력치와, 상기 순환유동충보일리의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 각각의 실측치와의 비교에 근거하여 결정되는 조작량으로 상기 순환유동충보일리의 조작을 행하는 보일러조절부와,

복수의 상기 설정항목으로부터 일부를 선택함과 함께, 선택된 선택설정항목의 적정한 설정치를 나타내는 적정설정치를 산출하는 적정설정치연산부와,

상기 선택설정항목의 외부로부터 입력되는 값인 외부입력치와, 상기 적정설정치연산부에서 얻어진 상기 적정설정치와의 차가 소정의 임계값을 넘는 상기 설정항목이 존재하는 경우에는, 경고를 발하는 경고처리부를 구비하고,

상기 적정설정치연산부는,

상기 지표항목의 각각의 상기 실측치를, 상기 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 상기 지표항목의 각각을 자식노드로 하는 베이지안네트워크에 입력하여, 상기 설정항목의 각각의 추정설정치를 산출하고,

상기 지표항목의 각각의 목표치를, 상기 베이지안네트워크에 입력하여, 상기 지표항목의 상기 목표치를 달성하기 위한 상기 설정항목의 설정치를 나타내는 각각의 대목표설정치를 산출하며,

상기 추정설정치와 상기 대목표설정치와의 차의 크기에 근거하여 상기 선택설정항목을 선출함과 함께, 당해 선택설정항목의 상기 대목표설정치를, 당해 선택설정항목의 상기 적정설정치로 하는 순환유동충보일리의 운전제어시스템.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은, 순환유동충보일리의 운전제어시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 하기 특허문헌 1에 기재된 순환유동충보일리의 증기압력 제어장치가 알려져 있다. 이 제어장치에서는, 순환유동충보일리의 증기압력을 검출하여, 미리 정한 목표압력에 대한 당해 증기압력의 편차를 산출한다. 그리고, 이 편차치에 근거하여, 화로로의 연료공급량을 조절함으로써, 증기압력을 목표압력으로 유지한다.

선행기술문헌

- [0003] (특허문헌)
- [0004] 특허문헌 1: 일본 특허공개공보 평4-6304호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 순환유동충보일리는, 운전상태의 지표가 되는 복수의 지표항목을 가진다. 그리고, 이들 복수의 지표항목을 소정의 목표치로 유지하도록, 각각의 지표항목에 관련되는 설정항목에 대한 입력치를 조정한다.

[0007] 그러나, 순환유동충보일리의 지표항목과, 지표항목에 관련되는 설정항목은 복잡하게 서로 관련되어 있다. 이로 인하여, 예를 들면, 하나의 지표항목을 소정의 목표치로 유지하는 제어장치를 복수 조합한 경우에는, 제어 대상인 지표항목은 제어 가능하지만, 다른 지표항목을 적절히 제어할 수 없게 되는 경우가 있다. 이런 종류의 순환유동충보일리의 제어에 있어서는, 복수의 지표항목의 목표치를 동시에 달성하도록 복수의 설정항목을 최적화하는 제어를 행하는 것이 요망된다.

[0008] 따라서, 본 발명은, 복수의 설정항목에 의하여 순환유동충보일리의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능한 순환유동충보일리의 운전제어시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 관한 운전제어시스템은, 순환유동충보일리의 운전제어시스템으로서, 순환유동충보일리의 운전에 관한 복수의 설정항목의 각각의 입력치와, 순환유동충보일리의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 각각의 실측치와의 비교에 근거하여 결정되는 조작량으로 순환유동충보일리의 조작을 행하는 보일러조절부와, 복수의 설정항목으로부터 일부를 선택함과 함께, 선택된 선택설정항목의 입력치를 조정하기 위한 조정치를 산출하는 조정치연산부와, 선택설정항목의 외부로부터 입력되는 값인 외부입력치와, 조정치연산부에서 얻어진 조정치와의 함수인 조정입력치를, 선택설정항목의 입력치로서 보일러조절부에 전달하는 입력치조정부를 구비하고, 조정치연산부는, 지표항목의 각각의 실측치를, 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 지표항목의 각각을 자식노드로 하는 베이지안네트워크에 입력하여, 설정항목의 각각의 추정설정치를 산출하며, 지표항목의 각각의 목표치를, 베이지안네트워크에 입력하여, 지표항목의 목표치를 달성하기 위한 설정항목의 설정치를 나타내는 각각의 대(對)목표설정치를 산출하여, 추정설정치와 대목표설정치와의 차의 크기에 근거하여 선택설정항목을 선택함과 함께, 당해 선택설정항목의 대목표설정치를, 당해 선택설정항목의 조정치로 한다.

[0010] 이 운전제어시스템에 의하면, 기본적으로는, 외부로부터 입력되는 설정항목의 외부입력치에 근거하여, 보일러조절부가, 순환유동충보일리의 운전상태를 나타내는 지표항목의 실측치와 외부입력치와의 비교에 근거하여 조작량을 결정하여 순환유동충보일리의 조작을 행한다. 여기에서, 상기의 외부입력치를 조정하는 수단으로서, 상기 운전제어시스템은, 조정치연산부와, 입력치조정부를 가지고 있다. 조정치연산부는, 목표로 해야 할 지표항목의 목표치로부터, 베이지안네트워크에 의하여, 당해 목표치를 달성하기 위한 대목표설정치를 산출한다. 또, 지표항목의 현실을 나타내는 실측치로부터, 베이지안네트워크에 의하여, 당해 실측치에 대응하는 추정설정치를 산출한다. 그리고, 추정설정치와 대목표설정치와의 차의 크기에 근거하여 설정항목 중에서 일부의 설정항목을 선택하여, 선택된 선택설정항목에 대해서는, 대목표설정치를, 조정치로 한다.

[0011] 입력치조정부는, 외부입력치에 대하여 상기의 조정치의 영향을 포함시킨 조정입력치를, 보일러조절부의 입력치로 한다. 여기에서, 베이지안네트워크를 이용한 연산에 의하면, 복수의 지표항목의 목표치를 달성하기 위한 설정치(대목표설정치)를, 조합으로 최적화할 수 있다. 이와 같이 최적화된 대목표설정치를 조정치로 하고, 그

조정치에 의하여 외부입력치를 조정하고 있으므로, 복수의 설정항목에 의하여 순환유동충보일리의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능해진다.

[0012] 본 발명의 일 측면에 관한 운전제어시스템은, 순환유동충보일리의 운전제어시스템으로서, 순환유동충보일리의 운전에 관한 복수의 설정항목의 각각의 입력치와, 순환유동충보일리의 운전상태를 나타내는 복수의 지표항목의 각각의 실측치와의 비교에 근거하여 결정되는 조작량으로 순환유동충보일리의 조작을 행하는 보일러조절부와, 복수의 설정항목으로부터 일부를 선택함과 함께, 선택된 선택설정항목의 적정한 설정치를 나타내는 적정설정치를 산출하는 적정설정치연산부와, 선택설정항목의 외부로부터 입력되는 값인 외부입력치와, 적정설정치연산부에서 얻어진 적정설정치와의 차가 소정의 임계값을 넘는 설정항목이 존재하는 경우에는, 경고를 발하는 경고처리부를 구비하고, 적정설정치연산부는, 지표항목의 각각의 실측치를, 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 지표항목의 각각을 자식노드로 하는 베이지안네트워크에 입력하여, 설정항목의 각각의 추정설정치를 산출하고, 지표항목의 각각의 목표치를, 베이지안네트워크에 입력하여, 지표항목의 목표치를 달성하기 위한 설정항목의 설정치를 나타내는 각각의 대목표설정치를 산출하며, 추정설정치와 대목표설정치와의 차의 크기에 근거하여 선택설정항목을 선출함과 함께, 당해 선택설정항목의 대목표설정치를, 당해 선택설정항목의 적정설정치로 한다.

[0013] 이 운전제어시스템에 의하면, 기본적으로는, 외부로부터 입력되는 설정항목의 외부입력치에 근거하여, 보일러조절부가, 순환유동충보일리의 운전상태를 나타내는 지표항목의 실측치와 외부입력치와의 비교에 근거하여 조작량을 결정하여 순환유동충보일리의 조작을 행한다. 여기에서, 상기의 외부입력치가 적정이 아닌 경우에 경고를 발하는 수단으로서, 상기 운전제어시스템은, 적정설정치연산부와, 경고처리부를 가지고 있다. 적정설정치연산부는, 목표로 해야 할 지표항목의 목표치로부터, 베이지안네트워크에 의하여, 당해 목표치를 달성하기 위한 대목표설정치를 산출한다. 또, 지표항목의 실제의 실측치로부터, 베이지안네트워크에 의하여, 당해 실측치에 대응하는 추정설정치를 산출한다. 그리고, 추정설정치와 대목표설정치와의 차의 크기에 근거하여 설정항목 중에서 일부의 설정항목을 선택하여, 선택된 선택설정항목에 대해서는, 대목표설정치를, 적정설정치로 한다.

[0014] 경고처리부는, 외부입력치를 적정설정치와 비교하여, 그 차가 큰 경우에 경고를 발한다. 여기에서, 베이지안네트워크를 이용한 연산에 의하면, 복수의 지표항목의 목표치를 달성하기 위한 설정치(대목표설정치)를, 조합으로 최적화할 수 있다. 이와 같이 최적화된 대목표설정치를 적정설정치로 하고, 그 적정설정치를 비교 대상으로 하여 외부입력치의 적합여부를 판정하여 경고를 발하게 되므로, 작업자는, 복수의 설정항목의 적합여부에 대하여 정밀도가 높은 정보를 얻을 수 있다. 그 결과, 복수의 설정항목에 대하여 최적의 값을 설정할 수 있어, 순환유동충보일리의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능해진다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면, 복수의 설정항목에 의하여 순환유동충보일리의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능한 순환유동충보일리의 운전제어시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 실시형태에 관한 운전제어시스템이 대상으로 하는 CFB 보일러의 구성을 나타내는 도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시형태에 관한 운전제어시스템을 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 베이지안네트워크의 모델의 일례를 나타내는 도이다.
- 도 4는 도 2의 컴퓨터장치의 하드웨어 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- 도 5는 도 2의 운전제어시스템에 의한 처리를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 6은 본 발명의 제2 실시형태에 관한 운전제어시스템을 나타내는 블록도이다.
- 도 7은 도 6의 운전제어시스템에 의한 처리를 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 운전제어시스템의 실시형태를 상세하게 설명한다. 또한, 도면의 설명에 있어서 동일한 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다.

[0018] (제1 실시형태)

- [0019] 도 1을 참조하여, 먼저, 본 실시형태의 운전제어시스템이 대상으로 하는 보일러에 대하여 설명한다. 보일러(2)는, 외부순환형(Circulating Fluidized Bed형)의 순환유동층보일러이다. 이 보일러(2)는, 세로로 긴 통형상을 이루는 유동층형의 화로(3)를 구비하고 있다. 화로(3)의 중간부에는, 연료를 투입하는 연료투입구(3a)와, 상부에는 연소가스를 배출하는 가스출구(3b)가 마련되어 있다. 연료투입장치(5)로부터 이 화로(3)에 공급되는 연료는, 연료투입구(3a)를 통하여 화로(3)의 내부에 투입된다.
- [0020] 화로(3)의 가스출구(3b)에는 고체기체분리장치로서 기능하는 사이클론(7)이 접속되어 있다. 사이클론(7)의 배출구(7a)는 가스라인을 통하여 후단의 가스처리계에 접속되어 있다. 또, 사이클론(7)의 바닥부 출구로부터는 다운코머라고 불리는 리턴라인(9)이 하방으로 뻗어 있고, 리턴라인(9)의 하단은 화로(3)의 중간부 측면에 접속되어 있다.
- [0021] 화로(3) 내에서는, 하부의 급기라인(3c)으로부터 도입되는 연소·유동용의 공기에 의하여, 연료투입구(3a)로부터 투입된 연료를 포함하는 고형물이 유동하며, 연료는 유동하면서 약 800-900℃에서 연소한다. 사이클론(7)에는, 화로(3)에서 발생한 연소가스가 고체입자를 동반하면서 도입된다. 사이클론(7)은, 원심분리 작용에 의하여 고체입자와 기체를 분리하고, 리턴라인(9)을 통하여 분리된 고체입자를 화로(3)에 되돌림과 함께, 고체입자가 제거된 연소가스를 배출구(7a)로부터 가스라인을 통하여 후단의 가스처리계에 송출한다.
- [0022] 이 화로(3)에서는 “노(爐) 내 베드재”라고 불리는 고형물이 발생하여 바닥부에 쌓이지만, 이 노 내 베드재에서 불순물(저융점 물질 등)이 농축되어 일어나는 베드재의 소결 및 용융 고화, 혹은 불연 협잡물에 의한 동작 불량을 억제하는 것이 필요하다. 이로 인하여, 화로(3)에서는, 바닥부의 배출구(3d)로부터 노 내 베드재가 정기적으로 외부로 배출되고 있다. 배출된 베드재는, 순환라인(도시하지 않음) 상에서 금속 등의 부적합물을 제거한 후, 다시 화로(3)에 투입된다.
- [0023] 상기의 가스처리계는, 사이클론(7)의 배출구(7a)에 가스라인을 통하여 접속된 가스열교환장치(13)와, 이 가스열교환장치(13)의 배출구(13a)에 가스라인을 통하여 접속된 백필터(집진기)(15)를 구비하고 있다. 가스열교환장치(13)에는, 배기가스의 유로를 가로지르도록 물을 유동시키는 보일러튜브(13b)가 마련되어 있다. 사이클론(7)으로부터 보내진 고온의 배기가스가 이 보일러튜브(13b)에 접촉함으로써, 배기가스의 열이 튜브 내의 물에 회수되어, 발생한 고온의 수증기가 보일러튜브(13b)를 통하여 발전용의 터빈에 보내진다. 백필터(15)는, 이 가연성 가스에 여전히 동반되어 있는 비산화 등의 미립자를 제거한다. 백필터(15)의 배출구(15a)로부터 배출된 청정한 가스는 가스라인 및 펌프(17)를 경유하여 굴뚝(19)으로부터 외부로 배출된다.
- [0024] 이어서, 도 2를 참조하여, 순환유동층보일러(2)의 운전제어를 행하는 운전제어시스템(21)에 대하여 설명한다.
- [0025] 도 2에 나타내는 운전제어시스템(21)은, 컨트롤러(23)와, 컴퓨터장치(25)를 구비하고 있다. 컨트롤러(23)는, 보일러(2)의 조작을 행하는 보일러조절계(보일러조절부)(27) 등을 가지고, 보일러의 실제의 조작을 행하는 부분이다.
- [0026] 컨트롤러(23)는, 보일러(2)의 각 부에 설치된 복수의 센서(29a)와, 설정항목입력부(31)와, 조정입력치산출부(33)와, 보일러조절계(27)를 구비하고 있다. 센서(29a)는, 예를 들면, 보일러(2)의 소정의 부위의 온도를 측정하는 온도센서, 배기가스 또는 물의 유량을 측정하는 유량센서, 배기가스 중의 소정의 물질의 농도를 측정하는 농도센서 등이 포함된다. 이하, 이들 다수의 센서(29a)를 통틀어 센서군(29)이라고 칭한다. 센서군(29)에서 얻어진 측정치(PV)는, 보일러조절계(27) 및 컴퓨터장치(25)에 송출된다.
- [0027] 설정항목입력부(31)는, 보일러 운전을 위한 각 설정항목의 입력을 받아들이는 부분이다. 보일러 운전의 작업자는, 당해 설정항목입력부(31)를 통하여, 각 설정항목에 대한 원하는 입력치를 입력한다. 설정항목에는, 예를 들면, 블로어의 운용횟수, 공기유량, 대기해방밸브의 해방횟수, 물주입량, 밸브개방도, 석탄공급량(화로(3)에 공급되는 석탄의 공급량), 모래공급량, 블로우유량 등이 포함된다. 이하, 설정항목입력부(31)에서 작업자가 입력한 설정항목의 입력치를 “작업자입력치(SV1)”라고 칭한다.
- [0028] 조정입력치산출부(33)는, 상기 작업자입력치(외부입력치)(SV1)와, 후술하는 차분산출부(47)로부터 전달된 값을 가산하여 조정입력치(SV3)를 산출한다. 산출된 조정입력치(SV3)는 보일러조절계(27)에 송출된다. 보일러조절계(27)는, 상기의 조정입력치(SV3)와, 센서군(29)으로부터의 측정치(PV)와의 차분에 근거하여, 조작량(MV)을 결정하여 보일러(2)의 조작을 행한다. 즉, 예를 들면, 보일러조절계(27)는, 조정입력치(SV3)로부터 얻어져야 할 운전상태(센서군(29)의 측정치)와 실제로 센서군(29)으로부터 얻어진 측정치(PV)와의 차를 작게 하도록, 보일러(2)에 실시하는 조작의 조작량(MV)을 산출하여, 조작을 실행한다. 이로써, 보일러(2)의 피드백 제어가 실행된다.

- [0029] 컴퓨터장치(25)는, 목표치입력부(37)와, 베이지안네트워크추론부(조정치연산부)(39)와, 차분산출부(47)를 구비하고 있다.
- [0030] 목표치입력부(37)는, 보일러(2)의 운전상태의 지표가 되는 복수의 지표항목에 대하여, 작업자로부터의 목표치의 입력을 받아들이는 부분이다. 지표항목에는, 예를 들면, 압력편차, 열량, 보일러효율, 또는 CO나 NOx와 같은 환경부하물질의 배출농도 등이 포함된다. 이들 지표항목의 값은, 센서군(29)에서 얻어지는 측정치(PV)로부터 도출 가능한 것이다. 이 목표치입력부(37)에서는, 예를 들면, 목표로 해야 할 이상적인 운전상태를 나타내는 각 지표항목의 목표치(A1)가, 작업자에 의하여 입력된다.
- [0031] 베이지안네트워크추론부(39)는, 대목표설정치산출부(41)와, 추정설정치산출부(43)와, 조정치도출부(45)를 가지고 있다. 또, 베이지안네트워크추론부(39)는, 상기 서술한 설정항목의 각각을 부모노드로 하고 상기 서술한 지표항목의 각각을 자식노드로 하는 베이지안네트워크모델을 유지하고 있으며, 당해 베이지안네트워크를 이용하여 다양한 연산을 행한다. 이러한 베이지안네트워크모델은, 보일러(2)의 과거의 운전데이터를 바탕으로 사전에 작성되며, 베이지안네트워크추론부(39)에 사전에 격납된다. 이러한 베이지안네트워크(BN)의 일례를 도 3에 나타낸다. 이 도 3의 베이지안네트워크(BN)는, 보일러(2)의 설정항목인 블로어 운용횟수, 공기유량, 대기해방밸브, 물주입량, 밸브개방도, 석탄공급량, 모래공급량, 및 블로우유량을 부모노드(N1)로 하고, 보일러(2)의 지표항목인 압력편차, 열량, 배기가스 CO농도, 및 보일러효율을 자식노드(N2)로 하고 있다.
- [0032] 대목표설정치산출부(41)는, 목표치입력부(37)에서 입력된 지표항목의 각각의 목표치(A1)를, 베이지안네트워크(BN)(도 3 참조)의 결과 변수로서 입력한다. 그리고, 베이지안네트워크(BN)의 원인 변수로서, 상기의 목표치(A1)를 달성하기 위한 설정항목의 값을 나타내는 각각의 대목표설정치(A2)를 출력한다. 이 대목표설정치(A2)는, 예를 들면, 목표로 하는 보일러(2)의 이상적인 운전상태를 달성하기 위하여 필요한 설정항목의 값을 의미하게 된다. 예를 들면, 도 3에 예시한 베이지안네트워크(BN)를 이용하는 경우, 목표로 해야 할 이상적인 압력편차, 열량, 배기가스 CO농도, 및 보일러효율을 목표치(A1)로서 입력하여, 이들 목표치(A1)를 달성하기 위한 블로어 운용횟수, 공기유량, 대기해방밸브, 물주입량, 밸브개방도, 석탄공급량, 모래공급량, 및 블로우유량의 값이 대목표설정치(A2)로서 출력된다. 단 이들 입출력의 값은, 계산기의 처리 능력의 제약에 의하여, 이산치로 한다.
- [0033] 추정설정치산출부(43)는, 센서군(29)으로부터 얻어진 측정치(PV)로부터, 현재의 보일러(2)의 운전상태를 나타내는 지표항목의 실측치를 산출하여, 당해 실측치를, 베이지안네트워크(BN)(도 3 참조)의 결과 변수로서 입력한다. 그리고, 베이지안네트워크(BN)의 원인 변수로서, 추정설정치(A3)를 출력한다. 이 추정설정치(A3)는, 현재의 보일러(2)의 운전상태로부터 추정되는 설정항목의 값을 의미하게 된다. 다만, 베이지안네트워크의 자식노드에 결과 변수를 입력하여 부모노드의 원인 변수를 출력시키는 등의 연산 수법은, 공지의 것이므로, 상세한 설명은 생략한다.
- [0034] 조정치도출부(45)는, 추정설정치(A3)와, 대목표설정치(A2)와의 차가 큰 설정항목을 선택한다. 여기에서 선택된 설정항목을 “선택설정항목”이라고 칭한다. 예를 들면, 추정설정치(A3)와 대목표설정치(A2)와의 차가 소정의 임계값보다 큰 것을 선택설정항목으로 해도 된다. 또, 추정설정치(A3)와 대목표설정치(A2)와의 차가 큰 순서로 나열하였을 때, 순위가 높은 것부터 소정 개수의 설정항목을 선출하여 선택설정항목으로 해도 된다. 그리고, 조정치도출부(45)는, 선택설정항목의 대목표설정치(A2)를, 당해 선택설정항목의 조정치(SV2)로서 채용한다.
- [0035] 차분산출부(47)는, 조정치도출부(45)로부터 입력되는 조정치(SV2)와, 설정항목입력부(31)로부터 입력되는 작업자입력치(SV1)와의 차를 취하고, 더욱 증량계수(α)(예를 들면 α 는, $0 \leq \alpha \leq 1$ 의 값)을 곱하여 조정입력치산출부(33)에 송출한다. 상기 서술한 바와 같이, 조정입력치산출부(33)는, 작업자입력치(SV1)와, 차분산출부(47)로부터 전달된 α (SV2-SV1)라는 값을 가산하여 조정입력치(SV3)를 산출한다. 즉, 조정입력치(SV3)는,
- [0036] $SV3=SV1 + \alpha(SV2 - SV1)$
- [0037] 로 나타낸다. 이와 같이, 차분산출부(47)와 조정입력치산출부(33)를 합하여, 입력치조정부(51)가 구성된다. 즉, 입력치조정부(51)는, 작업자입력치(SV1)와 조정치(SV2)와의 함수인 조정입력치(SV3)를, 보일러조절계(27)에 전달하는 기능을 가지고 있다. 상기 증량계수(α)의 값은 사전에 설정되며, 예를 들면, 컴퓨터장치(25)의 기억영역에 기억된다.
- [0038] 다만, 조정치도출부(45)에서 선택설정항목으로서 선출되지 않았던 설정항목(비선택설정항목)에 대해서는, 입력치조정부(51)에 의한 조정은 실행되지 않는다. 따라서, 비선택설정항목에 대해서는, 작업자입력치(SV1)가 그대로 보일러조절계(27)에 입력된다.

- [0039] 도 4에 나타내는 컴퓨터(100)는, 본 실시형태의 컴퓨터장치(25)를 구성하는 하드웨어의 일레이다. 컴퓨터(100)는, CPU를 구비하여 소프트웨어에 의한 처리나 제어를 행하는 서버장치, 퍼스널컴퓨터 등의 각종 데이터처리장치를 포함한다. 컴퓨터(100)는, CPU(101), 주기억장치인 RAM(102) 및 ROM(103), 입력 디바이스인 키보드 및 마우스 등의 입력장치(104), 디스플레이 등의 출력장치(105), 네트워크카드 등의 데이터 송수신 디바이스인 통신모듈(107), 하드디스크 등의 보조기억장치(108) 등을 포함하는 컴퓨터시스템으로서 구성되어 있다.
- [0040] 도 2에 나타내는 바와 같은 컴퓨터장치(25)의 기능적인 각 구성요소는, 도 4에 나타내는 CPU(101), RAM(102) 등의 하드웨어상에 소정의 컴퓨터 소프트웨어를 판독시킴으로써, CPU(101)의 제어하에서 입력장치(104), 출력장치(105), 통신모듈(107)을 동작시킴과 함께, RAM(102)이나 보조기억장치(108)에 있어서의 데이터의 독출 및 기록을 행함으로써 실현된다. 다만, 컨트롤러(23)(도 2)가 구비하는 보일러조절계(27), 조정입력치산출부(33), 설정항목입력부(31)도, 컴퓨터(100)와 같은 하드웨어를 프로그램에 따라 동작시킴으로써 소프트웨어적으로 실현되기도 된다.
- [0041] 이어서, 도 5를 참조하면서, 운전제어시스템(21)에서 행해지는 처리에 대하여 설명한다. 먼저, 목표치입력부(37)로부터 작업자에 의한 목표치(A1)가 입력됨과 함께, 차분산출부(47)에서 사용하는 중량계수(α)가 사전에 입력설정된다(S101). 다음으로, 베이지안네트워크추론부(39)가, 센서군(29)으로부터 측정치(PV)를 취득하고, 차분산출부(47)가, 설정항목입력부(31)로부터 작업자입력치(SV1)를 취득한다(S103). 다음으로, 베이지안네트워크추론부(39)가, 목표치(A1)와 측정치(PV)에 근거하여 조정치(SV2)를 산출한다(S105). 그리고, 차분산출부(47) 및 조정입력치산출부(33)에 의하여 조정입력치(SV3)가 산출되고 보일러조절계(27)에 송출된다(S107). 보일러조절계(27)에서는, 조정입력치(SV3)를 새로운 설정치로 하여, 센서군(29)으로부터의 측정치(PV)에 근거하는 피드백 제어가 행해진다(S109). 그 후, 소정의 종료 조건이 만족될 때까지, 상기 S103-S109의 처리가 반복된다(S111).
- [0042] 이상 설명한 운전제어시스템(21)에 의한 작용 효과에 대하여 설명한다.
- [0043] 이 운전제어시스템(1)에 의하면, 기본적으로는, 외부(작업자)로부터 입력되는 설정항목의 작업자입력치(SV1)에 근거하여, 보일러조절계(27)가, 보일러(2)의 운전상태를 나타내는 지표항목의 실측치와 외부입력치(SV1)와의 비교에 근거하여 조작량(MV)을 결정하여 보일러(2)의 조작을 행한다. 여기에서, 상기의 작업자입력치(SV1)를 조정하는 수단으로서, 운전제어시스템(1)은, 베이지안네트워크추론부(조정치연산부)(39)와, 입력치조정부(51)를 가지고 있다. 베이지안네트워크추론부(39)는, 목표로 해야 할 지표항목의 목표치(A1)로부터, 베이지안네트워크연산에 의하여, 당해 목표치(A1)를 달성하기 위한 대목표설정치(A2)를 산출한다. 또, 지표항목의 실제의 실측치(측정치(PV)에 유래)로부터, 베이지안네트워크연산에 의하여, 당해 실측치에 대응하는 추정설정치(A3)를 산출한다. 그리고, 추정설정치(A3)와 대목표설정치(A2)와의 차의 크기에 근거하여 설정항목 중에서 일부의 설정항목을 선택하여, 선택된 선택설정항목에 대해서는, 대목표설정치(A2)를, 조정치(SV2)로 한다.
- [0044] 입력치조정부(51)는, 작업자입력치(SV1)에 대하여 상기의 조정치(SV2)의 영향을 포함시킨 조정입력치(SV3)를, 보일러조절계(27)로의 입력치로 한다. 여기에서, 베이지안네트워크를 이용한 연산에 의하면, 복수의 지표항목의 목표치(A1)를 달성하기 위한 설정치(대목표설정치(A2))를, 조합으로 최적화할 수 있다. 이와 같이 최적화된 대목표설정치(A2)를 조정치(SV2)로 하고, 그 조정치(SV2)에 의하여 작업자입력치(SV1)를 조정하고 있으므로, 결과적으로, 운전제어시스템(21)에 의하면, 복수의 설정항목에 의하여 보일러(2)의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능해진다.
- [0045] (제2 실시형태)
- [0046] 도 6을 참조하면서, 본 발명의 제2 실시형태에 관한 운전제어시스템(221)에 대하여 설명한다. 다만, 당해 운전제어시스템(221)에 있어서, 제1 실시형태의 운전제어시스템(21)과 동일 또는 동등한 구성요소에 대해서는, 동일한 부호를 붙이고 중복되는 설명을 생략한다.
- [0047] 운전제어시스템(221)의 컨트롤러(223)는 조정입력치산출부(33)(도 2 참조)를 구비하고 있지 않고, 설정항목입력부(31)에서 작업자로부터 입력된 작업자입력치(SV1)가, 직접 보일러조절계(27)에 입력된다.
- [0048] 운전제어시스템(221)의 컴퓨터장치(225)는, 차분산출부(47)(도 2 참조) 대신에, 차분판정부(경고처리부)(226)와, 경고출력부(경고처리부)(228)를 가지고 있다. 차분판정부(226)에는, 베이지안네트워크추론부(39)로부터의 선택설정항목의 조정치(SV2)와, 설정항목입력부(31)로부터의 각 설정항목의 작업자입력치(SV1)가 입력된다. 여기에서, 조정치(SV2)가 의미하는 바를 생각하면, 당해 조정치(SV2)는, 목표치(A1)를 달성하기 위한 적절한 선택설정항목의 설정치라고 할 수 있다. 따라서, 이하, 베이지안네트워크추론부(39)로부터 출력되는 조정치(SV2)를, “적정설정치(SV2)”라고 칭한다. 바꾸어 말하면, 베이지안네트워크추론부(39)는,

지표항목의 목표치(A1)를 달성하기 위한 선택설정항목의 적정설정치(SV2)를 산출하는 적정설정치연산부로서의 기능을 가지고 있다.

[0049] 차분판정부(226)는, 각 선택설정항목 중에서, 적정설정치(SV2)와 작업자입력치(SV1)와의 차가 소정의 임계값을 넘는 것이 존재하는 경우에는, 경고출력부(228)에 대해서 발보신호를 송출한다. 경고출력부(228)는, 발보신호에 따라, 작업자에 대한 경고를 발한다. 여기에서 발해지는 경고의 수법으로서, 컴퓨터장치(225)에 포함되는 디스플레이모니터로의 경고화면의 표시나, 스피커로부터의 경고음성의 발음 등을 예로서 들 수 있다.

[0050] 이어서, 도 7을 참조하면서, 운전제어시스템(221)에서 행해지는 처리에 대하여 설명한다. 먼저, 목표치입력부(37)로부터 작업자에 의한 목표치(A1)가 입력 설정된다(S201). 다음으로, 베이지안네트워크추론부(39)가, 센서군(29)으로부터 측정치(PV)를 취득하고, 차분판정부(226)가, 설정항목입력부(31)로부터 작업자입력치(SV1)를 취득한다(S103). 다음으로, 베이지안네트워크추론부(39)가, 목표치(A1)와 측정치(PV)에 근거하여 적정설정치(SV2)를 산출한다(S205).

[0051] 차분판정부(226)가, 적정설정치(SV2)와 작업자입력치(SV1)와의 차를 산출하여(S207), 이 차의 값이 소정의 임계값을 넘고 있는지 아닌지를 판정한다(S209). S209에서 Yes의 판정이 이루어진 경우에는, 차분판정부(226)가 발보신호를 송출하고, 경고출력부(228)가 작업자에 대한 경고를 발한다(S211). S209에서 No의 판정이 이루어진 경우에는 발보신호처리는 행해지지 않는다. 그 후, 소정의 종료 조건이 만족될 때까지, 상기 S203~S211의 처리가 반복된다(S213).

[0052] 이상 설명한 운전제어시스템(221)에 의한 작용 효과에 대하여 설명한다.

[0053] 이 운전제어시스템(221)에 의하면, 기본적으로는, 외부(작업자)로부터 입력되는 설정항목의 작업자입력치(SV1)에 근거하여, 보일러조절계(27)가, 보일러(2)의 운전상태를 나타내는 지표항목의 실측치와 작업자입력치(SV1)와의 비교에 근거하여 조작량(MV)을 결정하여 보일러(2)의 조작을 행한다. 여기에서, 상기의 작업자입력치(SV1)가 적정하지 않은 경우에 경고를 발하는 수단으로서, 상기 운전제어시스템(221)은, 베이지안네트워크추론부(적정설정치연산부)(39)와, 경고처리부를 가지고 있다. 베이지안네트워크추론부(39)는, 목표로 해야 할 지표항목의 목표치(A1)로부터, 베이지안네트워크에 의하여, 당해 목표치(A1)를 달성하기 위한 대목표설정치(A2)를 산출한다. 또, 지표항목의 실제의 실측치(측정치(PV)에 유래)로부터, 베이지안네트워크에 의하여, 당해 실측치에 대응하는 추정설정치(A3)를 산출한다. 그리고, 추정설정치(A3)와 대목표설정치(A2)와의 차의 크기에 근거하여 설정항목 중에서 일부의 설정항목을 선택하여, 선택된 선택설정항목에 대해서는, 대목표설정치를, 적정설정치(SV2)로 한다.

[0054] 경고처리부는, 작업자입력치(SV1)를 적정설정치(SV2)와 비교하여, 그 차이가 큰 경우에 경고를 발한다. 여기에서, 베이지안네트워크를 이용한 연산에 의하면, 복수의 지표항목의 목표치(A1)를 달성하기 위한 설정치(대목표설정치(A2))를, 조합으로 최적화할 수 있다. 이와 같이 최적화된 대목표설정치(A2)를 적정설정치(SV2)로 하고, 그 적정설정치(SV2)를 비교 대상으로 하여 작업자입력치(SV1)의 적합여부를 판정하여 경고를 발하게 되므로, 작업자는, 복수의 설정항목의 적합여부에 대하여 정밀도가 높은 정보를 얻을 수 있다. 그 결과, 복수의 설정항목에 대하여 최적의 값을 설정할 수 있어, 보일러(2)의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능해진다.

[0055] 이상, 본 발명의 일 실시형태에 대하여 설명했지만, 본 발명은, 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 각 청구항에 기재한 요지를 변경하지 않는 범위에서 변형한 것이어도 된다.

[0056] 산업상 이용가능성

[0057] 순환유동충보일리의 운전제어시스템에 의하면, 복수의 설정항목에 의하여 순환유동충보일리의 복수의 지표항목을 최적화하는 제어가 가능해진다.

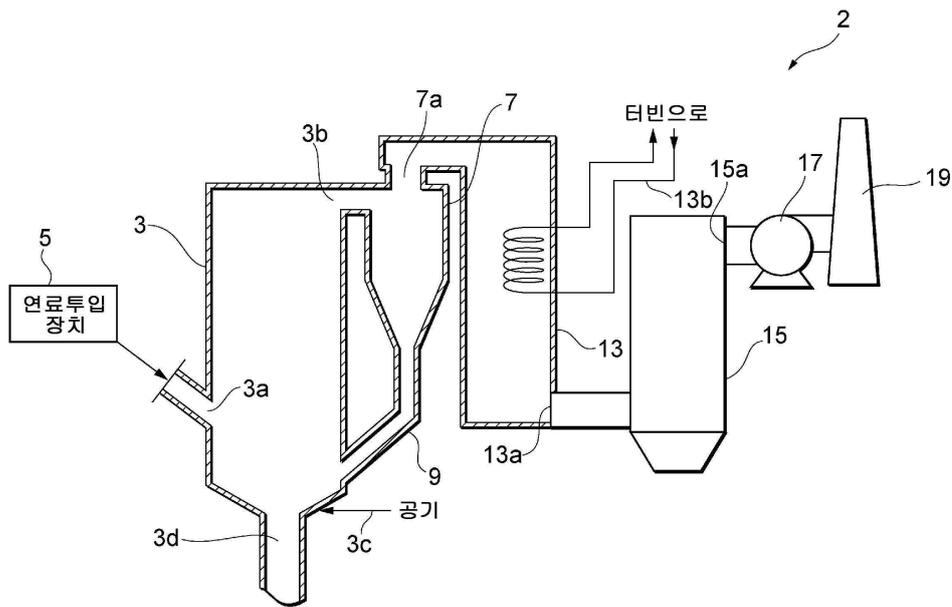
부호의 설명

- [0058] 2: 순환유동충보일리
- 21, 221: 운전제어시스템
- 27: 보일러조절계(보일러조절부)
- 39: 베이지안네트워크추론부(설정치연산부, 적정설정치연산부)
- 51: 입력치조정부

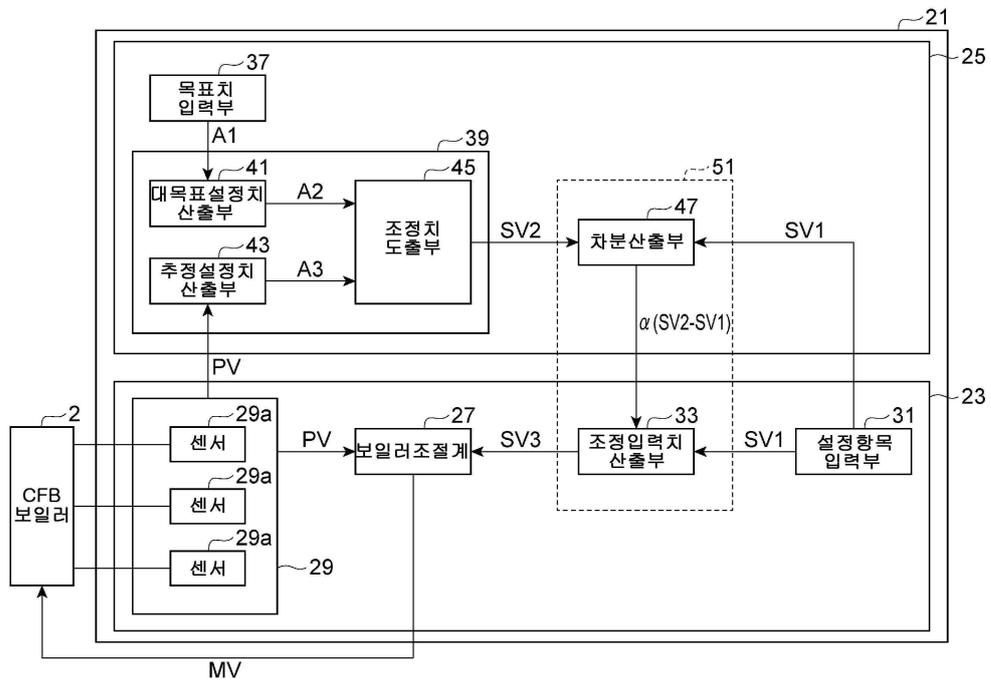
- 226: 차분판정부(경고처리부)
- 228: 경고출력부(경고처리부)
- A1: 목표치
- A2: 대목표설정치
- A3: 추정설정치
- BN: 베이지안네트워크
- PV: 측정치
- MV: 조작량
- SV1: 작업자입력치(외부입력치)
- SV2: 조정치
- SV3: 조정입력치

도면

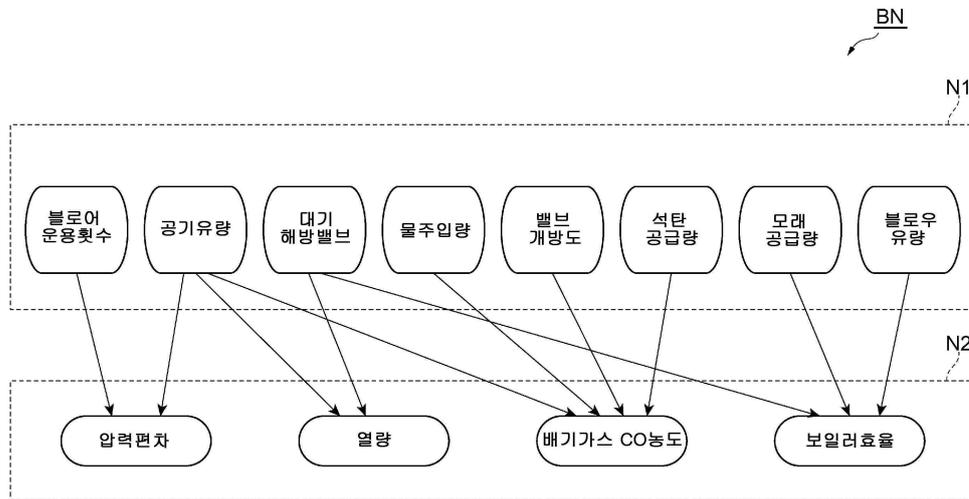
도면1



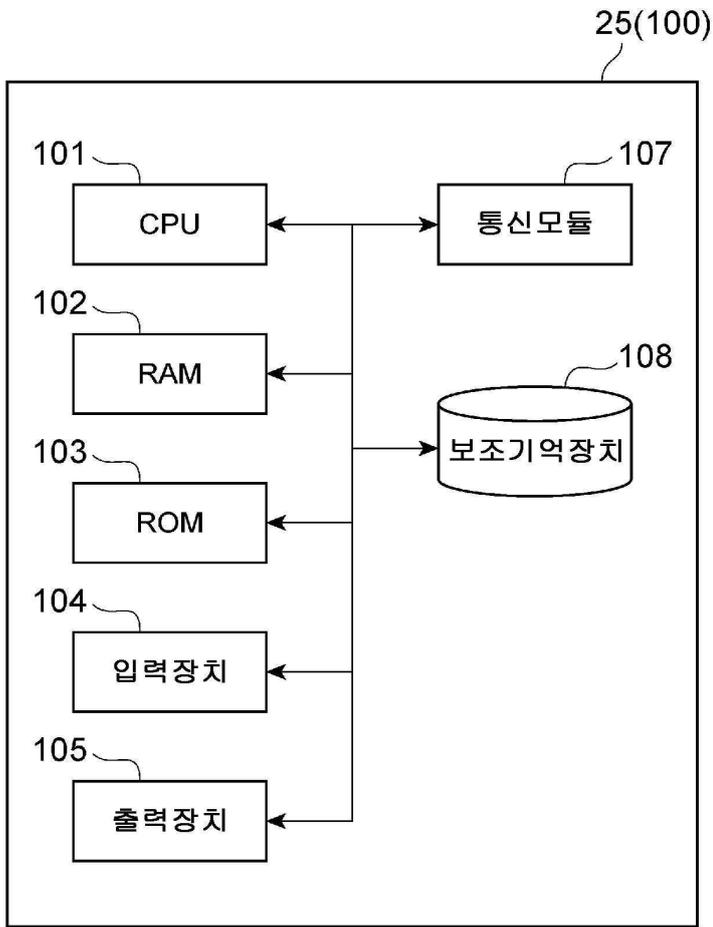
도면2



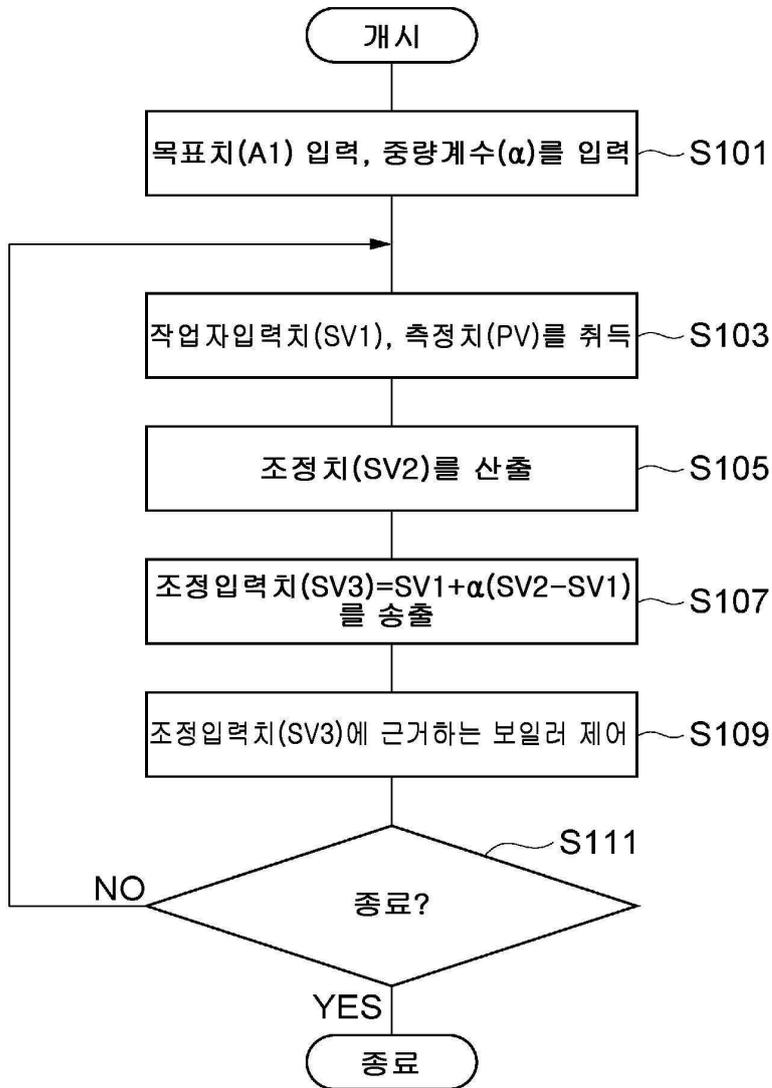
도면3



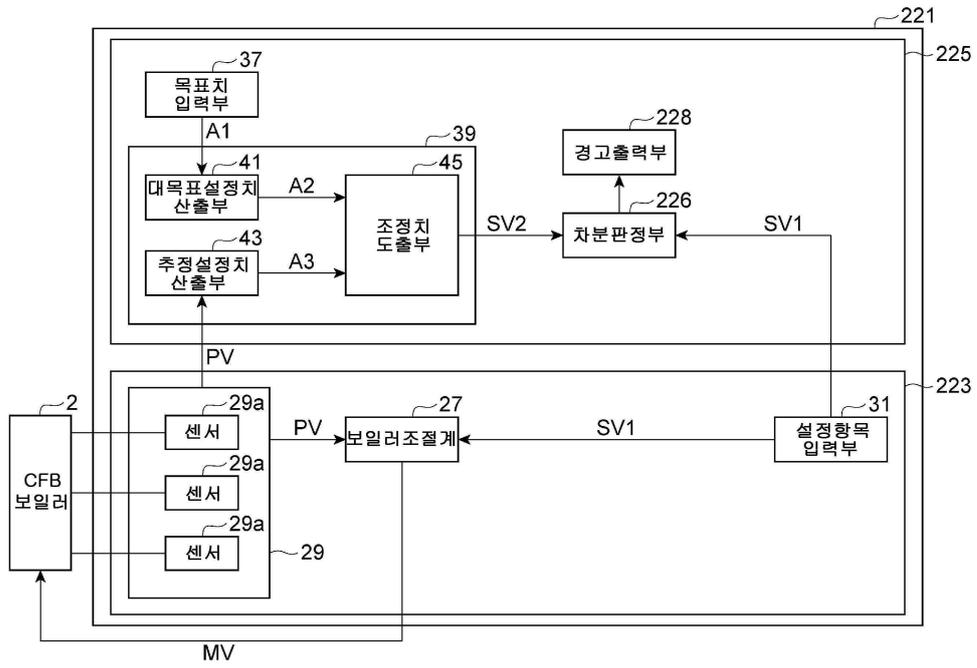
도면4



도면5



도면6



도면7

