

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

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
D03D 51/20

(45) 공고일자 1995년02월03일  
(11) 공고번호 특 1995-0000889

|            |   |           |                |
|------------|---|-----------|----------------|
| (21) 출원번호  | 특 1992-0011891  | (65) 공개번호 | 특 1993-0002569 |
| (22) 출원일자  | 1992년07월03일   | (43) 공개일자 | 1993년02월23일    |
| (30) 우선권주장 | 91-268102 1991년07월16일 일본(JP)                          |           |                |
| (71) 출원인   | 쓰다고마 고오교오 가부시끼가이샤<br>일본국 이시카와켄 가나자와시 노마치 5쵸오메 18반 18고 | 고시바 헤이지   |                |

(72) 발명자 사이넨 쓰도무  
일본국 이시카와켄 가나자와시 데라마치 1쵸오메 19반 30고  
(74) 대리인 강동수, 강일우, 홍기천

**심사관 : 신영두 (책자공보 제3861호)**

**(54) 직포공장의 이익향상 제어방법**

### 요약

내용 없음.

### 대표도

### 도1

### 명세서

[발명의 명칭]

직포공장의 이익향상 제어방법

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는, 집중제어방식하에 공장의 이익향상의 제어를 실행할 경우의 제어계의 블록선도.

제 2 도는, 퍼지 제어부의 입출력관계의 블록선도.

제 3 도는, 각 직기의 제어계의 블록선도.

제 4 도는, 공장의 이익향상제어의 예비시험단계에서의 플로우 차트도.

제 5 도는, 공장의 이익향상제어의 제어단계에서의 플로우 차트도.

제 6 도는, 멤버쉽함수의 설정예의 그래프.

제 7 도는, 전력소비량의 멤버쉽함수의 설정예의 그래프.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 설정값 콘트롤러 2 : 통신 콘트롤러

3 : 회전제어부 4 : 인버터

5 : 원동모터터 6 : 주축

7 : 직기 콘트롤러 8 : 가동모니터

9 : 표시모터너 10 : 브레이크

11 : 위사널기 압력제어부 12 : 위사널기 타이밍제어부

13 : 위사널기용의 압력원 14 : 배관로

15, 16 : 압력조정기 17, 18 : 개폐밸브

19 : 메인노즐 20 : 서브노즐

21 : 회전검출기 22 : 위사

23 : 경사 24 : 개구

25 : 급사체 26 : 드럼식 장력측정 및 저장정치

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| 27 : 걸림핀      | 28 : 솔레노이드          |
| 29 : 위사날기 검출기 | 30 : 집중제어용의 호스트 컴퓨터 |
| 31 : 통신제어부    | 32 : 통신회선           |
| 33 : 직기       | 34 : 통신제어부          |
| 35 : 다른 컴퓨터   | 36 : 섬유 데이터 컴퓨터     |
| 37 : 외부기어부    | 38 : 표시부            |
| 39 : 키보드      | 40 : 직기제어장치         |
| 41 : 퍼지제어기    | 42 : 멤버쉽함수 정의용의 설정기 |
| 43 : 제어규칙 설정기 | 44 : 송출제어부          |
| 45 : 비교기      | 46 : 드라이버           |
| 47 : 송출모우터    | 48 : 송출수단           |
| 49 : 장력검출기    | 50 : PID 제어기        |
| 51 : 전원       | 52 : 전력 계측기         |
| 53 : 드롭퍼장치    | 54 : 픽카운터           |
| 55 : 유량계      | 60 : 퍼지제어부          |

#### [발명의 상세한 설명]

본 발명은, 직포공장의 이익을 향상시키는 제어방법에 관한 것이다.

일本国 특개평 1-239138 호 공보는, 이익평가함수가 최대로 되도록, 이익에 영향을 미치는 제어가능한 설정값을 수정하는 것을 개시하고 있다. 이 기술에 의하면, 제어과정에서 이익평가 함수의 최대값이 복잡한 수법에 의하여 구하여지기 때문에, 최대값을 구하는 데에 장시간을 요한다. 그 사이에, 기계의 특성이 변화하여 버리기 때문에, 그다지 효과가 오르지 않고, 적절한 운전상태를 얻을 수 없었다.

또, 일본국 특개평 2-289152 호 공보는, 직기의 정비, 조정을 끝낸 단계에서, 그 때의 위사날기용 분사압력이나 분사타이밍 등의 검출값을 기준데이터로 하고, 가동상태가 나빠졌을 때, 기준데이터와 현재의 가동중의 검출값을 비교하여 상태가 나빠진 원인을 찾아내는 것을 개시하고 있다. 이 기술에 의하면, 조정단계의 기준데이터와, 가동중의 검출값을 비교하는 것만으로, 설정값을 전극적으로 수정하고, 공장의 이익율을 향상시키기 위한 배려가 되어 있지 않기 때문에, 가동률, 공장의 이익의 관점에서 보아 최적으로 제어상태를 기대할 수 없다.

따라서, 본 발명의 목적은, 어떤 제어상태에서의 직포공장의 이익을 기준으로 하여, 뒤의 이익이 이 기준의 이익을 하회하지 않도록, 공장내에서 각 직기의 설정값을 제어하는 것이다.

상기 목적하에, 본 발명에, 제어대상의 직기에 대하여 예비시험을 하고, 소정의 시험기간에 걸쳐서 공장의 이익의 증감을 좌우하는 파라미터를 수집하고, 예비시험단계에서 기준데이터를 작성하여 놓고, 그후의 상기 직기의 운전중에, 변경할 설정값 하에서 모니터시간에 있어서의 공장의 이익의 증감을 좌우하는 파라미터를 수집하여 모니터시간으로 시간적으로 규준화된 비교데이터를 작성하고, 이 비교데이터와 예비시험단계의 기준데이터를 비교하고, 그 비교결과에 따라서 당해 직기에 대하여 그후의 이익향상을 위한 설정값을 구하도록 하고 있다.

또한, 이 제어는, 개개의 직기에 대하여 실행되지만, 바람직한 실시상태에 의하면, 통계적 데이터의 수집 및 처리의 관점에서, 직포공장단위로 다수의 직기군에 대하여 집중 제어방식하에 실행된다. 또 제어상태의 평가는 평가함수를 사요하지 않고, 또는 평가함수를 도입하여 행하여지며, 또 수정을 위한 새로운 설정값은, 퍼지제어 또는 전문적인 제어시스템(expert control system)등을 활용하여 실시된다.

직포공장의 이익은, 개략 아래의 식으로 표시된다.

$$\text{이익} = \text{직물단가} \times \text{생산량} - \text{코스트}$$

$$\text{생산량} = f(\text{가동시간} \times \text{회전수}, \text{허용 섬유비율})$$

$$\text{가동시간} = \text{토탈시간} - (\text{정지대시간} + \text{준비시간} + \text{보수시간})$$

$$\text{정지대시간} = \text{정지대회수} \times (\text{대기시간} + \text{복구시간})$$

$$\text{코스트} = g(\text{설값}, \text{에너지}, \text{인건비}, \text{설비상각비}, \text{소모품}, \text{소비비})$$

여기서, 대기시간이란 직기가 정지하고 나서부터 직공이 도착하기 까지의 시간을 말하며, 또 복구시간이란 직공이 도착하고 나서부터 실제로 복구에 요한 시간을 말한다.

상기의 식을 단위시간당의 모델로 고쳐쓰면, 이익, 생산량 및 가동시간은, 각각 아래의 식에 의하여 표시된다.

$$r=1-\sum s_i \cdot t_i - \tau_0$$

(1)

m=rn

$$b=m(QS-Y)-(w+Ka)E$$

(2)

(3)

여기서 식중의 기호는, 각각 아래와 같다.

b : 이익

m : 생산량

r : 가동시간

Q : 허용 섬유비율

S : 직물단가

Y : 실값

K : 에어 소비량을 소비전력으로 환산하기 위한 환산계수

E : 전기요금

w : 소비전력

a : 위사불기용의 에어 소비량

n : 직기의 회전수

si : 정지대원인(i)에 의한 정지대회수

단, s1=경사 정지회수

s2=위사 정지회수

 $\tau_i$  : 정지대원인(i)에 의한 평균 정지대시간단,  $\tau_1$ =평균 경사 정지시간 $\tau_2$ =평균 위사 정지시간 $\tau_o$  : 평균 생산외 시간

여기서, 생산외시간이란 제작완료, 고장, 조정 등을 위하여 정지대로 있는 시간을 말한다.

또한, 직기의 회전속도가 빨라지면, 에너지 소비량이나 정지대의 회수가 증가하는 경향으로 되기 때문에, 에어제트 직기의 경우에, 소비전력(w), 에어소비량(a), 정지대회수(si)는, 비교적으로 직기의 회전수(n)의 함수로 되어 있다.

그리고, 상기 3개의 식은, 각각 다음의 각 제어사항과 대응하고 있다.

(1) 식 → 가동률을 향상시키는 제어 파라미터의 값의 탐색(가동률 향상제어)

(2) 식 → 상기에 더하여, 생산량을 향상시키는 회전수를 포함하는 제어 파라미터의 값의 탐색(생산량 향상화 제어)

(3) 식 → 상기에 더하여, 어너지로 로스(loss)를 포함하는 이익을 향상시키는 제어 파라미터의 값의 탐색(이익 향상화 제어)

본 발명의 방법은, 상기 (3)식에 관하여, 그것에 따라서 공장의 이익을 향상시키기 위하여, 제어대상의 직기에 대하여, 최적의 설정값을 자동적으로 제어하여 간다.

생산량의 향상을 목적으로 하여, 최적화 제어를 실행하고, 직포의 생산량을 증가시켰다고 하더라도, 제작에 효하는 에너지 크스트가 높아지면, 공장의 이익은 오히려 감소하게 된다.

따라서, 제작에 요하는 에너지를 파라미터로서 가이함으로써, 종합적으로 공장의 이익이 향상하게 되고, 이 관점에서도 제어가 필요하게 된다.

그것 때문에, 이 제어계는, 직기에 에너지, 모니터로서 전력소비센서(전력계측기) 및 에어소비센서(유량계)를 장착하고, 이익을 고려하면서, 직기의 회전수를 제어한다. 또한, 에어소비량을 줄이기 위하여서는, 위사불기용의 분사압력을 내림으로써, 또는 분사시간을 단축함으로써 실현할 수 있으나, 일반적으로, 위사불기 제어장치에는, 위사는 비주상태(飛株狀態)를 안정시키기 위하여 압력 또는 분사타이밍의 자동제어계가 갖추어지고, 압력 또는 분사 타이밍은 최적화 되어 있다. 그래서, 이와 같은 위사불기의 자동제어계가 부속하고 있는 경우에는, 에어소비량을 줄이기 위하여, 제어과정에서 위사불기용의 설정압력을 직접 바꾸는 일은 하지 말고, 회전수를 내림으로써, 간접적으로 에어 소비량을 내리게 할 수 있다. 물론 이와 같은 위사불기의 자동제어계가 부속하고 있지 않은 경우에는, 직접, 위사불기의 설정값을 변경하게 된다.

제 1 도는, 집중제어계의 구성을 나타내고 있다. 집중제어용의 호스트 컴퓨터(30)는, 통신제어부(31), 통시회선(32)을 통하여, 각각의 직기(33)의 직기제어장치(40)에 접속되어 있고, 또 통신제어부(34)를 통하여 다른 컴퓨터(35) 및 섬유 데이터 컴퓨터(36)에 접속되어 있는 외에, 외부기억부(37), 표시부(38), 키보드(39)에도 접속되어 있다.

다음에 제 2 도는, 호스트 컴퓨터(30)의 내부의 퍼지제어부(60)의 구성을 나타내고 있다. 퍼지제어기(41)는, 멤버쉽함수 정의용의 설정기(42) 및 제어규칙 설정기(43)에 접속되어 있고, 평가함수값

(E3), (B3)를 입력으로 하고, 설정값의 변경량으로서, 직기의 회전수( $\triangle N$ )의 지령을 출력한다.

제 3 도는, 상기 직기제어장치(40)의 구체적인 구성예를 직기(33)의 운동기구 등과 함께 나타내고 있다. 상기 호스트 컴퓨터(30)는, 통신콘트롤러(2)를 통하여 설정값 콘트롤러(1)에 접속되어 있다. 설정값 콘트롤러(1)는 출력쪽에서 회전제어부(3) 및 인버터(4)를 통하여 원동모우터(5)에 접속되어 있다. 원동모우터(5)는, 주축(6)에 연결되어 있고, 그것을 회전시킴으로써, 직기(33)의 운동기구에 제작운동에 필요한 회전력을 준다. 또한, 원동모우터(5)의 소비전력(w)은 원동 모우터(5)와 전원(51)과의 사이에 접속된 전력계측기(52)에 의하여 검출할 수 있도록 되어 있다.

또, 설정값 콘트롤러(1)는, 직기 콘트롤러(7)에 접속되어 있다. 직기 콘트롤러(7)는, 송출제어, 감기제어, 및 기동, 정지제어, 그위에 위사정지, 경사정지시의 자동복구동작을 위하여 필요한 시퀀스를 행하는 부분이고, 입력쪽에서 위사날기 검출기(29), 드롭퍼장치(53) 접속되어 있고, 출력쪽에서 가동모니터(8)를 통하여 설정값 콘트롤러(1) 및 표시모니터(9)에 접속되고, 또, 주축(6)에 연결된 예컨대 전자식의 브레이크(10)에도 접속되어 있다. 또한, 표시모니터(9)는, 설정된 입력데이터를 표시하기 위하여, 통신콘트롤러(2)에도 접속되어 있다.

또, 직기 콘트롤러(7)는, 송출제어부(44)에 접속되어 있고, 목표의 경사장력(T)의 지령을 비교기(45)을 경유하여 PID 제어기(50)로 보낸다. 여기서, PID 제어기(50)는, 드라이버(46)를 통하여 송출모우터(47)를 구동하고, 송출수단(48)을 통하여, 송출빔을 송출방향으로 구동하여 간다. 그리고, 이 송출과정에서, 경사(23)의 장력은, 장력검출기(49)에 의하여 검출되어, 비교기(45)으로 복귀된다. 따라서, PID 제어기(50)는, 목표의 경사장력값(T)과 장력검출기(49)에 의하여 검출기한 경사 장력과의 편차를 입력으로 하여, 드라이버(46)를 구동하여 가게 된다.

또한, 설정값 콘트롤러(1)는, 출력쪽에서 위사날기 제어를 위하여 위사날기 압력제어부(11) 및 위사날기 타이밍제어부(12)에 각각 접속되어 있다. 위사날기 압력제어부(11)는, 위사날기용의 압력원(13)에 접속된 배관로(14) 중의 압력조정기(15), (16)를 조절하고, 위사날기에 필요한 압력을 발생하고, 개폐밸브(17)를 통하여 위사날기용의 메인노즐(19)에, 또 복수의 개폐밸브(18)를 통하여 복수의 위사 반송용의 서브노즐(20)에 공급한다. 또, 위사날기 타이밍제어부(12)는, 주축(6)에 연결된 회전검출기(21)에 의하여 주축(6)의 회전각도를 검출하고, 설정값 콘트롤러(1)에 의하여 설정된 분사 개시 타이밍으로 개폐밸브(17), (18)를 개방하고, 필요한 분사기간에 걸쳐서 개방상태를 유지함으로써, 압력원(13)으로부터의 압력유체를 메인노즐(19) 및 서브노즐(20)로부터 분사하고, 위사(22)를 경사(23)의 개구(24)속에 위사날기 하여 간다.

또한, 회전검출기(21)는, 위사날기 타이밍제어부(12)외에, 회전제어부(3), 가동모니터(8) 및 직기 콘트롤러(7)에도 접속되어 있다. 또, 원동모우터(5)의 회전은, 픽카운터(54)에 의하여 검출되어, 통신 콘트롤러(2)에 보내져서, 호스트 컴퓨터(30)쪽에서 생산량(m)의 데이터로서 활용된다. 또 에어 소비량(a)의 데이터는, 압력원(13)의 하류쪽에서 유량계(55)에 의하여 검출된다.

위사날기후에, 위사(22)의 도달상태는, 도달쪽의 직물 끝단 위치에서 위사날기 검출기(29)에 의하여 검출되어, 위사날기 압력 제어부(11)에 보내진다. 따라서 위사날기 압력제어부(11)는, 위사(22)의 목표의 도달 타이밍과 실제의 도달타이밍과를 비교하고, 그 편차에 따라서 PID 제어하에 필요한 지령신호를 발생하고, 그 지령신호로 압력조정기(15), (16)를 조절하고, 위사날기에 필요한 압력을 제어하여 간다.

이 위사날기에 대비하여, 위사(22)는, 급사체(25)로부터 공급되고, 예컨대 드럼식 장력측정 및 저장장치(26)에 의하여 1피크의 위사날기에 필요한 부만큼 장력측정 및 저장되고, 또한 위사날기 타이밍까지 걸림핀(27)에 의하여 걸려 있다. 이 걸림핀(27)도, 위사날기 타이밍 제어부(12)의 제어하에서, 솔레노이드(28)에 의하여 구동된다.

집중제어용의 호스트 컴퓨터(30)는, 본 발명의 직기의 직포공장의 이익향상 제어방법의 프로그램에 따라서, 직포공장의 이익을 향상시키기 위한 제어를 실행하여 간다.

먼저 제 4 도의 예비시험의 플로우 차트에 따라서, 예비시험이 개시된다. 최초에, 기기대(이하 "기대"라함)수번호 「1」을 선정하여, 제어대상의 직기(33)를 지정하고, 소정의 시험기간에 걸쳐서, 공장의 이익의 증감을 좌우하는 피라미터로서 하기의 파라미터를 판독출력하고, 다음에 이 판독출력동작을 모든 직기(33)에 대하여 기대번호의 경신에 의하여 차례로 판독출력하여, 전대의 수집을 완료하면, 이들 데이터를 시간으로 규준화한다. 이 규준화를 위한 시간은 예비시험에 요한 시험기간(시간)을 사용한다. 다음에, 규준화 한 데이터로부터, 기준데이터로서 평균값 및 표준편차를 구한다.

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| 평균 가중시간 R    | 그 표준편차 $\sigma r$  |
| 평균 경사정지시간 t1 | 그 표준편차 $\sigma t1$ |
| 평균 경사정지회수 S1 | 그 표준편차 $\sigma s1$ |
| 평균 위사정지시간 t2 | 그 표준편차 $\sigma t2$ |
| 평균 위사정지회수 S2 | 그 표준편차 $\sigma s2$ |
| 평균 생산외시간 t0  | 그 표준편차 $\sigma t0$ |
| 평균 회전수 N     | 그 표준편차 $\sigma n$  |
| 평균 생산량 M     | 그 표준편차 $\sigma m$  |
| 평균 소비량 W     | 그 표준편차 $\sigma w$  |
| 에어 소비량 A     | 그 표준편차 $\sigma a$  |

여기서, 규준화후의 가동시간(R)은, 단위시간당 가동시간을 표시하고 있으므로, 가동률과 일치한다.

또한, 평균 정지대시간( $t_i$ )은 직공의 작업능력에 관계하므로, 직공이 담당하는 직기 그룹마다 구하고, 다른 파라미터는, 직물 품종이 동일한 직기그룹마다 구한다.

이와 같이 하여서, 각 파라미터의 평균값의 산출 및 그것들이 표준편차를 산출한 후, 그것들의 데이터에서 이상값이 유무를 확인하고, 이상값이 존재할 경우에, 그것을 제거한다.

이상값으로서는, 시험기간이 지나치게 짧아서, 공장의 이익평가를 충분히 반영하고 있지 않은 데이터 예컨대(가동시간 < 모니터시간/2)의 샘플이나, 파라미터의 하나라도 정규 분포곡선의 그래프로 보아서( $3 \times$  표준편차  $\sigma$ )의 한계를 넘는 샘플이 있다.

이 뒤에, 퍼지제어를 위하여 멤버쉽함수가 정의된다.

멤버쉽함수는, 제 6 도에 예시한 바와 같이, 파라미터의 상기 각 평균값 및 각( $3 \times$  표준편차  $\sigma$ )을 기준으로 하여서 설정된다. 예컨대, 뒤의 퍼지 제어규칙의 점검부에 사용되는 전력 소비량은 제 7 도에 도시한 바와 같이, 평균 전력소비량( $w$ ) 및 그 표준편차( $\sigma_w$ )를 사용하여, 예컨대 삼각형들의 3 개의 퍼지라벨(S), (ZW), (B)로서 설정된다. 이와 같이, 예비시험에 있어서의 데이터를 사요하여 멤버쉽함수를 정의함으로써, 뒤의 퍼지제어의 추론, 즉 적어도 예비시험에서의 공장의 이익을 하회하지 않을 만한 설정값의 추론의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

이 뒤에, 상기 데이터 및 상기의 (3) 식에 따라서, 아래에 표시한 식에 의하여 평가함수(E3)가 정의된다.

$$E3 = n(1 - \sum si \cdot ti - to)(QS - Y) - (W + Ka)E$$

여기서, ( $ti$ ) 및 ( $to$ )는, 각각 예비시험에서 얻은 평균 정지대시간 및 평균 생산외 시간이다. 이 식은, 정지대시간( $ti$ ), 생산외시간( $to$ )은, 직공이나 교체공의 작업능력에 의하여 정해지는 값이기 때문에, 이를 값은 그 후의 제어에 있어서도 이 예비시험에서 구한 값대로 일정한 것으로 하고, 회전수( $n$ ), 정지대회수( $s1$ ), 전력소비량( $w$ ) 및 에어소비량( $a$ )을 변수로 하여서 취급하는 것이며, 이를 변수에 의거한 공장의 이익 기대값이라고 부를 수 있는 것이다.

또한, 이 경우 미리 다음의 데이터를 정수로 하여 공장의 실정에 맞춰서 입력하여 둘 필요가 있다.

Q 허용 성유비율(직물 품종별로 설정)

S 직물단가(직물 품종별로 설정)

Y 실값(직물 품종별로 설정)

K 환산계수

E 전기료

예비시험에서 얻은 평균값을 평가함수의 정의식에 대입하여, 다음의 식에서 이익 기대값(B3)을 구한다.

$$B3 = N(1 - \sum si \cdot ti - to)(QS - Y) - (W + KA)E$$

이와 같이 하여서 예비시험의 과정에서, 이 뒤의 제어에 필요한 멤버함수 및 평가함수가 정의된다. 그리고, 멤버쉽 함수의 정의내용은, 설정기(42)를 통하여 퍼지제어기(41)에 격납된다.

이 뒤에 제 5 도의 제어의 플로우 차트에 따라서, 직기(33)군이 실제로 가동하고 있는 상태에서, 제어가 개시된다. 모니터시간이 경과한 시점에서, 제어대상의 직기(33)의 기대(기기대)번호 「1」 가지정되어, 당해 직기(33)로부터 필요한 데이터가 판독출력된다. 판독출력 대상의 데이터(파라미터)는, 아래와 같다.

모니터시간 T

원인별 정지대회수 KT

단, 경사정지회수 K1

위사정지회수 K2

원인별 정지대시간  $\sum T_{1j}$

단, 경사정지정지대시간  $\sum T_{1j}$

위사정지정지시간  $\sum T_{2j}$

$j=1, 2, \dots$ 이고,  $T_{ij}$ 는, 개개의 정지대원인에 있어서의 정지대시간을 표시함.

생산외 시간 To

생산량 Mo

회전수 No

전력소비량 Wo

에어소비량 Ao

단, 실제의 공장에 있어서, 직공은, 1일 3교대제의 시프트별로 배정되고, 또 규준시간이 짧으면 오차도 커지기 때문에, 모니터시간은, 시프트시간보다 짧고, 더구나 일정한 길이가 필요하다. 이 때문

예, 모니터시간은 1시간 정도로서 설정되지만, 설정변경가능으로 하는 것이 바람직하다.

다음에, 이를 데이터가 시간으로 규준화 된다. 규준화는, 모니터시간(T)을 사용하여 아래의 식에 의하여 행하여진다.

$$\text{원인별 정지대회수} \quad s_i = k_i / T$$

$$\text{원인별 정지대시간} \quad r_i = \sum t_{ij} / k_i$$

$$\text{생산외 시간} \quad r_o = T_o / T$$

$$\text{생산량} \quad m = M_o / T$$

$$\text{전력소비량} \quad w = W_o / T$$

$$\text{에어소비량} \quad a = A_o / T$$

이 뒤에, 평가 함수값이 산출된다. 평가 함수값의 산출은, 상기 데이터를 상기 평가함수(E3)의 식에 대입하여서 다음 식으로 구할 수 있다.

$$B3 = N(1 - \sum s_i \cdot t_i - r_o) \cdot (QS - Y) - (W + KA)E$$

다음에, 당해 직기(33)에 관하여, 제어를 보류하는가 어떤가의 판정을 하게 된다. 즉, (가동시간 < 모니터시간/2)의 기대에 대하여는, 데이터의 신뢰성이 없다고 판단하여, 보류되고, 또, (평가함수값 E3 ≥ 평가함수값 B3)의 것에 대하여는, 앞의 예비시험의 시점에 비하여 높은 공장이익이 기대되므로 형상유지로 좋다고 판단하여, 보류된다. 따라서, 상기 이외의 보류되지않은 직기(33)에 대하여, 아래의 퍼지 제어규칙에 따라서 설정값 변경을 위한 필요한 처리가 실행된다.

이익향상에 대한 퍼지 제어규칙으로서, 퍼지제어기(41)에 제어규칙의 설정기(43)에 의하여 아래의 룰을 짜넣는다. 또한, 글 끝의 팔호안은, 이유를 표시한다.

(1) 평가함수(E3)가 이익 기대값(B3)보다 작고, 전력소비량(w)이 전력소비량(W)보다 매우 크면, 회전수를 내린다(전력소비량을 내린다).

(2) 평가함수(E3)가 이익 기대값(B3)보다 작고, 에어소비량(a)이 에어소비량(A)보다 매우크면, 회전수를 내린다(에어소비량을 내린다).

퍼지제어부(41)는, 퍼지 추론의 과정에서, 상기 제어규칙(1), (2)의전 건부에 대한 적합도에 따라서, 그것들의 후건부의 멤버쉽함수를 연산하여 그것들의 합성멤버쉽함수를 구하고 나서, 그 중심을 결정하고, 그 중심에 대응하는 회전수 보정값( $\Delta N$ )을 구하고, 그것을 확정값으로 하여서 대응의 기대의 직기(33)에 송신한다. 또한 퍼지 추론의 구체적 수법은, 공지의 것을 채용할 수 있다.

다음에, 새로이 다음의 기대번호가 특정되고, 그 기대번호의 직기(33)에 대하여 이상의 제어가 차례로 실행되어 간다. 그리고, 모든 기대에 대하여 새로운 설정값의 수정이 완료한 시점에서, 제어가 종료한다.

이와같이, 퍼지제어기(41)는, 각 직기(33)의 기대번호를 지정하면서 제어에 필요한 데이터를 거두어들이고, 공장의 이익을 향상시키기 위한 퍼지 제어규칙에 따라서 회전수 보정값을 작성하고, 각 직기(33)의 설정값 콘트롤러(7)에 보내다. 거기서, 설정값 콘트롤러(7)는, 회전수 보정값을 각부에 주고, 변경하여 간다.

또한, 상기 실시예는, (평가함수값 E3 < 평가함수값 B3)의 관계를 만족시키는 직기에 대하여, 이익의 증감에 영향을 주는 파라미터로서 회전수를 수정하였다. 그러나, 상기 관계는, 상기의 (1), (2), (3)식으로 분명한 바와같이, 생산량(m) 또는 가동시간(가동률)(r)이 작은 경우에도, 채워진다. 그래서, 이를 생산량이나 가동률도 작아지지않게끔 제어를 부가하는 것이 바람직하다. 아래에, 본 발명의 이익향상제어에 조합시키는 데에 최적의 생산량 제어 및 가동률 향상 제어의 1예를 제시한다. 또한, 아래의 실시예는 기본적으로 상기의 이익향상제어와 같은 수순에 의하여 실행된다.

먼저, 상기 실시예와 같이 하여서, 상기의 (1), (2)식에 따라서, 예비시험에서 구한 정지대시간(to) 및 생산외시간(to)을 사용하여, 다음의 2개의 평가함수를 정의한다.

$$E1 = 1 - \sum s_i \cdot t_i - to$$

$$E2 = n(1 - \sum s_i \cdot t_i - to)$$

이들 평가함수(E1) 및 (E2)는, 각각, 가동률 기대값 및 생산량 기대값이라고 부를 수 있는 것이다.

또, 예비시험에서 얻은 각종 평균값을 상기 평가함수에 대입함으로써, 예비시험에 있어서의 각각의 평가 함수값, 즉 가동률 기대값(B1), 생산량 기대값(B2)을 다음의 식에서 구할 수 있다.

$$B1 = 1 - \sum s_i \cdot t_i - to$$

$$B2 = n(1 - \sum s_i \cdot t_i - to)$$

그후, 제 5 도의 제어 플로우 차트에 따라서 데이터가 수집되고, 모니터 시간(T)으로 규준화 된다. 이를 데이터를 상기 평가함수(E1), (E2)에 대입함으로써, 예비시험후에 직기(33)가 실제로 가동하고 있는 상태에서의 평가함수값, 즉 생산량 기대값 및 가동률 기대값이, 각각 다음의 식으로 산출된다.

$$E1 = 1 - \sum s_i \cdot t_i - to$$

$$E2 = No(1 - \sum s_i \cdot t_{i-to})$$

다음에, 상기 실시예와 같이, 제어를 보류하느냐 어떤가의 판단을 하게 된다. 즉(가동시간 < 모니터 시간/2)의 기대나, (평가함수값 E1 ≥ 평가함수값 B1) 또는, (평가함수값 E2 ≥ 평가함수값 B2)의 기대에 대하여는, 제어가 보류된다. 따라서, 그 이외의 직기(33)에 대하여, 아래의 퍼지 제어규칙에 따라서 설정값 변경을 위한 필요한 처리가 실행된다.

그런데, 일반적으로, 직기에는, 각종의 자동제어계가 부속하고 있다. 예컨대, 위사널기의 제어로서, 메인노출의 분사타이밍의 자동제어, 메인노출의 압력, 서브노출의 압력의 자동제어, 메인노출의 분사타이밍과 동기한 서브노출의 분사타이밍의 자동제어를 하게 되고, 또, 경사장력의 제어로서, 경사의 목표장력으로의 추종제어를 하게 되어 있다. 여기서, 상기의 위사널기를 위한 각 자동제어는, 1 예로서, 위사널기 경로중의 소정위치에 설치한 위사센서에 위사가 도달하는 각도가 일정하게 되도록, 압력 또는 분사타이밍을 자동적으로 변경하는 것이다.

이와같은 자동제어계가 직기에 부속하고 있는 경우에는, 예컨대 메인노출의 분사타이밍을 변경하기 위하여 그 자동제어계에 보내는 신호는, 분사타이밍의 상한값 및 하한값을 표시하는 신호로 할 수 있다. 이것은, 만일에 자동제어계에 보내는 신호를, 변경하여할 분사타이밍 그 자체로 한 경우, 그 변경후에, 자동제어계의 작용에 의하여, 재차 원래의 상태로 복귀하여 버리고, 그 목적을 달성할 수 없기 때문이다. 또한, 상한값 및 하한값의 변경폭이 클때에는, 제어계의 급변을 피하기 위하여, 서서히 바꿔가는 등의 궁리가 필요하다.

또한, 여기서, 메인노출의 압력의 자동제어계가 부속하고 있으면, 메인노출의 분사타이밍의 상한값 및 하한값이 변경됨으로써, 메인노출의 압력을 자동적으로 변경할 수 있게 된다. 환언하면, 메인노출의 분사타이밍의 상한값, 하한값을 수정함으로써, 그것들이 압력이 제어가능하다. 그때의 메커니즘은, (분사타이밍의 하한값을 더디게 한다) → (부사타이밍이 늦는다) → (위사의 도달이 늦는다) → (압력이 오른다)던가, 또는 (분사타이밍의 하한값을 빠르게 한다) → (분사타이밍이 빨라진다) → (위사의 도달이 빨라진다) → (압력이 내린다)로 되어서, 결과적으로 분사의 압력은, 분사타이밍의 상하한값에 주종하여 변화하게 된다. 물론, 이와같은 자동제어계가 부속하고 있지 않은 경우에는, 설정값 변경을 위하여 그 제어계가 보내는 신호는 변경하여야 할 분사타이밍, 압력 그 자체를 나타내는 신호로 하게 된다.

그래서, 아래의 퍼지 제어규칙은, 그 전제로 되는 장치가, 위사널기 압력제어부(11)가 압력의 자동제어의 기능을 갖추고, 또한, 위사널기 타이밍 제어부(12)가 분사타이밍의 제동제어의 기능을 갖추지 않고 단지 설정값 대로 개폐밸브(17), (18)를 제어하는 경우를 나타낸다. 이 경우, 위사널기 타이밍 제어부(12)의 설정 분사타이밍을 변경함으로써, 결과적으로 위사널기 압력을 변경할 수 있다. 각 퍼지 제어규칙은, 설정기(43)에 설정되어, 퍼지 제어기(41)에 짜넣어진다. 또한, 글끝의 괄호안은, 이유를 표시한다.

먼저, 가동률을 향상시키기 위한 퍼지 제어규칙은 아래와 같다.

(3) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 분사 개시 타이밍이 더디면 분사 개시타이밍을 빠르게 한다(압력이 지나치게 높다)

(4) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 분사 개시 타이밍이 빠르면 분사 개시타이밍을 더디게 한다(압력이 낮다. 위사의 경사걸림을 막는다)

(5) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 일정기산에 있어서의 경사정지회수가 많으면, 분사 개시 타이밍을 바꾸지 않는다(위사정지보다 경사정지가 문제이다).

(6) 분사 개시 타이밍의 매우 더디면, 분사 개시 타이밍을 더딘 편으로는 바꾸지 않는다.

(7) 분사 개시 타이밍의 매우 빠르면, 분사 개시 타이밍을 빠른 편으로는 바꾸지 않는다.

(8) 일정기간에 있어서 위사정지회수가 많고, 경사장력이 낮으면, 장력을 올린다(위사의 경사걸림을 막는다).

(9) 일정기간에 있어서 경사정지회수가 많고, 경사정력이 높으면, 장력을 내린다(경사의 강도 부족).

(10) 경사장력이 매우 높으면, 장력을 높은 편으로 바꾸지 않는다.

(11) 경사장력이 매우 낮으면, 장력을 낮은 편으로 바꾸지 않는다. 또한, 위사널기 압력제어부(11)가 압력의 자동제어기능을 갖추고 있지 않은 경우에는 직접 설정압력을 변경할 필요가 있고, 이 경우를 예정하고, 다음의 제어규칙을 추가한다.

(12) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 분사 개시 타이밍이 더디면 압력이 내리고, 또한 분사 개시타이밍을 빠르게 한다(압력이 지나치게 높다).

(13) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 분사 개시 타이밍이 빠르면 압력이 올리고, 또한 분사 개시타이밍을 더디게 한다(압력이 낮다. 위사의 경사걸림을 막는다).

(14) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 경사정지회수가 많으면, 압력을 바꾸지 않는다(위사정지보다 경사정지가 더 문제이다).

(15) 압력이 매우 높으면, 압력을 올리는 방향으로 바꾸지 않는다.

(16) 압력이 매우 낮으면, 압력을 내리는 방향으로는 바꾸지 않는다. 상기 를 중

(6), (7), (10), (11), (15), (16)은 제어범위에 제약조건을 불이는 것이며, 그리기 위해서는, 미리 분사 개시타이밍, 위사널기압력 및 경사장력의 상한값 및 하한값을 입력하여 높을 필요가 있다. 또

한, 여기서는, 제어규칙에 의하여 제어범위에 제약조건을 붙였으나, 이 대신에, 변경하여 할 설정값을 최종 출력하는 단계에서 상하한의 리미터를 걸도록 하여 좋다.

다음에, 생산량을 향상시키기 위한 퍼지 제어규칙은 아래와 같다.

(17) 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많고, 분사 개시 타이밍이 매우 빠르면, 회전수를 내린다(위사의 비주기간이 부족하고 있다)

(18) 일정기간에 있어서의 경사정지회수가 많고, 경사장력이 매우 낮으면, 회전수를 내린다(경사의 강도가 부족하고 있다).

또한, 평가함수값(E2)이 평가함수값(B2)보다 클때에는, 형상유지로 좋다고 판단하여, 제어보류하고 있었으나, 다음과 같이, 적극적으로 회전수를 올리는 제어규칙을 추가하여도 좋다.

(19) 평가함수값(E2)이 평가함수값(B2)보다도 크며, 회전수를 올린다(가동이 좋은 기대는 회전수를 올린다).

이때, 회전수를 올린 결과로서, 예방적으로 다음의 제어규칙을 추가할 수 있다.

(20) 회전수가 높고, 분사 개시 타이밍이 더다면, 분사 개시타이밍을 빠르게 한다(위사의 강도부족에 대하여, 비주기간을 길게 하고, 압력을 내린다).

(21) 회전수가 높고, 경사장력이 높으면, 경사장력을 내린다(경사의 강도부족에 대하여, 장력을 내린다.)

또한, 제약조건으로서, 아래의 제어규칙을 추가할 수 있다.

(22) 회전수가 매우 높으면, 회전수를 올리는 방향으로 바꾸지 않는다.

(23) 회전수가 매우 낮으면, 회전수를 내리는 방향으로 바꾸지 않는다.

또한, 이들 제어규칙을 위하여, 회전수의 상한값 및 하한값이 미리 입력된다.

퍼지제어기(41)는, 이상의 제어규칙에 따라서, 상기 실시예와 마찬가지로, 퍼지추론을 실행하고, 설정값의 수정량인 분사 개시타이밍( $\Delta \text{①}$ ), 압력( $\Delta P$ ), 경사장력( $\Delta T$ ) 및 회전수 ( $\Delta N$ )를 산출하여, 대응의 직기(33)에 송신한다.

또한, 상기의 퍼지 제어규칙은 어디까지나 1예로서, 필요에 따라서 임의의 변형이 가능하다. 또, 필요에 따라서, 그위에 다른 입력 파라미터 및 출력파라미터를 채용한 제어규칙을 추가하여도 좋다. 예컨대, 가동률의 증감을 좌우하는 파라미터로서, 위사가 위사넣기 검출기(29)에 도착하는 각도의 불규칙성을 추가 입력하고, 출력 파라미터인 직기의 설정값으로서, 직기 회전수를 추가한 경우의 퍼지 제어규칙의 1예를 아래에 나타낸다.

(1) 도달각도의 불규칙성이 크면, 위서넣기의 압력을 올린다.

(2) 도달각도의 불규칙성이 작으면, 위서넣기의 압력을 내린다.

(3) 도달각도의 불규칙성이 크면, 직기회전수 내린다.

(4) 도달각도의 불규칙성이 작으면, 직기회전수 올린다.

또, 위사넣기 검출기로서, 정상적으로 위사넣기된 위사가 도달할 수 있는 위치에 설치된 위사넣기 검출기(29)(H1이라 함)에 더하여, 그위에 위사넣기 방향 하류쪽으로서 정상적으로 위사넣기된 위사가 도달할 수 없는 위치에 위사넣기 검출기(H2라고 함)를 설치한 경우에는, 예컨대, 아래의 퍼지 제어규칙을 추가할 수 있다.

(1) 일정기간에 있어서의 H1정지가 많으면, 위사넣기의 압력을 올린다.

(2) 일정기간에 있어서의 H1정지가 많으면, 분사 개시타이밍을 더디게 한다.

(3) 일정기간에 있어서의 H2정지가 많으면, 위사넣기의 압력을 내린다.

(4) 일정기간에 있어서의 H2정지가 많으면, 직기회전수를 내린다.

또한, 자동적으로 변경제어할 수 없는 직기의 설정값을 변경하기 위한 퍼지 제어규칙을 추가할 수도 있다. 예컨대, 개구량을 변경하기 위한 퍼지 제어규칙을 아래에 표시한다. (1) 직기 회전수가 높고, 또한, 일정기간에 있어서의 위사정지회수가 많으면, 개구량을 크게 한다.

(2) 직기회전수가 높고, 또한, 일정기간에 있어서의 경사정지회수가 많으면, 개구량을 작게 한다.

또한, 이 경우는, 설정값의 변경은 직공에 의지하는 것이 되므로, 직기상에 경보를 표시하면 좋다.

또한, 이상의 실시예에 있어서, 작업자의 능률에 의존하여 기계적을 제어 불가능한 정지대시간이나 생산외 시간을, 예비시험에 있어서의 통계적인 평균값으로 대응하여 일정하게 가정하고, 평가함수에 의한 기대값을 기준으로 하여 제어동작의 판단을 하고 있다. 이에 의하여, 공장의 가동에 있어서의 각종의 오차의 원인의 혼입을 피하는 것이 가능해지기 때문에, 제어의 신뢰성은 높아진다. 그러나, 예비시험후의 제어의 과정에서, 예컨대 직공이 교대하였거나 한 때에는, 정지대시간이나 생산외시간이 변화하고, 잘못된 방향으로 제어를 해버릴 위험이 있다. 그래서, 예비시험후의 제어의 과정에서, 정지대시간과 생산외시간과를 감시하고, 이상이 발견되었을 때, 즉, 허용범위를 넘었을 때에는, 경보를 출력하도록 하여도 좋다. 이 허용범위로서는, 예컨대, 예비시험에 있어서의 정지대시간 및 생산외시간의 평균값 및 표준편차를 사용하여, (평균값 ± 3표준편차)로 설정할 수 있다. 그리고, 실제의 제어에 있어서의 정지대시간 및 생산외시간이, 이 범위를 넘었을 때에 이상이라고 판단한다. 이

상으로 판단되어, 경보가 출력되었을 때에는, 그후의 설정값 변경의 제어를 중단하고, 또, 직공은, 경보를 확인하고, 필요하다면 예비시험을 재실시한다.

또, 상기 실시예는, 이동상태의 평가를 위하여, 평가함수를 도입하고 있는데, 이 평가함수는 반드시 필요로 되지는 않는다. 즉, 상기 실시예는, 예비시험에 있어서의 평가함수값과 그 후의 제어에 있어서의 평가함수 수값과를 비교하고, 후자가 전자를 하회하는 직기에 대하여서만, 퍼지추론에 의하여 설정값을 변경하였으나, 이 대신, 평가함수를 사용하는 일없이, 모든 직기에 대하여 퍼지추론을 실행하고, 변경하여야 할 설정값을 산출하도록 하여도 좋다. 이때의 이익향상을 위한 제어규칙은, 예컨대, 아래와 같이 할 수 있다.

(1) 전력소비량(w)이 전력소비량(W)보다 매우 크면, 회전수를 내린다.

(2) 에어소비량(a)이 에어소비량(A)보다 매우 크면, 회전수를 내린다.

또, 상기 실시예는, 정지대시간을 정지대 원인별로 구하였으나, 일반적으로 대기시간편이 복구시간 보다도 훨씬 길기 때문에, 위사 정지 정지대시간과 경사정지 정지대시간과를 합친 것을 평균 정지대 시간을 하여도 좋다.

또, 상기 실시예는, 레노, 캣치코오드(leno catch cord) 절단에 의한 정지대는, 생산외시간에 포함되어 있으나, 필요하다면, 위상정지나 경사정지와 마찬가지로, 정지대회수, 정지대시간을 구하도록 하여도 좋다.

또, 상기 실시예는, 집중 제어 방식하에 다수의 직기(33)를 일괄하여 제어하고 있으나, 다수의 직기(33)의 집합으로서의 특성을 고려하지 않는다면 개개의 직기(33)에 대하여 독립으로 행할 수도 있다.

또, 수정수단은, 퍼지 제어규칙에 의하지 않고, 예컨대 전문적인 제어 시스템을 이용하여, 상기 평가함수를 도입하면서, 또는 도입하지 않은채로, 행할 수도 있다.

본 발명에서는, 예비시험단계에서, 어떤 제어상태하에서 실제로 가동한 데이터에 따라서 공장의 이익의 증감을 좌우하는 파라미터가 수집되어, 이 파라미터에 따라서 기준데이터가 작성되므로, 종래의 경험이나 지식에 의거한 인위적인 기준값의 설정수단에 비교하여, 그후의 가동상태에서, 공장의 이익이 저하하는 일이 없고, 항상 공장의 이익이 향상하는 방향으로 데이터가 수정되어 가기 때문에, 공장의 이익향상의 목적을 확실하게 달성할 수 있다.

제어과정에서, 제어불능의 파라미터를 정수로 한 평가함수를 이용하면, 가동상태의 파악이 정확하게 되고, 또 그후의 공장의 이익향상을 위한 수정단계에서도 데이터의 신뢰성이 높아지기 때문에, 공장의 이익을 한층 높일 수 있다.

또 제어과정의 수정수단으로서, 지식공학을 이용한 퍼지제어나 엑스파아트 시스템을 이용하면, 직기의 자동제어의 분야에서 고도의 최적제어를 실행할 수 있다.

특히, 제작과정에서, 제작에 필요한 에너지의 소비량이 고려되고, 그 코스트의 관련으로, 직포공장의 이익이 향상하는 방향으로 설정값이 수정되어 가기 때문에, 높은 가동률, 공장의 이익이나 높은 생산성하에서, 공장의 이익이 상대적으로 감소한다고 하는 좋지 않은 운전상태를 회피할 수 있고, 공장의 종합적인 이익향상의 관점에서 적절한 제어상태를 설정할 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

제어대상의 직기(33)에 대하여 예비시험을 하고, 소정의 시험기간에 걸쳐서 공장의 이익의 증감을 좌우하는 파라미터를 수집하고, 공장의 이익의 증감을 좌우하는 파라미터중 설정값에 영향받지 않는 파라미터를 정수로 하고, 설정값에 영향받는 파라미터를 변수로 한 이익의 평가함수를 정하는 과정, 상기 직기(33)를 운전하고, 모니터시간(T)에 있어서의 설정값에 영향받는 파라미터를 수집하는 과정, 상기 과정에서 수집한 설정값에 영향받는 파라미터를 상기 평가함수에 대입하여, 평가 함수값을 구하는 과정과, 상기 예비시험의 과정에서 구한 평가함수값과 상기 과정에서 구한 평가 함수값과를 각각 비교하고, 그 비교결과에 따라서 그후의 설정값을 구하는 과정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 직포공장의 이익향상 제어방법.

#### 청구항 2

제 1 항에서, 공장의 이익의 증감을 좌우하는 파라미터를 정지대회수(si), 정지대시간(ti), 생산외시간(to), 회전수(m), 저력소비량(w) 및 에어소비량(a)으로 하는 것을 특징으로 하는 직포공장의 이익향상 제어방법.

#### 청구항 3

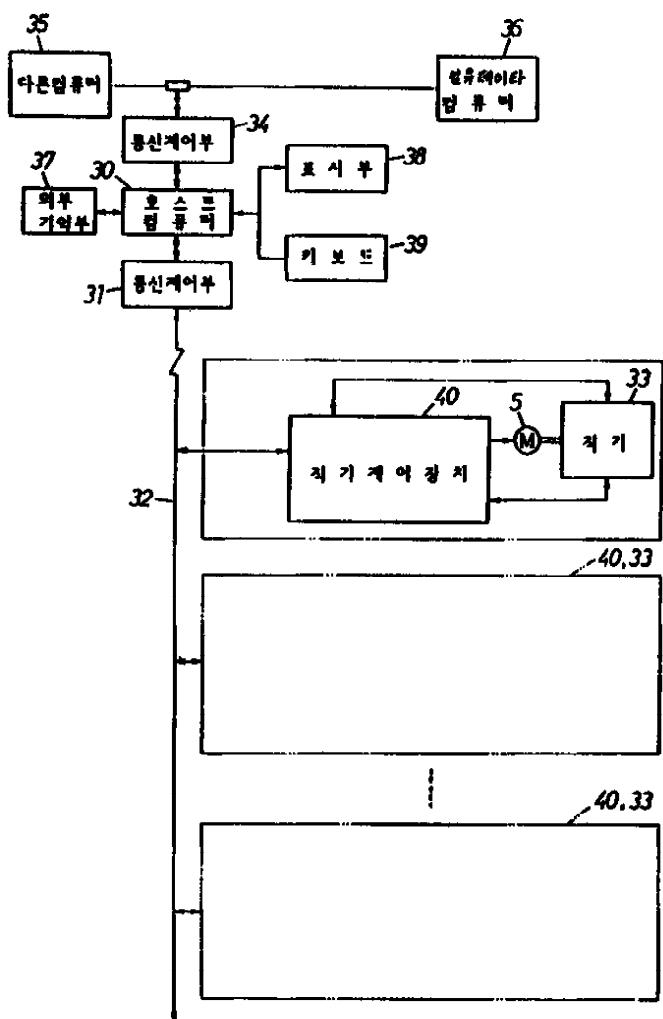
제 1 항에 있어서, 설정값에 영향받은 파라미터를, 정지대회수(Si), 회전수(m), 전력소비량(w) 및 에어소비량(a)으로 하고, 설정값에 영향받지 않는 파라미터를 정지대시간(ti) 및 생산회시간(to)으로 하는 것을 특징으로 하는 직포공장의 이익향상 제어방법.

#### 청구항 4

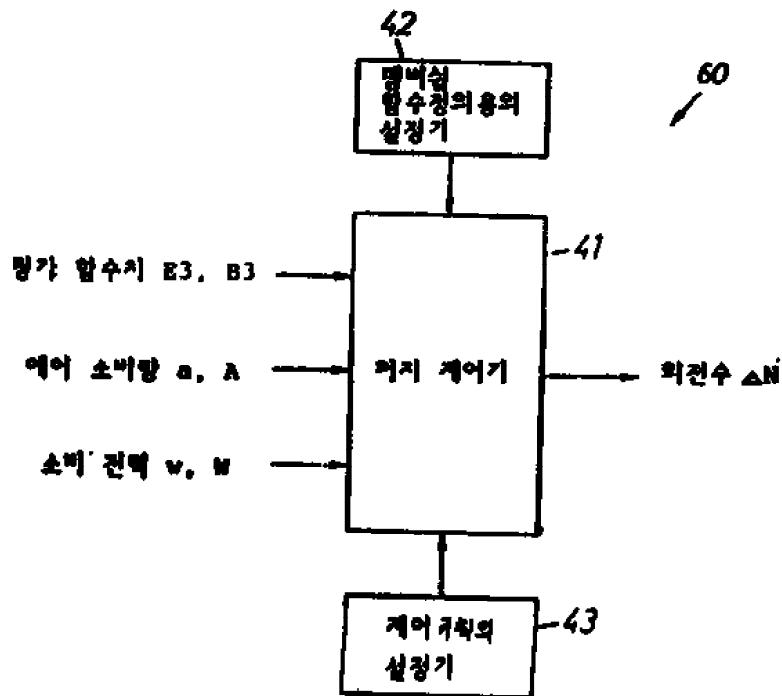
제 1 항에 있어서, 제어용 설정값을, 직기(33)의 회전수(m)하는 것을 특징으로 한는 직포공장의 이익향상 제어방법.

도면

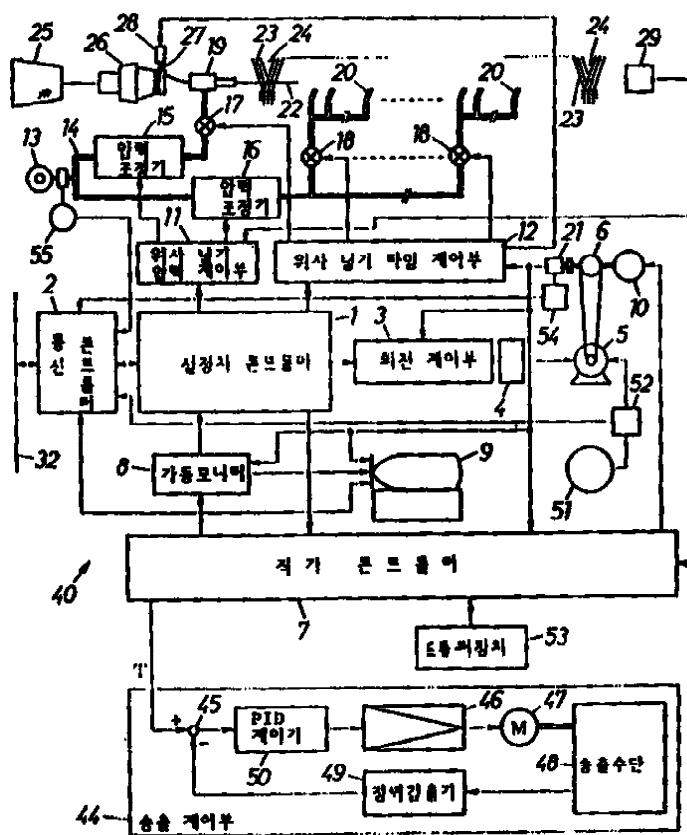
도면1



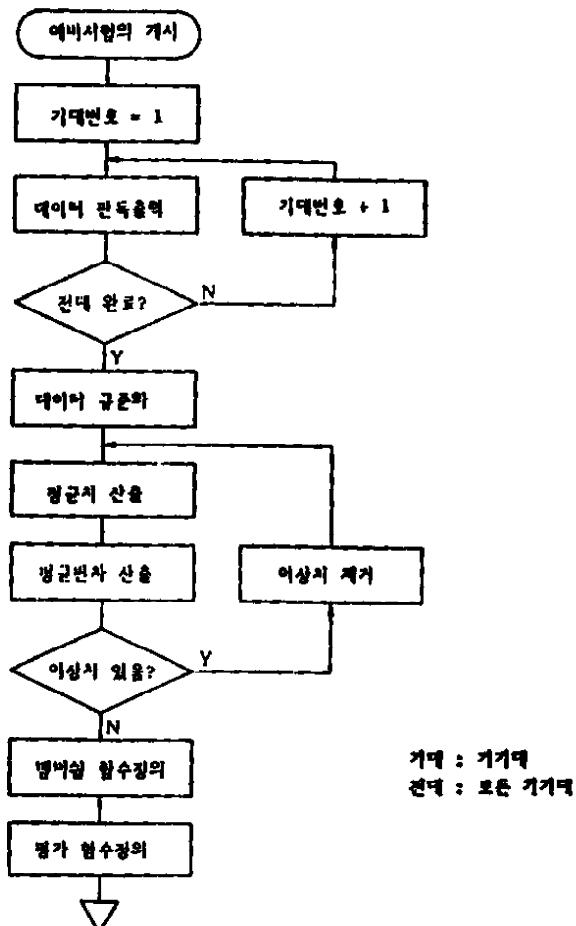
도면2



도면3

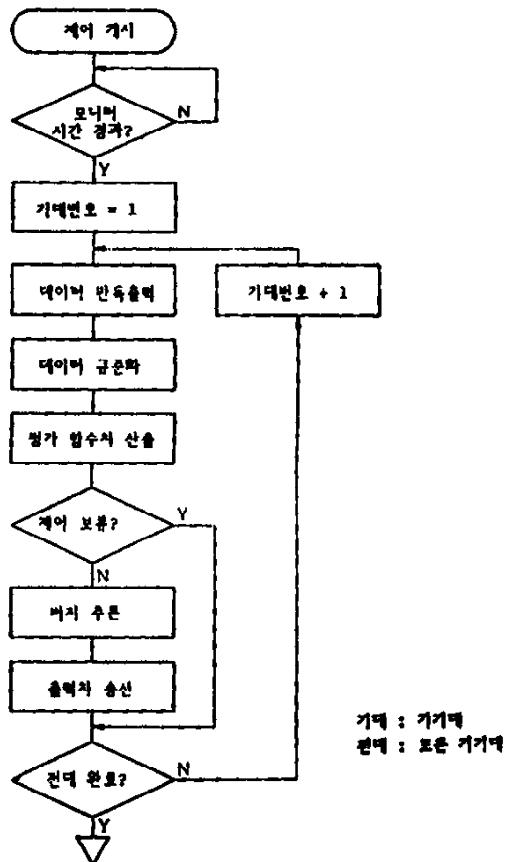


## 도면4

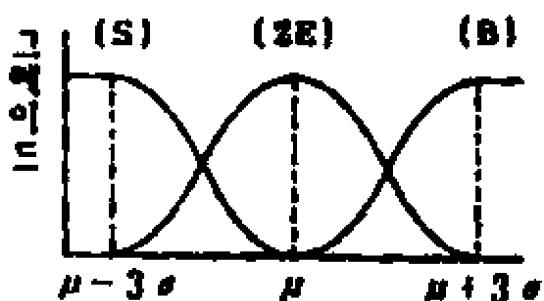


기대 : 기기대  
전체 : 모든 기기대

도면5



도면6



도면7

## 전력 소비량

