

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
B21B 37/00

(45) 공고일자 1990년06월07일
(11) 공고번호 특1990-0003970

(21) 출원번호	특1987-0004302	(65) 공개번호	특1987-0009772
(22) 출원일자	1987년04월30일	(43) 공개일자	1987년11월30일
(30) 우선권 주장	61-100547 1986년04월30일 일본(JP)		
(71) 출원인	가부시기가이샤 도시바 와다리 스기이찌로오		
	일본국 가나가와켄 가와사끼시 사이와이구 호리가와쵸오 72가와사끼 세		
	이테쓰 가부시기가이샤 야기 야스히로		
	일본국 효고켄 고베시 주오구 기따훈마찌도리 1쵸메 1-28		
(72) 발명자	세끼구찌 구니오		
	일본국 사이따마켄 가와고에시 고센바쵸오 1-6-9		
	가이 하지메		
	일본국 도오쿄도 후쯔시 미요시쵸오 2-43 진까이 소 105		
	미요까와 마사루		
	일본국 지바켄 나라시노시 소데가우라 1-17-10		
	우에다 겐지		
	일본국 지바켄 지바시 가이즈까쵸오 1213-2		
(74) 대리인	유영대, 나영환		

심사관 : 서병형 (책자공보 제1897호)

(54) 다중 압연기의 롤 편심 제거 제어 방법 및 장치

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

다중 압연기의 롤 편심 제거 제어 방법 및 장치

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 본 발명의 양호한 실시예의 블록도.

제 2 도는 제 1 도중 롤 편심 제거 제어계의 블록도.

제 3 도 및 제 4 도는 롤 편심 검출 동작을 설명하기 위한 파형도.

제 5 도는 본 발명에 따른 롤 편심 검출 과정의 흐름도.

제 6 도는 본 발명에 따른 롤 편심 재생 과정의 흐름도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1A, 1B : 위킹 롤

2A, 2B : 백업롤

3 : 하중검출기

4A, 4B : 마크 펄스 발생기

5A, 5B : 샘플링 펄스발생기

6 : 유압실린더

7 : 유압제어장치

8 : 롤 편심 검출회로

9 : 롤 편심 재생회로

10 : 압연재

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 백업롤을 갖는 다중 압연기를 롤 편심 제거 제어방법 및 장치에 관한 것이다.

강판들을 압연하는 압연기에 있어서, 백업롤(backup roll)의 편심에 의한 롤 갭(roll gap)의 변동에 따라 유발되는 압연재의 판두께 변동 및 그 장력변동은, 제품의 품질을 저하시킬뿐만 아니라 압연공정을 불안정하게하는 요인이 된다.

특히, 최근들어 응답속도가 빠른 유압장치를 구비한 압연기가 사용되고 있는데, 이 유압장치의 고속 응답 특성을 최대로 활용하여 판두께의 정밀도가 우수한 제품을 생산하기 위해서는, 백업롤의 편심을 반드시 제거하지 않으면 안된다.

한쌍의 워킹롤(working roll)과 한쌍의 백업롤로 구성되는 4중 압연기에 대해 이하에 설명한다. 일반적으로, 롤 편심은 기본파 성분 이외에도 고조파 성분을 포함하지만, 설명의 편의상 이하에서는 각 백업롤의 1회전을 1주기로 하는 기본파 성분만을 생각하기로 한다.

상, 하 백업롤의 편심을 각각 ΔS_A , ΔS_B 로하면, 합성 롤 편심 ΔS_E 은 다음의 (1)식으로 표시된다. 즉,

$$\Delta S_E = \Delta S_A + \Delta S_B \dots\dots\dots(1)$$

$$\Delta S_A = X_A \cdot \sin(\theta_A + \phi_A) \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta S_B = X_B \cdot \sin(\theta_B + \phi_B) \dots\dots\dots(3)$$

여기서, X_A : 상 백업롤의 편심량

X_B : 하 백업롤의 편심량

θ_A : 하 백업롤의 회전각

θ_B : 하 백업롤의 회전각

ϕ_A : $\theta_A=0$ 일때, 상 백업롤의 위상

ϕ_B : $\theta_B=0$ 일때, 하 백업롤의 위상

일반적으로, 상, 하 백업롤의 편심의 합성량 ΔS_E 을 압연하중 신호로부터 검출하여 롤 편심을 검출하도록 하고 있다.

그런데, 최근, 판 크라운(crown) 또는 판형상을 제어하기 위해서, 상, 하 워킹롤의 원주속도간에 차이를 두어 압연하는 방식이 채택되고 있다. 이 경우, 상, 하 백업롤의 편심 주파수가 서로 다르기 때문에, 상, 하 백업롤의 편심을 각각 검출하여 이들의 편심을 제거하는것이 필요하게 된다. 또한, 상, 하 워킹롤의 원주속도가 동일한 경우에도 상, 하 백업롤의 직경이 서로 다르면, 마찬가지로 상, 하 백업롤의 편심 주파수가 서로 다르게 된다.

상, 하 백업롤의 편심을 각각 검출하는 종래 방법으로서, 일본국 특공소 56-22281호나 일본국 특개소 60-141321호의 공보에 기재된 방식의 것이 있다. 이들의 공보에 기재되어 있는 종래의 기술은, 소위 키스롤(kiss roll)의 상태, 즉 재료를 압연하지 않은 상태에서 압연 하중을 발생시키고, 이때의 상, 하 백업롤의 회전속도와 하중신호를 이용해서 하중신호를 푸리에 변환함으로써, 상, 하 백업롤의 편심을 각각 검출하는것이다. 이와같이하여 검출한 롤 편심량을 상, 하 백업롤의 회전각에 대응시켜서 재생하고, 롤 편심에 의한 롤 갭의 변화를 제거하는 방향으로, 롤 갭 제어장치에 갭 기준 신호로서의 재생신호를 부여함으로써, 롤 편심에 의한 롤 갭의 변화를 제거하고, 그에따라 판두께의 정밀도를 향상시키고자 하는 것이다. 따라서, 소위 키스롤의 상태에서 검출한 롤 편심량과 압연중의 롤 편심량이 같을때에는, 롤 편심의 제거 제어가 고정밀도로 수행될수 있다.

압연하중의 크기에 따른 롤 편심량의 변화, 즉 롤 편심량의 경시 변화가 있다는 것은 주지의 사실인데, 각종의 압연조건하에서 전술한 종래 방식으로는 롤 편심을 고정밀도로 검출한다는 것이 거의 불가능하다.

더우기, 압연기 입측에서 차례로 압연재를 용접하고, 압연기의 가동을 중지시키는 일없이 연속적으로 압연하는 완전 연속식 압연기에서는, 키스롤의 상태를 실현할 기회가 거의 없으므로 전술한 종래 방식의 적용은 곤란하다.

본 발명은 종래기술의 문제점을 해결하고, 롤 편심 검출정밀도의 향상을 도모한, 다중 압연기의 롤 편심 검출 제거 제어방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

본 발명은 상, 하 백업롤의 위상이 서로 다른 타이밍에서의 압연하중신호를 각 백업롤의 수 회전하는 주기동안 검출하고 ; 이렇게 얻어진 압연 하중 신호를 푸리에 해석함으로써, 상, 하 백업롤의 편심을 각각 검출하며; 이렇게 얻어진 편심을 이용하여 롤 갭을 제어하도록 한것을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 상, 하 백업롤의 편심 주파수가 서로 다른 경우에도, 압연중에 얻어진 데이터를 이용하여 상, 하 백업롤의 편심을 서로 독립적으로 검출할수 있다. 따라서, 롤 편심의 경시 변화나, 밀 정수 M 및 압연재의 소성계수 Q에 대한 오차 등에 의한 외란이 존재하더라도 고정밀도의 롤 편심 검출을 수행하여, 판두께의 정밀도를 향상시킬수 있음은 물론 압연 공정의 안정화를 달성할수 있다.

이하, 제 1 도에 도시한 실시예에 대하여 본 발명을 상세히 설명한다.

제 1 도는 본 발명을 4중 압연기에 적용한 예를 도시한 것으로, 상, 하 워킹롤(1A),(1B)과 상, 하 백업롤(2A),(2B)로 구성되는 압연기에 의해 압연재(10)를 압연하고 있다. 상, 하의 백업롤(2A),(2B)에는 각 백업롤이 1회전 할때마다 하나의 마크 펄스를 발생하는 마크 펄스 발생기

PG_M(4A),(4B)와, 또한 각 백업롤이 1회전 할때마다 소정수 n(예를들면, n=64)의 샘플링 펄스를 발생 하는 샘플링 펄스발생기 PG_S(5A),(5B)가 설치되어 있다. 이들 4대의 펄스발생기(4A),(4B) 및 (5A),(5B)의 출력펄스들은 롤 편심검출회로(8) 및 롤 편심 재생회로(9)에 각각 인가된다. 한편, 압 연기에는 압연하중 P를 검출하는 하중검출기(3)가 설치되어 있고, 검출된 압연 하중신호는 롤 편심 검출회로(8)에 인가된다.

롤 편심 검출회로(8)는, 후술하는 알고리즘에 따라서, 상, 하 백업롤의 편심량 X_A^*, X_B^* 및 위상 θ_A^*, θ_B^* 을 검출하여, 롤 편심 재생회로(9)에 인가한다. 롤 편심 재생회로(9)는 상, 하 백업롤 (2A),(2B)의 각각의 회전각에 따라서, 상, 하 백업롤(2A),(2B)의 각각의 롤 편심 $\Delta S_A^*, \Delta S_B^*$ 을 재생 하고, 상기 (1)식에 따라 합성 롤 편심 ΔS_E^* 을 연산한후, 그것을 롤 편심 검출회로(8)로 되돌려 보 냄과 동시에, 롤 갭 조작량 ΔS_C 으로서 유압 제어장치(7)로 출력한다. 유압제어장치(7)는 롤 갭 조 작량 ΔS_C 에 따라 유압실린더(6)의 피스톤위치를 제어한다. 이에따라, 워킹롤(1A),(1B)간의 롤 갭이 롤 편심에 의해 변동하는 양만큼 저감되고, 압연재(10)의 판두께가 고정밀도로 제어된다.

제 2 도는 제 1 도에 있어서의 롤 편심 제거 제어계의 블록도이다. 제 2 도에 있어서, 유압 제어계 (11)는 제 1 도의 유압 제어장치(7)에 입력되는 롤 갭 조작량 ΔS_C 으로부터 실제의 롤 갭이 얻어지 는 점까지의 전달함수를 나타내는 블록이다. 또, 블록(12)은 롤 갭 변화와 압연 하중 변화와의 관계 를 나타내는 블록이고, 블록(13)은 롤 갭 변화와 압연된 제품의 두께의 변화와의 관계를 나타내는 블록이다. 블록(12) 및 (13)에서, M은 밀 정수, Q는 압연재의 소성 계수이다.

롤 편심 ΔS_E 에 의한 롤 갭의 변화에 따라 롤 편심 재생회로(9)에서 조작량 ΔS_C 이 출력되고, 롤 갭 이 ΔS_E^* 만큼 조작되면, 실제의 롤 갭 변화량 ε 은,

$$\varepsilon = \Delta S_E - \Delta S_E^* \dots\dots\dots(4)$$

가 되고, 압연된 제품의 두께의 변화량 Δh 및 압연하중의 변화량 Δp 은 각각 다음의 (5),(6)식으로 표시된다.

$$\Delta h = (M/(M+Q)) \cdot \varepsilon \dots\dots\dots(5)$$

$$\Delta p = -((M \cdot Q)/(M+Q)) \cdot \varepsilon \dots\dots\dots(6)$$

따라서, 롤 편심을 고정밀도로 검출하고, $\Delta S_E^* = \Delta S_E$ 가 되도록 제어하면, 롤 편심에 의한 압연제품 두께의 변화 및 압연 하중 변화를 제거할수 있다.

다음에, 롤 편심을 검출하기 위한 알고리즘을 제 3 도 및 제 4 도를 이용하여 설명한다. 제 3 도 및 제 4 도에 있어서, (a)는 마크 펄스 발생기(4A)에서 출력되는 상 백업롤(2A)의 마크 펄스 ; (b)는 상 백업롤(2A)의 편심 ΔS_A 의 파형 ; (c)는 마크 펄스 발생기(4B)에서 출력되는 하 백업롤(2B)의 마 크 펄스 ; (d)는 하 백업롤(2B)의 편심 ΔS_B 의 파형 ; (e)는 합성 롤 편심 ΔS_E 의 파형이다. 또, 여 기에서는 상, 하 백업롤(2A),(2B)의 회전속도가 다른 경우를 나타내고 있다.

제 3 도에 있어서, θ_A 는 제 3a 도의 상 백업롤의 마크 펄스에 대한 상 백업롤의 편심 ΔS_A 의 위상 ; θ_B 는 제 3c 도의 하 백업롤의 마크 펄스에 대한 하 백업롤의 편심 ΔS_B 의 위상이고, θ_A 및 θ_B 가 마 크 펄스의 발생 타이밍에서 0이면 ($\theta_A=0, \theta_B=0$), 제 3 도의 θ_A 및 θ_B 는 (2)식과 (3)식에서의 θ_A 와 θ_B 와 각각 같다. 또, θ_{BA1} 은 제1의 하 백업롤 마크 펄스 n_1 에 대한 상 백업롤 편심 ΔS_A 의 위상 ; θ_{AB1} 은 제1의 상 백업롤 마크 펄스 m_1 에 대한 하 백업롤 편심 ΔS_B 의 위상이다. 마찬가지로, $\theta_{BA2}, \theta_{AB2}$ 는 각각 제3의 마크 펄스 m_3, n_3 에 대한 상 백업롤 편심 $\Delta S_A, \Delta S_B$ 의 위상을 나타내고 있다. 제 3e 도에 표시한 합성 롤 편심 ΔS_E 은 상, 하 백업롤 (2A),(2B)의 회전속도가 서로 다르기 때문에, 서어 지 파형으로 된다. 이 합성 롤 편심은 검출된 압연 하중에서 얻어진다.

이제, 상 백업롤 마크 펄스 m_1 를 기준으로, 이것으로부터 제5의 상 백업롤 마크 펄스 m_5 까지의 4주기 분의 검출 데이터(데이터-A1)중의 롤 편심 ΔS_{11} 을 생각하면, 이 롤 편심 ΔS_{11} 은

$$\Delta S_{11} = X_A \cdot \sin(\theta_A + \theta_A) + X_B \cdot \sin(\theta_B + \theta_{AB1}) \dots\dots\dots(7)$$

으로 표시된다. 하 백업롤 마크 펄스 n_1 을 기준으로, 이것으로부터 제5의 하 백업롤 마크 펄스 n_5 까 지의 4주기분의 검출데이터(데이터-B1)중의 롤 편심 ΔS_{12} 은,

$$\Delta S_{12} = X_A \cdot \sin(\theta_A + \theta_{BA1}) + X_B \cdot \sin(\theta_B + \theta_B) \dots\dots\dots(8)$$

로 표시된다. 마찬가지로, 제3의 상 백업롤 마크 펄스 m_3 를 기준으로, 이것으로부터 제7의 상 백업 롤 마크 펄스 m_7 까지의 4주기분의 검출 데이터(데이터-A2)중의 이 롤 편심 ΔS_{21} 은,

$$\Delta S_{21} = X_A \cdot \sin(\theta_A + \theta_A) + X_B \cdot \sin(\theta_B + \theta_{AB2}) \dots\dots\dots(9)$$

로 표시되고, 제3의 하 백업롤의 마크 펄스 n_3 를 기준으로, 이것으로부터 제7의 마크 펄스 n_7 까지의 4주기분의 검출 데이터 (데이터-B2)중의 롤 편심 ΔS_{22} 은

$$\Delta S_{22} = X_A \cdot \sin(\theta_A + \phi_{BA2}) + X_B \cdot \sin(\theta_B + \phi_B) \dots\dots\dots(10)$$

으로 표시된다. 여기서,

$$\phi_{BA2} = \phi_{BA2} + \alpha \dots\dots\dots(11)$$

$$\phi_{BA2} = \phi_{BA2} + \beta \dots\dots\dots(12)$$

로 하고, (11)식을 (9)식에 또한 (12)식을 (10)식에 대입하여, $\delta_1 = (\Delta S_{11} - \Delta S_{21})$ 및 $\delta_2 = (\Delta S_{12} - \Delta S_{22})$ 를 구하면 각각 (13), (14)식으로 된다.

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \Delta S_{11} - \Delta S_{21} \\ &= X_B \cdot \sin(\theta_B + \phi_{AB1}) - X_B \cdot \sin(\theta_B + \phi_{AB1} + \alpha) \\ &= 2 \cdot X_B \sin(-\alpha/2) \cdot \cos(\theta_B + \phi_{AB1} + \alpha/2) \dots\dots\dots(13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_2 &= \Delta S_{12} - \Delta S_{22} \\ &= X_A \cdot \sin(\theta_A + \phi_{BA1}) - X_A \cdot \sin(\theta_A + \phi_{BA1} + \beta) \\ &= 2 \cdot X_A \sin(-\beta/2) \cdot \cos(\theta_A + \phi_{BA1} + \beta/2) \dots\dots\dots(14) \end{aligned}$$

이 δ_1 및 δ_2 를 각각 푸리에 해석하면,

$$\delta_1 = X_1 \cdot \sin(\omega t + \theta_1) \dots\dots\dots(15)$$

$$\delta_2 = X_2 \cdot \sin(\omega t + \theta_2) \dots\dots\dots(16)$$

가 얻어진다. 따라서 (13) 식과 (15) 식으로부터,

$$X_B = X_1 / (2 \cdot \sin(-\alpha/2)) \dots\dots\dots(17)$$

$$\phi_B = \theta_1 - \alpha/2 + \pi/2 \dots\dots\dots(18)$$

가 얻어지고, 또 (14)식과 (16)식으로부터,

$$X_A = X_2 / (2 \cdot \sin(-\beta/2)) \dots\dots\dots(19)$$

$$\phi_A = \theta_2 - \beta/2 + \pi/2 \dots\dots\dots(20)$$

가 얻어진다.

여기서, α, β 는 각각 마크 펄스 m_1 및 n_1 간의 위상과 m_3 및 n_3 간의 위상의 차이이고, α 는 상 백업롤(2A)에 대한 하 백업롤(2B)의 위상 변화량, β 는 하 백업롤(2B)에 대한 상 백업롤(2A)의 위상 변화량을 나타낸다. 이 α, β 의 값은 상, 하 백업롤(2A), (2B)의 마크 펄스와 회전속도를 검출함으로써 얻어지며, 기지의 값이다.

이상은, 제 2 도에 있어서 롤 편심 재생회로(9)의 롤 갭 조작량 ΔS_c 을 $\Delta S_c = 0$ 으로 하는 제어, 즉 롤 편심 제거제어가 수행되고 있지않는 압연상태에 대해 고찰한 것이다.

다음에, 롤 편심 제거 제어가 수행되는 상태에서의 X_A, X_B 및 ϕ_A, ϕ_B 의 검출 알고리즘을 제 4 도를 이용하여 설명한다.

제 4 도는, 상 백업롤 마크 펄스 m_4 의 발생 타이밍에서 롤 편심제거 제어가 개시되고, 그 이후의 외관상의 롤 편심량이 실선으로 표시한 바와같이 감소되는 상태를 나타내고 있다. 즉, 마크 펄스 m_4 의 발생이후에, 제 4e 도에서 빗금친 부분의 크기가 제 2 도에 있어서의 신호 ΔS_E^* 이고, 실선은 신호 ε 이다. 이와 같이 롤 편심제거 제어가 수행되고 있는 상태에서는, 검출하고자 하는 실제의 롤 편심의 롤 갭 조작량 ΔS_E^* 과 제어편차 ε 와의 합으로써 (21)식에서 구하여 검출데이터로 한다.

$$\begin{aligned} \Delta S_E &= \Delta S_E^* + \varepsilon \\ \Delta S_E^* &= -\Delta p \cdot (M+Q) / (M \cdot Q) \dots\dots\dots(21) \end{aligned}$$

즉, 제 4 도에 있어서, 상 백업롤 마크 펄스 m_4 의 발생 이전에는 롤 갭 조작량 $\Delta S_E^* = 0$ 이므로, 압연 하중 변화량 Δp 에서 검출된 값이 ΔS_E 로서 사용되고, 마크 펄스 m_4 의 발생이후에는 롤 갭 조작량 ΔS_E^* 과 압연 하중 변화량 Δp 에서 검출된 제어 편차 ε 와의 합을 검출 데이터, (데이터-A1), (데이터-B1), (데이터-A2) 및 (데이터-B2)로서 사용한다. 이와같이하여 얻어진 검출 데이터를 이용하여, 상, 하 백업롤(2A), (2B)의 편심량과 위상을 구하는 방법은 제 3 도의 경우와 같다.

이상 설명한 검출, 재생 및 제어를 연속적으로 수행함으로써, 제어편차 ε 가 영이 되도록 롤 편심량 X_A, X_B 및 위상 ϕ_A, ϕ_B 이 수정되고, 롤 편심의 검출과 제거 제어 정밀도가 향상되며, 따라서 판두께

의 정밀도의 향상과 압연 공정의 안정성을 달성할수가 있다.

다음에 제 1 도의 실시예에 있어서의 롤 편심 검출회로(8)와 롤 편심 재생회로(9)의 동작을 제 5 도 및 제 6 도의 흐름선도를 참조로 하여 설명한다.

제 5 도의 과정(81)에서, 롤 편심 검출 데이터의 작성이 행하여 진다. 이 과정(81)에서의 입력신호는, 상, 하 백업롤의 마크 펄스 및 샘플링 펄스, 압연하중 p 및 롤 편심 재생회로(9)에서의 롤 편심 재생신호 ΔS_{Ei}^* 이다. 상 백업롤 샘플링 펄스의 발생 타이밍에 있어서의 롤 편심량 ΔS_{Ei} 과 하 백업롤 샘플링 펄스의 발생 타이밍에 있어서의 롤 편심량 ΔS_{Ej} 은, (21)식을 샘플링값의 항으로 나타내는 다음의 (22)식 (23)식으로 각각 연산된후, 기억된다.

$$\Delta S_{Ei} = \Delta S_{Ei}^* - \Delta p_i \cdot (M+Q) / (M \cdot Q) \dots\dots\dots(22)$$

$$\Delta S_{Ej} = \Delta S_{Ej}^* - \Delta p_j \cdot (M+Q) / (M \cdot Q) \dots\dots\dots(23)$$

$$\Delta p_i = p_i - p^L \dots\dots\dots(24)$$

$$\Delta p_j = p_j - p^L \dots\dots\dots(25)$$

여기서, i 는 상 백업롤 마크 펄스 발생시 상 백업롤 샘플링 펄스의 개수치 j 는 하 백업롤 마크 펄스 발생시 하 백업롤 샘플링 펄스의 개수치, p^L 은 압연 하중 록온(lock-on)값이다.

제 5 도의 과정(82)에서는, 상 백업롤 마크 펄스와 하 백업롤 마크 펄스의 위상이 검출 데이터(데이터-A1)의 측정개시시의 위상보다 위상각 α_0 이상 편차되어 있는지의 여부를 체크한다. 제 5 도에서는, 일반적인 경우로서 데이터(데이터-A1), (데이터 B1)가 이미 측정되어 있는 상태를 설명하고 있다. 여기서, 각도 α_0 이상 편차되어 있지않을 경우에는, 상 백업롤 마크 펄스의 발생 타이밍마다 이 체크를 반복한다. α_0 이상 편차되어 있는 경우에는, 과정(83)으로 진전하여, 이 타이밍에서 상 백업롤의 4회전분의 롤 편심량 ΔS_{Ei} 을 검출 데이터(데이터-A2)로서 기억하고, 하 백업롤 마크 펄스의 타이밍에서 하 백업롤의 4회전분의 롤 편심량 ΔS_{Ej} 을 검출 데이터(데이터-B2)로서 기억한다.

다음의 과정(84)에서는, 상기(13)식, (14)식의 연산을 행하여 δ_{1i} , δ_{1j} 를 구하고, 이것을 푸리에 해석하여 (17)식 내지 (20)식에 따라 $X_A, X_B, \theta_A, \theta_B$ 를 결정한후, 이들을 롤 편심 재생회로(9)로 출력한다.

과정(85)에서는, 다음의 검출에 대비하여, (데이터-A2)로서 사용한 데이터(데이터-A1)으로, 또한 (데이터-B2)로서 사용한 데이터를 (데이터-B1)으로 치환하고, 다시 과정(82)로 되돌아와서, 과정(82)이하를 반복한다.

제 6 도는 롤 편심 재생회로(9)에서 수행되는 처리의 흐름을 나타낸 것이다. 롤 편심 재생회로(9)의 입력신호는, 상하 백업롤의 마크 펄스 및 샘플링 펄스, 롤 편심검출회로(8)로부터의 롤 편심량 X_A, X_B 및 위상 θ_A, θ_B 이다. 우선, 과정(91)에서, 상, 하 백업롤의 각각의 샘플링펄스 발생 타이밍에 있어서의 롤 편심량이 다음의 (26)식 내지 (31)식에 따라 재생된다.

$$\Delta S_{Ai}^* = X_A \cdot \sin(\theta_{Ai} + \theta_A) \dots\dots\dots(26)$$

$$S_{Bi}^* = X_B \cdot \sin(\theta_{Bi} + \theta_B) \dots\dots\dots(27)$$

$$\Delta S_{Ei}^* = \Delta S_{Ai}^* + \Delta S_{Bi}^* \dots\dots\dots(28)$$

$$\Delta S_{Aj}^* = X_A \cdot \sin(\theta_{Aj} + \theta_A) \dots\dots\dots(29)$$

$$\Delta S_{Bj}^* = X_B \cdot \sin(\theta_{Bj} + \theta_B) \dots\dots\dots(30)$$

$$\Delta S_{Ej}^* = \Delta S_{Aj}^* + \Delta S_{Bj}^* \dots\dots\dots(31)$$

(28)식 및 (31)식에서 얻어진 롤 편심량 ΔS_{Ei}^* , ΔS_{Ej}^* 은 롤 편심 검출회로(8)로 출력되고, (22)식 및 (23)식에 의한 롤 편심량 ΔS_{Ei} , ΔS_{Ej} 의 연산에 사용된다. 또, ΔS_{Ei}^* 와 ΔS_{Ej}^* 중의 어느하나, 예를 들면, 제 6 도에서는 ΔS_{Ei}^* 가 다음의 과정(92)으로 전달된다.

과정(92)에서는, (32)식으로 표시하는 바와같이 ΔS_{Ei}^* 에 위상 보정계수 $G(Z)$ 를 곱하여, 그것을 롤 갭 조작량 ΔS_{Ci} 으로서 유압제어장치(7)에 출력한다.

$\Delta S_{Ci} = G(Z) \cdot \Delta S_{Ei}^* \dots\dots(32)$ 여기서, $G(Z)$ 는 유압제어계(11)의 응답지연을 보상하고, 실제의 롤 편심의 롤 갭 조작량과의 위상을 일치시키는 계수이지만, 이것은 본 발명의 요지와는 무관하므로, 더 이상의 설명은 생략한다.

이상에서, 본 발명은 기본파를 대상으로 하여 설명하였으나, 다른, 고조파에 대하여도 동일한 방식

으로 검출, 재생 및 제어를 실시할 수가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

상, 하 한쌍의 워킹롤에 대해 각각 백업롤을 설치하여 구성되는 다중 압연기의 롤 편심 제거 제어방법에 있어서, 서로 다른 타이밍에서의 상 백업롤의 회전각에 대한 하 백업롤의 회전각의 차가 각각 θ_{AB1} 및 θ_{AB2} 인 경우에 상 백업롤의 회전각에 응답하는 압연 하중의 변화량으로부터 검출되는 롤 갭의 변화량과, 상기 압연기의 롤 편심을 제거하기 위한 롤 갭 조작량과의 합으로서 구해지는 합성 롤 갭 변화량 ΔS_{11} 및 ΔS_{21} 을 연산하여, 그것을 기억시키는 과정과, 상기 합성 롤 갭 변화량 ΔS_{11} 및 ΔS_{21} 간의 차를 푸리에 해석함으로써 상기 하 백업롤의 편심량 X_B 및 위상 θ_B 을 산출하는 과정과, 서로 다른 타이밍에서의 하 백업롤의 회전각에 대한 상 백업롤의 회전각의 차가 각각 θ_{BA1} 및 θ_{BA2} 인 경우에 하 백업롤의 회전각에 응답하는 압연하중의 변화량으로부터 검출되는 롤 갭의 변화량과, 상기 압연기의 롤 편심을 제거하기 위한 롤 갭 조작량과의 합으로서 구해지는 합성롤 갭 변화량 ΔS_{12} 및 ΔS_{22} 를 연산하여, 그것을 기억시키는 과정과, 상기 합성롤 갭 변화량 ΔS_{12} 및 ΔS_{22} 간의 차를 푸리에 해석함으로써 상기 상 백업롤의 편심량 X_A 및 위상 θ_A 을 산출하는 과정과, 하기식에 따라 합성롤 편심 ΔS_E^* 를 연산하는 과정과, $\Delta S_E^* = X_A \sin(\theta_A + \theta_A) + X_B \sin(\theta_B + \theta_B)$ (여기서, X_A 와 X_B 는 상기 상, 하 백업롤의 편심량, θ_A 와 θ_B 는 위상, θ_A 와 θ_B 는 실제 회전각이다.)상기 합성롤 편심량 ΔS_E^* 에 의한 기준 갭에 의거 실제로 편심량을 제거하도록 상기 압연기의 롤 갭을 조절하는 과정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 다중압연기의 롤 편심 제거 제어방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 롤 편심 제거 제어방법을 롤 편심의 기본 주파수에 대해 적용하는 것을 특징으로 하는 다중압연기의 롤 편심 제거 제어방법.

청구항 3

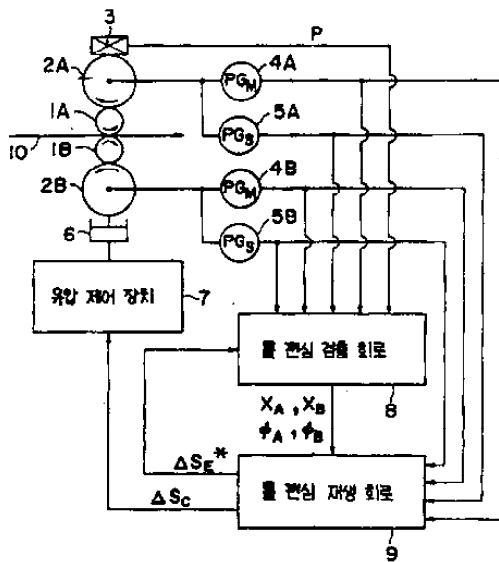
제 1 항에 있어서, 상기 롤 편심 제거 제어방법은 롤 편심의 기본 주파수 및 고조파에 대해 모두 적용하는 것을 특징으로 하는 다중압연기의 롤 편심 제거 제어방법.

청구항 4

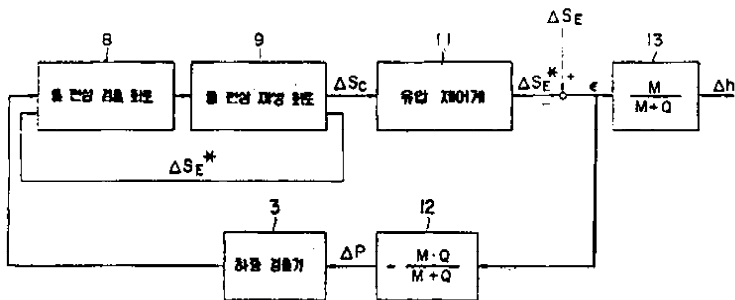
상, 하 한쌍의 워킹롤에 대해 각각 백업롤을 설치하여 구성되는 다중압연기의 롤 편심 제거 제어장치에 있어서, 상 백업롤의 회전각을 검출하는 제1의 회전각 검출수단과, 하 백업롤의 회전각을 검출하는 제2의 회전각 검출수단과, 압연하중을 검출하는 하중 검출기와, i) 서로 다른 타이밍에서의 상기 제1의 회전각 검출수단에 의해 검출된 상 백업롤의 회전각에 대한 상기 제2의 회전각 검출수단에 의해 검출된 하 백업롤의 회전각의 차가 각각 θ_{AB1} 및 θ_{AB2} 인 경우에 상기 상 백업롤의 회전각에 응답하는 상기 하중 검출기에 의해 검출되는 압연하중의 변화량으로부터 산출된 롤 갭 변화량과, 상기 압연기의 롤 편심을 제거하기 위한 롤 갭 조작량과의 합으로서 구해지는 합성롤 갭 변화량 ΔS_{11} 및 ΔS_{21} 을 연산하여, 그것을 기억하고, ii) 상기 합성롤 갭 변화량 ΔS_{11} 및 ΔS_{21} 간의 차를 푸리에 해석함으로써, 상기 하 백업롤의 롤 편심량 X_B 및 위상 θ_B 을 산출하고, iii) 서로 다른 타이밍에서의 상기 제2의 회전각 검출수단에 의해 검출된 하 백업롤의 회전각에 대한 상기 제1의 회전각 검출수단에 의해 검출된 상 백업롤의 회전각의 차가 각각 θ_{BA1} 및 θ_{BA2} 인 경우에 상기 하 백업롤의 회전각에 응답하는 상기 하중검출기에 의해 검출되는 압연하중의 변화량으로부터 산출된 롤 갭 변화량과, 상기 압연기의 롤 편심을 제거하기 위한 롤 갭 조작량과의 합으로서 구해지는 합성롤 갭 변화량 ΔS_{12} 및 ΔS_{22} 을 연산하여, 그것을 기억하고, iv) 상기 합성롤 갭 변화량 ΔS_{12} 및 ΔS_{22} 간의 차를 푸리에 해석함으로써, 상기 상 백업롤의 롤 편심량 X_A 및 위상 θ_A 을 산출하고, v) 하기식에 따라 합성롤 편심 ΔS_E^* 를 연산하고 $\Delta S_E^* = X_A \sin(\theta_A + \theta_A) + X_B \sin(\theta_B + \theta_B)$ (여기서, X_A 와 X_B 는 상기 상, 하 백업롤의 편심량, θ_A 와 θ_B 는 위상 θ_A 와 θ_B 는 실제 회전각이다.) 상기 합성롤 편심량 ΔS_E^* 에 의한 기준 갭에 의한 의거 실제 롤 편심량을 제거하도록 상기 압연기의 롤 갭을 조절하는 연산수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 다중 압연기의 롤 편심 제거 제어장치.

도면

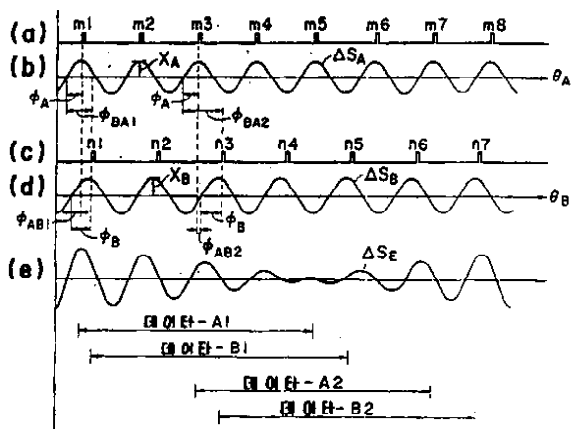
도면1



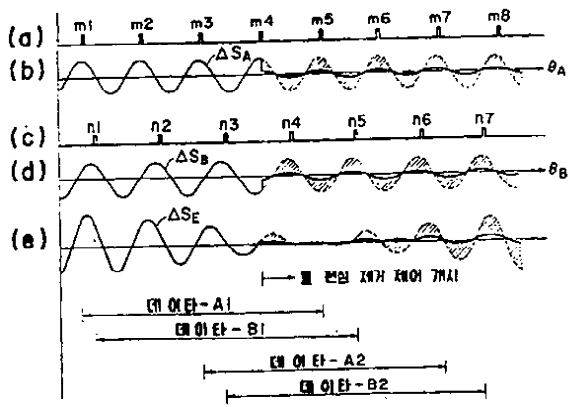
도면2



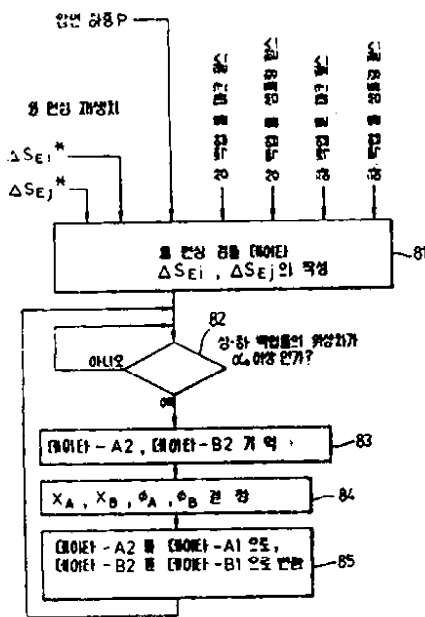
도면3



도면4



도면5



도면6

