



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0007794
(43) 공개일자 2020년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24C 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B24C 1/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7032031
(22) 출원일자(국제) 2018년04월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2019년10월29일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/015554
(87) 국제공개번호 WO 2018/211879
국제공개일자 2018년11월22일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-097497 2017년05월16일 일본(JP)

(71) 출원인
신토고교 가부시킴가이사
일본국 아이치켄 나고야시 나카무라쿠 메이에키
3쵸메 28만 12고
(72) 발명자
이와타 교이치
일본국 아이치켄 도요카와시 오기쵸 고마키 180만
지 1 신토고교 가부시킴가이사 이치노미야 사업소
내
고야마 다쿠야
일본국 아이치켄 도요카와시 오기쵸 고마키 180만
지 1 신토고교 가부시킴가이사 이치노미야 사업소
내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태평양

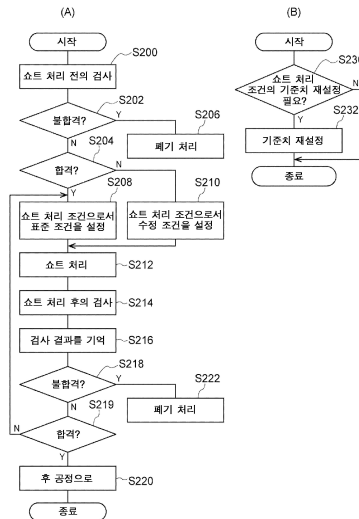
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 표면 처리 가공 방법 및 표면 처리 가공 장치

(57) 요약

표면 처리 가공 방법은, 처리 대상물에 대해서 투사재를 투사하는 쇼트 처리를 하는 쇼트 처리 공정과, 쇼트 처리가 이루어진 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하고, 그 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 합격, 제1 정상 범위를 포함하도록 미리 정해진 제1 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격, 제1 정상 범위로부터 벗어나 있지만 제1 허용 범위 내이면 추가 가공 대상으로 평가하는 제1 검사 공정과, 추가 가공 대상으로 평가된 처리 대상물에 대해서, 다시 쇼트 처리를 하는 추가 가공 공정을 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

고바야시 유지

일본국 아이치켄 도요카와시 오기쵸 고마키 180번
지 1 신토고교 가부시키가이샤 이치노미야 사업소
내

마츠이 아키노리

일본국 아이치켄 도요카와시 오기쵸 고마키 180번
지 1 신토고교 가부시키가이샤 이치노미야 사업소
내

명세서

청구범위

청구항 1

처리 대상물에 대해서 투사재를 투사하는 쇼트 처리를 하는 쇼트 처리 공정과,

상기 쇼트 처리가 이루어진 상기 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하고, 그 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 합격, 상기 제1 정상 범위를 포함하도록 미리 정해진 제1 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격, 상기 제1 정상 범위로부터 벗어나 있지만 상기 제1 허용 범위 내이면 추가 가공 대상으로 평가하는 제1 검사 공정과,

추가 가공 대상으로 평가된 상기 처리 대상물에 대해서, 다시 상기 쇼트 처리를 하는 추가 가공 공정을 포함하는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 검사 공정에서의 검사 결과의 경시 변화의 경향에 기초하여, 상기 제1 검사 공정에서의 검사 결과가 상기 제1 정상 범위로부터 벗어나는 비율을 억제하도록 쇼트 처리 조건의 기준치를 재설정하는 기준치 재설정 공정을 추가로 포함하는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기준치 재설정 공정에서는, 상기 제1 검사 공정에서의 검사 결과의 소정 기간마다의 평균치의 경시 변화의 경향에 기초하여, 상기 평균치가 상기 제1 정상 범위로부터 벗어나는 시기를 예측하여, 당해 시기보다도 전에 상기 기준치를 재설정하는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 검사 공정에서의 검사 결과를 저장하는 저장 공정을 추가로 가지는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 쇼트 처리가 이루어지기 전의 상기 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하고, 그 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격으로 평가하는 제2 검사 공정을 추가로 포함하고,

상기 쇼트 처리 공정에서는, 불합격이 아니라고 평가된 상기 처리 대상물에 대해서 상기 쇼트 처리가 이루어지는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제2 검사 공정에서 불합격이 아니라고 평가된 상기 처리 대상물을 대상으로 하여, 상기 제2 검사 공정에서의 검사 결과에 따라 쇼트 처리 조건을 설정하는 조건 설정 공정을 추가로 포함하고,

상기 쇼트 처리 공정에서는, 상기 조건 설정 공정에 있어서 설정된 쇼트 처리 조건으로 상기 쇼트 처리가 이루어지는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 7

청구항 5 또는 청구항 6에 있어서,

상기 제1 검사 공정 및 상기 제2 검사 공정은, 각각 검사 대상이 되는 상기 처리 대상물의 표면층의 상태를 검사하기 위해서, 상기 처리 대상물의 표면층의 잔류 응력을 측정하는 공정, 상기 처리 대상물의 표면층을 와전류에 의해서 자성 평가하는 공정, 상기 처리 대상물의 표면층의 색조를 측정하는 공정 및 상기 처리 대상물의 표면 조도를 측정하는 공정 중 적어도 하나를 포함하고 있는, 표면 처리 가공 방법.

청구항 8

처리 대상물에 대해서 투사재를 투사하는 쇼트 처리를 하는 투사 유닛과,

상기 투사 유닛에 의해서 상기 쇼트 처리가 이루어진 상기 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하는 제1 검사부와,

상기 제1 검사부의 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 합격, 상기 제1 정상 범위를 포함하도록 미리 정해진 제1 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격, 상기 제1 정상 범위로부터 벗어나 있지만 상기 제1 허용 범위 내이면 추가 가공 대상으로 평가하는 제어 유닛을 구비하고,

상기 투사 유닛은, 상기 제어 유닛에 의해 추가 가공 대상으로 평가된 상기 처리 대상물에 대해서 다시 상기 쇼트 처리를 하는, 표면 처리 가공 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제1 검사부에 의한 검사 결과를 저장하는 저장 유닛을 추가로 구비하는, 표면 처리 가공 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 일 측면은 표면 처리 가공 방법 및 표면 처리 가공 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 표면 처리 가공으로서는, 쇼트 피닝(shot peening) 가공(하기 특허 문헌 1 참조) 및 쇼트 블라스팅(shot blasting) 가공과 같은 쇼트 처리에 의한 가공(이하, 「쇼트 가공」이라고 약칭함)이 알려져 있다. 쇼트 처리는 처리 대상물에 대해서 투사재를 투사함으로써, 처리 대상물을 가공하는 처리이다. 이와 같이 처리 대상물을 가공하는 경우에 있어서는, 품질 관리를 위해서, 쇼트 처리 장치의 가동 상태를 감시하는 장치 가동 관리가 행해지거나, 쇼트 가공된 처리 대상물의 표면층의 상태 등을 측정하는 제품 관리가 행해지거나 하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특개 평5-279816호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그렇지만, 장치 가동 관리가 적절히 행해지고 있더라도, 예를 들면, 쇼트 가공 전의 처리 대상물의 상태가 적절하지 않은 것 등에 기인하여, 쇼트 가공된 처리 대상물에 원하는 효과가 부여되지 않는 경우도 있을 수 있다. 즉, 장치 가동 관리에서는, 쇼트 가공된 처리 대상물의 실제의 표면층의 상태 등을 직접 관리할 수 없다. 또, 제품 관리에 대해서는, 예를 들면 파괴 검사를 수반하는 경우에는 전수 검사가 아니고 일부 검사를 하지 않을 수 없어, 모든 제품에 대해 가공의 정도를 관리할 수는 없다. 이것은 시험편(試験片) 등의 시험체를 이용하여

검사하는 경우 (예를 들면 상기 특허 문헌 1 참조)에도 마찬가지라고 할 수 있다.

[0005] 또, 만일 쇼트 가공된 모든 처리 대상물에 대해서, 쇼트 가공의 정도를 관리할 수 있었다고 하더라도, 원하는 효과가 부여되어 있지 않은 처리 대상물을 일률적으로 폐기 대상으로 하면, 생산성이 저하된다.

[0006] 본 개시의 일 측면은, 생산성을 향상시킬 수 있는 표면 처리 가공 방법 및 표면 처리 가공 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법은, 처리 대상물에 대해서 투사제를 투사하는 쇼트 처리를 하는 쇼트 처리 공정과, 쇼트 처리가 이루어진 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하고, 그 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 합격, 제1 정상 범위를 포함하도록 미리 정해진 제1 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격, 제1 정상 범위로부터 벗어나 있지만 제1 허용 범위 내이면 추가 가공 대상으로 평가하는 제1 검사 공정과, 추가 가공 대상으로 평가된 처리 대상물에 대해서, 다시 쇼트 처리를 하는 추가 가공 공정을 포함한다.

[0008] 쇼트 처리에 의한 가공 부족이 원인으로, 처리 대상물에 원하는 효과가 부여되지 않은 경우가 있다. 이러한 경우, 재쇼트 처리에 의해 처리 대상물에 원하는 효과가 부여될 가능성이 있다. 그렇지만, 쇼트 처리에 의한 가공 부족 이외의 원인으로 원하는 효과가 부여되지 않은 처리 대상물에 대해서까지 일률적으로 재쇼트 처리가 이루어지면, 생산성이 저하된다. 상기 구성에 의하면, 쇼트 처리가 이루어진 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽이 비파괴 검사된다. 이 검사에서는, 재쇼트 처리에 의해 원하는 효과가 부여될 가능성이 있는 처리 대상물이 추가 가공 대상으로 된다. 이것에 의해, 쓸데없는 쇼트 처리를 억제하면서, 원하는 효과가 부여되는 처리 대상물의 수를 늘릴 수 있다. 따라서 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0009] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법은, 제1 검사 공정에서의 검사 결과의 경시(經時) 변화의 경향에 기초하여, 제1 검사 공정에서의 검사 결과가 제1 정상 범위로부터 벗어나는 비율을 억제하도록 쇼트 처리 조건의 기준치를 재설정하는 기준치 재설정 공정을 추가로 포함해도 된다. 이 경우, 제1 검사 공정에서 합격으로 평가되는 처리 대상물의 수를 늘릴 수 있다.

[0010] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법에 있어서, 기준치 재설정 공정에서는, 제1 검사 공정에서의 검사 결과의 소정 기간마다의 평균치의 경시 변화의 경향에 기초하여, 평균치가 제1 정상 범위로부터 벗어나는 시기를 예측하여, 당해 시기보다도 전에 기준치를 재설정해도 된다. 이 경우, 제1 검사 공정에서 합격으로 평가되는 처리 대상물의 수를 효과적으로 늘릴 수 있다.

[0011] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법은, 제1 검사 공정에서의 검사 결과를 저장하는 저장 공정을 추가로 가져도 된다. 이 경우, 검사 결과의 이용성이 높아진다.

[0012] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법은, 쇼트 처리가 이루어지기 전의 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하고, 그 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격으로 평가하는 제2 검사 공정을 추가로 포함해도 된다. 쇼트 처리 공정에서는, 불합격이 아니라고 평가된 처리 대상물에 대해서 쇼트 처리가 이루어져도 된다. 이 경우, 쇼트 처리가 이루어지기 전의 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽이 비파괴 검사된다. 이 검사에서는, 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격으로 평가된다. 불합격으로 평가된 처리 대상물은 미리 쇼트 처리의 대상에서 제외된다. 따라서 쓸데없는 쇼트 처리가 억제된다.

[0013] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법은, 제2 검사 공정에서 불합격이 아니라고 평가된 처리 대상물을 대상으로 하여, 제2 검사 공정에서의 검사 결과에 따라 쇼트 처리 조건을 설정하는 조건 설정 공정을 추가로 포함해도 된다. 쇼트 처리 공정에서는, 조건 설정 공정에 있어서 설정된 쇼트 처리 조건으로 쇼트 처리가 이루어져도 된다. 이 경우, 처리 대상물에 따른 쇼트 처리를 할 수 있으므로, 생산성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0014] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법에 있어서는, 제1 검사 공정 및 제2 검사 공정은, 각각 검사 대상이 되는 처리 대상물의 표면층의 상태를 검사하기 위해서, 처리 대상물의 표면층의 잔류 응력을 측정하는 공정, 처리 대상물의 표면층을 와전류에 의해서 자성 평가하는 공정, 처리 대상물의 표면층의 색조(color tone)를 측정하는 공정 및 처리 대상물의 표면 조도(roughness)를 측정하는 공정 중 적어도 하나를 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 쇼트 가공의 전후에 있어서의 처리 대상물의 표면층의 상태를 비파괴 검사할 수 있다.

[0015] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 장치는, 처리 대상물에 대해서 투사제를 투사하는 쇼트 처리를 하는

투사 유닛과, 투사 유닛에 의해서 쇼트 처리가 이루어진 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽을 비파괴 검사하는 제1 검사부와, 제1 검사부의 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 합격, 제1 정상 범위를 포함하도록 미리 정해진 제1 허용 범위로부터 벗어나 있으면 불합격, 제1 정상 범위로부터 벗어나 있지만 제1 허용 범위 내이면 추가 가공 대상으로 평가하는 제어 유닛을 구비하고 있다. 투사 유닛은 제어 유닛에 의해 추가 가공 대상으로 평가된 처리 대상물에 대해서 다시 쇼트 처리를 한다.

[0016] 쇼트 처리에 의한 가공 부족이 원인으로, 처리 대상물에 원하는 효과가 부여되지 않는 경우가 있다. 이러한 경우, 재쇼트 처리에 의해 처리 대상물에 원하는 효과가 부여될 가능성이 있다. 그렇지만, 쇼트 처리에 의한 가공 부족 이외의 원인으로 원하는 효과가 부여되지 않은 처리 대상물에 대해서까지 일률적으로 재쇼트 처리가 이루어지면, 생산성이 저하된다. 상기 구성에 의하면, 쇼트 처리가 이루어진 처리 대상물의 표면층의 상태 및 외형 치수 중 적어도 한쪽이 비파괴 검사된다. 이 검사에서는, 재쇼트 처리에 의해 원하는 효과가 부여될 가능성이 있는 처리 대상물이 추가 가공 대상으로 된다. 이것에 의해, 쓸데없는 쇼트 처리를 억제하면서, 원하는 효과가 부여되는 처리 대상물의 수를 늘릴 수 있다. 따라서 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0017] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 장치는, 제1 검사부에 의한 검사 결과를 저장하는 저장 유닛을 추가로 구비해도 된다. 이 경우, 검사 결과의 이용성이 높아진다.

발명의 효과

[0018] 본 개시의 일 측면에 따른 표면 처리 가공 방법 및 표면 처리 가공 장치에 의하면, 생산성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1의 (A)는 일련의 처리의 흐름을 나타내는 순서도이고, 도 1의 (B)는 매일의 가공 개시 전에 있어서 제어 유닛이 기동했을 때 실행되는 처리의 흐름을 나타내는 순서도이다.

도 2는 제1 실시 형태에 따른 표면 처리 가공 방법에 이용되는 표면 처리 가공 장치를 나타내는 사시도이다.

도 3의 (A)는 도 2의 표면 처리 가공 장치의 제어계의 일부를 블록화하여 나타내는 모식도이다. 도 3의 (B)는 쇼트 피닝 가공 장치의 주요부를 간략화하여 나타내는 모식도이다.

도 4의 (A)는 자성 평가 장치의 회로 구성도이다. 도 4의 (B)는 검사 검출기의 구성을 투시 상태로 나타내는 사시도이다.

도 5는 도 2의 응력 측정 장치의 일부를 모식적인 사시도로 나타내는 개략 구성도이다.

도 6은 도 2의 응력 측정 장치의 일부를 측면시(側面視)로 간략화하여 나타내는 개략 구성도이다.

도 7은 도 2의 응력 측정 장치의 검출 위치를 설명하기 위한 모식적인 도면이다.

도 8은 회절 X선에 의해서 그려지는 회절환을 설명하기 위한 도면이다.

도 9의 (A)는 잔류 응력 측정 전의 조정 처리를 나타내는 순서도이다. 도 9의 (B)는 검사 대상물의 표면층의 잔류 응력의 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 10은 변형예에 따른 표면 처리 가공 장치의 제어계의 일부를 블록화하여 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] [제1 실시 형태]

[0021] 본 개시의 제1 실시 형태에 따른 표면 처리 가공 방법을 도 1의 (A)~도 9의 (B)를 이용하여 설명한다. 도 2에는, 본 실시 형태에 따른 표면 처리 가공 방법에 이용되는 표면 처리 가공 장치(10)의 사시도가 도시되어 있다. 먼저, 이 표면 처리 가공 장치(10)에 대해 설명한다. 또한, 본 실시 형태의 표면 처리 가공 장치(10)에서 가공되는 처리 대상물 W로서는, 예를 들면, 금속 제품 등을 적용할 수 있다. 본 실시 형태에서는 일례로서 자동차의 트랜스미션용 기어가 적용된다. 또, 소성 가공 및 기계 가공에 의해서 제품 형상으로 된 처리 대상물(제품)이 일례로서 열처리 가공되고, 열처리 가공된 처리 대상물이, 표면 처리 가공 장치(10)에서 쇼트 피닝 가공(표면 처리 가공)되기 전의 처리 대상물 W로서, 이용된다. 그리고 이 처리 대상물 W에는, 일례로서 표면 처리 가공 장치(10)에 반입되는 단계에서 표면층에 압축 잔류 응력이 존재하고 있는 처리 대상물이 적용되고 있다.

- [0022] (표면 처리 가공 장치(10)의 전체 구성)
- [0023] 도 2에 도시되는 것처럼, 표면 처리 가공 장치(10)는 반입측 컨베이어(12)와, 처리 전 검사 존(14)과, 두 개의 검사대(16A, 16B)와, 6축 로봇(18)과, 자성 평가 장치(20)와, 응력 측정 장치(22)를 구비하고 있다. 반입측 컨베이어(12)는 반입측 컨베이어(12)상에 재치되는 처리 대상물 W를 소정의 반송 방향(화살표 X1 참조)으로 반송한다. 반입측 컨베이어(12)의 반송 방향 중앙에는, 처리 전 검사 존(14)이 마련되어 있다. 이 처리 전 검사 존(14)에는 두 개의 검사대(16A, 16B)가 반입측 컨베이어(12)를 걸치도록 마련되어 있다. 처리 전 검사 존(14)에 있어서의 반입측 컨베이어(12)의 측방에는, 6축 로봇(18)이 배치되어 있다.
- [0024] 6축 로봇(18)은 처리 대상물 W를 들어 올려 이동시키는 것이 가능한 로봇이다. 6축 로봇(18)은 처리 대상물 W를 이동시켜 검사대(16A, 16B)의 위(즉 검사 위치)에 배치하는 것이 가능하다. 즉, 6축 로봇(18)은 반입측 컨베이어(12)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 이동시켜 검사대(16A)의 위에 배치하는 것, 및 검사대(16A)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 이동시켜 검사대(16B)의 위에 배치하는 것이 가능하다. 또, 6축 로봇(18)은 검사대(16B)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 이동시켜 반입측 컨베이어(12)의 위(하류측)에 배치하는 것, 및 검사대(16B)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 표면 처리 공정의 라인 밖으로 꺼내는 것이 가능하다.
- [0025] 또, 한쪽 검사대(16A)에는 검사 장치로서 자성 평가 장치(20)가 마련되어 있다. 다른 쪽 검사대(16B)에는 검사 장치로서 응력 측정 장치(22)가 인접 배치되어 있다. 자성 평가 장치(20) 및 응력 측정 장치(22)는, 처리 전 검사부(14E)를 구성하고 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 자성 평가 장치(20)가 응력 측정 장치(22)보다도 반송 방향(화살표 X1 참조)의 상류에 배치되어 있지만, 응력 측정 장치(22)가 자성 평가 장치(20)보다도 반송 방향(화살표 X1 참조)의 상류에 배치되어도 된다.
- [0026] 자성 평가 장치(20)는 검사대(16A)의 위에 배치된 처리 대상물 W에 있어서의 가공 대상부의 전체의 표면층의 상태를 검사한다. 자성 평가 장치(20)는, 예를 들면, 처리 대상물 W에 있어서의 얼룩의 유무 및 금속 조직의 상태에 대해서 와전류에 의한 평가를 행한다. 자성 평가 장치(20)는 자성 평가 장치(20)에서 행해진 검사의 결과로서, 전압치를 나타내는 신호를 출력해도 된다. 본 실시 형태의 자성 평가 장치(20)는 자성 평가 장치(20)에서 행해진 검사의 결과가, 미리 정해진 제2 정상 범위 내인지 여부를 평가(판정)한다. 자성 평가 장치(20)는 그 평가 결과를 나타내는 신호를 후술하는 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 응력 측정 장치(22)는 검사대(16B)의 위에 배치된 처리 대상물 W의 잔류 응력을, X선 회절법을 이용하여 측정한다. 본 실시 형태의 응력 측정 장치(22)는 처리 대상물 W의 전체의 응력 상태는 측정하지 않고, 지정된 측정점의 잔류 응력만을 측정한다. 응력 측정 장치(22)는 그 측정 결과(검사 결과)로서 응력치를 나타내는 신호를 후술하는 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다.
- [0027] 이상과 같이, 처리 대상물 W가 쇼트 피닝 가공에 적합한지 여부를 판단하기 위해서, 자성 평가 장치(20)에서 처리 대상물 W의 가공 대상면 전체의 균질성이 평가됨과 아울러, 응력 측정 장치(22)에서 가공 대상 범위의 일부에 대해서 구체적인 잔류 응력이 측정된다. 또한, 자성 평가 장치(20) 및 응력 측정 장치(22)의 상세한 것에 대하여는, 후술한다.
- [0028] 도 3의 (A)에는, 도 2의 표면 처리 가공 장치(10)의 제어계의 일부를 블록화한 구성이 모식도로 도시되어 있다. 도 3의 (A)에 도시되는 것처럼, 표면 처리 가공 장치(10)는 제어 유닛(26)을 추가로 구비하고 있다. 자성 평가 장치(20), 응력 측정 장치(22) 및 6축 로봇(18)은, 제어 유닛(26)(제어부)에 접속되어 있다. 제어 유닛(26)은, 예를 들면, 기억 장치, 및 연산 처리 장치 등을 가지고 있다. 상세 도시를 생략하지만, 상기 연산 처리 장치는, 예를 들면, CPU(Central Processing Unit), 메모리, 기억부, 및 통신 인터페이스(I/F)부를 구비하고, 이것들이 버스를 통해서 서로 접속되어 있다. 상기 기억부에는 연산 처리용 프로그램이 기억되어 있다. 또, 기억 장치와 연산 처리 장치는, 서로의 통신 인터페이스(I/F)부에 의해서 통신 가능하다.
- [0029] 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 평가 결과를 자성 평가 장치(20)로부터 수신하고, 응력 측정 장치(22)의 검사 결과를 응력 측정 장치(22)로부터 수신한다. 자성 평가 장치(20)의 평가 결과는, 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 자성 정상 범위(자성에 대한 제2 정상 범위) 내인지 여부를 나타내는 정보이다. 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위 내인지 여부에 대한 평가는, 후술하는 판단 수단(96)에 의해 행해진다. 제어 유닛(26)은 응력 측정 장치(22)에 의한 검사 결과가 미리 정해진 제2 응력 허용 범위 내(응력에 대한 제2 허용 범위)인지 여부, 및 응력 측정 장치(22)에 의한 검사 결과가 미리 정해진 제2 응력 정상 범위 내(응력에 대한 제2 정상 범위)인지 여부를 판정(평가)한다. 또한, 본 명세서에서는 「허용 범위」는, 「정상 범위」보다도 넓고, 「정상 범위」를 포함하도록 미리 설정되어 있다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)

및 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 모두 제2 정상 범위 내이면 「합격」 즉 표준 쇼트 처리 조건(쇼트 피닝 가공의 조건)으로 가공 가능한 평가(판정)를 한다. 또, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)에 의한 평가가 정상(표면이 균질한 상태)이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 규격치(제2 응력 정상 범위)를 약간 하회 또는 약간 상회하는 것의 표준 쇼트 처리 조건을 변경함으로써 정상으로 될 수 있는 처리 대상물 W에 대해서, 「조건부 합격」의 평가(판정)를 한다. 「조건부 합격」이란, 쇼트 처리 조건을 변경하여 가공 가능하다는 의미이다. 또한, 제어 유닛(26)은 「합격」에도 「조건부 합격」에도 해당하지 않는 경우(처리 전 검사부(14E)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위로부터 벗어나 있는 경우, 즉, 본 실시 형태에서는, 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 허용 범위로부터 벗어나 있는 경우는 「불합격」(본 실시 형태에서는 폐기 대상)의 평가(판정)를 한다.

[0030] 즉, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 응력 정상 범위 내인 경우, 「합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가, 미리 정해진 제2 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 응력 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 미리 정해진 제2 응력 허용 범위 내인 경우, 「조건부 합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가, 미리 정해진 제2 자성 정상 범위 밖인 경우, 또는 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 응력 허용 범위 밖인 경우, 「불합격」으로 평가한다.

[0031] 제어 유닛(26)은 「불합격」인 경우에는 처리 대상물 W를 표면 처리 공정의 라인 밖으로 꺼내도록, 6축 로봇(18)을 제어한다. 제어 유닛(26)은 「불합격」이외인 경우, 즉, 「합격」 및 「조건부 합격」인 경우에는, 처리 대상물 W를 반입측 컨베이어(12)(도 2 참조)로 되돌리도록, 6축 로봇(18)을 제어한다.

[0032] 도 2에 도시되는 것처럼, 표면 처리 가공 장치(10)는 반입출 로더(28)와, 쇼트 피닝 가공 장치(30)(쇼트 처리 장치)를 추가로 구비하고 있다. 반입측 컨베이어(12)의 하류측에 있어서의 한쪽 측방(도면 중에서는 앞측)에는, 후술하는 반출측 컨베이어(66)의 상류측이 배치되어 있다. 반입측 컨베이어(12)의 하류측에 있어서의 다른 쪽 측방(도면 중에서는 안측)에는, 투사 유닛으로서의 쇼트 피닝 가공 장치(30)(쇼트 처리 장치)의 캐비닛(32)이 배치되어 있다. 반출측 컨베이어(66)의 반송 방향(화살표 X2 참조)은, 반입측 컨베이어(12)의 반송 방향(화살표 X1 참조)과 같은 방향으로 설정되어 있다. 캐비닛(32)은 상자 모양으로 형성되어 있다. 캐비닛(32)의 반입측 컨베이어(12) 쪽의 측벽(側壁)에는, 반입출용 개구부(32A)가 형성되어 있다. 또, 반입측 컨베이어(12)의 하류측에 있어서의 상방에는, 반입출 로더(28)(반입출 장치)가 마련되어 있다. 반입출 로더(28)는 반입측 컨베이어(12)의 위의 처리 대상물 W를 캐비닛(32)의 개구부(32A)로부터 캐비닛(32) 안으로 반입함과 아울러, 캐비닛(32) 안의 처리 대상물 W를 캐비닛(32)의 개구부(32A)로부터 반출측 컨베이어(66)의 위로 반출한다.

[0033] 반입출 로더(28)는 한 쌍의 레일(28A)과, 대차(臺車, 28B)를 구비하고 있다. 한 쌍의 레일(28A)은 반입측 컨베이어(12) 및 반출측 컨베이어(66)의 각 반송 방향에 대해서 직교하는 방향으로 연장되어 있다. 대차(28B)는 한 쌍의 레일(28A)을 따라서 주행 가능하다. 대차(28B)는 도 3의 (A)에 도시되는 제어 유닛(26)에 접속되어 있다. 대차(28B)를 구동시키는 기구의 도시는 생략되어 있다. 대차(28B)의 구동은 제어 유닛(26)에 의해서 제어되고 있다. 또, 상세 설명을 생략하지만, 도 2에 도시되는 대차(28B)의 하면에는, 처리 대상물 W를 매달기 위한 현수 기구(도시 생략)가 마련되어 있다. 상기 현수 기구에 있어서 처리 대상물 W를 수취(受取) 및 주고받는 하부는, 승강 가능하다.

[0034] 도 3의 (B)에는 쇼트 피닝 가공 장치(30)의 주요부가 간략화된 모식도로 도시되어 있다. 또한, 쇼트 피닝 가공 장치(30)의 기본 구성은, 일본 특개 2012-101304호 공보에 개시된 구성과 대체로 마찬가지로 있다. 도 3의 (B)에 도시되는 것처럼, 쇼트 피닝 가공 장치(30)는 쇼트 처리실(34)과, 제품 재치부(36)와, 분사 장치(40)를 구비하고 있다. 캐비닛(32)의 내부에는, 쇼트 처리실(34)이 형성되어 있다. 쇼트 처리실(34)에서는, 처리 대상물 W에 투사재(강구(鋼球) 등의 쇼트)를 충돌시킴으로써, 처리 대상물 W의 쇼트 피닝 가공(넓은 의미로는, 표면 가공)이 행해진다. 쇼트 처리실(34) 내의 하부에는, 처리 대상물 W가 재치되는 제품 재치부(36)가 마련되어 있다.

[0035] 또, 캐비닛(32) 내의 측부에는, 분사 장치(에어 노즐식 쇼트 피닝 가공기)(40)의 노즐(64)이 마련되어 있다. 분사 장치(40)는 투사재를 포함하는 압축 공기를 노즐(64)로부터 분사하여 쇼트 처리실(34)의 처리 대상물 W에 대해서 투사재를 충돌시킨다. 이하, 분사 장치(40)에 대해 간단하게 설명한다.

[0036] 도 3의 (B)에 도시되는 것처럼, 분사 장치(40)는 투사재 탱크(42)와, 정량 공급 장치(44)와, 가압 탱크(46)를 구비한다. 투사재 탱크(42)는 정량 공급 장치(44)를 통해서 가압 탱크(46)에 접속되어 있다. 정량 공급 장치(44)는 가압 탱크(46)와의 사이에 마련된 포핏(poppet) 밸브(44I)를 가지고 있다. 포핏 밸브(44I)는 제어 유닛

(26)(도 3의 (A) 참조)에 접속되어 있다. 또, 가압 탱크(46)에는, 가압 탱크(46) 내의 투사재의 양을 검지하는 도시하지 않은 레벨계가 장착되어 있다. 상기 레벨계는 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 접속되어 있다. 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)은 가압 탱크(46) 내의 투사재의 양이 소정치 미만이라고 상기 레벨계가 검지했을 경우에는, 정량 공급 장치(44)의 포핏 밸브(44I)를 열도록 제어한다. 포핏 밸브(44I)는 구동용 실린더(도시 생략)에 의해서 구동된다. 포핏 밸브(44I)의 개폐는 상기 레벨계의 검지 상태에 따라서 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 의해서 제어된다. 포핏 밸브(44I)가 열린 상태에서는, 투사재 탱크(42)로부터 정량 공급 장치(44)를 거쳐 적당량의 투사재가 가압 탱크(46)로 보내진다.

[0037] 가압 탱크(46)의 상부에는, 에어 유입구(46A)가 형성되어 있다. 이 에어 유입구(46A)에는 접속 배관(48)의 일단부가 접속되어 있다. 접속 배관(48)의 타단부는 접속 배관(50)의 유로 중간부에 접속되어 있다. 접속 배관(50)의 유로 상류측(도면 중 오른쪽)의 일단부는, 압축 공기의 공급용 컴프레서(52)(압축 공기 공급 장치)에 접속되어 있다. 즉, 가압 탱크(46)는 접속 배관(48, 50)을 통해서 컴프레서(52)에 접속되어 있다. 컴프레서(52)는 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 접속되어 있다. 또, 접속 배관(48)의 유로 중간부에는 에어 유량 제어 밸브(54)(전공(電空) 비례 밸브)가 마련되어 있다. 이 에어 유량 제어 밸브(54)가 열림으로써, 컴프레서(52)로부터의 압축 공기가 가압 탱크(46) 내에 공급된다. 이것에 의해, 가압 탱크(46) 내를 가압하는 것이 가능하다.

[0038] 또, 가압 탱크(46)의 하부에는, 컷 게이트(56)가 마련된 쇼트 유출구(46B)가 형성되어 있다. 이 쇼트 유출구(46B)에는 접속 배관(58)의 일단부가 접속되어 있다. 접속 배관(58)의 타단부는 접속 배관(50)의 유로 중간부에 접속되어 있다. 접속 배관(58)의 유로 중간부에는, 쇼트 유량 제어 밸브(60)가 마련되어 있다. 쇼트 유량 제어 밸브(60)로서는, 예를 들면, 마그나 밸브(magna valve) 및 믹싱 밸브 등이 적용된다. 접속 배관(50)에 있어서의 접속 배관(58)과의 합류부는, 믹싱부(50A)를 구성하고 있다. 접속 배관(50)에 있어서, 믹싱부(50A)보다도 유로 상류측(도면 중 오른쪽)으로 접속 배관(48)과의 접속부보다도 유로 하류측(도면 중 왼쪽)에는, 에어 유량 제어 밸브(62)(전공 비례 밸브)가 마련되어 있다.

[0039] 즉, 가압 탱크(46) 내가 가압된 상태에서 컷 게이트(56) 및 쇼트 유량 제어 밸브(60)가 열리고, 또한 에어 유량 제어 밸브(62)가 열렸을 경우, 가압 탱크(46)로부터 공급된 투사재와, 컴프레서(52)로부터 공급된 압축 공기가, 믹싱부(50A)에서 혼합되어, 접속 배관(50)의 유로 하류측(도면 중 왼쪽)으로 흐른다.

[0040] 접속 배관(50)의 유로 하류측의 단부에는, 분사용(쇼트 피닝용)의 노즐(64)이 접속되어 있다. 이것에 의해, 믹싱부(50A)에 흐른 투사재는, 압축 공기와 혼합된 상태로 노즐(64)의 선단부로부터 분사된다. 에어 유량 제어 밸브(54, 62), 컷 게이트(56) 및 쇼트 유량 제어 밸브(60)는, 도 3의 (A)에 도시되는 제어 유닛(26)에 접속되어 있다.

[0041] 도 3의 (A)에 도시되는 제어 유닛(26)에는, 처리 대상물 W를 분사 장치(40)로 쇼트 피닝 처리(쇼트 처리)하기 위한 프로그램이 미리 기억되어 있다. 표면 처리 가공 장치(10)는 제어 유닛(26)에 접속된 조작 유닛(24)을 추가로 구비하고 있다. 조작 유닛(24)은 처리 대상물 W(도 2 참조)를 쇼트 피닝 처리할 때의 쇼트 처리 조건의 기준치(표준 설정 기준치)를 입력 가능하다. 조작 유닛(24)은 입력 조작에 따른 신호를 제어 유닛(26)으로 출력한다. 그리고, 제어 유닛(26)은 조작 유닛(24)으로부터 출력된 신호, 및 자성 평가 장치(20) 및 응력 측정 장치(22)로부터 출력된 검사 결과의 신호에 기초하여, 도 3의 (B)에 도시되는 컴프레서(52), 에어 유량 제어 밸브(54, 62), 컷 게이트(56) 및 쇼트 유량 제어 밸브(60) 등을 제어한다. 즉, 도 3의 (A)에 도시되는 제어 유닛(26)은 분사 장치(40)에 의한 쇼트 처리 조건, 보다 구체적으로는 투사재의 단위 시간당 토출량(유량), 투사재를 분사하는 경우의 분사압, 분사의 타이밍, 또는 가공 시간 등을 제어한다.

[0042] 본 실시 형태에서는, 제어 유닛(26)은 전술한 「불합격」이 아니라는 평가(판정)를 한 경우에는 그 검사 대상의 처리 대상물 W에 대해서 투사재를 투사할 때의 쇼트 처리 조건을 처리 전 검사부(14E)의 검사 결과에 따라 설정한다. 구체적으로는, 제어 유닛(26)은 「합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W에 대해서는 쇼트 처리 조건으로서 표준 쇼트 처리 조건(기준치)을 설정한다. 제어 유닛(26)은 「조건부 합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W에 대해서는 표준 쇼트 처리 조건(기준치)을 수정한 쇼트 처리 조건을 설정한다.

[0043] 즉, 제어 유닛(26)은 「합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W에 대해서는 표준 쇼트 처리 조건으로 투사재를 분사(투사)하도록 분사 장치(40)를 제어한다. 제어 유닛(26)은 「조건부 합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W에 대해서는 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 쇼트 처리 조건으로 투사재를 분사(투사)하도록 분사 장치(40)를 제어한다. 보충 설명하면, 「조건부 합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W 중 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 규격치(제2 응력 정상 범위)를 약간 하회하는 처리 대상물 W에 대해서는, 압축 잔류 응력을 보충하기 위해, 예를 들면, 분사압(투사압)이 높아지도록 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 쇼트 처리 조건

으로 투사재가 분사된다. 이것에 대해서, 「조건부 합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W 중 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 규격치(제2 응력 정상 범위)를 약간 상회하는 처리 대상물 W에 대해서는, 압축 잔류 응력의 과대한 축적을 피하기 위해, 예를 들면, 분사압(투사압)이 낮아지도록 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 쇼트 처리 조건으로 투사재가 분사된다. 또한, 투사재를 분사하는 경우의 분사압은, 도 3의 (B)에 도시되는 전공 비례 밸브인 에어 유량 제어 밸브(54, 62)의 입력치(에어 유량 제어 밸브(54, 62)의 개도(開度))를 제어함으로써 증감시키는 것이 가능하다.

[0044] 상세 설명을 생략하지만, 제품 재치부(36)는 본 실시 형태에서는 일레로서 소위 멀티 테이블의 구조를 가지고 있다. 즉, 제품 재치부(36)에는 공전 테이블(36A)이 배치됨과 아울러, 공전 테이블(36A)상에는 공전 테이블(36A)의 동심원상의 위치에 복수의 자전 테이블(36B)이 배치되어 있다. 공전 테이블(36A)은 장치 상하 방향의 회전축(35X)을 구비하고 있다. 공전 테이블(36A)은, 회전축(35X) 둘레로 회전(공전) 가능하다. 공전 테이블(36A)은 분사 장치(40)에 의해 투사재가 분사되는 분사 범위와, 분사 범위 이외의 비분사 범위를 포함하는 위치에 배치되어 있다. 또, 자전 테이블(36B)의 직경은 공전 테이블(36A)의 직경보다도 짧다. 자전 테이블(36B)은 공전 테이블(36A)의 회전축(35X)과 평행한 회전축(35Z)을 구비하고 있다. 자전 테이블(36B)은 회전축(35Z) 둘레로 회전(자전) 가능하다.

[0045] 자전 테이블(36B)에는 처리 대상물 W가 배치된다. 또, 공전 테이블(36A)에 있어서의 상기 분사 범위의 상방에는 도시하지 않은 누름 기구가 마련되어 있다. 상기 누름 기구의 누름부는 자전 테이블(36B)상의 처리 대상물 W를 상방에서 누르고 처리 대상물 W와 함께 회전 가능하다. 또, 공전 테이블(36A)을 회전(공전)시키는 공전 구동 기구(도시 생략) 및 자전 테이블(36B)을 회전(자전)시키는 자전 구동 기구(도시 생략)는, 각각 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 접속되어 있다. 공전 구동 기구 및 자전 구동 기구의 작동은, 각각 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 의해서 제어되고 있다. 이것들이 제어됨으로써, 쇼트 처리 조건의 하나인 처리 대상물 W에 대한 상대적인 투사 위치가 제어된다.

[0046] 도 2에 도시되는 것처럼, 표면 처리 가공 장치(10)는 반출측 컨베이어(66)와, 처리 후 검사 존(68)과, 두 개의 검사대(70A, 70B)와, 6축 로봇(72)과, 자성 평가 장치(74)와, 응력 측정 장치(76)를 구비하고 있다. 반출측 컨베이어(66)는 반출측 컨베이어(66)상에 재치되는 처리 대상물 W를 소정의 반송 방향(화살표 X2 참조)으로 반송한다. 반출측 컨베이어(66)의 반송 방향은 반입측 컨베이어(12)의 반송 방향(화살표 X1 참조)과 같은 방향으로 설정되어 있다. 반출측 컨베이어(66)의 반송 방향 중앙에는, 처리 후 검사 존(68)이 마련되어 있다. 이 처리 후 검사 존(68)에는, 두 개의 검사대(70A, 70B)가 반출측 컨베이어(66)를 걸치도록 마련되어 있다. 처리 후 검사 존(68)에 있어서의 반출측 컨베이어(66)의 측방에는, 6축 로봇(72)이 배치되어 있다.

[0047] 6축 로봇(72)은 처리 대상물 W를 들어 올려 이동시키는 것이 가능한 로봇이다. 6축 로봇(72)은 처리 대상물 W를 이동시켜 검사대(70A, 70B)의 위(즉 검사 위치)에 배치하는 것이 가능하다. 즉, 6축 로봇(72)은 반출측 컨베이어(66)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 이동시켜 검사대(70A)의 위에 배치하는 것, 및 검사대(70A)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 이동시켜 검사대(70B)의 위에 배치하는 것이 가능하다. 또, 6축 로봇(72)은 검사대(70B)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 이동시켜 반출측 컨베이어(66)의 위(하류측)에 배치하는 것, 및 검사대(70B)의 위에 배치되어 있는 처리 대상물 W를 표면 처리 공정의 라인 밖으로 꺼내는 것을 할 수 있다.

[0048] 또, 한쪽 검사대(70A)에는 검사 장치로서 자성 평가 장치(74)가 마련되어 있다. 다른 쪽 검사대(70B)에는 검사 장치로서 응력 측정 장치(76)가 인접 배치되어 있다. 자성 평가 장치(74) 및 응력 측정 장치(76)는 처리 후 검사부(68E)(제1 검사부)를 구성하고 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 자성 평가 장치(74)가 응력 측정 장치(76)보다도 반송 방향(화살표 X2 참조)의 상류에 배치되어 있지만, 응력 측정 장치(76)가 자성 평가 장치(74)보다도 반송 방향(화살표 X2 참조)의 상류에 배치되어도 된다.

[0049] 자성 평가 장치(74)는 검사대(70A)의 위에 배치된 처리 대상물 W에 있어서의 가공 대상부의 전체의 표면층의 상태를 검사한다. 자성 평가 장치(74)는, 예를 들면, 처리 대상물 W에 있어서의 얼룩의 유무 및 금속 조직의 상태에 대해서 와전류에 의한 평가를 행한다. 자성 평가 장치(74)는 자성 평가 장치(74)에서 행해진 검사의 결과로서, 전압치를 나타내는 신호를 출력해도 된다. 본 실시 형태의 자성 평가 장치(74)는 자성 평가 장치(74)에서 행해진 검사의 결과가, 미리 정해진 제1 자성 정상 범위(자성에 대한 제1 정상 범위) 내인지 여부를 평가(판정)한다. 자성 평가 장치(74)는 그 평가 결과를 나타내는 신호를 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 또한, 제1 자성 정상 범위는 제2 자성 정상 범위와 같아도 되고, 상이해도 된다.

[0050] 응력 측정 장치(76)는 검사대(70B)의 위에 배치된 처리 대상물 W의 잔류 응력을, X선 회절법을 이용하여 측정한다.

다. 본 실시 형태의 응력 측정 장치(76)는 처리 대상물 W의 전체의 응력 상태는 측정하지 않고, 지정된 측정점만의 잔류 응력을 측정한다. 응력 측정 장치(76)는 그 측정 결과(검사 결과)로서 응력치를 나타내는 신호를 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 본 실시 형태에서는, 처리 후 검사 존(68)의 자성 평가 장치(74)는, 처리 전 검사 존(14)의 자성 평가 장치(20)와 마찬가지로의 구성을 가지고 있다. 처리 후 검사 존(68)의 응력 측정 장치(76)는 처리 전 검사 존(14)의 응력 측정 장치(22)와 마찬가지로의 구성을 가지고 있다.

[0051] 도 3의 (A)에 도시되는 것처럼, 자성 평가 장치(74), 응력 측정 장치(76) 및 6축 로봇(72)은 제어 유닛(26)에 접속되어 있다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 평가 결과를 자성 평가 장치(74)로부터 수신하고, 응력 측정 장치(76)의 검사 결과를 응력 측정 장치(76)로부터 수신한다. 자성 평가 장치(74)의 평가 결과는 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 미리 정해진 제1 자성 정상 범위(자성에 대한 제1 정상 범위) 내인지 여부를 나타내는 정보이다. 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 내인지 여부에 대한 평가는, 후술하는 판단 수단(96)에 의해 행해진다. 제어 유닛(26)은 응력 측정 장치(76)에 의한 검사 결과가 미리 정해진 제1 응력 허용 범위 내(응력에 대한 제1 허용 범위)인지 여부, 및 응력 측정 장치(76)에 의한 검사 결과가 미리 정해진 제1 응력 정상 범위 내(응력에 대한 제1 정상 범위)인지 여부를 판정(평가)한다. 또한, 제1 응력 허용 범위는, 제2 응력 허용 범위와 같아도 되고, 상이해도 된다. 또, 제1 응력 정상 범위는, 제2 응력 정상 범위와 같아도 되고, 상이해도 된다. 제1 응력 정상 범위는 응력 규격 범위라고도 불린다.

[0052] 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74) 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 모두 제1 정상 범위 내(처리 후 검사부(68E)의 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내)이면 「합격」으로 평가(판정)한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위를 벗어났지만 제1 응력 허용 범위 내이면 「추가 가공 대상」으로 평가(판정)한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 밖, 또는 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 허용 범위 밖이면 「불합격」(본 실시 형태에서는 폐기 대상)으로 평가(판정)한다.

[0053] 즉, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가, 미리 정해진 제1 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 미리 정해진 제1 응력 정상 범위 내인 경우, 「합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 미리 정해진 제1 자성 정상 범위 밖인 경우, 또는 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 미리 정해진 제1 응력 허용 범위 밖인 경우, 「불합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 내이고, 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위 밖이고, 또한, 제1 응력 허용 범위 내이면, 「추가 가공 대상」으로 평가한다.

[0054] 제어 유닛(26)은 「합격」인 경우에는, 처리 대상물 W를 반출측 컨베이어(66)(도 2 참조)로 되돌리도록, 6축 로봇(72)을 제어한다. 제어 유닛(26)은 「불합격」인 경우에는, 처리 대상물 W를 표면 처리 공정의 라인 밖으로 꺼내도록, 6축 로봇(72)을 제어한다. 반출측 컨베이어(66)(도 2 참조)로 되돌려진 처리 대상물 W는, 다음 공정으로 흘러 보내진다. 제어 유닛(26)은 「추가 가공 대상」인 경우에는, 당해 처리 대상물 W를 대상으로 하여, 처리 후 검사부(68E)의 검사 결과에 따라 표준의 쇼트 처리 조건(기준치)을 수정한 쇼트 처리 조건을 설정한다. 제어 유닛(26)은 「추가 가공 대상」의 판정이 된 처리 대상물 W를 리턴용 컨베이어(도시 생략) 위에 재치하도록, 6축 로봇(72)을 제어한다. 리턴용 컨베이어는 반입측 컨베이어(12)(도 2 참조) 및 반출측 컨베이어(66)(도 2 참조)와 평행하게 설치되며, 리턴용 컨베이어 상에 재치된 처리 대상물 W를 쇼트 피닝 가공 장치(30)(도 2 참조)의 정면까지 반송한다. 리턴용 컨베이어에 의해 반송된 처리 대상물 W는, 반입측 컨베이어(12)에 의해 반송된 미처리의 처리 대상물 W와 마찬가지로, 반입출 로더(28)(도 2 참조)에 의해서 캐비닛(32)(도 2 참조) 안으로 반입된다. 제어 유닛(26)은 「추가 가공 대상」의 판정이 된 처리 대상물 W에 대해서는, 표준의 쇼트 처리 조건을 수정한 쇼트 처리 조건으로 투사재를 분사(투사)하도록 분사 장치(40)를 제어한다. 이것에 의해, 「추가 가공 대상」으로 평가된 처리 대상물 W에 대해서, 분사 장치(40)가 다시 투사재를 투사하는 쇼트 처리가 실행된다.

[0055] 또, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74) 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과를 기억 장치에 대해 기억한다. 제어 유닛(26)은 기억 장치에 기억된 최근의 예를 들면 수십일분(혹은 몇일분) 또는 수주간분(본 실시 형태에서는 일례로서 20일분)의 처리 후 검사부(68E)(도 2 참조, 후술하는 처리 후 검사 공정)의 응력 측정 장치(76)에 의한 검사 결과(데이터)에 대해서, 하루마다(넓은 의미로는 「소정 기간마다」)의 평균치를 연산 처리 장치에서 연산한다. 이하, 당해 평균치를 간단하게 「응력 평균치」라고도 말한다. 응력 평균치의 연산시, 처리 후 검사부(68E)의 응력 측정 장치(76)에 의한 검사 결과 중, 후술하는 재쇼트 처리가 행해진(추가 가공 공정을 거친) 처리 대상물 W의 검사 결과가 제외된다. 또한, 재쇼트 처리가 행해진 처리 대상물 W의 검사 결과가 제외되지 않

아도 된다.

[0056] 제어 유닛(26)은 추가로 응력 평균치와 응력 규격 중앙치(제1 응력 정상 범위의 중앙치)와의 차를 피리량으로서 연산 처리 장치에서 연산한다. 제어 유닛(26)은, 연산 처리 장치에 있어서, 상기 피리량의 증감 경향(경일(經日) 변화의 경향)을 나타내는 일차식의 기울기와 절편을, 일(가로축)과 일마다의 피리량(세로축)으로부터 최소 이송법에 의해서 산출한다. 제어 유닛(26)은 중장기의 경향으로서 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위(응력에 대한 제1 정상 범위)로부터 벗어나는 경향이 있는지 여부를 판단한다. 제어 유닛(26)은 응력 평균치가 미리 정해진 제1 응력 정상 범위(응력에 대한 제1 정상 범위)로부터 벗어날 것으로 예측되는 날(넓은 의미로는 「시기」)을 예측일로서 산출한다. 그리고 제어 유닛(26)은, 후술하는 소정의 타이밍에서, 처리 후 검사부(68E)(응력 측정 장치(76))에 의한 검사 결과의 경시 변화의 경향에 기초하여, 처리 후 검사부(68E)(응력 측정 장치(76))의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위 밖이 되는 비율을 억제하도록 쇼트 처리 조건의 기준치(표준 설정 기준치)를 재설정한다. 또한, 제1 응력 정상 범위는, 제2 응력 정상 범위와 같아도 되고, 상이해도 된다.

[0057] (자성 평가 장치(20, 74)에 대해)

[0058] 다음에, 자성 평가 장치(20, 74)에 대해 도 4의 (A) 및 도 4의 (B)를 참조하면서 설명한다. 도 4의 (A)에는, 자성 평가 장치(20)(표면 특성 검사 장치)의 회로 구성이 도시되어 있다. 도 4의 (B)에는, 자성 평가 장치(20)의 검사 검출기(86)의 구성이 투시 상태의 사시도로 도시되어 있다. 또한, 도 2에 도시되는 자성 평가 장치(20) 및 자성 평가 장치(74)는, 마찬가지로의 장치 구성이기 때문에, 도 4의 (A)의 자성 평가 장치에는 대표하여 부호 20을 부여하고 있다.

[0059] 도 4의 (A)에 도시되는 것처럼, 자성 평가 장치(20)는 교류 전원(78), 교류 브릿지 회로(80) 및 평가 장치(90)를 구비하고 있다. 교류 전원(78)은 교류 브릿지 회로(80)에 가변의 주파수를 가지는 교류 전력을 공급 가능하다.

[0060] 교류 브릿지 회로(80)는 가변 저항기(82)와, 피검체(검사 대상)가 되는 처리 대상물 W(이하, 적당히 「피검체 W」라고 약칭함)에 와전류를 여기하도록 코일이 배치되는 검사 검출기(86)와, 검사 검출기(86)로부터의 출력과 비교할 때의 기준이 되는 기준 상태를 검출하는 기준 검출기(84)를 구비하고 있다. 가변 저항기(82)는 저항 R_A 을 저항 $R1$ 과 저항 $R2$ 로 분배비 γ 로 분배할 수 있다. 분배비 γ 는 가변이다. 저항 $R1$ 및 저항 $R2$ 는, 기준 검출기(84) 및 검사 검출기(86)와 함께 브릿지 회로를 구성하고 있다. 본 실시 형태에서는 점 A 및 점 B가 자성 평가 장치(20)의 교류 전원(78)에 접속되고, 점 C 및 점 D가 증폭기(91)에 접속되어 있다. 점 A는 저항 $R1$ 과 저항 $R2$ 를 분배하는 점이다. 점 B는 기준 검출기(84)와 검사 검출기(86)의 사이에 위치하고 있다. 점 C는 저항 $R1$ 과 기준 검출기(84)의 사이에 위치하고 있다. 점 D는 저항 $R2$ 와 검사 검출기(86)의 사이에 위치하고 있다. 또, 노이즈의 저감을 위해서, 기준 검출기(84) 및 검사 검출기(86)측이 접지되어 있다. 또한, 가변 저항기(82) 및 기준 검출기(84)는 일례로서 회로 기판(88)상에 배치되어 있다.

[0061] 평가 장치(90)는 증폭기(91)와, 절대치 회로(92)와, 로우패스필터(LPF)(93)와, 위상 비교기(94)와, 주파수 조정기(95)와, 판단 수단(96)과, 표시 수단(97)과, 온도 측정 수단(98)을 구비하고 있다. 증폭기(91)는 교류 브릿지 회로(80)로부터 출력되는 전압 신호를 증폭한다. 절대치 회로(92)는 전파(全波) 정류를 행한다. LPF(93)는 직류 변환을 행한다. 위상 비교기(94)는 교류 전원(78)으로부터 공급되는 교류 전압과 증폭기(91)로부터 출력되는 전압의 위상을 비교한다. 주파수 조정기(95)는 교류 전원(78)으로부터 공급되는 교류 전압의 주파수를 조정한다. 판단 수단(96)은 저항 $R1$ 과 저항 $R2$ 의 분배를 최적화하는 비평형 조정을 행한다. 추가로 판단 수단(96)은 LPF(93)로부터의 출력을 자성 평가 장치(20, 74)의 검사 결과로서 수신한다. 판단 수단(96)은 당해 검사 결과에 기초하여 처리 대상물 W의 표면 상태의 양부(良否)를 판단한다. 구체적으로는, 판단 수단(96)은 당해 검사 결과가 미리 정해진 제2 자성 정상 범위 내 또는 제1 자성 정상 범위 내인지 여부를 평가(판정)한다. 처리 대상물 W의 표면 상태가 균질(均質)한 상태이면, 자성 평가 장치(20, 74)의 검사 결과는 제2 자성 정상 범위 내 또는 제1 자성 정상 범위 내가 된다. 표시 수단(97)은 판단 수단(96)에 의한 평가 결과를 표시 및 경고한다. 온도 측정 수단(98)은 평가 위치의 온도를 검출한다.

[0062] 증폭기(91)는 점 C 및 점 D에 접속되어 있다. 증폭기(91)에는 점 C와 점 D 사이의 전위차가 입력된다. 증폭기(91)의 출력은 절대치 회로(92)에 접속되어 있다. 절대치 회로(92)의 출력은 LPF(93)에 접속되어 있다. LPF(93)의 출력은 판단 수단(96)에 접속되어 있다. 위상 비교기(94)는 교류 전원(78), 증폭기(91) 및 판단 수단(96)에 접속되어 있다. 주파수 조정기(95)는 교류 전원(78) 및 증폭기(91)에 접속되어 있다. 또, 판단 수단(96)은 제어 신호를 출력함으로써, 교류 브릿지 회로(80)의 점 A의 위치, 즉, 저항 $R1$ 과 저항 $R2$ 의 분배비 γ 를 변경할

수 있다.

- [0063] 온도 측정 수단(98)은 비접촉식의 적외 센서 또는 열전쌍(thermocouple) 등으로 이루어지고, 피검체 W의 표면의 온도 신호를 판단 수단(96)에 출력한다. 판단 수단(96)은 온도 측정 수단(98)에서 검출된 피검체 W의 온도가 소정 범위 내인 경우에, 피검체 W의 표면 처리 상태의 양부를 판단한다. 판단 수단(96)은 온도 측정 수단(98)에서 검출된 온도가 소정 범위 밖인 경우, 피검체(처리 대상물) W의 표면 처리 상태의 양부의 판단을 행하지 않는다.
- [0064] 검사 검출기(86) 및 기준 검출기(84)는 마찬가지로의 구성을 가지고 있다. 이들 검사 검출기(86) 및 기준 검출기(84)로서는, 피검체 W의 평가부를 삽입/통과 가능한 코어의 외주(外周)에 코일이 권회(卷回)되어 형성된 검출기가 이용된다. 이 검출기는 코일을 피검체 W의 표면과 대향시켜 근접시킴으로써, 피검체 W에 와전류를 여기 가능하다. 즉, 이 코일은 피검체 W의 표면 특성 검사 영역을 둘러싸도록 권회되고, 피검체 W의 표면 특성 검사 영역과 대향하고 있다. 여기서, 피검체 W의 표면 특성 검사 영역을 둘러싼다는 것은, 적어도 표면 특성 검사 영역의 일부를 포위함(에워싸도록 둘러쌈)으로써, 표면 특성 검사 영역에 와전류를 여기하는 것을 포함하는 것을 의미하고 있다.
- [0065] 도 4의 (B)에 도시되는 것처럼, 검사 검출기(86)는 코어(86A)와, 코일(86B)을 구비하고 있다. 코어(86A)는 원통 모양이고, 피검체 W(도면 중에서는 모식화하여 원주체(圓柱體)로서 도시)를 덮도록 배치되어 있다. 코일(86B)은 코어(86A)의 외주면에 권회된 에나멜 동선(銅線)으로 이루어져 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 코일(86B)이 권회된 코어(86A)를 둘러싸도록, 원통 모양의 자기 실드(86C)가 마련되어 있다. 코어(86A)는 비자성 재료, 예를 들면, 수지에 의해 형성되어 있다. 또한, 코어(86A)의 형상은, 피검체 W를 내측에 배치할 수 있는 형상이면 원통 형상이 아니어도 된다. 또, 검사 검출기(86)는 코일(86B)이 형상을 유지할 수 있으면 코어(86A)를 구비하고 있지 않아도 된다.
- [0066] 코일(86B)이 피검체 W의 검사 대상면(표면 특성 검사 영역)을 둘러쌈과 아울러, 코일(86B)이 피검체 W의 검사 대상면과 대향하도록, 검사 검출기(86)가 배치된다. 이 상태에서, 교류 전원(78)(도 4의 (A) 참조)에 의해 코일(86B)에 소정의 주파수의 교류 전력을 공급하면 교류 자계가 발생한다. 이 결과, 피검체 W의 표면에 교류 자계에 교차하는 방향으로 흐르는 와전류가 여기된다. 와전류는 잔류 응력층의 전자기 특성에 따라 변화한다. 이 때문에, 잔류 응력층의 특성(표면 처리 상태)에 따라 증폭기(91)(도 4의 (A) 참조)로부터 출력되는 출력 파형(전압 파형)의 위상 및 진폭(임피던스)이 변화한다. 이 출력 파형의 변화에 의해 표면 처리층의 전자기 특성을 검출하여, 검사를 행할 수 있다.
- [0067] 즉, 도 4의 (A)에 도시되는 평가 장치(90)는 교류 브릿지 회로(80)로부터의 출력 신호에 기초하여, 피검체 W의 표면 특성을 평가한다. 이때, 교류 브릿지 회로(80)는 교류 브릿지 회로(80)에 교류 전력이 공급됨으로써, 검사 검출기(86)가 피검체 W의 전자기 특성을 검출하고, 또한 기준 검출기(84)가 기준 상태를 검출하고 있는 상태에 있다. 평가 장치(90)의 판단 수단(96)은, 제어 유닛(26)에 접속되어 있다. 판단 수단(96)은 평가 결과에 따른 신호를 제어 유닛(26)으로 출력한다. 또한, 판단 수단(96)은 온도 측정 수단(98)에서 검출된 온도가 소정 범위 밖으로서 판단을 회피했을 경우에 대해서는, 「검사 불가」인 취지의 신호를 제어 유닛(26)에 출력한다. 이것에 의해, 판단 수단(96)은 검사에 의한 판정 결과를 낼 수 없었던 것을 제어 유닛(26)에 통지한다.
- [0068] 판단 수단(96)은 「검사 불가」인 취지의 신호를 표시 수단(97)에 출력한다. 표시 수단(97)은 이 신호를 수신하여, 판단 수단(96)에 의한 평가 결과로서 「검사 불가」인 취지를 표시 및 경고한다. 이것에 의해, 예를 들면, 작업원이 자성 평가 장치(20, 74)를 점검하여, 필요에 따라서 동작 환경을 개선한 후, 자성 평가 장치(20, 74)를 다시 동작시켜도 된다. 또 예를 들면, 작업원이 평가 장치(90)에 의한 검사 결과를 무효화하고, 자성 평가 장치(20, 74)를 다시 동작시켜도 된다. 이것에 의해, 피검체 W의 표면 특성을 다시 평가할 수 있다.
- [0069] <자성 평가 장치(20)를 이용한 검사 방법>
- [0070] 다음에, 자성 평가 장치(20)를 이용한 검사 방법에 대해 개설(概說)한다. 먼저, 교류 전원(78)으로부터 교류 브릿지 회로(80)에 교류 전력이 공급된 상태에서, 피검체 W에 와전류가 여기되도록, 피검체 W에 대해서 검사 검출기(86)를 배치, 또는 검사 검출기(86)에 대해서 피검체 W를 배치한다(배치 공정). 즉, 먼저 배치된 피검체 W를 포위하도록 검사 검출기(86)를 배치하던지, 먼저 배치된 검사 검출기(86) 안에 피검체 W를 삽입하여 배치한다. 다음에, 교류 브릿지 회로(80)로부터 출력된 출력 신호에 기초하여, 평가 장치(90)가 피검체 W의 표면 특성을 평가한다(평가 공정). 그리고, 평가된 결과가 평가 장치(90)로부터 제어 유닛(26)으로 출력된다.
- [0071] 또한, 와전류에 의한 자성 평가에 대해서는, 예를 들면, 일본 특표 2013-529286호 공보, 일본 특표 2015-525336호 공보, 또는 국제 공개 제2015/107725호 팜플렛 등에 개시된 장치를 적용하여 자성 평가하는 것이 가능

하다.

- [0072] (응력 측정 장치(22, 76)에 대해)
- [0073] 다음에, 응력 측정 장치(22, 76)에 대해서, 도 5~도 9의 (B)를 참조하면서 설명한다. 또한, 도 2에 도시되는 응력 측정 장치(22) 및 응력 측정 장치(76)는, 마찬가지로의 장치 구성이기 때문에, 도 5의 응력 측정 장치에는 대표하여 부호 22를 부여하고 있다.
- [0074] 도 5에는 응력 측정 장치(22)의 일부가 모식적인 사시도로 도시되어 있다. 도 6에는 응력 측정 장치(22)의 일부가 측면시로 간략화하여 도시되어 있다. 도 5에 도시되는 것처럼, 응력 측정 장치(22)는 장치 본체(100) 및 제어 장치(150)를 구비하고 있다.
- [0075] 장치 본체(100)는 상자 모양의 케이스이다. 본 실시 형태에서는, 장치 본체(100)의 내부에 X선 발생원(102)이 수용되어 있다. X선 발생원(102)은 X선 관구(管球)를 구비하고, 소정 파장의 X선을 발생시키는 장치이다. 본 실시 형태에서는, X선 발생원(102)은 장치 본체(100)에 고정되어 있다. 응력 측정 장치(22)에서는, 검사 대상의 처리 대상물 W(이하, 적당히 「검사 대상물 W」라고 약칭함.)에 맞추어 적당한 파장의 X선이 이용된다. 장치 본체(100)의 전면(前面)(100F)에는, X선 조사용의 창(도시 생략)이 형성되어 있다. X선 발생원(102)에서 발생한 X선은, 상기 창을 통해서 검사 대상물 W로 조사된다. 또한, 도 5 및 도 6에서는, X선 발생원(102)으로부터 검사 대상물 W로의 X선의 경로 및 조사 방향(입사 방향)은, 화살표선 Xa로 나타내진다.
- [0076] 장치 본체(100)는 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)를 구비하고 있다. 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)는, 여기에서는 장치 본체(100)의 전면(100F)측에 배치되어 있다. 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)는, 검사 대상물 W의 회절 X선의 강도를 각각 검출한다. 제1 검출 소자(106)는 0차원의 X선 강도 측정 소자이다. 0차원이란 소자의 배치 위치에서 X선의 강도를 측정한다는 의미이다. 즉, 제1 검출 소자(106)는 복수의 소자가 직선을 따라서 배치된 1차원의 라인 센서 및 복수의 소자가 평면에 배치된 2차원의 이미징 플레이트와는 상이하다. 제2 검출 소자(108)도 0차원의 X선 강도 측정 소자이다. 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)로서, 예를 들면, 신틸레이션 카운터가 이용된다.
- [0077] 장치 본체(100)는 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)를 X선의 입사 방향과 직교하는 방향을 따라서 (화살표 X3 방향 참조) 각각 이동시키는 이동 기구(120)를 구비하고 있다. 도 6에 도시되는 것처럼, 이동 기구(120)는 변위 구동용 전동 모터(122)와, 볼 나사 기구(124)를 가지고 있다.
- [0078] 전동 모터(122)는 장치 본체(100)에 고정되어 있다. 볼 나사 기구(124)는 X선의 입사 방향과 직교하는 방향(화살표 X3 방향 참조)을 따라서 연장되는 직선 모양의 나사(126)와, 이 나사(126)에 나사 결합된 제1 너트(128) 및 제2 너트(130)를 가지고 있다. 나사(126)는 그 축선(軸線) 둘레로 회전 가능하게 지지되어 있다. 나사(126)는 전동 모터(122)가 구동되면, 구동력 전달 기구(도시 생략)를 통해서 구동력이 전달됨으로써, 자신의 축선 둘레로 회전한다. 또한, 나사(126)는 X선 발생원(102)으로부터의 입사 X선에 대해서 가로 방향으로(도 6의 지면(紙面)에 수직인 방향으로) 오픈된 위치에 배치되어 있다. 제1 너트(128)에는 제1 슬라이더(132)가 고정되어 있다. 제2 너트(130)에는 제2 슬라이더(134)가 고정되어 있다. 제1 슬라이더(132) 및 제2 슬라이더(134)는 한 쌍의 레일(136)(도 5 참조)에 의해서 한 쌍의 레일(136)의 연장 방향으로 슬라이드 가능하게 지지되어 있다. 한 쌍의 레일(136)은 장치 본체(100)의 전면(100F)에 마련되고, 나사(126)와 평행한 방향(X선의 입사 방향과 직교하는 방향)으로 연장되어 있다. 또한, 도 5에서는 한 쌍의 레일(136)을 모식화하여 나타냈지만, 한 쌍의 레일(136)에는 공지의 한 쌍의 가이드 레일을 적용할 수 있다.
- [0079] 도 6에 도시되는 것처럼, 제1 슬라이더(132)에는 제1 검출 소자(106)가 고정되어 있다. 제2 슬라이더(134)에는 제2 검출 소자(108)가 고정되어 있다. 전동 모터(122)가 구동되면, 제1 너트(128) 및 제1 슬라이더(132)와 제2 너트(130) 및 제2 슬라이더(134)가 나사(126)에 대해서 그 축선 방향으로 상대 이동한다. 이것에 의해, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)가, 동기하여 X선의 입사 방향과 직교하는 방향으로 (화살표 X3 방향 참조) 각각 이동된다. 즉, 이동 기구(120)에 의해서, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)는, X선 강도의 검출 위치를 직선상에서 변경할 수 있다.
- [0080] 제1 검출 소자(106)는 검사 대상물 W의 회절 X선의 강도를 제1 검출 위치에서 검출한다. 제2 검출 소자(108)는 검사 대상물 W의 회절 X선의 강도를 제1 검출 위치와는 상이한 제2 검출 위치에서 검출한다. 제1 검출 위치 및 제2 검출 위치는, 예를 들면, 검사 대상물 W의 재료 및 초점 거리에 따라 변화시킬 수 있다. 본 실시 형태에서는, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)는, 미리 설정된 동일한 거리를 동기하여 이동한다. 미리 설정된 거리는 필요한 회절 강도 분포를 얻을 수 있는 범위의 거리이다.

- [0081] 이동 기구(120)는, 도 5에 도시되는 제어 장치(150)에 접속되어 있다. 제어 장치(150)는, 예를 들면, CPU, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory) 및 HDD(Hard Disk Drive) 등을 구비한 범용적인 컴퓨터로 구성되어 있다. 제어 장치(150)는 처리 장치(152), 입력 장치(154)(예를 들면, 키보드 및 마우스) 및 출력 장치(156)(예를 들면, 디스플레이)를 구비하고 있다. 도 6에 도시되는 것처럼, 처리 장치(152)는 입출력부(160), 이동 제어부(162), 응력 산출부(164) 및 기억부(166)를 구비하고 있다.
- [0082] 입출력부(160)는 네트워크 카드 등의 통신 기기 및 그래픽 카드 등의 입출력 장치이다. 예를 들면, 입출력부(160)는 전동 모터(122)와 통신 가능하게 접속되어 있다. 입출력부(160)는, 예를 들면, 도 5에 도시되는 입력 장치(154) 및 출력 장치(156)와 통신 가능하게 접속되어 있다. 또, 도 6에 도시되는 입출력부(160)는 X선 발생원(102), 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)에 접속되어 있다. 후술하는 이동 제어부(162) 및 응력 산출부(164)는, 입출력부(160)를 통해서 각 구성요소와 정보의 교환을 행한다.
- [0083] 이동 제어부(162)는 이동 기구(120)를 구동시켜(이동 기구(120)의 구동을 제어함으로써) 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 각각의 검출 위치를 제어한다. 이동 제어부(162)는 검사 대상물 W를 구성하는 재료에 기초하여 정해지는 피크 출현 각도를 미리 취득하여, 피크 출현 각도를 포함하도록, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 각각의 검출 위치를 제어한다. 검사 대상물 W를 구성하는 재료에 기초하여 정해지는 피크 출현 위치는, 기억부(166)에 기억되어 있다. 또, 응력 산출부(164)는 이동 기구(120)에 의해 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)가 각각 이동함으로써 각각 검출된 회절 X선의 강도 피크에 기초하여, 검사 대상물 W의 잔류 응력을 산출한다. 이하, 잔류 응력의 산출에 대해 상세하게 설명한다.
- [0084] 도 7은 본 실시 형태에 따른 응력 측정 장치(22)의 검출 위치를 설명하기 위한 개요도이다. 도 7에서는, 검사 대상물 W에 대해서 입사 X선 X_{IN} 가 조사되어, 회절각 2θ 로 회절 X선이 출력되는 경우를 나타내고 있다. 이 경우, 소정 평면 PL에 있어서 회절 X선에 의해서 회절환 R이 그려진다. 여기서, 본 실시 형태에서는, 회절 X선의 회절환의 0° 에 대응하는 검출 위치, 및 회절 X선의 회절환의 180° 에 대응하는 검출 위치의 각각에서 강도 피크가 출현하고, 이 부분(즉 대칭이 되는 점)의 회절 강도를 취득하는 경우를 예로 한다.
- [0085] 도 8은 회절환을 설명하기 위한 개요도이다. 도 7 및 도 8에 도시되는 것처럼, 회절환 R의 0° 에 대응하는 제1 검출 위치 P1에서는, 회절 X선 X_{R1} 가 검출된다. 회절환 R의 180° 에 대응하는 제2 검출 위치 P2에서는, 회절 X선 X_{R2} 가 검출된다. 이 경우, 이동 제어부(162)(도 6 참조)는 회절환 R의 0° 에 대응하는 제1 검출 위치 P1를 포함하는 범위를 제1 검출 소자(106)(도 6 참조)가 이동하도록 설정한다. 마찬가지로, 이동 제어부(162)(도 6 참조)는 회절환 R의 180° 에 대응하는 제2 검출 위치 P2를 포함하는 범위를 제2 검출 소자(108)(도 6 참조)가 이동하도록 설정한다. 이것에 의해, 한 번의 X선의 조사로 2각도의 회절 X선을 얻어, 두 개의 X선 회절 강도 분포를 얻을 수 있다.
- [0086] 응력 산출부(164)(도 6 참조)는 제1 검출 위치 P1 및 제2 검출 위치 P2의 각각에서 검출된 X선 회절 강도 분포(각도 및 강도의 관계)에 기초하여, 회절 피크를 취득한다. 여기에서는, 회절환 R의 0° 에 대응하는 강도 피크, 및 회절환 R의 180° 에 대응하는 강도 피크의 두 개의 강도 피크를 얻을 수 있다. 도 8에 도시되는 2점 섹션의 회절환 R_R 은, 검사 대상물 W에 잔류 응력이 존재하지 않는 경우의 회절환이다. 잔류 응력이 존재하는 경우의 회절환 R에서는, 잔류 응력이 존재하지 않는 경우의 회절환 R_R 에 비해, 잔류 응력에 따라 중심 위치가 어긋난다.
- [0087] 응력 산출부(164)(도 6 참조)는 이 차를 이용하여 잔류 응력치를 산출한다. 예를 들면, 응력 산출부(164)(도 6 참조)는 $\cos \alpha$ 법을 이용하여 잔류 응력치를 산출한다. $\cos \alpha$ 법에서는, $\varepsilon - \cos \alpha$ 선도의 기울기로부터 잔류 응력이 얻어진다. $\varepsilon - \cos \alpha$ 선도는, $\cos \alpha$ (α : 회절 중심각)와 회절환상의 네 지점($\alpha, \pi + \alpha, -\alpha, \pi - \alpha$)의 변형(distortion)($\varepsilon_\alpha, \varepsilon_{\pi+\alpha}, \varepsilon_{-\alpha}, \varepsilon_{\pi-\alpha}$)을 이용하여 나타내지는 변형 ε 의 관계를 나타낸다.
- [0088] 응력 산출부(164)(도 6 참조)는 $\alpha=0^\circ, 180^\circ$ 의 2점을 이용하여 $\varepsilon - \cos \alpha$ 선도의 기울기(일차 함수의 기울기)를 산출한다. 그리고, 응력 산출부(164)(도 6 참조)는 일차 함수의 기울기에, X선 응력 측정 승수를 곱하여 잔류 응력을 얻는다. X선 응력 측정 승수는 영률(Young's modulus), 푸아송비(Poisson's ratio), 브래그각(Bragg angle)의 여각 및 X선 입사각에 의해서 정해지는 상수로, 도 6에 도시되는 기억부(166)에 미리 기억되어 있다. 응력 산출부(164)는 산출한 잔류 응력치를, 입출력부(160)를 통해서 제어 유닛(26)으로 출력한다. 또한, 응력 산출부(164)에서 산출된 잔류 응력치는 제어 유닛(26)으로 출력됨과 아울러, 기억부(166)에 기억되어도 되고, 출력 장치(156)(도 5 참조)로 출력되어도 된다.

- [0089] <응력 측정 장치(22)를 이용한 잔류 응력 측정 방법>
- [0090] 다음에, 응력 측정 장치(22)를 이용한 잔류 응력 측정 방법을 설명한다. 도 9의 (A) 및 도 9의 (B)는, 본 실시 형태에 따른 잔류 응력 측정 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0091] 처음에, 잔류 응력 측정 전의 조정 처리가 실행된다. 도 9의 (A)는 잔류 응력 측정 전의 조정 처리를 나타내는 순서도이다. 도 9의 (A)에 도시되는 것처럼, 먼저, 각도 조정 처리(스텝 S240)가 실행된다. 이 처리에서는, 검사 대상물 W에 대한 입사 X선의 각도가 조정된다. 예를 들면, 도 6에 도시되는 것처럼, 장치 본체(100)를 기울여 플랩각(flap angle) θ_1 을 조정함으로써, 입사 X선의 각도가 조정된다. 또한, 장치 본체(100)를 기울이는 처리는, 일례로서, 별도의 장치(제어부 및 액츄에이터)가 행한다. 도 9의 (A)에 도시되는 각도 조정 처리(스텝 S240)에 의해, 측정 중의 입사 각도가 소정 각도(단일 각도)로 고정된다.
- [0092] 다음에, 초점 조정 처리(스텝 S242)가 실행된다. 이 처리에서는, 검사 대상물 W에 대한 입사 X선의 초점이 조정된다. 예를 들면, 장치 본체(100)(도 6 참조)의 위치가 변경됨으로써, 입사 X선의 초점이 조정된다. 또한, 높이 및 위치를 변경하는 처리는, 일례로서, 별도의 장치(제어부 및 액츄에이터)가 행한다.
- [0093] 도 9의 (A)에 도시되는 순서도가 종료되면, 응력 측정 장치(22)는 검사 대상물 W의 표면층의 잔류 응력을 측정 가능한 상황이 된다. 도 9의 (B)는 검사 대상물 W의 표면층의 잔류 응력의 측정 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0094] 도 9의 (B)에 도시되는 것처럼, 처음에 X선 조사 처리(스텝 S250 : X선 조사 공정)가 실행된다. 이 X선 조사 처리(스텝 S250)에서는, X선 발생원(102)으로부터 검사 대상물 W에 X선을 조사한다. 다음에, 이 X선 조사 처리(스텝 S250)의 실행 중에 있어서 측정 처리(스텝 S252 : 이동 제어 공정)가 실행된다. 이 측정 처리(스텝 S252)에서는, 이동 제어부(162)에 의한 제어로 이동 기구(120)를 구동시켜 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)를 이동시키고(이동 제어 공정), 이동 중인 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 검출 결과에 기초하여, 두 개의 X선 회절 강도 분포를 얻는다. 이 공정에서는 제1 검출 소자(106)의 이동과 제2 검출 소자(108)의 이동을 동기시키고 있다. 측정 처리(스텝 S252)가 종료되었을 경우, X선의 조사를 종료해도 된다.
- [0095] 다음에, 잔류 응력 산출 처리(스텝 S254 : 응력 산출 공정)가 실행된다. 이 잔류 응력 산출 처리(스텝 S254)에서는, 측정 처리(스텝 S252 : 이동 제어 공정)의 실행 중에 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)가 각각 검출한 검사 대상물 W의 회절 X선의 강도 피크에 기초하여, 검사 대상물 W의 잔류 응력이 산출된다. 즉, 잔류 응력 산출 처리(스텝 S254)에서는, 응력 산출부(164)에 의해, 이동 중에 얻어진 두 개의 X선 회절 강도 분포에 기초하여, 두 개의 강도 피크가 취득된다. 그리고, 응력 산출부(164)에 의해서, $\varepsilon - \cos \alpha$ 선도의 기울기가 산출되고, X선 응력 측정 승수가 곱해져 잔류 응력이 산출된다. 마지막으로, 응력 산출부(164)에 의해 산출된 잔류 응력이 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)으로 출력된다(스텝 S256).
- [0096] 이상으로 도 9의 (B)에 도시되는 순서도가 종료된다. 도 9의 (B)에 나타내는 제어 처리를 실행함으로써, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)를 이동시켜 얻어진 데이터를 이용하여 잔류 응력을 산출하고, 산출한 잔류 응력을 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)으로 출력할 수 있다.
- [0097] 이상과 같이, 도 6에 도시되는 응력 측정 장치(22)에서는, 회절 X선의 강도를 제1 검출 위치 P1(도 7 참조)에서 검출하는 제1 검출 소자(106), 및 회절 X선의 강도를 제1 검출 위치 P1(도 7 참조)과는 상이한 제2 검출 위치 P2(도 7 참조)에서 검출하는 제2 검출 소자(108)를 구비하므로, 한 번의 X선의 조사(단일 각도의 조사)로 2각도의 회절 X선을 얻을 수 있다. 또한, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 각각은, X선의 입사 방향과 직교하는 방향을 따라서 이동함으로써, X선 강도 분포(회절 피크)를 소자마다 취득할 수 있다. 또, 적어도 두 개의 회절 피크를 취득함으로써, 검사 대상물 W의 잔류 응력을 산출할 수 있다. 이 때문에, 이미징 플레이트를 회전시켜 회절환의 모든 데이터를 취득할 필요가 없다. 따라서 종래의 잔류 응력 측정 장치와 비교해서, 잔류 응력의 측정 시간의 단축을 도모할 수 있다.
- [0098] 또, 본 실시 형태에 따른 응력 측정 장치(22)는 이미징 플레이트를 회전시키는 기구 및 판독 기구를 구비할 필요가 없다. 이 때문에, 응력 측정 장치(22)는 그러한 기구를 구비하는 잔류 응력 측정 장치와 비교해서, 간략화되고 경량화되므로, 설치하기 쉽고, 다른 기계에 편입되기 쉬운 구조로 할 수 있다. 또한, 응력 측정 장치(22)에서는, 장치 구성이 간략화됨으로써, 종래의 잔류 응력 측정 장치와 비교해서, 장치의 제조 코스트를 저감시킬 수 있다.
- [0099] 또한, 이동 제어부(162)가 제1 검출 소자(106)의 이동과 제2 검출 소자(108)의 이동을 동기시킴으로써, 제1 검출 소자(106)와 제2 검출 소자(108)를 개별적으로 제어하는 경우에 비해 잔류 응력의 측정 시간의 단축을 도모

할 수 있다.

- [0100] (표면 처리 가공 장치(10)를 이용한 표면 처리 가공 방법에 대해)
- [0101] 다음에, 도 2에 도시되는 표면 처리 가공 장치(10)를 이용한 표면 처리 가공 방법에 대해서, 도 1의 (A) 및 도 1의 (B)에 도시되는 순서도 및 도 2 등을 참조하면서 설명한다. 표면 처리 가공 장치(10)는, 도 4의 (A) 등에 도시되는 자성 평가 장치(20), 도 5 등에 도시되는 응력 측정 장치(22), 및 도 3의 (B) 등에 도시되는 쇼트 피닝 가공 장치(30) 등을 포함하고 있다. 또한, 도 2에 도시되는 표면 처리 가공 장치(10)에 반입되기 전의 처리 대상물 W로서, 소성 가공 및 기계 가공에 의해서 제품 형상으로 된 처리 대상물(제품)이 일레로서 열 처리 가공되어 있다.
- [0102] 도 2에 도시되는 표면 처리 가공 장치(10)에 반입된 처리 대상물 W는, 반입측 컨베이어(12)상에 채치되어 반송된다. 처리 대상물 W는 처리 전 검사 존(14)에 도달하면, 6축 로봇(18)에 의해서 검사대(16A)의 위에 배치되어 자성 평가 장치(20)에 의해 검사된다. 그 후, 처리 대상물 W는 6축 로봇(18)에 의해서 검사대(16B)의 위에 배치되어 응력 측정 장치(22)에 의해 검사된다.
- [0103] 즉, 검사대(16A, 16B)의 위에 있어서, 도 1의 (A)의 스텝 S200에 나타내는 쇼트 처리 전의 검사, 즉 처리 전 검사 공정(제2 검사 공정)이 실행된다. 이 처리 전 검사 공정에서는, 처리 대상물 W에 대해서 투사재를 투사하는 쇼트 처리가 행해지기 전의 당해 처리 대상물 W의 표면층의 상태가 비파괴 검사된다. 그 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위로부터 벗어나 있는 경우에 「불합격」으로 평가된다.
- [0104] 먼저, 도 2에 도시되는 검사대(16A)상에서는, 자성 평가 장치(20)가 처리 대상물 W의 표면층을 와전류에 의해서 자성 평가하는 검사를 한다. 구체적인 검사 방법은 상술한 대로이다. 자성 평가 장치(20)에서는 검사 결과에 기초하여 판단 수단(96)이 표면 상태의 양부를 판단한다. 자성 평가 장치(20)는 검사 결과(즉, 판단 수단(96)의 평가 결과)를 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 다음에, 검사대(16B)상에서는, 응력 측정 장치(22)가 처리 대상물 W의 표면층의 잔류 응력을, X선 회절법을 이용하여 측정한다. 구체적인 측정 방법은 상술한 대로이다. 응력 측정 장치(22)는 측정 결과를 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20) 및 응력 측정 장치(22)의 검사 결과에 기초하여, 전술한 것처럼 「합격」, 「조건부 합격」, 및 「불합격」 중 어느 하나의 평가를 한다.
- [0105] 도 1의 (A)에 나타내는 스텝 S202에 있어서, 제어 유닛(26)은 처리 대상물 W가 「불합격」인지 여부를 판정한다. 제어 유닛(26)의 처리는, 스텝 S202의 판정이 긍정된 경우에는, 스텝 S206으로 이행하고, 스텝 S202의 판정이 부정된 경우는 스텝 S204로 이행한다. 스텝 S206에 있어서, 제어 유닛(26)은 처리 대상물 W를 표면 처리 공정의 라인 밖으로 꺼내도록, 도 2에 도시되는 6축 로봇(18)을 제어한다. 라인 밖으로 꺼내진 처리 대상물 W는 폐기 처리된다. 즉, 처리 전 검사 공정에서 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W는 미리 쇼트 처리의 대상에서 제외된다. 이것에 의해, 무익한 쇼트 피닝 가공(불량 제품의 가공)이 미연에 억제된다.
- [0106] 도 1의 (A)에 나타내는 스텝 S204에 있어서, 제어 유닛(26)은 처리 대상물 W가 「합격」인지 여부를 판정한다. 제어 유닛(26)의 처리는, 스텝 S204의 판정이 부정된 경우는 스텝 S210으로 이행하고, 스텝 S204의 판정이 긍정된 경우는 스텝 S208로 이행한다. 스텝 S208 및 스텝 S210에 있어서는, 조건 설정 공정이 실행된다. 처리 전 검사 공정의 후에 실행되는 조건 설정 공정에서는, 처리 전 검사 공정에서 「불합격이 아님」으로 평가된 처리 대상물 W를 대상으로 하여 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과에 따라 제어 유닛(26)이 쇼트 처리 조건을 설정한다.
- [0107] 스텝 S210에 있어서는, 제어 유닛(26)은 「조건부 합격」으로 판정된 처리 대상물 W의 쇼트 처리 조건으로서, 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 조건(조정된 조건)을 설정한다(피드 포워드)(조건 설정 공정). 즉, 개별의 쇼트 피닝 가공 전의 처리 대상물 W(제품)의 성상(性狀)에 맞추어 개별로(하나의 부품마다) 쇼트 처리 조건이 조정된다. 이것에 의해, 표준 쇼트 처리 조건인 채로 가공했을 경우에 불량품이 될 수 있는 처리 대상물 W를 우량품으로 하는 것이 가능해진다. 이것에 의해, 폐기 처분되는 처리 대상물 W를 줄일 수 있다. 따라서 생산성을 향상시킬 수 있다.
- [0108] 「조건부 합격」으로 판정된 처리 대상물 W의 쇼트 처리 조건의 수정(조정)에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 본 실시 형태에서는, 쇼트 처리 조건 중 일레로서 투사재를 분사하는 경우의 분사압에 대해 수정한 조건이 설정된다. 이 쇼트 처리 조건의 수정 조건(수정치)은, 이하와 같이 연산된다. 먼저, 제어 유닛(26)의 연산 처리 장치에 있어서, 그 기억부에 미리 기억되어 있는 연산식을 포함하는 프로그램이 읽어내져 메모리에 전개된다. 다음에, 메모리에 전개된 당해 프로그램이 CPU에 의해서 실행된다. 이것에 의해, 수정 조건이 연산된다. 연산식은

쇼트 처리 조건의 기준치를 포함한 식이다. 또한, 변형예로서, 조건 판별을 포함하는 프로그램을 제어 유닛(26)의 연산 처리 장치에 미리 기억시켜, 이 프로그램을 실행함으로써 쇼트 처리 조건의 수정 조건을 결정해도 된다.

- [0109] 한편, 스텝 S208에 있어서는, 제어 유닛(26)은 「합격」으로 판정된 처리 대상물 W의 쇼트 처리 조건으로서, 표준 쇼트 처리 조건을 그대로 설정한다. 스텝 S210 및 스텝 S208에 의해 처리 대상물 W에 따른 쇼트 가공을 할 수 있다.
- [0110] 「합격」 또는 「조건부 합격」으로 판정된 처리 대상물 W는, 도 2에 도시되는 6축 로봇(18)에 의해서, 검사대(16B)의 위로부터 반입측 컨베이어(12)의 위로 이동된다. 그 후, 처리 대상물 W는 반입측 컨베이어(12)의 하류측에서 반입출 로더(28)에 의해서 쇼트 피닝 가공 장치(30)의 캐비닛(32) 안으로 반입된다.
- [0111] 쇼트 피닝 가공 장치(30)의 캐비닛(32) 안에서는, 도 1의 (A)에 나타내는 스텝 S212, 즉 쇼트 처리 공정이 실행된다. 조건 설정 공정의 후에 실행되는 쇼트 처리 공정에서는, 처리 대상물 W에 대해서 도 3의 (B)에 도시되는 쇼트 피닝 가공 장치(30)의 분사 장치(40)가 투사재를 투사하는 쇼트 처리가 행해진다. 쇼트 처리 공정에 있어서의 쇼트 처리 조건은, 처리 전 검사 공정에서 제어 유닛(26)에 의해서 「불합격이 아님」으로 평가된 처리 대상물 W를 대상으로 하여, 조건 설정 공정에서 제어 유닛(26)에 의해서 설정된다.
- [0112] 여기서, 쇼트 처리에 대해 개략적으로 설명한다. 쇼트 처리로서는, 예를 들면 쇼트 피닝(가공) 및 쇼트 블라스팅(가공)이 있다. 이들 쇼트 처리에서는, 예를 들면 수십 μm 에서 수mm 정도의 대략 구형 투사재(쇼트(연마 입자를 포함함))가 처리 대상물 W를 향해서 고속으로 부딪혀진다. 이것에 의해, 처리 대상물 W의 부품 표면층의 개선 효과가 얻어진다. 쇼트 피닝 가공은 반복하여 하중을 받는 부품의 피로 강도(fatigue strength)(내구성) 개선 등을 목적으로 사용되고 있다. 반복 하중을 받는 부품으로서, 예를 들면, 자동차, 항공기, 선박, 건설 기계, 가공 기계, 및 강구조물 등을 들 수 있다. 쇼트 피닝 가공은 올바르게 실시되어 있지 않으면, 목표로 한 표면 경도(硬度), 경도 분포, 및 압축 잔류 응력 등이 부품에 부여되지 않아, 부품이 조기에 파괴되어 버리는 경우도 있다. 따라서 적절한 가공을 유지하기 위해서, 충분한 관리를 한 다음 쇼트 피닝 가공을 실시할 필요가 있다. 또, 쇼트 블라스팅 가공은 동일한 가공품에 대해서, 예를 들면 녹 및 스케일 등의 표면의 부착물의 제거, 표면 조도 등의 표면 형상의 조정, 도장(塗裝) 및 코팅 피막 등의 밀착성 향상, 또는 강구조물의 마찰 결합부에 있어서의 적절한 마모 계수의 확보를 위해서 사용되고 있다. 따라서 쇼트 피닝 가공과 마찬가지로 충분한 관리를 한 다음 쇼트 블라스팅 가공을 실시할 필요가 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 쇼트 처리의 가공은 쇼트 피닝 가공이다.
- [0113] 쇼트 처리된 처리 대상물 W는, 도 2에 도시되는 반입출 로더(28)에 의해서 쇼트 피닝 가공 장치(30)의 캐비닛(32) 안에서 반출측 컨베이어(66)의 상류측으로 반출된다. 처리 대상물 W는 반출측 컨베이어(66)에 의해서 반송된다. 처리 대상물 W는 처리 후 검사 존(68)에 도달하면, 6축 로봇(72)에 의해서 검사대(70A)의 위에 배치되어 자성 평가 장치(74)로 검사된다. 그 후, 처리 대상물 W는 6축 로봇(72)에 의해서 검사대(70B)의 위에 배치되어 응력 측정 장치(76)로 검사된다.
- [0114] 즉, 검사대(70A, 70B)의 위에 있어서, 도 1의 (A)의 스텝 S214에 나타내는 쇼트 처리 후의 검사, 즉 처리 후 검사 공정(제1 검사 공정)이 실행된다. 쇼트 처리 공정 후의 처리 후 검사 공정에서는, 처리 대상물 W의 표면층의 상태가 비파괴 검사된다. 그 검사 결과가 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 「합격」으로 평가되고, 미리 정해진 제1 허용 범위로부터 벗어나면 「불합격」으로 평가되고, 상기 제1 정상 범위로부터 벗어났지만, 상기 제1 허용 범위 내이면 「추가 가공 대상」으로 평가된다.
- [0115] 도 2에 도시되는 검사대(70A)상에서는, 자성 평가 장치(74)가 처리 대상물 W의 표면층을 와전류에 의해서 자성 평가하는 검사를 한다. 구체적인 검사 방법은 상술한 대로이다. 자성 평가 장치(74)에서는 검사 결과에 기초하여 판단 수단(96)이 표면 상태의 양부를 판단한다. 자성 평가 장치(74)는 검사 결과(즉, 판단 수단(96)의 평가 결과)를 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 다음에, 검사대(70B)상에서는, 응력 측정 장치(76)가 처리 대상물 W의 표면층의 잔류 응력을, X선 회절법을 이용하여 측정한다. 구체적인 측정 방법은 상술한 대로이다. 응력 측정 장치(76)는 측정 결과를 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)에 출력한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74) 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과에 기초하여, 전술한 것처럼 「합격」, 「불합격」 및 「추가 가공 대상」 중 어느 하나의 평가를 한다.
- [0116] 또, 도 1의 (A)에 나타내는 스텝 S214의 다음 스텝 S216에 있어서, 제어 유닛(26)은 응력 측정 장치(76)의 검사 결과(측정치)를 기억 장치에서 기억한다. 스텝 S216의 다음 스텝 S218에 있어서는, 제어 유닛(26)은 처리 대상

물 W가 「불합격」인지 여부(즉, 처리 후 검사 공정의 검사 결과가 제1 허용 범위 내인지 여부)를 판정한다. 제어 유닛(26)의 처리는, 스텝 S218의 판정이 긍정된 경우는 스텝 S222로 이행하고, 스텝 S218의 판정이 부정된 경우는 스텝 S219로 이행한다.

[0117] 스텝 S219에 있어서는, 제어 유닛(26)은 처리 대상물 W가 「합격」인지 여부(즉, 처리 후 검사 공정의 검사 결과가 제1 정상 범위 내인지 여부)를 판정한다. 스텝 S219의 판정이 긍정된 경우는, 제어 유닛(26)의 처리는, 스텝 S220으로 이행한다. 스텝 S219의 판정이 부정된 경우는, 제어 유닛(26)은 처리 대상물 W를 「추가 가공 대상」으로 판정한다. 그리고 제어 유닛(26)의 처리는 스텝 S208로 이행한다. 스텝 S208에 있어서는, 조건 설정 공정이 실행된다. 처리 후 검사 공정 후에 실행되는 조건 설정 공정에서는, 처리 후 검사 공정에서 「추가 가공 대상」으로 평가된 처리 대상물 W를 대상으로 하여, 제어 유닛(26)이 쇼트 처리 조건으로서, 표준의 쇼트 처리 조건을 설정한다.

[0118] 「추가 가공 대상」으로 판정된 처리 대상물 W는, 6축 로봇(72), 리턴용 컨베이어 및 반입출 로더(28)에 의해서, 검사대(70B) 위에서 쇼트 피닝 가공 장치(30)로 반송된다. 쇼트 피닝 가공 장치(30)에서는, 스텝 S212, 즉 쇼트 처리 공정이 실행된다. 여기에서는, 스텝 S208의 조건 설정 공정에서 설정된 쇼트 처리 조건으로 쇼트 처리가 이루어진다. 이것에 의해, 「추가 가공 대상」으로 판정된 처리 대상물 W에 대해서, 추가 가공 공정이 실행된다. 또한, 「추가 가공 대상」으로 판정된 처리 대상물 W의 쇼트 처리 조건으로서, 표준의 쇼트 처리 조건을 수정한 조건이 설정되어도 된다(피드 포워드). 즉, 스텝 S219의 판정이 부정된 경우는, 제어 유닛(26)의 처리가 스텝 S210으로 이행해도 된다. 이 경우, 개별의 재쇼트 피닝 가공 전의 처리 대상물 W의 성상에 맞추어 개별로 쇼트 처리 조건의 조정이 이루어진다. 이 때문에, 표준의 쇼트 처리 조건인 채로 재쇼트 가공했을 경우에 불량품이 될 수 있는 처리 대상물 W를 우량품으로 하는 것이 가능해진다. 이것에 의해, 폐기 처분되는 처리 대상물 W를 줄일 수 있으므로, 생산성을 향상시킬 수 있다. 「추가 가공 대상」으로 판정된 처리 대상물 W의 쇼트 처리 조건의 수정(조정)의 상세는, 「조건부 합격」으로 판정된 처리 대상물 W의 경우와 같기 때문에, 설명을 생략한다.

[0119] 스텝 S222에 있어서, 제어 유닛(26)은 처리 대상물 W를 표면 처리 공정의 라인 밖으로 꺼내도록, 도 2에 도시되는 6축 로봇(72)을 제어한다. 라인 밖으로 꺼내진 처리 대상물 W는 폐기 처리된다. 또, 「합격」으로 판정된 처리 대상물 W는, 6축 로봇(72)에 의해서, 검사대(70B)의 위로부터 반출측 컨베이어(66)의 위로 이동된다. 그 후, 처리 대상물 W는 반출측 컨베이어(66)에 의해서 반송됨으로써, 후 공정으로 보내진다. 즉, 도 1의 (A)에 나타내는 스텝 S220이 실행된다.

[0120] 이와 같이, 본 실시 형태에 의하면, 쇼트 처리 공정의 후에 실행되는 처리 후 검사 공정에 있어서 시험편이 아니라 실제의 처리 대상물 W의 검사가 실시된다. 이것에 의해, 처리 대상물 W에 쇼트 피닝 효과(쇼트 처리의 효과)가 부여되어 있는지 여부를 직접 판단할 수 있다. 그리고, 불안정한 처리 대상물 W가 표면 처리 가공 장치(10)에 있어서 실행되는 공정보다도 후의 공정으로 흐르는 것을 방지할 수 있다. 또, 본 실시 형태에서는, 쇼트 처리 공정의 전에 처리 전 검사 공정이 마련되어 있다. 이 때문에, 쇼트 피닝 가공에 적합하지 않은(즉, 쇼트 피닝 가공을 행해도 쇼트 피닝 효과를 적절하게 부여할 수 없는) 처리 대상물 W를, 쇼트 처리 공정의 전에 판별하여 제거할 수 있다. 이것에 의해, 쇼트 처리 공정에 있어서 불량품이 발생하는 것을 미연에 방지 또는 효과적으로 억제할 수 있다.

[0121] 다음에, 쇼트 처리 조건의 기준치(표준 설정 기준치)의 재설정 처리, 즉 기준치 재설정 공정에 대해서, 도 1의 (B)을 참조하면서 설명한다. 이 처리는 일례로서, 매일의 가공 개시 전에 있어서 제어 유닛(26)이 기동했을 때 실행된다.

[0122] 먼저, 도 1의 (B)에 나타내는 스텝 S230에 있어서, 제어 유닛(26)은 쇼트 처리 조건의 기준치의 재설정 필요 여부를 판정한다. 본 실시 형태에서는 일례로서, 처음에, 제어 유닛(26)은, 상술한 응력 평균치의 경일 변화(넓은 의미로는 「경시 변화」)의 경향에 기초하여, 응력 평균치가 미리 설정된 제1 응력 정상 범위(응력에 대한 제1 정상 범위)로부터 벗어나는 날(넓은 의미로는 「시기」)을 예측일로서 예측한다. 다음에, 제어 유닛(26)은, 스텝 S230의 실행시가, 예측일에 대해서 미리 설정된 일수분만큼 전(예를 들면 3일전)의 날 이후인지 여부를 판정한다. 또한, 예측일을 산출하는 방법은, 이미 기술했기 때문에, 설명을 생략한다. 제어 유닛(26)의 처리는, 도 1의 (B)에 나타내는 스텝 S230의 판정이 부정된 경우에는 종료되고, 스텝 S230의 판정이 긍정된 경우는 스텝 S232로 이행한다.

[0123] 도 1의 (B)에 나타내는 스텝 S232의 기준치 재설정 공정에서는, 처리 후 검사 공정에서의 응력 측정 장치(76)에 의한 검사 결과의 경시 변화의 경향에 기초하여, 처리 후 검사 공정에서 「합격」으로 평가되지 않는 비율(처리

후 검사부(68E)의 검사 결과가 제1 정상 범위 밖이 되는 비율)을 억제하도록 쇼트 처리 조건의 기준치를 제어 유닛(26)이 재설정한다. 즉, 기준치 재설정 공정에서는, 처리 후 검사 공정에서의 검사 결과가 쇼트 처리 조건의 기준치에 피드백된다. 이 기준치 재설정 공정은, 응력 평균치의 경일 변화의 경향에 기초하여, 예측일보다도 전에 실행되게 된다. 이것에 의해, 처리 후 검사 공정에서 「합격」으로 평가되는 처리 대상물 W의 수를 효과적으로 늘릴 수 있다. 예측일의 산출 방법에 대해서는, 전술했기 때문에 설명을 생략한다. 본 실시 형태의 기준치 재설정 공정에서는, 쇼트 처리 조건 중 일례로서 투사재를 분사하는 경우의 분사압의 기준치가 제어 유닛(26)에 의해서 재설정된다.

[0124] 이상에 의해, 도 3의 (B) 등에 도시되는 분사 장치(40)를 포함하는 쇼트 피닝 가공 장치(30)에 있어서의 중장기적인 변동, 즉 투사재의 입경(粒徑)의 변화, 투사재를 가속시키기 위한 기구(노즐 등)의 형상 변화, 컴프레서로부터 공급되는 압축 공기의 성상 변화 등의 변동의 경향에 따른 보정을 할 수 있다. 이것에 의해, 차회 이후의 처리 후 검사 공정에서의 「불합격」의 비율을 효과적으로 억제할 수 있다. 따라서 무익한 쇼트 피닝 가공을 억제할 수 있다.

[0125] 이상 설명한 것처럼, 본 실시 형태에 따른 표면 처리 가공 방법 및 표면 처리 가공 장치(10)(도 2 참조)에 의하면, 무익한 쇼트 가공을 억제하면서 쇼트 가공된 모든 처리 대상물 W의 가공의 정도를 관리할 수 있다.

[0126] 여기서, 상기 실시 형태의 작용 및 효과에 대해 추가로 보충 설명한다. 쇼트 피닝 가공에 있어서의 품질 관리의 수법으로서, 장치 가동 관리와, 제품 관리가 알려져 있다. 장치 가동 관리에서는, 가공 장치의 가동 상태가 감시된다. 장치 가동 관리에서는, 투사재의 속도에 관련하는 파라미터(구체적으로는 에어 노즐식 쇼트 피닝 가공에서는 분사압, 원심식 투사 장치에서는 투사용 임펠러의 회전수), 투사재의 유량, 가공 시간, 및 회전 테이블상의 처리 대상물 W(제품)의 회전수 및 회전 상태 등이 감시된다. 장치 가동 관리에서는, 이것들이 일정한 규정치 내에 있는 상태에서, 가공 장치를 가동할 수 있음으로써 쇼트 피닝 가공의 공정을 보증하고 있다. 이것에 대해서, 제품 관리에서는, 실제로 가공된 제품에 대해서, 쇼트 피닝 효과의 지표인, 압축 잔류 응력, 경도, 및 표면 조도 등의 측정이 행해진다. 또한, 장치 가동 관리와 제품 관리의 중간적인 역할로서, 쇼트 피닝 장치에 의한 가공 정도를, 알멘(almen)법에 따라 측정하는 방법이 있다. 알멘법에 따르는 방법은, 시험편을 이용한 휨량을 측정하는 방법으로, 장치의 가공 정도의 재현성을 측정할 수 있다. 그렇지만, 알멘법에 따르는 방법에서는, 현물의 제품으로의 가공 정도를 관리할 수 없다.

[0127] 그런데, 장치 가동 관리에 있어서는, 장치의 가동 상황만을 감시하는데 그친다. 이 때문에, 가공된 제품에 쇼트 피닝 효과가 부여되어 있는지 여부를 판단할 수 없다. 또, 쇼트 피닝 공정으로 넘어가는 처리 대상물 W(제품)의 대부분은 열 처리 등이 되어, 쇼트 피닝 가공에 의해 충분한 효과를 얻을 수 있는 상태가 되어 있을 필요가 있다. 그렇지만, 열 처리 상태의 트러블에 의해, 금속 조직의 상태가 적절하지 않고, 필요한 표면 경도 또는 경도 분포가 만족되지 않는 부적절한 처리 대상물 W(제품)가 투입되어 올 가능성도 있다. 장치 가동 관리에서 양호한 가공이 이루어진 제품이라도, 합격품으로서 적합하지 않은 경우도 있을 수 있다. 한편, 제품 관리에 있어서는, 쇼트 피닝 효과는 표면 및 표면으로부터 수십 μm ~수백 μm 의 범위에서 부여된다. 이 때문에, 제품 관리는 제품의 내부를 깎아 내어 측정하는 파괴 검사를 수반하는 경우가 많다. 또 측정에 시간도 걸리기 때문에, 일반적으로는 가공 로트(lot) 중 일부가 검사되는데 그쳐 있다.

[0128] 이것에 대해서, 본 실시 형태에 따른 표면 처리 가공 방법에서는, 처리 대상물 W가 전수 검사된다. 이것에 의해, 쇼트 가공된 모든 처리 대상물 W의 가공의 정도를 관리할 수 있다. 상술한 바와 같이, 쇼트 처리에 의한 가공 부족이 원인으로, 처리 대상물 W에 원하는 효과가 부여되지 않는 경우가 있다. 이러한 경우, 재쇼트 처리에 의해 처리 대상물 W에 원하는 효과가 부여될 가능성이 있다. 그렇지만, 쇼트 처리에 의한 가공 부족 이외의 원인으로 원하는 효과가 부여되지 않은 처리 대상물 W에 대해서까지 일률적으로 재쇼트 처리가 이루어지면, 생산성이 저하된다. 본 실시 형태에 의하면, 쇼트 처리가 이루어진 처리 대상물 W의 표면측의 상태가 비파괴 검사되고, 재쇼트 처리에 의해 원하는 효과가 부여될 가능성이 있는 처리 대상물 W가 「추가 가공 대상」으로 된다. 이것에 의해, 쓸데없는 쇼트 처리를 억제하면서, 원하는 효과가 부여되는 처리 대상물 W의 수를 늘릴 수 있다. 따라서 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0129] [제2 실시 형태]

[0130] 다음에, 제2 실시 형태에 따른 표면 처리 가공 방법에 대해서, 도 2를 인용하면서 설명한다. 본 실시 형태에 적용되는 처리 대상물 W는 판 스프링, 및 디스크 스프링 등의 박물(薄物) 제품이다. 또, 본 실시 형태에 적용되는 표면 처리 가공 장치의 구성은, 도 2에 도시되는 제1 실시 형태에 있어서의 표면 처리 가공 장치(10)와 거의 같지만, 자성 평가 장치(20, 74)를 대신하여, 도시하지 않은 비접촉식의 레이저 변위계가 배치됨과 아울러, 처리

전 검사부(14E)의 응력 측정 장치(22)가 배치되어 있지 않은 점에서, 제1 실시 형태에 있어서의 표면 처리 가공 장치(10)의 구성과 상이하다. 다른 점은, 제1 실시 형태와 실질적으로 같다.

[0131] 상기 레이저 변위계는, 처리 대상물 W의 외형 치수를 비파괴 검사한다. 박물 제품은 쇼트 피닝 가공에 의해서 변형되기 쉽다. 이 때문에, 상기 레이저 변위계가 배치되어 있다. 처리 전 검사 존(14)의 상기 레이저 변위계는 처리 전 검사부를 구성하고 있다. 처리 후 검사 존(68)의 상기 레이저 변위계 및 응력 측정 장치(76)는 처리 후 검사부를 구성하고 있다.

[0132] 처리 전 검사 공정에서는, 레이저 변위계는 쇼트 처리가 행해지기 전의 처리 대상물 W의 외형 치수를 비파괴 검사(초기 변형을 측정)한다. 쇼트 처리에서는, 처리 대상물 W에 대해서 투사제가 투사된다. 제어 유닛(26)은, 레이저 변위계의 검사 결과를 접수하여, 그 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위(제2 변위 허용 범위)로부터 벗어나 있는 경우에 「불합격」으로 평가한다. 처리 전 검사 공정 후의 조건 설정 공정에서는, 처리 전 검사 공정에서 「불합격」이 아니라는 평가를 받은 처리 대상물 W를 대상으로 하여, 제어 유닛(26)은 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과에 따라 쇼트 처리 조건을 설정한다. 구체적으로는, 제어 유닛(26)은 목표로 하는 형상과 초기 왜곡량의 차에 기초하여, 쇼트 처리 조건 중 가공 시간을 증감함으로써 변형량을 제어한다. 제어 유닛(26)은 쇼트 피닝 가공 후의 처리 대상물 W의 형상이 목표로 하는 형상에 가까워지도록, 쇼트 처리 조건을 설정한다. 처리 전 검사 공정 후의 쇼트 처리 공정에서는, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 처리 전 검사 공정에서 「불합격」이 아니라는 평가를 받은 처리 대상물 W를 대상으로 하여 조건 설정 공정에서 설정된 쇼트 처리 조건으로 처리 대상물 W에 대해서 투사제를 투사하는 쇼트 처리가 행해진다.

[0133] 쇼트 처리 공정 후의 처리 후 검사 공정에서는, 레이저 변위계 및 응력 측정 장치(76)는, 처리 대상물 W의 표면층의 상태 및 외형 치수를 비파괴 검사한다. 제어 유닛(26)은, 그 검사 결과를 수신하여, 미리 정해진 제1 정상 범위(변위에 대해서는 제1 변위 정상 범위, 응력에 대해서는 제1 응력 정상 범위) 내이면 「합격」으로 평가한다. 즉, 처리 후 검사 공정에서는, 쇼트 피닝 가공 후의 형상이 적정한지 여부를 판별하기 위해서, 상기 레이저 변위계에 의해 가공 후의 변형이 측정된다. 이것과 함께, 응력 측정 장치(76)가 처리 대상물 W의 표면층의 잔류 응력을, X선 회절법을 이용하여 측정한다. 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)은, 상기 레이저 변위계 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과에 기초하여, 「합격」, 「불합격」 및 「추가 가공 대상」 중 어느 하나의 평가를 한다. 보충 설명하면, 제어 유닛(26)(도 3의 (A) 참조)은, 상기 레이저 변위계 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 모두 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면 「합격」으로 평가(판정)한다. 제어 유닛(26)은 상기 레이저 변위계의 검사 결과 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과 중 적어도 하나가 미리 정해진 제1 허용 범위(변위에 대해서는 제1 변위 허용 범위, 응력에 대해서는 제1 응력 허용 범위) 밖이면 「불합격」(폐기)으로 평가(판정)한다. 제어 유닛(26)은, 그 이외이면 「추가 가공 대상」으로 평가(판정)한다.

[0134] 또한, 기준치 재설정 공정에서는, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 처리 후 검사 공정에서의 검사 결과의 경시 변화의 경향에 기초하여, 처리 후 검사 공정에서 「합격」으로 평가되지 않는 비율(처리 후 검사 공정에서의 검사 결과가, 제1 정상 범위 밖이 되는 비율)을 억제하도록 쇼트 처리 조건의 기준치가 재설정된다. 따라서 처리 후 검사 공정에서 「합격」으로 평가되는 처리 대상물 W의 수를 늘릴 수 있다. 본 실시 형태에 있어서, 기준치 재설정 공정에서 재설정되는 쇼트 처리 조건의 기준치(표준 설정 기준치)는, 가공 시간에 대한 기준치이다.

[0135] 본 실시 형태에 의해서도, 전문한 제1 실시 형태와 대체로 같은 작용 및 효과가 얻어진다.

[0136] 또한, 처리 대상물 W의 외경 치수의 측정에서는, 처리 대상물 W마다의 관리 치수를 측정할 수 있으면 되고, 마이크로 미터 등의 접촉식의 거리계 등이 적용되어도 된다. 또, 본 실시 형태의 변형예로서, 처리 전 검사 공정에 있어서 처리 대상물 W의 표면층의 상태 및 외형 치수가 비파괴 검사되어, 그 검사 결과가 미리 정해진 제2 허용 범위로부터 벗어나 있는 경우에, 제어 유닛(26)이 「불합격」으로 평가해도 된다. 즉, 처리 전 검사 공정에 있어서, 레이저 변위계에 더하여, 예를 들면, 자성 평가 장치(20) 또는 응력 측정 장치(22)에 의한 비파괴 검사가 행해져도 된다. 또, 본 실시 형태의 다른 변형예로서, 처리 후 검사 공정에 있어서 처리 대상물 W의 외형 치수만이 비파괴 검사되고, 그 검사 결과가, 미리 정해진 제1 정상 범위 내이면, 제어 유닛(26)은 「합격」으로 평가해도 된다.

[0137] 또, 본 실시 형태에서는, 도 2에 도시되는 처리 전 검사부(14E)의 응력 측정 장치(22)가 배치되지 않고, 처리 후 검사부(68E)의 응력 측정 장치(76)가 배치되어 있다. 도 2에 도시되는 처리 후 검사부(68E)의 응력 측정 장치(76)가 배치되지 않고, 처리 전 검사부(14E)의 응력 측정 장치(22)가 배치되어도 된다.

[0138] [실시 형태의 보충 설명]

- [0139] 또한, 상기 실시 형태에서는, 투사 유닛으로서, 분사 장치(40)(에어 노즐식 쇼트 피닝 가공기)를 구비한 쇼트 피닝 가공 장치(30)가 이용되고 있다. 투사 유닛으로서 예를 들면, 투사재를 임펠러의 회전에 의해서 원심력으로 가속하여 투사하는 원심식 투사 장치를 포함하는 쇼트 블라스팅 장치 등과 같은 다른 투사 유닛이 이용되어도 된다. 원심식 투사 장치는, 주지 기술이기 때문에 상세 설명을 생략한다. 일례로서, 원심식 투사 장치는 컨트롤 케이지와, 복수의 브레이드를 구비하는 임펠러와, 상기 임펠러를 회전 구동시키기 위한 구동 모터를 구비한다. 컨트롤 케이지는 원통 모양으로 형성되어 있고, 그 내부에 투사재가 공급된다. 컨트롤 케이지의 외주벽(外周壁)에는, 투사재의 배출부로서 개구장이 관통 형성되어 있다. 복수의 브레이드는 컨트롤 케이지의 외주측에 배치되어 컨트롤 케이지의 원주 방향으로 회전한다. 또한, 그러한 원심식 투사 장치의 경우, 예를 들면 구동 모터의 단위 시간당 회전수를 제어함으로써 임펠러의 단위 시간당 회전수가 제어된다.
- [0140] 또, 상기 실시 형태의 변형예로서, 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정 중 적어도 한쪽에 있어서는, 검사 대상이 되는 처리 대상물 W의 표면층의 색조를 측정하는 검사, 및 검사 대상이 되는 처리 대상물 W의 표면 조도를 측정하는 검사 중 적어도 하나가 포함되어 있어도 된다.
- [0141] 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정 중 적어도 한쪽에 있어서, 처리 대상물 W의 표면 조도를 측정하는 검사가 이루어지는 경우에 있어서는, 촉침식(觸針式) 표면 조도계(粗度計) 외에, 광학계를 이용한 비접촉 레이저 변위계 등이 적용되어도 된다.
- [0142] 또, 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정 중 적어도 한쪽에 있어서, 처리 대상물 W의 표면층의 색조를 측정하는 검사가 이루어지는 경우에 있어서는, 예를 들면, 처리 대상물 W(제품)의 색감을 판별할 수 있으면 된다. JIS Z8722에 제시되는 방법을 이용한 색 계측 방법이 적용되어도 된다. 그 외에, 처리 대상물 W(대상 제품)는 금속제인 것이 많기 때문에 광택의 정도를 JIS Z8741에 제시되는 방법을 이용한 계측 방법 등이 적용되어도 된다. 이 경우, 광택 정도의 측정에, 화상 센서 또는 광택계 등이 이용되어도 된다.
- [0143] 또한, 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정에서 이용되는 검사 장치는, 측정된 결과를 기록 또는 연산하기 위해서, 측정된 결과를 외부의 연산 장치 및 제어 기기로 출력해도 된다.
- [0144] 또, 상기 제1 실시 형태에 있어서의 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정에서는, 같은 검사 항목이 검사되고 있지만, 상기 제2 실시 형태에 있어서의 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정과 같이, 상이한 검사 항목이 검사되어도 된다. 처리 대상물 W(대상 제품), 전(前) 공정, 및 얻으려고 하는 쇼트 처리 효과(쇼트 피닝 효과)에 따른 검사 항목이 검사되면 된다. 또한, 처리 전 검사 공정 및 처리 후 검사 공정에서는, 각각 복수의 검사 항목이 검사되어도 되고, 하나의 검사 항목이 검사되어도 된다. 검사 항목의 조합에는, 여러 가지의 패턴이 적용될 수 있다. 바꾸어 말하면, 처리 전 검사부 및 처리 후 검사부에는 각각, 단수의 검사 장치가 마련되어도 되고, 복수의 검사 장치가 마련되어도 된다. 검사 장치의 조합에는, 다양한 패턴이 적용될 수 있다.
- [0145] 또, 제어 유닛(26)으로서, PC, 시퀀서, 또는 마이크로 컴퓨터 등의 계산기 등을 포함하는 제어 유닛이 적용될 수 있다. 또, 상기 계산기 등은 투사 유닛(쇼트 피닝 가공 장치(30))에 마련되어도 처리 전 검사부(14E)에 마련되어도 된다.
- [0146] 또, 제1 실시 형태에서는, 자성 평가 장치(20, 74)의 판단 수단(96)이 자성 평가 장치(20, 74)의 검사 결과가 미리 정해진 제2 자성 정상 범위 또는 제1 자성 정상 범위 내인지 여부를 평가(판정)하여, 그 평가 결과를 제어 유닛(26)으로 출력하고 있다. 이것으로 한정되지 않고, 자성 평가 장치(20, 74)가 자성 평가 장치(20, 74)의 검사 결과(전압치)를 제어 유닛(26)으로 출력하고, 그 검사 결과가 미리 정해진 제2 자성 정상 범위 또는 제1 자성 정상 범위 내인지 여부를 제어 유닛(26)이 평가(판정)해도 된다.
- [0147] 또, 응력 측정 장치(22, 76)가 판단 수단을 가져도 된다. 이 경우, 응력 측정 장치(22, 76)의 판단 수단, 응력 측정 장치(22, 76)의 검사 결과에 대해 평가(판정)하여, 그 평가 결과를 제어 유닛(26)으로 출력해도 된다.
- [0148] 또, 제어 유닛(26)은 응력 측정 장치(76)의 검사 결과에 기초하여 「추가 가공 대상」의 평가(판정)를 하지만, 마찬가지로, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과에 기초하여, 「추가 가공 대상」의 평가(판정)를 해도 된다. 이 경우, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위 내이면, 「합격」으로 평가한다. 또, 제어 유닛(26)은, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위를 벗어났지만 제1 자성 허용 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위 내이면 「추가 가공 대상」으로 평가(판정)한다. 제어 유닛(26)은, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 허용 범위 밖, 또는 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 밖이면 「불합격」으로 평가(판정)한다.

- [0149] 또, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74) 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과의 양쪽에 기초하여, 「추가 가공 대상」의 평가(판정)를 해도 된다. 이 경우, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위 내인 경우, 「합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제1 응력 허용 범위 내인 경우, 「추가 가공 대상」으로 평가한다. 또, 제어 유닛(26)은, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제1 자성 허용 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위 내인 경우에도, 「추가 가공 대상」으로 평가한다. 추가로, 제어 유닛(26)은, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가 제1 자성 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제1 자성 허용 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제1 응력 허용 범위 내인 경우에도, 「추가 가공 대상」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가, 제1 자성 허용 범위 밖인 경우, 또는 응력 측정 장치(76)의 검사 결과가 제1 응력 허용 범위 밖인 경우, 「불합격」으로 평가한다.
- [0150] 또, 제어 유닛(26)은 응력 측정 장치(22)의 검사 결과에 기초하여 「조건부 합격」 즉 쇼트 처리 조건을 변경하여 가공 가능한 평가(판정)를 하지만, 마찬가지로, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과에 기초하여, 「조건부 합격」의 평가(판정)를 해도 된다. 이 경우, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위 내인 경우, 「합격」으로 평가한다. 또, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위를 벗어났지만 제2 자성 허용 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위 내이면 「조건부 합격」으로 평가(판정)한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 허용 범위 밖, 또는 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위 밖이면 「불합격」으로 평가(판정)한다.
- [0151] 또, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20) 및 응력 측정 장치(22)의 검사 결과의 양쪽에 기초하여, 「조건부 합격」의 평가(판정)를 해도 된다. 이 경우, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위 내인 경우, 「합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가, 제2 자성 정상 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제2 응력 허용 범위 내인 경우, 「조건부 합격」으로 평가한다. 또, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제2 자성 허용 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위 내인 경우에도, 「조건부 합격」으로 평가한다. 또한, 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제2 자성 허용 범위 내이고, 또한 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 정상 범위로부터 벗어나 있지만, 제2 응력 허용 범위 내인 경우에도, 「조건부 합격」으로 평가한다. 제어 유닛(26)은 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가, 제2 자성 허용 범위 밖인 경우, 또는 응력 측정 장치(22)의 검사 결과가 제2 응력 허용 범위 밖인 경우, 「불합격」으로 평가한다.
- [0152] 제어 유닛(26)은 「조건부 합격」으로 판정된 처리 대상물 W의 쇼트 처리 조건으로서, 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 조건(조정된 조건)을 설정한다(피드 포워드). 이것에 의해, 폐기 처분되는 처리 대상물 W를 줄일 수 있다. 보충 설명하면, 「조건부 합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W 중 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위를 약간 하회하는 처리 대상물 W에 대해서는, 예를 들면, 분사압(투사압)이 높아지도록 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 쇼트 처리 조건으로 투사제가 분사된다. 이것에 대해서, 「조건부 합격」 판정을 받은 검사 대상의 처리 대상물 W 중 자성 평가 장치(20)의 검사 결과가 제2 자성 정상 범위를 약간 상회하는 처리 대상물 W에 대해서는, 예를 들면, 분사압(투사압)이 낮아지도록 표준 쇼트 처리 조건을 수정한 쇼트 처리 조건으로 투사제가 분사된다.
- [0153] 또, 처리 전 검사 공정에서 「조건부 합격」으로 판정된 처리 대상물 W에 대해서는, 쇼트 처리 조건 중, 예를 들면, 투사제를 분사하는 경우의 분사압 및 가공 시간 외에, 단위 시간당의 투사제의 토출량, 투사제의 투사 속도, 및 처리 대상물 W에 대한 상대적인 투사 위치 중 적어도 하나가 수정되어 설정되어도 된다. 투사제를 임펠러의 회전에 의해서 원심력으로 가속하여 투사하는 원심식 투사 장치의 경우에는, 임펠러의 단위 시간당 회전수가 수정되어 설정되어도 된다. 또한, 투사제의 투사 속도를 직접적으로 변경할 수 없는 경우는, 투사 속도와 관계성이 깊은 파라미터의 변화에 의해서 대체시키는 것이 가능하다. 그러한 파라미터로서, 에어 노즐식 쇼트 피닝 가공기이면 분사압, 및 원심식 투사 장치이면 임펠러의 단위 시간당 회전수를 들 수 있다. 또, 처리 대상물 W에 대한 상대적인 투사 위치는, 에어 노즐의 이동 범위, 처리 대상물 W(가공제품)의 이동량, 또는 처리 대상물 W가 배치되는 회전 테이블(공전 테이블, 자전 테이블)의 회전량 등에 의해 변화시키는 것이 가능하다.

- [0154] 또, 상기 실시 형태의 변형예로서, 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과에 기초하여 「합격」 및 「불합격」의 2 단계로 평가하여 불합격의 처리 대상물 W(제품)를 폐기 등 해도 된다. 즉, 제어 유닛(26)은 「조건부 합격」 및 「합격」을 구별하지 않는다. 제어 유닛(26)은 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과가, 제2 허용 범위 내이면 「합격」, 제2 허용 범위 밖이면 「불합격」으로 판정한다. 이 경우에는, 제어 유닛(25)은 조건 설정 공정에 있어서, 「합격」의 처리 대상물 W에 대해서는 일률적으로 쇼트 처리 조건의 기준치를 설정하는 것이 아니라 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과에 따라 쇼트 처리 조건을 설정해도 된다.
- [0155] 또, 상기 실시 형태에서는, 처리 전 검사 공정에 있어서 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W는 폐기되고 있지만, 처리 전 검사 공정에 있어서 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W는, 쇼트 처리 공정으로 보내지 않으면, 폐기 처분되지 않아도 되고, 재이용되어도 된다. 또, 재이용의 경우, 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W는, 다른 용도의 처리 대상물로서 재이용되어도 되고, 다른 공정에서 수정 가공된 후, 재차 같은 표면 처리 가공 장치(10)로 반입되어 가공되어도 된다.
- [0156] 또, 상기 실시 형태에서는, 처리 전 검사 공정에 있어서 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W는 「불합격」으로 판정 직후에 폐기됨과 아울러 「합격」 또는 「조건부 합격」으로 평가된 처리 대상물 W만이 후 공정으로 보내지고 있다. 예를 들면, 생산 라인 구성의 형편 등으로부터, 「합격」으로 평가된 처리 대상물 W와 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W를 혼재시킨 상태로, 처리 대상물 W는 반송되어도 된다. 이 경우, 「불합격」으로 평가된 처리 대상물 W를 분별 제거함으로써, 「합격」으로 평가된 처리 대상물 W만이 추출되어, 쇼트 처리가 행해져도 된다.
- [0157] 또, 기준치 재설정 공정에서 재설정 가능한 쇼트 처리 조건의 기준치로서, 투사재의 단위 시간당 토출량, 투사재의 투사 속도, 투사재를 분사하는 경우의 분사압, 투사재를 임펠러의 회전에 의해서 원심력으로 가속하여 투사하는 경우의 임펠러의 단위 시간당 회전수, 가공 시간, 및 처리 대상물 W에 대한 상대적인 투사 위치에 관한 각 기준치 중 어느 하나 또는 복수가 포함되어도 된다. 또한, 기준치 재설정 공정에서는, 기준치가 보다 높은 값으로 재설정되는 경우 외에, 기준치가 보다 낮은 값으로 재설정되는 경우도 있을 수 있다.
- [0158] 또, 상기 실시 형태의 변형예로서, 도 3의 (A)에 도시되는 제어 유닛(26)은 응력 평균치로서, 1일마다의 평균치가 아니고, 반일(半日)마다의 평균치를 연산해도 된다. 그 경우에, 제어 유닛은 반일마다의 평균치인 응력 평균치의 경시 변화의 경향에 기초하여, 응력 평균치가 응력 규격 범위(응력에 대한 제1 정상 범위, 즉, 제1 응력 정상 범위)로부터 벗어난다고 예측되는 시기를 산출한다. 그리고, 기준치 재설정 공정에서는, 제어 유닛(26)은 예측되는 시기보다도 전에 쇼트 처리 조건의 기준치를 재설정한다. 즉, 「소정 기간마다의 평균치」는 상기 실시 형태와 같이 「1일마다의 평균치」여도 되고, 상기 실시 형태의 변형예와 같이 「반일마다의 평균치」여도 되고, 다른 소정 기간마다의 평균치(예를 들면, 일주일간마다의 평균치 등)여도 된다.
- [0159] 또, 상기 실시 형태의 변형예로서, 제어 유닛(26)은 처리 후 검사 공정에서의 응력 측정 장치(76)에 의한 검사 결과의 경시 변화의 경향이 아니라, 처리 후 검사 공정에서의 자성 평가 장치(74)에 의한 검사 결과의 경시 변화의 경향에 기초하여, 처리 후 검사 공정에서 「합격」으로 평가되지 않는 비율(처리 후 검사부(68E)의 검사 결과가 제1 정상 범위 밖이 되는 비율)을 억제하도록 쇼트 처리 조건의 기준치를 재설정해도 된다. 즉, 자성 평가 장치(74)의 검사 결과가, 쇼트 처리 조건의 기준치에 대해서 피드백되어도 된다. 또, 자성 평가 장치(74) 및 응력 측정 장치(76)의 검사 결과의 양쪽이, 쇼트 처리 조건의 기준치에 대해서 피드백되어도 된다.
- [0160] 또, 상기 실시 형태에서는, 응력 측정 장치(22, 76)가 도 6 등에 도시되는 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)를 구비하고 있지만, 응력 측정 장치(22, 76)가 세 개 이상의 검출 소자를 구비하고 있어도 된다.
- [0161] 또, 상기 실시 형태에 따른 응력 측정 장치(22, 76)(도 2 참조)에서는, 도 6에 도시되는 이동 기구(120)가, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)를 각각 이동시키기 위해서, 단일의 전동 모터(122)와, 단일의 전동 모터(122)에 의해서 작동되는 단일의 볼 나사 기구(124)를 가지지만, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 각각에 대응하는 전동 모터 및 볼 나사 기구를 가져도 된다. 이 경우, 제어 장치(150)는 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 각각에 대응하는 전동 모터를 제어함으로써, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 이동을 제어할 수 있다. 제어 장치(150)는 두 개의 전동 모터를 제어하여, 제1 검출 소자(106) 및 제2 검출 소자(108)의 이동을 동기시킬 수도 있고, 동기시키지 않을 수도 있다.
- [0162] 또한, 상기 실시 형태에서는, 처리 전 검사 공정에서 검사되는 처리 대상물 W가 열 처리되고 있지만, 처리 전 검사 공정에서 검사되는 처리 대상물 W는, 예를 들면, 질화 처리된 처리 대상물 등과 같은 쇼트 처리도 열 처리도 아닌 처리가 된 처리 대상물 W여도 된다. 또, 상기 실시 형태의 변형예로서, 처리 전 검사 공정의 단계에서

는 인장(引張) 잔류 응력을 가지는 처리 대상물 W의 표면층에, 쇼트 처리 공정에 있어서 쇼트 피닝 가공함으로써 압축 잔류 응력을 부여해도 된다.

[0163] 또, 상기 실시 형태의 변형예로서, 도 10에 도시되는 것처럼, 표면 처리 가공 장치(10)가 저장 유닛(170)을 추가로 구비해도 된다. 저장 유닛(170)은 표면 처리 가공 장치(10)에서 취득된 데이터로서, 처리 전 검사부(14E)에 의한 검사 결과, 처리 후 검사부(68E)에 의한 검사 결과, 및 쇼트 처리 조건 중 적어도 하나를 저장한다. 또한, 저장 유닛(170)은 처리 전 검사부(14E)에 의한 검사 결과 및 처리 후 검사부(68E)에 의한 검사 결과 중 적어도 한쪽을 저장해도 된다. 여기에서는, 저장 유닛(170)은, 예를 들면, 처리 전 검사부(14E)에 의한 검사 결과, 처리 후 검사부(68E)에 의한 검사 결과, 및 쇼트 처리 조건의 모두를 저장한다.

[0164] 저장 유닛(170)은 내부 저장 유닛(172) 및 외부 저장 유닛(174)을 가지고 있다. 내부 저장 유닛(172)은 표면 처리 가공 장치(10) 전용의 저장 유닛이며, 다른 표면 처리 가공 장치(10)와 공유되지 않는다. 내부 저장 유닛(172)은, 예를 들면 제어 유닛(26)에 직접 접속된 SD 카드 등의 플래쉬 메모리 또는 HDD이다. 외부 저장 유닛(174)은, 다른 표면 처리 가공 장치(10)와 공유되는 저장 유닛이다. 또한, 외부 저장 유닛(174)은 다른 표면 처리 가공 장치(10)와 공유 가능한 구성을 가지고 있으면 되고, 실제로 다른 표면 처리 가공 장치(10)와 공유되고 있지 않아도 된다. 외부 저장 유닛(174)은, 예를 들면 인트라넷 또는 인터넷 회선을 통해서 제어 유닛(26)에 접속된 구내(공장 등의 시설 내) 또는 외부(공장 등의 시설 밖)의 서버이다. 외부 저장 유닛(174)은 다른 표면 처리 가공 장치(10)와 공유 가능한 구성을 가지고 있으면, 표면 처리 가공 장치(10) 내의 서버여도 된다. 서버는 클라우드 서버여도 된다. 외부 저장 유닛(174)은, 예를 들면, 복수의 표면 처리 가공 장치(10)에서 취득된 데이터를 저장할 수 있다.

[0165] 도 10에 도시되는 표면 처리 가공 장치(10)를 이용한 표면 처리 가공 방법에서는, 저장 유닛(170)은 표면 처리 가공 장치(10)에서 취득된 데이터로서, 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과, 처리 후 검사 공정에서의 검사 결과, 및 쇼트 처리 조건 중 적어도 하나를 저장한다(저장 공정). 또한, 저장 공정에서는, 저장 유닛(170)은 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과 및 처리 후 검사 공정에서의 검사 결과 중 적어도 한쪽을 저장해도 된다. 이러한 저장 유닛(170) 및 저장 공정에 의해, 이들 데이터의 이용성이 높아진다. 예를 들면, 표면 처리 가공 장치(10), 또는 복수의 표면 처리 가공 장치(10)의 가동 상황의 경향 등을 사후적으로 데이터 해석할 수 있다.

[0166] 표면 처리 가공 장치(10)에서 취득된 데이터는, 예를 들면, 일단, 내부 저장 유닛(172)에 저장된다. 그 후, 내부 저장 유닛(172)에 저장된 데이터는, 일정 기간마다(쇼트 가공마다 또는 1일마다) 외부 저장 유닛(174)에 보내져, 외부 저장 유닛(174)에서 저장된다. 이 때문에, 예를 들면, 이들 데이터를 내부 저장 유닛(172)에 일단 저장한 후, 임의의 타이밍에서 외부 저장 유닛(174)에 저장할 수 있다. 표면 처리 가공 장치(10)에서 취득된 데이터가, 예를 들면, 상술한 것처럼 쇼트 가공마다 저장되는 경우, 저장 공정은, 예를 들면, 도 1의 (A)의 스텝 S216의 공정 대신에 스텝 S217로서 행해져도 된다. 또한, 처리 전 검사부(14E)에 의한 검사 결과는, 스텝 S200의 처리 전 검사 공정에 있어서 내부 저장 유닛(172)에 저장되어도 되고, 처리 후 검사부(68E)에 의한 검사 결과는 스텝 S214의 처리 후 검사 공정에 있어서 내부 저장 유닛(172)에 저장되어도 되고, 쇼트 처리 조건은 스텝 S208 또는 스텝 S210의 조건 설정 공정에 있어서 내부 저장 유닛(172)에 저장되어도 된다. 또, 이들 데이터를 서버에 저장하는 경우는, 데이터를 서버에 송신하는 송신 공정을 거쳐서, 데이터가 서버에 저장되어도 된다. 즉, 표면 처리 가공 방법은, 처리 전 검사부(14E)에 의한 검사 결과를 서버에 송신하는 제1 송신 공정을 포함해도 되고, 처리 후 검사부(68E)에 의한 검사 결과를 서버에 송신하는 제2 송신 공정을 포함해도 되고, 쇼트 처리 조건을 서버에 송신하는 쇼트 처리 조건 송신 공정을 포함해도 된다.

[0167] 조건 설정 공정에서는, 제어 유닛(26)이 서버로부터 수신한 정보에 따라 쇼트 처리 조건을 설정해도 된다. 또, 기준치 설정 공정에서는, 제어 유닛(26)이 서버로부터 수신한 정보에 따라 기준치를 설정해도 된다. 구체적으로는, 제어 유닛(26)의 연산 처리 장치에 있어서의 기억부로부터 읽어내진 프로그램이 실행됨으로써, 쇼트 처리 조건의 수정 조건, 또는 쇼트 처리 조건의 기준치가 연산된다. 제어 유닛(26)은 통신 인터페이스부에 의해서, 서버와의 사이에서 정보를 송수신(출입력) 할 수 있다. 또, 서버에 의해 수신되는 정보는, 예를 들면, 데이터 해석에 의해 얻어진 표면 처리 가공 장치(10), 또는 복수의 표면 처리 가공 장치(10)의 가동 상황의 경향 등이어도 된다. 이러한 정보에 의하면, 쇼트 처리 조건을 최적화할 수 있다.

[0168] 또한, 상기 실시 형태의 구성에 더하여, 처리 전 검사 공정의 전, 또는 처리 전 검사 공정의 후이고 쇼트 처리 공정의 전에, 처리 대상물 W에 대해서, 레이저 마커로 제품 식별용의 식별 정보를 마킹(타각(打刻))해도 된다. 이 경우, 제어 유닛(26)은 그 마킹에 대응하는 식별 정보와, 처리 전 검사 공정에서의 검사 결과의 정보와, 처리 후 검사 공정에서의 검사 결과의 정보를 외부 기억 장치(기억부)에 기억시켜도 된다. 이것에 의해, 마크 판

독용 리더를 이용하여 완성품의 이력 정보를 확인할 수 있는 트레이서빌리티(traceability) 시스템을 마련할 수 있다. 도 10에 도시되는 상술한 변형예에 따른 표면 처리 가공 장치(10)에서는, 저장 유닛(170)이 이들 정보를 저장해도 된다(저장 공정).

[0169] 또한, 처리 대상물 W에 대해서 시리얼 번호(등번호) 등의 식별 정보를 부여하는 방법은, 특히 한정되지 않고, 당해 식별 정보에 의해 처리 대상물 W를 특정할 수 있으면 된다. 부여 방법으로서, 예를 들면, 상술한 마킹 이외에도, 문자의 직접적인 기입, 바코드 및 이차원 코드 등의 코드의 정보를 가진 형상의 기입, 도료(塗料) 등에 의한 색조 식별이 가능해지는 기입, 및 정보를 가진 IC 칩 등의 부착 및 매립 등을 들 수 있다. 또, 외부 기억 장치 또는 저장 유닛(170)에 저장하는 데이터로서는, 상술한 처리 대상물 W의 식별 정보, 및 검사 결과를 포함하는 워크 정보 데이터 외에, 표면 처리 가공 장치(10)의 가동 데이터를 들 수 있다. 워크 정보 데이터는, 예를 들면, 검사 시각, 표면 처리 가공 장치(10)의 명칭(식별 정보), 및 가공 개시 시각을 추가로 포함해도 된다. 표면 처리 가공 장치(10)의 가동 데이터는, 예를 들면, 분사압(에어 압력), 가공 개시 시각, 단위 시간당 투사재의 토출량(쇼트 분사량), 에어 유량, 및 워크 자전 회전수를 포함한다. 표면 처리 가공 장치(10)가 복수의 에어 노즐을 가지는 경우, 표면 처리 가공 장치(10)의 가동 데이터는, 에어 노즐마다의 가동 데이터를 포함한다. 저장 유닛(170)은, 예를 들면, 측정의 타이밍에 따라서 이들 데이터를 다른 데이터 베이스에 저장해도 된다.

[0170] 또한, 상기 실시 형태 및 상술한 복수의 변형예는, 적당히 조합되어 실시 가능하다.

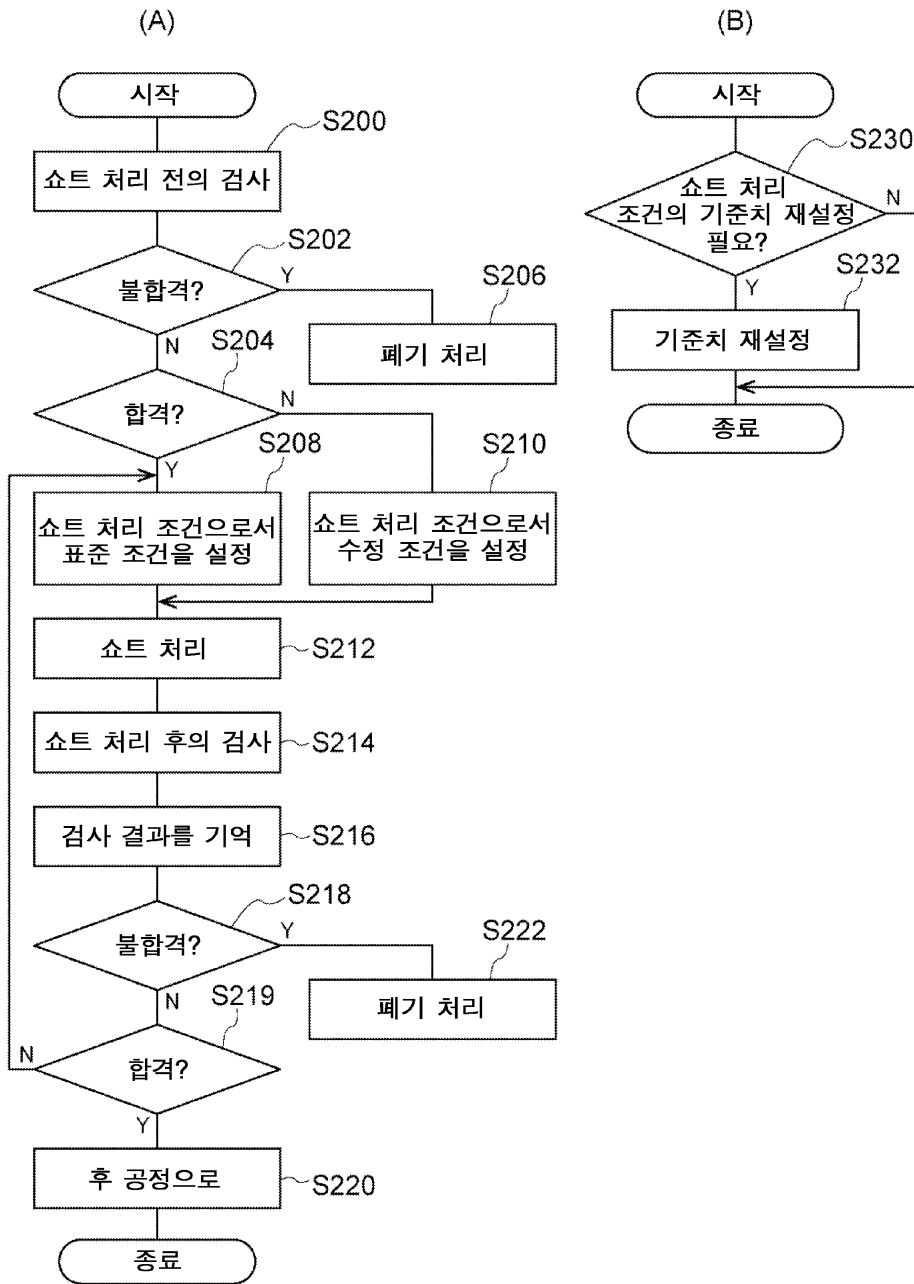
[0171] 이상, 본 개시의 일례에 대해 설명했다. 본 발명은 상기로 한정되지 않는다. 상기 이외에도, 그 주지를 일탈하지 않는 범위 내에 있어서 다양하게 변형하여 실시 가능하다는 것은 물론이다.

부호의 설명

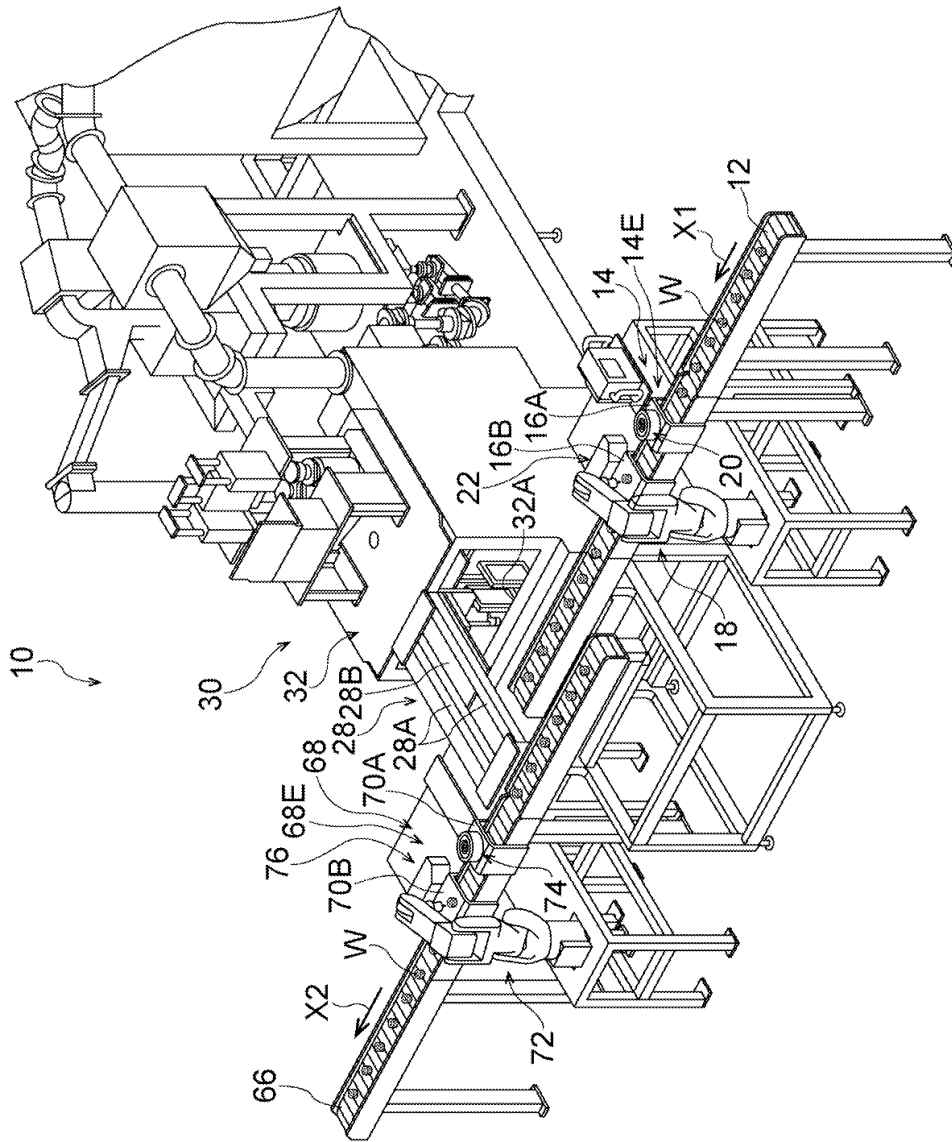
- [0172] 10...표면 처리 가공 장치 14E...처리 전 검사부
- 20...자성 평가 장치 22...응력 측정 장치
- 26...제어 유닛 30...쇼트 피닝 가공 장치(투사 유닛)
- 68E...처리 후 검사부 74...자성 평가 장치
- 76...응력 측정 장치 102...X선 발생원
- 106...제1 검출 소자 108...제2 검출 소자
- 120...이동 기구 162...이동 제어부
- 164...응력 산출부 170...저장 유닛
- W...처리 대상물

도면

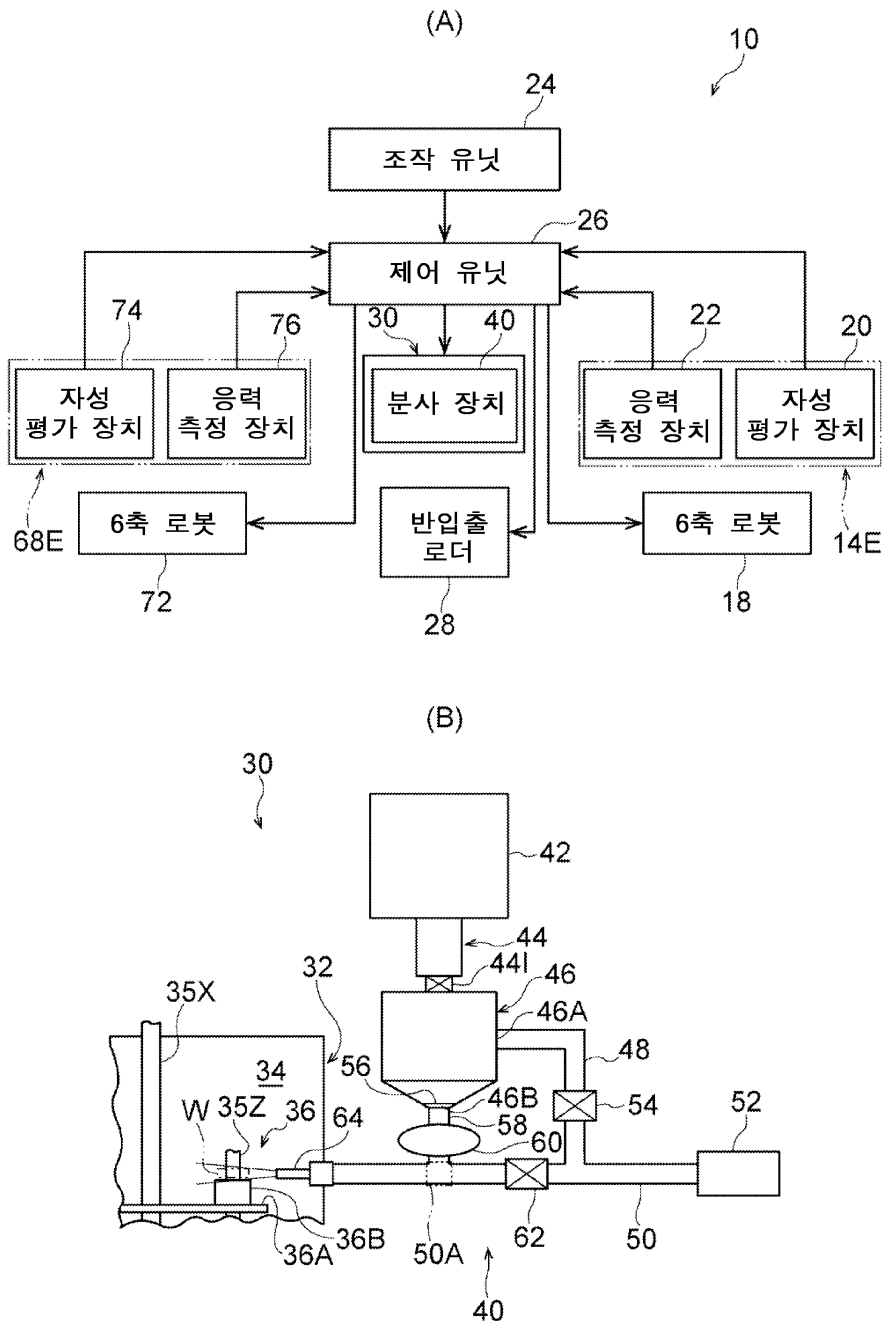
도면1



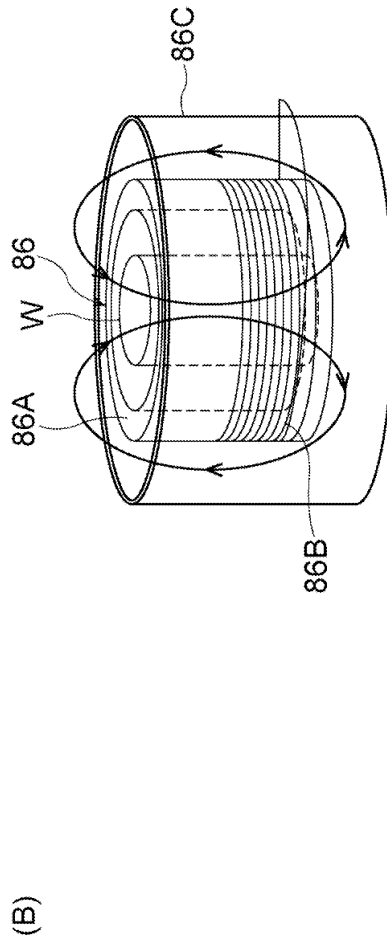
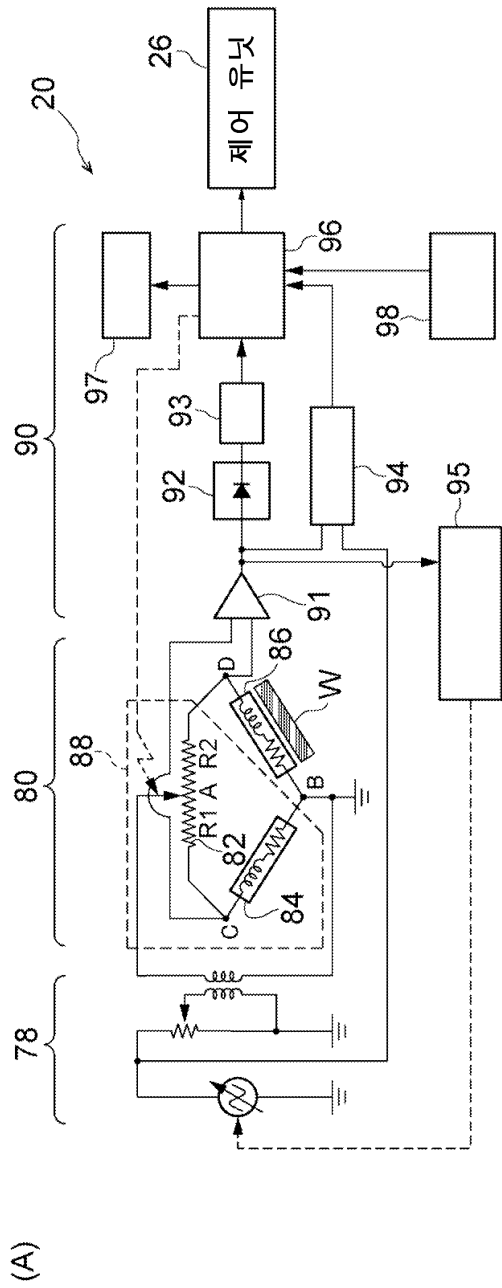
도면2



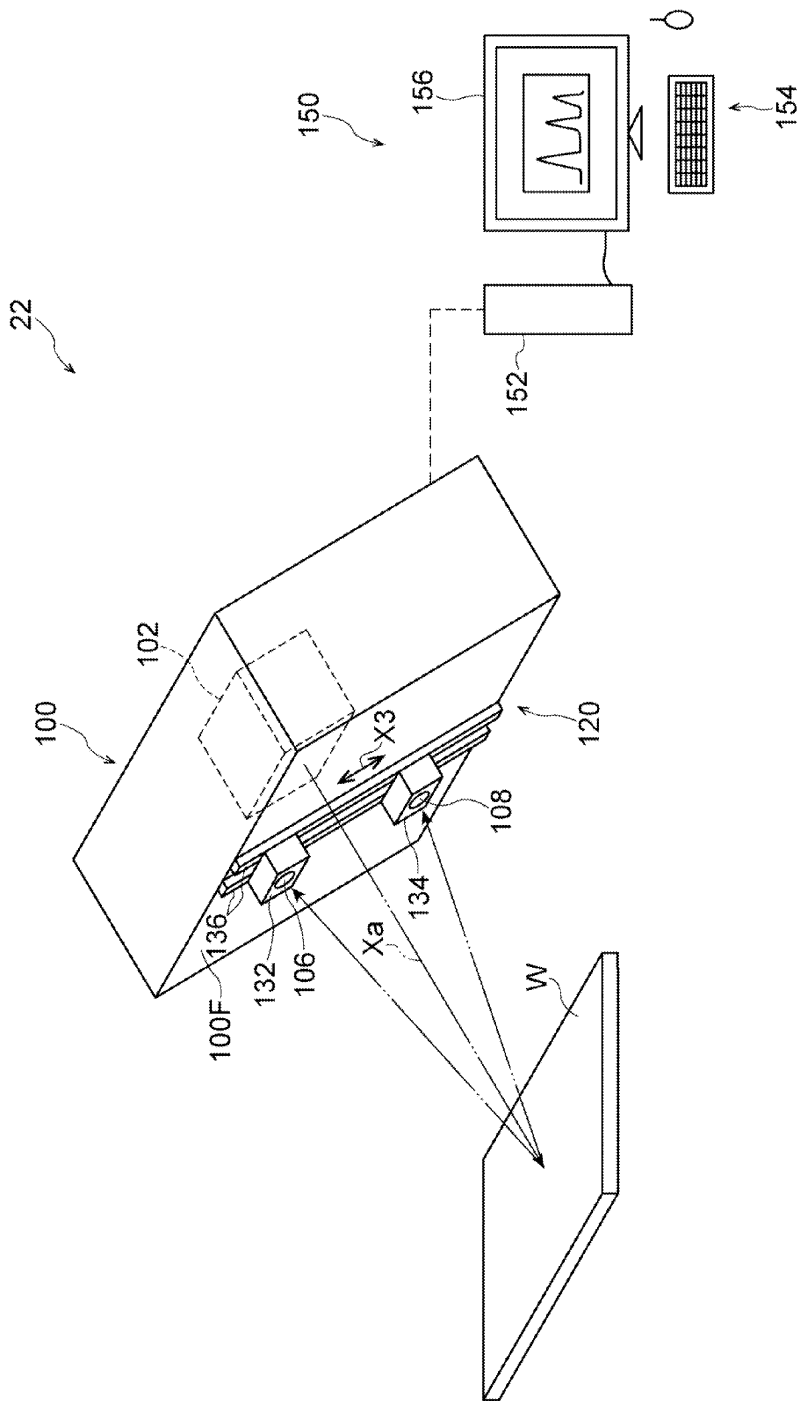
도면3



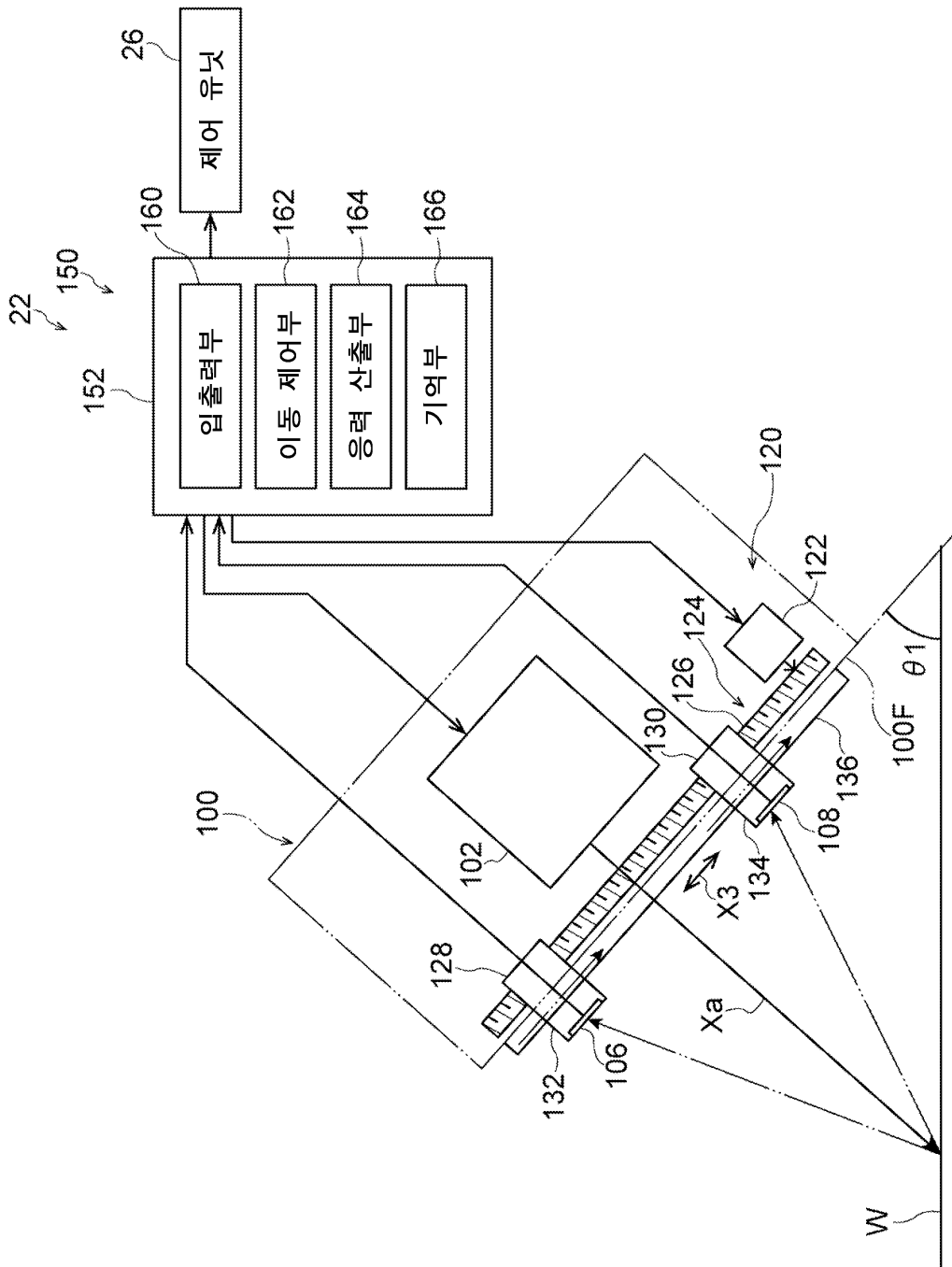
도면4



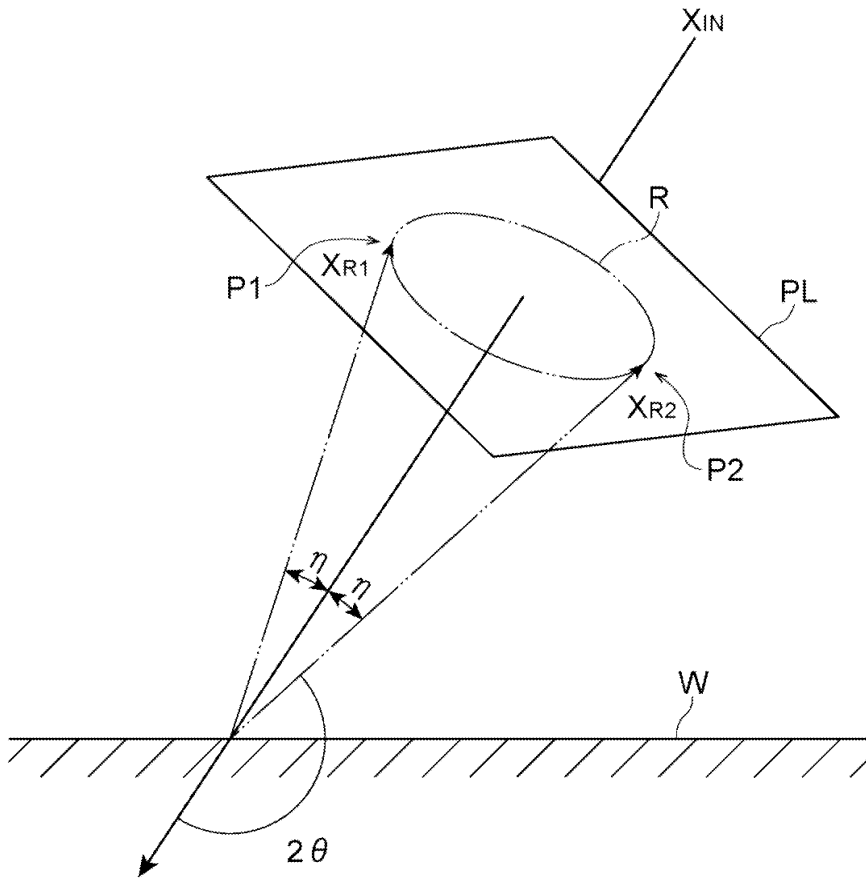
도면5



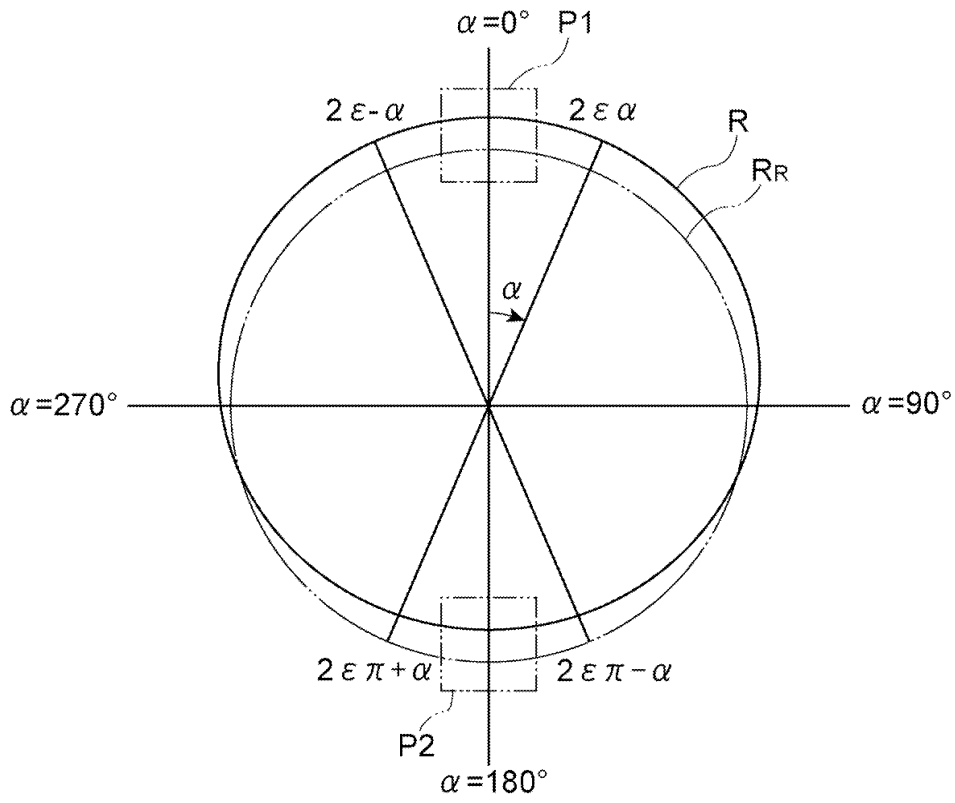
도면6



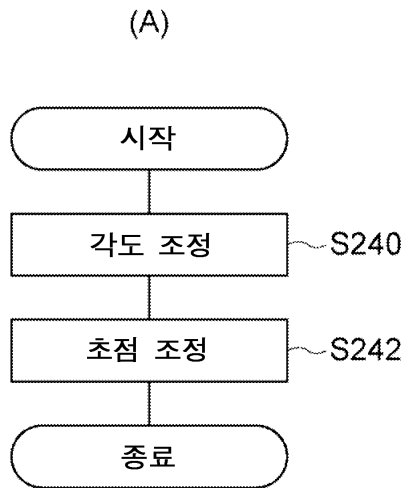
도면7



도면8



도면9



도면10

