(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0087331
(43) 공개일자 2020년07월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/89 (2006.01) *G01N 21/88* (2006.01)
G01N 21/95 (2006.01) *G01N 27/83* (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8914 (2013.01)
G01N 21/95 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0172913
(22) 출원일자 2018년12월28일
심사청구일자 2018년12월28일

(71) 출원인
주식회사 포스코아이씨티
경상북도 포항시 남구 호동로 68 (호동)
(72) 발명자
서영민
경상북도 포항시 남구 희망대로 520, 101동 1302호
신현갑
경상북도 포항시 북구 삼호로 391, 113동 2003호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
주봉진

전체 청구항 수 : 총 14 항

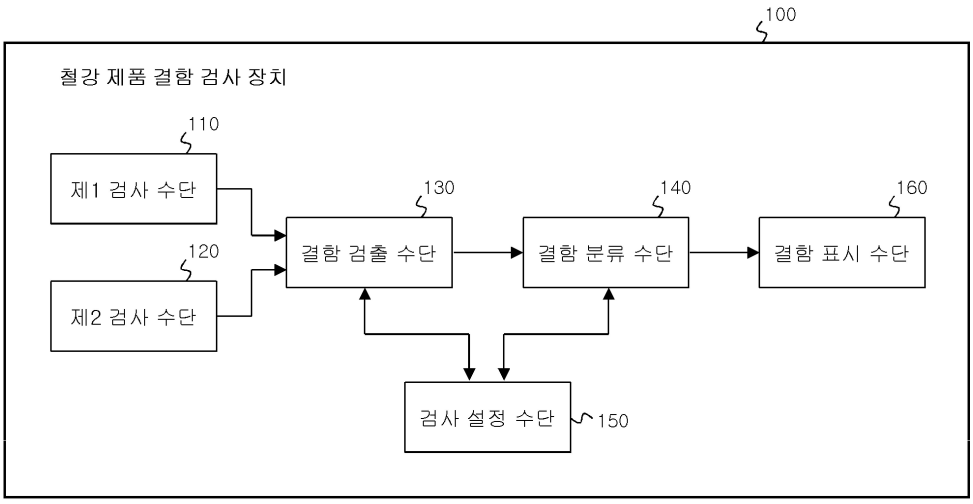
(54) 발명의 명칭 **철강 제품 결함 검사 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 일 형태에 따른 철강 제품 결함 검사 장치는, 철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하는 제1 검사 수단; 상기 철강 제품에 자기장을 인가하고 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성하는 제2 검사 수단; 및 상기 제1 영상 정보와 상기 제2 영상 정보에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출하는 결함 검출 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 27/83 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)
G01N 2021/8918 (2013.01)
(72) 발명자
성휴표
경상북도 포항시 북구 새천년대로 1235, 106동 2404호
조해동
경상북도 포항시 북구 우창로 20, 206동 1702호

명 세 서

청구범위

청구항 1

철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하는 제1 검사 수단;

상기 철강 제품에 자기장을 인가하고 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성하는 제2 검사 수단; 및

상기 제1 영상 정보와 상기 제2 영상 정보에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출하는 결함 검출 수단을 포함하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 영상 정보는 상기 제1 검사 수단의 촬영 영역과 동일한 크기의 센싱 영역에 대해 누설 자속의 위치 및 세기에 상응하여 생성되는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 결함 검출 수단은 상기 제1 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임과 상기 제2 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임에 대해 프레임 동기화를 수행하고, 상기 동기화된 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 결함 검출 수단은 상기 제1 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보 및 촬영 영역 정보 중 적어도 하나의 정보 및 상기 제2 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보 및 센싱 영역 정보 중 적어도 하나의 정보에 기초하여 상기 프레임 동기화를 수행하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 검사 수단은,

상기 철강 제품의 표면을 촬영하여 하나 이상의 프레임으로 구성된 상기 제1 영상 정보를 생성하는 영상 촬영부; 및

상기 제1 영상 정보의 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보 및 촬영 영역 정보 중 적어도 하나의 정보를 생성하는 제1 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 검사 수단은,

상기 철강 제품으로 자기장을 발생시키는 자기장 발생부;

상기 철강 제품의 누설 자속을 센싱하는 센서부;

상기 센서부에서 센싱된 누설 자속의 위치 및 세기에 상응하는, 하나 이상의 프레임으로 구성된 상기 제2 영상 정보를 생성하는 영상화 처리부; 및

상기 제2 영상 정보의 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보 및 센싱 영역 정보 중 적어도 하나의 정보를 생성하는 제2 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 결함 검출 수단은,

상기 제1 영상 정보와 상기 제2 영상 정보에 대해 프레임 단위로 동기화를 수행하는 프레임 동기화부;

상기 동기화된 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임에 기초하여 상기 철강 제품의 결함을 검출하는 결함 검출부; 및

상기 결함 검출부에서 검출된 상기 철강 제품의 결함을 분석하여 결함 특징 정보를 추출하는 결함 분석부를 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 결함 특징 정보에 기초하여 룰 베이스(Rule-base) 기반의 결함 분류 방식을 사용하여 상기 철강 제품의 결함을 분류하는 결함 분류 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 동기화된 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임에 대해 딥 러닝(Deep learning) 기반의 결함 분류 방식을 사용하여 상기 철강 제품의 결함을 분류하는 결함 분류 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 장치.

청구항 10

철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하고, 상기 철강 제품에 자기장을 인가하고 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성하는 단계;

상기 제1 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임과 상기 제2 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임에 대해 프레임 동기화를 수행하는 단계; 및

상기 동기화된 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출하는 단계를 포함하는 철강 제품 결함 검사 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 영상 정보를 생성하는 단계는, 상기 제1 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 촬영 영역 정보를 생성하고, 상기 제2 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 센싱 영역 정보를 생성하는 과정을 포함하고,

상기 동기화를 수행하는 단계는, 상기 촬영 영역 정보 및 상기 센싱 영역 정보에 기초하여 동일한 영역에 해당하는 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임을 동기화하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 촬영 영역 정보 및 상기 센싱 영역 정보는 상기 철강 제품의 최선단을 기준으로 이송 속도 및 이송 시간에 기초하여 이송 거리를 계산하여 생성되는 것을 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 영상 정보를 생성하는 단계는, 상기 제1 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보를 생성하고, 상기 제2 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보를 생성하는 과정을 포함하고,

상기 동기화를 수행하는 단계는, 상기 촬영 시간 정보 및 상기 센싱 시간 정보에 기초하여 촬영 시간과 센싱 시간의 차이가 검사 지연 시간에 해당하는 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임을 동기화하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 검사 지연 시간은 상기 제1 영상 정보의 촬영 영역과 상기 제2 영상 정보의 센싱 영역 사이의 이격 거리 및 상기 철강 제품의 이송 속도에 기초하여 산출되는 것을 특징으로 하는 철강 제품 결함 검사 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 철강 제품에 발생하는 표면 결함과 내부 결함을 통합하여 검사하는 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 철강 제품에 발생하는 결함은 표면에 나타나는 표면 결함과 제품 내부에 존재하는 내부 결함(표면 바로 아래에 존재하는 표층하 결함을 포함함)으로 구분할 수 있다.

[0003] 일반적으로 철강 제품은 그 생산 과정에서 발생하는 표면 결함은 철강 제품이 생산되어 이송되는 공정에서 사람의 눈으로 확인하거나 또는 카메라 등을 구비한 표면 검사 장치를 통해 검출하고 있다.

[0004] 하지만, 내부 결함은 카메라나 사람의 눈으로 확인할 수 없기 때문에, 종래기술의 경우, 내부 결함의 검사 과정을 생략하거나, 필요한 경우 별도의 검사 공정을 두어 철강 제품이 정지된 상태에서 센싱 유닛을 이동시키면서 내부 결함을 검사하였다.

[0005] 그러나, 내부 결함 검사는 표면 결함 검사에 비해 상대적으로 작업이 복잡하며, 이를 별도의 검사 공정에서 검사할 경우 인력, 시간, 비용 등이 많이 소요되고 작업 효율도 떨어지는 문제점이 있었다.

[0006] 또한, 내부 결함 검사를 하더라도 분석할 수 있는 데이터가 제한적이기 때문에, 비록 결함 검출은 가능하지만 구체적으로 어떠한 결함인지 정확한 검출이 어려운 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-1658700호

(특허문헌 0002) 한국 등록특허공보 제10-1745764호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 본 발명의 목적은 철강 제품에 대해 표면 결함과 내부 결함에 대한 검사를 통합하여 수행하는 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하고 철강 제품의 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성한 후 이를 프레임 단위로 동기화하여 철강 제품의 결함을 정밀하게 검사하는 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 철강 제품의 표면을 촬영하여 생성된 제1 영상 정보와 철강 제품의 누설 자속을 센싱하여 생성된 제2 영상 정보로부터 결함 특징 정보를 추출하고 룰 베이스(Rule-base) 기반의 결함 분류 방식을 사용하여 결함의 종류를 구체적으로 구분할 수 있는 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은 철강 제품의 표면을 촬영하여 생성된 제1 영상 정보와 철강 제품의 누설 자속을 센싱하여 생성된 제2 영상 정보에 대해 딥 러닝(Deep learning) 기반의 결함 분류 방식을 사용하여 결함의 종류를 구체적으로 구분할 수 있는 철강 제품 결함 검사 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 위하여, 본 발명의 일 형태에 따른 철강 제품 결함 검사 장치 는, 철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하는 제1 검사 수단; 상기 철강 제품에 자기장을 인가하고 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성하는 제2 검사 수단; 및 상기 제1 영상 정보와 상기 제2 영상 정보에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출하는 결함 검출 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 제2 영상 정보는 상기 제1 검사 수단의 촬영 영역과 동일한 크기의 센싱 영역에 대해 누설 자속의 위치 및 세기에 상응하여 생성된다.

[0014] 바람직하게는, 상기 결함 검출 수단은 상기 제1 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임과 상기 제2 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임에 대해 프레임 동기화를 수행하고, 상기 동기화된 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 결함 검출 수단은 상기 제1 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보 및 촬영 영역 정보 중 적어도 하나의 정보 및 상기 제2 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보 및 센싱 영역 정보 중 적어도 하나의 정보에 기초하여 상기 프레임 동기화를 수행한다.

[0016] 한편, 본 발명의 일 형태에 따른 철강 제품 결함 검사 방법은, 철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하고, 상기 철강 제품에 자기장을 인가하고 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성하는 단계; 상기 제1 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임과 상기 제2 영상 정보를 구성하는 하나 이상의 프레임에 대해 프레임 동기화를 수행하는 단계; 및 상기 동기화된 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임에 기초하여 상기 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 영상 정보를 생성하는 단계는, 상기 제1 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 촬영 영역 정보를 생성하고, 상기 제2 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 센싱 영역 정보를 생성하는 과정을 포함하고, 상기 동기화를 수행하는 단계는, 상기 촬영 영역 정보 및 상기 센싱 영역 정보에 기초하여 동일한 영역에 해당하는 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임을 동기화하는 과정을 포함한다.

[0018] 바람직하게는, 상기 영상 정보를 생성하는 단계는, 상기 제1 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보를 생성하고, 상기 제2 영상 정보를 구성하는 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보를 생성하는 과정을 포함하고, 상기 동기화를 수행하는 단계는, 상기 촬영 시간 정보 및 상기 센싱 시간 정보에 기초하여 촬영 시간과 센싱 시간의 차이가 검사 지연 시간에 해당하는 상기 제1 영상 정보의 프레임과 상기 제2 영상 정보의 프레임을 동기화하는 과정을 포함한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하고 철강 제품의 누설 자속을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성한 후 이를 프레임 단위로 동기화하여 철강 제품의 결함을 검사하기 때문에, 철강 제품에 대해 표면 결함 검사와 내부 결함 검사를 통합하여 수행할 수 있는 효과를 가진다.

[0020] 특히, 본 발명에 따르면, 이송 중인 철강 제품에 대해 제1 영역을 촬영하여 제1 영상 정보를 생성하고 제2 영역을 센싱하여 제2 영상 정보를 생성한 후 철강 제품의 동일 영역에 해당되는 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임을 매칭하여 표면 결함 검사와 내부 결함 검사를 실시간으로 수행하기 때문에, 별도의 내부 결함 검사 공정이 필요하지 않아 인력, 시간, 비용 등을 크게 절감할 수 있으며, 이에 따라 작업 효율도 높일 수 있는 효과를 가진다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, 철강 제품의 표면을 촬영하여 생성된 제1 영상 정보와 철강 제품의 누설 자속을 센싱하여 생성된 제2 영상 정보에 기초하여 룰 베이스 기반의 결함 분류 방식을 1차적으로 적용하고 딥 러닝 기반의

결함 분류 방식을 2차적으로 적용함으로써 철강 제품의 결함을 보다 정밀하게 검출 할 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 철강 제품 결함 검사 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 검사 수단의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 검사 수단의 구성도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 검사 수단과 제2 검사 수단이 이송 중인 철강 제품에 대해 영상 정보를 생성하는 방식을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 검출 수단의 구성도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 분류 수단의 구성도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 검사 설정 수단의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하에서는 첨부 도면 및 바람직한 실시예를 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 참고로, 하기 설명에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 철강 제품 결함 검사 장치의 구성도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 철강 제품 결함 검사 장치(100)는 제1 검사 수단(110), 제2 검사 수단(120), 결함 검출 수단(130), 결함 분류 수단(140), 검사 설정 수단(150), 결함 표시 수단(160) 등을 포함한다.

[0026] 제1 검사 수단(110)은 철강 제품이 이송되는 경로 등에 구비되어 철강 제품의 표면 결함을 검사하는 기능을 수행한다.

[0027] 이와 관련하여, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 검사 수단(110)의 구성을 나타낸 것이다.

[0028] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 검사 수단(110)은 조명부(111), 영상 촬영부(112), 제1 제어부(113) 등을 포함한다.

[0029] 조명부(111)는 하나 이상의 조명을 구비하여 철강 제품의 표면으로 광을 발산하며, 영상 촬영부(112)는 하나 이상의 카메라를 구비하여 철강 제품의 표면을 촬영하여 제1 영상 정보(데이터)를 생성한다. 그리고, 제1 제어부(113)는 철강 제품의 표면에 대해 기 설정된 시간에 기 설정된 위치(영역)에 대해 기 설정된 프레임 규격(예; 해상도, 프레임 레이트)으로 제1 영상 정보를 생성할 수 있도록 조명부(111), 영상 촬영부(112) 등을 제어한다. 이를 위해, 제1 제어부(113)는 동기화 신호(예; 엔코더(encoder)의 트리거 펄스(trigger pulse))를 입력받아 철강 제품 결함 검사 장치(100)의 다른 구성요소(특히, 제2 검사 수단(120)의 제2 제어부(124))와 동기화된다.

[0030] 제2 검사 수단(120)은 철강 제품이 이송되는 경로 등에 구비되어, 바람직하게는 제1 검사 수단(110)과 인접하게 구비되어 철강 제품의 표면 결함 및 내부 결함을 검사하는 기능을 수행한다.

[0031] 이와 관련하여, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 검사 수단(120)의 구성을 나타낸 것이다.

[0032] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 검사 수단(120)은 자기장 발생부(121), 센서부(122), 영상화 처리부(123), 제2 제어부(124) 등을 포함한다.

[0033] 자기장 발생부(121)는 철강 제품으로 자기장을 발생시키며, 센서부(122)는 하나 이상의 자기 센서를 구비하여 철강 제품의 누설 자속을 감지한다. 그리고, 영상화 처리부(123)는 센서부(122)의 각 자기 센서의 위치 및 감지된 누설 자속의 세기에 상응하여 이를 영상화한 제2 영상 정보(데이터)를 생성하며, 제2 제어부(124)는 철강 제품에 대해 기 설정된 시간에 기 설정된 위치에 대해 기 설정된 프레임 규격으로 제2 영상 정보가 생성될 수 있도록 자기장 발생부(121), 센서부(122), 영상화 처리부(123) 등을 제어한다. 이를 위해, 제2 제어부(124)는 마찬가지로 동기화 신호(예; 엔코더의 트리거 펄스)를 입력받아 철강 제품 결함 검사 장치(100)의 다른 구성요소(특히, 제1 검사 수단(110)의 제1 제어부(113))와 동기화된다.

[0035] 이하에서는 도 4를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 검사 수단과 제2 검사 수단이 이송 중인 철강 제품에 대해 영상 정보를 생성하고 이를 동기화하는 방식에 대해 설명한다.

[0036] 도 4를 참조하면, 제1 검사 수단(110)의 영상 촬영부(112)와 제2 검사 수단(120)의 센서부(122)는 철강 제품이 이송되는 경로 상에 소정 거리 이격되어 구비되어, 동일한 철강 제품에 대해 각각 영상 정보를 생성한다.

[0037] 구체적으로, 제1 검사 수단(110)의 영상 촬영부(112)는 철강 제품이 이송되는 경로 상에 구비되어 기 설정된 제1 영역(촬영 영역)을 소정 시간 단위로 촬영하여 하나 이상의 프레임으로 구성된 제1 영상 정보를 생성(획득)한다. 그리고, 제1 검사 수단(110)의 제1 제어부(113)는 영상 촬영부(112)에서 제1 영상 정보를 생성할 때 제1 영상 정보의 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보 및/또는 촬영 영역 정보를 생성한다.

[0038] 마찬가지로, 제2 검사 수단(120)의 센서부(122)는 철강 제품이 이송되는 경로 상에 구비되어 기 설정된 제2 영역(센싱 영역)에 대하여 누설 자속의 세기를 감지하고, 제2 검사 수단(120)의 영상화 처리부(123)는 누설 자속의 위치 및 세기에 상응하는 제2 영상 정보(하나 이상의 프레임으로 구성됨)를 생성한다. 그리고, 제2 검사 수단(120)의 제2 제어부(124)는 영상화 처리부(123)에서 제2 영상 정보를 생성할 때 제2 영상 정보의 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보 및/또는 센싱 영역 정보를 생성한다.

[0039] 참고로, 누설 자속의 위치 및 세기에 상응하는 영상 정보(프레임)는, 센서부(122)가 복수개의 자기 센서를 2차원적 센싱 구조(평면 센싱 구조)로 구비하는 경우 각 자기 센서의 위치와 해당 위치에서 감지된 누설 자속의 세기(이는 영상에서 색상으로 표현됨)를 기초로 2차원 보간법(interpolation) 등을 이용하여 생성될 수 있으며, 센서부(122)가 하나 이상의 자기 센서를 1차원적 센싱 구조(선형 센싱 구조)로 구비하는 경우 이동 중인 철강 제품에 대해 1차원 선형 센싱 데이터를 제2 영역에 해당하는 거리만큼 연속적으로 또는 아주 짧은 주기로 획득한 후 마찬가지로 2차원 보간법 등을 이용하여 생성될 수 있다.

[0040] 한편, 이와 같이 생성된 제1 검사 수단(110)의 제1 영역 영상과 제2 검사 수단(120)의 제2 영역 영상은 철강 제품의 길이 방향(이송 방향)으로 소정 거리 이격된 위치(영역)의 영상이며, 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 철강 제품 결함 검사 장치(100)는 제1 검사 수단(110)의 제1 영상 정보와 제2 검사 수단(120)의 제2 영상 정보에 대해 프레임 동기화를 수행한다.

[0041] 구체적으로, 제1 검사 수단(110)은 제1 영역의 영상 정보(제1 영상 정보)를 생성할 때 기 설정된 프레임 규격(예; 해상도, 프레임 레이트)으로 제1 영상 정보(하나 이상의 프레임으로 구성됨)를 생성하며, 이 때 제1 영상 정보의 각 프레임에 대한 촬영 시간 정보 및/또는 촬영 영역 정보를 함께 생성한다. 그리고, 제1 검사 수단(110)은 하나 이상의 프레임으로 구성된 제1 영상 정보 및 상기 제1 영상 정보의 각 프레임에 매칭되는 촬영 시간 정보 및/또는 촬영 영역 정보를 함께 결함 검출 수단(130)으로 전송한다.

[0042] 마찬가지로, 제2 검사 수단(120)은 제2 영역의 영상 정보(제2 영상 정보)를 생성할 때 제1 검사 수단(110)과 동일한 프레임 규격(예; 해상도, 프레임 레이트)으로 제2 영상 정보(하나 이상의 프레임으로 구성됨)를 생성하며, 이 때 제2 영상 정보의 각 프레임에 대한 센싱 시간 정보 및/또는 센싱 영역 정보를 함께 생성한다. 그리고, 제2 검사 수단(120)은 하나 이상의 프레임으로 구성된 제2 영상 정보 및 상기 제2 영상 정보의 각 프레임에 매칭되는 센싱 시간 정보 및/또는 센싱 영역 정보를 함께 결함 검출 수단(130)으로 전송한다.

[0043] 그러면, 결함 검출 수단(130)은 촬영 시간 정보와 센싱 시간 정보 및/또는 촬영 영역 정보와 센싱 영역 정보를 이용하여 철강 제품의 동일 위치(영역)에 해당하는 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임을 매칭시켜 프레임 동기화를 수행한다.

[0044] 참고로, 촬영 시간 정보와 센싱 시간 정보는 서로 동기화되어 있으며, 촬영 시간 정보와 센싱 시간 정보를 이용하여 프레임 동기화를 할 경우, 제1 영역(제1 영상 정보의 촬영 영역)과 제2 영역(제2 영상 정보의 센싱 영역) 사이의 이격 거리와 철강 제품의 이송 속도에 기초하여 검사 지연 시간(철강 제품의 동일한 영역에 대한 촬영 시간과 센싱 시간의 차이)을 계산하고 이에 근거하여 프레임 동기화를 수행할 수 있다. 그리고, 촬영 영역 정보와 센싱 영역 정보는 철강 제품의 최선단(시작위치)을 기준으로 이송 속도 및 이송 시간에 기초하여 이송 거리를 계산함으로써 상대적 위치를 얻을 수 있으며, 촬영 영역 정보와 센싱 영역 정보를 이용하여 프레임 동기화를 할 경우, 동일한 영역(위치)에 해당하는 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임을 매칭시킴으로써 프레임 동기화를 수행할 수 있다.

[0046] 다시 도 1을 참조하면, 결함 검출 수단(130)은 제1 검사 수단(110)으로부터 제1 영상 정보, 촬영 시간 정보, 촬

영 영역 정보 등을 수신하고, 제2 검사 수단(120)으로부터 제2 영상 정보, 센싱 시간 정보, 센싱 영역 정보 등을 수신하여, 철강 제품에 대한 표면 결함과 내부 결함을 검출한다.

[0047] 이와 관련하여, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 검출 수단(130)의 구성을 나타낸 것이다.

[0048] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 검출 수단(130)은 프레임 동기화부(131), 결함 검출부(132), 결함 분석부(133), 결함 영상 저장부(134) 등을 포함한다.

[0049] 프레임 동기화부(131)는 제1 검사 수단(110)으로부터 전송된 제1 영상 정보와 제2 검사 수단(120)으로부터 전송된 제2 영상 정보에 대해 프레임 단위로 동기화를 수행한다. 도 4를 참조하여 전술한 바와 같이, 프레임 동기화부(131)는 제1 영상 정보의 각 프레임과 매칭된 촬영 시간 정보 및 제2 영상 정보의 각 프레임과 매칭된 센싱 시간 정보를 이용하여, 및/또는 제1 영상 정보의 각 프레임과 매칭된 촬영 영역 정보 및 제2 영상 정보의 각 프레임과 매칭된 센싱 영역 정보를 이용하여, 철강 제품의 동일 위치(영역)에 해당하는 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임을 매칭시켜 프레임 동기화를 수행한다.

[0050] 결함 검출부(132)는 프레임 동기화부(131)에서 프레임 단위로 동기화된 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임에 대해 각각의 결함 검출 기준(결함 판정 기준)을 적용하여 철강 제품의 결함을 검출한다. 예컨대, 결함 검출부(132)는 제1 영상 정보의 프레임에 대해 제1 결함 검출 기준을 적용하여 정상 상태인지 결함 상태인지를 판단하고, 제2 영상 정보의 프레임에 대해 제2 결함 검출 기준을 적용하여 정상 상태인지 결함 상태인지를 판단한 후, 동기화된 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임 중 어느 하나라도 결함 상태인 경우 결함이 있는 것으로 판단하여 철강 제품의 결함을 검출한다.

[0051] 결함 분석부(133)는 결함 검출부(132)에서 검출된 철강 제품의 결함을 분석하여 결함 특징 정보를 추출한다. 예컨대, 결함 분석부(133)는 결함 검출부(132)에서 결함이 있는 것으로 판단된 상호 동기화된 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임에 대해 이를 분석하여 결함의 위치, 크기, 형상, 음영값, 분포도, 음영비율 등의 결함 특징 정보를 추출한다.

[0052] 그리고, 결함 영상 저장부(134)는 결함 검출부(132)에서 결함이 있는 것으로 판단된 상호 동기화된 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임을 저장한다.

[0054] 다시 도 1을 참조하면, 결함 분류 수단(140)은 결함 검출 수단(130)에서 검출된 철강 제품의 결함에 대해 적어도 하나의 결함 분류 방식을 사용하여 구체적으로 어떠한 결함인지 정밀하게 판단한다.

[0055] 이와 관련하여, 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 분류 수단(140)의 구성을 나타낸 것이다.

[0056] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 분류 수단(140)은 제1 결함 분류부(141), 제2 결함 분류부(142), 후처리부(143), 결함 결과 저장부(144) 등을 포함한다.

[0057] 제1 결함 분류부(141)는 결함 검출 수단(130)의 결함 분석부(133)에서 추출된 결함 특징 정보를 기초로 룰 베이스(Rule-base) 기반의 결함 분류 방식을 사용하여 철강 제품의 결함을 분류한다. 예컨대, 제1 결함 분류부(141)는 결함의 위치, 크기, 형상, 음영값, 분포도, 음영비율 등에 대한 결함 분류 기준을 결함 특징 정보에 적용하여 철강 제품의 결함이 어떠한 결함에 해당되는지 판단한다.

[0058] 제2 결함 분류부(142)는 결함 검출 수단(130)의 결함 검출부에서 결함이 있는 것으로 판단된 상호 동기화된 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임에 대해 딥 러닝(Deep learning) 기반의 결함 분류 방식을 사용하여 철강 제품의 결함을 분류한다. 예컨대, 제2 결함 분류부(142)는 상호 동기화된 제1 영상 정보의 프레임과 제2 영상 정보의 프레임에 대해 결함 분류 학습을 통해 학습된 결함 학습 데이터를 참조하여 철강 제품의 결함이 어떠한 결함에 해당되는지 판단한다.

[0059] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 제1 결함 분류부(141)에서 결함 특징 정보에 기초하여 철강 제품의 결함 종류를 1차적으로 판단하고, 제2 결함 분류부(141)에서 딥 러닝 학습 데이터를 참조하여 철강 제품의 결함 종류를 2차적으로 판단함으로써, 보다 철강 제품의 결함에 대해 보다 정밀하게 판단할 수 있다.

[0060] 후처리부(143)는 제1 결함 분류부(141)의 룰 베이스 기반의 결함 분류 방식과 제2 결함 분류부(142)의 딥 러닝 기반의 결함 분류 방식과는 별개로 또는 이들 방식에 추가하여 사용자가 설정한 결함 분류 방식을 적용하여 철강 제품의 결함이 어떠한 결함에 해당되는지 판단한다.

[0061] 그리고, 결함 결과 저장부(144)는 제1 결함 분류부(141), 제2 결함 분류부(142), 후처리부(143) 등을 통해 구체적으로 판단된 철강 제품의 결함 결과를 저장한다.

[0063] 다시 도 1을 참조하면, 검사 설정 수단(150)은 사용자가 결함 검출 기능, 결함 분류 기능, 후처리 기능 등을 직접 설정할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공하며, 사용자의 설정에 따라 결함 검출 수단(130)의 결함 검출 기능 세부사항 및 결함 분류 수단(140)의 결함 분류 기능 세부사항과 후처리 기능 세부사항을 조절한다.

[0064] 이와 관련하여, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 검사 설정 수단(150)의 구성을 나타낸 것이다.

[0065] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 검사 설정 수단(150)은 결함 검출 설정부(151), 결함 분류 설정부(152), 후처리 설정부(153) 등을 포함한다.

[0066] 결함 검출 설정부(151)는 사용자에게 결함 검출 기능을 직접 설정할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공하고, 사용자의 설정에 따라 프레임 동기화 방식, 결함 검출 기준, 결함 특징 정보 추출 방식 등에 대한 세부사항을 결함 검출 수단(130)으로 전송하여 결함 검출 수단(130)의 결함 검출 기능을 설정한다.

[0067] 결함 분류 설정부(152)는 사용자에게 결함 분류 기능을 직접 설정할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공하고, 사용자의 설정에 따라 룰 베이스 기반의 결함 분류 방식, 딥 러닝 기반의 결함 분류 방식 등에 대한 세부사항을 결함 분류 수단(140)으로 전송하여 결함 분류 수단(140)의 결함 분류 기능을 설정한다.

[0068] 후처리 설정부(153)는 사용자에게 후처리 기능을 직접 설정할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공하고, 사용자의 설정에 따라 결함 분류 방식 등에 대한 세부사항을 결함 분류 수단(140)으로 전송하여 결함 분류 수단(140)의 후처리 기능을 설정한다.

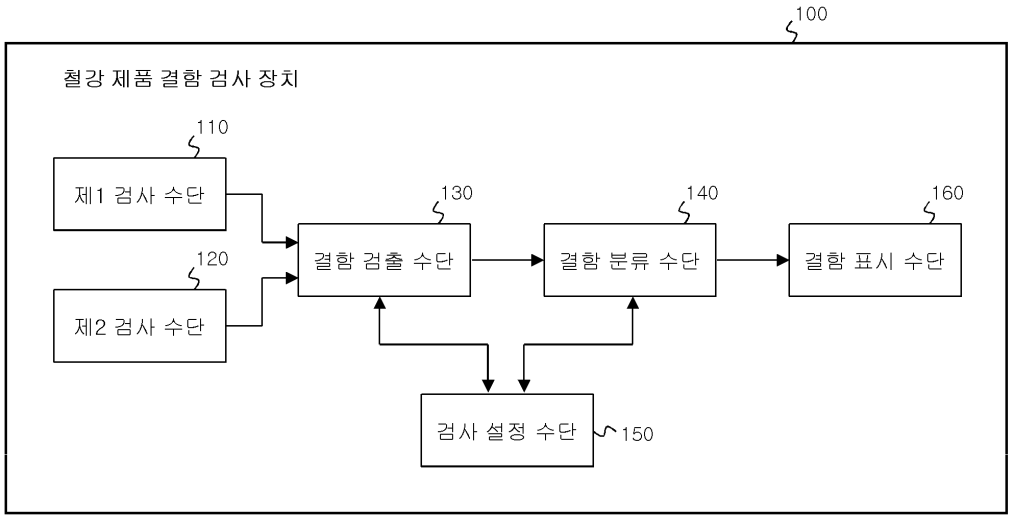
[0070] 다시 도 1을 참조하면, 결함 표시 수단(160)은 결함 분류 수단(140)에서 최종적으로 분류된 철강 제품의 결함에 대한 결과를 디스플레이, LED, 경보음 등을 통해 사용자에게 통지하고, 사용자가 철강 제품의 결함을 조회하는 경우 결함 분류 수단(140)에 저장된 결함 결과를 인출하여 디스플레이한다.

[0072] 지금까지 본 발명을 바람직한 실시예를 참조하여 상세히 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적 특징들을 변경하지 않고서 다른 구체적인 다양한 형태로 실시할 수 있는 것이므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다.

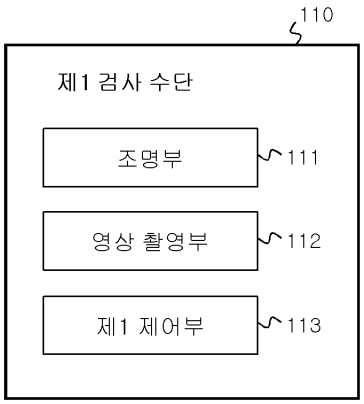
[0073] 그리고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 특정되는 것이며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

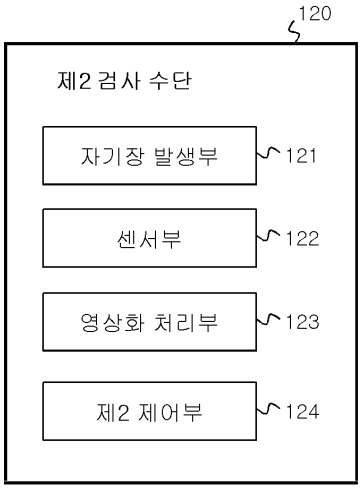
도면1


100
철강 제품 결함 검사 장치
110
제1 검사 수단
120
제2 검사 수단
130
결함 검출 수단
140
결함 분류 수단
160
결함 표시 수단
검사 설정 수단
150

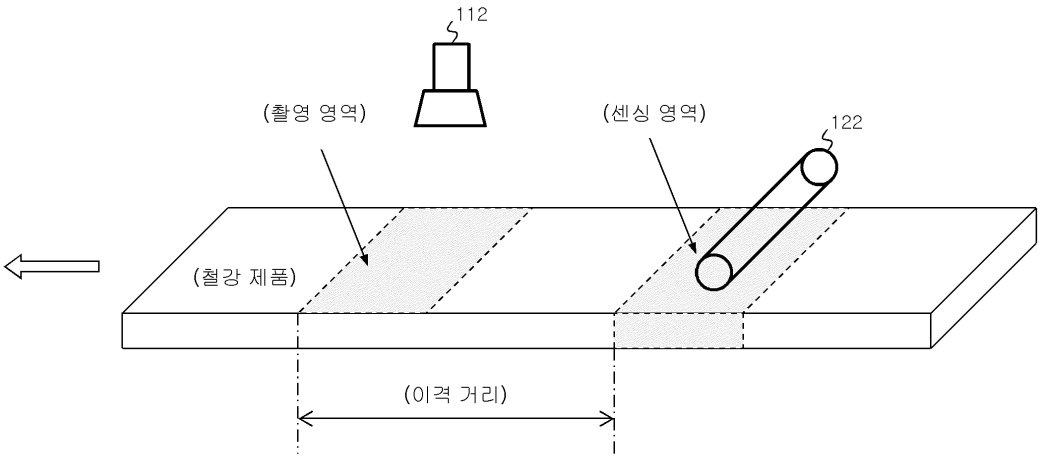
도면2


110
제1 검사 수단
조명부
111
영상 촬영부
112
제1 제어부
113

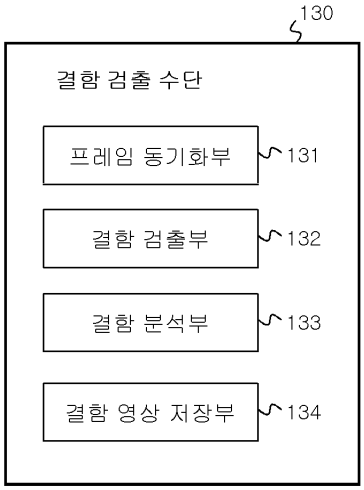
도면3


120
제2 검사 수단
자기장 발생부
121
센서부
122
영상화 처리부
123
제2 제어부
124

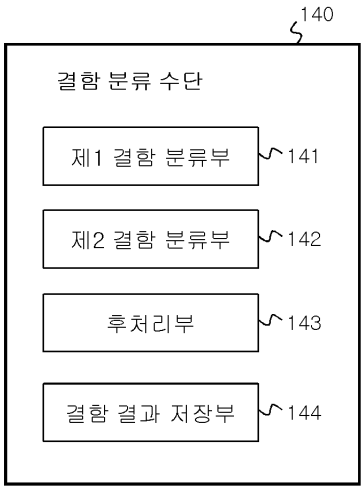
도면4


112
(촬영 영역)
(센싱 영역)
122
(철강 제품)
(이격 거리)

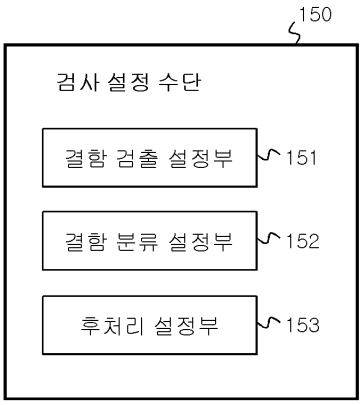
도면5


130
결함 검출 수단
프레임 동기화부
131
결함 검출부
132
결함 분석부
133
결함 영상 저장부
134

도면6


140
결함 분류 수단
제1 결함 분류부
141
제2 결함 분류부
142
후처리부
143
결함 결과 저장부
144

도면7


150
검사 설정 수단
결함 검출 설정부
151
결함 분류 설정부
152
후처리 설정부
153