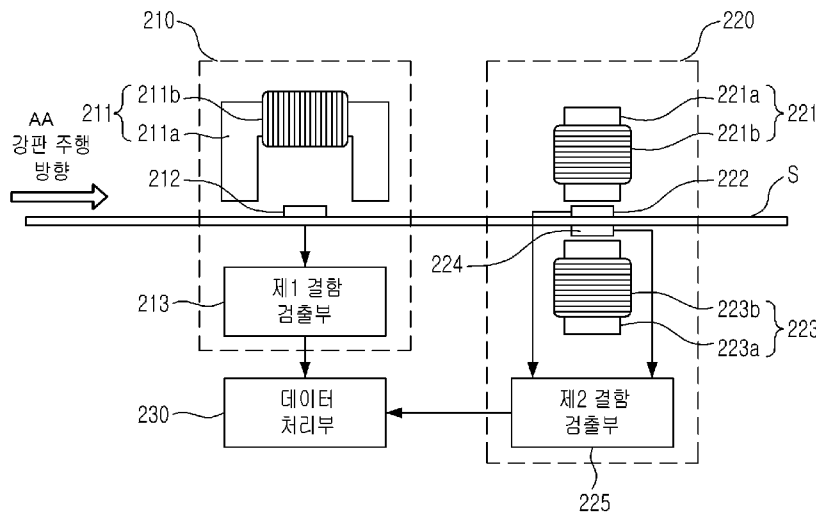




- (51) 국제특허분류:
G01N 27/82 (2006.01) B21B 38/00 (2006.01)
G01N 33/20 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/011993
- (22) 국제출원일: 2013년 12월 23일 (23.12.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0154251 2012년 12월 27일 (27.12.2012) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 790-300 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 이주승 (LEE, Ju-Seung); 790-360 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내, Kyungsangbook-do (KR). 최상우 (CHOI, Sang-Woo); 790-360 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내, Kyungsangbook-do (KR). 최세호 (CHOI, Se-Ho); 790-360 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내, Kyungsangbook-do (KR). 윤종필 (YUN, Jong-Pil); 790-360 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내, Kyungsangbook-do (KR). 배호문 (BAE, Ho-Moon); 790-360 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내, Kyungsangbook-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 씨앤에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 135-971 서울시 강남구 언주로 30길 13 대림아크로텔 7층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING INNER DEFECTS OF STEEL PLATE

(54) 발명의 명칭: 강판의 내부 결함 검출 장치 및 방법



213 ... First defect detection unit
225 ... Second defect detection unit
230 ... Data processing unit
AA ... Steel plate moving direction

(57) Abstract: An apparatus and a method for detecting inner defects of a steel plate are provided. The apparatus for detecting inner defects of a steel plate comprises: an all-defect detection unit for detecting all defects including surface defects present on the surface of the steel plate and inner defects present inside the steel plate on the basis of the intensity of leakage flux, which is measured by generating magnetic flux in a strike direction of the steel plate; a surface defect detection unit for detecting surface defects on the basis of the intensity of leakage flux, which is measured by generating magnetic flux in the thickness direction of the steel plate, for a predetermined detection region including all the defects detected by the all-defect detection unit; and a data processing unit for detecting only inner defects present in a detection region by excluding the surface defects detected by the surface defect detection unit from all the defects detected by the all-defect detection unit, for the detection region, thereby detecting only the inner defects of the steel plate.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



강판의 내부 결함 검출 장치 및 방법이 제공된다. 강판의 내부 결함 검출 장치는, 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 강판의 표면에 존재하는 표면 결함 및 강판의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출하는 전결함 검출부와, 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 표면 결함을 검출하는 표면결함 검출부와, 검출 영역에 대하여, 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함 중 표면 결함 검출부에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 데이터 처리부를 포함함으로써, 강판의 내부 결함만을 검출할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 강판의 내부 결함 검출 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 강판의 결함 검출에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 강판의 결함 검출 기술에는 초음파 탐상법(Ultrasonic Test), 누설자속 탐상법(Magnetic Flux Leakage), 자분 탐상법(Magnetic Particle Inspection), 와전류 탐상법 및 광학법 등이 있다.
- [3] 이들 중 누설 자속 탐상법은 홀소자와 같은 자속을 전기적 신호로 변환시키는 자기센서를 이용하여 결함에 의하여 강판의 표면 밖으로 누설되는 누설 자속을 측정 후, 측정된 누설 자속에 기초하여 강판의 결함을 검출하는 기법이다.
- [4] 도 1에 상술한 누설 자속 탐상법을 위한 강판의 결함 검출 장치가 도시되어 있다.
- [5] 도 1에 도시된 바와 같이, 강판의 결함 검출 장치는 강판(S)의 주행 방향을 따라 강판(S)을 자화시키기 위한 자속을 발생시키는 자화부(110)와, 강판(S)의 폭방향으로 배치되며, 발생된 자속이 강판(S)의 결함을 통과할 때 누설되는 누설 자속을 측정하는 자기 센서 어레이(120)와, 측정된 누설 자속에 의해 자기 센서 어레이(120)로부터 나오는 출력 신호를 증폭하는 증폭부(130)를 포함할 수 있다. 한편, 자화부(110)는 영구자석(PM) 및 영구자석(PM)의 양측으로 연장되는 요크(111a, 111b)를 포함할 수 있다.
- [6] 하지만, 상술한 장치에 의한 강판 결함 검출 방법에 의할 때, 강판(S)은 그 주행 방향을 따라 자화되므로, 자기 센서 어레이(120)에서 측정되는 누설 자속에는 강판(S)의 표면뿐 아니라 내부에 존재하는 결함이 모두 포함되어 강판(S)의 내부에 존재하는 내부 결함만을 별도로 검출할 수 없다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 강판의 내부 결함만을 검출할 수 있는 강판의 내부 결함 검출 장치 및 방법을 제공한다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 제1 실시 형태에 의하면, 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면에 존재하는 표면 결함 및 상기 강판의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출하는 전결함 검출부; 상기 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 표면 결함을 검출하는 표면결함 검출부; 및 상기 검출 영역에 대하여, 상기 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함 중 상기 표면 결함

검출부에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 데이터 처리부를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치를 제공한다.

- [9] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 전결함 검출부는, 상기 강판의 주행 방향으로 자속을 발생시키는 제1 자화부; 상기 주행 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 제1 누설 자속 측정부; 및 상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 전결함을 검출하는 제1 결함 검출부를 포함할 수 있다.
- [10] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 표면결함 검출부는, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 제2 자화부; 상기 두께 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 제2 누설 자속 측정부; 및 상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면 결함을 검출하는 제2 결함 검출부를 포함할 수 있다.
- [11] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제2 자화부는, 상기 강판의 상부에 배치되어 상기 강판의 두께방향으로 자속을 발생시키는 상부 자화부와, 상기 강판의 하부에 배치되어 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 하부 자화부를 포함하며, 상기 제2 누설 자속 측정부는, 상기 상부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 상부 누설 자속 측정부와, 상기 하부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 하부 누설 자속 측정부를 포함할 수 있다.
- [12] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 결함 검출부는 상기 검출 영역 중 상기 검출된 전결함이 위치한 지점에 대한 제1 결함 데이터를 더 제공하고, 상기 제2 결함 검출부는, 상기 검출 영역 중 상기 검출된 표면 결함이 위치하는 지점에 대한 제2 결함 데이터를 더 제공하며, 상기 데이터 처리부는, 상기 제공된 제1 결함 데이터로부터 상기 제공된 제2 결함 데이터를 감산함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.
- [13] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 결함 데이터는, 상기 검출 영역 중 상기 전결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 전결함이 존재하지 않는 영역을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터이며, 상기 제2 결함 데이터는, 상기 검출 영역 중 상기 표면 결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 표면 결함이 존재하지 않는 지점을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터일 수 있다.
- [14] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 누설 자속 측정부 및 상기 제2 누설 자속 측정부 각각은, 상기 강판의 폭방향으로 배치되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제1 자기 센서 어레이; 상기 제1 자기 센서 어레이와 상기 강판의 주행 방향으로 일정 간격 이격되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제2 자기 센서 어레이; 및 상기 제1 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기와 상기 제2 자기 센서

- 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기를 차동 증폭하는 차동 증폭부를 포함할 수 있다.
- [15] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 누설 자속 측정부 및 상기 제2 누설 자속 측정부는, 홀 센서(hall sensor), 자기 저항 센서(Magneto Resistive sensor, MR 센서), 거대 자기 저항 센서(Giant Magneto Resistive sensor, GMR 센서) 및 자기 임피던스 센서(Giant Magneto Impedance Sensor, GMI 센서) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [16] 본 발명의 제2 실시 형태에 의하면, 전결합 검출부에서, 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면에 존재하는 표면 결함 및 상기 강판의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결합을 검출하는 제1 단계; 표면결합 검출부에서, 상기 전결합 검출부에 의해 검출된 전결합을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 표면 결함을 검출하는 제2 단계; 및 데이터 처리부에서, 상기 검출 영역에 대하여, 상기 전결합 검출부에 의해 검출된 전결합 중 상기 표면 결함 검출부에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 제3 단계를 포함할 수 있다.
- [17] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 단계는, 제1 자화부에서, 상기 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시키는 단계; 제1 누설 자속 측정부에서, 상기 주향 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 단계; 및 제1 결함 검출부에서, 상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 전결합을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제2 단계는, 제2 자화부에서, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 단계; 제2 누설 자속 측정부에서, 상기 두께 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 단계; 및 제2 결함 검출부에서, 상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면 결함을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [19] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 단계는, 상기 제2 자화부 중 상기 강판의 상부에 배치된 상부 자화부에서, 상기 강판의 두께방향으로 자속을 발생시키며, 상기 제2 자화부 중 상기 강판의 하부에 배치된 하부 자화부에서, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 단계를 포함하며, 상기 제2 단계에서의 누설 자속의 세기를 측정하는 단계는, 상기 제2 누설 자속 측정부 중 상부 누설 자속 측정부에서, 상기 상부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하며, 상기 제2 누설 자속 측정부 중 하부 누설 자속 측정부에서, 상기 하부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 강판의 내부 결함 검출 방법은, 상기 제1

결함 검출부에서, 상기 검출 영역 중 상기 검출된 전결함이 위치한 지점에 대한 제1 결함 데이터를 제공하는 단계; 및 상기 제2 결함 검출부에서, 상기 검출 영역 중 상기 검출된 표면 결함이 위치하는 지점에 대한 제2 결함 데이터를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 제3 단계는, 상기 데이터 처리부에서, 상기 제공된 제1 결함 데이터로부터 상기 제공된 제2 결함 데이터를 감산함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.

[21] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 결함 데이터는, 상기 검출 영역 중 상기 전결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 전결함이 존재하지 않는 영역을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터이며, 상기 제2 결함 데이터는, 상기 검출 영역 중 상기 표면 결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 표면 결함이 존재하지 않는 지점을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터일 수 있다.

[22] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 누설 자속 측정부 및 상기 제2 누설 자속 측정부 각각은, 상기 강판의 폭방향으로 배치되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제1 자기 센서 어레이; 상기 제1 자기 센서 어레이와 상기 강판의 주행 방향으로 일정 간격 이격되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제2 자기 센서 어레이; 및 상기 제1 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기와 상기 제2 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기를 차동 증폭하는 차동 증폭부를 포함할 수 있다.

[23] 본 발명의 실시 형태에 의하면, 상기 제1 누설 자속 측정부 및 상기 제2 누설 자속 측정부는, 홀 센서(hall sensor), 자기 저항 센서(Magneto Resistive sensor, MR 센서), 거대 자기 저항 센서(Giant Magneto Resistive sensor, GMR 센서) 및 자기 임피던스 센서(Giant Magneto Impedance Sensor, GMI 센서) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[24] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 우선 소정의 검출 영역에 대하여 강판의 표면 결함 및 내부 결함을 모두 포함한 전결함을 검출하고, 이와 별도로 강판의 표면 결함을 검출한 후 검출된 전결함 중 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[25] 도 1은 강판의 결함 검출 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[26] 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 강판의 내부 결함 검출 장치를 도시한 도면이다.

[27] 도 3은 도 2의 전결함 검출부에서의 자화 방향과 검출되는 전결함을 도시한 도면이다.

[28] 도 4는 도 2의 표면 결함 검출부에서의 강판의 두께 방향에 존재하는 결함의 위치를 도시한 도면이며,

- [29] 도 5는 도 4에 도시된 결함의 위치에 따른 누설 자속의 크기를 도시한 도면이다.
- [30] 도 6은 도 2의 데이터 처리부가 내부 결함만을 검출하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [31] 도 7은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 강판의 내부 결함 검출 방법을 설명하는 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [32] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 그러나 본 발명의 실시형태는 여러 가지의 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로만 한정되는 것은 아니다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.
- [33] 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 강판의 내부 결함 검출 장치를 도시한 도면이다. 한편, 도 3은 도 2의 전결함 검출부에서의 자화 방향과 검출되는 전결함을 도시한 도면이며, 도 4는 도 2의 표면 결함 검출부에서의 강판의 두께 방향에 존재하는 결함의 위치를 도시한 도면이며, 도 5는 도 4에 도시된 결함의 위치에 따른 누설 자속의 크기를 도시한 도면이다. 그리고, 도 6은 도 2의 데이터 처리부가 내부 결함만을 검출하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [34] 본 발명의 일 실시 형태에 따른 강판의 내부 결함 검출 장치는, 도 2에 도시된 바와 같이, 강판(S)의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 강판(S)의 표면에 존재하는 표면 결함 및 강판(S)의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출하는 전결함 검출부(210)와, 전결함 검출부(210)에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 강판(S)의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 표면 결함을 검출하는 표면결함 검출부(220)와, 검출 영역에 대하여, 전결함 검출부(210)에 의해 검출된 전결함 중 표면 결함 검출부(220)에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 데이터 처리부(230)를 포함할 수 있다.
- [35] 이하, 도 2 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시 형태에 따른 강판의 내부 결함 검출 장치에 대해 상세하게 설명한다.
- [36] 우선, 도 2를 참조하면, 전결함 검출부(210)는 강판(S)의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 강판(S)의 표면에 존재하는 표면 결함 및 강판(S)의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출할 수 있다.
- [37] 구체적으로, 전결함 검출부(210)는 제1 자화부(211), 제1 누설 자속 측정부(212) 및 제1 결함 검출부(213)를 포함할 수 있다.
- [38] 전결함 검출부(210) 중 제1 자화부(211)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 강판(S)의 주향 방향으로 자속(B)을 발생시킬 수 있다. 상술한 제1 자화부(211)의 예로

- 코어(211a)에 코일(211b)이 감겨진 형태의 전자석을 도시하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 영구 자석으로도 구현될 수 있음은 당업자에게 자명하다.
- [39] 전결함 검출부(210) 중 제1 누설 자속 측정부(212)는, 강판(S)의 주행 방향으로 발생된 자속(B)이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정할 수 있다. 즉, 도 3에 도시된 바와 같이, 강판(S)의 주행 방향으로 자속(B)을 발생시킬 때 강판(S)의 표면 결함(310)과 내부 결함(320)에 의한 누설 자속(330)의 세기가 측정될 수 있다. 측정된 누설 자속(330)의 세기는 제1 결함 검출부(213)로 전달될 수 있다.
- [40] 전결함 검출부(210) 중 제1 결함 검출부(213)는, 측정된 누설 자속(330)의 세기에 기초하여 표면 결함(310)과 내부 결함(320)을 포함하는 전결함을 검출할 수 있다. 즉, 누설 자속(330)의 크기가 일정 값 이상인 경우에 제1 결함 검출부(213)는 강판(S)에 내부 결함 또는 표면 결함이 존재하는 것으로 판단할 수 있다.
- [41] 또한, 제1 결함 검출부(213)는 검출 영역 중 검출된 전결함이 위치한 지점에 대한 제1 결함 데이터를 더 제공할 수 있다.
- [42] 즉, 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 결함 검출부(213)는 검출 영역(510)에 대하여 전결함(IDF, SDF)이 위치한 지점에 대한 제1 결함 데이터를 데이터 처리부(230)에 제공할 수 있다. 여기서, 제1 결함 데이터는, 검출 영역(510) 중 전결함(IDF, SDF)이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 전결함(IDF, SDF)이 존재하지 않는 영역을 이진수 “0”으로 표현한 데이터일 수 있다.
- [43] 한편, 표면결함 검출부(220)는 전결함 검출부(210)에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 강판(S)의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 표면 결함을 검출할 수 있다.
- [44] 구체적으로, 표면결함 검출부(220)는 제2 자화부(221, 223), 제2 누설 자속 측정부(222, 224) 및 제2 결함 검출부(225)를 포함할 수 있다.
- [45] 표면결함 검출부(220) 중 제2 자화부(221, 223)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 강판(S)의 두께 방향으로 자속(B)을 발생시킬 수 있다. 상술한 제2 자화부(221, 223)는 코어(221a, 223a)에 코일(221b, 223b)이 감겨진 형태의 전자석을 도시하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 영구 자석으로도 구현될 수 있음은 당업자에게 자명하다.
- [46] 상술한 제2 자화부(221, 223)는 강판(S)의 상부에 배치되어 강판(S)의 두께방향으로 자속을 발생시키는 상부 자화부(221)와, 강판(S)의 하부에 배치되어 강판(S)의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 하부 자화부(223)를 포함할 수 있다.
- [47] 표면결함 검출부(220) 중 제2 누설 자속 측정부(222, 224)는, 강판(S)의 두께 방향으로 발생된 자속(B)이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정할 수 있다.
- [48] 상술한 제2 누설 자속 측정부(222, 224)는 상부 자화부(221)에 의해 발생된

자속이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 상부 누설 자속 측정부(222)와, 하부 자화부(223)에 의해 발생된 자속이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 하부 누설 자속 측정부(224)를 포함할 수 있다.

- [49] 즉, 본 발명의 실시 형태에 의하면, 제2 자화부(221, 223)는 강판(S)의 두께방향으로 강판(S)에 수직하게 자속을 발생시키며, 제2 누설 자속 측정부(222, 224)는 강판의 두께 방향으로 발생된 자속이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하도록 한다. 그 이유는 강판(S)의 두께방향으로 강판(S)에 수직하게 자속을 발생시킬 경우에, 강판(S)의 표면에 존재하는 결함에 의한 누설 자속의 세기가 강판(S)의 내부에 존재하는 결함에 의한 누설 자속의 세기보다 상대적으로 매우 커서 측정된 누설 자속의 세기만으로 표면 결함을 쉽게 판단할 수 있기 때문이다.
- [50] 이하 자속을 강판(S)의 두께 방향으로 수직하게 발생시킬 경우 결함의 위치에 따른 누설 자속의 세기에 대해 도 4 내지 도 5를 참조하여 상세하게 설명한다.
- [51] 도 4는 도 2의 표면 결함 검출부에서의 강판의 두께 방향에 존재하는 결함의 위치를 도시한 도면이며, 도 5는 도 4에 도시된 결함의 위치에 따른 누설 자속의 크기를 도시한 도면이다. 가로축은 누설자속 측정 영역, 세로축은 측정된 누설 자속의 세기이다.
- [52] 도 4에는, 강판(S)의 두께 방향(T)의 위치에 따른 결함을 도시하고 있으며, 강판(S)의 상부 표면에 존재하는 결함(DF1)(311), 강판(S)의 중간에 존재하는 결함(DF3)(322), 강판(S)의 하부 표면에 존재하는 결함(DF5)(312), 결함(DF1)과 결함(DF3) 사이에 존재하는 결함(DF2)(321), 결함(DF3)과 결함(DF5) 사이에 존재하는 결함(DF4)(323)을 도시하고 있다. 이때, 본 발명의 실시 형태에 의하면, 제2 자화부(221, 223)에 의해 자속(B)은 강판(S)의 두께 방향(T)으로 강판(S)의 표면에 수직하게 발생될 수 있다.
- [53] 이 경우, 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 상부 누설 자속 측정부(222)에 의한 누설 자속의 세기 측정 결과에 의하면, 강판(S)의 상부 표면에 존재하는 결함(DF1)(311)에 의한 누설 자속의 세기(310)는 다른 결함들(DF2 내지 DF5)에 의한 누설 자속의 세기(321, 322, 323, 312)에 비해 상대적으로 매우 큼을 알 수 있다.
- [54] 마찬가지로, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 하부 누설 자속 측정부(224)에 의한 누설 자속의 세기 측정 결과에 의하면, 강판(S)의 하부 표면에 존재하는 결함(DF5)(312)에 의한 누설 자속의 세기(312)는 다른 결함들(DF1 내지 DF4)에 의한 누설 자속의 세기(311, 321, 322, 323)에 비해 상대적으로 매우 크게 큼을 알 수 있다.
- [55] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 형태에 의하면, 강판(S)의 두께방향(T)으로 강판(S)에 수직하게 자속을 발생시킴으로써, 측정된 누설 자속의 세기만으로 표면 결함의 존재 여부를 쉽게 판단할 수 있다.

- [56] 한편, 표면결함 검출부(220) 중 제2 결함 검출부(225)는, 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 강판(S)의 표면 결함을 검출할 수 있다.
- [57] 즉, 누설 자속의 세기가 일정 값 이상인 경우에 제2 결함 검출부(225)는 강판(S)에 표면 결함이 존재하는 것으로 판단할 수 있다.
- [58] 또한, 제2 결함 검출부(225)는 검출 영역 중 검출된 표면 결함이 위치한 지점에 대한 제2 결함 데이터를 더 제공할 수 있다.
- [59] 즉, 도 6에 도시된 바와 같이, 제2 결함 검출부(225)는 검출 영역(520)에 대하여 표면 결함(SDF)이 위치한 지점에 대한 제2 결함 데이터를 데이터 처리부(230)에 제공할 수 있다. 여기서, 제2 결함 데이터는, 검출 영역(520) 중 표면 결함(SDF)이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 표면 결함(SDF)이 존재하지 않는 영역을 이진수 “0”으로 표현한 데이터일 수 있다.
- [60] 마지막으로, 데이터 처리부(230)는, 검출 영역에 대하여, 전결함 검출부(210)에 의해 검출된 전결함 중 표면 결함 검출부(220)에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.
- [61] 구체적으로, 데이터 처리부는, 도 6에 도시된 바와 같이, 감산기(530)를 이용하여 제1 결함 검출부(213)로부터 전달받은 검출 영역(510)의 제1 결함 데이터로부터 제2 결함 검출부(225)로부터 전달된 검출 영역(520)의 제2 결함 데이터를 감산함으로써, 검출 영역(540)에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.
- [62] 상술한 도 5에서, 도면부호 510, 520, 540은, 비록 부호는 다르나, 강판(S) 표면의 동일한 검출 영역을 의미함에 유의하여야 한다.
- [63] 한편, 제1 누설 자속 측정부(212) 및 제2 누설 자속 측정부(222, 224) 각각은, 차동 자기 센서 어레이로, 예를 들면, 강판(S)의 폭방향으로 배치되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제1 자기 센서 어레이와, 제1 자기 센서 어레이와 강판(S)의 주행 방향으로 일정 간격 이격되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제2 자기 센서 어레이와, 제1 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기와 제2 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기를 차동 증폭하는 차동 증폭부를 포함할 수 있다.
- [64] 상술한 바와 같이 제1 누설 자속 측정부(212) 및 제2 누설 자속 측정부(222, 224) 각각에 대해 차동 자기 센서 어레이를 사용함으로써, 강판(S)이 주행 방향으로 이송됨에 따라 강판(S)에 발생하는 와전류를 상쇄시켜 측정되는 누설 자속의 세기의 왜곡을 방지할 수 있다.
- [65] 한편, 상술한 제1 누설 자속 측정부(212) 및 제2 누설 자속 측정부(222, 224)는, 홀 센서(hall sensor), 자기 저항 센서(Magneto Resistive sensor, MR 센서), 거대 자기 저항 센서(Giant Magneto Resistive sensor, GMR 센서) 및 자기 임피던스 센서(Giant Magneto Impedance Sensor, GMI 센서) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [66] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 형태에 의하면, 우선 소정의 검출 영역에 대하여 강판의 표면 결함 및 내부 결함을 모두 포함한 전결함을 검출하고, 이와 별도로 강판의 표면 결함을 검출한 후 검출된 전결함 중 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.
- [67] 한편, 도 7은 본 발명의 실시 형태에 따른 강판의 내부 결함 검출 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [68] 이하, 도 1 내지 도 7을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 의한 강판의 내부 결함 검출 방법을 설명한다. 다만, 발명의 간명화를 위해 도 1 내지 도 6과 관련하여 이미 설명된 사항과 중복된 부분에 대한 설명은 생략한다.
- [69] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 우선 전결함 검출부(210)에서, 강판(S)의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 강판(S)의 표면에 존재하는 표면 결함 및 강판(S)의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출할 수 있다(S601).
- [70] 구체적으로, 전결함 검출부(210) 중 제1 자화부(211)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 강판(S)의 주향 방향으로 자속(B)을 발생시킬 수 있다.
- [71] 그리고, 전결함 검출부(210) 중 제1 누설 자속 측정부(212)는, 강판(S)의 주향 방향으로 발생된 자속(B)이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정할 수 있다.
- [72] 또한, 전결함 검출부(210) 중 제1 결함 검출부(213)는, 측정된 누설 자속(330)의 세기에 기초하여 표면 결함(310)과 내부 결함(320)을 포함하는 전결함을 검출할 수 있다.
- [73] 이후, 표면결함 검출부(220)에서, 전결함 검출부(210)에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 강판(S)의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 표면 결함을 검출할 수 있다(S602).
- [74] 구체적으로, 표면결함 검출부(220) 중 제2 자화부(221, 223)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 강판(S)의 두께 방향으로 자속(B)을 발생시킬 수 있다. 상술한 제2 자화부(221, 223)는 강판(S)의 상부에 배치되어 강판(S)의 두께방향으로 자속을 발생시키는 상부 자화부(221)와, 강판(S)의 하부에 배치되어 강판(S)의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 하부 자화부(223)를 포함할 수 있다.
- [75] 그리고, 표면결함 검출부(220) 중 제2 누설 자속 측정부(222, 224)는, 강판(S)의 두께 방향으로 발생된 자속(B)이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정할 수 있다. 상술한 제2 누설 자속 측정부(222, 224)는 상부 자화부(221)에 의해 발생된 자속이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 상부 누설 자속 측정부(222)와, 하부 자화부(223)에 의해 발생된 자속이 강판(S)을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 하부 누설 자속 측정부(224)를 포함할 수 있다.
- [76] 또한, 표면결함 검출부(220) 중 제2 결함 검출부(225)는, 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 강판(S)의 표면 결함을 검출할 수 있다.

- [77] 마지막으로, 데이터 처리부(230)에서, 검출 영역에 대하여, 전결함 검출부(210)에 의해 검출된 전결함 중 표면 결함 검출부(220)에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다(S603).
- [78] 구체적으로, 데이터 처리부는, 도 6에 도시된 바와 같이, 감산기(530)를 이용하여 제1 결함 검출부(213)로부터 전달받은 검출 영역(510)의 제1 결함 데이터로부터 제2 결함 검출부(225)로부터 전달된 검출 영역(520)의 제2 결함 데이터를 감산함으로써, 검출 영역(540)에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.
- [79] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 형태에 의하면, 우선 소정의 검출 영역에 대하여 강판의 표면 결함 및 내부 결함을 모두 포함한 전결함을 검출하고, 이와 별도로 강판의 표면 결함을 검출한 후 검출된 전결함 중 표면 결함을 제외함으로써, 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출할 수 있다.
- [80] 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 아니한다. 첨부된 청구범위에 의해 권리범위를 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면에 존재하는 표면 결함 및 상기 강판의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출하는 전결함 검출부;
상기 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 표면 결함을 검출하는 표면결함 검출부; 및
상기 검출 영역에 대하여, 상기 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함 중 상기 표면 결함 검출부에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 데이터 처리부를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 전결함 검출부는,
상기 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시키는 제1 자화부;
상기 주향 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 제1 누설 자속 측정부; 및
상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 전결함을 검출하는 제1 결함 검출부를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 표면결함 검출부는,
상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 제2 자화부;
상기 두께 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 제2 누설 자속 측정부; 및
상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면 결함을 검출하는 제2 결함 검출부를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 제2 자화부는,
상기 강판의 상부에 배치되어 상기 강판의 두께방향으로 자속을 발생시키는 상부 자화부와, 상기 강판의 하부에 배치되어 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 하부 자화부를 포함하며,
상기 제2 누설 자속 측정부는,
상기 상부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때

누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 상부 누설 자속 측정부와, 상기 하부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 하부 누설 자속 측정부를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치.

[청구항 5]

제3항에 있어서,

상기 제1 결함 검출부는 상기 검출 영역 중 상기 검출된 전결함이 위치한 지점에 대한 제1 결함 데이터를 더 제공하고,

상기 제2 결함 검출부는, 상기 검출 영역 중 상기 검출된 표면 결함이 위치하는 지점에 대한 제2 결함 데이터를 더 제공하며, 상기 데이터 처리부는, 상기 제공된 제1 결함 데이터로부터 상기 제공된 제2 결함 데이터를 감산함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 강판의 내부 결함 검출 장치.

[청구항 6]

제5항에 있어서,

상기 제1 결함 데이터는,

상기 검출 영역 중 상기 전결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 전결함이 존재하지 않는 영역을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터이며,

상기 제2 결함 데이터는,

상기 검출 영역 중 상기 표면 결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 표면 결함이 존재하지 않는 지점을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터인 강판의 내부 결함 검출 장치.

[청구항 7]

제3항에 있어서,

상기 제1 누설 자속 측정부 및 상기 제2 누설 자속 측정부 각각은, 상기 강판의 폭방향으로 배치되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제1 자기 센서 어레이;

상기 제1 자기 센서 어레이와 상기 강판의 주행 방향으로 일정 간격 이격되어 누설 자속의 세기를 측정하는 복수개의 자기 센서들을 포함한 제2 자기 센서 어레이; 및

상기 제1 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기와 상기 제2 자기 센서 어레이에서 측정된 누설 자속의 세기를 차동 증폭하는 차동 증폭부를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치.

[청구항 8]

제3항에 있어서,

상기 제1 누설 자속 측정부 및 상기 제2 누설 자속 측정부는,

홀 센서(hall sensor), 자기 저항 센서(Magneto Resistive sensor, MR 센서), 거대 자기 저항 센서(Giant Magneto Resistive sensor, GMR 센서) 및 자기 임피던스 센서(Giant Magneto Impedance Sensor, GMI 센서) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 강판의 내부 결함 검출 장치.

- [청구항 9] 전결함 검출부에서, 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면에 존재하는 표면 결함 및 상기 강판의 내부에 존재하는 내부 결함을 포함한 전결함을 검출하는 제1 단계;
표면결함 검출부에서, 상기 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함을 포함하는 소정의 검출 영역에 대하여, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시켜 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 표면 결함을 검출하는 제2 단계; 및
데이터 처리부에서, 상기 검출 영역에 대하여, 상기 전결함 검출부에 의해 검출된 전결함 중 상기 표면 결함 검출부에 의해 검출된 표면 결함을 제외함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 제3 단계를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 제1 단계는,
제1 자화부에서, 상기 강판의 주향 방향으로 자속을 발생시키는 단계;
제1 누설 자속 측정부에서, 상기 주향 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 단계; 및
제1 결함 검출부에서, 상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 전결함을 검출하는 단계를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 제2 단계는,
제2 자화부에서, 상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 단계;
제2 누설 자속 측정부에서, 상기 두께 방향으로 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 단계; 및
제2 결함 검출부에서, 상기 측정된 누설 자속의 세기에 기초하여 상기 강판의 표면 결함을 검출하는 단계를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 방법.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 강판의 두께 방향으로 자속을 발생시키는 단계는,
상기 제2 자화부 중 상기 강판의 상부에 배치된 상부 자화부에서, 상기 강판의 두께방향으로 자속을 발생시키며, 상기 제2 자화부 중 상기 강판의 하부에 배치된 하부 자화부에서, 상기 강판의 두께

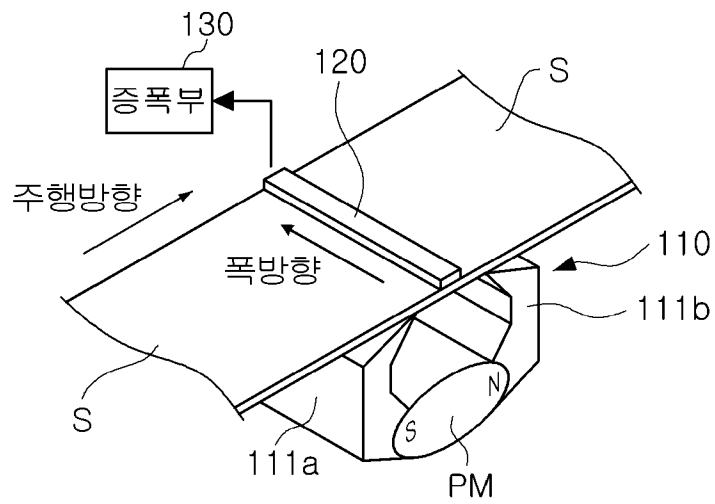
[청구항 13]

방향으로 자속을 발생시키는 단계를 포함하며,
 상기 제2 단계에서의 누설 자속의 세기를 측정하는 단계는,
 상기 제2 누설 자속 측정부 중 상부 누설 자속 측정부에서, 상기 상부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하며, 상기 제2 누설 자속 측정부 중 하부 누설 자속 측정부에서, 상기 하부 자화부에 의해 발생된 자속이 상기 강판을 통과할 때 누설되는 누설 자속의 세기를 측정하는 단계를 포함하는 강판의 내부 결함 검출 방법.
 제11항에 있어서,
 상기 강판의 내부 결함 검출 방법은,
 상기 제1 결함 검출부에서, 상기 검출 영역 중 상기 검출된 전결함이 위치한 지점에 대한 제1 결함 데이터를 제공하는 단계; 및
 상기 제2 결함 검출부에서, 상기 검출 영역 중 상기 검출된 표면 결함이 위치하는 지점에 대한 제2 결함 데이터를 제공하는 단계를 더 포함하며,
 상기 제3 단계는, 상기 데이터 처리부에서, 상기 제공된 제1 결함 데이터로부터 상기 제공된 제2 결함 데이터를 감산함으로써, 상기 검출 영역에 존재하는 내부 결함만을 검출하는 강판의 내부 결함 검출 방법.

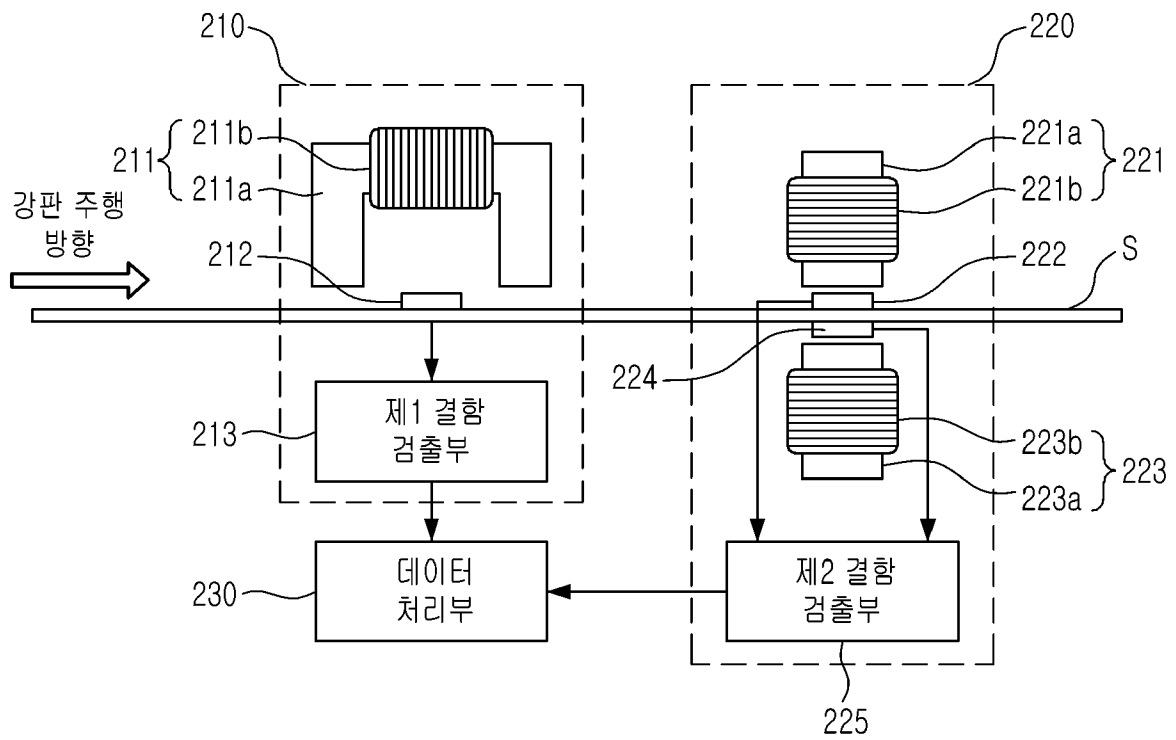
[청구항 14]

제13항에 있어서,
 상기 제1 결함 데이터는,
 상기 검출 영역 중 상기 전결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 전결함이 존재하지 않는 영역을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터이며,
 상기 제2 결함 데이터는,
 상기 검출 영역 중 상기 표면 결함이 존재하는 지점을 이진수 “1”로, 상기 표면 결함이 존재하지 않는 지점을 이진수 “0”으로 나타낸 데이터인 강판의 내부 결함 검출 방법.

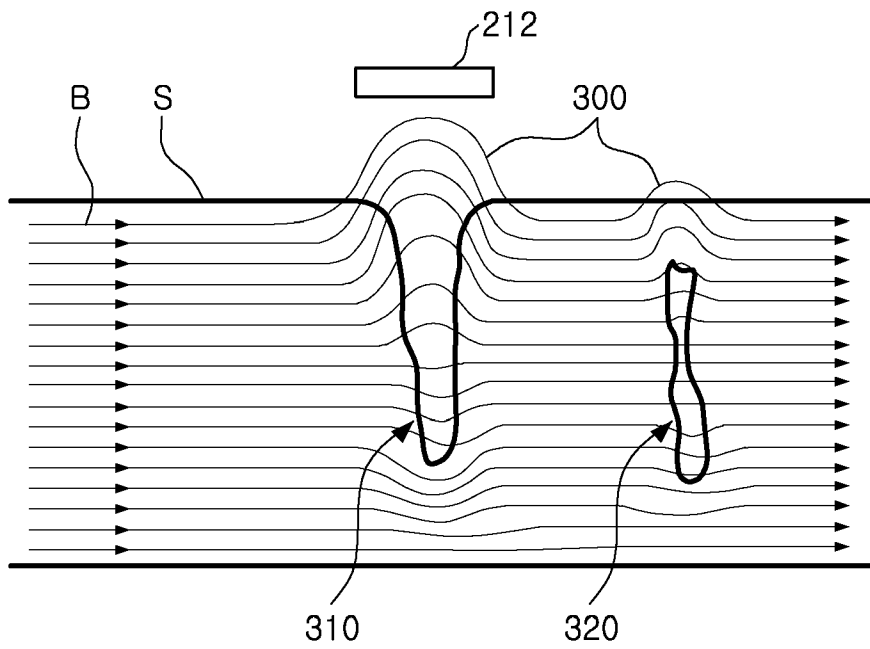
[Fig. 1]



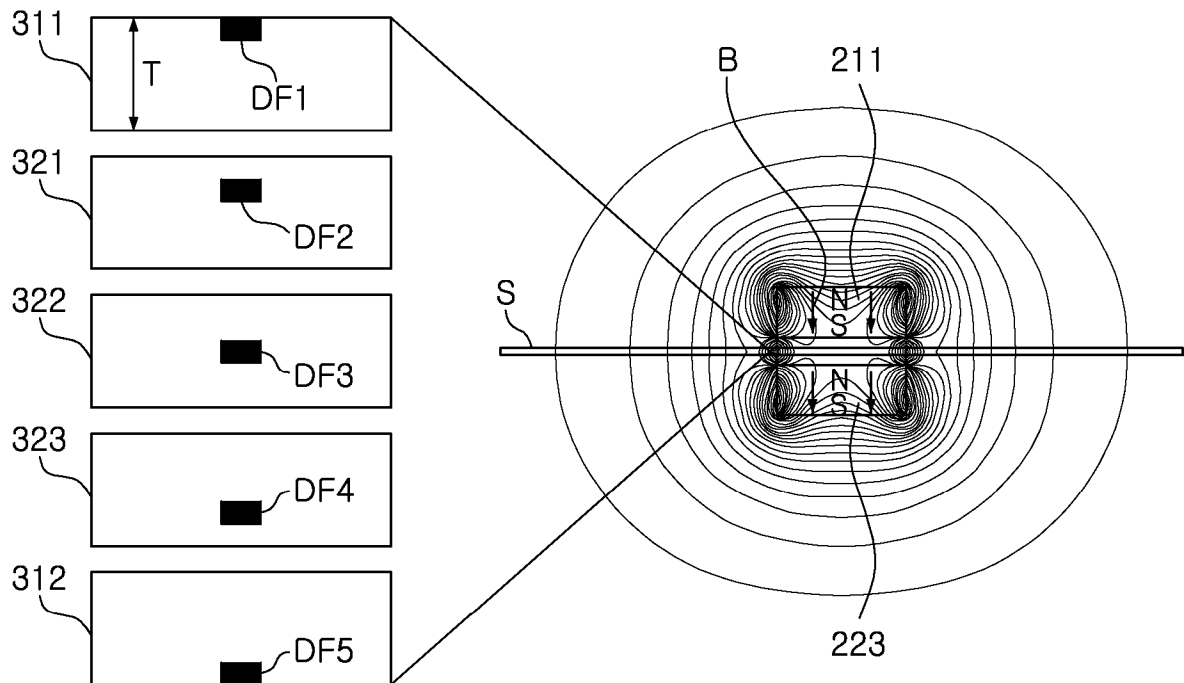
[Fig. 2]



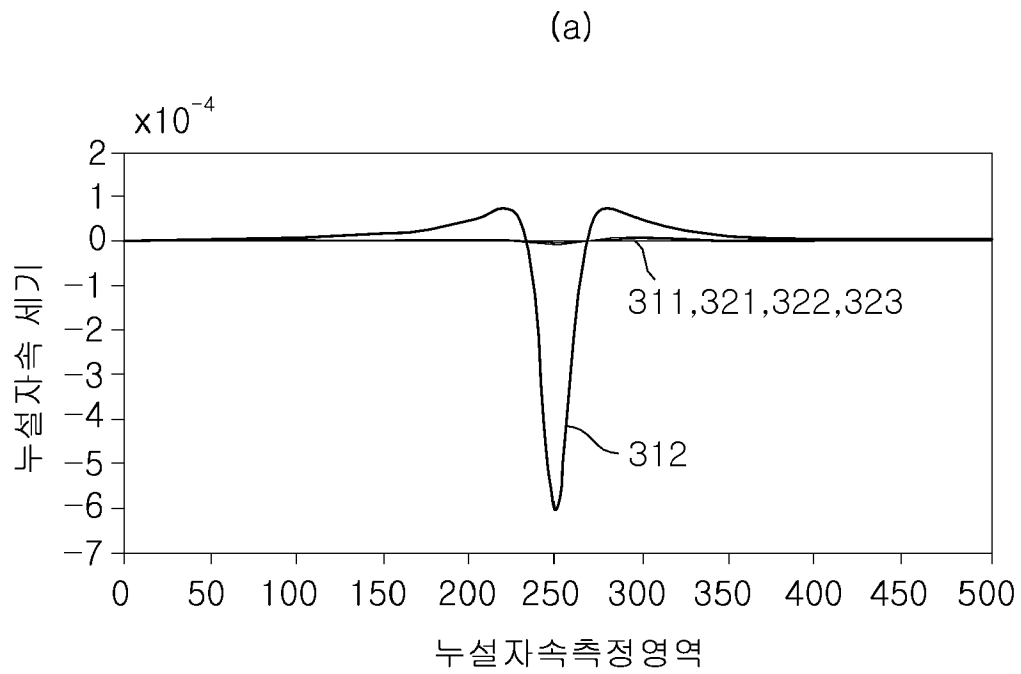
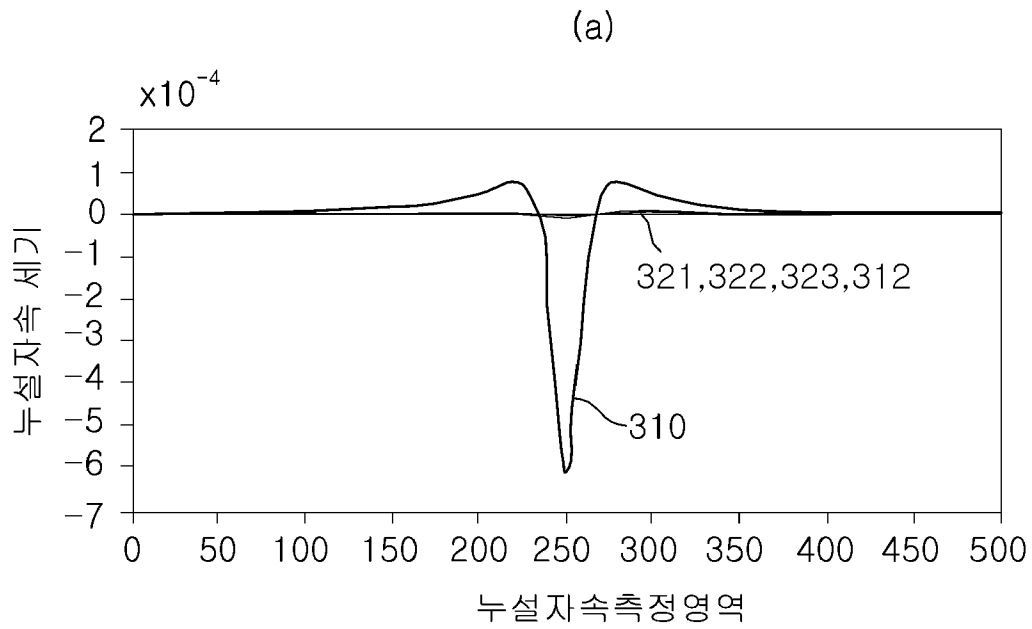
[Fig. 3]



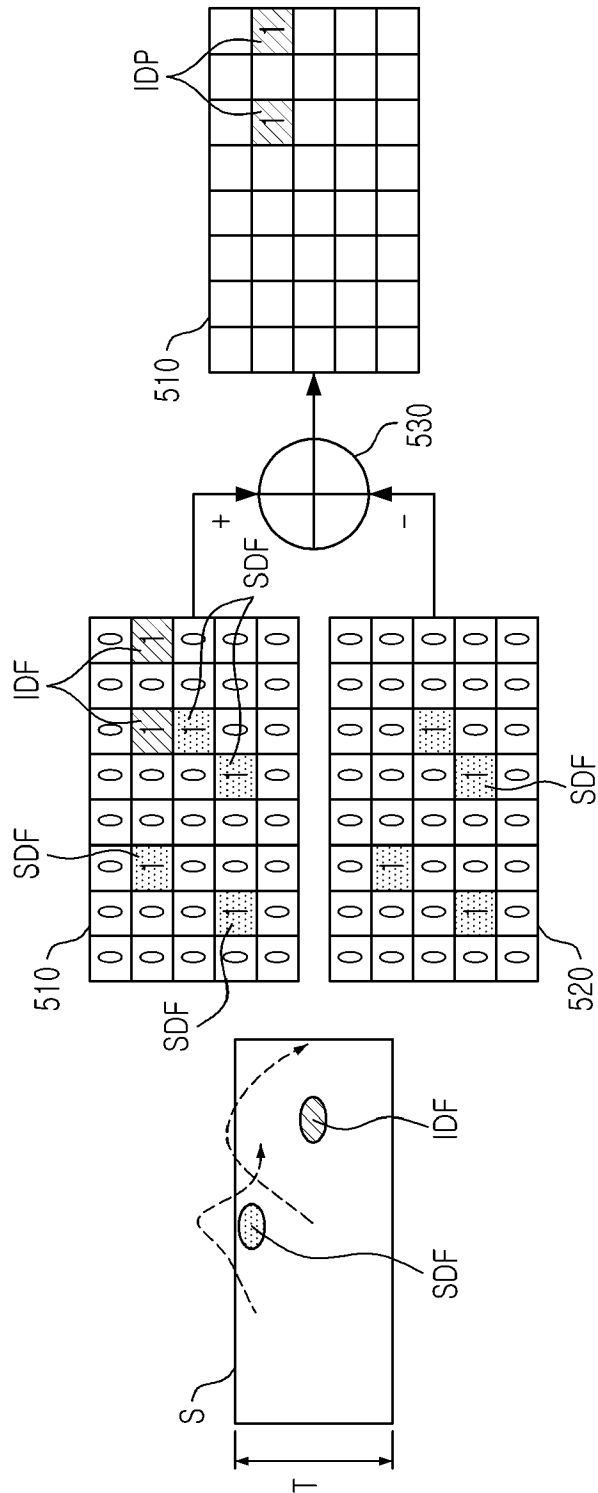
[Fig. 4]



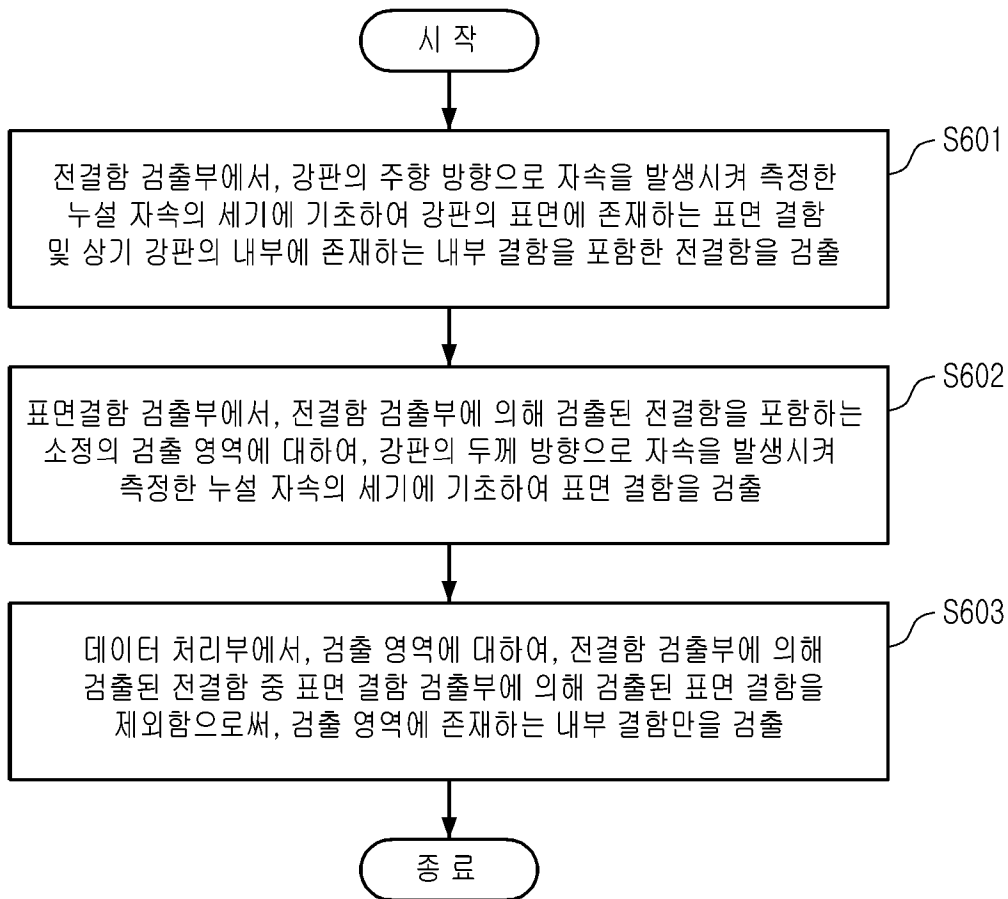
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/011993**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 27/82(2006.01)i, G01N 33/20(2006.01)i, B21B 38/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 27/82; B21C 51/00; G01N 27/83; G01R 33/12; G01N 33/20; B21B 38/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: magnetic flux, leakage, magnetism, magnetic, magnetism, magnetic, defect

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-037216 A (JFE STEEL K.K.) 05 February 2004 See claims 1-3; figures 1, 4; paragraphs [0026-0029, 0032, 0039].	1-14
Y	JP 2012-159437 A (JFE STEEL CORP.) 23 August 2012 See claim 4; figures 1, 10; paragraphs [0019, 0073].	1-14
A	JP 2001-194344 A (NKK CORP.) 19 July 2001 See claim 1; figure 1.	1-14
A	JP 2008-151744 A (TOSHIBA CORP.) 03 July 2008 See claim 1; figure 2.	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 FEBRUARY 2014 (28.02.2014)

Date of mailing of the international search report

11 MARCH 2014 (11.03.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/011993

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2004-037216 A	05/02/2004	NONE	
JP 2012-159437 A	23/08/2012	NONE	
JP 2001-194344 A	19/07/2001	JP 3606439 B2	05/01/2005
JP 2008-151744 A	03/07/2008	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01N 27/82(2006.01)i, G01N 33/20(2006.01)i, B21B 38/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 27/82; B21C 51/00; G01N 27/83; G01R 33/12; G01N 33/20; B21B 38/00 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:자속, 누설, 자력, 자성, 자기, 마그네틱, 결합		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2004-037216 A (JFE STEEL K.K.) 2004.02.05 청구항 1-3; 도1,4; 단락[0026-0029, 0032, 0039] 참조.	1-14
Y	JP 2012-159437 A (JFE STEEL CORP.) 2012.08.23 청구항 4; 도1,10; 단락[0019,0073] 참조.	1-14
A	JP 2001-194344 A (NKK CORP.) 2001.07.19 청구항 1; 도1 참조.	1-14
A	JP 2008-151744 A (TOSHIBA CORP.) 2008.07.03 청구항 1; 도2 참조.	1-14
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2014년 02월 28일 (28.02.2014)		국제조사보고서 발송일 2014년 03월 11일 (11.03.2014)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140		심사관 민정임 전화번호 +82-42-481-8659 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2004-037216 A	2004/02/05	없음	
JP 2012-159437 A	2012/08/23	없음	
JP 2001-194344 A	2001/07/19	JP 3606439 B2	2005/01/05
JP 2008-151744 A	2008/07/03	없음	