



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월25일
 (11) 등록번호 10-1639882
 (24) 등록일자 2016년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01D 21/02 (2006.01) G01B 15/02 (2006.01)
 G01N 23/02 (2006.01) G01N 23/223 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0145176
 (22) 출원일자 2014년10월24일
 심사청구일자 2014년10월24일
 (65) 공개번호 10-2016-0049124
 (43) 공개일자 2016년05월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP11223523 A*
 JP2000258340 A*
 JP2010512524 A
 JP3323042 B2
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 주식회사 포스코
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
 (72) 발명자
 홍재화
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6262 포항제철소
 내 (동춘동)
 정관호
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6262 포항제철소
 내 (동춘동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 12 항

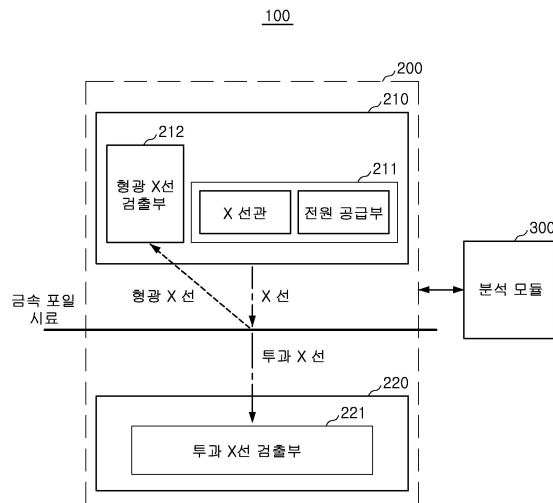
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 **금속 포일의 두께/성분 측정 장치 및 방법**

(57) 요약

금속 포일의 두께/성분 측정 장치 및 방법을 제시한다. 상기 금속 포일의 두께/성분 측정 장치는 하부 방향에 위치하는 금속 포일 시료에 X선을 발생시킨 후, 상기 금속 포일 시료를 투과한 투과 X선 및 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 동시에 검출하는 검출모듈; 및 상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 분석하는 분석모듈을 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이재곤

경상북도 포항시 남구 동촌동

김홍준

경상북도 포항시 남구 동촌동

명세서

청구범위

청구항 1

하부 방향에 위치하는 금속 포일 시료에 X선을 발생시킨 후, 상기 금속 포일 시료를 투과한 투과 X선 및 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 동시에 검출하는 검출모듈; 및

상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 분석하는 분석모듈을 포함하고,

상기 검출모듈은,

상기 금속 포일에 기 설정된 전압을 갖는 X선을 발생시킨 후, 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 검출하는 상부모듈; 및

상기 상부모듈의 하단부와 이격공간을 갖도록 이격되며, 상기 투과 X선을 검출하는 투과 X선 검출부가 구비된 하부모듈을 포함하고, 상기 하부모듈은 상기 금속 포일 시료의 두께에 따른 투과 X선의 변화폭을 선형적으로 조절하기 위한 금속 포일 필터가 구비된 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 하부모듈은,

상기 이격공간 내의 온도를 측정하는 온도 측정부를 더 포함하는 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 상부모듈은,

기 설정된 전압의 X선을 발생시키는 X선 발생부; 및

상기 형광 X선을 검출한 후, 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 측정하는 형광 X선 검출부를 포함하고,

상기 형광 X선 검출부는,

반도체 검출기이며, 상기 X선의 에너지는 15kV 이상 70kV 이하인 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 투과 X선 검출부는,

비례계수기(Proportional Counter) 또는 신티레이션 카운터(Scintillation Counter) 검출기인 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 분석모듈은,

아래의 [식 1]을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

[식 1]

$$I = a + b * \exp(c * t)$$

여기서, I는 투과 X선 강도, t는 금속 포일 두께, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 분석모듈은,

기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정밀도를 향상시키기 위하여 아래에 기재된 식 2를 이용하여 보정하는 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

[식 2]

$$X = a + bX' + cY$$

여기서, X는 보정 후 포일 성분, X'은 보정 전 포일 성분, Y는 포일 두께, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 분석모듈은,

상기 [식 1]에서 산출된 금속 포일 두께의 정밀도를 향상시키기 위하여 상기 [식 2]에서 보정된 성분을 아래의 [식 3]에 적용시켜, 상기 금속 포일 두께를 재산출하는 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

[식 3]

$$X = a + bX' + cY$$

여기서, X는 보정 후 포일 두께, X'은 보정 전 포일 두께, Y는 합금 성분비, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 검출모듈은,

상기 금속 포일 시료의 측면에 표준 시료를 장입할 수 있는 스탠드를 더 포함하는 금속 포일의 두께 및 성분 측정 장치.

청구항 11

금속 포일 시료에 X선을 검출모듈에서 조사하는 X선 조사 단계;

상기 금속 포일 시료의 투과 X선의 투과량 및 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 상기 검출모듈에서 검출하는 검출 단계; 및

상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성

분을 분석모델에서 산출하는 두께 및 성분 산출 단계를 포함하고,

상기 두께 및 성분 산출단계는,

상기 투과 X선의 투과량을 이용하여 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 두께 산출단계;

기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정확성을 향상하도록 상기 성분을 보정하는 성분 보정 단계; 및

상기 보정된 성분을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 재 산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 보정된 성분을 재 보정하는 두께 및 성분 재 보정단계를 포함하는 금속 포일의 두께/성분 측정 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 두께 산출단계는, 아래의 [식 1]을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 단계인 금속 포일의 두께/성분 측정 방법.

[식 1]

$$I = a + b * \exp(c * t)$$

여기서, I는 투과 X선 강도, t는 금속 포일 두께, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 성분 보정 단계는,

기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정밀도를 향상시키기 위하여 아래에 기재된 식 2를 이용하여 상기 성분을 보정하는 단계인 금속 포일의 두께/성분 측정 방법.

[식 2]

$$X = a + bX' + cY$$

여기서, X는 보정 후 포일 성분, X'은 보정 전 포일 성분, Y는 포일 두께, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 두께 및 성분 재 보정단계는,

상기 [식 1]에서 산출된 금속 포일 두께의 정밀도를 향상시키기 위하여 상기 [식 2]에서 보정된 성분을 아래의 [식 3]에 적용시켜, 상기 금속 포일 두께를 재 산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 상기 보정된 성분을 재 보정하는 단계인 금속 포일의 두께/성분 측정 방법.

[식 3]

$$X = a + bX' + cY$$

여기서, X는 보정 후 포일 두께, X'은 보정 전 포일 두께, Y는 합금 성분비, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 포일의 두께 및 성분을 온라인에서 동시에 측정하기 위한 장치와 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 금속 포일은 다양한 용도로 개발되어 산업에 이용되고 있다. 예를 들어, 알루미늄 포일은 가정용이나 음식 조리 용으로 널리 사용되고 있으며, 스테인레스 포일은 건축용 내장재나 외장재로써 주로 이용되고 있다. 특수한 용도의 금속 포일도 생산되고 있는데, 인바 합금 포일의 경우 온도 팽창 계수가 낮아 유기발광 다이오드의 FMM(Fine Metal Mask)으로 이용되기도 한다.

[0003] 포일의 두께를 측정하기 위하여서는 다양한 방법을 이용할 수 있다. 통상 사용하는 측정기는 마이크로미터가 있으며 이를 이용하면 비파괴적으로 간단히 금속 포일의 두께를 측정할 수 있다. 그러나 통상의 마이크로미터는 측정 정밀도가 마이크로미터 정도로 정밀한 측정이 불가능하다.

[0004] 또한, 측정하고자 하는 금속의 표면 거칠기가 클 경우 측정 오차가 더욱 커지게 된다. 그리고 이러한 방법은 제품이 생산되는 동안에 실시간으로 측정이 불가능한 단점이 있다.

[0005] 한편, 합금 포일의 경우에는 포일의 두께 측정도 필요하지만, 포일의 성분도 제품의 물성에 영향을 미치기 때문에 반드시 측정하고 제어하여야 한다.

[0006] 합금의 성분을 측정하기 위하여서는 포일을 녹여 ICP(Inductively coupled plasma)방법에 의하여 성분을 분석할 수 있다. 그러나 이 방법은 시료를 파괴하여야 하기 때문에 시간과 노력이 많이 걸리고 온라인으로 측정이 불가능하다.

[0007] 시료를 비 파괴적으로 측정하기 위해서는 X선을 이용하는 방법이 있으며, 이는 측정하고자 하는 포일의 한쪽에서 X선을 입사시키고, 포일의 반대편에서 투과되는 X선의 강도를 측정한 후, 알고 있는 시료에서 투과한 X선의 강도와 비교하는 방법을 사용하면 비파괴적으로 비교적 정확한 포일의 두께를 측정할 수 있으며 이러한 원리를 이용한 X선 두께 측정 장치가 상용화되어 사용하고 있다.

[0008] 그러나 이러한 측정기는 단일 성분으로 구성된 금속 포일의 경우 두께 측정이 가능하지만 시료의 합금 조성이 변할 경우 이용이 불가능하다.

[0009] 또한 이러한 장치는 두께만 측정이 가능하여 성분을 측정하려면 별도의 측정 장치를 설치하여야 하기 때문에 측정 장치의 설치 공간이 많이 필요하게 되고 장치의 총 투자비가 증가하게 된다. 합금 또는 금속 포일의 성분을 측정하기 위하여서는 형광 X선을 이용할 수 있다.

[0010] 그러나 형광 X선의 강도는 합금 성분에 따라서 변하기도 하지만 포일의 두께에 따라서도 변하기 때문에 통상적인 방법의 형광 X선 방법으로는 합금 성분을 정확히 측정 할 수 없다는 문제점이 있다.

[0011] 통상적인 형광 X선 방식의 성분 측정기는 소재의 두께가 형광 X선의 투과 깊이보다 두꺼운 경우에만 측정이 가능하기 때문에 수십 마이크로미터 두께의 금속 포일의 경우 측정 정도가 현저히 떨어지는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2004-0072780호(공개일: 2004년 8월 19일)(발명의 명칭: 박막의 두께 측정 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로 상기에서 기술한 바와 같이 금속 포일의 성분이 다르고 또한 금속 포일의 두께가 X선 투과 깊이보다 얇을 경우 이를 동시에 정확하게 측정 하기는 용이하지 않다.

[0014] 이에, 본 발명에서는 투과 X선의 적분 강도와 형광 X선의 스펙트럼 강도를 이용하여 합금으로 구성된 금속 포일의 두께와 성분을 비 파괴적으로 신속하고 정밀하게 측정할 수 있는 금속 포일의 두께/성분 측정 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 장치는 하부 방향에 위치 하는 금속 포일 시료에 X선을 발생시킨 후, 상기 금속 포일 시료를 투과한 투과 X선 및 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 동시에 검출하는 검출모듈; 및 상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 분석하는 분석모듈을 포함한다.

[0016] 상기 검출모듈은, 상기 금속 포일에 기 설정된 전압을 갖는 X선을 발생시킨 후, 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 검출하는 상부모듈; 및 상기 상부모듈의 하단부와 이격공간을 갖도록 이격되며, 상기 투과 X선을 검출하는 투과 X선 검출부가 구비된 하부모듈을 포함한다.

[0017] 상기 하부모듈은 상기 금속 포일 시료의 두께에 따른 투과 X선의 변화폭을 선형적으로 조절하기 위한 금속 포일 필터를 더 포함한다.

[0018] 상기 하부모듈은 상기 이격공간 내의 온도를 측정하는 온도 측정부를 더 포함한다.

[0019] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께 /성분 측정 방법은 금속 포일 시료 에 X선을 검출모듈에서 조사하는 X선 조사 단계; 상기 금속 포일 시료의 투과 X선의 투과량 및 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 상기 검출모듈에서 검출하는 검출 단계; 및 상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 분석모듈에서 산출하는 두께 및 성분 산출 단계를 포함한다.

[0020] 상기 두께 및 성분 산출단계는, 상기 투과 X선의 투과량을 이용하여 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 두께 산출단계; 기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정확성을 향상하도록 상기 성분을 보정하는 성분 보정 단계; 및 상기 보정된 성분을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 재 산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 보정된 성분을 재 보정하는 두께 및 성분 재 보정단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 일 실시 예에 따르면 금속 포일의 두께/성분 측정 장치는 금속 포일의 두께 및 성분을 온라인에서 신속하고 정확하게 측정할 수 있다는 이점을 제공한다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따르면 금속 포일의 두께/성분 측정 장치는 금속 포일의 두께 측정시, 금속 포일의 성분을 이용하여 측정함으로써 금속 포일이 합금성분이더라도 두께의 정확성을 향상시킬 수 있다는 이점을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 장치를 개략적으로 나타낸 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 금속 포일 시료의 두께에 따른 투과 X선 강도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 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.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 장치를 개략적으로 나타낸 예시도이다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 장치(100)는 검출모듈(200) 및 분석모듈(300)을 포함한다.
- [0027] 상기 검출모듈(200)은 하부 방향에 위치하는 금속 포일 시료에 X선을 발생시킨 후, 상기 금속 포일 시료를 투과한 투과 X선 및 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 동시에 검출하는 기능을 수행한다.
- [0028] 보다 구체적으로, 상기 검출모듈(200)은 상부모듈(210) 및 하부모듈(220)을 포함한다.
- [0029] 상기 상부모듈(210)은 상기 금속 포일 시료에 발생시킨 기 설정된 전압의 X선으로 인하여 상기 금속 포일 시료에 반사된 형광 X선을 검출하는 기능을 수행한다.
- [0030] 여기서, 상기 상부모듈(210)은 기 설정된 전압의 X선을 발생시키도록 X선관과 전원공급부로 구성된 X선 발생부(211) 및 상기 형광 X선을 검출한 후, 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 측정하는 형광 X선 검출부(212)를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 형광 X선 검출부(212)는 반도체 검출기이며, 상기 X선의 에너지는 최소 15kV 이상 70kV 이하 일 수 있다.
- [0032] 여기서, 반도체 검출기는 타 방식의 검출기에 비하여 소형이고 에너지 분해능이 높아 서로 다른 성분의 금속 합금의 경우 성분의 분리가 용이하다는 이점을 가지고 있으며, 반도체 검출기에서 검출된 신호는 파고분석기(Pulse Height Analyzer)나 다중신호분석기(Multiple Signal Analyzer)를 거쳐 에너지에 따른 강도값으로 변환시키는 기능을 한다.
- [0033] 한편, 상기 X선 에너지가 최소 15kV 이상 70kV 이하의 전압을 이용하는 이유는 다음과 같다.
- [0034] 전압이 15kV 이하일 경우 투과되는 X선의 양이 급격히 감소하여 금속 포일 시료의 두께 측정 정밀도가 떨어지게 될 뿐만 아니라 시료에서 발행하는 형광 X선의 강도도 낮아지게 되며, 이로 인해 성분 측정 정밀도 또한 떨어지게 된다.
- [0035] 또한, X선 에너지의 전압이 70 kV 이상이 되면 투과 X선이 금속 포일 시료의 두께에 따라 변하는 변화율이 적어

두께 측정 정밀도가 낮아지게 된다.

[0036] 따라서, 본 발명에서는 X선 에너지를 최소 15kV 이상 70kV 이하의 전압을 이용한다.

[0037] 한편, 상기 하부모듈(220)은 상기 상부모듈(210)의 하단부와 이격공간을 갖도록 이격되며, 상기 투과 X선을 검출하는 투과 X선 검출부(221)가 구비된다.

[0038] 상기 투과 X선 검출부(221)는 비례계수기(Proportional Counter) 또는 신틸레이션 카운터(Scintillation Counter) 검출기일 수 있으며, 이는 X선 발생부로부터 발생한 X선이 금속 포일 시료를 통과하여 검출기에 도달하기까지의 경로가 비교적 길기 때문에 대면적의 검출기를 사용하는 것이 유리하기 때문이다.

[0039] 여기서, 상기 하부모듈(220)은 상기 금속 포일 시료의 두께에 따른 투과 X선의 변화폭을 선형적으로 조절하기 위한 금속 포일 필터(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 하부모듈(220)은 상기 이격공간 내의 온도를 측정하는 온도 측정부(223)를 더 포함할 수 있다.

[0041] 또한, 상기 하부모듈(220)은 상기 이격공간 내로 상기 금속 포일 시료를 인입하여 고정시키기 위한 스탠드(미도시)가 더 포함될 수 있다.

[0042]

[0043] 다음으로, 상기 분석모듈(300)은 상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 산출하는 기능을 수행한다.

[0044] 보다 구체적으로, 상기 분석모듈(300)은 상기 투과 X선의 투과량을 이용하여 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 두께 산출 과정, 기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정확성을 향상하도록 상기 성분을 보정하는 성분 보정 과정 및 상기 보정된 성분을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 재 산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 보정된 성분을 재 보정하는 두께 및 성분 재 보정 과정을 수행하여 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 측정하는 기능을 수행한다.

[0045] 상기 두께 산출 과정은 아래의 [식 1]을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 과정일 수 있다.

[0046] [식 1]

$$I = a + b * \exp(c * t)$$

[0048] 여기서, I는 투과 X선 강도, t는 금속 포일 두께, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

[0049] 상기 성분 보정 과정은 기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정밀도를 향상시키기 위하여 아래에 기재된 식 2을 이용하여 보정하는 과정일 수 있다.

[0050] [식 2]

$$X = a + bX' + cY$$

[0052] 여기서, X는 보정 후 포일 성분, X'는 보정 전 포일 성분, Y는 포일 두께, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.

[0053] 마지막으로, 상기 두께 및 성분 재 보정과정은 상기 [식 1]에서 산출된 금속 포일 두께의 정밀도를 향상시키기 위하여 상기 [식 2]에서 보정된 성분을 아래의 [식 3]에 적용시켜, 상기 금속 포일 두께를 재산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 성분을 재 보정하는 과정일 수 있다.

[0054] [식 3]

$$X = a + bX' + cY$$

[0055]

- [0056] 여기서, X는 보정 후 포일 두께, X'는 보정 전 포일 두께, Y는 합금 성분비, a, b, c는 피팅(fitting) 상수이다.
- [0057] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0058] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 금속 포일의 두께/성분 측정 방법(S100)은 X선 조사 단계(S110), 검출단계(S120) 및 두께 및 성분 산출단계(S130)를 포함한다.
- [0059] 상기 X선 조사 단계(S110)는 금속 포일 시료에 X선을 검출모듈(200)에서 조사하는 단계일 수 있다.
- [0060] 상기 검출 단계(S120)는 상기 금속 포일 시료의 투과 X선의 투과량 및 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 상기 검출모듈(200)에서 검출하는 단계일 수 있다.
- [0061] 상기 두께 및 성분 산출단계(S130)는 상기 투과 X선의 투과량 및 상기 형광 X선의 전체 스펙트럼 강도를 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께 및 성분을 분석모듈에서 산출하는 단계일 수 있다.
- [0062] 보다 구체적으로, 상기 두께 및 성분 산출단계(S130)는 두께 산출단계(S131), 성분 보정 단계(S132) 및 두께 및 성분 재 보정단계(S133)를 포함한다.
- [0063] 상기 두께 산출 단계(S131)는 상기 투과 X선의 투과량을 이용하여 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 단계일 수 있다.
- [0064] 상기 성분 보정 단계(S132)는 기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정확성을 향상하도록 상기 성분을 보정하는 단계일 수 있다.
- [0065] 상기 두께 및 성분 재 보정단계(S133)는 상기 보정된 성분을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 재 산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 보정된 성분을 재 보정하는 단계일 수 있다.
- [0066]
- [0067] 보다 구체적으로, 상기 두께 산출단계(S131)는, 상기 [식 1]을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 두께를 산출하는 단계일 수 있다.
- [0068] 상기 성분 보정 단계(S132)는 기본 변수법 또는 다변량 회귀식을 이용하여 상기 금속 포일 시료의 성분을 산출한 후, 산출된 성분의 정밀도를 향상시키기 위하여 상기 식 2를 이용하여 상기 성분을 보정하는 단계일 수 있다.
- [0069] 상기 두께 및 성분 재 보정단계(S133)는 상기 [식 1]에서 산출된 금속 포일 두께의 정밀도를 향상시키기 위하여 상기 [식 2]에서 보정된 성분을 상기 [식 3]에 적용시켜, 상기 금속 포일 두께를 재 산출한 후, 재 산출된 두께를 이용하여 상기 보정된 성분을 재 보정하는 단계일 수 있다.
- [0070]
- [0071] 한편, 본 발명은 컴퓨터 판독가능 저장매체에 컴퓨터가 판독 가능한 코드를 저장하여 구현하는 것이 가능하다. 상기 컴퓨터 판독가능 저장매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 판독될 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 저장 장치를 포함한다. 상기 컴퓨터가 판독 가능한 코드는, 상기 컴퓨터 판독가능 저장매체로부터 프로세서에 의하여 독출되어 실행될 때, 본 발명에 따른 금속 포일의 두께 및 성분 측정 방법을 구현하는 단계들을 수행하도록 구성된다.
- [0072] 상기 컴퓨터가 판독 가능한 코드는 다양한 프로그래밍 언어들로 구현될 수 있다. 그리고 본 발명의 실시 예들을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자들에 의하여 용이하게 프로그래밍될 수 있다.
- [0073] 컴퓨터 판독가능 저장매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 또는 SSD, Flash-Memory 등이 있으며, 또한 방송파(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다.
- [0074] 또한, 컴퓨터 판독가능 저장매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 판독

가능한 코드가 저장되고 실행되는 것도 가능하다.

[0075] 이하에서는 본 발명에서 제공하는 금속 포일의 두께/성분 측정 장치를 이용한 실험 예를 통해 금속 포일 시료의 두께, 성분, 관전압(X선 에너지)의 관계를 보다 상세하게 설명하도록 한다.

[0076] [실험 예]

[0077] 본 실험 예에서는 X선원에 20kV 와 30kV, 5uA의 전원을 인가하여 X선을 발생시켰다.

[0078] 이렇게 발생시킨 X선은 다양한 조성과 성분을 가지는 표준 시료에 입사시킨 후, 투과된 X선을 비례계수기 (Proportional Counter)형 X선 검출기를 이용하여 투과된 X선 강도를 측정하였다.

[0079] 하기의 표 1은 20kV 와 30kV 일때의 투과 X선의 강도를 나타낸 표이다.

[0080] [표 1]

시료 번호	두께 (um)	성분 (%)	I(20kV)	I(30kV)
1	54.9	49.5	8220	31994
2	49.1	36	10689	35732
3	44.6	45.8	11737	37106
4	29.1	36	22383	47868
5	25.2	47.2	24911	49711
6	21.8	38.5	30423	53850
7	21.0	41.2	29897	53695
8	18.3	55.2	31813	54882
9	16.8	36.4	37059	-
10	15.3	48.7	37305	58433

[0081]

[0082] 표 1을 참조하면, 본 실험에서는 10개의 금속 포일 시료들 각각의 두께, 성분, 관전압(20kV, 30kV)을 측정한 후, 투과 X선의 강도를 금속 포일 시료의 두께에 대하여 그래프로 정리하였다(도 3을 참조)

[0083] 도 3에 표시된 점들은 데이터 값이며, 실선은 [식 1]에 의한 회귀식에 의한 값이다.

[0084] 본 실험에서 계산된 회귀식은 아래와 같다.

[0085] $I(X\text{선 투과 강도}) = 7136392 + 68169\exp(-0.040t)$

[0086] 본 실험에서는 상술된 회귀식을 t(두께)에 대하여 계산한 후, 미지 시료에 대하여 측정한 투과 X선의 강도를 적용시켜 두께를 환산하였다.

[0087]

[0088] 아래의 표 2에서는 입사하는 X선 에너지가 20kV와 30kV 일 때 각각 측정한 투과 X선의 에너지를 이용하여 예측한 금속 포일 시료의 두께값을 나타낸 그래프로서, 표 2를 참조하면, X선 에너지가 30kV 일 때의 측정값이 표준 시료의 실제 두께와 비교했을 때 오차가 적음을 알 수 있다.

[0089] 또한, 조사된 X선의 강도가 15kV이하가 되면 오차가 더욱 커지게 됨으로, 본 실험에서는 조사된 X선의 에너지를 15kV 이상으로 제한하였다.

[0090] [표 2]

시료 번호	두께 (μm)	성분 (%)	예측두께 (μm , 20kV)	예측두께 (μm , 30kV)	편차 (%, 20kV)	편차 (%, 30kV)
1	54.9	49.5	55.1562	55.1969	0.4667	0.5407
2	49.1	36	48.0471	48.0670	2.1445	2.1039
3	44.6	45.8	45.5496	45.6050	2.1291	2.2534
4	29.1	36	28.6525	28.6576	1.5377	1.5201
5	25.2	47.2	25.8939	26.0984	2.7537	3.5649
6	21.8	38.5	20.7635	20.6455	4.7548	5.2958
7	21.0	41.2	21.2100	20.8428	1.0002	0.7484
8	18.3	55.2	19.6203	19.3445	7.2149	5.7076
9	16.8	36.4	15.7233	-	6.4086	-
10	15.3	48.7	15.5547	15.03	1.6648	1.7645
평균					3.01	2.61

[0091]

[0092] 표 3에서는 금속 포일 시료의 성분값을 이용하여 보정하기 전과 후 금속 포일 시료의 두께를 나타낸다.

[0093] 금속 포일 시료의 성분을 보정하기 위하여서는 다양한 종류의 성분이 다른 표준시료를 이용하여 투과 X선의 강도를 측정 한 후 [식 3]를 이용하여 회귀식을 만든 후 회귀 계수를 도출한다.

[0094] 표 3을 참조하면, 금속 포일 시료의 성분을 보정 한 후의 두께 측정 오차(1.6%)가 보정 전의 오차(2.6%) 보다 작음을 알 수 있다.

[0095] 여기서, 금속 포일 시료의 성분은 기본변수법의 의하여 1차로 측정하였으며, 다양한 두께의 36%Ni-64%Fe 합금 표준 시료를 이용하여 측정 한 금속 포일 시료의 성분은 두께의 변화에 따라 성분값의 차이가 나타남을 알 수 있다.

[0096] [표 3]

시료 번호	두께 (μm)	성분 (%)	I(30kV)	예측두께 (μm , 성분보정전)	편차 (%, 성분보정전)	예측두께 (μm , 성분보정후)	편차 (%, 성분보정후)
1	54.9	49.5	31994.0000	55.1969	0.5407	54.4154	0.8827
2	49.1	36	35732.0000	48.0670	2.1039	48.7220	0.7699
3	44.6	45.8	37106.0000	45.6050	2.2534	45.2889	1.5445
4	29.1	36	47868.0000	28.6576	1.5201	29.4946	1.3559
5	25.2	47.2	49711.0000	26.0984	3.5649	25.8230	2.4723
6	21.8	38.5	53850.0000	20.6455	5.2958	21.3039	2.2757
7	21.0	41.2	53695.0000	20.8428	0.7484	21.2255	1.0737
8	18.3	55.2	54882.0000	19.3445	5.7076	18.3209	0.1139
9	16.8	48.7	31994.0000	15.03	1.7645	14.7063	3.8807
평균					2.61		1.60

[0097]

[0098] 즉, 본 발명에서 제시한 [식 2]를 이용하여 보정 한 후의 측정값은 포일 두께에 따른 측정 오차가 크게 감소함을 알 수 있었다.

[0099] 표 4는 금속 포일의 두께 보정 전후의 금속 포일 성분 측정 오차를 나타낸 표이다.

[0100] [표 4]

시료	포일 두께 (μm)	Ni%(습식)	Ni% (두께 보정전)	Ni% (두께 보정후)	오차(% (두께 보정전)	오차(% (두께보정후)
1	20	36.1	39.2	36.14	8.58	0.12
2	30	36.2	37.8	36.11	4.41	0.24
3	50	36.0	36.1	36.04	0.27	0.13
4	100	35.9	35.6	35.89	0.83	0.01
평균					3.53	0.13

[0101]

[0102] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따르면 금속 포일의 두께/성분 측정 장치는 금속 포일의 두께 및 성분을 온라인에서 신속하고 정확하게 측정할 수 있다는 이점을 제공한다.

[0103] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면 금속 포일의 두께/성분 측정 장치는 금속 포일의 두께 측정시, 금속 포일의 성분을 이용하여 측정함으로써 금속 포일이 합금성분이라도 두께의 정확성을 향상시킬 수 있다는 이점을 제공한다.

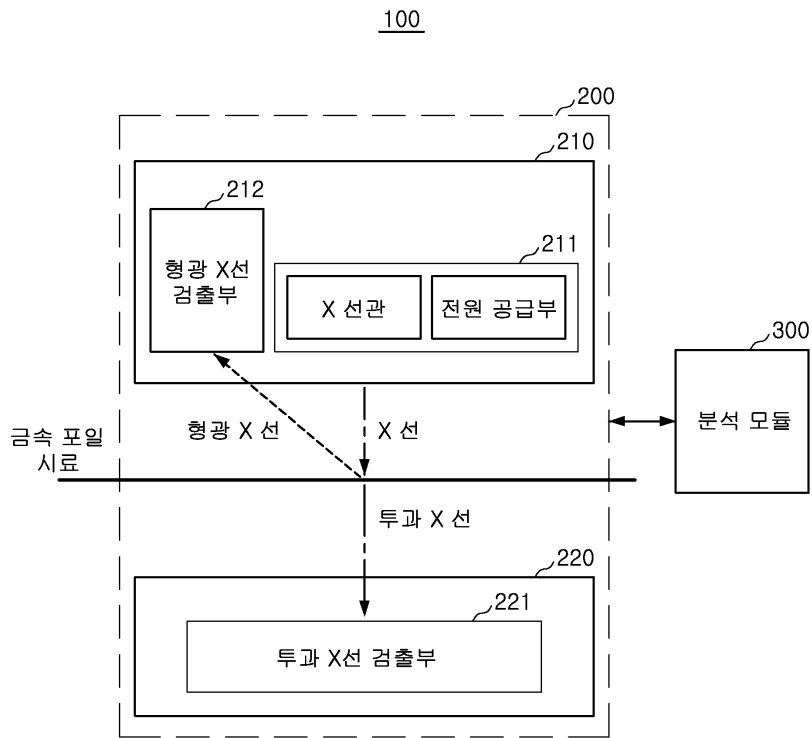
[0104] 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 아니한다. 첨부된 청구범위에 의해 권리범위를 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

부호의 설명

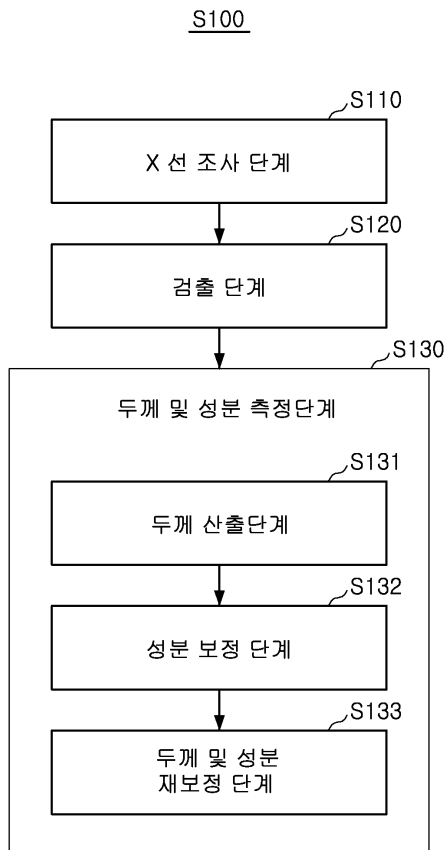
- [0105] 100: 금속 포일의 두께/성분 측정 장치
- 200: 검출모듈
- 210: 상부모듈
- 211: X선 발생부
- 212: 형광 X선 검출부
- 220: 하부모듈
- 221: 투과 X선 검출부
- 300: 분석모듈

도면

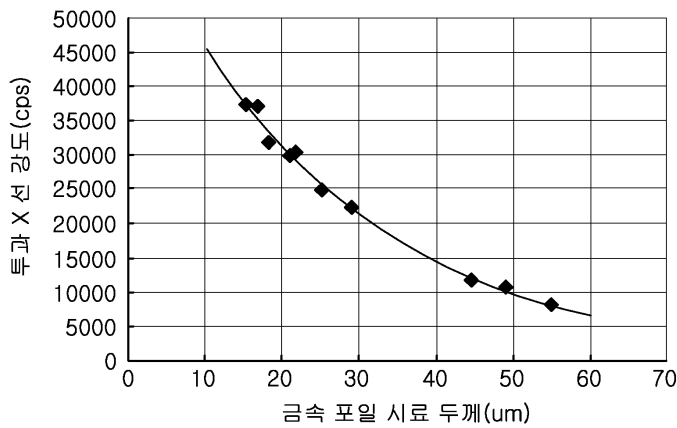
도면1



도면2



도면3



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제4항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제6항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제10항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치

【직권보정 5】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제8항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치

【직권보정 6】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제9항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치

【직권보정 7】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제7항

【변경전】

두께/성분 측정 장치

【변경후】

두께 및 성분 측정 장치