

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0059012 (43) 공개일자 2014년05월15일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01N 23/04 (2006.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)	
(21) 출원번호 10-2012-0125584 (22) 출원일자 2012년11월07일 심사청구일자 없음	(72) 발명자 이원호 서울 성북구 동소문로 248, 105동 307호 (길음동, 삼부아파트)	
	(74) 대리인 홍동우	

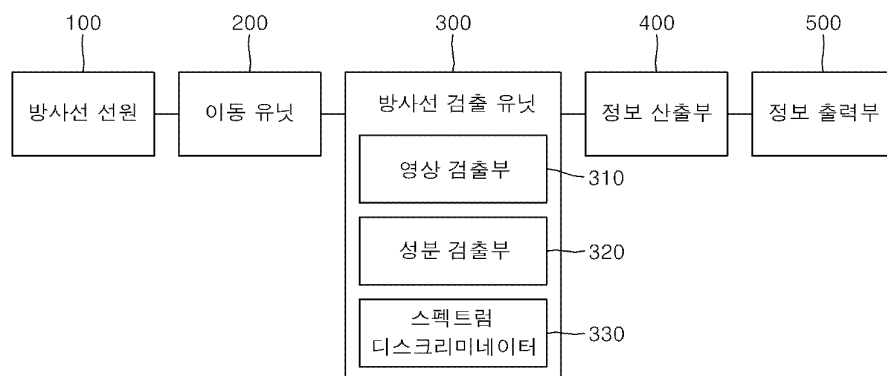
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 비파괴 검사 장치

(57) 요약

본 발명은 비파괴 검사 장치에 관한 것으로, 방사선 선원을 통해 검사 대상물에 방사선을 조사한 후, 검사 대상물을 투과한 방사선을 검출하여 영상 정보를 수집하고, 방사선과 상호 작용하여 검사 대상물로부터 방출되는 물질 고유의 에너지 스펙트럼을 검출하여 성분 정보를 수집하며, 영상 정보와 성분 정보를 조합하여 검사 대상물의 성분 정보가 영상 정보 상에 3차원적으로 표시되는 형태의 물질 분석 정보를 얻을 수 있고, 검사 대상물에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출함으로써, 검사 대상물에 대한 3차원 영상 정보, 성분 정보 및 시간 변화 상태를 포함하는 5가지 다른 차원의 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치를 제공한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20110006285

부처명 보건과학대학학사지원부

연구사업명 원자력연구개발사업

연구과제명 새로운 방사선 검출 방식:민감형 컬리메이터

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2011.04.01 ~ 2012.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

방사선을 발생시켜 검사 대상물에 조사하는 방사선 선원;

상기 방사선 선원으로부터 상기 검사 대상물을 투과하여 방출되는 방사선을 검출하여 상기 검사 대상물에 대한 영상 정보를 수집하는 영상 검출부와, 상기 검사 대상물로부터 방출되는 에너지 스펙트럼을 검출하여 상기 검사 대상물에 대한 성분 정보를 수집하는 성분 검출부를 포함하는 방사선 검출 유닛; 및

상기 방사선 검출 유닛에 의해 검출된 검출 결과를 연산 처리하여 상기 검사 대상물의 영상 정보에 성분 정보가 표시된 상태로 물질 분석 정보를 산출하는 정보 산출부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 방사선 검출 유닛은 상기 영상 검출부와 상기 성분 검출부가 다수개의 검출 플레이트에 장착되고, 다수개의 상기 검출 플레이트는 상기 검사 대상물을 감싸는 형태로 일정 각도를 이루도록 배치되는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 영상 검출부와 성분 검출부는 각각의 상기 검출 플레이트에 동시에 장착되는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 영상 검출부와 성분 검출부는 다수개의 상기 검출 플레이트 중 각각 서로 다른 검출 플레이트에 독립적으로 장착되는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 검출 플레이트는 링 형태를 이루거나 또는 구 형태를 이루며 상기 검사 대상물을 감싸도록 형성되는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 검출 플레이트는 별도의 검출 이송부에 의해 배치 각도가 변경될 수 있도록 이동 가능하게 구비되는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정보 산출부는 상기 성분 검출부를 통해 검출된 에너지 스펙트럼을 상기 영상 검출부를 통해 수집된 영상 정보를 이용하여 보정한 후 상기 물질 분석 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 방사선 검출 유닛은 일정 시간 동안 계속해서 작동하고,

상기 정보 산출부는 상기 검사 대상물에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방사선 선원으로부터 발생된 방사선이 상기 검사 대상물에 다양한 각도로 조사되도록 상기 검사 대상물 또는 방사선 선원을 이동시키는 이동 유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 이동 유닛은

상기 검사 대상물 또는 방사선 선원을 직선 이동시키거나 또는 회전 이동시키는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정보 산출부에 의해 산출된 물질 분석 정보를 출력하는 정보 출력부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방사선 검출 유닛은

상기 영상 검출부 및/또는 성분 검출부로부터 검출된 신호들로부터 겹쳐진 스펙트럼 정보를 분리시켜 겹쳐진 영상 신호의 중첩을 방지하는 스펙트럼 디스크리미네이터를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방사선 검출 유닛은 상기 방사선 선원의 작동 상태와 연동하여 작동하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 비파괴 검사 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 방사선 선원을 통해 검사 대상물에 방사선을 조사한 후, 검사 대상물을 투과한 방사선을 검출하여 영상 정보를 수집하고, 방사선과 상호 작용하여 검사 대상물로부터 방출되는 물질 고유의 에너지 스펙트럼을 검출하여 성분 정보를 수집하며, 영상 정보와 성분 정보를 조합하여 검사 대상물의 성분 정보가 영상 정보 상에 3차원적으로 표시되는 형태의 물질 분석 정보를 얻을 수 있고, 검사 대상물에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출함으로써, 검사 대상물에 대한 3차원 영상 정보, 성분 정보 및 시간 변화 상태를 포함하는 5가지 다른 차원의 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 방사선 발견 이래 가장 많은 이용이 이루어지는 분야는 방사선 투과 영상을 얻어 대상물을 검사하는 투과 검사이다. 의료 분야에서 X선 촬영이 먼저 보급되었고 빈도도 높지만 현대에는 산업 부문에서는 투과 검사가 널리 이용된다.

[0003] 이러한 산업용 방사선 투과 검사는 비파괴 검사의 한 방법으로 검사 대상물에 대한 투과 영상을 통해 용접부나 주물 등의 내부 결함을 검사하거나 항만에서 화물의 내용물 등을 검사하는 용도로 사용된다. 산업용 방사선 투과 검사의 방사선 선원으로는 X선이나 감마선원이 주로 사용되지만 얇은 대상인 경우 베타 입자도 사용될 수 있고 밀도가 유사한 물질을 구분하기 위해서는 중성자도 사용된다.

[0004] 이러한 방사선을 이용한 비파괴 검사는 주로 검사 대상물에 방사선을 조사하여 투과되는 방사선을 검출하는 방식으로 검사 대상물에 대한 구조 및 영상 정보를 획득하는 라디오그래피(radiography) 방식으로 사용된다. 즉, X선과 같은 방사선을 검사 대상물에 조사하고, 검사 대상물을 투과하여 방출되는 방사선 양을 측정하여 2차원 또는 3차원적인 물질 밀도를 조사하는 방식으로 사용된다.

[0005] 또한, 이러한 라디오 그래피 방식 이외에도 검사 대상물의 물질 성분을 분석할 수 있는 X선 형광 분석(XRF: X-Ray Fluorescence) 방식으로 사용되는데, X선 형광 분석 방식은 검사 대상물에 방사선을 조사하고, 방사선이 조사된 검사 대상물로부터 방출되는 물질 고유의 에너지 스펙트럼을 측정 분석하여 검사 대상물의 물질 성분을 분석하는 방식이다.

[0006] 이와 같은 비파괴 검사를 수행하는 비파괴 검사 장치는 일반적으로 라디오그래피 방식을 수행하도록 구성되거나 또는 X선 형광 분석 방식을 수행하도록 구성되는 등 어느 하나의 기능만을 수행하도록 구성되고 있다.

[0007] 라디오그래피 방식으로는 검사 대상물의 3차원 구조 및 영상 또는 물질의 밀도 정도만 알 수 있고, X선 형광 분석 방식으로는 검사 대상물의 물질 성분, 예를 들면 원자 번호와 같은 성분 정보만을 알 수 있다.

[0008] 따라서, 종래 기술에 따른 일반적인 비파괴 검사 장치는 해당 구성에 따라 검사 대상물의 2차원, 3차원 구조 및 영상 정보를 획득하거나 또는 검사 대상물의 물질 성분 만을 선택적으로 획득할 수 밖에 없었다. 따라서, 검사 대상물의 구조 및 영상 정보와 성분 정보를 동시에 획득할 수 없어 검사 대상물에 대한 다양하고 충분한 검사 작업을 하는데 한계가 있었다.

[0009] 선행기술로는 국내공개특허 제10-2011-122665호 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 방사선 선원을 통해 검사 대상물에 방사선을 조사한 후, 검사 대상물을 투과한 방사선을 검출하여 영상 정보를 수집하고, 방사선과 상호

작용하여 검사 대상물로부터 방출되는 물질 고유의 에너지 스펙트럼을 검출하여 성분 정보를 수집하며, 영상 정보와 성분 정보를 조합하여 검사 대상물의 성분 정보가 영상 정보 상에 3차원적으로 표시되는 형태의 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치를 제공하는 것이다.

- [0011] 본 발명의 다른 목적은 검사 대상물에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출함으로써, 검사 대상물에 대한 3차원 영상 정보, 성분 정보 및 시간 변화 상태를 포함하는 5가지 다른 차원의 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치를 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은 방사선 검출 유닛의 성분 검출부를 통해 검출된 에너지 스펙트럼을 영상 검출부를 통해 수집된 영상 정보를 이용하여 보정함으로써, 더욱 정확한 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치를 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 검사 대상물 또는 방사선 선원을 이동시켜 검사 대상물에 대한 방사선 조사 각도를 다양하게 변화시킴으로써, 더욱 정확한 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치를 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 방사선 검출 유닛의 영상 검출부와 성분 검출부를 다양한 배치 상태로 배치함으로써, 검사 대상물로부터 방출되는 방사선 검출을 더욱 정확하고 신속하게 수행할 수 있으며, 이에 따라 더욱 정확한 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 비파괴 검사 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명은, 방사선을 발생시켜 검사 대상물에 조사하는 방사선 선원; 상기 방사선 선원으로부터 상기 검사 대상물을 투과하여 방출되는 방사선을 검출하여 상기 검사 대상물에 대한 영상 정보를 수집하는 영상 검출부와, 상기 검사 대상물로부터 방출되는 에너지 스펙트럼을 검출하여 상기 검사 대상물에 대한 성분 정보를 수집하는 성분 검출부를 포함하는 방사선 검출 유닛; 및 상기 방사선 검출 유닛에 의해 검출된 검출 결과를 연산 처리하여 상기 검사 대상물의 영상 정보에 성분 정보가 표시된 상태로 물질 분석 정보를 산출하는 정보 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 비파괴 검사 장치를 제공한다.
- [0016] 이때, 상기 방사선 검출 유닛은 상기 영상 검출부와 상기 성분 검출부가 다수개의 검출 플레이트에 장착되고, 다수개의 상기 검출 플레이트는 상기 검사 대상물을 감싸는 형태로 일정 각도를 이루도록 배치될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 영상 검출부와 성분 검출부는 각각의 상기 검출 플레이트에 동시에 장착될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 영상 검출부와 성분 검출부는 다수개의 상기 검출 플레이트 중 각각 서로 다른 검출 플레이트에 독립적으로 장착될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 검출 플레이트는 링 형태를 이루거나 또는 구 형태를 이루며 상기 검사 대상물을 감싸도록 형성될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 검출 플레이트는 별도의 검출 이송부에 의해 배치 각도가 변경될 수 있도록 이동 가능하게 구비될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 정보 산출부는 상기 성분 검출부를 통해 검출된 에너지 스펙트럼을 상기 영상 검출부를 통해 수집된 영상 정보를 이용하여 보정한 후 상기 물질 분석 정보를 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 방사선 검출 유닛은 일정 시간 동안 계속해서 작동하고, 상기 정보 산출부는 상기 검사 대상물에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 방사선 선원으로부터 발생된 방사선이 상기 검사 대상물에 다양한 각도로 조사되도록 상기 검사 대상물 또는 방사선 선원을 이동시키는 이동 유닛을 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 이동 유닛은 상기 검사 대상물 또는 방사선 선원을 직선 이동시키거나 또는 회전 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 정보 산출부에 의해 산출된 물질 분석 정보를 출력하는 정보 출력부를 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 방사선 검출 유닛은 상기 영상 검출부 및/또는 성분 검출부로부터 검출된 신호들로부터 겹쳐진 스펙트럼 정보를 분리시켜 겹쳐진 영상 신호의 중첩을 방지하는 스펙트럼 디스크리미네이터를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 방사선 검출 유닛은 상기 방사선 선원의 작동 상태와 연동하여 작동하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 의하면, 방사선 선원을 통해 검사 대상물에 방사선을 조사한 후, 검사 대상물을 투과한 방사선을 검출하여 영상 정보를 수집하고, 방사선과 상호 작용하여 검사 대상물로부터 방출되는 물질 고유의 에너지 스펙트럼을 검출하여 성분 정보를 수집하며, 영상 정보와 성분 정보를 조합하여 검사 대상물의 성분 정보가 영상 정보 상에 3차원적으로 표시되는 형태의 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0029] 또한, 검사 대상물에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출함으로써, 검사 대상물에 대한 3차원 영상 정보, 성분 정보 및 시간 변화 상태를 포함하는 5가지 다른 차원의 정보를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0030] 또한, 방사선 검출 유닛의 성분 검출부를 통해 검출된 에너지 스펙트럼을 영상 검출부를 통해 수집된 영상 정보를 이용하여 보정함으로써, 더욱 정확한 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0031] 또한, 검사 대상물 또는 방사선 선원을 이동시켜 검사 대상물에 대한 방사선 조사 각도를 다양하게 변화시킴으로써, 더욱 정확한 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0032] 또한, 방사선 검출 유닛의 영상 검출부와 성분 검출부를 다양한 배치 상태로 배치함으로써, 검사 대상물로부터 방출되는 방사선 검출을 더욱 정확하고 신속하게 수행할 수 있으며, 이에 따라 더욱 정확한 물질 분석 정보를 얻을 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 구성을 기능적으로 도시한 기능 블록도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 방사선 검출 유닛에 대한 구성을 개념적으로 도시한 개념도,

도 3 및 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 방사선 검출 유닛에 대한 구성을 개념적으로 도시한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 구성을 기능적으로 도시한 기능 블록도이다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치는 방사선을 발생시켜 검사 대상물(P)에 조사하는 방사선 선원(100)과, 검사 대상물(P)로부터 방출되는 방사선을 검출하여 검사 대상물에 대한 영상 정보와 성분 정보를 수집하는 방사선 검출 유닛(300)과, 방사선 검출 유닛(300)의 검출 결과로부터 검사 대상물(P)의 물질 분석 정보를 산출하는 정보 산출부(400)를 포함하여 구성된다. 이때, 정보 산출부(400)는 검사 대상물(P)의 영상 정보에 성분 정보가 표시된 상태로 물질 분석 정보를 산출하도록 구성된다. 또한, 방사선 선원(100) 또는 검사 대상물(P)을 이동시키는 이동 유닛(200)과, 정보 산출부(400)에 의해 산출된 물질 분석 정보를 출력하는 정보 출력부(500)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0037] 방사선 선원(100)은 X선 또는 감마선과 같은 방사선을 발생시키는 장치로서, 일반적으로 사용되는 다양한 장치가 적용될 수 있으며, 방사선 선원(100)으로부터 발생된 방사선은 검사 대상물(P)에 조사되도록 구성된다.

[0038] 방사선 검출 유닛(300)은 방사선 선원(100)으로부터 검사 대상물(P)을 투과하여 방출되는 검출하여 검사 대상물(P)에 대한 영상 정보를 수집하는 영상 검출부(310)와, 검사 대상물(P)에 방사선이 조사된 후 검사 대상물(P)로

부터 방출되는 에너지 스펙트럼을 검출하여 검사 대상물(P)에 대한 성분 정보를 수집하는 성분 검출부(320)를 포함하여 구성된다. 즉, 방사선 검출 유닛(300)은 검사 대상물(P)에 대한 영상 정보와 성분 정보를 동시에 수집할 수 있도록 구성된다.

- [0039] 영상 검출부(310)는 방사선 선원(100)에서 발생된 방사선이 검사 대상물(P)에 조사된 후 검사 대상물(P)을 투과하여 방출된 방사선을 검출하도록 구성되며, 이때, 영상 검출부(310)는 일반적인 라디오그래피 방식의 방사선 검출기가 적용될 수 있으며, 예를 들면, 섬광체 및 광센서로 이루어진 방사선 검출기가 적용될 수 있다. 이러한 영상 검출부(310)를 통해 검사 대상물(P)에 대한 영상 정보를 수집할 수 있다.
- [0040] 이때, 검사 대상물(P)에 대한 영상 정보를 2차원 또는 3차원적으로 더욱 정확하게 수집할 수 있도록 검사 대상물(P)에 방사선을 다양한 각도로 조사하는 것이 바람직한데, 이를 위해 검사 대상물(P)을 회전 이동시키거나 또는 직선 이동시킬 수 있도록 이동 유닛(200)이 구비될 수 있다. 이동 유닛(200)은 검사 대상물(P)을 안착 고정시킬 수 있는 스테이지(미도시)와 스테이지를 회전 이동시키거나 직선 이동시킬 수 있는 구동부(미도시)로 구성될 수 있으며, 구동부는 다양한 동력원 및 동력 전달 요소를 통해 다양한 방식으로 구성될 수 있다.
- [0041] 이러한 이동 유닛(200)은 검사 대상물(P)을 이동시키는 방식으로 구성될 수도 있으나, 이동 유닛(200)을 고정된 상태에서 방사선 선원(100)을 이동시키는 방식으로 구성될 수도 있다. 즉, 검사 대상물(P)을 고정시킨 상태에서 방사선 선원(100)을 검사 대상물(P)을 중심으로 곡선 회전 이동시키거나 직선 이동시키는 방식으로 구성될 수도 있다.
- [0042] 이와 같이 이동 유닛(200)을 통해 검사 대상물(P)에 대해 방사선이 다양한 각도로 조사됨으로써, 검사 대상물(P)에 대한 영상 정보를 3차원적으로 정확하게 획득할 수 있다. 물론, 이러한 이동 유닛(200)에 의해 후술하는 성분 정보 또한 더욱 정확하게 획득할 수 있다.
- [0043] 한편, 이동 유닛(200)은 검사 대상물(P) 또는 방사선 선원(100) 중 어느 하나만 선택적으로 이동시키도록 구성될 수도 있고, 좀 더 다양하고 신속한 방사선 조사 각도를 형성하기 위해 검사 대상물(P) 및 방사선 선원(100)을 동시에 이동시키도록 구성될 수도 있다.
- [0044] 성분 검출부(320)는 방사선 선원(100)으로부터 발생된 방사선이 검사 대상물(P)에 조사된 후, 검사 대상물(P)로부터 발생하는 고유의 방사선을 검출하는 방식으로 에너지 스펙트럼을 측정하여 검사 대상물(P)에 대한 물질 성분 정보를 수집하도록 구성된다. 즉, 검사 대상물(P)에 방사선이 조사되면, 방사선이 검사 대상물(P)에 흡수되고, 검사 대상물(P)의 각 물질 성분이 방사선과 반응하여 물질 고유의 방사선을 방출하게 되는데, 이때 방출되는 방사선을 검출하여 검사 대상물(P)에 대한 물질 성분을 수집하도록 구성된다. 이러한 성분 분석 원리는 방사선과 물질의 상호 작용 결과로서 원자의 K각 궤도 전자가 이탈하고 이를 메우기 위해 에너지가 높은 각에서 전자가 천이할 때 물질 고유의 특성 방사선(X선)이 방출되는데, 이때 방출되는 방사선에 대한 에너지 스펙트럼을 측정하여 검사 대상물(P)에 대한 물질 성분을 분석하는 방식으로 진행된다.
- [0045] 이 경우에도 전술한 이동 유닛(200)에 의해 방사선 선원(100) 또는 검사 대상물(P)이 직선 이동 또는 회전 이동하며 검사 대상물(P)에 대해 다양한 각도로 방사선이 조사됨으로써, 검사 대상물(P)에 대한 더욱 정확한 성분 분석이 가능하다.
- [0046] 이러한 성분 검출부(320)는 일반적인 X선 형광 분석에 사용되는 다양한 방사선 검출기가 적용될 수 있으며, 예를 들면, 반도체 검출기, 기체 검출기, 섬광체와 광센서로 이루어진 검출기 등 다양한 형태가 적용될 수 있다.
- [0047] 정보 산출부(400)는 이와 같은 방사선 검출 유닛(300)에 의해 검출된 검사 대상물(P)의 영상 정보와 성분 정보를 연산 처리하여 영상 정보에 성분 정보가 표시된 상태로 검사 대상물(P)에 대한 물질 분석 정보를 산출한다.
- [0048] 즉, 방사선 검출 유닛(300)의 영상 검출부(310)에 의해 검사 대상물(P)에 대한 3차원 영상 정보를 수집하고, 방사선 검출 유닛(300)의 성분 검출부(320)에 의해 검사 대상물(P)에 대한 성분 정보를 수집한 후, 영상 정보와 성분 정보를 상호 조합하여 영상 정보 상에 해당 물질 성분이 해당 위치에 표시되는 형태로 물질 분석 정보를 산출한다. 다시 말하면, 검사 대상물(P)의 3차원 형상과, 3차원 형상의 각 영역에 어떤 물질 성분이 존재하는지 해당 위치에 물질 성분 정보를 표시한 형태로 물질 분석 정보를 산출한다.
- [0049] 이때, 정보 산출부(400)는 성분 검출부를 통해 검출된 에너지 스펙트럼을 영상 검출부(310)를 통해 수집된 영상 정보를 이용하여 보정한 후 물질 분석 정보를 산출하도록 구성된다. 즉, 정보 산출부(400)는 방사선의 에너지 스펙트럼을 통해 에너지가 각기 다른 방사선의 검출량을 에너지별로 측정하여 각 에너지별 3차원 영상을 영상 검출부(310)의 영상 정보처럼 2차원, 3차원으로 재구성하며, 각 물질 성분이 고유의 방사선 발생 에너지를 가지

고 있으므로, 방사선 에너지별로 재구성한 영상을 각 에너지별로 재구성하는 방식으로 물질 성분의 원자번호에 따른 각각의 3차원 영상을 산출한다.

[0050] 또한, 각 물질 성분에서 발생하는 방사선 에너지는 상대적으로 낮은 편이므로 물질 내에서 감약 및 흡수된다. 이와 같이 감약 및 흡수된 양을 영상 검출부(310)의 영상 정보에서 얻어진 물질의 밀도 정보로 보정하게 되면, 보다 우수한 영상을 재구성할 수 있다. 이때, 보정하는 방법은 검사 대상물(P)의 밀도 정보를 FBP(Filtered Back Projection) 등의 해석적인 방법이나 MLEM(Maximum Likelihood Maximization Expectation) 등의 확률적인 방법 내의 시스템 반응 함수(system response function)에 넣어서 보정할 수 있다.

[0051] 좀 더 자세히 살펴보면, 환경 방사선을 측정할 때 여러가지 방사선 선원이 있고, 가장 흔한 감마선의 경우 선원 간의 간섭이 특히 컴프턴 스펙트럼 중첩 현상에 의해 일어나게 되므로, 환경 방사선의 정밀 측정시 이러한 간섭에 대한 보정이 필요하다.

[0052] 만약, 검사 대상물(P)이 하나의 물질인 경우 방사선에 조사된 검사 대상물은 한가지 그룹의 X선을 나타내는데 이는 공지된 바와 같이 검사 대상물(P)의 원자번호에 따라 다르게 나타난다. 이때 한가지 그룹의 X선은 분해능이 좋은 반도체 검출기의 경우 에너지 스펙트럼이 겹치지 않게 나타난다.

[0053] 이와 달리 검사 대상물(P)이 복수개의 물질인 경우에는 여러가지 그룹의 X선들이 나오는데, 우선 복수 그룹의 경우 당연히 복수 그룹의 각자 에너지 스펙트럼상 피크가 겹칠 수 있지만, 아주 고성능의 (초전도체) 검출기라면 이러한 피크 겹침의 구분도 가능하다.

[0054] 문제는 피크의 겹침은 이런 고성능 장비로 피할 수 있어도, 컴프턴 스펙트럼(피크가 아닌 직사각형으로 펼쳐짐)의 겹침은 완벽한 반도체 검출기로도 절대 완벽히 구분할 수 없으며, X선 형광 분석을 방해하는 것은 이러한 컴프턴 산란뿐 아니라 탄성산란(Coherent Scattering: 1.Thomson scattering for free electron 2.Rayleigh scattering for bounded electron)도 마찬가지이다.

[0055] 피크의 구분은 원자 번호가 비슷한 것들끼리는 쉽지 않으나, 컴프턴 산란 및 탄성 산란으로 인한 복수 원소의 스펙트럼의 완벽 분석은 사실 불가능하며, 검사 대상물의 원자번호의 가짓수 및 검사 대상물 내 물질의 원자번호의 차이에 의해서 X선 형광 분석의 결과가 크게 영향을 받는다.

[0056] 위치의 관점에서는 0차원인 에너지 스펙트럼의 문제이기에, 이를 응용한 1차원,2차원,3차원 공간 영상으로 갈수록 문제는 더 심각해 지며 그러기에 더더욱 고차원 영상일수록 이를 보정하는 것이 필요하다.

[0057] 종래 기술에서는 물질의 밀도로 인한 방사선 감쇄 효과에 관한 연구는 이루어지고 있으나, 복수의 물질을 조사함으로 발생하는 형광 방사선의 에너지 스펙트럼 간섭으로 인한 영상의 잡음 보정에 대한 연구는 현재 진행되고 있지 않는데, 일반적인 비파괴 검사에서는 스펙트럼 상의 피크만 생각하기에 간섭의 문제가 심각하지 않아 보정이 중요하지 않지만, X선 형광 분석에서는 다른 원자번호 물질에서 나오는 스펙트럼 상의 컴프턴/탄성산란의 간섭으로 인한 허구 스펙트럼의 영향이 중요하다.

[0058] 다시 말해 현실적으로 검출기가 단수인 스펙트럼 측정에서는 문제가 안되지만, 검출기가 복수(적어도 만개 이상)인 영상화에서는 각 검출기마다 측정되는 방사선의 스펙트럼 자체가 다르기 때문에 이러한 간섭 효과가 굉장히 중요하므로, 본 발명에서는 전술한 보정 작업을 통해 물질 분석 정보에 대한 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0059] 또한, X선 강도 I는 아래 수식과 같이 X선 초기 강도 I_0 와 흡수 계수 μ , 두께 x 를 통해 나타낼 수 있다.

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

[0060]

[0061] 종래에는 I_0 또는 μ 만 고려하는 방식으로 물질을 분석하였으나, 본 발명에서는 I_0 와 μ 를 모두 고려하여 연산 작업을 수행한다.

[0062] 또한, 임의의 좌표에서 영상 이미지 k는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\vec{k}^{(i)} = \vec{k}^{(i-1)} - \frac{[\vec{k}^{(i-1)} \cdot \vec{c}_i] - p_i}{\vec{c}_i \cdot \vec{c}_i} \cdot \vec{c}_i$$

[0063]

여기서, $\vec{c}_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{iN})$ 이고,

$c_{ij} \equiv c(\phi, t, u) = I_0 \cdot w(\phi, t, u) \cdot f(\phi, t, u) \cdot g(\phi, t, u),$ 으로 표현할 수 있다.

이때, Lang-Carson 공식은 다음과 같다.

$$k_j^{(n+1)} = \frac{k_j^{(n)}}{\sum_i c_{ij}} \sum_i \frac{c_{ij} p_i}{\sum_k c_{ik} k_k^{(n)}},$$

이를 정리하면, 방사선 검출 유닛(300)에 의해 영상을 검출한 후, 이를 기초로 연산 처리하여 시뮬레이션하고, 시뮬레이션 결과를 연속적으로 갱신 및 변화시키는 방식으로 보정 작업을 수행한다. 즉, C_{ij} 의 경우에도 변수로서 시뮬레이션을 통하여 갱신됨으로써 보다 정확한 영상 정보를 검출할 수 있다.

이상에서 설명한 구조에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치는 종래 기술과 달리 단순히 검사 대상물(P)의 영상 정보만을 얻거나 또는 성분 정보만을 얻는 것이 아니라 검사 대상물(P)의 성분 정보가 영상 정보 상에 표시되는 형태로 물질 분석 정보를 더욱 정확하게 획득할 수 있다.

또한, 영상 검출부(310) 및 성분 검출부(320)를 포함하는 방사선 검출 유닛(300)은 일정 시간 동안 계속해서 작동하고, 정보 산출부(400)는 이러한 방사선 검출 유닛(300)을 통해 검사 대상물(P)에 대한 물질 분석 정보를 시간에 따라 변화하는 상태로 산출하도록 구성될 수 있다. 이와 같이 검사 대상물(P)에 대한 물질 분석 정보의 시간 변화 상태를 산출하게 되면, 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치는 검사 대상물(P)에 대한 3차원 영상 정보, 성분 정보 및 시간 변화 상태를 동시에 산출할 수 있다. 즉, 검사 대상물(P)에 대한 5가지 다른 차원의 정보를 동시에 비파괴적으로 산출할 수 있다.

한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 검출 유닛(300)은 경우에 따라서 별도의 스펙트럼 디스크리미네이터(330)를 더 포함하여 구성될 수 있으며, 스펙트럼 디스크리미네이터(330)는 영상 검출부(310) 및/또는 성분 검출부(320)로부터 검출된 신호들로부터 겹쳐진 스펙트럼 정보를 분리시켜 겹쳐진 영상 신호의 중첩을 방지할 수 있다.

또한, 방사선 검출 유닛(300)은 방사선 전원(100)의 작동 상태와 연동하여 작동하도록 구성될 수 있다. 즉, 방사선 전원(100)으로부터 조사되는 방사선의 검출이 필요한 경우에만 작동하여 불필요한 방사선 정보를 배제하고, 궁극적으로 보다 정확한 영상 정보의 재구축을 가능하게 할 수 있다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 방사선 검출 유닛에 대한 구성을 개념적으로 도시한 개념도이고, 도 3 및 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 비파괴 검사 장치의 방사선 검출 유닛에 대한 구성을 개념적으로 도시한 개념도이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 검출 유닛(300)은 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이 영상 검출부(310)와 성분 검출부(320)가 다수개의 검출 플레이트(301)에 장착되고, 다수개의 검출 플레이트(301)는 검사 대상물(P)을 감싸는 형태로 일정 각도를 이루도록 배치될 수 있다.

이때, 영상 검출부(310)와 성분 검출부(320)는 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이 다수개의 검출 플레이트(301) 중 각각 서로 다른 검출 플레이트(301)에 독립적으로 장착되거나 또는 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 다수개의 검출 플레이트(301)에 모두 혼합 배치된 형태로 동시에 장착될 수도 있다.

또한, 다수개의 검출 플레이트(301)는 도 3에 도시된 바와 같이 각각 별도의 검출 이송부(302)에 의해 배치 각도가 변경될 수 있도록 이동 가능하게 구비될 수 있다. 즉, 검사 대상물(P)로부터 방출되는 방사선을 더욱 효과적으로 검출할 수 있도록 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이 검사 대상물(P)을 상하부 및 전방에서 각각 감

싸는 형태로 배치되도록 검출 이송부(302)에 의해 각도 변경될 수 있다.

[0077] 한편, 검출 플레이트(301)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 평면 형태로 형성될 수도 있으나, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 검사 대상물(P)을 감싸는 링 형태를 이루도록 형성되거나 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 구 형태를 이루도록 형성될 수 있다.

[0078] 검출 플레이트(301)가 링 형태로 형성되어 2개 구비될 수 있으며, 이 경우 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 상호 직교하는 형태로 배치될 수 있고, 각각의 검출 플레이트(301)는 각각 검출 이송부(302)에 의해 동일 회전축을 중심으로 회전 이동할 수 있으며, 이때, 회전축은 2개의 검출 플레이트(301)의 직교하는 방향을 따라 위치하도록 배치될 수 있다.

[0079] 또한, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 1개의 검출 플레이트(301)가 링 형태로 형성되고, 다른 하나의 검출 플레이트(301)가 구 형태로 형성되며, 링 형태의 검출 플레이트(301)가 구 형태의 검출 플레이트(301)의 내부에 위치하도록 구성될 수 있다. 이때, 링 형태의 검출 플레이트(301)는 검출 이송부(302)에 의해 회전 이동하도록 구성될 수 있다.

[0080] 도 4에 도시된 링 또는 구 형태의 검출 플레이트(301)에는 각각 검사 대상물(P)을 향하는 내측면에 각각 영상 검출부(310)와 성분 검출부(320)가 독립적으로 또는 혼합 배치되는 형태로 장착될 수 있다.

[0081] 이와 같은 방사선 검출 유닛(300)의 구성을 통해 검사 대상물(P)에 대한 방사선 조사 각도를 더욱 다양하게 변화시킬 수 있어 더욱 정확한 물질 분석 정보를 획득할 수 있다.

[0082] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

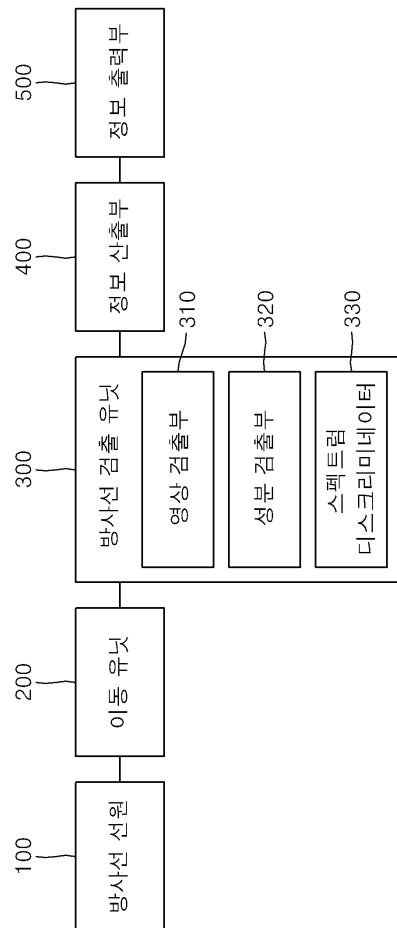
부호의 설명

[0083]

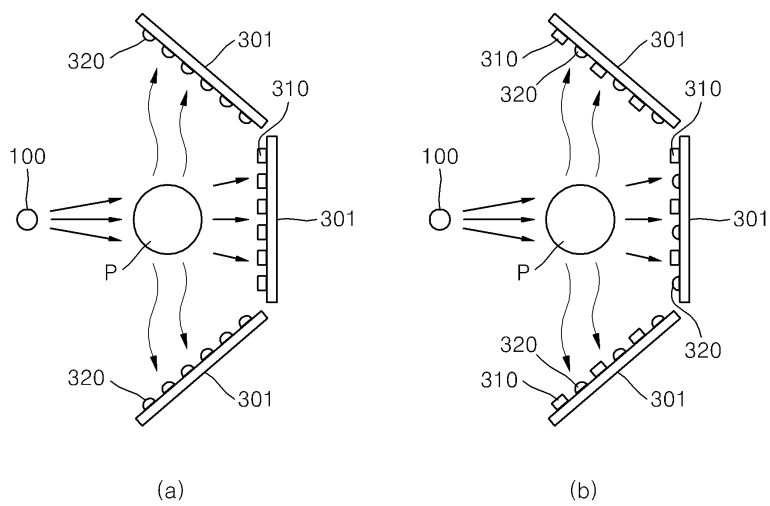
100: 방사선 선원	200: 이동 유닛
300: 방사선 검출 유닛	301: 검출 플레이트
302: 검출 이송부	310: 영상 검출부
320: 성분 검출부	400: 정보 산출부
500: 정보 출력부	

도면

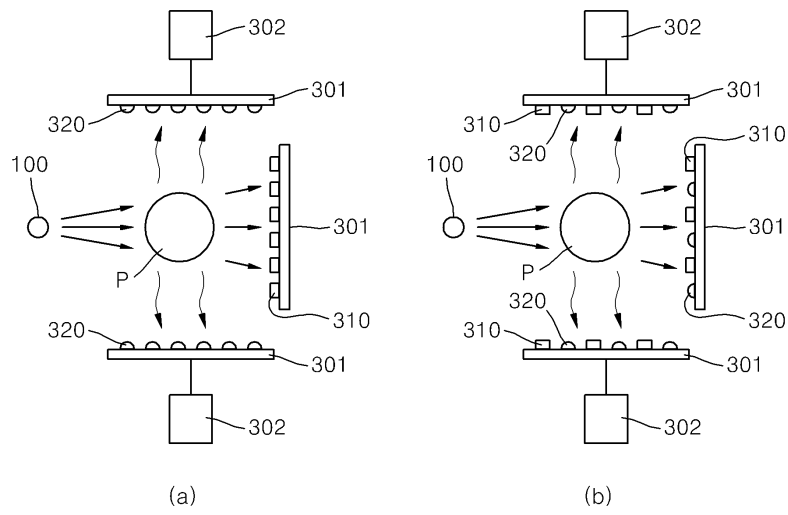
도면1



도면2



도면3



도면4

