



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0048788
(43) 공개일자 2011년05월12일

(51) Int. Cl.

G01B 7/24 (2006.01) G01N 27/82 (2006.01)

G01B 7/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0105501

(22) 출원일자 2009년11월03일

심사청구일자 2009년11월03일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내

(72) 발명자

이진이

광주광역시 서구 풍암동 대주2차아파트 202-805

김정민

광주광역시 동구 금동 57-38번지 한스빌라 301호

전종우

부산광역시 수영구 망미2동 1154번지 수영강변1

차e-편한세상아파트 105-1903

(74) 대리인

리엔목특허법인

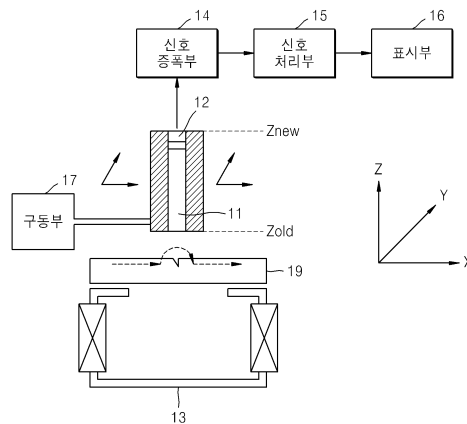
전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 강자성 막대를 이용한 비파괴 검사 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 비파괴 검사 장치는 자기 센서, 강자성 막대, 신호 처리부, 및 표시부를 포함한다. 자기 센서는 검사 대상으로부터의 자기장의 세기에 대응하는 자기장 감지 신호를 발생시킨다. 강자성 막대는 검사 대상과 자기 센서 사이에 설치된다. 신호 처리부는 자기 센서로부터의 자기장 감지 신호를 표시 형식에 맞도록 변환한다. 표시부는 신호 처리부로부터의 자기장 감지 신호를 표시한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

검사 대상으로부터의 자기장의 세기에 대응하는 자기장 감지 신호를 발생시키는 자기 센서;
상기 검사 대상과 상기 자기 센서 사이에 설치된 강자성 막대;
상기 자기 센서로부터의 자기장 감지 신호를 표시 형식에 맞도록 변환하는 신호 처리부; 및
상기 신호 처리부로부터의 자기장 감지 신호를 표시하는 표시부를 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 검사 대상에 대하여 전자기장을 인가하는 자기장 발생부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 자기 센서로부터의 자기장 감지 신호를 증폭하여 상기 신호 처리부에 입력하는 신호 증폭부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,
상기 자기 센서와 상기 강자성 막대가 내장되는 케이스를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 케이스를 주사 방향으로 이동시키는 구동부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,
상기 강자성 막대가 원통형인 비파괴 검사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 원통형 강자성 막대에 있어서,
상기 검사 대상을 바라보는 단부가 원뿔형인 비파괴 검사 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,
상기 강자성 막대가 사각기둥형인 비파괴 검사 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 사각기둥형 강자성 막대에 있어서,
상기 검사 대상을 바라보는 단부가 사각뿔형인 비파괴 검사 장치.

청구항 10

제2항에 있어서,
상기 강자성 막대가 삼각기둥형인 비파괴 검사 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 삼각기둥형 강자성 막대에 있어서,
상기 검사 대상을 바라보는 단부가 삼각뿔형인 비파괴 검사 장치.

청구항 12

제2항에 있어서, 상기 강자성 막대에 있어서,
상기 검사 대상을 바라보는 단부의 일측이 경사진 형상을 가진 비파괴 검사 장치.

청구항 13

제2항에 있어서, 상기 강자성 막대에 있어서,
상기 검사 대상을 바라보는 단부가 구슬형인 비파괴 검사 장치.

청구항 14

제2항에 있어서, 상기 강자성 막대에 있어서,
상기 검사 대상을 바라보는 단부가 계단형인 비파괴 검사 장치.

청구항 15

제2항에 있어서,
상기 강자성 막대를 냉각하기 위한 냉각부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 16

제2항에 있어서,
상기 강자성 막대에 바람을 불어주기 위한 송풍부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 17

검사 대상으로부터의 자기장의 세기에 대응하는 자기장 감지 신호들을 발생시키는 복수의 자기 센서들;
상기 검사 대상과 상기 자기 센서들 사이에 설치된 복수의 강자성 막대들;
상기 자기 센서들로부터의 자기장 감지 신호들을 표시 형식에 맞도록 변환하는 신호 처리부; 및
상기 신호 처리부로부터의 자기장 감지 신호들을 표시하는 표시부를 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 검사 대상에 대하여 전자기장을 인가하는 자기장 발생부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,
상기 자기 센서들로부터의 자기장 감지 신호들을 증폭하여 상기 신호 처리부에 입력하는 신호 증폭부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,
상기 자기 센서들과 상기 강자성 막대들이 내장되는 케이스를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 케이스가,
그 내벽에 제1 가이드 홈이 형성된 일측 부재,
그 내벽에 상기 제1 가이드 홈과 대향되는 제2 가이드 홈이 형성된 타측 부재, 및
그 내벽에 상기 자기 센서들이 부착된 하측 부재를 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 케이스에서,
상기 강자성 막대들이 상기 제1 가이드 홈과 상기 제2 가이드 홈에 삽입된 상태에서 상기 일측 부재와 상기 타측 부재가 체결되고,
상기 하측 부재가 상기 일측 부재와 상기 타측 부재의 밑면에 체결된 비파괴 검사 장치.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 케이스의 상기 하측 부재에서,
상기 자기 센서들의 양측에 보조 광원들이 설치된 비파괴 검사 장치.

청구항 24

제23항에 있어서,
상기 케이스의 상기 일측 부재와 상기 타측 부재 사이에 상기 보조 광원들의 광로 부재들이 삽입된 비파괴 검사 장치.

청구항 25

제18항에 있어서,
상기 자기 센서들이 일차원적으로 한 직선상에 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 26

제18항에 있어서,
상기 강자성 막대들이 이차원적으로 한 평면상에 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 27

제18항에 있어서,
한 개의 자기 센서에 한 개의 강자성 막대의 단부가 대향되도록 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 28

제18항에 있어서,
한 개의 자기 센서에 복수의 강자성 막대들의 단부들이 대향되도록 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 29

제18항에 있어서,
복수의 자기 센서들에 한 개의 강자성 막대의 단부가 대향되도록 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 30

제18항에 있어서,
상기 자기 센서들이 이차원적으로 한 평면상에 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 31

제18항에 있어서,

상기 자기 센서들이 삼차원적으로 한 곡면상에 배열된 비파괴 검사 장치.

청구항 32

제18항에 있어서,

상기 강자성 막대들을 냉각하기 위한 냉각부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

청구항 33

제18항에 있어서,

상기 강자성 막대들에 바람을 불어주기 위한 송풍부를 더 포함한 비파괴 검사 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 비파괴 검사 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 강자성체 구조물, 상자성체 구조물, 강자성체와 상자성체가 혼재된 검사 대상의 결함을 검사하는 비파괴 검사 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자기적 현상을 이용한 비파괴(Nondestructive) 검사 장치는 검사 대상의 표면 결함이나 표면 근방의 이면 결함 또는 내면 결함을 찾아내는 데에 유용한 장치이다. 비파괴 검사 장치를 이용하여, 원자력 발전, 화력 발전, 화학 산업 등에 사용되는 대형 플랜트나 구조물의 결함을 찾아낼 수 있다.

[0003] 상기와 같은 비파괴 검사 장치에 있어서, 검사 대상은 뜨겁거나 오염된 상태일 수 있다. 이와 같은 경우, 검사 대상으로부터 자기 센서를 상당히 이격할 필요가 있는데, 이러한 경우에 자기 센서의 신호 레벨 범위가 좁아짐에 따라 결함 표시의 성능이 낮아진다.

[0004] 이에 따라, 검사 대상이 뜨겁거나 오염된 경우에 결함 검사의 정확도가 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 검사 대상이 뜨겁거나 오염된 경우에도 결함 검사의 정확도가 떨어지지 않을 수 있게 하는 비파괴 검사 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 비파괴 검사 장치는 자기 센서, 강자성 막대, 신호 처리부, 및 표시부를 포함한다.

[0007] 상기 자기 센서는 검사 대상으로부터의 자기장의 세기에 대응하는 자기장 감지 신호를 발생시킨다.

[0008] 상기 강자성 막대는 상기 검사 대상과 상기 자기 센서 사이에 설치된다.

[0009] 상기 신호 처리부는 상기 자기 센서로부터의 자기장 감지 신호를 표시 형식에 맞도록 변환한다.

[0010] 상기 표시부는 상기 신호 처리부로부터의 자기장 감지 신호를 표시한다.

효과

[0011] 본 발명의 상기 비파괴 검사 장치에 의하면, 상기 검사 대상과 상기 자기 센서 사이에 상기 강자성 막대가 설치됨에 따라, 상기 강자성 막대가 상기 검사 대상으로부터의 자기장에 의하여 자화되면서 상기 검사 대상으로부터

의 자기장을 상기 자기 센서에 전달한다.

[0012] 따라서, 상기 검사 대상이 뜨겁거나 오염된 경우에 상기 검사 대상으로부터 상기 자기 센서를 상당히 이격시키더라도, 상기 자기 센서의 신호 레벨 범위가 적게 변함에 따라, 결함 표시의 성능이 낮아지지 않는다.

[0013] 따라서, 검사 대상이 뜨겁거나 오염된 경우에도 결함 검사의 정확도가 떨어지지 않을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0014] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 의한 비파괴 검사 장치를 보여준다.

[0015] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 의한 비파괴 검사 장치는 자기장 발생부(13), 자기 센서(12), 강자성 막대(11), 신호 증폭부(14), 신호 처리부(15), 표시부(16), 케이스(18) 및 구동부(17)를 포함한다.

[0016] 자기장 발생부(13)는 검사 대상(19)에 대하여 전자기장을 인가한다.

[0017] 자기 센서(12)는 검사 대상(19)으로부터의 자기장의 세기에 대응하는 자기장 감지 신호를 발생시킨다.

[0018] 강자성 막대(11)는 검사 대상(19)과 자기 센서(12) 사이에 설치된다.

[0019] 신호 증폭부(14)는 자기 센서(12)로부터의 자기장 감지 신호를 증폭하여 신호 처리부(15)에 입력한다.

[0020] 신호 처리부(15)는 자기 센서(12)로부터 신호 증폭부(14)를 통하여 입력된 자기장 감지 신호를 표시 형식에 맞도록 변환한다.

[0021] 표시부(16)는 신호 처리부(15)로부터의 자기장 감지 신호를 표시한다.

[0022] 케이스(18)에는 자기 센서(12)와 강자성 막대(11)가 내장된다.

[0023] 구동부(17)는 케이스(18)를 주사 방향(X, Y)으로 이동시킨다.

[0024] 상기와 같은 본 발명의 제1 실시예의 비파괴 검사 장치에 의하면, 검사 대상(19)과 자기 센서(12) 사이에 강자성 막대(11)가 설치됨에 따라, 강자성 막대(11)가 검사 대상(19)으로부터의 자기장에 의하여 자화되면서 검사 대상(19)으로부터의 자기장을 자기 센서(12)에 전달한다.

[0025] 따라서, 검사 대상(19)이 뜨겁거나 오염된 경우에 검사 대상(19)으로부터 자기 센서(12)를 "Zold"의 위치에서 "Znew"의 위치까지 이격시키더라도, 자기 센서(12)의 신호 레벨 범위가 적게 변함에 따라, 표시부(16)에서의 결함 표시의 성능이 낮아지지 않는다.

[0026] 따라서, 검사 대상(19)이 뜨겁거나 오염된 경우에도 결함 검사의 정확도가 떨어지지 않을 수 있다.

[0027] 도 2 내지 10은 도 1의 강자성 막대(11)의 예들을 보여준다. 도 2 내지 10에서, "B"는 검사 대상(도 1의 19)으로부터의 자기장에 의하여 강자성 막대(11)가 자화되는 방향을 가리킨다.

[0028] 도 2를 참조하면, 강자성 막대(11)는 원통형일 수 있다.

[0029] 도 3을 참조하면, 원통형 강자성 막대(11)에 있어서, 검사 대상(19)을 바라보는 단부가 원뿔형일 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)으로부터의 자기장이 보다 집중적으로 강자성 막대(11)에 전달될 수 있다.

[0030] 도 4를 참조하면, 강자성 막대(11)는 사각기둥형일 수 있다.

[0031] 도 5를 참조하면, 사각기둥형 강자성 막대(11)에 있어서, 검사 대상(19)을 바라보는 단부가 사각뿔형일 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)으로부터의 자기장이 보다 집중적으로 강자성 막대(11)에 전달될 수 있다.

[0032] 도 6을 참조하면, 강자성 막대(11)는 삼각기둥형일 수 있다.

[0033] 도 7을 참조하면, 삼각기둥형 강자성 막대(11)에 있어서, 검사 대상(19)을 바라보는 단부가 삼각뿔형일 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)으로부터의 자기장이 보다 집중적으로 강자성 막대(11)에 전달될 수 있다.

[0034] 도 8을 참조하면, 강자성 막대(11)는 검사 대상(19)을 바라보는 단부의 일측이 경사진 형상을 가질 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)의 일측이 경사진 형상을 가진 경우, 보다 정확한 검사가 가능하다.

[0035] 도 9를 참조하면, 강자성 막대(11)는 검사 대상(19)을 바라보는 단부가 구슬형일 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)에 다수의 원형 홈들이 파인 경우, 보다 정확한 검사가 가능하다.

- [0036] 도 10을 참조하면, 강자성 막대(11)는 검사 대상(19)을 바라보는 단부가 계단형일 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)에 계단이 형성된 경우, 보다 정확한 검사가 가능하다.
- [0037] 도 11은 도 1의 자기 센서(12)의 일 예로서 홀(Hall) 센서를 상세히 보여준다. 도 11을 참조하면, 홀 센서(12)는 제1 전원 단자(121), 제2 전원 단자(123), 제1 출력 단자(124) 및 제2 출력 단자(122)를 구비한다.
- [0038] 제1 전원 단자(2001a)와 제2 전원 단자(123) 사이에 전원 전압이 인가되면, 홀 센서(12)에 입사되는 자기장의 세기에 대응되는 자기장 감지 신호가 제1 출력 단자(124) 및 제2 출력 단자(122) 사이에 발생된다.
- [0039] 즉, 홀 센서(12)에서 전기장 및 자기장이 직교하면 제1 출력 단자(124)와 제2 출력 단자(123) 사이에 전위 차이가 발생된다. 발생된 전압 신호는 신호 증폭부(14)에 입력된다.
- [0040] 도 12는 도 1의 비파괴 검사 장치에서 냉각부(81) 또는 송풍부(82)가 추가됨을 보여준다. 도 12에서 도 1과 동일한 참조 부호는 동일한 기능의 대상을 가리킨다.
- [0041] 도 12를 참조하면, 도 1의 비파괴 검사 장치에서 강자성 막대(11)를 냉각하기 위한 냉각부(81)가 더 포함될 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)의 온도가 높을 경우에 보다 정확한 검사가 수행될 수 있다.
- [0042] 또한, 도 1의 비파괴 검사 장치에서 강자성 막대(11)에 바람을 불어주기 위한 송풍부(82)가 더 포함될 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)에 먼지가 많이 있을 경우에 보다 정확한 검사가 수행될 수 있다.
- [0043] 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 의한 비파괴 검사 장치를 보여준다.
- [0044] 도 13을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 의한 비파괴 검사 장치는 자기장 발생부(23), 센서 어레이(22), 복수의 강자성 막대들의 막대 다발(21), 신호 증폭부(24), 신호 처리부(25), 표시부(26) 및 케이스(28)를 포함한다.
- [0045] 자기장 발생부(23)는 검사 대상(29)에 대하여 전자기장을 인가한다.
- [0046] 센서 어레이(22)에서는 전원(27)으로부터의 전원 라인들에 따라 복수의 자기 센서들이 규칙적으로 배열되어 있다. 센서 어레이(22)는 검사 대상(29)으로부터의 자기장의 세기에 대응하는 자기장 감지 신호들을 발생시킨다.
- [0047] 강자성 막대들의 막대 다발(21)은 검사 대상(29)과 센서 어레이(22) 사이에 설치된다.
- [0048] 신호 증폭부(24)는 센서 어레이(22)로부터의 자기장 감지 신호들을 증폭하여 신호 처리부(25)에 입력한다.
- [0049] 신호 처리부(25)는 센서 어레이(22)로부터의 자기장 감지 신호들을 표시 형식에 맞도록 변환한다.
- [0050] 표시부(26)는 신호 처리부(25)로부터의 자기장 감지 신호들을 표시한다.
- [0051] 케이스(28)에는 자기 센서들의 센서 어레이(22)와 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 내장된다.
- [0052] 상기와 같은 본 발명의 제2 실시예의 비파괴 검사 장치에 의하면, 검사 대상(29)과 센서 어레이(22) 사이에 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 설치됨에 따라, 막대 다발(21)이 검사 대상(29)으로부터의 자기장에 의하여 자화되면서 검사 대상(19)으로부터의 자기장을 센서 어레이(22)에 전달한다.
- [0053] 따라서, 검사 대상(29)이 뜨겁거나 오염된 경우에 검사 대상(29)으로부터 센서 어레이(22)를 Z 축상의 "Zold"의 위치에서 "Znew"의 위치까지 이격시키더라도, 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 적게 변함에 따라, 표시부(26)에서의 결합 표시의 성능이 낮아지지 않는다.
- [0054] 따라서, 검사 대상(29)이 뜨겁거나 오염된 경우에도 결합 검사의 정확도가 떨어지지 않을 수 있다.
- [0055] 도 14는 도 1의 자기 센서들의 센서 어레이(22)와 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 케이스(도 13의 28)에 내장됨을 보여준다. 도 15는 도 14의 부재들이 결합된 상태를 보여준다.
- [0056] 도 14 및 15를 참조하면, 케이스(28)는 일측 부재(28a), 타측 부재(28b) 및 하측 부재(28c)를 포함한다.
- [0057] 일측 부재(28a)의 내벽에는 제1 가이드 홈이 형성된다. 타측 부재(28b)의 내벽에는 상기 제1 가이드 홈과 대향되는 제2 가이드 홈이 형성된다. 하측 부재(28c)의 내벽에는 자기 센서들의 센서 어레이(22)가 부착된다.
- [0058] 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 상기 제1 가이드 홈과 상기 제2 가이드 홈에 삽입된 상태에서 일측 부재(28a)와 타측 부재(28b)가 나사(33)로 체결된다. 또한, 하측 부재(28c)는 일측 부재(28a)와 타측 부재(28b)의 밑면에 나사(33)로 체결된다.

- [0059] 더 나아가, 하측 부재(28c)에서, 자기 센서들의 센서 어레이(22)의 양측에 보조 광원들(31a, 31b)이 설치된다. 또한, 일측 부재(28a)와 타측 부재(28b) 사이에 보조 광원들(31a, 31b)의 광로 부재들(32a, 32b)이 삽입된다.
- [0060] 상기와 같은 보조 광원들(31a, 31b) 및 광로 부재들(32a, 32b)에 의하면, 사용자가 광로 부재들(32a, 32b)을 통하여 케이스 내부의 막대 다발(21)과 센서 어레이(22)의 정렬 상태를 확인할 수 있다. 또한, 광로 부재들(32a, 32b)을 통하여 검사 대상(29)에 조명광이 비추지므로, 사용자는 현재의 검사 위치를 빠르게 인지할 수 있다.
- [0061] 도 14의 경우, 자기 센서들의 센서 어레이(22)는 일차원적으로 한 직선상에 배열된다. 하지만, 자기 센서들의 센서 어레이(22)는 경우에 따라 이차원적으로 한 평면상에 배열될 수 있다(도 19 참조). 또한, 자기 센서들의 센서 어레이(22)는 경우에 따라 삼차원적으로 한 곡면상에 배열될 수 있다.
- [0062] 한편, 도 14의 경우, 강자성 막대들의 막대 다발(21)은 일차원적으로 한 직선상에 배열된다. 하지만, 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 이차원적으로 한 평면상에 배열될 수 있음은 물론이다.
- [0063] 도 16 내지 18은 도 14의 강자성 막대들의 막대 다발(21)과 자기 센서들의 센서 어레이(22)의 예들을 보여준다. 도 16 내지 18에서, "B"는 검사 대상(도 13의 29)으로부터의 자기장에 의하여 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 자화되는 방향을 가리킨다.
- [0064] 도 16을 참조하면, 한 개의 자기 센서(22a)에 한 개의 강자성 막대(21a)의 단부가 대향되도록 막대 다발(도 13의 21)과 센서 어레이(도 13의 22)가 배열될 수 있다.
- [0065] 도 17을 참조하면, 한 개의 자기 센서(22b)에 복수의 강자성 막대들(21b, 21c)의 단부들이 대향되도록 막대 다발(도 13의 21)과 센서 어레이(도 13의 22)가 배열될 수 있다.
- [0066] 도 18을 참조하면, 복수의 자기 센서들(22c, 22d)에 한 개의 강자성 막대(21d)의 단부가 대향되도록 막대 다발(도 13의 21)과 센서 어레이(도 13의 22)가 배열될 수 있다.
- [0067] 도 19는 도 14의 자기 센서들의 센서 어레이(22)가 이차원적으로 한 평면상에 배열될 수 있음을 보여준다.
- [0068] 도 19를 참조하면, 센서 어레이(22)는 m행 n열(도 19에서는 4행 4열이지만 이에 한정되는 것은 아님)로 배치되는 홀 센서들(22a, 22b, 22c, 22d, 22e), m 개의 Vcc 라인들(L11, L21, L31, L41), m 개의 접지 라인들(L12, L22, L32, L42), n 개의 제1 출력 라인들(V1+, V2+, V3+, V4+) 및 n 개의 제2 출력 라인들(V1-, V2-, V3-, V4-)을 구비한다.
- [0069] 제m(여기에서, m은 1부터 m까지의 자연수) 행에 속하는 홀 센서들 각각의 Vcc 단자들(a)은 제m 행의 Vcc 라인(Lm1)에 접속된다.
- [0070] 제m 행에 속하는 홀 센서들 각각의 접지 단자들(c)은 제m 행의 접지 라인(Lm2)에 접속된다.
- [0071] 제n(여기에서, n은 1부터 n까지의 자연수) 열에 속하는 홀 센서들 각각의 제1 출력 단자들(d)은 제n 열의 제1 출력 라인(Vn+)에 접속된다.
- [0072] 제n 열에 속하는 홀 센서들 각각의 제2 출력 단자들(b)은 제n 열의 제2 출력 라인(Vn-)에 접속된다.
- [0073] 스위치 SW1a는 제1 행의 Vcc 라인(L11)에 정극성 전위(Vcc)를 인가한다.
- [0074] 스위치 SW1b는 제1 행의 접지 라인(L12)에 접지 전위(Vg)를 인가한다.
- [0075] 스위치 SW4a는 제4 행의 Vcc 라인(L41)에 정극성 전위(Vcc)를 인가한다.
- [0076] 스위치 SW4b는 제4 행의 접지 라인(L42)에 접지 전위(Vg)를 인가한다.
- [0077] 도 20은 도 14의 자기 센서들(22)이 삼차원적으로 한 곡면상에 배열될 수 있음을 보여준다. 도 20에서 도 19와 동일한 참조 부호는 동일한 기능의 대상을 가리킨다.
- [0078] 도 20을 참조하면, 자기 센서들(22)은 삼차원적으로 원통형 곡면상에 배열된다. 이 경우, 검사 대상(도 13의 29)이 원통형 배관인 경우에 원통형 배관의 내부 또는 외부에 존재하는 결함이 용이하게 검사될 수 있다.
- [0079] 도 21은 도 13의 비파괴 검사 장치에서 냉각부(91) 또는 송풍부(92)가 추가됨을 보여준다. 도 21에서 도 13과 동일한 참조 부호는 동일한 기능의 대상을 가리킨다.
- [0080] 도 21을 참조하면, 도 13의 비파괴 검사 장치에서 강자성 막대들의 막대 다발(21)을 냉각하기 위한 냉각부(91)가 더 포함될 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(29)의 온도가 높을 경우에 보다 정확한 검사가 수행될 수 있다.

- [0081] 또한, 도 13의 비파괴 검사 장치에서 강자성 막대들의 막대 다발(21)에 바람을 불어주기 위한 송풍부(92)가 더 포함될 수 있다. 이에 따라, 검사 대상(19)에 먼지가 많이 있을 경우에 보다 정확한 검사가 수행될 수 있다.
- [0082] 도 22는 직류 자기장을 사용하여 종래의 비파괴 검사 장치와 본 발명에 따른 도 13의 비파괴 검사 장치의 성능을 비교하기 위한 실험 과정을 보여준다.
- [0083] 도 22를 참조하면, 직류 자기장 발생부(13)에서 직류 500 밀리암페어(mA)의 구동 전류에 의하여 직류 자기장이 발생된다.
- [0084] 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 설치된 도 13의 비파괴 검사 장치의 경우, 제1 시험 대상(19)의 표면으로부터 센서 어레이(22) 사이의 이격 거리가 18 밀리미터(mm), 22 밀리미터(mm) 및 27 밀리미터(mm)에서 각각 센서 어레이(22)의 신호 레벨과 표시 영상이 획득되었다.
- [0085] 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 설치되지 않은 종래의 비파괴 검사 장치의 경우, 제1 시험 대상(19)의 표면으로부터 센서 어레이(22) 사이의 이격 거리가 1 밀리미터(mm), 5 밀리미터(mm), 18 밀리미터(mm), 22 밀리미터(mm) 및 27 밀리미터(mm)에서 각각 센서 어레이(22)의 신호 레벨과 표시 영상이 획득되었다.
- [0086] 도 23은 교류 자기장을 사용하여 종래의 비파괴 검사 장치와 본 발명에 따른 도 13의 비파괴 검사 장치의 성능을 비교하기 위한 실험 과정을 보여준다.
- [0087] 도 23을 참조하면, 교류 자기장 발생부(23)에서 3회 감긴 코일에 교류 5 암페어(mA) 및 1 킬로헤르츠(KHz)의 구동 전류에 의하여 교류 자기장이 발생된다.
- [0088] 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 설치된 도 13의 비파괴 검사 장치의 경우, 제2 시험 대상(29)의 표면으로부터 센서 어레이(22) 사이의 이격 거리가 18 밀리미터(mm), 22 밀리미터(mm) 및 27 밀리미터(mm)에서 각각 센서 어레이(22)의 신호 레벨과 표시 영상이 획득되었다.
- [0089] 강자성 막대들의 막대 다발(21)이 설치되지 않은 종래의 비파괴 검사 장치의 경우, 제2 시험 대상(29)의 표면으로부터 센서 어레이(22) 사이의 이격 거리가 1 밀리미터(mm), 5 밀리미터(mm), 10 밀리미터(mm), 18 밀리미터(mm), 22 밀리미터(mm) 및 27 밀리미터(mm)에서 각각 센서 어레이(22)의 신호 레벨과 표시 영상이 획득되었다.
- [0090] 도 23의 실험의 경우, 보다 선명한 표시 영상을 획득하기 위하여, 제2 시험 대상(29)의 결함 부위를 교류 자기장 발생부(23)의 코일로써 조작하였다.
- [0091] 도 24는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 1 밀리미터(mm)인 경우의 신호 레벨과 표시 영상을 보여준다.
- [0092] 도 24를 참조하면, 결함 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 16이었다.
- [0093] 도 25는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 5 밀리미터(mm)인 경우의 신호 레벨과 표시 영상을 보여준다.
- [0094] 도 25를 참조하면, 결함 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 1.4이었다.
- [0095] 도 24 및 25를 참조하면, 센서 어레이(22)와 제1 시험 대상(19)과의 간격이 1 밀리미터(mm)인 경우(도 24)에 비하여 5 밀리미터(mm)인 경우(도 25)에 신호 레벨 범위가 상당히 좁아짐에 따라 표시 영상도 흐려짐을 알 수 있다.
- [0096] 도 26은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0097] 도 27은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0098] 도 28은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 27 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0099] 도 24 내지 28을 비교하면, 종래의 비파괴 검사 장치의 경우, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 18 밀리미터(mm) 이상인 경우에 신호 레벨 범위가 매우 좁아짐에 따라 표시 영상도 매우 흐려짐을 알 수 있다.

- [0100] 도 29는 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0101] 도 29를 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.23이었다.
- [0102] 따라서, 도 26과 29를 비교하면, 간격 18 밀리미터(mm)의 동일한 조건에서, 종래의 비파괴 검사 장치에 비하여 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치가 훨씬 더 넓은 신호 레벨 범위를 가짐에 따라 표시 영상도 훨씬 더 선명함을 알 수 있다.
- [0103] 도 30은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0104] 도 30을 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.05이었다.
- [0105] 따라서, 도 27과 30을 비교하면, 간격 22 밀리미터(mm)의 동일한 조건에서, 종래의 비파괴 검사 장치에 비하여 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치가 훨씬 더 넓은 신호 레벨 범위를 가짐에 따라 표시 영상도 훨씬 더 선명함을 알 수 있다.
- [0106] 도 31은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 22의 22)와 제1 시험 대상(도 22의 19)과의 간격이 27 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0107] 도 28과 31을 비교하면, 간격 27 밀리미터(mm)의 동일한 조건에서, 종래의 비파괴 검사 장치에 비하여 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치가 약간 더 넓은 신호 레벨 범위를 가짐에 따라 표시 영상도 약간 더 선명함을 알 수 있다.
- [0108] 도 32는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 1 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0109] 도 32를 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.5이었다.
- [0110] 도 33은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 5 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0111] 도 33을 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.2이었다.
- [0112] 도 32 및 33을 참조하면, 센서 어레이(22)와 제2 시험 대상(29)과의 간격이 1 밀리미터(mm)인 경우(도 32)에 비하여 5 밀리미터(mm)인 경우(도 33)에 신호 레벨 범위가 상당히 좁아짐에 따라 표시 영상도 흐려짐을 알 수 있다.
- [0113] 도 34는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 10 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0114] 도 34를 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.02이었다.
- [0115] 도 33 및 34를 참조하면, 센서 어레이(22)와 제2 시험 대상(29)과의 간격이 5 밀리미터(mm)인 경우(도 33)에 비하여 10 밀리미터(mm)인 경우(도 34)에 신호 레벨 범위가 상당히 좁아짐에 따라 표시 영상도 흐려짐을 알 수 있다.
- [0116] 도 35는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0117] 도 36은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.
- [0118] 도 32 내지 36을 비교하면, 종래의 비파괴 검사 장치의 경우, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 18 밀리미터(mm) 이상인 경우에 신호 레벨 범위가 매우 좁아짐에 따라 표시 영상도 매우 흐려짐을 알 수 있다.
- [0119] 도 37은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어

레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.

[0120] 도 37을 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.02이었다.

[0121] 따라서, 도 35와 37을 비교하면, 간격 18 밀리미터(mm)의 동일한 조건에서, 종래의 비파괴 검사 장치에 비하여 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치가 훨씬 더 넓은 신호 레벨 범위를 가짐에 따라 표시 영상도 훨씬 더 선명함을 알 수 있다.

[0122] 도 38은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이(도 23의 22)와 제2 시험 대상(도 23의 29)과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여준다.

[0123] 도 38을 참조하면, 결합 부위에서의 센서 어레이(22)의 신호 레벨 범위가 약 0.005이었다.

[0124] 따라서, 도 36과 38을 비교하면, 간격 22 밀리미터(mm)의 동일한 조건에서, 종래의 비파괴 검사 장치에 비하여 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치가 약간 더 넓은 신호 레벨 범위를 가짐에 따라 표시 영상도 약간 더 선명함을 알 수 있다.

[0125] 따라서, 도 35와 37, 그리고 도 36과 38을 비교하면, 종래의 비파괴 검사 장치에 비하여 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치가 훨씬 더 넓은 이격 가능 거리를 가짐을 알 수 있다.

[0126] 이상 설명된 바와 같이, 본 발명에 따른 비파괴 검사 장치에 의하면, 검사 대상과 자기 센서 사이에 강자성 막대가 설치됨에 따라, 강자성 막대가 검사 대상으로부터의 자기장에 의하여 자화되면서 검사 대상으로부터의 자기장을 자기 센서에 전달한다.

[0127] 따라서, 검사 대상이 뜨겁거나 오염된 경우에 검사 대상으로부터 자기 센서를 상당히 이격시키더라도, 자기 센서의 신호 레벨 범위가 적게 변함에 따라, 결합 표시의 성능이 낮아지지 않는다.

[0128] 따라서, 검사 대상이 뜨겁거나 오염된 경우에도 결합 검사의 정확도가 떨어지지 않을 수 있다.

산업이용 가능성

[0129] 직류 자기장 및 교류 자기장에 반응하는 모든 대상의 결함을 찾아내는 데에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0130] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 의한 비파괴 검사 장치를 보여주는 도면이다.

[0131] 도 2 내지 10은 도 1의 강자성 막대의 예들을 보여주는 도면들이다.

[0132] 도 11은 도 1의 자기 센서의 일 예로서 홀 센서를 상세히 보여주는 도면이다.

[0133] 도 12는 도 1의 비파괴 검사 장치에서 냉각부 또는 송풍부가 추가됨을 보여주는 도면이다.

[0134] 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 의한 비파괴 검사 장치를 보여주는 도면이다.

[0135] 도 14는 도 1의 자기 센서들과 강자성 막대들이 케이스에 내장됨을 보여주는 분리 사시도이다.

[0136] 도 15는 도 14의 부재들이 결합된 상태를 보여주는 사시도이다.

[0137] 도 16 내지 18은 도 14의 강자성 막대들과 자기 센서들의 배열의 예들을 보여주는 사시도들이다.

[0138] 도 19는 도 14의 자기 센서들이 이차원적으로 한 평면상에 배열될 수 있음을 보여주는 도면이다.

[0139] 도 20은 도 14의 자기 센서들이 삼차원적으로 한 곡면상에 배열될 수 있음을 보여주는 도면이다.

[0140] 도 21은 도 13의 비파괴 검사 장치에서 냉각부 또는 송풍부가 추가됨을 보여주는 도면이다.

[0141] 도 22는 직류 자기장을 사용하여 종래의 비파괴 검사 장치와 본 발명에 따른 도 13의 비파괴 검사 장치의 성능을 비교하기 위한 실험 과정을 보여주는 도면이다.

[0142] 도 23은 교류 자기장을 사용하여 종래의 비파괴 검사 장치와 본 발명에 따른 도 13의 비파괴 검사 장치의 성능을 비교하기 위한 실험 과정을 보여주는 도면이다.

[0143] 도 24는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의

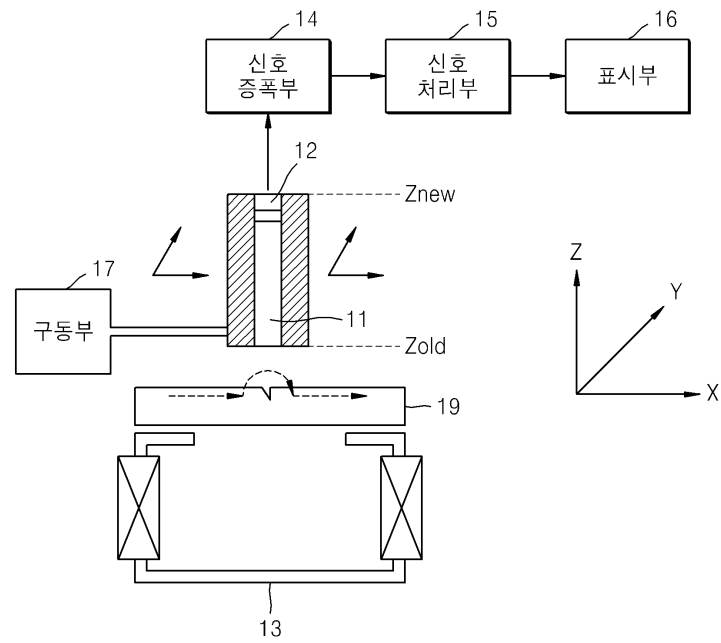
간격이 1 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.

- [0144] 도 25는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 5 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0145] 도 26은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0146] 도 27은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0147] 도 28은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 27 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0148] 도 29는 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0149] 도 30은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0150] 도 31은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 22의 직류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제1 시험 대상과의 간격이 27 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0151] 도 32는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 1 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0152] 도 33은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 5 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0153] 도 34는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 10 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0154] 도 35는 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0155] 도 36은 종래의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0156] 도 37은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 18 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0157] 도 38은 본 발명의 제2 실시예의 도 13의 비파괴 검사 장치에 대하여 도 23의 교류 자기장을 사용하고, 센서 어레이와 제2 시험 대상과의 간격이 22 밀리미터(mm)인 경우의 실험 결과를 보여주는 도면이다.
- [0158] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0159] 11...강자성 막대, 12...자기 센서,
- [0160] 13, 23...자기장 발생부, 14, 24...신호 증폭부,
- [0161] 15, 25...신호 처리부, 16, 26...표시부,
- [0162] 17...구동부, 18, 28...케이스,
- [0163] 19, 29...검사 대상, B...자화 방향,
- [0164] 21...강자성 막대 다발, 22...자기 센서 어레이,
- [0165] 27...전원, 28a...일측 부재,
- [0166] 28b...타측 부재, 28c...하측 부재,
- [0167] 31a, 31b...보조 광원들, 32a, 32b...광로 부재들,
- [0168] 33...나사들, 81,91...냉각부,

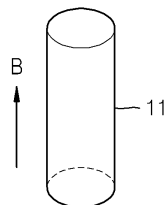
[0169] 82, 92... 송풍부.

도면

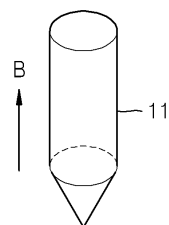
도면1



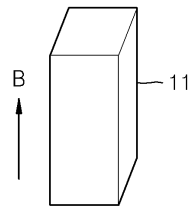
도면2



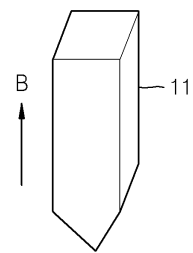
도면3



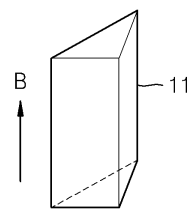
도면4



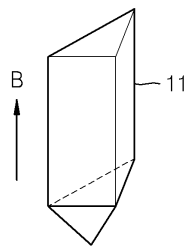
도면5



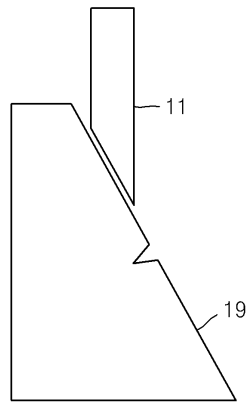
도면6



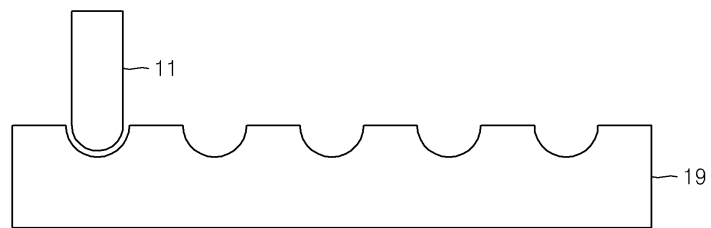
도면7



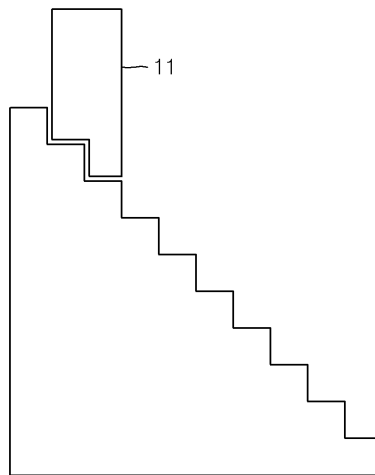
도면8



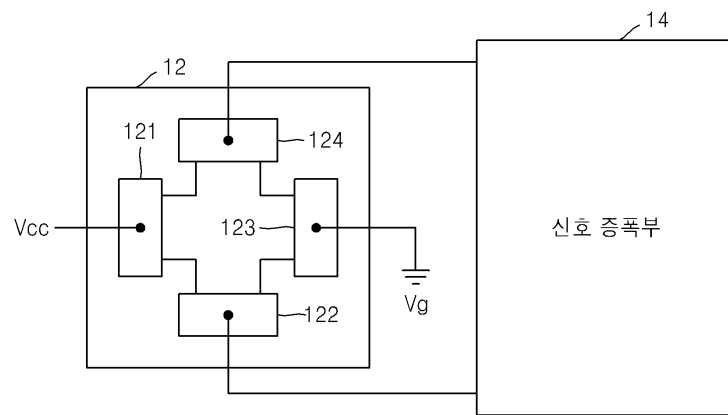
도면9



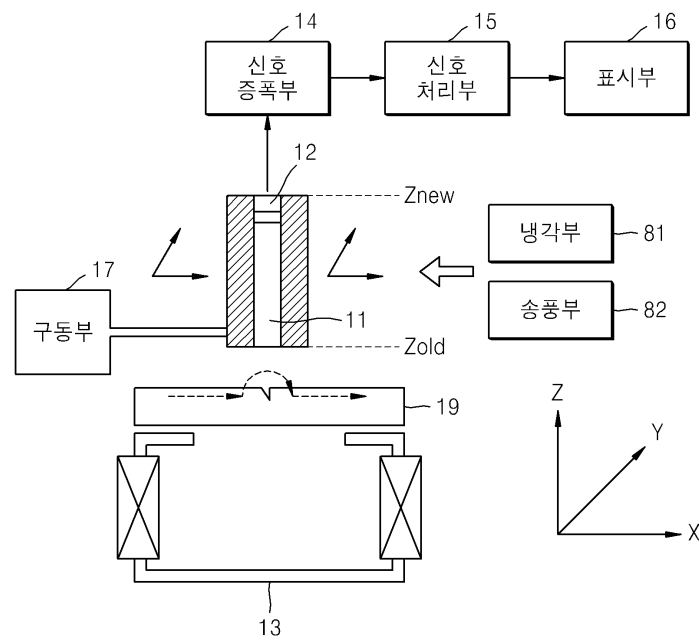
도면10



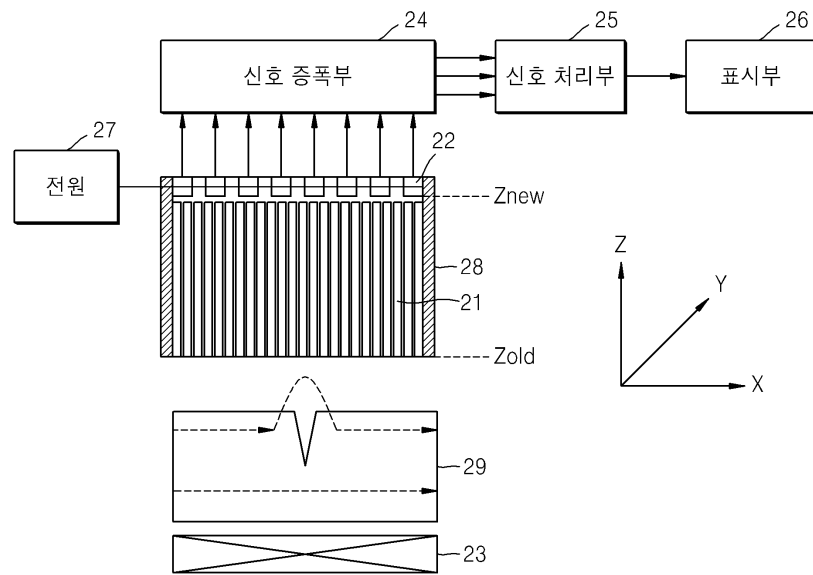
도면11



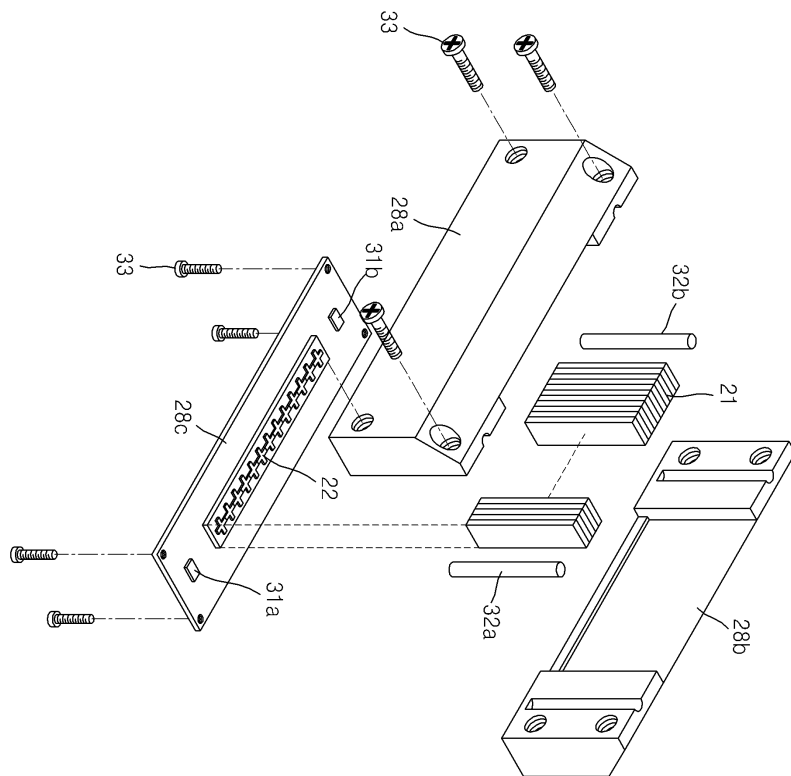
도면12



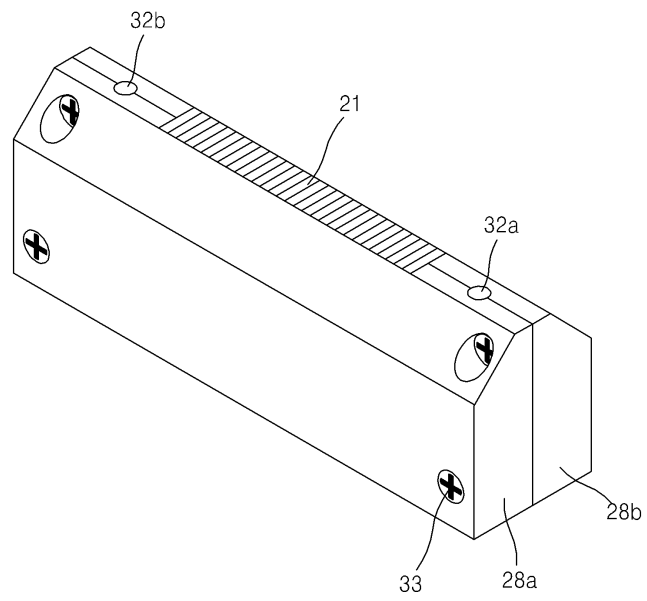
도면13



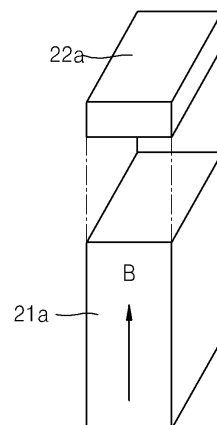
도면14



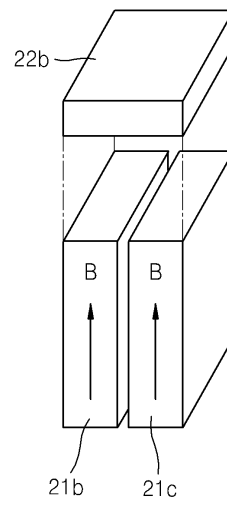
도면15



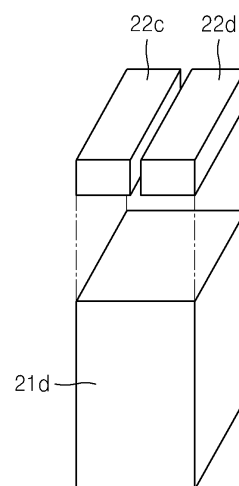
도면16



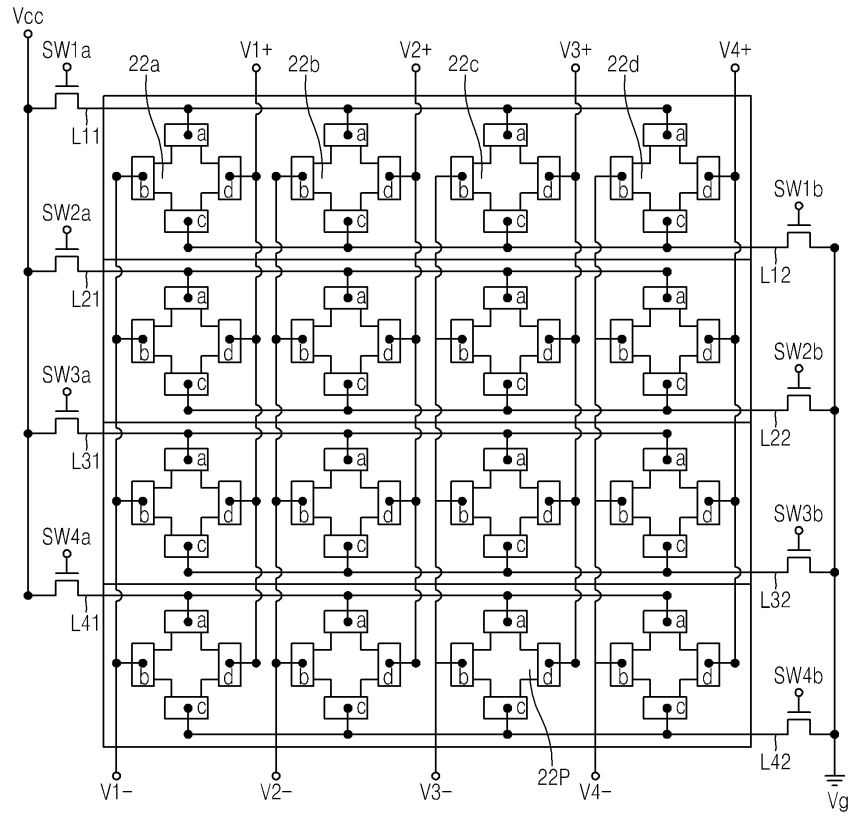
도면17



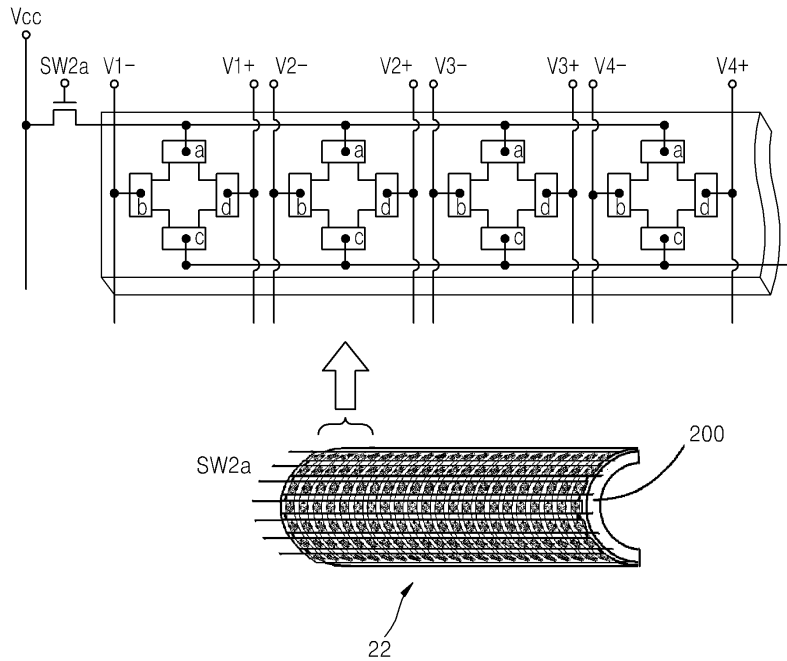
도면18



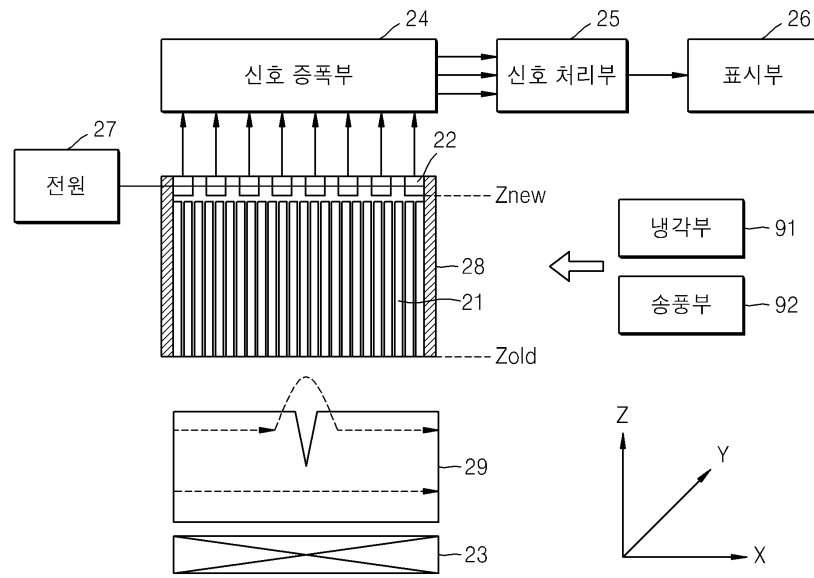
도면19



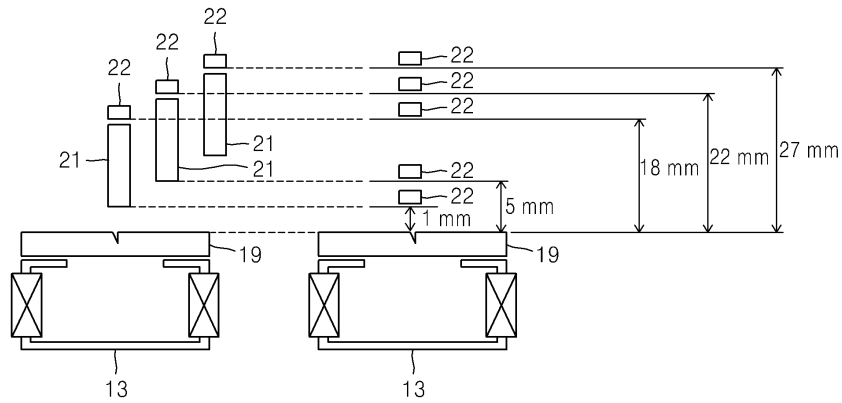
도면20



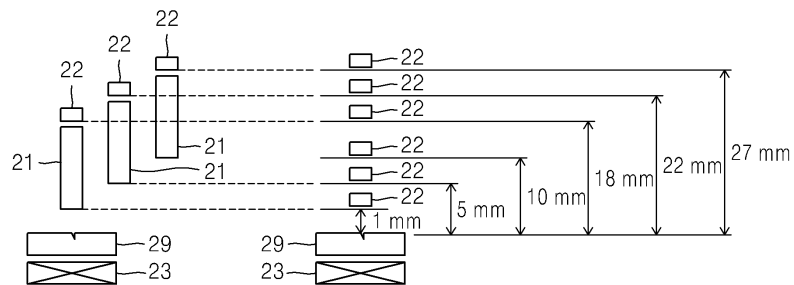
도면21



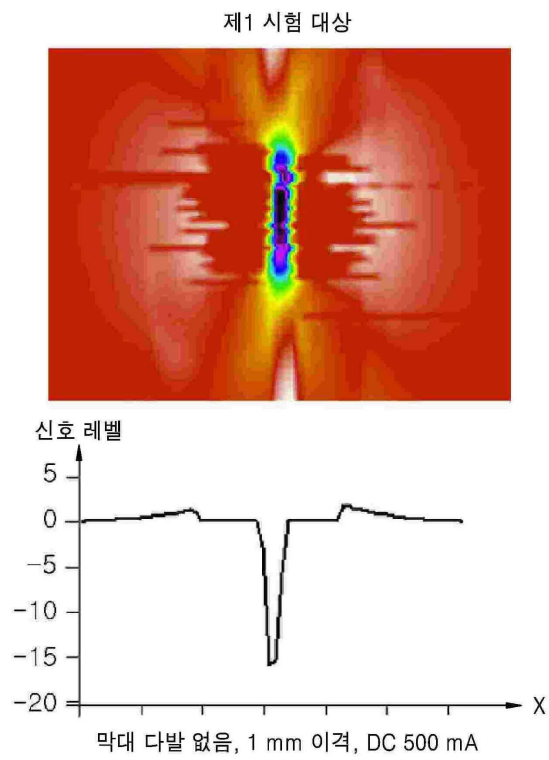
도면22



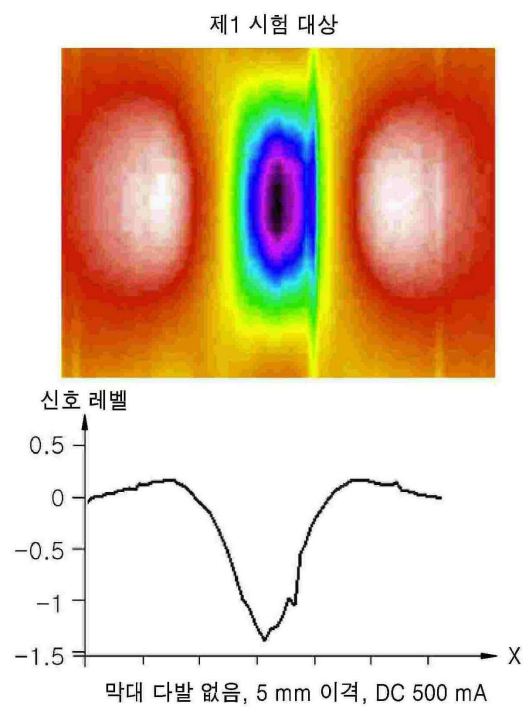
도면23



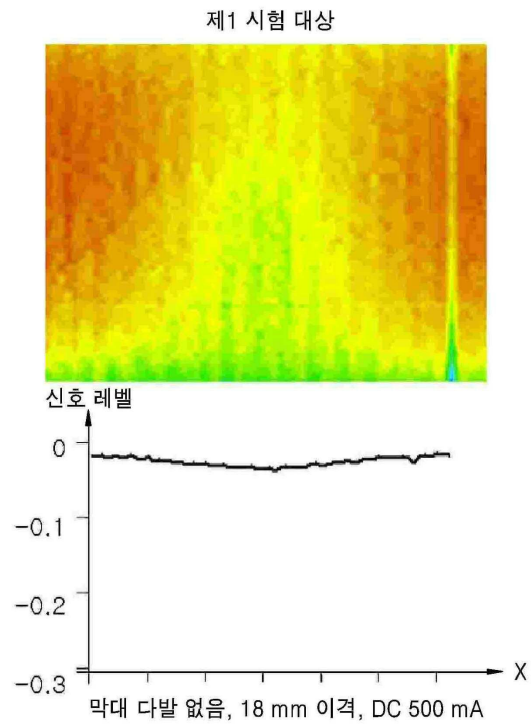
도면24



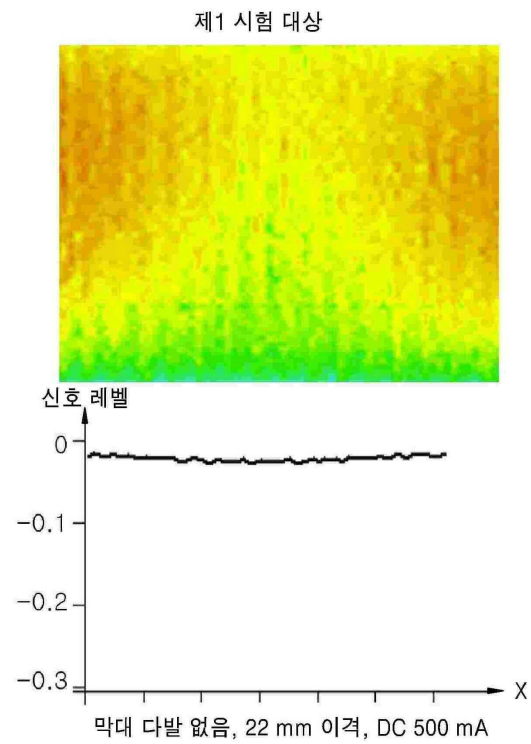
도면25



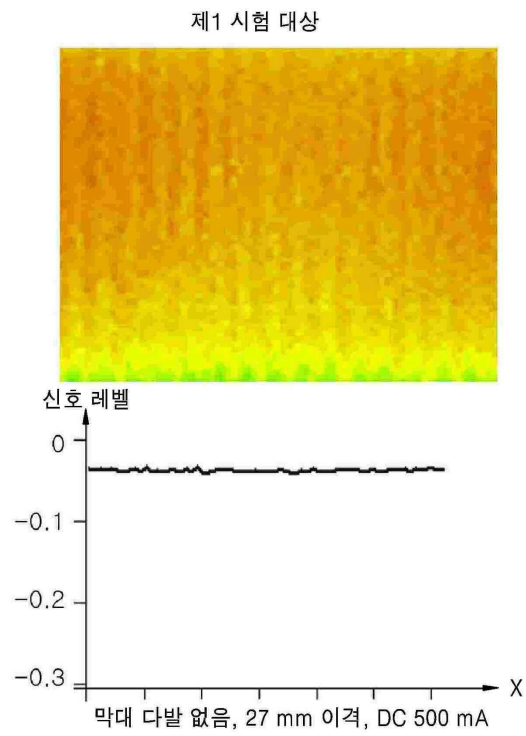
도면26



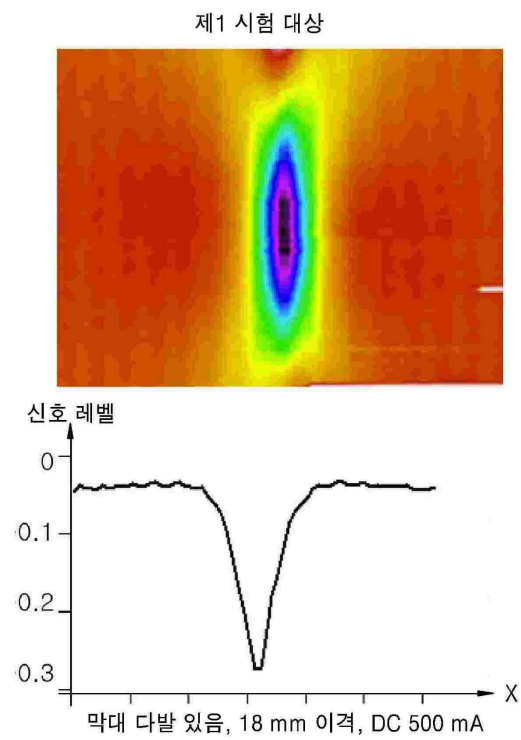
도면27



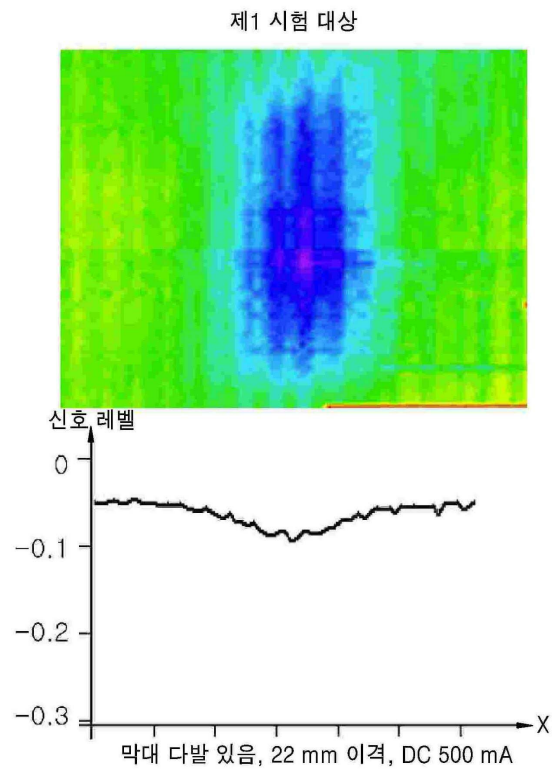
도면28



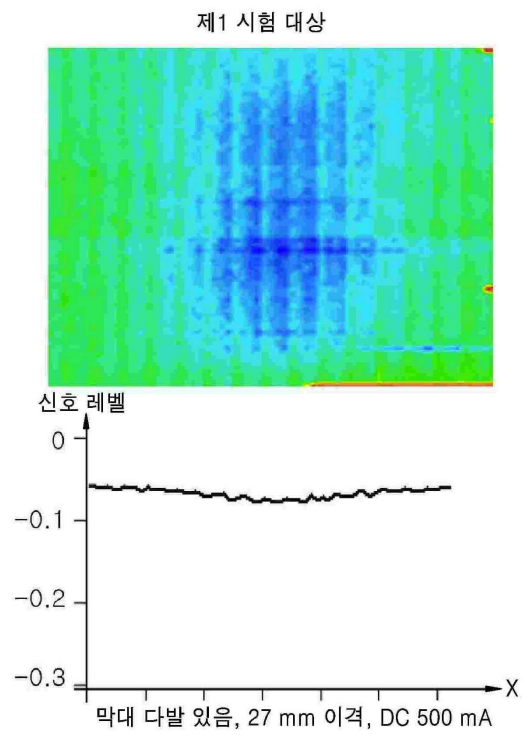
도면29



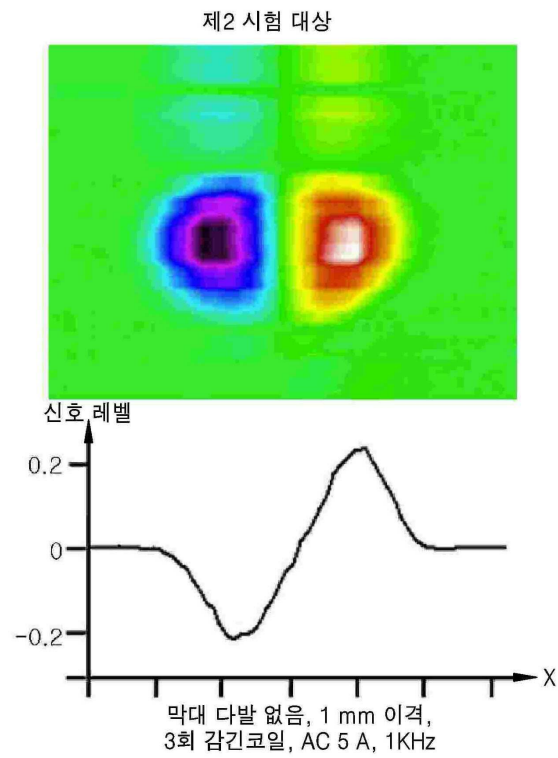
도면30



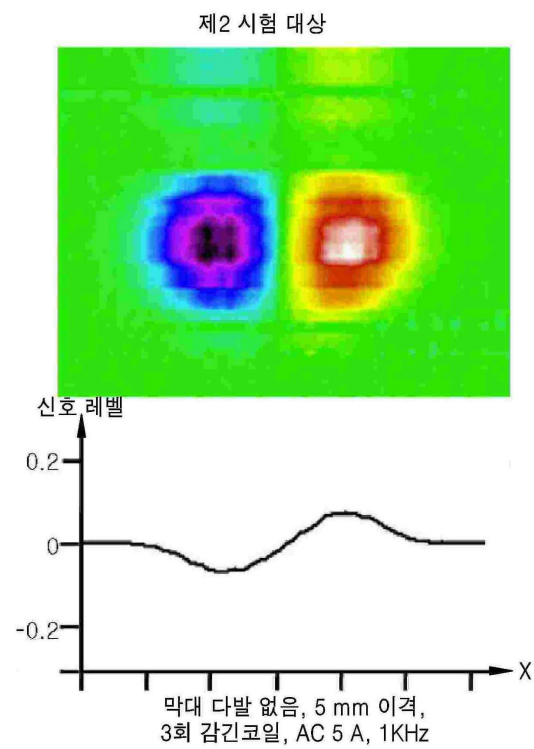
도면31



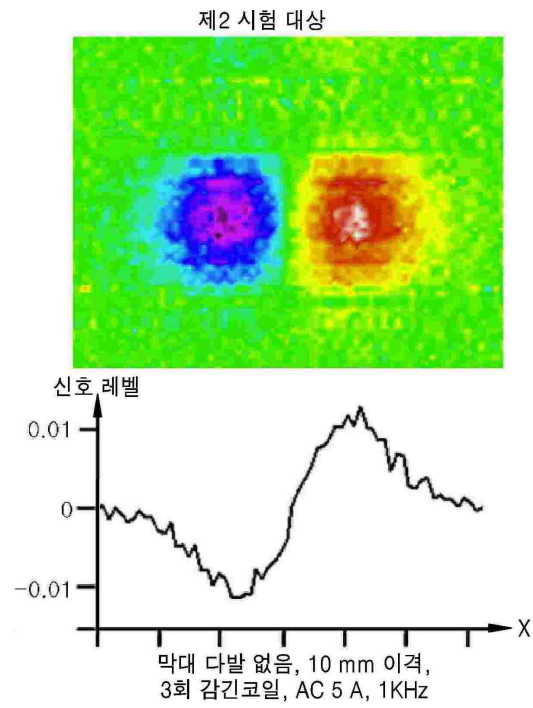
도면32



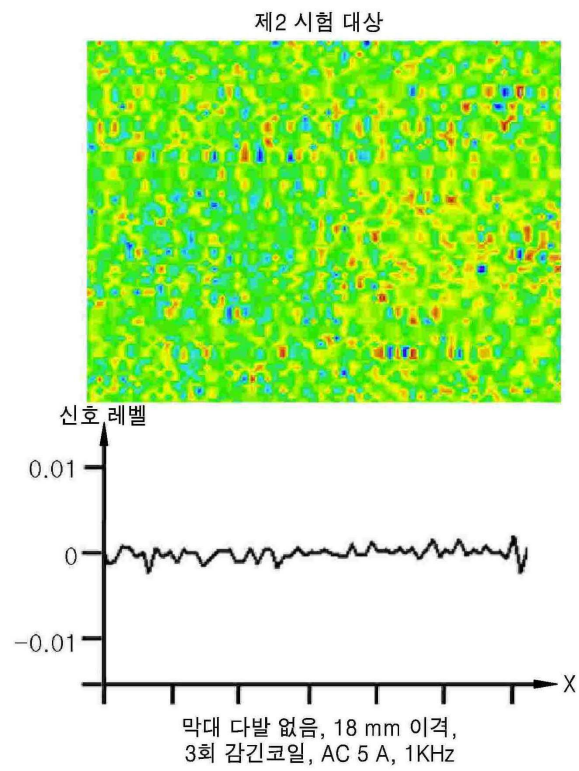
도면33



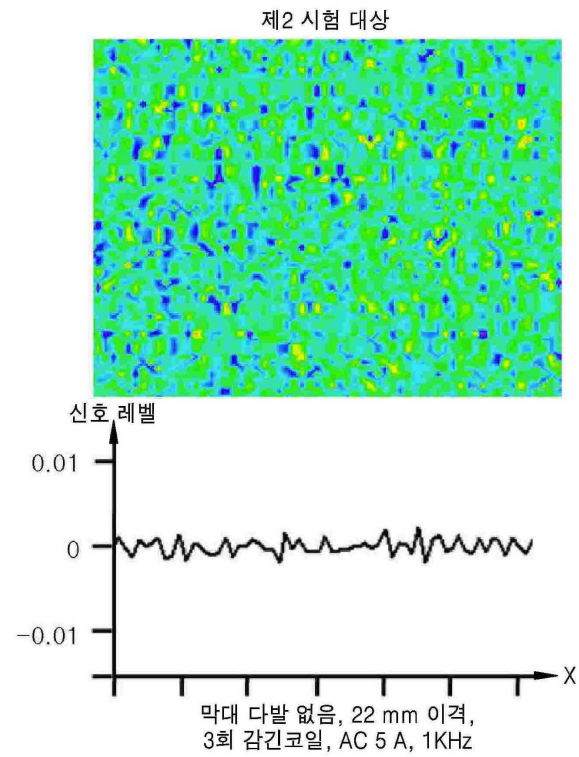
도면34



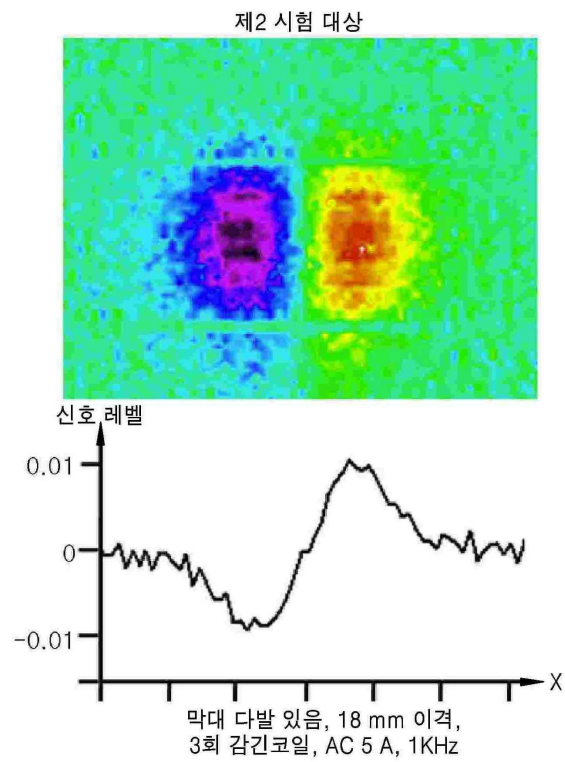
도면35



도면36



도면37



도면38

