(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0045689
(43) 공개일자 2025년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/74 (2006.01) *G01N 27/72* (2006.01)
G01N 33/543 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/745 (2013.01)
G01N 27/72 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0128912
(22) 출원일자 2023년09월26일
심사청구일자 2023년09월26일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이정록
서울특별시 서대문구 북아현로1길 50, 101동 1402호(북아현동, 신촌푸르지오)
엄현경
경기도 성남시 분당구 미금로 114, 311-302(구미동, 하얀마을그랜드빌)
이율화
경상북도 포항시 북구 용당로 67-1, 2층(용흥동)
(74) 대리인
김연권

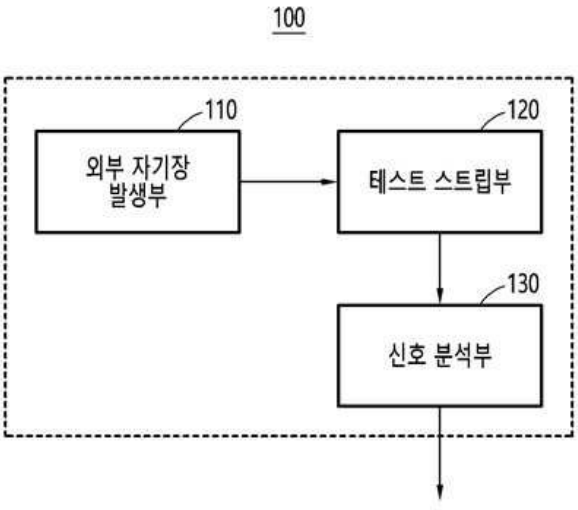
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **자기 코일에 기반하는 측면 유동 검사 시스템 및 그 동작방법**

(57) 요 약

본 발명은 측면 유동 검사 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템은 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시키는 외부 자기장 발생부와, 외부 자기장 발생부와 복수의 픽업 코일(pick-up coil) 사이에 배치되고 기 설정된 검출 물질에 대한 검사를 위해 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용하는 테스트 스트립부 및 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호와 검출 물질에 따른 자성 나노입자의 축적량에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는 신호 분석부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 33/54326 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시키는 외부 자기장 발생부;

상기 외부 자기장 발생부와 복수의 픽업 코일(pick-up coil) 사이에 배치되고, 기 설정된 검출 물질에 대한 검사를 위해 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용하는 테스트 스트립부 및

상기 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 상기 자기장 신호와 상기 검출 물질에 따른 상기 자성 나노입자의 축적량에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고, 상기 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 상기 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며, 상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호를 상기 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는 신호 분석부

를 포함하는 측면 유동 검사 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 테스트 스트립부는,

상기 검출 물질을 수용하는 샘플 패드(sample pad) 및

상기 검출 물질과 결합이 가능한 제1 항체, 제1 펩타이드, 제1 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제1 단백질 및 제1 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합 물질이 도포된 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인이 형성된 검출 패드(detection pad)

를 포함하는 측면 유동 검사 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 테스트 스트립부는,

상기 복수의 자성 나노입자와 상기 검출 물질에 대응되는 제2 항체, 제2 펩타이드, 제2 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제2 단백질 및 제2 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합체가 구비된 컨주게이션 패드(conjugation pad)

를 더 포함하는 측면 유동 검사 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 컨주게이션 패드는,

상기 샘플 패드로부터 검출 물질이 유입되면, 상기 결합체가 포함된 검출 물질을 방출하고,

상기 검출 패드는,

상기 결합체가 포함된 검출 물질이 유입되면, 상기 결합체가 포함된 검출 물질이 상기 테스트 라인 및 상기 제어 라인 각각에 포함된 결합 물질에 부착되며, 상기 자기장 신호와 상기 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호를 출력하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제1 픽업 코일은,

상기 검출 패드에 대응되는 위치에 배치되어, 상기 자기장 신호와 상기 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호에 기초하여 상기 제1 수신신호를 생성하고,

상기 제2 픽업 코일은,

상기 외부 자기장 발생부에 대응되는 위치에 배치되어, 상기 자기장 신호에 대응되는 상기 제2 수신 신호를 생성하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자기장 신호와는 다른 주파수를 갖는 신호에 기초하여 상기 외부 자기장 발생부와 상기 제1 픽업 코일을 연결하는 가상의 축에 수직한 방향 및 수평한 방향 중 적어도 하나의 방향으로 상기 테스트 스트립부를 흔들어 주는 위치 제어부

를 더 포함하는 측면 유동 검사 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 픽업 코일 및 상기 제2 픽업 코일 각각은,

페라이트 코어를 중심으로 코일 물질이 권선된 코일인

측면 유동 검사 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제1 픽업 코일 및 상기 제2 픽업 코일 각각은,

상기 페라이트 코어 상에 상기 코일 물질이 30회 내지 120회 권선되어 형성되는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 픽업 코일 및 상기 제2 픽업 코일 각각은,

평면 형상, 사각 기둥 형상, 원통 형상 및 콘(cone) 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성되는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호 각각을 아날로그-디지털 변환기(analog-digital converter)를 이용하여 디지털화하고, 상기 디지털화된 제1 수신 신호와 상기 디지털화된 제2 수신 신호를 상기 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호를 입력으로 수신하는 계측 증폭기를 더 포함하고, 상기 계측 증폭기로부터 출력되는 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 증폭된 신호를 상기 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

랩뷰(LabVIEW) 및 내장된 마이크로컨트롤러 중 적어도 하나를 통해 상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 증폭된 신호를 상기 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호 간의 진폭 차이값 및 위상(phase) 차이값 중 적어도 하나의 차이값을 포함하는 정량화 정보를 상기 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 신호 분석부는,

적어도 하나의 패라이트 비드, 적어도 하나의 저항 및 적어도 하나의 캐패시터로 구성되는 고주파 필터링부 및 저주파 필터링부 중 적어도 하나의 필터링부를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 필터링부를 이용하여 상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호 각각을 필터링하며, 상기 필터링된 제1 수신 신호와 상기 필터링된 제2 수신 신호를 상기 계측 증폭기의 입력으로 제공하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 외부 자기장 발생부는,

오디오 증폭기 소자, 함수 발생기 및 LC 회로 중 적어도 하나를 포함하는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 외부 자기장 발생기는,

100 Hz 내지 3,000 Hz의 상기 자기장 신호를 발생시키는

측면 유동 검사 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 복수의 자성 나노입자는,

지름의 크기가 10nm 내지 100nm인

측면 유동 검사 시스템.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 검출 물질에 대한 검사 결과를 수신하여 시각화하는 외부 디바이스

를 더 포함하는 측면 유동 검사 시스템.

청구항 19

외부 자기장 발생부에서, 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시키는 단계 및

상기 신호 분석부에서, 테스트 스트립부에 기 설정된 검출 물질이 주입되면, 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 상기 자기장 신호와 상기 검출 물질에 따른 자성 나노입자의 축적량에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고, 상기 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 상기 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며, 상기 제1 수신 신호와 상기 제2 수신 신호를 상기 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는 단계

를 포함하고,

상기 테스트 스트립부는,

상기 외부 자기장 발생부와 상기 복수의 픽업 코일 사이에 배치되고, 상기 검출 물질에 대한 검사를 위해 상기 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용하는

측면 유동 검사 시스템의 동작방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 자기장 신호를 발생시키는 단계는,

상기 외부 자기장 발생부에서, 상기 테스트 스트립부의 투입 이전에 시스템 교정(calibration) 과정을 수행하고, 상기 테스트 스트립부가 투입되면 상기 시스템 교정 과정에 기초하는 상기 자기장 신호를 발생시키며,

상기 시스템 교정 과정은,

상기 외부 자기장 발생부에서, 상기 기 설정된 범위 내에서 크기가 변화하는 교정용 자기장 신호를 발생시키고, 상기 교정용 발생 신호에 대응되는 상기 복수의 픽업 코일 각각의 민감도 및 응답 신호 중 적어도 하나의 교정 정보를 분석하며, 상기 교정 정보의 분석 결과에 기초하여 상기 자기장 신호를 생성하는 회로에 대한 교정을 수행하거나, 상기 검출 물질에 대한 검사를 교정하는 과정인

측면 유동 검사 시스템의 동작방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 측면 유동 검사 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자성나노입자를 표지물질로 활용하여 측면 유동 검사를 수행하고, 검사 결과를 정량화하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 의료보건 분야에서 조기진단 및 현장진단 검사의 중요성이 부각되면서 보다 빠르고 정확하며 간편한 진단 검사가 요구되고 있다.

[0003] 특히, 코로나19의 세계적 대유행으로 인해 접근이 용이하고 빠른 결과를 얻을 수 있는 측면 유동 검사에 대한 요구가 높아지고 있으나, 기존 스트립 기반의 측면 유동 검사 시스템은 스트립 표면에 표지된 생체분자에 의해 유발되는 색상 변화를 바탕으로 검사 결과를 육안으로 판독하는 의료기기이기 때문에 진단 오류가 발생하기 쉬우며, 임신이나 코로나19 검사 등 정성 진단으로만 사용이 제한된다.

[0004] 따라서, 보다 정확하고 검사 결과를 정량적으로 판단할 수 있는 새로운 측면 유동 검사 시스템이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2456992호, "자기유변유체의 특성 평가 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 하나의 구동 코일과 복수 개의 픽업 코일을 이용하여 테스트 스트립에 수용된 검출 물질에 의한 자기장 신호를 검출하는 전자기 센서를 이용하여, 측면 유동 검사의 진단 오차를 최소화하고, 현장 진단에 맞는 진단 플랫폼을 구축할 수 있는 측면 유동 검사 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인을 구비하는 테스트 스트립을 이용한 측면 유동 검사를 통해 검사 결과를 보다 용이하게 정량화할 수 있는 측면 유동 검사 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템은 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시키는 외부 자기장 발생부와, 외부 자기장 발생부와 복수의 픽업 코일(pick-up coil) 사이에 배치되고, 기 설정된 검출 물질에 대한 검사를 위해 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용하는 테스트 스트립부 및 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호와 검출 물질에 따른 자성 나노입자의 축적량에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고, 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는 신호 분석부를 포함할 수 있다.

[0009] 일측에 따르면, 테스트 스트립부는 검출 물질을 수용하는 샘플 패드(sample pad) 및 검출 물질과 결합이 가능한 제1 항체, 제1 펩타이드, 제1 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제1 단백질 및 제1 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합 물질이 도포된 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인이 형성된 검출 패드(detection pad)를 포함할 수 있다.

[0010] 일측에 따르면, 테스트 스트립부는 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 제2 항체, 제2 펩타이드, 제2 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제2 단백질 및 제2 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합체가 구비된 컨주게이션 패드(conjugation pad)를 더 포함할 수 있다.

[0011] 일측에 따르면, 컨주게이션 패드는 샘플 패드로부터 검출 물질이 유입되면, 결합체가 포함된 검출 물질을 방출하고, 검출 패드는 컨주게이션 패드로부터 결합체가 포함된 검출 물질이 유입되면, 결합체가 테스트 라인 및 제어 라인 각각에 포함된 결합 물질에 부착되며, 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호를 출력할 있다.

[0012] 일측에 따르면, 제1 픽업 코일은 검출 패드에 대응되는 위치에 배치되어, 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호에 기초하여 제1 수신신호를 생성하고, 제2 픽업 코일은 외부 자기장 발생부에 대응되는 위치에 배치되어, 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성할 수 있다.

[0013] 일측에 따르면, 자기장 신호와는 다른 주파수를 갖는 신호에 기초하여 외부 자기장 발생부와 제1 픽업 코일을 연결하는 가상의 축에 수직한 방향 및 수평한 방향 중 적어도 하나의 방향으로 테스트 스트립부를 흔들어주는 위치 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일측에 따르면, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 페라이트 코어를 중심으로 코일 물질이 권선된 코일일 수 있다.

[0015] 일측에 따르면, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 평면 형상, 사각 기둥 형상, 원통 형상 및 콘(cone) 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성될 수 있다.

[0016] 일측에 따르면, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 페라이트 코어 상에 코일 물질이 30회 내지 120회 권선되어 형성될 수 있다.

[0017] 일측에 따르면, 신호 분석부는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 각각을 아날로그-디지털 변환기(analog-digital converter)를 이용하여 디지털화하고, 디지털화된 제1 수신 신호와 디지털화된 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0018] 일측에 따르면, 신호 분석부는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 입력으로 수신하는 계측 증폭기를 더 포함하고, 계측 증폭기로부터 출력되는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0019] 일측에 따르면, 신호 분석부는 랩뷰(LabVIEW) 및 내장된 마이크로컨트롤러 중 적어도 하나를 통해 제1 수신 신호와 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 증폭된 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0020] 일측에 따르면, 신호 분석부는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 간의 진폭 차이값 및 위상(phase) 차이값 중 적어도 하나의 차이값을 포함하는 정량화 정보를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0021] 일측에 따르면, 신호 분석부는 적어도 하나의 패라이트 비드, 적어도 하나의 저항 및 적어도 하나의 캐패시터로 구성되는 고주파 필터링부 및 저주파 필터링부 중 적어도 하나의 필터링부를 더 포함하고, 적어도 하나의 필터링부를 이용하여 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 각각을 필터링하며, 필터링된 제1 수신 신호와 필터링된 제2 수신 신호를 계측 증폭기의 입력으로 제공할 수 있다.

[0022] 일측에 따르면, 외부 자기장 발생부는 오디오 증폭기 소자, 함수 발생기 및 LC 회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0023] 일측에 따르면, 외부 자기장 발생기는 100 Hz 내지 3,000 Hz의 자기장 신호를 발생시킬 수 있다.

[0024] 일측에 따르면, 복수의 자성 나노입자는 지름의 크기가 10nm 내지 100nm 일 수 있다.

[0025] 일측에 따르면, 측면 유동 검사 시스템은 검출 물질에 대한 검사 결과를 수신하여 시각화하는 외부 디바이스를 더 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 동작방법은 외부 자기장 발생부에서, 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시키는 단계 및 신호 분석부에서, 테스트 스트립부에 기 설정된 검출 물질이 주입되면, 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호와 검출 물질에 따른 자성 나노입자의 축적량에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고, 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력하는 단계를 포함하고, 여기서 테스트 스트립부는, 외부 자기장 발생부와 복수의 픽업 코일 사이에 배치되고, 검출 물질에 대한 검사를 위해 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용할 수 있다.

[0027] 일측에 따르면, 자기장 신호를 발생시키는 단계는 외부 자기장 발생부에서, 테스트 스트립부의 투입 이전에 시스템 교정(calibration) 과정을 수행하고, 테스트 스트립부가 투입되면 시스템 교정 과정에 기초하는 자기장 신호를 발생시키며, 여기서 시스템 교정 과정은 외부 자기장 발생부에서, 기 설정된 범위 내에서 크기가 변화하는 교정용 자기장 신호를 발생 시키고, 교정용 발생 신호에 대응되는 복수의 픽업 코일 각각의 민감도 및 응답 신호 중 적어도 하나의 교정 정보를 분석하며, 교정 정보의 분석 결과에 기초하여 자기장 신호를 생성하는 회로에 대한 교정을 수행하거나, 검출 물질에 대한 검사를 교정하는 과정일 수 있다.

발명의 효과

[0028] 일실시예에 따르면, 본 발명은 하나의 구동 코일과 복수 개의 픽업 코일을 이용하여 테스트 스트립에 수용된 검

출 물질에 의한 자기장 신호를 검출하는 전자기 센서를 이용하여, 측면 유동 검사의 진단 오차를 최소화하고, 현장 진단에 맞는 진단 플랫폼을 구축할 수 있다.

[0029] 일실시예에 따르면, 본 발명은 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인을 구비하는 테스트 스트립을 이용한 측면 유동 검사를 통해 검사 결과를 보다 용이하게 정량화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2a 내지 도 2c는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 3a 및 3b는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 테스트 스트립부를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 전자기장 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 자성 나노입자의 농도 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 동작방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0032] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0033] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들면 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0034] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들면 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0035] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0036] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0038] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에

의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0040] 도 1은 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0041] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템(100)은 하나의 구동 코일과 복수 개의 픽업 코일을 이용하여 테스트 스트립에 수용된 검출 물질에 의한 자기장 신호를 검출하는 전자기 센서를 이용하여, 측면 유동 검사의 진단 오차를 최소화하고, 현장 진단에 맞는 진단 플랫폼을 구축할 수 있다.

[0042] 또한, 측면 유동 검사 시스템(100)은 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인을 구비하는 테스트 스트립을 이용한 측면 유동 검사를 통해 검사 결과를 보다 용이하게 정량화할 수 있다.

[0043] 예를 들면, 검출 물질은 특정 바이러스(일례로, Covid-19)에 대한 항원 또는 항체일 수 있으나, 일실시예에 따른 검출 물질은 이에 한정되지 않고, 통상적인 측면 유동 검사에서 검출하고자 하는 모든 대상 물질들이 적용될 수 있다.

[0044] 이를 위해, 측면 유동 검사 시스템(100)은 외부 자기장 발생부(110), 테스트 스트립부(120) 및 신호 분석부(130)를 포함할 수 있다.

[0045] 일실시예에 따른 외부 자기장 발생부(110)는 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시킬 수 있으며, 이를 위해 신호 분석부(130)에 구비된 복수의 픽업 코일(Pick-up Coil)에 대응되는 구동 코일(Driving Coil)을 포함할 수 있다.

[0046] 예를 들면, 외부 자기장 발생부(110)는 오디오 증폭기 소자, 함수 발생기 및 LC 회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0047] 또한, 외부 자기장 발생부(110)는 100 Hz 내지 3,000 Hz 의 자기장 신호를 발생시킬 수 있으며, 바람직하게는, 외부 자기장 발생부(110)는 991Hz의 자기장 신호를 발생시킬 수 있다.

[0048] 구체적으로, 상호 인덕턴스(Mutual Inductance)는 패러데이 법칙에 따라 해당 공식을 따르며 주파수에 비례하여 커지는 성질이 있으며, 이에 측면 유동 검사 시스템(100)은 고주파를 활용할수록 자성나노입자에 의해 변화하는 자기장의 크기를 보다 정확하게 감지할 수 있다.

[0049] 그러나, 자성 나노입자는 전달되는 외부 자기장의 세기가 강할수록(< 2000 Oe), 자성나노입자에 의한 신호 크기를 크게 받아올 수 있으므로, 2000 Oe이내에서 최대한 강하게 자기장을 생성해내는 것이 바람직하며, 외부 자기장을 생성하는 오디오 증폭기 소자는 임피던스가 크게 작용되면 사용할 수 있는 파워의 한계가 작아지는 성질이 있다.

[0050] 즉, 코일의 인덕턴스와 주파수를 작은 값을 사용해주면 파워를 더 많이 활용할 수 있으며, 수신부를 중심으로 시스템을 고려했을 때는 저주파를 활용하여 외부 자기장을 강하게 걸 수 있는 조건을 만들어주는 것이 좋다.

[0051] 다만, 외부 자기장의 세기가 너무 큰 경우에는 픽업 코일에서의 신호가 포화(saturation)되어 자성 나노입자에 의한 신호를 탐지 할 수 없게 될 수 있기 때문에, 외부 자기장의 세기를 최적화 제어할 필요가 있다. 즉, 복수의 픽업 코일에서 받게 되는 외부 자기장 신호가 너무 크면, 제1 픽업 코일에서 함께 측정되는 자성 나노입자에 의한 신호가 매우 작아지게 되며, 이 경우 자성 나노입자에 의한 신호만을 분리하는데 어려움이 발생될 수 있다.

[0052] 다시 말해, 상호 인덕턴스와 임피던스는 트레이드-오프 관계를 가지기 때문에, 외부 자기장 발생부(110)는 이를 모두 고려하여 최적의 주파수인 991 Hz의 자기장 신호를 발생시킬 수 있다.

[0053] 일실시예에 따른 테스트 스트립부(120)는 외부 자기장 발생부(110)(즉, 구동 코일)와 복수의 픽업 코일 사이에 배치되고, 기 설정된 검출 물질에 대한 검사를 위해 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용할 수 있다.

[0054] 예를 들면, 복수의 자성 나노입자는 지름의 크기가 10nm 내지 100nm일 수 있다.

[0055] 일측에 따르면, 테스트 스트립부(120)는 검출 물질을 수용하는 샘플 패드(sample pad) 및 검출 물질과 결합이 가능한 제1 항체, 제1 펩타이드, 제1 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제1 단백질 및 제1 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합 물질이 도포된 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인이 형성된 검출 패드(detection pad)를 포함할 수 있다.

[0056] 또한, 테스트 스트립부(120)는 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 제2 항체, 제2 펩타이드, 제2 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제2 단백질 및 제2 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합체가 구비된 컨주게이션 패드(conjugation pad)를 더 포함할 수도 있다.

[0057] 바람직하게는, 검출 패드는 복수의 테스트 라인과 하나의 제어 라인을 포함할 수 있으며, 여기서 테스트 라인이 검출 물질을 검출하는데 활용될 수 있으며, 제어 라인은 검출 과정이 정상적으로 종료되었는지는 판별할 때 쓰는 신호를 발생시키는데 활용될 수 있다.

[0058] 구체적으로, 테스트 스트립부(120)는 컨주게이션 패드를 포함하는 제1 실시예(즉, 샘플 패드, 컨주게이션 패드 및 검출 패드 포함) 또는 컨주게이션 패드를 포함하지 않는 제2 실시예(즉, 샘플 패드 및 검출 패드 포함)로 구현될 수 있으며, 여기서 제1 실시예에 따른 테스트 스트립부(120)로 유입되는 검출 물질은 타겟 단백질을 포함할 수 있으며, 제2 실시예에 따른 테스트 스트립부(120)로 유입되는 검출 물질은 타겟 단백질과 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 검출 항체의 결합체를 포함할 수 있다.

[0059] 보다 구체적으로, 컨주게이션 패드는 샘플 패드로부터 검출 물질이 유입되면, 결합체가 포함된 검출 물질을 방출할 수 있다.

[0060] 또한, 검출 패드는 결합체가 포함된 검출 물질이 유입되면, 결합체가 포함된 검출물질이 테스트 라인 및 제어 라인 각각에 포함된 결합 물질에 부착되며, 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호를 출력할 수 있다.

[0061] 여기서, 제1 픽업 코일은 검출 패드에 대응되는 위치에 배치되어, 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호에 기초하여 제1 수신신호를 생성할 수 있다.

[0062] 또한, 제2 픽업 코일은 외부 자기장 발생부(110)에 대응되는 위치에 배치되어, 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성할 수 있다.

[0063] 구체적으로, 제1 픽업 코일은 테스트 라인 및 제어 라인에 대응되는 위치에 배치되고, 제2 픽업 코일은 테스트 라인 및 제어 라인의 사이의 공간, 즉 구동 코일에 의해 발생되는 외부 자기장만 인식할 수 있는 위치에 배치될 수 있다.

[0064] 한편, 테스트 스트립부(120)는 별도의 항체(즉, 제1 항체 및 제2 항체)없이 복수의 자성 나노입자만을 구비할 수도 있다.

[0065] 일실시예에 따른 신호 분석부(130)는 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호와 검출 물질에 따른 자성 나노입자의 축적량(즉, 검출 패드에 구비된 복수의 테스트 라인(또는 검출 라인) 각각에 축적된 자성 나노입자의 양)에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고, 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0066] 예를 들면, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 페라이트 코어를 중심으로 코일 물질이 권선된 코일일 수 있다.

[0067] 또한, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일은 평면 형상, 사각 기둥 형상, 원통 형상 및 콘(cone) 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성될 수 있으며, 바람직하게는 픽업 코일은 콘 형상으로 형성될 수 있다.

[0068] 보다 구체적인 예를 들면, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 페라이트 코어를 중심으로 코일 물질이 30회 내지 120회 권선되어 형성될 수 있다.

[0069] 일측에 따르면, 신호 분석부(130)는 테스트 스트립부(120)가 별도의 항체없이 복수의 자성 나노입자만을 구비하는 경우, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호에 기초하여 자성 나노입자의 양을 측정하고, 자성 나노입자의 양의 측정 결과를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0070] 일측에 따르면, 신호 분석부(130)는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 간의 진폭 차이값 및 위상(phase) 차이값 중 적어도 하나의 차이값을 포함하는 정량화 정보를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0071] 구체적으로, 제1 픽업 코일에 대응되는 위치에 자성 나노입자가 배치되는 경우에 자성 나노입자의 양에 따라 자기장 신호에 대응되는 신호의 위상이 변화하게 되며, 이에 따라 신호 분석부(130)는 제1 픽업 코일로부터 수신되는 제1 수신 신호의 제1 위상 값과 제2 픽업 코일로부터 수신되는 제2 수신 신호의 제2 위상 값의 차이 값을

포함하는 정량화 정보를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0072] 다시 말해, 측면 유동 검사 시스템(100)는 위상 값의 차이 값의 크기(즉, 자성 나노입자의 양)에 기초하여 검출 물질에 대한 검사 결과를 정량화할 수 있다.

[0073] 일측에 따르면, 신호 분석부(130)는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 각각을 아날로그-디지털 변환기(Analog-Digital Converter; ADC)를 이용하여 디지털화하고, 디지털화된 제1 수신 신호와 디지털화된 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0074] 일측에 따르면, 신호 분석부(130)는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 입력으로 수신하는 계측 증폭기를 더 포함하고, 계측 증폭기로부터 출력되는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 증폭된 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수도 있다.

[0075] 또한, 신호 분석부(130)는 랩뷰(LabVIEW) 및 내장된 마이크로컨트롤러 중 적어도 하나를 통해 제1 수신 신호와 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 증폭된 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수도 있다.

[0076] 일측에 따르면, 신호 분석부(130)는 마이크로 컨트롤러를 통해 제1 수신 신호와 제2 수신 신호에 기반하는 주파수 분석 등의 신호처리 과정을 수행하고, 신호처리 과정의 수행 결과를 검출 물질에 대한 검사 결과로 생성할 수 있다.

[0077] 또한, 신호 분석부(130)는 검출 물질에 대한 검사 결과를 직접 시각화하거나, 외부 디바이스에 제공하여 외부 디바이스를 통해 시각화할 수도 있다.

[0078] 구체적으로, 신호 분석부(130)는 제 1 수신 신호와 제 2 수신 신호의 값을 차동 증폭기로 회로내에서 그 차를 측정하고 증폭하여 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 으며, 랩뷰 또는 마이크로컨트롤러를 통해 제 1 수신 신호와 제 2 수신 신호의 값인 진폭 값 또는 위상 값을 수신하여 차이값을 연산하고, 연산된 차이값을 증폭하여 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수도 있다.

[0079] 보다 구체적인 예를 들면, 신호 분석부(130)는 적어도 하나의 패라이트 비드, 적어도 하나의 저항 및 적어도 하나의 캐패시터로 구성되는 고주파 필터링부 및 저주파 필터링부 중 적어도 하나의 필터링부를 더 포함하고, 적어도 하나의 필터링부를 이용하여 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 각각을 필터링하며, 필터링된 제1 수신 신호와 필터링된 제2 수신 신호를 계측 증폭기의 입력으로 제공할 수 있다.

[0080] 다음으로, 신호 분석부(130)는 필터링된 제1 수신 신호와 필터링된 제2 수신 신호를 입력으로 수신하는 계측 증폭기로부터 출력되는 신호를 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 디지털화하여 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0081] 비오-사바르 법칙에 따르면, 전류에 의해 생성되는 자기장의 세기는 전류로부터 거리의 역제곱에 비례하기 때문에, 코일의 미세한 위치 조정이 필수적이다.

[0082] 이에, 측면 유동 검사 시스템(100)은 코일을 고정할 수 있는 고정 장치와 이동시킬 수 있는 이동 장치를 더 포함할 수 있다.

[0083] 예를 들면, 측면 유동 검사 시스템(100)은 코일을 정확한 위치에 고정시키기 위해 코일 고정용 지그를 더 포함할 수 있으며, 와전류(Eddy Current) 현상과 코일에서 발생하는 열에너지를 저감하기 위해 피크(PEEK) 소재를 가공하여 지그로 활용할 수 있다.

[0084] 바람직하게는, 측면 유동 검사 시스템(100)은 자기장 신호와는 다른 주파수를 갖는 신호에 기초하여 외부 자기장 발생부(110)와 제1 픽업 코일을 연결하는 가상의 축에 수직한 방향 및 수평한 방향 중 적어도 하나의 방향으로 테스트 스트립부(120)를 흔들어주는 위치 제어부를 더 포함할 수 있으며, 여기서 테스트 스트립부(120)는 자기장 신호와는 다른 주파수를 갖는 신호에 기초한 주기적인 움직임을 만들어 주기 위해, 모터, 선형 액추에이터(linear actuator) 및 바이브레이팅 액추에이터(vibrating actuator) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0085] 구체적으로, 위치 제어부는 구동코일 - 픽업코일 축(즉, 외부 자기장 발생부(110)와 제1 픽업 코일을 연결하는 가상의 축)과 수직 및/또는 수평 방향으로 특정 주파수(즉, 외부 자기장 신호와는 다른 주파수)를 가지고 움직이도록 테스트 스트립부(120)를 흔들어줄 수 있고, 신호 분석부(130)는 외부 자기장 신호의 주파수와 흔들어주는 주파수의 관계에 따라 새로운 주파수에서 검출물질에 대한 신호를 도출할 수 있으며, 이를 통해, 신호 분석부(130)는 큰 외부 자기장 신호를 피해 백그라운드 노이즈(background noise)가 작은 다른 주파수 영역에서 검출물질에 대한 신호를 취득할 수 있다.

[0086] 일측에 따르면, 위치 제어부는 자기장 신호와는 다른 주파수를 갖는 신호에 기초하여 복수의 픽업 코일 중 적어도 하나의 코일을 흔들어줄 수도 있다.

[0087] 일측에 따르면, 위치 정렬부는 외부 자기장 발생부(110)와 테스트 스트립부(120)와 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 간의 거리를 기 설정된 값으로 최적화 제어할 수 있으며, 이를 통해 신호 분석부(130)에서 자성 나노입자에 의한 신호 변화를 보다 잘 감지하도록 지원할 수 있다.

[0088] 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템(100)은 이후 실시예 도 2a 내지 도 3b를 통해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0090] 도 2a 내지 도 2c는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템을 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0091] 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 도면부호 210은 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 외부 자기장 발생부와 신호 분석부를 보다 구체적으로 예시하고, 도면부호 220 및 230은 일실시예에 따른 구동 코일 및 픽업 코일을 보다 구체적으로 예시 한다.

[0092] 도면부호 210에 따르면, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 외부 자기장 발생부는 구동 코일(211-1) 및 기 설정된 크기의 자기장 신호를 생성하여 구동 코일(211-1)에 제공하는 자기장 발생 회로(211-2)를 포함할 수 있다.

[0093] 또한, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 신호 분석부는 제1 수신 신호를 생성하는 제1 픽업 코일(212-1)과, 제2 수신 신호를 생성하는 제2 픽업 코일(212-2) 및 제1 수신 신호와 제2 수신 신호에 기초하여 검출 물질에 대한 검사 결과를 출력하는 신호 처리 회로(212-3)를 포함할 수 있다.

[0094] 한편, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 테스트 스트립부는 구동 코일(211-1)과 복수의 수신 코일(212-1, 212-2) 사이에 구비될 수 있다.

[0095] 예를 들면, 자기장 발생 회로(211-2)는 외부에서 차등 입력 신호(Differential Input)을 수신하여 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시킬 수 있으며, 이를 위해 바이어스 회로(Bias Circuitry), PWM(Pulse Width Modulation) 회로, 오실레이터(Oscillator) 및 H-브리지(H-bridge) 회로를 포함할 수 있다.

[0096] 또한, 신호 처리 회로(212-3)는 계측 증폭기, 고주파 필터링 회로(High-Pass Filter) 및 저주파 필터링 회로(Low-Pass Filter)를 포함할 수 있다.

[0097] 구체적으로, 자기장 발생 회로(211-2)는 오디오 증폭기 소자가 사용될 수 있으며, 여기서 오디오 증폭기 소자는 0V부터 5V 전압까지 전환하는 변조 방식을 사용하고, 소자에 특정 주파수 신호가 입력되면 (+)와 (-)의 전압 출력시간차를 통해 펄스 폭 변조를 발생시키고 출력 크기를 조정할 수 있으며, 이때 증폭기 앞 단 회로 구성에 따라 신호 이득과 저주파 필터링 효과를 얻을 수 있다.

[0098] 또한, 자기장 발생 회로(211-2)는 함수 발생기를 이용하여 특정 크기를 갖는 특정 주파수 신호를 오디오 증폭기 소자의 입력 값으로 제공할 수 있으며, 여기서 함수 발생기는 LC 회로로 대체될 수 있다.

[0099] 신호 처리 회로(212-3)는 복수의 수신 코일(212-1, 212-2)에서 생성되는 전류(즉, 제1 수신 신호 및 제2 수신 신호)를 전압으로 변환할 수 있으며, 이를 위해 로고스키 코일 전류 회로(Rogowski Coil Current Sensor)에서 사용하는 회로를 활용할 수 있다.

[0100] 보다 구체적으로, 신호 처리 회로(212-3)는 제1 계측증폭기를 통해 전압신호의 크기를 키울 수 있으며 패라이트 비즈와 저항, 캐패시터를 계측증폭기 앞 단에 추가하여 고주파를 필터링할 수 있다.

[0101] 또한, 신호 처리 회로(212-3)는 상술한 과정을 통해 생성된 복수의 수신 코일(212-1, 212-2)의 전압 값을 제2 계측 증폭기의 (+) 및 (-) 단자에 각각 입력하여 제1 픽업 코일(212-1)과 제2 픽업 코일(212-2)에서 각각 생성하는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호간의 차이를 구하고, 차이 값을 증폭할 수 있으며, 이후 증폭된 차이 값은 2차 필터에 입력되어 저주파 및 고주파가 제거된 검출 결과가 출력될 수 있다.

[0102] 예를 들면, 신호 처리 회로(212-3)는 저주파 및 고주파가 제거된 검출 결과를 아날로그-디지털 변환하여 디지털화된 검출 결과를 외부로 출력할 수도 있다.

[0103] 한편, 측면 유동 검사 시스템은 기 설정된 측정 프로그램(일례로, Labview) 또는 내장된 마이크로컨트롤러를 통

해 검출 물질에 대한 검사 결과를 생성하고, 생성된 검사 결과를 외부 디바이스에 제공할 수 있다.

[0104] 일측에 따르면, 외부 디바이스는 유선 또는 무선(블루투스 또는 와이파이 등)을 통해 측면 유동 검사 시스템과 연결되어 검사 결과를 수신하고, 수신된 검사 결과를 시각화할 수 있다.

[0105] 또한, 외부 디바이스는 데스크 탑, 랩탑, 휴대 단말(스마트 폰 등), 테블릿 단말 및 서버(클라우드 서버 등) 중 적어도 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0106] 예를 들면, 측정 프로그램은 최종적인 전압 값을 파워 스펙트럼 값으로 변환하여 제공할 수 있으며, 시간 도메인에서 자성 나노입자에 의한 신호 크기 변화를 확인하도록 지원할 수 있다. 뿐만 아니라, 각각의 픽업 코일에서 만들어지는 신호차를 계산하기 전에 복수의 픽업 코일에서 만들어지는 신호의 크기를 각각 제공할 수 있고, 저주파와 고주파가 제거되기 전의 신호도 제공할 수 있으며, 여기서 최종적인 파워스펙트럼 값은 초당 1 포인트(Point)로 그래핑될 수 있다.

[0107] 또한, 측정 프로그램은 신호 처리 회로(212-3)에 구비된 마지막 계측 증폭기로부터 출력되는 출력 신호(즉, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호간의 차이 값에 대응되는 신호)에서 열에너지에 의한 영향을 제거하고 깨끗한 신호를 보기 위해 커브 피팅을 통한 후처리를 수행할 수 있다.

[0108] 도면부호 220에 따르면, 일실시예에 따른 구동 코일(Driving coil)과, 제1 픽업 코일(Pickup #1) 및 제2 픽업코일(Pickup #2) 사이에는 테스트 스트립부가 구비될 수 있다.

[0109] 구체적으로, 구동 코일(Driving coil)의 가로(즉, Length) 및 세로(즉, Thickness)의 크기는 마주보는 제1 픽업 코일(Pickup #1) 및 제2 픽업코일(Pickup #2)의 면적을 포함할 수 있을 정도의 크기로 제작될 수 있다.

[0110] 또한, 제1 픽업 코일(Pickup #1) 및 제2 픽업코일(Pickup #2)의 가로 및 세로의 크기는 테스트 스트립부에서 복수의 제어 라인이 구비되는 검출 패드의 면적과 거의 동일한 크기로 형성될 수 있으며, 이 때 보다 정확한 검사를 위해 제1 픽업 코일(Pickup #1) 및 제2 픽업코일(Pickup #2)의 크기는 검출 패드와 동일하거나 크게 형성될 수 있다. 바람직하게는, 제1 픽업 코일(Pickup #1) 및 제2 픽업코일(Pickup #2)의 코어 크기는 검출 패드의 크기와 동일하게 형성될 수 있다.

[0111] 예를 들면, 구동 코일(Driving coil)의 크기, 즉 길이(Length) x 폭(Width) x 두께(Thickness)는 10mm x 18mm x 30mm로 제조되고, 제1 픽업 코일(Pickup #1) 및 제2 픽업코일(Pickup #2)의 길이 x 폭 x 두께는 1mm x 4mm x 10mm로 제조될 수 있다.

[0112] 도면부호 230에 따르면, 구동코일, 제1 픽업코일 및 제2 픽업코일은 페라이트 코어를 중심으로 코일 물질이 권선된 솔레노이드 코일일 수 있다.

[0113] 예를 들면, 구동코일, 제1 픽업코일 및 제2 픽업코일의 코어 물질은 철(Fe), 마그네슘(Mg) 및 아연(Zn) 중 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다. 보다 구체적인 예를 들면, 구동코일, 제1 픽업코일 및 제2 픽업코일은 마그네슘(Mg) - 아연(Zn) 소프트 페라이트를 절삭 가공하여 제조할 수 있다.

[0114] 또한, 구동 코일은 하기 표1과 같이 코어에 코일 물질이 85회 내지 340회 권선된 코일이고, 복수의 픽업코일은 코어에 코일 물질이 30회 내지 120회 권선된 코일일 수 있다.

표 1

[0115]

Driving coil	Inductance
85 turns	558.8 μH
170 turns	1.583 μH
340 turns	7.3549 μH

표 2

[0117]

Pick-up coil	Inductance
30 turns	225 μH
60 turns	87.6 μH
120 turns	300~312 μH

[0119] 도 3a 및 도 3b는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 테스트 스트립부를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0120] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 도 3a는 테스트 스트립부의 제1 실시예를 도시하고, 도 3b는 테스트 스트립부의 제2 실시예를 도시한다.

[0121] 도 3a의 (a)에 따르면, 제1 실시예에 따른 테스트 스트립부는 검출 물질을 수용하는 샘플 패드(Sample Pad)와, 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 제2 항체, 제2 펩타이드, 제2 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제2 단백질 및 제2 앱타머(aptamer)의 결합체가 구비된 컨주게이션 패드(Conjugation Pad), 검출 물질과 결합이 가능한 제1 항체, 제1 펩타이드, 제1 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제1 단백질 및 제1 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합 물질이 도포된 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인이 형성된 검출 패드(Detection pad) 및 검출 패드를 통과한 검출 물질을 흡수하는 흡수 패드(Absorbent Pad)로 구성될 수 있다.

[0122] 바람직하게는, 테스트 라인은 복수 개로 구현되어 검출 물질에 포함된 타겟 단백질과 결합하는 단백질이 도포되어 있어 타겟 단백질의 농도를 정량화하기 위하여 사용되고, 제어 라인은 자성 나노입자와 항체 결합체가 결합하는 항체가 도포되어 있어 검출 물질이 스트립의 끝까지 잘 흘러갔는지를 확인하는데 사용될 수 있다.

[0123] 도 3a의 (b)를 참조하면, 컨주게이션 패드는 샘플 패드로부터 검출 물질이 유입되면, 결합체가 포함된 검출 물질을 방출할 수 있다.

[0124] 또한, 검출 패드는 컨주게이션 패드로부터 결합체가 포함된 검출 물질이 유입되면, 결합체가 포함된 검출물질이 테스트 라인 및 제어 라인 각각에 포함된 결합 물질에 부착되며, 측면 유동 검사 시스템의 외부 자기장 발생부로부터 인가되는 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호를 출력할 수 있다.

[0125] 보다 구체적인 예를 들면, 샘플 패드는 검출 물질을 포함하는 용액의 단백질이 달라붙지 않도록 소혈청알부민(Bovine Serum Albumin; BSA)으로 코팅될 수 있다.

[0126] 또한, 컨주게이션 패드는 스트렙타비딘(streptavidin)으로 코팅된 복수의 자성 나노입자를 포함할 수 있다.

[0127] 도 3b의 (a)에 따르면, 제2 실시예에 따른 테스트 스트립부는 검출 물질을 수용하는 샘플 패드와, 검출 물질과 결합이 가능한 제1 항체, 제1 펩타이드, 제1 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제1 단백질 및 제1 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합 물질이 도포된 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인이 형성된 검출 패드 및 검출 패드를 통과한 검출 물질을 흡수하는 흡수 패드로 구성될 수 있으며, 여기서 검출 물질은 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 제2 항체, 제2 펩타이드, 제2 올리고뉴클레오타이드(DNA), 제2 단백질 및 제2 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합체를 포함할 수 있다.

[0128] 도 3b의 (b)에 따르면, 검출 패드는 샘플 패드로부터 결합체가 포함된 검출 물질이 유입되면, 결합체가 포함된 검출물질이 테스트 라인 및 제어 라인 각각에 포함된 결합 물질에 부착되며, 측면 유동 검사 시스템의 외부 자기장 발생부로부터 인가되는 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호를 출력할 수 있다.

[0130] 도 4는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 전자기장 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0131] 도 4를 참조하면, 도 4의 (a)는 구동 코일과 픽업 코일 사이의 거리 변화에 따른 측면 유동 검사 시스템의 자기장 시뮬레이션 결과를 도시하고, 도 4의 (b)는 구동 코일과 픽업 코일 사이의 거리 변화와 콘 형상으로 형성된 픽업 코일의 코어의 반경의 크기 변화(1.5㎜ 내지 4㎜)에 따른 측면 유동 검사 시스템의 자기장 시뮬레이션 결과를 도시한다.

[0132] 또한, 도 4의 (c)는 콘 형상으로 형성된 픽업 코일의 코어의 콘 각도(cone angles)의 변화에 따른 측면 유동 검사 시스템의 자기장 시뮬레이션 결과를 도시하고, 도 4의 (d)는 콘 형상으로 형성된 픽업 코일의 코어의 콘 각도 및 구동 코일과 픽업 코일 사이의 거리 변화(4㎜ 내지 14㎜)에 따른 측면 유동 검사 시스템의 자기장 시뮬레이션 결과를 도시한다.

[0133] 도 4의 (a) 내지 (d)에 따르면, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템은 구동 코일과 픽업 코일 사이의 거리가 가깝고, 두 코일이 마주보는 면적이 좁으며, 코어물질이 날카로울수록 민감도가 높아지는 것으로 나타났다.

[0135] 도 5는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 자성 나노입자의 농도 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0136] 다시 말해, 도 5는 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템에 구비된 자성 나노입자의 농도에 따라 증가하는 신호의 평균 값을 그래핑한 결과를 도시한다.

[0137] 도 5를 참조하면, 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템에 구비된 자성 나노입자는 지름의 크기가 10nm 내지 100nm로 형성될 수 있으며, 자성 나노입자는 외부 자기장에 의해 자화되는 값이 커지며, 자기장 변화를 크게 발생시킬 수 있으며 이를 통해 신호의 크기가 커지는 것으로 나타났다.

[0138] 또한, 동일한 지름의 자성 나노입자를 사용하는 경우에는 자성 나노입자의 농도가 증가할수록 신호의 크기가 커지는 것으로 분석되었다.

[0139] 여기서, 자성 나노입자는 10nm이하의 작은 나노 사이즈의 자성입자를 뭉쳐서 만들어진 것으로, 초상자성을 띄기 때문에 평소에는 자성을 띄지 않다가 외부 자기장에 의해 자화되며 일정 수준의 세기를 갖는 자기장이 가해지면 자화되는 정도가 포화상태에 도달할 수 있다.

[0141] 도 6은 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 동작방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0142] 다시 말해, 도 6은 도 1 내지 도 5를 통해 설명한 일실시예에 따른 측면 유동 검사 시스템의 동작방법을 설명하는 도면으로, 이하에서 도 6을 통해 설명하는 내용 중 도 1 내지 도 5를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0143] 도 6을 참조하면, 610 단계에서 동작방법은 외부 자기장 발생부에서, 기 설정된 크기의 자기장 신호를 발생시킬 수 있다.

[0144] 일측에 따르면, 610 단계에서 동작방법은 외부 자기장 발생부에서, 오디오 증폭기 소자, 함수 발생기 및 LC 회로 중 적어도 하나를 이용하여 900 Hz 내지 1,100 Hz의 자기장 신호를 발생시킬 수 있다.

[0145] 다음으로, 620 단계에서 동작방법은 신호 분석부에서, 외부 자기장 발생부와 복수의 픽업 코일(pick-up coil) 사이에 배치되고 기 설정된 검출 물질에 대한 검사를 위해 복수의 자성 나노입자를 표지물질로 이용하는 테스트 스트립부에 검출 물질이 주입되면, 복수의 픽업 코일 중 제1 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호와 검출 물질에 따른 자성 나노입자의 축적량에 대응되는 제1 수신 신호를 생성하고, 복수의 픽업 코일 중 제2 픽업 코일을 이용하여 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성하며, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0146] 일측에 따르면, 610 단계에서 동작방법은 외부 자기장 발생부에서, 테스트 스트립부의 투입 이전에 시스템 교정(calibration) 과정을 수행하고, 이후 테스트 스트립부가 투입되면 시스템 교정 과정에 기초하는 자기장 신호를 발생시킬 수 있다.

[0147] 여기서, 시스템 교정 과정은 외부 자기장 발생부에서, 기 설정된 범위 내에서 크기가 변화하는 교정용 자기장 신호를 발생 시키고, 교정용 발생 신호에 대응되는 복수의 픽업 코일 각각의 민감도 및 응답 신호 중 적어도 하나의 교정 정보를 분석하며, 교정 정보의 분석 결과에 기초하여 자기장 신호를 생성하는 회로에 대한 교정을 수행하거나, 검출 물질에 대한 검사를 교정하는 과정일 수 있다.

[0148] 예를 들면, 자기장 신호를 생성하는 회로는 구동 코일(Driving Coil), 오디오 증폭기 소자, 함수 발생기 및 LC 회로 중 적어도 하나의 회로를 포함할 수 있으며, 외부 자기장 발생부는 교정 정보의 분석 결과에 따라 적어도 하나의 회로의 동작을 교정하여, 테스트 스트립부에 기초하는 검사를 위한 자기장 신호를 생성할 수 있다.

[0149] 일측에 따르면, 테스트 스트립부는 검출 물질을 수용하는 샘플 패드 및 검출 물질과 결합이 가능한 항체, 펩타이드, 올리고뉴클레오타이드(DNA), 단백질 및 앱타머(aptamer) 중 적어도 하나의 결합 물질이 도포된 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인이 형성된 검출 패드를 포함할 수 있다.

[0150] 또한, 테스트 스트립부는 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 검출 항체의 결합체가 구비된 컨주게이션 패드를 더 포함할 수도 있다.

[0151] 예를 들면, 테스트 스트립부는 컨주게이션 패드를 미 포함하는 경우 복수의 자성 나노입자와 검출 물질에 대응되는 검출 항체의 결합체를 포함하는 검출 물질을 수신할 수 있다.

[0152] 구체적으로, 검출 패드는 결합체가 포함된 검출 물질이 유입되면, 검출물질이 테스트 라인 및 제어 라인 각각에 포함된 결합 물질에 부착되며, 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호를 출력할 수 있다.

[0153] 여기서, 제1 픽업 코일은 검출 패드에 대응되는 위치에 배치되어, 자기장 신호와 결합 물질에 부착된 결합체에 대응되는 신호에 기초하여 제1 수신신호를 생성할 수 있다.

[0154] 또한, 제2 픽업 코일은 외부 자기장 발생부에 대응되는 위치에 배치되어, 자기장 신호에 대응되는 제2 수신 신호를 생성할 수 있다.

[0155] 예를 들면, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 페라이트 코어를 중심으로 코일 물질이 권선된 코일일 수 있으며, 여기서 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 평면 형상, 사각 기둥 형상, 원통 형상 및 콘 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성될 수 있다.

[0156] 또한, 제1 픽업 코일 및 제2 픽업 코일 각각은 페라이트 코어 상에 코일 물질이 30회 내지 120회 권선되어 형성될 수 있다.

[0157] 일측에 따르면, 620 단계에서 동작방법은 신호 분석부에서, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 각각을 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 디지털화하고, 디지털화된 제1 수신 신호와 디지털화된 제2 수신 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수 있다.

[0158] 또한, 620 단계에서 동작방법은 신호 분석부에서, 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 입력으로 수신하는 계측 증폭기로부터 출력되는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수도 있다.

[0159] 또한, 620 단계에서 동작방법은 신호 분석부에서, 랩뷰(LabVIEW) 및 내장된 마이크로컨트롤러 중 적어도 하나를 통해 제1 수신 신호와 제2 수신 신호의 차이에 대응되는 증폭된 신호를 검출 물질에 대한 검사 결과로 출력할 수도 있다.

[0160] 일측에 따르면, 620 단계에서 동작방법은 신호 분석부에서, 적어도 하나의 패라이트 비드, 적어도 하나의 저항 및 적어도 하나의 캐패시터로 구성되는 고주파 필터링부 및 저주파 필터링부 중 적어도 하나의 필터링부를 이용하여 제1 수신 신호와 제2 수신 신호 각각을 필터링하며, 필터링된 제1 수신 신호와 필터링된 제2 수신 신호를 계측 증폭기의 입력으로 제공할 수도 있다.

[0161] 한편, 620 단계에서 동작방법은 위치 제어부에서, 자기장 신호와는 다른 주파수를 갖는 신호에 기초하여 외부 자기장 발생부와 제1 픽업 코일을 연결하는 가상의 축에 수직한 방향 및 수평한 방향 중 적어도 하나의 방향으로 테스트 스트립부를 흔들어줄 수 있다.

[0162] 또한, 620 단계에서 동작방법은 신호 분석부에서, 테스트 스트립부를 흔들어주는 동작에 대응되는 제1 수신 신호와 제2 수신 신호를 수신할 수 있다.

[0164] 결국, 본 발명을 이용하면, 하나의 구동 코일과 복수 개의 픽업 코일을 이용하여 테스트 스트립에 수용된 검출 물질에 의한 자기장 신호를 검출하는 전자기 센서를 이용하여, 측면 유동 검사의 진단 오차를 최소화하고, 현장 진단에 맞는 진단 플랫폼을 구축할 수 있다.

[0165] 또한, 본 발명을 이용하면, 적어도 하나의 테스트 라인 및 제어 라인을 구비하는 테스트 스트립을 이용한 측면 유동 검사를 통해 검사 결과를 보다 용이하게 정량화할 수 있다.

[0167] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들면, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 장치, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0168] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

다.

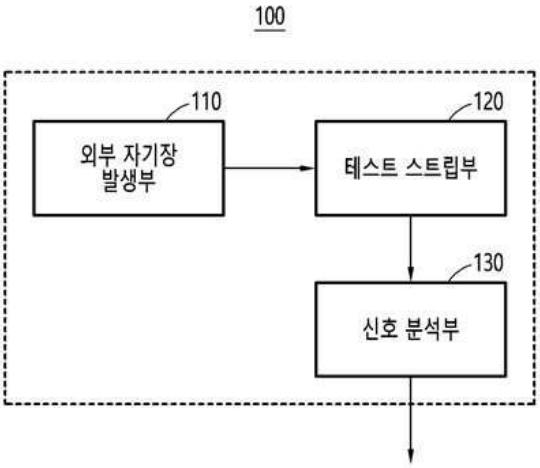
부호의 설명

[0170] 100: 측면 유동 검사 시스템 110: 외부 자기장 발생부

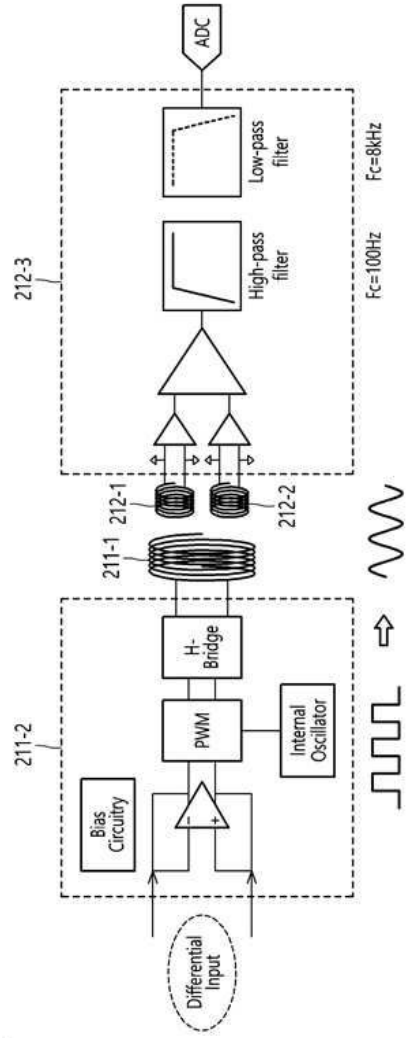
120: 테스트 스트립부 130: 신호 분석부

도면

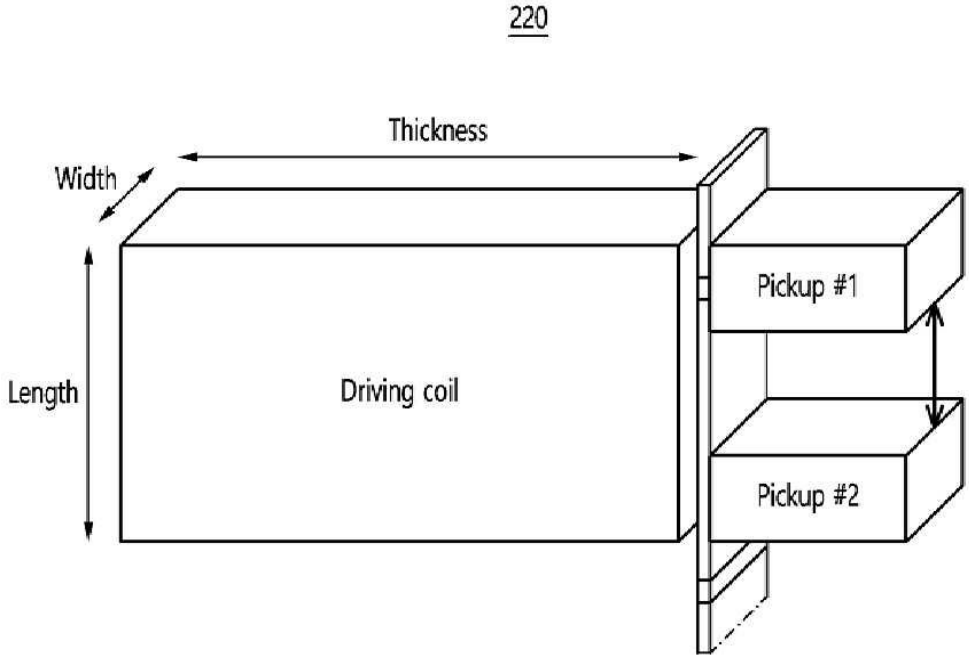
도면1



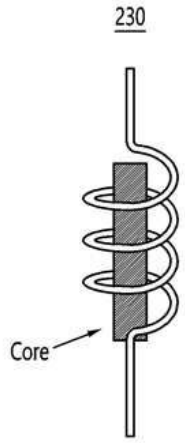
도면2a


ADC
Low-pass filter
Fc=8kHz
High-pass filter
Fc=100Hz
212-3
212-1
212-2
211-1
211-2
H-Bridge
PWM
Internal Oscillator
Bias Circuitry
Differential Input

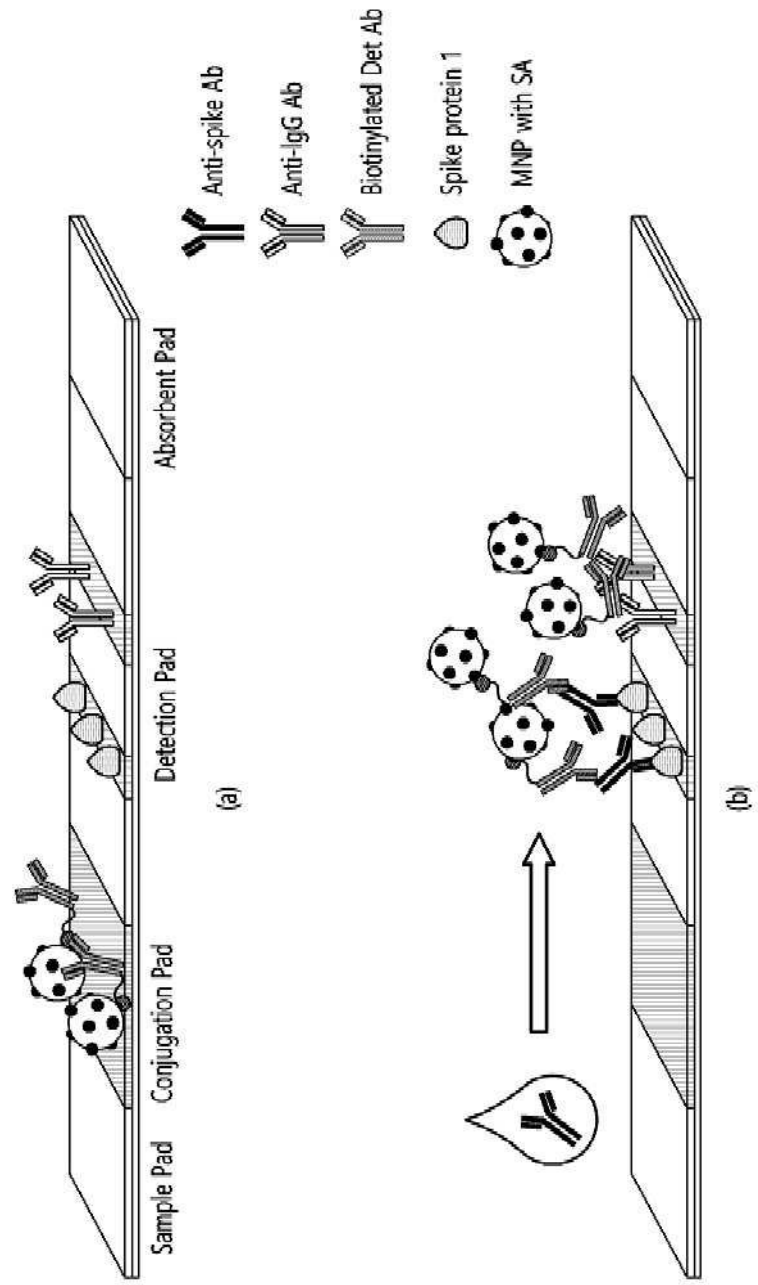
도면2b


220
Thickness
Width
Length
Driving coil
Pickup #1
Pickup #2

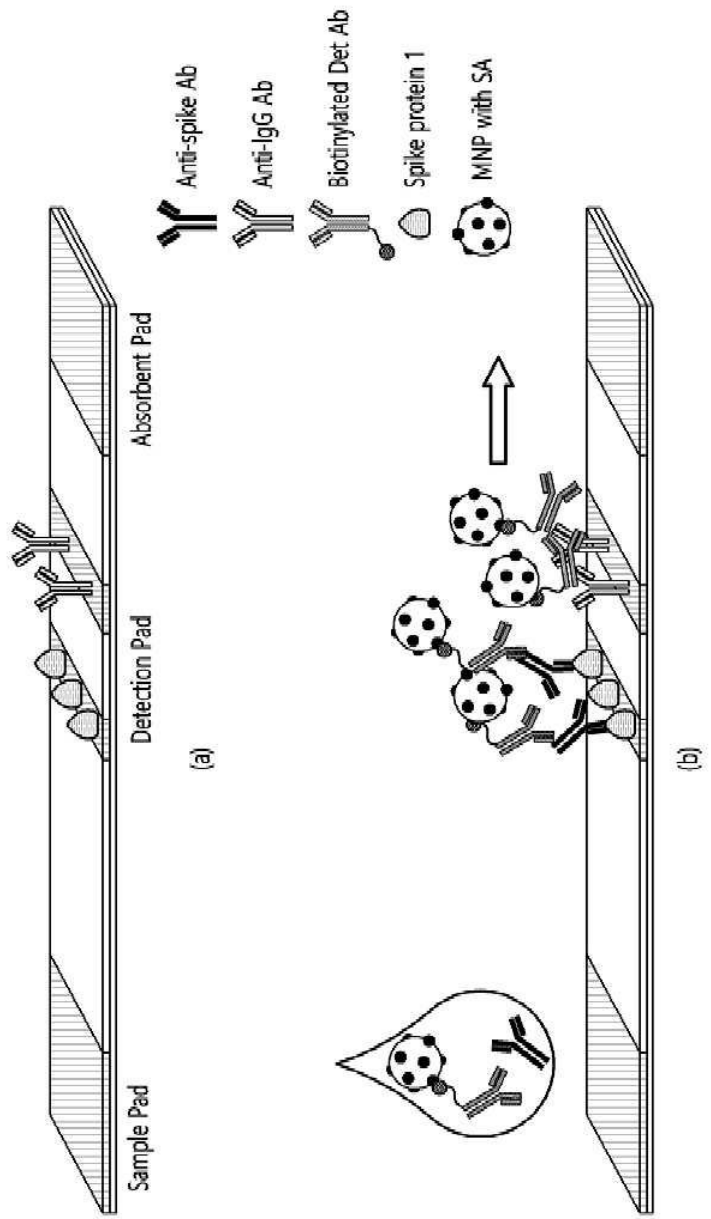
도면2c


230
Core

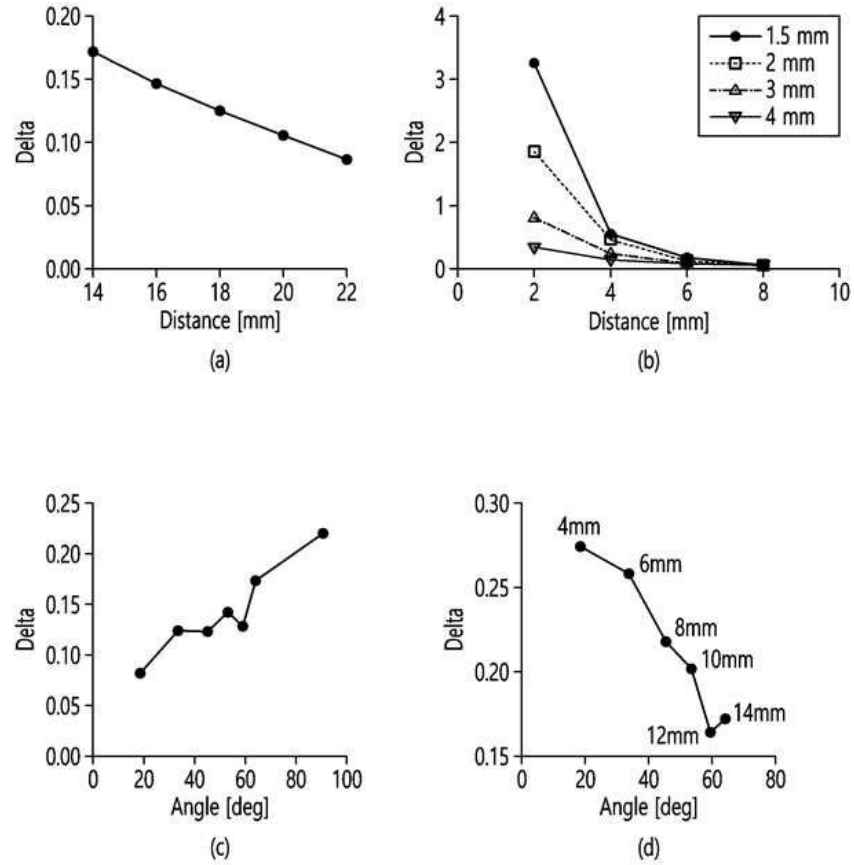
도면3a


Anti-spike Ab
Anti-IgG Ab
Biotinylated Det Ab
Spike protein 1
MNP with SA
Sample Pad
Conjugation Pad
Detection Pad
Absorbent Pad
(a)
(b)

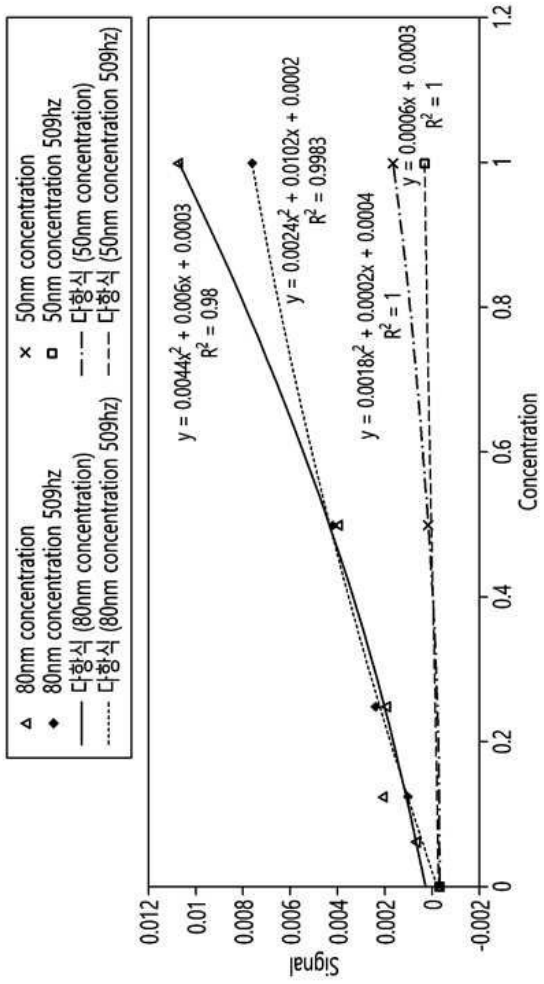
도면3b


Anti-spike Ab
Anti-IgG Ab
Biotinylated Det Ab
Spike protein 1
MNP with SA
Absorbent Pad
Detection Pad
Sample Pad
(a)
(b)

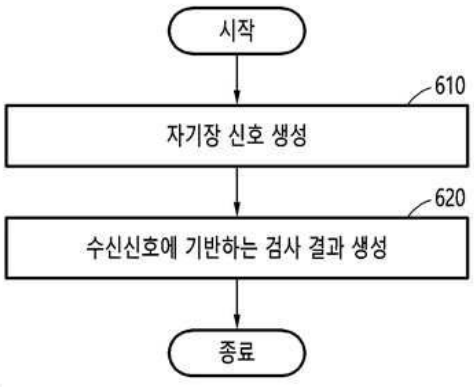
도면4


Delta
Distance [mm]
(a)
1.5 mm
2 mm
3 mm
4 mm
Delta
Distance [mm]
(b)
Delta
Angle [deg]
(c)
4mm
6mm
8mm
10mm
12mm
14mm
Delta
Angle [deg]
(d)

도면5


80nm concentration
80nm concentration 509hz
다항식 (80nm concentration)
다항식 (80nm concentration 509hz)
50nm concentration
50nm concentration 509hz
다항식 (50nm concentration)
다항식 (50nm concentration 509hz)
y = 0.0044x² + 0.006x + 0.0003
R² = 0.98
y = 0.0024x² + 0.0102x + 0.0002
R² = 0.9983
y = 0.0018x² + 0.0002x + 0.0004
R² = 1
y = 0.0006x + 0.0003
R² = 1
Signal
Concentration
0.012
0.01
0.008
0.006
0.004
0.002
0
-0.002
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2

도면6


시작
610
자기장 신호 생성
620
수신신호에 기반하는 검사 결과 생성
종료