



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월19일
(11) 등록번호 10-2434218
(24) 등록일자 2022년08월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 24/12 (2006.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 24/12 (2013.01)
G06N 20/00 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2020-0154717
(22) 출원일자 2020년11월18일
심사청구일자 2020년11월18일
(65) 공개번호 10-2022-0067923
(43) 공개일자 2022년05월25일
(56) 선행기술조사문헌
JP2020521115 A*
네이버 블로그. (주)레이나, 자기공명 탐상 시스템 출시. [online], 2019년 12월, 인터넷:<URL: https://blog.naver.com/yeogie703/221731732340>*
KR1020120108405 A
JP07063832 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)레이나
대전광역시 유성구 학하동로 74 , 1층 2층(학하동)
(72) 발명자
서동만
대전광역시 유성구 학하동로64번길 7-17, 401호(학하동)
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 5 항

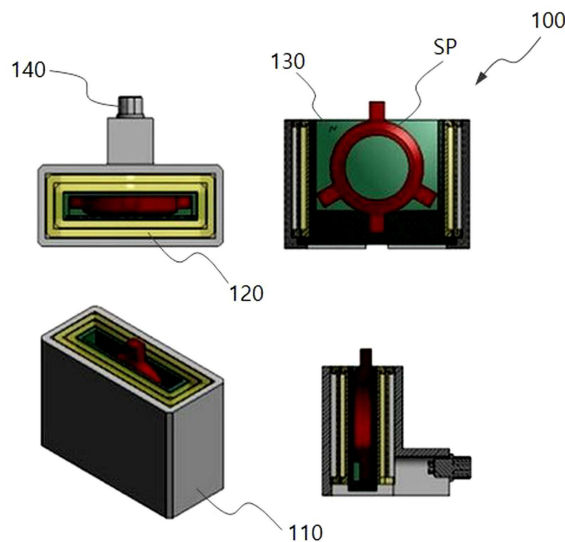
심사관 : 정치영

(54) 발명의 명칭 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법

(57) 요약

본 발명은 자기 공명을 이용하여 금속 부품에 대한 크랙, 경화도, 열처리 깊이 등을 측정할 수 있는 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법에 관한 것으로, 금속 재질로 이루어지는 테스트 부품에 입력받은 멀티 주파수의 전류를 인가하여 자기 공명을 발생시키고 임피던스를 측정하는 자기 공명 센서를 이용하여, 부품을 타격하지 않으면서도 자기 공명을 이용하여 부품의 크랙이나 열처리 불량, 부품의 분류 및 교정 검사 등을 수행할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2940783
과제번호	1425143005
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	2020년도 스마트센서 선도 프로젝트 기술개발사업
연구과제명	정밀진동감시용 스마트 센서 및 변환기 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)레이나
연구기간	2020.06.25 ~ 2022.06.24

명세서

청구범위

청구항 1

금속 재질로 이루어지는 테스트 부품(SP)에, 입력받은 멀티 주파수의 전류를 인가하여 자기 공명을 발생시키고, 임피던스를 측정하는 자기 공명 센서(100);

상기 자기 공명 센서(100)에 자기 공명을 위한 신호를 송신하고, 임피던스 측정값을 수신하는 신호 처리기(200); 및

상기 신호 처리기(200)를 통해 수신한 임피던스를 이용하여 상기 테스트 부품(SP)의 물성정보를 분석하는 신호 분석기(300);

를 포함하고,

상기 신호 분석기(300)는

기저장되어 있는 기준 임피던스 정보들을 이용하여, 상기 자기 공명 센서(100)에서 측정한 상기 임피던스를 비교하여, 상기 테스트 부품(SP)의 물성정보를 분석하고,

상기 신호 분석기(300)는 테스트 부품(SP)의 기본정보를 입력받는 주파수 선정부를 포함하고,

주파수 선정부에서 상기 테스트 부품(SP)의 기본정보를 입력받아 상기 자기 공명 센서(100)에 인가하는 하나 이상의 주파수를 선정하는 것을 특징으로 하는, 자기 공명 탐상 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 자기 공명 센서(100)는,

하우징(110), 다수의 주파수의 자기 공명을 발생시키는 자기 공명부(120),

테스트 부품(SP)을 수용하도록 공간을 형성하는 수용부(130), 및

신호 입출력 단자(140)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는, 자기 공명 탐상 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 신호 분석기(300)는,

자기 공명 주파수를 선정하고, 소프트웨어 증폭, 하드웨어 증폭, 오프셋(Offset), 및 게이트(Gate) 값 중 적어도 어느 하나 이상을 세팅하여, 자기 공명 탐상에 적절한 신호를 설정하여 생성하고,

임피던스 변화값 분석을 통해 양품과 불량품을 판별하는 기준 값을 트레이닝하는 인공지능부를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 자기 공명 탐상 시스템.

청구항 6

제 1항 또는 제 2항의 자기 공명 탐상 시스템을 이용한 자기 공명 탐상 방법에 관한 것으로,
 다주파수 상호간섭 및 자기 공명을 위한 N개의 주파수를 선택하는 단계(S100),
 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값을 설정하는 단계(S200),
 양품과 불량품, 또는 부품의 특성을 조사하기 위한 목업 샘플에 대해 검증 시험을 수행하는 단계(S300),
 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값이 판단을 위한 기준을 제시하는지를 판단하는 단계(S400),
 상기 자기 공명 탐상 시스템을 통해 대상 부품을 테스트 하는 단계(S500) 및
 대상 부품에 대해 양품/불량품 여부를 판단하는 단계(S600)를 포함하는, 자기 공명 탐상 방법.

청구항 7

제5항의 자기 공명 탐상 시스템을 이용한 자기 공명 탐상 방법에 관한 것으로,
 다주파수 상호간섭 및 자기 공명을 위한 N개의 주파수를 선택하는 단계(S100),
 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값을 설정하는 단계(S200),
 양품과 불량품, 또는 부품의 특성을 조사하기 위한 목업 샘플에 대해 검증 시험을 수행하는 단계(S300),
 자기 공명 주파수를 선정하고, 소프트웨어 증폭, 하드웨어 증폭, 오프셋(Offset), 및 게이트(Gate) 값 중 적어도 어느 하나 이상을 세팅하여, 자기 공명 탐상에 적절한 신호를 설정하여 생성하고, 임피던스 변화값 분석을 통해 양품과 불량품을 판별하는 기준 값을 트레이닝하는 인공지능(AI) 트레이닝 및 구축 단계(S400'),
 상기 자기 공명 탐상 시스템을 통해 대상 부품을 테스트 하는 단계(S500) 및
 대상 부품에 대해 양품/불량품 여부를 판단하는 단계(S600)를 포함하는, 자기 공명 탐상 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비파괴 방법으로 금속 부품을 검사할 수 있는 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 자기 공명을 이용하여 금속 부품에 대한 크랙, 경화도, 열처리 깊이 등을 측정할 수 있는 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 자동차 부품, 2 차전지, 소결 금속 부품 등에 의한 크랙, 열처리, 치수, 비중, 조도 등의 불량으로 자주 사고가 발생하고 있으며, 이에 따라, 최근 들어 2 차전지, 자동차 부품 결함 검사기술이 중요한 이슈로 대두되고 있다. 특히, 마이크로 크랙에 대한 비파괴 검사 기술이 요구되고 있다.

[0003] 이러한 비파괴 검사 기술로는, 와전류 검사 등을 제안할 수 있으나, 와전류 검사의 경우, 전도체에 와전류를 발생시켜서 임피던스의 변화를 측정하는 방법으로 가장 큰 애로사항은 자기장의 침투 깊이이다. 표면 효과에 의해, 코일의 자기장은 전도체 표면만을 흐르게 되고, 특정 주파수의 저주파만을 이용할 경우, 다른 깊이의 결함을 검출하는데 어려움이 있고 부품을 움직이거나 센서를 이동하면서 검사해야 하는 단점이 있어 형태가 복잡한 부품은 검사가 어렵다.

[0004] 또한, 소결 부품은 고정밀도 금형을 사용하여 최종품에 가까운 형상으로 제조가 가능하여 후공정 비용을 줄일 수 있고, 2개 이상의 부품을 일체와 하여 조립 비용의 절감이 가능하여 대량생산을 통한 비용 절감의 효과가 커 자동차용 부품 제작에 많이 사용되며, 재료의 조합에 의해 용해합금에는 없는 복합재료를 사용할 수 있어, 재료

의 최적화와 낭비를 방지할 수 있는 장점도 있다. 그러나, 사출 성형체의 충전 밀도 불균일할 수 있고, 소결시의 변형 또는 탈지시의 성형체 균열, 부풀림 등의 불량 발생 가능성이 있다. 하지만, 파괴 검사 방법 이외에는 마땅히 성형 전후의 크랙, 변형, 비중 변화 등 불량 발생을 검출한 방법이 없다.

[0005] 이와 관련해서, 국내공개특허 제10-2002-0011662호(“레이저 유도 초음파를 이용하여 금속재의 내부 결함을 측정하는 방법”)에서는 피측정 금속재에 레이저를 투사하여 금속재의 내부에 초음파를 발생시키고, 금속재가 레이저와 부딪히는 면과 반대쪽 면에서 일정 거리를 두고 비접촉 초음파 탐촉자를 설치하고, 금속재를 통과한 초음파를 피접촉 초음파 탐촉자에 의해 수신하고, 비접촉 초음파 탐촉자에 의해 수신된 초음파를 분석하여 금속재의 내부 결함을 측정하는 방법을 개시하고 있고, 음향 공진법을 통해 타격에 의한 음향 공진을 측정하여 분말 소결품의 크랙 불량을 검사하는 방법이 알려져 있으나, 부품을 직접 타격함으로써 부품에 손상이 가해지며, 성형후의 타격은 부품을 파손 시킬 수 있으므로, 대량 생산의 소결 부품의 불량 검사에 적용하는 데는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국내공개특허 제10-2002-0011662호 (공개일자 2002.02.09.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 자기 공명을 이용하여 금속 부품에 대한 크랙, 경화도, 열처리깊이 등을 측정할 수 있는 금속 물성 측정 시스템 및 탐상 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 탐상 시스템은, 금속 재질로 이루어지는 테스트 부품(SP)에, 입력받은 멀티 주파수의 전류를 인가하여 자기 공명을 발생시키고, 임피던스를 측정하는 자기 공명 센서(100); 상기 자기 공명 센서(100)에 자기 공명을 위한 신호를 송신하고, 임피던스 측정값을 수신하는 신호 처리기(200); 및 상기 신호 처리기(200)를 통해 수신한 임피던스를 이용하여 상기 테스트 부품(SP)의 물성정보를 분석하는 신호 분석기(300);를 포함하여 구성된다.

[0009] 또한, 상기 자기 공명 센서(100)는, 하우징(110), 다수의 주파수의 자기 공명을 발생시키는 자기 공명부(120), 테스트 부품(SP)을 수용하도록 공간을 형성하는 수용부(130), 및 신호 입출력 단자(140)를 포함하여 구성된다.

[0010] 또한, 상기 신호 분석기(300)는 기저장되어 있는 기준 임피던스 정보들을 이용하여, 상기 자기 공명 센서(100)에서 측정된 상기 임피던스를 비교하여, 상기 테스트 부품(SP)의 물성정보를 분석하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 신호 분석기(300)는 테스트 부품(SP)의 기본정보를 입력받는 주파수 선정부를 포함하고, 주파수 선정부에서 상기 테스트 부품(SP)의 기본정보를 입력받아 상기 자기 공명 센서(100)에 인가하는 하나 이상의 주파수를 선정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 신호 분석기(300)는, 자기 공명 주파수를 선정하고, 소프트웨어 증폭, 하드웨어 증폭, Offset, 및 Gate 값 중 적어도 어느 하나 이상을 세팅하여, 자기 공명 탐상에 적절한 신호를 설정하여 생성하고, 임피던스 변화값 분석을 통해 양품과 불량품을 판별하는 기준 값을 트레이닝하는 인공지능부를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 한편, 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템을 이용한 자기 공명 탐상 방법은, 다주파수 상호간섭 및 자기 공명을 위한 N개의 주파수를 선택하는 단계(S100), 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값을 설정하는 단계(S200), 양품과 불량품, 또는 부품의 특성을 조사하기 위한 목업 샘플에 대해 검증 시험을 수행하는 단계(S300), 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값이 판단을 위한 기준을 제시하는지를 판단하는 단계(S400), 상기 자기 공명 탐상 시스템을 통해 대상 부품을 테스트 하는 단계(S500) 및 대상 부품에 대해 양품/불량품 여부를 판단하는 단계

(S600)를 포함한다.

[0014] 다른 예로서, 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템을 이용한 자기 공명 탐상 방법은, 다주파수 상호간섭 및 자기 공명을 위한 N개의 주파수를 선택하는 단계(S100), 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값을 설정하는 단계(S200), 양품과 불량품, 또는 부품의 특성을 조사하기 위한 목업 샘플에 대해 검증 시험을 수행하는 단계(S300), 자기 공명 주파수를 선정하고, 소프트웨어 증폭, 하드웨어 증폭, Offset, 및 Gate 값 중 적어도 어느 하나 이상을 세팅하여, 자기 공명 탐상에 적절한 신호를 설정하여 생성하고, 임피던스 변화값 분석을 통해 양품과 불량품을 판별하는 기준 값을 트레이닝하는 AI 트레이닝 및 구축 단계(S400'), 상기 자기 공명 탐상 시스템을 통해 대상 부품을 테스트 하는 단계(S500) 및 대상 부품에 대해 양품/불량품 여부를 판단하는 단계(S600)를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법은, 금속 재질로 이루어진 테스트 부품에 대한 비파괴 검사를 수행함에 있어서, 자기 공명을 이용하여 부품을 타격하지 않은 상태에서도 부품의 크랙이나 열처리 불량, 부품의 분류 및 교정 검사 등을 수행할 수 있는 장점이 있다.

[0016] 특히, 금속 소재 성분에 따라 다양한 주파수가 이용될 수 있기 때문에, 이에 대한 최적 주파수 선정을 통해서 테스트 부품의 자기 공명과 임피던스 변화 측정의 정확도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0017] 또한, 사전에 정상품 뿐 아니라, 다양한 문제를 포함하고 있는 테스트 부품들을 이용하여 측정한 임피던스 변화값 등을 기준값으로 두고, 측정값을 기준값들을 이용하여 분류시켜 결과값을 도출함으로써, 복잡한 제어 없이도 용이하게 테스트 부품이 갖고 있는 문제점을 정확하게 판단할 수 있는 장점이 있다.

[0018] 한편, 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법을 이용하면, 모든 종류의 금속 제품에 대해 일정 기준으로 분류하는 것이 가능하고, 열처리 공정을 거친 부품의 표면 경도 측정 및 녹 발생 여부 탐지가 가능하고, 부품 내외부의 미세 크랙 감지가 가능하며, 체적 내에서의 미세 크랙 탐지, 표면 조건 탐지가 가능하다. 또한, 배터리 또는 기타 제품의 용접 불량 여부를 탐지하거나, 볼트 등 체결구의 크랙 검사 및 분류가 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 시스템의 구성 예시도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 시스템의 자기 공명 센서의 예시도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 원리를 나타낸 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 다채널 주파수에 의한 상호간섭을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 5는 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템에 따른 양품의 테스트 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템에 따른 불량품의 테스트 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템의 스크린을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 방법의 순서도이다.
- 도 9는 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 방법의 다른 실시예의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0021] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0022] 더불어, 시스템은 필요한 기능을 수행하기 위하여 조직화되고 규칙적으로 상호 작용하는 장치, 기구 및 수단 등

을 포함하는 구성 요소들의 집합을 의미한다.

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법은 금속 재질로 이루어진 테스트 부품(SP)에 대한 비파괴 검사를 수행함에 있어서, 자기 공명을 이용하여 부품을 타격하지 않은 상태에서도 부품의 크랙이나 열처리 불량, 부품의 분류 및 교정 검사 등을 수행할 수 있다.
- [0025] 특히, 금속 소재 성분에 따라 다양한 주파수가 이용될 수 있기 때문에, 이에 대한 최적 주파수 선정을 통해서 테스트 부품(SP)을 자기 공명 시켜, 탐상의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0026] 뿐만 아니라, 사전에 정상품 뿐 아니라, 다양한 문제를 포함하고 있는 비정상품들을 이용하여 측정된 단층 촬영 정보 등을 기준값들로 두고, 측정값을 기준값들을 이용하여 분류시켜 결과값을 도출함으로써, 복잡한 제어 없이도 용이하게 테스트 부품(SP)이 갖고 있는 문제점을 정확하게 판단할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 탐상 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 자기 공명 센서, 신호 처리기, 신호 분석기 및 탐상 결과를 표시하는 스크린을 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [0029] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면, 상기 자기 공명 센서(100)는 금속 재질로 이루어지는 테스트 부품(SP)에, 상기 신호 처리기(200)로부터 입력받은 멀티 주파수, 즉, 다수의 주파수에 해당하는 전류를 인가하여 상기 테스트 부품(SP)에 자기 공명을 일으키고, 그 때의 임피던스 신호를 수신하여 테스트 부품(SP)의 상태를 탐상하기 위한 것이다.
- [0030] 도 2를 통해 자기 공명 센서(100)의 세부 구성을 살펴보면, 본 발명의 자기 공명 센서(100)는 하우징(110), 다수의 주파수의 자기 공명을 발생시키는 자기 공명부(120), 테스트 부품(SP)을 수용하도록 공간을 형성하는 수용부(130) 및 신호 입출력 단자(140)를 포함하여 구성된다.
- [0031] 즉, 수용부(130) 내에 테스트 부품(SP)을 삽입하고, 신호 입출력 단자(140)를 통해 자기 공명을 발생시키는 신호를 입력하면, 하우징(110) 내의 자기 공명부(120)에서 자기 공명이 발생되며, 이 때 발생하는 신호의 임피던스를 분석하여 기준값과 비교함으로써, 테스트 부품(SP)에 크랙이 발생했는지의 여부 등을 판단하게 된다.
- [0032] 상기 신호 처리기(200)는 상기 자기 공명 센서(100)에서 자기 공명이 구현되도록 신호를 발생하고, 상기 테스트 부품(SP)의 임피던스를 측정할 수 있도록 형성되고, 상기 신호 분석기(300)는 이용하여 상기 테스트 부품(SP)의 물성정보를 분석하는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 측정된 테스트 부품(SP)의 임피던스를 분석하여 크랙 발생 여부, 열처리 불량 등을 판단하게 된다.
- [0033] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 탐상 시스템은 상기 신호 처리기(200)를 통해서 상기 자기 공명 센서(100)에서 상기 테스트 부품(SP)에 인가할 멀티 주파수를 선정하며, 각각의 주파수에 해당하는 자기장을 상기 테스트 부품(SP)에 인가함으로써 각각의 주파수마다 상기 테스트 부품(SP)에 적절한 자기 공명을 발생시키고, 상기 테스트 부품(SP)으로부터 반사되는 자기장 신호를 이용하여 상기 테스트 부품(SP)의 불량 여부를 매우 높은 정확도로 판단할 수 있다.
- [0035] 이를 위해, 상기 신호 분석기(300)는 테스트 부품(SP)의 기본정보를 입력받는 주파수 선정부를 포함하여 구성되는 것이 바람직하며, 주파수 선정부에서 상기 테스트 부품(SP)의 기본정보를 입력받아 상기 자기 공명 센서(100)에 인가하는 하나 이상의 주파수를 선정하게 된다. 이에 따라, 상기 자기 공명 센서(100)는 주파수 선정부에서 선정한 멀티 주파수(하나 이상의 주파수)를 이용하여 테스트 부품(SP)에 자기 공명을 발생시키게 된다.
- [0036] 상세하게는, 상기 주파수 선정부에서는, 상기 멀티 주파수(하나 이상의 주파수)를 선정하기 위하여, 사전에 테스트 부품(SP)에 자기 공명을 발생시킨 후 다양한 주파수에 대한 임피던스 값을 측정하게 되는 것이다. 예를 들어, 상기 주파수 선정부는 상기 자기 공명 센서(100)에 10Hz에서 최대 주파수까지 변화시키며 상기 테스트 부품(SP)에 자기장을 인가하면서, 임피던스를 측정하는 것이 바람직하다.
- [0038] 도 3은 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 원리를 나타낸 개념도로서, 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 탐상 원리를 좀 더 자세히 설명하도록 한다. 자기공명이란 자기장이 전자기파와 공명하는 현상을 말하는 것으로, 물체의 고유진동수에 맞춰 진동시킬 때 진폭이 커지는 공명 현상이 자기장에서 발생하는 것을 의미한다. 좀 더 자세히 설명하면, 수소의 원자핵은 무질서한 회전운동 상태를 갖는데, 자기장에 놓이게 되면 자기장 방향을 중심으로 세차운동이 일어나게 된다. 이 때 세차운동 상태의 원자핵에 전자기파를 쏘이면 세차운동과 공명하는 주파수만 다시 방출되며 방출되는 전자기파를 안타나로 모아 컴퓨터로 재구성한 영상이 바로 MRI이고, 이 때 자기장의 세기를 높이면 보다 선명한 영상을 얻을 수 있다.

- [0039] 본 발명의 자기 공명을 이용하여 결함을 탐상하는 방법은 다수의 저주파 와전류를 이용하여 다채널 주파수에 의한 상호간섭 유도 기술을 적용하여 임피던스의 변화를 측정하여 테스트 부품의 이상 여부를 기준값과 비교하여 판단하게 되는 것이다.
- [0041] 본 발명의 신호 분석기(300)는 미리 저장되어 있는 기준 임피던스 정보들을 이용하여, 상기 자기 공명 센서(100)에서 측정한 상기 임피던스를 비교하여, 상기 테스트 부품(SP)의 물성정보를 분석할 수 있다.
- [0042] 상세하게는, 상기 신호 분석기(300)는 정상 및 불량 테스트 부품(SP)에 대해서, 멀티 주파수를 인가하고 반사되는 임피던스를 측정하여 기준 데이터베이스화하여 저장 및 관리하는 것이 바람직하다. 즉, 기준 테스트 부품(SP)으로는 정상품 뿐 아니라, 다양하게 존재할 수 있는 비정상품들(불량품들, 예를 들자면, 크랙 발생, 형상 상이, 열처리 상태 상이, 임피던스 상이 등등)에 대해서도 기준 데이터베이스화하여 저장 및 관리하는 것이 바람직하다.
- [0043] 이를 통해서, 상기 자기 공명 센서(100)에서 측정한 상기 테스트 부품(SP)의 임피던스를 상기 기준 데이터베이스 정보들과 비교하여, 상기 테스트 부품(SP)이 해당하는 그룹을 판단할 수 있다. 특히, 단순히 그룹을 판단하여 정상인지 불량인지만을 판단하는 것이 아니라, 상술한 바와 같이, 다수의 주파수, 즉 멀티 주파수를 통해서 단층 촬영 결과값을 통해서, 크랙의 발생 깊이 값까지 판단할 수 있어, 불량 발생시 좀 더 신속하게 이에 대한 대응을 준비할 수 있는 장점이 있다.
- [0044] 상세하게는, 상기 신호 분석기(300)는 정상품과 비정상품에 대한 각각의 주파수에 따른 상이한 임피던스 값을 측정하여 저장 및 관리하여, 추후에 상기 테스트 부품(SP)이 해당하는 그룹을 판단할 수 있다. 이를 위해, 상기 신호 분석기(300)는 상술한 바와 같이, 기준 테스트 부품(SP)(정상품과 비정상품 모두)을 통해, 기준 임피던스 정보를 생성함에 있어서, 각각의 기준 테스트 부품(SP)에 선정되어 있는 각각의 주파수를 인가하면서, 임피던스 값을 측정하여, 이를 기준 임피던스로 생성하는 것이 바람직하다.
- [0046] 도 4는 다채널 주파수에 의한 상호간섭 유도 기술을 설명하기 위한 개념도로서, 도 4를 참조하면, 일례로 8개의 주파수를 이용하여 와전류를 형성하게 되면 테스트 부품의 표면에서 내측까지 다양한 깊이에서의 자기 공명을 발생시킬 수 있고, 이를 통해 테스트 부품의 표면 뿐 아니라 내부의 크랙까지도 정확하게 탐상할 수 있게 되는 것이다.
- [0048] 도 5와 6은 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템에 따른 양품과 불량품의 테스트 결과를 나타낸 도면으로서, 도 5에서와 같이 일례로 소결 부품인 테스트 부품(SP)을 대상으로 8개의 주파수를 이용하여 자기 공명을 발생시키고 각 임피던스의 변화값을 측정했을 때, 임피던스의 변화값이 정상 범위 안에 위치한 경우에는 스크린(310)에 “OK”의 탐상 결과를 표시한다. 반면, 도 6에서와 같이 테스트 부품(SP)에 일부 크랙이 형성된 경우에는 주파수별 임피던스의 변화값이 측정 주파수대에서 측정 범위를 벗어나게 되면, 이를 종합적으로 판단하여 불량품인 경우에는 “NG”를 표시하게 된다.
- [0050] 도 7은 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템의 신호 분석기의 스크린을 나타낸 도면으로서, 본 발명의 신호 분석기를 통해 다주파수 신호 발생을 위한 주파수 세팅을 하거나, 임피던스의 변화 모니터링, 열처리 두께 등 깊이에 따른 정보를 모니터링 하거나, 깊이에 대한 교정 등을 수행할 수 있다.
- [0052] 도 8은 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 방법을 설명하기 위한 순서도로서, 도 8을 참조하면 본 발명의 자기 공명 탐상 방법은 다주파수 상호간섭 및 자기 공명을 위한 N개의 주파수를 선택하는 단계(S100), 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값을 설정하는 단계(S200), 양품과 불량품, 또는 다양한 특성을 조사하기 위한 목업 샘플에 대해 검증 시험을 수행하는 단계(S300), 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값이 판단을 위한 적절한 기준을 제시하는지를 판단하는 단계(S400), 자기 공명 탐상 시스템을 통해 대상 부품을 테스트 하는 단계(S500) 및 대상 부품에 대해 양품/불량품 여부를 판단하는 단계(S600)를 포함하여 구성되고, 이 때 양품/불량품 여부를 판단하기 위한 허용값이 적절하지 않은 경우에는 주파수별 허용값 설정 단계(S200)로 돌아가 허용값을 조정하게 된다.
- [0054] 한편, 도 9는 본 발명에 따른 자기 공명 탐상 방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 순서도로서, 앞서 설명한 탐상 방법과는 달리 인공지능 알고리즘을 이용하여 불량을 판정하는 것을 특징으로 한다. 예를 들어, 신호 처리기 및 신호 분석기를 통해 8-10개의 자기 공명 주파수를 선정하고, 소프트웨어 증폭, 하드웨어 증폭, Offset, 및 Gate 값 등을 세팅하여, 자기 공명 탐상에 적절한 신호를 설정하여 생성하고, 임피던스 변화값 분석을 통해 양품과 불량품을 판별하는 기준 값을 트레이닝하게 되는 것이다.
- [0055] 예를 들어 2-10개의 정상 부품 정보와 2-10개의 불량 부품 정보를 입력하고, 자기공명 주파수, 소프트웨어

증폭, 하드웨어 증폭, Offset, 및 Gate 값 등을 다양하게 변화시켜 임피던스 변화값에 대한 빅데이터를 구축하면, 별도의 허용값 조절 단계를 거치지 않고도, 해당 부품에 대해 양품과 불량품을 판정할 수 있게 되는 것이다. 즉, AI 트레이닝 및 구축 단계(S400')를 통해, 각 주파수별 임피던스 변화의 허용값이 판단을 위한 적절한 기준을 제시하는지를 판단하는 단계(S400)를 대체할 수 있는 것이다.

[0057] 한편, 본 발명의 자기 공명 탐상 시스템 및 탐상 방법을 이용하면, 모든 종류의 금속 제품에 대해 일정 기준으로 분류하는 것이 가능하고, 열처리 공정을 거친 부품의 표면 경도 측정 및 녹 발생 여부 탐지가 가능하고, 부품 내외부의 미세 크랙 감지가 가능하며, 체적 내에서의 미세 크랙 탐지, 표면 조건 탐지가 가능하다. 또한, 배터리 또는 기타 제품의 용접 불량 여부를 탐지하거나, 볼트 등 체결구의 크랙 검사 및 분류가 가능하다.

[0059] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것 일 뿐, 본 발명은 상기의 일 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

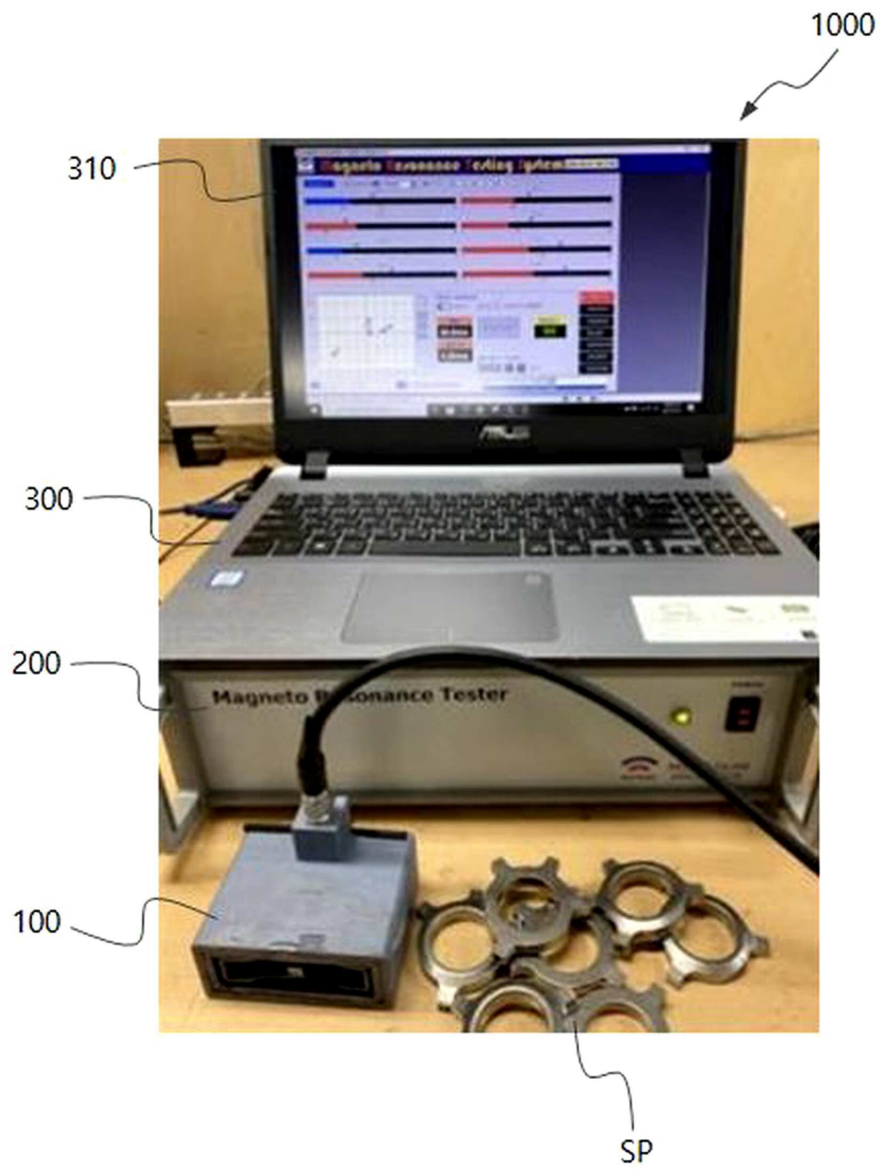
[0060] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

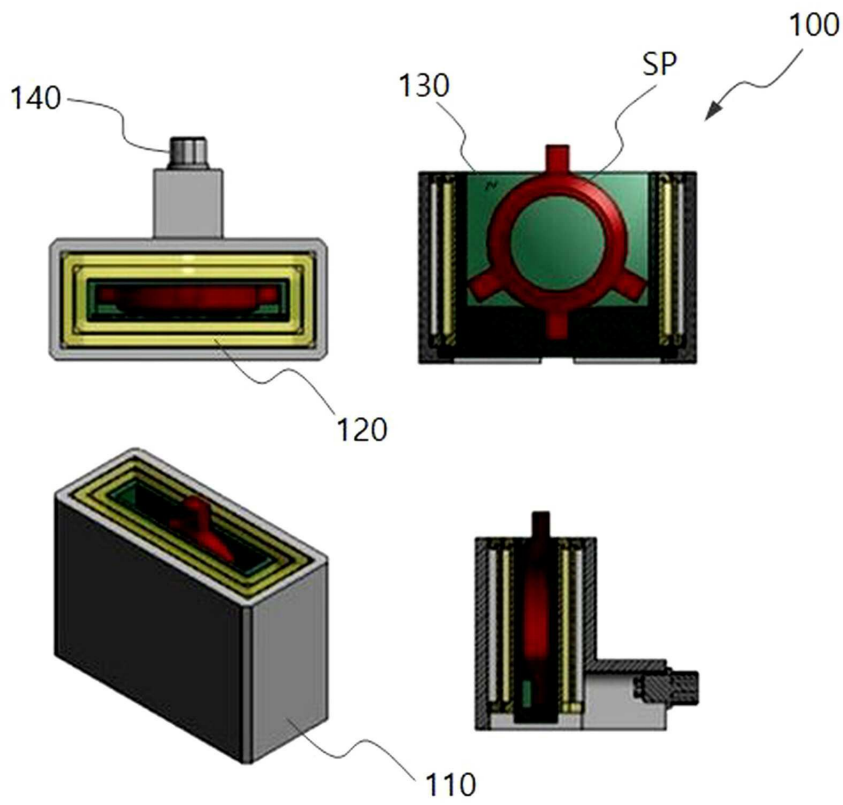
- [0061] 1000 : 자기 공명 탐상 시스템
- 100 : 자기 공명 센서
- 110 : 하우징
- 120 : 자기 공명부
- 130 : 수용부
- 140 : 입출력 단자
- 200 : 신호 처리기
- 300 : 신호 분석기
- 310 : 스크린
- SP : 테스트 부품(SP)

도면

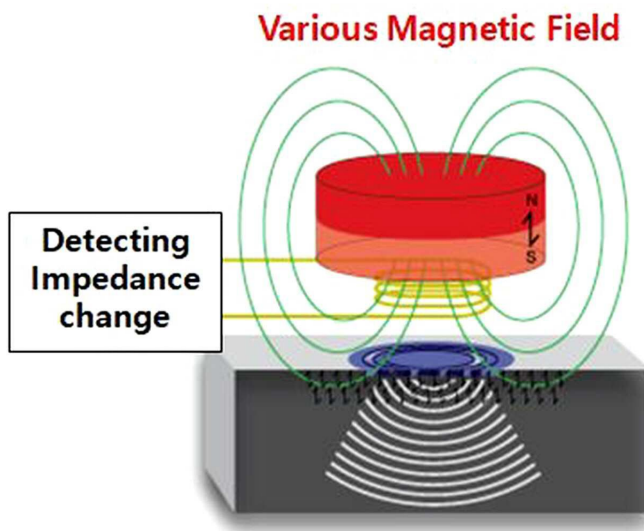
도면1



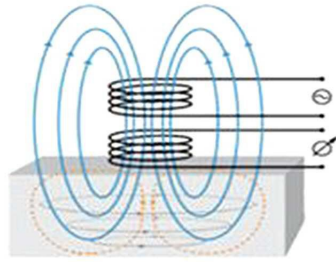
도면2



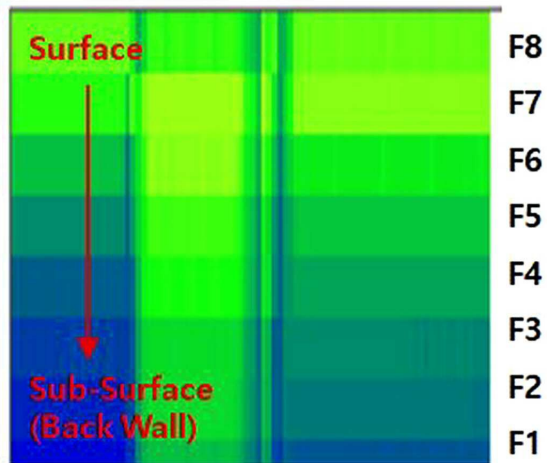
도면3



도면4



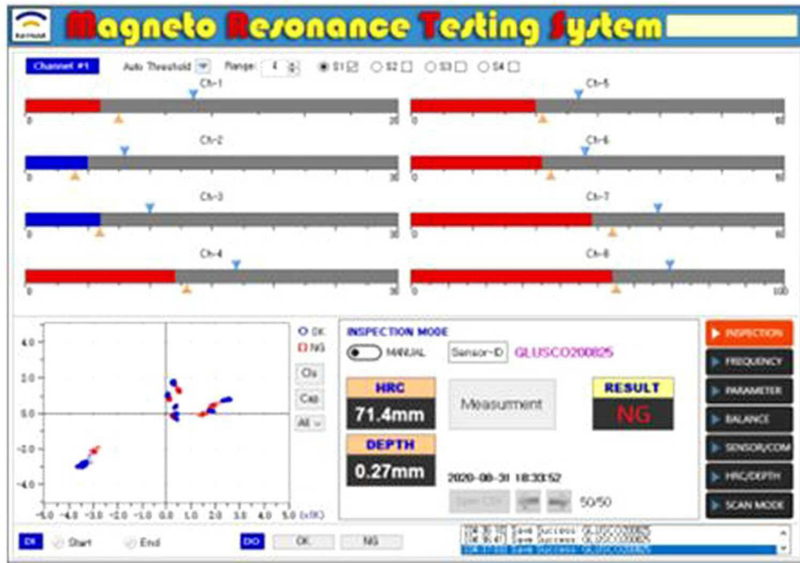
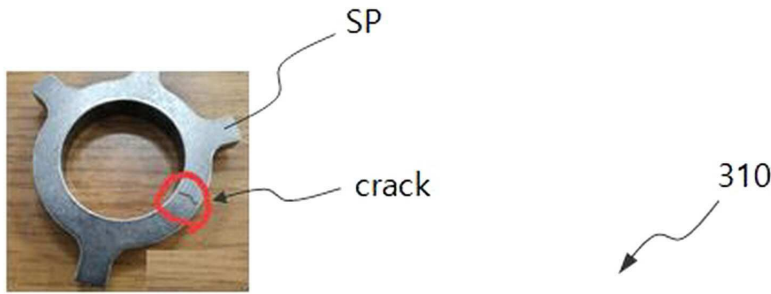
$$f_{\text{mix}} = f_1 + f_2 + f_3 \dots + f_8$$



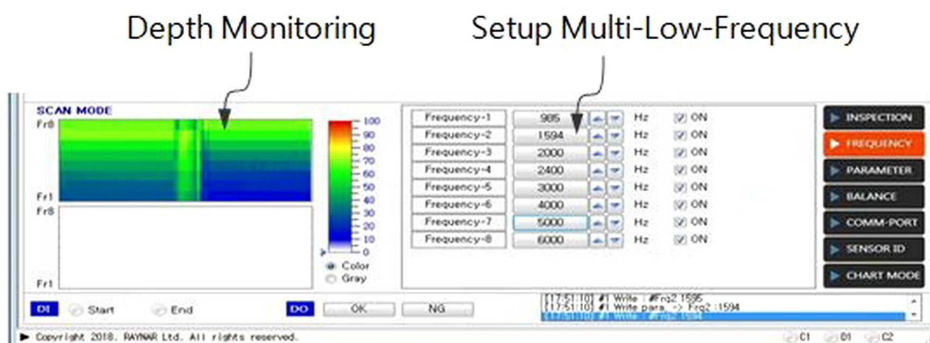
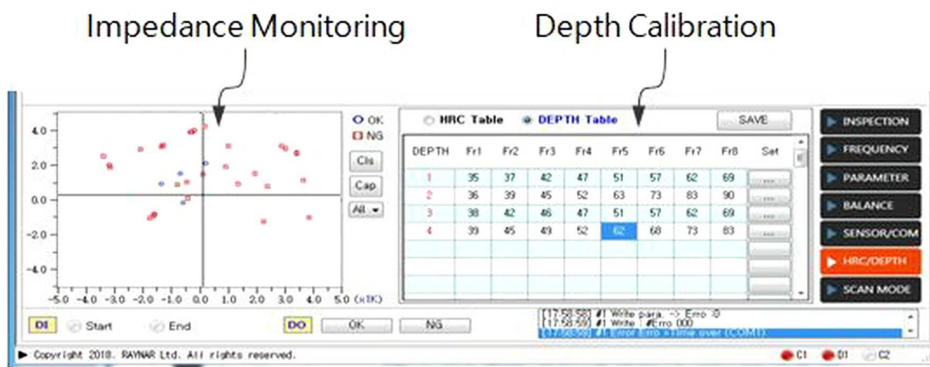
도면5



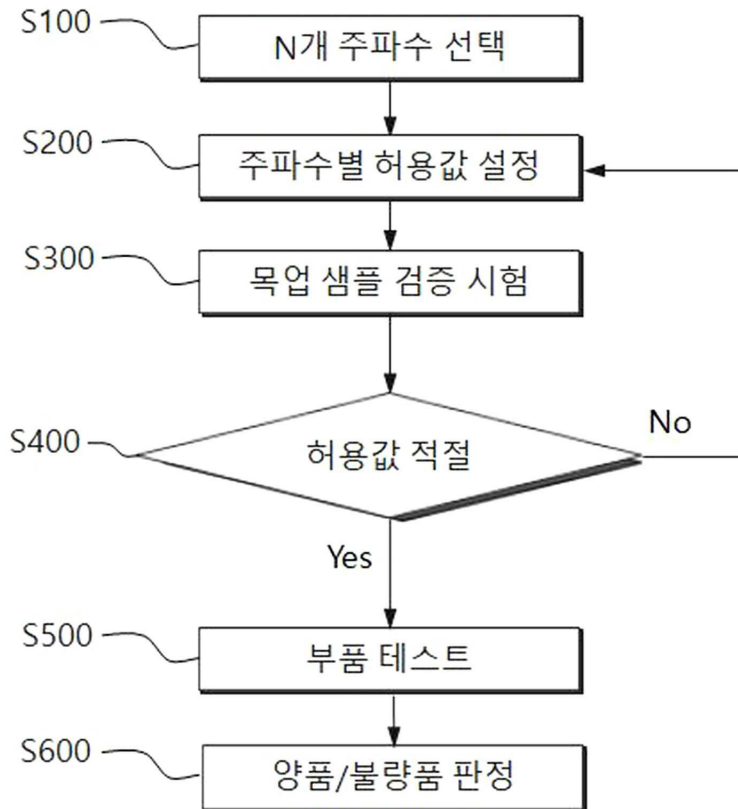
도면6



도면7



도면8



도면9

