



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월25일
(11) 등록번호 10-2036649
(24) 등록일자 2019년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 3/24 (2006.01) F17D 5/06 (2006.01)
G01H 17/00 (2006.01) G06Q 50/06 (2012.01)
G08C 17/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01M 3/243 (2013.01)
F17D 5/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0071350
(22) 출원일자 2019년06월17일
심사청구일자 2019년06월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR101107085 B1*
KR1020190018293 A*
WO2017199455 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 에스씨솔루션
경기도 용인시 기흥구 흥덕1로 13 ,
제킴플렉스동10층제비1015호(흥덕동, 흥덕아이티
밸리)
(72) 발명자
나광윤
경기도 용인시 기흥구 강남동로 20 강남마을코오
롱하늘채아파트 505동 801호
(74) 대리인
박남현

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 홍기정

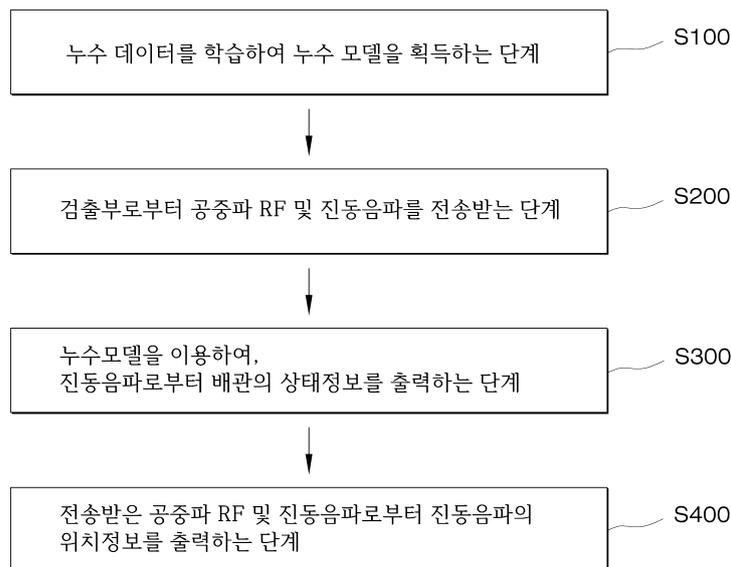
(54) 발명의 명칭 누수관리 시스템 및 이를 이용한 누수위치 예측 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 누수관리 시스템 및 누수위치 예측 방법에 대한 것이다.

본 발명에 따른 누수관리 시스템은, 배관에 설치되고 공중파 RF와 진동음파를 획득 및 검출하는 검출부(100-N)와, 시간적 변화에 따른 진동음파의 변화 데이터를 학습하고, 배관의 상태정보와 진동음파의 위치 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



정보를 출력하는 관리서버(200)와, 상기 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보에 따라 탐지표식을 시각적으로 제공하는 단말기(300)를 포함하여 이루어진다.

본 발명에 따른 누수위치 예측 방법은, 수집된 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S100)와, 검출부로부터 공중파 RF 및 진동음파를 전송받는 단계(S200)와, 누수 모델을 이용하여, 전송받은 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력하는 단계(S300)와, 전송받은 공중파 RF 및 진동음파로부터 진동음파의 위치정보를 출력하는 단계(S400)를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G01H 17/00 (2013.01)

G06Q 50/06 (2013.01)

G08C 17/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배관에 설치되고 공중파 RF와 진동음파를 획득 및 검출하는 검출부(100-N)와, 시간적 변화에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터를 학습하고, 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보를 출력하는 관리서버(200)와, 상기 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보에 따라 탐지표식을 시각적으로 제공하는 단말기(300)를 포함하여 이루어지고,

상기 관리서버(200)는 수집된 누수 데이터로부터 누수 모델을 획득하는 누수학습 모듈(210)과, 검출부(100-N)로부터 전송되는 진동음파를 입력받고, 누수 모델을 이용하여, 배관의 상태정보를 출력하는 신호분석 모듈(220)과, 상기 검출부(100-N)로부터 전송되는 공중파 RF와 진동음파를 입력받고, 진동음파의 발생위치를 계산한 후, 진동음파의 위치정보를 출력하는 좌표계산 모듈(230)을 포함하고,

상기 시간적 변화에 따른 진동음파의 변화 데이터는 배관의 노후화로부터 누수까지 발생하는 진동음파의 변화 데이터이고,

상기 관리서버는 입력된 음파가 학습에 따른 누수 진동주파수 대역을 벗어나는 경우, 상태정보로서 누수가능신호를 출력하고, 입력된 음파가 학습에 따른 누수 진동주파수 대역 이내인 경우, 상태정보로서 누수신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 누수관리 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

수집된 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S100)와,

검출부로부터 공중파 RF 및 진동음파를 전송받는 단계(S200)와,

누수 모델을 이용하여, 전송받은 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력하는 단계(S300)와,

전송받은 공중파 RF 및 진동음파로부터 진동음파의 위치정보를 출력하는 단계(S400)를 포함하고,

상기 누수 모델을 획득하는 단계(S100)는, 수집된 누수 데이터를 입력받는 단계(S110)와, 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S120)와, 획득된 누수 모델을 저장하는 단계(S130)를 포함하고,

상기 수집된 누수 데이터는 배관의 노후화로부터 누수까지 발생하는 진동음파의 변화 데이터이고,

입력된 음파가 학습에 따른 누수 진동주파수 대역을 벗어나는 경우, 상태정보로서 누수가능신호를 출력하고, 입력된 음파가 학습에 따른 누수 진동주파수 대역 이내인 경우, 상태정보로서 누수신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 누수위치 예측 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보는 단말기로 전송되고, 단말기의 화면에는 누수표식 또는 누수가능표식을 나타내는 탐지표식을 디스플레이되는 것을 특징으로 하는 누수위치 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 검출되는 진동음파로부터 누수 위치를 예측할 수 있는 누수관리 시스템 및 누수위치 예측 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 생활수준의 향상으로 매년 물의 사용은 날로 증가되고 있다. 물을 공급하기 위한 수도관은 일반적으로 지하에 매설되는데, 매설된 수도관은 충격, 노후화 등 여러 가지 요인으로 인해 누수가 발생한다. 누수 발생 지점을 찾기 위하여 많은 노력과 연구가 있어 왔지만, 여전히 누수가 발생하는 지점을 정확히 찾는 것은 여간 쉬운 일이 아니다.

[0004] 누수지점을 찾기 위한 방법으로서 음향 탐지법, 상관식 탐지법 등이 있다. 상관식 탐지법은 상수도관의 양측에 음향 센서를 설치하고, 양측 센서로부터 검출되는 누수음이 도달하는 시간차이를 계산하여 누수 지점을 찾는 방법이다.

[0005] 그러나 상수도관의 재질, 수도관 속에 물의 량, 수도관을 주변의 흙 상태, 수도관의 접속구 등 여러 가지 요인으로 누수음의 전파 속도가 차이가 있어 정확한 누수지점을 찾기에는 어려움이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2010-0014046호, 상수도 배급수관 누수협의회간검출기 및 누수협의회간검출 시스템
- (특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-1454288호, 누수 탐지 시스템
- (특허문헌 0003) 등록특허공보 제10-1563279호, 배관에서 구간별로 측정된 탄성과 속도에 기반한 누수 위치 탐지 방법 및 누수 위치 탐지 시스템
- (특허문헌 0004) 공개특허공보 제10-2011-0032272호, 누수탐지 장치 및 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 시간적 변화에 따른 진동음파의 변화를 학습하고, 학습에 따른 누수 모델을 이용하여 누수위치 또는 누수가능위치를 탐지할 수 있는 누수관리 시스템 및 누수위치 예측 방법을 제공하려는 데 그 목적이 있다.

[0009] 또한 본 발명은 배관으로부터 전달되는 비정상적 진동음파를 검출하고 해당 진동음파의 발생지점을 탐지할 수 있는 누수관리 시스템 및 누수위치 예측 방법을 제공하려는 데 그 목적이 있다.

[0010] 또한 본 발명은 공중파 RF의 지연시간을 이용하여, 서로 이격되어 설치된 센서의 진동음파 검출시점을 동기화하고, 진동음파의 검출시점부터 누수위치 계산까지 발생될 수 있는 시간적 오차를 제거할 수 있는 누수관리 시스템 및 누수위치 예측 방법을 제공하려는 데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 언급한 과제로 제한되지 않는다. 언급하지 않은 다른 기술적 과제들은 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명에 따른 누수관리 시스템은, 배관에 설치되고 공중파 RF와 진동음파를 획득 및 검출하는 검출부(100-N)와, 시간적 변화에 따른 진동음파의 변화 데이터를 학습하고, 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보를 출력

하는 관리서버(200)와, 상기 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보에 따라 탐지표식을 시각적으로 제공하는 단말기(300)를 포함하여 이루어진다.

- [0014] 일 실시 예로서, 시간적 변화에 따른 진동음파의 변화 데이터는 배관의 누수에 따른 진동음파의 신호변화 데이터일 수 있다.
- [0015] 일 실시 예로서, 관리서버는 누수 진동주파수 대역을 벗어나는 경우, 상태정보로서 누수가능신호를 생성한다.
- [0016] 본 발명에 따른 관리서버(200)는 수집된 누수 데이터로부터 누수 모델을 획득하는 누수학습 모듈(210)과, 검출부(100-N)로부터 전송되는 진동음파를 입력받고, 누수 모델을 이용하여, 배관의 상태정보를 출력하는 신호분석 모듈(220)과, 검출부(100-N)로부터 전송되는 공중파 RF와 진동음파를 입력받고, 진동음파의 발생위치를 계산한 후, 진동음파의 위치정보를 출력하는 좌표계산 모듈(230)을 포함한다.
- [0017] 본 발명에 따른 누수위치 탐지 방법은, 수집된 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S100)와, 검출부로부터 공중파 RF 및 진동음파를 전송받는 단계(S200)와, 누수 모델을 이용하여, 전송받은 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력하는 단계(S300)와, 전송받은 공중파 RF 및 진동음파로부터 진동음파의 위치정보를 출력하는 단계(S400)를 포함한다.
- [0018] 일 실시 예로서, 수집된 누수 데이터는 배관의 누수에 따른 진동음파의 신호변화 데이터일 수 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 누수 모델을 획득하는 단계(S100)는, 수집된 누수 데이터를 입력받는 단계(S110)와, 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S120)와, 획득된 누수 모델을 저장하는 단계(S130)를 포함한다.
- [0020] 일 실시 예로서, 누수 모델은 학습에 의해 누수로 인해 발생하는 진동음파의 주파수 영역범위를 나타내는 누수 진동주파수 대역을 가진다.
- [0021] 일 실시 예로서, 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보는 단말기로 전송되고, 단말기의 화면에는 누수표식 또는 누수가능표식을 디스플레이한다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따르면, 시간적 변화에 따른 진동음파의 변화 데이터를 학습하고, 학습에 따른 누수 모델을 이용하여 배관의 누수상태 또는 누수가능상태를 예측할 수 있다.
- [0024] 본 발명에 따르면 배관으로부터 비정상적 진동음파를 검출하고, 진동음파의 변화에 기초하여 배관의 누수 가능 지점을 예측할 수 있다.
- [0025] 본 발명에 따르면, 공중파 RF의 지연시간을 이용하여, 서로 이격되어 설치된 센서의 진동음파 검출시점을 동기 화함으로써 진동음파의 검출시점부터 누수위치 계산까지 발생할 수 있는 시간적 오차를 제거할 수 있다.
- [0026] 본 발명에 따르면, 단말기의 배관지도 화면에 표시되는 탐지표식을 보고, 현장 작업자는 배관의 누수가능위치를 쉽게 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 누수관리 시스템을 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 누수위치 예측 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 누수 모델의 학습방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 진동음파의 위치정보를 획득하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 5는 배관에 검출부를 설치한 것을 나타낸 개략도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 제1 및 제2 진동음파를 동기화하는 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 실시 예들에 사용된 "부", "모듈", "장치", "단말기", "서버", "시스템" 등의 용어는 하드웨어와 소프트웨어가 조합된 구성일 수 있다. 하드웨어는 CPU 또는 다른 프로세서(processor)를 포함하는 데이터 처리 기기일 수 있으며, 소프트웨어는 하드웨어에서 실행

행되는 스레드(thread of execution), 프로그램(program) 등을 지칭할 수 있다.

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 누수관리 시스템을 나타낸 것이다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 누수관리 시스템은 배관에 설치되고 공중파 RF와 진동음파를 획득 및 검출하는 검출부(100-N)와, 시간적 변화에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터를 학습하고, 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보를 출력하는 관리서버(200)와, 상기 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보에 따라 탐지표식을 시각적으로 제공하는 단말기(300)를 포함하여 이루어진다.
- [0033] 실시 예로서, 시간적 변화에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터는 배관의 누수에 따른 진동음파의 변화 데이터, 배관의 재질에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0034] 검출부(100-N), 관리서버(200), 단말기(300) 사이의 신호 및 데이터는 케이블을 이용한 유선 통신, 무선 통신, 3G, 4G, 혹은 그 이외의 통신방식으로 전송할 수 있다. 실시 예로서, 유무선 통신은 LAN, GSM, WCDMA, CDMA, Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi, VoIP, LTE 등으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 통신 방식일 수 있으며, 또한 이러한 통신방식으로 한정되지 않는다.
- [0035] 검출부(100-N, N은 자연수)는 배관에 설치된다. 배관에는 유체가 이동할 수 있으며, 유체는 기체 또는 액체일 수 있다. 본 발명에서는 배관은 상수도관이고, 유체는 물(water)인 것으로 하여 설명한다.
- [0036] 검출부(100-N)는 배관에서 소정 거리 이격된 곳에 복수 개 설치된다. 검출부는 진동음파를 검출하는 센서(110-N)와 공중파 RF(radio frequency)를 획득하는 RF 수신모듈(120-N)과, 진동음파와 공중파 RF를 관리서버로 전송하는 통신모듈(130-N)을 포함할 수 있다.
- [0037] 일 실시 예로서, 배관(PW)의 소정거리 이격된 위치에 제1 검출부와 제2 검출부를 설치할 수 있으며, 제1 및 제2 센서는 제1 및 제2 검출부 사이에서 발생하는 진동음파를 검출할 수 있다.
- [0038] RF 수신모듈(120-N)은 공중파 RF를 획득한다. 공중파 RF는 AM 방송신호 또는 FM 방송신호일 수 있다. 후술하겠지만 공중파 RF는 진동음파의 동기화를 위해 사용된다.
- [0039] 관리서버(200)는 신호 및 데이터 처리 프로세서와 통신모듈을 포함하는 컴퓨팅 장치일 수 있다. 관리서버에는 마우스, 키보드와 같은 입력장치가 연결될 수 있으며, 또한 관리서버에는 모니터, 프린터와 같은 출력장치가 연결될 수 있다.
- [0040] 관리서버는 수집된 누수 데이터로부터 누수 모델을 학습한다. 이러한 누수 모델의 학습은 뉴럴 네트워크(neural network)를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0041] 또한 관리서버는 누수 모델을 이용하여 입력되는 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력한다. 또한 관리서버는 입력되는 공중파 RF와 진동음파로부터 진동음파의 위치정보를 출력한다.
- [0042] 본 발명에 따른 관리서버(200)는 누수학습 모듈(210), 신호분석 모듈(220), 좌표계산 모듈(230), 통신모듈(240)을 포함한다.
- [0043] 누수학습 모듈(210)은 누수 모델을 획득한다. 누수학습 모듈은 수집된 누수 데이터로부터 누수 모델을 학습하고 업데이트한다. 이때, 수집된 누수 데이터는 시간적 변화에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터일 수 있다. 일 실시 예로서 수집된 누수 데이터는 배관의 누수로부터 발생하는 진동음파의 변화 데이터, 배관의 재질에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0044] 누수 모델은 학습에 의해 누수 진동음파 범위 즉, 누수 진동주파수 대역을 갖는다. 이때, 누수 진동주파수 대역은 배관에서 누수로 인해 발생하는 진동음파의 주파수 영역범위일 수 있다.
- [0045] 일 실시 예로서 누수로 인해 발생하는 누수 진동음파는 재질 등에 따라 소정의 주파수 대역을 가지는 진동음파의 주파수 영역범위일 수 있다.
- [0046] 신호분석 모듈(220)은 검출부(100-N)로부터 전송되는 진동음파를 입력받고, 누수 모델을 이용하여 배관의 상태정보를 출력한다. 이때 배관의 상태정보는 누수신호 또는 누수가능신호일 수 있다.
- [0047] 신호분석 모듈은 입력되는 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력한다. 상기 상태정보는 누수신호 또는 누수가능신호일 수 있다.
- [0048] 일 실시 예로서, 입력된 진동음파가 누수 진동주파수 대역 이내인 경우 누수신호를 출력하고, 입력된 진동음파

가 누수 진동주파수 대역을 벗어나는 경우 누수가능신호를 출력할 수 있다. 여기서 누수 진동주파수 대역을 벗어나는 진동주파수는 누수로 인해 발생하는 진동주파수 대역을 벗어나는 배관의 연결부재의 노후화, 배관의 부식에 따른 진동주파수 동일 수 있다.

- [0049] 상기 누수 모델을 이용한 진동음파의 분석은 고속 푸리에 변환(fast fourier transform)에 의해 수행될 수 있으며, 진동음파의 주파수에 포함된 제2 고조파, 제3 고조파를 통해 수행될 수 있다.
- [0050] 좌표계산 모듈(230)은 검출부(100-N)로부터 전송되는 공중파 RF와 진동음파를 입력받고 진동음파의 발생위치를 계산한 후, 진동음파의 위치정보를 출력한다. 여기서 위치정보는 진동음파가 발생하고 있는 위치의 좌표 데이터일 수 있다.
- [0051] 일 실시 예로서, 좌표계산 모듈은 공중파 RF를 기초로 진동음파를 정렬하고, 정렬된 진동음파의 도달시간 차이를 계산하여 진동음파의 발생위치를 계산할 수 있다.
- [0052] 통신모듈(240)은 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보를 단말기로 출력한다.
- [0053] 단말기(300)는 현장 작업자가 휴대하는 장치일 수 있다. 단말기(300)는 관리서버(200)로부터 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보를 전송받고 현장 작업자에게 누수위치를 제공한다. 단말기는 GPS모듈, 지도정보모듈, 디스플레이모듈, 통신모듈을 포함할 수 있다.
- [0054] 일 실시 예로서 단말기의 디스플레이 화면에는 지도에 중첩하여 배관라인이 표시될 수 있으며, 배관라인의 중 적어도 어느 하나의 지점에는 탐지표식이 시각적으로 표시될 수 있다. 상기 탐지표식은 누수표식 또는 누수가능표식일 수 있다.
- [0055] 이하, 본 발명에 따른 누수관리 시스템을 이용한 누수위치 예측 방법에 대하여 설명한다.
- [0056] 도 2는 본 발명에 따른 누수위치 예측 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0057] 본 발명에 따른 누수위치 예측 방법은 수집된 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S100)와, 검출부로부터 공중파 RF 및 진동음파를 전송받는 단계(S200)와, 누수 모델을 이용하여, 전송받은 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력하는 단계(S300)와, 전송받은 공중파 RF 및 진동음파로부터 진동음파의 위치정보를 출력하는 단계(S400)를 포함한다.
- [0058] 단계 S100에서, 수집된 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득한다. 일 실시예로서 누수 데이터는 시간적 변화에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터, 배관의 재질에 따른 누수 진동음파의 변화 데이터일 수 있다.
- [0059] 단계 S200에서, 검출부로부터 공중파 RF 및 진동음파를 전송받는다. 일 실시 예로서 공중파 RF는 AM 신호 또는 FM 신호일 수 있다.
- [0060] 한편, 전송되는 진동음파는 신호분석 모듈과 좌표계산 모듈로 입력되고, 공중파 RF는 좌표계산 모듈로 입력된다.
- [0061] 단계 S300에서, 신호분석 모듈은 배관의 상태정보를 출력한다. 신호분석모듈은 학습된 누수 모델을 이용하여, 입력되는 진동음파로부터 배관의 상태정보를 출력한다. 일 실시 예로서, 배관의 상태정보는 누수 신호 또는 누수가능신호일 수 있다.
- [0062] 신호분석 모듈은 입력되는 진동음파가 학습된 누수 모델의 누수 진동주파수 대역 이내인 경우 누수신호를 출력하고, 입력되는 진동음파가 학습된 누수 모델의 누수 진동주파수 대역을 벗어나는 경우 누수가능신호를 출력한다.
- [0063] 단계 S400에서, 좌표계산 모듈은 진동음파의 위치정보를 출력한다. 좌표계산 모듈은 입력되는 공중파 RF와 진동음파로부터 진동음파의 위치정보를 계산한다. 일 실시 예로서 진동음파의 위치정보는 진동음파가 발생하는 위치의 좌표 데이터일 수 있다.
- [0064] 다른 실시 예로서, 단계 S300과 단계 S400은 동시에 처리될 수 있으며, 처리된 결과를 단말기로 전송할 수 있다.
- [0065] 이후, 배관의 상태정보와 진동음파의 위치정보는 단말기로 전송된다. 단말기의 화면에는 배관라인이 중첩된 지도 이미지가 표시될 수 있고, 배관라인의 중 적어도 어느 하나의 지점에는 탐지표식이 디스플레이될 수 있다.
- [0066] 일 실시 예로서, 탐지표식은 누수표식 또는 누수가능표식일 수 있으며, 누수표식은 누수가 발생하고 있는 표식

일 수 있고, 누수가능표식은 배관의 표면부식에 따른 표식일 수 있다.

- [0067] 단말기를 휴대하는 작업자는 단말기의 화면에 나타나는 탐지표식을 보고 해당 지점에서 누수가 발생되고 있는지, 그리고 누수가 발생할 수 있는 가능성이 있는지를 시각적으로 확인할 수 있다.
- [0068] 이하, 본 발명에 따른 누수학습 모듈에서 수행되는 누수 모델의 학습에 대하여 설명한다.
- [0069] 도 3은 본 발명에 따른 누수 모델의 학습방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0070] 본 발명의 일 실시 예에 따른 누수 모델의 학습방법의 각 단계들은 누수학습 모듈에서 이루어지는 것으로 하여 설명되나, 실시 예에 따라 별도의 장치에서 처리되고, 처리 결과를 관리서버로 전송할 수 있다.
- [0071] 본 발명에 따른 누수 모델의 학습방법은, 수집된 누수 데이터를 입력받는 단계(S110)와, 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득하는 단계(S120)와, 획득된 누수 모델을 저장하는 단계(S130)를 포함한다.
- [0072] 단계 S110에서, 누수학습 모듈은 수집된 누수 데이터를 입력받는다. 누수 데이터는 누수학습 모듈에 연결되는 학습모듈 저장공간에 저장될 수도 있고, 누수탐지 서버의 저장공간에 저장될 수 있다.
- [0073] 수집된 누수 데이터는 시간적 변화에 따른 누수 진동음과의 변화 데이터일 수 있다. 예컨대, 수집된 누수 데이터는 배관의 누수로부터 발생하는 누수 진동음과의 변화 데이터, 배관의 재질에 따른 누수 진동음과의 변화 데이터 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0074] 단계 S120에서, 누수학습 모듈은 수집된 누수 데이터를 학습하여 누수 모델을 획득한다.
- [0075] 일 실시 예로서 학습에 의해 누수 모델은 누수 진동주파수 대역을 획득한다. 여기서 누수 진동주파수 대역은 배관에서 누수로 인해 발생하는 진동음과의 주파수 영역범위일 수 있다.
- [0076] 단계 S130에서, 누수학습 모듈은 획득된 누수 모델을 저장한다. 일 실시 예로서 학습된 누수 모델은 누수학습 모듈에 연결되는 학습모듈 저장공간에 저장될 수도 있고, 누수관리 서버의 저장공간에 저장될 수 있다.
- [0077] 이하, 본 발명에 따른 좌표계산 모듈에서 진동음과의 위치정보를 획득하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0078] 도 4는 본 발명에 따른 진동음과의 위치정보를 획득하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0079] 본 발명의 실시 예에 따른 진동음과의 위치정보를 획득하는 방법은, 공중파 RF와 진동음파를 입력받는 단계(S410)와, 공중파 RF의 지연시간을 검출하고, 검출된 지연시간으로 진동음파를 정렬하여 진동음파를 동기화하는 단계(S420)와, 동기화된 진동음파로부터 도달시간 차이를 계산하고 좌표 데이터를 산출하는 단계(S430)를 포함한다.
- [0080] 도 5는 배관에 검출부를 설치한 것을 나타낸 개략도이다.
- [0081] 도 5를 참조하면, 배관에 제1 검출부(100-1)와 제2 검출부(100-2)가 소정 간격(D)을 두고 설치되어 있다. 도면 부호 LP는 진동음과의 발생위치를 나타낸 것이다.
- [0082] 본 발명에 따른 검출부의 RF 수신모듈은 공중파 RF를 획득한다. 또한 검출부의 센서는 배관(PW)으로 전달되는 진동음파를 검출한다.
- [0083] 일 실시 예로서, 제1 검출부의 제1 RF 수신모듈과 제2 검출부의 제2 RF 수신모듈은 각각 제1 및 제2 공중파 RF를 획득한다. 또한 제1 검출부의 제1 센서와 제2 검출부의 제2 센서는 각각 제1 및 제2 진동음파를 검출한다.
- [0084] 이어서, 제1 검출부와 제2 검출부는 제1 및 제2 공중파 RF와 제1 및 제2 진동음파를 관리서버로 전송한다.
- [0085] 일 실시 예로서 제1 검출부의 제1 통신모듈은 제1 공중파 RF와 제1 진동음파를 관리서버로 전송하고, 제2 검출부의 제2 통신모듈은 제2 공중파 RF와 제2 진동음파를 관리서버로 전송한다.
- [0086] 단계 S410에서, 좌표계산 모듈은 제1 및 제2 공중파 RF와 제1 및 제2 진동음파를 입력받는다.
- [0087] 단계 S420에서, 제1 및 제2 검출부로부터 전송되는 제1 및 제2 공중파 RF 사이의 지연시간을 검출하고, 검출된 지연시간을 기초로 제1 및 제2 진동음파를 정렬하여 제1 및 제2 진동음파를 동기화한다.
- [0088] 도 6은 본 발명에 따른 제1 및 제2 진동음파를 동기화하는 방법을 설명하는 도면이다.
- [0089] 도 6(가)는 제1 검출부에서 획득한 공중파 RF(RF-1)와 진동음파(LF-1)를 나타낸 것이며, 도 6(나)는 제2 검출부에서 획득한 공중파 RF(RF-2)와 진동음파(LF-2)를 나타낸 것이다.

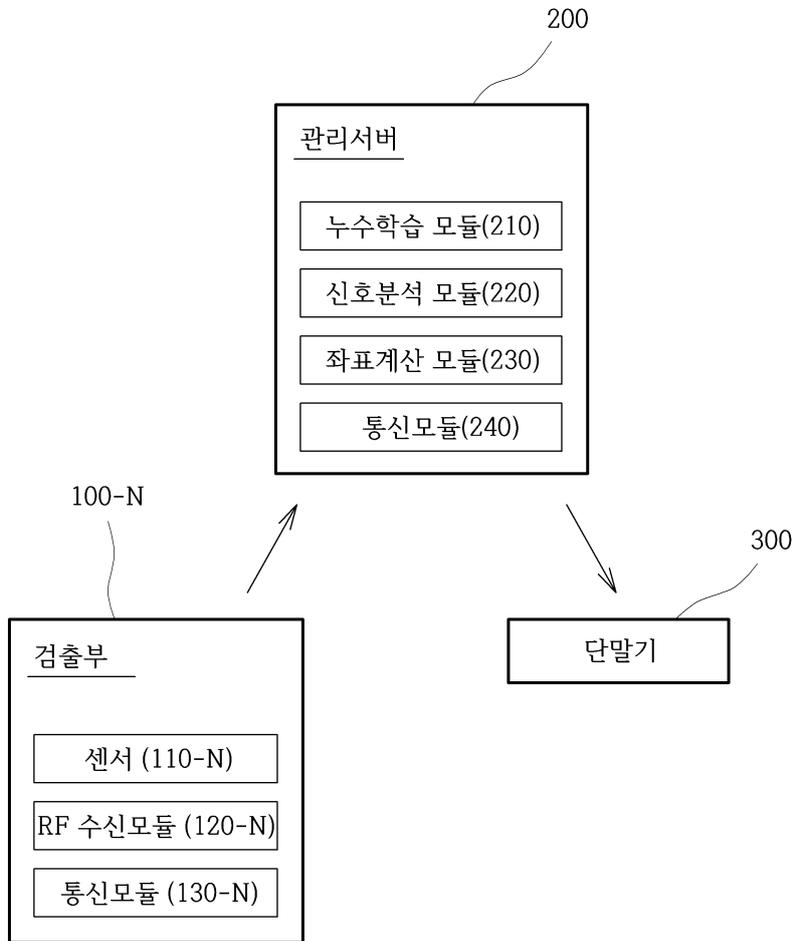
- [0090] 먼저, 도 6의 ①을 참조하면, 공중파 RF(RF-1, RF-2)를 비교하여 지연시간(Δt)을 검출한다. 상기 지연시간(Δt)은 Cross Correlation을 이용하여 검출할 수 있다.
- [0091] 이어서, ②를 참조하면, 검출한 지연시간을 보정값으로 설정하여 진동음파를 정렬한다. 도 6(다)는 보정값인 지연시간(Δt)으로 진동음파(LF-2)를 정렬하는 것을 보여준다. 진동음파(LF-2)를 지연시간 즉, 보정값 만큼 보정함으로써, 제1 진동음파(LF-1)와 제2 진동음파(LF-2)는 동일시점에 검출한 진동음파로서 사용할 수 있다.
- [0092] 이와 같은 과정을 거쳐 동기화된 진동음파로부터 도달시간 차이(Td)를 얻을 수 있다. 도달시간 차이는 ③에서 보여준다.
- [0093] 단계 S430에서, 도달시간 차이로부터 진동음파가 발생된 위치정보를 획득한다.
- [0094] 제1 진동음파(LF-1)와 제2 진동음파(LF-2)의 도달시간 차이(Td)를 기초로 배관에서 진동음파가 발생된 위치정보 즉, 좌표 데이터를 획득한다. 이러한 좌표 데이터를 획득하는 방법은 알려진 계산방식 또는 획득방식에 의해 수행될 수 있다.
- [0096] 본 발명의 실시 예에 따른 누수관리 방법에 의한 동작은 적어도 부분적으로 컴퓨터 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 실시 예로서 기록매체는 컴퓨터에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0097] 일 실시 예로서, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, HDD, SDD, 광 데이터 저장장치, 클라우드 등일 수 있으며, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체에 저장된 프로그램은 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 실행될 수도 있다.
- [0099] 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

부호의 설명

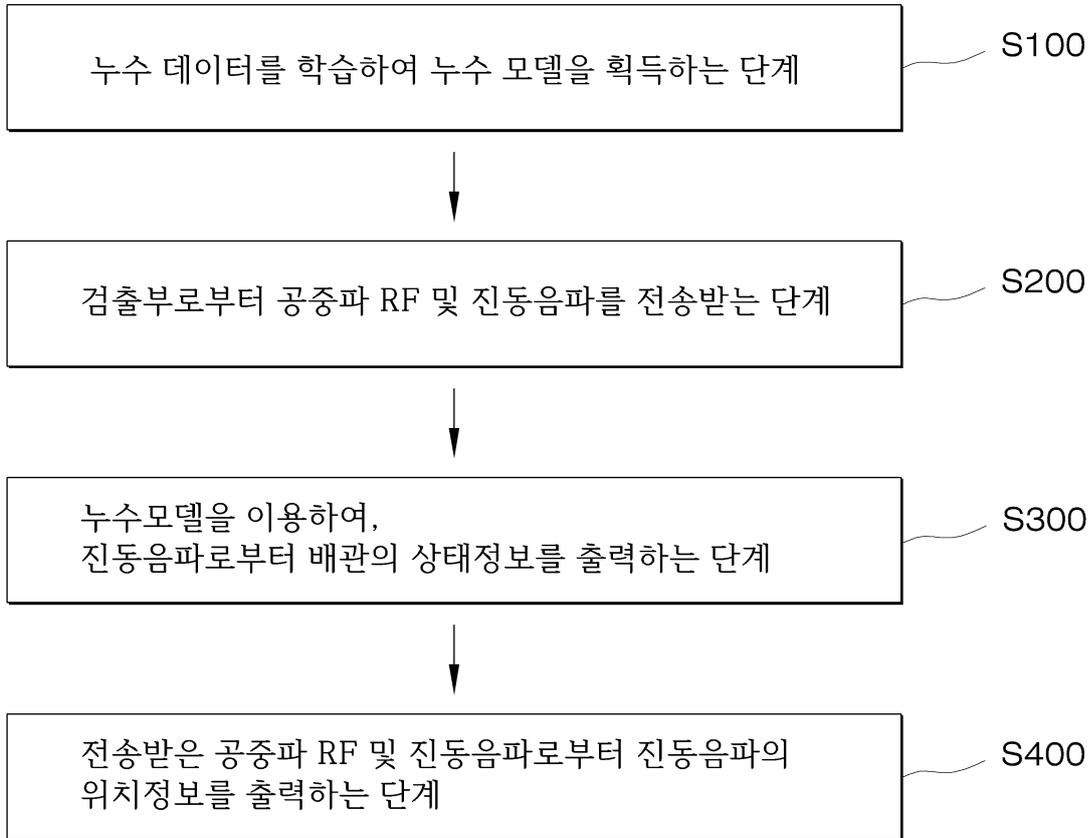
- [0101] 100-N : 검출부
- 110-N : 센서
- 120-N : RF 수신모듈
- 130-N : (검출부의) 통신모듈
- 200 : 관리서버
- 210 : 누수학습 모듈
- 220 : 신호분석 모듈
- 230 : 좌표계산 모듈
- 240 : (관리서버의) 통신모듈
- 300 : 단말기
- PW : 배관

도면

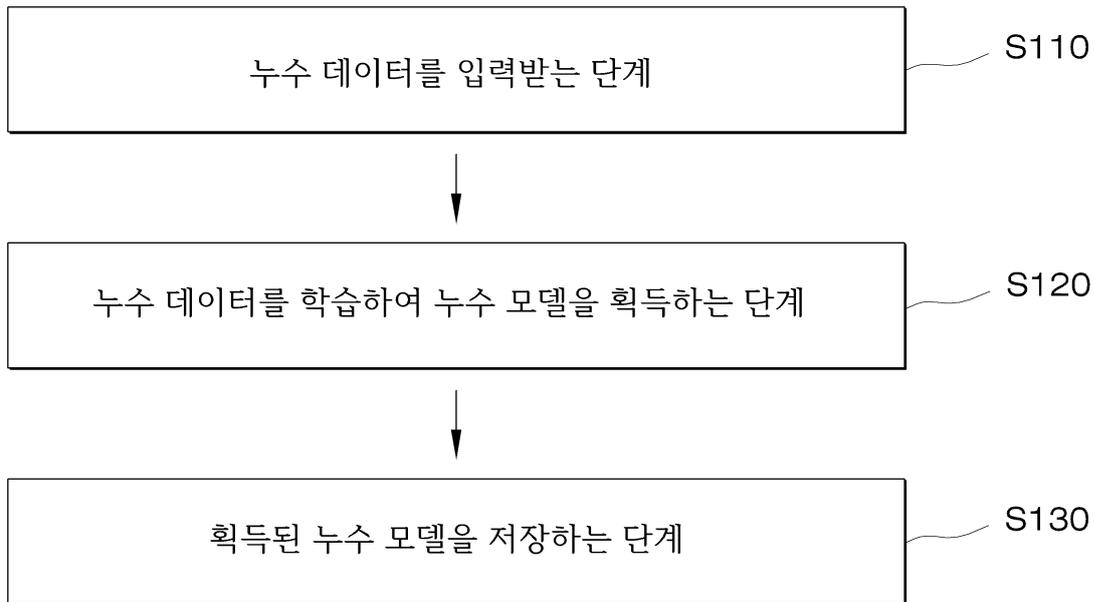
도면1



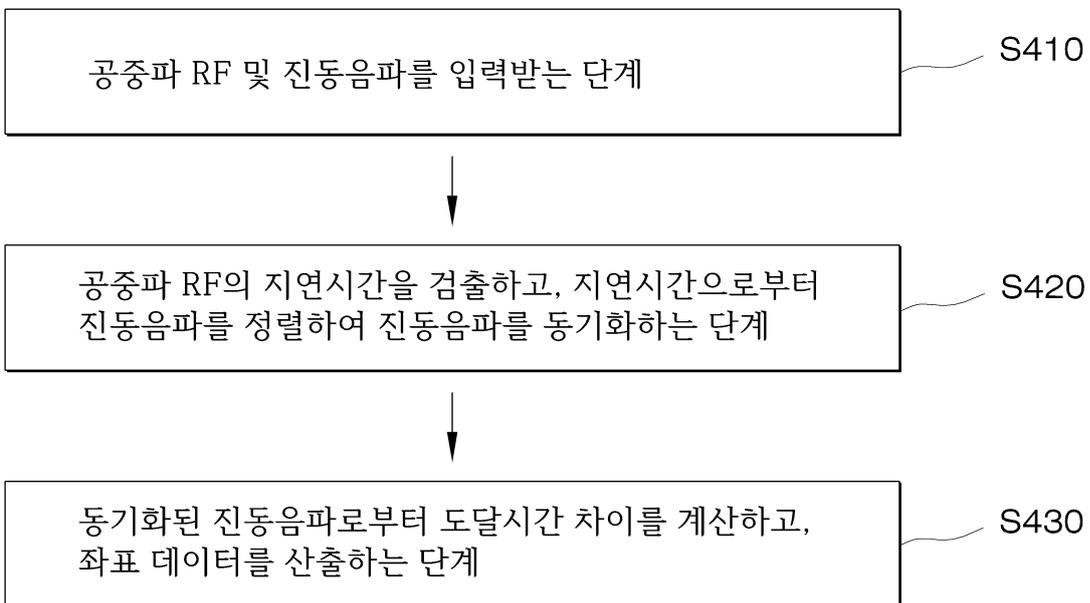
도면2



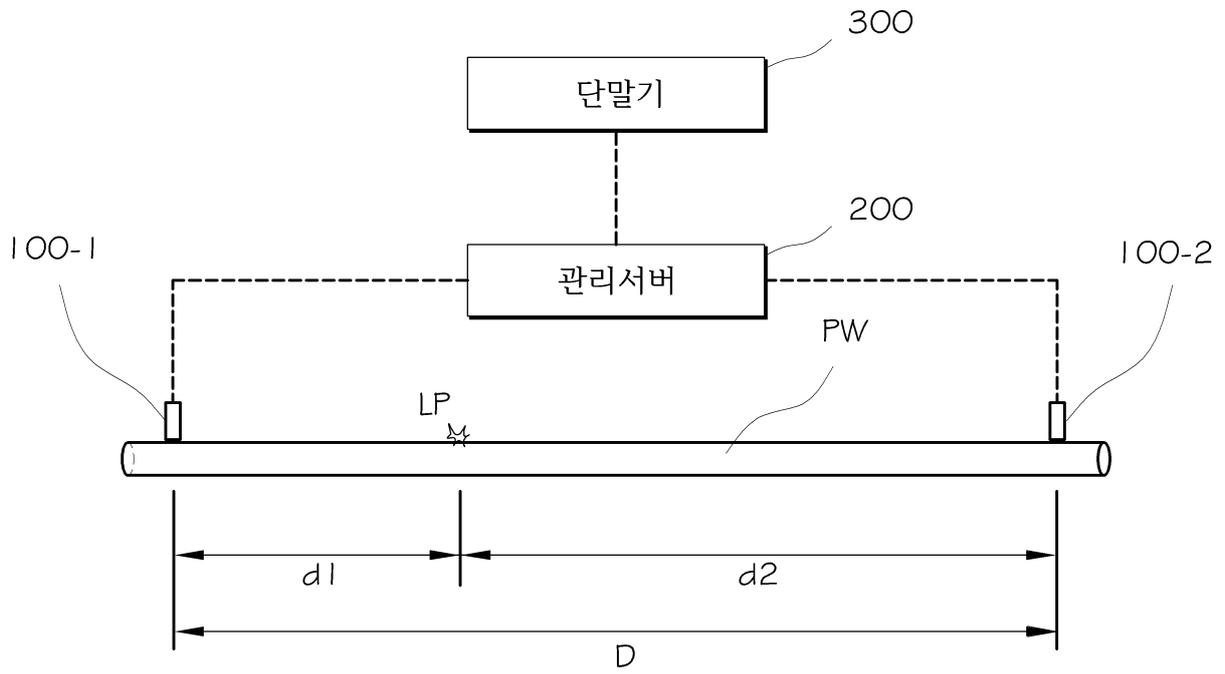
도면3



도면4



도면5



도면6

