



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0062253
(43) 공개일자 2021년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 3/00 (2006.01) G01N 29/07 (2006.01)
G01N 29/11 (2006.01) G01N 29/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01M 3/007 (2013.01)
G01N 29/07 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0150242

(22) 출원일자 2019년11월21일

심사청구일자 2019년11월21일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자
김종면
울산광역시 울주군 범서읍 장검길 88, 106동 180
2호
김재영
부산광역시 수영구 과정로73번길 33-1, 2층 (망미
동)

(74) 대리인
김중선, 이형석

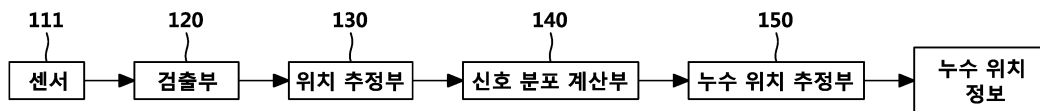
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 배관의 누수 위치 추정 시스템 및 이를 이용한 배관의 누수 위치 추정 방법

(57) 요약

본 발명은 배관의 누수 위치 추정 시스템에 관한 것으로, 배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서; 상기 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 검출부; 상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정부; 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산부; 및 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정부;를 포함하는 것이다. 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하여 실시간으로 정확하게 누수 위치를 파악할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 29/11 (2013.01)

G01N 29/12 (2013.01)

G01N 29/14 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163561
과제번호	20172510102130
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	자원개발기술개발(R&D)
연구과제명	IoT 기반 유·가스 수송/처리시스템 진단 및 통합운영기술 개발
기 여 율	50/100
과제수행기관명	(주)지티씨
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163800
과제번호	20192510102510
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	자원개발기술개발(R&D)
연구과제명	비전통 유가스정 생산성 향상 스마트 관리 기술 개발 및 현장실증
기 여 율	50/100
과제수행기관명	광성지엠(주)
연구기간	2019.05.01 ~ 2020.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서;
상기 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 검출부;
상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정부;
상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산부; 및
상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정부;를 포함하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 센서는 음향센서, 음향방출센서, 진동센서 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 센서를 포함하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 검출부는 상기 수신된 신호의 값이 45 dB 이상일 경우 검출하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 위치 추정부는 신호를 측정하기 시작한 시간을 기준으로 상기 수신된 신호를 검출한 시간 및 신호 전파 속도를 이용하여 상기 신호의 위치를 추정하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 배관을 1 cm 내지 20 cm의 일정한 간격으로 상기 영역을 나누는 것인, 배관의 누수 위치 추정 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
총 검출된 신호 대비 상기 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 시스템.

청구항 7

배관의 누수 위치 추정 시스템이,

배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 신호 검출 단계;

상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정 단계;

상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산 단계; 및

상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정 단계;를 포함하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 센서는 음향센서, 음향방출센서, 진동센서 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 센서를 포함하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 검출 단계는 상기 수신된 신호의 값이 45dB 이상일 경우 검출하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 위치 추정 단계는 신호를 측정하기 시작한 시간을 기준으로 상기 수신된 신호를 검출한 시간 및 신호 전파 속도를 이용하여 상기 신호의 위치를 추정하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 배관을 1 cm 내지 20 cm의 일정한 간격으로 상기 영역을 나누는 것인, 배관의 누수 위치 추정 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

총 검출된 신호 대비 상기 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것인, 배관의 누수 위치 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배관의 누수 위치를 추정하는 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 배관 내에 이격되어 배치된 복수 개의 센서로부터 수신된 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 주택, 건물, 공장, 아파트에 물공급을 위한 수도관이 땅속에 매설되고 본관에서 갈라진 지관을 통하여 깨끗한 물을 곳곳에 공급하게 된다. 낡은 수도관을 주기적으로 교체하고 있으나, 부실 공사나 수도관 교체가

이루어지지 않아 누수 발생 시 많은 수돗물이 낭비될 뿐만 아니라 이물질 유입으로 인한 수질 오염, 지반의 침하, 지류의 변화가 발생할 우려가 있다.

- [0003] 종래에는 청음식 원리인 휴대용 장비 등을 사용하여 현장을 순회하며 누수 여부를 탐지하였으나, 청음식 탐지 방식은 고도의 주의를 기울여 누수를 관별해야 하는 숙련된 기술이 필요하며, 청음 장비를 휴대하고 지하 관로를 따라 이동하면서 일일이 탐지해야 하므로 비용 및 시간이 소모되는 단점이 있다. 또한, 누수되는 실제 위치를 정확하게 파악하기가 매우 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 공개특허공보 KR 제10-2011-0032272호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 배관의 누수 위치 추정 시스템에 대한 것으로서, 배관 내에 이격되어 배치된 복수 개의 센서로부터 수신된 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 시스템을 제공하는 것이다.

- [0006] 또한, 상기 배관의 누수 위치 추정 시스템을 이용하여 배관의 누수 위치를 추정하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 배관의 누수 위치 추정 시스템은 배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서; 상기 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 검출부; 상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정부; 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산부; 및 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정부;를 포함한다.
- [0008] 상기 센서는 음향센서, 음향방출센서, 진동센서 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 센서를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0009] 상기 검출부는 상기 수신된 신호의 값이 45 dB 이상일 경우 검출하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0010] 상기 위치 추정부는 신호를 측정하기 시작한 시간을 기준으로 상기 수신된 신호를 검출한 시간 및 신호 전파 속도를 이용하여 상기 신호의 위치를 추정하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0011] 상기 배관을 1 cm 내지 20 cm의 일정한 간격으로 상기 영역을 나누는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0012] 총 검출된 신호 대비 상기 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0013] 배관의 누수 위치 추정 방법은 배관의 누수 위치 추정 시스템이, 배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 신호 검출 단계; 상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정 단계; 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산 단계; 및 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정 단계;를 포함한다.
- [0014] 상기 센서는 음향센서, 음향방출센서, 진동센서 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 센서를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0015] 상기 검출 단계는 상기 수신된 신호의 값이 45dB 이상일 경우 검출하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0016] 상기 위치 추정 단계는 신호를 측정하기 시작한 시간을 기준으로 상기 수신된 신호를 검출한 시간 및 신호 전파

속도를 이용하여 상기 신호의 위치를 추정하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0017] 상기 배관을 1 cm 내지 20 cm의 일정한 간격으로 상기 영역을 나누는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0018] 총 검출된 신호 대비 상기 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0019] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0021] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템은 실시간으로 배관의 누수 위치를 빠르고 정확하게 파악할 수 있다.

[0022] 또한, 배관이 지하에 매설되어 있을 때, 상기 배관 위로 큰 화물차 등에 의한 진동이 발생할 때 45dB 이상의 신호가 전체적으로 검출될 수 있다. 종래에는 이러한 경우 측정하고자 하는 신호에 방해가 되어 정확한 누수의 위치를 파악하는 데 어려움이 있었다. 하지만 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템의 경우, 각 영역 별 가장 많은 신호를 검출함으로써 정확한 배관의 누수 위치를 파악할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본원의 일 구현예에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템의 도면이다.

도 2는 본원의 일 구현예에 따른 배관 상에 센서를 부착했을 때의 도면이다.

도 3은 본원의 일 구현예에 따른 배관의 누수 위치 측정의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본원의 일 구현예에 따른 배관의 각 영역별 신호 분포도를 나타낸 도면이다.

도 5는 본원의 일 구현예에 따른 배관의 누수 위치 추정 방법의 순서도이다.

도 6은 본원의 일 실시예에 따른 시간에 따른 각 위치의 신호가 나타난 지점을 표시해둔 그래프이다.

도 7은 본원의 일 실시예에 따른 배관의 영역별 신호의 개수를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다. 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0026] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0027] 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 의미가 있다.

[0028] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

- [0029] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0030] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0031] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~ 하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0032] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0033] 이하에서는 본원의 배관의 누수 위치 추정 시스템 및 이를 이용한 배관의 누수 위치 추정 방법에 대하여 구현예 및 실시예와 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본원이 이러한 구현예 및 실시예와 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0034] 본원은, 배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서; 상기 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 검출부; 상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정부; 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산부; 및 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정부;를 포함하는 배관의 누수 위치 추정 시스템에 관한 것이다.
- [0035] 도 1은 본원의 일 구현예에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템의 도면이다.
- [0036] 구체적으로, 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템(100)은 배관 상에 배치된 복수 개의 센서(111, 112), 상기 복수 개의 센서(111, 112)로부터 수신된 신호를 검출하는 검출부(120), 상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정부(130), 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산부(140), 및 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정부(150)를 포함한다.
- [0037] 상기 센서(111, 112)는 음향센서, 음향방출센서, 진동센서 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 센서를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0038] 도 2는 본원의 일 구현예에 따른 배관 상에 센서를 부착했을 때의 도면이다.
- [0039] 도 2를 참고하면 센서는 배관의 양 끝에 이격되어 배치되는 것 일 수 있다. 상기 센서는 2개 이상이 될 수 있으며, 배관의 길이에 따라 센서의 개수가 조절될 수 있다. 또한, 배관의 꺾임부에 각각 위치하는 것 일 수 있다.
- [0040] 상기 센서(111, 112)는 배관 상에 배치되어 상기 배관과 함께 지표에 매설되는 것 일 수 있다. 이 후 정해진 시간 간격마다 상기 배관에서 발생한 누수 신호를 측정하여 상기 검출부(120)에 송신할 수 있다.
- [0041] 상기 검출부(120)는 상기 수신된 신호의 값이 45 dB 이상일 경우 검출하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0042] 상기 센서(111, 112)로부터 수신된 신호가 볼트단위일 경우, 하기 수학적 식 1을 이용하여 dB로 변환하는 것 일 수 있다.

수학적 식 1

$$dB = 20\log\left(\frac{V_{max}}{1\mu V}\right)$$

[0043]

[0044]

상기 수학적 식 1에서 V_{max} 는 상기 수신된 신호의 최대값이다.

[0045]

상기 수신된 신호의 값이 45 dB 미만인 경우는 노이즈 또는 누수가 발생하지 않을 때의 신호이다.

[0046] 상기 위치 추정부(130)는 신호를 측정하기 시작한 시간을 기준으로 상기 수신된 신호를 검출한 시간 및 신호 전파 속도를 이용하여 상기 신호의 위치를 추정하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다

[0047] 도 3은 본원의 일 구현예에 따른 배관의 누수 위치 측정의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 구체적으로, 센서에서 수신된 신호의 dB이 처음으로 45dB 이상이 되는 시간을 TOA(time of arrival)로 설정한다. 즉, 제 1 센서에서 처음으로 45 dB 이상이 되는 시간을 TOA1, 제 2 센서에서 처음으로 45dB 이상이 되는 시간을 TOA2로 칭하였다. 상기 배관에서 결함이 발생한 곳으로부터 오는 신호의 위치는 하기 수학식 2을 이용하여 측정할 수 있다.

수학식 2

[0049]
$$x = (L - v|TOA1 - TOA2|)/2$$

[0050] 상기 수학식 2에서, x는 상기 신호의 위치이고, 상기 L은 배관의 길이이고, 상기 v는 상기 신호의 전파 속도이다.

[0051] 상기 배관을 1 cm 내지 20 cm의 일정한 간격으로 상기 영역을 나누는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0052] 만약 상기 배관의 길이가 200 cm인 경우 상기 배관을 10 내지 200 영역으로 일정하게 나누는 것 일 수 있다.

[0053] 상기 영역 간격이 1 cm 미만일 경우, 상기 영역당 발생하는 신호의 개수가 적어 누수 위치를 산출하기 어려울 수 있다. 또한, 상기 영역 간격이 20 cm 이상일 경우, 누수 위치 영역을 산출하여도 누수 위치를 정확하게 파악하기 어려울 수 있다.

[0054] 상기 신호 분포 계산부(140)는 1분 내지 30분 동안 신호를 취득하여 상기 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 것이다. 이 때, 각 영역에서 발생된 상기 신호의 개수를 측정 시간 동안 검출된 전체 신호의 개수로 나눠 각 영역별 신호의 분포도를 계산하는 것이다.

[0055] 상기 누수 위치 추정부(150)는 상기 신호 분포 계산부(140)에서 계산한 각 영역별 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 것 일 수 있다.

[0056] 도 4는 본원의 일 구현예에 따른 배관의 각 영역별 신호 분포도를 나타낸 도면이다.

[0057] 도 4a는 구체적으로, 배관의 영역을 10개로 나뉘었을 때 총 230개의 신호를 검출한 것이다. 이 때, 각 영역별로 신호의 분포도를 계산한 결과, 영역 4에서 10 개의 영역 중 가장 많은 90개의 신호가 검출된 것을 확인할 수 있다. 만약 배관이 100 cm였을 경우, 영역을 10개로 나누었을 때 각 영역이 10 cm가 된다. 즉, 도 4a에 나타난 결과를 해석하면, 배관의 영역 4에 해당하는 10 cm 영역 내, 즉, 배관의 시작점으로부터 30 cm 내지 40 cm의 영역으로 누수 위치를 추정할 수 있다.

[0058] 일반적으로, 배관 내에 결함이 발생하여 누수가 나타나는 경우, 결함 지점에서 가장 큰 진동 또는 소음이 발생하게 된다. 하지만 결함 지점뿐만 아니라 배관 전체적으로 진동 또는 소음이 전달될 수 있다. 더욱이, 배관은 보통 지하에 매립되어 있어 육안으로 누수를 확인하는 데 어려움이 있다. 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템은 신호를 검출하고 가장 많은 신호가 검출된 영역을 누수 위치로 추정하는 것이다. 즉, 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템은 배관의 누수 위치를 정확하게 파악할 수 있다.

[0059] 또한, 센서를 이용하여 실시간으로 배관의 누수 위치 측정이 가능하다.

[0060] 총 검출된 신호 대비 상기 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 도 4b는 구체적으로 배관의 영역을 N(23)개로 나뉘었을 때, 총 230개의 신호를 검출한 것이다. 이 때 각 영역별로 신호의 분포도를 계산한 결과, 각 영역별로 10개의 신호가 검출되어 총 검출된 신호 대비 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 4%정도로 나타났다. 이러한 경우, 누설이 없다고 판단한다.

[0062] 배관이 지하에 매설되어 있을 때, 상기 배관 위로 큰 화물차 등에 의한 진동이 발생할 때 45dB 이상의 신호가 전체적으로 검출될 수 있다. 종래에는 이러한 경우 측정하고자 하는 신호에 방해가 되어 정확한 누수의 위치를

파악하는 데 어려움이 있었다. 하지만 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템의 경우, 각 영역 별 가장 많은 신호를 검출함으로써 정확한 배관의 누수 위치를 파악할 수 있다.

- [0063] 본원에 따른 배관의 누수 위치 추정 시스템은 실시간으로 배관의 누수 위치를 빠르고 정확하게 파악할 수 있는 장점이 있다.
- [0064] 상기 배관의 누수 위치 추정 시스템은 디스플레이(미도시)를 추가 포함하는 것 일 수 있다.
- [0065] 상기 디스플레이는 상기 배관에 있어서 누수 위치를 시각적으로 나타내는 것 일 수 있다.
- [0066] 상기 배관의 누수 위치 추정 시스템은 무선 송신 장치(미도시)를 추가 포함하는 것 일 수 있다.
- [0067] 상기 무선 수신 장치를 이용하여 상기 배관의 누수 여부를 모니터링 하는 중앙 관리 장치에 신호를 전달할 수 있다.
- [0068] 상기 배관의 누수 위치 추정 시스템은 경고 시스템(미도시)을 추가 포함하는 것 일 수 있다.
- [0069] 상기 경고 시스템은 상기 배관의 누수 위치 추정 시스템이 상기 배관의 누수를 판단했을 경우, 경고음 등으로 알리는 것 일 수 있다.
- [0070] 상기 경고 시스템의 경고음을 듣고 상기 디스플레이에 나타나는 상기 배관의 누수 위치를 파악하여 실시간으로 정확하게 누수 위치를 파악하여 이에 대한 대응을 할 수 있다.
- [0071] 본원은 배관의 누수 위치 추정 시스템이, 배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출하는 신호 검출 단계; 상기 수신된 신호의 위치를 추정하는 위치 추정 단계; 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산하는 신호 분포 계산 단계; 및 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정하는 누수 위치 추정 단계;를 포함하는 배관의 누수 위치 추정 방법에 관한 것이다.
- [0072] 상기 배관의 누수 위치 추정 방법은 1분 내지 30분 동안 이루어지는 것 일 수 있다. 상기 배관의 누수 위치 추정을 하는 데에 1분 미만 동안 측정할 경우, 누수 위치를 검출하기 위한 충분한 신호가 측정되지 않을 수 있다. 또한, 상기 배관의 누수 위치 추정을 하는 데에 30분 초과로 측정할 경우, 실시간으로 누수 위치를 파악하는 데에 어려움이 생길 수 있다. 또한, 상기 배관의 누수 위치 추정 방법은 예를 들어, 10분 측정 후, 또다시 연속적으로 10분씩 측정하여, 실시간으로 누수 유무를 파악하고 누수의 위치를 정확하게 파악할 수 있다.
- [0073] 도 5는 본원의 일 구현예에 따른 배관의 누수 위치 추정 방법의 순서도이다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 먼저, 신호 검출 단계에서 배관 상에 이격되어 배치된 복수 개의 센서로부터 수신된 신호를 검출한다(S100).
- [0075] 상기 센서는 음향센서, 음향방출센서, 진동센서 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 센서를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0076] 상기 센서는 상기 배관의 양 끝에 이격되어 배치되는 것 일 수 있다. 상기 센서는 2개 이상이 될 수 있으며, 배관의 길이에 따라 센서의 개수가 조절될 수 있다.
- [0077] 상기 검출 단계는 상기 수신된 신호의 값이 45dB 이상일 경우 검출하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0078] 상기 센서로부터 수신된 신호가 볼트단위일 경우, 상기 수학적 1을 이용하여 dB로 변환하는 것 일 수 있다.
- [0079] 이어서, 위치 추정 단계에서 상기 수신된 신호의 위치를 추정한다(S200).
- [0080] 상기 위치 추정 단계는 신호를 측정하기 시작한 시간을 기준으로 상기 수신된 신호를 검출한 시간 및 신호 전파 속도를 이용하여 상기 신호의 위치를 추정하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0081] 구체적으로, 센서에서 수신된 신호의 dB이 처음으로 45dB 이상이 되는 시간을 TOA(time of arrival)로 설정한다. 즉, 제 1 센서에서 처음으로 45 dB 이상이 되는 시간을 TOA1, 제 2 센서에서 처음으로 45dB 이상이 되는 시간을 TOA2로 칭하였다. 상기 배관에서 결함이 발생한 곳으로부터 오는 신호의 위치는 상기 수학적 2을 이용하여 측정할 수 있다.
- [0082] 이어서, 신호 분포 계산 단계는 상기 배관을 일정한 간격으로 나눈 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산한다(S300).

- [0083] 상기 배관을 1 cm 내지 20 cm의 일정한 간격으로 상기 영역을 나누는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0084] 만약 상기 배관의 길이가 200 cm인 경우 상기 배관을 10 내지 200 영역으로 일정하게 나누는 것 일 수 있다.
- [0085] 상기 영역 간격이 1 cm 미만일 경우, 상기 영역당 발생하는 신호의 개수가 적어 누수 위치를 산출하기 어려울 수 있다. 또한, 상기 영역 간격이 20 cm 이상일 경우, 누수 위치 영역을 산출하여도 누수 위치를 정확하게 파악하기 어려울 수 있다.
- [0086] 상기 신호 분포 계산 단계는 5분 내지 30분 동안 신호를 취득하여 상기 각 영역에서 상기 신호의 개수를 계산한다. 이 때, 각 영역에서 발생된 상기 신호의 개수를 측정 시간 동안 검출된 전체 신호의 개수로 나눠 각 영역별 신호의 분포도를 계산한다.
- [0087] 이어서, 누수 위치 추정 단계는 상기 신호의 개수가 가장 많은 영역을 누수 위치로 추정한다(S400).
- [0088] 구체적으로, 배관을 N개의 영역으로 나눈 뒤, 총 Z개의 신호를 검출했을 경우, 신호의 개수가 가장 많이 검출된 영역을 누수 위치로 추정할 수 있다.
- [0089] 총 검출된 신호 대비 상기 각각의 영역에서 검출된 신호의 개수가 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0090] 즉, 배관을 N개의 영역으로 나눈 뒤 총 Z개의 신호를 검출했을 때, 각 영역에서 검출된 신호의 개수를 Z로 나눴을 때의 비율이 모두 10% 미만일 경우, 누설이 없는 것으로 판단하는 것이다.
- [0091] 이하 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본원의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다.

실시예 1

- [0092] 먼저, 250 cm 간격으로 배관 상에 복수의 센서를 설치하였다. 상기 배관을 50 영역으로 나누어 배관의 누수 위치 추정 시스템을 이용하여 측정하였고, 그 결과를 도 6 및 7로서 나타내었다.
- [0093] 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 시간에 따른 각 위치의 신호가 나타난 지점을 표시해둔 그래프이다.
- [0094] 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 배관의 영역별 신호의 개수를 나타낸 그래프이다.
- [0095] 구체적으로, 도 6에 나타난 신호의 개수를 취합하여 상기 도 7로서 나타낸 것이다.
- [0096] 도 7을 참고하면, 배관의 누수는 15번째 영역에서 발생한 것으로 추정할 수 있다. 즉, 배관의 시작점으로부터 70 cm 내지 75 cm 부근 내에 배관의 누수가 발생한 것으로 파악할 수 있다.
- [0098] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0099] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0100] 100: 배관의 누수 위치 추정 시스템
111, 112: 센서
120: 검출부
130: 위치 추정부

140: 신호 분포 계산부

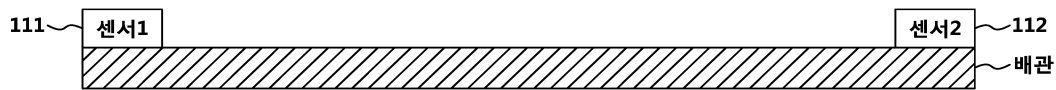
150: 누수 위치 추정부

도면

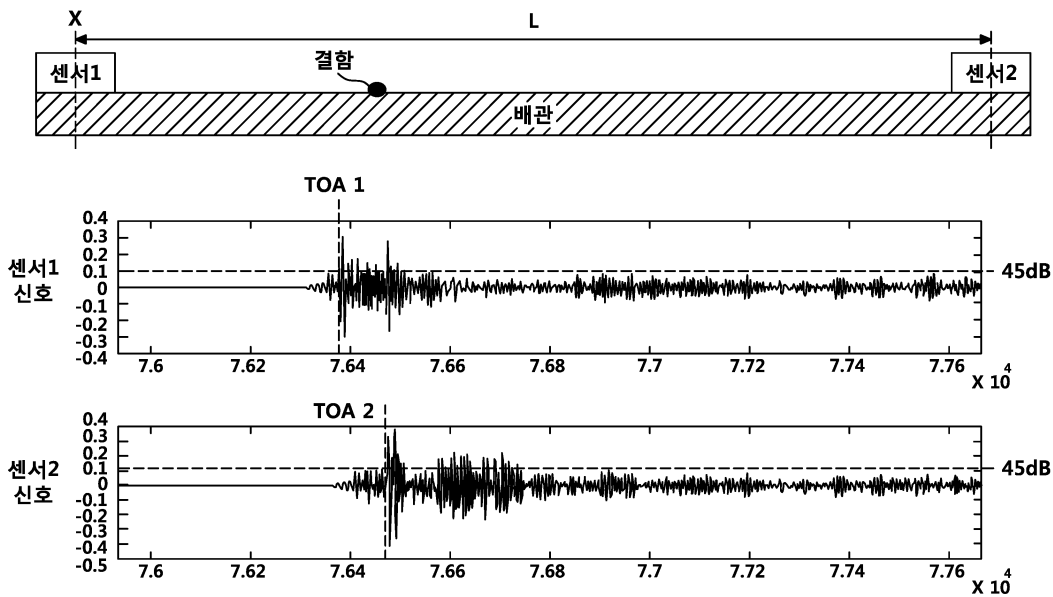
도면1



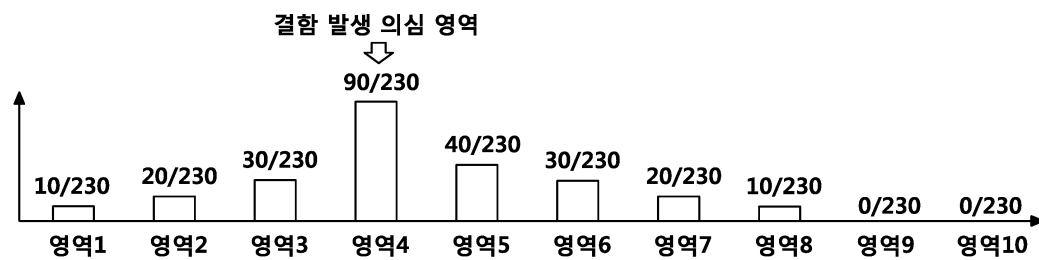
도면2



도면3



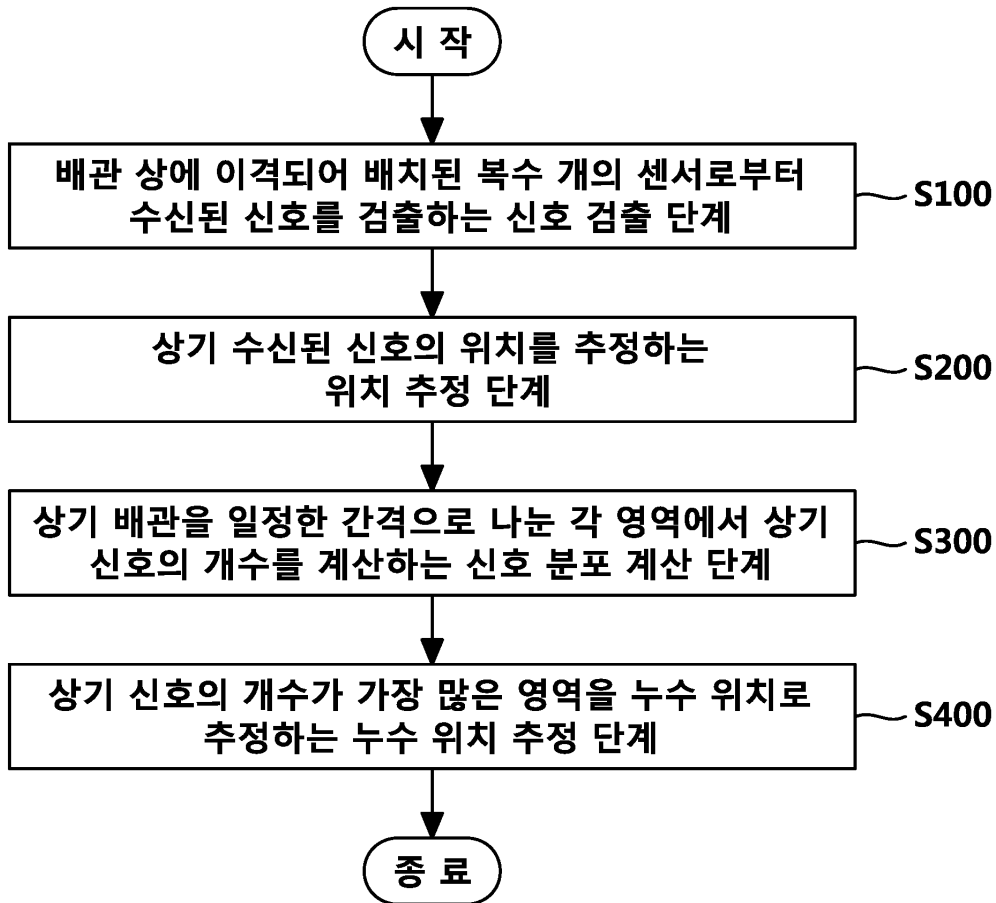
도면4a



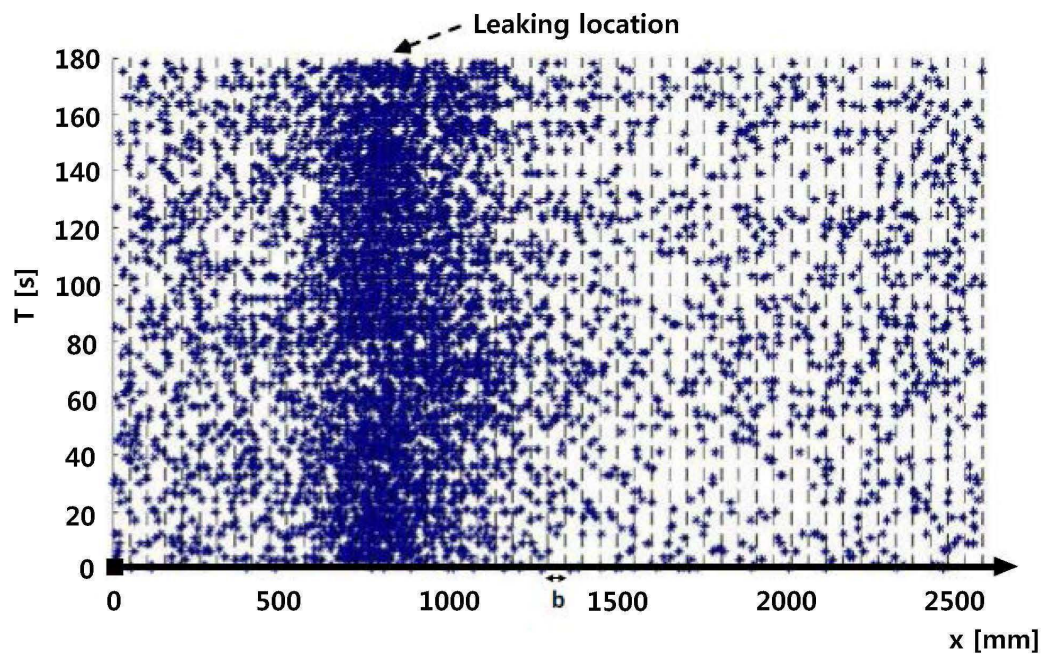
도면4b



도면5



도면6



도면7

