



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월13일
(11) 등록번호 10-2100442
(24) 등록일자 2020년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08B 21/10 (2014.01) G01V 1/00 (2006.01)
G01V 1/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G08B 21/10 (2013.01)
G01V 1/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0126856
(22) 출원일자 2018년10월23일
심사청구일자 2018년10월23일
(56) 선행기술조사문헌
JP4551955 B2*
KR1019970011110 B1*
KR101427176 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
센시(주)
울산광역시 중구 종가로 362-11, 울산그린카기술
센터 901호 (교동)
(72) 발명자
선창호
울산광역시 중구 유곡로 80, 506동 1901호(
유곡동, 우정혁신도시 푸르지오)
김익현
서울특별시 송파구 잠실로 62, 304동 504호(잠실
동, 트리지움)
최상복
울산광역시 중구 당산5길 51, 302호 (우정동, 대
동빌라)
(74) 대리인
특허법인 제나

전체 청구항 수 : 총 17 항

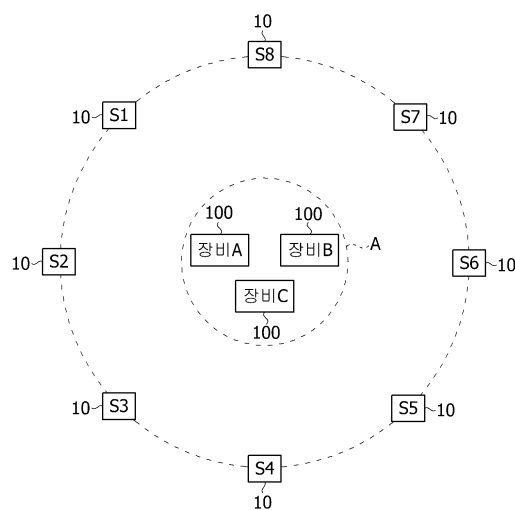
심사관 : 이종경

(54) 발명의 명칭 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템은, 지진 취약 시설의 주변에 설치되며, 지진과의 가속도를 측정하여 지진과의 속도 정보를 산출하는 복수의 센서 모듈; 및 상기 지진 취약 시설에 설치된 장비와 연결되며, 상기 센서 모듈로부터 전송된 정보를 이용하여 상기 장비의 동작을 제어하는 제어 유닛;을 포함하고, 상기 제어 유닛은, 상기 지진과의 속도 정보와 상기 센서 모듈의 위치 정보를 전송 받아 상기 속도 정보 및 위치 정보를 근거로 지진 피해 발생 여부를 예측하는 예측부; 및 상기 예측부의 예측 결과에 따라 상기 장비에 제어 신호를 인가하는 신호 인가부;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01V 1/22 (2013.01)

G08B 26/003 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485015188

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 화학사고대응환경기술개발사업

연구과제명 지진에 의한 유해화학물질 취급시설 조기경보 전파 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

지진 취약 시설으로부터 일정 반경을 따라 설치되며, 지진파의 가속도를 측정하여 지진파의 속도 정보를 산출하는 복수의 센서 모듈; 및

상기 지진 취약 시설에 설치된 장비와 연결되며, 상기 센서 모듈로부터 전송된 정보를 이용하여 상기 장비의 동작을 제어하는 제어 유닛;을 포함하고,

상기 제어 유닛은,

상기 지진파의 속도 정보와 상기 센서 모듈의 위치 정보를 전송 받아 상기 속도 정보 및 위치 정보를 근거로 지진 피해 발생 여부를 예측하는 예측부; 및

상기 예측부의 예측 결과에 따라 상기 장비에 제어 신호를 인가하는 신호 인가부;를 포함하며,

상기 각 센서 모듈의 외측 또는 내측에 상기 각 센서 모듈과 대응되는 위치에 설치되는 복수의 보조 센서 모듈을 더 포함하고,

상기 예측부는 서로 대응되는 위치의 상기 센서 모듈과 보조 센서 모듈로부터 전송된 속도 정보를 근거로 지진의 감쇠 정도를 추가로 산출하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 장비는 유해 화학 물질의 배관을 개폐하는 전자 제어 밸브이며,

상기 신호 인가부는 상기 예측부의 지진 피해 발생 예측에 따라 상기 전자 제어 밸브의 폐쇄 동작 신호를 인가하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 장비는 지진 모드로 동작 가능한 전자 장치이며,

상기 신호 인가부는 상기 예측부의 지진 피해 발생 예측에 따라 상기 지진 모드의 가동 신호를 인가하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 센서 모듈은,

상기 지진파의 가속도를 측정하는 가속도 센서; 및

상기 가속도의 한 주기 적분값과, 전체 적분값을 산출하는 지진 속도 산출 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 가속도 센서는 3축의 가속도를 각각 측정하며,

상기 지진 속도 산출 유닛은 3축의 각 축마다 상기 한 주기 적분값과 상기 전체 적분값을 산출하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 지진 속도 산출 유닛은 기설정값 이상의 가속도값을 적분하도록 설정되는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 예측부는,

상기 센서 모듈의 위치 정보로부터 상기 제어 유닛과 상기 센서 모듈 사이의 거리를 산출하고,

상기 한 주기 적분값의 제공값 및 상기 전체 적분값의 제공값을 각각 상기 거리의 제공값으로 나눈 제1 및 제2 산출값을 산출하여,

상기 제1 산출값이 제1 임계값보다 크거나, 상기 제2 산출값이 제2 임계값보다 큰 경우 지진 피해가 발생하는 것으로 예측하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛은 복수의 상기 센서 모듈 중 적어도 2개의 센서 모듈로부터 속도 정보를 수신한 경우에만 상기 제어 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 장비는 상기 지진 취약 시설에 복수 개로 설치되고,

상기 제어 유닛은 복수 개의 상기 장비마다 각각 연결되어 상기 장비마다 개별 제어가 가능하도록 복수 개로 구비되는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

복수 개의 상기 제어 유닛과 상기 센서 모듈의 사이에 설치되는 중앙 컨트롤러를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 장비는 상기 지진 취약 시설에 복수 개로 설치되고,

상기 제어 유닛은 단일의 개수로서 복수의 상기 장비에 각각 연결되어 복수의 장비에 상기 각각 제어 신호를 인가하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 센서 모듈은 서로 등 간격으로 배치되는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛에 연결되며, 상기 예측부의 예측 결과에 따라 경보를 발생시키는 경보 발생기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛에 전원을 공급하는 전원 공급부를 더 포함하고,

상기 전원 공급부는,

태양 에너지로부터 전기를 생산하는 솔라셀; 및

상기 솔라셀에서 생산된 전기를 충전하며, 충전된 전기를 상기 제어 유닛에 제공하는 콘덴서를 포함하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템.

청구항 16

지진 취약 시설로부터 일정 반경을 따라 설치된 복수의 센서 모듈과, 상기 각 센서 모듈의 외측 또는 내측에 상기 각 센서 모듈과 대응되는 위치에 설치되는 복수의 보조 센서 모듈을 통해 지진파의 가속도를 측정하여 지진파의 속도 정보를 산출하는 단계;

상기 센서 모듈로부터 지진파의 속도 정보와 상기 센서 모듈의 위치 정보를 전송 받아, 상기 속도 정보, 상기 위치 정보, 서로 대응되는 위치의 상기 센서 모듈과 보조 센서 모듈로부터 전송된 속도 정보를 근거로 산출된 지진의 감쇠 정도 정보를 근거로 지진 피해 발생 여부를 예측하는 단계; 및

제어 유닛을 통해, 상기 예측 결과에 따라 상기 지진 취약 시설에 설치된 장비의 동작을 제어하는 단계;를 포함하는 지진 취약 시설의 장비 제어 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 지진파의 속도 정보는,

상기 가속도의 한 주기 적분값 및 전체 적분값을 포함하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 지진 피해 발생 여부를 예측하는 단계는,

상기 센서 모듈의 위치 정보로부터 상기 제어 유닛과 상기 센서 모듈 사이의 거리를 산출하는 단계;

상기 한 주기 적분값의 제공값 및 상기 전체 적분값의 제공값을 각각 상기 거리의 제공값으로 나눈 제1 및 제2 산출값을 산출하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 산출값을 기설정된 제1 및 제2 임계값을 비교하여 지진 피해 발생 여부를 예측하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지진 취약 시설의 장비 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지진 발생시 지진 피해 발생 여부를 예측하여 지진 취약 시설의 장비에 적절한 조치가 행해지도록 장비를 제어하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 지진은 지구 내부에서 급격한 지각변동이 발생하면서 그 충격으로 생긴 파동(지진파)이 지표면까지 전해져 지반을 흔드는 것을 일컫는다. 최근 50년간 세계 각지에서 발생한 규모 7 이상의 지진은 약 500회에 이르고 있으며, 국내에서도 지진 피해가 잇따라 발생하면서 지진방재대책에 대한 인식이 크게 부각되고 있다.

[0004] 이러한 지진이 발생하면 국가, 대학 또는 연구 기관에서 전국 각지에 설치한 지진계로부터 얻은 정보를 기초로 하여 소방방재청, 국민재난안전포털, 국민안전처 등에서 지진발생 정보를 안내하고, 기상청에서는 지진 경보를 발령하면서 방송 및 언론매체를 통해 지진 경보를 방송(속보)하도록 권고한다.

[0005] 유해화학물질 취급 시설, 가스 생산 시설 등은 지진 발생시 지진에 매우 취약한데, 지진 피해가 예측되면 화학물질, 가스가 흐르는 배관을 차단하는 등 적절한 조치를 수행해야 한다. 그러나 지진 발생 여부에 대한 확인이 되지 못한 경우 이러한 조치의 수행이 어려운 문제가 있다.

[0006] 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로, 공개특허공보 제10-2016-0116303호에 개시된 지진 예경보 및 대피 방송 시스템이 제안되고 있다. 제안된 문헌에 따르면, 지진의 발생시, 지진 진도와 진원과의 거리를 계산하여 지진에 따른 영향(흔들림)을 미리 예보할 수 있으며, 지진으로 인한 2차 피해가 예상되는 경우에는 가스 공급을 일시적으로 자동 차단할 수 있도록 하였다.

[0007] 그러나 고가의 지진 감지기를 세 대 이상 설치해야 하므로 비용의 부담이 가중되면서도 유지관리가 어렵고 복잡한 단점이 있다. 특히 거리를 계산하여 피해를 예측하는 구성을 살펴보면, 단순히 인터넷을 통해 진원의 위치 정보를 획득한 다음, 해당 아파트의 위치정보와의 직선거리를 계산하고, 계산된 거리에 따라 영향을 예측하고 있으므로 정확도가 현저히 떨어지고 있다. 즉, 비교적 규모가 큰 지진이 발생하더라도 진원지와 해당하는 위치와의 거리가 멀어 지진의 피해가 전혀 없음에도 각종 기기 등의 가동을 정지시킴에 따라 오히려 인명과 재산에 심각한 피해를 끼치게 되는 문제가 있다.

[0008] 또한, 지진관측소에서 진원지를 계산하여 공지하는데, 10초 이상이 소요되므로 이를 조기 진단 정보를 사용할 수 없는 문제점도 함께 가지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2016-0116303호 (2016.10.07.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 지진 발생시 유해 화학 물질 취급 시설과 같은 지진 취약 시설에 지진 피해 발생 여부를 예측하여 해당 시설에 위치한 장비에 대해 적절한 제어를 수행하기 위한 시스템에 있어서, 단순한 장비 구성으로 구축 비용의 절감이 가능하면서도 지진 예측 성능을 정확도를 확보하고, 또한 기존 기술 대비 예측 속도를 향상시키기 위한 것이다.
- [0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 지진 취약 시설의 주변에 설치되며, 지진파의 가속도를 측정하여 지진파의 속도 정보를 산출하는 복수의 센서 모듈; 및 상기 지진 취약 시설에 설치된 장비와 연결되며, 상기 센서 모듈로부터 전송된 정보를 이용하여 상기 장비의 동작을 제어하는 제어 유닛;을 포함하고, 상기 제어 유닛은, 상기 지진파의 속도 정보와 상기 센서 모듈의 위치 정보를 전송 받아 상기 속도 정보 및 위치 정보를 근거로 지진 피해 발생 여부를 예측하는 예측부; 및 상기 예측부의 예측 결과에 따라 상기 장비에 제어 신호를 인가하는 신호 인가부;를 포함하는 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템이 제공된다.
- [0015] 또한, 상기 장비는 유해 화학 물질의 배관을 개폐하는 전자 제어 밸브이며, 상기 신호 인가부는 상기 예측부의 지진 피해 발생 예측에 따라 상기 전자 제어 밸브의 폐쇄 동작 신호를 인가하도록 구성 가능하다.
- [0016] 또한, 상기 장비는 지진 모드로 동작 가능한 전자 장치이며, 상기 신호 인가부는 상기 예측부의 지진 피해 발생 예측에 따라 상기 지진 모드의 가동 신호를 인가하도록 구성 가능하다.
- [0017] 또한, 상기 센서 모듈은, 상기 지진파의 가속도를 측정하는 가속도 센서; 및 상기 가속도의 한 주기 적분값과, 전체 적분값을 산출하는 지진 속도 산출 유닛을 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 가속도 센서는 3축의 가속도를 각각 측정하며, 상기 지진 속도 산출 유닛은 3축의 각 축마다 상기 한 주기 적분값과 상기 전체 적분값을 산출하도록 구성 가능하다.
- [0019] 또한, 상기 지진 속도 산출 유닛은 기설정값 이상의 가속도값을 적분하도록 설정 가능하다.
- [0020] 또한, 상기 예측부는, 상기 센서 모듈의 위치 정보로부터 상기 제어 유닛과 상기 센서 모듈 사이의 거리를 산출하고, 상기 한 주기 적분값의 제1값 및 상기 전체 적분값의 제1값을 각각 상기 거리의 제1값으로 나눈 제1 및 제2 산출값을 산출하여, 상기 제1 산출값이 제1 임계값보다 크거나, 상기 제2 산출값이 제2 임계값보다 큰 경우 지진 피해가 발생하는 것으로 예측할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 제어 유닛은 복수의 상기 센서 모듈 중 적어도 2개의 센서 모듈로부터 속도 정보를 수신한 경우에만 상기 제어 신호를 발생시키도록 구성 가능하다.
- [0022] 또한, 상기 장비는 상기 지진 취약 시설에 복수 개로 설치되고, 상기 제어 유닛은 복수 개의 상기 장비마다 각각 연결되어 상기 장비마다 개별 제어가 가능하도록 복수 개로 구비될 수 있다.
- [0023] 또한, 복수 개의 상기 제어 유닛과 상기 센서 모듈의 사이에는 중앙 컨트롤러가 추가로 설치될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 장비는 상기 지진 취약 시설에 복수 개로 설치되고, 상기 제어 유닛은 단일의 개수로서 복수의 상기 장비에 각각 연결되어 복수의 장비에 상기 각각 제어 신호를 인가하도록 구성 가능하다.
- [0025] 또한, 상기 센서 모듈은 상기 지진 취약 시설로부터 일정 반경을 따라 등 간격으로 배치될 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 각 센서 모듈의 외측 또는 내측에 상기 각 센서 모듈과 대응되는 위치에는 복수의 보조 센서 모듈이 추가로 설치될 수 있으며, 상기 예측부는 서로 대응되는 위치의 상기 센서 모듈과 보조 센서 모듈로부터 전송된 속도 정보를 근거로 지진의 감쇠 정도를 추가로 산출할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 제어 유닛에는 상기 예측부의 예측 결과에 따라 경보를 발생시키는 경보 발생기가 추가로 연결될 수 있다.

[0028] 또한, 상기 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템은 상기 제어 유닛에 전원을 공급하는 전원 공급부를 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 전원 공급부는, 태양 에너지로부터 전기를 생산하는 솔라셀; 및 상기 솔라셀에서 생산된 전기를 충전하며, 충전된 전기를 상기 제어 유닛에 제공하는 콘덴서를 포함할 수 있다.

[0029] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 지진 취약 시설의 주변에 설치된 복수의 센서 모듈을 통해 지진파의 가속도를 측정하여 지진파의 속도 정보를 산출하는 단계와; 상기 센서 모듈로부터 지진파의 속도 정보와 상기 센서 모듈의 위치 정보를 전송 받아, 상기 속도 정보 및 상기 위치 정보를 근거로 지진 피해 발생 여부를 예측하는 단계; 및 상기 예측 결과에 따라 상기 지진 취약 시설에 설치된 장비의 동작을 제어하는 단계;를 포함하는 지진 취약 시설의 장비 제어 방법이 제공된다.

[0030] 또한, 상기 지진파의 속도 정보는, 상기 가속도의 한 주기 적분값 및 전체 적분값을 포함할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 지진 피해 발생 여부를 예측하는 단계는, 상기 센서 모듈의 위치 정보로부터 상기 제어 유닛과 센서 모듈 사이의 거리를 산출하는 단계와; 상기 한 주기 적분값의 제공값 및 상기 전체 적분값의 제공값을 각각 상기 거리의 제공값으로 나눈 제1 및 제2 산출값을 산출하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 산출값을 기설정된 제1 및 제2 임계값을 비교하여 지진 피해 발생 여부를 예측하는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 지진 취약 시설의 외곽 지역에 복수 개의 센서 모듈을 설치하고, 지진 발생시 지진파의 속도 정보 및 센서 모듈의 위치 정보를 지진 취약 지역에 위치한 경보 장치에 유무선으로 전송하여 이를 이용하여 지진 피해를 예측하는 구성을 통해, 제어 시스템을 구성하는 장비의 구성을 단순화, 간소화하여 시스템 구축 비용의 절감이 가능하면서도 높은 수준의 지진 예측 성능을 확보할 수 있는 효과가 있다.

[0034] 또한, 진앙지 추적을 위한 계산 과정 없이 센서 모듈의 위치를 가상의 진앙지로 설정하여 지진 피해를 예측하는 방법을 적용함으로써, 복잡한 계산이 필요 없으므로, 그만큼 예측 속도를 향상시킬 수 있으며, 이를 통해 지진 취약 시설의 장비에 보다 신속한 조치를 수행할 수 있는 이점이 있다. 뿐만 아니라, 지진 피해 발생 예측에 필요한 연산 과정의 단순화가 가능하므로 고성능의 연산 장치를 사용하지 않아도 되는 이점이 있다,

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 개념도.

도 2는 도 1에 도시된 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 블록 구성도.

도 3은 지진파의 일 예 및 그에 따른 적분값의 개념을 나타낸 그래프.

도 4는 도 1에 도시된 제어 유닛의 세부 구성을 나타낸 블록 구성도.

도 5는 본 발명과 관련된 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 작동 상태를 나타낸 도면.

도 6은 본 발명과 관련된 지진 취약 시설의 장비 제어 방법을 나타낸 순서도.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 블록 구성도.

도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 블록 구성도.

도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0038] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0039] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0040] 이하, 본 발명에 의한 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템 및 방법에 대하여 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 개념도이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 블록 구성도이다.
- [0042] 먼저, 본 명세서에 기재된 지진 취약 시설이라 함은 가스 생산 또는 공급 시설, 유해 화학 물질 취급 시설, 화학 공장 등 지진에 취약하여 시설이 파손될 경우 막대한 피해를 일으킬 수 있는 시설을 포괄하여 지칭하는 개념이다.
- [0043] 도 1 및 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템은 지진 취약 시설(A) 또는 해당 시설이 위치한 지역 주변에 설치되는 복수의 센서 모듈(10)과, 지진 취약 시설(A)에 설치된 장비(100)와 연결되는 제어 유닛(20)을 포함한다.
- [0044] 센서 모듈(10)은 지진파(구체적으로 S파)의 가속도를 측정하여 지진파의 속도 정보를 산출하도록 구성된다. 센서 모듈(10)은 관심 지역(A)으로부터 일정 반경(r, 예를 들어 10km 지점)을 따라 복수 개로 설치될 수 있으며, 서로 등 간격으로 배치될 수 있다. 센서 모듈(10)의 개수는 적어도 예측의 정확성을 확보할 수 있도록 3개 이상인 것이 바람직하다. 본 실시예의 경우 8개의 센서 모듈(10, S1 내지 S8)이 45도의 간격으로 배치된 구성을 예시하고 있다.
- [0045] 센서 모듈(10)은, 구체적으로, 지진파의 가속도를 측정하는 가속도 센서(11)와, 가속도의 한 주기 적분값과, 전체 적분값을 산출하는 지진 속도 산출 유닛(12)을 포함한다.
- [0046] 도 3은 지진파의 일 예 및 그에 따른 적분값의 개념을 나타낸 그래프이며, 여기서 한 주기 동안 주황색으로 칠해진 면적의 합이 한 주기 적분을 의미한다. 이와 같은 지진파의 한 주기 적분값은 가속도를 적분한 값이므로 지진파의 속도(v)를 의미한다. 한편, 도 3의 그래프에서 지진파의 발생부터 시작해서 여러 주기 동안의 그래프 면적을 모두 합한 값이 전체 적분값($\sum v$)이 된다.
- [0047] 가속도 센서(11)는 3축(x, y, z축)의 가속도를 각각 측정하며, 지진 속도 산출 유닛(12)은 3축(x, y, z축)의 각 축마다 한 주기 적분값과 전체 적분값을 각각 산출한다.
- [0048] 지진 속도 산출 유닛(12)은 기설정값 이상의 가속도값을 적분하도록 설정될 수 있으며, 이와 같이 매우 작은 값은 무시하고 반영되지 않도록 하여 연산 속도를 향상시킬 수 있다. 여기서 기준이 되는 설정값 또한 각 축 별로 달리 설정될 수 있다.
- [0049] 센서 모듈(10)은 지진파의 각 축별 속도 정보(즉, 한 주기 적분값, 전체 적분값), 센서 모듈(20)이 위치한 위치 정보(위도 및 경도), 감지 시간 등을 정보 장치(20)로 전송한다.
- [0050] 제어 유닛(20)은 센서 모듈(10)로부터 전송된 정보를 이용하여 지진 취약 시설(A) 내 장비(100)의 동작을 제어한다. 지진 취약 시설(A)에 설치되는 장비(100)는 가스 배관에 설치되는 밸브, 및 그 밖의 기계, 전자 장치 등을 모두 포함한다.
- [0051] 이와 같은 장비(100)는 지진 취약 시설(A)에 복수 개로 설치될 수 있고, 본 실시예의 경우 3개의 장비(장비 A, 장비 B, 장비 C)가 설치된 것을 예시하고 있다. 다만 설치되는 장비(100)의 개수는 다양하게 변형 가능하다고 할 것이다.
- [0052] 제어 유닛(20)은 지진 취약 시설(A)의 지진 피해 발생 여부를 예측하여, 지진 피해 발생이 예측되는 경우 장비(100)에 적절한 조치가 행해지도록 장비(100)의 동작을 제어한다. 예를 들어, 유해 화학 물질의 배관을 개폐하는 전자 제어 밸브의 동작을 제어하여 배관의 유로를 닫거나, 전자 장치가 지진 모드로 동작되도록 전자 장치의 동작을 제어한다.
- [0053] 본 실시예와 같이 지진 취약 시설(A)에 복수의 장비(100)가 설치되는 경우, 제어 유닛(20)은 복수 개의 장비

(100)마다 각각 연결되어 각 장비(100)마다 개별 제어가 가능하도록 복수 개로 구비될 수 있다. 도 2에서는 장비 A에 제어 유닛 A, 장비 B에 제어 유닛 B, 장비 C에 제어 유닛 C가 각각 연결된 구성이 예시되어 있으며, 제어 유닛 A 내지 C는 각각 센서 모듈(10)과 유선 또는 무선으로 연결된다.

[0054] 도 4는 도 1에 도시된 제어 유닛의 세부 구성을 나타낸 블록 구성도이다.

[0055] 도 4와 같이, 제어 유닛(20)은 예측부(21)와 신호 인가부(22)를 포함한다.

[0056] 예측부(21)는 센서 모듈(10)과 유선 또는 무선으로 연결되어 센서 모듈(10)이 전송한 정보를 수신한다. 예측부(21)는 센서 모듈(10)로부터 전송된 지진파의 속도 정보와 센서 모듈(10)의 위치 정보를 근거로 지진 피해 발생 여부를 예측한다.

[0057] 신호 인가부(22)는 예측부(21)의 예측 결과에 따라 장비(100)에 제어 신호를 인가하도록 구성된다. 예를 들어, 장비(100)가 유해 화학 물질의 배관을 개폐하는 전자 제어 밸브인 경우, 신호 인가부(22)는 예측부(21)의 지진 피해 발생 예측에 따라 전자 제어 밸브의 폐쇄 동작 신호를 인가한다. 또한 장비(100)가 지진 모드로 동작 가능한 전자 장치인 경우, 신호 인가부(22)는 예측부(21)의 지진 피해 발생 예측에 따라 지진 모드의 가동 신호를 인가한다.

[0058] 제어 유닛(20)에는 전원 공급을 위한 전원 공급부(50)가 연결될 수 있다. 전원 공급부(50)는 태양 에너지로부터 전기를 생산하는 솔라셀(51)과, 솔라셀(51)에서 생산된 전기를 충전하며 충전된 전기를 제어 유닛(20)에 제공하는 콘덴서(52)를 포함할 수 있다.

[0059] 도 5는 본 발명과 관련된 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 작동 상태를 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명과 관련된 지진 취약 시설의 장비 제어 방법을 나타낸 순서도이다. 이하에서는 도 6 및 6을 참조하여 본 실시예에 따른 지진 경보 시스템의 작동 상태 및 장비 제어 방법에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0060] 도 5에 따르면, 진앙에서 지진파가 발생하여 8개의 센서 모듈(10) 중 3개의 센서 모듈(10, S1 내지 S3)에 도달한 것을 보이고 있다. 3개의 센서 모듈(10)은 각각 가속도를 측정하여 지진파의 속도 정보(v , $\sum v$)를 산출한 후($S10$), 이를 센서 모듈(10)의 위치 정보와 함께 제어 유닛(20)으로 전송한다.

[0061] 제어 유닛(20)은 복수의 센서 모듈(10) 중 적어도 2개의 센서 모듈(10)로부터 속도 정보를 수신한 경우에만 경보 발생 신호를 발생시키도록 설정 가능하다. 이는 센서 모듈(10)에 대한 충돌이나, 자동차 등에 의한 흔들림을 지진으로 오인하지 않게 하기 위한 것으로서, 하나의 센서 모듈(10)에서만 지진파가 수신된 경우 지진이 아닌 것으로 판단할 수 있게 한다.

[0062] 예측부(21)는 센서 모듈(10)의 위치 정보(위도, 경도)로부터 센서 모듈(10)까지의 거리(r)를 산출한다($S20$). 구체적으로, 장비(100)가 설치된 지점의 위도 및 경도 정보와 센서 모듈(10)이 위치한 위도 및 경도 정보로부터 그 사이의 거리(r)를 산출할 수 있게 된다.

[0063] 다음으로, 예측부(21)는 한 주기 적분값의 제곱값(v^2)과 전체 적분값의 제곱값($(\sum v)^2$)을 거리의 제곱값(r^2)으로 나누는 제1 산출값($\frac{v^2}{r^2}$)과 제2 산출값($\frac{(\sum v)^2}{r^2}$)을 각각 산출한다($S30$).

[0064] 지진의 에너지는 진원지에서의 거리 제곱에 반비례하고, 속도의 제곱에 비례한다 ($E \propto \frac{1}{r^2} \propto v^2 = (\frac{v}{r})^2$). 본 발명에서는 진원지의 위치를 직접 계산하지 않고, 지진파가 감지된 센서 모듈(10)의 위치를 가상의 진원지로 설정하여 지진의 에너지를 개략적으로 추정하는 방식을 사용한다.

[0065] 이상에서 설명한 제1 산출값($\frac{v^2}{r^2}$)은 특정 시간동안의 지진 에너지가 임계 에너지값보다 클 경우 관심 지역(A)에 지진 피해가 있을 것으로 예측하는데 사용되며, 제2 산출값($\frac{(\sum v)^2}{r^2}$)은 누적된 전체의 지진 에너지가 임계 에너지값보다 클 경우 관심 지역(A)에 지진 피해가 발생할 것으로 예측하는데 사용된다.

[0066] 예측부(21)는 제1 산출값($\frac{v^2}{r^2}$)과 제2 산출값($\frac{(\sum v)^2}{r^2}$)을 기설정된 제1임계값(X), 제2 임계값(Y)과 비교하여 경보 발생 여부를 판정한다($S40$). 판정 유닛(22)은 제1 산출값($\frac{v^2}{r^2}$)이 미리 설정된 제1 임계값(X)보다 크거나, 제2 산출

$\frac{(\sum v)^2}{r^2}$)이 미리 설정된 제2 기준값(Y)보다 큰 경우 지진 피해가 발생하는 것으로 예측하며, 이에 따라 신호 인가부(22)는 장비(100)에 제어 신호를 인가한다(S50).

- [0067] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 블록 구성도이다.
- [0068] 본 실시예에 따르면, 제어 유닛(20)은 제1 실시예와 달리 단일의 개수로 설치되며, 하나의 제어 유닛(20)이 복수의 장비(100, 예를 들어, 장비 A 내지 C)를 모두 제어하도록 구성된다. 제어 유닛(20)은 복수의 장비(100)에 각각 연결되어 각 장비(100)에 제어 신호를 각각 인가한다.
- [0069] 제어 유닛(20)은 센서 모듈(10)의 위치 정보를 이용하여 센서 모듈(10)의 위치한 지점과 제어 유닛(20)이 위치 한 지점 사이의 거리를 산출하거나, 각 장비(100)가 배치된 지점의 위치 정보를 저장하고 있다가 센서 모듈(10)의 위치 정보를 수신하여 각 장비(100)와 센서 모듈(10) 사이의 거리를 산출할 수 있으며, 이를 지진 피해 발생 예측에 이용한다.
- [0070] 제어 유닛(20)에는 지진 피해가 발생할 것으로 예측될 때 경보를 발생시키는 경보 발생기(40)가 추가로 연결될 수 있다. 제어 유닛(20)은 지진 피해 발생 예측시 경보 발생기(40)에 경보 발생 신호를 인가하며, 이에 따라 경보 발생기(40)는 경보를 발생시킨다. 지진 경보의 형태는 음향, 영상, 문자 메시지, 방송 등 다양한 종류를 모두 포함할 수 있으며, 경보 발생기(40)의 형태 또한 지진 경보의 형태에 따라 다양한 형태로 구현 가능하다.
- [0071] 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 블록 구성도이다.
- [0072] 본 실시예의 경우, 제1 실시예의 구성에 중앙 컨트롤러(200)가 추가로 설치된 구성을 갖는다. 중앙 컨트롤러(200)는 복수 개의 제어 유닛(100)과 센서 모듈(10)의 사이에 설치된다.
- [0073] 중앙 컨트롤러(200)는 면적이 비교적 넓은 시설의 중앙 관제소와 같은 장소에 설치되는 것이 바람직하며, 원거리의 각 장비(A)의 작동 상태 등을 모니터링하는데 사용될 수 있다.
- [0074] 중앙 컨트롤러(200)는 센서 모듈(10)로부터 지진파의 속도 정보와 센서 모듈(10)의 위치 정보를 전송 받으며, 이를 각 제어 유닛(20)에 각각 전달한다. 각 제어 유닛(20)은 전송 받은 정보를 이용하여 그에 연결된 장비(100)의 동작을 제어한다.
- [0075] 중앙 컨트롤러(200)에는 지진 피해가 발생할 것으로 예측될 때 경보를 발생시키는 경보 발생기(40)가 연결될 수 있다. 이러한 경우, 중앙 컨트롤러(200)는 지진 피해 발생 예측을 위한 기능을 보유할 수 있으며, 이는 제어 유닛(20)의 구성을 채택하여 구현 가능하다. 중앙 컨트롤러(200)는 지진 피해 발생 예측시 경보 발생기(40)에 경보 발생 신호를 인가하며, 이에 따라 경보 발생기(40)는 경보를 발생시키게 된다.
- [0076] 도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템의 개념도.
- [0077] 본 실시예의 지진 취약 시설의 장비 제어 시스템은 기본적으로 앞선 실시예의 장비 제어 시스템과 동일한 구성을 갖되, 센서 모듈(10)의 외측에 보조 센서 모듈(30)이 추가로 설치된다. 참고로, 보조 센서 모듈(30)은 앞서 설명한 센서 모듈(10)의 상세 구성과 동일한 구성을 가질 수 있다.
- [0078] 보조 센서 모듈(30)은 각 센서 모듈(10)과 대응되는 위치에 설치될 수 있다. 본 실시예에 따르면, 센서 모듈(10)은 지진 취약 시설(A)로부터 일정 반경(예를 들어, 10km)만큼 떨어진 위치에 설치되고, 보조 센서 모듈(30)은 지진 취약 시설(A)로부터 그보다 큰 반경(예를 들어, 15km)만큼 떨어진 위치에 설치되어 있다. 다만, 보조 센서 모듈(30)을 센서 모듈(10)의 내측(예를 들어, 10km 지점)에 설치하는 것도 가능하다.
- [0079] 제어 유닛(20)의 예측부(21)은 서로 대응되는 위치의 센서 모듈(10)과 보조 센서 모듈(30), 예를 들어, S2와 S10으로부터 전송된 속도 정보를 근거로 지진의 감쇠 정도를 추가로 산출한다.
- [0080] 구체적으로, 서로 대응되는 위치의 센서 모듈(10)로부터 산출된 지진 에너지 및 감쇠 지점으로부터 지진의 감쇠 정도를 산출하는 것이 가능하다. 예를 들어, 지진의 감쇠 정도(감쇠율)이 일정 기준보다 큰 경우, 지진 에너지가 큰 경우라 하더라도 지진 취약 시설(A)에는 지진 피해가 전혀 발생하지 않게 된다.
- [0081] 본 실시예의 경우 지진의 감쇠 정도를 지진 피해 예측의 판단에 사용되는 팩터에 추가함으로써 예측함으로써 예측의 정확도를 보다 향상시킬 수 있다.
- [0082] 상기에서는 본 발명의 특징의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양

하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

- [0084]
- 10: 센서 모듈

11: 가속도 센서

12: 지진 속도 산출 유닛

20: 제어 유닛

21: 예측부

22: 신호 인가부

30: 보조 센서 모듈

40: 경보 발생기

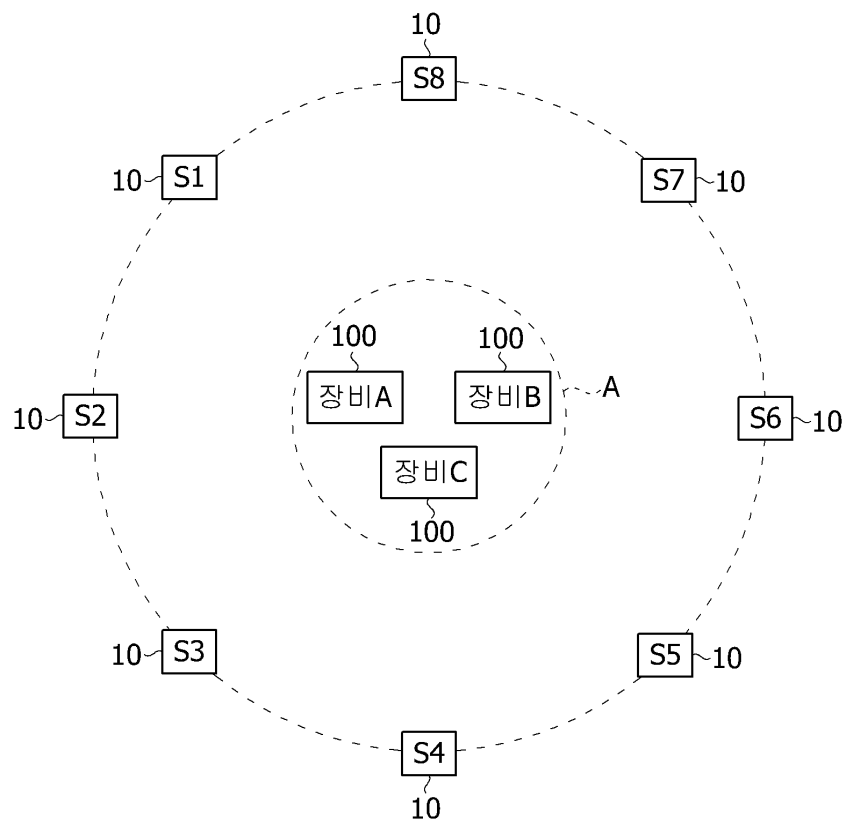
50: 전원 공급부

100: 장비

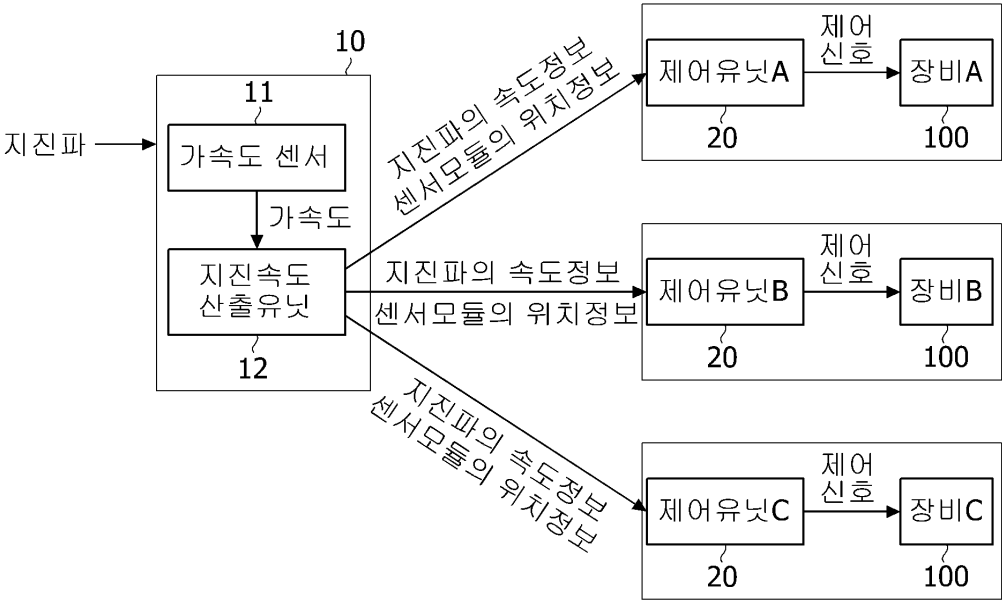
200: 중앙 컨트롤러

도면

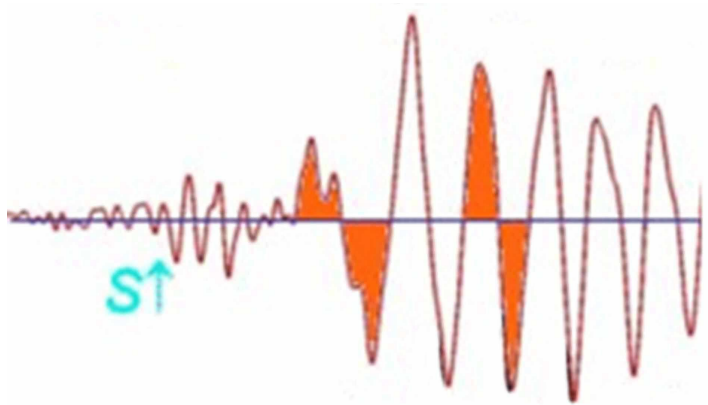
도면1



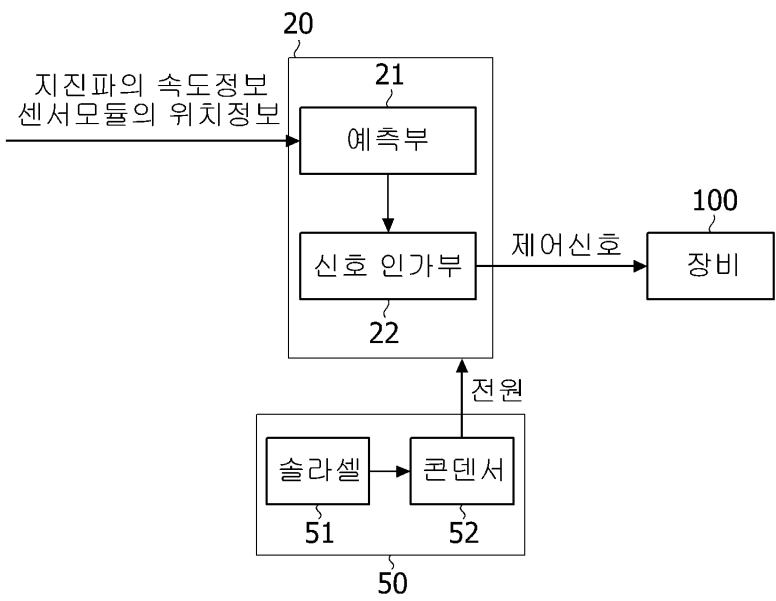
도면2



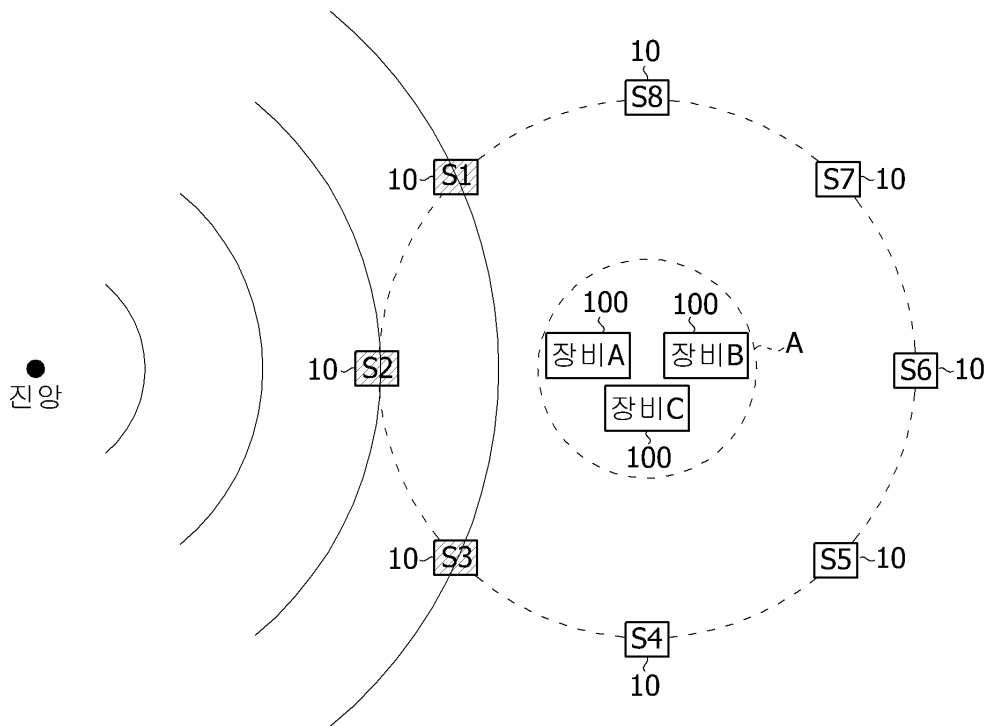
도면3



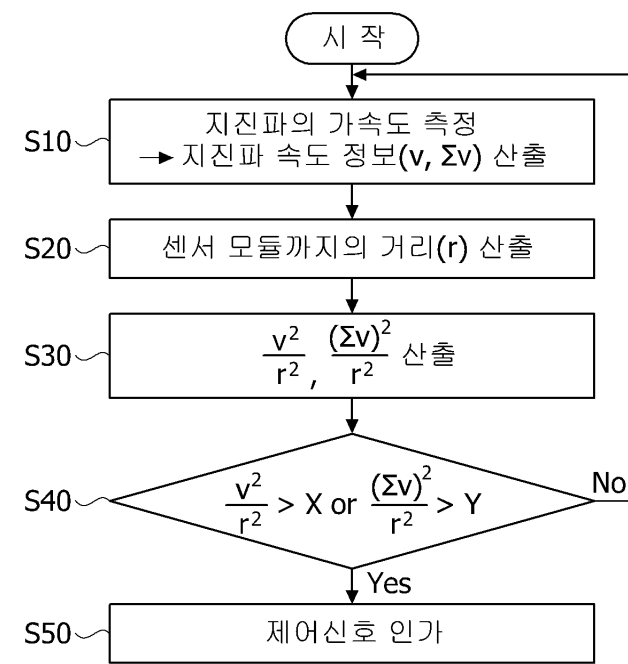
도면4



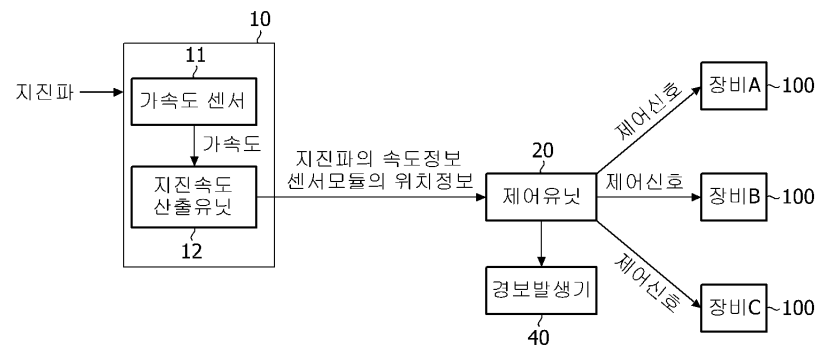
도면5



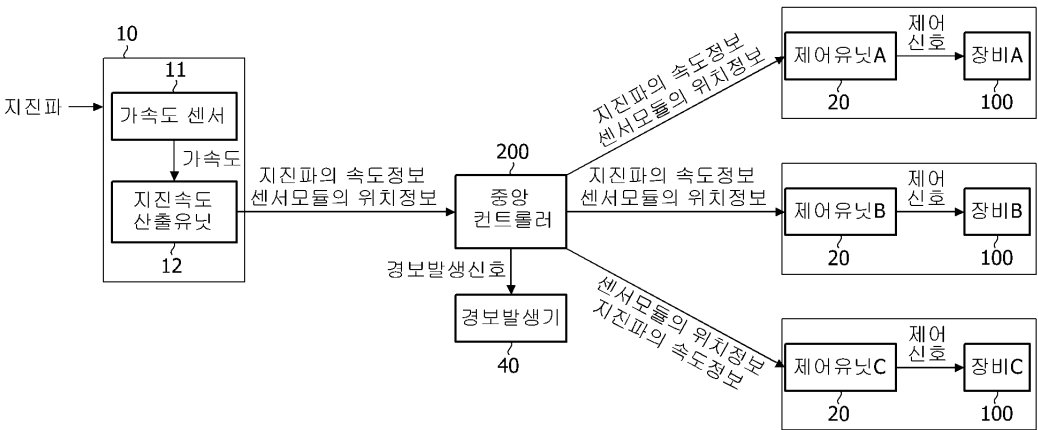
도면6



도면7



도면8



도면9

