



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월10일
(11) 등록번호 10-1284125
(24) 등록일자 2013년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01M 7/02 (2006.01) G01H 17/00 (2006.01)

G01M 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0024027

(22) 출원일자 2012년03월08일

심사청구일자 2012년03월08일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110065780 A

JP2008255570 A

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

신수봉

인천광역시 연수구 옥련동 럭키아파트 106동605호

황원섭

인천광역시 연수구 동춘동 925 대우2차아파트 106-904

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김국진

전체 청구항 수 : 총 4 항

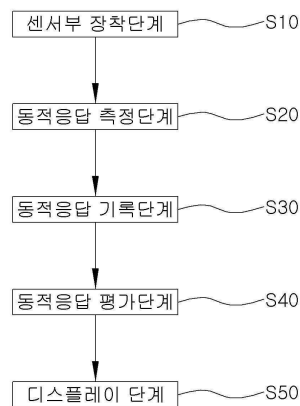
심사관 : 김윤선

(54) 발명의 명칭 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템

(57) 요약

본 발명은 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 동적응답측정장비가 구비된 차량을 실제 계측하고자 하는 교량 위로 주행시키면서 교량에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함과 동시에, 동적응답측정장비들을 차량에 견고히 설치함과 동시에 설치된 장비들을 보호할 수 있도록 함으로써 단시간에 다수의 교량을 측정할 수 있고 동특성 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있으며, 측정시스템의 내구성을 향상시킬 수 있도록 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템 있어서, 교량의 동특성을 측정하기 위한 센서부를 차량의 바퀴축에 장착하는 센서부 장착단계와, 센서부가 장착된 차량을 교량 위로 주행시키면서 교량에서 발생하는 동적응답을 측정하는 동적응답 측정단계와, 차량의 운전석에 구비되는 데이터 로거를 이용하여 센서부에서 측정된 교량의 동적응답 데이터를 기록하는 동적응답 기록단계와, 데이터 처리부를 이용하여 데이터 로거에 기록된 동적응답 데이터들을 연산하여 교량의 동적응답특성을 평가하는 동적응답 평가단계를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

조종두

서울특별시 강남구 도곡1동 168번지 SK리더스뷰
401호

김희주

인천광역시 남구 문학동 369-2번지 참솔맨션 301호

김현수

경기도 용인시 수지구 죽전동 879-6번지 광명B동
301호

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

교량의 동적응답 측정시스템에 있어서,

교량 위를 주행하는 차량과,

상기 차량의 바퀴축에 착탈 가능하도록 고정 설치되되, 바퀴축의 양측 단부에 각각 설치되는 보호 프레임과,

상기 보호 프레임의 내측에 장착되어 교량의 동특성을 측정하는 센서부와,

상기 차량의 운전석에 구비되어 센서부를 통해 측정된 데이터를 기록하는 데이터 로거를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 센서부는 가속도 센서, 변위 센서, 변형률 센서 및 카메라 센서를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 데이터 로거에 기록된 동적응답 데이터들을 연산하여 교량의 동적응답특성을 평가하는 데이터 처리부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 교량의 동적응답 측정시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 데이터 처리부는,

직류전원을 공급하는 전원공급부와;

상기 동적응답 데이터들을 연산하기 위한 응용 프로그램이 저장되는 연산부와;

상기 연산부의 응용 프로그램을 구동하여 동적응답 데이터를 연산함으로써 교량의 동적응답특성을 종합적으로 평가하는 제어부와;

상기 제어부로부터의 평가 결과를 표시하는 디스플레이부와;

상기 제어부에 명령을 입력하기 위한 입력부; 및

상기 제어부에 의해 연산된 교량의 동적응답특성을 외부로 전송하기 위한 인터페이스부를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 동적응답측정장비가 구비된 차량을 실제 계측하고자 하는 교량 위로 주행시키면서 교량에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함과 동시에, 동적응답측정장비들을 차량에 견고히 설치함과 동시에 설치된 장비들을 보호할 수 있도록 함으로써 단 시간에 다수의 교량을 측정할 수 있고 동특성 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있으며, 측정시스템의 내구성을 향상시킬 수 있도록 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 건설 구조물은 시간이 경과함에 따라 노후화가 발생하고, 또한 바람, 지진, 차량 등에 의해 시간에 따라 불특정하게 발생하는 하중을 받게 되며, 구조물의 거동 역시 시간 및 작용하는 하중에 따라 변화하게 된다.

[0003] 하지만, 구조물의 상태가 일정하게 유지되면 구조물의 동적 거동 특성으로 나타나는 대상 구조물의 고유 진동수와 감쇠계수, 모드 형상 등은 일정하게 유지되고, 이러한 구조물을 원형 구조물(Integrity Structure)이라고 한다.

[0004] 그러나, 노후화나 기타 손상은 구조물의 특성을 반영하는 질량, 강성 등의 요소에 변화를 나타나게 하고, 이러한 변화는 원형 구조물의 동적 특성치의 변화를 야기시킨다.

[0005] 따라서, 구조물의 동적 특성을 상시로 모니터링할 수 있는 시스템이 구축된다면, 실시간으로 구조물의 상태를 평가하고, 안정성을 확보할 수 있게 된다.

[0006] 또한, 우리나라는 산간지역과 하천이 많은 지형 특성상 도로에서 교량이 차지하는 비중이 상당히 높다. 특히 한강과 같이 도심을 가로질러 흐르는 하천이 있는 경우 또는 산간도로 등에 도로를 건설함에 있어서, 교량의 설치에 필연적이다.

[0007] 그러나 이와 같은 교량은 사고가 발생할 경우 대형사고로 이어질 수밖에 없기 때문에, 교량의 동특성을 모니터링하는 상시 모니터링 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다.

[0008] 이러한, 상시 모니터링 시스템은 주로 교량에 부착된 센서에서 데이터를 획득하고, 이들 데이터를 변환하여 교량의 손상도 평가를 위한 데이터를 분석하는 과정으로 이루어진다. 즉, 도 1에 나타난 바와 같이, 가속도계, 변위계 등의 센서들을 교량에 직접 부착하고, 부착된 다수의 센서들로부터 계측된 신호를 근거리 통신망 또는 전용회선이나 통신회사의 일반 공용회선과 같은 유선을 통하여 자료분석장치에 전송시키는 방법으로 이루어진다.

[0009] 하지만, 상기와 같은 유선에 의한 계측 시스템을 사용하는 경우, 높은 초기 설치비용이 필요할 뿐만 아니라, 계측 시스템의 변경과 추가에 있어서 많은 시간과 비용이 소요되고, 주변 환경에 의한 노이즈로 인해 정확한 특성 파악이 어렵다는 문제점이 있었다.

[0010] 이러한 문제점을 해결하기 위한 종래기술로, 대한민국 등록특허공보 제10-0669070호에는 구조물의 모니터링을 위한 동적응답측정용 무선계측 시스템이 게재되어 있는데, 그 주요 기술적 구성은 도 2에 나타난 바와 같이, 구조물 상시 모니터링 시스템에서 구조물의 거동 특성 계측 후 계측된 데이터를 특성 분석이 이루어지는 메인 컴

퓨터로 전송하기 위한 계측 시스템에 있어서, 구조물의 진동을 감지하는 맴스(Micro-Electro Mechanical System : MEMS) 타입의 가속도 센서(11)를 포함하며 구조물의 거동특성을 계측하기 위하여 구조물 각 위치에 다수개의 센서가 설치되는 센서 시스템 모듈(10); 상기 가속도 센서(11)에서 진동신호로 출력되는 동적 데이터의 획득 및 처리, 저장을 수행하고, 메인 컴퓨터(40)의 제어신호에 따라 계측 시스템 제어 및 계측상황 결정을 수행하는 제어 및 처리 모듈(20); 그리고 상기 제어 및 처리 모듈(20)에 직접 연결되어 그로부터 출력되는 동적 데이터를 메인 컴퓨터(40)로 무선 전송하고 메인 컴퓨터(40)에서 출력되는 각종 제어신호를 수신하기 위한 센서측 모뎀(31)과, 상기 제어 및 처리 모듈(20)과 메인 컴퓨터(40)간 송수신을 위하여 상기 센서측 모뎀(31)과 무선 송수신이 가능하도록 구비되는 메인 컴퓨터측 모뎀(32)으로 구성된 무선 모뎀 모듈(30)로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0011] 하지만, 상기와 같은 구성은 건축물에 부착되는 센서로부터의 신호를 무선으로 수신할 수 있는 장점은 있으나, 여전히 센서들을 건축물에 직접 설치하여야 하는 번거로움이 있고, 센서를 부착하기 어렵거나 부착이 불가능한 교량 등에는 사용할 수 없는 문제점이 있다.

[0012] 또한, 대한민국 공개특허공보 제10-2009-122432호에는 본 출원인이 출원한 교량의 동적응답측정을 위한 일체형 이동계측시스템이 개시되어 있는데, 상기 구성은 동적응답측정장비가 구비된 차량을 실제 계측하고자 하는 교량 위로 주행시키면서 교량에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함으로써 교량에 직접 센서를 부착할 필요가 없게 되어 작업 및 설치시간을 대폭 줄일 수 있는 장점은 있으나, 도 3에 나타낸 바와 같이, 센서부(60)를 직접 바퀴축(70)에 부착하게 되므로 센서부(60)를 외부의 충격으로부터 보호하기 어려워 센서부(60)의 잦은 파손이 우려되는 문제점이 있고, 센서부(60)가 바퀴축(70)의 중앙부에 하나만 설치되므로 외부로부터의 교란 등에 의해 보다 정확한 동적응답 측정이 어렵다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 교량의 동적응답을 측정하기 위한 센서부를 바퀴축의 양측 단부에 각각 설치함으로써 보다 정확한 동적응답을 측정할 수 있도록 함과 동시에, 차량의 주행 중 외부의 교란이나 일측 센서부가 파손되더라도 교량에 대한 동특성 데이터를 측정할 수 있도록 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템을 제공함에 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 동적응답측정장비를 차량에 보다 용이하고 견고하게 설치할 수 있도록 함과 동시에 차량에 설치되는 동적응답측정장비를 외부의 충격으로부터 보호할 수 있도록 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템을 제공함에 다른 목적이 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 기존의 유선계측에서 발생하였던 케이블의 외부접촉 등에 의한 신호 왜곡이 없어 측정 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템을 제공함에 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적들을 달성하기 위한 본 발명은,

[0017] 교량의 동적응답을 측정하기 위한 방법에 있어서, 교량의 동특성을 측정하기 위한 센서부를 차량의 바퀴축에 장착하는 센서부 장착단계와, 센서부가 장착된 차량을 교량 위로 주행시키면서 교량에서 발생하는 동적응답을 측정하는 동적응답 측정단계와, 차량의 운전석에 구비되는 데이터 로거를 이용하여 센서부에서 측정된 교량의 동적응답 데이터를 기록하는 동적응답 기록단계와, 데이터 처리부를 이용하여 데이터 로거에 기록된 동적응답 데이터를 연산하여 교량의 동적응답특성을 평가하는 동적응답 평가단계를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

[0018] 이때, 상기 센서부는 가속도 센서, 변위 센서, 변형률 센서 및 카메라 센서를 포함하여 구성되고, 상기 센서부 장착단계에서는 센서부를 보호 프레임 내에 장착하여 바퀴축에 설치하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 동적응답 기록단계에서는 WRAN(Wireless Regional Area Network)을 통해 센서부에서 측정된 동적응답 데이터를 데이터 로거에 전송하여 기록하는 것을 특징으로 한다.

- [0020] 그리고, 상기 동적응답 평가단계에서 평가된 교량의 동적응답특성을 디스플레이부를 통해 표시하는 디스플레이 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 한편, 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정시스템은 교량의 동적응답 측정시스템에 있어서, 교량 위를 주행하는 차량과, 상기 차량의 바퀴축에 착탈 가능하도록 고정 설치되는 보호 프레임과, 상기 보호 프레임의 내측에 장착되어 교량의 동특성을 측정하는 센서부와, 상기 차량의 운전석에 구비되어 센서부를 통해 측정된 데이터를 기록하는 데이터 로거를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0022] 이때, 상기 보호 프레임은 바퀴축의 양측 단부에 각각 설치된 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 센서부는 가속도 센서, 변위 센서, 변형률 센서 및 카메라 센서를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0024] 그리고, 상기 데이터 로거에 기록된 동적응답 데이터들을 연산하여 교량의 동적응답특성을 평가하는 데이터 처리부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 상기 데이터 처리부는, 직류전원을 공급하는 전원공급부와; 상기 동적응답 데이터들을 연산하기 위한 응용 프로그램이 저장되는 연산부와; 상기 연산부의 응용 프로그램을 구동하여 동적응답 데이터를 연산함으로써 교량의 동적응답특성을 종합적으로 평가하는 제어부와; 상기 제어부로부터의 평가 결과를 표시하는 디스플레이부와; 상기 제어부에 명령을 입력하기 위한 입력부; 및 상기 제어부에 의해 연산된 교량의 동적응답특성을 외부로 전송하기 위한 인터페이스부를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따르면, 교량의 동적응답을 측정하기 위한 센서부를 바퀴축의 양측 단부에 각각 설치함으로써 보다 정확한 동적응답을 측정할 수 있도록 함과 동시에, 차량의 주행 중 외부의 교란이나 일측 센서부가 파손되더라도 교량에 대한 동특성 데이터를 측정할 수 있도록 하는 뛰어난 효과를 갖는다.
- [0027] 또한, 본 발명에 따르면 동적응답측정장비가 구비된 차량을 실제 계측하고자 하는 교량 위로 주행시키면서 교량에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함으로써 교량에 직접 센서를 부착할 필요가 없게 되어 작업 및 설치시간을 대폭 줄일 수 있어 단시간에 다수의 교량을 측정할 수 있도록 하는 효과를 추가로 갖는다.
- [0028] 또한, 본 발명에 따르면, 보호 프레임을 이용하여 동적응답측정장비를 차량에 보다 용이하고 견고하게 설치할 수 있고, 차량에 설치되는 동적응답측정장비를 외부의 충격으로부터 보호할 수 있도록 함으로써 데이터의 정확성을 향상시키고, 시스템의 전체적인 내구성을 향상시킬 수 있는 효과를 추가로 갖는다.
- [0029] 또한, 본 발명에 따르면, 기존의 센서 부착이 불가능했던 교량들의 동특성도 용이하게 계측할 수 있고, 교량의 동적응답특성을 측정할 수 있는 장비를 차량에 직접 설치함으로써 시스템의 구성이 대폭 간소화되므로 교량의 동적응답측정을 위한 초기 설치비용이 적게 들고, 교량에 직접 센서들을 부착하지 않아도 되므로 유지 보수가 간편하여 경제적인 측면에서도 뛰어난 효과를 추가로 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 종래 교량의 동적응답특성을 측정하는 시스템을 개략적으로 나타낸 도면.
 도 2는 종래의 무선 계측 시스템의 구성을 도시한 블록도.
 도 3은 종래의 교량의 동적응답측정을 위한 일체형 이동계측시스템 중 센서부의 설치 위치를 나타낸 도면.
 도 4는 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정 방법을 순차적으로 도시한 흐름도.
 도 5는 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템을 개략적으로 나타낸 개념도.
 도 6은 도 5에 나타난 본 발명 중 바퀴축에 결합되는 보호 프레임을 나타낸 도면.
 도 7은 도 6에 나타난 보호 프레임을 세부적으로 나타낸 단면도.
 도 8은 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템 중 데이터 처리부의 구성을 개략적으로

나타낸 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참고로 하여 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0032] 도 4는 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정 방법을 순차적으로 도시한 흐름도이고, 도 5는 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템을 개략적으로 나타낸 개념도이며, 도 6은 도 5에 나타낸 본 발명 중 바퀴축에 결합되는 보호 프레임을 나타낸 도면이고, 도 7은 도 6에 나타낸 보호 프레임을 세부적으로 나타낸 단면도이며, 도 8은 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템 중 데이터 처리부의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다.
- [0033] 본 발명은 동적응답측정장비가 구비된 차량(100)을 실제 계측하고자 하는 교량(50) 위로 주행시키면서 교량(50)에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함과 동시에, 동적응답측정장비들을 차량(100)에 견고히 설치함과 동시에 설치된 장비들을 보호할 수 있도록 함으로써 단시간에 다수의 교량(50)을 측정할 수 있고 동특성 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있으며, 측정시스템의 내구성을 향상시킬 수 있도록 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 관한 것으로, 먼저 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정 방법은 도 4에 나타낸 바와 같이, 크게 센서부 장착단계(S10), 동적응답 측정단계(S20), 동적응답 기록단계(S30) 및 동적응답 평가단계(S40)를 포함하여 이루어진다.
- [0034] 보다 상세히 설명하면, 상기 센서부 장착단계(S10)는 교량(50)의 동특성을 측정하기 위한 센서부(300)를 차량(100)의 바퀴축(110)에 장착하는 단계에 관한 것으로, 상기 차량(100)으로는 교량(50)의 위를 주행할 수 있는 통상의 승용차 또는 트럭 등이 사용될 수 있고, 상기 교량(50)이 철도교량인 경우에는 상기 차량(100)으로 철도 차량이 이용될 수도 있다.
- [0035] 즉, 본 발명은 교량(50)의 위를 주행하는 차량(100)의 바퀴축(110)에 센서부(300)를 장착함으로써 교량(50)의 동특성을 실시간으로 파악할 수 있도록 한 것에 특징이 있는 것으로, 상기 센서부 장착단계(S10)에서는 센서부(300)를 차량(100)의 하부에 구비되는 바퀴축(110)에 설치함으로써 외부의 교란을 최소화하여 실시간으로 측정되는 교량(50)의 동적응답을 보다 정확히 측정할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0036] 이때, 상기 센서부(300)로는 가속도 센서(310), 변위 센서(320) 및 변형률 센서(330) 등이 사용될 수 있는데, 상기 가속도 센서(310)는 교량(50) 위를 주행하는 차량(100)의 가속도를 측정함은 물론이고, 주행 중에 교량(50)으로부터 받는 진동 및 충격과 같은 동적응답을 측정함으로써 차량(100)의 주행속도에 따른 동적응답을 측정할 수 있도록 하기 위한 것이고, 상기 변위 센서(320)는 주행 중의 교량(50)의 상하 방향 진동 및 교량(50)의 상하방향 형상변화를 측정할 수 있도록 하기 위한 것이며, 상기 변형률 센서(330)는 주행 중인 교량(50)의 절대 변위를 측정하여 인장과 압축의 최대 피크(peak) 변형률을 산출하거나, 교량(50)의 실시간 동적 변형률을 측정할 수 있도록 하기 위한 것이다.
- [0037] 또한, 상기 센서부(300)로는 카메라 센서(340)가 더 포함될 수도 있는데, 상기 카메라 센서(340)는 교량(50) 위를 주행하는 차량(100)이 실시간으로 교량(50)의 결함, 손상과 같은 현재상태를 탐지할 수 있도록 하는 역할을 하게 된다.
- [0038] 한편, 상기 센서부 장착단계(S10)에서는 센서부(300)를 보호 프레임(200) 내에 장착하여 바퀴축(110)에 설치하게 되는데, 상기 보호 프레임(200)은 차량(100)의 주행시 발생하는 외부 충격으로부터 센서부(300)를 보호하는 역할을 하는 것이다.
- [0039] 즉, 가속도 센서(310), 변위 센서(320), 변형률 센서(330) 및 카메라 센서(340)를 포함하는 센서부(300)를 보호 프레임(200)의 내에 장착시킨 후 볼트 등의 체결수단을 이용하여 보호 프레임(200)을 차량(100)의 바퀴축(110)에 결합시킴으로써 외부의 충격으로부터 센서부(300)를 보호할 수 있게 되는 것이다.
- [0040] 이때, 상기 보호 프레임(200)은 바퀴축(110)의 흔들림이 정확히 센서부(300)에 전달되어 측정오차를 최소화할 수 있도록 하기 위하여 주행 중 흔들리지 않도록 바퀴축(110)에 견고히 결합된다.
- [0041] 또한, 도 7에 나타낸 바와 같이, 상기 보호 프레임(200)은 바퀴축(110)의 외측에 끼움 결합되는 탄성 재질의 결합부(210)를 포함하도록 구성되어 센서부(300)가 장착된 보호 프레임(200)을 바퀴축(110)에 보다 용이하게 탈부

작성될 수 있도록 구성할 수도 있음은 물론이다.

- [0042] 한편, 상기 보호 프레임(200)은 차량(100)의 바퀴축(110)에 두 개 이상 설치되어 복수 개의 센서부(300)를 설치할 수 있도록 구성되는데, 이는 교량(50)에서 발생하는 동적응답을 보다 정확히 측정할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0043] 예를 들면, 도 6에 나타난 바와 같이, 바퀴축(110)의 양측 단부에 보호 프레임(200)을 각각 장착시켜 두 세트의 센서부(300)를 설치함으로써 차량(100)의 주행 중 외부의 교란에 의해 일측 센서부(300)로부터의 측정이 부정확하게 되거나 일측 센서부(300)가 파손되더라도 교량에 대한 동특성 데이터를 측정할 수 있도록 하는 것이다.
- [0044] 또한, 상기와 같이 복수 개의 센서부(300)를 바퀴축(110)에 장착시킴으로써, 각 센서부(300)로부터의 측정치를 평균하여 얻거나 피크치를 구함으로써 보다 정확한 교량의 동적응답을 측정할 수 있게 된다.
- [0045] 다음, 상기 동적응답 측정단계(S20)는 보호 프레임(200)에 의해 바퀴축(110)에 복수 개의 센서부(300)가 장착된 차량(100)을 교량(50) 위로 주행시키면서 교량(50)에서 발생하는 동적응답을 측정하는 단계에 관한 것으로, 전술한 바와 같이 가속도 센서(310), 변위 센서(320) 및 변형률 센서(330)를 이용하여 교량(50) 위를 주행하는 차량(100)의 가속도와 주행 중에 교량(50)으로부터 받는 진동 및 충격과 같은 동적응답, 주행 중의 교량(50)의 상하 방향 진동과 교량(50)의 상하방향 형상변화 및 주행 중인 교량(50)의 절대변위 등을 측정하게 된다.
- [0046] 다음, 상기 동적응답 기록단계(S30)는 센서부(300)에서 측정된 교량(50)의 동적응답 데이터를 기록하는 단계에 관한 것으로, 기록수단으로는 데이터 로거(400)가 사용된다.
- [0047] 보다 상세히 설명하면, 상기 데이터 로거(400)는 차량(100)에 구비되어 센서부(300)를 통해 측정된 교량(50)의 동적응답 데이터를 기록하는 역할을 하는 것으로, 센서부(300)에서 측정된 아날로그 형태의 데이터 신호는 디지털 신호로 변환되어 데이터 로거(400)에 기록된다.
- [0048] 이때, 상기 데이터 로거(400)는 차량(100)에 탑승한 사람이 실시간으로 기록되는 동적응답 데이터를 확인할 수 있도록 하기 위하여 차량(100)의 운전석에 구비된다.
- [0049] 즉, 상기 동적응답 기록단계(S30)에서는 차량(100)의 바퀴축(110)에 설치된 복수 개의 센서부(300)를 통해 실시간으로 측정되는 교량(50)의 동적응답을 기록하게 되는데, 이때 각 센서부(300)에서 측정된 동적응답 데이터는 WRAN(Wireless Regional Area Network)과 같은 무선장치를 통해 데이터 로거(400)에 전송되어 기록되는 것이다.
- [0050] 도시하지는 않았지만, 센서부(300)를 통해 측정된 데이터를 유선장치를 통해 데이터 로거(400)에 전송하여 기록할 수도 있음은 물론이다.
- [0051] 다음, 상기 동적응답 평가단계(S40)는 동적응답 기록단계(S30)에서 데이터 로거(400)에 기록된 교량(50)의 동적응답 데이터들을 연산하여 교량(50)의 동적응답특성을 평가하는 단계에 관한 것으로, 동적응답특성 평가는 데이터 처리부(500)에서 이루어진다.
- [0052] 보다 상세히 설명하면, 상기 데이터 처리부(500)는 데이터 로거(400)에 기록된 동적응답 데이터들을 연산하여 교량(50)의 동적응답특성을 종합적으로 평가하는 역할을 하는 것으로, 전원공급부(510), 연산부(520), 제어부(530), 디스플레이부(540) 및 입력부(550)를 포함하여 구성된다.
- [0053] 즉, 상기 전원공급부(510)는 데이터 처리부(500)에 직류전원을 공급하여 데이터 처리부(500)가 구동될 수 있도록 하는 역할을 하는 것이고, 상기 연산부(520)는 그 내부에 데이터 로거(400)에 기록되어 있는 동적응답 데이터들을 연산하기 위한 응용 프로그램이 저장되어 있는 곳으로, 센서부(300) 즉, 가속도 센서(310), 변위 센서(320) 및 변형률 센서(330)를 통해 얻어진 교량(50)의 동적응답 데이터들을 이용하여 교량(50)의 동적하중, 변형률, 피로(fatigue), 충격계수, 진동특성 등을 연산하기 위한 응용프로그램이 저장되어 있다.
- [0054] 또한, 상기 제어부(530)는 연산부(520)의 응용 프로그램을 구동하여 동적응답 데이터를 연산함으로써 교량(50)의 동적응답특성을 종합적으로 평가하는 역할을 하는 것이고, 상기 디스플레이부(540)는 LCD 등으로 구성되어 제어부(530)에서 연산된 교량(50)의 동적응답특성들을 사용자가 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이며, 상기 입력부(550)는 제어부(530)에 명령을 입력할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0055] 즉, 상기 동적응답 평가단계(S40)에서의 교량(50) 동적응답특성 평가는 데이터 처리부(500)의 제어부(530)에서 이루어지는데, 상기 제어부(530)에서는 전원공급부(510)로부터 전원을 공급받아 연산부(520)에 저장되어 있는 응용 프로그램들을 구동시켜 교량(50)의 동적하중, 변형률, 피로(fatigue), 충격계수, 진동특성 등을 연산함

로써 교량(50)의 동적응답특성을 종합적으로 평가할 수 있게 되는 것이다.

- [0056] 이때, 상기 제어부(530)에서는 동적응답 기록단계(S30)에서 데이터 로거(400)에 의해 기록된 각 센서부(300)의 측정치들을 평균하여 교량(50)의 동적하중, 변형률, 피로(fatigue), 충격계수, 진동특성 등을 연산하거나 각 센서부(300)의 측정치들 중 피크값을 이용하여 교량(50)의 동적하중, 변형률, 피로(fatigue), 충격계수, 진동특성 등을 연산할 수도 있음은 물론이다.
- [0057] 한편, 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정 방법은 디스플레이 단계(S50)를 더 포함하여 구성될 수도 있는데, 상기 디스플레이 단계(S50)는 동적응답 평가단계(S40)에서 평가된 교량(50)의 동적응답특성을 데이터 처리부(500)의 디스플레이부(540)를 통해 표시함으로써 데이터 처리부(500)의 제어부(530)를 통해 연산된 교량(50)의 동적응답특성들을 사용자가 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0058] 이하, 첨부된 도면을 참고로 하여 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템의 실시예를 세부적으로 설명하기로 한다.
- [0059] 먼저, 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템은, 도 5 및 도 6에 나타난 바와 같이, 차량(100), 보호 프레임(200), 센서부(300) 및 데이터 로거(400)를 포함하여 이루어진다.
- [0060] 보다 상세히 설명하면, 상기 차량(100)은 전술한 바와 같이, 교량(50)의 위를 주행하면서 보호 프레임(200)에 의해 바퀴축(110)에 설치되는 센서부(300)를 통해 교량(50)의 동특성을 실시간으로 파악할 수 있도록 하는 역할을 하는 것으로, 통상의 승용차나 트럭 또는 철도차량 등이 사용될 수 있다.
- [0061] 다음, 상기 보호 프레임(200)은 차량(100)의 바퀴축(110)에 착탈 가능하도록 고정 설치되어 센서부(300)가 바퀴축(110)에 설치되도록 함과 동시에 차량(100)의 주행시 발생하는 외부로부터의 충격으로부터 센서부(300)를 보호하는 역할을 하는 것이다.
- [0062] 즉, 상기 보호 프레임(200)은 전술한 바와 같이, 볼트 등의 체결수단에 의해 바퀴축(110)에 결합되거나 바퀴축(110)의 외주면에 끼움 결합되는 탄성 재질의 결합부(210)에 의해 바퀴축(110)에 착탈 가능하도록 고정 설치되는 것으로, 보호 프레임(200)의 내측에는 교량(50)의 동특성을 측정하기 위한 센서부(300)가 장착된다.
- [0063] 이때, 상기 보호 프레임(200)은 보다 정확한 교량(50)의 동적응답을 측정하기 위해 차량(100)의 바퀴축(110)에 두 개 이상 설치되는데, 바람직하게는 바퀴축(110)의 양측 단부에 각각 설치된다.
- [0064] 즉, 도 6에 나타난 바와 같이, 차량(100)의 바퀴축(110) 양측 단부에 각각 보호 프레임(200)을 설치하고, 보호 프레임(200)의 내측에 센서부(300)를 설치하여 바퀴축(110)의 양측 단부로부터 전해지는 교량(50)의 동특성을 각각 측정하여 분석할 수 있도록 함으로써 보다 정확한 교량(50)의 동적응답을 측정할 수 있도록 구성된 것이다.
- [0065] 한편, 도 7에 나타난 바와 같이, 상기 보호 프레임(200)의 저면에는 가속도 센서(310), 변위 센서(320) 및 변형률 센서(330)가 고정 설치될 수 있도록 하는 다수의 고정부(220)가 형성되고, 보호 프레임(200)의 일측 또는 양측면에는 카메라 센서(340)의 설치를 위한 설치홀(230)이 형성될 수 있다.
- [0066] 다음, 상기 센서부(300)는 차량(100)의 바퀴축(110)에 고정 설치되는 보호 프레임(200)의 내측에 장착되어 이동 중에 교량(50)에서 발생하는 동적응답을 측정하는 역할을 하는 것으로, 전술한 바와 같이, 가속도 센서(310), 변위 센서(320), 변형률 센서(330) 및 카메라 센서(340)를 포함하여 구성된다.
- [0067] 보다 상세히 설명하면, 상기 가속도 센서(310)는 교량(50) 위를 주행하는 차량(100)의 가속도를 측정함은 물론이고, 주행 중에 교량(50)으로부터 받는 진동 및 충격과 같은 동적응답을 측정함으로써 차량(100)의 주행속도에 따른 동적응답을 측정할 수 있도록 하기 위한 것이고, 상기 변위 센서(320)는 주행 중의 교량(50)의 상하 방향 진동 및 교량(50)의 상하 방향 형상변화를 측정할 수 있도록 하기 위한 것이며, 상기 변형률 센서(330)는 주행 중인 교량(50)의 절대변위를 측정하여 인장과 압축의 최대 피크(peak) 변형률을 산출하거나, 교량(50)의 실시간 동적 변형률을 측정할 수 있도록 하기 위한 것이다.
- [0068] 또한, 상기 카메라 센서(340)는 교량(50) 위를 주행하는 차량(100)이 실시간으로 교량(50)의 결함, 손상과 같은 현재상태를 탐지할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0069] 한편, 상기 데이터 로거(400)는 차량(100)에 구비되어 센서부(300)를 통해 측정된 교량(50)의 동적응답 데이터를 기록하는 역할을 하는 것으로, 차량(100)에 탑승한 사람이 실시간으로 기록되는 동적응답 데이터를 확인할 수 있도록 하기 위하여 차량(100)의 운전석에 구비되는 것이 바람직하다.

- [0070] 즉, 상기 차량(100)의 바퀴축(110)에 설치된 보호 프레임(200)의 내측에 장착되는 센서부(300)를 통해 실시간으로 측정되는 교량(50)의 동적응답은 WRAN(Wireless Regional Area Network)과 같은 무선장치 또는 유선장치(미도시)를 통해 데이터 로거(400)에 전송되어 기록되는데, 이때 상기 데이터 로거(400)에서는 센서부(300)에서 측정된 아날로그 형태의 데이터 신호를 디지털 신호로 변환하여 기록하게 된다.
- [0071] 한편, 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템은 데이터 처리부(500)를 더 포함하여 구성될 수도 있는데, 상기 데이터 처리부(500)는 데이터 로거(400)에 기록된 동적응답 데이터들을 연산하여 교량(50)의 동적응답특성을 종합적으로 평가하는 역할을 하는 것이다.
- [0072] 보다 상세히 설명하면, 상기 데이터 처리부(500)는 도 8에 나타난 바와 같이, 전원공급부(510), 연산부(520), 제어부(530), 디스플레이부(540) 및 입력부(550)를 포함하여 구성되는데, 먼저, 상기 전원공급부(510)는 데이터 처리부(500)에 직류전원을 공급하여 데이터 처리부(500)가 구동될 수 있도록 하는 역할을 하는 것이고, 상기 연산부(520)는 그 내부에 데이터 로거(400)에 기록되어 있는 동적응답 데이터들을 연산하기 위한 응용 프로그램이 저장되어 있는 곳으로, 센서부(300) 즉, 가속도 센서(310), 변위 센서(320) 및 변형률 센서(330)를 통해 얻어진 교량(50)의 동적응답 데이터들을 이용하여 교량(50)의 동적하중, 변형률, 피로(fatigue), 충격계수, 진동특성 등을 연산하기 위한 응용프로그램이 저장되어 있다.
- [0073] 또한, 상기 제어부(530)는 연산부(520)의 응용 프로그램을 구동하여 동적응답 데이터를 연산함으로써 교량(50)의 동적응답특성을 종합적으로 평가하는 역할을 하는 것으로, 전원공급부(510)로부터 전원을 공급받아 연산부(520)에 저장되어 있는 응용 프로그램들을 구동시켜 교량(50)의 동적하중, 변형률, 피로(fatigue), 충격계수, 진동특성 등을 연산함으로써 교량(50)의 동적응답특성을 종합적으로 평가할 수 있게 되는 것이다.
- [0074] 그리고, 상기 디스플레이부(540)는 LCD 등으로 구성되어 제어부(530)에서 연산된 교량(50)의 동적응답특성들을 사용자가 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 역할을 하거나, 카메라 센서(340)에 의해 촬영되는 교량(50)의 현재 상태를 디스플레이하는 역할을 하는 것이고, 상기 입력부(550)는 제어부(530)에 명령을 입력할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0075] 한편, 상기 데이터 처리부(500)는 인터페이스부(560)를 더 포함하여 구성될 수도 있는데, 상기 인터페이스부(560)는 제어부(530)에 연결 설치되어 제어부(530)에서 연산된 교량(50)의 동적응답특성들을 외부로 전송할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0076] 따라서, 본 발명에 따른 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 의하면 교량(50)의 동적응답을 측정하기 위한 센서부(300)를 바퀴축(110)에 복수 개로 설치함으로써 보다 정확한 동적응답을 측정할 수 있도록 함과 동시에, 차량(100)의 주행 중 외부의 교란이나 일측 센서부(300)가 파손되더라도 교량에 대한 동특성 데이터를 측정할 수 있고, 동적응답측정장비가 구비된 차량(100)을 실제 계측하고자 하는 교량(50) 위로 주행시키면서 교량(50)에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함으로써 교량(50)에 직접 센서를 부착할 필요가 없게 되어 작업 및 설치시간을 대폭 줄일 수 있어 단시간에 다수의 교량(50)을 측정할 수 있고, 보호 프레임(200)을 이용하여 동적응답측정장비를 차량(100)에 보다 용이하고 견고하게 설치할 수 있고, 차량(100)에 설치되는 동적응답측정장비를 외부의 충격으로부터 보호할 수 있도록 함으로써 데이터의 정확성을 향상시키고, 시스템의 전체적인 내구성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 센서 부착이 불가능했던 교량(50)들의 동특성도 용이하게 계측할 수 있고, 교량(50)의 동적응답특성을 측정할 수 있는 장비를 차량(100)에 직접 설치함으로써 시스템의 구성이 대폭 간소화되므로 교량(50)의 동적응답측정을 위한 초기 설치비용이 적게 들고, 교량(50)에 직접 센서들을 부착하지 않아도 되므로 유지 보수가 간편하여 경제적인 측면에서도 뛰어난 장점을 갖는 것이다.
- [0077] 전술한 실시예들은 본 발명의 가장 바람직한 예에 대하여 설명한 것이지만, 상기 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 있어서 명백한 것이다.

산업상 이용가능성

- [0078] 본 발명은 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 동적응답측정장비가 구비된 차량을 실제 계측하고자 하는 교량 위로 주행시키면서 교량에 대한 동특성 데이터를 측정하도록 함과 동시에, 동적응답측정장비들을 차량에 견고히 설치함과 동시에 설치된 장비들을 보호할 수 있도록 함으로써 단

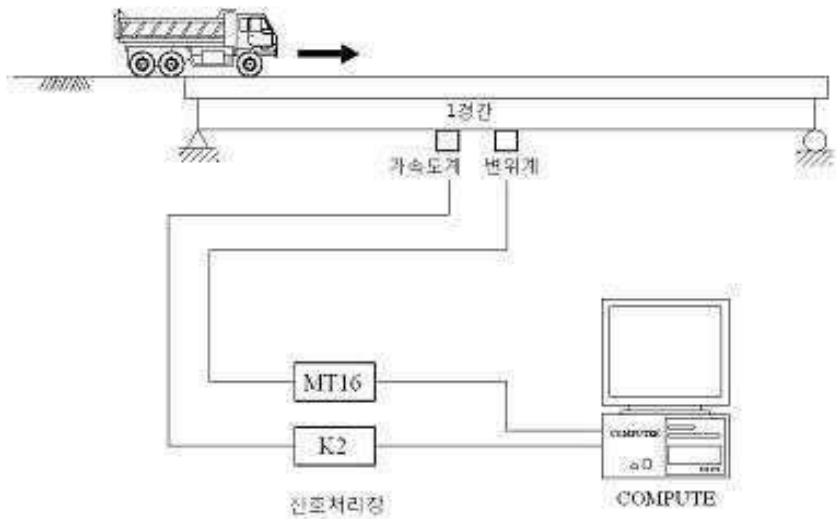
시간에 다수의 교량을 측정할 수 있고 동특성 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있으며, 측정시스템의 내구성을 향상시킬 수 있도록 하는 교량의 동적응답 측정을 위한 이동식 측정시스템에 관한 것이다.

부호의 설명

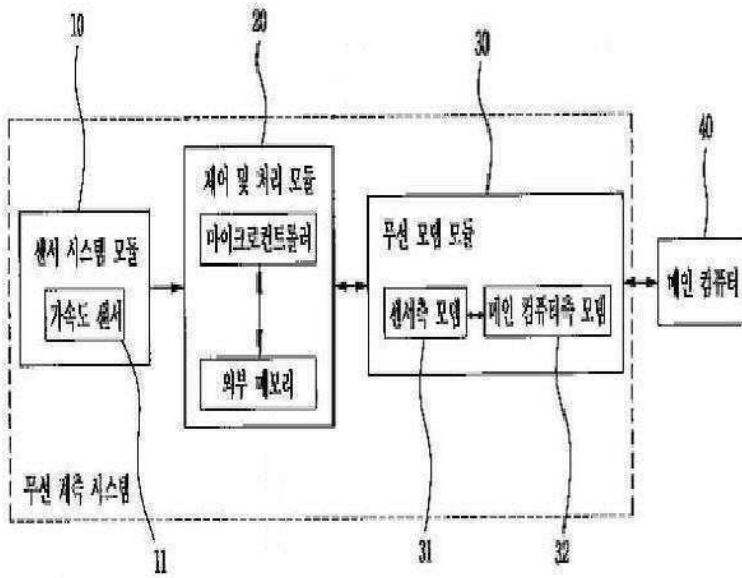
50 : 교량	100 : 차량
110 : 바퀴축	200 : 보호 프레임
210 : 결합부	220 : 고정부
230 : 설치홀	300 : 센서부
310 : 가속도 센서	320 : 변위 센서
330 : 변형률 센서	340 : 카메라 센서
400 : 데이터 로거	500 : 데이터 처리부
510 : 전원공급부	520 : 연산부
530 : 제어부	540 : 디스플레이부
550 : 입력부	560 : 인터페이스부

도면

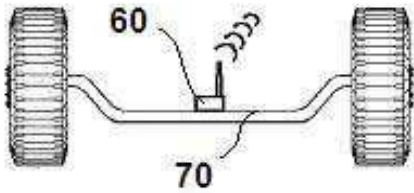
도면1



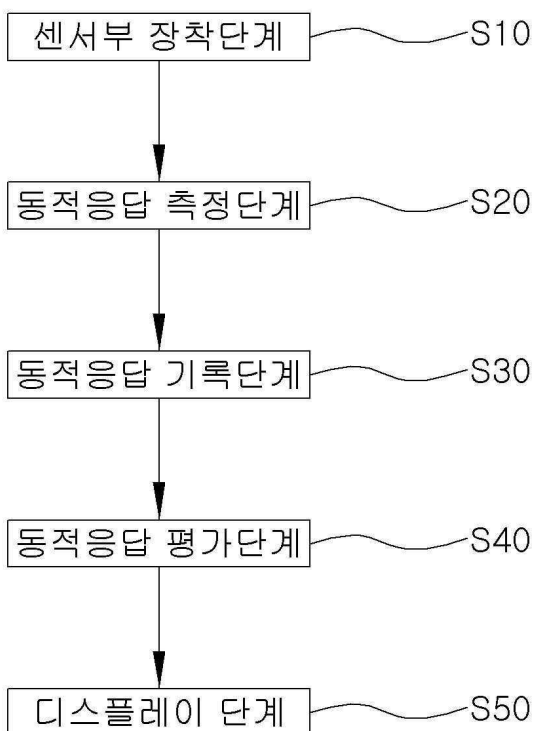
도면2



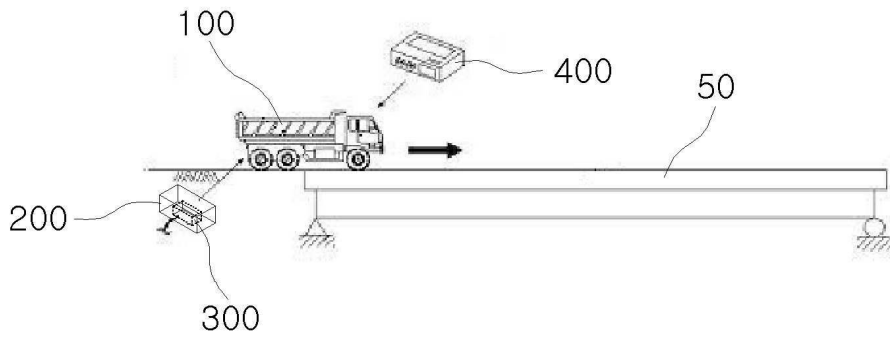
도면3



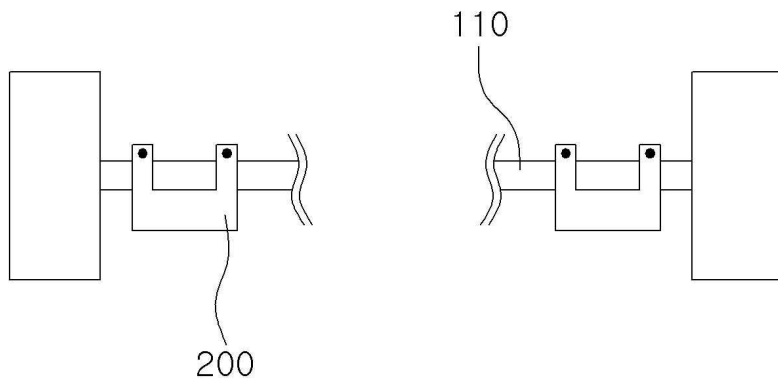
도면4



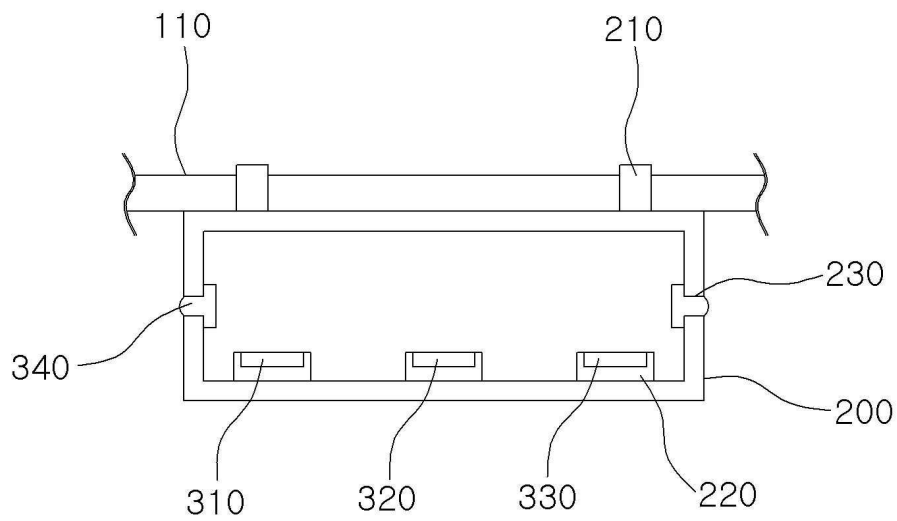
도면5



도면6



도면7



도면8

