(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년10월12일
(11) 등록번호 10-1784716
(24) 등록일자 2017년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 3/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 3/16 (2013.01)
G01M 17/007 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7010594
(22) 출원일자(국제) 2015년09월07일
심사청구일자 2017년04월19일
(85) 번역문제출일자 2017년04월19일
(65) 공개번호 10-2017-0046801
(43) 공개일자 2017년05월02일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/075355
(87) 국제공개번호 WO 2016/052084
국제공개일자 2016년04월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-200450 2014년09월30일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013246152 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
메이덴샤 코포레이션
일본국 도쿄도 시나가와쿠 오사키 2쵸메 1-1(1410032)
(72) 발명자
타카하시 토시미치
일본 도쿄 1416029 시나가와쿠 오사키 2-1-1 메이덴샤 코포레이션
고가 레이지
일본 도쿄 1416029 시나가와쿠 오사키 2-1-1 메이덴샤 코포레이션
오니츠카 유수케
일본 도쿄 1416029 시나가와쿠 오사키 2-1-1 메이덴샤 코포레이션
(74) 대리인
특허법인 플러스

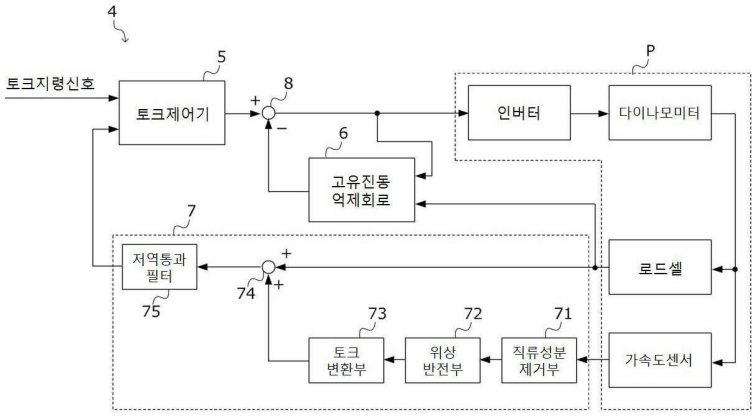
심사관 : 오군규

(54) 발명의 명칭 **다이나모미터 시스템의 제어 장치**

(57) 요 약

요동자의 고유 진동과 이 고유 진동과는 별개의 토크 맥동 양자의 영향을 억제한 제어가 가능한 다이나모미터 시스템의 제어 장치를 제공한다. 다이나모미터 시스템은 요동식 다이나모미터; 요동자에 발생하는 토크를 검출하는 로드셀; 및 로드셀의 하중 방향에 따른 가속도를 검출하는 가속도 센서;를 구비한다. 제어 장치(4)는 다이나모미터의 토크를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 토크 제어기(5); 소정의 입력 신호에 기초하여 요동자의 고유 진동이 억제되도록 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로(6); 및 가속도 센서의 검출 신호를 반전하고, 상기 반전된 신호를 이용하여 로드셀 토크 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로(7);를 구비한다. 토크 제어기(5)에는 보정 회로(7)를 거친 로드셀 토크 신호를 입력하고, 고유 진동 억제 회로(6)에는 보정 회로(7)를 거치지 않은 로드셀 토크 신호를 입력한다.

대 표 도



(56) 선행기술조사문헌
WO2013180130 A1
KR1020080002980 A
US6345542 B1
JP소화58025217 A
JP2008286580 A

명 세 서

청구범위

청구항 1

부하에 접속된 요동식 다이나모미터;

상기 다이나모미터의 요동자에 발생하는 토크를 상기 요동자로부터 연장되는 토크암을 통해 검출하는 로드셀; 및

상기 로드셀의 하중 방향에 따른 상기 토크암의 가속도를 검출하는 가속도 센서;를 구비하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치에 있어서,

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 다이나모미터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 콘트롤러;

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 요동자의 고유 진동이 억제되도록 상기 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로;

상기 가속도 센서의 검출 신호를 반전하고, 상기 반전된 신호를 이용하여 상기 로드셀의 검출 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로; 및

상기 다이나모미터의 속도를 검출하는 속도 검출 장치;를 구비하며,

상기 콘트롤러에는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하고, 상기 고유 진동 억제 회로에는 상기 보정 신호가 합산된 상기 콘트롤러의 제어 신호와 상기 보정 회로를 거치지 않은 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하며,

상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 소정의 토크 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 토크 제어기; 및 상기 속도 검출 장치의 검출 신호와 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 이용하여 상기 토크 지령 신호를 생성하는 지령 생성 장치;를 구비하고,

상기 보정 회로는 상기 가속도 센서의 검출 신호로부터 소정의 주파수 이하의 직류 성분을 제거하는 직류 성분 제거부; 상기 직류 성분 제거부의 출력 신호의 위상을 반전시키는 위상 반전부; 상기 위상 반전부의 출력 신호에 소정의 계수를 곱해서 토크 신호로 변환하는 토크 변환부; 상기 토크 변환부의 출력 신호를 상기 로드셀의 검출 신호에 가산하는 가산부; 및 상기 가산부의 출력 신호로부터 고조파 노이즈를 제거하는 필터;를 구비하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 주행 저항 지령 신호를 생성하는 주행 저항 설정부; 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 전기 관성 지령 신호를 생성하는 전기 관성 지령 연산부; 및 상기 주행 저항 지령 신호와 상기 전기 관성 지령 신호를 합한 것을 상기 토크 제어기로의 토크 지령 신호로 하는 합산부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호, 상기 주행 저항 지령 신호, 및 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 상기 다이나모미터의 속도를 소정의 목표 속도에 일치시키기 위한 토크 보정 신호를 생성하는 속도 제어기를 더 구비하며,

상기 합산부는 상기 주행 저항 지령 신호, 상기 전기 관성 지령 신호, 및 상기 토크 보정 신호를 합한 것을 상기 토크 제어기로의 토크 지령 신호로 하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

청구항 4

부하에 접속된 요동식 다이나모미터;

상기 다이나모미터의 요동자에 발생하는 토크를 상기 요동자로부터 연장되는 토크암을 통해 검출하는 로드셀; 및

상기 로드셀의 하중 방향에 따른 상기 토크암의 가속도를 검출하는 가속도 센서;를 구비하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치에 있어서,

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 다이나모미터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 콘트롤러;

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 요동자의 고유 진동이 억제되도록 상기 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로;

상기 가속도 센서의 검출 신호를 반전하고, 상기 반전된 신호를 이용하여 상기 로드셀의 검출 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로; 및

상기 다이나모미터의 속도를 검출하는 속도 검출 장치;를 구비하며,

상기 콘트롤러에는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하고, 상기 고유 진동 억제 회로에는 상기 보정 신호가 합산된 상기 콘트롤러의 제어 신호와 상기 보정 회로를 거치지 않은 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하며,

상기 콘트롤러는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호와 소정의 속도 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 속도 제어기; 및 상기 속도 검출 장치의 검출 신호와 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 이용하여 상기 속도 지령 신호를 생성하는 지령 생성 장치;를 구비하며,

상기 보정 회로는 상기 가속도 센서의 검출 신호로부터 소정의 주파수 이하의 직류 성분을 제거하는 직류 성분 제거부; 상기 직류 성분 제거부의 출력 신호의 위상을 반전시키는 위상 반전부; 상기 위상 반전부의 출력 신호에 소정의 계수를 곱해서 토크 신호로 변환하는 토크 변환부; 상기 토크 변환부의 출력 신호를 상기 로드셀의 검출 신호에 가산하는 가산부; 및 상기 가산부의 출력 신호로부터 고조파 노이즈를 제거하는 필터;를 구비하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 주행 저항 지령 신호를 생성하는 주행 저항 설정부; 상기 속도 검출 장치의 검출 신호 및 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 상기 다이나모미터에 가해지는 구동력에 상당하는 외란 토크 신호를 생성하는 구동력 옵저버; 및 상기 외란 토크 신호에서 상기 주행 저항 지령 신호를 감산한 것을 적분함으로써 상기 속도 지령 신호를 생성하는 적분기;를 구비하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

청구항 6

부하에 접속된 요동식 다이나모미터;

상기 다이나모미터의 요동자에 발생하는 토크를 상기 요동자로부터 연장되는 토크암을 통해 검출하는 로드셀; 및

상기 로드셀의 하중 방향에 따른 상기 토크암의 가속도를 검출하는 가속도 센서;를 구비하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치에 있어서,

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 다이나모미터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 콘트롤러;

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 요동자의 고유 진동이 억제되도록 상기 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로;

상기 가속도 센서의 검출 신호를 반전하고, 상기 반전된 신호를 이용하여 상기 로드셀의 검출 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로; 및

상기 다이나모미터의 축의 위치를 검출하는 위치 검출 장치;를 구비하며,

상기 콘트롤러에는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하고, 상기 고유 진동 억제 회로에는 상기 보정 신호가 합산된 상기 콘트롤러의 제어 신호와 상기 보정 회로를 거치지 않은 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하며,

상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 생성한 위치 지령 신호와 상기 위치 검출 장치의 검출 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 위치 제어기를 구비하며,

상기 보정 회로는 상기 가속도 센서의 검출 신호로부터 소정의 주파수 이하의 직류 성분을 제거하는 직류 성분 제거부; 상기 직류 성분 제거부의 출력 신호의 위상을 반전시키는 위상 반전부; 상기 위상 반전부의 출력 신호에 소정의 계수를 곱해서 토크 신호로 변환하는 토크 변환부; 상기 토크 변환부의 출력 신호를 상기 로드셀의 검출 신호에 가산하는 가산부; 및 상기 가산부의 출력 신호로부터 고조파 노이즈를 제거하는 필터;를 구비하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

청구항 7

부하에 접속된 요동식 다이나모미터;

상기 다이나모미터의 요동자에 발생하는 토크를 상기 요동자로부터 연장되는 토크암을 통해 검출하는 로드셀; 및

상기 로드셀의 하중 방향에 따른 상기 토크암의 가속도를 검출하는 가속도 센서;를 구비하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치에 있어서,

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 다이나모미터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 콘트롤러;

소정의 입력 신호에 기초하여 상기 요동자의 고유 진동이 억제되도록 상기 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로;

상기 가속도 센서의 검출 신호를 반전하고, 상기 반전된 신호를 이용하여 상기 로드셀의 검출 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로; 및

상기 다이나모미터의 속도를 검출하는 속도 검출 장치;를 구비하며,

상기 콘트롤러에는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하고, 상기 고유 진동 억제 회로에는 상기 보정 신호가 합산된 상기 콘트롤러의 제어 신호와 상기 보정 회로를 거치지 않은 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하며,

상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 소정의 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 토크 제어기; 및 상기 토크 제어기에 대한 토크 지령 신호를 생성하는 지령 생성 장치를 구비하며,

상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 주행 저항 지령 신호를 생성하는 주행 저항 설정부; 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 전기 관성 지령 신호를 생성하는 전기 관성 지령 연산부; 상기 주행 저항 지령 신호와 상기 전기 관성 지령 신호를 합한 것을 상기 토크 제어기로의 토크 지령 신호로 하는 합산부; 및 상기 속도 검출 장치의 검출 신호, 상기 주행 저항 지령 신호, 및 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 바탕으로 상기 다이나모미터의 속도를 소정의 목표 속도에 일치시키기 위한 토크 보정 신호를 생성하는 속도 제어기;를 구비하며,

상기 합산부는 상기 주행 저항 지령 신호, 상기 전기 관성 지령 신호, 및 상기 토크 보정 신호를 합한 것을 상기 토크 제어기로의 토크 지령 신호로 하는 것을 특징으로 하는 다이나모미터 시스템의 제어 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다이나모미터 시스템의 제어 장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 요동식 다이나모미터, 로드셀 및

가속도 센서를 구비한 다이나모미터 시스템의 제어 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 요동식 다이나모미터를 탑재한 엔진 다이나모미터 시스템, 섀시 다이나모미터 시스템, 및 파워 트레인 시스템 등의 시험 시스템에서는, 그 제어 및 계측에 관련된 토크를 검출하기 위한 센서로 로드셀이 이용된다. 로드셀은, 다이나모미터의 요동자에 작용하는 토크를 요동자에서 연장되는 토크암을 통해 검출한다(특허 문헌 1 참조). 이러한 구조상, 로드셀의 출력 신호는, 실제로 다이나모미터에서 검출되는 토크 외에, 요동자의 고유 진동에 수반하는 토크 변동 성분이 중첩된 것이 되는데, 이 변동 성분은, 시스템의 제어나 계측에서 본래 불필요한 성분이다.

[0003] 특허 문헌 1에는 고유 진동 억제 회로를 이용하여 제어 대상에 댐핑을 부여함으로써, 요동자의 고유 진동을 억제하는 제어 방법이 기재되어 있다. 특허 문헌 1의 고유 진동 억제 회로를 이용함으로써, 요동자의 고유 진동이 억제되기 때문에, 로드셀에서는 고유 진동이 억제된 안정적인 검출 신호가 얻어진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특개2013-246152호공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, 요동식 다이나모미터에 설치된 로드셀의 검출 신호에는, 상술한 바와 같은 요동자의 고유 진동 외에도 다양한 토크 맥동(변동)이 포함된다. 구체적으로는, 예로 인버터에 기인하는 토크 리플을 들 수 있다. 특허 문헌 1의 고유 진동 억제 회로를 이용하면, 요동자의 고유 진동이 억제되는 결과로, 로드셀에서는 요동자의 고유 진동에 비하면 매우 작은 토크 리플까지 검출하는 것이 가능해진다.

[0006] 그러므로, 특허 문헌 1에 나타나 있는 바와 같이, 고유 진동 억제 회로를 구비한 제어 장치에서 로드셀의 검출 신호를 메이저 루프의 토크 제어 장치의 피드백 신호로 하면, 토크 제어 장치의 제어 대역에 토크 맥동이 발생한 경우에는 이를 증폭하여, 그 결과 다이나모미터 시스템의 계측 정밀도에 악영향을 미치는 경우가 있다.

[0007] 본 발명은 요동자의 고유 진동과 이 고유 진동과는 별개의 토크 맥동 양자의 영향을 억제한 제어가 가능한 다이나모미터 시스템의 제어 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] (1) 다이나모미터 시스템(예를 들어, 후술하는 다이나모미터 시스템(1))은 부하에 접속된 요동식 다이나모미터(예를 들어, 후술하는 다이나모미터(2)); 상기 다이나모미터에 전력을 공급하는 인버터(예를 들어, 후술하는 인버터(3)); 상기 다이나모미터의 요동자(예를 들어, 후술하는 요동자(23))에 발생하는 토크를, 상기 요동자로부터 연장되는 토크암(예를 들어, 후술하는 토크암(26))을 통해 검출하는 로드셀(예를 들어, 후술하는 로드셀(28)); 및 상기 로드셀의 하중 방향에 따른 상기 토크암의 가속도를 검출하는 가속도 센서(예를 들어, 후술하는 가속도 센서(30));를 구비한다. 본 발명에 따른 다이나모미터 시스템의 제어 장치(예를 들어, 후술하는 제어 장치(4, 4A, 4B))는 소정의 입력 신호에 기초하여 상기 다이나모미터를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 콘트롤러(예를 들어, 후술하는 토크 제어기(5), 지령 생성 장치(9A), 속도 제어기(5B), 지령 생성 장치(9B) 등); 소정의 입력 신호에 기초하여 상기 요동자의 고유 진동이 억제되도록 상기 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로(예를 들어, 후술하는 고유 진동 억제 회로(6)); 및 상기 가속도 센서의 검출 신호를 반전하고, 상기 반전된 신호를 이용하여 상기 로드셀의 검출 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로(예를 들어, 후술하는 보정 회로(7));를 구비하며, 상기 콘트롤러에는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하고, 상기 고유 진동 억제 회로에는 상기 보정 신호가 합산된 상기 콘트롤러의 제어 신호와 상기 보정 회로를 거치지 않은 상기 로드셀의 검출 신호를 입력하는 것을 특징으로 한다.

[0009] (2) 이 경우, 상기 다이나모미터 시스템은 상기 다이나모미터의 속도를 검출하는 속도 검출 장치(예를 들어, 후

술하는 엔코더(29))를 구비하며, 상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 소정의 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 토크 제어기(예를 들어, 후술하는 토크 제어기(5)); 및 상기 토크 제어기에 대한 토크 지령 신호를 생성하는 지령 생성 장치(예를 들어, 후술하는 지령 생성 장치(9A));를 구비하고, 상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 주행 저항 지령 신호를 생성하는 주행 저항 설정부(예를 들어, 후술하는 주행 저항 설정부(91)); 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 전기 관성 지령 신호를 생성하는 전기 관성 지령 연산부(예를 들어, 후술하는 구동력 옵저버(92), 감산부(93), 및 전기 관성 비율 설정부(94)); 및 상기 주행 저항 지령 신호와 상기 전기 관성 지령 신호를 합한 것을 상기 토크 제어기로의 토크 지령 신호로 하는 합산부(예를 들어, 후술하는 가산부(96));를 구비하는 것이 바람직하다.

[0010] (3) 이 경우, 상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호, 상기 주행 저항 지령 신호, 및 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 상기 다이나모미터의 속도를 소정의 목표 속도에 일치시키기 위한 토크 보정 신호를 생성하는 속도 제어기(예를 들어, 후술하는 속도 제어기(95))를 더 구비하며, 상기 합산부는 상기 주행 저항 지령 신호, 상기 전기 관성 지령 신호, 및 상기 토크 보정 신호를 합한 것을 상기 토크 제어기로의 토크 지령 신호로 하는 것이 바람직하다.

[0011] (4) 이 경우, 상기 다이나모미터 시스템은 상기 다이나모미터의 속도를 검출하는 속도 검출 장치(예를 들어, 후술하는 엔코더(29))를 구비하며, 상기 콘트롤러는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호와 소정의 속도 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 속도 제어기(예를 들어, 후술하는 속도 제어기(5B)); 및 상기 속도 제어기에 대한 속도 지령 신호를 생성하는 지령 생성 장치(예를 들어, 후술하는 지령 생성 장치(9B));를 구비하고, 상기 지령 생성 장치는 상기 속도 검출 장치의 검출 신호에 기초하여 주행 저항 지령 신호를 생성하는 주행 저항 설정부(예를 들어, 후술하는 주행 저항 설정부(91)); 상기 속도 검출 장치의 검출 신호 및 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 상기 다이나모미터에 가해지는 구동력에 상당하는 외란 토크 신호를 생성하는 구동력 옵저버(예를 들어, 후술하는 구동력 옵저버(92)); 및 상기 외란 토크 신호에서 상기 주행 저항 지령 신호를 감산한 것을 적분함으로써 상기 속도 지령 신호를 생성하는 적분기(예를 들어, 후술하는 적분기(98B));를 구비하는 것이 바람직하다.

[0012] (5) 이 경우, 상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호와 소정의 토크 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 토크 제어기(예를 들어, 후술하는 토크 제어기(5))를 구비하는 것이 바람직하다.

[0013] (6) 이 경우, 상기 다이나모미터 시스템은 상기 다이나모미터의 축의 속도를 검출하는 속도 검출 장치를 구비하며, 상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 생성한 속도 지령 신호와 상기 속도 검출 장치의 검출 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 속도 제어기(예를 들어, 후술하는 속도 제어기(5B))를 구비하는 것이 바람직하다.

[0014] (7) 이 경우, 상기 다이나모미터 시스템은 상기 다이나모미터의 축의 위치를 검출하는 위치 검출 장치를 구비하며, 상기 콘트롤러는 상기 보정 회로를 거친 상기 로드셀의 검출 신호에 기초하여 생성한 위치 지령 신호와 상기 위치 검출 장치의 검출 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하는 위치 제어기를 구비하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0015] (1) 본 발명에서는 요동식 다이나모미터를 구비한 시스템에 있어서, 요동자의 고유 진동을 억제하기 위한 고유 진동 억제 회로 및 로드셀의 검출 신호로부터 교류 성분을 제거하는 보정 회로를 마련한다. 그리고 본 발명에서는, 콘트롤러에 의한 다이나모미터의 제어를 메이저 루프로 하고, 고유 진동 억제 회로에 의한 고유 진동 억제 제어를 마이너 루프로 하여, 마이너 루프의 제어에는 보정 회로를 거치지 않은 로드셀의 검출 신호를 이용하고, 메이저 루프의 제어에는 보정 회로를 거쳐 교류 성분이 제거된 로드셀의 검출 신호를 이용한다. 이에 의해, 요동자의 고유 진동과 이 고유 진동과는 별개의 토크 맥동 양자의 영향을 저감한 제어를 실현할 수 있기 때문에, 다이나모미터 시스템에 의한 시험의 계측 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0016] (2) 본 발명에서는, 토크 제어기에 의한 토크 제어를 메이저 루프로 하고, 고유 진동 억제 회로에 의한 고유 진동 억제 제어를 마이너 루프로 한다. 그리고, 상술한 바와 같이 고유 진동 억제 제어에는 보정 회로를 거치지 않은 로드셀의 검출 신호를 이용하고, 토크 제어에는 보정 회로를 거친 로드셀의 검출 신호, 및 이 보정 회로를 거친 로드셀의 검출 신호를 이용하여 산출된 토크 지령 신호를 이용한다. 이에 의해, 요동자의 고유 진동과 토

크 맥동 양자의 영향을 저감하고, 높은 응답 및 안정적인 전기 관성 제어가 가능해진다.

[0017] (3) 본 발명에서는, 속도 검출 장치의 검출 신호, 주행 저항 지령 신호, 및 보정 회로를 거친 로드셀의 검출 신호에 기초하여 다이나모미터의 속도를 소정의 목표 속도에 일치시키기 위한 토크 보정 신호를 생성하고, 이를 이용하여 토크 제어기로의 토크 지령 신호를 생성한다. 이에 의해, 요동자의 고유 진동과 이 고유 진동과는 별개의 토크 맥동 양자의 영향을 저감하고, 높은 응답 및 안정적인 전기 관성 제어가 가능해진다.

[0018] (4) 본 발명에 따르면, (2)와 마찬가지로 요동자의 고유 진동과 토크 맥동 양자의 영향을 저감하고, 높은 응답 및 안정적인 전기 관성 제어가 가능해진다.

[0019] (5) 본 발명에서는, 토크 제어기에 의한 토크 제어를 메이저 루프로 하고, 고유 진동 억제 회로에 의한 고유 진동 억제 제어를 마이너 루프로 한다. 그리고, 고유 진동 억제 제어에는 보정 회로를 거치지 않은 로드셀의 검출 신호를 이용하고, 토크 제어에는 보정 회로를 거친 로드셀의 검출 신호를 이용한다. 이에 의해, 요동자의 고유 진동과 토크 맥동 양자의 영향을 억제한 제어가 가능해진다.

[0020] (6) 본 발명에 따르면, 속도 제어기에 의한 속도 제어를 메이저 루프로 한 시스템에서 상기 (5)의 발명과 동등한 효과를 발휘한다.

[0021] (7) 본 발명에 따르면, 위치 제어기에 의한 위치 제어를 메이저 루프로 한 시스템에서 상기 (5)의 발명과 동등한 효과를 발휘한다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 요동식 다이나모미터 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 실시예 1의 제어 장치의 구성을 나타내는 블럭도이다.

도 3은 실시예 2의 제어 장치의 구성을 나타내는 블럭도이다.

도 4는 종래의 제어 장치에 의한 전기 관성 제어의 결과를 나타내는 도면이다.

도 5는 실시예 2의 제어 장치에 의한 전기 관성 제어의 결과를 나타내는 도면이다.

도 6은 실시예 3의 제어 장치의 구성을 나타내는 블럭도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 일 실시 형태에 대해 도면을 참조하면서 설명한다.

[0024] 도 1은 요동식 다이나모미터 시스템(1)의 구성을 나타내는 도면이다.

[0025] 요동식 다이나모미터 시스템(1)은 요동식 다이나모미터(2), 다이나모미터(2)에 전력을 공급하는 인버터(3), 및 다이나모미터(2)를 제어하는 제어 장치(4)를 구비한다.

[0026] 다이나모미터(2)는 원통형의 스테이터(21), 이 스테이터(21)내에 회전 가능하도록 지지된 로터(22), 스테이터(21)로 구성되는 요동자(23)를 설치면(G)에 고정된 기대(24)상에서 원주 방향을 따라 요동 가능하도록 지지하는 페데스탈(25), 로터(22)와 동일 축으로 회전하는 롤러(27), 스테이터(21)에 발생하는 토크를 검출하는 하중 검출기로서의 로드셀(28), 및 로터(22)의 회전수를 검출하는 엔코더(29)를 구비한다.

[0027] 로터(22)에는 시험 대상인 공시체(도시하지 않음)가 접속된다. 스테이터(21)의 측부에는 지름 방향을 따라 외측으로 연장되는 토크암(26)이 설치되어 있다. 로드셀(28)은 토크암(26)의 선단부와 설치면(G) 사이에 설치된다. 로드셀(28)은 토크암(26)과 설치면(G) 사이에 작용하는 하중(다이나모미터(2)의 출력 토크)을 검출하고, 검출값에 대략 비례한 신호를 제어 장치(4)로 송신한다.

[0028] 또한, 이 토크암(26)의 선단부에는 토크암(26)의 가속도를 검출하는 가속도 센서(30)가 설치되어 있다. 가속도 센서(30)는 로드셀(28)의 하중 방향에 따른 토크암(26)의 가속도를 검출하고, 검출값에 대략 비례한 신호를 제어 장치(4)로 송신한다.

[0029] 엔코더(29)는 로터(22)의 회전에 따라 펄스 신호를 발생하여 제어 장치(4)로 송신한다. 로터(22)의 각속도(속도) 및 각도(위치)는 이 엔코더(29)로부터의 펄스 신호에 기초하여 제어 장치(4)에 의해 산출된다. 아울러 이하에서는, 엔코더(29)의 펄스 신호에 기초하여 생성되는 각속도에 비례한 신호를 속도 검출 신호라

하고, 각도에 비례한 신호를 위치 검출 신호라 한다.

[0030] 롤러(27)에는 다이나모미터 시스템(1)에 의한 시험 대상인 차량의 구동륜(도시하지 않음)이 놓인다. 제어 장치(4)는 이하에서 설명하는 바와 같은 제어 회로를 이용함으로써, 롤러(27)에 놓여진 차량에 실제 차와 등가의 관성을 부하하고, 실제 도로 주행을 모의하면서, 그 배기 가스 시험이나 연비 시험 등의 각종 시험을 수행한다.

[0031] 이하, 이상과 같은 요동식 다이나모미터 시스템(1)의 제어 장치(4)의 구성에 대해 실시예별로 설명한다.

[0032] **실시예 1**

[0033] 도 2는 실시예 1의 다이나모미터 시스템의 제어 장치(4)의 구성을 나타내는 블럭도이다. 도 2에서, 제어 대상(P)은 도 1을 참조하여 설명한 인버터, 다이나모미터, 로드셀 및 가속도 센서 등을 포함하여 구성된다. 제어 장치(4)는 다이나모미터의 토크를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 토크 제어기(5), 토크 제어기(5)의 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성하는 고유 진동 억제 회로(6), 로드셀의 검출 신호(이하, '로드셀 토크 신호'라고 함)를 보정하는 보정 회로(7), 및 감산부(8)를 구비한다.

[0034] 토크 제어기(5)는 후술하는 보정 회로(7)를 거침으로써 토크 맥동이나 노이즈 등이 제거된 로드셀 토크 신호와 도시하지 않은 처리에 의해 정해진 토크 지령 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 기존의 피드백 알고리즘에 기초하여 생성한다. 감산부(8)는 토크 제어기(5)에 의해 생성된 제어 신호에서, 고유 진동 억제 회로(6)에 의해 생성된 보정 신호를 감산하여 인버터로의 제어 신호를 생성한다.

[0035] 고유 진동 억제 회로(6)는 인버터로의 제어 신호와 후술하는 보정 회로(7)를 거치지 않은 로드셀 토크 신호에 기초하여, 요동자의 고유 진동이 억제되도록 토크 제어기(5)의 제어 신호를 보정하는 보정 신호를 생성한다. 보다 구체적으로는, 고유 진동 억제 회로(6)는 소정의 댐핑 계수 및 요동자의 고유 진동수에 의해 특징지어진 연산식을 이용함으로써 로드셀의 근사 신호를 생성하고, 이 근사 신호를 소정의 낭비 시간만큼 늦춘 신호와 로드셀 토크 신호의 편차가 최소가 되도록 보정 신호를 생성한다. 아울러, 이러한 기능을 갖는 보정 신호를 생성하기 위한 구체적인 구성에 대해서는, 예를 들어 본원 출원인에 의한 일본 특개2013-246152호공보에 기재되어 있으므로, 여기에서는 상세한 설명을 생략한다.

[0036] 보정 회로(7)는 가속도 센서의 검출 신호로부터 소정의 주파수 이하의 직류 성분을 제거하는 직류 성분 제거부(71), 이 직류 성분 제거부(71)를 거친 가속도 센서의 검출 신호의 로드셀 토크 신호에 대한 위상을 180도 반전시키는 위상 반전부(72), 이 위상 반전부(72)를 거친 신호에 소정의 계수를 곱해서 토크 신호로 변환하는 토크 변환부(73), 로드셀 토크 신호에 토크 변환부(73)를 거친 신호를 가산함으로써 로드셀 토크 신호로부터 토크 맥동 성분을 제거하는 가산부(74), 및 가산부(74)를 거친 로드셀 토크 신호로부터 고조파 노이즈를 제거하는 저역통과 필터(75)를 구비한다.

[0037] 본 실시예의 제어 장치(4)에 의하면, 이하의 효과를 발휘한다.

[0038] 본 실시예의 제어 장치(4)에서는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 마이너 루프를 구성하는 고유 진동 억제 회로(6)에는 보정 회로(7)를 거치지 않은 로드셀 토크 신호를 입력하고, 한편 메이저 루프를 구성하는 토크 제어기(5)에는 보정 회로(7)를 거쳐 토크 맥동이나 고조파 노이즈가 제거된 로드셀 토크 신호를 입력한다. 이에 의해, 요동자의 고유 진동과 이 고유 진동과는 별개의 토크 맥동 양자의 영향을 감소시킨 제어를 실현할 수 있기 때문에, 다이나모미터 시스템에 의한 시험의 계측 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0039] **실시예 2**

[0040] 도 3은 실시예 2의 다이나모미터 시스템의 제어 장치(4A)의 구성을 나타내는 블럭도이다. 본 실시예의 제어 장치(4A)는 지령 생성 장치(9A), 및 피드포워드 제어기(10A)를 더 구비하는 점이 상기 실시예 1의 제어 장치(4)(도 2 참조)와 다르다. 또한 실시예 2의 제어 장치(4A)는 엔코더의 검출 신호를 더 이용하는 점이 상기 실시예 1의 제어 장치(4)와 다르다. 이하에서는, 실시예 1의 제어 장치(4)와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 붙이고 그 설명을 생략한다.

[0041] 지령 생성 장치(9A)는 주행 저항 설정부(91), 구동력 옵저버(92), 감산부(93), 전기 관성 비율 설정부(94), 속도 제어기(95), 및 가산부(96)를 구비한다. 지령 생성 장치(9A)는 주행 저항 설정부(91)에 의해 생성된 주행 저항 지령 신호, 전기 관성 비율 설정부(94)에 의해 생성된 전기 관성 지령 신호, 및 속도 제어기(95)에 의해 생성된 보정 신호의 3개의 신호를 가산부(96)에 의해 합함으로써 토크 제어기(5)로의 토크 지령 신호를 생성한다.

[0042] 주행 저항 설정부(91)는 소정의 주행 저항 테이블을 검색함으로써, 엔코더에 의한 속도 검출 신호에 따른 주행

저항 지령 신호를 생성한다. 이 주행 저항 지령 신호는 주행중인 차량이 노면 및 대기로부터 받는 저항에 상당하는 신호이다. 이 주행 저항 테이블은 실제 차에 의한 시험을 수행하여 정해진 것이 이용된다.

[0043] 구동력 옵저버(92)는 보정 회로(7)를 거친 로드셀 토크 신호와 엔코더에 의한 속도 검출 신호에 기초하여 다이나모미터에 가해지는 구동력에 상당하는 외란 토크 신호를 생성한다. 보다 구체적으로는, 구동력 옵저버(92)는 속도 검출 신호를 미분한 것에 소정의 고정 관성 질량의 값을 곱해서 얻어지는 신호와 보정 회로(7)를 거친 로드셀 토크 신호를 합함으로써 외란 토크 신호를 생성한다. 여기서 고정 관성 질량이란, 다이나모미터 시스템 고유의 관성 질량을 말하며, 롤러상에서 주행하는 차량에 자동적으로 부가되는 고정 관성분에 상당한다.

[0044] 감산부(93)는 구동력 옵저버(92)에 의해 생성된 외란 토크 신호에서 주행 저항 설정부(91)에 의해 생성된 주행 저항 지령 신호를 감산한다. 전기 관성 비율 설정부(94)는 감산부(93)에 의해 생성된 신호에, 소정의 전기 관성 질량의 값과 소정의 설정 관성 질량의 값의 비(전기 관성 질량값/설정 관성 질량값)를 곱함으로써 전기 관성 지령 신호를 생성한다. 여기서, 설정 관성 질량이란, 시험 대상이 되는 차량의 중량에 따라 정해지는 관성 질량이다. 하기 식에 나타내는 바와 같이, 설정 관성 질량은 고정 관성 질량 및 전기 관성 질량을 합한 것으로 정의된다.

[0045] 설정 관성 질량=고정 관성 질량+전기 관성 질량

[0046] 속도 제어기(95)는 소정의 목표 속도와 속도 검출 신호에 기초하여 얻어지는 실제 속도의 차이가 0이 되도록 토크 지령 신호를 보정하기 위한 보정 신호를 생성한다. 여기서, 목표 속도는 엔코더로부터의 속도 검출 신호, 주행 저항 설정부(91)에 의한 주행 저항 지령 신호, 및 보정 회로(7)를 거친 로드셀 토크 신호에 기초하여 산출된다.

[0047] 피드포워드 제어기(10A)는 소정의 연산을 수행함으로써 토크 지령 신호에 따른 피드포워드 신호를 생성한다. 감산부(8A)는 토크 제어기(5)에 의해 생성된 제어 신호와 피드포워드 제어기(10A)에 의해 생성된 피드포워드 신호를 합한 신호에서, 고유 진동 억제 회로(6)에 의해 생성된 보정 신호를 감산함으로써, 인버터로의 제어 신호를 생성한다.

[0048] 본 실시예의 제어 장치(4A)가 발휘하는 효과에 대해, 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한다.

[0049] 도 4는 종래의 제어 장치에 의한 전기 관성 제어의 결과를 나타내는 도면이며, 도 5는 본 실시예의 제어 장치에 의한 전기 관성 제어의 결과를 나타내는 도면이다. 여기서 종래의 제어 장치란, 도 3의 제어 장치에서 고유 진동 억제 회로(6)를 제거한 것에 상당한다. 또한, 도 4 및 도 5에는 롤러에 올려진 차량을 일정한 가속도하에서 가속시켰을 때의 차속, 로드셀 토크 신호, 및 차속 편차의 변화를 나타낸다. 여기서 차속에는 엔코더에 의한 속도 검출 신호를 차량의 속도로 환산한 것을 이용했다. 또한, 차속 편차는 속도 검출 신호와 목표 속도의 편차를 차량의 속도로 환산한 것을 이용했다.

[0050] 도 4 및 도 5를 비교하면 명백한 바와 같이, 고유 진동 억제 제어를 수반하지 않는 종래의 제어 장치에서는, 로드셀 토크 신호에 요동자의 고유 진동이 나타난다. 또한 종래의 제어 장치에서는, 차량의 가속을 시작하고 나서 차속 편차가 수렴될 때 까지 걸리는 시간도 길다. 이에 반해, 고유 진동 억제 회로에 의한 고유 진동 억제 제어에는 보정 회로를 거치지 않은 로드셀 토크 신호를 이용하고, 토크 제어기에 의한 토크 제어에는 보정 회로를 거친 로드셀 토크 신호를 이용한 본 실시예의 제어 장치에 의하면, 로드셀 토크 신호에 나타났던 요동자의 고유 진동이 억제되며, 또한 차속의 시동 시의 다이나모미터의 응답도 향상되었다.

[0051] **실시예 3**

[0052] 도 6은 실시예 3의 다이나모미터 시스템의 제어 장치(4B)의 구성을 나타내는 블럭도이다. 본 실시예의 제어 장치(4B)는 인버터에 입력하는 제어 신호를 속도 제어기(5B)에 의해 생성하는 점이 실시예 2의 제어 장치(4A)(도 3 참조)와 다르다. 이하에서는, 실시예 2의 제어 장치(4A)와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 붙이고 그 설명을 생략한다.

[0053] 속도 제어기(5B)는 보정 회로(7)를 거친 로드셀 토크 신호에 기초하여 후술하는 지령 생성 장치(9B)에 의해 생성된 속도 지령 신호와 엔코더에 의한 속도 검출 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 기존의 피드백 알고리즘에 기초하여 생성한다.

[0054] 지령 생성 장치(9B)는 주행 저항 설정부(91), 구동력 옵저버(92), 감산부(93), 전기 관성 비율 설정부(94), 가산부(96), 설정 관성 제산부(97B), 및 적분기(98B)를 구비한다. 이 지령 생성 장치(9B) 중, 주행 저항 설정부(91), 구동력 옵저버(92), 감산부(93), 전기 관성 비율 설정부(94), 및 가산부(96)의 구성에 대해서는 실시예 2

의 제어 장치(4A)와 동일하므로 설명을 생략한다.

[0055] 설정 관성 제산부(97B)는 구동력 옵저버(92)에 의해 생성된 외란 토크 신호에서 주행 저항 지령 신호를 감산한 것을 설정 관성 질량의 값으로 나눔으로써, 가속도의 차원을 갖는 신호를 생성한다. 적분기(98B)는 설정 관성 제산부(97B)에 의해 생성된 신호를 적분함으로써, 속도의 차원을 갖는 신호를 생성하고, 이를 속도 제어기(5B)에 대한 속도 지령 신호로 한다.

[0056] 본 실시예의 제어 장치(4B)에 의하면, 실시예 2의 제어 장치(4A)와 마찬가지로, 요동자의 고유 진동과 토크 맥동 양자의 영향을 감소시켜, 높은 응답 및 안정적인 전기 관성 제어를 수행할 수 있다.

[0057] 이상, 본 발명의 일 실시형태에 대해 설명했으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 취지의 범위내에서 세부 구성을 적절히 변경할 수 있다.

[0058] 예를 들어, 상기 실시예에서는 요동식 다이나모미터를 구비한 시험 시스템 중에서도 롤러를 구비한 소위 섀시 다이나모미터 시스템에 본 발명을 적용한 경우에 대해 설명했으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 본 발명은 요동식 다이나모미터를 구비하는 것이면 엔진 다이나모미터 시스템이나 파워트레인 시스템 등의 시험 시스템에도 적용 가능하다.

[0059] 예를 들어, 상기 실시예에서는 토크 제어기에 의한 토크 제어(실시예 1, 2 참조) 또는 속도 제어기에 의한 속도 제어(실시예 3 참조)를 메이저 루프로 하고, 고유 진동 억제 회로에 의한 고유 진동 억제 제어를 마이너 루프로 한 경우에 대해 설명했으나, 본 발명은 이들에 한정되지 않는다. 예를 들어, 위치 제어기에 의한 위치 제어를 메이저 루프로 한 제어 장치에 대해서도 본 발명을 적용할 수 있다. 이 경우, 마이너 루프를 구성하는 고유 진동 억제 회로에는 보정 회로를 거치지 않은 로드셀 토크 신호를 입력하고, 메이저 루프를 구성하는 위치 제어기에는 보정 회로를 거친 로드셀 토크 신호에 기초하여 생성한 위치 지령 신호를 입력한다. 그리고 위치 제어기에서는 상기 위치 지령 신호와 엔코더에 의한 위치 검출 신호의 편차를 없애도록 하는 제어 신호를 생성하도록 하는 것도 가능하다.

부호의 설명

[0060] 1: 다이나모미터 시스템

2: 다이나모미터

23: 요동자

26: 토크암

28: 로드셀

29: 엔코더(속도 검출 장치, 위치 검출 장치)

3: 인버터

30: 가속도 센서

4, 4A, 4B: 제어 장치

5: 토크 제어기(콘트롤러)

5B: 속도 제어기(콘트롤러)

6: 고유 진동 억제 회로

7: 보정 회로

9A, 9B: 지령 생성 장치(콘트롤러)

91: 주행 저항 설정부

92: 구동력 옵저버(전기 관성 지령 연산부)

93: 감산부(전기 관성 지령 연산부)

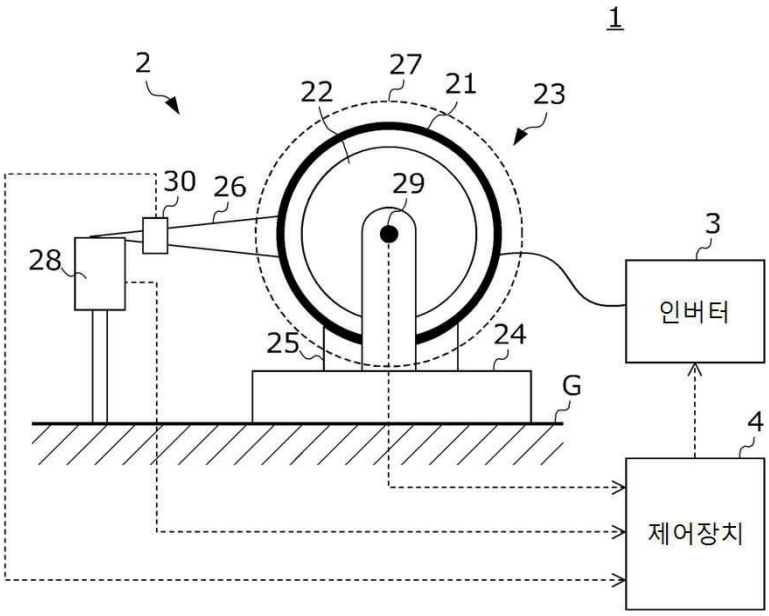
94: 전기 관성 비율 설정부(전기 관성 지령 연산부)

96: 가산부(합산부)

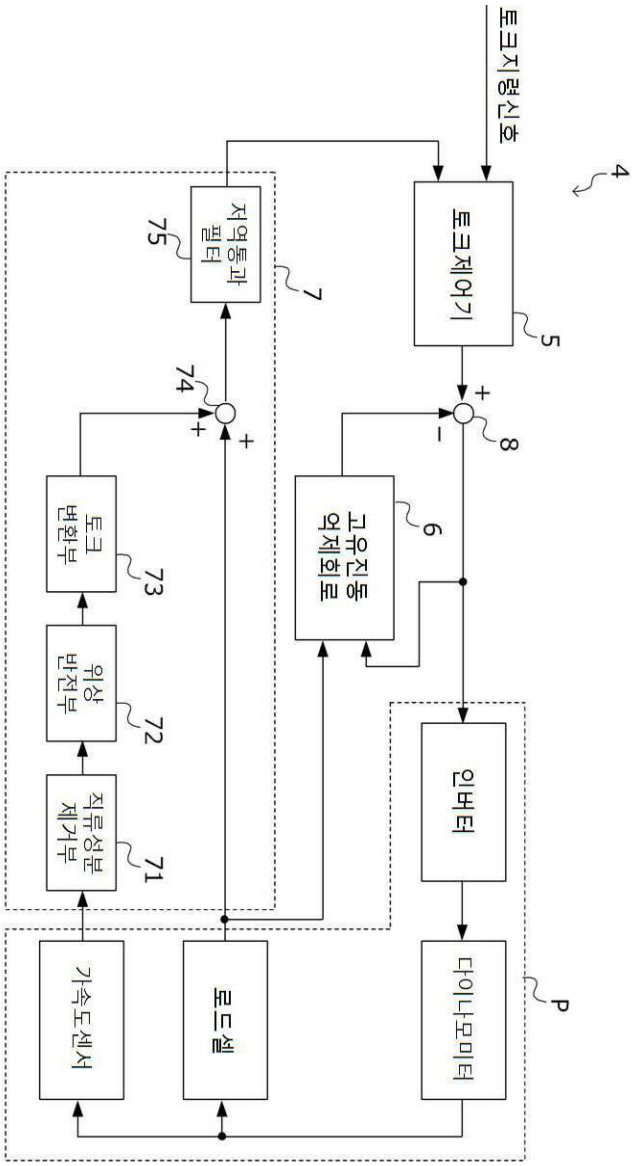
98B: 적분기

도면

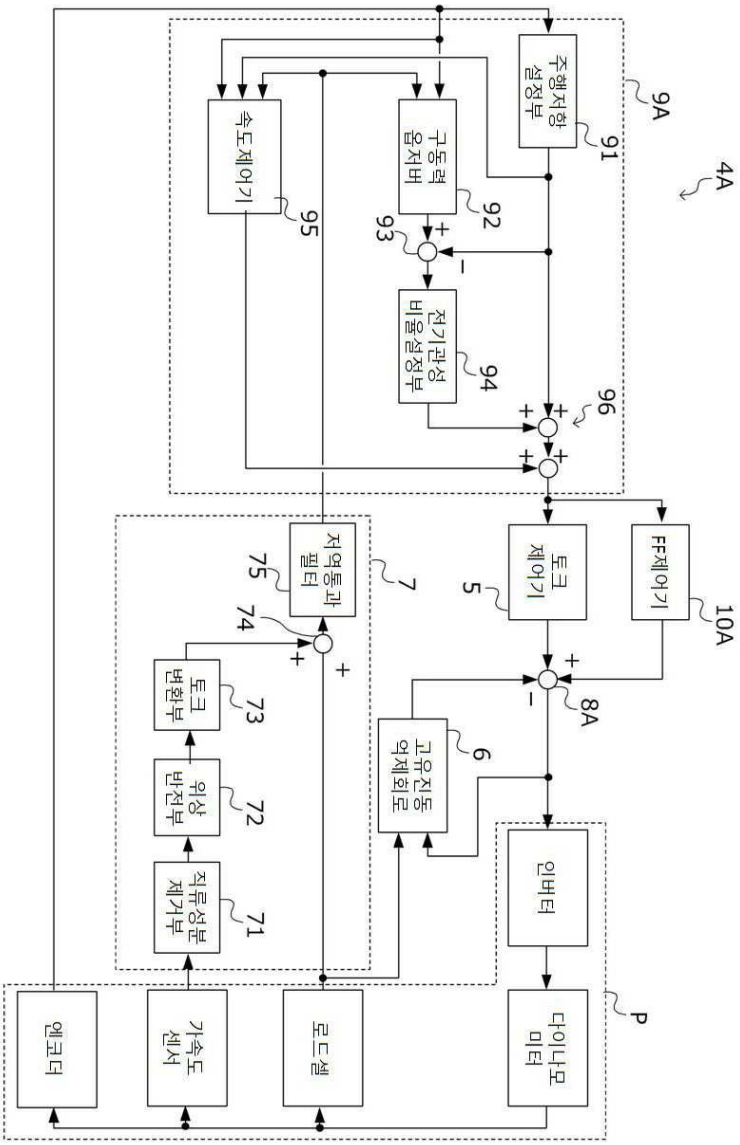
도면1



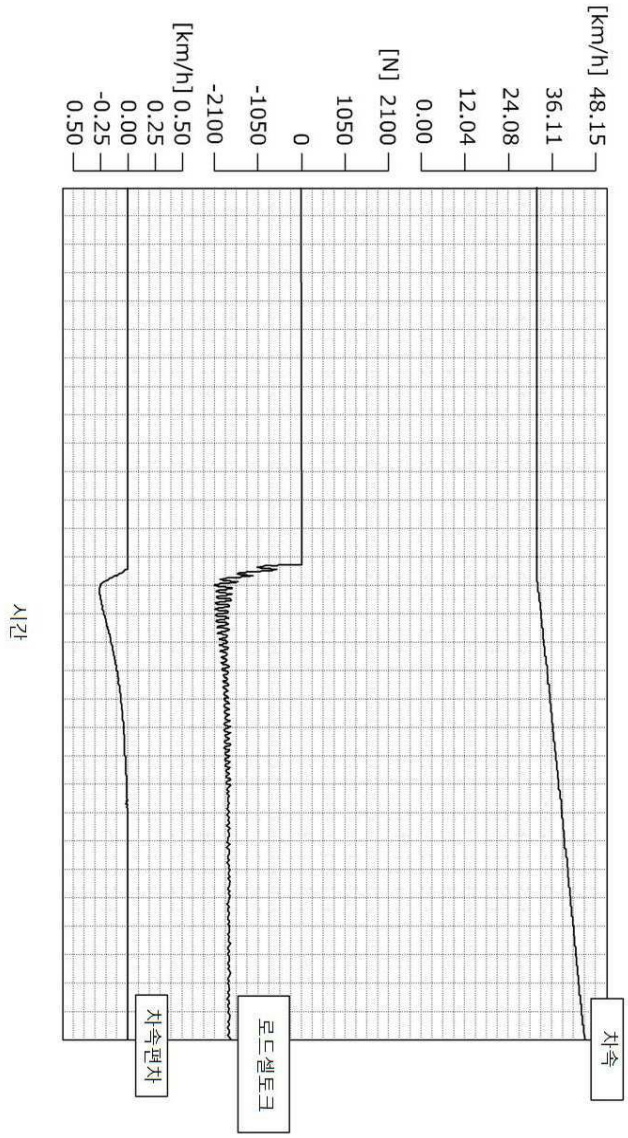
도면2


토크지령신호
4
토크제어기
5
저역통과 필터
75
7
74
+
+
+
8
−
토크 변환부
73
위상 반전부
72
직류성분 제거부
71
고유진동 억제회로
6
인버터
가속도센서
로드셀
다이나모미터
P

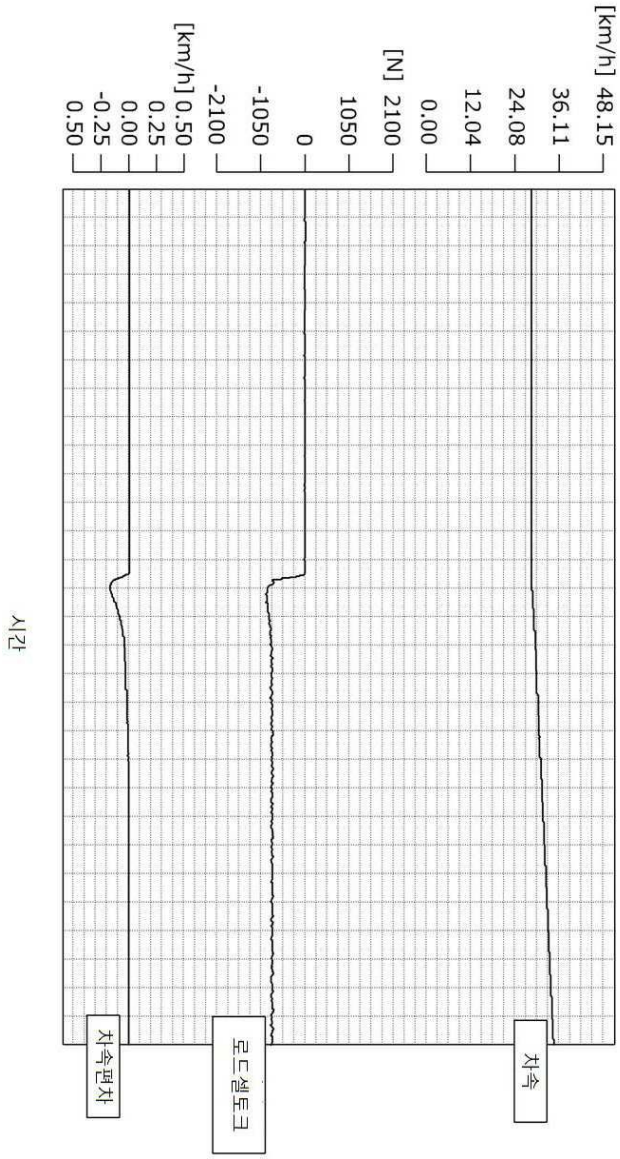
도면3


주행저항 설정부
91
9A
4A
속도제어기
95
구동력 옵저버
92
93
전기관성 비율설정부
94
96
저역통과 필터
75
7
토크 제어기
5
FF제어기
10A
74
토크 변환부
73
위상 반전부
72
직류성분 제거부
71
고유진동 억제회로
6
8A
인버터
엔코더
가속도 센서
로드셀
다이나모 미터
P

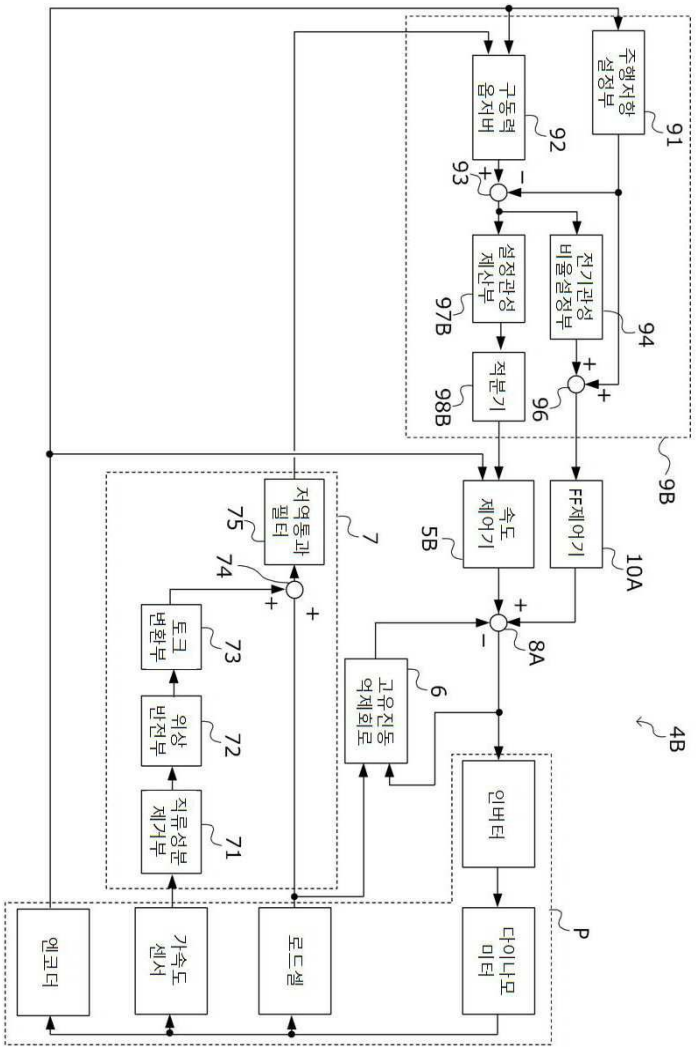
도면4


[km/h] 48.15
36.11
24.08
12.04
0.00
[N] 2100
1050
0
-1050
-2100
[km/h] 0.50
0.25
0.00
-0.25
0.50
시간
차속
로드셀토크
차속편차

도면5


[km/h] 48.15
36.11
24.08
12.04
0.00
[N] 2100
1050
0
-1050
-2100
[km/h] 0.50
0.25
0.00
-0.25
0.50
시간
차속
로드셀토크
차속편차

도면6


주행저항 설정부
91
구동력 옵저버
92
93
설정관성 제산부
97B
적분기
98B
전기관성 비율설정부
94
96
9B
속도 제어기
5B
FF제어기
10A
8A
4B
고유진동 억제회로
6
인버터
P
다이나모 미터
로드셀
가속도 센서
엔코더
저역통과 필터
75
74
7
토크 변환부
73
위상 반전부
72
직류성분 제거부
71