



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월14일
(11) 등록번호 10-1577244
(24) 등록일자 2015년12월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 13/02 (2006.01) G01L 3/00 (2006.01)
G01M 15/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01M 13/02 (2013.01)
G01L 3/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7001907
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월25일
심사청구일자 2015년01월23일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월23일
- (65) 공개번호 10-2015-0042779
- (43) 공개일자 2015년04월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/067419
- (87) 국제공개번호 WO 2014/010409
국제공개일자 2014년01월16일
- (30) 우선권주장
JP-P-2012-153833 2012년07월09일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
US20120166154 A1*
US6125318 A
JP2000329656 A
JP2005061889 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
메이텐샤 코포레이션
일본국 도쿄도 시나가와쿠 오사키 2초메 1-1(1410032)
- (72) 발명자
아키야마, 타카오
일본 도쿄 1416029 시나가와쿠 오사키 2-1-1 메이텐샤 코포레이션
사와다, 요시마사
일본 도쿄 1416029 시나가와쿠 오사키 2-1-1 메이텐샤 코포레이션
- (74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오군규

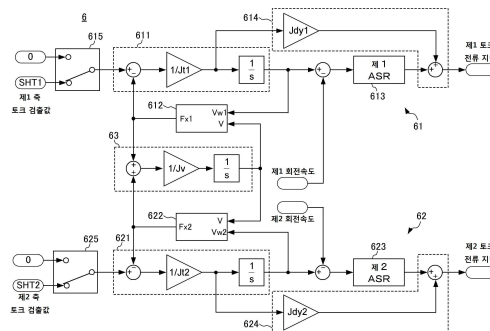
(54) 발명의 명칭 구동 트레인의 시험 시스템

(57) 요약

타이어의 슬립 거동을 모의할 수 있는 구동 트레인의 시험 시스템을 제공한다.

시험 시스템은, 타이어의 타이어 속도값을 산출하는 타이어 속도 연산부(611, 621)와, 상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 차량의 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부(63)와, 타이어 속도값과 차량 속도값의 차이(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



에 기초하여, 타이어와 노면 사이에 발생하는 차량 구동 토크값을 산출하는 차량 구동 토크 연산부(612, 622)와, 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 지령값과 인코더(41, 42)의 출력값의 편차가 없어지도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치(613, 623)를 구비한다. 타이어 속도 연산부(611, 621)는 축 토크미터의 출력값으로부터 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 타이어 구동 토크값에 기초하여 타이어 속도값을 산출하고, 차량 속도 연산부(63)는 차량 구동 토크값에 기초하여 차량 속도값을 산출한다.

(52) CPC특허분류

G01M 13/025 (2013.01)

G01M 15/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

워크의 출력축에 연결된 동력계와,
 지령신호에 따른 전력을 상기 동력계에 공급하는 인버터와,
 상기 출력축에 작용하는 축 토크를 검출하는 축 토크 검출기와,
 상기 동력계의 회전 속도를 검출하는 속도 검출기를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템에 있어서,
 상기 워크의 출력축에 연결되는 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값을 산출하는 타이어 속도 연산부와,
 상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와,
 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 타이어와 가상적으로 설정된 노면 사이의 마찰에 의해 발생하는 차량 구동 토크값을 산출하는 차량 구동 토크 연산부와,
 상기 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 당해 지령값과 상기 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치와,
 상기 속도 제어장치로부터 출력된 지령신호에, 상기 축 토크 검출기의 출력값과 상기 차량 구동 토크값의 차이에 비례한 신호를 합성하고, 당해 지령신호를 보정하는 피드 포워드 입력 연산부를 구비하고,
 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고,
 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값에 기초하여 상기 차량 속도값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 타이어 구동 토크값을 입력으로 하고, 소정의 타이어 관성모멘트로 특징지어지는 상기 타이어의 운동방정식에 의해 상기 타이어 속도값을 산출하고,
 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값을 입력으로 하고, 소정의 차량 관성모멘트로 특징지어지는 상기 차량의 운동방정식에 의해 상기 차량 속도값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 4

워크의 출력축에 연결된 동력계와,
 지령신호에 따른 전력을 상기 동력계에 공급하는 인버터와,
 상기 출력축에 작용하는 축 토크를 검출하는 축 토크 검출기와,

상기 동력계의 회전 속도를 검출하는 속도 검출기를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템에 있어서,
 상기 위크의 출력축에 연결되는 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값을 산출하는 타이어 속도 연산부와,
 상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와,
 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 타이어와 가상적으로 설정된 노면 사이의 마찰에 의해 발생하는 차량 구동 토크값을 산출하는 차량 구동 토크 연산부와,
 상기 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 당해 지령값과 상기 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치를 구비하고,
 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고,
 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값에 기초하여 상기 차량 속도값을 산출하고,
 상기 차량 구동 토크 연산부는, 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 타이어의 슬립률을 산출하고, 타이어-노면 사이의 마찰계수값을, 노면의 상태에 따라 선택된 제어맵에 기초하여 상기 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 타이어가 상기 노면으로부터 받는 수직항력값에 상기 마찰계수값을 곱함으로써 상기 차량 구동 토크값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 타이어 구동 토크값을 입력으로 하고, 소정의 타이어 관성모멘트로 특징지어지는 상기 타이어의 운동방정식에 의해 상기 타이어 속도값을 산출하고,
 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값을 입력으로 하고, 소정의 차량 관성모멘트로 특징지어지는 상기 차량의 운동방정식에 의해 상기 차량 속도값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 차량 구동 토크 연산부는, 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 타이어의 슬립률을 산출하고, 타이어-노면 사이의 마찰계수값을, 노면의 상태에 따라 선택된 제어맵에 기초하여 상기 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 타이어가 상기 노면으로부터 받는 수직항력값에 상기 마찰계수값을 곱함으로써 상기 차량 구동 토크값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

위크의 출력축에 연결된 동력계와,
 지령신호에 따른 전력을 상기 동력계에 공급하는 인버터와,

상기 출력축에 작용하는 축 토크를 검출하는 축 토크 검출기와,
 상기 동력계의 회전 속도를 검출하는 속도 검출기를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템에 있어서,
 상기 워크의 출력축에 연결되는 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값을 산출하는 타이어 속도 연산부와,
 상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와,
 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 타이어와 가상적으로 설정된 노면 사이의 마찰에 의해 발생하는 차량 구동 토크값을 산출하는 차량 구동 토크 연산부와,
 상기 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 당해 지령값과 상기 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치와,
 상기 워크의 출력축에 설치되는 가상적인 제동장치가 조작됨으로써 발생하는 브레이크 토크값을 산출하는 브레이크 토크 연산부를 구비하고,
 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고,
 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값에 기초하여 상기 차량 속도값을 산출하고,
 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값 및 상기 브레이크 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고,
 상기 브레이크 토크 연산부는, 소정의 브레이크 토크 지령값을 상한값으로 하고, 당해 상한값보다 작고 상기 타이어 속도값이 0이 되도록 상기 브레이크 토크값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
 소정의 브레이크 토크 지령값을 소정의 변화율 이하로 제한하는 변화율 제한부를 더 구비하고,
 상기 브레이크 토크 연산부는, 상기 변화율 제한부에 의해 제한된 브레이크 토크 지령값을 상한값으로 하고, 당해 상한값보다 작고 상기 타이어 속도값이 0이 되도록 상기 브레이크 토크값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 11

워크의 출력축에 연결된 동력계와,
 지령신호에 따른 전력을 상기 동력계에 공급하는 인버터와,
 상기 출력축에 작용하는 축 토크를 검출하는 축 토크 검출기와,
 상기 동력계의 회전 속도를 검출하는 속도 검출기를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템에 있어서,
 상기 워크의 출력축에 연결되는 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값을 산출하는 타이어 속도 연산부와,
 상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와,
 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 타이어와 가상적으로 설정된 노면 사이의 마찰에 의해 발생하는 차량 구동 토크값을 산출하는 차량 구동 토크 연산부와,

상기 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 당해 지령값과 상기 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치와,

상기 타이어 속도 연산부로의 입력을, 상기 축 토크 검출기의 출력값과 값 0으로 선택적으로 전환하는 축 토크 입력 선택기를 구비하고,

상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고,

상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값에 기초하여 상기 차량 속도값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 12

위크의 출력축에 연결된 동력계와,

지령신호에 따른 전력을 상기 동력계에 공급하는 인버터와,

상기 출력축에 작용하는 축 토크를 검출하는 축 토크 검출기와,

상기 동력계의 회전 속도를 검출하는 속도 검출기를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템에 있어서,

상기 위크의 출력축에 연결되는 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값을 산출하는 타이어 속도 연산부와,

상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와,

상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 타이어와 가상적으로 설정된 노면 사이의 마찰에 의해 발생하는 차량 구동 토크값을 산출하는 차량 구동 토크 연산부와,

상기 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 당해 지령값과 상기 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치와,

상기 위크의 출력축의 회전을 감속시키는 제동장치와,

상기 축 토크 검출기의 출력값, 상기 속도 검출기의 출력값 및 상기 인버터로의 지령신호의 값에 기초하여, 상기 출력축의 감속 토크값을 산출하는 감속 토크 연산부를 구비하고,

상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값 및 상기 감속 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고,

상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값에 기초하여 상기 차량 속도값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 13

위크의 출력축의 양단 쪽에 각각 연결된 제 1 동력계 및 제 2 동력계와,

제 1 지령신호에 따른 전력을 제 1 동력계에 공급하는 제 1 인버터 및 제 2 지령신호에 따른 전력을 제 2 동력계에 공급하는 제 2 인버터와,

상기 출력축 중 상기 제 1 동력계 쪽에 작용하는 축 토크를 검출하는 제 1 축 토크 검출기 및 상기 출력축 중 상기 제 2 동력계 쪽에 작용하는 축 토크를 검출하는 제 2 축 토크 검출기와,

상기 제 1 동력계의 회전 속도를 검출하는 제 1 속도 검출기 및 상기 제 2 동력계의 회전 속도를 검출하는 제 2 속도 검출기를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템에 있어서,

상기 출력축의 상기 제 1 동력계 쪽에 연결되는 가상적인 제 1 타이어의 회전 속도에 해당하는 제 1 타이어 속도값을 산출하는 제 1 타이어 속도 연산부 및 상기 출력축의 상기 제 2 동력계 쪽에 연결되는 가상적인 제 2 타이어의 회전 속도에 해당하는 제 2 타이어 속도값을 산출하는 제 2 타이어 속도 연산부와,

상기 제 1, 제 2 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와,

상기 제 1 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 제 1 타이어와 가상적으로 설정된 제 1 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 제 1 차량 구동 토크값을 산출하는 제 1 차량 구동 토크 연산부와,

상기 제 2 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 제 2 타이어와 가상적으로 설정된 제 2 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 제 2 차량 구동 토크값을 산출하는 제 2 차량 구동 토크 연산부와,

상기 제 1 타이어 속도값을 제 1 지령값으로 하고, 당해 제 1 지령값과 상기 제 1 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 제 1 지령신호를 출력하는 제 1 속도 제어장치와,

상기 제 2 타이어 속도값을 제 2 지령값으로 하고, 당해 제 2 지령값과 상기 제 2 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 제 2 지령신호를 출력하는 제 2 속도 제어장치를 구비하고,

상기 제 1 타이어 속도 연산부는, 상기 제 1 축 토크 검출기의 출력값 또는 상기 제 1 및 제 2 축 토크 검출기의 출력값의 평균값으로부터 상기 제 1 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 제 1 타이어의 회전에 기여하는 제 1 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 제 1 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 제 1 타이어 속도값을 산출하고,

상기 제 2 타이어 속도 연산부는, 상기 제 2 축 토크 검출기의 출력값 또는 상기 제 1 및 제 2 축 토크 검출기의 출력값의 평균값으로부터 상기 제 2 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 제 2 타이어의 회전에 기여하는 제 2 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 제 2 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 제 2 타이어 속도값을 산출하고,

상기 차량 속도 연산부는, 상기 제 1 차량 구동 토크값 및 상기 제 2 차량 구동 토크값의 합산값에 기초하여 상기 차량 속도값을 산출하고,

상기 제 1 차량 구동 토크 연산부는, 상기 제 1 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 제 1 타이어의 제 1 슬립률을 산출하고, 제 1 타이어-제 1 노면 사이의 제 1 마찰계수값을, 제 1 노면의 상태에 따라 선택된 제 1 제어맵에 기초하여 상기 제 1 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 제 1 타이어가 상기 제 1 노면으로부터 받는 제 1 수직항력값에 상기 제 1 마찰계수값을 곱함으로써 상기 제 1 차량 구동 토크값을 산출하고,

상기 제 2 차량 구동 토크 연산부는, 상기 제 2 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 제 2 타이어의 제 2 슬립률을 산출하고, 제 2 타이어-제 2 노면 사이의 제 2 마찰계수값을, 제 2 노면의 상태에 따라 선택된 제 2 제어맵에 기초하여 상기 제 2 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 제 2 타이어가 상기 제 2 노면으로부터 받는 제 2 수직항력값에 상기 제 2 마찰계수값을 곱함으로써 상기 제 2 차량 구동 토크값을 산출하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인의 시험 시스템.

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 구동 트레인(drivetrain)의 시험 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구동 트레인은 엔진에서 발생한 에너지를 구동 바퀴에 전달하기 위한 복수의 장치의 총칭을 말하며, 엔진, 클러치, 변속기(transmission), 구동축(drive shaft), 프로펠러축(propeller shaft), 차동 기어(differential gear) 및 구동 바퀴 등으로 구성된다. 구동 트레인의 시험 시스템은 실제로 엔진에서 변속기를 구동함과

동시에, 그 출력축에 접속된 동력계(dynamometer)를 전기 관성 제어함으로써, 적절한 부하 토크를 출력축에 부여하면서 구동 트레인의 내구성이나 품질 등이 평가된다.

[0003] 이와 같은 시험 시스템에서 채용되고 있는 전기 관성 제어의 대부분은, 예를 들어 특허문헌 1에 나타난 바와 같이, 차량 관성모멘트에 해당하는 단일의 관성량만 설정 가능하게 되어 있다. 이는 실제 차량의 타이어가 슬립(slip) 없이 항상 노면(路面)에 그립(grip)하여 주행하고 있는 상태를 모의(模擬)하고 있는 것에 해당한다. 그러나 실제로는 설면(雪面)이나 빙면(氷面) 등 타이어가 미끄러지기 쉬운 노면이 존재하지만, 특허문헌 1에 나타난 시험 시스템에서는 이와 같은 노면 위에서 타이어가 슬립되는 상태를 재현하는 것은 곤란하다.

[0004] 특허문헌 2에는 구동 트레인이 탑재되는 차량의 동특성(動特性) 모델에 기초하여 부하 토크를 산출하는 기술이 개시되어 있다. 이 동특성 모델은 타이어의 슬립률 및 차량에 작용하는 수직하중에 기초하여 차량에 작용하는 전후력(前後力)을 산출하는 슬립 모델을 포함하고 있으며, 이를 통해 타이어의 슬립 거동을 고려한 부하 토크를 동력계에서 발생시키고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특개2009-74834호공보
 (특허문헌 0002) 일본 특개2005-61889호공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 특허문헌 2의 기술에서는 구동 트레인이 탑재되는 차량의 가상적인 차량 속도와, 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 동력계의 회전 속도를 입력으로 하여, 동특성 모델에 포함되는 각종 파라미터 값을 결정하고 있지만, 이 차량 속도는 동력계의 회전 속도에 타이어 반경 등의 상수를 곱하여 얻어진 것이다. 한편, 실제 미끄러지기 쉬운 노면 위에서는, 타이어는 슬립하여 고속으로 회전하지만, 구르는 타이어의 표면과 노면 사이의 마찰력이 작아져 차량 속도는 증가하지 않는 상태가 되기 때문에, 타이어의 회전 속도와 차량 속도는 독립된 파라미터로서 취급되어야 하는 것이다. 그러나 특허문헌 2의 기술에서는 차량 속도를 타이어의 회전 속도만으로 산출된 것을 이용하고 있기 때문에, 결과적으로 충분한 정밀도로 타이어의 슬립 거동을 모의할 수 없다.

[0007] 본 발명은 타이어의 슬립 거동을 모의할 수 있는 구동 트레인의 시험 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] (1) 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 위크(예를 들어, 후술하는 변속기(T))의 출력축(예를 들어, 후술하는 출력축(S1))에 연결된 동력계(예를 들어, 후술하는 동력계(21, 22))와, 지령신호에 따른 전력을 상기 동력계에 공급하는 인버터(예를 들어, 후술하는 인버터(31, 32))와, 상기 출력축에 작용하는 축 토크를 검출하는 축 토크 검출기(예를 들어, 후술하는 축 토크미터(51, 52))와, 상기 동력계의 회전 속도를 검출하는 속도 검출기(예를 들어, 후술하는 인코더(41, 42))와, 상기 위크의 출력축에 연결되는 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값(Vw1, Vw2)을 산출하는 타이어 속도 연산부(예를 들어, 후술하는 타이어 속도 연산부(611, 611A, 611C, 621, 621A))와, 상기 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값(V)을 산출하는 차량 속도 연산부(예를 들어, 후술하는 차량 속도 연산부(63))와, 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 타이어와 가상적으로 설정된 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 차량 구동 토크값(Fx1, Fx2)을 산출하는 차량 구동 토크 연산부(예를 들어, 후술하는 차량 구동 토크 연산부(612, 622))와, 상기 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 당해 지령값과 상기 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어도록 지령신호를 출력하는 속도 제어장치(예를 들어, 후술하는 속도 제어장치(613, 623))를 구비한 시험 시스템(예를 들어, 후술하는 시험 시스템(1, 1A, 1B, 1C, 1D))을 제공한다. 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값(Vw1, Vw2)을 산출하고, 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값에 기초하여 상기 차량 속도값(V)을 산출한다.

- [0009] (1) 본 발명의 시험 시스템에서는, 타이어 속도 연산부에 의해 가상적인 타이어의 회전 속도에 해당하는 타이어 속도값을 산출하고, 이 타이어 속도값을 지령값으로 하여 당해 지령값과 동력계의 회전 속도가 일치하도록 속도 제어장치에 의해 인버터로의 지령신호를 결정한다. 또한 본 발명에서는, 축 토크 검출기의 출력값을 입력으로 하여, 타이어 속도 연산부에 의한 타이어 속도값의 연산과, 차량 속도 연산부에 의한 가상적인 차량 속도값의 연산과, 차량 구동 토크 연산부에 의한 가상적인 차량 구동 토크값 연산의 3개의 독립된 가상적인 물리량의 연산을 연립시킴으로써, 속도 제어장치로의 지령값이 되는 타이어 속도값을 산출한다. 본 발명에서는 특히, 타이어 속도값과 차량 속도값을 분리하여 취급함과 동시에, 차량 구동 토크 연산부에서는 타이어 속도값과 차량 속도값의 차이에 기초하여 차량 구동 토크값을 산출함으로써, 타이어 속도값과 차량 속도값에 큰 차이가 생기는 슬립 주행 상태(예를 들어, 설면 위 또는 빙면 위의 주행 상태)로부터, 타이어 속도값과 차량 속도값이 거의 일치하는 그립 주행 상태(예를 들어, 건조한 포장로 위의 주행 상태)까지, 다양한 주행상태를 용이하게 모의할 수 있다.
- [0010] 또한 본 발명에서는, 타이어 속도 연산부에서의 연산과 차량 속도 연산부에서의 연산과 차량 구동 토크 연산부에서의 연산을 연립시킨 후, 이러한 3개의 연산부의 출력 중 하나인 타이어 속도값을 지령값으로 하고, 속도 제어장치에 의해 동력계의 회전 속도를 이 지령값에 맞추므로써, 동력계의 회전 속도를 용이하게 0으로 유지할 수 있기 때문에, 소위 스톱시험(stall test)으로 호칭되는 시험도 용이하게 수행할 수 있다. 이 스톱시험은 위크의 미끄러짐에 대한 시험이며, 구체적으로는 타이어가 회전하지 않도록 고정된 상태에서, 엔진 또는 동력계 등의 동력원에서 위크의 출력축을 구동함으로써 수행된다. 속도 제어장치를 이용한 본 발명에서는, 예를 들어 타이어 속도 연산부에 입력되는 축 토크 검출기의 출력값을 0으로 하는 등을 통해, 가상적인 브레이크를 잠금(lock)된 상태를 유사하게 만들어 내고, 속도 제어장치로의 지령값이 되는 타이어 속도값을 강제적으로 0이 되도록 함으로써 용이하게 스톱시험도 수행할 수 있다.
- [0011] (2) 이 경우, 상기 시험 시스템은 상기 속도 제어장치로부터 출력된 지령신호에, 상기 축 토크 검출기의 출력값과 상기 차량 구동 토크값의 차이에 비례한 신호를 합성하고, 당해 지령신호를 보정하는 피드 포워드 입력 연산부(예를 들어, 후술하는 피드 포워드 입력 연산부(614, 624))를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [0012] (2) 타이어가 슬립된 상태를 모의하려고 하면, 타이어 속도값과 차량 속도값 사이에 급격하게 큰 차이가 생기게 되지만, 이 경우 속도 제어장치의 게인이 일정하더라도 피드백 시스템 전체의 외관상의 게인이 크게 변동해버려 속도 제어장치가 불안정해지는 경우가 있다. 본 발명에서는, 축 토크 검출기의 검출값과 차량 구동 토크값의 차이에 비례한 신호를 속도 제어장치의 출력신호에 피드 포워드 함으로써 제어를 안정화할 수 있다.
- [0013] (3) 이 경우, 상기 타이어 속도 연산부는, 상기 타이어 구동 토크값을 입력으로 하고, 소정의 타이어 관성모멘트(J_{t1} , J_{t2})로 특징지어지는 상기 타이어의 운동방정식(예를 들어, 후술하는 식 (2), (3), (11), (12))에 의해 상기 타이어 속도값을 산출하고, 상기 차량 속도 연산부는, 상기 차량 구동 토크값을 입력으로 하고, 소정의 차량 관성모멘트(J_v)로 특징지어지는 상기 차량의 운동방정식(예를 들어, 후술하는 식 (1))에 의해 상기 차량 속도값(V)을 산출하는 것이 바람직하다.
- [0014] (3) 본 발명에서는, 가상적인 타이어와, 이를 구동 바퀴로 하여 주행하는 차량을 독립된 물체로 취급하고, 각각의 운동방정식에 기초하여 타이어 속도값 및 차량 속도값을 산출함으로써 타이어의 슬립 거동을 보다 정확하게 재현할 수 있다.
- [0015] (4) 이 경우, 상기 차량 구동 토크 연산부는, 상기 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 타이어의 슬립률($\lambda 1$, $\lambda 2$)을 산출하고, 타이어-노면 사이의 마찰계수값($\mu 1$, $\mu 2$)을, 노면의 상태에 따라 선택된 제어맵에 기초하여 상기 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 타이어가 상기 노면으로부터 받는 수직항력값($Nz1$, $Nz2$)에 상기 마찰계수값을 곱함으로써 상기 차량 구동 토크값($Fx1$, $Fx2$)을 산출하는 것이 바람직하다.
- [0016] (4) 차량 구동 토크 연산부에서는 타이어 속도값과 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 슬립률을 산출하고, 이를 인수로 하여 제어맵을 검색함으로써 타이어-노면 사이의 마찰계수값을 결정하고, 이에 수직항력값을 곱함으로써 차량 구동 토크값을 산출한다. 특히 본 발명에서는 마찰계수값을 산출할 때, 노면의 상태에 따라 선택된 제어맵을 이용함으로써 다양한 노면의 상태를 용이하게 모의할 수 있다.
- [0017] (5) 이 경우, 상기 시험 시스템(예를 들어, 후술하는 시험 시스템(1C, 1D))은, 상기 위크의 출력축에 설치되는 가상적인 제동장치가 조작됨으로써 발생하는 브레이크 토크값을 산출하는 브레이크 토크 연산부(예를 들어, 후술하는 브레이크 토크 연산부(616C))를 더 구비하고, 상기 타이어 속도 연산부(예를 들어, 후술하는 제 1 타이

어 속도 연산부(611C))는, 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값 및 상기 브레이크 토크값(DB1)을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어의 회전에 기여하는 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 타이어 속도값을 산출하고, 상기 브레이크 토크 연산부는, 소정의 브레이크 토크 지령값(DB1_cmd)를 상한값으로 하고, 당해 상한값보다 작고 상기 타이어 속도값이 0이 되도록 상기 브레이크 토크값(DB1)을 산출하는 것이 바람직하다.

[0018] (5) 본 발명에 의하면, 브레이크 토크 연산부는 가상적인 제동장치가 조작됨으로써 발생하는 브레이크 토크값을 산출하고, 타이어 속도 연산부는 축 토크 검출기의 출력값으로부터 차량 구동 토크값 및 브레이크 토크값을 감산하여 얻어지는 값에 기초하여 타이어 속도값을 산출한다. 이를 통해, 워크에 기계적인 브레이크가 설치되어 있지 않아도 브레이크를 조작했을 때의 거동을 재현할 수 있다. 또한, 본 발명에서는, 브레이크 토크 연산부는 소정의 브레이크 토크 지령값을 그대로 타이어 속도 연산부에 입력하지 않고, 이를 상한값으로서 취급한다. 즉, 브레이크 토크 연산부는 브레이크 토크 지령값을 상한값으로 하고, 이 상한값보다 작고 타이어 속도 연산부에 의해 산출되는 타이어 속도값이 0이 되도록 브레이크 토크값을 산출한다. 이를 통해, 브레이크 토크 지령값을 크게 하거나 작게 하거나 함으로써, 브레이크를 강하게 작동시킨 경우 또는 약하게 작동시킨 경우에 있어서 가상적인 주행 중 차량이 정지할 때까지의 거동을 정밀도 좋게 재현할 수 있다. 바꾸어 말하면, 주행 중 차량에 있어서 강하게 브레이크를 작동시킴으로써 단시간에 차량을 정지시킨 경우의 거동이나, 약하게 브레이크를 작동시킴으로써 장시간에 차량을 정지시킨 경우의 거동을 재현할 수 있다.

[0019] (6) 이 경우, 상기 시험 시스템(예를 들어, 후술하는 시험 시스템(1D))은 소정의 브레이크 토크 지령값을 소정의 변화율 이하로 제한하는 변화율 제한부(예를 들어, 후술하는 제 1 변화율 제한부(619D))를 더 구비하고, 상기 브레이크 토크 연산부는 상기 변화율 제한부에 의해 제한된 브레이크 토크 지령값을 상한값으로 하고, 당해 상한값보다 작고 상기 타이어 속도값이 0이 되도록 상기 브레이크 토크값을 산출하는 것이 바람직하다.

[0020] (6) 본 발명에 의하면, 변화율 제한부는 소정의 변화율 이하로 브레이크 토크 지령값을 제한하고, 브레이크 토크 연산부는 제한된 브레이크 토크 지령값을 상한값으로 하며, 이 상한값보다 작고 타이어 속도값이 0이 되도록 브레이크 토크값을 산출한다. 이를 통해, 변화율을 크게 하거나 작게 하거나 함으로써, 제동장치를 급격하게 강하게 작동시킨 경우 또는 완만하게 작동시킨 경우에 있어서 가상적인 주행 중 차량이 정지할 때까지의 거동을 정밀도 좋게 재현할 수 있다. 바꾸어 말하면, 주행 중 차량에 있어서 급격히 강하게 브레이크를 작동시킴으로써 차 바퀴를 잠금시킨 경우의 거동도 재현할 수 있다.

[0021] (7) 이 경우, 상기 타이어 속도 연산부로의 입력을, 상기 축 토크 검출기의 출력값과 값 0으로 선택적으로 전환하는 축 토크 입력 선택기(예를 들어, 후술하는 축 토크 입력 선택기(615, 625))를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0022] (7) 본 발명에서는, 축 토크 입력 선택기에서 타이어 속도 연산부로의 입력을 축 토크 검출기의 출력값으로부터 값 0으로 전환함으로써 가상적인 브레이크를 잠금된 상태를 유사하게 만들어낼 수 있기 때문에 용이하게 스톱시험을 수행할 수 있다.

[0023] (8) 이 경우, 상기 시험 시스템은 상기 워크의 출력축의 회전을 감속시키는 제동장치(예를 들어, 후술하는 브레이크 장치(71A, 72A))와, 상기 축 토크 검출기의 출력값, 상기 속도 검출기의 출력값 및 상기 인버터로의 지령신호의 값에 기초하여, 상기 출력축의 감속 토크값을 산출하는 감속 토크 연산부(예를 들어, 후술하는 감속 토크 연산부(615A, 625A))를 더 구비하고, 상기 타이어 속도 연산부는 상기 축 토크 검출기의 출력값으로부터 상기 차량 구동 토크값 및 상기 감속 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 타이어 구동 토크값으로 하는 것이 바람직하다.

[0024] (8) 본 발명에서는, 워크의 출력축의 회전을 감속시키는 제동장치를 설치한 후, 이 제동장치를 작동시킴으로써 발생하는 감속 토크값을, 축 토크 검출기의 출력값, 속도 검출기의 출력값, 및 인버터로의 지령신호의 값에 기초하여 추정하고, 나아가 축 토크 검출기의 출력값으로부터 제동장치에 의한 감속 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 타이어 구동 토크값으로 한다. 이를 통해, 제동장치를 작동시켰을 때의 거동도 재현할 수 있기 때문에 시험의 재현성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0025] (9) 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 워크의 출력축의 양단 쪽에 각각 연결된 제 1 동력계 및 제 2 동력계와, 제 1 지령신호에 따른 전력을 제 1 동력계에 공급하는 제 1 인버터 및 제 2 지령신호에 따른 전력을 제 2 동력계에 공급하는 제 2 인버터와, 상기 출력축 중 상기 제 1 동력계 쪽에 작용하는 축 토크를 검출하는 제 1 축 토크 검출기 및 상기 출력축 중 상기 제 2 동력계 쪽에 작용하는 축 토크를 검출하는 제 2 축 토크

검출기와, 상기 제 1 동력계의 회전 속도를 검출하는 제 1 속도 검출기 및 상기 제 2 동력계의 회전 속도를 검출하는 제 2 속도 검출기와, 상기 출력축의 상기 제 1 동력계 쪽에 연결되는 가상적인 제 1 타이어의 회전 속도에 해당하는 제 1 타이어 속도값을 산출하는 제 1 타이어 속도 연산부 및 상기 출력축의 상기 제 2 동력계 쪽에 연결되는 가상적인 제 2 타이어의 회전 속도에 해당하는 제 2 타이어 속도값을 산출하는 제 2 타이어 속도 연산부와, 상기 제 1, 제 2 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값을 산출하는 차량 속도 연산부와, 상기 제 1 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 제 1 타이어와 가상적으로 설정된 제 1 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 제 1 차량 구동 토크값을 산출하는 제 1 차량 구동 토크 연산부와, 상기 제 2 타이어 속도값과 상기 차량 속도값의 차이에 기초하여, 상기 제 2 타이어와 가상적으로 설정된 제 2 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 제 2 차량 구동 토크값을 산출하는 제 2 차량 구동 토크 연산부와, 상기 제 1 타이어 속도값을 제 1 지령값으로 하고, 당해 제 1 지령값과 상기 제 1 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 제 1 지령신호를 출력하는 제 1 속도 제어장치와, 상기 제 2 타이어 속도값을 제 2 지령값으로 하고, 당해 제 2 지령값과 상기 제 2 속도 검출기의 출력값의 편차가 없어지도록 제 2 지령신호를 출력하는 제 2 속도 제어장치를 구비한 구동 트레인의 시험 시스템을 제공한다. 상기 제 1 타이어 속도 연산부는, 상기 제 1 축 토크 검출기의 출력값 또는 상기 제 1 및 제 2 축 토크 검출기의 출력값의 평균값으로부터 상기 제 1 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 제 1 타이어의 회전에 기여하는 제 1 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 제 1 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 제 1 타이어 속도값을 산출하고, 상기 제 2 타이어 속도 연산부는, 상기 제 2 축 토크 검출기의 출력값 또는 상기 제 1 또는 제 2 축토크 검출기의 출력값의 평균값으로부터 상기 제 2 차량 구동 토크값을 감산하여 얻어지는 값을 상기 제 2 타이어의 회전에 기여하는 제 2 타이어 구동 토크값으로 하고, 당해 제 2 타이어 구동 토크값에 기초하여 상기 제 2 타이어 속도값을 산출하고, 상기 차량 속도 연산부는, 상기 제 1 차량 구동 토크값 및 상기 제 2 차량 구동 토크값의 합산값에 기초하여 상기 차량속도값을 산출한다.

[0026] (9) 본 발명에서는, 동력계, 인버터, 축 토크 검출기, 속도 검출기, 타이어 속도 연산부, 차량 구동 토크 연산부, 및 속도 제어장치는 위크의 출력축의 양단 쪽에 연결되는 가상적인 타이어에 대응해서 마주보게 설치한다. 또한, 차량 속도값에 대하여는 제 1, 제 2 차량 구동 토크 연산부에 의해 산출된 제 1 차량 구동 토크값 및 제 2 차량 구동 토크값에 기초하여 양 바퀴에서 공통의 차량 속도 연산부에 의해 산출한다. 이를 통해, 2개의 구동 바퀴로 주행하는 차량의 다양한 주행상태를 용이하게 모의할 수 있다.

[0027] (10) 이 경우, 상기 제 1 차량 구동 토크 연산부는, 상기 제 1 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 제 1 타이어의 제 1 슬립률을 산출하고, 제 1 타이어-제 1 노면 사이의 제 1 마찰계수값을, 노면의 상태에 따라 선택된 제 1 제어맵에 기초하여 상기 제 1 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 제 1 타이어가 상기 제 1 노면으로부터 받는 제 1 수직항력값에 상기 제 1 마찰계수값을 곱함으로써 상기 제 1 차량 구동 토크값을 산출하고, 상기 제 2 차량 구동 토크 연산부는, 상기 제 2 타이어 속도값과 상기 차량 속도값 사이의 속도 차이에 기초하여 상기 제 2 타이어의 제 2 슬립률을 산출하고, 제 2 타이어-제 2 노면 사이의 제 2 마찰계수값을, 제 2 노면의 상태에 따라 선택된 제 2 제어맵에 기초하여 상기 제 2 슬립률을 인수로서 결정하고, 상기 제 2 타이어가 상기 제 2 노면으로부터 받는 제 2 수직항력에 상기 제 2 마찰계수값을 곱함으로써 상기 제 2 차량 구동 토크값을 산출하는 것이 바람직하다.

[0028] (10) 본 발명에서는, 위크의 출력축의 양단 쪽에 연결되는 가상적인 타이어에 대응하여, 제 1 차량 구동 토크 연산부 및 제 2 차량 구동 토크 연산부를 별도로 설치한 후, 이러한 독립된 제 1 제어맵 및 제 2 제어맵을 이용하여 각각의 마찰계수값을 결정함으로써, 양 타이어의 노면의 상태를 독립하여 설정할 수 있다. 즉, 예를 들어 제 1 타이어 쪽은 슬립하기 쉬운 노면으로 하고, 제 2 타이어 쪽은 슬립하기 어려운 노면으로 할 수 있다. 이를 통해, 시험의 재현성이 더욱 향상된다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 의하면, 슬립 주행 상태부터 그립 주행 상태까지 다양한 주행 상태를 용이하게 모의할 수 있다. 또한, 스톱시험도 용이하게 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 2는 동력계 제어회로의 구성을 나타내는 블록도이다.

- 도 3은 타이어-노면 사이의 마찰계수값을 결정하는 제어맵의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 차량 속도값과 타이어 속도값의 변화의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템의 구성을 나타내는 모식도이다.
- 도 6은 동력계 제어회로의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 7은 감속 토크 연산부의 연산 수순을 나타내는 블록도이다.
- 도 8은 스키드 발진 시의 거동을 재현한 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 슬립 발진한 후 휠 잠금까지의 거동을 재현한 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 10은 제 1 실시형태의 시험 시스템에서 토크 차이가 생긴 경우에 있어서 제 1 및 제 2 인코더의 검출값의 변화를 나타내는 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 시험 시스템의 동력계 제어회로의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 12는 상기 실시형태에 따른 시험 시스템에서 토크 차이가 생긴 경우에 있어서 제 1 및 제 2 인코더의 검출값의 변화를 나타내는 도면이다.
- 도 13은 제 4 실시형태에 따른 시험 시스템의 동력계 제어회로의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 14는 상기 실시형태의 시험결과(브레이크 토크 지령값 = 1000[Nm])를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 상기 실시형태의 시험결과(브레이크 토크 지령값 = 500[Nm])를 나타내는 도면이다.
- 도 16은 제 5 실시형태에 따른 시험 시스템의 동력계 제어회로의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 17은 상기 실시형태의 시험결과(브레이크 토크 인가속도(印加速度) = 4000[Nm/s])를 나타내는 도면이다.
- 도 18은 상기 실시형태의 시험결과(브레이크 토크 인가속도 = 40000[Nm/s])를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] <제 1 실시형태>
- [0032] 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1)에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 실시형태의 시험 시스템(1)의 구성을 나타내는 모식도이다. 또한, 도 1에는 FF 구동 방식의 차량의 변속기(T) 및 그 입력축에 접속된 엔진(E)을 공시체로 한 시험 시스템(1)의 예를 나타내지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다. 공시체는 FR 구동 방식의 차량의 변속기 및 엔진이어도 좋다. 또한, 변속기(T)의 입력축에 접속되는 동력원은 실제 엔진(E) 대신 동력계이어도 좋다.
- [0034] 시험 시스템(1)은 변속기(T)의 출력축(S1)의 양단 쪽에 연결된 제 1 동력계(21) 및 제 2 동력계(22)와, 이러한 동력계(21, 22)에 전력을 공급하는 제 1 인버터(31) 및 제 2 인버터(32)와, 이러한 동력계(21, 22)의 회전 속도를 검출하는 제 1 인코더(41) 및 제 2 인코더(42)와, 출력축(S1)의 축 토크를 검출하는 제 1 축 토크미터(51) 및 제 2 축 토크미터(52)와, 이러한 인코더(41, 42) 및 축 토크미터(51, 52)의 출력신호 등에 기초하여 동력계(21, 22)를 제어하는 동력계 제어회로(6)와, 엔진(E)을 제어하는 도시하지 않은 엔진 제어장치를 구비한다. 이 시험 시스템에서는 엔진(E)에서 변속기(T)를 구동함과 동시에, 그 출력축(S1)의 양단 쪽에 연결된 동력계(21, 22)를 동력계 제어회로(6)에 의해 전기 관성 제어함으로써, 적절한 부하 토크를 출력축(S1)에 부여하면서 변속기(T)의 내구성능이나 품질 등을 평가한다.
- [0035] 제 1 인버터(31)는 동력계 제어회로(6)로부터 출력되는 제 1 토크 전류 지령신호에 따른 전력을 제 1 동력계(21)에 공급한다. 제 2 인버터(32)는 동력계 제어회로(6)로부터 출력되는 제 2 토크 전류 지령신호에 따른 전력을 제 2 동력계(22)에 공급한다.
- [0036] 제 1 인코더(41)는 제 1 동력계(21)의 회전 속도를 검출하고, 검출값에 대략 비례한 신호를 동력계 제어회로(6)에 송신한다. 제 2 인코더(42)는 제 2 동력계(22)의 회전 속도를 검출하고, 검출값에 대략 비례한 신호를 동력계 제어회로(6)에 송신한다.
- [0037] 제 1 축 토크미터(51)는 출력축(S1) 중 제 1 동력계(21) 쪽에 작용하는 축 토크를, 예를 들어 축의 비틀림 방향의 왜곡량으로부터 검출하고, 검출값에 대략 비례한 신호를 동력계 제어회로(6)에 송신한다. 제 2 축 토크미터

(52)는 출력축(S1) 중 제 2 동력계(22) 쪽에 작용하는 축 토크를, 예를 들어 축의 비틀림 방향의 왜곡량으로부터 검출하고, 검출값에 대략 비례한 신호를 동력계 제어회로(6)에 송신한다.

[0038] 도 2는 동력계 제어회로(6)의 구성을 나타내는 블록도이다.

[0039] 동력계 제어회로(6)는 도 2에 나타낸 바와 같이, 제 1 축 토크미터(51) 및 제 1 인코더(41)의 출력신호에 기초하여 제 1 토크 전류 지령신호를 출력하는 제 1 제어회로(61)와, 제 2 축 토크미터(52) 및 제 2 인코더(42)의 출력신호에 기초하여 제 2 토크 전류 지령신호를 출력하는 제 2 제어회로(62)와, 엔진(E) 및 변속기(T)를 탑재한 가상적인 차량의 속도를 산출하는 차량 속도 연산부(63)로 나뉜다.

[0040] 제 1 제어회로(61)는 제 1 타이어 속도 연산부(611)와, 제 1 차량 구동 토크 연산부(612)와, 제 1 속도 제어장치(613)와, 제 1 피드 포워드 입력 연산부(614)와, 제 1 축 토크 입력 선택기(615)를 구비한다.

[0041] 제 2 제어회로(62)는 제 2 타이어 속도 연산부(621)와, 제 2 차량 구동 토크 연산부(622)와, 제 2 속도 제어장치(623)와, 제 2 피드 포워드 입력 연산부(624)와, 제 2 축 토크 입력 선택기(625)를 구비한다.

[0042] 차량 속도 연산부(63)는 가상적인 제 1 타이어와 가상적인 제 1 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 차량 구동력에 해당하는 후술하는 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 과, 가상적인 제 2 타이어와 가상적인 제 2 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 차량 구동력에 해당하는 후술하는 제 2 차량 구동 토크값 F_{x2} 를 입력으로 하고, 상기 제 1, 제 2 타이어를 구동 바퀴로 하여 주행하는 가상적인 차량의 관성모멘트 J_v 로 특징지어지는 차량의 운동방정식(하기 식 (1) 참조)에 의해, 차량의 속도에 해당하는 차량 속도값 V 를 산출한다.

[0043]
$$F_{x1} + F_{x2} = J_v \cdot dV / dt \quad (1)$$

[0044] 차량 속도 연산부(63)는 보다 구체적으로는, 제 1 차량 구동 토크 연산부(612)에 의해 산출되는 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 과 제 2 차량 구동 토크 연산부(622)에 의해 산출되는 제 2 차량 구동 토크값 F_{x2} 를 합산한 값에, 차량 관성모멘트 J_v 의 역수를 곱하고, 이것에 적분연산을 실시한 것을 차량 속도값 V 로 한다.

[0045] 제 1 축 토크 입력 선택기(615)는 제 1 타이어 속도 연산부(611)로의 입력을 제 1 축 토크미터의 검출값 SHT1과 값 0으로 선택적으로 전환한다. 제 1 축 토크 입력 선택기(615)는 제 1 타이어 속도 연산부(611)로의 입력을, 통상적으로는 제 1 축 토크미터 검출값 SHT1 쪽으로 하고, 후술하는 스톱시험을 수행하는 경우는 값 0 쪽으로 한다.

[0046] 제 1 타이어 속도 연산부(611)는 제 1 축 토크미터의 검출값 SHT1 및 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 을 입력으로 하고, 제 1 타이어의 관성모멘트 J_{t1} 로 특징지어지는 제 1 타이어의 운동방정식(하기 식 (2) 참조)에 의해, 제 1 타이어의 회전 속도에 해당하는 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 을 산출한다.

[0047]
$$SHT1 - F_{x1} = J_{t1} \cdot dV_{w1} / dt \quad (2)$$

[0048] 제 1 타이어 속도 연산부(611)는 보다 구체적으로는, 제 1 축 토크 검출값 SHT1으로부터 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 을 감산하여 얻어지는 값을 제 1 타이어의 회전에 기여하는 제 1 타이어 구동 토크값으로 정의하고, 이것에 제 1 타이어 관성모멘트 J_{t1} 의 역수를 곱하고, 이것에 적분연산을 실시한 것을 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 로 한다.

[0049] 제 2 축 토크 입력 선택기(625)는 제 2 타이어 속도 연산부(621)로의 입력을 제 2 축 토크미터의 검출값 SHT2와 값 0으로 선택적으로 전환한다. 제 2 축 토크 입력 선택기(625)는 제 2 타이어 속도 연산부(621)로의 입력을, 통상적으로는 제 2 축 토크미터 검출값 SHT2 쪽으로 하고, 후술하는 스톱시험을 수행하는 경우는 값 0 쪽으로 한다.

[0050] 제 2 타이어 속도 연산부(621)는 제 2 축 토크미터의 검출값 SHT2 및 제 2 차량 구동 토크값 F_{x2} 를 입력으로 하고, 제 2 타이어의 관성모멘트 J_{t2} 로 특징지어지는 제 2 타이어의 운동방정식(하기 식 (3) 참조)에 의해, 제 2 타이어의 회전 속도에 해당하는 제 2 타이어 속도값 V_{w2} 를 산출한다. 제 2 타이어 속도값 V_{w2} 를 산출하는 구체적인 수순은, 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 을 산출하는 수순과 동일하므로 그 상세한 설명은 생략한다.

[0051]
$$SHT2 - F_{x2} = J_{t2} \cdot dV_{w2} / dt \quad (3)$$

[0052] 제 1 차량 구동 토크 연산부(612)는 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 과 차량 속도값 V 의 차이에 기초하여, 제 1 타이어와 가상적으로 설정된 제 1 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 차량 구동력에 해당하는 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 을 산출한다. 이하, 그 수순에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0053] 제 1 차량 구동 토크 연산부(612)는 우선, 속도 차이($V_{w1}-V$) 그리고 속도값 V_{w1} 및 V 중에서 큰 쪽에 기초하여,

제 1 타이어의 제 1 노면 위에서의 제 1 슬립률 λ_1 을 하기 식 (4)에 기초하여 산출한다. 다음으로, 제 1 차량 구동 토크 연산부(612)는 산출된 제 1 슬립률 λ_1 을 인수로 하여, 도 3에 나타난 바와 같은 제어맵 f1에 기초하여 제 1 타이어-제 1 노면 사이의 제 1 마찰계수값 μ_1 을 결정한다(하기 식 (5) 참조).

[0054] 또한, 이 마찰계수값을 결정하는 제어맵은 제 1 노면의 상태(설면, 건조노면 등)에 따라 적절하게 선택 가능하게 되어 있다. 다음으로, 제 1 차량 구동 토크 연산부(612)는 제 1 타이어가 제 1 노면으로부터 받는 제 1 수직 항력값 N_{z1} 에, 제 1 마찰계수값 μ_1 을 곱함으로써 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 을 산출한다(하기 식 (6) 참조). 이 제 1 수직항력값 N_{z1} 은 미리 정해진 상수 또는 차량 속도값 V 등에 따라 추정된 값이 이용된다.

[0055]
$$\lambda_1 = (V_{w1} - V) / \max(V_{w1}, V) \quad (4)$$

[0056]
$$\mu_1 = f_1(\lambda_1) \quad (5)$$

[0057]
$$F_{x1} = N_{z1} \cdot \mu_1 \quad (6)$$

[0058] 제 2 차량 구동 토크 연산부(622)는 제 2 타이어 속도값 V_{w2} 와 차량 속도값 V 를 입력으로 하여, 하기 식 (7)~(9)에 기초하여, 제 2 타이어와 제 2 노면 사이의 마찰력에 의해 발생하는 차량 구동력에 해당하는 제 2 차량 구동 토크값 F_{x2} 를 산출한다. 제 2 차량 구동 토크값 F_{x2} 를 산출하는 구체적인 수순은 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 을 산출하는 수순과 동일하기 때문에 그 상세한 설명은 생략한다.

[0059]
$$\lambda_2 = (V_{w2} - V) / \max(V_{w2}, V) \quad (7)$$

[0060]
$$\mu_2 = f_2(\lambda_2) \quad (8)$$

[0061]
$$F_{x2} = N_{z2} \cdot \mu_2 \quad (9)$$

[0062] 이상과 같이, 제 1 제어회로(61) 및 제 2 제어회로(62)에서는 변속기의 출력축의 양단 쪽에 접속되는 제 1 타이어 및 제 2 타이어와, 이러한 타이어를 구동 바퀴로 하여 제 1 노면 및 제 2 노면 위를 주행하는 차량을 가상적으로 설정하고, 이들을 독립된 관성모멘트 J_{t1} , J_{t2} 를 갖는 물체로 한 후, 각각에 대한 운동방정식 (1)~(9)를 연립시킴으로써 차량 속도값 V , 제 1 타이어 속도값 V_{w1} , 및 제 2 타이어 속도값 V_{w2} 를 산출한다.

[0063] 제 1 속도 제어장치(제 1 ASR)(613)는 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 을 제 1 지령값으로 하고, 제 1 인코더의 검출값이 제 1 지령값이 되도록 제 1 토크 지령신호를 출력한다. 제 2 속도 제어장치(제 2 ASR)(623)는 제 2 타이어 속도값 V_{w2} 를 제 2 지령값으로 하고, 제 2 인코더의 검출값이 제 2 지령값이 되도록 제 2 토크 지령신호를 출력한다.

[0064] 제 1 피드 포워드 입력 연산부(614)는 슬립 발생 시, 즉 제 1 축 토크 검출값 $SHT1$ 과 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 사이에 큰 차이가 생긴 경우에, 제 1 속도 제어장치(613)의 작동이 불안정하게 되는 것을 보완하기 위해, 제 1 축 토크 검출값 $SHT1$ 과 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 의 차이에 비례한 신호를 제 1 속도 제어장치(613)로부터 출력되는 제 1 토크 지령신호에 합성하고, 이 제 1 토크 지령신호를 보정한다. 보다 구체적으로는, 제 1 피드 포워드 입력 연산부(614)는 제 1 축 토크 검출값 $SHT1$ 과 제 1 차량 구동 토크값 F_{x1} 의 차이에 제 1 타이어의 관성모멘트 J_{t1} 의 역수를 곱하여 얻어지는 신호에, 제 1 동력계의 관성모멘트 J_{dy1} 을 곱하고, 이 제 1 속도 제어장치(613)로부터 출력되는 제 1 토크 지령신호에 합성한다.

[0065] 제 2 피드 포워드 입력 연산부(624)는 제 1 피드 포워드 입력 연산부(614)와 동일한 수순에 의해, 제 2 속도 제어장치(623)로부터 출력되는 제 2 토크 지령신호를 보정한다. 이 제 2 토크 지령신호를 보정하는 수순은 상술한 제 1 토크 지령신호를 보정하는 수순과 동일하기 때문에 그 상세한 설명을 생략한다.

[0066] 도 4는 차량 속도값 V 와 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 의 변화의 일례를 나타내는 도면이다. 도 4에서는 차량이 정지한 상태에서부터, 시간 t_1 에서 엑셀 페달을 깊게 밟아 엔진(E)을 급가속시키고, 그 후 시간 t_2 에서 엑셀 페달의 밟음을 약하게 할 때의 차량 속도값 V 및 제 1 타이어 속도값 V_{w1} 의 변화의 일례를 나타낸다.

[0067] 도 4에 나타난 바와 같이, 시간 t_1 에서 엔진(E)을 급가속시키면, 차량 속도값에 비해 타이어 속도값이 현저하게 상승한다. 또한, 시간 t_2 에서 엑셀 페달의 밟음을 약하게 하면 타이어 속도값이 감소하고, 시간 t_3 에서는 타이어 속도값과 차량 속도값이 거의 같아진다. 본 실시형태의 시험 시스템에 의하면, 차량 속도값과 타이어 속도값을 분리하여 취급함으로써 슬립 주행 상태부터 그립 주행 상태까지 다양한 주행 상태를 용이하게 모의할 수 있다.

[0068] 본 실시형태의 시험 시스템에 의하면, 이하의 효과 (A)~(F)를 나타낸다.

- [0069] (A) 시험 시스템(1)에서는 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 와 차량 속도값 V 를 분리하여 취급하고, 차량 구동 토크 연산부(612, 622)에서는 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 와 차량 속도값 V 의 차이에 기초하여 차량 구동 토크값 F_x , F_{x2} 를 산출함으로써, 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 와 차량 속도값 V 에 큰 차이가 생기는 슬립 주행 상태부터, 타이어 속도값과 차량 속도값이 거의 일치하는 그립 주행 상태까지 다양한 주행 상태를 용이하게 모의할 수 있다. 또한 시험 시스템(1)에서는 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 를 지령값으로 하고, 속도 제어장치(613, 623)에 의해 동력계(21, 22)의 회전 속도를 이 지령값에 맞추므로써, 동력계(21, 22)의 회전 속도를 용이하게 0으로 유지할 수 있기 때문에 스티어링도 용이하게 수행할 수 있다. 구체적으로는, 예를 들어 제 1, 제 2 타이어 속도 연산부(611, 621)로의 입력을, 각각 제 1, 제 2 축 토크 입력 선택기(615, 625)에 의해 값 0 쪽으로 전환함으로써, 타이어 속도 연산부(611, 621)에 입력되는 축 토크미터의 출력값 SHT1, SHT2를 0으로 하고, 가상적인 브레이크를 잠금된 상태를 유사하게 만들어 내고, 속도 제어장치(613, 623)에 입력되는 지령값을 강제적으로 0으로 함으로써 용이하게 스티어링을 수행할 수 있다.
- [0070] (B) 타이어가 슬립된 상태를 모의하려고 하면 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 와 차량 속도값 V 사이에 급격하게 큰 차이가 생기게 되는데, 이 경우 속도 제어장치(613, 623)의 게인이 일정하다라도 피드백 시스템 전체의 외관상의 게인이 크게 변동해버려, 속도 제어장치(613, 623)가 불안정해지는 경우가 있다. 본 발명에서는, 축 토크미터(51, 52)의 검출값 SHT1, SHT2와 차량 구동 토크값 F_{x1} , F_{x2} 의 차이에 비례한 신호를 속도 제어장치(613, 623)의 출력 신호에 피드 포워드함으로써 제어를 안정화할 수 있다.
- [0071] (C) 시험 시스템(1)에서는 가상적인 제 1, 제 2 타이어와, 이를 구동 바퀴로 하여 주행하는 차량을 독립된 물체로 취급하고, 각각의 운동방정식 (1)~(9)에 기초하여 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 및 차량 속도값 V 를 산출함으로써, 타이어의 슬립 거동을 보다 정확하게 재현할 수 있다.
- [0072] (D) 차량 구동 토크 연산부(612, 622)에서는 타이어 속도값 V_{w1} , V_{w2} 와 차량 속도값 V 사이의 속도 차이에 기초하여 슬립률 λ_1 , λ_2 를 산출하고, 이를 인수로서 제어맵 f_1 , f_2 를 검색하여 타이어-노면 사이의 마찰계수값 μ_1 , μ_2 를 결정하고, 이에 수직항력값 N_{z1} , N_{z2} 를 곱함으로써 차량 구동 토크값 F_{x1} , F_{x2} 를 산출한다. 여기에서 특히, 마찰계수값 μ_1 , μ_2 를 산출할 때, 노면의 상태에 따라 선택된 제어맵 f_1 , f_2 를 이용함으로써 다양한 노면의 상태를 용이하게 모의할 수 있다.
- [0073] (E) 시험 시스템(1)에서는 차량 속도값 V 에 대하여는, 차량 구동 토크 연산부(612, 622)에 의해 산출된 차량 구동 토크값 F_{x1} , F_{x2} 에 기초하여, 양 바퀴에서 공통의 차량 속도 연산부(63)에 의해 산출된다. 이를 통해, 2개의 구동 바퀴로 주행하는 차량의 다양한 주행상태를 용이하게 모의할 수 있다.
- [0074] (F) 시험 시스템(1)에서는 제 1 차량 구동 토크 연산부(612) 및 제 2 차량 구동 토크 연산부(622)에서 독립된 제 1 제어맵 f_1 및 제 2 제어맵 f_2 를 이용하여 각각의 마찰계수값 μ_1 , μ_2 를 결정함으로써 양 타이어의 노면의 상태를 독립하여 설정할 수 있다. 즉, 예를 들어 제 1 타이어 쪽은 슬립하기 쉬운 노면으로 하고, 제 2 타이어 쪽은 슬립하기 어려운 노면으로 할 수 있다. 이를 통해, 시험의 재현성이 더욱 향상된다.
- [0075] <제 2 실시형태>
- [0076] 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1A)에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0077] 도 5는 본 실시형태의 시험 시스템(1A)의 구성을 나타내는 모식도이다. 이하의 시험 시스템(1A)의 설명에서 제 1 실시형태의 시험 시스템(1)과 동일한 구성에 대하여는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명을 생략한다. 시험 시스템(1A)은 변속기(T)의 출력축(S1)의 회전을 감속시키는 제 1 브레이크 장치(71A) 및 제 2 브레이크 장치(72A)를 더 구비하는 점과, 동력계 제어회로(6A)의 구성이 제 1 실시형태의 시험 시스템(1)과 다르다.
- [0078] 제 1 브레이크 장치(71A)는 변속기(T)의 출력축(S1) 중 제 1 동력계(21) 쪽에 설치된 브레이크 로터(brake rotor)를 도시하지 않은 브레이크 캘리퍼(brake caliper)에 협지(挾持)함으로써 출력축(S1)의 회전을 감속시킨다. 제 2 브레이크 장치(72A)는 변속기(T)의 출력축(S1) 중 제 2 동력계(22) 쪽에 설치된 브레이크 로터를 도시하지 않은 브레이크 캘리퍼에 협지함으로써 출력축(S1)의 회전을 감속시킨다.
- [0079] 도 6은 동력계 제어회로(6A)의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0080] 동력계 제어회로(6A)는 제 1 감속 토크 연산부(615A) 및 제 2 감속 토크 연산부(625A)를 더 구비하는 점, 그리고 타이어 속도 연산부(611A, 621A)의 구성이 제 1 실시형태의 시험 시스템(1)과 다르다.
- [0081] 도 7은 제 1 감속 토크 연산부(615A)의 연산 수순을 나타내는 블록도이다.

- [0082] 제 1 감속 토크 연산부(615A)는 제 1 축 토크미터의 출력값 SHT1, 제 1 인코더의 출력값 DYw1, 및 제 1 토크 지령신호의 값 DYT1에 기초하여, 출력축(S1) 중 제 1 동력계 쪽의 제 1 브레이크 장치에 의한 제 1 감속 토크값 DB_Trq1을 산출한다. 보다 구체적으로는, 제 1 감속 토크 연산부(615A)는 출력값 SHT1, DYw1, DYT1을 입력으로서, 관성모멘트 Jdy1을 갖는 제 1 동력계의 운동방정식(하기 식 (10) 참조)에 기초하여, 제 1 감속 토크값 DB_Trq1을 산출한다.
- [0083]
$$J dy 1 \cdot d DY w 1 / dt = SHT 1 + DYT 1 - DB_Tr q 1 \quad (10)$$
- [0084] 도 6으로 돌아가, 제 1 타이어 속도 연산부(611A)는 제 1 축 토크미터의 검출값 SHT1으로부터 제 1 차량 구동 토크값 Fx1 및 제 1 감속 토크값 DB_Trq1을 감산하여 얻어지는 값을 타이어 구동 토크값으로 하고, 이를 입력으로 하여 하기 (11)에 나타내는 제 1 타이어의 운동방정식에 의해 제 1 타이어의 속도값 Vw1을 산출한다.
- [0085]
$$SHT 1 - DB_Tr q 1 - F x 1 = J t 1 \cdot d V w 1 / dt \quad (11)$$
- [0086] 제 2 감속 토크 연산부(625A)는 제 2 축 토크미터의 출력값 SHT1, 제 2 인코더의 출력값 DYw1, 및 제 2 토크 지령신호의 값 DYT2에 기초하여, 관성모멘트 Jdy2를 갖는 제 2 동력계의 운동방정식(하기 식 (12) 참조)에 기초하여, 제 2 감속 토크값 DB_Trq2를 산출한다.
- [0087]
$$J dy 2 \cdot d DY w 2 / dt = SHT 2 + DYT 2 - DB_Tr q 2 \quad (12)$$
- [0088] 제 2 타이어 속도 연산부(621A)는 제 2 축 토크미터의 검출값 SHT2로부터 제 2 차량 구동 토크값 Fx2 및 제 2 감속 토크값 DB_Trq2를 감산하여 얻어지는 값을 타이어 구동 토크값으로 하고, 이를 입력으로 하여 하기 (13)에 나타내는 제 2 타이어의 운동방정식에 의해 제 2 타이어의 속도값 Vw2를 산출한다.
- [0089]
$$SHT 2 - DB_Tr q 2 - F x 2 = J t 2 \cdot d V w 2 / dt \quad (13)$$
- [0090] 다음으로, 이상과 같은 제 2 실시형태의 시험 시스템(1A)의 실제 기기를 이용한 시험 결과에 대하여 설명한다.
- [0091] 도 8은 스키드 발진을 재현한 결과를 나타내는 도면이다. 도 8에는 상단으로부터 순서대로 엔진 토크(엔진(E)-변속기(T) 사이의 축 토크), 엔진(E)의 회전수, 축 토크미터의 검출값(가는 선이 제 1 축 토크미터, 파선이 제 2 축 토크미터에 해당), 그리고 속도 연산값(굵은 실선이 차량 속도값 V, 가는 실선이 제 1 타이어 속도값 Vw1, 파선이 제 2 타이어 속도값 Vw2에 해당)을 나타낸다. 또한 도 8에 나타난 시험에서는 제 1, 제 2 노면의 상태는 공통으로 약간 젖은 노면의 상태가 재현되도록 타이어-노면 사이의 마찰계수의 최대값이 0.8 정도가 되도록 제어맵을 사용하였다.
- [0092] 시간 t10으로부터 시간 t11까지의 사이는 엔진(E)을 아이들(idle) 운전(엑셀 OFF)으로 하고, 변속기를 구동 레인지로 하며, 양 브레이크 장치를 ON으로 하였다. 이 사이, 엔진(E)은 아이들 운전이기 때문에, 제 1, 제 2 축 토크는 거의 변화하지 않는다.
- [0093] 시간 t11에서는 변속기를 구동 레인지로 한 채 엑셀을 열기 시작하고, 그 후 시간 t12 부근에서 엑셀 열림 정도는 완전 열림되었다. 이 때, 양 브레이크 장치도 ON으로 된 상태이기 때문에, 변속기(T)의 출력축에 작용하는 축 토크가 상승하지만, 차량 속도 및 양 타이어 속도는 0인 상태이다. 또한, 이 구간(시간 t11~t12)에서는 변속기(T)에서 미끄러짐이 생기고 있어, 양 축 토크미터의 출력값에 근소한 차이가 확인된다(스틀시험).
- [0094] 시간 t13에서는 엑셀의 열림 정도를 완전 열림으로 하고 변속기를 구동 레인지로 한 채, 양 브레이크 장치를 OFF로 하였다. 이를 통해, 변속기(T)의 출력축이 회전하기 시작하고, 출력축의 축 토크는 감소한다. 또한, 양 브레이크 장치를 OFF로 함으로써, 동력계 제어회로는 약간 젖은 노면 위에서의 급발진을 재현하기 위해 제 1, 제 2 동력계의 제어를 개시한다. 이 결과, 도 8에 나타난 바와 같이, 차량 속도가 완만하게 상승하면서 제 1, 제 2 타이어 속도는 차량 속도와는 다른 속도에서 진동적인 거동을 나타낸다. 또한, 시간 t14에는 양 타이어 공통으로 노면에 그림하게 되어, 타이어 속도와 차량 속도가 동일해진다. 이와 같이, 본 실시형태의 시험 시스템에 의하면, 타이어가 미끄러진 상태와 타이어가 노면에 그림된 상태를 교대로 반복하면서 차량이 정지한 상태에서부터 가속하는 거동이 재현된다.
- [0095] 도 9는 슬립 발진된 후 휠 잠금까지의 거동을 재현한 결과를 나타내는 도면이다. 또한, 도 9에 나타난 시험에서는 제 1 노면의 상태는 건조한 포장로의 상태가 재현되도록 타이어-노면 사이의 마찰계수의 최대값이 1.0 정도가 되도록 제어맵을 사용하고, 제 2 노면의 상태는 눈 위의 상태가 재현되도록 타이어-노면 사이의 마찰계수의 최대값이 0.2 정도가 되도록 제어맵을 사용했다. 또한, 도 9에 나타내는 시험에서는 양 브레이크 장치는 모두 OFF로 하였다.

- [0096] 시간 t21에서는 변속기를 구동 레인지로 한 채, 엔진(E)의 엑셀 열림 정도를 30% 정도 열었다. 동력계 제어회로는 제 1 동력계에서는 건조한 포장로가 재현되도록, 제 2 동력계에서는 눈 위가 재현되도록 제 1, 제 2 동력계를 각각 독립하여 제어한다. 이를 통해, 제 1 동력계에서는 제 1 타이어 속도와 차량 속도가 동등해지도록, 즉 제 1 타이어가 제 1 노면에 그립된 상태가 재현되고, 제 2 동력계에서는 제 2 타이어 속도가 차량 속도보다도 커지도록, 즉 제 2 타이어가 슬립된 상태가 재현된다. 또한, 시간 t22 이후에서는 제 2 타이어의 슬립이 멎고, 양 타이어 속도와 차량 속도가 동등해져, 즉 양 타이어 모두 노면에 그립된 상태에서 가속하는 거동이 재현된다. 이와 같이, 본 시험 시스템의 동력계 제어회로에 의하면 노면 마찰 재현 제어와 차량 관성 제어의 양쪽이 실현된다.
- [0097] 시간 t23에서는 변속기를 구동 레인지로 한 채, 엔진(E)의 엑셀 열림 정도를 완전히 단았다. 이를 통해, 도 9에 나타낸 바와 같이 엔진 토크 및 제 1, 제 2 축 토크 모두 급격히 감소한다.
- [0098] 그 후, 시간 t24에서는 눈 위의 상태를 재현하고 있는 제 2 브레이크 장치만 ON으로 하였다. 이를 통해, 제 1 타이어 속도는 차량 속도와 함께 저하되는 한편, 제 2 타이어 속도만 0을 향해 급격히 저하된다. 즉, 본 시험 시스템에 의하면 미끄러지기 쉬운 노면 위에서의 휠 잠금 거동이 재현된다.
- [0099] 본 실시형태의 시험 시스템에 의하면, 상기 효과 (A)-(F) 이외에, 이하의 효과(G)를 나타낸다.
- [0100] (G) 본 실시형태에서는 변속기(T)의 출력축(S1)의 회전을 감속시키는 브레이크 장치(71A, 72A)를 설치한 후, 이 브레이크 장치(71A, 72A)를 작동시킴으로써 발생하는 감속 토크값 DB_Trq1, DB_Trq2를 축 토크미터의 출력값 SHT1, SHT2, 인코더의 출력값 DYw1, 및 인버터로의 지령신호의 값 DYT1, DYT2에 기초하여 추정하고, 또한 축 토크미터의 출력값 SHT1, SHT2로부터 브레이크 장치에 의한 감속 토크값 DB_Trq1, DB_Trq2를 감산하여 얻어지는 값을 타이어 구동 토크값으로 한다. 이를 통해, 브레이크 장치(71A, 72A)를 작동시켰을 때의 휠 잠금 등의 거동도 재현할 수 있기 때문에 시험의 재현성을 더 향상시킬 수 있다.
- [0101] <제 3 실시형태>
- [0102] 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1B)에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0103] 도 10은 상기 제 1 실시형태의 시험 시스템(1)에서 제 1 축 토크 SHT1과 제 2 축 토크 SHT2(즉, 좌우의 구동축 토크에 해당)의 사이에 정상적(定常的)인 토크 차이가 생긴 경우에 있어서 제 1 인코더의 검출값과 제 2 인코더의 검출값(즉, 좌우의 회전수)의 변화를 나타내는 도면이다. 또한, 제 2 실시형태의 시험 시스템(1A)에서도 상기와 같은 토크 차이가 생긴 경우에는 도 10과 거의 동일한 거동을 나타내기 때문에 도시를 생략한다.
- [0104] 도 10에 나타낸 바와 같이, 제 1 및 제 2 실시형태에서는 좌우로 토크 차이가 생기면 회전수에도 차이가 생겨 버린다. 실제 차량에서도 좌우로 토크 차이가 생기는 경우가 있지만, 이와 같은 경우 운전자는 스티어링 등을 조작함으로써 좌우 양 바퀴의 회전수를 동등하게 하여 차량을 직진시킨다. 즉, 실제 차량에서는 토크 차이가 생겨도 회전수 차이가 생기는 것은 적다. 따라서 이 점에서, 제 1 및 제 2 실시형태의 시험 시스템의 거동은 실제 차와 차이가 있다. 제 3 실시형태의 시험 시스템(1B)은 이와 같은 과제를 고려하여 이루어진 것이다.
- [0105] 도 11은 제 3 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1B)의 동력계 제어회로(6B)의 구성을 나타내는 블록도이다. 이하의 시험 시스템(1B)의 설명에서 제 1 실시형태의 시험 시스템(1)과 동일한 구성에 대하여는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명을 생략한다. 본 실시형태의 동력계 제어회로(6B)는 축 토크 평균값 연산부(64B)를 더 구비하는 점과, 제 1 제어회로(61B)의 제 1 타이어 속도 연산부(611B) 및 제 2 제어회로(62B)의 제 2 타이어 속도 연산부(621B)의 구성이 도 2의 동력계 제어회로(6)와 다르다.
- [0106] 축 토크 평균값 연산부(64B)는 제 1 축 토크미터의 검출값 SHT1 및 제 2 축 토크미터의 검출값 SHT2의 합에 1/2를 곱함으로써 축 토크 평균값 SHT_av를 산출한다.
- [0107] 제 1 타이어 속도 연산부(611B)는 축 토크 평균값 SHT_av로부터 제 1 차량 구동 토크값 Fx1을 감산하여 얻어지는 값을 제 1 타이어의 회전에 기여하는 제 1 타이어 구동 토크값으로 정의하고, 이에 제 1 타이어 관성모멘트 Jt1의 역수를 곱하고, 이에 적분연산을 실시한 것을 제 1 타이어 속도값 Vw1로 한다(하기 제 1 타이어의 운동방정식 (14) 참조).
- [0108]
$$SHT_av - Fx1 = Jt1 \cdot dVw1 / dt \quad (14)$$
- [0109] 제 2 타이어 속도 연산부(621B)는 축 토크 평균값 SHT_av로부터 제 2 차량 구동 토크값 Fx2를 감산하여 얻어지는 값을 제 2 타이어의 회전에 기여하는 제 2 타이어 구동 토크값으로 정의하고, 이에 제 2 타이어 관성모멘트

Jt2의 역수를 곱하고, 이에 적분연산을 실시한 것을 제 2 타이어 속도값 Vw2로 한다(하기 제 2 타이어의 운동방정식 (15) 참조).

[0110]
$$SHT_av - Fx2 = Jt2 \cdot dVw2 / dt \quad (15)$$

[0111] 도 12는 본 실시형태의 시험 시스템(1B)에서 제 1 축 토크 SHT1과 제 2 축 토크 SHT2 사이에 정상적인 토크 차이가 생긴 경우에 있어서 제 1 인코더의 검출값과 제 2 인코더의 검출값의 변화를 나타내는 도면이다. 도 12와 도 10을 비교하여 명백한 바와 같이, 본 실시형태에 의하면, 제 1 타이어 속도 연산부(611B) 및 제 2 타이어 속도 연산부(621B)로는 축 토크 평균값 연산부(64B)에 의해 산출된 축 토크 평균값 SHT_av가 입력되기 때문에, 결과로서 좌우로 회전수 차이는 발생하지 않는다. 즉, 이 축 토크 평균값 연산부(64B)는 드라이버에 의한 차량이 직진하는 것 같은 스티어링 조작을 유사하게 재현하는 기능을 갖는다.

[0112] <제 4 실시형태>

[0113] 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1C)에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

[0114] 도 13은 제 4 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1C)의 동력계 제어회로(6C)의 구성을 나타내는 블록도이다. 이하의 시험 시스템(1C)의 설명에서 제 1 실시형태의 시험 시스템(1)과 동일한 구성에 대하여는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명을 생략한다. 본 실시형태의 동력계 제어회로(6C)는 제 1 제어회로(61C) 및 제 2 제어회로(62C)의 구성이 도 2의 동력계 제어회로(6)와 다르다. 보다 구체적으로는, 제 1 제어회로(61C)는 제 1 브레이크 토크 연산부(616C)를 더 구비하는 점과, 제 1 타이어 속도 연산부(611C)의 구성이 도 2의 동력계 제어회로(6)와 다르다. 또한, 제 2 제어회로(62C)의 도 2의 동력계 제어회로(6)로부터의 변경 사항은 상기 제 1 제어회로(61C)의 동력계 제어회로(6)로부터의 변경사항과 동일하기 때문에 구체적인 도시 및 상세한 설명은 생략한다.

[0115] 제 1 브레이크 토크 연산부(616C)는 시험 대상으로서의 변속기(T)의 출력축(S1) 중 제 1 동력계(21) 쪽에 설치되는 가상적인 제 1 브레이크 장치(도 1 참조)가 조작됨으로써 발생하는 제 1 브레이크 토크값 DB1을 산출한다.

[0116] 제 1 브레이크 토크 연산부(616C)는 제 1 브레이크 ASR(617C)과 브레이크 토크 리미터(618C)를 구비하고, 이하의 수순에 따라 제 1 브레이크 토크값 DB1을 산출한다.

[0117] 제 1 브레이크 ASR(617C)는 제 1 속도 제어장치(613)와 동일한 기능을 가지며, 소정의 정지 목표값(예를 들어, 0)으로부터 제 1 타이어 속도값 Vw1을 감산하여 얻어지는 편차 입력값이 0이 되도록 브레이크 토크값을 산출한다.

[0118] 브레이크 토크 리미터(618C)는 도시되지 않은 외부의 입력 장치로부터, 상기 가상적인 제 1 브레이크 장치에 의해 발생하는 브레이크 토크에 대한 지령값이 되는 양(正)의 제 1 브레이크 토크 지령값 DB1_cmd가 입력되면, 상기 제 1 브레이크 ASR(617C)의 브레이크 토크값에 비례한 출력률, 하한값을 -DB1_cmd로 하고 상한값을 DB1_cmd로 한 범위 내로 제한한다. 또한, 도 13에 나타낸 바와 같은 조합에서는 편차 입력이 양인 경우 제 1 브레이크 ASR(617C)의 출력은 음(負)이 되기 때문에, 브레이크 토크 리미터(618C)는 연산의 편의상 제 1 브레이크 ASR(617C)의 출력을 -DB1_cmd로부터 DB1_cmd의 범위 내로 제한된 값에 -1을 곱한 것을 제 1 브레이크 토크값 DB1로서 출력한다.

[0119] 이상을 정리하면, 제 1 브레이크 토크 연산부(616C)에서는 외부로부터 입력된 제 1 브레이크 토크 지령값 DB1_cmd를 상한값으로서 취급하고, 이 상한값보다 작고 제 1 타이어 속도값 Vw1이 정지 목표값 0이 되도록 제 1 브레이크 ASR(617C)에 의해 제 1 브레이크 토크값 DB1을 산출한다.

[0120] 제 1 타이어 속도 연산부(611C)는 제 1 축 토크미터의 검출값 SHT1로부터 제 1 차량 구동 토크값 Fx1 및 상기 제 1 브레이크 토크 연산부(616C)에 의해 산출된 제 1 브레이크 토크값 DB1을 감산하여 얻어지는 값을 타이어 구동 토크값으로 하고, 이를 입력으로 하여 하기 식 (16)에 나타내는 제 1 타이어의 운동방정식에 의해 제 1 타이어의 속도값 Vw1을 산출한다.

[0121]
$$SHT1 - DB1 - Fx1 = Jt1 \cdot dVw1 / dt \quad (16)$$

[0122] 도 14 및 15를 참조하여, 제 4 실시형태의 효과에 대하여 설명한다. 제 4 실시형태에서는 변속기에 브레이크 장치가 설치되어 있지 않은 경우에도, 브레이크 토크 지령값을 크게 하거나 작게 하거나 함으로써, 브레이크를 강하게 작동시킨 경우 또는 약하게 작동시킨 경우의 차량의 거동을 재현할 수 있다.

[0123] 도 14는 브레이크 토크 지령값을 비교적 강한 1000[Nm]로 한 경우의 시험 결과를 나타내고, 도 15는 브레이크

토크 지령값을 비교적 약한 500[Nm]로 한 경우의 시험 결과를 나타내는 도면이다. 도 14 및 15의 상단은 브레이크 토크 연산부에서 산출된 브레이크 토크값이고, 중단은 토크 미터의 검출값이며, 하단은 차량 속도 연산부에 의해 산출된 차량 속도값 및 타이어 속도 연산부에 의해 산출된 타이어 속도값이다. 또한, 하단의 타이어 속도값에 대하여는 제 1 타이어 속도값과 제 2 타이어 속도값은 동일하기 때문에, 제 1 타이어 속도값만 도시한다. 또한, 도 14의 예에서는 시간 6[sec] 이후부터 브레이크 토크 지령값을 1000[Nm]로 하고, 도 15의 예에서는 시간 6[sec] 이후부터 브레이크 토크 지령값을 500[Nm]로 하였다.

[0124] 도 14 및 15의 상단에 나타낸 바와 같이, 시간 6[sec]에서 0이 아닌 브레이크 토크 지령값을 입력하면, 브레이크 토크 연산부는 이 브레이크 토크 지령값을 상한값으로 하고, 동시에 타이어 속도값이 0이 되도록 브레이크 토크값을 산출한다. 도 14에 나타낸 예에서는 브레이크를 온(on)으로 한 시간 6[sec]부터 타이어 속도값이 거의 0이 되는 시간 7.25[sec]까지의 사이에, 브레이크 토크 연산부는 상한값(1000[Nm])을 브레이크 토크값으로 출력한다. 또한, 타이어 속도값이 0에 가까워지면, 브레이크 ASR의 기능에 의해 타이어 속도값이 0이 되도록 정해진 상한값 이하의 값이 브레이크 토크값으로 출력된다. 또한, 도 15에 나타낸 예에서는, 브레이크를 온(on)으로 한 시간 6[sec]부터 타이어 속도값이 거의 0이 되는 시간 8.5[sec]까지의 사이에, 브레이크 토크 연산부는 상한값(500[Nm])을 브레이크 토크값으로서 출력한다. 그리고 타이어 속도값이 0에 가까워지면, 브레이크 ASR의 기능에 의해 타이어 속도값이 0이 되도록 정해진 상한값 이하의 값이 브레이크 토크값으로 출력된다. 이를 통해, 도 14 및 15에 나타낸 바와 같이, 차량 속도값이 0보다 큰 주행 상태에서부터 브레이크 장치가 조작되고, 그 후 감속하여, 차량 속도값이 0이 될 때까지의 거동을 재현할 수 있다. 또한, 도 14와 15를 비교하여 명백한 바와 같이, 브레이크 토크 지령값을 작게 하면, 주행상태의 차량이 정지할 때까지 걸리는 시간도 길어진다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 브레이크 토크 지령값을 크게 하거나 작게 하거나 함으로써 가상의 브레이크 장치의 강약을 재현할 수 있다는 것이 검증되었다.

[0125] <제 5 실시형태>

[0126] 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1D)에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

[0127] 도 16은 제 5 실시형태에 따른 구동 트레인의 시험 시스템(1D)의 동력계 제어회로(6D)의 구성을 나타내는 블록도이다. 이하의 시험 시스템(1D)의 설명에서 제 4 실시형태의 시험 시스템(1C)과 동일한 구성에 대하여는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명을 생략한다. 본 실시형태의 동력계 제어회로(6D)는 제 1 제어회로(61D) 및 제 2 제어회로(62D)의 구성이 도 13의 동력계 제어회로(6C)와 다르다. 보다 구체적으로는, 제 1 제어회로(61D)는 제 1 변화율 제한부(619D)를 더 구비하는 점이 도 13의 동력계 제어회로(6C)와 다르다. 또한, 제 2 제어회로(62D)의 도 13의 동력계 제어회로(6C)로부터의 변경사항은, 상기 제 1 제어회로(61D)의 동력계 제어회로(6C)로부터의 변경사항과 동일하기 때문에 구체적인 도시 및 상세한 설명은 생략한다.

[0128] 제 1 변화율 제한부(619D)는 외부의 입력장치로부터 입력된 제 1 브레이크 토크 지령값 DB1_cmd를 소정의 변화율[Nm/sec] 이하로 제한한다. 즉, 제 1 브레이크 토크 지령값 DB1_cmd가 스텝(step) 형태로 변화한 경우에는, 이를 미리 정해진 변화율[Nm/sec] 이하로 변화시킨다. 이하에서는, 이 브레이크 토크 지령값에 대한 변화율을 브레이크 토크 인가속도[Nm/s]라고 한다.

[0129] 제 1 브레이크 토크 연산부(616C)는 이 제 1 변화율 제한부(619D)에 의해 제한된 브레이크 토크 지령값 DB1_cmd_r을 상한값으로 하고, 상기 제 4 실시형태와 마찬가지로 이 상한값보다 작고 제 1 타이어 속도값 Vw1이 0이 되도록 브레이크 토크값 DB1을 산출한다.

[0130] 도 17 및 18을 참조하여, 제 5 실시형태의 효과에 대하여 설명한다. 제 5 실시형태에서는 변속기에 브레이크 장치가 설치되어 있지 않은 경우에도, 브레이크 토크 인가속도를 크게 하거나 작게 하거나 함으로써, 브레이크를 급격하게 작동시킨 경우 또는 완만하게 작동시킨 경우에 있어서 차량의 거동을 재현할 수 있다.

[0131] 도 17은 브레이크 토크 인가속도를 비교적 완만한 4000[Nm/s]로 한 경우의 시험 결과를 나타내고, 도 18은 브레이크 토크 인가속도를 비교적 급격한 40000[Nm/s]로 한 경우의 시험 결과를 나타내는 도면이다. 또한, 도 17 및 18의 시험에서는 타이어-노면 사이의 마찰계수값 μ 의 최대값은 제 1 및 제 2 모두 1.2로 하였다(도 3 참조).

[0132] 도 17에 나타낸 바와 같이, 시간 6[sec]부터 인가속도 4000[Nm/s]에서 브레이크의 조작을 개시하면, 브레이크 토크 연산부에 의해 산출되는 브레이크 토크값은 그 후 서서히 상승하고, 시간 6.3[sec] 부근에서 1700[Nm]까지 상승하여 타이어가 잠금된다. 즉, 도 17의 하단에 나타낸 바와 같이, 시간 6.3[sec] 부근에서는 차량 속도값이 저하하는 것 보다도 빨리 타이어 속도값이 0까지 저하된다. 이는 타이어가 잠금된 상태에서 차량이 미끄러지면서 주행한 상태에 해당한다.

[0133]

한편, 도 18에 나타낸 바와 같이, 시간 6[sec]부터 인가속도 40000[Nm/s]에서 브레이크의 조작용을 개시하면, 브레이크 토크 연산부에 의해 산출되는 브레이크 토크값은 도 17의 예 보다는 급격하게 상승하고, 시간 6.1[sec] 부근에서 2000[Nm]까지 상승하여 타이어가 잠금된다. 즉, 브레이크 토크 인가속도를 크게 하면, 도 17의 예 보다는 신속하게 타이어가 잠금된다. 또한, 이 잠금 후의 거동에 대하여 도 17과 18을 비교하여 명백한 바와 같이, 브레이크 토크의 인가속도가 클수록, 토크미터의 출력값의 진동, 즉 구동축에 발생하는 진동이 커진다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 브레이크 토크 인가속도를 크게 하거나 작게 하거나 함으로써, 가상의 브레이크 장치의 완급을 재현할 수 있는 것이 검증되었다.

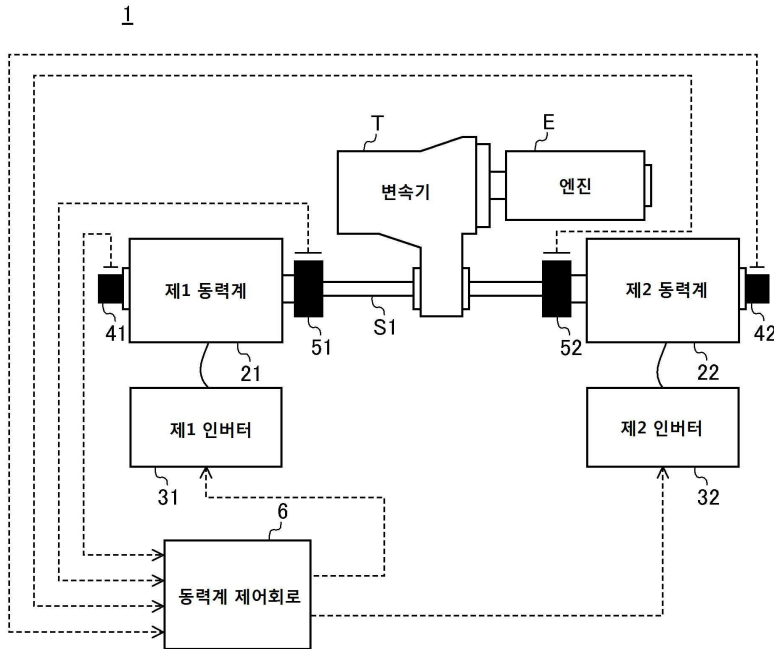
부호의 설명

[0134]

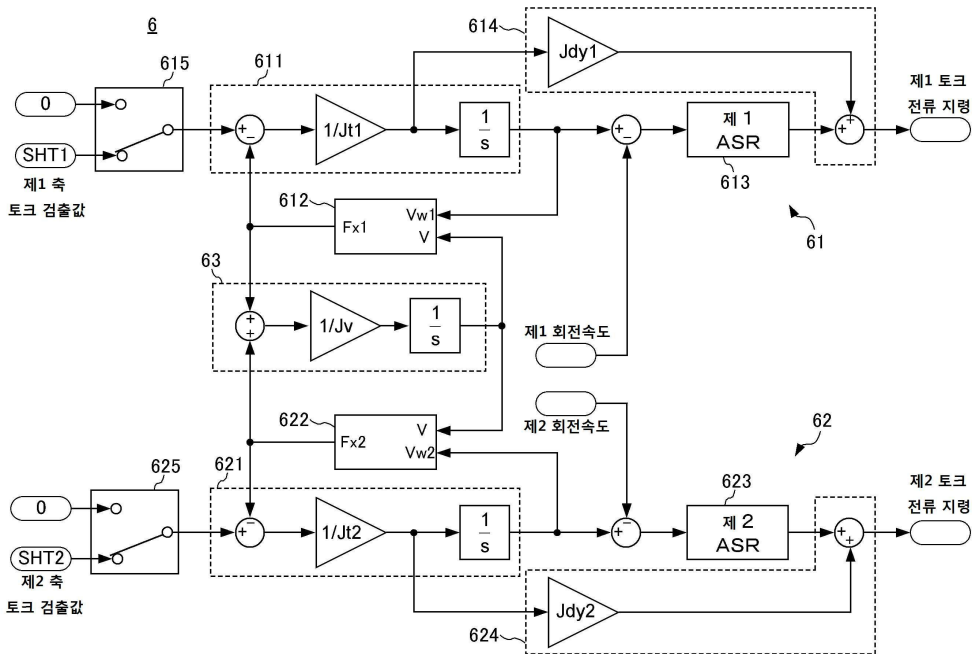
- 1, 1A, 1B, 1C, 1D: 시험 시스템
- T: 변속기(워크)
- E: 엔진
- 21, 22: 제 1, 제 2 동력계
- 31, 32: 제 1, 제 2 인버터
- 41, 42: 제 1, 제 2 인코더(제 1, 제 2 속도 검출기)
- 51, 52: 제 1 축 토크미터 (제 1, 제 2 축 토크 검출기)
- 6, 6A, 6B, 6C, 6D: 동력계 제어회로
- 611, 611A, 611B, 612C: 제 1 타이어 속도 연산부
- 616C: 제 1 브레이크 토크 연산부(브레이크 토크 연산부)
- 617C: 제 1 브레이크 ASR
- 618C: 브레이크 토크 리미터
- 619D: 제 1 변화율 제한부(변화율 제한부)
- 621, 621A, 621B: 제 2 타이어 속도 연산부
- 612, 622: 제 1, 제 2 차량 구동 토크 연산부
- 613, 623: 제 1, 제 2 속도 제어장치
- 614, 624: 제 1, 제 2 피드 포워드 입력 연산부
- 615, 625: 제 1, 제 2 축 토크 입력 선택기
- 615A, 625A: 제 1, 제 2 감속 토크 연산부
- 63: 차량 속도 연산부
- 64B: 축 토크 평균값 연산부
- 71A, 72A: 제 1, 제 2 브레이크 장치(제동장치)

도면

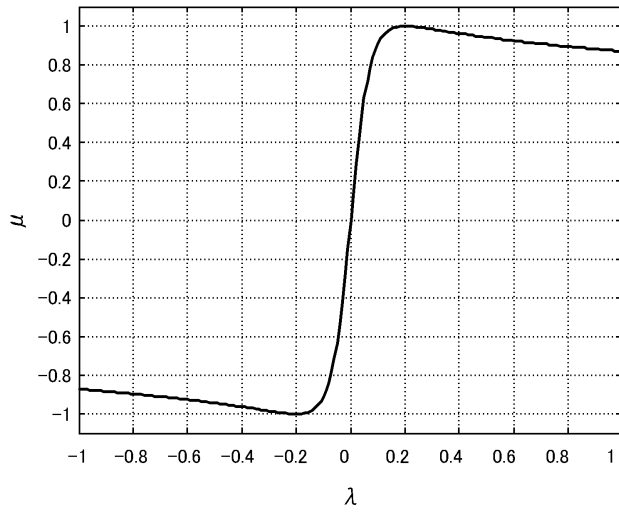
도면1



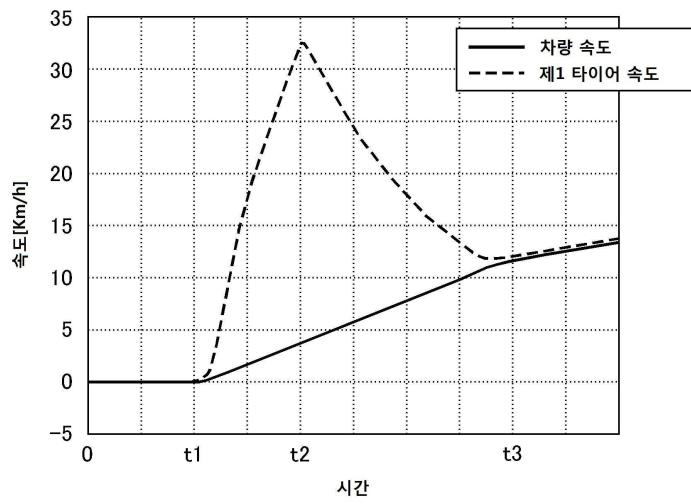
도면2



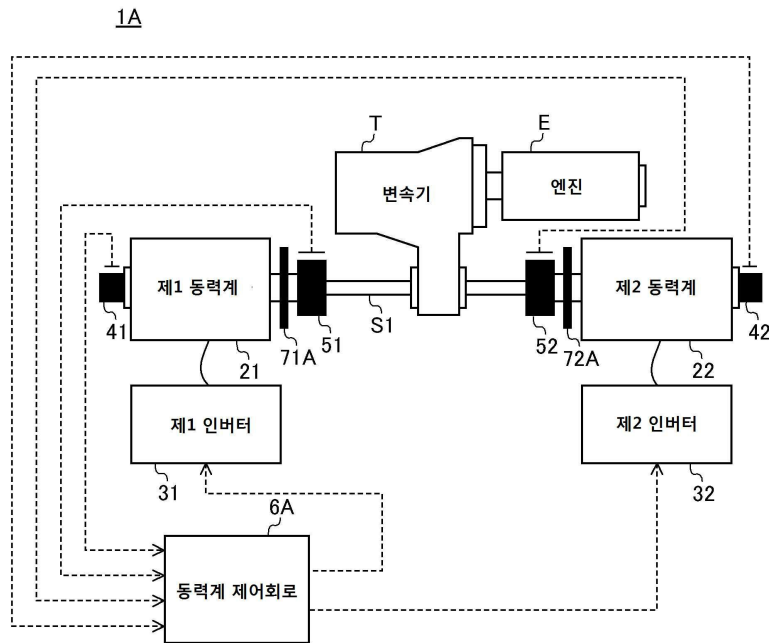
도면3



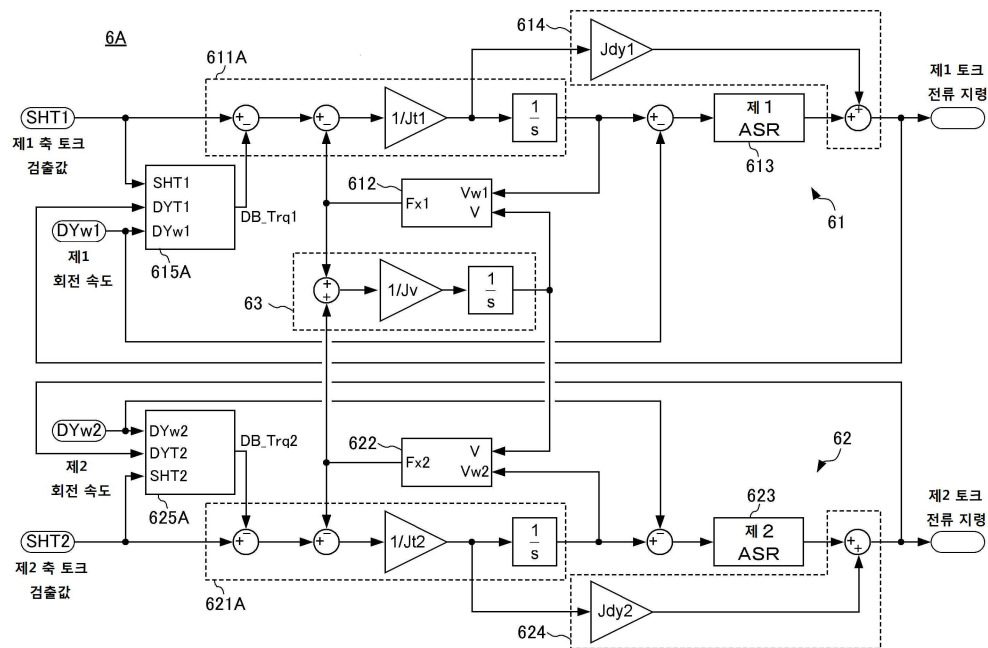
도면4



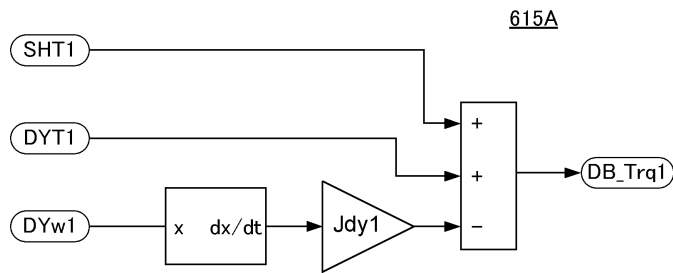
도면5



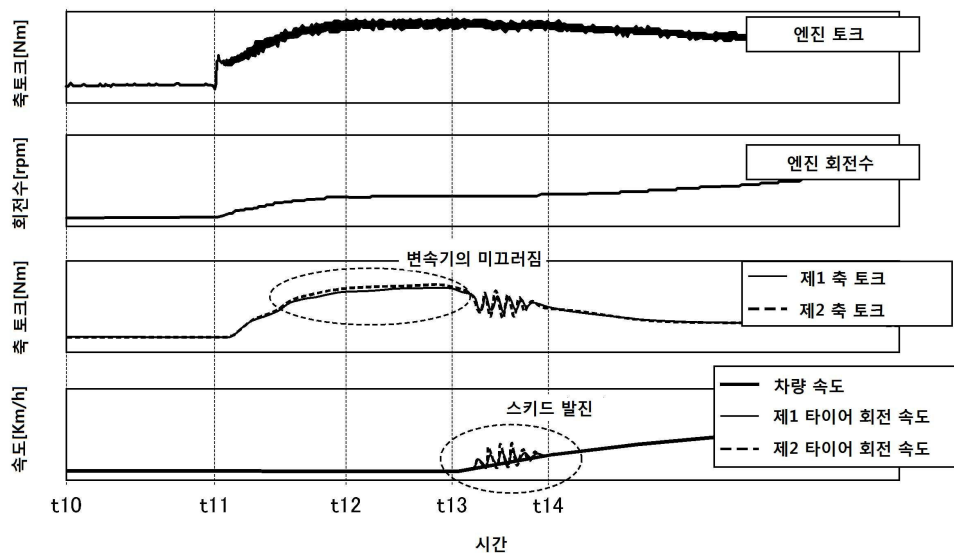
도면6



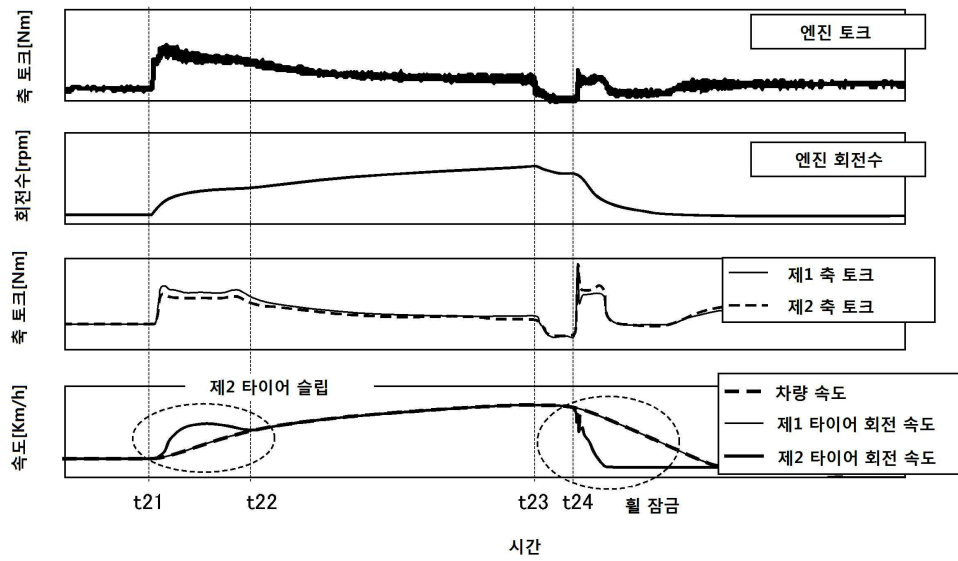
도면7



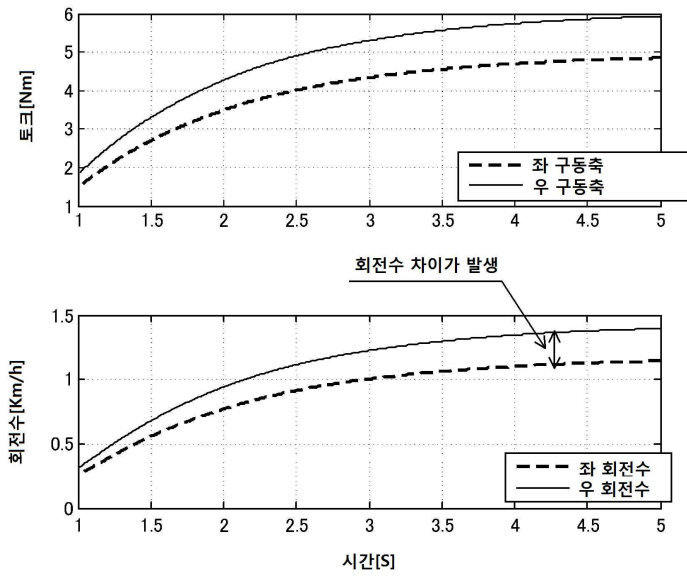
도면8



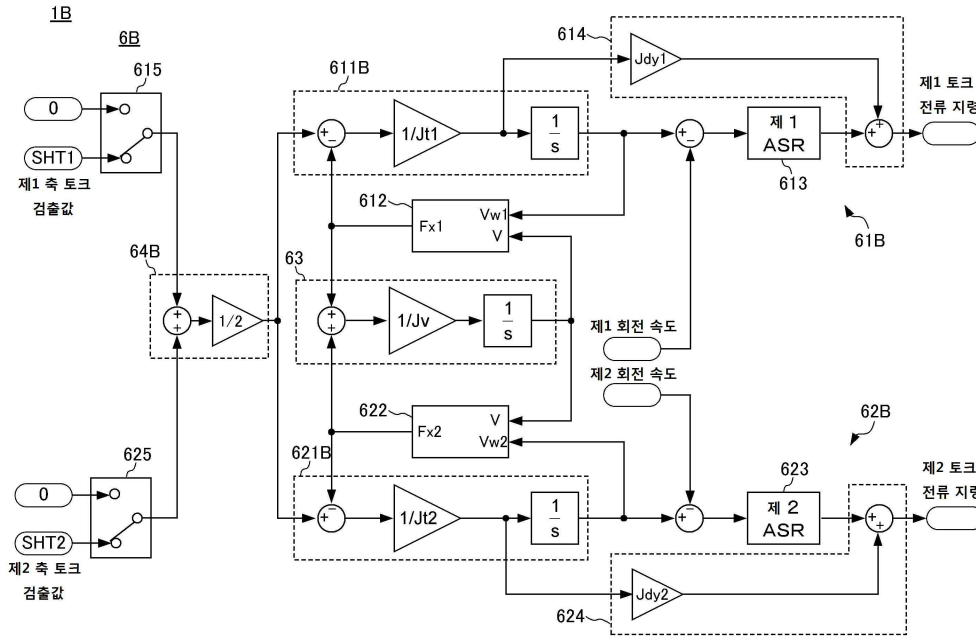
도면9



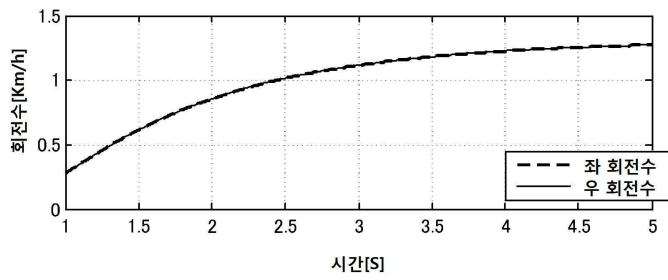
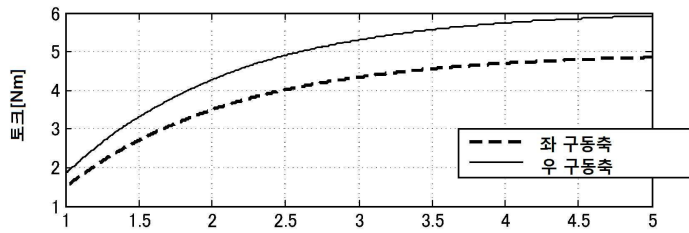
도면10



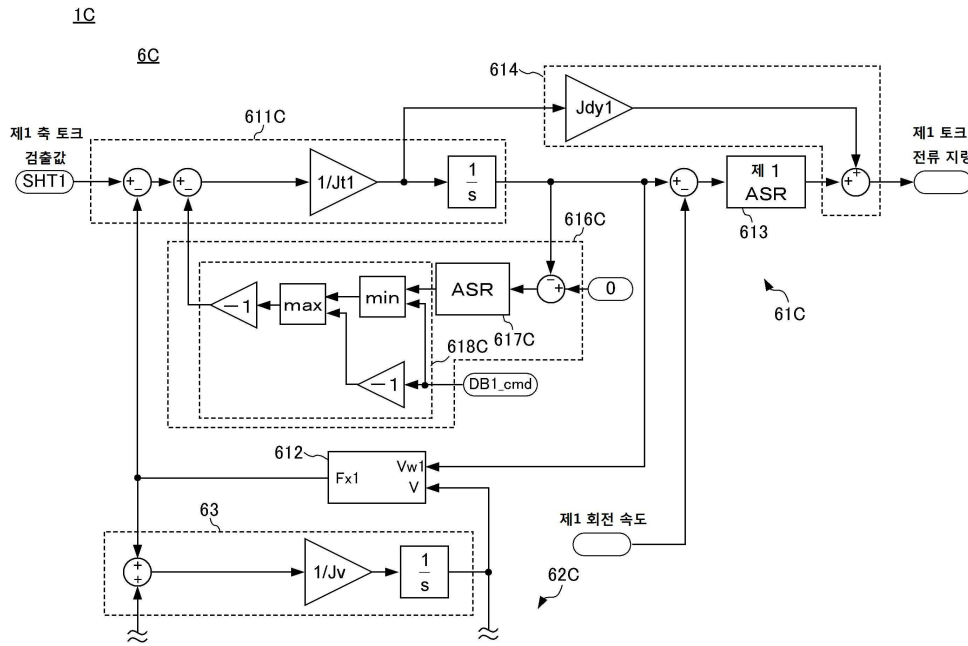
도면11



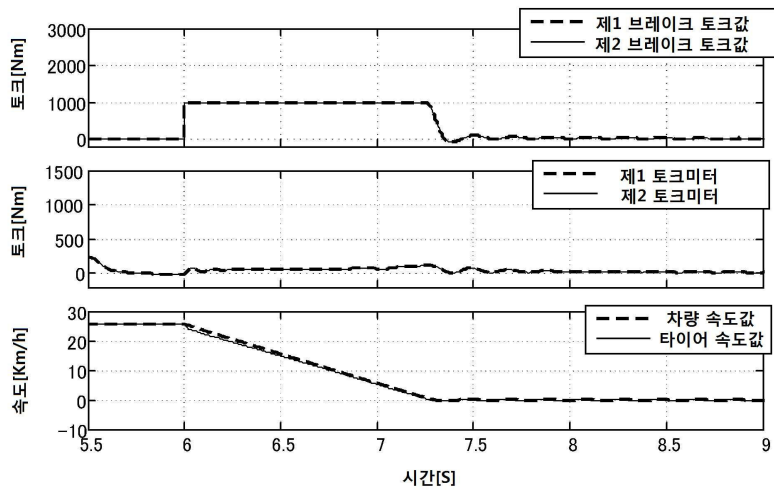
도면12



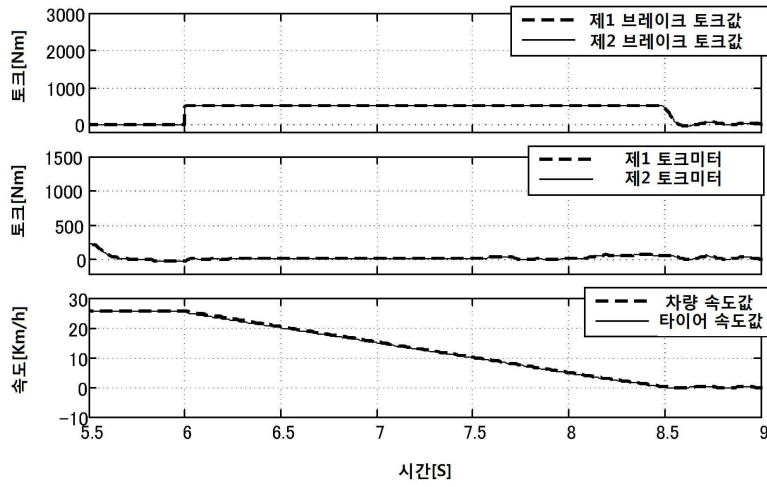
도면13



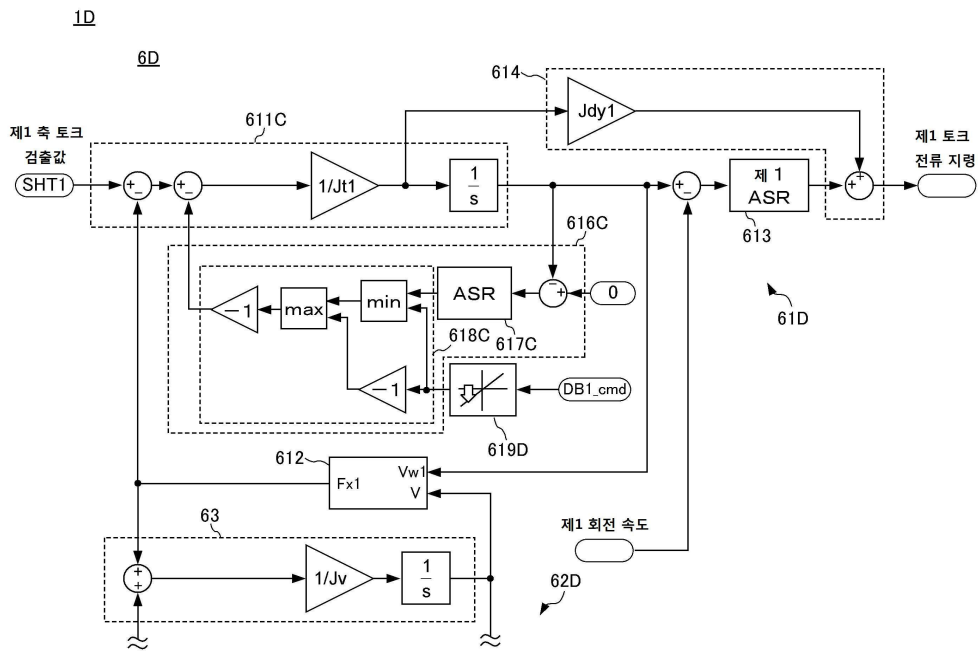
도면14



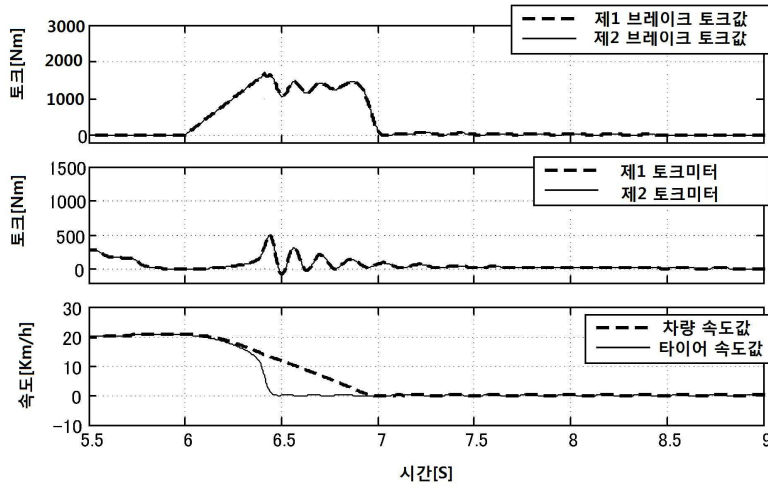
도면15



도면16



도면17



도면18

