



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월07일
(11) 등록번호 10-2187995
(24) 등록일자 2020년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 7/10 (2006.01) B60L 7/24 (2006.01)
B60T 8/17 (2006.01) B60W 10/18 (2006.01)
B60W 20/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
B60L 7/10 (2013.01)
B60L 7/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0013564
(22) 출원일자 2015년01월28일
심사청구일자 2018년09월19일
(65) 공개번호 10-2015-0091244
(43) 공개일자 2015년08월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-017779 2014년01월31일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP5104998 B2*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
히다치 오토모티브 시스템즈 가부시카이가이샤
일본국 이바라키켄 히다치나카시 다카바 2520반지
(72) 발명자
기카와 마사유키
일본 가나가와켄 아즈기시 온나 4 초메 7 반 1고
히다치 오토모티브 시스템즈 가부시카이가이샤 나이
오시타 슈지
일본 가나가와켄 아즈기시 온나 4 초메 7 반 1고
히다치 오토모티브 시스템즈 가부시카이가이샤 나이
마쓰자키 노리카즈
일본 가나가와켄 아즈기시 온나 4 초메 7 반 1고
히다치 오토모티브 시스템즈 가부시카이가이샤 나이
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오제욱

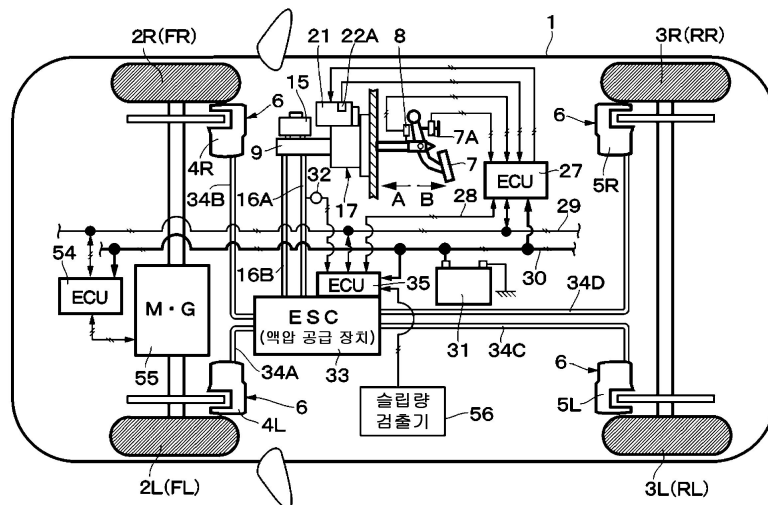
(54) 발명의 명칭 브레이크 제어 장치

(57) 요약

본 발명은 회생 제동에 의해 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있는 브레이크 제어 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

제2 ECU(35)에는, 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 슬립량을 검출하는 슬립량 검출기(56)를 접속한다. 제1 ECU(27)는, 모터·제너레이터(55)에 의한 회생 제동중에, 슬립량 검출기(56)의 검출치에 기초하여 전륜(2L, 2R)이 슬립하고 있는 것이 검출되고 있는 동안, 모터·제너레이터(55)의 회생 제동량을 미리 정해진 양 감소시킨 후, 그 회생 제동량을 미리 정해진 시간 유지하는 슬립 억제 제어를 반복하여 행하는 회생 슬립 제어 수단을 갖고 있다. 이 경우, 회생 슬립 제어 수단은, 전륜(2L, 2R)이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 회생 제동의 미리 정해진 감소량을, 그 후의 슬립 억제 제어에서의 회생 제동의 미리 정해진 감소량보다 크게 설정하고 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B60T 8/1701 (2013.01)

B60W 10/18 (2013.01)

B60W 20/00 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

W02013133177 A1*

US20110251770 A1

JP2002058107 A

KR1020080044944 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

전동기에 의해 구동되어 상기 전동기의 회생 제동량을 제어함과 아울러, 각 차륜에 설치되어 액압을 받아 이동하는 마찰 라이닝을 갖는 마찰 제동 장치를 제어함으로써 차량을 제동하는 브레이크 제어 장치로서,

상기 차량에 설치된 상기 차륜의 슬립량을 검출하는 슬립량 검출 수단과,

상기 전동기에 의한 회생 제동중에, 상기 슬립량 검출 수단의 검출치에 의해 상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되고 있는 동안, 상기 회생 제동량을 미리 정해진 양 감소시킨 후, 감소시킨 회생 제동량을 미리 정해진 시간 유지하는 슬립 억제 제어를 상기 슬립량 검출 수단의 검출치가 슬립 임계치보다 작은 목표 슬립량이 될 때까지 반복하여 행하는 회생 슬립 제어 수단을 포함하며,

상기 회생 슬립 제어 수단은, 상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때, 상기 슬립량 검출 수단의 검출치가 상기 슬립 임계치보다 작을 경우는, 상기 회생 제동의 소정의 감소량을, 상기 슬립량 검출 수단의 검출치가 상기 슬립 임계치 이상인 경우와 비교해 작게 설정하고 있는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 상기 회생 제동의 미리 정해진 감소량은, 최초로 감소시키는 회생 제동량의 감소량인 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 상기 회생 제동의 미리 정해진 감소량은, 상기 차륜이 슬립하고 있는 것을 검출하기 위한 슬립 임계치에 상당하는 회생 제동량보다 회생 제동량이 작아지는 감소량인 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 미리 정해진 감소량은,

상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 최초의 상기 회생 제동량의 제1 감소량과,

상기 제1 감소량보다 작고, 상기 미리 정해진 시간 유지후에 상기 회생 제동량을 감소시키기 위한 제2 감소량이 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 감소량은, 상기 차륜이 슬립하고 있는 것을 검출하기 위한 슬립 임계치에 상당하는 회생 제동량보다 회생 제동량이 작아지는 감소량인 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 회생 슬립 제어 수단은, 상기 슬립 억제 제어를 행하는 간격을 가변으로 하는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 회생 슬립 제어 수단은, 상기 슬립 억제 제어를 행하는 간격을, 상기 슬립 억제 제어를 반복할 때마다 길게 하는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 회생 슬립 제어 수단은, 상기 슬립 억제 제어를 반복할 때마다 상기 미리 정해진 감소량을 작게 해 가는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 회생 슬립 제어 수단은, 상기 마찰 제동 장치를 제어하는 컨트롤러에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 회생 슬립 제어 수단은, 상기 전동기의 회생 제동량을 제어하는 컨트롤러에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 브레이크 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 예컨대 자동차 등의 차량에 바람직하게 이용되는 브레이크 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예컨대 전기 자동차나 하이브리드 자동차 등 주행용(구동용)의 전동기(모터·제너레이터, 발전 전동기)가 탑재된 차량에서는, 마찰 라이닝에 의한 마찰 제동력과 전동기에 의한 회생 제동력의 배분을 제어하여, 차량 전체적으로 원하는 제동력을 얻도록 구성하고 있다(예컨대 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특허 공개 제2012-95391호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 특허문헌 1에 의한 종래 기술에서는, 차체 속도와 차륜 속도로부터 상대 슬립률을 산출하고, 그 슬립률에 따라서 회생 제동의 크기를 억제하고 있다. 그러나, 이 구성은, 회생 제동량의 증가량이 급격하게 변화한 경우에, 슬립률이 일정량을 초과하면, 회생 제동량을 억제하더라도 제동량이 과잉 상태가 계속될 가능성이 있다. 이 경우에 차량 거동이 불안정해질 우려가 있다.

[0005] 본 발명은, 전술한 종래 기술의 문제를 감안하여 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은, 회생 제동에 의해 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있는 브레이크 제어 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 전술한 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 전동기에 의해 구동되어 그 전동기의 회생 제동량을 제어함과 아울러, 각 차륜에 설치되어 액압을 받아 이동하는 마찰 라이닝을 갖는 마찰 제동 장치를 제어함으로써 차량을 제동하는 브레이크 제어 장치로서, 상기 차량에 설치된 상기 차륜의 슬립량을 검출하는 슬립량 검출 수단과, 상기 전동기에 의한 회생 제동중에, 상기 슬립량 검출 수단의 검출치에 의해 상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되고 있는 동안 상기 회생 제동량을 미리 정해진 양 감소시킨 후, 감소시킨 회생 제동량을 미리 정해진 시간 유지하는 슬립 억제 제어를 반복하여 행하는 회생 슬립 제어 수단을 포함하며, 그 회생 슬립 제어 수단은, 상기 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 상기 회생 제동의 미리 정해진 감소량을, 그 후의 상기 슬립 억제 제어에서의 상기 회생 제동의 미리 정해진 감소량보다 크게 설정하고 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 의하면, 회생 제동에 의해 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 실시형태에 의한 브레이크 제어 장치가 탑재된 차량의 개념도이다.
- 도 2는 도 1 중의 전동 배력 장치, 액압 공급 장치 등을 나타내는 구성도이다.
- 도 3은 브레이크 제어 장치에 의한 제어 처리를 나타내는 흐름도이다.
- 도 4는 실시형태에 의한 구동륜 제동량과 구동륜 슬립량의 시간 변화의 일례를 나타내는 특성선도이다.
- 도 5는 구동륜 제동량과 구동륜 슬립량의 시간 변화의 다른 예를 나타내는 특성선도이다.
- 도 6은 제1 변형예에 의한 구동륜 제동량과 구동륜 슬립량의 시간 변화의 일례를 나타내는 특성선도이다.
- 도 7은 제2 변형예에 의한 구동륜 제동량과 구동륜 슬립량의 시간 변화의 일례를 나타내는 특성선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 본 발명의 실시형태에 의한 브레이크 제어 장치를, 전기 자동차나 하이브리드 자동차 등의 전동기(모터·제너레이터)가 탑재된 4륜 자동차에 적용한 경우를 예를 들어, 첨부 도면에 따라서 상세히 설명한다.
- [0010] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 실시형태를 나타내고 있다. 도 1에 있어서, 차량의 보디를 구성하는 차체(1)의 하측(노면측)에는, 예컨대 좌, 우의 전륜(2L, 2R)과 좌, 우의 후륜(3L, 3R)이 설치되어 있다. 좌, 우의 전륜(2L, 2R)에는 각각 전륜측 휠실린더(4L, 4R)가 설치되고, 좌, 우의 후륜(3L, 3R)에는 각각 후륜측 휠실린더(5L, 5R)가 설치되어 있다.
- [0011] 이들 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)는, 액압식의 디스크 브레이크 또는 드럼 브레이크의 실린더를 구성하고, 각각의 차륜(전륜(2L, 2R) 및 후륜(3L, 3R))마다 제동력을 부여하는 것이다. 즉, 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)는, 액압을 받아 이동하는 마찰 라이닝(마찰 패드 또는 브레이크 슈)과 함께 마찰 제동 장치(6)(예컨대 디스크 브레이크, 드럼 브레이크)를 구성하는 것이다. 마찰 제동 장치(6)는, 각 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)에 설치되어, 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)에 의해 마찰 라이닝을 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)과 함께 회전하는 회전 부재(디스크 또는 드럼)에 압박함으로써, 마찰 라이닝과 회전 부재의 마찰에 의한 차량의 제동을 행할 수 있다.
- [0012] 차체(1)의 프론트 보드측에는 브레이크 페달(7)이 설치되어 있다. 브레이크 페달(7)은, 차량의 브레이크 조작시에 운전자(드라이버)에 의해 도 1 및 도 2 중의 화살표 A 방향으로 답입 조작된다. 브레이크 페달(7)에는, 브레이크 스위치(7A)와 조작량 검출 센서(8)가 설치되며, 브레이크 스위치(7A)는, 차량의 브레이크 조작의 유무를 검출하여, 예컨대 브레이크 램프(도시하지 않음)를 점등, 소등시키는 것이다. 또한, 조작량 검출 센서(8)는, 브레이크 페달(7)의 답입 조작량(스트로크량) 또는 답력을 검출하고, 그 검출 신호를 후술하는 ECU(27, 35), 차량 데이터 버스(29) 등에 출력한다. 브레이크 페달(7)이 답입 조작되면, 마스터 실린더(9)에는 후술하는 전동 배력 장치(17)를 통해 브레이크 액압이 발생한다.
- [0013] 도 2에 나타낸 바와 같이, 마스터 실린더(9)는, 일측이 개구단이 되고 타측이 저부가 되어 폐쇄된 바닥이 있는 통형상의 실린더 본체(10)를 갖고 있다. 이 실린더 본체(10)에는, 후술하는 리저버(15) 내에 연통하는 제1, 제2 서플라이 포트(10A, 10B)가 설치되고, 제1 서플라이 포트(10A)는, 후술하는 부스터 피스톤(19)의 슬라이딩 변위에 의해 제1 액압실(12A)에 대하여 연통, 차단된다. 한편, 제2 서플라이 포트(10B)는, 후술하는 제2 피스톤(11)에 의해 제2 액압실(12B)에 대하여 연통, 차단된다.
- [0014] 실린더 본체(10)는, 그 개구단측이 후술하는 전동 배력 장치(17)의 부스터 하우징(18)에 복수의 부착 볼트(도시하지 않음) 등을 이용하여 착탈 가능하게 고착되어 있다. 마스터 실린더(9)는, 실린더 본체(10)와, 제1 피스톤(후술하는 부스터 피스톤(19)과 입력 로드(20)) 및 제2 피스톤(11)과, 제1 액압실(12A)과, 제2 액압실(12B)과, 제1 복귀 스프링(13)과, 제2 복귀 스프링(14)을 포함하여 구성되어 있다. 여기서, 도 2에 있어서는, 전기 회로의 신호선을 도중에 2개의 사선을 그은 가는 선으로 나타내고 있고, 또한, 전기 회로의 전원선을 도중에 2개의 사선을 굵지 않은 굵은 선으로 나타내고 있고, 액압 배관을 도중에 2개의 사선을 굵지 않은 가는 선으로 나타내고 있다.
- [0015] 이 경우, 마스터 실린더(9)는, 상기 제1 피스톤이 후술하는 부스터 피스톤(19)과 입력 로드(20)에 의해 구성되고, 실린더 본체(10) 내에 형성되는 제1 액압실(12A)은, 제2 피스톤(11)과 부스터 피스톤(19)(및 입력 로드(20)) 사이에 구획되어 있다. 제2 액압실(12B)은, 실린더 본체(10)의 저부와 제2 피스톤(11) 사이에서 실린더 본체(10) 내에 구획되어 있다.
- [0016] 제1 복귀 스프링(13)은, 제1 액압실(12A) 내에 위치하여 부스터 피스톤(19)과 제2 피스톤(11) 사이에 배치되며,

부스터 피스톤(19)을 실린더 본체(10)의 개구단측을 향해 압박하고 있다. 제2 복귀 스프링(14)은, 제2 액압실(12B) 내에 위치하여 실린더 본체(10)의 저부와 제2 피스톤(11) 사이에 배치되며, 제2 피스톤(11)을 제1 액압실(12A)측을 향해 압박하고 있다.

[0017] 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10)는, 브레이크 페달(7)의 답입 조작에 따라서 부스터 피스톤(19)(입력 로드(20))과 제2 피스톤(11)이 실린더 본체(10)의 저부로 갈수록 변위하고, 제1, 제2 서플라이 포트(10A, 10B)를 차단했을 때에, 제1, 제2 액압실(12A, 12B) 내의 브레이크액에 의해 브레이크 액압을 발생시킨다. 한편, 브레이크 페달(7)의 조작을 해제한 경우, 즉, 브레이크 페달(7)을 비제동 위치로 복귀시키고 있을 때에는, 부스터 피스톤(19)(및 입력 로드(20))과 제2 피스톤(11)이 제1, 제2 복귀 스프링(13, 14)에 의해 실린더 본체(10)의 개구부로 갈수록 화살표 B 방향으로 변위해 갈 때에, 리저버(15)로부터 브레이크액의 보급을 받으면서 제1, 제2 액압실(12A, 12B) 내의 액압을 해제해 간다.

[0018] 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10)에는 내부에 브레이크액이 수용되어 있는 작동액 탱크로서의 리저버(15)가 설치되고, 그 리저버(15)는 실린더 본체(10) 내의 액압실(12A, 12B)에 브레이크액을 급배한다. 즉, 제1 서플라이 포트(10A)가 부스터 피스톤(19)에 의해 제1 액압실(12A)에 연통되고, 제2 서플라이 포트(10B)가 제2 피스톤(11)에 의해 제2 액압실(12B)에 연통되어 있는 동안은, 이들 액압실(12A, 12B) 내에 리저버(15) 내의 브레이크액이 급배된다.

[0019] 한편, 제1 서플라이 포트(10A)가 부스터 피스톤(19)에 의해 제1 액압실(12A)로부터 차단되고, 제2 서플라이 포트(10B)가 제2 피스톤(11)에 의해 제2 액압실(12B)로부터 차단되었을 때에는, 이들 액압실(12A, 12B) 내에 대한 리저버(15) 내의 브레이크액의 급배가 끊어진다. 이 때문에, 마스터 실린더(9)의 제1, 제2 액압실(12A, 12B) 내에는 브레이크 조작에 따라 브레이크 액압이 발생하고, 이 브레이크 액압은, 예컨대 한쌍의 실린더측 액압 배관(16A, 16B)을 통해 후술하는 액압 공급 장치(33)(즉 ESC(33))에 보내진다.

[0020] 차량의 브레이크 페달(7)과 마스터 실린더(9) 사이에는, 브레이크 페달(7)의 조작력(브레이크 페달(7)에 가해지는 답력)을 증대시키는 부스터로서, 또는, 브레이크 장치로서의 전동 배력 장치(17)가 설치되어 있다. 이 전동 배력 장치(17)는, 조작량 검출 센서(8)의 출력에 기초하여 후술하는 전동 액츄에이터(21)(의 전동 모터(22))를 구동 제어함으로써, 마스터 실린더(9) 내에 발생하는 브레이크 액압을 가변으로 제어하는 것이다.

[0021] 전동 배력 장치(17)는, 차체의 프론트 보드인 차실 전벽에 고정되어 설치되는 부스터 하우징(18)과, 그 부스터 하우징(18)에 이동 가능하게 설치되어 후술하는 입력 로드(20)에 대하여 상대 이동 가능한 피스톤으로서의 부스터 피스톤(19)과, 그 부스터 피스톤(19)을 마스터 실린더(9)의 축방향으로 진퇴 이동시켜 그 부스터 피스톤(19)에 부스터 추력을 부여하는 액츄에이터로서의 후술하는 전동 액츄에이터(21)를 포함하여 구성되어 있다.

[0022] 부스터 피스톤(19)은, 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10) 내에 개구단측으로부터 축방향으로 슬라이딩 가능하게 삽입된 통형 부재에 의해 구성되어 있다. 부스터 피스톤(19)의 내주측에는, 브레이크 페달(7)의 조작에 따라서 직접적으로 압박 이동되어, 마스터 실린더(9)의 축방향(즉 화살표 A, B 방향)으로 진퇴 이동하는 입력 부재로서의 입력 로드(입력 피스톤)(20)가 슬라이딩 가능하게 삽입되어 있다. 입력 로드(20)는, 부스터 피스톤(19)과 함께 마스터 실린더(9)의 제1 피스톤을 구성하고, 입력 로드(20)의 후측(일측) 단부에는 브레이크 페달(7)이 연결되어 있다. 실린더 본체(10) 내는, 제2 피스톤(11)과 부스터 피스톤(19) 및 입력 로드(20)와의 사이에 제1 액압실(12A)이 구획되어 있다.

[0023] 부스터 하우징(18)은, 후술하는 감속 기구(24) 등을 내부에 수용하는 통형상의 감속기 케이스(18A)와, 그 감속기 케이스(18A)와 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10) 사이에 설치되어 부스터 피스톤(19)을 축방향으로 슬라이딩 변위 가능하게 지지한 통형상의 지지 케이스(18B)와, 감속기 케이스(18A)를 사이에 두고 지지 케이스(18B)와는 축방향의 반대측(축방향 일측)에 배치되며 감속기 케이스(18A)의 축방향 일측의 개구를 폐색하는 단차식 통형상의 덮개(18C)에 의해 구성되어 있다. 감속기 케이스(18A)의 외주측에는, 후술하는 전동 모터(22)를 고정적으로 지지하기 위한 지지판(18D)이 설치되어 있다.

[0024] 입력 로드(20)는, 덮개(18C)측으로부터 부스터 하우징(18) 내에 삽입되고, 부스터 피스톤(19) 내를 제1 액압실(12A)을 향해서 축방향으로 연장되어 있다. 부스터 피스톤(19)과 입력 로드(20) 사이에는, 한쌍의 중립 용수철(20A, 20B)이 개재되어 있다. 부스터 피스톤(19) 및 입력 로드(20)는, 중립 용수철(20A, 20B)의 스프링력에 의해 중립 위치에 탄성적으로 유지되고, 이러한 축방향의 상대 변위에 대하여 중립 용수철(20A, 20B)의 스프링력이 작용하는 구성으로 되어 있다.

[0025] 입력 로드(20)의 선단측(축방향 타측) 단부면은, 브레이크 조작시에 제1 액압실(12A) 내에 발생하는 액압을 브

레이크 반력으로서 수압하고, 입력 로드(20)는 이것을 브레이크 페달(7)에 전달한다. 이에 따라, 차량의 운전자에게는 브레이크 페달(7)을 통해 적절한 답입 반응이 부여되어, 양호한 페달 필링을 얻을 수 있다. 그 결과, 브레이크 페달(7)의 조작감을 향상시킬 수 있고, 페달 필링(답입 반응)을 양호하게 유지할 수 있다. 또한, 입력 로드(20)는, 부스터 피스톤(19)에 대하여 미리 정해진 양 전진했을 때에, 그 부스터 피스톤(19)에 접촉하여 부스터 피스톤(19)을 전진시킬 수 있는 구조로 되어 있다. 이 구조에 의해, 후술하는 전동 액츄에이터(21)나 제1 ECU(27)가 실패한 경우에, 브레이크 페달(7)에 대한 답력에 의해 부스터 피스톤(19)을 전진시켜 마스터 실린더(9)에 액압을 발생시키는 것이 가능하게 되어 있다.

[0026] 전동 배력 장치(17)의 전동 액츄에이터(21)는, 부스터 하우징(18)의 감속기 케이스(18A)에 지지판(18D)을 통해 설치된 전동 모터(22)와, 그 전동 모터(22)의 회전을 감속하여 감속기 케이스(18A) 내의 통형상 회전체(23)에 전달하는 벨트 등의 감속 기구(24)와, 통형상 회전체(23)의 회전을 부스터 피스톤(19)의 축방향 변위(진퇴 이동)로 변환하는 볼나사 등의 직동 기구(25)에 의해 구성되어 있다. 부스터 피스톤(19)과 입력 로드(20)는, 각각의 전단부(축방향 타측의 단부)를 마스터 실린더(9)의 제1 액압실(12A)로 향하게 하여, 브레이크 페달(7)로부터 입력 로드(20)에 전달되는 답력(추력)과 전동 액츄에이터(21)로부터 부스터 피스톤(19)에 전달되는 부스터 추력에 의해, 마스터 실린더(9) 내에 브레이크 액압을 발생시킨다.

[0027] 즉, 전동 배력 장치(17)의 부스터 피스톤(19)은, 조작량 검출 센서(8)의 출력(즉 검출 신호)에 기초하여 전동 액츄에이터(21)에 의해 구동되며, 마스터 실린더(9) 내에 브레이크 액압(마스터 실린더압)을 발생시키는 펌프 기구를 구성하고 있다. 또한, 부스터 하우징(18)의 지지 케이스(18B) 내에는, 부스터 피스톤(19)을 제동 해제 방향(도 1 및 도 2 중의 화살표 B 방향)으로 항상 압박하는 복귀 스프링(26)이 설치되어 있다. 부스터 피스톤(19)은, 브레이크 조작의 해제시, 즉, 브레이크 페달(7)을 비제동 위치로 복귀시키고 있을 때에 전동 모터(22)가 역방향으로 회전되고, 복귀 스프링(26)의 압박력에 의해 도 2에 나타내는 초기 위치까지 화살표 B 방향으로 복귀되는 것이다.

[0028] 전동 모터(22)는, 예컨대 DC 브러시리스 모터를 이용하여 구성되며, 전동 모터(22)에는, 리졸버라고 불리는 회전 센서(22A)와, 모터 전류를 검출하는 전류 센서(도시하지 않음)가 설치되어 있다. 회전 센서(22A)는, 전동 모터(22)의 회전 위치(전동 모터의 모터축의 회전각)를 검출하고, 그 검출 신호를 제1 제어 회로인 컨트롤 유닛(이하, 제1 ECU(27)라고 함)에 출력한다. 제1 ECU(27)는, 이 회전 위치 검출 신호에 의해 피드백 제어를 행한다. 또한, 회전 센서(22A)는, 검출한 전동 모터(22)의 회전 위치에 기초하여 차체에 대한 부스터 피스톤(19)의 절대 변위를 검출하는 회전 검출 수단으로서의 기능을 갖추고 있다.

[0029] 또한, 회전 센서(22A)는, 조작량 검출 센서(8)와 함께, 부스터 피스톤(19)과 입력 로드(20)의 상대 변위량을 검출하는 변위 검출 수단을 구성하고, 이들 검출 신호는 제1 ECU(27)에 송출된다. 또, 상기 회전 검출 수단으로는, 리졸버 등의 회전 센서(22A)에 한정되지 않고, 절대 변위(각도)를 검출할 수 있는 회전형의 포텐서 미터 등에 의해 구성해도 좋다. 감속 기구(24)는, 벨트 등에 한정되지 않고, 예컨대 톱나바퀴 감속 기구 등을 이용하여 구성해도 좋다. 또한, 회전 운동을 직선 운동으로 변화시키는 직동 기구(25)는, 예컨대 랙·피니언 기구 등으로 구성할 수도 있다. 또한, 감속 기구(24)는, 반드시 설치할 필요는 없고, 예컨대 통형상 회전체(23)에 모터축을 일체로 설치하고, 전동 모터의 스테이터를 통형상 회전체(23)의 주위에 배치하여, 전동 모터에 의해 직접 통형상 회전체(23)를 회전시키도록 해도 좋다.

[0030] 제1 ECU(27)는, 예컨대 마이크로컴퓨터 등으로 이루어져 있고, 전동 배력 장치(17)의 일부를 구성하고 있다. 제1 ECU(27)는, 후술하는 제2 ECU(35)와 함께, 마찰 제동 장치(6)를 제어하는 제어 수단(마찰 제동 제어 수단)이 되는 것이다. 구체적으로는, 제1 ECU(27)는, 전동 배력 장치(17)의 전동 액츄에이터(21)(전동 모터(22))를 전기적으로 구동 제어하는 제1 제어 회로(전동 배력 장치용 컨트롤러)를 구성하고 있다.

[0031] 제1 ECU(27)의 입력측은, 브레이크 페달(7)의 조작의 유무를 검출하는 브레이크 스위치(7A)와, 브레이크 페달(7)의 조작량 또는 답력을 검출하는 조작량 검출 센서(8)와, 전동 모터(22)의 회전 센서(22A) 및 상기 전류 센서와, 예컨대 L-CAN라고 불리는 통신이 가능한 차량 탑재 신호선(28)과, 다른 차량 기기의 ECU(예컨대 후술하는 제3 ECU(54))로부터의 신호를 주고 받는 차량 데이터 버스(29) 등에 접속되어 있다. 차량 데이터 버스(29)는, 차량에 탑재된 V-CAN라고 불리는 시리얼 통신부이며, 차량 탑재용 다중 통신을 행하는 것이다. 또한, 제1 ECU(27)는, 전원 라인(30)과 접속되고, 그 전원 라인(30)을 통하여 배터리(31)(도 1 참조)로부터의 전력이 급전된다.

[0032] 마스터 실린더(9)의 브레이크 액압을 검출하는 액압 검출 수단으로서의 액압 센서(32)는, 예컨대 실린더측 액압 배관(16A) 내의 액압을 검출하는 것이며, 마스터 실린더(9)로부터 실린더측 액압 배관(16A)을 통해 후술하는

ESC(33)에 공급되는 브레이크 액압을 검출한다. 본 실시형태에 있어서, 액압 센서(32)는, 후술하는 제2 ECU(35)에 전기적으로 접속되고, 액압 센서(32)에 의한 검출 신호는, 제2 ECU(35)로부터 신호선(28)을 통해 제1 ECU(27)에도 통신에 의해 보내진다. 또, 액압 센서(32)는, 마스터 실린더(9)의 브레이크 액압을 검출할 수 있다면, 마스터 실린더(9)에 직접 부착되도록 해도 좋고, 또한, 제2 ECU(35)를 통하지 않고 검출 신호를 직접 제1 ECU(27)에 입력되도록 구성해도 좋다.

[0033] 제1 ECU(27)의 출력측은, 전동 모터(22), 차량 탑재 신호선(28), 차량 데이터 버스(29) 등에 접속되어 있다. 그리고, 제1 ECU(27)는, 조작량 검출 센서(8)나 액압 센서(32)로부터의 검출 신호 등에 따라서 전동 액추에이터(21)에 의해 마스터 실린더(9) 내에 발생시키는 브레이크 액압을 가변으로 제어하고, 전동 배력 장치(17)가 정상적으로 동작하고 있는지의 여부 등을 판별하는 기능도 갖고 있다.

[0034] 여기서, 전동 배력 장치(17)에 있어서는, 브레이크 페달(7)이 답입 조작되면, 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10) 내를 향해 입력 로드(20)가 전진하고, 이 때의 움직임이 조작량 검출 센서(8)에 의해 검출된다. 제1 ECU(27)는, 조작량 검출 센서(8)로부터의 검출 신호에 의해 전동 모터(22)에 기동 지령을 출력하여 전동 모터(22)를 회전 구동시키고, 그 회전이 감속 기구(24)를 통해 통형상 회전체(23)에 전달되고, 통형상 회전체(23)의 회전은, 직동 기구(25)에 의해 부스터 피스톤(19)의 축방향 변위로 변환된다.

[0035] 이 때, 부스터 피스톤(19)은, 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10) 내를 향해 입력 로드(20)와 일체적으로 전진하고, 브레이크 페달(7)로부터 입력 로드(20)에 부여되는 답력(추력)과 전동 액추에이터(21)로부터 부스터 피스톤(19)에 부여되는 부스터 추력에 따른 브레이크 액압이 마스터 실린더(9)의 제1, 제2 액압실(12A, 12B) 내에 발생한다. 또한, 차량 전체로서의 제동력을, 마찰 제동 장치(6)의 마찰 라이닝에 의한 마찰 제동력과 후술하는 모터·제너레이터(55)(도 1 참조)에 의한 회생 제동력으로 배분하는 경우, 즉, 마찰 제동력(마찰 브레이크)과 회생 제동력(회생 브레이크)의 양 제동력으로 차량 전체의 제동력을 얻는 경우는, 회생 제동력에 대응하는 만큼 브레이크 액압이 낮아지도록, 전동 액추에이터(21)에 의해 부스터 피스톤(19)을 변위시킨다.

[0036] 또, 제1 ECU(27)는, 액압 센서(32)로부터의 검출 신호를 신호선(28)으로부터 수취함으로써 마스터 실린더(9)에 발생한 액압을 감시할 수 있고, 전동 배력 장치(17)가 정상적으로 동작하고 있는지의 여부를 판별할 수 있다.

[0037] 다음으로, 차량의 각 차륜(전륜(2L, 2R) 및 후륜(3L, 3R))측에 배치된 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)와 마스터 실린더(9) 사이에 설치된 액압 공급 장치(33)(즉 ESC(33))에 대해 설명한다.

[0038] ESC(33)는, 전동 배력 장치(17)에 의해 마스터 실린더(9)(제1, 제2 액압실(12A, 12B)) 내에 발생한 브레이크 액압을, 차륜마다의 휠실린더압으로서 가변으로 제어하여 각 차륜(전륜(2L, 2R), 후륜(3L, 3R))의 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)에 개별적으로 공급하는 휠실린더압 제어 장치를 구성하고 있다.

[0039] 즉, ESC(33)은, 각종 브레이크 제어(예컨대, 전륜(2L, 2R), 후륜(3L, 3R)마다 제동력을 배분하는 제동력 배분 제어, 안티록 브레이킹 제어, 차량 안정화 제어 등)를 각각 행하는 경우에, 필요한 브레이크 액압을 마스터 실린더(9)로부터 실린더측 액압 배관(16A, 16B) 등을 통해 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)에 공급하는 것이다.

[0040] 여기서, ESC(33)는, 마스터 실린더(9)(제1, 제2 액압실(12A, 12B))로부터 실린더측 액압 배관(16A, 16B)을 통해 출력되는 액압을, 브레이크측 배관부(34A, 34B, 34C, 34D)를 통해 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)에 분배, 공급한다. 이에 따라, 전술한 바와 같이 차륜(전륜(2L, 2R), 후륜(3L, 3R))마다 각각 독립된 제동력이 개별적으로 부여된다. ESC(33)는, 후술하는 각 제어 밸브(40, 40', 41, 41', 42, 42', 45, 45', 46, 46', 53, 53')와, 액압 펌프(47, 47')를 구동시키는 전동 모터(48)와, 액압 제어용 리저버(52, 52')를 포함하여 구성되어 있다.

[0041] 제2 ECU(35)는, 예컨대 마이크로컴퓨터 등으로 이루어져 있고, ESC(33)의 일부를 구성하고 있다. 제2 ECU(35)는, 제1 ECU(27)와 함께, 마찰 제동 장치(6)를 제어하는 제어 수단(마찰 제동 제어 수단)이 되는 것이다. 구체적으로는, 제2 ECU(35)는, ESC(33)을 전기적으로 구동 제어하는 제2 제어 회로(액압 공급 장치용 컨트롤러)를 구성하고 있다. 제2 ECU(35)의 입력측은, 액압 센서(32), 신호선(28), 차량 데이터 버스(29), 후술하는 슬립량 검출기(56) 등에 접속되어 있다. 제2 ECU(35)의 출력측은, 후술하는 각 제어 밸브(40, 40', 41, 41', 42, 42', 45, 45', 46, 46', 53, 53'), 전동 모터(48), 신호선(28), 차량 데이터 버스(29) 등에 접속되어 있다. 또한, 제2 ECU(35)는, 전원 라인(30)과 접속되고, 그 전원 라인(30)을 통하여 배터리(31)(도 1 참조)로부터의 전력이 급전된다.

[0042] 여기서, 제2 ECU(35)는, ESC(33)의 각 제어 밸브(40, 40', 41, 41', 42, 42', 45, 45', 46, 46', 53, 53'), 전동 모터(48) 등을 후술하는 바와 같이 개별적으로 구동 제어한다. 이것에 의해, 제2 ECU(35)는, 브레이크측 배관부(34A~34D)로부터 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)에 공급하는 브레이크 액압을 감압, 유지, 증압 또는 가압하는

제어를, 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)마다 개별적으로 행하는 것이다.

- [0043] 즉, 제2 ECU(35)는, ESC(33)을 작동 제어함으로써, 예컨대 차량의 제동시에 접지 하중 등에 따라서 각 차륜(전륜(2L, 2R) 및 후륜(3L, 3R))에 적절하게 제동력을 배분하는 제동력 배분 제어, 제동시에 각 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 제동력을 자동적으로 조정하여 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 록을 방지하는 안티록 브레이킹 제어, 주행중의 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 사이드 슬립을 감지하여 브레이크 페달(7)의 조작량에 상관없이 각 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)에 부여하는 제동력을 적절하게 자동적으로 제어하면서, 언더스티어 및 오버스티어를 억제하여 차량의 거동을 안정시키는 차량 안정화 제어, 언덕길(특히 오르막길)에 있어서 제동 상태를 유지하여 발진을 보조하는 언덕길 발진 보조 제어, 발진시 등에 있어서 차륜의 공전을 방지하는 트랙션 제어, 선행 차량에 대하여 일정한 차간을 유지하는 차량 추종 제어, 주행 차선을 유지하는 차선 이탈 회피 제어, 차량 전방 또는 후방의 장애물과의 충돌을 회피하는 장애물 회피 제어 등을 실행할 수 있다.
- [0044] ESC(33)는, 마스터 실린더(9)의 한쪽의 출력 포트(즉 실린더측 액압 배관(16A))에 접속되어 좌측 전륜(FL)측의 휠실린더(4L)과 우측 후륜(RR)측의 휠실린더(5R)에 액압을 공급하는 제1 액압 계통(36)과, 다른쪽의 출력 포트(즉 실린더측 액압 배관(16B))에 접속되어 우측 전륜(FR)측의 휠실린더(4R)와 좌측 후륜(RL)측의 휠실린더(5L)에 액압을 공급하는 제2 액압 계통(36')의 2계통의 액압 회로를 구비하고 있다. 여기서, 제1 액압 계통(36)과 제2 액압 계통(36')은 동일한 구성을 갖고 있기 때문에, 이하의 설명은 제1 액압 계통(36)에 관해서만 행하고, 제2 액압 계통(36')에 관해서는 각 구성 요소의 부호에 「'」를 붙이고, 각각의 설명을 생략한다.
- [0045] ESC(33)의 제1 액압 계통(36)은, 실린더측 액압 배관(16A)의 선단측에 접속된 브레이크 관로(37)를 가지며, 브레이크 관로(37)는, 제1 관로부(38) 및 제2 관로부(39)의 2개로 분기되어 휠실린더(4L, 5R)에 각각 접속되어 있다. 브레이크 관로(37) 및 제1 관로부(38)는, 브레이크측 배관부(34A)와 함께 휠실린더(4L)에 액압을 공급하는 관로를 구성하고, 브레이크 관로(37) 및 제2 관로부(39)는, 브레이크측 배관부(34D)와 함께 휠실린더(5R)에 액압을 공급하는 관로를 구성하고 있다.
- [0046] 브레이크 관로(37)에는 브레이크 액압의 공급 제어 밸브(40)가 설치되고, 그 공급 제어 밸브(40)는, 브레이크 관로(37)를 개, 폐하는 상시 개방의 전자 변환 밸브에 의해 구성되어 있다. 제1 관로부(38)에는 증압 제어 밸브(41)가 설치되고, 그 증압 제어 밸브(41)는, 제1 관로부(38)를 개, 폐하는 상시 개방의 전자 변환 밸브에 의해 구성되어 있다. 제2 관로부(39)에는 증압 제어 밸브(42)가 설치되고, 그 증압 제어 밸브(42)는, 제2 관로부(39)를 개, 폐하는 상시 개방의 전자 변환 밸브에 의해 구성되어 있다.
- [0047] 한편, ESC(33)의 제1 액압 계통(36)은, 휠실린더(4L, 5R)측과 액압 제어용 리저버(52)를 각각 접속하는 제1, 제2 감압 관로(43, 44)를 가지며, 이들 감압 관로(43, 44)에는 각각 제1, 제2 감압 제어 밸브(45, 46)가 설치되어 있다. 제1, 제2 감압 제어 밸브(45, 46)는, 감압 관로(43, 44)를 각각 개, 폐하는 상시 폐쇄의 전자 변환 밸브에 의해 구성되어 있다.
- [0048] 또한, ESC(33)은, 액압원인 액압 발생 수단으로서의 액압 펌프(47)를 구비하고, 그 액압 펌프(47)는 전동 모터(48)에 의해 회전 구동된다. 여기서, 전동 모터(48)는, 제2 ECU(35)로부터의 급전에 의해 구동되고, 급전 정지에는 액압 펌프(47)와 함께 회전 정지된다. 액압 펌프(47)의 토출측은, 역지 밸브(49)를 통해 브레이크 관로(37) 중 공급 제어 밸브(40)보다 하류측이 되는 위치(즉, 제1 관로부(38)와 제2 관로부(39)가 분기되는 위치)에 접속되어 있다. 액압 펌프(47)의 흡입측은, 역지 밸브(50, 51)를 통해 액압 제어용 리저버(52)에 접속되어 있다.
- [0049] 액압 제어용 리저버(52)는, 잉여의 브레이크액을 일시적으로 저류하기 위해 설치되며, 브레이크 시스템(ESC(33))의 안티록 브레이킹 제어시에 한정되지 않고, 그 외의 브레이크 제어시에도 휠실린더(4L, 5R)의 실린더실(도시하지 않음)로부터 유출되는 잉여의 브레이크액을 일시적으로 저류하는 것이다. 또한, 액압 펌프(47)의 흡입측은, 역지 밸브(50) 및 상시 폐쇄의 전자 변환 밸브인 가압 제어 밸브(53)를 통해 마스터 실린더(9)의 실린더측 액압 배관(16A)(즉, 브레이크 관로(37) 중 공급 제어 밸브(40)보다 상류측이 되는 위치)에 접속되어 있다.
- [0050] ESC(33)를 구성하는 각 제어 밸브(40, 40', 41, 41', 42, 42', 45, 45', 46, 46', 53, 53') 및 액압 펌프(47, 47')를 구동시키는 전동 모터(48)는, 제2 ECU(35)로부터 출력되는 제어 신호에 따라서 각각의 동작 제어가 미리 결정된 순서로 행해진다.
- [0051] 즉, ESC(33)의 제1 액압 계통(36)은, 운전자의 브레이크 조작에 의한 통상의 동작시에 있어서, 전동 배력 장치(17)에 의해 마스터 실린더(9)에서 발생한 액압을, 브레이크 관로(37) 및 제1, 제2 관로부(38, 39)를 통해 휠실

린더(4L, 5R)에 직접 공급한다. 예컨대, 안티록 브레이킹 제어 등을 실행하는 경우는, 증압 제어 밸브(41, 42)를 폐쇄하여 휠실린더(4L, 5R)의 액압을 유지하고, 휠실린더(4L, 5R)의 액압을 감압할 때에는, 감압 제어 밸브(45, 46)를 개방하여 휠실린더(4L, 5R)의 액압이 액압 제어용 리저버(52)에 방출되도록 배출한다.

[0052] 또한, 차량 주행시의 안정화 제어(사이드 슬립 방지 제어) 등을 행하기 위해 휠실린더(4L, 5R)에 공급하는 액압을 증압할 때에는, 공급 제어 밸브(40)를 폐쇄한 상태로 전동 모터(48)에 의해 액압 펌프(47)를 작동시키고, 그 액압 펌프(47)로부터 토출한 브레이크액을 제1, 제2 관로부(38, 39)를 통해 휠실린더(4L, 5R)에 공급한다. 이때, 가압 제어 밸브(53)가 개방되어 있는 것에 의해, 마스터 실린더(9)측으로부터 액압 펌프(47)의 흡입측으로 리저버(15) 내의 브레이크액이 공급된다.

[0053] 이와 같이, 제2 ECU(35)는, 차량 운전 정보 등에 기초하여 공급 제어 밸브(40), 증압 제어 밸브(41, 42), 감압 제어 밸브(45, 46), 가압 제어 밸브(53) 및 전동 모터(48)(즉 액압 펌프(47))의 작동을 제어하여, 휠실린더(4L, 5R)에 공급하는 액압을 적절하게 유지하거나, 감압 또는 증압하거나 한다. 이것에 의해, 전술한 제동력 분배 제어, 차량 안정화 제어, 브레이크 어시스트 제어, 안티록 브레이킹 제어, 트랙션 제어, 언덕길 발진 보조 제어 등의 브레이크 제어가 실행된다.

[0054] 한편, 전동 모터(48)(즉 액압 펌프(47))를 정지한 상태로 행하는 통상의 제동 모드에서는, 공급 제어 밸브(40) 및 증압 제어 밸브(41, 42)를 개방하고, 감압 제어 밸브(45, 46) 및 가압 제어 밸브(53)를 폐쇄한다. 이 상태로, 브레이크 페달(7)의 답입 조작에 따라서 마스터 실린더(9)의 제1 피스톤(즉 부스터 피스톤(19), 입력 로드(20))과 제2 피스톤(11)이 실린더 본체(10) 내를 축방향으로 변위할 때에, 제1 액압실(12A) 내에 발생한 브레이크 액압이, 실린더측 액압 배관(16A)측으로부터 ESC(33)의 제1 액압 계통(36), 브레이크측 배관부(34A, 34D)를 통해 휠실린더(4L, 5R)에 공급된다. 제2 액압실(12B) 내에 발생한 브레이크 액압은, 실린더측 액압 배관(16B)측으로부터 제2 액압 계통(36'), 브레이크측 배관부(34B, 34C)를 통해 휠실린더(4R, 5L)에 공급된다.

[0055] 또한, 전동 배력 장치(17)의 고장에 의해 부스터 피스톤(19)을 전동 모터(22)로 작동할 수 없는 경우에는, 제1, 제2 액압실(12A, 12B) 내에 발생한 브레이크 액압을 제2 ECU(35)에 접속된 액압 센서(32)에 의해 검출하여, 이 검출치를 브레이크 페달(7)의 조작량으로서 그 검출치에 따른 휠실린더압이 되도록 휠실린더(4L, 5R)를 증압하는 어시스트 제어를 행한다. 어시스트 제어에서는, 가압 제어 밸브(53)와 증압 제어 밸브(41, 42)를 개방하고, 공급 제어 밸브(40) 및 감압 제어 밸브(45, 46)를 적절하게 개방, 폐쇄한다. 이 상태로, 전동 모터(48)에 의해 액압 펌프(47)를 작동시켜, 그 액압 펌프(47)로부터 토출하는 브레이크액을 제1, 제2 관로부(38, 39)를 통해 휠실린더(4L, 5R)에 공급한다. 이에 따라, 마스터 실린더(9)측에서 발생하는 브레이크 액압에 기초하여, 액압 펌프(47)로부터 토출하는 브레이크액에 의해 휠실린더(4L, 5R)에 의한 제동력을 발생시킬 수 있다.

[0056] 또, 액압 펌프(47)로는, 예컨대 플런저 펌프, 트로코이드 펌프, 기어 펌프 등의 공지의 액압 펌프를 이용할 수 있지만, 차량 탑재성, 정숙성, 펌프 효율 등을 고려하면 기어펌프로 하는 것이 바람직하다. 전동 모터(48)로는, 예컨대 DC 모터, DC 브러시리스 모터, AC 모터 등의 공지의 모터를 이용할 수 있지만, 본 실시형태에 있어서는, 차량 탑재성 등의 관점에서 DC 모터로 하고 있다.

[0057] 또한, ESC(33)의 각 제어 밸브(40, 41, 42, 45, 46, 53)는, 그 특성을 각각의 사용 양태에 따라서 적절하게 설정할 수 있지만, 그 중 공급 제어 밸브(40) 및 증압 제어 밸브(41, 42)를 상시 개방 밸브로 하고, 감압 제어 밸브(45, 46) 및 가압 제어 밸브(53)를 상시 폐쇄 밸브로 함으로써, 제2 ECU(35)로부터의 제어 신호가 없는 경우에도 마스터 실린더(9)로부터 휠실린더(4L~5R)에 액압을 공급할 수 있다. 따라서, 브레이크 시스템의 페일 세이프(fail-safe) 및 제어 효율의 관점에서, 이러한 구성으로 하는 것이 바람직한 것이다.

[0058] 한편, 차량에 탑재된 차량 데이터 버스(29)에는, 후술하는 모터·제너레이터(55)(도 1 참조)를 전기적으로 구동 제어하는 제3 제어 회로(전력 충전용 컨트롤러, 회생 협조 제어 장치)로서의 제3 ECU(54)가 접속되어 있다. 제3 ECU(54)는, 제1, 제2 ECU(27, 35)와 마찬가지로 마이크로컴퓨터 등으로 이루어지며, 예컨대 모터·제너레이터(55)의 구동 상태(역행, 회생)를 제어하는 모터·제너레이터용 컨트롤러(제어 장치)를 포함하여 구성되어 있다.

[0059] 이 경우, 제3 ECU(54)는, 차량의 감속시 및 제동시 등에 차륜(본 실시형태의 경우는 전륜(2L, 2R))의 회전에 의한 관성력을 이용하여 차량 구동용의 전동기(전동 모터)인 모터·제너레이터(55)를 제어함으로써, 운동 에너지를 전력으로서 회수(회생)하면서 제동력을 얻는 것이다. 제3 ECU(54)는, 차량 데이터 버스(29)를 통해 제1 ECU(27)와 제2 ECU(35)에 접속되고, 회생 제동량을 제어하는 제어 수단(회생 제동 제어 수단)을 구성하고 있다. 또한, 제3 ECU(54)는, 전원 라인(30)과 접속되고, 그 전원 라인(30)을 통하여 배터리(31)(도 1 참조)로부터의 전력이 급전된다.

- [0060] 제3 ECU(54)에 접속된 회생 제동 장치로서의 모터·제너레이터(M·G)(55)는, 차량의 가속시 등에 차량을 주행시키기 위한 구동을 행하고, 차량의 감속시 등에 차량의 관성력에 기초하여 발전(회생)을 행하는 전동 모터(발전 전동기)로서 구성되어 있다. 즉, 모터·제너레이터(55)는, 예컨대 차량의 축전 장치(도시하지 않음)에 축전된 전력에 기초하여 차량을 주행하기 위한 토크(회전력)를 발생시키는 모터(전동기)로서의 역할과, 차량의 주행 관성력에 기초하여 발전을 행하는 제너레이터(발전기)로서의 역할을 갖는 것이다. 또, 도 1에서는, 차량의 구동원으로서 모터·제너레이터(55)만을 나타내고 있지만, 예컨대 전기 자동차라면 모터·제너레이터(55)가 주행용의 구동원이 되고, 하이브리드 자동차라면 모터·제너레이터(55)와 도시하지 않은 엔진(내연기관)이 주행용의 구동원이 된다.
- [0061] 다음으로, 제3 ECU(54)와 제1 ECU(27)에 의해 행해지는 회생 협조 제어에 대해 설명한다. 여기서, 회생 협조 제어란, 감속시 및 제동시 등에, 차량의 관성력에 기초하여 모터·제너레이터(55)를 회전시킴으로써 운동 에너지를 전력으로서 회수(회생)하고, 운전자의 브레이크 조작량에 기초하여 산출되는 원하는 제동력으로부터, 모터·제너레이터(55)의 회생에 의한 제동력(회생 제동력)을 제하고 마찰 제동 장치(6)의 마찰 라인에 의한 제동력(마찰 제동력)을 조정함으로써, 이들 양 제동력으로 차량 전체적으로 원하는 제동력을 얻도록 하는 브레이크 제어이다.
- [0062] 즉, 브레이크 페달(7)이 조작되었을 때에, 그 브레이크 페달(7)의 조작량에 대한 마찰 제동력을 그대로 발생시키는 것에 더하여, 모터·제너레이터(55)의 운동 에너지에 의한 회생 제동력을 발생시키면, 차량 전체로서의 제동력이 지나치게 커진다. 따라서, 회생 협조 제어에서는, 브레이크 페달(7)의 조작량에 대한 전동 배력 장치(17)(전동 모터(22))의 제어량을 변화시킴으로써, 회생 제동력에 대응하는 만큼 마스터 실린더(9)의 액압을 감압하고, 마찰 제동분의 제동력과 회생 제동분의 제동력으로, 브레이크 페달(7)의 조작에 따른 원하는 제동력이 얻어지도록 한다.
- [0063] 여기서, 회생 협조 제어에 의해 발생시키는 회생 제동의 최대치는, 전동 배력 장치(17)의 전동 모터(22)의 제어량을 변화시킴으로써 실현 가능한 마스터 실린더(9)의 감압량에 의해 규정된다. 이 때문에, 전동 모터(22)를 제어하는 제1 ECU(27)로부터 모터·제너레이터(55)를 제어하는 제3 ECU(54)에 대하여, 요구 회생 제동량이 차량 데이터 버스(29)를 통해 송신된다. 이 요구 회생 제동량은 제1 ECU(27)에 의해 규정하지만, 실제로 모터·제너레이터(55)에 의한 회생 제동력을 발생시키는 것은 제3 ECU(54)이므로, 요구 회생 제동량과 실제 회생 제동량이 상이할 가능성이 있다.
- [0064] 만약 실제 회생 제동량이 요구 회생 제동량과 상이한 경우는, 액압에 의한 마찰 제동량과 모터·제너레이터(55)에 의한 회생 제동량의 총제동량이 작아진다. 이 때문에, 감속도 중단 또는 감속도의 저하가 발생할 우려가 있다. 이 감속도 중단 또는 감속도의 저하를 억제하기 위해, 실제로 발생하는 회생 제동량을 실행 회생 제동량으로서 차량 데이터 버스(29)를 통해 제3 ECU(54)로부터 제1 ECU(27)에 송신한다. 제1 ECU(27)는, 수신한 실행 회생 제동량에 기초하여 그 실행 회생 제동량에 상당하는 마스터 실린더(9)의 감압량을 규정하고, 그 감압량을 가산한 마찰 제동량을 발생시키도록 전동 모터(22)를 구동시켜, 운전자의 브레이크 조작량에 기초하여 산출되는 원하는 제동력을 발생시킨다. 또, 실행 회생 제동량은, 반드시 요구 회생 제동량보다 작은 값이 되도록 한다.
- [0065] 그런데, 회생 협조 제어를 행하는 차량에서는, 다음과 같은 주행 장면이 발생하는 경우가 있다. 즉, 주행중에 운전자가 브레이크 페달(7)을 답입하여 회생 협조 제어가 실행되면, 전술한 바와 같이 마찰 제동량이 회생 제동량 만큼 감소하기 때문에, 구동륜(본 실시형태의 경우는 전륜(2L, 2R))에서의 총제동량이 회생 협조 제어 비실시시에 비해서 커진다. 이 때, 구동륜에서의 총제동량이 슬립 한계량보다 커지면, 차량의 선회시에 구동륜이 슬립할 우려가 있다. 이 경우, 오버스티어(또는 언더스티어)가 발생하고, 차량 거동이 불안정해질 우려가 있다. 또한, 구동륜의 제동량이 커짐으로써, 슬립이 발생하고, 회생 협조 제어 비실시시에 비해서 ESC(33)에 의한 안티록 브레이킹 제어가 조기에 시작되어 버리는, 소위 안티록 브레이킹 제어의 조기 개입이 생겨 버릴 우려가 있다.
- [0066] 따라서, 본 실시형태에서는, 예컨대 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 슬립량(내지 슬립률)을 검출하여, 이 구동륜(전륜(2L, 2R))의 제동량이 슬립 한계량보다 커진 경우에, 슬립 초기 단계에서 회생 제동량을 크게 감소시킴으로써 구동륜(전륜(2L, 2R))에서의 총제동량을 작게 하여, 차량 거동의 변화의 억제와 안티록 브레이킹 제어의 조기 개입의 억제를 도모할 수 있도록 하고 있다. 이 때문에, 제2 ECU(35)에는, 차량에 설치된 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 슬립량(내지 슬립률)을 검출하는 슬립량 검출 수단으로서의 슬립량 검출기(56)가 접속되어 있다.
- [0067] 슬립량 검출기(56)는, 예컨대 각 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 회전 속도를 검출하는 차륜 속도 센서에 의해 구성할 수 있다. 이 경우는, 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 회전 속도와 종동륜이 되는 후륜(3L, 3R)의 회전 속도의 차

에 기초하여, 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 슬립량을 산출할 수 있다. 또한, 슬립량 검출기(56)는, 예컨대 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 회전 속도를 검출하는 차륜 속도 센서와 트랜스미션의 회전축의 회전 속도를 검출하는 차속 센서에 의해 구성할 수도 있다. 이 경우에는, 차륜 속도 센서에 의해 검출되는 차륜 속도와 차속 센서에 의해 검출되는 차속(차체 속도, 차량 속도)의 차에 기초하여, 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 슬립량을 산출할 수 있다. 또, 도 1, 2에 있어서는, 설명의 편의상, 슬립량 검출기(56)와 ESC(33)의 제2 ECU(35)로 별도로 기재하고 있지만, 제2 ECU(35)에 슬립량 검출 기능을 넣도록 해도 좋다. 이 경우에는, 제2 ECU(35)에 각 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 회전 속도를 검출하는 차륜 속도 센서가 접속되게 된다.

[0068] 한편, 예컨대 제1 ECU(27)는, 모터·제너레이터(55)에 의한 회생 제동중에, 제2 ECU(35), 차량 데이터 버스(29)를 통해 수신하는 슬립량 검출기(56)의 검출치에 의해 차륜(구체적으로는 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R))이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때에, 모터·제너레이터(55)의 회생 제동량을 감소시키는 회생 슬립 제어 수단(후술하는 도 3의 단계 3, 단계 6의 처리)을 갖고 있다. 이 회생 슬립 제어 수단은, 모터·제너레이터(55)에 의한 회생 제동중에, 슬립량 검출기(56)의 검출치에 기초하여 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)이 슬립하고 있는 것이 검출되고 있는 동안, 모터·제너레이터(55)의 회생 제동량을 미리 정해진 양 감소시킨 후, 감소시킨 회생 제동량을 미리 정해진 시간 유지하는 슬립 억제 제어를 반복하여 행하는 것이다.

[0069] 이 경우, 회생 슬립 제어 수단에 있어서는, 차륜(전륜(2L, 2R))이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 회생 제동의 미리 정해진 감소량(예컨대 1회째의 미리 정해진 감소량)이, 그 후의 슬립 억제 제어에서의 회생 제동의 미리 정해진 감소량(예컨대 2회째의 미리 정해진 감소량)보다 크게 설정되어 있다. 즉, 회생 슬립 제어 수단은, 후술하는 도 4 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 구동륜의 슬립량이 슬립 임계치 이상이 되면, 모터·제너레이터(55)의 회생 제동량을 감소시킴으로써 구동륜 제동량을 단계적으로 감소시킨다. 이 경우에, 회생 제동량의 감소량은, 초기(예컨대 최초)의 감소량을 그 후(예컨대 2회째 이후)의 감소량에 비교하여 크게 설정하고 있다. 이에 따라, 회생 제동에 의해 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다. 또, 제1 ECU(27)에 의해 실행되는 도 3의 처리에 관해서는 후술한다.

[0070] 실시형태에 의한 브레이크 제어 장치는 전술한 바와 같은 구성을 갖는 것이며, 다음에 그 작동에 관해 설명한다.

[0071] 우선, 차량의 운전자가 브레이크 페달(7)을 답입 조작하면, 이에 따라 입력 로드(20)가 화살표 A 방향으로 밀어넣어지고, 조작량 검출 센서(8)로부터의 검출 신호가 제1 ECU(27)에 입력된다. 제1 ECU(27)는, 그 검출치에 따라서 전동 배력 장치(17)의 전동 액츄에이터(21)를 작동 제어한다. 즉, 제1 ECU(27)는, 조작량 검출 센서(8)로부터의 검출 신호에 기초하여 전동 모터(22)에 대한 급전을 행하여, 그 전동 모터(22)를 회전 구동시킨다. 이 경우, 제1 ECU(27)는, 브레이크 페달(7)의 스트로크량에 따른 운전자가 의도하는 제동력(차량 전체로서의 제동력)으로부터 모터·제너레이터(55)의 회생에 의한 제동력(회생 제동력)을 제한, 마찰 제동 장치(6)에서 발생시켜야 할 제동력(마찰 제동력)을 연산하고, 이 제동력을 얻기 위해 필요한 액압이 되도록 전동 모터(22)에 대한 급전을 행하여, 그 전동 모터(22)를 회전 구동시킨다.

[0072] 전동 모터(22)의 회전은 감속 기구(24)를 통해 통형상 회전체(23)에 전달되고, 통형상 회전체(23)의 회전은 직동 기구(25)에 의해 부스터 피스톤(19)의 축방향 변위로 변환된다. 이에 따라, 전동 배력 장치(17)의 부스터 피스톤(19)은, 마스터 실린더(9)의 실린더 본체(10) 내로 갈수록 전진 방향으로 변위하고, 브레이크 페달(7)로부터 입력 로드(20)에 부여되는 답력(추력)과 전동 액츄에이터(21)로부터 부스터 피스톤(19)에 부여되는 부스터 추력에 따른 브레이크 액압이 마스터 실린더(9)의 제1, 제2 액압실(12A, 12B) 내에 발생한다.

[0073] 다음으로, 각 차륜(전륜(2L, 2R) 및 후륜(3L, 3R))측의 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)와 마스터 실린더(9) 사이에 설치된 ESC(33)는, 전동 배력 장치(17)에 의해 마스터 실린더(9)(제1, 제2 액압실(12A, 12B)) 내에 발생한 마스터 실린더압으로서의 액압을, 실린더측 액압 배관(16A, 16B)으로부터 ESC(33) 내의 액압 계통(36, 36') 및 브레이크측 배관부(34A, 34B, 34C, 34D)를 통해 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)로 가변으로 제어하면서, 차륜마다의 휠실린더압으로서 분배하여 공급한다. 이에 따라, 차량의 차륜(각 전륜(2L, 2R), 각 후륜(3L, 3R))마다 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)를 통해 적정한 제동력이 부여된다.

[0074] 또한, ESC(33)를 제어하는 제2 ECU(35)는, 신호선(28)을 통하여 수취하는 조작량 검출 센서(8)로부터의 검출 신호 등에 기초하여, 전동 모터(48)에 급전하여 액압 펌프(47, 47')를 작동하고, 각 제어 밸브(40, 40', 41, 41', 42, 42', 45, 45', 46, 46', 53, 53')를 선택적으로 개방, 폐쇄한다. 이에 따라, 제동력 배분 제어, 안티록 브레이킹 제어, 차량 안정화 제어, 언덕길 발진 보조 제어, 트랙션 제어, 차량 추종 제어, 차선 이탈 회피 제어, 장애물 회피 제어 등을 실행할 수 있다. 특히, 안티록 브레이킹 제어에 있어서는, 슬립량 검출기(56)에서 검출

되는 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 슬립량(내지 슬립률)이 미리 정해진 시간 계속하여 안티록 슬립 임계치를 초과했을 때에, 각 제어 밸브(40, 40', 41, 41', 42, 42', 45, 45', 46, 46', 53, 53')를 선택적으로 개방, 폐쇄하여 휠실린더(4L, 4R, 5L, 5R)의 브레이크압을 감압, 유지, 증압함으로써 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 슬립(률)을 억제 하도록 하고 있다.

[0075] 그런데, 전술한 특허문헌 1에 의한 종래 기술에서는, 차체 속도와 차륜 속도로부터 상대 슬립률을 산출하고, 그 슬립률에 따라서 회생 제동의 크기를 억제하고 있다. 한편, 예컨대 회생 제동에 기초하는 회생 전력을 증대하고, 전력에 의한 항속 거리의 연장을 도모하기 위해, 회생 제동 영역을 증대하는, 즉, 회생 제동량의 증가 구배를 급격하게 하는 것이 고려된다. 그러나, 증가 구배를 급격하게 하면, 구동륜에서 발생하는 제동량 변화율이 커지고, 구동륜의 제동력이 슬립 한계보다 큰 제동력 과다로 되어 있는 시간이 길어질 우려가 있다. 즉, 예컨대 특허문헌 1에 의한 구성에서는, 슬립률이 일정량을 초과하면, 회생 제동량을 억제하더라도 제동량이 과잉 상태가 계속되어, 차량 거동이 불안정해질 우려가 있다.

[0076] 이에 비해, 본 실시형태에서는, 전술한 바와 같이 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때에, 회생 제동량을 감소시켜 구동륜 제동량을 감소시킨다. 이 경우에, 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 회생 제동 감소량을 그 후의 회생 제동 감소량보다 크게 설정함으로써, 슬립이 발생했을 때에도 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있도록 구성하고 있다.

[0077] 다음으로, 제1 ECU(27)에서 행해지는 회생 제어 처리(회생 슬립 억제 처리)에 관해, 도 3의 흐름도를 이용하여 설명한다. 또, 도 3의 처리는, 제1 ECU(27)에 통전하고 있는 동안, 제1 ECU(27)에 의해 미리 정해진 제어 시간마다(미리 정해진 제어 주기로) 반복 실행된다.

[0078] 제1 ECU(27)에 통전이 시작(또는 운전자가 차량 주행중에 브레이크 페달(7)을 조작한)됨으로써, 도 3의 처리 동작이 스타트하면, 제1 ECU(27)는 단계 1에서, 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 슬립량의 산출을 행한다. 이 슬립량은, 슬립량 검출기(56)의 검출치에 기초하여 행한다. 예컨대, 슬립량 검출기(56)를 각 차륜(2L, 2R, 3L, 3R)의 회전 속도를 검출하는 차륜 속도 센서에 의해 구성된 경우는, 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 회전 속도와 종동륜이 되는 후륜(3L, 3R)의 회전 속도의 차에 기초하여, 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R)의 슬립량을 산출할 수 있다. 또한, 슬립량은, 차륜 속도 센서에 의해 검출되는 차륜 속도와 차속 센서에 의해 검출되는 차속(차체 속도, 차량 속도)의 차에 기초하여 산출할 수도 있다.

[0079] 계속되는 단계 2에서는, 단계 1에서 산출한 슬립량이 슬립 임계치 이상인지의 여부를 판정한다. 여기서, 슬립 임계치는, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 제동량을 (크게)감소시킬 필요가 있는지의 여부를 판정하기 위한 판정치가 되는 것이며, 차량 거동을 안정적으로 유지하기 위해 적절한 회생 제동량의 감소를 행할 수 있도록, 미리 실험, 계산, 시뮬레이션 등에 기초하여 그 값을 설정한다.

[0080] 단계 2에서 「YES」, 즉 슬립량이 슬립 임계치 이상으로 판정된 경우는, 슬립량이 커져, 차량 거동 악화나 조기의 안티록 브레이킹 제어 개입으로 이어질 가능성이 높아진다. 이 경우는, 단계 3으로 진행하여, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 회생 제동량(회생 토크)을 크게 감소시킨다. 그 이유는, 회생 제동량의 증가 구배가 급격해질수록, 단계 2에서 「YES」로 판정되었을 때에는, 도 4 및 도 5에 나타난 바와 같이, 회생 협조가 실시됨으로써 구동륜의 제동량이 슬립 한계량보다 더 커져 있기 때문에, 보다 빠르게 구동륜의 제동량을 슬립 한계량보다 작게 할 필요가 있다.

[0081] 또한, 슬립 한계량과 구동륜의 제동량의 차는, 슬립량을 검지하기까지의 시간이 길어질수록 커진다. 슬립 한계량과 구동륜의 제동량의 차가 커지면, 슬립량이 증가하여, 차량 거동 악화나 조기의 안티록 브레이킹 제어 개입으로 이어질 가능성이 높아진다. 이 때문에, 슬립량이 슬립 임계치 이상으로 판정된 경우는, 보다 많은 회생 제동량(회생 토크)을 감소시켜, 구동륜의 제동량을 보다 초기에 작게 함으로써, 차량 거동 악화나 조기의 안티록 브레이킹 제어 개입을 억제한다. 이 때문에, 단계 3에서 회생 제동량을 감소시키는 정도, 즉 「회생 제동량을 크게 감소」는, 예컨대 1회의 감소로 슬립 임계치를 충분히 하회할 수 있는 값이 되도록, 미리 실험, 계산, 시뮬레이션 등에 기초하여 그 값을 설정하고 있다. 단계 3에서, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 회생 제동량(회생 토크)을 크게 감소시킨 후, 리턴을 통해 스타트로 되돌아가, 단계 1 이후의 처리를 반복한다.

[0082] 한편, 단계 2에서 「NO」, 즉 슬립량이 슬립 임계치 미만으로 판정된 경우는, 슬립량이 작아, 차량 거동 악화나 조기의 안티록 브레이킹 제어 개입으로 이어질 가능성이 낮다고 생각된다. 그러나, 슬립 임계치 미만이라 하더라도 슬립량이 충분히 낮은 값이 아닐 가능성이 있다. 또한, 예컨대 현재의 제어 주기보다 전에, 단계 3 또는 단계 6에서 회생 제동량(회생 토크)을 감소시키는 처리를 행했지만, 아직 슬립량이 충분히 낮은 값까지 도달하

지 않았을 가능성이 있다.

- [0083] 따라서, 단계 2에서 「NO」로 판정된 경우는, 단계 4로 진행하여, 슬립량이 충분히 낮은 값(목표로 해야 할 값)에 대응하는 목표 슬립량 이상인지의 여부를 판정한다. 여기서, 목표 슬립량은, 슬립량이 충분히 낮은 값인지의 여부를 판정하기 위한 판정치, 보다 구체적으로는, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 제동량을 (작게)감소시킬 필요가 있는지의 여부를 판정하기 위한 판정치가 되는 것이며, 차량 거동을 안정적으로 유지하기 위해 적절하게 회생 제동량의 감소를 행할 수 있도록, 미리 실험, 계산, 시뮬레이션 등에 기초하여 그 값을 설정한다.
- [0084] 단계 4에서 「NO」, 즉 슬립량이 목표 슬립량 미만으로 판정된 경우는, 슬립량이 충분히 낮기(슬립량이 제로 또는 작기) 때문에, 후술하는 단계 5, 6의 처리를 통하지 않고 리턴을 통해 스타트로 되돌아가, 단계 1 이후의 처리를 반복한다. 즉, 단계 4에서 「NO」로 판정된 경우는, 회생 제동량(회생 토크)을 감소시키는 처리는 행하지 않는다(통상의 회생 협조 제어를 계속한다).
- [0085] 한편, 단계 4에서 「YES」, 즉 슬립량이 목표 슬립량 이상으로 판정된 경우는 단계 5로 진행하여, 현재의 제어 주기보다 전에 행해진 회생 제동량(회생 토크)을 감소시키는 처리로부터 일정 시간 경과했는지의 여부를 판정한다. 즉, 전회의 회생 제동량을 감소시키고 나서 일정 시간 경과했는지의 여부를 판정한다. 이에 따라, 회생 제동량의 감소 간격을 일정 시간 확보하고, 회생 제동량을 일정 시간 유지시킨다.
- [0086] 그 이유는, 회생 제동량을 감소시킬 때에, 예컨대 한번에 모든 회생 제동량을 감소시키면, 순간적으로 감소분의 회생 제동분의 제동량에 대응하는 마찰 제동량을 액압으로 발생시킬 필요가 있지만, 마스터 실린더(9)의 액압 시동의 응답성에 따라서는, 감소분의 회생 제동량에 대응하는 마찰 제동량을 발생시킬 수 없을 가능성이 있기 때문이다. 이 경우에는, 제동력 부족이 되어, 차량 거동의 악화, 감속도 중단으로 이어질 우려가 있다. 따라서, 단계 5에서는, 회생 제동량을 감소시킨 후 그 감소시킨 회생 제동량을 유지시킬 수 있도록, 회생 토크를 감소후 일정 시간 경과했는지의 여부를 판정한다. 일정 시간은, 제동력 부족(차량 거동의 악화, 감속도 중단)을 억제할 수 있도록, 미리 실험, 계산, 시뮬레이션 등에 기초하여 그 값을 설정한다.
- [0087] 단계 5에서 「NO」, 즉 전회의 회생 제동량(회생 토크)의 감소후 일정 시간 경과하지 않았다고 판정된 경우는, 후술하는 단계 6을 통하지 않고, 현재의 회생 제동량을 유지한 채로 리턴을 통해 스타트로 되돌아가, 단계 1 이후의 처리를 반복한다. 한편, 단계 5에서 「YES」, 즉 전회의 회생 제동량(회생 토크)의 감소후 일정 시간 경과했다고 판정된 경우는, 단계 6으로 진행한다.
- [0088] 단계 6에서는, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 회생 제동량(회생 토크)을 단계 3의 처리에서의 감소량보다 작은 양으로 감소시킨다. 이와 같이 회생 제동량을 작게 감소시키는 이유는, 전술한 바와 같이, 회생 제동량의 감소량이 크면, 마스터 실린더(9)의 액압 시동의 응답성에 따라서는 제동력 부족이 되어 감속도 저하로 이어질 우려가 있기 때문이다. 단, 슬립량이 슬립 임계치 이상일 때에는, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 제동량을 슬립 한계량보다 더욱 조기에 작게 하기 위해, 단계 3의 처리에 의해 회생 제동량(회생 토크)을 크게 감소시킨다. 이에 비해, 단계 6에서는 슬립량이 슬립 임계치 미만이므로, 회생 제동량(회생 토크)을 작게 감소시켜 응답성에 따르는 제동력 부족(감속도 저하)을 억제한다. 이 때문에, 단계 6에서 회생 제동량을 감소시키는 정도, 즉 「회생 제동량을 작게 감소」는, 예컨대 응답성에 따르는 제동력 부족(감속도 저하)을 억제할 수 있는 값이 되도록, 미리 실험, 계산, 시뮬레이션 등에 기초하여 그 값을 설정할 수 있다. 단계 6에서 구동륜(전륜(2L, 2R))의 회생 제동량(회생 토크)을 작게 감소시켰다면, 리턴을 통해 스타트로 되돌아가, 단계 1 이후의 처리를 반복한다.
- [0089] 이렇게 하여, 차량 주행중에 운전자가 브레이크 페달(7)을 답입 조작하여 회생 협조 제어가 행해지고 있을 때에, 구동륜(전륜(2L, 2R))의 제동량이 슬립 한계량보다 커진 경우에는, 제1 ECU(27)로부터 도 3의 단계 3의 처리에 기초하여 감소한 요구 회생 제동량이, 차량 데이터 버스(29)를 통해 제3 ECU(54)에 송신된다. 이에 따라, 제3 ECU(54)는, 수신한 요구 회생 제동량이 실행 회생 제동량보다 작아지기 때문에, 구동륜의 회생 제동량을 작게 하고, 차량 데이터 버스(29)를 통해 제1 ECU(27)에 감소후의 회생 제동량(실행 회생 제동량)을 송신한다.
- [0090] 제1 ECU(27)는, 수신한 실행 회생 제동량과 운전자가 브레이크 페달(7)을 답입 조작함으로써 발생시켜야 할 총 제동량의 차분을, 전동 배력 장치(17)의 전동 모터(22)를 변화시켜 마스터 실린더(9)의 액압을 증압함으로써, 마찰 제동 장치(6)로 필요한 마찰 제동량을 발생시킨다. 그 결과, 차량 주행중에 운전자가 브레이크 페달(7)을 답입 조작하여 회생 협조 제어가 행해지고 있을 때에, 구동륜의 제동량이 큰 것에 의한 차륜의 슬립이 발생하는 경우에 있어서도, 적절한 제동량 바꾸기(회생 제동량을 단계적으로 감소시켜, 회생 제동량 감소분만큼 마찰 제동량을 증가시키는 것)를 실시할 수 있다. 이에 따라, 차량 거동의 악화, 안티록 브레이킹 제어의 조기 작동을

억제할 수 있다.

- [0091] 이상과 같이, 실시형태에서는, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다. 즉, 제1 ECU(27)는, 단계 2의 처리에 의해 차륜(예컨대 구동륜이 되는 전륜(2L, 2R))이 슬립하고 있는 것이 검출되면, 단계 3의 처리에 의해 회생 제동량을 감소시킨다. 이 경우에, 단계 3의 처리에 의한 회생 제동의 감소량은, 그 후의 회생 제동, 즉 단계 6의 처리에 의한 회생 제동의 미리 정해진 감소량보다 크게 설정되어 있다. 이에 따라, 슬립이 발생했을 때의 초기(최초)의 회생 제동의 미리 정해진 감소량을 크게 할 수 있어, 제동량이 과잉 상태가 계속되는 것을 억제할 수 있다(제동량이 과잉인 상태를 단시간으로 할 수 있다). 그 결과, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0092] 도 4 및 도 5는, 구동륜 제동량과 구동륜 슬립량의 시간 변화를 나타내고 있다. 그 중 도 4는, 단계 3에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리가 행해진 후, 단계 6에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리가 3회 반복된 예를 나타내고 있다. 이 경우는, 단계 3에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리에 의해, 구동륜 제동량이 슬립 한계량을 하회한 후 구동륜의 슬립량이 목표 슬립량을 하회할 때까지, 단계 6에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리가 3회 반복되고 있다. 한편, 도 5는, 단계 3에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리가 행해진 후, 단계 6에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리가 1회 행해진 예를 나타내고 있다. 이 경우는, 단계 3에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리에 의해 구동륜 제동량이 슬립 한계량을 하회한 후, 단계 6에 의한 회생 제동량을 감소시키는 처리가 1회 행해짐으로써, 구동륜의 슬립량이 목표 슬립량을 하회하고 있다. 어느 경우도, 제동량이 과잉인 상태(슬립 한계량 이상의 상태)가 계속되는 것을 억제할 수 있어, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0093] 또, 전술한 실시형태에서는, 도 3의 단계 2, 단계 3, 단계 5 및 단계 6의 처리가 본 발명의 구성 요건인 회생 슬립 제어 수단의 구체예를 나타내고 있다.
- [0094] 전술한 실시형태에서는, 회생 제동량을 감소시키는 간격(슬립 억제 제어를 행하는 간격)이 일정한 경우를 예를 들어 설명했다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 예컨대 도 6에 나타내는 제1 변형예와 같이 슬립 억제 제어를 행하는(회생 제동을 감소시키는) 간격 t_1 , t_2 를 가변($t_1 < t_2$)으로 해도 좋다. 이 경우는, 예컨대 슬립이 발생했을 때부터의 경과 시간이 짧을수록 슬립 억제 제어를 행하는 간격을 작게 하는, 즉 $t_1 < t_2$ 로 함으로써, 슬립의 발생 초기의 회생 제동의 (합계)감소량을 크게 할 수 있다. 반대로 말하면, 슬립 억제 제어를 반복할 때마다, 슬립 억제 제어를 행하는 간격을 길게 할 수 있다. 이에 따라, 이러한 면에서도, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0095] 전술한 실시형태에서는, 회생 제동량을 감소시킬 때의 미리 정해진 감소량이 일정(단계 6의 미리 정해진 감소량이 일정)한 경우를 예를 들어 설명했다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 예컨대 도 7에 나타내는 제2 변형예와 같이, 슬립 억제 제어를 반복할 때마다 미리 정해진 감소량 a , b , c , d , e , f 를 작게($a > b > c > d > e > f$) 해도 좋다. 이 경우는, 슬립의 발생 초기의 회생 제동의 감소량을 크게 하는 것과 그 후에 회생 제동의 미리 정해진 감소량이 과도하게 커지는 것을 억제할 수 있다. 이에 따라, 차량 거동을 안정적으로 유지하는 것과 회생 전력을 확보하는 것을 양립시킬 수 있다. 또, 본 제2 변형예는, 상기 제1 변형예와 조합하여 행하도록 해도 좋다.
- [0096] 전술한 실시형태에서는, 도 3에 나타내는 제어 처리를 제1 ECU(27)로 행하는 경우를 예를 들어 설명했다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 예컨대 도 3에 나타내는 제어 처리를 제3 ECU(54) 또는 제2 ECU(35)로 행하는 구성으로 해도 좋다. 또한, 그 이외의 차량에 배치되어 있는 ECU로 행하는 구성으로 해도 좋다.
- [0097] 전술한 실시형태에서는, 슬립량 검출 수단으로서의 슬립량 검출기(56)를 제2 ECU(35)에 접속하는 구성으로 한 경우를 예를 들어 설명했다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 슬립량 검출기(56)를 예컨대 제1 ECU(27) 또는 제3 ECU(54)에 접속하는 구성으로 해도 좋다. 또한, 그 이외의 차량에 배치되어 있는 ECU에 접속하는 구성으로 해도 좋다.
- [0098] 전술한 실시형태에서는, 차량 주행용(차량 구동용)의 전동기가 되는 모터·제너레이터(55)에 의해 전륜(2L, 2R)을 구동시키는 구성으로 한 경우를 예를 들어 설명했다. 즉, 구동륜이 전륜(2L, 2R)인 경우를 예를 들어 설명했다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 예컨대 모터·제너레이터(전동기)에 의해 후륜을 구동시키는 구성(구동륜이 후륜인 구성) 또는 전륜과 후륜(사륜)을 구동시키는 구성(구동륜이 전후륜인 구성)으로 해도 좋다.
- [0099] 이상의 실시형태에 의하면, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0100] 즉, 회생 슬립 제어 수단은, 차륜이 슬립하고 있는 것이 검출되었을 때의 회생 제동의 미리 정해진 감소량을, 그 후의 슬립 억제 제어에서의 회생 제동의 미리 정해진 감소량보다 크게 설정하고 있다. 이에 따라, 슬립이 발

생했을 때의 초기(최초)의 회생 제동의 미리 정해진 감소량을 크게 할 수 있어, 제동량이 과잉인 상태가 계속되는 것을 억제할 수 있다(제동량이 과잉인 상태를 단시간으로 할 수 있다). 그 결과, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.

[0101] 실시형태(제1 변형예)에 의하면, 회생 슬립 제어 수단은 슬립 억제 제어를 행하는 간격을 가변으로 하고 있다. 이 경우는, 예컨대 슬립이 발생했을 때부터의 경과 시간이 짧을수록 슬립 억제 제어를 행하는 간격을 작게(슬립 억제 제어를 반복할 때마다 슬립 억제 제어를 행하는 간격을 길게) 함으로써, 슬립의 발생 초기의 회생 제동의 (합계)감소량을 크게 할 수 있다. 이에 따라, 이러한 면에서도, 슬립이 발생했을 때에 차량 거동을 안정적으로 유지할 수 있다.

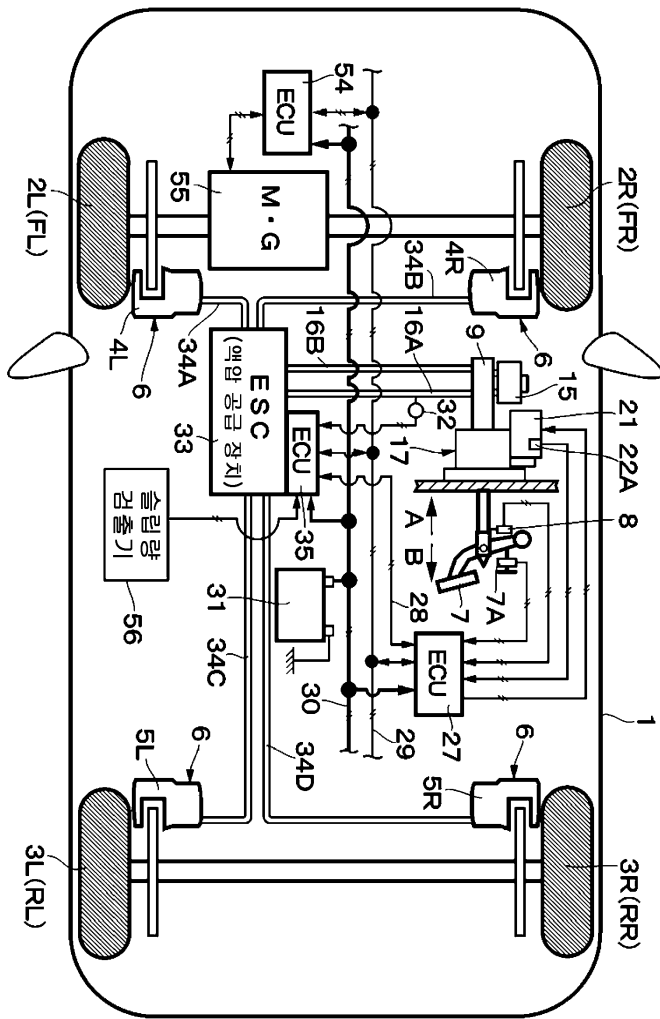
[0102] 실시형태(제2 변형예)에 의하면, 회생 슬립 제어 수단은, 슬립 억제 제어를 반복할 때마다 미리 정해진 감소량을 작게 하는 구성으로 하고 있다. 이 경우는, 슬립의 발생 초기의 회생 제동의 감소량을 크게 하는 것과 그 후에 회생 제동의 미리 정해진 감소량이 과도하게 커지는 것을 억제할 수 있다. 이에 따라, 차량 거동을 안정적으로 유지하는 것과 회생 전력을 확보하는 것을 양립시킬 수 있다.

부호의 설명

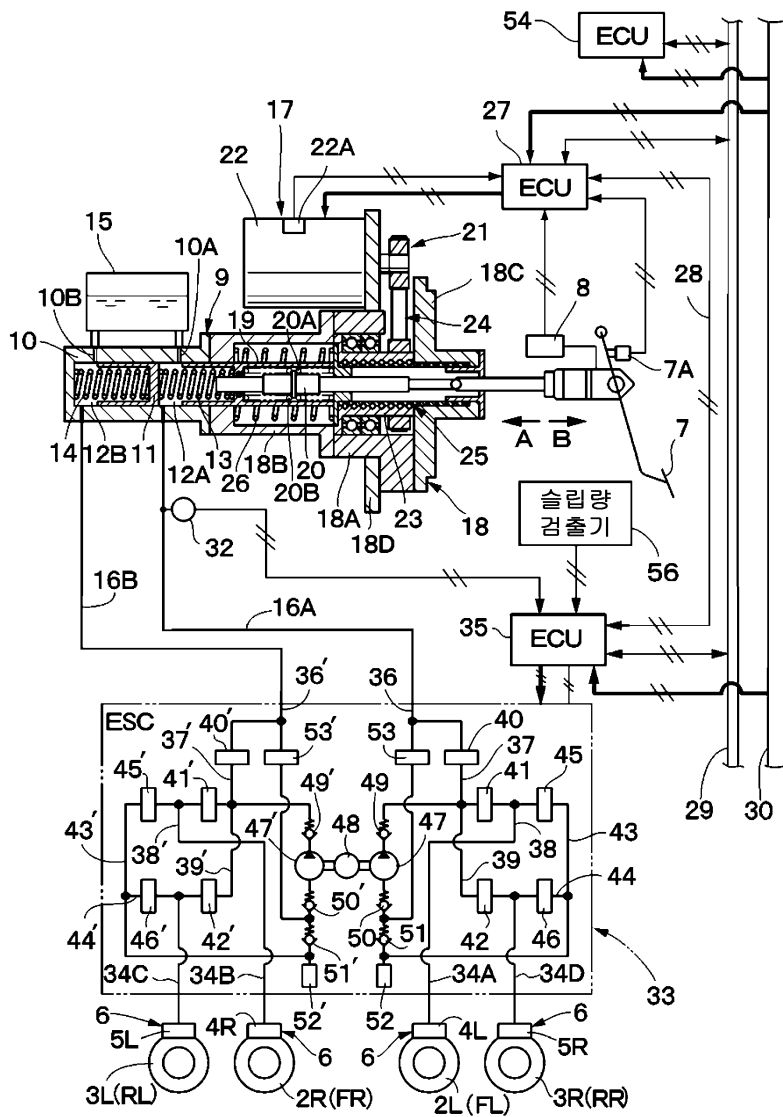
- | | | |
|--------|-------------------------|--------------------|
| [0103] | 2L, 2R : 전륜 | 3L, 3R : 후륜 |
| | 6 : 마찰 제동 장치 | 7 : 브레이크 페달 |
| | 17 : 전동 배력 장치 | 27 : 제1 ECU |
| | 33 : 액압 공급 장치(ESC) | 35 : 제2 ECU |
| | 54 : 제3 ECU | 55 : 모터·제너레이터(전동기) |
| | 56 : 슬립량 검출기(슬립량 검출 수단) | |

도면

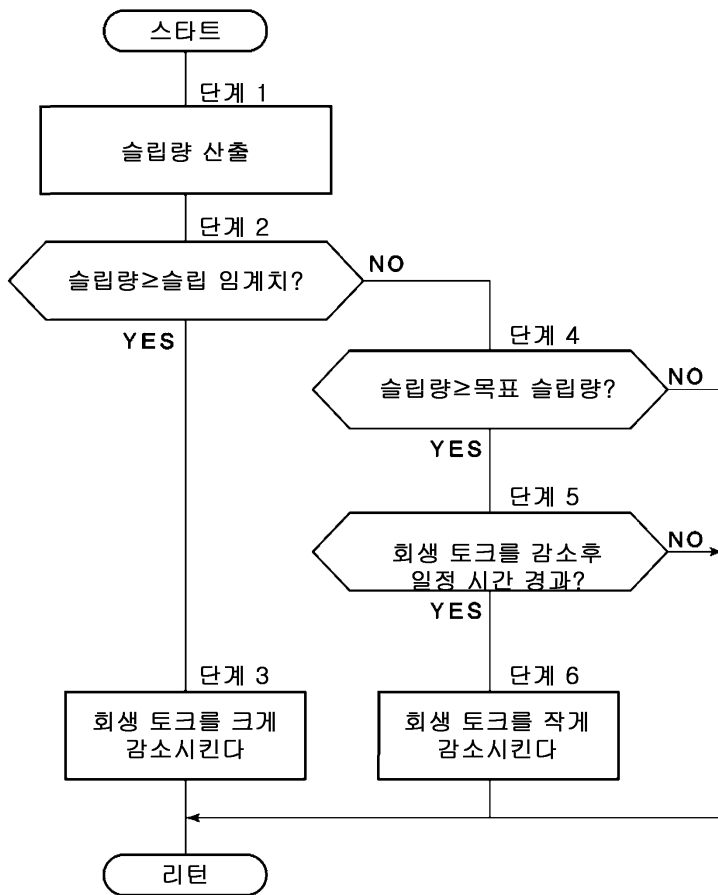
도면1



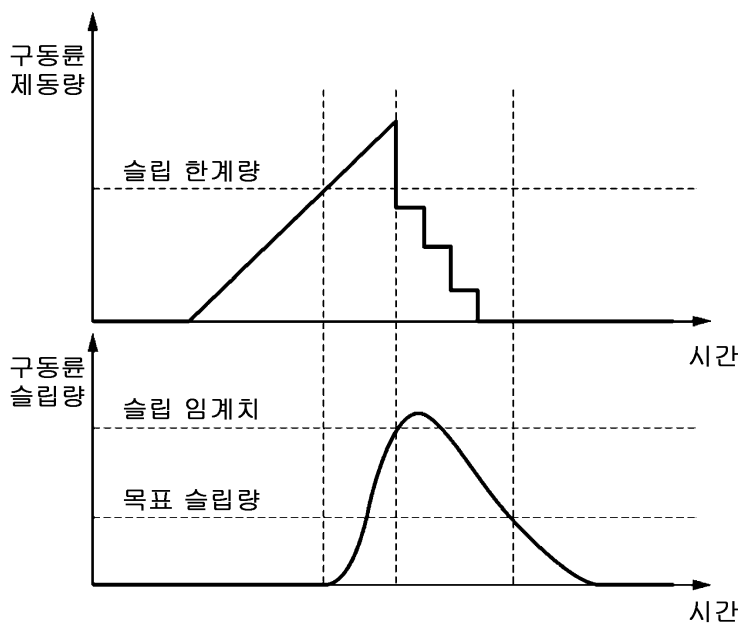
도면2



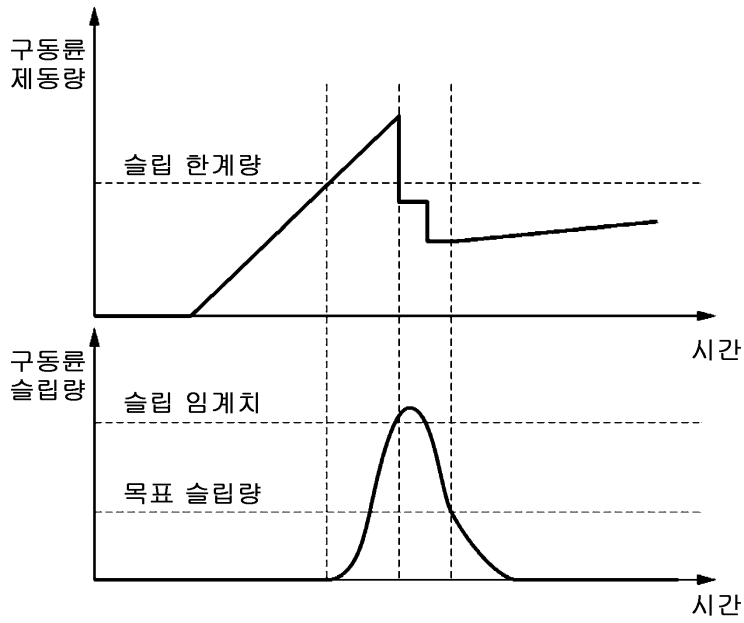
도면3



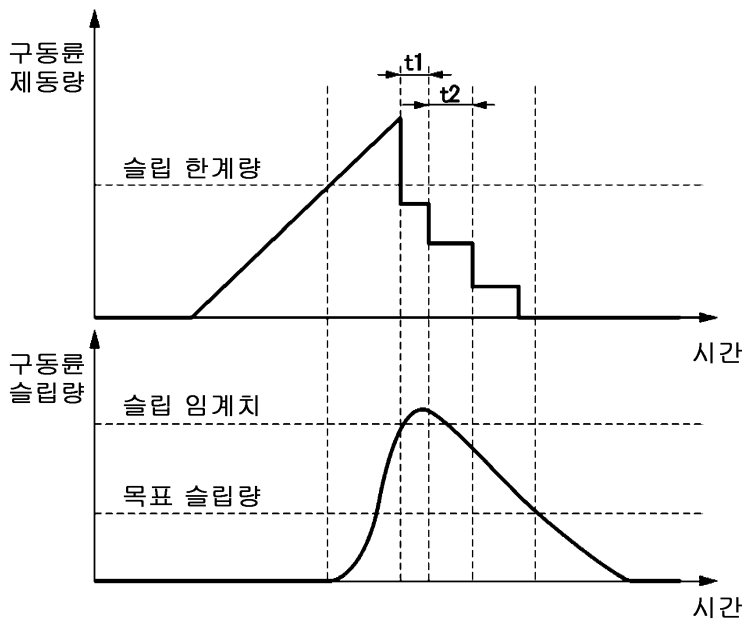
도면4



도면5



도면6



도면7

