



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0042633
(43) 공개일자 2020년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B62D 5/04 (2006.01) B60W 10/20 (2006.01)
B62D 3/12 (2006.01) B62D 6/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B62D 5/0463 (2013.01)
B60W 10/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0122980
(22) 출원일자 2018년10월16일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
(72) 발명자
김찬중
경기도 화성시 남양읍 남양로621번길 38 현대아파트 102동 401호
(74) 대리인
한라특허법인(유한)

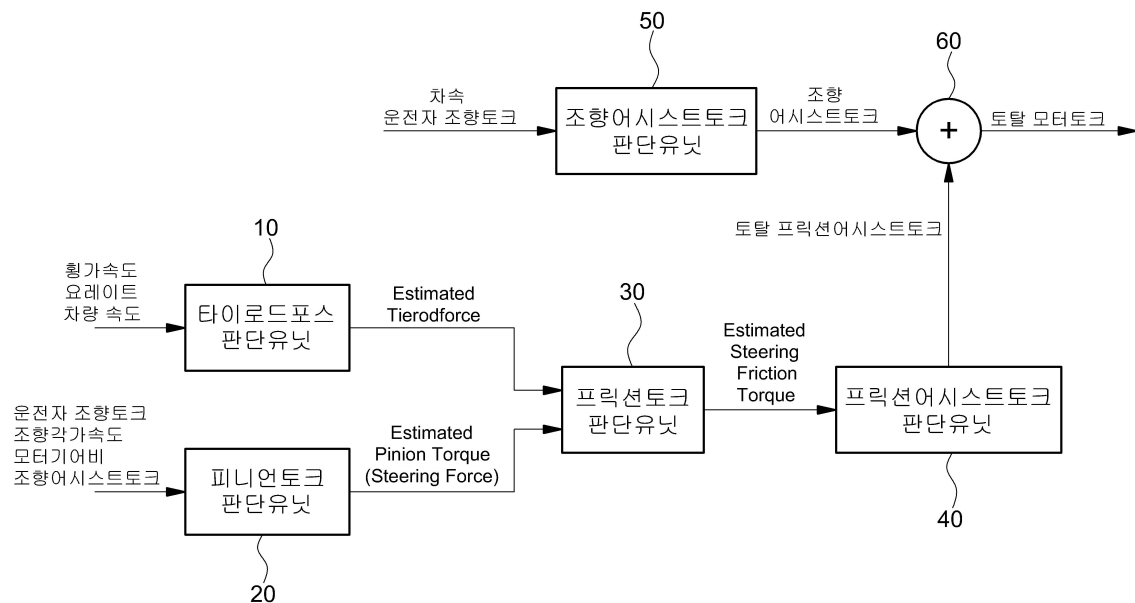
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 조향 시스템의 프리션 보상 제어 장치

(57) 요약

본 발명은 조향 시스템의 프리션 보상 제어 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 차량 조향 시에 발생하는 시스템의 기계적 마찰(friction)을 보상하여 운전자가 조타 시 느끼는 조향감을 개선하고 시스템 응답성을 향상하는 동시에 차륜 휠의 조향각을 보다 정밀하게 조정할 수 있도록 하는 조향 시스템의 프리션 보상 제어 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B62D 3/12 (2013.01)

B62D 5/0406 (2013.01)

B62D 6/10 (2013.01)

B60W 2710/20 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

스티어링 기어와 차륜 사이에 설치된 타이로드에 조향 시 차륜으로부터 인가되는 타이로드포스를 예측하는 타이로드포스 판단유닛;

조향 시에 상기 스티어링 기어에 인가되는 피니언토크를 예측하는 피니언토크 판단유닛;

상기 타이로드포스와 피니언토크를 기초로 조향 시스템에 발생하는 스티어링프릭션토크를 계산하는 프릭션토크 판단유닛;

상기 스티어링프릭션토크를 포지티브 프릭션토크와 네거티브 프릭션토크로 구분하고 상기 각 프릭션토크를 보상하기 위한 조향모터의 프릭션어시스트토크를 추정하는 프릭션어시스트토크 판단유닛;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 타이로드포스 판단유닛은 선회 주행 시 차륜 타이어에 작용하는 횡력을 기초로 상기 타이로드포스를 계산하여 예측하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 타이로드포스 판단유닛은 "타이로드포스 = 횡력 $\times$ (캐스터 트레일 + 뉴매틱 트레일)/모멘트 암"에 의해 상기 타이로드포스를 계산하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

상기 캐스터 트레일은 차륜의 휠허브의 중심을 지나는 수직선과 킹핀 중심선의 아래쪽 연장선이 각각 노면에서 만나는 점 사이의 거리이고, 상기 뉴매틱 트레일은 타이어의 노면 접지면 중심점과 타이어의 횡력 작용점 간에 거리이고, 상기 모멘트 암은 킹핀과 타이로드 사이의 거리이다.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 피니언토크 판단유닛은 운전자 조향토크, 조향모터의 기어비 및 어시스트토크, 스티어링휠의 조향각가속도와 관성모멘트를 기초로 상기 피니언토크를 계산하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 피니언토크 판단유닛은 "피니언토크 = 운전자 조향토크 + 조향모터의 기어비 $\times$ 조향모터의 어시스트토크 + 스티어링휠의 조향각가속도 $\times$ 스티어링휠의 관성모멘트"에 의해 상기 피니언토크를 계산하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 프릭션토크 판단유닛은 " $\text{스티어링프릭션토크} = \text{피니언토크} - \text{타이로드포스} \times \text{랙기어비}$ "에 의해 상기 스티어링프릭션토크를 계산하며, 상기 랙기어비는 스티어링 기어의 랙바와 피니언 간에 기어비인 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 프릭션어시스트토크 판단유닛은,

고주파필터를 이용하여 상기 스티어링프릭션토크에서 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크로 분류하는 프릭션토크분류부;

상기 네거티브 프릭션토크에 대한 제1게인을 차속에 따라 결정하고 상기 제1게인을 이용하여 상기 네거티브 프릭션토크를 보상하기 위한 제1프릭션어시스트토크를 결정하는 제1프릭션토크튜닝부;

상기 포지티브 프릭션토크에 대한 제2게인을 차속에 따라 결정하고 상기 제2게인을 이용하여 상기 포지티브 프릭션토크를 보상하기 위한 제2프릭션어시스트토크를 결정하는 제2프릭션토크튜닝부;

상기 제1프릭션어시스트토크와 제2프릭션어시스트토크를 합산하여 토탈 프릭션어시스트토크를 결정하는 프릭션토크합산부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제2게인은 $-a$ 이상 a 이하의 값으로 결정되며, 상기 a 는 0 과 1 사이($0 < a < 1$)의 값인 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 제1게인은 0 이상 1 이하의 값으로 결정되고, 상기 제2게인은 -0.1 이상 0.1 이하의 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

운전자 조향토크를 보조하는 조향모터의 조향어시스트토크를 결정하는 조향어시스트토크 판단유닛;

상기 조향어시스트토크 판단유닛에서 결정한 조향어시스트토크와 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛에서 결정한 토탈 프릭션어시스트토크를 합산한 값으로서 상기 조향모터의 출력토크를 결정하는 모터토크 판단유닛;

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 조향어시스트토크 판단유닛은 차속과 운전자 조향토크 및 조향각을 기초로 조향어시스트토크를 결정하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프리క్ష션 보상 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 조향 시스템의 프리క్ష션 보상 제어 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 차량 조향 시에 발생하는 시스템의 기계적 마찰(friction)을 보상하여 운전자가 조타 시 느끼는 조향감을 개선하고 시스템 응답성을 향상하는 동시에 차륜 휠의 조향각을 보다 정밀하게 조정할 수 있도록 하는 조향 시스템의 프리క్ష션 보상 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 자동차의 EPS(electric power steering) 시스템은 조향 시 전동모터를 이용하여 운전자의 조향토크(핸들 조작력)를 보조해주는 모터토크를 발생시키는 것으로서, 유압식 조향 시스템 대비 동력의 손실이 적고 정확성이 높은 반면 기계적 구조가 복잡하여 기계적 마찰 요소가 크다.

[0004] 따라서 일반적인 전동식 조향 시스템(EPS 시스템)은 기계적 마찰(friction)을 보상해주고 있다.

[0005] 종래의 전동식 조향 시스템은, 시스템내 기계적 마찰이 일정하게 발생한다고 가정하고 운전자 조향토크가 발생하면 조향방향에 따라 마찰토크를 일정하게 보상하는 정마찰 보상을 하거나, 또는 조향 시에 발생하는 마찰토크 성분이 고주파의 토크라고 가정하고 운전자 조향토크에 고주파의 토크가 존재하면 마찰토크를 보상하는 동마찰 보상을 하여서, 시스템의 기계적 마찰에 의해 감소되는 운전자 조향토크를 보상하며 그에 따라 조향 시에 운전자가 느끼는 조향감을 개선하고 시스템 응답성을 향상할 수 있도록 한다.

[0006] 그러나, 종래의 전동식 조향 시스템은, 조향 시에 발생하는 마찰토크를 정밀하게 예측하여 보상하는 것이 아니라, 마찰토크의 크기가 일정하다고 가정하거나(정마찰 보상) 또는 운전자 조향토크에 대한 마찰토크가 고주파의 토크라고 가정하고(동마찰 보상) 마찰토크를 보상하기 때문에 실제 발생하는 마찰토크와 차이가 있으며 따라서 정확한 마찰 보상이 불가능하게 된다.

[0007] 또한, 조향 시스템의 기계적 마찰은 시간이 경과함에 따라 발생하는 기계적 마모 등에 따라 변동되기 때문에 동일한 운전자 조향토크가 발생하더라도 마찰토크가 변경될 수 있으며, 따라서 상기의 정마찰 보상 또는 동마찰 보상에 의한 정확한 토크 보상이 어렵게 된다. 특히, 조향 기어계의 경우 마찰 발생량이 크기 때문에 내구 경과에 따른 마찰 변동이 크게 발생한다.

[0008] 결과적으로 종래의 전동식 조향 시스템은 정확도가 떨어지는 마찰토크 보상으로 인해 조향 시에 운전자가 느끼는 조향감이 저하되고 시스템 응답성이 둔화되는 문제점이 존재한다.

[0009] 한편, 조향 시스템에 발생하는 기계적 마찰이 시스템에 부정적인 영향만 미치는 것은 아니다. 마찰에 의해 발생하는 히스테리시스 현상은 조향 시에 휠 각도를 정밀하게 조정가능하도록 도와준다.

[0010] 따라서, 조향 시스템의 기계적 마찰을 보상할 때, 상기 히스테리시스 현상과 같이 마찰에 의해 발생하는 긍정적인 효과는 가능한 유지하거나 증대시키는 것이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 공개특허 제10-2012-0070161호

(특허문헌 0002) 공개특허 제10-2015-0084205호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로서, 조타 시 조향 시스템에서 발생하는 스티어링프릭션토크를 정확하게 예측하여 판단하고, 상기 스티어링프릭션토크를 운전자 조향토크에 미치는 영향에 따라 포지티브 프릭션토크와 네거티브 프릭션토크로 분류하여 각각 보상함으로써, 상기 스티어링프릭션토크의 긍정적인 특성은 적정하게 유지시키거나 증대시키고 부정적인 특성은 상쇄시켜 최소화할 수 있는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 이에 본 발명에서는, 스티어링 기어와 차륜 사이에 설치된 타이로드에 조향 시 차륜으로부터 인가되는 타이로드 포스를 예측하는 타이로드포스 판단유닛; 조향 시에 상기 스티어링 기어에 인가되는 피니언토크를 예측하는 피니언토크 판단유닛; 상기 타이로드포스와 피니언토크를 기초로 조향 시스템에 발생하는 스티어링프릭션토크를 계산하는 프릭션토크 판단유닛; 상기 스티어링프릭션토크를 포지티브 프릭션토크와 네거티브 프릭션토크로 구분하고 상기 각 프릭션토크를 보상하기 위한 조향모터의 프릭션어시스트토크를 추정하는 프릭션어시스트토크 판단유닛;을 포함하는 것을 특징으로 하는 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치를 제공한다.
- [0016] 구체적으로, 상기 타이로드포스 판단유닛은 선회 주행 시 차륜 타이어에 작용하는 횡력과, 캐스터 트레일, 뉴매틱 트레일, 및 모멘트 암을 기초로 상기 타이로드포스를 계산하여 예측하며, 상기 피니언토크 판단유닛은 운전자 조향토크, 조향모터의 기어비 및 어시스트토크, 스티어링휠의 조향각가속도와 관성모멘트를 기초로 상기 피니언토크를 계산한다.
- [0017] 또한, 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛은, 고주파필터를 이용하여 상기 스티어링프릭션토크에서 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크로 분류하는 프릭션토크분류부; 상기 네거티브 프릭션토크에 대한 제1계인을 차속에 따라 결정하고 상기 제1계인을 이용하여 상기 네거티브 프릭션토크를 보상하기 위한 제1프릭션어시스트토크를 결정하는 제1프릭션토크튜닝부; 상기 포지티브 프릭션토크에 대한 제2계인을 차속에 따라 결정하고 상기 제2계인을 이용하여 상기 포지티브 프릭션토크를 보상하기 위한 제2프릭션어시스트토크를 결정하는 제2프릭션토크튜닝부; 상기 제1프릭션어시스트토크와 제2프릭션어시스트토크를 합산하여 토탈 프릭션어시스트토크를 결정하는 프릭션토크합산부;를 포함하여 구성될 수 있다. 이때, 상기 제1계인은 0 이상 1 이하의 값으로 결정될 수 있고, 상기 제2계인은 - 0.1 이상 0.1 이하의 값으로 결정될 수 있다.
- [0018] 아울러, 상기 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치는, 운전자 조향토크를 보조하는 조향모터의 조향어시스트토크를 결정하는 조향어시스트토크 판단유닛; 상기 조향어시스트토크 판단유닛에서 결정한 조향어시스트토크와 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛에서 결정한 토탈 프릭션어시스트토크를 합산한 값으로서 상기 조향모터의 출력토크를 결정하는 모터토크 판단유닛;을 더 포함하여 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른 조향 시스템의 프릭션 보상 제어 장치에 의하면, 프릭션토크 판단유닛에 의해 조타 시 조향 시스템에서 발생하는 스티어링프릭션토크를 정확하게 예측하고 프릭션어시스트토크 판단유닛에 의해 상기 스티어링프릭션토크를 보상하기 위한 프릭션어시스트토크를 결정함으로써 조향 시스템내에 발생하는 기계적 마찰을 효과적으로 제거할 수 있으며, 특히 상기 스티어링프릭션토크를 시스템에 미치는 영향에 따라 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크로 구분하여 시스템의 작동에 부정적인 영향을 미치는 상기 네거티브 프릭션토크는 차속에 따른 가변 비율로 상쇄시킴으로써 결과적으로 운전자가 조타 시에 느끼는 조향감을 개선하고 시스템 응답성을 향상시킬 수 있으며, 또한 시스템의 작동에 긍정적인 영향을 미치는 상기 포지티브 프릭션토크를 차속에 따라 상쇄 또는 증대시킴으로써 결과적으로 차륜 휠의 조향각도를 보다 정밀하게 조정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 조향 시스템의 프리션 보상 제어 장치를 나타낸 구성도
- 도 2는 조향 시스템의 모델을 나타낸 개략도
- 도 3은 본 발명에 따른 프리션어시스트토크 판단유닛의 상세구성을 나타낸 도면
- 도 4는 본 발명의 스티어링프리션토크를 구성하는 네거티브 프리션토크와 포지티브 프리션토크를 나타낸 예시도
- 도 5는 본 발명에 따른 프리션어시스트토크 판단유닛의 프리션토크 보상 방법을 설명하기 위한 도면
- 도 6은 히스테리시스토크의 존재 여부에 따른 조향토크의 변동 상태를 나타낸 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명을 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명하기로 한다.
- [0024] 먼저, 차량 조향 시 전동식 조향 시스템에 발생하는 마찰토크의 특성 및 효과에 대해 살펴보도록 한다.
- [0025] 일반적으로 전동식 조향 시스템은 유압식 조향 시스템보다 회전기계 부품의 수가 많기 때문에 상대적으로 큰 기계적 마찰이 발생한다.
- [0026] 상기 기계적 마찰의 경우 마찰토크의 특성 및 효과를 기준으로 운전자 조향토크에 부정적 영향을 미치는 네거티브 프리션토크와 긍정적 영향을 미치는 포지티브 프리션토크로 구분할 수 있다. 상기 네거티브 프리션토크는 조향 시에 운전자가 느끼는 조향감을 저하시키고 시스템 응답성을 둔화시키는 부정적 특성이 있으며, 상기 포지티브 프리션토크는 운전자 조향토크에 히스테리시스 현상을 발생시켜 조향 시에 차륜 휠 각도를 정밀하게 조정 가능하도록 하는 긍정적 특성이 있다.
- [0027] 부연하면, 상기 네거티브 프리션토크는, 운전자 조향토크를 보조하는 조향모터의 어시스트토크가 작은 경우 운전자 조향토크에 상대적으로 큰 영향을 미치게 되며, 또한 정지 마찰이 슬라이딩 마찰로 전환되는 스틱 슬립(stick-slip) 효과를 피해야 한다.
- [0028] 상기 포지티브 프리션토크는, 선회 주행을 위한 필수 요소로서 운전자 조향토크에 히스테리시스를 생성하여 차륜 휠 각도의 정밀한 조정이 가능토록 한다. 상기 히스테리시스는 조향 시스템의 조타방향을 변경할 때에 발생하는 현상이다. 도 6에 보듯이, 히스테리시스가 있는 경우 조향방향을 변경할 때 히스테리시스토크의 크기만큼 운전자 조향토크를 변경하고자 하는 방향으로 발생시켜야 차륜 휠의 조향방향이 변경되고, 히스테리시스가 없는 경우 운전자 조향토크의 방향이 변경되는 즉시 조향방향이 변경된다.
- [0029] 운전자는 조타 시에 조향토크의 크기 및 방향을 일정하게 유지하기 어렵기 때문에, 상기 히스테리시스가 없으면 운전자가 조향방향 및 조향각의 변경을 원하지 않는 경우에도 계속 조향방향 및 조향각의 변경이 발생하게 된다. 다시 말해, 선회 주행 시 조향방향 및 조향각을 일정하게 유지하기 위해서는 운전자가 핸들 조타각을 일정 각도로 유지해야 하는데, 상기 히스테리시스가 없으면 조향방향 및 조향각을 일정하게 유지하는 것은 거의 불가능하다. 반면, 상기 히스테리시스가 있는 경우 운전자 조향토크의 방향 및 크기가 다소 변경되더라도 히스테리시스토크의 범위내에서 변경되면 원하는 조향방향 및 조향각을 일정하게 유지할 수 있다.
- [0030] 따라서, 조타 시에 발생하는 기계적 마찰 중 히스테리시스 특성을 생성하는 포지티브 프리션토크는 조향 시스템에 반드시 필요하다.
- [0031] 이에 본 발명에서는 조타 시 전동식 조향 시스템에서 발생하는 스티어링프리션토크(즉, 기계적 마찰)를 정확하게 예측하여 판단하고 상기 스티어링프리션토크를 포지티브 프리션토크와 네거티브 프리션토크로 분류하여 상기 포지티브 프리션토크는 차속에 따라 일부 상쇄시키거나 증대시키고 상기 네거티브 프리션토크는 차속에 따라 상쇄시켜 최소화함으로써 조향 시에 발생하는 기계적 마찰을 정밀하게 보상할 수 있도록 하며, 그에 따라 운전자가 조타 시에 느끼는 조향감을 개선하고 시스템 응답성을 향상할 수 있도록 하는 동시에, 조향 시스템의 기계적 마찰을 보상할 때 히스테리시스 현상과 같이 마찰에 의해 발생하는 긍정적인 효과는 최대한 유지시키거나 증대시킬 수 있도록 한다.
- [0032] 첨부된 도 1은 본 발명에 따른 조향 시스템의 프리션 보상 제어 장치를 나타낸 블록도이고, 도 2는 전동식 조향

시스템의 모델을 나타낸 개략도이고, 도 3은 본 발명에 따른 프리션어시스트토크 판단유닛의 상세구성을 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 스티어링프리션토크를 구성하는 네거티브 프리션토크와 포지티브 프리션토크를 나타낸 예시도이고, 도 5는 상기 프리션어시스트토크 판단유닛의 프리션토크 보상 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 프리션 보상 제어 장치는 타이로드포스 판단유닛(10), 피니언토크 판단유닛(20), 프리션토크 판단유닛(30), 프리션어시스트토크 판단유닛(40), 그리고 조향어시스트토크 판단유닛(50), 및 모터출력토크 판단유닛(60)을 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 판단유닛(10,20,30,40,50,60)들은 조향 시스템의 제어기내에 구비될 수 있다.

[0034] 상기 타이로드포스 판단유닛(10)은 스티어링 기어(4)와 차륜(6) 사이에 설치된 타이로드(5)에 조향 시 상기 차륜(6)으로부터 인가되는 타이로드포스를 추정하여 예측할 수 있도록 구성된다(도 2 참조).

[0035] 상기 타이로드(5)는 스티어링 기어(4)와 차륜(6) 사이에 배치되어 상기 스티어링 기어(4)의 랙바(4b)를 이동시키는 토크에 의해 상기 랙바(4b)와 동일 방향으로 이동하게 되며, 상기 스티어링 기어(4)는 스티어링휠(1)의 하부에 연결된 스티어링샤프트(2)와 연결되는 피니언(4a) 및 상기 피니언(4a)과 치합되는 상기 랙바(4b)를 포함하여 구성된다.

[0036] 상기 타이로드포스 판단유닛(10)은 선회 주행 시 차륜 타이어에 작용하는 횡력(lateral force)과, 차륜의 캐스터 트레일, 뉴매틱 트레일, 및 모멘트 암을 기초로 상기 타이로드(5)에 걸리는 타이로드포스를 계산할 수 있도록 구성되며, 아래 식 1와 같이 상기 타이로드포스를 계산할 수 있다.

[0037] 식 1 : 타이로드포스 = 횡력 $\times$ (캐스터 트레일 + 뉴매틱 트레일)/모멘트 암

[0038] 상기 횡력은 조타 시 선회하는 차륜의 타이어에 횡방향으로 작용하는 힘이고, 상기 캐스터 트레일은 휠허브의 중심을 지나는 수직선과 킹핀 중심선의 아래쪽 연장선이 각각 노면에서 만나는 점 사이의 거리이고, 상기 뉴매틱 트레일(pneumatic trail)은 노면에 대한 차륜 타이어의 접지면 중심점과 상기 차륜 타이어에 작용하는 횡력의 작용점(또는 선회력의 작용점) 간에 거리이고, 상기 모멘트 암은 킹핀과 타이로드 사이의 최단 거리이다. 상기 킹핀은 전륜의 주행방향을 변경하는 너클의 회전축으로서 차축의 단부에 설치되어 있고, 상기 타이로드는 스티어링 기어와 전륜 사이에 설치되어 있다. 상기 캐스터 트레일과 뉴매틱 트레일 및 모멘트 암은 차량에 따라 설정된 일정값이 사용될 수 있다.

[0039] 상기 횡력은 차량의 횡가속도와 요레이트, 실시간 차속, 및 차량 제원을 기초로 결정되며, 상기 횡가속도, 요레이트, 차속, 차량 제원을 기초로 상기 횡력을 결정할 수 있도록 구성된 횡력 결정맵에 의해 결정될 수 있다. 상기 횡력 결정맵은 시험 및 평가 등에 의해 사전 구축되어 상기 타이로드포스 판단유닛(10)에 저장 구비될 수 있다. 상기 횡력 결정맵은 차량제원 중에서 차량 중량, 차량 중심에서 차륜 휠(프론트 휠 또는 리어 휠)까지의 거리, 질량관성모멘트를 입력값으로 이용하여 상기 횡력을 결정할 수 있도록 구성된다. 상기 요레이트는 요각속도라고도 하며 자동차의 중심을 통하는 수직선 주위에 회전각(요각)이 변하는 속도이다. 상기 차량 중량, 차량 중심에서 차륜 휠까지의 거리, 질량관성모멘트 등의 차량 제원에 대한 정보는 차량에 따라 정해지는 값으로서 타이로드포스 판단유닛(10)에 입력되어 저장될 수 있다.

[0040] 상기 피니언토크 판단유닛(20)은 조향 시스템내 스티어링 기어(4)의 피니언(4a)에 인가되어 걸리는 토크(즉, 피니언토크)를 예측하여 계산할 수 있도록 구성된 것으로서, 운전자 조향토크(T_{driver})와 조향모터(3)의 기어비(GR_m) 및 어시스트토크(τ_m) 그리고 스티어링휠(1)의 조향각가속도(ω_{sw}/t)와 관성모멘트(J_{sw})를 기초로 상기 피니언토크를 계산할 수 있도록 구성되며, 아래 식 2와 같이 상기 피니언토크를 계산할 수 있다.

[0041] 식 2 : 피니언토크 = 운전자 조향토크(T_{driver}) + 조향모터의 기어비(GR_m) $\times$ 조향모터의 어시스트토크(τ_m) + 스티어링휠의 조향각가속도(ω_{sw}/t) $\times$ 스티어링휠의 관성모멘트(J_{sw})

[0042] 도 2를 참조하여 보면, 상기 운전자 조향토크(T_{driver})는 운전자가 스티어링휠(1)에 회전시킴에 의해 발생하는 조향토크(즉, 운전자가 스티어링휠에 입력하는 조향토크)이고, 상기 어시스트토크(τ_m)는 조향모터(3)가 차속에 따라 운전자 조향토크(T_{driver})를 보조하기 위해 발생하는 모터토크이고, 상기 조향각가속도(ω_{sw}/t)는 스티어링휠(1)의 조향각속도(ω_{sw}/t)의 단위시간당 변화량이다.

[0043] 상기 피니언토크는 조향 시스템의 운동방정식으로부터 계산하는 것도 가능하나, 상기 운동방정식에 의해 피니언

토크를 계산하는 것은 복잡하므로 상기 식 2와 같이 간단하게 예측하여 계산한다.

- [0044] 알려진 바와 같이, 스티어링 기어(4)의 피니언(4a)에는 운전자 조향토크와 조향모터(3)의 어시스트토크가 동시/모두 인가되므로 상기 피니언토크를 스티어링토크(혹은 스티어링포스)라고 할 수 있다.
- [0045] 상기 프릭션토크 판단유닛(30)은 조향 시(스티어링휠의 회전 시) 조향 시스템에 발생하는 스티어링프릭션토크를 예측할 수 있도록 구성된 것으로서, 상기 타이로드포스와 피니언토크 및 랙기어비(GRp)를 기초로 스티어링프릭션토크를 계산할 수 있도록 구성되며, 아래 식 3과 같이 상기 스티어링프릭션토크를 계산할 수 있다.
- [0046] 식 3 : 스티어링프릭션토크 = 피니언토크 - 타이로드포스 × 랙기어비(GRp)
- [0047] 상기 랙기어비(GRp)는 스티어링 기어(4)를 구성하는 랙바(4b)와 피니언(4a) 간에 기어비이며, 상기 타이로드포스는 토크 값으로 전환되어 사용될 수 있다.
- [0048] 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛(40)은 상기 프릭션토크 판단유닛(30)에 의해 예측된 상기 스티어링프릭션토크를 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크로 구분하고 상기 각 프릭션토크를 보조하기 위한 조향모터(3)의 프릭션어시스트토크를 추정하여 계산할 수 있도록 구성된다.
- [0049] 이를 위해, 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛(40)은 도 3에 나타난 바와 같이 프릭션토크분류부(41)와 제1프릭션토크튜닝부(42)와 제2프릭션토크튜닝부(43) 및 프릭션어시스트토크합산부(44)로 구성될 수 있다.
- [0050] 상기 프릭션토크분류부(41)는 스티어링프릭션토크를 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크로 구분하여 분류할 수 있도록 구성된다. 구체적으로, 상기 프릭션토크분류부(41)는 고주파필터(41a)와 차감계산기(41b)를 구비하며, 상기 고주파필터(41a)를 이용하여 상기 스티어링프릭션토크로부터 네거티브 프릭션토크를 분리 추출하고, 상기 차감계산기(41b)를 이용하여 상기 스티어링프릭션토크로부터 포지티브 프릭션토크를 추출한다. 상기 차감계산기(41b)는 스티어링프릭션토크에서 네거티브 프릭션토크를 차감하는 방식으로 포지티브 프릭션토크를 스티어링프릭션토크로부터 분리 추출한다.
- [0051] 예를 들어 설명하면, 운전자가 스티어링휠(1)을 좌우방향 중 한쪽으로 회전시켜 조타할 때 상기 프릭션토크 판단유닛(30)에 의해 예측된 스티어링프릭션토크가 조향 시스템내에 발생하는 경우, 상기 스티어링프릭션토크는 도 4에 도시된 좌측 그래프와 같이 나타낼 수 있으며, 상기 스티어링프릭션토크 중 고주파필터(41a)를 통과한 프릭션토크(즉, 네거티브 프릭션토크)는 도 4의 우측 그래프 중 상측 그래프와 같이 나타낼 수 있고, 상기 스티어링프릭션토크 중 네거티브 프릭션토크를 제거한 프릭션토크(즉, 포지티브 프릭션토크)는 도 4의 우측 그래프 중 하측 그래프와 같이 나타낼 수 있다. 도 4에 보듯이, 상기 스티어링프릭션토크는 고주파 성분의 제거해야 할 프릭션토크(네거티브 프릭션토크)를 빼면 히스테리시스 성분의 프릭션토크(포지티브 프릭션토크)가 남게 된다.
- [0052] 상기 프릭션토크분류부(41)에 의해 분리된 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크는 각각 제1프릭션토크튜닝부(42)와 제2프릭션토크튜닝부(43)로 입력되어 해당 프릭션토크의 보상량이 결정된다.
- [0053] 상기 제1프릭션토크튜닝부(42)는 네거티브 프릭션토크를 보상하기 위한 조향모터(3)의 제1프릭션어시스트토크를 결정할 수 있도록 구성되며, 이를 위해 실시간 차속에 따라 상기 네거티브 프릭션토크에 대한 제1계인을 결정할 수 있는 제1계인 결정맵을 구비할 수 있다. 상기 제1프릭션토크튜닝부(42)는 상기 제1계인 결정맵을 이용하여 실시간 차속에 따라 네거티브 프릭션토크에 대한 제1계인을 결정하고 상기 제1계인에 의해 상기 제1프릭션어시스트토크를 결정할 수 있다. 상기 제1계인은 0 ~ 1 (0 이상 1 이하)의 값으로 결정되며, 상기 제1프릭션어시스트토크는 '네거티브 프릭션토크 × 제1계인'에 의해 결정된다. 상기 제1계인이 1에 근접한 값으로 결정될수록 네거티브 프릭션토크의 보상량(즉, 제1프릭션어시스트토크)이 커지게 된다. 즉, 상기 제1계인이 0이면 네거티브 프릭션토크를 보상하지 않는 것이고, 상기 제1계인이 1이면 상기 네거티브 프릭션토크를 100% 보상하여 상쇄하는 것이다. 도 5에 보듯이, 상기 제1계인은 차속이 저속(0 ~ a)일 때는 네거티브 프릭션토크를 100% 제거시킬 수 있는 값(제1계인=1)으로 결정되고 차속이 증가함에 따라 점점 네거티브 프릭션토크를 상쇄시키는 비율이 감소되는 값으로 결정된다. 여기서, 차량의 저속 범위는 조향 시스템의 설계조건에 따라 변경될 수 있으며, 예를 들어 0 ~ 40KPH 일 수 있다.
- [0054] 상기 제2프릭션토크튜닝부(43)는 포지티브 프릭션토크를 보상하기 위한 제2프릭션어시스트토크를 결정할 수 있도록 구성되며, 이를 위해 실시간 차속에 따라 상기 포지티브 프릭션토크에 대한 제2계인을 결정할 수 있는 제2계인 결정맵을 구비할 수 있다. 상기 제2프릭션토크튜닝부(43)는 상기 제2계인 결정맵을 이용하여 실시간 차속에 따라 포지티브 프릭션토크에 대한 제2계인을 결정하고 상기 제2계인에 따라 제2프릭션어시스트토크를 결정할

수 있다. 상기 제2계인은 $-a$ 이상 a 이하의 값으로 결정되며, 상기 제2프릭션어시스트토크는 '포지티브 프릭션토크 $\times$ 제2계인'에 의해 결정된다. 이때 상기 a 는 0 과 1 사이($0 < a < 1$)의 값일 수 있고, 구체적으로 상기 제2계인은 $-0.1 \sim 0.1$ (-0.1 이상 0.1 이하)의 값으로 결정될 수 있다. 상기 제2계인이 0 초과 0.1 (a) 이하의 값으로 결정되면 제2프릭션어시스트토크에 의해 상기 포지티브 프릭션토크가 일부 상쇄되고, 상기 제2계인이 -0.1 ($-a$) 이상 0 미만의 값으로 결정되면 제2프릭션어시스트토크에 의해 상기 포지티브 프릭션토크가 증대된다. 즉, 상기 제2프릭션토크튜닝부(43)는 제2계인을 마이너스(-) 값으로 결정하는 경우 제2프릭션어시스트토크가 포지티브 프릭션토크를 상쇄하는 것이 아니라 증대시키는 방향으로 보상하게 된다. 도 5에 보듯이, 상기 제2계인은 차속이 저속($0 \sim b$)일 때는 포지티브 프릭션토크를 10% 정도 상쇄시킬 수 있는 값(제2계인 $=0.1$)으로 결정되고 차속이 증가함($b \sim c$)에 따라 포지티브 프릭션토크를 상쇄시키는 비율이 감소되는 값으로 결정되다가, 실시간 차속이 제1설정속도(c)를 초과하게 되면 상기 포지티브 프릭션토크를 증대시키는 값으로 제2계인이 결정된다. 또한, 상기 제2계인은 차속이 제2설정속도(d , 제1설정속도보다 일정치 이상 큰 속도값임) 이상이 되면 포지티브 프릭션토크를 10% 정도 증대시킬 수 있는 값(제2계인 $= -0.1$)으로 결정된다. 아울러, 상기 제2계인의 범위는 조향 시스템의 설계조건에 따라 변경될 수 있다.

[0055] 그리고, 상기 프릭션어시스트토크합산부(44)는 상기 제1프릭션토크튜닝부(42)에서 예측하여 산출된 제1프릭션어시스트토크와 상기 제2프릭션토크튜닝부(43)에서 예측하여 산출된 제2프릭션어시스트토크를 합산하여 토탈 프릭션어시스트토크를 결정할 수 있도록 구성된다. 이를 위해 상기 프릭션어시스트토크합산부(44)는 상기 제1프릭션어시스트토크와 제2프릭션어시스트토크를 합산하여 토탈 프릭션어시스트토크를 계산하는 합산계산기를 구비할 수 있다.

[0056] 한편, 상기 조향어시스트토크 판단유닛(50)은 운전자 조향토크를 보조하는 조향모터(3)의 어시스트토크(즉, 조향어시스트토크)를 추정하여 예측할 수 있도록 구성된 것으로서, 실시간 차속과 운전자 조향토크 및 조향각을 기초로 하여 상기 조향어시스트토크를 결정할 수 있도록 구성된다. 이를 위해, 상기 조향어시스트토크 판단유닛(50)은 차속과 운전자 조향토크 및 조향각을 기초로 조향어시스트토크를 결정할 수 있도록 구성된 조향어시스트토크 결정맵을 구비할 수 있다.

[0057] 그리고, 상기 모터출력토크 판단유닛(60)은 상기 조향어시스트토크 판단유닛(50)에서 결정한 조향어시스트토크와 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛(40)에서 결정한 토탈 프릭션어시스트토크를 합산하여 조향모터의 출력토크(즉, 토탈 모터토크)를 결정할 수 있도록 구성된다. 이를 위해 상기 모터출력토크 판단유닛(60)은 상기 조향어시스트토크와 토탈 프릭션어시스트토크를 합산한 값으로서 상기 토탈 모터토크를 계산하는 합산계산기를 구비할 수 있다.

[0058] 상기 토탈 모터토크는 조향모터(3)의 출력값으로서 사용되며, 상기 조향모터(3)는 조향어시스트토크와 함께 토탈 프릭션어시스트토크를 발생함으로써 차속에 따라 운전자 조향토크를 보조하는 동시에 스티어링프릭션토크를 보상하게 되며, 특히 상기 프릭션어시스트토크에 의해 상기 스티어링프릭션토크의 네거티브 프릭션토크는 상쇄시키고 상기 스티어링프릭션토크의 포지티브 프릭션토크는 차속에 따라 상쇄 또는 증대시킬 수 있게 된다.

[0059] 이와 같이 구성되는 본 발명의 프릭션 보상 제어 장치는 상기 프릭션토크 판단유닛(30)에 의해 스티어링프릭션토크를 정확하게 예측하고 상기 프릭션어시스트토크 판단유닛(40)에 의해 상기 스티어링프릭션토크를 보상하기 위한 프릭션어시스트토크를 결정함으로써 조향 시스템내에 발생하는 기계적 마찰을 효과적으로 제거할 수 있으며, 특히 상기 스티어링프릭션토크를 시스템에 미치는 영향에 따라 네거티브 프릭션토크와 포지티브 프릭션토크로 구분하여 시스템의 작동에 부정적인 영향을 미치는 상기 네거티브 프릭션토크는 차속에 따른 가변 비율로 상쇄시킴으로써 결과적으로 운전자가 조타 시에 느끼는 조향감을 개선하고 시스템 응답성을 향상시킬 수 있으며, 또한 시스템의 작동에 긍정적인 영향을 미치는 상기 포지티브 프릭션토크를 차속에 따라 상쇄 또는 증대시킴으로써 결과적으로 차륜 휠의 조향각도를 보다 정밀하게 조정할 수 있게 된다.

[0060] 또한 상기 프릭션 보상 제어 장치는 상기 프릭션토크 판단유닛(30)에 의해 스티어링프릭션토크를 예측함으로써 조향 시스템을 구성하는 부품의 산포 및 내구 진행에 따른 기계적 마찰의 변동에 상관없이 상기 스티어링프릭션토크를 정확하게 예측할 수 있으며 그에 따라 상기 마찰의 변동에 유연하게 대응할 수 있다.

[0061] 이상으로 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하였는바, 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

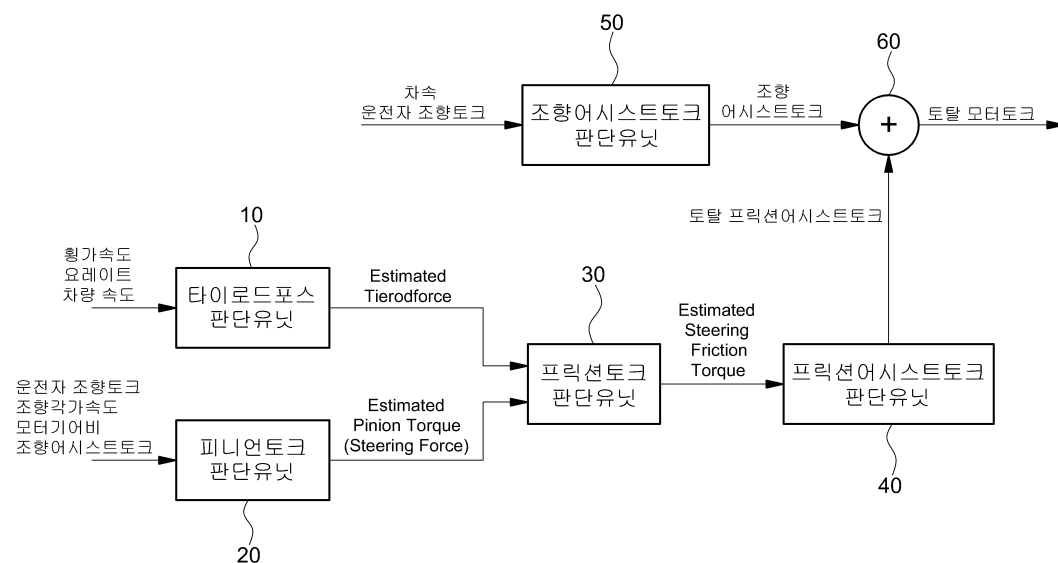
부호의 설명

[0063]

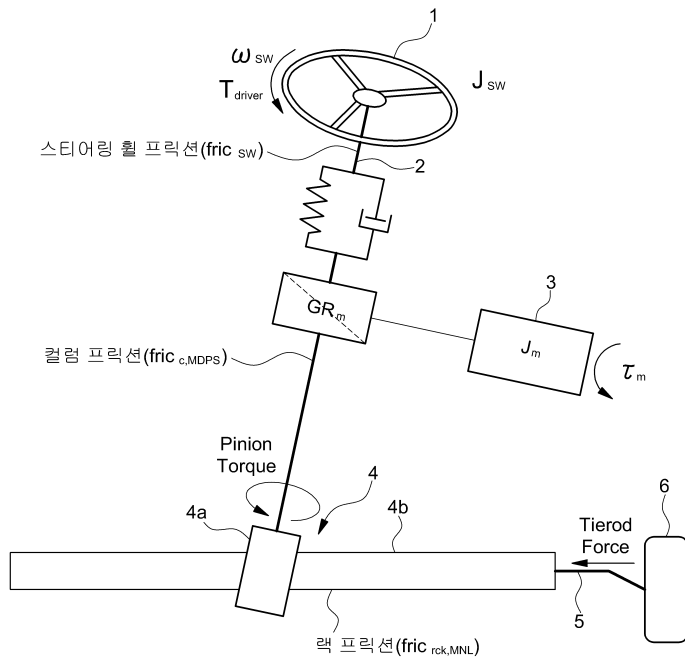
- 1 : 스티어링 휠
- 2 : 스티어링샤프트
- 3 : 조향모터
- 4 : 스티어링 기어
- 4a : 피니언
- 4b : 랙바
- 5 : 타이로드
- 6 : 차륜
- 10 : 타이로드포스 판단유닛
- 20 : 피니언토크 판단유닛
- 30 : 프릭션토크 판단유닛
- 40 : 프릭션어시스트토크 판단유닛
- 41 : 프릭션토크분류부
- 41a : 고주파필터
- 41b : 차감계산기
- 42 : 제1프릭션토크튜닝부
- 43 : 제2프릭션토크튜닝부
- 44 : 프릭션어시스트토크합산부
- 50 : 조향어시스트토크 판단유닛
- 60 : 모터출력토크 판단유닛

도면

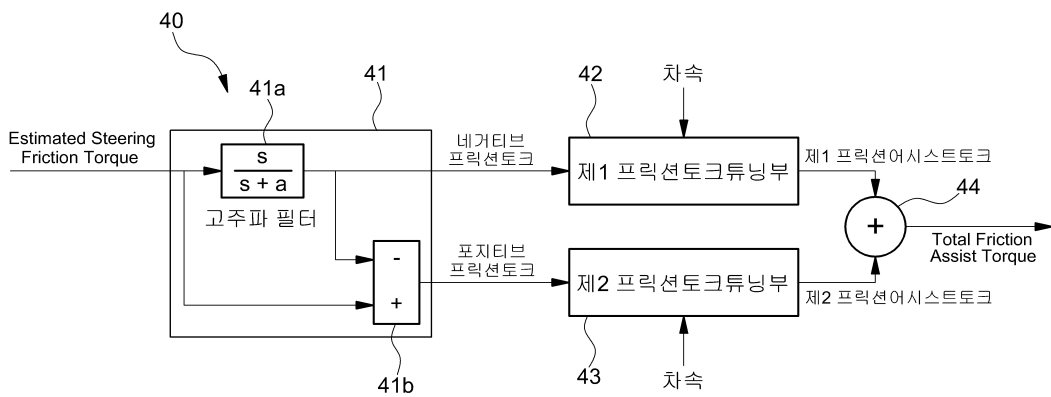
도면1



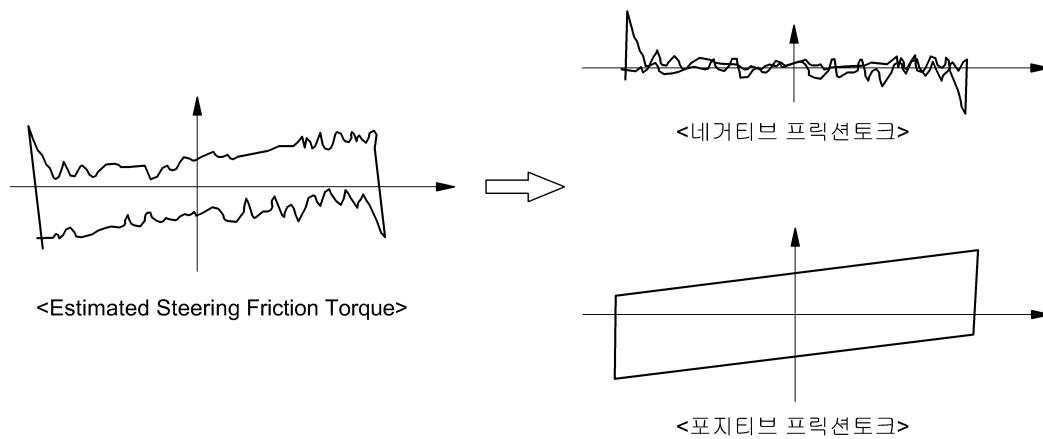
도면2



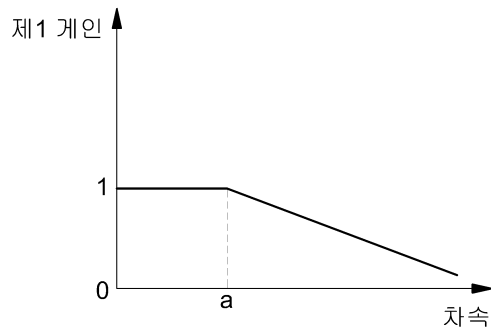
도면3



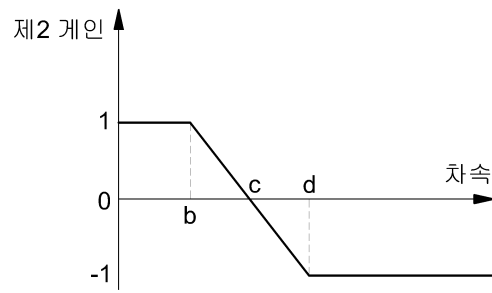
도면4



도면5

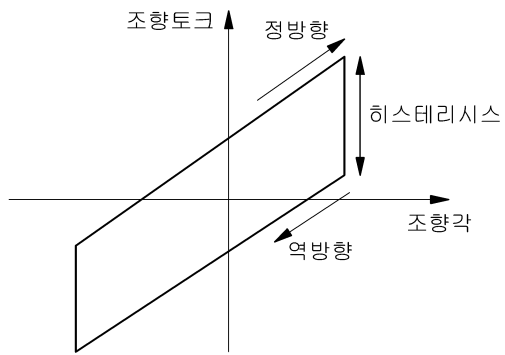


<제1 게인 결정맵>

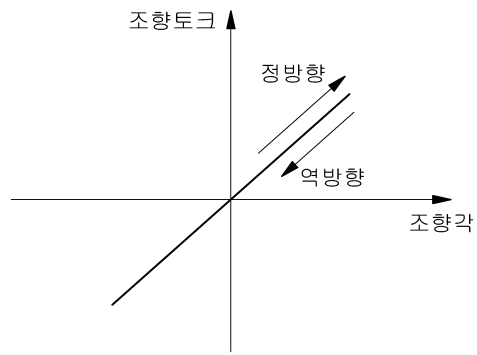


<제2 게인 결정맵>

도면6



< 히스테리시스가 있는 경우 >



< 히스테리시스가 없는 경우 >