



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2024-0067939  
(43) 공개일자 2024년05월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60T 8/171 (2006.01) B60T 13/74 (2006.01)  
B60T 8/172 (2006.01) B60T 8/52 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B60T 8/171 (2013.01)  
B60T 13/741 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7013004
- (22) 출원일자(국제) 2022년09월20일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년04월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2022/058871
- (87) 국제공개번호 WO 2023/047275  
국제공개일자 2023년03월30일
- (30) 우선권주장  
102021000024236 2021년09월21일 이탈리아(IT)

- (71) 출원인  
브렘보우 에스.피.에이.  
이탈리아, 벌게모, 24035 커노, 25, 비아 브렘보우
- (72) 발명자  
로시, 알레산드로  
이탈리아, 벌게모, 아이-24035 커노, 25, 비아 브렘보우, 브렘보우 에스.피.에이. 내  
타란티니, 알폰소  
이탈리아, 벌게모, 아이-24035 커노, 25, 비아 브렘보우, 브렘보우 에스.피.에이. 내
- (74) 대리인  
청운특허법인

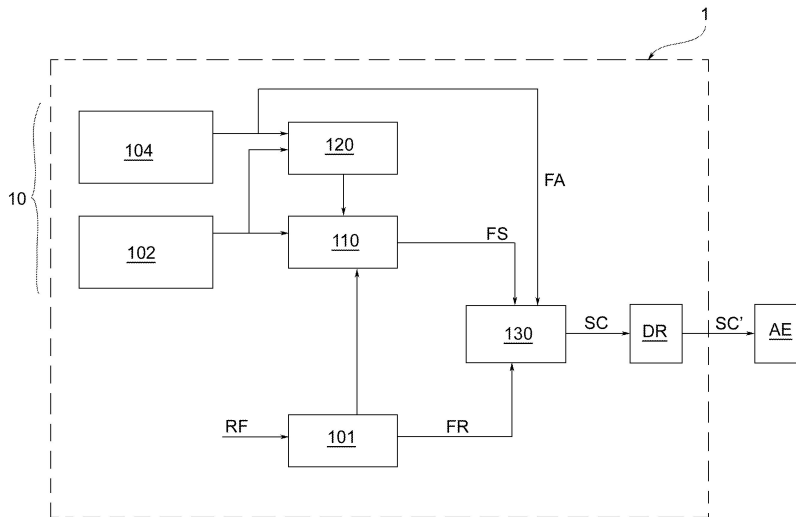
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **제동 시스템에 대한 제어 방법 및 시스템**

**(57) 요약**

차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법에 있어서, 상기 방법은: 캘리퍼 센서에 의해 검출 가능한 클램핑 힘 임계값을 미리 결정하는 단계(502); 정의된 캘리퍼 강성 모델을 식별하는 단계(508); 캘리퍼 강성 모델을 사용하여 평가된 클램핑 힘 값(FS)을 평가하는 단계(510); 평가된 클램핑 힘 값(FS)에 기초하여 액추에이터 제어 신호(SC)를 생성하는 단계(512)를 포함한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*B60T 8/172* (2013.01)

*B60T 8/52* (2013.01)

*B60T 2220/04* (2013.01)

*B60T 2270/82* (2013.01)

*B60Y 2400/81* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법에 있어서,

상기 제동 시스템은 적어도 하나의 브레이크 캘리퍼, 브레이크 캘리퍼의 클램핑/해제를 유발하도록 작동 가능한 캘리퍼 액추에이터, 및 캘리퍼의 클램핑과 상관되는 크기를 검출하기에 적합한 캘리퍼 센서를 포함하고,

상기 방법은:

- 캘리퍼 센서에 의하여, 검출 가능한 클램핑 힘 임계 값을 미리 결정하는 단계(502), 여기서 상기 임계 값은 캘리퍼에 의해 실행될 수 있는 최대 클램핑 힘 값보다 낮음;
- 기준 힘(FR)의 값을 수신하는 단계(506);
- 캘리퍼 강성 모델링 모듈에 의하여, 캘리퍼에 의해 가해지는 클램핑 힘을 캘리퍼 액추에이터의 위치와 관련시키는 이론적 강성 곡선에 의해 정의된 캘리퍼 강성 모델을 식별하는 단계(508);
- 힘 평가기 모듈에 의하여, 캘리퍼 강성 모델 및 캘리퍼 액추에이터의 위치와 상관된 정보를 사용하여, 평가된 클램핑 힘(FS) 값을 평가하는 단계(510);
- 브레이크 제어 모듈에 의하여, 평가된 클램핑 힘 값(FS)과 기준 힘 값(FR)에 기초하여 액추에이터 제어 신호(SC)를 생성하는 단계(512);를 포함하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기준 힘 값(FR)은

제동 요청(RF)에 기초하여 기준 힘 값(FR)을 생성하는 차량 제어 모듈(101)에 의해 수신되는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

#### 청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 캘리퍼 센서는

제로로부터 적어도 임계 값까지의 판독 범위를 가지고,

상기 방법은,

기준 힘 값(FR)이 임계 값보다 낮은 경우, 브레이크 제어 모듈에 의하여, 캘리퍼 센서에 의해 측정된 클램핑 힘 값에 기초하여 액추에이터 제어 신호(SC)를 생성하는 단계(512')를 포함하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

#### 청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캘리퍼 센서는

제로로부터 적어도 임계 값까지의 판독 범위를 가지고,

상기 식별하는 단계(508)는

캘리퍼 액추에이터 상태 정보의 함수에 따른, 캘리퍼 센서에 의해 검출된 클램핑 힘 정보에 기초하여 수행되는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 5**

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

캘리퍼의 전체 동작 범위에 걸쳐 포물선, 3 차 또는 지수 타입의 이론적 강성 곡선을 생성하는 단계를 포함하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 6**

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

임계 값까지의 힘의 범위에서의 제1 포물선, 3 차 또는 지수 섹션과, 그리고 제1 곡선 섹션의 마지막 부분의 기울기에서 시작한 선형 외삽에 의해 얻어진, 임계 값을 넘어서는 제2 선형 섹션을 가진 이론적 강성 곡선을 생성하는 단계를 포함하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 7**

청구항 5 또는 6에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

캘리퍼 센서에 의해 제공되는 정보를 획득하는 각각의 새로운 사이클에서 실시간으로 수행되는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 8**

청구항 4 내지 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

제동 이벤트 동안 캘리퍼 센서에 의해 제공된 복수의 정보를 사용하여 제동 이벤트의 종료 시에 수행되는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 9**

청구항 4 내지 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

미리 결정된 힘 하위 임계치(sub-threshold)가 임계 값까지의 힘의 범위 내에서 초과될 때마다 제동 이벤트 동안 수행되는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 10**

청구항 4 내지 9 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

힘 평가기 모듈에 의하여, 캘리퍼 센서에 의해 제공된 가장 최근의 클램핑 힘 정보에 큰 가중치를 할당하는 단계를 포함하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 11**

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 캘리퍼 센서는

클램핑 힘이 임계 값에 도달할 때 클램핑 힘 존재 정보를 제공하기에 적합한 바이너리 센서인, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 12**

청구항 1 내지 11 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

캘리퍼 히스테리시스 효과를 평가하는 단계를 더 포함하며,

상기 평가하는 단계는

제동 이벤트에서 힘의 증가 추세를 나타내는 측정된 강성 곡선의 미리 결정된 양의 이동을 포함하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 13**

청구항 1 내지 12 중 어느 한 항에 있어서,

상기 식별하는 단계(508)는

캘리퍼 히스테리시스 효과를 평가하는 단계를 더 포함하며,

상기 평가하는 단계는

제동 이벤트 해제 단계에서 캘리퍼 센서에 의해 캘리퍼의 클램핑 힘의 검출에 기초하는, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법.

**청구항 14**

차량 제동 시스템의 제어 시스템(100)에 있어서,

- 차량 코너의 브레이크 캘리퍼와 동작적으로 연관된 힘 센서;
- 전기 기계 또는 전기 유압 브레이크 캘리퍼 액추에이터와 동작적으로 연관된 액추에이터 센서;
- 캘리퍼 강성 모델링 모듈;
- 강도 평가기 모듈;
- 제동 제어 모듈;을 포함하며,

상기 제어 시스템은

청구항 1 내지 13 중 어느 하나에 따른 제어 방법의 단계를 수행하도록 구성되는, 차량 제동 시스템의 제어 시스템(100).

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 차량의 제동 시스템에 관한 것이며, 특히 차량의 제동 시스템을 위한 제어 방법 및 관련 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최신 차량, 예를 들어 승용차에서는, 전자 BBW 기술(약어 "brake by wire")이 장착된 제동 시스템이 점점 더 널리 보급되고 있다.

[0003] BBW 기술의 전자 제동 시스템 내에서, 제동 단계 동안, 각 브레이크 디스크에 있는 한 쌍의 브레이크 캘리퍼 패드에 의해 가해지는 힘을 아는 것이 필수적이며, 이러한 힘은 일반적인 폐쇄 루프 제어 시스템을 갖춘 BBW 전자 제동 시스템에 의해 조정될 수 있다. 캘리퍼에 의해 가해지는 힘의 값은 차량 운전자 또는 전자 운전자 보조 시스템에 의해 제동에 필요한 기준 힘의 값과 비교되어, 제동력이 상기 필요한 기준 힘 값에 도달하도록 정확하게 보장될 수 있다.

[0004] 이러한 비교는 제동 요청의 통상적인 경우뿐만 아니라 특정 경우에서도 수행되고, 특정 경우는 차량에 예를 들

어, 휠 잠김 방지 제동 시스템(ABS) 또는 전자 안정성 제어 시스템(ESC)과 같은 것이 장착될 수 있는 추가 전자 시스템으로부터의 요청에 BBW 전자 제동 시스템이 응답해야 하는 경우, 또는 차량 자체에 관한 접착력이 낮은 조건에 응답해야 하는 경우이다.

- [0005] 종래 기술에서는, 가해진 클램핑 힘의 레벨에 관한 피드백을 가지기 위해 다음과 같은 두 가지 선택이 있다:
- [0006] 1. 캘리퍼의 전체 동작 범위를 포괄하는 힘 센서(압력 센서 또는 토크 센서일 수도 있음)를 사용;
- [0007] 2. 위치, 전류, 온도 등 BBW 시스템의 캘리퍼에서 이용 가능한 추가 측정치를 기초로 하여 인가된 힘을 간접적으로 계산하는 평가기를 사용.
- [0008] 옵션 1은 실현 가능성, 비용, 분해능/정확성 및 재사용성과 관련하여 몇 가지 제한 사항을 가진다.
- [0009] 실현 가능성과 관련하여 어떤 경우에는 캘리퍼 자체 내에서 이용 가능한 작은 공간에서 브레이크 캘리퍼의 전체 동작 범위를 관측할 수 있는 센서를 가지는 것은 불가능하다.
- [0010] 비용과 관련하여, 확장된 관측 범위를 갖는 센서를 개발하고 검증하는 것은 매우 비쌀 수 있다.
- [0011] 분해능/정확성과 관련하여, 센서에서, 센서 관측 범위, 정확성 및 분해능은 상호 관련된 특성이며, 독립적으로 결정될 수 없다: 센서 관측 범위가 증가하면 정확도 및 분해능이 손실될 수 있다.
- [0012] 재사용성과 관련하여, 매우 넓은 범위의 센서를 사용하지 않는 한, 낮은 관측 범위가 요구되는 액추에이터의 경우에도, 각 적용에 적합한 범위의 센서가 선택되어야 하며, 동일한 센서는 서로 다른 범위, 예를 들어 서로 다른 차량 범위의 다수의 적용에서 사용될 수 없다.
- [0013] 옵션 2는 예를 들어 효율성의 변화, 패드 마모, 액추에이터 및 캘리퍼 생산 파라미터의 변화, 열 효과, 마찰력의 변화 등으로 인해, 구성 요소의 수명 동안 평가치가 많은 불확실성과 가변성에 영향을 받는다는 제한을 가진다. 이러한 측면은 특히 낮은 힘의 제동 이벤트의 제1 부분 동안, 그리고 대신에 패드-디스크 접촉점이 높은 정확도로 결정되고 검출되어야 할 때 정확도의 레벨이 형편없는 평가로 이어질 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 본 발명의 목적은 종래 기술의 해결책의 한계 및 단점을 적어도 부분적으로 극복할 수 있는 제동 시스템에 대한 제어 방법 및 시스템을 제안하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 이러한 목적은 청구항 1에 따른 제동 시스템의 제어 방법 및 청구항 13에 따른 제어 시스템에 의해 달성된다.
- [0016] 일부 유리한 실시예는 종속항의 주제이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0017] 본 발명에 따른 방법 및 관련 시스템의 추가 특징 및 이점은 첨부 도면을 참조하여 비제한적인 예로서 순전히 제공되는 바람직한 실시예의 아래 설명으로부터 도출될 것이다:
  - 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, 차량의 제동 시스템에 대한 전자 제어 시스템을 블록도를 통해 도시하고;
  - 도 2는 본 발명의 추가 실시예에 따른, 차량의 제동 시스템에 대한 전자 제어 시스템을 블록도를 통해 도시하고;
  - 도 3은 본 발명에 따른 제어 방법의 실시예에 따라 획득된, 부분적으로 측정되고 부분적으로 평가된 힘과 움직임을 비교하는 강성 곡선 그래프이고;
  - 도 4 및 4a는 각각 힘과 움직임, 그리고 힘과 시간을 비교하는 두 개의 강성 곡선 그래프이며, 이는 캘리퍼의 히스테리시스 특성을 포함하고;
  - 도 5는 힘과 움직임을, 클램핑 힘의 상승 곡선과 하강 곡선 간의 일시적인 현상을 나타내는 히스테리시스와 비교하는 또 다른 강성 곡선 그래프이며; 그리고

- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른, 차량의 제동 시스템에 대한 제어 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 첨부된 도면에서는 1; 100은 본 발명의 일부 실시예에서 제동 시스템용 전자 제어 시스템을 전체적으로 개략적인 형태로 나타내는데 사용된다. 특히, 제어 시스템은 목표 제동력, 또는 기준(FR) 제동력의 값과 브레이크 캘리퍼에 의해 실제로 가해지는 제동력의 세기 간의 오차를 최소화하기 위해, 폐쇄 루프 모드에서, 차량의 각 코너가 독립적으로 제어되는 분산형 구조의 브레이크 바이 와이어(Brake-By-Wire) 제동 시스템에 적용된다.
- [0019] 주목해야 하는 바와 같이, 제동 목표와 연관된 값 및 캘리퍼에 의해 가해지는 힘의 세기는 채택된 제어 전략, 사용된 센서 또는 코너의 토폴로지(topology)에 따라 달라질 수 있으며, 그리고 예를 들어, 힘, 압력 또는 토크 일 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 이러한 측정치는 상호 관련되어 있으며 서로 쉽게 변환될 수 있다; 그러므로 다음 설명에서는 이러한 상호 관련된 양은 일반적으로 "힘" 또는 "클램핑 힘"으로 지칭될 것이다.
- [0020] 더욱이, 다양한 실시예에서 공통되는 요소에는 동일한 참조번호를 부여하였다.
- [0021] 본 설명의 목적상, 도면에 표시되지 않은 '차량'이라는 용어는 2개, 3개, 4개 이상의 휠을 가진 임의의 차량 또는 모터 차량, 또한 상업용 타입의 차량을 지칭한다.
- [0022] 더욱이, 도면에 표시되지도 않은 '제동 시스템'이라는 용어는 차량의 서비스 제동의 생성 또는 차량의 주차 제동의 생성에 기여하는 모든 구성요소(기계 및/또는 전기 또는 전자 구성요소부터 제동액까지)의 세트를 지칭한다.
- [0023] 도 1 및 2는 시스템(1)의 가능한 실시예의 블록도를 나타낸다.
- [0024] 일부 실시예에서, 제어 시스템은 차량 제어 모듈(101)을 포함한다.
- [0025] 차량 제어 모듈(101), 예를 들어 메인 하드웨어 모듈 내의 하드웨어 모듈 및/또는 소프트웨어 로직은 의도된 작업 중에서 제동 요청 RF(감속 요청)를 수신하도록 구성된다.
- [0026] 이러한 제동 요청 RF는 차량 운전자가 동작할 수 있는 브레이크 페달(도면에 도시되지 않음)로부터 발생될 수 있으며, 예를 들어, 차량 제어 모듈(101)에 의해 구현 가능한 EBD 로직(Electronic Brake-force Distribution, 도면에 도시되지 않음)에 의해 처리될 수 있거나, 또는 자동 차량 운전 보조 로직, 예를 들어 AEB 로직(Autonomous Emergency Brake, 도면에는 도시되지 않음)으로부터 발생될 수 있다.
- [0027] 차량 제어 모듈(101)은 제동 요청 RF 및 제동 시스템, 또는 일반적으로 차량과 연관된 센서로부터 발생되는 가능한 다른 정보에 기초하여, 기준 힘 값(FR)을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 다른 실시예에서, 차량 제어 모듈(101)은, 본 발명의 목적인 제어 시스템(1; 100) 외부에 있고, 제어 시스템(1)에게 기준 힘 FR의 값을 제공한다.
- [0029] 시스템(1; 100)은 차량의 코너와 동작 가능하게 연관된 하나 이상의 코너 검출 디바이스(10)를 더 포함한다.
- [0030] 이러한 코너 검출 디바이스(10)는 차량의 코너에서 제동 시스템을 나타내는 코너 정보를 검출하도록 구성된다. 본 설명의 목적을 위해, "차량 코너에서 제동 시스템을 나타내는 코너 정보"라는 문구는 실제로 상대적인 코너에 물리적으로 위치할 필요가 없을지라도, 각 제동 디바이스에 관한 정보를 지칭한다.
- [0031] 코너 검출 디바이스(10)는, 각각의 브레이크 캘리퍼의 클램핑 및 해제를 명령하기 위해 동작 가능한, 캘리퍼 액추에이터, 예를 들어 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터의 상태에 관한 정보를 획득하는데 적합한 액추에이터 센서(102)를 포함한다.
- [0032] 더 자세하게, 일부 실시예에서, 액추에이터 센서(102)는 위치 센서, 전압 센서, 전류 센서, 온도 센서 등을 포함한다.
- [0033] 이러한 경우, 액추에이터 센서(102)에 의해 획득된 정보는 예를 들어 다음과 같다:
- [0034] - 브레이크 캘리퍼의 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터의 위치;
- [0035] - 예를 들어 속도, 가속도 또는 가속도의 미분(스내치(snatch) 또는 저크(jerk))과 같이 브레이크 캘리퍼의 전기 기계 액추에이터의 위치로부터 도출된 양;
- [0036] - 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터를 이동하는데 적합한 전기 모터의 전기 공급 전압/PWM(펄스 폭 변조)

및 추가로 도출된 양(예를 들어, 전류로부터 도출된 전압 피크, 필터링된 평균, 전력 등);

- [0037] - 전기 모터에 의해 흡수된 전류 및 추가로 도출된 양(예를 들어, 전류 피크, 필터링된 평균, 전압으로부터 도출된 전력, 예상 소비량, 효율 및 흡수된 전력 등);
- [0038] - 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터 및/또는 전기 모터의 외부 온도.
- [0039] 코너 검출 디바이스(10)는, 각각의 코너에 대해, 브레이크 캘리퍼에 의해 브레이크 디스크에 가해지는 클램핑 힘에 관한 정보를 획득하는데 적합한 힘 센서(104)를 더 포함한다.
- [0040] 일 실시예에서, 힘 센서(104)는 적어도 브레이크 캘리퍼의 동작 범위의 제1 부분, 즉 전기 기계 액추에이터 피스톤 스트로크의 제1 부분 또는, 전기 유압 액추에이터의 경우, 펌프 플로트 스트로크(pump float stroke) 또는 캘리퍼 피스톤 스트로크의 제1 부분으로 제한되는 범위 내에서, 브레이크 캘리퍼에 의해 가해지는 클램핑 힘을 측정하는데 적합하다.
- [0041] 다시 말하면, 힘 센서(104)는 브레이크 캘리퍼의 동작 범위보다 낮은 힘 관독 범위를 가질 수 있다.
- [0042] 다른 실시예에서, 힘 센서(104)는 바이너리 센서, 즉 캘리퍼에 의해 가해지는 클램핑 힘이 미리 결정된 임계 값을 초과하는지 여부를 검출하는데에만 적합한 힘 스위치이거나, 또는 상기 바이너리 센서로서 기능을 하도록 사용된다. 이 경우, 예를 들어, 코너 정보는 전기 기계 액추에이터에 의한 힘 단계(force phase)의 시작을 나타내는 정보, 즉 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터의 피스톤이 힘을 가하기 시작하고 무부하 위치로부터 브레이크 캘리퍼에 부하가 가해지기 시작하는 위치로 이동하는 부하 단계(loading phase)의 시작을 나타내는 정보(예를 들어, "플래그")를 포함한다.
- [0043] 시스템(1)은, 액추에이터에 의해 가해진 클램핑 힘을, 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터의 피스톤의 위치(P)와 관련시키는 이론적 강성 곡선(Fx)으로 표시되는 클램프 강성 모델(clamp stiffness model)에 기초하여, 평가된 힘 값(FS)를 결정하도록 구성된 힘 평가기 모듈(110)을 더 포함한다.
- [0044] 캘리퍼 강성 모델에는 강성 모델링 모듈(120)이 제공된다.
- [0045] 도 1에 도시된 실시예에서, 시스템은 적어도 캘리퍼 동작 범위의 하위 부분으로 제한되는 범위 내에서 클램핑 힘을 측정하도록 구성된 힘 센서(104)를 사용하고, 강성 모델링 모듈(120)은 힘 센서로부터 획득된 정보 및 캘리퍼 액추에이터 상태에 관한 정보를 기초로 하여, 이론적 강성 곡선(Fx)를 구성한다. 다음 설명에서는 모델 구축 알고리즘에 대한 일부 예가 설명될 것이다.
- [0046] 이 실시예에서, 힘 평가기 모듈(110)은, 센서 관독 범위를 넘어서고 캘리퍼의 최대 클램핑 힘 값까지의 클램핑 힘 범위 내에서, 또는 센서 관독 범위 내의 미리 결정된 소정의 클램핑 힘 임계 값을 넘어서는 임의의 경우(예를 들어, 특정 클램핑 힘 임계 값 아래면 센서의 측정 정확도가 만족스러운 수준이고 특정 클램핑 힘 임계 값 위면 센서의 측정 정확도가 만족스럽지 않은 것으로 간주됨)에, 이론적 강성 곡선을 평가하도록 구성된다.
- [0047] 일부 실시예에서, 전자 제어 시스템은 기준 힘 값(FR)이 힘 센서에 대해 설정된 임계 값보다 낮으면 힘 센서로부터 발생하는 클램핑 힘 정보를 사용하고, 기준 힘 값(FR)이 임계 값보다 높으면 평가된 힘 값(FS)을 사용하도록 구성된다.
- [0048] 다시 말하면, 강성 모델은, 코너의 동작 범위 전체에 걸쳐 폐쇄-루프 제어 피드백을 제공하기 위해 센서 관독 범위를 넘어서는 힘을 평가하는데 사용된다.
- [0049] 예를 들어, 기준 힘 값(FR)과 임계 값 간의 비교는 액추에이터 센서(102)로부터 발생하는 정보, 예를 들어 전기 기계 액추에이터 피스톤의 위치에 기초하여, 힘 평가기 모듈(110)에 의해 수행될 수 있다.
- [0050] 시스템(1; 100)은 또한 브레이크 제어 모듈(130)을 포함한다.
- [0051] 예를 들어, 메인 하드웨어 모듈 내의 하드웨어 모듈 및/또는 소프트웨어 로직인 브레이크 제어 모듈(130)은 평가기 모듈로부터 발생하는 평가된 힘 값(FS)을 나타내는 신호, 및 힘 센서에 의해 검출된 실제 힘(FA)을 나타내는 신호를 수신하도록 구성된다. 브레이크 제어 모듈(130)은 이들 두 신호 중 하나(예를 들어, 기준 힘 값(FR)이 미리 결정된 임계 값보다 낮은지 또는 높은지 여부에 따름)를 기준 힘 값(FR)과 비교하고, 그 비교에 기초하여, 제동 시스템의 브레이크 캘리퍼의 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터(액추에이터는 시스템(1; 100) 외부에 개략적으로 나타나고 기준(AE)로 표시됨)에 대한 제어 신호(SC)를 생성하도록 구성된다.
- [0052] 주목해야 하는 바와 같이, 제어 신호(SC)는, 예를 들어, 브레이크 캘리퍼의 전기 기계 액추에이터(AE)에 공급되

는 전류 또는 전압(PWM)의 기준값(설정점)이다.

- [0053] 일 실시예에서, 시스템(1)은 또한 전기 기계 액추에이터(AE)의 전자 구동 모듈(DR)도 포함한다.
- [0054] 브레이크 제어 모듈(130)은 전자 구동 모듈(DR)에 의해 전기 기계 액추에이터(AE)에 제어 신호(SC)를 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0055] 구동 모듈(DR)은 제어 신호(SC), 및 이에 따른 제동 요구 수준(백분율/PWM)을 수신하여, 결과적으로 전기 기계 액추에이터(AE)에 제공될 구동 신호(SC'), 예를 들어, 전기 기계 액추에이터(AE)를 이동시키기에 적합한 전기 모터에 제공되어야 하는 전기 구동 전류를 생성하도록 구성된다.
- [0056] 일 실시예에서, 강성 모델링 모듈(120)은 힘 센서의 관독 범위 내에서 캘리퍼의 특성에 기초하여 포물선, 3차 또는 지수 곡선으로 이론적 강성 곡선을 모델링하도록 구성된다.
- [0057] 보다 상세하게, 일부 실시예에서 강성 모델링 모듈(120)은 캘리퍼의 특성에 따라(예를 들어 기하학적 구조, 마찰 등에 기초하여) 다음 두 가지 방식 중 하나에서 이론적 강성 곡선을 모델링하도록 구성된다.
- [0058] 예를 들어, "오프라인" 시스템 개발 및 테스트 단계 동안, 식별된 모델, 예를 들어, 포물선, 3차 또는 지수 곡선이 캘리퍼의 전체 동작 범위를 정확하게 나타내는 것으로 확인되면, 식별된 모델은 관독 범위 내에서 센서로부터 획득 가능한 정보에 기초하여 구성될 수 있고, 동일한 곡선은 캘리퍼의 동작 범위의 상부에, 즉 센서의 관독 범위를 넘어서, 또는 임의의 경우에 미리 설정된 임계 값을 넘어서 힘을 평가하도록 사용될 수 있다.
- [0059] 반면, 식별된 모델, 예를 들어, 포물선, 3차 또는 지수 곡선이, 센서 관독값이 사용될 수 있는 캘리퍼 동작 범위의 하위 부분만 정확하게 나타내는 것으로 확인되면, 식별된 모델은 그 후에 캘리퍼 동작 범위의 상위 부분, 즉 센서가 덮는 구역 외부에서 모델을 확장하기 위해 선형 외삽(linear extrapolation)을 수행하는데 사용된다. 여기서 캘리퍼의 강성은 포물선, 3 차 또는 지수 곡선 대신에 선형 곡선으로서 더 잘 식별될 수 있다.
- [0060] 다시 말하면, 도 3에서 볼 수 있는 바와 같이, 모델이 동작 범위의 하위 부분에만 적합하면, 이 하위 부분에서 곡선은 비선형 특성, 예를 들어, 포물선 또는 3차 특성을 가진다. 상위 부분(점선으로 표시)은 하위 부분의 마지막 섹션의 기울기를 기점으로 모델로부터 외삽된 것이며, 외삽은 선형적인 특성을 가진다.
- [0061] 강성 모델링 모듈(120)은 다양한 전략에 따라 모델 식별 루틴을 구현하도록 구성될 수 있다.
- [0062] 제1 전략은 힘 센서로부터 발생하는 새로운 정보를 사용하여 각각의 새로운 제동 시스템 제어 사이클에서 실시간으로 모델을 식별하는 것이다.
- [0063] 제2 전략에 따르면, 제동 이벤트 동안, 미리 정의된 중간 힘 임계 값에 도달할 때(즉, 센서 임계값 미만)에만 모델 식별이 수행된다. 중간 힘 임계치는 일정한 간격(예를 들어, 1000N 마다)으로 선택되거나 가장 큰 비-선형성이 있는 구역 내에서 샘플 수를 늘리고 곡선이 더 선형이거나 거의 선형인 샘플을 줄여 분산될 수 있다.
- [0064] 제3 전략에 따르면, 모델 식별은 힘 센서로부터 모든 데이터를 수집한 후, 예를 들어 액추에이터가 제동 중이 아닐 때 제동 이벤트당 한 번 수행된다.
- [0065] 일부 실시예에서, 캘리퍼 강성 모델링 모듈은 모델 적합 단계 동안 사용된 데이터와 연관된 노후화 파라미터(obsolescence parameter)를 추가하도록 구성될 수 있다. 사실, 대부분의 제동 이벤트가 발생하는 캘리퍼 동작 범위의 하위 부분에는 이용 가능한 많은 데이터가 있고 높은 레벨의 힘에서는 데이터가 거의 없는 경우가 발생할 수 있다. 그러므로 높은 레벨의 힘과 관련된 데이터는 또한 시스템이 제어하는 제동 이벤트보다 매우 일찍 발생된 제동 이벤트와 관련하여 오래되었을 수도 있다.
- [0066] 그러므로, 적합 알고리즘은 모델링 단계 동안 이용 가능한 데이터와 연관된 노후화 파라미터를 도입하여, 가장 최근의 데이터가 이전 데이터보다 더 큰 가중치를 가지도록 할 수 있다. 이는, 모델 평가 프로세스가 센서의 전체 동작 범위에 대한 이용 가능한 정보를 사용하도록 할 수 있지만, 예를 들어, 패드 마모 또는 디스크 및 캘리퍼의 열 효과로 인한 강성 변화에 더 잘 반응할 수 있다.
- [0067] 주목해야 하는 바와 같이, 모델 식별 루틴의 실행 빈도 선택은 모델을 자주 새로 고칠 필요성과 계산 부하 최적화 간의 트레이드-오프로부터 발생될 수 있다.
- [0068] 미리 정의된 클램핑 힘 임계 값에 도달하는 것에 관한 정보를 제공하기 위해서만 구성되거나 사용되는 바이너리 힘 센서(104)를 사용하는 도 2에 도시된 실시예에서, 강성 모델(120)은 전자 제어 시스템 구성 단계, 즉, "오프라인" 모드 동안 획득된다. 예를 들어, 이 경우, 캘리퍼 액추에이터 피스톤의 위치와 캘리퍼 클램핑 힘의 측

정은 힘 램프 동안 외부 센서에 의해 수행될 수 있으며, 수집된 데이터는 강성 모델의 파라미터를 결정하는 데 사용된다.

- [0069] 다시 말하면, 바이너리 힘 센서(104)는 클램핑 힘이 있는지 여부를 감지한다. 인지된 힘은 패드-디스크 접촉력일 수 있다. 센서는, 예를 들어, 힘이 미리 결정된 소정의 임계치를 초과할 때 힘의 존재를 검출한다. 이 임계치가 초과될 때, 평가기 모듈은 액추에이터 센서(102)로부터 수신된 정보의 함수로서 평가된 힘 값(FS)를 얻기 위하여, 강성 모델링 모듈(120)(도 2에서 제어 시스템 외부에 표시됨)에 의해 제공된 모델을 적용한다.
- [0070] 이 경우, 제어 시스템(100)은 강성 모델링 모듈(120)로부터 "오프라인"으로 획득된 강성 모델이 저장되는 저장 모듈(122)을 포함할 수 있다. 저장 모듈(122)은 힘 평가기 모듈(110)에 의해 접근 가능하다.
- [0071] 일부 실시예에서, 강성 모델링 모듈은, 필요한 힘이 감소될 때 클램핑 힘의 증가 곡선이 힘의 감소 곡선과 일치하지 않도록 캘리퍼에 존재하는 히스테리시스 효과를 설명하도록 구성된다.
- [0072] 보다 구체적으로, 일 실시예에서, 강성 모델링 모듈은 힘이 증가하는 단RP에 대해서만 강성 모델을 식별하고 모델을 미리 정의된 양만큼 이동시켜 곡선의 감소 단계를 도출함으로써 이러한 히스테리시스 효과를 구현하도록 구성된다.
- [0073] 도 4는 캘리퍼의 히스테리시스 효과를 포함하는 피스톤 위치의 함수로서 강성 곡선(Fx)를 도시한다. 클램핑 힘의 감소 단계가 주목되는데, 이는 실질적으로 상승 단계의 이동이다. 도 4a는 동일한 강성 곡선을 보여주지만 시간의 함수로 표시된다. 변형 실시예에서, 제동 이벤트의 적용 단계와 해제 단계 모두에서 힘 센서로부터 발생하는 정보를 사용하여 2개의 모델이 대신 식별된다.
- [0074] 두 경우 모두, 두 곡선이 얻어지면, 모델링 모듈은, 소정의 힘 조정이 필요할 때 두 곡선을 연결하는 이러한 메커니즘을 구현하도록 구성되며, 액추에이터는 힘 증가 단계로부터 힘 감소 단계로, 또는 그 반대로 방향을 변화시킨다.
- [0075] 특히, 도 5에 도시된 바와 같이, 모델링 알고리즘은 선형 동작으로 식별 및 모델링될 수 있는 일부 추가 변화 곡선, 포물선 곡선, 3차 곡선, 지수 곡선, 또는 캘리퍼의 실제 동작을 기초로 하는 필터를 구현한다.
- [0076] 이 메커니즘을 적절하게 구현하기 위해 모델링 모듈은 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터 AE(또는 다른 관련 정보)의 피스톤 위치를 검출하는 센서로부터 (적용 또는 해제하는 동안) 액추에이터의 이동 방향에 관한 정보를 수신할 수 있다.
- [0077] 일부 실시예에서, 힘 센서(104)는 전기 기계 또는 전기 유압 액추에이터에 기계적으로 통합된다. 이러한 통합은 대안적인 실시예에 따라 구현될 수 있습니다.
- [0078] 예를 들어, 일 실시예에서, 힘 센서는 항상 클램핑 힘 임계값보다 높은 인가된 힘을 받는다. 이 실시예에서, 센서는 영구적인 변형이나 손상 없이 전체 범위의 캘리퍼 힘을 견딜 수 있도록 기계적으로 설계되어야 한다. 측정된 힘의 관점에서, 이는 인터페이스의 전체 크기에 도달하는 임계 값까지만 측정을 제공하도록 설계될 수 있다(최대 분해능을 제공하는 해결책). 대안으로, 센서는 더 넓은 인터페이스 크기를 가질 수 있지만 임계 값보다 정확도가 낮은 측정치를 제공할 수 있다.
- [0079] 일 실시예에서, 센서는 센서의 민감한 섹션이 클램핑 힘 임계 값까지만 응력을 받도록 기계적 설계와 통합된다. 이러한 해결책은 캘리퍼의 전체 힘 범위를 견딜 수 있는 기계적 구조를 필요로 함 없이, 센서의 민감한 섹션이 임계 값까지, 한 가지 힘만 견디도록 설계되도록 한다.
- [0080] 이제 도 6의 블록도를 참조하면, 본 발명에 따른 차량 제동 시스템의 제어 방법(500)이 설명된다.
- [0081] 방법(500)은 기호적 시작 단계(STR)를 포함한다.
- [0082] 방법은 캘리퍼 센서에 의해 검출 가능한 클램핑 힘 임계 값(FT)을 미리 결정하는 단계(502)를 포함하며, 이러한 임계값(FT)은 캘리퍼에 의해 실행 가능한 최대 클램핑 힘 값보다 낮다.
- [0083] 위에서 언급된 바와 같이, 클램핑 힘 임계값(FT)은 센서 관독 범위의 최대값이거나 캘리퍼 센서의 정확도의 함수에 따라 선택된 임계값일 수 있다.
- [0084] 방법(500)은 기준 힘(FR)의 값을 수신하는 단계(506)를 포함한다.
- [0085] 일부 실시예에서, 기준 힘(FR)의 값은 제동 요청(RF)에 기초하여 기준 힘(FR)의 값을 생성하는(502) 차량 제어

모듈(101)에 의해 수신된다(504).

- [0086] 방법은 또한, 캘리퍼 강성 모델링 모듈에 의해, 캘리퍼 액추에이터의 위치와 캘리퍼에 의해 가해지는 클램핑 힘을 관련시키는 이론적 강성 곡선에 의해 정의되는 캘리퍼 강성 모델을 식별하는 단계(508)를 포함한다.
- [0087] 기준 힘(FR)의 값이 임계값 FT보다 높으면, 방법은, 힘 평가기 모듈(120)에 의해, 캘리퍼 강성 모델, 및 전기 기계 액추에이터의 위치와 상관된 정보를 사용하여, 평가된 클램핑 힘 값(FS)를 평가하는 단계(510)를 포함한다.
- [0088] 방법은 또한, 브레이크 제어 모듈(130)에 의해, 평가된 클램핑 힘 값(FS)과 기준 힘 값(FR)에 기초하여 액추에이터 제어 신호를 생성하는 단계(512)를 포함한다.
- [0089] 캘리퍼 센서가 제로로부터 적어도 임계 값(FT)까지의 관독 범위를 가진 일 실시예에서, 기준 힘(FR)의 값이 임계 값(FT)보다 낮은 경우, 방법은, 브레이크 제어 모듈에 의하여, 캘리퍼 센서에 의해 측정된 실제 클램핑 힘 값(FA)에 기초하여 액추에이터 제어 신호(SC)를 생성하는 단계(512')를 포함한다.
- [0090] 캘리퍼 센서가 제로로부터 적어도 임계 값까지 관독 범위를 가진 일 실시예에서, 식별하는 단계(508)는 캘리퍼 액추에이터 상태 정보의 함수에 따른 캘리퍼 센서에 의해 검출된 클램핑 힘 정보에 기초하여 수행된다.
- [0091] 일 실시예에서, 식별하는 단계(508)는 캘리퍼의 전체 동작 범위에 걸쳐 포물선, 3 차 또는 지수 타입의 이론적 강성 곡선을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0092] 일 실시예 변형에서, 식별하는 단계(508)는 임계 값까지의 힘의 범위에서, 제1 포물선, 3 차 또는 지수 섹션, 및 제1 곡선 섹션의 마지막 부분의 기울기에서 시작한 선형 외삽에 의해 얻어진, 임계 값을 넘어서는 제2 선형 섹션을 가진 이론적 강성 곡선을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0093] 방법의 일 실시예에서, 식별하는 단계(508)는 캘리퍼 센서에 의해 제공되는 정보를 획득하는 각각의 새로운 사이클에서 실시간으로 수행된다.
- [0094] 방법의 일 실시예 변형에서, 식별하는 단계(508)는 제동 이벤트 동안 캘리퍼 센서에 의해 제공된 복수의 정보를 사용하여 제동 이벤트의 종료 시에 수행된다.
- [0095] 방법의 추가 실시예 변형에서, 식별하는 단계(508)는 미리 결정된 힘 하위 임계치(sub-threshold)가 임계 값까지의 힘의 범위 내에서 초과될 때마다 제동 이벤트 동안 수행된다.
- [0096] 방법의 일 실시예에서, 식별하는 단계(508)는, 힘 평가기 모듈에 의하여, 캘리퍼 센서에 의해 제공된 가장 최근의 클램핑 힘 정보에 더 큰 가중치를 할당하는 단계를 포함한다.
- [0097] 방법의 실시예 변형에서, 클램핑 힘이 미리 결정된 임계 값에 도달할 때 클램핑 힘 존재 정보를 제공하기에 적합한 바이너리 캘리퍼 센서가 사용된다.
- [0098] 방법의 일 실시예에서, 식별하는 단계(508)는 캘리퍼 히스테리시스 효과를 평가하는 단계를 더 포함하며, 상기 평가하는 단계는 힘 인가의 단계를 나타내는 이론적 강성 곡선의 미리 결정된 양의 이동을 포함한다.
- [0099] 일 실시예 변형에서, 히스테리시스 효과를 평가하는 단계는 제동 이벤트 해제 단계 동안 캘리퍼 센서에 의한 캘리퍼의 클램핑 힘의 검출에 기초한다.
- [0100] 위에서 설명한 제어 방법 및 관련 시스템의 일부 장점이 이하에서 강조될 것이다.
- [0101] 측정을 캘리퍼의 전체 동작 범위로 확장하기 위해 힘 평가 알고리즘과 함께 제한된 관독 범위를 갖는 센서의 조합을 사용하는 것은 더 높은 범위의 센서의 사용 또는 단지 힘의 평가치 사용을 포함하는 종래 기술 해결책에 비해 여러 가지 이점을 가진다.
- [0102] 힘 평가기 알고리즘만 사용하는 선택과 비교하여, 힘 센서도 있으면 접촉점을 정확하게 검출할 수 있으며, 구성 요소의 열 효과, 마모 및 노화로 인한 강성 및 파라미터의 분산을 정확하게 식별할 수 있다.
- [0103] 더욱이, 전기 기계 캘리퍼의 패드 마모 평가가 더욱 정확해지고, 낮은 힘 레벨에서의 코너 제어가 더욱 정확해져 운전자에게 더 나은 경험을 제공한다.
- [0104] 최대 관독 범위를 가진 센서를 사용하는 것과 비교하여, 제한된 범위를 가진 센서를 사용하면, 낮은 레벨의 힘에서의 가장 중요한 영역에서 정확도와 분해능을 최적화할 수 있고, 여기서는 필요한 실제 힘과 비교할 때 "작은" 오류가 더 관련성이 높다. 더욱이, 관독 범위가 제한된 센서는 억제된 힘을 견디도록 설계될 수 있고, 이

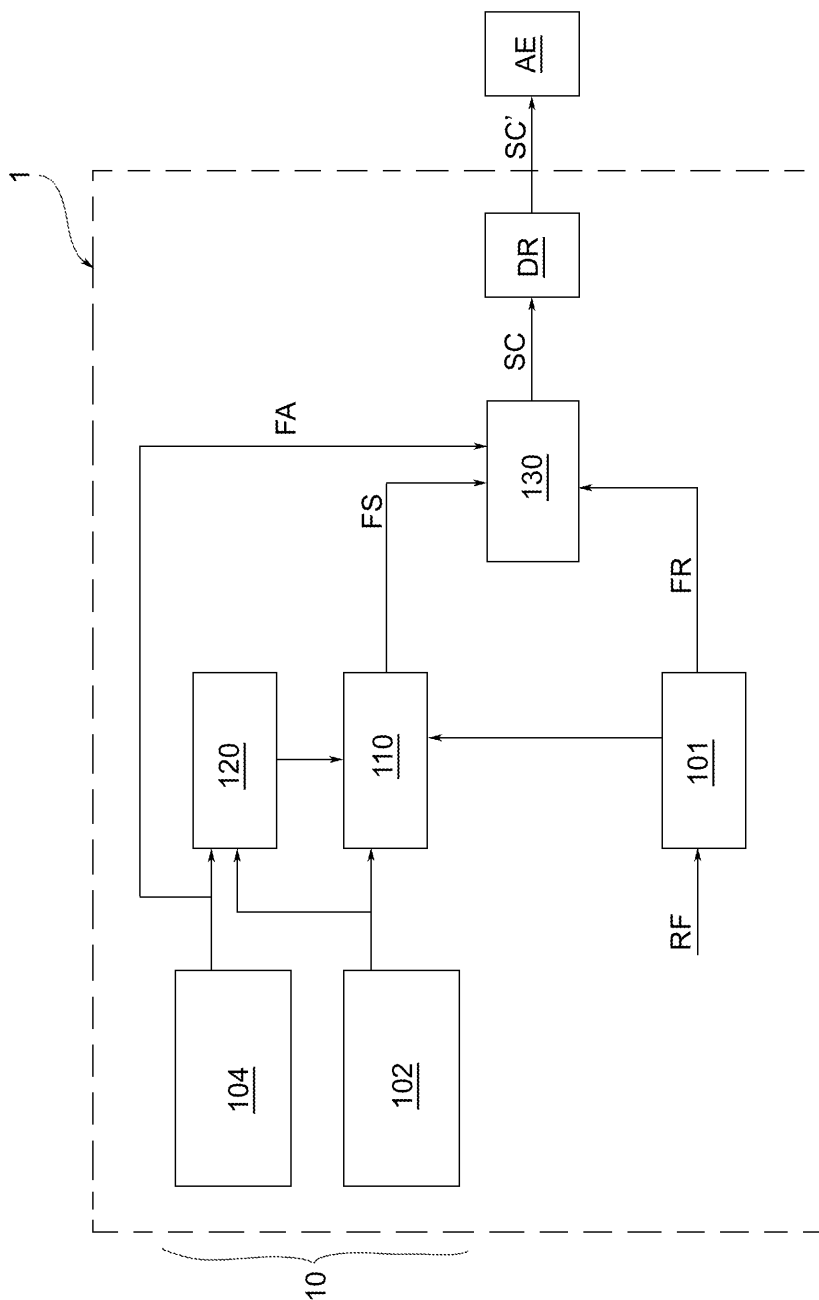
에 따라 감소된 패키징은 BBW 시스템 액추에이터에 더 적합하고 생산 비용 측면에서도 최적화된다.

[0105] 마지막으로, 제안된 해결책을 사용하면 서로 다른 힘 범위를 갖는 서로 다른 응용 분야에 쉽게 확장 가능한 힘 센서를 채택할 수 있다: 동일한 물리적 센서는 동일한 클램핑 힘 임계 값을 항상 측정하고 적용할 것인 반면, 단지 임계 값 이상의 힘을 추정하기 위한 알고리즘만이 크기를 전체 동작 범위로 확장 및 적용하기 위해 맞춤화를 요구할 수 있다.

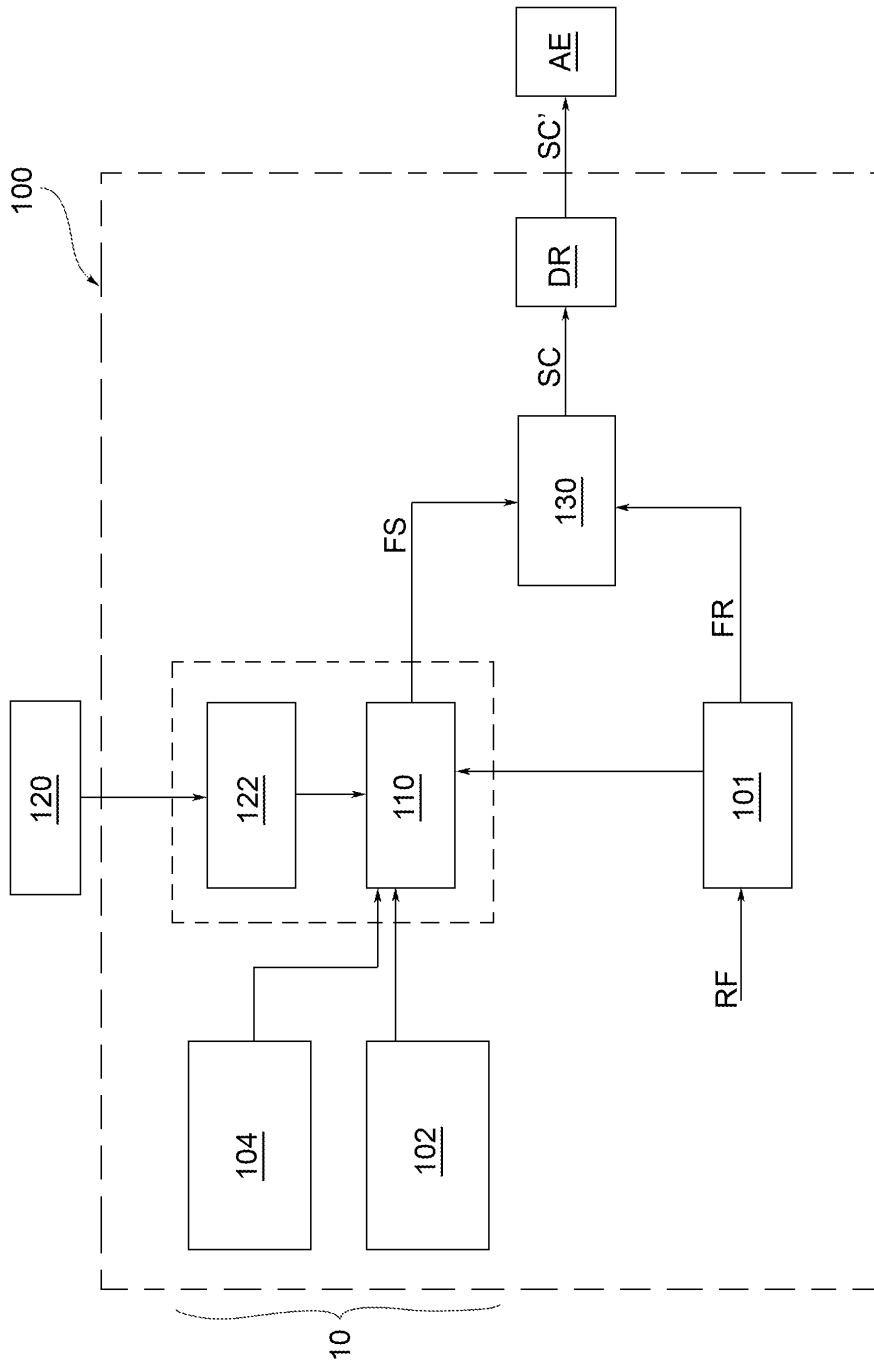
[0106] 본 발명에 따른 제동 시스템을 위한 제어 방법 및 시스템의 실시예에 대해, 통상의 기술자는 다음 청구항의 권리 범위로부터 벗어남 없이, 우발적인 요구를 충족시키기 위해 요소를 기능적으로 동등한 요소로 변경, 적용 및 교체할 수 있다. 가능한 실시예에 속하는 것으로 설명된 각 특징은 설명된 다른 실시예와 독립적으로 획득될 수 있다.

**도면**

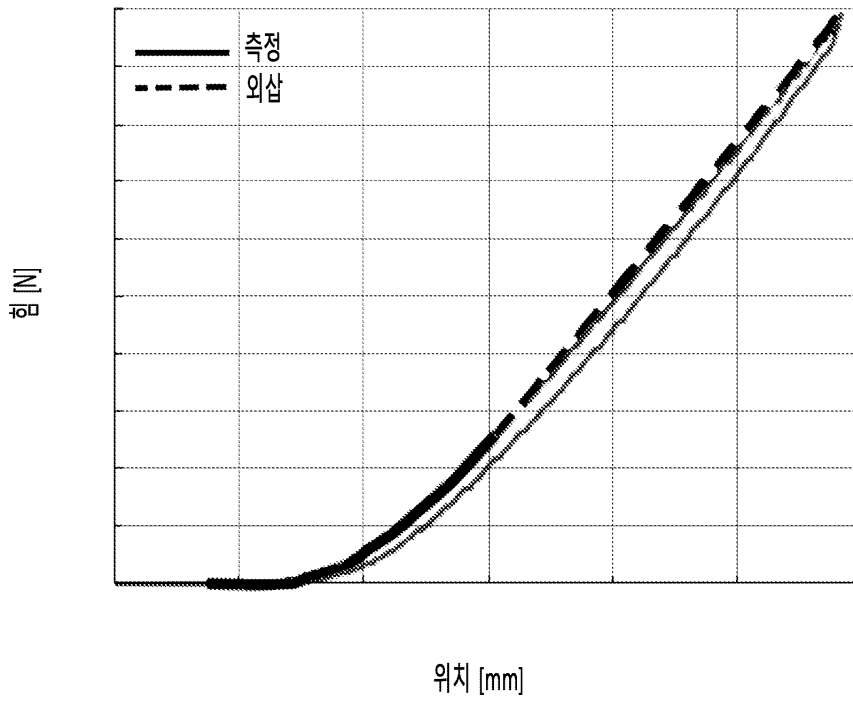
**도면1**



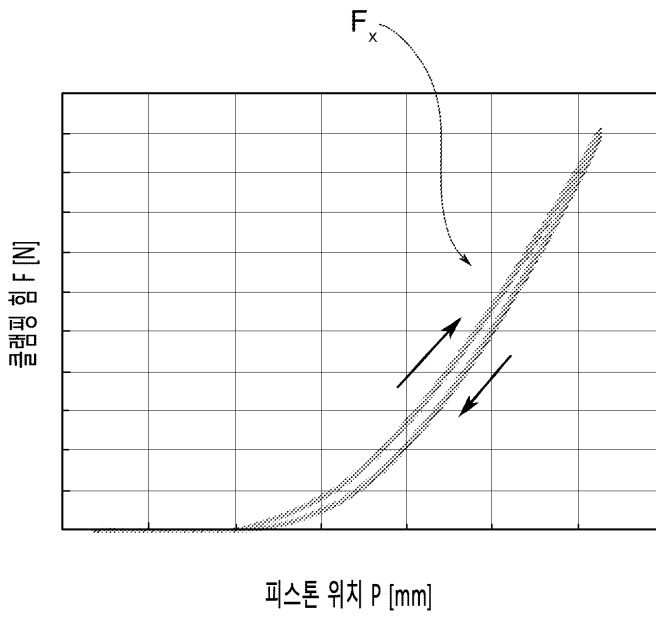
도면2



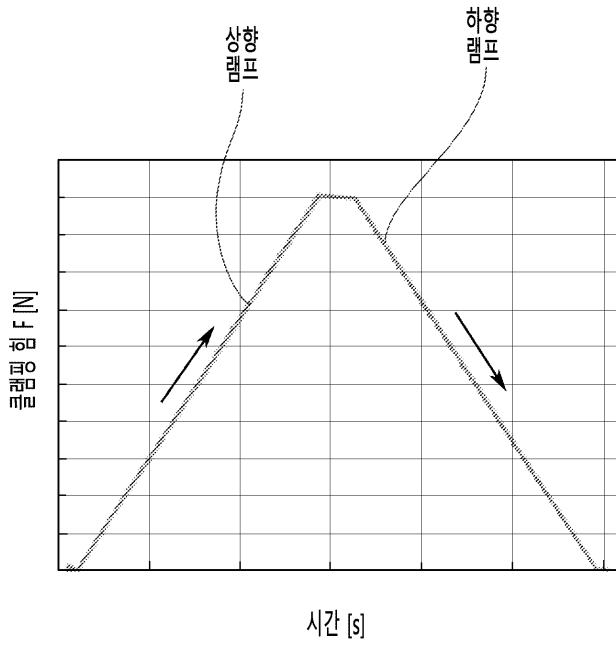
도면3



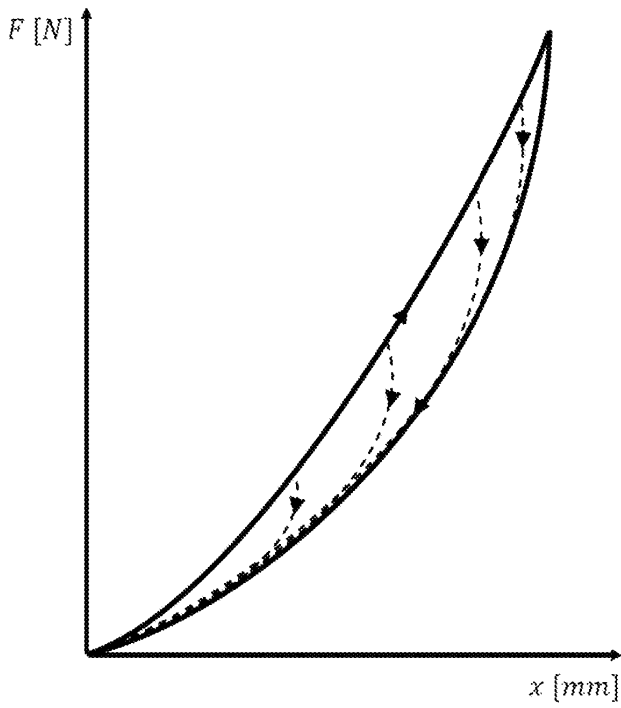
도면4



도면4a



도면5



도면6

