(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [7]
B60K 41/00

(45) 공고일자 2001년11월22일
(11) 등록번호 10-0302425
(24) 등록일자 2001년07월03일

(21) 출원번호 10-1998-0056470
(22) 출원일자 1998년12월19일

(65) 공개번호 특1999-0063247
(43) 공개일자 1999년07월26일

(30) 우선권주장 97-350874 1997년12월19일 일본(JP)

(73) 특허권자 닛산 지도우샤 가부시키가이샤
하나와 요시카즈
일본 가나가와껭 요코하마시 가나가와꾸 다까라쵸 2반지

(72) 발명자 다까하시 노부따까
일본 가나가와껭 요꼬하마시 가나가와꾸 다까라쪼2반지 닛산 지도샤가부시끼가이샤 내
스즈끼 게이스께
일본 가나가와껭 요꼬하마시 가나가와꾸 다까라쪼2반지 닛산 지도샤가부시끼가이샤 내
나까무라 히데오
일본 가나가와껭 요꼬하마시 가나가와꾸 다까라쪼2반지 닛산 지도샤가부시끼가이샤 내
아시자와 히로유끼
일본 가나가와껭 요꼬하마시 가나가와꾸 다까라쪼2반지 닛산 지도샤가부시끼가이샤 내

(74) 대리인 장수길
주성민

심사관 : 양종필

(54) 엔진-CVT구동트레인제어시스템

요약

엔진 무단 변속기(CVT) 구동 트레인용 제어 시스템은 CVT 입력축에서의 관성으로 인한 비율 변화 동안에 발생하는 관성 토크에 대항하여 엔진 토크 변화를 제어한다. 목표 속도는 운전자 동력 요구 및 차속으로부터 연산된다. 목표 비율은 목표 속도 및 차속으로부터 연산된다. 목표 비율로부터 비율 지령이 연산된다. 제어 시스템은 비율 지령 또는 목표 비율로부터 관성 토크를 연산한다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 엔진 및 CVT를 포함하는 차량 구동 트레인과 제어기 사이의 관계를 도시하는 블럭 선도.

제2도는 엔진 제어 시스템의 부분도.

제3도는 전/후진 절환 기구 및 토크 변환 기구를 갖는 CVF의 개략도.

제4도는 제어기에서 수행되는 제어를 도시하는 제어 선도.

제4a도는 다른 실시예를 수행하는 변형예를 포함하는 제4도의 부분도.

제4b도는 제4a도의 부분도.

제4c도는 또 다른 실시예를 도시하는 제4b도와 유사한 부분도.

제4d도는 또 다른 실시예를 수행하는 변형예를 포함하는 제4도의 부분도.

제4e도는 제4d도의 부분도.

제4f도는 또 다른 실시예를 도시하는 제4e도와 유사한 부분도.

제4g도는 또 다른 실시예를 도시하는 제4b도와 유사한 부분도.

제5도는 제어 루틴의 흐름도.

제6도는 가속 페달의 위치 또는 각도 변화에 대한 CVT 입력 샤프트 속도 변화대 차속 변화를 도시하는 CVT 맵.

제7도는 엔진 속도 변화에 대한 엔진 토크 변화 대 드로틀 밸브의 각도 변화를 도시하는 엔진 맵.

제8도는 2초간에 걸친 시간에 대해 1로부터 2까지의 CVT비의 실제 변화시에 임의의 노이즈를 추가함으로써 나온 모의 실험 측정값의 플롯팅 A를 도시하는 도면.

제9a도는 0 내지 2초에 걸쳐 CVT비의 실제 변화의 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값을 연결한 곡선 B를 도시하는 도면.

제9b도는 0 내지 2초에 걸쳐 도8의 측정값 중 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값의 플롯팅 C를 도시하는 도면.

제10도는 2초간에 걸친 1로부터 2까지의 CVT비의 실제 변화를 나타내는 곡선 a 및 실제 변화를 필터링한 값을 나타내는 곡선 b를 도시하는 도면.

제11도는 제9a도에 도시된 곡선 B와 함께 2초에 걸쳐 필터링된 측정값 중 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값의 플롯팅 C1을 도시하는 도면.

제12도는 2초간에 걸친 1로부터 2까지의 CVT비의 실제 변화를 나타내는 곡선 a 및 실제 변화를 필터링한 값을 나타내는 곡선 b1을 도시하는 도면.

제13도는 제9a도에 도시된 곡선 B와 함께 2초에 걸쳐 필터링된 측정값 중 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값의 플롯팅 C2를 도시하는 도면.

제14도는 엔진 속도(Ne) 및 엔진 부하에 대한 흡입 공기 도입 지연의 시간 상수(T_E)의 변화를 도시하는 선도.

제15도는 엔진 속도(Ne)에 대한 엔진 토크의 부동 시간(T_D)을 도시하는 선도

제16도는 변속기의 라인 압력, 오일 온도 및 부하에 대한 변수 a의 변화를 도시하는 선도.

제17도는 변속기의 라인 압력, 오일 온도 및 부하에 대한 변수 b의 변화를 도시하는 선도.

제18도는 변속기의 라인 압력 및 그 오일 온도에 대한 변수 g의 변화를 도시하는 선도.

제19도는 변속기의 라인 압력 및 부하에 대한 변수 g의 변화를 도시하는 선도.

제20도는 차속(VSP)에 대한 변수 f의 변화를 도시하는 선도.

제21도는 엔진 속도(Ne) 및 부하에 대한 변수 Tred의 변화를 도시하는 선도.

제22도는 엔진 속도(Ne)에 대한 변수 Tred의 변화를 도시하는 선도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 엔진 3 : 무단 변속기(CVT)

4 : 최종 구동부 5 : 차륜

8 : 제어기 10 : 차속 센서

11 : 차륜 속도 센서 12 : 엔진 속도 센서

20 : 출력 샤프트 22 : 입력 샤프트

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자동차 차량용의 구동 트레인 제어 시스템에 관한 것으로, 특히 엔진 및 무단 변속기(CVT)를 포함하는 자동차 차량의 구동 트레인을 위한 구동 트레인 제어 시스템에 관한 것이다.

다음의 설명에서, "엔진"이란 용어는 내연 기관과, 전기 모터와, 내연 기관 및 전기 모터를 포함하는 혼성 동력 유닛(hybrid power unit)을 의미하도록 사용된다.

엔진 및 CVT를 포함하는 자동차의 구동 트레인에서, CVT비 즉 (입력 속도)/(출력 속도)비를 변화시킴으로써 다음과 같은 현상, 즉

(1) 가속시에, 저단 변속(shift-down) 방향으로 CVT비를 변화시키면 구동 트레인의 등가 관성의 증가로 인해 변속 기간 동안에 가속을 위한 구동 토크의 강하가 일어나서 가속을 위한 동력 요구를 충족시키지 못하는 현상과,

(2) 가속 모드로부터 통상의 구동 모드로의 변속 동안에, 고단 변속(shift-up) 방향으로 CVT비를 변화시키면 구동 트레인의 등가 관성의 감소에 기인하여 변속 기간 동안에 가속을 위한 구동 토크의 증가가 일어나서 차량 운전자에게 예상치 못한 가속감을 주는 현상이 일어난다.

미국 특허 제5,790,968호(JP-A 7-239002호)는 관성 토크의 변화에 대한 고려사항에 따라, 즉 등가 관성의 변화로 인한 겉보기 토크(apparent torque)를 고려함으로써 CVT비의 변화 속도(= CVT비가 변하는 속도)를 제어하는 CVT비 변화 속도 제어 시스템을 개시하고 있다. 이러한 공지의 CVT 제어 시스템은 관성 토크가 소정값을 초과하는 것을 억제하도록 하는 방식으로 CVT의 출력 속도에 따라 CVT비 변화 속도를 조정한다.

JP-A 8-177541호는 엔진-CVT 구동 트레인을 위한 엔진 토크 제어 시스템을 개시하고 있다. 이러한 공지의 엔진 제어 시스템에 따르면, 가속을 위한 저단 변속 명령의 발생시에, 저단 변속으로 인한 CVT비 변화 속도가 예측되고, 엔진 토크의 강하량은 예측된 CVT비 변화 속도를 기초로 하여 예측된다. 저단 변속 명령과 후속의 CVT비 변화 개시 사이의 기간 동안에, 엔진 점화 시기는 엔진 토크의 감소를 위한 엔진 토크의 예측된 강하에 따라 지연된다. 저단 변속 방향으로의 CVT비의 변화 개시 후에, 점화 시기 지연량은 실제 CVT비 변화 속도에 따라 점차 감소된다. 이러한 제어는 가속시에 엔진 토크의 매끄러운 증가를 제공하려는 것이다.

공지의 CVT비 변화 속도 제어 시스템은 관성 토크를 억제하는 CVT비 변화 속도의 강하가 저단 변속 방향으로의 CVT비의 변화 동안에 느리게 가속되기 때문에 운전자의 가속 요구를 충분히 충족시키지 못할 수도 있다.

따라서, 운전자의 가속 요구를 충족시키도록 유지된 CVT비 변화 속도에 의해 관성 토크의 감소를 보상하는 것이 바람직하다.

CVT비 변화에 의해 일어난 엔진의 등가 관성의 변화로 인해 유발된 관성 토크 ΔTe inertia는 다음 식으로 표현될 수 있다.

[수학식 1]

$$\Delta Te\ inertia = Jl \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot (dG/dt)$$

여기에서, J1은 엔진 및 엔진과 CVT 입력 샤프트 사이의 중간 부품들의 질량으로 인한 CVT 입력 샤프트의 관성 모멘트, Gf는 최종 구동 감속비, ω_w는 최종 구동에 의해 구동된 차륜의 각속도, G는 CVT 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 속도비이다.

CVT 입력 샤프트와 출력 샤프트의 속도 변화는 CVT비를 계산하기 위해 측정된다. 이와 같이 측정된 속도값은 측정 오차와 현재의 기술에 의해 예측 불가능하고 제거하기 어려운 노이즈를 포함할 수도 있다. CVT비의 변화로부터 계산된 CVT비의 계산값의 편차는 그러한 측정 오차 및 노이즈가 주요 원인이다. 적절하게 처리되지 않으면, CVT비의 계산값은 상기 수학식 1의 G로 볼 수 없다. 이러한 값이 G로 대체되면, dG/dt의 계산값은 dG/dt의 변화로부터 크게 벗어나서, T_l의 계산값이 T_1의 변화로부터 크게 벗어나게 한다. 따라서, 엔진 토크를 변경시킬 때 TI의 계산값을 사용하면, 가속을 위한 저단 변속 동안의 운전자의 가속 요구를 충족시키지 못하게 될 것이다.

도8 내지 도13은 모의 실험 결과를 도시하고 있다. 도8에서, 도면 부호 A는 정상 분포의 확률 밀도로 임의의 노이즈를 추가함으로써 나온 모의 실험 측정값의 플롯팅을 도시하며, 여기에시 2초간에 걸친 시간에 대해 1로부터 2까지의 CVT비의 실제 변화시에 그 분산(variance)은 0.01이다. 도9a에서, 곡선 B는 0 내지 2초에 걸쳐 CVT비의 실제 변화 중 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값들을 연결한 것이다. 도9b에서, 도면 부호 C는 0 내지 2초에 걸쳐 도8의 측정값의 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값들의 플롯팅을 도시하고 있다. 도9a에 도시된 값들은 dG/dt로 볼 수도 있으며, 여기에서 실제 변화는 수학식 1의 G로 대체된다. 도9b에 도시된 값들은 dG/dt로 볼 수도 있으며, 여기에서 도8에 도시된 모의 실험 측정

값은 수학식 1의 G로 대체된다. 도9b를 도9a와 비교하면, 도9a의 값들은 도9b의 대응값들로부터 지나치게 벗어나서 dG/dt의 실제 변화를 나타낼 수 없음을 알 수 있다. 이는 dG/dt에 대한 도9b의 값들의 대체 후에 수학식 1로부터 얻어진 값들이 관성 토크 ΔTe inertia의 실제 변화를 나타내지 못할 것이라는 것을 의미한다.

노이즈 성분을 제거하거나 적어도 감소시키도록 측정값을 처리하기 위해 종종 필터가 사용되기도 한다.

도10에서, 도면 부호 a로 지시된 곡선은 2초간에 걸친 1로부터 2까지의 CVT의 실제 변화를 나타내며, 도면 부호 b로 지시된 곡선은 실제 변화를 필터링함으로써 나온 값들을 나타낸다. 곡선 b를 곡선 a와 비교하면, 필터링에 의해 위상 이동이 일어난 것을 명확하게 도시하고 있다.

도8에서 A로 도시된 CVT비의 측정값은 필터링된 측정값을 제공하도록 필터링 처리를 받는다. 도11에서, 도면 부호 C1은 2초에 걸쳐 필터링된 측정값 중 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전에 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값들의 플롯팅을 도시하고 있다. 도9a의 곡선 B는 플롯팅 C1과 비교하기 위해 도11에 도시되어 있다. 도11의 플롯팅 C1을 도9b의 플롯팅 C와 비교하면, 노이즈 성분이 감소된 것으로 나타나 있다. 그러나, 도11에 도시된 플롯팅 C1 상의 값들은 여전히 바람직하지 못한 변화를 받게 되어, 이들은 수학식 1의 dG/dt에 대한 대체값으로서 사용될 수 없다.

도12 및 도13은 다른 특성을 갖는 다른 필터로 신호 처리함으로써 나온 시험결과를 도시하고 있다.

도12에서, 곡선 a는 2초간에 걸친 1로부터 2까지의 CVT비의 실제 변화를 도시하고 있으며, 곡선 b1은 실제 변화를 필터링함으로써 나온 값들을 도시하고 있다. 곡선 b1을 도10에 도시된 곡선 b와 비교하면, 이러한 필터링에 의해 크게 위상 이동이 일어난 것을 명확하게 알 수 있다.

도8에서 A로 도시된 CVT비의 측정값은 필터링된 측정값을 제공하도록 상기 다른 필터에 의해 필터링된다. 도13에서, 도면 부호 C2는 2초에 걸쳐 필터링된 측정값 중 현재 샘플링된 신규값으로부터 이전의 샘플링된 종전값의 감산을 반복함으로써 나온 값들의 플롯팅을 도시한다. 도9a의 곡선 B는 플롯팅 C2와 비교하기 위해 도13에 도시되어 있다. 도13의 플롯팅 C2를 도11의 플롯팅 C1과 비교하면, 노이즈 성분이 감소된 것으로 나타나 있다. 그러나, 곡선 B로부터의 편자가 증가되어, 플롯팅 C2 상의 값들은 수학식 1의 dG/dt에 대한 대체값으로서 사용될 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

CVT비의 변화 동안에 차량 성능에 대한 운전자의 요구 또는 에측을 충족시킬 필요가 있다. 따라서, 본 발명의 목적은 상기 필요성이 성취되도록 엔진 및 CVT를 포함하는 차량 구동 트레인을 위한 제어 시스템을 개선하는 것이다.

본 발명의 하나의 실시예에 따르면, 엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며, 제어기는 목표비를 발생시키는 목표비 발생기와, 목표비로부터 관성 토크를 발생시키는 관성 토크 발생기와, 관성 토크에 대해 엔진 토크 변화를 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 보정값 발생기를 포함하고, 제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템이 제공된다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에

따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하는 차량 구동 트레인의 제어 방법에 있어서, 목표비를 발생시키는 단계와, 목표비로부터 관성 토크를 발생시키는 단계와, 관성토크에 대한 엔진 토크 변화를 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 단계와, 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 구동 트레인 제어 방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며, 제어기는 목표비를 발생시키는 목표비 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 발생시키는 목표 엔진 토크 보상값 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 보정값 발생기를 포함하고, 제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키며, 목표 엔진 토크 보상값 발생기는 관성 토크와 관성 토크 보상값 사이의 위상을 조정하기 위해 추출된 의사 미분 필터를 갖고, 목표 엔진 토크 보상값을 계산하는 데에 의사 미분을 목표비에 적용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템이 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며, 제어기는 목표비를 발생시키는 목표비 발생기와, 목표비로부터 속도비 명령값을 발생시키는 속도비 명령값 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 발생시키는 목표 엔진 토크 보상값 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 보정값 발생기를 포함하고, 제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키며, 목표 엔진 토크 보상값 발생기는 관성 토크와 관성 토크 보상값 사이의 위상을 조정하기 위해 추출된 의사 미분 필터를 갖고, 목표 엔진 토크 보상값을 계산하는 데에 의사 미분을 속도비 명령값에 적용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템이 제공된다.

발명의 구성 및 작용

도1은 변화하는 운전자의 동력 요구에 따라 다양하게 답입되는 위치들을 갖는 수동으로 작동 가능한 가속 또는 가스 페달을 구비한 승용차용의 엔진-CVT 구동 트레인을 도시하고 있다. 구동 트레인은 엔진(1) 및 무단 변속기(CVT, 3)를 포함한다. 본 발명은 가솔린 엔진, 디젤 엔진, 전기 모터 및 혼성 동력 유닛을 포함하여, 토크 출력이 제어될 수 있는 임의의 종류의 엔진과 작동 가능하다는 것을 이해할 것이다. 본 발명은 유체 정력학(hydrostatic) 및 마찰 CVT들을 포함하여, 속도비 변화 속도가 제어될 수 있는 임의의 종류의 CVT와도 작동 가능하다. 마찰 CVT들의 예로는 입력 풀리 및 출력 풀리를 상호 연결하는 V벨트를 갖는 V벨트 CVT, 및 한 세트의 동축 원환형(toric) 입력 및 출력 디스크 사이의 그리고 그들과 결합된 마찰 롤러들을 갖는 환형(toroidal) CVT가 있다.

토크 제어 요소는 엔진(1)의 토크 출력을 제어한다. 가솔린 엔진의 경우, 토크 제어 요소는 엔진에 도입되는 흡입 공기의 양을 조절하도록 각도적으로 개방되는 드로틀 벨브(1a)이다. 토크 제어는 흡입 공기의 조절에 한정되지는 않으며, 연료 분사량의 제어도 엔진 토크를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 이 경우, 토크 제어 요소는 연료 분사 펄스 폭 변조기를 포함할 수도 있다. 엔진(1)은 엔진 출력샤프트(20)를 통해 동력을 출력한다. 엔진 출력 샤프트(20)는 CVT(3)의 입력 샤프트(22)에 연결된다. CVT(3)는 CVT 출력 샤프트(24)로 엔진 동력을 전달한다. CVT 출력 샤프트(24)는 차륜(5)을 갖는 차량을 이동시키는 최종 구동부(4)에 엔진 동력을 전달한다. 엔진(1)에 차륜을 결합 및 분리시키기 위해 엔진 출력 샤프트(20)와 CVT 입력 샤프트(22) 사이에 클러치가 위치될 수 있다. 클러치는 CVT 앞에 위치될 필요는 없다. 클러치는 CVT 출력 샤프트(24)와 최종 구동부(4) 사이에 위치될 수도 있다. 클러치는 토크 변환 기구(2a)와 같

은 유체 동력학 유닛으로 교체될 수도 있다. 토크 변환 기구(2a)는 엔진 출력 샤프트(20)와 CVT 입력 샤프트(22) 사이에 위치될 수도 있다. CVT 입력 샤프트(22)는 차륜(5)의 회전 방향을 변경하기 위해 전후진(F-R) 절환 기구(2b)에 연결될 수도 있다. F-R 절환 기구(2b)는 CVT(3) 앞에 위치될 필요는 없다. F-R 절환 기구는 CVT 출력 샤프트(24)와 최종 구동부(4) 사이에 위치될 수도 있다. 엔진-CVT 구동 트레인의 상술된 모든 부품은 차량의 부하를 엔진(1)으로 다시 전달한다.

차량 운전자는 통상의 감각에 의해 차량의 상태를 감지한다. 운전자는 가속페달을 답입하거나 해제하여 가속도 센서(9)를 통해 엔진-CVT 제어기(8)로 동력 요구 명령값을 보낸다. 가속도 센서(9)는 가속 페달의 답입 위치를 검출하여, 검출된 답입 위치를 표시하는 가속도(ACC) 신호를 발생시킨다. 운전자는 엔진-CVT 제어기(8)로 선택 신호(예를 들어, 주차, 주행, 중립, 후진)를 보낸다. 제이기(8)는 선택 신호에 따라 F-R 절환 기구(2b)를 제어한다.

제어기(8)는 차속 센서(10) 및 엔진 속도 센서(12)를 통해 엔진(1) 및 CVT(3)의 상태를 감지한다. 제어기(8)는 또한 차륜 속모 센서(11)를 통해 구동 트레인 또는 구동 라인의 상태를 감지한다. 차속 센서(10)는 CVT 출력 샤프트(24)의 회전 속도를 검출한다. 각 차륜 속도 센서(11)는 출력 신호로서 관련 차륜(5)의 차륜 회전 속도를 표시하는 펄스열을 발생시킨다. 엔진 속도 센서(12)는 CVT 입력 샤프트(22)의 속도인 엔진 출력 샤프트(20)의 회전 속도를 검출한다. 토크 변환 기구(2a)가 엔진 출력 샤프트(20)와 CVT 입력 샤프트(22) 사이에 위치된 경우, 전이(transients) 중에 발생될 수도 있는 엔진 속도와 CVT 입력 샤프트 속도 사이의 임의의 차이를 보상하기 위해 조견표에 따른 변환(table look-up conversion)이 필요할 수도 있다. 엔진 속도 센서는 터빈 속도 센서로 교체될 수도 있다. 터빈속도 센서는 CVT 입력 샤프트(22)의 속도인 토크 변환 기구(2a)의 터빈 샤프트(26)의 회전 속도를 검출한다. 동력 요구 명령에 따라, 엔진 및 CVT가 시동되고, 제어기(8)는 라인(28)을 통해 드로틀 액추에이터 명령값 및 라인(30)을 통해 속도비 액추에이터 명령값을 보낸다. 드로틀 액추에이터 명령값은 점선(1c)에 의해 표시된 액추에이터 샤프트를 통해 드로틀 밸브(la)를 위치시키는 드로틀 액추에이터(1b)의 작동을 제어한다. 속도비 액추에이터 명령값은 서보 밸브 시스템의 스풀을 위치시키는 스테핑 모터를 제어함으로써 CVT(3)의 비율을 제어한다. 스테핑 모터와 서보 밸브 시스템은 공지되어 있으며, 본원에 전체적으로 참고 자료로 합체되는 나카노의 1992년 1월 28일자의 미국 특허 제5,083,474호에 개시되어 있다. CVT의 비율을 제어하는 전형적인 예는 본원에 전체적으로 참고 자료로 합체되는 스즈키의 1998년 1월 13일자의 미국 특허 제5,707,313호에 개시되어 있다.

제어기(8)는 마이크로컴퓨터와 그 주변 장치로 구성되며, 도1에 도시된 구동 트레인을 갖는 차량의 전체 관리를 수행하기 위해 설계되어 있다.

도2는 본 실시예에 사용된 엔진(1)을 도시하고 있다. 엔진(1)은 가솔린 내연 기관의 형태이다.

통상의 또는 종래의 방식에 있어서, 엔진(1)은 도2에 단지 하나의 실린더(100)만이 도시된 다수의 실린더를 실린더 헤드(104)를 그 위에 갖는 실린더 블럭(102) 내에 구비한다. 흡기 매니폴드(106)는 드로틀 밸브(1a)가 장착된 흡기 통로에 연결된다. 흡기 매니폴드(106)는 흡기 공기의 연소 공간(110)으로의 도입을 위해 실린더 헤드(104)에 연결되며, 실린더의 연소 공간은 도2에서 단지 하나만이 도시된다. 도시되지 않은 연료 분사 또는 도입 시스템이 연소 공간에 도입되어, 연소 공간 내부에 연소성 충전물을 형성해준다. 배기 매니폴드(112)는 연소 공간 내에서 연소에 의해 형성된 배기 가스의 배출을 위해 실린더 헤드(104)에 연결된다. 배기 가스 재순환 도관(EGR; 114)은 배기 가스의 일부를 흡기 매니폴드(106)로 통과하게 하는 통로를 제공한다. 솔레노이드 작동식 EGR 밸브(116)는 EGR 도관(114)내의 EGR 통로의 일부를 형성하고, 상이한 밸브 개구들을 갖는다. 실린더는 도2에 단지 하나만이 도시된 피스톤(118)을 각각 구비한다. 실린더 헤드(104)는 도2에 단지 하나만이 도시된 흡기 밸브(120) 및 모2에 단지 하나만이 도시된 배기 밸브(122)를 포함한 실린더 벨브들과, 도2에 단지 하나만이 도시된 점화 풀러그(124)를 갖는다. 각각의 실린더는 흡기 밸브 또는 밸브들이 개방된 상태로 피스톤이 하강하는 흡기 단계와 피스톤이 상승하는 압축 단계를 수행한다. 연소 및 동력 단계는 점화 플러그에 의한 스파크에 의해 개시된다. 동력 단계에 이어, 배기 밸브 또는 밸브들을 통해 배기 가스를 실린더 밖으로 배출하기 위해 피스톤이 상승하는 배기 단계가 이어진다.

본 실시예의 구동 트레인은 도3을 참조하여 이해될 수 있다.

도3에 도시된 구동 트레인에 있어서, 토크 변환 기구(2a)는 엔진 출력 샤프트(20)와 CVT 입력 샤프트(22) 사이에 위치되고, F-R 절환 기구(2b)는 토크 변환 기구(2a)와 CVT 입력 샤프트(22) 사이에 위치된다.

토크 변환 기구(2a)는 엔진 출력 샤프트(20)에 연결된 팸프 임펠러(200)와, 터빈 샤프트(26)에 연결된 터빈 러너(202)와, 펌프 임펠러(200)와 터빈 러너(202) 사이에 위치된 고정자(204)를 포함한다. 록업 또는 브리지 클러치(206)는 터빈 러너(202)를 펌프 임펠러(200)에 결합 및 해제시키기 위해 위치된다. 일방향 클러치(208)는 고정자(204)가 일방향으로 회전하는 것을 방지하기 위해 고정자(204)를 변속기 케이싱(210)에 고정시키도록 위치된다. 속도 센서(12a)는 터빈 샤프트(26)의 회전 속도를 검출하기 위해 터빈 샤프트(26) 주위에 배치된다.

F-R 절환 기구(2b)는 유성 기어 세트(PGS)를 구비한다. PGS의 태양 기어(214)는 터빈 샤프트(26)에 연결된다. PGS의 피니언 캐리어(216)는 CVT 입력 샤프트(22)에 연결된다. 피니언 캐리어(216)는 복수 쌍의 상호 결합된 피니언, 즉 외부 피니언(218) 및 내부 피니언(220)을 지지한다. 외무 피니인(218)은 링 기어(22)와 치결합되는 반면에, 내부 피니언(220)은 데양 기이(214)와 치결합된다. 전방 클러치(224)는 피니언 캐리어(216)를 터빈 샤프트(26)에 결합 및 해제시키도록 위치된다. 후진 브레이크(226)는 링 기어(222)를 변속기 케이싱(210)에 고정 및 해제시키도록 위치된다. 운전자는 수동 선택 밸브를 "주차" 또는 "중립"에 위치시킨다. 이어서, 전방 클러치(224) 및 후진 브레이크(226)는 CVT(3)를 엔진으로부터 분리하도록 해제된다. "중립"으로부터 "주행"을 선택할 때, 전방 클러치(224)는 결합되고 후진 브레이크(226)는 해제된 상태로 남아 있다. 이러한 상태에서, PGS는 CVT 입력 샤프트(22)의 터빈 샤프트(26)와의 일체 회전을 허용하도록 로킹된다. "중립"으로부터 "후진"을 선택할 때, 후진 브레이크(226)는 해제된 상태로 남아 있는 전방 클러치(224)와 결합된다. 이러한 상태하에서, 링 기어(222)가 고정됨에 따라 태양 기어(214)의 전방 회전은 피니언 캐리어(216) 및 CVT 입력 샤프트(22)의 역회전을 일으킨다.

CVT 입력 샤프트(22)는 변속기 케이싱(210)에 의해 지지되는 중앙축(230)과 동축이다. 제1 트랙션 롤러(230)는 제1 세트의 환형 입력 및 출력 디스크(234, 236) 사이에서 이들과 결합된 상태로 위치된다. 제2 트랙션 롤러(238)는 제2 세트의 환형 입력 및 출력 디스크(240, 242) 사이에서 이들과 결합된 상태로 위치된다. 제1 및 제2 세트의 출력 디스크(236, 242)는 제1 및 제2 세트의 입력 디스크(234, 240) 사이에 배치된다. 입력 디스크(234, 240)는 하나의 유닛으로서 중앙축(230)과 회전하기 위해 각각 볼 스플라인 연결부(242, 244)를 통해 중앙축(230)에 연결된다. 변속기 케이싱(210)은 상대 회전하도록 베어링을 통해 출력 기어(246)를 지지한다. 출력 기어(246)는 출력 디스크(236, 242) 사이에 배치되고 슬리브 연장부(248)를 갖는다. 출력 디스크(236, 242)는 출력 기어(246)와의 회전을 위해 스플라인 연결부에 의해 슬리브 연장부(248)에 연결된다. 출력 기어(246)는 변속기 케이싱(210)에 의해 지지되는 중간축(252)의 게1 기어(250)와 맞물린다. 중간축은 변속기 케이싱(210)의 외향으로 연장된다. 중간축(252)의 제2 기어(254)는 변속기 케이싱(210)의 외부에 위치되고 CVT 출력 샤프트(24)의 기어(256)와 맞물린다. 본 실시예에 있어서, 터빈 속도 센서(12A)는 터빈 샤프트(26)의 회전 속도를 검출하기 위해 배치된다.

제1 로딩 장치(260)는 제1 세트의 입력 디스크(234)를 출력 디스크(236)를 향해 바이어스시키도록 위치된다. 제2 로딩 장치(262)는 제2 세트의 입력 디스크(240)를 출력 디스크(242)를 향해 바이어스시키도록 위치된다. 제1 로딩 장치(260)는 캠 플랜지(264)와 캠 롤러(266)를 포함한다. 캠 플랜지(264)는 베어링(268)을 거쳐 중앙축(230)에 의해 지지되고, 하나의 유닛으로서 함께 회전하기 위해 스플라인 연결부에 의해 CVT 입력 샤프트(22)의 반경 방향 연장부에 연결된다. 캠 롤러(266)는 캠 플랜지(264)의 대향 캠 표면들과 인접한 입력 디스크(234) 사이에서 이들과 결합되도록 위치된다. 제2 로딩 장치(262)는 트러스트 볼 베어링(274)과 접시 스프링(276)을 포함한다. 접시 스프링(276)은 제2 세트의 입력 디스크(240)와 트러스트 볼 베어링(274) 사이에서 이들과 결합하도록 위치된다. 이러한 로딩 장치를 더욱 이해하기 위해, 본원에 전체적으로 참고 자료로 합체되는 나까노의 1991년 7월 2일자 미국 특허 제5,02

7,669호를 참조한다.

롤러(232, 238)를 경사지게 함으로써 입력 디스크(234, 240)의 회전 속도와 출력 디스크(236, 242)의 회전 속도 사이의 속도비를 변경할 수 있다. 롤러를 경사시키기 위한 작용력은 롤러의 회전축을 디스크의 회전축으로부터 오프셋시킴으로써 발생되는 "조향(steering)" 효과에 따라 발생된다. 이 효과는 차량 조향 휘일이 회전될 때의 차량 방향의 변경과 유사하다. 롤러의 회전축은 속도비 작동 명령값 신호에 따라 미국 특허 제5,083,473호에 개시된 서보 밸브 시스템 및 스테핑 모터에 의해 오프셋된다.

구무라 하루요시 등은 1996년 9월 11일 및 12일에 개최된 무단 변속기에 관한 국제 학술회 잡지 135 내지 140쪽에서 "승용차용 듀얼-캐비티 반환형 CVT의 성능"이라는 제목의 논문에서 엔진-CVT 구동 트레인을 사용한 승용차의 성능에 대해 발표하였다. 이 논문은 예시된 엔진-CVT 구동 트레인의 용이한 이해를 위해 본원에 참고 자료로 합체된다.

본 발명의 양호한 실시예는 도4의 제어 선도를 참조하여 이해될 수 있다. 라인(300) 상의 가속 페달로부터의 운전자 신호는 동력 요구 명령값 발생기(302)에 대한 입력으로서 사용된다. 동력 요구 명령값 발생기(302)는 제어기 메모리 내의 조견표와 같이 간단하게 될 수 있다. 동력 요구 명령값 발생기(302)는 동력 명령값 신호를 라인(304) 상에 출력한다. 라인(304) 상의 동력 명령값 신호는 드로틀 명령값 발생기(306) 내로 입력된다. 라인(308) 상의 실제 엔진 속도의 측정값은 또한 드로틀 명령값 발생기(306) 내로 입력된다. 드로틀 명령값 발생기(3()6)는 동력 명령값 및 실제 엔진 속도의 함수로서 라인(310) 상에 드로틀 위치 명령값을 발생시킨다. 드로틀 명령값 발생기(306)는 제어기 메모리 내의 2차원 조견표가 될 수도 있다. 라인(310) 상의 드로틀 위치 명령값은 가산 블럭(312) 내로 입력되어, 드로틀 위치 명령값을 라인(314) 상의 드로틀 각도 보정값으로써 보정한다. 가산블럭(312)은 라인(316) 상에 보정된 드로틀 위치 명령값을 출력한다. 라인(316)상의 보정된 드로틀 위치 명령값은 비교 블럭(318) 내로 입력되며, 이 비교 블록은 라인(320) 상의 실제 드로틀 위치를 라인(316) 상의 보정된 드로틀 위치 명령값과 비교해서 라인(322) 상에 드로틀 오차 신호를 출력한다.

드로틀 오차 신호는 드로틀 제어 루프(324) 내로 입력되며, 이 제어 루프는 드로틀 밸브(1a)의 위치를 제어한다. 드로틀 제어 루프(324)는 PID 제어기로 구성될 수 있지만, 그러한 제어기로 한정되지만은 않는다. 라인(320)으로 표시된 실제 드로틀 위치는 블럭(326)으로 표시된 엔진의 토크 출력을 제어한다. 라인(328)으로 표시된 엔진(326)의 출력 동력은 블럭(330)으로 표시된 차량의 구동 라인 동특성(dynamics)에 영향을 미친다.

또한, 라인(300) 상의 가속 페달로부터의 운전자 신호가 목표 속도 발생기(332) 내로 입력된다. 라인(334) 상의 실제 차속(VSP)의 측정값이 또한 목표 속도 발생기(332) 내로 입력된다. 목표 속도 발생기(332)는 가속도 센서(9)와 실제 차속(VSP)으로부터의 운전자 신호의 함수로서, 라인(336) 상에 목표 CVT 입력 속도 신호(Ni)를 발생시킨다. 목표 속도 발생기(332)는 제어기 메모리 내에서 2차원 조견표일 수 있다. 도6은 상기 2자원 조견표 내의 데이터들 간의 관계에 대한 일례를 도시하고 있다. 라인(336) 상의 목표 CVT 입력 속도 신호(Ni)가 목표비 발생기(338) 네로 입력된다. 라인(334) 상의 실제 차속이 또한 목표비 발생기(338) 내로 입력된다. 목표비 발생기(338)가 CVT 입력 속도와 실제 차속의 함수로서의 목표비(Gt)를 계산해서 라인(340) 상으로 목표비 신호를 출력한다. 이 함수는,

[수학식 2]

$$Gt = k1 \cdot Ni/Vsp$$

로 표시될 수 있다.

여기서, k1은 비 Ni/Vsp를 입력 디스크(234, 240)와 출력 디스크(236, 242)의 회전 속도비로 변환시키기 위해 사용되는 상수이다.

라인(340) 상의 목표비(Gt)는 속도비 명령값 발생기(342) 내로 입력된다. 속도비 명령값 발생기(342)는 라인(344) 상에 속도비 명령값(Gi)을 출력한다. 이하에, 목표비(Gt)로부터 속도비 명령값(Gi)을 결정하는 각종 방식에 대해 설명하기로 한다.

라인(344) 상의 속도비 명령값은 속도 명령값 발생기(346) 내로 입력된다. 라인(334) 상의 실제 차속이 또한 속도 명령값 발생기(346) 내로 입력되며, 이 속도 명령값 발생기는 라인(348) 상에 속도 명령값 신호를 출력한다. 속도 명령값 발생기(346)는 제어기 메모리 내에서 2차원 조견표일 수 있다. 라인(348) 상의 속도 명령값은 비교기 블럭(350) 내로 입력되며, 이 비교기 블럭은 속도 명령값을 라인(308) 상의 실제 엔진 속도와 비교해서 라인(352) 상에 속도 오차 신호를 출력한다. 라인(352) 상의 속도 오차 신호는 속도 제어 루프(354) 내로 입력된다. 속도 제어 루프(354)는 간단한 PID 제어기일 수 있지만, 그러한 것으로 제한되지는 않는다. 속도 제어 루프(354)는 라인(356) 상에 속도비 액추에이터 명령값으로서 스테핑 모터 위치 명령값을 출력한다. 스테핑 모터 위치 명령값은 블럭(358) 내의 극한 함수에 의해 제한된다. 다음에 스테핑 모터 위치 명령값은 라인(360) 상에 출력되어 CVT비를 제어한다. 블럭 내로 이르게 되는 라인(362)은 CVT비의 변화 속도가 라인(308)으로 표시된 실제 엔진 속도를 제어하는 차량의 구동 라인 동특성에 영향을 미친다는 것을 도시하고 있다.

라인(344) 상의 속도비 명령값(Gi)은 또한 관성 토크 발생기(370) 내로 입력된다. 라인(372) 상의 차륜 속도 센서(11)의 센서 출력이 각속도 발생기(374)로의 입력값으로 사용된다. 각속도 발생기(374)는 제어기(8) 내의 계수기일 수 있다. 각속도 발생기(374)는 라인(376) 상에 차륜 각속도(ω_w)를 출력한다. 라인(376) 상의 차륜 각속도(ω_w)는 관성 토크 발생기(370) 내로 입력된다. 라인(378) 상의 관성 모멘트(J1)가 관성 토크 발생기(370)로의 입력값으로서 사용된다. CVT 입력 샤프트(22)가 겪게 되는 관성 모멘트(J1)는 절환 기구(2b)가 전륜 구동 상태로 될 때이다. 상기 모멘트는 엔진(1)의 회전 부품들의 중량과 엔진 출력 샤프트와 CVT 입력 샤프트(22)들 사이의 회전 부품들의 중량의 함수로서 결정된다. 본 실시예에서, 관성 모멘트(J1)는 소정의 상수이다. 라인(380) 상의 최종 구동 감속비(Gf)가 관성 토크 발생기(370)로의 입력값으로서 사용된다. 최종 구동 감속비(Gf)는 소정의 상수이다. 관성 토크 발생기(370)는 속도비 명령값(Gi), 차륜 각속도(ω_w), 관성 모멘트(J1), 및 최종 구동 감속비(Gf)의 함수로서, 라인(382) 상에 관성 토크(ΔTe inertia)를 발생시킨다. 라인(382) 상의 관성 토크(ΔTe inertia)는 보정값 발생기(384) 내로 입력된다. 라인(308) 상의 실제 엔진 속도의 측정값이 또한 보정값 발생기(384) 내로 입력된다. 보정값 발생기(384)는 제어기 메모리 내의 조견표와 같이 간단할 수 있다. 보정값 발생기(384)는 라인(314) 상에서, 관성 토크(ΔTe inertia)에 대한 엔진 토크 변화를 구하기 위해 요구되는 드로틀 각도 보정값을 발생시킨다. 라인(314) 상의 드로틀 각도 보정값은 가산 블럭(312) 내로 입력된다.

속도비 명령값 발생기(342)로 되돌아가면, 라인(340) 상의 목표비(Gt)가 입력값으로서 사용되고 속도비 명령값(Gi)이 라인(344) 상에 발생된다. 라인(334)상의 속도비 명령값(Gi)은 목표비(Gt)로의 전이 중에 시간에 대한 속도비 변화 속도를 제어한다.

속도비 명령값 발생기(342)는 속도비 명령값(Gi)을 계산하며, 이 속도비 명령 값은,

[수학식 3]

$$Gi = \{1/(1 + T \cdot s)\} \cdot Gt$$

로 표시될 수 있다.

여기서, T는 1차 지연 전달 함수이고, s는 라플라스 상수이다.

이 식에 따르면, 간단한 전달 함수 T가 속도비 명령값(Gi)을 결정하기 위해 사용된다.

속도비 명령값(Gi)을 결정하는 제2 방식은 이하의 식을 계산하는 것이다.

[수학식 4]

$$Gi = Gi(k-1) + sign\{Gtk - Gi(k-1)\} \cdot \min\{\Delta G, |Gtk - Ci(k-1)|\}$$

여기서, Gi(k-1)은 최종 계산된 속도비 명령값이고, Gtk는 금번에 계산된 목표비이며, "ΔG는 금번에 측정된 실제 속도비와 최종 측정된 속도비 사이의 차이이다.

식 4에서, "sign"은 브래킷 { } 내의 계산 결과값의 플러스 또는 마이너스 부호를 나타내며, "min"은 "ΔG와 |Gtk - Gi(k-1)| 중 작은 쪽의 선택을 가리킨다. 상기 식은 램프(ramp) 방식으로 변하는 속도비 명령값(Gi)을 제공한다.

속도비 명령값을 결정하는 제3 방식은 이하의 식을 계산하는 것이다.

[수학식 5]

$$Gi = \{R1(s)/R2(s)) \cdot Gt$$

여기서, R1(s)은 목표비(Gt)가 달성될 때까지의 원하는 속도비 변화를 나타내는 표준 모델의 수학식이고, R2(s)는 CVT의 전달 함수의 추정 모델의 수학식이다.

속도비 명령값(Gi)을 결정하는 제4 방식은 표준 모델 특성 M(s)를 나타내는 필터를 사용하는 것이다. 상기 필터는 연속 시간계로 표현된 표준 모델 특성 Gm(s)를 불연속 시간계로 표현된 모델 특성으로 변환한 이후에 제공되는 디지털 필터이다.

표준 모델 특성 M(s)가,

[수학식 6]

$$M(s) = 1/(1+T1 \cdot s)$$

으로 표현된다고 하기로 한다.

여기서, T1은 1차 지연 상수이다.

다음에, 속도비 명령값(Gi)은 이하와 같이 표현될 수 있다 :

[수학식 7]

$$Gi = A \cdot Gt(k-1) + B \cdot Gi(k-1)$$

식 7에서, B = exp(-Tsamp/T1)이고, A = 1 - B이다. Tsamp는 샘플링 주기이다.

속도비 명령값 발생기(342)는 라인(344) 상에 속도비 명령값(Gi)을 발생시킨다. 라인(344) 상의 속도비 명령값(Gi)은 속도 명령값 발생기(346) 및 관성 토크 발생기(370)로의 입력값으로서 사용된다.

관성 토크 발생기(370)는 속도비의 시간 미분(dG/dT)을 계산하며, 이 속도비의 시간 미분은,

[수학식 8]

$(dG/dT) = \{Gik - Gi(k-1)\}/\Delta T$

로 표현될 수 있다.

여기서, ΔT는 샘플링 시간이다.

다음에, 관성 토크 발생기(370)는 관성 트크(ΔTe inertia)를 계산함에 있어서 수학식 1의 dG/dT 대신에 수학식 8에 의해 주어진 결과를 대입한다.

속도비의 시간 미분(dG/dT)을 계산하는 제2 방식은 라인(340) 상의 목표비(Gt)를 표준 모델 특성 M(s)를 사용하는 의사 미분 $N(s)=s\times M(s)$의 필터로 처리하는 것이다. 이 필터는 연속 시간계로 표현된 의사 미분 N(s)를 불연속 시간계에서 표현된 것으로 변환시킨 후에 주어진 디지털 필터이다. N(s)를 다음과 같이 표현하기로 한다.

[수학식 9]

$N(s) = s/(1+T1 \cdot s)$

다음에, (dG/dt)는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[수학식 10]

$(dG/dt) = C \cdot Gt(k) + D \cdot Gt(k-1) + E \cdot (dG/dt)(k-1)$

여기에서,

$C = \{1 - \exp(-Tsamp/Tl)\}/Tsamp$이고, $D = \{\exp(-Tsamp/Tl) - 1\}/Tsamp$이고, $E = \exp(-Tsanlp/T1)$이다.

속도비의 시간 미분(dG/dt)을 계산하는 제3 방식은 라인(340) 상의 목표비의 시간 미분(dGt/dt)을 계산하는 것이다.

관성 토크 발생기(370)는 라인(382) 상에 관성 토크(ΔTe inertia)를 발생시킨다. 라인(382)상의 관성 토크(ΔTe inertia)는 보정값 발생기(384)로의 입력값으로서 사용된다. 라인(308)상의 실제 엔진 속도는 보정값 발생기(384)로의 입력값으로 또한 사용된다. 보정값 발생기(384)는 도7에서 도시된 바와 같이 엔신 토크대 드로틀 밸브 각도 곡선으로부터 추출되어 제어기 메모리에 저장되는 조견표일 수 있다. 보정값 발생기(384)는 라인(314)상에, 관성 토크(ΔTe inertia)에 대한 엔진 토크 변화를 얻기 위해 요구되는 드로틀 각모 보정값을 발생시킨다. 라인(314) 상의 드로틀 각도 보정값은 가산 블럭(312)으로의 입력값이다.

도5의 흐름도는 본 발명의 바람직한 실행의 제어 루틴을 도시한다. 입력 단계 400에서, 제어기(8)는 가속 페달 각도 또는 위치, 변속기 변속 위치(주차, 중립, 주행, 후진), 엔진 속도, 차속, 차륜 속도 및 드로틀 위치의 정보를 입력한다.

단계 402에서, 제어기는 차륜(5)의 차륜 각속도(ω_w)를 계산한다. 단계 404에서, 제어기는 CVT 입력 속도(Ni)를 결정하도록 도6의 표와 소견한다. 단계 406에서, 제어기는 가속 페달 각도로부터의 동력 요구값을 계산한다. 단계 408에서, 제어기는 수학식 2를 사용하여 입력 속도(Ni)와 차속(VSP)으로부터 목표비(Gt)를 계산한다. 단계 410에서, 제어기는 수학식 3을 사용하여 목표비(Gt)로부터 속도비 명령값(Gi)을 계산한다. 단계 412에서, 제어기는 속도비 명령값(Gi)으로부터 관성 토크(ΔTe inertia)를 계산한다. 단계 414에서, 제어기는 관성 토크(ΔTe inertia)에 대한 엔진 토크 변화를 얻는 데에 요구되는 드로틀 각도 보정값을 계산한다.

단계 416에서, 제어기는 동력 요구값 및 실질 엔진 속도로부터 드로틀 각도를 계산한다. 단계 418에서, 제어기는 드로틀 각도 보정값으로 드로틀 각도를 보정한다. 단계 420에서, 드로틀 각도 명령값은 보정된 드로틀 각도와 동등하게 된다. 단계 422에서, 제어기는 실제 드로틀 각도와 드로틀 각도 명령값으로부터 드로틀 각도 오차를 계산한다. 단계 424에서, 제어기는 드로틀 액추에이터 명령값을 계산하도록 제어 루틴을 사용한다.

단계 426에서, 제어기는 속도비 명령값(Gi)과 차속(VSP)으로부터 목표 엔진속도를 계산한다. 단계 428에서, 엔진 속도 명령값은 목표 엔진 속도와 동등하게 된다. 단계 430에서; 제어기는 실제 엔진 속도와 엔진 속도 명령값으로부터 엔진속도 오차를 계산한다. 단계 432에서, 제어기는 속도비 액추에이터 명령값을 계산하도록 제어 루틴을 사용한다. 단계 434에서, 제어기는 속도비 액추에이터 명령값에 한계를 둔다. 단계 436에서, 드로틀 액추에이터 명령값 및 속도비 액추에이터 명령값이 출력된다.

상기 흐름도는 본 발명의 단 하나의 실행을 나타낸다. 본 발명은 상술한 제어 루틴의 사용에 한정되지 않는다. 상기의 설명은 엔진-CVT 구동 트레인의 전이 응답에 대한 개선된 제어를 포함하여, 본 발명의 장점을 나타낸다.

도4에서 주로 도시된 실시예에서, 목표비 발생기(338)의 목표비(Gt)는 속도비 명령값 발생기(342)로의 입력값으로서 사용되고, 속도비 명령값 발생기(342)의 속도비 명령값은 관성 토크 발생기(370)로의 입력값으로서 사용된다. 따라서, 관성 토크 빌생기(370)는 라인(340)상의 목표비(Gt)로부터 또는 목표비(Gt)에 의거하여 라인(382)상의 관성 토크(ΔTe inertia)를 발생시킨다.

다시 도4a 및 도4b를 참조하면, 목표비 발생기(338)의 목표비(Gt)가 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370A)에 대한 입력값으로 사용되는 다른 실시예가 설명되어 있다. 이러한 다른 실시예는 변형된 관성 토크 발생기(370A) 및 보정값 발생기(384A)의 제공을 제외하고서 도1 내지 도7과 관련하여 설명된 제1 실시에와 사실상 동일하다. 도4a는 그러한 변형이 결합된 도4의 부분도이다. 따라서, 동일한 도면부호가 도4 및 도4a에 걸쳐 사용된다. 도4b는 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370A)의 블럭도이다.

다음의 논의는 관성 토크의 발생과 관성 토크를 보상하기 위해 기대되는 엔진 토크의 변화의 발생 사이의 시간 지연과 동기하는 방법에 대해 초점을 둔다.

본 실시예에서, 목표비(Gt)로부터 실제 비율 G로의 전달 특성은 다음 식으로 표현될 수 있는 것으로 추정한다.

[수학식 11]

$$G = P(s) \cdot e^{-T_{CVT} \cdot s} \cdot Gt$$

여기에서, P(s)는 목표비(Gt)로부터 실제 비율 G로의 전달 특성을 나타내고,

Tcvt는 CVT의 지연 시간 상수이다.

이러한 경우에, 관성 토크 ΔTe inertia은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[수학식 12]

$$\triangle Te_{inertia} = J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot s \cdot P(s) \cdot e^{T_{CVT} \cdot s} \cdot Gt$$

관성 토크 보상값(ΔTe contro1)이 목표비(Gt)로부터 계산되는 경우를 고려해 본다. 관성 토크 보상값(ΔTe contro 1)는 엔진과 전기적으로 제어된 드로틀에서의 지연으로부터 발생된다. 그러한 지연은 흡기 공기 도입 지연의 시간 상수 TE와, 출력 토크 부동 시간 T_D와, 드로틀 지연의 시간 상수 T_{ETC} 를 포함한다. 흡기 공기 도입 지연은 드로틀 각도에서의 변화와 엔진 실린더로의 흡기 공기의 도입에서의 최종 변화로부터의 지연이다. 출력 토크 부동 시간 T_D는 연소성 충전물의 도입과 흡기 충전물의 연소로부터 발생된 토크 발생 사이에서의 부동 시간이다. 드로틀 지연은 목표 드로틀 각도을 위한 명령값으로부터 목표 드로틀 각도의 달성으로의 지연이다. 위상 조절 의사 미분 필더 Gfil0(s)를 사용하면, 관성 토크 보상값 ΔTe control는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[수학식 13]

$$\triangle Te_{control}=J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot \{ e^{-T_D \cdot s}/(T_E \cdot s+1)\} \cdot \{1/(T_{ETC} \cdot s+1)\} \cdot Gfil0(s) \cdot Gt$$

관성 토크(ΔTe inertia) 및 관성 토크 보상값(ΔTe control) 사이의 위상 조절용 필터 Gfil0(s)는 수학식 12 및 수학식 13으로부터 다음과 같이 구할 수 있다.

[수학식 14]

$$Gfil0(s) = s \cdot P(s) \cdot (T_E \cdot s+1) \cdot (T_{ETC} \cdot s+1) \cdot e^{-(T_{CVT}-T_D) \cdot s}$$

도4b를 참조하면, 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370A)는 필터(500)와 함수 발생기(502)를 포함한다. 필터(500)에서, Gfil0(s)는 수학식 14로부터 계산되고, J1, ω_w 및 Gf와 함께 함수 발생기(502)에 적용된다. 라인(340)상의 목표비(Gt)는 함수 발생기(502)로의 입력값으로서 사용된다. 함수 발생기(502)에서, 필터Gfil0(s)는 다음 식으로 나타낼 수 있는 목표 엔진 토코 보상값 ΔtTe를 계산하도록 사용된다.

[수학식 15]

$$\Delta tTe=J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot Gfil0(s) \cdot Gt$$

함수 발생기(502)는 라인(382A)상에 목표 엔진 토크 보상값 ΔtTe를 발생한다. 라인(382A)상의 목표 엔진 토크 보상값 ΔtTe는 보정값 발생기(384)로의 입력값으로서 사용된다(도4a 참조). 라인(308)상의 엔진 속도(Ne)는 보정값 발생기(384)로의 입력값으로서 사용된다. 보정값 발생기(384)에서, 표 조견은 목표 엔진 토크 보상값 ΔtTe를 얻기 위해 요구되는 드로틀 각도 보정값을 찾도록 Ne 및 ΔtTe의 조합에 의거하여 실행된다.

필터 Gfil0(s)를 계산하는 데에 있어서, 엔진, 드로틀 및 CVT의 전달 특성들이 엔진-CVT 구동 트레인의 운전 상태에 따른 변화에 지배된다는 것을 고려해야 한다. 상기 변화가 전체 운전 상태에 대한 관성 토크(ΔTe inertia)와 관성 토크 보상값(ΔTe contro1) 사이에서의 위상 조절에서 간과될 수 없는 경우를 고려해 본다. 이 경우에, 수학식 12, 수학식 13, 수학식 14 및 수학식 15의 각각에서 T_E, T_{ETC} 및 T_D와 같은 매개 변수의 가변값은 가변하는 엔진 속도(Ne), 엔진 부하를 나타내는 흡기 공기량 측정값(TP), 차속(VSP), 비율(G), 변속기의 라인 압력(PL) 및 오일 온도(T_O)에 대한 표 데이타 또는 맵 데이타로서 제어기 메모리 내에 플롯딩된다. 필터 Gfil0(s)를 계산할 때, 이러한 매개 변수의 값들은 작동 조건에 따라 가변된다.

도14에는 엔진 속도(Ne)와 엔진 부하(TP)에 대한 흡기 공기 도입 지연의 시간 상수 T_E의 변화가 도시되어 있다. 도15에는 엔진 속도(Ne)에 대한 부동 시간의 시간 상수 T_D의 변화가 도시되어 있다. 시간 상수 T_{ETC} 는 전체 작동 조건에 대해 변하지 않는다는 것을 알 수 있다. P(s)에 의해 표현된 바와 같이 CVT의 전달 특성은,

[수학식 16]

$$P(s) = G_{CVT}(s) - G_{LOGIC}$$

으로 표현될 수 있고, 여기에서 $G_{CVT}(s)$는 CVT의 동특성이고, G_{LOGIC} 는 비율 변화 제어 로직의 지연에 관한 시간 상수이다.

CVT 동특성 $G_{CVT}(s)$는,

[수학식 17]

$$G_{CVT}(s) = (g \cdot f)/(s^2 + g \cdot b \cdot s + g \cdot f \cdot a)$$

로서 표현될 수 있고, 여기에서 a, b, g 및 f는 매개 변수이다.

도16 내지 도20에는 작동 조건에 대한 매개 변수 a, b, g 및 f의 변화가 도시되어 있다.

도16 및 도17에 도시된 바와 같이, 매개 변수 a, b는 라인 압력에서의 변화에 대해 변화되지 않고 유지되지만, 이들은 오일 온도와 부하에 따라 변한다. 오일 온도와 부하에 따른 매개 변수 a, b 각각의 변화의 크기는 작다. 도18 및 도19에 도시된 바와 같이, 매개 변수 g는 라인 압력에 비례한다. 매개 변수 g는 오일 압력이 증가함에 따라 증가한다(도18 참조). 매개 변수 g는 엔진 부하에 따라 변하지만, 그 크기는 작다(도19 참조). 도20에 도시된 바와 같이, 매개 변수 f는 차속이 증가함에 따라 증가한다. 따라서, CVT 동특성 $G_{CVT}(s)$는 수학식 17에 의해 주어지고, 시간 상수 G_{LOGIC} 는 속도비 변화에 대한 제어 루틴의 프로그램에 의헤 주어진다. 상기로부터, 필터 Gfil0(s)는 어려움 없이 용이하게 계산될 수 있다.

도4c를 참조하면, 또 다른 실시예가 설명된디. 도 4c는 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370B)가 발생기(370A)의 필터 Gfil0(s) 대신에 필터 Gfil1(s)를 사용한다는 것을 제외하고는 도4b와 실질상 동일하다. 본 실시예에서, 속도비 명령값(Gi)으로부터 실제 비율 G로의 전달 특성이,

[수학식 18]

$$G = Q(s) \cdot e^{-T_{CVT} \cdot s} \cdot Gi$$

로서 표현될 수 있고, 여기에서 Q(s)는 속도비 명령값(Gi)으로부터 실제 명령값 G까지의 전달 특성을 나타낸다.

속도비 명령값(Gi)은,

[수학식 19]

$$Gi = M(s) \cdot Gt$$

로서 정의될 수 있다.

다음에, 관성 토크(ΔTe intertia)는,

[수학식 20]

$$\triangle Te_{inertia} = J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot s \cdot Q(s) \cdot e^{-T_{CVT} \cdot s} \cdot M(s) \cdot Gt$$

로서 표현될 수 있다.

관성 토크 보상값(ΔTe control)이 목표비(Gt)로부터 계산되는 경우를 고려하자. 위상 조절 의사 미분 필터 Gfil1(s)를 사용하면, 관성 토크 보상값(ΔTe control)은,

[수학식 21]

$$\triangle Te_{control}=J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot \{ e^{-T_D \cdot s}/(T_E \cdot s+1)\} \cdot \{1/(T_{ETC} \cdot s+1)\} \cdot Gfil1(s) \cdot Gt$$

로서 표현될 수 있다.

관성 토크(ΔTe inertia)와 관성 토크 보상값(ΔTe contro1) 사이의 위상 조절용 필터 Gfil1(s)는,

[수학식 22]

$$Gfil1(s)=s \cdot Q(s) \cdot (T_E \cdot s+1) \cdot (T_{ETC} \cdot s+1) \cdot e^{-(T_{CVT}-T_D) \cdot s} \cdot M(s)$$

와 같이 식 20과 식 21로부터 추출될 수 있다.

도4c를 참조하면, 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370B)는 필터(600)와 함수 발생기(602)를 포함한다. 필터(600)에서, Gfil1(s)은 수학식 22로부터 계산되고, J1, ω w 및 Gf와 함께 함수 발생기(602)에 적용된다. 라인(340) 상의 목표비(Gt)는 함수 발생기(602)에 대한 입력값으로서 사용된다. 함수 발생기(602)에서, 필터 Gfil1(s)는,

[수학식 23]

$$\triangle tTe=J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot Gfil1(s) \cdot Gt$$

으로서 표현될 수 있는 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 계산하도록 사용된다.

함수 발생기(602)는 라인(382A) 상에 목표 엔진 토크 보상값("tTΔe)을 발생시킨다. 라인(382A) 상의 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)은 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 얻는데 필요한 드로틀 각도 보정값을 알게 되는 보정값 발생기(384)(도 4a 참조)에 대한 입력값으로서 사용된다.

도4d 및 도4e를 참조하면, 또 다른 실시예가 설명된다. 본 실시예는 미분요소 s가 진분수이므로 수학식 22는 용어 M(s)없이 구현된다는 가정에 근거하여 성립한다 · 이 경우에, 관성 토크 보상값은 속도비 명령값(Gi)에 근거하여 계산될 수 있다. 위상 조절 의사 미분 필터 Gfil2(s)는,

[수학식 24]

$$Gfil2(s)=s \cdot Q(s) \cdot (T_E \cdot s+1) \cdot (T_{ETC} \cdot s+1) \cdot e^{-(T_{CVT}-T_D) \cdot s}$$

으로서 표현될 수 있다.

도4d 및 도4e를 참조하면, 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370C)는 필터(700)와 함수 발생기(702)를 포함한다. 필터(700)에서, 필터 Gfil2(s)는 수학식 24로부터 계산되고, J1, ω_w 및 Gf와 함께 함수 발생기(702)에 적용된다. 라인(344) 상의 속도비 명령값(Gi)은 함수 발생기(702)에 대한 입력값으로서 사용된다. 함수 발생기(702)에서, 필터 Gfil2(s)는,

[수학식 25]

$$\triangle tTe = J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot Gfil2(s) \cdot Gi$$

으로서 표현될 수 있는 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 계산하도록 사용된다.

필터 Gfil1(s) 및 Gfil2(s)를 계산하는 데 있어서, 엔진, 드로틀 및 CVT의 전달 특성들이 엔진-CVT 구동 트레인의 작동 조건에 따른 변화에 지배된다는 것을 고려해야 된다. 이 경우에, T_E, T_{ETC} 및 T_D와 같은 매개 변수의 가변값은 가변하는 엔진 속도(Ne), 엔진 부하를 나타내는 흡기 공기량 측정값(TP), 차속(VSP), 비율(G), 변속기의 라인 압력(PL) 및 오일 온도(T_0)에 대한 표 데이타 또는 맵 데이타로서 제어기 메모리에 플롯팅된다. 필터 Gfil1(s), Gfil2(s)를 계산할 때, 이러한 매개 변수의 값들은 작동 조건에 따라 가변된다.

필터 Gfil0(s), Gfil1(s), Gfil2(s)가 높은 차수를 갖고 따라서 온라인 계산에 적합하지 않은 경우를 고려하기로 한다. 이 경우에, 저차수 근사법(low-order approximation)이 효과적인 것으로 알려져 있다. 이러한 접근 문제는 1989년 8월 발행, IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL, 34권 8호, 802-812쪽, "제어기 감소 : 개념 및 접근" 제목의 논문에서 브라이언 디. 오. 앤더슨(Brian D. O. Anderson)과 위 리우(YI LIU)에 의해 고려되었다. 저차수 근사법은,

[수학식 26]

$$Gfil(s) = s/(Tred \cdot s + 1)$$

으로서 표현될 수 있는 위상 조절 의사 미분 필터 Gfil(s)를 제공하고, 여기에서 Tred는 도21에 도시된 바와 같이 엔진 속도와 엔진 부하에 따라 변하는 시간 상수이다.

다음에, 목표 엔진 토크 보상값("ΔtTe)은,

[수학식 27]

$$\triangle tTe = J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot Gfil(s) \cdot Gi$$

와 같이 속도비 명령값(Gi)에 근거하여, 또는

[수학식 28]

$$\triangle tTe = J1 \cdot \omega_w \cdot Gf \cdot Gfil(s) \cdot Gt$$

와 같이 목표비(Gt)에 근거하여 표현될 수 있다.

도4f를 참조하면, 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370D)는 필터(800)와 함수 발생기(802)를 포함한다. 필터(800)에서, 필터 Gfil(s)는 수학식 26으로부터 계산되고, J1.ω_w 및 Gf와 함께 함수 발생기(802)에 적용된다. 라인(344) 상의 속도비 명령값(Gi)은 함수 발생기(802)에 대한 입력값으로서 사용된다. 함수 발생기(802)에서, 수학식 27로 표시될 수 있는 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 계산하는 데 필터 Gfil(s)가 사용된다.

도4g를 참조하면, 목표 엔진 토크 보상값 발생기(370E)는 필터(800)와 함수 발생기(802A)를 포함한다. 필터(800)에서, 필터 Gfil(s)는 수학식 26으로부터 계산되고, J1, ω_w 및 Gf와 함께 함수 발생기(802A)에 적용된다. 라인(340) 상의 목표비(Gt)는 함수 발생기(802A)에 대한 입력값으로서 사용된다. 함수 발생기(802A)에서, 수학식 28로 표시될 수 있는 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 계산하는 데 필터 Gfil(s)가 사용된다.

필터 Gfil(s)을 계산하는 데 있어서, 도21의 표 조견은 전체 작동 상태에 걸쳐 위상 조절을 이루는 Tred를 찾기 위해 엔진 속도 및 엔진 부하에 따라 실행된다.

엔진 부하에 따라 결정되는 시간 상수 Tred의 변화들이 작고 무시할 정도이면, 도22의 표 조견은 수학식 26과 함께 필터 Gfil(s)을 계산하는 데 있어서 Tred를 찾기 위해 엔진 속도에 따라 실행된다.

도4a, 도4b, 도4c 및 도4g에 도시된 실시예에 의하면, 관성 토크(ΔTe inertia)와 관성 토크 보상값(ΔTe control) 및 목표비(Gt)의 위상 조절을 이루기 위해 추출된 의사 미분 필터가 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 제공하는 데 사용된다. 엔진 토크는 이러한 값 ΔtTe에 따라 제어되므로, CVT비 변화는 엔진-CVT 구동 트레인의 작동 성능을 전혀 저하시키지 않고도 수행될 수 있다.

도4d, 도4e 및 도4f에 도시된 실시예에 의하면, CVT비 변화는 속도비 명령값(Gi)에 따라 수행된다. 관성 토크(ΔTe inertia)와 관성 토크 보상값(ΔTe control) 및 속도비 명령값(Gi)의 위상 조절을 이루기 위해 추출된 의사 미분 필터가 목표 엔진 토크 보상값(ΔtTe)을 제공하는 데 사용된다. 엔진 토크는 이러한 값 ΔtTe에 따라 제어되므로, CVT비 변화는 엔진-CVT 구동 트레인의 작동 성능을 전혀 저하시키지 않고도 수행될 수 있다.

전술된 발명에 대한 많은 변형예들이 당업자에 의해 실시될 것이고, 그러한 변형예들을 구체화하는 시스템들은 청구 범위에 의해 한정된 본 발명의 범주 내에 있을 수 있다.

일본 특허 출원 평9-350874호의 내용이 본문에서 참조로서 전반적으로 합체되어 있다.

발명의 효과

전술한 구성에 의해, CVT비의 변화 중에 차량 성능에 대해 운전자의 요구 및 예측을 충족시킬 수 있는 개선된 엔진 및 CVT를 포함하는 차량 구동 트레인을 위한 제어 시스템을 제공하는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CTV와, 제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며, 제어기는 목표비를 발생시키는 목표비 발생기와, 목표비로부터 관성 토크를 발생시키는 관성 토크 발생기와, 관성 토크에 대해 엔진 토크 변화를 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 보정값 발생기를 포함하고, 제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 관성 토크 발생기는 목표비의 시간 미분을 계산하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서, 관성 토크 발생기는 목표비가 달성될 때까지 원하는 속도비 변화를 나타내는 표준 모델 특성을 사용하는 의사 시간 미분 필터에 의해 목표비를 처리하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 4.

제1항에 있어서, 제어기는 목표비로부터 속도비 명령값을 발생시키는 속도비 명령값 발생기를 포함하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제이 시스템.

청구항 5.

제4항에 있어서, 관성 토크 발생기는 속도비 명령값의 변화를 계산하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 6.

제4항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비로부터 속도비 명령값을 계산하기 위해 1차 지연 전달 함수를 사용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 7.

제5항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비로부터 속도비 명령값을 계산하기 위해 1차 지연 전달 함수를 사용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 8.

제4항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비로부터 램프 방식으로 변하는 속도비 명령값을 계산하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 9.

제5항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비로부터 램프 방식으로 변하는 속도비 명령값을 계산하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 10.

제4항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비가 달성될 때까지 원하는 속도비 변화를 나타내는 표준 모델의 수학식과, 목표비로부터 속도비 명령값의 계산시에 CVT 전달 함수의 추정 모델의 수학식을 사용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 11.

제5항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비가 달성될 때까지 원하는 속도비 변화를 나타내는 표준 모델의 수학식과, 목표비로부터 속도비 명령값의 계산시에 CVT 전달 함수의 추정 모델의 수학식을 사용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 12.

제4항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비로부터 속도비 명령값의 계산시에 목표비가 달성될 때까지 원하는 속도비 변화를 나타내는 표준 모델 특성을 나타내는 필터를 사용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 13.

제5항에 있어서, 속도비 명령값 발생기는 목표비로부터 속도비 명령값의 계산시에 목표비가 달성될 때까지 원하는 속도비 변화를 나타내는 표준 모델 특성을 나타내는 필터를 사용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 14.

엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제이 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며,

제어기는 목표비를 발생시키도록 작동하고,

제어기는 목표비로부터 관성 토크를 발생시키도록 작동하고,

제어기는 관성 토크에 대한 엔진 토크 변화를 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키도록 작동하고,

제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키도록 작동하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 15.

엔진 토크를 제어하기 위해 제1 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과,

CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와,

CVT의 출럭 샤프트에 의해 구동되는 차륜과,

제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기와,

가속도 센서와,

차속 센서와,

엔진 속도 센서와,

차륜용의 차륜 속도 센서를 포함하며,

제어기는 가속도 센서, 차속 센서, 엔진 속도 센서 및 차륜 속도 센서로부터의 가속 페달 각도, 차속, 엔진 속도 및 차륜 속도의 정보를 입력하도록 작동하고,

제어기는 가속 페달 각도 및 차속으로부터 목표 속도를 발생시키도록 작동하고,

제어기는 목표 속도 및 차속으로부터 목표비를 발생시키도록 작동하고,

제어기는 차륜 속도로부터 차륜 각속도를 발생시키도록 작동하고,

제어기는 목표비 및 차륜 각속도로부터 속도비 명령값을 발생시키도록 작동하고,

제어기는 관성 토크에 대한 엔진 토크 변화를 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키도록 작동하고,

제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키도록 작동하는 것을 특징으로 하는 차량 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 16.

제15항에 있어서, 제어기는 관성 토크 및 엔진 속도로부터 보정값을 계산하도록 작동하는 것을 특징으로 하는 차량 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 17.

엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따리 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며,

제어기는 목표비를 발생시키는 목표비 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 발생시키는 목표 엔진 토크 보상값 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 보정값 발생기를 포함하고, 제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키며,

목표 엔진 토크 보상값 발생기는 관성 토크와 관성 토크 보상값 사이의 위상을 조절하기 위해 추출된 의사 미분 필터를 갖고, 목표 엔진 토크 보상값을 계산하는 데에 의사 미분을 목표비에 적용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 18.

엔진 토크를 제어하기 위해 제1 제어 신호에 따라 작동 가능한 토크 제어 요소와 다양한 엔진 속도를 갖는 엔진과, CVT의 입력 샤프트와 출력 샤프트 사이의 다양한 속도비를 이루기 위해 제2 제어 신호에 따라 작동되는 액추에이터를 갖는 속도비 제어 장치를 포함하는 CVT와, 제1 및 제2 제어 신호를 출력하는 제어기를 포함하며,

제어기는 목표비를 발생시키는 목표비 발생기와, 목표비로부터 속도비 명령값을 발생시키는 속도비 명령값 발생기와, 목표 엔진 토크 보상값을 발생시키는 목표 엔진 토크 보상값 발생기와, 목표 엔진 토그 보상값을 얻는 데 필요한 보정값을 발생시키는 보정값 발생기를 포함하고, 제어기는 보정값에 따라 제1 제어 신호를 발생시키며,

목표 엔진 토크 보상값 발생기는 관성 토크와 관성 토크 보상값 사이의 위상을 조절하기 위해 추출된 의사 미분 필터를 갖고, 목표 엔진 토크 보상값을 계산하는 데에 의사 미분을 속도비 명령값에 적용하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 19.

제17항에 있어서, 의사 미분 필터는 엔진 토크의 변화를 위한 명령으로부터 엔진 토크의 실제 변화가 발생하는 순간까지의 지연에 해당하는 크기만큼 관성 토크 보상값의 위상을 진전시키도록 설계된 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 20.

제17항에 있어서, 상기 의사 미분 필터는 목표비로부터 CVT의 실제 속도비까지의 전달 특성으로 인한 위상 지연을 수반하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 21.

제18항에 있어서, 상기 의사 미분 필터는 속도비 명령값으로부터 CVT의 실제 속도비까지의 전달 특성으로 인한 위상 지연을 수반하는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 22.

제17항에 있어서, 저차수 근사법이 의사 미분 필터를 구현하도록 사용되는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 23.

제17항에 있어서, 의사 미분 필터의 수학식의 계수는 차량 구동 트레인의 작동 조건에 따라 제공되는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 계수는 엔진의 작동 조건에 따라 제공되는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 25.

제18항에 있어서, 의사 미분 필터는 엔진 토크의 변화를 위한 명령으로부터 엔진 토크의 실제 변화가 발생하는 순간까지의 지연에 해당하는 크기만큼 관성 토크 보상값의 위상을 진전시키도록 설계된 것을 특징으로 하는 구동 제어 시스템.

청구항 26.

제19항에 있어서, 저차수 근사법이 의사 미분 필터를 구현하도록 사용되는 것을 특징으로 하는 구동 트레인 제어 시스템.

청구항 27.

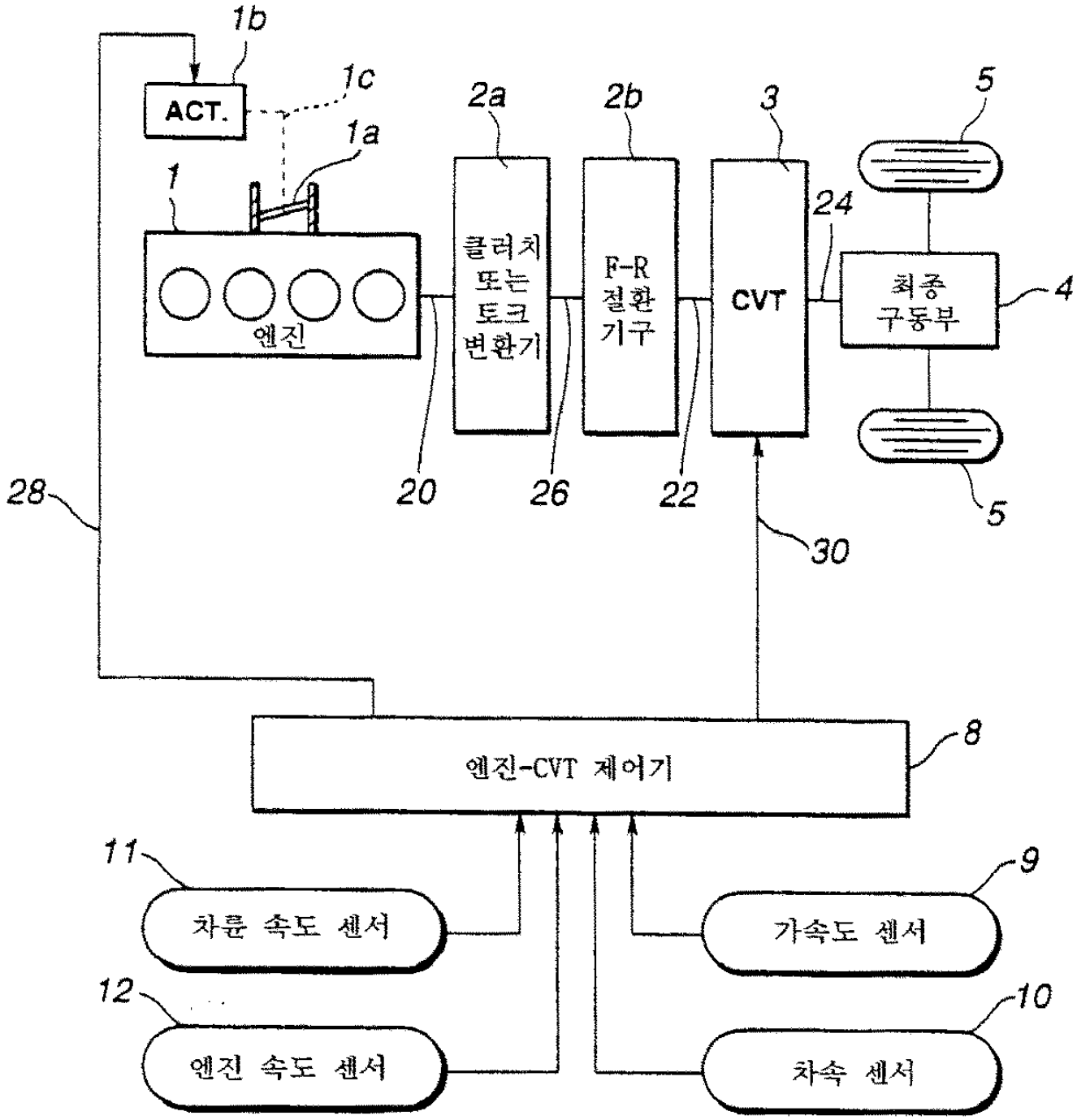
제18항에 있어서, 의사 미분 필터의 수학식의 계수는 차량 구동 트레인의 작동 조건에 따라 제공되는 것을 특징으로 하는 차량 구동 트레인 제이 시스템.

청구항 28.

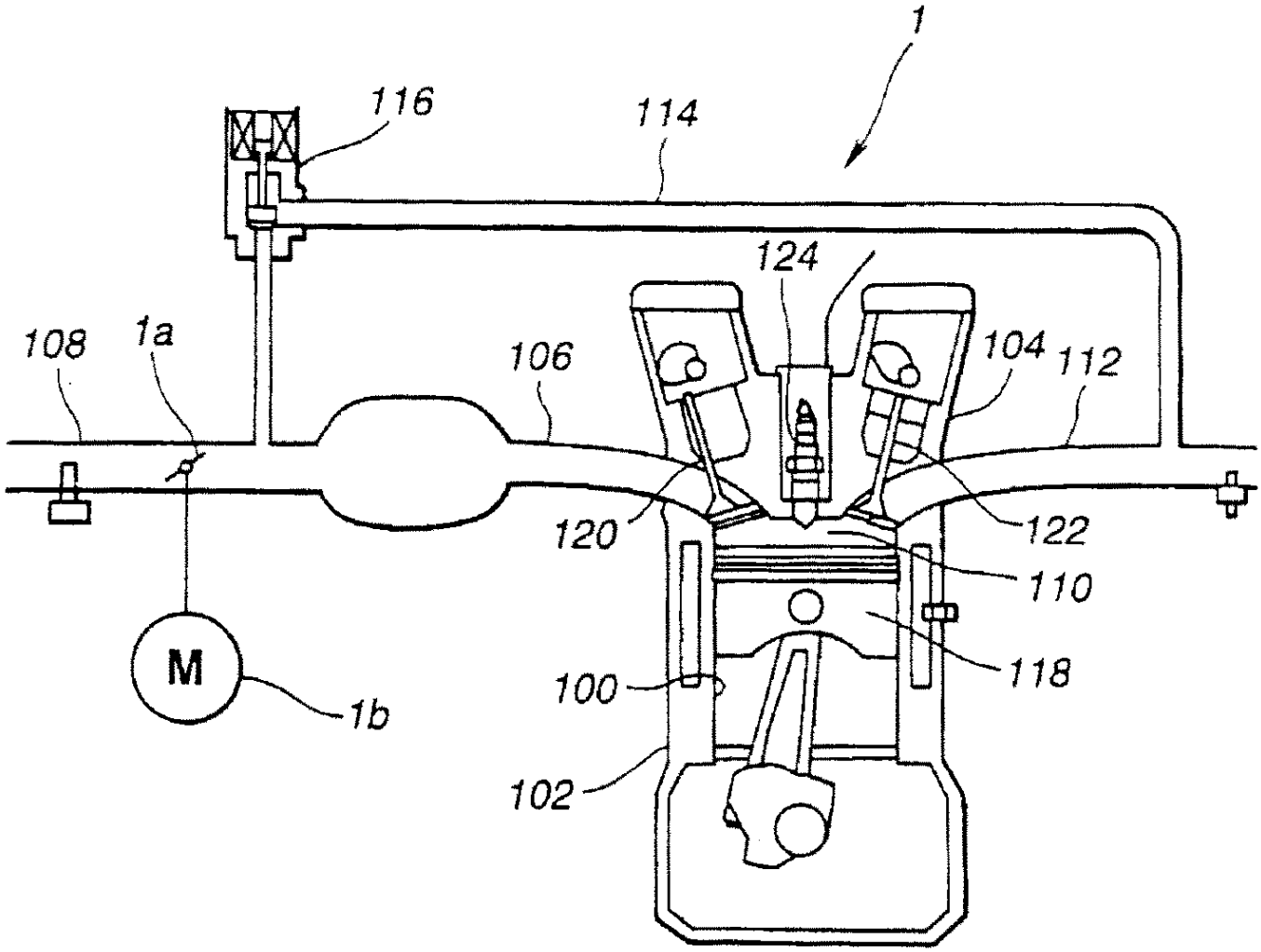
제27에 있어서, 상기 계수는 엔진의 작동 조건에 따라 제공되는 것을 특징으로 하는 차량 구동 트레인 제어 시스템.

도면

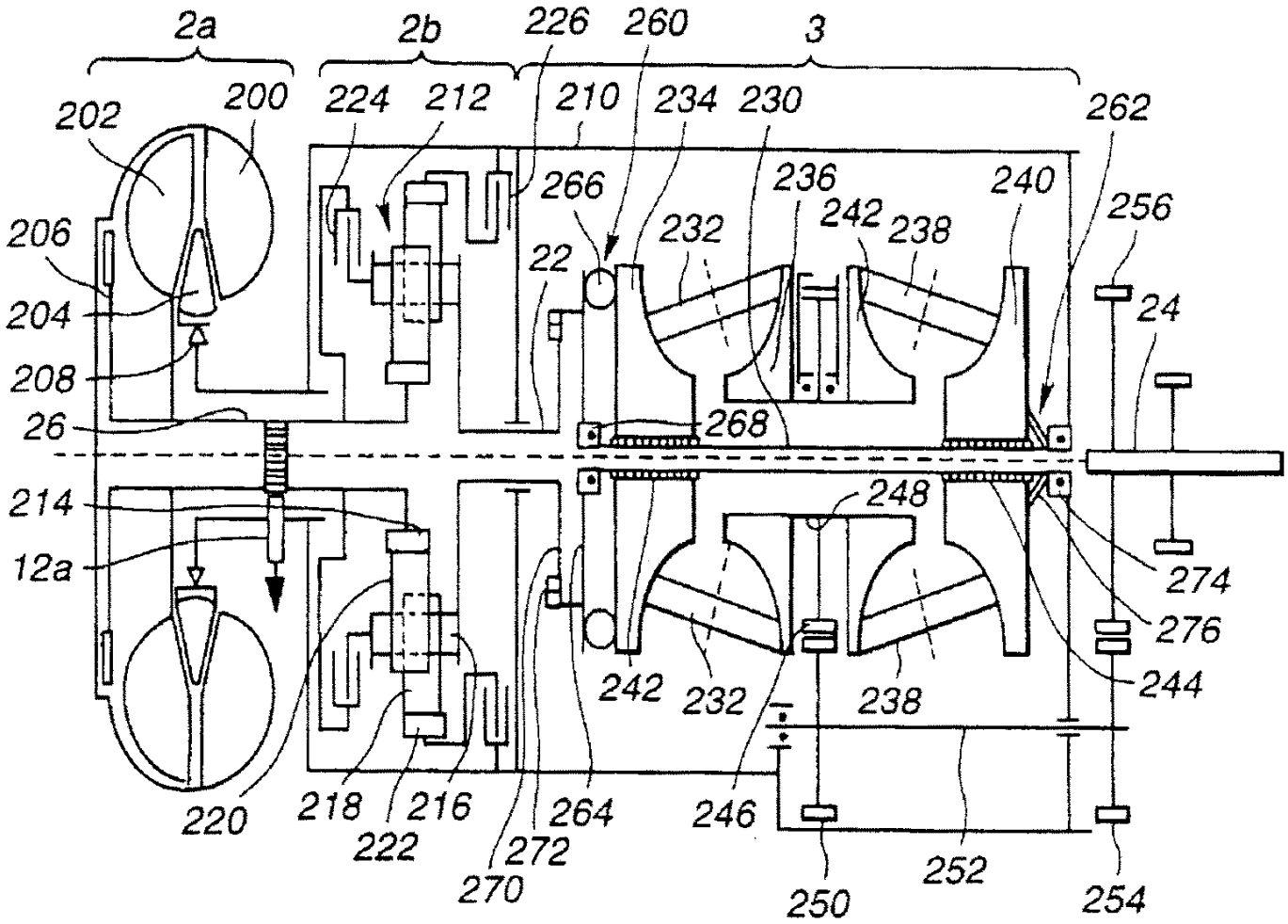
도면 1


1b
ACT.
1c
1a
1
엔진
2a
클러치 또는 토크 변환기
2b
F-R 절환 기구
3
CVT
24
5
최종 구동부
4
5
20
26
22
30
28
엔진-CVT 제어기
8
11
차륜 속도 센서
9
가속도 센서
12
엔진 속도 센서
10
차속 센서

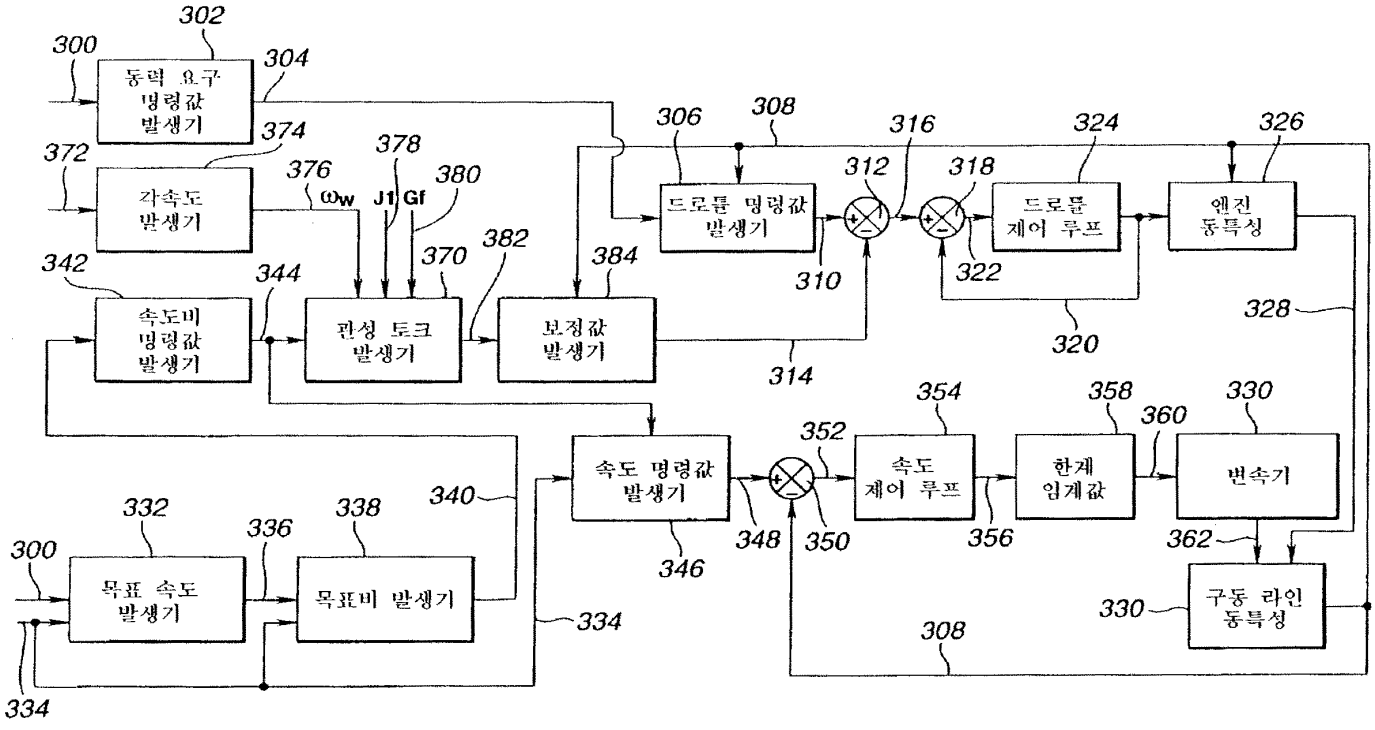
도면 2



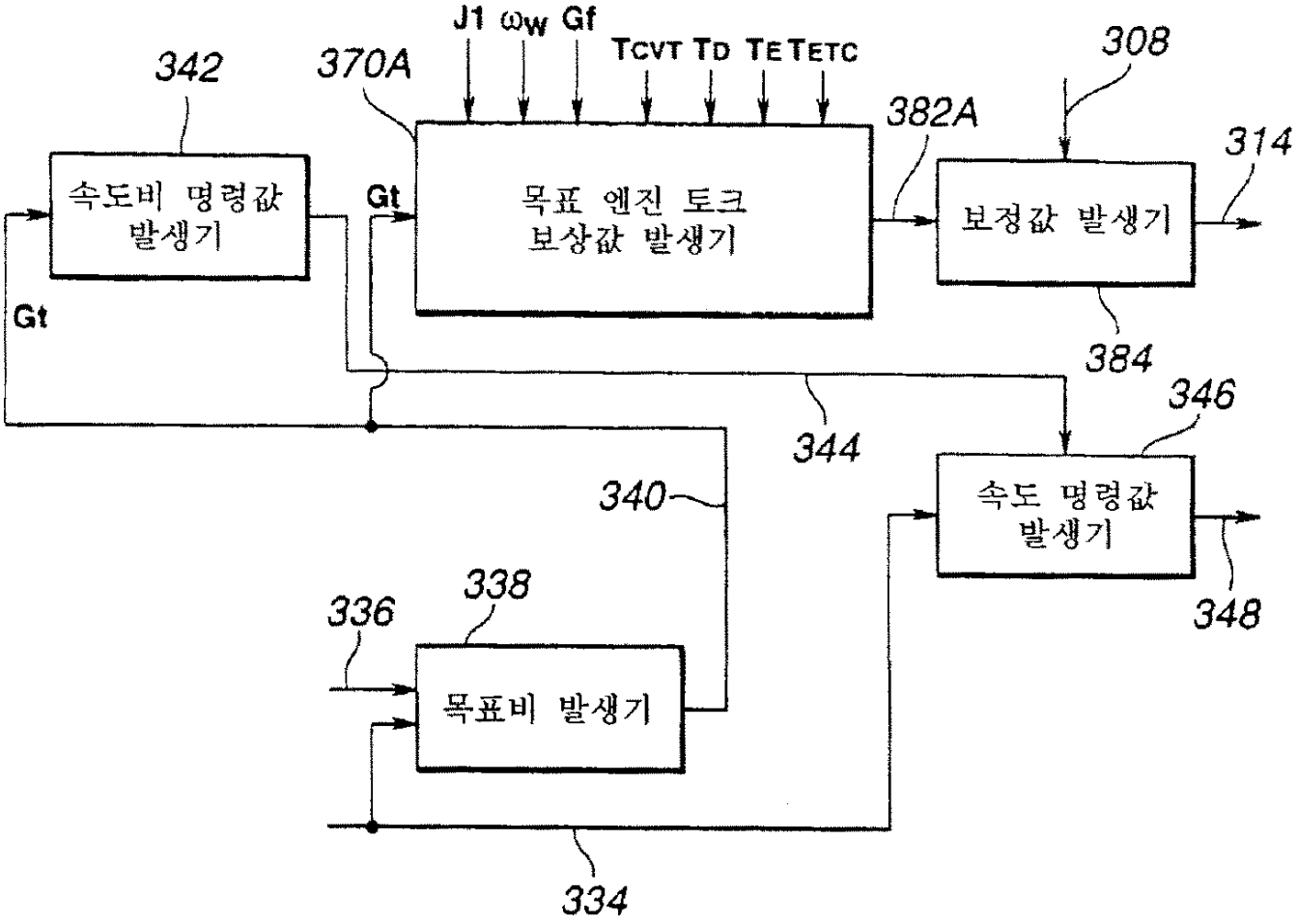
도면 3


2a
2b
3
226
260
202
200
224
212
210
234
230
262
266
236
240
206
232
242
238
256
204
22
24
208
268
26
214
248
274
12a
276
244
242
232
238
220
218
216
264
246
222
272
270
250
252
254

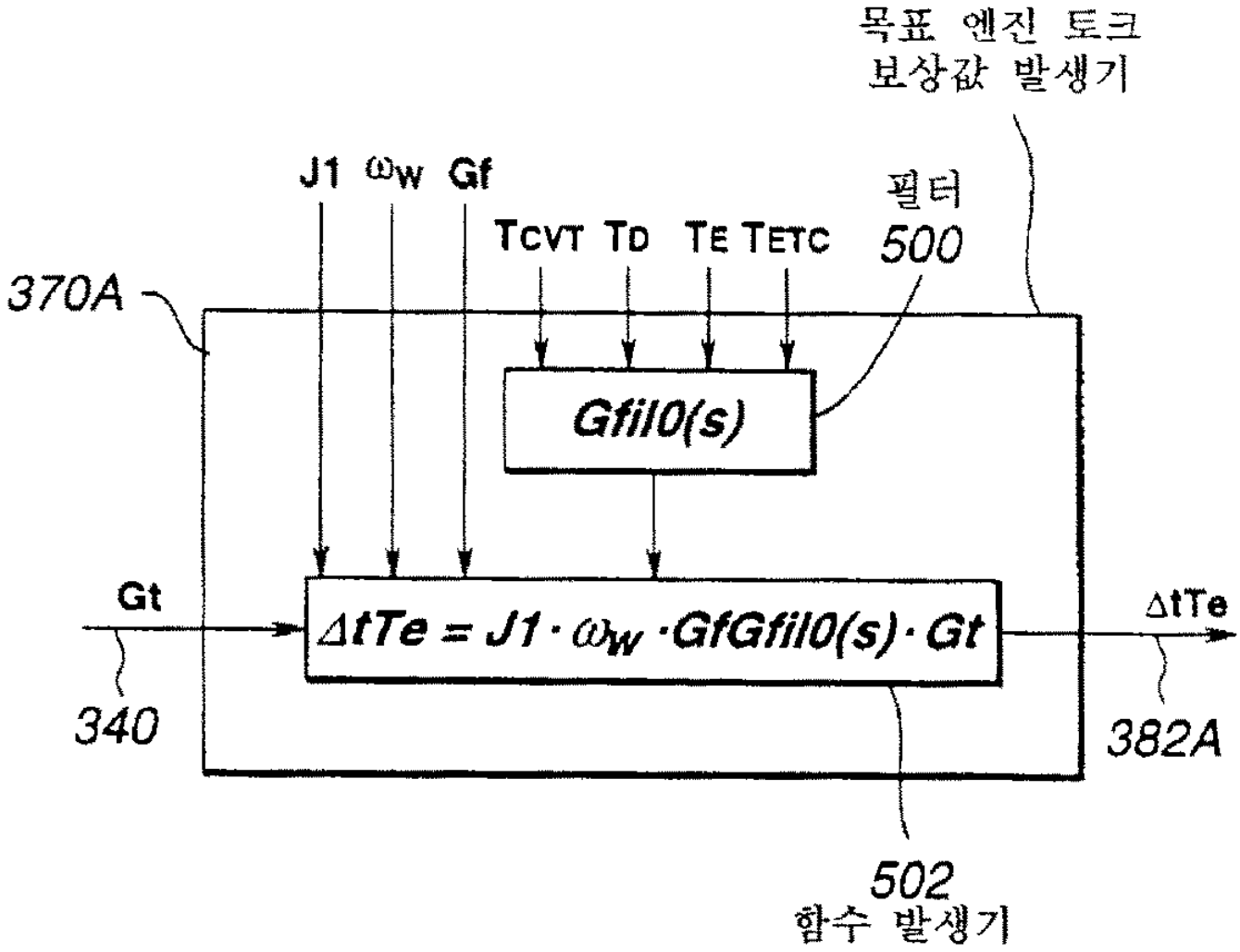
도면 4


302
300
304
동력 요구 명령값 발생기
374
372
376
각속도 발생기
ωw
J1
Gf
378
380
370
382
342
344
속도비 명령값 발생기
관성 토크 발생기
보정값 발생기
384
306
308
316
324
326
드로틀 명령값 발생기
312
318
드로틀 제어 루프
엔진 동특성
310
322
320
328
314
354
358
330
360
352
속도 명령값 발생기
속도 제어 루프
한계 임계값
변속기
332
340
336
338
300
목표 속도 발생기
목표비 발생기
348
350
356
362
346
구동 라인 동특성
330
334
308
334

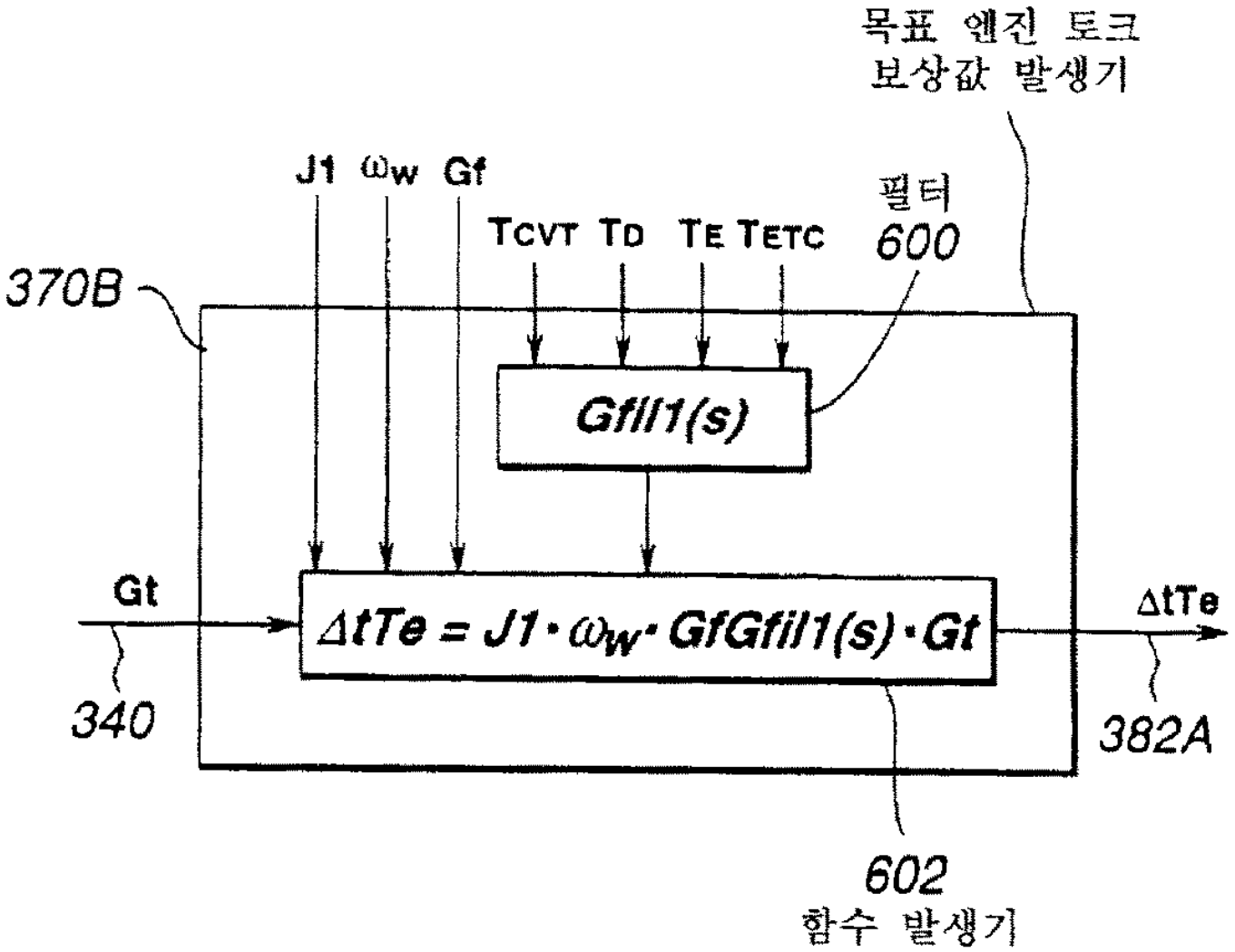
도면 4a


J1 ωW Gf
TCVT TD TE TETC
342
370A
382A
308
314
속도비 명령값 발생기
Gt
목표 엔진 토크 보상값 발생기
보정값 발생기
Gt
384
344
346
340
속도 명령값 발생기
348
338
336
목표비 발생기
334

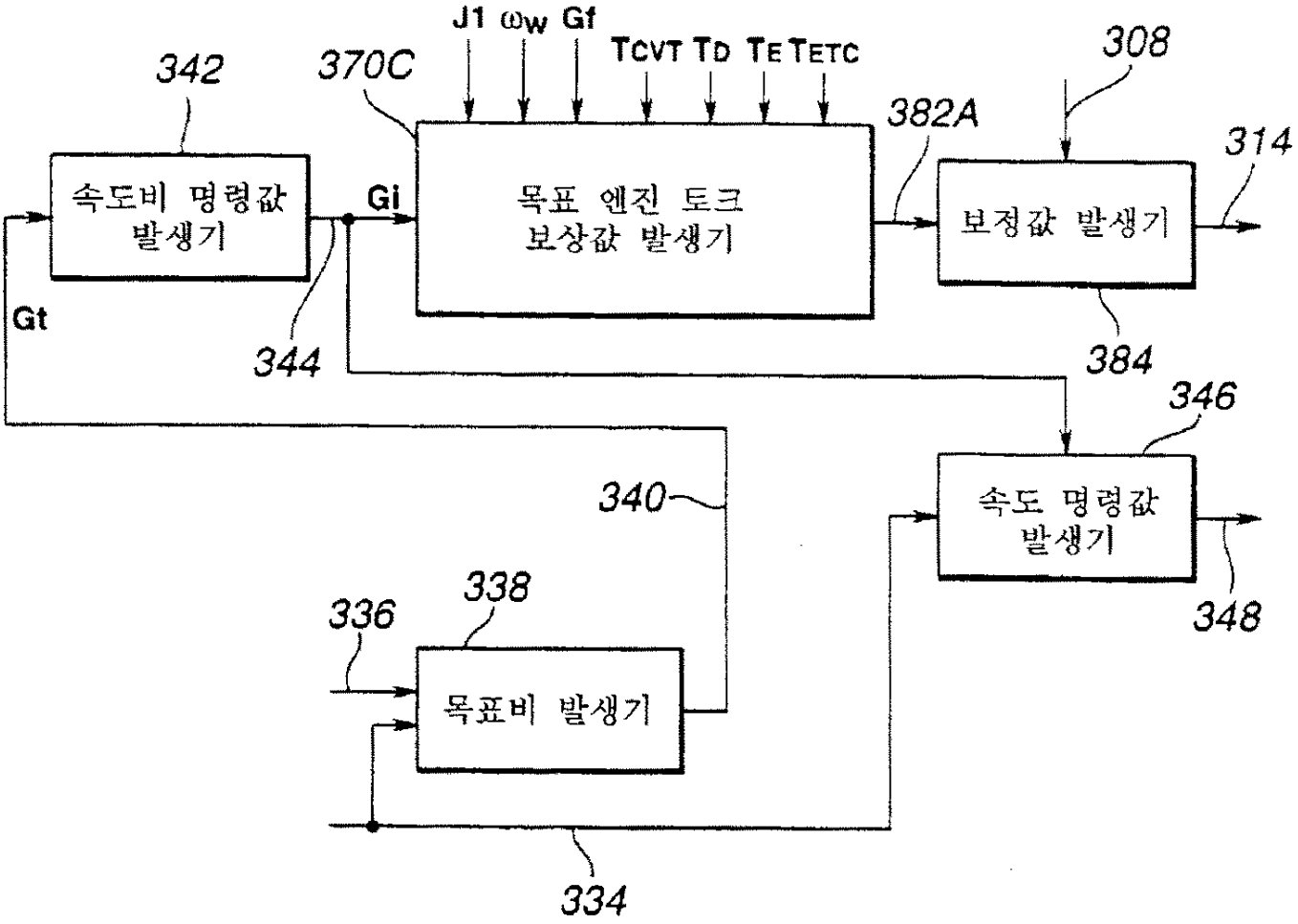
도면 4b


목표 엔진 토크
보상값 발생기
J1 ωW Gf
TCVT TD TE TETC
필터
500
370A
Gfil0(s)
Gt
ΔtTe = J1 · ωW · GfGfil0(s) · Gt
ΔtTe
340
382A
502
함수 발생기

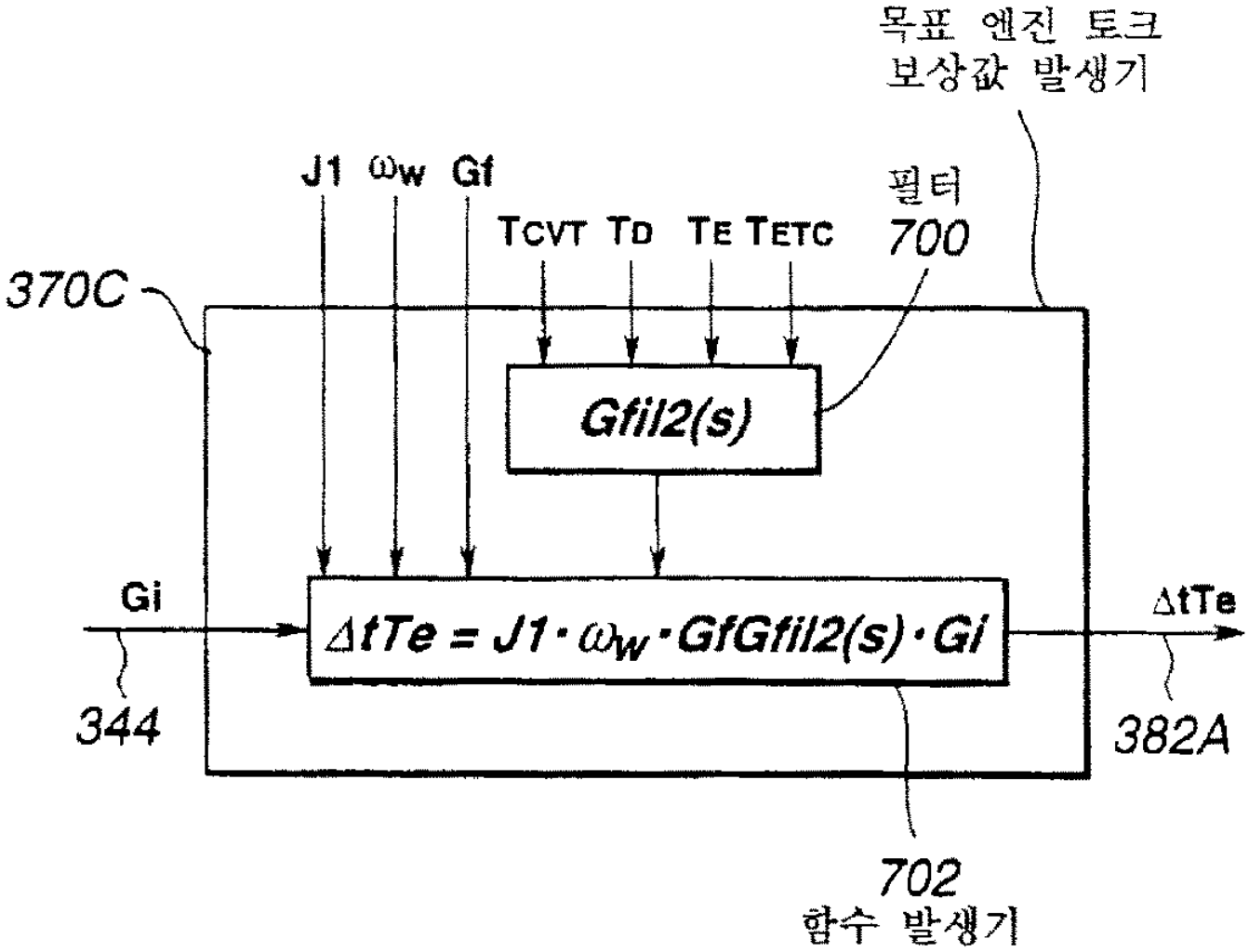
도면 4c


목표 엔진 토크
보상값 발생기
J1 ωw Gf
TCVT TD TE TETC
필터
600
370B
Gfil1(s)
Gt
ΔtTe = J1 · ωw · GfGfil1(s) · Gt
ΔtTe
340
382A
602
함수 발생기

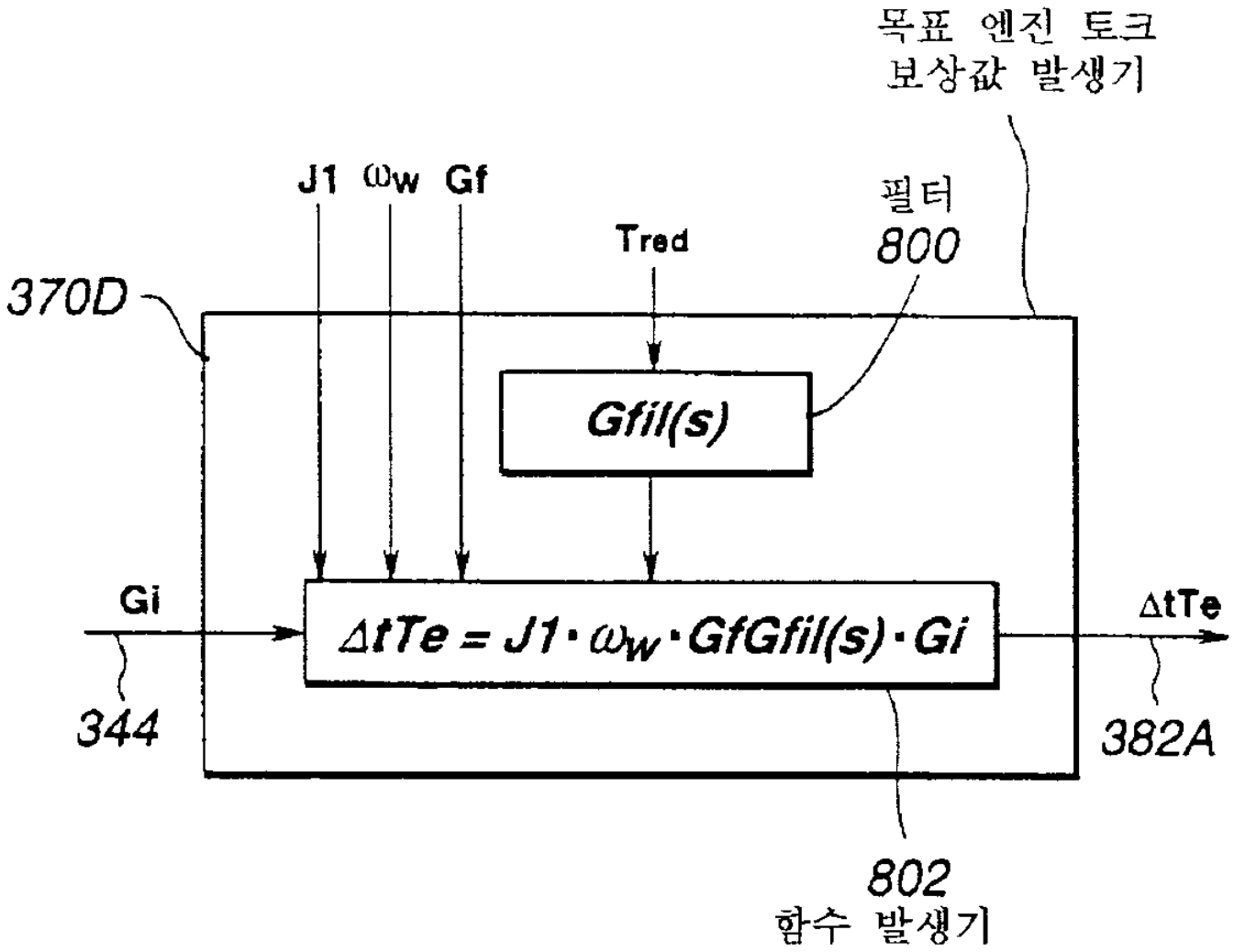
도면 4d


J1 ωw Gf
TCVT TD TE TETC
342
370C
382A
308
314
속도비 명령값 발생기
Gi
목표 엔진 토크 보상값 발생기
보정값 발생기
Gt
344
384
346
340
속도 명령값 발생기
348
338
336
목표비 발생기
334

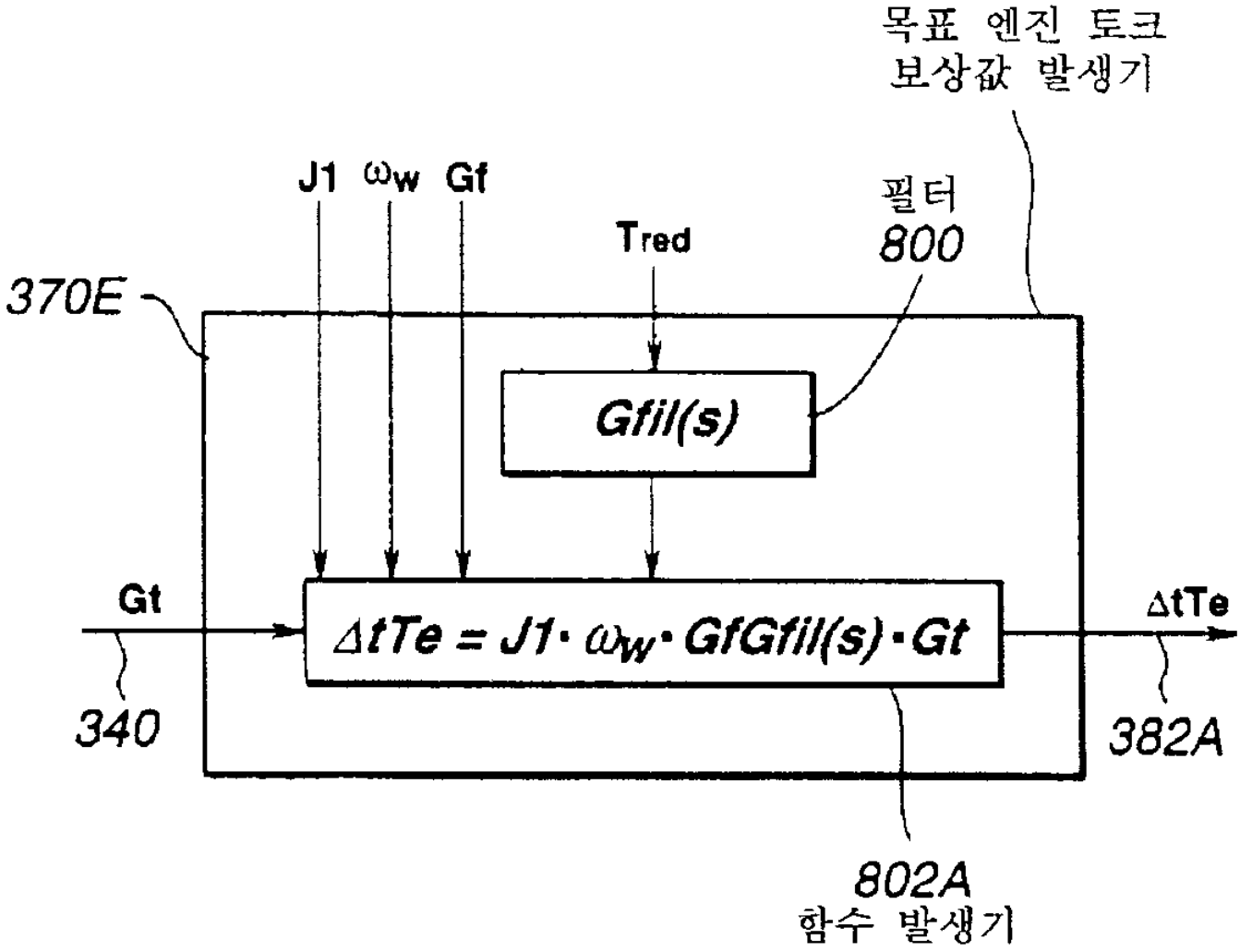
도면 4e


목표 엔진 토크
보상값 발생기
J1 ωw Gf
TCVT TD TE TETC
필터
700
370C
Gfil2(s)
Gi
ΔtTe = J1 · ωw · GfGfil2(s) · Gi
ΔtTe
344
382A
702
함수 발생기

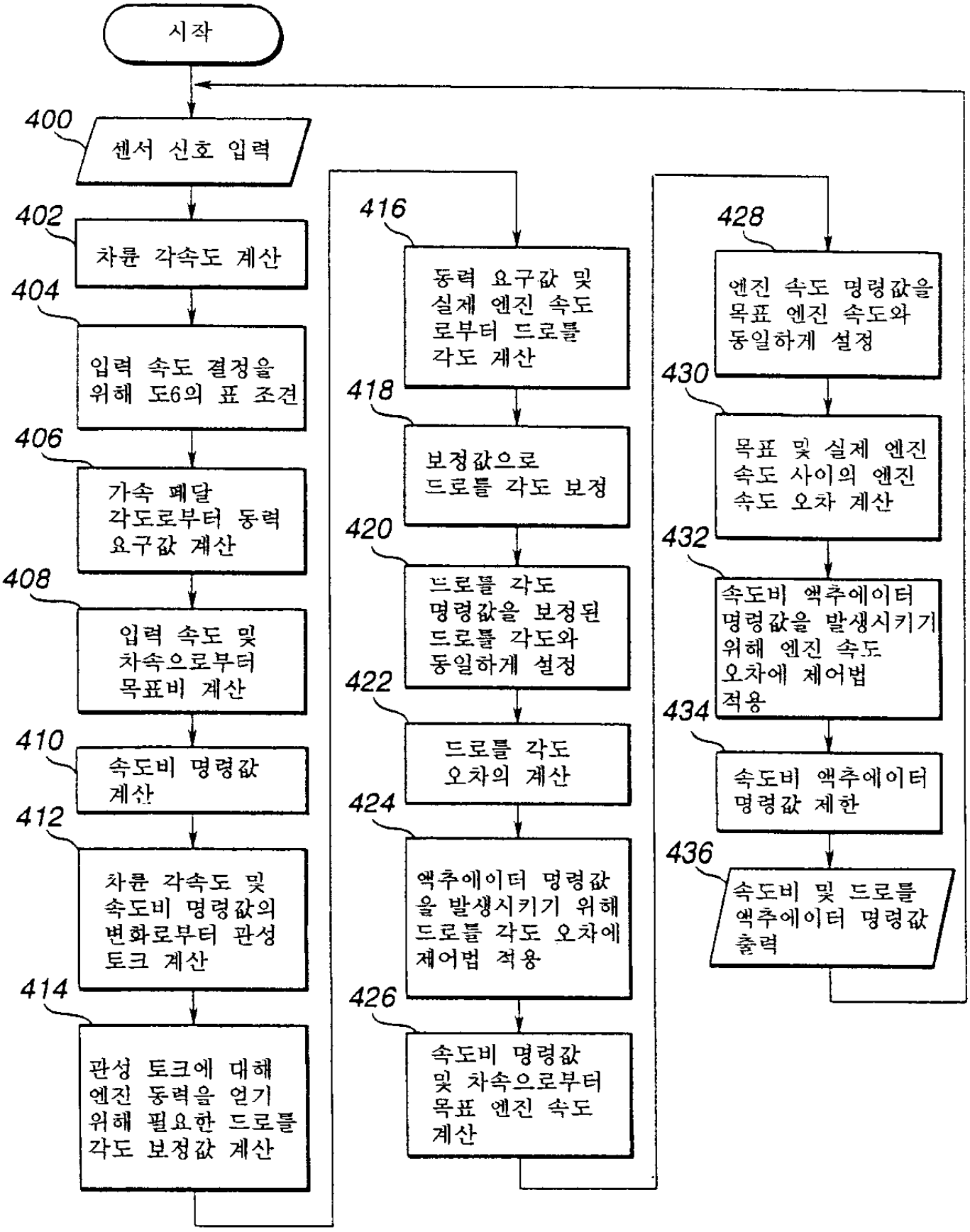
도면 4f


목표 엔진 토크
보상값 발생기
J1 ωw Gf
Tred
필터
800
370D
Gfil(s)
Gi
ΔtTe = J1 · ωw · GfGfil(s) · Gi
ΔtTe
344
382A
802
함수 발생기

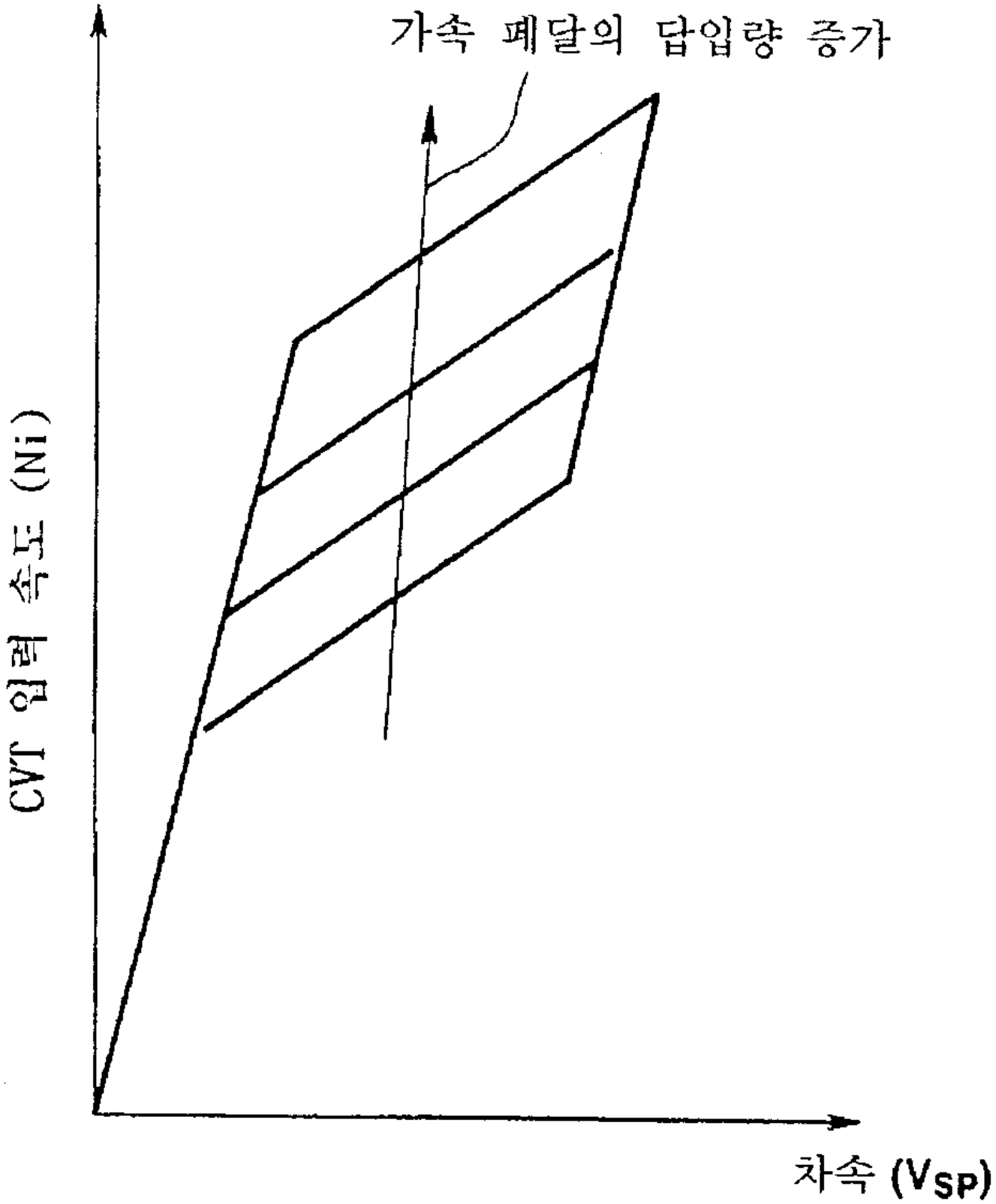
도면 4g


목표 엔진 토크
보상값 발생기
J1
ωw
Gf
Tred
필터
800
370E
Gfil(s)
Gt
ΔtTe = J1·ωw·GfGfil(s)·Gt
ΔtTe
340
382A
802A
함수 발생기

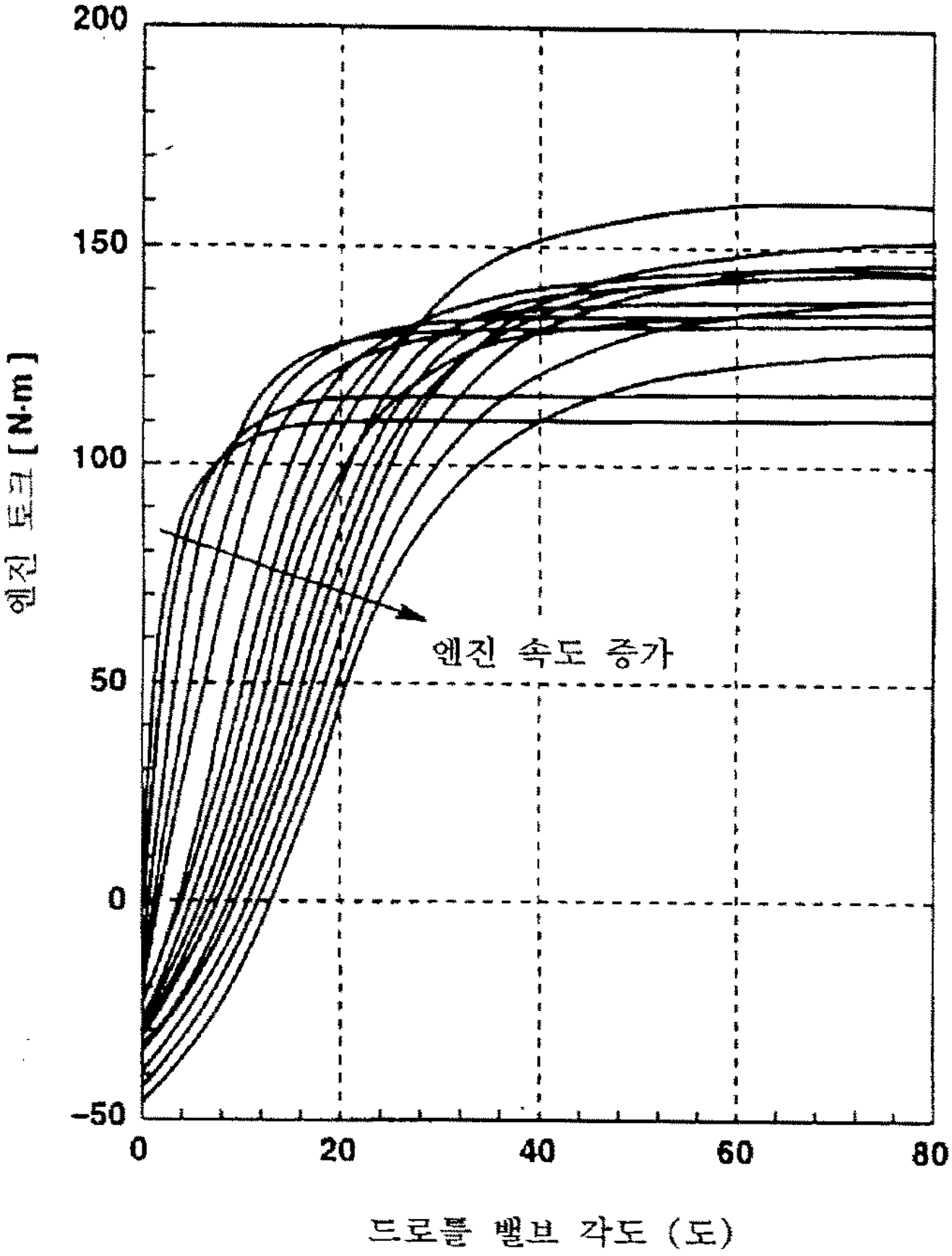
도면 5


시작
400
센서 신호 입력
402
차륜 각속도 계산
404
입력 속도 결정을 위해 도6의 표 조건
406
가속 페달 각도로부터 동력 요구값 계산
408
입력 속도 및 차속으로부터 목표비 계산
410
속도비 명령값 계산
412
차륜 각속도 및 속도비 명령값의 변화로부터 관성 토크 계산
414
관성 토크에 대해 엔진 동력을 얻기 위해 필요한 드로틀 각도 보정값 계산
416
동력 요구값 및 실제 엔진 속도로부터 드로틀 각도 계산
418
보정값으로 드로틀 각도 보정
420
드로틀 각도 명령값을 보정된 드로틀 각도와 동일하게 설정
422
드로틀 각도 오차의 계산
424
액추에이터 명령값을 발생시키기 위해 드로틀 각도 오차에 제어법 적용
426
속도비 명령값 및 차속으로부터 목표 엔진 속도 계산
428
엔진 속도 명령값을 목표 엔진 속도와 동일하게 설정
430
목표 및 실제 엔진 속도 사이의 엔진 속도 오차 계산
432
속도비 액추에이터 명령값을 발생시키기 위해 엔진 속도 오차에 제어법 적용
434
속도비 액추에이터 명령값 제한
436
속도비 및 드로틀 액추에이터 명령값 출력

도면 6

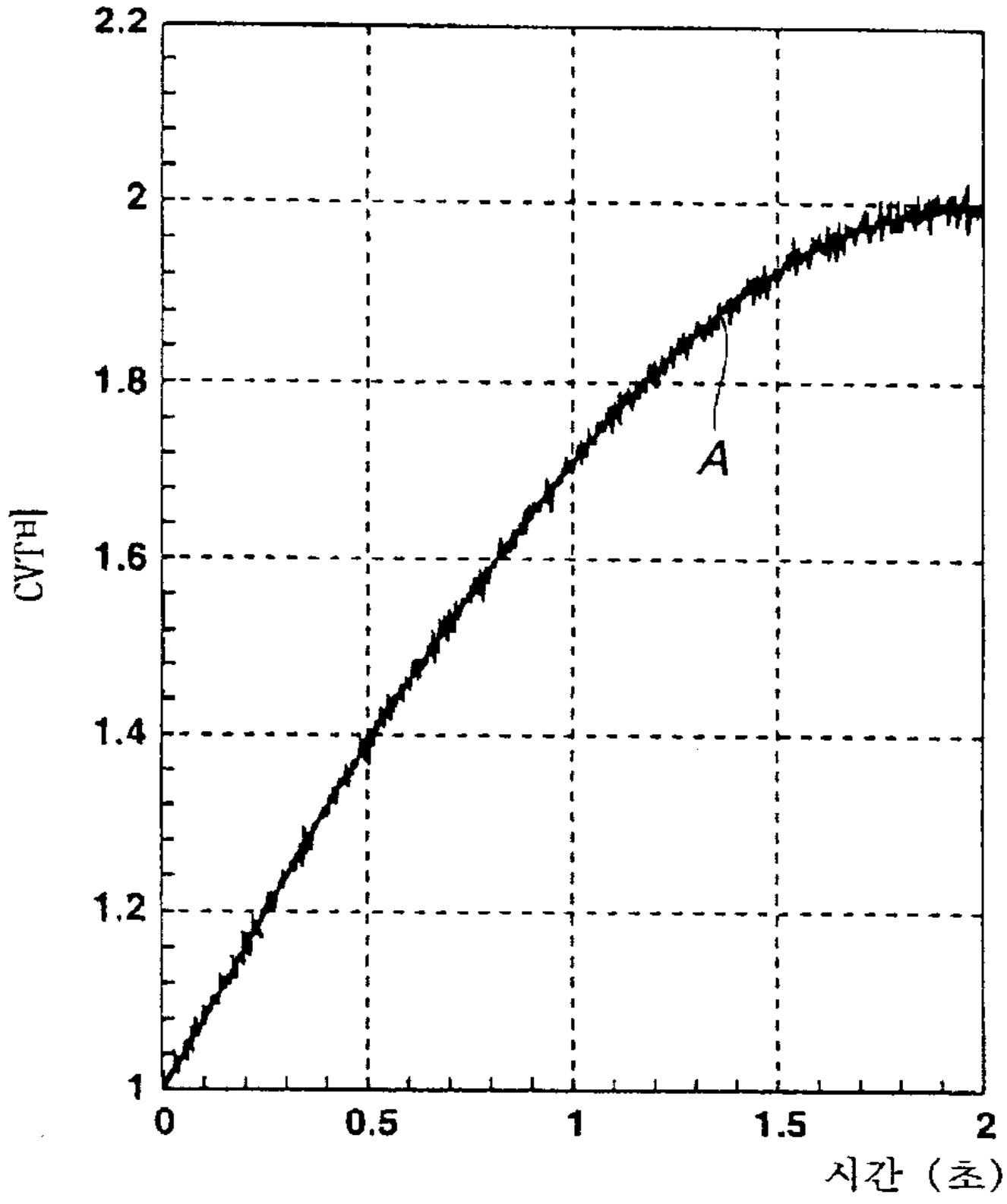


도면 7



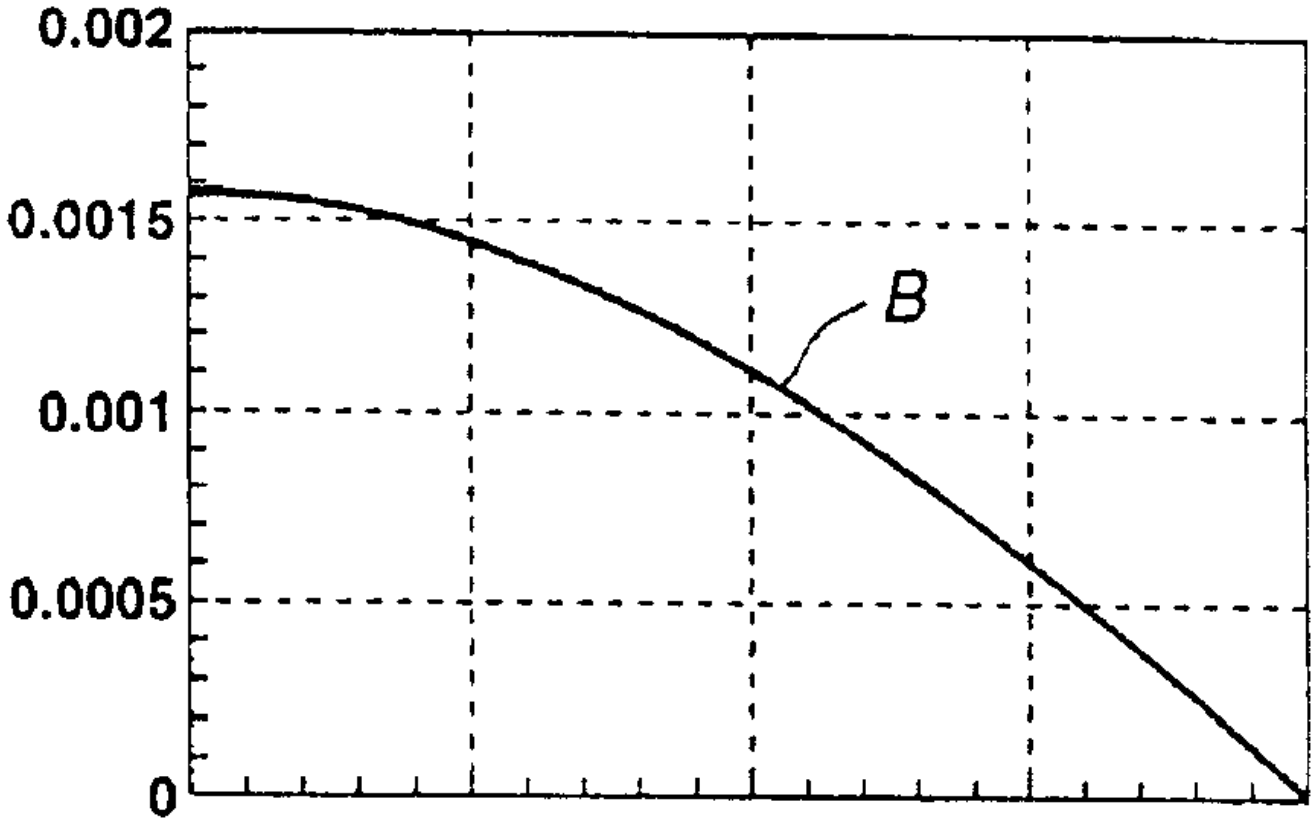
도면 8

(종래 기술)



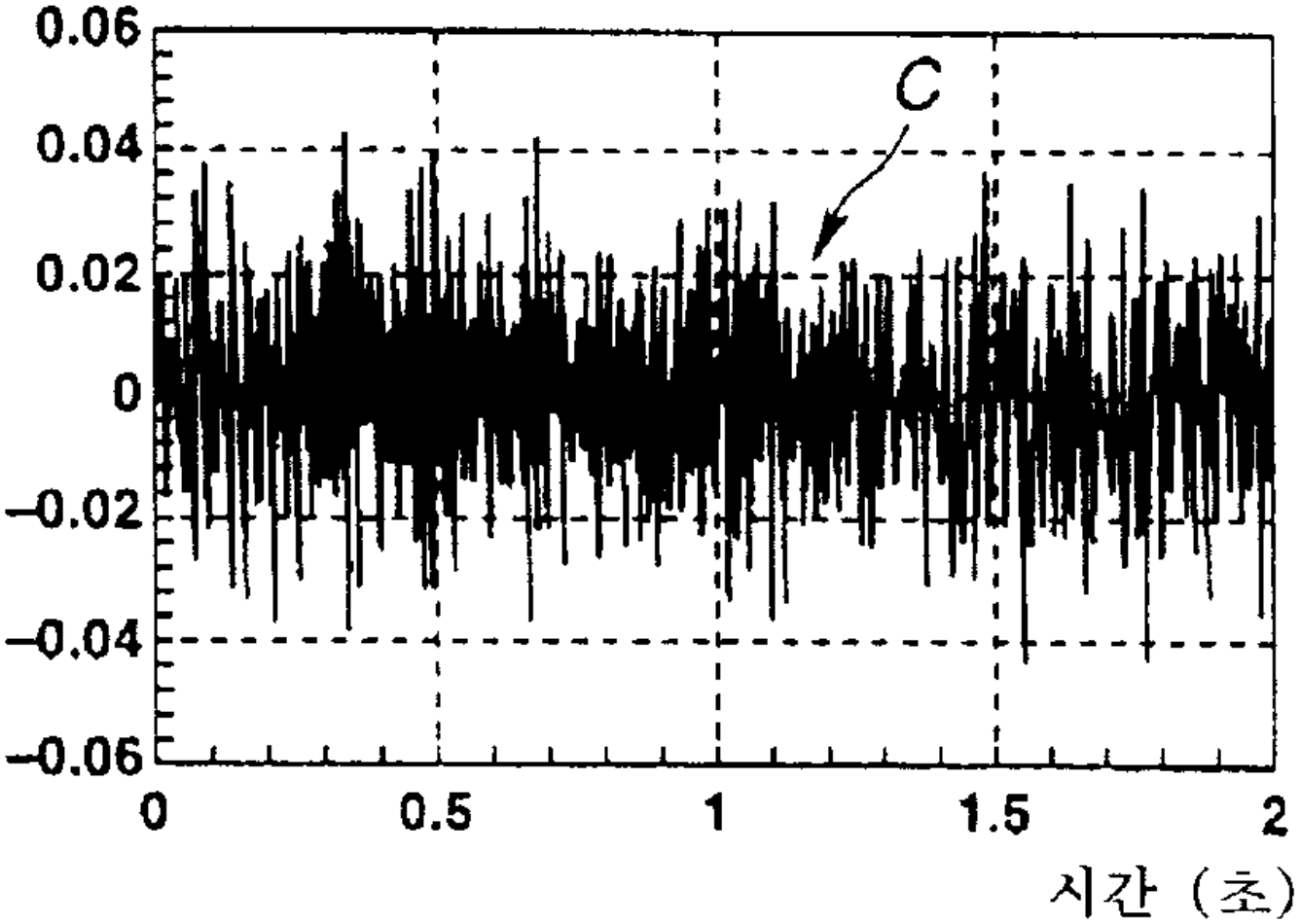
도면 9a

(종래 기술)



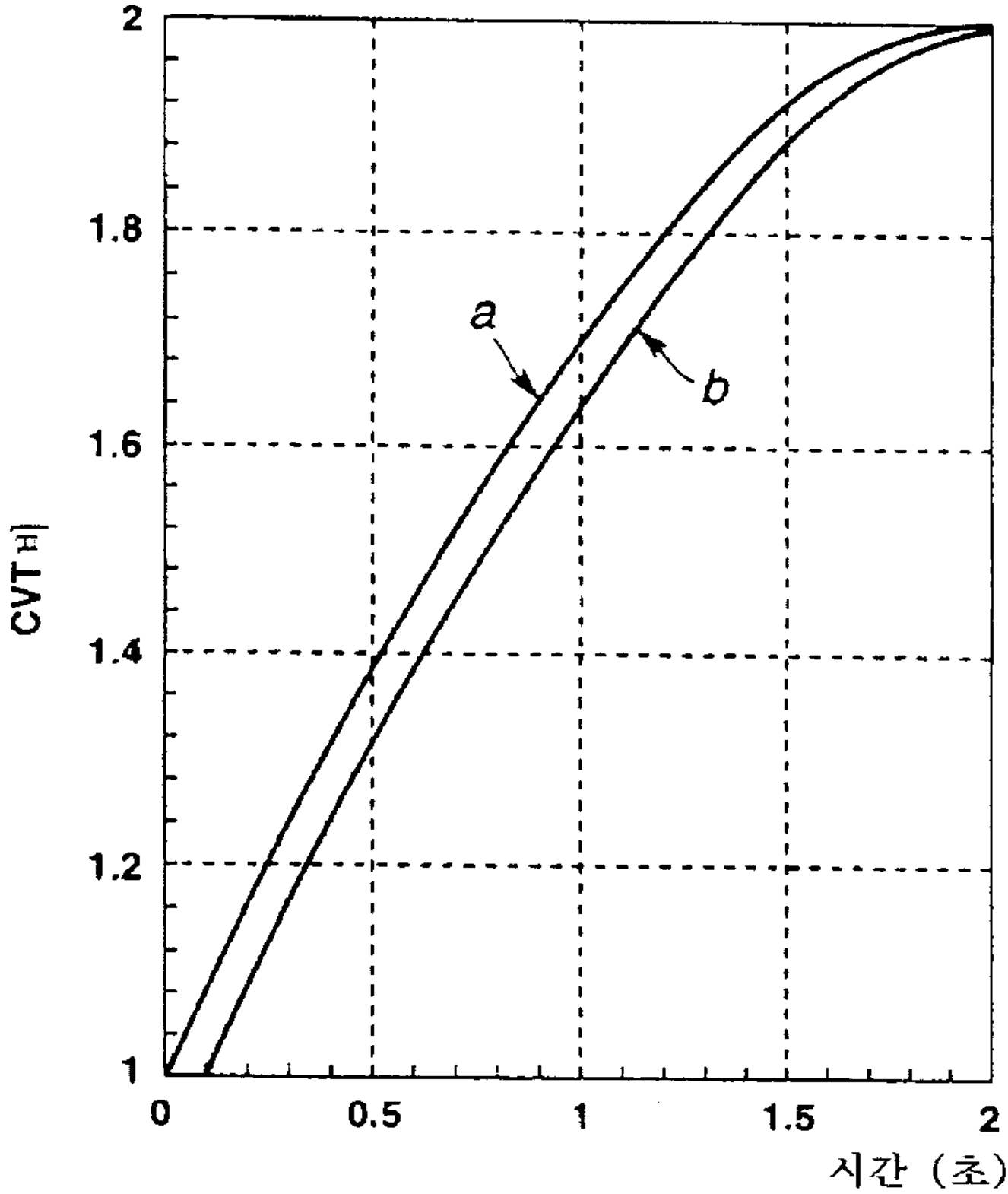
도면 9b

(종래 기술)



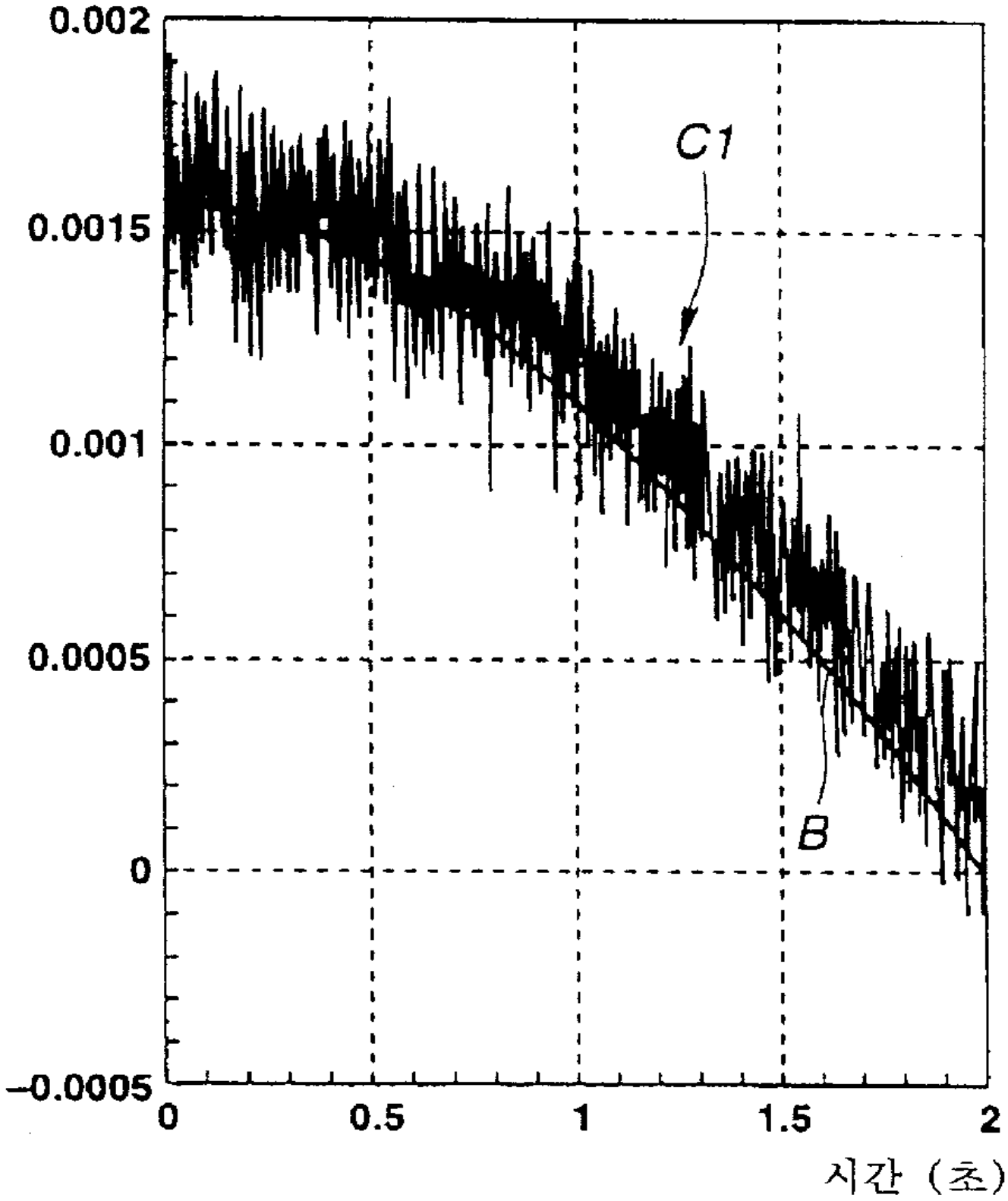
도면 10

(종래 기술)



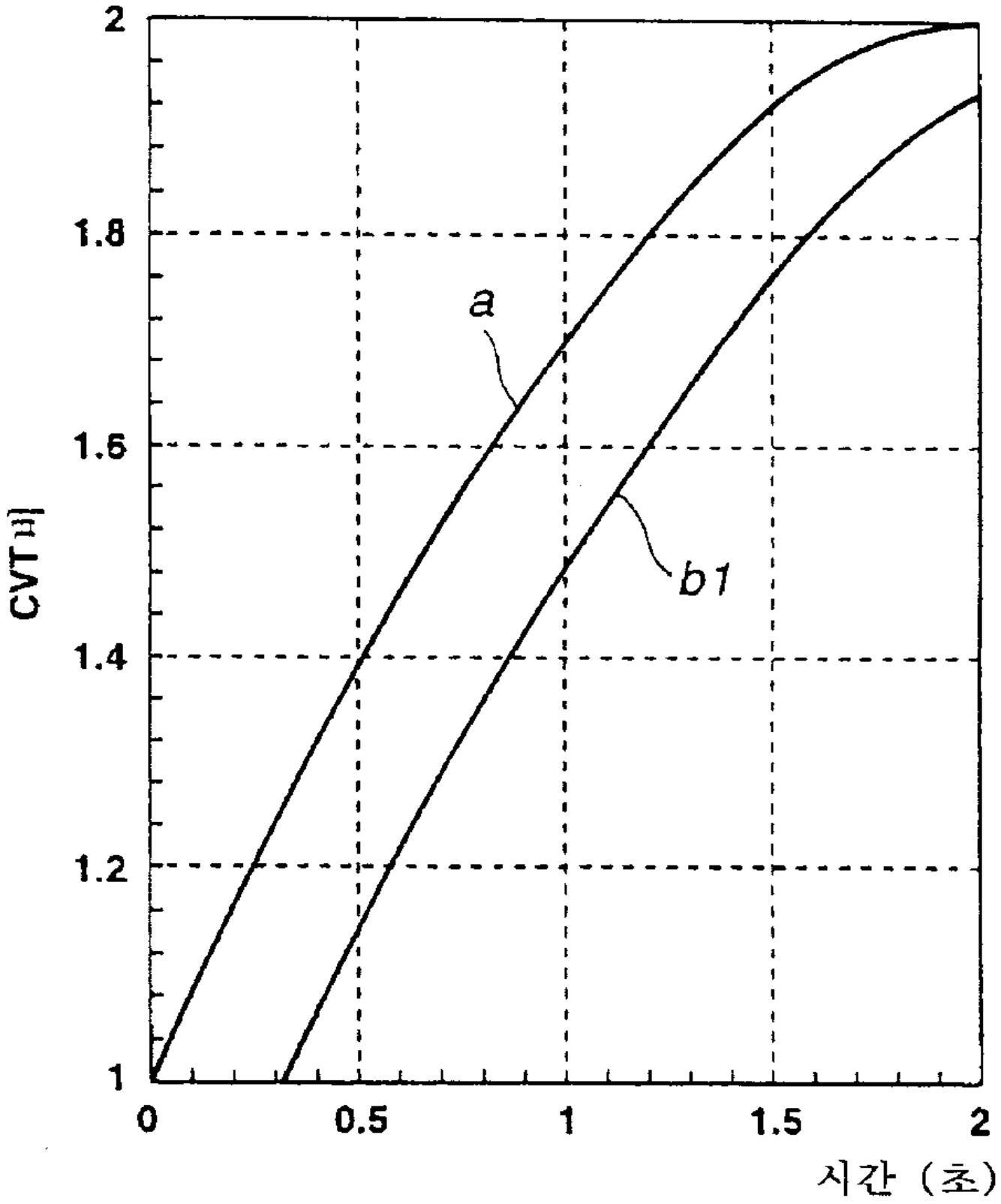
도면 11

(종래 기술)



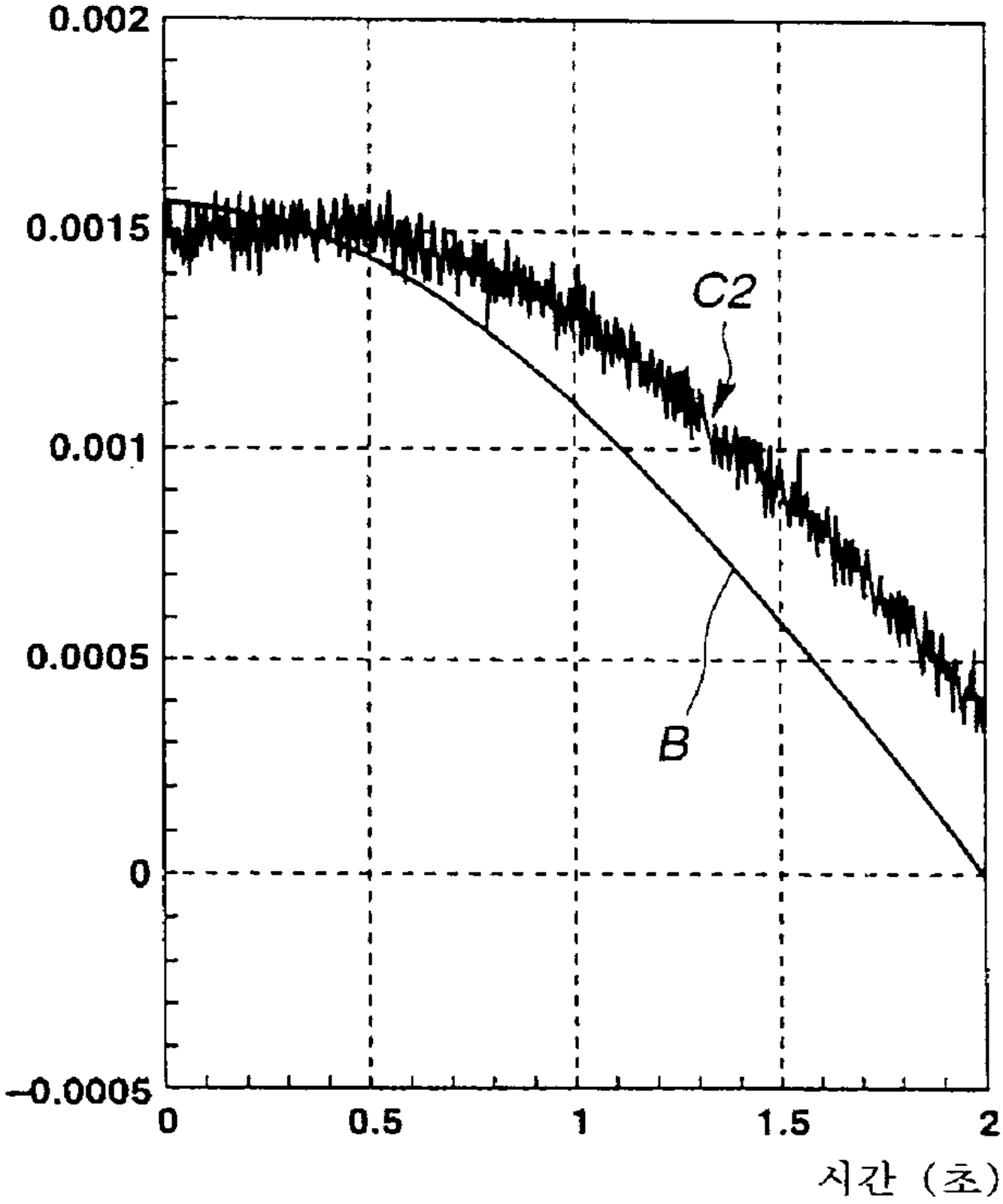
도면 12

(종래 기술)

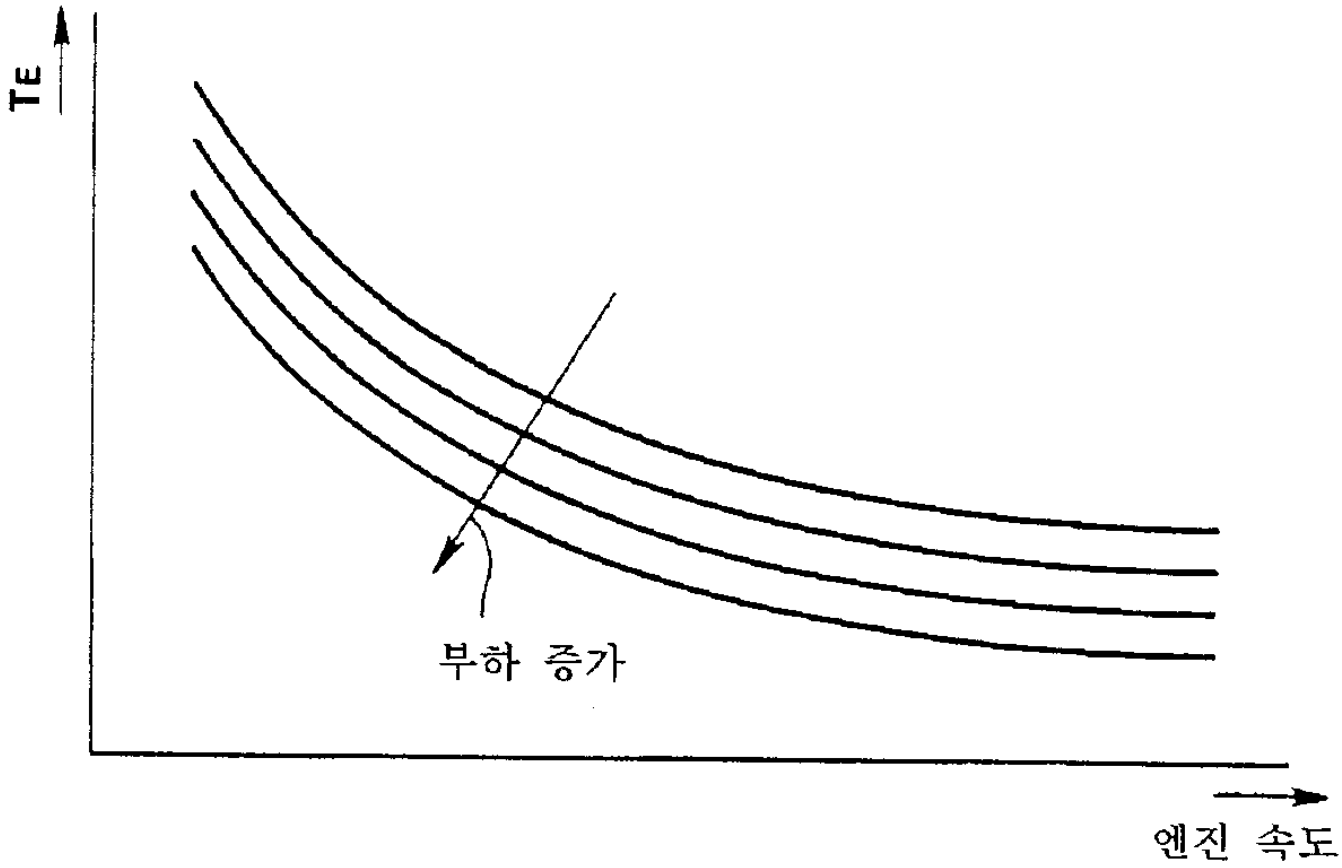


도면 13

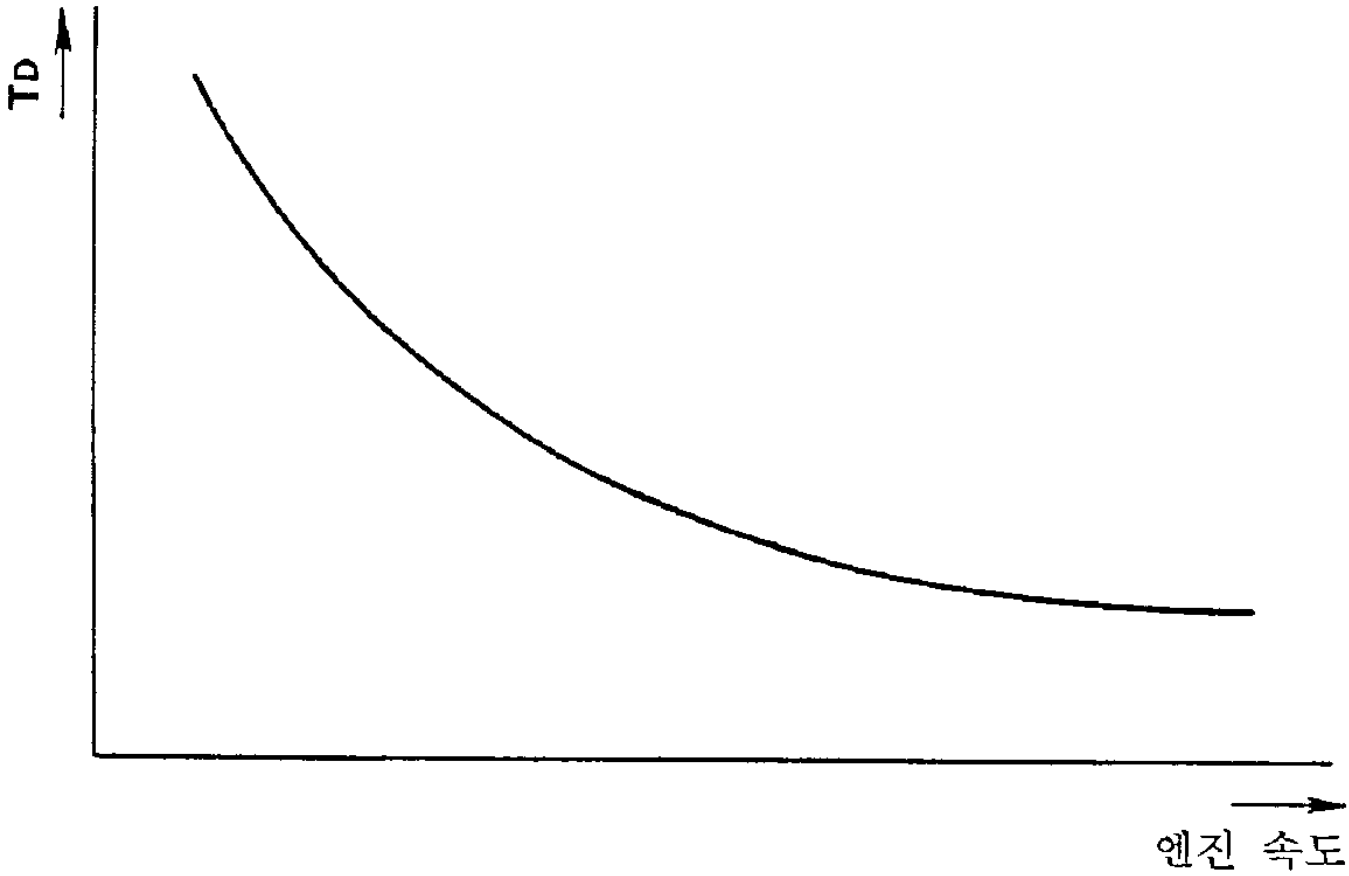
(종래 기술)



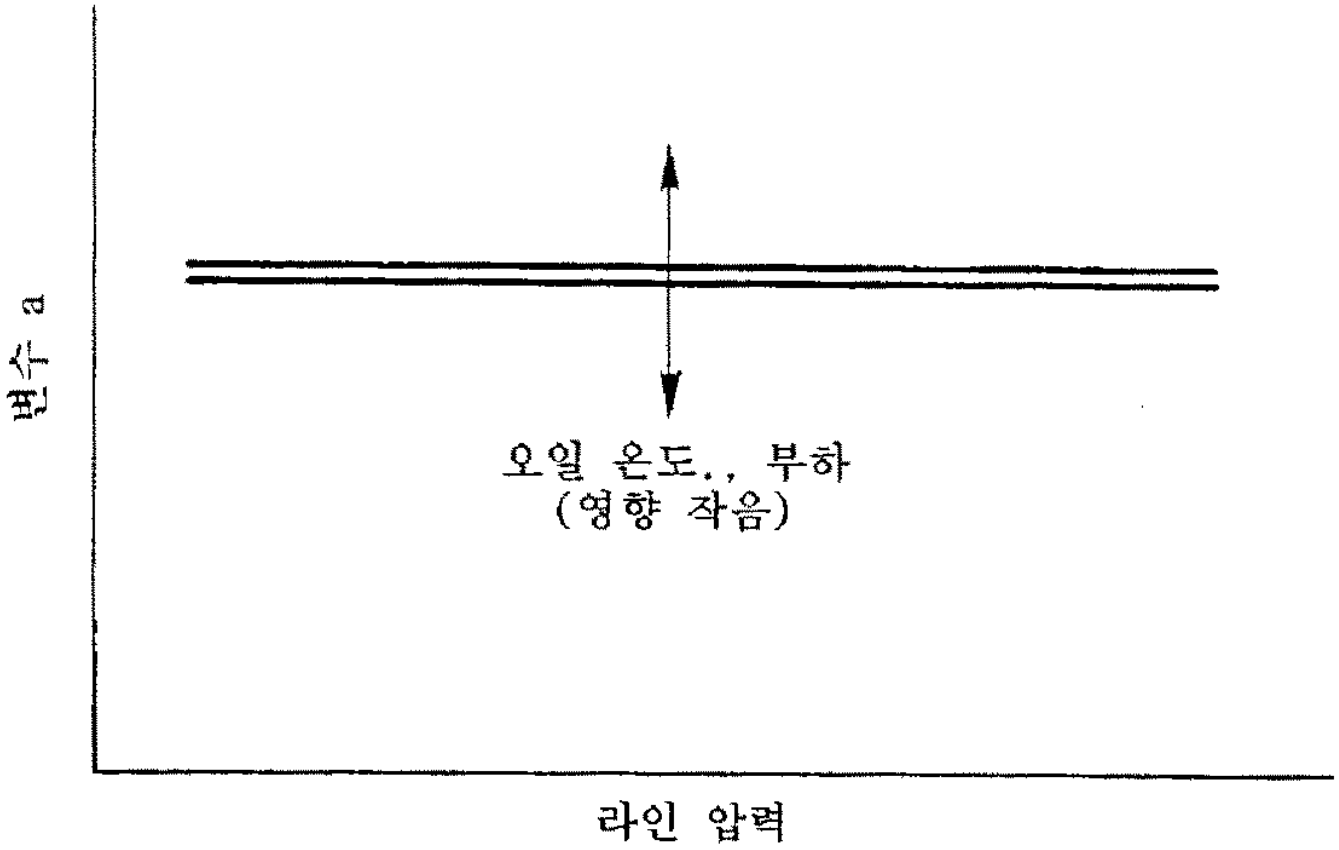
도면 14



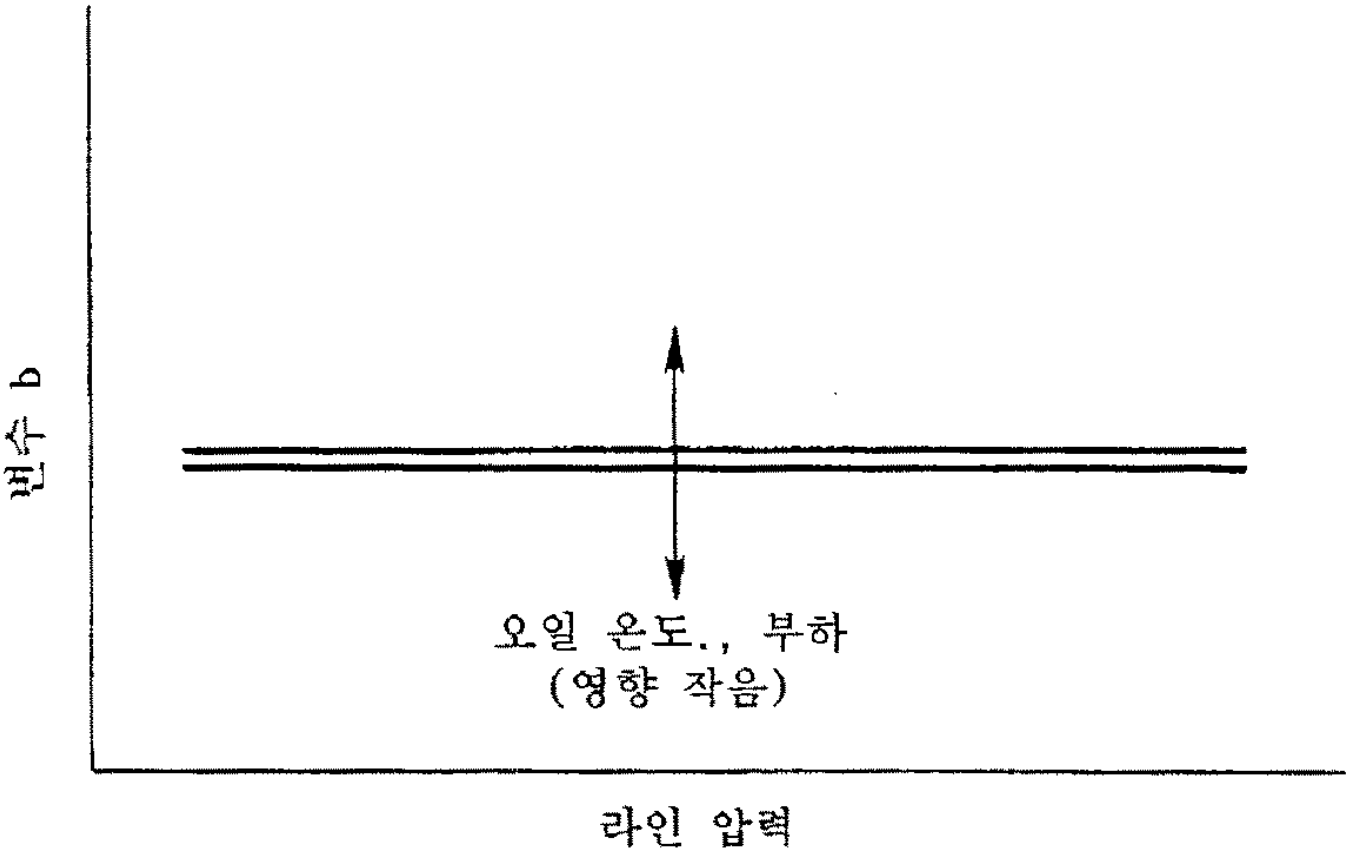
도면 15



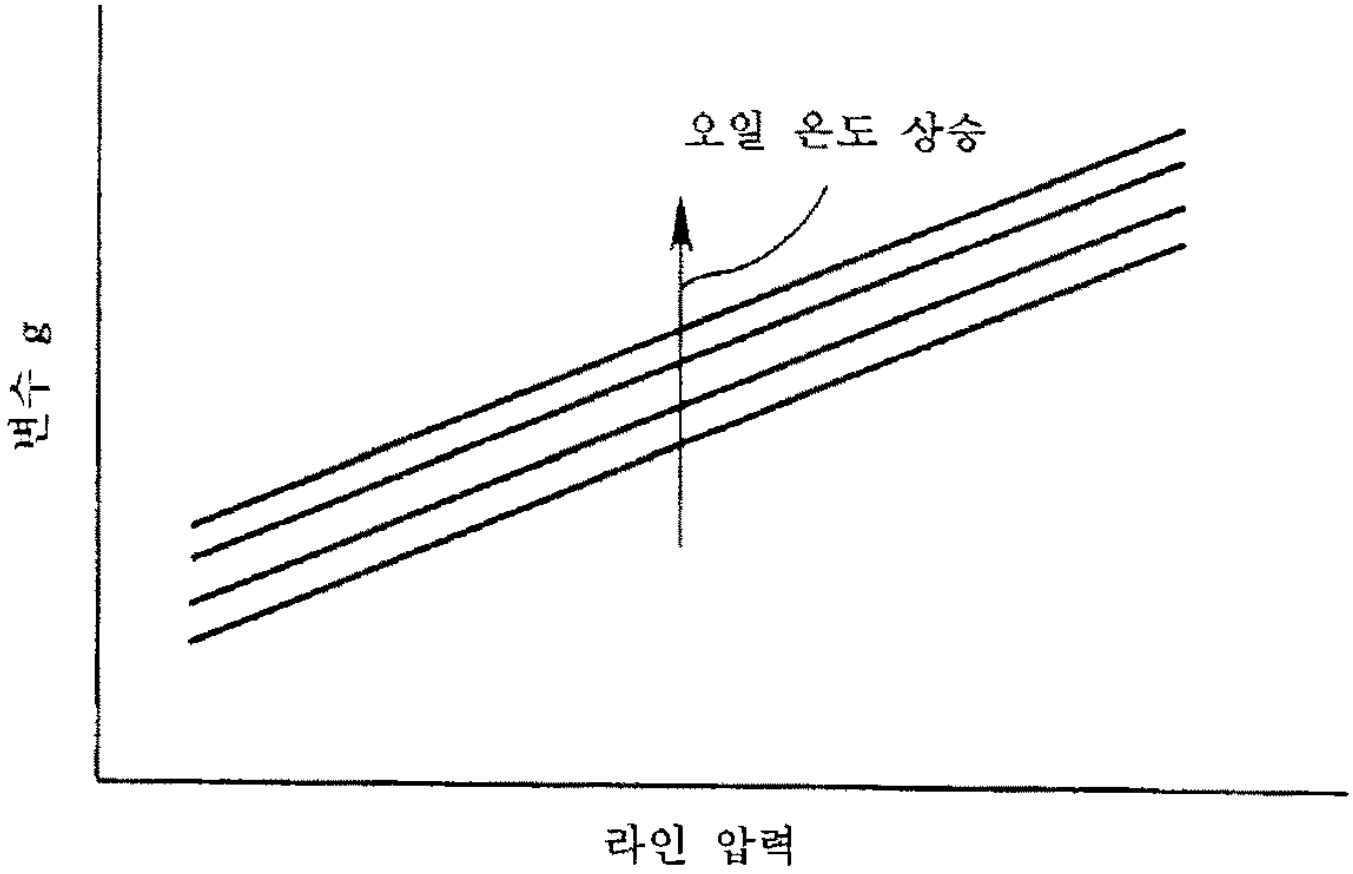
도면 16



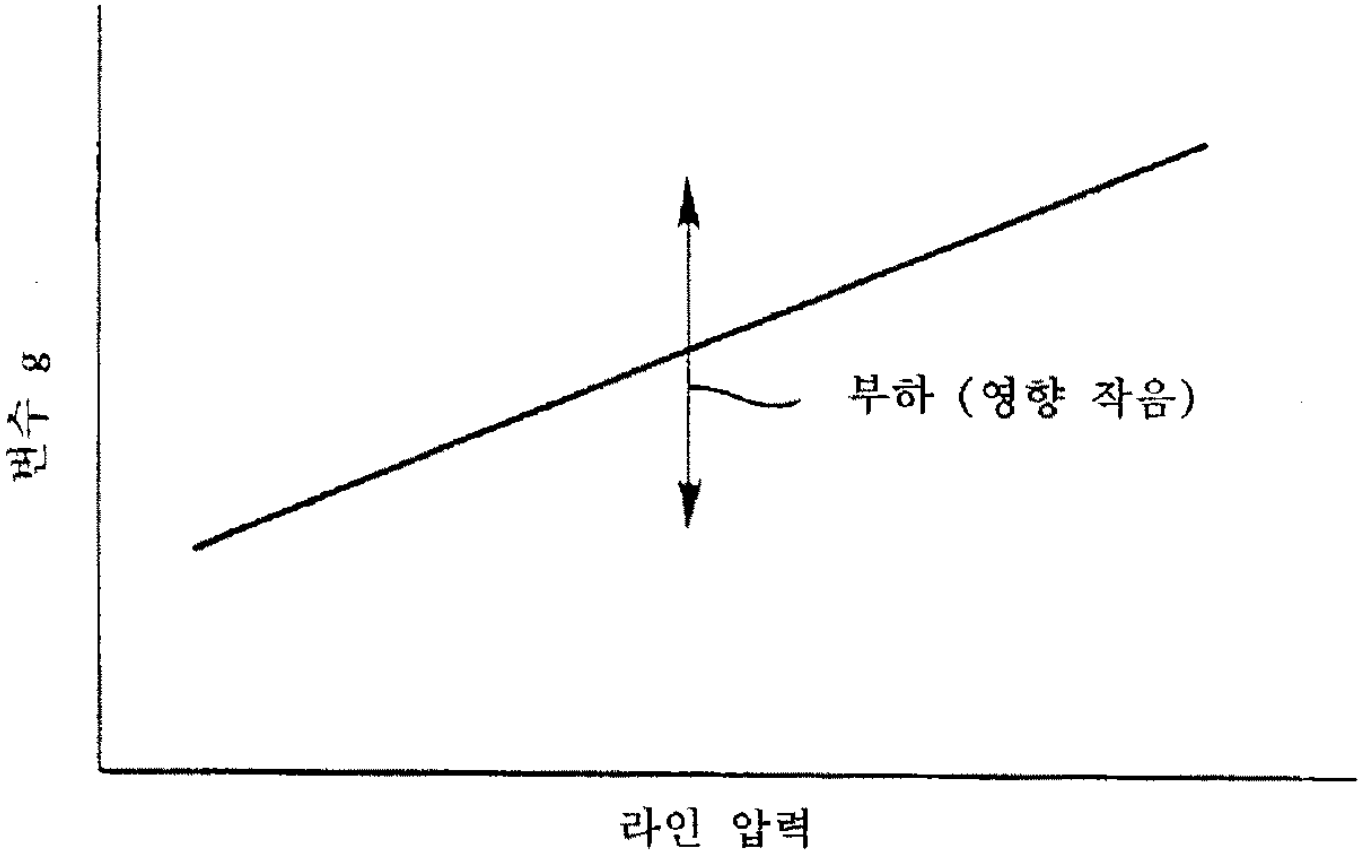
도면 17



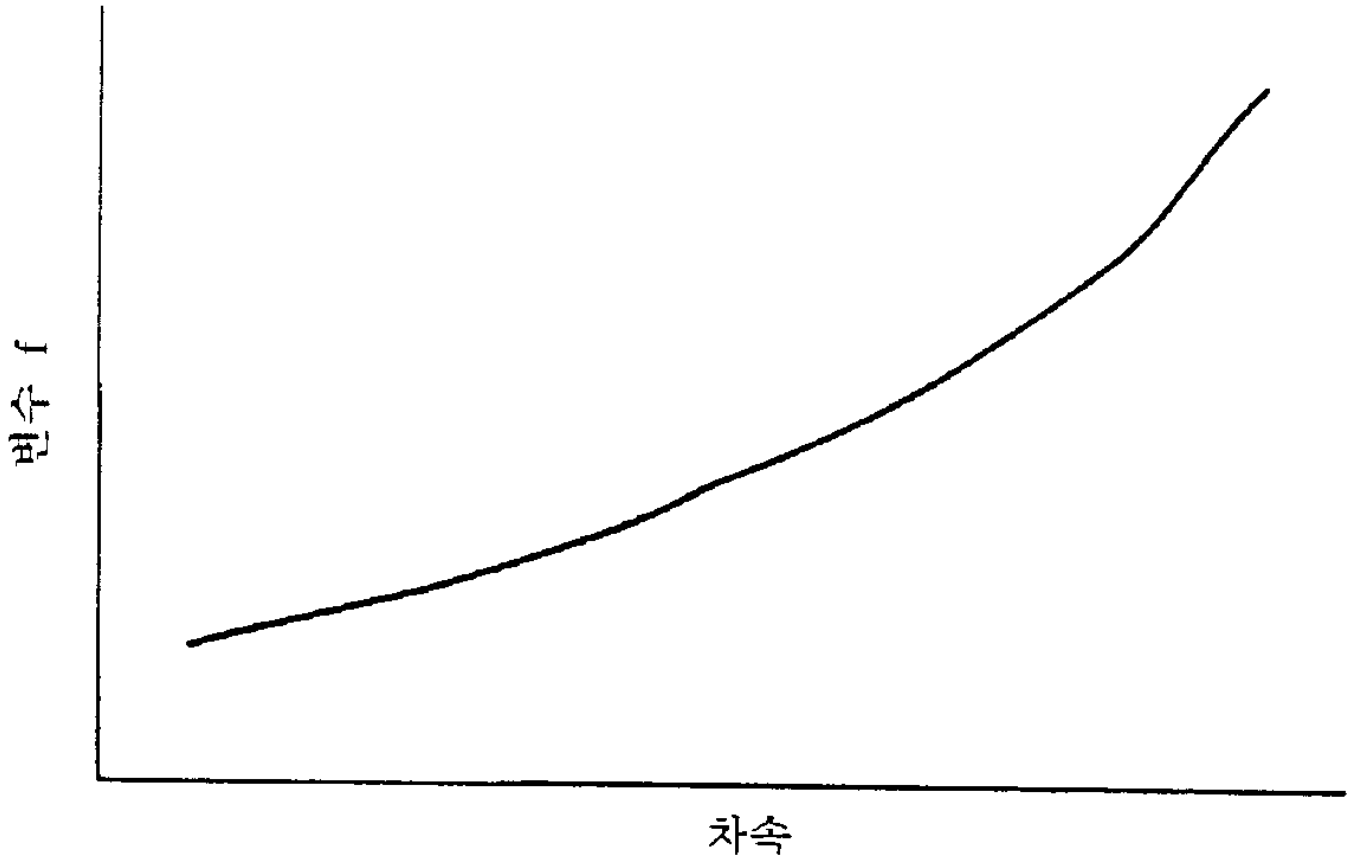
도면 18



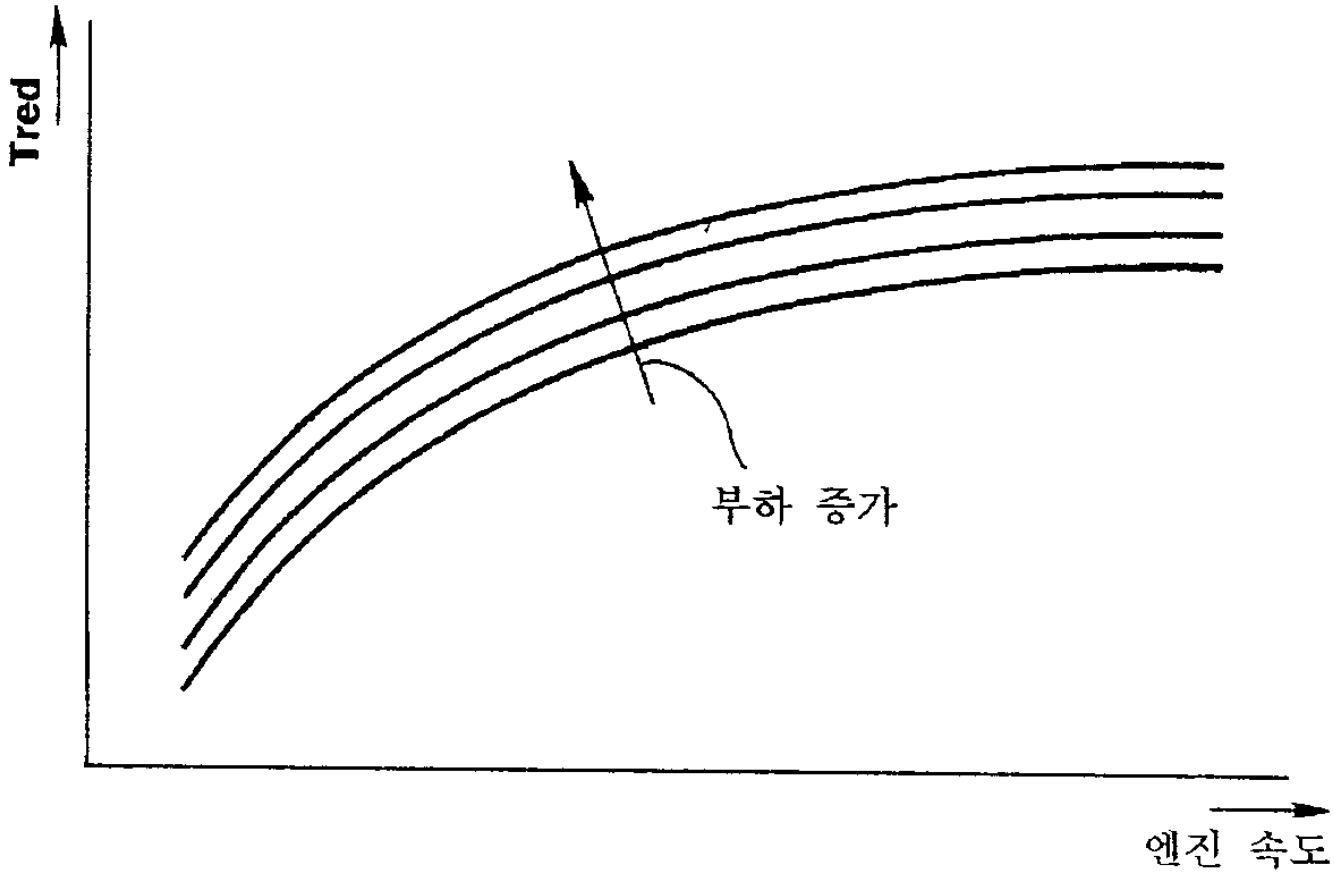
도면 19



도면 20



도면 21



도면 22