(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월10일
(11) 등록번호 10-1725484
(24) 등록일자 2017년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 29/00 (2016.01) *H02M 1/00* (2007.01)
(52) CPC특허분류
H02P 29/20 (2016.02)
H02M 2001/0064 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0027170
(22) 출원일자 2016년03월07일
심사청구일자 2016년03월07일
(56) 선행기술조사문헌
JP2001290504 A*
JP2008185187 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
공경철
서울특별시 관악구 봉천로 387, 102동 1304호 (봉천동, 두산아파트)
최정수
경기도 남양주시 진접읍 내각2로 46, 3동 204호(진주동부아파트)
(74) 대리인
서현, 민복기

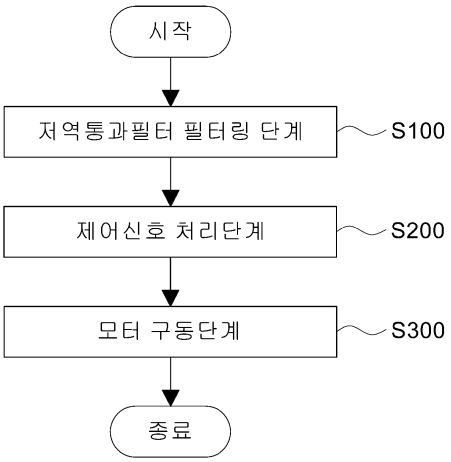
전체 청구항 수 : 총 1 항 심사관 : 곽태근

(54) 발명의 명칭 **모터 구동방법**

(57) 요 약

본 발명은 모터의 회전 방향이 급격하게 변경되는 구간에서 모터의 구동을 제어하는 구동 드라이버에 최대치의 제어신호가 급격히 인가되는 것을 방지하여 구동 드라이버가 손상되는 것을 방지할 수 있는 모터 구동방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711023563
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 재단법인 한국연구재단
연구사업명 신진연구자지원
연구과제명 고속주행 로봇의 신개념 하이브리드 구동기 연구
기 여 율 1/1
주관기관 서강대학교
연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

모터를 구동하기 위하여 구동 드라이버로 제공되는 구동 드라이버의 제어신호를 저역통과필터를 이용하여 필터링하는 저역통과필터 필터링 단계;

상기 모터의 구동방향이 변경되는 시점 전후의 최대 크기 근방의 최종 제어신호의 기울기가 원래 제어신호보다 완만하게 되도록 처리하기 위하여, 상기 제어신호와 상기 저역통과필터 필터링 단계에서 필터링된 제어신호의 편차인 편차신호의 크기가 상기 제어신호의 40 % 내지 60 % 범위 내에서 결정된 기준값보다 큰 경우에 상기 편차신호에서 상기 기준값을 뺀값으로 보상신호를 결정하고, 상기 편차신호의 크기가 상기 기준값보다 작은 경우에는 0으로 보상신호를 결정하며, 상기 보상신호로 상기 제어신호에 음(-)의 보상을 수행하여 상기 최종 제어신호를 생성하는 제어신호 처리단계; 및

상기 제어신호 처리단계에서 처리된 상기 최종 제어신호를 이용하여 상기 모터를 구동하는 모터 구동단계;를 포함하는 모터 구동방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모터 구동방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 모터의 회전 방향이 급격하게 변경되는 구간에서 상기 모터의 구동을 제어하는 구동 드라이버에 최대치의 제어신호가 급격히 인가되는 것을 방지하여 구동 드라이버가 손상되는 것을 방지할 수 있는 모터 구동방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 산업용 로봇들은 동작이 요구되는 부분에 설치된 모터의 구동 제어를 위해 내부 또는 외부에 전기적으로 연결된 상태의 구동 드라이버가 채용된다.

[0003] 구동 드라이버는 DC 전류를 이용하는 것이 일반적이며 인가되는 제어신호에 따라 모터의 구동을 제어한다.

[0004] 구동 드라이버를 통한 모터의 구동 제어 형태는 모터의 회전 방향을 순방향 또는 역방향으로 제어하는 정역제어와 모터의 출력 세기를 제어하는 출력제어를 들 수 있다.

[0005] 모터에 의해 작동하는 로봇과 같은 구동대상은 작동 방향의 전환이 구현되도록 설계되는 것이 일반적이다.

[0006] 로봇의 작동 방향 변환은 적용되는 모터의 회전 방향 변경을 통해 가능하며, 모터의 회전 방향 변경은 구동 드라이버에 제공되는 제어신호를 통해 제어될 수 있다.

[0007] 종래의 모터는 피드백에 의한 제어량 값을 목표값과 비교하여 이들이 일치하도록 정정동작을 반복하는 되먹임

제어(feedback control)를 통해 회전 방향이 변경될 수 있고, 모터의 회전 방향이 급격하게 변경되는 경우, 이를 제어하는 구동 드라이버에 최대 크기를 갖는 제어신호가 제공될 수 있다.

[0008] 여기서 구동 드라이버에 급격히 인가되는 최대 크기의 제어신호는 구동 드라이버에 많은 무리를 주게 되며, 이는 구동 드라이버의 손상을 초래할 뿐만 아니라 결과적으로 모터 및 모터가 적용되는 로봇의 비정상적인 구동을 초래할 수 있다.

[0009] 따라서 종래에는 모터의 급격한 정역제어가 진행되는 경우 구동 드라이버의 작동을 강제적으로 정지시켜 구동 드라이버가 받을 수 있는 무리를 최소화 하는 방법이 소개된 바 있으나, 상기한 방법에 따르면 모터의 급격한 방향 전환이 발생될 때마다 구동 드라이버를 정지시켜야 하므로 모터의 지속적인 구동을 불가능하게 하고, 모터의 구동 드라이버에 큰 무리를 줄 수 있다.

[0010] 따라서 모터를 구동함에 있어서 모터의 회전 방향이 급격히 변경되는 상황에서 구동 드라이버에 최대치의 제어신호가 급격히 인가되는 것이 방지 되면서도, 모터의 지속적이고 안정적인 구동을 가능하게 하는 모터 구동방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 모터의 회전 방향이 급격하게 변경되는 구간에서 상기 모터의 구동을 제어하는 구동 드라이버에 최대치의 제어신호가 급격히 인가되는 것을 방지하여 구동 드라이버가 손상되는 것을 방지할 수 있으며, 모터의 지속적이고 안정적인 구동을 가능하게 하는 모터 구동방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 모터를 구동하기 위하여 구동 드라이버로 제공되는 구동 드라이버의 제어신호를 저역통과필터를 이용하여 필터링하는 저역통과필터 필터링 단계; 상기 저역통과필터 필터링 단계에서 필터링된 제어신호를 이용하여, 상기 모터의 회전 방향이 변경되는 구간에서의 최대 크기와 기울기를 갖는 상기 제어신호를 상기 구동 드라이버의 부하가 최소화되도록 처리하는 제어신호 처리단계; 및 상기 제어신호 처리단계에서 처리된 최종 제어신호를 이용하여 상기 모터를 구동하는 모터 구동단계;를 포함하는 모터 구동방법을 제공할 수 있다.

[0013] 이 경우, 상기 제어신호 처리단계는 상기 제어신호와 상기 저역통과필터 필터링 단계에서 필터링된 제어신호의 편차인 편차신호의 크기에 따른 보상신호로 상기 제어신호에 음(-)의 보상을 수행하는 방법으로 최종 제어신호를 처리할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제어신호 처리단계에서의 상기 보상신호는 상기 편차신호의 크기가 기준값보다 큰 경우에 상기 편차신호에서 상기 기준값을 뺀값으로 결정하고, 상기 편차신호의 크기가 미리 결정된 크기보다 작은 경우에는 0으로 결정할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 미리 결정된 크기는 상기 제어신호의 크기의 40 내지 60%의 크기일 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 모터 구동단계에서 상기 모터의 구동 드라이버에 제공되는 최종 제어신호는 모터의 구동방향이 변경되는 시점 전후의 최대 크기 근방의 제어신호의 기울기가 원래 제어신호보다 완만할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 모터 제어방법에 의하면, 모터의 급격한 회전 방향 변경으로 인해 구동 드라이버에 급격하게 인가될 수 있는 최대치의 제어신호가 구동 드라이버의 부하가 저감되므로, 과부하에 따른 구동 드라이버의 손상이 방지될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 모터 제어방법에 의하면, 종래와 같이 급격한 방향 변경이 발생되는 제어신호에 따른 구동 드라이버의 과부하 방지를 위해 구동 드라이버의 작동을 정지시킬 필요가 없으므로, 모터를 지속적이고 안정적으로 구동할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 구동 드라이버에 인가되는 제어신호의 그래프이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법의 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 구동 드라이버에 인가되는 제어신호 및 저역통과필터를 통해 필터링된 제어신호의 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법 중 제어신호 처리단계의 상세한 흐름을 도시한다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 제어신호에서 저역통과필터를 통해 필터링된 제어신호가 제거된 편차신호를 도시한다.

도 6는 본 발명의 일실시예에 따라 편차신호로부터 도출된 제어신호의 보상신호를 그래프상의 선도로 도시한다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 도출된 최종 제어신호를 구동 드라이버에 인가된 제어신호와 함께 그래프상의 선도로 도시한다.

도 8은 도 7 중에서 모터의 회전 방향이 급격히 변하는 구간의 그래프 선도를 시간축을 확대하여 도시한다.

도 9은 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법을 통해 처리되는 제어신호를 각각의 처리 과정에 따른 그래프를 도시한다.

도 10는 도 9 중에서 모터의 회전 방향이 급격히 변화하는 구간의 그래프 선도를 확대하여 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0021] 본 발명은 모터의 구동 방법에 관한 것으로서, 상기 모터의 구동을 위해 구동 드라이버에 인가되는 제어신호를 상기 구동 드라이버의 부하가 최소화 되도록 처리하며, 처리된 제어신호를 통해 상기 모터를 구동함으로써 상기 구동 드라이버 및 상기 모터의 안정적인 구동을 가능하게 할 수 있다.

[0022] 상기 모터는 상기 구동 드라이버에 입력되는 상기 제어신호에 따라 순방향 또는 역방향 회전 및 회전력의 세기가 제어될 수 있다.

[0023] 도 1은 구동 드라이버에 인가되는 제어신호 예의 그래프를 도시한다.

[0024] 도 1을 참조하면 상기 제어신호는 50%의 입력값(input)이 상기 모터의 순방향 및 역방향 회전의 중립, 즉, 상기 모터의 회전을 정지시키는 입력값일 수 있으며, 50 내지 100%의 입력값이 상기 모터의 순방향 회전을 위한 값, 50 내지 0%의 입력값이 상기 모터의 역방향 회전을 위한 값일 수 있다.

[0025] 따라서 상기 제어신호의 100%의 입력값은 상기 모터의 순방향 회전을 위한 상기 제어신호의 최대치일 수 있으며, 상기 제어신호의 0%의 입력값은 상기 모터의 역방향 회전을 위한 상기 제어신호의 최대치일 수 일 수 있다.

[0026] 도 1을 참조하여 살펴본 상기 제어신호 및 이의 순방향 및 역방향 각각의 회전을 위한 상기 제어신호의 입력값 비율은 다른 형태로써 적용(예를 들어 상기 제어신호의 0%의 입력값이 상기 모터의 순방향 및 역방향 회전의 중립 값이 되도록)될 수 도 있다.

[0027] 상기 구동 드라이버에 입력되는 제어신호는 상기 모터의 구동 목표에 따라 제공될 수 있는데, 상기 제어신호는 상기 모터가 적용되는 로봇과 같은 구동대상의 작동을 위해 상기 모터의 회전방향 및 회전 속도를 제어할 수 있다.

[0028] 상기 모터는 종류, 크기, 전류인가 범위 또는 상기 모터가 적용되는 구동대상의 종류에 따라서 상기 제어신호에 대응되는 목표 출력값 및 상기 모터가 실제로 출력하는 실제 출력값이 상이할 수 있으므로, 상기 모터는 되먹임 제어(feedback control)를 통해 상기 실제 출력값이 상기 목표 출력값과 최대한 동일한 값을 갖도록 지속적으로 제어될 수 있다.

[0029] 상기 되먹임 제어는 상기 모터의 실제 출력값을 입력측으로 되돌려, 이것을 상기 제어신호에 대응되는 상기 목표 출력값과 비교하면서 상기 실제 출력값 및 상기 목표 출력값이 일치하도록 정정 동작을 하는 제어로서, 상기

되먹임 제어를 통해 상기 모터는 실제의 출력값이 상기 제어신호에 대응되는 목표 출력값을 추종하도록 구동될 수 있다.

[0030] 되먹임 제어를 통한 상기 모터의 구동 제어는 상기 모터의 실제 출력값이 목표 출력값을 추종하게 하므로 상기 모터의 정밀한 출력 제어를 가능하게 하며, 또한 상기 모터가 목표 출력값으로 구동되도록 지속적인 정정과정을 거치므로 상기 모터의 구동 중 외부로부터 예측하지 못한 방해가 발생되는 경우 이에 대응하기 쉽다는 장점이 있다.

[0031] 그러나 상기 되먹임 제어를 통한 상기 모터의 구동 제어는 상기 모터의 회전 방향이 급격하게 변경될 경우 상기 구동 드라이버에 상기 제어신호가 최대치의 값으로 급격하게 인가될 수 있다.

[0032] 도 1을 참조하면, 상기 모터는 역방향의 최고 속도(①)에서 순방향의 최고 속도(②)로 회전 방향이 급격하게 변경됨과 동시에 최대 크기일 수 있다. 이 경우 상기 제어신호는 서로 반대방향으로 최대값으로 급격하게 변경되며, 해당 구간에서의 상기 제어신호의 기울기는 거의 수직에 가까운 기울기(① 내지 ② 구간의 기울기)를 갖게 된다.

[0033] 상기 구동 드라이버에 인가되는 최대 크기의 상기 제어신호는 상기 모터의 회전에 대한 최대치의 범위로서 상기 모터의 신속 및 정확한 응답 추종을 위해 필요하나, 구동 드라이버의 무리, 즉, 상기 구동 드라이버의 과부하를 발생시킬 수 있으며, 이로 인해 상기 구동 드라이버의 손상 또는 수명 감소 요소이다.

[0034] 따라서 상기 구동 드라이버의 과부하 방지를 위해서는 상기 구동 드라이버의 설계 변경/기능 강화 보다, 상기 구동 드라이버에 인가될 수 있는 상기 제어신호를 적절한 과정을 통해 처리(또는 성형)할 필요가 있다.

[0035] 따라서 본 발명에 따른 모터 구동방법은 상기 구동 드라이버의 부하를 최소화 할 수 있도록 상기 제어신호를 처리하는 방법을 제공한다.

[0036] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법의 흐름도이다.

[0037] 구체적으로, 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법은, 모터를 구동하기 위하여 구동 드라이버로 제공되는 구동 드라이버의 제어신호를 저역통과필터를 이용하여 필터링하는 저역통과필터 필터링 단계(S100), 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)에서 필터링된 제어신호를 이용하여, 상기 모터의 회전 방향이 변경되는 구간에서의 최대 크기와 기울기를 갖는 상기 제어신호를 상기 구동 드라이버의 부하가 최소화되도록 처리하는 제어신호 처리단계(S200), 및 상기 제어신호 처리단계(S200)에서 처리된 최종 제어신호를 이용하여 상기 모터를 구동하는 모터 구동단계(S300)를 포함할 수 있다.

[0038] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 구동 드라이버에 인가되는 제어신호 및 저역통과필터를 통해 필터링된 제어신호의 그래프이다.

[0039] 상기 저역통과필터(Low-pass Filter)는 특정 주파수 이하의 주파수 신호만을 통과시키는 필터로서, 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)는 상기 구동 드라이버에 인가되는 상기 제어신호를 상기 저역통과필터에 통과시킴으로써 상기 구동 드라이버에 급격히 인가될 수 있는 최대치의 상기 제어신호를 저감시킬 수 있다.

[0040] 그러나 상기 모터는 응답성과 추종성이 보장되어야 하므로, 단순히 모터 드라이버에 제공될 제어신호를 저역통과필터로 필터링하는 방법으로 최종 제어신호를 결정하여 모터의 제어신호로 사용하는 것은 바람직하지 않다.

[0041] 도 3에 도시된 바와 같이, 저역통과필터로 필터링된 제어신호는 전체 구간에서 제어신호의 기울기를 완만하게 하는 효과는 있으나, 전체 구간의 제어신호의 응답성(또는 추종속도) 및 정확성 측면에서는 부정적인 효과가 발생된다.

[0042] 모터의 구동 드라이버에 제공되는 제어신호 중 모터의 구동 드라이버에 특히 문제가 되는 것은 모터의 구동방향의 급격한 변경시 변경시점을 전후하여 모터의 구동 드라이버에 제공되는 최대 크기의 제어신호이므로, 최대 크기 이하의 제어신호는 별도의 처리없이 모터의 구동 드라이버로 제공되고, 모터의 구동방향이 급격하게 변경되는 시점에서의 최대 크기를 갖는 제어신호의 기울기 등이 조절되는 것이 바람직하다.

[0043] 따라서, 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)는 상기 구동 드라이버에 인가되는 상기 제어신호를 일차적으로 처리하기 위하여 수행될 수 있다.

[0044] 상기 저역통과필터의 전달함수는 아래의 식 1로서 표현될 수 있다.

[0045] **[식 1]**

[0046] $$L(s) = \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

[0047] * L(s)는 저역통과필터의 전달함수, wc는 저역통과필터의 차단 주파수.

[0048] 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)는 상기 모터의 급격한 회전 방향 변경에 따라 최대치의 크기 및 기울기를 나타내는 구간을 포함하는 전체구간의 제어신호를 필터링할 수 있다.

[0049] 상기 식 1 중 wc는 저역통과필터의 차단 주파수로서, 낮을수록 상기 제어신호의 저감 효과를 향상시킬 수 있다.

[0050] 그러나 상기 구동 드라이버는 자체의 과부하가 방지되어야 함과 동시에 상기 모터의 추종성 또는 신속한 응답성이 함께 보장되어야 하므로 상기 wc는 상기 모터의 강건한 구동 제어와 동시에 상기 제어신호를 통한 상기 구동 드라이버의 과부하가 발생되지 않는 범위 내에서 설정되는 것이 바람직할 수 있다.

[0051] 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)를 통해 필터링된 제어신호는 아래의 식 2로서 표현될 수 있다.

[0052] [식 2]

[0053] $$\Pi_L(s) = L(s)\Pi(s)$$

[0054] * $\Pi_L(s)$는 저역통과필터를 통해 필터링된 제어신호의 전달함수, $\Pi(s)$는 구동 드라이버에 인가되는 제어신호의 전달함수

[0055] 도 3에 도시된 바로는 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)를 통해 제어신호가 최대 크기를 가지며 방향 변경되는 시점에서의 제어신호의 기울기를 완만하게 수정하는 효과는 있으나, 전술한 바와 같이 추종성 또는 신속한 응답성의 문제로서 추가적인 제어신호의 처리가 요구된다.

[0056] 따라서 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)를 통해 필터링된 제어신호는 후속 수행되는 상기 제어신호 처리단계(S200)를 통해 최종 제어신호로 처리될 수 있다.

[0057] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법 중 제어신호 처리단계의 상세한 흐름을 도시하며, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 저역통과필터를 통해 필터링된 제어신호가 제거된 제어신호를 도시한다.

[0058] 도 2 내지 도 5를 참조하면, 상기 제어신호 처리단계(S200)는 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)에서 필터링된 제어신호를 이용하여, 상기 모터의 회전 방향이 급격히 변경되는 시점 전후에서의 최대 크기와 기울기를 갖는 상기 제어신호를 상기 구동 드라이버의 부하가 최소화 되도록 처리할 수 있다.

[0059] 상기 제어신호 처리단계(S200)는 상기 제어신호에서 상기 저역통과필터 필터링 단계(S100)에서 필터링된 제어신호를 차감하여 이들간의 편차신호를 도출할 수 있으며, 상기 편차신호는 아래의 식 3으로 표현될 수 있다.

[0060] [식 3]

[0061] $$\Pi_H(s) = \Pi(s) - \Pi_L(s)$$

[0062] * $\Pi_H(s)$는 편차신호의 전달함수.

[0063] 상기 식 3을 참조하면, 상기 편차신호($\Pi_H(s)$)는 상기 모터의 구동을 제어하기 위해 상기 구동 드라이버에 인가되는 상기 최종 제어신호의 보상을 위한 보상신호를 도출하는데 사용될 수 있으며, 이는 상기 제어신호로부터 상기 편차신호를 차감함으로써 도출(S210)될 수 있다.

[0064] 상기 편차신호($\Pi_H(s)$)는 후술하는 처리 과정을 통해 상기 제어신호가 상기 구동 드라이버의 과부하를 방지하면서도 상기 모터를 강건하고 안정적으로 제어하도록 성형될 수 있다.

[0065] 구체적으로 상기 제어신호 처리단계(S200)는 미리 결정된 기준값(△)을 통해 상기 편차신호를 처리할 수 있는데, 상기 기준값(△)이란 상기 구동 드라이버에 인가되는 상기 제어신호로부터 상기 모터의 구동을 제어하기 위한 최종 제어신호를 도출하기 위한 보상신호를 상기 편차신호로부터 도출하기 위해 설정되는 기준값으로 이해될 수 있다.

[0066] 여기서 상기 기준값(△)은 상기 편차신호($\Pi_H(s)$)로부터 보상신호를 계산하는 과정에서 제어신호의 크기에 따른 보상 필요성을 판단하는 값으로 작용한다.

[0067] 구체적으로, 상기 기준값(△)이 차감된 상기 편차신호는 상기 구동 드라이버에 인가된 상기 제어신호를 성형하기 위한 최종 성형 요소인 상기 보상신호가 될 수 있다.

[0068] 즉, 상기 편차신호($\Pi_H(s)$)가 기준값(△)보다 큰 경우에만 편차신호($\Pi_H(s)$)에서 기준값(△)을 뺀 값으로 보상신호를 결정하고, 반대의 경우에는 보상신호는 0으로 간주한다. 즉, 보상신호가 0이라는 의미는 제어신호로부터 보상신호를 뺀값으로 처리되는 최종 제어신호를 원래의 제어신호와 동일하게 처리함을 의미한다.

[0069] 도 6는 본 발명의 일실시예에 따라 편차신호($\Pi_H(s)$)로부터 도출된 제어신호의 보상신호를 그래프상의 선도로 도시한다.

[0070] 상기 편차신호를 차감하기 위해 설정되는 상기 기준값(△)은 상기 제어신호의 크기의 40 % 내지 60 %의 크기로 설정되는 것이 바람직할 수 있으며, 이를 통해 상기 보상신호는 상기 구동 드라이버에 인가된 본래의 상기 제어신호에 대비하여 너무 크거나 작지 않은 수치로 설정된 상기 기준값을 상기 편차신호로부터 차감한 값으로 도출될 수 있다.

[0071] 도 6에 도시된 보상신호는 상기 기준값(△)을 원래의 제어신호의 50 %의 크기로 하여 처리된 예를 도시한다.

[0072] 즉, 제어신호의 크기가 최대크기가 아닌 영역에서는 보상신호가 0으로 되고, 제어신호의 크기가 최대값으로 방향이 변경되는 시점에서만 편차신호가 기준값으로 차감되어 보상신호를 구성하도록 할 수 있다.

[0073] 구체적으로, 상기 구동 드라이버에 제공되는 제어신호는 상기 모터의 급격한 회전 변경 구간에서의 최대 크기 및 기울기를 갖는 영역만이 저감되어 상기 구동 드라이버의 과부하 발생을 방지해야 하나, 그 외의 구간에서는 상기 모터의 구동 제어를 위해 최대치의 상기 제어신호가 보장되어야 한다.

[0074] 즉 상기 제어신호는 상기 모터의 급격한 회전 변경 구간 외의 다른 구간에서는 제어신호의 추종성을 위해 별도의 처리를 생략한다.

[0075] 따라서 상기 제어신호 처리단계(S200)에서의 상기 보상신호는 상기 편차신호의 크기가 기준값(△)보다 큰 경우에 상기 편차신호에서 상기 기준값(△)을 뺀값으로 결정하고, 상기 편차신호의 크기가 미리 결정된 크기보다 작은 경우에는 0으로 결정(S220)될 수 있다.

[0076] 상기한 바와 같은 상기 편차신호의 크기 및 상기 기준값(△) 간의 크기에 따라서 상기 보상신호를 결정하는 식은 아래의 식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0077] **[식 4]**

[0078]
$$\Pi_{\Delta}(s) = \begin{cases} \Pi_H(s) - \Delta & if\ \Pi_H(s) > \Delta \\ 0 & if\ \Pi_H(s) \le \Delta \end{cases}$$

[0079] * $\Pi_{\triangle}(s)$는 보상신호의 전달함수, △는 편차신호의 차감을 위해 기준값

[0080] 이와 같은 방법으로 보상신호가 결정되면, 원래의 제어신호에서 상기 보상신호를 차감하여 최종 제어신호를 생성할 수 있다.

[0081] 원래의 제어신호에서 상기 보상신호를 차감할 경우, 상기 모터의 회전 방향이 급변하는 시점 전후의 제어신호는 상기 구동 드라이버에 무리를 주지 않는 방식으로 제어신호의 기울기가 감소된 제어신호로 처리될 수 있으며, 그 외의 구간의 상기 제어신호는 원래의 제어신호에 따라 제어되어 추종성능을 보장할 수 있다.

[0082] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 도출된 최종 제어신호를 구동 드라이버에 인가된 제어신호와 함께 그래프상의 선도로 도시하며, 도 8은 도 7 중에서 모터의 회전 방향이 급격히 변하는 구간의 그래프 선도를 확대하여 도시한다.

[0083] 이와 같이 상기 제어신호 처리단계(S200)는 상기 보상신호로 상기 제어신호에 음(-)의 보상을 수행(S230)함으로써 상기 구동 드라이버에 인가되어 상기 모터의 구동을 제어하는 최종값인 상기 최종 제어신호를 도출할 수 있다.

[0084] 상기 최종 제어신호의 도출식은 아래의 식 5와 같이 표현될 수 있으며, 상기 식 5는 상기 제어신호로부터 상기 보상신호를 차감함으로써 상기 보상신호가 도출됨을 나타낸다.

[0085] [식 5]

[0086] $$\hat{\Pi}(s) = \Pi(s) - \Pi_{\Delta}(s)$$

[0087] * $\hat{\Pi}(s)$ 는 최종 제어신호의 전달함수

[0088] 도 7 및 도 8을 참조하면 상기 보상신호의 차감으로 도출된 최종 제어신호는 상기 모터의 회전 방향이 급격히 변하는 시점 전후에서 원래의 제어신호보다 최대 크기 영역의 기울기가 감소된 것을 확인할 수 있으며, 그 외에 구간에서는 상기 제어신호에 대한 상기 모터의 추종성이 향상되도록 원래의 제어신호의 크기를 유지하는 것을 확인할 수 있다.

[0089] 상기 제어신호 처리단계(S200)에서 처리된 상기 최종 제어신호는 상기 모터 구동단계(S300)를 통해 상기 구동 드라이버에 인가되어 상기 모터의 구동 제어를 위한 제어신호로 활용될 수 있다.

[0090] 도 9은 본 발명의 일실시예에 따른 모터 구동방법을 통해 처리되는 제어신호를 각각의 처리 과정에 따른 그래프 상의 선도로 도시하며, 도 10는 도 9 중에서 모터의 회전 방향이 급격히 변화하는 구간의 그래프 선도를 확대하여 도시한다.

[0091] 도 9 및 도 10에서 도시된 바와 같이, 최종 제어신호는 원래의 제어신호의 크기와 방향이 변경되는 시점 전후의 최대 크기로 증가되는 제어신호의 상단 기울기를 다소 완만하게 처리하여 모터의 구동 드라이버에 발생될 수 있는 부담을 최소화할 수 있으며, 원래의 제어신호의 크기가 최대 크기가 아닌 영역에서는 원래의 제어신호를 별도로 변형하지 않으므로 모터의 추종 성능을 보장할 수 있다. 즉, 모터의 회전 방향이 변경되는 시점 전후의 제어신호가 일정 크기보다 작은 경우(제어신호의 크기가 50% 이하)에는 제어신호를 수정하지 않지만, 제어신호의 크기가 최대 크기로 증가하는 영역(제어신호의 크기가 50% 이상 100% 이하) 에서만 제어신호의 기울기를 완만하게 할 수 있다.

[0092] 즉, 상기 제어신호 처리단계(S200)에서는 모터에 부담이 되는 기준이 되는 적절한 기준값을 기준으로 보상신호를 생성하여 제한된 영역에서만 제어신호가 수정되도록 하여, 상기 제어신호 처리단계(S200)에서 처리된 최종 제어신호를 통해 모터 구동단계(S300)을 수행하면 모터의 제어신호에 대한 추종성능의 저하를 막음과 동시에 모터를 효과적으로 보호할 수 있게 된다.

[0093] 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

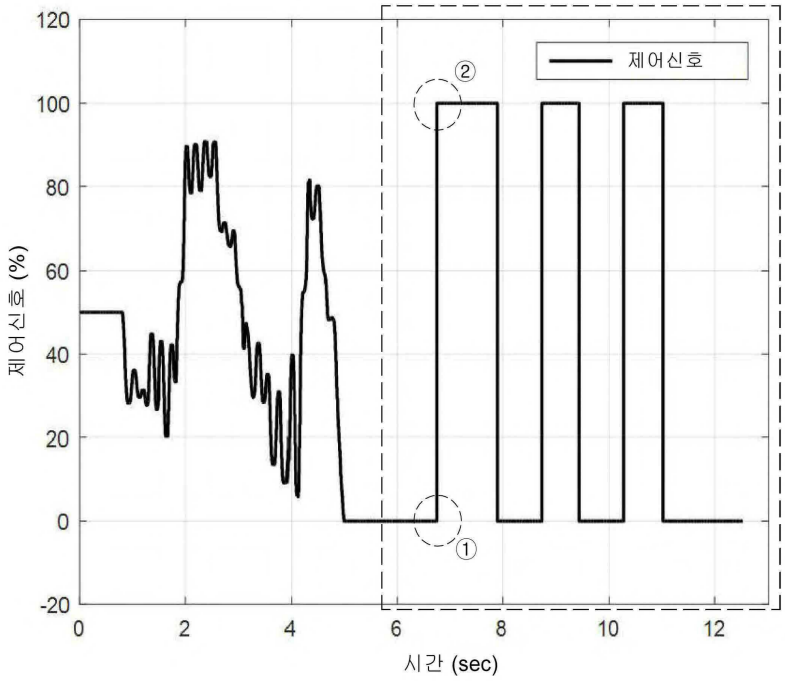
부호의 설명

[0094] S100 : 저역통과필터 필터링 단계 S200 : 제어신호 처리단계

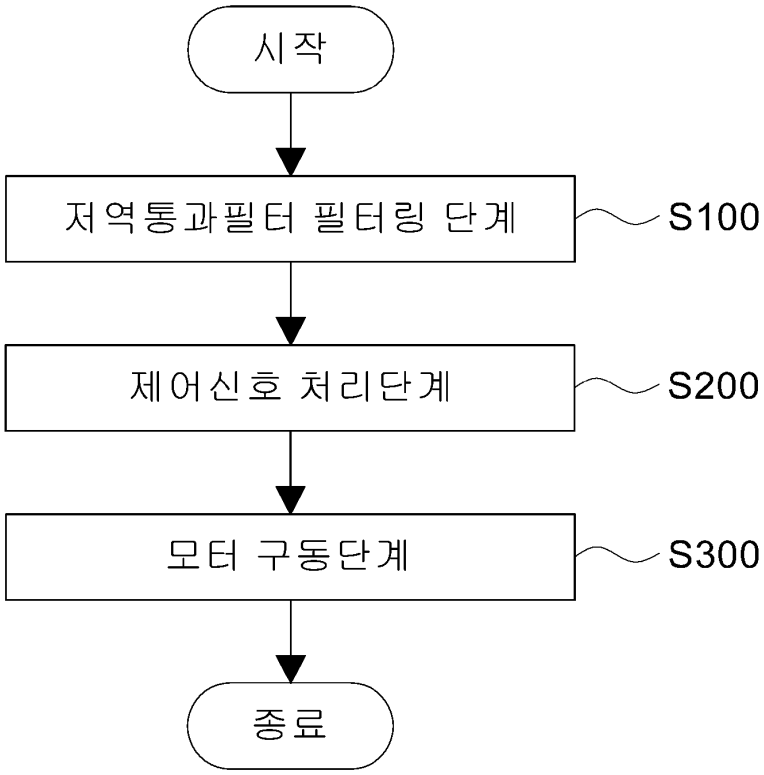
S300 : 모터 구동단계

도면

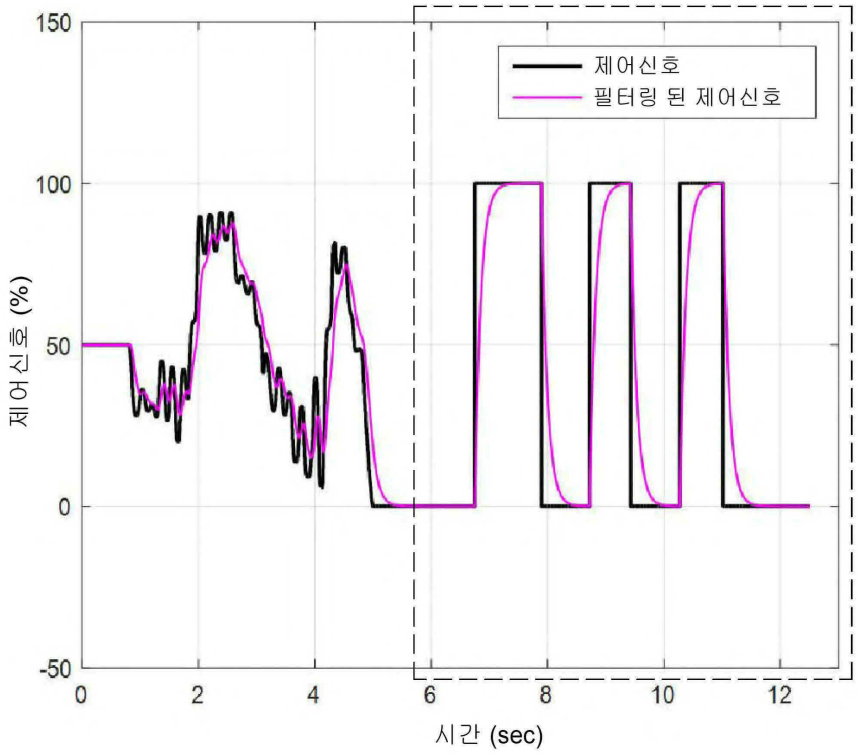
도면1


120
100
80
60
40
20
0
-20
0
2
4
6
8
10
12
제어신호 (%)
시간 (sec)
제어신호
①
②

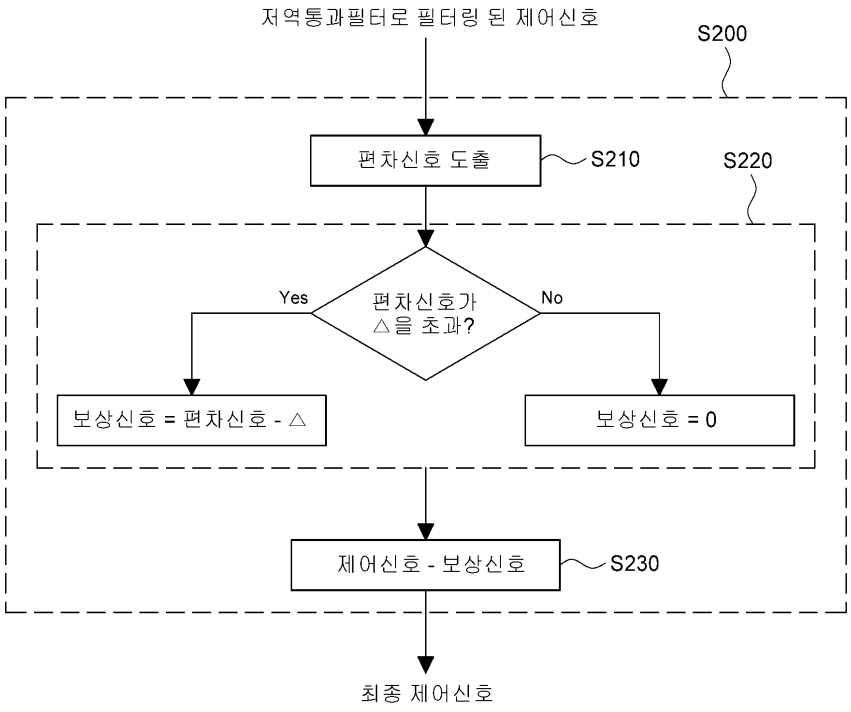
도면2


시작
저역통과필터 필터링 단계
S100
제어신호 처리단계
S200
모터 구동단계
S300
종료

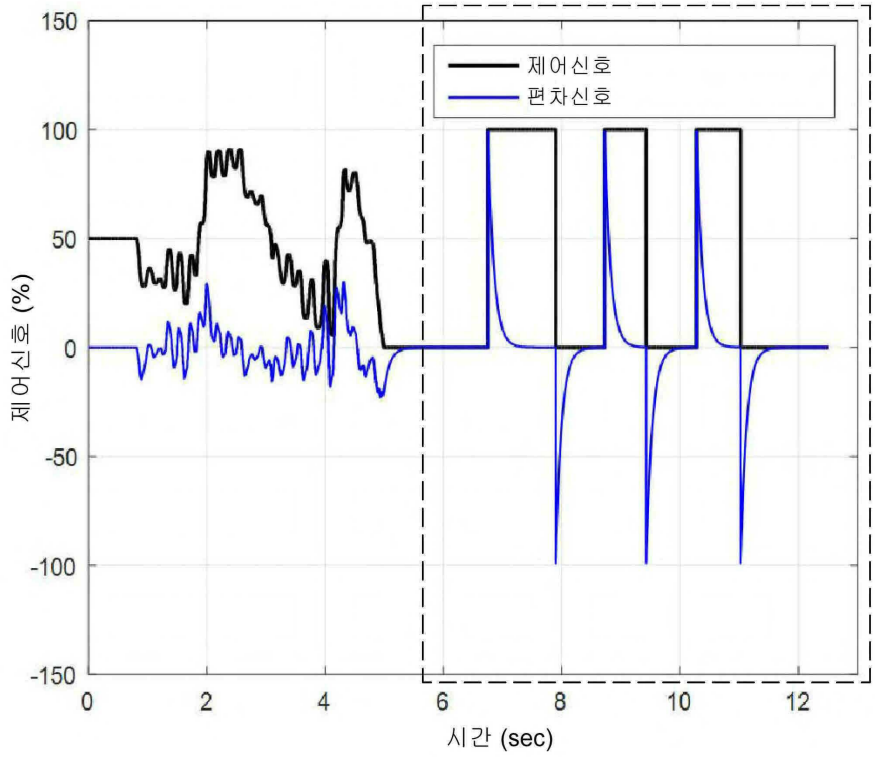
도면3


150
100
50
0
-50
0
2
4
6
8
10
12
제어신호 (%)
시간 (sec)
제어신호
필터링 된 제어신호

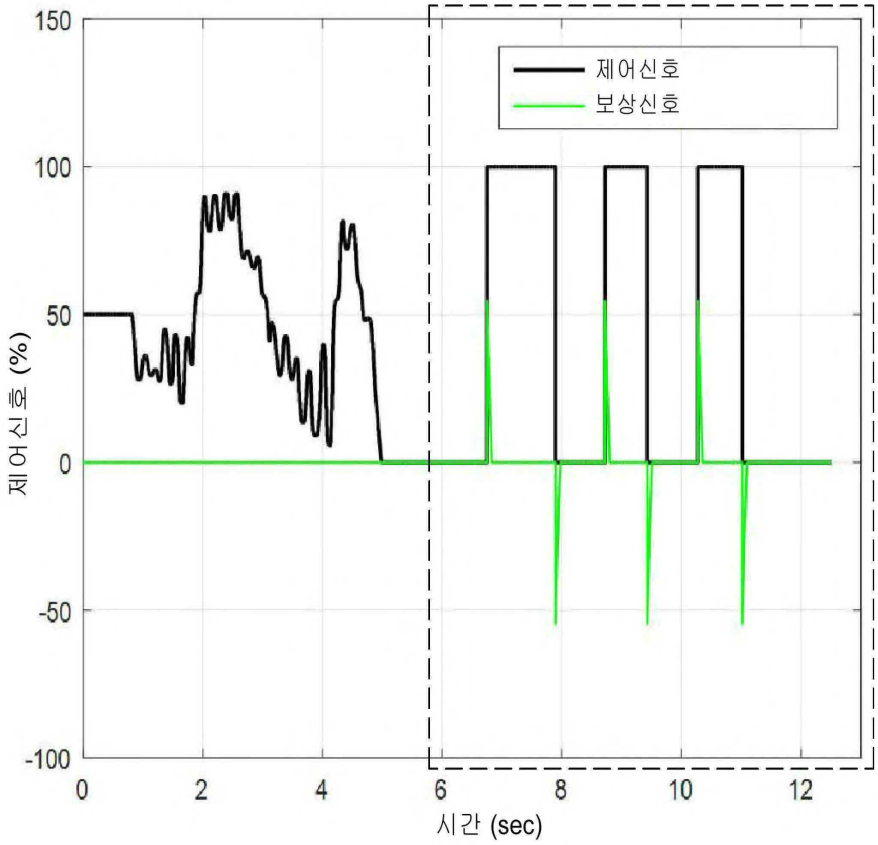
도면4


저역통과필터로 필터링 된 제어신호
S200
편차신호 도출
S210
S220
Yes
편차신호가
△을 초과?
No
보상신호 = 편차신호 - △
보상신호 = 0
제어신호 - 보상신호
S230
최종 제어신호

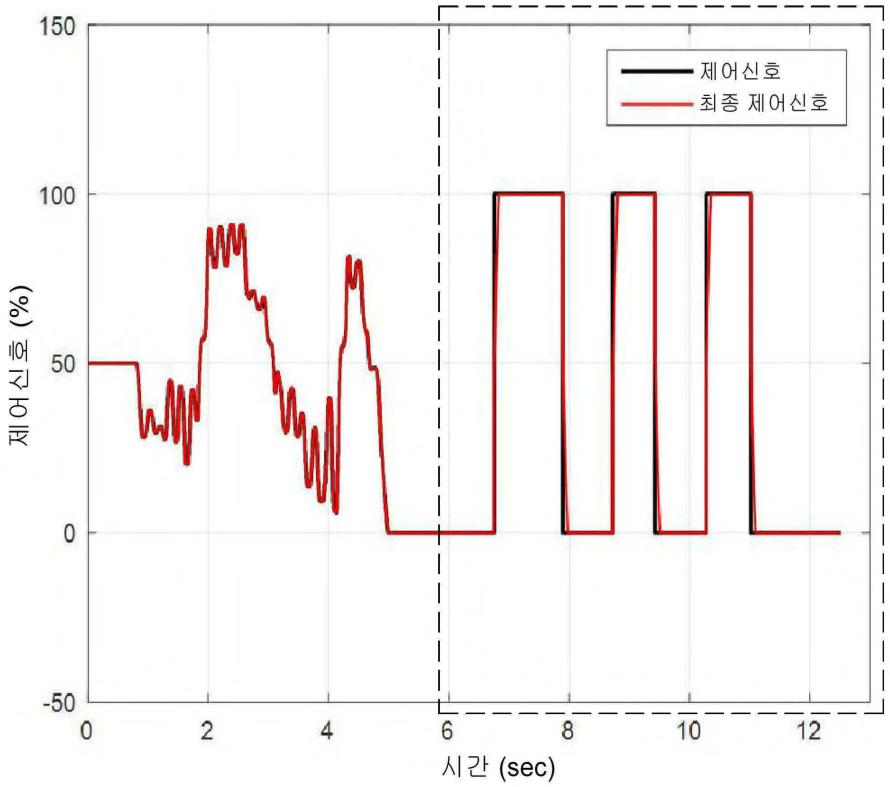
도면5



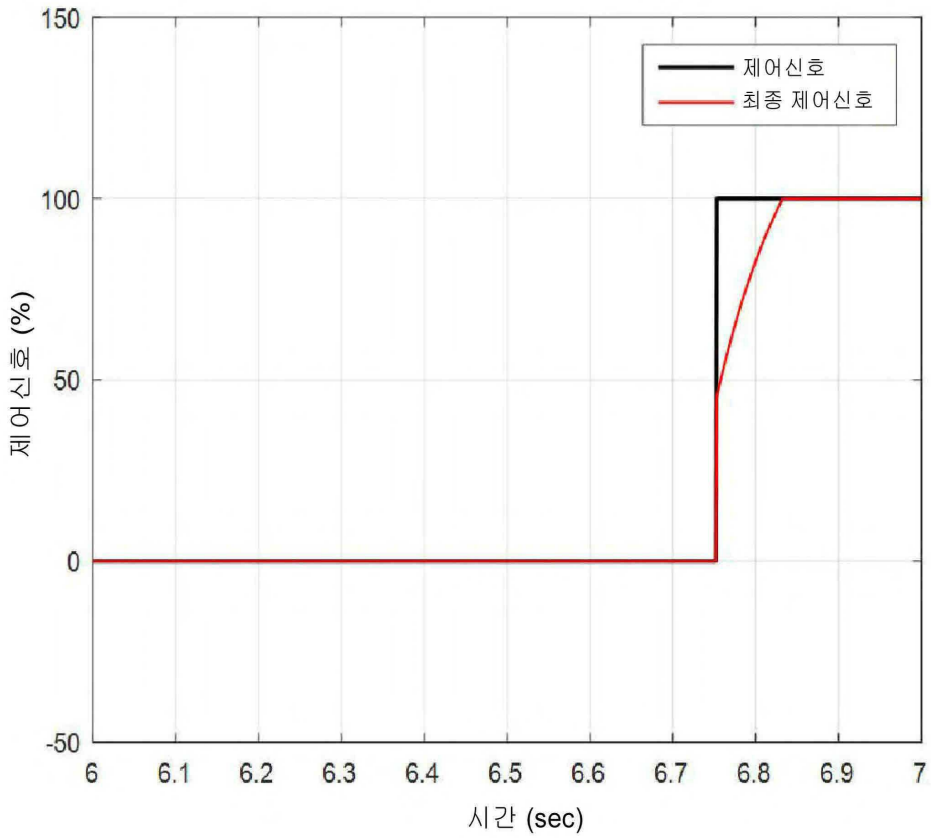
도면6



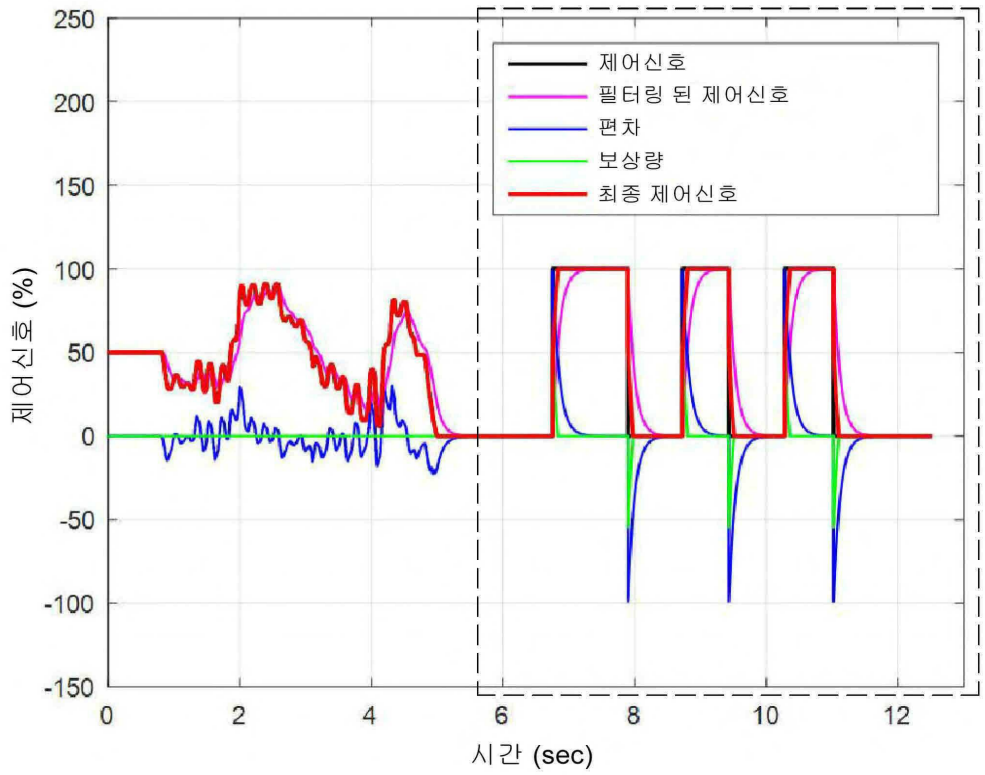
도면7



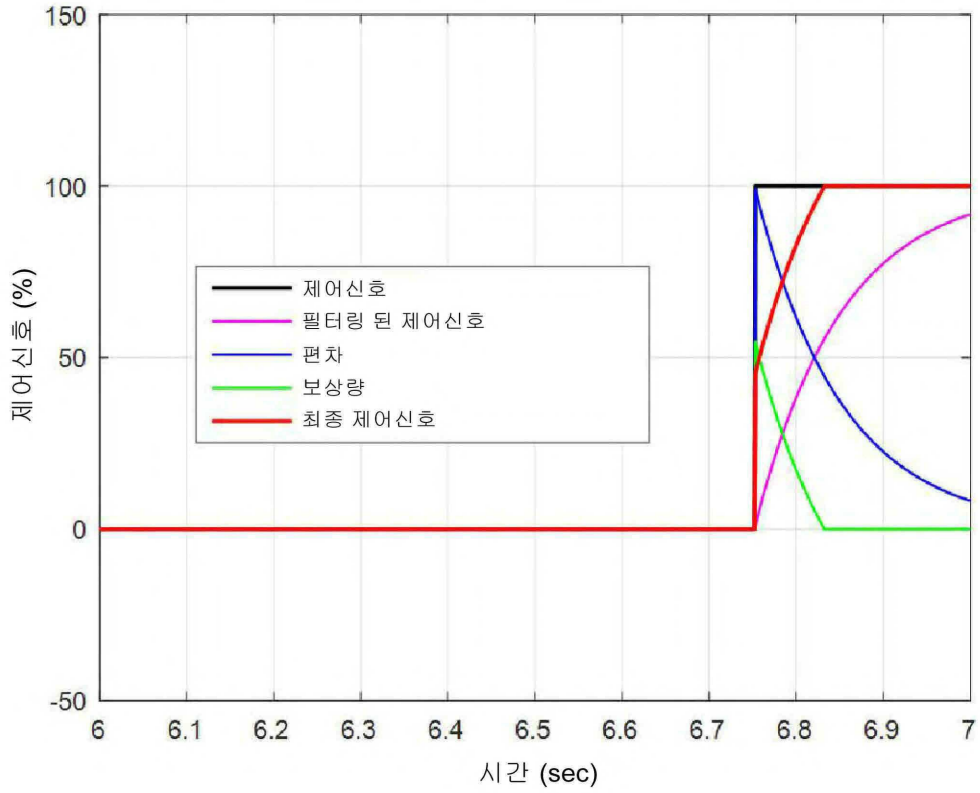
도면8


150
100
50
0
-50
6
6.1
6.2
6.3
6.4
6.5
6.6
6.7
6.8
6.9
7
제어신호 (%)
시간 (sec)
제어신호
최종 제어신호

도면9


제어신호
필터링 된 제어신호
편차
보상량
최종 제어신호
제어신호 (%)
시간 (sec)
250
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
0
2
4
6
8
10
12

도면10


제어신호
필터링 된 제어신호
편차
보상량
최종 제어신호
제어신호 (%)
시간 (sec)
150
100
50
0
-50
6
6.1
6.2
6.3
6.4
6.5
6.6
6.7
6.8
6.9
7