



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0033457
(43) 공개일자 2015년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02P 21/14 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)

B60L 15/20 (2006.01) H02P 27/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0113507

(22) 출원일자 2013년09월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지이노텍 주식회사

서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)

(72) 발명자

이정효

서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)

(74) 대리인

특허법인다나

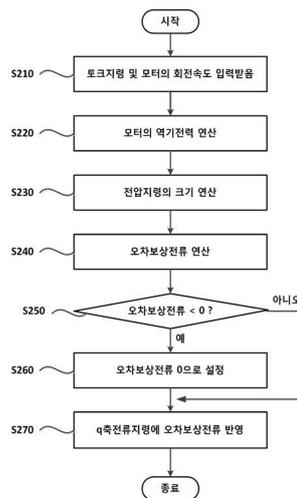
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **모터, 모터 제어 장치 및 그 방법**

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 모터 제어 방법은 토크제어신호에 따라 인버터를 제어하여 모터를 구동하는 모터 제어 방법에 있어서, 토크제어신호 및 모터의 회전속도로부터 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 단계, 토크제어신호 및 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하는 단계 및 오차보상전류를 q축전류제어신호에 반영하여 인버터를 제어하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

토크제어신호에 따라 인버터를 제어하여 모터를 구동하는 모터 제어 방법에 있어서,
상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도로부터 상기 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 단계;
상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하는 단계; 및
상기 오차보상전류를 상기 q축전류제어신호에 반영하여 상기 인버터를 제어하는 단계를 포함하는 모터 제어 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 오차보상전류를 연산하는 단계는,
상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하는 단계; 및
상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 단계를 포함하는 모터 제어 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 오차보상전류를 연산하는 단계는,
상기 인버터로부터 상기 모터로 출력되는 DC링크전압을 상기 모터의 회전속도로 나누어 상기 모터의 자속을 연산하는 단계;
상기 토크제어신호 및 상기 모터의 자속에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하는 단계; 및
상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 단계를 포함하는 모터 제어 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 오차보상전류를 연산하는 단계는,
상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 약계자 시작토크를 연산하는 단계;
상기 토크제어신호와 상기 약계자 시작토크를 비교하는 단계; 및
상기 비교 결과, 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크보다 큰 경우, DC링크전압으로부터 도출되는 최대선형 변조전압과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 단계를 포함하는 모터 제어 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 비교 결과, 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크 이하인 경우, 상기 오차보상전류를 0으로 설정하는 단계를 더 포함하는 모터 제어 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 q축전류제어신호는 상기 오차보상전류에 의해 증가하는 모터 제어 방법.

청구항 7

모터를 구동하는 인버터;

상기 모터에 구비된 로터의 위치를 검출하는 위치센서;

상기 위치센서로부터 입력되는 로터의 위치로부터 상기 모터의 회전속도를 연산하고, 상위제어부로부터 토크제어신호가 입력되면, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 기초하여 상기 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 제어부를 포함하되,

상기 제어부는 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하고, 상기 오차보상전류를 상기 q축전류제어신호에 반영하는 모터 제어 장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하고, 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 모터 제어 장치.

청구항 9

제 7항에 있어서,

배터리로부터 상기 인버터로 공급되는 DC링크전압을 측정하는 전압검출부를 더 포함하고,

상기 제어부는, 상기 DC링크전압을 상기 모터의 회전속도로 나누어 상기 모터의 자속을 연산하고, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 자속에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하며, 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 모터 제어 장치.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 약계자 시작토크를 연산하고, 상기 토크제어신호와 상기 약계자 시작토크를 비교하여 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크보다 크면, DC링크전압으로부터 도출되는 최대선형 변조전압과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여

상기 오차보상전류를 연산하는 모터 제어 장치.

청구항 11

하우징과, 상기 하우징의 내주면에 고정되는 스테이터와, 상기 스테이터의 내측에 배치되며 상기 스테이터와의 상호작용에 의해 회전하는 로터를 포함하고, 배터리로부터 인버터를 통해 제공되는 구동전류에 의해 동작하는 모터에 있어서,

상기 로터의 위치를 검출하는 위치센서; 및

상기 위치센서로부터 입력되는 로터의 위치로부터 상기 모터의 회전속도를 연산하고, 상위제어부로부터 토크제어신호가 입력되면, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 상기 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 제어부를 포함하되,

상기 제어부는 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하고, 상기 오차보상전류를 상기 q축전류제어신호에 반영하는 모터.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하고, 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 모터.

청구항 13

제 11항에 있어서,

배터리로부터 상기 인버터로 공급되는 DC링크전압을 측정하는 전압검출부를 더 포함하고,

상기 제어부는, 상기 DC링크전압을 상기 모터의 회전속도로 나누어 상기 모터의 자속을 연산하고, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 자속에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하며, 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 모터.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 약계자 시작토크를 연산하고, 상기 토크제어신호와 상기 약계자 시작토크를 비교하여 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크보다 크면, DC링크전압으로부터 도출되는 최대선형 변조전압과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 모터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 모터와 모터 제어 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에, 화석연료가 고갈되고 자동차의 배기가스로 인하여 환경오염이 심해지면서 저공해의 대체 에너지를 이용

하는 전기자동차에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히, 화석 에너지를 이용하던 기존의 내연기관을 배터리와 모터를 기반으로 하는 구동 시스템으로 대체하기 위한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 전기자동차는 배터리에 충전된 에너지를 인버터를 통해 모터에 공급하여 모터를 구동시키는데, 구체적으로는 차량의 구동을 위해 필요한 토크지령에 기초하여 인버터를 제어하기 위한 전류지령을 생성함으로써 모터를 구동시킨다.

[0004] 전류지령은 제어의 동특성을 저하시키지 않도록 미리 실험적으로 측정되어 작성된 룩업테이블을 이용하여 생성되는 것이 일반적이다. 하지만, 룩업테이블에 저장된 데이터는 불연속적인 데이터이기 때문에 선형보간 기법을 이용하여 측정 데이터가 존재하지 않는 영역에 대한 전류지령을 생성하고 있다.

[0005] 하지만, 실제 모터는 선형적으로 동작하지 않기 때문에, 선형보간 기법에 의하는 경우 전류지령에 오차가 발생하여 모터의 출력이 제한되는 문제점이 있다. 특히, 모터가 고속으로 동작하는 경우 측정 데이터가 적기 때문에 이러한 오차가 더 크게 나타나는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 인버터를 제어하여 모터를 구동함에 있어서, 선형보간 기법에 의해 발생하는 전류지령의 오차를 보정하여 제어 성능을 향상시킬 수 있도록 하는 모터, 모터 제어 장치 및 그 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 토크제어신호에 따라 인버터를 제어하여 모터를 구동하는 모터 제어 방법에 있어서, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도로부터 상기 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 단계; 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하는 단계; 및 상기 오차보상전류를 상기 q축전류제어신호에 반영하여 상기 인버터를 제어하는 단계를 포함하는 모터 제어 방법이 제공된다.

[0008] 상기 오차보상전류를 연산하는 단계는, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하는 단계; 및 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 오차보상전류를 연산하는 단계는, 상기 인버터로부터 상기 모터로 출력되는 DC링크전압을 상기 모터의 회전속도로 나누어 상기 모터의 자속을 연산하는 단계; 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 자속에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하는 단계; 및 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 오차보상전류를 연산하는 단계는, 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 약계자 시작토크를 연산하는 단계; 상기 토크제어신호와 상기 약계자 시작토크를 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과, 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크보다 큰 경우, DC링크전압으로부터 도출되는 최대선형 변조전압과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 비교 결과, 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크 이하인 경우, 상기 오차보상전류를 0으로 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 q축전류제어신호는 상기 오차보상전류에 의해 증가할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 모터를 구동하는 인버터; 상기 모터에 구비된 로터의 위치를 검출하는 위치센서; 상기 위치센서로부터 입력되는 로터의 위치로부터 상기 모터의 회전속도를 연산하고, 상위제어부로부터 토크제어신호가 입력되면, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 기초하여 상기 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 제어부를 포함하되, 상기 제어부는 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하고, 상기 오차보상전류를 상기 q축전류제어신호에 반영하는

모터 제어 장치가 제공된다.

- [0014] 상기 제어부는, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기 전력을 연산하고, 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산할 수 있다.
- [0015] 배터리로부터 상기 인버터로 공급되는 DC링크전압을 측정하는 전압검출부를 더 포함하고, 상기 제어부는, 상기 DC링크전압을 상기 모터의 회전속도로 나누어 상기 모터의 자속을 연산하고, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 자속에 따른 데이터베이스를 참조하여 상기 모터의 역기전력을 연산하며, 상기 역기전력과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산할 수 있다.
- [0016] 상기 제어부는, 상기 모터의 회전속도에 따른 데이터베이스를 참조하여 약계자 시작토크를 연산하고, 상기 토크 제어신호와 상기 약계자 시작토크를 비교하여 상기 토크제어신호가 상기 약계자 시작토크보다 크면, DC링크전압 으로부터 도출되는 최대선형 변조전압과 전압제어신호의 크기 간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 상기 오차보상전류를 연산할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 하우징과, 상기 하우징의 내주면에 고정되는 스테이터와, 상기 스테이터의 내측에 배치되며 상기 스테이터와의 상호작용에 의해 회전하는 로터를 포함하고, 배터리로부터 인버터를 통해 제공되는 구동전류에 의해 동작하는 모터에 있어서, 상기 로터의 위치를 검출하는 위치센서; 및 상기 위치센서로부터 입력되는 로터의 위치로부터 상기 모터의 회전속도를 연산하고, 상위제어부로부터 토크제어신호가 입력 되면, 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 상기 인버터를 제어하기 위한 d축전류제어신호 및 q축전류제어신호를 생성하는 제어부를 포함하되, 상기 제어부는 상기 토크제어신호 및 상기 모터의 회전속도를 이용하여 오차보상전류를 연산하고, 상기 오차보상전류를 상기 q축전류제어신호에 반영하는 모터가 제공된다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 실시예에 따르면, 선형보간 기법에 의해 발생하는 전류지령의 오차를 보상할 수 있어, 제어 성능을 향상시킬 수 있으므로, 모터의 동작 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량용 모터 제어 장치에서 제어부의 상세한 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 장치와 관련하여 벡터제어모듈의 동작을 설명하기 위한 제어블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- 도 6은 도 5의 동작을 나타낸 제어블록도이다.
- 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- 도 8은 도 7의 동작을 나타낸 제어블록도이다.
- 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모터 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- 도 10은 도 9의 동작을 나타낸 제어블록도이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 방법을 적용한 경우에 대한 시뮬레이션 결과를 기존의 방법과 비교하여 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0022] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터의 단면도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모터는 하우징(100), 스테이터(200), 로터(300), 회전축(400), 회로기판(500) 및 플레이트(600)를 포함할 수 있다.
- [0028] 하우징(100)은 원통 형상으로 형성되어 내부에 스테이터(200)와 로터(300)가 장착될 수 있는 공간이 마련된다. 이때, 하우징(100)의 형상이나 재질은 다양하게 변형될 수 있으나 차량에 장착되는 특성상 고온에서도 잘 견딜 수 있는 금속재질이 선택될 수 있다.
- [0029] 하우징(100)은 상부 하우징(120)과 하부 하우징(110)을 포함할 수 있으며, 이들의 결합에 의해 스테이터(200)와 로터(300)를 외부와 차폐시킬 수 있도록 구성된다.
- [0030] 스테이터(200)는 하우징(100)의 내주면에 고정 결합되며 내부에 공간부가 형성된다. 스테이터(200)는 코일 및 코일이 권선되는 복수 개의 코어를 구비할 수 있으며, 동일한 형상을 갖는 판상의 스테이터 플레이트들이 소정 높이로 적층되어 형성될 수 있다.
- [0031] 로터(300)는 스테이터(200)의 내부에 마련된 공간부에 삽입되고, 회전축(400)의 외주면에 결합된다. 로터(300)는 디스크 형상의 코어 플레이트가 복수 매 적층되어 형성될 수 있다. 로터(300)에 장착된 복수 매의 마그네트들은 스테이터(200)와 마주하게 배치되며, 각 마그네트들은 로터(300)에 내부에 형성된 홀을 통해 로터(300)에 삽입되어 결합될 수 있다.
- [0032] 회전축(400)은 로터(300)의 중앙부에 관통 형성된다. 스테이터(200)에 구동전류가 인가되면, 스테이터(200)와 로터(300)의 전자기적 상호 작용에 의해 로터(300)가 회전하고, 이에 따라 회전축(400)이 로터(300)의 회전에 연동하여 회전한다.
- [0033] 회로기판(500)은 상부 하우징(120)에 결합된다. 회로기판(500)의 상면에는 후술할 전류센서(60), 위치센서(70), 메모리부(80) 및 제어부(90)가 배치될 수 있다.
- [0034] 플레이트(600)는 회로기판(500)의 상측에 소정 간격 이격되어 배치된다. 플레이트(600)는 회전축(400)과 함께

회전하도록 결합된다. 플레이트(600)의 하면에는 센싱마그네트(610)가 배치된다.

- [0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 장치의 구성을 도시한 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 장치에서 제어부의 상세한 구성을 도시한 블록도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 장치와 관련하여 벡터제어모듈의 동작을 설명하기 위한 제어블록도이다.
- [0036] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 장치는 상위제어부(10), 배터리(20), 인버터(30), 전압검출부(40), 전류센서(60), 위치센서(70), 메모리부(80) 및 제어부(90)를 포함한다.
- [0037] 본 명세서에서, '제어신호'는 '지령'과 대응되는 것으로 정의한다. 즉, 토크제어신호, 전압제어신호, d축전류제어신호 및 q축전류제어신호 등은 각각 토크지령(Te^*), 전압지령($Vrdqs^*$), d축전류지령($irds^*$) 및 q축전류지령($irqs^*$) 등에 대응된다.
- [0038] 상위제어부(10)는 차량의 주행 조건 및 배터리(20)의 상태정보에 따라 차량의 주행상태 및 제동상태를 판단하고, 그에 따른 토크제어신호 즉 토크지령(Te^*)을 생성하여 제어부(90)로 출력한다.
- [0039] 구체적으로, 상위제어부(10)는 가속 페달센서(미도시)로부터 입력되는 가속 페달신호 또는 브레이크 페달센서(미도시)로부터 입력되는 브레이크 페달신호에 기초하여 차량의 주행상태 또는 제동상태를 판단한다. 상위제어부(10)는 이러한 판단에 따라 차량의 가속 또는 제동을 위해 필요한 토크를 연산하여 토크지령(Te^*)을 생성하고, 이를 제어부(90)로 출력한다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 배터리(20)의 전력은 인버터(30)를 통해 모터(50)에 공급되며, 제어부(90)는 상위제어부(10)로부터 제공되는 토크지령(Te^*)에 따라 인버터(30)를 제어하여 모터(50)를 구동시킨다. 이때, 모터(50)는 매입형 영구자석 동기전동기(Interior Permanent Magnet Synchronous Motor, IPMSM)일 수 있다.
- [0041] 전압검출부(40)는 배터리(20)로부터 인버터(30)에 공급되는 DC링크전압(Vdc)을 측정하여 제어부(90)로 출력한다.
- [0042] 전류센서(60)는 인버터(30)로부터 모터(50)로 출력되는 3상전류(ia, ib, ic)를 측정하여 제어부(90)로 출력한다.
- [0043] 위치센서(70)는 모터(50)에 구비된 로터(300)의 위치(θ)를 검출하여 제어부(90)로 출력한다. 로터(300)의 위치(θ)는 모터(50)의 회전속도(ω_r)를 연산하는데 사용된다. 이러한 위치센서(70)는 회로기판(500)의 상면에 배치되어 로터(300)와 함께 회전하는 센싱마그네트(610)의 극성 또는 자속변화를 감지함으로써 로터(300)의 위치(θ)를 검출하는 복수 개의 홀 센서(510, 520)로 구현될 수 있다.
- [0044] 도 3을 참조하면, 제어부(90)는 토크제어모듈(91), 오차보상모듈(92) 및 벡터제어모듈(93)을 포함할 수 있다.
- [0045] 토크제어모듈(91)은 상위제어부(10)로부터 입력되는 토크지령(Te^*) 및 벡터제어모듈(93)로부터 입력되는 모터(50)의 회전속도(ω_r)로부터 인버터(30) 제어를 위한 전류제어신호 즉 d축전류지령($irds^*$) 및 q축전류지령($irqs^*$)을 생성하고, 이를 벡터제어모듈(93)로 출력한다.
- [0046] 이때, 토크제어모듈(91)은 토크지령(Te^*) 및 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 따른 제1lookup테이블을 참조하여 d축전류지령($irds^*$) 및 q축전류지령($irqs^*$)을 각각 생성할 수 있다.
- [0047] 여기서, 제1lookup테이블은 일종의 데이터베이스(database)로서, 특정한 토크지령(Te^*) 및 특정한 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 대응되는 d축전류지령($irds^*$) 및 q축전류지령($irqs^*$)을 실험적으로 측정하여 미리 테이블로 작성한 것이며, 메모리부(80)에 미리 저장된다.
- [0048] 이러한 제1lookup테이블에 저장된 데이터는 불연속적인 데이터이기 때문에, 토크제어모듈(91)은 선형보간 기법을 이용하여 측정 데이터가 존재하지 않는 영역에 대한 d축전류지령($irds^*$) 및 q축전류지령($irqs^*$)을 생성할 수 있다.
- [0049] 하지만, 선형보간 기법은 측정 데이터의 수가 많지 않은 경우 또는 모터(50)가 고속으로 동작하는 경우 오차가 발생할 수 있다. 구체적으로, 선형보간 기법은 q축전류지령($irqs^*$)을 감소시켜 모터(50)의 출력을 감소시킨다.
- [0050] 따라서, 본 실시예에 따른 제어부(90)는 q축전류지령($irqs^*$)의 오차를 보상하기 위한 오차보상모듈(92)을 더 포함할 수 있다.
- [0051] 오차보상모듈(92)은 토크지령(Te^*) 및 모터(50)의 회전속도(ω_r)를 이용하여 오차보상전류($\Delta irqs$)를 연산하고, 오차보상전류($\Delta irqs$)를 토크제어모듈(91)에 의해 생성된 q축전류지령($irqs^*$)에 반영함으로써 선형보간 기법에

의한 q축전류지령(irqs*)의 오차를 보상한다.

- [0052] 일 실시예로서, 오차보상모듈(92)은 토크지령(Te*) 및 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 따른 역기전력(Vmax)을 이용하여 오차보상전류($\Delta irqs$)를 연산할 수 있다.
- [0053] 다른 실시예로서, 오차보상모듈(92)은 전압검출부(40)로부터 입력되는 DC링크전압(Vdc)을 모터(50)의 회전속도(ω_r)로 나누어 모터(50)의 자속(λ_r)을 연산하고, 토크지령(Te*) 및 모터(50)의 자속(λ_r)에 따른 역기전력(Vmax)을 이용하여 오차보상전류($\Delta irqs$)를 연산할 수도 있다.
- [0054] 또 다른 실시예로서, 오차보상모듈(92)은 모터(50)의 회전속도(ω_r)로부터 약계자 시작토크(TFW)를 연산하고, 토크지령(Te*)이 약계자 시작토크(TFW)보다 큰 경우에 전압검출부(40)로부터 입력되는 DC링크전압(Vdc)을 이용하여 오차보상전류($\Delta irqs$)를 연산할 수도 있다.
- [0055] 오차보상모듈(92)에 대한 각각의 실시예에 대해서는, 도 5 내지 도 10을 참조하여 상세히 후술한다.
- [0056] 도 4를 참조하면, 벡터제어모듈(93)은 위치센서(70)로부터 입력되는 로터(300)의 위치(θ)로부터 모터(50)의 회전속도(ω_r)를 연산하여 토크제어모듈(91) 및 오차보상모듈(92)로 출력한다.
- [0057] 또한, 벡터제어모듈(93)은 로터(300)의 위치(θ)를 이용하여 전류센서(60)로부터 입력되는 3상전류(ia, ib, ic)를 d축전류(ir_{ds}) 및 q축전류(iq_{ds})로 변환한다.
- [0058] 이후, 벡터제어모듈(93)은 토크제어모듈(91)로부터 입력되는 d축전류지령(ir_{ds}*)과 d축전류(ir_{ds})의 차이 및 q축전류지령(ir_{qs}*)과 q축전류(iq_{ds})의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 d축전압지령(Vr_{ds}*) 및 q축전압지령(Vr_{qs}*)을 각각 생성한다. 이때, 벡터제어모듈(93)은 빠른 제어 동특성을 위해 피드포워드항(V_{ffds}, V_{ffqs})을 적용할 수 있다.
- [0059] 다음으로, 벡터제어모듈(93)은 위치센서(70)로부터 입력되는 로터(300)의 위치(θ)를 이용하여 d축전압지령(Vr_{ds}*) 및 q축전압지령(Vr_{qs}*)을 3상전압지령(V_{as}*, V_{bs}*, V_{cs}*)으로 변환한다.
- [0060] 그리고 나서, 벡터제어모듈(93)은 3상전압지령(V_{as}*, V_{bs}*, V_{cs}*)을 공간벡터전압변조(SVPWM) 방식으로 변조하여 인버터(30)로 출력한다.
- [0061] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모터 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이고, 도 6은 도 5의 동작을 나타낸 제어블록도이다.
- [0062] 도 5와 도 6을 참조하면, 제어부(90)의 오차보상모듈(92)은 상위제어부(10)로부터 토크지령(Te*)을 입력받고, 벡터제어모듈(93)로부터 모터(50)의 회전속도(ω_r)를 입력받는다(S210).
- [0063] 이후, 오차보상모듈(92)은 토크지령(Te*) 및 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 따른 제2룩업테이블을 참조하여 모터(50)의 역기전력(Vmax)을 연산한다(S220).
- [0064] 여기서, 제2룩업테이블은 일종의 데이터베이스로서, 특정한 토크지령(Te*) 및 특정한 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 대응되는 모터(50)의 역기전력(Vmax)을 실험적으로 측정하여 미리 테이블로 작성한 것이며, 메모리부(80)에 미리 저장된다.
- [0065] 다음으로, 오차보상모듈(92)은 벡터제어모듈(93)로부터 입력되는 전압지령(Vr_{dqs}*)의 크기(Vmag)를 연산한다(S230). 여기서, 전압지령(Vr_{dqs}*)은 d축전류지령(ir_{ds}*) 및 q축전류지령(ir_{qs}*)을 이용한 비례적분제어 수행 결과 생성되는 d축전압지령(Vr_{ds}*) 및 q축전압지령(Vr_{qs}*)로부터 도출될 수 있다.
- [0066] 이후, 오차보상모듈(92)은 모터(50)의 역기전력(Vmax)과 전압지령(Vr_{dqs}*)의 크기(Vmag)간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 오차보상전류($\Delta irqs$)를 연산한다(S240). 모터(50)의 구동시 발생하는 역기전력(Vmax)은 정상상태에서 벡터제어모듈(93)의 비례적분제어기 출력과 크기가 같기 때문에, 모터(50)의 역기전력(Vmax)과 전압지령(Vr_{dqs}*)의 크기(Vmag)간의 오차를 보상하여 q축전류지령(ir_{qs}*)을 보상할 수 있다.
- [0067] 다음으로, 오차보상모듈(92)은 오차보상전류($\Delta irqs$)가 음의 값을 가지는지 판단하여(S250), 음의 값을 가지는 경우 오차보상전류($\Delta irqs$)를 0으로 설정한다(S260). 즉, 오차보상모듈(92)은 오차보상전류($\Delta irqs$)가 0 이상의 값을 가지도록 전류를 제한한다. 이는 약계자 영역에서 역기전력(Vmax)이 크게 나타날 경우 q축전류지령(ir_{qs}*)의 오차보상에 영향을 주지 않기 위함이다.
- [0068] 그리고 나서, 오차보상모듈(92)은 토크제어모듈(91)에 의해 생성되는 q축전류지령(ir_{qs}*)에 오차보상전류(Δ

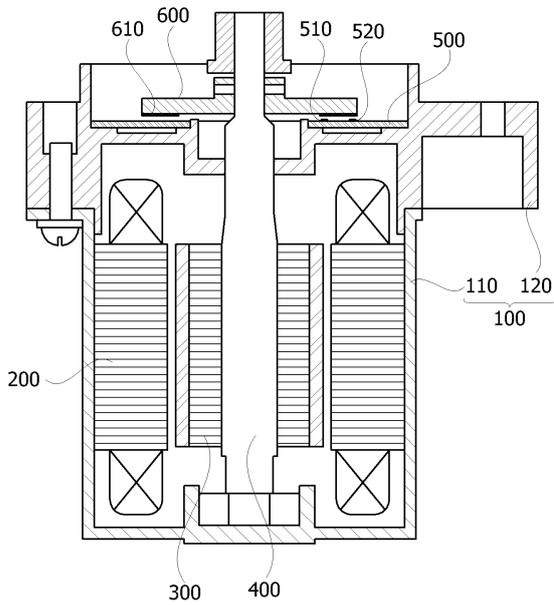
irqs)를 반영하여 벡터제어모듈(93)로 출력한다(S270).

- [0069] 이때, 오차보상모듈(92)은 q축전류지령(irqs*)에 오차보상전류(Δ irqs)를 합산할 수 있다. 오차보상전류(Δ irqs)는 0 이상의 값을 가지기 때문에, 오차보상전류(Δ irqs)에 의해 q축전류지령(irqs*)은 증가한다.
- [0070] 한편, 벡터제어모듈(93)은 d축전류지령(irqs*) 및 오차보상전류(Δ irqs)가 반영된 q축전류지령(irqs*)에 따라 인버터(30)를 제어한다.
- [0071] 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 선형보간 기법에 의해 발생하는 q축전류지령(irqs*)의 오차를 보상할 수 있어, 제어 성능을 향상시킬 수 있으므로, 모터(50)의 동작 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0072] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이고, 도 8은 도 7의 동작을 나타낸 제어블록도이다.
- [0073] 도 7과 도 8을 참조하면, 제어부(90)의 오차보상모듈(92)은 상위제어부(10)로부터 토크지령(Te*)을 입력받고, 벡터제어모듈(93)로부터 모터(50)의 회전속도(ω_r)를 입력받는다(S310).
- [0074] 또한, 본 실시예에서 오차보상모듈(92)은 전압검출부(40)로부터 DC링크전압(Vdc)을 입력받는다(S320).
- [0075] 이후, 오차보상모듈(92)은 DC링크전압(Vdc)으로부터 도출되는 최대선형 변조전압($V_{dc}/\sqrt{3}$)을 모터(50)의 회전속도(ω_r)로 나누어 모터(50)의 자속(λ_r)을 연산한다(S330).
- [0076] 다음으로, 오차보상모듈(92)은 토크지령(Te*) 및 모터(50)의 자속(λ_r)에 따른 제3lookup테이블을 참조하여 모터(50)의 역기전력(Vmax)를 연산한다(S340).
- [0077] 여기서, 제3lookup테이블은 일종의 데이터베이스로서, 특정한 토크지령(Te*) 및 특정한 모터(50)의 자속(λ_r)에 대응되는 모터(50)의 역기전력(Vmax)을 실험적으로 측정하여 미리 테이블로 작성한 것이며, 메모리부(80)에 미리 저장된다.
- [0078] 이후, 오차보상모듈(92)이 모터(50)의 역기전력(Vmax)과 전압지령(Vrdqs*)의 크기(Vmag)간의 차이가 감소하도록 비례적분제어를 수행하여 오차보상전류(Δ irqs)를 연산하는 과정(S350 내지 S390)은 전술한 실시예의 S230 내지 S270과 실질적으로 동일하므로, 자세한 설명을 생략한다.
- [0079] 이와 같이, 본 실시예에 따르면, DC링크전압(Vdc)으로부터 도출되는 모터(50)의 자속(λ_r)을 이용하여 모터(50)의 역기전력(Vmax)을 연산하기 때문에, DC링크전압(Vdc)이 가변하는 환경에서도 q축전류지령(irqs*)의 오차를 보상할 수 있다.
- [0080] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모터 제어 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이고, 도 10은 도 9의 동작을 나타낸 제어블록도이다.
- [0081] 전술한 실시예에 의하면, q축전류지령(irqs*)의 오차를 보상하기 위해 구동 영역에 대한 lookup테이블이 필요하므로 필요한 데이터의 수가 많다. 하지만, 이러한 lookup테이블을 이용하지 않고, 약계자 시작토크(TFW)를 이용하여 q축전류지령(irqs*)의 오차를 보상할 수도 있다. 다만, 본 실시예는 약계자 구동 영역에서만 적용될 수 있다.
- [0082] 도 9와 도 10을 참조하면, 제어부(90)의 오차보상모듈(92)은 상위제어부(10)로부터 토크지령(Te*)을 입력받고, 벡터제어모듈(93)로부터 모터(50)의 회전속도(ω_r)를 입력받는다(S410).
- [0083] 이후, 오차보상모듈(92)은 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 따른 제4lookup테이블을 참조하여 약계자 시작토크(TFW)를 연산한다(S420).
- [0084] 여기서, 제4lookup테이블은 일종의 데이터베이스로서, 특정한 모터(50)의 회전속도(ω_r)에 대응되는 약계자 시작토크(TFW)를 실험적으로 측정하여 미리 테이블로 작성한 것이며, 메모리부(80)에 미리 저장된다.
- [0085] 다음으로, 오차보상모듈(92)은 토크지령(Te*)을 약계자 시작토크(TFW)와 비교하여, 토크지령(Te*)이 약계자 시작토크(TFW) 보다 큰지 판단한다(S430).
- [0086] 만약, 토크지령(Te*)이 약계자 시작토크(TFW) 보다 큰 경우, 오차보상모듈(92)은 전압검출부(40)로부터 DC링크전압(Vdc)을 입력받고(S440), 벡터제어모듈(93)로부터 입력되는 전압지령(Vrdqs*)의 크기(Vmag)를 연산한다(S450).

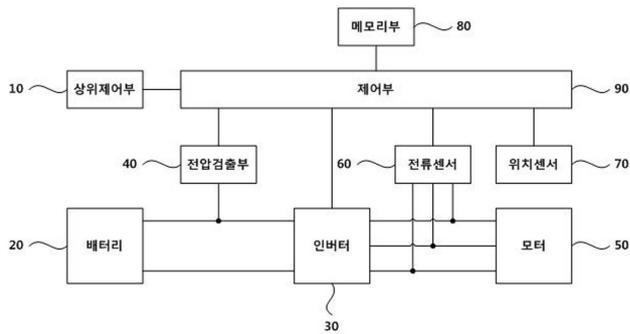
- | | |
|-------------|-------------|
| 70 : 위치센서 | 80 : 메모리부 |
| 90 : 제어부 | 91 : 토크제어모듈 |
| 92 : 오차보상모듈 | 93 : 벡터제어모듈 |
| 100 : 하우징 | 200 : 스테이터 |
| 300 : 로터 | 400 : 회전축 |
| 500 : 회로기판 | 600 : 플레이트 |

도면

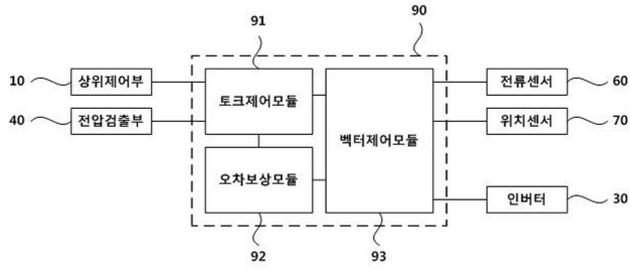
도면1



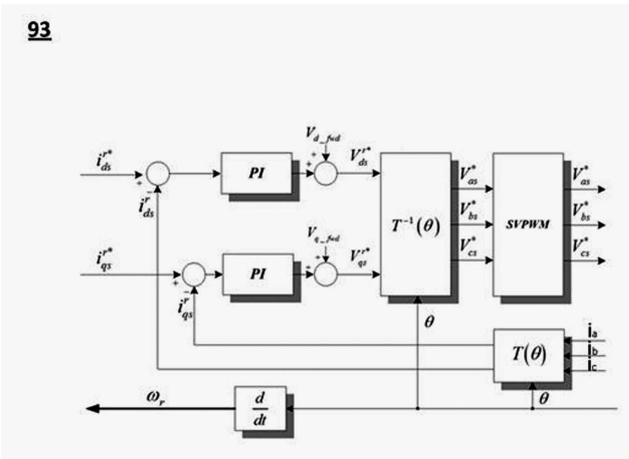
도면2



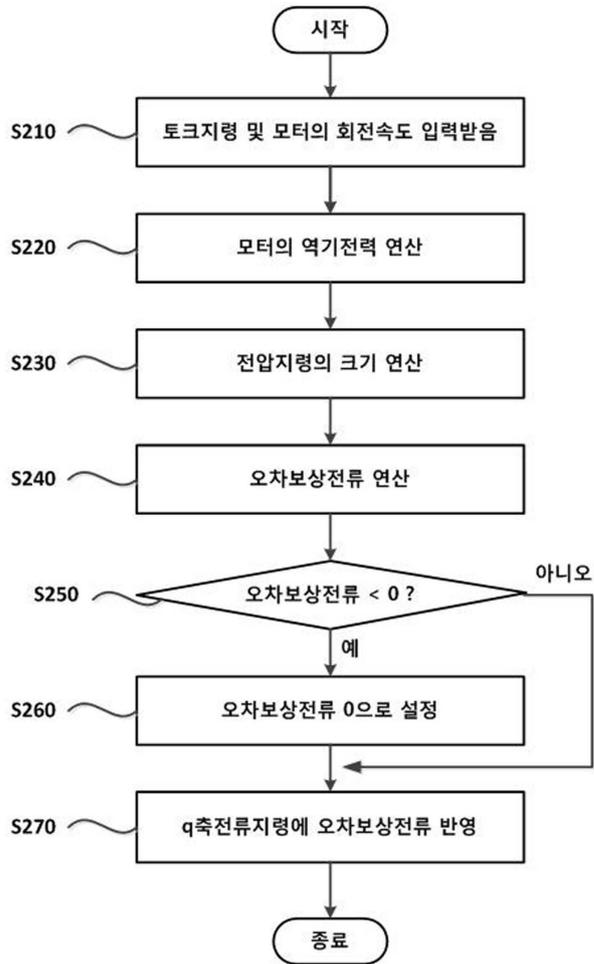
도면3



도면4

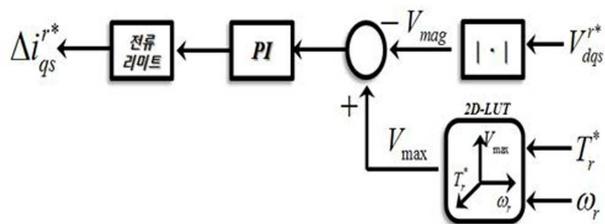


도면5

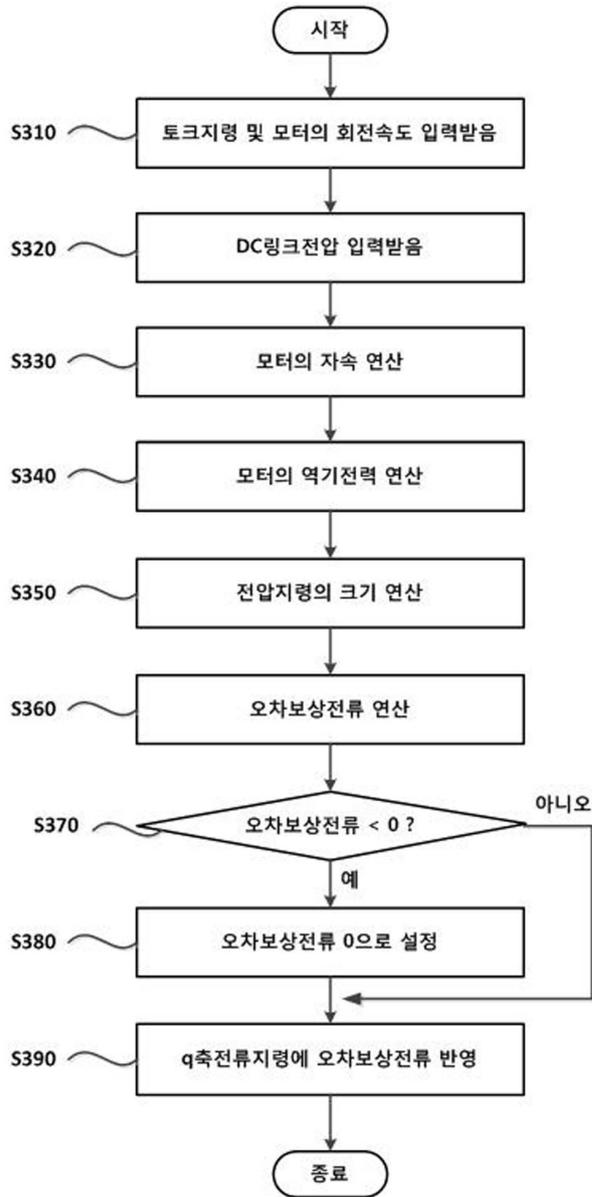


도면6

92

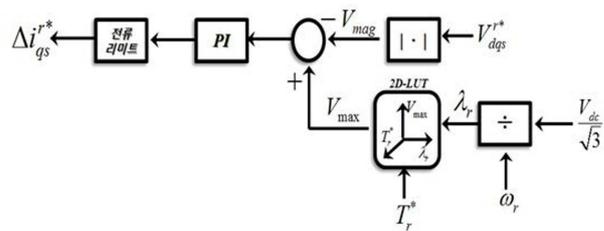


도면7

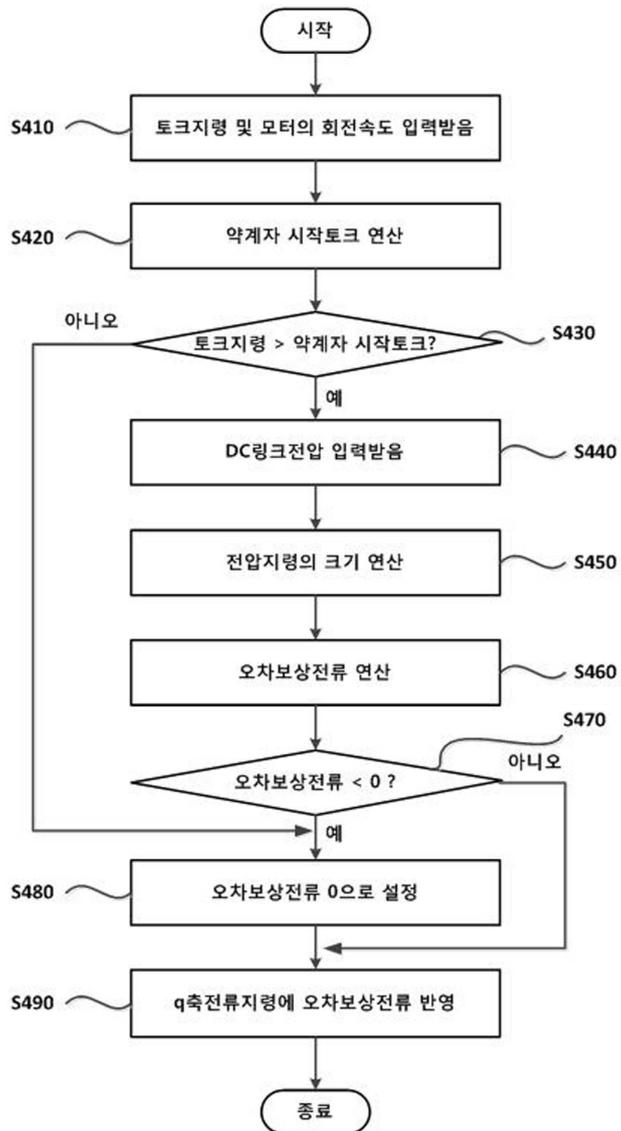


도면8

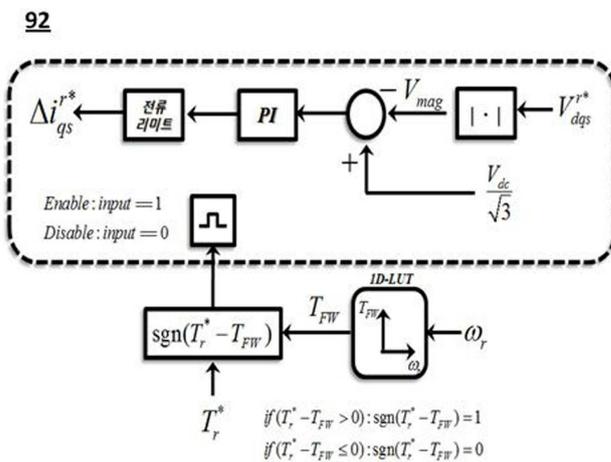
92



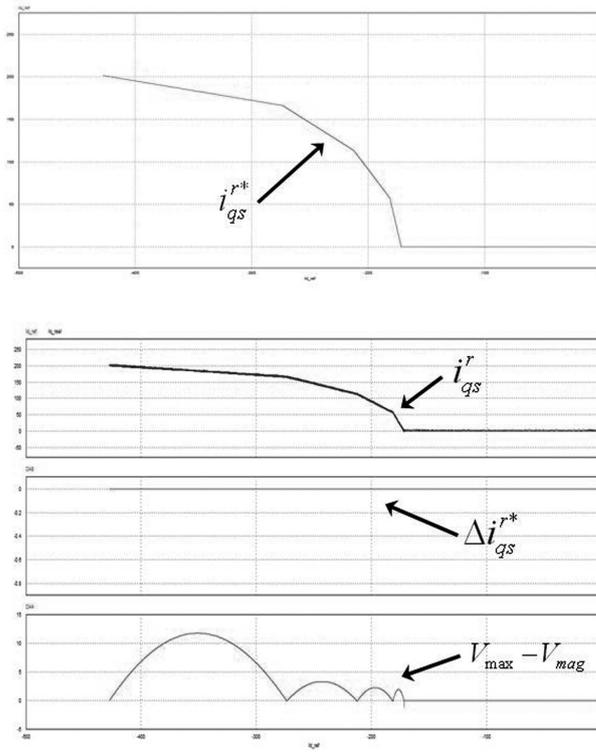
도면9



도면10



도면11a



도면11b

