



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

(11) 공개번호 10-2017-0077296  
(43) 공개일자 2017년07월05일

- |   |   |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H02P 29/64 (2016.01) H02P 1/04 (2006.01)<br/>H02P 29/032 (2016.01) H02P 29/62 (2016.01)<br/>H02P 31/00 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H02P 29/64 (2016.02)<br/>H02P 1/04 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7017662(분할)</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2013년06월20일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2015-7002717<br/>원출원일자(국제) 2013년06월20일<br/>심사청구일자 2015년01월30일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년06월27일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/GB2013/051613</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2014/006368<br/>국제공개일자 2014년01월09일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>1211755.2 2012년07월03일 영국(GB)</p> | <p>(71) 출원인<br/>다이슨 테크놀로지 리미티드<br/>영국 윌트셔 에스엔16 0알피 멜메스버리 테트버리 힐</p> <p>(72) 발명자<br/>그리섬 스테판<br/>영국 윌트셔 에스엔16 0알피 멜메스버리 테트버리 힐 다이슨 테크놀로지 리미티드내<br/>호커 데이비드 존<br/>영국 윌트셔 에스엔16 0알피 멜메스버리 테트버리 힐 다이슨 테크놀로지 리미티드내</p> <p>(74) 대리인<br/>유미특허법인</p> |
|---|---|

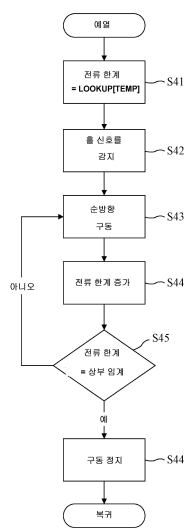
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 무브러시 모터의 제어

(57) 요약

무브러시 모터를 제어하는 방법은 온도를 감지하는 단계, 감지된 온도를 사용하여 전류 한계를 정의하는 단계, 및 순차적으로 모터의 권선을 여자 및 비여자시키는 단계로서, 상기 권선은 상기 전류 한계를 초과하는 권선 내의 전류에 응답하여 비여자되는, 단계를 포함한다. 그러면 더 낮은 전류 한계가 더 낮은 감지된 온도에 대하여 정의된다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

*H02P 29/032* (2016.02)

*H02P 29/62* (2016.02)

*H02P 31/00* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무브러시 모터를 시작 시 예열하는 방법으로서,

무브러시 모터를 포함하는 모터 시스템 내부의 온도를 감지하는 단계;

감지된 온도를 사용하여 전류 한계를 정의하는 단계로서, 더 낮은 전류 한계가 더 낮은 감지된 온도에 대하여 정의되는, 단계;

순차적으로 모터의 권선을 여자 및 비여자시키는 단계로서, 상기 권선은 상기 전류 한계를 초과하는 권선 내의 전류에 응답하여 비여자되는, 단계; 및

소정의 시간 기간이 경과된 이후 또는 감지된 온도의 증가에 응답하여 상기 전류 한계를 증가시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

선결정된 임계가 상기 전류 한계에 대하여 도달될 때까지 상기 전류 한계를 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전류 한계에 대한 선결정된 임계가 도달될 때까지 권선을 동일한 방향으로 여자시키는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 모터는 단방향성이고,

상기 방법은 권선을 모터를 역방향으로 구동하는 방향으로 여자시키는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

하나 이상의 구동 기간 동안에 상기 권선을 순차적으로 여자 및 비여자시키는 단계 및 각각의 구동 기간의 끝에서 상기 전류 한계를 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

감지된 온도를 사용하여 각각의 구동 기간의 길이 또는 구동 기간의 개수를 정의하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

더 낮은 감지된 온도에 대하여 더 긴 구동 기간 또는 구동 기간의 더 큰 개수를 정의하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

권선을 각각의 구동 기간에 걸쳐 동일한 방향으로 여자시키는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 모터는 단방향성이고,

상기 방법은 권선을 모터를 역방향으로 구동하는 방향으로 여자시키는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 전류는 권선을 여자시킬 때 적어도 하나의 스위치를 통해 흐르도록 되고, 상기 전류는 권선을 비여자시킬 때 적어도 하나의 다른 스위치를 통해 흐르도록 되는, 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

전류는 권선을 여자시킬 때 스위치의 제 1 쌍을 통해 흐르도록 되고, 전류는 권선을 비여자시킬 때 스위치의 제 2 의 상이한 쌍을 통해 흐르도록 되는, 방법.

**청구항 12**

무브러시 모터에 대한 제어 시스템으로서,

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에서 청구되는 바와 같은 방법을 수행하는, 제어 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무브러시 모터의 제어에 관련된다.

**배경 기술**

[0002] 정상 동작 온도의 그것보다 훨씬 낮은 온도에서 무브러시 모터를 기동할 필요가 있을 수도 있다. 그러나, 모터를 상대적으로 저온에서 구동하려고 시도하면 모터의 부품들을 손상시킬 수도 있다.

[0003] 모터를 예열하는 기법이 공지되는데, 하지만 일반적으로 하나 이상의 단점을 겪는다. 예를 들어, 모터는 기동 이전에 모터를 선결정된 온도로 가열하는 가열 디바이스를 포함할 수도 있다. 그러나, 가열 디바이스를 제공하는 것은 모터의 비용을 증가시킨다.

**발명의 내용**

[0004] 본 발명은 무브러시 모터를 제어하는 방법을 제공하는데, 이러한 방법은: 온도를 감지하는 단계; 감지된 온도를 사용하여 전류 한계를 정의하는 단계로서, 더 낮은 전류 한계가 더 낮은 감지된 온도에 대하여 정의되는, 단계; 및 순차적으로 모터의 권선을 여자 및 비여자시키는 단계로서, 상기 권선은 상기 전류 한계를 초과하는 권선 내의 전류에 응답하여 비여자되는, 단계를 포함한다.

[0005] 상권선을 순차적으로 여자 및 비여자시킴으로써, 전력 손실(예를 들어 동손(copper loss), 철손(iron loss) 및 스위치 손실이 모터를 가열하도록 작용한다. 더 낮은 온도에서 더 낮은 전류 한계를 채용함으로써, 전력 손실은 더 작아지고, 따라서 그렇지 않으면 모터의 부품들을 손상시킬 수도 있는 열충격(thermal shock)이 회피될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로는, 더 낮은 온도에서 더 낮은 전류 한계를 채용함으로써, 모터로 구동되는 입력 전력이 감소되고, 따라서, 주어진 부하에 대하여, 모터의 속도가 감소될 수도 있다. 결과적으로, 모터가 고속으로 구동된다면 발생했을 수도 있는 모터의 부품으로의 손상이 회피될 수도 있다.

[0006] 모터의 온도가 증가함으로써, 전류 한계가 증가될 수도 있다. 특히, 전류 한계는 소정 시간 기간이 경과된 이

후에 또는 감지된 온도에서의 증가에 응답하여 증가될 수도 있다. 전류 한계를 증가시킴으로써, 상대적으로 신속한 레이트의 가열이 모터를 열충격에 노출시키지 않고 획득될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로는, 입력 전력 및 따라서 모터의 속도는 모터가 가열되면서 점진적으로 증가될 수도 있다.

- [0007] 이러한 방법은 감지된 온도를 사용하여 전류 한계가 증가되는 시간 기간을 정의하는 단계를 포함할 수도 있다. 특히, 더 긴 시간 기간이 더 낮은 온도에 대하여 정의될 수도 있다. 결과적으로, 모터는 전류 한계를 상승시키기 이전에 더 낮은 온도에서 더 긴 기간 동안 가열될 수도 있다. 그러면 이것이 열충격을 더 완화시킬 수도 있다.
- [0008] 이러한 방법은 선결정된 임계가 전류 한계에 대하여 달성될 때까지 전류 한계를 증가시키는 단계(예를 들어 고정된 양 만큼 주기적으로 또는 감지된 온도에서의 증가에 응답하여)를 포함할 수도 있다. 선결정된 임계는 상전류에 대한 안전한 동작 한계를 나타낼 수도 있다. 이에 상응하여, 전류 한계는 안전한 동작 한계로서의 이러한 시간이 도달될 때까지 모터가 가열되는 동안 점진적으로 증가될 수도 있다.
- [0009] 이러한 방법은 전류 한계에 대한 선결정된 임계가 도달될 때까지 상권선을 동일한 방향으로 여자시키는 단계를 포함할 수도 있다. 상권선을 동일한 방향으로 여자시킴으로써, 모터의 회전자는 정렬된 포지션에서 로킹된다. 그러므로 모터를 가열하는 것은 회전자를 고정된 포지션에서 유지하는 동안 획득될 수도 있다. 결과적으로, 회전자가 회전한다면 발생했을 수도 있는 모터의 부품에 대한 손상이 회피될 수도 있다.
- [0010] 모터는 단방향성일 수도 있고 이러한 방법은 상권선을 모터를 역방향으로 구동하는 방향으로 여자시키는 단계를 포함할 수도 있다. 무브러시 모터의 회전자는 회전자 풀이 고정자 풀에 상대적으로 다소 오정렬되는 포지션에 파킹한다. 단방향성 모터에 대해서, 회전자는 통상적으로 회전자 풀이 고정자 풀에 다소 선행하게 되는 포지션에 파킹한다. 상권선을 모터를 역방향으로 구동하는 방향으로 여자시킴으로써, 회전자는 정렬된 포지션에서 정지하기 이전에 상대적으로 작은 각도만큼 이동한다. 결과적으로, 가열하는 동안에 회전자의 이동이 최소화될 수도 있다.
- [0011] 이러한 방법은 하나 이상의 구동 기간 동안에 상기 상기 권선을 순차적으로 여자 및 비여자시키는 단계 및 각각의 구동 기간의 끝에서 상기 전류 한계를 증가시키는 단계를 포함한다. 그러면 감지된 온도는 제 1 구동 기간에 대한 전류 한계를 정의하기 위하여 사용될 수도 있다. 구동 기간은 총괄하여 예열 기간이라고 간주될 수도 있으며, 그 동안에 일차 목표는 모터를 고속에서 구동하는 것이 아니라 모터를 가열하는 것이다. 전류 한계를 각각의 구동 기간의 끝에서 증가시킴으로써, 상대적으로 고속의 가열이 열충격을 회피하면서 획득될 수도 있다.
- [0012] 감지된 온도는 각각의 구동 기간의 길이 및/또는 구동 기간의 총 개수를 정의하기 위하여 사용될 수도 있다. 특히, 이러한 방법은 더 낮은 감지된 온도에 대하여 더 긴 구동 기간 또는 구동 기간의 더 큰 개수를 정의하는 단계를 포함할 수도 있다. 각각의 구동 기간의 길이 및/또는 구동 기간의 총 개수를 온도의 함수로서 정의함으로써 모터가 예열되는 총 기간이 더욱 양호하게 제어될 수도 있다. 특히, 더 낮은 감지된 온도에 대하여, 모터는 더 긴 시간 기간 동안 예열된다.
- [0013] 이러한 방법은 상권선을 각각의 구동 기간에 걸쳐 동일한 방향으로 여자시키는 단계를 포함할 수도 있다. 결과적으로, 모터의 회전자는 정렬된 포지션에서 로킹된다. 그러므로 모터를 가열하는 것은 회전자를 고정된 포지션에서 유지하는 동안 획득될 수도 있다. 결과적으로, 회전자가 회전한다면 발생했을 수도 있는 모터의 부품에 대한 손상이 회피될 수도 있다. 다시 말하건대, 모터는 단방향성일 수도 있고 상권선은 모터를 역방향으로 구동하는 방향으로 여자될 수도 있다. 결과적으로, 회전자의 파킹된 포지션으로부터 정렬된 포지션으로의 이동은 최소화될 수도 있다.
- [0014] 전류는 상권선을 여자시킬 때 적어도 하나의 스위치를 통해 흐르도록 될 수도 있고, 전류는 상기 상권선을 비여자시킬 때 적어도 하나의 다른 스위치를 통해 흐르도록 될 수도 있다. 스위치와 연관된 전기 저항에 기인하여, 각각의 스위치는 전류를 통전시킬 때 열을 소산한다(dissipate). 전류가 여자 도중에 적어도 하나의 스위치를 통하여 그리고 비여자 도중에 적어도 하나의 다른 스위치를 통하여 흐르도록 보장함으로써, 적어도 두 개의 상이한 열원들이 각각의 구동 기간 도중에 생성된다. 결과적으로, 더 빠른 속도의 가열이 획득될 수도 있다. 전류는 상권선을 여자시킬 때 스위치의 제 1 쌍을 통해 흐르도록 될 수도 있고, 전류는 상권선을 비여자시킬 때 스위치의 제 2 의 상이한 쌍을 통해 흐르도록 될 수도 있다. 결과적으로, 4 개의 열원들이 각각의 구동 기간 도중에 생성된다. 결과적으로, 모터의 가열은 더 양호하게 평형을 이루고 더 빨라진다.
- [0015] 또한 본 발명은 무브러시 모터용 제어 시스템을 제공하는데, 이러한 제어 시스템은 앞선 문단들 중 임의의 하나에서 기술된 바와 같은 방법을 수행한다.

[0016] 본 발명은 무브러시 모터를 포함하는 모터 시스템 및 앞선 문단에서 설명된 바와 같은 제어 시스템을 더 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 본 발명이 더 용이하게 이해될 수도 있게 하기 위하여, 본 발명의 실시예는 이제 첨부 도면들을 참조하여 예를 들어서 설명될 것이다:

- 도 1 은 본 발명에 실시예에 따르는 모터 시스템의 블록도이다;
- 도 2 는 모터 시스템의 회로도이다;
- 도 3 은 모터 시스템의 제어기에 의하여 이슈된 제어 신호에 응답하여 인버터의 허용된 상태를 상세화한다;
- 도 4 는 모터 시스템의 전류 제한기의 개략도이다;
- 도 5 는 모터 시스템에 의하여 구현되는 시동 루틴의 흐름도이다;
- 도 6 은 모터 시스템에 의하여 구현되는 순방향 구동 루틴의 흐름도이다;
- 도 7 은 모터 시스템에 의하여 구현되는 예열 루틴의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] 도 1 및 도 2 의 모터 시스템(1)은 DC 전력 공급부(2)에 의하여 전력공급되며, 무브러시 모터(3) 및 제어 시스템(4)을 포함한다.

[0019] 모터(3)는 4극 고정자(6)에 상대적으로 회전하는 4극 영구자석 회전자(5)를 포함한다. 도전성 와이어가 고정자(6) 주위에 권선되고 서로 커플링되어(예를 들어 직렬로 또는 병렬로) 단상 권선(7)을 형성한다.

[0020] 제어 시스템(4)은 DC 링크 필터(8), 인버터(9), 게이트 드라이버 모듈(10), 전류 센서(11), 홀-효과 센서(12), 온도 센서(13), 및 제어기(14)를 포함한다.

[0021] DC 링크 필터(8)는 인버터(9)의 스위칭으로부터 대두되는 상대적으로 고-주파수 리플을 평활화하는 커패시터(C1)를 포함한다.

[0022] 인버터(9)는 DC 링크 전압을 상 권선(7)으로 커플링하는 4 개의 전력 스위치(Q1-Q4)의 풀 브리지를 포함한다. 스위치(Q1-Q4)의 각각은 프리휠링 다이오드를 포함한다.

[0023] 게이트 드라이버 모듈(10)은 제어기(14)로부터 수신된 제어 신호에 응답하여 스위치(Q1-Q4)의 개폐를 구동한다.

[0024] 전류 센서(11)는 한 쌍의 감지 저항(R1, R2)을 포함하고, 각 저항은 인버터(9)의 하부 다리 상에 위치된다. 각각의 저항(R1, R2) 양단의 전압은 전류 감지 신호인 I\_SENSE\_1 및 I\_SENSE\_2로서 제어기(14)로 출력된다. 제 1 전류 감지 신호(I\_SENSE\_1)는 우에서 좌로 구동될 때 상권선(7) 내의 전류의 측정을 제공한다(아래에서 좀 더 상세하게 설명되는 바와 같음). 제 2 전류 감지 신호(I\_SENSE\_2)는 좌에서 우로 구동될 때 상권선(7) 내의 전류의 측정을 제공한다.

[0025] 홀-효과 센서(12)는 고정자(6)의 슬롯 개구 내에 위치되고, 센서(12)를 통과하는 자속 밀도의 방향에 의존하여 논리적으로 하이 또는 로우인 디지털 신호(HALL)를 출력한다. 그러므로 HALL 신호는 회전자(5)의 각 포지션(angular position)의 측정을 제공한다.

[0026] 온도 센서(13)는 모터 시스템(1) 내에 위치한 서미스터(TH1)를 포함한다. 서미스터(TH1) 양단의 전압은 온도 신호(TEMP)로서 제어기(14)로 출력된다.

[0027] 제어기(14)는 프로세서(15), 메모리 디바이스(16), 및 복수 개의 주변 장치(17)(예를 들어 비교기, 타이머 등)를 가진 마이크로컨트롤러(15)를 포함한다. 적합한 후보는 마이크로칩 테크놀로지 사의 PIC16F690 마이크로컨트롤러이다. 메모리 디바이스(16)는 프로세서(15)에 의한 실행을 위한 명령, 및 모터 시스템(1)의 동작 도중에 프로세서(15)에 의하여 채용되는 제어 파라미터 및 록업 테이블을 저장한다. 제어기(14)는 모터 시스템(1)의 동작을 담당하고 3 개의 제어 신호: DIR1, DIR2, 및 FWH를 생성한다. 제어 신호는 게이트 드라이버 모듈(10)로 출력되고, 이것은 이에 응답하여 인버터(9)의 스위치(Q1-Q4)의 개폐를 구동한다

[0028] DIR1 및 DIR2는 인버터(9)를 통과하는 그리고 따라서 상 권선(7)을 통과하는 전류의 방향을 제어한다. DIR1이

논리적으로 하이로 풀링되고 DIR2가 논리적으로 로우로 풀링되면, 게이트 드라이버 모듈(10)은 스위치 Q1 및 Q4를 닫고 스위치 Q2 및 Q3을 개방하며, 따라서 전류가 좌서 우로 상 권선(7)을 통하여 구동되도록 야기한다. 반대로, DIR2가 논리적으로 하이로 풀링되고 DIR1이 논리적으로 로우로 풀링되면, 게이트 드라이버 모듈(10)은 스위치 Q2 및 Q3를 닫고 스위치 Q1 및 Q4를 개방하며, 따라서 전류가 우에서 좌로 상 권선(7)을 통하여 구동되도록 야기한다. 그러므로 상 권선(7) 내의 전류는 DIR1 및 DIR2를 반전시킴으로써 정류된다. DIR1 및 DIR2 모두가 논리적으로 로우로 풀링된다면, 게이트 드라이브 모듈(10)은 모든 스위치(Q1-Q4)를 개방한다.

- [0029] FW#은 상 권선(7)을 DC 링크 전압으로부터 차단하고 상 권선(7) 내의 전류가 인버터(9)의 하측 루프 주위로 프리휠링하도록 야기하기 위하여 사용된다. 이에 상응하여, 논리적으로 로우로 풀링되는 FW# 신호에 응답하여, 게이트 드라이버 모듈(10)은 높은-측 스위치(Q1, Q3)가 개방되게 한다. 각각의 전력 스위치(Q1-Q4)는 오직 한 방향으로만 통전한다. 결과적으로, 전류는 하측 스위치(Q2, Q4) 중 하나를 통하여 그리고 다른 하측 스위치(Q2, Q4)의 프리휠링 다이오드를 통하여 프리휠링한다. 전력 스위치(예를 들어 MOSFET)의 특정 타입은 양방향으로 통전할 수 있다. 이에 상응하여, 프리휠링 다이오드를 통하여 프리휠링하는 것이 아니라, 양자의 하측 스위치(Q2, Q4)는 단힘으로써 전류가 양자의 하측 스위치(Q2, Q4)를 통하여 프리휠링하게 할 수도 있으며, 즉 양자의 높은-측 스위치(Q1, Q3)를 개방하는 것에 추가하여, 양자의 하측 스위치(Q2, Q4)는 논리적으로 로우인 FW# 신호에 응답하여 닫힌다.
- [0030] 도 3 은 제어기(14)의 제어 신호에 응답하는 스위치(Q1-Q4)의 허용된 상태들을 요약한다. 이제부터, 용어 '셋(set)' 및 '클리어(clear)'가 어떤 신호가 논리적으로 하이로 그리고 로우로 각각 풀링되었다는 것을 표시하기 위하여 사용될 것이다.
- [0031] 제어기(14)는 전류 제한기(20)로서 구성되는 다수 개의 주변장치(17)를 포함한다. 전류 제한기(20)는 상권선(7) 내의 전류의 레벨을 모니터링하고 상권선(7) 내의 전류가 전류 한계를 초과할 경우에 전류-제한 신호를 토글한다.
- [0032] 도 4 에 도시된 바와 같이, 전류 제한기(20)는 PWM 모듈(21), 평활화 필터(22), 멀티플렉서(23) 및 비교기(24)를 포함한다. PWM 모듈(21), 멀티플렉서(23) 및 비교기(24)는 제어기(14)의 주변장치(17)의 일부를 형성한다. 반면에, 평활화 필터(22)는 제어기(14) 외부에 위치된다.
- [0033] EMF 센서(21)는 제어기(14)에 의하여 출력되는 펄스형 전압 신호(pulsed voltage signal)를 생성한다. 평활화 필터(22)는 펄스형 전압 신호를 평활화하여 정규 전압을 가지는 기준 신호를 생성하고, 이것이 이제 제어기(14)로 입력된다. PWM 모듈(21)은 일정한 주기 및 프로세서(15)에 의하여 설정되는 가변 듀티 사이클을 채용한다. 이에 상응하여, 기준 신호의 전압은 프로세서(15)에 의하여 설정되는 듀티 사이클에 의존한다.
- [0034] 멀티플렉서(23)는 두 개의 전류-감지 신호(I\_SENSE\_1 및 I\_SENSE\_2) 중 하나를 선택하기 위한 두 개의 입력을 가진다. 멀티플렉서(23)에 의한 선택 동작은 상권선(7)을 통과하는 전류의 방향에 응답하여 프로세서(15)에 의하여 제어된다. 결과적으로, DIR1이 세팅되면, 멀티플렉서(23)는 I\_SENSE\_1을 선택하고, DIR2가 세팅되면, 멀티플렉서(23)는 I\_SENSE\_2를 선택한다. 멀티플렉서(23)의 출력은 비교기(24)로 전달된다.
- [0035] 비교기(24)는 전류-감지 신호(I\_SENSE\_1 또는 I\_SENSE\_2)의 전압을 기준 신호의 전압과 비교한다. 전류-감지 신호의 전압이 기준 신호의 전압을 초과하면, 비교기(24)는 논리적으로 로우로 풀링되는 전류-제한 신호를 출력한다. 그렇지 않으면, 비교기(24)는 논리적으로 하이로 풀링되는 전류-제한 신호를 출력한다.
- [0036] 그러므로 전류 제한기(20)는 전류-감지 신호의 전압이 기준 신호의 그것을 초과하면 전류-제한 신호를 토글한다. 전류-감지 신호의 전압이 상권선(7) 내의 전류와 정비례하기 때문에, 전류 제한기(20)는 상권선(7) 내의 전류가 전류 한계를 초과하면 전류-제한 신호를 토글한다. 그러면 전류 한계는 PWM 모듈(21)의 듀티 사이클에 의하여 정의되는데, 이것은 제어기(14)의 프로세서(15)에 의하여 세팅된다.
- [0037] 제어기(14)의 메모리 디바이스(16)는 전류-제한 룩업 테이블을 저장하는데, 이것은 상이한 온도에 대하여 상이한 전류 한계(즉 상이한 듀티 사이클)를 포함한다. 아래에서 설명되는 바와 같이, 제어기(14)는 모터 시스템(1) 내의 온도에 따라 전류 한계를 선택하기 위하여 이러한 테이블을 기동 도중에 사용한다.
- [0038] 정상 실행중인 도중에, 모터 시스템(1)은 공칭 온도 범위 내에서 동작한다. 그러나, 모터 시스템(1)은 공칭 온도 범위의 그것보다 훨씬 아래의 온도에서 기동하도록 요구될 수도 있다. 상대적으로 저온에서, 모터 시스템(1)은 모터(3)를 종래의 방법을 사용하여 기동하려는 시도가 이루어진다면 불규칙하게 거동할 수도 있다. 더욱이, 모터 시스템(1)의 부품(예를 들어 베어링)은 모터(3)가 저온에서 구동된다면 손상될 수도 있다. 그러므로

모터 시스템(1)은 이러한 문제를 다루도록 의도되는 기동 루틴을 채용한다.

- [0039] 제어기(14)에 의하여 채용되는 기동 루틴이 도 5 에 도시된다. 제어기(14)는 우선 TEMP 신호(단계 S30)를 감지함으로써 시작하는데, 이것은 모터 시스템(1) 내의 온도의 측정을 제공한다. 모터 시스템(1)은 하부 임계인 T\_MIN 및 상부 임계인 T\_MAX 사이에서 정의되는 온도 범위 상에서 동작한다. 이에 상응하여, 모터 시스템(1) 내의 온도가 T\_MIN 보다 더 적거나 또는 T\_MAX 보다 더 크다면(단계 S31), 제어기(14)는 모터(3)를 기동시킬 시도를 하지 않는다. 온도가 T\_MIN 보다 더 크지만 예열 임계인 T\_PH 보다 더 적다면(단계 S32), 제어기(14)는 예열 루틴을 실행한다(단계 S33). 그렇지 않으면, 제어기(14)는 순방향 구동 루틴을 실행한다(단계 S34).
- [0040] 순방향 구동 루틴은 도 6 에 도시된다. 제어기(14)는 우선 전류 한계를 상부 임계로 세팅하면서 시작하는데(단계 S35), 즉 제어기(14)는 전류 제한기(20)의 PWM 모듈(21)의 듀티-사이클을, 상권선(7) 내의 전류가 상부 임계를 초과한다면 전류-제한 신호가 토글되도록 세팅한다. 그러면 제어기(14)는 회전자(5)가 파킹된 포지션을 결정하기 위하여 HALL 신호를 감지한다(단계 S36). 이러한 정보를 사용하여, 제어기(14)는 상권선(7)을 회전자(5)를 순방향으로 구동하는 방향으로 여자시킨다(단계 S37). 이러한 설명의 목적을 위하여, 상권선(7)을 HALL 신호가 논리적으로 로우라면 좌에서 우로, 그리고 HALL 신호가 논리적으로 하이라면 우에서 좌로 여자시키는 것에 응답하여 회전자(5)가 순방향으로 구동된다고 가정될 것이다. 그러면 회전자(5)는 상권선(7)을 HALL 신호가 논리적으로 로우라면 우에서 좌로 그리고 HALL 신호가 논리적으로 하이라면 좌에서 우로 여자시키는 것에 응답하여 역방향으로 구동된다.
- [0041] 회전자(5) 및 고정자(6)사이의 에어 갭은 비대칭이다. 결과적으로, 회전자(5)는 회전자 풀이 고정자 풀에 상대적으로 다소(예를 들어, 5 기계 도(mechanical degree)만큼) 오정렬되는 포지션에 파킹한다. 그러면 이것은 상권선(7)이 회전자(5)를 순방향으로 구동하도록 의도되면, 회전자(5)가 올바른 방향에서 회전한다는 것을 보장한다.
- [0042] 제어기(14)는 선결정된 시간 기간 동안 회전을 순방향으로 구동한다(단계 S37). 순방향 구동 기간이라고 지칭될 이러한 기간 도중에, 회전자(5)가 기대된 바와 같이 순방향으로 회전하고 있다면 예지가 HALL 신호에서 발생할 것이다(단계 S38). HALL 예지에 응답하여, 제어기(14)는 DIR1 및 DIR2를 반전시킴으로써 상권선(7)을 정류한다(단계 S39). 상권선(7)을 정류하면, 제어기(14)는 기동 루틴을 종료하고 회전자(5)를 종래의 방법으로 가속하기 위한 루틴을 실행한다. 만일 순방향 구동 기간 도중에 HALL 예지가 검출되지 않으면, 제어기(14)는 오류가 발생되었다고 가정하고 DIR1 및 DIR2 모두를 클리어함으로써 모터를 턴오프한다(단계 S40).
- [0043] 회전자(5)를 순방향으로 구동할 때(단계 S37), 상권선(7)을 통과하는 전류의 크기는 여자도중에 상승한다. 상전류가 전류 한계를 초과하면, 전류 제한기(20)는 전류-제한 신호를 토글한다. 전류-제한 신호 내의 변화에 응답하여, 제어기(14)는 FW#을 클리어함으로써 상 권선(7)을 프리휠링한다. 제어기(14)는 프리휠링 기간 동안 상 권선(7)을 프리휠링하는데, 이 기간 동안에 상 권선(7) 내의 전류는 전류 한계 아래의 레벨로 감쇄한다. 프리휠링 기간의 끝에서, 제어기(14)는 상 권선(7)을 다시 여자시킨다. 그러므로 제어기(14)는 순방향 구동 기간 도중에 상 권선(7)을 순차적으로 여자시키고 프리휠링한다. 정류의 시점에서(즉 HALL 예지가 순방향 구동 기간 동안 검출될 때), 상권선(7)은 프리휠링하고 있을 수도 있다. 이에 상응하여, DIR1 및 DIR2를 반전하는 것에 추가하여, 제어기(14)는 인버터(9)가 구동 상태로 복귀하는 것을 보장하기 위하여 FW#을 세팅한다.
- [0044] 예열 루틴이 도 7 에 도시된다. 제어기(14)는 전류 한계를 선택하기 위하여 TEMP 신호로부터 획득된 온도를 사용하여 전류-제한 룩업 테이블에 인덱싱함으로써 시작한다(단계 S41). 그러면 제어기(14)는 회전자(5)가 파킹된 포지션을 결정하기 위하여 HALL 신호를 감지한다(단계 S42). 그러면, 제어기(14)는 상권선(7)을 회전자(5)를 역방향으로 구동하는 방향으로 여자시킨다(단계 S43).
- [0045] 위에서 언급된 바와 같이, 회전자(5)는 회전자 풀이 고정자 풀에 상대적으로 다소 오정렬되는 포지션에 파킹한다. 결과적으로, 회전자(5)를 역방향으로 구동하는 것에 응답하여(단계 S43), 회전자(5)는 완전히 정렬된 포지션에서 정지하기 이전에 작은 각도(예를 들어 5 기계적 도)만큼 역방향으로 회전한다.
- [0046] 제어기(14)는 회전자(5)를 선결정된 시간 기간 동안에 역방향으로 구동하고(단계 S43), 이것은 이제부터 역방향 구동 기간이라고 지칭될 것이다. 이러한 기간 동안에, 회전자(5)는 완전히 정렬된 포지션에서 로킹된다. 상권선(7)을 여자시키는 것에 응답하여, 상권선(7) 내의 전류가 상승한다. 상전류가 전류 한계를 초과하면, 전류 제한기(20)는 전류-제한 신호를 토글한다. 전류-제한 신호 내의 변화에 응답하여, 제어기(14)는 상권선(7)을 비여자시킨다. 비여자는 상권선(7)을 프리휠링하는 것을 수반할 수도 있다. 그러나, 아래에서 설명되는 이유들 때문에, 비여자 동작은 대신에 DIR1 및 DIR2를 클리어함으로써 인버터(9)의 모든 스위치(Q1-Q4)를 개방시키

는 것을 수반한다. 제어기(14)는 비여자 기간 동안 상권선(7)을 비여자시키는데, 이 기간 동안에 상 권선(7) 내의 전류는 전류 한계 아래의 레벨로 감쇄한다. 비여자 기간의 끝에서, 제어기(14)는 상 권선(7)을 다시 여자시킨다. 결과적으로, 제어기(14)는 역방향 구동 기간 도중에 상권선(7)을 순차적으로 여자시키고 비여자시킨다.

[0047] 역방향 구동 기간의 끝에서, 제어기(14)는 고정된 양만큼 전류 한계를 증가시킨다(단계 S44). 그러면 제어기(14)는 전류 한계를 상부 임계, 즉 순방향 구동 루틴을 실행할 때 제어기(14)에 의하여 사용되는 값에 대하여 비교한다(단계 S45). 만일 전류 한계가 상부 임계에 대응한다면, 제어기(14)는 DIR 및 DIR2를 클리어함으로써 회전자(5)를 구동하는 것을 중지한다(단계 S46). 에어 갭 내의 비대칭에 기인하여, 회전자(5)는 이제 순방향을 작은 각도(예를 들어 5 기계적 도)를 통해 회전하고, 원래의 파킹된 위치선에서 있게 된다. 그러면 제어기(14)는 예열 루틴을 종료하고 순방향 구동 루틴을 실행한다(단계 S34). 전류 한계가 상부 임계보다 더 적으면, 제어기(14)는 역방향 구동 기간 동안에 회전자를 역방향으로 구동하는 단계를 반복한다(단계 S43). 그러므로 회전자(5)는 계속하여 정렬된 위치선에서 로킹된다. 그러나, 이번에는 전류 한계가 더 크다. 역방향 구동 기간의 끝에서, 제어기(14)는 전류 한계를 다시 증가시키고(단계 S44) 이것을 상부 임계에 대하여 비교한다(단계 S45). 그러므로 제어기(14)는 상부 임계에 도달될 때까지 주기적으로 전류 한계를 증가시키는데, 이 지점에서 제어기(14)는 예열 루틴을 종료하고 순방향 구동 루틴을 실행한다(단계 S34).

[0048] 상권선(7)을 순차적으로 여자시키고 비여자시킴으로써, 상권선(7)과 연관된 전력 손실(동손), 고정자(6)와 연관된 손실(철손) 및 전력 스위치(Q1-Q4)와 연관된 손실(통전 및 스위칭 손실)이 모터 시스템(1)을 가열하는 작용을 한다. 각각의 역방향 구동 기간 전체에서, 회전자(5)는 정렬된 위치선에서 로킹된다. 결과적으로, 정렬된 위치선으로의 초기 이동의 예외와 함께, 회전자(5)는 모터 시스템(1)의 가열 도중에 회전하지 않는다. 결과적으로, 회전자(5)가 회전한다면 발생할 수도 있는 모터(3)의 부품(예를 들어, 베어링)에 대한 잠재적 손상이 회피될 수도 있다.

[0049] 제어기(14)는 회전자(5)를 하나 이상의 역방향 구동 기간 동안에 역방향으로 구동한다. 역방향 구동 기간의 개수는 모터 시스템(1) 내의 초기 온도에 의존한다. 특히, 더 낮은 온도에 대하여 더 큰 역방향 구동 기간의 개수가 채용된다. 그러면 이것은 상권선(7)이 모터 시스템(1)의 온도를 모터(3)가 안전하게 기동될 수도 있는 레벨로 상승시키기에 충분한 총 시간 기간 동안에 여자되고 비여자된다는 것을 보장한다.

[0050] 예열 루틴의 시작 시에, 제어기(14)는 모터 시스템(1) 내의 초기 온도에 의존하는 전류 한계를 선택한다. 좀더 구체적으로는, 더 낮은 온도에 대하여 더 낮은 전류 한계가 선택된다. 모터 시스템(1) 내의 초기 온도에 의존하는 전류 한계를 선택함으로써, 모터 시스템(1)으로의 열충격이 회피될 수도 있다. 예를 들어, 더 낮은 온도에서 더 낮은 전류 한계를 채용함으로써, 여자 및 비여자 도중에 발생하는 전력 손실은 더 작아진다. 결과적으로, 다양한 열원(예를 들어 상권선(7), 고정자(6) 및 전력 스위치(Q1-Q4))의 온도는 더 낮아지고, 따라서 모터 시스템(1) 내의 온도 구배가 더 작아진다. 결과적으로, 열충격이 회피될 수도 있다.

[0051] 예열 루틴의 실행 도중에, 제어기(14)는 상부 임계에 도달될 때까지 전류 한계를 주기적으로 증가시킨다. 전류 한계를 증가시킴으로써, 여자 및 비여자와 연관된 전력 손실이 증가된다. 결과적으로, 다양한 열원의 온도는 증가되고 따라서 가열의 더 빠른 속도가 획득될 수도 있다. 전류 한계는 주기적으로 다양한 열원의 온도에서의 증가가 모터 시스템(1)의 온도에서의 증가를 크게 초과하지 않는 것을 보장하는 양만큼 증가된다. 결과적으로, 열충격은 계속하여 회피된다.

[0052] 전력 스위치(Q1-Q4)의 전기 저항 때문에, 각각의 전력 스위치(Q1-Q4)는 전류를 통전시킬 때 열을 소산시킨다(dissipate). 상권선(7)의 여자 동안에, 전력 스위치의 제 1 쌍(예를 들어 Q1 및 Q4)은 단한다. 그러면 전류는 이러한 두 개의 스위치의 각각을 통과하여 흐르고, 이것이 다시 예를 들어 각각의 스위치에 부착된 히트 싱크를 통해 열을 소산시킨다. 상 권선(7) 내의 전류가 전류 한계를 초과하는 경우, 제어기(14)는 상권선(7)을 비여자시킨다. 위에서 언급된 바와 같이, 비여자는 상권선(7)을 프리휠링하는 것을 포함할 수도 있다. 그러나, 이제 설명될 바와 같이, 인버터(9)의 모든 스위치(Q1-Q4)를 비여자 동안에 개방하는 데에는 장점들이 존재한다. 만일 제어기(14)가 상권선(7)을 프리휠링한다면, 제어기(14)는 상측 스위치(예를 들어 Q1)를 개방시킬 것이다. 그러면 전류는 인버터(9)의 하측 루프를 따라 흐를 것이고, 즉 전류는 이미 단힌 하측 스위치(예를 들어 Q4)를 통과하여 아래로 흐르고 다른 하측 스위치(예를 들어 Q2)의 다이오드를 통과하여 위로 흐를 것이다. 결과적으로, 다른 전력 스위치(예를 들어 Q2)가 비여자 도중에 전류를 통전시킨다. 그러면 이것은 추가적 열원을 생성하는 장점을 가진다. 그러나, 인버터(9)의 모든 전력 스위치(Q1-Q4)가 비여자 동안에 개방되면, 상권선(7) 내의 전류는 전력 스위치의 다른 쌍의 다이오드(예를 들어 Q2 및 Q3)를 통과하여 강제로 위로

끌어올려진다. 결과적으로, 추가적 두 개의 전력 스위치가 비여자 동안에 전류를 통전시키며, 이를 통하여 두 개의 추가적 열원을 생성한다. 그러므로 모터 시스템(1)의 가열이 더 양호하게 평형을 이룬다. 특히, 열원의 제 1 쌍(예를 들어 전력 스위치 Q1 및 Q4)이 여자 동안에 생성되고, 열원의 제 2의 상이한 쌍(예를 들어 전력 스위치 Q2 및 Q3)이 비여자 동안에 생성된다. 더 밸런싱된 가열에 추가하여, 모터 시스템(1)은 열충격을 받드시 증가시키거나 잠재적으로 전력 스위치에 손상을 가하지 않으면서 더 신속하게 가열될 수도 있다.

[0053] 위에서 설명된 실시예에서, 제어기(14)는 각각의 역방향 구동의 끝에서 고정된 양만큼 전류 한계를 증가시킨다(단계 S44). 그러면 제어기(14)는 상부 임계가 그 전류 한계에 대하여 도달된 바 있으면 예열 루틴을 종료한다(단계 S45). 대안적으로는, 전류 한계를 고정된 양만큼 증가시키는 것 보다는, 제어기(14)는 각각의 역방향 구동의 끝에서 TEMP 신호를 감지하고, 이제 감지된 온도를 사용하여 새로운 전류 한계를 전류-제한 룩업 테이블로부터 선택할 수도 있다. 그러면 제어기(14)는 전류 한계가 상부 임계에 대응하면 또는 모터 시스템(1) 내의 온도가 임계를 초과한다면 예열 루틴을 종료할 수도 있다. 이러한 대안적 기법으로써, 전류 한계가 모터 시스템(1) 내의 온도에서의 변화에 직접적으로 응답하여 조절된다. 이에 상응하여, 모터 시스템(1) 내의 온도가 기대된 것보다 더 빠른 또는 더 느린 속도로 상승하고 있으면, 제어기(14)는 적합한 전류 한계를 선택함으로써 보상할 수 있다. 그러나, 이러한 기법에 있는 가능한 곤란성은, 온도 센서(13)에 의하여 감지된 온도가 가열이 시작되면 모터 시스템(1)의 부품의 온도를 정확하게 반영하지 않을 수도 있다는 것이다. 예를 들어, 전력 스위치(Q1-Q4)는 온도 센서(13)에 매우 근접하게 위치될 수도 있다. 그러므로 전력 스위치(Q1-Q4)에 의하여 소산되는 열은 우선적으로 온도 센서(13)에 의하여 느껴질 가능성이 있다. 반면에, 모터 시스템(1)의 다른 부품들은 전력 스위치(Q1-Q4)로부터 더 멀리 떨어져서 위치될 수도 있다. 결과적으로, 온도 센서(13)는 모터 시스템(1)의 다른 부품들이 온도 변화를 거의 경험하지 않거나 아예 경험하지 않았다면 온도에서의 상당한 변화를 나타낼 수도 있다. 원래의 기법은 이러한 잠재적 문제점을 모터 시스템(1) 내부의 온도와 무관하게 전류 한계를 시간이 지남에 따라서 점진적으로 증가시킴으로써 극복한다.

[0054]

[0055] 위에서 설명된 실시예에서, 각각의 역방향 구동 기간의 길이는 동일하다. 결과적으로, 전류 한계에서의 각각의 증분 사이의 기간은 동일하다. 그러면 이것은 제어기(14)에 의하여 실행되는 명령들을 단순화하는 장점을 가진다. 그러나, 더 낮은 온도에서 더 긴 기간 동안 가열하는 것이 바람직할 수도 있다. 예를 들어, 이것이 열충격을 더 완화시킬 수도 있다. 이것이 획득될 수도 있는 한 가지 방법은 상이한 온도에 대하여 상이한 전류 한계 및 상이한 역방향 구동 기간을 포함하는 룩업 테이블을 채용하는 것일 것이다. 그러면 제어기(14)는 예열 루틴의 시작 시에 그리고 역방향 구동 기간의 종료 시에 TEMP 신호를 사용하여 전류 한계 및 역방향 구동 기간을 선택하기 위하여 전류-제한 룩업 테이블을 인덱싱할 수도 있다.

[0056]

각각의 역방향 구동 기간 동안에, 제어기(14)는 상권선(7)을 순차적으로 여자시키고 비여자시킨다. 그러면 결과적인 전력 손실이 모터 시스템(1)을 가열하는 역할을 한다. 다양한 열원(예를 들어 고정자(6), 상권선(7) 및 전력 스위치(Q1-Q4))으로의 양호한 열적 경로를 가지는 모터 시스템(1)의 부품이 상대적으로 신속하게 따뜻해질 것이다. 이에 반해, 열악한 열적 경로를 가지는 컴포넌트는 상대적으로 느리게 따뜻해질 것이다. 결과적으로, 예열 루틴의 종료시에, 컴포넌트의 몇몇이 안전한 동작 온도에 도달했을 수가 없는 것이 가능하다. 대안적으로는, 양호한 열적 경로를 가지는 그러한 컴포넌트들은 열악한 열적 경로를 가지는 컴포넌트가 안전한 동작 온도에 도달하도록 더 긴 기간 동안 더 높은 온도에서 홀딩되어야 한다. 위에서 설명된 실시예에서, 각각의 역방향 구동 기간은 다른 역방향 구동 기간(예열 루틴으로서) 또는 순방향 구동 기간(순방향 구동 루틴의 일부로서) 중 하나에 의하여 즉시 후속된다. 대안적인 실시예에서, 각각의 역방향 구동 기간은 드웰 기간(dwell period)에 의하여 후속될 수도 있는데, 이 시간 동안에 제어기(14)는 DIR 및 DIR2를 클리어함으로써 회전자(5)를 구동하는 것을 중지한다. 결과적으로, 각각의 역방향 구동 기간 동안에 발생된 열은 모터 시스템(1)을 통해서 전파할 것이고 따라서 열악한 열적 경로를 가지는 그러한 컴포넌트를 가열할 더 긴 시간 기간을 가진다. 드웰 기간의 종료 시에, 제어기(14)는 위에서 설명된 바와 동일한 방식으로 진행하며, 즉 제어기(14)는 전류 한계를 증가시키고(S44) 전류 한계를 상부 임계에 대하여 비교한다(S45). 제어기(14)는 각각의 역방향 구동 기간의 종료 시에 고정된 드웰 기간을 채용할 수도 있다. 대안적으로는, 제어기(14)는 모터 시스템(1) 내의 온도에 의존하는 드웰 기간을 채용할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(14)는 더 낮은 온도에서 더 긴 드웰 기간을 채용할 수도 있다.

[0057]

예열 루틴을 실행할 때, 제어기(14)는 상권선(7)을 회전자를 역방향으로 구동시키는 방향에서 여자시킨다(단계 S43). 그러면 이것은 완전히 정렬된 포지션에 놓이게 되기 이전에 회전자(5)가 상대적으로 작은 각도(예를 들어 5 기계적 도)를 통해 회전한다는 이점을 가진다. 생각할 수 있는 바로는, 제어기(14)는 대안적으로는 상권

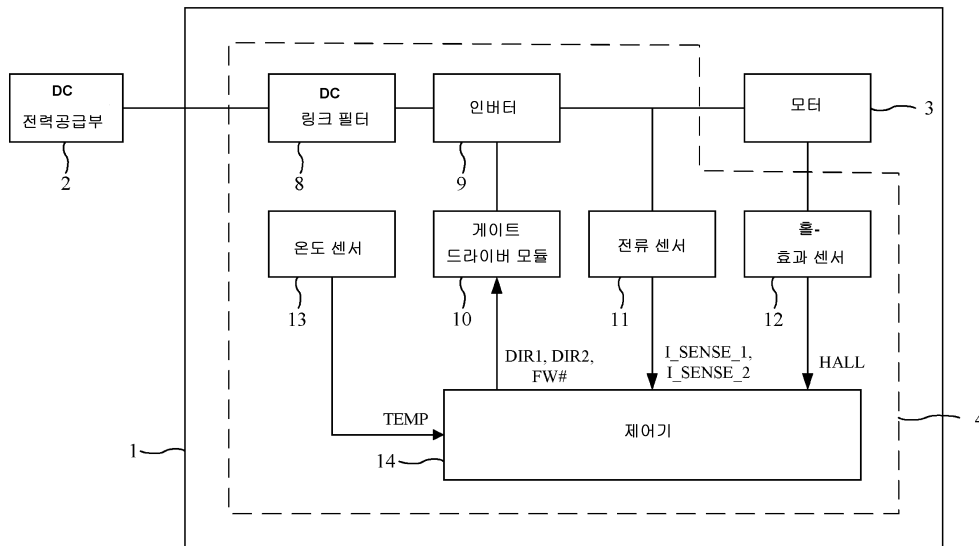
선(7)을 회전자(5)를 순방향으로 구동하는 방향에서 상권선을 여자시킬 수도 있다. 그러면 회전자(5)는 완전히 정렬된 포지션에 놓이게 되기 이전에 더 큰 각도(예를 들어 85 기계적 도)를 통해 회전할 것이다. 그럼에도 불구하고, 회전자(5)의 이동은 계속하여 상대적으로 작다. 특히, 회전자(5)는 한 바퀴 전체를 회전하는 것이 방해된다. 이에 상응하여, 회전자(5)가 어느 속도로 자유롭게 회전한다면 발생했을 수도 있는 모터 시스템(1)의 부품에 대한 잠재적 손상이 회피될 수도 있다.

[0058] 위에서 설명된 실시예의 각각에서, 예열 루틴은 상권선(7)을 회전자(5)를 정렬된 포지션에서 로킹하기에 충분한 시간 기간 동안에 여자시키고 비여자시키는 것을 포함한다. 그러면 이것은 회전자(5)가 회전한다면 발생했을 수도 있는 모터 시스템(1)의 부품으로의 손상을 방지한다. 그러나, 모터 시스템(1)의 디자인, 및 모터 시스템(1)이 기동되도록 요구되는 온도에 의존하여, 회전자(5)를 정렬된 포지션에서 로킹할 필요가 없을 수도 있다. 대신, 모터(3)는 종래의 방법에서 순방향으로 기동되고 구동될 수도 있다. 그럼에도 불구하고, 컴포넌트로의 손상은 모터(3)가 더 낮은 온도에서 상대적으로 높은 속도로 구동된다면 여전히 발생할 수도 있다. 이에 상응하여, 어떤 사람은 모터(3)를 더 낮은 온도에서 더 느린 속도로 구동하기를 원할 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로는, 열충격은 여전히 문제점일 수도 있다. 이에 상응하여, 제어기(14)는 모터 시스템(1) 내의 온도에 의존하는 전류 한계를 계속하여 채용할 수도 있다. 특히, 더 낮은 전류 한계가 더 낮은 온도에 대하여 사용될 수도 있다. 더 낮은 전류 한계를 채용함으로써, 모터(3)로 구동되는 입력 전력이 감소되고, 따라서, 주어진 부하에 대하여, 모터(3)의 속도가 감소될 수도 있다. 결과적으로, 모터(3)가 고속으로 구동된다면 발생했을 수도 있는 모터 시스템(1)의 부품으로의 손상이 회피될 수도 있다. 추가적으로, 더 낮은 전류 한계를 채용함으로써, 전력 손실이 감소되고, 따라서 다양한 열원의 온도가 감소된다. 결과적으로, 열충격이 회피될 수도 있다. 모터 시스템(1)의 온도가 증가함에 따라, 제어기(14)는 예를 들어 주기적으로 고정된 양만큼 또는 모터 시스템(1)의 온도에서의 변화에 응답하여 전류 한계를 증가시킬 수도 있다.

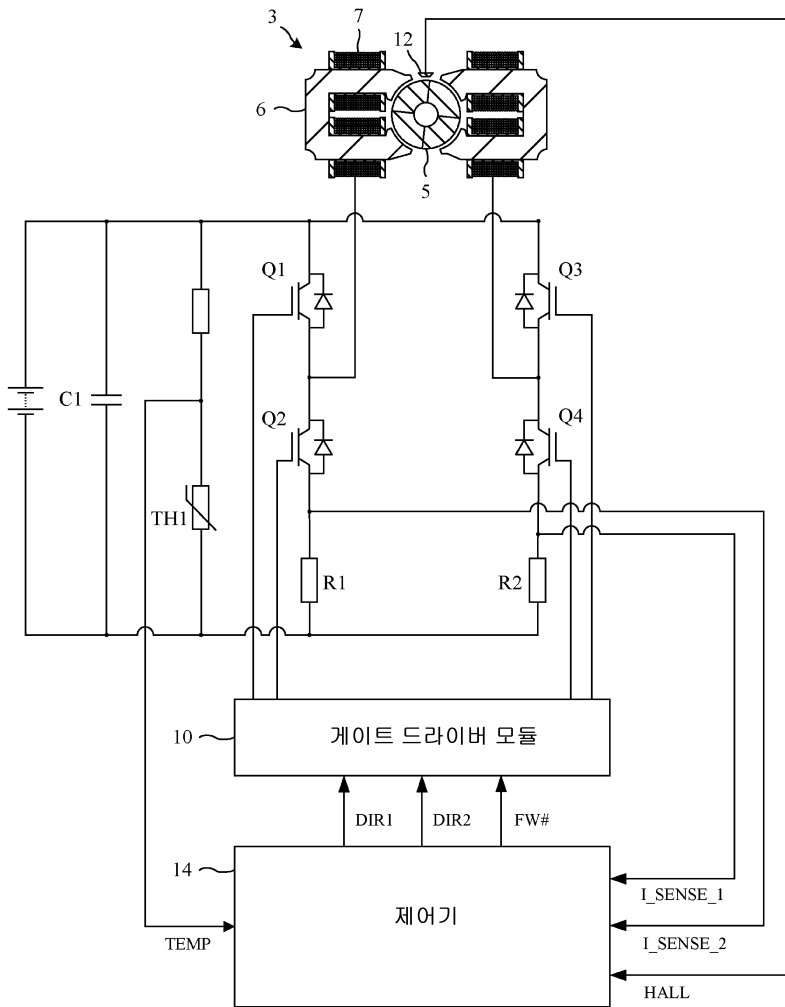
[0059] 따라서 지금까지 단일-위상의 영구자석 무브러시 모터(3)를 예약하는 데 대한 참조가 이루어져 왔다. 그러나, 위에서 설명된 예열 루틴은 다상 모터 및 스위칭된 릴럭턴스 모터를 포함하지만 이들로 한정되는 것은 아닌, 무브러시 모터의 다른 타입을 예약하기 위해서도 동일하게 사용될 수도 있다.

**도면**

**도면1**



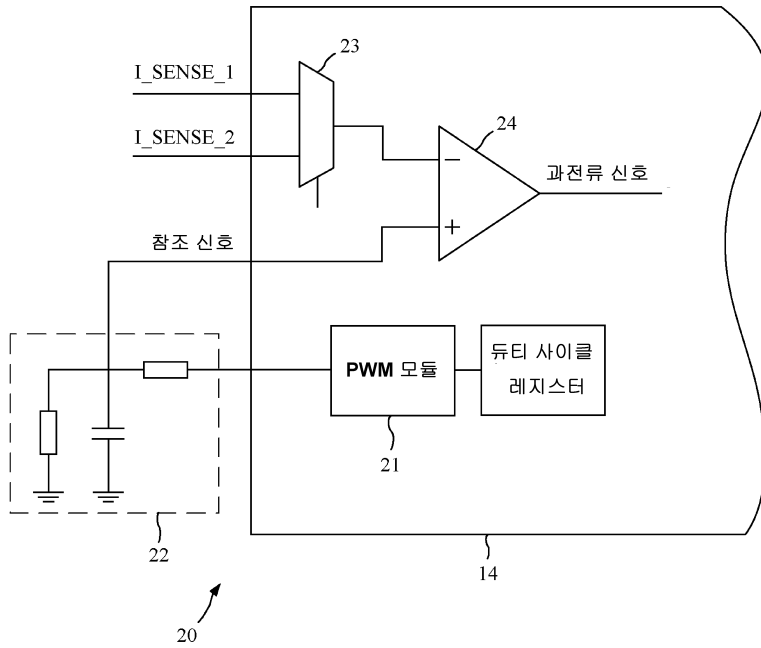
도면2



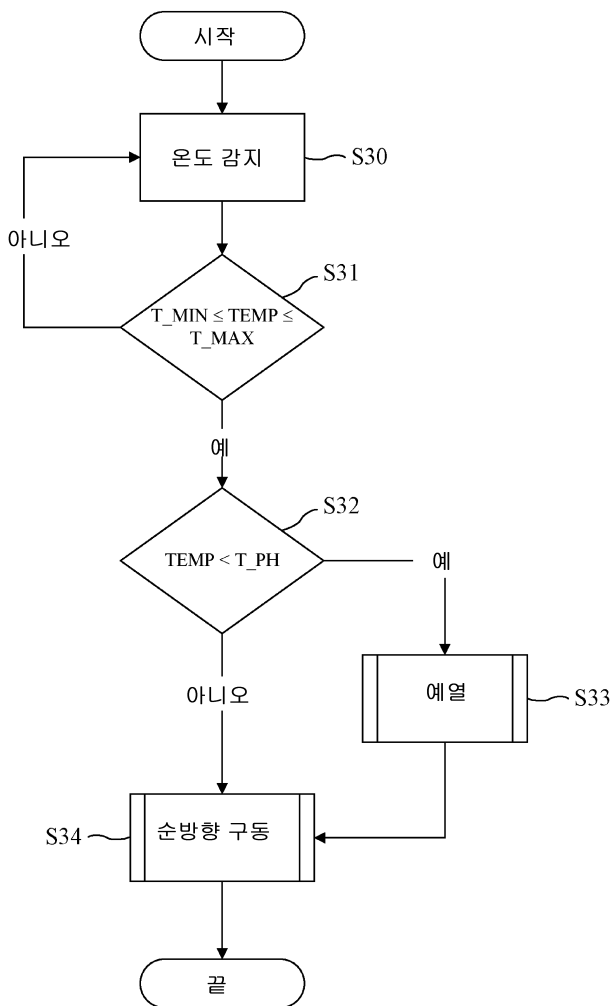
도면3

제어 신호			전력 스위치				인버터 상태
DIR1	DIR2	FW#	Q1	Q2	Q3	Q4	
0	0	X	0	0	0	0	Off
1	0	1	1	0	0	1	좌에서 우로 구동
0	1	1	0	1	1	0	우에서 좌로 구동
1	0	0	0	0	0	1	좌에서 우로 프리휠링
0	1	0	0	0	1	0	우에서 좌로 프리휠링
1	1	X	-	-	-	-	부적절

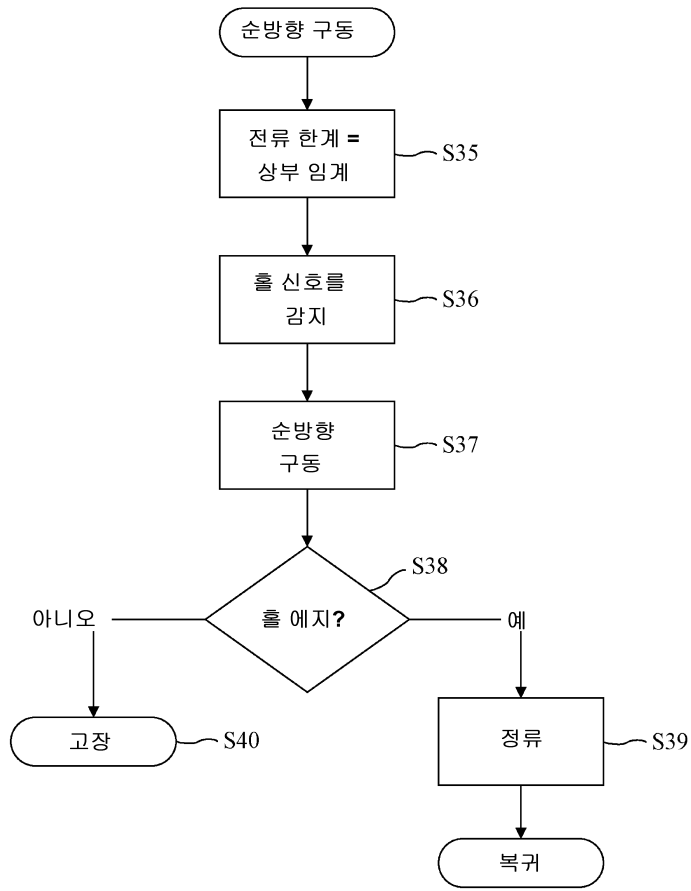
도면4



도면5



도면6



도면7

