

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁸ B60J 1/17 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년01월20일 10-0543401 2006년01월09일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-7013033	(65) 공개번호	10-2003-0088057
(22) 출원일자	2003년10월02일	(43) 공개일자	2003년11월15일
번역문 제출일자	2003년10월02일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2002/003306	(87) 국제공개번호	WO 2002/082613
국제출원일자	2002년04월02일	국제공개일자	2002년10월17일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00103860 2001년04월02일 일본(JP)

(73) 특허권자 야자키 소교 가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 미타 1쵸메 4반 28고

(72) 발명자 오시마순조
 일본431-0431시즈오카켄고사이시와시즈2464-48야자키부헝가부시키키
 가이사내

(74) 대리인 정진상
 박종혁

심사관 : 유보영

(54) 이동체용 끼임방지장치

요약

모터전류(ID)를 통하여 끼임으로 인한 이상전류가 검출될 때, 모터전류(ID)는 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작이 반복되는 동작을 행하여, 모터전류(ID)의 증가가 제한된다. 이때, 끼임의 판정은 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작에 기초하여 행해진다. 끼임이 판정되면, 모터전류(ID)는 정지되고 모터는 역회전된다.

대표도

- 도 3은 제 1 실시예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 4(a) 내지 도 4(c)는 제 1 실시예에 따른 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 ON/OFF 동작을 설명하기 위한 그래프,
- 도 5는 제 1 실시예에 따른 끼임방지장치의 전류제한회로(7)의 반도체 스위칭소자(T1)의 부하선과 정적 특성 곡선,
- 도 6은 제 1 실시예에 따른 파워 윈도우 끼임방지장치의 전류제한회로(7)의 반도체 스위칭소자(T1)의 등가회로도,
- 도 7은 제 2 실시예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 8은 제 3 실시예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 9는 제 4 실시예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 10은 제 4 실시예의 제 1 변형예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 11은 제 4 실시예의 제 2 변형예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 12는 제 5 실시예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 13은 제 6 실시예에 따른 끼임방지장치의 회로도,
- 도 14(a) 내지 도 17(b)는 동작검증예 1에 따른 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 추수동작을 도시하는 신호파형도,
- 도 18(a) 및 도 18(b)는 동작검증예 2에 따른 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 추수동작을 도시하는 신호파형도,
- 도 19(a) 및 도 19(b)는 동작검증예 3에 따른 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 추수동작을 도시하는 신호파형도,
- 도 20(a) 내지 도 29(b)는 동작검증예 4에 따른 끼임방지장치의 전류제한회로(7)의 ON/OFF 동작을 도시하는 신호파형도,
- 도 30(a) 및 도 30(b)는 동작검증예 5에 따른 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 추수동작을 도시하는 신호파형도,
- 도 31 내지 도 34(b)는 동작검증예 6에 따른 끼임방지장치의 전류제한회로(7)의 ON/OFF 동작을 도시하는 신호파형도,
- 도 35는 동작검증예 7에 따른 끼임방지장치의 파워 윈도우 상승의 시작 직후에 끼임이 발생한 경우의 신호파형도.

실시예

본원발명의 다양한 실시예가 첨부 도면을 참조하여 설명된다. 도면을 통하여 동일 또는 유사 부분 및 소자에는 동일 또는 유사한 참조부호를 붙이고, 동일 또는 유사 부분 및 소자의 설명은 생략하거나 간략화한다.

(제 1 실시예)

(끼임방지장치의 개요)

도 1에 도시된 바와 같이, 제 1 실시예에 따른 파워 윈도우 끼임방지장치는 끼임으로 인한 이상전류를 검출하는 이상전류 검출회로(2), 정회전/역회전회로를 구비한 파워 윈도우 모터(5), 끼임을 판정하는 끼임판정회로(6), 및 모터전류(ID)를 제한하는 모터전류제한회로(7)를 갖는다. 정회전/역회전회로를 구비한 파워 윈도우 모터(5)는 모터(M)를 포함한 정회전/역회전회로(5)이어도 좋다. 전류검출회로(2), 정회전/역회전회로(5), 및 전류제한회로(7)의 3개의 회로는 모터전류(ID)가 흐르는 전선(1)과 직렬로 접속되어 전원공급장치(배터리; VB)에 접속되어 있다. 이상전류검출회로(2)는 전류추수(追隨)회로(3) 및 기동회로(4)를 갖는다. 이상전류검출회로(2)는 모터전류제한회로(7)에 이상전류검출신호(9)를 출력한다. 모터전류제한회로(7)는 기준전압회로(8)를 갖는다. 모터전류제한회로(7)는 끼임판정회로(6)에 ON/OFF 동작신호(10)를 출력한다.

다. 끼임판정회로(6)는 파워 윈도우 모터(5)에 윈도우-다운 신호를 출력한다. 파워 윈도우 모터(5)는 윈도우-업 신호 및 윈도우-다운 신호를 입력한다. 윈도우-업 신호 및 윈도우-다운 신호에 기초하여, 파워 윈도우 모터(5)는 파워 윈도우 모터(5)의 업 스위치 및 다운 스위치를 스위칭한다.

도 2(a) 및 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 전류검출회로(2)는 전원공급장치(VB)의 플러스 단자에 접속될 수 있다. 또는, 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 전류검출회로(2)는 전원공급장치(VB)의 마이너스 단자와 등가인 접지 단자에 접속될 수 있다. 정회전/역회전회로(5) 및 전류제한회로(7)에 있어서 모터전류(ID)의 흐름 순서는 문제되지 않는다. 구체적으로, 모터전류(ID)의 흐름 순서는, 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 전류검출회로(2)로부터 전류제한회로(7)로, 전류제한회로(7)로부터 정회전/역회전회로(5)로의 순서일 수 있다. 모터전류(ID)의 흐름 순서는, 도 1에서와 같은 순서, 즉, 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 전류검출회로(2)로부터 정회전/역회전회로(5)로, 정회전/역회전회로(5)로부터 전류제한회로(7)로의 순서일 수 있다. 모터전류(ID)의 흐름 순서는, 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 정회전/역회전회로(5)로부터 전류제한회로(7)로, 전류제한회로(7)로부터 전류검출회로(2)로의 순서일 수 있다.

(이상전류검출회로(2)의 개요)

이상전류검출회로(2)는 끼임으로 인한 모터전류(ID)에서의 이상전류를 검출한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 전류검출회로(2)는 검출결과인 이상전류검출신호(9)를 신호선(9)을 통하여 전류제한회로(7)에 출력한다. 전류검출회로(2)는 멀티저항(R1 및 R20) 또는 멀티소스 전계효과 트랜지스터(FET)를 갖는다. 전류검출회로(2)는, 도 9에 도시된 바와 같이, 전류추수회로(3) 및 기동회로(4)를 포함한다. 또한, 신호선(9)에 전송된 이상전류검출신호(9)는 편의상 신호선(9)의 참조부호(9)와 동일한 부호(9)로 나타낸다. 다른 신호도 마찬가지로 취급된다.

도 3에 도시된 바와 같이, 멀티저항(R1 및 R20)은 션트저항(R1) 및 기준저항(R20)으로 이루어져 있다. 멀티저항의 전류감지비(n; Current Sensing Ratio)는 션트저항(R1)의 저항값에 대한 기준저항(R20)의 저항값의 비이다. 전류감지비(n)는 1보다 큰 값으로, 바람직하게는 100이상의 값으로 설정된다. 도 3에 있어서, 전류감지비(n)는 1618로 설정되어 있다. 모터전류(ID)는 션트저항(R1)에 흐른다. 기준전류(Iref)는 $ID=n \cdot Iref$ 의 조건을 만족하는 기준전류(Iref)가 기준저항(R20)에 흐르도록 제어된다.

션트저항(R1)이 모터(5)의 하이 사이드(모터(5)에 대하여 전원측)에 접속되는 경우에, 션트저항(R1)의 모터(M)측 전위(VSA) 및 기준저항(R20)의 접지측 전위(VSB)가 $ID=n \cdot Iref$ 의 조건을 만족하기 위해 $VSA=VSB$ 의 조건을 만족하여야 한다. 모터(M)가 정상회전할 때, 모터전류(ID)가 유리창을 이동시키는 구동력의 변동으로 인하여 변화하면, 션트저항(R1)의 전위와 같은 VSA도 변화하지만, 기준전류(Iref)는 $VSA=VSB$ 의 조건을 유지하도록 제어된다.

다음으로, 끼임으로 인하여 발생된 이상전류를 검출하는 방법이 설명된다. 기준전류(Iref)는 추수속도가 다른 2개의 전류성분으로 나뉜다. 기준전류(Iref)는 느린 추수속도를 갖는 저속추수전류(Iref-s)와 빠른 추수속도를 갖는 고속추수전류(Iref-f)로 나뉜다. 저속추수전류(Iref-s)는 모터(5)가 정상회전할 때는 저속추수전류(Iref-s)가 모터전류(ID)에서의 변화를 추수할 수 있지만 끼임이 발생할 때는 모터전류(ID)에서의 급격한 변화를 추수할 수 없도록 설정되어 있다. 반면에, 고속추수전류(Iref-f)는 고속추수전류(Iref-f)가 끼임이 발생할 때의 전류변화를 추수할 수 있을 뿐만 아니라 모터전류(ID)에 포함된 맥동전류성분도 추수할 수 있도록 설정되어 있다. 고속추수전류(Iref-f)의 추수성이 좋으면 좋을수록, 저속추수전류(Iref-s)는 더 일정해진다. 그러한 조건을 만족하기 위해서, 고속추수전류(Iref-f)의 추수속도는 저속추수전류(Iref-s)의 추수속도의 800배 내지 1000배로 설정된다.

고속추수전류(Iref-f)는 반도체 스위칭소자(T1)의 ON/OFF 동작시를 제외하고는 모터전류(ID)의 변화를 정확히 반영한다. 기준저항(R20)의 저항값보다 큰 저항값을 갖는 저항(R24)에 고속추수전류(Iref-f)가 흐르게 함으로써, 모터전류(ID)의 변화는 전압의 변화로 변환된다. 전압으로의 이러한 변환을 통하여, 션트저항(R1)에 의해 모터전류(ID)의 변화를 전압으로 변환함으로써 증폭된 미세한 변동이 검출될 수 있다.

끼임이 발생할 때, 고속추수전류(Iref-f)는 모터전류(ID)를 추수하면서 증가하지만, 저속추수전류(Iref-s)는 거의 변화하지 않는다. 결과적으로, 고속추수전류(Iref-f)의 평균값과 저속추수전류(Iref-s)의 사이에 차이가 발생하고, Iref-f의 평균값은 Iref-s보다 더 크다. 고속추수전류(Iref-f)의 평균값과 저속추수전류(Iref-s) 사이의 차이가 초기설정값을 초과할 때, 이상전류검출신호(9)가 발생된다. 반도체 스위칭소자(FET 또는 바이폴라 트랜지스터; T1)는 OFF된다.

(모터전류제한회로(7)의 개요)

전류제한회로(7)는 모터전류(ID)를 ON/OFF할 수 있는 반도체 스위칭소자(T1)를 포함한다. 전류제한회로(7)는 반도체 스위칭소자(T1)를 ON하기 위한 상위 기준전압(VH) 및 반도체 스위칭소자(T1)를 OFF하기 위한 하위 기준전압(VL)을 발생시키는 기준전압회로(8)를 포함한다. 전류제한회로(7)는 끼임이 발생하고 있을 때 모터전류(ID)가 증가하지 않도록 모터전류(ID)를 제한하기 위한 이상전류검출신호(9)를 입력한다. 그러한 제한은 반도체 스위칭소자(T1)가 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작을 교대로 반복함으로써 수행된다. ON/OFF 동작신호(10)는 신호선(10)을 통하여 끼임판정회로(6)에 출력된다. ON/OFF 동작신호(10)는 반도체 스위칭소자(T1)의 ON/OFF의 타이밍에 동기화된 신호이다.

모터전류(ID)가 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작을 반복하는 동작을 시작할 때, 모터전류(ID)의 전류값은 모터전류(ID)의 평균값이 끼임발생 직전의 모터전류(ID)보다 약간 큰 값으로 유지되도록 제어된다. 따라서, 모터토크는 유리창을 구동시키는데 필요한 토크보다 약간 큰 토크의 크기로 유지된다. 모터(M)는 유리창의 구동에 필요한 최소토크를 확보한다. 이러한 경우에서의 끼임 하중은 울퉁불퉁한 도로에서 운전함으로써 유리창의 구동력의 순간적인 변화가 발생할 때라도 잘못된 역회전이 발생하지 않는 조건하의 최소 끼임 하중이다.

(끼임판정회로(6)의 개요)

끼임판정회로(6)는 입력된 ON/OFF 동작신호(10)에 기초하여 끼임이 발생하였는지를 판정한다. 끼임이 발생하였다고 판정될 때, 유리창이 열리는 윈도우-다운 신호(11)가 신호선(11)을 통하여 모터(5)에 출력된다.

끼임을 판정하기 위하여, 반도체 스위칭소자(T1)의 ON/OFF 동작시간 또는 연속적인 ON 동작시간이 이용된다. 끼임으로 인하여 모터의 회전속도가 감소될 때 ON/OFF 동작시간이 길어지고 연속적인 ON 시간이 짧아진다. 예를 들어, ON/OFF 동작시간이 소정시간에 도달할 때, 끼임이 발생하였다고 판정된다. 끼임이 발생하였다고 판정될 때, 반도체 스위칭소자(T1)는 차단되어 모터(5)를 정지시킨다. 소정시간이 경과한 후에, 모터(5)는 역회전하도록 구동된다. 따라서, 유리창은 열리고, 이물체의 끼임이 완화된다.

(정회전/역회전회로를 갖춘 파워 윈도우 모터(5)의 개요)

파워 윈도우가 닫히는 방향으로 모터(5)가 회전하도록 파워 윈도우 모터(5)에 윈도우-업 신호가 입력되고, 파워 윈도우가 열리는 방향으로 모터(5)가 회전하도록 윈도우-다운 신호가 입력된다. 또한, 윈도우-다운 신호가 신호선(11)을 통하여 입력되는 경우에, 파워 윈도우가 닫힌 방향으로부터 열리는 방향으로 모터(5)가 역회전된다. 모터(5)는 릴레이회로를 갖는다.

도 3의 제 1 실시예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 전류검출회로(2), 전류제한회로(7), 및 끼임판정회로(6)의 회로구성 및 회로동작이 상세히 설명된다.

1. 전류검출회로(2)의 상세한 설명

1-1. 전류검출회로(2)의 회로구성

선트저항(R1), 모터(5), 및 ON/OFF 동작을 수행하는 반도체 스위칭소자(T1)는 모터전류(ID)가 흐르는 전선(1)에 직렬로 접속되어 있다. 선트저항(R1)은 전원공급장치(VB)의 플러스 단자에 접속되어 있다. 반도체 스위칭소자(T1)는 전원공급장치(VB)의 마이너스 단자인 접지 단자에 접속되어 있다.

도 3에 도시된 바와 같이, 전류검출회로(2)는 선트저항(R1) 및 기준저항(R20)을 포함하고, 둘다 전원공급장치(VB)의 플러스 단자에 접속되어 있다. 전류추수회로(3)는 저항(R1 및 R20)에 접속되어 있다. 제 2 비교기(CMP2)에 관하여서는, 플러스 입력단자 및 마이너스 입력단자가 전류추수회로(3)에 접속되어 있다. 제 2 비교기(CMP2)의 출력단자는 전류제한회로(7)에 접속되어 있다. 제 2 비교기(CMP2)는 이상전류검출신호(9)를 전류제한회로(7)에 출력한다. 저항(R25)은 제 2 비교기(CMP2)의 출력단자와 5V 전원의 사이에 접속되어 있다.

전류추수회로(3)는 제 1 비교기(CMP1)를 갖는다. 제 1 비교기(CMP1)의 플러스 입력단자는 기준저항(R20)에 접속되어 있다. 제 1 비교기(CMP1)의 마이너스 입력단자는 선트저항(R1)에 접속되어 있다. 전류추수회로(3)는 저속추수회로(41 및 42) 및 고속추수회로(43 및 44)를 갖는다. 저속추수회로(41 및 42)는 저속충전방전회로(41) 및 저속소스팔로워회로(42)를 갖는다. 고속추수회로(43 및 44)는 고속충전방전회로(43) 및 고속소스팔로워회로(44)를 갖는다.

저속충전방전회로(41)는 제 1 비교기(CMP1)의 출력단자에 접속되어 있다. 저항(R21) 및 접지된 커패시터(C1)는 직렬로 접속되어 저속충전방전회로(41)를 구성한다. 고속충전방전회로(43)는 CMP1의 출력단자에 접속되어 있다. 저항(R22) 및 접지된 커패시터(C2)는 직렬로 접속되어 고속충전방전회로(43)를 구성한다. 저항(R28)은 커패시터(C1 및 C2)의 사이에 접속되어 있다.

저속소스팔로워회로(42)는 n형 금속산화물 반도체(MOS) 전계효과 트랜지스터(FET; T21) 및 저항(R23)을 갖는다. FET(T21)의 드레인은 제 1 비교기(CMP1)의 플러스 입력단자에 접속되어 있다. FET(T21)의 게이트는 커패시터(C1)에 접속되어 있다. 저항(R23)의 일단은 FET(T21)의 소스 및 제 2 비교기(CMP2)의 플러스 입력단자에 접속되어 있다. 저항(R23)의 타단은 접지에 접속되어 있다.

고속소스팔로워회로(44)는 n형 MOSFET(T22), 다이오드(D21), 및 저항(R24)을 포함한다. FET(T22)의 드레인은 제 1 비교기(CMP1)의 플러스 입력단자에 접속되어 있다. FET(T22)의 게이트는 커패시터(C2)에 접속되어 있다. 다이오드(D21)의 애노드는 FET(T22)의 소스에 접속되어 있다. 저항(R24)의 일단은 다이오드(D21)의 캐소드 및 제 2 비교기(CMP2)의 마이너스 입력단자에 접속되어 있다. 저항(R24)의 타단은 접지에 접속되어 있다. 도 3에 도시된 것 등과 같이, 저항(R21)에 덧붙여진 910K은 저항(R21)의 저항값이 910KΩ임을 나타낸다. 마찬가지로, 커패시터(C2) 등에 덧붙여진 0.1uF는 커패시터(C2)의 커패시턴스가 0.10uF임을 나타낸다. 다른 도에서도 마찬가지로의 표현이 사용된다.

1-2. 전류검출회로(2)의 동작의 상세한 설명

도 3에 도시된 바와 같이, 모터(5)의 정회전/역회전 릴레이는 트랜지스터(T2 및 T3)에 의해 구동된다. 업 동작시 파워 윈도우가 상승하는 정회전에 있어서는, 트랜지스터(T2)가 ON이다. 다운 동작시 파워 윈도우가 하강하는 역회전에 있어서는, 트랜지스터(T3)가 ON이다. 도 3의 회로예에 있어서, 션트저항(R1)의 저항값은 34mΩ으로 설정되어 있고, 기준저항(R20)의 저항값은 55Ω으로 설정되어 있다. 모터전류(ID)는 션트저항(R1)에 흐르고, 기준전류(Iref)는 기준저항(R20)에 흐른다. 션트저항(R1), 커패시터(C2) 등의 저항값 및 커패시턴스는 편의상 저항(R1)의 참조부호(R1) 등과 동일한 부호(R1) 등으로 표현된다. 여기서, $R1 * ID = R20 * Iref$ 의 조건에서의 전류감지비(n)는 식(1)에 도시된 바와 같이 전류비 ID/Iref와 같다.

$$n = ID / Iref = R20 / R1 = 55 / 0.034 = 1618 \quad (1)$$

비교기(CMP1)는 연산증폭기로 이루어져 있다. 커패시터(C1)는 CMP1의 출력신호에 의해 저항(R21)을 통하여 충전/방전된다. 저속추수전류(Iref-s)는 저속소스팔로워회로(42)에 흐른다. 저속추수전류(Iref-s)는 커패시터(C1)의 전위에 비례한다.

한편, 커패시터(C2)는 CMP1의 출력신호에 의해 저항(R22)을 통하여 충전/방전된다. 고속추수전류(Iref-f)는 고속소스팔로워회로(44)에 흐른다. 고속추수전류(Iref-f)는 커패시터(C2)의 전위에 비례한다. 커패시터(C1 및 C2)의 비접지측 단자가 저항(R28)에 의해 접속되어 있기 때문에, 모터전류(ID)가 변화하지 않을 때, C1 및 C2의 전위는 같다. 저속충전방전회로(41)의 시정수는 고속충전방전회로(43)의 시정수보다 더 크다. 도 3에 있어서, 저속충전방전회로(41)의 시정수는 식(2)과 같이 표현된다. 고속충전방전회로(43)의 시정수는 식(3)과 같이 표현된다. 고속충전방전회로(43)의 시정수에 대한 저속충전방전회로(41)의 시정수의 비는 1 대 894 (1:894)이다.

저속충전방전회로(41)의 시정수

$$= R21 * (R22 + R28) / (R21 + R22 + R28) * C1$$

$$= 910K * (5.1K + 910K) / (910K + 5.1K + 910K) * 1\mu F = 456 \text{ ms} \quad (2)$$

고속충전방전회로(43)의 시정수

$$= R22 * C2 = 5.1K * 0.1\mu F = 0.51 \text{ ms} \quad (3)$$

끼임의 검출은 제 2 비교기(CMP2)에서 행해진다. T21의 소스 전위는 CMP2의 플러스 입력단자에 입력되고, T22의 소스 전위로부터 다이오드(D21)의 순방향 전압강하에 대응하는 대략 0.7V 만큼 저하된 전위는 CMP2의 마이너스 입력단자에 입력된다. T21 및 T22의 게이트-소스 전압이 대략 같기 때문에, D21의 순방향 전압강하는 끼임으로 인해 증가하는 이상

전류를 검출하기 위한 끼임검출전압으로서 역할한다. 끼임이 발생하여 Iref-f를 증가시킬 때, CMP2의 출력은 하이 레벨로부터 로우 레벨로 변화한다. 전류제한회로(7)의 NOR1의 출력은 하이 레벨로 되고, 트랜지스터(T31)는 ON으로 되고, 반도체 스위칭소자(T1)는 OFF로 된다. 끼임으로 인한 이상전류의 검출은 다음과 같이 행해진다.

(a)우선, 기준전류(Iref)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 저속추수전류(Iref-s)와 고속추수전류(Iref-f)로 나뉜다. 모터전류(ID)에서의 변화는 고속추수전류(Iref-f)에 나타나는데, 맥동 성분도 포함한다. 모터전류(ID)에서의 변화는 T22의 소스 전위, 즉, CMP2의 마이너스 입력단자 전압에 정확히 반영된다. 결과로서, Iref-s측의 T21의 소스 전위, 즉, CMP2의 플러스 입력단자 전압은 모터전류(ID)의 빠른 변동에 영향받지 않는다. 장시간 동안의 모터전류(ID)의 평균값만이 T21의 소스 전위에 반영된다. 따라서, 끼임이 발생한 후에 전류제한이 수행되는 동안 T21의 소스 전위는 대략 일정한 전위로 유지된다. T21의 소스 전위는 이상적인 기준전압이다.

(b)고속추수전류(Iref-f)는 모터전류(ID)에서의 맥동 성분으로 인한 변화량을 포함한다. 맥동 성분의 진폭을 ΔID-rip이라 하고, Iref-f의 맥동 성분을 ΔIref-f-rip이라 할 때, ΔIref-f-rip=ΔID-rip/n이다. ΔIref-f-rip에 의해 저항(R24)에 발생된 전류변동분 ΔVrip은, 식(4)에 나타내어진 바와 같이, R24=1.5KΩ이고 ΔID-rip=0.5A인 경우에 0.46V가 된다.

$$\Delta Vrip = \Delta Iref-f-rip * R24$$

$$= \Delta ID-rip/n * R24 = 0.5A/1618 * 1.5K = 0.46 V \quad (4)$$

즉, CMP2의 마이너스 입력전압은 맥동 성분으로 인하여 진폭 +/-0.23V(+/-ΔVrip/2)으로 진동한다. 결과적으로, Iref-f의 평균값이 0.47V(=0.7V-0.23V)만큼 증가할 때, CMP2의 출력은 하이 레벨로부터 로우 레벨로 변화한다.

이러한 0.47V가 모터전류(ID)로 변환될 때, 0.51A(=0.47V/R24*n = 0.47V/1.5K*1618)가 된다. 즉, 도 3의 회로예에 있어서, 모터전류(ID)의 평균값은 끼임으로 인하여 0.51A만큼 증가된다. CMP2 출력은 로우 레벨로 된다. FET(T31)은 ON으로 되고, T1은 OFF 상태로 간다.

(c)도 4(a) 내지 도 4(c)에 도시된 바와 같이, 모터전류(ID)는 CMP2 출력이 로우 레벨로 변화하기 전에(시간 t1전에) 증가하기 때문에, CMP1의 출력은 하이 레벨이다. FET(T31)가 ON으로 될 때, 모터전류(ID)는 감소하기 시작하고, 스위칭소자(T1)의 게이트에서의 초과전하가 방전되는 시간동안만 지연된다. 이때 CMP1의 출력은 하이 레벨로부터 로우 레벨로 천이를 시작한다. CMP1은 연산증폭기(OP AMP)로 이루어져 있다. OP AMP의 응답지연으로 인하여, 하이 레벨로부터 로우 레벨로의 출력변화에 대하여 지연시간이 발생된다.

시간(t1)은 CMP1의 출력이 감소하기 시작하는 때로부터 CMP1 출력이 커패시터(C2)의 전위와 같은 레벨로 저하되는 때 까지의 시간이다. C2는 시간(t1)동안 충전된다. Iref-f는 증가한다. CMP2의 마이너스 입력단자 전압은 증가한다. 시간(t2)은 CMP1의 출력이 시간(t1) 후에 C2 전위보다 더 낮아질 때 C2가 방전하기 시작하는 때부터 시간(t1)동안 충전된 전하량의 방전을 마칠 때까지의 시간이다. 시간(t2) 후에, CMP2의 마이너스 입력단자 전압은 원래의 전압으로 되 돌아온다. 즉, CMP2 출력의 전압은 로우 레벨로부터 하이 레벨로의 천이를 시작한다. 이러한 시간동안 플러스 입력단자 전압은 변화하지 않는다.

시간(t2)의 경과 후에, CMP2 출력은 하이 레벨로 변화하고, FET(T1)은 ON으로 된다. 즉, CMP2 출력은 CMP2의 출력이 로우 레벨로 변화하기 때문에 시간(t1+t2)동안 로우 레벨로 유지된다. C2의 전위가 CMP1의 출력의 로우 레벨과 하이 레벨의 사이의 중간점에 있을 때, t1은 t2와 거의 같은 관계가 주어진다. T1의 턴오프 지연시간, OP AMP의 응답속도, 및 모터전류(ID)의 감소속도에 의해 시간(t1+t2)은 결정되고, T1의 턴오프 지연시간 및 OP AMP의 응답속도는 일정하기 때문에, 시간(t1+t2)은 모터전류(ID)의 감소속도에 의존하여 감소속도가 느려지면 더 길어진다.

CMP2 출력이 로우 레벨로부터 하이 레벨로 다시 변화하고 T1이 ON으로 될 때, 모터전류(ID)는 증가하기 시작한다. 따라서, CMP1의 출력이 로우 레벨로부터 하이 레벨로 가더라도, CMP1의 출력이 C2의 전위보다 더 낮은 동안 C2는 방전된 상태로 유지된다. CMP1 출력이 커패시터(C2)의 전위와 같아질 때까지 CMP2의 출력이 하이 레벨로 가는 때로부터의 시간은 시간(t3)으로 설정된다. CMP1의 출력이 C2 전위를 초과할 때, C2는 충전되기 시작한다. 시간(t4)은 시간(t3)에 방전된 전하량과 같은 양의 전하가 충전되는 동안의 시간이다. 시간(t4)이 경과할 때, CMP2의 출력은 로우 레벨로 변화하고, T1은 OFF로 된다. 즉, CMP2의 출력은 시간(t3+t4)동안 하이 레벨로 유지된다. 시간(t3+t4)은 OP AMP의 응답속도 및 모터전류(ID)의 증가속도에 의해 결정되지만, OP AMP의 응답속도가 일정하기 때문에, 시간(t3+t4)은 모터전류(ID)의 증가속도에 의존하여 증가속도가 빨라지게 되면 더 짧아지게 된다.

(d)다이오드(D21)의 순방향 전압강하는, 모터전류(ID)가 변화하여 Iref-f의 평균값이 변화하더라도, 끼임검출전압을 일정하게 하기 위해 끼임검출기준값을 설정하도록 사용된다. 그러나, 이러한 방법에 있어서, 끼임검출전압을 변화시킬 필요가 있는 경우에는 다이오드(D21)의 순방향 전압강하가 변화될 수 없기 때문에, 저항(R24)의 값이 조정된다. 상기 (b)섹션의 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 저항(R24)의 값이 더 커지게 될 때, 끼임검출전압은 더 작아지게 되고, 반대로, 저항(R24)의 값이 더 작아지게 될 때, 끼임검출전압은 더 커지게 된다. 끼임검출기준값을 설정하기 위해 다이오드(D21) 대신에 저항을 사용하는 것도 가능하다. 이러한 경우에 있어서, 모터전류(ID)의 증가에 비례하여, 끼임검출전압은 더 커지게 된다.

2. 전류제한회로(7)의 상세한 설명

2-1. 전류제한회로(7)의 회로구성

도 3의 전류제한회로(7)는 NOR1, 제 3 비교기(CMP3), 기준전압회로(8), 및 반도체 스위칭소자(T1)를 갖는다. NOR1의 입력단자는 CMP2의 출력단자에 접속되어 있다. 제 3 비교기(CMP3)의 출력단자는 NOR1의 입력단자에 접속되어 있다. 기준전압회로(8)는 CMP3의 마이너스 입력단자에 접속되어 있다. 스위칭소자(T1)의 드레인은 CMP3의 플러스 입력단자에 접속되어 있다. 스위칭소자(T1)의 소스는 접지되어 있다. 가변저항(R32)은 스위칭소자(T1)의 게이트에 접속되어 있다. FET(T31)의 게이트는 NOR1의 출력에 접속되어 있다. FET(T31)의 드레인은 저항(R32)에 접속되어 있다. FET(T31)의 소스는 접지되어 있다. 저항(R31)은 전원공급장치(VB)의 플러스 단자와 T31의 드레인의 사이에 접속되어 있다. 저항(R33)은 접지와 CMP3의 플러스 입력단자의 사이에 접속되어 있다. 저항(R37)은 5V 전원과 CMP3의 출력단자의 사이에 접속되어 있다.

기준전압회로(8)는 저항(R35), 저항(R36), 저항(R34), 다이오드(D31), 및 FET(T32)를 갖는다. 저항(R35)은 CMP3의 마이너스 입력단자와 전원공급장치(VB)의 플러스 단자의 사이에 접속되어 있다. 저항(R36)은 접지와 CMP3의 마이너스 입력단자의 사이에 접속되어 있다. 저항(R34)은 CMP3의 마이너스 입력단자에 접속되어 있다. 다이오드(D31)의 애노드는 저항(R34)에 접속되어 있다. FET(T32)의 드레인은 다이오드(D31)의 캐소드에 접속되어 있다. FET(T32)의 소스는 접지되어 있다. FET(T32)의 게이트는 CMP3의 출력단자에 접속되어 있다.

2-2. 전류제한회로(7)의 동작의 설명

모터전류(ID)를 제한하는 것은 도 3의 전류제한회로(7) 및 전류검출회로(2)의 조합에 의하여 수행된다. 전류검출회로(2)의 비교기(CMP2)의 출력이 하이 레벨에 있을 때, NOR1의 출력은 로우 레벨로 된다. 트랜지스터(T31)는 OFF로 된다. 스위칭소자(T1)는 ON으로 된다. 스위칭소자(T1)가 FET인 경우에 대해 설명된다. 비교기(CMP3)의 플러스 입력단자 전압은 스위칭소자(T1)의 드레인에 접속된다. 거의 접지전위 레벨이 비교기(CMP3)의 플러스 입력단자 전압에 입력된다.

CMP3의 마이너스 입력단자 전압은 기준전압회로(8)에 의존한다. R34=3.3KΩ, R35=10KΩ, 및 R36=24KΩ으로 설정되어 있다. 전원전압(VB)이 12.5V일 때, T32가 OFF이면, CMP3의 마이너스 입력단자 전압은 8.82V로 된다. T32가 ON이면, CMP3의 마이너스 입력단자 전압은 3.03V로 된다. 어떠한 경우이든, CMP3의 마이너스 입력단자 전압은 3.03V보다 더 낮지 않기 때문에, CMP3 출력은 로우 레벨로 된다. 결과적으로, T32는 OFF된다.

끼임이 발생할 때, 비교기(CMP2)의 출력은 로우 레벨로 된다. NOR1의 출력은 하이 레벨로 된다. T31은 ON된다. T1은 OFF된다. T1의 드레인 전압(VDS)은 접지전위 레벨로부터 증가하기 시작한다. T32가 OFF이기 때문에, CMP3의 마이너스 입력단자 전압은 8.82V이다. T1의 드레인 전압(VDS)이 8.82V이상으로 될 때, CMP3의 출력은 하이 레벨로 변화한다. NOR1의 출력은 로우 레벨로 된다. T31은 OFF된다. T1은 ON된다. 동시에, T32는 ON된다. CMP3의 마이너스 입력 전압은 3.03V로 저하된다. 따라서, T1이 일단 ON되면, 드레인 전압(VDS)이 3.03V이하로 저하될 때까지 T1은 ON상태를 유지한다.

T1의 드레인 전압(VDS)이 3.03V이하로 저하될 때, CMP3의 출력은 다시 로우 레벨로 된다. T1은 OFF된다. 동시에, T32는 OFF된다. CMP3의 마이너스 단자 입력은 8.82V로 증가한다. T1의 드레인 전압(VDS)이 8.82V를 초과할 때까지 T1은 OFF상태를 유지한다.

이것은 ON/OFF 동작의 1사이클이다. ON/OFF 동작의 상태는 CMP2의 출력이 로우 레벨에 있는 한 계속된다.

2-2-1. ON/OFF 동작에서의 모터전류(ID)의 불변성

다음으로, ON/OFF 동작이 행해질 때 ON/OFF 동작의 1사이클에서 모터전류(ID)는 거의 변화하지 않는다는 것을 설명한다. 끼임이 발생하기 전에 모터가 정회전하고 있을 때, T1은 도 5의 동작점(A)에서 동작한다. 모터전류(ID)가 변화할 때, 동작점(A)은, 예를 들어, 옴영역의 동작점(B)과 동작점(A)의 사이에서, 상승 및 하강한다. 끼임이 발생할 때, 모터전류(ID)는 증가한다. T1의 동작점(A)은 상향이동한다. T1의 동작점(A)이 점(B)에 도달하면, T1은 OFF된다. 점(B)과 점(A) 사이의 전류차는 끼임검출기준값이다. T1이 OFF된 동안, T1의 드레인-소스 전압(VDS)은 증가한다. T1의 드레인-소스 전압(VDS)이 증가하는 동안, T1의 동작점은 점(B)을 관통하는 수평선상에서 우향이동한다. 다시 말하면, T1의 드레인-소스 전압(VDS)이 증가하는 동안, 드레인 전류(ID; 모터전류)는 T1이 OFF되는 때의 전류값을 유지한다. 이것은 T1의 드레인-소스 전압(VDS)이 접지전위 레벨과 전원전압(VB)의 사이에서 이동하는 동안 밀러효과로 인하여 T1의 게이트-드레인 커패시턴스가 더 커져 보이기 때문이다. 또한, 그것은 게이트-소스 전압(VGS)이 거의 변화하지 않기 때문이다.

2-2-2. 밀러효과

도 6은 스위칭소자(T1)의 등가회로도이다. 게이트-소스 전압(VGS)은 게이트 드라이버에 의하여 T1의 게이트의 충전을 통해 미소전압(ΔVGS) 증가하는 것으로 가정된다. 따라서, 모터전류(ID)는 ΔID 로 증가하고, 역기전력($E_c=L*dID/dt$)은 모터의 인덕턴스(L)에 의해 발생된다. 게이트-트레인 커패시턴스(CGD)에 충전된 전하(ΔQ)는 식(5)에 의해 표현된다.

$$\Delta Q = CGD * (\Delta VGS + \Delta ID * Ra + E_c) \quad (5)$$

단, Ra는 전기저항이다. 게이트 단자로부터 본 CGD의 커패시턴스(Cm)는 식(6)에 의해 표현된다.

$$C_m = \Delta Q / \Delta VGS = CGD * (1 + \Delta ID * Ra / \Delta VGS + E_c / \Delta VGS) \quad (6)$$

커패시턴스(Cm)는 "밀러 커패시턴스"이고, 커패시턴스(CGD)의 양단의 전압변화가 ΔVGS 보다 매우 크다는 사실에 의해 발생된 외견상의 커패시턴스이다. 게이트 드라이버가 게이트 저항(RG)을 통하여 FET의 게이트 전하를 충전 및 방전할 때, 드라이버측으로부터 보여질 수 있는 커패시턴스는 CGD가 아니라 Cm이다. 모터의 인덕턴스(L)가 클 때, 커패시턴스(Cm)는 CGD보다 더 큰 값으로 된다. ON/OFF 동작시, 게이트 드라이버가 T1의 게이트에서 충전 및 방전할 때에도, 게이트-소스 전압(VGS)은 거의 변화하지 않는다. 그러나, 밀러효과는 T1의 드레인 전위(VDS)가 접지전위 레벨(GND)과 전원 전압(VB)의 사이에 있어 자유롭게 변화할 수 있을 때에만 유효하다. 이때, T1이 펀치오프 영역에 있기 때문에, $ID=G_m * VGS$ 가 성립한다. 단, Gm은 T1의 전송 컨덕턴스이다. 이 식으로부터, VGS가 거의 일정할 때는, ID가 변화하지 않고 거의 일정함을 알 수 있다.

트랜지스터(T32)가 ON 및 OFF되는 때의 비교기(CMP3)의 마이너스 입력단자 전압은 도 5에서 하위 기준전압(VL) 및 상위 기준전압(VH)에 의해 각각 나타내어진다. 도 3의 회로로부터, 하위 기준전압(VL)은 3.03V이고 상위 기준전압(VH)은 8.82V이다. 드레인 전압(VDS)이 상위 기준전압(VH)보다 더 크게 되도록 도 5의 점(B)을 관통하는 수평선상에서 T1의 동작점이 우향이동할 때, CMP3 출력은 하이 레벨로 된다. T1은 ON된다. 실제의 회로에 있어서, T1은 회로의 지연으로 인하여 동작점이 VH를 초과한 후에 잠시동안 ON된다. 도 5에 있어서, T1은 VDS가 10V를 초과하는 점(C)에서 ON된다. VDS가 접지전위 레벨을 향하여 감소된다. VDS가 하위 기준전압(VL)보다 더 낮아지게 될 때, CMP3의 출력은 로우 레벨이 된다. T1은 다시 OFF된다. 따라서, T1은 CMP2의 출력이 로우 레벨에 있는 한 ON/OFF 동작을 계속한다.

2-2-3. ON/OFF 동작으로 인한 ID의 감소

다음으로, ON/OFF 동작이 계속되는 동안 드레인 전류(ID)가 점차로 감소한다는 것을 설명한다. ON/OFF 동작이 시작될 때, T1의 드레인 전압(VDS)은 기준전압(VL 및 VH)에 의해 조정된다. T1의 동작점이 도 5의 점(D)과 점(C)의 사이에서 진동한다. 이때의 VDS의 평균값은 점(G)에 대응한다. 점(G)는 점(C)와 점(D)의 사이의 거의 중간점에 대응한다. 점(G)는 T1의 DC 동작점이다. 이에 대하여, 선분(CD)은 AC 동작선이다. 도 5에 있어서, 직선(a)은 모터(5)가 정지하고 전원(VB)이 12.5V인 때의 T1의 부하직선이다. 부하직선(a)의 기울기는 전기저항(Ra)에 의해 결정된다. 부하직선(b 내지 g)은 부하직선(a)에 평행하다. 부하직선(b 내지 g)의 횡축상의 VDS는 모터전류(ID)에 의한 모터(5)의 전압강하의 크기를 나타낸다.

첫째로, 끼임이 발생하기 직전의 조건이 고려된다. 이때의 T1의 동작점은 점(A)이다. 모터 역기전력을 Emotor-A라 하고 드레인-소스 전압을 VDSon이라 하면, 식(7)이 성립된다.

$$V_B = V_{DSon} + Ra * ID + E_{motor-A} \quad (7)$$

다음으로, ON/OFF 동작이 막 시작된 경우로서 끼임이 발생한 직후의 조건이 고려된다. ID는 ON/OFF 동작과 동기하여 변동하는 AC 성분(IDA)과 IDA 이외의 성분에 대응하는 DC 성분(IDD)으로 이루어져 있다. 즉, ID는 ID=IDA+IDD인 관계를 갖는다. IDD가 변화할 때, 역기전력(Eonoff)은 모터 인덕턴스(L)에 의해 발생된다. Eonoff의 크기는 식(8)으로부터 구해진다.

$$Eonoff = L \cdot d(IDD)/dt \quad (8)$$

ON/OFF 동작시의 T1의 드레인-소스 전압(VDS)의 평균값이 VDSonoff인 경우에, VDSonoff는 도 5의 점(G)의 VDS에 대응한다. 모터(5)의 회전속도는 ON/OFF 동작의 1사이클동안 변화하지 않는다고 가정된다. ID도 변화하지 않기 때문에 식(9)가 성립된다.

$$VB = VDSonoff + Ra \cdot ID + Emotor-A + Eonoff \quad (9)$$

식(7)의 양변에서 식(9)의 양변을 빼면, 식(10)을 얻을 수 있다.

$$0 = VDSon - VDSonoff - Eonoff$$

$$Eonoff = VDSon - VDSonoff \quad (10)$$

여기서, VDSon은 연속적인 ON일 때의 드레인-소스 전압이고 대략 0.3V이다. VDSonoff는 점(G)의 전압이고 대략 6.5V이다. 따라서, Eonoff는 식(10)에 의하여 -6.2V의 마이너스 값이 된다. Eonoff가 마이너스 값이기 때문에, 식(8)로부터 IDD가 감소함을 알 수 있다.

2-2-4. 역회전 전의 최소하중의 실현(울퉁불퉁한 도로에서 운전함으로 인한 오작동의 방지)

ID의 DC 성분(IDD)은, ON/OFF 동작을 수행하는 동안, 동작점(G)으로부터 동작점(H)을 향하여 감소한다. Iref-f는 IDD를 따라 감소한다. IDD가 점(H)에 도달하면, CMP2는 로우 레벨로부터 하이 레벨로 반전된다. T1의 동작점은 점(H)으로부터 점(F)으로 이동한다. T1은 연속적인 ON을 동작시킨다. 연속적인 ON 동안에, ID는 증가하여 점(A)을 지나 점(B)에 도달하고, T1은 ON/OFF 동작을 다시 시작한다. Iref-s는 변화하지 않기 때문에, CMP2의 플러스 입력단자 전압은 변화하지 않는다. 점(A)은 고정되고, 이러한 고정과 함께, 점(B 내지 F)은 변화하지 않는다. 결과적으로, 전류(ID)의 전류값은 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON상태가 교대로 반복되는 동안 소정 범위로 제한된다.

이러한 소정 범위로 제한된 전류(ID)의 평균값은 전류제한 동작모드가 시작되기 직전의 조건에서의 ID의 전류값보다 약간 큰 값으로 유지된다. 이것은 2가지 점에서 중요하다.

첫째는 모터토크가 전류에 비례하기 때문에 모터토크는 소정 범위로 제한될 수 있다는 것이다. 따라서, 끼임하중은 제한될 수 있다.

둘째는 실제의 끼임이 발생하고 있지 않더라도 울퉁불퉁한 도로에서 운전함으로 인해 발생하는 파워 윈도우 역회전에서의 가능한 오작동이 방지될 수 있다는 것이다. 울퉁불퉁한 도로에서 운전하는 동안 차체의 수직운동으로 인하여 파워 윈도우가 동작될 때, 파워 윈도우의 구동력이 변화한다. 파워 윈도우의 구동력이 순간적으로 증가하고, 이러한 증가와 함께 모터속도가 감소한다. ID가 증가한다. T1이 OFF된다. 전류제한 동작모드가 시작될 가능성이 있다. 그러나, 전류제한 동작모드가 시작되더라도, 모드가 시작되기 직전의 파워 윈도우의 구동력은 유지된다. 차체의 수직운동으로 인한 하중이 사라질 때, 모터속도는 원래의 속도로 회복될 수 있다. 잘못된 역회전은 회피될 수 있다. 그러나, 그것은 파워 윈도우의 구동력이 변화하지 않는다는 전제에서이다. 이러한 전제는 대부분의 경우에 성립된다. 상기 특성에 의해, 역회전 전의 파워 윈도우의 구동력의 최소하중은 울퉁불퉁한 도로에서 운전함으로 인한 순간적인 구동력의 증가에서는 잘못된 역회전이 발생하지 않는다는 조건하에 실현될 수 있다.

2-2-5. 모터속도의 감소에 따른 ON/OFF 동작시간 및 연속적인 ON시간의 변화

다음으로, 식(7) 및 식(9)이 일반화된다. 끼임이 발생한 후에 시간이 경과하고 나면, 모터속도는 감소한다. 모터 역기전력이 모터속도에 비례하기 때문에, 그때의 모터 역기전력이 도 5에 도시된 Emotor-B인 경우에, Emotor-B는 Emotor-A보

다 더 작다. T1이, 감소된 회전속도에서, 즉, Emotor-B의 크기의 역기전력에서, 연속적인 ON으로 될 때, ID의 증가율은 끼임이 발생하기 전보다 더 크게 되어, 역기전력(Eon)이 모터(5)의 인덕턴스(L)에 의해 발생된다. $Eon=L*dID/dt$ 이다. Eon은 식(7)에는 존재하지 않고, 그것을 사용하여 식(7)을 다시 쓰면 식(11)이 주어진다.

$$VB = VDSon + Ra*ID + Emotor-B + Eon \quad (11)$$

모터속도가 연속적인 ON 및 ON/OFF 동작시 변화하지 않는다고 가정하면, 식(9)의 Emotor-A를 Emotor-B로 대체함으로써, 식(11)에 대응하는 ON/OFF 동작의 식(9)에 의해 식(12)가 주어진다. 식(13)은 식(11)과 식(12)에 의해 주어진다.

$$VB = VDSonoff + Ra*ID + Emotor-B + Eonoff \quad (12)$$

$$Eon - Eonoff = VDSonoff - VDSon = 6.5V - 0.3V = 6.2V \quad (13)$$

Eon의 부호는 플러스이고 Eonoff의 부호는 마이너스이기 때문에, 식(13)은 연속적인 ON일 때의 역기전력(Eon)의 부호가 ON/OFF 동작시의 역기전력(Eonoff)의 부호와 반대이고 양자의 절대값의 합이 일정하게 된다는 것을 의미한다. 즉, 절대값의 합은 VDSonoff와 VDSon의 차($VDSonoff - VDSon$)와 같다. VDSonoff와 VDSon의 차는 모터속도에 관계없이 일정하다. 모터속도가 감소할 때, Emotor-B는 감소한다. Eonoff의 절대값은 작아지게 된다. Eon의 절대값은 커지게 된다. 즉, 모터속도가 감소할 때, ON/OFF 동작시의 ID의 감소율은 저하된다. 연속적인 ON일 때의 ID의 증가율은 커지게 된다.

또한, 도 5로부터 알 수 있는 바와 같이, ON/OFF 동작으로부터 벗어날 때의 점(H)에서의 Eonoff-C는 ON/OFF 동작이 시작된 직후의 점(G)에서의 Eonoff-D보다 더 작다. 이것은 ON/OFF 동작동안 모터전류(ID)의 감소율이 점차로 감소한다는 것을 나타낸다. 도 5에서, Eon-E가 Eon-F보다 더 작다는 것은 연속적인 ON 동안에 모터전류(ID)의 증가율이 점차로 감소한다는 것을 나타낸다.

2-2-6. ON/OFF 동작의 사이클

T31이 ON될 때, T1의 게이트 전하는 R32를 통하여 방전되고, T1의 게이트-소스 전압(VGS)은 감소하기 시작한다. $ID=Gm*VGS$ 이기 때문에, ID는 감소하기 시작한다. ID의 감소로 인하여, 모터(5)의 인덕턴스(L)에 의한 역기전력(Ec)이 발생되고, 동시에, 전압강하가 작더라도 전기저항(Ra)에 의한 전압강하가 감소한다. 모터(5)의 전압강하는 강하 $\Delta VM(=Ec+ Ra*\Delta ID)$ 만큼만 저하된다. ΔID 는 ID의 감소를 나타낸다. 역기전력(Ec)은 $Ec=L*\Delta ID/\Delta t$ 로부터 구해진다. 모터속도는 ON/OFF 동작의 1사이클 동안 변화하지 않는다고 가정된다.

T1의 드레인 전압(VDS; 소스가 접지되어 있기 때문에 드레인-소스 전압과 같음)은 모터(5)의 전압강하의 감소(ΔVM)에 의해 증가하기 시작한다. T1의 게이트-드레인 전압은 ΔVM 만큼만 확대된다. 게이트-드레인 커패시턴스(CGD)는 ΔVM 만큼만 게이트-드레인 전압을 상승시키도록 충전된다. 이러한 충전에 의해, 전하가 게이트에 공급되기 때문에, 전하가 R32를 통하여 방전될 때라도, 게이트 전하는 감소하지 않는다. 결과적으로, 게이트-소스 전압(VGS)은 어떠한 실질적인 감소도 거의 보이지 않는다. 이것이 밀러효과이다.

R32를 통하여 방전이 계속될 때, VDS는 증가한다. 그것이 기준전압(VH)을 초과할 때, T31은 OFF된다. 전류는 전원공급 장치(VB)로부터 저항(R31 및 R32)을 지나 T1의 게이트로 흐른다. T1의 게이트는 충전되기 시작한다. 게이트-소스 전압(VGS)이 게이트의 충전에 의해 증가하기 시작할 때, ID는 증가한다. 게이트 전하는 게이트 전하가 방전되는 경우와 마찬가지로 밀러효과에 의해 흡수된다. 따라서, 게이트-소스 전압(VGS)은 어떠한 실질적인 변화도 거의 보이지 않는다. 즉, R31 및 R32를 경유하여 충전된 전하는 밀러효과에 의해 상쇄된다. 게이트의 충전이 진행됨에 따라, VDS는 감소한다. 그것이 기준전압(VL) 이하로 떨어지면, CMP3 출력은 로우가 된다. T1은 OFF상태를 시작한다.

밀러효과에 의한 T1의 게이트로의 전하의 공급 또는 상쇄를 위한 전하량은 기준전압(VL 및 VH)에 의해 결정되고 일정한 양이다. 게이트 회로가 그러한 전하량을 충전한 후 방전하는데 필요한 시간은 ON/OFF 동작의 1사이클에 대응한다. 게이트의 충전시간은 전원전압(VB) 및 게이트 저항(R31+ R32)에 의해 결정되고, 방전시간은 게이트 저항(R32)에 의해 결정된다. 즉, ON/OFF 동작의 사이클은 기준전압(VL 및 VH), 전원전압(VB), 및 게이트 저항(R31 및 R32)에 의해 결정된다. 따라서, ON/OFF 동작의 사이클은 게이트 저항, 특히, 저항(R32)을 변화시킴으로써 변화될 수 있다.

3. 끼임판정회로(6)의 설명

3-1. 끼임판정회로(6)의 회로구성

도 3의 끼임판정회로(6)는 16펄스 카운터(6)를 포함하고, 카운터는 그 입력단자가 전류제한회로(7)의 CMP3의 출력단에 접속되어 있고, 80 μ s 동안 카운팅하지 않을 때는 리셋된다.

3-2. 끼임판정회로(6)의 동작설명

끼임방지장치에 있어서는, 우선, 전류검출회로(2)에 의해 끼임이 검출된다. 그후, 모터전류(ID)가 소정 범위내에 유지되도록 전류제한회로(7)에 의해 전류제한이 수행된다. 최종적으로, 끼임이 발생했는지의 여부가 끼임판정회로(6)에 의해 판정된다. 이러한 판정방법을 설명한다. 모터속도가 끼임에 의하여 감소될 때, T1의 ON/OFF 동작시간이 길어지고, T1의 연속적인 ON 시간이 짧아진다. 이러한 특성을 이용하여, 끼임이 발생했는지의 여부가 판정된다. 특정 판정방법 3가지는 다음과 같다.

(a)ON/OFF 동작시간에 대한 연속적인 ON 시간의 비가 검출되고, 그 비가 소정값에 도달될 때, 끼임이 발생하였다고 판정된다. 연속적인 ON 시간 및 ON/OFF 동작시간은 CMP2 출력에서 측정된다. CMP2의 출력이 하이 레벨이라는 것은 연속적인 ON을 의미하고, 로우 레벨이라는 것은 ON/OFF 동작을 의미한다. 따라서, CMP2의 출력은 목적의 비가 측정될 수 있도록 아날로그 신호로서 평균화된다.

(b)연속적인 ON 또는 ON/OFF 동작의 시간이 측정되고, 시간이 소정값에 도달될 때, 끼임이 발생하였다고 판정된다. CMP2의 출력의 하이 레벨 또는 로우 레벨의 시간은 판정을 위해 측정된다.

(c)ON/OFF 동작동안의 ON상태 또는 OFF상태의 횟수가 카운팅되고, 그 횟수가 소정값에 도달될 때, 끼임이 발생하였다고 판정된다. 도 3에 도시된 바와 같이, CMP3의 출력의 하이 레벨로의 상승횟수가 카운팅되고, 그 횟수가 16펄스에 도달될 때, 끼임이 발생하였다고 판정된다. 카운터(6)는 연속적인 ON 시간을 포함하여 ON상태를 카운팅하지는 않고, 카운터(6)는 펄스가 소정시간 동안 인터럽트되면 리셋된다. 도 3에 있어서, CMP3 출력이 80 μ s 동안 변화하지 않으면 카운터(6)는 리셋된다. 끼임의 판정시 회전속도의 기준은 끼임이 발생하기 전의 회전속도보다 약 60% 감소된 것으로 설정된다. 회전속도의 이러한 기준은 울퉁불퉁한 도로를 통하여 발생된 충격적인 부하변동으로 인한 회전속도의 강하에 의해 발생하지 않는 레벨의 값이다.

3-2-1. 끼임판정을 위한 소정값의 설정

끼임판정을 위한 소정값의 설정방법의 개요는 다음과 같다.

(i)끼임판정을 위한 소정값은 울퉁불퉁한 도로에서의 운전에 의한 충격적인 변동으로 인한 모터 회전속도에서의 강하에 의해 발생하지 않는 레벨로 설정된다.

(ii)ON/OFF 동작시간이 CMP1에 사용된 OP AMP의 응답성 및 T1의 OFF 지연시간에 의존하기 때문에, 이들 특성의 정상값을 가정하여, 상기 소정값에 대응하는 ON/OFF 시간의 횟수는 카운터(6)가 신호를 출력할 필요가 있는 펄스의 횟수를 설정하도록 결정된다.

(iii)OP AMP 응답성 및 T1의 OFF 지연시간이 넓게 변하기 때문에 끼임판정을 위한 소정값을 조정할 필요가 있을 때, 게이트 직렬 저항(R32)은 ON/OFF 동작의 사이클을 변화시키도록 변화된다. 따라서, 카운터(6)가 신호를 출력할 펄스의 횟수를 고정하는 것은 OP AMP의 응답성 및 T1의 OFF 지연시간이 넓게 변화더라도 가능하게 된다. 카운터(6)가 신호를 출력할 펄스의 횟수를 고정하는 것은 이러한 회로가 IC칩상에 만들어진 경우에 편리하다.

3-2-2. ON/OFF 동작시간에서의 모터속도의 변화

모터속도의 감소로 인하여 ON/OFF 동작시간은 길어지고 연속적인 ON 시간은 짧아진다. ON/OFF 동작의 1사이클동안 모터속도는 거의 변화하지 않는다고 가정된다. 이것은 모터(5)가 ON/OFF 동작시간에도 일정한 힘에 의해 파워 윈도우를 누르고 있다는 사실에 의해 증명된다. ON/OFF 동작에서 모터 단자의 사이의 전압이 VB-VDSonoff이기 때문에, 모터출력이 Pm인 경우 식(14)는 다음과 같이 주어진다.

$$P_m = (V_B - V_{DSonoff}) \cdot I_D - R_a \cdot I_D^2$$

$$= (VB - VDSonoff - Ra*ID)*ID$$

$$= (Emotor - Enoff)*ID \quad (14)$$

식(14)로부터 이하의 사실이 명백하다.

(i)모터는 ON/OFF 동작시간 동안 그 회전속도에 관계없이 거의 일정한 출력을 출력한다.

(ii)ON/OFF 동작시, 모터출력은 연속적인 ON일 때에 비하여 VDSonoff*ID로 감소할 뿐이다.

즉, 모터는 ON/OFF 동작동안에도 일정한 출력을 출력하여 파워 윈도우를 구동한다. 이것은 모터(5)가 파워 윈도우를 누르고 있고 모터속도는 파워 윈도우의 속도와 일정하게 링크한다는 것을 의미한다. 파워 윈도우의 움직임이 느리기 때문에, 그것은 ON/OFF 동작의 1사이클에서 거의 변화하지 않는다. 따라서, 모터속도도 하나의 ON/OFF 사이클에서 거의 변화하지 않고 따라서 가정은 타당하다.

상기된 바와 같이, 예러없이 이물체의 끼임이 신속하게 판정되도록 모터전류가 제한될 수 있는 끼임방지장치를 제공하는 것이 가능하다.

(제 2 실시예)

도 7에 도시된 제 2 실시예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 전류추수회로(13)는 도 3의 제 1 실시예의 전류추수회로(3)와 상이하다. 전류추수회로(13)에서는, 고속충전방전회로(43) 및 저항(R28)이 전류추수회로(3)로부터 제거되어 있고, 그러한 변화와 함께, 저항(R21)의 저항값은 저속충전방전회로(45)의 시정수를 유지하도록 변화되었다.

이러한 변화로써, 도 3의 고속충전방전회로(43)의 시정수는 제로로 되고 고속추수전류(Iref-f)의 추수속도는 무한대로 된다. 따라서, 제 2 실시예의 끼임방지장치의 동작은 도 3의 제 1 실시예의 회로의 끼임방지장치와 기본적으로 동일하지만, 특히, 전류추수회로(13)의 동작은 다음과 같이 해석될 수 있다.

고속충전방전회로(43)는 없고, 고속소스팔로워회로(44)를 흐르는 고속추수전류(Iref-f)의 변화량은 ON/OFF 동작시간을 포함하여 모터전류(ID)의 변화량의 1/n으로 일정하게 되고, 저항(R24)의 양단 사이에서 발생된 전압 변화량은 식(15)와 같이 셉트저항(R1)의 양단 사이에서 발생된 전압 변화량에 대응한다. 단, ΔIref-f 및 ΔID는 Iref-f 및 ID의 각각의 변화량이다.

$$\Delta I_{ref-f} * R_{24} / (\Delta ID * R_1) = R_{24} / (n * R_1)$$

$$= 1.5K\Omega / (1618 * 0.034\Omega) = 27.3 \quad (15)$$

즉, 모터전류(ID)의 변화량에 비례하는 셉트저항(R1)의 전압 변화량인, 27.3만큼, 증폭에 의해 생성된 전압 변화량은 저항(R24)의 양단 사이에서 발생되고, R21 및 C1으로 이루어진 집적회로에 의해 이 전압 변화량을 평균화함으로써 얻어진 전압은 R23의 양단 사이에서 발생된다. 발생된 각각의 전압은 동작시의 CMP2에 의해 비교된다.

(제 3 실시예)

도 8에 도시된 제 3 실시예에 따른 파워 윈도우 끼임방지장치에 있어서, 전류추수회로(13 및 14)는 도 7의 제 2 실시예에 따른 끼임방지장치에 비하여 상이하다. 이들 회로는 다음과 같은 2가지 점에서 다르다.

(a)트랜지스터(T21)의 드레인은 기준저항(R20)에가 아니라 전원(VB)에 직접 접속되어 있다.

(b)드레인이 저항(R26)에 접속되어 있고 소스가 접지되어 있고 게이트가 CMP2의 출력단자에 접속되어 있는 트랜지스터(T23) 및 CMP1의 플러스 입력단자에 접속되어 있는 저항(R26)이 추가되었다.

(제 3 실시예의 끼임방지장치의 동작)

모터전류(ID)는 셉트저항(R1)에 의해 전압으로 변환된다. CMP1은 그 플러스 입력단자 전압 및 마이너스 입력단자 전압이 항상 같도록 제어되기 때문에, 기준저항(R20)에 흐르는 기준전류(Iref)는 ID에 비례하고, 따라서, Iref*n=ID이다. 따라서, 모터전류(ID)가 ΔID만큼만 변화하는 때의 Iref의 변화의 크기를 ΔIref라 하면, ΔIref*n=ΔID이다.

끼임이 발생하고 있지 않을 때, 트랜지스터(T23)는 ON이기 때문에, Iref의 전류성분(Iref-2)은 R26 및 T23을 경유하여 흐른다. 즉, Iref=Iref-f+ Iref-2이다. Iref-2가 변화할 수 없기 때문에, Iref의 변화량(ΔIref)은 Iref-f에 모두 반영되어 식 (16)에 의해 표현되는 전압 변화량(ΔVR24)은 Iref-f가 흐르는 저항(R24)에서 발생된다.

$$\Delta VR24 = \Delta Iref * R24 = (\Delta ID / n) * R24 \quad (16)$$

셉트저항(R1)에서 발생된 전압 변화량(ΔVR1=ΔID*R1)에 대한 비가 계산될 때, 식(17)에 나타내어진 바와 같이 셉트저항(R1)의 양단의 전압 변화량은 27.3배 증폭되어 저항(R24)의 양단 사이에 발생된다.

$$\begin{aligned} \Delta VR24 / \Delta VR1 &= (R24 / R1) / n \\ &= (1.5K\Omega / 34m\Omega) / 1618 = 27.3 \quad (17) \end{aligned}$$

R24의 비접지측 전위와 CMP1의 출력의 사이에 T22의 게이트-소스 전압 및 다이오드(D21)의 순방향 전압강하를 더함으로써 발생된 전압차가 존재하지만, 이러한 전압차는 일정한 값으로 생각될 수 있기 때문에, CMP1의 출력 변화량은 R24의 비접지측 전위에서의 변화량과 같다. 따라서, 커패시터(C1)의 비접지측 전위에서의 변화의 크기는, 시정수(R21*C1)에 의해, R24의 비접지측 전위에서의 변화의 크기(ΔVR24)를 평균화함으로써 얻어진 크기에 대응한다. 커패시터(C1)의 비접지측 전위는, dc전압에서의 차를 제외하고, 트랜지스터(T21)의 소스에, 즉, CMP2의 플러스 입력단자에 반영된다. 한편, R24의 비접지측 전위는 CMP2의 마이너스 입력단자에 입력된다. 그러나, 다이오드(D21)의 순방향 전압강하의 크기인 0.7V의 dc전압차는 플러스 입력단자와 마이너스 입력단자의 사이에 더해진다.

상기 상황이 재편성될 때, ID의 변화의 크기(ΔID)는 셉트저항(R1)에 의해 전압으로 변환되어 ΔVR1이 된다. ΔVR1은 27.3 배 되어 ΔVR24가 되고 CMP2의 마이너스 입력단자에 더해진다. 이때의 전류-전압 변환비(ΔVR24/ΔID)는 식(18)에 의해 표현된다.

$$\begin{aligned} \Delta VR24 / \Delta ID &= 27.3 * R1 * \Delta ID / \Delta ID \\ &= 27.3 * 34m\Omega = 928 \text{ mV/A} \quad (18) \end{aligned}$$

ΔVR24의 평균값은 CMP2의 플러스 입력단자에 더해지고, 0.7V의 dc전압차는 그 플러스 입력단자와 마이너스 입력단자의 사이에 더해진다.

맥동전류 성분은 모터전류(ID)에 포함되어 있다. 맥동전류의 전체 진폭이 0.5A인 경우에, 928mV*0.5A=464mV의 전압 변동의 크기는 ΔVR24에 포함된다. 즉, 일측 진폭에서 +/-232mV의 변동이 존재하기 때문에, 0.7V-0.232V=0.468V의 전압 증가가 발생될 때, CMP2 출력은 하이 레벨로부터 로우 레벨로 변화한다. 즉, 0.468V는 끼임검출전압이 된다. 0.468V가 ID로 변환될 때, 그것은 0.5A(=0.468V/R24*n)가 된다. ID가 0.5A만큼 증가할 때, CMP2 출력은 역으로 된다.

CMP2 출력이 로우 레벨로 될 때, 트랜지스터(T23)는 OFF되고, 전류(Iref-2)는 없어진다. 이때 ID가 변화하지 않기 때문에, 기준전류(Iref)는 변화하지 않는다. 따라서, Iref-f는 없어진 Iref-2의 크기만큼만 증가한다. 따라서, R24의 전압강하는 증가하고, CMP2의 마이너스 입력단자 전압은 증가한다. 그 증가율은 Iref-2*R24로 된다. CMP2 출력이 로우 레벨로 될 때, ON/OFF 동작은 시작되고, ID는 감소한다. ID의 감소로 인한 Iref의 감소 크기가 Iref-2를 초과할 때, CMP2는 다시 하이 레벨로 변화하고, ID는 연속적인 ON에 있고 증가하기 시작한다. CMP2 출력이 하이 레벨로 될 때, T23은 ON되고, Iref-2가 흐르고, 그러한 크기에 대해 Iref-f가 감소하고, CMP2 마이너스 단자 전압은 Iref-2*R24만큼만 감소된다. ID의 증가로 인한 Iref의 증가 크기가 Iref-2를 초과할 때, CMP2는 로우 레벨로 변화한다. CMP2 출력이 로우 레벨로 될 때, FET(T1)가 OFF 지연을 갖기 때문에, ID는 이러한 지연동안 증가한다. 따라서, ID는 Iref-2뿐만 아니라 CMP2가 그 로우 레벨에 있는 동안 지연으로 인한 ID 증가의 크기도 포함하는 크기만큼 감소하여야 한다.

ON/OFF 동작 및 연속적인 ON이 반복되는 모터전류(ID) 제한동안 모터전류(ID)의 최대값은 끼임 전의 ID 평균값에 끼임 검출값 $0.5A(0.468V)$ 를 더함으로써 얻어진 값으로 된다. 최소전류값은 Iref-2의 크기에 의해 결정된다. 따라서, 전류제한 동작시간의 ID 평균값은 Iref-2의 값을 조정함으로써 임의로 설정될 수 있다.

도 8의 회로의 동작이 상기되었고, 도 3의 회로와의 차이점은 다음과 같이 요약된다.

(i)도 3의 Iref-f는 정확하게 ID 그 자체의 변화량은 아니다. $\Delta Iref-f \cdot n$ 는 ΔID 와 동일하지 않다. 저항(R22)의 양단 사이에 발생한 전압차는 ID와 Iref의 사이에 갭이 존재함을 나타낸다. 따라서, $\Delta Iref-f$ 에 의해 저항(R24)에 발생한 전압강하($\Delta VR24$)는 정확하게 ΔID 를 나타내는 것은 아니다. 그것은 ΔID 보다 더 크거나 더 작을 수 있다. 즉, $\Delta VR24$ 의 진폭은 ΔID 에 대응하는 크기보다 더 커지게 된다. 따라서, 끼임판정값은 실질적으로 작게 되고, ON/OFF 동작은 용이하게 시작된다. 이것은 울퉁불퉁한 도로에서의 운전 등으로 인한 충격적인 부하변동으로 인해 오작동이 발생할 경우가 증가한다는 것을 의미한다.

한편, 도 8에서, $\Delta VR24$ 는 정확하게 ΔID 를 나타내고, 따라서 ΔID 로부터의 갭으로 인한 영향이 생기지 않는다.

(ii)도 3의 회로에 있어서, ON/OFF 동작시간에서, CMP1 출력의 변동은 하이 레벨 및 로우 레벨에서 포화가 일어나도록 더 크게 된다. ΔID 로부터 CMP2 마이너스 입력단자 전압의 갭은 더 크게 되고, CMP2 마이너스 입력단자 전압은 ID의 변화와 상이하게 된다. CMP2 플러스 입력단자 전압은 변화하지 않고 ΔID 는 마이너스 입력단자 전압이 플러스 입력단자 전압과 비교되어 제어될 때에도 CMP2 마이너스 입력단자 전압에서의 변화에 대응하지 않기 때문에, ID는 모터속도가 전류 제한동작 동안 감소하게 될 때 점차로 증가한다.

한편, 도 8에서, 모터전류에서의 변화는 CMP2 마이너스 단자 전압에 반영되기 때문에, 전류제한동작 동안 모터전류(ID)의 피크값은 일정하게 유지된다.

(iii)도 3에 있어서, ON/OFF 동작시간은 T1의 OFF 지연, CMP1의 응답지연, 및 모터속도에 의해 결정된다. 이들 중에서, CMP1의 응답 지연시간의 영향이 크다. 도 8에 도시된 바와 같이, Iref-2를 사용하여 제어가 가능하지만, Iref-2=0A일 때에도 충분한 ON/OFF 동작시간이 존재한다. Iref-2가 사용된다면, ON/OFF 동작시간은 너무 길게 되어, 제어측면에서 바람직하지 않다. 즉, ON/OFF 동작시간은 외부로부터 제어될 수 없다. 그러나, Iref-f의 추속속도가 무한대로 되는 도 7의 방법에 있어서는, Iref-2를 사용하는 제어가 가능하다.

한편, 도 8에서, 그것은 모터속도 및 T1의 지연이 ON/OFF 동작시간을 결정하는 주요인이 되는 도 3의 상황과 동일하지만, CMP1의 응답지연은 그것에 영향을 미치지 않는다. 또한, Iref-2를 사용함으로써, ON/OFF 동작시간은 그것이 실질적으로 임의의 값이 되도록 제어될 수 있다. Iref-2가 증가될 때, ON/OFF 동작시간은 더 길어지게 되고, 따라서, ID의 최소값은 감소될 수 있다. 전류제한시에 ID의 최대값이 일정하게 유지되고 최소값이 제어될 수 있기 때문에, 전류제한시 ID의 평균전류값은 소망값으로 설정될 수 있다.

(iv)도 3 및 도 7에서, Iref의 일부인 Iref-s는 C1의 전위와 연결되어 흐른다. 끼임이 발생하여 ID가 증가할 때, C1의 전위는 거의 증가하지 않지만, 그것은 제로도 아니다. C1 전위의 증가의 크기에 대응하여 Iref-s는 증가하고, 그 크기만큼만 Iref-f의 증가 크기가 감소한다. 즉, 검출감도는 그 크기만큼만 무더진다. 한편, 도 8에서, C1 전위의 증가는 끼임과 동시에 발생하지만, C1에서의 증가는 Iref에 관련이 없기 때문에, Iref-f의 증가는 C1의 증가에 의해 제한되지 않는다. 따라서, C1 전위의 증가로 인한 검출감도의 감소는 없어지고, 더 정확한 제어가 실현될 수 있다.

상기 사실로부터 알 수 있는 바와 같이, 도 8의 회로는 끼임방지를 위한 제어 시스템으로서 도 3의 회로보다 더 우수하다.

(제 4 실시예)

도 9에 도시된 제 4 실시예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 전류검출회로(2)는 도 3의 제 1 실시예에 따른 끼임방지장치에 비하여 상이하다. 도 9에 있어서, 전류제한회로(7), 모터(5), 및 끼임판정회로(6)의 설명은 간략히 하거나 생략한다. 전류 검출회로(2)에서의 2가지 다른 점은 다음과 같다.

(a)전류추수회로(16)는 전류추수회로(3)와 상이하다. 전류추수회로(16)에 있어서는, CMP1의 플러스 입력단자에 접속된 저항(R29), 드레인이 저항(R29)에 접속되어 있고 소스가 접지되어 있고 게이트가 기동타이머(15)의 출력단자에 접속되어 있는 트랜지스터(T24), 및 애노드가 커패시터(C1)에 접속되어 있고 캐소드가 커패시터(C2)에 접속되어 있는 다이오드(D22)가 전류추수회로(3)에 추가되어 있다.

(b)입력단자가 윈도우-업(UP)의 입력단자에 접속되어 있는 기동타이머(15) 및 기동타이머(15)와 전류추수회로(16)의 출력단자에 접속되어 있는 기동회로(4)가 추가되어 있다.

기동회로(4)는 게이트가 기동타이머(15)에 접속되어 있고 소스가 접지되어 있는 n형 MOS FET(T42), T42의 드레인에 접속되어 있는 저항(R43), 게이트가 저항(R43)에 접속되어 있고 소스가 전원공급장치(VB)의 플러스 단자에 접속되어 있는 p형 MOS FET(T41), T41의 소스와 게이트의 사이에 접속되어 있는 저항(R41), T41의 드레인에 접속되어 있는 저항(R42), 및 애노드가 저항(R42)에 접속되어 있고 캐소드가 T21의 게이트에 접속되어 있는 다이오드(D41)를 포함한다.

(제 4 실시예의 끼임방지장치의 동작)

모터가 윈도우-업(UP) 또는 윈도우-다운(DOWN) 신호에 의해 기동될 때 모터기동전류(ID; 러시전류)의 상승에 의해 ON/OFF 동작이 행해지지 않도록 러시전류 마스크기간이 제공된다. 안전장치의 측면에서 모터(5)가 기동된 직후에 끼임 방지기능을 동작시키는 것이 바람직하다. 펄스센서가 사용되는 방법에 있어서, 펄스의 분해능이 좋지않고 펄스가 안정되는 데는 시간이 필요하기 때문에, 모터가 기동된 직후에 끼임방지기능을 동작시키는 것은 어렵다. 제 4 실시예의 전류검출 방법에서는 응답이 빠르기 때문에, 기동 직후에 끼임방지기능을 동작시키는 것이 가능하고, 따라서, 펄스센서 방법에서도 보다 우수한 기능이 안전장치로서 실현될 수 있다.

(러시전류 마스크기간 동안 모터(5)가 회전하는 경우)

윈도우-업 신호 또는 윈도우-다운 신호가 발생될 때, 기동타이머(15)는 동작되고, 전류검출회로(2)의 트랜지스터(T24)는 ON되고, 러시기준전류(Iref-1)는 러시전류 마스크기간 동안만 흐른다. 러시기준전류(Iref-1)의 크기는 전원공급장치(VB) 및 저항(R29)에 의해 결정된다. 기동회로(4)의 T42는 ON되고, T41은 ON된다. 따라서, 커패시터(C1 및 C2)는 R42 및 R22에 의해 결정된 전압으로까지 거의 충전된다. 전체 기준전류를 n배 함으로써 얻어진 값이 모터전류(ID)로서의 러시전류보다 더 크도록 Iref-1이 설정된다. 즉, Iref-1은 식(19)이 성립되도록 설정된다.

$$(ID\text{로서의 최대러시전류}) < n \cdot (I_{ref-s} + I_{ref-f} + I_{ref-1}) \quad (19)$$

따라서, CMP1 출력이 러시전류 마스크기간 동안 로우 레벨로 되기 때문에, 충전전류는 전원전압(VB)으로부터 트랜지스터(T41)로 흐르고, 그로부터 저항(R42)으로, 다이오드(D41)로, 커패시터(C1) 및 다이오드(D22)로, 커패시터(C2) 및 저항(R22)으로, CMP1 출력으로, 그리고, 접지로 흐른다. 커패시터(C1 및 C2)의 전위는 식(20) 및 식(21)과 같이 표현된다.

(C1 전위)

$$=(VB-2 \cdot 0.7(V)-(CMP1\text{출력})) \cdot R22 / (R42+ R22) + 0.7(V) + (CMP1\text{출력}) \quad (20)$$

(C2 전위)

$$=(VB-2 \cdot 0.7(V)-(CMP1\text{출력})) \cdot R22 / (R42+ R22) + (CMP1\text{출력}) \quad (21)$$

다이오드의 순방향 전압강하는 0.7V로 설정된다. 전원전압(VB)은 12.5V이고, CMP 출력 로우 레벨은 2V이고, R42는 3KΩ이고, R22는 5.1KΩ이다. 따라서, C1 전위는 8.3V이고 C2 전위는 7.7V이다. 러시전류 마스크기간이 끝나고 기동타이머(15)가 정지할 때, T43 및 T41은 OFF된다. 이때 CMP1 출력이 로우 레벨로 있도록 모터전류가 감소한다면, C1 및 C2의 전하는 추수동작을 즉시 시작하도록 다이오드(D22)로부터 저항(R22)으로 및 CMP1 출력으로의 경로로 방전된다. 따라서, 이러한 상태에서, 끼임이 발생할 때, 끼임은 즉시 검출되어 모터(5)는 정지될 수 있다.

(윈도우-업 신호가 입력된 후에 모터(5)가 회전하지 않는 경우)

이러한 경우에 있어서, 기동타이머(15)가 정지될 때 모터전류(ID)로서의 모터잠금전류가 흐르기 시작하기 때문에, CMP1 출력은 하이 레벨로 되고, C2 전위는 저항(R22)을 경유하여 CMP1의 하이 레벨 출력으로 즉시 충전된다. C1이 긴 시정수에 의해 충전되기 때문에, C1의 전하는 거의 증가하지 않는다. 따라서, CMP2에서 마이너스 입력단자 전압은 플러스 입력단자 전압보다 더 크게 되고, CMP2 출력은 로우 레벨로 된다. T1은 ON/OFF 동작을 수행한다. 연속적인 ON은 시작되지 않는다. 따라서, 끼임판정이 즉시 행해져서 역동작이 수행된다.

윈도우-업 신호를 발생시킨 후에 모터가 회전할 때에도, 기동타이머(15)가 정지시 CMP1 출력이 하이 레벨인 경우에는, ON/OFF 동작이 즉시 시작된다. ON/OFF 동작 및 연속적인 ON이 계속될 때, 모터전류(ID)가 감소하기 시작한다면, 정상 동작이 시작되어서 모터는 회전을 계속한다. 모터전류(ID)가 끼임으로 인하여 증가한다면, 끼임판정이 수행되어서 모터가 역동작된다. 끼임이 발생하고 있지 않을 때에는 역동작이 발생하지 않는 저항값으로 R41 및 R22가 설정될 필요가 있다.

(제 4 실시예의 제 1 변형예)

도 10에 도시된 바와 같은 제 4 실시예의 제 1 변형예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 전류검출회로(2)는 도 7의 제 2 실시예의 끼임방지장치의 전류검출회로(2)와 상이하다. 전류검출회로(2)에서의 2가지의 다른 점은 다음과 같다.

(a)전류추수회로(17)는 전류추수회로(13)와 상이하다. 전류추수회로(17)에 있어서는, CMP1의 플러스 입력단자에 접속되어 있는 저항(R29), 드레인이 저항(R29)에 접속되어 있고 소스가 접지되어 있고 게이트가 기동타이머(15)의 출력단자에 접속되어 있는 트랜지스터(T24), 애노드가 커패시터(C1)에 접속되어 있는 다이오드(D22), 및 CMP1의 출력단자와 다이오드(D22)의 캐소드의 사이에 접속되어 있는 저항(R28)이 전류추수회로(13)에 추가되어 있다.

(b)입력단자가 윈도우-업(UP)의 입력단자에 접속되어 있는 기동타이머(15) 및 전류추수회로(17)와 기동타이머(15)의 출력단자에 접속되어 있는 기동회로(4)가 추가되어 있다.

따라서, 도 10의 회로는 도 7의 회로에 대하여 기동 직후에 끼임방지기능을 실현하는 도 9의 회로와 유사하게, 도 7의 회로에 대하여 유사한 기능을 실현할 수 있다.

(제 4 실시예의 제 2 변형예)

도 11에 도시된 바와 같은 제 4 실시예의 제 2 변형예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 전류검출회로(2)는 도 8의 제 3 실시예에 따른 끼임방지장치에 비하여 상이하다. 전류검출회로(2)에서의 2가지의 다른 점은 다음과 같다.

(a)전류추수회로(18)는 전류추수회로(14)와 상이하다. 전류추수회로(18)에 있어서는, CMP1의 플러스 입력단자에 접속되어 있는 저항(R29), 드레인이 저항(R29)에 접속되어 있고 소스가 접지되어 있고 게이트가 기동타이머(15)의 출력단자에 접속되어 있는 트랜지스터(T24), 애노드가 커패시터(C1)에 접속되어 있는 다이오드(D22), 및 CMP1의 출력단자와 다이오드(D22)의 캐소드의 사이에 접속되어 있는 저항(R28)이 전류추수회로(14)에 추가되어 있다.

(b)입력단자가 윈도우-업(UP)의 입력단자에 접속되어 있는 기동타이머(15) 및 전류추수회로(18)와 기동타이머(15)의 출력단자에 접속되어 있는 기동회로(4)가 추가되어 있다.

따라서, 도 11은 도 8에 대하여 기동 직후에 끼임방지기능을 실현하는 도 9와 유사하게, 도 8에 대하여 유사한 기능을 실현할 수 있다.

(제 5 실시예)

도 12에 도시된 바와 같은 제 5 실시예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 전류검출회로(2)는 도 3의 제 1 실시예에 따른 끼임방지장치에 비하여 상이하다. 전류검출회로(2)에서의 다른 점은 다음과 같다.

저항(R1)이 제거되고, R1 대신에, 메인 FET(T4)의 드레인 및 소스 단자가 접속되어 있다. 마찬가지로, 저항(R20)이 제거되고, R20 대신에, 기준 FET(T5)의 드레인 및 소스가 접속되어 있다. 출력단자가 게이트(T4 및 T5)에 접속되어 있는 드라이버(19)가 제공된다. T4 및 T5는 n형 MOS FET으로 구성된다. 전류검출회로(2)는 멀티저항 대신에 멀티소스 FET을 갖는다. 멀티소스 FET은 메인 FET(T4) 및 기준 FET(T5)으로 구성되어 있다. 멀티소스 FET의 전류감지비(n)에 관하여,

메인 FET(T4)의 소스-드레인 저항값인 ON저항값에 대한 기준 FET(T5)의 소스-드레인 저항값인 ON저항값의 비(n)는 멀티저항과 마찬가지로 1을 초과하는 값, 바람직하게는 100이상의 값으로 설정된다. 모터전류(ID)는 메인 FET(T4)에 흐른다. 기준전류(Iref)는 ID=n*Iref의 조건을 만족하는 기준전류(Iref)가 기준 FET(T5)에 흐르도록 제어된다.

메인 FET(T4)이 모터(5)의 하이 사이트에 배열된 경우에 있어서는, ID=n*Iref의 조건을 만족시키기 위해, 메인 FET(T4)의 소스 전위(VSA) 및 기준 FET(T5)의 소스 전위(VSB)가 VSA=VSB의 조건을 만족하여야 한다. 모터가 정회전하고 있을 때, 유리창의 구동력의 변동에 의해 모터전류(ID)가 변화한다면, 메인 FET의 소스 전위(VSA)도 변화한다. 기준전류(Iref)를 제어함으로써, VSA=VSB의 조건은 유지된다.

다음으로, 끼임에 의해 발생된 이상전류를 검출하는 방법에 있어서, 도 3과 마찬가지로, 기준전류(Iref)는 추수속도가 다른 2개의 전류성분으로 나뉜다. 고속추수전류(Iref-f)는 모터전류(ID)의 변화를 정확하게 반영한다. 기준 FET(T5)의 ON저항값보다 더 큰 저항값을 갖는 저항(R24)에 고속추수전류(Iref-f)가 흐르게 함으로써, 모터전류(ID)의 변화는 전압으로 변환된다. 전압의 이러한 변환으로써, 메인 FET(T4)의 ON저항값에 의해 모터전류(ID)의 변화를 전압으로 변환함으로써 얻어진 미소변동을 증폭함으로써 얻어진 변동이 검출될 수 있다.

끼임이 발생할 때, 고속추수전류(Iref-f)가 모터전류(ID)를 따라 증가하지만, 저속추수전류(Iref-s)는 거의 변화하지 않는다. 따라서, 저속추수전류(Iref-s)와 고속추수전류(Iref-f)의 평균값의 사이에 차이가 발생되어, Iref-f의 평균이 Iref-s보다 더 큰 양적관계가 생긴다. 이러한 양적 차이가 초기설정값을 초과할 때, 이상전류검출신호(9)가 발생된다. 결과로서, 이러한 신호(9)에 의하여, 모터(5)의 하이 사이트에 있는 멀티소스 FET(T4 및 T5) 또는 모터(M)의 로우 사이트(접지측)에 있는 전류제한회로(7)의 반도체 스위칭소자(FET 또는 바이폴러 트랜지스터; T1)는 OFF된다.

그후, 끼임이 발생하는 동안, 멀티소스 FET(T4 및 T5) 또는 반도체 스위칭소자(T1)는 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작을 반복한다. ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작을 반복함으로써, 모터전류(ID)의 증가는 제한될 수 있다. 전류검출회로(2)의 기능은 도 3의 멀티저항의 회로의 것과 동일하다.

(제 6 실시예)

도 13에 도시된 바와 같은 제 6 실시예에 따른 끼임방지장치에 있어서, 모터(5 및 22)는 도 12의 제 5 실시예에 따른 끼임방지장치에 비하여 상이하다. 윈도우-업의 동작은 도 12의 경우와 동일하다. 윈도우-다운의 동작은 트랜지스터(T6 및 T7)를 사용하여 동작된다.

정회전/역회전회로(22)는 윈도우-업 신호를 입력함으로써 윈도우가 닫히는 방향으로 모터를 회전시키고 윈도우-다운 신호를 입력함으로써 윈도우가 열리는 방향으로 모터를 회전시킨다. 또한, 윈도우-다운 신호가 신호선(11)을 경유하여 입력되는 경우에 있어서, 정회전/역회전회로(5)는 윈도우가 닫힌 방향으로부터 윈도우가 열리는 방향으로 모터(M)를 역회전시킨다. H-브릿지회로는 정회전/역회전회로(22)로 구성되어 있다. H-브릿지회로는 4개의 FET(T1, T4, T6, 및 T7)을 갖는다. 전류검출회로(2) 및 전류제한회로(7)는 4개의 FET(T1, T4, T6, 및 T7) 중 하이 사이트에 트랜지스터(T4)를 사용하여 구성될 수 있다. 전류검출회로(2)가 하이 사이트에 트랜지스터(T4)를 사용하여 구성되고 전류제한회로(7)가 로우 사이트에 트랜지스터(T1)를 사용하여 구성되는 것도 가능하다.

기능은 도 12의 회로의 기능과 동일하다.

(제 1 검증예)

제 1 검증예에 있어서, 제 4 실시예에 따른 도 9 및 도 3에 도시된 파워 윈도우 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 전류추수회로(16)의 추수동작을 측정하여 설명한다. 전원전압(VB)은 12.5V이다.

도 14(a)에는 제 4 실시예에 따른 파워 윈도우 끼임방지장치에서 파워 윈도우 상승이 시작되는 경우의 신호파형이 도시되어 있다. 수평축은 시간을 나타내고, 1눈금은 50ms에 대응한다. 수직축은 모터전류(ID), CMP1의 출력단자의 전압, 및 커패시터(C1 및 C2)의 전압을 나타낸다. 수직축의 단위는 그래프에서 모터전류(ID; 2A/div, 6A) 등의 우측에 나타내어져 있다. (2A/div, 6A)는 1눈금이 2A에 대응하고 전체 8눈금에서 4번째 눈금의 전류가 6A라는 것을 의미한다. 마찬가지로 CMP1의 출력단자의 전압은 (2V/div, 6V)로 표현되고, 1눈금이 2V에 대응하고 전체 8눈금에서 4번째 눈금의 전압이 6V라는 것을 의미한다. 이하의 그래프에서, 마찬가지로의 표시법으로 수직축이 표현된다.

도 14(b)는 도 14(a)의 시간축상의 제 2 눈금 및 그 부근을 5배 확대한 그래프이다. 도 15(a) 및 도 15(b)도 도 14(a)의 시간축상의 제 2 눈금 및 그 부근을 10배 및 50배 확대한 그래프이다. 도 16(a) 및 도 16(b)는 도 14(a)의 시간축상의 제 3 눈금 및 그 부근을 10배 및 50배 확대한 그래프이다. 도 17(a) 및 도 17(b)는 도 14(a)의 시간축상의 제 10 눈금을 초과하여 제 11 눈금 주위의 일부 부근을 10배 및 50배 확대한 그래프이다.

이러한 도면으로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 기동시에, 40ms의 러시전류 마스크기간이 있고, 이후에 C1 및 C2가 즉시 ID를 추수한다. ID가 감소할 때, C1은 C2보다 크다. C1-C2의 전위차가 저항(R28)의 양단에서 발생한다. 저항(R28)으로 인해 C1 및 C2의 전위의 괴리가 방지된다.

특히, 도 16(a) 및 도 16(b)에서 볼 수 있는 바와 같이, ID의 변동은 C2의 변동과 잘 일치한다는 것을 이해해야 한다. 한편, C1은 우측으로 기우는 ID의 경향을 따라 평활하게 변경될 수 있고, 이것은 ID의 도면 전체에서 관측될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

(제 2 검증예)

제 2 검증예에서, 제 4 실시예에 따라, 도 3 및 도 9에 도시된 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 전류추수회로의 추수 동작을 측정하여 설명한다. 변경하여 다이오드(D21)를 생략할 수도 있다. 전원전압(VB)은 12.5V이다.

도 18(a) 및 도 18(b)에, 파워 윈도우 상승이 시작될 때의 신호파형이 도시되어 있다. 수평축은 시간을 나타내고, 시간의 1 눈금은 200ms이다. 수직축은 모터전류(ID), CMP1의 출력단자(OUT)의 전압 및 커패시터(C1, C2)를 나타낸다.

이러한 도면으로부터 이해할 수 있는 바와 같이, C1은 즉시 ID 파형을 추수할 수 없다. 그러나, C1 파형 + C2 파형은 Iref 파형을 생성하고, Iref 파형은 러시전류 마스크기간(40ms)의 종료 즉시 ID 파형을 추수한다. CMP1의 출력의 크기는 하이 레벨 또는 로우 레벨에 도달하지는 않는다. 그러나, C2가 CMP1의 출력의 진동의 크기에 대해서만 ID의 모든 변화를 추수할 수 없다는 것을 의미한다. CMP1의 출력의 진폭의 크기는 ID와 C2로 표시된 Iref 사이의 갭의 크기와 일치한다.

(제 3 검증예)

제 3 검증예에서, 제 4 실시예에 따른 도 3 및 도 9에 도시된 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 전류추수회로(16)의 추수 동작을 측정하여 설명한다. 즉, 측정 조건은 제 1 검증예의 조건과 동일하다.

도 19(a)에 끼임이 발생한 경우의 신호파형이 도시되어 있다. 도 19(b)에 CMP1 출력(CMP1OUT)이 도 19(a)의 파형으로부터 삭제된 파형이 도시되어 있다. 수평축은 시간을 도시하고, 1 눈금은 200ms를 나타낸다. 수직축은 모터전류(ID), CMP1의 출력단자(OUT)의 전압, 및 커패시터(C1, C2)의 전압을 나타낸다.

이러한 도면으로부터 이해할 수 있는 바와 같이, C1 및 C2는 러시전류 마스크기간(40ms)의 종료 즉시 추수동작을 개시한다. C2의 파형은 C1의 파형과 일치하는 것으로 보인다.

끼임이 판정되고, ID 등은 시간축의 9번째 눈금에서 차단된다. 끼임의 발생으로부터 ID등의 차단까지의 시간동안, C1의 전위는 거의 변화하지 않는다. 양호한 기준 전위가 형성된 것으로 생각된다.

(제 4 검증예)

제 4 검증예에서, 제 4 실시예에 따른 도 3 및 도 9의 도시된 끼임방지장치의 전류제한회로(7)의 반도체 스위칭소자(T1)의 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON 동작을 측정하여 설명한다. 전원전압(VB)은 12.5V이다.

도 20(a), 도 20(b)는 도 19(a)의 시간축상에 도 20으로 표시된 부근을 200배 확대한 도면이다. 도 21은 도 19(a)의 시간축상에 도 21로 표시된 부근을 200배 확대한 도면이다. 도 22는 도 19(a)의 시간축상에 도 22로 표시된 부근을 200배 확대한 도면이다. 도 23은 도 19(a)의 시간축상에 도 23으로 표시된 부근을 200배 확대한 도면이다. 도 24(a) 및 도 24(b)는 도 19(a)의 시간축상에 도 24로 표시된 부근을 200배 확대한 도면이다. 도 25 내지 도 29(a), 도 29(b)는 도 19(a)의 시간축상에 도 20 내지 도 29로 표시된 부근을 확대한 도면이다. 즉, 도 20은 끼임판정으로 인해 T1이 OFF된 시각보다 200ms 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 21은 상기 시각보다 100ms 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 22는 상기 시각보다 80ms 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 23은 상기 시각보다 40ms 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 24는 상기 시각보다

다 20ms 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 25 및 도 26은 T1이 OFF될 때 생성된 파형을 도시한다. 도 27은 상기 시각보다 500 μ s 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 28은 상기 시각보다 400 μ s 빨리 생성된 파형을 도시한다. 도 29는 상기 시각보다 250 μ s 빨리 생성된 파형을 도시한다.

도 20에서, 끼임은 아직 발생하지 않았다. CMP2 마이너스 입력의 파형은 도 20(b)의 ID의 파형과 잘 일치한다는 것을 이해해야 한다. CMP2 플러스 입력은 평활하여 일정값이 된다. 따라서, 다음의 동작이 실행된다는 것을 이해해야 한다. CMP2 마이너스 입력은 CMP2 플러스 입력보다 낮은 값으로 설정된다.

도 21에서 끼임이 발생되었다. CMP2 마이너스 입력은 증가하고, 변동하지 않는 CMP2 플러스 입력의 전위값에 접근한다.

도 22에서도 끼임이 발생되었다. 변동하지 않는 CMP2 플러스 입력의 전위에 대하여, CMP2 마이너스 입력의 전위는 증가하여 CMP2 플러스 입력의 전위보다 커지는 경우가 발생하였다. 이러한 크기의 역전은 좁은 간격에서 연속 2회 발생한다. 이러한 크기의 역전으로 인해, T1의 ON/OFF 동작이 발생하고, CMP1 출력은 크게 진동한다.

도 23에서도 끼임이 발생되었다. 변동하지 않는 CMP2 플러스 입력의 전위에 대하여, CMP2 마이너스 입력은 더욱 증가하여 CMP2 플러스 입력의 전위보다 커지는 경우가 빈번하게 일정한 주기로 발생한다. 이러한 크기의 역전으로 인해, T1의 ON/OFF 동작이 발생되고 CMP1 출력은 동일한 주기에서 크게 진동한다. ID의 파형에 대한 CMP2 마이너스 입력의 추수성에 대하여, 도 4에 설명된 것과 같은 위상의 꺾이 관찰되었다.

도 24에서, 끼임이 발생하였다. 도 24(b)는 도 24(a)의 시간축이 10배 확장된 그래프를 나타낸다. 변동하지 않는 CMP2 플러스 입력의 전위에 관하여, CMP2 마이너스 입력의 전위는 더 증가하여, 도 4에 설명된 경향이 관찰된다. ID의 파형중 정밀 톱날과 영역은 ON/OFF 동작시이고, 그 영역 사이에 삽입된 상승과 영역은 연속적인 ON 시간이다. 끼임판정회로(6)에 의하여 톱날과 영역에서 모든 톱날의 수가 계산된다. 그 수는 13, 10, 및 7이고 이들 중 어떤것이 기준 이하로 떨어지면, 끼임은 판정되지 않는다.

도 25 및 도 26에서, 또한 끼임이 발생하였고, 결국 끼임이 판정되었다. 도 26(a)(b)는 도 25의 시간축이 10배 확대된 그래프를 나타낸다. 변동하지 않는 CMP2 플러스 입력의 전위에 관하여, CMP2 마이너스 입력의 전위는 더 증가하므로, 도 4에 설명된 경향이 관찰된다. ID는 CMP2 플러스 입력이 ON/OFF 동작 초기와 비교하여 변화되지 않았음에도 증가한다. 끼임판정회로(6)에 의하여 모든 톱날과 영역에서 톱날의 수가 계산된다. 그 수는 16 및 16이고, 이 모두는 기준이 되는 16에 도달하고, 첫번째 16에 의하여 끼임이 판정된다.

도 27을 사용하여, 도 4에서 설명된 경향이 상세히 설명된다. CMP1OUT는 하이 레벨로부터 로우 레벨까지 스윙하고 포화된다. 따라서, C2는 T1의 OFF 지연에 의하여 ID변화를 추수하지 않는다. CMP2 마이너스 입력이 CMP2 플러스 입력을 초과해도, T1은 T1의 OFF 지연동안 즉시 OFF되지 않는다. OFF 지연은 전원전압(VB)까지 상승하고 연속적인 ON 동안 포화될 T1의 게이트-소스 전압에 의존한다. OFF 지연은 게이트-소스 전압이 전원전압(VB)에서 T1의 임계전압까지 감소하는 시간이다. 한편, ON/OFF 동작에서 게이트-소스 전압은 연속적인 ON에서의 게이트-소스 전압과는 거의 다르지 않으므로 T1을 OF하는 지연은 없다.

CMP2 마이너스 입력이 CMP2 플러스 입력보다 큰 기간(도 4에서 t_1+t_2)이 T1의 OFF 지연, CMP1의 응답성, 및 ID의 감소율에 의하여 결정된다. CMP2 플러스 입력이 CMP2 마이너스 입력보다 큰 기간(t_3+t_4)은 CMP1의 응답성 및 ID의 증가율에 의하여 결정된다.

도 28 및 도 29에 관하여, 도 5에 나타난 경향이 설명된다. 도 5의 하위 기준전압($V_L=3.03V$) 및 상위 기준전압($V_H=8.82V$)이 도 29의 기준전압과 같이 관찰된다. 기준전압은 CMP3의 마이너스 입력단자 전압이다. 기준전압의 파형과 T1의 드레인 전압(FET 드레인)의 파형의 교점은 도 29(b)에 나타난 바와 같이 CMP3의 출력의 반전 시간을 결정한다. FET 드레인의 파형은 오버슈팅한다.

(제 5 검증예)

제 5 검증예에서, 제 4 실시예의 변형예 2의 도 11에 나타난 끼임방지장치의 전류검출회로(2)의 전류추수회로(18)의 추수 동작은 그것이 측정되었으므로 설명된다. 전원전압(VB)은 12.5V이다.

도 30(a)는 추수동작이 제 4 실시예의 제 2 검증예의 끼임방지장치에서 수행되는 경우의 파형을 나타낸다. 도 30(b)는 비교를 위하여 제 4 실시예에 따른 끼임방지장치에서 추수동작이 수행되는 경우에서의 파형을 나타낸다. 수평축은 시간축을

나타내고, 1눈금은 1ms에 대응한다. 이 비교는 동일 파워 윈도우에서, 동일 유리창 위치에서, 그리고 끼임없이 동일한 타이밍에서 획득한 데이터에 의하여 수행되었다. CMP2 마이너스 입력에 관하여 비교될때, 도 30(a)에서의 변동은 도 30(b)에서의 변동보다 작고 CMP2 플러스 입력으로부터 분리되어 있음을 알 수 있다. CMP2 플러스 입력으로부터 분리되어 있으므로, 구동력에서의 순간 변동에 따른 오작동에 보다 강하게 된다. 도 30(a)의 CMP2 마이너스 입력의 파형은 ID의 파형에 보다 잘 일치한다.

(제 6 검증예)

제 6 검증예에서, 또한, 제 4 실시예의 변형예 2의 도 8 및 도 11에 나타난 끼임방지장치의 전류제한회로(7)의 반도체 스위칭소자(T1)의 ON/OFF 동작 및 연속적인 ON이 측정된 바와 같이 설명된다. 전원전압(VB)은 12.5V이다.

도 31의 우측끝과 같은 타이밍시에, 끼임이 결정된다. 도 32(a), (b)는 도 31의 시간좌표에서 도 32에 의하여 나타난 부근이 20배 확대된 그래프이다. 도 33(a), (b)는 도 31의 시간좌표에서 도 33에 의하여 나타난 부근이 200배 확대된 그래프이다. 도 34(a), (b)는 도 31의 시간좌표에서 도 34에 의하여 나타난 부근이 20배 확대된 그래프이다. ON/OFF 동작시간은 T1의 OFF 지연시간 및 저항(R32)에 의하여 결정된다. 변동하지 않는 CMP2 플러스 입력의 전위에 관하여, CMP2 마이너스 입력의 전위는 점차 증가하고 FET 드레인 전압은 진동을 시작하는 것이 관찰될 수 있다. 도 4에서 설명된 경향과 달리, ID의 증가 및 감소 타이밍은 CMP2 마이너스 입력의 증가 및 감소 타이밍과 일치한다. ON/OFF 동작의 시작과 비교하여, ID는 CMP2 플러스 입력이 변화하지 않더라도 증가한다. 톱날의 수는 끼임판정회로(6)에 의하여 모든 톱날파형 영역에서 계산된다. 도 33에서 그 수는 18 및 18이고, 이것은 기준이 되는 16에 도달하였다. 끼임은 첫번째 16에 의하여 이미 판정되었다.

(제 7 검증예)

제 7 검증예에서, 제 4 실시예의 변형예 2의 도 8 및 도 11에 나타난 끼임방지장치의 끼임방지동작은 그것이 측정되었으므로 설명된다. 여기서 전원전압(VB)은 14.5V이다. 도 35는 파워 윈도우 상승 직후에 끼임이 즉시 발생하는 경우의 신호 파형을 나타낸다. 도 35의 가로축은 시간을 나타내고, 1눈금은 100ms에 대응한다. 세로축은 모터전류(ID), 끼인 이물체에 가해진 하중, 및 FET(T1)의 드레인 전압, 및 CMP2 플러스 입력 전압을 나타낸다. 끼인 이물체에 가해진 하중은 최대로 대략 98N으로 제한된다.

본 출원은 본 명세서에 참조로 첨부된 2001년 4월 2일 출원된 일본 특허 출원 제2001-103860호에 대하여 파리협약상의 우선권을 주장한다.

개시된 본원발명의 교시를 이해한 후 본원발명의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정이 가능함을 당업자는 이해할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

모터에 의해 구동되는 이동체용 끼임방지장치에 있어서, 모터는 역방향으로 회전할 수 있고 전원공급장치에 의해 모터전류를 공급받고, 상기 끼임방지장치는,

모터전류를 도통시키고 모터전류의 증가를 끼임 발생의 결과로 검출하도록 구성되어 있고, 전원공급장치의 플러스 단자 및 마이너스 단자 중 하나에 접속될 수 있는 전류검출회로; 및

모터전류를 도통시키고 모터전류의 증가가 소정값을 초과할 때 모터전류가 소정 범위내에서 감소 및 증가되는 전류제한동작을 시작시키도록 구성되어 있는 전류제한회로;를 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 전류제한회로는 반도체 스위칭소자를 포함하고, 모터전류는 끼임으로 인한 모터속도의 감소에 의존하는 기간동안 반도체 스위칭소자의 ON/OFF 동작에 의해 감소되고, 모터전류는 반도체 스위칭소자의 연속적인 ON 동작에 의해 증가되는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 전류검출회로는

모터전류를 도통시키도록 구성되어 있고 메인 저항값을 갖는 메인 소자;

기준전류를 도통시키도록 구성되어 있고 메인 저항값의 n배인 기준 저항값을 갖는 기준 소자; 및

기준전류를 도통시키고 기준전류를 항상 모터전류의 n분의 1로 설정하도록 메인 소자와 기준 소자 둘다에 연결되어 있는 전류추수회로;를 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 메인 소자는 셉트저항을 포함하고, 기준 소자는 기준 저항을 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 5.

제 3 항에 있어서, 메인 소자는 메인 전계효과 트랜지스터를 포함하고, 기준 소자는 기준 전계효과 트랜지스터를 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 6.

제 3 항에 있어서, 메인 소자의 일단은 모터 및 전류제한회로에 직렬로 접속될 수 있고, 메인 소자의 타단은 전원공급장치의 플러스 단자 및 마이너스 단자 중 하나에 접속될 수 있고 기준 소자의 일단에 더 접속될 수 있고, 기준 소자의 타단은 전류추수회로에 접속되고, 전류추수회로는 전원공급장치의 플러스 단자 및 마이너스 단자 중 다른 하나에 접속될 수 있는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 7.

제 5 항에 있어서, 메인 전계효과 트랜지스터의 드레인은 전원공급장치의 플러스 단자에 접속될 수 있고, 기준 전계효과 트랜지스터의 드레인은 메인 전계효과 트랜지스터의 드레인에 접속되고, 기준 전계효과 트랜지스터의 소스는 전류추수회로에 접속되고, 전류추수회로는 전원공급장치의 마이너스 단자에 접속될 수 있고, 기준 전계효과 트랜지스터 및 메인 전계효과 트랜지스터의 게이트는 서로 접속되고 드라이버에 접속될 수 있고, 드라이버는 메인 전계효과 트랜지스터 및 기준 전계효과 트랜지스터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 8.

제 3 항에 있어서, 전류추수회로는

저속추수전류를 도통시키도록 구성되어 있는 저속추수회로로서, 끼임 발생시로부터 모터의 역회전의 시작까지의 기간보다 저속추수회로의 시정수가 몇배 더 긴 상기 저속추수회로; 및

고속추수전류를 도통시키도록 구성되어 있는 고속추수회로로서, 고속추수회로의 시정수는 저속추수회로의 시정수보다 훨씬 더 작고, 고속추수전류는 기준전류와 저속추수전류의 사이의 차이와 동일한 상기 고속추수회로;를 포함하고,

저속추수회로 및 고속추수회로는 서로 병렬로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

전류추수회로는 기준 소자 및 메인 소자 양단의 전압강하 사이의 차이를 검출하도록 구성되어 있는 제 1 비교기를 포함하고,

저속추수회로는 접지 및 제 1 비교기의 출력에 연결된 저속충전방전회로를 포함하고, 저속충전방전회로는 제 1 비교기의 출력에 연결된 제 1 저항 및 제 1 저항에 직렬로 연결된 제 1 커패시터를 포함하고, 저속추수회로는 저속추수전류를 제 1 커패시터의 전위로 변환하고,

고속추수회로는 접지 및 제 1 비교기의 출력에 연결되고 저속충전방전회로에 병렬로 더 연결된 고속충전방전회로를 포함하고, 고속충전방전회로는 제 1 비교기의 출력에 연결된 제 2 저항 및 제 2 저항에 직렬로 그리고 접지에 연결된 제 2 커패시터를 포함하고, 고속충전방전회로는 고저항을 통하여 제 1 커패시터에 연결되어 있고 저속충전방전회로의 저속 시정수보다 더 작은 고속 시정수를 갖고, 고속추수회로는 고속추수전류를 제 2 커패시터의 전위로 변환하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

저속추수회로는 제 1 전계효과 트랜지스터 및 제 1 전계효과 트랜지스터의 소스에 연결된 제 3 저항을 포함하는 저속소스팔로워회로로 이루어져 있고, 제 1 전계효과 트랜지스터의 게이트는 제 1 커패시터에 연결되어 있고 제 1 전계효과 트랜지스터는 저속추수전류를 도통시키도록 구성되어 있고,

고속추수회로는 제 2 전계효과 트랜지스터 및 고속추수전류를 도통시키도록 구성된 제 4 저항을 포함하는 고속소스팔로워회로로 이루어져 있고, 제 2 전계효과 트랜지스터의 게이트는 제 2 커패시터에 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 11.

제 8 항에 있어서,

전류추수회로는 기준 소자 양단의 전압강하와 메인 소자 양단의 전압강하 사이의 차이를 검출하도록 구성되어 있는 제 1 비교기를 포함하고,

저속추수회로는

접지 및 제 1 비교기의 출력에 연결된 저속충전방전회로로서, 저속충전방전회로는 제 1 비교기의 출력에 연결된 제 1 저항 및 제 1 저항에 직렬로 그리고 접지에 연결된 제 1 커패시터를 포함하는 상기 저속충전방전회로;

제 1 전계효과 트랜지스터를 포함하는 저속소스팔로워회로로서, 제 1 전계효과 트랜지스터의 게이트는 제 1 커패시터에 연결되어 있는 상기 저속소스팔로워회로; 및

제 1 전계효과 트랜지스터의 소스에 연결된 제 3 저항;을 포함하고, 제 1 전계효과 트랜지스터는 저속추수전류를 도통시키도록 구성되어 있고 저속추수회로는 저속추수전류를 제 1 커패시터의 전위로 변환하고,

고속추수회로는

제 2 전계효과 트랜지스터를 포함하는 고속소스팔로워회로로서, 제 2 전계효과 트랜지스터의 게이트는 제 1 비교기의 출력에 연결되어 있는 상기 고속소스팔로워회로; 및

제 4 저항;을 포함하고, 고속추수회로는 제로와 거의 동일한 시정수를 갖고, 고속소스팔로워회로 및 제 4 저항은 고속추수전류를 도통시키도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서, 전류제한 동작기간에서의 모터전류의 평균값은 끼임 발생 직전의 모터전류의 그것보다 소정값만큼 약간 더 크도록 제한되는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 13.

제 10 항에 있어서,

상기 전류검출회로는 평가 전위와 제 1 전계효과 트랜지스터의 제 1 소스 전위를 비교하도록 구성되어 있는 제 2 비교기를 포함하고, 평가 전위는 끼임검출전압만큼 제 2 전계효과 트랜지스터의 제 2 소스 전위보다 더 작고,

반도체 스위칭소자는 평가 전위가 제 1 소스 전위보다 더 클 때 모터전류를 감소시키도록 ON/OFF 동작을 행하고, 평가 전위가 제 1 소스 전위보다 더 작을 때 모터전류를 증가시키도록 연속적인 ON 동작을 행하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 14.

제 13 항에 있어서, ON/OFF 동작기간은 ON/OFF 동작동안 모터전류의 감소율 및 반도체 스위칭소자의 OFF 지연시간에 의존하고, 연속적인 ON 동작기간은 연속적인 ON 동작동안 모터전류의 증가율에 의존하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 15.

제 13 항에 있어서, 고속소스팔로워회로는 제 2 전계효과 트랜지스터의 소스에 직렬로 연결된 다이오드를 포함하고, 끼임 검출전압은 다이오드의 순방향 전압강하와 동일한 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 16.

제 13 항에 있어서, 상기 전류제한회로는

상위 기준전압 및 하위 기준전압을 발생시키도록 구성되어 있는 기준전압회로; 및

상위 기준전압 및 하위 기준전압 중 하나와 반도체 스위칭소자 양단의 전압강하를 비교하도록 구성되어 있는 제 3 비교기를 포함하고,

ON/OFF 동작은, 반도체 스위칭소자 양단의 전압강하가 상위 기준전압을 상회할 때까지 반도체 스위칭소자 양단의 전압강하를 증가시키기 위해 반도체 스위칭소자를 OFF로 하는 것, 반도체 스위칭소자 양단의 전압강하가 하위 기준전압을 하회할 때까지 반도체 스위칭소자 양단의 전압강하를 감소시키기 위해 반도체 스위칭소자를 ON으로 하는 것, 및 반도체 스위칭소자를 OFF로 하는 것과 ON으로 하는 것을 반복하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 반도체 스위칭소자는 전계효과 트랜지스터이고,

하위 기준전압은 접지레벨보다는 더 크지만 상위 기준전압보다는 더 낮고 상위 기준전압은 전원전압보다 더 낮아서 반도체 스위칭소자의 게이트 커패시턴스에서 항상 밀러효과가 발생하고, 전류제한동작 동안 모터의 인덕턴스는 밀러 커패시턴스에 기여하고, 밀러 커패시턴스는 모터토크 및 모터전류의 변화량의 최소화를 용이하게 하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 18.

제 13 항에 있어서, 전류제한회로는 ON/OFF 동작동안 모터가 모터출력을 발생시킴으로써 이동체에 구동력을 가하여 이동체의 동일한 속도를 유지하도록 구성되어 있어, 울퉁불퉁한 도로에서 운전함으로 인하여 야기되는 단기간 과부하로부터 오작동없이 회복하는 능력을 향상시키는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 19.

제 13 항에 있어서, 상기 끼임방지장치는 연속적인 ON 동작기간에 대한 ON/OFF 동작기간의 비를 검출하거나 ON/OFF 동작기간 또는 연속적인 ON 동작기간을 측정함으로써 끼임이 발생했는지를 판정하는 끼임판정회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 20.

제 19 항에 있어서, 끼임판정회로는 ON/OFF 동작동안 ON 상태 또는 OFF 상태의 수를 카운팅함으로써 ON/OFF 동작기간을 측정하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 21.

제 20 항에 있어서, 반도체 스위칭소자는 전계효과 트랜지스터이고, 전류제한회로는 ON/OFF 동작기간을 조절하기 위해 반도체 스위칭소자의 게이트에 직렬로 연결된 가변저항을 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 22.

제 13 항에 있어서, 상기 끼임방지장치는 모터의 회전속도의 감소를 검출하고 모터의 회전속도의 감소가 끼임없이 순간적으로 변화하는 모터의 회전속도의 가능한 감소보다 더 큰지를 판정함으로써 끼임이 발생했는지를 판정하는 끼임판정회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 23.

제 9 항에 있어서, 상기 전류검출회로는 러시전류 마스크기간을 기동시켜 이동체를 구동하기 시작한 직후에 끼임을 검출하도록 구성되어 있는 기동회로를 포함하고, 제 1 커패시터는, 러시전류 마스크기간 동안 충전되고, 러시전류 마스크기간 후에 제 1 비교기의 출력이 로우 레벨인 기간동안 제 1 비교기의 출력을 경유하여 방전되는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 24.

제 11 항에 있어서, 상기 전류검출회로는 러시전류 마스크기간을 기동시켜 이동체를 구동하기 시작한 직후에 끼임을 검출하도록 구성되어 있는 기동회로를 포함하고, 모터의 ON/OFF 동작은 모터가 끼임 때문에 회전하지 못하면 러시전류 마스크기간의 종료시 시작되는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 25.

모터에 의해 구동되는 이동체용 끼임방지장치에 있어서, 모터는 역방향으로 회전할 수 있고 전원공급장치에 의해 모터전류를 공급받고, 상기 끼임방지장치는,

모터전류를 도통시키고 모터전류의 증가를 끼임 발생의 결과로 검출하도록 구성되어 있고, 전원공급장치의 플러스 단자 및 마이너스 단자 중 하나에 접속될 수 있는 전류검출회로로서,

모터전류를 도통시키도록 구성되어 있고 메인 저항값을 갖는 메인 소자,

기준전류를 도통시키도록 구성되어 있고 메인 저항값의 n배인 기준 저항값을 갖는 기준 소자, 및

기준전류를 도통시키고 기준전류를 항상 모터전류의 n분의 1로 설정하도록 메인 소자와 기준 소자 둘다에 연결되어 있는 전류추수회로를 포함하는 상기 전류검출회로; 및

모터전류를 도통시키고 모터전류의 증가가 소정값을 초과할 때 모터전류가 소정 범위내에서 감소 및 증가되는 전류제한동작을 시작시키도록 구성되어 있는 전류제한회로로서, 전류제한회로는 반도체 스위칭소자를 포함하고, 모터전류는 끼임으로 인한 모터속도의 감소에 의존하는 기간동안 반도체 스위칭소자의 ON/OFF 동작에 의해 감소되고, 모터전류는 반도체 스위칭소자의 연속적인 ON 동작에 의해 증가되는 상기 전류제한회로;를 포함하고,

전류추수회로는

기준 소자와 메인 소자 양단의 전압강하 사이의 차이를 검출하도록 구성되어 있는 비교기;

접지 및 비교기의 출력에 연결된 저속충전방전회로로서, 저속충전방전회로는 비교기의 출력에 연결된 제 1 저항 및 제 1 저항에 직렬로 그리고 접지에 연결된 커패시터를 포함하는 상기 저속충전방전회로, 및

제 1 전계효과 트랜지스터 및 제 1 전계효과 트랜지스터의 소스에 연결된 제 2 저항을 포함하는 저속소스팔로워회로로서, 제 1 전계효과 트랜지스터의 게이트는 커패시터에 연결되어 있고 제 1 전계효과 트랜지스터의 드레인은 전원공급장치의 플러스 단자 및 마이너스 단자 중 하나에 연결되어 있는 상기 저속소스팔로워회로를 포함하는 저속추수회로; 및

저속추수회로에 병렬로 연결된 고속추수회로로서, 고속추수회로는 제 2 전계효과 트랜지스터 및 고속추수전류를 도통시키도록 구성된 제 3 저항을 포함하고, 제 2 전계효과 트랜지스터의 게이트는 비교기의 출력에 연결되어 있는 상기 고속추수회로;를 포함하고,

모터전류는 모터전압으로 변환되고, 모터전압의 변위는 증폭되어 제 2 전계효과 트랜지스터에서 소스 전위를 발생시키고, 전류제한회로는 또다른 소정값만큼 순간 소스 전위가 장기간동안의 소스 전위의 평균값보다 더 큰 것을 전류검출회로가 검출할 때 ON/OFF 동작과 연속적인 ON 동작 사이에서 반도체 스위칭소자를 스위칭함으로써 모터전류를 제한하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 26.

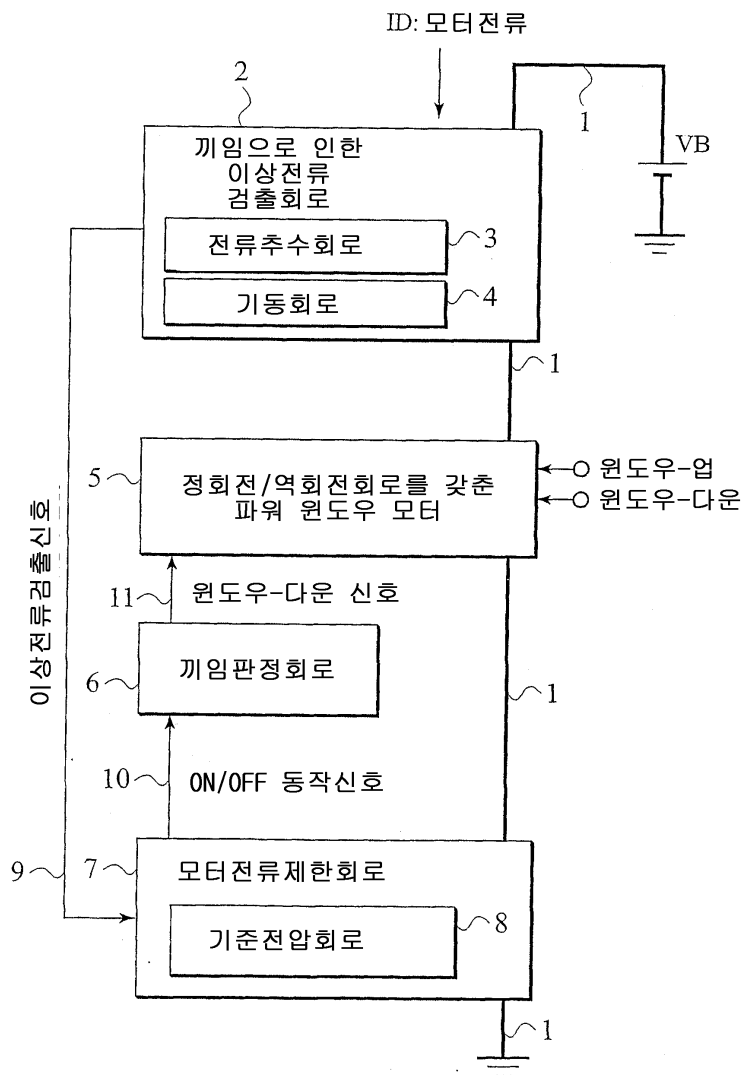
제 25 항에 있어서, 제 2 전계효과 트랜지스터의 게이트는 비교기의 출력에 직접 접속되고, 고속추수전류로 인한 제 3 저항 양단의 전압강하는 순간 소스 전위를 반영하고 저속추수전류로 인한 제 2 저항 양단의 전압강하는 장기간동안의 소스 전위의 평균값을 반영하는 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

청구항 27.

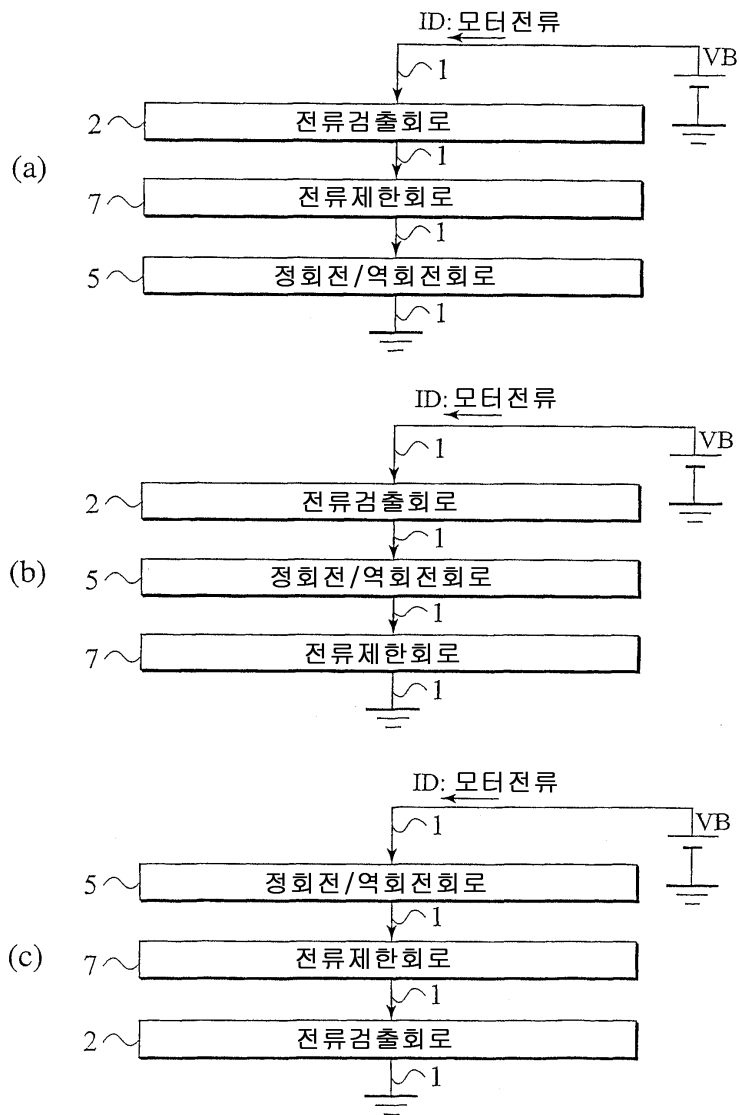
제 25 항에 있어서, 반도체 스위칭소자의 ON/OFF 동작에서의 모터전류의 감소는 반도체 스위칭소자의 연속적인 ON 동작에서의 기준 소자에 흐르는 기준전류의 일부와 같은 양인 것을 특징으로 하는 끼임방지장치.

도면

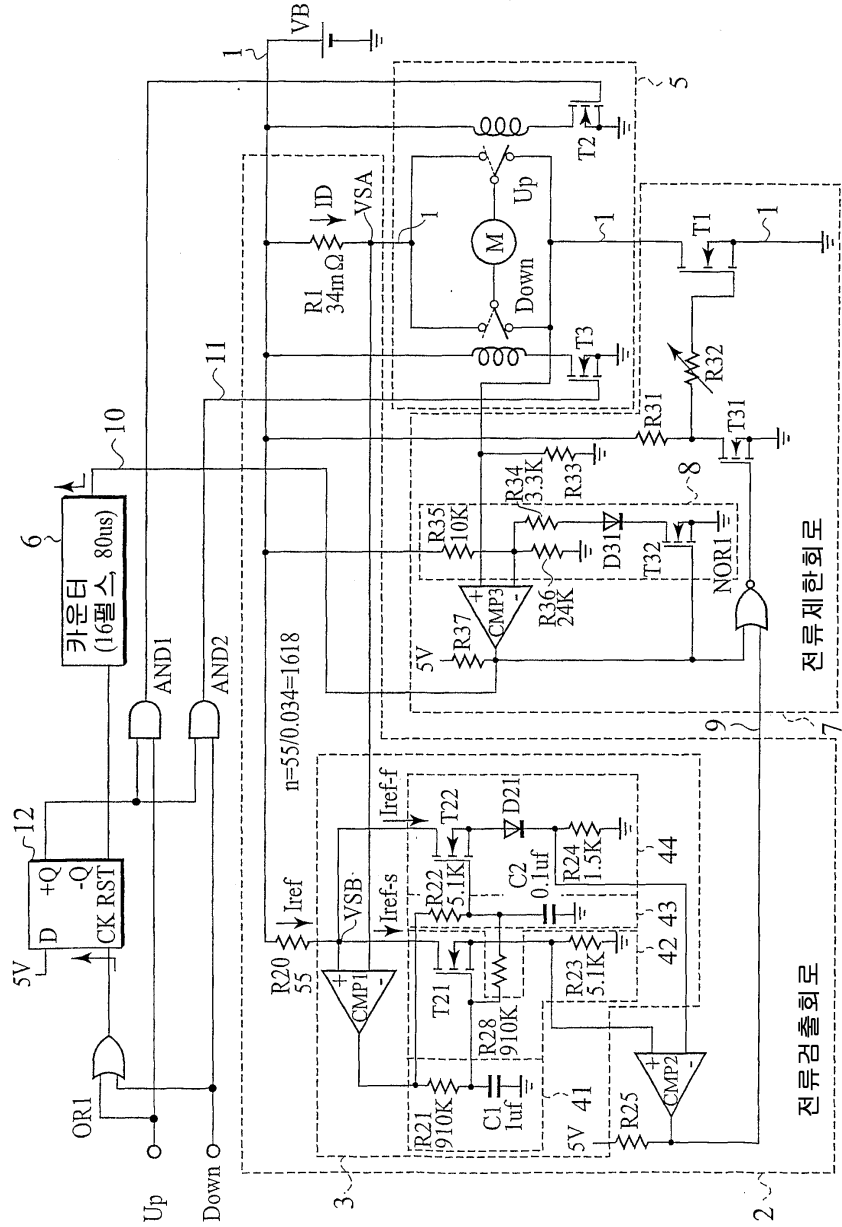
도면1



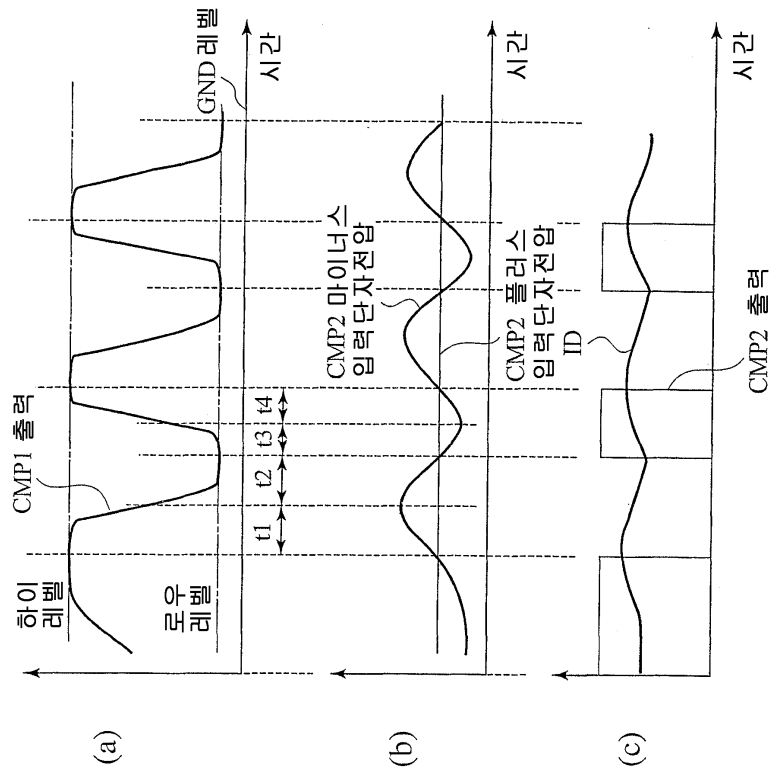
도면2



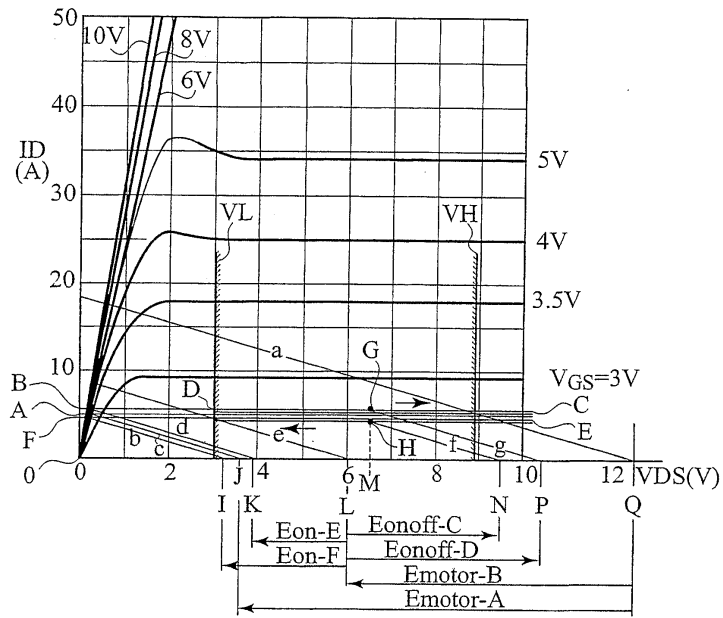
도면3



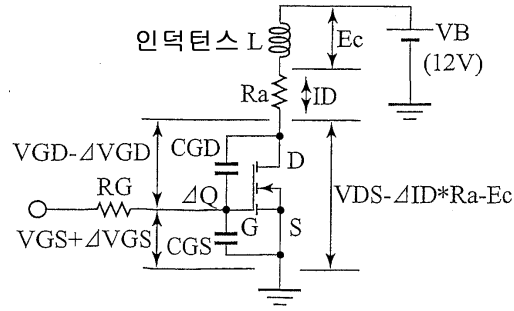
도면4



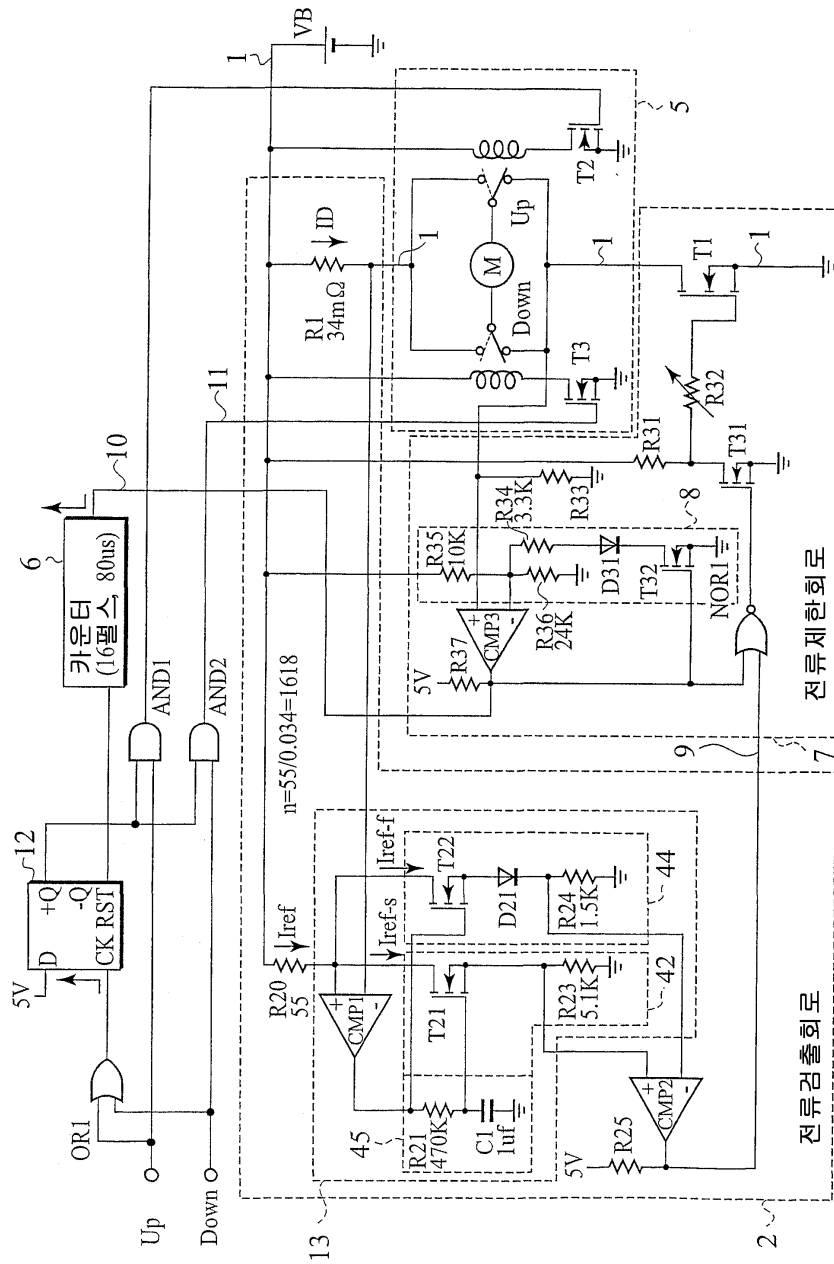
도면5



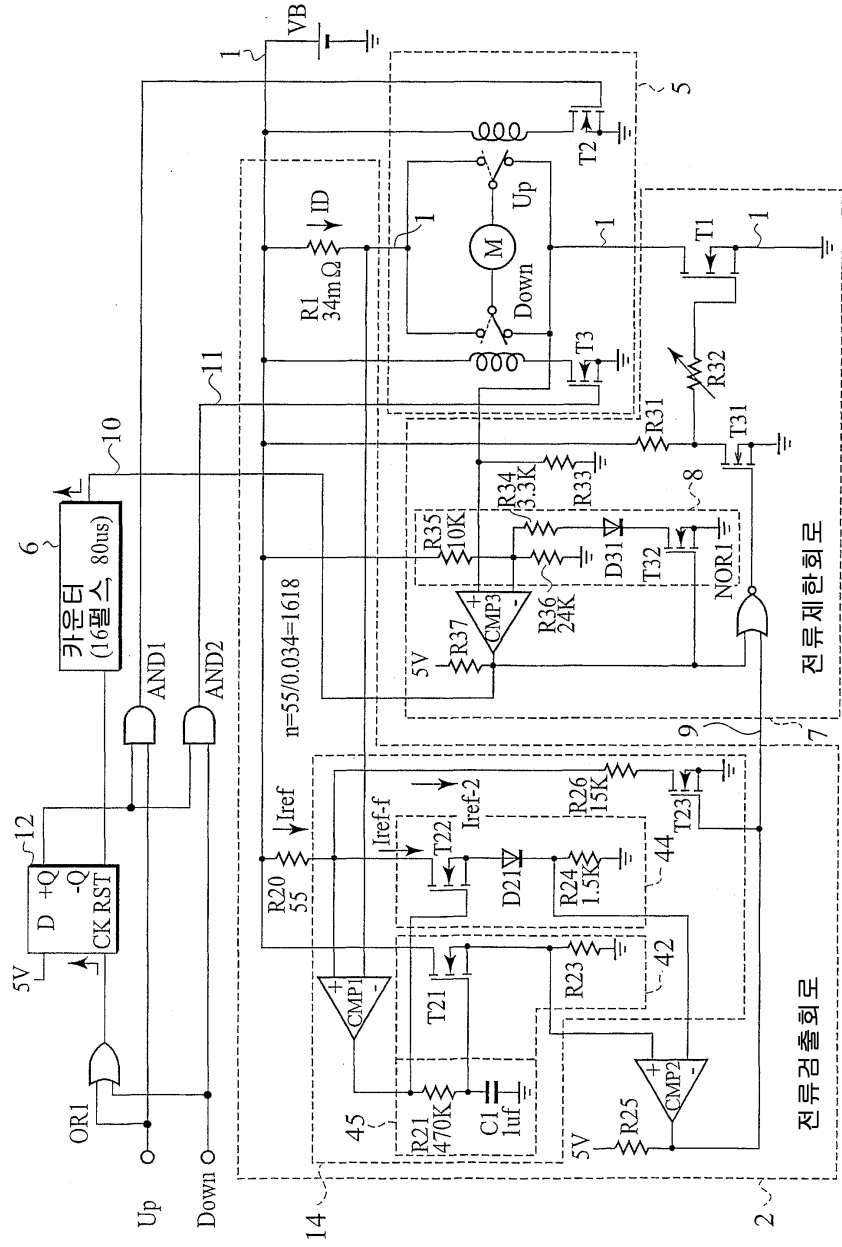
도면6



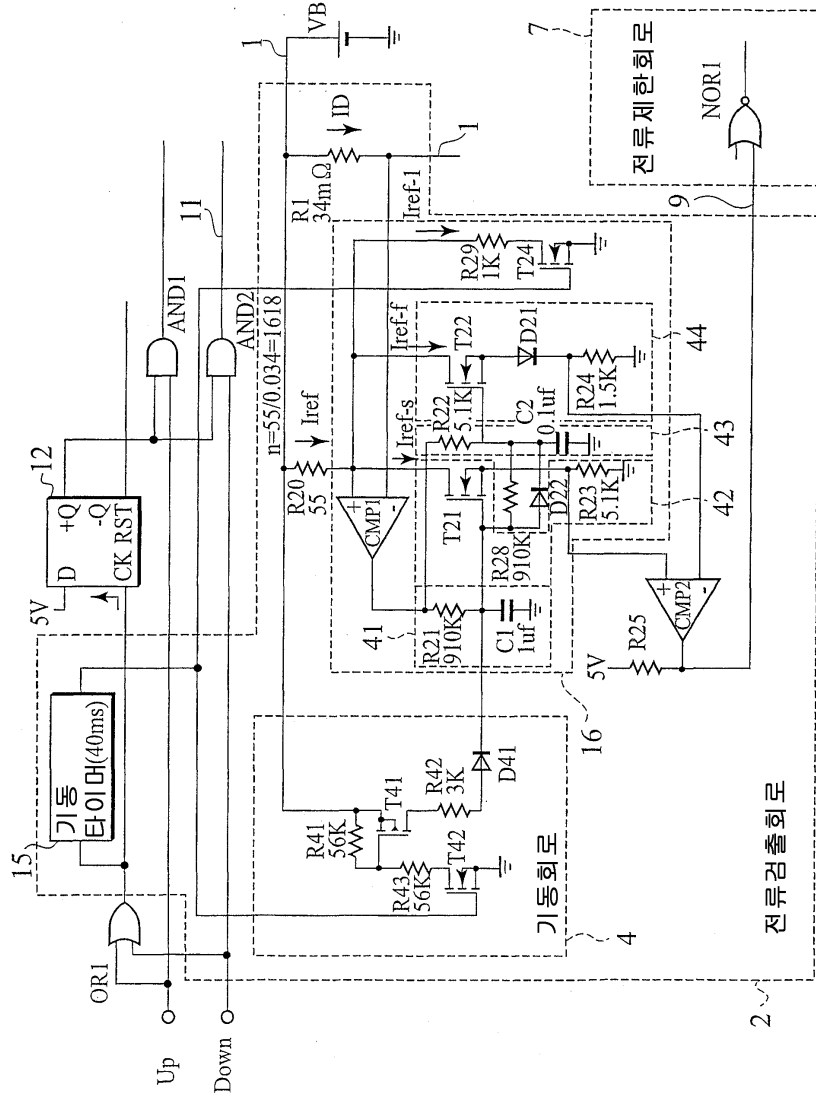
도면7



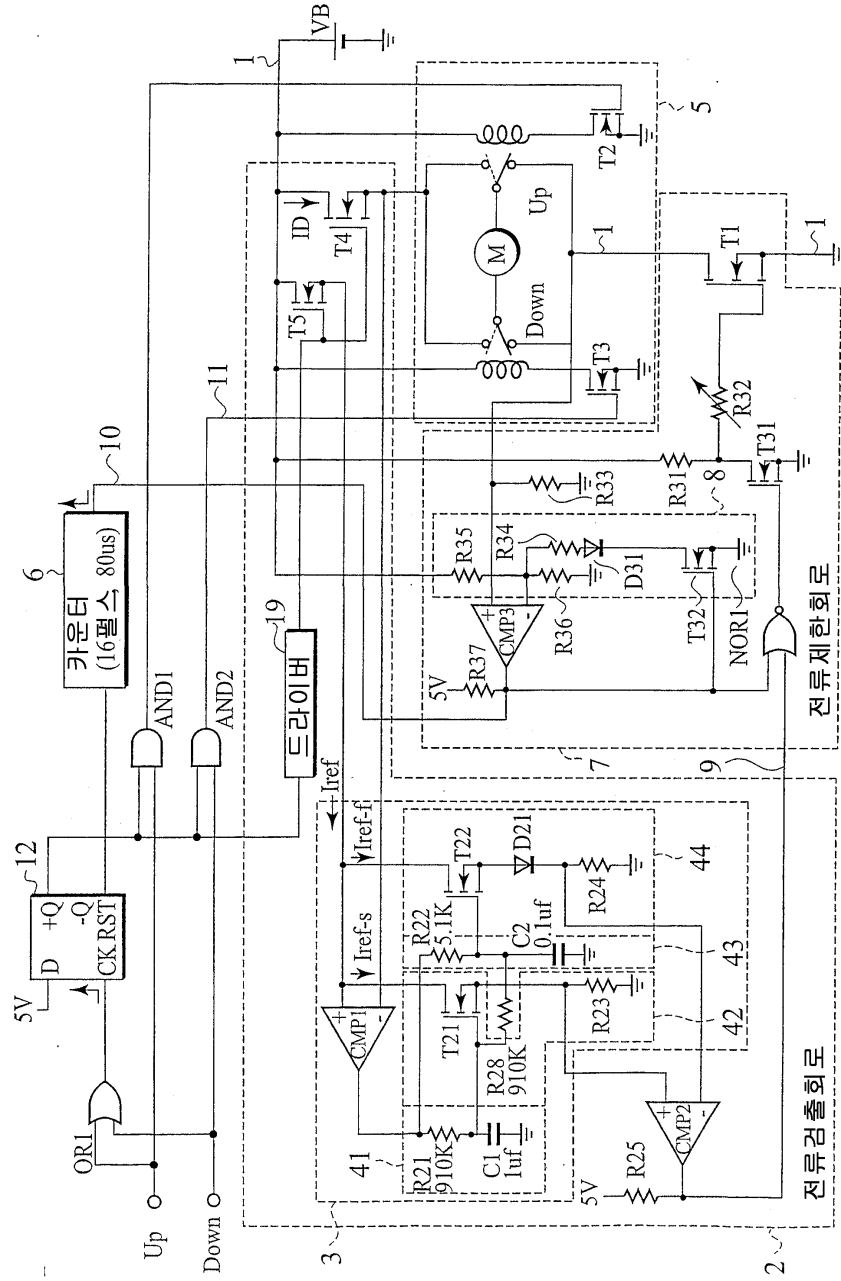
도면8



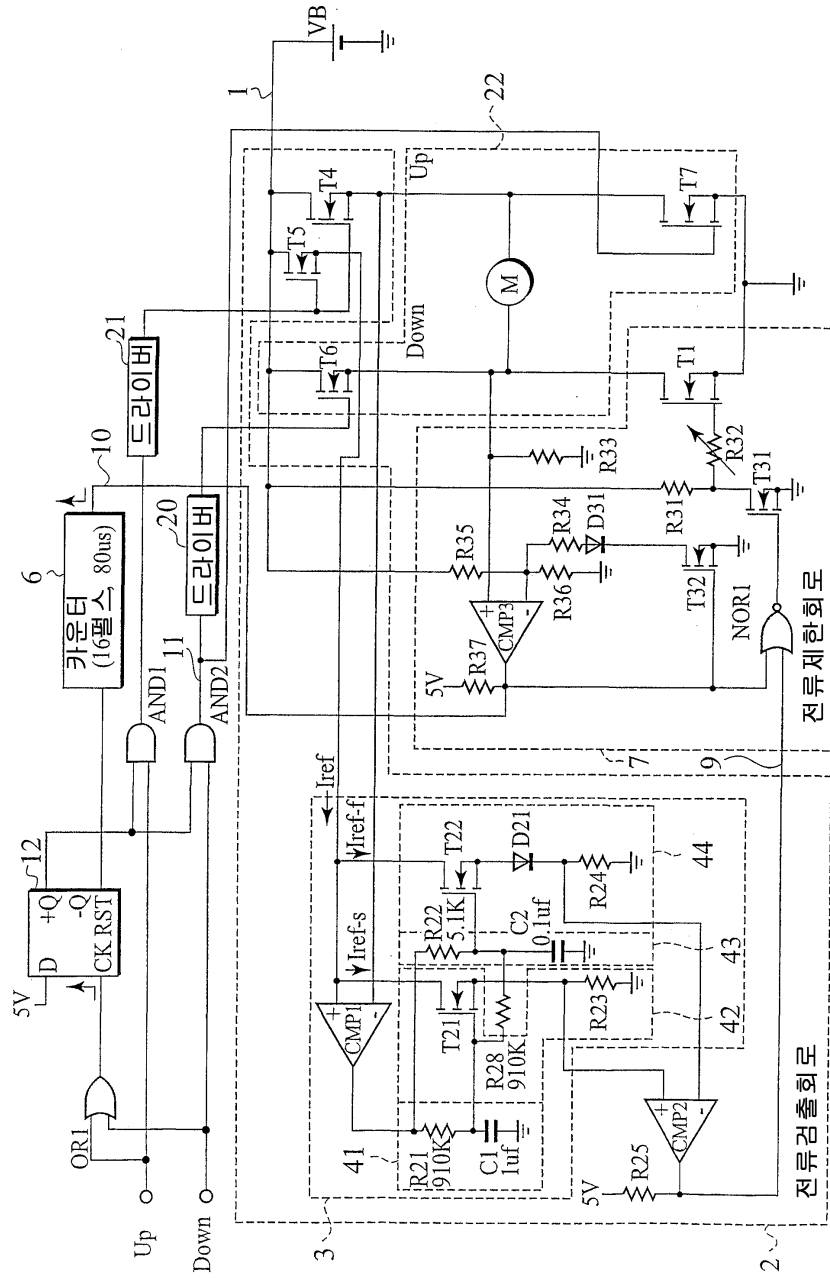
도면9



도면 12

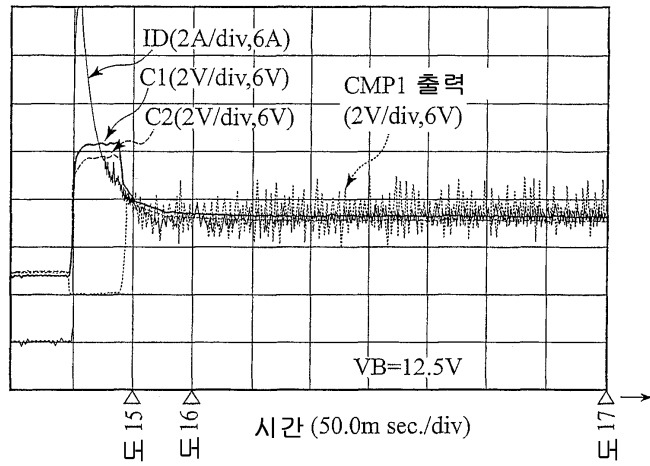


도면 13

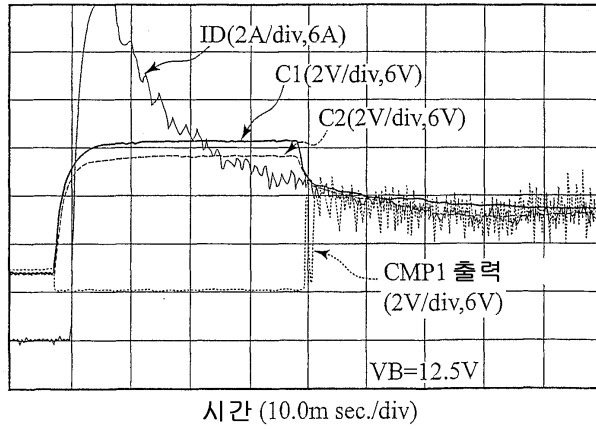


도면14

(a)

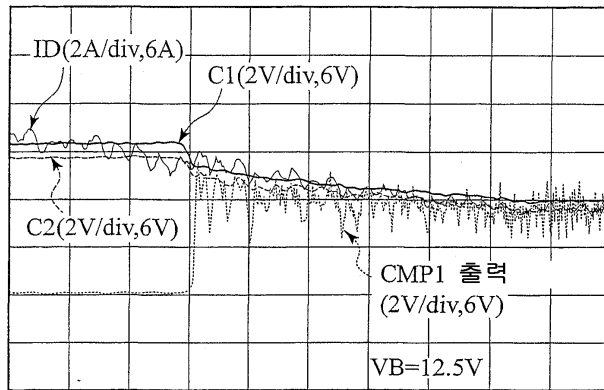


(b)



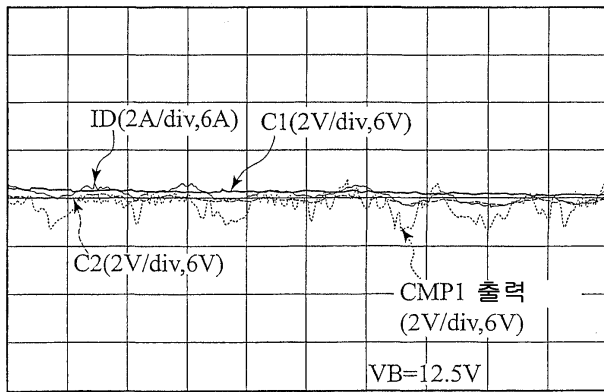
도면15

(a)



시간 (5.00ms/div)

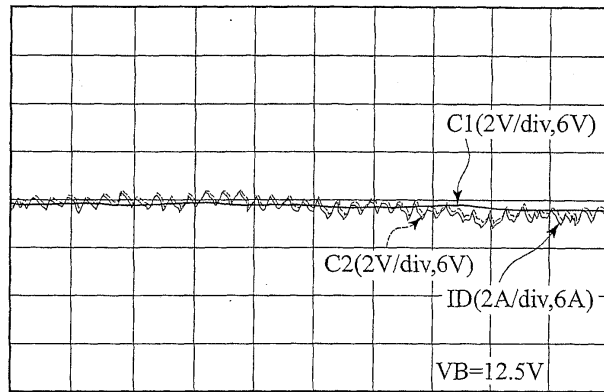
(b)



시간 (1.00ms/div)

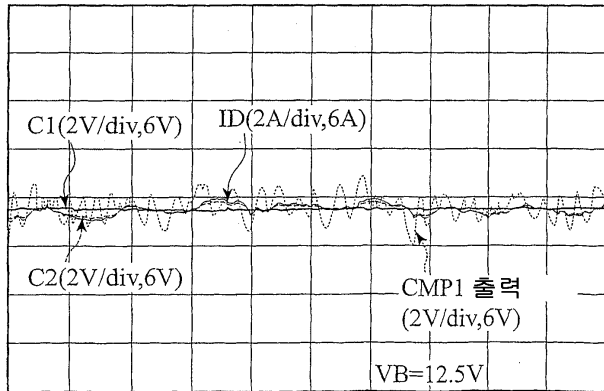
도면16

(a)



시간 (5.00ms/div)

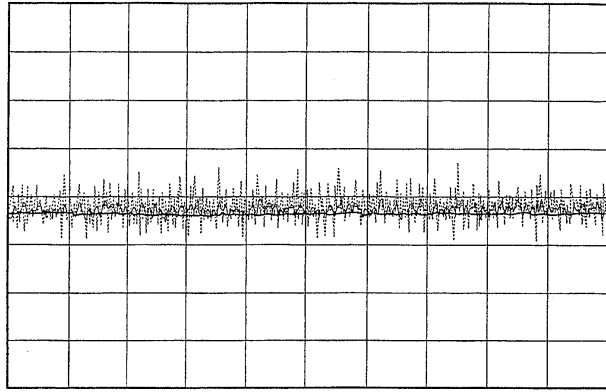
(b)



시간 (1.00ms/div)

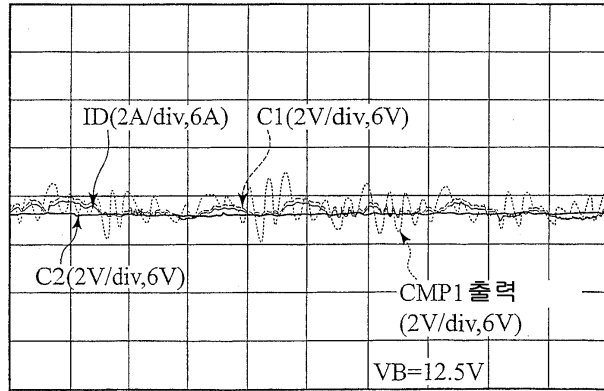
도면17

(a)



시간 (10.0ms/div)

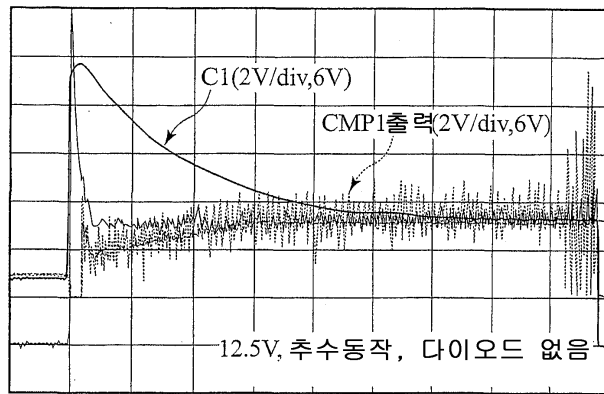
(b)



시간 (1.00ms/div)

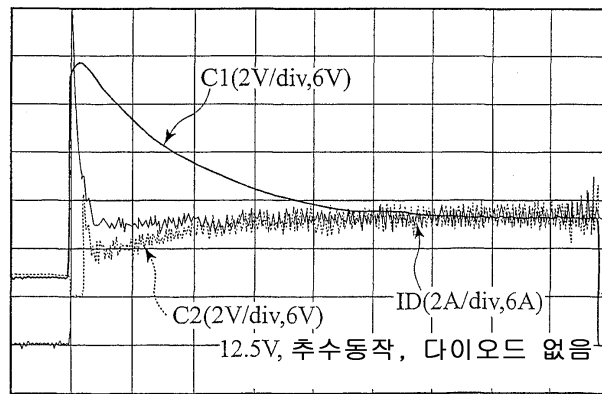
도면18

(a)



시간 (200ms/div)

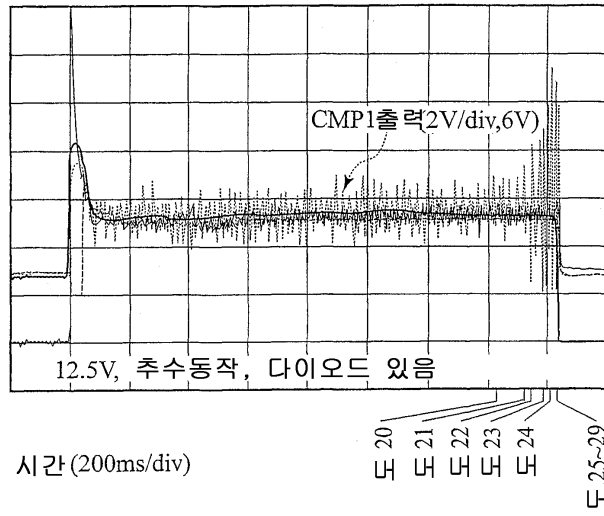
(b)



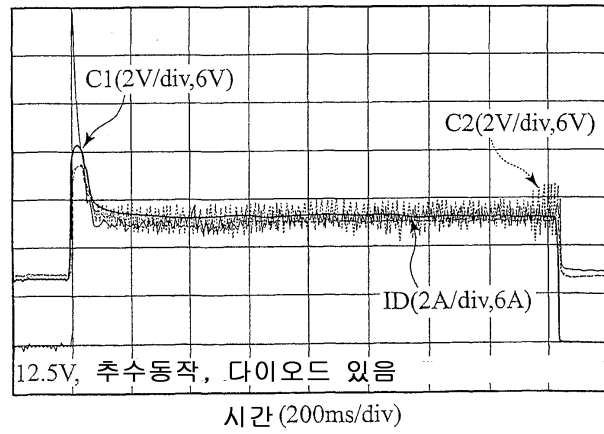
시간 (200ms/div)

도면19

(a)

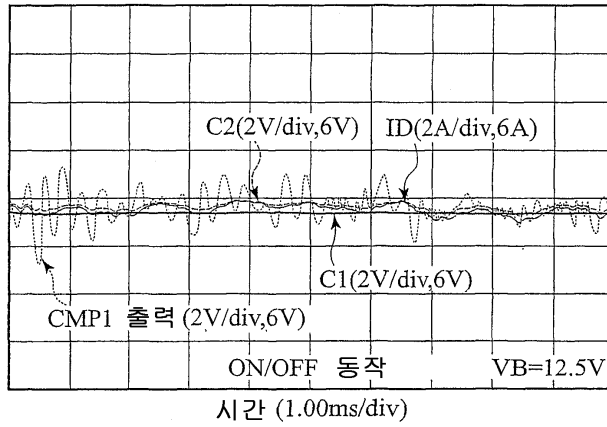


(b)

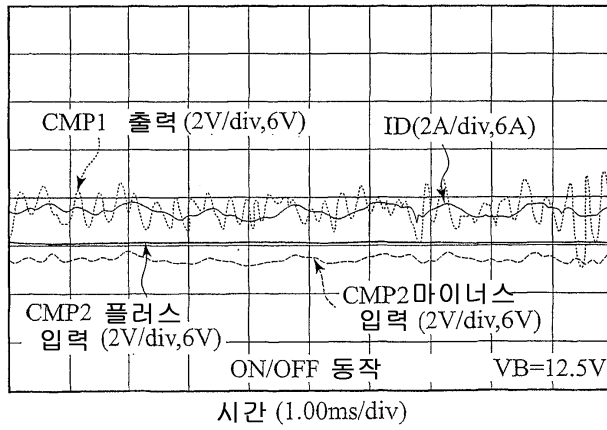


도면20

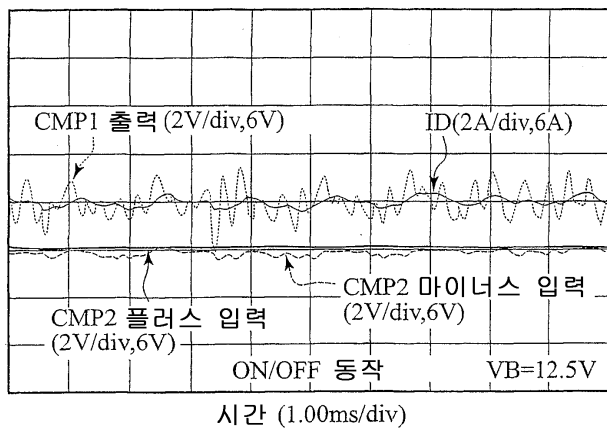
(a)



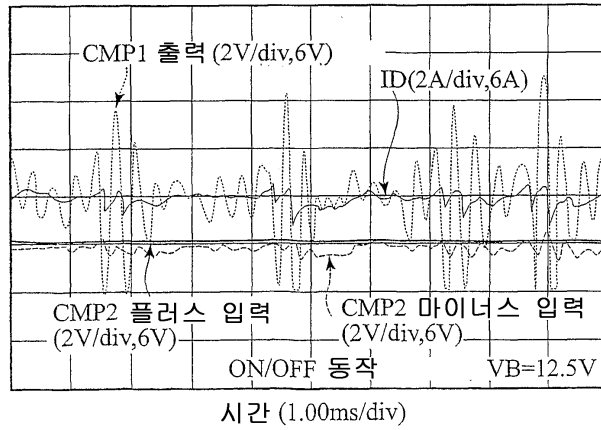
(b)



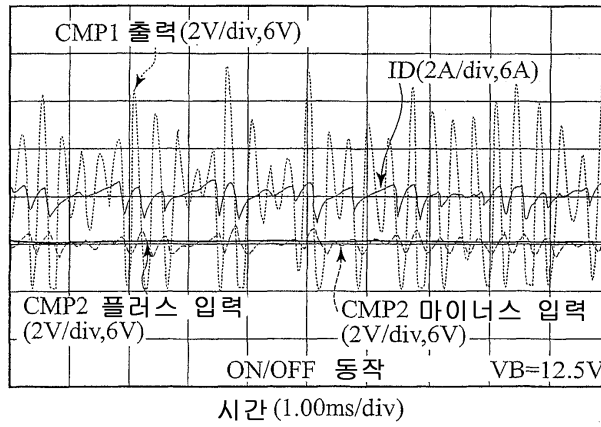
도면21



도면22

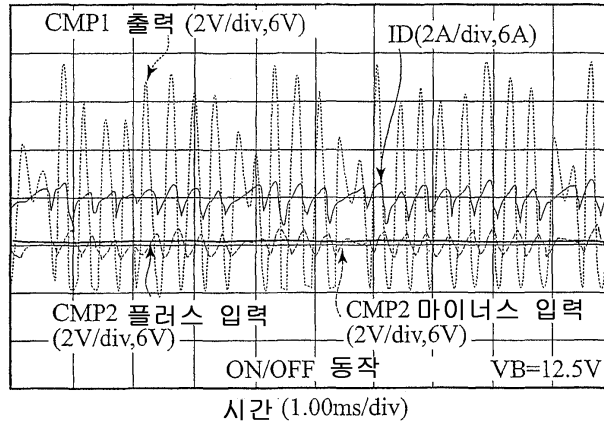


도면23

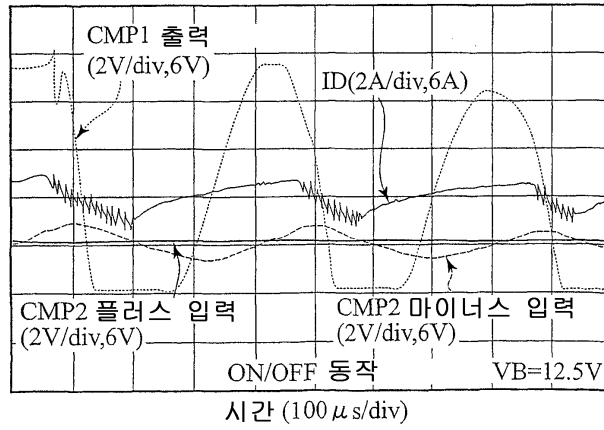


도면24

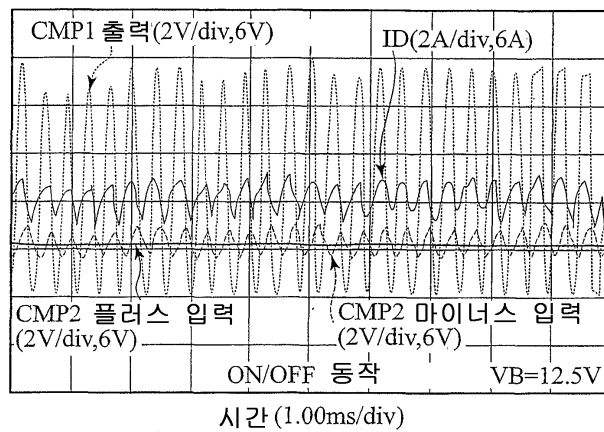
(a)



(b)

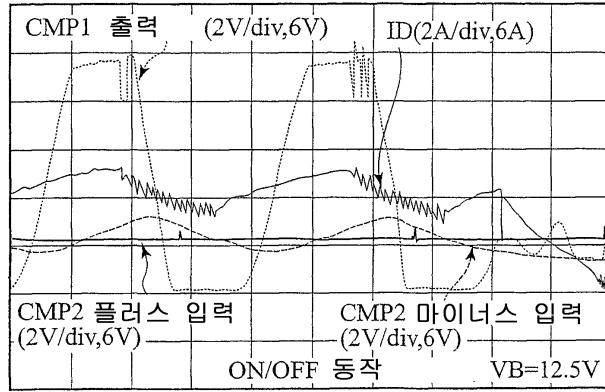


도면25



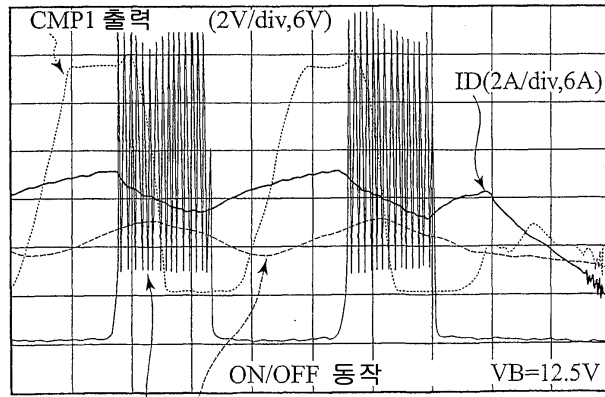
도면26

(a)



시간 (100 μ s/div)

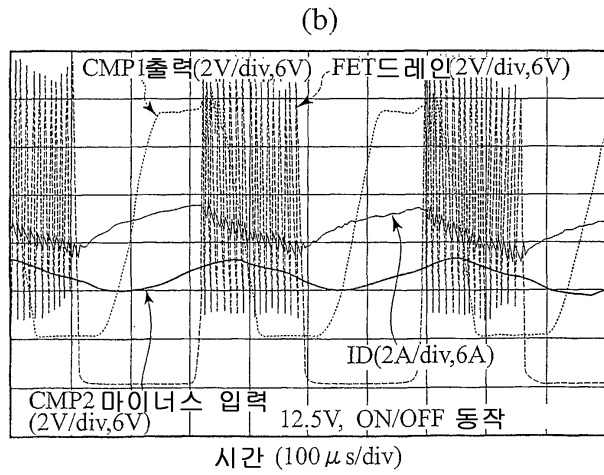
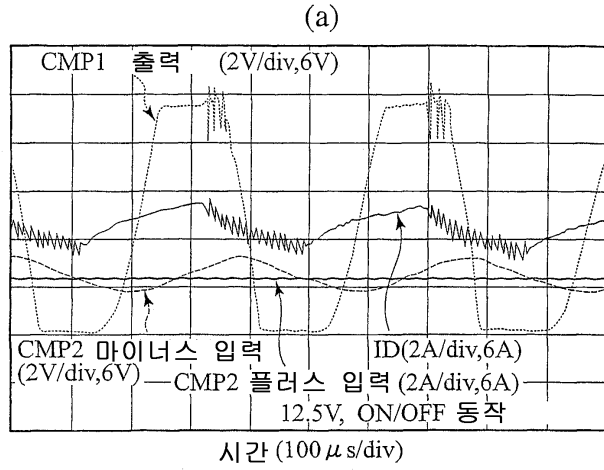
(b)



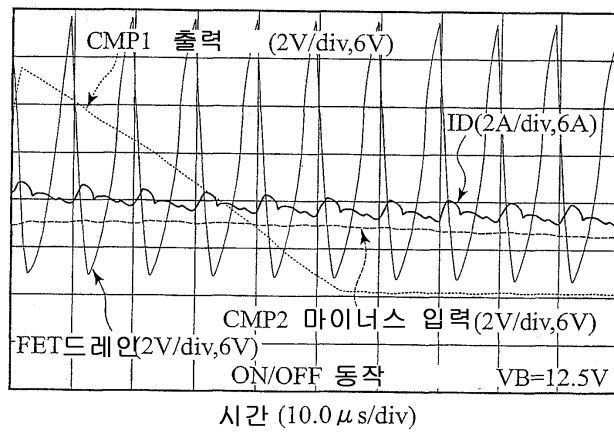
FET드레인(2V/div, 6V)

시간(100 μ s/div)

도면27

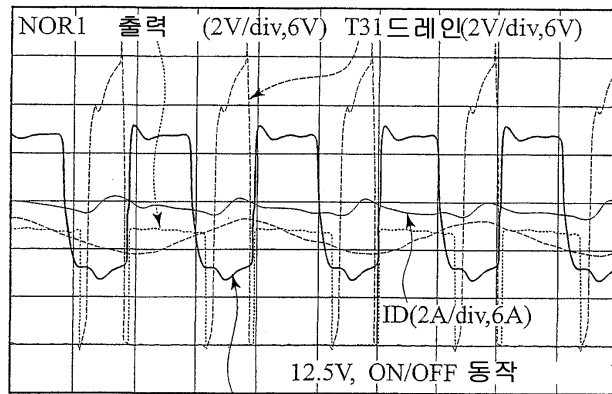


도면28



도면29

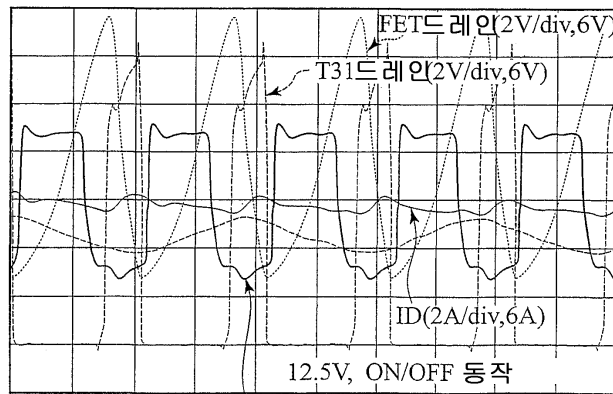
(a)



기준전압 (2V/div,6V)

시간 (5.00 μ s/div)

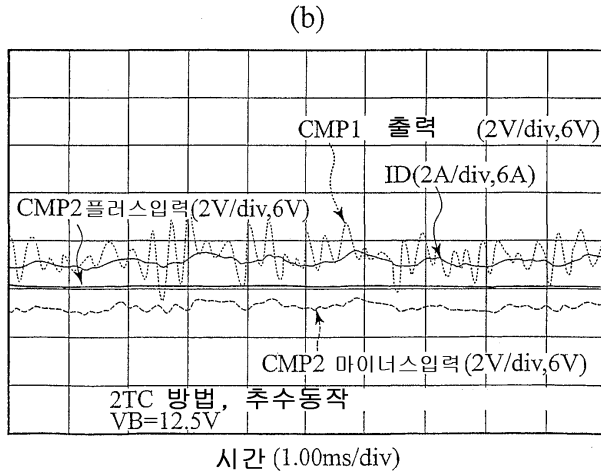
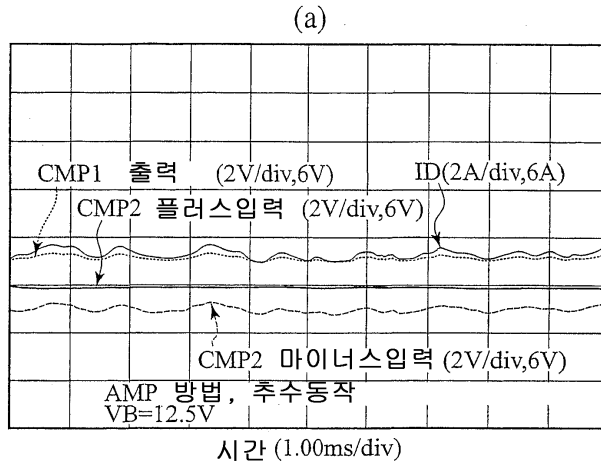
(b)



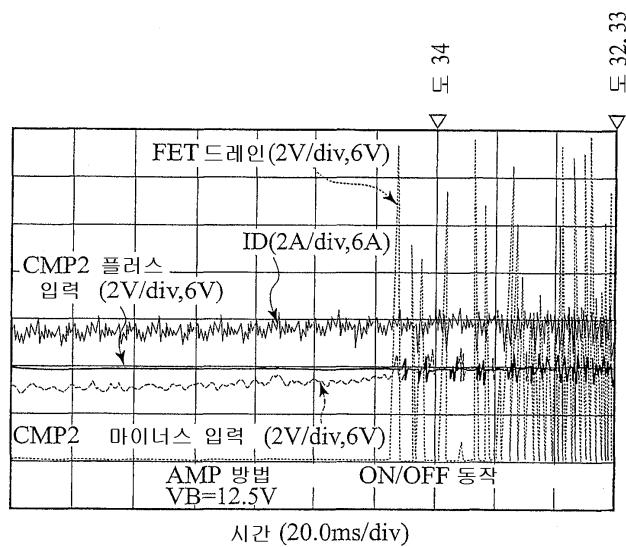
기준전압 (2V/div,6V)

시간 (5.00 μ s/div)

도면30

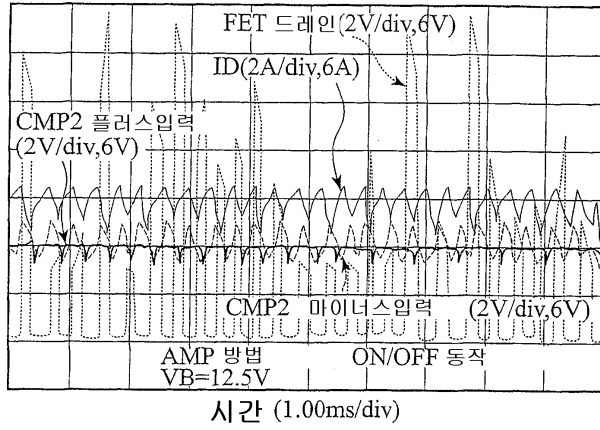


도면31

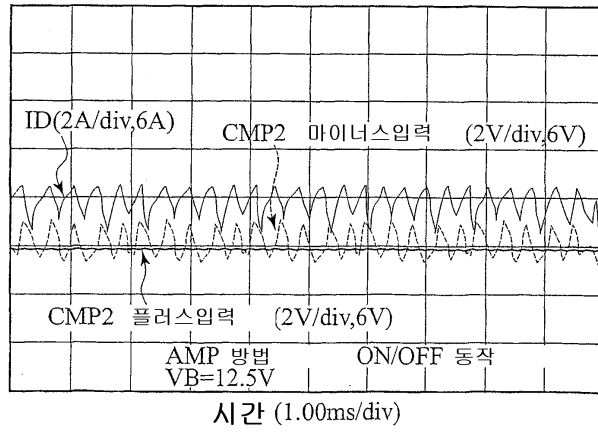


도면32

(a)

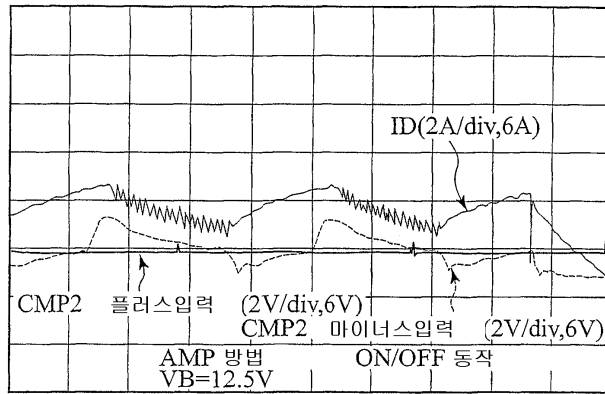


(b)



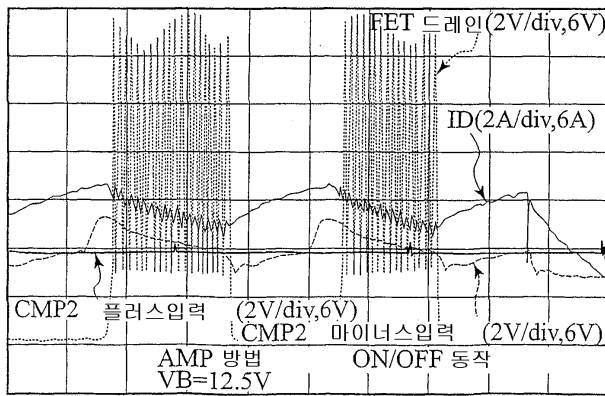
도면33

(a)



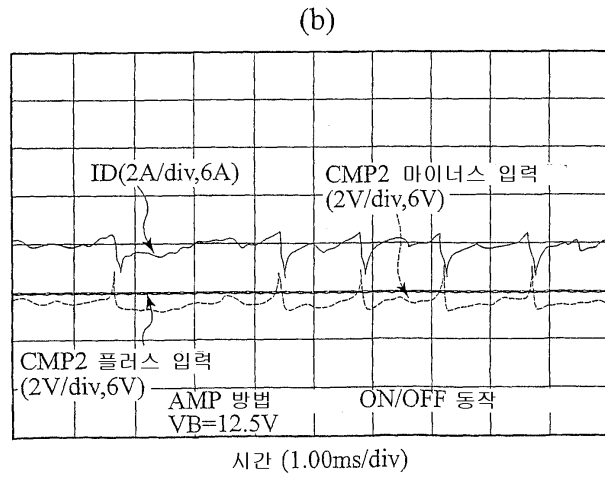
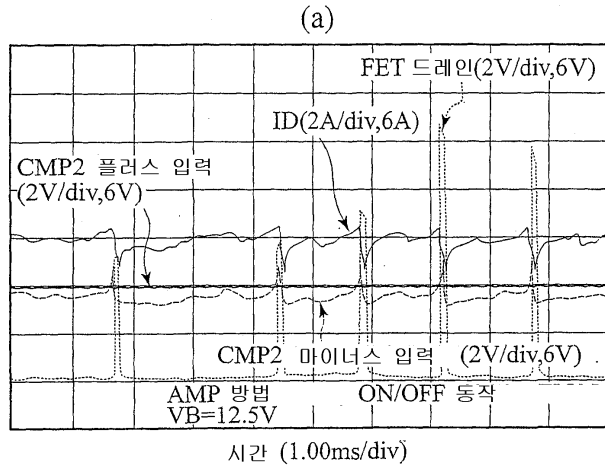
시간 (100 μ s/div)

(b)



시간 (100 μ s/div)

도면34



도면35

