



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월29일
(11) 등록번호 10-1680030
(24) 등록일자 2016년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02P 6/18 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H02P 6/182 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0100959

(22) 출원일자 2015년07월16일

심사청구일자 2015년07월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140137123 A*

KR1020150031356 A

KR1020000051343 A

KR1020060068844 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

하남전기주식회사

광주광역시 광산구 손재로287번길 134-16 (하남동)

(72) 발명자

박형준

광주광역시 남구 서문대로663번안길 12 금광하늘연가아파트 106동 1506호

최영근

광주광역시 서구 금화로 25, 106동 1203호 (금호동, 쌍용예가 만호아파트)

박주식

경기도 용인시 기흥구 흥덕2로118번길 26 904동 503호 (영덕동, 흥덕마을9단지이던하우스아파트)

(74) 대리인

박소영

전체 청구항 수 : 총 8 항

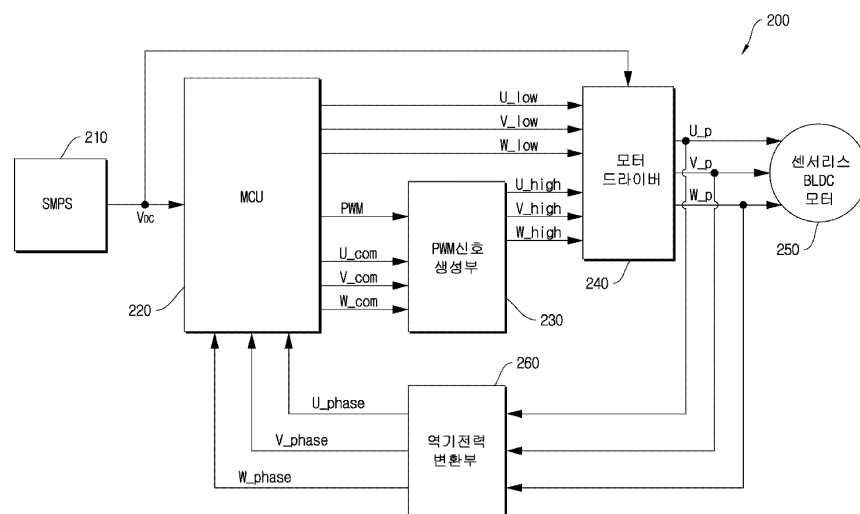
심사관 : 박태근

(54) 발명의 명칭 소형 팬용 센서리스 BLDC모터 제어시스템 및 제어방법

(57) 요약

본 발명은 모터의 동작 시 모터에 공급하는 상전원에서 발생하는 역기전력을 이용하여 상의 위치를 판별함으로써 홀센서를 사용하지 않고도 모터를 최적의 상태로 동작시킬 수 있는 소형 팬용 센서리스 BLDC모터 제어시스템 및 제어방법을 개시(introduce)한다. 상기 소형 팬용 센서리스 BLDC모터 제어시스템은, MCU, PWM신호생성부, 모터드라이버, 센서리스 BLDC모터 및 역기전력변환부를 포함한다. 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 BLDC모터 제어시스템의 제어방법은, 청구항 제1항 내지 청구항 제7항 중 어느 하나의 청구항에 기재된 소형 팬용 센서리스 BLDC모터 제어시스템을 제어하는 방법으로써, 초기값설정단계, 구동조건테이블설정단계, 상위치판단단계, 스텝조정단계, 듀티비교단계 및 듀티증가단계를 수행한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425088317

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 한국산학연합회

연구사업명 산학협력기술개발

연구과제명 가전용 팬모터 제어장치 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교산학협력단

연구기간 2014.08.01 ~ 2015.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

3개의 역기전력비교신호를 이용하여 3개의 하단제어신호, 3개의 기준제어신호 및 PWM신호를 생성하는 MCU;

상기 3개의 기준제어신호 및 PWM신호를 이용하여 3개의 상단제어신호를 생성하는 PWM신호생성부;

상기 3개의 상단제어신호 및 상기 3개의 하단제어신호를 이용하여 3개의 상전원을 생성하는 모터드라이버;

상기 3개의 상전원에 따라 동작하는 센서리스 B L D C 모터; 및

상기 3개의 상전원을 이용하여 상기 3개의 역기전력비교신호를 생성하는 역기전력변환부;를 포함하며,

상기 역기전력변환부는,

상기 3개의 상전원의 크기를 강하시킨 3개의 강하상전원을 생성하는 분압부;

상기 강하상전원을 이용하여 평균전압을 생성하는 평균전압생성부; 및

상기 평균전압과 상기 3개의 강하상전원을 각각 비교하여 상기 3개의 역기전력비교신호를 생성하는 비교부;를 포함하며,

상기 분압부는,

상기 3개의 상전원 중 하나의 상전원과 접지전압 사이에 직렬로 연결된 2개의 저항으로 구성되는 제1저항어레이;

상기 3개의 상전원 중 다른 하나의 상전원과 접지전압 사이에 직렬로 연결된 2개의 저항으로 구성되는 제2저항어레이; 및

상기 3개의 상전원 중 마지막 하나의 상전원과 접지전압 사이에 직렬로 연결된 2개의 저항으로 구성되는 제3저항어레이;를 포함하고,

상기 제1저항어레이를 구성하는 2개의 저항의 공통노드로부터 상기 3개의 강하상전원 중 하나의 강하상전원이 생성되며,

상기 제2저항어레이를 구성하는 2개의 저항의 공통노드로부터 상기 3개의 강하상전원 중 다른 하나의 강하상전원이 생성되고,

상기 제3저항어레이를 구성하는 2개의 저항의 공통노드로부터 상기 3개의 강하상전원 중 마지막 하나의 강하상전원이 생성되는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C 모터 제어시스템.

청구항 2

제1항에 기재된 PWM신호생성부는,

상기 3개의 기준제어신호 중 하나의 기준제어신호와 상기 PWM신호를 논리 곱하여 상기 3개의 상단제어신호 중 하나의 상단제어신호를 생성하는 제1AND게이트;

상기 3개의 기준제어신호 중 다른 하나의 기준제어신호와 상기 PWM신호를 논리 곱하여 상기 3개의 상단제어신호 중 다른 하나의 상단제어신호를 생성하는 제2AND게이트; 및

상기 3개의 기준제어신호 중 마지막 하나의 기준제어신호와 상기 PWM신호를 논리 곱하여 상기 3개의 상단제어신호 중 마지막 하나의 상단제어신호를 생성하는 제3AND게이트;를 포함하는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C 모터 제어시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 기재된 상기 평균전압생성부는,

일단이 상기 3개의 강하상전원 중 하나의 강하상전원에 연결된 제1평균전압생성용저항;

일단이 상기 3개의 강하상전원 중 다른 하나의 강하상전원에 연결된 제2평균전압생성용 저항; 및

일단이 상기 3개의 강하상전원 중 마지막 하나의 강하상전원에 연결된 제3평균전압생성용 저항;을 포함하며,

상기 제1평균전압생성용저항, 상기 제2평균전압생성용저항 및 상기 제3평균전압생성용저항의 다른 일 단자는 서로 연결되어 상기 평균전압을 생성하는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템.

청구항 6

제1항에 기재된 비교부는,

일 입력단자로 인가되는 상기 평균전압과 다른 일 입력단자로 인가되는 3개의 강하상전원 중 하나의 강하상전원을 비교하여 상기 3개의 역기전력비교신호 중 하나의 역기전력비교신호를 생성하는 제1비교기;

일 입력단자로 인가되는 상기 평균전압과 다른 일 입력단자로 인가되는 3개의 강하상전원 중 다른 하나의 강하상전원을 비교하여 상기 3개의 역기전력비교신호 중 다른 하나의 역기전력비교신호를 생성하는 제2비교기; 및

일 입력단자로 인가되는 상기 평균전압과 다른 일 입력단자로 인가되는 3개의 강하상전원 중 마지막 하나의 강하상전원을 비교하여 상기 3개의 역기전력비교신호 중 마지막 하나의 역기전력비교신호를 생성하는 제3비교기;를

포함하는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

내부에서 생성한 직류공급전원을 상기 MCU 및 상기 모터드라이버에 공급하는 SMPS를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템.

청구항 8

청구항 제1항, 제2항, 제5항 내지 제7항 중 어느 하나의 청구항에 기재된 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템을 제어하는 방법으로써,

변수인 듀티와 변수인 스텝에 초기값을 설정하는 초기값설정단계;

상기 센서리스 B L D C모터의 구동조건을 총 6개의 스텝으로 구분하고, 각각의 스텝에 상기 3개의 상단제어신호 및 상기 3개의 하단제어신호 중에서 각각 하나씩 선택한 2개의 제어신호에 논리 하이값을 부여하는 구동조건테이블설정단계;

상기 센서리스 B L D C모터의 3개의 상 중 적어도 하나의 상의 위치를 판단하는 상위치판단단계;

상기 상위치판단단계에서 상의 위치를 파악할 수 없다고 판단한 경우에 수행되며, 상기 스텝에 이미 할당되어 있는 값에 1(one)을 더하고, 1이 더해진 상기 스텝에 할당된 수가 6을 초과하는 경우에는 상기 스텝에 1을 강제로 할당한 후 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하도록 하는 스텝조정단계;

상기 상위치판단단계에서 상의 위치를 파악할 수 있다고 판단한 경우에 수행되며, 듀티에 설정된 값이 99%보다 큰 경우에는 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하도록 하는 듀티비교단계; 및

상기 듀티비교단계에서의 비교결과 듀티에 설정된 값이 99%보다 작거나 같은 경우에는 듀티의 값에 N(N은 자연수)%를 더한 후, 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하도록 하는 듀티증가단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법.

청구항 9

제8항에 기재된 듀티의 초기값은 10%이고,

상기 스텝의 초기값은 1(one)이며,

상기 N은 10인 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법.

청구항 10

제8항에 기재된 상기 구동조건테이블설정단계 및 상기 상위치판단단계 사이에는, 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하여 상기 구동조건테이블설정단계에서 설정된 스텝에 할당된 제어신호가 상기 모터드라이버의 동작을 안정화시키는데 필요한 적어도 제1지연시간만큼 지연시키는 제1지연시간적용단계가 더 포함되며,

상기 듀티증가단계를 수행한 후 상기 듀티증가단계에서 설정한 듀티가 상기 PWM신호에 반영되는데 필요한 적어도 제2지연시간만큼 지연시키는 제2지연시간적용단계가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모터 제어시스템에 관한 것으로, 특히 모터의 동작 시 모터에 공급되는 상전원에서 발생하는 역기전력을 이용하여 모터를 구성하는 회전자의 위치를 판별하여 센서없이 모터를 구동하는 센서리스 B L D C모터 제어시스템 및 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] DC 모터는 DC 전원을 사용하는 모터로서, 모터의 축에는 코일(Coil)이 감겨 있고 이 코일에는 외부에서 전원을 공급하여 전류를 흘려야 하는데, 만일 케이블(Cable)이나 도전성 전선(Conductive Wire)을 이용하여 코일에 전류를 공급하는 경우, 모터 축의 회전시 케이블이나 전선이 꼬여서 끊어지게 되는 문제가 발생한다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 DC 모터는 탄소 브러시(brush)와 같은 절연 도체를 이용하여 전력을 전달한다. DC 모터는 사용하면 할수록 브러시가 달아서 모터의 구실을 할 수 없게 되기 때문에, 브러시를 주기적으로 교체해 주어야 하는 문제가 있었다.

[0004] DC 모터의 이러한 단점을 보완한 것으로, 브러시 대신 회로기판(Circuit Board)을 추가하여 전력을 공급하는 방식이 제안되어 사용되고 있는데, 바로 B L D C(Brush-Less DC) 모터이다.

[0006] 도 1은 종래의 B L D C 모터의 블록다이어그램이다.

[0007] 도 1을 참조하면, B L D C 모터(100)는, 모터드라이버(110), 고정자(120), 홀센서(130) 및 커뮤테이션 시퀀서(140)를 포함한다.

[0008] 모터드라이버(110)는 커뮤테이션 시퀀서(140, Commutation Sequencer)로부터 인가되는 6개의 제어신호(A_H, A_L, B_H, B_L, C_H, C_L)에 응답하여 개폐(On & Off)되며, 2개의 전원단자(V_{DC}, GND) 사이에 각각 2개씩 직렬로 연결된 복수의 스위치들(S1~S6)을 포함하며, 복수의 스위치들(S1~S6)은 FET(Field Effect Transistor)로 구현하는 것이 일반적이다. 직렬로 연결된 2개의 스위치의 공통 노드의 전압이 고정자(120)에 전달된다. 고정자(120)는 3상(Phase) 즉 3개의 코일로 구성되어 있고 각각의 상을 A, B, C라고 가정한다.

[0009] 홀센서(130)는 전원이 공급되면 회전하는 로터(미도시)의 위치에 대한 3곳의 정보(홀A, 홀B, 홀C)를 제공하며, 커뮤테이션 시퀀서(140)는 홀센서(130)로부터 제공되는 로터의 위치에 대한 정보(홀A, 홀B, 홀C)를 이용하여 모터가 최적의 조건으로 회전할 수 있도록 하는 제어신호(A_H, A_L, B_H, B_L, C_H, C_L)를 생성한다.

[0010] 홀센서(130)는 진동이나 충격에 민감하게 반응하며 경우에 따라서는 쉽게 파손된다는 문제가 있으며, 커뮤테이션 시퀀서(140)와 같은 복잡한 논리회로를 사용하여야 한다는 단점이 있다. 특히 소형 팬용 B L D C모터의 생

산원가를 낮추라는 고객의 요구를 만족시키기 위해서, 그리고 상기 단점을 해소할 만한 새로운 소형 팬용 B L D C모터 제어시스템 및 이를 제어하는 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 모터의 동작 시 모터에 공급하는 상전원에서 발생하는 역기전력을 이용하여 상의 위치를 판별함으로써 홀센서를 사용하지 않고도 모터를 최적의 상태로 동작시킬 수 있는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템을 제공하는 것에 있다.
- [0014] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 모터에 공급하는 상전원에서 발생하는 역기전력을 이용하여 상의 위치를 판별함으로써 홀센서를 사용하지 않고도 모터를 최적의 상태로 동작시킬 수 있는 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템은, MCU, PWM신호생성부, 모터드라이버, 센서리스 B L D C모터 및 역기전력변환부를 포함한다. 상기 MCU는 3개의 역기전력비교신호를 이용하여 3개의 하단제어신호, 3개의 기준제어신호 및 PWM신호를 생성한다. 상기 PWM신호생성부는 상기 3개의 기준제어신호 및 PWM신호를 이용하여 3개의 상단제어신호를 생성한다. 상기 모터드라이버는 상기 3개의 상단제어신호 및 상기 3개의 하단제어신호를 이용하여 3개의 상전원을 생성한다. 상기 센서리스 B L D C모터는 상기 3개의 상전원에 따라 동작한다. 상기 역기전력변환부는 상기 3개의 상전원을 이용하여 상기 3개의 역기전력비교신호를 생성한다.
- [0018] 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법은, 청구항 제1항 내지 청구항 제7항 중 어느 하나의 청구항에 기재된 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템을 제어하는 방법으로써, 초기값설정단계, 구동조건테이블설정단계, 상위치판단단계, 스텝조정단계, 듀티비교단계 및 듀티증가단계를 수행한다. 상기 초기값설정단계에서는 변수인 듀티와 변수인 스텝에 초기값을 설정한다. 상기 구동조건테이블설정단계에서는 상기 센서리스 B L D C모터의 구동조건을 총 6개의 스텝으로 구분하고, 각각의 스텝에 상기 3개의 상단제어신호 및 상기 3개의 하단제어신호 중에서 각각 하나씩 선택한 2개의 제어신호에 논리 하이값을 부여한다. 상기 상위치판단단계에서는 상기 센서리스 B L D C모터의 3개의 상 중 적어도 하나의 상의 위치를 판단한다. 상기 스텝조정단계에서는 상기 상위치판단단계에서 상의 위치를 파악할 수 없다고 판단한 경우에 수행되며, 상기 스텝에 이미 할당되어 있는 값에 1(one)을 더하고, 1이 더해진 상기 스텝에 할당된 수가 6을 초과하는 경우에는 상기 스텝에 1을 강제로 할당한 후 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하도록 한다. 상기 듀티비교단계에서는 상기 상위치판단단계에서 상의 위치를 파악할 수 있다고 판단한 경우에 수행되며, 듀티에 설정된 값이 99%보다 큰 경우에는 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하도록 한다. 상기 듀티증가단계에서는 상기 듀티비교단계에서의 비교결과 듀티에 설정된 값이 99%보다 작거나 같은 경우에는 듀티의 값에 $N(N\text{은 자연수})\%$ 를 더한 후, 상기 구동조건테이블설정단계를 수행하도록 한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템은, 모터에 공급되는 상전원에서 발생하는 역기전력을 이용하여 모터를 구성하는 회전자 위치를 판별하여 센서없이 모터를 구동함으로써, 소형 팬에 사용하기에 크기나 제조비용 면에서 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 종래의 B L D C 모터의 블록다이어그램이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 블록다이어그램이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템을 구성하는 PWM신호 생성부의 회로도이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템을 구성하는 모터드라이버의 회로도이다.
- 도 5는 도 2에 도시된 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템을 구성하는 역기전력변환부의 회로도이다.

도 6은 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법을 설명하는 신호흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 예시적인 실시 예를 설명하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0024] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0026] 본 발명의 핵심 아이디어는 모터가 구동하면서 발생시키는 역기전력(Counter Electromotive Force) 신호를 이용하여 모터가 회전하는 속도를 최적화하는 것이다.
- [0027] 일반적인 전기회로 내의 임피던스 양끝에는, 임피던스를 흐르는 전류의 방향과 반대 방향의 전위차가 생긴다. 전류를 I, 저항을 R, 인덕턴스를 L 그리고 커패시턴스를 C라고 할 때, 저항, 인덕터 및 콘덴서의 양끝에는 수학적 식 1과 같은 전압이 발생하는데, 이를 역기전력이라고 한다.

수학적 식 1

$$RI, L \frac{dI}{dt}, \frac{1}{C} \int Idt$$

- [0028]
- [0029] 역기전력은 임피던스에 흐르는 전류의 근원이 되는 외부기전력과 반대방향으로 균형이 잡혀있다.
- [0030] 좁은 의미의 역기전력은 모터에서 사용되는 코일 또는 변압기의 1차 코일의 끝단에 생긴 외부전원의 전력과 반대 방향의 전력을 가리키며, 이 경우도 정상상태로는 외부전원의 기전력과 균형이 잡혀있다.
- [0031] 이하에서는 상술한 역기전력을 이용하여 모터의 회전을 최적으로 제어하는 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템에 대하여 설명한다.
- [0033] 도 2는 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 블록다이어그램이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템(200)은, SMPS(210), MCU(220), PWM신호생성부(230), 모터드라이버(240), 센서리스 B L D C모터(250) 및 역기전력변환부(260)를 포함한다.
- [0035] SMPS(210, Switching Mode Power Supply, 교환 방식 전원 공급 장치)는 스위칭 회로를 이용하는 전원공급장치를 말하는데, 교류를 직류로 변환한 다음 직류를 다시 수직kHz 고주파 교류로 변환하고, 이것을 페라이트 트랜스와 같은 고주파 트랜스를 이용하여 전압을 강하시킨 다음 정류·평활(Rectification·Smoothing)시켜 직류공급전원(V_{DC})을 생성한다.
- [0036] MCU(220)는 역기전력변환부(260)로부터 생성되는 3개의 역기전력비교신호(U_{phase} , V_{phase} , W_{phase})를 이용하여 후술하는 모터드라이버(240)에 필요한 6개의 신호 중 3개의 하단제어신호(U_{low} , V_{low} , W_{low})를 생성하고, 마스터클럭신호(master clock signal)를 타이머(미도시)와 인터럽트함수를 이용하여 일정한 주파수를 가지는 PWM(Pulth Width Modulation)신호를 생성하고, 후술하는 PWM신호 생성부(230)에서 3개의 상단제어신호(U_{high} , V_{high} , W_{high})를 생성하는데 필요한 3개의 기준제어신호(U_{com} , V_{com} , W_{com})를 생성한다.
- [0037] MCU(220)는 8비트 소형 범용 마이크로프로세서를 사용할 것을 제안한다. 센서리스 B L D C모터(250)는 3상 하프 브릿지(Half Bridge) 방식으로 구동하여야 하기 때문에 총 6개의 PWM 포트(port)가 필요하지만, 도 2에는 저가의 마이크로프로세서를 사용하는 실시 예를 설명하는 것으로, 저가의 마이크로프로세서(또는 마이크로컴퓨터)에는 3개의 PWM 포트가 포함되어 있다.
- [0038] PWM신호 생성부(230)에서는 MCU(220)로부터 출력되는 PWM신호(PWM) 및 3개의 기준제어신호(U_{com} , V_{com} , W_{com})를 이용하여 3개의 상단제어신호(U_{high} , V_{high} , W_{high})를 생성한다.
- [0039] 모터드라이버(240)에서는 PWM신호 생성부(230)로부터 출력되는 3개의 상단제어신호(U_{high} , V_{high} , W_{high})와 MCU(220)로부터 출력되는 3개의 하단제어신호(U_{low} , V_{low} , W_{low})를 이용하여 3개의 상전원(U_p , V_p , W_p)의 전력을 결정한다.

- [0040] 센서리스 B L D C 모터(250)는 모터드라이버(240)로부터 출력되는 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)의 전력에 따라 회전한다.
- [0041] 역기전력변환부(260)에서는 모터드라이버(240)에서 센서리스 B L D C 모터(250)로 공급되는 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)의 역기전력을 이용하여 역기전력비교신호(U_{phase}, V_{phase}, W_{phase})를 생성한다.
- [0043] 도 3은 도 2에 도시된 소형 팬용 센서리스 B L D C 모터 제어시스템을 구성하는 PWM신호 생성부의 회로도이다.
- [0044] 도 3을 참조하면, PWM신호 생성부(230)는 3개의 기준제어신호(U_{com}, V_{com}, W_{com})를 각각 PWM신호(PWM)와 비교하여 3개의 상단제어신호(U_{high}, V_{high}, W_{high})를 생성하는 3개의 AND 게이트(301, 302, 303)를 포함된다.
- [0045] 3개의 상단제어신호(U_{high}, V_{high}, W_{high})의 논리값은, PWM신호(PWM)가 논리 하이(Logic High) 값을 가지고 동시에 3개의 기준제어신호(U_{com}, V_{com}, W_{com})가 논리 하이 값을 가지는 경우에만 각각 논리 하이 값을 가지게 된다. 예를 들면, PWM신호(PWM)가 논리 하이 상태인 시간 구간에서 하나의 기준제어신호(U_{com})도 논리 하이 상태인 때에 하나의 상단제어신호(U_{high})가 논리 하이 상태가 된다. 3개의 기준제어신호(U_{com}, V_{com}, W_{com})의 논리 상태는 MCU(220)에 미리 설정해 놓은 프로그램에 따라 결정된다.
- [0046] 후술하겠지만, 3개의 상단제어신호(U_{high}, V_{high}, W_{high})는 모터 축의 위치를 파악하는 과정에서 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)에 공급되는 전력의 크기를 조절하는데 사용된다.
- [0047] PWM신호 생성부(230)에서 사용되는 논리 소자인 AND 게이트(301, 302, 303)의 기능은 일반적으로 알고 있고, 저항들(R31~R34)은 전선의 고유저항을 나타내거나 회로에서 소비되는 전류의 최적화 및 노드(node) 전압의 안정화를 위해 사용되는 것으로, 회로를 설계하는 기술자에게는 별도의 설명이 필요 없을 정도로 알려진 것이므로 여기서는 자세하게 설명하지 않는다.
- [0049] 도 4는 도 2에 도시된 소형 팬용 센서리스 B L D C 모터 제어시스템을 구성하는 모터드라이버의 회로도이다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 모터드라이버(240)는 각각 직렬로 연결된 2개씩의 스위치들(401~402, 403~404, 405~406)이 2개의 전원(V_{dc}, GND) 사이에 병렬로 연결된 구조를 가진다. 6개의 스위치들(401~406) 중 상단에 있는 3개의 스위치들(401, 403, 405)은 3개의 상단제어신호(U_{high}, V_{high}, W_{high})에 의해 동작이 결정되고, 하단에 있는 3개의 스위치들(402, 404, 406)은 3개의 하단제어신호(U_{low}, V_{low}, W_{low})에 의해 동작이 결정된다. 스위치들의 동작은 스위치들의 턴 온(Turn On) 및 턴 오프(Turn Off)를 의미한다.
- [0051] 3개의 하단제어신호(U_{low}, V_{low}, W_{low})는 듀티(Duty)가 100%인 신호이고, 3개의 상단제어신호(U_{high}, V_{high}, W_{high})는 듀티가 10~100%로 변하는 신호이므로, 서로 직렬로 연결된 2개의 스위치들(401~402, 403~404, 405~406)의 3개의 공통 노드에서는 일정한 듀티를 가지는 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)이 생성된다.
- [0052] 도 4에 도시된 모터드라이버(240)의 구체적인 회로는 본 발명의 아이디어에는 포함되지 않지만, 발명을 설명하기 위하여 간단하게 설명하였다.
- [0054] 센서리스 B L D C 모터(250)는 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)을 센서리스 B L D C 모터(250)에 공급하여 전자석의 극성의 위치를 바뀌게 하고, 이에 따라 모터 축에 있는 자석이 전자석의 극성변화에 따라 회전하는 원리를 사용한다. 역기전력변환부(260)는 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)의 상이 센서리스 B L D C 모터(250)가 회전하면서 변화되었을 때, 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)에 발생하는 역기전력을 이용하여 모터 축(미도시)의 위치를 판별한다.
- [0056] 도 5는 도 2에 도시된 소형 팬용 센서리스 B L D C 모터 제어시스템을 구성하는 역기전력변환부의 회로도이다.
- [0057] 도 5를 참조하면, 역기전력변환부(260)는 분압부(510), 평균전압생성부(520) 및 비교부(530)를 포함한다.
- [0058] 분압부(510)는 각각 직렬로 연결된 2개의 저항들(R51:R52, R53:R54, R55:R56)을 이용하여 3개의 상전원(U_p, V_p, W_p)의 크기를 강하시킨다. 예를 들면, 하나의 상전원(U_p)의 전압을 하나의 상전원(U_p)과 접지전압(GND) 사이를 직렬로 연결하는 2개의 저항(R51, R52)의 저항값의 비에 따라 강하(Voltage Drop)시킨 강하상전원(U_{pd})을 생성한다. 하부의 저항(R52)에 병렬로 연결된 커패시터(C51)는 하나의 상전원(U_p)에 포함된 고주파 잡음을 제거하는데 사용된다.
- [0059] 나머지 강하상전원(V_{pd}, W_{pd}), 저항들(R53, R54, R55, R56) 및 커패시터들(C52, C53)에 대한 설명은 앞의 설명으로 같음한다.

- [0061] 평균전압생성부(520)에서는 3개의 강하상전원(U_{pd} , V_{pd} , W_{pd})의 평균전압(V_{ref})을 생성한다. 각각의 상에 공급하는 3개의 상전원(U_p , V_p , W_p)의 크기는 원칙적으로는 일정하지만 모터의 코일(미도시)과 부스터(미도시) 또는 노드의 저항성분에 의해 전압의 변화가 발생할 수 있으므로, 이러한 변수를 최소화 하기 위하여 상기와 같은 방법으로 평균전압(V_{ref})을 생성하여 사용한다.
- [0063] 비교부(530)에서는 3개의 비교기(531, 532, 533)를 이용하여 3개의 강하상전원(U_{pd} , V_{pd} , W_{pd})을 평균전압(V_{ref})과 비교하여 역기전력비교신호(U_{phase} , V_{phase} , W_{phase})를 생성한다. 비교기들(531, 532, 533)의 출력전압인 역기전력비교신호(U_{phase} , V_{phase} , W_{phase})들은 논리 하이 값을 가지거나 논리 로우(Logic Low) 값을 가지게 된다. 역기전력비교신호(U_{phase} , V_{phase} , W_{phase})가 논리 하이 값을 가진다는 것 즉 강하상전원(U_{pd} , V_{pd} , W_{pd})의 크기가 평균전압(V_{ref})에 비해 크다는 것은 상(Phase)의 위치를 알 수 있다는 것을 의미한다.
- [0064] MCU(220)는 역기전력비교신호(U_{phase} , V_{phase} , W_{phase})의 논리값을 이용하여, PWM신호(PWM)의 듀티를 조절하며, 3개의 기준제어신호(U_{com} , V_{com} , W_{com})의 논리 상태로 결정한다.
- [0065] 도 2에는 PWM신호생성부(230)가 포함되어 있지만, 범용 MCU(220)가 아닌 전용 MCU를 사용하는 경우 즉 PWM 포트가 적어도 6개 있는 MCU의 경우에는 PWM신호생성부(230)가 필요 없을 것이다.
- [0067] 도 6은 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법을 설명하는 신호흐름도이다.
- [0068] 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C모터 제어시스템의 제어방법(600)은 초기값설정단계(610), 구동조건테이블설정단계(620), 제1지연시간적용단계(625), 상위치판단단계(630), 스텝조정단계(640), 듀티비교단계(650), 듀티증가단계(660) 및 제2지연시간적용단계(665)를 수행한다.
- [0070] 초기값설정단계(610)에서는 변수(Variable)인 듀티(Duty)를 10(%) 그리고 변수인 Step을 1(one)로 설정한다.
- [0071] 구동조건테이블설정단계(620)에서는 모터의 구동조건을 총 6개의 스텝(Step)으로 구분하고, 각각의 스텝에서는 3개의 상단제어신호(U_{high} , V_{high} , W_{high})와 3개의 하단제어신호(U_{low} , V_{low} , W_{low}) 중에서 각각 하나씩 선택하여 논리 하이 값을 인가한다.
- [0072] 제1지연시간적용단계(625)에서는 구동조건테이블설정단계(620)를 수행한 후 이어지는 단계를 수행하기 전에 구동조건테이블설정단계(620)에서 설정된 스텝에 따른 신호가 모터드라이버(240)의 동작을 안정화시킬 수 있도록 대기하는 시간으로, 적어도 제1지연시간만큼 지연시킨다. 사용 시스템에 따라 변하기는 하겠지만, 지연의 기준이 되는 제1지연시간은 2ms(millisecond)로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0073] 상위치판단단계(630)는 역기전력변환부(260)에서 수행하며 3개의 상(U, V, W) 중 적어도 하나의 상의 위치를 판단한다. 본 발명에서는 하나의 상(U)에 대하여만 상의 위치를 판단하는 것을 가정하였는데, 이는 역기전력변환부(260)를 구성하는 비교부(530)에서 비교한 결과 역기전력비교신호(U_{phase} , V_{phase} , W_{phase}) 중 하나의 역기전력비교신호(U_{phase})가 논리 하이 ("1")값을 가지는가를 판단한다. 상술한 바와 같이, 하나의 역기전력비교신호(U_{phase})가 논리 하이 값을 가진다는 것은 상(U)의 위치 즉 모터의 축의 위치를 파악할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0074] 스텝조정단계(640)는, 상위치판단단계(630)에서 상의 위치를 파악할 수 없다고 판단한 경우(No)에 수행되며, 스텝(Step)에 이미 할당되어 있는 값에 1(one)을 더하고(641), 1이 더해진 스텝(Step)에 할당된 값이 6을 초과하는가를 판단하여(642), 스텝(Step)에 할당된 수가 6을 넘을 경우(642, Yes)에는 스텝(Step)에 할당된 값을 1로 강제로 재설정(643)한다. 스텝(Step)에 할당된 수가 6을 넘을 경우(642, No) 및 스텝(Step)에 강제로 1을 할당한 후(643) 구동조건테이블설정단계(620)를 수행하도록 한다.
- [0075] 듀티비교단계(650)는 상위치판단단계(630)에서 상의 위치를 파악할 수 있다고 판단한 경우(Yes)에 수행되며, 듀티(Duty)가 99(%) 보다 작거나 같은 가를 비교하여, 듀티(Duty)가 99(%) 보다 큰 경우(No)에는 구동조건테이블설정단계(620)를 수행하도록 한다.
- [0076] 듀티증가단계(660)는, 듀티비교단계(650)에서 듀티(Duty)가 99(%)보다 작거나 같다고 판단한 경우(Yes)에 수행되며, 듀티(Duty)의 값을 10(%) 증가시킨다. 이전에 할당된 듀티가 10%였다면 듀티증가단계(660)를 수행하면서 듀티가 20%가 되게 될 것이다.
- [0077] 제2지연시간적용단계(665)에서는 듀티증가단계(660)를 수행한 후 설정된 듀티가 충분히 반영되어 PWM신호(PWM)의 듀티가 설정된 값으로 변경될 수 있도록 적어도 제2지연시간만큼 지연시킨 후에 이어지는 단계를 수행

하도록 한다. 사용하는 모터의 특성에 따라 다르게 설정될 수도 있지만, 제2지연시간적용단계(665)에서 지정한 제2지연시간은 10ms인 것이 바람직하며, 제2지연시간적용단계(665)를 수행한 후에는 구동조건테이블설정단계(620)를 수행하도록 한다.

[0079] 도 6에 도시된 제어방법(600)의 과정을 요약하면, 아래와 같다.

[0080] 먼저, 2개의 변수 Duty와 Step의 초기 값을 설정(610)하는데, 예를 들면 수행의 초기 단계에서는 PWM신호(PWM)의 듀티를 10%로 하고, 듀티가 10%인 PWM신호(PWM)를 이용하여 모터(250)를 회전면서 로터의 위치를 파악할 때 구동드라이버(240)를 구성하는 복수의 스위치들(401~406)의 동작을 제어하는 6가지 제어신호들(U_high, U_low, ... W_high, W_low)의 상태 조건(6 Step) 중 하나(Step 1)로 제어방법(600)을 시작한다는 것이다.

[0081] 본 발명에 따른 소형 팬용 센서리스 B L D C 모터(250)가 2극(S & N) 3슬롯형이라고 가정할 때, 하나의 스텝당 60° 씩 이동하게 되므로 6개의 스텝을 이동하면 총 360° 즉 한 바퀴를 회전한 것이 된다.

[0082] 상기의 조건상태에서 상의 위치를 파악(630)하고자 할 때, 만일 상의 위치가 파악되지 않은 경우(630, No)에는 스텝(Step)에 설정된 값에 1(one)을 더하고(641), 1이 더해진 새로운 스텝(Step)의 조건으로 상의 위치를 계속하여 파악한다. 즉 단계 641, 단계 642, 단계 620, 단계 625를 거쳐 단계 630을 반복 수행한다. 이 반복 수행 경로에서도 상의 위치가 파악되지 않는 경우에는 스텝(Step)을 하나 더 증가시키면서(641) 상의 위치를 파악(630)한다.

[0083] 마침내 상의 위치가 파악된 경우(630, Yes)에는 PWM신호(PWM) 신호의 듀티(Duty)를 10% 증가(660)시킨다. 일단 상의 위치가 파악된 경우에는 모터의 작동도중에 상의 위치를 파악하지 못하는 경우는 발생하지 않게 되므로, 모터의 회전속도를 증가시키는 모터 속도 최적화과정이 진행되는데, 이것이 바로 듀티(Duty)가 100%가 되는 순간이 될 것이며 이는 단계 650에서 판단한다. 듀티가 증가하는 제2지연시간이 경과 한 후(665), 계속하여 단계 620, 단계 625, 단계 630, 단계 650, 단계 660 및 단계 665를 수행하여 듀티가 100%가 되는 때까지 진행한다.

[0085] 상술한 바와 같이, 종래에는 상의 위치를 홀센서(130)를 이용하여 감지하였던 것을 본 발명에서는 상전원의 역기전력을 이용하여 상의 위치를 판단하고 이를 이용하여 모터의 동작을 최적화시킬 수 있었다는 것을 알 수 있을 것이다.

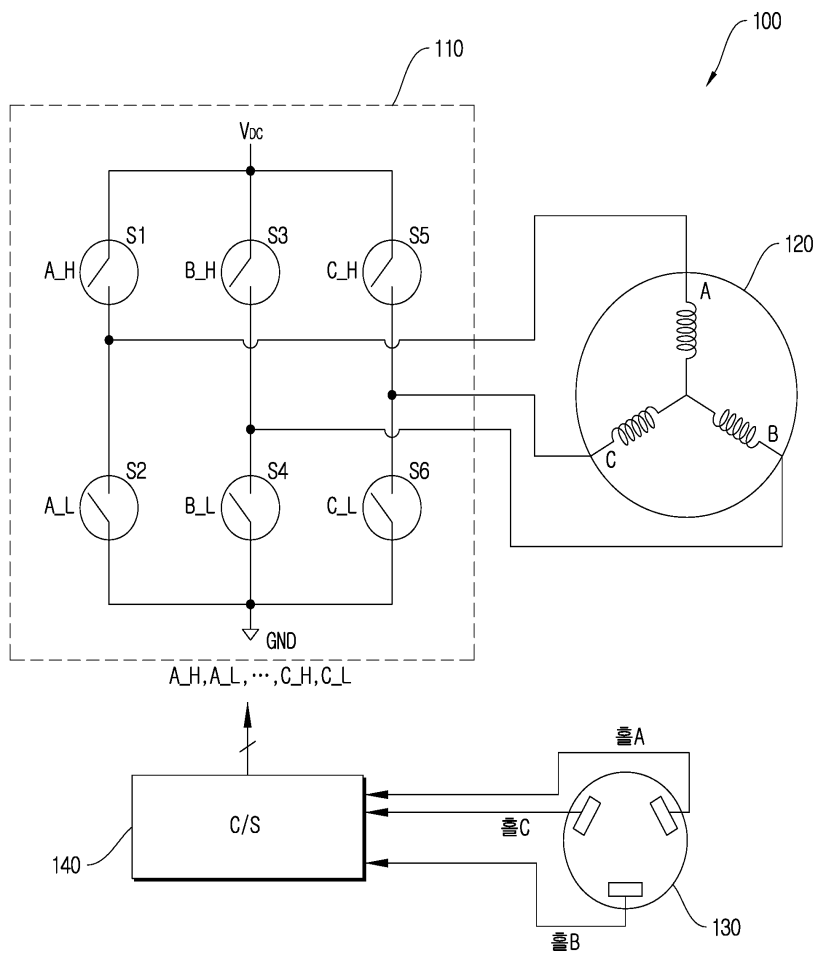
[0087] 이상에서는 본 발명에 대한 기술사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 기술자라면 누구나 본 발명의 기술적 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방 가능함은 명백한 사실이다.

부호의 설명

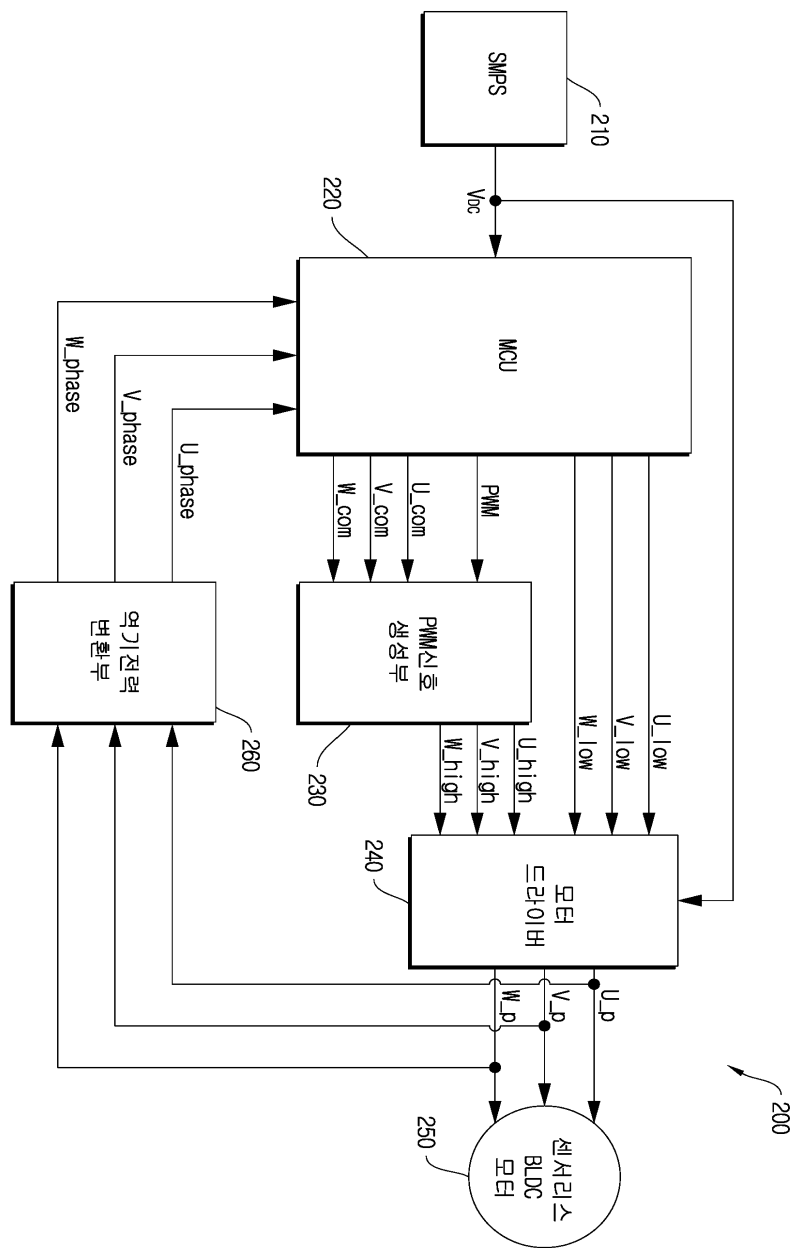
[0089]	110: 모터드라이버	120: 고정자
	130: 홀센서	140: 커뮤테이션 시퀀서
	210: SMPS	220: MCU
	230: PWM신호생성부	240: 모터드라이버
	250: 센서리스 B L D C 모터	260: 역기전력변환부
	610: 초기값설정단계	
	620: 구동조건테이블설정단계	
	625: 제1지연시간적용단계	
	630: 상위치판단단계	
	640: 스텝조정단계	
	650: 듀티비교단계	
	660: 듀티증가단계	
	665: 제2지연시간적용단계	

도면

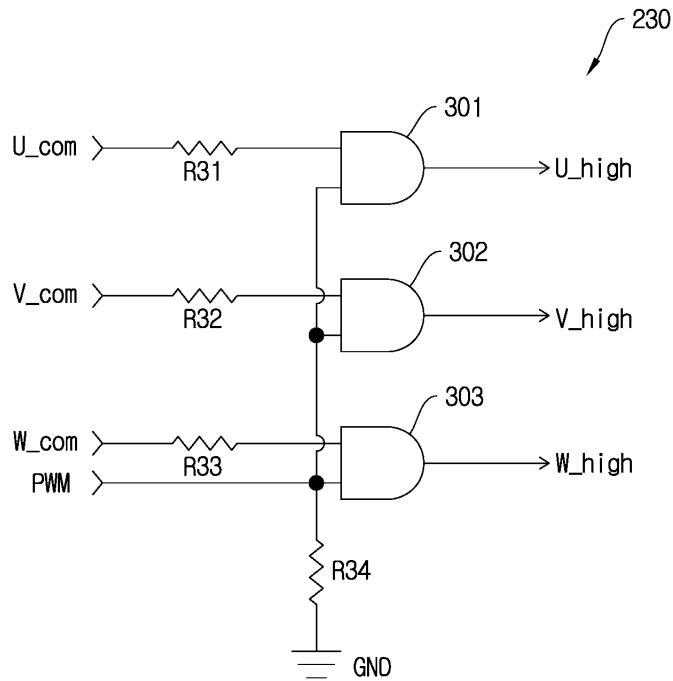
도면1



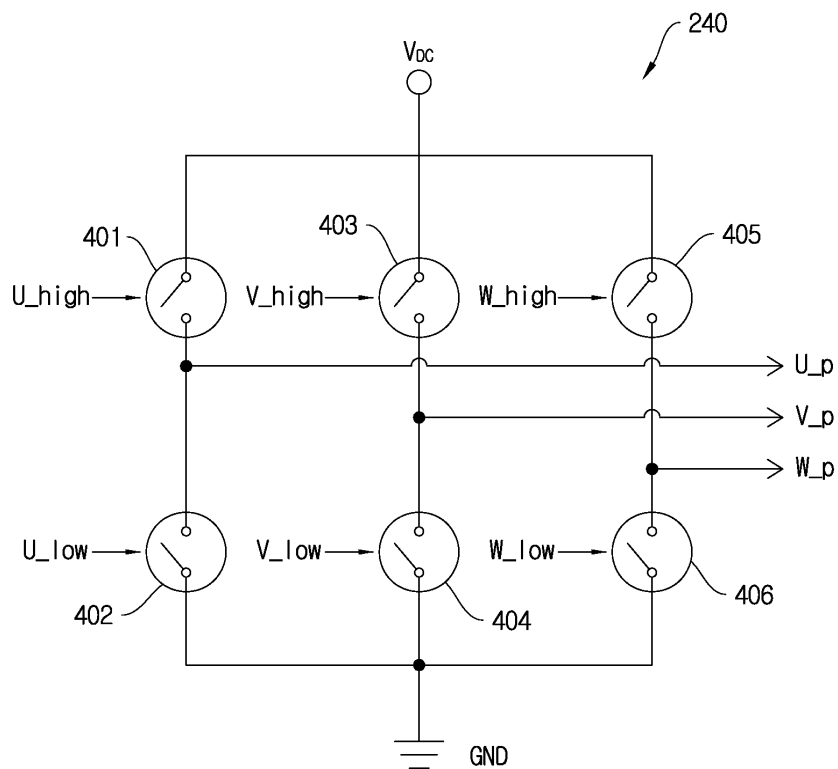
도면2



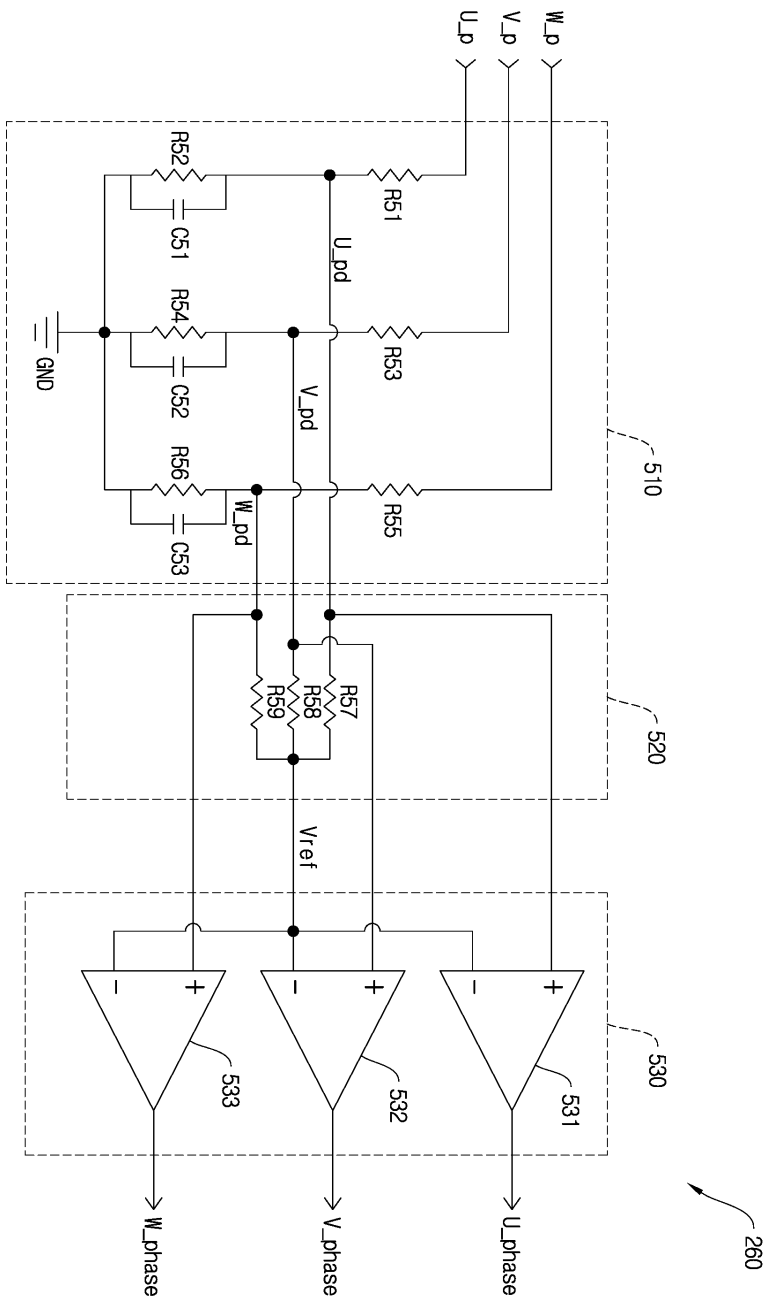
도면3



도면4



도면5



도면6

