



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월27일
(11) 등록번호 10-1454765
(24) 등록일자 2014년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02H 7/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0077595
(22) 출원일자 2013년07월03일
심사청구일자 2013년07월03일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003316428 A*
KR1019980077081 A*
US20030009311 A1
KR101343042 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동)
(72) 발명자
홍연찬
경기 용인시 수지구 풍덕천로 91, 108동 1504호 (풍덕천동, 주공1단지아파트)
이춘일
인천 부평구 아트센터로 118, 101동 1403호 (십정동, 동암신동아아파트)
(74) 대리인
특허법인태동

전체 청구항 수 : 총 3 항

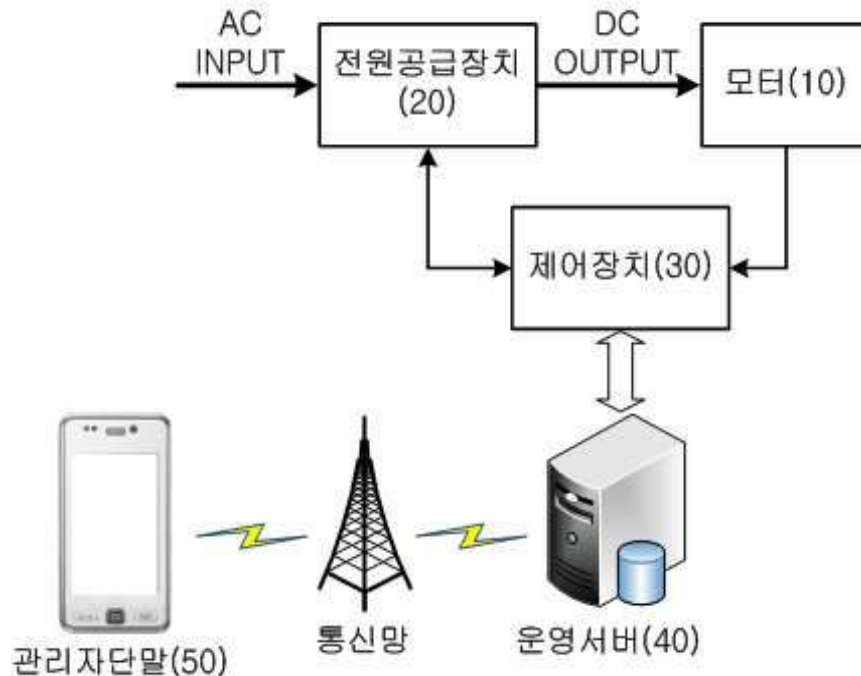
심사관 : 윤여민

(54) 발명의 명칭 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템

(57) 요약

본 발명은 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에 관한 것으로, 본 발명에 따르면 제어장치에서 진공펌프용 모터와, 이에 전력을 공급하는 전원공급장치로부터 상태정보를 수신하여 이상 상황을 판단하고, 이상 상황이 발생한 것으로 판단되면 상기 모터에 공급되는 전력이 차단되도록 하며, 동시에 관리자단말 측으로 상황을 즉시 통보함으로써, 오동작에 따른 사고를 막고 사후조치가 신속하게 이루어지도록 할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0022448

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 (사)한국산학연합회

연구사업명 산학연공동기술개발 지역사업

연구과제명 반도체 및 LCD 공정용 고효율 900W 진공펌프 전원공급기 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인천대학교 산학협력단

연구기간 2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

전원을 공급받아 동작하는 진공펌프용 모터;

PFC(Power Factor Correction, 역률 보상 회로)와 DC/DC컨버터가 직렬 연결된 2 stage 구조를 통해, 입력되는 교류전력을 직류전력으로 변환하여 상기 진공펌프용 모터로 공급하는 전원공급장치;

상기 진공펌프용 모터와 상기 전원공급장치로부터 상태정보를 수신하여 출력하거나 상기 상태정보를 통해 이상 상황을 판단하여 상기 전원공급장치를 제어하는 제어장치; 및

상기 제어장치로부터 상기 상태정보를 수신하여 통신망을 통해 관리자단말 측으로 전송하는 운영서버;를 포함하되,

상기 관리자단말에 설치된 전용 애플리케이션을 통해 상기 운영서버로부터 전송된 상태정보를 확인한 관리자가 제어명령을 입력하면, 상기 운영서버는 상기 관리자단말로부터 제어명령을 수신하여 상기 제어장치 측으로 전송하고, 상기 제어장치는 상기 운영서버로부터 수신된 제어명령에 따라 상기 전원공급장치를 제어하는 것을 특징으로 하는 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모터는,

온도를 측정하여 상기 제어장치로 전달하는 온도측정부a; 및

회전수를 측정하는 회전수측정부;를 포함하고,

상기 전원공급장치는,

입력되는 교류전력의 전압과 전류를 측정하여 상기 제어장치로 전달하는 입력정보측정부;

출력되는 직류전력의 전압과 전류를 측정하여 상기 제어장치로 전달하는 출력정보측정부; 및

온도를 측정하는 온도측정부b;를 포함하며,

상기 제어장치는 상기 모터의 온도측정부a 및 회전수측정부에서 전달되는 온도 및 회전수와, 상기 전원공급장치에서 전달되는 입력전압, 입력전류, 출력전압, 출력전류 및 온도를 통해 이상 상황을 판단하여 상기 전원공급장치를 제어하는 것을 특징으로 하는 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어장치는,

상기 모터의 온도측정부a 및 회전수측정부, 상기 전원공급장치의 입력정보측정부, 출력정보측정부 및 온도측정부b로부터 온도, 회전수, 입력전압, 입력전류, 출력전압 및 출력전류를 포함하는 상태정보를 수신하는 정보수신부;

상기 수신된 상태정보를 화면 출력하는 디스플레이;

상기 수신된 상태정보를 상기 운영서버 측으로 전송하는 정보전송부;

상기 수신된 상태정보가 기준치 이내인지 판단하는 상태판단부; 및

상기 상태판단부에서 상기 상태정보가 기준치를 벗어난 것으로 판단되면 상기 진공펌프용 모터로 공급

되는 전력을 차단하도록 상기 전원공급장치를 제어하는 제어신호입력부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 진공펌프용 모터와 이에 직류전력을 공급하는 전원공급장치를 모니터링하고, 이상 상황이 발생하면 가동을 중단 시킴과 동시에 관리자단말로 신속하게 통보할 수 있도록 하는 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체, LCD, LED 및 박막형 태양전지의 제조 공정에서는 표면을 코팅하기 위한 챔버를 진공 상태로 만들기 위해 진공펌프가 사용된다.

[0003] 반도체 공정에서 리소그래피 공정을 제외한 기판공정 (Diffusion, Ion Implantation, Etch, Thin film deposition)과 배선공정에서는 청정상태의 공정진행을 위해 진공펌프를 이용하여 진공 분위기를 만들 필요가 있다. 이에 필요한 진공펌프로는 저진공 진공펌프로서 오일 로터리 펌프와 건식진공펌프가 있고, 고진공펌프로서 터보펌프와 크라이오 펌프가 있다.

[0004] 저진공 진공펌프는 과거 오일 밀봉 형식의 진공펌프 대신 청정도가 크게 개선된 건식진공펌프가 주로 사용되고 있는데, 건식진공펌프는 기체를 이송하는 구조체에 밀봉유를 사용하지 않기 때문에, 반도체 소자 등의 미세회로 형성 과정에서 기화된 밀봉유의 비산 및 역류로 인한 제조 소자의 불량 문제를 원천적으로 배제시킬 수 있고 챔버 내 particle 발생을 감소시킬 수 있다.

[0005] 반도체/디스플레이 제조는 매우 다양한 공정들이 순차적으로 진행되는데, 생산성 향상과 효율적인 소자 집적도 증가를 위해서는 해당 공정에 따라 최적화된 형태, 성능 및 특성들을 갖는 진공펌프들이 필요하며, 반도체 공정은 일부 과정을 제외하고는 대부분 위험성이 높은 독성 가스를 사용하여 높은 공정 온도에서의 화학반응을 이용하므로, 반응 시 많은 양의 공정부산물이 발생하여 진공 조건에서도 충분한 펌핑 성능과 신뢰도를 확보할 수 있는 진공펌프가 요구된다.

[0006] 직류 전원공급기는 통상 하드스위칭으로 설계된 진공펌프용 전원공급기가 주로 사용되고 있다. 이러한 종래의 전원공급기는 출력 효율이 70% 내지 75%로 스위칭 전원으로 설계된 전원공급기 중 낮은 편에 속한다. 이 때문에 진공펌프 가동에 따른 전기 사용량이 많고, 열 발생이 크다는 단점이 있다.

[0007] 또한, 종래의 진공펌프용 전원공급기는 단순히 상용전력을 변환하여 모터에 공급해 주는 기능만 수행하기 때문에, 오작동 상황을 미리 판단하거나, 이상 상황이 발생하였을 시 즉각 대처하지 못한다는 문제점이 있었다.

[0008] 한편 전원공급장치와 관련된 종래의 기술로는 대한민국공개특허 제10-2012-0132966호 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 진공펌프용 모터와 전원공급장치의 상태를 모니터링하고, 이상 상황이 발생하면 가동을 중단시킴과 동시에 관리자단말로 신속하게 통보가 이루어지도록 하여 즉각적인 조치가 가능토록 하는 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템은, 전원을 공급받아 동작하는 진공펌프용 모터; 입력되는 교류전력을 직류전력으로 변환하여 상기 진공펌프용 모터로 공급하는 전원공급장치; 상기 진공펌프용 모터와 상기 전원공급장치로부터 상태정보를 수신하여 출력하거나 상기 상태정보를 통해 이상 상황을 판단하여 상기 전원공급장치를 제어하는 제어장치; 상기 제어장치로부터 상기 상태정보를 수신하여 통신망을 통해 관리자단말 측으로 전송하는 운영서버;를 포함한다.
- [0011] 여기서, 상기 모터는, 온도를 측정하여 상기 제어장치로 전달하는 온도측정부a; 및 회전수를 측정하는 회전수측정부;를 포함하고, 상기 전원공급장치는, 입력되는 교류전력의 전압과 전류를 측정하여 상기 제어장치로 전달하는 입력정보측정부; 출력되는 직류전력의 전압과 전류를 측정하여 상기 제어장치로 전달하는 출력정보측정부; 및 온도를 측정하는 온도측정부b;를 포함하며, 상기 제어장치는 상기 모터의 온도측정부a 및 회전수측정부에서 전달되는 온도 및 회전수와, 상기 전원공급장치에서 전달되는 입력전압, 입력전류, 출력전압, 출력전류 및 온도를 통해 이상 상황을 판단하여 상기 전원공급장치를 제어할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 제어장치는, 상기 모터의 온도측정부a 및 회전수측정부, 상기 전원공급장치의 입력정보측정부, 출력정보측정부 및 온도측정부b로부터 온도, 회전수, 입력전압, 입력전류, 출력전압 및 출력전류를 포함하는 상태정보를 수신하는 정보수신부; 상기 수신된 상태정보를 화면 출력하는 디스플레이; 상기 수신된 상태정보를 상기 운영서버 측으로 전송하는 정보전송부; 상기 수신된 상태정보가 기준치 이내인지 판단하는 상태판단부; 및 상기 상태판단부에서 상기 상태정보가 기준치를 벗어난 것으로 판단되면 상기 진공펌프용 모터로 공급되는 전력을 차단하도록 상기 전원공급장치를 제어하는 제어신호입력부;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0014] 먼저 진공펌프용 전원공급장치가 기 설치되어 있는 장비와 호환성이 매우 높으며, 공진형으로 설계함에 따라 93% 이상의 효율성으로 인해 15% 이상의 에너지를 절약하고 이산화탄소 발생을 억제할 수 있다. 또한 99% 이상의 역률과 5% 이하의 왜율(THD)로 설계되어 높은 안정도를 갖는다.
- [0015] 또한, 진공펌프용 모터의 온도나 회전수, 그리고 전원공급장치의 입출력 전압/전류와 온도를 포함하는 상태정보를 제어장치에서 수신하여 디스플레이를 통해 출력함으로써 관리자가 모터와 전원공급장치의 정상작동 상황을 일목요연하게 확인할 수 있다.
- [0016] 또, 제어장치가 상태정보를 통해 이상 상황이 발생한 것을 판단하면 즉시 모터의 가동을 중단시키도록 함으로써, 오작동이 지속되어 불량률이 급격히 상승하는 것을 막아줄 수 있고, 이상 상황 발생을 통신망을 통해 관리자단말로 통보함으로써, 즉각적인 후속조치가 이루어지도록 할 수 있다.
- [0017] 또, 제어장치 또는 운영서버에 상태정보를 저장함으로써, 데이터 분석을 통해 사후에 장치의 문제점을 분석하는데 활용할 수가 있다.
- [0018] 또, 관리자단말에 전용 애플리케이션을 설치하여, 원격에서도 모터 및 전원공급장치의 상태정보를 확인할 수 있는 것은 물론, 상태정보를 확인한 관리자가 이상 징후를 스스로 판단하고, 즉각적으로 관리자단말을 통해 명령을 입력하여 모터와 전원공급장치의 작동을 제어할 수 있어서, 숙련된 관리자가 장치 인근에 상주하지 않더라도, 원활한 운영이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도1은 본 발명의 실시예에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템을 설명하기 위한 블록도.
- 도2는 도1에 도시된 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에서 전원공급장치와 모터의 구성을 설명하기 위한 블록도.
- 도3은 도2에 도시된 전원공급장치에서 PFC 회로의 구성을 설명하기 위한 도면.
- 도4는 도2에 도시된 전원공급장치에서 DC/DC컨버터 회로의 구성을 설명하기 위한 도면.

도5는 위상 천이 폴 브릿지 컨버터 구현을 위한 위상 천이 PWM 제어기에 대한 회로도.

도6은 도5에 도시된 PWM 제어기의 위상 천이 PWM 제어 파형을 도시한 도면.

도7은 위상 천이 폴 브릿지의 각 모드별 동작을 설명하기 위한 도면.

도8은 도1에 도시된 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에서 제어장치의 구성을 설명하기 위한 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 다만 발명의 요지와 무관한 일부 구성은 생략 또는 압축할 것이나, 생략된 구성이라고 하여 반드시 본 발명에서 필요가 없는 구성은 아니며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 결합되어 사용될 수 있다.
- [0021] 더불어 이하에서 설명하게 되는 각 구성부와 서버 및 시스템은 반드시 각각의 기능을 수행하는 독립적인 구성부나 서버로 이루어져야 하는 것은 아니며, 하나 이상의 프로그램 또는 하나 이상의 서버 또는 하나 이상의 시스템의 집합으로 구현되거나 일부가 공유될 수도 있음을 밝히는 바이다.
- [0022] 도1은 본 발명의 실시예에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도1에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템은 진공펌프용 모터(10)(이하 '모터(10)'라고 함), 진공펌프용 전원공급장치(20)(이하 '전원공급장치(20)'라 함), 제어장치(30) 및 운영서버(40)를 포함한다.
- [0023] 모터(10)는 전원공급장치(20)로부터 직류전력을 공급받아 작동하며, 모터(10)에는 모터(10)의 온도와 회전수를 측정하는 온도측정부a(11) 및 회전수측정부(12)가 구비(도2 참조)되어 있다. 온도측정부a(11) 및 회전수측정부(12)에서 측정된 상태정보는 제어장치(30)로 전달된다.
- [0024] 진공펌프용 모터(10)를 동작시키기 위한 전원공급장치로는 인버터 등을 이용한 교류전원공급장치와 교류를 직류로 변환하여 사용하는 직류전원공급장치가 사용될 수 있는데, 이하의 본 실시예에서 다루어지는 전원공급장치(20)는 직류를 이용한 전원공급기이다.
- [0025] 전원공급장치(20)는 교류전력을 입력받아 안정된 직류전력으로 변환하여 모터(10) 측으로 출력하는 AC/DC컨버터이다. 예컨대 전원공급장치(20)는 220V의 교류전력을 입력 받아 140V/5.4A의 직류전력으로 변환하여 출력한다. 이러한 전원공급장치(20)에는 입출력 전압/전류를 측정하는 입력정보측정부(21,22)와 출력정보측정부(25,26) 및 온도측정부b(27)가 구비되어 있으며, 입력정보측정부(21,22), 출력정보측정부(25,26) 및 온도측정부b(27)에서 측정된 상태정보는 제어장치(30)로 전달된다.
- [0026] 제어장치(30)는 전원공급장치(20) 및 모터(10)로부터 상태정보를 수신하여 저장 및 디스플레이(38)로 실시간으로 출력한다. 또한 제어장치(30)는 상태정보를 통해 이상 상황이 발생하는지 판단하고, 이상 상황이 발생하면 모터(10)로 공급되는 직류전력이 차단되도록 전원공급장치(20)를 제어한다. 또한 제어장치(30)는 상태정보와 이상 상황 정보를 운영서버(40)로 전송한다.
- [0027] 운영서버(40)는 제어장치(30)로부터 수신된 상태정보 또는 이상 상황 정보를 통신망을 통해 관리자단말(50) 측으로 전송한다. 또한 운영서버(40)는 관리자단말(50)로부터 전송되는 제어명령을 수신하여 제어장치(30)로 전달한다.
- [0028] 관리자단말(50)은 통신망을 통해 운영서버(40)로부터 상태정보를 전달받아 출력함으로써 관리자가 확인할 수 있도록 하며, 관리자로부터 제어명령을 입력받아 운영서버(40)로 전송한다. 이러한 관리자단말(50)은 관리자가 소지한 스마트폰 또는 태블릿PC 등일 수 있다. 또한 관리자단말(50)에는 운영서버(40)에서 공급한 전용 애플리케이션이 설치됨으로써, 전용 애플리케이션을 통해 상태정보나 이상 상황 정보가 출력되고, 제어명령을 입력할 수 있다.
- [0029] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에서 전원공급장치(20)와 모터(10)의 자세한 구성이 도2에 도시되어 있다.
- [0030] 도2를 참조하면, 전원공급장치(20)는 기본적으로 PFC(23)(Power Factor Correction, 역률 보상 회로)와 DC/DC 컨버터(24)가 직렬 연결된 2 stage 구조로 구성된다.

- [0031] 일반적으로 스위칭 전원공급장치의 입력부는 브리지 다이오드와 필터 커패시터로 구성되어 입력 AC 전압을 약간의 리플을 갖는 DC 전압으로 변환하는데, 이럴 경우 입력 커패시터의 영향으로 입력 전류 파형이 정현파가 아닌 좁은 펄스폭을 갖는 높은 피크 전류가 흐르게 되어, 역률이 0.5~0.65 정도로 낮아지게 되며, 입력 전류의 고조파 성분은 증가하고 많은 노이즈와 EMI가 발생되며 AC 선간 전압 파형이 왜곡되어 같은 라인에 연결된 다른 전기 장치들에 나쁜 영향을 미치게 된다. 또한 낮은 역률 때문에 무효 전력이 증가하여 많은 전류가 흐르게 된다.
- [0032] 이러한 문제점들을 해결하기 해 본 실시예에 따른 전원공급장치(20)는 AC/DC 변환 시 역률을 향상시키고 입력 전류의 하모닉 성분을 감소시키기 위해 역률 보상용 AC/DC컨버터가 사용되는데, 다이오드 브리지 정류기와 전류 제어 모드 DC/DC컨버터(24)를 사용하여 입력 전류를 입력 전압과 동상인 정현파로 제어함으로써 단일 역률을 얻을 수 있다.
- [0033] 역률 보상용 AC/DC컨버터에 사용되는 DC/DC컨버터(24)는 승압형(Boost) 컨버터, 강압형(Buck) 및 승/강압형(Flyback) 컨버터가 사용되나 전류 제어의 용이성, 노이즈 및 EMI 발생 특성 등을 고려하여 승압형 컨버터를 사용한다.
- [0034] 도3은 도2에 도시된 전원공급장치(20)에서 PFC(23)의 회로 구성을 설명하기 위한 도면이다. 기본 동작은 PFC(23) IC가 MosFET를 턴-온하게 되면 인덕터에 전류가 흐르게 되어 에너지를 축적했다가 MosFET가 턴-오프 할 때 인덕터에 흐르던 전류가 다이오드를 타고 출력 Co의 콘덴서에 전압을 축적하는 부스트 업 컨버터 동작을 한다. 이때 다이오드 D는 MosFET가 고속 스위칭을 할 때 빨리 스위칭을 할 수 있도록 고속 복구 다이오드(Fast recovery diode)를 사용해야 변환효율 저하 및 역률 저하를 막을 수 있다.
- [0035] 전파정류 전압을 기준파형으로 하여 정현파 형태로 전류를 만들어 주는 동작을 하는 데, 우선 MosFET가 턴-온되면 주 인덕터 L에 흐르는 전류는 선형으로 증가하게 되며, 증가되는 전류를 Rsense에서 전류 감지 저항으로 검출하여 기준 정현파에 닿게 되면 MosFET는 턴-오프 시킨다.
- [0036] 스위칭 전후의 주 인덕터 전류는 연속이 되어야 하므로, 인덕터의 출력단 전압은 다이오드 D를 턴-온 시킬 수 있도록 상승되며, 다이오드 D를 통해 DC-Link단의 콘덴서의 전압을 충전하며, 인덕터의 전류는 선형으로 방전된다. 전류가 모두 방전되는 순간은 출력의 분배 저항을 통해 감지되며 0이 될 때 MosFET를 다시 턴-온하게 되는데 이러한 동작으로 주 인덕터에 흐르는 전류는 정현파를 그리게 되며, 이때 평균전류는 정현파 형태에 가까우나 완전한 형태는 아니다.
- [0037] 본 실시예에 따른 Active Boost up PFC(23)의 장점은 소프트 스위칭 ZVS(Zero Voltage Switching)로 스위칭 손실을 크게 줄일 수 있으며, 0.99의 높은 역률 구현, 5% 미만의 낮은 왜율, Low Noise Sensitivity, Over Voltage, Over Current Protection 등의 다양한 기능을 수행할 수 있다.
- [0038] 도4는 도2에 도시된 전원공급장치(20)에서 DC/DC컨버터(24) 회로의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 본 실시예에 사용되는 DC/DC컨버터(24)는 위상 천이 풀 브리지 컨버터(Phase Shifted Full-Bridge Converter)가 사용되었다. 위상 천이 풀 브리지 컨버터는 부가적인 회로 없이 변압기의 누설 인덕턴스와 커패시턴스 그리고 스위치의 출력 커패시턴스의 공진을 이용하여 영전압 스위칭(ZVS)이 가능하다. 따라서 스위칭 손실이 적으므로 고주파 스위칭 동작이 가능하여 전력 밀도 및 효율을 크게 향상시킬 수 있는 장점이 있으며 대용량의 Isolated DC/DC 컨버터로 적용될 수 있다.
- [0039] 위상 천이 풀 브리지 컨버터에서 ZVS(Zero Voltage Switching) 동작이 이루어지기 위해서는 진상 레그(leg)들과 지상 레그 들 간의 정확한 스위칭 타이밍과, 진상 레그와 지상 레그의 정확한 위상 천이(Phase Shift) 타이밍을 요구한다. 기존의 ZVS 기능이 내장된 상용 PWM 컨트롤러는 주파수, 부하 및 입력 전압의 변동, 소자 특성 등과 같은 영향에 의해 이러한 ZVS 요구 조건을 만족시키지 못하는 경우가 발생하게 된다. 이러한 단점은 디지털 프로세서를 사용하는 디지털 제어기를 이용하여 정확한 타이밍의 고속 스위칭을 함으로써 개선할 수 있다.
- [0040] 위상 천이 풀 브리지 컨버터의 기본 구성은 풀 브리지 단과 출력단 그리고 PWM Controller를 이용한 디지털 제어기로 구성되어 있는데 디지털 제어기에서는 ZVS를 위해 필요한 게이트 신호를 발생하고 출력전압과 전류를 제어하는 알고리즘이 수행되며, 전압과 전류의 피드백은 PWM에 내장된 변환기를 이용한다.
- [0041] 위상 천이 풀 브리지 컨버터의 회로 동작은 ZVS를 위해 풀 브리지 컨버터의 진상 레그(Q1 또는 Q3)와 지상 레그(Q2 또는 Q4)의 스위칭으로 제어된다. 그리고 변압기의 누설인덕턴스, 기생커패시턴스와 MosFET의 출력 커패시턴스의 충, 방전하는 에너지의 공진에 의해서 ZVS가 이루어지는데 한쪽 진상 레그(Q1 또는 Q3)가 꺼지면 출력 커패시턴스는 충전을 하고 다른 쪽 진상 레그(Q3 또는 Q1)는 방전을 한다. 이때 변압기 누설 인덕턴스와 2차측

에너지의 전달에 의해 MosFET 내부의 역 병렬 다이오드가 도통되어 양단 전압은 0V가 되고 이때 ZVS가 이루어지게 된다.

- [0042] 일반적으로 위상 천이 풀 브릿지 컨버터(Phase Shifted Full-Bridge)는 스위치들의 게이트 신호에 시간 지연을 두는 것만으로도 별도의 회로 추가 없이 능동 소자들을 소프트 스위칭 할 수 있으므로, 스위칭 손실을 줄여 효율을 높일 수 있는 장점을 갖고 있지만, 다음과 같은 단점도 있다.
- [0043] 먼저, 주 트랜스포머와 출력 필터 등 자기소자들의 사이즈는 여전히 전체 크기를 좌우하는 가장 큰 요소가 되고 있다는 점인데 특히, 낮은 전압과 큰 전류를 출력으로 하는 컨버터의 경우에는 출력 인덕터의 사이즈가 상당히 커지므로, 낮은 높이, 작은 사이즈의 고전력 밀도 컨버터에는 적합하지 않으나 본 실시예에서와 같이 높은 전압과 소 전류에는 매우 적합하다.
- [0044] 또한, 위상 천이 풀 브릿지 컨버터의 리딩 레그에 있는 스위치들의 경우는 스위칭을 할 때에 2차 측의 출력 인덕터가 1차 측에 반향 되어 보이게 되므로, 에너지가 충분해서 영전압 스위칭 하는 데에 문제가 없지만, 래깅 레그에 있는 스위치들의 경우, 누설 인덕턴스만이 1차 측에 존재하므로 부하가 작을 때에는 영전압 스위칭을 보장 할 수 없어서 효율의 저감을 초래함에 따라, 래깅 레그 쪽의 스위치들이 보다 넓은 부하 영역에 대해서도 영전압 스위칭 조건을 만족 할 수 있도록 해주어야 한다. 이를 위해 대표적인 것이 포화 인덕터(Saturable Inductor)를 이용하는 방법, 인덕터와 클램프 다이오드를 첨가하는 방법, 그리고 풀 브릿지와 하프 브릿지를 네 개의 스위치로 한 번에 구성하는 방법이 제시될 수 있다.
- [0045] 본 실시예에서는 네 개의 스위치로 한 번에 구성하는 형태의 위상 천이 풀 브릿지 컨버터를 구현하고자 하며, 이를 위한 위상 천이 PWM 제어기에 대한 회로가 도5에 도시되어 있다.
- [0046] 도5에 도시된 회로는 Buck, 하프 브릿지 및 풀 브릿지 위상천이 컨버터를 구현하도록 설계된 전용 PWM 제어기이며, 이를 위해 필요한 제어 및 보호, 드라이브 기능을 포함하고 있는데, 이러한 특징 때문에 중대형 용량의 DC/DC컨버터(24) 제작에 활용된다. 또한 다양한 조건의 SMPS 설계과정을 단순화 시켜주어 PCB 보드 제작을 포함한 전체 개발기간을 크게 단축시켜줄 수 있고, 영전압 스위칭을 통해 컨버터의 효율을 향상시킬 수 있으며, 결선되는 외부소자의 수를 최소화 하면서도 동시에 제작설계에 있어서 큰 유연성을 제공한다.
- [0047] 도5를 참조하면, 먼저 입력 EAP와 에러 증폭기의 출력(Comp)은 각각 컨버터 출력 전압의 피드백 입력과 보상을 위해서 사용되고 있으며, 입력 전원 투입 시 컨버터의 안정적인 동작을 위해 소프트 스타트(SS) 기능을 포함하고 있고 또한, 컨버터의 과전류 보호를 위해서 최대전류 센싱부(CS)를 활용 할 수 있다.
- [0048] 도6는 도5에 도시된 PWM 제어기의 위상 천이 PWM 제어 파형을 도시한 것이다. 즉 컨버터 스위칭 소자에 인가되는 게이트 신호의 듀티 사이클(PWM A/D, B/C)은 에러 증폭기의 출력 전압(Verr)에 비례하는 위상 천이에 의해 제어되고 있으나, 도4의 피드백 입력 회로에서 보듯 컨버터 출력 전압의 피드백 신호선이 개방된 경우에 반전 입력이 영전위가 되고 동시에 에러 증폭기의 출력이 최대 값이 되므로 180도 위상 천이에 의해 최대 듀티 사이클에서 동작하게 되는데, 이는 피드백 신호선의 단선과 같은 예기치 못한 상황에서 컨버터의 출력 전압이 최대 값이 될 수 있음을 의미하며, 이런 조건에서는 컨버터와 주변 시스템의 안전을 위해서라도 출력 전압을 영전압과 같은 최소값으로 낮추어 주는 보호회로가 필요하다.
- [0049] 도4에 도시된 위상 천이 풀 브릿지는 네 개의 스위치가 풀 브릿지로 구성되어 있고, 메인 트랜스포머를 거쳐 출력단에 전력을 공급하게 되는데, 각 모드별 동작 회로가 도7에 도시되어 있다.
- [0050] 도7에 도시된 위상 천이 풀 브릿지의 각 모드별 동작을 설명하면 다음과 같다.
- [0051] Mode 1($t_0 \rightarrow t_1$)에서, QA와 QD가 턴 온 되면 플러스 전압이 트랜스포머 2차측에 점선을 따라 발생하는데, 이것은 L1과 L2를 통해 두 개의 전류 경로를 제공하며 Q1은 오프 되고 Q2는 턴 온 된다. 트랜스포머의 2차측 전류는 출력전류의 절반에 해당하는 전류가 L1에 걸리고 출력 전류의 나머지 절반은 L2에 환류를 통해 전해지며, Q2는 풀 부하 전류 상태를 유지한다.
- [0052] Mode 2($t_1 \rightarrow t_2$)에서, QA와 QC가 턴 온 되면 VT는 제로가 되고 트랜스포머를 통해서 전압이 발생하여 2차측 양단의 Q1과 Q2의 양단에 걸리게 되는데, 주목할 것은 L2의 전류 또한 이전의 $t_0 \rightarrow t_1$ 상태와 같은 기울기를 가지며, L1도 전류가 마이너스 기울기 전압으로 인해 변경 되고, L1과 L2 모두 환류상태에 있게 되는데, 그것은 트랜스포머를 통해 전압이 제로이기 때문에 자화 전류, IM은 이 상태를 유지하는 것이 중요하다.
- [0053] Mode 3($t_2 \rightarrow t_3$)에서, QC와 QB가 턴 온 되면 트랜스포머 2차측 점선 끝점에 걸쳐 나타나는 마이너스 전압이 생성되는데, 이것은 Q2는 턴 오프 되고 Q1은 턴 온 시키며, 트랜스포머의 2차측 전류는 총 출력 전류의 절반이 L2

에 흐르는 전류와 같고, 나머지 2차측 절반의 출력 전류는 Q1을 통해 L1 환류로 전달되는데 Q1은 풀 로드 전류 상태를 유지한다.

[0054] Mode 4($t_3 \rightarrow t_4 = t_0$)에서, QB와 QD가 턴 온 되면 트랜스포머를 통해 전압이 발생되고 VT는 제로가 되는데, 2차측의 Q1과 Q2도 양쪽에 있으며, 주목할 것은 L1의 전류 또한 이전의 $t_2 \rightarrow t_3$ 상태와 같은 기울기를 가지고 L2의 전류는 마이너스 전압의 기울기로 인해 전류가 변경되어 L2가 마이너스됨으로 인해 L1과 L2가 환류상태에 있게 되고, $t_1 \rightarrow t_2$ 상태와 마찬가지로 트랜스포머 전압 VT는 다시 제로가 되고 자화 전류, IM은 이 상태 동안 변하지 않는다.

[0055] 공진형태 토폴로지의 일반적인 특성은 이들 모두가 파워 스위치 또는 전압/전류 파형을 만드는 정류다이오드와 함께 직렬로 공진 인덕터를 사용한다는 점인데, Soft Switching은 전력소자와 일반적으로 병렬로 연결된 공진 인덕터와 일정한 공진 캐패시터 사이에서 발생하는 공진을 이용한다.

[0056] 따라서 이러한 공진소자들은 주 전력라인에 놓이게 되고 결과적으로 공진형 컨버터는 본질적인 문제에 놓이게 되기 쉬운데, 공진 인덕터가 양방향 전압에 놓여있게 되고 이것은 전력소자에 추가로 전압 스트레스를 주게 되는 결과를 낳게 되며, 또한 모든 전력이 공진 인덕터를 통하여 흐르게 되기 때문에 상당한 순환 에너지가 발생 되고, 따라서 도통손실이 현저하게 증가하게 되며, 게다가 공진 인덕터에 저장된 에너지는 순간전압과 부하전류에 크게 의존한다.

[0057] 따라서 Soft Switching 조건은 순간전압과 부하전류의 변화에 민감하게 되어, 대부분의 공진형 컨버터는 넓은 전압범위와 전류변화에서 Soft Switching 상태를 유지하지 못하는 결과를 가져오는데 이러한 제약을 완화하기 위하여 주 전력회로에서 공진 소자를 제거하는 것이 바람직하다.

[0058] 직렬형 공진인덕터의 대안으로 전력소자에 병렬공진회로망을 사용하는 방법이 있는데 스위칭 과도상태동안 병렬 공진회로망은 ZVS 또는 ZCS를 실현하기 위한 부분공진을 발생시키도록 활성화 되며, 스위칭 전이가 끝나면 회로는 단순한 PWM 동작으로 복귀되도록 하여 PWM 컨버터의 이득을 유지하면서 Soft Switching을 실현할 수 있게 한다.

[0059] 이상에서는 도3 내지 도7을 통해 도2에 도시된 전원공급장치(20)의 PFC(23)와 DC/DC컨버터(24)의 회로 구성과 동작을 설명하였는데, 이러한 PFC(23) 및 DC/DC컨버터(24)를 통해 외부에서 입력되는 교류전력이 안정적인 직류전력으로 변환되어 모터(10)에 공급됨으로써 모터(10)가 작동될 수 있다.

[0060] 한편 전원공급장치(20)에는 입력전압을 측정하는 입력전압측정부(21), 입력전류를 측정하는 입력전류측정부(22), 출력전압을 측정하는 출력전압측정부(25), 출력전류를 측정하는 출력전류측정부(26) 및 온도를 측정하는 온도측정부(27)가 구비되어 있다. 이러한 입력정보측정부(21,22)와 출력정보측정부(25,26) 및 온도측정부(27)에서 측정되는 상태정보는 인터페이스를 통해 제어장치(30)로 전달된다.

[0061] 또한 모터(10)에는 모터(10)의 온도를 측정하는 온도측정부a(11)와 모터(10)의 회전수를 측정하는 회전수측정부(12)가 구비되어 있다. 여기서 회전수측정부(12)는 레이저센서나 변위센서로 구현될 수 있다. 마찬가지로 모터(10)에 구비된 온도측정부a(11)와 회전수측정부(12)에서 측정된 상태정보는 인터페이스를 통해 제어장치(30)로 전달된다.

[0062] 제어장치(30)는 전원공급장치(20) 및 모터(10)로부터 입력전압, 입력전류, 출력전압, 출력전류, 온도 및 회전수 등의 상태정보를 수신하여 디스플레이(38)를 통해 수치 또는 그래프로 실시간 출력하며, 상태정보를 분석하여 이상 상황을 판단한다. 이러한 제어장치(30)의 자세한 구성은 도8에 도시되어 있다.

[0063] 도8을 참조하면, 제어장치(30)는 통신처리부(31), 정보수신부(32), 정보전송부(33), 상태판단부(34), 제어신호입력부(35), 저장부(36), 디스플레이운용부(37), 디스플레이(38) 및 키입력부(39)를 포함한다.

[0064] 통신처리부(31)는 전원공급장치(20), 모터(10) 및 운영서버(40)와 정보 송수신을 위한 통신채널을 연결하기 위해 마련된다.

[0065] 정보수신부(32)는 통신처리부(31)와 연계하여 전원공급장치(20) 및 모터(10)로부터 상태정보를 수신하거나, 운영서버(40)로부터 제어명령을 수신하기 위해 마련된다.

- [0066] 정보전송부(33)는 통신처리부(31)와 연계하여 전원공급장치(20) 및 모터(10)로부터 수신된 상태정보를 운영서버(40) 측으로 전송하거나, 상태판단부(34)에서 생성된 이상 상황 정보를 운영서버(40) 측으로 전송하기 위해 마련된다.
- [0067] 상태판단부(34)는 정보수신부(32)를 통해 수신한 전원공급장치(20)의 상태정보 및 모터(10)의 상태정보를 미리 설정된 기준치와 비교하여 이상 상황이 발생하였는지 판단하며, 상태정보가 기준치를 벗어난 것으로 판단하면 이상 상황 정보를 생성 및 출력한다. 예컨대 상태판단부(34)는 전원공급장치(20)의 입력전압, 입력전류, 출력전압 또는 출력전류가 미리 설정된 기준치를 벗어나는지 확인한다. 또는 상태판단부(34)는 전원공급장치(20)의 온도 또는 모터(10)의 온도가 기준치를 벗어나는지 확인한다. 또는 상태판단부(34)는 모터(10)의 회전수가 미리 설정된 기준치를 벗어나는지 확인한다.
- [0068] 제어신호입력부(35)는 상태판단부(34)에서 이상 상황인 것을 판단하여 이상 상황 정보를 출력하면 모터(10)에 공급되는 직류전력을 차단하도록 전원공급장치(20)로 제어신호를 입력하기 위해 마련된다. 또한 제어신호입력부(35)는 정보수신부(32)를 통해 운영서버(40)로부터 관리자단말(50)에서 입력한 제어명령이 수신되면 모터(10)의 작동을 차단 또는 감속시키도록 전원공급장치(20)로 제어신호를 입력한다.
- [0069] 저장부(36)는 정보수신부(32)를 통해 수신한 전원공급장치(20)의 상태정보 및 모터(10)의 상태정보를 저장하기 위해 마련된다.
- [0070] 키입력부(39)는 관리자가 명령을 입력할 수 있는 버튼 등으로 이루어지며, 키입력부(39)를 통해 입력된 명령에 따라 디스플레이운용부(37)는 정보수신부(32)를 통해 수신된 입력전압, 입력전류, 출력전압, 출력전류, 전원공급장치(20)의 온도, 모터(10)의 온도, 모터(10)의 회전수 등의 상태정보를 수치 또는 그래프로 생성하여 디스플레이(38)를 통해 실시간으로 출력되도록 처리한다.
- [0071] 이상에서 설명한 제어장치(30)와, 이후의 운영서버(40) 및 관리자단말(50)을 통한 전원공급장치(20)와 모터(10)의 모니터링 및 이상 상황 판단 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0072] 먼저 전원공급장치(20)의 입력정보측정부(21,22), 출력정보측정부(25,26), 온도측정부b(27)에서 출력되는 상태정보와 모터(10)의 온도측정부a(11) 및 회전수측정부(12)에서 출력되는 상태정보는 제어장치(30)로 전달되고, 제어장치(30)는 통신처리부(31) 및 정보수신부(32)를 통해 상태정보를 수신하여 저장부(36)에 저장한다. 이렇게 저장된 상태정보는 전원공급장치(20) 및 모터(10)의 동작 상태를 사후에 면밀하게 검토하기 위한 기반 자료로 활용된다.
- [0073] 또한 제어장치(30)의 정보수신부(32)를 통해 수신된 상태정보는 관리자가 키입력부(39)를 통해 입력하는 명령에 따라 디스플레이(38)에 수치 또는 그래프로 실시간으로 출력된다. 따라서 관리자는 제어장치(30)의 디스플레이(38)를 통해 전원공급장치(20)와 모터(10)의 상태를 모니터링할 수 있다.
- [0074] 또, 제어장치(30)의 정보수신부(32)를 통해 수신된 상태정보는 정보전송부(33)를 통해 운영서버(40)로 전송된다. 운영서버(40)에서는 별도의 데이터베이스를 통해 수신된 상태정보를 저장하여 사후 관리를 위한 자료로 활용된다. 또한 운영서버(40)는 수신된 상태정보를 통신망을 통해 관리자가 사용하는 관리자단말(50)로 전송함으로써, 관리자가 전원공급장치(20)와 모터(10)의 작동 상태를 실시간으로 확인할 수 있다. 이때 관리자단말(50)은 운영서버(40)가 제공한 전용 애플리케이션을 실행시킴으로써 상태정보를 실시간으로 확인하거나, 운영서버(40)의 데이터베이스에 저장된 과거의 상태정보를 살펴볼 수가 있다.
- [0075] 한편 제어장치(30)의 상태판단부(34)는 정보수신부(32)를 통해 수신된 상태정보를 미리 저장된 기준치와 비교하여, 상태정보가 기준치를 벗어나는지 판단한다. 판단을 위한 기준 정보는 저장부(36)에 미리 저장된 상태일 수 있다. 만약 상태판단부(34)에서 판단한 결과, 전원공급장치(20)의 입력전류, 입력전압, 출력전류, 출력전압, 온도 또는 모터(10)의 회전수와 온도가 기준치를 벗어난 것으로 확인되면, 상태판단부(34)는 이상 상황 정보를 생성 및 출력하며, 이에 따라 제어신호입력부(35)는 모터(10)의 작동을 차단하도록 통신처리부(31)와 연계하여 전원공급장치(20)로 제어신호를 입력한다. 또한 제어장치(30)에 스피커나 램프가 더 구비됨으로써, 상태판단부(34)에서 이상 상황이 확인되었음을, 경고음이나 경고불빛으로 출력할 수도 있다. 또 상태판단부(34)에서 이상 상황 정보가 출력되면, 이상 상황 정보는 정보수신부(32) 및 통신처리부(31)와 연계하여 운영서버(40)로 전송되고, 운영서버(40)는 통신망을 통해 관리자단말(50)로 이상 상황 정보를 전달함으로써, 관리자가 전용 애플리케이션의 푸시 기능을 통해 이상 상황을 즉시 확인함으로써 후속조치를 진행할 수가 있다.

- [0076] 또한 원격에 위치한 관리자가 관리자단말(50)을 통해 상태정보를 살펴보는 도중, 이상한 상황을 발견하면, 즉시 관리자단말(50)을 통해 모터(10)의 작동을 중단시키거나, 감속시키기 위한 명령을 입력할 수도 있다. 앞서 설명에서 제어장치(30)가 이상 상황을 판단하면 즉시 모터(10)의 작동을 통제하지만, 이는 상태정보를 기준치와 비교함으로써 이루어지는 것이다. 즉 전류, 전압, 온도, 회전수 등의 상태정보가 기준치 이내에서 작동을 하긴 하지만, 일정 단위 시간 내의 패턴에서 이상이 발생하는 점은 상태판단부(34)의 프로그래밍에 의해 모두 다 잡아 내지 못하는 경우가 있을 수 있다. 하지만 숙련된 관리자는 상태정보가 정상 범위 이내라 하더라도, 단위 시간 내에서의 불완전한 패턴을 직감적으로 확인할 수가 있을 것이다. 따라서 관리자가 불완전 패턴을 확인한 후 관리자단말(50)에서 실행된 전용 애플리케이션을 통해 제어명령을 입력하면, 통신망을 통해 운영서버(40)에 제어 명령이 전달되고, 운영서버(40)는 다시 제어장치(30)로 제어명령을 입력함으로써, 제어장치(30)의 제어신호입력부(35)가 제어명령에 따른 제어신호를 전원공급장치(20)로 입력함으로써 모터(10)의 작동을 차단시키거나, 감속시키게 된다.
- [0077] 이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 진공펌프용 전원공급장치 운용시스템에 의하면, 진공펌프용 전원공급장치(20)가 기 설치되어 있는 장비와 호환성이 매우 높으며, 공진형으로 설계함에 따라 93% 이상의 효율성으로 인해 15% 이상의 에너지를 절약하고 이산화탄소 발생을 억제할 수 있다. 또한 99% 이상의 역률과 5% 이하의 왜율(THD)로 설계되어 높은 안정도를 갖는다.
- [0078] 또한, 진공펌프용 모터(10)의 온도나 회전수, 그리고 전원공급장치(20)의 입출력 전압/전류와 온도를 포함하는 상태정보를 제어장치(30)에서 수신하여 디스플레이(38)를 통해 출력함으로써 관리자가 모터(10)와 전원공급장치(20)의 정상작동 상황을 일목요연하게 확인할 수 있다.
- [0079] 또, 제어장치(30)가 상태정보를 통해 이상 상황이 발생한 것을 판단하면 즉시 모터(10)의 가동을 중단시키도록 함으로써, 오작동이 지속되어 불량률이 급격히 상승하는 것을 막아줄 수 있고, 이상 상황 발생을 통신망을 통해 관리자단말(50)로 통보함으로써, 즉각적인 후속조치가 이루어지도록 할 수 있다.
- [0080] 또, 제어장치(30) 또는 운영서버(40)에 상태정보를 저장함으로써, 데이터 분석을 통해 사후에 장치의 문제점을 분석하는데 활용할 수가 있다.
- [0081] 또, 관리자단말(50)에 전용 애플리케이션을 설치하여, 원격에서도 모터(10) 및 전원공급장치(20)의 상태정보를 확인할 수 있는 것은 물론, 상태정보를 확인한 관리자가 이상 징후를 스스로 판단하고, 즉각적으로 관리자단말(50)을 통해 명령을 입력하여 모터(10)와 전원공급장치(20)의 작동을 제어할 수 있어서, 숙련된 관리자가 장치 인근에 상주하지 않더라도, 원활한 운영이 가능하다.
- [0082] 상기한 본 발명의 바람직한 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대해 통상의 지식을 가진 당업자라면, 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경 및 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 본 발명의 특허청구 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

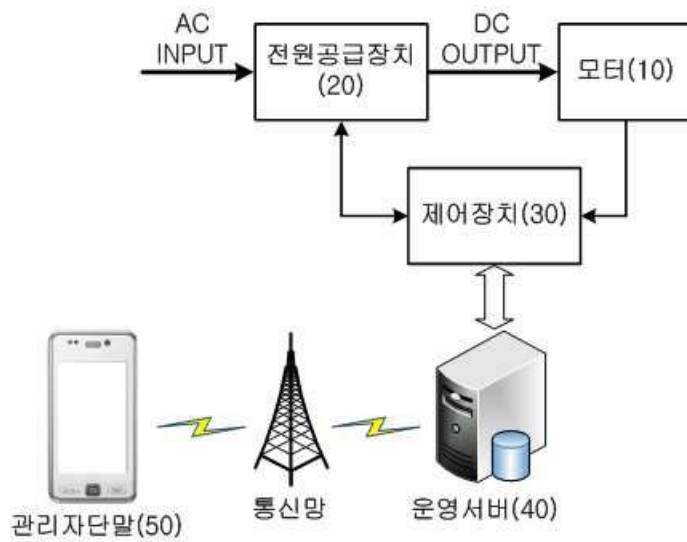
부호의 설명

- [0083] 10 : 진공펌프용 모터
 11 : 온도측정부a
 12 : 회전수측정부
 20 : 전원공급장치
 21 : 입력전압측정부
 22 : 입력전류측정부
 23 : PFC
 24 : DC/DC컨버터

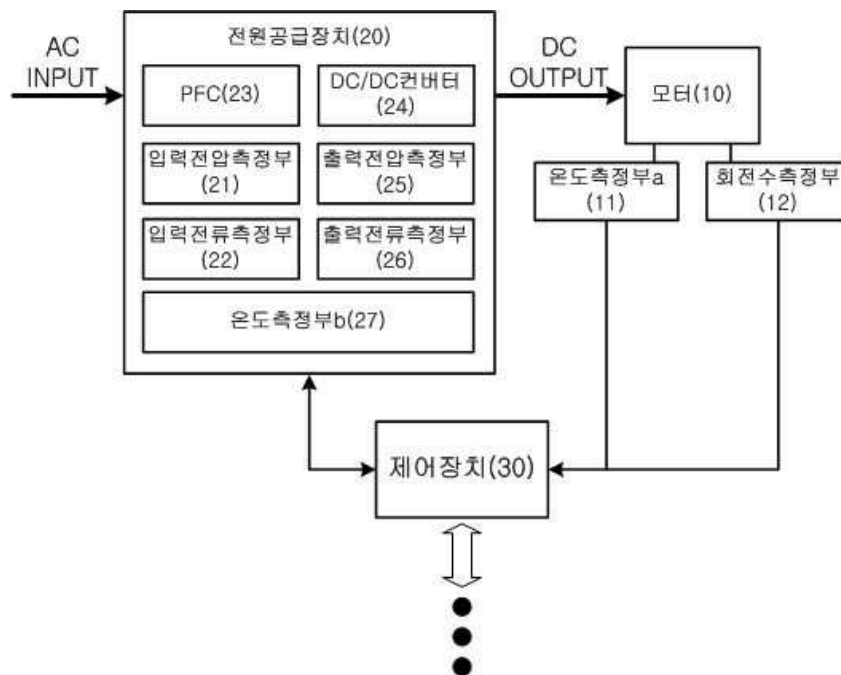
- 25 : 출력전압측정부
- 26 : 출력전류측정부
- 27 : 온도측정부b
- 30 : 제어장치
 - 31 : 통신처리부
 - 32 : 정보수신부
 - 33 : 정보전송부
 - 34 : 상태판단부
 - 35 : 제어신호입력부
 - 36 : 저장부
 - 37 : 디스플레이운용부
 - 38 : 디스플레이
 - 39 : 키입력부
- 40 : 운영서버
- 50 : 관리자단말

도면

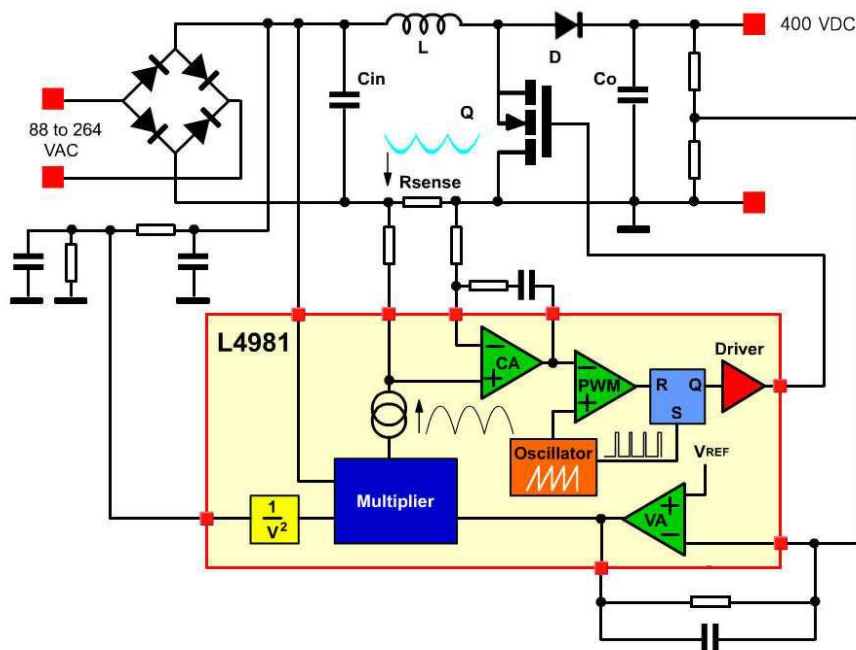
도면1



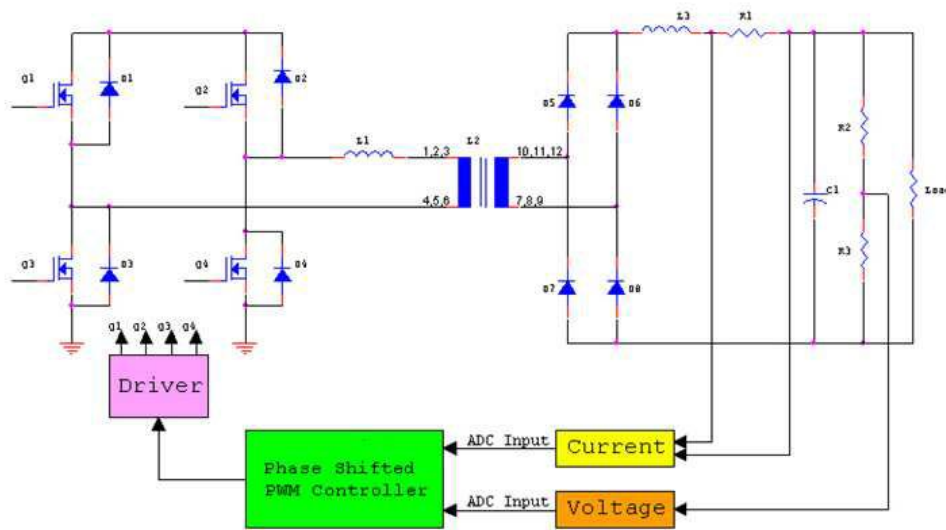
도면2



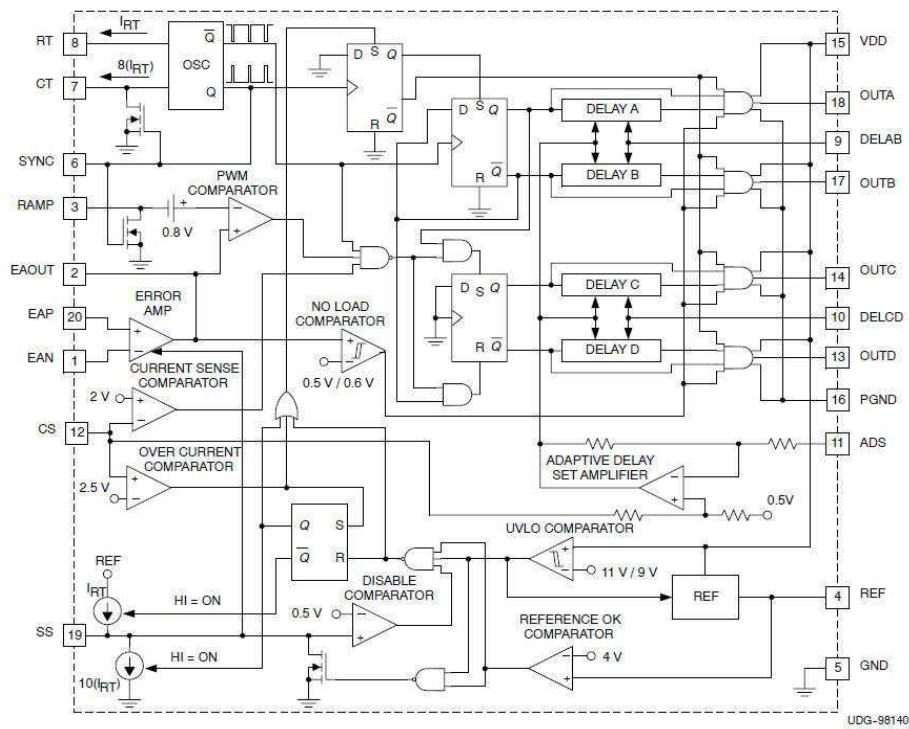
도면3



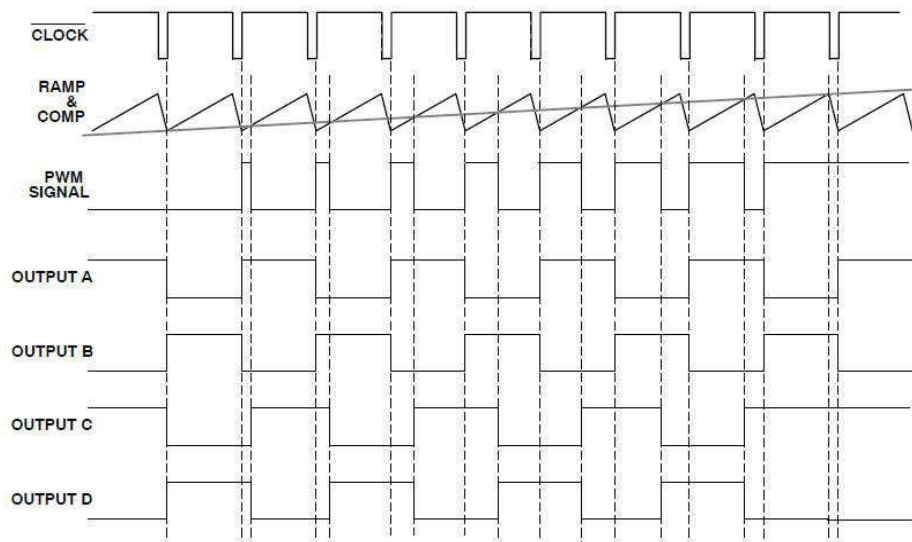
도면4



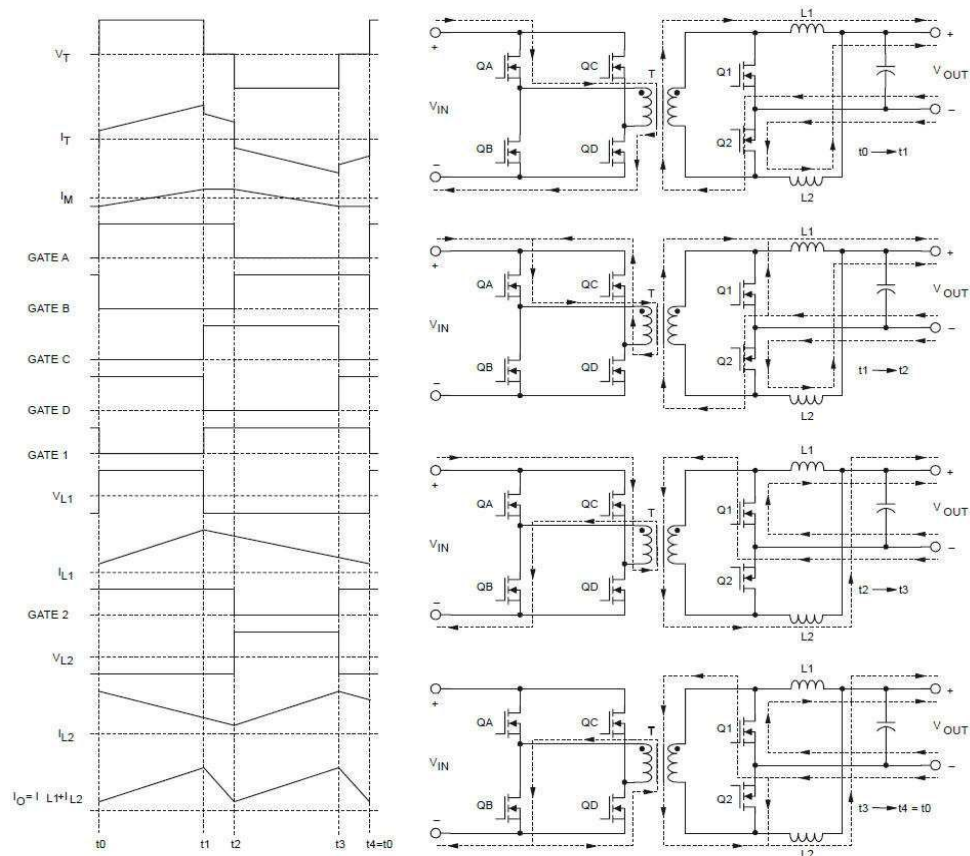
도면5



도면6



도면7



도면8

