

# 100kW급 3상 위상각제어 가능 Magnet Heater용 전원공급장치 제작 시방서

2017. 7.



**한국기계연구원**  
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

## <목 차>

1. 용 도
2. 제작 규격 및 사양
3. 시험 및 검사
4. 납품 및 제출서류
5. 제품의 표시 및 포장
6. 하자보증

## 1. 용 도

- 1) Magnet Heater용 전원공급장치는 고효율 태양전지용 Oi 12ppma 이하 ingot 성장을 위한 Magnet Heater 기술 개발에 필요한 핵심 부품이며, 100kW급 Power supply와 3Phase controller로 구성된다.
- 2) 100kW급 Power supply는 Magnet heater의 발열 및 동적 자기장(Dynamic magnetic filed) 생성을 위한 전원공급장치로 3곳의 출력부를 가지며 개별 출력 및 동시 출력이 가능하고, 동시 출력 시 각 출력부가 Magnet heater의 파라미터제어 조건(전압, 진폭, 주파수, 위상 가변, AD&DC 동시투입)에 따라 운전이 가능하며, 3Phase controller를 통하여 제어가 되어야 한다.
- 3) 3Phase controller는 100kW급 Power supply의 출력부를 제어하는 드라이브로 유도가열을 통한 실리콘 용융, 자기장 형성을 통해 용융된 실리콘의 대류 제어 및 이를 통한 산소농도 저감장치를 제어하기 위한 컨트롤러 이다.

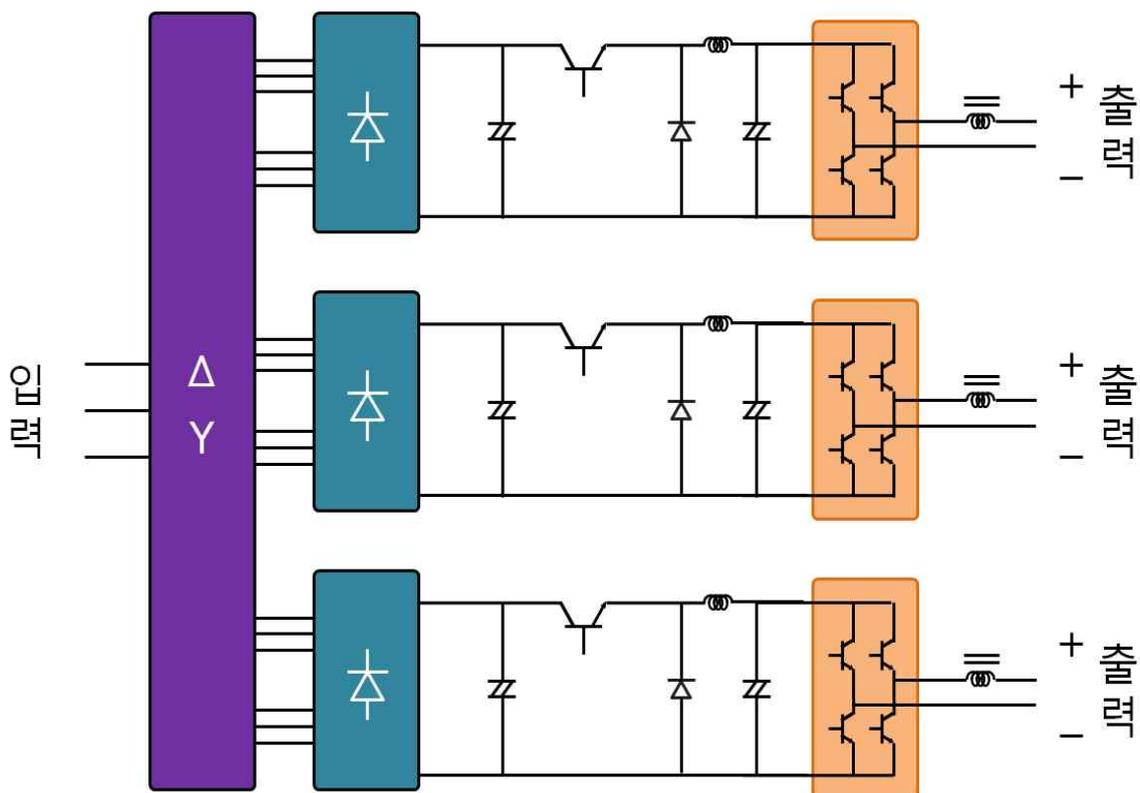


그림.1 100kW급 Power supply 개요

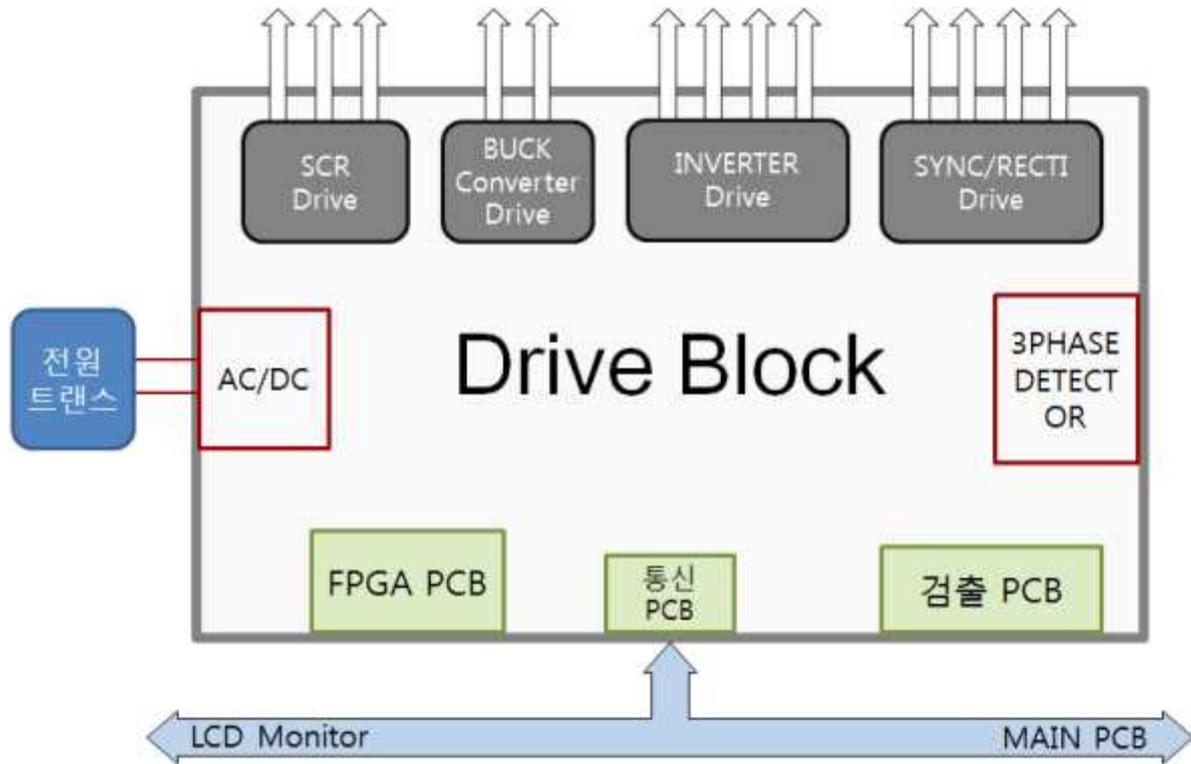


그림.2 3Phase controller 개요

## 2. 제작 규격 및 사양

### 1) 100kW급 Power supply 제작규격

고효율 태양전지용 ingot성장을 위한 Magnet Heater 기술 개발에 적용될 파워 서플라이(Power supply)는 3곳의 출력부를 가지며 전체출력 100kW, 반도체 (IGBT)를 사용하고, 자체 진단 Program에 의해 항상 최대의 시스템 운전 조건이 이루어 질 수 있도록 구성 되어야 한다.

#### ■ 기본 사양

- 출력용량 : 100KW
- 효율 : 95%이상
- 출력주파수 : 가변
- 출력조정범위 : 0 - 100% 무단 변경
- 입력전압 : 3Φ/460V
- 발진소자 : 반도체 IGBT

- 냉각방식 : 수냉식
- 통신기능 : RS-232C, 0-5V, 0-10V, 4-20mA, 1-5V
- TIME 설정 : 0-3시간
- 운전지령 : 전면 판넬 ON/OFF. 외부 ON/OFF. 비상정지
- 보호기능 : 냉각수 압력이상, 냉각수 온도이상, 과전류 TRIP, 과전 TRIP
- 표시기능 : 설정전압/전류, 출력주파수, 시스템 각 부위별 이상 유무 등
- 누설전류 측정 장치: Working coil과 피가열물 간의 접촉을 검출, 수분에 의한 오동작 방지를 위한 범위 조정 가능

#### ■ 출력

- 출력부 : 3 part
- 최대전력: 100 KW
- 주파수: 가변
- 최대 응답 시간: 0.1s
- 최소 허용 OFF-시간: 0.5s

#### ■ 입력

- AC line-to-line voltage: 3Φ, 60HZ
- AC line current: 100A @ 460V

#### ■ 스위칭 소자 및 공진방식

- Rectifier: Diode, 3Phase Full Wave Mode
- Inverter: Full Bridge, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)
- 공진방식: Series Resonant (직렬 공진방식)

## 2) 3Phase controller 제작규격

3곳의 출력부가 개별 제어가 가능하여야 하고, 각 출력부는 AC와 DC가 동시에 출력되어야 하며, 그 출력비의 제어가 가능하여야 한다. 전압, 진폭, 주파수, 위상 등 개별 정밀제어가 가능하고, 동적인 자기장을 생성하여 멜트 대류 제어가 가능하여야 하며, Magnet heater 및 Hot zone(HZ)과 적합하여야 한다.

#### ■ SCR DRIVE

- 3상 3권선으로 구성된 트랜스포머로 부터 전압을 입력받아 12puls위상 제어한다.

- SCR회로 구성은 Y-D직렬 구성된다.
- Host로부터 통신으로 제어 파라메타를 지령 받고 실시간 데이터를 보내주어야 한다.

#### ■ BUCK Converter Drive

- DC 입력 0 ~ 800V(dc)
- DC 출력 0 ~ 800V(dc-ac)
- IGBT, 또는 FET소자를 선택 드라이버 할 수 있어야 한다.
- 출력 제어는 전압, 전류 전력을 독립적으로 제어 가능하여야 하며, 정격에서 Limit 되어야 한다.
- 최종 출력은 DC전압에 AC전압이 중첩되어 있고 DC 0 ~ 800V, AC 0 ~ 800V까지 제어가 가능하여야 한다.
- AC출력 주파수 범위 10 ~ 600hz
- Host로부터 통신으로 제어 파라메타를 지령 받고 실시간 데이터를 보내주어야 한다.

#### ■ INVERTER Drive

- 고주파 공진형 LLC 인버터를 드라이버 가능하여야 한다.
- PLL회로가 구성되어 1 ~ 500KHz 주파수 범위에서 안정적으로 동작하여야 한다.
- 자체 피드백 회로가 구성되어 고주파트랜스, 콘덴서, 인덕터 등이 변화되어도 최적의 공진점을 자동 추적하여야 한다.
- FULL BRIDGE 로 구성된 IGBT 또는 FET를 DRIVE 할 수 있어야 한다.
- 위상 천이에 의한 출력 제어 기능 내장되어 있어야 한다.
- Host로부터 통신으로 제어 파라메타를 지령 받고 실시간 데이터를 보내주어야 한다.
- 최종 출력의 부하조건이 바뀌어도 자동 최적 공진점으로 추적하여야 한다.
- 운전 중 공진회로 상태를 자동 검출하여 HOST에 보내주어야 한다.

#### ■ 장비의 기본 내장기능

- 32 Bit u-Computer를 내장하여 대단히 높은 신뢰성을 가져야 한다.
- 반도체 방식으로 소형화 하여 설치 공간을 줄여야 한다.
- 통신 기능 내장으로 Computer와 직접 통신이 가능하여야 한다.
- 전송 효율의 자동 측정 장치가 내장되어야 한다.

- 장비의 현재 운전 상태를 알기 쉽게 액정표시기(LCD)에 표시 되어야 한다.
- 전원 투입 시 자기진단 기능에 의해, 자체적으로 점검하여 이상 유무를 표시기(LCD)에 표시하고, 안전한 상태일 경우에만 운전 가능하도록 한다.
- 경보 기능은 안전사고 및 안전운전 조건상 25가지 이상 검출해야 한다.
- 출력 조절 기능은 다음 5가지 조건을 만족해야 한다.  
(RS-232, 0~5V, 0~10V, 4-20mA, 1~5V)
- 운전기능은 다음 5가지 이상의 운전기능을 내장하고 있고, 사용자에게 의해 3단 자동 운전, Digital 수동 운전, Analog 운전, 4-20mA 운전, Semi-Auto Step 운전, Computer통신 운전 등의 기능을 내장한다.

### 3. 시험 및 검사

- 1) 주요검사 수행 시 발주자 입회를 요청하여야 한다.
- 2) 제작사는 가공, 조립, 성능시험 등의 각 단계별 검사에 있어 한국기계연구원에 검사 입회 요청을 하여야 하며, 한국기계연구원에서는 검사에 입회한다.
- 3) 한국기계연구원측이 요구하는 경우 한국기계연구원측에서 직접 부품검수를 할 수 있어야한다.
- 4) 제품 품질은 계약자의 품질관리기준에 의거하여 관리해야하며, 연구원 입회하에 품질검사를 실시하여 품질관리기준을 만족해야 한다.
- 5) 계약자는 제품 납기 7일 전까지 제작 규격 및 사양에 포함된 내용에 따른 제품의 성능 등을 측정한 자료를 제출하여야 한다.

### 4. 납품 및 제출서류

#### 4.1 납품

- 1) 납품일 : 계약 후 70일 이내에 최종 납품장소에 납품하여야 한다.
- 2) 납품장소 : 한국기계연구원에서 지정한 장소
- 3) 납품품목 - 100kW급 Power supply 1식  
- 3Phase controller 1식

#### 4.2 납품규격

- 1) 계약 체결일로부터 20일 이내 제작도면 및 제작 사양을 제출하고 발주자의

승인을 받아 확정 시행한다.

- 2) 계약자는 제품 납기 3일 전까지 한국기계연구원에서 지정한 장소에 제품을 납품한 후 검수담당부서에 현장검수요청을 하여야 하며, 검사기준 내용은 구매제품과 동일한지 여부를 판정하여 검수 보고한다.
- 3) 계약자는 각 제작공정별 사진을 납품 이전에 한국기계연구원측에 제출하여야 한다.

#### 4.3 납품완료

- 1) 계약자는 제품에 대한 시험 및 검사를 한 후 한국기계연구원의 담당자에게 확인을 받아 계약자 부담으로 계약납기일까지 설치장소에 운반 및 설치하고 성능시험을 완료하여야 한다.
- 2) 계약자는 제품의 건전성 확인, 구성품의 변형 여부 등을 평가하는 성능시험을 검수부서 담당자 입회하에 현장에서 수행하여야 한다.
- 3) 모든 경비는 계약자가 부담하는 것을 원칙으로 한다.
- 4) 계약자는 최종성과물에 대하여 불합격 판정을 받았을 경우, 서류로서 근거를 남기고 계약자가 소요경비를 부담하여 수정작업을 실시하여야 한다.
- 5) 계약자는 Magnet heater용 전원공급장치의 이동 및 설치에 Jig가 필요하면 제작하여야 한다.

#### 4.4 제출서류

- 1) 본 제품 납품 시 제작도면 일체를 파일형태로 제출하여야 한다.
- 2) 안전 운전 및 조작에 관하여 조작/사용방법 매뉴얼을 1부 제공한다.
- 3) 제작 규격 및 사양에 포함된 내용에 따른 성능시험 결과를 파일형태로 제출한다.

### 5. 제품의 표시 및 포장

#### 5.1 표시

계약자는 본 제품의 품명, 제작일련번호, 제작자명을 기재한 명표를 부착하여야 한다. (내용은 한국기계연구원과 협의)

#### 5.2 포장

본 품은 보관 및 수송에 따르는 진동, 충격 등으로부터 보호될 수 있도록

견고하고 안정하게 포장되어야 하며 도착지까지 안전하게 도착될 수 있도록 제반조치를 취하여야 한다.

## 6. 하자보증

제품의 보증기간은 성능시험을 완료한 날로부터 적용되며 성능시험 완료 후 12개월 안에 발생하는 모든 하자에 대해서는 최단 시일 내에 전액 계약자의 부담 하에 해당 부품으로 교체/수리하고, 수리가 불가능 할 경우에는 대체품으로 교체하며 성능미달 시 재 제작하여야 한다.