

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 1/8

제목 : RF 이온원의 빔인출을 위한 10kV/1A급 DC 전원  
장치 개발·제작 기술 시방서

개정 이력


개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2019. 04. 03	10kV/1A급 DC전원장치 개발·제작을 위한 최초 발행

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자


작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	NBI가열연구팀/담당	나 병 근	<i>BNa</i>	19.04.03
검 토	NBI가열연구팀/팀장	정 진 현	<i>jun</i>	'19.04.03
승 인	초고온플라즈마연구부/부장	곽 종 구	<i>gok</i>	19.04.04

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 2/8

## 목 차

1. 일반사항 .....	3
1.1 계약 목적 .....	3
1.2 계약 범위 .....	3
1.3 품질 .....	4
1.4 규격 .....	4
2. 공급구분 .....	5
2.1 공급범위 .....	5
2.2 공급일정 .....	5
3. 제작 사양 .....	6
3.1 상세 사양 .....	6
4. 품질 보증 및 절차 .....	8
4.1 적용범위 .....	8
4.2 구매자의 품질검사요건 .....	8
5.6 성능보장 .....	8

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 3/8

## 1. 일반사항

### 1.1 계약 목적

플라즈마 가열장치 중 하나인 중성빔입사 (NBI : Neutral Beam Injection) 가열장치는 고에너지의 이온빔 발생장치인 이온원(Ion Source)과, 이온원으로부터 인출된 고에너지 이온빔을 중성화하여 플라즈마 내부로 입사하기 위한 빔라인 시스템, 그리고 고에너지의 이온원 생성에 필요한 고전압 전원장치로 크게 구성된다.

현재 국가핵융합연구소에서는 ITER의 NBI를 지향하여 RF 음이온원을 개발 중에 있다. 개발의 최종 목표는 RF 파워 50 kW, 빔 에너지 200 keV, 빔전류 0.5 A의 RF 음이온원 장치를 개발하는 것이며, RF 플라즈마 발생부 및 각종 부대시설의 제작/확충을 완료하였고 빔인출 테스트가 성공적으로 진행되고 있다. 2018년도까지는 저용량전원을 임시로 사용하여 가속/인출시험을 진행하였다. 임시로 사용된 가속 전원장치의 사양은 30kV 0.1A 수준이며 이번 구매를 통해 20kV/1A 사양의 전원장치를 개발하고자 한다.


### 1.2 계약범위

본 계약은 RF 음이온원 빔인출 시험을 위한 '10kV/1A 사양의 DC 고전압 전원장치 개발 및 제작'을 포함한다. 계약자는 본 문서에서 언급하는 모든 제반 기술문서 및 제품의 공급, 시험 성적서를 NFRI에 제출 후 승인을 받아야 한다.

#### 1.2.1. 전원장치 설계, 제작 및 시험

계약자는 모든 전원장치의 사양 및 규격을 만족할 수 있는 전원장치를 설계하여야 한다. 전기회로 및 기구물 등에 대하여 NFRI의 승인을 받아야 한다. 또한 본 문서에서 기술한 품질 관리 규정 및 규격을 만족하는 제품의 납품과 동시에 관련 문서를 작성하여 NFRI에 제공한다.

- 운전매뉴얼
  - 전원투입 순서 및 운전 절차를 기록
  - 각 장치별 고장에 따른 점검 및 후속조치 요령
- 유지보수 매뉴얼
  - 개별 장치에 대한 설명
  - 점검주기에 따른 유지보수 항목 및 절차
  - 안전관리 및 운전 주의가 필요한 주요 항목은 안전관리 항목으로 명시
- 도면
  - 모든 부품의 상세 리스트 및 회로도면(전기 및 기구도면 포함)
  - 2D 도면은 CADian 2010 버전에서 호환되도록 작성 (3D 도면은 NFRI와 협의)

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 4/8

### 1.2.2 책임

계약자는 본 문서에서 언급한 내용에 일치하는 “RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 및 시험” 업무를 수행함에 있어 다음과 같은 책임이 있다.


- 1) 계약자는 “KSTAR NBI-2 전원 및 전원제어장치 제작·설치 및 시험”과 관련된 모든 제반 사항에 대해 본 문서에 따라 설계, 제작, 시험하고, 제작·시험 결과와 성능에 대한 품질보증책임이 있다.
- 2) 계약자는 제작에 필요한 설계 및 제작도면을 작성하고, 전원장치를 제작하여 시험을 수행하여야 한다.

## 1.3 품질

RF 이온원용 DC 고전압 전원장치는 10kVdc의 고압 장치로서, 고압 절연에 대한 안정성과 신뢰성이 우수한 고품질의 제작관리가 필요하다.

## 1.4 규격

전원장치의 설계, 제작 및 시험에 필요한 규격은 IEC(국제 전기 표준 회의)를 따른다. 단, IEC 규격이 적용될 수 없는 항목이나 이외의 규정이 적용되어야 하는 경우에는 NFRI와 협의하여 승인을 받아야 한다.

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 5/8

## 2. 공급구분

### 2.1 공급범위


NBI-2 전원장치의 공급범위는 아래의 표 2.1과 같다.

표 2.1 NBI-2 전원장치 공급 범위

순번	항 목	상세내역	수량	비고
1	전원장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 출력 사양 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10kVdc, 1A max.</li> <li>• 100ms * 50회 출력 가능 (shot interval 은 2분 이내, 출력 상세 사양 참조)</li> <li>• ripple 및 안정도 2 % 이내 (Vpp 0.4kV 이내, 50회 출력 동안)</li> <li>• 상승시간 (rising time) 100ms 이내</li> <li>• 응답속도 5ms 이내</li> </ul> </li> <li>○ 게이트 신호 입력 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부 RUN 신호 출력은 BNC type (NFRI)</li> <li>• 별도의 신호 변환기를 사용하여 전원장치 optic 입력장치로 활용</li> <li>• 전원장치내에서 전기적 절연 수행 (Optic 변환 등)</li> </ul> </li> <li>○ 출력 단자 및 출력 케이블 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대지와 50kV 절연이 가능하도록 출력단자와 케이블 구성이 필요 함</li> <li>• 출력 케이블 1 set 포함</li> </ul> </li> <li>○ 보호회로 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과전압, 과전류에 의한 전원 출력 차단</li> <li>• 이상상태 감지 후 0.5ms 이내 출력 차단</li> <li>• 과전압/과전류/온도 등에 따른 전원장치 fault 발생 시, 외부 접점 신호 출력 (Optic, ON→OFF 형태)</li> </ul> </li> </ul>	1 set	

### 2.2 공급일정

전원장치의 공급일정은, 계약 후 120일 이내로 한다.

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 6/8

### 3. 제작 사양

#### 3.1 상세사양

##### A. 전원장치 사양

##### 1) 전원장치의 전력 공급 (입력 사양)

- 전원장치의 전력 공급은 배터리를 사용 함 (입력 전압은 계약자 임의 선정 가능)
- 배터리 입력 전원 등 유틸리티 전압 공급은 단상 220Vac 사용 (용량은 추후 협의)
- 배터리 1회 충전 후 전원장치의 출력 조건은 아래와 같음 (출력 사양 참조)
- 배터리 사양 (입력 전압 및 전류 등)은 추후 협의 가능

##### 2) 출력 전압 (최대 운전전압) : 10kV


- ripple 전압 : 운전영역에서 0.4kVpp 이내 (peak-to-peak value 기준)
  - 운전영역 : 1kV ~ 10kV
- 전압 안정도(운전 설정 값 대비 출력 전압 평균값의 허용범위) :  $\pm 0.4\text{kV}$  이내
- 전압 상승시간 : 100ms 이내
  - delay time : 5ms 이내
    - RUN 명령 신호 입력 이후, 전원장치의 출력 상승이 반응하기까지의 시간
  - 전압상승시간 (rising time)
    - 출력전압이 정격의 10%에서 90%까지 도달하는데 경과되는 시간
- 부하(이온원)에서 Breakdown 검출 시 (과전류 또는 과전압) 차단시간 (cutoff delay) : 0.5ms 이내
  - Breakdown 검출 후, 전원장치의 출력이 off될 때까지의 시간
- 전압 상승 시, overshooting 1kV 이내 (10kV 운전 조건)
  - settling time은 delay time을 제외하고 전압이 상승할 때부터 전압 리플이 허용조건 이내로 들어올 때까지의 시간
- 10kVdc/1A max.

##### 3) 출력 전류 (최대 운전전류) : 1A

- 전류 모니터링 센서 (과전류 검출용)
  - 과전류 검출을 통한 장치 보호 기능

##### 4) 출력 사양

- 최대 출력 10kV/1A/100ms 운전 조건에서 50회 펄스 운전 가능 (shot interval은 2분 이내, 아래 그림 1. 참조)

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 7/8

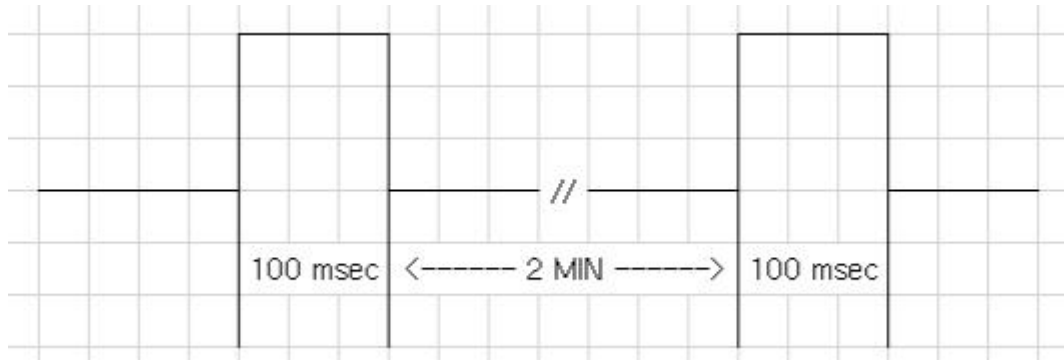


그림1. 고전압 출력 파형 (예시)

#### 5) 운전 신호 입력

- 운전 수행 시, 외부 입력 신호는 BNC로 공급 함 (별도의 optic 변환기를 사용하여 전원장치 RUN 신호로 활용 함)
  - Optic 단자 형태는 추후 협의 하여 결정 (T-1522 type 등)


#### 6) 제어모드

- 정전압제어 : Open loop fixed voltage mode
- setting 전압은 control panel 전면에 display 되도록 함

#### 7) 냉각방식 : 공랭식 (권장 사양)

#### 8) 전원장치 및 부하 보호 기능

- 전원장치 보호를 위한 내부 고장 검출
  - Output over-voltage
    - 운전 전압에 따라 limit value 설정
    - 운전 전압이 limit value 초과 시 고속으로 차단
    - 정격 전압의 110% [11kV] 초과 시 limit value와 상관없이 고속으로 차단
  - Output over-current (설정 전류 이상의 경우)
    - 최대 운전전류의 110% [1.1A] 초과 시 고속으로 차단
    - 과전류 설정 값은 변경 가능하도록 구축
- 전원장치 fault 발생 시, 외부 접점 신호 출력 (optic)
  - 정상 상태 시 (전원 ON 상태 및 정상 출력): Optic, on
  - fault 발생 시 (전원 off 상태 및 인터락 발생): Optic, off

	ITER 비조달 과제	개정번호: 0
	RF 이온원용 DC 고전압 전원장치 개발·제작 기술 시방서	발행일자: '19.04.03 페이지: 8/8

## 4. 품질 보증 및 절차

### 4.1 적용 범위

이 절은 기술시방서에 명시된 대로 구매품목, 전원장치 설계, 제작, 설치 및 시험 공정에 대한 구매자의 품질검사권한, 검사진행요령, 계약자의 자체 품질관리 책임 등을 규정한다.

## 4.2 구매자의 품질검사요건

### 4.2.1 일반 요건

- 1) 구매자는 계약자와의 원활한 업무수행을 위하여 담당 검사자를 임명하여 구매 품목의 제작 전에 계약자의 제작공장을 방문하여 필요한 사항을 협의할 수 있다.
- 2) 계약자는 현장설치 및 시험 이전에 구매자 측에 필요한 자료를 충분히 제공해야 하며, 성능시험 시 구매자 입회하에 진행 한다.

### 4.2.2 시험 항목

- 1) 전원장치는 시험성적서에 대한 구매자의 승인 후 입고를 진행 한다.
- 2) 시험 필수 항목
  - 절연 내전압 측정
  - 출력 제어 확인
  - 최대 출력 확인 (dummy 부하 저항은 NFRI 제공 가능)
  - 기타 사항은 협의를 통해 결정 함