

Ar mini-arc 자외선 표준광원 개발

Development of an Argon Mini-Arc as a Secondary Standard UV Source

신동주

한국표준과학연구원, 양자표준부

djshin@kriss.re.kr

자외선영역에서 2차 표준광원으로 사용하기 위하여 관벽 안정화 소형 아르곤 아크광원을 제작하고 방전특성과 분광 복사특성을 측정하였다. 소형 아르곤 아크광원의 아크방전을 편리하고 안정적으로 개시하기 위하여 레이저유도 기체절연파괴를 이용하였다. 레이저유도 기체절연파괴를 일으키기 위하여 펄스 폭이 5 ns이고 펄스 당 에너지가 350 mJ인 Nd:YAG레이저를 사용하였다. 아크방전은 레이저빔 펄스 1개로 개시할 수 있었다.

제작된 소형 아르곤 아크광원은 5개의 구리판으로 구성되어 있는데, 아크방전의 단면적은 중앙에 설치된, 두께가 6.0 mm이고 중심에 직경 4.0 mm의 구멍이 있는 판 1개에 의해서 제한되도록 하였다. 양극과 음극은 직경이 3.2 mm이고 토름이 2 %첨가된 텅스텐 봉을 연마하여 사용하였다. 각각의 판은 증류수로 냉각하였다. 방전전원으로는 60 V, 45 A용량의 직류전원을 사용하였다. 그림 1은 레이저빔에 의한 절연파괴를 이용한 소형 아르곤 아크 광원의 개략도이다. 그림 1에서 PS2와 R2는 주전원과 안정저항, C와 R3는 아크방전개시에 사용된 축전기와 저항이며 PS1과 R1은 축전기를 충전할 때 사용된 보조

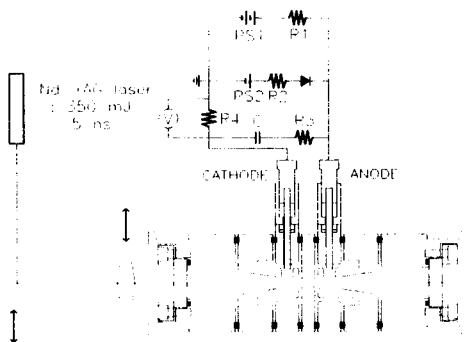


그림 1. 레이저유도 기체절연파괴를 이용한 소형 아르곤 아크광원.

(R1= 400 Ω, R2=1 Ω, C= 100 μF)

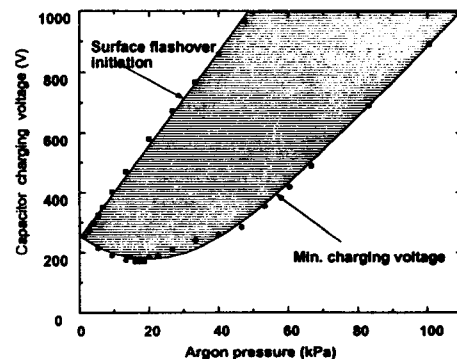


그림 2. 레이저유도 기체절연파괴를 이용하여 아크방전을 개시에 필요한 아르곤 기압과 축전기의 충전전압의 관계.

전원과 안정저항이다. R4는 아크전류를 측정하기 위한 갈래저항이다.

아크방전은 C가 충전된 상태에서 레이저빔을 입사하여 양극과 음극사이에서 레이저유도 기체절연파괴를 일으킴으로써 개시되었다. 그림 2는 소형 아르곤 아크광원의 각 판 사이에 설치된 절연체에서 표면방전이 일어나지 않고, 레이저유도 기체절연파괴를 이용하여 아크방전을 일으킬 수 있는 아르곤기압과 축전기의 충전전압의 관계를 나타낸다.

아크방전이 개시된 후 약 30 분 내지 1 시간이 지나면 방전전압은 약 1 %, 전류는 약 0.1 %이내로 안정되었다. 기압을 약 40 kPa에서 120 kPa, 전류를 약 20 A에서 42 A까지 변화시키면서 측정한 아크전압은 약 27 V에서 32 V까지 변화하였다. 방전전압과 전류는 기압과 전류가 증가할수록 더 안정되었다. 아크방전이 안정된 뒤에 음극에서 방전위치가 이동하는 것을 방지하기 위하여 음극을 여러 가지 형태로 제작하여 실험하였다. 아크 플라즈마에서 방출되는 빛은 양쪽 끝에 부착된 창을 통하여 측정할 수 있도록 하였으며 음극방향에는 MgF_2 창, 양극방향에는 SiO_2 창이 설치되어 있다.

제작된 소형 아르곤 아크광원의 분광 복사휘도를 측정하기 위한 장치를 구성하고, 아르곤 기압이 대기압(101.3 kPa)일 때의 분광 복사휘도를 측정하였다. 225 nm ~ 330 nm의 파장영역의 분광 복사휘도는 곡률 반경 1 m인 거울, 초점거리 1 m인 분광기와 광증배관 검출기를 사용하여 공기 중에서 측정하였으며, 측정장치의 교정을 위한 표준광원으로는 미국 NIST에서 교정된 텅스텐 리본 필라멘트 전구를 사용하였다. 측정결과 소형 아르곤 아크광원의 분광 복사휘도는, 기압이 101.3 kPa, 아크전류가 35 A일 때, 280 nm파장에서 약 1 시간동안 $(2.12 \times 10^5 \pm 1.93 \times 10^3) W \cdot cm^{-3} \cdot sr^{-1}$ 로써 안정도가 $\pm 0.9 \%$ 로 측정되었다.

그림 3은 기압이 101.3 kPa, 아크전류가 35 A일 때 소형 아르곤 아크광원과 텅스텐 리본전구의 분광 복사휘도를 나타내며 그림 4는 280 nm 파장에서 소형 아르곤 아크광원의 전류에 따른 복사휘도의 변화를 나타낸다.

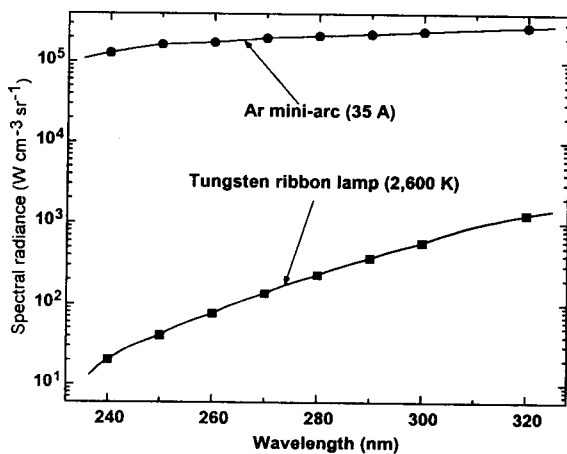


그림 3. 소형 아르곤 아크광원과 텅스텐 리본전구의 분광 복사휘도.

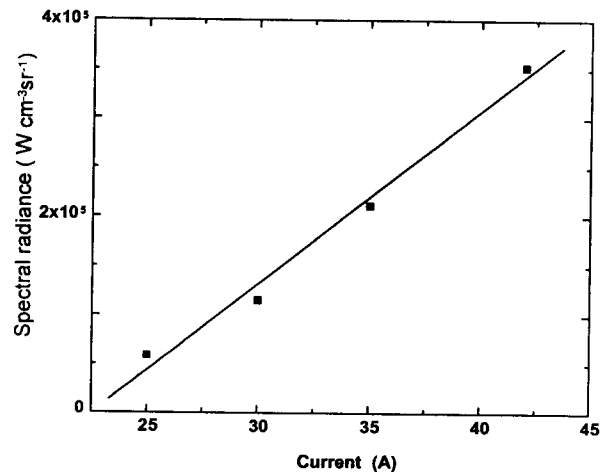


그림 4. 280 nm 파장에서 소형 아르곤 아크광원의 전류에 따른 분광 복사휘도.