UV-meter 교정용 표준검출기의 특성

Characteristics of Standard Detectors for UV-meter Calibration

신동주, 정기룡, 김용완
한국표준과학연구원 기반표준부
djshin@kriss.re.kr

UV-meter(자외선복시조도계)의 분광감응도 교정에서 작업용표준기(working standard)로 사용하기 위하여 실리콘 광다이오드, 광확산자 및 입사구멍으로 구성된 표준검출기를 제작하고 그 특성을 측정하였다. 수은램프와 365 nm용 필터로 구성된 단색광원과 저온복사도계로 교정된 ECPR(Electrically Calibrated Pyroelectric Radiometer)을 사용하여 365 nm파장에서 표준검출기의 분광감응도를 교정하였다. ECPR의 측정불확도를 포함한 표준검출기의 분광감응도의 불확도 요소를 분석하고 요소별 불확도를 평가하였다. 제작된 표준검출기는 KRISS에서 UV-meter의 대외 교정서비스에 사용되고 있다.

그림 1은 제작된 표준검출기를 나타내고 있다. 광검출기로는 실리콘 광다이오드(UV-100, UDT Sensors Inc.)을 사용하였으며 광확산자로는 200 ㎛ 두께의 테프론 판과 양면을 거칠게 갈아낸 1 mm 두께의 석영 판을 사용하였다. 365 nm 파장의 광원은 수은 램프와 365 nm 용 필터 및 복사조도의 크기를 조절하기 위하여 투과율이 다른 ND필터로 구성되어 있으며 분광분포는 그림 2와 같다.

그림 1 . 표준 검출기

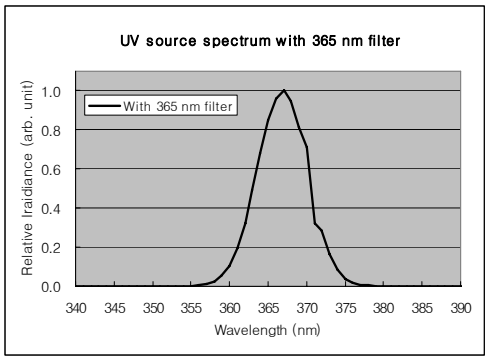

그림 2. 365 nm 광원의 분광분포

표준검출기의 분광감응도는 그림 3과 같이 365 nm 광원, ECPR 및 이송장치로 구성된 측정 장치에서 ECPR과 표준검출기를 동일한 위치에 교대로 설치하여 교정하였다. ECPR은 KRISS의 검출기표준으로 사용되고 있는 저온복사도계로 교정되어 있다.

표준검출기의 불확도요소는 ECPR의 불확도, 실리콘 광다이오드의 비선형성 및 교정에서의 불확도로 분류할 수 있다. ECPR의 불확도는 제작회사에서 제공된 불확도 요소와 저온복사도계로 교정할 때의 불확도로 평가하였으며 실리콘 광 다이오드의 비선형성은 그림 4와 같이 적분구와 LED를 이용한 비선

형성 측정 장치[1]로 측정하였다. ECPR과 표준검출기의 비교교정에서 발생하는 불확도 요소는 실리콘 광 다이오드의 출력신호 측정 불확도, 광원의 불균일성에 따른 검출기의 크기 차이에 의한 불확도, 위치 정렬에서의 불확도가 있다.

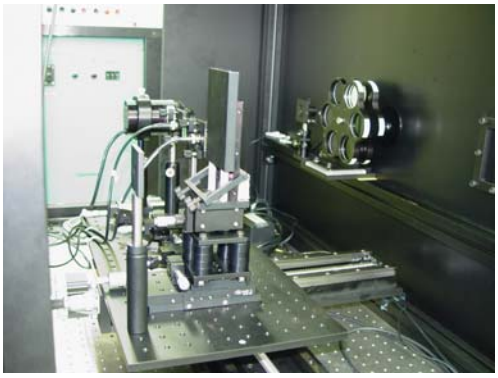

그림 3. 표준검출기 특성 측정 장치

그림 4. 광검출기의 직선성 측정 장치

검출기의 크기 차이에 의한 불확도는 측정 위치에서 광원의 분포를 측정하고 그 분포에서 검출기의 크기에 따라 입사되는 복사조도를 계산하고 복사조도의 측정 크기에 대한 근사적인 선형 모형[2]을 이용하여 평가하였다. 위치 정렬에 의한 불확도는 광원의 분포를 이용하여 측정 위치 이동에 대한 복사조도를 계산하고 복사조도의 위치에 대한 근사 모형을 이용하여 평가 하였다. 표 1은 작업용표준기의 불확도요소를 나타낸다.

표 1. UV-meter 교정용 표준검출기의 불확도 요소

365 nm Response uncertainty of KRISS Working standard (8.0 mm aperture + diffuser)		
Source of uncertainty	Relative standard Uncertainty (k=1) (%)	
	Type A	Type B
1. Calibration of standard detector (ECPR)		0.56%
2. Photocurrent measurement of working standard		0.02%
3. Reading repeatability of working standard	0.11%	
4. Alignment and positioning of working standard (relative to the standard detector(ECPR) position)		0.15%
5. Uncertainty due to the area difference between standard and test detectors (same size)		0.00%
6. Long term stability		0.44%
7. Others		
Combined relative standard uncertainty (%)		0.74%
Expanded relative uncertainty of the KRISS working standard		**1.5%**

참고문헌

1. D. J. Shin, D. H. Lee, C. W. Park, S. N. Park, A novel linearity tester for optical detectors using high-brightness light emitting diodes, Metrologia, 42, 154-158 (2005).
2. 한국표준과학연구원, “측정불확도 표현지침,” KRISS-99-070-SP (1999).