

Slavich PFG-01을 이용한 은염 홀로그래피 회절 격자의 제작 및 특성

Fabrication and characterization of silver-halide sensitized gelatin diffraction grating derived from Slavich PFG-01 holographic plates

임춘우, 박성진, 석성수, 최대욱, 오철한
경북대학교 대학원 물리학과
cwlim@knuhep.kyungpook.ac.kr

Silver-halide sensitized gelatin(SHSG)의 처리 과정에서 silver-halide입자가 감광유제(emulsion)로부터 제거되고, 노출영역과 비노출영역 사이의 gelatin경화정도로 인한 굴절률 변조로 홀로그램 이미지를 기록한다.

일반적으로 널리 사용되는 홀로그램 감광물질로는 silver-halide, dichromated gelatin, photoresist, photochrome 등이 있는데, 이중 silver-halide는 다른 감광물질과 비교하여 고해상도와 큰 감광대역폭, 높은 S/N비, 취급의 용이성과 경제적 이점, 균일한 제품으로 상용화될 수 있다는 점에서 가장 편리하게 사용되고 있는 기록 매질이다.

홀로그램 기록매질로 가장 널리 이용되어 온 Kodak 649F와 Agfa 8E75HD와 같은 silver-halide에 대한 연구 결과는 많이 보고 되었으나, 이들 기록 매질의 공급 중단에 따른 새로운 기록매질 Slavich PFG-01에 대한 화학적 처리 조건과 회절격자의 특성에 대한 연구가 필요하게 되었다.

현재 사용되는 silver-halide에서 얻을 수 있는 회절효율은 dichromated gelatin이나 photoresist 감광 물질에서 얻을 수 있는 결과에도 미치지 못하였으나 알려진 바로는 물질에 의해 제한되는 것이 아니라 화학적 처리과정에 의하여 더욱 많이 좌우되는 것으로 알려지고 있다. 따라서 현상액, 정착액, 표백제의 성분과 조성비 그리고 처리방법과 건조방법 등 여러 가지 파라미터의 최적화를 위한 많은 연구가 이루어지고 있으나 화학적 처리에서 발생하는 작용 및 굴절률 변조 현상에 관한 명확한 규명이 없기 때문에 많은 시행착오를 반복하고 있다.

그러므로 본 연구에서는 silver-halide 감광물질인 Slavich PFG-01을 사용하여 홀로그래피 회절격자를 제작할 때의 화학적 처리 조건들에 대하여 고찰하였다.

광원은 파장이 632.8nm인 He-Ne 레이저를 사용하였으며, 두 빔의 세기의 비는 거의 1:1로 하여 투과형 홀로그램 회절 격자를 제작하였다.

표1은 화학적 처리과정을 나타내며, 표2는 표백제의 조성이다.

현상액에 대한 연구로서 1987년 P.Hariharan 등은 현상액이 표백한 silver-halide 홀로그램의 효율에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 반면 표백에서 현상된 silver는 표백과정에서 제거되고, 비노출영역에 남아있는 현상되지 않은 silver halide가 굴절률 변조를 일으킨다. 따라서 비노출영역의 silver가 노출영역

역으로 이동하여 노출영역의 silver halide와 같이 silver가 되는 확산이동 효과가 심하면 비노출영역에 남아 있는 silver halide의 양이 적어지게 되고, 그 결과 굴절률 변조의 정도가 작아지게 된다.

상용표백에서는 이와 반대로, 비노출영역의 silver halide가 노출영역으로 이동하여 silver가 되면 표백과정에서 모두 silver halide가 되어 결과적으로 남은 silver halide의 양이 많아지게 되고 굴절률 변조가 커지게 된다. 따라서, 물리적 현상액(Kodak D-series)을 사용할 때에는 상용표백 방법이 굴절률 변조를 크게 할 수 있다.

건조방법에 대해서는 자연 건조하는 정상 건조 방법과 알콜 처리하여 급속 건조하는 알콜 건조 방법이 일반적으로 사용되는데 P.Hariharan의 연구에 의하면, silver halide 감광물질을 이용하여 알콜 건조로 높은 회절효율을 얻었다는 실험적 사실을 보고하고 있다. 그래서 본 연구에서는 알콜 건조방법을 선택하여 실험하였다.

Gelatin emulsion의 높은 초기 경화도의 문제를 해결하기 위한 높은 온도에서의 sodium sulfiter나 thiosulfate bath의 전처리과정은 많은 양의 silver halide 입자를 용해시키므로 인해 만족한 결과를 얻지 못하였으므로, 화학적 처리과정 동안에 온도를 높여서 초기 경화도 문제를 해결하는 방법을 선택하였다.

또한, DCG 처리과정에서 널리 알려진 회절효율의 저하를 막기 위한 고온 건조 방법을 사용하였다.

처 리 과 정	시간(분)
(1) Develop (D-19 or D-76)	5
(2) Rinse in water	1
(3) Fix (Kodak rapid Fixer)	2
(4) Rinse in water	5
(5) Bleach (solvent bleach, conventional bleach, reversal bleach)	5
(6) Rinse in water	5
(7) Dehydrate in 50% isopropanol	3
(8) Dehydrate in 100% isopropanol	3
(9) Bake (100°C)	60

표1. 화학적 처리과정

Solvent bleach	Reversal bleach	Conventional bleach
ammonium dichromate 0.43g sulfuric acid 0.3mL distilled water 1L	Potassium dichromate 0.8g sulfuric acid 1.0mL distilled water 1L	Potassium dichromate 0.8g sulfuric acid 1.0mL Potassium bromide 4.0g distilled water 1L

표2. 표백제 조성

[참고문헌]

1. E.S.Simova and M.Kavehrad, Appl. Opt., 33, 1875-1879 (1994)
2. J.Crespo, A.Fimia and J.Quintana, Appl. Opt., 25, 1642 (1986)
3. P.Hariharan and C.M.Childley, Appl. Opt., 27, 3065-3067 (1988)
4. 윤병호, 김남, 한국광학회지, 7, 314-321 (1996)
5. A.Fimia, I.Pascual and A.Belendez, Appl. Opt., 31, 4625-4627 (1992)
6. H.I.Bjelkhagen, Silver-Halide Recording Materials(Springer-Verlag, Berlin, 1995)