

줌 구조를 이용하여 물체거리가 변해도 상면과 배율이 고정되는 광학계의 결상 및 조명 설계

The Design of Imaging and Illumination System Using Zoom Structure with a Fixed Magnification and the Independency on the Variation of Object Distance

류재명, 조재홍, 임천석, 정진호*, 전영세*, 조용주**

한남대학교 광전자물리학부, *프로옵틱스 연구소, **삼성전기 종합연구소

quickryu@hitel.net

일반적인 3군 유한물점용 줌 광학계를 변형하여 물체 거리가 변해도 상면과 배율이 고정되는 광학계를 설계했다. 이러한 광학계는 반도체 칩과 회로기판을 연결하는 와이어의 연결 상태를 검사하는 장비에 응용될 수 있다. 이 장비의 요구 조건으로는 반도체 칩 부분은 고배율로 관찰하고, 와이어는 반도체 칩보다는 관찰 영역이 넓으므로 저배율로 관찰하되, 반도체 칩과 와이어 부분을 동시에 관찰할 수 있어야 한다. 또한 제품의 형태가 다양하기도 하고, 같은 제품이라 할지라도 장착위치가 달라질 수 있으므로 고배율로 관찰하는 반도체 칩에서 광학계까지의 거리가 약간씩 변하므로 이러한 사항이 고려되어야 한다. 여기서 저배율로 와이어를 관찰하는 과정에서 와이어의 연결 단차로 인해 물체거리가 변하며, 이때 배율 변화를 막는다면 영상처리가 수월해져서 검사 속도를 높일 수 있다. 그림 1은 이러한 조건을 만족하기 위한 광학계의 개략도이고, 본 광학계의 설계사양⁽¹⁾들은 와이어 연결을 위한 작업 공간 확보 및 대물렌즈의 구경 제한 등 주문자가 제공하는 값에 따라 결정된다.

군별 굴절능 배치 및 궤적을 구하기 위해서 3군 유한물점용 줌 렌즈의 기본식⁽²⁾을 변형하여, 본 연구 목적에 맞는 광학계의 군별 굴절능과 궤적을 모두 구할 수 있었다. 1군은 반도체 칩 장착 위치에 따른 초점 조절용 렌즈 한 장과 수차보정용 2매 접합렌즈로 구성했고, 2군과 3군은 모두 접합렌즈만으로 구성했다. 재질이 적당히 결정되면, 각 군을 구성하는 렌즈들의 곡률은 등가렌즈 설계법⁽³⁾으로 모두 구할 수 있다. 이렇게 얻은 기초 설계를 광학 설계 프로그램(OSLO version 6.2, premium edition, Lambda Research Co.)을 이용한 최적화를 통해 원하는 MTF를 만족하는 최종 광학계를 얻었다. 그림 3은 최종 광학계의 광로도이며, 각 그림의 원 안에 있는 그림은 물체에서 나오는 빛의 광로도를 확대한 것이다.

한편 그림 1에서 보는 것처럼 LED에서 발산되는 빛은 두 번의 프리즘부와 대물렌즈를 통과한 뒤 물체에 조명된다. 이때 균일하게 조명되어야 CCD에도 균일하게 결상된다. LED에서 나온 빛은 균일한 조명이 아니므로 LED에서 나온 빛을 렌즈를 통해 집광시키고, 단면이 정사각형인 유리 막대에 통과시키면 내부 전반사를 통해 빛이 섞이므로 균일한 광원을 얻을 수 있다⁽⁴⁾. 유리 막대 출사단에서 나온 광선이 대물렌즈부에 평행광으로 입사하면 조명 효율을 높일 수 있으므로 유리 막대 출사단 쪽에 한 개의 렌즈를 추가했다.

조명 설계 및 분석 프로그램으로는 ASAP(version 7.5, BRO Co.)을 이용하여 LED에서 발산된 총 250만개의 광선 중에서 조명면의 4배 면적인 6.3×4.5 mm내에 약 220만개의 광선이 도달했고, 조명 세기 분포도는 그림 2와 같다. 실제 조명면은 3.15×2.25 mm이므로 조명 영역에서 균일도 문제는 없을 것으로 판단된다.

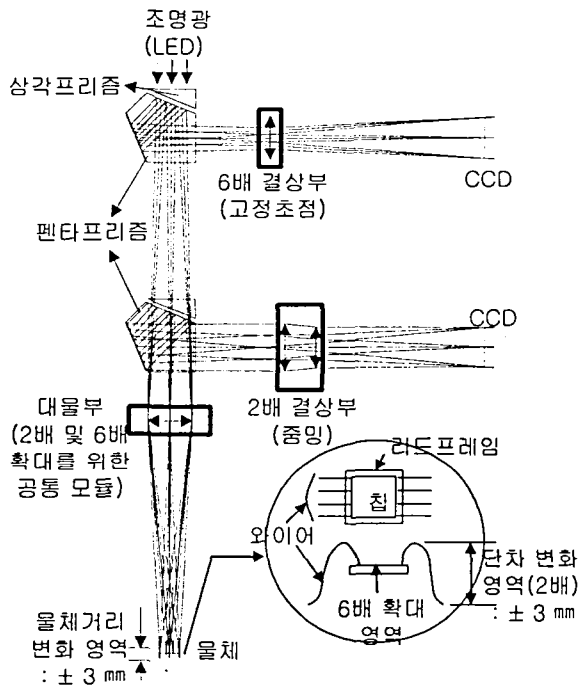


그림 1. 반도체 와이어 본딩 검사용 현미경 광학계의 기본 구조.

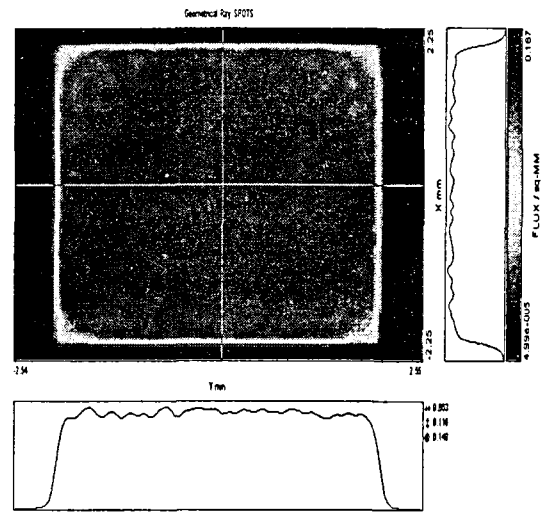


그림 2. Calculated irradiance distribution on the object(6.3 × 4.5 mm)

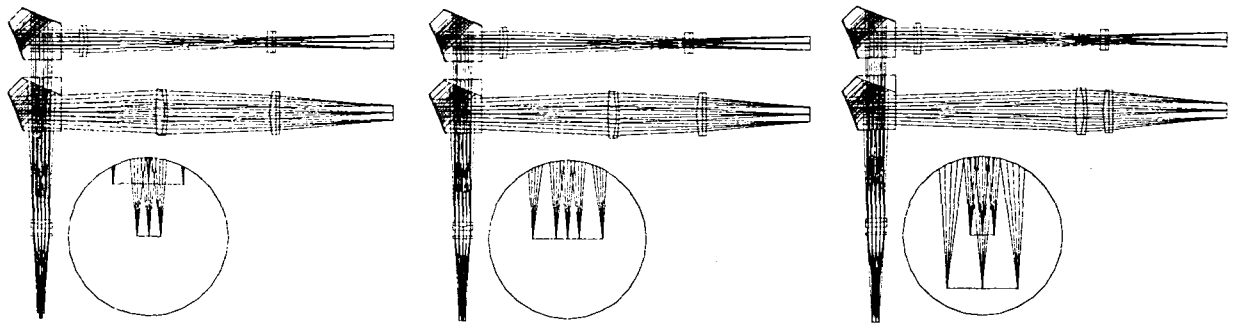


그림 3. 최종 설계된 광학계의 광로도.

참 고 문 헌

1. 류재명, 조재홍, 임천석, 정진호, 전영세, 이강배, "줌 구조를 이용하여 물체거리가 변해도 상면과 배율이 고정되는 현미경 광학계의 설계," 한국광학회지, 제 14권 6호, pp.1~10, 2003
2. 정진호, "줌 렌즈계의 근축설계와 궤적해석," 경남대학교 박사학위논문(1994)
3. 전영세, 김형수, 이종용, 박성찬, "등가렌즈를 이용한 2매 접합렌즈계의 설계," 한국광학회지, 제 9권 5호, pp.282~289, 1998
4. E. H. Stupp and M. S. Brennessoltz, *Projection Displays*, (John Wiley & Sons, England, 1999), Chap. 7.