

레이저 표면 거칠기 측정에서 가중 함수에 의한 반사광 성분의 블렌딩

서영호*(부산대원 지능기계공학과), 안중환(부산대 기계공학과)

주제어 : Surface roughness(표면거칠기), Reflected laser beam(레이저 반사광), Specular reflection component(정반사 성분), Diffuse reflection component(난반사 성분), Weight function(가중 함수)

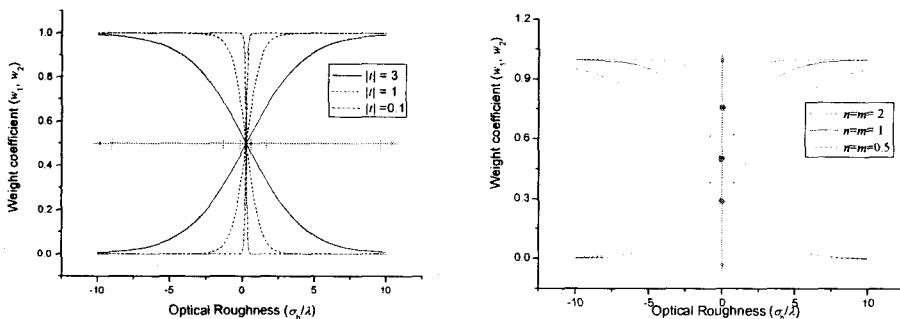
반사광은 표면에 대한 다양한 정보를 포함하고 있다. 반사광 속에서 표면의 거칠기 정보를 알아내기 위한 노력이 계속되었고, 이를 통해 여러 표면 거칠기 측정법 중에서도 인프로세스 측정에 큰 장점이 있는 것으로 밝혀졌다.

알려진 바로는 하나의 반사광을 정반사 성분과 난반사 성분으로 구분할 수 있으며 정반사 성분은 광 강도가, 난반사 성분은 광 분포가 중요하다. 매끈한 면에서는 정반사 성분이 지배적이며, 거친 면에서는 난반사 성분이 지배적이고, 그 중간 단계의 면에서는 두 성분이 합해져서 동시에 나타난다.

정반사 성분과 난반사 성분을 센서를 통해 개별적으로 획득하였을 때, 그것만으로 표면의 거칠기를 알기는 어렵다. 왜냐하면 정반사 성분과 난반사 성분은 매끈한 면, 거친 면 그리고 그 중간 단계의 면에 대해 나타나는 비율이 서로 다르기 때문이다. 따라서 그 비율에 따라 적절히 가중치를 두어 효과적으로 블렌딩을 하여야만 신뢰성 있게 표면의 거칠기를 알 수가 있다. 본 논문에서는 정반사 성분과 난반사 성분의 블렌딩 범위와 정도를 간단히 조절할 수 있는 일반적인 형태의 가중 함수를 제안하였으며, 그 신뢰성을 시뮬레이션과 실험을 통해 검증하였다.

제안한 가중 함수는 Fig. 1 과 같은 특성을 가지며, 블렌딩 구간 t 와 블렌딩 정도 n, m 파라미터를 갖는다. 정·난 반사 성분의 비율 변화를 반영할 수 있어야 하므로, 중간 단계(천이 영역)의 거칠기를 지닌 표면에서는 두 성분을 임의의 구간에 대해 임의의 정도로 혼합할 수 있고, 그 영역 밖에서는 나머지 요소를 완전히 제거할 수 있는 성질을 지니고 있다.

본 연구를 통해 얻은 결론은 1) \tanh 함수를 이용하여 블렌딩 구간 및 각 성분의 블렌딩 정도를 조절 할 수 있는 가중 함수를 정의하였다. 2)가중 함수를 통해 서로 다른 반사 성분에 대한 표면 거칠기 산출식을 하나의 일반화된 식으로 표현이 가능하였다. 3) 가중 함수는 특히 정·난 반사 성분이 함께 존재하는 천이 영역에서 측정의 신뢰성을 높여 줄 수 있었다. 4) 접촉식 표면 거칠기 측정 결과에 비교 하였을 때 측정 오차가 $\pm 10\text{nm}$ 정도로 나타났다.



(a) versus t ($n=m=1$)

(b) versus n, m ($t=3$)

Fig. 1 Variation of weighting function $w_{1,2}$ ($r_c=0$)