

미세입자분사 가공에서 Photoresist를 이용한 마스크의 가공특성에 관한 연구

박동진*(영남대원), 이인환(영남대 기계공학부), 고태조(영남대 기계공학부),
김희술(영남대 기계공학부)

주제어 : Abrasive jet machining, Photolithography, Soft mask, Hard mask, Silicon, SU-8, Pattern

입자분사 가공(abrasive jet machining)은 과거에는 녹(rust), 도색(painting)의 제거 혹은 디버링(deburring), 표면 처리 등의 용도에 국한되어 사용되어졌다. 한편 최근 들어 반도체 제작공정이나 MEMS 공정 등에 적용되는 실리콘(silicon) 등의 세라믹 재료의 미세가공분야가 주목 받고 있으며, 따라서 이와 관련된 많은 연구가 진행되고 있다. 한편, 세라믹 재료는 파괴인성이 매우 낮고 취성이 강하기 때문에 크랙발생 후 큰 응력이 연속적으로 주어지면 크랙은 음속으로 진행되어 파단 되는 특성이 있어서 일반적인 기계가공이 매우 어렵다. 따라서 세라믹 재료를 가공하기 위해서는 식각 등 화학적인 가공 방법, 광원의 열을 이용하여 가공하는 방법 또는 크랙진전이 되지 않는 기계가공방법을 이용해야 한다. 그 중 입자분사가공은 크랙진전이 되지 않는 기계가공 방법으로서 광원을 이용하는 것에 비해 경제적이고 또한 화학적 방법보다 가공시간이 짧은 장점이 있다.

입자분사 가공은 가공특성상 별도의 마스크가 필요하다. 입자분사 가공에서 주로 쓰이는 마스크로는 고분자 재질의 소프트 마스크(soft mask)와 금속 재질의 하드마스크(hard mask)가 대표적이다. 하지만 이들 마스크들은 그 제작방법의 특성상 수~수십 μm 의 높은 정밀도를 갖는 패턴을 형성하기 어렵다. 한편, 반도체 제조공정이나 MEMS 기술에 필수적으로 이용되는 실리콘 글래스나 실리콘 웨이퍼의 미세입자분사 가공을 위해서는 매우 높은 정밀도를 갖는 마스크가 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 반도체 제조공정의 하나인 SU-8 노광 공정을 사용하여 미세입자분사 가공을 위한 마스크 패턴을 형성하여 보았고, 이를 이용하여 미세입자분사 가공의 특성을 살펴보았다.

본 연구에서는 MEMS 등의 미세공정에 많이 이용되는 실리콘 글래스나 실리콘 웨이퍼를 미세입자분사 가공기술로 가공하기 위해, 높은 세장비(aspect ratio)의 마이크로 구조물 제작에 널리 쓰이는 SU-8을 노광공정을 통하여 마스크로 제작하였다. 즉, 실리콘 글래스 및 실리콘 웨이퍼 위에 SU-8으로 만들어진 마스크층을 형성하고, 그 위에 Al_2O_3 입자를 입자분사 가공으로 분사하였다. 실험에 사용된 입자분사 가공기는 CRYSTAL MARK 사(USA)의 SWAM BLAST MV-241 이며, 이때 분사된 Al_2O_3 입자의 평균 지름은 약 17.5 μm 이다. 본 연구를 통하여 미세입자분사 가공 전,후의 SU-8 마스크, 실리콘 글래스 및 실리콘 웨이퍼의 상태를 실험적으로 관찰해 보았다. 그 결과 비록 가공 후 SU-8마스크의 일부가 제거 되었지만 실리콘 글래스 및 실리콘 웨이퍼가 제거되는 비율이 상대적으로 매우 커서 상당한 두께의 실리콘 글래스 가공이 가능하다. 따라서, 미세입자분사 가공에서 SU-8 이 실리콘 글래스의 마스크 역할을 할 수 있음을 알 수 있었다.

SU-8의 특성상 구형 가능한 선포이 약 2 μm 로 알려져 있으므로 분사되는 입자의 크기가 충분히 작다면 수 십 μm 이하의 홀(hole)이나 격벽(barrier rib)의 가공이 가능할 것이다. 한편, 기존의 습식 에칭 방법으로 실리콘 글래스를 홀 가공할 경우, 세장비가 매우 낮게 가공되고 또한 무결정이기 때문에 마스크가 isolation 되어 원하는 형상을 정확히 얻을 수 없는 경우가 있다. 하지만 SU-8을 마스크로 사용한 미세입자분사 가공방법을 이용하면 습식에칭보다 높은 세장비의 홀 가공이 가능하고, 격벽 가공을 할 경우 실리콘 글래스 위에 보다 미세하고 정밀한 격벽을 제작 할 수 있을 것으로 기대된다.