

Spot Spray 메가소닉의 Horn 설계 및 음압분포 분석 Horn Design and Acoustic Pressure Distribution Analysis of a Spot Spray Megasonic

*#임의수, 이양래, 김현세

*#E. S. Lim(eslim@kimm.re.kr), Y. L. Lee, H. S. Kim
한국기계연구원 극한기계부품연구본부

Key words : Megasonic, Horn, Acoustic pressure distribution, Nano-particle cleaning

1. 서론

지금까지 반도체에 사용되고 있는 초음파는 한 번에 여러장의 웨이퍼를 세정하는 배치식(Batch type)이 주류를 이루고 있었다. 그러나 배치식은 세정조 내의 음압이 일정하지 않아 음압이 강한 곳에서는 웨이퍼 표면이 손상되는 한편, 약한 곳에서는 세정이 되지 않는 단점이 있었다. 또한 반도체 웨이퍼의 크기가 점점 대면적(450 mm)화 되면서 배치식으로 세정하는 데는 한계가 있게 되었다.

따라서 본 연구는 배치식과는 달리 한번에 한 장씩 세정하는 매엽식(Single Wafer Processing type) 중의 spot spray 메가소닉에 관한 것으로서, 세정액이 압전소자가 부착된 진동자 내부에서 초음파 조사를 받은 후 horn의 노즐을 통해 웨이퍼 표면에 분사되어 세정하는 type이다. 본 연구에서는 메가소닉 진동자를 유한요소법으로 해석하고, 2 가지 모델의 horn을 설계·제작하여 기존의 상용품과 음압분포(Acoustic Pressure Distribution)를 비교하였다.

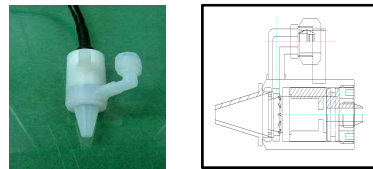
여기서, horn의 시작단 너비는 6~9 mm 에서 1 mm 간격, 길이는 20, 30, 35, 40 mm, 두께는 1~2 mm 사이를 0.5 mm 간격, cooling zone의 길이는 4.5, 6.5, 8.5 mm, 끝단 너비는 1~3mm 사이를 1 mm 간격으로 변화시켜면서 해석하였으며, Fig. 3의 해석결과에서 보는 바와 같이 선형적이지는 않지만 시작단의 너비가 클수록 음압은 증가하는 경향을 나타냈고, 길이가 길수록, 두께가 두꺼울수록, 끝단 너비가 넓을수록 음압은 증가하는 반면, cooling zone의 길이는 길수록 음압이 감소하였다.

이 결과를 이용하여 2 가지 모델의 horn을 설계·제작하였으며, 제작된 horn은 Fig. 4에 나와 있다.

2. Spot Spray 메가소닉 진동자 설계 및 제작

Fig.1에 상용품의 사진과 도면을 나타내었으며, 진동자는 body, 세정액 유입부, 압전소자가 부착된 진동판 및 horn 부분으로 크게 나누어진다. 여기서 음압과 밀접한 관련이 있는 곳은 horn 부분으로서, horn의 형상에 따라 음압분포가 많이 다르게 나타난다.

Spot spray 메가소닉의 음압을 향상시키기 위해서 먼저 해석 tool을 이용하여 상용품의 horn에 있어서, 시작단의 너비, 길이, 두께, cooling zone의 길이 및 horn 끝단의 너비를 변화시켜가며 음압특성을 해석하였다. 해석용 모델은 Fig. 2에 나타났다.



(a) transmitter (b) transmitter diagram
Fig. 1 Spot spray megasonic(commercial)

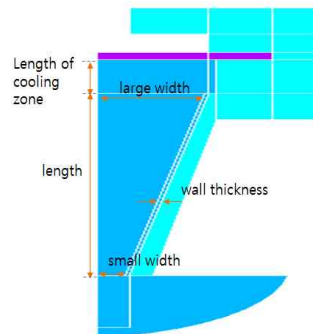


Fig. 2 FEM analysis model

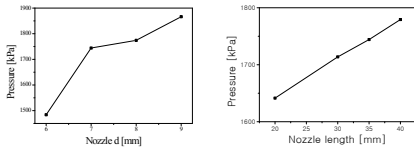


Fig. 3 FEM acoustic analysis result



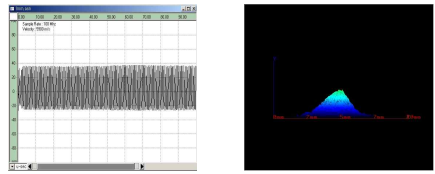
(a) model 1 (b) model 2

Fig. 4 Developed horn for spot spray megasonic

3. 음압분포 측정 및 분석

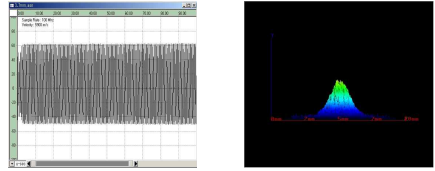
제작된 2가지 모델의 horn 성능을 알아보기 위해 전용 음압분포 측정장치를 이용하여 normalize된 음압으로 분포를 측정 한 후, 상용품과 비교하였다. 본 실험에서는 horn 끝단으로부터 일정거리 떨어진 X-Y 평면상의 음압분포를 측정하여 Fig. 5~7에 나타내었다. 상용품은 측정거리 1 mm에서 최고음압 38%를 나타내었으며 거리가 멀어질수록 점점 감소하였다. 모델 1은 측정거리 3.7 mm에서 최고음압 61%를 나타내었으며, 모델 2는 측정거리 6.3 mm에서 최고음압 47%를 나타내었다.

상기 결과에서 모델 1은 상용품에 비해서 음압이 약 1.6 배 높게 나타난 것은 horn의 각도가 크기 때문인 것으로 분석되며, 모델 2는 상용품에 비해서 음압이 1.23 배 정도 높게 나타났으나, 모델 1에 비해서 horn의 각도가 크어도 음압이 더 낮게 나타난 것은 어느 각도 이상에서 포화되기 때문인 것으로 분석된다.



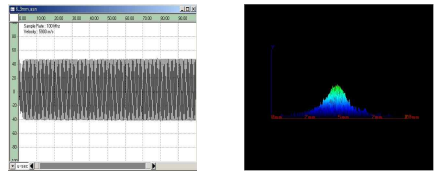
(a) maximum pressure (b) pressure distribution

Fig. 5 Acoustic pressure distribution for commercial



(a) maximum pressure (b) pressure distribution

Fig. 6 Acoustic pressure distribution for model 1



(a) maximum pressure (b) pressure distribution

Fig. 7 Acoustic pressure distribution for model 2

4. 결론

본 연구에서는 spot spray 메가소닉의 음압을 높이기 위해 상품을 기준으로 파라미터를 변화시키면서 FEM 해석을 수행하여 2 가지 모델을 실제제작 하였다. 본 개발 모델과 상용품의 음압분포를 측정하여 비교한 결과, 본 연구에서 개발된 모델의 음압이 더 높게 나타난 바, 세정효율 측면에서도 더 유리할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. J. F. NYE, F. R. S, "Physical Properties of Crystals", OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS, 1984.
2. Dale Ensminger, "ULTRASONICS, Fundamentals Technology Applications", MARCEL DEKKER, INC, 1988
3. B. F. HAMONIC, O. B. Wilson, J.-N. Decarpigny, "Power Transducers for Sonics and Ultrasonics", Springer-Verlag, 1990