

# Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 미세구멍 특성 비교

## The compare of Microhole characteristic on the Purity of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

대전기능대학 금형기술학과 윤혁중  
표준과학연구원 계측공학그룹 임순재  
충남대학교 기계공학과 이동주

### I. 서론

각국의 전자 공업계에서 IC, LSI, VLSI의 검사 뿐만 작업시간의 단축 및 제품의 생산 향상에 중요한 역할을 함으로써 대량생산과 원가절감 그리고, 최근에는 액정기판(LCD)등에 널리 사용되는 PROBE CARD는 미세한 패턴과 전극의 측정 및 치공구로써 폭넓게 사용되고 있다. PROBE CARD 구성요소에 PROBE(NEEDLE)가 있는데 재질은 텅스텐(W), 파라듐(Pd), 베릴륨동(BeCu)등이 있으며 이 PROBE는 Device 측정시 전달특성(주파수, 접촉저항, Leakage)에 영향을 주는 중요한 요소이다. 기존의 PROBE CARD제조 방식은 폴리머 Film에 편칭하여 가이드를 만들고, 여기에 PROBE(NEEDLE)를 Wiring하는 방법을 사용하고 있는데 이것은 열에 약할 뿐만아니라, 여러겹으로 층층이 쌓아 제작하는 과정에서 매 층마다 접착제에 의해 물딩하는 방법을 사용하는데, 물딩후 응고과정에서 수축변형으로 PROBE(NEEDLE)가 변위되고, 검사시 잦은 위치조정으로 시간과 인력소모가 많아 문제점을 가지고 있다. 따라서, 물리적, 기계적 변형을 방지하고, Hot Test에도 견딜수 있고, 내열성과 절연성이 뛰어난 알루미나 세라믹 박판을 사용하여 가이드 핀 지그로 대체하고자 한다. 그러나 세라믹은 기계적 성질이 우수한 반면 가공상 난삭재로 알려져 왔으며, 종래의 구멍가공 방법인 드릴 가공법은 미세구멍 가공에 있어서는 장 시간의 가공시간과 드릴의 파손으로 실패할 위험이 있다. 이 문제점들을 해결하기 위해 비 접촉가공에 의한 미세구멍 가공방식이 기대 되는데, 비 접촉 가공방법중에서도 미세구멍 가공에는 Laser 가공이 유망하다. 그러나 종래의 드릴 가공법과는 달리 열 가공법을 이용하기 때문에 가공구멍의 손상상태의 해명 및 가공구멍의 신뢰성 향상이 실용화 문제로 남아 있으며, 또한 가공조건들이 상세하게 공표된 데이터는 없는 실정이다. 그래서 본 논문에서는 기존의 폴리머 Film에 편칭하여 Wiring 지그로 사용하는 것을 문제삼아 가공구멍의 품질 특히 열 영향층에 미치는 Laser에너지, 출력펄스, 조사시간, 보조가스등의 영향을 조사하였고, 그 결과 미세구멍 형상과 크기에 미치는 원인을 분석하고 가공구멍의 품질이 개선됨을 나타냈다. 앞으로 반도체용 차세대 PROBE CARD는 16 Chip 이상의 Multi Probing 과 700Pin 이상의 High Pins이 요구되며 80 $\mu$ m이하의 Fine Pitch와 Alignment 10% 이내의 미세 Pad에 대응하기 위해 미세구멍 가공에서, 고온 테스트에 대응하기 위한 고온변화 편차 $\pm 5\mu$ m이내의 열팽창 계수가 적은 세라믹 사용이 절실히 요구되므로 앞으로도 미세구멍가공에 대한 연구가 지속적으로 필요하다고 생각된다.

### II. 실험방법

본 실험에 사용한 장비는 HANA-MD3501CD로 영국 Lumonics사의 Max Power 35W, Max energy 3J, Max Pulse 50Hz,인 Nd:YAG 레이저이며 가공시료의 관찰에는 미국제품인 alessi사의 광학 현미경 REL-3200A 및 전자현미경(SEM)을 이용하였다. 가공시료는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 114 $\times$ 30 두께는 500 $\mu$ m이다. ( 시료별 순도 : 96%,99.9%,99.99%,ZrO<sub>2</sub>)

미세구멍 가공 조건은 Upper hole 의 크기가 75 $\mu\text{m}$  정도에 적합한, 이미 실험된 레이저 에너지 0.08J를 사용하였다. 이보다 작거나 클 경우에는 미세구멍이 가공이 되지 않거나 100 $\mu\text{m}$ 이상의 크기로 가공되었기 때문에 에너지는 0.08J로 고정시키고, 주파수와 조사시간, 보조가스종류에서, 주파수는 10~30Hz(step 10), 조사시간은 200과 300 $\mu\text{s}$ , 보조가스는 Air, Ar, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>로 선정하여 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 순도별 가공특성을 비교하였다. 가공후 형상은 현미경 검사후 SEM 촬영하고, 아울러 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 조직검사도 하여 조직 형태가 가공 결과에 미치는 영향도 조사 하였다.

### III. 결과 및 고찰

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 세라믹의 레이저 가공시 미세구멍 형상 및 크기에 영향을 미치는 레이저 에너지, 주파수, 조사시간, 보조가스등을 미세구멍 가공조건에 설정하고 순도별 가공결과를 비교 검토하여 보았다.

Fig.1에서 보는바와 같이 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (99.99%)에서 가장 작고 안정된 미세 구멍을 보이고 있으며, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(ZrO<sub>2</sub>)에서 가장 큰 구멍가공이 되었음을 볼 수 있다. 미세구멍 크기에서는 작은 순서로 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 99.99%, 99.9%, 96%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(ZrO<sub>2</sub>)로 가공 결과가 나왔고, 보조가스에서는 Air와 O<sub>2</sub>가 Ar, N<sub>2</sub>보다 작은 미세구멍이 가공됨을 확인 하였다. 조사시간에 따른 미세구멍 크기에서는 구멍수 160개를 평균한 결과 0.08J, 30Hz, D/W200 일때 Upperhole에서 평균크기가 84.8 $\mu\text{m}$ 이고, Lowhole에서는 73.6 $\mu\text{m}$ 의 결과를 얻었다. 0.08J, 30Hz, D/W300 일때는 Upperhole에서 평균크기가 85.9 $\mu\text{m}$ 이고, Lowhole에서는 73 $\mu\text{m}$ 의 결과를 얻었는데, 조사시간이 길면 미세구멍의 크기가 약간 커짐을 확인 할 수 있었다.

Fig.2의 SEM 사진을 비교해 보면 고순도인 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 99.9%와 99.99%에서 구멍의 크기가 작고 형상의 안정성을 보이고 있으며 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(ZrO<sub>2</sub>)에서 구멍의 형상과 크기가 큰 것을 볼 수 있다. 보조가스 종류별 실험결과를 보면 연소가스인 Air와 O<sub>2</sub>에서 구멍 주위가 입술모양으로 부풀어 있고 미세구멍 크기가 승화가스인 Ar, N<sub>2</sub>보다 작은 것을 발견할 수 있는데 실험과정에서 살펴본 결과 연소가스인 Air와 O<sub>2</sub>는 용융후 급냉되어 수축이 심하게 일어나는 것을 볼 수 있었다. 승화가스인 Ar, N<sub>2</sub>에서는 용융부위는 다소 적으나 크랙현상을 발견할 수 있었고 특히 N<sub>2</sub> 가스에서는 Burning 현상이 심하게 일어나는 것을 발견할 수 있었다. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 99.9%와 99.99%가 다소 양호한 결과를 보이고 있으나 가격이 너무 고가인 단점이 있고, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(ZrO<sub>2</sub>)는 인성이 있어서 기계적 성질이 우수하고 잘 깨지지 않는 장점이 있는 반면에 시료를 가공하기 어렵고, 가공시간이 많이 걸리는 결점도 있다.

### IV. 결론

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 세라믹 박판의 순도별 미세구멍 가공에 있어서 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 미세구멍 가공결과 고순도에서 양호한 결과를 얻었다.
  2. 보조가스 종류에서는 Air와 O<sub>2</sub>가 Ar, N<sub>2</sub>보다 작은 미세구멍이 가공됨을 확인 하였다.
  3. 조사시간에서는 조사시간이 짧은 D/W200에서 보다 작은 미세구멍 가공을 할 수 있었다.
- 앞으로 계속 보조가스의 공급방법, 압력, 종류 등에 대하여 노즐의 종류에 따른 비교실험을 하여 노즐의 형상과 크기가 미세구멍에 미치는 영향에 대하여 연구를 계속 할 계획이다.

### V. 참고문헌

- 1) 金道薰, "레이저가공학", 京文社, 1992, pp.156-158, pp.295-304.
- 2) Paek, u.-c. and Gagliano, F.P., "Thermal Analysis of Laser Drilling Processes", IEEE

Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-8, 1972, pp. 112-119.

3) Chen, S. L., and Steen, W. M., " The Theoretical Investigation of Gas Assisted Laser Cutting," In the Proceedings of ICALEO', 91, 1992, pp. 221-230.

4) Biyikli,S. and Modest,M.F., "Beam Expansion and Focusing Effects on Evaporative Laser Cutting", ASME Journal of Heat Transter, Vol.110, 1988, pp. 529-532.

5) 森田昇. 外1, " ヤラミクスの レーサ" 穴あけにおける 焦点位置カ" 加工穴 形状に 及ぼす 影響" journal of the Ceramic Society of Japan 102, (2) 1994, pp. 189-193.

6) 青山榮一 外 6, " Improvement in Hole Quality at Laser Drilling of GFRP" J.Soc. Mat.Sci. Japan, Vol.45, No.5, 1996, pp. 577-581.

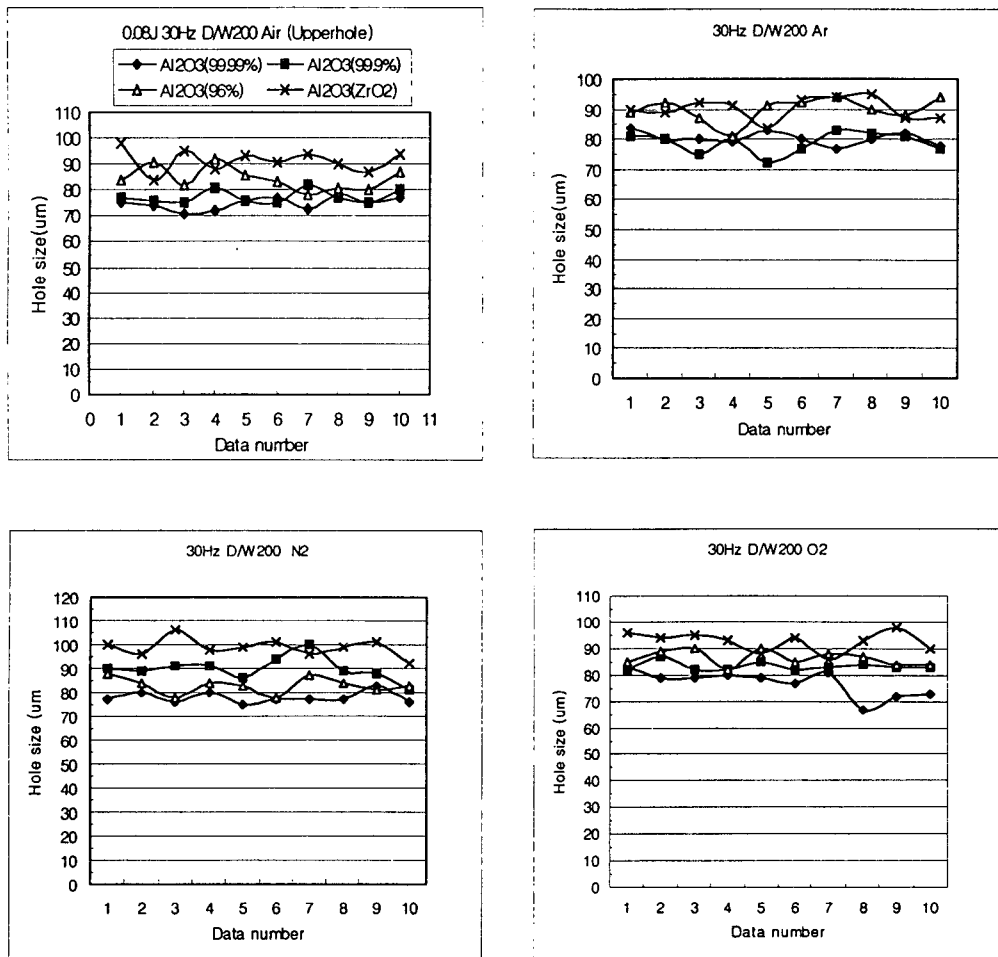


Fig. 1 Compare of microhole size on the Assitance gas

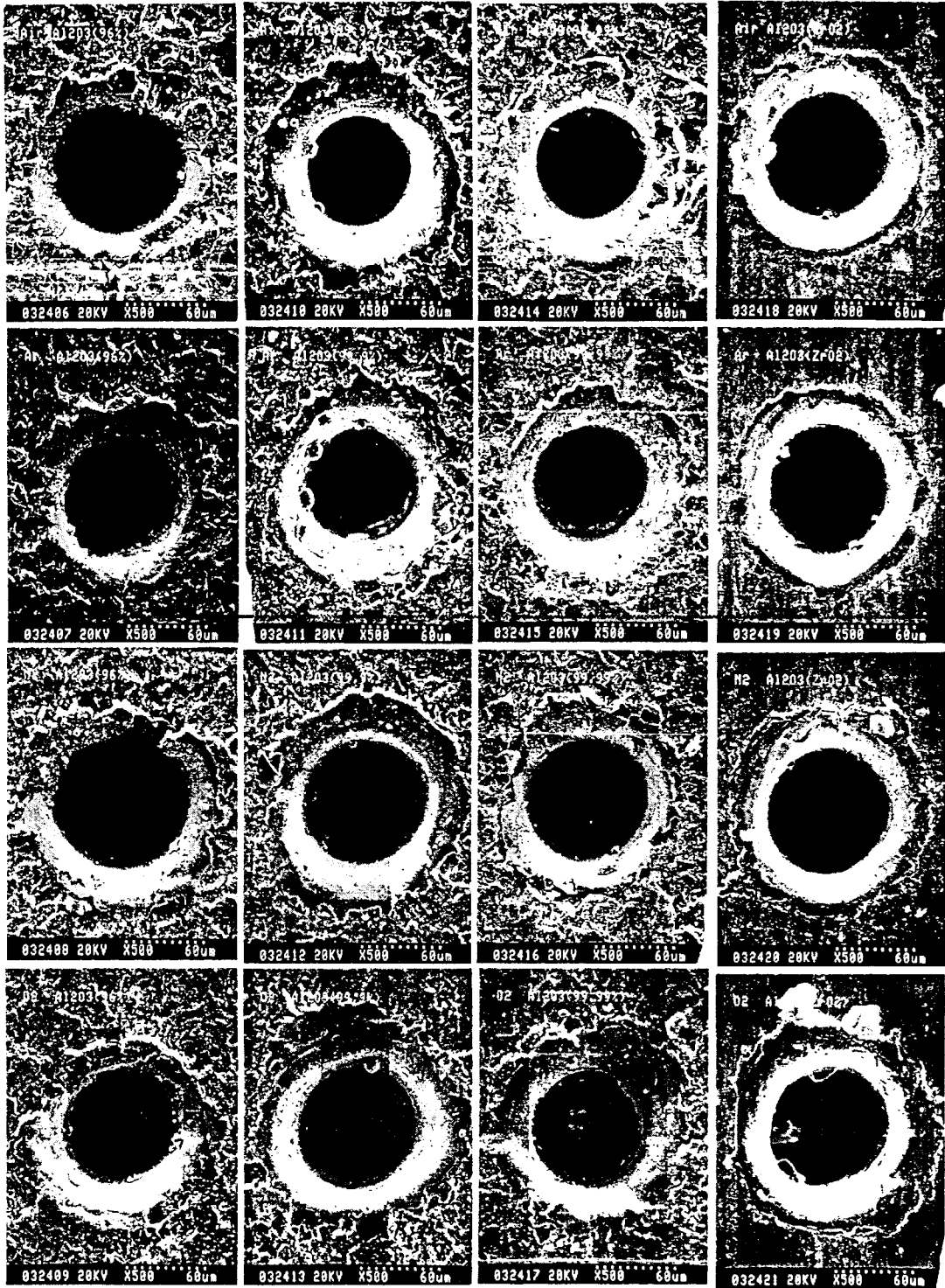


Fig.2 Compare of microhole shape and size