

シリコンマイクロマシニングによるEFI用ノズル

燃料制御研究室 稲垣英人

Nozzle Chip for EFI Produced by Using Silicon Processing Technique

Hideto Inagaki

半導体製造技術によって微細な機械部品を製作するマイクロマシニングが話題となっている。この技術によればシリコンのウエハ上に微細なノズルを高精度でかつ大量に製造することが可能である。本研究では、ガソリンエンジンのインジェクタへの本技術の利用を検討するため、ノズル試作を行いその特徴について調べた。

ノズルは単結晶シリコンウエハ（板厚0.36mm，100面）を異方性エッチングして製作した。加工プロセスの検討およびマスクの設計，加工は当所機能デバイス研究室にて行った。加工プロセスの概略をFig. 1に示す。Fig. 2は製作したノズルの外観の一例である。ノズルの形状はシリコンの結晶方位によるエッチングレートの違いによって四角錐状となる。本加工法による特徴としてノズル斜面が鏡面となり，オリフィス部には $R1\mu\text{m}$ 以下の鋭いエッジが形成される。

試作したノズルよりガソリンを噴射（燃料圧力300～600kPa）してその噴霧の様子を観察した。その結果，Fig. 3に示すように本ノズルは単体では乱れが発生しにくく微粒化には不向きであることがわかった。しかし，プレート形状であるためノズルを複数枚組み合わせることが可能で，これによってノズル内に流れの変化を加えて微粒化を改善することができた。結果の一例をFig. 4に示

す。この場合はスリット型のノズルを2枚直交させている。スリット幅は $100\mu\text{m}$ であるが，噴霧はファンプレー状となり液膜が十分広がったのちに分裂がおきるため，燃料圧力300kPaで平均粒径（SMD）約 $50\mu\text{m}$ と良好な微粒化性能が得られている。ただし，本ノズルは吸気管に装着するには噴霧角が大きすぎるため適切な噴霧角にする必要がある。

今回シリコンノズルを実際に製作して燃料噴射に使用してみたが，微粒化特性以外にシリコンがガラスと同様脆性材料であるために割れ・欠けが発生しやすく，組み付け時の異物の混入には特に注意を払う必要があった。その対策なども実用上の課題になるものと思われる。

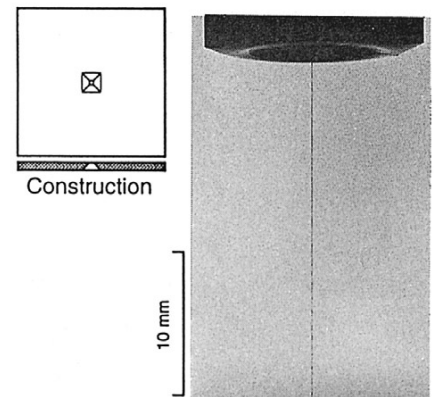
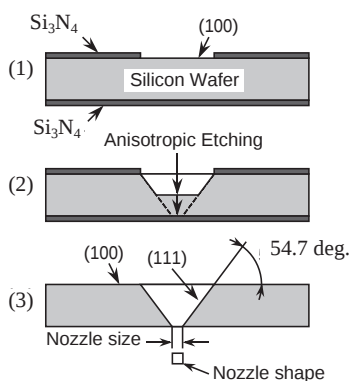
Fig. 3 Spray pattern 1. (Nozzle: $30\mu\text{m}$)

Fig. 1 Process flow.

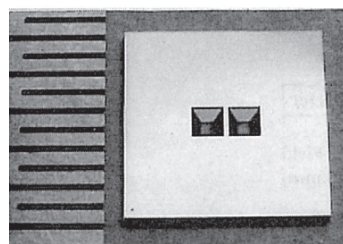
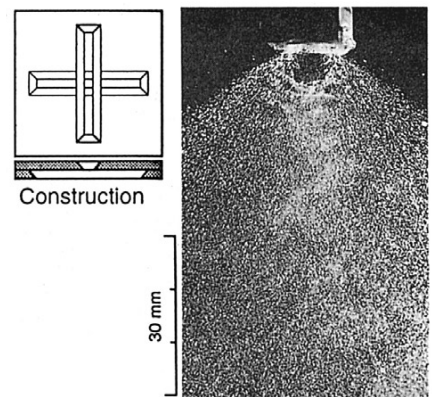


Fig. 2 Silicon nozzle. (2hole scale: 0.5mm/div)

Fig. 4 Spray pattern 2. (Nozzle: $100\mu\text{mslit} \times 2$)