

# 金型用に開発されたジルコニアセラミックスの小径穴あけ加工

学生 A 学生 B 指導教員：井原之敏

## Small Hole Open Process of Zirconia Ceramics Developed for Mold

Student A Student B

### 1 緒言

本研究では、ジルコニアセラミックスをベースに半導体金型用として開発された新材料の研削による穴あけ加工を行った。また小径ドリルによる切削穴あけ加工も行い、加工方法の違いも合わせて比較した。

### 2 実験内容

#### 2.1 材料

金型用ジルコニアの加工穴数と寸法、加工に伴う力を比較するために窒化ケイ素、アルミナ、ジルコニア標準品に対して同様の条件で加工を行い比較した。

#### 2.2 ヘリカル加工

加工穴の中心を基準に工具を公転させることにより工具径よりも大きな穴径の穴が加工できる。図1に加工概略図、表1に加工条件を示す。

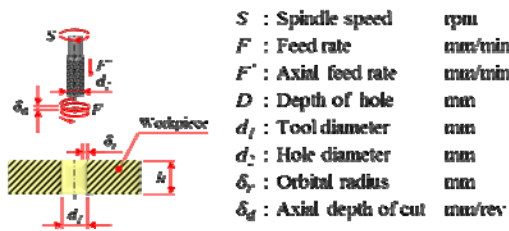


Fig. 1 Helical Processing Method

Table 1 Processing condition

Depth of hole	mm	2.6
Hole diameter	mm	1.0
Tool diameter	mm	0.8
Orbital radius	mm	0.1
Spindle speed	rpm	66000
Feed rate	mm/min	100
Axial depth of cut	mm/rev	0.003   0.004   0.005
Grain size		#240
Grain		Synthetic diamond
Spindle		Air turbine spindle

#### 2.3 ドリル加工

ドリル加工ではドゥエルにより工具送りを一時停止する方法と、バックステップ動作を行う方法で実験を行った。表2に加工条件を示す。

Table 2 Processing condition

Tool diameter	mm	1.0
Depth of hole	mm	2.6
Spindle speed	rpm	10000
Feed rate	mm/min	1.0
Step length	mm	0.003
Back step length	mm	0.1
Tool over hang	mm	14

### 3 実験結果および考察

表3にヘリカル加工による切込量と材料別の加工穴数、表4にドリル加工による加工穴数を示す。

金型用ジルコニアについて、いずれの切込量でも昨年度の結果の15個より多くの穴を加工できた。理由としては工具回転数を下げたことにより、工具の摩耗量が減り、研

削熱の発生を抑えることで熱に弱いダイヤモンド砥粒の寿命が延びたからである。ドリル加工はヘリカル加工より1本の工具で加工できる穴数が少なく能率が悪い。

Table 3 Number of holes (Helical)

Material	Depth of cut [mm/rev]		
	0.005	0.004	0.003
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	3	1	2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30	30	30
ZrO <sub>2</sub>	20	30	30
ZrO <sub>2</sub> <sup>mm</sup>	25	30	29

Table 4 Number of holes (Drill)

Drill No.	1	2	3
Material	ZrO <sub>2</sub> <sup>mm</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Holes	2	2	3

表5、表6に加工時間を示す。加工時間は切込量が同じ0.003mmでもドリル加工の方がヘリカル加工よりも加工時間が長い。理由としてヘリカル加工の1公転にかかる時間よりもドリル加工の1ステップにかかる時間が長いからである。

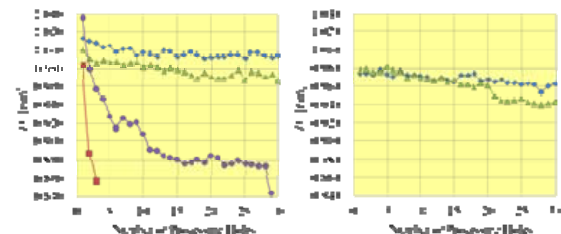
Table 5 Processing time

Depth of cut [mm/rev]	Processing time [min:sec]
0.005	3:46
0.004	4:43
0.003	6:17

Table 6 Processing time

Step	Processing time [min:sec]
Dwell	9:54
Back step	13:50

図2に0.003mm/revの加工開始面の寸法および終了面の寸法の推移を示す。アルミナ、金型用ジルコニア、ジルコニア標準品、窒化ケイ素の順で加工開始面の寸法の減少幅が大きくなっている。また同じ順に研削力も大きくなっている傾向が見られた。加工時の研削力が大きくなる材料ほど砥粒が摩耗しやすいことから、砥粒の摩耗による工具径減少が考えられる。



a) 開始面

b) 終了面

Fig. 2 Condition of Axial Depth of Cut 0.003mm/rev

### 4 結言

工具回転数を下げたことで工具寿命が延び、金型用ジルコニアにおいては昨年度よりも多くの穴加工をすることができた。