



# QFD シリーズ

QFD Series  
ENGINEERING DRILL®

## エンジニアリングドリル® とは ENGINEERING DRILL®

半導体ウエハーテストに用いられるプローブカードや、  
半導体パッケージテストに用いられるICソケットで、  
微細治具等のプローブ挿入ガイドプレートの穴あけ加工専用工具です。

高い精度を求める製品の加工を可能にしてきたエンジニアリングドリル®は、  
超微細穴の加工に特化した特徴を活かし、金属製の超微細な  
医療用ノズルやパイプを製造するための穴あけドリルとしても採用されています。

This is a specialized tool for drilling probe insertion guide plates such as micro jigs for probe cards used in semiconductor wafer tests and IC sockets used in semiconductor package tests.

Engineering Drill®, which able to process products that require high precision, drill and manufacture ultra-fine medical metal nozzles and pipes by taking advantage of the features that are specialized for the processing of ultra-fine holes.

### 主な被削材

アルミ、真鍮、ステンレス、マシナブルセラミック、  
スーパーインジニアリングプラスチック 等

Work Material  
Aluminum, Brass, Stainless Steel, Machinable Ceramics, Super Engineering Plastics, etc.

### 特徴

ドリル母材から刃付けまですべて最先端技術を持つ日本国内製造を行っているため、  
なんとコバルトの含有量(5%~8%)にまでこだわったカスタムドリルの製造が可能です。  
ドリルスペックは、加工する物の形状や材質に応じて細部までカスタムをでき、  
ドリル径はΦ20 μmから、1 μm刻み※でご注文いただくことができます。

美しい穴加工のためのドリル設計にこだわり、  
穴径・位置度・真円度・同軸度・同心度・穴深さ・内壁粗さ・バリ・カエリなどの  
すべての要素をクリアする、お客様の加工製品に一番合ったドリルをご提供いたします。

※XQFD(カスタム仕様)の公差保証値は最小 ±1 μm

Product Features

Since all of the drill base metal and flutes are manufactured in Japan with the most advanced technology, it is also possible to manufacture custom drills with a high cobalt content (5-8%). The drill specifications can be customized in detail according to the shape and material of the work piece, and the drill diameter can be ordered from φ20 μm to 1 μm increments※.

We are committed to the design of drills for beautiful and precise processing, and clear all the affected condition such as hole diameter, position, roundness, concentricity, hole depth, inner wall roughness, etc.

※XQFD (custom specification) guaranteed minimum tolerance value is ±1 μm.

### エンジニアリングドリル® 基本仕様

#### ルーマ型オールソリッドドリル

シャンク径 : Φ3.175

全長 : 38.1

素材 : 超微粒子超硬合金

(タンゲンステンカーバイドとコバルト : 5~8%)

ENGINEERING DRILL® basic specification

#### Carbide one-piece pivot drills

Shank Diameter : Φ3.175

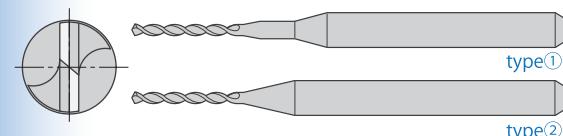
Overall Length : 38.1

Carbide Grade : Micro-grain carbide  
(Tungsten carbide and Cobalt : 5~8%)

### 標準ドリル

Regular Flute Length  
Drills

QFD



2枚刃  
Double flute type

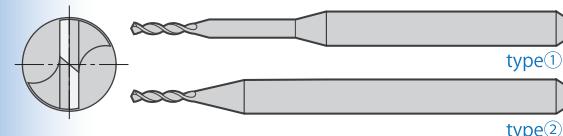
DR 12  
Diameter Ratio : 12

先端角 120°  
Point angle : 120°

### ショートドリル

Short Flute Length  
Drills

SQFD



2枚刃  
Double flute type

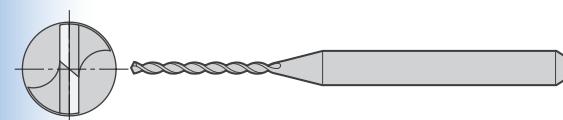
DR 6  
Diameter Ratio : 6

先端角 120°  
Point angle : 120°

### セミロングドリル

Semi-long Flute Length  
Drills

MQFD



2枚刃  
Double flute type

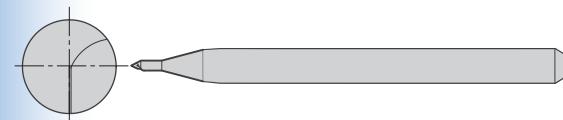
DR 18  
Diameter Ratio : 18

先端角 120°  
Point angle : 120°

### 一枚刃

センタードリル  
Center Drills

CQFD



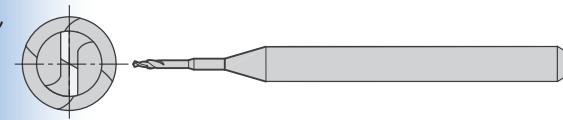
1枚刃  
Single flute type

先端角 53.13°  
Point angle : 53.13°

### 段付き ポインティングドリル

Pointing Drill  
for Stepped Shape Holes

QFDS



段付き形状  
Stepped shape flute

2枚刃  
Double flute type

DR 3  
Diameter Ratio : 3

先端角 120°  
Point angle : 120°

# エンジニアリングドリル®による加工方法例

The order of drilling with ENGINEERING DRILL®

## エンジニアリングドリル®での通常穴加工方法

Drilling method of stepless holes with ENGINEERING DRILL®

### センタードリル : CQFD

もみつけを行う  
Center drills : Drilling for centering.

### ポインティング ドリル : IMSD / PQFD

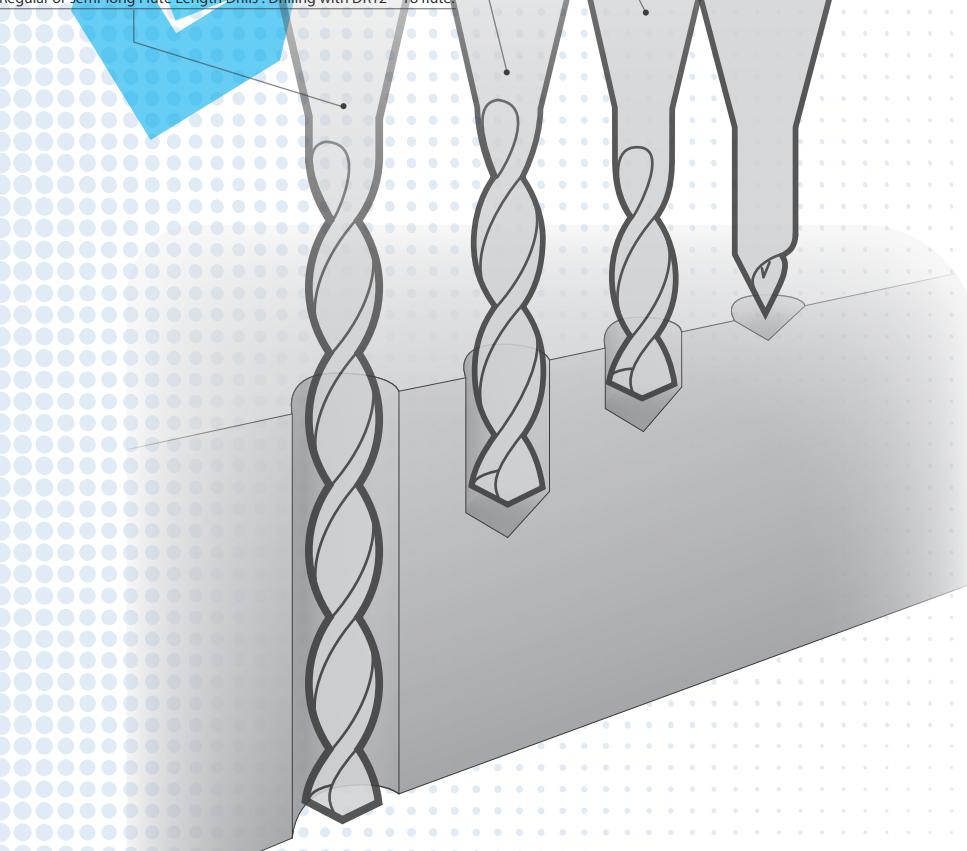
DR3 ドリルでポインティングを行う  
Pointing drills : Drilling with DR3 flute.

### ショート ドリル : SQFD

DR6 ドリルで加工を行う  
Short Flute Length Drills : Drilling with DR6 flute.

### 標準刃長 ドリル : QFD / MQFD

DR12~18 ドリルで貫通穴に加工する  
Regular or semi-long Flute Length Drills : Drilling with DR12~18 flute.



## エンジニアリングドリル®での段穴加工方法

Drilling method of step holes with ENGINEERING DRILL®

### センタードリル : CQFD

太径部のみつけを行う  
Center drills : Drilling for centering.

### ポインティング ドリル : IMSD / PQFD

DR3 ドリルで太径部のポインティングを行う  
Pointing drills : Drill a larger diameter hole with DR3 flute.

### ショート ドリル : SQFD

### 標準刃長 ドリル : QFD / MQFD

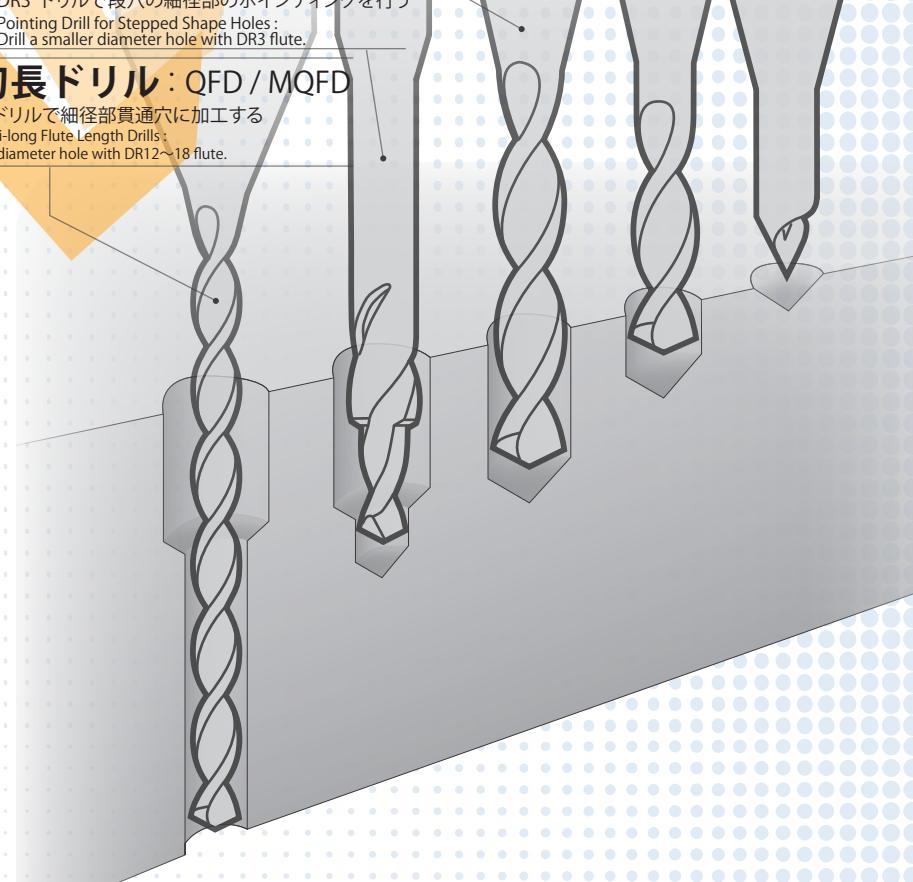
DR6~18 ドリルで太径部の加工を完成させる  
Short , regular or semi-long Flute Length Drills : Drill a larger diameter hole with DR6~18 flute.

### 段付き ドリル : QFDS

DR3 ドリルで段穴の細径部のポインティングを行う  
Pointing Drill for Stepped Shape Holes : Drill a smaller diameter hole with DR3 flute.

### 標準刃長 ドリル : QFD / MQFD

DR12~18 ドリルで細径部貫通穴に加工する  
Regular or semi-long Flute Length Drills : Drill a smaller diameter hole with DR12~18 flute.





## QFD シリーズ QFD Series ENGINEERING DRILL®

### 細かい公差設定で高い精度を追求

High accuracy with small tolerance

プローブガイド穴加工に必要なのは、精密な工具です。

エンジニアリングドリル®を採用した「QFDシリーズ」は、エンジニアリングドリル®の「精度の高さ」として細かい公差の基準を設けました。

Processing probe-guide holes require accuracy tools.

QFD series set the criteria with small tolerance as high accuracy.

径公差はレンジで  $3 \mu\text{m}$ ※

Diameter tolerance : range  $3\mu\text{m}$ ※

※ノンコートドリル  
※ Non-Coated Drill



## カスタムドリル Custom Drill ENGINEERING DRILL®

### 高精度のドリルをカスタマイズ

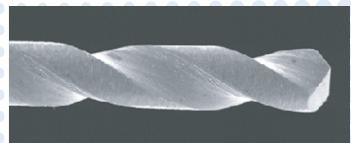
High accuracy drills for Custom made

QFDシリーズのドリルは、製品の用途・加工材料など、お客様のニーズに合わせて様々なスペックでカスタマイズすることができます。

#### ●最小径 $\Phi 20 \mu\text{m} \sim$ 、 $1 \mu\text{m}$ 単位

ドリル径は最小  $\Phi 20 \mu\text{m}$ から製作が可能で、ドリル径は  $1 \mu\text{m}$ 単位でご指定頂けます。

写真： $\Phi 0.025$  ノンコートドリル  
 $\Phi 0.025$  Non-Coated Drill



#### ●公差は最小 $2 \mu\text{m}$ ※

ドリル径公差は最小レンジで  $2 \mu\text{m}$ からご指定頂けます。  
径を細かくカスタムする場合は、公差も小さくすることが不可欠です。  
※ノンコートドリル

#### ●長い刃長にも対応

長い刃長 (D ratio～20倍) にも対応いたします。

#### ●その他ご指定可能なスペック

先端角・ねじれ角・芯厚・シンニング・コーティングの有無など、ご要望に合ったドリルをご提供いたします。

Can customize QFD Drills depending on materials and the use of products.

#### ●The minimum diameter : $20 \mu\text{m} \sim$ , in increment of $1 \mu\text{m}$

The minimum diameter :  $20 \mu\text{m} \sim$ , specify the diameter in increments of  $1 \mu\text{m}$ .

#### ●The minimum tolerance : $2 \mu\text{m} \sim$ ※

The minimum range :  $2 \mu\text{m} \sim$   
Less tolerance is essential to fine custom diameter. ※Non-coated drills

#### ●Produce a long flute length

Long flute length (D ratio:～20times) available upon request.

#### ●Other specifications available

## 長寿命なコーティングドリル

Long life coated drills

### ノーマルドリルに加え コーティングドリルも生産可能

QFDシリーズは、コーティングドリルも製作が可能です。

FMD社ドリルのコーティングは表面の滑らかさに優れており、「ドリル径の細りを防ぐ」、「切りくずを排出しやすくする」、「切れ味を向上させる」といった特徴があります。

この特徴を活かし、金属やマシナブルセラミック加工にも最適な長寿命のドリルです。

### Produce normal drills and coated drills as well

Coated drills available on QFD series.

The coating of our drills are excellent in smooth surface. They feature "a clear cutting performance", "continuous flow of chips" and "prevent drill diameter from thinning".

Long life time drill bits for use in processing metal and machinable ceramics.

QFD-0321-C5.00

コーティングあり  
Coated Drill



QFD-0325-N4.00

コーティングなし  
Non-Coated Drill



## カスタムドリル仕様

Custom-made drills

●ドリル径 ··· ···  $\phi 20 \mu\text{m} \sim \phi 500 \mu\text{m}$  1  $\mu\text{m}$ 単位で指定可能  
Diameter ··· ··· ···  $\phi 20 \mu\text{m} \sim \phi 500 \mu\text{m}$  in increments of 1  $\mu\text{m}$

●公 差 ··· ··· レンジ2  $\mu\text{m}$ まで指定可能  
Tolerance ··· ··· ··· Length 2  $\mu\text{m}$

●刃 長 ··· ··· D ratio ~20倍まで対応  
Flute Length ··· ··· D ratio ~20

●先端角 ··· ··· さまざまな角度に対応  
Point Angle ··· ··· various angle

●コーティング  
Coated Drill or Normal Drill

●ウェブ (芯厚)  
Web thickness

## カスタムドリル注文表

Custom-made Orders

\*最小ロット：100本  
\*Min : 100pcs~

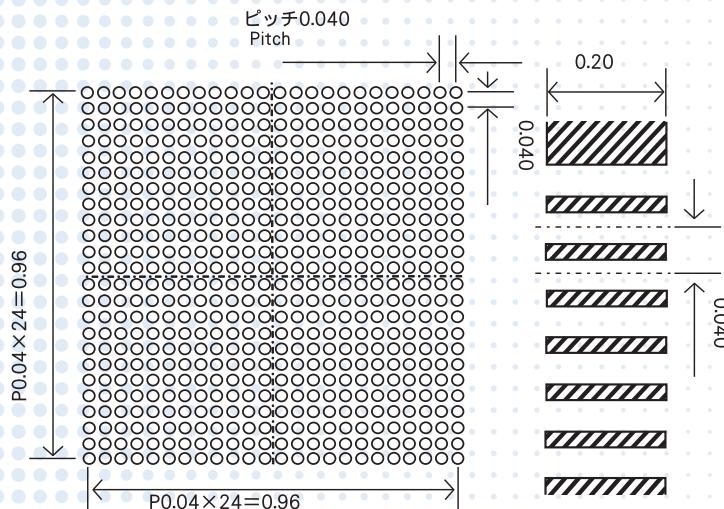
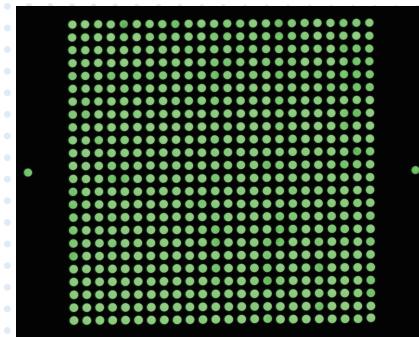
ドリル径 Diameter $\Phi$ (mm)	公 差 Tolerance ±(mm)	溝 長 Flute Length L (mm)	先端角 Point Angle (°)	コーティング Coating	ウェブ(芯厚) Web thickness	備 考 欄 Notes
	+					
	-					
	+					
	-					
	+					
	-					
	+					
	-					

## 穴あけ加工事例 加工内容

Case example, processing content

- ドリル径(実測値) /  $\phi 0.027$
- 材質 / マシンブルセラミック(ホトペールⅡ)
- 板厚 / 0.2mm
- 板厚 : 穴径 / 8 : 1
- 穴数 / 576穴 (24×24マトリクス)
- ピッチ / 0.040mm

- Diameter(actual measurement value) /  $\phi 0.027$
- Material / Machinable Ceramics (Photoveel II)
- Material Thickness / 0.2mm
- Material Thickness : Hole Diameter / 8 : 1
- Number of Holes / 576 Holes (24×24Matrix arrangement)
- Pitch / 0.040mm



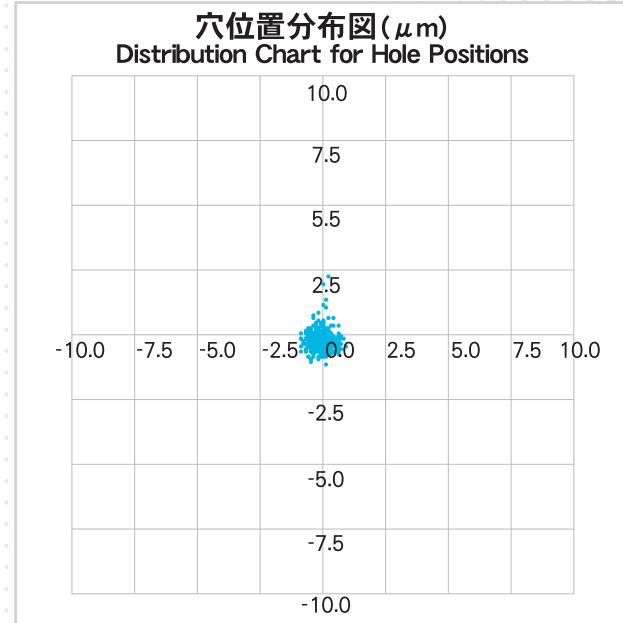
## 穴あけ加工事例結果

Results of case example as drilling

### ● 穴位置精度 (mm)

Hole Position Accuracy

ズレ量 Deviation Amount	X	Y
最大値 Max	0.0009	0.0027
最小値 Min	-0.0009	-0.0013
平均値 Ave	0.0000	-0.0003



### ● 穴径精度 (mm) (ドリル径: $\phi 0.027\text{mm}$ )

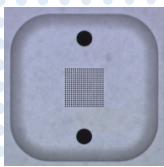
Hole Diameter Accuracy

最大値 Max	0.0274
最小値 Min	0.0265
平均値 Ave	0.0270

# 穴あけ加工事例と加工結果

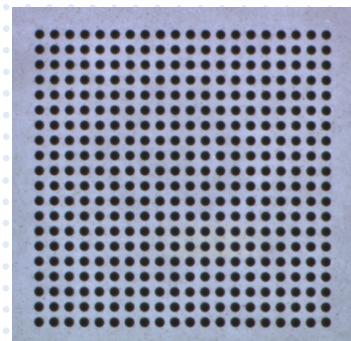
Case examples and results

材質：マシナブルセラミック  
穴径：0.025mm  
穴深さ：0.15mm  
穴数：400穴(20×20マトリクス)



Φ0.025プローブガイド穴  
穴位置精度 (mm)

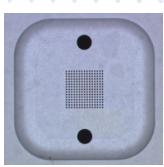
	X	Y
最大	0.0004	0.0008
最小	-0.0008	0.0006
平均	-0.0002	0.0007



Φ0.025プローブガイド穴  
穴径精度 (mm)

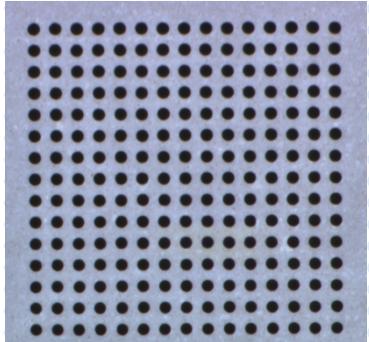
	X
最大	0.0261
最小	0.0250
平均	0.0256

材質：マシナブルセラミック  
穴径：0.030mm  
穴深さ：0.20mm  
穴数：225穴(15×15マトリクス)



Φ0.030プローブガイド穴  
穴位置精度 (mm)

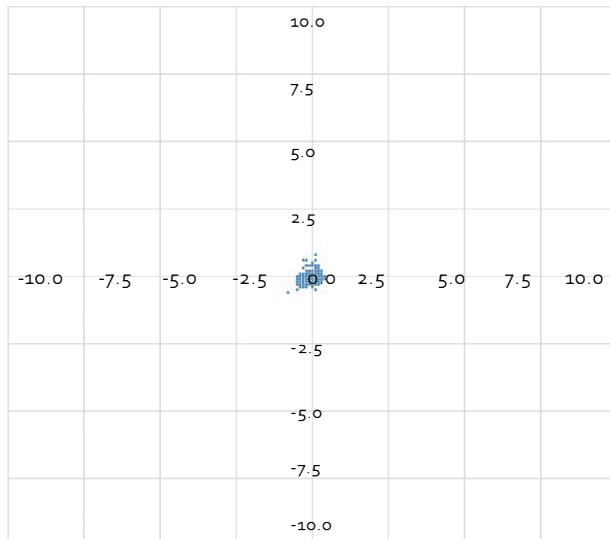
	X	Y
最大	0.0005	0.0007
最小	-0.0008	-0.0009
平均	-0.0002	-0.0001



Φ0.030プローブガイド穴  
穴径精度 (mm)

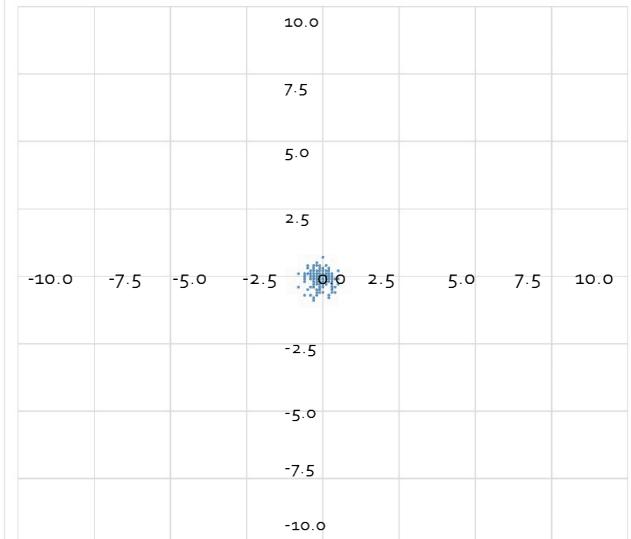
	X
最大	0.0328
最小	0.0318
平均	0.0323

穴位置分布図(Φ0.025)



測定器：ニコンCNC画像測定システム NEXIV

穴位置分布図(Φ0.030)

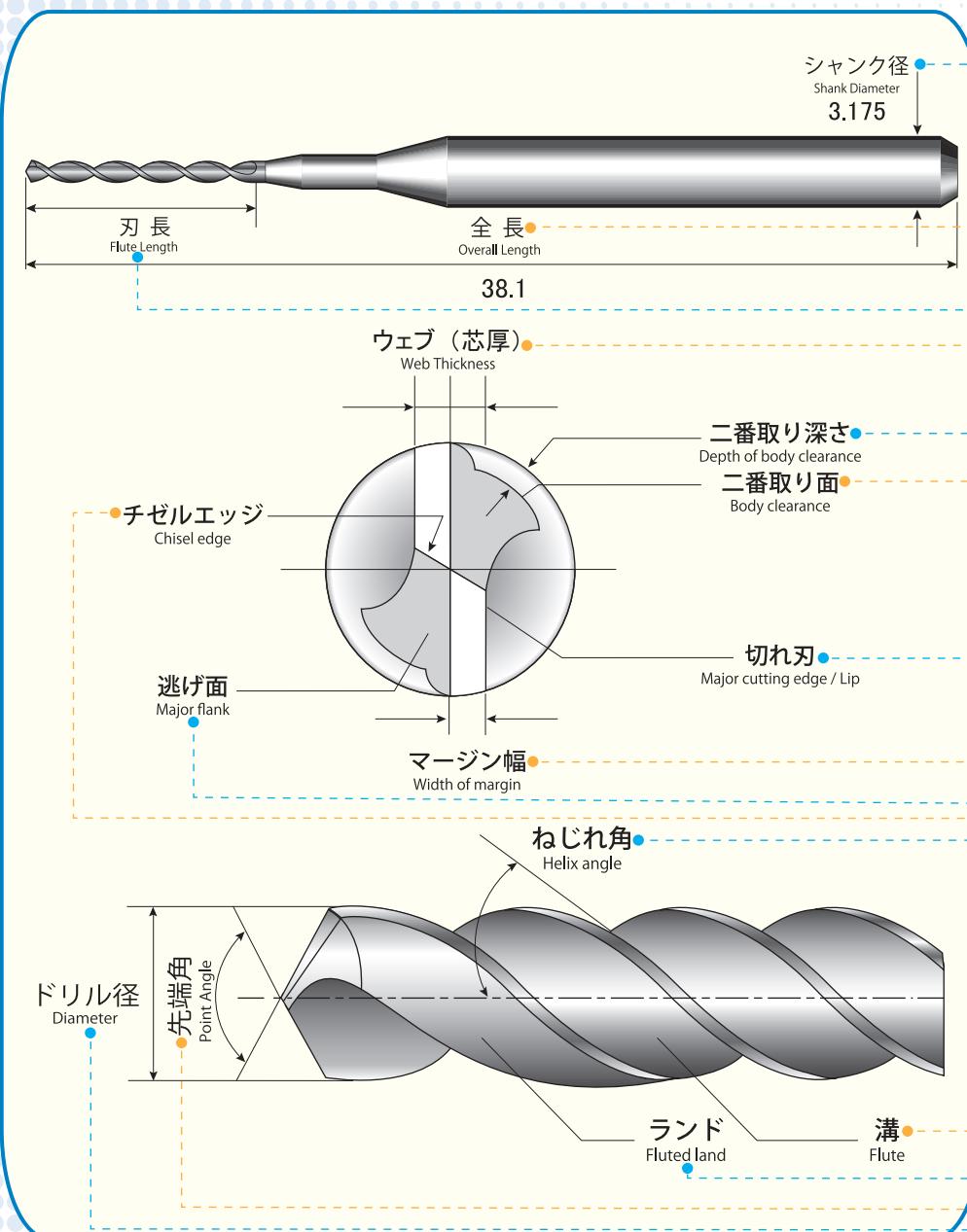


測定器：ニコンCNC画像測定システム NEXIV

# ドリル各部名称

Name of each parts

(JISB 0171 :2014 より引用)



## ■ シャンク径

ストレートシャンクの外径。  
Outer diameter of straight shank.

## Shank Diameter

## ■ 全長

軸に平行に測った、切れ刃先端又は外周コーナーからシャンク後端までの長さ。  
The distance between two planes normal to the drill axis through the chisel edge and the end of the shank.

## Overall Length

## ■ 刃長

軸に平行に測った切れ刃先端又は外周コーナーからの溝の切上げを含む溝の長さ。  
The distance between two planes normal to the drill axis through the outer corner of the cutting lips at the point and the extreme back end of the flutes(included groove length).

## Flute Length

## ■ ウェブ

溝底によって形成された部分。  
The extreme end of the web forms the chisel edge on a two-flute drill.

## Web Thickness

## ■ 二番取り深さ Depth of body clearance

ドリルの外周から二番取り面までの深さ。  
The depth from the outer circumference of the cutting edge to the body clearance surface.

## Depth of body clearance

## ■ 二番取り面 Body clearance

切削中にドリルの外周と工作面との摩擦を避けるために隙間を付けた面。  
A surface with a gap to reduce friction between the outer circumference of the drill and the processing surface during drilling.

## Body clearance

## ■ 切れ刃 Major cutting edge / Lip

すくい面と逃げ面との交線。  
The line of intersection between the flank and flute surfaces.

## Major cutting edge / Lip

## ■ マージン幅 Width of margin

軸直角断面上のマージンの幅。  
The width of the margin between the short portion of the land not cut away for clearance to the drill axis.

## Width of margin

## ■ 逃げ面 Major flank

切り込んでいくとき、工作面との不必要な摩擦を避けるために逃がした面。  
この面とすくい面との交線が切れ刃を構成する。

## Major flank

注記 逃げ面の形状には、円すい面と平面がある。

When cutting, the surface that was released to avoid unnecessary friction with the processing surface.  
The line of intersection between this face and the rake face constitutes the cutting edge.

NOTE: There are two types of flank shapes: conical surface and flat surface.

## ■ チゼルエッジ Chisel edge

二つの逃げ面の交線。

The intersection of the two flanks.

## Chisel edge

## ■ ねじれ角 Helix angle

リーディングエッジと、その上の一点を通るドリルの軸に平行な直線とがなす角。  
The acute angle between the tangent to the helical leading edge and a plane containing the drill axis and the point in question.

## Helix angle

## ■ 溝 Flute

隣り合った切れ刃とヒールとの間の切りくず排出のためのへこんだ部分。

A body part of the drill groove which are in the between of major cutting edge and hill in order to permit removal of the chips.

## Flute

## ■ ランド Fluted land

リーディングエッジからヒールまでの堤状の幅をもった部分。

A part with a cylindrical or conical leading surface to the heel.

## Fluted land

## ■ 先端角 Point Angle

ドリルの軸に平行な面に、切れ刃を平行にして投影したときの角。  
Twice the angle formed by the drill axis and the projection of a major cutting edge in a plane through the drill axis and parallel to this cutting edge.

## Point Angle

## ■ ドリル径 Diameter

刃部先端外径の寸法。  
The measurement across the lands at the outer corners of the drill.

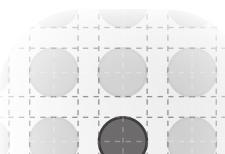
# 高精度な穴加工を実現するためには…

To get highly precise hole drilling

(JISB 0621 :1984 より引用)

## ■ 穴径 Diameter

正しい穴径で加工されている  
It is processed with the correct hole diameter.



**GOOD**

穴径が小さいと…  
・プローブを挿入できない  
If the hole diameter is too small :  
- The probe pin cannot be inserted.

**FAILURE**

穴径が大きいと…  
・他の穴に干渉してしまう  
・他の穴と繋がってしまい、プローブを挿入できない  
If the hole diameter is large :  
- It will interfere with other holes  
- Probe pin cannot be inserted because it is connected to other holes.

**FAILURE**

## ■ 同心度 Concentricity

二種類の径の穴が同じ点を中心として加工されている  
Holes with two different diameters are processed around the same point.

平面図形の場合には、データム円の中心に対する他の円形形体の中心の位置の狂いの大きさを同心度といふ。  
In a plane figure, the toleration of the positions of the centers of one circle to the center of the datum circle is called concentricity.

**GOOD**

同心度が低いと…  
・プローブを挿入できない  
・検査対象の電極にプローブを当てることができない  
If the concentricity is low :  
- Probe pin cannot be inserted  
- The probe pin cannot be applied to the electrode for inspection.

**FAILURE**

位置精度が低いと…  
・他の穴に干渉してしまう  
・正しくプローブを挿入できない  
If the position accuracy is low :  
- It will interfere with other holes  
- Probe pin can't be inserted.

**FAILURE**

## ■ 真円度 Roundness

限りなく真円に近い形状で加工されている  
It is processed in a shape that is as close to a perfect circle as possible.

真円度とは、円形形体の幾何学的に正しい円からの狂いの大きさをいう。  
Roundness means the measure of how closely the shape of a hole approaches that of a perfect in geometric dimensioning and tolerancing.

**GOOD**

真円度が低く、穴が楕円型やおにぎり型になってしまうと…  
・他の穴に干渉してしまう  
・他の穴と繋がってしまい、正しくプローブを挿入できない  
If the roundness is low and the holes will be in elliptical or rice ball-shaped  
- It may interfere with other holes  
- The probe pin cannot be inserted because it may connect to another hole.

**FAILURE**

## ■ 位置度 Position degree

位置度とは、データム又は他の形体に  
関連して定められた理論的に正確な位置からの点、  
直線形体又は平面形体の狂いの大きさをいう。  
Position is a point from a theoretically exact position defined in relation to a datum or other feature, The size of the deviation of a straight line shape or a plane shape.

**FAILURE**

## ■ 同軸度 Coaxiality

二種類の径の穴が同じ軸を中心として加工されている  
Holes of two different diameters are processed in the same axis.

同軸度とは、データム軸直線と同一直線上にあるべき  
軸線のデータム軸直線からの狂いの大きさをいう。  
Coaxiality refers to the magnitude of deviation from the datum axis line of the axis line that should be on the same line as the datum axis line.

同軸度が低く、二種類の径の穴がずれてしまうと…

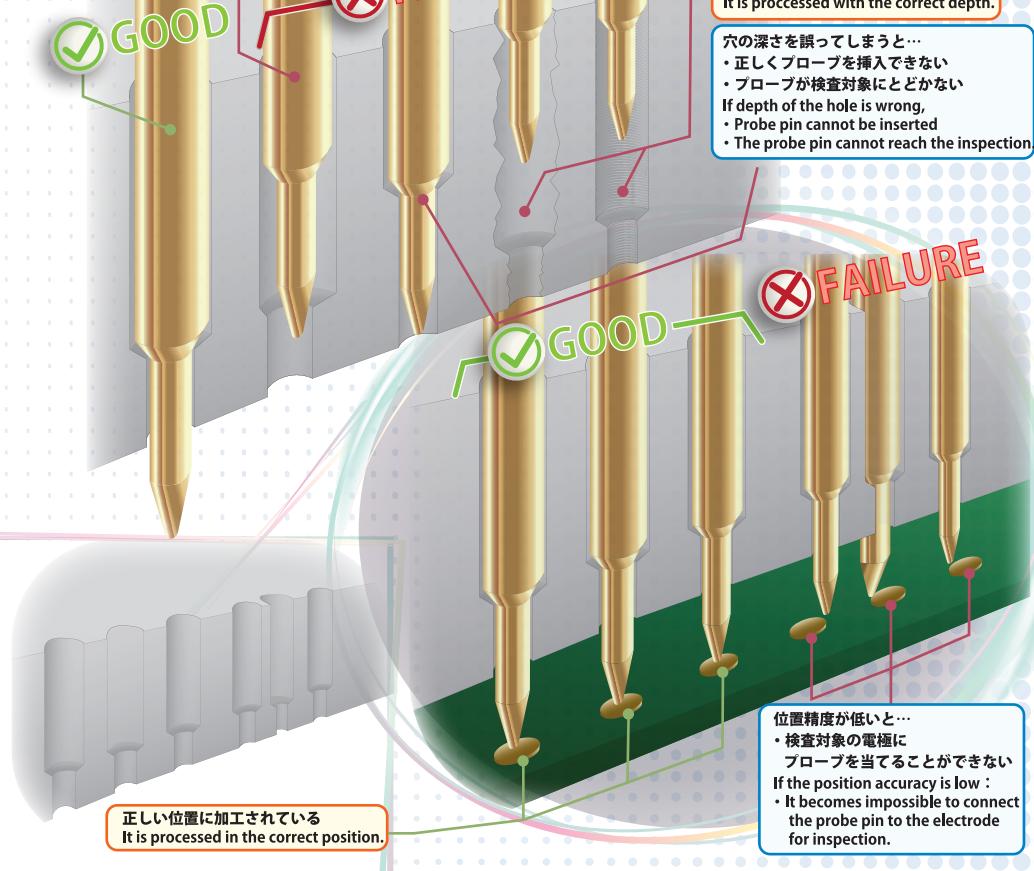
- ・プローブの挿入ができない
- ・プローブがずれてしまい検査対象に当たらない

If the coaxiality is low and the holes of two different diameters will be misaligned,

- Probe pin cannot be inserted
- The probe pin is displaced and causes the inspection loss.

**GOOD**

**FAILURE**



## ■ 内面粗度 Inner surface roughness

加工された穴の内面が滑らかである  
The inner surface of the processed hole is smooth.

穴の内面粗度が低いと…  
・正しくプローブを挿入できない  
・プローブが穴の内面と擦れてしまい破損する可能性  
If the inner surface roughness is low :  
- Probe pin cannot be inserted  
- The probe pin may rub against the inner surface of the hole and be damaged.

## ■ 穴深さ Hole depth

正しい穴の深さで加工されている  
It is processed with the correct depth.

穴の深さを誤ってしまうと…  
・正しくプローブを挿入できない  
・プローブが検査対象にどかない  
If depth of the hole is wrong,  
- Probe pin cannot be inserted  
- The probe pin cannot reach the inspection

**GOOD**

**FAILURE**

位置精度が低いと…  
・検査対象の電極に  
プローブを当てることができない  
If the position accuracy is low :  
- It becomes impossible to connect the probe pin to the electrode for inspection.

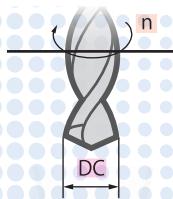
正しい位置に加工されている  
It is processed in the correct position.

# 加工条件の計算式

Formulas for Drilling Conditions

## ■ 切削速度(周速) = vc

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$



(例) 主軸回転数20,000min<sup>-1</sup>、ドリル径0.300mmで穴加工する。このときの切削速度をもとめる。

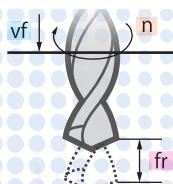
$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 0.300 \cdot 20000}{1000} = 18.84\text{m/min}$$

ここから、切削速度は18.84m/minとなります。

(Example) Drill holes with a spindle rotation of 20,000 min<sup>-1</sup> and a hole diameter of φ0.300 mm. The cutting speed at this time is calculated. The cutting speed is 18.84 m/min.

## ■ 主軸送り(送り速度) = vf

$$vf = fr \cdot n \quad (\text{mm/min})$$



(例) 1回転当たりの送り量0.005mm/revで回転速度が20,000min<sup>-1</sup>のときの主軸送り速度をもとめる。

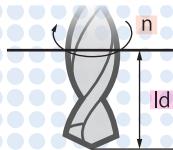
$$vf = fr \times n = 0.005 \times 20000 = 100\text{mm/min}$$

ここから、主軸の送りは100mm/minとなります。

(Example) The spindle feed rate when the feed rate per revolution is 0.005 mm/rev and the rotation speed is 20,000 min<sup>-1</sup>. The spindle feed is 100 mm/min.

## ■ 穴あけ時間 = Tc

$$Tc = \frac{Id \cdot i}{n \cdot fr} \quad (\text{min})$$



(例) 被削材にφ0.300mm、深さ2.0mmの穴あけをする。穴数は200穴、切削速度18.84m/min、送り量0.005mm/revとし、このときの切削時間をもとめる。

$$n = \frac{18.84 \cdot 1000}{0.300 \cdot 3.14} = 20000\text{min}^{-1} \rightarrow \text{代入して } Tc = \frac{2.0 \times 200}{20000 \cdot 0.005} = 4\text{min}$$

ここから、切削時間は4 × 60 ≈ 240sec(1.2sec/hole)となります。

(Example) Make a hole of φ0.300 mm and depth of 2.0 mm in the processing material. The number of holes is 200 holes, the cutting speed is 18.84 m/min, and the feed rate is 0.005 mm/rev, and the cutting time at this time is calculated. The cutting time is 4 × 60 ≈ 240 sec (1.2 sec/hole).

## Cutting Speed = vc

vc (m/min) : 切削速度 Cutting Speed

$\pi$  (3.14) : 円周率 Pi

DC(mm) : ドリル径 Drill Diameter

n (min)<sup>-1</sup> : 主軸回転速度 Main Axis Spindle Speed

※mmをmに直すために1,000で割る

(例) 主軸回転数20,000min<sup>-1</sup>、ドリル径0.300mmで穴加工する。

このときの切削速度をもとめる。

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 0.300 \cdot 20000}{1000} = 18.84\text{m/min}$$

ここから、切削速度は18.84m/minとなります。

(Example) Drill holes with a spindle rotation of 20,000 min<sup>-1</sup> and a hole diameter of φ0.300 mm. The cutting speed at this time is calculated. The cutting speed is 18.84 m/min.

## Feed of the main spindle = vf

vf (mm/min) : 主軸(Z軸)送り速度 Feed Speed of the Main Spindle (Z axis)

fr (mm/rev) : 1回転当たりの送り Feed amount per Revolution

n (min)<sup>-1</sup> : 主軸回転速度 Main Axis Spindle Speed

(例) 1回転当たりの送り量0.005mm/revで回転速度が20,000min<sup>-1</sup>のときの主軸送り速度をもとめる。

$$vf = fr \times n = 0.005 \times 20000 = 100\text{mm/min}$$

ここから、主軸の送りは100mm/minとなります。

(Example) The spindle feed rate when the feed rate per revolution is 0.005 mm/rev and the rotation speed is 20,000 min<sup>-1</sup>. The spindle feed is 100 mm/min.

## Drilling time = Tc

Tc (min) : 加工時間 Drilling Time

n (min)<sup>-1</sup> : 主軸回転速度 Main Axis Spindle Speed

Id (mm) : 穴深さ Hole Depth

fr (mm/rev) : 1回転当たりの送り Feed per Revolution

i : 穴数 Number of Holes

(例) 被削材にφ0.300mm、深さ2.0mmの穴あけをする。穴数は200穴、切削速度18.84m/min、送り量0.005mm/revとし、このときの切削時間をもとめる。

$$n = \frac{18.84 \cdot 1000}{0.300 \cdot 3.14} = 20000\text{min}^{-1} \rightarrow \text{代入して } Tc = \frac{2.0 \times 200}{20000 \cdot 0.005} = 4\text{min}$$

ここから、切削時間は4 × 60 ≈ 240sec(1.2sec/hole)となります。

(Example) Make a hole of φ0.300 mm and depth of 2.0 mm in the processing material. The number of holes is 200 holes, the cutting speed is 18.84 m/min, and the feed rate is 0.005 mm/rev, and the cutting time at this time is calculated. The cutting time is 4 × 60 ≈ 240 sec (1.2 sec/hole).

# 条件設定のための用語集

Technical terms for drilling condition

## ■ 回転数(回転速度) [rpm]

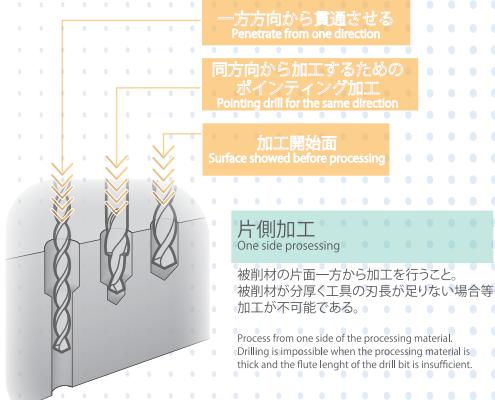
一分間当たりのスピンドルの回転数

Rotation number per minute of spindle

The number of Rotations

## ■ 片側加工・両側加工

One side prosessing • Both sides prosessing



一方方向から貫通させる  
Penetrate from one direction

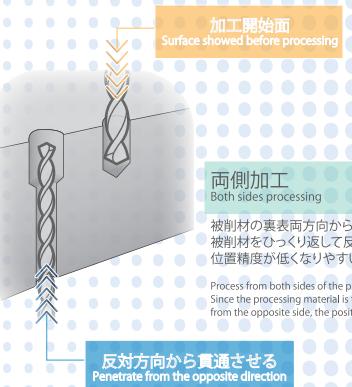
同方向から加工するための  
ポインティング加工  
Pointing drill for the same direction

加工開始面  
Surface showed before processing

片側加工  
One side prosessing

被削材の片面一方から加工を行うこと。  
被削材が十分く工具の刃長が足りない場合等は加工が不可能である。

Process from one side of the processing material.  
Drilling is impossible when the processing material is thick and the flute length of the drill bit is insufficient.



両側加工  
Both sides prosessing

被削材の裏表面方向から加工を行うこと。  
被削材をひっくり返して反対面から加工をするため、位置精度が低くなりやすい。

Process from both sides of the processing material.  
Since the processing material is turned over and processed from the opposite side, the position accuracy tends to be low.

## ■ 切り屑(切り粉)

切削加工によって生じる不用の部分

Discharged chips

円錐らせん形  
Conical helical chips



延性のある材料などを低い送り量で加工したときに発生する。  
数巻で折れる場合は切り屑排出性は良い。

Fan-shaped chips cut by the cutting edge are curved by the flute. Chips of this type are produced when the feeding rate of ductile material is small. If the chip breaking after several turns, the chip raking performance is satisfactory.

長ピッチ形  
Long pitch helical chips



切り屑が巻かずそのまま排出された状態で、  
排出されたあとドリルに巻きつきやすい。

The generated chip comes out without coiling. It will easily coil around the drill.

扇形  
Fan chips



穴の内壁とドリルによって破断した、送りが高い場合などに発生する切り屑。  
切り屑処理が良い。

This is a chip broken by the restraint caused by the drill flute and the wall of a drilled hole.  
It is generated when the feed rate is high.

遷移折断形  
Cutting off chips



円錐らせん形切り屑が、長ピッチ形に移行する直前に  
被削材の延性不足などが原因で穴の内壁とドリルによって破断した切り屑。  
切り屑排出性、切り屑処理とも比較的良い。

A conical spiral chip that is broken before the chip grows into the long-pitch shape by the restraint caused by the wall of the drilled hole due to the insufficiency of ductility.  
Excellent chip disposal and chip discharge.

ジグザク形  
Folded ribbon chips



溝形状や被削材の特性上、座屈を起こして折りたまれた切り屑。  
溝に詰まりやすい。

A chip that is buckled and folded because of the shape of flute and the characteristics of the material.  
It easily causes chip packing at the flute.

針状形  
Acicular chips



硬脆材加工の場合や、小さい半径でカールが起こった場合に  
振動によって破断した切り屑。排出性は比較的良いが溝に詰まることがある。

Chips broken by vibration or broken when brittle material is cut with a small radius.  
The raking performance is satisfactory, but these chips can pack closely creating.

# 条件設定のための用語集

Technical terms for drilling condition

## MEMO

### ■ 上昇速度 [m/min, mm/sec, Inch/min(IPM)] Retract rate

ドリルの上昇する速度  
Retract speed after drilling

### ■ 主軸送り(送り速度) [m/min, mm/sec, Inch/min(IPM)] Feed rate

一定の時間でドリルが加工できる量  
Vertical speed of drilling

### ■ ステップ加工(ペッキング) Peck drilling

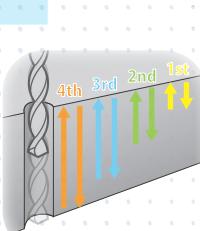
ドリルが、切削と切り屑排出の動きを繰り返しながら穴加工をすること  
To make a hole by repeating the movement of cutting and chip discharge

#### ステップ加工のメリット Advantages of step drilling

- ・穴内壁の熱を放出し、被削材の変形を防ぐ。  
The heat of the inner wall of the hole is released to prevent deformation of the processing material.
- ・深穴加工でも切り屑の排出に優れている。  
Excellent chip discharge even in deep hole drilling.

#### ステップ加工のデメリット Disadvantages of step drilling

- ・切削を行わない時間があり、ノンステップ加工より加工時間が長くなる。  
There is a time when without drilling, and the processing time is longer than that in non-step processing.
- ・何度もドリル先端にヒットするためドリルの破損に注意しなくてはならない。  
The tip drill has hit the processing material many times, might cause the breaking of the drill.



### ■ チップロード [ $\mu\text{m}/\text{rev}$ , Mil/rev] Chipload

1回転でドリルが加工できる量  
Feed amount per Revolution

### ■ バリ Burr

被削材の加工面に発生する不要な突起のこと  
An unwanted piece of material that occurs on the processed surface of a processing material

### ■ ヒット数

被削材に当たる回数で示したドリルの寿命  
Life of drill bit indicated by number of hits to material

### Number of Hits

#### 単位換算

$$1\text{m} = 1000\text{mm}$$
$$= 3.28\text{ feet}$$
$$= 39.37\text{ inches}$$

$$1\text{mm} = 1000\mu\text{m}$$
$$= 39.37\text{ mil}$$

$$1\text{Foot} = 304.8\text{mm}$$
$$1\text{inch} = 25.4\text{mm}$$
$$1\text{mil} = 25.4\mu\text{m}$$

#### Unit Conversion

# 雑誌に掲載されました

Posted on magazine



日刊工業新聞社「機械技術」2015年9月号(2015 vol.63 No.9)に、エンジニアリングドリル®が掲載されました(p.47)。

【特集】先端製品の開発を支える超精密・微細加工技術—機械・工具の最新動向・工作機械編にて、三菱重工工作機械製「小型精密加工機 μV1の特長と加工事例」という記事にエンジニアリングドリル®の仕様や特徴、またエンジニアリングドリル®を使用した加工実験の結果が掲載されています。

ENGINEERING DRILL® was posted on "Machine Technology" of NIKKAN KOGYO SHIMBUN, LTD on Sep, 2015. (2015 vol.63 No.9, Page47) [Special Topic] Ultra precision and fine processing technology supporting the development of advanced products. Editing machine tools with the latest trend of machinery and tools, the article called "The features and processing examples of small precision processing machine μV1", it has been published about the features and processing examples of μV1 from MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MACHINE TOOL in the article and also, the results of the processing experiment used ENGINEERING DRILL®s.

## 要旨

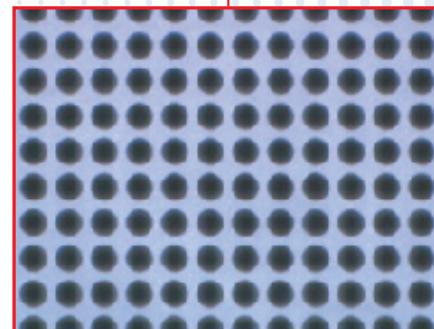
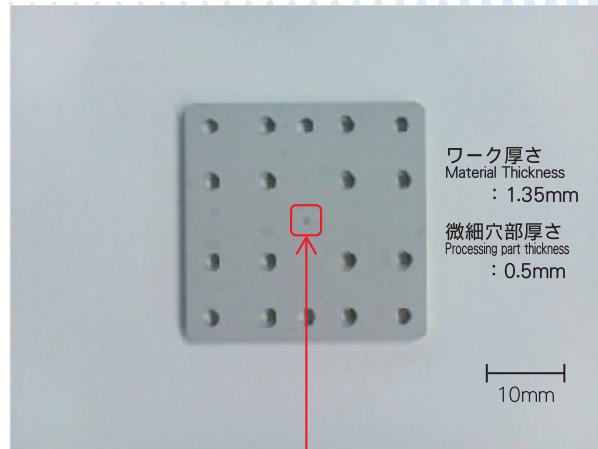
近年の電子部品の小型化による部品の小型化が進んでいます。記事では三菱重工工作機械製 μV1の、独自技術による「主軸安定性」、HGP制御を用いた「高速追従性」、精密加工も荒加工も一台で実現する「機械剛性」、そして、主軸や工具の熱変位も正確に測定する、CCDカメラを用いた「撮像式工具測定システム」を以て微細加工に挑戦しています。

FMDのQFDシリーズ φ0.025 ドリルを用いた加工やエンドミルを用いHGP制御・撮像式工具測定システムの効果を証明した加工が掲載されています。

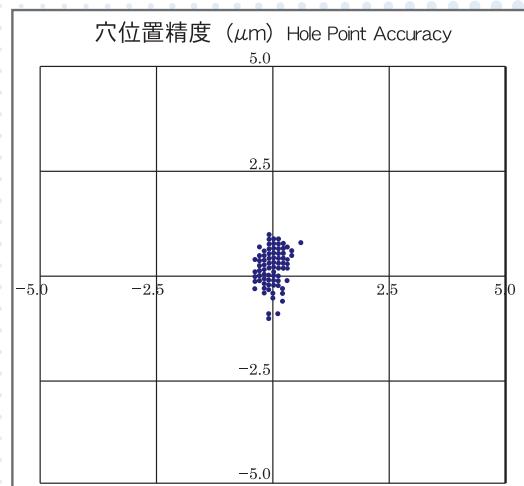
次ページには同様にQFDドリルと μV1を使用した加工事例を掲載しています。

## Summary

Lately, electronic miniaturization has been a process of making parts more downsized."Main spindle stability" by original technology, "High speed following capability" using HGP control, "Mechanical stiffness" enable to work both precision and rough process with one unit and, "optical image type tool measurement system" using CCD camera which measures thermal displacement of the main spindle and tools precisely. The article shows these features of μV1 from MITSUBISHI and shows what they have been challenging to microfabrication. It is published about processing which used QFD series φ0.025 drill of FMD and verified the effect of the HGP control and "optical image type tool measurement system" using end mill. The next page is a processing example using QFD drills and μV1 similarly.



穴位置精度測定結果 Measurement result of Hole Point Accuracy



測定器：ニコンCNC画像測定システムNEXIV  
Measuring Devise : Nikon CNC Video Measuring System NEXIV