

CNC横軸ロータリー精密平面研削盤 TR 80 NC 形による高精度研削加工の技術動向



株式会社 **東京精機工作所**

TOKYO SEIKI KOSAKUSHO CO.,LTD.

本社：〒144-0044 東京都大田区本羽田2-6-1

TEL03 (3744) 0809 FAX03 (3743) 1560

<http://www.k-tsk.co.jp>

研削盤編

CNC 横軸ロータリー精密平面研削盤
TR 80 NC 形による高精密研削加工の技術動向

(株)東京精機工作所 取締役

製造部 総統括 部長 榎本 博司 (Hiroshi Enomoto)

〒144-0044 東京都大田区本羽田 2-6-1

TEL 03-3744-0809

1. はじめに

近年、半導体製造装置、機械部品、電子部品に脆性材料が多く使用され、金属以外の材質の部品加工には広範囲に研削盤が使用されている。平面研削加工には横軸平面研削盤が数多く使用され、被加工物が左右に移動するレシプロタイプと被加工物を回転しながら研削するロータリータイプがある。

2. 横軸ロータリー平面研削盤の特徴

(1) 被加工物の形状と研削方式の比較

半導体製造装置に使用される静電チャックの材質は、アルミナセラミックなどが使用される。円盤状の形状は、ロータリー平面研削盤が、高能率、

高精度が得られる。

図1に被加工物形状別のレシプロ研削とロータリー研削の研削能率を比較する。左側にレシプロ研削、右側にロータリー研削の被加工物形状と、エアーカット部の領域区分を表示する。被加工物の外径φ600mmの時、研削砥石の軸方向の移動量は、レシプロ研削は、ロータリー研削の×1.88倍、研削移動範囲は×1.16倍が必要で、レシプロ研削は、左右移動の反転のアップカット、ダウンカットにより、減速・加速部の被加工物周速度ダウンが発生し、平均速度比(被加工物の周速度/砥石周速度)は1/100程度になる。

ロータリー研削はアップカット(図2)を持続し、平均速度比は1/50になる。しかし、被加工物の回転数が一定では、速度比がロータリーテーブルの研削直径位置で変化するので、その差を減少させるために、不等速制御(研削位置がテーブル中心に向かって行くと、テーブル回転および砥石軸方向の送り速度を上昇させる)をしている。総合的に能率を比較すると、レシプロ研削に比較し、ロータリー研削盤の研削能率は約3倍の高能率が得られる。

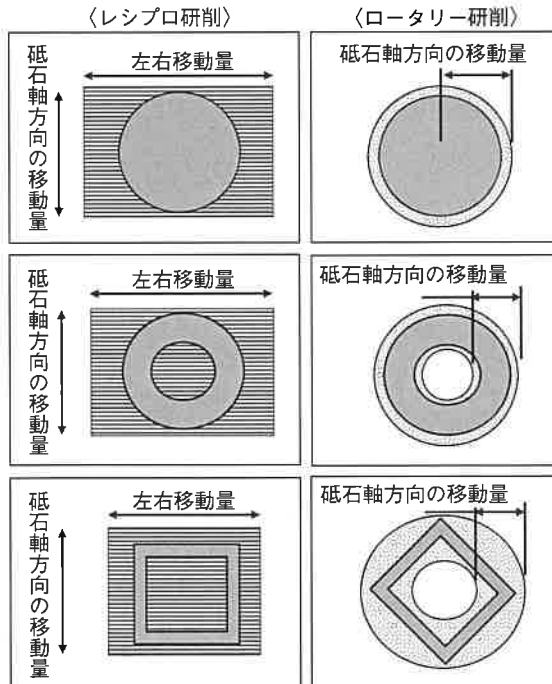


図1 レシプロ研削とロータリー研削の研削比較



図2 横軸ロータリー研削盤のアップカット研削

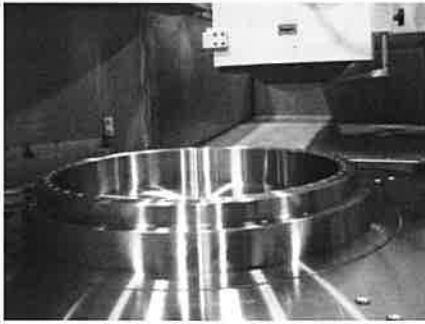


図3 横軸ロータリー研削盤の段差加工

表1 横軸平面研削盤の砥石軸受比較

| No. | 項目 | 砥石軸受の種類 | | |
|-----|-----------|----------|-------|-------|
| | | アンギュラ玉軸受 | 油動圧軸受 | 油静圧軸受 |
| 1 | 軸振れ | 中 | 小 | 小 |
| 2 | 剛性 | 高 | 中 | 中 |
| 3 | 振動 | 中 | 少 | 少 |
| 4 | 発熱 | 低 | 中 | 高 |
| 5 | 寿命 | 短 | 長 | 長 |
| 6 | 低速回転 | 有効 | 不適 | 有効 |
| 7 | イニシャルコスト | 少 | 中 | 高 |
| 8 | メンテナンスコスト | 少 | 中 | 高 |
| 9 | 省エネ効果 | 大 | 中 | 小 |
| 10 | 停電対策 | 不要 | 不要 | 必要 |
| 11 | 油圧ユニット | 不要 | 不要 | 必要 |
| 12 | 省スペース化 | 有効 | 有効 | 付帯要 |

(2) 横軸平面研削盤の運動構成

研削平面度精度は、レシプロ研削では、左右移動と前後移動の2方向の真直度精度で構成される。ロータリー研削では被加工物の回転と砥石軸方向の移動で構成される。砥石軸方向の移動量は、ロータリー研削では、レシプロ研削の約1/2であり、移動量が少なく、より高精度が得られる。

(3) 研削面の複合化

横軸ロータリー平面研削盤は、平面加工を主体に使用されているが、CNC制御により上下送りのみの制御だけでなく、研削砥石の軸方向送りもNC制御されている。2方向をNC制御により、階段状の段差面研削(図3)や、コンタリング研削(NC同時2軸制御)により傾斜面やR面研削が可能になる。

3. 横軸ロータリー研削盤の主要素

(1) 砥石軸受の種類と特徴

高効率研削には高剛性のスピンドルおよび軸受が必要になり、高精度の研削面にはスピンドルの回転振れ精度が要求される。研削砥石を回転させる砥石軸受の種類は、大別すると下記の3種類になる。

- (1) 精密アンギュラ玉軸受
- (2) 油動圧軸受
- (3) 油静圧軸受

各軸受には特徴があり、表1に横軸平面研削盤の砥石軸受比較表を示す。精密アンギュラ玉軸受は、イニシャルコスト、メンテナンスコストでは有利であるが、負荷荷重および稼働時間から寿命が予測でき、定期的な軸受の交換が必要になる。油静圧軸受は、スピンドル軸が非接触で回転

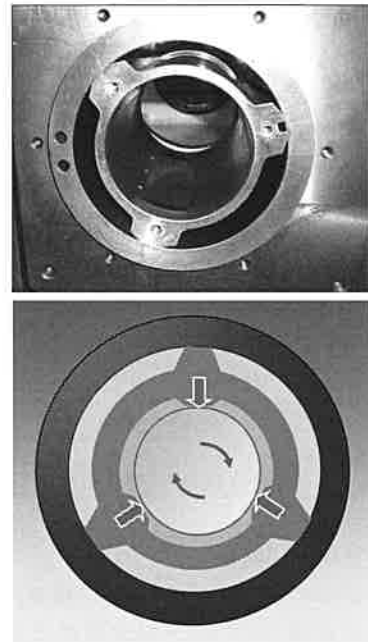


図4 油動圧軸受構造

するので長寿命である。

常にスピンドル軸を支えるポケット部の圧力保持が必要であり、メイン圧力はポケット部の約2倍の圧力で4 MPa以上の油圧供給になり、停電時の圧力保持としてアキュムレータの保護装置を付属する。軸受剛性とポケット圧力は比例するので、剛性をアップすると油圧ユニットの発熱増加により、冷却装置の冷却容量も増加する。

油動圧軸受(図4)は、スピンドル軸を支持する軸受部に3カ所の傾斜面を有し、スピンドルを回転すると油膜が構成され、スピンドルの周速度により3カ所に高圧が発生し、非接触回転により高精度の振れ精度が得られる。油膜の厚みは約

表2 CNC横軸ロータリー平面研削盤 TR 80 NC 形機械仕様

| 項目 | 単位 | 数値 |
|---------------------|-------------------|----------|
| 電磁チャックの径 | mm | 800 |
| 新砥石下面よりチャック面までの最大距離 | mm | 200 |
| テーブルの傾斜角 | ° | ±2 |
| 砥石上下送り (最小設定単位) | mm | 0.0001 |
| テーブル左右送り ((最小設定単位) | mm | 0.0001 |
| テーブル回転数 | min ⁻¹ | 20 ~ 150 |
| 研削砥石の寸法 (外径 × 幅) | mm | 355 × 38 |
| 砥石回転数 | min ⁻¹ | 1,600 |
| 砥石軸回転用モータ | kW | 7.5 |
| NC 制御軸数 (同時制御軸数) | 軸 | 2 (2) |



図5 CNC横軸ロータリー平面研削盤 TR 80 NC 形外観

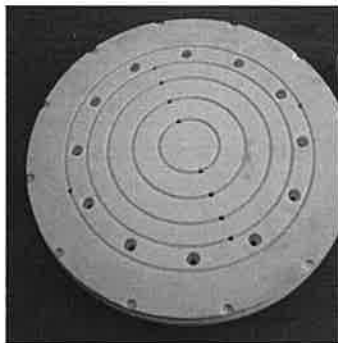


図6 脆性材料 (セラミック) の平面研削

0.015 mm で、軸受は高精度のラップ仕上げをしている。

(2) テーブル回転軸受

電磁チャック外径がφ800 mmの機種は、電磁チャックの質量:400 kgと最大積載質量400 kgの合計質量は800 kgで、回転軸受のスラスト方向は、低速回転においても安定した油静圧軸受でテーブルが浮上されている。

(3) 研削砥石の上下切込み送り

研削条件設定による研削砥石の上下送り精度は、研削能率および研削精度の高精度化に重要な要因となる。上下送り軸のNC制御は、最小設定単位0.1μmで、ボールねじ駆動とACサーボモータの送りを直結にし、減速ギヤによる追従精度ロスを減少させている。

(4) 非磁性体の被加工物の保持方法

被加工物の取り付けは丸形電磁チャックが標準で、磁性体の被加工物は直接、吸着クランプが可能である。脆性材料は、非磁性のために真空チャックが使用される。電磁チャック上に真空チャック

クを設置し、テーブル回転主軸の中心の下側にロータリー継手により、回転時も真空圧を供給する。電磁チャックを長時間通電する時は、チャック内部からの発熱により、チャック上面の基準面に変形が発生する。

超精密加工には、常時通電を必要としない永電磁チャックを使用し、チャック内部の発熱を抑制する仕様もある。

4. CNC横軸ロータリー平面研削盤

横軸ロータリー平面研削盤は、電磁チャック外径がφ200 mm~φ2,000 mmまでの広範囲に採用されている構造としてサドル形がある。サドル形は、回転テーブルがサドル上に設置され、サドルがフレーム上の基準面を左右移動し、砥石上下切込みは固定されたコラム側面の基準面を砥石頭が移動する。電磁チャック外径φ800 mmのCNC横軸ロータリー平面研削盤 TR 80 NC 形の外観を図5に、機械仕様を表2に示す。

(1) 研削対応

鋼材研削にはアランダム砥石が使用され、鋳物研削にはカーボランダム砥石が使用され、研削砥石の外周は、ダイヤモンドドレッサにより成形が可能である。研削条件に合わせドレッシング条件をNC制御することにより、研削とドレッシングの全自動サイクルのプログラムが組み込める。

脆性材料の研削 (図6) はダイヤモンド砥石が使用され、砥石の質量も一般砥石に比較し、重荷重になる。高硬度の被削材の研削では法線方向の荷重もアップし、砥石軸の剛性が必要になる。砥石軸受は、超精密仕様では油静圧軸受を選定するが、大多数の製品の加工において、油動圧軸受で対応可能により、イニシャルコスト・メンテナンスコストから油動圧軸受を標準仕様になっている。

(2) 平面研削加工例

被加工物：パレット（図7）

外径寸法： ϕ 600 mm

研削精度 平面度：中低 0.0015 mm

面粗さ：1.6 μ m Rz

5. おわりに

CNC 横軸ロータリー平面研削盤は、被加工物の形状により、横軸ロータリー平面研削に限定される加工の製品から、平面研削を高効率に加工する製品にも使用される。

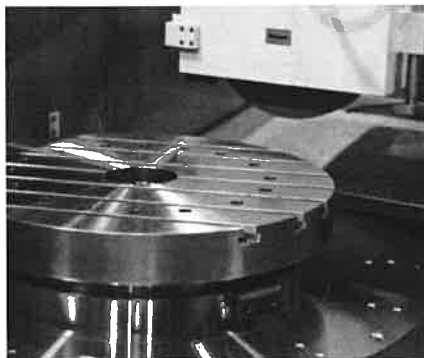


図7 TR 80 NC 形パレット平面研削加工例

CNC横軸ロータリー精密平面研削盤

TSKK

剛性に優れたマッケンゼンタイプ油動圧軸受スピンドル仕様
テーブルスラスト案内面は油静圧仕様
(TR80~200NCは標準)

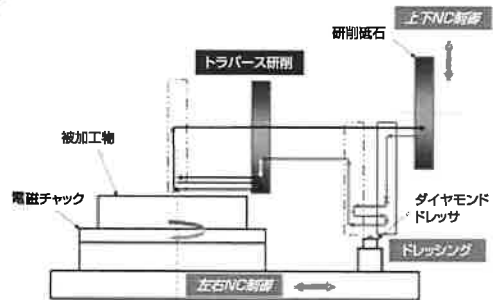
TR-NCシリーズ TR80NC型



砥石軸受マッケンゼンタイプ
非接触油動圧軸受



自動ドレスサイクル



■機械仕様

電磁チャック …… $\phi 200 \sim \phi 2000 \text{mm}$
砥石外径 …… $\phi 250 \sim \phi 610 \text{mm}$
砥石軸電動機 …… 2.2~22kW

傾斜角(テーブル) $\pm 15^\circ$ の特殊型TR50S型も用意しております。



TSKK

株式会社 東京精機工作所

TOKYO SEIKI KOSAKUSHO CO.,LTD.

本社 〒144-0044 東京都大田区本羽田2-6-1 Tel:03-3744-0809 Fax:03-3743-1560

Email:tskk@k-tsk.co.jp <http://www.k-tsk.co.jp>