

# 磁気ディスクアルミニウム基板加工用弗素樹脂多孔質真空チャックの開発

## ——第2報 加工精度に及ぼす影響——

Application of Sintered Fluororesin to a Vacuum Chuck for Diamond Turning of Aluminum Discs  
 ——2nd Report, Effect of Chuck Material on Cutting Accuracies——

谷 泰弘\*・大島孝郎\*\*・佐藤壽芳\*\*\*・上村康幸\*\*\*  
 Yasuhiro TANI, Takao OHSHIMA, Hisayoshi SATO and Yasuyuki KAMIMURA

### 1. はじめに

磁気ディスク基板の切削加工時にアルミニウム基板を保持するために現在使用されているのが、ウレタン樹脂の同心円状の溝付き真空チャックである<sup>1)</sup>。この素材は摩擦係数が高く減衰能に優れているが、切削油として使用される白灯油等により膨潤する性質があり、それがうねりや真直度等の加工物の形状精度の劣化の原因となるため問題となっている。また、溝による吸着は溝部と山部の支持剛性の不均一につながり、加工面のうねりの原因となる<sup>2)</sup>。小径で薄肉の磁気ディスク基板の市場が拡大している昨今では、この吸着溝の影響は無視できなくなりつつある。

支持剛性を均一化するためには、チャックとして多孔質体を使用すればよい<sup>3)</sup>。多孔質体にはセラミックス焼結体、焼結金属、プラスチック多孔質体があるが、吸着面の平面度管理や加工物であるアルミニウム素材へのダメージ(押し傷等)の抑制の点から、チャック素材としてはアルミニウムよりも軟らかいプラスチックに限られる。プラスチック多孔質体には焼結により製造された

もの<sup>4)</sup>と発泡により製造されたものがあるが、真空吸引に必要な連続気孔を得るには焼結によるもののほうが制御性に優れている。

以上のような観点から、著者らはプラスチック焼結体を利用し、磁気ディスクアルミニウム基板切削用真空チャックを開発した<sup>5)</sup>。本報では図1に示される開発したプラスチック多孔質真空チャックを用いた切削実験でのチャック素材が加工物の形状精度に及ぼす影響について検討を行った。

### 2. プラスチック多孔質チャックを用いた切削実験

チャック素材が加工特性に及ぼす影響を調べるために、弗素樹脂多孔質体を用いた真空チャックを使用してアルミニウム基板の切削実験を行った。弗素樹脂多孔質体としては、異なる粒度分布<sup>6)</sup>を有する粉末を焼結したAタイプ(気孔率33.8%, 平均気孔径29 $\mu$ m, ヤング率0.63MPa)とBタイプ(気孔率38.9%, 平均気孔径8 $\mu$ m, ヤング率0.32MPa)の2種類を用意した。また、比較のため、ウレタン樹脂の溝付き真空チャックとアルミニウム製溝付き真空チャックを使用した実験も同時に行った。図2～図7は、砥石ラッピングを行った後加圧焼鈍した3.5インチのアルミニウム基板を各種チャックを使用してダイヤモンド切削した際の、仕上げ面粗さ、直径真直度、半径真直度、アウター真直度、TIRおよびACCを示している。

まずチャックの吸着面を表1に示される切削条件により、図8に示される空気静圧軸受を使用したT字型の超精密正面旋盤上でセルフカッティングを行った。この際、チャック面の仕上げ面粗さが50～60nmRtに、直径真直度、半径真直度が $\pm 0.5\mu$ m以内になるように、チャック素材ごとに切削条件を変えた。これらのチャックを使用して、アルミニウム基板の加工は同一超精密正面旋盤上で表1に示される条件で内側から外側へと正面切削した。

この際、粗さに影響を与える単結晶ダイヤモンドフラットバイトの工具取り付け角 $\theta$ を $0.01 \pm 0.005^\circ$ の範囲

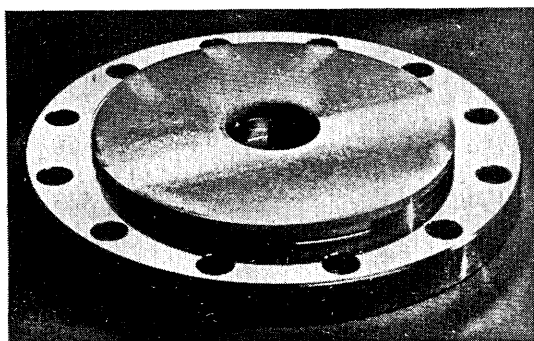


図1 弗素樹脂焼結体の真空チャックの外観

\*東京大学生産技術研究所 附属先端素材開発研究センター

\*\*日興リカ機

\*\*\*東京大学生産技術研究所 第2部

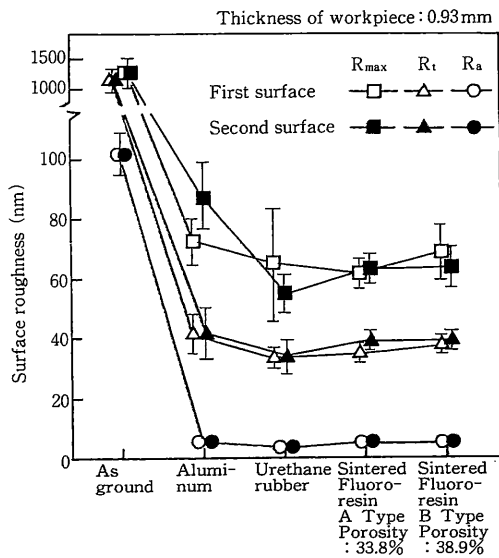


図2 各種真空チャック使用時のアルミニウム基板切削後の仕上げ面粗さ

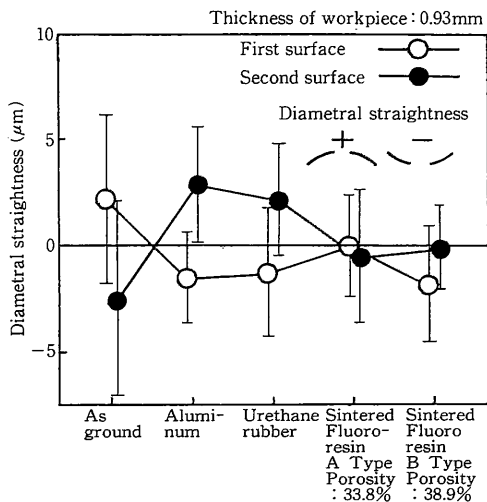


図3 各種真空チャック使用時のアルミニウム基板切削後の直径真直度

内に設定した。また、工具摩耗も粗さに影響を与えるため、初期摩耗域を終え切れ味の安定した切削距離が44~58kmの工具を使用した。各図において最初に加工した面を第1加工面、次に裏返して加工した面を第2加工面と表記しており、各図に示される各測定値の範囲は12個の測定値に対するそれぞれの標準偏差を示している。

図2によれば、ウレタン樹脂をチャックとして使用した場合の仕上げ面粗さが最もよく、アルミニウムハードチャックを使用した場合が最も悪い結果となっているが、

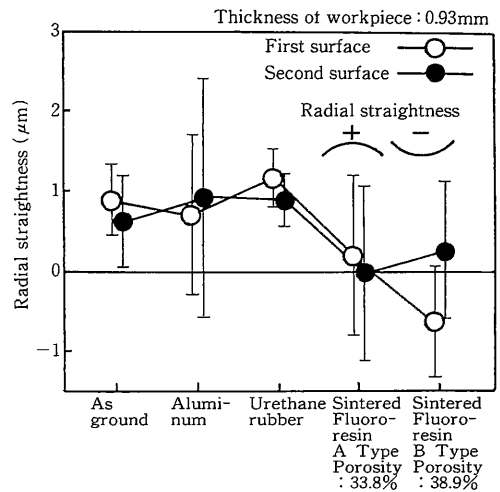


図4 各種真空チャック使用時のアルミニウム基板切削後の半径真直度

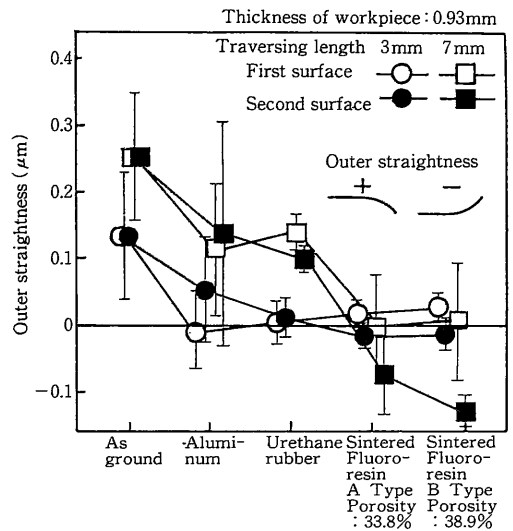


図5 各種真空チャック使用時のアルミニウム基板切削後のアウター真直度

その差はRtで10nm以下の小さいものであるチャック素材のヤング率はアルミニウム>弗素樹脂A系統結体>弗素樹脂B系統結体>ウレタン樹脂の順になっており、この順序は仕上げ面粗さの結果と一致している。

図3によれば、アルミニウムハードチャックやウレタン樹脂チャックを使用した場合には、第1面加工後の直径真直度が第2面加工後に全く矯正されず、かえって助長されているのに対して、弗素樹脂多孔質体チャックを使用した場合には同方向の直径真直度が出ており、第2面加工後に直径真直度に影響するそりが矯正されていることがわかる。また、直径真直度の値としても、A系弗

研究速報

表1 チャック面と加工物の切削条件

|  | Chucks                     |                 |                      | Discs         |
|--|----------------------------|-----------------|----------------------|---------------|
|  | Aluminum                   | Urethane rubber | Sintered Fluororesin |               |
| Monocrystal diamond tool<br>Nose radius (mm) | Straight edge              | 0.1             | 0.1                  | Straight edge |
| Revolution (rpm)                             | 3000                       | 5000            | 3000                 | 3000          |
| Feed ( $\mu\text{m}/\text{rev}$ )            | 10                         | 20              | 10                   | 20            |
| Depth of cut ( $\mu\text{m}$ )               | 10                         | *               | 3                    | 10            |
| Degree of vacuum (mmHg)                      | 760 (Atmospheric pressure) |                 |                      | 260           |
| Coolant                                      | Dathnecut UP-2T            |                 |                      |               |

\* $20\mu\text{m} \rightarrow 10\mu\text{m} \rightarrow 5\mu\text{m} \rightarrow 3\mu\text{m} \rightarrow 1\mu\text{m} \rightarrow 0\mu\text{m} \times 25$

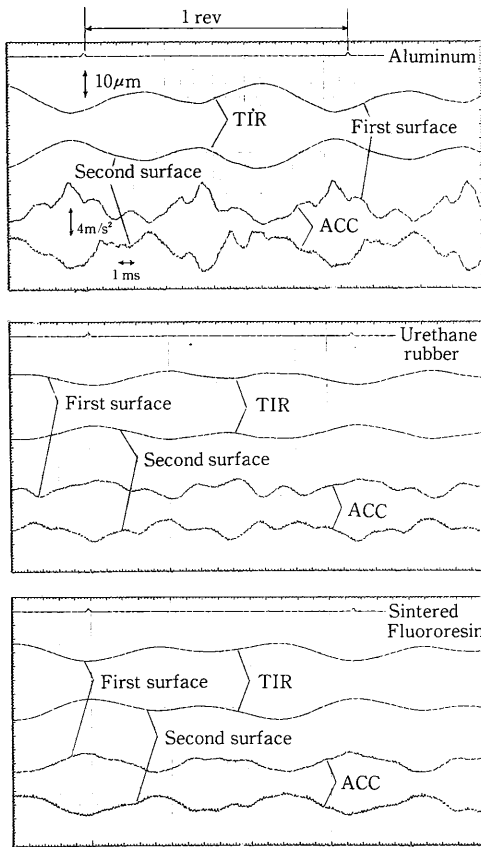


図6 各種真空チャック使用時のアルミニウム基板切削後のTIRとACCの波形

素樹脂多孔質体チャックを使用した場合に $1\mu\text{m}$ 以内の最もよい結果となっている。これは素材の硬度として適した値となっていることを示している。

図4によれば、弗素樹脂チャックの場合にアルミニウムハードチャックやウレタン樹脂チャックに比較して半

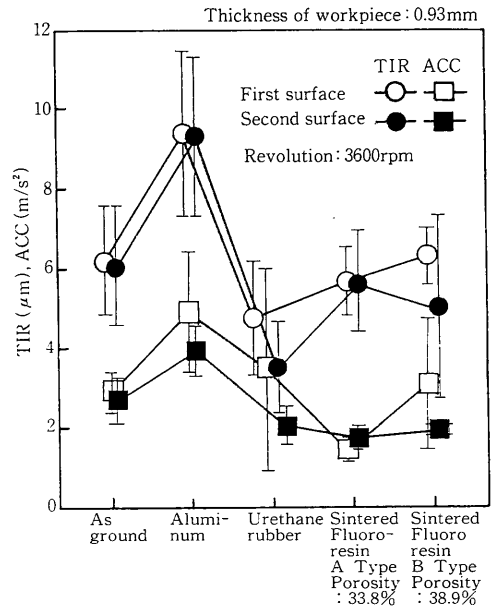


図7 各種真空チャック使用時のアルミニウム基板切削後のTIRとACC

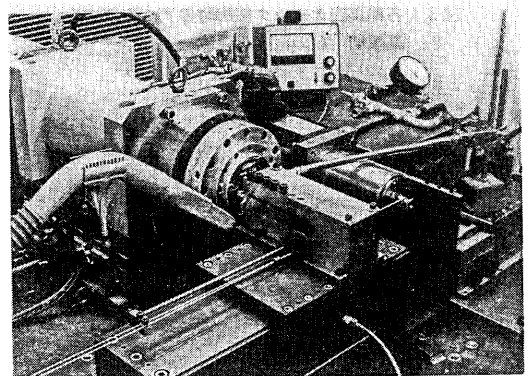


図8 使用した超精密正面旋盤

研 究 速 報  
 径真直度が1/2以下の小さな値となっている。また、アルミニウムハードチャックやウレタン樹脂チャックを使用した場合に第1加工面と第2加工面の半径真直度が同符号の値を示し、半径方向に中央が凸の形状となっているのに対して、弗素樹脂チャックの場合には第1加工面と第2加工面の半径真直度が異符号の値を示しており、半径方向に厚み変動が小さいことがわかる。

図5によれば、弗素樹脂チャックやウレタン樹脂チャックのソフトチャックを使用した場合の外周より3mmの範囲のアウトター真直度は、アルミニウムチャックよりもよい値となっている。この傾向は、7mmの範囲でアウトター真直度を測定すればより顕著になり、外周より7mmの範囲のアウトター真直度に関しては、気孔率33.8%のA系弗素樹脂チャックが0.1 $\mu$ m以内の最も優れた結果を示している。以上の結果は、溝付きのチャックと比較して、外周近傍まで比較的均一に吸着できる多孔質体の特徴が微小領域の真直度に対して効果的に現われている結果であると思われる。

切削後のアルミニウム基板を3600rpmで回転した時のディスク面の垂直方向ふれの最大差TIRおよびふれの加速度ACCは、図6のように測定されている。また、定量的にまとめた図が、図7である。これらによれば、ハードチャックよりもソフトチャックの方が1/2程度の良好な結果を示しており、TIRに対してはウレタン樹脂チャックが、ACCに対してはA系弗素樹脂焼結体が2m/s<sup>2</sup>程度の最も小さな値を示している。A系弗素樹脂焼結体チャックを使用した場合のTIRは、ウレタン樹脂チャックの場合より1 $\mu$ m程度悪い値となっているが、加工前の状態よりは改善されている。このように、TIRに関しては、ウレタン樹脂チャックが弗素樹脂焼結体チャックより優れているが、ACCに関しては逆の結果となっている。これは、図6に見られるように、ふれの変化が弗素樹脂焼結体チャックを使用した場合に滑らかであることを意味しており、表面の円周方向のうねりの変化が小さいことを示している。

以上の結果から、弗素樹脂A系焼結体チャックを使用して切削された加工物の形状精度は、ウレタン樹脂

チャックと比較して同等かあるいは上回ることが示された。また、仕上げ面粗さ、直径真直度、半径真直度、TIRおよびACCの結果を見れば、ウレタン樹脂チャックと比較して弗素樹脂A系焼結体チャックを使用した場合の、第1加工面と第2加工面の値の差が小さくなっており、弗素樹脂A系焼結体が真空チャックとして優れていることがわかる。

### 3. おわりに

磁気ディスクアルミニウム基板の切削加工時の形状精度を向上させるために、プラスチック多孔質真空チャックを開発し、これを使用した際の加工特性について検討を行った。その結果、

- (1) 弗素樹脂多孔質チャックを使用して切削した加工物の形状精度は、ウレタン樹脂チャックを使用した場合と同等かこれを上回る結果を得た。
- (2) 弗素樹脂焼結体としては、粒度の大きい粒子を焼結し気孔径やヤング率の大きいA系焼結体の方が、加工物の形状精度として、B系焼結体よりも優れた結果を得た。

最後に、本研究の遂行にあたり、武蔵工業大学土井雅博助教授および東京大学生産技術研究所池野順一助手からは貴重な討論を頂き、また元東海大学学生湯本亮信君には実験に御協力頂いた。古河電気工業(株)からは、加工物の御提供を頂いた。記して、深謝申し上げる。なお、本研究の一部は、平成2年度文部省科学研究費補助金総合研究(A)02302040の援助を得て行われた。

(1991年7月15日受理)

### 参 考 文 献

- 1) 和田, 精密機械, 48-11 (昭57), 1421.
- 2) 小池, 光学技術コンタクト, 24-2 (昭51), 128.
- 3) 中谷・杉山, 金属, 40-9 (昭45), 79.
- 4) 中谷, 金属, 43-5 (昭48), 68.
- 5) 谷・大島・佐藤・上村, 生産研究, 43-9 (平3).
- 6) 半澤・江田・貴志・上野, 精密工学会誌, 53-4 (昭62), 571.
- 7) 浜田, 精密機械, 51-9 (昭60), 1669.