

ノート

CVD ダイヤモンド膜研磨における研磨工具の検討

横澤 毅* 寺西 義一*

Examination of Efficient Polishing method for CVD Diamond Film

Tsuyoshi Yokosawa*, Yoshikazu Teranishi*

キーワード：CVD，ダイヤモンド，超音波，研磨

Keywords：CVD, Diamond, Ultrasonic, Polishing

1. はじめに

これまでCVDダイヤモンド膜の研磨方法として砥粒レス超音波研磨法を開発し，研磨を可能にした⁽¹⁾⁻⁽³⁾。しかし実用化に当たって，研磨効率の点で十分であるとはいえない。

そこで，本研究では効率的な鏡面仕上げを可能とすることを目的に，研磨工具の材質について検討を行った。即ち，これまで研磨工具に使用してきた工具材種はチタンであるが，ジルコニウム，タンタルを使用したときの研磨効率との比較を行った。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置 実験装置を図1に示す。研磨工具を軸方向に振動させる超音波振動系を，NCフライス盤の主軸部分に装着した装置である。被研磨物はテーブル上のキスラーの動力計に固定する。

2.2 研磨手順 被研磨物の研磨面に植物油を刷毛で塗布した後，研磨工具を一定荷重で被研磨物に押し当て，超音波振動をかける。次に所定の距離まで研磨工具に送りをかけ，線状の研磨痕を創生する。その後，研磨工具を被研磨物から離し，超音波振動を解除する。

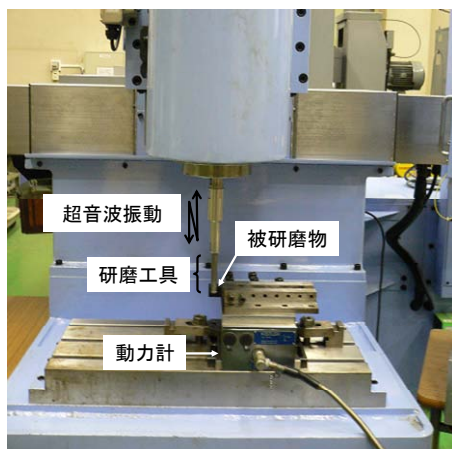


図1. 実験装置

表1. 限界工具送り速度を求めるための研磨条件

振幅 (μm_{p-p})	11.2
研磨荷重 (N)	20
工具送り速度 (mm/min)	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
研磨方法	平行
工具種	Ti Ta Zr

表2. 表面粗さを調べるための研磨条件

振幅 (μm_{p-p})	7.2, 11.2, 15
研磨荷重 (N)	10, 15, 20
工具送り速度 (mm/min)	10
研磨方法	平行
工具種	Ta

2.4 研磨条件 効率的な研磨に適した研磨工具の材質を検討するために，各材種の研磨工具を用い送り速度を10mm/minから100mm/minピッチで100mm/minまで上げていき，研磨痕が創生され得る限界の工具送り速度を比較した。なお，比較する工具材種はチタン，ジルコニウム，タンタルである。研磨条件を表1に示す。

また，効率的な研磨が可能な研磨工具で研磨した場合の面性状を評価するために，表面粗さを調べる。このとき，振動振幅及び研磨荷重を変化させる。振動振幅を変化させるとき，送り速度は10mm/min，研磨荷重は20Nとする。研磨荷重を変化させるときは送り速度は10mm/min，研磨荷重は20Nとする。研磨荷重を変化させるときは送り速度は10mm/min，振動振幅は11.2 μm_{p-p} とする。なお，1条件で12本の線状痕を創生させる。研磨条件を表2に示す。

3. 結果及び考察

3.1 研磨工具の検討 表3に工具材種と研磨痕が創生され得る限界の工具送り速度の関係を示す。線状痕が創生された場合を○，創生されなかった場合を×とした。チタン工具は工具送り速度が30mm/minのとき，ジルコニウム工具は工具送り速度が80mm/minのときに研磨痕が観察されなくなった。一方，タンタル工具は工具送り速度が100mm/minのとき研磨痕が観察されなくなっている。

*先端加工グループ

表3. 工具材種と工具限界送り速度の関係

送り速度 (mm/min)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Zr	○	○	○	○	○	○	○	○	x	/
Ta	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x
Ti	○	○	x	/	/	/	/	/	/	/

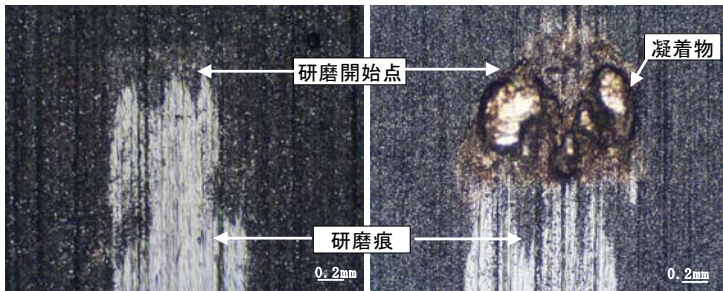


図2. 工具種の違いによる凝着物状態の違い

図2はタンタル工具とチタン工具で研磨痕を創生したときの研磨痕の始点の比較である。タンタル工具で研磨痕を創生した場合、始点に凝着物は発生しないが、チタン工具の場合、始点に凝着物が発生した。なお、ジルコニウム工具の場合にも始点に凝着物の発生が認められた。

以上の結果よりタンタル工具を用いれば、研磨痕の始点に凝着物を発生させることなく効率的に研磨痕を創生することができることを確認した。

したがって、タンタルが最も効率的な研磨に適している工具材種である。

3.2 研磨条件の検討 図3に振動振幅と表面粗さの関係を示す。振動振幅が $11.2\mu\text{m}_{p-p}$ のとき表面粗さは最小となる。しかし、振動振幅を $15\mu\text{m}_{p-p}$ に上げると表面粗さは大きくなる傾向を示した。これは、振動振幅がある値より小さい場合、ダイヤモンド膜を構成している炭素と研磨工具との炭化反応が進みにくく、一方、ある値より大きい場合、超音波振動による機械的な摩耗が進みやすくなり、表面粗さが大きくなるものと考えられる。

図4に研磨荷重と表面粗さの関係を示す。研磨荷重が 15N のとき表面粗さは最小となる。しかし、研磨荷重を 20N に上げると表面粗さは大きくなる傾向を示した。これは研磨荷重がある値より小さい場合、ダイヤモンド膜を構成する炭素と研磨工具との炭化反応が進みにくく、一方、ある値より大きい場合、機械的な摩耗が進みやすくなり、表面粗さが大きくなると考えられる。

4. まとめ

1)チタン工具, ジルコニウム工具, タンタル工具で研磨痕を創生した場合, 研磨痕の創生が可能な限界の工具送り速度を比較するとタンタル工具のそれが最大であった。

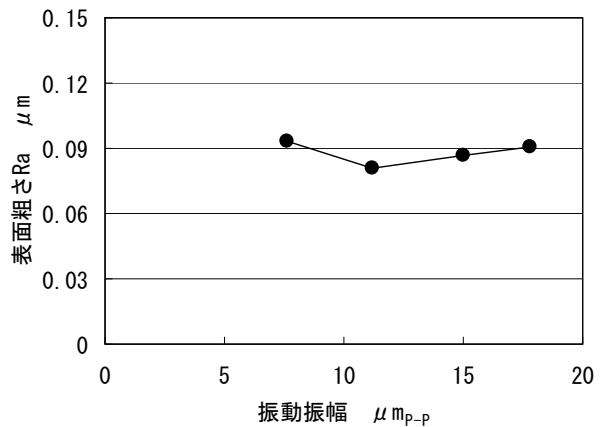


図3. 振動振幅と表面粗さの関係

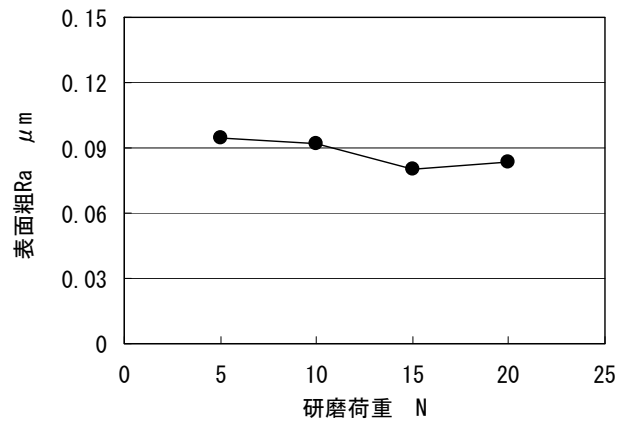


図4. 研磨荷重と表面粗さの関係

2)チタン工具, ジルコニウム工具で研磨痕を創生すると研磨痕の始点に凝着物が発生する。しかし, タンタル工具で創生された研磨痕の始点には凝着物は認められなかった。

3)振動振幅, 研磨荷重を上げていくと, 表面粗さは徐々に小さくなりある値で最小となる。しかし, その値を超えると表面粗さは徐々に増加する傾向を示した。

(平成20年7月3日受付, 平成20年7月25日再受付)

参考文献

- (1)横澤毅, 高木純一郎, 片岡征二, 田中信一:「CVDダイヤモンド膜の研磨に関する研究—(第1報)超音波振動の援用による砥粒レス超音波研磨法の検討」, 精密工学会誌, Vol.71, No.9, pp.11311-1136 (2005)
- (2)横澤毅, 高木純一郎, 片岡征二:「CVDダイヤモンド膜の研磨に関する研究—(第2報)砥粒レス超音波研磨法による連続研磨の検討」, 精密工学会誌, Vol.71, No.12, pp.1541-1546 (2005)
- (3)横澤毅, 高木純一郎, 片岡征二, 田中信一:「CVDダイヤモンド膜の研磨に関する研究—(第3報)砥粒レス超音波研磨法による平面研磨の試み」, 精密工学会誌, Vol.72, No.8, pp.1018-1023(2006)