

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 24-110
補助事業名 平成24年度 医療用マイクロ検査チップ作成のための超精密金型
製作技術の開発 補助事業
補助事業者名 滋賀県立大学 工学部 機械システム工学科 教授 中川 平三郎

1. 補助事業の内容

(1) 事業の目的

国民の医療費負担軽減，社会医療費膨張の歯止め策として予防医療の有効性が示されている。しかし予防医学を確立するには，血液，体液の検査項目から個人の体調変化を時系列的に捉えなければならない。多種の検査項目を迅速に行う分析器の開発は順調に進んでいるが，検査に使用するチップの製造方法が確立していないのが現状である。感染症を防ぐために，チップをオートクレーブなどにかけて消毒して再利用することも提案されているが，感染を完全に防ぐこと，トータルコスト面から使い捨てにせざるを得ない。そのためには超精密なチップを安価で大量に製造する技術が必要となる。本事業の目的は検査用チップを安く，大量に作る技術を確立することである。

(2) 実施内容

超精密金型を製作するための機械加工技術の確立を目指す。検査チップ製造用の金型は分析精度を維持するために，幅・深さが $100\mu\text{m}$ 以内の流路，寸法のバラツキが数 μm 以内でなければならない。我々の研究室では髪の毛の太さ位のマイクロエンドミルで金型用焼入れ鋼を加工する技術を確立してきたが，流路の断面形状精度，寸法精度，仕上げ面粗さのより一層の向上と，バリ発生の抑制が大きな課題となっている。

そこで単結晶ダイヤモンドで 0.1mm 以下の微細工具を作製し，現在抱えている課題の解決策を見出そうとしている。削られる材料の影響も大きいことから，ある程度の硬度があつて，金型として十分な寿命が期待できる2種類の金属材料を加工する。1つは樹脂成型用金型に多く使用されている SKD61(HRc53)であり，新たな試みとして Ni-P メッキ(550Hv)を加工対象とする。

さらにこの金型で高転写射出成形を行い，使用する検査チップの寸法，形状精度，転写性，製造価格についても検討をする。

2. 予想される事業実施効果

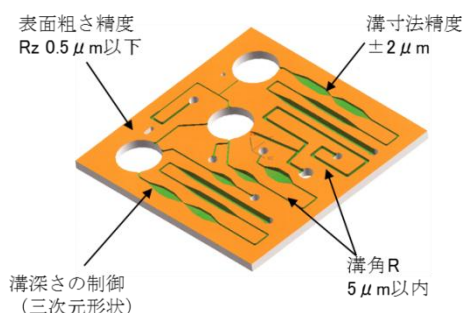
本事業成果を基にして，複雑で微細な高精度金型が製作でき，高い転写精度を持つ射出成形できれば，検査チップの価格は百円前後となり，予防医学の急速な発展が期待でき，ひいては社会保険料の膨張抑制に役立つと期待される。例えば医療検査で使

用される注射針も感染症を防ぐために使い捨てでありその年間使用量は莫大なものになるが、検査チップも国内での使用量は年間1億枚に達すると言われている。金型と射出成形での製造が可能となれば、多数個取りも可能となるので価格は一気に下げられると期待できる。

3. 本事業の成果

2013年度精密工学会春季大会学術講演会(東京工業大学 2013年3月13日, D14)にて講演発表 「微細へール加工の基礎研究」 ○中川平三郎, 小川圭二

図1は検査チップの概念図である。要求される溝の寸法精度、形状精度、仕上げ面粗さはかなり厳しい数値である。しかも射出成形品の要求品質であるために、元となる金型にはもっと厳しい品質が要求される。この要求を満たすためには、従来の回転工具による切削加工、マイクロ放電加工などの加工方法では難しい。



製品間寸法バラツキ ±1 μm
最終製品販売価格：50円～100円/枚

図1 医療用マイクロ検査チップの仕様

試みとして回転しない微小なダイヤモンド工具を作製して、高速切削実験を行っている。

図2は今回製作した2種類のダイヤモンド単結晶切削工具である。加工実験は微細加工用に開発された超精密マシニングセンタ(3軸リニアモータ、指令値は10万分の1mm/パルス)を使用している。

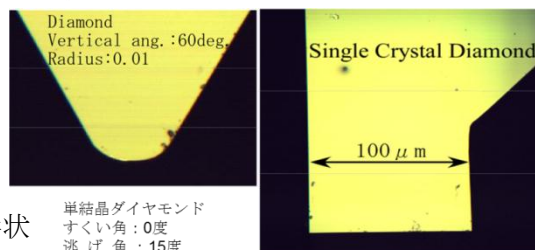


図2 単結晶ダイヤモンド工具の形状

図2はRバイトで加工した時の切りくず形状である。Ni-Pメッキの場合は工具との接触面は極めて滑らかであり、鋼の場合は断続的な切りくず生成となっている。

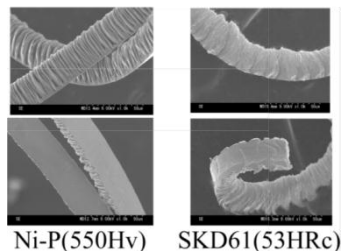


図3 切りくず形状と材質

図4は、加工面の性状である。切りくずと仕上げ面の様相は一致しており、滑らかな切りくずを排出するような加工を行えば、滑らかな加工面が得られることが明らかになった。Ni-Pメッキはアモルファスであり、鋼は微細な

結晶組織であるために、仕上げ面の様相が異なると考えられる。超精密加工では材料の選択が大変重要となる。また、ダイヤモンド工具は鉄系材料には化学反応をするために不向きといわれているが、低速であれば切削が可能である

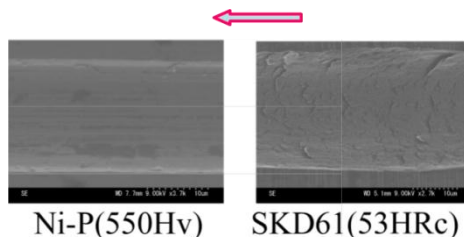


図4 へール加工切削表面

ことも明らかになった。

図5は平ヘールバイトで溝加工をした時切りくずである。理想的な削り方をしていると判断できる。この時の仕上げ面粗さは数十nmで検査用チップの粗さとしては十分な仕上げ面である。

図6は、一回の切込み量を1万分の5mmで加工した溝断面形状をコンフォーカル顕微鏡で測定した例である。

ほぼ工具の形状通りに加工が行なわれており、マイクロ流路の形状としては申し分ない精度となっている。特にコーナ隅部の面ダレもない。また表面にバリの発生はほとんどなく、後工程でバリを取らなくても良い仕上げとなっている。微細なバリが発生した場合は、いかにして角部の鋭利さを保ちながらバリを除去するのかが、今だに大きな問題となっているので、バリレス加工は大きな利点である。

図7は、工具摩耗を把握するために行った実験結果である。切削抵抗を同時に測定した結果、切削する力は0.16N、ダイヤモンドを材料に食い込ませる値は0.07Nと非常に小さな値になっている。しかし単位面積当りに直すと、ダイヤモンド表面には340MPaという大きな圧力が

作用していることになる。切削距離25mm加工しても工具の摩耗は1μm以下と型崩れも認められず、このような微細な金型を加工するには十分な工具寿命である。今後の課題として、実際の金型は3次元形状をしているために、微細ヘール加工と加工可能な加工フィーチャーの組み合わせを明らかにする予定である。

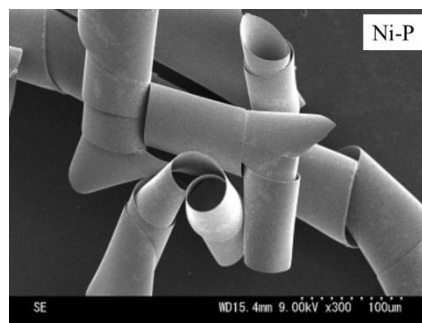
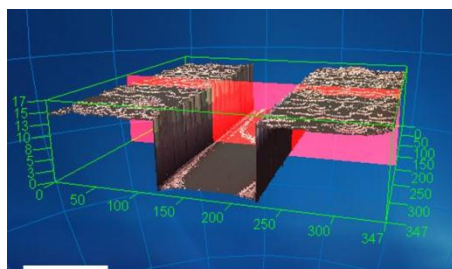


図5 1万分の5mm切込みの切りくず



Ni-P 図6 溝断面形状

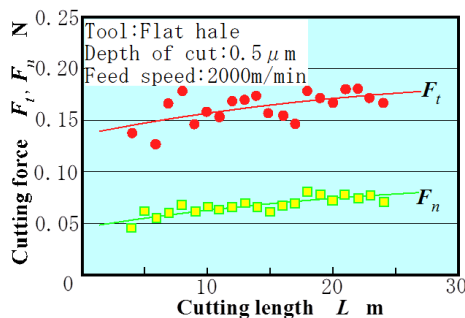


図7 溝断面形状

4. 本事業内容についての問い合わせ先

所属機関名：滋賀県立大学 工学部 機械システム工学科

(シガケンリツダイガク コウガクブ キカイシステムコウガクカ)

住所：〒522-8533

滋賀県彦根市八坂町 2500

申請者：教授 中川 平三郎 (ナカガワ ヘイサブロウ)

担当部署：機械システム工学科 (キカイシステムコウガクカ)

E-mail：nakagawa@mech.usp.ac.jp

URL：<http://www.mech.usp.ac.jp/~ptw/index.html>