

日本再生医療学会雑誌

再生医療

2

2013
Vol.12
No.1

Engineering · Regenerative Medicine · Tissue



[REVIEW]

疾患特異的iPS細胞
ブレイン・マシン・インターフェース

[THE COMMENTARY]

細胞評価

二九精密機械工業におけるβチタンパイプと微細加工を基軸とした医療関連機器の開発

Development of medical devices based Beta-titanium tubes and micromachining in Futaku Precision Machinery Industry Company

二九 良三

二九精密機械工業株式会社 代表取締役社長

Futaku, Ryozo

Futaku Precision Machinery Industry Company
E-mail: futaku-info@futaku.co.jp

会社概要

当社(図1)は1917年に二九長太郎が京都の伝統産業である仏具のリンや蠟燭立ての製作で創業し、その加工技術を活かしつつ、時代の流れと共に加工品の形を変えてきた。一般機械部品、電気電子部品のパーツ、現在では、分析機器を中心とした精密部品、医療関連器具部品および半導体分野・眼鏡関連分野などへの部品提供を行っている。近年は、加工困難な難削材の超精密切削微細加工製品のみならず、より精度の高い技術の構築に伴うレーザー溶接、内径研磨、アッセンブル部品など複合技術を活かしたものづくりを営んでいる。またさまざまなジャンルの開発者のイメージを「カタチ」にすることに努め、新しい「カタチ」を想起

するきっかけを生む「ものづくり提案企業」として、すべてのお客様仕様に対し、1アイテム当たり1~5個の生産、多品種少ロットの受注にも対応している。

なお、本原稿が上梓される頃には、京都市内に京都工場R&Dセンターが竣工しており、研究所機能を移管している。

βチタン合金小径パイプの開発とその背景

お得意先の血液分析装置メーカーより、真空採血管から血液を分析装置に分注する針状のノズルに対し、‘曲がりにくい材料で製造できないか’との要望があったことが開発の発端である。従来、試薬(次亜塩素酸ナトリウム)に対し、錆びにくいSUS316のパイプ

材で加工していたが、針先が図2のような注射針形状のため、真空採血管のゴム部分に刺す時に刃のある側とない側とでは抵抗が異なり、弓状になる場合がある。

反復連続使用の結果、徐々に曲がり、最後には折れてしまっていた。この折れを防ぐために、硬度・耐食性・復元力があり折れにくい材料を検討。βチタン合金にたどり着いた。当社で従来から取引のあった眼鏡業界で使用されている復元力と耐食性の両方を兼ね備えたβチタンに着目し、当時は存在しなかったβチタンの小径パイプ化への開発に取り組んだ。

当社は、特徴の1つとして「異業種連携」という考えをもっている。1つの業種(業界)からの発想では、加工の考え方や物の見方が限定されがちである。柔軟に多方面の多様な知識・見識を取り入れ、組み合わせることにより従来技術とは異なるワンランク上の技術開発・ものづくりを目指し、製品を提供している。製品として使ってみると“何かが違う、ワンランク上の性能が発揮されている”といったものづくりを追求している。

この例として、現在では当たり前のように使用されている眼鏡のネジだが、当初はマイナスネジを使用し製造されていた。当社が「プラマイネジ」を提案するとともに、ネジ部に樹脂を圧入することで“緩みやすい”という悩みをも改善することが可能となった。これは、当時の眼鏡業界にとっては画期的なことであった。

これらを目指すきっかけとなったのは繰り返される半導体不況、また中国を中心とした、国内生産の海外への流出、それに伴う価格競争の激化に起因している。価格競争に巻き込まれるリスクを「異業種連携」という考えを基軸に回避するとともに、時代にあった技術へのシフト、展開を図ってきた。当社が独自開発したβチタンパイプの背景でも、前述したような「異業種連携」の考えがベースとなっている。

次にβチタンの特徴と当社の加工技術について、サンプルを基に紹介する。

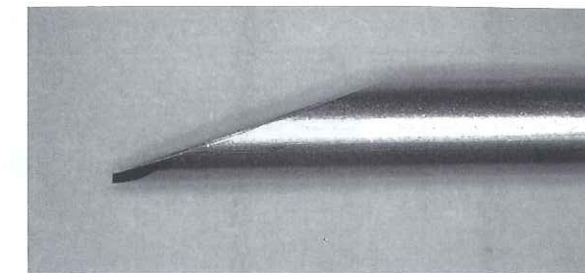


図2

βチタン合金の特徴

チタン材料は純チタン、α合金、α-β合金、β合金の4種に大別される。チタンの結晶構造では常温では稠密六方晶(α相)であるが885℃で体心立方晶(β相)に同素変態する。この温度をβ変態点と呼ぶ。チタンを合金にした場合、加える合金元素の種類によって変態点が変わり、α相とβ相の2相領域が出現する。α単相のものをα合金、αとβが共存するものをα-β合金(6-4チタン)という(表1)。

β相が安定に存在する温度領域から急冷すると純安定的にβ単相となる。これをβ合金という。β合金は時効処理により強度、硬度をあげることが可能である。βチタン(β合金)の特徴としては次のようなことが挙げられる。

- ①軽量
- ②高い引張り強度
- ③曲げに対する高い復元性
- ④強い硬度
- ⑤強い耐食性と鉄イオンの溶融がない
- ⑥非磁性
- ⑦生体適合性がある
- ⑧低熱膨張

上記に挙げたβチタンの特徴を活かし、当社の微細加工技術を組み合わせた製品サンプルが、次に挙げるβチタンスパイラルパイプ(図3)とフレキシブルパイプ(図4)である。

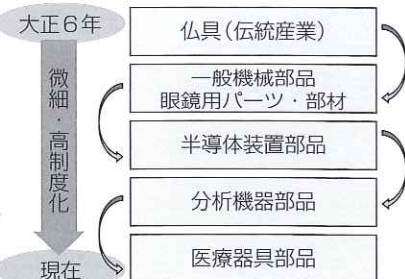


【会社概要】

創業：大正6(1917)年3月
資本金：3,000万円
社員数：約100名
本社：京都市
工場：京都府南丹市
研究所：京大桂ベンチャープラザ



【創業からの歩み】



切削加工技術をベースに時代のニーズに沿って技術を高度化、構築

図1 二九精密機械工業株式会社

表1 βチタン：機械特性

	機械特性	比較材料				
		DAT51 (22V-4Al)	時効処理後 (熱処理後)	純チタン (JIS2種)	SUS316	
高強度(引張り) 約750~2,000MPa	・高強度(引張り) 約750~2,000MPa ・硬度 約400Hv(時効処理時) ・高復元性 ヤング率109~30GPa	引張り強さ (MpaN/mm ²)	640~900	2,000	340~510	588
		ヤング率 (GPa)	80	101~109	106	193
		硬度(Hv)	250	400	170	200
耐食性	ステンレス鋼や銅合金に比べ多くの場合に優れ、特に海中では白金に匹敵	比重	4.69	4.69	4.5	7.9
比重	4.69 鉄の約50% ステンレス鋼の約60%の軽さ	耐食性	◎	◎	◎	○

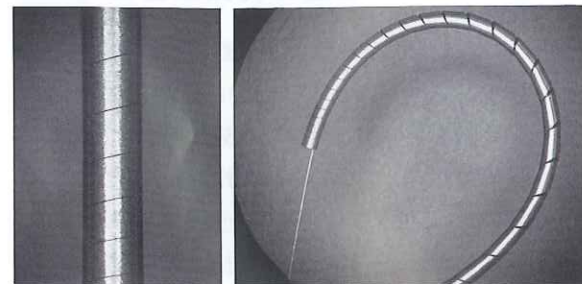


図3 βチタンスパイラルパイプ

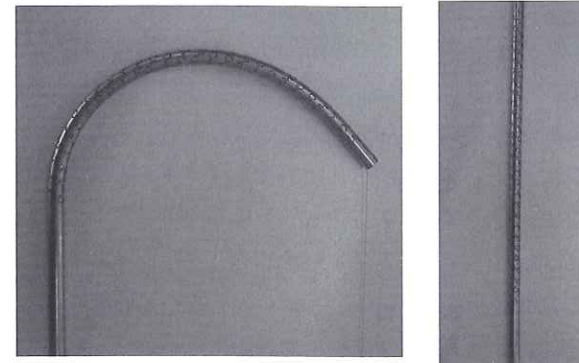


図4 βチタンフレキシブルパイプ

βチタンの柔軟性にさらにフレキシブルな特徴をもたせるため、レーザー加工により溝を入れた。形状・溝幅・ピッチの違いにより、曲がり形状、方向性、トルク伝達性などを変えることが可能である。

スパイラルパイプより内径が少し大きいタイプのβチタンパイプに、どの方向でも曲がり、かつ、真っ直ぐな形状を維持できるようレーザー加工を施した。βチタンの特性である復元力とレーザー加工を組み合わせることで曲げても元通りの形状が維持可能である。

βチタン合金小径パイプの微細加工技術

当社が開発したβチタン小径パイプの誕生には、当社の研磨技術が大きく寄与している(図5)。一般にβチタンは摩擦に弱く、焼きつきやかじりなどが発生しやすい。しかし当社独自の技術開発により、最小外径

φ0.35, 最小内径φ0.2の小径βチタンパイプの開発に世界で初めて成功した。

パイプ製作時に内径は、素管からの伸管によりシワが発生し面粗度が低下するが、当社独自の内径研磨技術によりRa0.02までの面粗度を可能とした。また、研磨加工が難しいといわれる減管パイプのテーパ部も研磨が可能である。

次に、前述の研磨技術と組み合わせることでよく用いられる溶接技術についての説明を行う。

小径パイプのレーザー溶接には直線、回転の動きに対し、精度および出力のコントロールが必要となる。チタン溶接は難易度が高く、溶接機の発信機以外を当社にて設計・製作し、より精度の高い溶接を可能とした(図6)。

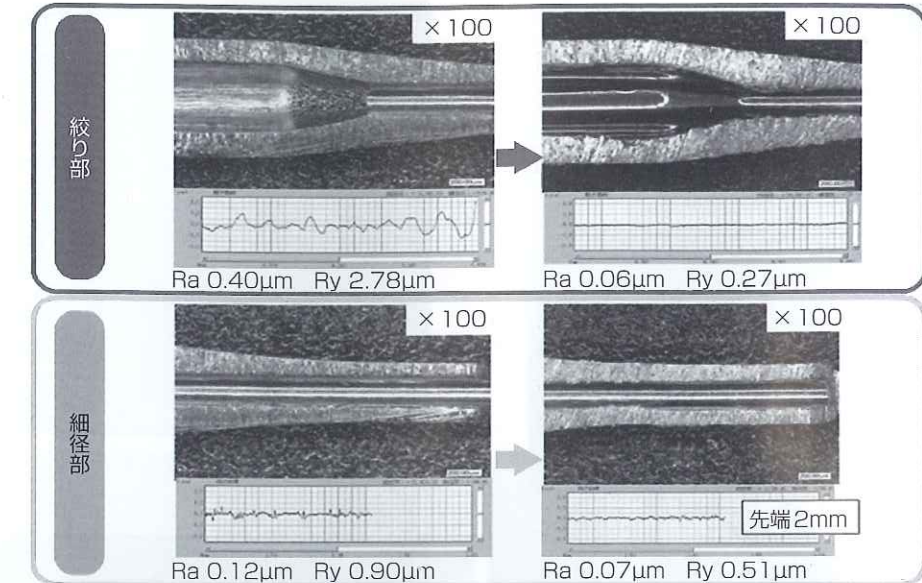


図5 チタンズル内径研磨(DAT51)

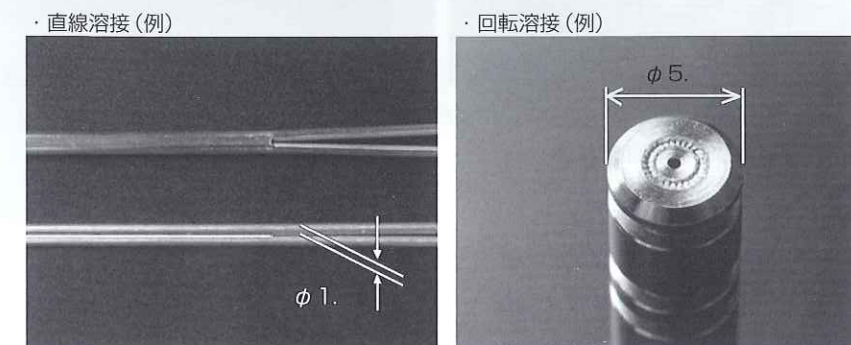


図6 レーザー溶接(直線・回転)

当社の微細加工技術と小径βチタンパイプを融合させ、さまざまな製品を創出している。前述したような当社の微細加工技術を加工サンプルとともに紹介する。

図7の穴加工カットモデルは、難削材であるSU-S316Lに穴径φ1.0、穴深さ30mmを空けたものである。壁面との厚みが0.1mmしかないが、破れのない穴加工が可能である。チタン材料でも同様の加工が可能である。

βチタン小径パイプと微細加工技術とを融合させ、

さまざまな製品を創出している(図8)。前述のレーザー溶接、穴加工実績をベースに、チタン材料を切削加工で創り出したものが「チタン医療部品」であり、以下に加工サンプルと共に紹介する。

βチタン合金による医療関連機器部品および製品

「チタン医療部品」は、カテーテル用の部品である(図9)。φ1.6×3mmのチタン材の端面からへ

- 【小径穴加工実績】
- φ0.05 1.00mm : [SUS316L]
 - φ0.10 2.00mm : [tb340・SUS316]
 - φ0.15 2.00mm : [SUS316]
 - φ0.20 6.00mm : [SUS316L]
 - φ0.25 8.00mm : [6・4チタン]
 - φ0.5 13.50mm : [SUS304]
 - φ1.0 50.00mm : [SUS316]
 - φ3.0 62.00mm : [SUS304・ハステロイC]

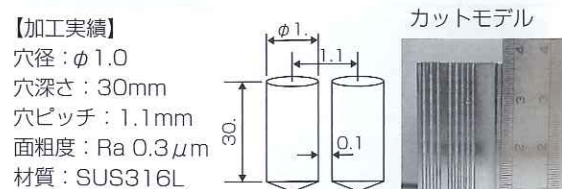


図7 穴加工実績

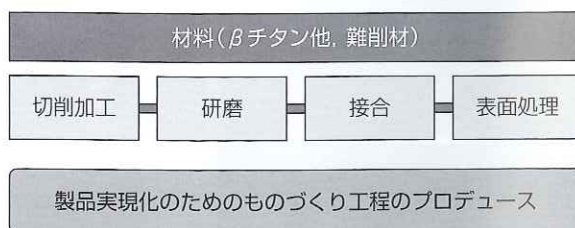


図8 βチタンパイプを活かす微細加工技術

リカル加工にてテーパ状に穴を切削加工している。そのため反対面は別形状になっている。すべて切削加工により仕上げたサンプルである。

「チタンノズル(DAT51)」はディスペンサー用のマルチノズルを展示会用にアレンジしたサンプルである(図10)。ベータチタンDAT51の丸棒からフライスにて削り出したもので、ノズル形状は対辺0.35mmの八角形、内径φ0.1mm、深さ0.15mm、残りをφ0.2mm、深さ10mmで貫通している。同時加工のため、穴ピッチの精度が良く、時効処理を行うことによりさらに“曲がりに対し強い”という特徴をたせている。

図11は眼科手術用の鉗子として使用されているマイクロ鉗子のサンプルである。チタンの丸棒からフライスにより全て削り出し加工で仕上げている。シャブ

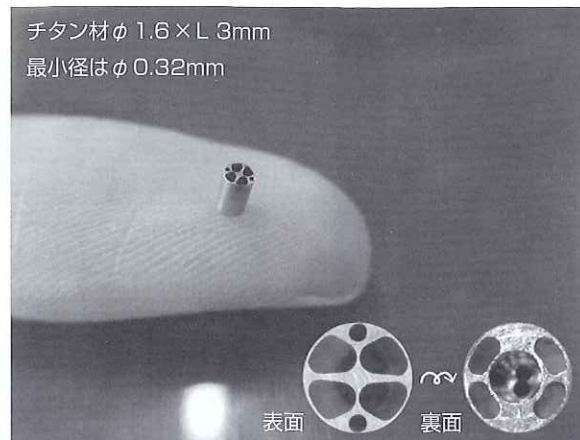


図9 チタンメディカルパーツ

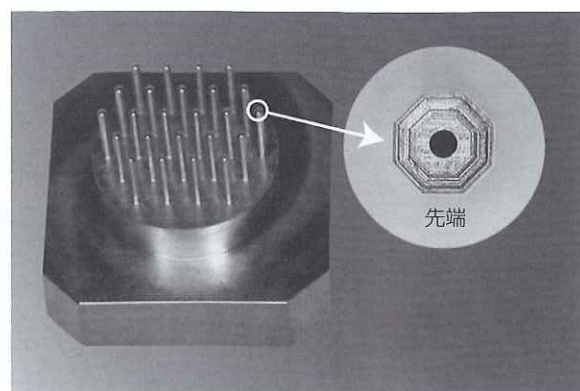


図10 微細加工事例 多角形先端形状チタンノズル(DAT51)

ト径φ0.3mm、先端部分1.0mmという極小サイズスリットはエンドミル加工である。

最後に将来的な医療分野への応用の視点から内面研磨(金メッキ)を紹介する。

図12は現在提供している小径SUSパイプへの内径研磨と金メッキ処理である。将来的にβチタンパイプでも提供すべく研究を続けている。

βチタンパイプ内径への金メッキ処理が可能になれ

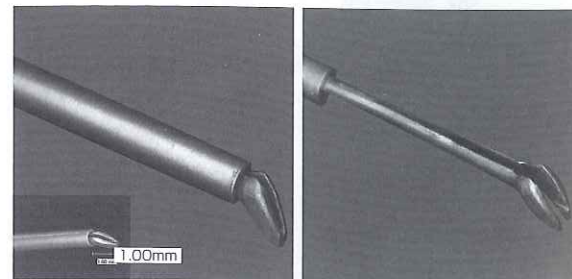


図11 マイクロ鉗子

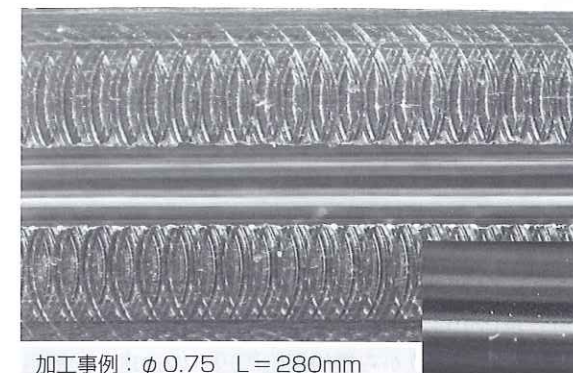


図12 内面研磨(金メッキ)



図13 COMPAMED-国際医療機器部品展-の当社ブース

ば、不活性機能の向上により、耐食性の向上および蛋白質を吸着しにくくすることが見込まれる。また光の反射率向上・減衰率の低下から光学部品としての導波管・共鳴管として応用展開できることが考えられる。

おわりに

βチタン小径パイプへのレーザーによるスパイラル加工は、フレキシブルな特徴をもつ面から内視鏡、カテーテルなどの分野から着目されている。また、生体適合性、強度や曲げに対する高い復元性により腹腔鏡などへの展開も図られている。血液分析装置など分析機器分野と共に広い意味での医療分野市場での貢献を目指し、より複雑な形状加工を可能にすべく高度技術の開発を推し進めている。さらに、溶接技術・研磨技術・レーザー加工技術など、多様な技術の組み合わせ

からなる複合加工要素を取り込んだ製品の提供も考えている。そのため部品提供だけでなく、最終製品に近い部品供給が可能となる加工技術を順次導入し、開発を継続している。加えて、光学・化学など多岐にわたる分野の技術を導入し、付加価値をつけたワンランク上の機械加工技術の開発を進めている。

営業活動については、世界市場をターゲットに2011年、2012年にドイツで開催されたCOMPAMED-国際医療機器部品展-に当社単独で出展し、βチタン小径パイプとこれらの微細加工製品の市場開拓に努めている(図13)。2013年も継続してCOMPAMED出展の予定である。

当社の加工技術、製品および医療関連機器部品についてご興味のある方は、ホームページ(<http://futaku.co.jp>)よりお問い合わせください。