



高密度化するHDDに使われる微細ねじには、わずかなバリもない、極めて高い清浄度が求められる。

MANUFACTURING
POWER OF JAPAN

清浄な表面を作る

HDDクラッシュを防ぐために

パソコンが故障し、起動しない大きな原因の1つが、ハードディスク (HDD) クラッシュである。HDDクラッシュとは、外部からの衝撃など何かの原因でHDDが壊れ、中のデータが読み取れなくなる状態を言う。HDDクラッシュの原因の1つとして、HDDの取り付け具であるねじの溝に付着したバリ (金属の切断時に切り口に残るギザギザの突起物) や汚れ、さびなどが脱落しHDD作動時に磁気ヘッドに衝突することで、不具合が生じる。

HDDはパソコンからビデオレコーダー、カーナビ、オーディオ、テレビゲーム機、携帯型音楽プレーヤーに至るまで需要分野は広がっている。電子機器の小型化が進み、HDDの組み立てに使われるねじも小さいものでは長さ1mm、直径0.8mmと微細化している。大容量化、高密度化するHDDはわずかなごみでさえ正常な稼働を損なう恐れがあり、ねじには製造工程内で発生する0.5 μ m単位のバリなども除去することが求められた。しかし従来の製造方法では、ねじを1本ずつ研磨しバリ取りを行っていたため、コストや生産能力などの面から限界があった。

こうした市場ニーズに応え、(株) 巧工業は微細化する電子機器用ねじを電解研磨し表面異物の大量処理を実現する独自プロセスの開発に成功した。一週間の処理量は2005年

には2,500万本に達し、電子機器用ねじ市場で世界シェア50%超を獲得している。

ねじを洗う — 常識を覆す発想の転換

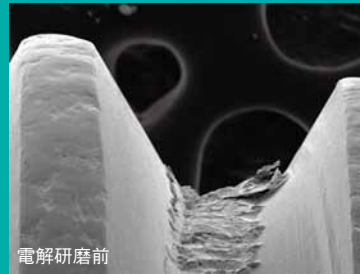
同社のある静岡県東部は、第二次世界大戦前に沼津海軍工廠が置かれ軍需産業が発展し、戦後には大企業の工場が進出した。ものづくりが盛んな背景には、機械用部品を供給できる高い技術を持つ中小工場の存在がある。その中でもねじ工場は高い評価を得ていた。こうした地元ねじ工場向けのめっき処理を専業として、同社は1963年に創業した。以来、分析室を設置し数値による品質管理の徹底、排水処理設備の導入、製造ラインの自動化など、市場ニーズに応える技術開発に取り組んできた。そして1990年代になってから、HDDクラッシュの原因となるねじの不具合の解決に取り組んだ。

まず同社では、ねじのさびを防ぐため、さびの原因となる金属イオンを取り除く超純水洗浄装置を考案した。その当時の業界では、ねじを洗うという発想がなかったという。同社では、ある電子機器メーカーに超純水洗浄装置を提案したところ、ねじ自体をさびにくくさせる不動態処理もしたいとの依頼を受け、電解研磨プロセスを開発した。その後、他のメーカーから超純水洗浄装置をクリーンルーム内に設置し製造してほしいという要望を受け、同社独自の電解研磨プロセス技術確立した。

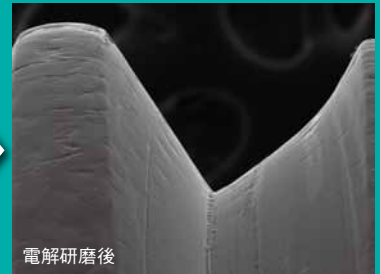
●微細ねじへの電解研磨の適用



HDD用のねじは、小さいものは長さ1mm、直径0.8mm程度である。(右)出荷時には、搬送中にねじ同士が擦れてチリなどが製品に付着しないように真空パックされている。



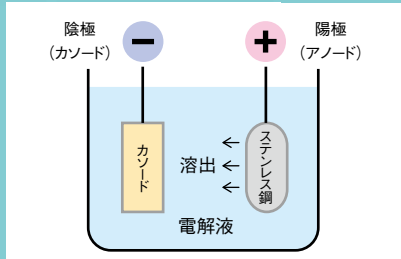
電解研磨前



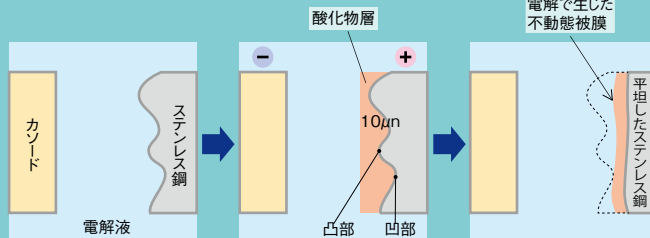
電解研磨後

機械加工後の微細ねじ(左)は溝部分にバリが付着している。電解研磨処理により、このバリを除去することができる。

●電解研磨のメカニズム



陽極(ステンレス鋼ねじ)に直流電気の(+)、陰極(銅などの金属板)に(-)を接続し、電解液中で直流電流を流すと、ステンレス鋼製ねじの表面が溶出する。



電流を流すと2〜3秒で、ワークの表面に厚さ10μmの初期酸化物層が形成される(凸部は薄く凹部は厚くなる)。

凸部は凹部に比べ電流が流れやすいため、凸部から先に溶出し、次第に平滑化する。



微細ねじの表面性状をSEMによって観察する。(下)チタン製ねじのSEM画像

電解研磨

ねじのバリを取り、さびにくくする電解研磨

電解研磨とは、電解液中に電流を流して金属表面を溶かし平滑化する技術(図参照)で、ねじ製造時の圧造工程で溝などの表面にフレーク状に発生するバリを取ることができる。ねじの表面処理にはさまざまな方法があり、薬品によってバ리를溶かす化学研磨などの方法が一般的に用いられてきた。しかし電解研磨はねじの表面を平滑化する際、素材であるステンレス鋼に含まれるクロムが不動態被膜を形成するため、耐食性が向上する特徴を併せ持っている。これによりねじ自体をさびにくくしたいという電子機器メーカーのニーズに応えることができる。

またステンレス鋼は圧延やプレス、絞り加工、機械切削、研磨など、ほとんどの加工工程で油が使われる。その油は表面に付着するだけでなく、わずかではあるが表層から内部に押し込まれ、ピットとなってさびの原因となる。この油は脱脂洗浄でも完全に取り除くことができなかったが、電解研磨は表面の凹凸やピットを溶解するため、浸潤した油も取り除くことができる。

電解研磨は耐食性、脱脂洗浄性など優れた特性を持っているが、1990年代前半当時は微細ねじの表面処理手法として確立されていなかった。同社のプロセスのブレイクスルーのポイントは電流効率の向上と自動化にあったという。

効率良く確実な電解研磨を行うためには、電極の接点が

しっかり付いている必要があり、これができていると発熱やスパークが起こる恐れがあった。そこでわずかな接点でも電流が流れやすくなるように工夫をした。さらに電流効率を高めるため電解液の硫酸濃度を上げた。しかし、硫酸濃度を上げると光沢度が下がり表面が荒れてしまうという問題点がある。そこで電流効率と光沢のベストバランスを導き出し、独自の電解液を開発した。

ものづくりの魅力



これまで培ってきためっき技術を応用展開し、新たな市場を切り拓いてきました。こうしたフロンティア精神があったからこそ、電解研磨プロセスを開発することができたと自負しています。これからも全世界のお客様に信頼されるメタルフィニッシュを提供するため、他社にはできない表面処理技術と製造装置の開発に挑み続け、競争力を強化していきます。

(渡辺光弘 代表取締役)

株式会社巧工業(静岡県駿東郡長泉町)
1963年創業。無電解ニッケルめっきなど金属表面処理で業績を伸ばし、高い技術力が評価され科学技術庁長官賞を3度受賞。
<http://www.kktakumi.co.jp/>



ニッケルバレルラインでは、部品をバレルの中に入れてめっきを行う。通常はすべて自動運転されている。(右)部品をバレルの中に投入しているところ。



試作や処理条件の検討などのために使用するマルチテストライン。少量多品種の要望に応える生産ラインとしても使用する。



使用するすべての薬液は、最低でも毎週1回は分析される。数値管理化することにより安定した品質を実現する。



水質汚濁法の施行に先駆け、1971年には排水処理設備を導入した。排水処理技術は海外への技術供与を行い、独自のノウハウを指導している。

一方、自動化については、どうやったら手間をかけず効率よく生産できるかを追求した。2年間いろいろな工場の装置機械を見学し試行錯誤を続けた結果、ラック掛けできない微細ねじをバレル(回転かご)に入れる方法にたどりついた。こうして確立したのが独自の自動バレル方式であり、24時間連続自動運転が可能となり、生産性が飛躍的に高まった。

清浄度クラス100の品質管理

もう1つの電解研磨プロセスのキーテクノロジーは、きわめて高い清浄度の追求である。同社では、超純水洗浄装置の導入やクリーンルームを設置し、めっき業者としては類を見ない充実した装置機械を整え、高水準な品質管理体制を確立している。

HDDは清浄度クラス100のクリーンルーム内で作られる。清浄度は、1ft³(30.5×30.5×30.5cm)当たり0.5μm(2,000分の1mm)以上の微粒子(空気中に浮遊するチリやホコリ)が何個あるかで表される。例えば通常のオフィス環境の清浄度はクラス10,000~100,000といわれている。クラス100,000で1m³当たり約350万個のホコリが存在するのに対して、クラス100では1m³当たり約350個というレベルである。これは、ホコリをゴルフボール1個に換算すると、淡路島が入ってしまう大きさの箱の中にゴルフボールが100個以下しかないレベルに相当する。

クラス100のHDD製造工程で使われる微細ねじを供給するため、同社はクラス100同等のクリーンルーム内で、金属イオンや有機物、微粒子、微生物などを極限まで除去した超純水超音波洗浄を行っている。クリーンルームは自社で製作し、空気中に含まれる微細なホコリを取り除くためHEPA(ヘパ)フィ

ルターを取り付け、ルーム内の空気は循環させずワンウェイで排気するシステムとした。洗浄・乾燥した後は、イオンクロマトグラフでねじの残渣イオンを測定するとともに、リキッドパーティクルカウンターでごみ付着量を確認する。その上で、搬送中に摺り合いでの金属粉が発生するのを防ぐため真空梱包を行い、出荷している。

ものづくりのグローバル展開

電子機器業界では国際競争力の強化を図るため、アジアを中心にHDD量産工場の海外進出が盛んに行われている。こうした動向に伴い、同社が開発した微細ねじの電解研磨プロセス技術もまたグローバルな展開を見せている。

同社は1997年にシンガポールのメーカーと業務提携し、電解研磨加工の技術を供与して現地工場で生産を開始した。さらに2003年、中国の現地工場で技術供与を行った際には、排水処理など環境対策のノウハウも合わせて指導した。現在はマレーシアで技術供与を行っており、日本発のものづくり力が世界の精密電子機器の小型・量産化に広く貢献している。

さらに、微細ねじの電解研磨プロセス技術を生かし医療分野への応用展開にも取り組んでいる。歯茎や人工関節などのインプラント用途として、肌にやさしく金属アレルギーを起こしにくいチタンねじが広く使われているが、ねじのバリは人体に影響を与える恐れがある。そこで求められるのが、バリがなく洗浄度に優れたチタンねじである。電解研磨プロセスは、こうした医療分野の潜在ニーズに応え得る技術として、今後の可能性に注目が集まっている。

●文 杉山香里