

ニッケル製スキマーの製作

宮崎 芳野

分子科学研究所 技術推進部

1. はじめに

フランジ付円錐形状で、先端に開口を有する部品(以下、スキマーとする)は、真空容器内における分子線の実験などに使用される。これまでめっきを用いた銅製スキマーの製作をおこなってきたが、より高い剛性を有するニッケル製スキマーの製作相談があった。その際、国内で製作する会社が見つかり難いことを知り、試作に挑戦した。

2. 電鍍について

電鍍は、電気めっきによって母型の表面に金属を析出させ、それを母型から剥離して独立した金属部品として取り出す方法である。今回のスキマー製作では、目標とする厚みが $100\mu\text{m}$ 以下と非常に薄く、切削加工による製作が難しいと判断したため、電鍍を用いて精密かつ再現性を重視した。

電鍍に先立ち、形状の基準となる母型を加工した。母型の加工には NC 旋盤を使用し、スキマーに必要な形状を精密に切削した。母型の材質には、めっき被膜が過度に密着せず、電鍍後の剥離が行いやすくなるのではないかと考え、難めっき材であるステンレスを使用した。母型のストレート部分はめっきが不要なため、マスキングテープを巻き絶縁状態にしてめっきをおこなった。

ニッケルめっきは、 50°C 程度の温度で行う必要があるため、めっき液の保温・蒸発対策などを考慮した電鍍装置を自作した(図1)。めっきを行うためには主に、①めっき液を入れる浴槽、②めっき液に電気を流す陽極板、③陰極を兼ねる母型が必要である。膜厚の偏りを防ぐため、母型に対して2枚の陽極板を両側から挟み込むように配置し、母型をモーターで回転させながらめっきする。ただし、めっき液や回転している母型には電流を供給する必要があるため、電氣的に接続する構造に工夫が求められた。実際に回転軸の絶縁や、軸電圧への対策を図2に示す。

なお、加熱しためっき液の飛散は装置周辺の金具を腐食させやすい。腐食片がめっき液に混入すると、再現性を損ない、析出不良の原因となる。そのため、可能な範囲で飛散対策や材料選定を行い、めっき環境を安定させるよう配慮した。



図1 自作した電鍍装置

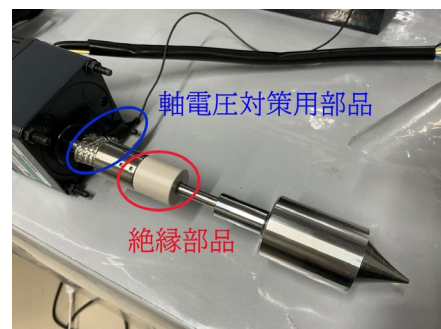


図2 対策部品

3. めっきの条件

めっき液には、市販されているスルファミン酸ニッケル浴を使用した。電気ニッケルめっき液には、主にスルファミン酸浴とワット浴の2種類が存在するが、今回は微細なめっき処理が可能で、電子部品や精密機器などに適している点から、スルファミン酸浴を使用した。めっき液の液温は、バスタブとヒーターによる湯煎や、エアバルブによるめっき液自体の攪拌により、 50°C 程度に保ちながらめっきをおこなった。

何度もめっき作業を繰り返すと、黒い汚れが付着したり、ピット(小さな大量の穴)がめっき膜の表面に出現したりすることがわかってきた。これにより、めっき膜に穴があき、母型も黒ずんで汚れてしまう(図3)。これらの原因がめっき液の劣化によるものか、pHの偏りによるものかはまだ不明であるが、この現象が起こり始めた際は、めっき液のpHを調整し、それでもピットが無くならなければ、めっき液を新品に交換している。蒸発により液の量が減ってきた場合にも、適宜新品のめっき液を追加してい

る。なお、母型の汚れを除去する際には、図4のように希硝酸に数時間漬けた。

実際にめっきをするときは、目標とするめっきの膜厚や電流密度、電流をかける時間等から、電流値を算出する。最初に算出した電流値の2倍程度の大きさの電流を数十秒だけかけて、多めにめっきを析出させる。その後算出した電流値に戻すことで、析出しためっきを基として、そこから均一にめっきをおこなっていく。めっきをした後の様子を図5に示す。



図3 ピットや汚れの発生しているスキマーの様子

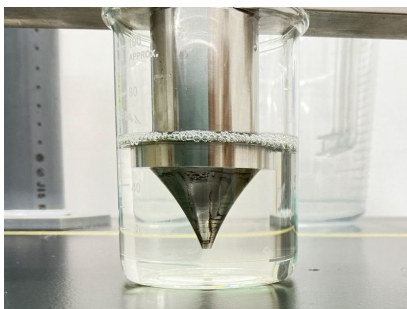


図4 汚れた母型を希硝酸に漬けている様子

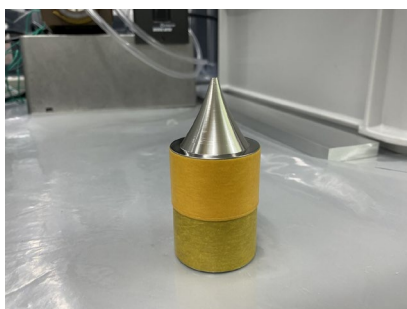


図5 めっき直後のスキマーの様子

4. 剥離作業

先述したとおり、めっきをおこなった後は母型から剥離する必要がある。ニッケルの内部応力により母型にスキマーが張り付いているため、常温での剥離は難易度がかなり高い。そこで、母型を液体窒素

に漬けたあと剥離した。室温での線膨張係数は、ステンレス (SUS304) が $17.3 \times 10^{-6} [1/K]$ に対して、ニッケルが $13.3 \times 10^{-6} [1/K]$ である。この差を利用することで、温度を下げると母型 (ステンレス) は大きく収縮するのに対し、スキマー (ニッケル) はわずかに収縮しないため、張り付いていた箇所に隙間ができると考えられる。

また、より剥離を容易にするため、めっきを行う前に母型に酸処理を施している。この工程により、剥離作業の時間が短縮される。

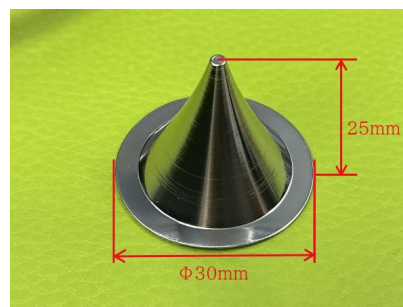


図6 対策部品

5. おわりに

今回、ニッケルめっきに関するノウハウをひと通り学び試作を繰り返したことで、ある程度スキマーの作製方法を確認させることができた。完成したニッケル製スキマーを図6に示す。本来このスキマーの先端は開口を有している必要があるため、最終的には穴を開ける必要がある。しかし、穴加工については現在検討中であるため、本報告では割愛した。

今後は穴加工とフランジ部分の仕上げまで行い、より良いスキマーの製作方法を確認させていきたい。