

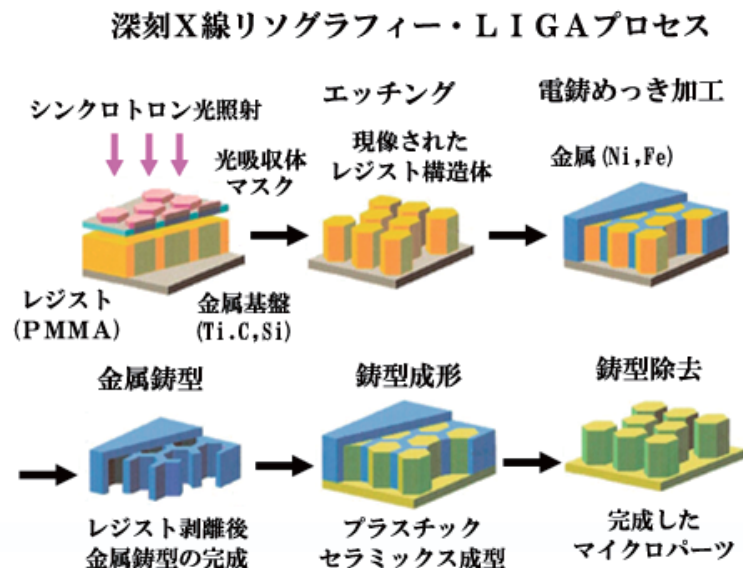
L I G Aプロセスによるマイクロパーツ・金型製造の微細めっき加工技術

田口電機工業株式会社
代表取締役 田口英信

マイクロマシン、MEMSなどを構成する部品や金型製造において、数百ミクロンに及ぶ高さの高い（アスペクト比の高い）製品の開発を目指し、L I G A微細加工技術（Lithograph Galvanoformung und Abformung）を応用し、近接する九州シンクロtron光研究センターのシンクロtron放射光という高エネルギー・短波長の高輝度エックス線を使用して、フォトリソグラフィ技術によりマイクロ・ナノサイズの三次元構造体を高精度のめっき加工によって製作可能にしようとする技術で、ナノテクノロジーにおけるめっき技術によって作り上げた研究開発を行っています。

本技術は下図のような工程で製作されます。

①シンクロtron光やUVなどの光を、金属基板上のレジスト膜に、目的とする構造物のフォトマスクを通して照射する



③得られたレジスト構造体に、電気鋳造めっき加工（電鍍）を行う

④残りのレジスト部をエッチングし、鋳型を作り上げる。（又はパーツとして使用する）

⑤金型で成形を行い量産化する

⑥最終的に、マイクロマシン、MEMSなどに使用するナノ部品やナノ金型が完成する

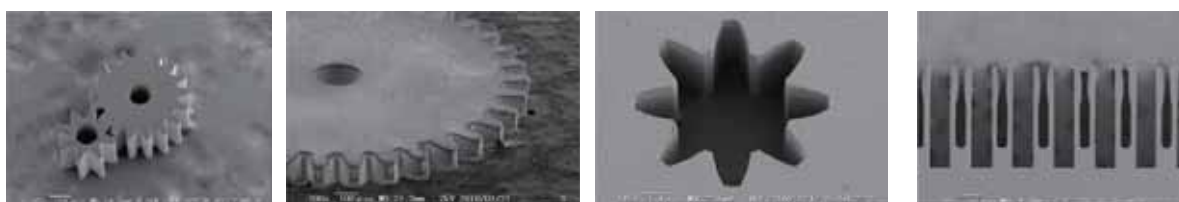
この図のように、X線リソグラフィー

の技術によって、アスペクト比の高いものづくりを行うことが特徴です。この技法により $100\mu\text{m}$ から $500\mu\text{m}$ 等の高さを持つ製品の試作開発を行っており、マイクロマシン・MEMSなどの部品の製造や鋳型成型用の金型製作などにも応用しようと考えています。

高アスペクト比の製品の場合では、めっきの部分が特に難易度が高く、ボイドなどの欠陥がない、応力フリーのめっきを行うことが重要です。

X線マスクやレジストも厚膜のための色々な工夫が必要で、従来半導体製造などで使用されている工程の機械装置は、薄膜専用のため装置そのものの開発も行っています。

製作したレジスト構造体やめっき後の製品の電子顕微鏡写真




マイクロパーツ・金型製造の 微細めっき加工技術


**北九州産業学術推進機構、
九州シンクロtron光研究センター
合同シンポジウム**

**田口電機工業株式会社
代表取締役 田口英信**
平成22年7月20日

会社概要



- 当社は創業50年を越えた、表面処理の専門トップメーカーです。
- 金、銀、銅、ニッケル、クロム、亜鉛、無電解ニッケルをはじめとする一般めっき加工に加え、化成処理、アルマイトなど50種類以上の品種を揃え、『めっきのデパート』を自負しています
- 半導体・液晶製造装置をはじめとするIT関連、ロボット産業、自動車、弱電、建築、食品、医療機器、鉄鋼、造船、電力、航空宇宙産業など製造業全般にわたり幅広く関わっています



田口電機工業株式会社
http://www.taguchi-dk.co.jp
昭和27年7月創業 TEL 0942-92-2811
年商 5億3千万円 FAX 0942-92-5283
社員 55名 (平成21年6月現在)
取引先 九州全域、関東、関西、西日本一円
約1600社
mail ; hidenubu-t@taguchi-dk.co.jp

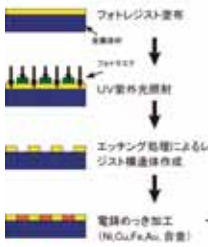
CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 2

研究開発の目的

- この研究開発の目的は、当社がもつ『めっき技術』とシンクロtron光を利用するLIGA微細加工 (Lithograph Galvanoformung und Abformung) の技術で、マイクロマシン・MEMSなどの基幹部品となる、ナノ部品やナノ金型などを製造することである
- マイクロマシン、MEMSなどを構成する部品や金型製造において、数十～数百マイクロンに及ぶ高さの比率の高い(高アスペクト比)製品の開発を目指し、シンクロtron光という高エネルギー・短波長の高輝度エックス線を使用するLIGA微細加工技術により、マイクロ・ナノサイズの3次元構造体を高精度のめっき加工によって製造しようとする技術で、ナノテクノロジーにおける超精密めっき加工技術の研究開発である。

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 3

既存技術



既存の技術は、黄色・オレンジ色の部分の高さが数マイクロン～数十マイクロンと低く、平面的な構造。これが通常の半導体回路形成や、インクジェットノズル、プローブ、シェーパーの材料などの製造技術に使用されている技術である

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 4

既存技術による加工例

- 九州日立マクセル製造

シェーパー外刃




スクリーンメッシュ



光学スリット

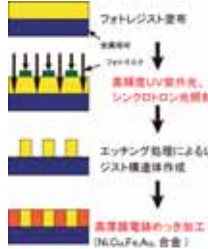


メッシュプレート



CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 5

今回の新技術

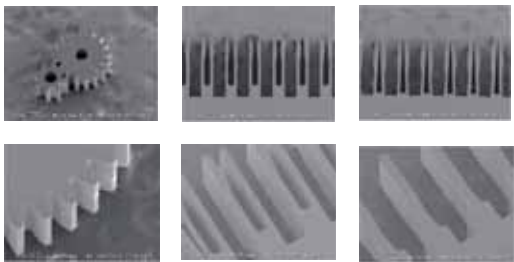


今回の技術は、黄色 (レジスト部)・オレンジ色 (めっき部) の高さが数マイクロンから数百マイクロンと高く、成形金型としての利用も可能になり、微細なセラミック成形によるナノ部品の製造が可能となる。光の照射には、UV露光の他、より深く、短く切れる高エネルギーのシンクロtron放射光を使用することによりアスペクト比の高い製品が製作できる

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 6

新技術による加工例1

- 当社研究開発グループ製作 めっき前のレジスト構造体



CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Lights Reserved 7

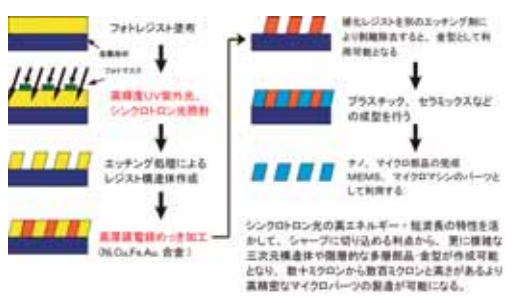
新技術による製品例2

- 当社研究開発グループ製作 めっき加工品(厚さ30~40 μm)



CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Lights Reserved 8

新技術の応用1



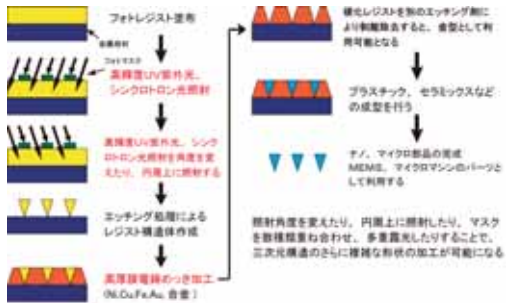
フォトレジスト塗布
高輝度UV紫外光、シンクロトロン光照射
エッチング処理によるレジスト構造体作成
高厚膜電鍍のめっき加工 (Ni, Cu, Fe, Au, 合金)

種々レジストを別のエッチング剤により剥離除去すると、合金として利用可能となる
プラスチック、セラミックスなどの成型を行う
ナノ、マイクロ部品の実成 MEMS、マイクロマシンへのパーツとして利用する

シンクロトロン光の高エネルギー・短波長の特性を活かして、シャープに切り込める利点から、更に複雑な三次元構造体や微細的な多層部品・金型が作成可能となり、数十マイクロシから数百マイクロシと高さがあるより高精度なマイクロパーツの製造が可能になる。

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Lights Reserved 9

新技術の応用2



フォトレジスト塗布
高輝度UV紫外光、シンクロトロン光照射
高輝度UV紫外光、シンクロトロン光照射を再度実施し、内壁上に照射する
エッチング処理によるレジスト構造体作成
高厚膜電鍍のめっき加工 (Ni, Cu, Fe, Au, 合金)

種々レジストを別のエッチング剤により剥離除去すると、合金として利用可能となる
プラスチック、セラミックスなどの成型を行う
ナノ、マイクロ部品の実成 MEMS、マイクロマシンへのパーツとして利用する

照射角度を拡大したり、内壁上に照射したり、マスクを数種類重ね合わせる、多量露光したりすることで、三次元構造のさらに複雑な形状の加工が可能になる

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Lights Reserved 10

実施した研究スケジュール

- ①三次元照射装置の機器開発
- ②フォトマスク設計・製作・蒸着の一貫開発
- ③フォトレジスト厚膜化の技術開発
- ④高輝度UV照射装置開発・製作・改良
- ⑤エッチング条件の確立
- ⑥めっき中膜厚(50~200 μm)の組成・条件確立
- ⑦めっき厚膜化(200~500 μm)の組成・条件確立
- ⑧九州シンクロトロン光研究センターでの照射実験

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Lights Reserved 11

製作した装置類



厚膜めっき実験装置
高純水製造装置
X線スキャナー回転ステージ
フォトマスク製作用 金・ニッケルめっき装置

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Lights Reserved 12

今後の開発目標

- 次年度計画
- (1) UV-LIGA、シンクロトン光リソグラフィーによる
マイクロハニカムメッシュの製作
……大型(広面積)UV-LIGA照射装置の開発
- (2) シンクロトン光LIGAの手法で製作したマイクロ
金属鋳型を用いて、セラミックス・マイクロパーツの製作
……セラミック超微粒子鋳型注入装置等の開発
- (3) シンクロトン光多重マスクパターン照射による
マイクロ構造の製作
……精密位置決めマスクライナー装置を開発
- (4) マイクロパーツの物性、材料素材の定量的評価
……マイクロパーツ専用強度測定装置の開発

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 19

経済波及効果と目標

- 当研究のナノテクノロジー市場は、様々な業種に展開し、科学分野も広範囲に関連し、新たな産業の創出も起きるほどの経済効果を生み出します。
- ナノテクノロジーの世界市場は100兆円にも及び、日本市場だけでも10兆円を超える市場が生まれるとの予測を経済研究所が立てています。
- 当社はこの研究開発によって、**マイクロマシン・MEMSのメーカーを目指していくという夢の実現を行う計画**であり、**金型の製作、パーツの製作、駆動機構のアッセンブリー**、そして最終的には、総合的なマイクロマシンメーカーとして世界に飛躍し、業績拡大に邁進したいと考えています。

CopyLight (C) 2010 Taguchi Plating Industry Co.,Ltd All Rights Reserved 20