

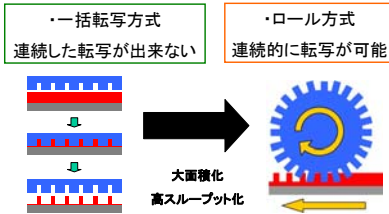
複合めっきを用いたロール金型表面の微細構造製作法の研究

東京大学 生産技術研究所 機械・生体系部門 土屋研究室

背景

ナノインプリントで大面積転写加工を高効率で行うために、ロール金型が求められている。

しかし、平板金型の曲げ加工や、ロールへの直接EB描画などの従来技術では、継ぎ目のないロール金型を低コストに製作することができない



目的

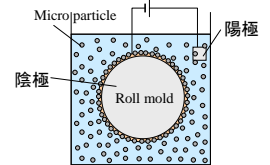
そこで、本研究では、複合めっきによってロール金型表面に微細形状を生成することを目的とする。

- 課題
1. 設備費用が高い
 2. 加工コストが高い
 3. 曲面に直接加工できない

同時に解決

- 複合めっきの特徴
1. 設備が安い
 2. 加工コストが安い
 3. 曲面に直接加工可能

複合めっきとは・・・
めっき浴中に不溶性の微粒子を懸濁させ、金属と粒子を共析させるめっき法



めっき浴の選定

金属	銅	ニッケル	クロム	亜鉛	スズ
機械的強度	×	○	○	×	×

ただしクロムめっきは表面に小さなクラックが存在し、金型には向かない

めっき金属には機械的強度のほか、耐食性、安定性優れたニッケルを使用

浴は共析した粒子が脱落しないよう、内部応力の小さいスルファミン酸浴を使用

分散粒子の選定

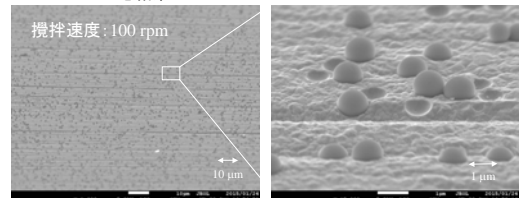
- 分散粒子の条件
1. 転写に耐えられる耐熱性と硬度
 2. 形状が真球に近く、粒径が揃っていること
 3. 導電性でないこと



SiO2を採用
(宇部エクシモ(株)製、ハイプレシカ、粒径1μm)

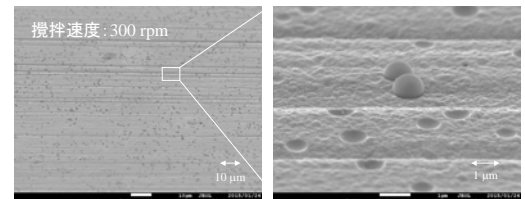
懸濁共析法

電流密度15 A/dm²、30sec
のめっき結果



金型表面(1000倍)

金型表面(15000倍)



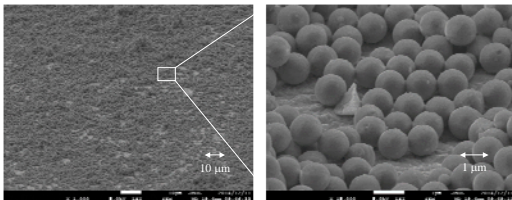
金型表面(1000倍)

金型表面(15000倍)

粒子の共析が見られるが攪拌によって粒子の脱落が起きており、粒子の共析量は減少している。

沈降共析法

電流密度15 A/dm²でめっきを行うと粒子は析出するが表面が凹凸になるため、電流密度1 A/dm²で10minめっきを行った

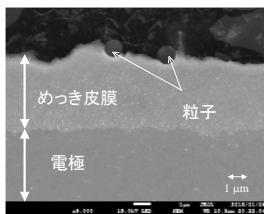


金型表面(1000倍)

金型表面(15000倍)

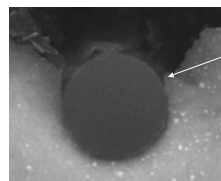
粒子が多く析出したが、吸着力が弱く洗浄によって粒子がすべて脱落した

断面観察



金型断面図(8000倍)

めっき皮膜内に粒子が析出していない



析出した粒子の近傍

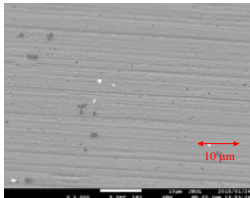
接触角が大きい

↓
粒子が脱落しやすい

金属が粒子周りに析出しても粒子の吸着力は上がりにくい

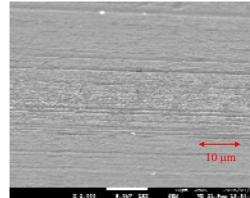
静電気力の影響

pH4(負に帯電)で複合めっき



金型表面(2000倍)

pH1(正に帯電)で複合めっき

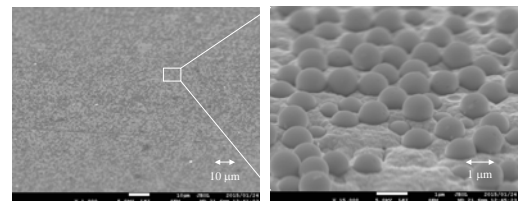


金型表面(2000倍)

ゼータ電位を変化させても粒子の共析に変化なし

二段階めっき法

電流密度15 A/dm²で10secめっきした後、電流密度10 A/dm²で20sec仕上げめっき



金型表面(1000倍)

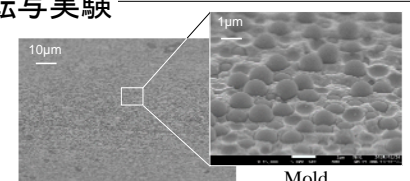
金型表面(15000倍)

粒子が強力に吸着した状態で多量に析出した

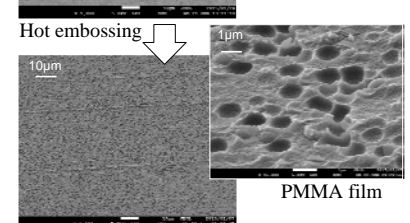
形状転写実験



転写条件
フィルム材質: PMMA
転写温度: 120°C
転写圧力: 50MPa



Mold



PMMA film

樹脂フィルムに金型表面の形状が転写されていることを確認した