

# ナノインプリントを応用した微細電極パターンの形成に関する研究

電子技術課 丹保浩行\* 角田龍則 横山義之 二口友昭 産学官連携推進担当 坂井雄一

若い研究者を育てる会 北陸電気工業㈱ 大門貴史

## 1. 緒言

近年、微細加工技術の進展により、ナノパターンが形成されるようになってきている。さらなる、微細化技術として、極端紫外線リソグラフィが注目されているが、パターンを低コストで製造するのは困難である。これに対して、ナノインプリントは安価にナノパターンを作製することができる。一方、ナノ粒子は粒径が小さくなると融点降下現象が顕著になることが良く知られている。そのため、金属ナノ粒子はバルクよりも低い温度で焼結が生じる。本研究では、Ag ナノ粒子溶液に対して直接ナノインプリントを行った後、焼成したライン状のナノ電極パターンの構造特性を報告する。

## 2. 実験方法

Ag の粒径が 10 nm のナノメタルインクを使用した。インクを Si 基板上に滴下して、スピコート回転速度 1000 rpm でインク膜を形成した。引き続き、ホットプレート上で乾燥させて Ag ナノ粒子溶液膜を作製した。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 Ag 薄膜

Ag ナノ粒子溶液膜は電気炉で 1 時間の焼成を行った。焼成後の Ag 薄膜の膜厚は 1  $\mu\text{m}$  よりも薄くなるため、体積抵抗率は四探針法で得られる値に補正係数 4.532 をかけることにより求めた。焼成温度が 250°C、400°C のとき、体積抵抗率は 3.9  $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 、3.3  $\mu\Omega\cdot\text{cm}$  となることを確認した。Ag バルクは 1.59  $\mu\Omega\cdot\text{cm}$  である。

### 3.2 Ag パターン

Si モールドをナノ粒子溶液膜に 80°C、3 MPa、10 分間押圧して、ナノパターンを形成した。引き続き、電気炉で 1 時間の焼成を行った。Ag ナノ粒子溶液パターン及び Ag パターンの走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を図 1 に示す。Ag ナノ粒子溶液パターンの線幅は 500 nm、高さは 1000 nm、残膜の厚さは 360 nm である (図 1(a))。焼成温度が 250°C のとき、線幅 380 nm、高さ 470 nm、残膜 220 nm である精密なパターンを観察できる (図 1(b))。この

パターンは、モールドに対して線幅が 24%、高さが 53% 減少している。焼成温度が 300°C のとき、パターンは粗面化している (図 1(c))。したがって、Ag ナノ粒子溶液を焼成すると、有機成分の蒸発が生じ、ナノ粒子が拡散しながら凝集すると考えられる。

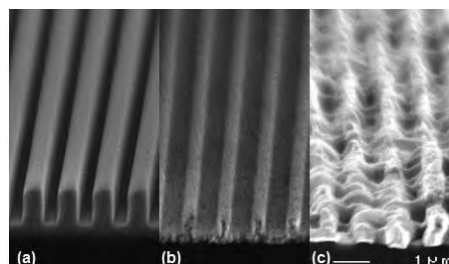


図 1 NIL を用いて作製した Ag 電極パターンの鳥瞰 SEM 像。  
(a)焼成前, (b)焼成温度 250°C, (c)焼成温度 300°C.

図 2 に Ag の X 線回折スペクトルを示す。図 2(a)の Ag ナノ粒子溶液パターンからは Ag(111)の回折ピークが観察される。これに対して、250°C (図 2(b)) あるいは 300°C (図 14(c)) で焼成された Ag パターンからは、Ag(111)と Ag(200)に由来する鋭い回折ピークが観察される。Ag ナノインクの焼成を行うとテトラデカンや分散剤などの有機成分が脱離して、Ag ナノ粒子が焼結して粒成長するため、Ag パターンの結晶性が改善されるのだと考えられる。

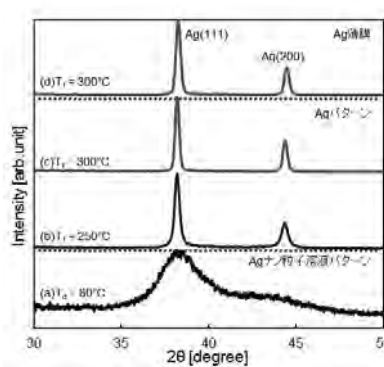


図 2 Ag の X 線回折スペクトル。

## 4. 結言

本研究では Ag ナノ粒子溶液に対して直接ナノインプリントを行い、微細な電極パターン形成を検討した。これにより、精密なナノ電極パターンを形成できることが分かった。(詳細は、若い研究者を育てる会「研究論文集」p.15~20 を参照)

\*1 現 商工企画課