

電子線誘起による高分子薄膜における金属ナノ粒子の合成と パターンニングに関する研究

Synthesis of Silver Nanoparticle and Nanofabrication in Polymeric Films Induced by Electron Beam

量研¹、阪大産研²、パリ南大学²

○山本洋揮¹、古澤孝弘²、田川精一²、

マリグリナージャンルイ³、モスタファビメラン³、ペローニジャックリン³

QST¹, ISIR Osaka University², Université Paris-Sud³

Hiroki Yamamoto¹, Takahiro Kozawa², Seiichi Tagawa²,

Jean-Louis Marignier³, Mehran Mostafavi³, and Jacqueline Belloni³

E-mail: yamamoto.hiroki@qst.go.jp

半導体の微細化に伴って、微細加工の技術革新が行われてきた。現在、20 nm 以下の量産では化学増幅型レジストと呼ばれるレジストが使用されており、酸触媒反応によるパターン形成で高感度化を実現している。シングルナノのパターンを形成するのに極めて少ない照射量で、かつ 1 nm 以下の精度（ラフネス制御）で加工することが要求されている。加えて、パターン倒壊に伴う極薄膜化が必要不可欠であるため、十分なエッチング耐性をレジストに持たせる必要がある。このような理由で、シングルナノの領域では化学増幅型レジストがうまく機能するか不明である。それゆえ、金属酸化物レジスト²⁾などといった革新的な材料の研究・開発が進められているが、現在のところ、このような要求に応えられる材料を見出すには至っていないのが現状である。本研究では革新的な加工材料・プロセスの指針を得るために、75 kV の電子線描画装置で電子線照射によるポリマーフィルム中での金属ナノ粒子の合成、およびその形成機構について調べ、EB 照射による金属含有ポリマーの微細パターン形成についても試みた。

図 1 はポリスチレン(PS)フィルム中に銀イオン前駆体を含有した透明なフィルムに対して EB 照射を行った後、120 °C で 5 分間加熱した後の写真である。EB 照射後に 120 °C で 5 分間加熱すると EB 照射部のみが銀ナノ粒子に特徴的な黄色に変色した。この変色から EB 照射部のみ、銀ナノ粒子が形成されていることが示唆された。

次に、ポリスチレン(PS)フィルム中に銀イオン前駆体を含有したフィルムに 29 mC/cm² で EB 照射した。金属イオンの還元を増加させるため、EB 照射後に 150 °C で 5 分間加熱し、その後 PGMEA に 30 秒間浸漬させて、未照射部を溶解させた。ナノ構造体の寸法は走査型電子顕微鏡(SEM)で調べた。図 1 は銀ナノ粒子を含有した PS 薄膜の 500nm のパターンの SEM 画像である。銀ナノ粒子はポリマー線幅内にあり、一回の露光のみで微細パターン中に銀ナノ粒子を含有させることができることが明らかになった。実際、かなり少量の銀ナノ粒子が未露光部でも観察された。しかしながら、これらの銀ナノ粒子の多くはラインの近くで観察された。現在、照射部でのみ Ag ナノ粒子を得るために更なるプロセスの最適化が行われている。

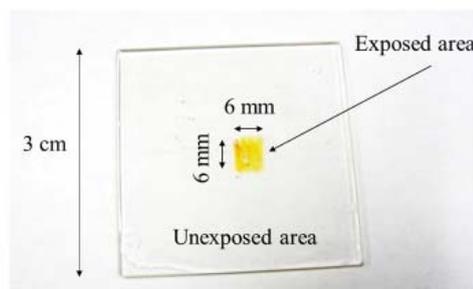


図 1. 電子線照射部(黄色)と未照射部(透明)の 120°C で 5 分間加熱した後の銀イオン含有 PS フィルム

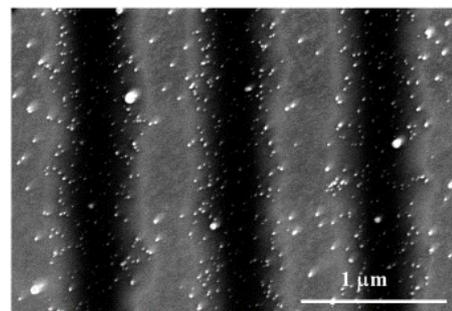


図 2. 銀ナノ粒子を含有した PS 薄膜の 500 nm のパターンの SEM 画像