



平成 25 年 6 月 24 日

報道機関 各位

明昌機工株式会社
一般財団法人素形材センター
東北大学金属材料研究所

ナノパターンを短時間かつ安価に創製!! —レーザー照射による急速・局所加熱を用いて大面積転写技術を確立—

<概要>

明昌機工株式会社(兵庫県)、一般財団法人素形材センターの西山信行特別研究員、東北大学金属材料研究所の加藤秀実准教授らの研究グループは、東北経済産業局からの委託を受けて実施した戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン)で、レーザー照射による急速・局所加熱方法を採用した熱インプリント(転写)装置を新たに開発し、短時間かつ安価に大面積ナノパターンを大量創製できる技術を確立しました。本開発成果は、IT 機器、医療、触媒等の広範な先端工業分野でのナノパターン実用化推進に大きく貢献するものと期待されます。

<背景>

従来、ナノパターンは半導体製造技術で培ったリソグラフィーとエッチングを組み合わせた複雑な工程で製造されてきました。一方、ナノインプリント法は製造装置が簡便で、製造時間も著しく短縮できる可能性があることから、経済産業省「技術戦略マップ 2010」のナノテクノロジー分野や部材分野で取り上げられ、新産業の創造やリーディングインダストリーの国際競争力強化に必要な重要技術の一つとして挙げられています。しかしながら、インプリント法はリソグラフィー技術に比べてパターンの加工精度や寸法均一性、あるいはパターンに熱応力や機械的応力が加わる等の解決課題がありました。

これらの課題を解決するため、インプリント法では波長が短い紫外線照射と紫外線硬化樹脂を組み合わせることでパターン精度の向上を図ってきました。しかしながら、次世代超高密度磁気記録媒体として期待されるビットパターンドメディアといった用途では 10nm(1mm の 10 万分の 1)ピッチ程度のナノパターン創製が必要であり、極微細なパターンを大面積で効率良く製造できる技術の開発が強く求められていました。

＜研究開発の内容＞

このたび、東北大学を中心とする研究グループは、産業用、医療用等にも数多く用いられ安価な Nd-YAG レーザ ($\lambda=1065\text{nm}$) を加熱源として用いたナノインプリント装置(図 1) を新たに開発し、光学系で長さ 70mm (2.5 インチハードディスク媒体の直径に相当) に成形したバー状レーザを熱可塑性薄膜の表面に走査照射することで、予め押し当てていた金型のナノパターンを直径 2.5 インチ (約 75mm) 磁気記録媒体基板上に全面転写することに成功しました。

例えば、強化ガラス製ハードディスク基板上の Pd-Cu-Ni-P 系金属ガラス薄膜 (厚さ約 20nm) に転写したナノパターンの外観を図 2 に示します。直径 2.5 インチ基板の全面に渡りナノパターンが転写されていることが見てとれます。



図 1 新たに開発したナノインプリント装置

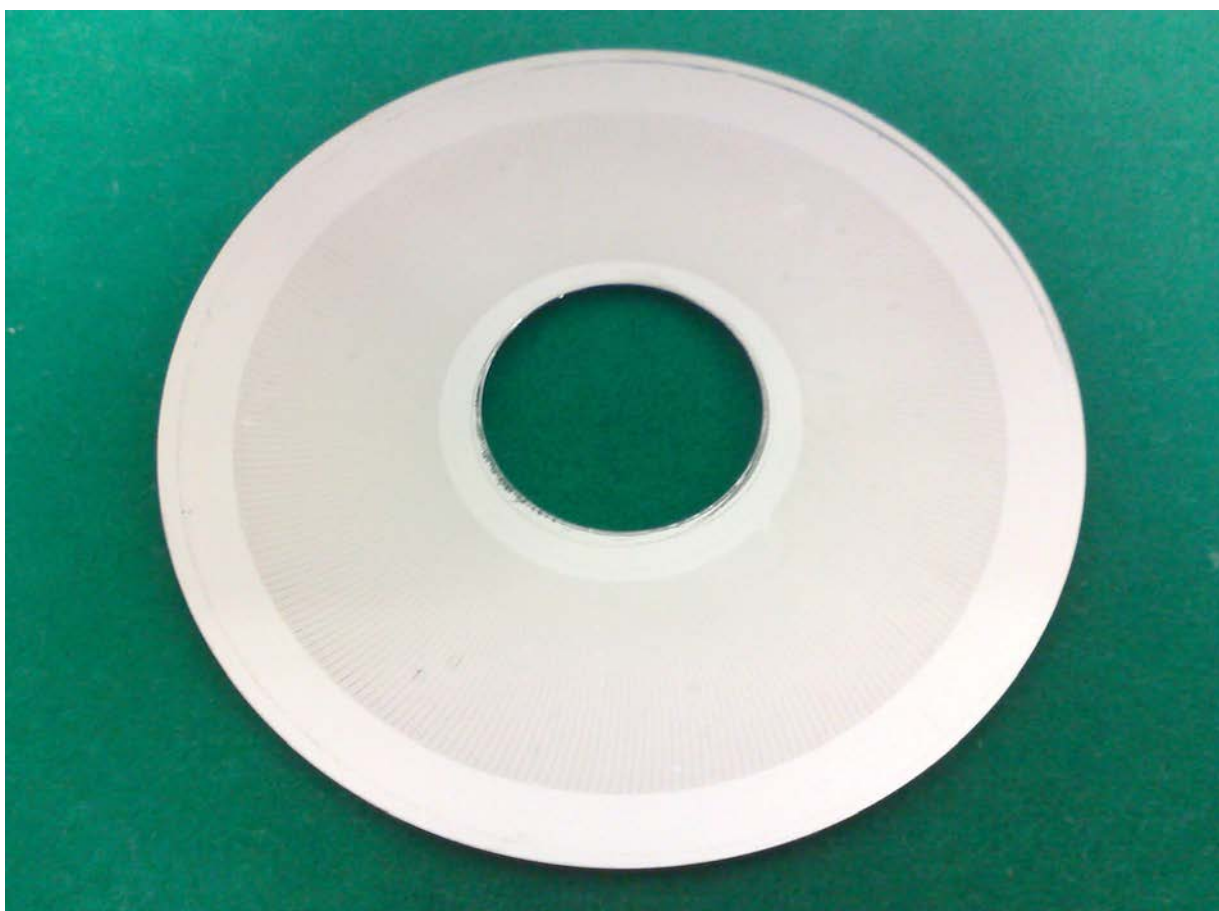


図 2 強化ガラス製ハードディスク基板上の Pd-Cu-Ni-P 系金属ガラス薄膜 (厚さ約 20nm) に転写したナノパターンの外観

さらに、このパターンの拡大走査電子顕微鏡像を図 3 に示します。形状に揃った直径 25nm、ピッチ 46nm のホール(穴)が規則正しい配列で転写成形できていることが判ります。このナノパターンは、予め金型を押し付けた金属ガラス薄膜付き強化ガラス基板にバー状成形レーザを約 40 秒で走査照射して得られました。本研究で開発した装置の利点を下記にまとめます。

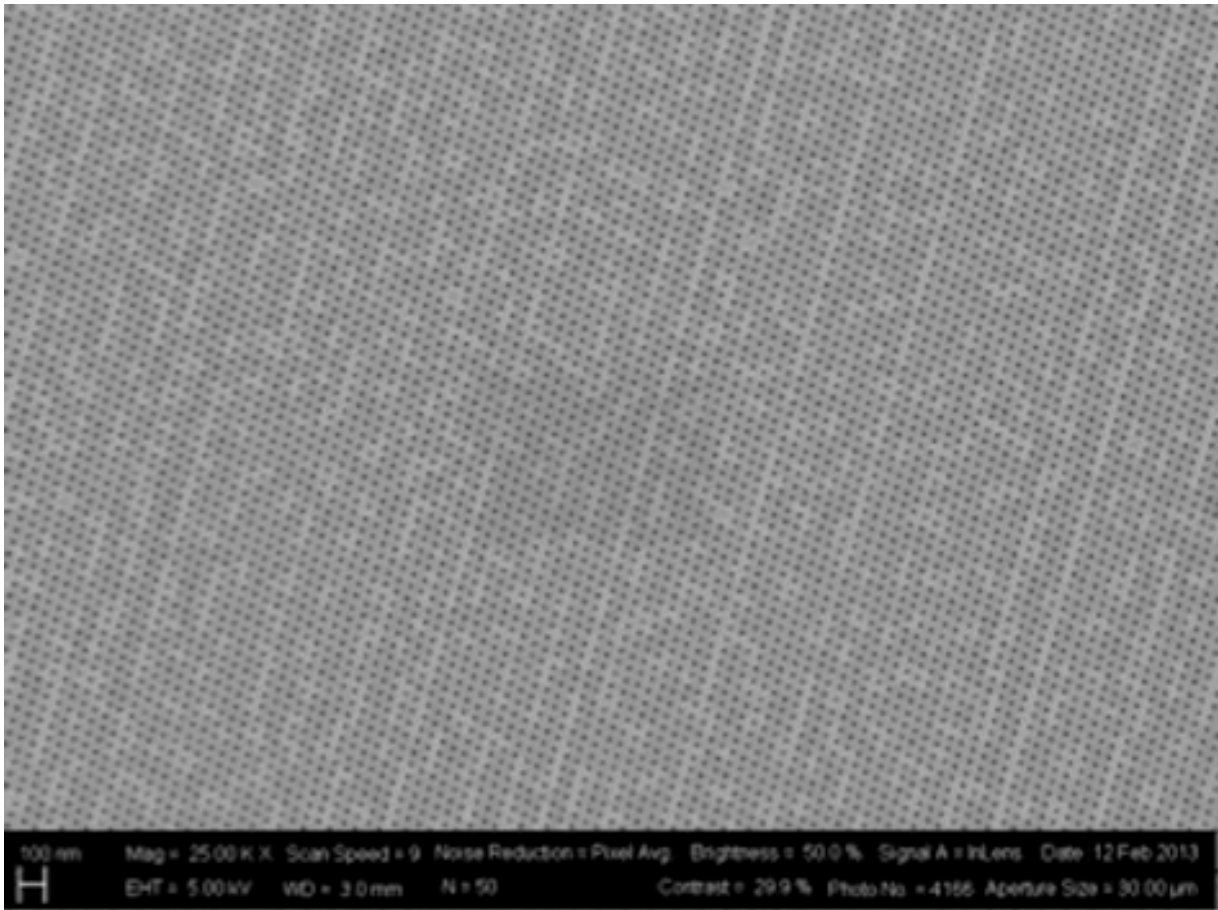


図3 強化ガラス製ハードディスク基板上のPd-Cu-Ni-P系金属ガラス薄膜(厚さ約20nm)に転写したナノパターンの拡大走査電子顕微鏡像

1. 従来の抵抗加熱式ヒータに比べスループットを1/15(約40秒/枚)に短縮
2. 製造に必要な消費電力量が1/20(0.03kWh/枚)と省エネルギー
3. 薄膜を局所加熱することで熱インプリントの問題であった熱膨張差を解消

現在、市販されている多くのナノインプリント装置は、加熱源に熱容量の大きな抵抗加熱式ヒータを用いているため、このインプリントプロセスに約30分を要していました。しかしながら本開発技術では従来比1/15の約40秒で転写プロセスが完了することから、ナノパターンの大量生産に好適です。また、薄膜の急速・局所加熱方式であることから、消費電力量は従来の抵抗加熱式ヒータに比べて約1/20の0.03kWh/枚と省エネルギーです。

このような熱インプリントプロセスでの大きな問題は金型と被転写素材の熱膨張の差です。加熱軟化した状態で金型のパターンを如何にうまく転写できたとしても、冷却後に離型する際パターンが崩れてしまいます。転写するパターンが小さくなりナノレベルになると、熱膨張差によるパターン崩れは致命的になります。しかしながら、本開発技術では、基板に対して無限小ともいえる熱可塑性薄膜のみを急速・局所加熱するため、金型と被転写素材の熱膨張差の問題は回避できます。

今回の転写は熱可塑性を有する金属ガラス薄膜を用いましたが、本開発技術は他の熱可塑性を有する素材、例えばポリマーあるいは酸化ガラス等へも幅広く転写可能と考えられます。

以上述べたように、本開発技術は熱インプリント技術の本質的な問題を解決でき、短時間に高効率でナノパターンを創製する方法と位置付けられます。

<今後の展開>

今回の研究開発成果は、例えば次世代磁気記録媒体であるビットパターンドメディアの超高記録密度化を実現可能な技術として期待されるものです。今後は、転写金型と被転写媒体の位置を厳密に制御するアライメント機構、自動搬送機構、転写金型の自動離型機構等の本プロセス周辺技術を確立し、これらを統合化した量産装置の開発に取り組みます。さらに、超高密度磁気記録媒体以外の先端医療、環境適応触媒等の広範な工業用途への適用を探索し、実用化を加速します。

(お問い合わせ先)

明昌機工株式会社

担当：開発部開発センター 片瀬徹也

e-mail：nano@meisyo.co.jp

電話番号：078-981-2148

一般財団法人素形材センター 次世代材料技術室

担当：室長 君島孝尚

e-mail：mail@sokeizai.or.jp

電話番号：03-3459-6900

東北大学金属材料研究所

担当：准教授 加藤秀実

e-mail：hikato@imr.tohoku.ac.jp

電話番号：022-215-2110

本研究開発成果は、東北経済産業局からの委託を受け、平成 23 年度第 3 次補正予算事業 戦略的基盤技術高度化支援事業「金属ガラスを用いた超高密度磁気記録媒体作製に係る熱ナノインプリントプロセスの開発」により得られたものです。