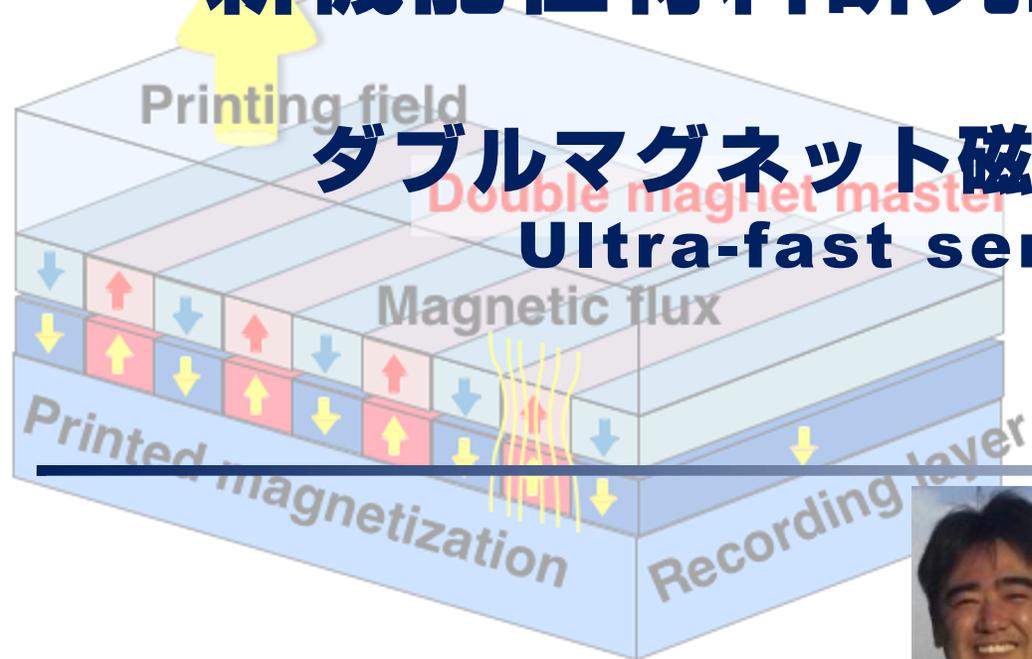


- 新機能性材料研究室（小峰研究室）研究紹介 -



ダブルマグネット磁気転写による超高速サーボ信号記録
Ultra-fast servo-track writing onto hard-disks
by magnetic printing method
with double magnet master

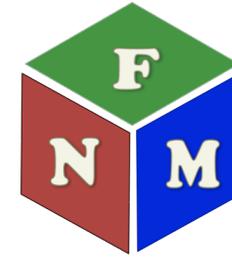


小峰啓史 (Takashi Komine)

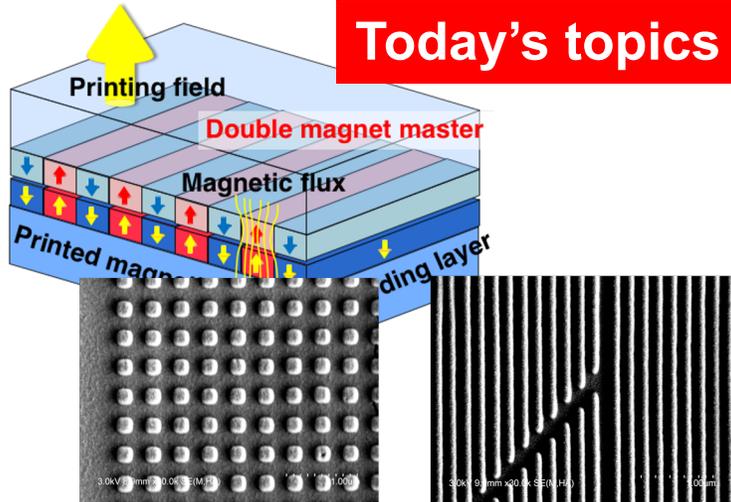
takashi.komine.nfm@vc.ibaraki.ac.jp

茨城大学大学院理工学研究科，工学部附属グリーンデバイス教育研究センター
Green Device education and research center,
Graduate School of Science and Engineering,
Ibaraki University

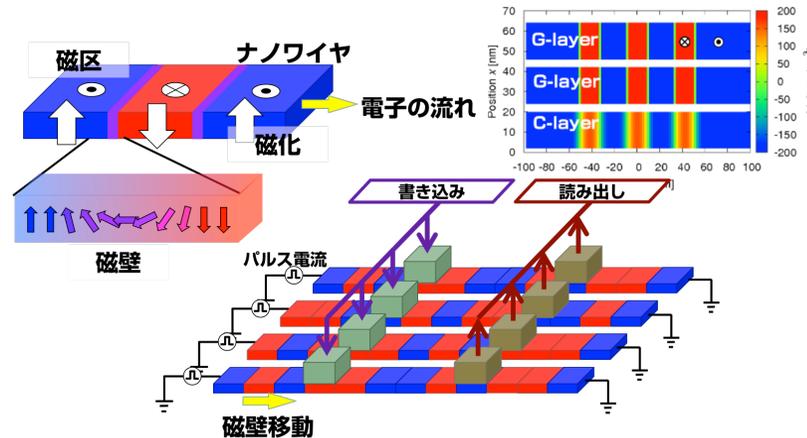
1. 磁気転写による超高速サーボ信号記録技術（生産技術）
2. スピンの流れを制御した新機能性デバイス（次世代技術）
3. ナノ構造及び外場を利用した高効率熱電材料（未踏技術）



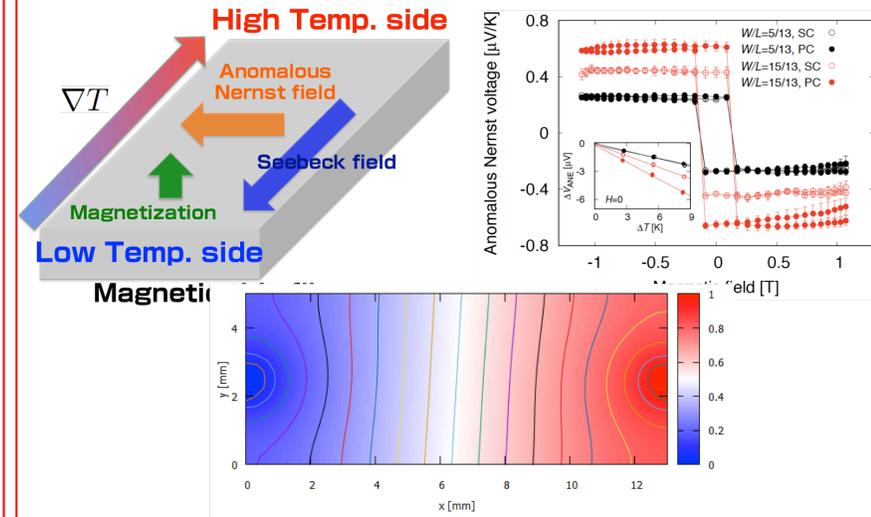
Today's topics



2005 NEDO産業技術研究助成事業
 2009 科研費基盤(B)
 2010 第58回電気科学技術奨励賞
 2018 KDDI財団助成
 他



2004-10 科研費若手研究(B)
 2009 第1回茨大学長表彰奨励賞
 2010-15 科研費基盤(C)
 2016-23 科研費基盤(B)
 他



2011-13 NEDO先導研究
 2015-17 NEDOエネ環
 2015-18 科研費基盤(B)
 2015 ITS paper award
 2018-23 国際共同研究強化(B)
 他

- **情報インフラ社会(Society 5.0)の変革**

- SNS(Social Networking Service)などの進歩
- スマートフォンをはじめとする携帯端末からの膨大な情報
- IoTにおけるセンサネットワークの進展
- 第四次産業革命(AI, 機械学習, ロボット)

- **記録密度向上によるHDDの大容量化**

- プラッタ枚数増加, He充填HDD
- 新技術の投入
 - 瓦記録(重ね書き)方式 (SMR *1)
 - エネルギーアシスト磁気記録(MAMR*2/HAMR *3)
 - ビットパターンドメディア(BPM *4)
 - 3次元記録(3DMR), 強誘電体記録

情報の流れ



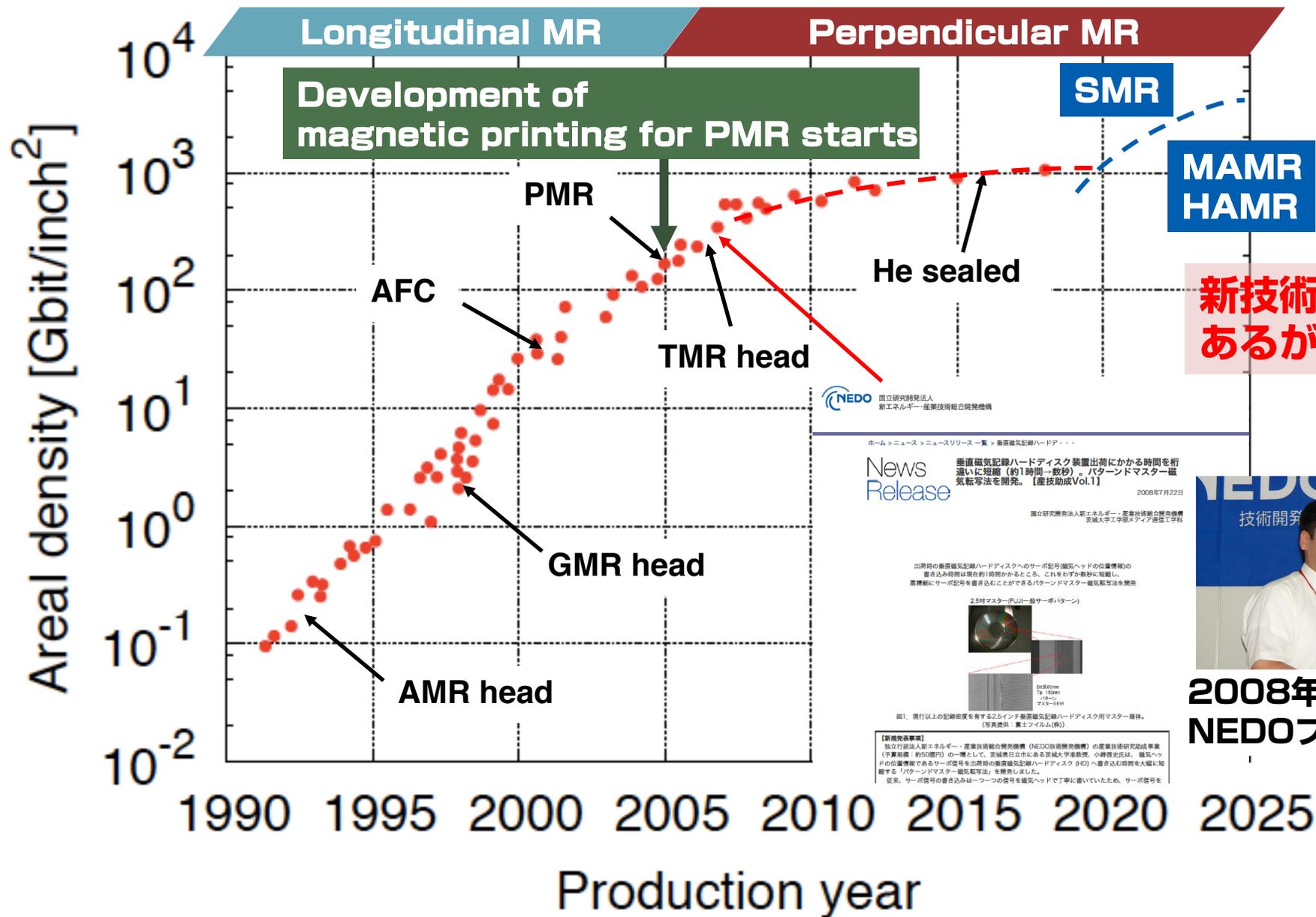
- *1 SMR: Shingled Magnetic Recording,
- *2 MAMR: Microwave Assisted Magnetic Recording,
- *3 HAMR: Heat Assisted Magnetic Recording,
- *4 BPM: Bit Patterned Media

- **大量の情報保存**

- 2020年に世界で生成される情報量: 59 Zetta Byte (Zetta= 10^{21})
- **情報量の年平均成長率26%. 2025年に180 ZBにもものぼる**

生産性向上により供給量を増やし続けることが重要(本提案)

ハードディスク装置(HDD)の面記録密度の推移



NEDO 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

News Release
垂直磁気記録ハードディスク装置出荷にかかる時間を桁違いに短縮(約1時間→数秒)。パワードマスター磁気転写法を開発。【産技助成Vol.1】
2008年7月22日

出陣時の垂直磁気記録ハードディスクへのサーボ信号(磁気ヘッドの位置情報)の書き込み時間は現在約1時間かかる。これをわずか数秒に短縮し、高解像にサーボ信号を書き込むことができるパワードマスター磁気転写法を開発

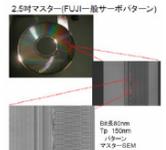


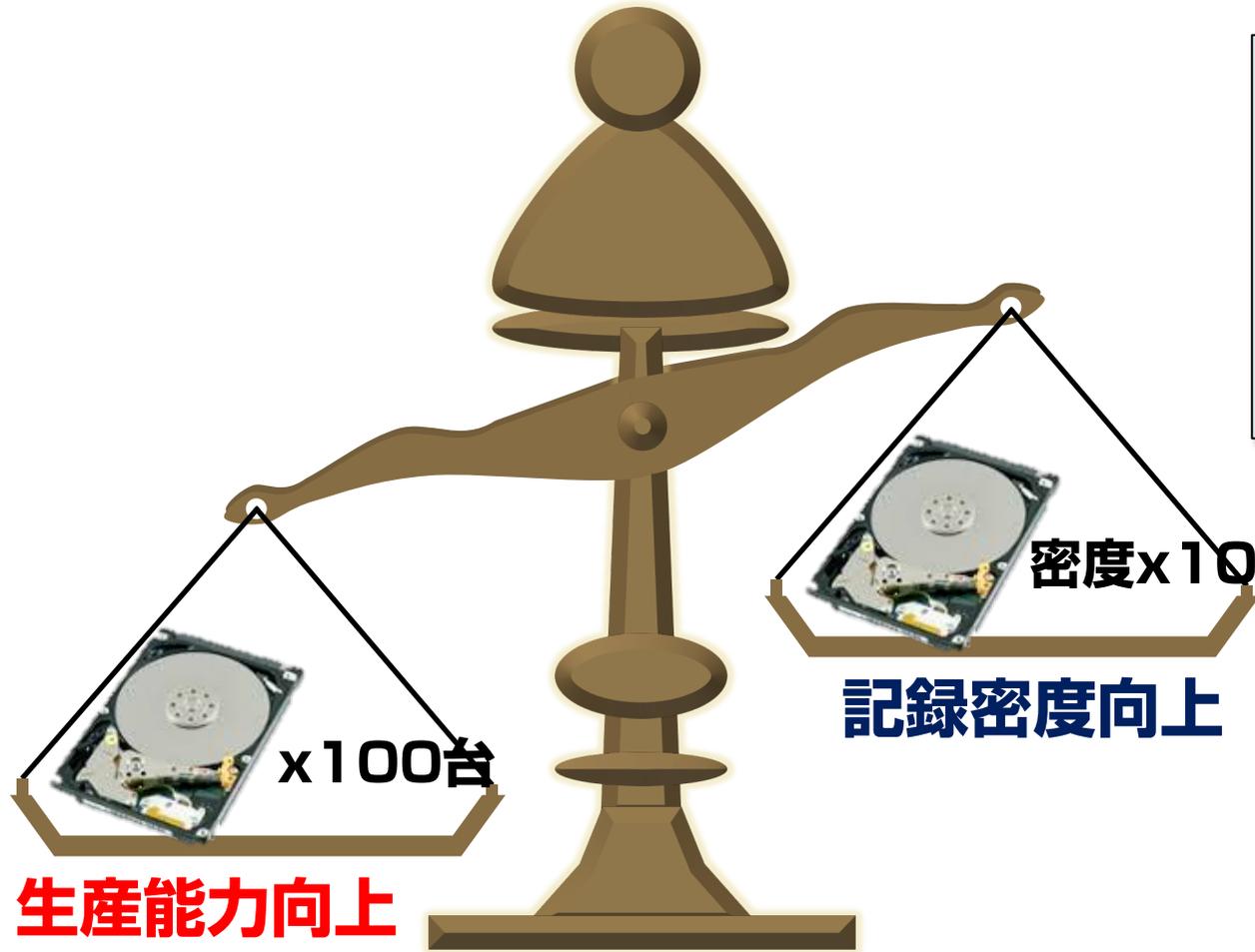
図1. 現行以上の記録密度を有する2.5インチ垂直磁気記録ハードディスク用マスター媒体。
(写真提供: 富士フイルム(株))

【新技術助成】
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 技術開発機構の産業技術研究助成事業(予算規模: 約50億円)の一環として、茨城県日立市にある茨城大学准教授、小嶋啓文氏は、磁気ヘッドの位置情報であるサーボ信号を出陣時の垂直磁気記録ハードディスク (HDD) へ書き込む時間を大幅に短縮する「パワードマスター磁気転写法」を開発しました。
従来、サーボ信号の書き込みは、ヘッドの信号を磁気ヘッドで丁寧に書いていたため、サーボ信号を



しかし... 業界再編の波に飲まれ、技術が世に出ないまま...

2008年7月 NEDOプレスリリース



データセンターの需要増，今後も期待大

- ・ 次世代技術で記録密度向上
- ・ 従来密度で生産能力向上

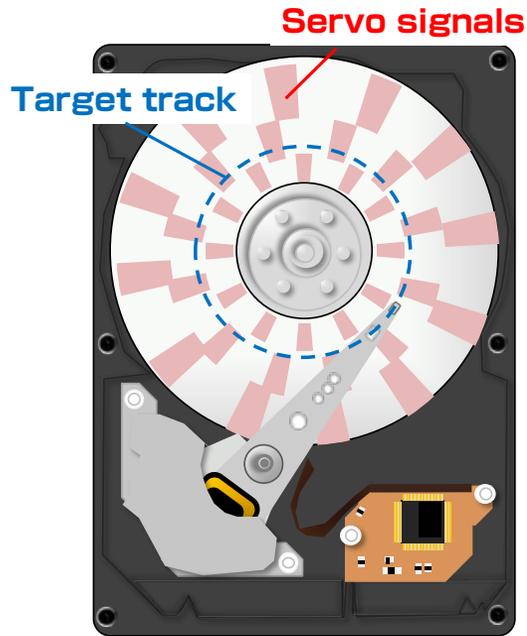
いずれの戦略もあり得るのではないか



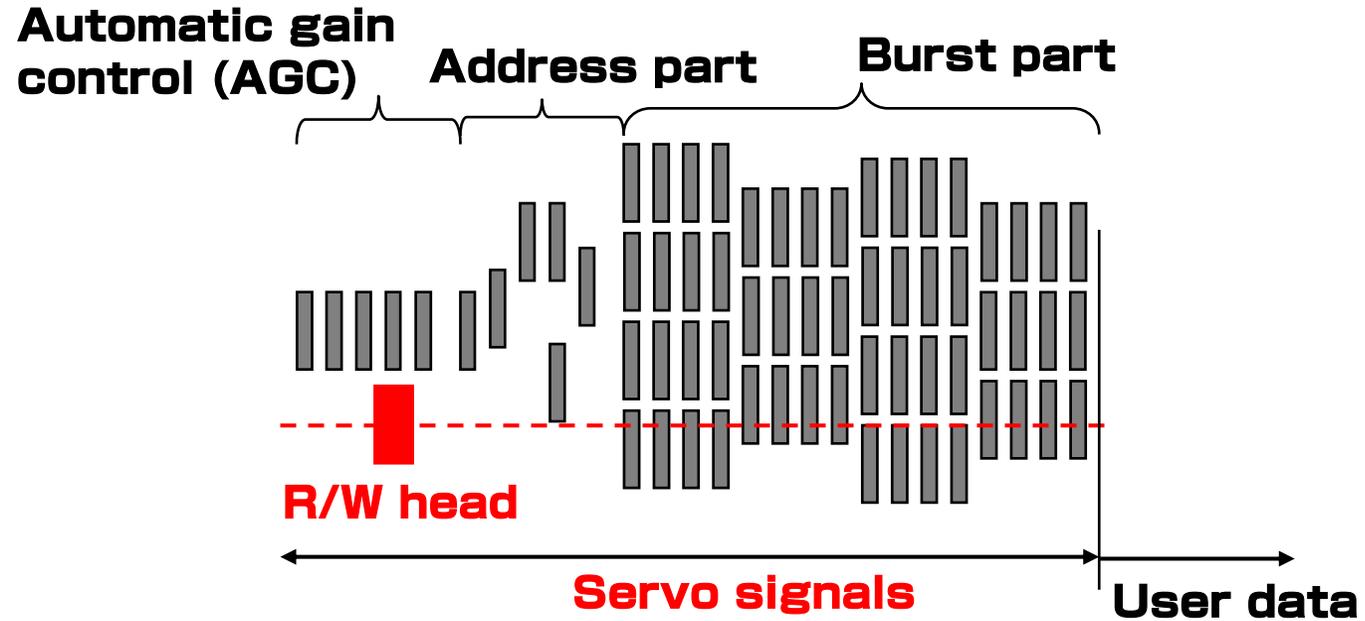
サーボ信号書き込み時間が
生産速度改善を大きく阻害

記録密度は現状のままでも，生産能力向上，付随するコストダウンは
HDD市場におけるひとつの戦略になり得るのではないか？

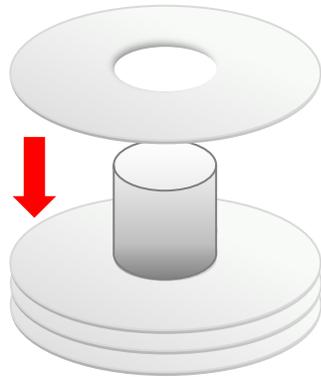
サーボ信号と現行の記録方法



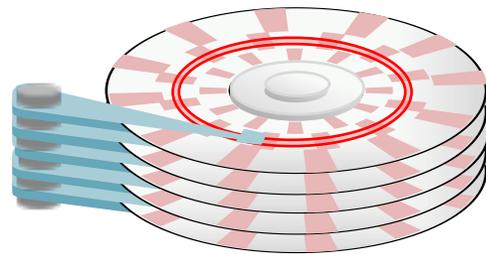
HDD and servo signals



サーボ信号：磁気ヘッドを誘導するための信号（出荷前に記録）



HD assembly



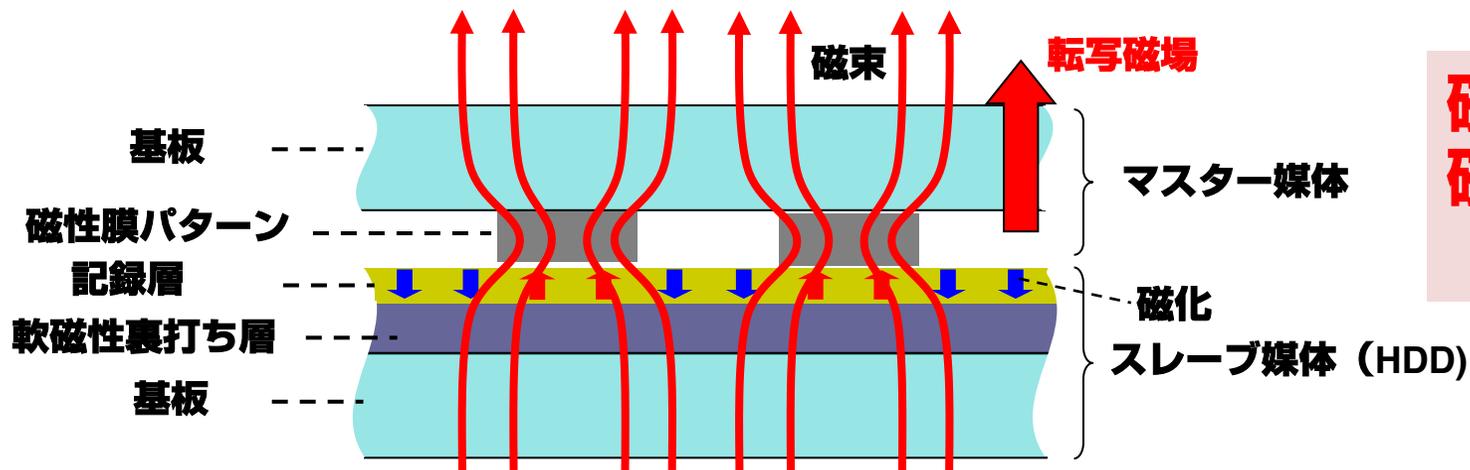
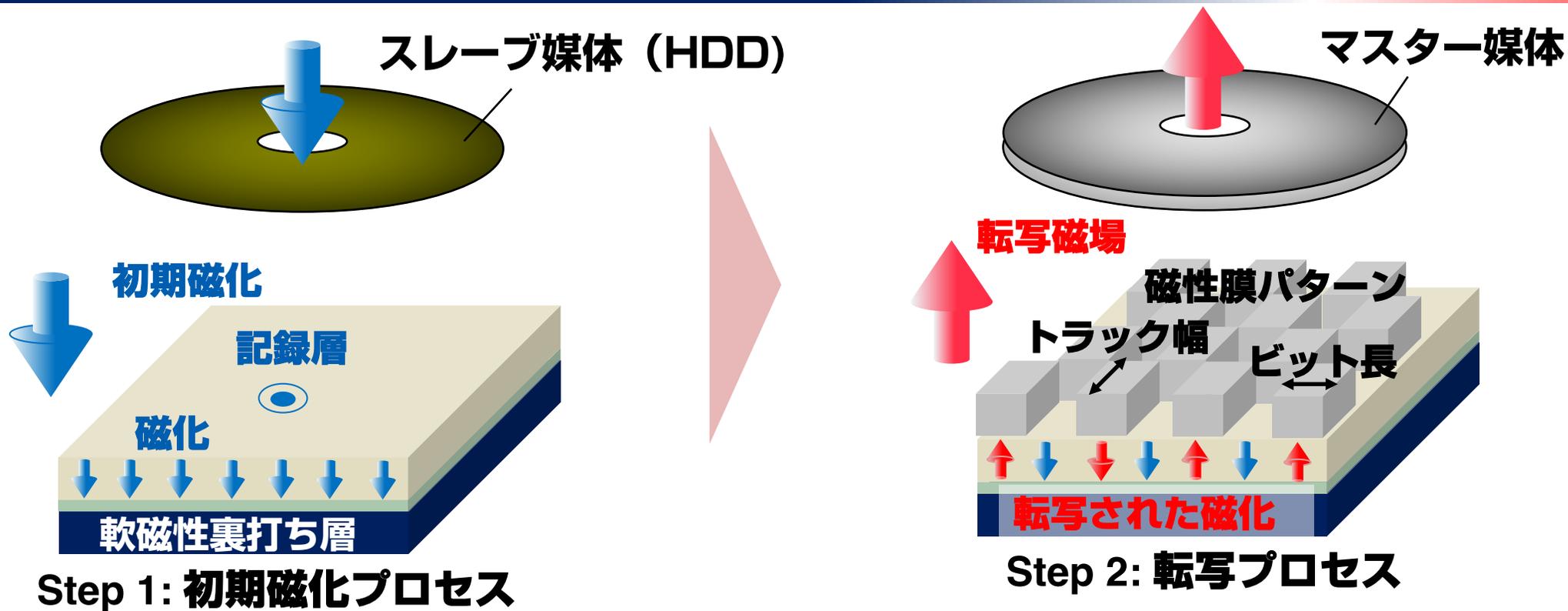
Self-servo track writing (STW)



Products

サーボ信号記録に2-3日/台の時間を要する=HDDの生産効率低下

磁気転写法による超高速サーボ記録



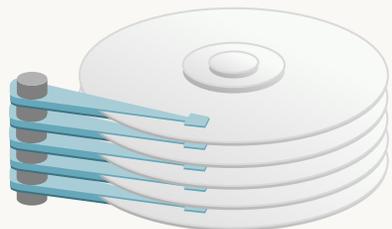
磁束の流れを制御して、
磁化を一括で記録
(超高速サーボ記録)

磁気転写を用いたHDD生産プロセス

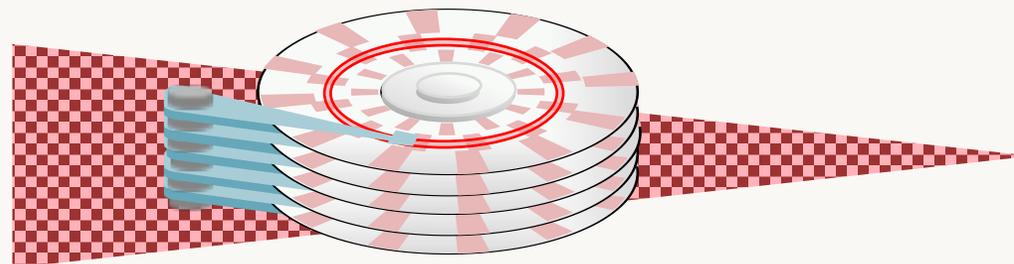
現行プロセス



磁気ヘッド



H/D Assembly



Self-servo track writing (STW)

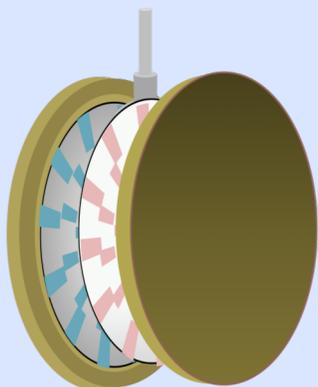
2-3日 ... 生産効率低下



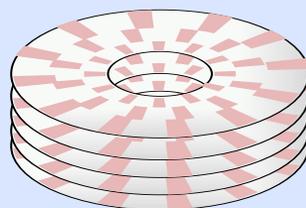
HDD製品

転写プロセス

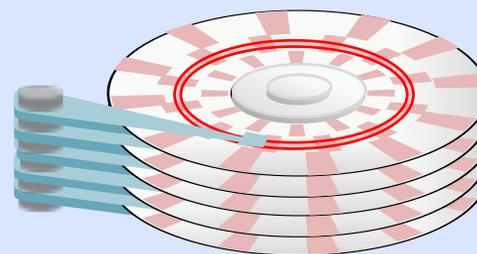
プラッター



磁気転写
秒単位！



磁気ヘッド



H/D Assembly

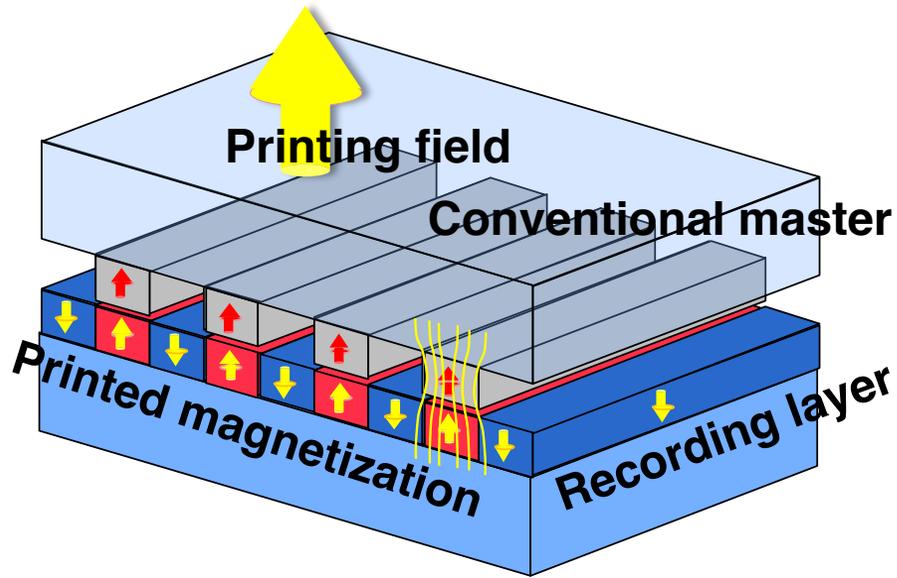


HDD製品

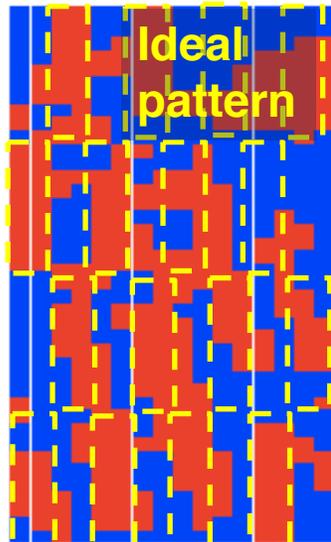
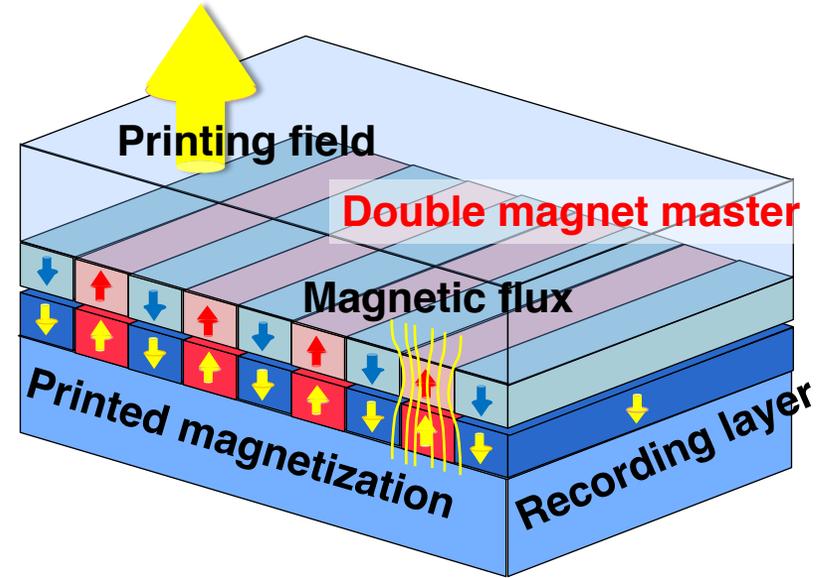
現行方式と磁気転写、本発明の性能比較

記録方式		従来 サーボトラックライタ	磁気転写	
			従来型	本発明 特開2020-35506
サーボ記録時間		2-3日@ 現行HDD (Serious issue) 記録密度増で増加	6 sec (マスター密着と転写プロセス) 記録密度に依存しないプロセス	
信号品質	0.3 Tbit/inch ²	◎	◎	◎
	1.0	○	△ S/N 比が低い	◎
	> 2	?	×	○
コスト		大規模クリーンルーム 運転費用	初期投資は必要だが、 原盤の作製のみで記録密度に対応	

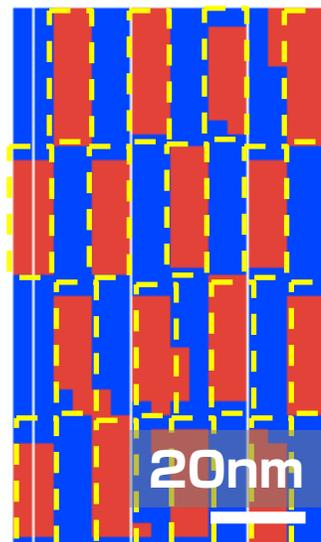
従来マスター媒体とダブルマグネット型マスター媒体



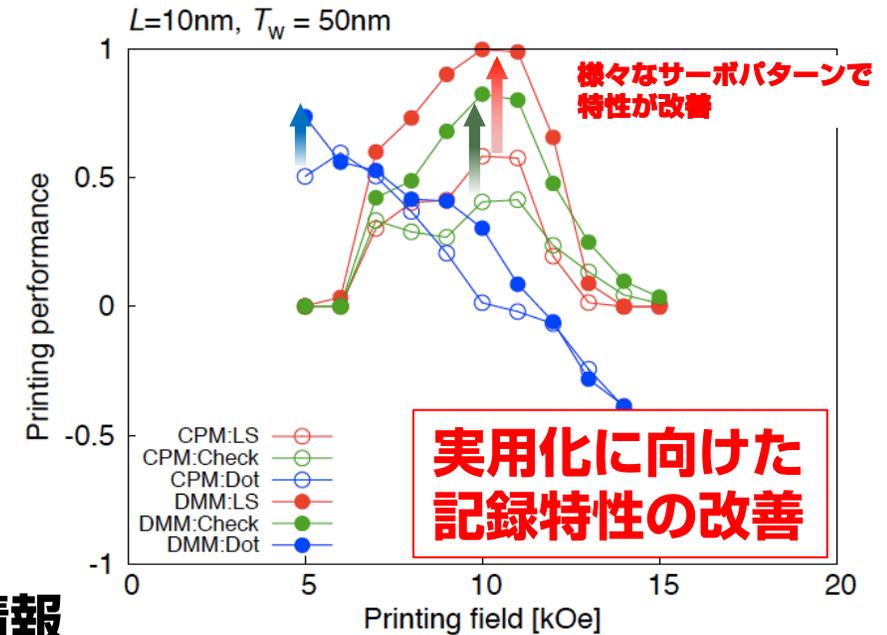
本発明の適用



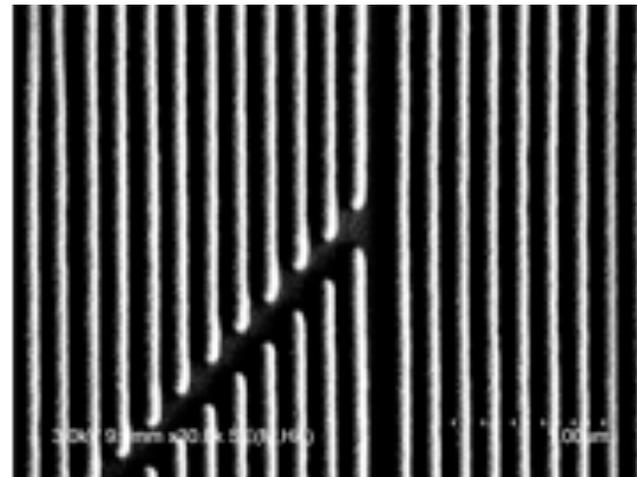
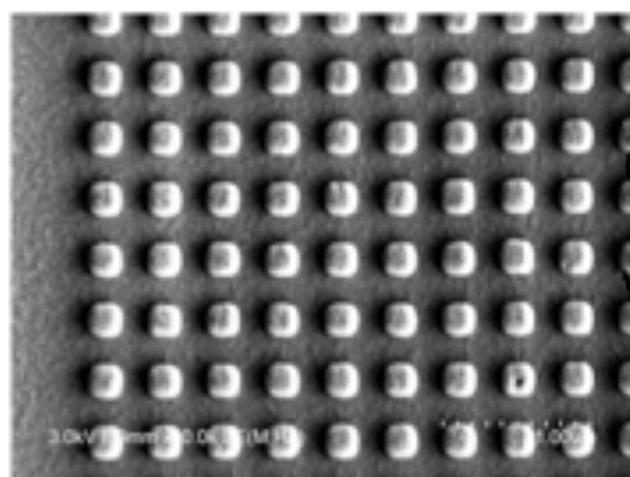
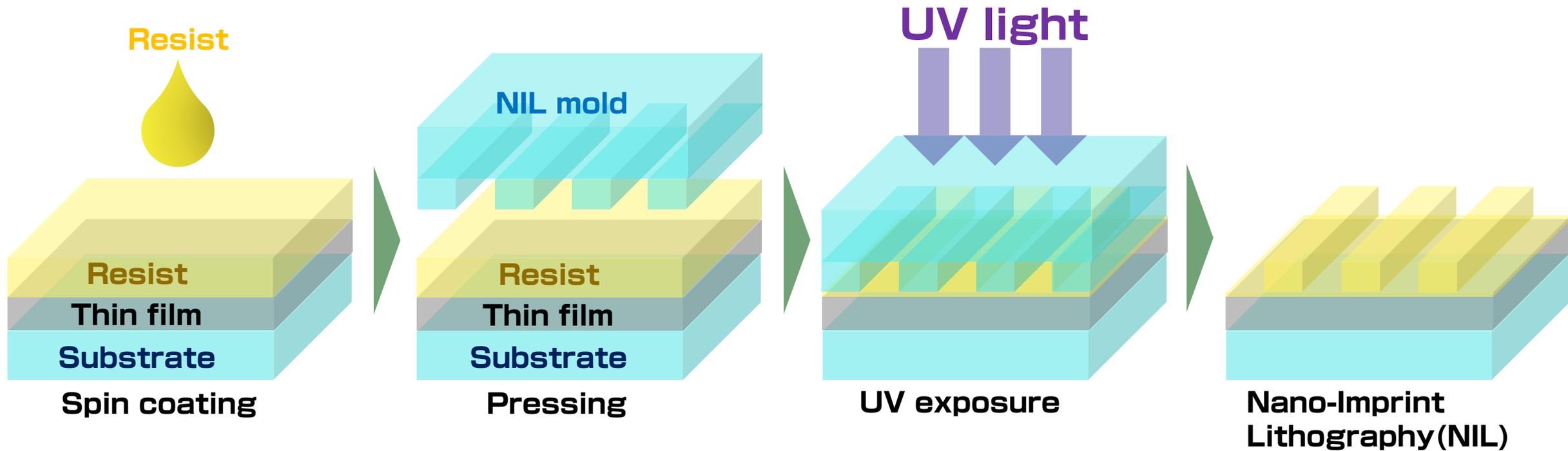
従来方式の記録状態



鮮明に記録された磁化情報



Nano-Imprint Lithography (NIL)



実験室レベルでは
100nmパターン幅のNILが可能

→マスター媒体作製プロセスの検討