



Title	二光束干渉縞を用いた露光技術とその応用に関する研究
Author(s)	野村, 登
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36598">https://hdl.handle.net/11094/36598</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	の 野	むら 村	のばる 登
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	8542	号
学位授与の日付	平成元年3月15日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
学位論文題目	二光束干渉縞を用いた露光技術とその応用に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教 授 難波 進		
	(副査) 教 授 木田 正 教 授 浜川 圭弘 教 授		

### 論文内容の要旨

本論文は、サブミクロン領域の微細加工技術が要求される磁気ヘッドや半導体素子の製作技術として開発した、二光束を交差させて得られる干渉縞を用いた露光技術に関する研究成果をまとめたものである。

まず、発振モードがTEM(0,1)のレーザと放物面ミラーとを組み合わせた干渉縞露光装置を試作した。この新露光光学系によって、干渉縞を生成する2光束の光強度を等しくできるため、コントラストの大きい干渉縞を15mm×20mmの領域に生成することができた。この露光装置に、二光束干渉縞とウェハ上の格子とで構成される干渉計で、格子位置を検出するホログラフィ重ね合わせ装置を附加した。この新重ね合わせ装置によって、干渉縞をウェハ上のパターンに対して30nmの精度で重ね合わせすることに成功した。

次に、本干渉縞露光技術を磁気抵抗効果素子や半導体素子の製作に応用した。磁気抵抗効果素子(MR)の一軸磁気異方性は、従来人為的に制御不可能であったが、二光束干渉縞露光により形成されたサブミクロンピッチの格子上にMR膜を蒸着することによって制御されることを見い出した。さらに、このように制御された一軸磁気異方性をもつセルフバイアスMRヘッドを試作し、バルクハウゼンノイズのない再生用マルチトラックテープヘッドを実現し、その実用性を確認した。また、干渉縞露光技術をECLメモリ製作に適用した。従来の縮小投影露光法と比較すると2倍以上の0.25μmまでの微細パターン形成が可能であり、繰り返し構造を持つLSIの微細化に役立つことを示した。しかし、干渉縞露光技術では干渉縞10本程度の領域で任意ピッチの干渉縞が得られるが、任意の形状を持つ半導体素子、例えばロジック等への応用には限界があることが明かとなった。

さらに、本研究で開発したホログラフィ重ね合わせ法を持つ縮小投影露光装置を試作した。従来の露光

装置における重ね合わせ誤差要因には、計測センサーの感度（ $10\text{ nm}/3\sigma$ ），ステージ停止精度（ $50\text{ nm}/3\sigma$ ）等、装置に起因した誤差と、合わせマーク形成ばらつき（ $240\text{ nm}/3\sigma$ ），段差による誤差等、プロセスに起因した誤差がある。特に、重ね合わせ精度が、合わせマーク上のアルミニウム蒸着膜の表面荒さが原因して、 $320\text{ nm}/3\sigma$ に劣化することが明らかとなった。本ホログラフィ重ね合わせ法を上記のプロセスに適用した結果、重ね合わせ精度 $55\text{ nm}/3\sigma$ を達成した。これは、格子状の位置合わせマークを用いたことによって合わせマーク形成ばらつきを $33\text{ nm}/3\sigma$ と小さくでき、さらにステージの停止精度を $30\text{ nm}/3\sigma$ 、センサー感度を $5\text{ nm}/3\sigma$ 以下に改善したためであり、縮小投影露光装置の重ね合わせ精度を飛躍的に向上させることに成功した。

以上、本研究により、干渉縞露光による磁気抵抗効果素子の一軸磁気異方性の制御法を確立し、また干渉縞を用いたホログラフィ重ね合わせ法を縮小投影露光装置に適用してその有用性を確認し、今後の露光技術の発展に新しい視点を与えた。

### 論文の審査結果の要旨

磁気ヘッドや半導体素子の製作技術としてサブミクロン領域の微細加工技術が要求されてきたが、本論文は二光束を交差させて得られる干渉縞を用いたサブミクロン露光技術に関する研究成果をまとめたものである。

まずニヤフィールドパターンがドーナツ状のレーザーと放物面ミラーとの組み合せにより比較的大面積で高コントラストの干渉縞を生成できる干渉縞露光装置を試作した。この露光装置に、二光束干渉縞とウェハ上の格子とで構成される干渉計で格子位置を検出するホログラフィ重ね合わせ装置を付加し、干渉縞をウェハ上のパターンに対し $30\text{ nm}$ の精度で重ね合わせることに成功した。

次に本干渉縞露光技術を磁気抵抗効果素子（MR）や半導体素子の製作に応用した。従来、制御不可能とされていた磁性膜の一軸磁気異方性が、二光束干渉縞露光により形成されたサブミクロンピッチ溝をもつ基板上に磁性膜を蒸着することにより制御されることを見出し、この方法により制御された一軸異方性を持つMRヘッドを試作し、ノイズの少ない再生用磁気ヘッドとして実用化した。また、干渉縞露光技術を半導体メモリ素子の製作に適用し、 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ までの繰り返し構造微細パターンの形成が可能であることを示した。

さらに、ホログラフィ重ね合わせ方式の縮小投影露光装置を試作し、重ね合わせ精度 $55\text{ nm}/3\sigma$ を達成し、縮小投影露光装置の重ね合わせ精度を飛躍的に向上させることに成功した。

これらの研究は今後の露光技術の発展に新しい視点を与えるものであり、半導体工業の進歩に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。