

ノ ー ト

光転写法による光学素子の作製と  
精密光技術応用システムに関する研究

内田悦行・赤尾保男・徳田 豊  
山田 諄・市川真人・新宮博康  
岡田静雄・小島幹雄・原 憲司

A Research Report on Some Optical Systems  
Using Precise Optical Technique

Yoshiyuki UCHIDA, Yasuo AKAO, Yutaka TOKUDA,  
Jun YAMADA, Mahito ICHIKAWA, Hiroyasu SHINGU,  
Shizuo OKADA, Mikio KOJIMA and Kenji HARA

1. はしがき

大規模半導体集積回路素子、光集積回路素子などの機構部品の小型集積化は、工学の進歩を促している。このマイクロ化・精密化を目指して先進各国において凌ぎを削る技術開発が展開されている。本研究の目的は、精密光学素子を光転写法により簡易に作製する技術を確認し、作製した精密光学素子を精密光技術応用システムに利用し、マイクロ化・精密化を図ることである。本研究は、愛知工業大学昭和61年度研究助成金を受けて進められた。

2. 研究組織ならびに役割分担

研究代表者： 内田悦行 情報通信工学科 教授  
(研究計画の遂行ならびに総括)  
研究分担者： 赤尾保男 情報通信工学科 教授  
(精密光学素子の作製と光通信への応用)  
研究分担者： 徳田 豊 電子工学科 助教授  
(薄膜・光学素子の作製とその評価)  
研究分担者： 山田 諄 電子工学科 助教授  
(光学素子の作製とレーザ計測への応用)  
研究分担者： 市川真人 電子工学科 教授  
(真空中における赤外域吸収特性の測定)

研究協力者： 新宮博康 電気工学科 講師  
研究協力者： 岡田静雄 教養部 教授  
研究協力者： 小島幹雄 電子工学科 講師  
研究協力者： 原 憲司 情報通信工学科 助手

3. 研究経費

昭和61年度 2,500千円  
主な購入設備 真空蒸着装置 2,000千円

4. 研究計画に対する研究成果

4・1 精密光学素子を光転写法により簡易に作製する技術を確認する。

作製は、a. 基板の洗浄, b. 基板への金属膜の蒸着, c. フォトリソグの塗布, d. マスクとの位置決め, e. 光露光, f. 現像ならびに転写, の手順で行う。a. b. c. には、それぞれ超音波洗浄器, 真空蒸着装置, スピンナーを設備した。d. e. については、フォトステッパーを整備, 調整中, f. に対して、エッチングチャンバを設備し、全体の実験環境には、清浄度クラス1000のクリーンルームを設備した<sup>12)</sup>。

a. b. の蒸着膜の作製技術を蓄積し、以下の研

究計画に蒸着膜，段差蒸着膜を作製し利用してきた<sup>2)</sup>。

真空蒸着装置に対しては，改造を施している。①ダブルシャッタ機構を設け，段差蒸着膜の作製を容易にしている。②ガスフロー機構と液体窒素トラップによるガス処理機構ならびに光学窓を備え，レーザ誘起ドライエッチングを可能としている。

#### 4・2 ハイブリッドリソグラフィ用光学式超精密位置決め装置の開発に利用する。

ヘリウム・ネオンレーザを光源とする超精密光学計測システムを防振ステージに組み立て，位相差回折格子からの回折モアレ信号をコンピュータに取り込み，パルスステージの位置決め制御実験を行った。実験環境の温度制御によりサブミクロンの超精密位置決めを実現した<sup>3,7,11,13-15,17-19)</sup>。

#### 4・3 光ファイバ情報通信システムの開発に利用する。

レーザダイオードならびに発光ダイオードを光源とするプラスチック光ファイバの基本特性測定用精密光学実験システム，光ファイバ画像情報伝送実験システムを試作した<sup>20)</sup>。

#### 4・4 薄膜段差膜厚計測装置，レーザ表面検査装置，3次元レーザ立体顕微鏡の開発に利用する。

ヘリウム・ネオン直線偏光レーザを光源とし，偏光分離・結合素子にローションプリズムを用いる近接2光束偏光干渉法による精密測長システムを組み立て，ナノメートルオーダーの超精密変位測定を実現した<sup>4,9,16)</sup>。

#### 4・5 レーザケミカルエッチング微細加工機の開発に利用する。

アルゴンイオンレーザを誘起エッチング光源として，アルミニウム蒸着膜のケミカル液体エッチングによる微細穴加工を実現した。アルミニウム酸化膜の異方性エッチングを繰り返し利用して，高いアスペクト比(深さ/幅)の得られる微細加工法を見出した<sup>1,2,6,8)</sup>。

#### 4・6 赤外域における物体の吸収特性を真空状態において測定する。

光学系の設計は行ったが，真空蒸着装置の使用頻度が高いため，本格的実験は行っていない。予備実験で，アルミニウム酸化膜のドライエッチング速度が赤外線照射により速くなることを見出した<sup>10)</sup>。

## 5. 成果発表論文

- 1) 内田，赤尾，他：レーザ液体エッチングによる金属微細加工，レーザ学会第7回講演予稿集，p.140，1987
- 2) 内田，赤尾，徳田，山田，市川，新宮，岡田：光転写法による光学素子の作製と精密光技術応用システムに関する研究，第2回産業用ロボット研究会，16，1987
- 3) 内田，赤尾，他：X線マスクモアレライメント，昭和62年度精密工学会春季講演論文集，第3分冊，p.771-772，1987
- 4) 内田，赤尾：2光束レーザ干渉法による超精密段差膜厚測定，愛知工大研究報告，22号B，11-18頁，1987
- 5) Y. Uchida et al. : Moire Alignment Technique for Mix and Match Lithographic System, Abst. 31st Int. Symp. on Electron, Ion, Photon Beams, (Woodland Hills, CA, USA), p. 56, 1987
- 6) 澤木，内田：レーザ化学エッチング，電気学会東海支部第1回プラズマエレクトロニクス若手セミナー資料，5，p.1-3，1987
- 7) 澤木，内田，他：反射形回折モアレを用いた自動位置決め技術における反射光の影響，昭和62年度電気関係学会東海支部講演論文集，p.315，1987
- 8) 澤木，内田：レーザ液体エッチングによる金属微細加工(II)，昭和62年度電気関係学会東海支部講演論文集，p.322，1987
- 9) 澤木，内田：レーザ偏光干渉法による精密測長システム，昭和62年度電気関係学会東海支部講演論文集，p.325，1987
- 10) S. Itoh, Y. Uchida et al. : Double Layer Resist Process Using Evaporated Fatty Acid, Ext. Abst. 172nd Meeting of Electrochemical Soc., (Honolulu, Hawaii, USA), 87-2, p. 1057, 1987
- 11) Y. Uchida, Y. Akao et al. : Microcomputer Controlled Positioning System Using Moire Signals, Digest 1987 Int. Conf. on Lasers, (Xiamen, P. R. China), p. 150, 1987
- 12) 内田：クリーンルームの省エネルギー設計，第3回産業用ロボット研究会，12，1988
- 13) 柴田，内田，他：精密位置決め技術，第3回産

- 業用ロボット研究会, 15, 1988
- 14) 柴田, 内田, 赤尾, 他: 投影モアレ信号を用いた精密位置決め技術, 昭和63年電子情報通信学会春季講演論文集, 分冊 C 1, p.1-311, 1988
- 15) 内田, 他: 超精密位置決め用センサの事例, 昭和63年度精密工学会春季シンポジウム資料, 5, p.83-87, 1988
- 16) 澤木, 内田: レーザー偏光干渉法による精密測長システム, ACTIVE, 65頁, 1988
- 17) 内田, 原: いま注目される超精密位置決め用センサ, M&E 国際技術情報誌, 15巻, 9号, 108-115頁, 1988
- 18) 原, 内田: 投影モアレ法によるパルスステージの位置決め制御, 昭和63年度電気関係学会東海支部講演論文集, p.595, 1988
- 19) 原, 内田, 他: 投影モアレ干渉法を用いた超精密自動位置決め技術, 第49回応用物理学会講演予稿集, p.758, 1988
- 20) 鷺野, 小島, 内田: 光ファイバ画像伝送装置の試作, 昭和63年度電子情報通信学会学生会講演論文集, p.79, 1988

(受理 平成元年1月25日)