

吉田ナノ機構プロジェクトの研究成果

目次

1. 超精密位置決め	2
2. 空気ゆらぎの影響を除去したナノメータ計測	5
3. SEM-STM 複合装置	7
4. 圧電効果素子のノソリニアリティー減小法	9
5. STM による生物(フラジェラ)構造の分子レベルでの観察	11
6. ツインプローブ STM	12
7. 生物観察 X 線顕微鏡用位相変調型ゾーンプレート	14
8. W/C X 線多層膜反射鏡	16
9. Ni/V X 線多層膜反射鏡	17
10. 光 CVD 法による W/C X 線多層膜の作製	18
11. 光 CVD 法を基礎とした撰択的膜形成	19
12. 粒子ビーム加工	21

1. 超精密位置決め

ボールガイドの持つナノメータ領域での特異な特性を利用する超精密位置決め

研究成果の概要

- 回転する複数の鋼球を用いた直線移動型ボールガイド(LM ガイド)がナノメータ領域では転がらずにバネのような特性を示すことを発見した。
- 最終的にボールのバネ特性を利用した制御方式によりナノメータ分解能での位置決め特性が得られた。
- 領域 III から領域 II を通過して領域 I へ導くことにより大ストロークでもナノメータの精度で位置決めできる制御方式を確立した。
- これ迄の微粗動の組合せによらず単一の機構でナノメータ位置決めを可能とする技術を確立した。(図1、領域1、領域2、領域3)

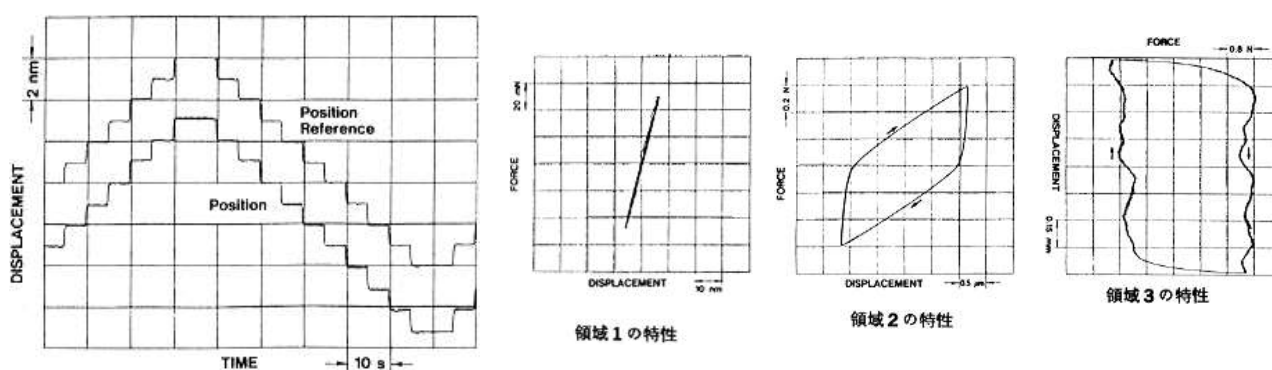


図1 1nm ステップ応答

成果の展開可能なシーズ、用途等

- 1) 半導体製造装置等に用いる大ストローク超精密位置決め装置
- 2) マイクロマニピレータ等に用いる小ストローク超精密位置決め装置

特許出願

- 1) 超精密位置決め装置

特 願：平 2-113802(平 2.5.31)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：ボールガイドのような転り特性を利用する位置制御においてナノメータ領域で示すバネ特性を最終位置決めに利用し、大ストローク領域から順次制御回路を切り換える位置決め方式。

- 2) 位置制御方式

特 願：昭 61-271096(昭 61.11.14)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：負荷と駆動部間のひずみとひずみ速度をフィードバックすることにより振動特性を安定化する方式。

3) 圧電アクチュエータを用いた位置制御系の制方式

特 願：昭 62-021976(昭 62.2.2)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：圧電アクチュエータで駆動する負荷の加速度を検出し、振動特性を改善する制御回路。

4) アクティブダンパ

特 願：昭 62-056064(昭 62.3.11)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：振動を加速度計で検出し、付加された質量を圧電素子で逆方向に動かし除振する。

5) 圧電アクチュエータを用いる二重サーボ系の制御方式

特 願：昭 62-056065(昭 62.3.11)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：圧電アクチュエータを用いた粗微動 2 重サーボ系において粗微動同時に作動可能とする回路。

6) 位置制御システムの制御回路

特 願：昭 62-211063(昭 62.8.25)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：駆動力を操作することによってその二階積分が位置となる位置制御システムにおいて、振動特性を安定化する制御回路。

7) 位置制御方法

特 願：昭 63-266627(昭 63.10.21)

出 願 人：新技術事業団、(株) 安川電機製作所

請求の概要：力を操作量、位置を制御量とする位置制御系において、位置・速度をネガティブフィードバックする他、一次遅れ回路を通して速度をポジティブフィードバックする。

《外国出願》

1) Apparatus for controlling servo system employing piezo-electric actuator

米国出願：特許番号 4,843,293(June,27,1988)

英国出願：GB8802264(Feb.,2,1988)

公開 GB2201532A(Sept.,1,1988)

独出国出願：P38030322(Feb.,2,1988)

公開 DE3803032A1(Aug.,11,1988)

請求の概要：特願昭 62-021976 に同じ

2) Position control method

米国出願：424,039(Nov.,22,1989)

EPC(西独)：89119506.7(Oct.,20,1989)

公開 O369190A1(May,23,1990)

請求の概要：特願 63-266627 に同じ

3) Ultra-Precise Positioning system

米国出願：531,229(Mar.,31,1990)

EPC(英、独)出願：590305943.4(May,31,1990)

公開 0401018A2.(Dec.,5,1990)

報告書他

1) 二見茂、古谷彰浩:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P33-38

(1991 年 3 月)新技術事業団

「ナノメータ位置制御システムの研究」

2) S.Futami,A.Furutani,S.Yoshida:Nanotechnology,Vol.1,P31-37(1990)

「Nanometer Positioning and It's Micro Dynamics」

3) 二見茂、古谷彰浩:精密工学会誌、Vo l .57,No.3(1991)P.556-561

「AC リニアモータと転り案内を用いたナノメータ位置決め、第 1 報システムの構成と粗・微動」

他

〔研究者名〕二見 茂、古谷彰浩

2. 空気ゆらぎの影響を除去したナノメータ計測

紫外域では空気ゆらぎによる屈折率の変化が波長により大きく異なる性質を利用したゆらぎ補正

研究成果の概要

- 紫外域では空気分子とレーザー光の相互作用が大きくなる波長があり、この点の近くでは空気ゆらぎによる屈折率の変化が波長により大きく異なるため 2 つの波長の大きく異なるレーザー光を用いて空気ゆらぎの影響を除去できるレーザー干渉計を考案した。
- ゆらぎ補正された測定値 D は次式で求められる
$$D = D_1 - (D_1 - D_2)A$$

 D_1 : λ_1 による測定値
 D_2 : λ_2 による測定値
 A : 2 つの波長の屈折率により決る定数
- 同軸型 2 波長レーザーを開発し、 $\lambda_1 = 244\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 488\text{nm}$ のレーザー光により最小単位 0.7nm よりリアルタイムにゆらぎを除去できる技術を確認した。(図 1、図 2)

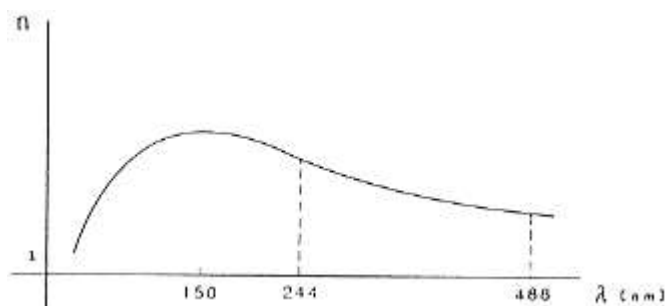


図 1 (上) 空気の屈折率

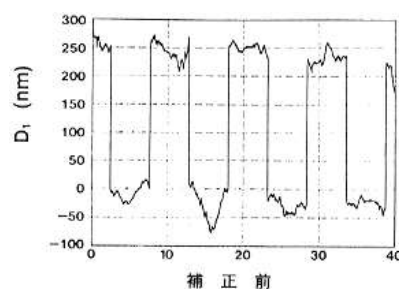
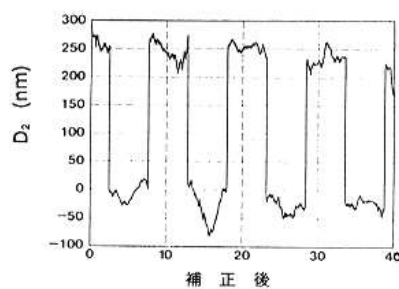


図 2 (右) 250nm ステージを前後させた場合の測定値



成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 大型超精密装置の位置センサー用レーザー測定ユニット
- 2) 本研究の理論を応用した光方式真直度センサー

特許出願

- 1) 光波干渉測定装置

特 願：昭 62-254723(昭 62.10.12) 特開平 1-98902(平 1.4.17)

出 願 人：新技術事業団、(株) ニコン

請求の概要：紫外域及び可視域の 2 波長光を用い、空気ゆらぎによる測定値のゆらぎの影響を除くようにしたレーザー干渉測定法。

2) 真直度測定装置

特 願：(手続き中)

出 願 人：新技術事業団、(株) ニコン

請求の概要：特願昭 62-254723 の基本原理を応用し空気ゆらぎにより横方向へレーザービームがゆれることを補正できる真直度測定法。

《外国出願》

1) Light wave interference length-measuring apparatus

米国出願：特許番号 4,948,254(Aug.14,1990)

英国出願：GB88239140(Oct.12,1989)

請求の概要：特願昭 62-254723 に同じ

報告書他

1) 石田 明:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P51-P54(1991 年 3 月) 新技術事業団
「ナノメータレーザ測定における空気ゆらぎの除去」

2) A.Ishida:Japanese Journal of Applied Physics Letter. Vol.28,No3, D.L473-475(1989)

「 Two-Wavelength Displacement-Measuring Interferometer Using Second Harmonic Light to Eliminate Air-Turbulence-Induced Errors.

他

〔研究者名〕 石田 明

3. SEM-STM 複合装置

走電型電子顕微鏡(SEM)と走電トンネル顕微鏡を組み合せ、広範囲な倍率可変を可能とした装置。

研究成果の概要

- STM を SEM の試料台上に組み込み、SEM と STM の観察がスイッチ切り換えで可能。
- SEM の 2 つのディスプレイ上に STM のグレースケール表示及び 3 次元像を同時にリアルタイムで表示可能。
- 試料台を 450 傾けることにより、STM の探針と試料の像を同時に観ることができるため、STM の観察領域を $\pm 0.3 \mu\text{m}$ の範囲に設定できる。
- この STM を使ってグラファイトの表面がスパッタによって削られて行く様子を観察し、約 1nmrms で表面粗さが飽和することがわかった。(図 1、図 2)

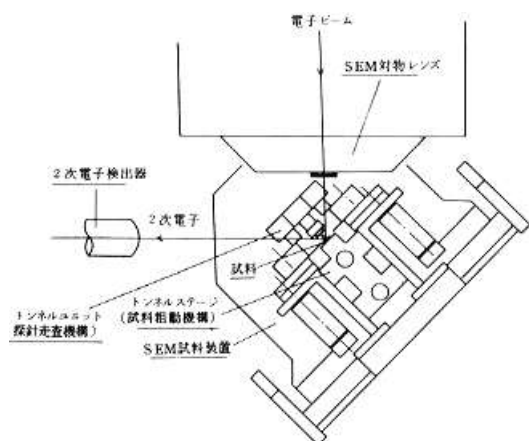


図1 トンネルステージの SEM 内での配置

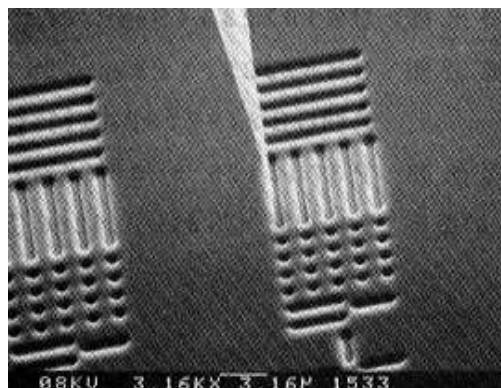


図2 STM 探針と試料

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) SEM の性能をサブナノメートル迄拡大した新しい顕微鏡装置。

特許出願

- 1) 走電型トンネル顕微鏡の探針走査機構

特 願：昭 61-226286(昭 61.9.26) 特開昭 63-81745(昭 63.4.12)

出 願 人：新技術事業団、(株) 明石製作所

請求の概要：STM を SEM に組込む複合システムに適した STM の走電機構

- 2) 試料微動機構

特 願：昭 61-226285(昭 61.9.26) 特開昭 63-82389(昭 63.4.13)

出 願 人：新技術事業団、(株) 明石製作所

請求の概要：STM を SEM に組込む複合システムに適したインチウォーム型試料微動機構

《外国出願》

Scanning tunneling microscope installed in electron microscope

米国出願：US101233(Sept.,24,1987)

英国出願：GB8722573(Sept.,25,1987)

公開 GB2197752A(May,25,1988)

独国出願：P3732426.8-33(Sept.,25,1987)

請求の概要：国内出願 昭 61-226286 及び昭 61-226285 に同じ

報告書他

- 1) 宮崎安通、古賀康憲:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集

P.7-6(1991 年 3 月) 新技術事業団

「SEM-STM 複合システム」

- 2) T.Ichinokawa,Y.Miyazaki and Y.Koga: Ultramicroscopy (North-Holland Amsterdam)

Vol.23, P.115-118(1987)

「Scanning Tunneling Microscope Combined with Scanning Electron Microscope」

- 3) Y.Koga,Y.Miyazaki and N.Nakagiri: Japanese Journal of Applied Physics Letter,

Vol.27, No6, P.L976-L978(1988)

「STM Study of the Effects of Etching on the Surface of Kish-Graphite」

他

〔研究者名〕 宮崎安通、古賀康憲、中桐伸行

4. 圧電効果素子のノソリニアリティー減小法

DZT のような圧電効果素子の持つヒステリシス、クリープ等のノンリニアリティーをコンデンサ挿入法により減小

研究成果の概要

- STM の走査等を使用される圧電効果素子は印加する電圧に比例して伸び縮みするが、完全に比例関係とはならず、ヒステリシス特性を有するため従来は電荷制御法やソフトウェアによる制御により補正を行っていた。
- 本方式は素子の基本に立ち帰り、素子が基本的にはコンデンサであることから直列に他のコンデンサを挿入することによりリニアリティーが次式に従って減小することを発見し、実験により実証した。

$$\Delta L_c = r \cdot \Delta L$$

ΔL_c : コンデンサ挿入法によるノン・リニアリティー

ΔL : コンデンサなしのノン・リニアリティー

$$r = C / (C_{\text{piezo}} + C)$$

- 又この方式はステップ状に電圧を変化させた際に伸びがドリフト状に変化するクリープ現象も減少することができる。(図 1、図 2)

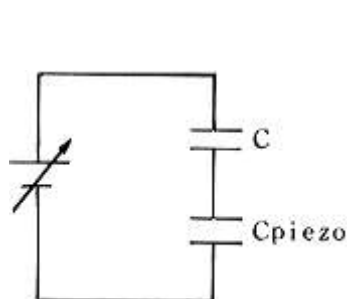


図 1 コンデンサ挿入法

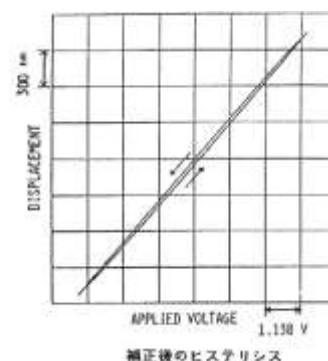
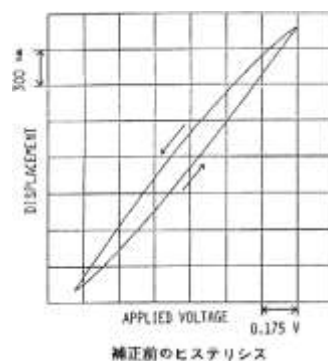


図 2 補正前後のヒステリシス

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) STM 等の微量走査機構
- 2) 工作機械工具の微小切り込み制御機構

特許出願

- 1) 圧電アクチュエータの特性線形化法

特 願 : 昭 63-25829(昭 63.2.8) 特開昭 63-25829(平 1.8.15)

出 願 人 : 新技術事業団、新日本製鐵(株)

請求の概要：DZT 等の容量性の圧電素子のヒステリシス等の比線形特性をコンデンサ挿入法により改善。

報告書他

- 1) 貝塚 洋、中桐伸行:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集(1991 年 3 月) 新術事業団
「走査感度可変 STM と STM 像の信頼性」
 - 2) H.Kaizuka and Byron Siu: Japanese Journal of Applied Physics, Vol.27. No7, p.1335-1337(1988)
「A Simple Way to Reduce Hysteresis and Creep When Using Piezoelectric Actuators」
- 他

〔研究者名〕 貝塚 洋、Byron Siu

5. STMによる生物(フラジェラ)構造の分子レベルでの観察

比較的厚い生物試料を試料処理を工夫することによって STM での観察を可能とする

研究成果の概要

- STM(走査トンネル顕微鏡)はトンネル電流を一定に流すように制御することが要点であるため、試料によっては像を得ることができない。生物試料でも DNA のように薄い試料の像を得た例は報告されている。
- 大腸菌のようにべん毛(フラジェラ)を持つ生物のべん毛の構造を知ることは大きな意義を持つが、その太さは 20nm もあるため STM で直接像を得た例はない。
- フラジニラを次のような処理をすることにより STM で像を得ることに成功した。(図 1)
 - (1)フラジェラを数%グリセロール希しゃく溶液中に浮遊させる。
 - (2)表面をスパッタし、親水性を持たせたグラファイト上に溶液を滴下し、蒸留水を加えてはろ紙ですいとる。
 - (3)真空中で凍結乾燥させる。
 - (4)STM で観察する。



図1 サルモネラ菌フラジェラの STM 像

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 本方式による試料処理を施すことにより、他の厚い生物試料を STM で観察することが可能となる。

特許出願

なし

報告書他

- 1) 中桐伸行:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P7-15
(1991 年 3 月) 新技術事業団
「加工表面および生物試料の STM 観察」
 - 2) N.Nakagiri,H.Fujisaki and S.Aizawa:Journal of Vacuum Science and Technology,to bepublished (STM '90 Proceeding),(1991)
「Scanning Tunneling Microscopy of Bacterial Flagela」
- 他

〔研究者名〕 中桐伸行

6. ツインプローブ STM

ツインプローブ STM を実現するための探針を半導体プロセスで実現する方法及び 2 つのプローブを原子オーダーで水平にし走査する方法

研究成果の概要

- STM の夫々独立した探針を極く近接して試料の上に設置し、2 つの探針を同時に作動させることにより、分子、原子の比較的速い移動現象や、表面の微小領域の特性を検出できることを考察しツインプローブ STM の実現を試行した。
- フォトリソグラフィ、エッチング、CVD 等の半導体プロセスを用いて探針の間隔 100nm のツインプローブチップを試作し、この方法による可能性を確認した。
- ツインプローブ STM では 2 つの探針を原子のオーダーで試料上で平行にし、試料面を走査せねばならないが、探針の操作機構、制御回路を工夫することにより、1mm 離れた Pt-Ir の 2 つの探針により同時にグラファイトの原子像を得ることに成功した。

(図 1、図 2、図 3、図 4)

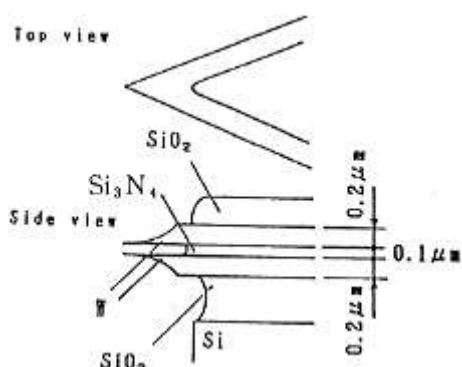


図 1 半導体プロセスによるツインプローブチップ

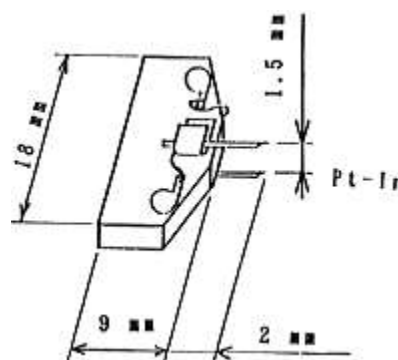


図 2 手作りツインプローブ

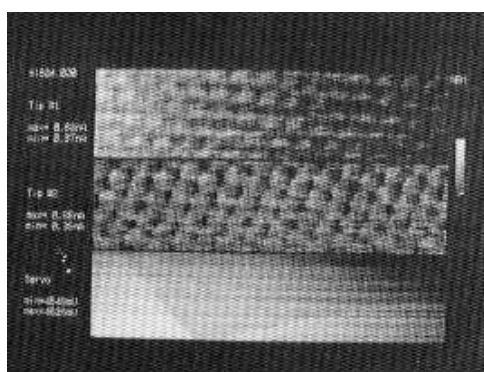


図 3 手作りツインプローブによるグラファイト原子像

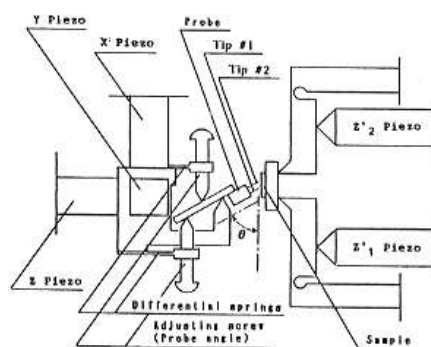


図 4 ツインプローブ STM 模式図

成果展開可能なシーズ、用途等

1) STM によりこれ迄にない物理現象の観察を可能とする。

特許出願

1) 微細マルチプローブの製造方法

特 願：昭 63-118240(昭 63.5.17)

出 願 人：新技術事業団、インテルジャパン

請求の概要：STM 等を使用する探針を複数同一チップ上に半導体プロセスにより集積化して作成する方法。

《外国出願》

1) Method of making microscopic multipvobes

米国出願：US352,573(May,16,1989)

請求の概要：特願昭 63-118240 に同じ

報告書他

1) Byvon Siu:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P23-25、
(1991 年 3 月) 新技術事業団

「VLSI Fabrication of Twin Probes for The STM」

2) 塚本茂美:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P27-31、
(1991 年 3 月) 新技術事業団

「ツインプローブ STM」

3) S.Tsukamoto,Byron Siu and N.Nakagiri: Review of Scientific Instrument,
Vol.62, No.7, July (1991)

「Twin-Probe Scanning Tunneling Microscope」

〔研究者名〕 塚本茂美、Byron Siu、中桐伸行

7. 生物観察 X 線顕微鏡用位相変調型ゾーンプレート

ゾーンプレートを 2 種の物質の構成比を変化させ傾斜型屈折率構造とすることにより集光効率を高めた

研究成果の概要

- X 線の集光、結像には X 線の回折を利用するゾーンプレートを用いる。
- ゾーンプレートとしては X 線を透過、遮断する 2 つの円環状領域からなるフレネルゾーンプレートが一般的である。
- フレネルゾーンプレートは遮断部分があるため集光効率は最高 10% にしかない。
- そのため遮断部分の光も集光に役立てる位相型ゾーンプレートが考案されている。
- 位相型ゾーンプレートは遮断部分で光の位相を 180DEG ずらす必要がある。
- 2-4nm の波長の X 線(生物観察に適している)に対し位相特性、吸収特性を考慮し物質を探索したところチタン(Ti)が最適であることがわかった。
- 集光実験によっても位相型ゾーンプレートがフレネルゾーンプレートより優れていることが確認された。
- 更に 2 つの物質、例えばチタンとクロムを用いて連続的に位相が変化するような構成にすると(位相変調型ゾーンプレート)40%の効率が得られることが計算により確認された。(図 1、図 2)

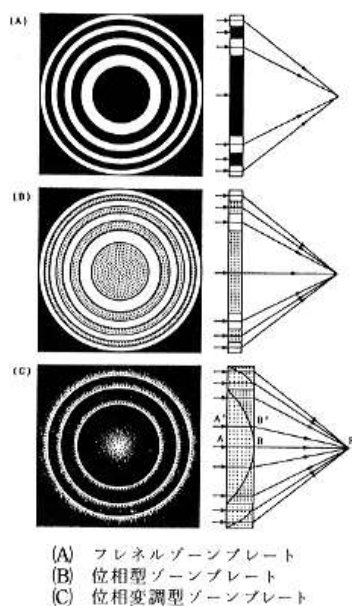


図 1

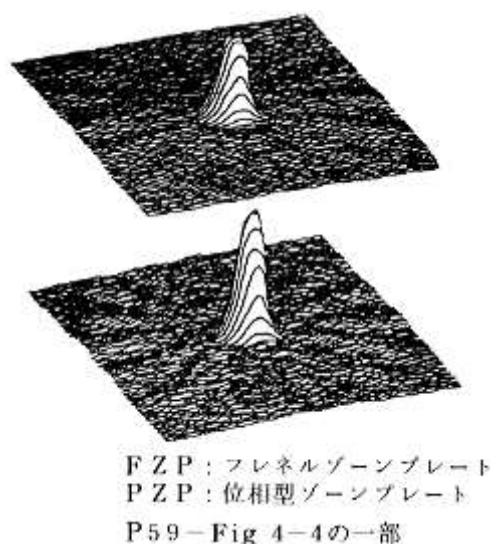


図 2

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 2 物質混合スパッタ法により位相変調型ゾーンプレートが実現されると効率の高い X 線顕微鏡が実現でき、試料へのダメージを小さくすることができる。

特許出願

1) 生物観察 X 線顕微鏡用の位相ゾーンプレート

特 願：昭 62-285883(昭 62.11.12) 特開平 1-12800

出 願 人：新技術事業団

請求の概要：生物観察に適して X 線波長域(2-4nm)で最も集光効率を高くする位相ゾーンプレートの材料及び寸法。

2) 生物観察 X 線顕微鏡用位相変調型ゾーンプレート

特 願：平 1-153531(平 1.6.5)

出 願 人：新技術事業団

請求の概要：2 種類の物質の混合比を一定公式に従うように変化させるようにして各ゾーンの位相を連続的に変化させるようにしたゾーンプレート

報告書他

1) 藤崎久雄：吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P55-61

(1991 年 3 月) 新技術事業団「X 線顕微法」

2) H.Fujisaki:Japanese Journal of Applied physics,Vol.27,

No.6, p. L976-978 (1988)

「Materials for Phase Zone Plate Fabrication for Use with Soft X-Rays」

3) H.Fujisaki, N.Nakagiri:Applied Optics, Vol.29, No.4, p.483-488 (1990)

「Design of a Gradient Refractive Index Phase Zone Plate for Soft X-Rays」

他

[研究者名]塚本茂美、Byron Siu、中桐 伸行

8. W/C X線多層膜反射鏡

W/C 多層膜のマグネトロンスパッタ法による作成

研究成果の概要

- W/C X線多層膜をマグネトロンスパッタ装置の作動パラメータを Ar ガス圧 0.27Pa として作成し、Ar ガス圧が膜質に大きく影響することを明確にした。
- ピッチ 3nm、層数 100 の多層膜反射鏡により波長 5.6nm、入射角 75DEG で 10.3%の反射率を得た。
- X線小角散乱法により得られたデータによる正確な膜厚、膜密度解析法を確立し、上記の多層膜の膜密度が W の場合バルクの値の 70%であることを明らかにした。(図 1、図 2)

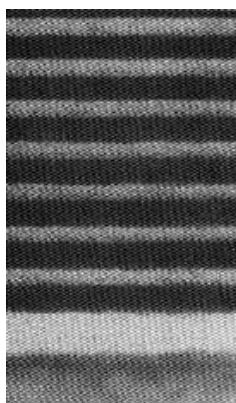


図 1 d=3nm の W/C 多層膜の TEM 写真

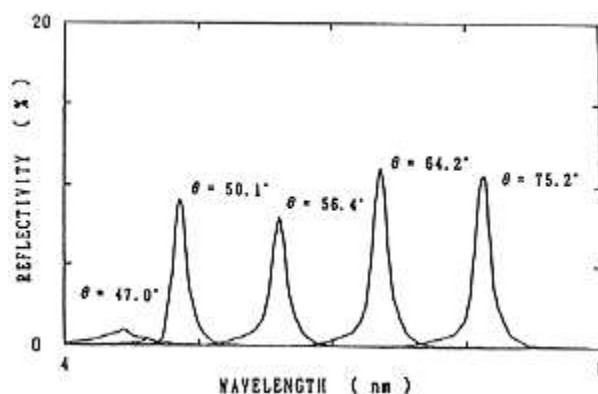


図 2 W/C 膜の軟 X 線反射率

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 短波長(5nm 前後)で使用する直入射反射鏡
- 2) X線分光用反射型フィルター

特許出願

なし

報告書他

- 1) 関 正治:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P69-72、
(1991 年 3 月) 新技術事業団「C/W 多層膜反射鏡の X 線及び軟 X 線反射率と構造」
- 2) 永田 浩:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P73-78、
(1991 年 3 月) 新技術事業団「X 線多層膜の作成と評価」
- 3) H.Nagata and S.Seki:Japanese Journal of Applied Physics, Vol.29, No.3, p.569-570 (1990)

〔研究者名〕 関 正治、永田 浩

9. Ni/V X 線多層膜反射鏡

金属系材料を用いた特定波長域高波長 X 線反射鏡

研究成果の概要

- V、Ti 等の物質の吸収端よりやや長い波長の領域で、特定の波長に対し高い反射率の X 線反射鏡が得られることを計算により確認。
- マグネトロンスパッタ装置により、アルゴンガス圧 2.1Pa の作動パラメータによりピッチ 5nm、層数 32.5 の Ni/V 多層膜を作成した。
- シンクロトン放射光(SR)を利用した測定の結果、波長 2.4nm、入射角 16DEG で 36%の反射率を得た。(図 1)

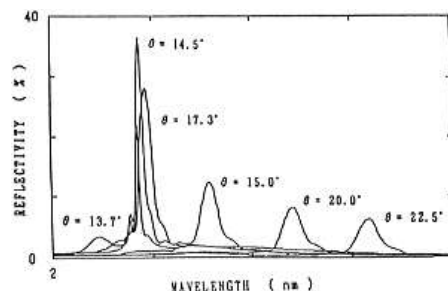


図 1 NI/V 多層膜の軟 X 線反射率

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 入射角度が 20DEG 程度以下の X 線光学系の反射鏡

特許出願

- 1) 多層膜反射鏡

特 願：昭 62-119535(昭 62.5.15) 特開昭 63-284499(昭 63.11.21)

出 願 人：新技術事業団、(株)ニコン、セイコー電子工業(株)

請求の概要：X 線多層膜において、多層膜の層を構成する物質の一方に特定の波長域に吸収端を持つ物質を使用し、吸収端波長のやや長い波長域で高い反射率を得る。

報告書他

- 1) 永田 浩:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P73-78
(1991 年 3 月) 新技術事業団「X 線多層膜の作成と評価」
 - 2) 石野行宣:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P79-84
(1991 年 3 月) 新技術事業団「軟 X 線用 Ni/TiO₂ 多層膜鏡の製作と特性評価」
 - 3) H.Nagata:Japanese Journal of Applied Physics,Vol.29, No.4, p.744-749 (1990)
「Nickel/Vanadium and Nickel /Titanium Multilayers for X-Ray Optics」
- 他

〔研究者名〕 永田 浩、石野行宣、木原直人、鈴木美彦

10. 光 CVD 法による W/C X 線多層膜の作製

ArF エキシマレーザーCVD による軟 X 線用多層膜の作製

研究成果の概要

- ArF エキシマレーザーを用いた光 CVD 装置に、W 用 BC 用 2 種のガスを交互に導入することにより 8 層からなる軟 X 線用多層膜を作製し、波長 5nm、入射角 14.5 度で 4.1%の反射率を世界で初めて得た。(図 1、図 2)

ArF パワー 2W(パワー安定化) W 用ガス WF_6 C 用ガス C_2H_2

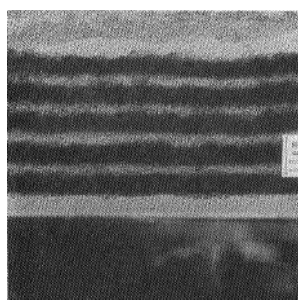


図 1 断面 TEM 写真

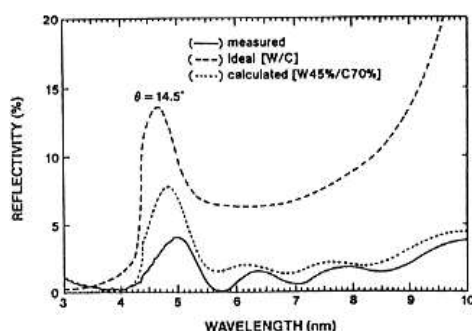


図 2 軟 X 線反射率

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 光 CVD 方式は膜生成の制御が容易であるため膜の性質を特定の条件とした多層膜の作製。
- 2) レーザー光によりガスを反応させるため、円筒内面に多層膜を生成。

特許出願

- 1) X 線用多層膜反射鏡

特 願：昭 62-119535(昭 62.5.15) 特開昭 63-284498(昭 62.11.15)

出 願 人：新技術事業団、セイコー電子工業 (株)、(株) ニコン

請求の概要：多層膜のうち一方の物質の密度を低下させるべく製作した X 線用多層膜反射鏡

報告書他

- 1) 鈴木美彦:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P85-91、
(1991 年 3 月) 新技術事業団「光 CVD 法による X 線多層膜反射鏡の形成」
- 2) 新荻正隆:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、P93-96、
(1991 年 3 月) 新技術事業団「レーザーCVD 法による X 線多層膜反射鏡の形成」
- 3) M.Shin-ogi and Y.Suzuki: Proceedings of Symposium on Dry Process (The Institute of Electrical Engineers of Japan), p.124-128 (1989) 他

〔研究者名〕 鈴木美彦、新荻正隆

11. 光 CVD 法を基礎とした選択的膜形成

光 CVD 法を利用し使用する光、ガス温度条件を工夫し選択的に膜の形成を行う

研究成果の概要

- 光 CVD に ArF のエキシマレーザーを用い、ガスとしてヘキサメチルジシラン ($((\text{CH}_3)_3\text{SiNHSi}(\text{CH}_3)_3)$) を用い、シリコン基板の上に SiO_2 膜のパターを描くことができた。
- Si 上に SiO_2 膜を部分的に付着させた基板を用い、まず CVD 装置の基板温度を 300DEG C とし、 WF_6 ガスを導入し、 SiO_2 膜上には付着せず Si 露出部にのみ W 膜を選択的に形成し、その後 ArF エキシマレーザーを照射することにより全面に W 膜形成することができた。(図 1、図 2)

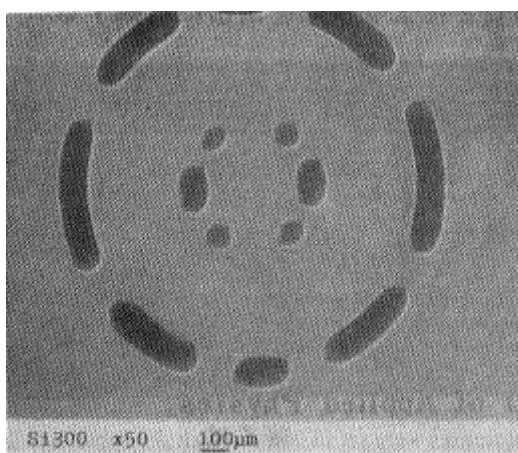


図 1 Si 基板上の SiO_2 パターン

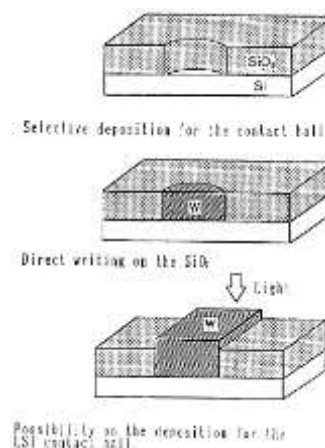


図 2 W の選択的成膜

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) 半導体集積回路上の選択的直接描画
- 2) マイクロメカニズムの構造要素の加工

特許出願

- 1) 酸化珪素膜の形成方法

特 願：平 2-196729(平 2.7.23)

出 願 人：新技術事業団、セイコー電子工業（株）

請求の概要：ヘキサメチルジシラザン蒸気を含む減圧雰囲気下で光るエネルギーにより選択的に SiO_2 膜を形成。

- 2) 導体膜の形成方法

特 願：平 2-196730(平 2.7.23)

出 願 人：新技術事業団、セイコー電子工業（株）

請求の概要： WF_6 蒸気を用いて、熱 CVD と光 CVD による選択的 W 膜の形成

3) 酸化珪素膜の形成方法

特 願：(手続中)

出 願 人：新技術事業団、セイコー電子工業（株）

請求の概要：特許出願 1 において、水蒸気をヘキサメチルジシラザンを交互に導入し、ヘキサメチルジシラザンのときにレーザー光を照射することにより膜厚を精密に制御する。

報告書他

- 1) 鈴木美彦、新荻正隆:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、
P.97-99(1991 年 3 月) 新技術事業団「光 CVD 法による酸化珪素膜のパターン一括転写」
- 2) Y.Suzuki and M.Shin-ogi: Japanese Journal of Applied Physics, Vol.29, No8, p.328-330
(1990)

〔研究者名〕 鈴木美彦、新荻正隆

12. 粒子ビーム加工

低エネルギーAr イオンビームによる超平滑面の加工

研究成果の概要

- 比較的大面積で、原子オーダーで平滑な面を得る技術は X 線反射鏡の基板や多層膜の各層の界面を平滑にするために必要。
- X 線用多層膜の作成篤の関連するプロセスを考慮すると真空中での加工が必要となる。
- イオンビームでの加工は従来も行われていたが、形状のエッチングを目的とした加工が主で、平面を得る研究はなかった。
- アルゴンイオンをカウフマン型イオン源により発生させ、50eV の低エネルギーで約 60DEG の入射角で、Si 上にスパッタしたタンゲステン膜の表面粗さを、0.4nmrms から 0.1nmrms に減少させた。

(図 1、図 2)

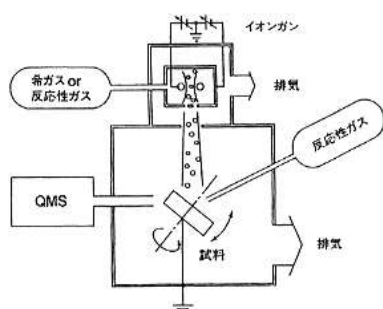
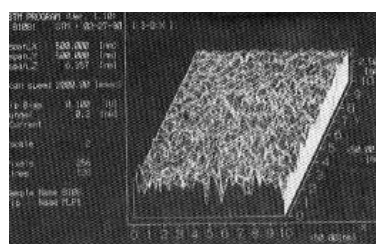
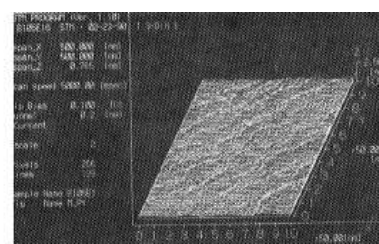


図 1 粒子ビーム加工装置の概要



加工前



加工後

図 2 STM による表面の 3 次元像

成果展開可能なシーズ、用途等

- 1) X 線反射鏡の基板表面ポリッシング等
- 2) 基準用超平滑面の加工

特許出願

なし

報告書他

- 1) 本田 誠:吉田ナノ機構プロジェクト研究論文集、p.101-107、
(1991 年 3 月) 新技術事業団「粒子ビームによる超平滑面の加工」
- 2) 本田 誠:第 36 回応用物理学連合講演会、(1989、春)、555、1P-H-9. 他

〔研究者名〕 本田 誠