

3次元ファンクショナルデジタイザの研究開発

I 試験研究の全体計画

1. 研究の趣旨

近年になり、高精度加工技術やマイクロマシン技術等の進展により、複雑に入り組んだ表面を持つ物体の超高精度な形状と表面組成情報を、非破壊で即座に計算機内に取り込める技術が益々要求されている。また生物科学分野では、生体の複雑な形状を読み取り、さらにその場所での生体内物質の変化をいち早く計測できるツールの開発が求められてきた。工学、生物科学を始め、形や表面の性質を扱うあらゆる分野の研究現場において、現象の解明、計測・評価のためのファンクショナルなデジタイジング（デジタルデータを得る）ツールが求められてきた。しかしながら、現状では3次元のデジタイザと機能計測装置は別々のものであり独立に計測しなければならなかった。しかも3次元デジタイザをとってみても、一つの装置で測定レンジの広さ、測定用途の多様性、計測ターゲットの位置あわせをカバーする手法が確定されておらず、高密度なデータを得るためにはデジタイジングに数時間以上かかっていた。さらに、機能計測装置に関しても2次元の微小面積に適用できるものしかなかった。したがって今、根本的に新しい発想の計測・解析ツールの出現が期待されている。このため、多岐の分野に跨るニーズにこたえられるような次世代の規準となる研究用データ獲得手法の確立のために、3次元ファンクショナルデジタイザの開発が必要である。

本研究開発では、複雑な形状と多彩な機能を持つ高性能デバイスや器官及び個体レベルの生体などを対象として、その表面形状を従来にない速さと精度で計測できるばかりでなく、その表面組成やそこでの物質の変化までを観察することにより、機能性の解析ができる3次元ファンクショナルデジタイザの開発を目的とする。この新しい研究基盤ツールは、高精度迅速生産技術の開発、多機能マイクロデバイスの開発、精密機器の寿命・劣化予測の研究、生体の形状・機能の研究に供するものである。

2. 研究概要

3次元的に複雑な表面形状の計測、表面組成の分析に関する知的基盤に資するため、数十cmの大きさから数十 μm の大きさの複雑に入り組んだ対象の表面情報（形状および組成）を高精度デジタイジングモードで1 μm の空間精度で、計算機内にデジタルモデルとして取り込める装置を開発し、従来にない速さ（広範囲デジタイジングモードで数分以内）と機能（深溝測定及び分光解析）を有するデジ

タイザの開発に関する研究を行う。

(1) 高出力小型波長可変レーザー光源の開発に関する研究

3次元ファンクショナルデジタイザの干渉測定計および分光解析装置の心臓部分である連続的に波長を走査できるレーザー光源を新たに高出力化および小型軽量化を図ることにより開発する研究を行う。

(2) 可変波長レーザーを用いた干渉計ヘッドの開発に関する研究

複雑な3次元形状をデジタルデータとして高速に取り込むために、(1)で開発する可変波長レーザーを用いた干渉計ヘッドの開発に関する研究を行う。

① 可変波長レーザーを用いた干渉法の原理に関する研究

連続的に波長が変わるレーザー光源を用いた位相シフト方式により対象物の各点を独立に計測できる干渉法の原理に関する研究を行う。

② 可変波長レーザーを用いた干渉計計測の評価手法に関する研究

①で開発する干渉計ヘッドによる計測を複数の従来方法との比較・検定により評価する方法に関する研究を行う。

③ 可変波長レーザーを用いた干渉計ヘッドの開発に関する研究

①の原理に基づき②で確認された干渉計ヘッドの試作機を第I期で開発する。

(3) 高感度マルチポート受光素子の開発に関する研究

(2)で開発する干渉計から得られる表面の光学情報を並列処理可能な高感度マルチポート受光素子を開発することにより、従来にない速さで撮像する技術に関する研究を行う。

(4) 高速3次元形状デジタイジングシステムの開発に関する研究

(1)~(3)までの試作部品を搭載した形状デジタイジングシステム試作機を第I期において開発する。

(5) 3次元表面形状モデリング手法の開発に関する研究

対象を自動的に計測するために、(4)の高速3次元形状デジタイジングシステムから得られる3次元表面情報を用いて、3次元形状を再構成する手法を、リバースエンジニアリング・ソフトウェアの開発により構築する研究を行う。

① 3次元構造再構築手法の開発に関する研究

逐次的に得られる表面形状情報から、任意位相解析アルゴリズムを用いることにより、計測制御にフィードバックしながら詳細度を上げていく立体のモデリング手法に関する研究を行う。

② 3次元微細表面形状再構築手法の開発に関する研究

部分的に得られる表面形状情報から、局所的な凹凸パター

ンを用いた照合方法により、表面形状全体を再構成し、その情報を用いて高精度計測制御のための計画立案手法に関する研究を行う。

③ 3次元測定誤差自己補正手法の開発に関する研究

デジタイザ全体として整合性の取れた計測精度を保証するために、干渉計、接触式及び合焦点式からなる複数の計測方式による、計測誤差相互補正手法に関する研究を行う。

(6) 表面分光イメージングプローブシステムの開発に関する研究

対象物体の表面組成を解析するために、可変波長レーザーを用いた分光イメージングシステムの開発に関する研究を行う。

① 可変波長レーザーを用いた蛍光・ラマン分光解析法の開発に関する研究

350～1,000 nmの可視-近赤外可変波長レーザー光を利用して蛍光、共鳴ラマン等の分光手段による高感度表面成分の分光解析法の開発に関する研究を行う。

② 可変波長レーザーを用いた3次元イメージングシステムの開発に関する研究

①によって開発された分光解析手法を用いてサンプル表面の高速高感度解析をする3次元分光解析ヘッドとイメージングシステムの開発に関する研究を行う。

(7) 3次元ファンクショナルデジタイザの実機製作に関する研究

第I期の成果に基づき、第II期において理化学研究所の指導の基に、形状デジタイジングと分光デジタイジングの機能を併せ持つ、3次元ファンクショナルデジタイザの実機製作と評価の研究を行う。

3. 年次計画

研究項目	9年度	10年度	11年度	12年度	13年度
全体計画	基礎実験用 試作機開発期間	第1次試験用 試作機開発期間	第1次 試験	実機開発期間	第2次 組込試験
(1) 高出力小型波長可変レーザー光源の開発	実験用光源開発	試作機製作	機能評価	実機化開発 (小型・軽量化)	評価 修正
(2) 可変波長レーザーを用いた干渉計ヘッドの開発	基礎実験	設計仕様/試作機製作	機能評価	実機化開発	評価 修正
(3) 高感度マルチポート受光素子の開発	試作素子開発	撮像部開発	干渉計ヘッドとの 組上調整・評価	実機化開発	評価 修正
(4) 高速3次元形状デジタイジングシステムの開発	3次元形状デジタイジング システム試作機の開発		機能評価	実機化開発	評価 修正
(5) 3次元表面形状モデリング手法の開発	仕様決定	試作ソフトウェア開発	3次元画像処理部 へ組込試験・評価	実用化開発	評価 修正
(6) 表面分光イメージングプローブシステムの開発	基礎実験とプローブシステム試験			分光解析装置の開発	評価 修正
(7) 3次元ファンクショナルデジタイザ実機の開発	複数ヘッド制御 手法の調査	測定誤差補正手 法の調査	予備試験	実機開発	評価 修正
所要経費(合計)	174百万円	177百万円			

II 平成10年度における実施体制

研究項目	担当機関	研究担当者
(1) 高出力小型波長可変レーザー光源の開発に関する研究	理化学研究所フォトダイナミクス研究センター	田代秀夫
(2) 可変波長レーザーを用いた干渉計ヘッドの開発に関する研究		
① 可変波長レーザーを用いた干渉法の原理に関する研究	理化学研究所光工学研究室	山口一郎
② 可変波長レーザーを用いた干渉計測の評価手法に関する研究	通商産業省工業技術院機械技術研究所光工学研究室	天神林孝二
③ 可変波長レーザーを用いた干渉計ヘッドの開発に関する研究	(株)ミットヨ商品開発部	松宮貞行
(3) 高感度マルチポート受光素子の開発に関する研究	理化学研究所計算科学研究室	戎崎俊一
(4) 高速3次元形状デジタル化システムの開発に関する研究	(株)ミットヨ商品開発部	松宮貞行
(5) 3次元表面形状モデリング手法に関する研究		
① 3次元構造再構築手法の開発に関する研究	東京大学大学院工学系研究科	木村文彦
② 3次元微細表面形状再構築手法の開発に関する研究	理化学研究所研究基盤技術部	加瀬 究
③ 3次元測定誤差自己補正手法の開発に関する研究	理化学研究所素材材工学研究室	牧野内昭武
(6) 表面分光イメージングプローブシステムの開発に関する研究		
① 可変波長レーザーを用いた蛍光・ラマン分光解析法の開発に関する研究	関西学院大学理学部	尾崎幸洋
② 可変波長レーザーを用いた3次元イメージングシステムの開発に関する研究	日本分光(株)第一技術部	池田照輝
(7) 3次元ファンクショナルデジタル化の実機製作に関する研究	理化学研究所フォトダイナミクス研究センター	田代英夫

III 運営委員会

委員	所 属
○田代英夫	理化学研究所 フォトダイナミクス研究センター光生物研究チームリーダー
池田照輝	日本分光(株) 第一技術部次長
尾崎幸洋	関西学院大学 理学部教授
加瀬 究	理化学研究所 研究基盤技術部研究員
木村文彦	東京大学 大学院工学系研究科教授
天神林孝二	通商産業省 工業技術院機械技術研究所光工学研究室長
松宮貞行	(株)ミットヨ 商品開発部長

(注：○は運営委員長)