

平成15～16年度
地域新生コンソーシアム研究開発事業
成果報告

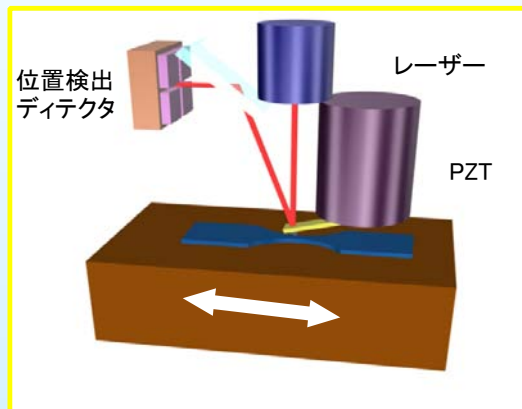
「マイクロ・ナノ材料用走査型プローブ
強度評価システムの開
発」

コンソーシアム構成メンバー：
立命館大学理工学部
株式会社ユニソク
有限会社木村技研

滋賀 ビジネスパートナー2005

新規技術開発

—MEMS設計支援ツール—

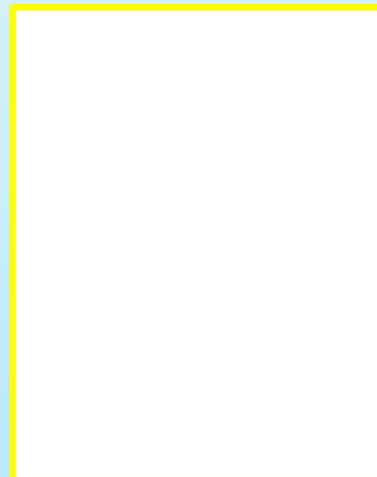


微小引張り/押し込み試験システムの概略図

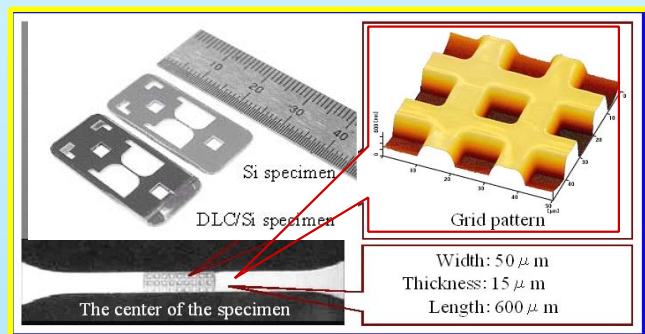


立命館大学で作製した試作機

ユニソク製
超高真空極低温SPMシステム



マイクロ・ナノ材料試験



※マイクロ・ナノ薄膜材料用走査型プローブ引張り/押し込み試験装置およびその力学特性評価技術に関しては研究代表者が基本特許を既に出願している。

開発項目

- (1) 環境対応型高機能SPM
- (2) 小型引張り試験装置
- (3) 歪み直接計測システム

プロジェクト終了後
実用化製品の開発を推進

環境対応型高機能SPMの開発

真空性能

- ・ 真空排気開始から約5時間で到達真空度 5×10^{-6} Paを達成。
- ・ 排気から1時間程度十分な真空度が得られる。

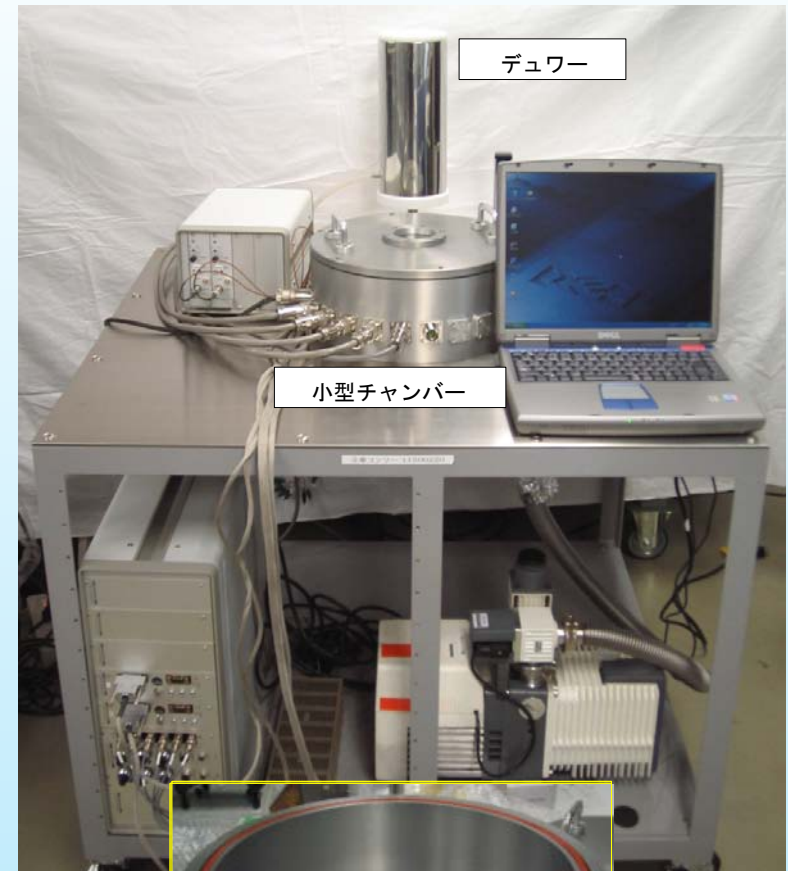
冷却性能

- ・ 約2時間で175Kまで冷却が可能。

粗動機構

- ・ 1パルス当たりの滑り量はおよそ600~800nmという結果が得られる。
- ・ 移動速度については、5mmの移動量に対して35秒前後で移動可能で、使用上の問題はみられない。

引張り試験の環境として、
試料の雰囲気と温度を十分に制御可能。



小型引張り試験装置の開発

マイクロ・ナノマシン用材料の力学特性評価

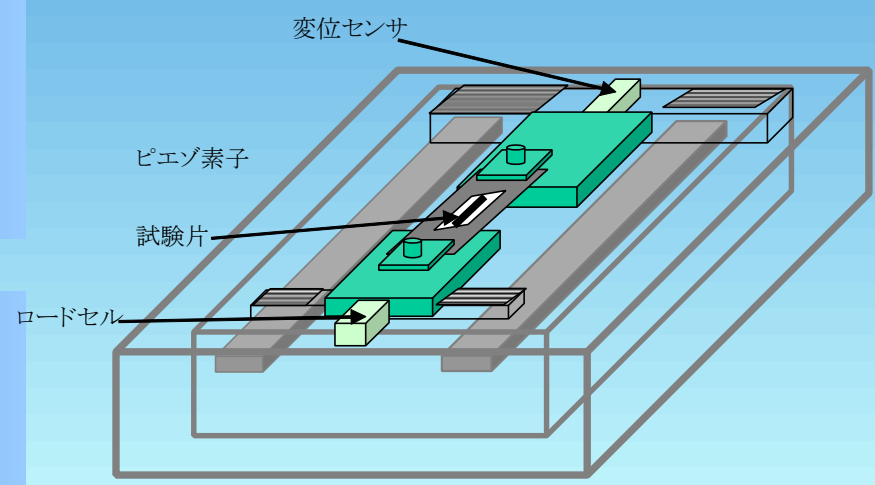
アクチュエータの変位出力に対する装置各部の変位量を有限要素法：汎用FEM (Finite Elements Method) 解析プログラム MARCにより検証し、ロードセル設計を最適化。ピエゾの素子1個では最大変位量は $10\mu\text{m}$ 程度である。目標とする変位量の $100\mu\text{m}$ を得る為、本装置ではピエゾ素子を複数個直列に繋いで使用。

ピエゾ素子には、ヒステリシス特性があるので、試験片の引張り量をピエゾ素子に与えた電圧のみで制御することはできない。そこで変位センサーにより試験片を引張る側のブロックに変位センサーを配置し、ピエゾ素子アクチュエータの印加電圧に対する変位量データを分析。

試験片を引張る力の測定はロードセル (荷重測定機) で行う。
バネ定数は、 $15.5\text{N}/\mu\text{m}$ で $500\text{gf}/\mu\text{m}^2$ 程度の引張り応力に対応。

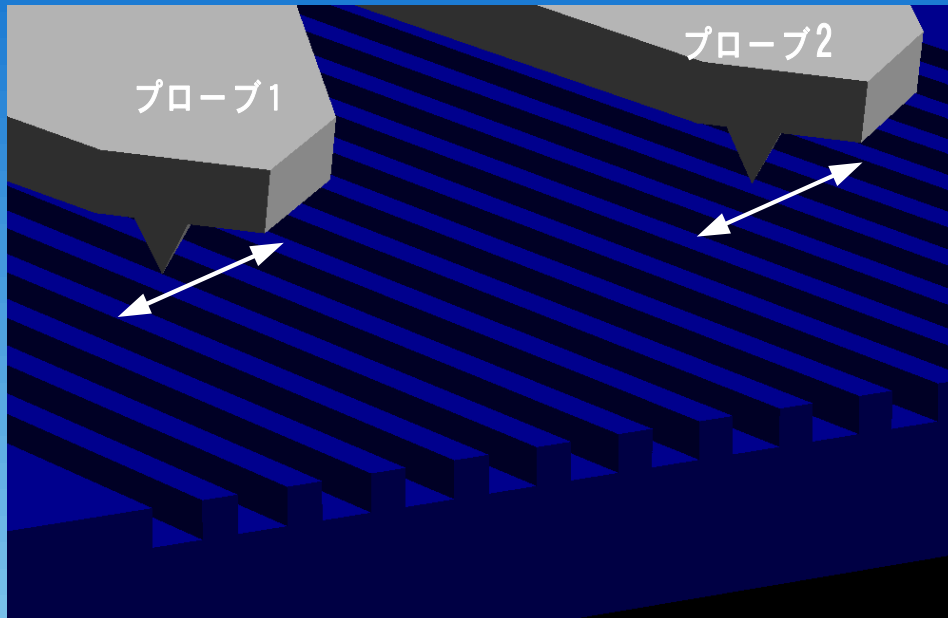


引張り試験装置の試作機



歪み直接計測システム ツインプローブ法

試験片の歪み量を高精度に測定



目的

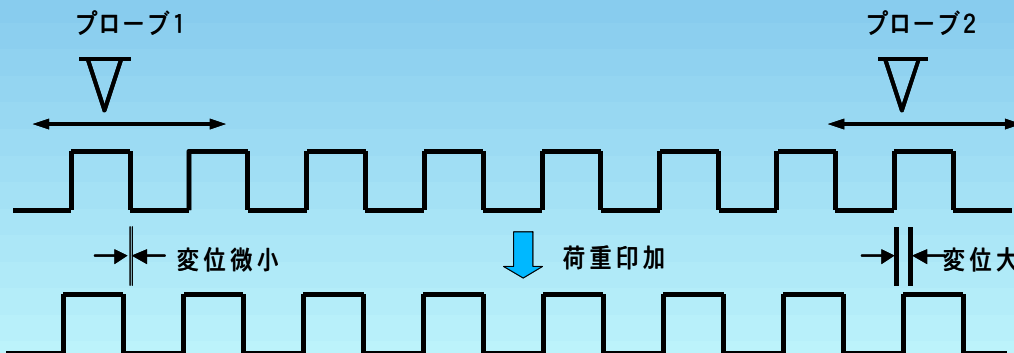
ワンプローブで測定を行う場合、微小な変位を測定するためには、ツインプローブの間隔と同程度の広範囲を走査しなければならない、精度良く走査することは非常に困難である。

ツインプローブで測定を行うことにより、プローブ間の距離を長くにとって精度の向上を図ると共に、パターンピッチと同程度の範囲を精度良く走査することで変位の測定精度を向上することが可能である。

測定手順

- (1) 同じ基板上に2つのプローブ（ツインプローブ）を持つカンチレバーを使用し、一次元走査モードで原子間力顕微鏡（AFM）測定を行う。あらかじめ試験片上にライン&スペースのパターンを作成しておき、試験片を引張る前に測定を行う。
- (2) 試験片を引張りながら同様の測定を行うと試験片の変位に応じて、プローブ2の信号が引張る前の信号から変化する。プローブ間の間隔は既知であるので、この変位を測定することにより試験片の歪み量を決定することができる。

プローブ間の距離を長くすることで精度が向上



研究開発の地域性および政策性

【研究開発の地域性】

(1) **本プロジェクトのコンソーシアムが有する連携と地域性**
プロジェクトに参加するユニソクおよび木村技研は、走査型プローブ顕微鏡全般の開発に実績を有している。一方、アドバイザーとして参加するミツワ理化学工業は研究開発支援商社として、電子・情報・バイオ分野の機器販売を推進し、全国規模の事業所体制も有している。

(2) 立命館大学を中心とする産業クラスターの形成

立命館大学では、1999年にマイクロシステム技術研究会を発足し、マイクロ・ナノマシンシステム技術に興味を持つ企業60社とマイクロ・ナノテクノロジーに関する技術交流を推進している。

【政策性】

- (1) 開発：ユニソク・木村技研において長年培ったSPM装置の設計・製品化技術，生産・組立設備を生かす。
- (2) 地域：木村技研と外注の生産ラインを拡充し地域の雇用創出に寄与する。
- (3) 販売：ユニソクとミツワ理化学工業とが協力して装置の拡販にあたる。また、国外への拡販を図る。
- (4) 市場：国内のSPM市場においては、ユニソクが研究分野向け真空SPM装置ではトップのシェアを占めている



本プロジェクトの開発品はSPM技術とMEMS技術の融合であり、近畿からナノテクノロジーの発展に貢献するツールとして発信し、国内外の企業や研究機関に提供できるよう実用化を進める。

