

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560112

研究課題名(和文)細管内表面粗さ測定システムに関する研究

研究課題名(英文)Surface Roughness Measurements of a Narrow Borehole

研究代表者

奥山 栄樹 (OKUYAMA, Eiki)

秋田大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：80177188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：様々な生産現場において細管内などの狭い部分の表面粗さを測定したいという要求がある。しかし、現在、径が数mm以下の細管内の表面粗さを測定する際には、小さなスタイラスを用い細管の端部の数mmの領域を測定するのが限界である。細管の奥の方の表面粗さを測定する場合には、管を割り破壊検査をするしかない。

著者らは先端加工ファイバと円筒状反射鏡を用いた新しい表面粗さ検出用のセンサを提案する。開発したセンサの測定範囲は8ミクロン、精度は19nmであった。また、開発したセンサを用いて細管内を測定するためのキャリッジ部分を製作した。

研究成果の概要(英文)：In various industrial fields, it is frequently necessary to measure surface roughness in confined spaces such as boreholes and grooves. However, using a small stylus, the surface roughness of a narrow borehole can be directly measured only a few millimeters from its end; alternatively, destructive measurements must be performed. In this research, we propose a novel surface roughness measurement sensor. To make the surface roughness sensor small, we used a stylus with a cylindrical mirror and a lensed fiber instead of a conventional inductive pick-up. The proposed sensor converts the signal obtained by measuring the surface roughness of a borehole into an optical signal, which is transferred outside the borehole by an optical fiber. Experimental results demonstrate that this system has a measurement range of 8 micron and a sensitivity of 19 nm. Surface profiles were measured by the proposed sensor and by a conventional surface profiler and the results were found to be very similar.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・生産工学・加工学

キーワード：表面粗さ測定

1. 研究開始当初の背景

様々な生産現場において細管内などの狭い部分の表面粗さを測定したいという要求がある。しかし、現在、径が数 mm 以下の細管内の表面粗さを測定する際には、小さなスタイラスを用い細管の端部の数 mm の領域を測定するのが限界である。細管の奥の方の表面粗さを測定する場合には、管を割り破壊検査をするしかない。

2. 研究の目的

本研究では 0.5、軸方向長さ 1000mm の細管内の任意位置の表面粗さを非破壊で測定可能なシステムを開発することを目的として行った。著者らは、従来の表面粗さ測定器で細管内の奥の方を測定できない原因は、センサとして差動トランスを使っていることにあると考えている。そこで、本システムはスタイラスを用いた触針式でスタイラスの高さ方向変位をファイバを用いて読み取る新しい検出方式を用いる。

3. 研究の方法

図 1 に細管内粗さ計の原理を示す。二つのスキッドを持つキャリッジにスタイラスが取り付けられている。スタイラス先端のチップは細管内表面に接触する。その上部には円柱状反射鏡が取り付けられている。キャリッジ上には先端加工ファイバが取り付けられている。細管の外にあるレーザダイオードからの光はカプラと先端加工ファイバを通り円柱状反射鏡に入る。その反射光は、先端加工ファイバ、カプラを通りフォトダイオードに入る。細管内の表面粗さに応じスタイラスが上下すれば先端加工ファイバに入る反射光量が変わるので、表面粗さを検出することができる。

図 2 に円柱状反射鏡と先端加工ファイバを用いたセンサ部分の試作機の概要を示す。スタイラスの上に円柱状反射鏡を付けた。円柱状反射鏡は 0.125 のファイバの外側にクロムを蒸着したものをを用いた。スタイラスの V 溝の部分をキャリッジのナイフエッジに載せた。キャリッジ上部に先端加工ファイバを載せ、先端からの照射光が円柱状反射鏡に入るようにした。先端加工ファイバは焦点距離 320 μm、スポット径 11 μm のものをを用いた。

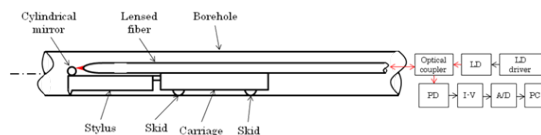
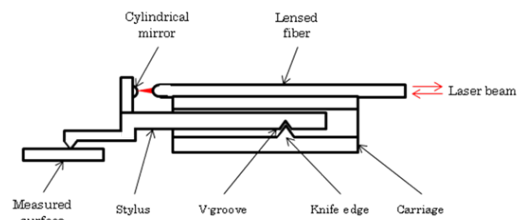
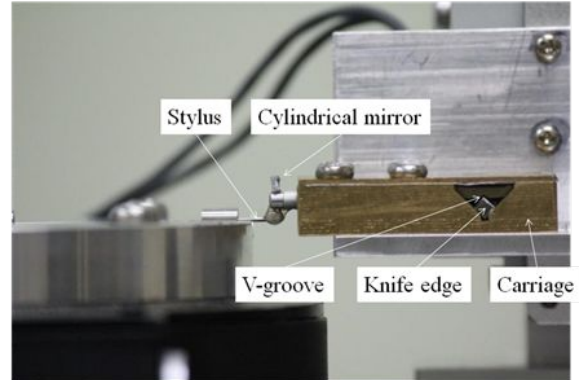


図 1 細管内粗さ計の原理



(a)概略図



(b)センサ部の写真

図 2 センサ部分の概要

4. 研究成果

ここでスタイラス先端を高さ方向に変位させ、出力をとったものを図 3 に示す。先端加工ファイバから照射されたレーザ光が円柱状反射鏡の下部に当たっている状態では出力が小さいが、中央付近に当たるにつれ出力が大きくなり、上部に当たるようになると再び出力が小さくなるようすがわかる。したがって、図の点線で囲んだ部分が高さ方向の変位を検出するのに適していることがわかる。

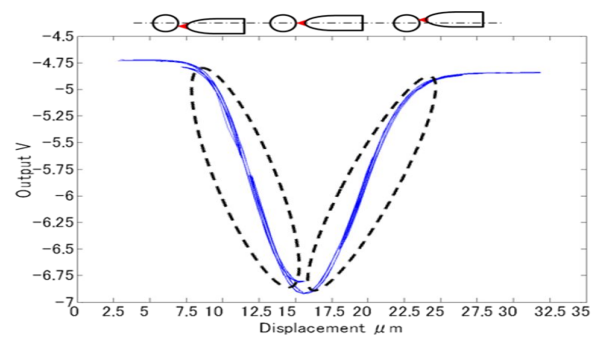
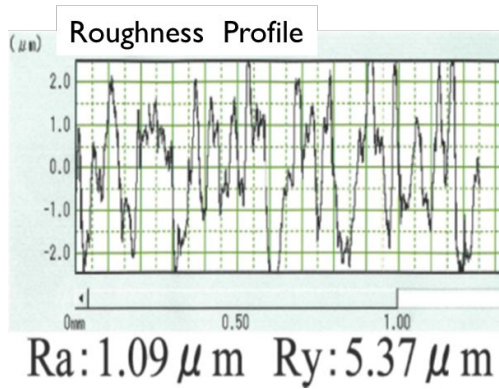
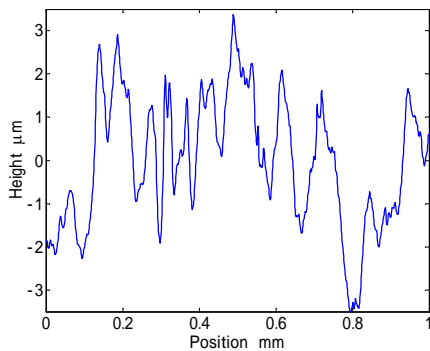


図 3 較正曲線

図 4、5 に試作したセンサを用いて表面粗さを測定した例を示す。市販されている表面粗さ測定器の測定結果を同様の傾向を示しており、センサとして機能していることがわかった。

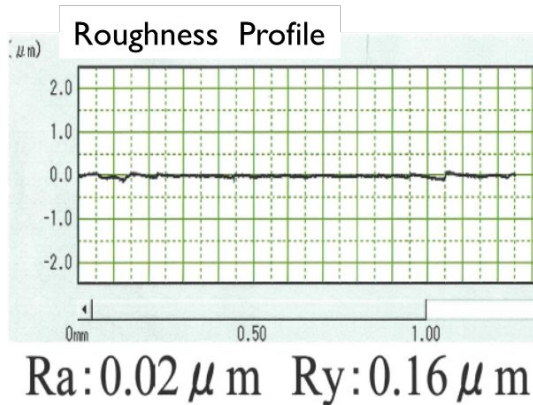


(a)従来の方法

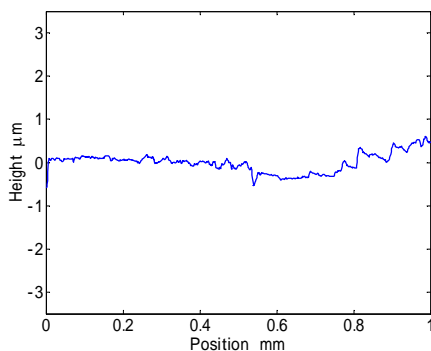


(b)提案する方法

図4 表面粗さの測定例(粗い面)



(a)従来の方法



(b)提案する方法

図5 表面粗さの測定例(滑らかな面)

キャリッジは細管内の表面粗さを測定するために適切に自由度を拘束する必要がある。図6に細管内でキャリッジの自由度を拘束するための概念図を示す。図のように細管の軸方向をX軸とする。キャリッジが細管内でX軸方向の移動とX軸まわりの回転だけができるように自由度を拘束すると考えると、4自由度を拘束する必要がある。したがって、キャリッジと細管内部との接触点の数は4つとなる。そこでキャリッジの下部の前後2か所に小球を取り付けることにした。さらに、上部の左右2か所にバネ状のものを取り付けることにした。

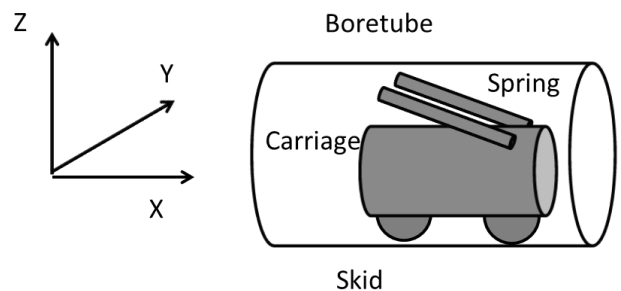


図6 キャリッジの細管内での自由度の拘束

図7にキャリッジにスタイラス、先端加工ファイバ等を付けた状態の概要図を示す。キャリッジ部分は軸方向長さを10mm、高さを1.3mmとし、下部にはV溝を作り、スキッドとして小球を2個取り付ける。また、後部は45°の斜めの面とし、これと直角方向に0.18の通し穴を明け、バネ状のものを取り付ける。キャリッジ上部は2段とし、それぞれにV溝を作る。低い段のV溝には板バネ状のものを介しスタイラスを取り付ける。高い方の段のV溝には先端加工ファイバを通す。図8、9に製作したキャリッジの写真を示す。図8は上から見た写真で、図9は横から見た写真である。キャリッジ後部にはバネ状のものとして、0.178のエレキギター用の弦(ダダリオ社、0.07)を用いた。

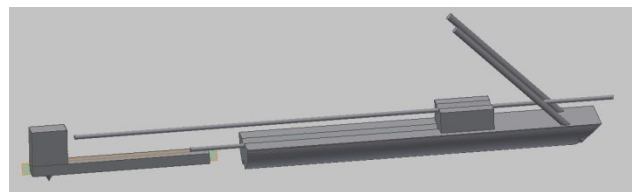


図7 細管内粗さ計のキャリッジとスタイラスの概要

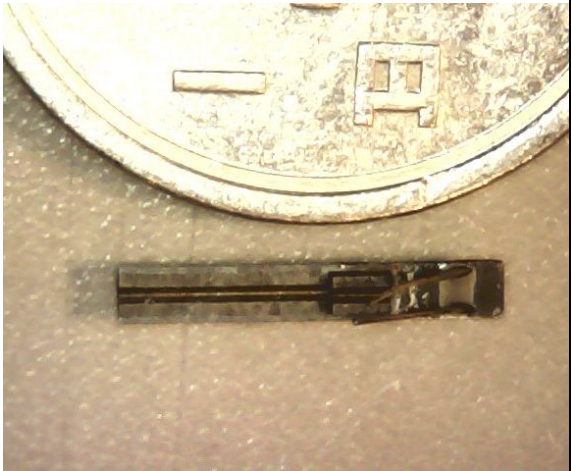


図8 製作したキャリッジ（上から見た写真）

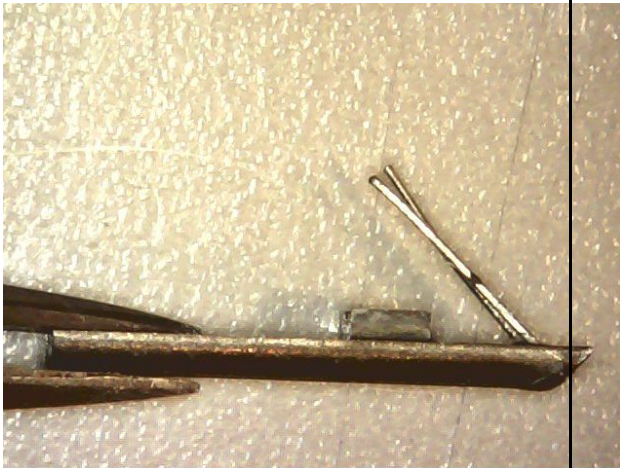


図9 製作したキャリッジ（横から見た写真）

細管内の粗さを測定するためのキャリッジ部分の設計と製作を行った。キャリッジは細管内の軸方向の移動と軸まわりの回転という2自由度を残して拘束するよう設計した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Eiki OKUYAMA, Wataru YOSHINARI, Yuichi SUZUKI, Riku YOSHIDA, Ichiro YOSHIDA and Masashi IWAKATA, Surface Roughness Measurements of a Narrow Borehole --- Development of Stylus with Cylindrical Mirror and Lensed Fiber ---, Advanced Materials Research Vol. 939 (2014) pp 491-498, 査読有
doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.939.491

Eiki OKUYAMA, Yuichi SUZUKI and Ichiro

YOSHIDA, Surface Roughness Measurements of a Narrow Borehole --- Development of a carriage ---, Transactions on GIGAKU(ID ICEEHE-002),

査読有、校閲終了、掲載待ち

〔学会発表〕(計 1 件)

鈴木裕一 奥山栄樹、細管内粗さ計用キャリッジの開発、精密工学会東北支部学術講演会、2013年12月7日、秋田県仙北市

6. 研究組織

(1)研究代表者

奥山 栄樹 (OKUYAMA, Eiki)

秋田大学・工学資源学部・准教授

研究者番号：80177188