

(29) 医療用マイクロ力覚センサの開発と応用

研究代表者 工学部 栗林 勝利

研究目的

マイクロ外科手術などに広く用いられる蛇管ワイヤを用いたマスタスレイブマニピュレータはマスタ側の微妙な力加減をスレイブ側に実現させなければならない。またスレイブ側に作用する力をマスタ側に伝える必要がある。しかし、蛇管による摩擦があるためにスレイブ側の力が直接伝わらない。このため、スレイブで何かを把持しても、マスタ側に把持の感覚が伝わりにくい。また、マイクロマスタスレイブマニピュレータの場合は減速機構がありマスタ側に必要な操作力は小さく、微妙な操作感覚が分かりにくい。また、発生力が大きいので、術部を傷つける恐れがあるので発生力を微妙に調整する必要がある。

本研究では試作されたマイクロ力覚センサを蛇管ワイヤを用いたマスタスレイブマニピュレータのスレイブ側の蛇管端に取り付けてスレイブ側の張力を検出し、これを基にマスタ側張力をパウダブレーキで制御する実験を行った。

研究成果

本研究で開発したマイクロ力覚センサは、Fig. 1, 2 に示すような半導体ひずみゲージのピエゾ抵抗効果を利用したダイヤフラム型力覚センサである。力覚センサのダイヤフラムの中央に開けた穴にワイヤを通し穴の縁に蛇管による荷重がかかるような構造になっている。Fig. 1 にマイクロ力覚センサと蛇管ワイヤの位置関係を示す。Si 基板にはホイートストブリッジが構成されており、荷重がかかること

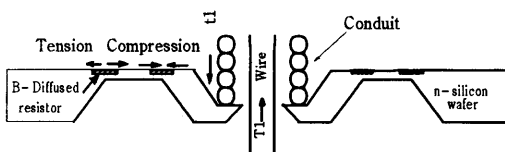


Fig. 1 Cross sectional view of the sensor

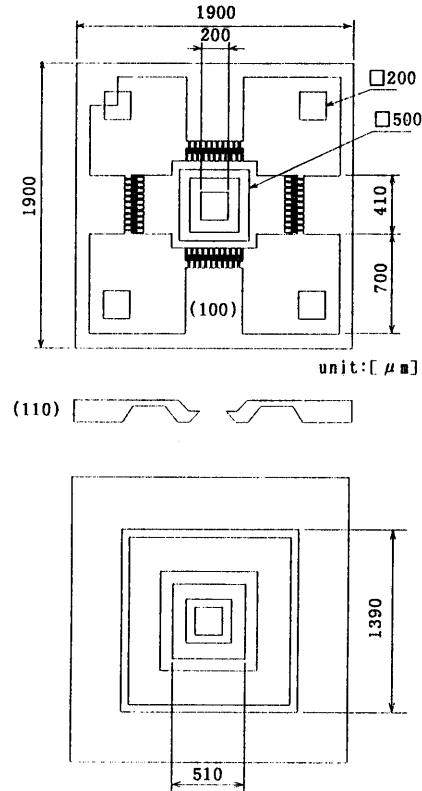


Fig. 2 Whole view of the sensor

により穴の近傍のゲージは圧縮され、穴から離れたゲージは伸びを受けることになる。そのため、荷重がかかることによって生じるひずみに比例した抵抗変化を電圧変化として取り出すことができる。Fig. 2 に今回用いたマイクロ力覚センサの全体図を示す。

基礎制御実験は Fig. 3 に示すようにスレイブ側の蛇管の端にマイクロ力覚センサを取り付けスレイブ側張力を検出して行った。マスタ側の張力の検出は板バネにひずみゲージを張り付けた張力検出機構で行う。マスタ側からワイヤを引くことにより、プーリを介して取り付け付けた板バネが加重を受け、板バネにひずみが生じる。このことにより張力は板バネのひずみに変換されるのでひずみに比例した抵抗変化を電圧変化として取り出すことができる。

蛇管とマスタ側間にパウダブレーキを置き、プ

レーキトルクを制御することによりマスタ側張力を制御することができる。マイクロマスタスレイブマニピュレータには減速機構があるので、パウダブレーキのところにプリーを取り付けて減速してある。

蛇管とワイヤの間に生じる摩擦力は蛇管とパウダブレーキの間のワイヤ張力を検出し、これとスレイブ側張力との差とした。

Fig. 4にその制御のブロック線図を示す。実験はスレイブ側のワイヤ端に重りをつけてワイヤをたるませ、スレイブ側に荷重がかからない状態から、マスタ側のワイヤを引き、重りを引き上げることで荷

重を与えた。このときにマスタ側に伝わる張力がスレイブ側張力の定数倍に拡大されて伝達されるようにパウダブレーキのトルクを制御した。

Fig. 5に実験結果(スレイブ側荷重20 [gf])を示す。マスタ側張力がスレイブ側張力の定数倍($\beta=5$)に拡大されて伝達されている様子が分かる。以上によりマイクロ力覚センサにより検出したスレイブ側の力覚情報を基にパウダブレーキのトルクを制御し張力の伝達を行うことができ、マイクロ力覚センサと組み合わせたマイクロマスタスレイブマニピュレータの把持制御への可能性が示された。

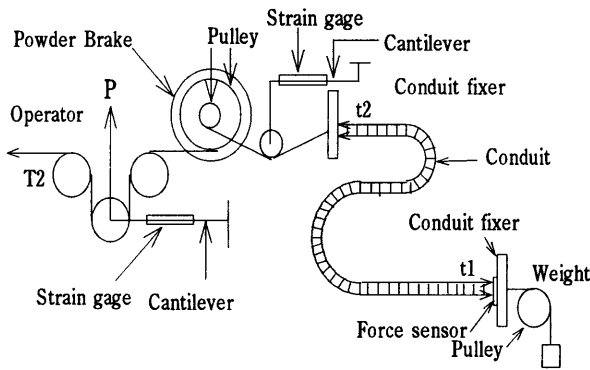


Fig. 3 Schematic view of experiment device

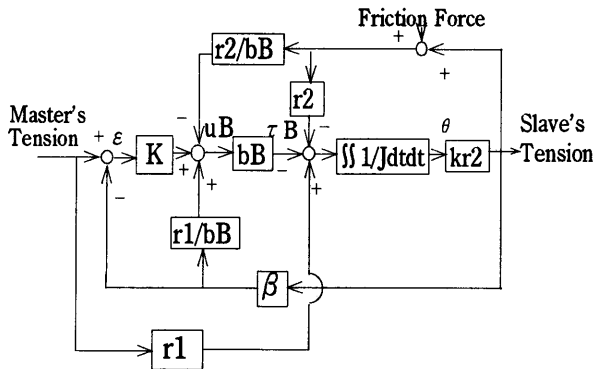


Fig. 4 Brake Torque Control System

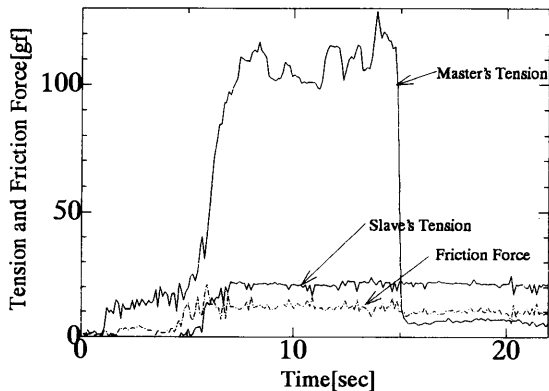


Fig. 5 Experiment result

産業技術への貢献

マイクロ手術用のマスタスレイブ力覚制御が、開発したマイクロ力覚センサを用いて実現できたことにより、このセンサを用いた各種手術道具開発へ産業展開できる道が開けた。

研究発表

- 1) 浅利昌弘、清水聖治、栗林勝利、谷口隆雄：「マイクロ力覚センサの開発とマイクロマスタスレイブマニピュレータへの応用」；日本機械学会講演論文集 No.985-1, p.263-264 (1998)
- 2) 河村康隆、栗林勝利、谷口隆雄、清水聖治：「蛇管ワイヤ用マイクロ力覚センサの試作と特性研究」；日本機械学会中四国学生会第28回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集、p.263-264 (1998)

グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
栗林 勝利	工・機械	教授
谷口 隆雄	工・機械	助教授
清水 聖治	工・機械	助手
石田 武	工・機械	助教授
柏木 史郎	医・脳神経外科	講師
東 浩司	工・機械	M 2
松原 康洋	工・機械	M 2
生中 直行	工・機械	M 1
長谷川 暁	工・機械	M 1
村木 健一	工・機械	M 1

連絡先

TEL : 0836-35-9412 FAX : 0836-35-9926
E-mail : kkuriba@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp