

リアル感を具現化するデザインCAD用データグローブの開発

河西 伸一・萩原 茂・佐野 正明・串田 賢一・大柴 勝彦・清弘 智昭*・杉田 良雄**

Development of The Data-Glove for Design-CAD which Embodies a Real Feeling

Shin'ichi KASAI, Shigeru HAGIHARA, Masaaki SANO, Kenichi KUSIDA,
Katsuhiko OHSHIBA, Noriaki KIYOHRO and Yoshio SUGITA

要 約

昨今、コンピュータにおいて三次元データを取り扱うことが増えてきた。しかし、現在は二次元のマウス、キーボード等のマンマシンインターフェースを用いて三次元データを作製している。このため、コンピュータに不慣れなクリエイタらのコンピュータを利用した創作が少ない。

そこで、電気粘性流体（ERF）を用いて、反力を表現でき、人間に安全、小型かつ軽量のデータグローブの開発を進めた。

①小型かつ軽量化に向け、面積の異なるERF電極を作製し、面積によるER特性について実験を行った結果、面積を小さくしてもER効果に影響がないことが分かった。

②指の曲げ量の入力について、バンドセンサーを使用している“P5”（Essential Reality社製）データグローブにより入力方法の検討を行った。

③ERFをコントロールする高電圧PWM制御回路の設計、試作を行ない、高電圧制御回路の実用性を実証した。

これらの結果より、リアル感を具現化するデザイン用データグローブを構築するための基礎データが得られた。

Abstract

Dealing with 3-dimensional Data by using a computer has increased. However, 3-dimensional Data is produced now using man-machine interfaces, such as a 2-dimensional mouse and a keyboard. For this reason, there is a little creation which used computer by creator's et al. and then, we furthered development of a Data-Glove on Safe for man, small and lightweight by Electro Rheological Fluid (ERF).

①It turns to small and lightweight that ERF electrode from which area differs was produced and it experimented about ER characteristic by area. Even if it made area small, it turns out that there is no influence in the ER effect.

②“P5” data glove which is using the bend sensor examined the input method.

③The design of the high-voltage PWM control circuit which controls ERF, and the trial production were completed.

The practicality of a high-voltage control circuit was proved.

We obtained the basic data for Data-Glove for Design-CAD which embodies a real feeling from these experimented result.

1. 緒 言

近年のコンピュータハードウェア、CAD及びCG等のグラフィック系ソフトウェアは共に技術革新がめざましいスピードで進んでいる。

また、三次元CAD、CAEソフトウェアの普及やデザイナーを対象としたCG系のソフトウェアなど業務と密接なつながりがあるソフトウェアの開発も進んで来ている。

しかし、コンピュータを利用するときのユーザインター

フェースは、キーボード、マウスでの入力が主流であり、三次元データ等を扱うときも二次元のマウスとキーボードを利用者が駆使してデータを築いている。

このような状態で、実際に使用するデザイナー等の感想としては、「今までの五感で感じながらの創作にはほど遠く、創作意欲がわかない」と言った声を聞く機会が多くあり、特に、県内の宝飾品デザイナーは、CGやCADの利用が少ない現状である。

そこで、新たなユーザインターフェースとして、データ入力用のグローブをベースに、ERFを用いて軽量、小型かつ安全に反力を体感できるシステム開発を進め、本年度は

* 山梨大学

** ワイエス電子工業（株）

電極特性と高電圧PWM制御回路について実験を行った。(図1)

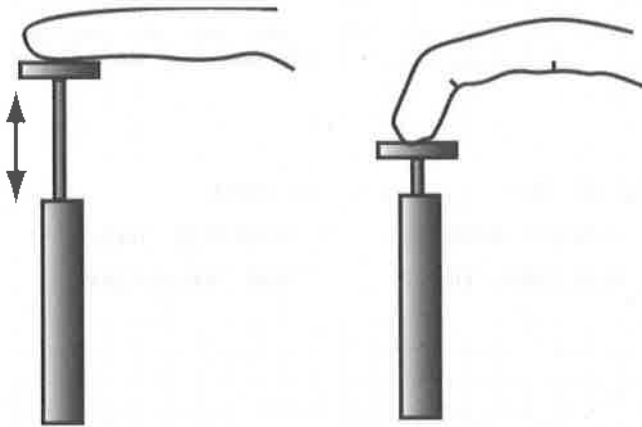


図1 システムイメージ図

2. 実験方法

2-1 電極特性実験

ERFは、シリコン油などの絶縁液体の中に、微粒子が均一に混入されており、電圧印加により微粒子が分極結合して見かけ上の粘度が増すとされている。そこで、分極結合により、液体の流れる量をコントロールし抵抗感を生み出すことを考案した。(図2)



図2 制御原理

また、ユーザーインターフェースとして実用化を考慮すると機器の小型化が必要である。そこで、ERFの流れをコントロールする電極について、電極ギャップ (0.1mm)、幅 (10mm) に固定し、長さ (流れの方向) を 6 mm, 8 mm, 10 mmとして電極の面積を変化させた時の、各々の特性について実験を行った。(図3)

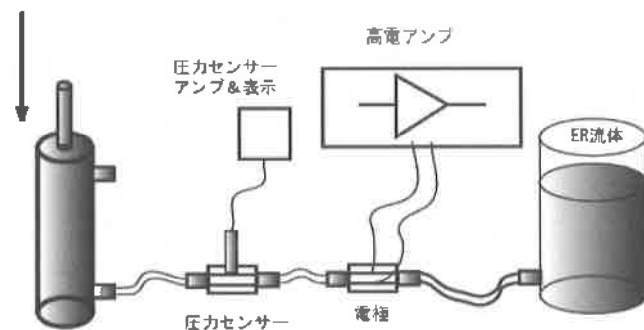


図3 実験システム図

2-2 高電圧PWM制御

ERFをコントロールするためには、高電圧が必要であるが、高電圧を一つの半導体素子で制御するには、現在、市販されている素子の耐圧では不十分である。そこで、定格が1kVのFET素子を5段組み合わせ回路を構成した。(図4)

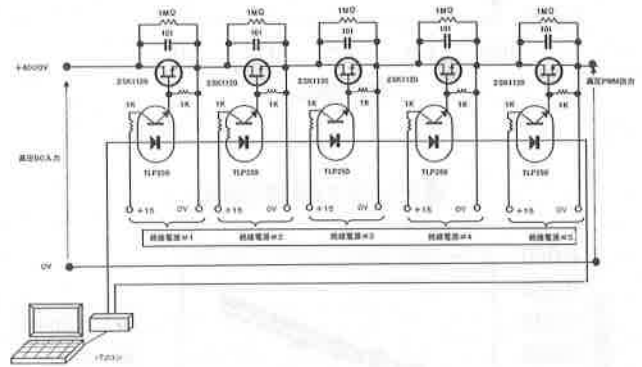


図4 高圧PWM制御回路図

電子素子は、同一規格であっても固有差があるため、5段のFET回路でも、素子の固有差のため耐圧バランスが崩れると、一つのFET素子に定格を越える電圧が加わり素子の破壊に繋がるおそれがあるので、フォトカプラーのスイッチングタイミングの微調整をRCにより個々に行って同時に動作するようにした。

2-3 データ入力システム

指への反力を表現するために、各指の曲げ量を検出し、制御系に情報をフィードバックする必要がある。本研究では、バンドセンサーを使用している“P5”(ESSENTIAL REALITY社製) データグローブを使用して、データ収集方法について検証を行った。

3. 結果

3-1 電極特性

実験は、シリンダー、圧力センサー、電極およびERF容器をチューブで結び、空気抜きを行い、伸ばしたシリンダーの上に100g, 200g, 500gの重りを載せて電圧と圧力の関係を測定した。

結果を図5に示す。この結果より流れをコントロールする力については、同一ギャップで面積の異なる三種類の電極において、圧力特性に差が生じなかった。このことより、小型化を考慮した小さな面積の電極設計の方向性が分かった。

3-2 高電圧PWM制御

実験は、パルスジェネレータからTTLレベルの方形波を、高電圧アンプ (HEOPS-5P6松定プレジジョン社製) に直接入力した時の出力波形とPWM制御用に試作した回路の出

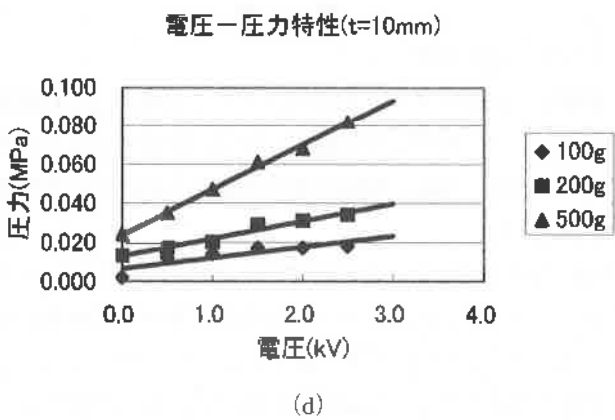
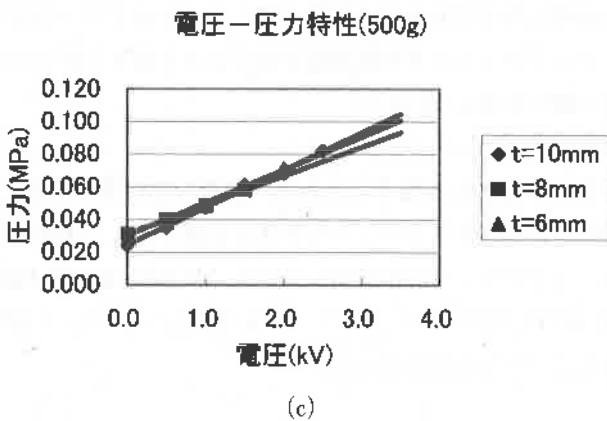
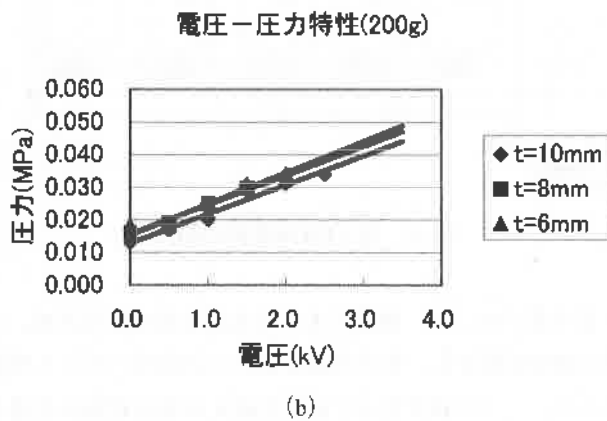
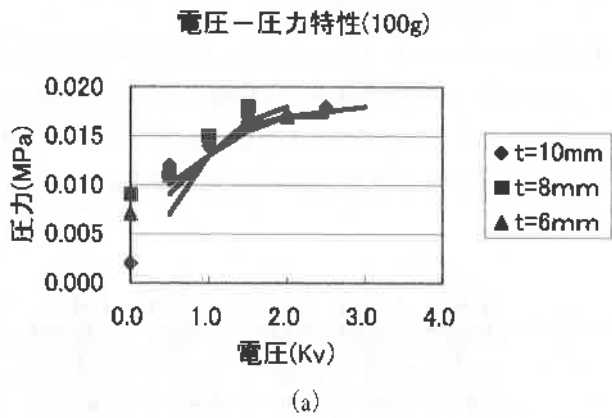
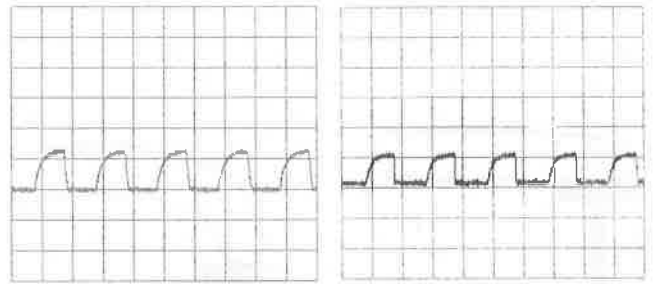
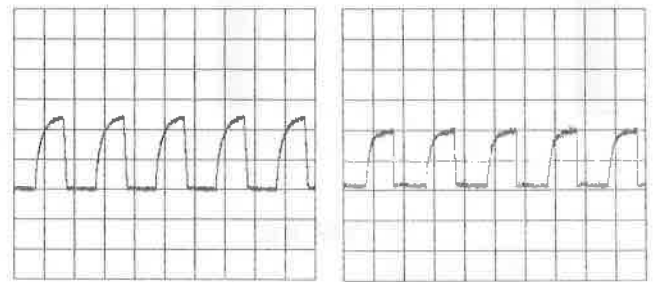


図5 電圧-圧力特性



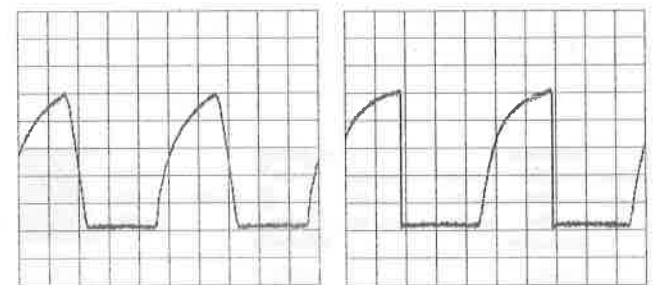
(a) 従来
入力電圧 0.5kV
縦軸：500V/DIV

(b) PWM
入力周波数 1kHz
横軸：500 μ s/DIV



(c) 従来
入力電圧 1.0kV
縦軸：500V/DIV

(d) PWM
入力周波数 1kHz
横軸：500 μ s/DIV



(e) 従来
入力電圧 2.5kV
縦軸：500V/DIV

(f) PWM
入力周波数 2kHz
横軸：100 μ s/DIV

図6 PWM回路観測波形

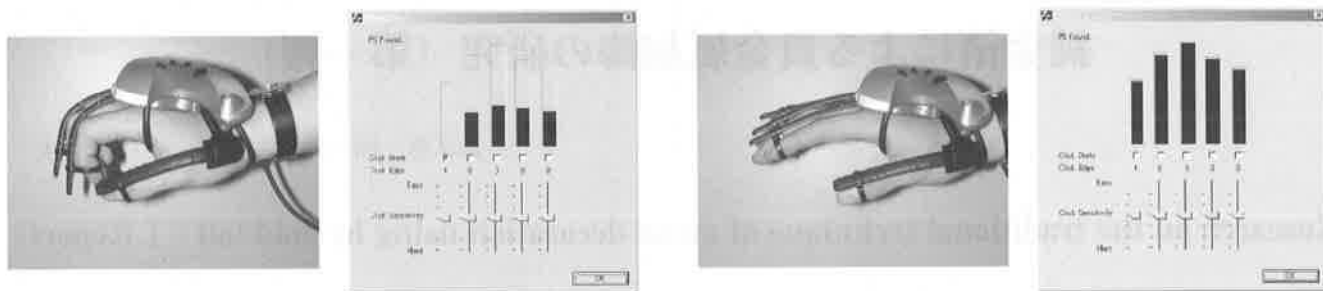


図7 “P5” データグローブからの曲げ変位量取得の様子

力波形をオシロスコープ (PM3323 PHILIPS社製) により各回路特性を観測した。

結果を、図6に示す。この結果より入力信号を忠実に増幅し、高電圧で特に素子破壊の問題となるスパイクノイズの発生を押さえ、立ち上がり時には、遅延することなく瞬時にグラウンドレベルに落とせる回路ができた。

3-3 データ入力システム

検証は、データグローブのバンドセンサーからUSBインタフェースを介して、各指の曲げ変位量が64分割したデータとしてコンピュータに伝えられる。図7に入力イメージを示す。

4. 考 察

電極特性の結果より、ERFをコントロールするための電極長さは、6mmよりさらに小型化が可能であることがわかった。これは、ERFに混入している粒子が $5\mu\text{m}$ と小さく、かつ本システムでは指の動作スピードから生じる流速、流量に対して、図2に示すような原理的な作用が十分に機能するためと推測できる。

高電圧PWM制御回路で観測した波形において、高周波、高電圧に設定するほど、方形波の立ち上がり時に、時間に対して遅れが生じる傾向が現れたが、これは、高圧電源の容量及び充電時間に依存した特性と考えられる。立ち下がり時に、瞬時にグラウンドレベルに下がっていることから、試作した回路は、十分に高圧PWM制御回路として使用が可能と考える。

データ入力システムにおいては、手の動きをどのようにコンピュータでデータとして取り扱うかについて検討を行った結果、指の各関節毎の曲げ変位量が得られ、システムへの組み込みが可能であることがわかった。

5. 結 言

本研究によりERFを用いた、人間に安全、小型かつ軽量な、データグローブの実用に向けた、電極特性、PWM制御回路特性及び指の曲げ量取得など、実用に必要となるデータ及び基本システムを得ることができた。

参考文献

- 1) 河西伸一, 橋田鉄雄, 佐野正明 他: 山梨県工業技術センター研究報告, 12, P100-103 (1999)
- 2) 河西伸一, 橋田鉄雄, 清水誠司 他: 山梨県工業技術センター研究報告, 11, P. 102-105 (1998)
- 3) 河西伸一, 清弘智昭, 本田日出夫 他: 山梨県工業技術センター研究報告, 9, P12-16. (1997)