



多点触覚デバイスの検討

Development of Multi-point Tactile Device

学 鄭 竣勻 (工芸大) 萩原 順平 (工芸大) 岩同 莉希 (工芸大) 太田原 佑哉 (工芸大)
崔 通 (工芸大) 正 曾根 順治 (工芸大)

Syukin TEI, Junpei HAGIWARA, Riki IWADOU, Yuya OTAWARA, Toru SAI, and Junji SONE

1) 東京工芸大学 工学研究科 3D システム研究室 (〒243-0297 神奈川県厚木市飯山南 5-45-1 sone@t-koguei.ac.jp)

概要: XR やメタバースの高まりの中、バーチャルリアリティ (メタバース) や、人と共生するロボット、遠隔ロボット操作などには、柔軟な薄膜触覚デバイスが必要とされている。本研究室で開発している多点触覚デバイスの多点の同時制御方法を報告する。

キーワード: 力覚提示、VR、触覚

1. はじめに

XR 技術の高まりの中、バーチャルリアリティ (メタバース) や、人と共生するロボット、遠隔ロボット操作などには、柔軟かつ薄膜な触覚デバイスが必要とされている [1]。最近、シリコンゴムの上部と下部をフッ素化エチレンプロピレン (FEP) ではさみ、内部に空孔を構成して、圧電デバイスが開発されている。このデバイスは、コロナチャージで、数キロボルト以上の電荷をチャージすることにより、高性能を実現している [2,3]。文献 2) では、セラミック系の圧電材料の PZT より、高い圧電定数を実現できたとの報告があり、その性能を確認するために、試作を行い、さらに多点化に拡張した。本報告では、実際に 0.25mm 厚のデバイスを駆動するシステムを開発するために、PC からの通信と駆動電気回路を検討している。本研究では、比較的、出力の大きな触覚を提示できるデバイス開発をめざして、触覚アクチュエータの出力制御機能開発を進めており、その開発状況を報告する。

2. デバイスの開発と駆動回路

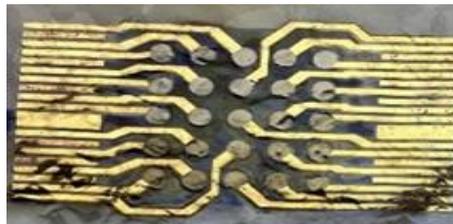
2.1 デバイスの概要

樹脂型多点デバイスは、2cm 角内に、5x5 の 25 点の振動する触覚生成点を設けたデバイスである。各点で、触覚を独立に生成することを目的としている。電極の下部が穴となっており、穴の面積は 28% である。図 1 は、作成したデバイス写真である。電極は Ti を振動部の配線として、外部への接続の配線部は Au 蒸着 (0.1 μ m) し、FPC 用ケーブル用のコネクタに接続できるように、構成してデバイスを開発している。

2.2 多点デバイスの独立駆動回路の開発

この研究は、人の指先への触覚を生成するために、0-

200V、200Hz の方形波信号を生成する電気回路した。こ



a) 前面



b) 裏面

図 1: 柔軟な触覚デバイスと配線

の目標を達成するために、触覚ポイントごとに独立に駆動電圧を制御できるようにした。

表 1: ドライブループに使用される部品

No.	電子部品	型番
1	DC-DC コンバータ	MHV12-300S10P
2	USB ポート	REX-USB61
3	高電圧コンバータ	HV513WG-G
4	PIC マイコン	PIC12F1822

本研究では、8つの高電圧出力チャンネルを持つシリアル-パラレルコンバータ HV513 を用いた多点デバイスの独立駆動回路の説明である。図2は本システムの概要回路図を示しており、PIC12F1822 マイクロコントローラを使用して PC からのデータを各 HV513 に伝送し、各出力を個別に制御する回路構成となっている。本研究では、4つの PIC12F1822 を使用して4つの HV513 を制御し、触覚デバイスの25個の触覚生成点を完全に制御できるように開発した。

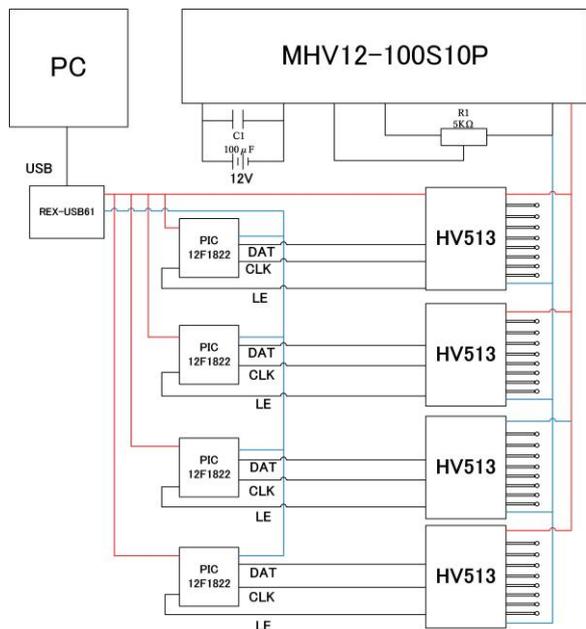


図2：制御回路

本システムは PC からの指示を REX-USB61 モジュールの USB-SPI 通信を介して、PIC12F1822 にデータを送信している。複数の PIC12F1822 がそれぞれ HV513 と接続されており、独立して制御が可能である。各 PIC12F1822 は DAT (データ線)、CLK (クロック線)、LE (ラッチイネーブル線) を使用して HV513 を制御している。8つの高電圧出力チャンネルから 0~200V の方形波を生成している。この電圧は、MHV12 の 200V の高電圧電源を使用している。

制御方法を以下に説明する。DAT 信号は GPIO ポートから生成され、最大 8 ビットのデータを持ち、HV513 のシリアルデータ入力 (DIN) ポートに接続される。HV513 は DAT で受信したシリアルデータをパラレルデータに変換し、対応する高電圧出力チャンネルに出力している。DAT は最大 8 個の圧電アクチュエータを同時にオンまたはオフにするための最終的な出力データを定義している。CLK 信号は GPIO ポートから生成され、HV513 のクロック (CLK) ピンに接続される。CLK は、HV513 の 8 ビットデータシフトレジスタに入力クロック信号を提供して

いる。DAT で受信した対応する 8 ビットデータは、入力クロックの立ち上がりエッジでシフトレジスタを通過している。LE 信号は HV513 のラッチイネーブル (LE) ピンに接続されている。LE 信号が ON になると、データはシフトレジスタからラッチに転送され、HV513 の 8 つの高電圧出力チャンネル制御が実行される。LE が OFF の時、ラッチ内のデータは保持される。LE は 200Hz の高電圧駆動信号の周波数を定義するために使用される。

図3はチャンネル1とチャンネル8の0-200V出力波形図を示す。

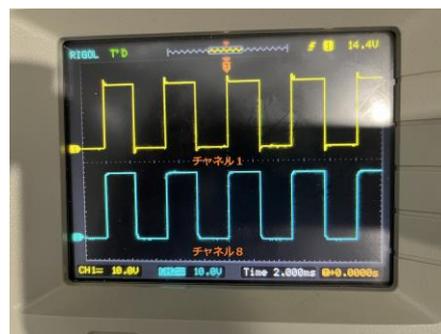


図3：チャンネル1とチャンネル8の波形

3. まとめ

多点の独立制御のために、制御電気回路も開発して、その動作を確認しているところである。そのため、開発デバイスの多点同時制御の性能評価を進め、メタバースへの応用を検討する予定である。

4. 謝辞

本研究は、科学研究助成事業(JSPS KAKENHI 17K00285, 21K12002)の助成を受けて実行している。また、文科省のマテリアル先端リサーチインフラ事業、東北大学ナノテク融合技術支援センター (CINTS)、MEMS 試作コインランドリーの支援を受けて、デバイス開発を実行している。また、試作初期は、Marvell Nanofabrication Laboratory も活用した。制御回路は、電通大 梶本教授とも議論させて頂きました。また、研究議論を実施した UC Berkeley Liwei Lin 教授及び、その研究室の博士過程の学生にも感謝する。

参考文献

- [1] Ran Cao, et al. Screen-Printed Washable Electronic Textiles as Self-Powered Touch/Gesture Tribo-Sensors for Intelligent Human-Machine Interaction, ACS Nano 2018, 12, 6, 5190-5196.
- [2] Zhong, J.; Ma, Y.; Song, Y.; Zhong, Q.; Chu, Y.; Karakurt, I.; Bogy, D. B.; Lin, L., A Flexible Piezoelectret Actuator/Sensor Patch for Mechanical Human-Machine Interfaces. ACS Nano 2019, 13, 7107-7116.
- [3] Zhong, J.; Zhang, Y.; Zhong, Q.; Hu, Q.; Hu, B.; Wang, Z. L.; Zhou, J., Fiber-Based Generator for Wearable Electronics and Mobile Medication. ACS Nano 2014, 8, 6273