

無線EMGデバイス開発

岐阜大学 工学研究科 工学専攻
笹竹 佑太

Bluetooth対応EMGデバイス開発



試作機たち



試作機 5号

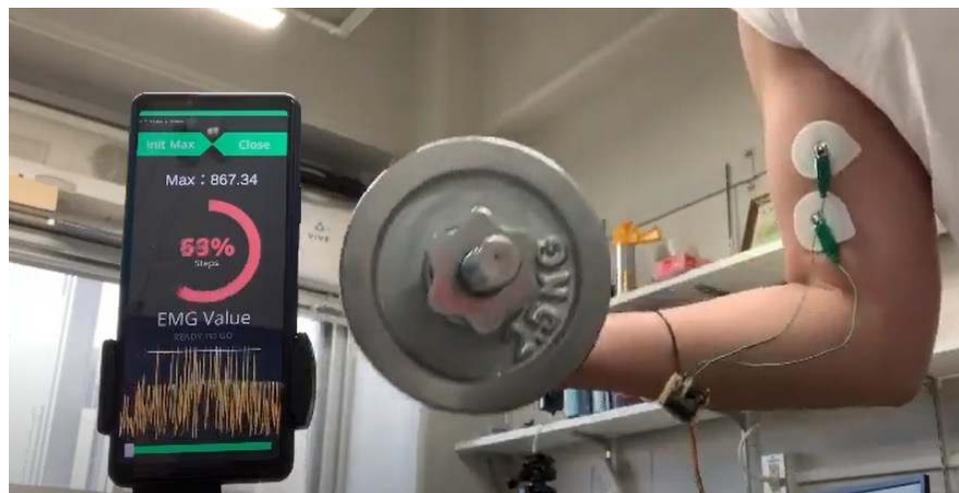
EMGセンサーpicoを見て疑問に思う

- ・電極が2個しかないの？
- ・こんな小型になるの？

理論は研究室にあるのだから近いものが作れるはず・・・
よし作ろう！！



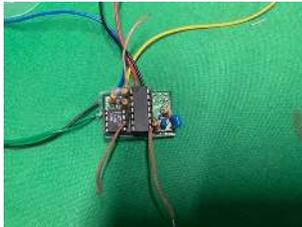
筋電デバイス複数使用時



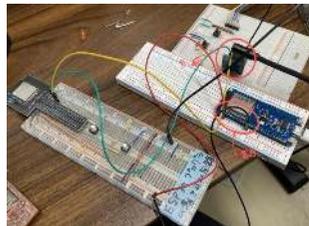
スマホアプリとの連携

Bluetooth対応EMGデバイス開発

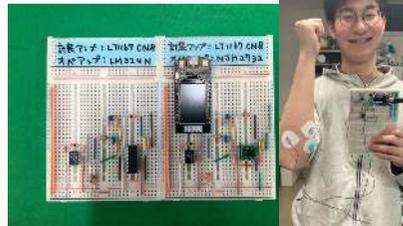
5v用の筋電装置と回路



研究室で普及している5v筋電センサ



マイコンを搭載した5v筋電センサー



マイコンとディスプレイを搭載した3.3v筋電センサー（完成計の元回路）

モバイル型のEMGデバイス（筋電）を作成開始。

スマホで繋がるモバイルEMGが欲しい！！（今のBluetoothイヤホンみたいなデバイスがいい！！）



イメージデザイン

5vの単4電池式モバイル筋電装置【試作機1号】



乾電池型マイコン搭載5v筋電センサー試作機一号

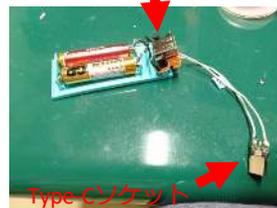


単4電池×2
側は3Dプリンターにて作成
電池ソケット

乾電池使用



セリアの乾電池式USB充電器

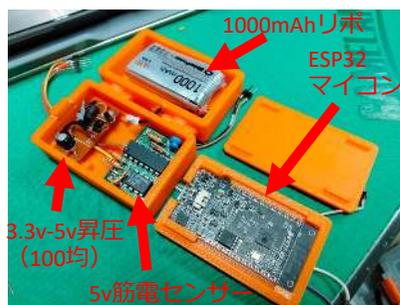


Type-Cソケット
セリアの乾電池式USB充電器中身

5Vのタイプだとリポバッテリー（3.7v～4.0v）を直接使用できないため、まずは、昇圧するために100均（セリア）の単3電池USB充電器を改造してモバイルタイプを作成。
マイコンはESP32-TdisplayというSPIディスプレイ付きのマイコンを採用（3.3v駆動）。

Bluetooth対応EMGデバイス開発

5vのリポバッテリー式モバイル筋電装置【試作機2号】



試作機2号中身



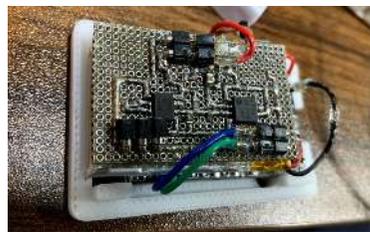
試作機2号

乾電池からリポバッテリーに変更した。
デザインを薄型にするため、本体を2つに
分割した。(振動によるノイズを避けるため)
ディスプレイに筋電の絶対値が表示される
ようにした。(動作状況を把握するため)

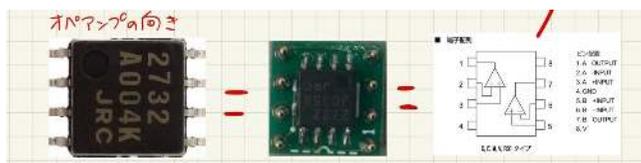
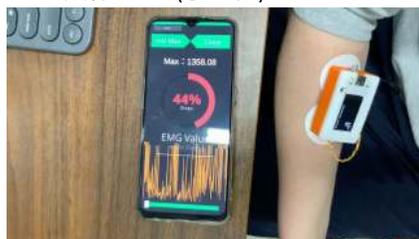
5vの単4電池式モバイル筋電装置 (乾式電極と湿式電極)【試作機3号】



乾式電極のトライ



ここから3.3vの筋電センサーを作成。
計装アンプ(AD8226)とオペアンプ
(NJM2732M)をサーフェスマウント型に
変更→小型化の成功

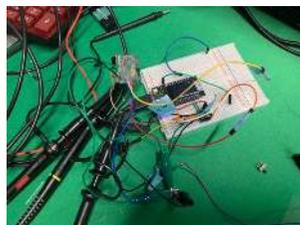


使用したオペアンプ (NJM2732M)

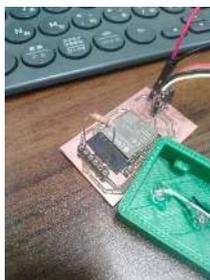
Bluetooth接続用のスマホアプリを作成。
リアルタイムに生波形と最大値を100%に
した時の出力を円グラフにて表示

Bluetooth対応EMGデバイス開発

NC旋盤を使用した基盤の作成（自作）



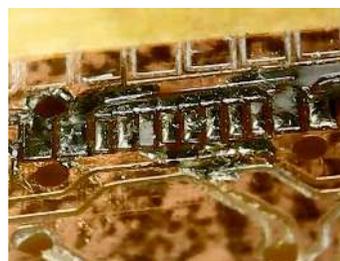
波形確認



ESP32マイコン基盤



リポ充電回路



Type-Cリフロー半田

NC旋盤を利用して、自作の基盤作為を行い、業者発注前の回路ミスの追求を行なった。

また、リポバッテリー充電回路をMCP73831を使用して作成。回路図は、秋月の製品の回路図を参考にEagleにて作成。

基盤の発注から部品の半田＋試作機4号



届いた基盤



半田後（裏）



半田後（表）



バッテリーの装着

Eagleで作成した基盤を発注。届いた基盤に部品をリフロー式でハンダ付を行なった。

ケースを作成し、回路に関してはほぼほぼ完成になった！！



簡易ケースの作成



バッテリー装填時



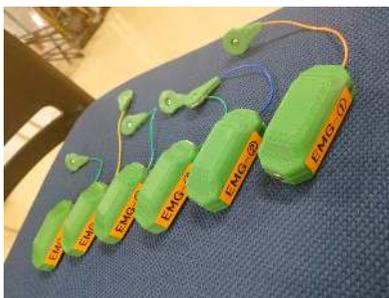
簡易ケースの蓋



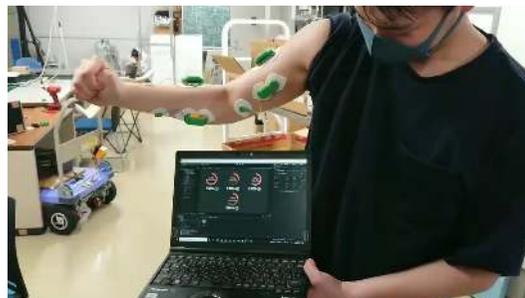
試作機3号との比較

Bluetooth対応EMGデバイス開発

ケースの改良（現状の最良試作）【試作機 5号】



試作機 5号 (本体)



試作機 5号の複数使用



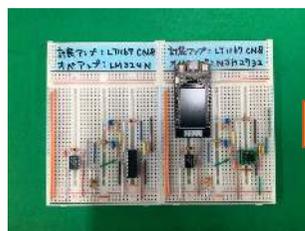
没ケース



電極面

ケースのデザインを変更し、GND電極部分を伸ばす形状に変更した。一度に複数使用することを想定。バッテリーの持ち時間は1時間30分。パソコンにて一度に複数のデータを取得可能。腕相撲の計測に使用する。

時系列順、試作機（開発期間：1年）



回路作成

モバイル型のEMGデバイス（筋電）を作成開始。



試作機 1号

セリアの単3電池USB充電器を改造してモバイルタイプを作成。マイコンはESP32-Tdisplay。



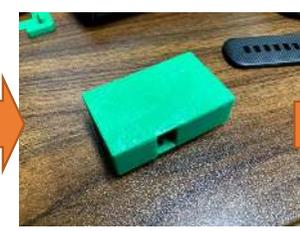
試作機 2号

乾電池からリポバッテリーに変更。デザインを薄型にするため、本体を2つに分割した。筋電の絶対値が表示されるようにした。



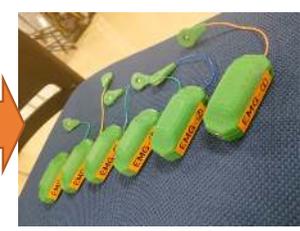
試作機 3号

3.3v筋電センサーを作成。小型化の成功 Bluetooth接続用のスマホアプリを作成。



試作機 4号

Eagleで作成した基盤を発注。届いた基盤に部品をリフロー式でハンダ付を行った。

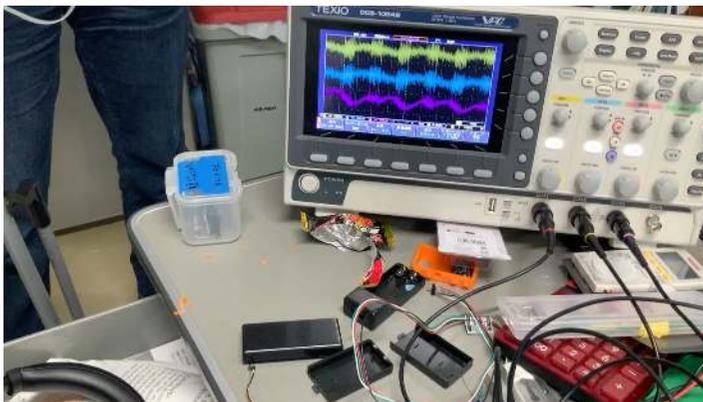


試作機 5号

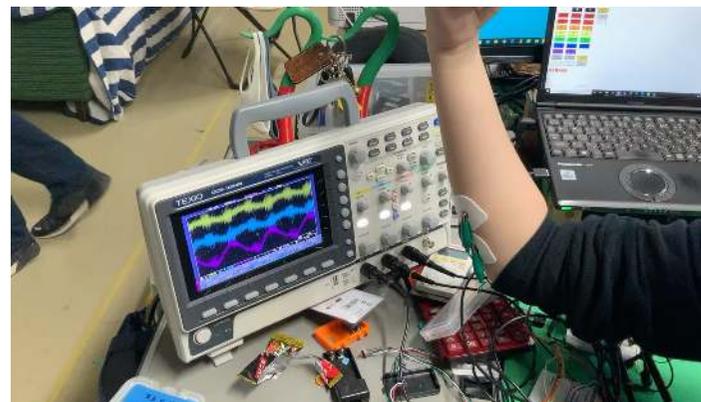
ケースのデザインを変更し、GND電極部分を伸ばす形状に変更した。

Bluetooth対応EMGデバイス開発

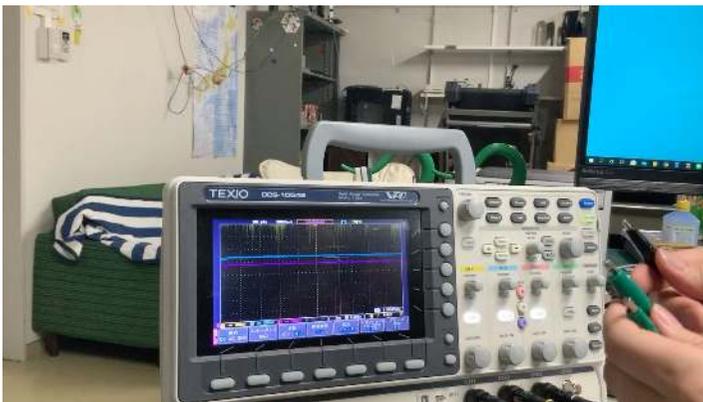
鉄に触った時の波形変化



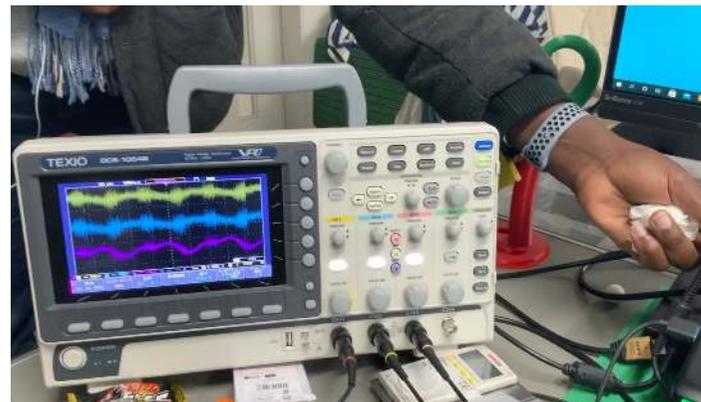
筋電波形(計装アンプの出力、オペアンプの出力×2)



GND接触した時の波形変化



AC電源 (商用ノイズ) の計測



Bluetooth対応EMGデバイス開発

使用した部品

メインチップ

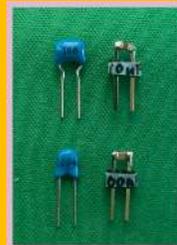


【Eagle作成済み】 WIFIMODULE ESP-WROOM-32

増幅回路 (EMGメイン)



【Eagle作成済み】 AD6226



【Eagle作成済み】 アンプコンデンサ (10µF/100V)



【Eagle作成済み】 2重入出力オプティマイズドオプアンプ NJM0732M

電源回路系統



【Eagle作成済み】 ADP3338AKCZ-3.3



【Eagle作成済み】 スライドスイッチ



【Eagle作成済み】 TPS2010DBVR



【Eagle作成済み】 4層基板チップMG73931



【Eagle作成済み】 300mA 約21.5x16.39x4.43mm



【Eagle作成済み】 USB Type-Cコネクタ 基板用

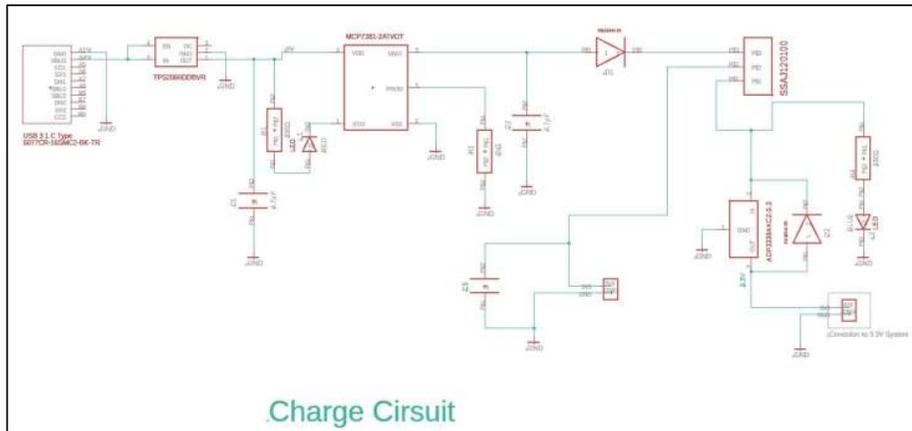


【Eagle作成済み】 LED



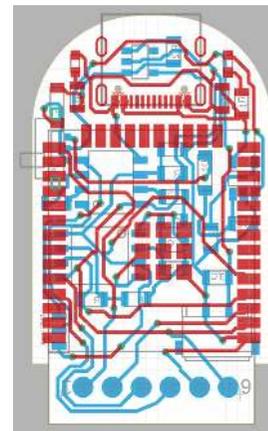
【Eagle作成済み】 micro:bit (BBC) 2nd Edition

回路図 + 信号増幅の計算

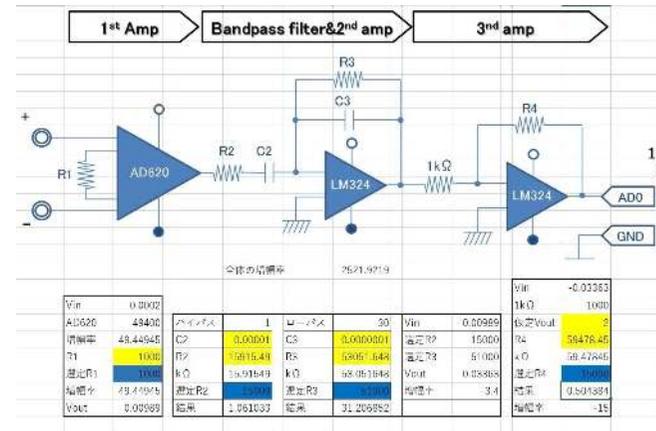


Charge Circuit

Schematic



Board



増幅率計算(5v用→本来は3.3vにすべき)

Bluetooth対応EMGデバイス開発

課題点

- ・ バッテリーが短い
- ・ Bluetooth通信が弱い
- ・ ケースが大きい
- ・ GNDの紐が邪魔
- ・ アプリが改良
- ・ 増幅率の見直し
- ・ 別の増幅方法を検討

今後の改良

