

課題番号 : F-15-UT-0092
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 筋音の高周波成分計測
Program Title (English) : Detection of High-frequency Component of Mechanomyogram
利用者名(日本語) : 青木亮、竹井裕介、グエン・ミン・ジュン、高畑智之、松本潔、下山勲
Username (English) : R. Aoki, Y. Takei, N. Minh-Dung, T. Takahata, K. Matsumoto, I. Shimoyama
所属名(日本語) : 東京大学大学院情報理工学系研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

本研究の目的は、従来計測されていなかった筋音の 100 Hz 以上の高い周波数成分を計測することである。

筋音とは、筋肉が収縮するときに発生する圧力波で、筋疲労や筋肉の活動量の定量化の手法として期待されているものである⁽¹⁾。従来の計測では筋音の周波数帯域は 10 Hz-100 Hz という低い周波数帯域の計測しか行われていなかった。このような低周波成分は波長が 15-150 m と長く、位相差の検出により筋音の発生源を特定することは困難であった。

小型で広帯域に計測可能なセンサの実現のために、厚さ 300 nm のピエゾ抵抗型カンチレバーを用いて、大きさがおおよそ 6.5 mm × 6.5 mm × 3.5 mm の筋音センサを製作した。製作した筋音センサでヒトの上腕二頭筋の筋音を計測したところ、従来計測されていた 100 Hz 以下の周波数成分だけでなく、100 Hz 以上の高い周波数成分も計測された。本研究で計測された筋音の周波数帯域は 10 Hz-10 kHz であった。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置、マスク・ウエーハ自動現像装置群。

【実験方法】

小型かつ広帯域のセンサを実現するために、厚さ 300 nm、半径 100 μm、中心角 60°の扇形のピエゾ抵抗型カンチレバーを 6 つ向かい合わせにしたチップを製作した。このような軸対称の構造とすることにより、カンチレバー変形時のカンチレバー同士のギャップの広がりを抑え、センサの性能低下を防ぐことができる。センサチップ製作のためのフォトマスクの作成には、ナノテクプラットフォームが有する電子線描画装置を利用した。

製作したセンサをヒトの上腕に貼り付け、ダンベルを使

って上腕二頭筋に付加を与えたときの筋音を計測した。ダンベルの重さを 5 kg、3 kg、1 kg と変化させ、信号に違いが見られるか調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

結果の時系列データより、各信号の分散を計算して比較すると、筋肉に対する負荷を大きくすればするほど信号の振幅が大きくなっていることがわかる。これは先行研究の結果と一致するものである。

さらに離散フーリエ変換によりデータの周波数スペクトルを求めたところ、筋肉に対する負荷を大きくすればするほどスペクトルは 10 Hz-10 kHz という広い帯域で大きくなることが確かめられた。これにより、ヒトの上腕二頭筋の筋音には最高で 10 kHz 程度の高い周波数成分が含まれていることが明らかになった。

4. その他・特記事項(Others)

【参考文献】

- (1) M. O. Ibitoye, N. A. Hamzaid, J. M. Zuniga, and A. K. A. Wahab, "Mechanomyography and muscle function assessment: A review of current state and prospects," *Clin. Biomech.*, vol. 29, no. 6, pp. 691-704, 2014.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) R. Aoki, Y. Takei, N. Minh-Dung, T. Takahata, K. Matsumoto, and I. Shimoyama, *IEEE 29th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS2016)*, pp. 356-358.

6. 関連特許(Patent)

なし。