

Title	ショウジョウバエの脈拍計測のためのフォースプレート
Sub Title	Force plate for pulse measurement in a fruit fly
Author	高橋, 英俊(Takahashi, Hidetoshi)
Publisher	福澤基金運営委員会
Publication year	2023
Jtitle	福澤諭吉記念慶應義塾学事振興基金事業報告集 (2022. )
JaLC DOI	
Abstract	<p>本研究では、ショウジョウバエに特化した脈拍計測プラットフォームを構築することを目的とした。MEMSのフォースプレートをこれまでにない超高感度にする事で、プレートの振動から人と同様にショウジョウバエの脈拍を計測するデバイスの実現を目指した。</p> <p>フォースプレートの構造は、平面コイルばね及びそれを支える土台から構成されている。プレートに力がかかることで平面コイルが変形し、その際のプレート中心の垂直の変位をレーザ変位計によって読み取る。事前に測定したばね定数とフックの法則から、加わった力を算出する。ショウジョウバエの心拍の周波数が約5 Hzであることを考慮し、共振周波数は50 Hz以上になるように定めた。また、レーザ変位計の分解能が10 nmであることを考慮し、ばね定数は約5 N/mになるように定めた。これにより、約0.05<math>\mu</math>Nの分解能を持つフォースプレートが実現できる。</p> <p>平面コイルばねを正方形のガラス板から削り、アルキメデスの螺旋と同じ形状とした。プレートは一辺25 mmとし、中心部のプレートは対象物を載せるのに十分な大きさを確保するため直径8 mmに設定した。コイル幅と削り部分の幅はそれぞれ0.6 mm, 0.8 mmとした。</p> <p>厚さ50 <math>\mu</math>mのガラスプレートを、UVレーザカッターを用いて削るように加工し、平面コイルを製作した。破損を防ぐため、平面コイルはアクリル板に貼り付けた。共振周波数の計測のため、バイブレータ上にデバイスを固定し振動を与え、光ヘテロダイン微小振動測定装置により振幅を計測した。実験の結果、共振周波数は75 Hzと算出された。次にばね定数の計測のため、ピエゾステージの上にロードセルを設置した。ロードセルに付いた針をプレート部に当てることで力を印加した。実験の結果、ばね定数は5.99 N/mと算出された。また、デバイスを固定し、プレート中心部にレーザ変位計を設置してノイズの評価を行ったところ、分解能が0.04 <math>\mu</math>Nと算出された。</p> <p>The purpose of this study was to construct a pulse measurement platform specifically for <i>Drosophila</i>. by making a MEMS force plate with unprecedented ultra-high sensitivity, we aimed to realize a device that measures the pulse rate of <i>Drosophila</i> as well as humans from the vibration of the plate.</p> <p>The structure of the force plate consists of a planar coil spring and a base that supports it. When a force is applied to the plate, the flat coil is deformed, and the vertical displacement of the center of the plate is read by a laser displacement meter. The applied force is calculated from the previously measured spring constant and Hooke's law. Considering that the frequency of the heartbeat of <i>Drosophila</i> is approximately 5 Hz, the resonance frequency was set to be 50 Hz or higher. Considering that the resolution of the laser displacement meter is 10 nm, the spring constant was set to be approximately 5 N/m. This enables the realization of a force plate with a resolution of approximately 0.05 <math>\mu</math>N.</p> <p>The flat coil spring was cut from a square glass plate and shaped like an Archimedes spiral. The plates are 25 mm on each side, and the central plate is 8 mm in diameter to ensure that it is large enough to hold an object. The width of the coil and the width of the grinding area were 0.6 mm and 0.8 mm, respectively.</p> <p>A 50 <math>\mu</math>m-thick glass plate was machined using a UV laser cutter to fabricate a flat coil. The flat coil was attached to an acrylic plate to prevent damage. To measure the resonance frequency, the device was fixed on a vibrator and vibrated, and the amplitude was measured using an optical heterodyne microvibration measurement system. The resonant frequency was calculated to be 75 Hz. Next, a load cell was placed on the piezo stage to measure the spring constant. A force was applied by placing a needle attached to the load cell against the plate. As a result of the experiment, the spring constant was calculated to be 5.99 N/m. The device was fixed and a laser displacement meter was placed at the center of the plate to evaluate the noise, and the resolution was calculated to be 0.04 <math>\mu</math>N.</p>
Notes	申請種類：福澤基金研究補助
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-20220003-0021">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-20220003-0021</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	准教授	補助額	1,500 千円
	氏名	高橋 英俊	氏名 (英語)	HIDETOSHI TAKAHASHI		
研究課題 (日本語)						
ショウジョウバエの脈拍計測のためのフォースプレート						
研究課題 (英訳)						
Force plate for pulse measurement in a fruit fly						
研究組織						
氏 名 Name		所属・学科・職名 Affiliation, department, and position				
高橋英俊 (HIDETOSHI TAKAHASHI)		理工学部・機械工学科・専任講師				
1. 研究成果実績の概要						
<p>本研究では、ショウジョウバエに特化した脈拍計測プラットフォームを構築することを目的とした。MEMS のフォースプレートをこれまでにない超高感度にする事で、プレートの振動から人と同様にショウジョウバエの脈拍を計測するデバイスの実現を目指した。</p> <p>フォースプレートの構造は、平面コイルばね及びそれを支える土台から構成されている。プレートに力がかかることで平面コイルが変形し、その際のプレート中心の垂直の変位をレーザ変位計によって読み取る。事前に測定したばね定数とフックの法則から、加わった力を算出する。ショウジョウバエの心拍の周波数が約 5 Hz であることを考慮し、共振周波数は 50 Hz 以上になるように定めた。また、レーザ変位計の分解能が 10 nm であることを考慮し、ばね定数は約 5 N/m になるように定めた。これにより、約 0.05 <math>\mu</math>N の分解能を持つフォースプレートが実現できる。</p> <p>平面コイルばねを正方形のガラス板から削り、アルキメデスの螺旋と同じ形状とした。プレートは一辺 25 mm とし、中心部のプレートは対象物を載せるのに十分な大きさを確保するため直径 8 mm に設定した。コイル幅と削り部分の幅はそれぞれ 0.6 mm, 0.8 mm とした。</p> <p>厚さ 50 <math>\mu</math>m のガラスプレートを、UV レーザカッターを用いて削るように加工し、平面コイルを製作した。破損を防ぐため、平面コイルはアクリル板に貼り付けた。共振周波数の計測のため、パイプレータ上にデバイスを固定し振動を与え、光ヘテロダイン微小振動測定装置により振幅を計測した。実験の結果、共振周波数は 75 Hz と算出された。次にばね定数の計測のため、ピエゾステージの上にロードセルを設置した。ロードセルに付いた針をプレート部に当てることで力を印加した。実験の結果、ばね定数は 5.99 N/m と算出された。また、デバイスを固定し、プレート中心部にレーザ変位計を設置してノイズの評価を行ったところ、分解能が 0.04 <math>\mu</math>N と算出された。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>The purpose of this study was to construct a pulse measurement platform specifically for <i>Drosophila</i>. by making a MEMS force plate with unprecedented ultra-high sensitivity, we aimed to realize a device that measures the pulse rate of <i>Drosophila</i> as well as humans from the vibration of the plate.</p> <p>The structure of the force plate consists of a planar coil spring and a base that supports it. When a force is applied to the plate, the flat coil is deformed, and the vertical displacement of the center of the plate is read by a laser displacement meter. The applied force is calculated from the previously measured spring constant and Hooke's law. Considering that the frequency of the heartbeat of <i>Drosophila</i> is approximately 5 Hz, the resonance frequency was set to be 50 Hz or higher. Considering that the resolution of the laser displacement meter is 10 nm, the spring constant was set to be approximately 5 N/m. This enables the realization of a force plate with a resolution of approximately 0.05 <math>\mu</math>N.</p> <p>The flat coil spring was cut from a square glass plate and shaped like an Archimedes spiral. The plates are 25 mm on each side, and the central plate is 8 mm in diameter to ensure that it is large enough to hold an object. The width of the coil and the width of the grinding area were 0.6 mm and 0.8 mm, respectively.</p> <p>A 50 <math>\mu</math>m-thick glass plate was machined using a UV laser cutter to fabricate a flat coil. The flat coil was attached to an acrylic plate to prevent damage. To measure the resonance frequency, the device was fixed on a vibrator and vibrated, and the amplitude was measured using an optical heterodyne microvibration measurement system. The resonant frequency was calculated to be 75 Hz. Next, a load cell was placed on the piezo stage to measure the spring constant. A force was applied by placing a needle attached to the load cell against the plate. As a result of the experiment, the spring constant was calculated to be 5.99 N/m. The device was fixed and a laser displacement meter was placed at the center of the plate to evaluate the noise, and the resolution was calculated to be 0.04 <math>\mu</math>N.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
桐山 大世, 学 中島 利八郎, 島崎 健一郎, 高橋 英俊	UV レーザ加工による薄膜ガラスフ ォースプレート	日本機械学会第 13 回マイクロ・ナ ノ工学シンポジウム	2022 年 11 月 14-16 日			