

研究結果説明書（事後）

作成日：令和 5 年 6 月 20 日

研究種別		総理研研究	
研究課題名		Fe-Ga 単結晶を用いた振動発電 IoT デバイスの実用化に向けた研究	
研究期間		令和 3 年度 ～ 4 年度（2 年）	
研究体制	研究代表者（所属）	望月陽介（産業技術センター）	
	共同研究者（所属）	八代浩二、勝又信行、古屋雅章、渡邊慧輔、萩原義人、寺澤章裕、石黒輝雄、坂本智明、中村聖名（産業技術センター） 鈴木茂（東北大学）、上野敏幸（金沢大学）	
研究予算		R3 年度 8,101 千円 備品費：5,885 消耗品費：462 旅費：381 負担金：750 修繕：623	R4 年度 1,894 千円 備品費：317 消耗品費：415 旅費：412 負担金：750
		合計 9,995 千円 備品費：6,202 消耗品費：877 旅費：793 負担金：1,500 修繕：623	
研究成果		<p>概要</p> <p>製造業の生産性向上のため IoT 技術の活用が有効であるが、費用や手間がかかることからシンプルで安価な IoT システムへのニーズがある。我々は、これまで振動エネルギーを利用して自ら発電する新磁歪材料（Fe-Ga 単結晶）を用いた IoT デバイスの開発・普及に取り組んできた。本研究では Fe-Ga 単結晶から作製する素子の特性のばらつきについてその要因（加工位置や加工方法）を調査するとともに、各種処理によりその改善方法を検討し、素子特性を均質化することができた。またデバイス構造について錘や磁石、フレーム材料について共振周波数や振幅、出力電圧への影響を実験するとともに、解析ソフトを用いてフレームへの振動をシミュレーションし構造を検討することで、同一振幅の振動に対して出力電圧を向上させたデバイスを作製することができた。</p> <p>得られた成果</p> <p>1. 磁歪素子の特性のばらつきについて</p> <p>同一単結晶においても切断位置や結晶の加工法によって素子の特性が異なる。特に最適磁場に影響が現れることが判明した。</p> <p>2. 各種処理の効果</p> <p>1.のばらつきについて磁歪素子を熱処理することで特性を均質化することができた。また、ピーニング処理を行うことで特性（最大力係数）を向上させることができたが、出力電圧は上昇しなかった。</p>	

	<p><u>3. 振動シミュレーション</u></p> <p>解析ソフト (ANSYS) を用いてフレーム振動をシミュレーションした。錘なしのデバイスでは振動の一次モードはフレーム全体が揺れ、二次モードはフレーム上部が揺れる振動であることが判明し、本デバイスには二次モードの振動が重要であることが明らかになった。</p> <p><u>4. デバイス出力向上のための構成品の検討</u></p> <p>「錘」の質量変化による影響の検討では、質量を大きくすると共振周波数が低下し、基本的には振幅、出力電圧が増加した。しかし、振動の一次モードと二次モードの周波数が近づく領域では振幅、出力電圧が急激に低下することが判明した。</p> <p>「磁石」の磁束変化による影響の検討では、磁石自身の電磁誘導の効果として磁束が大きい磁石を用いることで大きな出力電圧が得られたが、磁歪素子の励磁の効果として最適磁場が小さい素子では磁束の大きい磁石を用いたときに出力電圧が大きく低下することが判明した。</p> <p>「フレーム素材」の検討では、非磁性の SUS では出力電圧が得られず、45 パーマロイではベーナイト鋼 (従来材) よりも共振周波数が低下し、同一振幅の振動を与えたとき、振幅、出力電圧ともに大きくなることが判明した。</p> <p><u>5. フレーム構造の検討</u></p> <p>解析ソフトにおいて従来モデルのフレームの曲率半径を $r=2\text{mm}$ から $r=4\text{mm}$ に変更したモデルの振動を解析した結果、共振周波数が低下し、同一振幅の振動を与えたとき、フレーム振幅が増大した。そこで、実際のデバイスを作製し出力電圧等を評価したところ、$r=2\text{mm}$ に比べ $r=4\text{mm}$ のデバイスでは解析結果と同様に共振周波数が低下し、振幅が増大した。また、与える振動の振幅が大きいとき出力電圧も増加した。</p> <p><u>6. 県内企業への技術普及</u></p> <p>県内企業において磁歪デバイスを活用した製品開発案が挙がっており、現在進行中である。</p>
研究内容の変更	特になし
研究成果活用の方策	<p>【波及対象】</p> <p>民間企業を中心とした、デバイスのユーザ、デバイスのサプライヤ</p> <p>【波及方法】</p> <p>企業支援団体、業界団体、関連する企業への情報提供</p>
継続研究計画	<p>県内企業において磁歪デバイスを活用した製品開発が進められており、製品に必要となるデータ取得や技術支援を実施していく予定である。</p>