

IRES²プロジェクト研究計画書(2025年度)

系・センター名 IRES2

氏 名 高橋 一浩

☐新規 ☒継続

研 究 課 題	MEMS技術を用いた応力・共振マルチモーダル計測によるIoT分子認識センサ		
研究目的	(IRES²・VBLの研究テーマとの関連、および施設・設備使用目的を明らかに) 化学物質や生体分子の非標識検出を目指し、申請者は自立ナノ薄膜上で吸着分子同士が反発する力学量を計測する表面応力センサや、振動を利用した質量センサの要素技術開発を行ってきた。本研究では、応力と分子質量を計測するマルチモーダル分子認識センサの高精度化、高感度化を目指し、アプタマー機能化界面による応力作動計測、およびオンチップ共振計測によるヨクトグラム感度質量センサに取り組む。応力計測と質量計測はそれぞれ得意とする使用環境、および検出対象が異なる相補的な関係にあることから、溶液中でのリアルタイム計測が必要な免疫センシングには応力計測を、ガスや空気中の化学物質の検出には質量計測により評価を進める。センサデバイスの製作はVBLの半導体製造装置を利用し、化学センシングを行うためのセンサ表面の機能化処理はEIIRISのバイオ実験設備を使用する。以上の課題遂行により、応力差動計測により偽陽性診断を防止しつつアトモル濃度のマーカー検出を、質量計測により生体分子・化学物質の量子化計測を実現する。		
研究計画及び方法	(過去の経過、研究準備状況等) 申請者は科研費基盤B(H29-31)において、基板から自立したグラフェン表面にタンパク質抗体などの分子レセプターで機能化することによって分子認識能を与え、選択性をもった超高感度バイオセンサを初めて実現した。NEDO未踏チャレンジ(H29-R4)においては、架橋グラフェンを共振振動させて、質量変化に伴う固有振動数の変化を定量するセンサシステムの開発を行った。また、JSTさがけ(H27-30)の研究課題では、生体分子同士が反発する力学量をセンサ可動膜に加わる応力として計測するバイオトランスデューサを開発し、バイオマーカー分子100 ag/mLの検出下限が得られたため、本研究を実施するための十分な要素技術が準備されている。		
	(今後の研究計画及び方法、利用希望設備など、IRES²教員と打合せている場合はその状況) 申請者の独自技術であるレセプター修飾架橋グラフェンを用いた生体分子のマルチモーダル計測により、周波数変化における応力と質量の依存関係を明らかにする。具体的な研究項目として、(a)自立膜上の生体固体界面の検討、(b)CMOS回路・光検出器との一体化デバイスによるオンチップ力学量計測に取り組み、要素技術開発後に(c)タンパク質マーカー、ウイルスやガスに対するセンサ応答を評価する。最終成果物として、ELISA、PCR、GC/MSなどの大型の計測・分析装置の機能を半導体チップ上に備えた、生体分子・化学物質を検出可能なIoTバイオセンサを実現する。		
IRES ² ・VBL内で研究プロジェクトを行う理由	本研究の実施には、(1)MEMS共振器の電気・機械設計を行うためのシミュレータ、(2)CMOS共振回路を応用した検出回路の設計・製作を行う研究環境、(3)集積回路上にグラフェンダイヤモンドフラムを集積化する製造装置および、(4)作製したチップ上にタンパク質などをはじめとする生体分子を滴下し評価を行う実験環境が必要である。LSIとMEMSを同時に製作するには、国内外を見渡しても豊橋技術科学大学のIRES2/VBLほかにない。以上の理由のため、IRES2/VBLで研究を行いたい。		
研 究 組 織	研 究 者 氏 名	所 属 ・ 職 名	役 割 分 担
	(研究代表者は氏名の後ろに◎を付す) 高橋 一浩◎ Kwon Ikhyun	次世代半導体・センサ科学研究所 電気・電子情報工学系	MEMS センサの設計・製作・評価 センサ集積回路の設計・製作・評価
研究期間： 2023年 4月 ～ 2026年 3月(原則として3年間)			
(研究期間の始期は、研究を開始した年を記入する。終期は原則として、開始した年から3年後を記入する。)			