

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：27101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04603

研究課題名(和文) DNA類似体で構築する高度集積回路の開発と高精度なDNA並列計算への応用

研究課題名(英文) Development of integrated circuits constructed from DNA analogues and application to parallel computing using DNA

研究代表者

磯田 隆聡 (ISODA, TAKAAKI)

北九州市立大学・国際環境工学部・教授

研究者番号：70284544

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では塩基配列の異なるDNAを16bit(約 $6.6 \times 10^6$ 番地)配列した集積電極を、精度の高い並列計算素子として機能させることを目標にした。そのためには人工的に分子設計されたDNA類似体を、演算子として電子回路中で再現性よく動作させる要素技術の確立が必要である。そこで樹脂基板上にDNA類似体を集積させる番地を4.5bit(約25ヶ)配列した集積電極対の作製と、この電極群の信号を連続的に切り替えて自動計測できるシリアル測定方式の計測デバイスを開発した。次に塩基配列を電気信号で検出するため、DNAと同様に複合体の形成機能を持つ抗体分子を用いてこれを電極上に集積化し、検出する技術を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在のCPUの演算は、1つの計算を高速に無限回数繰り返して解を求める行うシリアル方式である。これに対し一度に無秩序の組合せを計算し、その中から解を特定するパラレル方式がある。本研究はこれを無作為に結合したDNAから、正解の塩基配列を持つDNAを検出する生物デバイスに置き換え、これを1チップ化することを目標としている。生物は膨大なDNA塩基配列から必要箇所を正確にコピーし、遺伝情報を伝達している。このような生物の仕組みを模倣しつつ、DNAよりはるかに多彩な認識能を持つ抗体分子で集積回路を構築できれば、塩基配列を再現よく検出する方法に道が開け、DNA並列計算素子実現の大きな一歩となる。

研究成果の概要(英文)：The goal of this research is to make an integrated electrode with 16-bit (approximately  $6.6 \times 10^6$  addresses of DNA with different base sequences function as a high-precision parallel computing element. For that purpose, it is necessary to establish elemental technology that allows artificially designed DNA analogues to operate as operators in electronic circuits with good reproducibility. Therefore, we fabricated an integrated electrode pair with 4.5-bit (approximately 25) addresses for integrating DNA analogues on a resin substrate, and developed a serial measuring device that can automatically measure signals by continuously switching the signals of this electrode group. developed. Next, in order to detect the base sequence as an electrical signal, we established a detection technique by accumulating antibody molecules, which have the same complex-forming function as DNA, on an electrode.

研究分野：生物センサ工学

キーワード：MEMS DNA 抗体 素子 集積

様式 F - 7 - 2

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		北九州市立大学	機関番号	27101
研究代表者	部局	国際環境工学部		
	職	教授		
	氏名	磯田 隆聡		

1. 研究種目名 基盤研究(C) (一般) 2. 課題番号 20K04603

3. 研究課題名 DNA類似体で構築する高度集積回路の開発と高精度なDNA並列計算への応用

4. 補助事業期間 令和2年度～令和4年度

## 5. 研究実績の概要

本研究では塩基配列の異なるDNAを16bit(約 $6.6 \times 10^4$ ヶ)番地配列した集積電極を、精度の高い並列計算素子として機能させることを当初の目標にした。そのためには実施期間中に人工的に分子設計されたDNA類似体を、演算子として電子回路中で再現性よく動作させるための基盤技術を確立し、これを16bit集積電極に番地配列し、塩基配列を瞬時に電気信号で判別するためのチップ集積化の要素技術の確立が必要である。試作デバイスが上手く動作した後にハミルトニアン経路計算を検証し、DNA並列計算素子としての有効性を実証することを最終目標に設定した。

そこで初年度はの基盤技術を確立した。まず樹脂基板上にDNA類似体を集積させる番地を4.5bit(約25ヶ)配列した集積電極対の設計と作製を実施した。同時にこの電極群の信号を連続的に切り替えて自動計測できるシリアル測定方式の計測デバイスの設計と試作を行った。このデバイスでは全ての番地の検出感度をスマートフォンで遠隔から設定し、条件を保存できる。そして測定信号をスマートフォンへデータ転送し、遠隔サーバーで自動解析できるシステムとした。

2年目はの塩基配列を電気信号で検出するための要素技術を確立するため、DNAと同様に複合体の形成機能を持つ抗体分子を用いてこれを電極上に集積化する技術を確立した。次に集積した抗体分子を認識する抗原分子を用いて、その応答性を電気信号で捉える方法を調査した。このような要素技術によって、複数の番地上の信号を瞬時にスキャンできるDNA類似体チップの作製方法、ならびに計測方法の基盤技術の一部が確立できた。

3年目はで確立した集積化抗体と抗原分子の電気応答検出を、再現性よく高精度にするための要素技術を検討した。現在、デバイス化のための基本特許の出願を検討中である。

## 6. キーワード

MEMS DNA類似体 素子 集積 並列計算

## 7. 研究発表

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

## 8. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

## 9. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

## 10. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 版

1 1 . 備考

磯田研究室HP

<https://isoken.work/>

北九州市立大学 環境技術研究所機関誌 環境「創」第10号

[https://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/files/8216/4325/0260/kankyoso\\_10.pdf](https://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/files/8216/4325/0260/kankyoso_10.pdf)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 佐藤理夏, 鈴木音弥, 浜地凌平, 礪田隆聡	4. 巻 141
2. 論文標題 画像解析によるセンサチップに実装した抗体量の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気学会論文誌E	6. 最初と最後の頁 147-152
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejsmas.141.147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計2件

1. 著者名 礪田隆聡	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 7
3. 書名 月刊バイオインダストリー（電気化学センサによる食中毒細菌の迅速検査）	

1. 著者名 礪田隆聡	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本工業出版	5. 総ページ数 4
3. 書名 クリーンテクノロジー（食の安全を守る「食中毒菌センサ」の開発）	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 分析方法、分析装置及び分析設備	発明者 礪田隆聡, 鈴木音弥	権利者 公立大学法人 北九州市立大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-086511	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

磯田研究室HP  
<https://isoken.work/>  
北九州市立大学 環境技術研究所機関誌 環境「創」第10号  
[https://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/files/8216/4325/0260/kankyoso\\_10.pdf](https://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/files/8216/4325/0260/kankyoso_10.pdf)  
磯田研究室HP  
<https://isoken.work/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------