

機関番号：82718

研究種目：若手研究 B

研究期間：2009～2010

課題番号：21710134

研究課題名（和文）マルチナノリアクターを用いた高速食品分析システムの構築

研究課題名（英文）High performance food analysis system using a multi-nano-reactor

研究代表者

伊藤 健 (Ito Takeshi)

神奈川県産業技術センター ・ 電子技術部 ・ 主任研究員

研究者番号：50426350

研究成果の概要（和文）：食品の高速定量分析を目的としてマルチリアクター及び電気化学検出用の新規機能性電極の開発を行った。前者では、3次元流路を持つ金型を作製し、プラスチック基板へ構造を転写する方法を確立し、1チップに4本のマイクロ流路を作製した。後者では、パルスレーザー堆積法を用いてNi、Ptなどの金属ナノ粒子を形成した機能性電極を構築した。これらの技術を集積化してラクトースを二段階酵素反応により高速に検出することに成功した。

研究成果の概要（英文）：Multi reactor devices and functional electrodes were developed for high performance food analysis. The reactor device had four columns on one chip. The column had nL volume. The chip was made of PMMA, which had four microfluidic patterns transferred from a mother die. Pulsed laser deposition and pulsed arc plasma deposition were applied to coat metal nanoparticles on a carbon electrode to prepare the functional electrodes. I successfully determined lactose concentration using these technologies. In this case, two-step enzymatic reactions were achieved on one chip.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
21年度	1,900,000	570,000	2,470,000
22年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：

科研費の分科・細目：マイクロ・ナノ科学/マイクロ・ナノデバイス

キーワード：マルチバイオリアクター

1. 研究開始当初の背景

食の偽装や毒物の混入が食品業界で発覚し、消費者の食の安心・安全に対する関心が高まっている。そのため、生産現場→食品加工場→消費者への流過程においてチェック機能が必要である。現在では問題が生じてから品質確認を行っているが、検査が後手に回るため事故を未然に防ぐことからは程遠い。現状のHPLCを代表とする高性能分析技術を全品検査に使用した場合、試料の前処理、ラベ

リング、検出という複雑な工程を経るため結果を得るまでに長時間必要である。そのため、定量性のある簡便な分析手法が望まれている。

2. 研究の目的

本研究では微細空間を利用した化学分析技術に着目し、食品分野への展開を図る。実用化には高感度・定量性を持つ低コストデバイス、ユーザーフレンドリーなシステムを提供

する必要がある。本研究では具体的なターゲットとして食品管理と家畜の健康管理という2つの側面で需要がある牛乳の成分分析を行うため、マルチナノリアクターを用いた簡便・高速分析システムの構築を目指す。

3. 研究の方法

(1) ナノカラムの作製

生産性の高いデバイス作製技術を実現するためにプラスチック基板への微小三次元構造転写技術を検討する。そのために、高精度の電鍍技術による金型作製技術と高精度転写技術を検討した。

(2) 電気化学検出用電極の作製

一般的に電気化学検出においては数十 μm 幅の微細電極を利用することでバックグラウンドレベルを下げることができ、S/Nが向上する。しかし、このような微細パターンを搭載した電極を作製するには高額な設備投資が必要となる。そこで、パルスレーザー堆積法(PLD)を用いてナノ粒子を薄膜上に分散させた機能性電極を作製し、高感度・高選択性を有する微小電気化学測定用電極の開発を行った。

(3) 食品分析への応用

上記の技術を利用して家畜の健康状態と牛乳の質を分析するため、ラクトース(乳糖)の定量的検出を目標とした。

4. 研究成果

(1) プラスチック製ナノカラム

安価・高精度の金型作製とプラスチック製ナノカラム作製について検討を行った。平坦性が高く、比較的厚いフィルムレジストを張り合わせることで流路の途中で深さを変化させる複雑な流路構造を得ることができた。この構造を元に電鍍プロセスを用いて金型を作製し、図1に示すようなホットプレスによるプラスチック基板へのパターン転写及びラミネートを用いた接合技術などの各プロセス途中での寸法精度を評価することで、目的とするナノカラムを得ることに成功した。

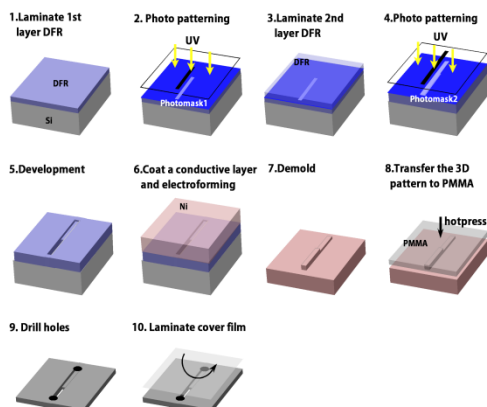


図1 ナノカラムの作製工程

この技術により、流路の深さが段階的に変化するため、酵素などを固定化した担体をマイクロ流路内に閉じ込めることが可能であり、マイクロリアクターとして利用できる。本事業により、2.5cm角に4本のリアクターを配置することが可能となった。

(2) PLDを用いたナノ粒子分散電極

PLDを用いた金属ナノ粒子含有電極の作製技術の検討と様々な表面分析技術を用いて電極の特性評価を行った。Ptをグラッシーカーボン電極に塗布した機能性電極について詳細に分析した結果、ナノ粒子層の島状成長であることが把握できた(図2)。Pt含有量が少ないにもかかわらず過酸化水素検出において酸化電位をバルクに対して100mV以上低減することができ、酸化電流値もバルク電極のそれ以上の値を得ることができた。検出限界もバルクに対して1桁以上向上させることが出来た。

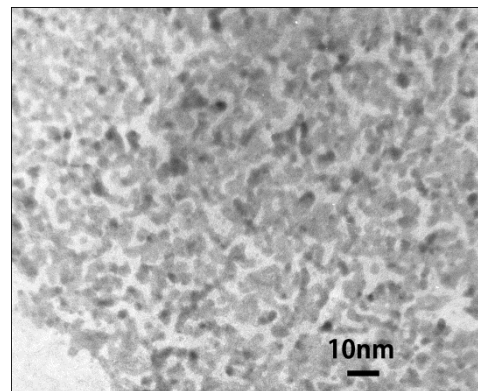


図2 PLDにより作製したPtナノ構造

(3) 食品分析への応用

プラスチック製ナノカラムに β ガラクトシダーゼ及びグルコース酸化酵素を固定化した担体を各々の流路に詰めてリアクターとして利用した。リアクターを直列に接続することで2段階酵素反応を行いラクトースを検出した。その結果、 $1\mu\text{M}$ から1mMの範囲で直線性の高い検量線が得られた(図3)。

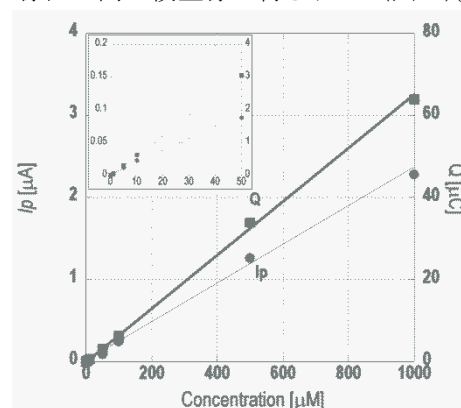


図3 ラクトースの検量線

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Takeshi Ito, et al., Talanta, 査読有, 85, 2011, 707-712.
- ② Takeshi Ito, et al., International Journal of Electrochemistry, 査読有, 2011, 2011, 463281.
- ③ Satoru Kaneko, Takeshi Ito, et al., Talanta, 査読有, 84, 2011, 579-582.

[学会発表] (計 7 件)

- ① 216th Meeting of Electrochemical Society, 2009.
- ② 61st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2010.
- ③ 第 70 回応用物理学会、2009
- ④ 第 57 回応用物理学関係連合講演会, 2010
- ⑤ 第 71 回応用物理学会、2010
- ⑥ 第 58 回応用物理学関係連合講演会, 2011
- ⑦ 電気化学会第 78 回大会、2011

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.kanagawa-iri.go.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 健 (Ito Takeshi)
神奈川県産業技術センター

研究者番号 : 50426350

(2) 研究分担者 ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :