

気体が見える、気体が分かる

SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

気体を手軽に識別する技術の開発は近年社会的要請の高まる重要な課題であり、産業応用のみならず一般消費者レベルの利用まで幅広い用途が見込まれる。そのため、高価で大型の特殊な分析装置を用いることなく気体を識別できる新規手法には大きな期待がよせられる。

本発表では、柔軟かつ伸縮性のあるポリジメチルシロキサン(PDMS)を平板状に成形し、片面の一部をアルゴンプラズマ処理後にガラス基板上に接着しただけという、ごく簡易なデバイスによる気体識別手法について紹介する。

■ 活動内容

1. 構造色を利用して気体を可視化する簡易デバイス

上述したPDMS片のガラスとの接着面の中央付近は、アルゴンプラズマにより表面処理されている。これにより処理部最表面の架橋が促進され、バルクPDMSと比較して数桁以上も大きなヤング率を有する薄層が形成する。このような上下に硬さの大きく異なる二層構造(つまり、バルクPDMS層と、アルゴンプラズマ処理により形成する最表面の薄層)に圧縮力が印加されると表面層が特異に変形し、周期的なひだ状構造が形成することが知られている。このとき、ひだ状構造の周期長に依存する構造色(オパールなどに見られる、角度によって色が変化して見える構造)が発現する。本研究では、気体の流入に伴う圧力によりPDMSが変形(特に圧縮)することを利用し、気体流れにตอบสนองして構造色が発現するデバイスを作製した(図(a))。

2. 気体の識別

図(b)に示すように、構造色と気体の種類(密度および粘度)に相関があることを実験的に確認した。また、この色強度と密度および粘度の相関は、粘性項を含むベルヌーイの定理によって説明可能であることも見出した。以上より、色という視認可能な変化に基づく気体の識別が可能となった。

3. 気体流れを任意の形状で表示

図(c)に示すように、アルゴンプラズマによって表面処理する部分の形状を制御することで、気体流れに伴って任意の形状にデバイスを発色させることができる。気体を利用した新たなディスプレイ技術等の開発につながる事が期待される。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

・文献

K. Shiba,* C. Zhuang, K. Minami, G. Imamura, R. Tamura, S. Samitsu, T. Idei, G. Yoshikawa, L. Sun, and D. A. Weitz,* *Advanced Science* **10**, 2204310 (2023).

・特許

特願2022-167263 柴弘太, 吉川元起, 佐光貞樹 「流体センサ、流路及びその製造方法並びに流体センサ製造方法」 物質・材料研究機構 2022年10月19日

・新聞報道

日刊工業新聞(2022年11月30日)、日本経済新聞電子版(2022年12月5日)、科学新聞(2022年12月9日)、日経産業新聞(2022年12月14日)

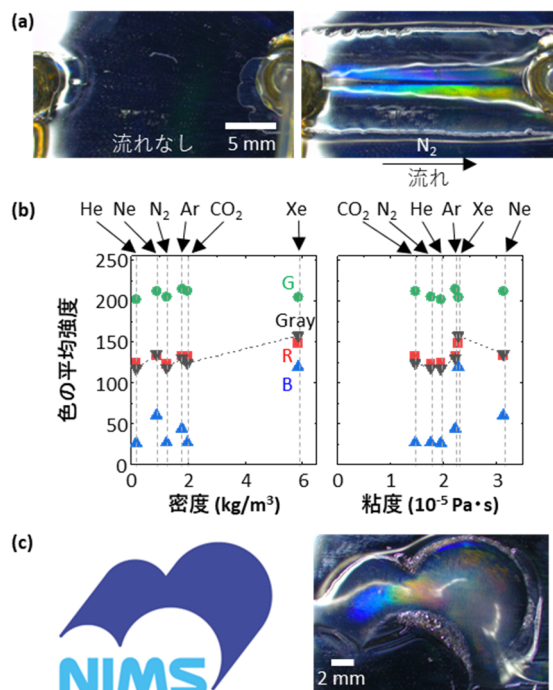


図 (a) 窒素の流れが見える様子を示した写真(左: 窒素導入前、右: 窒素導入後)。(b) 6種類の気体を流した際の平均の色強度(R, G, B, Gray)を気体の密度および粘度に対してプロットした図。(c) NIMS のロゴ(左)と、ロゴの形を模した発色をするデバイスの写真(右)。

代表発表者 柴 弘太 (しば こうた)
所 属 物質・材料研究機構
高分子・バイオ材料研究センター
問合せ先 〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1
TEL: 029-860-4603 FAX: 029-860-4706
e-mail: SHIBA.Kota@nims.go.jp

■キーワード: (1) 気体
(2) 分析
(3) 構造色