酸化による Si カラーピクセルの調色

Color control of Si-Based Printing with oxidation

阪大院工 [1]，阪大フォトニクスセ [2]　○(M1)堀田 郁人 [1]，(D)長崎 裕介 [1]，鈴木 優史 [1]，
高原 淳一 [1,2]

Graduate School of Eng., Osaka Univ. [1], Photonics Center [2], ○Ikuto Hotta[1], Yusuke Nagasaki[1],
Masafumi Suzuki[1], Junichi Takahara[1,2]

E-mail: hotta@ap.eng.osaka-u.ac.jp

高屈折率材料に生じる Mie 共鳴を用いたメタサーフェスが注目を集めている [1]。近年、Si、TiO_2、SiGe などを使った Mie 共鳴型カラーピクセルが実証された。これらはナノ構造に応じた様々な色を呈する。しかし、これまではナノ構造の作成後にカラーピクセルの色を変化させることは困難であった。構造作成後に色を変化させることができれば、さらなる応用が期待できる。そこで今回、酸化による Si ナノ構造の構造変化に着目し、この変化を利用した Si カラーピクセルの調色を実証した。

提案する Si ナノ構造の概念図を Figure 1(a)に示す。この Si ナノ構造が酸化されると、Si が SiO_2 に置き換わり、Si の周りにのみ SiO_2 が形成される。酸化により SiO_2 膜が形成された Si ナノ構造の概念図を Figure 1(b)に示す。個々のナノ構造は高さ h=150nm、直径 d であり、クオーツ基板上に設置される。酸化は常圧で 750℃の酸化炉内で行った。酸化炉内には常に水蒸気を導入し、水蒸気が飽和するように水蒸気量を保った。酸化時の SiO_2 膜厚 t はエリプソメトリー法により取得した。

酸化時間を変えた時の Si カラーピクセルからの反射画像を Figure 1(c)示す。SiO_2 膜厚が増加するに従い、カラーピクセルの色は赤色から緑色、緑色から青色と色相が大きく変化した。さらに、Si ナノ構造の酸化による色変化を利用し、酸化により色が浮き出るインビジブルインクを実現した。インビジブルインクは複数のカラーピクセルを組み合わせることで、酸化前は背景と同じ色だが、酸化後には異なる色を呈する。その結果、Figure 1(d)に示すように酸化によって文字を浮かび上がらせることに成功した。

本研究はセキュリティ認証や光学データストレージ、パッシブセンサなど様々なデバイスへの応用が期待される

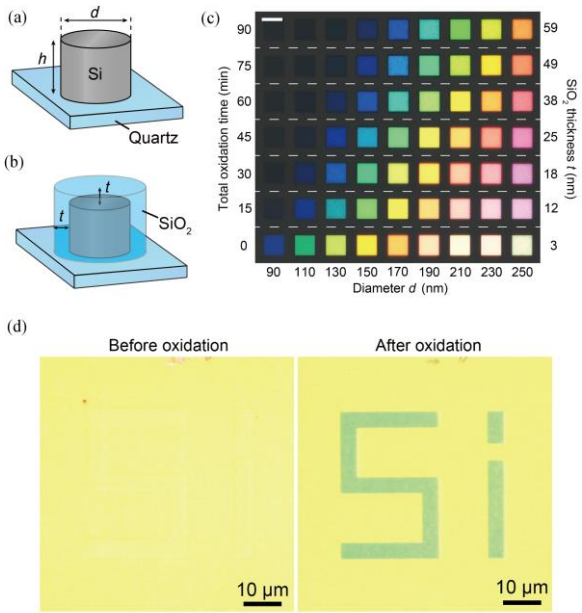

Figure 1 (a) Schematic of the Si nanostructure before oxidation and (b) after oxidation. (c) Reflection image of oxidized Si nanostructure arrays. (d) Demonstration of invisible ink.

References
(1) S. Jahani, *et al*. Nature Nanotech. **11**, 23(2016)
(2) Y. Nagasaki, *et al*. ACS Photo. **5**, 1460(2018).

© 2018年 応用物理学会