

Streszczenie

Ciekłokrystaliczne elastomery (LCE, ang. liquid crystal elastomers) stanowią grupę inteligentnych materiałów, które pod wpływem zewnętrznych bodźców mogą w sposób odwracalny zmieniać kształt, kolor, współczynnik załamania światła oraz inne właściwości fizyczne. Cechy materiału są ściśle związane z uporządkowaniem jego cząsteczek. Kierunki badań nad LCE obejmują zarówno syntezę nowych związków umożliwiających otrzymywanie materiałów reagujących na odmienny zakres bodźców lub o określonych parametrach (np. opto-mechanicznych), jak i opracowywanie metod nadawania im zadanego kształtu i uporządkowania oraz integrację LCE jako siłowniki lub elementy optyczne w rozmaitych układach (np. robotach).

Niniejsza rozprawa dotyczy zasilanych i sterowanych światłem układów opartych na termoresponsywnych LCE domieszkowanych barwnikami. Praca prezentuje nowe metody wytwarzania i porządkowania materiałów oraz milimetrowych rozmiarów urządzenia, które wykorzystują LCE jako elementy wykonawcze ogrzewane poprzez absorpcję wiązki laserowej. Zaprezentowany cykl obejmuje pięć artykułów poświęconych tej tematyce.

Opisana w pierwszej publikacji stacja do automatycznego wytwarzania folii z LCE o zadanym uporządkowaniu (RoboLEC) umożliwia produkcję domieszkowanych barwnikami materiałów, co umożliwia ich wykorzystanie m.in. w sterowanych światłem układach. Użytkownik wprowadza szkiełka pokryte warstwą fotoporządkującą, wgrywa obrazy definiujące kierunek orientacji oraz podaje klej utwardzany promieniowaniem UV z mikrokulkami o określonej średnicy, determinującymi grubość próbki. Proces przebiega w pełni automatycznie, a liczba próbek jest ograniczona zapasem ww. materiałów.

Drugi artykuł przedstawia przegląd wyników w dziedzinie LCE uzyskanych w zespole badawczym, w którym prowadziłem prace. Oprócz wcześniej opublikowanych rezultatów zaprezentowano niepublikowaną wcześniej konstrukcję robota odwzorowującego ruch nartników, poruszającego się na powierzchni wody. Napęd kończyn zapewnia „mięsień” z LCE. Deformację mięśnia wywołują impulsy lasera o częstotliwości kilku Hz. Mimo że robot jest około 6000 razy wolniejszy od swoich naturalnych odpowiedników, zgodnie z moją wiedzą publikacja ta stanowi pierwsze doniesienie o robocie imitującym nartnika naturalnej wielkości.

Trzeci artykuł opisuje robota naśladującego ruch ślimaków, również w naturalnej skali. Urządzenie porusza się po powierzchniach pokrytych syntetycznym „śluzem” (np. gliceryną), co umożliwia ruch pod różnymi kątami względem pola grawitacyjnego, w tym pod górę i “do góry nogami”. Ruch wywołuje fala deformacji przesuająca się wzdłuż ciała robota, wytwarzana poprzez skanowanie wiązki lasera.

Czwarty i piąty artykuł prezentują odpowiednio miniaturowy silnik obrotowy i liniowy. Obie konstrukcje wykorzystują wiązkę lasera skanującą elementy wykonane z LCE, co pozwala na zmianę kierunku pracy każdego z silników. Silnik obrotowy wykorzystuje pierścień z LCE o uporządkowaniu tworzącym defekt topologiczny o ładunku +1, natomiast siłowniki zamontowane w silniku liniowym mają uporządkowanie, w którym domeny okresowo zmieniają się wzdłuż materiału, uzyskane zaprezentowaną w piątej publikacji nowatorską metodą nadpisywania rubbingu.

Słowa kluczowe: ciekłokrystaliczne elastomery, inteligentne materiały, światłoczułe polimery, siłowniki, miękkie roboty, układy sterowane światłem, silniki