

Ciekłe kryształy to niezwykła forma materii, z którą każdy z nas ma do czynienia na co dzień – to właśnie dzięki nim działają ekrany naszych smartfonów, laptopów i telewizorów. Łączą one w sobie cechy cieczy (płynność) i kryształu (uporządkowanie cząsteczek), co pozwala na precyzyjne sterowanie światłem. Dziś stoimy u progu nowej rewolucji technologicznej, w której miniaturowe i inteligentne układy optyczne, oparte na ciekłych kryształach, staną się kluczem do rozwoju rzeczywistości rozszerzonej (AR), autonomicznych pojazdów (LiDAR) czy superszybkiej telekomunikacji. Jest jednak pewna bariera: aby tworzyć tak zaawansowane urządzenia, musimy nauczyć się układać cząsteczki ciekłego kryształu z precyzją tysiąc razy mniejszą niż grubość ludzkiego włosa. Dotychczasowe metody przypominają próbę rysowania mikroprocesora grubym pędzlem – są po prostu zbyt niedokładne.

Impulsem do rozpoczęcia tego projektu było szczęśliwe odkrycie. Podczas rutynowych badań w transmisyjnym mikroskopie elektronowym – potężnym narzędziu pozwalającym zajrzeć w głąb materii – zauważyliśmy, że wiązka elektronów, która miała służyć tylko do obserwacji, zaczęła w kontrolowany sposób zmieniać strukturę ciekłego kryształu. Zrozumieliśmy, że mikroskop może stać się nie tylko okiem, ale i ręką. Nasz projekt zakłada wykorzystanie tej wiązki jako nanoskopowego „rysika termicznego”, który lokalnie podgrzewa materiał i pozwala „rysować” w nim dowolne wzory o niespotykanej dotąd rozdzielczości.

Nasze badania będą przebiegać czteroetapowo. Po pierwsze, musimy dokładnie zbadać i zrozumieć fizykę tego zjawiska – ustalić, jak energia wiązki wpływa na różne rodzaje ciekłych kryształów, aby stworzyć precyzyjną instrukcję obsługi naszego „rysika”. Następnie, do ciekłych kryształów dodamy metaliczne nanocząstki (np. złota), które będą działać jak miniaturowe grzałki, potencjalnie zwiększając precyzję i wydajność procesu. Równolegle, stworzymy zaawansowane modele komputerowe, które pozwolą symulować i lepiej przewidywać wyniki naszych eksperymentów.

Najważniejszym i najbardziej ekscytującym celem projektu będzie ostatni etap: próba wytworzenia działających prototypów. Używając naszej nowej metody, spróbujemy „narysować” miniaturowe, przestrajalne soczewki i siatki dyfrakcyjne – kluczowe komponenty przyszłych urządzeń optycznych.

Realizacja tego projektu otworzy zupełnie nowe możliwości. Z jednej strony, da naukowcom potężne narzędzie do badania fundamentalnych właściwości materii w nanoskali. Z drugiej, może zrewolucjonizować sposób, w jaki produkujemy zaawansowane układy fotoniczne. Stworzenie technologii precyzyjnego „rysowania” w ciekłych kryształach to krok w stronę urządzeń, które dziś istnieją głównie w sferze science fiction – od niewidocznych, inteligentnych soczewek kontaktowych z wyświetlaczem po ultrawydajne systemy komunikacji optycznej.