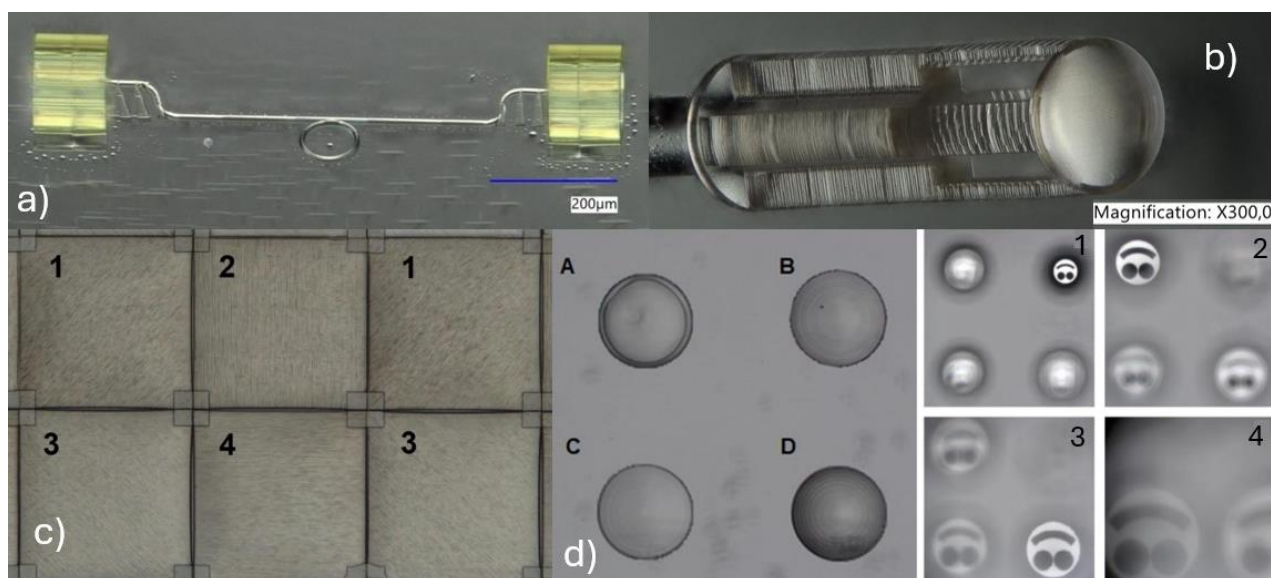


Badanie trójwymiarowego uporządkowania molekuł ciekłokrystalicznych uzyskiwanego za pomocą nanorowków wytwarzanych techniką polimeryzacji dwufotonowej do zastosowania w przestrzajalnych mikrouządzeniach fotonicznych

Ciekłe kryształy to unikalny rodzaj materiału, który wykazuje właściwości cieczy, ale zachowuje pewien stopień uporządkowania molekularnego, właściwego dla kryształów. Ze względu na wydłużony kształt molekuł, przypominający pręcik lub dysk, ciekłe kryształy wykazują właściwości anizotropowe, co oznacza, że ich właściwości, takie jak współczynnik załamania, podatność elektryczna i optyczna, różnią się w zależności od kierunku, dzięki czemu są one przydatne w różnych zastosowaniach technologicznych. Molekuły ciekłych kryształów reagują na bodźce zewnętrzne, takie jak napięcie, temperatura czy światło, na skutek zmieniają one swoją orientację. Otwiera to możliwość konstruowania przestrzajalnych urządzeń. W takich urządzeniach istnieje potrzeba precyzyjnej kontroli uporządkowania molekuł. Obecnie wiodące grupy badawcze prowadzą prace nad nowatorską metodą kotwiczenia opierającą się na polimeryzacji dwufotonowej. W ogólności, polimeryzacja dwufotonowa to zaawansowana technika stosowana w produkcji addytywnej, powszechnie znanej jako druk 3D, do tworzenia skomplikowanych i bardzo szczegółowych struktur trójwymiarowych w skali mikro, a nawet nano, gdyż metoda ta pozwala na uzyskanie rozdzielczości rzędu 100 nm (Rys.1 a) i b)). Uzyskanie idealnie gładkich powierzchni jest sporym wyzwaniem, gdyż zwykle w wydruku widoczne są nanorowki między kolejnymi pasami i warstwami utwardzonej żywicy. Okazuje się jednak, iż uzyskane w ten sposób nanorowki sprawiają, że molekuły orientują się wzdłuż kierunku narzuconego przez rowki. Otwiera to możliwości do opracowania zupełnie nowej metody wytwarzania zaawansowanych ciekłokrystalicznych urządzeń fotonicznych, w których uporządkowanie molekuł może być precyzyjnie kontrolowane z submikronową rozdzielczością.



Rysunek 1. a) Mikrorezonator pierścieniowy sprzęgany przez falowód o grubości kilku mikrometrów, b) soczewka o gładkiej powierzchni, wydrukowana na końcówce światłowodu, struktura wspierająca ma 1 mm długości (wydrukowana z niską rozdzielczością), c) warstwy kotwiczące wydrukowane pod różnymi kątami kreskowania w czterech różnych obszarach, d) mikrosoczewki o różnych promieniach krzywizny i obrazy uzyskane przez te soczewki (nieopublikowane wyniki, niedawno uzyskane w Laboratorium Nanofotoniki, Wydział Fizyki PW).

Podstawowym celem naukowym tego projektu jest opracowanie i zbadanie nowej metody pozwalającej na powtarzalne wytwarzanie stabilnych (i multistabilnych) trójwymiarowych topologii orientacji molekuł ciekłokrystalicznych na bazie złożonych trójwymiarowych powierzchniach. Badania rozpoczną się od systematycznego zmieniania parametrów mikro- i nanostruktur 3D w celu zrozumienia ich wpływu na mechanizm kotwiczenia. Następnie, zbadana zostanie możliwość konstrukcji kilku przykładowych urządzeń z użyciem tej metody. Będzie to obejmować izolowane falowody; sprzęgacze kierunkowe; periodyczne falowody; struktury zintegrowane z włóknami optycznymi; przestrzajalne macierze mikrosoczewek; przestrzajalne aksikony; pryzmaty oraz elementy dyfrakcyjne do sterowania wiązkami. Końcowy etap badań skupi się na optymalizacji najbardziej obiecujących projektów i wytworzeniu trwałych demonstratorów. **Proponowany projekt może przynieść nową wiedzę w zakresie rozszerzenia swobody projektowania urządzeń przestrzajalnych, co może być użyteczne w rozwijających się technologiach, takich jak mikrowyświetlacze 3D stosowane w inteligentnych okularach, rzeczywistości rozszerzonej (augmented reality - AR), rzeczywistości mieszanej (mixed reality - MR) lub zestawach rzeczywistości wirtualnej (virtual reality - VR), a nawet w nowego typu inteligentnych oknach (smart windows) i miniaturowych miękkich robotach.**