

Odkrywanie tajemnic gazów: Spektroskopia laserowa dla bardziej ekologicznego, zdrowszego i bezpieczniejszego świata

Spektroskopia laserowa gazów stała się przełomową technologią o daleko idących konsekwencjach dla różnych dziedzin, od ochrony środowiska po opiekę zdrowotną i monitorowanie procesów przemysłowych. W pogoni za bardziej ekologicznym, zdrowszym i bezpieczniejszym światem, naukowcy na całym świecie realizują misję opracowania czułych i selektywnych czujników gazów. Połączenie precyzyjnej optyki, laserów i efektów fototermicznych wykazuje ogromny potencjał w rozwoju zminiaturyzowanych i wszechstronnych detektorów do zastosowań poza-laboratoryjnych. Pionierskie badania nad laserowymi czujnikami gazu mogą być realizowane dzięki współpracy dwóch wiodących grup badawczych, tworząc interdyscyplinarny zespół naukowców.

Cel projektu: Zminiaturyzowane cuda

Głównym celem projektu jest opracowanie nowych czujników gazu, które opierają się na efektach fototermicznych. Spektroskopia fototermiczna (PTS) gazów zapewnia czułość i selektywność porównywalną z innymi najnowocześniejszymi technikami wykrywania gazów, przy jednoczesnym zachowaniu niewielkich rozmiarów i niewielkiej objętości próbki gazu. Badania w projekcie skoncentrują się na czujnikach gazu opartych na miniaturowych światłowodowych wnękach Fabry-Perot (FFPC), które zapewniają wymaganą stabilność i czułość detekcji zmian współczynnika załamania światła (RI), niezbędną do ich wdrożenia w technikach PTS.

Plan badawczy

Plan badawczy został podzielony pomiędzy dwa uniwersytety biorące udział w projekcie. Uniwersytet w Bonn (UoB) będzie odpowiedzialny za rozwój FFPC o parametrach zaprojektowanych do wdrożenia w fototermicznym wykrywaniu gazów. Projekt uwzględnia opracowanie konfiguracji FFPC dla długości 1550 nm, co ma fundamentalne znaczenie dla przyszłego rozwoju niedrogich i trwałych czujników. Politechnika Wrocławska (PWr) będzie odpowiedzialna za zaprojektowanie kilku nowych konfiguracji czujników gazu wykorzystujących technikę PTS, które będą integrować FFPC. W oparciu o informacje zwrotne od PWr, UoB dostosuje parametry FFPC, aby zmaksymalizować czułość i pasywną stabilność czujników. W trakcie realizacji projektu opracujemy, zbudujemy i zoptymalizujemy kilka nowych konfiguracji czujników gazu opartych na FFPC i porównamy ich kluczowe parametry z powszechnie stosowanymi technikami, np. spektrometrami bazującymi na komórkach wieloodbiciowych czy spektroskopią fotoakustyczną. Przewidziano również prace mające na celu wyznaczenie długoterminowej stabilności opracowanych czujników.

Znaczenie badań

Znaczenie spektroskopii laserowej jest podkreślane przez jej różnorodne zastosowania w różnych sektorach gospodarki i życia codziennego. W medycynie spektroskopia laserowa umożliwia analizę wydychanego powietrza. Technologia ta zapewnia nieinwazyjną diagnostykę i monitorowanie chorób poprzez wykrywanie biomarkerów gazów śladowych, które są "odciskami palców" dla różnych schorzeń, np. raka, cukrzycy lub zaburzeń układu oddechowego. Spektroskopia laserowa odgrywa również kluczową rolę w ochronie środowiska, pomagając w analizie i precyzyjnej lokalizacji źródeł zanieczyszczeń powietrza. Rozwój laserowych czujników gazu jest przełomem w kontroli procesów przemysłowych, gdzie poprawa wydajności i bezpieczeństwa w procesach produkcji ma kluczowe znaczenie dla wielu obszarów gospodarki. Jednak wdrożenie spektrometrów laserowych poza laboratorium jest złożonym zadaniem, które w większości przypadków wymaga kompromisu między rozmiarem czujnika, czułością i jego wszechstronnością. Nasze wstępne wyniki eksperymentalne dotyczące czujników PTS opartych na FFPC wskazują, że przy ich dalszy rozwój zaowocuje nową erą zminiaturyzowanych czujników zdolnych do detekcji kluczowych związków lotnych.

Wyniki projektu

Dzięki połączeniu wiedzy i doświadczenia dwóch interdyscyplinarnych grup z Europy, prowadzone będą nowatorskie badania nad laserowymi detektorami gazów. Wdrażając zminiaturyzowane FFPC, udoskonalimy fototermiczną technikę wykrywania gazu, torując drogę do rozwoju nowej gałęzi czułych, selektywnych i wszechstronnych czujników gazu. Rezultaty projektu obejmą pogłębienie wiedzy na temat techniki wykrywania gazu z wykorzystaniem efektów fototermicznych, budowę innowacyjnych laserowych czujników gazu oraz miniaturyzację tych urządzeń w celu ich przyszłego wdrożenia. W trakcie projektu wszechstronność proponowanej techniki detekcji gazów zostanie zweryfikowana eksperymentalnie i porównana z innymi laserowymi technikami detekcji gazów. Poza aspektem naukowym, spektroskopia laserowa stanowi przykład synergii między najnowocześniejszymi badaniami a wpływem na życie codzienne społeczeństwa. Spektroskopia laserowa toruje drogę do czystszej i zdrowszej planety, poprawia jakość opieki zdrowotnej i zwiększa bezpieczeństwo w sektorze przemysłowym na całym świecie.