

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

W codziennym życiu najczęściej spotykamy się z materią w stanie stałym, ciekłym lub gazowym. Mimo to większość widzialnego wszechświata (według niektórych szacunków nawet 99%) składa się z plazmy. Jest ona podobna do gazu w tym sensie, że nie posiada zdefiniowanego kształtu czy objętości. O ile jednak w zwykłym gazie elektrony są mocno związane z jądrami atomowymi, przez co przewodność elektryczna jest w praktyce zerowa, to plazma charakteryzuje się tym, że składa się również z cząstek o ujemnym i dodatnim ładunku. W związku z tym przewodzi ona prąd elektryczny, jednak globalnie jest elektrycznie obojętna.

Aby gaz zmienił się w plazmę, musi zostać do niego dostarczona energia, która jest większa od energii jonizacji. Plazma powstaje nie tylko jako efekt procesów naturalnych, ale może też być wytwarzana sztucznie w laboratoriach. Zazwyczaj osiąga się to przykładając stałe lub zmienne napięcie do elektrod. W tak powstałym polu elektrycznym wolne elektrony, obecne np. dzięki istnieniu promieniowania kosmicznego, zderzają się niesprężysto z cząsteczkami gazu, jonizując je. Wytworzone w ten sposób ładunki elektryczne uczestniczą w dalszym procesie podtrzymywania wyładowania. Tak powstała plazma znajduje zastosowania w metodach obróbki i modyfikacji materiałów, a także do analizy chemicznej.

W ostatnich latach coraz większą uwagę zaczęto zwracać na możliwości wytwarzania plazmy nie w konwencjonalnych, dużych reaktorach, ale w urządzeniach miniaturowych. Dużą dogodnością takich urządzeń jest możliwość zwiększenia zakresu ciśnień, przy których takie urządzenia może pracować. Ograniczenie to opisuje reguła Paschena. Stanowi ona, że aby w gazie powstało wyładowanie, to zwiększenie ciśnienia gazu, gdzie powstaje plazma, przy zachowaniu określonego napięcia, wymaga zmniejszenia odległości między elektrodami. Wytworzenie takich miniaturowych urządzeń jest możliwe dzięki rozwojowi technologii mikrosystemów. Obecnie materiałem bazowym dla ich konstrukcji jest głównie krzem, szkło, a w ostatnim czasie również polimery. Trzeba jednak pamiętać, że obszar wyładowania narażony jest na zniszczenia wynikające z samej natury plazmy.

Pod względem niezawodności oraz stabilności w funkcji temperatury wyróżniają się materiały ceramiczne. W technologii mikrosystemów od kilkunastu lat trwają intensywne badania nad możliwościami niskotemperaturowej ceramiki współwypalanej (z ang. Low Temperature Co-fired Ceramics, LTCC). Jest to materiał kompozytowy, który przed wypaleniem składa się z ziaren ceramiki i szkliska oraz polimerowego wypełniacza. Składnik organiczny powoduje, że w stanie surowym, tj. przed wypaleniem, ceramika ma postać elastycznych arkuszy i z łatwością poddaje się obróbce mikromechanicznej. Dodatkowo na takie arkusze można nanieść materiały o różnorodnych właściwościach elektrycznych (przewodzące, dielektryczne) i sensorowych (np. temperatury). Możliwe jest też dołączenie do nich elementów optoelektrycznych i integracja podzespołów elektronicznych. Dzięki powyższym cechom w tej technologii możliwe jest wykonywanie złożonych, wielowarstwowych układów do prowadzenia analiz chemicznych i biologicznych.

Celem tego projektu jest konstrukcja i zbadanie miniaturowych urządzeń do generacji plazmy pod ciśnieniem atmosferycznym. Szczególny nacisk zostanie położony na badanie zależności między konstrukcją urządzenia i parametrami sygnału wzbudzającego plazmę, a zmianami w generowanym wyładowaniu. Jak wspomniano wcześniej, mikoplazma może mieć wiele zastosowań, ale aby należycie spełniała swoją rolę, musi charakteryzować się odpowiednimi parametrami. Jednym z najważniejszych jest energia poszczególnych składników. Miarą energii kinetycznej w zwykłym gazie jest jego temperatura. W przypadku plazmy nietermicznej elektrony mają inną energię niż jony, a te z kolei niż neutralne składniki gazu. Drugim ważnym parametrem jest gęstość elektronowa. Opisuje ona, ile wolnych elektronów znajduje się w jednostce objętości mikroplazmy. Jeśli te dwa parametry mają odpowiednie właściwości, możliwe jest wytworzenie mikroplazmy, którą można dotknąć gołymi rękami.

Ze względu na swoją specyfikę diagnostyka plazmy wymaga zastosowania specyficznych metod. Do charakteryzacji plazmy niskotemperaturowej, powstającej w reaktorach przy obniżonym ciśnieniu, używa się sond, np. Langmuira. Gdyby zastosować je do mikroplazm, spowodowałyby to zmianę ich geometrii i właściwości. W naszych badaniach stosujemy głównie metody optycznej spektroskopii emisyjnej. Polega ona na rejestracji światła emitowanego przez wyładowanie. Poprzez jego analizę czyli określeniu na jakich długościach fali i z jaką intensywnością plazma świeci, a także kształtu prążków, możliwe jest określenie właściwości mikroplazmy. Uzupełniające informacje będzie można uzyskać z pomiarów prądowo-napięciowych. Dodatkowo stosowane będą specjalne narzędzia matematyczne z zakresu metodyki planowania eksperymentu. Pozwala ona ocenić, jakie czynniki wpływają na poszczególne parametry procesu, oraz które z nich są najważniejsze. Dzięki temu uzyska się jeszcze więcej informacji o zjawiskach fizycznych i chemicznych zachodzących w mikroplazmach.