

Michał Kozłowski 268693

Mateusz Kowalczyk 268533

Raport z analizy literatury

Lab-chip do wytwarzania mikrokropelek

Wprowadzenie

Mikrofluidyka to gałąź nauki badająca zachowanie płynów, takie jak przepływ, mieszanie i reakcje w mikroskopijnych kanałach i strukturach. W celu badania tych procesów często stosuje się specjalnie zaprojektowane miniaturowe układy laboratoryjne, znane jako lab-chipy.

Lab-chip to zaawansowany system mikrofluidyczny, który integruje wiele funkcji laboratoryjnych na niewielkiej powierzchni. Jest on wykorzystywany do przeprowadzania różnorodnych testów biologicznych, chemicznych i diagnostycznych. Technologia ta umożliwia chociażby wytwarzanie mikrokropelek z precyzyjną kontrolą ich prędkości oraz objętości, co jednak wiąże się z koniecznością specyficznego oprzyrządowania do precyzyjnego sterowania niewielkimi (rzędu μl) objętościami cieczy.

Wytwarzanie mikrokropelek

Mikrokrople są produkowane przy użyciu zasad mikrofluidyki kropel, co zapewnia nową platformę do kontrolowanego wytwarzania mikrokropelek i materiałów pochodzących z kropelek. Technologia mikroprzepływów kropelkowych wykorzystuje urządzenia do dostarczania odczynników, które zawierają setki do tysięcy maleńkich komór, z których każda zawiera rodzaj odczynnika lub komórki. Kontrolując przepływ cieczy przez te komory, można wytwarzać kropelki o różnej wielkości i składzie.

Rozmiar, strukturę i funkcję mikrokropelek można dokładnie kontrolować, dostosowując natężenie przepływu, wymiary komory i inne parametry. Ta precyzyjna kontrola pozwala na przygotowanie funkcjonalnych mikronośników, takich jak mikropojemniki na płyny lub cząstki stałe, które służą jako substraty dla biomolekuł lub komórek.

Produkcja mikronośników biomedycznych opiera się na pojedynczych, podwójnych i wielokrotnych kropelkach emulsji. Te kropelki emulsji można wytwarzać przy użyciu różnych technik, takich jak emulgowanie pod wpływem ścinania, mieszanie przy wysokim ścinaniu lub emulgowanie w oparciu o mikroawory.

Budowa lab chipów mikrofluidycznych - materiały

Lab chipy mikrofluidyczne są urządzeniami przeznaczonymi do pracy z różnorodnymi cieczami, co stawia ogromny nacisk na uzyskanie jak najbardziej precyzyjnych wyników. W przypadku tych miniaturowych urządzeń, utrzymanie powtarzalności, dokładności i stabilności pomiarów stanowi wyzwanie. Jednak odpowiednia konstrukcja i dobranie materiałów na etapie budowy lab chipa mogą zapewnić osiągnięcie tych celów. Najczęściej stosowane materiały w takich zastosowaniach to:

Polidimetylosiloksan (PDMS): Elastyczny polimer często używany do produkcji chipów mikrofluidycznych ze względu na swoją transparentność, elastyczność, łatwość w formowaniu mikrostruktur oraz kompatybilność z biologicznymi próbkami.

Szkło: Wykorzystywane ze względu na swoje właściwości optyczne, biokompatybilność oraz stabilność chemiczną. Może być używane do tworzenia mikrokanalików o wysokiej precyzji.

Eter perfluoroetylowy: Posiada właściwości hydrofobowe, co jest przydatne w procesach manipulacji cieczami w mikrofluidyce.

Krzem/szkło: Wytwarzanie chipów mikrofluidycznych na bazie krzemu lub szkła pozwala na precyzyjne tworzenie mikrostruktur i zapewnia ich trwałość.

Metakrylan, poliuretan, poliwęglan, stal nierdzewna: Różne materiały, które mogą być stosowane ze względu na ich właściwości mechaniczne, chemiczne lub biokompatybilność w zastosowaniach mikrofluidycznych.

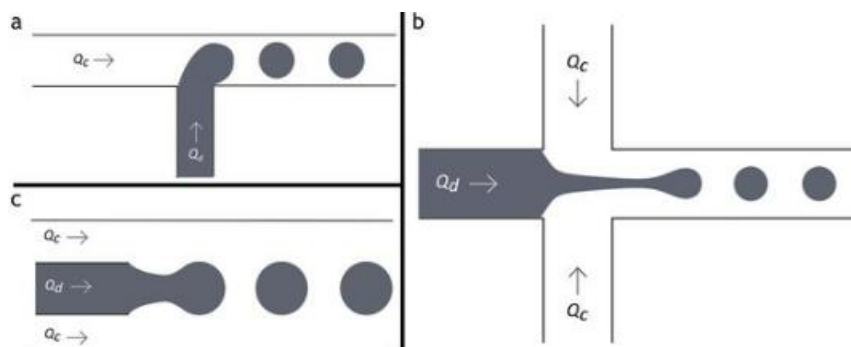
Geometria kanałów wewnętrznych

Kluczowa dla uzyskania odpowiednich pomiarów jest geometria kanałów, służących do generowania mikrokropelek. W analizowanym artykule zostały wspomniane i opisane trzy z tych typów [Rys. 1]:

T-junction (rozwidlenie T): Jest to rodzaj układu, w którym dwa strumienie cieczy łączą się pod kątem prostym. Tworzy to warunki sprzyjające generowaniu kropelek, kiedy jeden strumień cieczy przecina drugi.

Flow focusing (skupianie przepływu): Polega na kontrolowanym przepływie jednej cieczy w otoczeniu drugiej, co prowadzi do powstania kropelek w miejscu skupienia przepływu.

Co-flow (współprzepływ): W tym układzie dwie ciecze przepływają równolegle, co pozwala na kontrolę tworzenia kropelek poprzez zmianę proporcji przepływu obu cieczy.



Rys. 2: Powszechnie stosowane geometrie kanałów wewnętrznych lab chipa do generowania mikrokropelek.
a) T-junction (rozwidlenie T), b) Flow focusing (skupianie przepływu), c) Co-flow (współprzepływ) [2]

Zalety i wady lab chipów mikrofluidycznych

Lab-chipy mikrofluidyczne posiadają szerokie spektrum zastosowań, co za tym idzie, niosą ze sobą znaczące korzyści:

Precyzyjna kontrola procesu: Lab-chipy mikrofluidyczne umożliwiają precyzyjną manipulację cieczami, prowadzącą do generowania mikrokropelek o wcześniej określonych właściwościach.

Skalowalność i efektywność: Dzięki swoim niewielkim rozmiarom i zdolności do pracy na mikroskalę, lab-chipy mogą ograniczyć zużycie substancji chemicznych i energii oraz umożliwić skalowanie procesów.

Wszechstronne zastosowanie: Technologia mikrofluidyki wykorzystywana w lab-chipach znajduje zastosowanie w dziedzinach takich jak biologia, medycyna, chemia, co otwiera nowe perspektywy dla innowacyjnych badań naukowych i potencjalnych zastosowań przemysłowych.

Jednakże, ze względu na ich konstrukcję, te chipy mogą posiadać zarówno mniejsze, jak i bardziej znaczące wady:

Trudności z powtarzalnością: Lab-chipy mikrofluidyczne mogą być podatne na zmienności w produkcji, co wpływa na stabilność i powtarzalność wyników eksperymentów.

Skomplikowana konstrukcja: Proces projektowania i produkcji wymaga zaawansowanych umiejętności inżynierskich, co może generować koszty i wydłużać czas realizacji.

Potencjalne problemy z trwałością: Lab-chipy wykonane z elastycznych materiałów mogą być narażone na uszkodzenia lub zanieczyszczenia, wpływając na ich niezawodność i trwałość.

Podsumowanie

W analizie literatury dotyczącej lab-chipów mikrofluidycznych do generowania mikrokropelek, przedstawiliśmy zarówno ich zalety, jak i wady. Lab-chipy mikrofluidyczne posiadają szerokie spektrum zastosowań i przynoszą znaczące korzyści, takie jak precyzyjna kontrola procesu, skalowalność, efektywność oraz wszechstronne zastosowanie w różnych dziedzinach. Niemniej jednak, ich konstrukcja może być podatna na pewne problemy, takie jak trudności z powtarzalnością, skomplikowana konstrukcja oraz potencjalne problemy z trwałością. Pomimo tych wyzwań, lab-chipy mikrofluidyczne wciąż reprezentują innowacyjne podejście w dziedzinie mikrofluidyki, oferując potencjalne rozwiązania dla zaawansowanych eksperymentów i zastosowań przemysłowych.

Bibliografia

[1] Changmin Shao, Junjie Chi, Luoran Shang, Qihui Fan, Fangfu Ye, *Droplet microfluidics-based biomedical microcarriers*

[2] X.C. Solvas , A. DeMello , Droplet microfluidics: recent developments and future applications, Chem. Commun. 47 (2011) 1936–1942 .