

Głównym celem naukowym niniejszego projektu jest zaprojektowanie i wytworzenie nowoczesnych metapowierzchni, których geometria jest konfigurowalna zewnętrznym polem magnetycznym, oraz zbadanie wpływu wybranych parametrów takich układów na sposób w jaki metapowierzchnia oddziałuje z padającą na nią falą elektromagnetyczną w zakresie terahercowym. Nie ulega wątpliwości, że techniki związane z wykorzystaniem fal elektromagnetycznych z zakresu częstotliwości terahercowych (0.1-10 THz) mają olbrzymi potencjał rozwijania wielu gałęzi przemysłu: od telekomunikacji, gdzie rozwój następuje w kierunku zagospodarowywania wyższych pasm częstotliwości pracy; poprzez nowe rozwiązania w szeroko rozumianej elektronice; aż po zagadnienia interdyscyplinarne, takie jak badania materiału biologicznego oraz substancji chemicznych za pomocą czujników wykorzystujących fale THz. Niewątpliwie szczególne znaczenie odegra tutaj możliwość wykorzystania sztucznych struktur – metamateriałów, których złożona, specjalnie zaprojektowana konstrukcja wewnętrzna umożliwi zmianę ich podstawowych własności fizycznych – możliwe jest na przykład otrzymanie ujemnej wartości współczynnika załamania, bądź ujemnych wartości współczynników przenikalności elektrycznej, czy magnetycznej. Ta specjalna budowa metamateriałów daje zupełnie nowe możliwości oddziaływania z falami elektromagnetycznymi, dzięki którym już teraz nastąpił olbrzymi rozwój w wielu dziedzinach techniki. W prezentowanym projekcie nasza uwaga skierowana jest w szczególności na specjalne struktury powierzchniowe (metapowierzchnie), których wybrane parametry geometryczne mogą być przestrajalne. Powoduje to, że taka powierzchnia jest dużo bardziej elastyczna w zastosowaniu, jako, że jej interakcja z falą elektromagnetyczną ulega zmianie wraz ze zmianą jej geometrii. Rekonfigurowanie tego rodzaju struktury może być realizowane na kilka sposobów: na przykład poprzez wpływanie na przewodność materiału za pomocą temperatury wykorzystując np. dwutlenek wanadu. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie mikroukładu elektromechanicznego (MEMS) aktywowanego elektrostatycznie, termicznie lub magnetycznie. W przypadku MEMSów sterowanych termicznie mamy problem z niską szybkością przestrajania. Sterowanie elektrostatyczne jest najprostsze w realizacji, jednak ma ograniczony zakres przestrajania. Ze względu na możliwości szerokiego zakresu przestrajania mikroukładów elektromechanicznych, jednym z lepszych rozwiązań jest tutaj zastosowanie metody magnetycznej. Dlatego w tym projekcie postanowiliśmy zaproponować możliwość przestrajania w trzech osiach za pomocą pola magnetycznego, co daje potencjalnie większe możliwości sterowania mikroukładami elektromechanicznymi, które są wykorzystywane do przestrajania metapowierzchni. W projekcie zostaną poruszone następujące podstawowe kwestie związane z projektowanymi układami metapowierzchni:

- opracowanie optymalnych geometrii metapowierzchni. Optymalna powierzchnia będzie w maksymalnym stopniu rekonfigurowana polem magnetycznym, co pozwoli na głębszą interakcję z falą w zakresie THz;
- zbadanie wpływu wybranych parametrów geometrycznych i magnetycznych projektowanych metapowierzchni na ich efektywną zdolność do żądanej interakcji z falą THz;
- zbadanie możliwości wykorzystania innych technik rekonfigurowania metapowierzchni wraz z techniką MEMS;
- badanie dynamiki odkształcania się struktury metapowierzchni i zależność tej dynamiki od parametrów projektowanej struktury;
- określenie jaki efekt na wytworzoną metastrukturę (i w efekcie jej oddziaływanie z falą THz) będzie miała ciągła praca w cyklicznym obciążeniu.

Badania przeprowadzone w niniejszym projekcie będą stanowić krok milowy w rozwoju techniki rekonfigurowanych metapowierzchni przeznaczonych dla częstotliwości terahercowych.