

Peter Krone Nielsen

Fabrication, characterization and applications of nanostructures defined by anodized surfaces

Jagten på reproducerbare procedurer til fabrikation af ensartede, nanostrukturerede, ædelmetalliske film over store områder til en moderat pris er de sidste årtier blevet kraftigt intensiveret. Den store interesse skyldes det overvældende antal potentielle anvendelser indenfor koncentrering og forstærkning af lys på nanoskala. Metalliske nanostrukturerede mønstre kan designes til at understøtte lokaliserede Overadeplasmonresonanser (LO'er) med veldefinerede energier og attraktive rummeligt lokaliserede elektromagnetiske (EM) feltforstærkninger. De store EM felter muliggør anvendelser indenfor overadeforstærket Ramanspektroskopi (SERS) til detektering af meget lave molekylekoncentrationer, følsomme sensorer og for eksempel solceller. Denne ph.d. afhandling præsenterer en række eksperimentelle procedurer til fremstilling af ordnede nanostrukturer ved anvendelse af elektrokemisk anodisering af Al. Anodiseringsprocessen skaber et selvorganiserende hexagonalt ordnet porøst Al_2O_3 lag på Al overfladen. Ved at justere temperatur, anodiseringstid og anodiseringsspænding for en given elektrolyt, er det muligt at styre dimensionerne af den porøse skabelon over et stort kontinuert interval. Den porøse oxid præger den underliggende Al med halvkugleformede fordybninger, og ved selektiv ætsning af den porøse oxid bliver denne prægede skabelon blotlagt. Efter en kort introduktion til anodisering, optiske egenskaber af metalliske nanostrukturer og de forskellige teknikker anvendt til karakterisering gennemgås hvert enkelt trin i fabrikationen af skabeloner med halvkugleformede fordybninger nøje. Skabelonerne anvendes først til fremstilling af meget ordnede Au nanostrukturer med tunbare gab ved anvendelse af sputterdeponering med en skæv indfaldsvinkel. Karakterisering af de optiske egenskaber afslører en attraktiv tunbarhed af overfladens LO'er, hvilket bliver udnyttet til SERS. En ny bottom-up fabrikationsteknik præsenteres, hvorved sammenhængende, metalliske, halvkugleformede skaller mekanisk skrælles af skabelonerne med de halvkugleformede fordybninger. Teknikken tillader gentagen metalafskrælning af reproducerbare, nanostrukturerede film på cm-skala til en moderat pris. Ved samtidig tilpasning af skaltykkelsen og krumningsradius for de afskrællede skaller er det muligt at tune den spektrale placering af LO'er over hele det synlige område af det EM spektrum. Ud fra Ramanmikroskopi på molekyler adsorberet til disse nanostrukturerede overflader konkluderes det, at det meget kraftige Raman signal stammer fra EM "hot-spots" i de skarpe furer og dybe kløfter, hvor halvkuglerne mødes. Sluttelig præsenteres en ny teknik til fremstilling af ru overflader tætpakket med tilfældigt fordelte Au nanopartikler ved deponering af Au på skabelonerne med de halvkugleformede fordybninger under forskellige deponeringsbetingelser. Overfladerne kombinerer det store overfladeareal fra skabelonerne med den enorme feltforstærkning kendt fra SERS foretaget på ru metal øer.