

„Bėgalinė“ litografinė kaukė formavimas Saulės elementų gamybai panaudojant tiesioginį lazerinį rašymą Besselio pluoštu

Kuriant aukšto efektyvumo Saulės elementus su daugiau nei 26% efektyvumu, naudojama paviršinių periodinių darinių technologija. Šiuo metu technologijos esmę sudaro litografinė kaukė formavimas, jos selektyvus ir tikslus pašalinimas ir plazminis ęsdinimas. Silicio technologinėse platformose teisingai įgyvendinus šiuos procesus galima pasiekti ar net viršyti Lambert'o (spindulių optikos) ribą šviesos sugerčiai.

Tam, kad ta riba būtų viršyta būtina pasiekti nuo 1 iki 10 mikrometrų skylių išsidėstymo periodą litografinėje kaukėje. Dabar tą pavyksta padaryti su aukštu tikslumu 1-10 cm² plotuose. Tai yra palyginus maži plotai ir norint juos didinti, pvz. iki 1 m², reikia tobulinti proceso atkartojamumą ir patikimumą. Mes demonstruosime būdą, kaip pasiekti aukštos raiškos, mažesnės nei 1 mikrometro, naudojant tiesioginį femtosekundinio lazerio rašymą (abliaciją) esant normalioms/kambario sąlygoms, taip eliminuojant poreikį naudoti vakuuminės litografijos metodus.

Besselio pluoštas bus panaudotas siekiant padidinti paviršiaus sekimo toleranciją. Tai svarbu formuojant kaukės skylėms, kurios pasižymi 0.3 - 0.8 mikrometrų diametrais. Numatoma, kad kaukės architektūrą sudarys 40 nm storio aliuminio oksido Al₂O₃. Tikslas pasiekti aukštą tiesinį apdirbimo greitį: 7,5 cm/s, arba 1 cm²/20 min.

Plazminio ęsdinimo protokolas bus optimizuotas siekiant išvengti nulinės “Mesa”-os formavimosi ir sukurti fotoninius kristalus (PhC) su lygiais nanomasto paviršiais.

Bus apibrėžtas planas padidinti šio metodo taikymo plotą ir pralaidumą, išryškinant jo potencialą platesnėms taikymo sritims.

Būtinis užduotys ir veiksmų planas, skirtas naujų rezultatų ir technologijų kūrimui, apims skirtingų kaukių medžiagų, kaukių storio, inžinerinių defektų (laisvai stovinčių kaukių ant vakancijų) bandymus ir gautų rezultatų susiejimą su galutinių įrenginių pagrindiniais veikimo rodikliais.

Infinite lithographic mask via direct laser write Bessel beam approach for Solar cell manufacturing

Infinite lithographic mask via direct laser write Bessel beam approach for Solar cell manufacturing

For future applications on large surfaces, such as developing high-efficiency solar cells with more than 26% efficiency, it will be necessary to pattern surfaces with periodic patterns ranging from 1 to 10 micrometers with high fidelity over areas of 1-10 cm², before considering scaling up to 1 m². These patterns aim to achieve, or even surpass, the Lambertian (ray optics) limit for light trapping. We will demonstrate a pathway to achieve high-resolution sub-1 micrometer etch mask patterning through ablation, utilizing direct femtosecond laser writing under ambient conditions, thus eliminating the need for vacuum-based lithography methods. A Bessel beam will be employed to reduce the high surface tracking tolerance required for ablating holes with diameters between 0.3 and 0.8 micrometers in approximately 40 nm thick alumina Al₂O₃ masks at a high writing speed of 7.5 cm/s, achieving a patterning rate of 1 cm² every 20 minutes. The plasma etching protocol will be optimized to prevent the formation of zero-mesa and to create photonic crystal (PhC) trapping structures with smooth nanoscale surfaces. The plan to scale up the area and throughput of this approach will be outlined, highlighting its potential for broader applications.

Essential tasks or the roadmap for generating novel results and techniques will include testing different mask materials, mask thicknesses, engineering defects (free-standing masks on vacancies), and relating the results to the fundamental performance of resulting devices.