

Laserbasierte Erzeugung von Mikro- und Nanostrukturen für die Effizienzsteigerung von Lichtquellen zur Weißlichterzeugung

New technology for high efficiency LEDs- and laser-modules for solid state lighting applications

Projekträger | Fördermittelgeber: DLR | Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Executing Organisation: DLR | Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

Aufgabenstellung

Für die Erzeugung von weißem Licht mittels LED oder Laser wird oft eine blaue Lichtquelle und ein fluoreszierendes Material eingesetzt, welches Teile des blauen Lichtes in gelbes Licht umwandelt, sodass die Mischung als weißes Licht erscheint. Zur Verbesserung der Lichtausbeute und -qualität von monokristallinen Phosphormaterialien als fluoreszierendes Element für die Anwendung in hocheffizienten LED- und Laserlicht-Modulen wird eine Methode entwickelt, um Kristalloberflächen gezielt und im Submikrometerbereich genau zu strukturieren.

Vorgehensweise

Unterschiedliche Methoden der Oberflächenstrukturierung mittels Laserstrahlung werden untersucht. Direkte Bestrahlung der Oberfläche sowie indirekte Ablation durch Bestrahlung eines Absorbers werden empirisch untersucht und sollen mit Techniken der Interferenzstrukturierung verbunden werden, um periodische Strukturen im Submikrobereich in die Kristalloberfläche einbringen zu können. Die zu schreibenden periodischen Strukturen werden numerisch entwickelt und analysiert.

Ergebnisse

Es wurde ein Aufbau zur Interferenzstrukturierung auf Basis eines strahlteilenden diffraktiven optischen Elements (DOE) realisiert (Schema im rechten Bild). Mithilfe einer fokussierenden Optik wurde auf der Probenoberfläche Interferenz von drei Strahlen bei 355 nm Wellenlänge und 10 ps Pulsdauer erzeugt. Um einen Abtrag des monokristallinen Phosphormaterials zu ermöglichen, wird eine dünne Goldschicht als Absorber auf die Kristalloberfläche gesputtert. Hexagonale Interferenzmuster mit Perioden von 1 μm und Tiefen bis ca. 150 nm konnten erzeugt werden (SEM Aufnahme im linken Bild).

Task

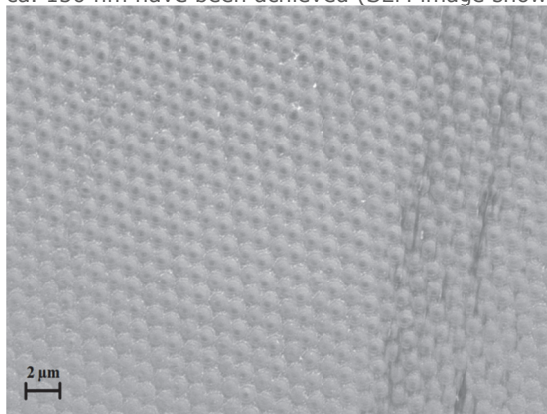
White light generation via LED or Laser often uses a blue light source and a fluorescent material (luminophore) which converts parts of the blue light into yellow light so that the mixture of light appears white. To improve the efficiency and quality of white light generated by crystalline luminophores for use in high-efficiency LED- and laser-light sources a method for defined structuring of crystal surfaces on a submicron scale is being developed.

Approach

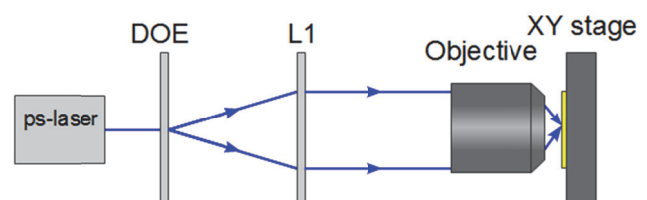
Different methods of structuring crystal surfaces will be evaluated. Empirical studies of direct irradiation of surfaces as well as indirect ablation via irradiation of an absorber material will be performed and brought together with techniques of interference structuring to yield periodical structures on a submicron scale in the crystal surface. The periodical structures will be numerically developed and analysed.

Results

A setup for interference structuring based on a beam-splitting diffractive optical element (DOE) has been built (sketch shown in right picture). Using a microscope objective as a focusing optic, interference of three beams at 355 nm wavelength and 10 ps pulse duration has been achieved. To enable ablation of the monocrystalline luminophore material a thin layer of gold has been sputtered on the surface to function as an absorber. Hexagonal interference patterns with 1 μm period and depths up to ca. 150 nm have been achieved (SEM image shown in left picture).



Rasterelektronenmikroskopaufnahme einer nanostrukturierten Luminophor-Oberfläche
Scanning electron microscope picture of nanostructures on luminophore



Schematischer Aufbau der Interferenzstrukturierung mit DOE als Strahlteiler
Schematic of interference structuring setup with a beamsplitting DOE