



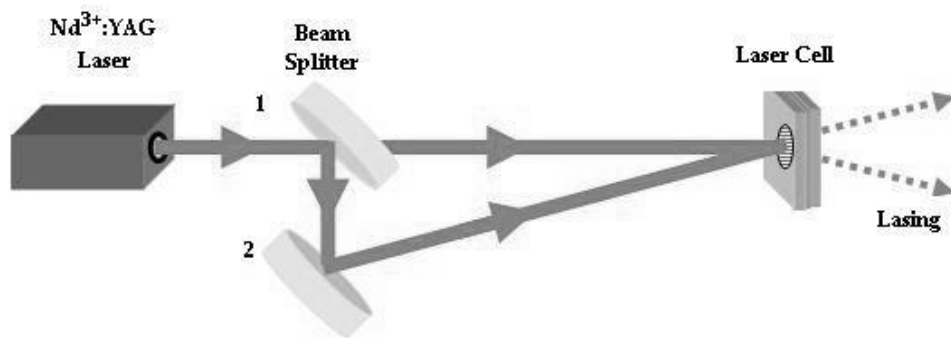
ოპტიკურად მართვადი სივრცულად მოდულირებული ლაზერული გენერაცია DCM საღებავით დოპირებულ თხევადკრისტალურ ფენაში

ზურაბ ვარდოსანიძე, მედეა აბრამიშვილი, დავით ონიანი, ირაკლი ნახუცრიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ.ჭავჭავანიძის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

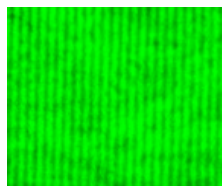
როგორც ცნობილია, ჩვეულებრივი ჰოლოგრაფიული სტრუქტურები (ჰოლოგრამები) წარმოადგენენ პასიურ ოპტიკურ ელემენტებს, რომლებიც ინფორმაციის რეკონსტრუქციას ახორციელებენ გარედან დაცემული სინათლის პასიური ტრანსფორმაციის (დიფრაქციის) ხარჯზე. სტატიაში შემოთავაზებულია ლაზერულად აქტიური ფენები, რომლებიც თვითონვე გენერირებენ და ოპტიკური ინფორმაციის რეკონსტრუქციას ახორციელებენ საკუთარი ლაზერული გამოსხივების მეშვეობით. ამ დროს ლაზერული ფენის აღგზნება (ოპტიკური დატუმბვა) ხორციელდება ჰოლოგრაფიულად, ორი ურთიერთკოჰერენტული ტალღის ინტერფერენციული სურათის მეშვეობით. ლაზერული ფენების ჰოლოგრაფიული ოპტიკური დატუმბვისათვის გამოყენებულ იქნა Nd:YAG ლაზერის კოჰერენტული გამოსხივების II (532 ნმ) და III (355 ნმ) ჰარმონიკები და შევისწავლეთ ხსენებული სტრუქტურების ლაზერული გამოსხივების მახასიათებლები. საღებავით დოპირებული თხევადკრისტალური ფენის [1] დატუმბვა ხორციელდებოდა იმპულსური ლაზერის ორი ურთიერთკოჰერენტული, სინათლის კონის ზედდების შედეგად მიღებული ინტერფერენციული სურათის მეშვეობით. ასეთ შემთხვევაში ლაზერული ფენები წარმოადგენენ დინამიურ ჰოლოგრაფიულ სტრუქტურებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან დროის რეალურ მასშტაბში განხორციელდეს აღმგზნები ტალღური ფრონტის (ოპტიკური ინფორმაციის) რეკონსტრუქცია არა დიფრაგირებული, არამედ გენერირებული ლაზერული გამოსხივების მეშვეობით. ამასთან, მოცემულ შემთხვევაში, აღმგზნები სინათლის ჯამური ინტერფერენციული ველის ზემოქმედების შედეგად ჰოლოგრაფიული რეგისტრაცია ხორციელდება არა გარემოს ოპტიკური პარამეტრების (ოპტიკური სიმკვრივე, გარდატეხის მაჩვენებელი, ანიზოტროპია), არამედ ლაზერულ ფენებში (აქტიურ გარემოში) გენერაციის პირობების მოდულაციის ხარჯზე. ამდენად, ლაზერულად აქტიური ჰოლოგრაფიული სტრუქტურები საშუალებას იძლევიან, განხორციელდეს ობიექტების სივრცული გამოსახულების რეკონსტრუქცია საკუთარი ლაზერული გამოსხივების მეშვეობით.

ოპტიკური დანადგარი შეესაბამებოდა ორი ბრტყელი ტალღის ჰოლოგრაფიული რეგისტრაციის სქემას ელემენტარული ჰოლოგრამების (ჰოლოგრაფიული დიფრაქციული მესერების) მისაღებად (სურ. 1). ჩატარებული ექსპერიმენტისათვის გამოყენებულ იქნა $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ ლაზერის გამოსხივების მეორე ჰარმონიკა და DCM (4-Dicyanomethylene-2-methyl-6-p-dimethylaminostyryl-4H-pyran) საღებავით [2] დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური ლაზერული ფენა. სხივამყოფის (1,2 - სურ.1-ზე) მეშვეობით გამოსხივება იყოფა ორი თანაბარი ინტენსივობის კონად, რომელთა თანხვედრა ხდება ლაზერული უჯრედის საღებავით დოპირებულ ქოლესტერულ თხევად კრისტალური ფენის სიბრტყეში. ლაზერული ფენის აღზნებას (ოპტიკურ დატუმბვას) ახდენს ორი ბრტყელი ტალღის ინტერფერენციული სურათი.



სურ.1. ლაზერული უჯრედის ჰოლოგრაფიული აღზნების სქემა.

შედეგად, ლაზერულ ფენაში მიიღება მიკროლაზერების ერთობლიობა (სურ. 2), რომლებიც ერთდროულად ასხივებენ და მათი გამოსხივების დიაგრამა მიმართულია ლაზერული ფენის მართობულად. ანალოგიური სქემა გამოიყენება სპექტრულად გადაწყობად უკუკავშირის მქონე ლაზერებშიც ოპტიკური დატუმბვით [3], იმ განსხვავებით, რომ აღმზნებ ინტერფერენციულ ველში ინტენსივობა განაწილებულია ლაზერული გამოსხივების გასწვრივ.



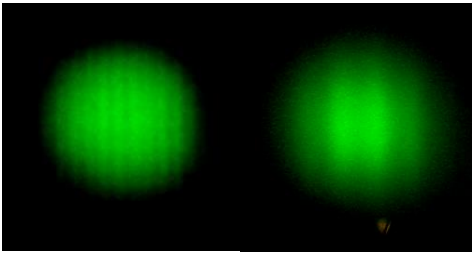
სურ.2. ქოლესტერულ თხევადკრისტალურ ფენაში აღზნების შედეგად მიღებული მიკროლაზერების ერთობლიობის ინტერფერენციული სურათი.

მიკროლაზერებს შორის მანძილი, ე.ი. ლაზერულად აქტიური, ჰოლოგრაფიული სტრუქტურის პერიოდი განისაზღვრება ფორმულით:

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\theta}{2}} \quad (1)$$

სადაც θ აღმზნები კონების შეხვედრის კუთხეა, λ - აღმზნები (დატუმბვის) სინათლის ტალღის სიგრძე.

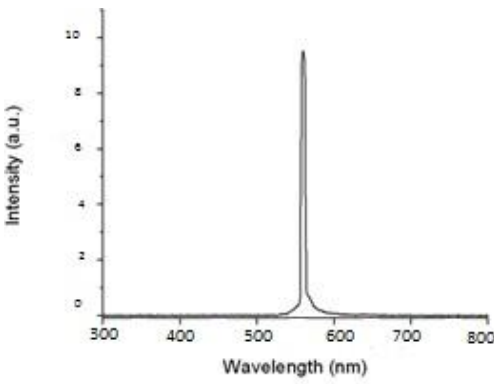
ჰიუგენს-ფრენელის პრინციპის თანახმად, როდესაც მიღებული ცალკეული მიკროლაზერები ურთიერთკორელაციაშია, მათი ერთობლივი გამოსხივება უნდა ქმნიდეს ჯამურ ველს, რომელიც პერიოდულ სტრუქტურაზე დიფრაქციის ანალოგიურია. სურ. 3 - ზე ნაჩვენებია გამოკვლეული ლაზერული უჯრედების მიერ გენერირებული ტალღური ველის სურათები აღმგზნები (ოპტიკური დატუმბვის) კონების შეხვედრის სხვადასხვა კუთხეებისათვის. მიღებული შედეგები იმის დადასტურებაა, რომ მიკროლაზერები ერთმანეთთან ურთიერთკორელაციაშია. სურ. 3 **a** და **b** შეესაბამება აღმგზნები კონების შეხვედრის **0.66°** და **1.86°** კუთხეებს. როგორც ვხედავთ, ამ დროს გენერირებული ლაზერული გამოსხივების ველი მოდულირებულია სივრცულად და ანალოგიურია (1) ფორმულით განსაზღვრული, პერიოდულ სტრუქტურაზე დიფრაქციის შედეგად მიღებული სურათისა. ეს მიუთითებს, რომ მოცემულ შემთხვევაში ადგილი აქვს აღმგზნები სინათლის ტალღური ფრონტის რეკონსტრუქციას არა დიფრაქციის, არამედ ლაზერული გენერაციის ხარჯზე. ამ დროს ასევე ადგილი აქვს ლაზერული გამოსხივების სივრცულ მოდულაციას, რომელიც ხორციელდება ოპტიკურად, ლაზერული ფენის განივად განაწილებული აღგზნებით (დატუმბვით).



a **b**

სურ. 3. DCM – ით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური ლაზერული უჯრედიდან გენერირებული გამოსხივების ველის ინტერფერენციული სურათი (**a** - **0.66°** , **b** - **1.86°**).

სურ.4-ზე წარმოდგენილია მიღებული ჰოლოგრაფიული სტრუქტურის მქონე ლაზერების გამოსხივების სპექტრი.



სურ.4. ჰოლოგრაფიული ლაზერული სტრუქტურების გამოსხივების სპექტრი DCM საღებავით დოპირებული ქოლესტერული თხევადკრისტალური ფენისათვის.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შემოთავაზებული მიდგომა გარკვეული სიახლეა და მოცემული სამუშაოს შედეგები ახალ პერსპექტივებს ქმნის ოპტიკურ-ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების თვალსაზრისით. მოსალოდნელია, რომ მიღებულმა შედეგებმა წინაპირობები შეუქმნას ჰოლოგრაფიული **3-D** დისპლეების დამზადების ამოცანებს.

ლიტერატურა

1. Z.V.Wardosanidze, A.Chanishvili et al. Cholesteric liquid crystal holographic laser. Optics Letters, 2014, v.39, N4, pp.1008-1010.
2. P.R.Hammond. Laser dye DCM, its spectral properties, synthesis and comparison with other dyes in the red. Optics Communications, 1979, v.29, N3, pp.331-333.
3. S.Schiller, M.M.Frjer et al. Monolithic total internal reflection resonators: principles and applications. Conf. on lasers and electro-optics, Anaheim, California, USA, May 1992, pp.1-2, 10-15.

Optically guided spatially modulated Laser generation with DCM dye-doped in the liquid crystal layer

Zurab Vardosanidze, Medea Abramishvili, Davit Oniani, Irakli Nakhutsrishvili

Institute of Cybernetics of Georgian Technical University

Abstract

The article proposes laser-active layers that generate and reconstruct optical information through their own laser radiation. At this time, the excitation of the laser layer (optical pumping) is carried out holographically, the interference of two mutually coherent waves through the image. The II (532 nm) and III (355 nm) harmonics of the coherent emission of the Nd: YAG laser was used for holographic optical pumping of the laser layers, based on which the characteristics of the laser radiation of liquid crystal structures doped with DCM dye were studied.