Archive of SID

چهاردهمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۹ تا ۱۱ بهمن ماه ۱۳۸۶
14th Conference on Optics and Photonics
Rafsanjan Vali-e-Asr University, 29-31 January 2008

ایجاد عملکرد تک مد طولی در لیزر گازکربنیک برانگیخته عرضی فشار جوی به روش مشدد حلقوی

پناهی بخش، سمیه۱؛ آرام، مجید۲؛ جلوانی، سعید۲*؛ نظری، مجید۲؛ابوالحسینی، شهریار۲- پورحسن نژاد، زهرا۲

۱.دانشگاه تربیت مدرس،بزرگراه جلال آل احمد،تهران

۲.پژوهشکده لیزر واپتیک، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، انتهای خیابان کارگر شمالی، تهران.

چکیده- طیف تابش خروجی لیزرهای *TEA CO2* به طور طبیعی دارای چندین مد طولی است. تاکنون روشهای مختلفی برای بدست آوردن عملکرد تک مد طولی از این لیزرها گزارش شده است. در این گزارش خروجی لیزری به طور جزئی تک مد طولی،از یک لیزر *TEA CO2* با حذف اثر سوختن حفره فضایی در مشدد حلقوی تک جهتی به دست آمده است.

کلید واژه- تک مد طولی، پدیده سوختن حفره فضایی، مشدد حلقوی، جاذب اشباع پذیر

کد PACS - ۱۴۰

۱- مقدمه

در لیزرهایی که بهره پهن شده همگن دارند، به دلیل اشباع یکنواخت بهره انتظار می رود که نوسان تنها در مد طولی با بزرگترین بهره، که همچنین نزدیکترین مد به مرکز منحنی بهره است، صورت پذیرد، ولی در عمل چنین چیزی مشاهده نمی شود و اغلب لیزرهای با بهره پهن شده همگن، به طور طبیعی تابش خروجی چند مدی دارند[۱].

دلیل اصلی این مسأله پدیده سوختن حفره فضایی است که از وجود امواج ایستاده در داخل کاواک ناشی می شود. در واقع پدیده سوختن حفره فضایی با ایجاد ناهمگنی در اشباع بهره باعث می شود مدهای طولی مختلف بتوانند به طور همزمان نوسان کنند[۲و۳].

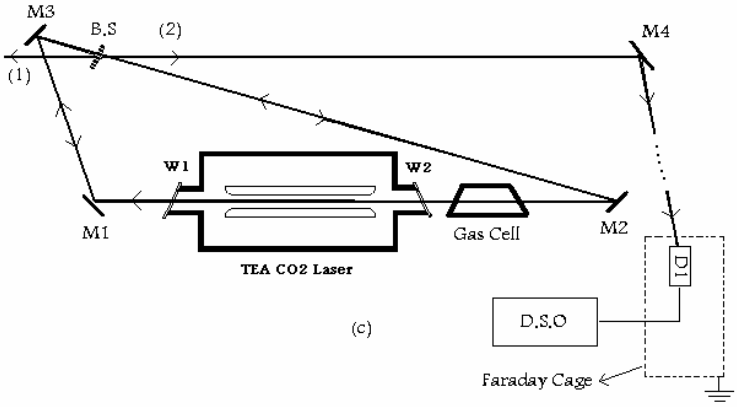
بنابراین می توان با از بین بردن پدیده سوختن حفره فضایی در این لیزرها، عملکرد لیزری تک مد طولی ایجاد کرد. مشددهای حلقوی تک جهتی در مقابل کاواکهای موج ایستاده، به عنوان کاواکهای لیزری موج متحرک شناخته می شوند. در این کاواکها اثرهای تداخلی بین دو موج با جهتهای مخالف وجود ندارد و هیچ نقش موج ایستاده ای در کاواک دیده نمی شود و بنابراین پدیده سوختن حفره فضایی به طور کامل حذف می شود؛ پس انتظار داریم در لیزرهای حلقوی تک جهتی با بهره پهن شده همگن به طور طبیعی خروجی تک مد طولی را مشاهده کنیم.

روش مشدد حلقوی یک روش مؤثر برای به دست آوردن عملکرد تک مد طولی از لیزرهای پهن شده همگن است[۴]. در روش مشدد حلقوی محیط بهره لیزری در کاواک حلقوی قرار می گیرد و سعی می شود به نحوی نوسان تک جهتی در کاواک ایجاد گردد، می توان با استفاده از «دیود اپتیکی» نوسان تک جهتی در مشدد حلقوی ایجاد کرد.

با ایجاد نوسان تک جهتی در مشدد حلقوی، شدت میدان محوری یکنواخت ناشی از امواج متحرک داخل کاواک، از

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱) آرایش کاواک حلقوی مورد استفاده در آزمایش

تشکیل حفره هایی در وارونی جمعیت جلوگیری می کند و مد طولی که بیشترین بهره را دارد، به تنهایی نوسان می کند[۵].

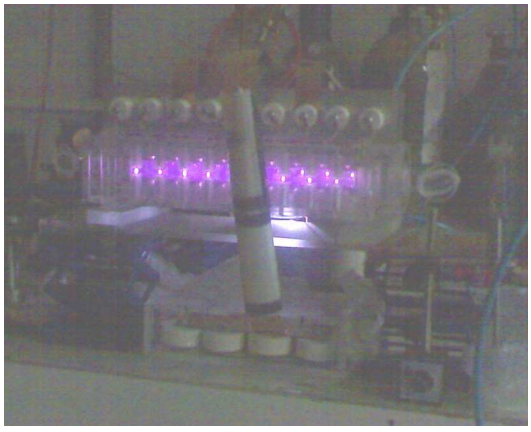
یک روش مناسب برای به دست آوردن نوسان تک جهتی، استفاده از جاذب اشباع پذیر است. در میان جاذبهای اشباع پذیر مختلف لیزر CO_2، گاز SF_6 ویژگیهای جالب توجهی دارد. این مولکول بزرگترین سطح مقطع جذب شناخته شده را در محدوده شاخه ۱۰/۶ لیزر CO_2 داراست و به راحتی اشباع می شود.

۲- انجام آزمایش

آرایش کاواک حلقوی مورد استفاده در این آزمایش در شکل (۱) نشان داده شده است. همان طور که در شکل دیده می شود این کاواک شامل سه آینه لیزری و یک مقسم پرتو است.

هر سه آینه لیزری از پوشش طلا روی شیشه[1] هستند و بازتاب کامل دارند، پرتو لیزری با بازتاب از مقسم پرتو از کاواک خارج می گردد. مقسم پرتو استفاده شده از جنس سلنید روی است و بازتابندگی حدود ۱۵ درصد دارد. به دلیل استفاده نکردن از عناصر پاشنده در کاواک، نوسان لیزری در خط P(20) شکل می گیرد[۶].

ابتدا بدون اینکه سلول حاوی گاز SF_6 باشد، ، با استفاده از پرتو لیزر He-Ne به عنوان پرتو راهنما (مانند دیگر روشهای به کار رفته برای همخط سازی لیزر CO_2 [۷])، کاواک حلقوی برای ایجاد نوسان همخط می گردد، سپس با اعمال ولتاژ بالا (حدود ۲۲ کیلو ولت) از طریق منبع تغذیه به سیستم، عمل تخلیه صورت می گیرد. شکل (۲) محفظه لیزر را در هنگام صورت گرفتن عمل تخلیه نشان می دهد. در بهترین شرایط انرژی خروجی ۳۵۰ میلی ژول از لیزر مورد استفاده به دست آمد.



شکل (۲) لیزر در حین ایجاد عمل تخلیه الکتریکی.

در این حالت دو پرتو خروجی در جهتهای ساعتگرد و

[1] Au:glass

www.SID.ir

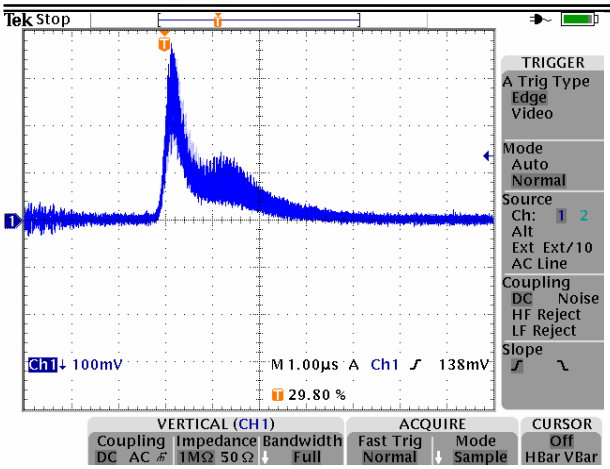
Archive of SID

پادساعتگرد وجود دارد؛ این دو پرتو خروجی در شکل (۱) نشان داده شده است. نمودار زمانی تابش خروجی پادساعتگرد این حالت، در شکل (۳) نشان داده شده است.

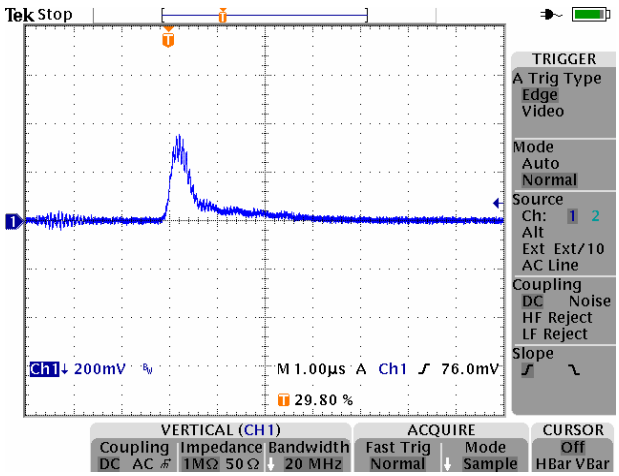
حال سلول حاوی گاز جاذب اشباع پذیر در مسیر پرتو لیزری قرار می گیرد. همان طور که در شکل (۱) دیده می شود، پرتو لیزری در جهت ساعتگرد بعد از خروج از محفظه لیزر بعد از عبور از هر سه آینه و تحمل اتلاف در مقسم پرتو، به سلول جاذب اشباع پذیر می رسد، ولی پرتو لیزری در جهت پادساعتگرد پس از خروج از محفظه لیزر مستقیماً وارد سلول جاذب اشباع پذیر می شود و به دلیل داشتن شدت نسبتاً بالا جاذب را اشباع می کند و کاملاً عبور می کند، در حالی که پرتو لیزری در جهت ساعتگرد که شدت پایینتری دارد در سلول جذب می‌شود و بنابراین لیزر حلقوی تک جهتی نتیجه می شود.

نمودار زمانی خروجی لیزر در هر دو حالت پس از تابیده شدن به آشکار ساز فوتو ولتایی مورد استفاده توسط اسیلوسکوپ (D.S.O) ، ثبت می شود. نمودار زمانی لیزر حلقوی تک جهتی در شکل (۴) نشان داده شده است.

از مقایسه دو نمودار به دست آمده، مشاهده می گردد که تپ در حالت دوم نسبت به حالت اول تفاوت قابل توجهی دارد. در حالت دوم زنش[۲] بسیار کمتری وجود دارد و شکل تپ نیز هموار[۳] شده است؛ با توجه به شکل تپهای به دست آمده در گزارشهای دیگر این تپ در وضعیتی شبیه نمودار زمانی لیزرهای تک مد طولی است.



شکل (۳) نمودار زمانی شکل تپ خروجی لیزر در لیزر حلقوی دو جهتی



شکل (۴) نمودار زمانی تپ خروجی لیزر حلقوی تک جهتی

۲- نتیجه گیری

با استفاده از مشدد حلقوی می توان بدون استفاده از عناصر داخل کاواکی انتخاب مد که مشکل تخریب در آنها برای شدتهای بالای تابش وجود دارد و یا استفاده از سلول بهره اضلفی در کاواک که پیچیدگی سیستم را به مقدار قابل توجهی افزایش می دهد، عملکرد تک مد طولی در خروجی لیزرهای بهره پهن شده همگن ایجاد کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مقاله از همکاران گروه لیزرهای گازی پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای که به نحوی در انجام این پروژه مساعدت فرمودند، سپاسگزاری می کنند.

[۲] beat
[۳] smooth

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1] C.Davis ," *Lasers and Electro-Optics Fundamentals and Engineering* "; Cambridge University Press. (1996)94.

[2] W.Demtroder;" *Laser Spectroscopy Basic Concepts and Instrumentation*"; 3th edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (2003)251.

[3] W.T.Silfvast;" *Laser Fundamentals*"; Cambridge University Press. (2004)397.

[۴] پناهی بخش، سمیه؛ *تک مد سازی طولی لیزر برانگیخته عرضی فشار جوی به روش مشدد حلقوی*؛ گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس؛۱۳۸۶.

[5] A.Siegman;"*Lasers*"; University Science Books ,Sausalito ,CA . (1986) 532.

[6] .D.J.Biswas,A.K.Nath,U.K.Chatterjee;*Multiline CO_2 lasers and their uses*;**Prog.Quant.Electr,14**(1990)1

[7] A.Kumar,J.P.Nilaya,D.J.Biswas;*Simple Technique for Alignment of a Dispersive Ring Laser Cavity*;**Optics & Laser Technology**,**37**(200)1.

www.SID.ir