بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی

حصول ضربان های میکرو ثانیه ای از لیزر گاز کربنیک عرضی ضربانی تخلیه دوگانه فشار جوی

مجیدآرام[۱*]،حسین اسماعیلی[۱]،پدرام محمدزاده[۱]

۱-پژوهشکده لیزر و اپتیک،پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای،انتهای خ کارگر شمالی،تهران ص.پ:۱۳۳۹-۱۴۱۵۵ ،ایران.

چکیده- در این نوشتار برای اولین بار حصول ضربان لیزری در محدوده میکرو ثانیه از یک لیزر عرضی تخلیه دوگانه فشار جوی گاز کربنیک با استفاده از مدار تحریک مبتنی بر تخلیه خازنی در شرایط گوناگون تجربی ،گزارش می گردد.

کلید واژه- لیزر گاز کربنیک عرضی ضربانی فشار جوی ،ضربان بلند.

Extracting Laser pulse on microsecond time scale of a double discharge TEA CO_2 laser

Majid Aram[1*], Hossein Esmaili[1] , Pedram Mohamadzadeh[1]

1-Laser & Optics Research School, NSTRI, North kargar Ave.,Tehran,P.O.Box: 14155-1339,IRAN.

Abstract- In this paper for the first time the experimental results of obtaining the laser pulse on microsecond time scale of a double discharge Capacitor discharge TEA CO2 laser have been reported.

Keywords: TEA CO_2 Laser, long pulse.

mjaram@aeoi.org.ir

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]

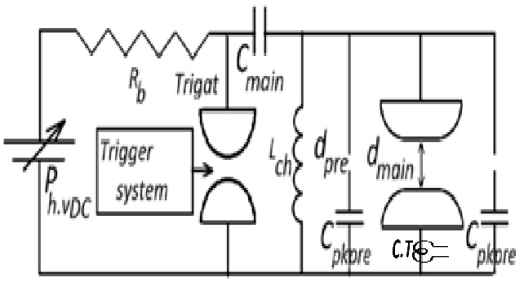
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

مقدمه:

لیزرهای عرضی دو-ضربانی فشار جوی گاز کربنیک عموما بر مبنای تحریک با استفاده از تخلیه افروخته خود-نگهدار کار می کند. منظور از دو-ضربانی همان استفاده از روش پیش یونش با تخلیه مقدماتی است که اغلب با ایجاد پرتو ماورا بنفش ،ناشی از تخلیه جرقه و یا تخلیه سطحی، و تابش آن به محیط صورت می پذیرد و لفظ خود-نگهدار هم به معنای این است که کنترل جمعیت الکترونی در محیط عمدتا توسط فرایندهای یونش و باز ترکیب ، و اندکی هم ضمیمه شدن، صورت می گیرد[۳-۱]. آرایشهای مداری گوناگونی برای ایجاد ضربانهای پیش یونش-تهیج در این لیزرها بکار می رود از جمله تخلیه خازنی [۳-۲] و چند برابر کننده های ولتاژ مارکس [۴].نکته ای که در رابطه با پهنای زمانی ضربان لیزر های عرضی دو ضربانی فشار جوی گاز کربنیک وجود دارد این است که معمولا مقدار تجربی این پهنای زمانی از ۵۰ تا ۱۰۰ نانو ثانیه است[۱و۲] ولی با استفاده از روش تحریک با تخلیه افروخته نا-خود نگهدار توسط تزریق پرتو الکترونی با ولتاژ شتابدهنده از مرتبه چند صد کیلو ولت ،حتی در فشارهای بالا هم می توان به ضربانهای لیزری با پهنای زمانی از مرتبه میکرو ثانیه دست یافت[۵] مشکل این روش پیچیدگی و بلنسبه پر هزینه بودن آن است که استفاده از روش فوق را تنها برای دست یابی به ضربانهای لیزری گاز کربنیک با انرژی و قله توان بسیار بالا توجیه پذیر می سازد [۶].در این نوشتار نتایج تجربی حاصل از عملکرد یک لیزر عرضی دو ضربانی فشار جوی گاز کربنیک مبتنی بر تخلیه افروخته خود-نگهدار با استفاده از مدار تحریک مبتنی بر تخلیه خازنی[۳] گزارش می گردد که ضربانهای جریان مدار و لیزری حاصل از مرتبه میکرو ثانیه در آن مشاهده شده است

شرح روش تجربی:

آرایش مدار مولد ضربان تحریک و ادوات اندازه گیری جریان و ضربان لیزری در شکل ۱ دیده می شود. $P_{h.vDC}$منبع تغذیه ولتاژ بالای پیوسته متغیر (Universal Voltronics، R_b=1.25MΩ مقاومت شارژ و جداکننده، Trigat کلید گازی(ازت) سه الکترودی با آرایش آتش ناهم قطبش[۷]، C_{main} خازن اصلی



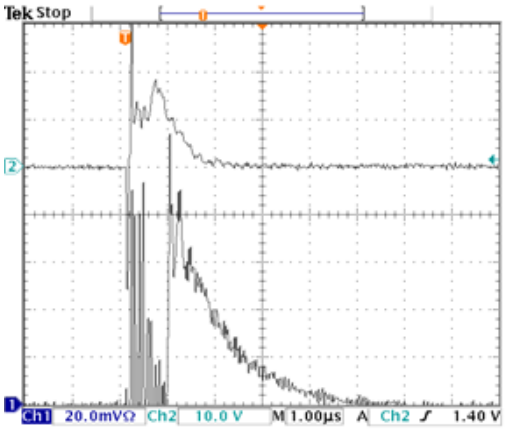
شکل(۱) مدار تحریک تخلیه دوگانه با تخلیه خازنی (100nF,30 kv) شامل ۳۰ عدد خازن سری شده ،L_{ch} خودالقا شارژ از مرتبه میلی هانری و C_{pkpre} خازن پیش یونش - P_{eaking} در دو ریف هریک شامل ۲۰ خازن سرامیکی(1nF,30kv) بوده است. d_{pre} فاصله الکترودهای پیش یونش (فولادی) و در حدود ۲ میلی متر و d_{main} که ۲۰ میلی متر بوده فاصله الکترودهای اصلی ،فولادی با مقطع روگوفسکی [۳و۸] ،می باشد. برای اندازه گیری جریان تخلیه ضربانی (McPearson Current transformer)C.T با نسبت تبدیل ۱۰۰آمپر بر ولت در سمت اتصال زمین لیزر نصب شده بوده است.ضربان لیزری خروجی با استفاده از آشکار ساز فوتون دراگ (Rofin 7455) .ثبت تغیرات زمانی ضربان جریان و لیزر با استفاده از نوسان نمای رقمی (Tek 3052) صورت گرفته است.

ارائه نتایج و بحث:

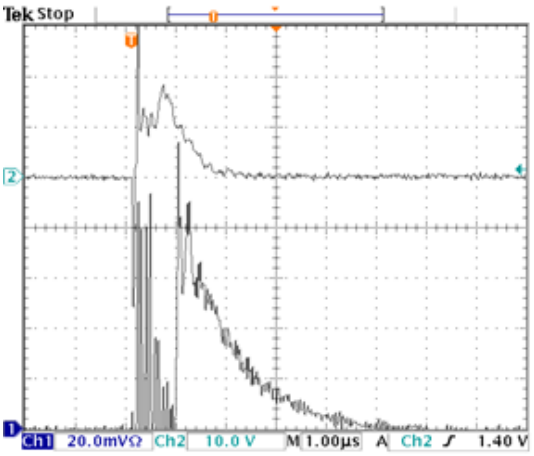
شکل تغیرات زمانی ضربان جریان و لیزری در شکلهای ۲ تا ۷ نشان داده شده و شرایط حصول هر یک در ذیل شکل درج گردیده است.در شکل های ۲ تا ۴ ضربانهای جریان تخلیه (بالا) و ضربان لیزری خروجی (پائین)در ولتاژ تغذیه ثابت و مخلوطهای مختلف نشان داده شده است.در شکلهای ۵ تا ۷ وضعیت ضربان لیزر خروجی به ازا تغییر ولتاژ تغذیه و با مخلوط یکسان ،بررسی گردیده است(لازم به ذکر است که در شکل ۶ ضربان لیزری مجددا در پائین نمایش داده شده است).در شکل ۷ رفتار زمانی ضربان لیزری در شرایط یکسان با شکل ۶ اما در مقیاس زمانی خیلی کوچکتر ، ۴۰ نانو ثانیه،نمایش داده شده است تا مشخص شود که پهنای میکرو ثانیه ای ثبت شده ناشی از زیاد بودن زمان پاسخ آشکار ساز لیزری بکار رفته نیست وهمانطور که مشاهده می شود اگرچه زمان خیزش ضربان لیزر در محدوده نانو ثانیه است،شکل ۷، ولی پهنای زمانی آن در همین شرایط،شکل ۶، از مرتبه

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]

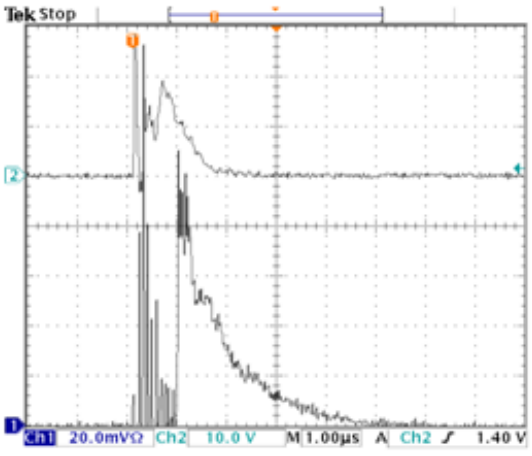
میکرو ثانیه بوده و این حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر مقداری است که برای لیزر عرضی تخلیه دوگانه فشار جوی گاز کربنیک با استفاده از روش تخلیه دوگانه خازنی انتظار می رود[۱و۲].



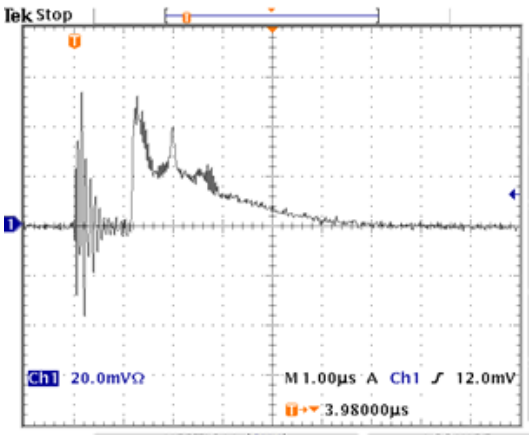
شکل(۲) $(He=7,N_2=1.2,CO_2=2.2)^{lit/min},V_{D.C}=20^{kv}$



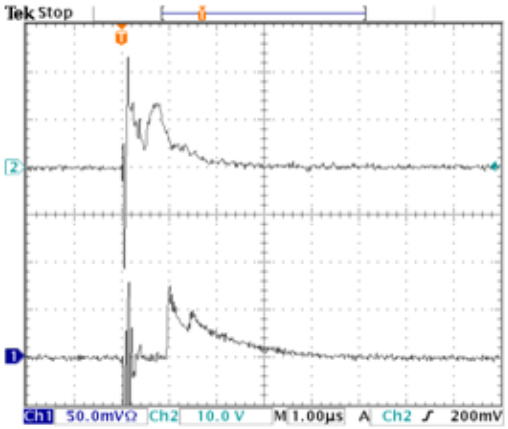
شکل(۳) $(He=7,N_2=1.2,CO_2=2.4)^{lit/min},V_{D.C}=20^{kv}$



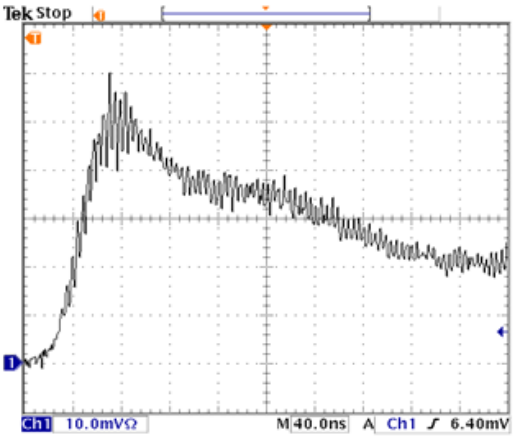
شکل(۴) $(He=7,N_2=1,CO_2=2.2)^{lit/min},V_{D.C}=20^{kv}$



شکل(۵) $(He=7,N_2=1.2,CO_2=2.2)^{lit/min},V_{D.C}=15^{kv}$



شکل(۶) $He=7,N_2=1.2,CO_2=2.2)^{lit/min},V_{D.C}=17.5^{kv}$



شکل(۷) $He=7,N_2=1.2,CO_2=2.2)^{lit/min},V_{D.C}=17.5^{kv}$

در کل با توجه به اینکه این وضعیت با تغییر نسبت گازها و ولتاژ تغییر اساسی نمی کند(شکل های ۲ تا ۶) لاجرم به نظر می رسد که دلیل حصول ضربانهای لیزری تا این حد طولانی ناشی از رفتار اجزا مدار مولد ضربان تحریک و خصوصا بانک خازن اصلی باشد. سری نمودن خازن های

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]

بکار رفته برای تهیه بانک اصلی. ،که برای افزایش تحمل ولتاژانجام گرفت، باعث کاهش ظرفیت خازنی و افزایش خود القایی کل گردیده و به احتمال بسیار زیاد عامل اصلی در افزایش پهنای زمانی جریان تخلیه و به تبع آن پهنای زمانی ضربان لیزری گردیده است. نکته مهم این که انتظار بر این می رفت تا کاهش شیب ضربان ولتاژ خروجی و افزایش زمان خیز ولتاژ تا بیشتر از زمان رشد ناپایداری با افزایش خود القایی مدار مولد ضربان سبب افزایش احتمال بروز قوس و جرقه شود[۹] ولی چنین وضعیتی در این مورد مشاهده نشد و همانطور که مشخص است شکل ضربان جریان مدار حاکی از بروز تخلیه افروخته در مخلوطها و ولتاژهای متفاوت ، بوده است که البته همچنان جای تحقیق بیشتر دارد.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

پهنای زمانی ضربانهای جریان و لیزری در یک لیزر عرضی دو ضربانی فشار جوی گاز کربنیک با مدار مولد ضربان مبتنی بر تخلیه خازنی با کلید تریگاترون ، اندازه گیری شده و مقدار در محدوده میکرو ثانیه بدست آمده واین بر خلاف اغلب سیستم های مشابه،که از خانهای اصلی با خود القایی کم (از مرتبه نانو ثانیه) استفاده می کنند،می باشد. بررسی تجربی در شرایط آزمایشگاهی مختلف نشان داد که علت وضعیت فوق ناشی از تاثیر خود القایی تجمعی خازن اصلی بوده است.از آنجا که در لیزر فوق از پیش یونش جرقه استفاده شده بوده است بررسی چگونگی تاثیر خازن های فوق در لیزر های با دیگر روشهای پیش یونش می تواند به روشن تر شدن نقش خود القایی تجمعی خازن اصلی در بروز تخلیه های افروخته در محیط های با فشار بالاتر از یک جو در محدوده زمانی بیشتر از میکرو ثانیه کمک نماید.

قدردانی :

از کمک های فنی آقایان احمد علوی سرشکه و مجتبی اکبرزاده کمال تشکر را دارد.

مراجع

[1] Wittman.W.J., *The CO_2 Laser*,Springer-Verlag,1987.

[2] Aram M., Behjat A., Shabanzadweh.M, Mansori.F, *Parameters of a trigatron-driven low-pulse-repetition-rate TEA CO2 laser preionised by a surface corona discharge* , **Q.E.** 37 (2007) 60-62.

[3] Aram.M,Soltanmoradi.F,Behjat. *A,Investigation on parallel spark array pre-ionization TEA CO_2 laser*, **Proc.SPIE**, 5483(2003), 43-50.

[4] Ernst.G.J, *A 10 cm apertaure high quality TEA CO2 laser*, **Opt.Commun**. 44(1982) 125-129.

[5] James.D.J, *Pulsed CO2 laser technology*, **Inst. Phys. Conf.** 29(1976) 268-311.

[6] Pogorelsky.I.V ,*Ultra-bright X-ray and gamma sources by Compton backscattering of CO2 laser beams*, **Nucl.Instrum.Methods in Phys.Research A**, 411, (1997), 172-187.

[۷] آرام.م، *بررسی محدوده فرمان پذیری و زمان وصل در یک کلیدگازی سه الکترودی با حالتهای آتش همقطبش و ناهمقطبش* ، نشریه علوم و فنون هسته ای،۳۴ ،۳۳-۳۸، ۱۳۸۴.

[8] Kaefel.a,Zaengel.b, *High Voltage engineering: fundamentals*, **Pergamon press** , (1986).p 214-218 .

[9] White.M.S ,Dangor.A.E , *A parametric study of the performance of a TEA CO2 laser*, **Journal of Physics E: Scientific Instruments**, 6,(1973),p 891-894.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-06]