

اندازه گیری برخی از پارامترهای لیزر حالت جامد با دمش لیزر دیودی

زمانی، علی^۱؛ مجدآبادی، عباس^۲

^۱گروه فیزیک، دانشگاه شهید چمران اهواز؛ ^۲مرکز تحقیقات لیزر، سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

در این مقاله چگونگی محاسبه ی کمی برخی از مشخصات اساسی لیزر حالت جامد Nd:Glass در آزمایشگاه تحقیقاتی لیزرهای حالت جامد با توان پایین به روش تجربی بیان می شود. مقادیر اندازه گیری شده از جمله پهنای کامل نیمه بیشینه فرکانسی، تعداد مدهای طولی درون کاواک، فاکتور M^2 ، واگرایی پرتو و ضریب بهره خروجی برای لیزر ساخته شده حاکی از کیفیت بالای این لیزر است و توانایی آن را در به کارگیری در آزمایشات مختلف به عنوان یک لیزر استاندارد نشان می دهد. کلید واژه ها: لیزر Nd:Glass، فاکتور M^2 ، پهنای کامل نیمه بیشینه (FWHM)، واگرایی، لیزر دیودی

Measuring of Some Parameters in Diode-pumped Solid State Laser

Zamani. Ali¹; Majdabadi. Abbas²

¹Physics Department, Shahid Chamran University, Ahvaz.

²Laser Research Center, Atomic Organization of Tehran, Iran

Abstract

In this article, we have measured some of basic parameters of the Nd:Glass laser in solid state lasers research laboratory. The measured parameters such as FWHM of frequency, number of longitude modes in resonator, M^2 factor, beam divergence and slope efficiency of laser have shown that the quality of the laser is high, and it is a standard laser to be used in various experimental works.

Nd:Glass چهار ترازوی بودن آن است که عمل وارونی جمعیت

مقدمه

در آن نسبت به لیزر های سه ترازوی بهتر صورت می گیرد.

اندازه گیری

بعد از طراحی و چیدن قسمت های مختلف لیزر [۲] و مشاهده نمودن پرتو خروجی آن توسط آشکار ساز فرو سرخ (IR Card) با توجه به امکانات موجود برخی از پارامتر های لیزر حالت جامد Nd:Glass را به شرح زیر توانستیم اندازه گیری نماییم.

ابتدا به کمک دستگاه طیف سنج اپتیکی (مدل AQ-6315A) نمودارهای طیف خروجی لیزر (شکل ۱) و پهنای کامل نیمه بیشینه آن (شکل ۲) را بدست آوردیم. در نمودار طیف خروجی لیزر، بیشینه چگالی فوتونی برای طول موج ۱۰۵۶ nm مشاهده شد و نیز پهنای کامل نیمه بیشینه ($\Delta\lambda_{\frac{1}{2}}$) برابر ۲nm تعیین شد و سپس با توجه به رابطه فیزیکی زیر [۳] پهنای کامل نیمه بیشینه فرکانسی ($\Delta\nu_{\frac{1}{2}}$) تعیین شد.

$$\Delta\nu_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta\lambda_{\frac{1}{2}} c}{\lambda_{\max}^2} \cong 540 \text{ GHz} \quad (1)$$

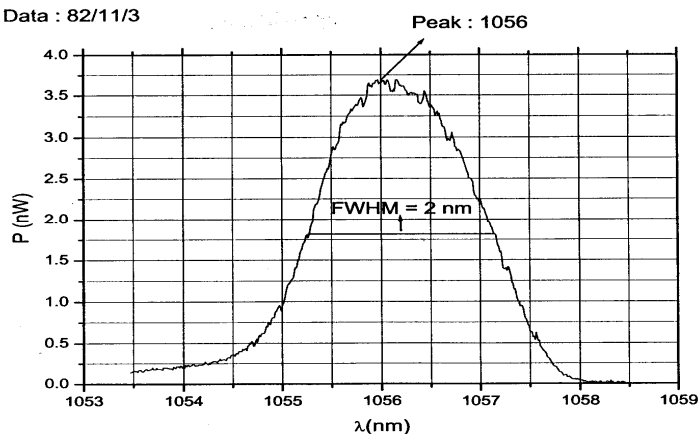
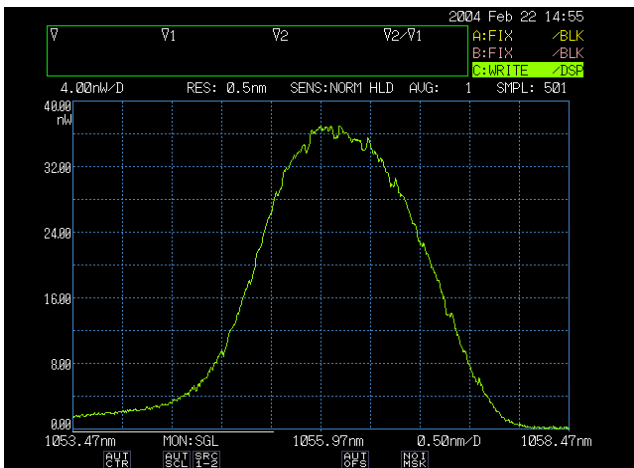
Nd:Glass (نئودیمیم - شیشه) یکی از مفیدترین محیط های فعال لیزری (دارای ناخالصی) است که بطور رایج توسط لیزر دیودی دمش می شود. از لحاظ اپتیکی دارای خطوط گسیل یونی پهن تر نسبت به Nd:YAG است و همین امر سبب افزایش بهره دمش می شود. از نظر شبکه میکروسکوپی، شیشه با توجه به ساختار آمورفی آن، قابلیت آلییدن درصد زیادی یون Nd^{+3} تا حدود ۸٪ را دارد. رسانندگی گرمایی Glass بطور قابل ملاحظه ای پایین تر از رسانندگی گرمایی بلور YAG است، به همین خاطر این ماده را با توان های پایین مورد دمش طولی [۱] قرار دادیم. از طرفی لیزر های حالت جامد دمشی، توانایی گسیل پرتو با فرکانس فروسرخ، سبز و آبی (در صورت قرار دادن یک بلور فلئورسانس در مشدد اپتیکی و تولید هماهنگ دوم) را دارند. این لیزر ها وسیله خوبی برای رادارهای لیزری، طیف نگاری و محیط های آموزشی می باشند. از دیگر مزایای لیزر

تعیین بهره خروجی لیزر

طی یک آزمایش دیگر با تغییر دادن توان الکتریکی منبع دمش، بوسیله یک توان سنج اپتیکی از مدل LPE-1C، توان اپتیکی فرودی بر ماده فعال و توان اپتیکی خروجی لیزر اندازه گیری شده است، سپس طبق رابطه (۶)، ضریب بهره خروجی لیزر (η_E)، (در حالتی که ماده فعال یک تیغه به ضخامت ۲/۲mm است) برابر ۱۱/۵ بدست آمده است [۴،۳] و این مقدار چیزی جز شیب نمودار بدست آمده (شکل ۴) نیست.

$$\eta_E = \frac{P_{out}}{P_{incid}} \quad (6)$$

شکل ۱- نمودار طیف خروجی لیزر Nd : Glass با دمش طولی لیزر دیودی



شکل ۲- نمودار پهنای کامل نیمه بیشینه ($\lambda_{max} = 1056nm$) طیف خروجی لیزر

حال با اندازه گیری طول کاواک لیزر (L)، فاصله فرکانسی بین دو مد طولی مجاور (Δv)، را حساب می کنیم [۳].

$$\Delta v = v_{m-1} - v_m = \frac{c}{2L} \cong 0.375GHz \quad (2)$$

در روابط ذکر شده، c سرعت نور است. حال با بدست آوردن $\Delta v_{\frac{1}{2}}$ و Δv ، تعداد مدهای طولی درون کاواک یعنی m را تعیین می کنیم.

$$\Delta v_{\frac{1}{2}} = m\Delta v \quad \text{و} \quad m \cong 1440 \quad (3)$$

تعیین فاکتور M^2

یکی از روش های تجربی و دقیق تعیین فاکتور M^2 برای لیزر ساخته شده با طول موج λ ، اندازه گیری شعاع پهنای کمر پرتو خروجی (ω_0) برای تک مد TEM_{00} و سپس اندازه گیری شعاع پهنای پرتو خروجی چند مدی ($\omega_M(z)$) به فاصله z از کمر پرتو گاوسی در راستای محور اپتیکی لیزر بوسیله دستگاه Beam Profiler است [۳].

$$\omega_M(z) = \omega_0 \left[1 + \left(\frac{M^2 \lambda z}{\pi \omega_0^2} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

اما ما به دلیل نداشتن دستگاه ذکر شده، به روش روزنه (به قطر ۱mm) و روبش پرتو خروجی لیزر در میدان دور [۴] پارامتر M^2 را برابر ۱/۲ بدست آوردیم. این مقدار به فاکتور کیفیت پرتو گاوسی ($M^2=1$) خیلی نزدیک است و می توانیم ادعا نماییم که لیزر ساخته شده یک لیزر استاندارد است.

تعیین واگرایی پرتو خروجی لیزر در حالت تک مد

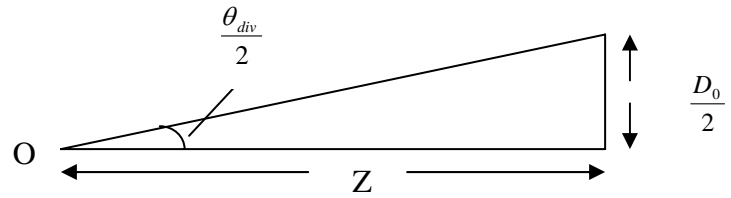
TEM_{00}

با اندازه گیری قطر پهنای پرتو خروجی لیزر روی کارت آشکار ساز طول موج فرو سرخ، بوسیله کولیس و نیز اندازه گیری فاصله آینه خروجی تا محل کارت آشکار ساز (Z)، شکل (۳)، متوسط واگرایی پرتو خروجی لیزر را برابر 3 mrad ، از رابطه زیر تعیین نمودیم.

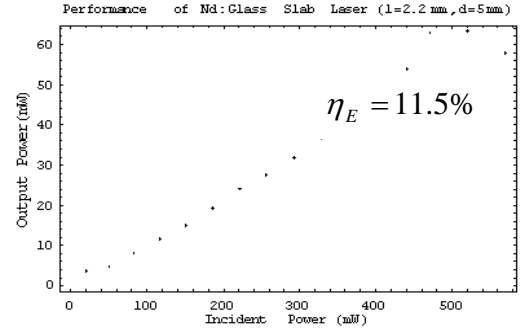
$$\frac{\theta_{div}}{2} = \tan^{-1} \left(\frac{D_0/2}{Z} \right) \quad (5)$$

مراجع

1. J. Liu et al, High repetition rate passively Q-switched diode-pumped Nd:YVO4 laser, Optics & laser technology, 35, 431 (2003).
2. A. Majdabadi, A. Zamani, H. Dashtizadeh, Diode End Pumping Nd:Glass Slab Solid State Laser, Proceeding of the 10th Annual Conference on Photonics, The Physical Society of Iran, p.21 (2004).
3. W. Koechner, Solid-State lasers engineering, 5th Ed, Springer (1999).
4. A. Zamani, MSc thesis: Diode Laser End Pumped Nd:Glass Solid State Laser (Tehran/2004).



شکل ۳- نمائی از واگرایی پرتو خروجی لیزر



شکل ۴- نمودار بهره خروجی لیزر

Archive of SID