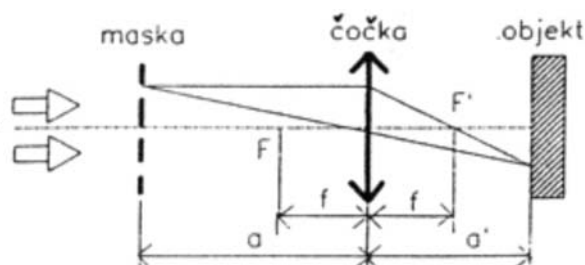


Značkování TEA CO₂ laserem a měření jeho charakteristik

Značkování (popisování, marking) impulsním TEA CO₂ laserem (tj. zápis několikamístné značky-kódu nebo celého nápisu do povrchu různých materiálů) nabývá v současné době velkého významu pro označování velkosériových produktů (např. balených potravin nebo elektronických součástek) výrobním kódem, datem apod.

Značka se vytváří v důsledku odstranění povrchové vrstvy materiálu působením výkonové špičky (= 1 MW) laserového impulsu fokusovaného infračerveného záření (= 10,6 μm). Nejčastěji dochází k odstranění tenké vrstvy barvy z povrchu papíru, kovu nebo umělé hmoty, čímž se odhalí kontrastující základní povrch. Základní parametry určující možnost a kvalitu značkování TEA CO₂ laserem jsou: ze strany laseru - hustota vyzařované energie a ze strany materiálu - míra absorpce záření na povrchu. Je žádoucí, aby kontrast mezi povrchem a spodní vrstvou byl co největší.

Hlavní částí značkovacího optického ramene je maska a zobrazovací element (čočka, objektiv, zrcadlo) - viz obr. Masku tvoří zpravidla plech, ve kterém je proražen, vyříznut nebo progravírován potřebný znak nebo kód. Velikost motivu musí být taková, aby se vešla do homogenní části svazku TEA CO₂ laseru (těsně u výstupu se počítá s rozměry svazku asi 10 x 10 mm² a divergence = 1,7 mrad).



Maska se osvětlí svazkem CO₂ laseru a její zmenšený obraz se zobrazovacím prvkem (čočkou) přeneše na objekt (výrobek, obal). Nutnost zmenšení (1,5 až 6 krát) vyplývá z nutnosti zvýšit hustotu energie záření na objektu tak, aby došlo k odstranění povrchu materiálu. Pro jednoduché optické schéma na obrázku platí obvykle čočková rovnice a navíc požadavek, aby $a=ma'$, kde m je zmenšení (poměr m příčných rozměrů vzoru a obrazu je stejný jako poměr a/a'). Odtud plyne pro vzdálenosti maska-čočka a čočka-objekt:

$$a = f \cdot (1+m) \quad a' = a/m = f \cdot (1+m)/m$$

Vzdálenost a (příp. $a+a'$) vlastně určuje délku značkovacího ramene nebo délku optické dráhy v něm, pokud navrhne s použitím rovinných zrcadel rameno lomené. Aby tato délka zůstala v reálných mezích i pro $m=4$, je třeba volit ohniskovou vzdálenost čočky $f < 200$ mm.

Hustota energie dopadající na povrch značkovacího materiálu je základním parametrem určujícím kvalitu značkování.

V letošním školním roce je úloha pro stáří aparatury minimalizována.

Cíl:

1. Naměřit časový průběh impulsu TEA CO₂ laseru a prověřit stabilitu jeho výstupní energie.

Postup:

1. Odčerpat laserový objem.
2. Napustit novou laserovou směs na tlak -25 kPa.
3. Zavzdušnit rotační vývěvu.
4. Vyzkoušet laserovou činnost a najít místo dopadu svazku.
5. Nastavit laserový svazek tak, aby dopadal na vstup detektoru pro měření časového průběhu (detektor ve vzdálenosti cca 2 m).
6. Nastavit osciloskop v režimu pro záznam a pamatování si rychlých průběhů (50 - 100 ns/dílek).
7. Nastavit úroveň spouštění osciloskopu tak, aby byly zaznamenávány jak počáteční rušení z výbojů laseru, tak i skutečný průběh optického laserového signálu.
8. Zvedat postupně úroveň spouštění osciloskopu tak, aby se postupně eliminovalo rušení.
9. Naměřit požadované hodnoty časového průběhu.

10. Nastavit detektor pro měření energie do laserového svazku.
11. Nastavit osciloskop v režimu pro záznam pomalých průběhů (10 - 20 ms/dílek).
12. Zaznamenat průběh signálu z detektoru na osciloskopu a sledovat výšku jeho maxima (ta nese informaci o energii).
13. Zaznamenat 10 jednotlivých hodnot maxim při pravidelném odstupu mezi výstřely alespoň 20 sekund a podle toho vyhodnotit stabilitu laserové energie v čase podle požadovaného výsledku.

Požadované výsledky:

1. Pološířka 1. maxima v časovém průběhu impulsu TEA CO₂ laseru.
2. Celková délka světelného impulsu TEA CO₂ laseru.
3. Graf závislosti energie na čase a její průměrná hodnota a směrodatná odchylka.