

Lasery są wytwarzane od wielu lat. Cechą charakterystyczną światła laserowego jest między innymi jego kierunkowość tzn. że światło laserowe rozchodzi się w postaci wiązki w dobrze zdefiniowanym kierunku. Dla wielu zastosowań pożądane jest by rozkład natężenia promieniowania w wiązce miał rozkład krzywej dzwonowej; miał wysoką wartość w osi wiązki i malał wraz z odległością od niej. Jednakże w przypadku wielu konstrukcji laserów tak niestety nie jest.

Często rozkład mocy w wiązce ulega zaburzeniu ze względu na niejednorodny rozkład temperatury obszaru czynnego-emitującego promieniowanie. Z problemem tym poradzono sobie gdy jako obszaru aktywnego lasera użyto cienkiego dysku. Dysk o średnicy kilku milimetrów i grubości zaledwie ułamka milimetra umieszczono bezpośrednio na chłodnicy. Duża powierzchnia styku z chłodnicą i jednocześnie mała grubość powodują, że ciepło z dysku może być łatwo odbierane, a kierunek przepływu ciepła jest równoległy do osi dysku. W konsekwencji laser taki emituje promieniowanie w wiązce o doskonałych własnościach optycznych. Wiązka ta jest bardzo dobrze kierunkowa i rozkład mocy promieniowania w wiązce przypomina pożądaną krzywą dzwonową. W konstrukcji tej źródłami promieniowania pobudzającego są półprzewodnikowe diody laserowe.

Diody laserowe mają zaletę, że do świecenia mogą być pobudzane w wygodny sposób za pomocą przepływu prądu elektrycznego, inną zaletą jest ich duża moc maksymalna i niezwykle duża sprawność zamiany energii elektrycznej na optyczną, niestety jakość wiązki jest bardzo niska - nie jest wystarczająco kierunkowa i rozkład mocy w przekroju wiązki jest bardzo niejednorodny. Dlatego też wszędzie tam gdzie jest potrzeba dobrej jakości wiązki przy dużej mocy zalety diod laserowych wykorzystuje się nie bezpośrednio, ale poprzez wykorzystanie do pobudzenia laserów na ciele stałym. Tak jest w optycznie pompowanym laserze dyskowym. Światło diod laserowych jest pochłaniane przez osiowo symetryczny dysk i ponownie wypromieniowywane, ale już w wiązce o doskonałej jakości optycznej.

W konstrukcji lasera, nad którą chcemy pracować dysk będzie wykonany z półprzewodnika. Kształt dysku zapewni to, że wiązka emitowana przez laser zachowa swoje doskonałe własności, a jednocześnie będziemy mogli wykorzystać możliwości oferowane przez współczesne technologie półprzewodnikowe.

Nowoczesne technologie półprzewodnikowe pozwalają na tworzenie dysków, które są układem warstw o różnym składzie chemicznym. W laserach na ciele stałym materiał, z którego wykonany jest dysk zdecyduje o długości fali emisji lasera. Nie każda długość fali może być zatem emitowana. W przypadku półprzewodników długość fali emisji tylko częściowo zależy od materiału, z którego został wykonany dysk. W znacznym stopniu zależy od tego jaka jest struktura wewnętrzna dysku, tzn. z jakich warstw i o jakich grubościach się składa. Grubości wielu warstw to tylko 10nm tzn. odpowiada grubości zaledwie 20 warstw atomowych. Tak małe rozmiary są porównywalne z długością fali materii - fali de Broglie'a elektronów. To powoduje, że o własnościach emisyjnych decyduje kwantowe efekty rozmiarowe- falowa natura materii. To unikatowa cecha laserów półprzewodnikowych. W naszych badaniach planujemy wytworzyć dysk tak by długość fali emisji była równa 1750nm. Dla osiągnięcia sukcesu konieczne będzie osadzenie wielu warstw ze stopów arsenków glinu, galu i indu, w różnych proporcjach. Przy czym kontrolować z atomową precyzją będziemy musieli zarówno skład jak i grubość poszczególnych warstw. Dlatego też, konieczne będzie kontrolowanie za pomocą technik rentgenowskich czy naprężania pomiędzy warstwami nie powodują tworzenia błędów ułożenia atomów.

W pracach nad konstrukcją lasera chcemy się skupić na poprawie odbioru ciepła z dysku. Chcemy zamknąć dysk pomiędzy dwoma płytkami wykonanymi z diamentów. Diament charakteryzuje się najlepszym ze znanych materiałów przewodnictwem cieplnym. Umożliwi zatem efektywne odprowadzanie ciepła z dysku i otrzymanie jednocześnie dużej mocy emisji i dobrej jakości wiązki.

Jeśli się nam uda to zademonstrujemy emisję lasera o doskonałej jakości wiązki o długości fali emisji 1750 nm. Fala ta będzie dodatkowo mogła być zmieniana w szerokim zakresie częstości w zależności od potrzeb. Lasery z półprzewodnikowym dyskiem o takiej długości fali emisji nie były dotychczas nigdzie zademonstrowane.

Fala o długości 1750 nm to zakres średniej podczerwieni. Dla tej długości fali zachodzi silna absorpcja promieniowania przez cząsteczki wody. Powoduje to, że laser nasz będzie mógł być użyty np. w chirurgii. Dobra jakość wiązki spowoduje, że promieniowanie będzie mogło być skupione do bardzo małego punktu, o rozmiarach porównywalnych do pojedynczej komórki, jednocześnie silna absorpcja wody obecnej w tkankach zapewni, że promieniowanie zostanie zaabsorbowane tylko na powierzchni tkanki, czyli tam gdzie trzeba. Nie wniknie głęboko i nie będzie czynić szkód ubocznych.

Innym zastosowaniem badanego lasera może być wykorzystanie go do pompowania lasera z kryształów selenku cynku domieszkowanego chromem. Z laserem tym od lat wiąże się wiele nadziei na stworzenie emisji w zakresie średniej podczerwieni. Niestety dotychczas brak dogodnej metody pobudzania tego laser. Przypuszczamy, że nasz laser może okazać się idealnym do tego celu.