

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

90270

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 14.07.73 (P. 164068)

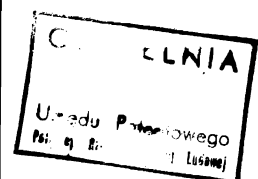
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.07.74

Opis patentowy opublikowano: 15.10.1977

MKP H01s 3/02

Int. Cl.² H01S 3/02



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Mikhail Konstantinovich Dyatlov; Evgeny Petrovich Ostpchenko;
Vladimir Anatolivich Stepanov; Jury Nikolaevich Kulikov;
Ryazan (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Sposób i urządzenie do regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera i urządzenie do stosowania tego sposobu. Znajdują one zastosowanie w elektronice kwantowej w przypadku lasera, którego czynnikiem roboczym jest gaz obojętny z domieszkami par pierwiastków chemicznych.

Znane są lasery zawierające rezonator optyczny i umieszczoną w nim rurę wyładowczą z gazowym czynnikiem roboczym zdolnym do wzbudzenia promieniowania przy wytworzeniu w rurze wyładowania prądu stałego. Ostatnio jako czynnik roboczy zdolny do wzbudzenia promieniowania stosuje się mieszaninę gazu obojętnego i par metali lub półmetali. Znanych jest wiele tego typu mieszanin, na przykład He-Se, He-Zn, He-Mg, He-Hg, Ne-Cd itd. Lasery wykorzystujące podobne mieszaniny znane są w literaturze jako „lasery z parami metali lub półmetali”, a także jako „lasery z parami pierwiastków chemicznych”.

Znane są różne sposoby regulacji mocy promieniowania świetlnego laserów gazowych, na przykład poprzez zmianę natężenia prądu w wyładowaniu prądu stałego, od którego zależy moc promieniowania świetlnego lub poprzez zmianę ciśnienia par metalu lub półmetal, względnie poprzez zmianę ciśnienia gazu obojętnego. Moc promieniowania świetlnego można regulować także poprzez wprowadzenie dodatkowych strat do rezonatora lub stawiając tłumik na drodze promieniowania świetlnego.

Wszystkie przedstawione powyżej sposoby mają wspólną wadę polegającą na tym, że nie pozwalają na zwiększenie mocy powyżej jej wartości osiąganej w przypadku, gdy wszystkie przedstawione powyżej parametry mają wartości optymalne.

Poza tym, każdy z przedstawionych powyżej sposobów ma swoje wady. Wadą sposobu regulacji mocy promieniowania świetlnego opisywanego lasera gazowego poprzez zmianę prądu wyładowania jest jego bezwładność. Podczas zmiany prądu wyładowania zmienia się równocześnie ciśnienie par metalu lub półmetal w związku ze zmianą wymiany ciepła pomiędzy rurą wyładowczą, a otaczającym ją środowiskiem, w wyniku czego w początkowym momencie nagłej zmiany prądu wyładowania moc zmienia się w sposób niekontrolowany, to znaczy może albo wzrastać albo maleć w zależności od warunków wyładowania. Wobec powyższego jest możliwa jedynie powolna regulacja mocy.

Również wykazującym dużą bezwładność jest sposób regulacji mocy promieniowania świetlnego znanego lasera gazowego poprzez zmianę ciśnienia par metalu lub półmetal, ponieważ czas ustalania temperatury rury wyładowczej, a więc także ciśnienia par, jest długi.

Wykazującym dużą bezwładność i dlatego niekorzystnym jest sposób regulacji mocy promieniowania świetlnego rozpatrywanego lasera poprzez zmianę ciśnienia gazu obojętnego.

Wykazującymi mniejszą bezwładność są sposoby regulacji mocy, oparte na wprowadzaniu dodatkowych strat do rezonatora lub wykorzystujące tłumik umieszczony na drodze promieniowania świetlnego. Jednakże te sposoby powodują albo duże, niekorzystne straty mocy promieniowania świetlnego, albo wymagają zastosowania przesuwanych elementów mechanicznych niewygodnych i trudnych do wykonania. Ostatnie z tych sposobów pogarszają poza tym własności promieniowania świetlnego lasera gazowego, wprowadzając dodatkowe zmiany do charakterystyki kierunkowości i jednorodności promieniowania świetlnego.

Celem wynalazku jest dostarczenie takiego sposobu regulacji mocy promieniowania świetlnego laserów gazowych z parami pierwiastków chemicznych, który pozwala na bezinercyjne zmiany mocy promieniowania świetlnego od minimalnej do maksymalnej wartości, nie pogarszając przy tym własności promieniowania świetlnego. Drugim celem wynalazku jest zwiększenie mocy promieniowania świetlnego w porównaniu z przypadkiem, gdy parametry są optymalne. Dalszym celem wynalazku jest zmniejszenie poziomu szumów promieniowania świetlnego lasera.

Zadaniem wynalazku jest dostarczenie takiego sposobu regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera z parami pierwiastków chemicznych, który polega na zmianie parametrów wyładowania, cechuje się małą bezwładnością, nie pogarsza własności promieniowania świetlnego i zabezpiecza możliwość zmiany mocy promieniowania świetlnego od minimalnej do maksymalnej wartości.

Zadanie to zostało rozwiązane w ten sposób, że w celu regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego, zawierającego rurę wyładowczą napełnioną gazem obojętnym z domieszkami par pierwiastków chemicznych będących czynnikiem roboczym zdolnym do wzbudzenia promieniowania świetlnego przy wytworzeniu w nim elektrycznego wyładowania prądu stałego, według wynalazku do czynnika roboczego przykłada się zmienne pole elektryczne i zmienia się jego częstotliwość w zakresie częstotliwości niestacjonarnych wahań czynnika roboczego przy wytworzeniu w nim elektrycznego wyładowania prądu stałego, w wyniku czego przy zmianie częstotliwości pola zmiennego zmienia się moc promieniowania świetlnego lasera.

Sposób regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych według wynalazku cechuje się znacznie mniejszą bezwładnością w porównaniu ze znanymi sposobami, co pozwala na zwiększenie mocy promieniowania świetlnego co najmniej dwukrotnie w porównaniu z przypadkiem, gdy nie ma miejsca regulacja. Poza tym w obecności zmiennego sygnału elektrycznego zmniejsza się znacznie poziom szumów w promieniowaniu świetlnym lasera, występujących w związku z niestacjonarnymi wahaniami czynnika roboczego przy wytworzeniu w nim wyładowania elektrycznego prądu stałego. Zmniejszenie szumów jest takie, że przy osiągnięciu maksymalnej mocy promieniowania świetlnego ich wartość zmniejsza się o dwa rzędy wielkości. Zastosowanie sposobu według wynalazku nie powoduje dodatkowych zmian w charakterystyce kierunkowości i jednorodności promieniowania świetlnego. W końcu należy zaznaczyć, że zastosowanie sposobu według wynalazku pozwala na zabezpieczenie stabilizacji mocy przy użyciu prostych środków technicznych.

W celu regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera od minimalnej do maksymalnej wartości należy zastosować zmienne pole elektryczne o częstotliwości od około 40 do około 220 kHz.

Przy stosowaniu lasera z czynnikiem roboczym, zawierającym hel i pary kadmu całkowity zakres regulacji zabezpiecza się przez zmianę częstotliwości pola zmiennego od około 80 do około 110 kHz.

Regulację mocy można przeprowadzać poprzez zmianę prądu zmiennego lub poprzez zmianę napięcia zmiennego, przy czym zmienny prąd (napięcie) elektryczny powinien być równy 0,01 wartości prądu (napięcia) stałego w celu uzyskania jak najlepszych wyników.

W celu realizacji sposobu według wynalazku w urządzeniu do regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych, zawierającego rurę wyładowczą z elektrodami i zawierającego źródło prądu stałego przeznaczone do podłączenia do elektrod rury wyładowczej, według wynalazku stosuje się regulowane częstotliwościowo w zakresie niestacjonarnych wahań czynnika roboczego lasera źródło sinusoidalnego prądu zmiennego, podłączone do elektrod rury wyładowczej szeregowo ze źródłem prądu stałego.

W celu podłączenia źródeł prądu: zmiennego i stałego, urządzenie może zawierać transformator, którego uzwojenie wtórne jest podłączone do elektrod rury wyładowczej i w którego obwodzie znajduje się źródło prądu stałego, a uzwojenie pierwotne podłączone jest do źródła sinusoidalnego prądu zmiennego.

W odmianie realizacji w urządzeniu do regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych, zawierającego źródło prądu stałego przeznaczone do podłączenia do elektrod rury wyładowczej według wynalazku stosuje się regulowane częstotliwościowo w zakresie niestacjonarnych wahań czynnika roboczego lasera źródło sinusoidalnego napięcia zmiennego, podłączone do elektrod rury wyładowczej równolegle do źródła prądu stałego.

W tej odmianie realizacji urządzenia korzystne jest zastosowanie kondensatora, którego jedna elektroda połączona jest z elektrodą rury wyładowczej, a druga elektroda ze źródłem napięcia sinusoidalnego oraz zastosowanie rezystora, który jest przyłączony do wymienionej elektrody lasera szeregowo ze źródłem prądu stałego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony na przykładach wykonania na rysunkach, na których fig. 1 przedstawia laser gazowy z parami pierwiastków chemicznych wraz z urządzeniem do regulacji mocy jego promieniowania świetlnego według wynalazku, fig. 2 — wykres zmian mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z mieszaniną helu i par kadmu w zależności od zmian częstotliwości zmiennego pola elektrycznego, fig. 3 — schemat lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych wraz z urządzeniem do regulacji mocy jego promieniowania świetlnego, zawierającego źródło prądu sinusoidalnego, fig. 4 — schemat lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych wraz z urządzeniem do regulacji mocy jego promieniowania świetlnego, zawierającego źródło napięcia sinusoidalnego.

Laser gazowy 1 zawiera rurę wyładowczą 5 z okienkami optycznymi 6 ustawionymi pod kątem Brewstera do osi optycznej lasera 1 i zwierciadła 7 tworzące rezonator optyczny. Wewnątrz rury wyładowczej 5 znajdują się elektrody 8 włączone w elektryczny obwód wyjściowy źródłem 3 i 4 prądu stałego i zmiennego. Pomiedzy tymi elektrodami jest utworzony obszar wyładowczy rury 5. Do wnętrza rury wyładowczej 5 wprowadzony jest hel i kadm parujący przy wytworzeniu wyładowania prądu stałego, w wyniku czego w rurze wyładowczej 5 tworzy się mieszanina helu i par kadmu. Ta mieszanina jest czynnikiem roboczym zdolnym do wzbudzenia promieniowania przy wytworzeniu wymienionego wyładowania prądu stałego. Zamiast helu może być zastosowany inny gaz obojętny, a zamiast par kadmu — pary innego metalu lub półmetal, których mieszanina z gazem obojętnym stanowi czynnik roboczy wymienionych „laserów z parami pierwiastków chemicznych”.

Jako źródło 3 prądu stałego może być zastosowane dowolne znane źródło prądu stabilizowanego. Wystarczające jest, gdy to źródło zabezpiecza prąd 50–250 mA i napięcie 1000–5000 V.

Jako źródło zmiennego pola elektrycznego może być zastosowany dowolny regulowany generator sinusoidalnego prądu (napięcia) zmiennego, którego zakres częstotliwości jest równy zakresowi częstotliwości niestacjonarnych wahań czynnika roboczego przy wytworzeniu w nim elektrycznego wyładowania prądu stałego. Przy wyładowaniu prądu stałego mają miejsce niestacjonarne wahania czynnika roboczego, które są spowodowane różnorodnością prędkości przemieszczania się i dyfuzji elektronów i jonów w polu elektrycznym wytwarzanym przez źródło prądu stałego, oraz prądami elektronów i jonów na ściankach rury wyładowczej 5. Te niestacjonarne wahania powodują niejednorodność koncentracji i temperatury elektronów i jonów czynnika roboczego, w wyniku czego warunki wyładowania w różnych częściach rury nie są jednakowe.

Częstotliwość sinusoidalnego prądu (napięcia) zmiennego, przy której osiąga się maksymalną moc promieniowania świetlnego, zależy od ciśnienia gazu obojętnego, średnicy rury wyładowczej, a także od długości rury wyładowczej i ciśnienia par metali i półmetali.

Wystarczające jest w każdym przypadku, żeby zakres regulacji częstotliwości źródła prądu (napięcia) zmiennego wynosił od około 40 do około 300 kHz.

W laserach gazowych, w których czynnikiem roboczym jest hel z domieszkami par kadmu, moc minimalna i maksymalna jest uzyskiwana przy zmianie częstotliwości źródła 4 od 8 do 110 kHz, co widać na wykresie 9 (fig. 2). Przy osiągnięciu mocy maksymalnej, w danym przypadku przy 110 kHz, uzyskuje się w promieniowaniu świetlnym zmniejszenie poziomu szumów 100 razy.

Przy stosowaniu jako źródła 4 źródła prądu zmiennego, urządzenie 2 zawiera transformator 10 (fig. 3), którego uzwojenie wtórne 11 jest połączone ze źródłem 3 prądu stałego i z elektrodą 8, a uzwojenie pierwotne 12 — ze źródłem 4 prądu zmiennego. Źródło prądu zmiennego należy wybrać w ten sposób, żeby amplituda tego prądu była równa około 0,01 wartości prądu źródła prądu stałego.

Przy stosowaniu jako źródła 4 źródła napięcia zmiennego może być wykorzystywany schemat przedstawiony na fig. 4. W tym przypadku źródło napięcia zmiennego jest przyłączone równolegle do obszaru wyładowania poprzez kondensator 13, a źródło 3 napięcia stałego jest przyłączone równolegle do tego obszaru poprzez rezystor 14 w jego obwodzie wyjściowym. Źródło 4 należy wybrać w taki sposób, żeby amplituda jego napięcia była równa około 0,01 napięcia źródła prądu stałego.

Zasada sposobu według wynalazku zostanie opisana poniżej. Przy włączeniu źródła 3 prądu stałego w rurze wyładowczej 5 następuje wyładowanie elektryczne. To wyładowanie pobudza czynnik roboczy i wewnątrz rezonatora następuje wzbudzenie promieniowania świetlnego wyprowadzanego z rezonatora poprzez jedno ze zwierciadeł. Jak już wspomniano, występują przy tym wahania niestacjonarne. Przy przyłożeniu zmiennego pola elektrycznego ze źródła 4 wahania niestacjonarne przekształcają się w regularne wahania o częstotliwości równej częstotliwości zmiennego pola elektrycznego.

W przypadku, gdy częstotliwość zmiennego pola elektrycznego jest taka, że stosunek czasu życia jonów gazu biernego do okresu regulacji wahań jest równy całkowitej liczbie nieparzystej, to koncentracja i temperatura

jonów czynnika roboczego przyjmują zwiększone wartości. W wyniku tego moc promieniowania świetlnego osiąga wartość maksymalną.

W przypadku, gdy częstotliwość zmiennego pola elektrycznego jest taka, że stosunek czasu życia jonów gazu biernego do okresu regularnych wahań jest równy całkowitej liczbie parzystej, to koncentracja i temperatura elektronów czynnika roboczego przyjmują zmniejszone wartości. W wyniku tego moc promieniowania świetlnego osiąga wartość minimalną. Ustalenie się regularnych wahań i mocy promieniowania świetlnego następuje w czasie kilku okresów wahań, to znaczy regulacja mocy promieniowania świetlnego wykazuje małą bezwładność.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych, w którym do czynnika roboczego przykładą się stałe pole elektryczne w celu wzbudzenia go, w wyniku którego wytwarza się promieniowanie świetlne, z n a m i e n n y t y m, że do czynnika roboczego przykładą się dodatkowe zmienne pole elektryczne i zmienia się jego częstotliwość w zakresie częstotliwości niestacjonarnych wahań czynnika roboczego przy wytworzeniu w nim elektrycznego wyładowania prądu stałego, w wyniku czego zmienia się moc promieniowania świetlnego.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że przykładą się zmienne pole elektryczne o częstotliwości zmieniającej się w zakresie od około 40 do około 220 kHz.

3. Sposób według zastrz. 2, dla regulacji promieniowania lasera z czynnikiem roboczym zawierającym hel i pary kadmu, z n a m i e n n y t y m, że przykładą się zmienne pole elektryczne o częstotliwości 80–110 kHz.

4. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, z n a m i e n n y t y m, że zmienia się częstotliwość prądu zmiennego pola elektrycznego.

5. Sposób według zastrz. 4, z n a m i e n n y t y m, że amplituda prądu zmiennego pola elektrycznego jest równa około 0,01 wartości prądu stałego pola elektrycznego.

6. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, z n a m i e n n y t y m, że zmienia się częstotliwość napięcia zmiennego pola elektrycznego.

7. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, z n a m i e n n y t y m, że amplituda napięcia zmiennego pola elektrycznego jest równa około 0,01 wartości napięcia stałego pola elektrycznego.

8. Urządzenie do regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych, zawierającego rurę wyładowczą z elektrodami wewnątrz tej rury i zawierającego źródło prądu stałego podłączone do elektrod rury w celu wzbudzenia elektrycznego wyładowania prądu stałego, z n a m i e n n e t y m, że zawiera regulowane częstotliwościowo źródło prądu zmiennego przeznaczone do podłączenia do elektrod rury szeregowo ze źródłem prądu stałego w obwodzie elektrycznym rury wyładowczej i wytwarzające sygnały sinusoidalne o częstotliwości zawartej w zakresie częstotliwości niestacjonarnych wahań czynnika roboczego przy wytworzeniu w nim elektrycznego wyładowania prądu stałego.

9. Urządzenie według zastrz. 8, z n a m i e n n e t y m, że zawiera transformator, którego uzwojenie wtórne jest połączone szeregowo z elektrodami rury wyładowczej i ze źródłem prądu stałego, a uzwojenie pierwotne ze źródłem prądu sinusoidalnego.

10. Urządzenie do regulacji mocy promieniowania świetlnego lasera gazowego z parami pierwiastków chemicznych, zawierającego rurę wyładowczą z elektrodami wewnątrz tej rury i zawierającego źródło prądu stałego podłączone do elektrod rury w celu wzbudzenia elektrycznego wyładowania prądu stałego, z n a m i e n n e t y m, że zawiera regulowane częstotliwościowo źródło napięcia zmiennego przystosowane do podłączenia do elektrod rury równolegle do źródła prądu stałego i wytwarzające sygnały sinusoidalne o częstotliwości zawartej w zakresie częstotliwości niestacjonarnych wahań czynnika roboczego przy wytworzeniu w nim elektrycznego wyładowania prądu stałego.

11. Urządzenie według zastrz. 10, z n a m i e n n e t y m, że źródło prądu zmiennego jest podłączone do jednej elektrody bezpośrednio i do drugiej elektrody poprzez kondensator, a źródło prądu stałego zawiera rezystor w jego obwodzie wyjściowym.

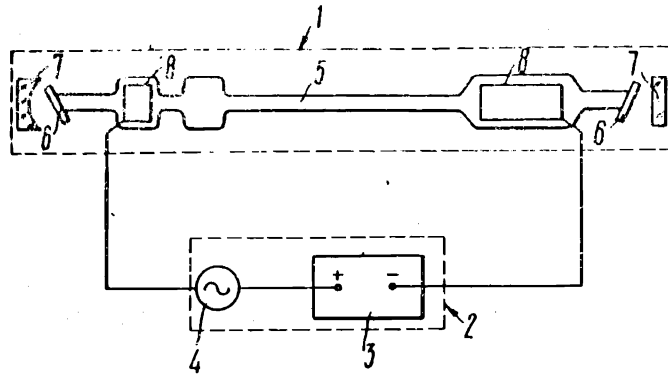


FIG. 1

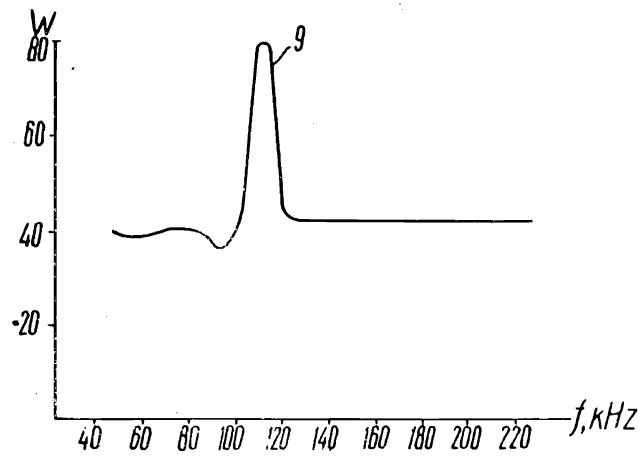


FIG. 2

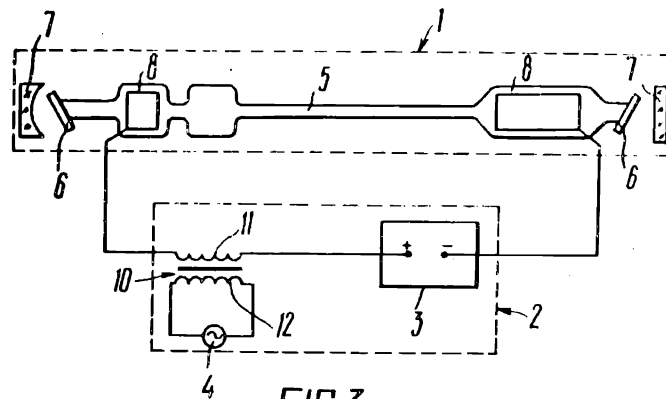


FIG. 3

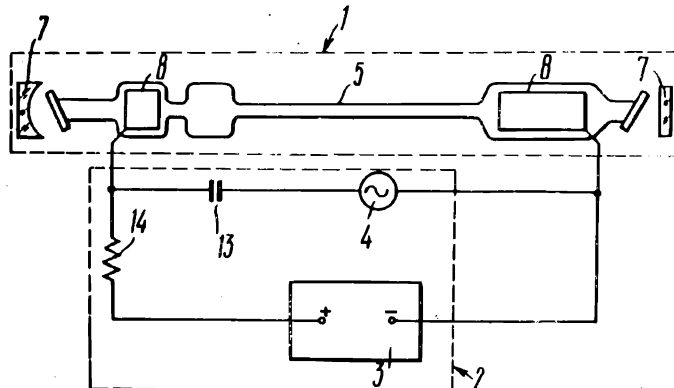


FIG. 4

CZYTELNIA
Urzedu Patentowego
[illegible]