

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 126 039

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 05.02.79 (P. 213212)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 20.10.80

Opis patentowy opublikowano: 31.10.1985



Int. Cl.³
H01S 3/18

Twórca wynalazku: Robert Gałązka

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Fizyki,
Warszawa (Polska)

Strojony laser półprzewodnikowy oparty na zjawisku Ramana

Przedmiotem wynalazku jest strojony laser półprzewodnikowy oparty na zjawisku Ramana z odwracaniem spinu w półprzewodnikach z wymiennym oddziaływaniem spinowym.

Znane są lasery półprzewodnikowe oparte na zjawisku Ramana z odwracaniem spinu wykorzystujące zmiany zewnętrznego pola magnetycznego do rozczepiania poziomów spinowych w półprzewodnikach czyli do zmiany długości fali jego promieniowania. Działanie tego typu lasera przebiega następująco: światło lasera dużej mocy – najczęściej lasera gazowego np. CO₂, pada na odpowiednio przygotowaną próbkę półprzewodnika umieszczoną w polu magnetycznym. Promieniowanie świetlne emitowane przez półprzewodnik jest również światłem laserowym ale o innej energii – większej lub mniejszej od światła lasera pobudzającego. Zmieniając natężenie pola magnetycznego można zmieniać energię światła emitowanego z półprzewodnika. Energia promieniowania lasera ramanowskiego opisana jest wzorem:

$$E_w = E_p \pm (g^* \cdot MB \cdot H)$$

gdzie: E_w – energia promieniowania lasera ramanowskiego

E_p – energia promieniowania lasera pobudzającego

g^* – efektywny czynnik Landego

MB – magneton Bohra

H – natężenie pola magnetycznego

Cały ostatni człon równania daje wartość energii rozczepienia spinowego. Zakres przestrajania tego typu lasera zależy od wartości g^* i wartości pola magnetycznego. Wartość g^* związana jest ze strukturą energetyczną półprzewodnika i tylko w niektórych wyselekcjonowanych materiałach jest na tyle duża aby przestrajanie lasera było efektywne i mogło mieć znaczenie praktyczne. Najlepsze wyniki w przestrajaniu lasera ramanowskiego osiągnięto stosując jako półprzewodnik InSb o wartości $-g^* = -50$ i jako laser pobudzający – laser CO₂ o długości fali 10,6 μm . Przy maksymalnym polu magnetycznym rzędu 100 kGs zakres przestrajania wynosi od 9 μm do 14 μm .

Istota rozwiązania według wynalazku polega na wykorzystaniu zjawiska silnego rozczepienia spinowego poziomów energetycznych w półprzewodnikach, które jest spowodowane wymiennym oddziaływaniem spino-

wym i silnie zależy od pola magnetycznego, w którym umieszczony jest półprzewodnik oraz od jego temperatury. Oddziaływanie wymienne spinowe istnieje w materiale jeśli jeden ze składników półprzewodnika posiada silny moment spinowy. Szczególnie silne momenty spinowe posiadają pierwiastki metali przejściowych np. Mn, Cr, Ni... oraz pierwiastki ziem rzadkich np. Eu, Gd, Sm. Ponieważ wielkość rozczepienia spinowego decyduje o zakresie przestrajania lasera istnieje możliwość zmiany długości fali promieniowania lasera poprzez zmianę natężenia pola magnetycznego, w którym znajduje się półprzewodnik, zmianę jego temperatury lub też zmianę obu tych czynników razem.

Zastosowanie półprzewodników, w których istnieje wymienne oddziaływanie spinowe jako strojonych laserów typu ramanowskiego umożliwia ze względu na dużą wartość g^* znaczne rozszerzenie zakresu przestrajania lasera przy kilkakrotnym zmniejszeniu zakresu pól magnetycznych wymaganych do pełnego przestrojenia lasera. Ponadto oprócz zmian pola magnetycznego czynnikiem powodującym przestrajanie lasera mogą być również zmiany temperatury. Rozwiązanie według wynalazku znacznie rozszerza krąg materiałów kwalifikujących się do stosowania w konstrukcji laserów ramanowskich ponieważ do prawie każdego półprzewodnika można w postaci domieszek lub stopu wprowadzić pierwiastki o silnych momentach spinowych.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony na podstawie rysunku, którego fig. 1 przedstawia zależność efektywnego czynnika Landego g^* od zawartości MnTe w półprzewodniku, a fig. 2 zależność czynnika g^* od temperatury.

Jako materiał laserujący strojonego lasera półprzewodnikowego stosowany jest stop półprzewodnika z pierwiastkami metali przejściowych lub pierwiastkami ziem rzadkich posiadającymi silne momenty spinowe i umożliwiającymi powstawanie w materiale wymiennym oddziaływań spinowych. Przykładowo są to następujące stopy półprzewodników: HgTe – MnFe, CdTe – MnTe, CdSe – EuSe, InAs – GaAs. Zakres pól magnetycznych, w którym następuje pełne przestrojenie lasera z tymi stopami wynosi 10 – 30 kGs, w stosunku do pól ponad 100 kGs wymaganych dla przestrojenia laserów klasycznych z półprzewodnikiem np. InSb. Wartość efektywnego czynnika Landego g^* dla tych stopów jest wielokrotnie wyższa niż w zwykłych półprzewodnikach. Jak pokazano na fig. 1 rysunku dla stopu CdTe – MnTe o zawartości 70% CdTe i 30% MnTe w temperaturze 77°K, g^* osiąga wartość 100. W stopach HgTe – MnTe o zawartości 96% HgTe i 4% MnTe w temperaturze 2°K wartość czynnika g^* osiąga wartość 380, a ponadto jak pokazano na fig. 2 rysunku wartość czynnika g^* silnie zależy od temperatury, co umożliwia przestrajanie lasera poprzez zmianę temperatury laserującej próbki półprzewodnika. Stwierdzono, że tak duża i zależna od temperatury wielkość g^* w stopach zawierających pierwiastki o silnych momentach spinowych związana jest z oddziaływaniem wymiennym spinowym pomiędzy nośnikiem prądu i zlokalizowanymi spinami pierwiastków magnetycznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Strojony laser półprzewodnikowy oparty na zjawisku Ramana z odwracaniem spinu, z n a m i e n n y t y m, że zawiera jako materiał laserujący stop półprzewodnika z pierwiastkami o silnych momentach spinowych powodujących w materiale wymienne oddziaływanie spinowe.

2. Strojony laser półprzewodnikowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że jako pierwiastki o silnych momentach spinowych stosowane są metale przejściowe lub pierwiastki ziem rzadkich.

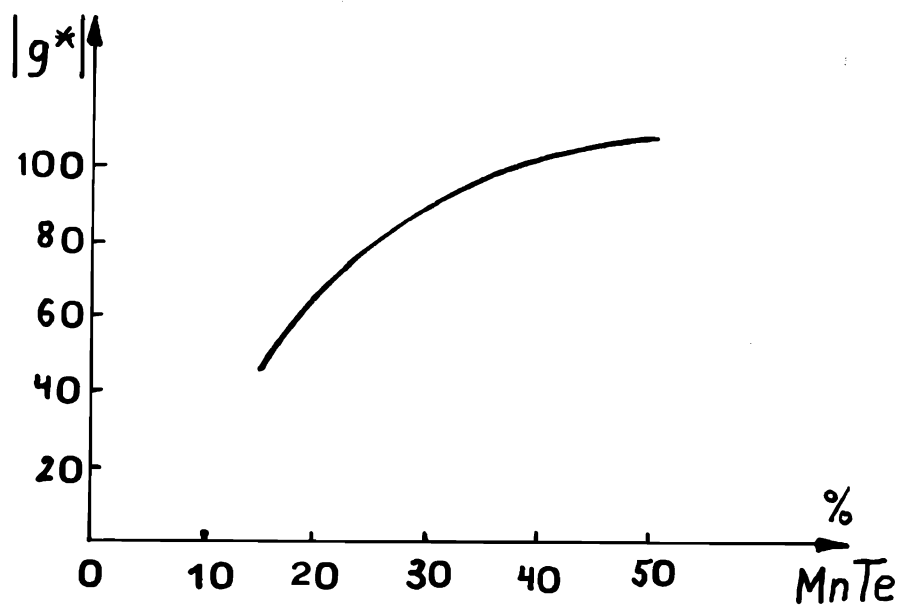


FIG.1

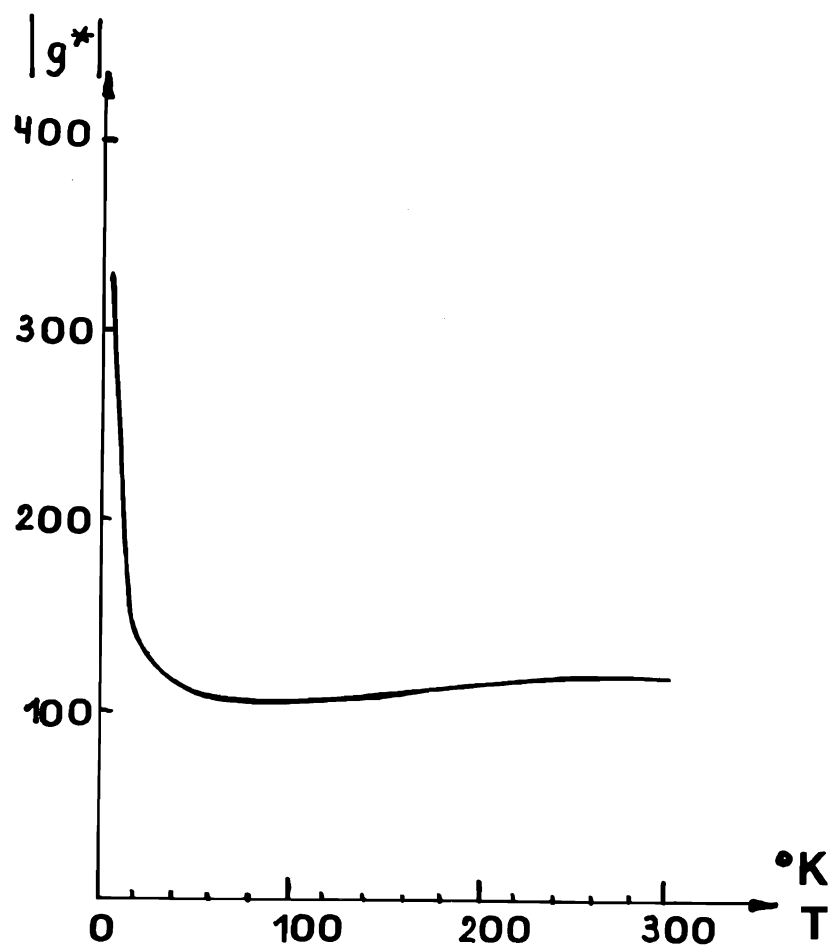


FIG.2