参 考 文 献

1. R. J. Collins and D. F. Nelson, J. Opt. Soc. Am. 51, 473 (1961).
2. S. Koozekanani, M Ciftan, and A. Krutchkoff, Appl. Opt. 1, 372 (1962).
3. D. Roess, Proc. IEEE 52, 196 (1964).
4. M. S. Lipsett and L. Madel, Nature 199, 547 (1963).
5. M. Katzman and J. W. Strozyk, Proc. IEEE 52, 433 (1964)
6. R. V. Pole, Bull.Am. Phys. Soc. 9, 66 (1964), 以及待发表者。

譯自 Appl. Optics 3, 1068 (1964)

(梁培煇譯，王克武校)

磁調制連續波 In As 二极管光激射器*[1]

I. 迈盖里斯， R. H. 雷迪可

已經观察到 In As 二极管的相干紅外輻射发射[2]，二极管用短电流脈冲(<1微秒)正向偏置。連續激射工作 Ga As 二极管已有过报导，但总輻射輸出中只有 10 %是受激輻射[3]。我們将正向偏置 In As 二极管用作連續波激射器，差不多全部輻射輸出都是受激发射。此外，使用一磁場，这些連續波激射器的发射波长由于輻射从一种腔模式迁到另一腔模式而被改变。

二极管和以前所报道的[2]类似，只是直角平行六面体的大小减为 250 微米×50 微米×120微米。二极管浸没于液氦中，并研究从平坦而平行的(110)解理面发射出的輻射。为使二极管在一連續偏置下工作，我們利用了較小磁場能显著降低受激发射的临閾电流这一事实。图1給出 4.2°K 时不同磁場大小下作为脈冲正向电流函数的二极管輻射。不加磁場的閾值在电流約为 530 毫安(4200安/厘米²)处，閾值由发射輻射的激增而判定。加有 3.6 千高斯磁

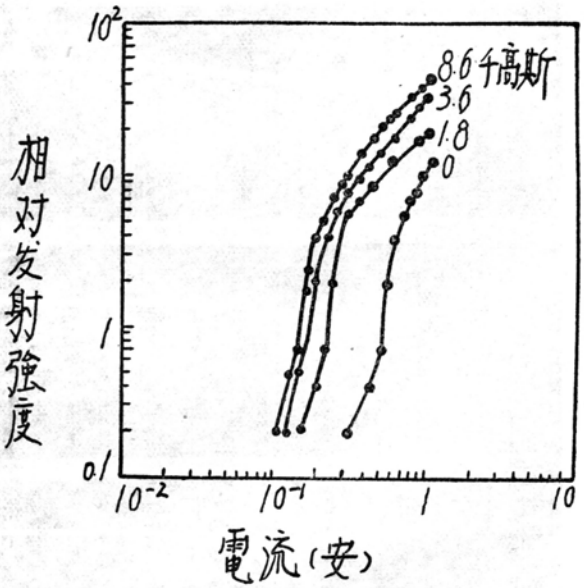

图 1 脈冲結果說明了电流閾值减小是磁場的函数，磁場垂直于电流方向。4.2°K 下，二极管解理表面的发射繪作 0.4 微秒持續电流脈冲幅度的函数。

* 原文为 Maser，意为 Laser 較适宜。

場，临閾电流降为160毫安。当磁場进一步增加时，临閾电流趋于达到一极限最小值。

图2(a)給出二极管直流电220毫安、4.1千高斯磁場下的連續波发射光譜。大部分发射是在31,168埃綫內。該綫量測半寬6埃相当于所用光柵光譜仪的分辨本領。31,125埃处少量发射是引人注目的，它对应于和主发射綫模式不同的模式，在反射解理面間具有額外的半波长。In As二极管連續波工作的一个优点是二极管工作于热平衡态下，由于热效应的其余波型而沒有出現。图2(a)中两模式間的波长分隔为43埃。如果我們将4微米以上所得的3×10^{-6}埃$^{-1}$用于$dn/d\lambda$，对腔大小为250微米所計得的波长分隔为

$$\Delta\lambda=\frac{\lambda_o^2}{2l[n_o-\lambda_o(dn/d\lambda)]}=56\text{埃。}$$

波长較接近能带隙，預期有更大的$dn/d\lambda$。发射波长处$dn/d\lambda$值容易大到足以使計算得的分隔值和实驗結果相符合。另一个腔长为470微米二极管，模式分隔为23埃，这和250微米二极管模式分隔值外推所得的相一致。模式結构的外推是眞正激射作用的明証。較大的二极管，在2.1°K下，二极管电流升至1.0安(1.8×10^4安/厘米^2)也是象連續波激射器一样工作。

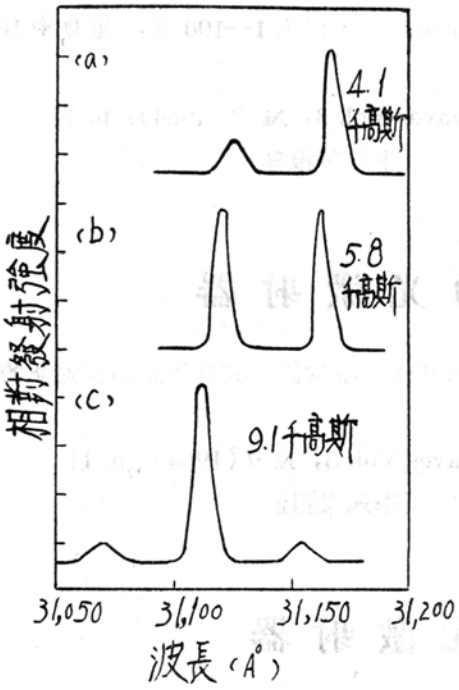

图2 三种不同磁場大小，4.2°K下，InAs二极管解理表面連續波发射光譜。二极管正向电流为220毫安(直流)。

用增加磁場的方法，牺牲长波綫能增强31,125埃发射綫。如图2(b)所示，5.8千高斯时两綫等幅，而在9.1千高斯，如图2(c)所示，大部分发射是在短波綫。这样通过4.1与9.1千高斯間磁場的变化，激射紅外发射能被調到两相邻模式中的任一个。較大的磁場能将短波长腔模式发射綫外的分离。激射发射綫这种迁移的大小和这些二极管非相干发射峯磁場下观察到的迁移是一致的，后者将另文报道。除了使輻射移到短波长腔模式外，如在图2所看到的，磁場也在模式本身的位置上产生不大的变化。磁場由4.1到9.1千高斯的变化将模式向短波长移13埃，在所研究的磁場范圍內，該迁移和場的关系呈綫性关系。这种腔模式的位移也許是In As介电常数随磁場增加的結果。

作音感謝基耶斯(R. J. Keyes)和貝特斯(D. H. Bates)提供校準过的光柵光譜仪。巴尔奈(Mary L. Barney)和必兰格(L. J. Belanger)制作了激射器結构，并建立了实驗装置。

参 考 文 献

〔1〕在美国陆海空軍支持下工作。
〔2〕I. Melngailis, Appl. Phys. Letters 2, 176 (1963).
〔3〕W. E. Howard, F. F. Fang, F. H. Dill, and M. I. Nathan, IBM J. Res. Develop. 7, 74 (1963). M. I. Nathan 在私人通信中指出，連續波工作現已达60%的輻射为受激发射。
〔4〕用另一个二极管更細緻的量測已給出分辨本領限制下半寬为2.5埃。
〔5〕F. Oswald and R. Schade, Z. Natur forsch, 9a, 611 (1954).

譯自 Appl. Phys. Letters 2, (1963) 202.
(梁培煇譯，王海龙校)