InGaAs 量子ドットと積層したバリア層のスピン輸送特性に対する成長温度の影響

Effects of growth temperature of barrier layers integrated with InGaAs quantum dots on spin-transport properties

北大院情報科学 [1] リンショーピン大学 [2] ○板橋 皓大 [1], 武石 一紀 [1], 浦部 晶行 [1], 高山 純一 [1], Shula Chen[2], 村山 明宏 [1]

Hokkaido Univ.[1] Linköping Univ.[2] ○Kodai Itabashi[1], Kazuki Takeishi[1], Masayuki Urabe[1], Junichi Takayama[1], Shula Chen[2], and Akihiro Murayama[1]

E-mail:ik0430gnr@eis.hokudai.ac.jp

近年、半導体において電子のスピン状態を利用するスピントロニクスの研究が盛んに行われている。しかし、一般の半導体においては、電子のスピン状態はナノ秒以下の時間で緩和してしまう。これに対して、半導体の自己組織化量子ドット(QD)においてはスピンの緩和が十分抑制されるため、量子ドットを光学活性層に用いたスピン機能性光デバイスの実現が期待されている。そのためには、電極層からドットへと電子スピンを輸送する半導体バリア層におけるスピン緩和の抑制が課題となる。本研究では、InGaAs QD 光学活性層に対するバリア層中のスピン輸送特性を向上させるため、GaAs 及び AlGaAs バリアの成長温度に関する研究を行った。InGaAs QD を光学活性層として用いる光デバイス構造においては、ドットからバリア層への In の拡散を抑制するため、ドット形成後の上部バリア層成長時にその基板温度をある程度抑えて成長する必要がある。

$In_{0.5}Ga_{0.5}As$ QD を成長後、引き続き基板温度 T_{sub} = 640 ℃で $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ バリア層を成長した。そしてこの積層試料について、AlGaAs バリアを円偏光パルスにより励起してスピン偏極キャリアを生成後、QD の励起状態から生じる円偏光 PL スペクトルとその円偏光度を図 1 に示す。ここで、励起するレーザーの円偏光特性を σ^+とし、QD からの円偏光 PL 強度 $I_{\sigma\pm}$を用いて円偏光度を $P = (I_{\sigma+}-I_{\sigma-})/(I_{\sigma+}+I_{\sigma-})$と定義した。QD からの PL スペクトルのエネルギーとその形状はバリア層の成長基板温度にはあまり影響を受けず、In 拡散の影響は小さいと思われる。QD 成長後の $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ バリアの成長温度に対する、QD からの PL 強度とその円偏光度を図 1(b)に示す。AlGaAs に対する基板温度を上げて成長させることで、QD からの円偏光 PL の強度と円偏光度が大幅に向上している。すなわち、量子ドットにおける In 拡散を十分抑えた条件の下で AlGaAs バリア層成長の基板温度を上げることは、キャリアのスピン輸送特性を向上させるために有効である。

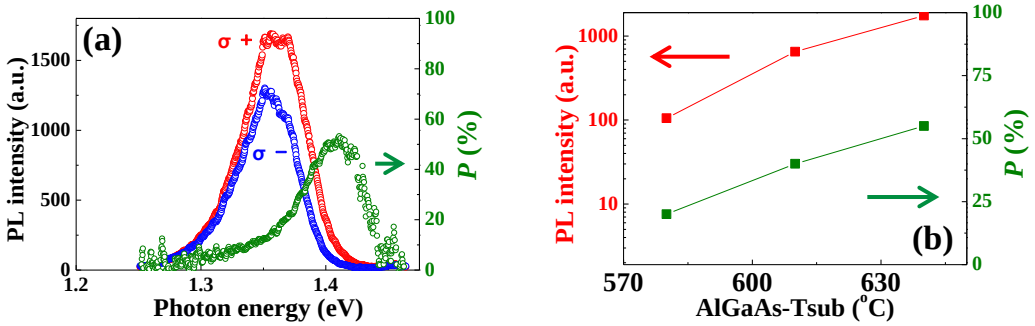

Figure 1.

(a) Circularly polarized PL spectra and the corresponding CPD as a function of photon energy from $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ QDs with an $Al_{0.1}Ga_{0.9}As$ top barriers grown at T_{sub} = 640 ℃

(b) PL intensity and the CPD value in QDs as a function of T_{sub} of the AlGaAs barrier

© 2016年 応用物理学会