

GaAs/AlGaAs 量子井戸における 高移動度二次元電子スピンの時空間発展

Spatiotemporal evolution of high mobility two-dimensional electron spins in GaAs/AlGaAs quantum well

東理大院理¹, 筑波大², 東北大通研³

○鈴木 拓也¹, 北澤 豪¹, 石原 淳¹, 大野 裕三², 大野 英男³, 宮島 顕祐¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, Univ. of Tsukuba², RIEC, Tohoku Univ.³

Takuya Suzuki¹, Go Kitazawa¹, Jun Ishihara¹, Yuzo Ohno², Hideo Ohno³, and Kensuke Miyajima¹

E-mail: 1520527@ed.tus.ac.jp

はじめに：スピン軌道相互作用は運動する電子スピンに有効磁場として作用するため、外部磁場なしでスピン状態の制御が可能となる。特に長い運動量緩和時間を持つ電子系では波数ベクトルが長時間変わらない。そのため、スピン軌道有効磁場によるスピンの空間的な回転情報を時間領域に置き換えてデバイス中で利用することができる。これまでに、高移動度の二次元電子系においてスピン軌道有効磁場によるゼロ磁場下でのコヒーレント振動が観測された他[1,2]、本研究グループにおいて、コヒーレント振動の時間領域解析によるスピン軌道相互作用の評価[3]や結晶方位依存性[4]を報告してきた。今回は、光励起電子スピンの時空間発展について報告する。

実験結果：試料は分子線エピタキシー法を用いて GaAs(001)基板上に成長した井戸幅 20 nm の片側変調ドープ GaAs/AlGaAs 単一量子井戸である。電子スピンのダイナミクスは時空間分解磁気カー回転測定により観測した。ポンプ光とプローブ光のスポットサイズはそれぞれ 5 μm と 6 μm である。図 1 はスピン分布の時空間発展で、正はスピニアップ、負はスピンドアウンの状態に対応する。 $x//[1\bar{1}0]$ 方向には歳差運動しながら、 $y//[110]$ 方向にはスピンの一度反転後、状態を保ちながら集団として拡散する様子を観測した。つまり、本試料における有効磁場が異方的であることを示している。破線はスピンパケットの中心位置を示しており、ここから求めた拡散速度は電子のフェルミ速度よりも 10~20%程度低下していることが分かった。また、 $x//[1\bar{1}0]$ 方向に運動する電子スピンの歳差運動周波数は 0.116 rad/ps と求めた。このようにスピン分布の高解像測定なしでも、スピン拡散速度と有効磁場の大きさを同時評価することに成功した。

This work was partially supported by JSPS KAKENHI (Grant No. JP18K14113), the Murata Science Foundation and the Cooperative Research Project Program of RIEC.

[1] M. A. Brand *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89**, 23 (2002).

[2] T. Takahashi *et al.*, Physica E **42**, 2698 (2010).

[3] J. Ishihara *et al.*, Phys. Rev. B **101**, 094438 (2020).

[4] 北澤豪ほか, 秋季応用物理学会, 18p-E216-5 (2019).

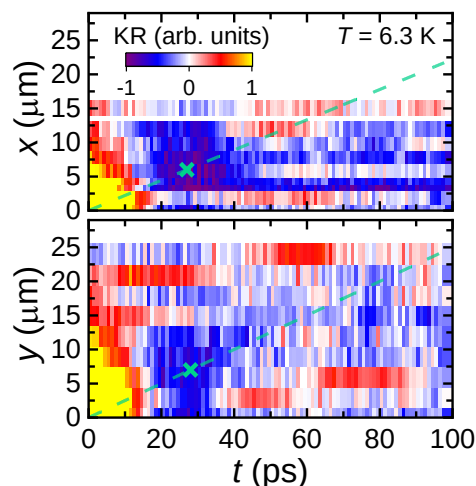


Fig. 1 Spatiotemporal evolution of spin distribution. (a) $x//[1\bar{1}0]$, (b) $y//[110]$.