

研究 成果 報告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	マイクロ波による巨視的量子コヒーレンスを持つ2層系量子ホール効果の研究				
研究テーマ (欧文) AZ	Study of the macroscopic quantum coherence in the bilayer quantum Hall effect by the microwave irradiation				
研究氏 代 表 名 者	かたかな CC	姓)フクダ	名)アキラ	研究期間 B	2010 ~ 2012 年
	漢字 CB	福田	昭	報告年度 YR	2012 年
	ローマ字 CZ	FUKUDA	AKIRA	研究機関名	兵庫医科大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	兵庫医科大学・物理学教室・准教授				
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 半導体界面に形成される2次元電子系は、超低温・高磁場下において、量子ホール効果と呼ばれる特異な量子輸送現象を示す。2次元電子系を近接して配置した2層系量子ホール系では、電子の持つスピン自由度に加えて、「層」の自由度(擬スピンという)が加わることで、巨視的な量子コヒーレンスを持つ新しい量子相が出現することが期待される。本研究では、擬スピン自由度に加え、電子や核の持つスピン自由度も含め、量子構造について知見を得るため、下記のような研究を行った。 1) $\nu=2/3$ 量子ホール状態における異方的な電気伝導 面内磁場を印加し、ランダウ準位占有率 $\nu=2/3$ 量子ホール状態のスピン転移点付近で異方的な磁気抵抗のヒステリシスを観測し、核スピンのドメイン構造が、試料を流れる電流の向きに影響されることを示した。 2) 2層系 $\nu=2/3$ 量子ホール状態における励起状態 2層系 $\nu=2/3$ 量子ホール状態における励起構造を、活性化エネルギー測定により明らかにし、厳密対角化法による理論計算と比較した。 3) 2層系 $\nu=1/3$ 量子ホール状態における面内磁場の効果 2層系 $\nu=1/3$ 量子ホール状態において、特に1層系に近いリミットで、活性化エネルギー測定がほとんど面内磁場に依存しないという結果を得た。このことは、励起がスピン励起ではないことを示唆する。 4) 2層系 $\nu=1$ 量子ホール状態におけるコステリッツ・サウレス転移 2層系 $\nu=1$ 量子ホール状態における量子ホール転移温度を詳細に測定し、コステリッツ・サウレス転移と呼ばれる2次元超流動転移を起こしている可能性を示した。 5) マイクロ波による $\nu=2/3$ 量子ホール状態における核スピン緩和 $\nu=2/3$ 量子ホール状態で動的核スピン偏極した状態にマイクロ波を照射し、あらゆるスピン核種に共鳴した照射で、最も早い緩和が見出した。このことから、核スピン拡散が重要な役割を果たしている可能性を指摘した。					
キーワード FA	量子ホール効果	2層系	巨視的量子コヒーレンス	マイクロ波	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 ^{GB}	Anisotropy of Magnetoresistance Hysteresis around the $\nu=2/3$ Quantum Hall State in Tilted Magnetic Field								
	著者名 ^{GA}	K. Iwata et al.	雑誌名 ^{GC}	J. Phys. Soc. Japan						
	ページ ^{GF}	123701 1~4	発行年 ^{GE}	2	0	1	0	巻号 ^{GD}	79	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Excitation properties of $\nu = 2/3$ bilayer quantum Hall phases investigated by magnetotransport methods								
	著者名 ^{GA}	Y. D. Zheng et al.	雑誌名 ^{GC}	Phys. Rev. B						
	ページ ^{GF}	235330 1~6	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	83	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Effects of the in-plane magnetic fields on excitations of the $\nu=1/3$ bilayer quantum Hall states in the vicinity of single layer limit								
	著者名 ^{GA}	A. Fukuda et al.	雑誌名 ^{GC}	AIP Conf. Proc.						
	ページ ^{GF}	609 ~ 610	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	1399	
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}		
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}		

欧文概要^{EZ}

Two dimensional electron system (2DEG) formed in the heterostructure of the semiconductors undergoes a peculiar quantum transport called “quantum Hall effect” under high magnetic fields and low temperatures. In the bilayer quantum Hall system (QHS), where two 2DEGs are separated closely, novel quantum phases are expected to emerge by adding the “layer” degree of freedom (called “pseudospin”) to the electron spin degree of freedom. Here, we study the following phenomena where not only the pseudospins but also the electron and nuclear spins play an important role.

1) Anisotropic transport in the $\nu=2/3$ QHS

We observe the anisotropic hysteresis in the Landau level filling factor $\nu=2/3$ QHS under in-plane magnetic field. Results indicate that the nuclear spin domains are affected by the direction of the electric currents.

2) Excitations in the bilayer $\nu=2/3$ QHS

We reveal the elementary excitations in the bilayer $\nu=2/3$ QHS by the activation energy measurements and evaluate the experimental results with the exact diagonalization theory.

3) Effect of the in-plane magnetic fields in the bilayer $\nu=1/3$ QHS

At the monolayer limit in the bilayer $\nu=1/3$ QHS, we measured the activation energy that does not depend on the in-plane magnetic fields. Results indicate that the excitation is not the spin type.

4) Kosterlitz-Thouless phase transition in the bilayer $\nu=1$ QHS

We measure the onset temperature in the bilayer $\nu=1$ QHS, which suggest the occurrence of the Kosterlitz-Thouless phase transition.

5) Enhancement of the nuclear spin relaxation rate in the $\nu=2/3$ QHS by rf irradiation

We observe the significant enhancement of the nuclear spin relaxation rate by the alternative rf irradiation for every nuclear species, which indicate the occurrence of the nuclear spin diffusion.