

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV –0515–10**

Kvantová elektrodynamika umelých nanoštruktúr

Zodpovedný riešiteľ **Miroslav Grajcar**

Príjemca **Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského Bratislava
2. Ústav experimentálnej fyziky, SAV Košice
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. IPHT Jena, Nemecko
2. Dipartimento di Ingegneria Industriale, Universit`a degli Studi di Salerno, Italy
3. Department of Physics, University of Lancaster, Lancaster, United Kingdom

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. G. Oelsner et al., Dressed-State Amplification by a Single Superconducting Qubit, PHYSICAL REVIEW LETTERS 110, 053602 (2013).
2. S. N. Shevchenko et al., Amplification and attenuation of a probe signal by doubly dressed states, PHYSICAL REVIEW B 89, 184504 (2014).
3. M. Rehák et al., Parametric amplification by coupled flux qubits, APPLIED PHYSICS LETTERS 104,162604 (2014).
4. M. Kupka et al., BEC of magnons in superfluid He-3-B and symmetry breaking fields, Phys. Rev. B 85, 184529 (2012).
5. S. Fischer et al., Decay of persistent precessing domains in He-3-B at very low

temperatures. Phys. Rev. B 86, 024506 (2012).

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu nájdú uplatnenie pri konštrukcii veľmi citlivých detektorov, zosilňovačov a koherentných zdrojov signálov v mikrovlnnej oblasti.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Cieľom projektu bola konštrukcia základných zariadení na generovanie, distribúciu a detekciu mikrovlnných fotónov. Počas projektu sme navrhli, zrealizovali a merali jednofotónové zdroje na báze „dressed state lasingu“. Výsledkom boli publikácie v špičkových časopisoch Phys. Rev. Lett. a Phys. Rev. B. Tiež sme navrhli a skonštruovali parametrický zosilňovač na báze supravodivých qubitov. Jedná sa o aplikáciu supravodivých qubitov a výsledky boli publikované v prestížnom časopise pre aplikovanú fyziku Appl. Phys. Lett. Navrhli sme kvantový metamateriál, ktorý funguje ako fotónový detektor. Bola odladená technológia prípravy veľmi tenkých supravodivých vrstiev neusporiadaného supravodiča, ktorá umožňuje prípravu supravodivých nanoštruktúr. Tieto nanoštruktúry majú veľkú kinetickú nelineárnu indukčnosť. Táto umožňuje napr. konštrukciu parametrických zosilňovačov. Taktiež sme experimentálne pozorovali nový jav: zosilnenie vďaka Landau-Zenerovmu tunelovaniu. Nezávisle bol tento jav predpovedaný teoreticky. V časti projektu študujúceho ako vákuové vlastnosti mechanických rezonátorov, tak aj ich interakciu so supratekutým héliom-3 sme zaviedli nový typ mechanických rezonátorov na báze Sn whiskerov. Ukázali sme, že magnetické pole stáča polarizačný prúd piezo-rezonátora, avšak neovplyvňuje konštantu vzájomnú piezoelektrický prúd a rýchlosť pohybu tohto rezonátora. Štúdium interakcie rezonátorov so supratekutým héliom-3 ukázalo, že vlastnosti supratekutého hélia-3 pri ultra nízkych teplotách sú v podstate určené povrchom viazanými excitáciami, ktoré tlmia nielen pohyb samotných rezonátorov, ale sú zodpovedné za nový mechanizmus magnetického relaxačného procesu, ktorý výrazne zvýši rýchlosť disipácie energie.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The aim of the project was to develop the basic devices for detection, generation and distribution of single photons in the microwave frequency domain. We have designed and realized a photon source based on dressed-state lasing as well as a parametric amplifier based on superconducting qubits. The results were published in Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. B and Appl. Phys. Lett. We have also designed a superconducting quantum metamaterial which could work as a photon detector. We have established a technology for preparation of very thin superconducting films close to the superconductor-insulator transition suitable for patterning of superconducting nanostructures. Such nanostructures exhibit a large nonlinear kinetic inductance which can be used for parametric amplification. We have experimentally observed a new effect: amplification of a microwave signal caused by Landau-Zener tunneling. This phenomenon was independently predicted theoretically. In the part of the project, where vacuum properties of mechanical resonators as well as their interaction with superfluid ^3He were studied, we have introduced a new type of mechanical resonator based on Sn-whiskers. We have shown that magnetic field twists the polarization current of a piezo-resonator, but does not influence the value of the constant coupling of the resonator's velocity with its piezo-current. Our study of the interactions between mechanical resonators and superfluid ^3He showed that physical properties of superfluid ^3He at ultra low temperatures are determined by the surface trapped (Andreev-Majorana) excitations, that not only damp the mechanical resonator's motion, but are responsible for a new mechanism of the magnetic relaxation process, which significantly increases the rate of energy dissipation.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Doc. Miroslav Grajcar, DrSc.

V Bratislave 28.11.2014

Štatutárny zástupca príjemcu

Prof. Jozef Masarik, DrSc.

V Bratislave 28.11.2014

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu