



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0623-12

Tvarovanie magnetického poľa pomocou kombinácie supravodivých a feromagnetických materiálov

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Fedor Gömöry DrSc.**

Príjemca **Elektrotechnický ústav SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Elektrotechnický ústav SAV
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

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. Gömöry, F., Solovyov, M., and Šouc, J.: Layered superconductor/ferromagnet structures for magnetic field cloaking. Invited talk. In: 2014 MRS Spring Meeting & Exhibit. San Francisco, USA, April 2014.
2. Gömöry, F., Solovyov, M., Šouc, J., Vojenčiak, M., and Švec, P.: Dissipation in superconductor/ferromagnet multilayers for AC magnetic cloaking. Invited talk. 4th Inter. Conf. Supercond. Magnetism - Antalya, Turecko, Máj 2014.
3. Gömöry, F., Solovyov, M., Šouc, J., : Magnetization loop modelling for superconducting/ferromagnetic tube of an ac magnetic cloak. Supercond. Sci Technol. 28 (2015) 044001.

4. Solovyov, M., Šouc, J., Kováč, J., Gömöry, F., Mikulášová, E., Ušáková, M., Ušák, E., : Design of magnetic cloak for experiments in AC regime, (Invited paper). IEEE Trans. Applied Supercond. 26 (2016) 0500206.
5. Šouc, J., Solovyov, M., Gömöry, F., : Hiding objects in AC magnetic fields of power grid frequency by two-shell ferromagnetic/superconducting cloak., Applied Phys. Lett. 109 (2016) 033507.

Uplatnenie výsledkov projektu

Magnetický plášť zhotovený v rámci projektu je vďačným objektom, na ktorom sa laickej verejnosti a záujemcom o supravodivosť dajú príťažlivou formou demonštrovať magnetické javy. Predvedenie ukrývacích schopností sme za roky 2015-2016 vykonali pre cca 10 návštev vrátane prezidenta republiky, ministra školstva, atď.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Komplexným riešením problémov zhotovenia plášťa neviditeľnosti pre magnetické polia sme dosiahli niekoľko originálnych výsledkov.

V oblasti numerického modelovania, potrebného pre návrh plášťa, sme vyvinuli metódu, ktorá výpočtu magnetizačnej slučky zahrnula aj hysterézu magnetického momentu feromagnetickú časť plášťa. Približný postup, ktorý umožňuje porovnať namerané magnetické charakteristiky kompletného plášťa s teoretickou predpoveďou, má potenciál pre širšie využitie pre prípady kombinácie supravodivých a feromagnetických materiálov.

Rozvinuli sme koncept konštrukcie plášťa, kde vnútornú vrstvu tvoria pásy z vysokoteplotného supravodiča navinuté helikoidálne na cylindrický držiak, a vonkajšia feromagnetická trubka vznikne zmiešaním feritového prášku s vhodným spojivom a následným odliatím a vytvrdením. Výhodou riešenia je možnosť zväčšovania rozmerov, pretože navíjanie supravodivých pásov na cylindre s väčšími priermi nepredstavuje žiaden problém, a jediným obmedzením v našom výskume bolo množstvo potrebného materiálu. Demonštrovali sme funkčnosť plášťa s pracovným priestorom 240 cm³. Menší plášť s optimalizovanou konštrukciou bol schopný v magnetických poliach s amplitúdou 1 mT v rozsahu frekvencií 36 – 144 Hz viac ako 20-násobne zoslabiť signál vyvolaný kovovým alebo magnetickým predmetom.

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

Several original results have been reached in a complex research dedicated to the realization of magnetic invisibility cloak.

In the topic of numerical modeling crucial for the cloak design a new method has been developed that enables insertion of the magnetic hysteresis in ferromagnetic part of the cloak in the prediction of magnetization loop. Approximate computation allows to compare the measured magnetic properties of the complete cloak with theoretical prediction. Its application potential is wider covering various cases of combining superconducting and ferromagnetic materials.

Design concept was elaborated for the cloak with the inner part consisting of high-temperature superconducting tapes laid in helicoidal manner on a cylindrical surface and the outer ferromagnetic tube is created by mixing a ferrite powder in suitable binder, filling a form and hardening of the composite. Advantage of this architecture is its scalability to larger dimensions because the winding of superconducting tapes on cylinders with bigger diameter does not represent any problem. The only limitation we encountered in this regard was the amount of tape available. We have demonstrated good performance of the cloak with inner shielded space of 240 cm³. A smaller cloak with optimized properties was able to attenuate more than 20-times the magnetic signatures of ferromagnetic or metallic objects in magnetic

fields with 1 mT amplitude and frequency in the 36-144 Hz range.

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

Zodpovedný riešiteľ

doc. Ing. Fedor Gömöry DrSc.

V Bratislave 30. 01.2017

Štatutárny zástupca príjemcu

RNDr. Vladimír Cambel DrSc.

V Bratislave 30. 01.2017

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu