

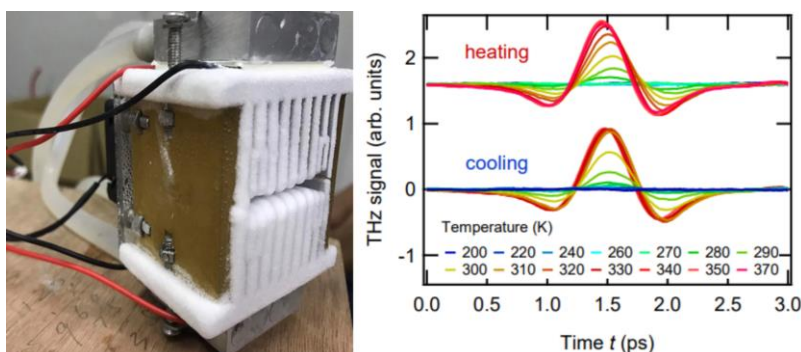
Stavba a dizajn teplotného kontroléru pre časovorozišnú terahertzovú spektroskopiu

Vedoucí: RNDr. Lukáš Nádvořník, Ph.D. (nadvořnik@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO

Konzultant: Mgr. Peter Kubaščík, KCHFO (peter.kubascik@matfyz.cuni.cz)

Časovorozišná terahertzová (THz) spektroskopie je veľmi mocná metóda charakterizácie vlastností pevných látok. Nakoľko sa jedná o žiarenie s veľmi malými fotónovými frekvenciami, väčšinou dochádza iba k vnútropásovým prechodom a teda o správanie materiálov podobným zapojeniu k klasickému elektrickému zdroju. K tomu sa však jedná o lokálnu, bezkontaktnú, nedeštruktívnu metódu, ktorá ľahko dokáže napríklad skúmať anizotropne vlastnosti. Tým sa jedná o ideálnu sondu rozptylových mechanizmov, defektov, ultrarýchle procesov a fázových prechodov (viď Obr.1.b)) rozličných exotických materiálov.

Všetky vyššie spomenuté efekty bývajú silne teplotne závislé a preto je vhodné túto metódu spojiť so zmenou okolnej teploty vzorky. Za týmto účelom sú väčšinou využívané kryostaty, ktoré mimo vysokej ceny a komplikovanej obsluhy je potrebné modifikovať tak, aby nedchádzalo k absorbcii alebo modifikácii polarizačného stavu THz pulzu. Navyše takéto zariadenia vedia schladiť vzorku na veľmi nízke teploty (rádovo jednotky Kelvínov), pričom na radu zaujímavých experimentov stačí zmena teploty v rozsahu -10 až 100 stupňov, napríklad pomocou keramického ohrievača alebo peltierového článku (viď Obr. 1a)). Vzhľadom k veľkej vlnovej dĺžke THz žiarenia sa jedná rozmerovo zväzky s rozmermi v ráde stoviek mikrometrov až centimetrov, ktoré je potrebné efektívne fokusovať. To omezuje veľkosť vzorkového priestoru na optické komponenty na rádovo centimetre. Preto je potrebné veľmi kompaktný ohrev/chladenie, ktorý je kompatibilný s terahertzovým setupom.



Obr. 1: a) Peltierov článok pri chladení [1]. b) THz vlny emitované zo zdroja FeRh/Pt, v ktorom dochádza k fázovému prechodu [2].

Náplňou projektu je dizajn, konštrukcia a následná implementácia kompaktného teplotného kontroléru v podobe keramického heatera alebo peltierového článku do vzorkového priestoru terahertzového experimentu v laboratóriu terahertzovej spintroniky MFF UK. Študent sa v prvej fáze zoznami s teóriou časovorozišenej terahertzovej spektroskopie a postaveným experimentálnym usporiadaním. Následne určí požiadavky na teplotný kontrolér a začne s dizajnom. V ďalšej fáze študent teplotný kontrolér zostaví a naimplementuje do terahertzového setupu, určí technológiu pripojenia vzoriek a zmeria teplotnú závislosť vybraného materiálu. V prípade záujmu je možné projekt rozšíriť o štúdium teplotnej závislosti THz vodivosti antiferomagnetického polokovu CuMnAs alebo experimentu optického zápisu a THz detekcie v premenlivej teplote.

Referencie:

[1] Obrázok Peltierovho článku z Aliexpressu. Dostupné na:

<https://www.aliexpress.com/item/1005004296901601.html>

[2] SEIFERT, T:S et. al. Terahertz spin currents and inverse spin Hall effect in thin-film heterostructures containing complex magnetic compounds. *Spin*. World Scientific Publishing Company, 2017(1740010)