

### Oponentní posudek disertační práce

**Uchazeč:** Ing. Radim Zahradníček

**Název disertační práce:** Aplikace Grafenu v Elektronice a Technologie Přípravy

**Oponent:** Prof. Ing. Zdeněk Sofer, Ph.D.

**Pracoviště opONENTA:** VŠCHT Praha

*Oponent se v posudku vyjádří dle Studijního a zkušebního řádu VUT zejména:*

- a) k aktuálnosti tématu disertační práce,*
- b) zda disertační práce splnila stanovený cíl,*
- c) k postupu řešení problému a k výsledkům disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda,*
- d) k významu pro praxi nebo rozvoj oboru,*
- e) k formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni,*
- f) zda disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona,*
- g) zda student prokázal nebo neprokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nespĺňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru. Bez tohoto závěru je posudek neplatný. Ke každému z níže uvedených bodů je nutno doplnit stručný komentář.*

#### **Ad a) Aktuálnost tématu disertační práce**

Téma disertační práce je velmi aktuální.

Komentář: Téma disertační práce je velmi aktuální, jelikož řeší mnoho aspektů aplikačního využití grafenu v moderní elektronice, senzorové technice a dalších aplikacích.

#### **Ad b) Splnění stanoveného cíle disertační práce**

Cíl disertační práce byl splněn.

Komentář: Všechny hlavní cíle disertační práce byly splněny a výsledky práce byly publikovány v impaktovaných časopisech.

**Ad c) Postup řešení problému a výsledky disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda**

Postup řešení problému a výsledky disertační práce jsou vynikající.

Komentář: Pro řešení disertační prací bylo použito mnoho pokročilých experimentálních technik a podařilo se zkonstruovat funkční elektronické součástky jako např. solární články a další prvky. Dále byla vypracována nová metoda přenosu grafenu s nižší kontaminací povrchu a podařilo se optimalizovat strukturu solárního článku na bázi grafenu. Dále byly vypracovány techniky přípravy nanostruktur jako jsou kvantové tečky na bázi grafenu i vrstevnatých chalkogenidů. Získané výsledky byly publikovány v impaktovaných časopisech

**Ad d) Význam pro praxi nebo rozvoj oboru**

Význam pro praxi nebo rozvoj oboru je vynikající.

Komentář: Hlavní význam práce vidím ve zlepšení procesu přenosu grafenu se snížením kontaminace, což je klíčové pro jeho aplikace v mikroelektronice. Dále byly vypracovány techniky PECVD depozice grafenu na různé substráty a metody přípravy grafenových teček pomocí exfoliace v kapalně fázi. Tyto práce mohou mít dopad na praktické aplikace těchto materiálů.

**Ad e) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň**

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň je nadprůměrné.

Komentář: Disertační práce je standardně členěna a má všechny náležitosti disertační práce. Pouze postrádám přehledný soupis prací, který Ing. R. Zahradníček publikoval.

**Ad f) Disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona**

Disertační práce podmínky uvedené v § 47 odst. 4\*) zákona č. 111/1998 sb. o vysokých školách splňuje.

*(\*4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.*

**Ad g) Prokázání tvůrčí schopnosti studenta v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.**

Doktorand prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Komentář: Disertační práce přináší mnoho poznatků v oblasti technologie 2D materiálů, zejména pro aplikace grafenu v elektronice. Pomocí pokročilých technologických procesů litografie a dalších metod byla výrazně zvýšena účinnost solárních článků na bázi grafenu. Při tomto procesu byla zásadním způsobem zlepšena metodika transferu grafenu. Dále byla demonstrována depozice grafenu s vertikální orientací a další výsledky v oblasti kvantových teček na bázi 2D materiálů. Disertační práce je kvalitně vypracována a přináší mnoho poznatků, které byly studentem publikovány v impaktovaných časopisech.

Celkové hodnocení: Disertační práce hodnotím kladně a obsahuje mnoho přínosných výstupů pro studium grafenu a jeho aplikací v mikroelektronice.

Otázky oponenta:

**K disertační práci mám následující otázky:**

- 1) Jaký efekt způsobuje expanzi grafitu působením mikrovlnného záření? Není nutné pro expanzi aby byly mezi rovinami přítomny funkční skupiny jako např. v oxidu grafitu, jejichž rozklad zajistí expanzi v důsledku jejich rozkladu?
- 2) Proč nebyla při studiu kvantových teček použita metoda dynamického rozptylu pro měření distribuce jejich velikost?
- 3) Jaký mechanismus způsobuje vertikální růst grafenu na Ag/SiO<sub>2</sub>/Si substrátech?
- 4) Jaký mechanismus způsobuje dopování CVD vrstvy grafenu v kombinaci se stříbrnými nanodráty?

Disertační práci k obhajobě doporučuji nedoporučuji.

Dne: 08.06.2020

Podpis: .....  
