

### Oponentský posudek na disertační práci

**Název:** Heterostruktury na bázi organických vodivých materiálů  
**Autor disertační práce:** Ing. Silvan Pretl  
**Obor doktorského studia:** Elektronika  
**Studijní program:** Elektrotechnika a informatika  
**Vysoká škola:** FEL ZČU v Plzni

---

Při posuzování disertační práce jsem vycházel ze skutečností uvedených v předložené disertační práci, aktuálnosti tématu, způsobu a metod řešení, dosažených výsledků, způsobu zpracování práce a dalších získaných informací.

#### a) Význam disertační práce pro obor (aktuálnost zvoleného tématu)

Problematiku uvedenou v předložené disertační práci s názvem "*Heterostruktury na bázi organických vodivých materiálů*" lze považovat za aktuální a v současné době rozvíjenou zejména ve spojení s rozvojem nových technologických přístupů v mikroelektronice, snižováním technologických nákladů a zvyšování spolehlivosti elektronických systémů. Jedná se o oblast náležející do vývoje nových technologických postupů, významné je, že se jedná o postupy dostupné pro aplikace i v českých podmínkách. Snižování nákladů na technologické postupy a zvyšování hustoty součástek v objemu a zvyšování spolehlivosti je předmětem výzkumu a vývoje předních světových výrobců.

#### b) Zvolené postupy řešení problému, použité metody zpracování

Předložená práce je typicky zaměřena do technologické oblasti, tj. vývoje nových technologických postupů pro realizaci mikroelektronických struktur. Pro její řešení disertant využívá standardní metody laboratorní práce vyznačující se velkou náročností na pečlivost a opakovatelnost operací a především náročností na čas strávený při realizaci dílčích problémů přímo v laboratoři. Pro ověření teoretických předpokladů používá měření vlastností navržených a realizovaných struktur. V práci jsou používány dostupné laboratorní technologické přístupy a metody.

Práce je zaměřena na technologickou problematiku realizace tištěného tranzistoru, je zde popsána metodika přípravy tištěného tranzistoru, rozebrány jednotlivé fáze experimentální realizace spínací součástky laboratorně připravených OFET struktur a elektrochemického tranzistoru. Práce vychází z dlouhodobého materiálového výzkumného záměru v rámci Regionálního inovačního centra elektrotechniky v Plzni (RICE).

#### Splnění sledovaných cílů disertační práce

Disertační práce se zabývá nalezením vhodných technologických postupů s využitím vhodné materiálové základny pro realizaci flexibilních tištěných mikroelektronických součástek a struktur s využitím organických materiálů.

Hlavní a jediný cíl práce je definován na straně 13 ve znění: „Realizace funkčního unipolárního tranzistoru tiskovými metodami vhodnými pro hromadnou průmyslovou výrobu, který splňuje požadavky na nízkonapěťový provoz s vyhovujícími dynamickými parametry a s přijatelnou stabilitou v běžných atmosférických podmínkách“. Dílčí cíle stanoveny nebyly, hlavní cíl byl v této kapitole komentován v několika částech, které by bylo možné považovat za dílčí cíle práce (a) příprava součástkové struktury s topologií obdobnou typickému MOSFET v tříelektrodové konfiguraci, b) technologický postup realizace postupnou depozicí dílčích funkčních vrstev s využitím tiskových technik, c) požadavky na materiálové složení tranzistorové struktury s dostatečnou stabilitou a malou degradací funkčních parametrů).

Uvedené vytýčené cíle práce byly splněny a jsou v disertační práci rekapitulovány spolu s přínosy práce na straně 77, avšak postrádám stanovení vědeckých cílů práce.



### c) Výsledky disertační práce a nové poznatky

Podle stanovených cílů přinesla disertační práce nové poznatky v oblasti technologií přípravy tištěného elektrochemického tranzistoru unipolární konstrukce pro nízkonapěťový provoz s pracovním napětím v řádu stovek mV, s vyhovujícími dynamickými vlastnostmi s dosaženými spínacími a vypínacími časy v řádu desítek ms a stabilitou v běžných atmosférických podmínkách. Dosažené výsledky představují perspektivní realizace plně tištěné elektronické platformy pro jednoduché aplikace.

Cíl i dosažené výsledky byly konkrétně definovány a předloženy. Škoda, že v závěru práce chybí porovnání dosažených výsledků s výsledky uváděnými v odborné literatuře a především definování hlavních vědeckých přínosů doktoranda se vztahem k výsledkům práce.

### Původní konkrétní přínos disertanta (pro další rozvoj vědy)

Práce je z hlediska praktického využití přínosná, přinesla nové poznatky v oblasti technologie výroby tištěných tranzistorových struktur OFET, které je možno využívat i v našich podmínkách. Za podstatné přínosy k dalšímu rozvoji vědy lze v práci považovat především:

- Ověření realizace tranzistorových struktur typu OFET a zejména organických elektrochemických tranzistorů OECT pro napájení nízkým napětím.
- Odladění návrhu struktur pro dosažení dobrých dynamických vlastností struktur.
- Dosažení vyhovující stability v běžných podmínkách.

### d) Vyjádření k systematičnosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Práce napsaná na 90 stranách, vlastní text na 70 stranách, 40 stran tvoří realizační část. Práce je rozdělena na několik velkých částí. Na prvních cca 30 stranách textu je uveden cíl práce a dále jsou uvedeny obecně známé výchozí informace pro řešení práce (kapitola 4 je věnována organické tištěné elektronice, kapitola 5 unipolárním strukturám v tištěné elektronice. Jádrem práce je v kapitole 6 s realizací tištěného tranzistoru, kde jsou postupně řešeny pracovní nazvané tři generace tranzistoru OECT. Práce je doprovázena 74 odkazy na použitou literaturu, bohužel ani jeden odkaz není na vlastní publikace autora.

Pozitivně hodnotím shrnutí dosažených výsledků v kap. 6.3.4, kap. 6.4.4 a kap. 6.5.8. Za nedostatek v těchto kapitolách považují, že dosažené výsledky nejsou navázány na vlastní publikace autora a dále, že výsledky nejsou dostatečně konfrontovány s výsledky uváděnými v literatuře (mimo 3 odkazů na literaturu s výsledky dynamiky struktur na str. 70 a str. 72).

Práce je psána přehledně a pečlivě s velmi dobrou češtinou (drobné prohřešky), myšlenky jsou systematicky a logicky uspořádány. Obrázky použité v práci mají jednotný grafický charakter, ale místy jsou špatně čitelné (malé) stejně jako symbolika u os grafů není u všech obrázků dobrá. Bohužel ani důsledné používání jednotek ze soustavy SI včetně správného zápisu není v práci dodrženo.

Pozitivně hodnotím odkazy v textu na přílohy, do kterých byly pro přehlednost umístěny některé výsledky práce. Bohužel některé přílohy jsou zbytečné, protože se vyskytují i v textu jako obrázky.

### e) Vyjádření k publikacím disertanta

Disertant předložil seznam 11 vlastních publikací a výsledků vědecko-výzkumné práce (1 přijatý impaktovaný časopis, 1 ostatní časopis, 7 příspěvků na mezinárodních a národních konferencích, 2 funkční vzorky). U 6 z 7 příspěvků na mezinárodních a národních konferencích je disertant jako vedoucí autor. Podle názvu příspěvků mají publikace přímý vztah k problematice řešené v disertační práci.

### f) Dotazy a připomínky k disertační práci

Připomínky formálního charakteru:

- Str. 9/Seznam použitých symbolů a zkratk. Nejsou uvedeny všechny symboly použité v práci, např.  $V_T$ ,  $V_g$  apod. Zkratky typu ZČU, UPce, VTT do seznamu odborných zkratk nenáleží.



- Str. 13/Cíle práce. Stanoven jeden hlavní cíl, avšak chybí definování vědeckých cílů (podmínka obhajitelnosti disertační práce).
- Nestandardní číslování stránek počínaje stranou 8 u obsahu.
- Slovo „řídící“ se píše s krátkým i, např. str. 24, 26 apod. Ale cca od strany 43 je už v práci uváděno ve správném tvaru.
- Dobrá čeština s drobnými zanedbatelnými překlepy, ale vyskytují se slova, jako např. „peak“ na str.74, „škálování“ nebo překlep v popisu obrázku 6.21/str.57.
- Pochvala za důsledné psaní fyzikálního rozměru odděleně od vlastního čísla.
- Obrázky. Řada obrázků velmi malá se špatně čitelnými obsahy (např. str. 26/obr.5.3, str.31/obr.5.6, str. 43/obr.6.4 apod.).
- Fyzikální rozměry v textu i u některých obrázků ve špatném tvaru, často v textu uvedeno různě. Např.  $\text{cm}^2/\text{Vs}$  má být správně  $\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  (v seznamu symbolů je rozměr uvedený ve správném tvaru), dále např.  $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ,  $\text{S}/\text{cm}$ ,  $\text{S}/\text{m}$ ,  $\text{A}/\text{s}$  na str.67/obr.6.35, str. 74/obr. 6.45, obr. 6.46 apod.
- Symbol napětí V. Proč je v práci napětí označováno symbolem V místo v ČR stále platného symbolu U?
- Str. 43/obr. 6.4. Jaké veličiny jsou vynášeny na osách, symboly uvedené u os nejsou nikde definovány (ani v seznamu symbolů a zkratk). U těchto symbolů dále chybí fyzikální rozměry. Obrázek je malý a špatně čitelný.
- Str. 43/obr. 6.5. Fyzikální rozměry ve tvaru „Amps“ a „Volts“ neexistují. Obrázek je špatně čitelný.
- Str. 51/obr. 6.10, obr. 6.11. Označení os x a y je nepřehledné.
- Pozitivně hodnotím shrnutí dosažených výsledků v kap. 6.3.4, kap. 6.4.4 a kap. 6.5.8.
- Proč se odlišuje označení osy y u významově stejných obrázků str.66, str. 67/obr. 6.34, obr.6.35, obr. 6.36 a str. 68, str. 69/ obr. 6.37., obr. 6.38, obr. 6.39?
- Str.73/obr.6.43, str.75/obr.6.47. Nepříliš vhodné označení osy x.
- V práci chybí odkazy na vlastní publikace, zejména u částí s dosaženými výsledky práce.
- Proč jsou obrázky některé obrázky zařazené ještě jako přílohy? Příl. VII stejná jako str.68/obr. 6.37, Příl. VIII stejná jako str.69/obr. 6.38, Příl. IX stejná jako str.69/obr. 6.39.
- V práci není vidět podíl doktoranda na dosažených výsledcích (publikace kolektivní).
- Za nedostatek v kap. 6.3.4, kap. 6.4.4, kap. 6.5.8 a dalších částech práce považují, že dosažené výsledky nejsou navázány na vlastní publikace autora a dále, že výsledky nejsou dostatečně konfrontovány s výsledky uváděnými v literatuře (mimo 3 odkazů na literaturu s výsledky dynamiky struktur na str. 70 a str. 72).
- V závěru práce postrádám porovnání dosažených původních vědeckých výsledků (přínosů) práce s informací uváděnými v literatuře, chybí konfrontace výsledků.

#### Dotazy věcného charakteru:

- Str. 52/obr. 6.12, obr. 6.14 a podobně na str.53/obr.6.15. Na obrázcích chybí charakteristiky označené parametry  $V_{\text{gs}.1\text{st}}$ ,  $V_{\text{gs}.2\text{nd}}$ ,  $I_{\text{gs}.1\text{st}}$ ,  $I_{\text{gs}.2\text{nd}}$ . Je to způsobeno tím, že se charakteristiky překrývají?
- Jaká je technologická reprodukovatelnost výsledků, tj. realizace tištěného tranzistoru.
- V práci jsem nenašel informace o vlivu teploty na parametry řešených struktur. Pokud toto v práci řešeno nebylo, prosím alespoň o stručný odhad chování základních parametrů struktury v závislosti na teplotě.
- Z textu nelze plně posoudit podíl autora na výstupech práce, z textu práce a publikované literatury (u všech uvedených publikací autora jsou spoluautoři) vyplývá, že uvedená problematika by mohla být řešena kolektivně. Prosím o upřesnění.
- V textu práce není nikde uvedeno, jakých vědeckých výsledků dosáhl doktorand při řešení práce, prosím o definování hlavních vědeckých výsledků posouvající úroveň poznání v daném oboru.
- Předpokládá se, že dosažené závěry se prakticky uplatní bezprostředně v průmyslu?

**g) Závěr**

Předložená práce představuje ucelené zpracování problematiky. V práci jsou naplněny všechny části požadované na práci tohoto typu, a proto ji hodnotím s dosaženými výsledky pozitivně. Doktorand prokázal v práci schopnosti samostatné vědecké práce a orientaci v dané problematice. Dosažené výsledky předurčují doktoranda k dalšímu úspěšnému rozvoji jeho osobnosti. Posuzovaná práce splňuje hlediska obecně uznávaných požadavků na disertační práci.

**Doporučuji** podle zákona č.111/1998 Sb. § 47 disertační práci k obhajobě pro udělení pro udělení akademického titulu „*doktor*“ (ve zkratce Ph.D.) v doktorském studijním oboru Elektronika.



prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.  
oponent

**Adresa:**

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Technická 2  
166 27 Praha 6  
Tel.: 02-2435 2267, fax: 02-2431 0792,  
e-mail: husak@fel.cvut.cz

v Praze dne 28. 10. 2015

## Posudek disertační práce

Předkladatel disertační práce: Ing. Silvan Pretl

Název disertační práce:

### **Heterostrukтуры на бási органических водивých материалů**

Studijní obor: Elektronika

Školitel: doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.

Oponent: prof. RNDr. Stanislav Nešpůrek, DrSc.

Předložená disertační práce sestává z 90 stran textu a 11 příloh. Zabývá se velice aktuální problematikou z oblastí vývoje a konstrukce organických tištěných tranzistorů. Práce vychází z jednoho bodu úkolu projektu Flexprint, který byl na Katedře technologií a měření řešen: „Realizace funkčního unipolárního tranzistoru tiskovými metodami vhodnými pro hromadnou průmyslovou výrobu, který splňuje požadavky na nízkonapěťový provoz s dynamickými parametry a s přijatelnou stabilitou v běžných atmosférických podmínkách.“ V úvodní teoretické části práce (8 stran) jsou diskutovány problémy tištěné elektroniky a rozebrány vodivostní iontové efekty, které v řadě případů hrají velkou úlohu ve funkčních součástkových strukturách připravených na bázi organických polovodičů. Tato problematika není v klasické anorganické elektronice běžná. Je nutné poznamenat, že autor správně pochopil význam iontových procesů v elektronových organických polovodičích a tyto znalosti pak využil k vývoji organického elektrochemického tranzistoru. V druhé části teoretické práce (11 stran) se rozebírají organické polemy řízené tranzistory, organické tranzistory s elektrolytem a organické elektrochemické tranzistory. Podrobně jsou popsány možnosti tištěných tranzistorových struktur, pozornost je věnována také tisku elektrolytů. Zde bych ohodnotil diskuzi týkající se vlivu transportu iontů na vlastnosti elektrochemických tranzistorů nejen z hlediska elektrického, ale i chemického. I když jde o problematiku novou a z hlediska materiálů perspektivní v oblasti molekulární elektroniky, zhostil se Ing. Pretl tématu velmi dobře. Jeho orientace v řešené problematice je dobrá o čemž svědčí 74 zmíněných citací.

Kapitolou 6 začíná realizační část, kde se popisují různé etapy vývoje tištěné tranzistorové struktury. V první řadě jsou popsány aktivity autora v oblasti unipolárního organického tranzistoru řízeného elektrickým polem. Testování proběhlo na komerčních BG-BC strukturách, jako aktivní materiály byly použity substituované ftalocyaniny a regio-regulární poly(3-hexylthiofén) (P3HT). Bylo připraveno 112 tranzistorů, základní charakteristiky funkčních vrstev jsou uvedeny v příloze 1. Autor konstatuje, že tranzistory připravené na bázi ftalocyaninů nevykazovaly tranzistorový jev, tj. nebyla pozorována modulace vodivosti kanálu působením řídicího napětí. Tranzistory připravené na bázi P3HT byly časově nestabilní a jejich prahové napětí bylo vysoké. Z těchto důvodů se autor rozhodl vybudovat nové pracoviště, kde jak příprava tranzistoru tak měření jeho charakteristik proběhne v inertní atmosféře nebo ve vakuu. Vzhledem k tomu, že jde o proces časově i finančně velmi náročný Ing. Pretl opouští tuto problematiku a začíná se věnovat chemické modifikaci OFET, organickému elektrochemickému tranzistoru (OECT). Zvolením vhodných chemikálií je možné připravit tuto součástku a provést její charakterizaci na vzduchu při laboratorních podmínkách. Autor popisuje tři generace vývoje OECT, v každé uvádí použité (různé) topologie elektrod, modifikované postupy přípravy součástek a výsledky měření statických a dynamických charakteristik. Nebudu zde zmiňovat žádné detaily použitých technologií ani dílčí charakteristiky. Výsledná součástka vykazovala spínací poměry v řádu několika tisíc.



rychlost vypínání 5 s a rychlost spínání 50 s, což lze považovat za velice dobrý výsledek. Charakteristiky se neměnily ani po dvanácti měsících od přípravy vzorku, poklesla pouze proudová úroveň o 50 %. V rámci statistického rozboru Ing. Pretl uvádí výsledky na více jak 300 tranzistorech (pouze ve třetí generaci). Jde o neuvěřitelnou aktivitu, zcela neobvyklou při přípravě disertační práce. Z těchto faktů je možné vyvodit několik závěrů: Ing. Pretl je výkonný výzkumný pracovník s velkou odpovědností prezentovat pouze věrohodné výsledky. Je dobrým konstruktérem laboratorních zařízení, dobrým odborníkem v oblasti elektrických měření a vynikajícím pracovníkem schopným na úrovni interpretovat měřená data.

Poznamenejme, že v této etapě přípravy disertační práce Ing. Pretl shromáždil dostatečné množství technických i naměřených dat. Jeho zvědavost ho však vedla dále a pokusil se připravit OEET s řídicí elektrodou připravenou z iontové kapaliny. Otestoval 18 typů různých iontových kapalin. To mu umožnilo připravit tranzistor s rychlostí vypínání 10 ms a rychlostí spínání 50 ms. Určitou nevýhodou je, že stabilní provoz je možný v režimu dynamického spínání pouze při řídicím napětí menším jak 0.7 V. Poznamenejme, že nejlepší výsledky prezentované v literatuře z hlediska spínacích časů se pohybují na úrovni 150 ms (J. Kawahara et al., J. Polymer Sci. B, Polymer Physics 51 (2013) 265).

Disertační práce je sepsána jasným a přehledným způsobem. Odborná úroveň práce je velmi dobrá, téma je aktuální a z inženýrského hlediska zajímavé. Analýza a interpretace dosažených výsledků a formulace závěrů disertace jsou prezentovány bez zjevných chyb. Logická struktura práce je na velmi dobré úrovni. Vzhledem k tomu, že disertační práce byla vypracována na pracovišti technického typu, předpokládá se určitá využitelnost výsledků v praxi. V tomto směru je možné říci, že byla nalezena technologie přípravy rychlého spínacího prvku, který může být připraven tiskovou technikou. Rozhodnutí o aplikačním potenciálu bude možné učinit po dodatečných testech. Nicméně, získané výsledky prokazují, že cíle stanovené v disertační práci byly splněny. Aktivita Ing. Pretla můžeme najít v 9 stacích (publikace a konferenční příspěvky). V této souvislosti bych rád zmínil také 2 funkční vzory.


K práci mám několik dotazů a připomínek, které ovšem nikterak nesnižují její celkovou úroveň:

1. Vysvětlíte detailně princip a funkci elektrochemického tranzistoru.
2. Z grafu na obr. 6.41 by bylo možné určit pohyblivost volných nosičů náboje. Jaká je hodnota zde pro tranzistor s pevným elektrolytem? Jak se změní pohyblivost při použití iontové kapaliny jako řídicí elektrody, kdy můžeme očekávat injekci iontů?
3. Osvětlete popis struktury na obr. 6.24.
4. Z obr. 6.40 vyplývá, že spínací proudový pulz je opožděn za napěťovým pulzem. Jaká je příčina tohoto efektu? Jakou funkcí můžeme popsat spínací a vypínací proces?
5. Můžete uvést nějakou aplikaci vyvinutého tranzistoru?

#### **Závěr:**

**Předložená práce rozsahem i obsahem splňuje všechny požadavky kladené na doktorskou disertaci a doporučuji ji k obhajobě (dle zákona č. 111/1998 Sb. § 47). Po úspěšné obhajobě doporučuji udělit Ing. Silvanu Pretlovi titul Ph.D.**

V Praze, dne 25. října 2015.

  
prof. RNDr. Stanislav Nešpůrek, DrSc.  
oponent

Posudek oponenta disertační práce s názvem:  
**Heterostruktury na bázi organických vodivých materiálů**

Autor: **Ing. Silvan Pretl**

Práce obsahuje 87 textových stran, 11 stran příloh, 57 obrázků,.. Seznam literatury má 74 položek. Seznam všech publikací autora má 11 položek, k tématu práce se jich vztahuje 9, vytvořil 6 funkčních vzorků.

Téma předložené disertační práce odráží velmi progresivní směr vývoje elektronických součástek a systémů využívajících nové materiálové soustavy především organické povahy a tiskové technologie pro jejich depozici. Základním kamenem je ovšem definování materiálové základny a odpovídající technologie výroby. Mateřská katedra disertanta se účastní řešení dlouhodobého záměru v rámci Regionálního inovačního centra elektrotechniky (RICE) v Plzni i jako člen osmičlenného konsorcia institucí podílejících se na projektu Flexibilní tištěná mikroelektronika s využitím organických a hybridních materiálů. Dizertační práce z potřeb projektu Flexprint vychází a touto vysoce aktuální problematikou se zabývá. V kap. 2 uvádí jasně specifikovaný cíl práce – použitelný unipolární tranzistor připravený tiskovými metodami (zestručnil oponent).

Disertant po úvodním stručném přehledu použitelných tiskových technik podrobněji charakterizuje základní unipolární struktury jednak organických tranzistorů řízených polem, jednak tranzistorů elektrochemických. Tato úvodní část je velmi obsáhlá, tvoří téměř polovinu celého textu.

Následuje druhá, stejně rozsáhlá část, obsahující několik variant tranzistorových struktur v rovinném či prostorovém uspořádání. Prvním řešením byl OFET tranzistor v několika technologických provedeních. Z hodnocení výsledků vyplynula jednak potřeba výkonného měřicího systému, jednak komplexu laboratorního vybavení pro přípravu vzorků v ochranné atmosféře. Autor oba systémy navrhl jako otevřené, upravitelné podle požadavků dalších výzkumných a vývojových prací.

Negativní výsledky získané na struktuře OFET určily směr dalších experimentálních prací na struktury elektrochemického tranzistoru (OECT). Ty byly připraveny v celkem třech verzích postupně zdokonalenou technologií. Autor uvádí naměřené elektrické parametry (provozní napájecí napětí řádu stovek mV, doby sepnutí a rozepnutí řádu desítek ms), a prohlašuje dostatečnou stabilitu v "normálních" podmínkách bez pozorované degradace.

Disertant v kap. 7. shrnuje s komentářem dosažené výsledky a konstatuje dosažení stanovených cílů práce. V následujících odstavcích specifikuje oblasti, které je nutné sledovat a řešit v navazujících pracech.

Disertační práce dokumentuje logický přechod od výchozích informací získaných studiem rozsáhlých literárních zdrojů a z prvotních experimentů při formulaci tezí práce k realizaci

plně tištěné tranzistorové struktury a jejímu proměření. Vytčené cíle tak byly v plném rozsahu splněny. Tato skutečnost naplňuje požadavek novosti a disertability. Jako nutná podpora experimentálních činností byl navíc navržen a částečně i realizován technologický a měřicí systém. Disertant tak prokázal i zvládnutí manažersko-inženýrských úkolů.

Předložená práce je sestavena systematicky, je přehledná. Lze vytknout její velký rozsah, myšlenky bylo jistě možné vyjádřit stručněji, více technicky a konstatačně. Dále uvedené příklady nemají vliv na celkové hodnocení práce, jsou jen jejím nedůstojným znehodnocením.

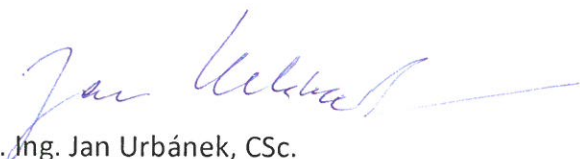
Text obsahuje velmi mnoho anglických termínů bez vysvětlení či překladu, patrně jako následek studia především anglicky psaných pramenů. A to i v případech, kdy existují běžně užívané české termíny, např. *spin coating* = *nanášení odtředováním*. I v seznamu symbolů a zkratk jsou uvedeny termíny, které zavedené české názvosloví nezná (např. S – *source* – *zdrojová elektroda* – *emitor*). Otročský polopřeklad anglického označení vývodu, připojovací plošky apod. souslovím "kontaktní terminál" je snad ten nejméně nápadný. V obrázcích jsou uvedeny popisky v angličtině nejen u obrázků převzatých. Výsledky měření jsou prezentovány v grafech publikovaných v nevhodném měřítku, popisky os a jiná sdělení lze číst pouze s lupou. Vyskytují se i úsměvné formulace jako "rostoucí pokles".

Publikace disertanta obsahují 9 titulů vztahujících se k tématu práce, 2 tituly mimo téma. V rámci řešení disertační práce byly zhotoveny 2 funkční vzorky. V impaktovaném časopise byl k publikování přijat 1 článek.

Dotazy a připomínky k práci:

- 1) V textu je několikrát zmiňován "modulační efekt", bez bližšího vysvětlení, definice aj. Co je tímto termínem míněno?
- 2) V textu na str. 75 je odkaz na obr. 6.48, který ale v práci není.
- 3) U vzorku OECT.v03 byla aplikovány iontové kapaliny ručně, z textu plyne že především z časových důvodů. Je reálné jejich nanášení i tiskem a za jakých podmínek?
- 4) Stabilita vlastností byla jen z nepozorovaných změn posouzena jako vyhovující. Jak by mělo probíhat ověření stability životnostními zkouškami?

Disertační práce pana Ing. Silvana Pretla na téma Heterostruktury na bázi organických vodivých materiálů splňuje podmínky dle zákona č. 111/1998 Sb., § 47 a doporučuji ji k obhajobě.



Doc. Ing. Jan Urbánek, CSc.

V Praze dne 20. listopadu 2015