

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Jméno disertanta: Ing. Martin Vaněk

Název práce: Užití difrakčních optických elementů ve vysokovýkonných vláknových laserech

Disertační práce je zaměřena na problematiku mikrooptických difrakčních struktur vyrobených na čele optických vláken. Jedná se o atraktivní a relativně mladou technologii, která by se mohla stát významnou alternativou tradičních postupů využívajících Braggovy mřížky vepsané do vlákna. Důležitost výzkumu vyplývá zejména z aplikačního potenciálu pro oblast vývoje vysokovýkonných vláknových laserů. V tomto smyslu byl také stanoven základní cíl práce, zlepšení konstrukce vláken pro zmíněné lasery. Lze tedy konstatovat, že téma disertační práce je vysoce aktuální a zajímavé ať už z hlediska teoretického výzkumu či praktických aplikací.

Postup výzkumu i metody zpracování odpovídají deklarovanému cíli. Byly provedeny různorodé simulace difrakčních struktur s předem definovanými požadavky (týkají se zejména odrazivosti a souvisejících polarizačních a spektrálních vlastností), vyhodnoceny jejich výsledky a nalezeny optimální parametry. Jádrem disertace je však její experimentální část. Velká pozornost byla věnována technologii výroby difrakčních struktur. Ing. Vaněk postupoval systematicky a nejprve se zabýval přípravou vláken, procesem depozice a také optimalizací a charakterizací nanosených vrstev. Poté se zaměřil na výrobu samotných mřížek pomocí fokusovaného iontového svazku. Při tom se zabýval optimalizací a stabilitou zápisu difrakčních struktur. Konečně vytvořené struktury byly proměřeny v různých sestavách.

Po prostudování práce mohu konstatovat, že náročnost řešené problematiky, kladené cíle i dosažené výsledky bezpochyby odpovídají požadavkům obecně kladeným na disertační práce. Domnívám se, že dizertant zvládl danou problematiku a je schopen tvůrčí vědecké práce. Prezentovaný postup řešení pokládám za adekvátní cílům práce; související dotazy a připomínky uvádím níže.

Z odborného hlediska považuji práci za přínosnou a užitečnou pro další výzkum. Byly dosaženy hodnotné a původní výsledky týkající se problémů zkoumaných ve všech výše uvedených studovaných krocích. Výsledky jistě umožní lepší porozumění chování zkoumaných struktur a, domnívám se, najdou uplatnění při konstrukci a výrobě mikrooptických difrakčních prvků používaných k polarizačně závislému odrazu světla ve vláknech. Výsledky práce byly publikovány v dostatečné míře (2 publikace v časopisech s IF) což také svědčí o odborné připravenosti autora a kvalitě předložené práce.

Text samotné disertační práce vykazuje logickou strukturu odpovídající výše popsaným studovaným krokům. Naneštěstí postup výkladu není zcela systematický. Domnívám se, že autor měl věnovat větší péči srozumitelnosti, přehlednosti a úplnosti podávaných informací. Práce samozřejmě obsahuje přehled současného stavu řešené problematiky; vzhledem k různorodosti jednotlivých kroků je výklad logicky rozdělen a uveden v různých kapitolách. Avšak práci by také prospělo širší zaměření přehledu, zařazení zvolených metod do kontextu alternativních řešení, porovnání výhod různých přístupů a lepší zdůvodnění motivace pro řešení studovaných autorem.

Některé konkrétní připomínky ilustrující zmíněné výhrady:

- Na více místech výkladu se odvoláváte na výsledky teorie efektivního prostředí („the effective-medium theory“). V práci však tato teorie není nijak uvedena (stačilo by několik řádků pro představu čtenáře).

- Tab. 1.3 srovnává výsledky metod aRCWA a MEEP. Z textu vůbec není jasné, jestli obě metody bylo použito pro zjednodušenou 2D geometrii, či ne. V případě že obě metody byly použity pro stejnou 2D geometrii, nepovažují jejich výsledky za „blízké“ a „důvěryhodné“ (viz poslední věta na str. 11).
- Obr. 1.4 a 1.5 ukazují výsledky simulací pro strukturu na obr. 1.7. Toto v textu na str. 9 není uvedeno. Důvod zařazení obr. 1.6 je nejasný, daná struktura je zkoumána až v následující kapitole. Veličina označená jako „Thickness“ na obr. 1.4 a 1.5 je totožná s veličinou h_1 „grating groove thickness“ na obr. 1.7. V textu ani popisu obrázků to však není specifikováno. Veličina n_{ox} zmíněná v textu odkazujícím na tab. 1.5 se v dané tabulce nenachází (samozřejmě je totožná s veličinou n_1). Aby čtenář porozuměl takovému výkladu, musí listovat prací a porovnávat informace na různých místech (např. číselné hodnoty v tab. 1.1 a na vodorovných osách v obr. 1.4 a 1.5).
- Tab. 1.4 obsahuje dva sloupce se stejným záhlavím aRCWA. Čtenář může jenom hádat o které varianty metody se jedná (pravděpodobně jedna z nich je v textu také někdy označena jako FMM).
- Na str. 16 zmiňujete vybuzení „leaky“ modů ve vlnovodné vrstvě („The leaky mode in the wave-guide layer can be excited...“). V textu však není napsáno o jakou vrstvu se jedná; čtenář si musí domyslet, že se jedná o mody šířící se ve svislém směru v materiálu mřížky na obr. 1.7.
- 9⁷ (str. 9, sedmý řádek shora): Pro čtenáře, který nezná program MEEP je věta obsahující tuto zkratku nesrozumitelná. Kromě toho MEEP není komerční program, jak by se mohlo zdát z předchozí věty.
- 7¹³: „The structure is divided into the layers in the z -direction, as shown in Figure 1.2.“ Na obr 1.2 však žádný směr z vyznačen není.
- 1¹⁰: zkratka AR nedefinována. Podobně zkratky názvů numerických metod použité v abstraktu a úvodu jsou definovány až v následném textu (na str. 6).
- Velikost písma použitého v některých obrázcích (např. 1.26-1.29) na hranici čitelnosti.
- Oceňuji, že práce je napsána anglicky. Protože nejsem rodilý mluvčí, úroveň jazyka nehodnotím i když považuji některé formulace za těžkopádnější. Podobnou vadu nalézám i v českém překladu abstraktu. Drobná poznámka: v českém abstraktu píšete „v optickém měřícím setupu“ raději bych četl „v optické sestavě“.

Náměty k diskuzi

1. V návaznosti na výše uvedenou připomínku týkající se vybuzení „leaky“ modů objasněte fyzikální důvod vzniku těchto modů ve zkoumané struktuře.
2. Stručně porovnejte vlastnosti Vámi studovaných difrakčních struktur s vlastnostmi Braggových mřížek vepsaných do vlákna. Jaké jsou výhody a nevýhody jednotlivých přístupů?

Závěrečné zhodnocení

Z obsahu i výsledků práce je zřejmé, že se její autor úspěšně zapojil do výzkumu aktuální problematiky, jejíž náročnost bezpochyby odpovídá požadavkům kladeným na disertační práce. Přes menší výhrady konstatuji, že cíle práce byly splněny. Zvolené metody

zpracování odpovídají zaměření práce. Práce obsahuje původní a přínosné části a splňuje podmínky samostatné tvůrčí vědecké práce. Proto předloženou disertační práci **doporučuji k obhajobě**.

V Brně dne 12. 5. 2021

prof. RNDr. Jiří Petráček, Dr.
Ústav fyzikálního inženýrství
FSI VUT v Brně
Technická 2, 616 69 Brno
petracek@fme.vutbr.cz