

Hodnocení disertační práce ing. D. Javůrka

Ing. D. Javůrek studoval v doktorandském studijním programu Optika a optoelektronika pod mým vedením po dobu čtyř let a vypracoval disertační práci na téma „Nelineární optika v moderních fotonických strukturách – generace kvantově korelovaných fotonových párů“ („Nonlinear optics in modern photonic structures - generation of quantum correlated photon pairs“). V disertační práci se věnuje generaci kvantově korelovaných fotonových párů ve dvou druzích moderních nelineárních struktur: v metalo-dielektrických tenkovrstvých strukturách a ve strukturovaných vláknech s prstencovým profilem.

Generace fotonových párů je založena na procesu spontánní sestupné frekvenční konverze, která je u dielektrických vrstev popsána pomocí obecného vektorového modelu založeného na poruchovém řešení Schrodingerovy rovnice. V práci je ukázáno na příkladu struktur složených z kovových vrstev Ag a dielektrických vrstev GaN, že hlavním zdrojem fotonových párů jsou dielektrické vrstvy. Kovové vrstvy slouží jako zrcadla zodpovědná za mnohačetné odrazy polí uvnitř struktury, které vedou za vhodných podmínek ke konstruktivní interferenci polí uvnitř struktury a k silnému zesílení amplitud těchto polí. To je patrné zejména u TM-polarizovaných optických polí, u kterých je dosaženo zesílení amplitud elektrických polí až o pět řádů. To má za následek efektivní generaci fotonových párů ze struktur s velmi malým objemem nelineárního materiálu. Silné zesílení optických polí vede k emisi fotonových párů s úzkými časovými spektry a také k výrazné směrovosti emitovaných fotonových párů. V disertaci byly analyzovány všechny důležité parametry generovaného signálového a jalového svazku, tedy spektrální, časové i prostorové vlastnosti polí. Speciální pozornost byla věnována vzájemným korelačním vlastnostem signálového a jalového pole, které popisují kvantové korelace fotonů generovaných v párech. Vlastnosti fotonových párů generovaných z typické struktury složené z 11 vrstev byly srovnány s vlastnostmi fotonových párů generovaných v jedné vrstvě GaN a také v jednoduchém rezonátoru se složením Ag/GaN/Ag. Toto srovnání umožnilo pochopit podstatu jevů vedoucích k efektivní generaci fotonových párů ze složitějších struktur. Pozornost byla věnována také generaci šumu v těchto strukturách a bylo ukázáno, že počty šumových fotonů jsou srovnatelné s počty emitovaných fotonových párů. To je důsledek přítomnosti kovových vrstev ve struktuře.

Disertační práce se také věnuje generaci fotonových párů ve strukturovaných křemíkových vláknech s prstencovým profilem. Tyto fotonové páry jsou generovány do vlastních stavů operátoru orbitálního úhlového momentu a podle podmínek mohou být tyto stavy buď širokospektrální nebo úzkospektrální. Za určitých podmínek je možné ve vláknech generovat i stavy kvantově korelované v tomto stupni volnosti. Takové stavy byly detailně analyzovány a bylo ukázáno, že dimenze kvantových korelací může být až 200, pokud uvažujeme kvantové korelace jak v orbitálním úhlovém momentu tak i ve spektru. Velká pozornost byla věnována analýze příčných profilů módů a také vlivu pólovacího postupu zavádějícího anizotropii na tvary těchto módů.

Výsledky obsažené v disertační práci byly publikovány ve třech pracích v mezinárodních impaktovaných časopisech. Získané výsledky byly také podkladem pro dva příspěvky do sborníků mezinárodních konferencí. Výsledky obsažené v disertační práci považuji za kvalitní a jednoznačně dokumentující schopnost autora disertační práce samostatně vědecky pracovat. Disertační práce má také odpovídající standardní strukturu.

Ing. D. Javůrek byl po celou dobu studia aktivní, zapojil se také do spolupráce s Ústavem fotoniky v Barceloně (prof. J. P. Torres) a splnil všechny požadované povinnosti. Blíže viz Celkové hodnocení doktorandského studia Ing. D. Javůrka a doporučení ke státní závěrečné zkoušce.

Je mojí milou povinností školitele doporučit disertační práci ing. D. Javůrka k obhajobě a po úspěšné obhajobě souhlasím s udělením doktorského titulu Dr.

V Olomouci, dne 18. 12. 2014



Doc. RNDr. Jan Peřina ml., Ph.D.

školitel

Společná laboratoř optiky PřF UP a FzÚ AV ČR

Příloha: Celkové hodnocení doktorandského studia Ing. D. Javůrka a doporučení ke státní závěrečné zkoušce.