



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2009 007 789 U1** 2009.09.24

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2009 007 789.6**

(22) Anmeldetag: **03.06.2009**

(47) Eintragungstag: **20.08.2009**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **24.09.2009**

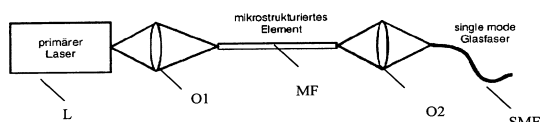
(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/00** (2006.01)
G02B 21/06 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Carl Zeiss Microlmaging GmbH, 07745 Jena, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Breitbandige Lichtquelle und Mikroskop**

(57) Hauptanspruch: Breitbandige Lichtquelle mit einem mikrostrukturierten optischen Element, das das Licht einer Primärquelle spektral verbreitert, dadurch gekennzeichnet, dass dem mikrostrukturierten Element in Lichtrichtung zur Verbesserung des Strahlprofils eine monomodige Faser nachgeordnet ist.



Beschreibung

Stand der Technik:

[0001] Die Patentschrift US 6,097,870 offenbart eine Anordnung zur Generierung eines Breitbandspektrums im sichtbaren und infraroten Spektralbereich. Die Anordnung basiert auf einer mikrostrukturierten Faser, in die das Licht eines Pumpasers eingekoppelt wird. Das Pumplicht wird in der mikrostrukturierten Faser durch nichtlineare Effekte verbreitert. Als mikrostrukturierte Faser findet sogenanntes Photonic-Band-Gap-Material oder "photon crystal fibres", "holey fibers" oder "microstructured fibers" Verwendung.

[0002] Eine weitere Anordnung zur Generierung eines Breitbandspektrums ist in der Veröffentlichung von Birks et al.: "Supercontinuum generation in tapered fibers", Opt. Lett. Vol. 25, p.1415 (2000), offenbart.

[0003] In der Anordnung wird eine herkömmliche Lichtleitfaser mit einem Faserkern, die zumindest entlang eines Teilstücks eine Verjüngung aufweist verwendet. Lichtleitfasern dieser Art sind als sog. "tapered fibers" bekannt. [0005]

[0004] Insbesondere in der Mikroskopie, der Endoskopie, der Flusszytometrie, der Chromatographie und in der Lithographie sind zur Beleuchtung der Objekte universelle Beleuchtungseinrichtungen mit hoher Leuchtdichte wichtig. In der Scanmikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl abgerastert. Hierzu werden oft Laser als Lichtquelle eingesetzt. Aus der Offenlegungsschrift DE 101 15 488 A1 ist eine Vorrichtung zur Beleuchtung eines Objekts, die ein mikrostrukturiertes optisches Element beinhaltet, das das Licht eines Lasers spektral verbreitert, bekannt. Die Vorrichtung umfasst eine Optik, die das spektral verbreiterte Licht zu einem Beleuchtungslichtstrahl formt. Außerdem ist in der Offenlegungsschrift die Verwendung der Vorrichtung zur Beleuchtung in einem Mikroskop, insbesondere in einem Scanmikroskop, offenbart.

[0005] Es hat sich gezeigt, dass insbesondere mehrfarbige Beleuchtungslichtstrahlen, die aus Lichtquellen stammen, die mikrostrukturiertes optisches Material, insbesondere mikrostrukturierte optische Fasern beinhalten, aufgrund schlechter Strahleigenschaften nur eingeschränkt verwendbar sind. Insbesondere in der Mikroskopie werden bei Verwendung derartiger Beleuchtungslichtstrahlen oft mangelhafte Ergebnisse erzielt.

[0006] DE 10331906 A offenbart für eine Lichtquelle mit einem mikrostrukturierten Element zur Verbreiterung des Lichtes einer Primärquelle eine separate Optik wie ein spezielles Objektiv zur Kompensation

unterschiedlicher Divergenzen der Spektralanteile.

[0007] Erfindungsgemäß wurde nunmehr erkannt, dass mit den Merkmalen des Schutzanspruchs 1 eine überraschende Verbesserung des Strahlprofils erzielt wird, indem bei einer breitbandigen Lichtquelle mit einem mikrostrukturierten optischen Element, das das Licht einer Primärquelle spektral verbreitert, dem mikrostrukturierten Element zur Verbesserung des Strahlprofils ein einmodiger Wellenleiter, vorzugsweise eine monomode Faser nachgeordnet ist.

[0008] Weiterhin wird ein Mikroskop, insbesondere ein Rastermikroskop oder Laser-Scanning-Mikroskop beansprucht wobei eine Lichtquelle mit einem mikrostrukturierten optischen Element, das das Licht einer Primärquelle spektral verbreitert, vorgesehen ist und dass dem mikrostrukturierten Element zur Verbesserung des Strahlprofils ein einmodiger Wellenleiter, vorzugsweise eine monomode Faser nachgeordnet ist

[0009] Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Durch den erfindungsgemäßen Einsatz einer dem mikrostrukturierten Element nachgeordneten monomodigen Faser verbessern sich die Strahleigenschaften, und am Ende der Faser tritt Licht mit für alle Wellenlängen nahezu gleichen Eigenschaften (abhängig von den Eigenschaften der Faser) aus.

[0011] Von besonderem Vorteil gegenüber dem zitierten Stand der Technik ist der einfachere Aufbau, da keine komplizierte, an die Lichtquelle angepasste Optik benötigt wird.

[0012] Die Singlemode-Faser, die teilweise auch als Monomode-Faser bezeichnet wird, hat meistens einen Kerndurchmesser von typischerweise 3 bis 9 μm , der äußere Durchmesser beträgt ca. 125 μm . Die eigentliche Übertragung der Information erfolgt im Kern der Faser.

[0013] Monomodefasern sind Stufenindexfasern mit einem Kerndurchmesser von einigen Mikrometern (Größenordnung der zu übertragenden Wellenlängen). Sie haben den Vorteil, dass keine Intermodendispersion wie bei den Multimodefasern auftreten kann, da nur eine Schwingungsmoden existiert. Die derzeitigen verwendeten Monomodefasern bestehen meist aus Glas.

[0014] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figur nachfolgend beschrieben.

[0015] **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Licht-

quelle mit einem mikrostrukturierten optischen Element, das als mikrostrukturierte Lichtleitfaser MF ausgestaltet ist.

[0016] Die mikrostrukturierte Lichtleitfaser MF verbreitert das Licht einer Primärlichtquelle, die vorteilhaft als Puls laser L ausgeführt ist.

[0017] Zwischen der Primärlichtquelle L und der mikrostrukturierten Lichtleitfaser MF sowie in Beleuchtungsrichtung nach der Faser MF befinden sich eine Fokussieroptiken O1, O2 die das Licht der Primärlichtquelle L auf das Eintrittsende der mikrostrukturierten Lichtleitfaser LF fokussieren (O1) bzw. das aus der Faser MF austretende Licht in eine erfindungsgemäße Singlemodefaser SMF, die vorteilhaft als Glasfaser ausgebildet sein kann, einkoppeln.

[0018] Die Singlemodefaser ist (nicht dargestellt) in bekannter Weise mit dem Beleuchtungsstrahlengang eines Mikroskops, vorzugsweise eines Laser-Scanning-Mikroskops LSM verbunden.

[0019] Hier wird beispielhaft auf DE 19702753 A1 verwiesen, wo die Ankopplung von Lichtleitfasern an ein Scanmodul eines LSM dargestellt ist.

[0020] Vorteilhaft ist für die Faser SMF die Verwendung einer einmodigen Breitbandglasfaser mit polarisationserhaltenden Eigenschaften (PM-SM-Faser).

[0021] Wenn eine Photonic Crystal Fiber (PCF) oder getaperte Faser als mikrostrukturiertes optisches Element MF verwendet wird, kann die SM-Faser SMF (falls die Eigenschaften beider Fasern dies zulassen) auch vorteilhaft direkt an die mikrostrukturierte Faser gespleißt werden.

[0022] Zwischen dem mikrostrukturierten Element MF und der Faser SMF könnten weitere Optiken (spektrale Filter, Polarisationsfilter, usw.) eingebracht werden.

[0023] Statt einer Glasfaser können auch andere, einmodige Fasern aus anderem Material, z. B. Plastikfasern (plastic optical fibers, POF) verwendet werden, sofern sie einmodig sind.

[0024] Auch jede andere Form von einmodigem Wellenleiter oder "Energieleiter" wäre denkbar wie beispielsweise Wellenleiter auf SiChips.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 6097870 [\[0001\]](#)
- DE 10115488 A1 [\[0004\]](#)
- DE 10331906 A [\[0006\]](#)
- DE 19702753 A1 [\[0019\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Birks et al.: "Supercontinuum generation in tapered fibers", Opt. Lett. Vol. 25, p.1415 (2000)
[\[0002\]](#)

Schutzansprüche

Wellenleiter eine polarisationserhaltende (SM)-Faser ist.

1. Breitbandige Lichtquelle mit einem mikrostrukturierten optischen Element, das das Licht einer Primärquelle spektral verbreitert, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem mikrostrukturierten Element in Lichtrichtung zur Verbesserung des Strahlprofils eine monomodige Faser nachgeordnet ist.

13. Mikroskop nach einem der Ansprüche 8–12, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskop ein Rastermikroskop, insbesondere ein konfokales Rastermikroskop, ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

2. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element Photonic-Band-Gap-Material beinhaltet.

3. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element als Lichtleitfaser ausgestaltet ist.

4. Lichtquelle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element eine Verjüngung (tapered Fiber) aufweist.

5. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 3–4, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element eine Photonic-Crystal-Faser (mikrostrukturierte Faser, Holey Fiber) ist.

6. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass der monomodige Wellenleiter eine polarisationserhaltende (SM)-Faser ist.

7. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1–6, als Bestandteil eines Mikroskops, insbesondere eines Rastermikroskop oder eines konfokalen Rastermikroskops.

8. Mikroskop, das eine Lichtquelle mit einem mikrostrukturierten optischen Element, das das Licht einer Primärquelle spektral verbreitert, beinhaltet, dadurch gekennzeichnet, dass dem mikrostrukturierten Element in Lichtrichtung zur Verbesserung des Strahlprofils ein monomodiger Wellenleiter, insbesondere eine monomodige Faser nachgeordnet ist.

9. Mikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element Photonic-Band-Gap-Material beinhaltet.

10. Mikroskop nach einem der Ansprüche 8–9, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element als Lichtleitfaser ausgestaltet ist.

11. Mikroskop nach einem der Ansprüche 8–9, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte optische Element eine Photonic-Crystal-Faser (mikrostrukturierte Faser, Holey Fiber) ist.

12. Mikroskop nach einem der Ansprüche 8–11, dadurch gekennzeichnet, dass der monomodige

Anhängende Zeichnungen

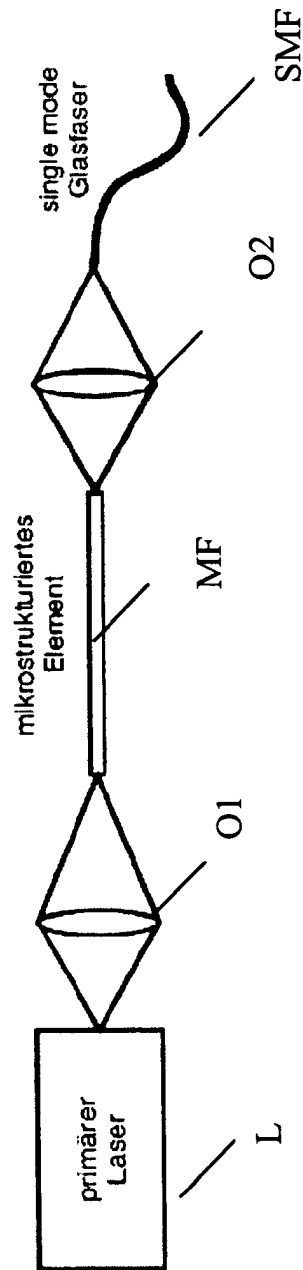


Fig.1