

Fokus Laserlicht nach Maß

Maßgeschneiderte Lichtquellen auf Basis nichtlinearer Frequenzkonversion eröffnen neue Wellenlängenbereiche – für Anwendungen in Industrie und Wissenschaft.

Laserlicht ist aus modernen Anwendungen nicht mehr wegzudenken – ob in der Telekommunikation, der Medizintechnik, der Produktion oder der Quantensensorik. Doch viele dieser Anwendungen scheitern an einem scheinbar simplen Problem: Es gibt keine Laserquelle in der »richtigen Farbe«. Die Wellenlänge des Laserlichts ist durch das Lasermaterial vorgegeben – und leider fehlen für viele Wellenlängen genau diese Materialien.

Die Lösung: Statt auf neue Lasermaterialien zu warten, wandeln wir vorhandenes Laserlicht in die gewünschte Wellenlänge

um. Möglich wird dies durch nichtlinear-optische Frequenzkonversion – ein physikalisches Prinzip, bei dem Licht durch spezielle Kristalle geleitet wird, die neue Frequenzen erzeugen. So entstehen maßgeschneiderte Lichtquellen, die exakt auf die jeweilige Anwendung abgestimmt sind.

Vom Kristall zur Lichtquelle

Die Grundlage für diese Technologie bilden periodisch gepolte Lithiumniobat-Kristalle (PPLN). Durch gezielte

Mikrostrukturierung des Kristalls lassen sich Prozesse realisieren wie die Erzeugung der zweiten Harmonischen (SHG, second harmonic generation) oder Summenfrequenzen (SFG, sum frequency generation). Fraunhofer IPM hat ein Verfahren entwickelt, mit dem sich diese Strukturierung maskenlos und ohne Reinraumbedingungen erzeugen lassen – schnell, flexibel und kosteneffizient.

Ein weiterer Schlüssel zur Effizienz liegt in der Wellenleitertechnologie. Durch die Führung des Lichts in mikroskopisch kleinen Kanälen im Kristall wird die

Licht-Materie-Wechselwirkung maximiert. Das Ergebnis: hohe Konversionseffizienz bei gleichzeitig kompakter Bauweise.

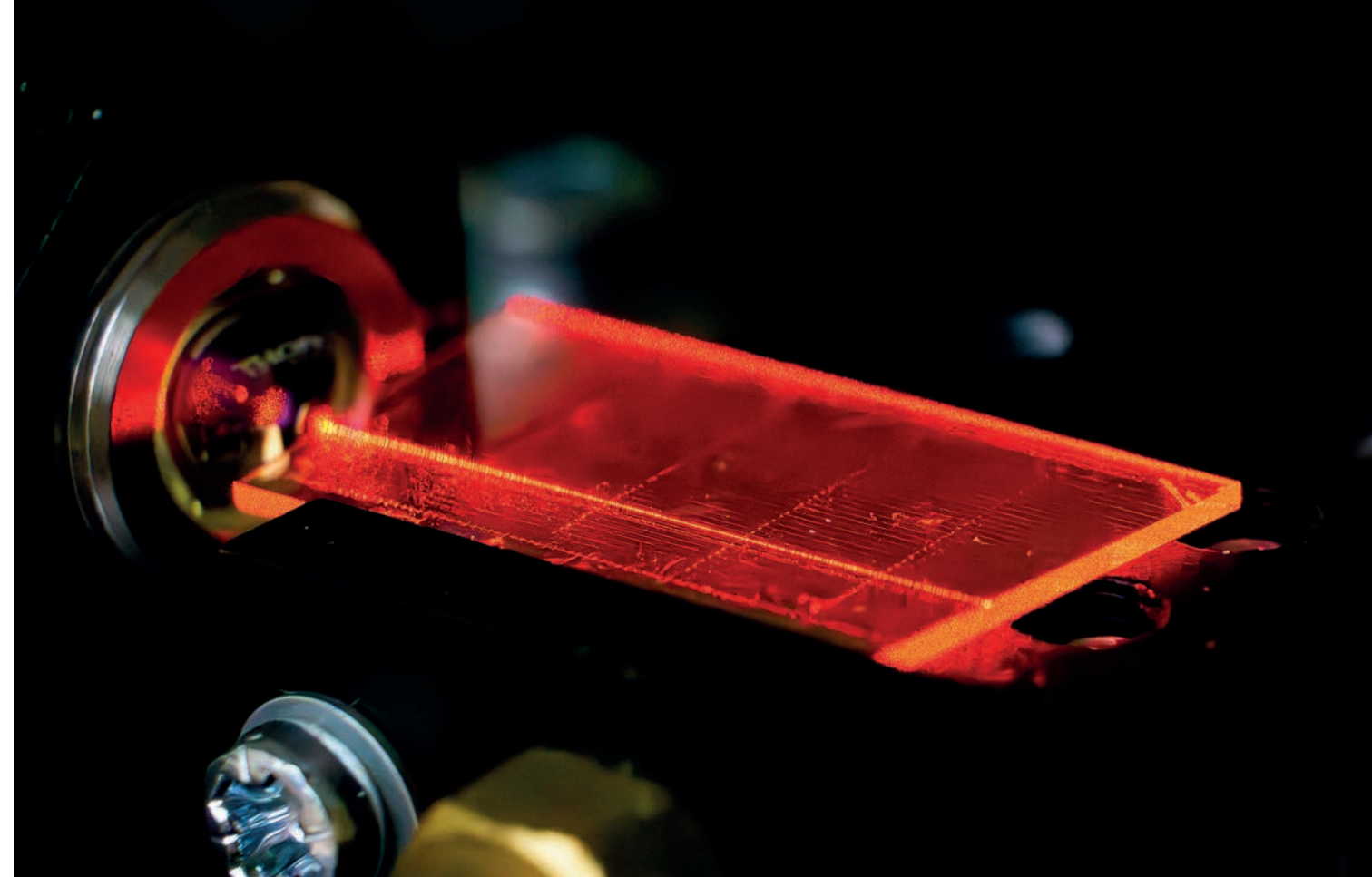
Neue Farben für neue Anwendungen

Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig. In der Quantentechnologie werden beispielsweise bestimmte Wellenlängen benötigt, um einzelne Ionen zu kühlen oder quantenmechanische Zustände zu manipulieren. Für die Entwicklung von Thorium-basierten Kernuhren ist

kohärentes Laserlicht mit einer Wellenlänge von 148,3 nm erforderlich – eine Herausforderung, die mit klassischen Lasern nicht zu lösen ist. Fraunhofer IPM arbeitet an einer Dauerstrich-VUV-Lichtquelle auf Basis des Kristalls BaMgF₄, der eine außergewöhnlich breite Transparenz von 130 nm bis 13 µm Wellenlänge bietet.

Auch in der Industrie wächst der Bedarf an maßgeschneidertem Licht. Anwendungen reichen von der hochsensiblen Wafer-Inspektion in der Halbleiterfertigung bis zur laserbasierten Vitalitätsmessung von Stadtbäumen im Vorbeifahren.

Wir entwickeln submikrometerfeine Stegwellenleiter aus Lithiumniobat, in denen Licht gezielt generiert und manipuliert werden kann.





Optimal für Dauerstrich-VUV-Lichtquellen: Ein am IKZ gezüchteter BaMgF₄-Kristall mit außergewöhnlich breiter Transparenz im Wellenlängenbereich von 130 nm bis 13 µm.

In all diesen Fällen liefert Fraunhofer IPM die passende Lichtquelle – individuell abgestimmt, robust aufgebaut und bereit für den Einsatz.

Vom Prototyp zur Serienlösung

Von der Simulation über die Materialbearbeitung bis hin zur Systemintegration hat Fraunhofer IPM alle notwendigen Kompetenzen im Haus, um Komponenten zur Frequenzkonversion und Wellenleitung zu entwickeln und zu realisieren. Das ermöglicht kurze Entwicklungszyklen und maßgeschneiderte Lösungen. Mit dieser

breiten Technologieplattform erschließt Fraunhofer IPM neue Märkte. Erste Pilotprojekte mit Industriepartnern laufen bereits. Ziel ist es, die Technologie über Ausgründungen oder Lizenzmodelle in die Anwendung zu bringen – und so Laserlicht in jeder gewünschten Farbe verfügbar zu machen.



Mit unseren maßgeschneiderten Lichtquellen bringen wir Farbe ins Spiel – genau dort, wo sie gebraucht wird.«

PD Dr. Frank Kühnemann