

Prix Laser/Optoélectronique

GMP a clos sa 15ème année d'existence par la remise du 2ème prix "Laser/Optoélectronique" 1993.

Le prix à été remis à Messieurs **Jacques Morel** et **Peter Ehbets** de l'Institut de Microtechnique de l'Université de Neuchâtel. Voir le résumé de leur travail en page 3.

La règle veut qu'il n'y ait qu'un seul gagnant ; cependant la très grande qualité du travail des autres participants au tour final est à souligner et nous aimerions mentionner leur nom ici :

- ♦ **Dr. Luigi BROVELLI** - ETH Hönggerberg, IQE
"Generation of Ultrashort Optical Pulses with Monolithic Mode-Locked Semiconductor Lasers"
- ♦ **Dr. Jörg KRAMER** - Paul Scherrer Institut
"Photo-ASICs: Integrated Optical Metrology Systems with Industrial CMOS Technology"
- ♦ **Dr. Jürg SCHUTZ** - Universität Bern, IAP
"Investigation of nonlinear pulse propagation in passive and active optical fibres"
- ♦ **Dr. Christian WUETHRICH** - EPFL, IGA
"Conception, fabrication et caractérisation de lasers à semi-conducteurs à cavité verticale"

Après la remise du prix, les participants ont eu l'occasion de visiter les locaux de GMP où nous avons présenté nos produits et notre infrastructure. Les visiteurs ont notamment pu découvrir :

- Des hologrammes et interféromètre utilisant l'excellente qualité de faisceau des nouveaux lasers vert Innova 300 (Argon) et DPSS (YAG pompé par diode laser)
- Le laboratoire d'applications pour la caractérisation de particules, la spectrophotométrie et l'anémométrie par laser
- Des appareils de mesure de la qualité d'une fibre optique de 200'000 mètres
- L'engineering, département chargé de l'étude et de la réalisation de systèmes n'existant pas sur le marché.



De g. à d./ Von L. bis R. : Jean-Jacques Goy, Dr. Jacques Morel, Dr. Peter Ehbets, Dr. Martin Zulauf

Laser/Optoelektronik-Preis

GMP hat das 15. Jahr ihres Bestehens mit der Vergabe des 2. "Laser/Optoelektronik-Preises" 1993 beendet.

Verliehen wurde der Preis an die Herren **Jacques Morel** und **Peter Ehbets** vom Microtechnischen Institut der Universität Neuenburg. Zusammenfassung ihrer Arbeit auf Seite 3.

Es kann zwar nur einen Gewinner geben, doch wurden viele Arbeiten von hoher Qualität abgegeben, weshalb wir hier gerne einige Namen nennen möchten:

- ♦ **Dr. Luigi BROVELLI** - ETH Hönggerberg, IQE
"Generation of Ultrashort Optical Pulses with Monolithic Mode-Locked Semiconductor Lasers"
- ♦ **Dr. Jörg KRAMER** - Paul Scherrer Institut
"Photo-ASICs: Integrated Optical Metrology Systems with Industrial CMOS Technology"
- ♦ **Dr. Jürg SCHUTZ** - Universität Bern, IAP
"Investigation of nonlinear pulse propagation in passive and active optical fibres"
- ♦ **Dr. Christian WUETHRICH** - EPFL, IGA
"Conception, fabrication et caractérisation de lasers à semi-conducteurs à cavité verticale"

Nach der Preisverleihung hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, GMP SA zu besichtigen und der Präsentation unserer Produkte und Organisation beizuwohnen. Gezeigt wurden unter anderem:

- Hologramme und Interferometer, welche die hervorragende Qualität des Laserstrahls der neuen grünen Innova 300 (Argon) und DPSS (diodengepumpter YAG) Laser verwenden
- Das Versuchslabor für die Partikelcharakterisierung, die Spectrophotometrie und die Anemometrie durch Laser
- Geräte zur Qualitätsmessung einer optischen Faser von 200'000 Metern Länge
- Die Engineering-Abteilung, beauftragt mit der Studie und Schaffung von Systemen, welche auf dem Markt nicht existieren



Présentation de l'activité GMP
Vorfürung der Aktivität von GMP



Peter Ebhets / Jacques Morel
Université de Neuchâtel
Institut de Microtechnique

Travail des lauréats

Addition cohérente de faisceaux lasers

Description

La réalisation de sources laser de forte puissance est d'un grand intérêt en vue de nombreuses applications aussi bien dans le domaine médical que dans celui de l'usinage industriel, ou encore dans ceux des télécommunications et des capteurs optiques. Une méthode simple permettant d'obtenir de grandes intensités lumineuses consiste à focaliser un ensemble de lasers indépendants sur un même point. Cependant, cette technique souffre de nombreux désavantages; le plus important étant l'impossibilité de pouvoir obtenir un faisceau optique de grande qualité qui puisse être focalisé sur de très petits diamètres, ou encore qui puisse être mis facilement en forme en utilisant des éléments optiques standards. Le but de notre travail est de présenter deux techniques permettant une addition efficace des faisceaux lasers provenant d'un ensemble de sources séparées, tout en obtenant en sortie un faisceau de très haute qualité. Ceci peut être réalisé en tirant profit des propriétés de phases bien définies qui existent, ou que l'on peut établir entre les différents lasers que l'on désire combiner; c'est pourquoi l'on parle d'addition cohérente. Il existe essentiellement deux familles de sources laser pour lesquelles des techniques d'addition différentes doivent être appliquées. Dans un premier cas, la géométrie de la source permet un couplage initial entre les différents émetteurs, qui aura pour conséquence que les phases mutuelles d'émission seront parfaitement définies et stables. Ceci est en particulier le cas pour des matrices de diodes lasers. Un système optique permettant l'addition cohérente d'une telle matrice est représenté à la Fig. 1. Les différents faisceaux, collimatés par la lentille, sont combinés en un seul faisceau Gaussien à l'aide du réseau de phase.

Malheureusement, cette opération n'est efficace que pour des relations de phases bien spécifiques entre les différents émetteurs. Pour cette raison, on utilise une plaque de phase juste à la sortie de la source qui permet d'ajuster les phases relatives de la matrice. Pour mettre en évidence ce principe, nous avons construit un démonstrateur pour une matrice de dix diodes laser couplées. La Fig. 2 représente les résultats expérimentaux. La Fig. 2 (a) montre l'image de la distribution d'intensité de la matrice émettrice seule. La Fig. 2 (b) montre la même image, lorsque le système d'addition cohérente est installé. Comme prévu, un seul émetteur contenant toute la puissance est obtenu. Lorsque les lasers que l'on désire additionner sont totalement indépendants les uns des autres, il n'existe plus de relations entre les phases d'émission de chaque émetteur, et l'addition cohérente ne peut plus être réalisée en utilisant la technique décrite précédemment. Dans ce cas, l'élément de couplage (qui est un réseau de phase) est introduit dans une cavité commune à tous les lasers. Cette configuration les force à émettre en se fixant des phases mutuelles parfaitement adaptées à une addition cohérente optimale. Le principe de cette addition est montré à la Fig. 3, dans le cas du couplage de lasers à fibres optiques dopées au néodyme. L'un des attraits principaux de cette technique est que le verrouillage des phases nécessaire à une addition efficace des faisceaux va s'établir de manière naturelle dans le système, ce qui rend très simple le principe de sa réalisation. La figure 4 montre le résultat du couplage des trois lasers indépendants à fibres optiques. Dans ce cas, plus de 77 % de l'énergie émise ont été couplés de manière cohérente dans un seul faisceau d'émission. Une telle structure peut aisément être élargie à un grand nombre de lasers à fibres (paquet de fibres), de façon à réaliser un laser de puissance compact et maniable.

Conclusions

Les deux techniques de couplage cohérent que nous avons démontrées ont prouvé leur efficacité et leur grand intérêt en vue de nombreuses applications pour lesquelles des sources cohérentes de puissance sont indispensables. Tous les éléments de base nécessaires à la réalisation de telles sources sont actuellement facilement disponibles; néanmoins, le problème principal qu'il reste encore à résoudre en vue d'applications industrielles, réside dans l'alignement très délicat des éléments constitutifs de ces sources.

Schémas voir page 5

Kohärente Addition von Laserstrahlen

Zusammenfassung

Leistungsstarke Laser sind heutzutage Schlüsselemente für viele industrielle Anwendungen in der Medizin, der Materialbearbeitung und der Telekommunikation. Daher besteht ein grosses Interesse, solche Lichtquellen kompakt und preisgünstig herzustellen. Da die Leistung eines einzelnen Lasers durch physikalische Grenzen limitiert ist, bietet die Addition eines Arrays von Lasern interessante Lösungen. Sehr starke Lichtintensitäten können relativ einfach erzeugt werden, indem mehrere unabhängige Laserstrahlen in einem Punkt überlagert werden. Leider besitzt die so erzeugte Lichtverteilung eine sehr schlechte optische Qualität. Der Lichtstrahl kann nicht gebündelt werden und auch nicht auf einen kleinen Durchmesser fokussiert werden. Das Ziel unserer Arbeit ist es daher, Techniken zu präsentieren, die eine effiziente Addition ermöglichen und gleichzeitig einen Lichtstrahl von hoher Qualität (beugungsbegrenzt) erzeugen. Dies kann nur erreicht werden, wenn die einzelnen Laserresonatoren gekoppelt sind, sodass die Emission eine stabile relative Phasenbeziehung aufweist. Als Folge dieser Kopplung strahlt der ganze Array global kohärentes Licht ab. Grundsätzlich können zwei verschiedene Familien von Lichtquellen unterschieden werden, für die verschiedene Additionstechniken angewandt werden. Die typischen Vertreter der ersten Gruppe sind Arrays von gekoppelten Laserdioden. In diesem Fall besitzt die Lichtquelle schon eine initiale Kopplung, welche die relativen Phasen der Emitter bestimmt. Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau für die kohärente Addition des Arrays. Der Einsatz von neuartigen beugungsoptischen Elementen ermöglicht in diesem Fall die Konzeption von sehr kompakten und effizienten Systemen für die kohärente Addition. Die einzelnen Laserstrahlen werden mit der Linse kollimiert und dann mit Hilfe des Beugungsgitters in einen Gausschen Strahl kombiniert. Diese Operation ist nur wirksam für eine bestimmte Phasenbeziehung zwischen den einzelnen Laserelementen. Deshalb muss eine 2Phasenplatte am Ausgang der Lichtquelle

benützt werden, welche die Emissionsphasen des Arrays korrigiert. Wir haben einen Prototyp eines solchen Systems für die kohärente Addition von zehn gekoppelten Laserdioden realisiert. Die Intensitätsverteilung des uhrsrünglichen Arrays ist in Fig. 2 (a) dargestellt. Figur 2 (b) zeigt dasselbe Bild, aber jetzt mit dem Additionssystem. Wie erwartet, erscheint eine äquivalente Quelle, die die ganze Leistung enthält.

Wenn die zu addierenden Laser vollkommen unabhängig sind, muss eine ganz andere kohärente Additionstechnik angewandt werden. In diesem Fall muss das Kopplungselement in einen gemeinsamen Resonator mit allen Lasern plaziert werden. Da der gemeinsame Resonator immer einen Zustand mit minimalen Verlusten sucht, zwingt er automatisch den einzelnen Lasern die optimalen relativen Phasen des Kopplungsgitters auf. Die ideale Phasenlage stellt sich also direkt auf natürliche Weise ein. Ausserdem bietet dieses System den Vorteil, dass externe Störungen direkt kompensiert werden. Der typische Aufbau eines solchen Kopplungsexperiments für drei mit Neodym dotierten Glasfaserlasern ist in Fig. 3 dargestellt. Das gleiche Prinzip kann ohne Probleme für grosse zweidimensionale Glasfaserarrays angewandt werden. Experimentelle Resultate für die drei gekoppelten Glasfaserlasern werden in Fig. 4 gezeigt. Mehr als 77 % der gesamten Leistung konnten in einem einzigen Ausgangsstrahl vereinigt werden.

Schlussfolgerung

Die zwei vorgestellten kohärenten Additionstechniken besitzen einen hohen Wirkungsgrad und sind deshalb von potentiellem Interesse für die Herstellung von leistungsstarken Laserlichtquellen. Alle Elemente eines solchen Additionssystems sind heute allgemein erhältlich. Das bleibende Hauptproblem liegt jedoch in der sehr kritischen gegenseitigen Positionierung der Elemente. Für eine direkte industrielle Nutzung solcher Additionssysteme müsste man deshalb zuerst in eine neue einfache und genaue Montagetechnik investieren.

Figuren auf der folgenden Seite

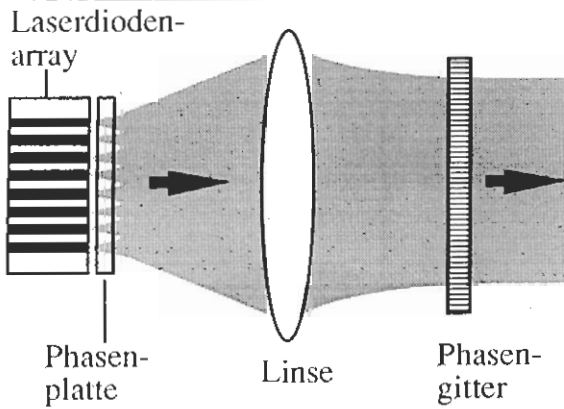


Fig. 1 Système optique pour l'addition cohérente d'une matrice de diodes lasers couplées.

Fig. 1 Optisches System für die kohärente Addition eines gekoppelten Laserdiodearrays.

Fig. 2 Image de la matrice de diodes laser sans (a) et avec (b) système d'addition cohérente.

Fig. 2 Bild des Laserdiodearrays: (a) ohne Additionssystem; (b) mit Additionssystem

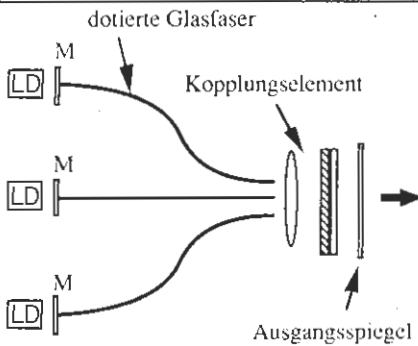
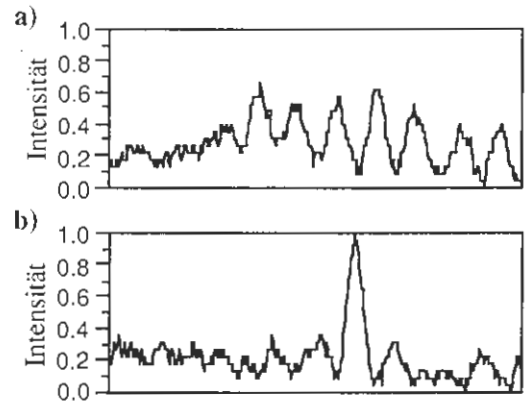


Fig. 3 Couplage cohérent de laser à fibres optiques dopées au néodyme. Le couplage est réalisé à l'intérieur d'une cavité laser commune à tous les émetteurs.

Fig. 3 Kohärente Kopplung von Neodym dotierten Glasfaserlasern. Die Kopplung wird erzeugt mittels einem gemeinsamen Resonator.

LD: Laserdiode zum optischen Pumpen
M: Eingangsspiegel

Fig. 4 Distribution de l'intensité en sortie des lasers couplés. 77% de l'énergie émise sont contenus dans le faisceau central.

Fig. 4 Intensitätsverteilung am Ausgang der gekoppelten Laser. 77% der abgestrahlten Leistung sind im zentralen Strahl konzentriert

