

—President's Message



Putting science to work toward a better life for all can help build public trust.

differences of length scale and power, there's the matter of time. Commercialization of integrated photonics, and its increasing penetration in data centers and data communications, is happening today. In contrast, notwithstanding NIF's spectacular achievement, commercialization of fusion energy will come only after many years of hard work inventing the additional technology needed to make it feasible.

Yet I see some common threads between the two. One is the ability of both areas to advance our science, by spurring new research and funding and by offering fascinating questions to lure the best students to applied optics. Achieving the dream of laser-driven fusion energy will require advances in powerful, high-repetition-rate lasers, damage-resistant optics and a raft of other areas, all with great intellectual interest and potentially world-changing results. And in integrated photonics and nanophotonics, there remains—in Richard Feynman's memorable phrase—"plenty of room at the bottom," to further improve these optical technologies at the smallest length scales and to find new ways to marry them with microelectronics.

Both of these areas also have the potential to help science more generally, by linking it to the solution of big global challenges. As I noted in my first OPN President's Message, in January, I believe that declining public trust in science and scientific evidence constitutes a key issue we must address in the coming years. Patient work on technologies that bring the fruits of science into people's homes and that address the problems of society at large can help to build such trust, and tie science closely to a better life for all—in both the short and long term.

For anyone interested in optics and photonics, or in the future of energy, last year ended on a high note. In December, researchers at the US National Ignition Facility (NIF) announced the results of a controlled nuclear-fusion experiment that, for the first time outside of a star or a thermonuclear bomb, produced a net gain in energy. The accomplishment—achieved using the largest laser on the planet—raised new hopes for a long-term future of abundant, clean energy. But I would emphasize the "long term," as even the most optimistic voices say that practical fusion energy is decades away.

A few months later, a very different suite of technologies was on display at the OFC Conference in San Diego, CA, USA, which wrapped up as this issue of OPN went to press. To me, a striking feature of this year's OFC agenda was how it highlighted the rise of integrated photonics, nanophotonics and photonic chips. Session after session underscored advances in photonic integrated circuits, across applications ranging from compact lidar and quantum communications to energy-efficient optical interconnects for power-hungry data centers.

As with any great meeting, OFC showcased cutting-edge research. But we are also now seeing the fruits of that research: a vibrant ecosystem of startup and early-stage companies, large semiconductor manufacturers and others working to bring these advances in integrated photonics to the market.

At first glance, the achievements I've cited above—nuclear fusion driven by the world's largest laser, and optical chips smaller than your thumbnail—seem to have little to do with one another. Beyond obvious

—Michal Lipson,
Optica President

A Spanish translation of this message appears on the next page. Additional translations (Chinese, French, German and Japanese) can be found at optica-opn.org/link/0423-presidents-message.

Para cualquier persona interesada en la óptica y fotónica, o en el futuro de la energía, el año pasado terminó muy bien. En diciembre, investigadores de la Instalación Nacional de Ignición de los Estados Unidos (NIF) anunciaron los resultados de un experimento controlado de fusión nuclear que por primera vez, fuera de una estrella o una bomba termonuclear, produjo una ganancia neta de energía. Este acontecimiento, logrado utilizando el láser más grande del planeta, generó nuevas esperanzas para un futuro a largo plazo de energía abundante y limpia. Sin embargo, quiero destacar aquí el “largo plazo”, ya que las voces más optimistas dicen que la energía de fusión práctica está a décadas de distancia.

Unos meses después, un conjunto muy diferente de tecnologías se exhibió en la Conferencia de la OFC en San Diego, CA, EE. UU., que concluyó cuando este número de OPN fue publicado. Para mí, una característica sorprendente de la agenda de la OFC de este año fue el énfasis en el aumento de la fotónica integrada, la nanofotónica y los chips fotónicos. Cada sesión subrayó los avances de los circuitos integrados fotónicos en aplicaciones que van desde comunicaciones compactas lidar y cuánticas hasta interconexiones ópticas energéticamente eficientes para centros de datos que consumen mucha energía.

Al igual que con cualquier gran reunión, en la OFC se mostró investigación de vanguardia. Ahora también estamos viendo los frutos de esa investigación: un ecosistema vibrante de compañías emergentes y en etapa inicial, grandes fabricantes de semiconductores y otros que trabajan para llevar estos avances en fotónica integrada al mercado.

A primera vista, los logros que he mencionado anteriormente (fusión nuclear impulsada por los láseres más grandes del mundo y chips ópticos más pequeños que la uña del pulgar) parecen tener poco que ver entre sí. Más allá de las diferencias obvias de escala de longitud y potencia, está la cuestión del tiempo. La comercialización de la fotónica integrada, y su creciente penetración en los centros y comunicaciones de datos, está ocurriendo hoy en día. Por el contrario, pese al espectacular logro de NIF, la comercialización de la energía de fusión vendrá solo después de muchos años de arduo trabajo inventando la tecnología adicional necesaria para hacerla factible.

Sin embargo, veo algunas conexiones entre ambos logros. Una de éstas representa la capacidad de ambas áreas para avanzar en nuestra ciencia estimulando nuevas investigaciones y financiación, así como ofreciendo preguntas fascinantes para atraer a los mejores estudiantes hacia la óptica aplicada. Lograr el sueño de la energía de fusión impulsada por láser requerirá avances en láseres potentes y de alta tasa de repetición, óptica resistente a daños, entre otras áreas, todas de gran interés intelectual y portadoras de resultados con potencial de cambiar el mundo. En cuanto a la fotónica y nanofotónica integradas, queda en la memorable frase de Richard Feynman, “mucho espacio en el fondo”, para mejorar aún más estas tecnologías ópticas en las escalas de longitud más pequeñas y encontrar nuevas formas de casarlas con la microelectrónica.

Ambas áreas también tienen el potencial de ayudar a la ciencia en general, al vincularla a la solución de grandes desafíos globales. Como señalé en mi primer informe de la presidenta de la OPN, en enero, creo que la disminución de la confianza pública en la ciencia y la evidencia científica constituye un tema clave que debemos abordar en los próximos años. El trabajo paciente en tecnologías que llevan los frutos de la ciencia a los hogares de las personas y que abordan los problemas de la sociedad en general puede ayudar a construir esa confianza y vincular estrechamente la ciencia a una vida mejor para todos, tanto a corto como a largo plazo.

—*Michal Lipson,*
Presidenta de Optica



会长致辞

对于任何对光学光子学或未来能源发展感兴趣的人而言，去年年底都是令人振奋的。去年12月，美国国家点火装置（NIF）的科研人员宣布了一项受控核聚变实验成果，这是第一次在恒星或热核炸弹之外产生净能量增益。这一成就--使用地球上最大的激光器实现的--为丰富、清洁能源的长期未来带来了新的希望。但我要强调的是“长期”，因为即便是最乐观的预测，也认为距离核聚变能源投入使用还需几十年的时间。

几个月后，在美国加利福尼亚州圣地亚哥举行的OFC会议上展示了一套非常不同的技术，这个议题在OPN杂志发行时刚刚结束。对我而言，今年OFC议程的一个显著特点是它凸显了集成光子学、纳米光子学和光子芯片的崛起。一场接一场的会议强调了光子集成电路领域所取得的进展，涵盖了从紧凑激光雷达和量子通信到耗电数据中心节能光互连等应用。

与任何大型会议一样，OFC展示了最前沿的科研成果。而我们现在也看到了这项科研成果：一个由初创企业和初期公司、大型半导体制造商和其他公司组成的、充满活力的生态系统，致力于将集成光子学的科研进展推向市场。

乍一看，我所列举的这些成就，即全球最大的激光器驱动的核聚变，以及比指甲盖还小的光学芯片，彼此之间似乎没什么关联。除长度尺度和能量的显著差异外，时间上也存在一定的差异。目前，随着集成光子学的不断商业化，其对数据中心和数据通信的渗透也日益增强。相比之下，尽管NIF已取得惊人的成就，但核聚变能源领域还需经过多年艰苦卓绝的努力，研发出其他技术后，才有可能实现商业化。

然而，我看到了这两者之间的一些共同点。其中一个，这两个领域都有能力推动科学发展，比如通过刺激新的科研和集资，或是提出有趣的问题吸引优秀学生应用光学。我们需要强大、高重复频率激光器、抗损伤光学和大量其他领域取得的进展，才能实现激光驱动聚变能源的梦想。当然，在此过程中，对光学知识的极大兴趣以及可能改变世界的成果，也很重要。在集成光子学和纳米光子学领域，用理查德·费曼（Richard Feynman）那句令人难忘的话来说，“底层还有很多空间”以进一步改进这些光学技术的最小长度尺度，并找到将它们与微电子学结合的新方法。

这两个领域也有可能通过将科学与解决全球重大挑战联系起来，更广泛地助力科学。正如1月我在OPN首篇会长致辞中指出的那样，我认为公众对科学和科学证据的信任度下降是我们在未来几年必须解决的一个关键问题。在将科学成果带入人们家庭并解决整个社会问题的技术方面的耐心工作，可以帮助建立这种信任，并将科学与所有人在短期和长期内的美好生活紧密联系在一起。

Michal Lipson
Optica 会长



Pour tous ceux qui s'intéressent à l'optique et à la photonique, ou à l'avenir de l'énergie, l'année passée s'est terminée en beauté. En décembre, des chercheurs du National Ignition Facility (NIF) aux États-Unis ont annoncé les résultats d'une expérience de fusion nucléaire contrôlée qui, pour la première fois en dehors d'une étoile ou d'une bombe thermonucléaire, a produit un gain net d'énergie. Cet exploit — réalisé à l'aide du plus grand laser de la planète — a suscité de nouveaux espoirs pour un avenir à long terme d'énergie abondante et propre. Mais je tiens à souligner « long terme », car même les voix les plus optimistes affirment que la réalité de l'énergie de fusion nucléaire est encore distante de quelques décennies.

Quelques mois plus tard, une panoplie de technologies très différentes a été présentée lors de la conférence OFC à San Diego, en Californie, qui s'est achevée au moment où ce numéro d'OPN partait sous presse. Pour moi, l'un des aspects les plus frappants de l'agenda à la conférence OFC cette année était la façon dont elle a mis en évidence l'essor de la photonique intégrée, de la nanophotonique et des puces photoniques. Session après session, les progrès des circuits intégrés photoniques ont été soulignés, couvrant des applications allant du lidar compact et des communications quantiques aux interconnexions optiques économes en énergie pour les centres de données très gourmands énergétiquement.

Comme pour toute grande réunion, la conférence OFC a présenté des recherches de pointe. Mais nous voyons aussi aujourd'hui les fruits de ces recherches : un écosystème dynamique de *startups* et de jeunes entreprises, de grands fabricants de semi-conducteurs et d'autres acteurs travaillant pour amener ces avancées en photonique intégrée sur le marché.

À première vue, les réalisations mentionnées ci-dessus — la fusion nucléaire entraînée par les plus grands lasers du monde et les puces optiques plus petites que l'ongle de votre pouce — semblent avoir peu de rapport les unes avec les autres. Au-delà des différences évidentes d'échelle, de longueur et de puissance, il y a la question du temps. La commercialisation de la photonique intégrée, et sa pénétration croissante dans les centres de données et les communications de données, se produit actuellement. En revanche, malgré la réalisation spectaculaire du NIF, la commercialisation de l'énergie de fusion ne viendra qu'après de nombreuses années de travail acharné pour créer la technologie supplémentaire nécessaire pour la rendre réalisable.

Pourtant, je vois des points communs entre les deux. L'un est la capacité des deux domaines à faire progresser notre science, en suscitant de nouvelles recherches et de nouveaux financements et en proposant des questions fascinantes pour attirer les meilleurs étudiants vers l'optique appliquée. La réalisation du rêve de l'énergie de fusion pilotée par laser nécessitera des progrès dans les lasers puissants à taux de répétition élevé, les optiques résistantes aux dommages et nombre d'autres domaines, tous ayant un grand intérêt intellectuel et des résultats potentiellement révolutionnaires. Et dans la photonique intégrée et la nanophotonique, il reste — selon la formule mémorable de Richard Feynman — « beaucoup de place au fond » pour améliorer encore ces technologies optiques aux échelles les plus petites et trouver de nouvelles façons de les unir à la microélectronique.

Ces deux domaines ont également le potentiel d'aider la science de manière plus générale, en la reliant à la résolution de grands défis mondiaux. Comme je l'ai noté dans mon premier message du président/présidente de l'OPN, en janvier, je crois que le déclin de la confiance du public envers la science et les preuves scientifiques constitue un enjeu clé que nous devons aborder dans les années à venir. Un travail patient sur des technologies qui apportent les fruits de la science dans les foyers et qui répondent aux problèmes de la société dans leur ensemble peut aider à renforcer cette confiance et à lier étroitement la science à une vie meilleure pour tous — à court et à long terme.

—Michal Lipson,
Présidente d'Optica



Botschaft der Präsidentin

Für alle, die sich für Optik und Photonik oder für die Zukunft der Energie interessieren, endete das vergangene Jahr mit einem Höhepunkt. Im Dezember gaben Forscher der US-amerikanischen National Ignition Facility (NIF) die Ergebnisse eines kontrollierten Kernfusionsexperiments bekannt, bei dem zum ersten Mal außerhalb eines Sterns oder einer thermonuklearen Bombe ein Nettoenergiegewinn erzielt wurde. Diese Leistung, die mit dem größten Laser der Welt erzielt wurde, weckt neue Hoffnungen für eine langfristige Zukunft mit reichlich sauberer Energie. Ich möchte jedoch das "langfristig" betonen, denn selbst die optimistischsten Stimmen sagen, dass die praktische Fusionsenergie noch Jahrzehnte entfernt ist.

Einige Monate später wurden auf der OFC-Konferenz in San Diego, Kalifornien, USA, die bei Redaktionsschluss dieser Ausgabe von OPN zu Ende ging, ganz andere Technologien vorgestellt. Für mich war ein auffälliges Merkmal der diesjährigen OFC-Agenda, dass sie den Aufstieg der integrierten Photonik, der Nanophotonik und der photonischen Chips hervorhob. Sitzung nach Sitzung wurden die Fortschritte bei den integrierten photonischen Schaltkreisen hervorgehoben, und zwar für Anwendungen, die von kompakten Lidargeräten und Quantenkommunikation bis hin zu energieeffizienten optischen Verbindungen für stromhungrige Rechenzentren reichen.

Wie bei jeder großen Tagung wurde auch auf der OFC-Konferenz Spitzenforschung präsentiert. Aber wir sehen jetzt auch die Früchte dieser Forschung: ein lebendiges Ökosystem von Start-up- und Frühphasenunternehmen, großen Halbleiterherstellern und anderen, die daran arbeiten, diese Fortschritte in der integrierten Photonik auf den Markt zu bringen.

Auf den ersten Blick scheinen die oben genannten Errungenschaften—Kernfusion, angetrieben mit den größten Lasern der Welt und optische Chips, die kleiner sind als Ihr Daumnagel—wenig miteinander zu tun zu haben. Abgesehen von den offensichtlichen Unterschieden in Bezug auf Länge und Leistung ist dies eine Frage der Zeit. Die Kommerzialisierung der integrierten Photonik und ihre zunehmende Verbreitung in Rechenzentren und in der Datenkommunikation findet heute statt. Im Gegensatz dazu wird die Kommerzialisierung der Fusionsenergie, ungeachtet der spektakulären Leistung der NIF, erst nach vielen Jahren harter Arbeit bei der Erfindung der zusätzlichen Technologie erfolgen, die erforderlich ist, um sie realisierbar zu machen.

Dennoch sehe ich einige Gemeinsamkeiten zwischen diesen beiden Bereichen. Einer davon ist die Fähigkeit beider Bereiche, unsere Wissenschaft voranzubringen, indem sie neue Forschung und Finanzierung anregen und faszinierende Fragen bieten, um die besten Studenten für die angewandte Optik zu begeistern. Die Verwirklichung des Traums von der lasergesteuerten Fusionsenergie erfordert Fortschritte bei leistungsstarken Lasern mit hoher Wiederholrate, bei beschädigungssicherer Optik und in einer Reihe anderer Bereiche, die alle von großem intellektuellem Interesse sind und potenziell weltverändernde Ergebnisse liefern können. Und in der integrierten Photonik und Nanophotonik gibt es—wie Richard Feynman es so treffend formulierte—"noch viel Platz nach unten", um diese optischen Technologien auf kleinsten Längenskalen weiter zu verbessern und neue Wege zu finden, und sie mit der Mikroelektronik zu verbinden.

Beide Bereiche haben auch das Potenzial, der Wissenschaft im Allgemeinen zu helfen, indem sie mit der Lösung großer globaler Herausforderungen verknüpft werden. Wie ich bereits in meiner ersten OPN-Botschaft als Optica-Präsidentin im Januar anmerkte, bin ich der Meinung, dass das schwindende Vertrauen der Öffentlichkeit in die Wissenschaft und in wissenschaftliche Erkenntnisse ein zentrales Problem darstellt, das wir in den kommenden Jahren angehen müssen. Die geduldige Arbeit an Technologien, die den Menschen die Früchte der Wissenschaft ins Haus bringen und sich mit den Problemen der Gesellschaft insgesamt befassen, kann dazu beitragen, ein solches Vertrauen aufzubauen, und die Wissenschaft eng mit einem besseren Leben für alle—sowohl kurz- als auch langfristig— zu verknüpfen.

—Michal Lipson,
Präsidentin von Optica



光学とフォトニクスそしてエネルギーの将来に関心をもつ人々にとって、昨年素晴らしい成果でもって終わりました。12月にアメリカのNational Ignition Facility (NIF) の研究者たちが、エネルギーを純増させるための核融合実験に初めて成功したことを発表しました。世界最大級のレーザーを駆使して成し遂げたこの偉業により、豊富なクリーンエネルギーの長期的将来性に新たな希望が生まれました。しかし、最も楽観的な見方をしている人たちでさえ核融合エネルギーの実用化はまだ数十年先になると言っているのです。私はこの「長期的」という点をあえて強調したいと思います。

その数ヵ月後、米国カリフォルニア州サンディエゴで開催されOPNの本号が発行される頃に閉会したOFC会議では、まったく別のテクノロジーが披露されました。私には、今年のOFCの議題では、特に集積フォトニクス、ナノフォトニクス、フォトニックチップの台頭が特に目立ちました。コンパクトなLIDARや量子通信から消費電力の大きいデータセンター向けのエネルギー効率に優れた光インターコネクต์に至るまで、幅広い用途での光集積回路の進歩が次々と紹介されました。

他の素晴らしい会議のように、OFCも最先端の研究を紹介する場でした。そして、それらの研究は成果として現れつつあります。新興企業や初期段階の企業、大手半導体メーカーなどからなるエコシステムが集積フォトニクスの進歩を市場に投入しつつあるのです。

上記のふたつの偉業、世界最大級のレーザーによって駆動する核融合と親指の爪よりも小さな光学チップは、一見すると互いに無関係のように見えます。長さのスケールやパワーが明らかに違うだけでなく、時間の面でも異なっています。集積フォトニクスの商業化も、データセンターやデータ通信におけるその浸透も、今まさに起こりつつあることです。対照的に、NIFの素晴らしい偉業があったにもかかわらず、核融合エネルギーの商業化はその実現に必要な技術をさらに発明するために何年も苦労を重ねたうえで、初めて現実のものとなるのです。

それでも私は、この2つの間にはいくつか共通点を見ます。1つは、どちらの分野にも、新しい研究や資金調達を促進し、優秀な学生たちを応用光学の世界に引き込むために研究意欲が湧くような面白い問いを提供することによって、科学を進歩させる力があることです。レーザー駆動の核融合エネルギーという夢の実現には、ハイパワーの高繰返し率レーザーや損傷に強い光学、その他さまざまな領域での進歩が必要であり、大きな知的関心と成果は世界を変える可能性もあります。そして集積フォトニクスやナノフォトニクスについては、リチャード・ファインマンの有名な言葉“plenty of room at the bottom”のとおり、最小のスケールでこれらの光学技術をさらに向上させ、マイクロエレクトロニクスと結合した新たな方法を見出す余地があります。

この2つの分野は、地球規模の大きな課題の解決につなげることであり、科学に対してより一般的に貢献できる可能性を秘めています。1月のOPNでの会長メッセージでも申し上げましたが、科学と科学的根拠に対する一般の人々の信頼の低下は、我々がこれから取り組まなくてはならない重要な問題であると考えています。科学の成果が家庭に届き社会全般の問題をも解決する技術に辛抱強く取り組んでこそ、信頼が構築され、短期的にも長期的にも人々のより良い暮らしに結びつくことになるのです。

ミハル・リアソン
Optica会長

