

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 61 (1983)

Heft: 5

Artikel: Herstellung von Lichtleitern für die Nachrichtenübermittlung = Fabrication de fibres optiques destinées aux télécommunications

Autor: Pelleaux, Jean-Paul / Zuercher, Jean-François

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875702>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Herstellung von Lichtleitern für die Nachrichtenübermittlung¹

Fabrication de fibres optiques destinées aux télécommunications²

Jean-Paul PELLAUX und Jean-François ZUERCHER, Cortaillod

Zusammenfassung. Nach einer kurzen Einführung in die Übertragungstechnologie mit Glasfasern und die grundsätzlichen Verfahren wird die Herstellung der Lichtleiter beschrieben. Zuerst wird ein Rohling vorbereitet, der aus der Ablagerung von Siliziumoxydschichten zustande kommt, denen kontrollierte Mengen von Germaniumoxyd zugefügt werden. Zu diesem Zweck stehen vier Verfahren zur Verfügung: die äussere, die innere, die durch Plasma aktivierte und die axiale Ablagerung, alle in Gasform. Dann folgt die Verglasung und das Ziehen, das den Durchmesser des Rohlings auf jenen der Faser reduziert. Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren sowie die Zukunftsaussichten der Glasfaserübertragung werden erläutert.

Résumé. Après une brève introduction concernant la technologie de transmission sur fibres optiques et les procédés fondamentaux, les auteurs décrivent la fabrication des fibres. Une préforme est préparée par dépôt de couches de silice auxquelles sont ajoutées des quantités contrôlées d'oxyde de germanium. Pour ce faire, on dispose de quatre méthodes: le dépôt externe, interne, activé par plasma et axial, tous en phase gazeuse. Ensuite, on passe à la vitrification et à l'étrépage qui amène le diamètre de la préforme à celui de la fibre. Les avantages et les inconvénients des différents procédés, ainsi que les perspectives d'avenir de la transmission par fibres optiques sont finalement abordés.

Fabbricazione di conduttori ottici per la trasmissione di messaggi

Riassunto. Dopo una breve introduzione sulla tecnologia della trasmissione su fibre ottiche e sui procedimenti fondamentali, viene descritto il processo di fabbricazione dei conduttori ottici. Mediante deposizione di strati di ossido di silicio ai quali si aggiungono quantità controllate di ossido di germanio viene dapprima preparata una preforma. Per fare ciò si dispone di quattro metodi: deposizione esterna, interna, attivata mediante plasma e deposizione assiale, tutte in forma gassosa. Seguono poi la vetratura e la filatura; mediante quest'ultima si riduce il diametro della preforma a quello della fibra. Infine si spiegano i vantaggi e gli svantaggi dei diversi procedimenti e le prospettive per l'avvenire della trasmissione su fibre ottiche.

Eine Technologie in voller Entwicklung

Die Einführung von Lichtleitern in Fernmeldenetzen ist in steter Zunahme begriffen. An dieser Tatsache kann nicht mehr gezweifelt werden, denn die gebotenen Leistungen steigen ständig mit der Verbesserung des Fabrikationsprozesses für Lichtleiter.

Die meisten Anstrengungen sind zurzeit auf die parametrische Dämpfung und die Bandbreite gerichtet, die den Abstand zwischen den Verstärkern, je nach den verschiedenen möglichen Übertragungssystemen, bestimmen. So werden die heutigen Leitungen, die Verstärkerfelder zwischen 10 und 30 km für 34 und 140-Mbits/s-Systeme zulassen, in einigen Jahren von einer neuen Generation abgelöst, die auf 60 bis 80 km erweiterte Verstärkerfelder für 140 und 560-Mbits/s-Systeme erlauben.

Welche Herstellungsverfahren sind für eine industrielle Produktion am besten geeignet? Welche Fortschritte lassen sich im Verhältnis zur vom gewählten Ausgangsmaterial vorgezeichneten theoretischen Grenze noch erzielen? Diese Fragen werden wir hier behandeln und versuchen, künftige Tendenzen einer in voller Entwicklung begriffenen Fabrikationstechnologie aufzuzeigen.

Die grundsätzlichen Verfahrensarten

Die Glasfaser führt das Licht in einem Kern aus dotiertem Siliziumoxyd, dessen Brechungsindex grösser ist als derjenige des reinen Siliziums des Mantels (*Fig. 1*).

Die Herstellungsverfahren müssen die Realisierung einer derartigen zylindrischen Lichtleiterstruktur mit Manteldurchmessern von 125 µm und 5 bis 50 µm für den

Une technologie en pleine évolution

L'introduction des fibres optiques dans les réseaux de télécommunications se réalise progressivement. Si cette réalité aujourd'hui ne fait plus aucun doute, les performances offertes évoluent rapidement avec l'amélioration du processus de fabrication des fibres optiques.

Le principal effort est actuellement porté sur les paramètres affaiblissement et largeur de bande, qui conditionnent la distance entre répéteurs selon les différents systèmes de transmissions possibles. En effet, les lignes actuelles qui permettent de faire des bonds de 10 à 30 km pour des systèmes à 34 et 140 Mbits/s seront remplacées dans quelques années par une nouvelle génération permettant des bonds de 60 à 80 km pour des systèmes à 140 et 560 Mbits/s.

Quels sont les procédés de fabrication les mieux adaptés à une production industrielle? Quels progrès peuvent-ils encore accuser par rapport à la limite théorique imposée par le choix des matériaux de base? Nous allons donner ici un aperçu de ces questions pour dégager les tendances futures d'une technologie de fabrication en pleine évolution.

Les grands principes

La fibre optique conduit la lumière dans un cœur de silice dopée dont l'indice de réfraction est plus élevé qu'un manteau de silice pure (*fig. 1*).

Les procédés de fabrication doivent permettre de réaliser cette structure de guide de lumière cylindrique dans

¹ Aus der Zeitschrift «Kabel». Mit freundlicher Genehmigung der Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung Zürich.

² Tiré de la revue «Câbles» avec l'aimable autorisation de l'Office d'information pour l'utilisation de l'électricité, Zurich.

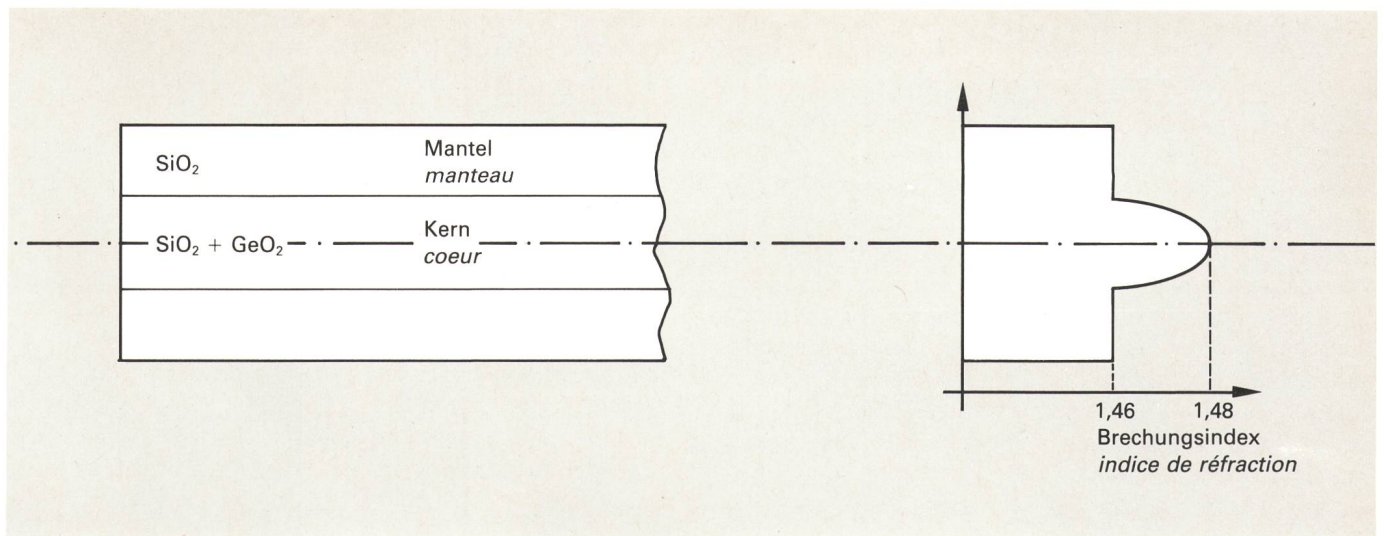


Fig. 1
Prinzip der optischen Glasfaser — Principe de la fibre optique

Kerndurchmesser zulassen. Zwei Kernarten kommen für Glasfasern zur Nachrichtenübermittlung in Frage, und zwar eine, bei der das Indexprofil nach einem quasi-parabolischen Gesetz auf einen Durchmesser von 50 μm verteilt ist (Faser mit gradientem Brechungsindex), und die andere, bei der der Brechungsindex auf dem gesamten, unter 15 μm bleibendem Kerndurchmesser konstant bleibt (Monomodefaser).

Bei allen Kernherstellungsverfahren wird die Erhöhung des Brechungsindexes so erreicht, indem Siliziumoxyd gleichzeitig mit einem dotierenden Element, wie Germaniumoxyd, abgelagert wird. Der Brechungsindex ist dann proportional zur Konzentration an Germaniumoxyd.

Zur Faserherstellung wird ein zweistufiges Verfahren angewendet. In der ersten Stufe wird der Rohling, auch «Preform» genannt, hergestellt (Fig. 2). Dieser Rohling ist im Prinzip ein makroskopisch grosser Lichtleiter mit einem Durchmesser in der Grössenordnung von einigen Zentimetern. Sowohl das Abmessungsverhältnis Kern/Mantel als auch die Brechungsindizes sind die gleichen wie bei der fertigen Faser. Die Eigenschaft eines Verfah-

des dimensions de 125 μm pour le diamètre du manteau et de 5...50 μm pour le diamètre du cœur. Deux types de cœur entrent en ligne de compte pour les fibres destinées aux télécommunications, celui où le profil d'indice est distribué selon une loi quasi parabolique sur un diamètre de 50 μm (fibre à gradient d'indice) et celui où l'indice de réfraction est constant sur tout le diamètre du cœur, sa dimension restant inférieure à 15 μm (fibre monomode).

Dans tous les procédés de fabrication des cœurs, l'augmentation de l'indice de réfraction est obtenu en déposant simultanément de la silice, SiO_2 , et un dopant, tel que l'oxyde de germanium GeO_2 . L'indice de réfraction est alors proportionnel à la concentration en oxyde de germanium.

Tous les procédés de fabrication d'une fibre passent également par deux étapes. La première est la fabrication d'une ébauche appelée préforme (fig. 2); cette dernière est en fait une fibre optique macroscopique d'un diamètre de l'ordre de quelques centimètres. Le rapport des dimensions cœur/manteau ainsi que les indices de réfraction sont les mêmes que pour la fibre terminée.

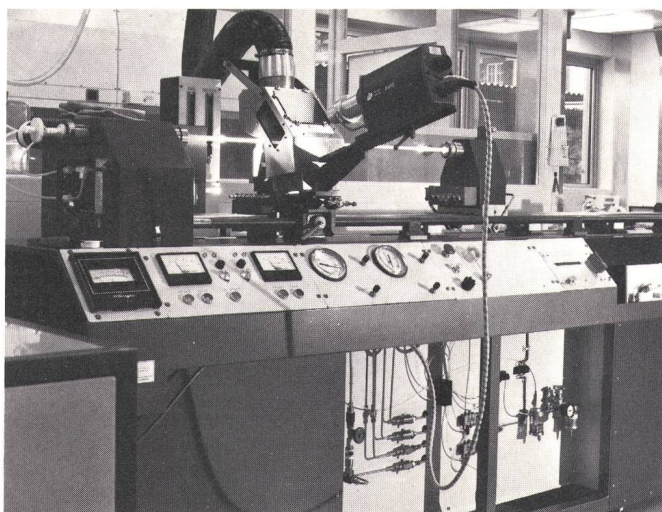


Fig. 2
Fabrikationseinrichtung für MCVD-Rohlinge — Installation de fabrication des préformes MCVD

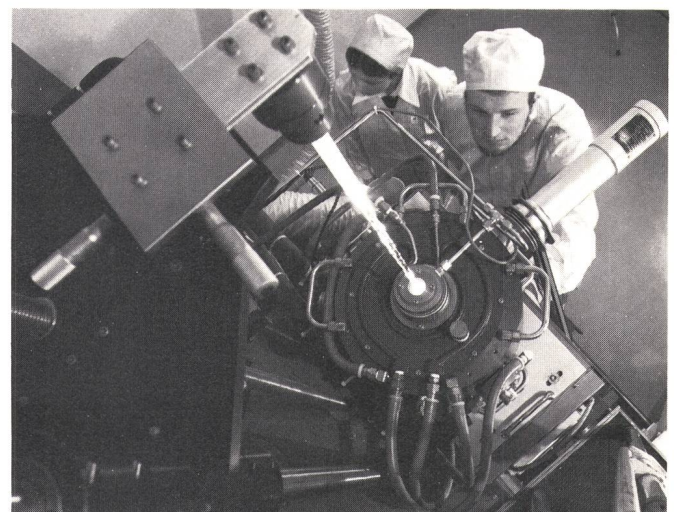


Fig. 3
Zieheinrichtung des Rohlings — Installation d'étréage d'une préforme

rens richtet sich nach dieser Phase, denn von dieser Fabrikationsstufe hängen praktisch alle optischen Eigenschaften der Faser ab.

Der zweite und letzte Arbeitsgang, der Ziehvorgang (Fig. 3), besteht darin, den Durchmesser des Rohlings auf denjenigen des Lichtleiters zu reduzieren, wobei ein Ende der Glasstange auf eine Temperatur von 2000 °C gebracht wird. Diese bemerkenswerte Durchmesserreinerung (100 bis 200 ×) wird in einem einzigen Arbeitsgang erreicht. Von diesem hängen vor allem die Durchmesserkonstanz der Faser, ihre mechanische Festigkeit und ihre Dämpfung ab. Der Ziehvorgang wird mit dem Auftragen eines schützenden Harzes als primärer Überzug abgeschlossen. Dessen Aufgabe besteht darin, die Qualitäten der Faser im Laufe ihrer Alterung zu sichern und den Leiter während dem Aufbringen des Mantels und der Verseilung zu schützen.

Die Herstellung des Rohlings (Preform)

Der Kernaufbau kommt stets aus der Ablagerung von Siliziumoxydschichten zustande, denen kontrollierte Mengen von Germaniumoxyd (GeO₂) hinzugefügt werden. Diese sich in zwei Phasen vollziehende Ablagerung, der Oxydation und der Verglasung, kann nur durch hohe Energiezufuhr und auf einer genau definierten Substratform zustande kommen (Fig. 4).

Heute werden vor allem folgende vier Herstellungsverfahren angewendet:

a) Die äussere Ablagerung in Gasform (OCVD)

Das OCVD-Verfahren (Fig. 5) wurde von den *Corning Glass Works* entwickelt. Die Oxydierung geschieht

L'originalité d'un procédé se révèle dans cette phase car de cette étape de fabrication dépend pratiquement toutes les caractéristiques optiques de la fibre.

La deuxième et dernière opération, l'étirage (fig. 3), consiste à réduire le diamètre de la préforme à celui de la fibre optique en portant une des extrémités du barreau à la température de 2000 °C. Cette diminution de diamètre importante (100 à 200 ×) se réalise en une seule phase. De cette opération dépend principalement la stabilité du diamètre de la fibre, sa solidité mécanique et son atténuation. L'opération d'étirage se termine par l'application d'une résine de protection, revêtement primaire dont le rôle est d'assurer les qualités de la fibre au cours de son vieillissement ainsi que de la protéger lors des opérations de gainage et câblage.

La fabrication des préformes

La construction du cœur revient dans chaque cas à déposer des couches de silice auxquelles sont ajoutées des quantités contrôlées d'oxyde de germanium GeO₂. Ce dépôt réalisé en deux phases, l'oxydation et la vitrification, ne peut s'opérer qu'avec un apport d'énergie important et sur une forme de substrat bien défini.

On peut aujourd'hui recenser quatre procédés de fabrication principaux qui se ramènent au schéma de principe de la figure 4:

a) Le dépôt externe en phase gazeuse (OCVD)

Le procédé OCVD (fig. 5) a été mis au point par *Corning Glass Works*. L'oxydation est obtenue directement dans une flamme de chalumeau hydrogène-oxygène spécia-

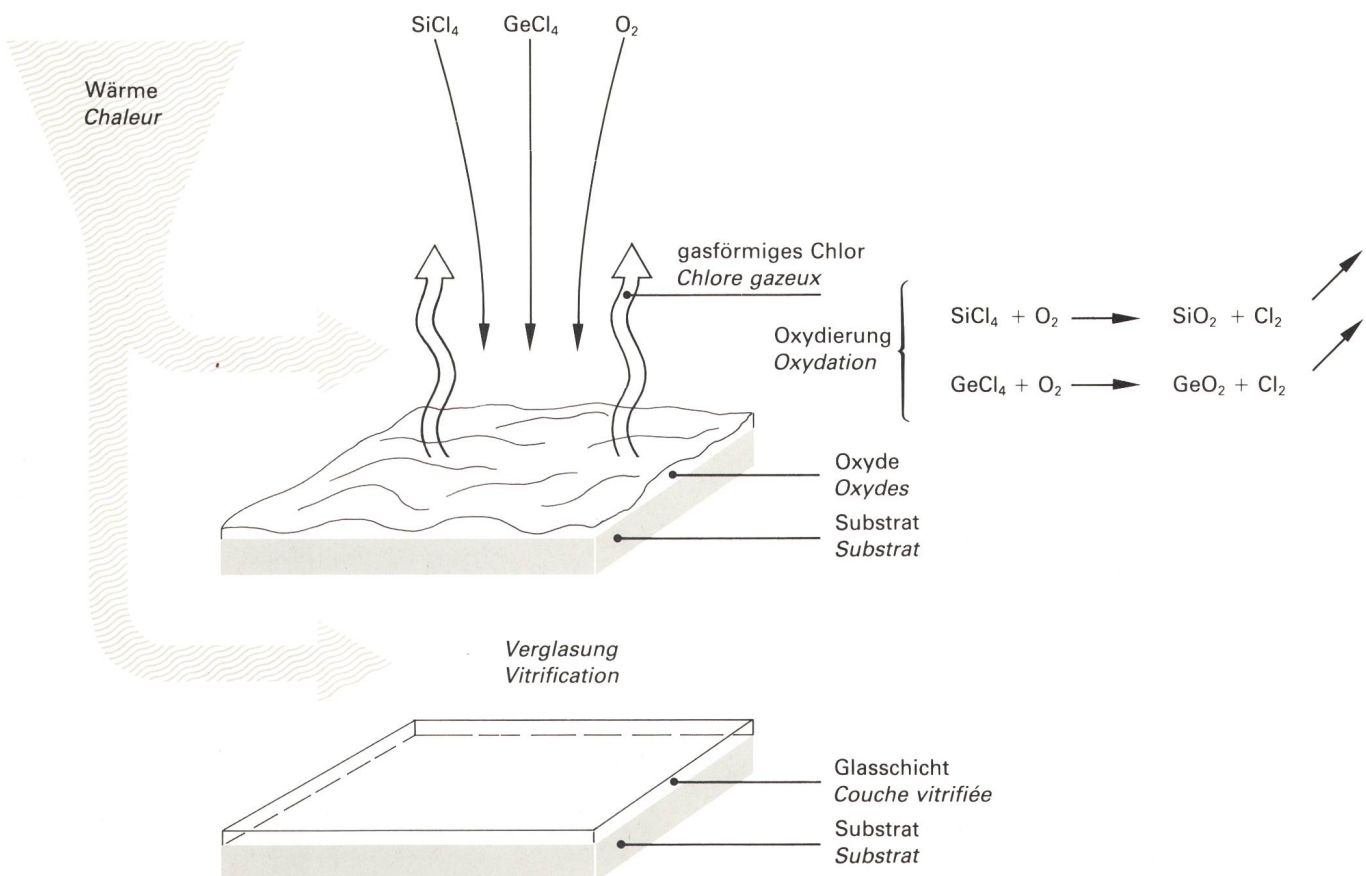


Fig. 4 Ablagerungsverfahren für Rohlinge — Procédé de dépôt pour les préformes

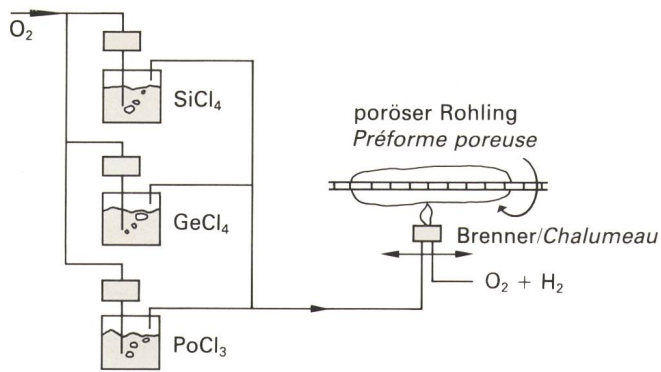


Fig. 5
Äussere Ablagerung in Gasform – Dépôt externe en phase gazeuse (OCVD)

direkt in einer Sauerstoff-Wasserstoff-Brennerflamme, die speziell dafür entworfen wurde, um dotierte Gase zu erhalten, deren Oxide mit den Brennergasen auf ein Substrat – das Ende eines rotierenden Glasstabes – geschleudert werden. Bei jeder abgelagerten Schicht kann der Gehalt an GeO_2 so vermindert werden, dass das gewünschte Indexprofil entsteht. Der Kern wird dann aus dem Zentrum gebildet. Der geschaffene Rohling oder «Preform» besteht aus porösen Oxiden, aus denen man den Zentralstab entfernt. Der Rohling wird anschliessend in einem Ofen bei 2000°C Temperatur verglast. Es entsteht der Faserkern, der schlussendlich in ein Rohr aus reinem Siliziumoxyd eingebracht wird, bevor er gezogen wird.

b) Die innere Ablagerung in Gasform (MCVD)

Bei der MCVD-Ablagerung (Fig. 6) bildet ein Quarzrohr das Substrat. Die Chloridmischung wird durch ein Sauerstoff-Tauchbad in flüssigen Chloriden erreicht. Diese Mischung wird in das Rohr eingespritzt, unter Mit Hilfe von Wärme, die von einem Sauerstoff-Wasserstoff-Brenner erzeugt wird. Die Oxydierung vollzieht sich im weniger heissen Teil der Flamme, währenddessen in der heisseren Zone die Verglasung zustande kommt. Auch hier wird Schicht um Schicht abgelagert, bis sich das Index-Profil gebildet hat. Das Ende des Arbeitsganges wird von einer örtlichen Erweichung des Rohres bestimmt, das unter der Einwirkung von Oberflächenspannungen zu einem Stab zusammenschrumpft. Der so erhaltene Rohling kann anschliessend gezogen werden.

c) Die durch Plasma aktivierte Ablagerung in Gasform (PCVD)

Das PCVD-Verfahren (Fig. 7) basiert auf dem gleichen Substrat. Die Ablagerung hingegen wird durch Einführung eines Plasmas ins Rohrinne mit Hilfe einer Kavität bei einer Frequenz von $2,45\text{ GHz}$ erzielt. In diesem Fall ergibt sich ein kontinuierlich kontrolliertes Anwachsen der Oxide, was die Schaffung eines ausgezeichneten Indexprofils erlaubt. Ist dieses Wachstum abgeschlossen, wird die Verglasung und die Schrumpfung mit einem Hochtemperaturbrenner eingeleitet.

d) Die axiale Ablagerung in Gasform (VAD)

Das VAD-Verfahren (Fig. 8) benützt, wie das OCVD-Verfahren, die Oxydation der Chloride in einem Sauerstoff-Wasserstoff-Brenner, die Oxide werden jedoch auf eine

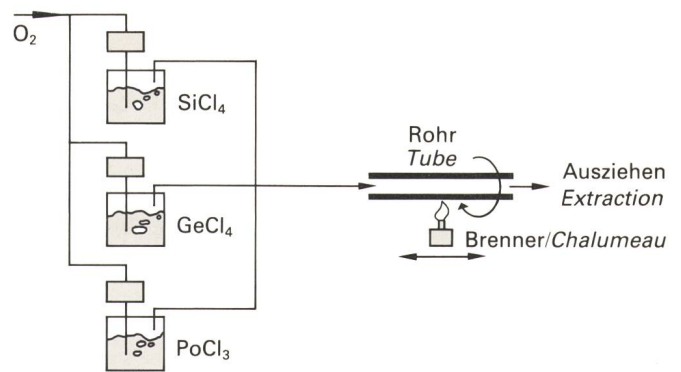


Fig. 6
Innere Ablagerung in Gasform – Dépôt interne en phase gazeuse (MCVD)

lement conçue pour recevoir les gaz dopants, dont les oxydes sont projetés avec les gaz combustibles sur un substrat qui est un fin barreau de verre en rotation. Pour chaque couche déposée la teneur en oxyde de germanium (GeO_2) peut être diminuée de façon à créer le profil d'indice. Le cœur est ainsi construit depuis le centre. La préforme constituée est un amalgame d'oxydes poreux dont on retire le barreau central. La préforme est ensuite vitrifiée dans un four à haute température (2000°C). Elle devient le cœur de la fibre, qui est finalement glissée dans un tube de silice pure avant d'être étirée.

b) Le dépôt interne en phase gazeuse (MCVD)

Un tube de quartz forme le substrat pour le dépôt interne en phase gazeuse (fig. 6). Le mélange des chlorures est obtenu par barbotage de l'oxygène dans les chlorures liquides. Ce mélange est injecté dans le tube, l'apport de chaleur étant assuré par un chalumeau oxygène-hydrogène. L'oxydation est provoquée dans la partie la moins chaude de la flamme alors que dans la zone la plus chaude s'effectue la vitrification, et les couches sont ainsi déposées les unes après les autres jusqu'à ce que le profil d'indice soit réalisé. La fin de l'opération est marquée par un ramollissement local du tube qui se rétrécit sous l'effet des forces de tension superficielles. La préforme ainsi obtenue peut être directement étirée.

c) Le dépôt en phase gazeuse activée par plasma (PCVD)

Le même substrat est utilisé dans le procédé PCVD (fig. 7), par contre le dépôt est obtenu par l'introduction

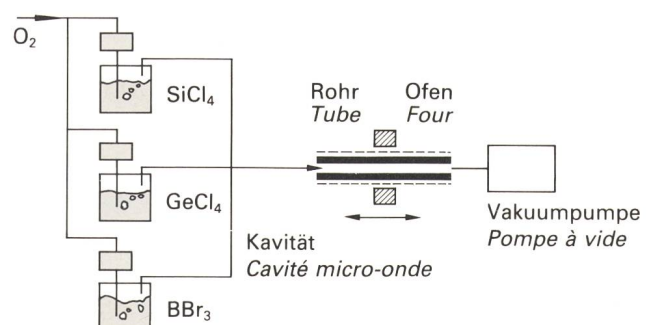


Fig. 7
Plasma-aktivierte Ablagerung in Gasform – Dépôt en phase gazeuse activée par plasma (PCVD)

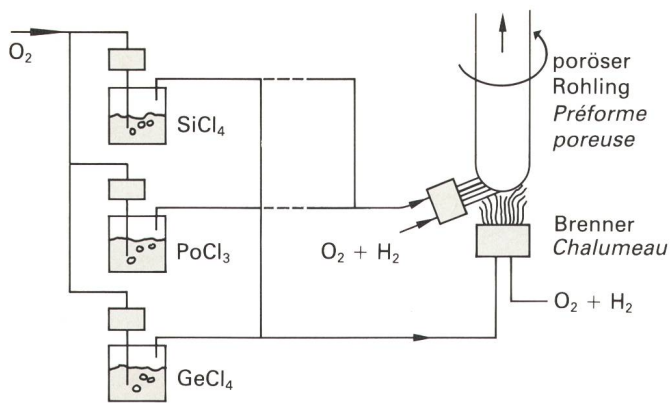


Fig. 8
Axiale Ablagerung in Gasform — Dépôt axial en phase gazeuse (VAD)

rotierende Substrat-Scheibe geschleudert. Das Anwachsen des porösen Rohlings erfolgt nicht radial, sondern in Längsrichtung. Um einen radialen Indexgradienten zu erhalten, ist der Brenner so konzipiert, dass sich die GeO_2 -Konzentration in der Flamme nach dem gewünschten Indexprofil verteilt. So erreicht man ein ausgezeichnet kontinuierliches Profil. Der poröse Rohling wird in einem Ofen bei 2000°C in einer Chloratmosphäre verglast und vor dem Ziehen in ein Rohr aus reinem Siliziumoxyd eingebracht.

Vor- und Nachteile

Während die durch verunreinigende Einschlüsse verursachte Dämpfungsver schlechterung ohne Schwierigkeiten vermieden werden kann, stellt die Verunreinigung durch OH-Ionen ein schwerwiegendes Problem dar. So zieht die Gegenwart dieser Ionen eine bedeutende spektrale Lichtabsorption nach sich. Bei 1 ppm OH-Ionen z. B. erleidet das Licht bei $0,95\ \mu\text{m}$ Wellenlänge eine zusätzliche Dämpfung von 1 dB/km, während es bei $1,39\ \mu\text{m}$ bereits 50 dB/km Dämpfung sind.

Die Eliminierung der OH-Ionen bei den PCVD- und MCVD-Verfahren kann nur durch Verwendung von extrem wasserfreien Rohstoffen erreicht werden und der Nutzung des während der Oxydierung frei werdenden Chlors zum Abfangen der verbleibenden Verschmutzung. Bei den VAD- und OCVD-Verfahren werden die porösen Rohlinge in einer Chloratmosphäre vor dem Verglasungsprozess thermisch behandelt. Diese Technik erlaubt die vollständige Eliminierung des Auftretens von OH-Ionen. Heute bieten gewisse Hersteller Lichtleiter, die die VAD- oder MCVD-Verfahren anwenden an, die für das Licht bei $0,85\ \mu\text{m}$ 2...3 dB/km und bei $1,3\ \mu\text{m}$ 0,5...2 dB/km Dämpfung haben.

Um die Herstellung von Lichtleitern für grosse Bandbreiten zu gewährleisten, ist es unerlässlich, das Profil des Brechungsindex genau kontrollieren zu können. Bei den MCVD- und OCVD-Verfahren wird das Profil durch eine Folge von Schichten aufgebaut, deren Index stetig höher wird. Das Profil folgt also angenähert einer Stufenkurve, was beim PCVD-Verfahren, wo das Profil kontinuierlich wächst, sowie beim VAD-Verfahren, wo das Profil anfänglich im Brennerbereich erzeugt wird, nicht mehr der Fall ist.

Obwohl derzeit die industrielle Anwendung des VAD-Verfahrens nicht verallgemeinert werden kann, ist es

d'un plasma à l'intérieur du tube au moyen d'une cavité micro-onde à une fréquence de 2,45 GHz. La croissance des oxydes est, dans ce cas, contrôlée de façon continue et permet d'obtenir un excellent profil d'indice. Lorsque cette croissance est terminée, la vitrification et le rétrécissement sont réalisés par un chalumeau à haute température.

d) Le dépôt axial en phase gazeuse (VAD)

Le procédé VAD (fig. 8) utilise, comme le procédé OCVD l'oxydation, des chlorures dans un chalumeau oxygène-hydrogène, mais les oxydes sont projetés à la surface d'un disque substrat en rotation. La croissance de la préforme poreuse n'est donc plus radiale, mais longitudinale. Pour obtenir un gradient d'indice radial, le chalumeau est conçu de façon que la concentration en oxyde de germanium se répartisse dans la flamme selon le profil d'indice désiré. Le profil obtenu est parfaitement continu. La préforme poreuse est vitrifiée sous atmosphère de chlore dans un four à 2000°C . Elle est ensuite glissée dans un tube de silice pure avant l'étréage.

Avantages et inconvénients

Si l'on évite sans difficulté l'augmentation de l'affaiblissement due aux impuretés polluantes, la contamination par les ions OH représente un problème sérieux. En effet, la présence de ces ions provoque d'importantes bandes d'absorption de la lumière; par exemple pour 1 ppm d'ions OH, la lumière à $0,95\ \mu\text{m}$ de longueur d'onde subira un affaiblissement supplémentaire de 1 dB/km alors que celle à $1,39\ \mu\text{m}$ subira un affaiblissement de 50 dB/km.

Dans les procédés PCVD et MCVD, l'élimination des ions OH ne peut s'obtenir qu'en utilisant des matières premières anhydres et en profitant du chlore dégagé lors de l'oxydation pour piéger la contamination résiduelle. Pour ce qui est des procédés VAD et OCVD, les préformes poreuses sont traitées thermiquement dans une atmosphère de chlore avant d'opérer la vitrification. Cette technique permet d'éliminer radicalement la présence des ions OH. De nos jours, on peut trouver auprès des fabricants qui utilisent les procédés VAD ou MCVD des fibres ayant 2...3 dB/km d'atténuation pour la lumière à $0,85\ \mu\text{m}$ et 0,5...2 dB/km pour de la lumière à $1,3\ \mu\text{m}$.

Pour garantir la fabrication de fibres à grande largeur de bande, il est indispensable de pouvoir contrôler avec précision le profil de l'indice de réfraction. Dans les procédés MCVD et OCVD, le profil est construit par une succession de couches dont l'indice est de plus en plus élevé. Le profil est donc approché par une courbe en escalier, cela n'est plus le cas dans le procédé PCVD où la croissance du profil est continue, ainsi que dans le procédé VAD où le profil est initialement généré au niveau du chalumeau.

Bien qu'actuellement l'utilisation industrielle du procédé VAD ne soit pas généralisée, il reste le seul à garantir la qualité d'un profil d'indice sans accident, couplé à l'absence d'une contamination avec des ions OH. L'application de cette méthode, encore limitée géographiquement au Japon, semble très prometteuse pour la fabrication des fibres à gradient d'indice.

das einzige, bei dem die Qualität des Indexprofils bei gleichzeitiger Abwesenheit von OH-Ionen-Verunreinigungen gewährleistet ist. Die Anwendung dieser vorläufig noch geografisch auf Japan beschränkten Methode, scheint für die Herstellung von Fasern mit gradientem Brechungsindex vielversprechend zu sein.

Im Falle des Monomode-Lichtleiters sind die Probleme der Bandbreite weniger kritisch als die der Dämpfung. Da dieser Lichtleitertyp für grosse Streckenlängen bestimmt ist, ist es unerlässlich, die Dämpfung stark zu verkleinern, um die notwendige Dynamik zu gewährleisten.

Zukunftsaussichten

Wenn auch die optischen Systeme eng mit der Entwicklung der elektronischen Komponenten verbunden sind, darf nicht übersehen werden, dass der Lichtleiter ein Grundelement darstellt, dessen Preis und Leistungsfähigkeit stark vom Herstellungsverfahren bestimmt werden. Der Hersteller von Lichtleitern wird eine Methode wählen müssen, die ihm einerseits erlaubt, eine wirtschaftliche Produktion von Fasern zu gewährleisten, die den immer höheren Ansprüchen des Kunden genügen und um andererseits gegen eine immer massiver auftretende ausländische Produktion konkurrenzfähig zu bleiben.

Mit der Festlegung ihrer Zukunftsstrategie für optische Nachrichtenübermittlung zeigen die PTT deutlich, dass sich der Lichtleiter und sein Herstellungsverfahren nur in Richtung hochleistungsfähiger Produkte entwickeln können. So haben sich die PTT aufgrund zufriedenstellender Resultate mit einer ersten Leitung für einen Ausbauplan entschieden, der den Bau von ein bis zwei 34 Mbits/s-Pilotanlagen pro Jahr vorsieht:

Lausanne—Morges	12,3 km
Basel—Rheinfelden—Möhlin	24,2 km
Bern Mattenhof—Bern Ittigen	6,1 km
Aarau—Suhr—Seon	12 km
St. Gallen—Herisau	8 km

Im Plan für die Jahre 1982—1991 sind ebenfalls optische Nachrichtenübermittlungssysteme auf weitere Distanzen vorgesehen. Im Jahre 1986 die erste 140 Mbits/s-Leitung zwischen Bern und Neuenburg, 1987 Lausanne—Martigny-Lenk und 1988 Genf—Lausanne.

Zurzeit ist der Austausch zwischen den Forschungsgruppen und der industriellen Produktion in vollem Gange. Die beiden Verfahren VAD und MCVD bleiben im Rennen.

Dans le cas des fibres monomodes, les problèmes de bande passante sont moins critiques que ceux de l'affaiblissement. Ce type de fibre étant destiné aux très longues distances, il est indispensable de minimaliser l'atténuation pour assurer la dynamique nécessaire.

Perspectives d'avenir

Si l'avenir des systèmes optiques dépend étroitement du développement des composants électroniques, il ne faut pas oublier que la fibre est un composant de base dont le prix et les performances sont largement dictés par le procédé de fabrication. Le fabricant de fibres devra donc choisir une méthode lui permettant de garantir le rendement de sa production pour une fibre répondant aux demandes de clients de plus en plus exigeants et rester compétitif face à une production étrangère de plus en plus massive.

Les PTT, en définissant leur stratégie future en matière de transmission optique, montrent bien que la fibre optique et son procédé de fabrication ne peuvent qu'évoluer vers des produits de hautes performances. En effet, sur la base des résultats satisfaisants d'une première liaison, les PTT ont établi un plan qui prévoit la réalisation d'un à deux projets pilotes à 34 Mbits/s par année:

Lausanne—Morges	12,3 km
Bâle—Rheinfelden—Möhlin	24,2 km
Berne-Mattenhof—Berne-Ittigen	6,1 km
Aarau—Suhr—Seon	12 km
Saint-Gall—Herisau	8 km

Le plan 1982...1991 prévoit également des systèmes de transmission sur des réseaux à longue distance. En 1986, la première liaison à 140 Mbits/s entre Berne et Neuchâtel, en 1987 Lausanne—Martigny—Loèche, en 1988 Genève—Lausanne.

Actuellement, le transfert entre les groupes de recherche et la production industrielle est en train de s'effectuer. Les deux procédés VAD et MCVD restent en compétition.

Adresse des auteurs: Cabloptic SA, avenue François-Borel, CH-2016 Cortaillod.

Adresse der Autoren: Cabloptic SA, avenue François-Borel, CH-2016 Cortaillod.