

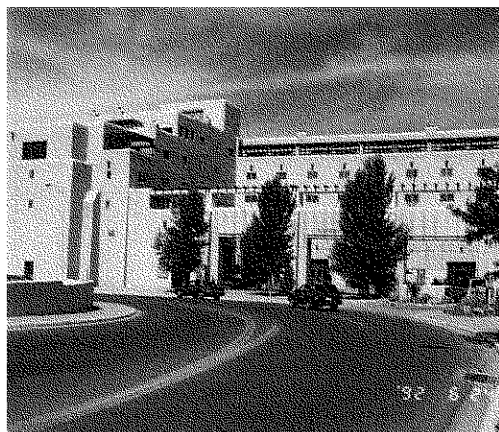
HOYA(株) 材料研究所 石川 悦子
浅原 慶之

標記の会議は、1980年に第12回の国際ガラス会議が開催されたことでも良く知られているアルバカーキーからバスで約1時間半の小さな町、ニューメキシコ州の州都サンタフェで6月24日から26日まで3日間にわたって開催され、今年は3回目になる。サンタフェは、日本人にとっては宮沢リエのヌード写真で最近すっかりお馴染みになった所であり、建物や食べ物にもメキシコ文化とインデアン文化の影響が見られる、独特の雰囲気を持つ町である。この町のホテル、エルドラドに設けられた会場で、参加者248名(内日本人は31名)によって、希土類イオンをドープしたファイバー増幅器と半導体増幅器に関する研究発表と活発な議論が行われた。論文数はregular(R)論文54件、post deadline(PD)論文16件、合計70件で、この内ファイバー増幅器に関連するものが51件(R:38, PD:13)、日本人による発表は招待講演も含めて15件であった。

今回の会議のplenary talk(WA1, H. Ishio, NTT)では、ファイバー通信網のための光増幅器と題して講演が行われ、今後の研究開発の課題として、①バンド幅の増加、②光増幅器のサイズの縮小化と集積化、③ $1.3\mu\text{m}$ ~ $1.6\mu\text{m}$ 波長域での異なった波長での増幅実現、が提案された。ガラスに深い関係のある光増幅用ファイバーに関しても、これを反映する発表が相次いだ。本報告では、この中で、今回の会議で話題の中心となった近距離光通信波長の $1.3\mu\text{m}$ 帯増幅用の光ファイバーと、コンパクトな増幅器を狙った導波路型の増幅器の開発に関する発表をまとめてみた。

1.3 μm 帯増幅用光ファイバー

1.3 μm 帯のファイバー増幅に用いられる活性イオンの Pr^{3+} 、 Nd^{3+} をドープさせるためのホストガラス材料に関しては、PDを含めて3件の発表があった。 Nd^{3+} イオンでは、従来はESA(上



会場のホテル・エルドラド

準位吸収)が原因で光通信に使用中の $1.31\text{ }\mu\text{m}$ での利得は得られていなかったが、今回、ホストガラスとして BeF_4 系ガラスを用いることで、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ で利得が有ることが予測された (WB3, S. Zemon 他, GTE)。また、量子効率の低い Pr^{3+} イオンでは、 La-Ga-S 系カルコゲナイドガラス (PD5, P. C. Becker, AT & T) と Fluoride-Chloride 系ガラス (PD16, N. A. Newhouse 他, Corning N. Y.) で従来ホストガラスとして用いら

れてきた ZBLAN に比べ3倍近く長い蛍光寿命を示し、量子効率が高くなり、利得の向上が望める事が報告された。

high power 励起を必要とする Pr^{3+} ドープファイバーアンプの実用化へのアプローチでは、high power な励起光源として LD 励起の Nd:YLF を用いた実験が報告され (PD4, Tim Whitly 他, BTL)、これによると、励起波長 1047 nm で 1.8 W 入射した時に 29.5 dB の net gain が得られ、励起

OPTICAL AMPLIFIERS and Their APPLICATIONS

Fourth Topical Meeting

July 4-6, 1993
Yokohama, Japan

Cosponsored by:
Optical Society of America
IEEE/Lasers and Electro-Optics Society

Meeting Organizers

GENERAL CHAIRS:

Gadi Eisenstein, *Technion-Israel Institute of Technology, Israel*
C. Randy Giles, *AT&T Bell Laboratories, USA*
Masataka Nakazawa, *NTT Corporation, Japan*

PROGRAM CHAIRS:

Elliott Eichen, *GTE Laboratories, USA*
Kazuo Hagimoto, *NTT Laboratories, Japan*
Richard I. Laming, *University of Southampton, UK*



Managed by:

Optical Society of America
2010 Massachusetts Ave., NW
Washington, DC 20036-1023
(202) 223-0920
Fax (202) 416-6100

OBJECTIVE OF THE MEETING

The objective of this meeting is to provide an international forum on current issues concerning the properties of fiber-based and semiconductor optical amplifiers, realization of amplifiers in a variety of discrete and integrated forms, novel applications, subsystem design, system demonstrations and associated technologies. The meeting will foster and enhance the interaction between materials, device, and system oriented research and development communities in this rapidly evolving field.

TOPICS TO BE CONSIDERED

- ♦ **Fiber Amplifiers and Sources**
Rare-earth-doped fibers
New fiber amplifiers
Fiber design and fabrication
Performance characteristics
- ♦ **Semiconductor Amplifiers and Pump Lasers**
Materials and structures
Design and fabrication
Performance characteristics
- ♦ **Amplifier Integration**
Semiconductor photonic ICs
Active-fiber-based integration
Planar waveguide amplifiers
- ♦ **Applications**
Terrestrial and undersea transmission
Subscriber networks and video transport
Soliton transmission
Field demonstrations
Optical switching and signal processing
Sensors
- ♦ **Theory of Design and Application**
Amplifier modeling
Analysis of novel structures
Noise and linearity
Optical detection
System-related analysis
- ♦ **Related Technologies**
Couplers and splitters
Optical filters and isolators
Packaging
Measurement techniques
Reliability

効率は0.042 dB/mWであった。また、励起光源にレーザーダイオードを用いて、 Pr^{3+} ドープ弗化物ファイバーアンプのモジュールを作製したとの報告があった(PD3, M. Shimizu, NTT)。用いた Pr^{3+} ドープファイバーの長さは15 m, NAは0.42である。励起光には波長1.017 μm の2個のLDを合波し双方向から入射する方法で計4個のLDを用い、Pr ドープファイバーと石英ファイバーとの結合は、V溝上でUV硬化樹脂を用いて固定している。モジュールの大きさは26×11×22 cm^3 である。このモジュールで励起光160 mW入射時で波長1.30 μm において最大利得11 dBを得ている。

その他全般的に、1.3 μm 帯ファイバーアンプの実用化のためには、 Pr^{3+} を用いる場合には弗化物ガラスの信頼性の向上が必要であり、 Nd^{3+} を用いる場合には1.05 μm のASEの低減を要するとの主張が強かった。

光導波路型増幅器

増幅器のサイズの縮小化を目的とした導波路型の増幅器の研究結果も注目された。一つは LiNbO_3 を基板としたもので(ThB4, P. Beckerら(Universitat-GH-Paderborn))、将来電気光学効果や非線形効果を利用して機能を集積することを意識したものである。 LiNbO_3 にまずErを真空蒸着しこれを1060°Cで処理して約2.5 μm の厚さの Er^{3+} の拡散層を形成し、ここにさらにTiを選択的に拡散させることによって幅8 μm のチャンネル型の導波路を形成したもので、導波路伝搬損失は0.1 dB/cmである。これを、1.48 μm のカラーセンターレーザーで励起した結果、50 mWの励起で3.3 dBの利得が得られた。さらに、 Er^{3+} のドーピング量と導波路構造を最適化すれば、10 dBは可能としている。

ガラス導波路に関しては、 Er^{3+} をドーピングしたシリカ導波路の増幅特性が発表され、話題を呼んだ(PD1, T. Kitagawaら, (NTT))。導波路は、Si基板上に火炎堆積法と反応エッチング法で作製した幅8 μm 、厚さ7 μm のリッジ型の導波路で、長さはS字型にしたもので最高19.4 cm、伝搬損失は0.2 dB/cmである。これを980 nmのTiサフ

アイヤレーザーで励起した時の利得と Er^{3+} 濃度や導波路長の関係を調べ、 Er^{3+} 濃度0.55 wt%，長さ19.4 cmで、640 mWで励起した時に13.7 dBの利得を得た事が報告された。この波長帯でのガラス導波路を用いた増幅機能の報告は初めてであり、この様な高利得が得られたことから今後の発展が期待される。

この会議は、毎年アメリカで開催されていたが、4回目は添付図に示すように1993年、6月4日から6日まで、横浜で開催する予定になっている。ガラス関係者の積極的な参加を望みたい。

〔筆者紹介〕



石川 悦子 (いしかわ えつこ)

昭和38年9月2日生まれ

昭和63年3月 筑波大学修士課程
理工学研究科修了

同年4月 HOYA(株)入社、同
社泉谷特別研究室を経て、現在、材料研究所第
4グループに所属。こ
の間に低分散ガラス、
弗化物ガラスの開発に
従事。現在、ファイバ
ーレーザーの研究中。



浅原 慶之 (あさはら よしゆ
き)

昭和15年2月18日生れ

昭和39年3月 東京都立大学理学
部物理学科卒

同年4月 ㈱保谷硝子入社、
同社技術研究所を経て、現在、材料研究所第
4グループリーダー、
この間、おもに遅延線
ガラス、ファラデー回
転ガラス、カルコゲナ
イドガラス、核融合大
出力レーザー用ガラス材
料、屈折率分布型レン
ズ材料、の開発に従事。
現在、導波路型ガラス
レーザー、3次非線形
ガラス材料の研究中。