

古河電気工業(株)研究開発本部

吉田 進

1. OFS'89 の概要

光ファイバセンサ国際会議は今回で6回目を数えるところとなった。第1回のロンドン(1983)以来、シットカートガルト('84)、サンディエゴ('85)、東京('86)、ニューオーリンズ('88)と、1~1.5年の間隔で開かれてきた。次回はシドニー('90/12)が予定されている。今回の第6回はECOC'89(第15回ヨーロッパ光通信会議、スエーデン、9/11~14)の次週にセットされた。

会場はパリ東北部La VilletteにあるLa Cité des Science et de l'Industrieの会議場で、'89.9.18~20の3日間にわたり開催された。ここは丁度幕張メッセとその周辺のような感じで大規模な開発が進められている場所で、広い地域に科学工業センター、ホール、音楽堂、公園、レストランなどが散在し現在も工事中である。会議には筆者のようにECOCから引続いて出席した人も多いように思われたが、通信に比べるとやや特殊な分野だけに規模は小さく、全体で291人の参加ということであった。主な国別の出席者は

Table 1 Nationality of participants

Nationality	Number
France	68
U.S.A	40
U.K	38
F.R.G	31
Japan	26
Italy	19
Switzerland	10
Canada	6
Others	53
Total	291

Table 1 の如くである。

論文の種類別、国別(トップネーム著者)の分類をしたのがTable 2で、アメリカが最も活発であるが、わが国もこの会議にかなり貢献していることが読みとれる。発表は单一会場で、Table 3のプログラムに従って行なわれた。近年の傾向として光ファイバ自体をセンサとするものに限らず、多様な光応用センサシステムまたは関連する部品・デバイスの開発に関わる発表から構成されている。

OFS研究の流れをふりかえると、レーザや光ファイバを応用し、対象となる諸物理・化学量の様々な計測原理が提案され、簡単なものから実用化されると同時に精度・安定度・信頼度などの面で多くの問題点も派生した。そしてその原因分析と追求、デバイス改良、信号処理の工夫などが研究テーマとなってきた。この分野と表裏をなす光通信技術との相互の影響も見逃せない側面である。今年の発表論文から現状を考えると、研究開発の進展によってかなり高度の計測技術が実用可能な段階に入っているという印象を受けた。

なお、会議場に隣接して製品展示会も設けられ、約20社の出品があった。コンファレンスセッションの一部として行なわれたCité内のドーム劇場における「宇宙飛行」と「地方の祭り」のプログラムの映写は、フランス自慢のものらしく巨大なスクリーンと音響にかなりの迫力があった。

2. 発表論文の紹介

すべての発表を論ずる余裕はないが、本フォーラムに關係のありそうなトピックスを選んでいくつか紹介しよう。

まず、光ファイバ関連では#1のセッションでは

Table 2 Classification of contributed papers.

Papers Nationality	Invited papers	Regular papers	Poster papers	PD papers
U.S.A.	7	16	2	2
U.K.	2	10	3	2
Japan	2	9	5	1
France	2	7	1	—
F.R.G.	1	5	—	1
Italy	—	4	—	—
Switzerland	—	4	—	—
Israel	—	2	—	—
Canada	—	2	1	—
Sweden	—	1	—	—
Austria	—	1	—	—
Denmark	—	—	1	—
Poland	—	—	1	—
Total	14	61	14	6

フッ化物ガラス発見者グループの G. Mazé から、ファイバの低損失化と応用について発表があった。理論的に予測されている超低損失特性を実現することは大変困難な課題であるが、多モードファイバで 10 dB/km、単一モードで 50 dB/km のレベルに達しており、計測応用には十分である。波長域としては 1~3.7 μm で 100 dB/km (多モード) が得られている。応用では遠隔赤外スペクトルスコピー、赤外画像システム、ファイバ放射温度計など既に知られた技術のほか、レーザスポットを被検物に当て、光熱効果による赤外放射をファイバに集めて伝送検出し、基体の性質を計測する応用などが紹介された。

15 のセッションはファイバ自体をセンサとする分布計測がテーマである。英国サザンプトン大の D. N. Payne が招待論文として、最近話題の希土類ドープファイバのセンサ応用についてレビューを行なった。通信分野では Er ドープファイバが光増幅器として脚光をあびているが、センサ関係ではファイバジャイロスコープ用に温度安定性が高く、スペクトル幅の広い光源としての応用がまず有望との指摘があった。

Er ドープファイバを用いた新しい方式による分布型温度センサが筆者等のグループの K. Na-

kamura から提案された。Fig. 1 のように CW 信号光とポンプパルス光を逆方向から入射させ、励起状態の Er による吸収の温度特性を利用するものである。通常、分布型では微弱な後方散乱光を検出するのに対し、前進光を信号とすることによる感度向上をねらいとしている。分布型センサではラマン散乱を用い、精度 1°C、長さ 1~2 km という実用レベルの技術が Y. Tanabe らおよび K. Ogawa らから発表された。

5 のセッションではファイバジャイロ用に開発した希土類ドープファイバ光源の発表があった。W. K. Burns (米、NRL) らは、Al, Nd をドープした信号用単一モードコア部と、第一クラッドをポンプ光用コアとして効率向上をはかった二重クラッドファイバを用い、1 W のポンピングで 40~80 mW の出力を得ている。また、サザンプトン大の P. R. Morkel は Er ドープファイバを用いて、光源としての高安定動作を実証した (Fig. 2)。

ファイバジャイロそのものについては、フランスの H. J. Arditty らの全ディジタル閉ループ処理型の発表、# 4 セッションの A. Kurokawa らの光 IC 鋸歎波変調器を用いて直線性、安定性を高めた発表 (プロトタイプの製品展示があった) があり、注目された。

材料ベースの素子開発の例をもう少し紹介すると、Fig. 3 は W. Konz (独) らによる導波路集積型の屈折率センサヘッドである (セッション#12)。ガラス基板上に 2 本のファブリペロー共振器を構成し、一方が部分的に露出しているので液につければ屈折率を検知するが、他一本は温度補正に利用される。

Fig. 4 は H. Hosokawa ら (セッション#1) が発表した UV レジン光重合法によるリッジ型導波

路部品の製作法である。量産向きの技術としての新しさが関心を集めめた。

センサシステムには多様な技術が複合されるので個々に記述することは不可能であるが、誤差除去の例を #9 の電流センサから一つあげる。Z. B. Ren (イス) らは、ファイバ中のファラデー回転を検出する電流センサで問題になるファイバ自体の直線複屈折を、Fig. 5 のようにチョッパにより入射光を直線偏光、円偏光に繰返し切替えて測定

Table 3 OFS-6 '89 Program Summary

# Monday, September 18		
8:00	9:00	Registration and Set-up
9:00	10:00	0 Openng Session
10:00	12:00	1 Components and Special Fibers
12:00	14:00	Lunch Break and PDP Selection Meeting
14:00	15:20	2 Interferometer Signal Proc.(narrow band)
15:20	15:35	Coffee Break
15:35	16:40	3 Interferometer Signal Proc.(white light)
16:40	18:00	4 Ring Resonators
18:00	18:30	Break
18:30	22:30	Conference Reception
# Tuesday, September 19		
8:30	9:35	5 Fiber Gyros and Special Sources
9:35	10:55	6 Noise in Interferometers
10:55	11:10	Coffee Break
11:10	12:30	7 Poster Session
12:30	14:00	Lunch Break and ECO'90 Meeting
14:00	16:20	8 Systems and Applications
16:20	16:35	Coffee Break
16:35	18:40	9 Current and Magnetic Field Sensors
18:40	20:30	Dinner Break
20:30	22:30	10 Post Deadline Session
# Wednesday, September 20		
8:00	8:50	11 Smart Structures and Strain Monitoring
8:50	10:30	12 Chemical and Biochemical Sensors
10:30	10:45	Coffee Break
10:45	12:05	13 Pressure Sensors
12:05	13:45	Lunch Break and Wrap-up Meeting
13:45	15:35	14 Multiplexed Sensors
15:35	15:50	Coffee Break
15:50	17:25	15 Distributed Sensors
17:25	17:30	Announcements

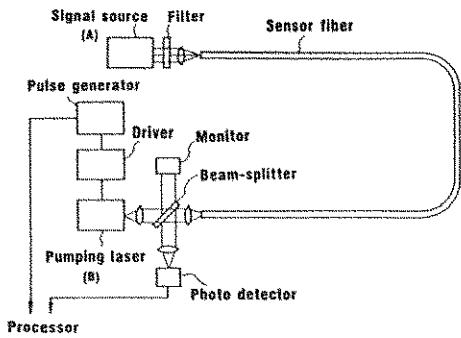


Fig. 1 The arrangement of distributed temperature sensor using Er doped fiber

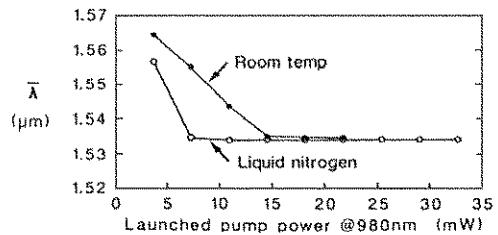


Fig. 2 Weighted mean wavelength vs pump power 6.2m fibre length.

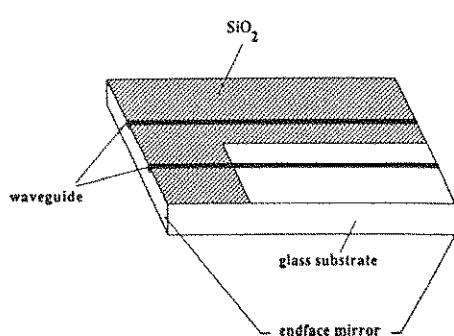


Fig. 3 Waveguide type reflectivity sensor head

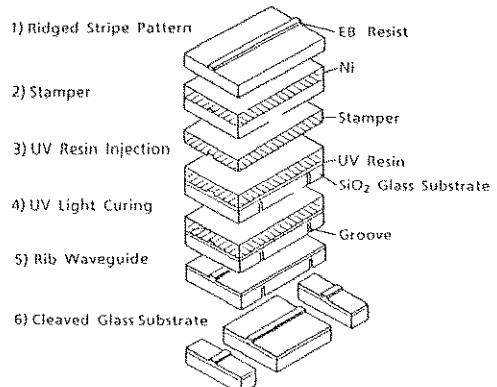


Fig. 4 Waveguide fabrication process by photopolymerization

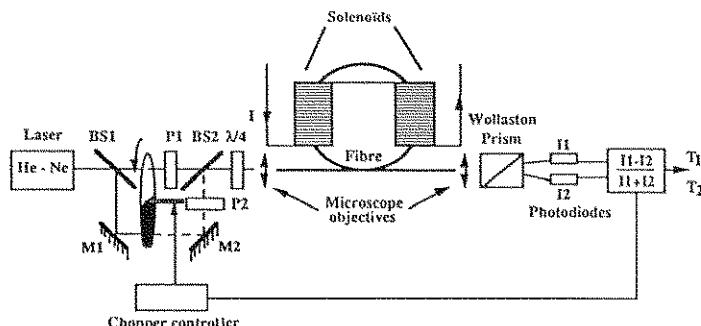


Fig. 5 Experimental set-up for the Faraday rotation measurement by time polarization multiplexing.

し、ファイバの複屈折を消去してファラデー回転のみを得る方法を発表した。

3. おわりに

以上、紙面の都合もあり概況と数例のトピックスをあげたに過ぎないが、研究開発は益々多様化し着実に前進していることの一端の紹介になっていれば幸いである。なお、プロシーディングスが立派な形態の書物として刊行 (Springer-Verlag, Proceedings in Physics 44) されているので、詳しくはそちらを参照していただき度い。

〔筆者紹介〕



吉田 進 (よしだ すすむ)

昭和 30 年東京大学工学部電気工
学科卒業、古河電氣工
業株式会社に入社、
ミリ波伝送用導波管、
高周波ケーブル、
CATV システム、
光ファイバおよびその
応用などの研究開発に
従事。

現 在 研究開発本部技師長、工
学博士。