特集 11

レーザーセントラルサプライシステム

角田 則章*・杉山 征司*・末永 徳博*
井原 章夫**・小山 博史**・渥美 和彦***

(1986年 1 月29日 受理)

Development of the Centralized Laser System

Noriyuki TSUNODA*, Seiji SUGIYAMA*, Norihiro SUENAGA*,
Akio IHARA**, Hiroshi KOYAMA** and Kazuhiko ATSUMI***

(Received January 29, 1986)

1. はじめに

レーザーの医療への応用には、

- a. 熱エネルギーを利用した切開・止血・蒸散等の治療
- b. 光化学反応を利用した診断・治療
- c. 光刺激反応を利用した治療
- d. 画像処理等の信号伝達

等がある。これらは、すでに各方面で活発に使用されているが、一台一台が上記の中の一つの専用装置であり、総合的なシステムが要望されている。

また、現在の医療システムは、近代化が進むにつれ多種多様な装置が治療室に設置されており、それらの装置をより安全で、有効に使用できるように、コンピューターを駆使して、管理

及び制御するシステムに変わりつつある。今回我々は、新しい医療システムの方向性に沿った将来的なレーザーシステムを見つめつつ、ここに一つのモデルとなるレーザーセントラルサプライシステムを開発した。

今回のレーザーセントラルサプライシステムは、4台のレーザー装置から発振されたレーザー光を、コンピューターによる集中管理によりレーザー装置から離れた手術室2部屋、外来室5部屋の計7部屋に切り換え、導光することができるようになっている。

ところでレーザー加工では、レーザー光を分割して使用する機会が多いが、本システムのような場合では、各部屋ごとに異なる出力を必要とするため、各々単独で出力の加減ができなければならない。また分割利用する時、レーザー

* 日本赤外線工業株式会社 (〒106 東京都港区西麻布4-16-13 第28森ビル)

** ナトメック七里病院 (〒330 埼玉県大宮市東宮下字西196)

*** 東京大学医学部医用電子研究施設 (〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

* Nippon Infrared Industries Co., Ltd., (Mori 28 Bldg., 16-13, Nishiazabu 4-chome, Minato-ku, Tokyo 106)

** Nanasato High-Tech. Medical Center (196 Azanishi, Higashimiyashita, Omiya-shi, Saitama 330)

*** Institute of Medical Electronics, University of Tokyo (7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 1131)

出力は各端末の総和出力，すなわち本システムのように7部屋に端末出力100Wを導光する場合，700W以上のレーザー装置を必要とし，コスト面や信頼性等の点から製品化しにくいシステムとなる。そこで本システムでは導光路を切り換えて使用する方式を採用し，システムを効率よく運営するためにスケジュール機能を導入している。この方式によると出力は一部屋分ではなく，通常のレーザー装置の遠隔操作を行う事により，システムは成り立つ。光路切り換え機構はモータードライブによるミラー移動方式を採用し，各種センサーにより再現性の良い機構となっている。レーザー光の導光に用いた石英ファイバーケーブルは，波長 $1.06\mu\text{m}$ で，実験値 2.5dB/km という値を示し，長距離伝送しても，ほとんど損失を考えなくても良いものである。CO₂レーザーの導光も，マニピレーター・導波管・ファイバー等を検討したが，伝送損失がまだ大きい等の問題点があるため，採用を断念した。

2. 特徴

本システムには以下の特徴が挙げられる。

- 数種類のレーザー光を使い分けられる。
- レーザー装置の移動の手間が省ける。
- 手術室及び外来室で床面積の大きいレーザー装置に代って，コンパクトな操作ボックスでレーザーを使用できる。
- 中央管理コンピューターの導入により，全てのレーザー装置を制御し，管理することができる。
- スケジュール機能の導入により，使用時間の予約制管理を行うことができる。
- 信号の交信は，光ファイバーを用いた光通信システムの採用により，信頼性を向上させている。
- 豊富なオプションを用意したことにより治療に応じたアクセサリを選択することができる。

3. 構成

Fig. 1 レーザーシステム配置図

Fig. 1 にレーザーシステムの配置図を示す。セントラルサプライ室に，YAGレーザー装置(100W)2台と，Arレーザー装置(7.5W)1台と，Ar-Dyeレーザー装置(1.5W)を設置し，図に示されている各部屋(計7部屋)に，ファイバーを用いてレーザー光を導光する。また，移動用のレーザー装置として，CO₂レーザー装置(30Wと80W)2台とYAGレーザー装置(100W)と，低出力レーザー装置のYAG(500mW)と，半導体(40mW)と，He-Ne(5mW)の計6台が用意されている。これらの移動用レーザー装置は，図中の部屋全て(9部屋)にて使用することができる。

レーザーセントラルサプライシステムの概要をFig. 2に示す。図中の治療室(手術室・外来室)とセントラルサプライ室をFig. 3, Fig. 4, Fig. 5に示す。以下にレーザーセントラルサプライシステムの基本動作を示す。

Fig. 2 概要

Fig. 3 手術室

Fig. 5 セントラルサブライ室

Fig. 4 外来室

操作者が操作ボックスで、使用するレーザー装置のいずれかを選択し、選択されたレーザー装置の信号は、通信用ファイバーケーブルを通り、中央管理コンピューターに伝達される。選択されたユーザー装置が使用可能であれば、中央管理コンピューターがビームパスチェンジシステムを作動させ、レーザー光路を所望の回線

に接続する。次に操作ボックスで、レーザー発振条件を指示する。指示は中央管理コンピューターに伝達され、即座にレーザー装置の発振条件を制御する。これでレーザーの照射準備は完了し、その後は使用する治療室で医師がフットスイッチを踏むことにより、レーザー光はファイバーケーブルの先端より照射される。

Fig. 6 に、コントロールシステムの概要を示

Fig. 6 コントロールシステム概要図

す。中央管理システムは、E7100とB16/EXの2台のコンピューターにより構成され、E7100により全ての通信処理・計算処理・全体運営管理処理が行われる。その情報は、B16/EXや、CD（キャラクタディスプレイ）・HCP（ハードコピープリンター）によりアウトプットされる。ビームパスチェンジシステムや、操作ボックスからの信号は、緊急停止信号を除き、全て通信分岐システムやレーザーコントロールを介して、E7100へ送られる。

このように本システムは中央管理コンピューターが、常時端末コンピューターを内蔵した7台の操作ボックスと、4台のレーザー装置を監視し、簡単な操作にて相互に通信しあうシステムとなっている。また、操作ボックスやレーザー装置の使用状況等の記録は、随時中央管理コンピューター内HCPにて記録され、ファイルされるようになっている。システム作動後は、セントラルサプライ室内中央管理コンピューター及びレーザー装置がオートマチックに動作しセントラルサプライ室内に操作者を配置する必要はない。取扱者は次項に述べる中央管理と、各操作ボックスでの操作だけをすればよい。

4. 中央管理

中央管理コンピューターは、各端末であるレーザー装置や操作ボックスを監視・制御・記録しつつ、人との対話機能いわゆるマンマシンイ

Fig. 7 中央管理コンピューター

ンターフェース機能を持ち、次の3種類に大別することができる。

- a. レーザー使用スケジュールの表示・予約・変更（スケジュール管理）

中央管理コンピューターは30日先までのスケジュールを管理できる。スケジュールはレーザー装置ごとに入力することができ、それぞれの操作ボックスに対応したスケジュールを入力していくものである。スケジュールに登録していなければ、目的のレーザーは使用することができない。

- b. 操作ボックス・レーザーコントロールの状態表示・変更・監視（操作ボックス状態・レーザー装置状態）

操作ボックス・レーザー装置の状態を確認・変更する事ができる。操作ボックス・レーザー装置と中央管理コンピューターが交信を行うには、ここでそれらの端末を「接続中」にしておく必要がある。

- c. レーザー出力定数の表示・変更（Ar・Ar-Dye出力定数）

レーザーの出力指定をするところであるが、通常この機能を使用することはない。また、本システムでレーザーを使用するには以下の条件を満たしていなければならない。

- イ. レーザー使用スケジュールに登録してあること。

- ロ. 操作ボックスが「接続中」であること。

- ハ. レーザー装置が「接続中」であること。

- ニ. 他の操作ボックスで目的のレーザーを使用していないこと。

ここでイ～ハは、中央管理コンピューターで操作する。前もってスケジュールに登録しておくことにより、計画的に効率的な運営が可能になる。ニは、操作ボックスで「LASER SELECTION MODE」を呼び出すことにより確認することができる。

5. 操作ボックス

操作ボックスは、各部屋に一台ずつ設置されており、この操作により必要なレーザー光を選

扱し、発振条件を設定し、レーザー光を得ることができる。この操作ボックスは以下にあげる5つの画面により構成されており、そのブロックダイアグラムをFig. 9に示す。

- a. タイトル画面
- b. スケジュール画面
- c. レーザー装置選択画面
- d. 発振条件設定画面
- e. レーザー光照射画面

操作ボックスの操作は、対話方式を採用しているので非常に簡単である。また、光通信システムの採用により、信号の信頼性が向上し、ノイズ等による影響のない装置である。

Fig. 8 操作ボックス

Fig. 9 操作ボックスのダイアグラム

6. 移動型装置

レーザーセントラルサプライシステムで総合的なレーザー治療を行うには、CO₂ レーザーシステム等の移動型レーザー装置が必要である。また低出力レーザーを設置することにより、治療室だけでなく、病棟でも簡単な治療を行う事ができる。

レーザーセントラルサプライシステムを導入したナトメック七里病院では、以下に述べる6台の移動型レーザー装置も設置しており、幅広い治療に対応できるようになっている。

○CO₂ レーザーシステム 30Wタイプ (Fig. 10) —NIIC LASERY MODEL 30Z—

主に外来治療室で使用されるコンパクトタイプのCO₂ レーザーメスである。

○CO₂ レーザーシステム 80Wタイプ (Fig. 11)

主に手術室で使用される高出力タイプの最新鋭機である。

○YAG レーザーシステム 100Wタイプ (Fig. 12) —NIIC MODEL IS 101—

主に内視鏡室で使用され、セントラルサプライシステムのバックアップとして、またはシステム以外の部屋での使用の為の多用用途レーザー装置である。

○He-Ne レーザーシステム 5 mWタイプ (Fig. 13)

○半導体レーザーシステム 40mWタイプ (Fig. 14)

○YAG レーザーシステム 500 mWタイプ (Fig. 15)

上記3機種は新たに開発した低出力レーザーシステム群である。

これらの移動型レーザー装置をレーザーセントラルサプライシステムと共にうまく使いこなすことにより、より有効なレーザー治療を行うことができる。

7. レーザー用設備とアクセサリ

本システムの各部屋には、レーザー用冷却水

Fig. 10 30 Z

Fig. 12 IS 101

Fig. 11 CO₂ レーザー 80W タイプ

と電源とCO₂レーザー用ミックスガスとアシストガス用圧縮空気が配管されている。そのため従来のように、レーザー用のガスボンベを手術室や外来室で見かけるようなわずらわしさはない。

アクセサリもCO₂・YAG用同軸マイクロ

Fig. 13 低出力He-Neレーザーシステム

Fig. 14 低出力半導体レーザーシステム

Fig. 15 低出力YAGレーザーシステム

アタッチメントをはじめ、コンパクトなCO₂用マイクロアタッチメント・各種ハンドピース・各種外科用ファイバー・各種内視鏡用ファイバー・接触用ファイバー・ロッドメスプローブ・

煙吸引器等約30種程度とり揃え、多岐に亘る治療に対応できるようになっている。これらの豊富なアクセサリを上手に使い分けることにより、効率のよい治療を行う事ができる。

8. おわりに

本システムの将来性としては小規模低価格のもの、機能性を追求していくものの二通りが考えられる。小規模低価格タイプは、レーザー装置1～2台のレーザー光を、2～3部屋に導光するシステムであり、最近要望も増えつつある。機能性を追求していくタイプは、例えば一本のファイバーで複数のレーザー光の同時照射及び切り換え照射ができるものや、リモートコントロール制御・CO₂レーザーの導光・自動波長変換システム等多々考えられ、ユーザーからの要望により一つ一つ検討し対応していくことを考えている。

病院側では、情報処理のスピードと管理と正確さ等の面により、コンピューター化が計られつつあり、そのシステムの中に実用段階に入ったレーザー装置が組み込まれることは、容易に推測できる。それらのシステム化に順応した装置やシステムを模索し開発していくことが我々の検討課題である。