The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	X線テレビモニター 面上に透視時間を表示する試作装置-術者に透視時間を無意識に短縮させるための一工夫として-
Author(s)	平沢, 美治; 中里, 勝雄; 大槻, 清孝 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1977, 37(1), p. 1-10
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17223
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

X線テレビモニター面上に透視時間を表示する試作装置

— 術者に透視時間を無意識に短縮させるための一工夫として —

東京都立放射線技師学校（学校長：遠山富也）
平沢美治　中里勝雄
大槻清孝　遠山富也

（昭和51年7月19日受付）
（昭和51年9月13日最終原稿受付）

Distal display of fluoroscopic time on TV monitor

Yoshiharu Hirasawa, Katsuo Nakazato, Kiyotaka Otsuki and Tomiya Toyama
Tokyo Metropolitan Institute for Training Radiological Technicians
(Director: Pres. Tomiya Toyama)

Research Code No.: *501*
Key Words: *Fluoroscopy time, Image technological development, Digital integrated circuit*

From the view point of genetically significant dose, it is one of most important problems to reduce the medical exposure in X-ray examinations.

An attempt based on the Human-engineering was tried to indicate fluoroscopic time on the X-ray TV monitor, using digital integrated circuit. By the above mentioned device, the examiners are able to recognize fluoroscopic time without difficulty.

It may be possible to indicate exposure dose on X-ray TV monitor if needed.

It is naturally expected that the examiners will involuntarily shorten the fluoroscopic time.

This method is very useful in the problem of how to reduse the medical exposure dose in X-ray examination.

I. 緒　言

最近のX線テレビ透視診断装置は，操作盤上に透視時間を表示するタイマがついていて，時間がくると警報を発したりあるいはX線遮断をするものが多くなつている．これは術者に透視時間すなわち患者のX線被曝時間を知らせることによつて，患者へのX線被曝を規制しようとする工夫であると思われる．ところがこのようなX線テレビ透視診断装置のように，透視時間を表示するタイマとX線テレビモニターが，離れて別の位置に配置されていると透視に夢中になつている術者は，殆んど全くといつてよいほど手元のタイマを見ることをせず，警報あるいはX線遮断に驚いて慌ててタイマをセットしなおすことが往々にしてあるのが実状である．そこで私共は人間工学的に考えてX線テレビモニター面上にディジタル IC

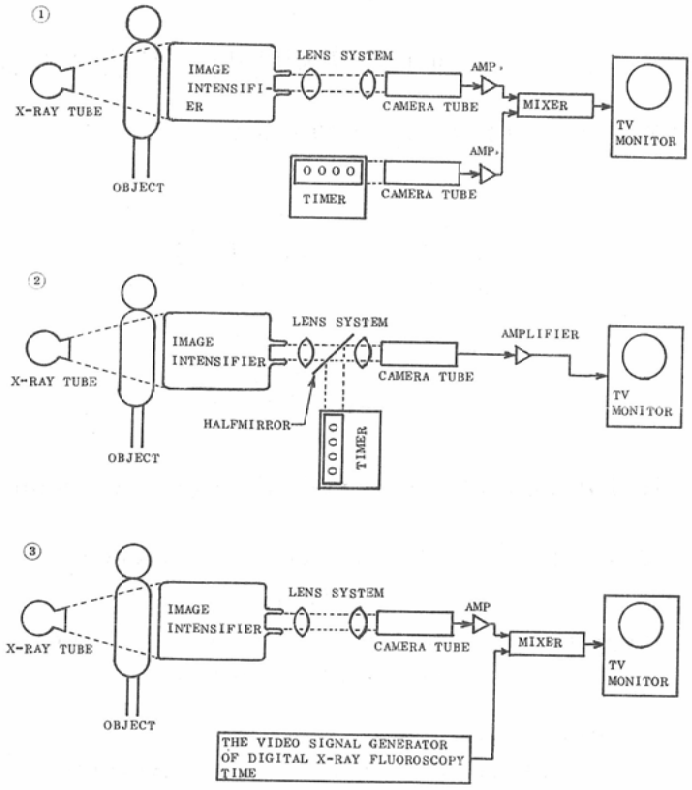

Fig. 1.　Video signal

(Digital Integrated Circuit) を使用してX線透視時間を表示すれば，術者はモニター面から眼を離さずにX線透視時間を監視でき，テレビ透視による患者のX線被曝時間を容易に知ることができると考え，その装置を試作したのでここに報告する．

II.　方法および試作装置

(1)　理論および方法

X線テレビモニター面上にX線透視時間を表示する方法としては，Fig. 1の①のように他の撮像管で撮像したX線透視時間映像信号をミキシング回路で，被写体を透過してきたX線透視映像信号と合成してモニター面上に表示する方法，Fig. 1の②のようにハーフミラーを用いてI.Iからの X線透視映像信号と，透視時間タイマからのX線透視時間映像信号を一本の撮像管で撮像しモニター面上に表示する方法，Fig. 1の③のようにディジタル透視時間映像信号発生回路で発生させたX線透視時間映像信号を，X線透視映像信号とミキシング回路で合成してモニター面上に表示する方法等があるが，③の方法が最も費用がかからず小型にしかも簡単かつ容易にX線テレビ装置最体に組み込めるので，私共は③の方法を採用することにした．

ディジタル透視時間映像信号発生回路からX線透視時間映像信号を簡単に発生させるために，また職場がら学生にその原理の修得によりテレビの動作を容易に理解させ得るように，私共は Fig. 2のような7セグメント表示の文字の形を採用し使用した．この文字は a, b, c, d, e, f, g の7素子に分解でき，これらの各素子の組み合せにより数字を表示することができるようになつている．Fig. 3に各素子をテレビモニター面上に表示する方法を示す．その動作は，テレビの垂直同期

Fig. 2. The digit of the 7-segment display

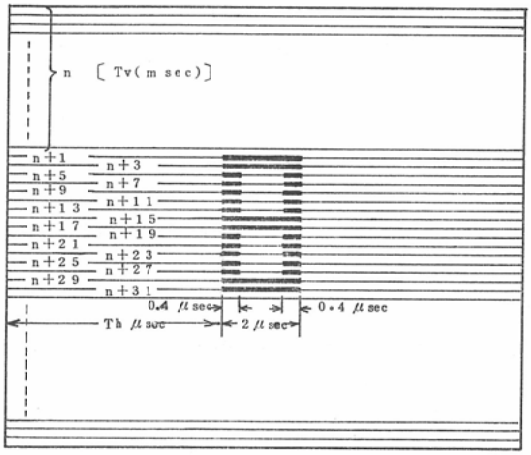

Fig. 3. The 7-segment disply on the screen of TV monitor

信号をトリガー信号としてモニタ表示の垂直位置を決めるためにTv (m sec) 時間を遅らせて水平走査線がn本走査したのち，n＋1本目の水平走査線の水平同期信号をトリガー信号としてモニター表示の水平位置を決めるために Th (μ sec) 時間を遅らせてaの輝度信号を発生させ，n＋3本目にa, n＋5本目にfとb, 以下同様にしてg, e, c, dそれぞれの輝度信号を発生させてdが発生完了すると輝度信号の発生を停止させる．輝度信号の発生時間はa, g, dは2～3 (μ sec) b, c, e, fは0.2～0.4 (μ sec) 程度にすればよく，また水平走査線がn＋1，n＋3，n＋5，……と奇数になつているのはテレビの飛び越し走査を表わしている．このようにして発生させた一連の輝度信号と，後述するX線透視時間計数信号とを

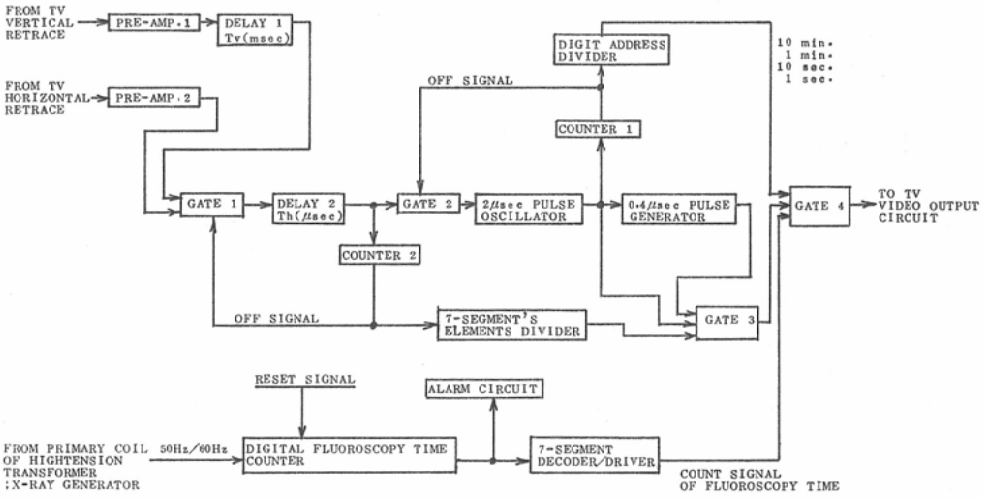

Fig. 4. The video signal generator block diagram of digital fluoroscopy time

ディジタル論理回路で組み合せてX線透視時間映像信号を発生させるわけで，この回路をディジタル透視時間映像信号発生回路と呼ぶ．

(2)　ディジタル透視時間映像信号発生回路の概略

Fig. 4にそのブロックダイヤグラムを示す．動作は，透視X線が発生するとX線発生装置高圧変圧器一次巻線端子より交流信号電圧を得て，この交流電圧をX線透視時間計数回路で計数し，7セグメントデコーダードライバーに計数信号を送る．このあとに7セグメント数字表示器を接続すれば普通のディジタル時計としてX線透視時間が表示されるが，数字表示器のかわりにX線テレビモニターを使用するわけであるから，(1)で述べた7セグメント素子輝度信号をFig. 4の上の方の回路で作る必要がある．すなわちテレビの垂直同期信号をテレビの本回路に影響を与えないように高入力インピーダンスのプリアンプ1で受け，遅延回路1でTv (m sec) 時間を遅らせたのちゲート1に信号を与え，この信号と高入力インピーダンスのプリアンプ2を通つてきた水平同期信号とが一致するとゲート1から信号が出る．ゲート1から出る信号はテレビのn＋1本目の水平走査線の水平同期信号であり，遅延回路2でTh(μ sec)時間を遅延させたのちゲート2をONにし，2μ sec 方形波発振回路を発振開始させて計数回路1を動作させ，10分，1分，10秒，1秒台の四桁に各々の桁の2μ secパルスを発生させるとOFF信号を出してゲート2をOFFにして発振を停止させ，同時に桁分離回路から桁分離信号を発生させる．また発生した2μ secパルスの前縁をトリガー信号として0.4μ secパルスを作る．そして遅延回路2からのON, OFF信号を計数回路2で計数して7セグメント素子分離回路に信号を送り，ここでできた各素子の分離信号と2μ secパルスと0.4μ secパルスをゲート3で合成して，全く独立したa, b, c, d, e, f, g各素子の輝度信号を得る．この素子輝度信号と桁分離信号と7セグメントデコーダードライバーからのX線透視時間計数信号とをゲート4で合成すると，X線透視時間映像信号パルスが得られてこれをテレビ映像出力回路に送ることにより，X線テレビモニター面上にX線透視時間が表示されることになる．そして全ての7セグメント素子の表示が完了すると，計数回路2からOFF信号が出てゲート1をOFFにし，テレビの垂直同期信号がくるたびにいま述べた動作を繰り返すわけである．

アラーム回路は，X線透視時間が例えば10分経過すると警報を発したりあるいはX線遮断を行う回路に接続できる．リセット信号は一人の患者のX線透視が終り術者が釦を押せば発生し，X線透視時間を零にリセットする．なおX線テレビモニター面上の透視時間表示位置は，垂直（遅延回路1）と水平（遅延回路2）の遅延時間を変えることにより任意に設定できる．

(3)　試作したディジタル透視時間映像信号発生回路の詳細

今回試作した回路の主たる使用電気部品は演算増幅器 (Operational Amplifier：略してオペアンプ，文献 (3) (8)及び (13)）とディジタルICのうちTransistor Transistor Logic (略してTTL, 文献 (5) (12) (13)）である．これらの電気部品を用いてFig. 4の試作回路の実際を述べる．

(A)　X線透視時間計数回路

Fig. 4のDigital Fluoroscopy Time Counterから7-Segment Decoder/Driverまでを表わす回路で，Fig. 5に示す．その動作を述べると，X線透視が開始されるとX線発生装置高圧変圧器一次巻線端子に数十（V）から300（V）程度の交流電圧が印加されるので，この電圧を降圧トランスTで1/10程度に降圧すれば，IC_{11}-2の出力に50Hz地方では50個，60Hz地方では60個の方形波パルスが得られる．ここで回路中のSN 7490は10進計数のTTL, SN 7492は12進計数のTTL, SN 7448は7セグメントのデコーダードライバーである．そこで商用周波数切換スイッチS_1を切換えると，IC_1で50個の方形波パルスを1/5に60個の方形波パルスを1/6に分周して，IC_1より1秒間に10個の方形波パルスが得られ，これをIC_2で1/10に分周すると1秒間に1個の方形波パルスを取り

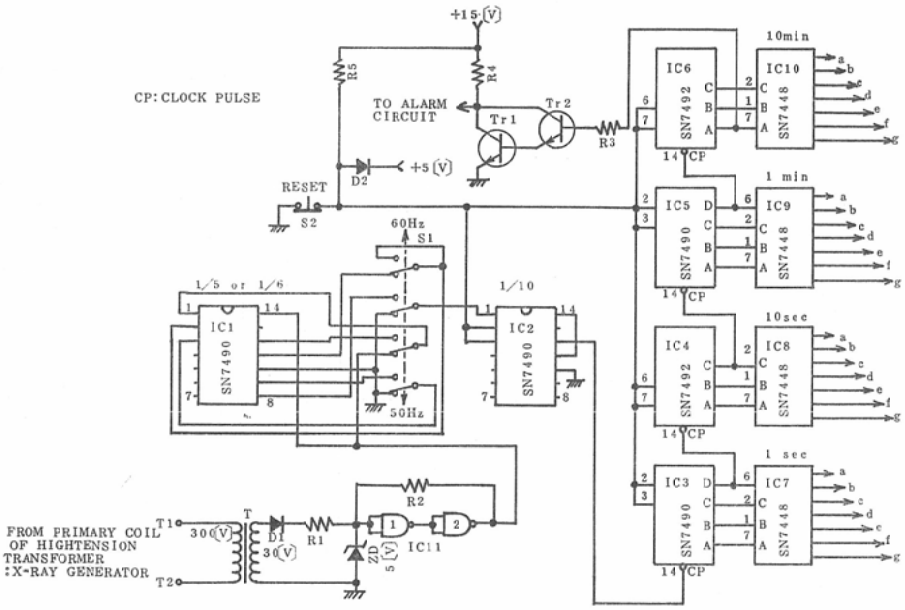

Fig. 5. The time counter of the X-RAY fluoroscopy

出すことができる．この1秒間に1個の方形波パルスを IC_3 で10進計数し，IC_4 で6進計数し，IC_5 で10進計数し，IC_6 で6進計数すると59分59秒までX線透視時間を計数することができる．すなわち IC_3 は1秒台，IC_4 は10秒台，IC_5 は1分台，IC_6 は10分台の各時間の桁を計数し，IC_3～IC_6 の各出力に対応させて IC_7～IC_{10} (SN 7448) を接続すると，IC_7～IC_{10} の各出力端子 a, b, c, d, e, f, g にそれぞれX線透視時間計数値に対応した Fig. 2 に示す字形の数字をドライブする出力信号が発生する．IC_6 のA出力端子に信号が発生するのは，X線透視時間が10分経過した時でその信号をダーリントン接続した2個のトランジスター (Tr_1, Tr_2) に導くことにより，アラーム回路を動作させることができる．スイッチ S_2 は一人の患者のX線テレビ透視が終つた時に，X線透視時間を零にリセットするスイッチである．

（B）X線テレビモニター面上の透視時間表示位置決定回路及び7セグメント素子分離回路

Fig. 4 の PRE-AMP・1及び2から Delay 2, Counter 2, 7-Segment's Elements Divider までを表わす回路で，Fig. 6 (a) に示す．Fig. 6 (a) で OP はオペアンプ，MM は Monostable Multivibrator, FF は Flip Flop Circuit を表わす．OP_1, OP_3 はテレビ本回路の動作を乱さずにテレビ本回路から垂直及び水平同期信号を取り出し電圧レベルを調整するプリアンプで，OP_2, OP_4 は OP_1, OP_3 からの垂直及び水平同期信号の変化を検出するコンパレータである．R_{10}, R_{15}, D_8～D_6 でコンパレータからの電圧レベルを次に続く TTL の電圧レベルに合致させる．テレビ本回路から垂直同期信号が入力されると，OP_2 の出力により MM_1 が駆動され Fig. 3 に示す Tv (m sec) だけ時間が遅延されたのち FF_1 が駆動される．それに続く Fig. 3 に示す n＋1本目の水平同期信号がテレビ本回路から入力されると OP_4 の出力と FF_1 の出力が一致して MM_2 が駆動され，Fig. 3 に示す Th (μ sec) だけ時間が遅延されて7セグメント素子の a の表示位置が決定される．以下同様にして，1個の垂直同期信号入力に対し n＋1本目から n＋31本目のテレビの水平走査線上に7セグメント素子の表示位置を決定することになる．ここで表示位置を決定したが，どの水平走査線上にどの7セグメント素子を表示するかという7セグメ

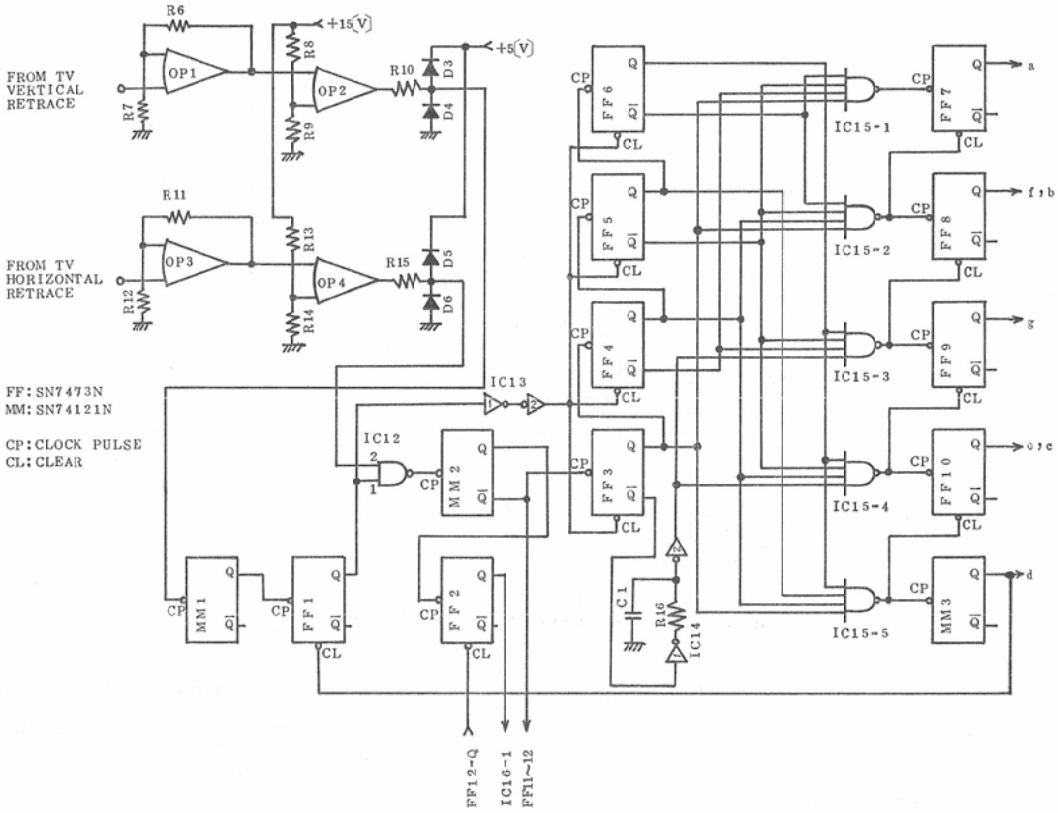

Fig. 6 (a) Determine the position of the disply on the screen of TV monitor, and 7-segmen's element divider.

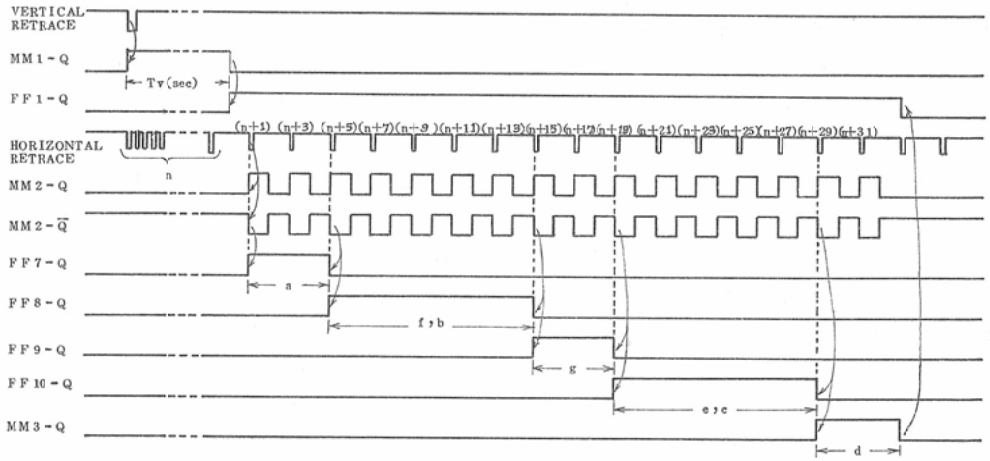

Fig. 6 (b) Timing diagram

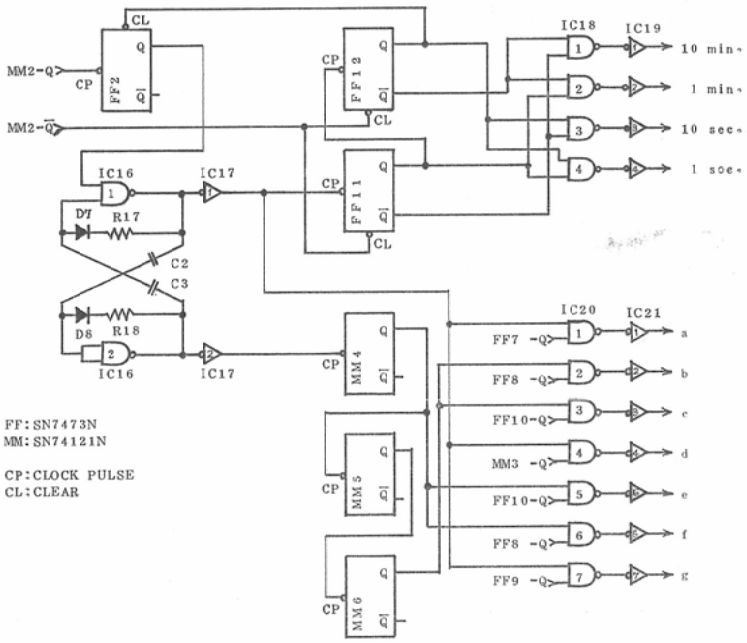

Fig. 7 (a) 7 segment's brightness signal generator (2μsec pulse oscillator, 0.4μsec pulse generator) and digit address divider

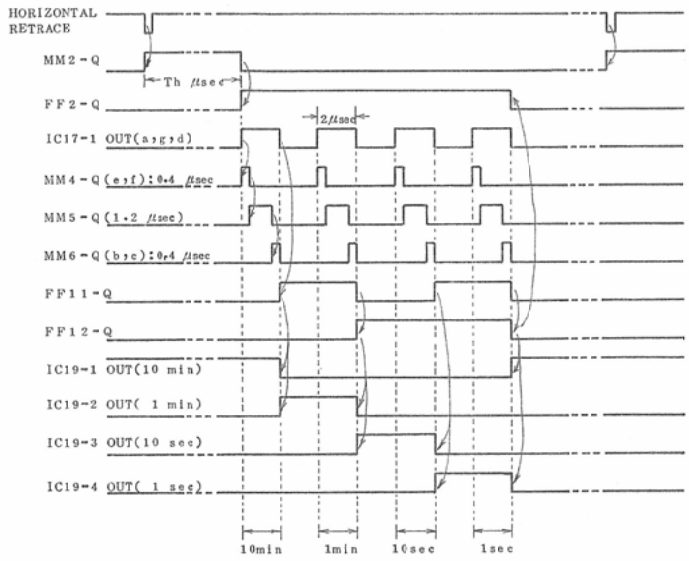

Fig. 7 (b) Timing diagram

ント素子分離回路が必要で，そのためにn＋1本目からの水平同期信号を FF_3～FF_6 で計数しその各出力を IC_{15}-1～5で組み合せて FF_7～FF_{10} 及び MM_3 を駆動すると，FF_7 の出力にn＋1及びn＋3本目の水平走査線上にaを表示するための信号が，以下同様にしてn＋29及びn＋31本目の水平走査線上にdを表示する信号が MM_3 の出力に発生する．この状態を表わすブロックダイヤグラムをFig. 6（b）に示す．そしてdを表示する出力信号が完了すると FF_1 がクリアーされ，それ以降のテレビ本回路からの水平同期信号は入力されなくなる．そして垂直同期信号が入力されるたびに上述の動作が繰り返えされる．

（C）7セグメント素子輝度信号発生回路（2μ sec パルス発振回路，0.4μ sec パルス発生回路）及び時間桁分離回路

Fig. 4の Gate 2から Digit Address Divider 及び Gate 3までを表わす回路で，Fig. 7（a）に回路を，Fig. 7（b）にそのタイミングダイアグラムを示す．前節（B）で7セグメント素子を表示するための水平走査線の選択（分離）を行つたが，その FF_7～FF_{10} 及び MM_3 の出力に一致させて2μ sec パルスと 0.4μ sec パルスを発生させると，各7セグメント素子の一つ一つが出力信号として取り出せる．そこでFig. 6（b）におけるn＋1本目からn＋32本目までのうちの任意の一水平走査期間をとり，各パルスの発生状態を示すと Fig. 7（b）になる．MM_2 で Th（μ sec）時間を遅延させて FF_2 を駆動すると IC_{16} で構成した発振回路で2μ sec パルスが発生し，この方形波パルスを FF_{11}, FF_{12} で4個計数すると IC_{16} で構成した発振回路が発振停止する．この4個のパルスが10分台，1分台，10秒台，1秒台の時間の数字を表わす基本パルスとなり，故に FF_{11}, FF_{12} の出力を IC_{18} で組み合わすことにより時間桁分離信号を発生させることができる．また，MM_4～MM_6 で上記4個の2μ sec パルスの前縁をトリガー信号として時間を遅延させると，0.4μ sec パルスを発生させることができ，この2μ sec パルスと 0.4μ sec パルスと FF_7～

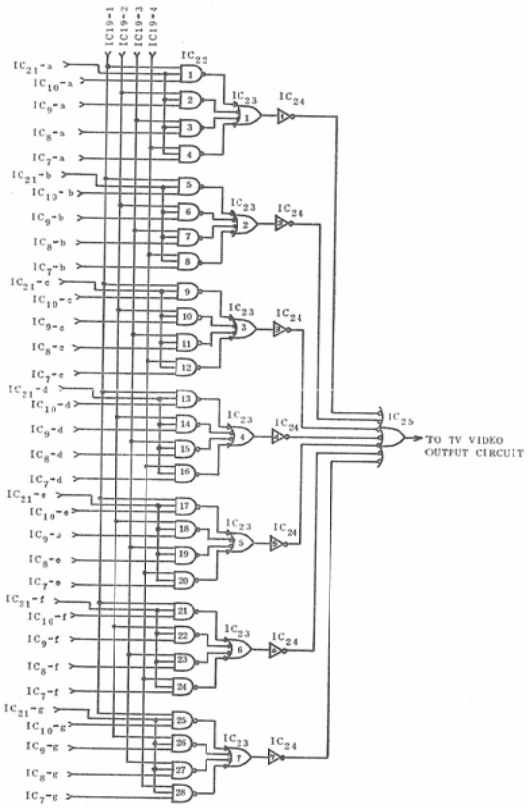

Fig. 8. The video signal generator of X-RAY fluoroscopytime

FF_{10} 及び MM_3 からの7セグメント素子分離信号を IC_{20} で組み合せると，Fig. 3に示す各水平走査線上に4桁の各7セグメント素子輝度信号を発生させることができる．

（D）X線透視時間映像信号発生回路

Fig. 4のブロックダイヤグラム中の Gate 4を表わす回路で，Fig. 8にその回路を示す．（A）で述べたX線透視時間計数信号と（C）で述べた7セグメント各素子輝度信号と時間桁分離信号とを，Fig. 8の IC_{22} 1～28で組み合わせ，さらにその出力信号を IC_{23} 1～7で組み合せて IC_{25} に入力すると，その出力は Fig. 3に示す各水平走査線上に時間的に順序立てられた7セグメント各素子輝度信号となり，X線テレビモニター面上に4桁のX線透視時間を表示するX線透視時間映像信号となる．

この出力信号をX線テレビ本回路の映像出力回路に導くことにより，X線テレビモニター面上にX線透視時間を表示することができることになる．

III. 考　案

この試作装置を設計製作したのは昭和50年3月頃であつたが，昭和51年初頭，米国の National Semiconductor 社よりMM5841という MOS-IC が発売されはじめた．これは一般家庭テレビの画面中にチャンネルナンバーと時間を7セグメント表示で表示できるようにしたもので，原理的には私共の試作装置と全く同じである．相異点は7セグメント素子を作るための発振回路の出力クロックパルスが4MHz で，このクロックパルスを計数して7セグメント各素子を作るので各素子が細く明確に表示できること，時間表示が秒，分，時にいたりその間にコロンが入ること，28-lead Dual Inline Package の one chip で試作装置のX線透視時間ディジタル計数回路以外の回路をカバーできること等があげられる．ただMM5841は時間表示専用 IC なので，X線被曝線量等も同時に表示したい時は試作装置の方が有利である．但し，試作装置は表示文字がやや不鮮明になりやすいのでこれを改良する必要がある．その一方法として Signetics 社の Charcter Generator 2500 Series という MOS-IC があるが，そのうちの2513N (CM 2140) を例にとると，縦7個，横5個の長方形のます目を埋めてアルファベット26文字，数字0～9，その他の記号を発生させることができるので，表示文字としては見やすくなる．したがつて2513Nを使い試作装置の設計を若干かえることにより，「MIN」「SEC」「R」等の英文字の表示も可能となる．また，X線テレビ透視診断を行つている術者にとつて，透視像をテレビモニターで観察中に表示文字がちらついては邪魔であるということであれば，透視X線を遮断している時のみモニター面に表示する方法も考えられる．また，一人の患者の透視診断が終了した時撮影用フイルム番号を送る押釦が付いているX線装置では，フイルム番号送り押釦と連動させて表示されているX線透視時間を零にリセットすれば能率的であり，フイルム番号の送りを確認する一手段ともなり得る．さらに被曝線量も表示しようとする場合，その最も簡単な方法として平均照射線量率を測定しておき，この照射線量率とX線透視時間を乗算器で乗算してモニター面に表示する方法，あるいはX線管照射口の直前に透過型線量計を設置し，照射線量の積分値を測定してA—D変換しモニター面に表示する方法等を用いれば，患者の被曝吸収したX線量を推定する目安となり得る．また，X線被曝線量やX線透視時間をプリントするプリンターを付ければ，記録として保存可能になり，場合によつては撮影フイルムにネームと共に焼き付けて保存することも可能である．撮影フイルムに焼き付ける方法は他の特殊造影（血管，腎，尿道造影等）にも応用できる．

このように，いまだ改良すべき点，付加すべき点も多くあるが，新型といわれるX線テレビ診断装置がせつかく透視時間を規制する目的でタイマを設置しながら，その位置が悪いために，自動車のスピードメーターが足元に付いているようなものだという酷評は別として，緒言で述べたようにあまりその目的を達していない実状を考える時，透視しながら自然に時間が眼に入るようにという

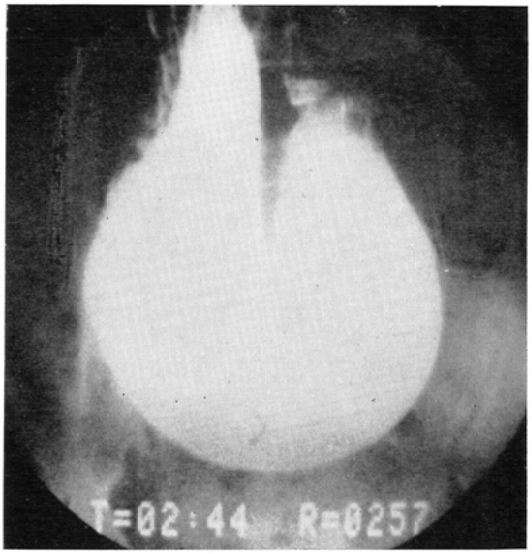

写真1

私共のこの発想は，患者医療被曝が問題にされている現在，時宜に適したものと考える．もちろん，従来のタイマをモニターの外箱の正面に取り付けるといつた程度のものでも既存のものよりはある程度その効果を期待できるはずであるが，被曝線量の表示なども考えたために，あえてこのような回路を試作したわけである．

IV. 結　語

私共は，X線テレビモニター面上にデイジタルICを使用してX線透視時間を表示する方法を考え，その装置を試作した．これによつて，術者は透視像を見ながら透視時間を知るわけで，人間工学的に無意識のうちにX線透視時間を短縮するようになると考えられ，患者のX線被曝線量軽減問題に多少なりとも寄与できると考える．

〔本研究の一部は，第268回日本医学放射線学会関東地方会（昭和51年1月17日：東京）において口演した．また，改良し，さらに被曝線量表示も加えた試作製品を第35回日本医学放射線学会総会（昭和51年5月12日～14日：福島）において展示した．そのモニター面表示を写真1に示す．〕

文　献

1) 大出良平：X線TVの基礎知識，医歯薬出版．
2) 大出良平：X線TVの取扱いの実際，医歯薬出版．
3) 岡村廸夫：OPアンプ回路の設計，CQ出版
4) 久賀八洲男：ICによる測定器の製作，産報．
5) 千葉幸正：IC機器の設計，産報．
6) 都丸禎三他：「胃のX線診断時における患者の被曝線量の測定第2報」日本医学放射線学会第31回物理部会（昭和51年5月11日：福島）．
7) 野辺地篤郎他：医用テレビジョン，コロナ社．
8) 山賀　威他：オペレーショナルアンプ応用技術読本，オーム社．
9) Alfred Gebauer: Roentgen Television, Grune and Stratton Inc.
10) テレビジョン学会：テレビジョン測定技術，日本放送出版．
11) 日本放射線技術学会：特輯第5号「X線テレビジョン」（15, 3, 1970）．
12) テキサスインスツルメンツアジアリミテッド：TTLアプリケーションマニアル．
13) 東芝：'74. Toshiba Integrated Circuits Handbook
14) シグネティクス社：データーシート「Silicon Gate Mos 2500 Series」
15) ナショナルセミコンダクター社：データーシート「MM 5841 TV Channel Number and Time Readout Circuit」