2. 走 査 方 式

2-1 概 説

日本電気株式会社 中 川 威

1. ま え が き

ファクシミリとは、2次元的な広がりを持つ送信原稿を、一定の規則に従った時間的配列で順次画素に分解し、これを電気的信号に変換して伝送し、受信側で各画素を組立てて送信原画と同様な受信画を再生記録する通信方式で、その基本過程は図1ようになる。

このように規則正しく画面を分解または組立てることを走査といい、送信走査と受信走査の速度と位相を一致させることを同期という。

ところが最近、撮像管(送信走査用)やブラウン管(受信走査用)が使用されるようになると、電子ビームで読み出しと同時に画像の分解が行なわれ、時間的配列の電気信号が得られるし、受信の場合にも組立て走査と電光変換が同時に行なわれる。

このようになると、走査とは画面の分解または組立ての手段から発展して、2次元的な画面と時間のみの1次元の電気信号との変換過程を指すことになる。

ところで、ファクシミリの走査方式は、ファクシミリの利用形態がいままで特定の相手とだけ、または限られた範囲内だけであったため、目的に応じて多種多様である。

以下、走査方式と走査点(輝点または記録画点)の移動手法を分類して概要を述べる。

図1 ファクシミリの基本過程

2. 走 査 方 式¹⁾²⁾

送信原稿や記録紙の保持方法によって、円筒走査式と平面走査式に大別できる。

円筒走査式は、送信原稿や記録紙を1枚ずつ円筒に装着し、円筒を回転させることによって走査線がらせんを描きながら走査を行なう形式である。

平面走査は、送信原稿や記録紙を平面状に繰出して、走査線が左右または上下に直線を描いて走査する形式である。平面走査式の利点は、取扱いが容易であること、自動給紙装置と組合せて多量の送信原稿を自動的に処理できること、連続受信ができることなどである。

なお走査は、走査点の移動する方向の走査を主走査といい、これと直角方向の走査を副走査という。

3. 走 査 手 法³⁾

走査点の移動手法により、機械走査形、ビーム偏向走査形、位置指定走査形、等に分類できる。

3.1 機械走査形

機械走査形は、同期電動機を使用して走査機構を駆動する方式で、現在実用されているファクシミリの大部分を占めている。この方式は、動作が安定で、走査精度が高いが、慣性が大きいため、高速走査には限界がある。詳細は2-2章に述べられている。

3.2 ビーム偏向走査形

電子ビーム偏向と光ビーム偏向の両者がある。

電子ビーム偏向形は、いわゆる電子管式走査といわれるもので、たとえばフライングスポット管などの輝点を走査用光源として用いる方式である。

電子ビーム偏向形の特徴は、偏向回路で電子ビームの位置を自由に、かつ任意の速度で走査できる点にある。しかし電源に高圧を必要とし、構造的にも小形化には本質的に不利である。詳細は3-3章に述べられている。

光ビーム偏向形は光偏向技術により輝度の高い光ビームで走査する方式である。光偏向には機械的方法、音響

"2. Scanning on Facsimile; 2-1 General Review" by Takeshi Nakagawa (Nippon Electric Co., Ltd., Tokyo)

2. 走査方式

光学効果を利用する方法，電気光学効果を利用する方法があるが，偏向角が大きく実用的な機械的光偏向方式を用いているものが多い。この方式はレーザーを用いることで高解像度ファクシミリが実現できる。2-2 章に詳しく述べられている。

3.2 位置指定走査形

位置指定形は，光電変換素子等を1列に配列し，クロックパルス印加ごとに順次切替えて走査を行なう方式である。走査はシフトレジスターを用いた走査信号発生器からのパルスで変換素子をスイッチするパルス順次走査である。パルス順次走査形は，走査信号発生器と変換素子間の接続があるため，その部分の実装が大きな問題である。最近では IC 技術を用いた走査信号発生器と光検出アレイを同一半導体上に集積化したものがある⁴⁾。位置指定形は，走査パルスの周期によりある範囲で任意の走査速度が得られる。

4. 機械走査と電子ビーム偏向走査

現在まで主流をなしている機械走査と，最近の高速電送のためテレビ技術を応用した電子ビーム偏向走査の両者について比較を行なうと表1のようになる。

表で示されるように，電子ビーム偏向走査は，機械走査にくらべて走査幅が大きくとれないことと走査精度で

表 1 機械走査式と電子ビーム偏向走査式との比較

	機 械 走 査		電子ビーム偏向走査
	円筒式	平面式	
走査速度	3000 rpm 程度	3000 rpm 程度	15,750 rps程度
解 像 力	20 本/mm 程度	8 本/mm 程度	A 4 サイズで最高 10 本/mm
有効画面幅	固定無制限 (現用は A2 サイズ程度)	固定 A3 サイズ	可変 A4 サイズ
走査の直線性	よい	よい	やや劣る
階 調 特 性	14階調	4～5階調	6～7階調
特殊走査 (可変速度，ウォブリングなど)	不可能	不可能	可能

劣るが，走査速度が速いことと，走査幅と走査速度を容易に変えることができる点ですぐれている。

5. む す び

ファクシミリの基本過程における走査の概念，走査方式，走査手法について概説した。頁数が少なく，論じたりないが，引続く各論に詳細はゆずることとしたい。

〔参 考 文 献〕

- 1) 小林一雄：ファクシミリ，オーム社 (1964)
- 2) 中尾弘三：ファクシミリ，東京電機大学出版部 (1965)
- 3) 青木ほか：画像工学における走査，テレビ誌，25，10 (1971) 755
- 4) 安藤：集積化固体撮像装置，昭44年電気四学会連大予，S10-3

2-2 機 械 走 査

日本電気株式会社 中 川 威

1. ま え が き

いままでのファクシミリは，主に専用電話回線で使用するため低速度で差しかえなかったことと，特定の相手とだけ，または限られた範囲だけで通信できればよかったため，送信側と受信側で協働係数*と走査速度を合わせることで，目的に応じた各種各様の機械走査方式が採用されている。また最近では，送信走査に直線-円変換オプティカルファイバー式，受信走査にマルチ電極式を用いることで走査機構が単純な回転運動となり，平面走査方式でも 3,000rpm 程度まで高速化が可能となったので，48kHz 帯域以下ではますます機械走査方式が用いられるようになって来た。

ここでは，現在実用化されている機械走査方式を，送

*：協働係数＝円筒直径×走査線密度

“2-2 Mechanical Scanning System” by Takeshi Nakagawa (Nippon Electric Co., Ltd., Tokyo)

信走査と受信走査にわけて2～3節で説明する。また機械走査では，同期電動機を用いて走査機構を駆動するため，普通は回転同期と位相同期を別々に保持するようにしている。同期方式については5節に述べる。

次に最近，レーザービーム走査による高速度，高解像力を持つファクシミリの研究が行なわれているが，いずれも偏向角が大きくとれ，アナログ式である機械式が用いられているので，これを中心に光ビーム走査について4節に記す。

テレメールは，送信ペンで文字や図形を書くと，ペンの時々刻々の座標位置を縦・横2軸のアナログ2周波信号に変換してこれを伝送し，受信ペンはこの位置情報に対応して送信ペンと同じ動きをする記録通信装置であるが，ファクシミリのような画面の分解，組立走査は不要で，次元変換にはパンタグラフ機構を用いたペン位置対座標信号変換を行なっているので，これについて6節に述べる。

図1 円筒回転移動形(透過原稿, 反射原稿両用可能)の構造

2. 送信走査¹⁾²⁾

送信原稿の保持方法により、円筒走査形式と平面走査形式に分類できる。

2.1 円筒走査形式

円筒回転形と走査子回転形に分かれる。

(1) 円筒回転形

機構が簡単で性能が安定しているので、従来から広く用いられている。また機械的作業も容易であるので、高精度、高解像力を要求されるものにこの形式が多い。

この形式は副走査の方法により、光学系移動形と円筒移動形の2つに分かれる。

光学系移動形は、走査光点が送りねじ等により移動し、円筒移動形は走査光点が固定位置にあって、円筒が回転しながら移動する形態である。

円筒回転移動形の変形として、図1のように送信原稿が透明(フィルム等)な場合には、光電変換率上、透明ドラムに透明原稿を巻きつけ、走査光点がドラム中心軸の方向から照明する形態もある。

原稿の装着方法は取扱い容易な方法が工夫されて、透明なマイラーシート等でおおってとめる方法、原稿押えバー式、蝶番式、スプリングガータ式などがある。

(2) 走査子回転形

原理的には円筒が静止して、送信原稿が移動し、走査光

点が回転する形態である。図2のように、送信原稿は円筒ガイドに沿って、その軸方向に副走査用駆動ローラで送られ、半円状に丸められる。走査は半円状に丸められた原稿の中心軸にある回転円板に取付けられた走査光源を等速回転することで行なう。走査光源は、回転円板に180°異なる位置に2組取付けて交互に使用される。この形態は円筒走査形式のひとつであるが、性能的には平面走査形式に近い。

2.2 平面走査形式³⁾

代表的なものは、直線-円変換オプティカルファイバー式、スパイラル円板式である。

(1) 直線-円変換オプティカルファイバー式

直径約0.1mmのオプティカルファイバーを、一端が直線で他端が円形の直線-円変換形に配列した走査器を使用する方法である。図3に示すように走査は円端面にあらわれる原稿からの反射光を、先端にスリットのついた回転ファイバーで順次取出して行なう。解像力は直線-円変換ファイバーの直径とスリット幅で決まるので、ファイバー径は細いものが望ましいが、工作上的難易度と実用上の観点から、通常80~150μmのものが用いられる。

この形式の特徴は、回転部分が小形軽量であるため高速回転に耐えること、光学系にレンズ系を使用しない

図3 直線-円変換形オプティカルファイバー式

図2 走査子回転形の原理図

2. 走査方式

に使用されるが、最近は小形、軽量である光半導体に置きかえられつつある。

3. 受信走査¹⁾²⁾

送信走査と同様、記録紙の保持方式により、円筒走査式と平面走査式に分類できるが、記録方式によって、それに適した走査方式に限定されることがある。

記録方式は、記録材料より分類して、写真記録、模写記録、電子記録に大別される。これらについては3章を参照願うとして、ここでは記録変換について簡単に説明する。

3.1 記録変換

(1) 写真記録

電気信号で光量または輝度を制御して、この光束で印画紙やフィルムに記録する方法で、いわゆる写真電送の方式である。

電光変換の方法には、①光源の直接制御によるもの、②機械的手段で光量制御するもの、③物理効果を利用して光源を光変調するもの等がある。現在は①の方法で光変調放電管が用いられている。しかし今後、高速走査のため光ビーム走査が用いられるようになると③の方法が適する。

(2) 模写記録

電気信号に応じ瞬時に記録紙を発色させる方式で、写真記録方式にくらべて微細な模様や階調の再現は劣るが装置が簡便、安価であるため、文書の電送に適する。これには、電解記録、放電破壊記録、電磁プリンター、静電記録等がある。

3.2 円筒走査形式

(1) 円筒回転式

送信の場合と同一原理で、副走査の方法により、円筒回転移動形と円筒回転光学系（または記録部）移動形の2つに分かれる。写真電送は大部分、円筒回転光学系移動形を採用している。

(2) 走査子回転式

記録紙を連続的に繰出し、記録部では円筒状に丸めてその外面を走査子が回転して走査を行なう方式と、半円状に丸めて、その内面を走査子が回転して走査を行なう方式がある。この形式は受信しながら記録結果を容易に観察できるし、連続受信が可能となる。

3.3 平面走査形式

ロール状記録紙を平面状のまま連続的に繰出して、記録電極または走査子の走査によって記録紙上に可視像または潜像を得るものである。

円筒走査形式にくらべて機構は若干複雑であるが、連

図4 スパイラルスリット円板式

め、光伝達能率が良いことである。

(2) スパイラルスリット円板式

図4に示すように、スパイラルスリットを刻んである回転円板と、円板の半径方向の直線スリットにより走査を行なう方法である。原稿面からの反射光は、対物レンズによりスパイラルスリット上に焦点を結んでおり、両スリットの交点に相当する画面上の反射光のみがスリットを通過して光電管に導かれる。したがって、回転円板を回転させれば、走査が行なわれる。スパイラルスリットは、通常アルキメデス曲線が用いられる。

この形式は、円板の形状の関係から、画面幅が広いときには適さない。また(1)の形式にくらべ、レンズ系を使用するためシェーディング（主走査線の中央部と両端部からの反射光の光電管に到達する光量むら）の補正がやや面倒になる。

2.3 電光変換

(1) 光源

原稿走査点、または走査面の照度が一樣であることと同時に、明るさの変化の少ないことが望まれるので、タングステン電球や、走査幅の広い平面走査形式では蛍光灯がよく使われている。また、写真電送でチョッパー変調を行なう場合には、搬送波光束を得るため光変調放電管⁴⁾を光源として使用する。

(2) 電光変換素子

一般に、単素子形光電管、増倍形光電管、光半導体を用いられる。増倍形光電管は高感度で応答速度が高いので、高速度・高分解能形や平面走査形の走査器に使用される。単素子形光電管や光半導体は低速度の円筒走査形

図5 ヘリカルドラム式 (電解記録)

続記録に適する。適用例を以下に説明する。

(1) ヘリカル式

図5は電解記録の場合を示す。ヘリカルドラムと直線電極との間に記録紙を通して、ヘリカルドラムを矢印の方向に等速回転させると、直線電極との交点は左から右へ移動し、走査が行なわれる。この方式は機構が簡単で調整を要しないので、比較的高速化が可能(1000rpm程度)である。

(2) ベルト式

図6のように、ベルト上に等間隔に複数個(普通3個)の記録部を配置し、ベルトが矢印の方向に移動すると、記録部が記録紙面を左から右へ走査する。3個の記録部は1個の記録部が右端に達したとき、次の記録部が左端から走査を始めるような関係におかれ、次々に走査を行なう。この方式では、ベルトに取付けられる記録部の配置が正確に等間隔であることと、ベルトに伸縮がないことが必要である。このため、スチールベルトや可撓性のスチールワイヤ入り有歯ベルトが使用されている。またこの方式は高速回転するとベルトが上下に振動したりして画質をそこなうおそれがあるので、高速走査には適さない。

(3) マルチ電極式⁵⁾⁶⁾

図7のように多数の導線の一端を直線状に配列して記録面とし、他端を円形状に配列して摺動面とし、分配用摺動子を回転することにより左から右へ走査が行なわれる。この方式は、走査運動する分配器と記録部に分離され、記録部は静止し、分配器は簡単な回転運動を行なえ

図6 ベルト式 (放電破壊記録)

図7 マルチワイヤー式

ばよいので、高速走査(最高4,000rpm)に適している。静電記録は、記録部の摩耗が少ないため、この形式に適した記録方式である。

マルチ電極には、ワイヤを用いる方式とプリント配線板を用いる方式がある。ワイヤ式は電極配線密度が高くてできること(10本/mm程度)、寿命が長い等の利点があるが、配列の直線性、ヘッドのわん曲等、製造上の問題があるので高価である。プリント配線式は量産しやすいので価格はワイヤ式にくらべ安価であるが、電極配線密度は5本/mm程度である。

表 1 ガスレーザー規格例

	発振波長 (μm)	出 力 (mW)	発振モード
アルゴンイオンレーザー GLG 2006 (NEC)	0.4880 0.5145 0.4579 0.4765 0.4965 0.5017	総合出力 0.5W 以上	横方向単一 (TEM ₀₁)
He-Cd イオンレーザー GLG 2018 (NEC)	0.4416 0.3250	50 以上 10 以上	マルチモード
He-Ne ガスレーザー GLG 2013 (NEC)	0.6328	20 以上	単一モード (TEM ₀₀)

4. 光ビーム走査⁷⁾

輝度が高く、指向性の良いレーザービームの特性を利用した装置に、レーザーテレビジョン、投射形レーザー表示装置等がある。ファクシミリにおいてもレーザーを光源として利用し、レーザービーム走査による高速度ファクシミリが研究されている⁸⁾。

光ビームを利用する分野では光変調や光偏向技術が重要であるが、レーザービーム走査においても、レーザー発振器や光変調・光偏向技術が重要な基礎技術である。

4.1 レーザー発振器

レーザーには固体レーザー、ガスレーザー、半導体レーザー等があるが、照明光源や記録光源に利用するには連続発振で、発振波長が可視域のものが望ましいので、ガスレーザーが適している。

ガスレーザー発振器の中で利用できるものの規格⁹⁾を表 1 に示す。

4.2 光偏向¹⁰⁾

光偏向には、反射鏡を動かして行なう機械的方式と、電気光学効果（ポッケル効果、ケル効果）すなわち印加電界による媒質の屈折率変化を利用して屈折角を変化させる方式と、音響光学効果、すなわち媒質中の弾性ひずみにより屈折率の変化する現象を媒介として光を超音波

により屈折または回折させる方式の 3 つに大別できる。

以上 3 方式の中で、機械的方式は光損失やビームの発散が少なく、偏向角が大きく、かつ偏向角を連続的に変化できるアナログ偏向であり、その大きさが波長に依存しない等の利点があるので、現状では最も実用的で信頼性のある方式である。

以下、機械的光ビーム走査の実施例を述べる。

電磁オシロの可動コイル、圧電あるいは磁わい振動子などによって、反射鏡をある角度だけ回転させてやると、反射光はこの倍の角度だけ偏向を受けるので、連続的な走査を行なうことができる。

図 8 は、NHK 総合技術研究所で実験したガルバノメーター形振動鏡を用いたレーザービーム走査によるファクシミリ送画機の構成図¹¹⁾である。

振動鏡は大きさ 10mm ϕ 、共振周波数 850Hz、振動回転最大角 20° のものが用いられ、送画機の仕様概要は、回転数 1800rpm、限界解像度 9 本/mm、有効走査幅 160mm、偏向ひずみ 5% 以内である。

さらに高速走査になると、回転多面鏡を回転させる方法が用いられる。日立中研が開発したレーザーテレビジョンは、16 面の回転多面鏡を 5900rpm で回転させて NTSC 方式の水平走査を行なっている¹²⁾。

日電中研では、12面の回転多面鏡と 4 枚の凹面鏡で走査周波数を 4 倍にして、回転多面鏡を 12000rpm で回転させ、走査周波数 9.6kHz の高速ミラースキャナーを試作した¹³⁾。

この種の多面鏡を高速回転させる方法は、多面鏡各面の仕上げ精度（平面度および角度精度）が重要である。また機械的にも高速回転に耐えうる軸受けや同期などが問題となろう。

4.3 光変調¹⁴⁾

変調方式は、内部変調と外部変調に大別される。内部変調は、レーザー発振器の構成要素、すなわちレーザー媒質、発振器、および励起電源のひとつまたはそれ以上を変調信号によって制御する方式である。外部変調は、レーザー発振器自体は一定に動作させておき、発振器からの出力レーザービームに対して変調をかける方式である。

外部変調方式は、変調素子がレーザー共振系から独立しているので、レーザー発振パラメーターに与える影響はなく、かつ変調系の構成の自由度が大きいので、広く用いられている。

光変調に利用される物理効果には、電気光学効果、磁気光学効果、音響光学効果等が主

図 8 レーザーを用いたファクシミリ送画機のレイアウト

なものである。現在最も多く利用されているのは KDP や DKDP の結晶を用いた電気光学効果による方法である。

光変調に KD_2PO_4 を用いて、輝度変調を行なった光ビーム走査による写真電送受信装置の実験が、Arthur Warner によって報告された¹⁵⁾。

これによると 3000Å のスペクトルを持つ水銀ランプの光束を KD_2PO_4 で輝度変調して、波長感度 4500Å を持つ感光紙（コダック製リナグラフダイレクトプリント紙）にグレイスケールで 7 階調識別できる記録が得られた。

5. 同期¹⁾²⁾

機械走査方式では、送・受信の主走査回転数を一致させることを回転同期、主走査の位置の対応を正しくとることを位相同期という。

5.1 回転同期

回転同期方式には、独立同期方式、電源同期方式、伝送同期方式、および自動同期方式がある。

(1) 独立同期方式

送・受両端に独立した安定な同期用発振器を置き、これをそれぞれの同期電源として同期電動機を駆動する方法である。両方の発振器間の周波数偏差は走査速度偏差となり、この差は 1 走査ごとに積算され、受信画はひずんでくるので、一定の許容値以内に保持させなければならない。

受信画面上におけるひずみの量を x とすれば、相互間の周波数偏差 $\Delta f/f$ は次式で示される。

$$\Delta f/f = x/\pi DFl$$

ただし、 D = 円筒直径 (mm), l = 副走査方向の長さ (mm), F = 走査線密度 (本/mm)

一例として新聞紙面電送のように画面の大きさが $23\text{in} \times 16\text{in}$ 、走査線密度 400 本/in、ひずみ量 $x=1\text{mm}$ とした場合 $\Delta f/f=2.6 \times 10^{-7}$ となるので送・受個々の周波数安定度は $\pm 1.3 \times 10^{-7}$ 以下のものが要求される。

このように、きわめて周波数安定度の高い発振器が必

要なわけで、現在は水晶発振器が使用されている。これは水晶発振器が小形で安定度が良いこと、最近では分周器が IC を使用することで小形化できることなどの理由による。

(2) 電源同期方式

商用交流電源で直接、同期電動機を駆動する方法である。したがって、電源同期が使用できるのは同一発電系統内の地域に限定される。この場合は周波数そのものは変化しても、送・受信機とも同時に変化するので、その間の周波数の差はなく、同期は保持される。

(3) 伝送同期方式

送信側から同期周波数を画信号と混合して受信側に伝送し、受信側でこの同期周波数を画信号から分離して同期電動機を駆動する方法である。

一般に、同期周波数と画信号は周波数帯域を分けて伝送される。図 9 に、このような場合の方式を示す。

図 9 において $f_1=300\text{Hz}$ 、 $f_2=450\text{Hz}$ の 2 つの同期周波数を伝送するのは、受信側で (f_2-f_1) なる両者の差をとれば、差周波数は搬送電話回線による周波数ずれの影響を受けないからである。

伝送同期方式は、回線の時々断やレベル変動で同期の乱れを生ずる欠点がある。短時間の時々断対策として、受信側に図 9 のように引込発振器を置き、発振器の周波数を伝送される同期周波数に引込ませておき、時々断のときは引込発振器自身の周波数で同期を保持する方法が用いられている。

(4) 自動同期方式

送信側から 1 走査ごとに同期信号を伝送して、この同期信号で受信走査速度を制御して回転同期と位相同期を同時に保持する方法であり、広義に解釈すれば伝送同期方式に含まれる。この方式は、従来から種々研究されているが¹⁶⁾、同期信号に通常の位相信号を用いる方法が最近実用化された。

図 10 は日本電気製 RH-503 R 複写電送受信装置に使用している自動同期方式の回路系統図である。

最初、受信機の回転数を正規回転（たとえば 50Hz 駆

図 9 伝送同期方式の系統図

2. 走査方式

図10 自動同期方式の系統図

動、500rpm)より約3%アップさせるように、VCO*の周波数を設定しておく。受信機が回転すると、局部位相パルスと送信側からの位相パルスの2つが位相検定回路に加わるようにしてあるので、ある時間内には検定回路出力にアンド出力が得られる。この出力は積分され、ピーク値をホールドした制御電圧となってVCOのバイアス電圧を下げる方向に動作する。そこで、VCOの周波数が初期設定値の51.5Hzから50Hzまで下り、同期に引込む。

この状態で受信機の回転が上下すると、アンド出力パルス幅が増減する方向に移動し、制御電圧を上下させてVCOの周波数を制御して回転同期を保持する。そこで局部位相パルスは送信位相パルスの立下りの位置で安定状態となる。したがって、位相同期も常に保持されることになる。

5.2 位相同期

回転同期で、自動同期方式以外の同期方式では、受信機で位相同期をとる必要がある。

受信機で送信側から伝送してくる位相信号を受信して自己の位相位置を合わせることを位相調整といい、これには手動方式と自動方式があり、その形式は追尾式と一挙動式に大別される。

追尾式は、受信側の回転数をあらかじめ正規回転より数%変えておき、送受の位相が一致した瞬間に正規回転にもどす形式であり、手動調整および自動調整方式に用いることができる。

一挙動式は、同期電動機と受信円筒または走査子の間にクラッチを設け、電動機はあらかじめ正規回転させ、受信円筒または走査子は停止させておき、この状態で送信側からの位相パルスでクラッチを動作させ位相の一致した状態で受信円筒または走査子の回転を開始させる形式で、主に自動位相調整方式に用いられる。

追尾式と一挙動式の具体的方法を表2にまとめた。また両者の特徴を比較すると表3のようになる。

表2の中で、移相器とサーボモーターを組合せた追尾式自動調整方式¹⁷⁾とスプリングクラッチとローラクラッチを組合せた一挙動式¹⁸⁾について説明する。その他の方法については文献1)2)を参照願いたい。

図11は前者の方式の系統図で、送信側からの位相パルスと受信局部パルスの位置間隔は、

表2 位相調整における具体的方法

形式	分類	具 体 的 方 法	手動方式における追尾方向
追	電 氣 的 手 段	1. 同期電動機の周波数を変える方法	進遅両方向
		2. 移相器で同期周波数の位相を変える方法	”
		3. 同期電動機の電源を断続する方法	遅の一方
尾 式	機 械 的 手 段	1 クラッチを用いる方法	進遅いずれか一方
		2. 歯車の切替による方法	”
		3. ブレーキをかける方法	遅の一方
		4. 同期電動機の固定子と回転子の相対的位置をかえる方法	進遅両方向
一 挙 動	機 械 手 段 的	1. スプリングクラッチを用いる方法	
		2. スプリングクラッチとローラクラッチを組合せて用いる方法	

表3 追尾式と一挙動式の比較

項目	追尾式	一挙動式
整合時間	長い	短い
整合精度	良い	やや悪い(高速の場合)
検定回路	自動式に必要	不必要(原理上)
駆動系に対する衝撃	小	大

図11 回転移相器とサーボモーターを組合せた追尾式

*: VCO (Voltage Controlled Oscillator) の略

図14 テレメール送受兼用機系統図

特 集 □ ファクシミリ

(位置周波数変換器)の回転子の固定子に対する回転角度に変換され、それぞれが縦・横両座標発振器の発振周波数に変換される。

送信ペンの位置による信号周波数は、次のとおりである。

画面の上辺～下辺: 縦座標周波数 1300～1490 Hz

画面の左辺～右辺: 横座標周波数 2060～2340 Hz

6.2 縦・横座標信号対受信ペン位置変換

帯域濾波器(縦座標用: 1400 ± 90 Hz, 横座標用: 2200 ± 140 Hz)で分離された縦・横座標信号は、それぞれ独立した回路で増幅され、リミッターに入り、さらに帯域濾波器を経て周波数弁別器に印加される。

周波数弁別器は、送信と同じポジショントランスデューサーを含む位相推移回路と位相検出回路を有し、サーボ増幅器、サーボモーターなどとともにサーボループを構成している。

入力座標信号と、受信ペンの位置により発生する座標信号との間に周波数差が検出された場合、それに応じて周波数弁別器は出力をサーボモーターに送り、周波数弁別器出力が0になるまで回転する。

そこで、サーボモーターの軸に直結されているパントグラフの先端にある受信ペンは、入力座標信号に対応する位置へ移動する。

7. む す び

ファクシミリにおける機械走査方式、機械式光ビーム偏向走査方式、および走査に関連のある同期について概説した。また、テレメールのようなパンタグラフ機構を用いたペン位置対座標信号変換過程について説明した。

ファクシミリの需要は、今後、加入者電話回線の開放

によって急激に増大することが予想され、これには、低コストで安定な加入者ファックスの開発が要望されている。このために、いままで述べてきた方式の変形や、新しい走査器の開発が検討されている。また回線開放に伴い、機器の相互接続も増えると思われるので、走査定数の標準化や走査定数を変換する走査変換装置の開発が必要となろう。

本稿を執筆するにあたって、ご指導いただいた日本電気 奥村技師長、および資料をいただいた社内の方々にお礼を申し上げる。

(昭和46年12月11日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 中尾弘三: ファクシミリ, 東京電機大学出版部 (1965)
- 2) 小林一雄: ファクシミリ, オーム社 (1964)
- 3) 多賀: 平面走査撮像方式, 電子技術, **13**, 2 (1971) 103
- 4) 小早川ほか: 冷陰極ホロー放電管, 昭44年信学全大予, 596
- 5) 小林: 多針走査静電ファクシミリの一実験, 昭40年信学全大予, 732
- 6) 小林: 印刷配線電極を用いた多針走査静電ファクシミリ, 昭41年信学全大予, 849
- 7) 多田: 光ビーム走査, テレビ誌, **25**, 10 (1971) 814
- 8) 余語ほか: レーザの写真電送への応用, 昭44年電気四学会連大予, 2290
- 9) 日本電気カタログ
- 10) 新関: 光偏向技術の最近の進歩, 信学誌, **54**, 9 (1971) 1259
- 11) 村崎, 原田: レーザーを用いたファクシミリ送画機の検討, テレビ学会録画研委資料 (1971.11)
- 12) 山田ほか: レーザーテレビジョン, 応物, **39**, 5 (1970) 485
- 13) 藤津ほか: 高速ミララスキャナー, 電写研究会誌, **15**, 2 (1968.9)
- 14) 長谷川ほか: レーザ変調と偏向, 信学誌, **51**, 4 (1968) 492
- 15) Arthur S. Warner: Experimental Crystal-modulated facsimile recorder, Inf. Display, **6**, 1 (1969) 33
- 16) 奥野: 写真電送における伝送同期, 自動同期並びに位相同期方式, 電気通信における同期とその応用, 日本学術振興会 (1951)
- 17) 金子, 寺山: 特許出願中
- 18) 鈴木ほか: 特許出願中
- 19) 奥村ほか: テレメール, NEC 70 (1965)
- 20) 中川ほか: 最近のファクシミリとテレメール, 電子科学, **21**, 10, (1971)

2-3 電 子 走 査

富士通株式会社 石 井 淳・及 川 清

1. ま え が き

電子走査方式は、特に高速性にすぐれ、走査速度は機械方式の100倍以上にすることが可能であることから、種々の電子走査方式を用いた高速度のファクシミリが開発されている。

電子走査方式をデバイス別に分類すると表1のようになる。

電子走査ファクシミリの中で、最も古くから開発され実用化されているのは、電子管による走査方式であってこの方式は電子ビーム偏向であるため、一定速度で、一定長を繰返し走査する従来のファクシミリ走査の他に、送信原稿の情報の疎密に応じて走査速度を変えたり、飛越し走査(走査線上に情報がない場合には、次の走査に瞬間的に移る)も容易にできる。そのため、高速伝送上大きな帯域圧縮比が得やすく、また走査の振幅を変えることにより、同一の装置で比較的容易に拡大・縮小記録が可能であるなど、融通性にすぐれている。

"2-3 Electronic Scanning System" by Atsushi Ishii, Kiyoshi Oikawa (Fujitsu Ltd., Kawasaki)