2470→2485A→2486A→B
2446
2508→4320→2509→4322
pf(6). cf.

カシオ科学計算卓電用
LSI μPD978C 解析報告

IEL-3875
昭和50年1月21日
集積回路(事)第2回路設計部
[redacted] 太田 川口

カシオ計算機(株)が設計した8桁1メモリ指数方式科学技術計算卓電用LSI μPD978C について解析を行なったので報告する。

昨年、カシオ計算機から発表された"fx-10"8桁浮動小数点表示方式科学技術卓電に使用されているLSI μPD179C に続く第2弾としての新製品である。超越関数演算をさせる為に、μPD179C ではべき級数展開式を用いていたが、μPD978C では、USAのヘースティングスが、チェビシェフ多項式近似の考え方を導入して、考案した近似計算法を採用している。又、4レベルのスタック機能を持つプログラム・シーケンス制御用レジスタを装備し、通常のサブルーチン・リンク用アドレス・スタック・レジスタを用いたものに比し、演算プログラム作成に関して自由度が大きく、且つ、個々のプログラムを積木方式で単に組み立てていけば良いという、大きな利点を持った設計を行なっている。

この解析では基本的な命令表及びフローチャートの作成を太田が行ない、その仕上げを川口が行なった。

(1) 演算機能

① 置数…仮数部8桁、指数部2桁、制限桁数以上の置数は、仮数部、指数部共に無視。但し、仮数部への置数が、7桁以上(負数の場合は6桁以上)なされている場合には、指数部への置数は不可。指数部2桁目に4以上を置数した場合はエラー。

② 演算レンジ… $\pm(10^{-39} \sim 9.9999999 \times 10^{39})$

③ 表示・・・・表示データが $10^{-7} \sim 10^{8}$ の場合は浮動小数点表示。フローティング・マイナスによる負数表示を含め、9桁を表示。

表示データが $10^{-7} \sim 10^{8}$ 以外の場合、仮数部上位6桁（負数の場合は5桁）を優先表示し、指数部は正負符号桁を含み3桁を表示素子下3桁に指数方式表示をする。

(例) $10^{-7} \sim 10^{8}$ ・・・ -1234.5678

$10^{-7} \sim 10^{8}$ 以外・・・ $-1.2345-28$ $(-1.2345 \times 10^{-28})$

$1.23456\boxtimes 28$ (1.23456×10^{28})

ブランク

最下桁の桁信号は、表示中演算中ともに常時出力される。この為、演算時間が長い場合であっても、演算続行中である事が確認できると同時に、エラーの場合には表示アドレスに復帰させる事なく、最下桁にエラー表示（E）を表示させる事ができる。さらにその場合演算中である為、キー供給出力信号が出ず、$\boxed{C}$ キー以外は、自動的に電子ロックされる。

④ 使用キー ・・・ フローチャート No.2 参照

キー使用法抜粋

$\boxed{E}$ → 指数部操作プリフィックス・キー

(例) $\boxed{E}\boxed{1}\boxed{2}$ → ①置数で述べた条件を満足したとき指数部に12が置数される。

$\boxed{E}\boxed{-}$ → 〃 指数部正負符号を反転

$\boxed{\to D.MS}$ → 度分秒データを10進度数に変換する。

$\boxed{f^{-1}}$ → SIN x, COS x, TAN x にのみ有効な逆関数指定プリフィックス・キー

$\boxed{x^{y}}$ → A^{B} を求めたいとき A $\boxed{x^{y}}$ B $\boxed{=}$ とキー操作を行なう。

⑤ その他演算仕様概略

(i) 定数モード指定は $\boxed{\times}\to\boxed{\times}$, $\boxed{\div}\to\boxed{\div}$ 操作によって、1st Factor が定数としてセットされる。加減の定数演算不可。定数モードは $\boxed{=}$, $\boxed{M+}$, $\boxed{M-}$ 以外のファンクション・キーによって解除される。

(ii) $\boxed{\sqrt{x}}$, $\boxed{x}$, $\boxed{x^{2}}$ も含め超越関数キーは全て単発演算機能しか有たない。

(例) $\sin 30° \times \cos 30°$ → 30 $\boxed{SIN x}$ $\boxed{\times}$ 30 $\boxed{COS x}$ $\boxed{=}$ のキー操作不可

但し、メモリ機能があるので、30 $\boxed{SIN x}$ $\boxed{M+}$ 30 $\boxed{COS x}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{MR}$ $\boxed{=}$ とすれば可

〔2〕回路構成

① ROM … 512アドレス 出力24ビット メモリ容量 12288ビット

② 演算器 … 10進/16進 の加減算の可能な一般的なシリアル・ディレイド・アダー

③ データ・レジスタ … 48ビット 5本

X Reg … 表示演算 , Y Reg … キー・エンコード入力,演算

Z Reg … 定数格納,演算 , W Reg … 定数格納,DP表示

M Reg … メモリ・データ保存

④ プログラム・シーケンス・コントロール・レジスタ … 24ビット 1本

演算プログラムの順序制御を行う事を主目的とし,ファンクション・キーの記憶にも用いられるビット … 16ビット

近似計算に用いられる定数発生用ROMのアドレス格納 … 8ビット

⑤ 判定回路

J_1 : 演算結果が"0"となるとき セット

J_2 : 演算の結果,上位桁への キャリー・ボローがでたとき セット

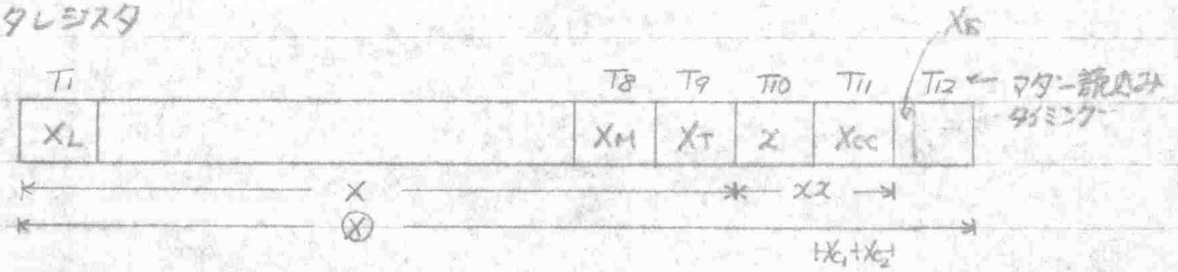
⑥ 定数発生用ROM … 指数部,仮数部,正負符号を全て含んだ12桁の定数を26種 格納 メモリ容量…1248ビット

〔3〕命令一覧及び フローチャート

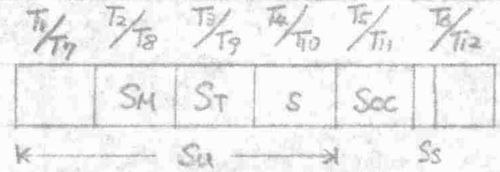
命令一覧を 図2,3,4 に示す。 フローチャートを巻末に添付する。

① レジスタ内容

(i) データレジスタ



(ii) スタック・レジスタ (S Reg)



Sレジスタ演算には T_7~T_{12} の上位桁信号のみを使用する。

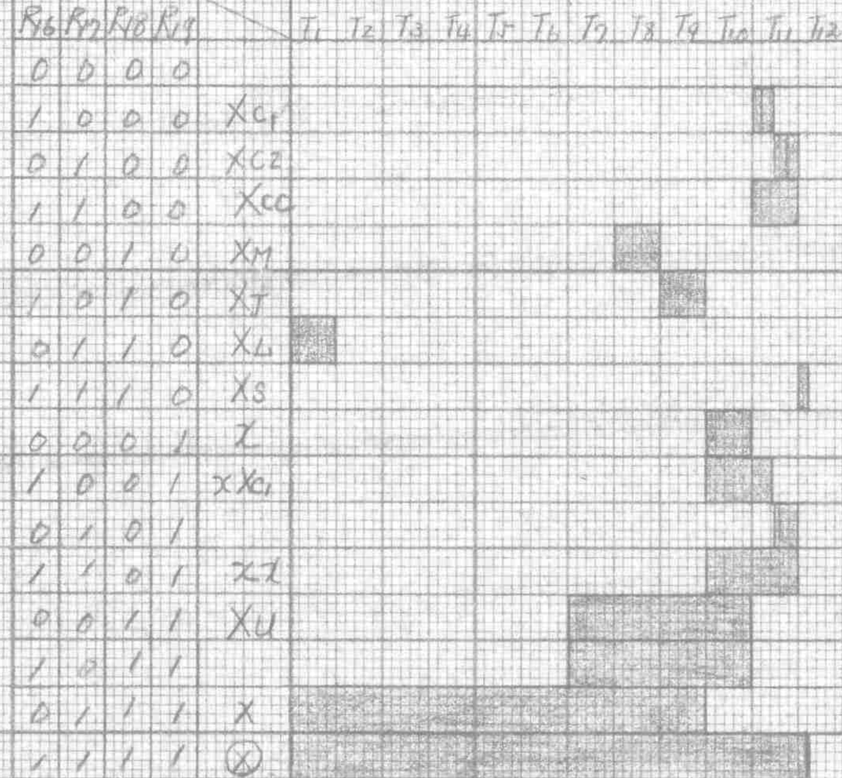
R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
0	0	0									$X_I \longrightarrow$ } X_{Ia}
1	0	0									$Y_I \longrightarrow$ } X_{Ia}
0	1	0									$Z_I \longrightarrow$ } X_{Ia}
1	1	0									$M_I \longrightarrow$ } X_{Ia}
0	0	1									$W_I \longrightarrow$ } X_{Ia}
1	0	1									$S_I \longrightarrow$ } X_{Ia}
								1		A	$X_{Ia} \longrightarrow AD1$
						1		0		A	X_I の循環を切って $X_{Ia} \longrightarrow X_{IR}$
				1	1					A	$X_I \longrightarrow$ } AD2 *1.
					0					A	$C \longrightarrow$ } AD2 *1.
				0	1					A	K $\longrightarrow$ } AD2 *1.
				0			0		1	A	$\overline{T_I}$ $X_{Ia} \longrightarrow RS$ *2.
				0			1		1	A	$\overline{T_I}$ $X_{Ia} \longrightarrow LS$
0	0	0	1							B	E { $\longrightarrow X_{OR}$
1	0	0	1							B	E { $\longrightarrow Y_{OR}$
0	1	0	1							B	E { $\longrightarrow Z_{OR}$
1	1	0	1							B	E { $\longrightarrow M_{OR}$
0	0	1	1							B	E { $\longrightarrow W_{OR}$
1	0	1	1							B	E { $\longrightarrow S_{OR}$
						1		1			JUDGE
							1				SUBTRACTION
				1					1		DECIMAL OPELATION

図2. 命令基本コード

*1. A が X, xx の場合は T10 のタイミングのときだけ読み込まれる。
*2. A が Xu の場合 C によって発生したデータを S に読み込む事ができる。

(MM-58)

図3. アター処理タイミング信号 Ⓐ



◎ R11 が能動状態となると アドレス・レジスタ上位4ビットの読込みクロックが発生する。

◎ R12～R15 によって 0～15 迄の定数データを発生させる。

◎ アター処理タイミング信号 Ⓐ が、ⓧ, xx, xXc1 を選び、定数との演算又は置数命令のとき、定数は T10 のタイミングのみにしか発生しない。

この為　9 → ⓧ　⟹　9 → x, 0 → $\overline{x}$

R1 ——→ R10
1001001000　⟹　9 → y, 15 → Yc
1 → Ys, 0 → Y

という特殊な命令が可能となる。

② レジスタ交換

Xレジスタを中心として全てのレジスタとの間で X→Y ↘X, Y→X ↘Y, X↔Y の交換が可能。 Y↔Z の様に Xレジスタ以外のレジスタとの間の交換は不能。

		R1 ——→ R10
(例)	X→Y ↘X	1001110000
	Y→X ↘Y	1000001000
	X↔Y	1001111000

③ レジスタ間演算

Xレジスタを中心として全てのレジスタとの間でジャッジの為の試し演算を含め Y±X→Y, Y±X, の演算が可能

(例)	Y+X→Y	1001110010
	Y−X (Judge)	1000111110

④ 定数データとの演算、置数

全てのレジスタについて可能

(例)	C→Z	0101000000
	M+C→M	1101000010

⑤ 0よりの減算

Xレジスタのみについて可能

(例) 0−X→X 0001110100

図4. 命令コード例

[4] アドレス制御方式

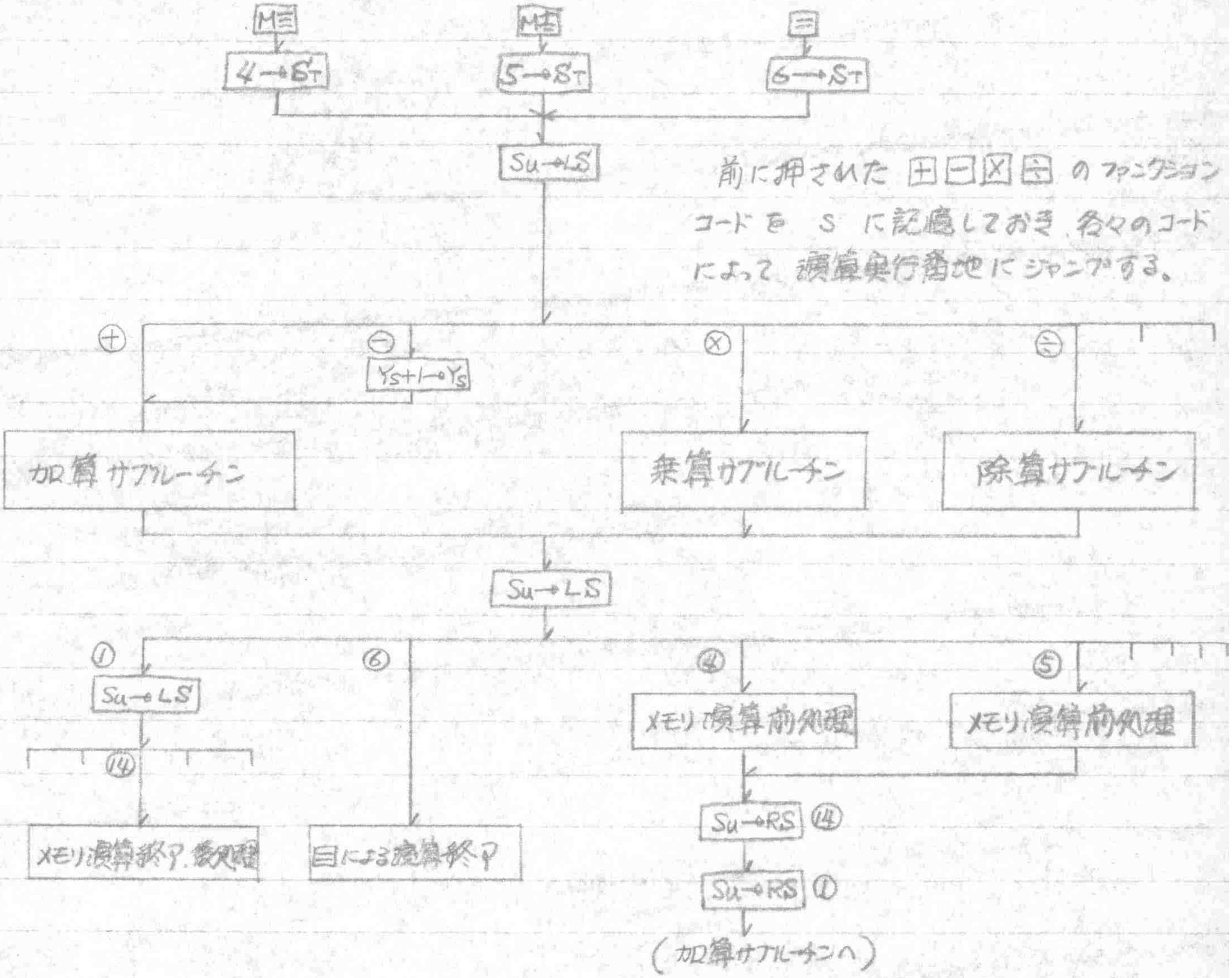
アドレス9ビット中，下位5ビットを直接指定。(1ページ 32アドレス)
ページ間ジャンプ指定用ROM出力ビット(R11)が能動状態となると上位4ビットのアドレスレジスタ読込みクロックが発生し，アダーよりシリアルな形で取り出されたT_{11}のデータを直並変換後 アドレスレジスタに読込み ページ間ジャンプを可能にしている。ページ切換の為にT_{11}のデータを使用している為，$Y \rightleftarrows X$ の様にアダーを経由させない命令の場合 定数データをアダーに入れる事によってレジスタ交換とページ間ジャンプを同時に行なわせる事もできる。置数の命令の場合も同様である。その為 スタックレジスタによる一括ジャンプの効果もあり，直接指定できるアドレスは32アドレスと少ないが 単なるジャンプ命令(フローチャートでは NOP と表記)に費やすアドレスはそれ程多くならない。

[5] プログラム・シーケンス・コントロール用スタック・レジスタ

Ss，Scc の8ビット(実質5ビット)を用いて 近似計算用定数発生ROMのアドレスを指定する。00〜1F までの32個の定数を指定できるが μPD978C では そのうち26個 μPD979C (10桁1メモリ指数表示科学卓電用LSI カシオ設計品，演算レンジ $10^{-99} \sim 9.999999999 \times 10^{99}$，設計方式は μPD978C と同一であると推測せられる。) では 28個 を使用している。ヘースティングスの近似計算式では 対応する様に 同一計算式の繰り返し毎に定数を変更していけば良いので，同一関数(例えば SINx)計算内では Scc を +1，又は −1 するだけで良く，計算の都度 Scc 内データを指定する命令を入れる必要がない。

Su の16ビットには，プログラム・シーケンス・コントロール用のデータ4ビットを，4レベル分スタックする。$\boxed{Su \to RS}$ ⓣ の命令によって，ⓣ を S (T_{10}) に読み込むと同時にスタック・アップする。又，$\boxed{Su \to LS}$ の命令によって，S 内容がアドレス・レジスタ上位4ビットに読込まれ 最大16のアドレスに分岐する。そのときの S 内容は消去され，スタック・ダウンが行なわれる。

スタック・レジスタを用いたプログラム制御の模様を説明する為に、Sレジスタ内容にのみ注目した具体例を次に示す。



μPD179C では、データレジスタの4ビット（8ビットに拡張して使用可）の演算制御用レジスタの内容に対するジャッジによって演算制御を行ない、サブルーチン・ジャンプを行なう為のアドレス・スタックについても このレジスタを流用していたが、仕様が高級になるにつれてフローチャートの組立てが複雑になってきた事、指数表示式となると指数桁として2桁をデータレジスタに確保せねばならず、さらにその上演算制御桁を持つ事になると、データレジスタのビット数が増加し、演算時間の点で好ましくない事、定数発生用ROMのアドレス格納レジスタとして併用できる事、その他冒頭で述べた利点より、この方式を考案したものと思われる。　この方式は 従来のカシオ設計品にはなかった新方式

であって注目するに値いし、今後カシオの設計する高級仕様卓電は全てこの方式を採用してくるものと思われる。

[6] 指数部の演算及び表示

指数表示式ではない卓電の場合、数値データを左ツメした状態より演算をスタートさせるので、そのときの小数点位置を基準として、演算を行なう。

(例)	123. ⟶	$\boxed{123.00000}$	$x=5$
	12345678. ⟶	$\boxed{12345678.}$	$x=0$
	0.0000001. ⟶	0.000000$\boxed{10000000}$	$x=14$

従がって x の取り得る値は $0 \leqq x \leqq 14$ であって、その他の場合は OVF，UNF として処理をすれば良い。

指数表示式卓電の場合には、数値データ，小数点位置をともに左ツメ状態としたときを基準として演算を行なう。 μPD978C の場合指数部を ±39 以内に抑え，指数部の正負符号ビットを持たぬ為、正のデータについては"1の補数"を用いて演算を行なわせている。

(例)	1. ⟶	$\boxed{1.0000000}$	$xx = 0, 0$
	123. ⟶	$\boxed{1.2300000}$	$xx = 15, 8$
	12345678. ⟶	$\boxed{1.2345678}$	$xx = 15, 3$
	0.0000001. ⟶	$\boxed{1.0000000}$	$xx = 0, 7$

指数部の正負については $X_{cc}t_4 = 1$ であれば正、$X_{cc}t_4 = 0$ ならば負と判断できる。 又、指数部の OVF，UNF の判断については

	X_{c2}	X_{c1}	x			X_{c2}	X_{c1}	x
$exp = -39$	00	11	1001		$exp = +39$	11	00	0001

である事より

OVF ： 指数部より1を減じたとき $X_{c2} \neq 11$

UNF ： $X_{c2} = 01$

がある事を検出して行なっている。

指数の表示を行なう際に指数部の演算結果が正であれば、データは"1の補数"で表現されているので8より減算し(真数変換)表示できる形に修正する。逆に演算をする際には補数に変換する。

指数部が±7を超えた場合には下3桁の表示桁に指数方式表示をさせる為に、X及びWレジスタの表示出力を浮動小数点表示の場合よりも3桁分遅らせる論理回路を組んでいる。

〔7〕超越関数計算

SINx, LOGx, arcTANx についてはヘースティングスの近似計算式(近似とは言っても μPD978C に用いられている式は6桁まで μPD979C に用いられている式は8桁まで全く誤差の出ない程度の計算式である。)を使用し、exp(x) については直接的に演算を行なわせる。

① ヘースティングスの近似計算式

(i) $\sin\frac{\pi}{2}x \quad (-1 \leqq x \leqq 1)$

$$\sin\frac{\pi}{2}x = \sum_{i=0}^{4} K_{2i+1}\, x^{2i+1}$$

$K_1 = 1.5707963184?$

$K_3 = -0.64596371106$　　最大誤差 ±0.000000005 以内

$K_5 = 0.07968967928$

$K_7 = -0.00467376557$　　μPD978C, 979C 共に使用

$K_9 = -0.00015148419$

(ii) $\log x \quad (\frac{1}{\sqrt{10}} \leqq x \leqq \sqrt{10})$

$$\log x = \sum_{i=0}^{4} K_{2i+1}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^{2i+1}$$

$K_1 = 0.868591718$

$K_3 = 0.289335524$ 　　最大誤差 ± 0.0000001 以内

$K_5 = 0.177522071$

$K_7 = 0.094376476$ 　　μPD978C に使用

$K_9 = 0.191337714$

(iii) $\arctan x \quad (-1 \leqq x \leqq 1)$

$$\arctan x = \sum_{i=0}^{7} K_{2i+1} x^{2i+1}$$

$K_1 = 0.9999993329$

$K_3 = -0.3332985605$

$K_5 = 0.1994653599$ 　　最大誤差 ± 0.00000004 以内

$K_7 = -0.1390853351$

$K_9 = 0.0964200441$ 　　μPD978C, 979C 共に使用

$K_{11} = -0.0559098861$

$K_{13} = 0.0218612288$

$K_{15} = -0.0040540580$

② 三角関数計算 (SINx, COSx, TANx)

◎ μPD179C と同様 演算可能な角度は $-1440° \leqq x \leqq 1440°$ に制限される。

◎ $\sin x = \cos(90° - x)$ である事から、$\cos x \longrightarrow \sin x$ 変換する。

◎ $0° \leqq x < 90°$ の第1象限の角に変換する。

◎ $\tan x$ は まず $\sin x$ を求め $\cos x = \sqrt{(1-\sin x)(1+\sin x)}$ で $\cos x$ を出し 計算精度をあげる為に、第1象限の角に変換した際 $0° \leqq x < 45°$ のときは $\tan x = \dfrac{\sin x}{\cos x}$ として、$45° \leqq x < 90°$ のときは $\tan x = \dfrac{\cos(90-x)}{\sin(90-x)}$ として 計算する。

③ 逆三角関数計算 ($SIN^{-1}X$, $COS^{-1}X$, $TAN^{-1}X$)

◎ $\sin^{-1}x = \tan^{-1}\dfrac{x}{\sqrt{(1-x)(1+x)}}$, $\cos^{-1}x = \tan^{-1}\dfrac{\sqrt{(1-x)(1+x)}}{x}$ の様に

$\tan^{-1}x$ に $\sin^{-1}x$, $\cos^{-1}x$ を変換する。

◎ 演算結果は $-90° < X < 90°$ で表現するが 近似計算式で使用しうる角は $-45° \leqq x \leqq 45°$ であるので $90-X = \cot^{-1}x = \tan^{-1}\frac{1}{x}$ として近似計算を行ない 弧度法 → 度数 変換をして求める。

④ 対数計算 ($\log x$, $\ln x$)

◎ 負数 若しくは 0 のときはエラー

◎ 近似計算式によって $\log x$ を求め $\dfrac{\log x}{\log e} = \ln x$ とする事によって ($\log e$ は定数ROMより発生させる) $\ln x$ を求める。

◎ 近似計算式の数値制限 $\frac{1}{\sqrt{10}} \leqq x \leqq \sqrt{10}$ とする為、あらかじめ $0.4 < x < 3$ に x を収める為、範囲外の数値の場合は、ルート計算を行ない、その回数を記憶しておき $\log x$ 演算後 その回数分だけ加算を行なう。
(µPD179C では、数値の大小に拘らず、常に32乗根を求めていた。)

⑤ 指数計算 (e^x, x^y)

(i) $\exp(x)$ 計算

◎ $x \geqq 90$ のときは指数部が +39 を超える為 近似計算前にエラーとする。

◎ ヘースティングスの近似計算を用いず

$$\exp(10 \times A + 1 \times B + 0.1 \times C + 0.01 \times D + 0.001 \times E \cdots\cdots)$$
$$= (e^{10})^A \cdot (e)^B \cdot (e^{\frac{1}{10}})^C \cdot (e^{\frac{1}{100}})^D \cdot (e^{\frac{1}{1000}})^E$$

というオーソドックスな方法で計算する。 e^{10}, e^{1} 等は定数ROMより発生させる。 又 $e^{\frac{1}{10000}}$ 以下の桁では、$e^x = 1 + x$ が成り立つ
(べき級数展開式で適まる、何故ならば表示有効桁数は6桁である)
為 演算時間は非常に短かい。

(11) X^Y - 計算

◎ A^B を行ないたい場合は A $\boxed{X^Y}$ B $\boxed{=}$ とする。従来よりある関数卓電でのキー操作は、B $\boxed{ENTER}$（又は $\boxed{EX}$）A $\boxed{X^Y}$ とするのであるが $\boxed{ENTER}$ 又は $\boxed{EX}$ という余分なキーを必要とする事、$\boxed{X^Y}$ キーによる演算時間が他の関数キーに対して長くなる傾向がある事、フロー上簡略化できる事、等の根拠に依るものと推測される。

◎ A $\boxed{X^Y}$ によって $\ln A$ をおめ、B $\boxed{=}$（$\boxed{X^Y}$ キー後、又は、ファンクションがセットされている場合以外は演算スタートしない。）によって、$\exp(B \cdot \ln A)$ を計算し A^B をおめている。

⑥ まとめ

◎ 超越関数演算結果 8 桁のうち下 2 桁目を 4 捨 5 入し、下 2 桁を消去し、6 桁のみを表示する。

◎ ヘースティングスの近似計算式（第 2 種チェビシェフ多項式）では式の形が全て $\sum_{i=0}^{n} K_i x^i$ であり、単に定数 K_i を変更するだけで、種々の超越関数計算が可能である。又、次の様に同一種計算の繰り返しのみであるので これをサブルーチンとして組めば手軽にプログラムを作る事ができ、デジタル・カルキュレーターに適した近似式であると言える。さらに べき級数展開式を用いると、演算精度を出す為に非常に長い演算時間を要する関数計算であっても数項の計算を行なえば良い。

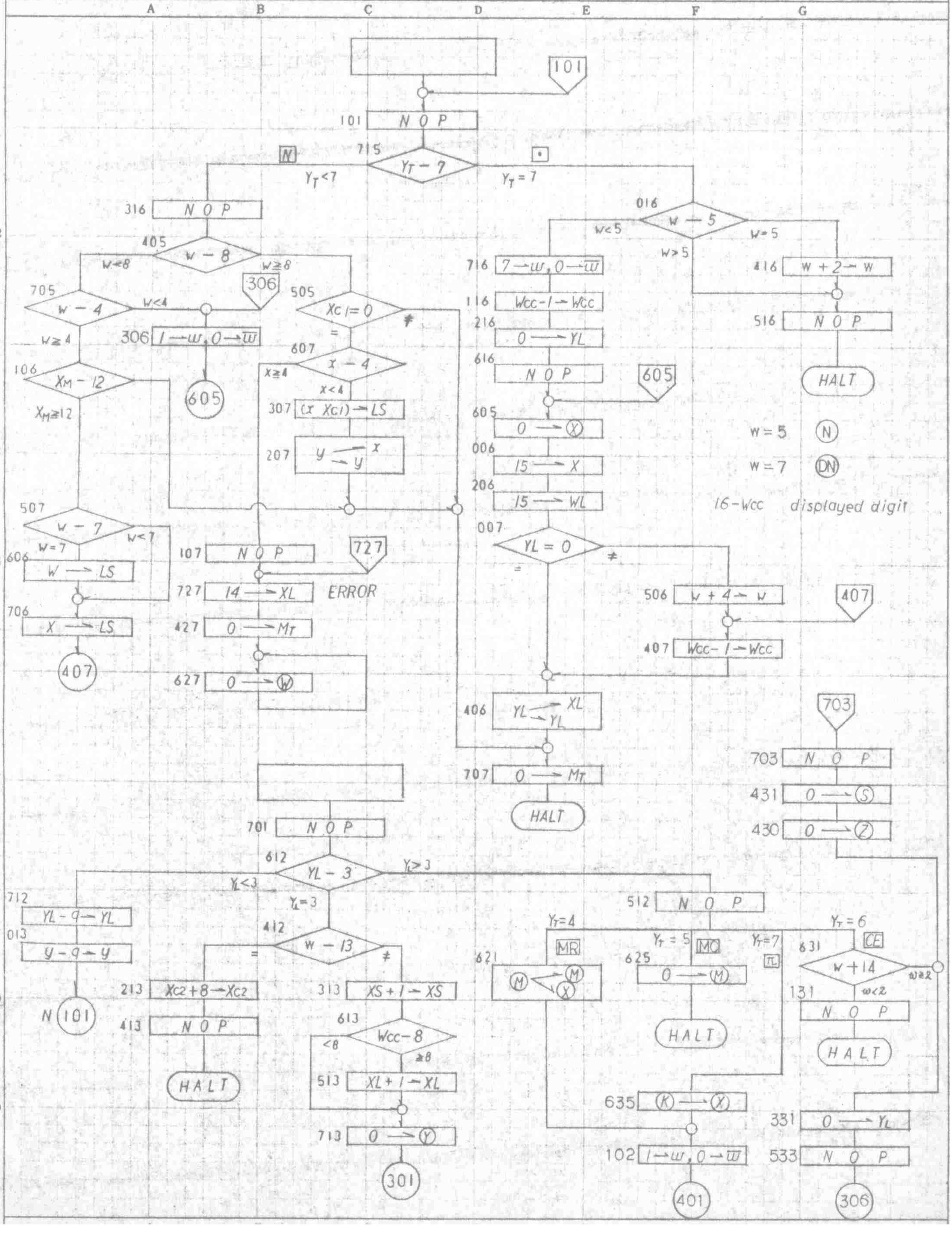
$$\sum_{i=0}^{4} K_{2i+1} x^{2i+1}$$

$$= K_1 x + K_3 x^3 + K_5 x^5 + K_7 x^7 + K_9 x^9$$

$$= \left\{\left(\left[\left\{(K_9 + x^2)\cdot x^2 + K_7\right\}\cdot x^2 + K_5\right]\cdot x^2 + K_3\right)\cdot x^2 + K_1\right\}\cdot x$$

フローチャート

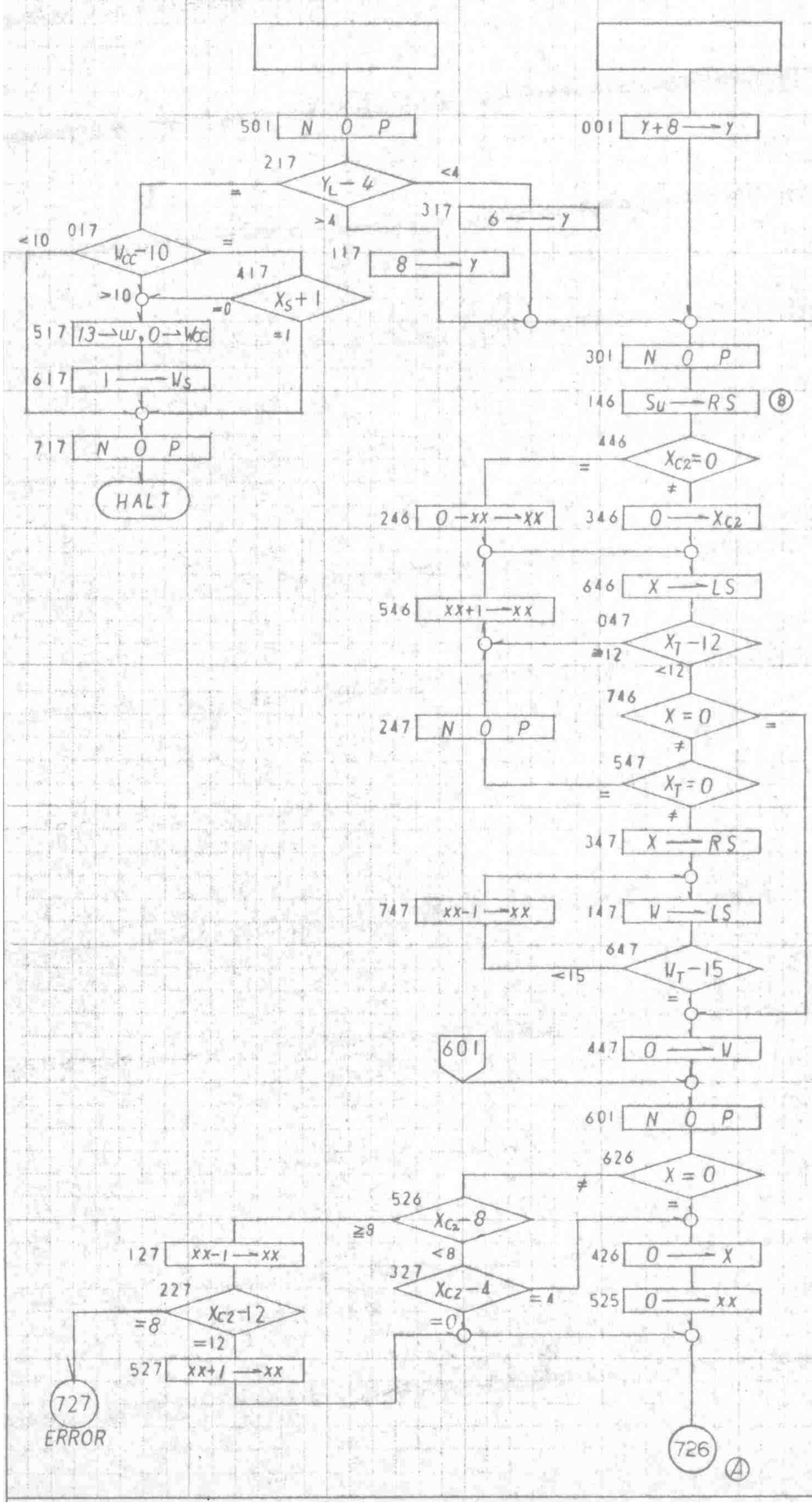
タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 1.											参照番号
											作成者



フローチャート

タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
											参照番号
											作成者
No. 2.											

A B C D E F G

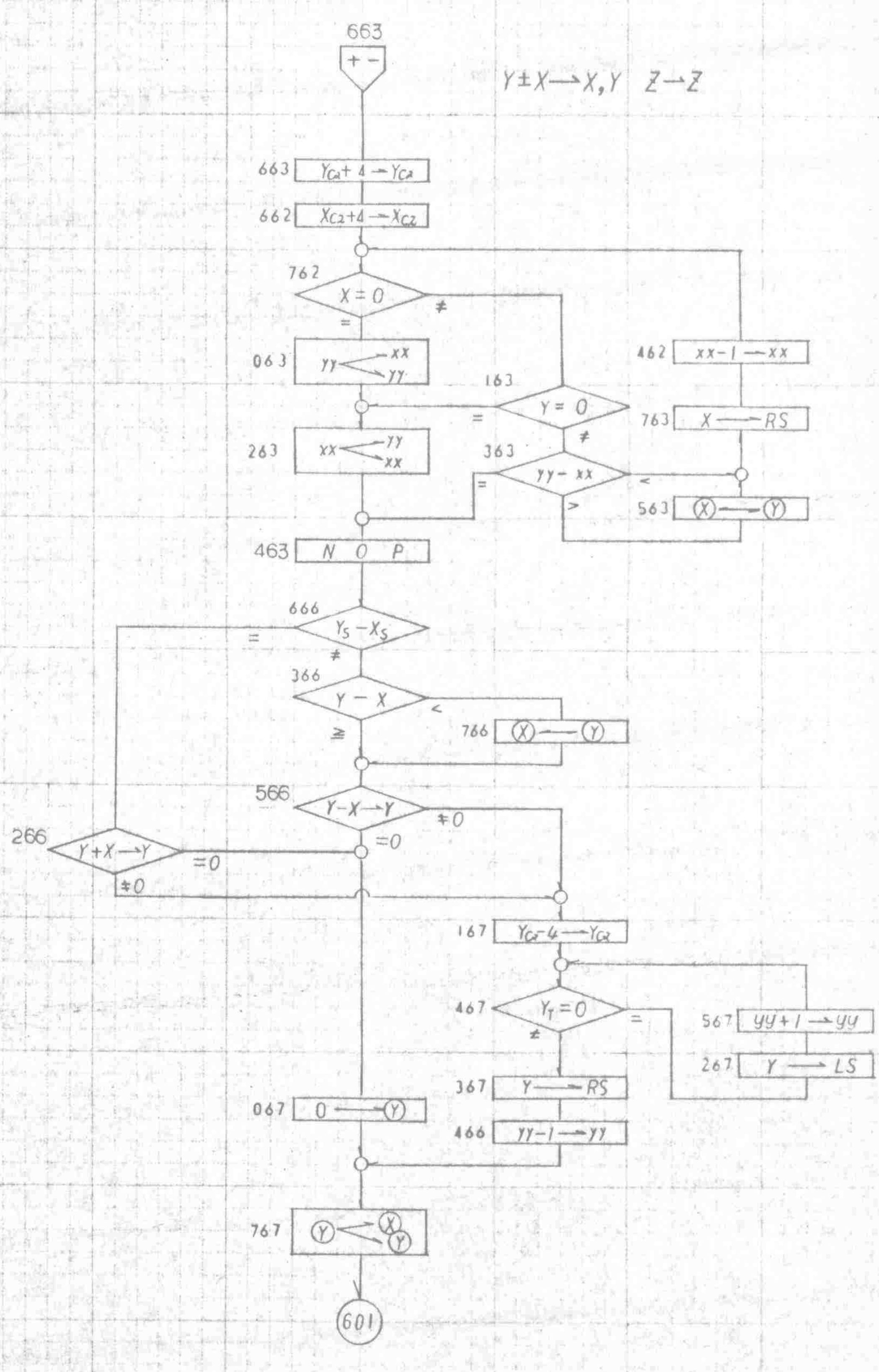


0	1	2	3	4	5	6	•
7	8	9	+/-	MR	MC	CE	π
+	−	×	÷	E	=	M±	M=
	√	1/x	x²	→DMS	f⁻¹		
	SIN x	COS x	TAN x	LN x	LOG x	X^Y	EXP x

フローチャート

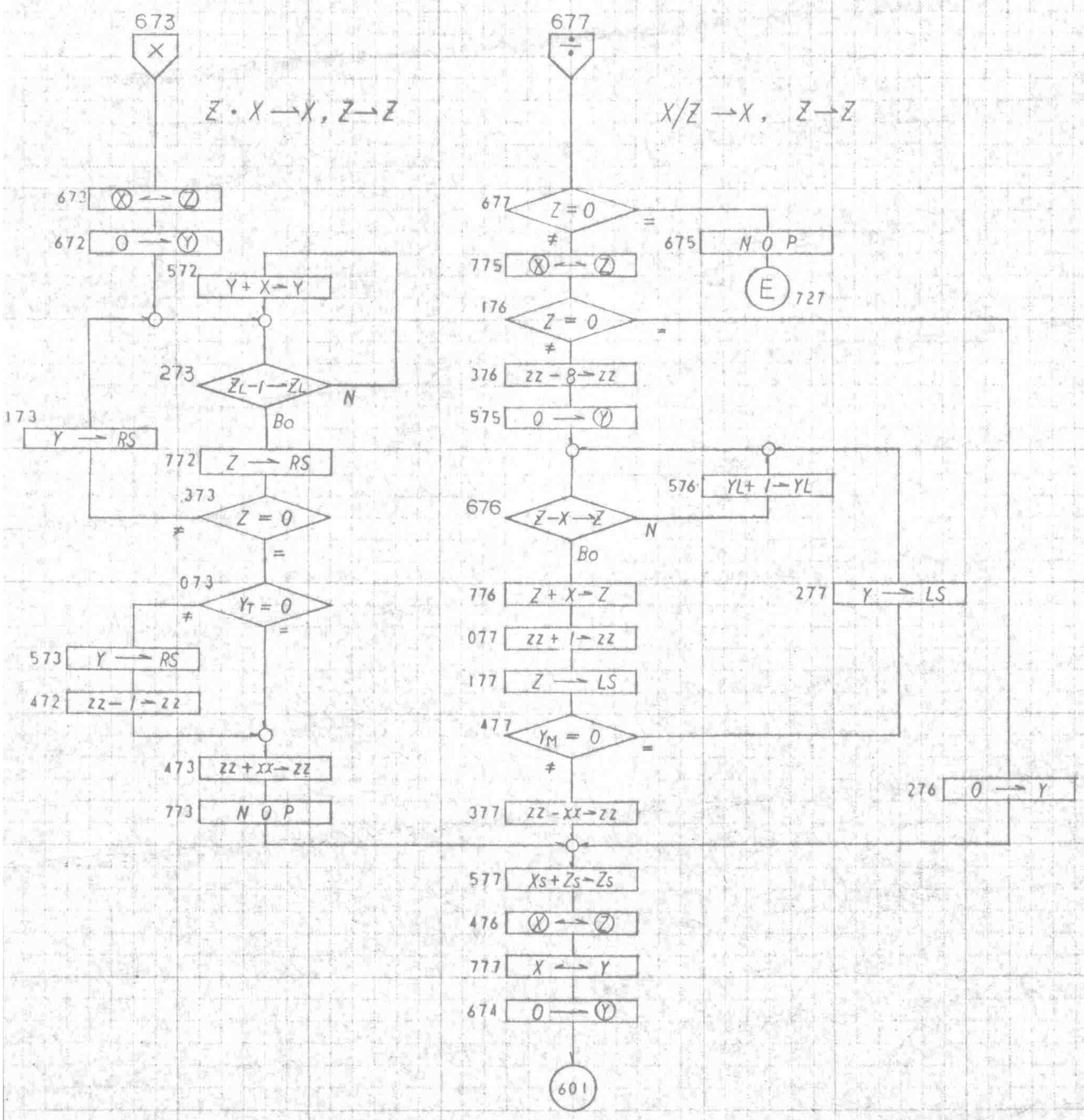
タイトル	年	月	日	版	承認	査閲	担当	年	月	日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 3.															参照番号
															作成者

A B C D E F G



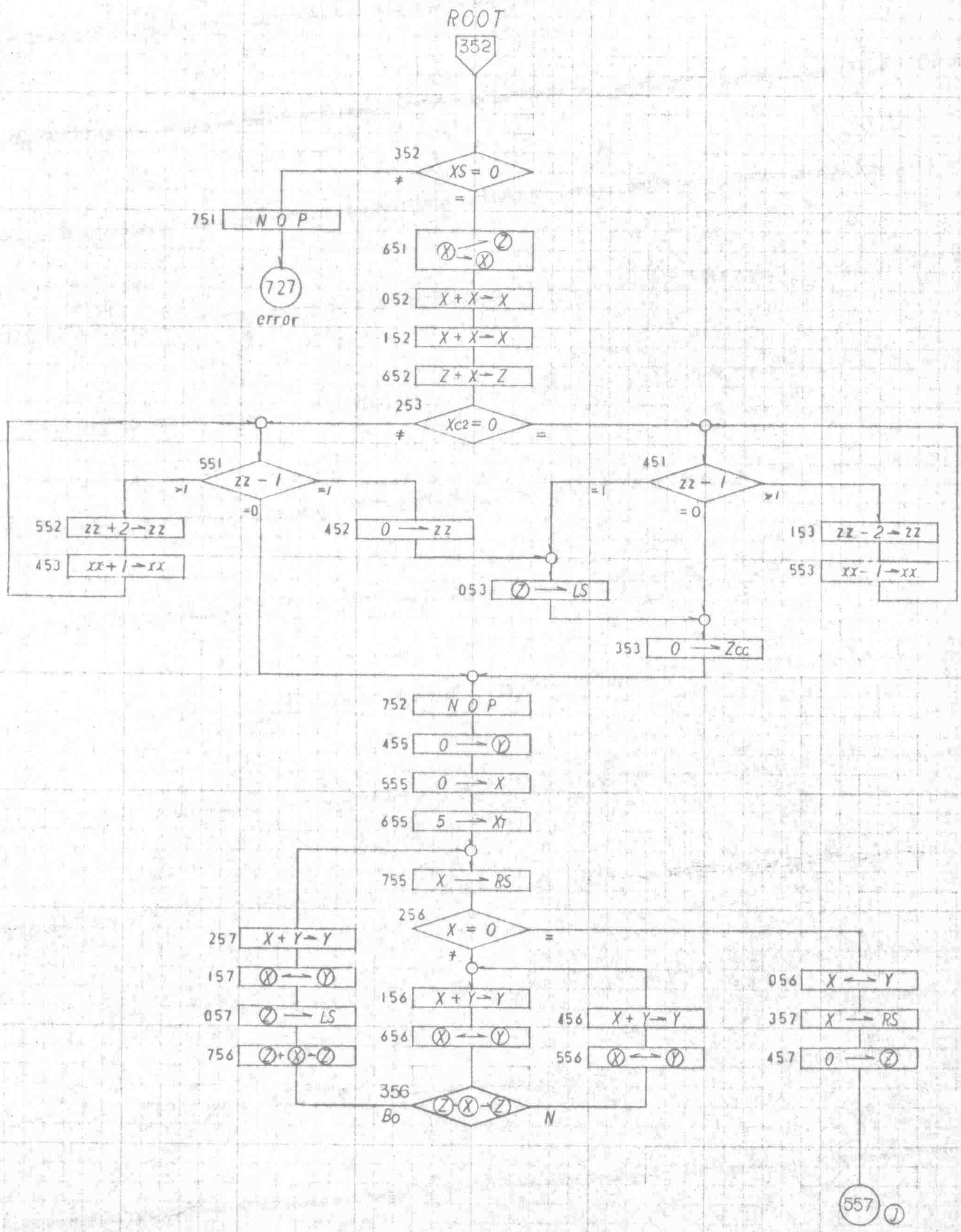
フローチャート

タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 4.											参照番号
											作成者



フローチャート

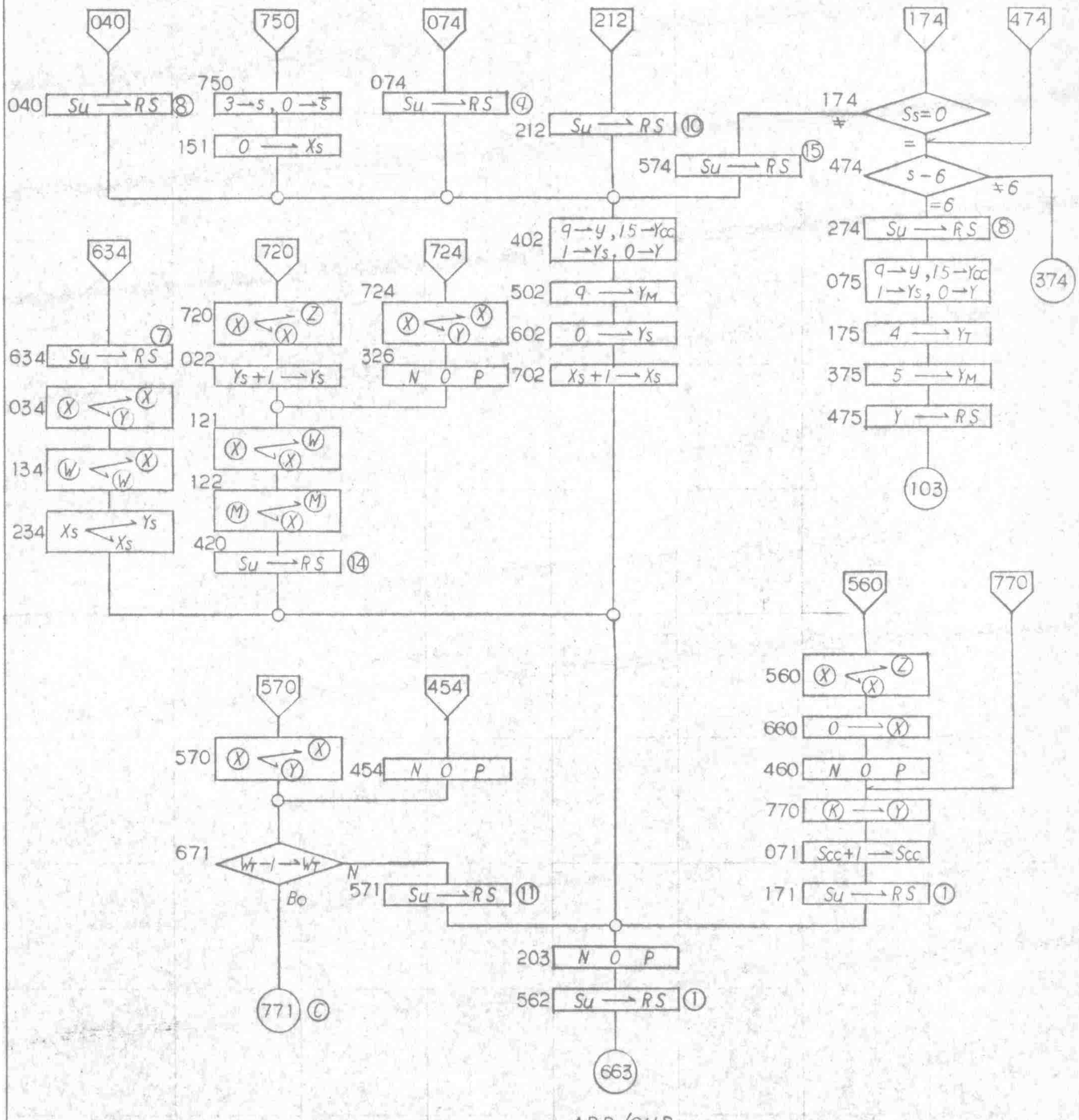
タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 5.											参照番号
											作成者



フローチャート 1P

タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
											参照番号
No. 6.											作成者

A B C D E F G



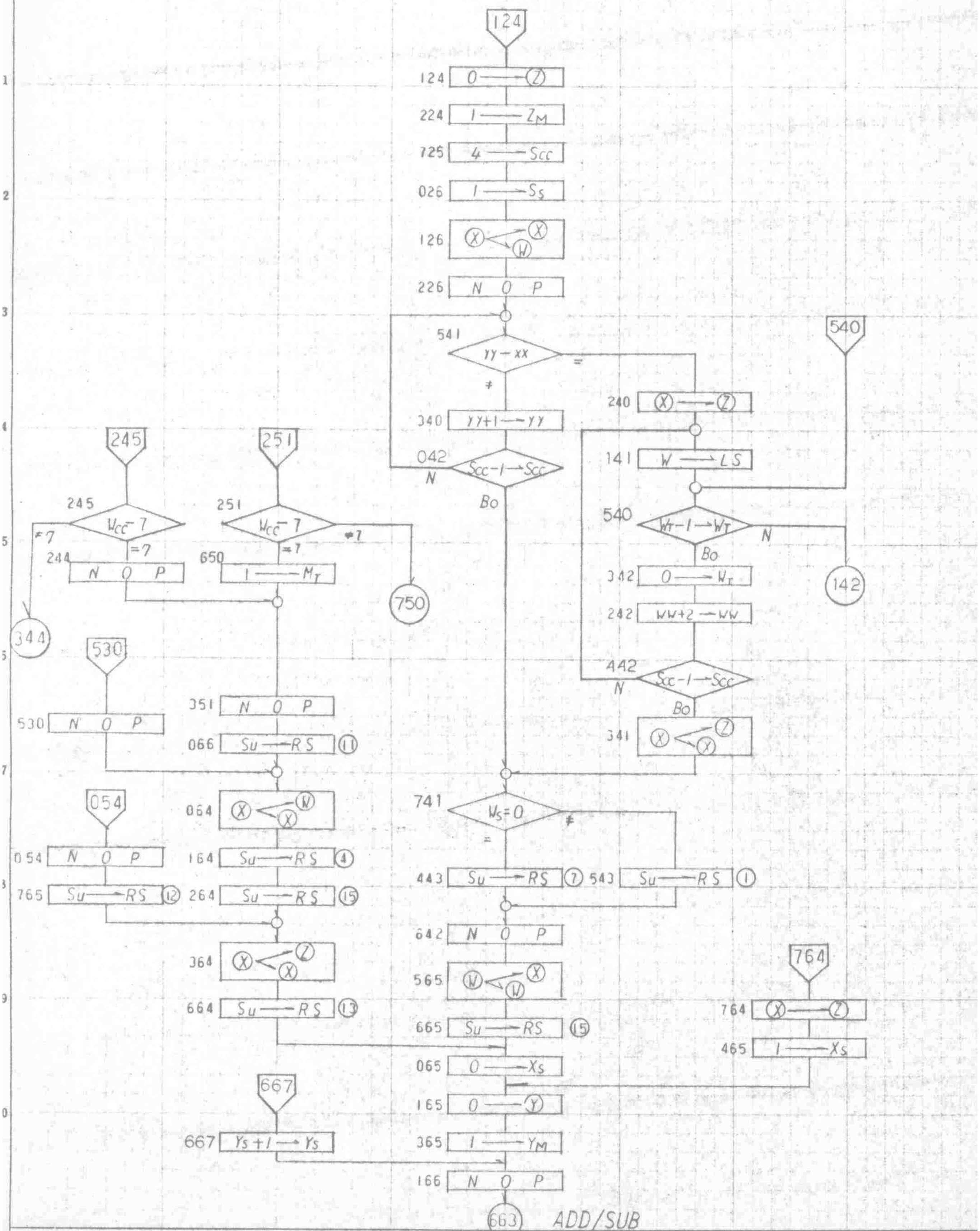
ADD/SUB

Y+X → X, Y , Z → Z

フローチャート

タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 7.											参照番号
											作成者

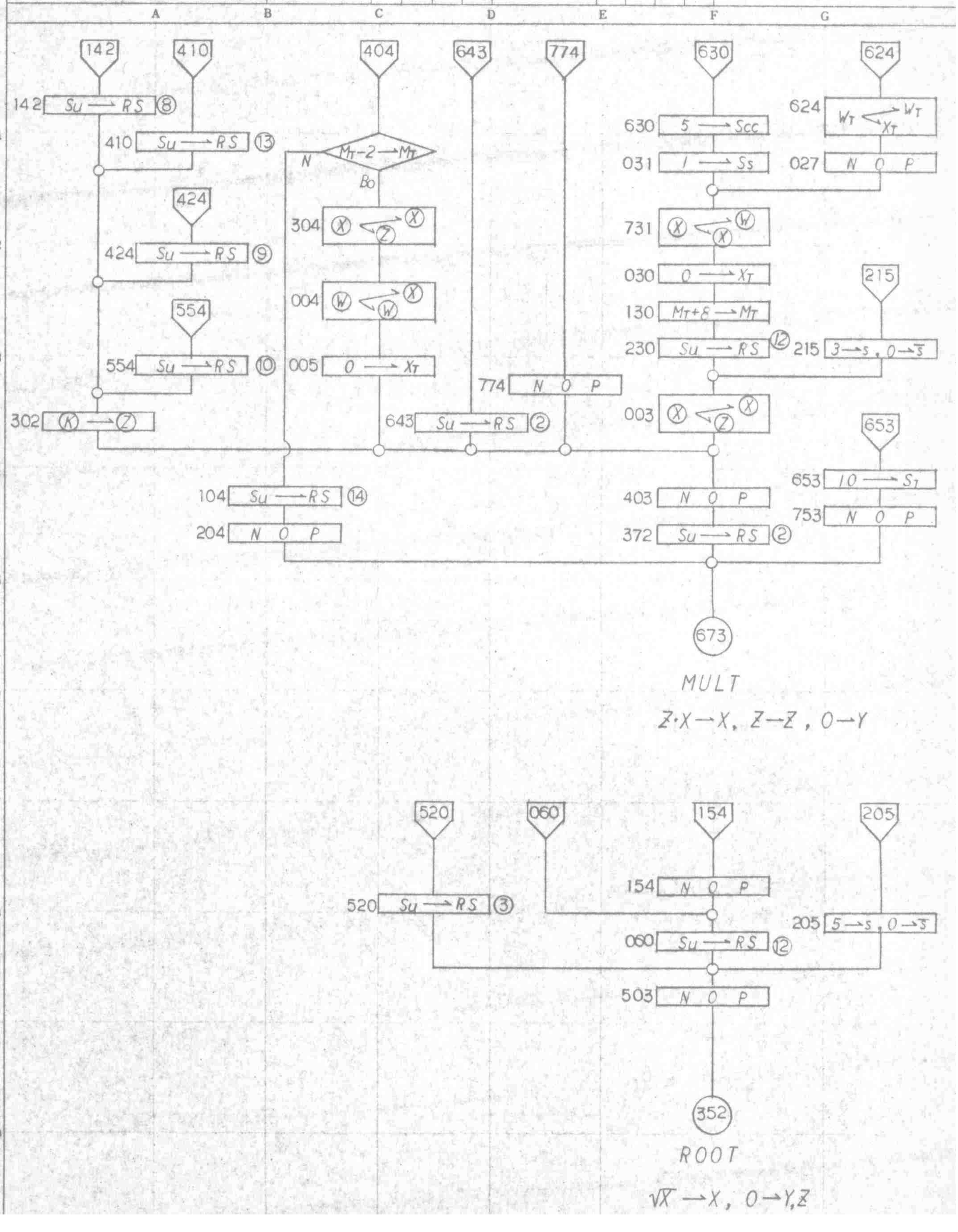
A B C D E F G



A B C D E F G

フローチャート

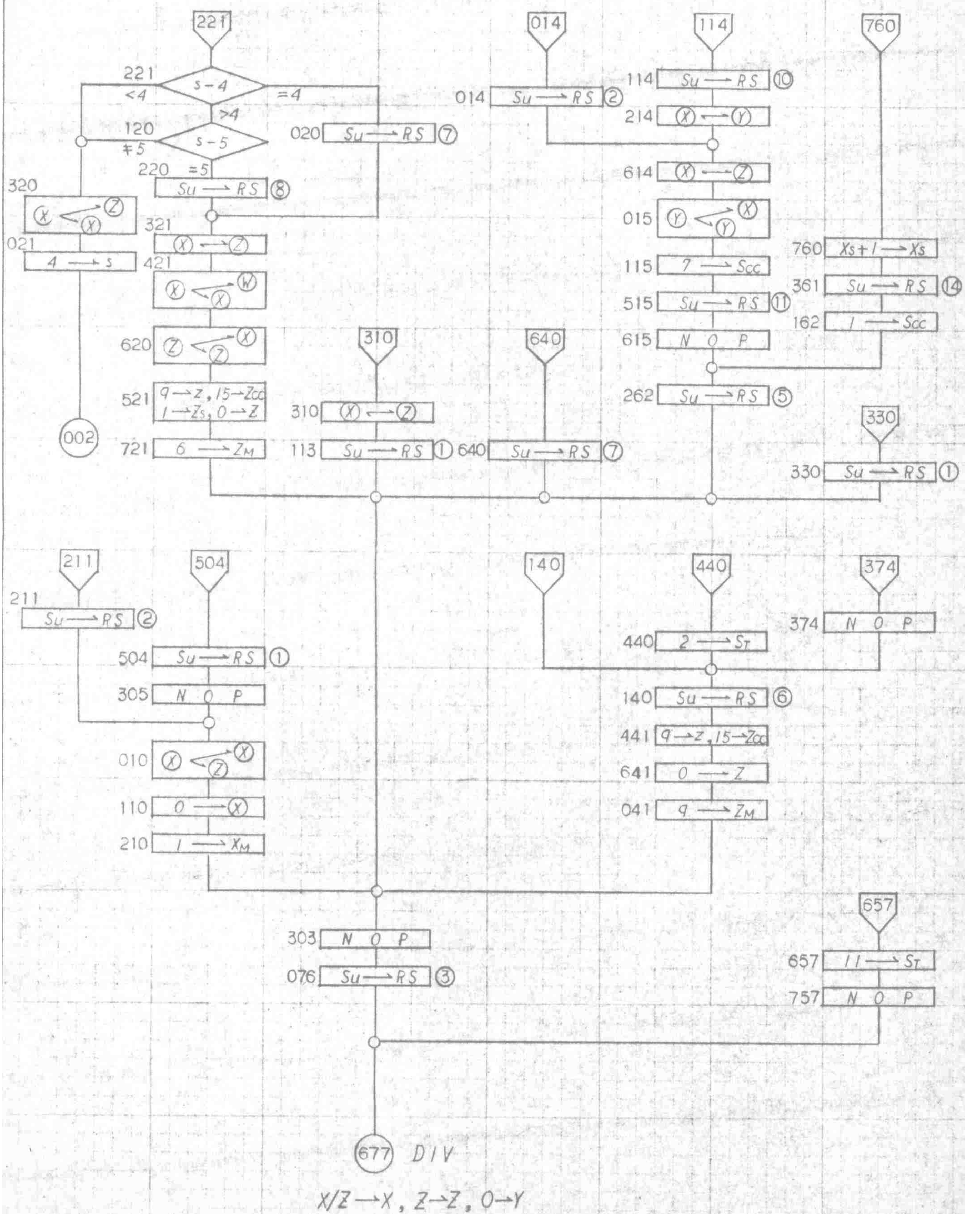
タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 8.											参照番号
											作成者



フローチャート

タイトル	年	月	日	版	承認	査閲	担当	年	月	日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 9.															参照番号
															作成者

A B C D E F G



フローチャート

ル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
											参照番号
No. 10.											作成者

A B C D E F G

Ⓐ Ⓐ 726 603

603 726 Su ⟶ LS

S		
0	7 0 0	
1	7 0 4	Ⓒ
2	7 1 0	Ⓓ
3	7 1 4	Ⓔ
4	7 2 0	M≡
5	7 2 4	M±
6	7 3 0	= END
7	7 3 4	END
8	7 4 0	KEY Ⓑ
9	7 4 4	
10	7 5 0	
11	7 5 4	
12	7 6 0	
13	7 6 4	
14	7 7 0	
15	7 7 4	

Ⓑ 740

Yu ⟶ LS

y		
0	2 0 1	+/− exp
1	2 0 5	√
2	2 1 1	1/X
3	2 1 5	X^2
4	2 2 1	[illegible]
5	2 2 5	arc prefix
6	2 3 1	+ − X ÷
7	2 3 5	
8	2 4 1	= M± M≡
9	2 4 5	SIN x, arcSIN x
10	2 5 1	COS x, arcCOS x
11	2 5 5	TAN x, arcTAN x
12	2 6 1	LN(x)
13	2 6 5	LOG(x)
14	2 7 1	
15	2 7 5	EXP(x)

Ⓒ Ⓒ 704 771

771 704 Su ⟶ LS

S		
0	4 0 0	
1	4 0 4	
2	4 1 0	
3	4 1 4	
4	4 2 0	
5	4 2 4	
6	4 3 0	
7	4 3 4	[illegible] END
8	4 4 0	
9	4 4 4	
10	4 5 0	
11	4 5 4	
12	4 6 0	
13	4 6 4	
14	4 7 0	Mop END
15	4 7 4	

Ⓓ 710

Su ⟶ LS

S		
0	5 0 0	
1	5 0 4	
2	5 1 0	
3	5 1 4	
4	5 2 0	
5	5 2 4	
6	5 3 0	
7	5 3 4	
8	5 4 0	
9	5 4 4	
10	5 5 0	
11	5 5 4	
12	5 6 0	
13	5 6 4	
14	5 7 0	
15	5 7 4	

Ⓔ 714

714 Su ⟶ LS

S		
0	6 0 0	
1	6 0 4	
2	6 1 0	1/X END
3	6 1 4	
4	6 2 0	
5	6 2 4	
6	6 3 0	
7	6 3 4	X/60 END
8	6 4 0	X/Z END
9	6 4 4	
10	6 5 0	
11	6 5 4	
12	6 6 0	
13	6 6 4	
14	6 7 0	
15	6 7 4	

Ⓕ 350

350 Su ⟶ LS

S		
0	2 0 2	
1	2 0 6	
2	2 1 2	
3	2 1 6	
4	2 2 2	
5	2 2 6	
6	2 3 2	
7	2 3 6	
8	2 4 2	
9	2 4 6	
10	2 5 2	
11	2 5 6	
12	2 6 2	
13	2 6 6	
14	2 7 2	
15	2 7 6	

Ⓖ 312

312 Su ⟶ LS

S		
0	0 0 0	
1	0 0 4	
2	0 1 0	
3	0 1 4	
4	0 2 0	
5	0 2 4	
6	0 3 0	
7	0.3 4	
8	0 4 0	
9	0 4 4	
10	0 5 0	
11	0 5 4	
12	0 6 0	
13	0 6 4	
14	0 7 0	
15	0 7 4	

Ⓗ 112

112 Su ⟶ LS

S		
0	1 0 0	
1	1 0 4	
2	1 1 0	
3	1 1 4	
4	1 2 0	
5	1 2 4	
6	1 3 0	
7	1 3 4	
8	1 4 0	
9	1 4 4	
10	1 5 0	
11	1 5 4	Root→360
12	1 6 0	
13	1 6 4	
14	1 7 0	
15	1 7 4	

ローチャート

ル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 11.											参照番号
											作成者

A B C D E F G

(I)

733

733 Su ⟶ LS

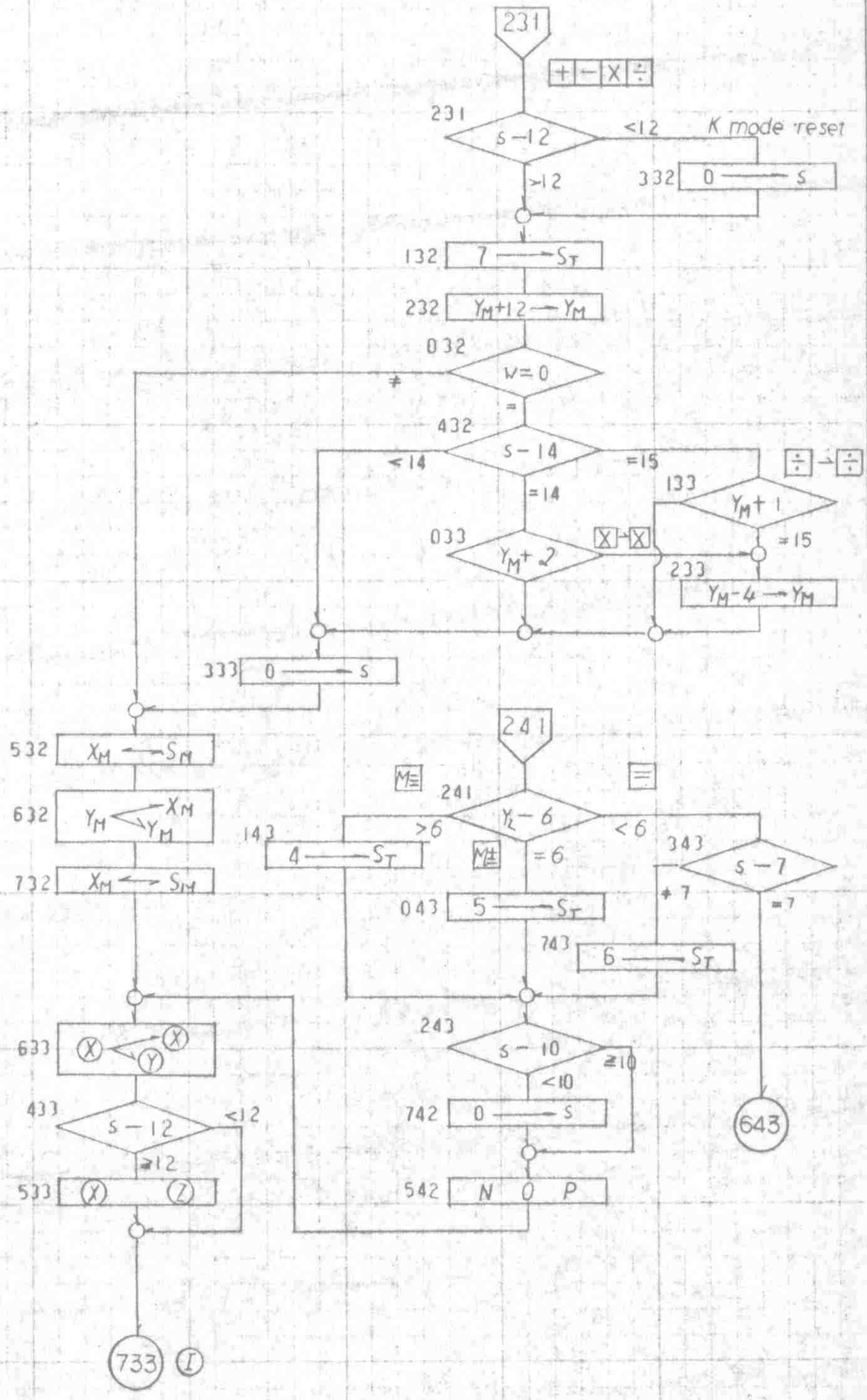
s		
0	6 0 3	1st F (A)
1	6 0 7	
2	6 1 3	
3	6 1 7	
4	6 2 3	
5	6 2 7	
6	6 3 3	
7	6 3 7	
8	6 4 3	
9	6 4 7	
10	6 5 3	MUL EXEQ (K)
11	6 5 7	DIV 〃 (K)
12	6 6 3	ADD 〃
13	6 6 7	SUB 〃
14	6 7 3	MUL 〃
15	6 7 7	DIV 〃

(J)

557

557 Su ⟶ LS

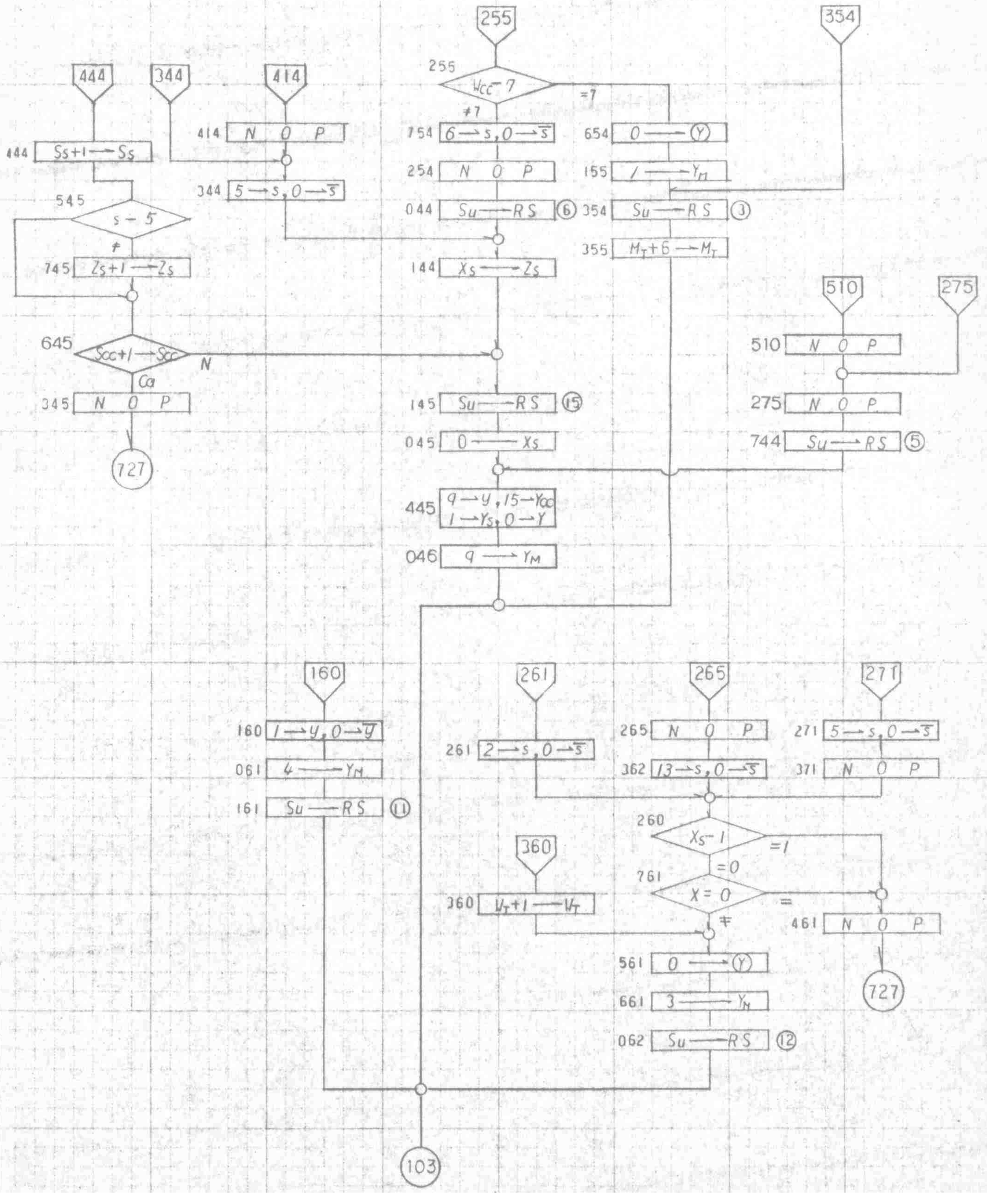
s		
0	3 0 0	
1	3 0 4	
2	3 1 0	
3	3 1 4	
4	3 2 0	
5	3 2 4	ROOT END
6	3 3 0	
7	3 3 4	
8	3 4 0	
9	3 4 4	
10	3 5 0	
11	3 5 4	
12	3 6 0	
13	3 6 4	
14	3 7 0	
15	3 7 4	



フローチャート

タイトル	年	月	日	版	承認	査閲	担当	年	月	日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 12.															参照番号
															作成者

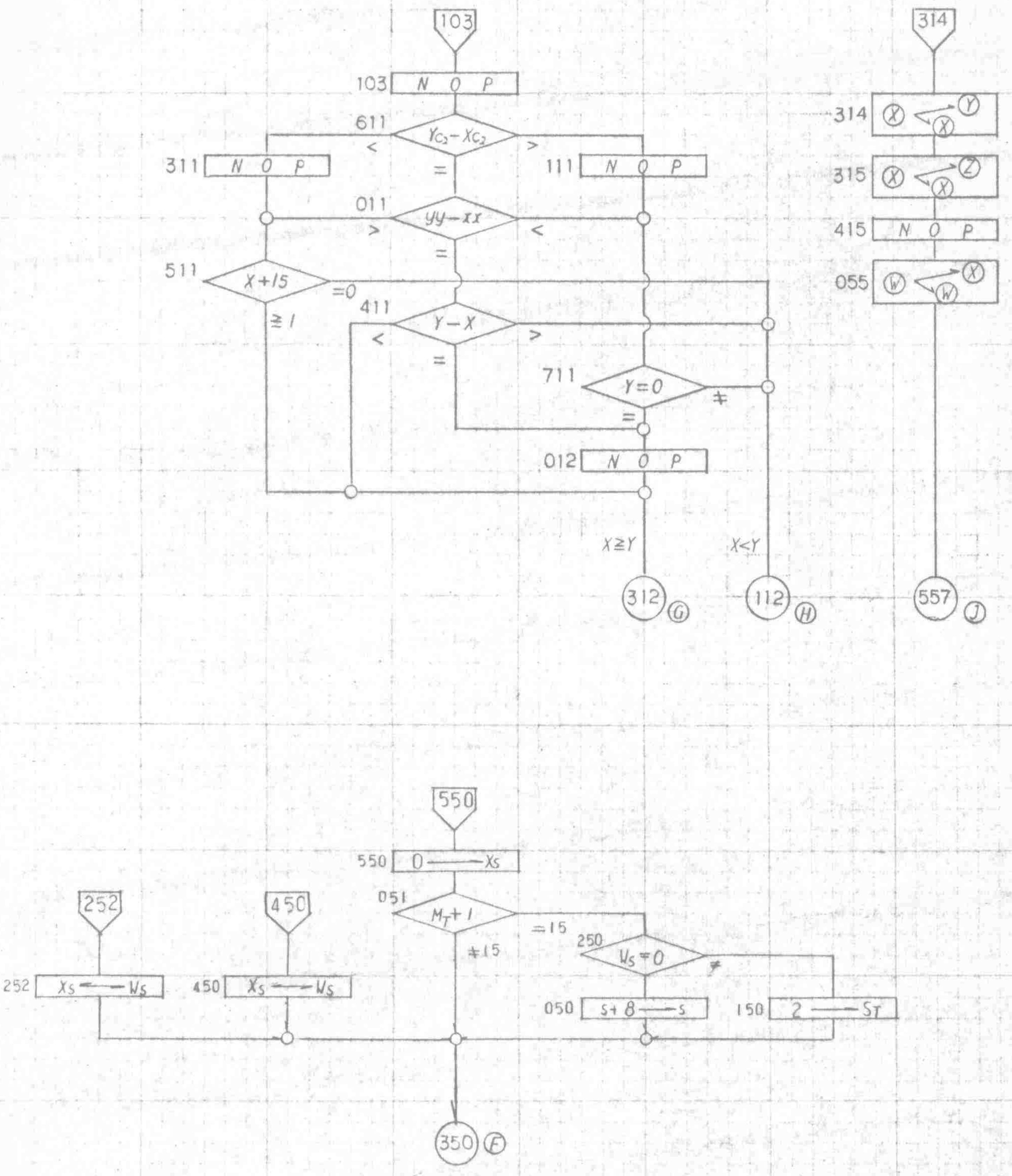
A B C D E F G



フローチャート

タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
											参照番号
No. 13.											作成者

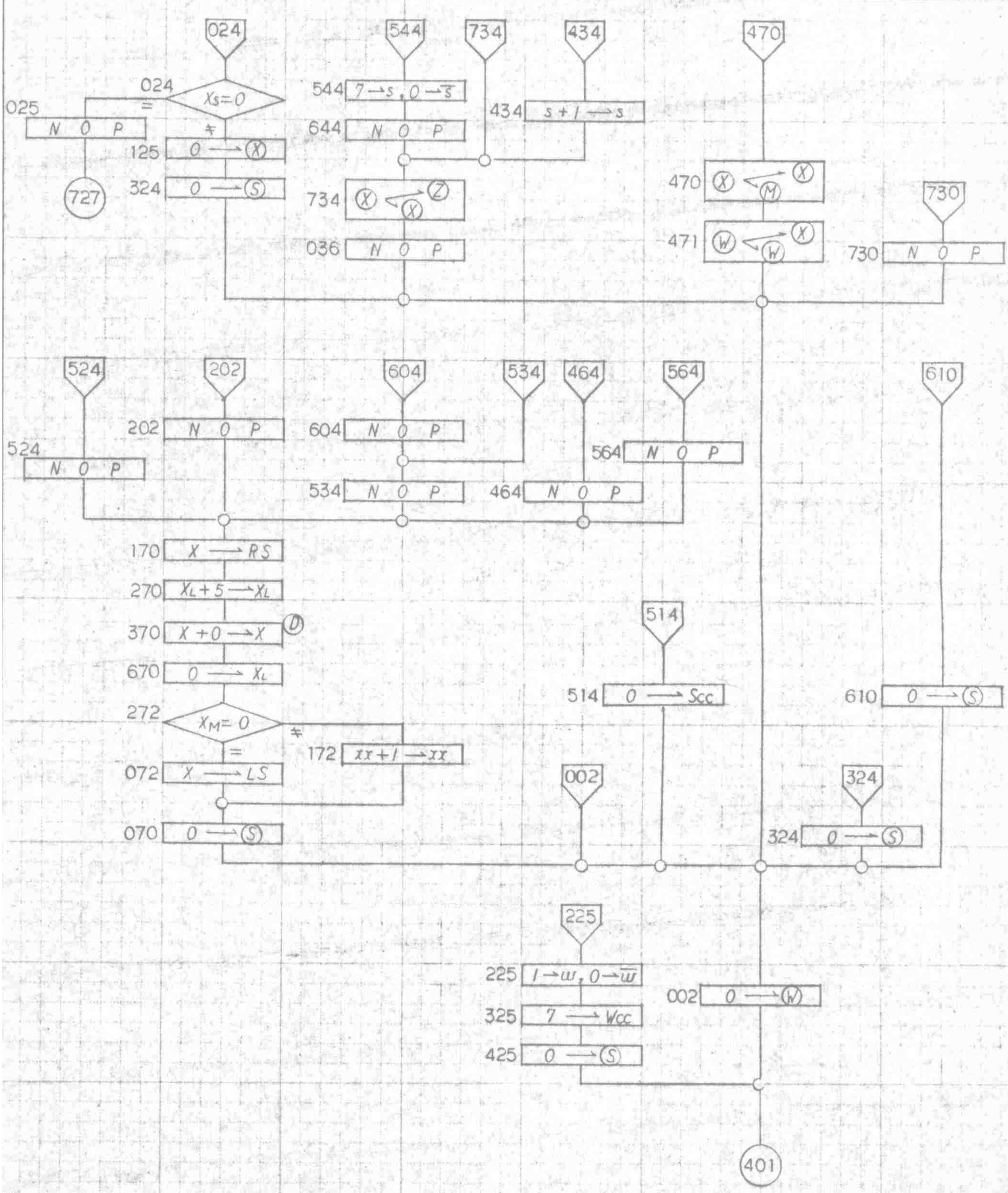
A	B	C	D	E	F	G



フローチャート

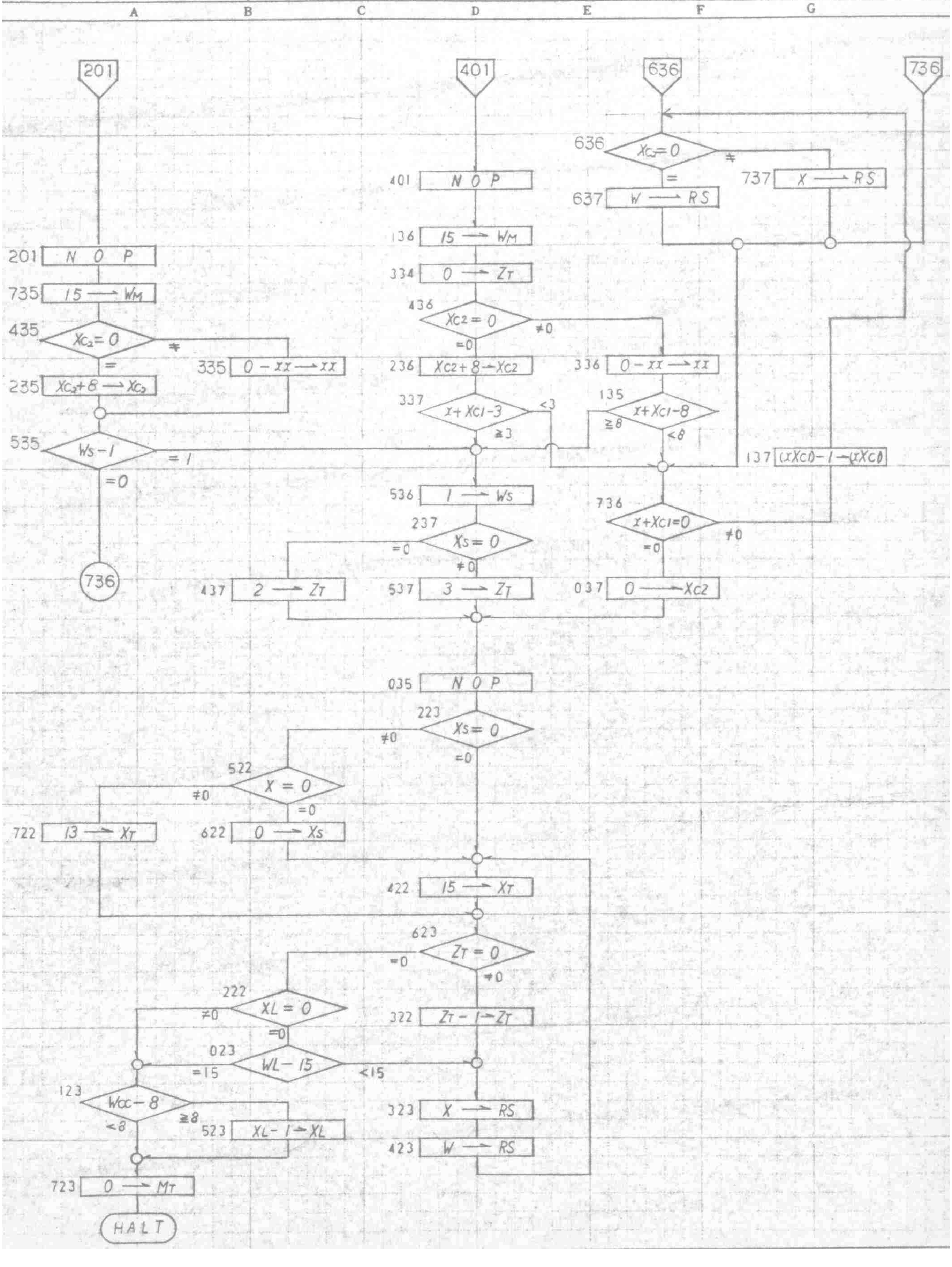
タイトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 14.											参照番号
											作成者

A B C D E F G

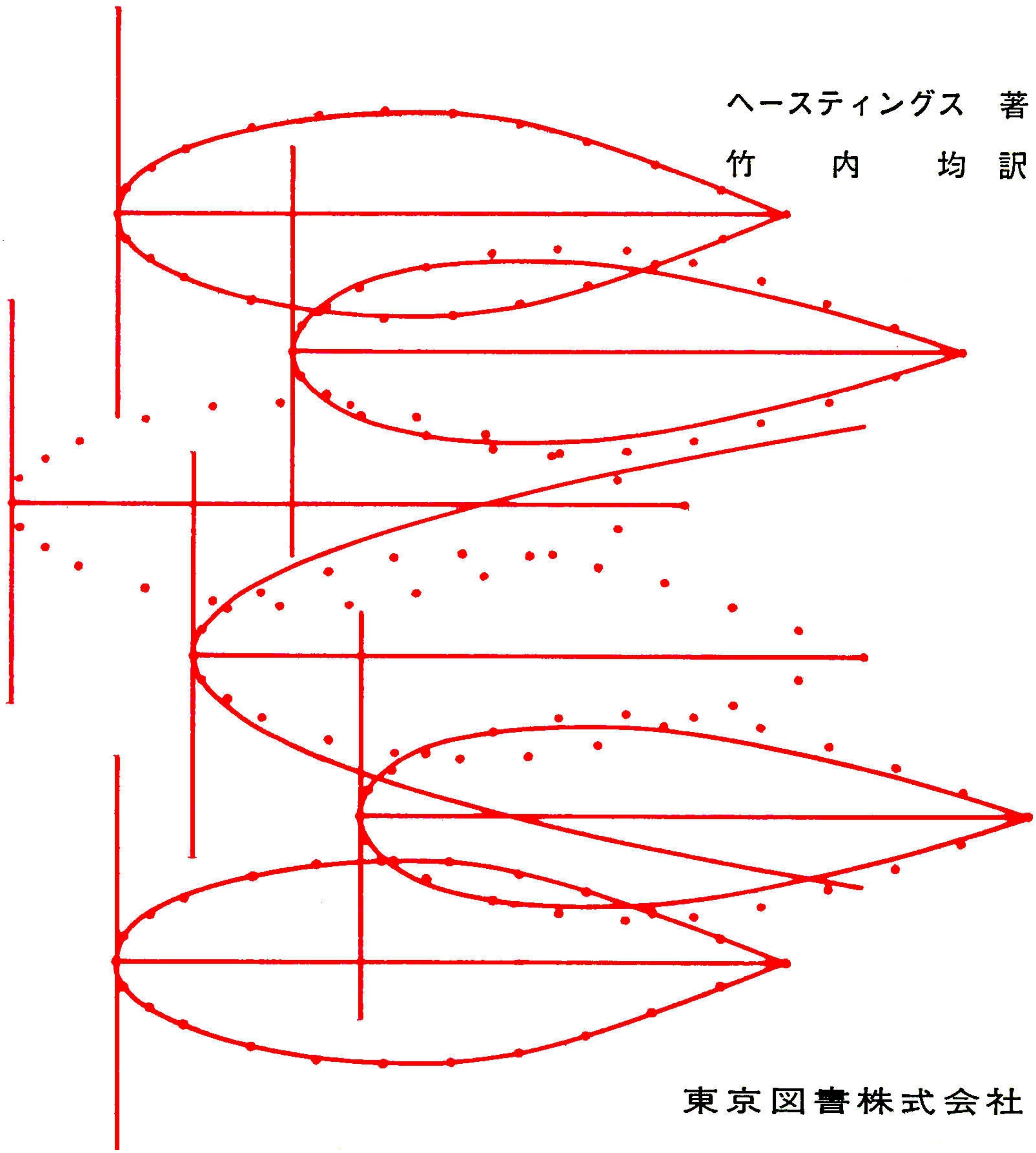


フローチャート

イトル	年 月 日	版	承認	査閲	担当	年 月 日	版	承認	査閲	担当	登録番号
No. 15.											参照番号
											作成者



電子計算機のための 近似計算法



ヘースティングス 著

竹内 均 訳

東京図書株式会社