

M-3C 点火, タイマ, SO 系

秋葉鏖二郎・加勇田清勇・中部博雄・星野一樹*

M-3C の点火, タイマ, SO 系は M-4S の飛しょう実績を基礎にし, 原理的には M-4S と同じ機構を有するが, 細部に亘っては若干の改良を施してある. また各部分の構成は M-4S でも特に M-4S-4 と類似しており, タイマ本体, 点火系等リレー収納函 (IG-BOX) 安全装置及び関連する機内外の配線よりなる. 第1図に M-3C のタイマ系操作線の写真を示す. 尚タイマ, 点火系の外部操作線系統図を M-4S-4 と比較し第2図の (A), (B) に示す. 又第3図に電気機械式タイマ (MT), 同上電源 (MT-PS), タイムセクタ (TSL), IG-BOX の写真を示す.

1. タイマ本体

タイマは速度制御回路をもつマイクロモータにより 60 個の接点を有するロータリスイッチを 1 rpm で回転させ, この接点とリレーとの組合わせにより信号を作り出す. 第2段目には MT_2 と MT_3 の2種類が搭載されており, MT_3 は MT_{2-12} のシーケンス項目 IG arming 後コマンド (CM_1) を送信することにより駆動し, 衛星タイヤ始動, 第2段目切離しおよびメイン延時点火信号を供給する. コマンド送信をしない場合または送信後 2 秒経過しても MT_3 が動作しない場合は $MT_{2-1.2}$ のタイマによって予め定められた時刻にこれらの項目信号が送られる仕組みになっている. 又万一 $MT_{2-1.2}$ タイマが IG arming 後停止した様な場合は 5.6 GHz の瞬発コマンドによって前述の 2 項目を行わせることができる. また M-3C-1 からシーケンスチェックにおいて各シーケンス出力を判別する目的でシーケンス符号装置がタイマに取り付けられた. M-4S では X-30 秒でタイマが始動し, 始動後 15 秒 (X-15 秒) に始動アンサが確認できる様になっていたが M-3C-1 からはタイマ始動 (X-30 秒) から 20 秒間 (X-10 秒) にタイマから 2 秒毎にでてくる 10 個のパルス信号をコンピュータに入力し, タイマの始動アンサ及びスピード判定が予めプログラムしておいた基準に対しリアルタイムで比較確認できる様になっている. 尚衛星タイマのシーケンスチェックは従来の M-4S-4 の場合と同じの主な相違点を列挙すると

- (1) 筐体形状: 角形を円筒形とした.
- (2) 信号リレーの変更: シグマリレーをテレダイナリレーに変更した.
- (3) シーケンスチェック用マトリックス回路の増設
- (4) シーケンス項目の変更第1表のシーケンス参照
- (5) 出力信号電圧の変更: 8.4 V → 9.6 V

M-3C-3 の SO コマンド系系統図を第4図 (A), (B), 機内計装系統図を M-4S-4 のそれと比較し第5図 (A), (B) に示す. M-3C-1 から 3 までのシーケンス項目をそれぞれ第1表, 第2表及び第3表に示す.

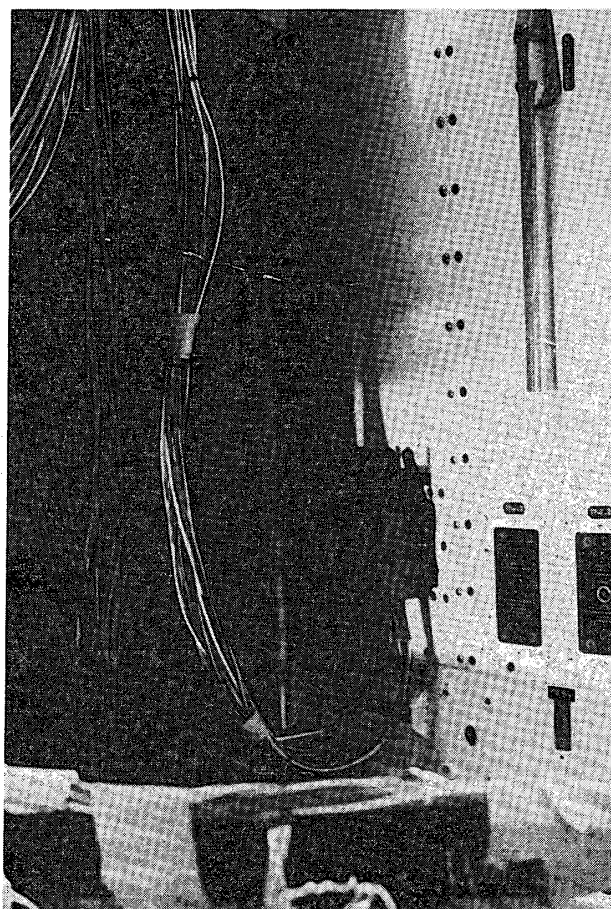
* 松下通信工業

2. IG ボックス

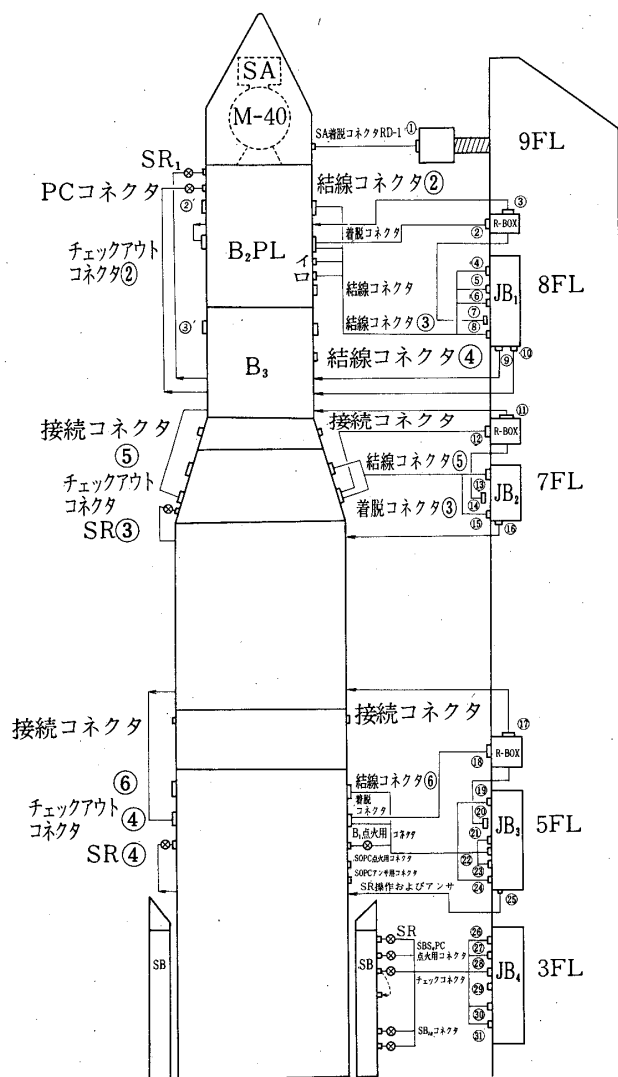
飛しょう時にタイマ本体からの信号及びコマンド信号により点火リレーを作動させ、点火電源で点火玉を発火させると共に打ち上げ前において点火系の導通抵抗を火工品がロケットに組み込まれた状態で地上管制盤から遠隔操作により測定できる機能をもたせた装置である。なお、主要部分は点火リレー部、レデックススイッチ、コマンド受け回路、遅延回路、安全リレーなどである。点火リレーなどについては M-4S-4 の総合試験においてリレー接点が溶着すると云う事故が生じたため従来 M-4S-4 まで使用していたリレー (シグマ社) を、接点容量の大きいリレー (バブcock 社製) に改めた。これについての主な仕様比較を第4表に示す。M-4S-4 との主な相違点としては

- (1) 筐体形状の変更
- (2) リレーの変更 (上述)
- (3) 遅延回路 (瞬発コマンドによる切断、点火回路に挿入されている。) 定数の変更
- (4) CN 計測系駆動電圧取り出し方式の変更
- (5) 点火電源電圧の変更 45 V から 28 V へ

第6図 (A), (B) に M-4S および M-3C の機内点火系系統図を示す。



第1図 M-3C タイマ系操作線の P 分



第2図(A) M-4S-4点火タイマ系外部操作線系統図

結線コネクタはタイマとIG系の結線及びIG系の導通抵抗測定用に使用される。

着脱コネクタ及びチェックアウトコネクタはシーケンスチェック時に使用され着脱コネクタは発射直前(X-3 min)の着脱コネクタ離脱までは30 kΩの抵抗を通してIG系の導通を測定することができる。

SR: 安全リレーでIG系へのIG電源のON OFFをする安全リレーSWイ、ロ: 引き抜き(MT₃-1, 2 操作アンサー系)

×: 引きちぎり

⊗: ピンジャック

JB: ブーム, 又はランチャーについているコネクタ接栓箱

①: CA 3106 A-32 P

②: AN 3106 B2428 P, AN 305716
CA 3100 ER 2428 S, CA 2209-9

③: "

④: 24-28 P, 24-28 S

⑤: "

⑥: ②と同じ

⑦: AN 3106 B2428 P, AN 305716

⑧: AN 3106 B14 S 2 PY, AN 30576

⑨: AN 3106 B16 S 8 P, AN 30578
CA 3100 ER 16 S 8 S, CA 2209-6

⑩: AN 3106 B14 S 2 P, AN 30576
CA 3100 ER 14 S 2 S, CA 2209-4

⑪: AN 3106 B2027 P, AN 305712

⑫: "

⑬: "

⑭: "

⑮: AN 3106 B14 S 2 PY, AN 30776
CA 3100 ER 14 S 2 SY, CA 2209-4

⑯: ⑨と同じ

⑰: AN 3106 B16 S 1 P, AN 30578
CA 3100 ER 16 S 1 S, CA 2209-5

⑱: "

⑲: "

⑳: AN 3106 B16 S 1 P, AN 30578

㉑: ⑮と同じ

㉒: ⑩と同じ

㉓: CA 3106 BS 14 S 2 PX
AN 3106 BS 14 S 2 SX

㉔: AN 3106 B14 S 9 P, AN 30576
CA 3100 ER 14 S 9 S

㉕: ⑨と同じ

㉖: "

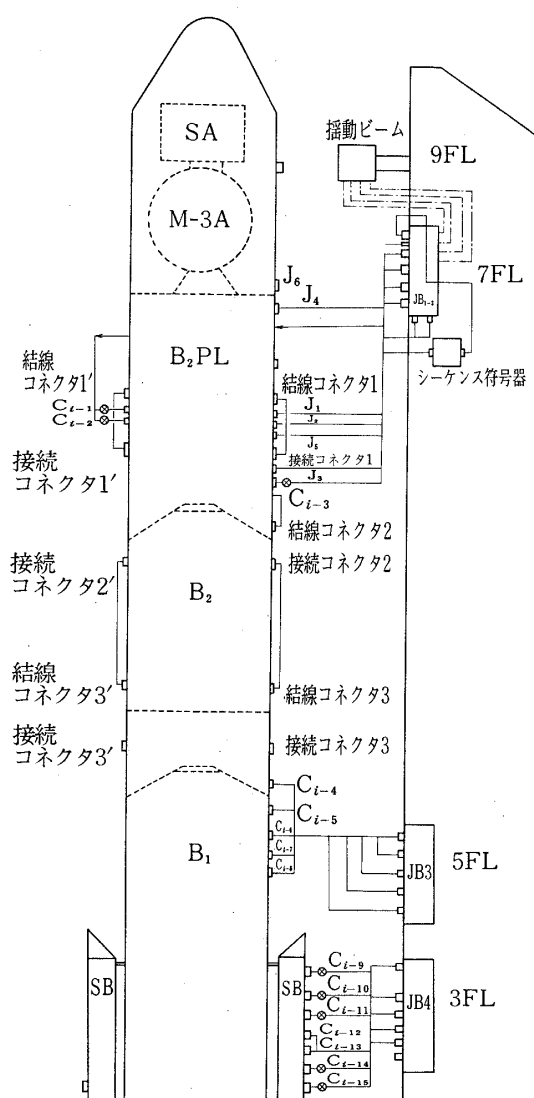
㉗: AN 3106 B14 S 2 PX, AN 3057-6
CA 3100 ER 14 S 2 SX, CA 2209-4

㉘: AN 3106 B14 S 9 P, AN 3057-6
CA 3100 ER 14 S 9 S, CA 2209-4

㉙: AN 3101 B14 S 9 S, AN 3057-6
使用していない

㉚: ㉒と同じ

㉛: "



第2図(B) M-3C 点火タイマ系外部操作線系統図

結線コネクタはタイマとIG系の結線及びIG系の導通抵抗測定用に使用される。

着脱コネクタはシーケンスチェック時に使用され発射直前(X-3~5min)に離脱される。

$J_1 \sim J_7$: タイマ系コネクタ(別表参照)

J_1 : DS-24 P-S (引き抜きコネクタ)

J_2 : " (")

J_3 : " (")

J_4 : DS-55 P-S (着脱コネクタ)

J_5 : DS-24 P-S (引き抜きコネクタ)

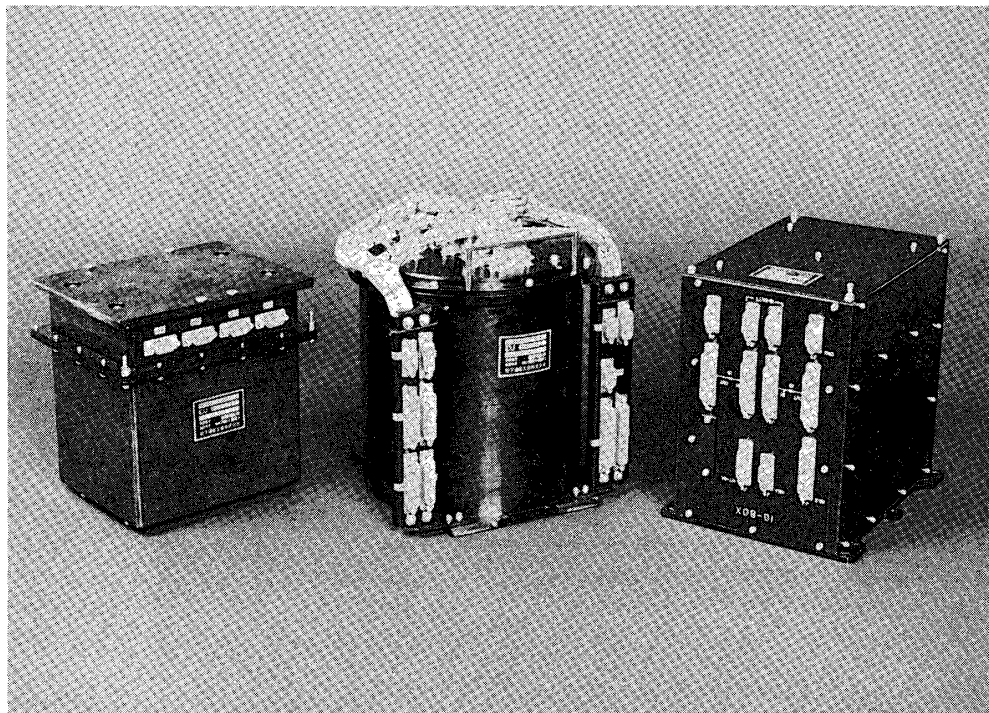
J_6 : DS-15 P-S (TSLチェック用コネクタ)

J_7 : DS-24 P-S (SA, アンサー系発射と同時に引き抜ける)

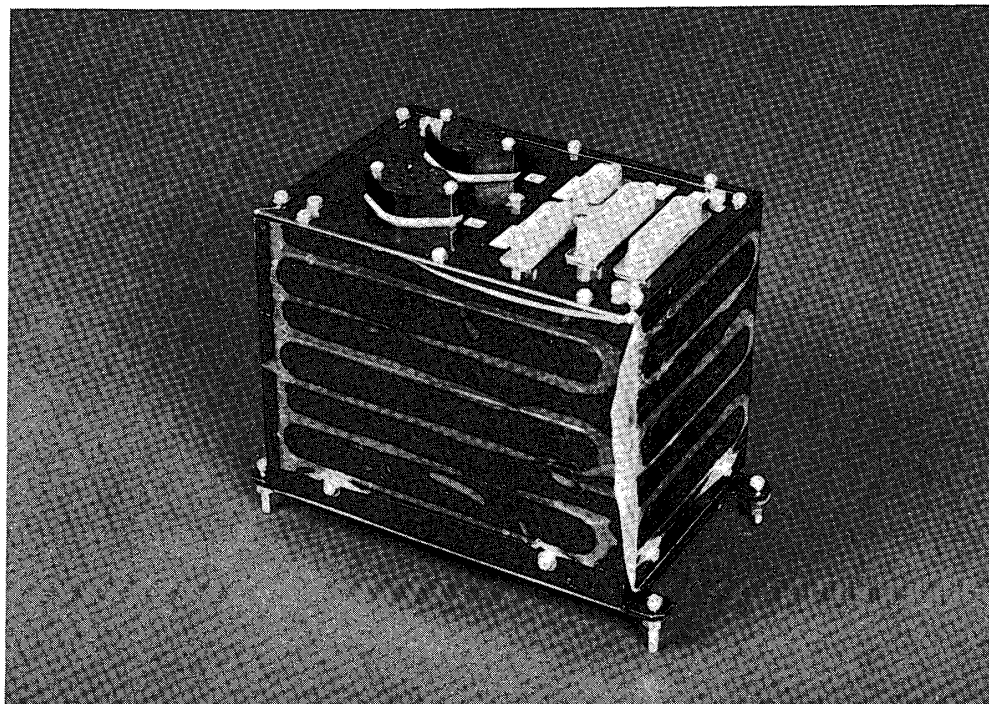
C_{i1} : MS 3106 BNS-2 PX
CA 3100 ERNS-2 SX
(点火導通抵抗測定ライン)

C_{i2} : MS 3106 B-14 S-2 P
CA 3100 ER-14 S-2 S
(PC点火用ライン)

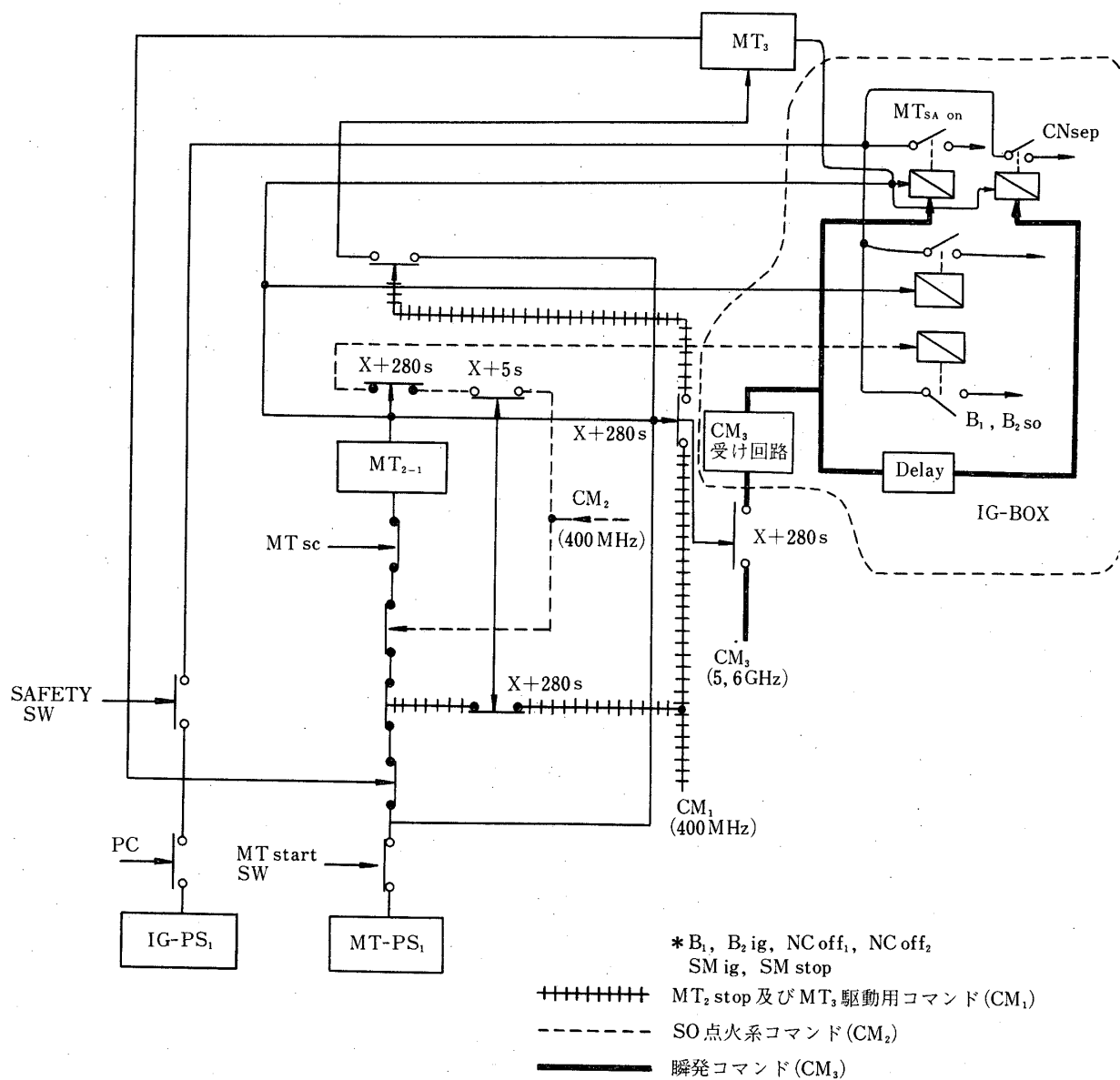
⊗ : ピンジャック (発射と同時に引き抜ける)



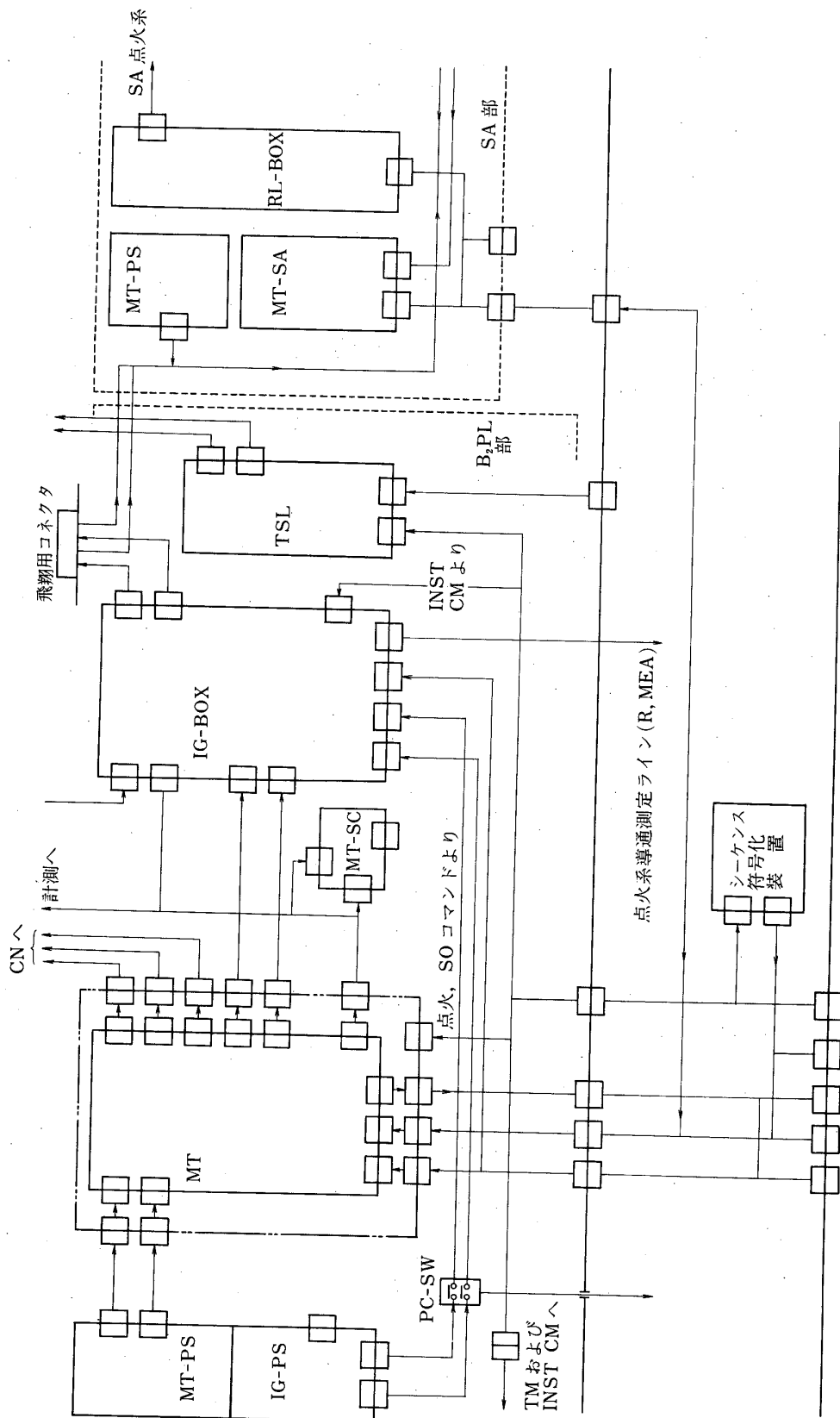
第3図(A) タイマ、タイマ点火電源、IG-BOX 外観図



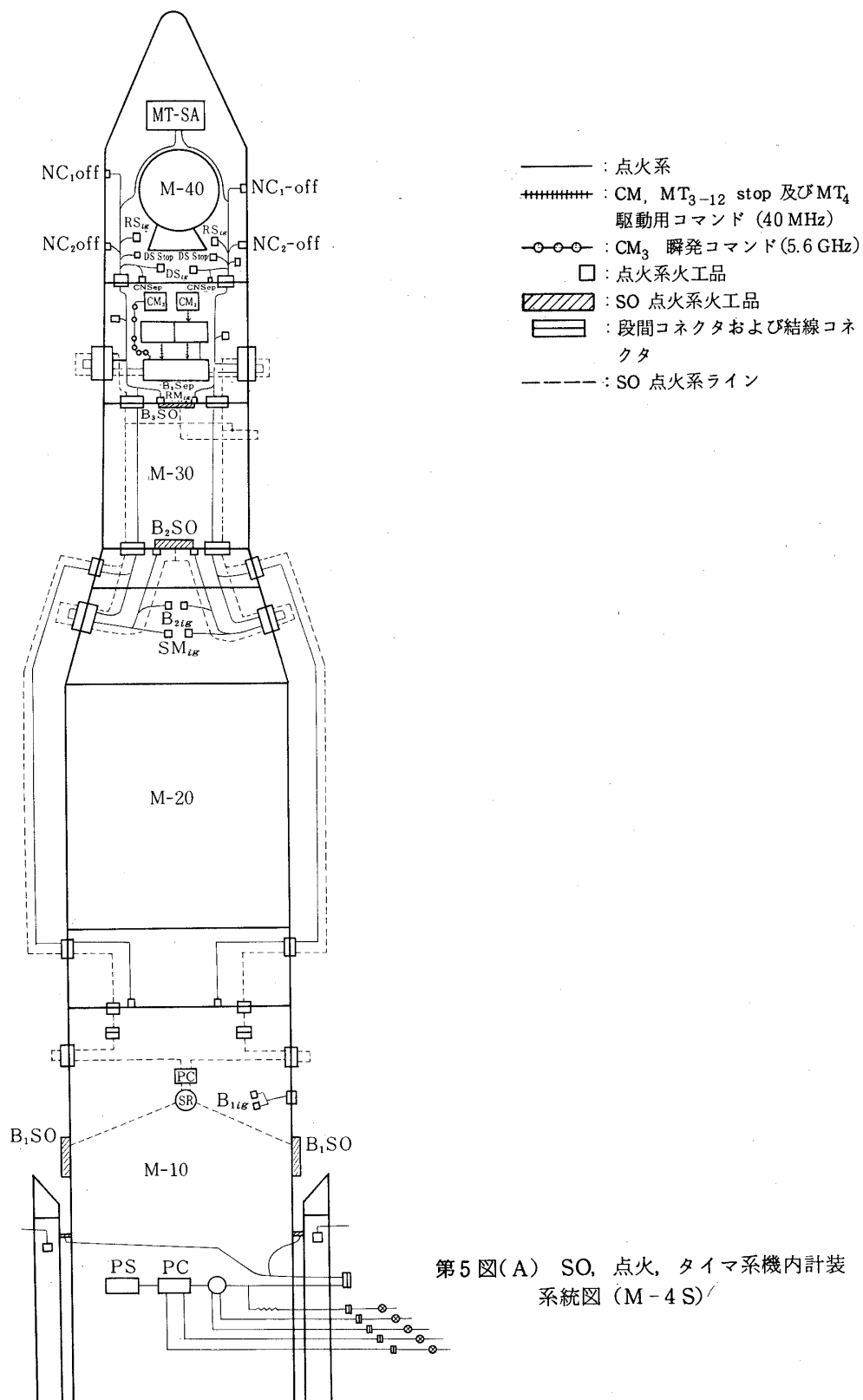
第3図(B) TSL 外観図

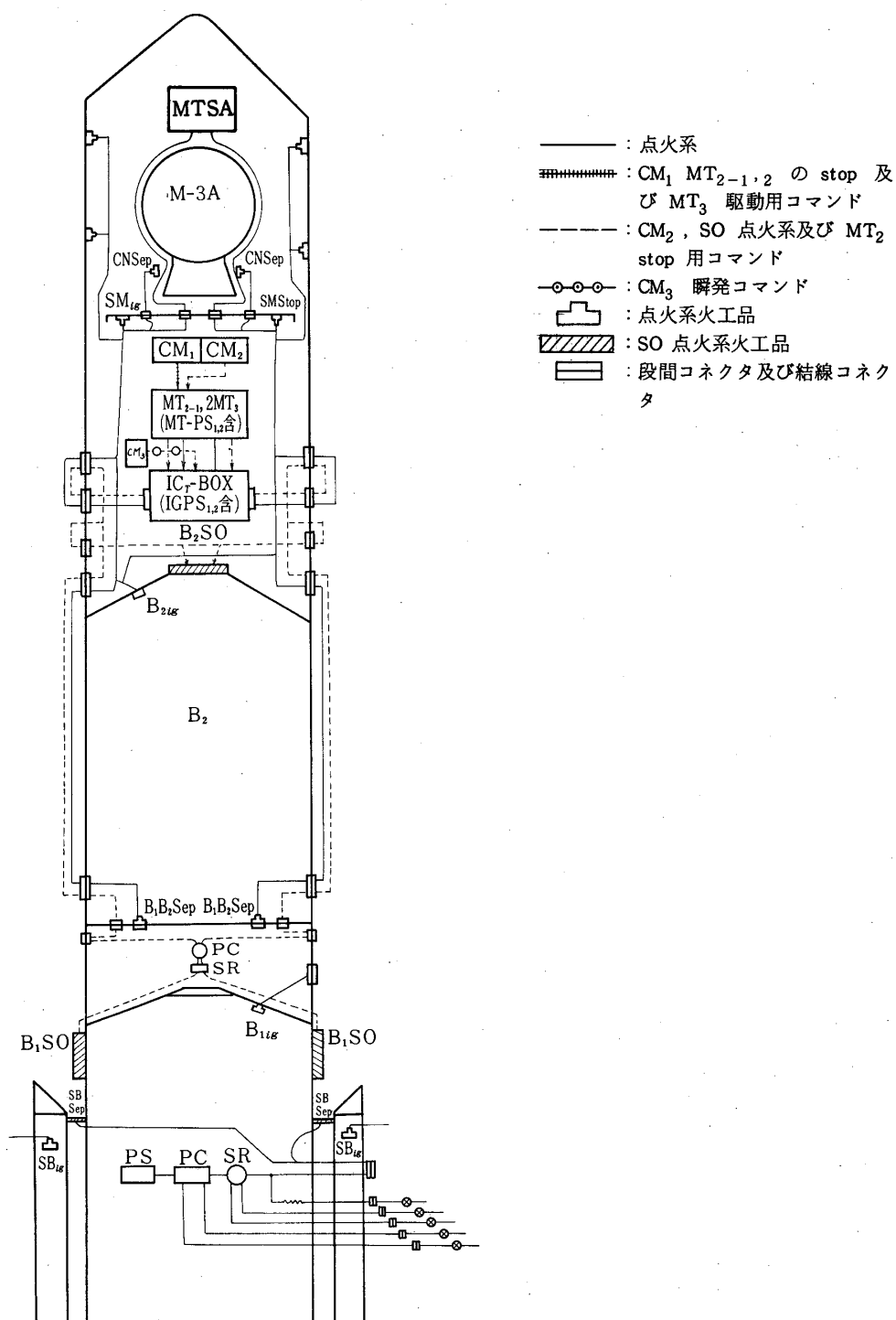


第4図(A) M-3C SO コマンド系系統図



第4図(B) M-3C タイマ点火系インタフェース

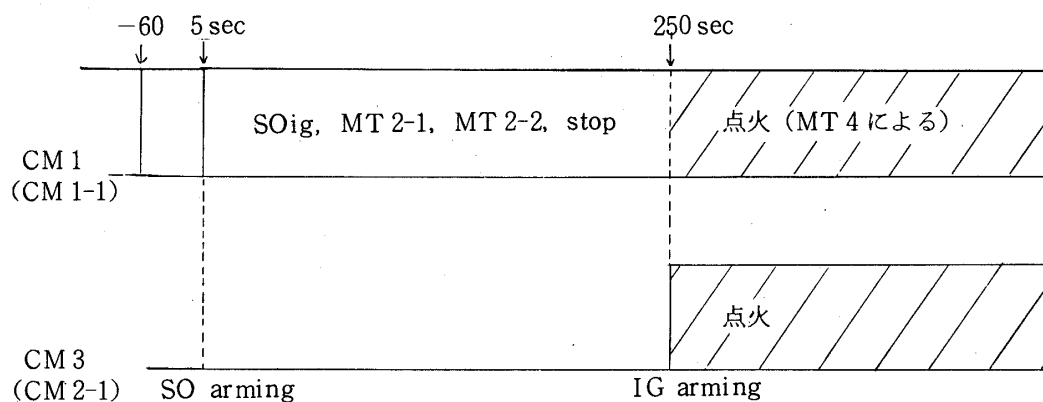




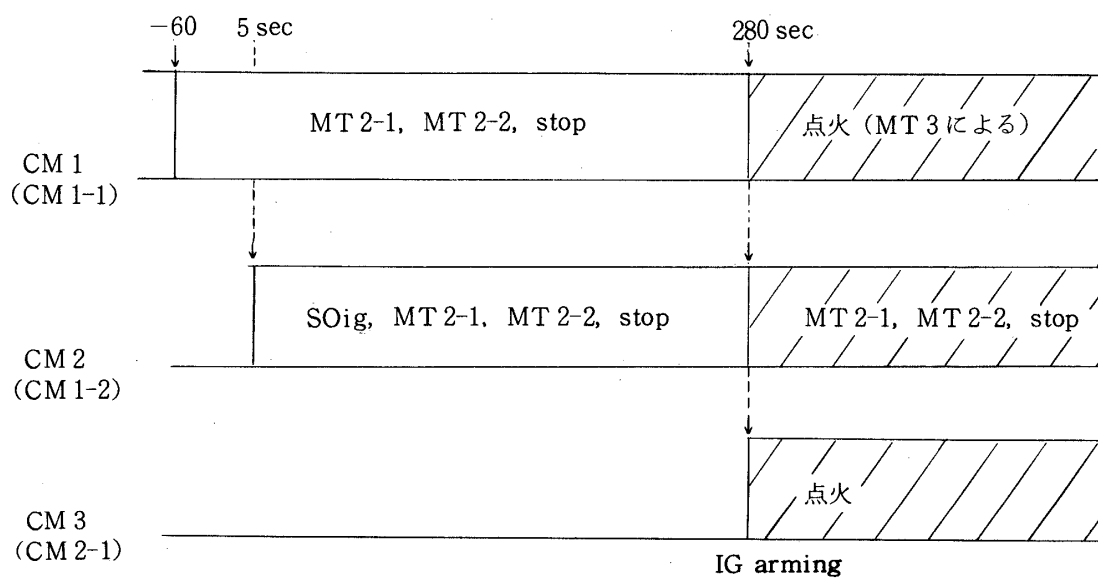
第5図(B) SO, 点火, タイマ系機内計装系統図 (M-3C-3)

第6図 M-4S-4, 及び M-3C-3 コマンドモード機能図

(1) M-4S-4



(2) M-3C-3



第1表 M-3C-1 タイムシーケンス

No.	項 目	設 定 秒 時 X + 秒	出力信号		信 号 先 相 手	マトリクス Ch. No.	マトリクス 2 進化出力
			電圧	電流			
1	CM 1-2 Arming	5	V	A			
2	RC 1 Start	67	27	1	CN	1	000001
3	P 1→P 2	70	27	1	計測器	2	000010
4	RC 1 Stop	77	27	1	CN	3	000011
5	B1 sep	778	7.8	1	IG-BOX	4	000100
6	B2 Pitch Prog. Start	79	27	1	CN	21	010101
7	ROLL SJ Start	79	27	1	"	22	010110
8	TVC Start	79	27	1	"	24	011000
9	B2 Ig	80	7.8	1	IG-BOX	5	000101
10	ROLL CN Const Change	110	27		CN	26	011010
11	ROLL SJ Thrust Change	110	27		"	"	"
12	SV→PF	110	27		計測	25	011001
13	TVC Stop	144	27		CN	6	000110
14	PF-on	145	7.8		IG-BOX	20	010100
15	Pitch YAW CN Const change	145	27		CN	19	010010
16	Pitch YAW SJ Start	145	27		"	"	010011
17	TM3 Ant Change	153	27		TM 3	7	000111
18	Coasting Pitch Prog. Start	153	27		CN	8	001000
19	NC 1 Open	156	7.8		IG-BOX	9	001001
20	NC 2 Open	157	7.8		"	10	001010
21	P 2→Sep 3	200	27		計測	34	100010
22	RC 2 Start	200	27		CN	33	100001
23	RC 2 Stop	210	27		"	12	001100
24	CN Mode Change	220	27		"	13	001101
25	Spin Ig	235	7.8		IG-BOX	14	001110
26	Spin Rate Sensor on	236	27		CN	18	010010
27	Spin Stop	CNより	7.8		IG-BOX		
28	CM 1-1 Mode Change	250					
29	CM 2-1(CM 3 瞬発) Ig Arming	250					
30	MT _{SA} on	312	7.8		IG-BOX	16	010000
31	CN sep	314	7.8		IG-BOX	17	010001

第2表 M-3C-2 タイムシーケンス

No.	項 目	設 定 秒 時 X + 秒	出力信号		信 号 先 相 手	マトリ クス Ch. No	マトリクス 2 進化出力
			電圧	電流			
1	CM 1-2 Arming	5	V	A	—	—	—
2	RC - 1 Start	67	27	1	CN	1	000001
3	P 1→P 2	70	"	"	計測器	2	000010
4	RC 1 Stop	77	"	"	CN	3	000011
5	B 1 - Sep	78	7.8	"	IG - BOX	4	000100
6	B 2 Pitch Prog. Start	79	27	"	CN	21	010101
7	ROLL SJ Start	79	"	"	"	22	010110
8	TVC - Start	79	"	"	"	24	011000
9	B 2 - Ig	80	7.8	"	IG - BOX	5	000101
10	ROLL SJ Thrust Change	110	27	"	CN	26	011010
11	TVC - Stop	144	"	"	CN	6	000110
12	PF - on	145	7.8	"	IG - BOX	20	010100
13	Pitch YAW CN Const change	145	27	"	CN	19	010011
14	Pitch YAW SJ Start	145	"	"	CN	"	010011
15	TM 3 Ant. Change	153	"	"	TM 3	7	000111
16	Coasting Pitch Prog. Start	153	"	"	CN	8	001000
17	NC OFF 1	156	7.8	"	IG - BOX	9	001001
18	NC OFF 2	157	"	"	"	10	001010
19	P 2→Sep 3	200	27	"	計測器	34	100010
20	RC 2 Stop	215	"	"	"	12	001100
21	CN Mode change 2	225	"	"	"	13	001101
22	Spin Ig	235	7.8	"	IG - BOX	14	001110
23	Spin Rate SON 5.6 G ANT SW STOP	236 "	27 "	" "	CN 5.6 G CM	18 33	010010 100001
24	Spin Stop	CN より	7.8	"	IG - BOX	—	—
25	CM 1-1 Mode change CM 1-2 Mode change	250 "	— —		— —	— —	— —
26	CM 2 Arming	250	—		—	—	—
27	MT - SA ON	322	7.8	1	IG - BOX	16	010000
28	CN Sep. Main Ig	324	27	"	"	17	010001

第3表 M-3C-3 タイムシーケンス

No	項 目	設 定 秒 時 X + 秒	出力信号		信 号 先 相 手	マトリクス Ch. No.	マトリクス 2 進化出力
			電圧	電流			
1	CM 1-2 Arming	5	V	A	—	—	—
2	RC - 1 Start	67	27	1	CN	1	000001
3	P 1→P 2	70	"	"	計測器	2	000010
4	RC 1 Stop	77	"	"	CN	3	000011
5	B 1 - Sep	78	7.8	"	IG - BOX	4	000100
6	B 2 Pitch prog. start.	79	27	"	CN	5	000101
7	Roll SJ Start	79	"	"	"	6	000110
8	TYC - Start	79	"	"	"	8	001000
9	B 2 - Ig	80	7.8	"	IG - BOX	9	001001
10	Roll SJ Thrust change	110	27	"	CN	12	001100
11	TVC - Stop	144	"	"	"	16	010000
12	Pitch Yaw CN Const. change	145	"	"	"	17	010001
13	Pitch Yaw SJ Start	145	"	"	"	18	010010
14	TM 3 Ant. Change	153	"	"	TM 3	22	010110
15	Coasting pitch prog. Start	153	"	"	CN	21	010101
16	NC OFF 1	156	7.8	"	IG - BOX	24	011000
17	NC OFF 2	157	"	"	"	25	011001
18	RC 2 Stop	215	27	"	CN	26	011010
19	CN Mode change 2	225	"	"	"	27	011011
20	Spin Ig	235	7.8	"	IG - BOX	28	011100
21	5.6 G ANT SW STOP	236	27	"	5.6 G - CM	29	011101
22	Spin Rate SON	236	"	"	CN	30	011110
23	Spin Stop	CN より	7.8	"	IG - BOX	—	—
24	CM 1-1 Mode change	280	—		—	—	—
25	CM 1-2 Mode change	280	—		—	—	—
26	CM 2 Arming	280	—		—	—	—
27	MT - SA ON	437	7.8	1	IG - BOX	32	100000
28	CN Sep. Main Ig	439	"	"	"	33	100001

3. 電源ボックス

タイマ駆動電源及び火工品起動電源を収納し容器は気密性をもたせてある。M-4S-4のリレー焼付事故の検討結果より許容される範囲で点火電源電圧を低くすべきであると云う結論が得られた。すなわちできるだけ低い電圧で火工品を起動させる必要があり、内部抵抗の小さい電池を改めて選定することにした。候補としては銀電池も考えられたが、注液後の保証や保守の上から若干の問題がある様なので従来通りのニッケルカドミウム電池とし種類を500 FZ から NR-SC に変更した。このため重量、容積ともに若干増加した。タイマ駆動電源は9.0 V、点火電源は28 V とした。500 FZ と NR-SC の主な仕様比較を第5表に示す。尚 IG ボックス内の瞬発点火用遅延回路定数の変更はこの電源仕様変更に伴うものである。

4. 安全装置および点火系

タイマ系は従来(M-4S)と同じく MT 2-1, および MT 2-2 のいずれか一方の回転数が速度制御回路などの事故により大幅に増大した場合、これを検出し動作不良側のモータ電源を切る機能をもっている。

SO 点火コマンド系は M-4S-4 までの400 MHz と5.6 GHz の2系統に対し、400 MHz 帯をもう1系統増し3系統にした。このうちの1系統をタイマ停止および MT 3 の駆動、もう1系統を破壊、タイマ停止およびタイマ停止のみの機能をもたせ異常発生時の状況によって使い分けることにした。名称としては前者を CM1 (CM1-1) 後者を CM2 (CM1-2), 又5.6 GHz の瞬発コマンドを CM3 (CM2-1) と名付けた。M-4S および M-3C-3 のコマンド系機能を第7図に、また点火タイマコマンドモード系統図を第8図に示す。

点火系結線については第6表、第7表、第8表に各号機毎のものを示す。従来 CN 側の電源で行っていたスピンストップ(M-4S ではデスピン) の起動をタイマ側の点火電源で行う様にした。この回路を第9図に示す。又点火系には火工品発火後に短絡があった場合でも他の火工品へ致命的な影響がない様に各種保護抵抗が組み込まれている。

5. 衛星タイマ

このタイマのシーケンスチェックは前述の様に B2 PL 部に搭載されたタイマ MT 2-12 と違い組み込み後はシーケンスチェックは行わず衛星本体をロケット本体に組み込む直前のチェックを最終チェックとした。このチェック回路および機内系統図を第10図(A),(B)に示す。また M-3C から衛星点火系の導通抵抗測定は B2 PL 部の点火系と同じく LEDEX SW によって管制室でできる様になった。ただし M-3C-2 は従来の M-4S 方式を採用した。なお点火電源は M-4S と同じくコンデンサ充電方式による。又 M-3C-1 では SA 点火電源と SA 点火火工品、特に SA コマンドによって作動する点火系火工品は SAFETY SW と SA コマンド SW の2つが直列に入っており、SAFETY SW が X-3~5 分に ON になるとこれ以降は SA 点火コマンド SW だけで断されていた。これが M-3C-2 から更に安全を期して前記2つの SW の外にタイマによる Ig arming SW を入れた。第11図に LEDEX SW による M-3C の SA 点火系導通チェック機内点火系系統図を示す。第9表、第10表、および第11表にその動作結果を示す。

第4表 リレー比較表

番号	項目	33RJK2- 200F G-SIL	32RJK2D- 210G D-SIL	BR23AX- D2-V3	BR19X- 16D2-6V	412-(6) 2極双投	422-(6) 2極双投
	最大コイル 電圧	DC 10V	DC 10 V	DC 32 V	DC 7.3 V	DC 8 V	DC 8 V
	定格コイル 電圧	DC 8 V	DC 8 V	DC 26 V	DC 6 V	DC 6 V	DC 6 V
	接点 定 格	DC 28 V-2 A AC 120 V 100 Hz	DC 28 V-2 A AC 120 V 100 Hz	DC 28 V-10A AC 115 V 400 Hz	DC 28 V-10A AC 115 V 400 Hz	DC 28 V-1 A	DC 28 V-1 A
	接 触 抵 抗	50 mΩ以下	50 mΩ以下	* 50 mΩ以下	* 50 mΩ以下	100 mΩ～ 200 mΩ	100 mΩ～ 200 mΩ
	最低動作 電 圧	DC 6 V 以下	DC 6 V 以下	DC 13 V 以下	DC 3 V 以下	4.5 V DC	4.5 V DC
	復旧電圧	DC 0.8 V 以 上	————	————	DC 0.3 V 以 上	————	————
	動作時間	10 msec 以 下	10 msec 以 下	10 msec 以 下	7.0 msec 以 下	2.0 msec 以 下	1.5 msec 以 下
	コンタクト バ ン ズ	1.0 msec 以 下	1.0 msec 以 下	2.0 msec 以 下	2.0 msec 以 下	1.5 msec 以 下	1.5 msec 以 下
	直流コイル 抵 抗	200 Ω ±10%	200 Ω ±10%	300 Ω ±10%	16 Ω ±10%	90 Ω ±10%	120 Ω ±10%
	絶縁抵抗	DC 500 V～1000 MΩ以上		DC 500 V～1000 MΩ以上		DC 500 V～1000 MΩ以上	
	絶縁電圧	接点-コイル間 1500 V DC コイル-ケース間 1000 V DC オープン接点間 750 V DC		接点-コイル間 1250 VRMS コイル-ケース間 1000 VRMS オープン接点間 1250 VRMS 接点-ケース間 1250 VRMS		コイル-ケース間 500 V DC オープン接点間 500 V DC	
	復旧時間	————	————	————	————	3.5 msec	————
	感動電力	————	————	————	————	130 mW	100 mW

* 10万回ライフテスト後は100 mΩ以下

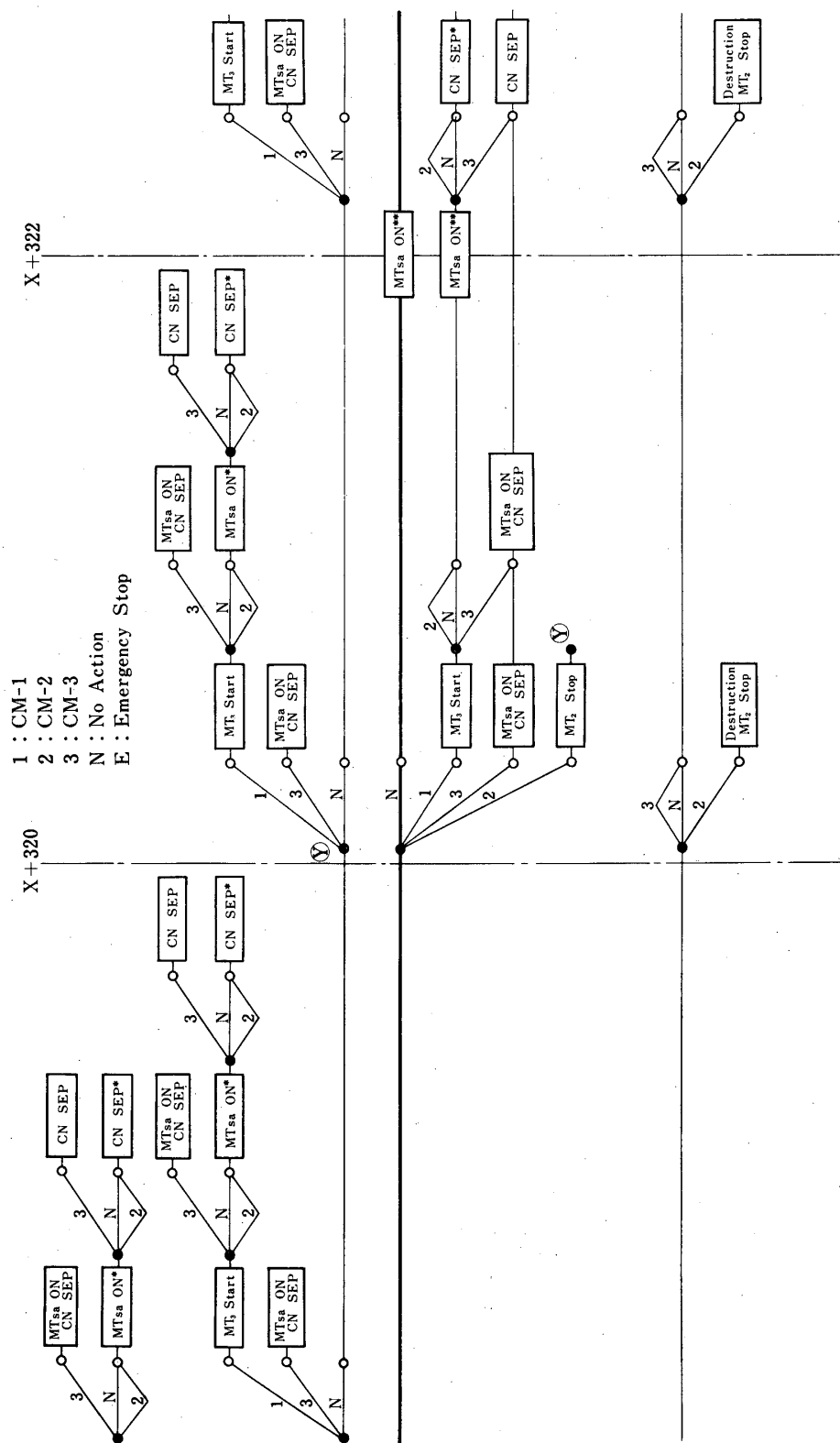
第5表

1. タイマ電源

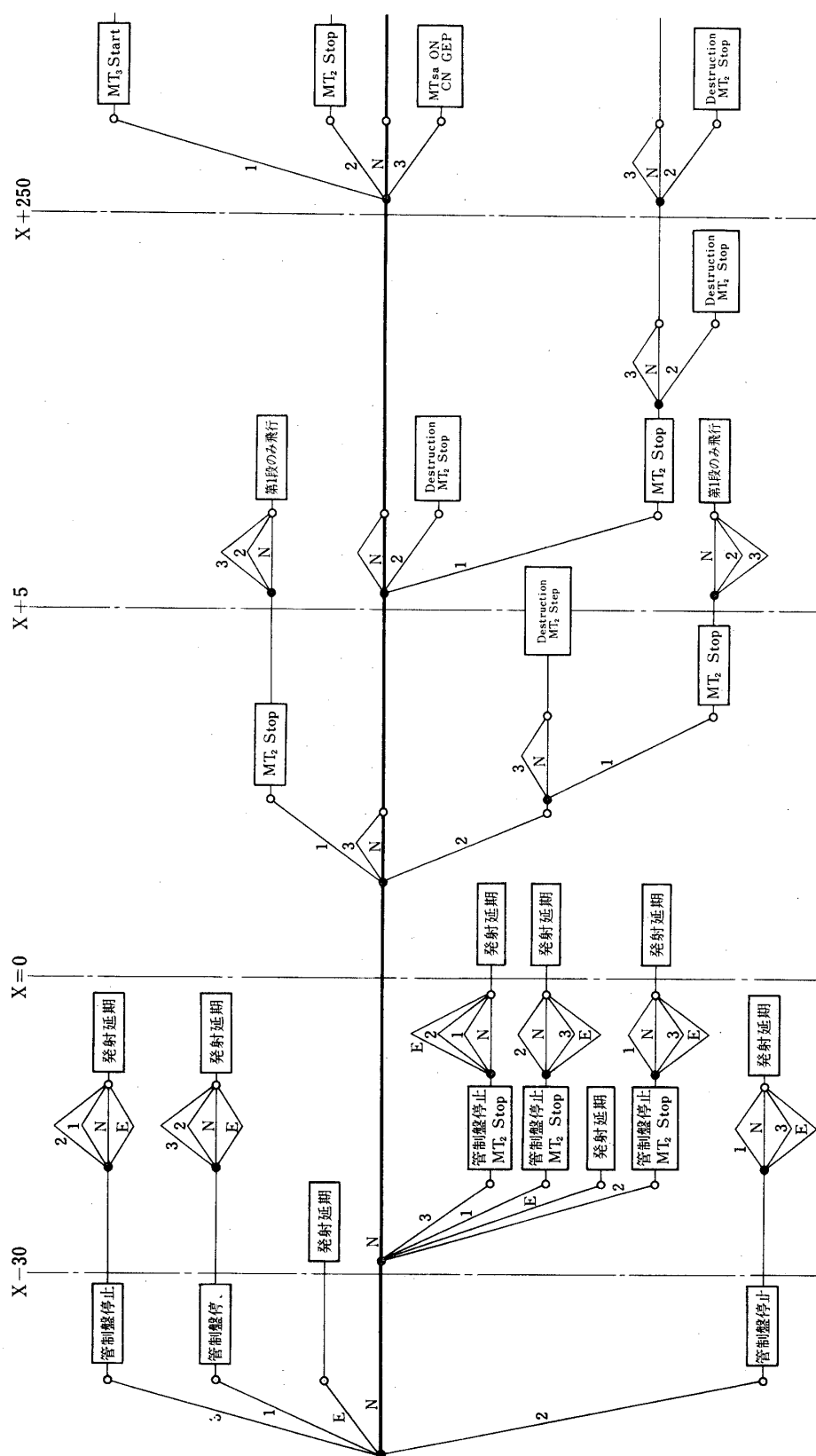
項 目	M-4S-1~ M-4S-4 (B3 PL)	M-3C-1~ M-3C-3 (B2 PL)	MT _{SA}	備 考
電池名称及び形式	500 FZ (ニッケルカドミウム)	NR-SC (ニッケルカドミウム)	225 FZ (ニッケルカドミウム)	2 系統
公称出力電圧(V)	8.4	9.6	8.4	
直列接続数(セル)	7	8	7 セル	
公称容量(A)	0.5 H	1.2 H	0.225 H	
出力変動電圧(V)	8.4±1.4	9.6±1.6	8.4±1.4	
負荷容量(23°C)(A)	0.5 40 分以上	1.2 48 分以上	0.225 48 分以上	
充電方法(A)	0.05 15 時間以上	0.12 15 時間以上	0.0225 15 時間以上	
放電終止電圧(V)	7	8	7	
充放電サイクル 寿命	100 回以上	100 回以上	100 回以上	
使用温度範囲	-10~+45	-10~+50	-10~+50	
充電温度範囲	0~+30	+10~+30	+10~+30	
保存温度	-10~+45	-20~+30	-20~+30	
自己放電量 (保存温度内)	10 日間: 35%	10 日間: 35%	10 日間: 35%	
各端子筐体間絶縁	500 DC±10% 5 M Ω 以上	500 DC±10% 5 M Ω 以上	500 DC±10% 5 M Ω 以上	

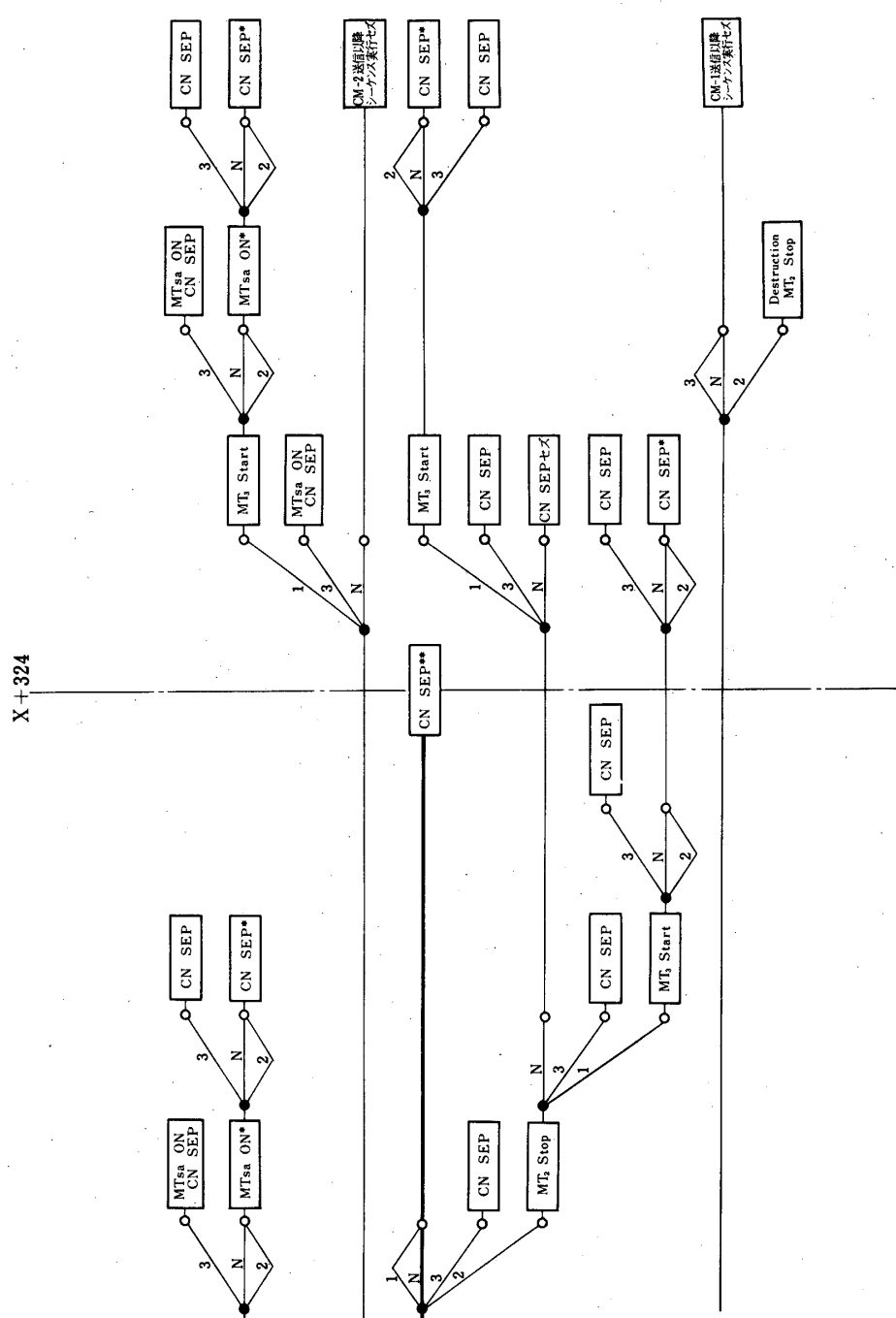
2. 点火及び制御電源

項 目	M-4S-1~ M-4S-4 (B3 PL)	M-3C-1~ M-3C-3 (B2 PL)	SA	備 考
電池名称及び形式	500 FZ (ニッケルカドミウム)	ニッケルカドミウム 電池 NR-SC	コンデンサ充電方式	SA テンテルコンデンサ
公称出力電圧(V)	56	28.8	17~24	SA コンデンサ充電電圧
直列接続数(セル)	48	24	10 個	SA: コンデンサ 10 個並列接続
公称容量(A)	0.5 H	1.2 H 放電 0.12	5 A 以上	SA, 1 個 33 μ F
出力電圧変動(V)	56±9.6	28.8±4.8		
負荷容量(23°C)(A)	0.5 40 分以上	1.2 48 分以上		
短絡最大電流(A)	9.0	70.0		SA ∞
充電方法(A)	0.05 で 15 時間以上	0.12 で 15 時間以上		SA 時定数 5 秒
放電終止電圧(V)	48	24		SA 0
充放電サイクル	100 回以上	100 回以上		
使用温度範囲(°C)	-10~+45	-10~+50		
充電温度範囲(°C)	0~+30	+10~+30		
保存温度範囲(°C)	-10~+45	-20~+30		
自己放電量 (保存温度内)	10 日間: 35%	10 日間: 35%		
各端子筐体間絶縁	500 DC±10% 5 M Ω 以上	500 DC±10% 5 M Ω 以上		



第7図 点火タイムコマンド図





第7図 点火タイマコマンドモード図

6. タイムセレクトタ(TSL)

ロケットの飛しょう中に予め定められたタイムシーケンスを地上からのコマンド電波信号により修正できる機能を備えたシーケンスタイマであり、M-3H-1からは現在のMT3に代る予定である。M-3C-1からM-3C-3号機までは試験用として搭載された。本装置は予め設定されたシーケンス群を発生するEST部とコマンド部およびシーケンスの修正可能なTSL部の3部から構成されている。TSL部はEST部より制御信号およびクロック信号が供給され、コマンド可能時間帯域に限りコマンド信号を処理し、シーケンス変更を行う事ができる。但しM-3C-1では設定秒時変更を使用されるタイムコマンド(5.6GHz)信号の到達試験およびTSLカウンタ部の試験を目的としたものでTSL部の回路も簡単にできており又秒時変更用コマンド信号も+10, -10ステップと少なく、秒時変更用コマンド信号がそのままTSLのカウンタ部を通りFM-FMテレメータで送信する仕組みであった。しかしL-4SC-3, M-3C-2, M-3C-3では予め設定された秒時(310秒, 320秒)の2項目を修正コマンド(秒時変更用コマンド)によって各々+97秒から-96秒、即ち修正範囲としては214~407と224~417秒の範囲で変更ができるシステムになっている。又修正量1につき1秒の修正がなされる。ステータスマニタもM-3C-2からはFM-FM伝送方式でEST部のシーケンスを伝送し、又予め設定されたシーケンスおよび修正コマンドによる修正量はPCMディジタル方式にて伝送された。これらのディジタル信号は地上のTSL監視装置にて処理し、その作動状況もモニタした。搭載機器の内部構成はL-4SC-3とほぼ同じであるがディジタルマルチプレクサを内蔵し、PCM符号列にデータを送り込む点が異っている。第11図(A), (B)にTSL系統図を示す。第12表にTSLタイムシーケンスを示す。

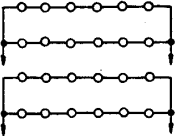


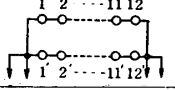
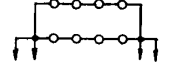
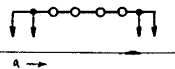
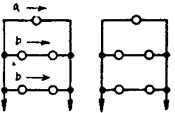
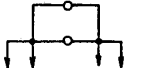
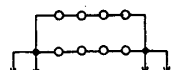
7. 各号機の飛しょう実験結果

(1) M-3C-1

① 飛しょう実験結果

飛しょう時のMT2-1, MT2-2, MT3およびTSLの動作はすべて正常であった。尚M-4S-4と同じくMT2-1, 2, MT3の動作状況はSQ2, 点火系火工品の動作状況はSQ3でそれぞれFM-FMテレメータを通じ確認された。MT_{SA} on, 3A~B2 sepおよびM-3A延時点火のシーケンス項目は263秒のコマンドCM1-1の送信によって、それぞれ秒と“秒”実行された。SQ3のデータによると80秒のB2点火用点火玉が熔断していない様であるがこれは鈍感点火玉のため一般に使用されている鋭感点火玉に比べて熔断電流値が大きいためであろう。この項目(B2点火)以外のシーケンス項目(点火玉)はすべて熔断している模様である。打ち上げ時の導通抵抗測定結果を第4表に又タイマの動作および点火系の作動結果(SQ2, SQ3による)を第14表に示す。

第6表

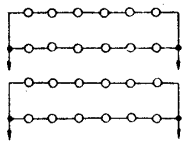


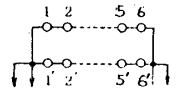
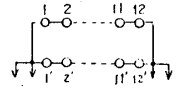

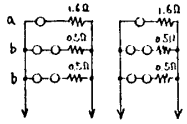

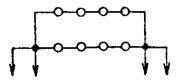
No.	項 目	設定秒時 X + 秒	点 火 玉 接 続	点 火 玉 合 成 抵 抗 (Ω)	点 火 系 合 成 抵 抗 (Ω)	点 火 玉 供 給 電 流 / 1 コ	
						最大(A)	最小(A)
1	B1-Sep	78		2.4	2.9	4.2	3.1
2	B2-Ig	80		0.33	0.83	14.5	9.0
3	PF-ON	144		0.8	1.3	3.1	2.7
4	NC-OFF1	156		4.8	5.3	2.4	2.0
5	NC-OFF2	157	" "	"	"	"	"
6	Spin-Ig	235		1.6	2.1	5.5	3.8
7	Spin-Stop	CNより		3.2	3.7	6.8	3.5
8	CN-Sep Main-Ig	309		0.4	0.9	a 10.4 b 5.2	a 5.5 b 2.2
9	M10-SO			0.4	0.9	10.4	5.5
10	M22-SO			1.6	2.1	5.5	3.8

注1: 電源は解放電圧28.8(V), 内部抵抗は最小20(m Ω), 最大70(m Ω)として算出した.

注2: 点火系ライン抵抗は全て0.5(Ω)として算出した.

注3: 点火玉推奨電流は No.2のみ5(A)以上, 他は2.5(A)以上である.

第7表

No.	項 目	設定秒時 X + 秒	点火 玉接続	点 火 玉 合成抵抗	点 火 系 合成抵抗	点火玉供給電流/1 コ	
						最 大	最 小
1	B1 - Sep	78		\varnothing 2.4	\varnothing 2.9	A 3.7	A 2.8
2	B2 - Ig	80		0.33	0.83	15.9	9.5
3	PF - ON	144		0.8	1.3	12.6	8.2
4	NC - OFF1	156		2.4	2.9	3.7	2.8
5	NC - OFF2	157		4.8	5.3	2.2	1.9
6	Spin - Ig	235		0.8	1.3	12.6	8.2
7	Spin - Stop	CN より	"	"	"	"	"
8	CN - Sep Main - Ig	309		0.8	1.3	a 4.9 b 2.7	a 3.1 b 1.8
9	M10 - SO			0.4	0.9	17.6	4.6
10	M22 - SO			1.6	2.1	5.5	3.8

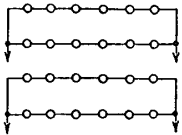

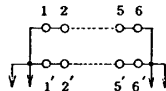
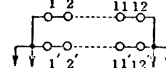
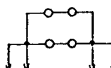
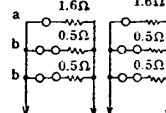
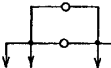
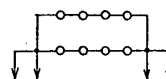
注1.: 電源は開放電圧 28.8 (V), 内部抵抗は最小 20 (m \varnothing)/セル, 最大 70 (m \varnothing)/セルとして算出した.

注2.: 点火系ライン抵抗は全て 0.5 (\varnothing) として算出した.

注3.: 点火玉推奨電流は No. 2 のみ 5 (A) 以上, 他は 2.5 (A) 以上である.

注4.: 点火系電源ラインに 0.5 (\varnothing) の保護抵抗が挿入されている.

第8表

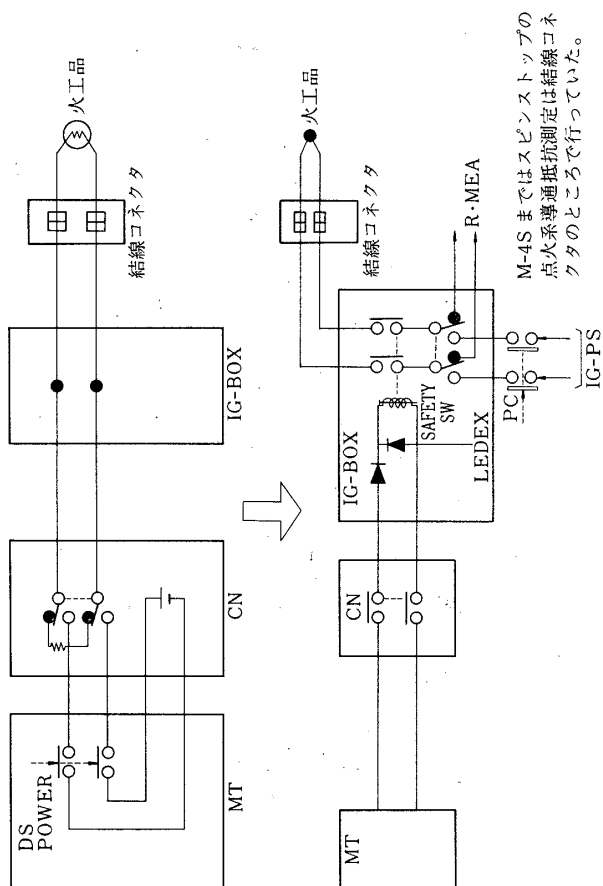
No.	項 目	設定秒時 X + 秒	点 火 玉 接 続	点 火 玉 合成抵抗	点 火 系 合成抵抗	点 火 玉 供 給 電 流 / 1 コ	
						最 大	最 小
1	B1 - Sep	78		2.4 Ω	2.9 Ω	3.7 A	2.8 A
2	B2 - Ig	80		0.33	0.83	15.9	9.5
3	NC - OFF1	156		2.4	2.9	3.7	2.8
4	NC - OFF2	157		4.8	5.3	2.2	1.9
5	Spin - Ig	235		0.8	1.3	12.6	8.2
6	Spin - Stop	CN より	〃	〃	〃	〃	〃
7	CN - Sep Main - Ig	309		0.8	1.3	a 4.9 b 2.7	a 3.1 b 1.8
8	M10 - SO			0.4	0.9	7.6	4.6
9	M22 - SO			1.6	2.1	5.5	3.8

注1：電源は開放電圧28.8(V)、内部抵抗は最小20(mΩ)/セル、最大70(mΩ)/セルとして算出した。

注2：点火系ライン抵抗は全て0.5(Ω)として算出した。

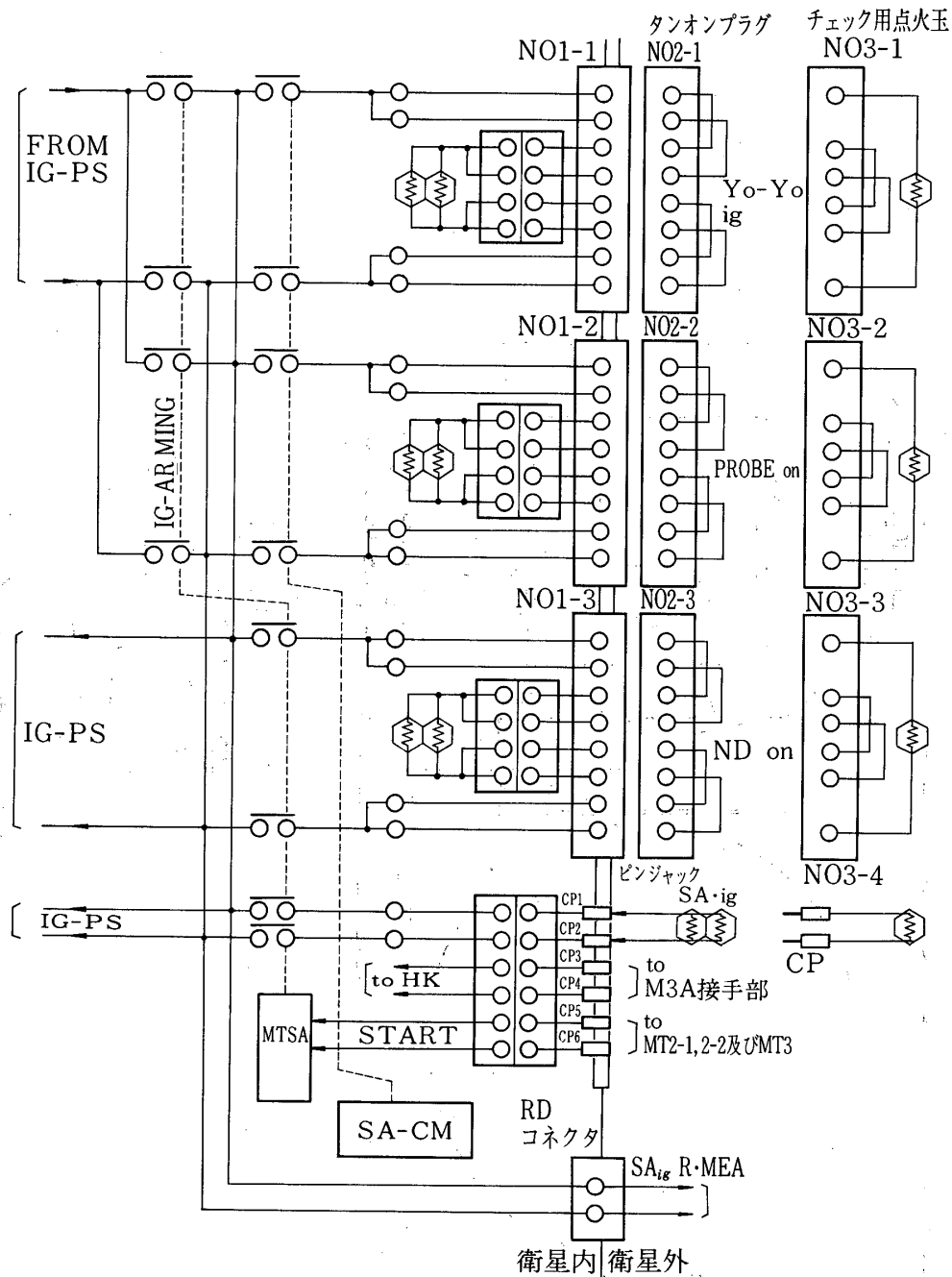
注3：点火玉推奨電流は No.2 のみ5(A) 以上、他は2.5(A) 以上である。

注4：点火系電源ラインに0.5(Ω)の保護抵抗が挿入されている。



注) M-4S ではこのシステムの導通抵抗測定は
結線コネクタのところで行った。

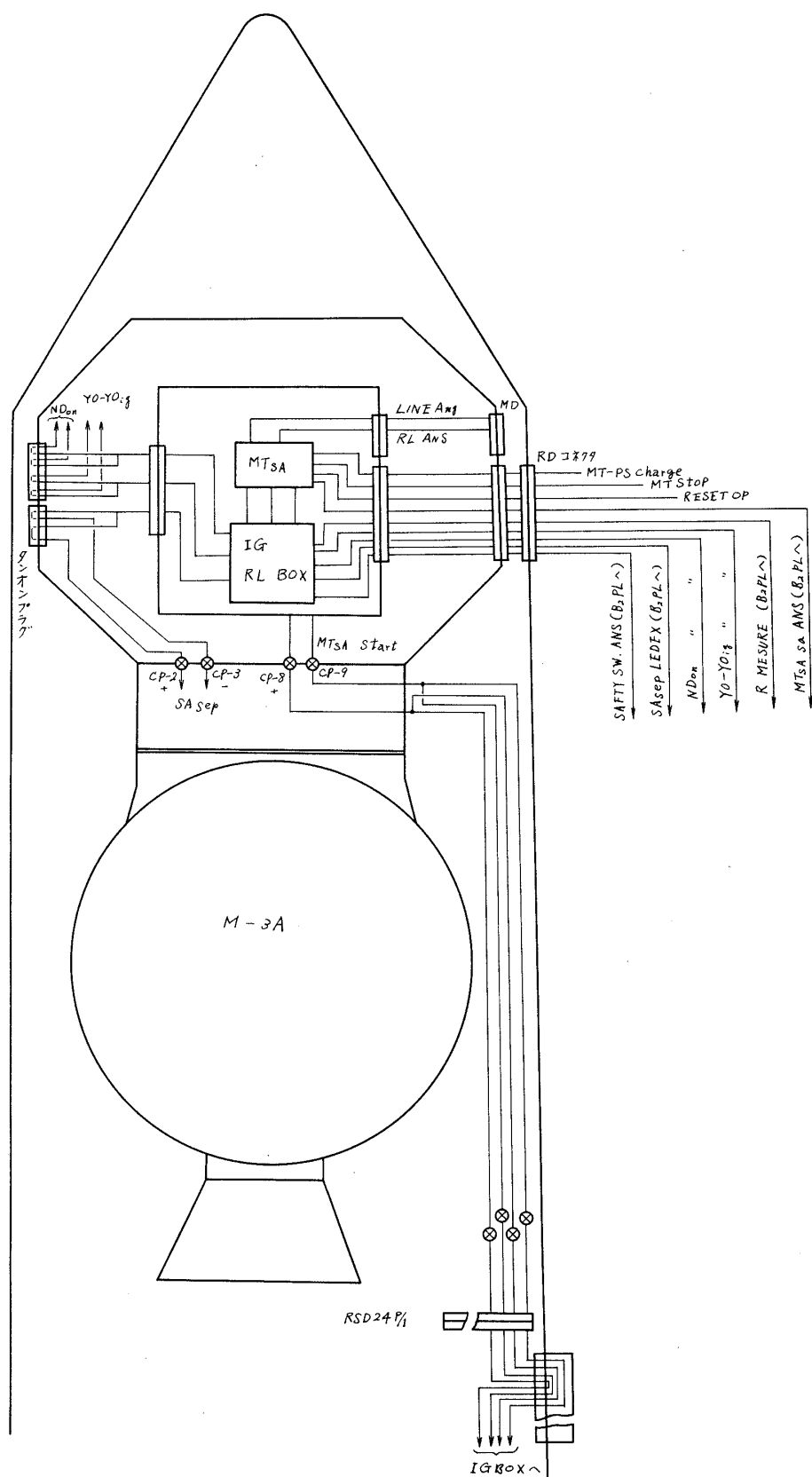
第8図 スピン停止回路系統図



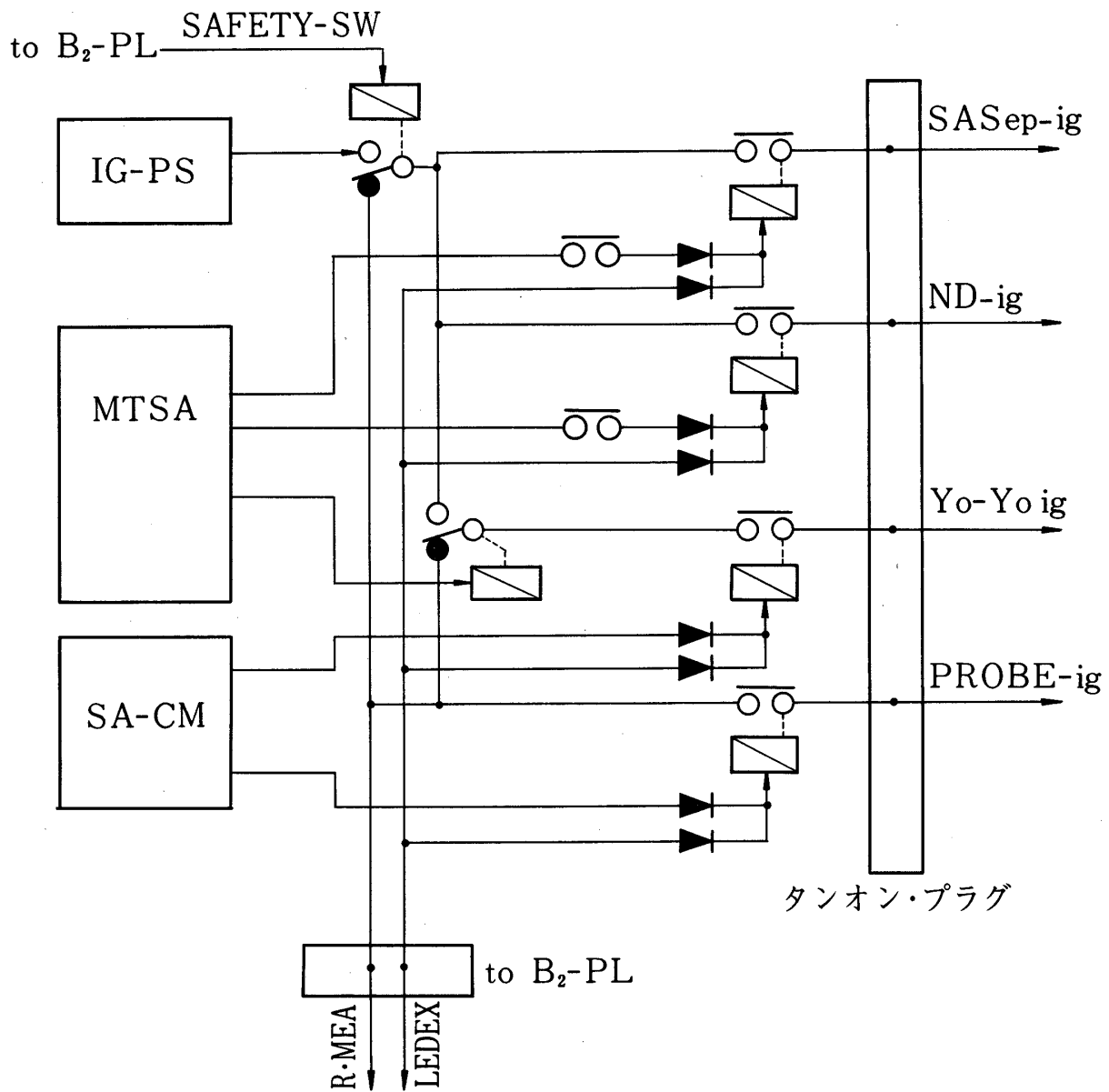
1. 衛星のシーケンスチェックはNO3-1～4のコネクタをNO1-1～4に接続して行う。
2. 本番はNO2-1～3の結線コネクタをNO1-1～3に接続する。

第9図(A) チェック回路

1. 衛星のシーケンスチェックはNo. 3-1～4のコネクタをNo. 1-1～4に接続して行う。
2. 飛しょう時はNo. 2-1～4の接続コネクタを接続する。



第9図(B) チェック回路
SA 点火系機内系統図

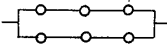
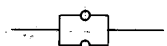
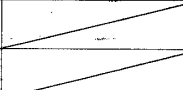
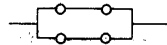
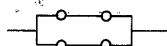


第10図 LEDEX SW による衛星機内導通抵抗測定系統図

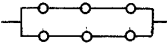
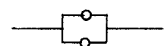
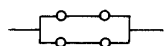
第9表 衛星、点火タイマ系の動作結果 (M-3C-1)

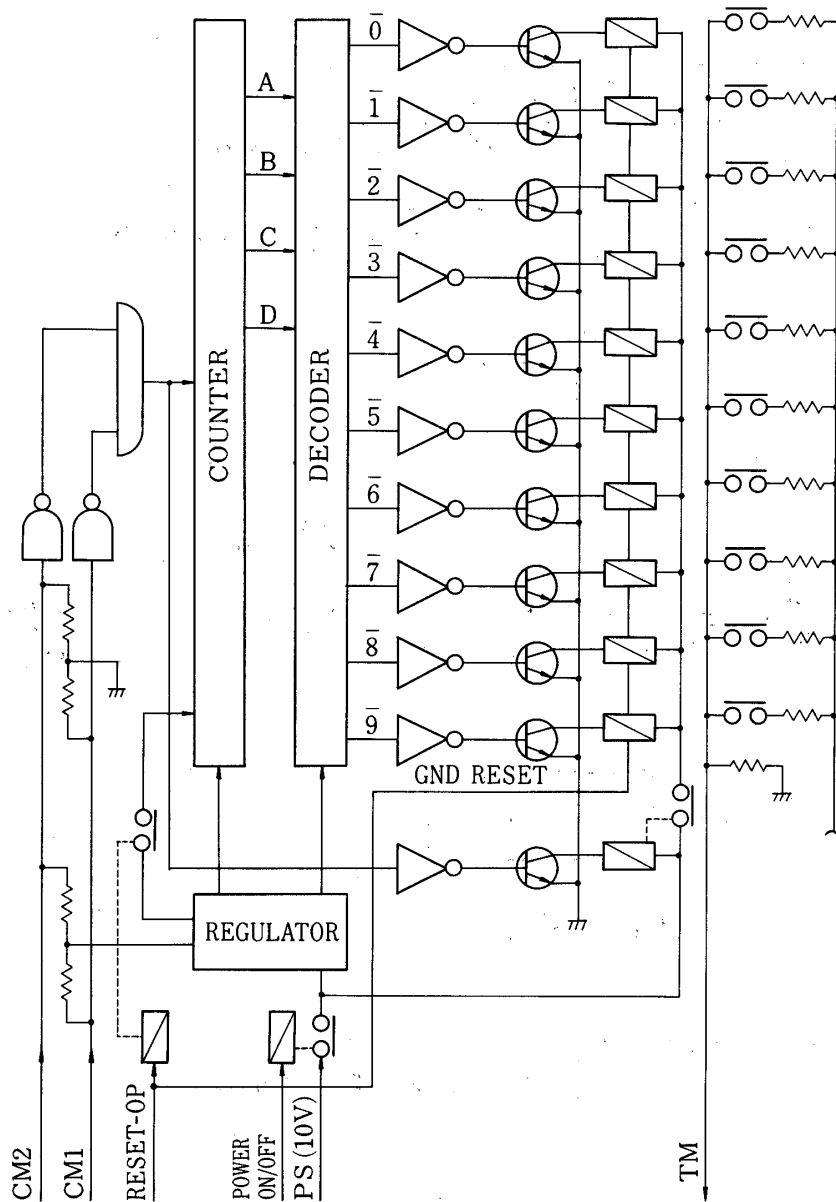
項 目	点火玉抵抗値(Ω)	設定秒時(sec)	動作秒時(sec)
SA sep	3.02 (実測値)	408	408.2
ND on	1.07 (")	418	姿勢計測によって確認された
YO - YO ig	1.68 (")	SA コマンドによる	8048 (SA コマンドアンサおよび姿勢計測によって確認された)

第10表 衛星、点火タイマ系の動作結果 (M-3C-2)

項 目	点火玉接続図	設定秒時(sec)	動作秒時(sec)
SA sep		403.9	403.2
ND on		515.9	515.3
IG - arming		517.9	
MT _{SA} stop		519.9	
YO - YO ig		SA コマンドによる	7740 (SA コマンドアンサおよび姿勢計測による)
Probe on		"	7951 (SA コマンドアンサおよび PI による)

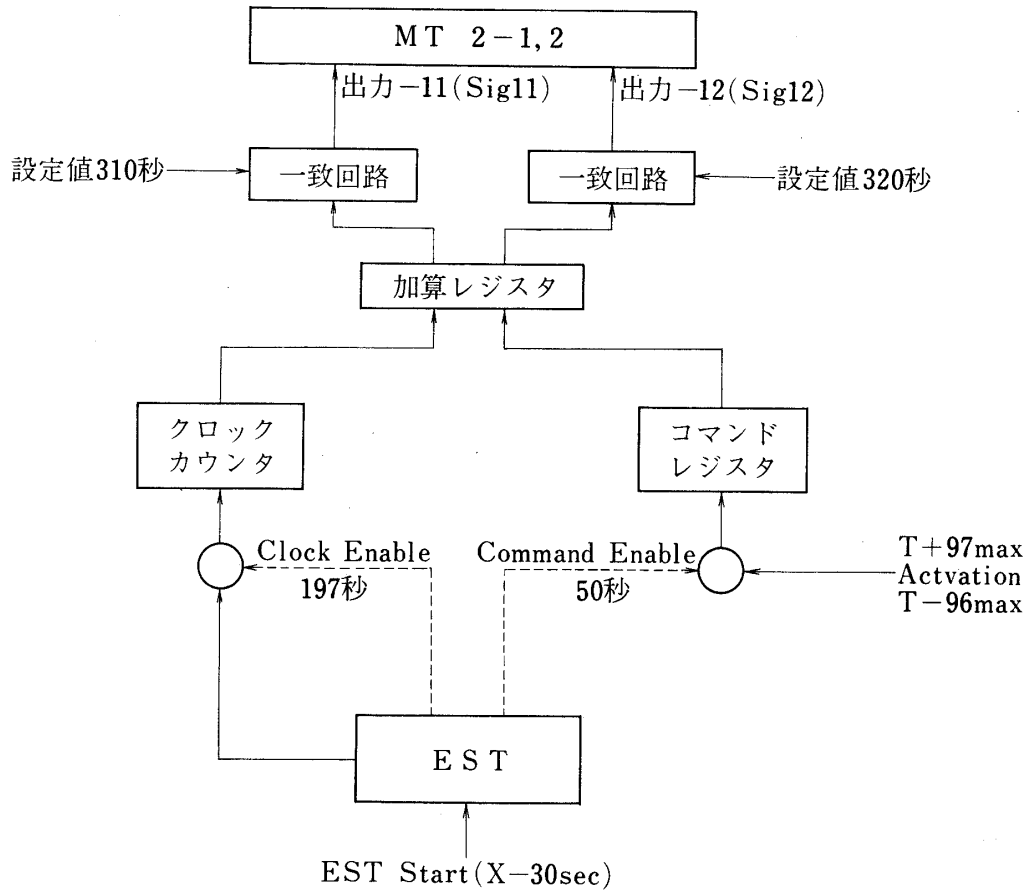
第11表 衛星、点火タイマ系の動作結果 (M-3C-3)

項 目	点火玉接続図	設定秒時(sec)	動作秒時(sec)
SA sep		117 SA タイマ始動時より	衛星が駆動されなかったため全ての項目は動作しなかった。
ND on		229 (")	
IG - arming		231 (")	
MT _{SA} stop		232 (")	
YO - YO ig		SA コマンドによる	



第11図(A) TSL 系統図

(M-3C-1 に搭載されたもの)



第11図(B) TSL 系統図

(L-4 SC-3, M-3 C-2, M-3 C-3 に搭載されたもの)

(2) M-3 C-2

① 飛しょう実験結果

飛しょう時のタイマおよび点火系の作動はテレメータの SQ2, SQ3 モニタ結果からいずれも正常であることが確認された。なおコマンド CM1-1 が255秒に送信され、MT3 が駆動しこれによって MT_{SA} on が287.3秒、CN sep が289.3秒にそれぞれ実行された。バックアップ用瞬発コマンド CM3 (CM2-1) は290.6秒に送信されたが、MT_{SA} on および CN sep はいづれも CM1-1 によって実行された模様である。第15表に打ち上げ時における点火系の導通抵抗測定結果を又第16表にタイマの動作および点火系の作動結果 (SQ2 および、SQ3 より) を示す。又タイムセレクトの方は初期設定秒時310秒と320秒の2つの仮シーケンスを43ステップの修正コマンド (設定秒時変更用コマンド CM2-2) によってそ

れぞれ 352.3 秒と 362.3 秒に得られた。しかし 0.7 秒ほど設定秒時より進んでいるのはタイムセクタ EST 部のクロック周波数の設定誤差によるものである。タイムセクタの動作結果を第 18 表に示す。

(3) M-3C-3

① 飛しょう実験結果

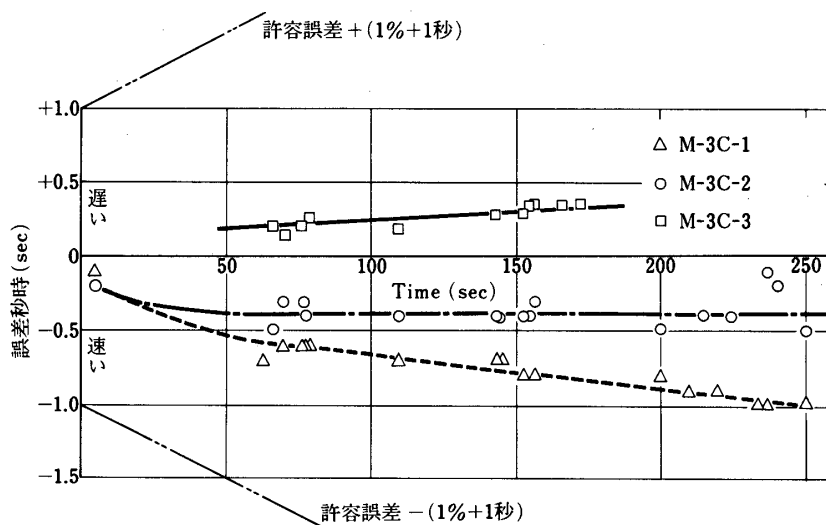
飛しょう時のタイマおよび点火系の作動はテレメータ SQ2, SQ3 モニタ結果からいづれも 231.45 秒の CM1-1 (CM1) コマンド(タイマ停止用コマンド) が送信されるまでは正常に動作していた。なおコマンド (CM1-1) によって MT 2-1, MT 2-2 が停止し, それ以降のシーケンス項目はすべて作動しなかった。コマンド CM1-1 送信とその送信理由については該当の項を参照されたい。打ち上げ時の点火系の導通抵抗測定結果を第 18 表に又タイマの動作および点火系の作動を第 19 表に示す。なお M-3C-1 ~ M-3C-3 までのタ

第 20 表 タイムセクタ結果

コマンド 送信時刻 (秒)	修 正 量	積算修正量	出力-1		出力-2	
			設定秒時	実測秒時	設定秒時	実測秒時
			310		320	
190 200	-96	-96	214.0	214.6	224.0	224.6

修正量: 1 ステップ 1 秒変更(-)は設定秒時に対する進み極性。

(+)は " 遅れ極性。



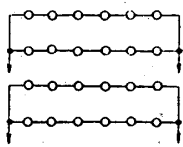
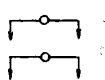
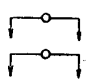
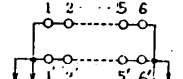
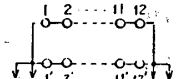
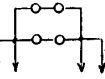
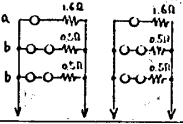
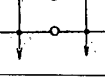
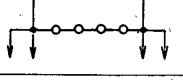
第 12 図

第12表 タイムセレクトシーケンス

No.	項 目	設定秒時(sec)	出力信号 電圧(V)	信号相手先	備 考
1	* Sig - 1	X + 50	9	FM - FM テレメータ モニタ (モニタのみ)	COMMAND ENABLE
2	* Sig - 2	X + 197	"	"	CLOCK ENABLE
3	Sig - 3	X + 73	"	"	EST の出力
4	Sig - 4	X + 82	"	"	"
5	Sig - 5	X + 85	"	"	"
6	Sig - 6	X + 118	"	"	"
7	Sig - 7	X + 126	"	"	"
8	Sig - 8	X + 177	"	"	"
9	Sig - 9	X + 229	"	"	"
10	Sig - 10	X + 224	"	"	"
11	† Sig - 11	X + 310	"	PCM テレメータモ ニタ (モニタのみ)	TSL 出力
12	† Sig - 12	X + 320	"	"	"

1. * : EST クロック部より TSL 部に送られる制御信号
2. † : Programable 信号 (TSL 部出力信号) を示し, コマンドにより設定
秒時+97 秒, -96 秒の範囲内で修正可能な出力

第13表

No.	項 目	設定秒時 X + 秒	点 火 玉 接 続	点 火 玉 合 成 抵 抗 (Ω)	点 火 系 合 成 抵 抗 (Ω)	点 火 玉 供 給 電 流 / 1 コ	
						最大(A)	最小(A)
1	B1 - Sep	78		2.4 Ω	2.9 (2.7 / 2.8)	3.7	2.8
2	B2 - Ig	80		0.33	0.83 (0.51 / 0.54)	15.9	9.5
3	PF - ON	144		0.8	1.3 (1.05 / 1.04)	12.6	8.2
4	NC - OFF 1	156		2.4	2.9 (2.83 / 2.8)	3.7	2.8
5	NC - OFF 2	157		4.8	5.3 (5.36)	2.2	1.9
6	Spin - Ig	235		0.8	1.3 (0.92 / 0.99)	12.6	8.2
7	Spin - Stop	CN より	"	"	" (0.96 / 0.99)	"	"
8	CN - Sep. Main - Ig	309		0.8	1.3 (0.91 / 0.92)	a 4.9 d 2.7	a 3.1 d 1.8
9	M10 - SO			0.4	0.9	17.6	4.6
10	M22 - SO			1.6	2.1 (1.83)	5.5	3.8

() 内の数値が実測値である。

注1: 電源は開放電圧 28.8 (V), 内部抵抗は最小 20 (m Ω)/セル, 最大 70 (m Ω)/セルとして算出した。注2: 点火系ライン抵抗は全て 0.5 (Ω) として算出した。

注3: 点火玉推奨電流は No.2 のみ 5 (A) 以上, 他は 2.5 (A) 以上である。

注4: 点火系電源ラインに 0.5 (Ω) の保護抵抗が挿入されている。

第15表

No.	項 目	設 定 秒 時 X + 秒	出力信号		信 号 相 手 先	飛 翔 デ-タ	備 考
			電 圧	電 流			
1	CM 1-2 Arming	5	V	A	—	4.9	
2	RC - 1 Start	67	27	1	CN	66.3	
3	P 1 → P 2	70	"	"	計測器	69.4	
4	RC 1 Stop	77	"	"	CN	76.4	
5	B 1 - Sep	78	7.8	"	IG - BOX	77.5	
6	B 2 Pitch prog. Start	79	27	"	CN	78.5	
7	Roll SJ Start	79	"	"	"	"	
8	TVC - Start	79	"	"	"	"	
9	B 2 - Ig	80	7.8	"	IG - BOX	79.5	
10	Roll CN Const. Change	110	27	"	CN	109.3	
11	Roll SJ Thrust change	110	"	"	"	"	
12	SV→PF	110	"	"	計測器	"	
13	TVC - Stop	144	"	"	CN		
14	PF - ON	145	7.8	"	IG - BOX	143.3	
15	Pitch Yaw CN Const. change	145	27	"	CN	144.3	
16	Pitch Yaw SJ Start	145	"	"	"	"	
17	TM 3 Ant Change	153	"	"	TM 3	152.2	
18	Coasting pitch prog. Start	153	"	"	CN	"	
19	NC OFF 1	156	7.8	"	IG - BOX	155.2	
20	NC OFF 2	157	"	"	"	156.2	
21	P 2 → Sep 3	200	27	"	計測器	199.2	
22			"	"			
23	RC 2 Stop	210	"	"	CN	209.1	
24	CN Mode change 2	220	"	"	"	219.1	
25	Spin Ig	235	7.8	"	IG - BOX	234	
26	Spin Rate SON	236	27	"	CN	235	
27	Spin Stop	CNより	7.8	"	IG - BOX	238.2	
28	CM 1-1 Mode change	250	—		—	249	
29	CM 2 Arming	250	—		—	249	
30	MT - SA ON	295	7.8	1	IG - BOX	295.2	CM 1-1によ って作動
31	CN Sep. Main Ig	297	27	"	"	297.2	

第 15 表

No.	項 目	設定秒時 X + 秒	点 火 玉 接 続	点 火 玉 合 成 抵 抗 (Ω)	点 火 系 合 成 抵 抗 (Ω)	点 火 玉 供 給 電 流 / 1 コ	
						最大(A)	最小(A)
1	B 1 - Sep			2.4 Ω (2.66)	2.9	3.7	2.8
2	B 2 - Ig	80		0.33 (0.51)	0.83	13.9	9.5
3	PF - ON	144		0.8 (1.00)	1.3	12.6	8.2
4	NC - OFF 1	156		2.4 (2.77)	2.9	3.7	2.8
5	NC - OFF 2	157		4.8 (5.30)	5.3	2.2	1.9
6	Spin - Ig	235		0.8 (0.98)	1.3	12.6	8.2
7	Spin - Stop	CN より	"	" (0.98)	"	"	"
8	CN - Sep Main - Ig	309		0.8 (0.88)	1.3	a 4.9 b 2.7	a 3.1 b 1.8
9	M 10 - SO			0.4 ()	0.9	17.6	4.6
10	M 22 - SO			1.6 (1.74)	2.1	5.5	3.8

第16表 タイムシーケンス飛しょうデータ

項 目	設定秒時 (sec)	飛しょうデータ (sec)	
		SQ-2	SQ-3
CM 1-2 Arming	5	4.8	
RC 1 Start	67	66.5	
P1 P 2	70	69.7	
RC 1 Stop	77	76.7	
B 1 Sep.	78	77.6	77.6
B 2 Pitch Prog. Start	79	78.8	
Roll SJ Start	79	78.8	
TVC Start	79	78.8	
B 2 Ig.	80	79.8	79.8
Roll SJ Thrust Change	110	109.6	
TVC Stop	144	143.6	
PF ON	145	144.6	144.6
Pitch Yaw CN Const. Change	145	144.6	
Pitch Yaw SJ Start	145	144.6	
TM 3 Ant. Change	153	152.6	
Coasting Pitch Prog. Start	153	152.6	
NC-1 Open	156	155.6	155.6
NC-2 Open	157	156.7	156.7
P 2 Sep. 3	200	199.5	
RC 2 Stop	215	214.6	
CN Mode Change 2	225	224.6	
Spin Ig.	235	234.4	234.4
Spin Rate Control System ON	236	235.9	
5.6 Ant. Mode Change	236	235.9	
Spin Stop	240	239.8	239.8
CM 1-1 Mode Change	250	249.5	
CM 1-2 Mode Change	250	249.5	
CM 2 Arming	250	249.5	
MT-SA ON	322	* 286.9	
CN Sep.	324	* 289.7	289.7

* : 255 秒に CM-1 送信して MT-3 が作動した。

第17表 タイムセレクト結果

コマンド 送信時刻(秒)	修正量	積算修正量	出力-1		出力-2	
			設定秒時	実測秒時	設定秒時	実測秒時
—	—	—	310		320	
180.2~182.3	-33	-33				
316.1~318.9	-30	-63				
322.3~323.9	+20	-43	353	352.3	363	362.3

修正量：1ステップで1秒変更(-)は設定秒時に対する遅れ極性。

(+)は " 進み極性。

第18表 点火玉接続図

No.	項 目	設定秒時 X+秒	点火玉接続 	点火玉 合成抵抗 Ω	点火系 合成抵抗 Ω	点火玉供給電流/1コ	
						最 大 A	最 小 A
1	B1-Sep.	78		2.78 2.64	3.00 2.78	3.7	2.8
2	B2-Ig.	80		0.47 0.49	0.50 0.50	15.9	9.5
3	NC-1 Open	156		2.84 2.81	2.92 2.90	3.7	2.8
4	NC-2 Open	157		5.33 5.30	5.58 5.56	2.2	1.9
5	Spin Ig	235		0.95 0.94	0.97 0.92	12.6	8.2
6	Spin Stop	240		1.01 0.98	0.92 0.97	12.6	8.2
7	CN-Sep. Main-Ig.	439		0.87 0.86	0.86 0.86	a 4.9 b 2.7	a 3.1 b 1.8
8	B1-SO			Open
9	B2-SO			1.85 1.85	1.85 1.85	5.5	3.8

第19表

項 目	設定秒時 (sec)	飛しょうデータ (sec)	
		SQ-2	SQ-3
CM1-2 Arming	5	5.05	
RC-1 Start	67	67.20	
P1...P2	70	70.15	
RC-1 Stop	77	77.20	
B-1 Sep.	78	78.20	78.20
B-2 Pitch Prog. Start	79	79.25	
Roll SJ Start	79	79.25	
TVC Start	79	79.25	
B-2 Ig.	80	80.25	80.25
Roll SJ Thrust Change	110	110.20	
TVC Stop	144	144.25	
Pitch Yaw CN Const. Change	145	145.30	
TM-3 Ant. Change	153	153.30	
NC-1 Open	156	156.35	156.35
NC-2 Open	157	157.35	157.35
RC-2 Stop	215	215.35	
CN Mode Change	225	225.35	
* CM1-1 On		231.45	
Spin Ig.	235		
Spin Rate Control System On	236		
5.6 G Ant. Mode Change	236		
Spin Stop	240		
CM1-1 Mode Change	280		
CM1-2 Mode Change	280		
CM2-1 Arming	280		
MT-SA On	437		
CN Sep.	439		

* : 231.45 秒に CM1-1 送信してこれ以後のプログラム項目は、すべて停止させた。

SQ-2 : プログラムリレー駆動電流値検出。

SQ-3 : 点火系火工品起動電流値検出。

イマ動作結果をグラフにまとめて第12図に示す。タイムセレクトの初期設定秒時310秒と320秒の2つの出力は190～200秒の間に修正コマンド(秒時変更用コマンド)－96ステップ送信し、初期設定秒時の310秒が214秒に、又320秒が224秒にそれぞれ変更された出力が得られた。その結果を第20表に示す。

M-3C-1からM-3C-3までの一連の動作状況を第13図に示す。又タイマ諸元を第22表に示す。

1977年11月20日新設部(工学)

参考資料

観測ロケット特集号(M-4S ロケット) 1975年3月第11巻第1号(B) p253～267