

実 技 編

実技課題（1）CO₂レーザ加工機用パソコンCAD／CAMの操作

ここでは次のことを習得する。

1. CAD /CAM装置の取り扱い
2. 基本図形の入力手順
3. レーザ加工用のNCデータの作成
4. 練習問題（1）
5. 練習問題（2）
6. 練習問題（3）

1. CAD/CAM装置の取扱い



図1-1 NC自動プログラミング装置

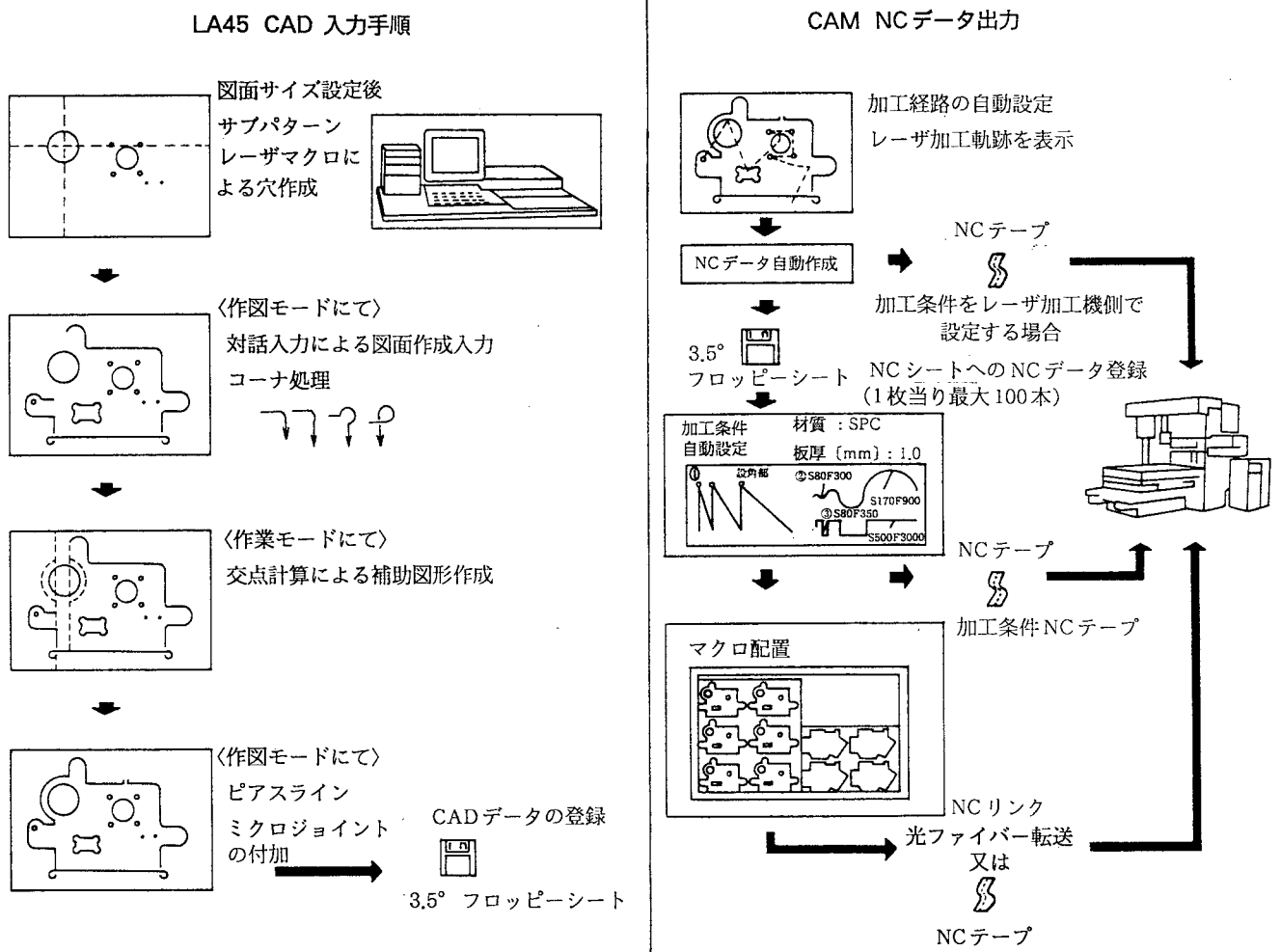


図1-2 主な作業手順

(1) 起動

- ① メインスイッチをONにする。
しばらくすると、システムメニューが表示され、各機能が実行できる。
- ・メニュー画面が表示される前に
[プリンタ ONLINE??]
と表示されたら、プリンタの電源が入っているか、また接続が正しくされているか確認をする。
- ・[アルファロック] キーを押して、画面下に [caps] と表示されている状態にする。

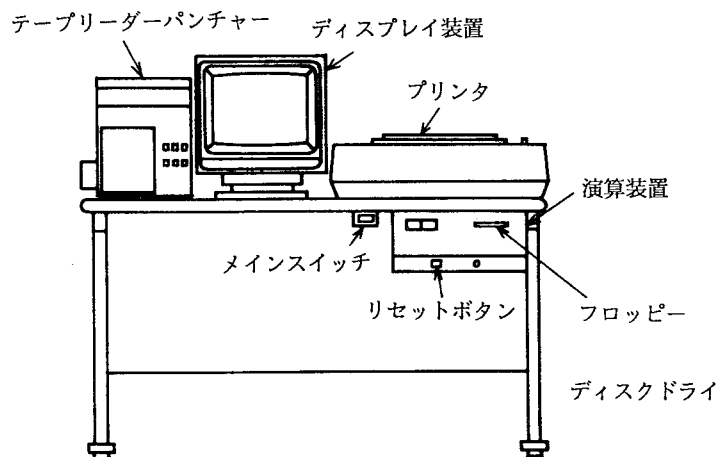


図1-3 NC自動プログラミング装置

(2) 画面設定

画面を新規に作成するには、初めに画面設定を行う。

- ① メニュー画面で選択NOに (1) 新規作図の を選択 (入力) する。
- ② [A■] と表示されるのでA からA までの画面の大きさを入力する。
例) A 3の画面を選択したいときA (図1-4参照)
- ③ メッセージ部に [1/■] と表示されるので画面の縮尺を入力する。

図面の縮尺	1/1 (同じサイズ) の時	<input type="text" value="1"/> <input type="button" value="↵"/>
	2倍の時	<input type="text" value="0.5"/> <input type="button" value="↵"/>
	1/2の時	<input type="text" value="2"/> <input type="button" value="↵"/>

画面の大きさと縮尺の指定により画面上に入るサイズは図1-5の通り。

- ④ メッセージ部に [画面原点にカーソルをセット] と表示される。これは、画面の原点を設定するものである。設定したい位置に、マウスを使ってカーソルを動かし、マウスの右ボタンを押す。
- ⑤ [点間距離50] と表示され、グリッドを表示する。これは、これから作成しようとする画面が入るかのチェックをするための目安となる点である。

[OK (1) NO (2)] と表示されるので、

OKの場合は 、NOの場合は で②に戻る。

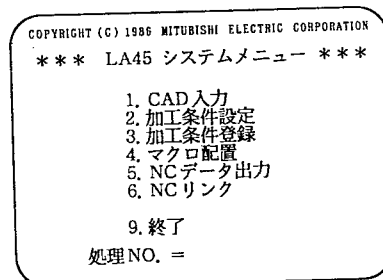


図1-4 起動画面

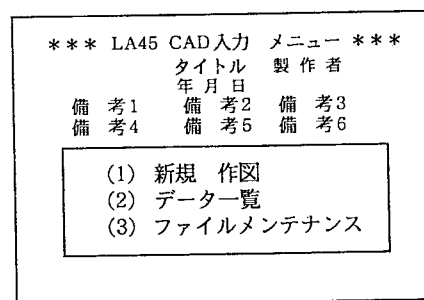
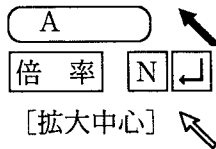


図1-5 画面設定

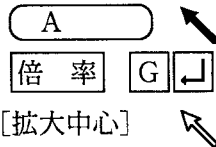
⑥ 画面の大きさが決まると、作図モードになる。

(3) 画面再生

① 作業線・点・円表示付きの画面拡大



② グリッド表示付きの画面拡大



③ 画面の再生



☞ 新規の作成時に指定した画面の大きさ、原点位置に作図した図形を再生する。

☞ **0 N** …… 画面を再生し、作業点・線・円を表示する。

☞ **0 G** …… 画面を再生し、グリッドを表示する。

図面の大きさ [A ■]	図面の縮尺 [1/■]	サイズ (横×縦) mm
A0	1	1100×750
A1	↓	800×560
A2		570×400
A3		400×270
A4		250×170
A5		180×120

図1-6 画面上に入るサイズ

(4) マウスの操作

右図のマウスを平らな机の上で動かすと、画面上のカーソル () が動く。

* ボタンの役割

左 → 画面右上部に表示されているX、Y座標をひろ。このとき、必要な桁に丸めた座標 ([d t. .] で指定した数値で丸めた座標値) もひろうことができる。

右 → すでに描かれた線分、円弧の端点や円弧の中心の座標をひろう。

交点計算で計算されたポイントの座標をひろう。

※ コマンドはどちらのボタンでもひろうことができる。

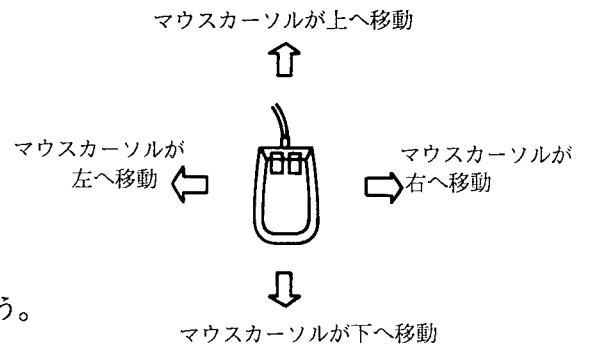


図1-7

* 使用方法

① コマンドを拾うとき

使いたいコマンドの上にカーソルをおき、マウスボタンを押す。(右のボタンでも左のボタンでも良い)

色のついているコマンド (白以外) を拾うことができる。[d t.] や [d c.] などの数値を変

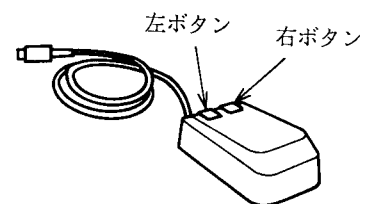




図1-8


えることもできる。


(コマンドが交互に色がちがっているのは、コマンドごとの区別をしやすいするため。)

② 座標を拾うとき


i) カッティングライン (緑ライン) の直線・円弧の端点及び円・円弧の中心を拾う時


拾いたい点の近くにカーソル () を運ぶ 


 マウス右ボタンをヒットする。

 白色の“X”が表示されブザーが鳴ると拾えたことを意味する。


ii) $\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} :$ コマンドの座標を拾う時

必要な数値の所にカーソル () を運ぶ

 マウス左ボタンをヒットする。

 $\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} :$ 座標値は $d t. .$ の値で丸められている。

(通常1.00 単位 [mm])

0.1 mmで座標値を丸める時は $d t. .$ コマンドをヒットし $0,1$  と入力する。

③ $d c. .$

マウスの右ボタンを押した時のサーチ範囲を表わす。

2. 基本図形の入力手順

(1) コマンドの概略

作図 エリア	X	141.00	カーソルのX座標値
	Y	-33.00	" Y "
	d	50.00	グリッド間の距離 (例 150mm)
	t	0.00	0は2次元表示 (使用しない)
	d t	1.00	X, Y座標値の丸め (例 $\lfloor \rfloor$ でひろえないXYの最小座標単位 1mm)
	d c	0.91	右ボタンのサーチ範囲 [mm]
	1 /	1.0	縮尺 (例 1倍)
	A3-	0.0	拡大、縮小、画面再生
	直線	円弧	直線作図
	2点	3点	円作図
	接線	寸法	2点指定の円弧、作図
	訂正	可変	3点指定の円弧、作図
	移動	複写	接線 コーナー処理 ($r \cdot r \cdot \phi \cdot ?$)
	左右	上下	寸法 自動寸法表示
分割	一筆	訂正 単一消去	
作業	条件	可委 曲げ展開、連続消去	
切取	文字	移動 移動	
出力	一括	複写 単一複写、連続 (直線・回転) 複写	
登録	呼出	左右 左右反転と複写	
メッセージ 表示エリア		上下 上下反転と複写	

ディスプレイ

直線	直線作図
円弧	円作図
2点	2点指定の円弧、作図
3点	3点指定の円弧、作図
接線	コーナー処理 ($r \cdot r \cdot \phi \cdot ?$)
寸法	自動寸法表示
訂正	単一消去
可委	曲げ展開、連続消去
移動	移動
複写	単一複写、連続 (直線・回転) 複写
左右	左右反転と複写
上下	上下反転と複写
分割	線分の分割
一等	加工経路指定、ピアスライン、マイクロジョイント作成
作業	交点作成
条件	文字の大きさ、線種の変更
切取	部分移動、複写、消去、合成展開、手動ネスティング
文字	文字作図
出力	図形データ、パターン名出力及びNC
一括	図形、文字の一括消去
登録	図形のシート登録
呼出	シートからの図形呼出及びサブパターン呼出

図1-9

(2) XとYの符合 (+、-) のとり方

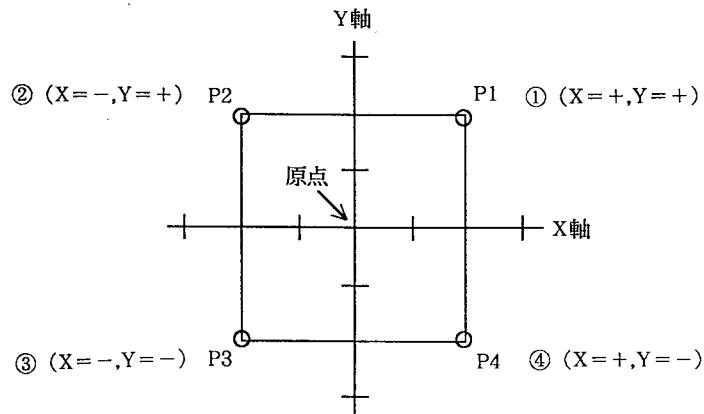


図1-10

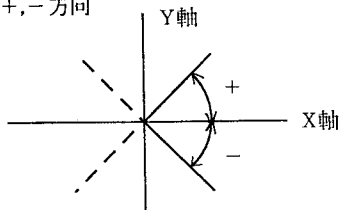
上図の正方形の四隅の点に符合 (+、-) をつける場合

- ① の位置に座標がくる場合は、XとYの符合はXが (+) Yが (+) になる。
- ② " " " Xが (-) Yが (+) "
- ③ " " " Xが (-) Yが (-) "
- ④ " " " Xが (+) Yが (-) "

実数値 0~±9999.9999 単位mm

角度 0~±360.000 単位 度

角度の+、-方向



(注) 度・分・秒は10進数の度に変換して定義すること。

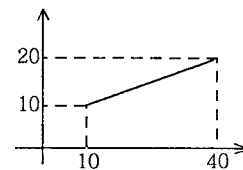
例. 12度39分18秒は12.655度となる。

(3) 対話入力モードの主な操作手順

簡単な図形入力には下記機能を用いて、全てキーボードから入力出来る。

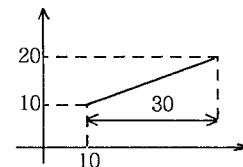
① 絶対値入力による直線作成

X → X
 Y → Y



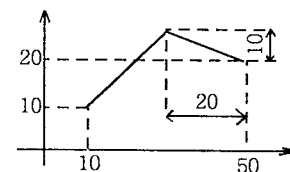
② 絶対値と増分値の混合入力による直線作成

X → X
 Y → Y



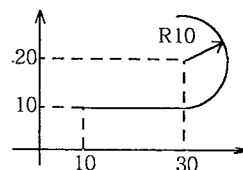
③ 電卓機能

X → X →
 Y → Y
 X = - → X =
 Y = + → Y =



④ 半円作成

X → X →
 Y → Y
 X → X D
 Y → Y D



⑤ コーナー処理

(1) 面取り

(2) コーナーR

(3) コーナー逆R

(4) ループ



図1-11

⑥ バッククリア

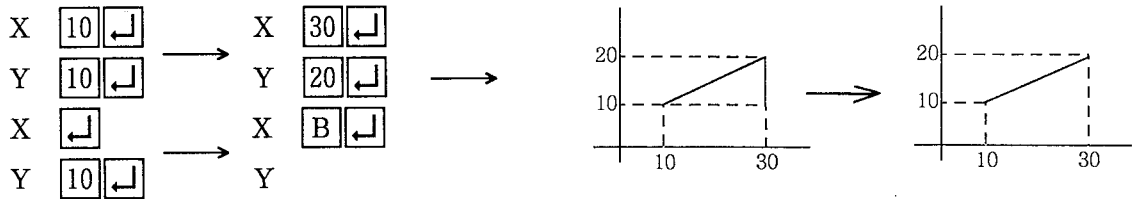


図1-12

・対話入力モードとCADモード（作図モード、作業モード）の切り換えは、何度でも自由にできる。

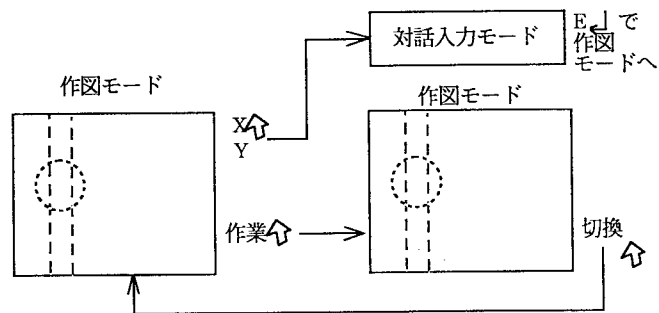








図1-13 作図モードと作業モード, 対話入力モード

（作図モードから作業モードへは、画面右のメニューの中の“作業”をマウスでヒットする。作業モードから作図モードへ戻るには、メニューの“切換”をマウスでヒット。ヒットとは、マウスカーソル“”をメニュー上に移動させボタンを押すこと。）




(4) 作業モードの主な操作手順

① 作業メモリ呼出 **作業**  **1~5を選択** 

 今まで使用していた作業メモリを呼出す時は **作業**   である。

作成した作業図形のみを呼出す時は **作業**  **N** 

② 作業メモリ消去 **作業**  **C** **1~5を選択** 

 作業メモリの全て（1~5）を消去するときは **作業**  **C** **A** 

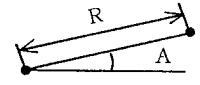
③ 作業図形作成 (作業メモリ呼出後、作成する)

終了時 (切 換) ↖

④ 補助点の作成 (ピンク色の点“X”を作成する)

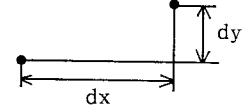
- 1点より距離R・角度Aの点

点 ↖ [K] [P] [R距離] ↵ [A角度] ↵



- 1点よりdx、dyの点

点 ↖ [K] [P] ↵ [dx値] ↵ [dy値] ↵



- 2直線の交点

線 ↖ 線 ↖ [P]



- 直線と円の交点

線 ↖ 円 ↖ [P]



- 2円の交点

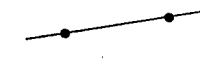
円 ↖ 円 ↖ [P]



⑤ 補助線の作成

- 2点を結ぶ直線

点 ↖ 点 ↖ [L]



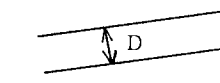
- 1点を通り直線に平行な直線

点 ↖ 線 ↖ [L] [I] ↵



- 直線に平行な直線

線 ↖ [K] [D距離] ↵



☞ 平行な直線を2本以上作成するときは、距離を入力する時 [距離、距離] とコマンドで距離を区切り入力すること。

符合は $\frac{+}{-}$ $\frac{+}{-}$ $\frac{+}{-}$ になっている。

(MAX20文字まで)

- 1点を通り円に接する直線

点 ↖ 円 ↖ [L]



- 2円に接する直線

円 ↖ 円 ↖ [L]



- 円に接する傾き角Aの直線

円 ↖ [K] [L] [A角度] ↵



⑥ 補助円の作成

- 1点を中心とした半径Rの円

点 [K] [C] [R半径]

- ☞ 同心円を作成する時は [R半径、R半径] とコマンドで半径を区切って入力する。
- 連続して [R半径] を聞いてくる。不必要の時は を入力する。

- 2点を通る半径Rの円

点 点 [C] [R半径]

- 2直線に接する半径Rの円

線 線 [C] [R半径]

- 円の同心円

円 [K] [C] [+R半径差]

- 1点を通り円に接する半径Rの円

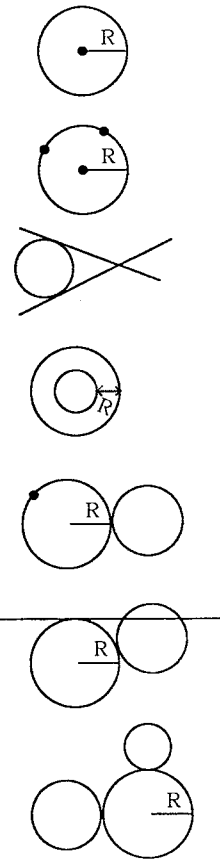
点 点 [C] [R半径]

- 直線と円に接する半径Rの円

線 円 [C] [R半径]

- 2円に接する半径Rの円

円 円 [C] [R半径]



(5) 作図モードの主な操作手順

① “直線”

- i) 2点指定直線

直線 始点 [S] 終点 [E]

- ii) 連続作成機能

直線
 スタート点 [S] (x:, y:) (直接座標入力)
 (x:, y:) (直接座標入力)
 終了時 [E]

② “2点”

- i) 作業円あり円弧

作業円 始点 終点

☞ 作業円がある時は小円弧→大円弧と聞いてくる。

- ii) 作業円なし円弧

作業円なし 始点 終点 [半径]

• $0 < \text{半径} \leq \text{始点、終点の距離}$ の時 半円作成

• $0 = \text{半径}$ の時 直線作成

• 作業線のない時は大円弧→小円弧 4通り聞いてくる。

3. レーザ加工用のNCデータの作成

下記の図面をCAD入力により作成し、レーザ加工用のNCデータを作成する。

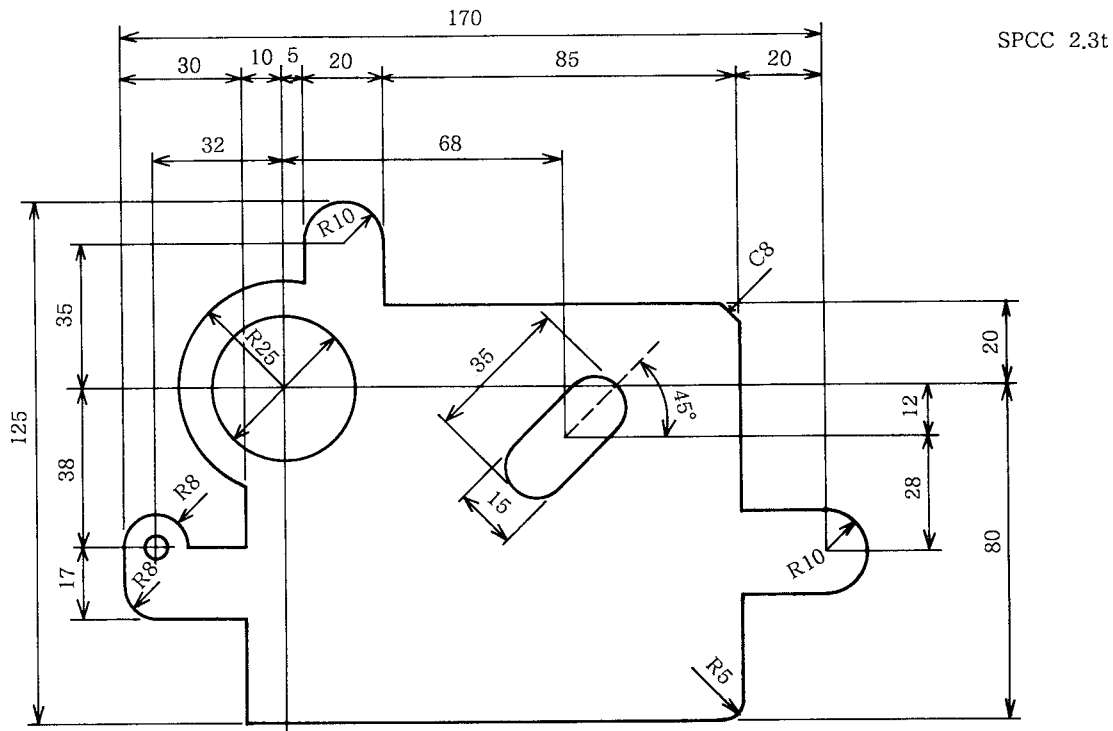


図1-14

(作業手順説明に使われている語句・記号の説明)

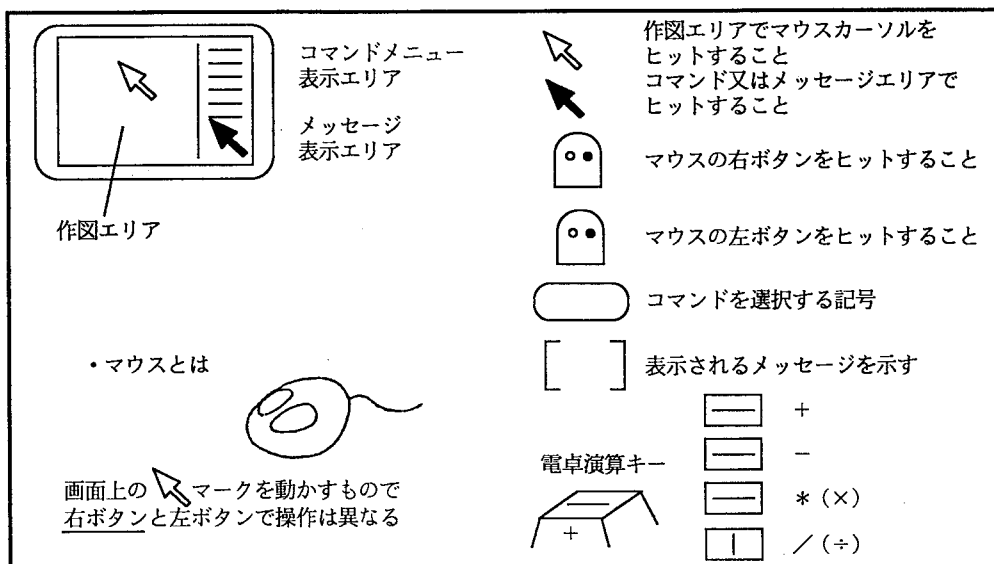


図1-15

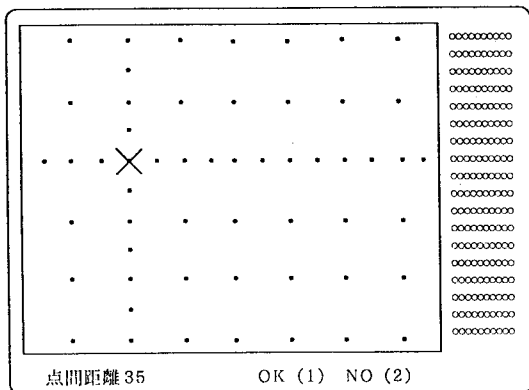
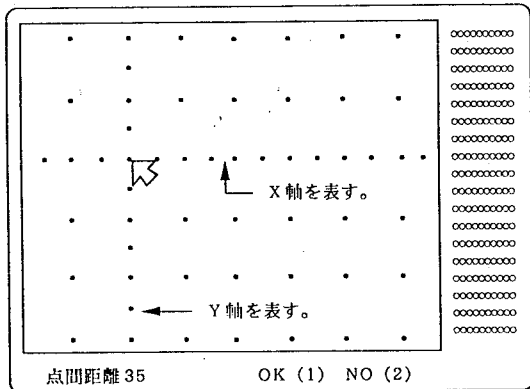
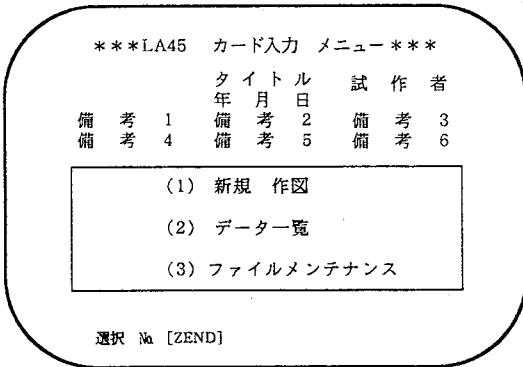
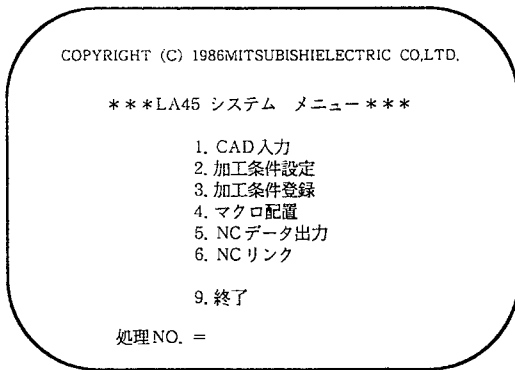
作図モード カットライン（緑線）を作成する時の状態を示す。

作業モード 作業点・線・円（紫色の図形）で交点計算をする。

絶対値入力 原点からのX・Yの距離を入力すること。

増分値入力 前点からの増分値を入力すること。

(ディスプレイ画面)



(作業手順)

1. 電源を入れ、しばらくするとシステムメニューが表示される。アルファロックを押し、「1」CAD入力を選ぶ。

アルファロック ...画面下に [caps] と表示

2. CAD入力のメニューが表示される。新しく作図するので (1) 新規作図を選択する。

3. 画面サイズ設定

と入力すると画面の四角をA3の大きさとみなす。

縮尺の設定

4. 原点の設定

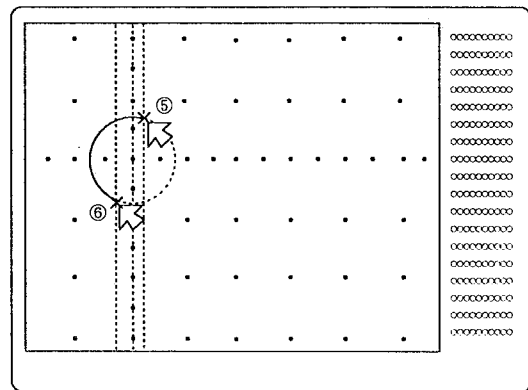
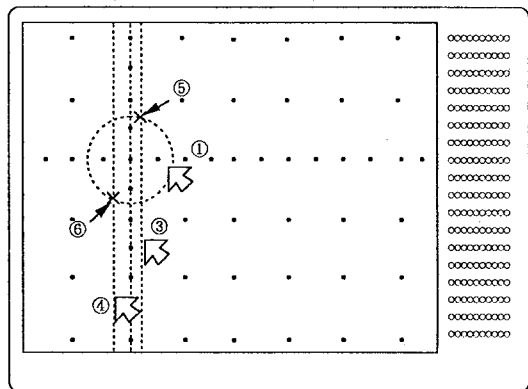
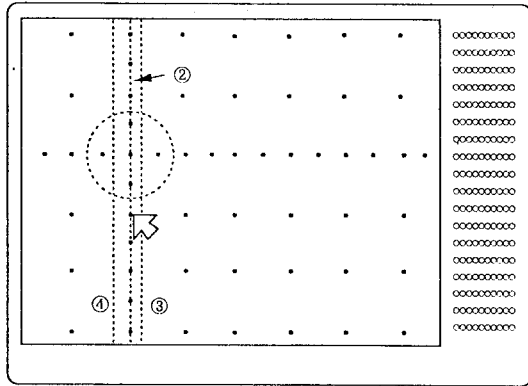
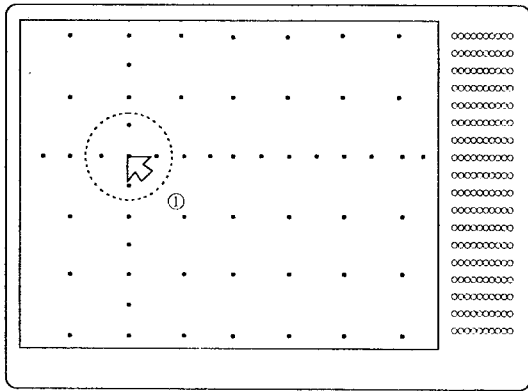
カーソルを原点にしたい位置にセットし、 する。すると画面上に点が現われる。この点是一种のものさしで、今から描く図形がおさまるかどうか確認すること。

点間距離35でよければOK

5. 作業モード選択

作業をカーソルでヒット
 作業呼出し
 作業目盛り (1~5)
 を選ぶこと。

前作業目盛り1を消去するには
 原点がピンク×で現われる。



* 「セット」の文字とヒットした図形が赤に変われば図形が拾えたことを意味する。

6. 原点を中心とする半径25の円①

原点(×) 原点と「セット」が赤くなる。

(キーボードより キーを入力すること)

[点Pカラ] P (点)
[P. L. C] L (線) ... C 円を選択
C (円)

[点PカラC] 25 半径入力
R

[点PカラC] 円①がピンクの円で表示される。
R

7. 原点を通る傾き90°の線②

②に平行な線③、④

原点 K

[点Pカラ] L
[P. L. C] [E]

[点PカラL] Aは角度 90
A

[Lに平行L] (MAX20文字) -5 , 10
距離L

求める図形でないなら (又は 2) で送る。OKなら 1

8. 円①と線③、円①と線④のそれぞれの交点⑤⑥

円① 線③

[線L円Cカラ] P ⑤
[P. L. C] [E]

円① 線④

[線L円Cカラ] P ⑥
[P. L. C] [E]

9. 切 換作業モードから出る

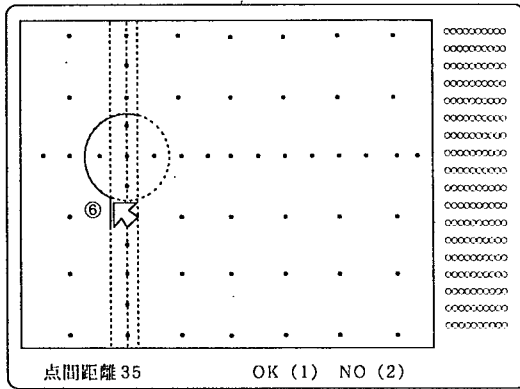
10. 2 点

[2点円弧]点⑤
始点 [Z]

[2点円弧]点⑥
終点 [Z]

2点を通る円弧はこの場合2つある。NOなら (又は 2)、OKなら 1

*図形を拾い違えた時は「セット」をヒットすること。



11. $\begin{matrix} X \\ Y \end{matrix}$ 連続作成入力

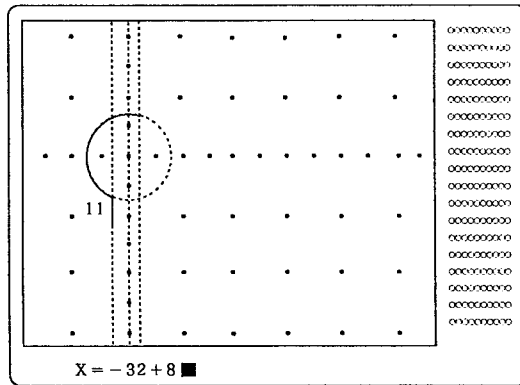
[直線 {0}]
[{E}] Eは終点 (END)

終点を入力していく。

X

Y

座標 (-10、-38) まで直線が引ける。



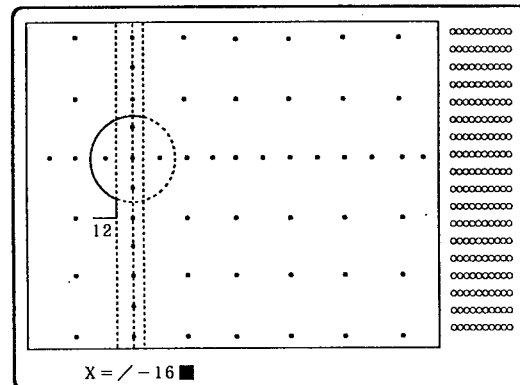
12. ここで電卓モードに入る。

X

画面左下に X = ■ が現われる。

X =

Y = で送ると前座標値が入る。



13. 半円作成をする D : 半円作成コマンド

X =

[直線 {0}]
[{E}] 円弧終点座標を入力する。
円弧終点

X =

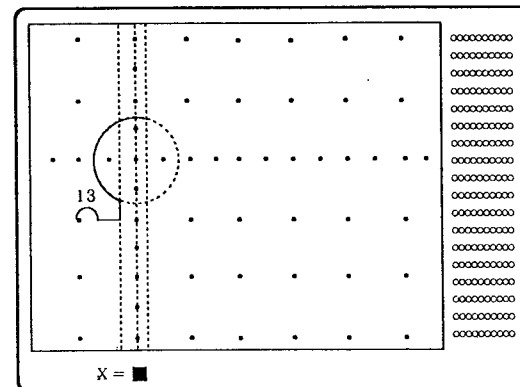
Y = ↖ 増分値

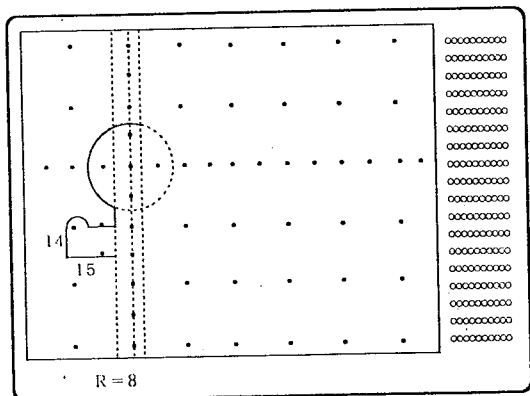
数値の前の (スラッシュ) は増分値
入力の場合である。

この場合、半円は2通りある。

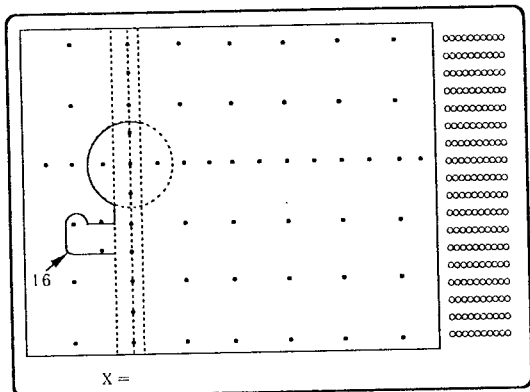
点線で片方ずつきいてくるので

OKなら 、NOなら で送る。





14. X =
 Y =



15. X =
 Y =

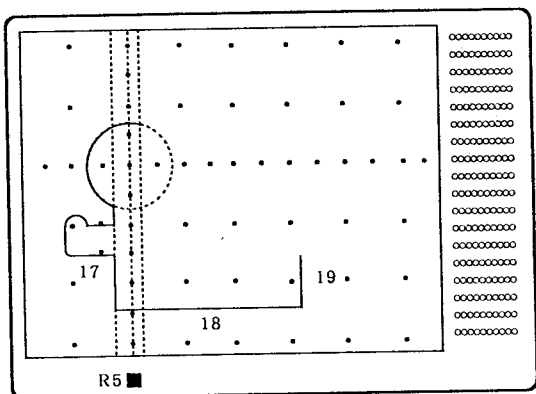
16. コーナーR 8をつける。
 R : コーナーR入力コマンド

X =

直線 [0]
 [E]丸メ入力
 丸メ R

R =

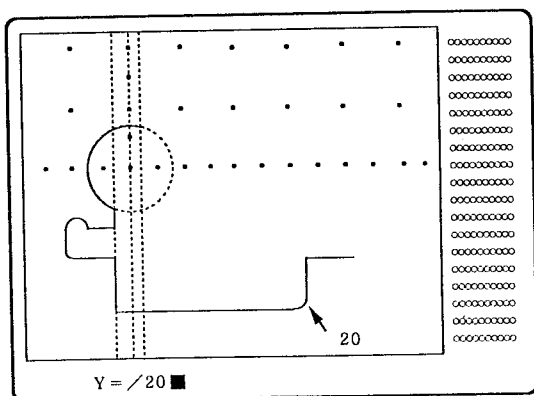
続けて3ライン引いてみる。



17. X =
 Y =

18. X =
 Y =

19. X =
 Y =



20. コーナーR 5をつける。
 X =

直線 [0]
 [E]丸メ入力
 丸メ R

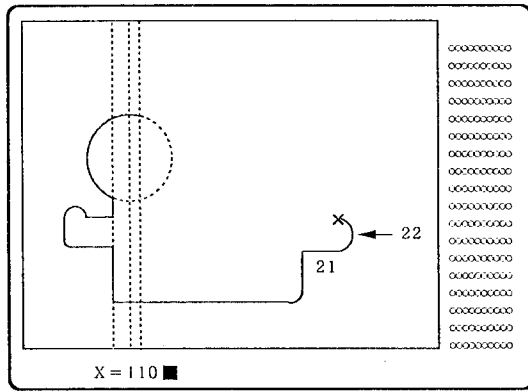
R =

☞ キーを押してしまった後なら

X = と入力すると1番新しいラインより消えていく。

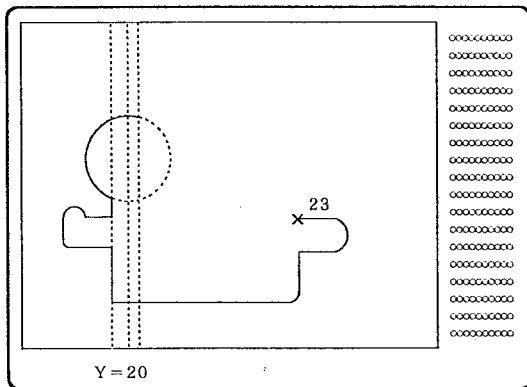
数値を入力間違いした時

キーを押す前なら キーで入力し直すことができる。



21. X = 20

Y =



22. 半円作成をする。

X = D

直線 [0]
[E]
円弧終点

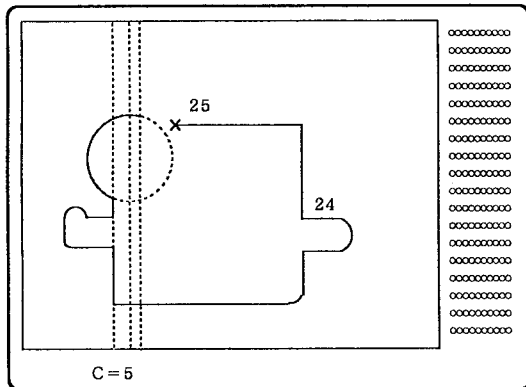
X =

Y = 20

この場合も半円は2通りある。

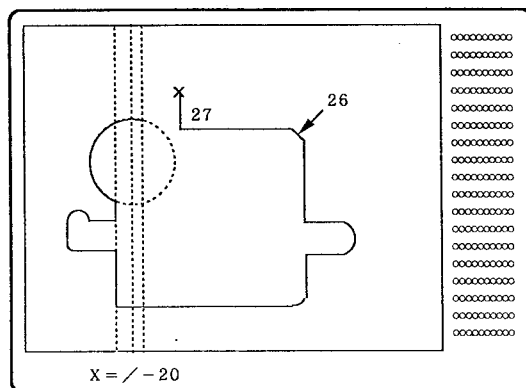
NOなら で送る。

OKなら 1



23. X = -20

Y =



24. X =

Y = 20

25. X = 5+20

Y =

26. コーナーC 5をつける

C : メントリコマンド

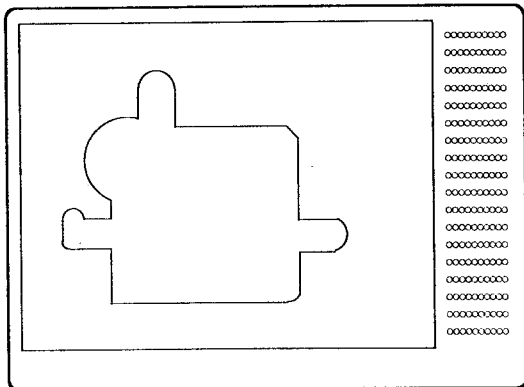
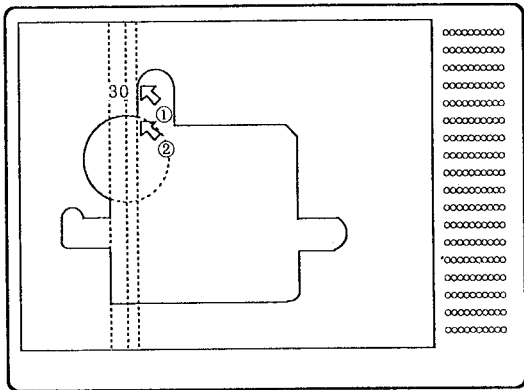
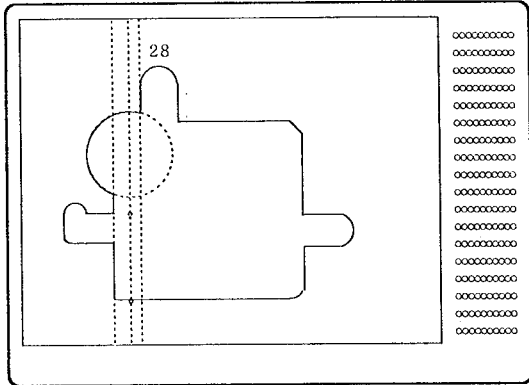
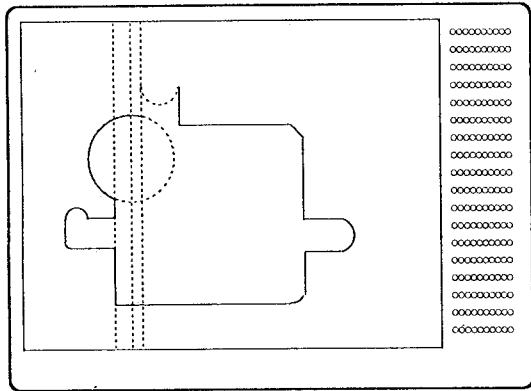
X = C

直線 [0]
[E]
角切C

C = 5

27. X =

Y = 35



28. 半円作成をする。

X =

[直線 [0]
[E]
円弧終点]

X =

Y = NOなら で送る

OKなら

29. 点⑤に直線を引くためにモードから出る。

↖まずは電卓モードから出る。

30.

もう一度モードに入り、マウスで作図する。

[直線 [0]] (5、38) の点 ①

[直線 [0]] 点② ②

サブパターンより長穴・円を呼び出す。

加工したい順に作図する。

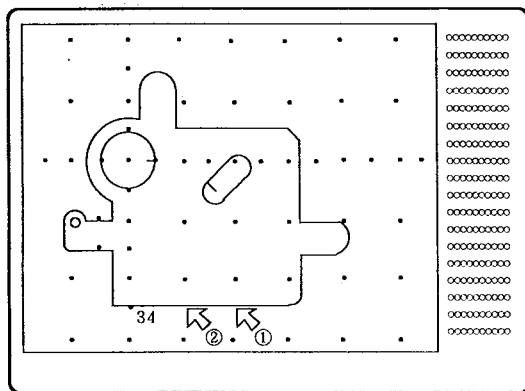
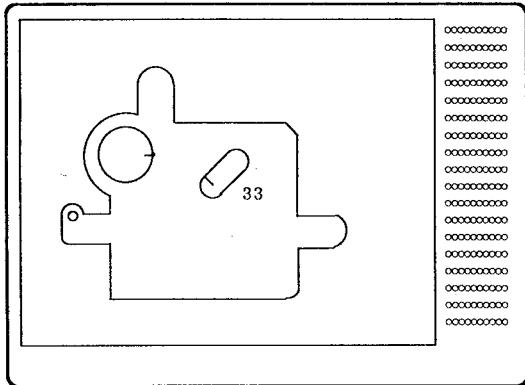
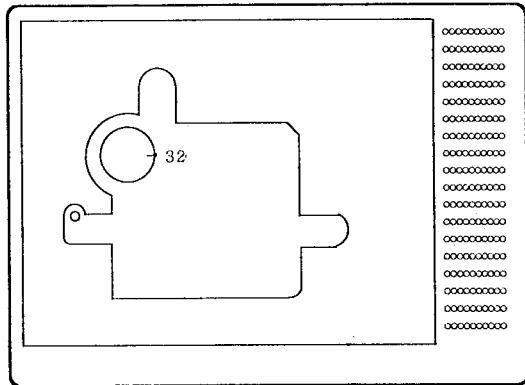
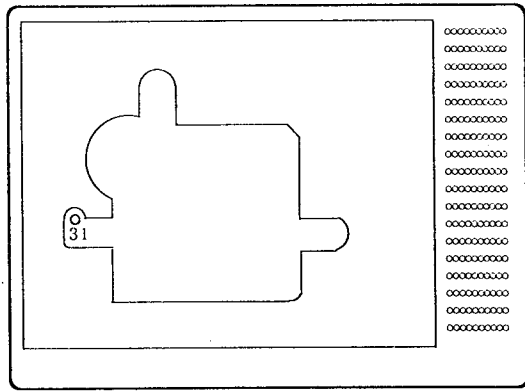
31.

[(1) = FD
(2) = HD
(S) = SUB]

[呼出原点
X =
Y =
[M=マウス]]

[呼出名
パターンNO.] ... ——円作成

[円
直径]



“一筆ATA”作成後、赤から緑へ一筆書きにして終了

32.

[呼出原点]
 X = [0] [↓]
 Y = [0] [↓]
 [M = マウス] [0] [↓]

 [呼出名] [↓] 前回とパターンNO
 [パターンNO] [↓] が同じ時は [↓]

 [円] [35] [↓]
 [直径] [35] [↓]

33.

[呼出原点]
 X = [68] [↓]
 Y = [-12] [↓]
 [M = マウス] [-12] [↓]

 [呼出名] [5] [↓] 一長穴作成
 [パターンNO] [5] [↓]

 [長穴] [35] [↓]
 [横寸法A] [35] [↓]

 [長穴] [15] [↓]
 [縦寸法B] [15] [↓]

 [長穴] [45] [↓]
 [回転角] [45] [↓]

 [呼出原点] [E] [↓]
 X = [E] [↓]
 Y = [E] [↓]
 [M = マウス] [E] [↓]

サブパターンの呼出より出る

34. ピアスラインをつくる。

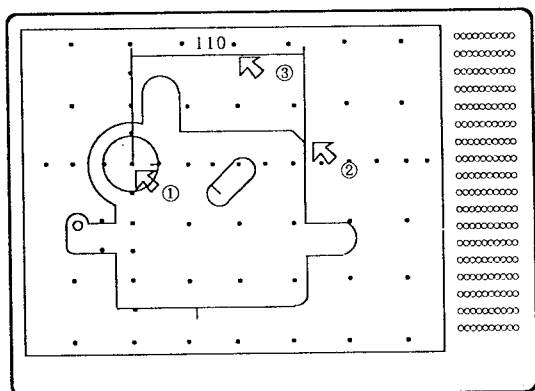
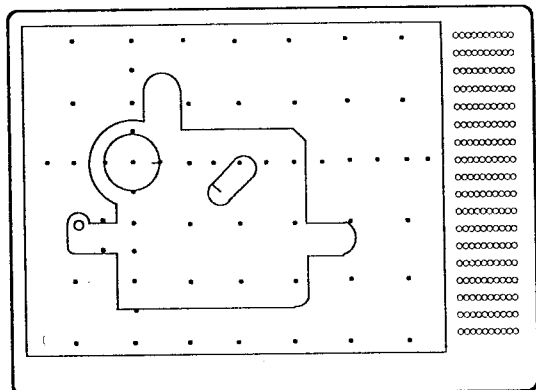
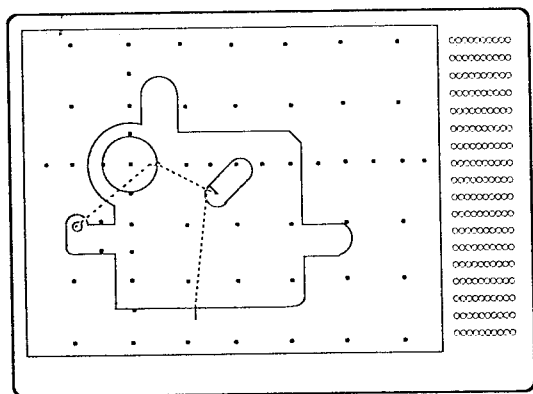
[一筆] [P] [↓]
 [一筆書] [P] [↓]
 [P. J. L] [P] [↓]
 [M/A {E}] [P] [↓]

[ピアス] [P] [↓]
 [線、円弧] [P] [↓]

[ピアス] [Y] [↓]
 [線、円弧] [Y] [↓]
 [Y/N] [Y] [↓]

[ピアス] [P] [↓]
 [POINT P] [P] [↓]

[切 換] [P] [↓]



☞ ピアスを一筆によってつけた図形は、一番初めに作成したものでも最後に加工される。

☞ ピアスの長さや幅は一筆の“L”で改定する。

35. 加工経路自動表示

[一筆書
P. J. L] [A] [↓]
[M/A [E]]

[一筆書
P. J. L] [E] [↓]
[M/A [E]]

☞ 寸法が合っているか確かめる必要のある時は、寸法線を引く。

36. 寸法

[寸法線 1 Y] [3]

[寸法線
始点 [X]] 始点 [①] [②]

[寸法線
終点 [Y]] 終点 [②] [③]

[作図位置
[X]] 寸法値を表示
したい位置 [③] [④]

続けて引きたい時は [↓] を 2 回押して始める。

37. NCデータ出力

[出力] [↓] [④]

[PRINT (1)] 1 = プリント出力
[XYプロ (2)] 2 = XYプロッタ作図 [3] [↓]
[NC (3)] 3 = NCデータ作成

1) NCデータ作成 (1) 条件設定 (2) NCテープ入力 (3) NCシート呼出 (4)

1 = NCデータ作成

2 = 加工条件設定 (1~9種類)

3 = NCテープよりNCデータ入力

4 = NCシートよりNCデータ入力

[1] [↓]

- 2)

直前のメニュー (2) の加工条件の番号選択 (1~9)

(NO. 1には三菱標準条件が設定済)
- 3)

G92の座標選択、スタート点からなら (2)

新しく設けるなら (1)
- 4)

オフセット指定有無。オフセット番号は後で聞いてくる。
- 5)

オフセット番号入力

A = ALL (1Aとすると全て1番) 前回と同じ時は のみ
- 6)

1 = NCデータを画面で見ながら編集

2 = NCデータプリントアウト

3 = NCテープ出力

4 = NCデータをNCシートに登録
- 7)

() はNCシートの一覧 (表) をプリント時使用
- 8)

NCデータのファイル名 (英、数、カナ8文字以内)
- 9) "LA" という
登録終了すると、このメニューに戻る という
ファイル名で登録 (任意)

COPYRIGHT (C) 1986MITSUBISHIELECTRIC CO.,LTD.

LA45 システム メニュー

1. CAD入力
2. 加工条件設定
3. 加工条件登録
4. マクロ配置
5. NCデータ出力
6. NCリンク
9. 終了

処理NO. =

NCファイル名 : PS1 LA

加工条件付ファイル名 : E N LAJ

材質 : ESPC ESPC

板厚 [mm] : 2.3 2.3

加工条件パラメータはそのままにしますか? [Y (0) / N (1)] =

38. システムメニューに戻る

+

制御キーを押しながら取消キーを押す。

39. 加工条件自動設定を行う。

「加工条件設定」を選ぶ。

NCファイル名

加工条件付ファイル名

材質

板厚

加工条件パラメータはそのままにしますか?

[Y (0) / N (1)]

LA45 システム メニュー

1. CAD入力
2. 加工条件設定
3. 加工条件登録
4. マクロ配置
5. NCデータ出力
6. NCリンク

9. 終了

処理NO. =

加工条件設定処理を続けますか？

[Y(0) / N(1)]

40. 加工条件付NCデータを出力する。

5番NCデータ出力を選ぶ。

1)

1 = 新しくNCデータを作成する

2 = NCテープよりNCデータを入力

3 = NCシートよりNCデータを呼出

2)

P = NCシートの一覧表をプリント

ENTER = = NCシート確認OK

3)

加工条件付NCファイル名を入力

4)

1 = NCデータをスクリーンエディタで編集

2 = NCデータをプリント

3 = NCテープ出力

4 = NCデータをNCシートに登録

5)

NCデータにシーケンスナンバーをつけてテープ出力するか

6)

NCテープの出力が終わったら、この画面に戻る。以上で一連の操作は終り。

システムメニューに戻るには と入力すること。

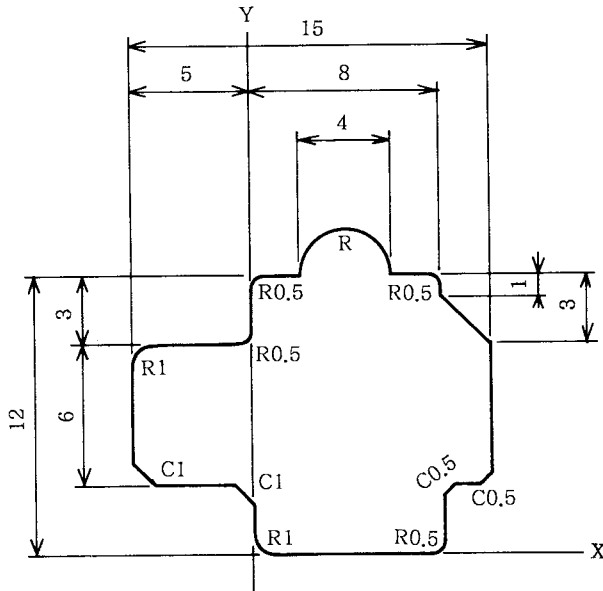
Ⓢ 画面のハードコピーは キーを押しながら キーを押すこと。

なお 2加工条件設定 3 加工条件登録 5 NCリンクのモードでは キーと

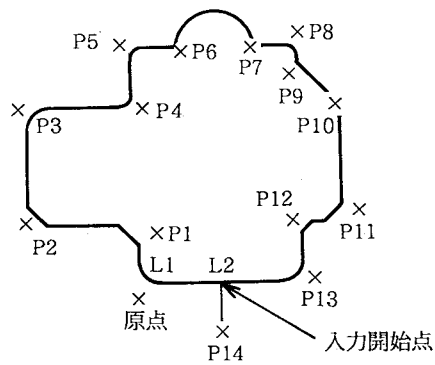
キー (キーボード左側) を押しながら キーを押すこと。

4. 練習問題（1）

下記の図面をCAD入力により作成し、レーザ加工用のNCデータを作成しなさい。



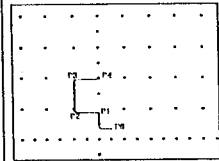
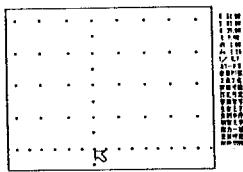
連結直線作図中に
丸め・角切り・半円を
作成していく。
(ここでは電卓機能
を使用する)



説明の為 点、線にNoをつける

図1-16

- メニュー画面にて 1
- 用紙サイズA 3
- 縮尺 1/ 01
- 原点
- OK (1) 1
- 直線
- [直線(E)]
- X...
- P0 [直線(E)] X = 4
- Y = 0
- 原点 [直線(E)] X = 0
- Y
- ピアスライン作成 X = P
- [OK (1) OK 1
- [NO (2) ならば 1
- [直線(E)] X
- Y = C
- Y = 12-6-3
- X = R
- 丸め(原点) [丸xR] R = 1
- P2 [直線(E)] X = -5
- Y =
- X = C
- 角切(P1) [角切C] C = 1
- P3 [直線(E)] X =
- Y = / 6
- X = C
- [角切(P2)] [角切C] C =
- P4 [直線(E)] X = 0
- Y =
- 丸め(P3) X = R
- [丸xR] R =



C で電卓機能に入る

電卓機能中でも

丸め作成 R

角切作成 C が行える

前R偏、C偏と同じ時は

で作成できる

(スラッシュ)は増分値入力の意味

バッククリア

X, Y の時 B を入力

すると、一番新しい線・円弧

が順次消去される

電卓機能中でも使用できる

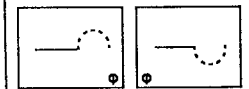
- P5 [直線(E)] X =
- Y = / 3
- X = R
- 丸め(P4) [丸xR] R = 05
- P6 [直線(E)] X = 8-4/2
- Y =
- X = R
- 丸め(P5) [丸メR] R =
- 半円作成 [直線(E)] X = D
- P7 [円弧終点] X = / 4
- Y =
- [OK (1) OK 1
- [NO (2) ならば 1
- P8 [直線(E)] X = 8
- Y =
- X =
- Y = / -1
- P9 丸め(P8) [丸xR] X = R
- R =
- P10 [直線(E)] X = 15-5
- Y = 12-3
- P11 X =
- Y = 12-6-3
- P12 X = 8
- Y =
- X = C
- C = 05
- P13 X =
- Y = 0
- X = C
- 角切(P11) C =
- 角切(P12) C =
- P0 X = 4
- Y =
- X = R
- [丸xR] R =
- 電卓機能解除 X E
- 連続作図解除 X E

注) 電卓機能には、*、/ の優先はない

すべて左から順に計算する

(8-4/2*2)

この時作成できる半円は



2通りある

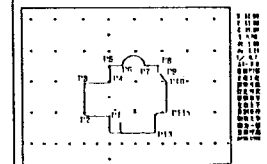
のぞみ図形が点線で表示

されたら[OK (1) 1

点線が実線に変わる

[NO (2) と選択するなら

2)又は を入力する



電卓機能を抜ける時

E と入力する

5. 練習問題 (2)

下記の図面をCAD入力により作成し、レーザ加工用のNCデータを作成しなさい。

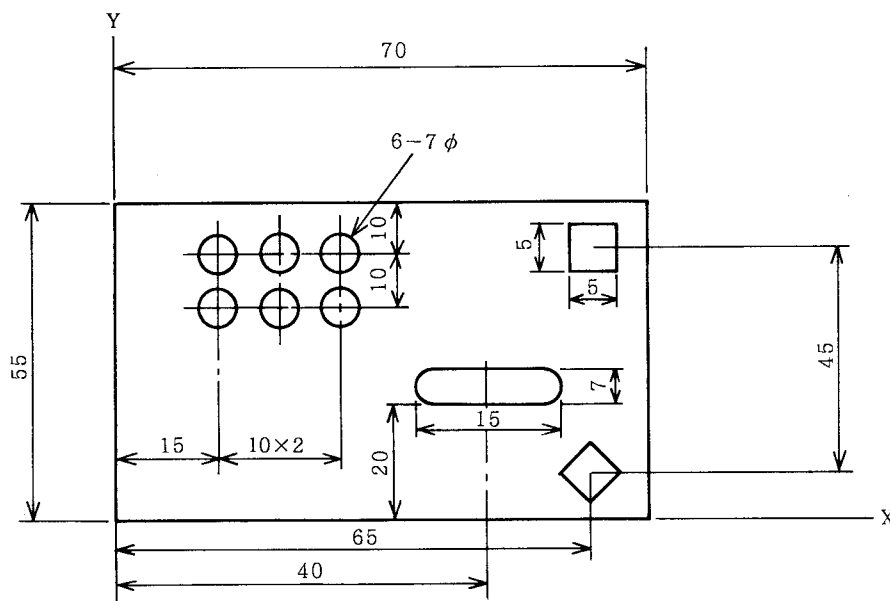
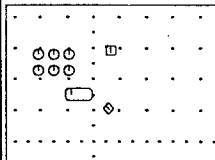
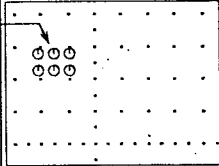
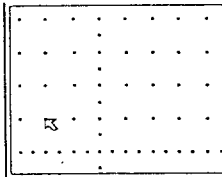


図1-17

解答

- 川紙サイズ 3
- 縮尺 0.4
- 原点
- OK (1) 1
- 呼出
- [パターン呼出] X 15
- [原点] Y 35
- [標準図面パターン] P 4
- [サブパターンNo.] 10
- [格子式穴 丸穴直径] 7
- [X個数] 3
- [Xピッチ] 10
- [Y個数] 2
- [Yピッチ] 10
- [回転角] 0
- [パターン呼出] X 40
- [原点] Y 05
- [サブパターンNo.] 5
- [長穴 横寸法A] 15
- [縦寸法B] 7
- [回転角] 0
- [パターン呼出] X 65
- [原点] Y 50
- [サブパターンNo.] 6
- [角穴 横寸法A] 5
- [縦寸法B] 5
- [コーナR] 0
- [回転角] 0
- [パターン呼出] 65
- [原点] 5
- [サブパターンNo.] 6
- [角穴 横寸法A] 5
- [縦寸法B] 5
- [コーナR] 0
- [回転角] 45

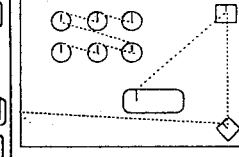
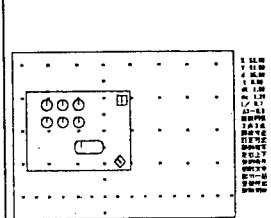


1 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
11 21 31 41 51 61 71 81 91 101
12 22 32 42 52 62 72 82 92 102
13 23 33 43 53 63 73 83 93 103
14 24 34 44 54 64 74 84 94 104
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
16 26 36 46 56 66 76 86 96 106
17 27 37 47 57 67 77 87 97 107
18 28 38 48 58 68 78 88 98 108
19 29 39 49 59 69 79 89 99 109
20 30 40 50 60 70 80 90 100

1 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
11 21 31 41 51 61 71 81 91 101
12 22 32 42 52 62 72 82 92 102
13 23 33 43 53 63 73 83 93 103
14 24 34 44 54 64 74 84 94 104
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
16 26 36 46 56 66 76 86 96 106
17 27 37 47 57 67 77 87 97 107
18 28 38 48 58 68 78 88 98 108
19 29 39 49 59 69 79 89 99 109
20 30 40 50 60 70 80 90 100

1 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
11 21 31 41 51 61 71 81 91 101
12 22 32 42 52 62 72 82 92 102
13 23 33 43 53 63 73 83 93 103
14 24 34 44 54 64 74 84 94 104
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
16 26 36 46 56 66 76 86 96 106
17 27 37 47 57 67 77 87 97 107
18 28 38 48 58 68 78 88 98 108
19 29 39 49 59 69 79 89 99 109
20 30 40 50 60 70 80 90 100

- 直線
- X. . [直線(S)]
- X 0
- Y 10
- [直線(T)] X
- Y 55
- X P
- [OK(1)NO(2)] OK なら 1
- X 70
- Y
- X
- Y 0
- X 0
- Y
- X
- Y 10
- X E
- 一筆
- [一筆書] P.J.L M.I.A
- [一筆書] P.J.L M.I.A



1 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
11 21 31 41 51 61 71 81 91 101
12 22 32 42 52 62 72 82 92 102
13 23 33 43 53 63 73 83 93 103
14 24 34 44 54 64 74 84 94 104
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
16 26 36 46 56 66 76 86 96 106
17 27 37 47 57 67 77 87 97 107
18 28 38 48 58 68 78 88 98 108
19 29 39 49 59 69 79 89 99 109
20 30 40 50 60 70 80 90 100

6. 練習問題 (3)

下記の図面をCAD入力により作成し、レーザ加工用のNCデータを作成しなさい。

また、ハードコピーも取る。(制御キーを押しながら[P]を押す)

作図モードにて作成できない図形を作業モードにて作成する。

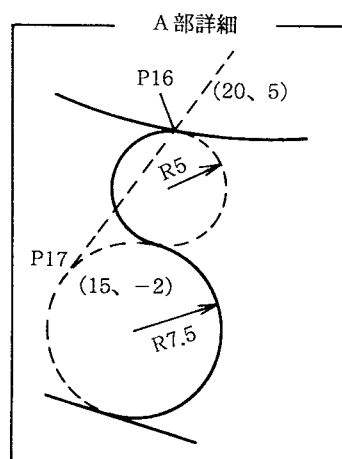
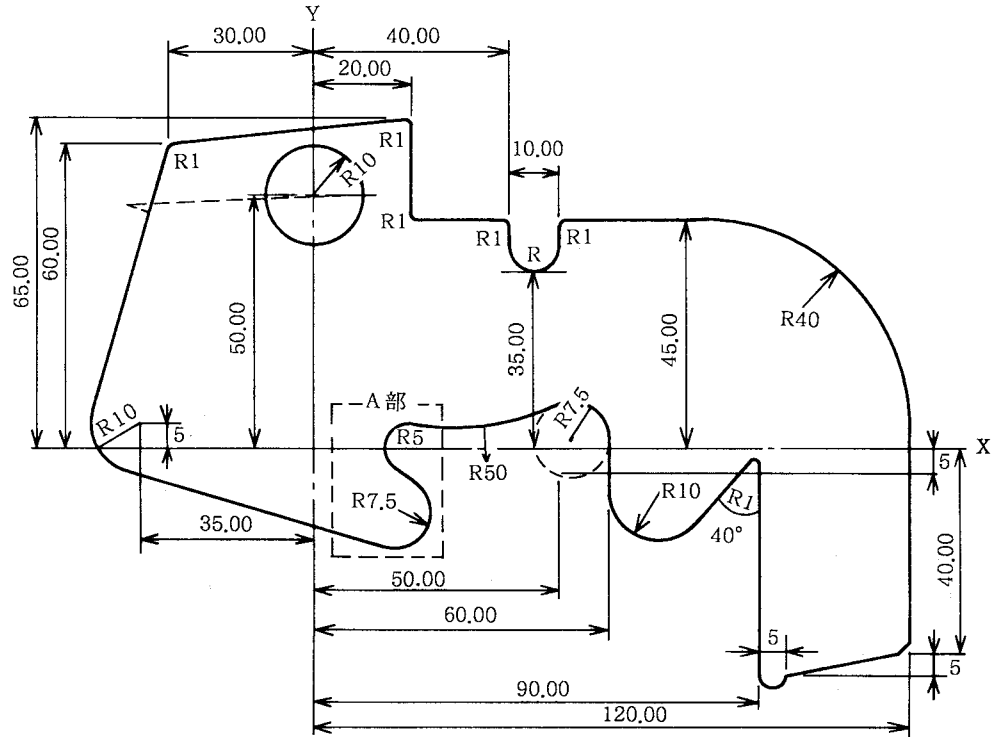


図1-18

実技課題（2）CO₂レーザー加工機の操作

ここでは次のことを習得する。

1. レーザ加工機の取り扱い
2. レーザ加工機の構成および調整
3. 安全上の注意事項

1. レーザ加工機の取り扱い

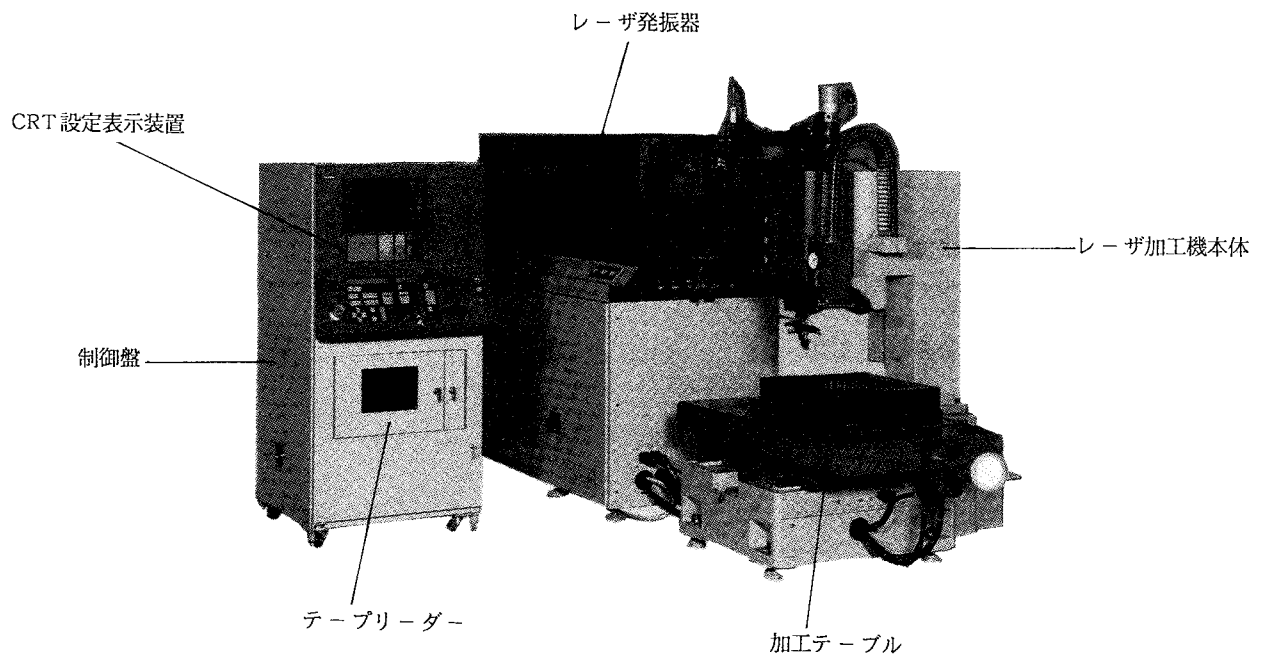


図2-1 レーザ加工機

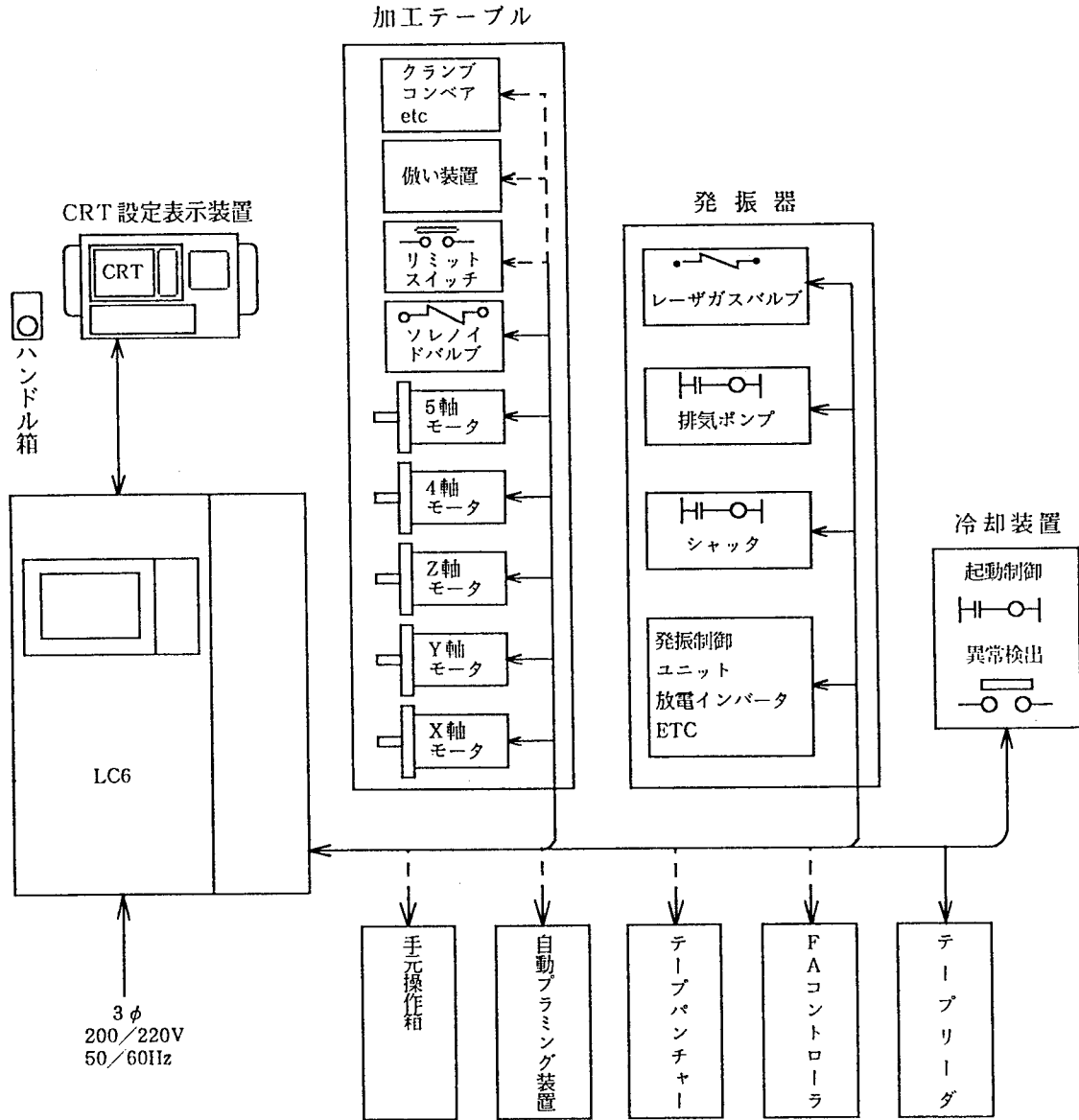
ここでは、レーザー加工機のシステム機構、安全上の留意点、レーザー加工運転をする為の各種準備操作を習得することとする。

- (1) システム構成と各部の名称、機能
- (2) 電源投入方法
- (3) 機械原点復帰
- (4) 発振器準備キーの投入
- (5) 加工ガス圧の調整
- (6) ノズルの心出し
- (7) レーザビームの焦点出し
- (8) レーザ出力設定方法
- (9) 自動運転の準備

(1) システム構成と各部の名称、機能

① システム構成

レーザ加工機は、レーザ発振器、冷却装置、加工テーブルおよび、制御盤より構成される。
 制御盤よりレーザ加工機の他のユニットへ制御信号が出力される。
 システム構成は下図のようになっている。



(注) 破線部はオプションを示す。

図2-2 システム構成

② ハンドル箱構成図

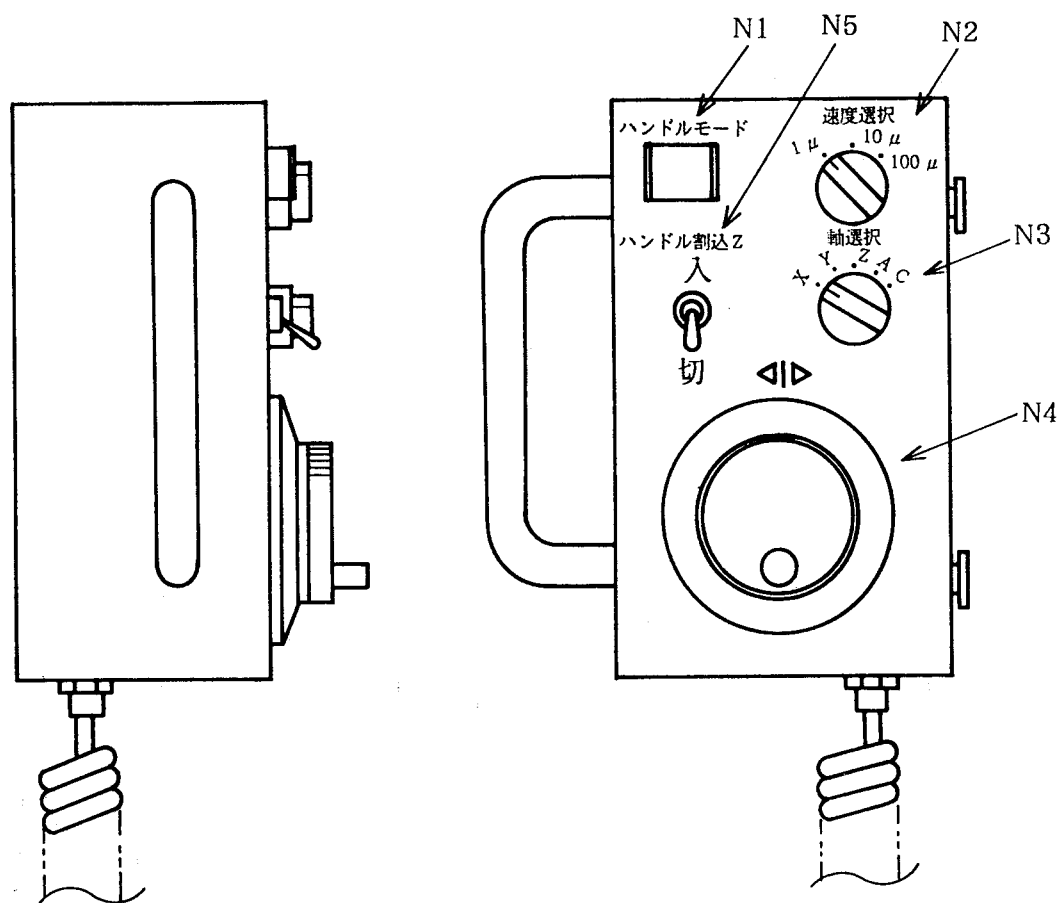


図2-3 ハンドル箱構成図

- N1 : ハンドルでテーブルを移動させるときに使用する。ハンドルモードを切る場合には他のモード（早送り、原点復帰、ジョグ、インクリメンタル、MDI、メモリ、テープ）を選択する。
- N2 : 1パルス当りの移動量を変更する時に使用する。
- N3 : 移動軸を変更するときに使用する。
- N4 : 1目盛り当り、1 μ 設定→0.001mm、10 μ 設定→0.01mm、100 μ 設定→0.1mm、移動する。
- N5 : 自動運転中にZ軸の位置を変更するときに使用する。（メモリ、MDI、テープ運転中のみ使用可、微い制御時を除く。）

③ CRT設定表示装置前面パネル構成図

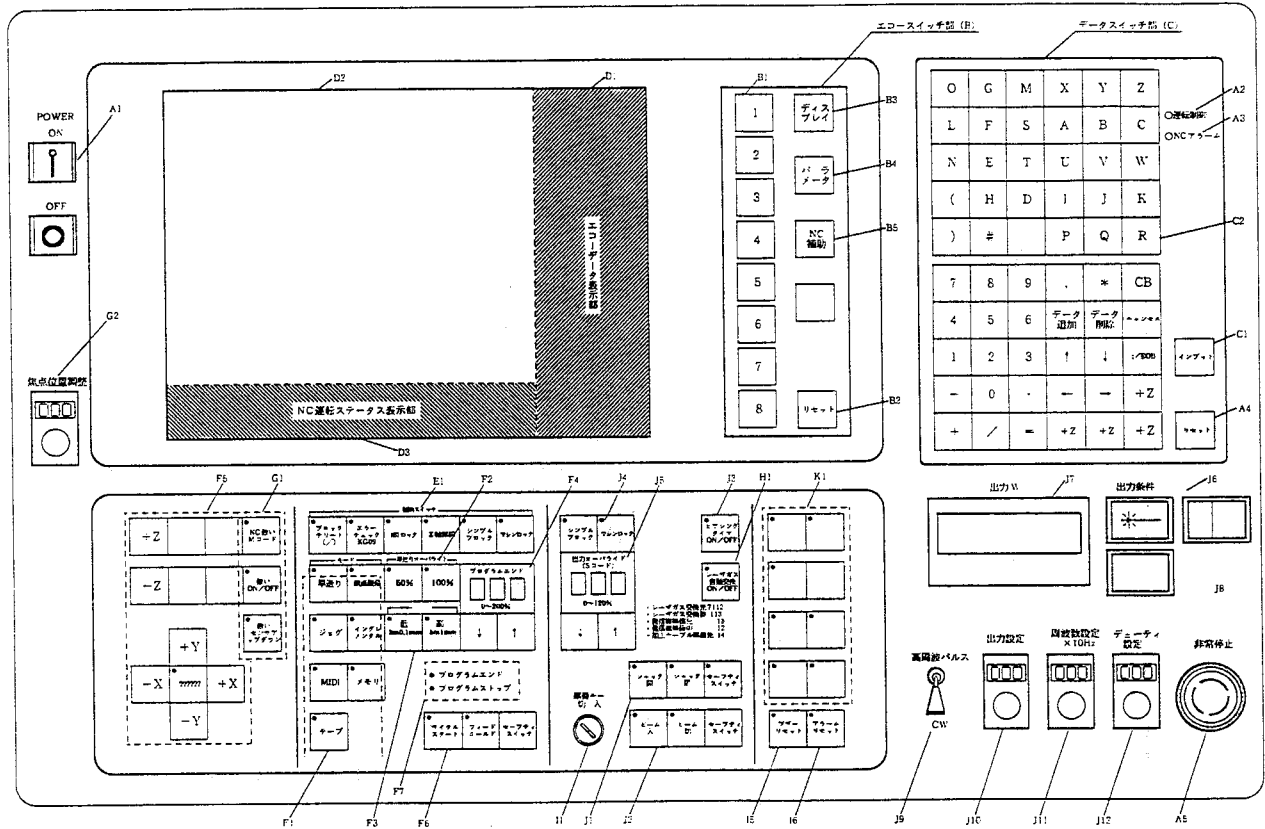


図2-4 CRT 設定表示装置前面パネル構成図

- A 1 : 制御装置及び加工機の電源ON/OFF
A 2 : NCの運転中を表示
A 3 : NCの運転中に支障を生じた場合の警報表示
A 4 : NCをリセットするためのスイッチ
A 5 : 加工機および発振器の動作停止に使用
B 1 : メニューを1~8の番号に対応して選択
B 2 : 上下8個づつのメニュー選択に使用
B 3 : 画面選択のメニュー表示に使用
B 4 : プログラム関係のパラメータメニュー表示に使用
B 5 : 補助機能に対するメニュー表示に使用
C 1 : データの入力時に使用
C 2 : 編集およびデータ入力に使用
D 1 : 各種機能のメニューを表示
D 2 : 現在位置表示、プログラム編集等に使用
D 3 : 現在動作中のステータスを表示
E 1 : 自動運転におけるステータスの選択
F 1 : 加工テーブル運転モードの選択
F 2 : 早送りに対するオーバーライド (GOO含む)
F 3 : ジョグおよびインクremental送りの速度または距離を選択
F 4 : ジョグおよびF指令速度を10%単位で倍率修正できる。
F 5 : 手動にてテーブルを移動させる時使用
全軸原点復帰はZ軸→X・Y軸の順
F 6 : サイクルスタート + セーフティスイッチで自動運転の起動、
フィードホールドで自動運転休止
F 7 : 自動運転による停止および終了を表示
G 1 : 俊いおよびセンサのUP/DOWN制御にて使用
G 2 : 俊い制御にてギャップ量を調整する時使用
H 1 : レーザガス交換を自動で行う。(準備切)
H 2 : 発振器内のガス圧確認表示
H 3 : ガス交換が必要な場合の警告表示
I 1 : レーザ加工を行なうために装置を起動する。(発振器の予備放電、各インターロックのチェック等)
I 2 : 準備キー入から放電OKまで点滅
準備から冷却装置が停止するまで点滅
I 3 : ビーム入/切可能状態で点灯する。
I 4 : 加工ガス圧OK + トビラ閉 + アラームなしで点灯する。
J 1 : 光路系へ ジャック開 + セーフティスイッチによりCO₂レーザを通し、ジャック閉により、He-Neレーザを通す。
J 2 : ビーム入 + セーフティスイッチで放電入、 ビーム切で放電切。
J 3 : ビーム入によりタイム時間だけビームがでる。
J 4 : SコードとTBコードの有効/無配選択
S1234→1234W
T50→50%
B123→1230HZ
J 5 : Sコードを1%単位で倍率修正できる。
J 6 : CW/パルス選択表示、 放電入表示
J 7 : 1 2 3 4 で1234Wを表示
J 8 : 加工条件選択表示 STBコード
 1 第1条件選択 2 第2条件選択
 3 第3条件選択
J 9 : CWモード選択時に周波数とデューティボリューム無効
J 10 : 1 2 3 →最大設定2kwで246W
J 11 : 0 1 2 →周波数120HZ
J 12 : 1 2 3 →デューティ 12.3%
K 1 : 追加機能用補助スイッチ

④ 加工機本体

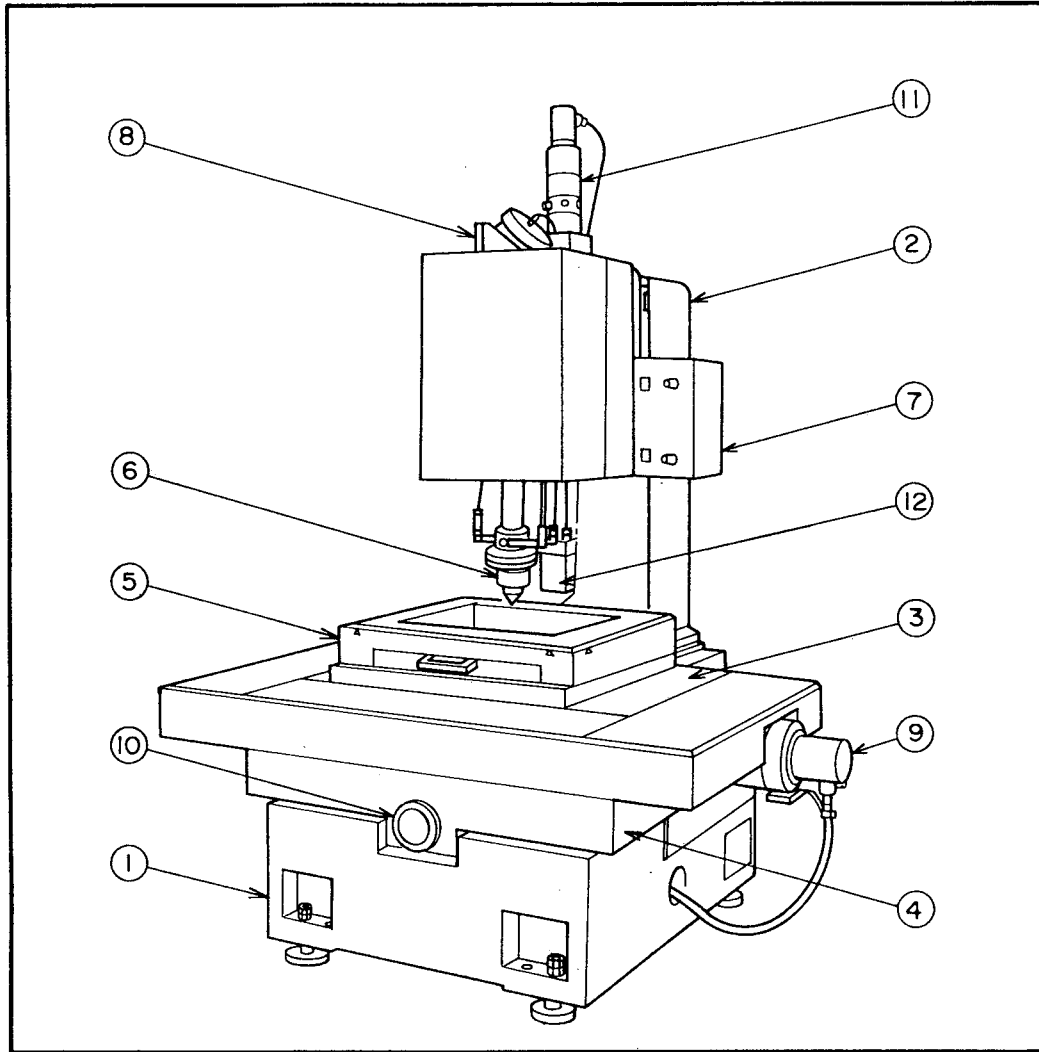


図2-5 加工機本体

品番	名称	機能
1	ベッド	テーブル、サドル、コラムを搭載する部分
2	コラム	Z軸駆動部、加工ヘッドを支持する部分
3	テーブル	ワーク取付台を搭載する部分
4	サドル	テーブル、ワーク取付台を搭載する部分
5	ワーク取付台	ワークを基準位置に支持する部分
6	加工ヘッド	伝送されたレーザービームを集光するための集光レンズを保持する部分
7	圧力調整ボックス	加工ガス圧の調整装置を内蔵する部分
8	ベンドミラーホルダー	発振器より出されたレーザービームを加工ヘッドまで伝送するために直角方向に全反射させるミラーを保持する部分（ミラー角度調整機構内蔵）
9	X軸駆動部	テーブル、ワーク取付台をNC指令値に従って左右方向（X軸）へ移動させる部分
10	Y軸駆動部	サドルをNC指令値に従って前後方向（Y軸）へ移動させる部分
11	Z軸駆動部	加工ヘッドを上下方向（Z軸）に移動させる部分
12	上下倣い装置（特別付属品）	ワークと加工ヘッドノズル間の距離（ノズル高さ）を常に一定に保つための位置検出装置（接触方式倣いセンサ差動トランス方式）

(2) 電源投入方法

- ① レーザ加工機配電盤用電源を“入”れる。
- ② レーザ加工機電源盤ブレーカを“ON”にする。
- ③ NC電源ブレーカを“ON”にする。(図2-6)
- ④ コントロールボックスPOWERを“ON”にする。(図2-7)
- ⑤ 約5秒後に「運転準備」ランプが点灯し、制御装置が運転可能状態になりCRT画面に「現在位置表示第1画面」が表示される。(図2-8参照)

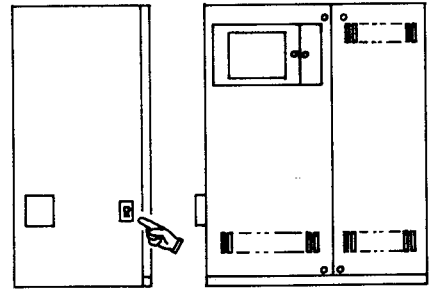


図2-6 NC電源ブレーカ

(3) 機械原点復帰

制御装置の電源投入時及び非常停止を使用した場合には必ず機械原点復帰を行う必要がある。

機械原点復帰とは、NC装置に対し機械の原点を知らせ機械の基準座標系を設定することである。

原点復帰方向

加工テーブルにより原点復帰方向が異なるので、取扱説明書等で原点復帰方向を確認しておくこと。

a. 原点復帰方法 (I) 各軸方法

- ① 加工テーブルが原点位置近くにある場合には、ジョグ又はハンドルで原点方向と逆方向に約50mm程度移動させる。(図2-3、2-4参照)
- ② コントロールボックス内「原点復帰」キーを選択する。(図2-9参照)
- ③ 位置表示第1画面を選択する。
- ④ オプションZ軸NC制御が付加されている場合には「+Z」キーを押す。(最初にZ軸原点復帰を行うこと)

注1. 自動的に減速(クリーブ速度)に入った時には、キーを離しても原点復帰を行い完了となる。

- ⑤ X軸の原点復帰方向キーを押して原点復帰を行う。
- ⑥ Y軸の原点復帰方向キーを押して原点復帰を行う。

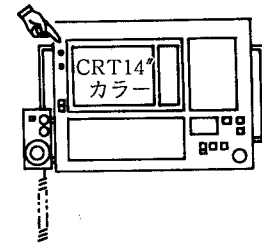


図2-7 コントロールボックスPOWER

L	N	B
X	345.678	S
Y	360.000	T
	0.000	M
		MC
		FC 0.00

図2-8 現在位置表示第1画面

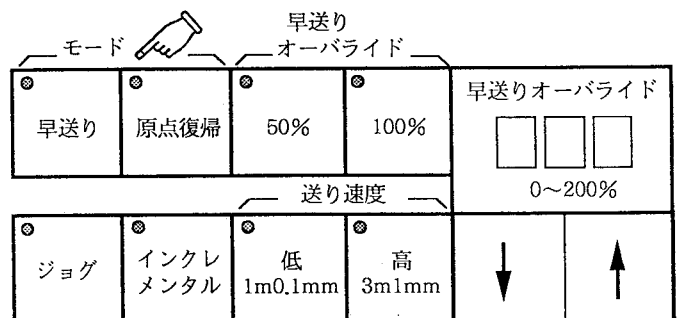


図2-9 原点復帰キー

b. 原点復帰 (II) 全軸方法

- ① 加工テーブルが原点位置近くにある場合には、ジョグ又はハンドルで原点方向と逆方向に約50mm程度移動させる。
- ② コントロールボックス内 **原点復帰** キーを選択する。
- ③ コントロールボックス内 **全軸原点復帰** キーをクリーブ速度になるまで押し続けると、下記の順番に原点復帰を行う。

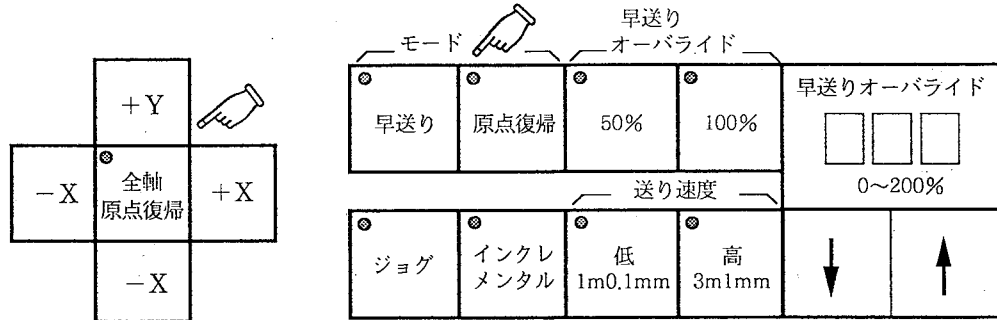


図2-10 原点復帰キー

- i) Z軸原点復帰
- ii) X軸、Y軸とも同時に原点復帰を行う。

注1. クリーブ速度になった所でキーから手を離しても原点復帰を行い完了となる。

原点復帰完了確認方法

原点復帰が完了した軸に対して、位置表示第1画面及び第2画面に#1が表示される。

c. 原点復帰 (III) 自動運転による方法

MDI 運転により、全軸原点復帰を行うことができる。

- ① コントロールボックス電源投入後、MDI 画面を選択後下記のプログラムを入力する。

G28 Z ; (Z軸NC制御がある場合のみ入力)
 G28 X Y ; Y軸入力に後に原点復帰方向がマイナス (-) の場合のみマイナス (-) 符合を入力

M30 ;

- ② **インプット** キーを押し設定完了表示を確認する。
- ③ MDI 運転モードを選択する。
- ④ **サイクルスタート** + **セーフティスイッチ** を押すことにより自動運転による全軸原点復帰が行える。

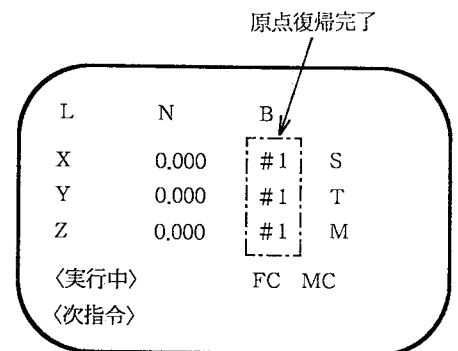


図2-11 位置表示第1画面

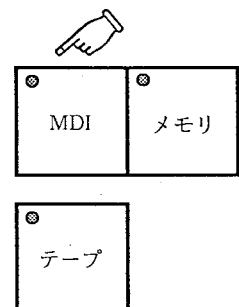


図2-12

(4) 発振器準備キーの投入

下記操作後準備キーを入にすることにより、発振器の準備が行える。

- ① 各種冷却水バルブ、及び各種ガス（加工用）のバルブを開ける。
- ② キーボードスイッチ内 **準備キースイッチ** を入にする。
- ③ 加工テーブル準備完表示LEDが点灯する。
- ④ チラー起動・冷却水循環ポンプ回転・軸流ファン回転などの準備が行なわれている間、発振器準備中表示LEDが点滅する。
- ⑤ 発振器の準備が完了した時点で、発振器準備中LEDが消灯し、発振器準備完表示LEDが点灯する。

以上の操作によりレーザー発振器の準備が完了し、いつでもレーザービームが出力できる状態になる。

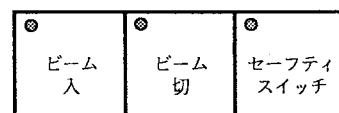
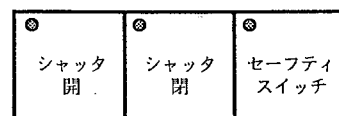
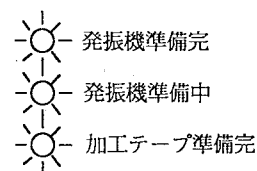


図2-13 発振器準備キー

(5) 加工ガス圧の調整

加工に必要な加工ガス圧を調整する必要がある場合に行う。

(A) 部：手動操作で加工ガスを出したい場合に使用する。

入側：加工ガスが出力される。

切側：加工ガスが止まる。

(B) 部：加工ガス圧を調整時に使用する。

加工プログラム中で指令されるMコードに対応して調整用ツマミがある。

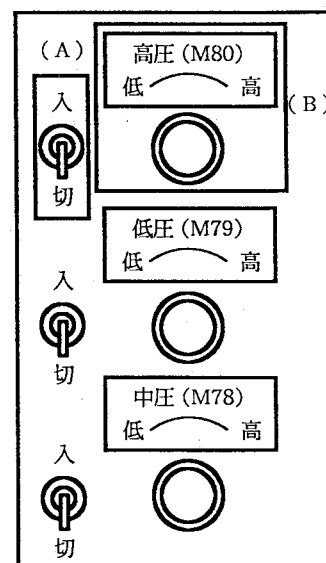
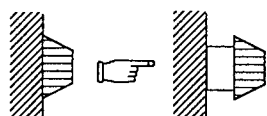


図2-14 加工ガス圧調整部

※ 調整時はツマミを手前に引き低又は高圧側へ回し、加工ヘッドに取付けてある圧力計を見ながら調整する。

(6) ノズルの心出し

- ① 3mm程度の亚克力板をセットする。
- ② ノズルワーク間距離を1mmにセットする。
 - ・ハンドル操作箱の「ハンドルモード」をONにし、「軸選

扱つまみ」をZに合わせ、ハンドルを回して調整する。

(移動速度は、速度選択つまみで選択する。)

- ③ レーザ出力をCW100W程度に設定する。(シャッタが閉じていることを確認する。)

i) コントロールボックス右下の「パルス選択」をCWにする。

ii) セーフティスイッチ + ビーム入 を押す。→LEDが点灯

iii) 出力設定ダイヤルを回しながら、デジタル出力計が100W程度になるように調整する。

iv) ビーム切 を押す。→LEDが点灯

- ④ ピアッシングタイマを0.5秒に設定する。

- ⑤ 「ピアッシングタイマ」のボタンを押す。

ピアッシングタイマ有効/無効 を押す。→LEDが点灯

- ⑥ アシストガスの確認

Ar、N₂、乾燥エアのいずれかを選択する。

- ⑦ 低圧ガスを選択する。(現在位置画面に M 7 9 と打ち込む。又は、ガス圧が0.5 kg/cm²以下でない場合には以下の操作を行う。)

・現在位置画面で「M 7 9」と インプットし、高圧ガスの圧力調整つまみを回してガス圧を調整する。

・調整後「M 8 1」を インプットしてガスを止める。

- ⑧ シャッタを開く。(同時に低圧ガスがONする。)

セーフティスイッチ + シャッタ開 を押す。→LEDが点灯

- ⑨ ビームを出す。

セーフティスイッチ + ビーム入 を押す。→LEDが点灯

(ピアッシングタイマが付いていない場合は、セーフティスイッチ + ビーム入 を押し、約0.5秒後に

ビーム切 を押してビームを切る。)

- ⑩ ノズルの調整を行う。

アクリル板上に生じたバンパターン状態を見て、ノズル調整つまみにてノズル調整を行う。

- ⑪ 以下⑨と⑩をくり返してノズルの心出しをする。

- ⑫ ノズルの心出しが終わったら、シャッタを閉じる。

シャッタ閉 を押す。

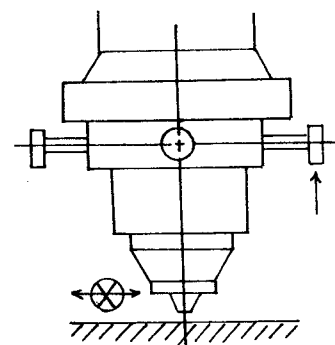


図2-15 加工ヘッド

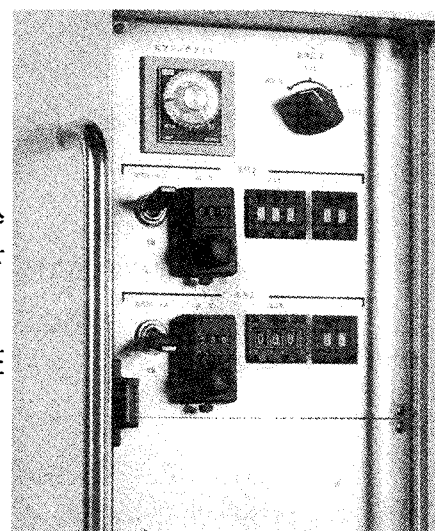


図2-16 操作盤の側面
(オプション・ボックス)

⑬ 「ピアシングタイマ無効」にする。

° ピアシングタイマ有効/無効を再度押す。→LEDが消灯

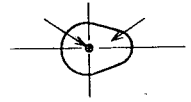
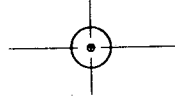
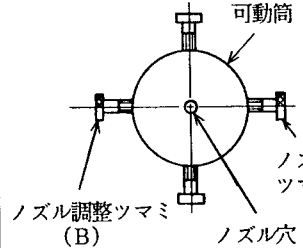
	調整が必要	調整完了
バーンパターン	<p>ビームスポット 加工ガス噴射跡</p>  <p>加工ガス噴射跡の中心がビームスポット位置と一致する様に調整します。</p>	 <p>調整完了</p>
調整要領		<p>ノズルを矢印の方向に移動させるには ツマミ (A) を締めながら ツマミ (B) を締め込んで ノズルを矢印の方向に移動させる。</p>

図2-17 ノズルの調整

(7) レーザビームの焦点出し

① 焦点出し用プログラムの作成

i) CRT画面横のボタン「5MDI」を押す。

(図2-18)

→画面内右の文字MDIが赤反転する。

ii) 下記のプログラムをインプットする。

```

G91 ; ..... 増分値指令
M66 ; ..... シャッタ開
M79 ; ..... 低圧ガスON
M86 ; ..... ビーム入
G 1 X2000. F1000 ; ... X軸の移動
Y - 5. ; ..... Y軸の移動
Y - 200. ; .....
Y - 5. ; .....
Y 200. ; .....
Y - 5. ; .....
X - 200. ; .....
M87 ; ..... ビーム切
M81 ; ..... ガスOFF
M67 ; ..... シャッタ閉
M30 ; ..... リセットアンドリワインド
    
```

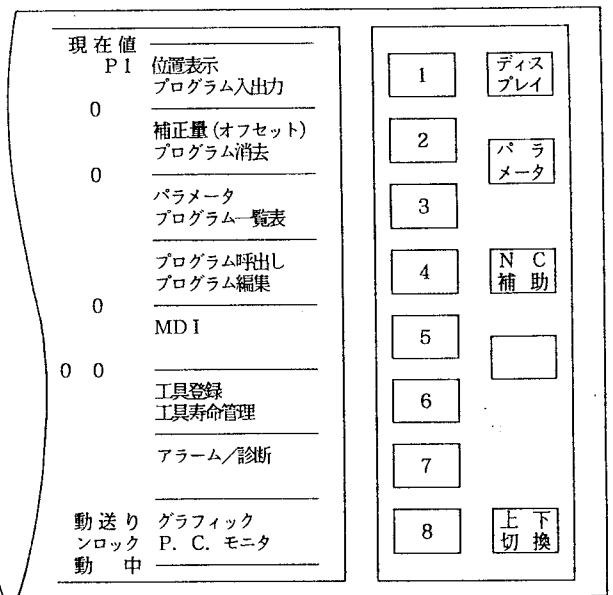
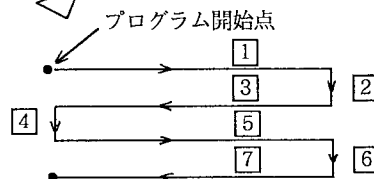


図2-18 CRT画面横側



〈プログラム形状〉

インプット

iii) 作成したプログラムを登録する。

同画面上の下部に

登録番号→1 2 3 4

書き込み→2

をインプットする。

(登録例)

モード: <1> 読出し 固定サイクル: <*>
<2> 書込み

ラベル (1 2 3 4) モード (2) 固定C ()

② ワークをセットする。

・板材…SPCまたはSUS

・板厚…3mm程度

③ ノズルワーク間の距離を1~2mm程度にする。

ハンドル操作箱の「ハンドルモード」をONにし、「軸選択つまみ」をZに合わせて、ハンドルを回して調整する。

(移動速度は、速度選択つまみで選択する。)

④ 加工ガスをArまたはN₂(乾燥空気でも可)に切り換える。

⑤ 低圧ガスを0.5kg/cm²以下に設定する。

位置画面で「M 7 9」とインプットし、低圧ガスの圧力調整つまみを回してガス圧を調整する。

調整後、「M 8 1」をインプットしてガスを止める。

⑥ 条件設定つまみを「NC設定」または「条件1」にセットする。

(加工条件プリセット機能が付いていない場合は、省略して⑦へ進む。)

⑦ レーザ出力をCW200W程度に設定する。

i) コントロールボックス右下の「パルス選択」をCWにする。

ii) セーフティスイッチ + ビーム入 を押す。→LEDが点灯

iii) 出力設定ダイヤルを回しながら、デジタル出力計が、200W程度になるように調整する。

iv) ビーム切 を押す。

⑧ Z軸を「ハンドル割込み」にする。

ハンドル操作箱の「ハンドル割込Z」を「入」にする。

⑨ ①で登録したプログラムを呼び出す。

i) 画面横の「4」プログラム呼出しを押す。

→画面内右の文字「プログラム呼出し」が赤反転する。

①で登録したプログラムを呼び出す。

ii) 「M 1 2 3 4」をインプット→「サーチ完了」を確認

M/T (M) L (1 2 3 4) N () B () モード ()

インプット

- ⑩ メモリモードを選択する。
メモリ を押す。→LEDが点灯
- ⑪ 自動運転を行う。
セーフティスイッチ + サイクルスタート を押す。→LEDが点灯

- ⑫ Z軸のハンドル操作で焦点位置を探す。
 光の輝度が最も明るくなるように、ハンドルを回してヘッドを上下させながら調整する。

(Z軸の移動速度は、速度選択ツマミで選択する。)

- ⑬ ノズルワーク間距離を1mmにセットする。(図2-19)

ノズルの止めリングをゆるめ、アダプタを回しながら、ノズルワーク間距離が1mmになるようにセットする。

- ⑭ ノズル止めリングを締め込む。

(注) 焦点出し用プログラムがすでに登録してある場合は、①を省略する。

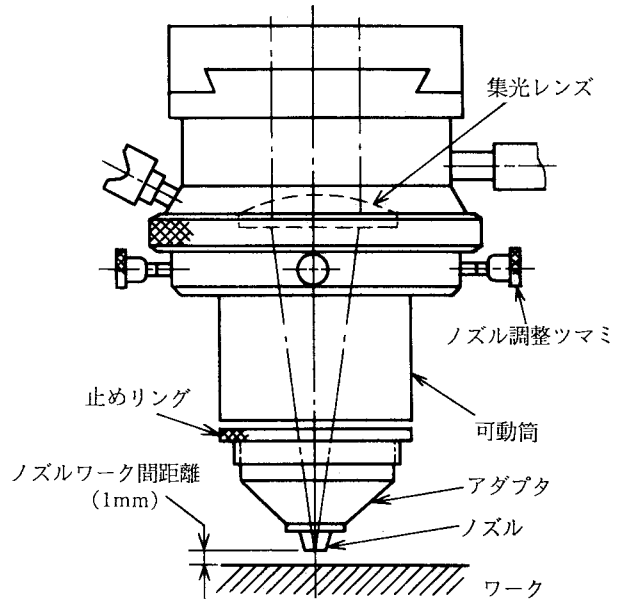


図2-19 ノズル

(8) レーザ出力設定方法

ドロスフリーの良好な切断を行うには、レーザ出力、切断速度、加工ガス圧の適切な設定が必要。

a. 出力設定

レーザ出力値を設定できる。加工プログラムより設定されたSコードを選択するとダイヤル値は無効になる。出力の設定は出力計にて確認する。

b. 周波数設定

高周波パルスが選択されているときの高周波パルス周波数をこのダイヤルで設定できる。設定範囲は、3000Hz。

(例)

1 2 3 → 1230Hz

c. デューティ設定

高周波パルスが選択されているときの高周波パルスデューティをこのダイヤルで設定する。設

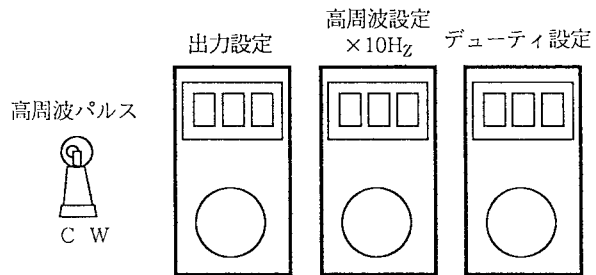


図2-20 レーザ出力設定部

定範囲は、0%から100%。

(例)

4 5 6 → 45.6%

d. パルス選択

高周波パルスで加工を行う場合に選択する。

このスイッチの優先は次の通り。

高周波パルス



CW

図2-21

表2-1

加工プログラム指令	パルス	CW	パルス	CW
スイッチ位置	パルス	パルス	CW	CW
出力指令	パルス	パルス	パルス	CW

M76 : 高周波パルス
M77 : CW
(イニシャル セット)

(9) 自動運転の準備

加工プログラムによる自動運転モードには、MDI・メモリ・テープと3種類ある。

a. MDI 運転方法

MDI 運転には次の2種類がある。

(a) 簡単な加工プログラムを直接MDI画面に入力し、自動運転を行うことができる。

- ① MDI画面を選択する。
- ② データキーを使用し加工プログラムを入力する。
- ③ 入力完了後 インプット キーを押し設定する。
- ④ 加工プログラムに合せ、加工条件を設定する。
(出力・デューティ・周波数 等)
- ⑤ ワークの確認をする。
- ⑥ MDIモードを選択する。

⑦ セーフティスイッチ + サイクルスタート キーを押すことにより、MDI運転が行える。

(b) メモリに記憶されている加工プログラムをMDIに呼び出し、自動運転を行うことができる。

- ① MDI画面を選択する。
- ② 加工を行ないたいプログラムをMDI面に呼び出す。

i) ラベル () にプログラム番号1234を設定する。(図2-23参照)

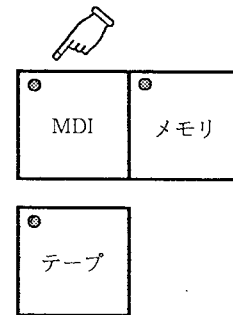


図2-22

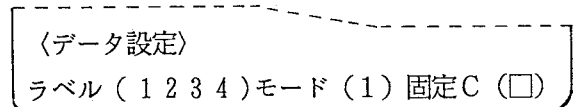


図2-23 CRT画面 (1)

- ③ 加工プログラムに合せ、加工条件を設定する。
(出力・デューティ・周波数 等)
- ④ ワークの確認をする。
- ⑤ メモリモードを選択する。
- ⑥

セーフティスイッチ

 +

サイクルスタート

 キーを押すことにより、メモリに記憶されている加工プログラムをメモリ運転が行える。

c. テープ運転方法

作成された加工プログラムでそのまま（メモリに記憶することなく）自動運転が行える。

- ① 加工プログラムテープをテープリーダにセットする。
- ② テープモードを選択する。
- ③ 加工プログラムに合せ、加工条件を設定する。
(出力・デューティ・周波数 等)
- ④ ワークの確認をする。
- ⑤

セーフティ スイッチ

 +

サイクル スタート

 キーを押すことにより、テープ運転が行える。

2. レーザ発振器の取り扱いおよび調整

ここでは、レーザ発振器の構造・光軸の調整方法など、取り扱いと調整作業方法を習得する。

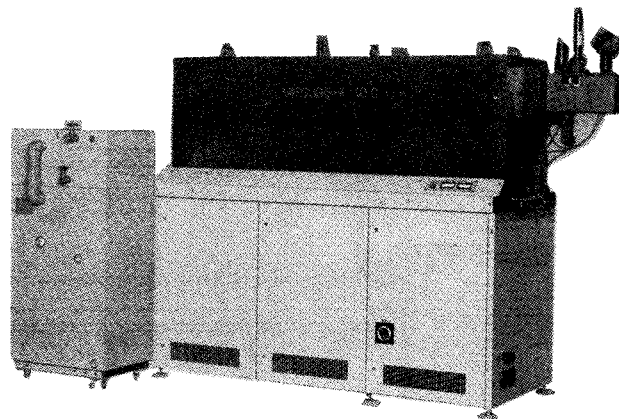
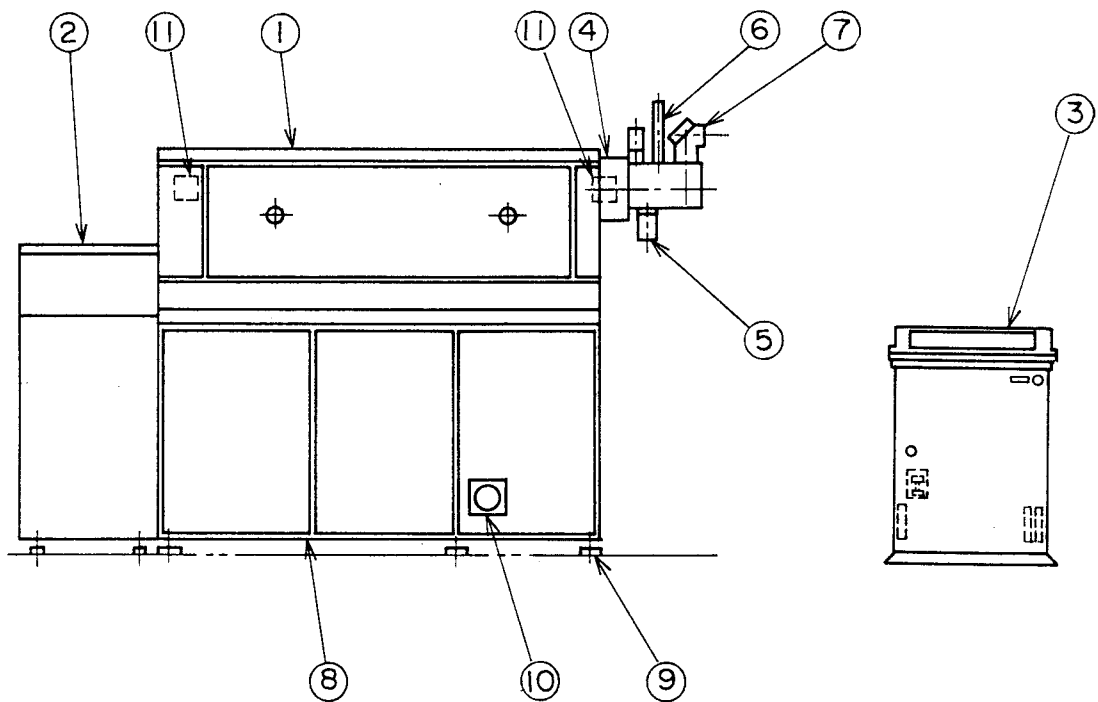


図2-28 レーザ発振器

(1) 発振器の構造および各部の名称

a. 発振器と各部名称



注) ③操作盤は、発振器単体で使用する場合

図 2-29 発振器の構成

番号	名称	概略説明
①	レーザー発振器本体	共振機、電源ユニット、真空排気装置等より構成される発振器本体
②	冷却ユニット	発振器、光学系を閉回路で水冷却するための冷却装置
③	操作盤	発振器、冷却ユニット等の制御、操作用盤
④	外部シャッタ	発振器の出口に取付け、レーザービームを遮断するシャッタ
⑤	パワーダンパー	外部シャッタでレーザービームを遮断した時、レーザービームを吸収するもの
⑥	He-Neレーザー装置	レーザービームと外部光路系の光軸調整用可視光線
⑦	ビーム取出ユニット	発振器と外部光路系を接続するユニット
⑧	電源装置	高圧高周波放電電源装置
⑨	据付部分	レベリングボルト、基礎ボルト
⑩	電源 N. F. B.	全ての電源用ノーヒューズブレーカ
⑪	ビームモード切換装置	シングルモードとマルチモードの切換をレバーにて行なう装置

b. 発振器断面構造と各部名称

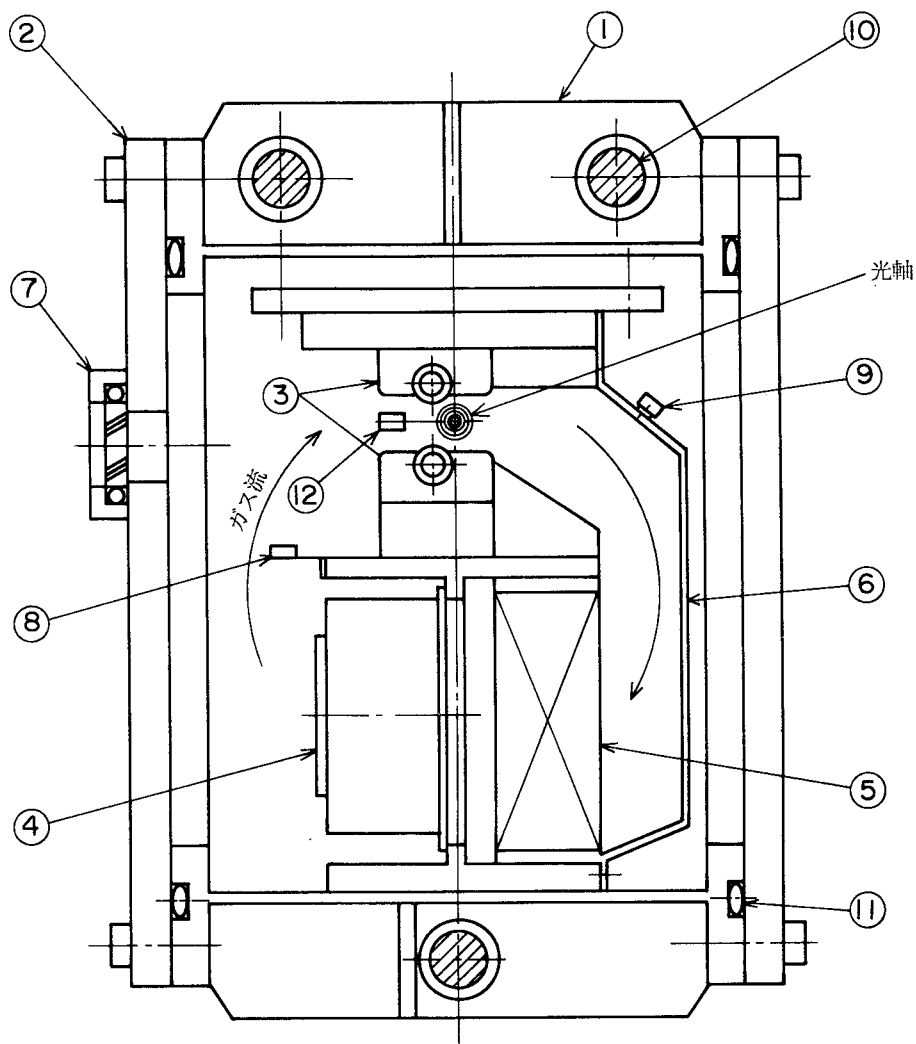
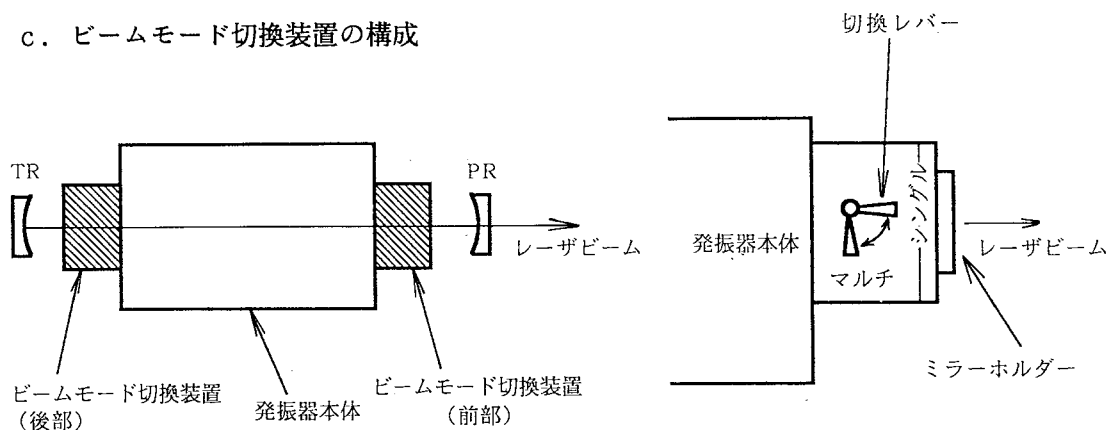


図2-30 発振器断面構造図

番号	名 称	簡 単 な 説 明
1	発振器本体	真空容器（ガス封じ切り）
2	扉	本体内メンテナンスのため両側に設ける
3	放電々極	高圧高周波無声放電励起用
4	軸流送風機	混合ガス循環圧送用、3台使用
5	熱交換器	ガス冷却用水-ガス熱交換器
6	ガスダクト	ガス流路の確保のため設けられています
7	ノゾキ窓	放電状況監視用
8	風速センサー	軸流送風機の動作確認
9	温度センサー	温度上昇インターロック
10	インバー	共振器の安定保持用
11	Oリング	真空密閉用
12	トリガープレート	放電トリガー用

c. ビームモード切換装置の構成



ビームモード切換装置は、上記の位置に取付けられており、両側共手動にて切換る。

図2-31 ビームモード切換装置

(2) 光軸調整方法

共振器ミラーは、インバーにより保持された光学基板に取り付けてあるので、安定性に対しては、十分考慮してある。しかし、外部よりの振動、地震等により、光軸が変化する可能性もあるので、下記の現象があったら共振器ミラーを調整し、光軸調整を実施することが必要である。

- *₁ 短時間にて急激にレーザー出力が低下した。
- *₂ レーザ出力が日常使用されている時より出ない。
- *₃ アクリルバーンパターンを採取するとモードが変形している。

(注) *₃ のアクリルバーンパターンは、レーザーを直接アクリルに焼き付けてそのモードを判定する方法。レーザー光は目に見えないので、3. 「安全上の注意事項」を留意の上、実施すること。また、バーンパターンを焼く時、アクリル燃焼ガスがミラーに直接触れたり、光路系に入らない様換気に十分注意する。

a. 共振器の構造

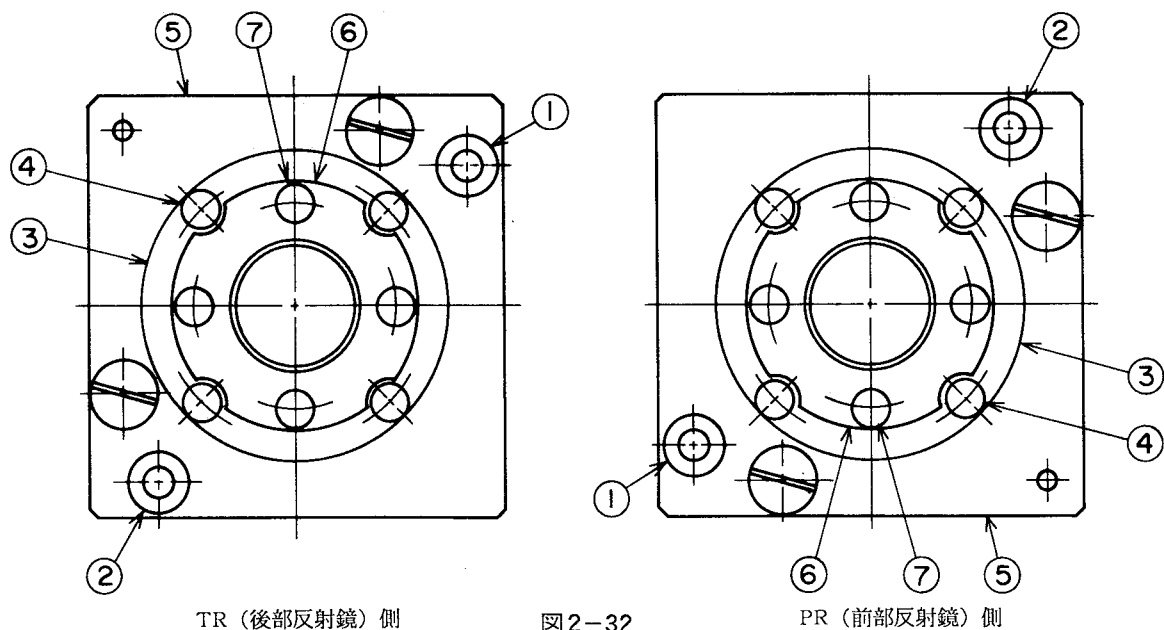


図2-32

共振器の構造は前頁に示したように、TR側（発振器後部）、PR側（発振器前部）に、それぞれ、マイクロメータを取付けた調整板が取り付けてある。

No.	名 称
①	マイクロメータ A
②	マイクロメータ B
③	ミラーホルダー
④	ミラーホルダー取付ネジ
⑤	調 整 板
⑥	ミ ラ ー 押 エ
⑦	ミラー押エ取付ネジ

調整時の注意事項

- (i) 通常TR側は固定で、PR側で調整（アライメント）を行うので、下記に示すモードの修正以外は触れないようにする。
- (ii) 調整は、80%出力程度の出力を出しながら行うので、レーザー光のパワーダンプ装置の作動状況（外部シャッター“閉”の状態）を確認すると共に、レーザー光路の遮へいなど十分な注意をはらう必要がある。また、保護メガネは必ず着用する。

b. ミラー調整方法

前記*₁、*₂、*₃で示した現象がある場合には、次の要領でミラーの調整を実施する。

- ① PR側マイクロメータA、およびBをそれぞれ調整して操作盤の出力メータが最大になるように調整する。

- ・この時TR側は触れないこと。
- ・マイクロメータAおよびBは必ず1目盛以下、ずつ送って出力を確認する。
これ以上ずつ送ると内部機器に異常が生ずる場合がある。

- ② 透明アクリル板を用意し、モードの焼付準備をする。

・準備するもの

- i) アクリル板 10mm～15mm厚み
- ii) アクリル燃焼ガスを排除するためのエア、またはN₂ガス

- ③ アクリル板に定格出力で、約3秒間レーザー光を照射し、そのモードを焼付ける。

- ・アクリルの燃焼ガスをエア又はN₂ガスで排除するときは右図による。
- ・エア又はN₂ガスの流量は、アクリル板が

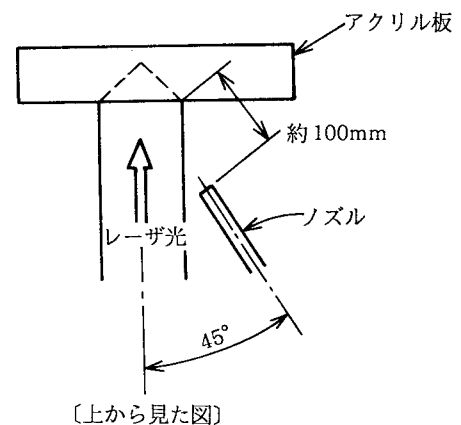


図2-33 モードの焼付

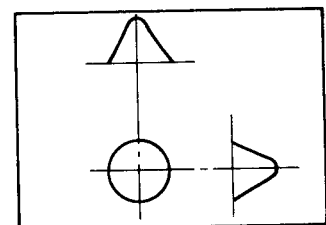


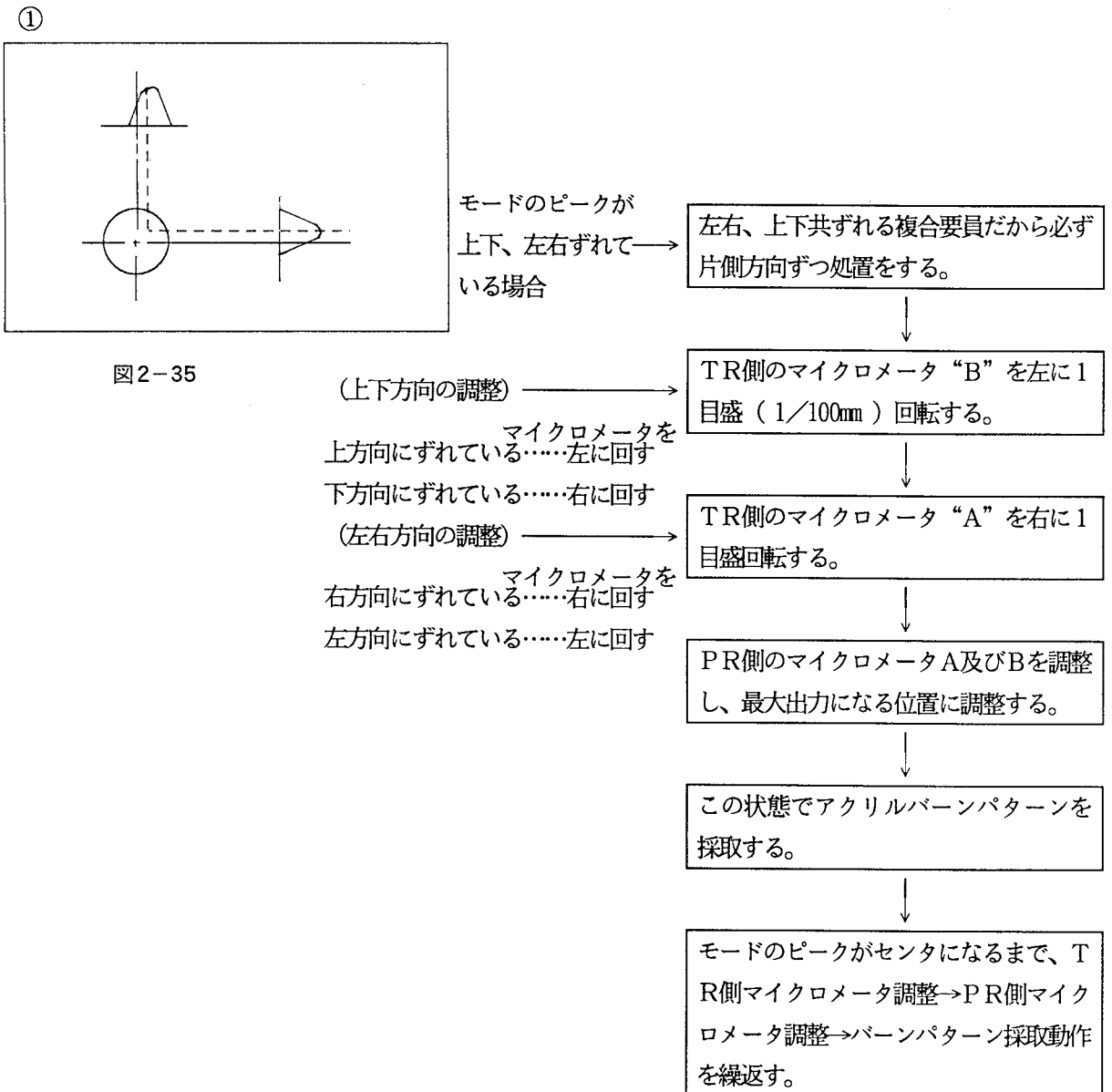
図2-34 正常時のアクリルバーンパターン

燃え上がらない程度。

・吹き付け流量が多すぎると、実際のモードと異なる場合があるので注意すること。

- ④ アクリルバーンパターンを見てモードがどの状態にあるかを確認する。
- ⑤ TR側、PR側のマイクロメータを調整し、アライメントを実施する。
 - ・TR側、PR側とも最初の設定位置を記録すること。
 - ・マイクロメータはそれぞれ最大送り量は1目盛(1/100mm)
 - ・TR側マイクロメータを調整したら必ずPR側マイクロメータも調整し、そのアライメントでの最大出力とする。
- ⑥ モードが修正できたことを確認したら調整作業は完了。

c. シングルモード時のバーンパターンと調整方法



②

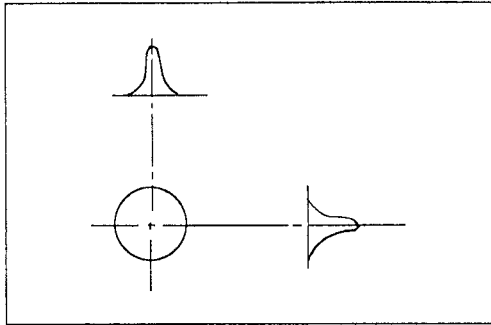


図2-36

ガウシアンモード
でなく、ビームセ
ンタのみが異常に
強い。

光軸がずれているのではなく、PRミラ
ーの汚れが原因と考えられる。

真空引き後、筐体内にN₂ ガスを760
Torr (大気圧) まで注入する。

PR側ミラーホルダー取付ネジ④を緩め
てミラーホルダーを外す。

ミラークリーニングを実施する。

ミラークリーニング後、ミラーホルダー
を装着後、再び同様のモードが出た時は
ミラーの寿命と考えられるのでミラーを
交換する。

③

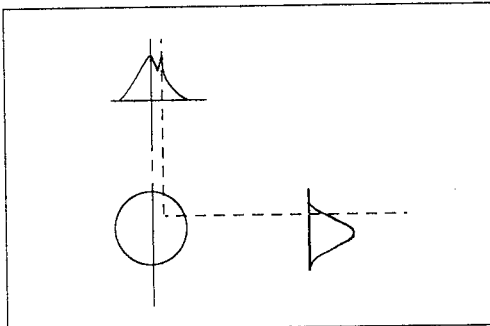


図2-37

ガウシアンモード
のセンタは中心で
あるが、1部に非
常に強いピークが
ある。

共振器ミラーの異常が原因と考えられ
る。

②項と同様に、ミラーホルダーを外して
ミラー交換を実施する。

* ②③項でミラーホルダーを外す場合には、TR側、PR側共取り外さないようにする。
両方共外すと、“正”にならないものがなくなるので、片側ずつ外して、その都度調整
(アライメント) をする。

(3) ミラーのクリーニング

a. 共振器ミラーのクリーニング

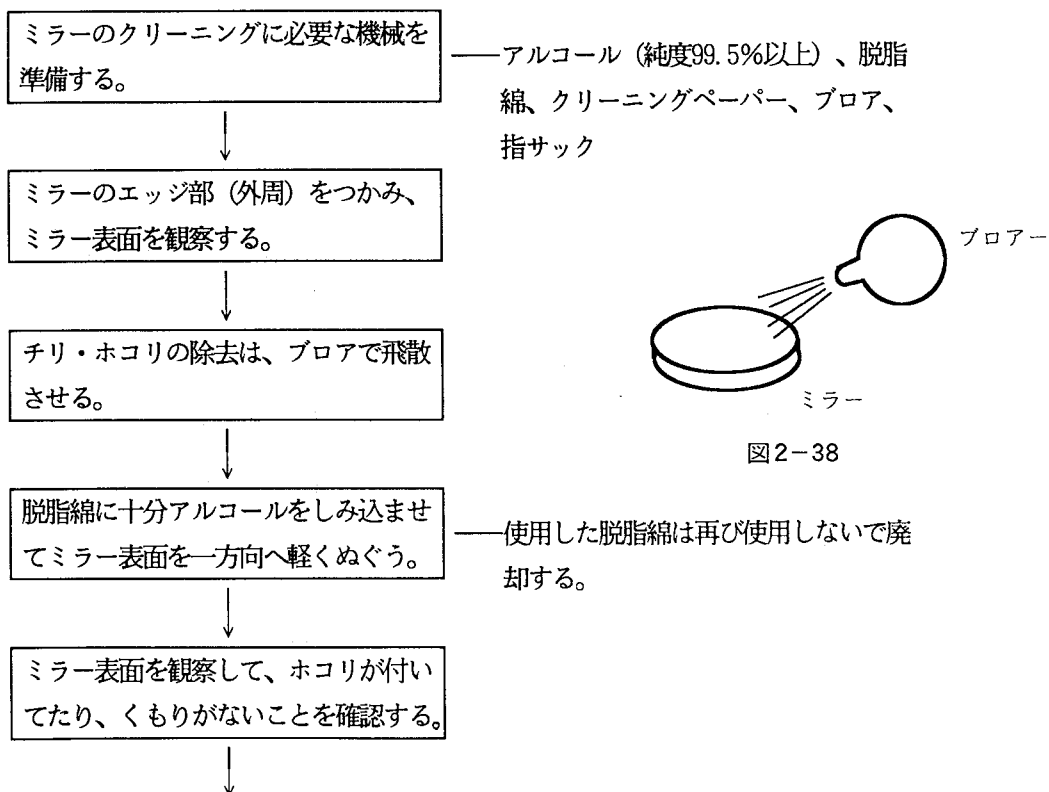
ミラーは汚れをさらう。特に高出力レーザー光を常に受けているために、汚れは徐々にミラー表面を侵食し、遂にはミラー焼損等のトラブルが発生する原因となる。ミラーは消耗品だが焼損に至るほどの汚れが蓄積される以前に定期的にクリーニングを行うことにより、寿命を延長させることができるので、以下の要領に従って定期的にクリーニングを行う。

- ① 発振器本体後部（後部の扉を開く）のマニホールド（発振器に必要な冷水、冷却水の集中ポート）の冷却水入口、出口のバルブを閉にする。
- ② 出口及び入口部分の配管接続用コネクタのナットを緩めてチューブを抜く。この時、水が若干出てくるので、小さなバケツ等で水を受ける。
- ③ 外そうとするミラーホルダーの冷却水出入口も②と同様にして水を抜く。
- ④ レーザガスを1 Torr程度まで真空引き後、置換ガス（N₂ガス）を筐体内に760 Torrまで封入し、大気圧と同じにする。

（注）760 Torr以上、特に800 Torr以上N₂ガスを入れると、共振器部のベローズに無理な力がかかるので、必ず760 Torrまでとする。

- ⑤ ミラーホルダーのボルトを外し、ミラーホルダーを取り外す。（本体側とミラーホルダーに合マークを入れておくと組付時便利）
- ⑥ ミラーホルダーを分解し、ミラーを取出す。

以下、ミラーのクリーニング要領を説明する。



クリーニングペーパーをミラー上面に乗せて、アルコールをその上から数滴たらし、ペーパーに十分浸透したら、ミラーが動かない様に外周部に手で保持し、静かにペーパーを一方方向に引く。この操作を数回繰り返す。

(注) 1. 引く速度はいつもと同じとする。
2. ペーパーの引く方向を90° かえて数回繰り返す。

ミラー表面をブローにてエアブローする。

完了

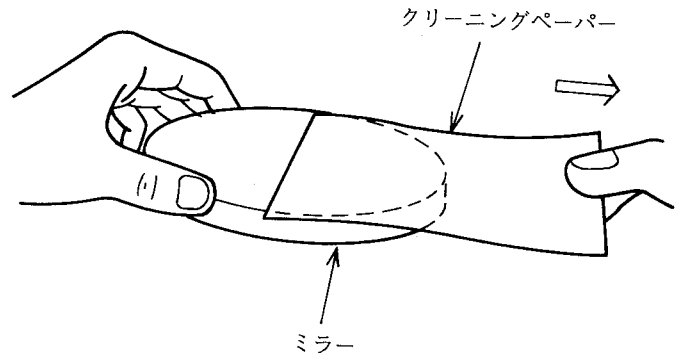


図2-39

- ⑦ クリーニングが完了したミラーの表面に、前記の方法によっても取れない汚れあるいは傷等は、すでに素子表面を侵食しているので、再使用の可否の判断は、業社まで問合せる。
- ⑧ 良品と確認したミラーは、今までの手順と逆に組込む。この時ミラーホルダーの方向とミラーの方向には注意する。

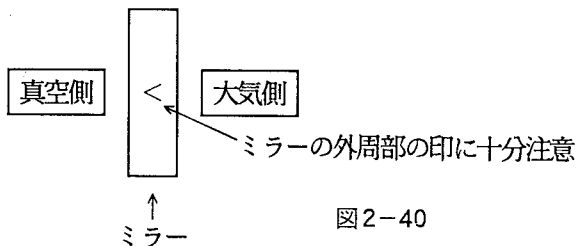


図2-40

- ⑨ ミラーホルダーの取付完了後、冷却水配管用チューブを元に戻す。
 - ⑩ 真空引き後、レーザガスを封入する。
 - ⑪ 電源を投入後、冷却ユニットのチラー単体スイッチをONにして、約10分程度冷却ユニットを運転する。(配管途中のエア抜き実施)
 - ⑫ 発振器を放電状態にして、ミラークリーニング前の定格出力の50%程度の出力の電流値で、発振状態とし、マイクロメーターでミラーアライメントを実施する。2(2)「光軸調整方法」を参照)
 - ⑬ 定格出力に於いて、⑫と同様の調整を実施し、連続波及びパルスにて確認する。
- b. 共振器ミラー以外の外部ミラー
- ① 取外し要領、清掃要領共前記共振器ミラーの要領と同じ。ただし、真空引等は必要ない。
 - ② 円偏光ミラーあるいは、バンドミラーは、クリーニング後取付ける時は、He-Neレーザ光を目安として光路系の調整をする。

ミラー取り外し値の厳守事項

- ① 共振器ミラー及びその他のミラーを取り外す時は必ず1ヶ所ずつとする。
同時に複数值のミラーを外すと、光軸の再調整が困難になる。
- ② 共振器ミラーを外す時は、必ずN₂ガスで大気圧まで戻す。
エア等で大気圧まで戻すと、発振器内部が結露し、復旧までに多大の時間を要す。
- ③ ミラーのクリーニングは必ず恒温室等の様な、ほこりが少なく湿度が低い場所で行う。

(4) He-NeレーザとCO₂レーザの同調

共振器ミラーを外して交換およびクリーニング等を実施すると、それ以前と光軸と若干異なる場合がある。その場合、下記の要領にて、He-Neレーザを調整してCO₂レーザと同調させる。

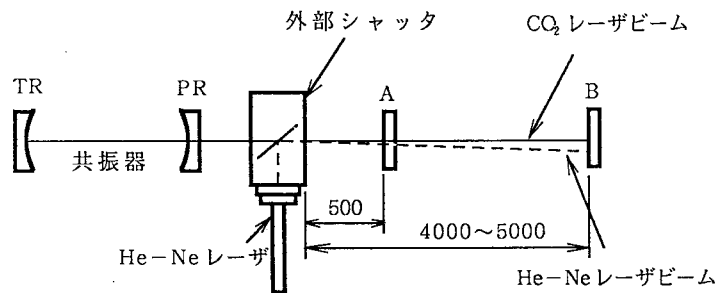


図2-41

- ① 上図のように、外部シャッタから500mm程度の位置Aにアクリル板(100mm×100mm×10' mm位)を設置する。設置する時は、アクリル板を取り外しても元の位置に復元できる様にアクリル板には位置決めが必要。
- ② 外部シャッタを開とし、A位置のアクリル板にCW400Wで約3秒間モードを焼付ける。
- ③ A位置のアクリル板を取り外す。
- ④ 外部シャッタから4000~5000mmの位置Bにアクリル板(200mm×200mm×5' mm位)を設置する。
- ⑤ 外部シャッタを開とし、B位置のアクリル板に②項と同じ条件の出力で、約3秒間モードを焼付ける。
- ⑥ 外部シャッタを閉にして、He-NeレーザをONにする。この時、AとB位置のバーンパターンの中央部にHe-Neレーザのビームポイントがある時は、調整は不要だが、ずれている時は次のように調整する。

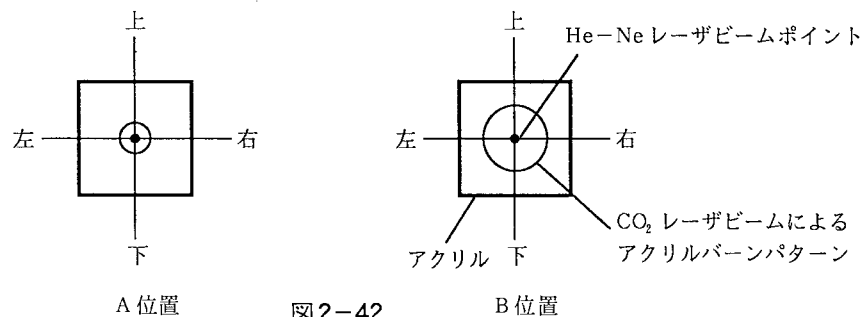


図2-42

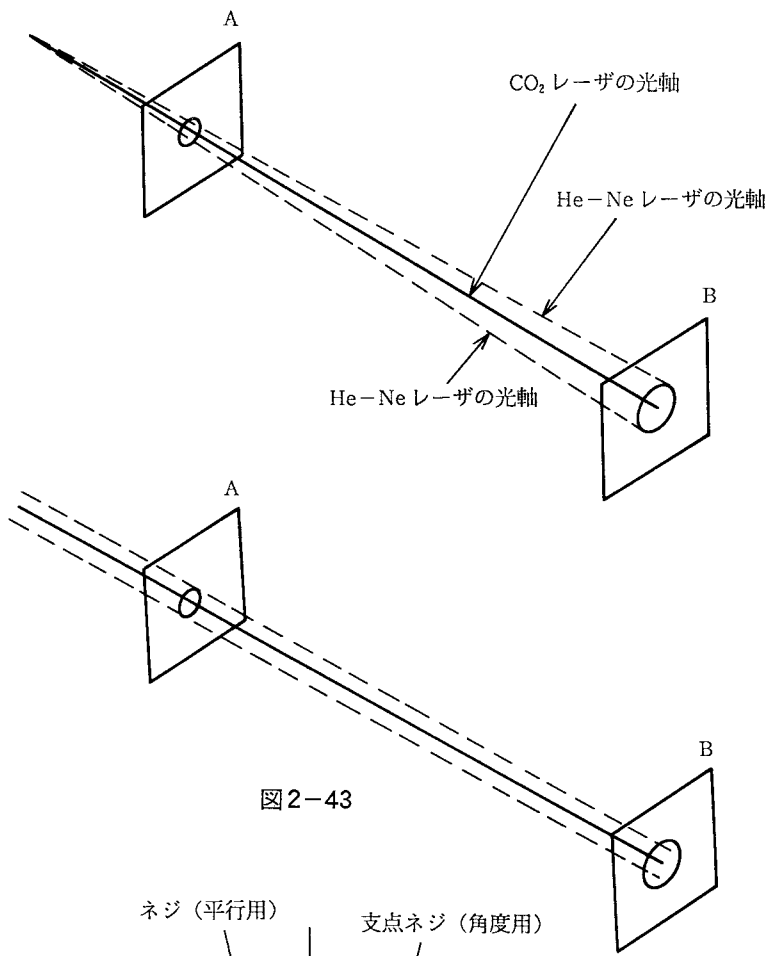


図2-43

〔現象1〕
CO₂レーザとHe-Neレーザ光軸
が、角度的にずれている場合。

〔現象2〕
CO₂レーザとHe-Neレーザ光軸
が、平行ずれしている場合。

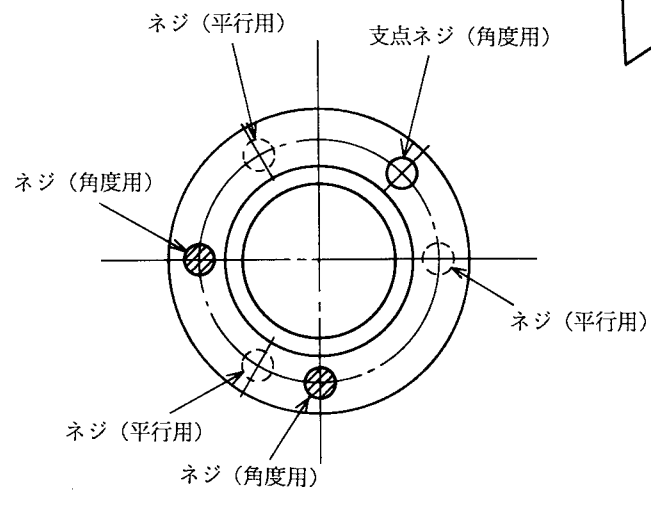


図2-44

〔角度調整〕
ロックネジを緩め、2本のつまみでHe-Neレーザ
本体を角度調整できる。

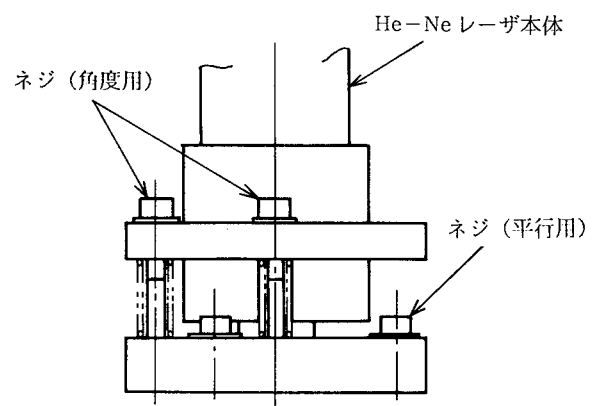


図2-45 He-Neレーザ調整部構造図

〔平行調整〕
ロックネジ (平行用) 4本を緩めると、押え板が緩み、
全体に平行移動できる。

- ⑦ 前記に示した〔現象1〕か〔現象2〕かをアクリルパターンから判断し、調整する。

〔現象1〕の場合

まず、角度調整を実施し、〔現象2〕の状態にする。これから、平行調整をして、“A”、“B”位置におけるCO₂レーザとHe-Neレーザの光軸の同調を確認する。

〔現象2〕の場合

前記の平行調整の要領により“A”、“B”位置におけるCO₂レーザとHe-Neレーザの光軸の同調を確認する。

- ⑧ 調整後、各ロックネジの締め付けを行う。ロックネジを締め付けると、He-Neレーザ光軸がずれることがあるので、最終的にロックネジを締め付けた状態で“A”、“B”位置のCO₂レーザとHe-Neレーザの光軸同調を確認する。

He-NeレーザとCO₂レーザの同調時の厳守事項

- ① CO₂レーザを大気中伝搬するので、周囲にはついたて等の安全対策をおこなう。
- ② “B”位置の後部に、CO₂レーザビームが通過しないように、鉄板に、耐火レンガ等を取付けた安全対策をおこなう。
- ③ アクリルバーンパターンを焼く時は、適量のエアまたはN₂ガスをアクリルに吹付ける。強すぎると、バーンパターンが変形し、CO₂レーザと、He-Neレーザの同調精度が悪くなる。
- ④ He-Neレーザ光は1mWの微弱な可視レーザであるが、目には直接入れないこと。また、保護めがねは必ず着用する。

(5) パワープローブによるレーザパワーの点検

- ① 外部シャッタを閉にする。
 - ② PRミラーと外部シャッター間のダクトを外す。
 - ③ レーザ出力の設定を行う。
 - ④ 安全に十分注意して、パワープローブを光路に挿入する。パワープローブの照射時間は、10秒または20秒のいずれかであるが、通常20秒で実施する。
- (注)1. パワープローブはあらかじめ、その指示メータの指針を0に合わせておく。又、指示メータは手が触れると容易に回るので、測定時メータ部分が動かぬ様、十分注意する。
- (注)2. 一度測定された後、引き続いて使用する場合には、受光部を十分に冷却した後、メータ指針が動かないことを確認後、0セットを行う。(冷却は水の中へしばらく受光部をつけておく程度で十分。水から出した後は受光部を布等でふきとる。)
- ⑤ 所定時間、照射が完了したら速やかに光路からプローブを抜く。
- ※) 照射時間が10秒の時は指針が示す目盛の2/1値が出力値となる。
" 20秒 " 指針が示す目盛がそのまま出力値となる。

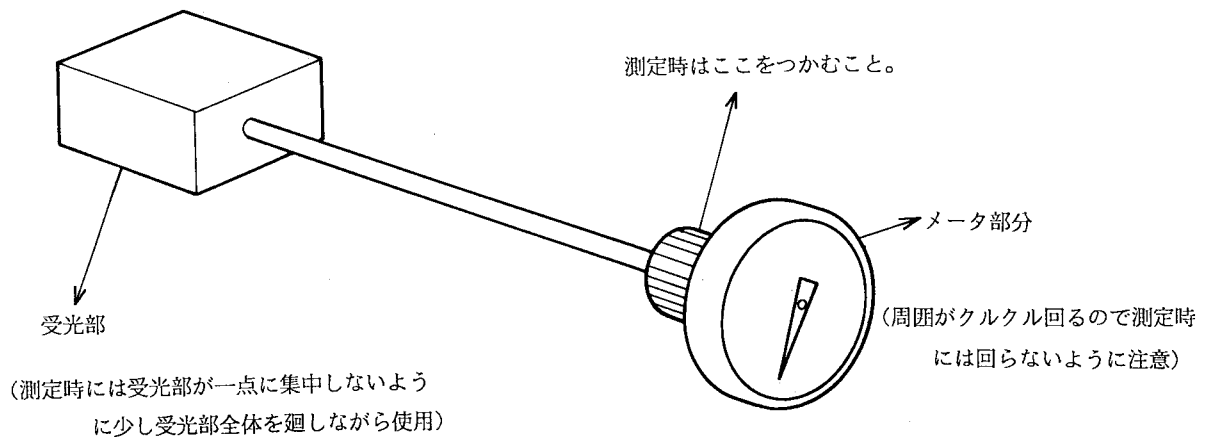


図2-46

(6) レーザガス交換

a. ガス手動交換要領

- ① 電源盤 ——— 1) 操作盤のNFを投入する。
2) スイッチを“排気ポンプ入”に設定。
(真空ポンプが作動する。)
3) スイッチを“排気弁開”に設定。
 - ② 真空ポンプ ——— 上部吸入口の電磁真空バルブが閉→開する。
 - ③ 計器 ——— 操作盤扉に取付けたレーザガス圧力計 (デジタル表示) により排気状態を観測。
- 通常のガス交換に必要な到達真空度は1.0~0.5 Torr (15SRPの場合混合ガス充填圧力80Torrとして99~99.5%交換)程度で良いが、真空容器の扉を開放したときは長時間排気する。
- | 機種 | 設定ガス圧力 |
|-------|--------|
| 15SRP | 80Torr |
| 25SRP | 65Torr |
- ④ レーザガスボンベ ——— レーザガスボンベの元弁を開けて、圧力調整器にてボンベ2次圧力を0.5~1 kg/cm²Gに設定。
 - ⑤ 電源盤 ——— “レーザガス弁開”に設定。
(電磁弁が開いて発振器内に混合ガスが充填される。)
 - ⑥ ガス交換完了 ——— 混合ガスボンベの元弁を閉じ圧力調整器弁を閉じておく。

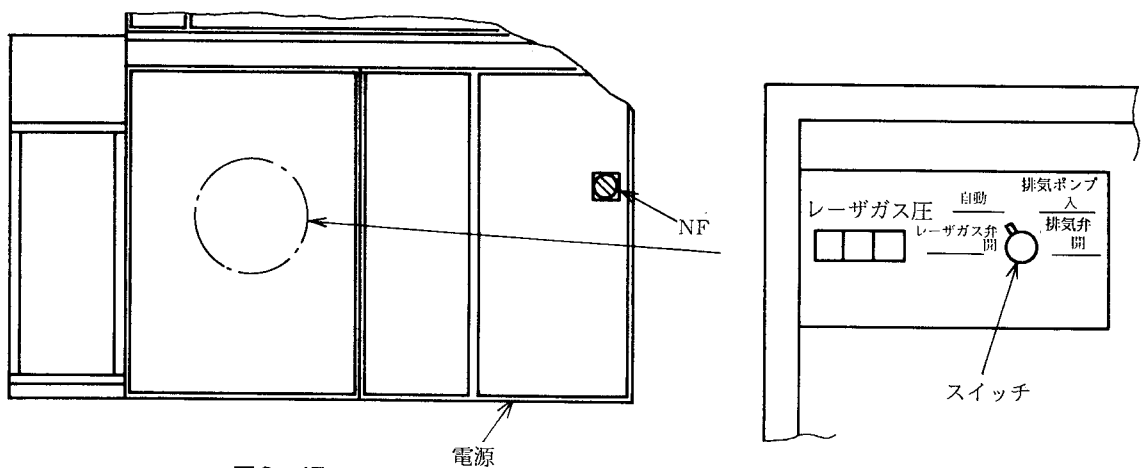


図2-47

b. ガス自動交換（通常は、この方法で操作する。）

ガス自動交換 a 項に示すガス交換の一連の動作を自動的に行うもので、操作盤の“自動ガス交換”の押ボタンSWをONすることにより動作する。ただしこの場合は、混合ガスの弁及びレギュレーター等が開いていないと動作しない。自動交換が終了したら、ポンベの元弁は安全のため閉じておく。

ガス交換用の赤ランプは、新ガス充てん時より24Hr（任意設定）タイマーにより主放電ON時間を積算し、設定時間後に点灯する。赤ランプが点灯してもガス交換を必要としない場合は、そのまま運転を継続してもさしつかえない。

- (注) ① 真空ポンプ作動前には油量、よごれ等をチェックし、作動時はVベルトのタワミ、異音、異常な振動等が無いかなどを確認。（冬期はOCRがトリップしやすくなる。）
- ② 真空排気時間は設定値にもよるが、760Torr→1Torrで約20分を要する。
- 又、通常ガス交換は
80Torr→1Torr程度で良く約15分。（15SRPの場合）
- ③ 充填時、混合ガスポンベの出口2次側圧力は1kg/cm²G以下になるようにする。
(0.5～1kg/cm²G)
- ④ 混合ガス圧力の指針計は、充填時と運転時でその値が変わらないが、これは容器内部の温度が変化するため生ずるもので使用上支障はない。

3. 安全上の注意事項

高出力レーザー光は人間への照射にて障害を引き起こす恐れがある為、使用に際してはビームのしゃへい、囲い。棚等を設け管理区域を設定し、許可のない者の立ち入りを禁止するなどの措置が必要となる。

〈使用上の具体的な注意〉

(1) レーザ光線に対する安全対策

CO₂レーザーは波長が10.6 μmの遠赤外線の為目に見えないので特に注意を要す。

レーザー光の直射あるいは反射光が眼にあたると眼障害、熱傷の危険があり、絶対に照射されない様注意が必要。

① ビーム光路ダクトの「常時閉」

光を取り出しているときは、ビーム光路のいずれも開けてはいけない。

② 2次反射の防止

加工テーブルの上には鈍い表面の耐火性のあるビーム吸収物を敷いて、2次反射を少なくする。

耐火レンガ、カーボン 他

(加工台の表面に直接ビームが当たらない様に注意する。)

③ 保護メガネの着用

作業者は保護メガネあるいは顔全体をおおうアクリルプロテクタを着用する。(レーザー発振器調整者も同様。)

④ 外部シャッター「閉」の確認

加工ヘッドの調整(ノズル、集光レンズ、ベンドミラー)の際には発振を止めると共に必ず発振器出口に設けられたシャッターを閉じておく。

⑤ 危険標識の取付

ビーム光軸の調整(ベンドミラー、ノズル中心位置出し)は発振出力を200W位にする。ビームの光路に人が入らない様に囲いを設け“調整中立入禁止”の危険表示をする。

⑥ レーザ光を直接目に入れない

10.6 μmの波長のCO₂レーザー光は目に見えないので危険の少ない可視He-Neレーザー(出力1mW程度)で光軸調整を行うが、またHe-Neレーザーといえども直接目に入れないようにする。

波長10.6 μmのレーザー光線は紙、木材、衣などに良く吸収される為、光が当たると燃える可能性があり火災の発生に注意。

⑦ 燃えやすいものを置かない

加工テーブルの上にぼろ衣、紙、木材などを置かない。

⑧ 2次反射の防止

金属面からの2次反射に注意する。

⑨ 被加工物チップの適宜取除き

加工テーブル上に設けた耐火物に被加工物の溶融凝固したもの（可燃性）が溜ると光があたり、発火するので適宜取除きが必要。

(2) レーザー加工時に発生する分解ガスに対する安全対策

各種プラスチック材料には充填剤、難燃材、可塑剤などが含まれており、熱分解生成物としてNO_x、SO_x、CO_xなどの有害ガスを発生する可能性があるため、これらのガスは室外に確実に排気する必要がある。

① 加工室の設置

加工時可燃性ガス（CH₄など）を多く発生する加工材料を加工する場合、加工テーブル全体を加工室で保護し、加工室全体の排気をする。

② 排気ファンの確認

加工時には加工室の排気ファンが確実に動いている様にする。（インターロック用接点を設ける。）

③ 排気完了確認

加工が終わって煙が除去されてから加工室に入る様にする。

(3) その他の安全対策

① レーザー加工機の運営管理者を決め、操作盤等の鍵の管理をするようにする。

② 加工機の周りには囲いを設け管理区域を設定し、許可のない者の立入を禁止する。

③ レーザー加工機の周りには引火性、爆発性の薬品やガスボンベを置かない様にする。

④ 自動運転の採用などでレーザー出力中にオペレーターが不在となる可能性がある場合には、地震などの異常を感知し、自動的に非常停止させる方法を考慮する。

実技課題（3） セラミックスおよび軟鋼の穴あけ・切断

セラミックスは陶磁器もしくは「やきもの」と呼ばれて、古くからわれわれの日常生活に深いかわりをもっている。セラミックスを大別すると、500～1000℃の低温で焼成する土器、1000℃以上の温度で焼成する陶器、1200℃以上で焼成する必要がある磁器や炉器、さらに近年になって製造されるようになった特殊陶磁器（ニューセラミックス）とに分類される。

中でも、ニューセラミックスは陶磁器とは異なりバラエティに富んだ化学組成をもち、純度の高い人工原料を用いて製造される焼結体で、電気的性質、磁氣的性質、光学的性質、機械的性質などに優れたものが多く今後の進歩が期待されている材料である。

そこで、ここではニューセラミックスの中でも酸化物系磁器として代表されるアルミナ系磁器（ Al_2O_3 ）の CO_2 レーザによる基本的な加工性能と、軟鋼材の CO_2 レーザによる加工特性について実習を行い、両者の特性の違いについて学習する。

（学習内容）

1. 軟鋼材とアルミナセラミックスの材料特性（物性値）の調査
2. 実験用NCプログラムの作成
3. 機械操作と実加工
4. 切断サンプルの評価
5. 結果の考察

を通して、両者の CO_2 レーザによる基本的な加工特性について学習する。

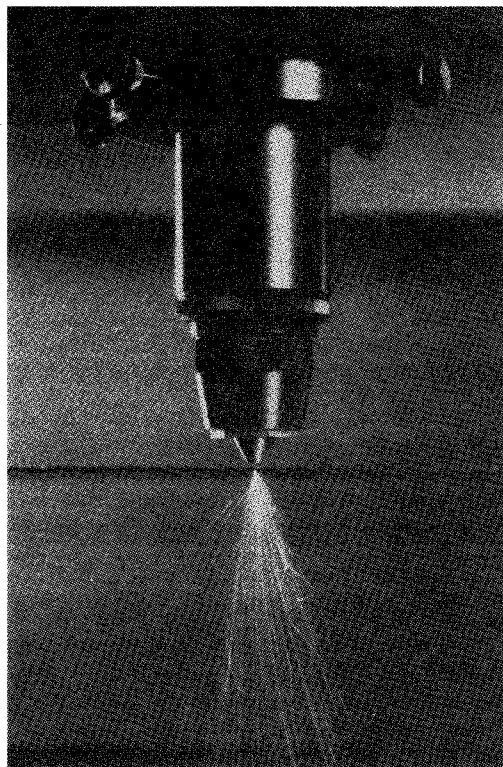


図3-1 レーザ加工

(1) 準備するもの

- ・ノズル ($\phi 1.5\text{mm}$)
- ・焦点出し用軟鋼 (SPCC 2.0¹)
- ・芯出し用アクリル (約3'のもの)
- ・スキ間ゲージ (1mm)
- ・加工材料
 - Al_2O_3 …… 50mm×50mm×0.6¹mm (5枚)
 - SPCC …… 300mm×350mm×1.0¹mm (2枚)
- ・重し又はテープ

(2) 材料物性値の調査

Al_2O_3 とFeについて、融点、熱伝導率、熱膨張係数、比熱等をあらかじめ調査しておき、評価・考察時の参考とする。

(3) レーザ加工運転準備

- ① 電源の投入
- ② 機械原点復帰
- ③ 発振器準備キーの投入
- ④ 加工ガス圧の調整
- ⑤ ノズルの心出し
- ⑥ レーザビームの焦点出し
- ⑦ ノズルの心出しの再確認

(4) セラミックス切断時の材料設置用板の製作

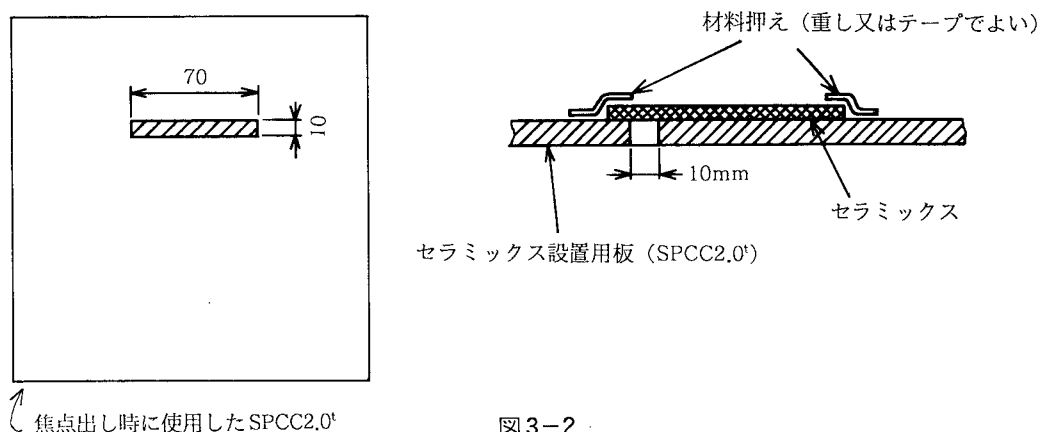


図3-2

☆ 焦点出し時に使用したSPCC 2.0¹へ、10mm×70mmの四角い穴をあらかじめレーザにて切断しておき、セラミックス加工時にこの板をセラミックス設置用板として使用する。

(セラミックス設置用板の製作方法)

- ① 下記形状のNCプログラムを作成する。

下記プログラムをMDI画面にインプットする。

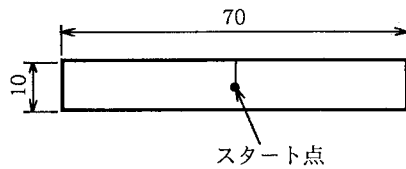


図3-3

```
G91G92X0 Y0 ;  
M66 ;  
M79G4 ×0.5 ;  
M86G4 ×1.5 ;  
M80G4 ×0.5 ;  
G1 Y5. F300 ;  
X35.  
Y-10.  
X-70.  
Y10.  
X35.  
M87 ;  
M81 ;  
M30 ;
```

- ② 加工条件を設定する。

SPCC2.0¹ (アシストガス: O₂)

- ①周波数200Hz ②デューティ17% ③平均出力160W
④ガス圧 (高圧ガスM80) 3kg/cm²
⑤加工速度0.3m/分 (上記NCプログラム中にすでに設定されている→F300)
⑥焦点位置Z = ±0

(3) - ⑥の「レーザービームの焦点出し」ですでに実施されているので、厚さ1mmのすき間ケージにより、ノズル・ワーク間距離が1mmになるよう、加工ヘッドの高さを調整する。)

- ③ 材料 (焦点出し時に使用したSPCC2.0¹) を加工テーブルに載せ、加工したい位置へ加工ヘッドを移動させる)

- ④ MDIモードを選択する。

- ⑤ 切断開始

セーフティ
スイッチ + サイクル
スタート キーを押すことにより、加工を開始する。

(5) 加工特性実験

- ・材料
 - ① $Al_2O_3 0.6^t$
 - ② SPCC 1.0^t
- ・アシストガス：O₂
- ・焦点位置：Z = ± 0

・切断形状及び実験用NCプログラムの作成

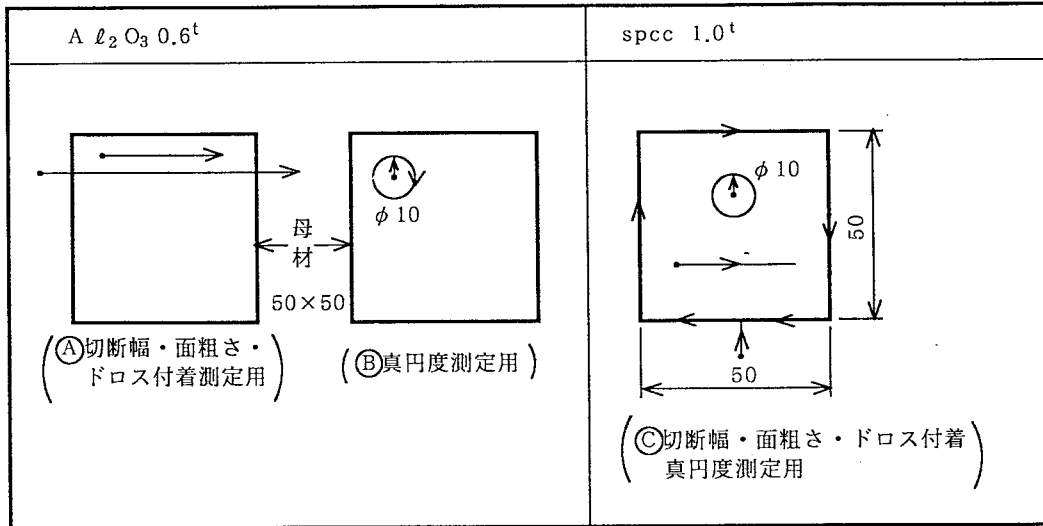


図3-4

・以下4つのパラメータを変化させて切断を実施し、切断幅・面粗さ・ドロス付着状況を観察する。なお、真円度実験は、①だけとする。

- ①加工速度 v
- ②デューティ D
- ③平均出力 P_a
- ④ガス圧 P

(実験内容)

① 加工速度 (使用NCプログラム… A、B ; C)

a) $Al_2O_3 0.6^t$

- ・パラメータ： v (0.1 m/分～1.0 m/分程度)
- ・固定条件：平均出力 $P_a = 40W$
 デューティ $D = 25\%$
 周波数 $f_p = 100Hz$
 ガス圧 $P = 3kg/cm^2$

b) SPCC 1.0^t

- ・パラメータ： v (0.1 m/分～1.0 m/分程度)
- ・固定条件：平均出力 $P_a = 100W$
 デューティ $D = 14\%$
 周波数 $f_p = 300Hz$
 ガス圧 $P = 3.0kg/cm^2$

② デューティ (使用プログラム…A、C)

a) $Al_2O_3 0.6^t$

- ・パラメータ : D (99%~10%程度)
- ・固定条件 : $v = 0.5m/分$
 $Pa = 40W$
 $fp = 100Hz$
 $P = 3.0kg/cm^2$

b) SPCC1.0^t

- ・パラメータ : D (99%~10%程度)
- ・固定条件 : $v = 0.5m/分$
 $Pa = 100W$
 $fp = 300Hz$
 $P = 3.0kg/cm^2$

③ 平均出力 (使用プログラム…A、C)

a) $Al_2O_3 0.6^t$

- ・パラメータ : Pa (20W~30W程度)
- ・固定条件 : $v = 0.5m/分$
 $D = 25\%$
 $fp = 100Hz$
 $P = 3.0kg/cm^2$

b) SPCC1.0^t

- ・パラメータ : Pa (70W~200W程度)
- ・固定条件 : $v = 0.5m/分$
 $D = 14\%$
 $fp = 300Hz$
 $P = 3.0kg/cm^2$

④ ガス圧 (使用プログラム…A、C)

a) $Al_2O_3 0.6^t$

- ・パラメータ : P (1kg/cm²~4kg/cm²程度)
- ・固定条件 : $v = 0.5m/分$
 $Pa = 40W$
 $D = 25\%$
 $fp = 100Hz$

b) SPCC1.0^t

- ・パラメータ : P (1kg/cm²~4kg/cm²程度)
- ・固定条件 : $v = 0.5m/分$
 $Pa = 100W$
 $D = 14\%$
 $fp = 300Hz$

(6) 切断サンプルの評価

切断サンプルについて、切断幅・面粗さ・ドロス付着状況・真円度の測定を行う。また、実験中気付いた点も明記しておく（クラックの有無等）。

（「測定および検査」の項 参照せよ）

(7) 結果の考察

切断品質が4つのパラメータにどのように影響しているかを探り、セラミックスと軟鋼の加工特性についてまとめる、この場合、(2)の物性値を参考にして両者の加工特性・品質を比較考察するとよい。

実技課題（４）セラミックスのスクライビング

スクライビングとは、分割したい加工物中に深い溝を形成させる工程を言い、従来はダイヤモンドスクライバが用いられていた。

現在のレーザーによるスクライビングは、CO₂レーザーとYAGレーザーが主に用いられており、前者はセラミックス類に、後者はシリコンに用いられている。

ここではAl₂O₃を対象にしたCO₂レーザースクライビングを取り上げ、最適なスクライビング条件の模索を行うことにする。

（学習内容）

1. レーザ出力とスクライビング深さの関係
2. 周波数とスクライビング深さの関係
3. 周波数とスクライビング表面状況の関係

を通して、最適なスクライビング領域を模索し、さらに加工速度を上げるにはどうすればよいかについて学習する。

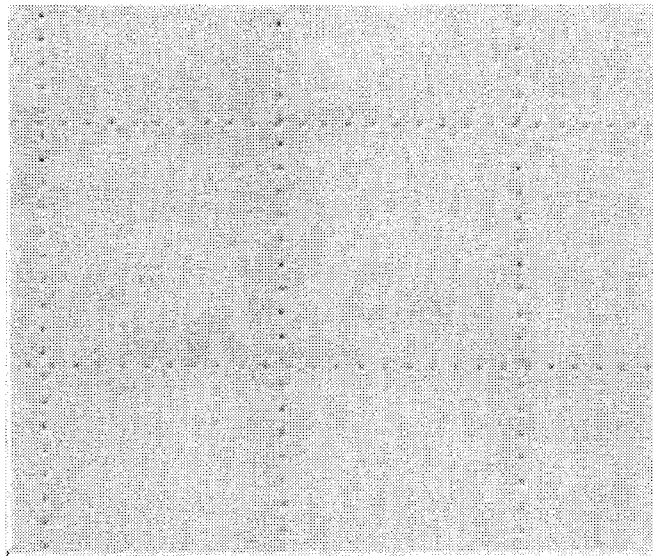


図4-1 アルミナセラミックスのスクライビング

(1) 準備するもの

- ・ノズル ($\phi 1.5$ mm)
- ・焦点出し用軟鋼 (SPCC2.0)
- ・心出し用アクリル (約3'のもの)
- ・スキ間ゲージ (1 mm)
- ・セラミックス設置用板 (実技課題 (3) の (1) で使用したものでよい)
- ・重し又はテープ
- ・加工材料

Al_2O_3 …… 50 mm × 50 mm × 0.6 mm (3枚)

(2) レーザ加工運転準備

(実技課題 (3) - (3) 参照)

(3) スクライビング実験

- ・直線加工用NCプログラムの作成

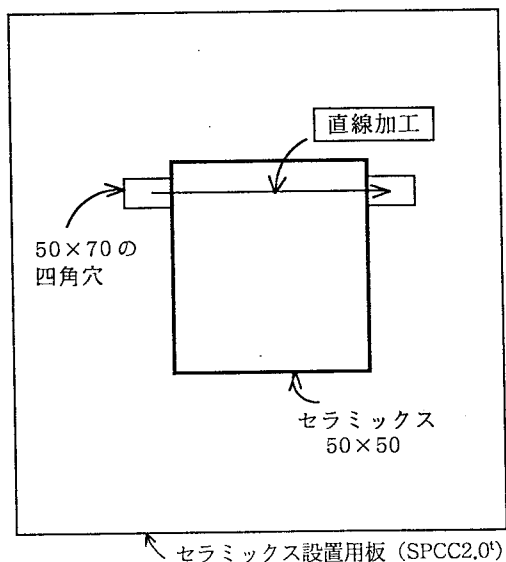


図4-2

前実習で使用したセラミックス設置用板の上に材料 (セラミックス) を載せて重し又はテープで固定する。

プログラムは直線加工用の物をMDI画面にてあらかじめ作成しておく。

- ・以下2つのパラメータを変化させてスクライビングを実施し、そのときのスクライブ深さと材料表面のスクライブ状況を測定・観察する。

- ①平均出力 P_a ②周波数 f 。

(実験内容)

① 平均出力

- ・パラメータ：平均出力 P_a (50W~200W程度)
- ・固定条件：加工速度 $v = 2.0\text{m}/\text{分}$
デューティ $D = 20\%$
周波数 $f_p = 300\text{Hz}$
ガス圧 $P = 1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ (アシストガス： O_2)

② 周波数

- ・パラメータ：周波数 f_p (100Hz~1000Hz程度)
- ・固定条件： $v = 2.5\text{m}/\text{分}$
 $P_a = 100\text{W}$
 $D = 20\%$
 $P = 1.0\text{kg}/\text{cm}^2$

☆ 焦点位置は①, ②共に、 $Z = \pm 0$ で実施する。

(4) 加工サンプルの評価

加工サンプルについて、スクライプ深さ、材料表面のスクライプ状況 (スクライプ幅と形状) を測定・観察を行う。また実験中気付いた点も明記しておく (クラックの有無等)。

「測定及び検査」参照

(5) 結果の考察

- ① レーザ出力とスクライプ深さの関係
- ② 周波数とスクライプ深さの関係
- ③ 周波数と材料表面のスクライプ状況の関係

を明らかにすることにより最適なスクライピング領域を模索する。

また、さらに良好な材料表面のスクライプ状態を得るには、あるいはさらに加工速度を上げるにはどうすればよいかについて考える。

実技課題（5）測定及び検査

ここでは次のことを習得する。

1. 幅、深さの測定
2. 表面あらさ、真円度の測定
3. ドロスの付着状況の観察
4. クラックの有無の確認

(1) 切断幅・スクライブ幅の測定

- ・測定器具……投影型工具顕微鏡
- ・測定例

切断幅は最大幅 l_a と最小幅 l_b を、材料表面・裏面で測定する。



図5-1

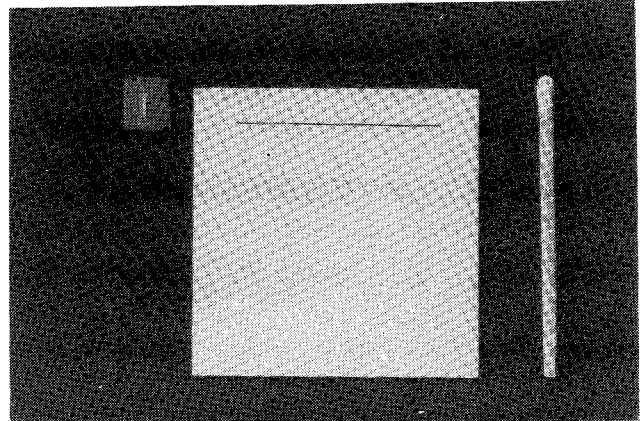


図5-2 切断溝（材料の表面）

(2) 切断面の表面あらしの測定

- ・測定器具……触針式表面あらし測定器
- ・測定例

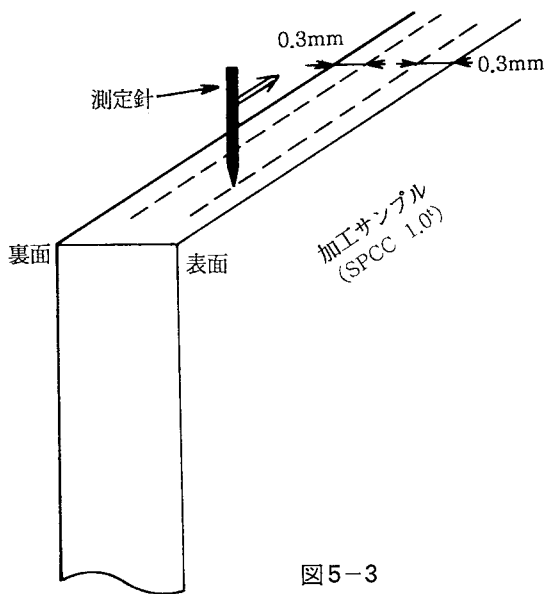


図5-3

測定箇所は、表面から0.3mm、裏面から0.3mmの位置で測定し、それぞれ上部面あらし、下部面あらしと呼ぶ。なお、測定値は、Rmaxを測定する。

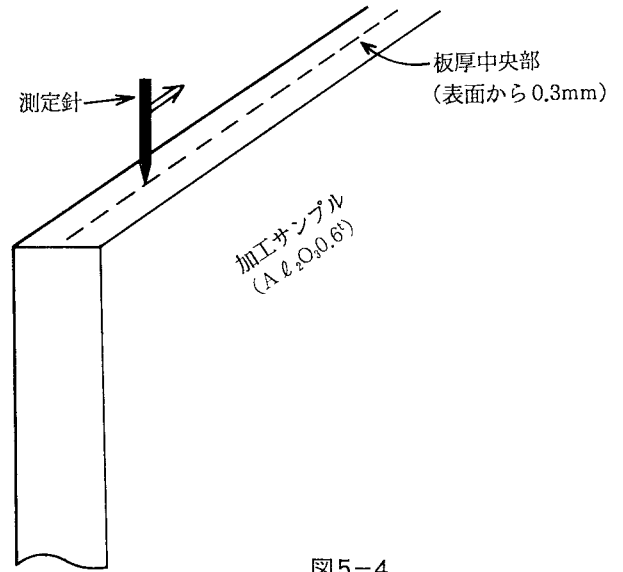


図5-4

測定箇所は、板厚中央部（表面から0.3mm）で測定する。なお、測定値は、Rmaxを測定する。

(3) 真円度の測定

- ・測定器具……真円度測定器、又はノギス
- ・測定例（ノギスで測定する場合〈簡易測定法〉）

ノギスにて測定する場合は、右図のように4本の対角線 ϕa 、 ϕb 、 ϕc 、 ϕd を測定し、最大径のもの ϕ_{max} と最小径のもの ϕ_{min} の差 $|\phi_{max} - \phi_{min}|$ を算出して真円度とする。

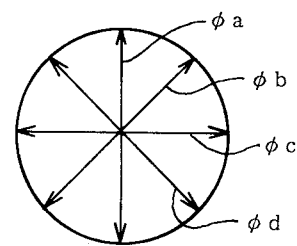


図5-5

(4) ドロス付着状況の観察

ドロスの付着量は、単に「多い」、「少ない」でもよいが、定量的に表すには、マイクロメータにより、ドロスの「高さ」を測定するとよい。

また、ドロス付着状況は「付着量」に注目するだけでなく、ドロスのはく離性（手で容易に除去できるかどうかといった固さの判断）も重要である。

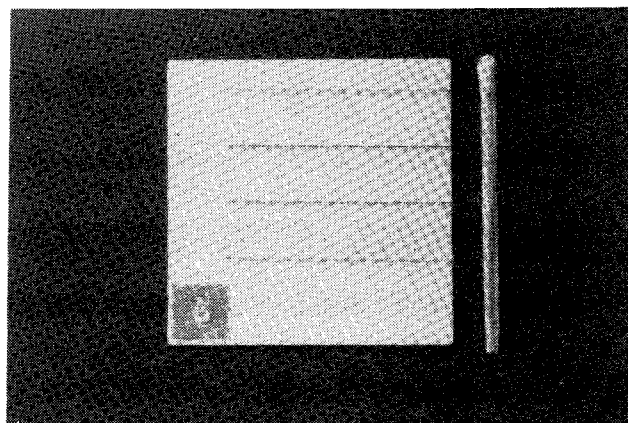


図5-6 セラミックスの切断裏面図

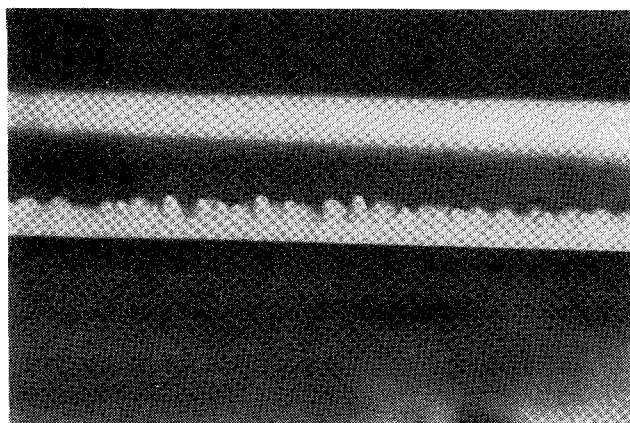


図5-7 切断面ドロス付着状態

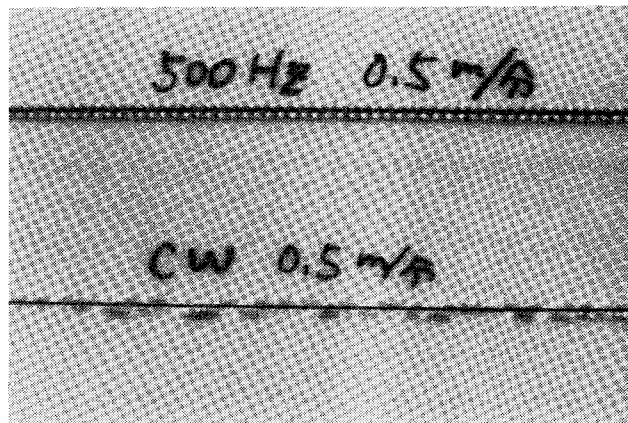


図5-8 セラミックスのドロス付着状態（拡大）

(5) スクライブ深さ

- ・測定器具……投影型工具顕微鏡
- ・測定例
断面からスクライブ深さを測定する。

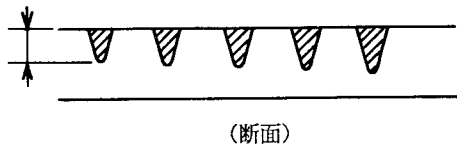


図5-9

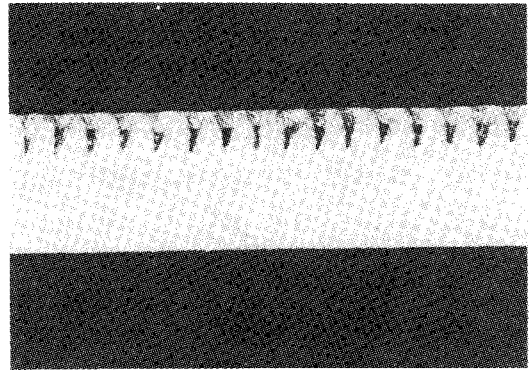


図5-10 スクライビング後のブレーキング断面

(6) クラックの有無

セラミックスの加工では、クラックの有無が問題となるが、その中には目視で容易に認められるものとそうでないものがある。したがって、工具顕微鏡にて確認するのが望ましい。