

技術釋疑

# 機械用電子技術 全

《基礎・實際・應用》

賴耿陽 編譯

東芝自動化推進小組 著

川井秀夫

石野宏

林保

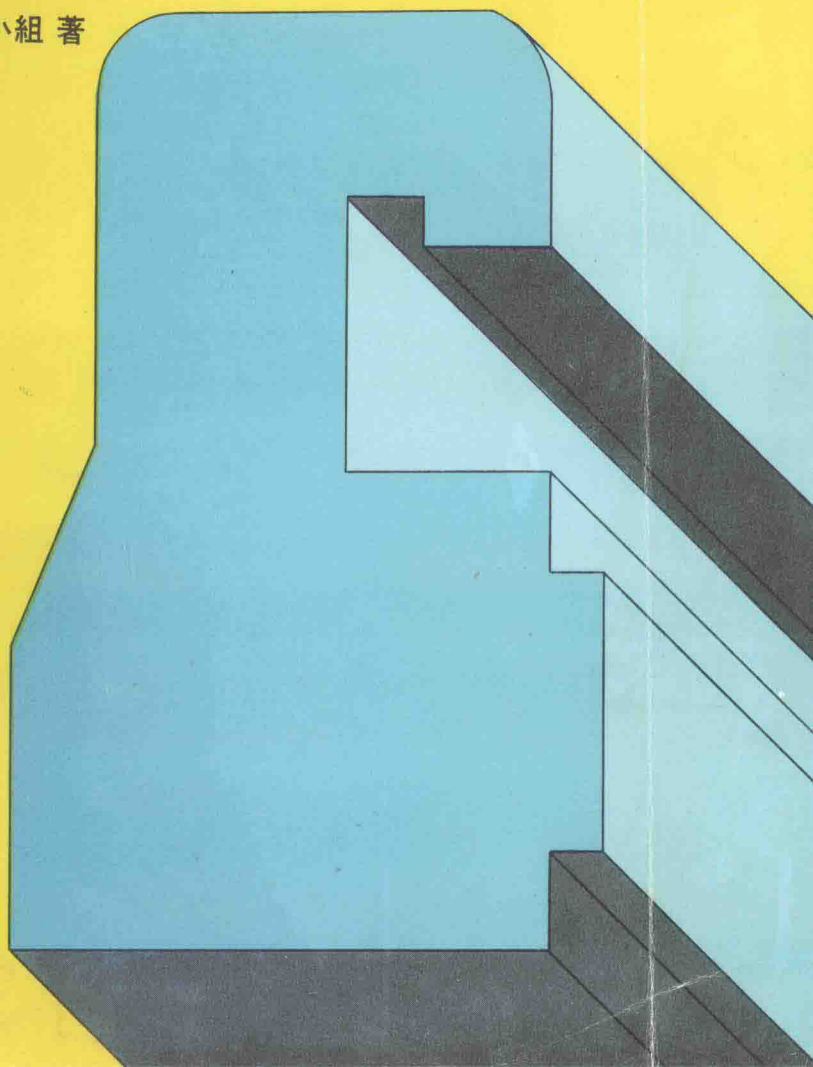
塩野入好夫

深儘義人

校正

梶原正弘

大庭喜三



漢文書局

技術釋疑

# 機械用電子技術①

《實用基礎編》

東芝自動化推進小組 著

川井秀夫

石野宏

塩野入好夫

渡辺清司

林保

江苏工业学院图书馆  
賴耿陽 編譯  
藏 書 章

監修

大泉淳

梶原正弘

大庭喜三

復 文 書 局

技術釋疑

# 機械用電子技術 ① 《實用基礎編》

著作權執照台內著字第 號

版權所有

翻印必究

中華民國六十九年十月初版發行  
中華民國七十四年四月修訂再版

①冊 130 元 ②冊 110 元 ③冊 100 元 全冊 300 元

著 者：東芝自動化推進小組 著

編 譯 者：賴 耿 陽

發 行 者：吳 主 和

發 行 所：復 文 書 局

地址：臺南市東門路421巷28號

門市：台南市林森路二段63號

電話：(06)2370003-2386937

郵政劃撥帳戶 0032104-6號

No.28, LANE421 DONG-MEN  
ROAD TAINAN TAIWAN REPUBLIC  
OF CHINA

TEL: (06)2370003-2386937

本書局經行政院新聞局核准登記發給  
出版事業登記證局版台業字第0370號

## 監修者序

最近機械、電機、化學等工業分野爲了提高生產性，急速推進省力化、自動化。

這是人類漫長的產業歷史中，一直期待的無人化設備之一大課程。

約 4000 年前，爲了減輕人類的勞動力，想出槓桿、滑輪、楔等，可使人的力氣倍增，應用於建設埃及金字塔。

機械力學發祥於此。

在 18 世紀富蘭克林發見電火花與閃電的關係前，人類不知道利用電，後來電工學突飛猛進，20 世紀經過利用電「力」的時代，邁入利用電機（電子）回路取代人腦的時代。

隨著情報化、多樣化、高度化的推進，作成機械與電子工學結合的裝置，質量日增。

但是，不易同時瞭解機械與電子雙方的技術而善加利用。

所以人人期待道破機械與電子之關係的書刊。

「機械找機工，電路找電工」的時代已沒飯吃，「機械和電子都懂的技術者」才吃香。若不使機械與電子回路成爲一體，開發新產品，或整頓生產設備，已無法贏得世界性的企業競爭。

換言之，今後的技術者隨著各專門分野的多樣化，有必要精通之，並就技術全般的關連，善用各技術。

就生產技術而言，多種少量生產的合理化須考慮 NC 裝置、測定檢查自動化、使用電算機的群管理、工程管理等，這些都是利用電子工學的機械。

本書順應潮流，以有志運用電子工學的機械技術者爲對象，由從事半導體的技術者中，敦聘精通電子回路的機械技術者和精通機械的電系技術者協力執筆。

對看得見的機械和看不見的電子，本書可使機械技術者平易瞭解電子的功用，學通電子工學的基本。

若進一步學習高度的電子回路技術，必可成為駕御電子工學的技術者，領先時代，貢獻於社會的發展。

1980年4月

東芝／生產技術研究所

所長／大泉 淳

## 執筆者序

在各產業分野利用的各種裝置內部，以電子工學為基礎為電子回路有重要的功能。

使用這些裝置時，常要求機械技術者也瞭解電子技術，甚至利用電子回路機器製造簡單的電子回路。

但是，吾人想研讀電子技術或電子回路時，總找不到簡便的實用書，不得不看理論書。

機械技術者這樣學來的理論很難與現成的電子回路裝置溶為一體。

所以就機械技術者的立場而言，在電子技術實用化的階段，與其從理論開始，不如先學實用的知識，然後才學現象理論或應用理論。

本叢書第一冊「實用基礎篇」講解電子回路所用的零件及確認回路動作的電測定器。

第二冊「實際應用篇」敘述使用這些零件的基本回路和應用回路。但願讀者以本書打好根基，對機械的電子裝置不必再勞駕電工。

1980年4月

執筆者

川井秀夫

# 技術釋疑・機械用電子技術・1

## 《實用基礎篇》

# 目 錄

## 第1篇 何謂電子工學

### 第1章 控制者與

#### 被控制者……………2

1.1 電的流動・機械力・  
人的意志可當成信號  
被瞭解……………2

1.2 機械的控制主體，控  
制對象與外亂……………4

1.3 機械式控制與電系控  
制的優缺點……………6

1.4 何時採用電系控制…7

A 控制上要求應答速度  
快時……………7

B 須在遠處控制時……8

C 需要多個控制對象組

合控制時……………8

D 欲增高裝置的可靠性  
時……………9

E 欲使控制裝置小形化  
時……………9

1.5 電機回路與電子回  
路之差異……………10

1.6 當成控制主體的電  
子工學與當成控制  
對象的機械……………12

### 第2章 電機回路的 電子工學……………14

2.1 當成控制裝置的電

|                      |    |
|----------------------|----|
| 機回路·····             | 14 |
| A 信號的邏輯回路··          | 15 |
| B 信號的放大回路··          | 15 |
| C 信號大小的比較回路·····     | 16 |
| 2.2 利用繼電器回路控制機械····· | 16 |
| A 當成邏輯回路的使用法·····    | 16 |
| B 放大回路·····          | 20 |
| C 比較回路·····          | 23 |
| 2.3 利用真空管回路控制機械····· | 26 |
| A 二極管與整流回路           | 27 |
| B 三極管與放大回路           | 30 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| C 利用定電壓放電管的定電壓回路····· | 32 |
| D 閘流管與閘回路·····        | 34 |
| 2.4 引動器與電路·····       | 37 |

### 第3章 電子回路的電子工學·····38

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1 從電機回路到電子回路·····  | 38 |
| 3.2 何謂半導體元件化··       | 39 |
| 3.3 利用電子回路的機械控制····· | 40 |
| 3.4 用為控制裝置的電子裝置····· | 42 |

## 第2篇 電子在各種場合的作用

### 第1章 何謂電子·····45

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1.1 元素為所有物質之根本····· | 45 |
| 1.2 何謂原子的構造··       | 45 |
| 1.3 電子的電荷與質量        | 47 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1.4 原子內電子有能量階層····· | 47 |
| 1.5 結晶內的電子如何運動····· | 50 |

### 第2章 電子在金屬中的運動·····52

- 2.1 電子如何流動…… 52
- 2.2 電場中及磁場中的  
電子如何運動…… 54
- 2.3 電子飛出金屬外… 56

### 第3章 真空中的電子 如何運動…… 58

- 3.1 放電現象…… 58
- 3.2 二極管中的電子動  
態…… 59
- 3.3 三極管的構造與其

中的電子活動…… 61

### 第4章 半導體中的 電子活動…… 64

- 4.1 眞性半導體…… 64
- 4.2 不純物半導體…… 66
- 4.3 電在半導體中如何  
流傳…… 67
- 4.4 PN接合…… 68
- 4.5 電子在電晶體中的  
活動…… 70

## 第3篇 電子零件釋疑

### 第1章 導體・半導體 ・絕緣體…… 74

- 1.1 構成電子零件的材  
料…… 74
- A 溫度循環試驗…… 75
- B 高溫度（壽命）試  
驗…… 75
- C 耐濕試驗…… 75
- D 真空試驗…… 75
- E 鹽水耐腐蝕試驗… 75
- F 振動試驗…… 75
- G 衝擊試驗…… 76

- 1.2 導體的機能…… 76
- 1.3 半導體的機能…… 77
- A 培爾提效應…… 78
- B 光導電作用…… 79
- C 發光作用…… 79
- 1.4 絕緣體的機能…… 80

### 第2章 電子零件的 導體材料…… 82

- 2.1 開關與連接器…… 82
- A 接點耐電壓…… 82
- B 接點電流容量…… 83
- 2.2 熔絲…… 84

|                              |                  |    |     |                                               |     |
|------------------------------|------------------|----|-----|-----------------------------------------------|-----|
| 2.3                          | 表示燈              | 85 |     | turn-off 元件)                                  | 100 |
| 2.4                          | 電阻體              | 86 | C   | TRIAC 元件 (雙<br>方向性控制整流元<br>件)                 | 101 |
| A                            | 整體型電阻            | 86 | D   | SSS 元件 (Sili-<br>con symmet-<br>rical switch) | 101 |
| B                            | 碳膜型電阻            | 86 | 3.4 | 電晶體                                           | 101 |
| C                            | 電阻線圈型電阻          | 87 | A   | 一般用電晶體                                        | 102 |
| D                            | 氧化金屬膜型電阻         | 87 | B   | FET 元件 (場效<br>電晶體)                            | 103 |
| 2.5                          | 電容器              | 87 | C   | UJT 元件 (uni<br>junction tran-<br>sistor)      | 105 |
| 2.6                          | 線圈、變壓器、電<br>磁零件  | 88 | D   | 光電晶體                                          | 105 |
| 2.7                          | 旋轉機              | 91 | 3.5 | 半導體積體電路 (IC)                                  | 106 |
| <b>第 3 章 電子零件的<br/>半導體材料</b> |                  |    |     |                                               |     |
| 3.1                          | 二極體              | 93 | 3.6 | 其他                                            | 106 |
| A                            | 一般用二極體           | 94 | A   | 半導體輻射線檢出<br>器                                 | 106 |
| B                            | 定電壓二極體           | 95 | B   | Hall 元件                                       | 106 |
| C                            | 觸發二極體            | 96 | C   | 半導體應變計                                        | 107 |
| D                            | 光二極體             | 98 | D   | 電磁二極體                                         | 107 |
| E                            | 發光二極體            | 98 | E   | 變阻體                                           | 107 |
| 3.2                          | 整流元件             | 98 | F   | 半導體雷射                                         | 107 |
| 3.3                          | 開流體              | 99 |     |                                               |     |
| A                            | SCR (矽控整流<br>元件) | 99 |     |                                               |     |
| B                            | GTO 元件 (gate     |    |     |                                               |     |

## 第 4 篇 電子零件的符號與功用

## 第1章 電系材料的 符號與功用.....109

- 1.1 框體 (底盤) .....109
- 1.2 電線 (配線) .....110
- 1.3 端子台 (接線盤) 110
- 1.4 線連接器.....110
- 1.5 放熱板.....112
- 1.6 印刷板及印刷板連  
接器.....114

## 第2章 機構零件的 符號與功用.....115

- 2.1 熔絲.....115
- 2.2 開關.....116
  - A 搖頭開關 (toggle  
switch) ..... 116
  - B 滑觸開關 (slide  
switch) ..... 117
  - C 旋轉開關 (rotary  
switch) ..... 117
  - D 其他開關.....118
- 2.3 數字開關.....119
- 2.4 無熔絲開關.....121
- 2.5 表示燈.....121
- 2.6 電磁脈衝計數器...123
  - A 電磁脈衝計數器 123
  - B 有旋轉開關的電磁  
脈衝計數器.....123

- C 預置電磁脈衝計數  
器.....124
- 2.7 量錢.....125
- 2.8 限時器.....125
- 2.9 繼電器.....127
  - A 標準型繼電器.....127
  - B 遲延繼電器.....127
  - C 保持繼電器.....129
- 2.10 截波器.....129
- 2.11 馬達.....130
  - A AC 伺服馬達.....131
  - B 脈衝馬達 (步進馬  
達) .....132
  - C 直流馬達.....135
- 2.12 導引開關與導引繼  
電器.....136

## 第3章 受動元件(零件) 的符號與功用.....138

- 3.1 受動元件與能動元  
件的差異.....138
- 3.2 固定電阻器 (  
Fixed Resistor) 139
  - A 電阻器的用途.....139
  - B 實心電阻器的額定  
表示法.....140
  - C 電阻的功用.....142
  - D 電阻器的電力容量  
與選法.....143

- E 電阻的接線法……143
- 3.3 可變電阻器……144
  - A 可變電阻器的用途 145
  - B 旋轉變化特性……145
  - C 可變電阻的接線法 145
- 3.4 電容器……146
  - A 電容器的用途……148
  - B 電容器的表示……149
  - C 電容器的接線與功用……151
- 3.5 線圈……152
  - A 線圈的用途……152
  - B 阻流圈……153
  - C 線圈的功用……154
- 3.6 變壓器……154
  - A 變壓器的用途……156
- 第4章 能動元件(零件)的符號與功用…159**
  - 4.1 一般用二極體……159
    - A 整流用……160
    - B 邏輯用……163
    - C 檢波用……166
    - D 突波吸引用……167
  - 4.2 定電壓二極體……169
    - A 定電壓的回路……170
    - B 脈衝波形整形回路 173
    - C 量錶保護用……174
  - 4.3 觸發二極體 ( DIAC ) ……177
    - A 脈衝發生回路……179
  - 4.4 發光二極體……180
    - A 表示用光源……181
    - B 邏輯回路檢査用…182
    - C 光電變換器用光源 182
  - 4.5 一般用電晶體……183
    - A 放大用……185
    - B 振盪用……186
    - C 交換用……186
    - D 電流放大率……187
  - 4.6 FET ( Field Effect Transistor ) ——場效電晶體 ) ……190
    - A FET 的用途……191
    - B FET 的偏壓法…191
    - C 放大率如何表示…192
    - D FET 的動作特性 193
  - 4.7 UJT ( Uni Junction Transistor ) ……194
    - A 脈衝發生器……194
    - B SCR 觸發器用…195
    - C 孤立比 (  $\eta$  ) ( stand off ratio ) ……195
  - 4.8 光電晶體、光二極體 ( photo Tran-

|                                            |                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| sistor , photo<br>Diode) .....196          | A SCR的使用例... 202                                  |
| A 光二極體的特性...197                            | B SCR 的特性.....203                                 |
| B 光電晶體、光二極<br>體的用途.....198                 | 4.11 IC ( Integrated<br>Circuit積體電路<br>) .....207 |
| C 光二極體的使用回<br>路例.....198                   | A 數位 IC 的種類... 208                                |
| 4.9 整流元件 ( silicon<br>Rectifier) ..... 199 | B 數位 IC 的使用例 209                                  |
| 4.10 矽控整流元件 (<br>SCR ) .....201            | C 演算放大器的使用<br>例 ( 線型 IC ) ... 212                 |
|                                            | D IC 中的回路..... 214                                |

## 第5篇 簡單計器的用法

### 第1章 指示計器的 用法 .....217

|                    |
|--------------------|
| 1.1 基準器.....217    |
| 1.2 指示器的分類.....218 |
| A 依階級分類.....218    |
| B 依動作原理分類...219    |
| C 依用途分類.....221    |
| D 依直流、交流分類223      |
| E 依姿勢分類.....223    |
| F 依測定量分類.....223   |
| G 其他記號.....224     |

### 第2章 測試器的 用法 .....225

|                               |
|-------------------------------|
| 2.1 測試器的特色.....225            |
| 2.2 測試器使用上的一<br>般注意事項.....226 |
| 2.3 測試器的用法.....228            |
| A 直流電壓的測定...228               |
| B 直流電流的測定...228               |
| C 交流電壓的測定...229               |
| D 電阻的測定.....229               |

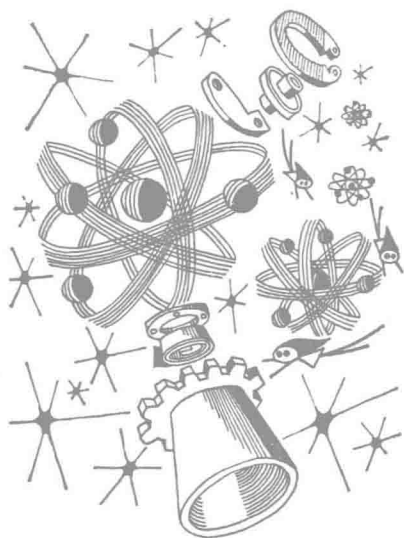
**第3章 記錄計的用法** 231

- 3.1 各種記錄計的原理  
、特色、用途…… 231
  - A 記錄計的周邊機器 234
  - B 記錄紙…… 234
  - C 處理上的一般注意事項…… 234
- 3.2 記錄計的一般使用  
法…… 235
  - A 記錄前的準備…… 235
  - B 測定…… 236

**第4章 示波器** …… 237

索 引…… 249

- 4.1 示波器…… 237
- 4.2 布朗管的動作原理 239
- 4.3 布朗管示波器的動作原理…… 241
- 4.4 同步儀的基本動作 243
- 4.5 布朗管示波器的用法…… 244
  - A 控制板面旋鈕的說明…… 244
  - B 端子的說明…… 246
  - C 使用法…… 247
  - D P.P. 電壓的測定 248
  - E 電流波形的觀測… 248



# ELECTRO -NICS

技術釋疑

機械用電子技術・1

《實用基礎篇》

## 第 1 篇 何謂電子工學

第 1 篇介紹電子工學應用於機械的何種分野？

您由本書可知吾人研討的電子工學基礎可應用於所有分野，引用電子工學可使機械的裝配更簡潔，且可發揮機械所無法處理的超能力。

那麼，何謂電子工學？

一再追問的話，可清楚答覆的人並不多，大致的定義如下：

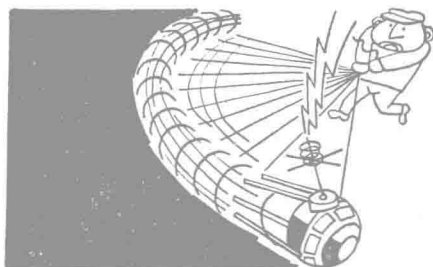
「電子工學是有關電子在真空、氣體、導體、半導體中運動、作用的技術……」。

# 第1章 控制者與被控制者



電系的流傳路線或機械力的傳達路線等，可視為信號的授受。

信號的授受一定有控制者（控制主體）與被控制者（控制對象）的相對關係。



## 1.1 電的流動・

### 機械力・人的意志可當成信號被瞭解

機械活動時，有何過程？

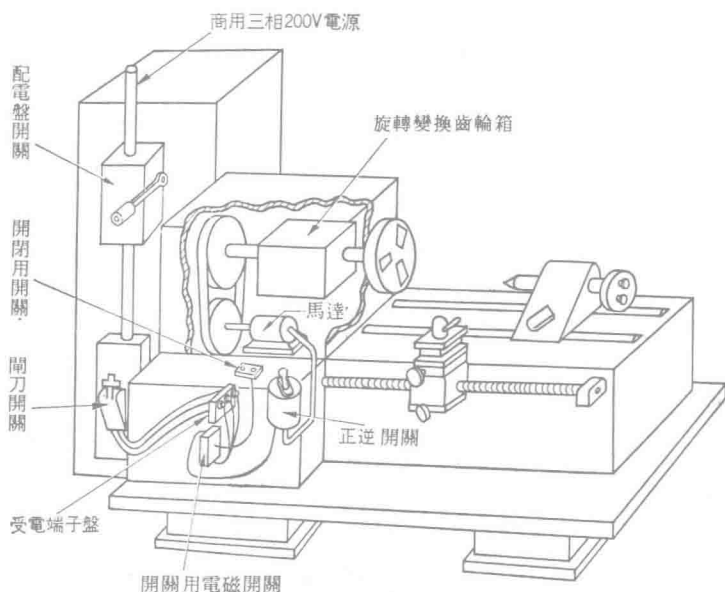
普通的機械裝置是連接動力源，獲得活動力，但很少是動力源直接連接於機械裝置而立即開始活動。

其間一定設有控制活動者。

例如，至少有開關或將供給的動力保持於適當規定值以下的安全器等。

以常見的車床為例，大致如圖 1.1 所示。

◆圖 1.1 車床簡單的動力變換法



三相 200 V 商用交流電源連接於車床的受電端子盤（接線板），電源進入車床內部的受電端子盤前，須經過配電盤開關、開刀開關。

在車床內部，經 ON-OFF 開關、熔絲，通過正逆轉開關，才配線到三相感應電動機（馬達）。

然後，馬達的旋轉軸藉皮帶，經齒輪減速機，將動力傳到夾頭，藉固定的車刀對夾頭的工件進行各種加工。

車床作業員的工作內容是選擇夾頭轉速而決定夾頭的正逆轉、起動、停止、切削速度，再決定車刀的進刀深度，車刀進給速度。

這些全靠作業員的判斷——亦即頭腦的功能，當場設定而完成加工。

此種人的意志所決定的行動、電流系統、機械力傳達系統可視同圖 1.2 所示的“信號”，此種信號系統圖稱為方塊圖。所有的機械都組合各種信號系統，才發揮機能。