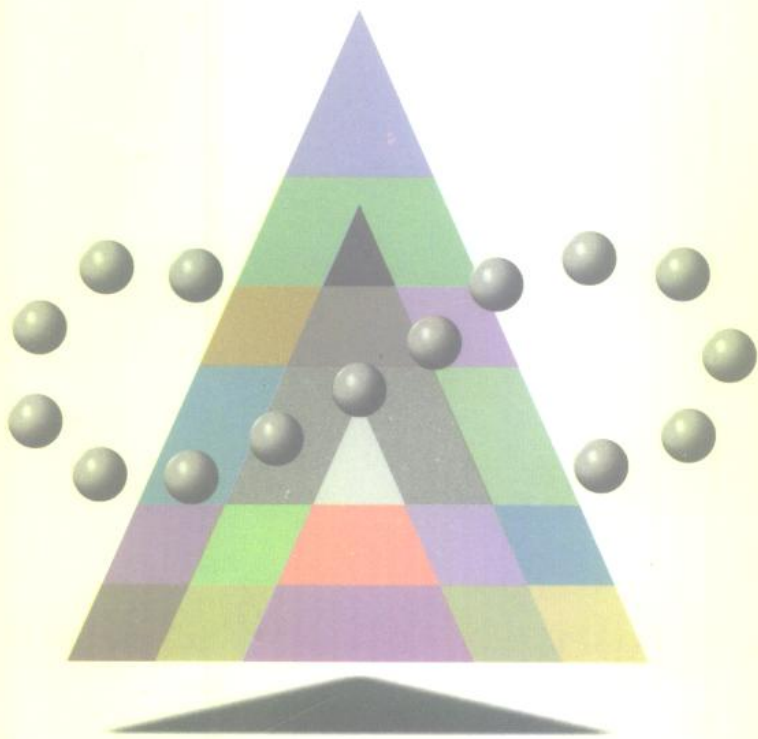


图解机电一体化入门系列

机电一体化电子学入门

(日) 雨宫好文 主编 妹尾允史 著



科学出版社 OHM社

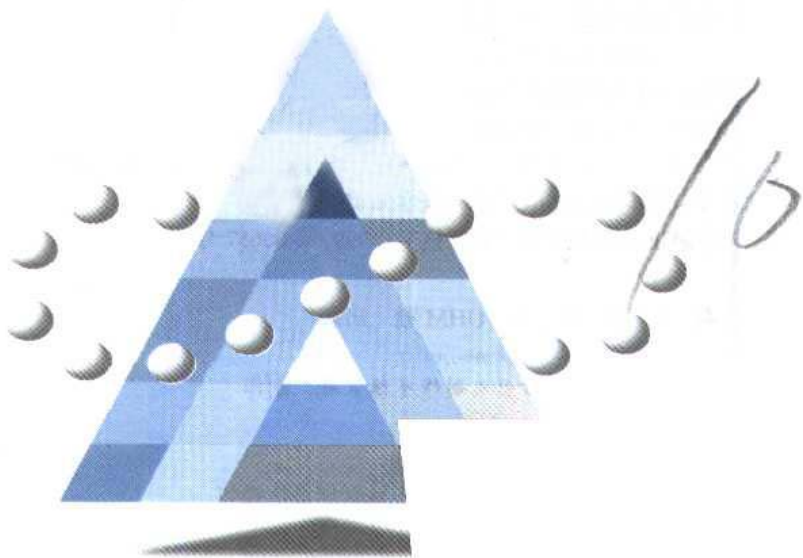
TN01

M54

图解 机电一体化入门系列

机电一体化电子学入门

[日] 雨宫好文 主编 妹尾允史 著
金寿日 译 林 涛 校



科学出版社 OHM社

2000 北京

图字：01 - 1999 - 2506 号

Original Japanese edition

Zukai Mekatoronikusu Nyuumon Shirizu: Mekatoronikusu no Denshigaku Nyuumon

Supervised by Yoshifumi Amemiya

Written by Masafumi Senoo

Copyright © 1987 by Masafumi Senoo

published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 1999

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

圖解メカトロニクス入門シリーズ

メカトロニクスの電子学入門

妹尾允史 オーム社 1996 第 1 版第 5 刷

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化电子学入门/(日)妹尾允史著;金寿日译.

北京:科学出版社,2000

ISBN 7-03-008051-3

I. 机… II. ①妹… ②金… III. ①机电一体化-电气设
备-基本知识②电子学-基本知识 IV. TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 66657 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 1 月第 一 版 开本: 889 × 1194 1/32

2000 年 1 月第一次印刷 印张: 5 7/8

印数: 1 - 5 000 字数: 151 000

定 价: 18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

目 录

第 0 章 机电一体化中电子的作用 1

第 1 章 真空中的电子 1

1.1 对静止的电子作用的力	19
1.1.1 摩擦起电	19
1.1.2 电子间作用力的关系(库仑定律)	21
1.1.3 对电子产生作用力的电环境(电场)	22
1.2 对运动的电子作用的力	25
1.2.1 电子流(电流、电子束)	25
1.2.2 电子流产生的磁环境(磁场)	26
1.2.3 运动的电子也受磁场的作用力 (洛伦兹力)	28
1.3 电子束的弯曲(偏转)和电子透镜	29
1.3.1 电场作用下电子束的弯曲(静电偏 转)	29
1.3.2 磁场作用下电子束的弯曲(电磁偏 转)	30
1.3.3 用磁场约束电子束的扩展(箍缩效 应)	31
1.3.4 电子束透镜	32
1.4 真空管	33

1.5 电子的波和绕射(衍射现象)	35
1.5.1 电子行为的二重性(粒子性和波动性)	35
1.5.2 波的绕射(衍射现象)	37
1.5.3 电子行为的描述(波动方程和波函数)	39
1.5.4 电子的运动状态不变的情形(定态)	41

第 2 章 组成原子/分子/固体的电子

2.1 最简单的原子(氢)的结构	43
2.1.1 电子的圆周运动(玻尔模型)	43
2.1.2 决定电子运动状态的量(量子数)	47
2.2 原子内多电子的运动状态(能级)	48
2.2.1 一个状态中只能容纳一个电子(泡利不相容原理)	48
2.2.2 原子的周期性质	51
2.3 脱离原子轨道的电子(价电子)和离子的性质	52
2.4 原子的集合体——从分子到固体	53
2.5 原子间的作用力(原子间力)	55
2.5.1 通过价电子的移动产生正、负离子(离子结合)	56
2.5.2 相互共有价电子(共价结合)	57
2.5.3 价电子脱离原子后自由运动(金属结合)	58

第 3 章 金属/半导体中的电子

3.1 不考虑势的情形(自由电子模型)	59
---------------------------	----

3.1.1 封闭在箱中的电子(金属中的自由电子)	59
3.1.2 最高能级上的电子(费密能)	61
3.1.3 高温下电子的能量分布(激发态)	64
3.2 电子聚集成电子群(能带)	67
3.3 从固体逸出的电子(功函数和接触电势差)	72
3.4 自由电子的导电(金属的电导率)	75
3.5 二极管和晶体管	77
3.5.1 二极管	77
3.5.2 晶体管	80
3.6 极低温下的完全导电性(超导)	81
3.6.1 电阻为零的状态	81
3.6.2 电子对的形成和能隙	83
3.6.3 超导隧道现象(约瑟夫逊效应)	84

第 4 章 固体的形变和电子

4.1 弹性形变的机理	89
4.1.1 价电子的总能量(内能)	89
4.1.2 形变引起的内能变化(应力-应变关系)	92
4.1.3 奇妙的弹性形变(形状记忆合金)	96
4.2 形变引起的电阻变化(电阻丝应变计)	99
4.3 电场引起的形变(压电现象)	101
4.4 磁场引起的形变(磁致应变现象)	103
4.5 超声波电子学	105

第 5 章 热和电子

- 5.1 电阻随温度的变化 109
- 5.2 电子运动引起的热传导(维德曼 - 弗朗茨定律) 112
- 5.3 电阻体中的电流产生的热(焦耳热) ... 115
- 5.4 电阻体中产生的热噪声(约翰逊噪声) 118
- 5.5 热的作用下从金属表面逸出的电子(热电子) 120
- 5.6 由温度差产生的电动势(热电偶) 123
- 5.7 温度变化时产生的电动势(热电效应) 127

第 6 章 光和电子

- 6.1 热振动产生的光辐射(黑体辐射) 129
- 6.2 电子能量的变化引起的发光(电致发光) 132
 - 6.2.1 原子轨道引起的发光 132
 - 6.2.2 放电发光 135
 - 6.2.3 半导体的能隙引起的发光(发光二极管) 135
- 6.3 激励电子发光(激光器发光) 137
- 6.4 高速运动电子的轨道弯曲引起的发光(辐射光) 141
 - 6.4.1 电子的圆周运动引起的发光(轨道辐射光) 141
 - 6.4.2 利用原子势使电子轨道弯曲(电子沟道光) 144
- 6.5 光照引起的电阻变化 145

6.6 光照下从金属表面逸出的电子(光电效应)	147
-------------------------	-----

第 7 章 能量转换与电子

7.1 各种能量形式及其特征	151
7.2 电动机和发电机	153
7.3 电磁流体泵和电磁流体发电	155
7.4 用温度差驱动电子(热电发电机)	156
7.5 迫使电子移动产生温度差(电子热泵)	159
7.6 通过化学反应驱动电子(化学电池)	160
7.6.1 化学能的转换	160
7.6.2 电子的取出(阴极反应)和获得 (阳极反应)	161
7.7 通过氢的燃烧驱动电子(燃料电池)	164
7.8 太阳能电池	165

第 8 章 材料加工与电子

8.1 电解研磨和电镀	167
8.1.1 电解液中价电子和离子的移动 (电化学反应)	167
8.1.2 离子的溶析(电解研磨)	169
8.1.3 离子的电解淀积(电镀)	170
8.2 放电加工	170
8.2.1 气体或液体中的放电现象	170
8.2.2 焊接、磨削及形变加工	171
8.3 高能束加工(粒子束加工)	172
8.3.1 电子束加工	172
8.3.2 激光束加工	175
8.3.3 离子束加工	176

12 目 录

8.4 超精细刻蚀加工(光刻技术)	178
8.5 将原子加速后打入材料(离子注入法和混合法)	180
参考文献	183
附表 I 元素周期表与电子构型	184
附表 II 物理常数表	186

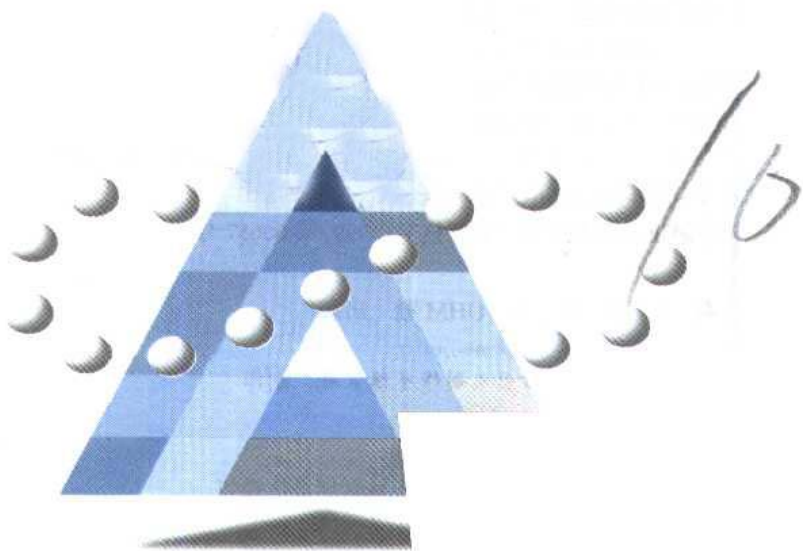
TN01

M54

图解 机电一体化入门系列

机电一体化电子学入门

[日] 雨宫好文 主编 妹尾允史 著
金寿日 译 林 涛 校



科学出版社 OHM社

2000 北京

图字：01 - 1999 - 2506 号

Original Japanese edition

Zukai Mekatoronikusu Nyuumon Shirizu: Mekatoronikusu no Denshigaku Nyuumon

Supervised by Yoshifumi Amemiya

Written by Masafumi Senoo

Copyright © 1987 by Masafumi Senoo

published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 1999

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

圖解メカトロニクス入門シリーズ

メカトロニクスの電子学入門

妹尾允史 オーム社 1996 第 1 版第 5 刷

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化电子学入门/(日)妹尾允史著;金寿日译.

北京:科学出版社,2000

ISBN 7-03-008051-3

I. 机… II. ①妹… ②金… III. ①机电一体化-电气设
备-基本知识②电子学-基本知识 IV. TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 66657 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 1 月第 一 版 开本: 889 × 1194 1/32

2000 年 1 月第一次印刷 印张: 5 7/8

印数: 1 - 5 000 字数: 151 000

定 价: 18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

主编的话

三年前,作为图解机电一体化入门系列,向读者推出了以下6种图书

- (1) 传感器入门
- (2) 接口电路入门
- (3) 控制用微机入门
- (4) 电子机械控制入门
- (5) 控制用电机入门
- (6) 机器人控制入门

上述6册书出版后,庆幸的是得到了好评,到目前为止喜欢本系列书的读者已达五万人之多。

学习机电一体化,从何处入门效果最好呢?策划这套书时,对上述问题作了充分考虑,从而选择了我们认为必须要了解的、最低限度的内容,出版了上述6册入门书籍。从那以后,听到很多读者的反映,或是想要学习这一套入门系列的前期预备知识,或是希望看一看后续课程的内容等等。鉴于这种要求,推出下列新的入门图书

- (7) 机电一体化电工学入门
- (8) 机电一体化电子学入门
- (9) 信号处理入门
- (10) 数字控制入门
- (11) CAD/CAM/CAE入门

期望和上一次的入门系列一样,能够得到读者的喜爱。

雨宫好文

前 言

自从机电一体化这一术语开始使用以来，在与生产机械、能量机械、运输机械、测量和控制机械、情报机械或医疗机械等相关的各领域中，通过电子工程学与机械工程学的结合，机电一体化技术迅速发展。机电一体化技术不仅在专门的研究、开发和生产现场中出现，而且还以影像、传真、音响等各种各样形式，深入到我们的日常生活中，甚至改变着我们的生活方式。

正如在通过发现物质的新性质，研制并有效地利用新材料的过程以及在电子学领域的微电子技术或新能源等的开发、利用那样，这种最前沿的科学技术是依靠巧妙地利用电子的各种各样性质的机构来支撑的。

本书的宗旨已在第0章中写明，从第1章到第3章，以“真空中的电子”、“组成原子、分子和固体的电子”和“金属、半导体中的电子”为内容，尽可能浅显易懂地说明了机电一体化所用装置的动作原理中共同的电子性质，以便初学者易于理解。

从第4章以后，以“固体的形变和电子”、“热和电子”、“光和电子”、“能量转换与电子”以及“材料加工与电子”为内容，针对一些具体问题，阐述了电子机构(mechanism)是怎样得到应用的。常听到因为电子用眼睛看不见，难以理解之类的话，其实我们看见的光就是电子发出的光，是由电子反射或吸收的光（参见第6章）。所以，我们可以说，眼睛所看见的光实际上只是电子的活动。

关于以金属、半导体为主要内容的固体电子理论，已有很多参考书，但着眼于电子机构的书还是很少的。大约三年前的秋天，我曾经和安田仁彦、末松良一两位博士（他们也是本套系列的作者）在当时刚刚开通的东北新干线列车上，闲谈了以机电一体化为先头的高科技的发展趋势。在那次谈话中，得出这样的结论：高

科技的基础,归根结底不就是巧妙地利用电子的机构吗?这就成了本书内容的重要线索。另外,与名古屋大学电子机械工程学科的山下新太郎博士,讨论了电子机构在“传感器和测量”领域所起的极其重要的作用。在此一并表示感谢。

迄今为止的机械工程学中,机构学处于核心地位,它是研究如何巧妙地组合凸轮、齿轮之类机械零部件的。我认为从今以后,将向称之为电子机构学的新方向发展。鉴于这种考虑,本书着重写了电子论在机械工程学方面的应用。如果那些渴望了解电子机构的读者能轻松地阅读本书,则甚为幸事。

在写书的过程中,名古屋大学名誉教授(现金泽工业大学教授)雨宫好文先生,从书的构思、内容的研讨直到审读,始终一贯地给予了指导,借此表示由衷的感谢。同时对在本书出版过程中给予鼓励和支持的欧姆社(OHMSHA)诸位,以及为本书各章节开头画插图的筒井佳子女士表示深深的谢意。

妹尾允史

1.5 电子的波和绕射(衍射现象)	35
1.5.1 电子行为的二重性(粒子性和波动性)	35
1.5.2 波的绕射(衍射现象)	37
1.5.3 电子行为的描述(波动方程和波函数)	39
1.5.4 电子的运动状态不变的情形(定态)	41

第2章 组成原子/分子/固体的电子

2.1 最简单的原子(氢)的结构	43
2.1.1 电子的圆周运动(玻尔模型)	43
2.1.2 决定电子运动状态的量(量子数)	47
2.2 原子内多电子的运动状态(能级)	48
2.2.1 一个状态中只能容纳一个电子(泡利不相容原理)	48
2.2.2 原子的周期性质	51
2.3 脱离原子轨道的电子(价电子)和离子的性质	52
2.4 原子的集合体——从分子到固体	53
2.5 原子间的作用力(原子间力)	55
2.5.1 通过价电子的移动产生正、负离子(离子结合)	56
2.5.2 相互共有价电子(共价结合)	57
2.5.3 价电子脱离原子后自由运动(金属结合)	58

第3章 金属/半导体中的电子

3.1 不考虑势的情形(自由电子模型)	59
---------------------------	----