



电子钟表

原理检修与制作

李钟实 编

人民邮电出版社

电子钟表原理、检修与制作

李钟实 编

人民邮电出版社

登记证号(京)143号

内 容 提 要

这是一本介绍电子钟表检修和制作的实用技术书。它详细地介绍了各种电子钟表的结构、工作原理和检修技术以及检修工具和测试仪器。书中还提供了改进和开发制作电子钟表的实用方法和电路。附录中给出了检修和自制电子钟表的实用技术资料。

本书实用性强,适用面广,可供广大钟表用户,维修和制作人员以及电子爱好者阅读。

电 子 钟 表 原 理 、 检 修 与 制 作

Dian zi zhong biao yuan li jian xiu yu zhi zuo

李钟实 编

责任编辑 李少民

*

人民邮电出版社出版发行

北京市朝内南小街南竹杆胡同111号

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/32 1995年5月 第一版

印张:10 1995年5月 北京第1次印刷

字数:226千字 印数16,000册

ISBN 7-115-05405-3/I·789

定价:9.00元

前 言

电子钟表已广泛使用在社会各个领域。随着电子技术的飞速发展,电子钟表以其优异的性能特点、繁多的品种款式和新颖的计时方式,打破了几百年来机械钟表独占市场的局面,开创了计时技术的新纪元,受到了人们普遍喜爱。

本书详细介绍了目前常见的各种电子钟表的结构、工作原理和故障检修,重点讲述了指针式石英电子钟表和数字式电子钟表的检修方法,还介绍了检修工具和测试仪器。同时,用了一定篇幅介绍了电子钟表的改进和开发制作的方法和实用电路,并提供了检修和自制电子钟表的实用技术资料。

本书在编写过程中,注重从“爱好者”角度出发,力求深入浅出、通俗易懂,讲求实用。

本书不仅供广大电子钟表维修人员和开发制作人员阅读参考,也可供广大用户和电子爱好者学习使用。

在编写本书的过程中,参阅了国内有关报刊的内容和资料,在此表示衷心感谢。限于作者水平,书中谬误之处,敬请广大读者不吝赐教、批评指正。

作者

1994年5月

目 录

第一章 电子钟表概述	1
第一节 品种式样与性能特点	1
一、晶体管钟.....	2
二、指针式石英电子钟表.....	2
三、数字式石英电子钟表.....	4
第二节 构造与工作原理	5
一、游摆式电子钟.....	5
二、音叉式电子钟.....	10
三、指针式石英电子钟表.....	12
四、数字式石英电子钟表.....	15
第三节 典型元器件	17
一、石英谐振器.....	17
二、CMOS集成电路.....	19
三、步进电机.....	23
四、液晶显示器.....	25
五、导电橡胶.....	28
六、电池.....	33
七、各种键钮.....	38
八、其它元件.....	42
第二章 检修工具和测试仪器	46
第一节 常用检修工具	46
一、镊子.....	46
二、螺丝起子.....	46
三、目放大镜.....	47

四、接地装置	47
五、电烙铁	48
第二节 常用测试仪器	49
一、万用电表	49
二、示波器	51
三、电子校表仪	52
第三节 自制简易测试仪器	53
一、晶体管直流参数测试器	53
二、简易石英谐振器测试仪	55
三、微型电池充电器	56
四、步进电机驱动信号发生器	57
五、手动步进电机驱动信号发生器	57
第三章 晶体管钟的检修	59
第一节 电路的检查与测量	59
一、游摆式电子钟电路的测量	59
二、音叉式电子钟电路的测量	61
第二节 常见故障的检修	62
一、游摆式电子闹钟的故障检修	62
二、游摆式电子摆钟的故障检修	77
三、音叉式电子钟的故障检修	78
第三节 拆装、清洗与调整	80
一、游摆式电子闹钟的拆装、清洗与调整	80
二、游摆式电子摆钟的拆装、清洗与调整	85
三、音叉式电子钟的拆装、清洗与调整	85
第四章 指针式石英电子钟表的检修	88
第一节 电路的检查与测量	88
一、指针式石英电子表的检测	89

二、指针式石英钟的检测	93
第二节 停走故障的检修	97
一、电源不正常	97
二、电路部分故障	98
三、步进电机故障	101
四、传动轮系及其它故障	105
第三节 秒针原地走或倒走故障的检修	108
一、秒针原地走的检修	108
二、秒针倒走的检修	110
第四节 走时不准故障的检修	112
一、走时误差大的检修	112
二、时走时停的检修	114
第五节 表电流异常故障的检修	115
一、表电流偏大的检修	115
二、表电流偏小的检修	116
第六节 石英钟附属功能故障的检修	117
一、摆花停摆的检修	117
二、闹时异常的检修	119
三、报时停报的检修	121
第七节 拆卸、清洗与装配、加油	122
一、指针式石英电子手表的拆卸、清洗与装配、加油	122
二、指针式石英电子钟的拆卸、清洗与装配、加油	126
第五章 数字式石英电子钟表的检修	129
第一节 电路基板的识别与测量	130
一、电路基板的识别	130

二、电路基板的测量	132
第二节 无显示故障的检修	135
一、电源不正常	136
二、元件失效或损坏	137
三、其它原因	139
第三节 显示失常故障的检修	141
一、缺划故障	141
二、多划故障	143
三、暗划故障	143
四、时显时不显故障	145
五、全显示故障	146
第四节 调校失灵或失常故障的检修	147
一、 S_1 、 S_2 调校按钮失灵	147
二、 S_1 正常，按 S_2 显示全部清除	148
三、按照明灯按钮时，显示全部清除	148
四、调校时数字自动递增	149
五、按照明灯按钮时灯不亮或光弱	149
第五节 走时不准故障的检修	150
一、走时不准故障的检修	150
二、走时偏差的校正	152
第六节 耗电过大故障的检修	155
一、电流偏大，但在 $10\mu\text{A}$ 之内	156
二、工作电流在 $20\mu\text{A}$ 左右	156
三、电流很大，超过数十微安	157
四、工作电流时而过大，时而正常	158
第七节 其他特殊故障的检修	158
一、光照故障	158

二、显示方面故障·····	159
三、硬件故障·····	161
四、功能失常故障·····	164
第六章 电子钟表的选购与使用·····	166
第一节 电子钟表的选购·····	166
一、电子钟的选购·····	166
二、指针式石英电子手表的选购·····	168
三、数字式石英电子手表的选购·····	168
第二节 电子钟表的使用·····	170
一、电子钟的使用·····	170
二、指针式石英电子手表的使用·····	171
三、数字式石英电子手表的使用·····	173
第七章 电子钟表的改进、应用开发及制作·····	198
第一节 电子钟表的改进与应用开发·····	198
一、晶体管钟的改进与应用·····	198
二、指针式石英电子钟的改进·····	202
三、数字式电子钟表的改进与应用·····	213
第二节 电子钟的业余制作·····	234
一、电子摆钟·····	234
二、用电子表心制作数字电子钟·····	235
三、大屏幕数字电子钟·····	241
四、大规模集成电路数字钟·····	243
五、“夜明珠”全电子石英钟·····	249
六、实用、多姿的数字式电子钟·····	252
七、数字、指针双显石英钟·····	257
八、自制整点声光报时钟·····	260
九、用MHZ 7317B制作的电子数显日历·····	262

十、有趣的线形时钟.....	267
附录一 电子钟表故障检修一览表.....	272
附录二 指针式石英电子钟表机心分解图.....	283
附录三 电子钟表集成电路及典型应用.....	290
附录四 常见指针式石英钟表电路集锦.....	302

第一章

电子钟表概述

钟表,是人们广泛使用的计时工具,它分为机械钟表和电子钟表两大类。电子钟表以其优良的性能、繁多的品种式样和新颖的计时方式,受到了人们的欢迎。

电子钟表包括电子钟和电子手表两大类,它是现代电子技术与精密机械加工技术相结合的产物,它与传统的机械钟表有着本质上的区别。我们知道,机械钟表是以发条为动力,通过定时机构带动指针实现计时的。而电子钟表是以电能为动力源,根据晶体管或集成电路的振荡原理制成的。但是,不能说以电为能源的钟表就一定是电子钟表。例如,有以交流电为能源的,也有用电池为能源的,但机心中没有电子电路,这类钟表,只能称为电钟或电手表。

电子钟表以其结构不同可分为四大类,即:游摆式电子钟表;音叉式电子钟表;指针式石英电子钟表及数字式石英电子钟表。在电子手表中,按上述四类方式可依次称为第一代、第二代、第三代及第四代电子手表。第一代、第二代电子手表已经淘汰,目前常见的是第三代和第四代电子手表。

第一节 品种式样与性能特点

目前,常见的电子钟表有:游摆式、音叉式电子钟(因这两种电子钟的机心都采用了以晶体管为主的电子电路,所以又统称

为晶体管钟);指针式石英电子钟、电子手表;数字式石英电子钟、电子手表。电子钟表的特点是:精度高、寿命长、结构简单、使用维修方便。下面,就将常见电子钟表的性能及品种做一介绍。

一、晶体管钟

晶体管钟的款式有摆钟、闹钟和座钟等。

晶体管钟与机械钟相比,具有以下优点:

1. 结构简单。晶体管钟由电池代替发条机构,省掉了部分机械零件,制造容易、装配简单。

2. 走时长。一般情况下一节一号干电池可供晶体管钟走一年;而机械钟开足一次发条,一般只能走7~15天左右。

3. 等时性好。晶体管钟的走时精度在电池快用完时稍差些,而机械钟开足发条走时偏快,发条不足走时偏慢。

4. 走时噪音小。机械钟走时噪音大,晶体管钟,特别是音叉式晶体管钟噪音小。

5. 走时精度稍高。音叉式晶体管钟的走时精度比机械钟提高了十倍。

此外,晶体管钟还具有使用简单、维修方便、成本低廉等优点。

二、指针式石英电子钟表

指针式石英电子钟的品种有挂钟、台钟、工艺钟等;指针式石英电子表的品种有怀表、手表等。

指针式石英电子钟表与机械钟表相比具有下列优点:

1. 走时稳定,精度高。指针式电子钟表以普通干电池或微型电池作能源,用固有振荡频率为32768Hz的石英谐振器作振荡源,从而克服了机械钟表因发条输出力矩变化及擒纵机构制

造误差而影响走时精度的缺点。

由于抗干扰性强,频率稳定性好,所以指针式石英电子钟表走时稳定,精度很高。其走时精度比机械钟表提高了近百倍。

2. 使用寿命长,无须经常拆洗加油。在指针式石英电子钟表里,步进电机受集成电路输出的电流脉冲驱动,再带动指针转动。其传动力矩很小,且为间歇传动,步进电机转动一次时间也很短,这样,机件磨损很小,钟表使用寿命长,并且无须经常拆洗加油。

3. 结构简单、便于装配维修。指针式电子钟表以电池代替了发条机构,以石英谐振器代替了摆轮游丝,从而省去了防震器;步进电机代替了擒纵机构;还省了数块夹板和钻石。它比机械钟表减少了约百分之二十的机械零件,因此结构简单,便于装配维修,成本低廉。

4. 使用简单、方便。指针式电子钟表只要接通电源,表机即可连续不断地运行,直到电池耗尽为止。一般电子钟上一节电池可连续走一至二年,电子手表电池可使用二至三年或更长。所以不需要经常开表。

另外,大部分指针式石英电子钟表都设有停秒装置,需要时可使秒针停止走动,随时准确对表,而机械钟表是无法使秒针停止走动的。

指针式石英电子钟表除具有上述优点外,它与数字式石英电子钟表相比,还有两大优点:

1. 它仍以三指针方式指示时间,比较直观,符合人们的习惯。使用和调整均较方便,易为人们接受。

2. 它和机械钟表一样,可以设计制造成各种款式,如金壳、彩色表玻璃、各种工艺表等,增加了美感,使它在一定程度上成了装饰品。

总之,指针式石英电子钟表不仅性能可靠,寿命长久,造形高雅,结构简单,而且还不失传统机械钟表的优点。

三、数字式石英电子钟表

数字式石英电子钟表也分电子钟和电子表两类,以表居多。

数字式电子表的品种式样繁多,如以佩带位置来分,有腕式(手表式)和非腕式(如项链表)。如以用途来分,有秒表、音乐闹表、计算器表、游戏机表和保健表(测量人体血压、体温和脉搏)等。如以使用者分,有男表、女表、盲人报时表等。此外,人们还习惯以功能来区分和称呼,称之为几功能的电子表。

数字式电子钟表性能优异,其突出特点是:精度高、寿命长、功能多。

1. 走时精度高。一般机械手表每天误差几秒钟就可算高级表了。而石英电子钟表的准确性是以月误差、年误差来计量的。一般月误差 15 秒,年误差为 3 分钟,较高级的现已达到年误差仅 ± 3 秒。就是说,一年之中只需对一次表。

2. 寿命更长。数字式石英电子钟表的机心几乎都是由电子元件组成的,因此不存在机件磨损问题,而机械钟表和指针式电子钟表的寿命长短在很大程度上都取决于机件磨损。在数字式电子表中,寿命最短的元件是液晶显示器,其寿命一般为 6~8 年。这是由于液晶材料在使用一段时间后逐渐劣化,显示的清晰度下降,不易看清。但这并不意味着钟表寿命的结束,使用者可自己动手更换一块新的液晶显示器,如同定期更换表电池一般,表就可以继续使用了。特别是现在国外已研制出了寿命长达 15 年的液晶显示器,只要我们保养得当,数字式石英电子钟表的寿命一定会大大超过其它各种钟表。

3. 功能多、用途广。数字式电子钟表,特别是数字式电子手

表还具有多种功能。所谓功能,也就是指表的显示内容。通常可以把其功能归纳为三大类。第一类为基本计时功能,它除了能指示时、分、秒外,还能自动准确的显示年、月、日、星期和上午、下午等。第二类是专用功能,诸如秒表可用于记录比赛的时间;闹表可以根据需要准确发出悦耳的闹声;还有计算器、游戏机、收音机、电子音乐、信息贮存、人体保健等功能,它是电子表除基本计时功能以外特殊设置的功能。第三类是辅助逻辑功能,例如有的钟表,“月日”、“时分”可以交替显示,平年和闰年可以自动调节,以及两地时间选择、12小时和24小时制变换、每小时报点等等。一块不大的电子表,具有的功能却可达十几种,给人们提供了许多方便。

4. 结构简单、成本低廉。数字式石英电子钟表结构简单,其零件总数一般不超过20件,而普通机械钟表的零件不下一、二百件。因此数字式钟表装配工艺简单,便于大批量生产。随着电子技术的不断发展,其成本将继续下降。

总之,数字式电子钟表正朝着低价化、普及化、多用化和薄型化、高精度化、多功能化两个方向发展。

第二节 构造与工作原理

掌握各种电子钟表的构造和工作原理,对于提高维修技术及分析、判断故障的能力,正确使用和维护电子钟表都很有帮助。

一、游摆式电子钟

常见的游摆式电子钟有闹钟和摆钟两种,也称晶体管闹钟和晶体管摆钟。

1. 晶体管闹钟

摆摆式晶体管闹钟由电子部分、机械部分和电池部分组成，其框图如图 1-1 所示。其中机械部分又分为摆轮游丝系统、计数机构和轮系指示机构三个部分。图 1-2 是晶体管闹钟的构造图。

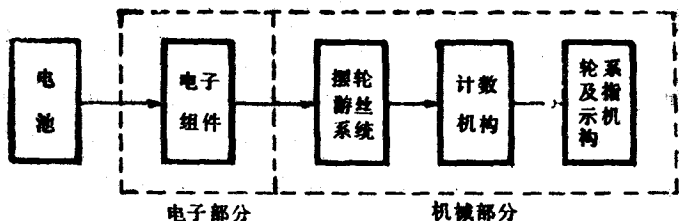


图 1-1

晶体管闹钟的电子电路原理如图 1-3 所示。图(a)为使用 NPN 硅晶体三极管的电原理图，图(b)为使用 PNP 锗晶体三极管的电原理图。整个电路由晶体三极管 BG、电解电容器 C_1 、电容器 C_2 、电阻器 R、线圈 L 和电池 DG 所组成。其中线圈有两组， L_1 是接在基极电路的信号线圈(或感应线圈)； L_2 是接在集电极电路的驱动线圈。 L_1 和 L_2 采用双线并绕方式绕成一个线圈 L。全部元件焊接在一块约 $2 \times 3\text{cm}^2$ 的电路板上，如图 1-4 所示。其工作原理是：当电路接通电源时，晶体管 BG 的基极回路电流 I_1 从电池正极通过 L_1 向 C_1 充电，再由基极(b)到发射极(e)流回电池负极。与此同时，集电极电流 I_2 流经 L_2 。虽然线圈 L_1 和 L_2 中的电流 I_1 和 I_2 方向是相反的，它们产生的磁场方向也相反，但由于电流 I_2 为 I_1 的 β 倍(β 为晶体管电流放大倍数)， L_2 产生的磁场与 L_1 产生的磁场相比，则可忽略 L_1 产生的磁场，故总的磁场方向由 L_2 产生的磁场方向决定。也就是说，线圈的合成磁场方向与 L_1 中的电流 I_1 所形成的磁场方向相反。这个磁场与

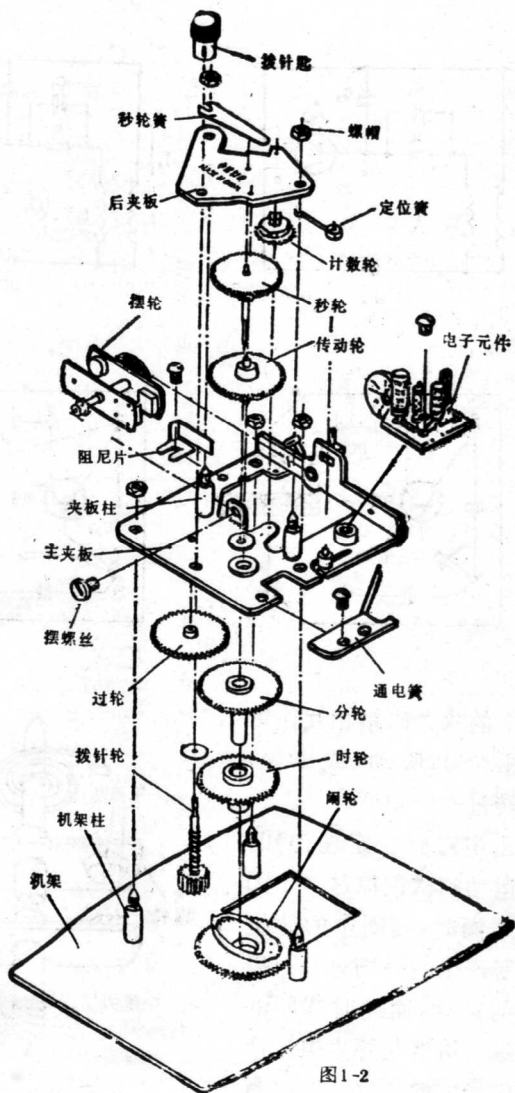


图1-2