



石英电子手表

译文集

上海科学技术文献出版社

编 者 的 话

1973年,我们曾编辑出版了一本题为《国外电子手表》的译文集,介绍了当时国外电子手表的研制和生产情况及发展动态和水平。自那时以来,电子手表又获得了很大的进展。作为第一、二代的摆轮游丝式和音叉式电子手表,技术上已相当成熟,但由于与第三、四代的石英电子手表相比,其走时精度低、结构复杂、成本较高,故目前有的已经停产,有的部分停产。近年来,美、日、瑞士等国主要集中精力竞相发展石英电子手表,技术上不断改进,产量激增,新产品大量涌现。我们现在出版的这本《国外石英电子手表译文集》,顾名思义,其论述的范围仅限于第三、四代的指针式和数字式石英手表,也可以说是1973年的那本《国外电子手表》的续集。至于摆轮游丝式电子手表和音叉式电子手表方面的文献资料,现在国外公开报道的已基本上没有了。本译文集所收录的文章大多是1976年至1978年期间国外刊物上公开发表的,少部分来自会议论文集、专利、技术交流资料等,内容涉及石英电子手表的各个方面。

石英电子手表,国外是1969年开始出现在市场上的。1973年,石英电子手表的生产仅占世界手表总产量的0.25%,1976年就增至12.6%,1977年又上升到21%。据估计,1980年可达30~50%。

石英电子手表向多机能化发展,是近年来的主要特点。从显示功能来看,除有秒、分、小时、上午/下午、星期、日、月、年的显示以外,还可显示格林威治世界标准时和其他时区的标准时间。此外,还有闹时、秒表、闰年调定、电池寿命报警等附加功能的,以及指针式和数字式结合在一起的混合显示石英手表,以满足各种不同用途的需要。从使用功能上讲,美国和日本相继研制成计算器石英电子手表,这种手表除具有一般的数字式手表的功能外,还有一个微型电子计算器,能进行四则运算、连乘连除、开方、百分比、常数和存储计算等。最近还出现一种称为保健电子手表的产品,能测量人体脉搏、血压和体温,其原理是在表壳的背面装有一只特殊的光学传感器,光照射皮肤并穿透富血组织,反射回来的检测信号,经电子方式处理,换算成所需要的数据以数字形式显示在表盘的屏幕上。另外,据报道,美国新近研制一种能用口语报时的石英手表。这使电子手表在实用和方便方面又前进了一步。

石英电子手表,随着技术工艺的不断改进、产量的急剧增加,其售价已大幅度下降。1972年,国外市场上开始出现数字显示全电子石英手表。当时,美国汉弥尔顿(Hamilton)公司出产的第一批《Pulsar》发光二极管显示的石英电子手表的售价高达2000美元。1976年,石英电子手表的售价已下降到40~70美元,其中得克萨斯(Texas)公司的产品最低售价仅为19.95美元。目前这类手表的价格最低的已降至10美元左右。日本出产的石英电子手表的售价,目前一般为3~5万日元,有的已降到2万日元左右。

以上石英电子手表的诸方面,本译文集均有论述。我们希望这本译文集对工作在钟表和

电子工业领域的我国工程技术人员和工人以及有关科研人员能提供一些有参考价值的资料。

在本专辑的选题和译校工作中，我们得到了上海市钟表研究所张治平等同志的大力支持与帮助，上海手表二厂工程师陈家昌同志也对本专辑译文的审校做了不少工作，在此一并致谢。

限于专业知识及编辑水平，错谬之处，请批评指正。

上海科学技术情报研究所

1979年6月

编 者 的 话

1973年,我们曾编辑出版了一本题为《国外电子手表》的译文集,介绍了当时国外电子手表的研制和生产情况及发展动态和水平。自那时以来,电子手表又获得了很大的进展。作为第一、二代的摆轮游丝式和音叉式电子手表,技术上已相当成熟,但由于与第三、四代的石英电子手表相比,其走时精度低、结构复杂、成本较高,故目前有的已经停产,有的部分停产。近年来,美、日、瑞士等国主要集中精力竞相发展石英电子手表,技术上不断改进,产量激增,新产品大量涌现。我们现在出版的这本《国外石英电子手表译文集》,顾名思义,其论述的范围仅限于第三、四代的指针式和数字式石英手表,也可以说是1973年的那本《国外电子手表》的续集。至于摆轮游丝式电子手表和音叉式电子手表方面的文献资料,现在国外公开报道的已基本上没有了。本译文集所收录的文章大多是1976年至1978年期间国外刊物上公开发表的,少部分来自会议论文集、专利、技术交流资料等,内容涉及石英电子手表的各个方面。

石英电子手表,国外是1969年开始出现在市场上的。1973年,石英电子手表的生产仅占世界手表总产量的0.25%,1976年就增至12.6%,1977年又上升到21%。据估计,1980年可达30~50%。

石英电子手表向多机能化发展,是近年来的主要特点。从显示功能来看,除有秒、分、小时、上午/下午、星期、日、月、年的显示以外,还可显示格林威治世界标准时和其他时区的标准时间。此外,还有闹时、秒表、闰年调定、电池寿命报警等附加功能的,以及指针式和数字式结合在一起的混合显示石英手表,以满足各种不同用途的需要。从使用功能上讲,美国和日本相继研制成计算器石英电子手表,这种手表除具有一般的数字式手表的功能外,还有一个微型电子计算器,能进行四则运算、连乘连除、开方、百分比、常数和存储计算等。最近还出现一种称为保健电子手表的产品,能测量人体脉搏、血压和体温,其原理是在表壳的背面装有一只特殊的光学传感器,光照射皮肤并穿透富血组织,反射回来的检测信号,经电子方式处理,换算成所需要的数据以数字形式显示在表盘的屏幕上。另外,据报道,美国新近研制一种能用口语报时的石英手表。这使电子手表在实用和方便方面又前进了一步。

石英电子手表,随着技术工艺的不断改进、产量的急剧增加,其售价已大幅度下降。1972年,国外市场上开始出现数字显示全电子石英手表。当时,美国汉弥尔顿(Hamilton)公司出产的第一批《Pulsar》发光二极管显示的石英电子手表的售价高达2000美元。1976年,石英电子手表的售价已下降到40~70美元,其中得克萨斯(Texas)公司的产品最低售价仅为19.95美元。目前这类手表的价格最低的已降至10美元左右。日本出产的石英电子手表的售价,目前一般为3~5万日元,有的已降到2万日元左右。

以上石英电子手表的诸方面,本译文集均有论述。我们希望这本译文集对工作在钟表和

电子工业领域的我国工程技术人员和工人以及有关科研人员能提供一些有参考价值的资料。

在本专辑的选题和译校工作中，我们得到了上海市钟表研究所张治平等同志的大力支持与帮助，上海手表二厂工程师陈家昌同志也对本专辑译文的审校做了不少工作，在此一并致谢。

限于专业知识及编辑水平，错谬之处，请批评指正。

上海科学技术情报研究所

1979年6月

TH714.7
12.
3

目 录

编者的话

石英手表的现状与展望	(1)
数字电子手表的设计与制造	(10)
石英手表的大量生产技术	(18)
数字式石英电子手表工艺方向的选择	(28)
指针式电子手表一览表	(40)
数字式石英手表一览表	(51)
精工舍 C153 型计算器数字手表	(65)
能用口语报时的石英手表	(73)
钟表用集成电路的现状和展望	(82)
CMOS 集成电路的基本理论、应用及今后展望	(88)
钟表用 CMOS 大规模集成电路	(97)
功耗和 CMOS 集成电路相同的手表用垂直注入逻辑集成 电路	(108)
可直接驱动 LED 的 I ² L 手表用集成电路	(111)
钟表振荡器的现状和展望	(118)
32KHz 石英音叉的分析和实验研究	(129)
音叉晶体单元的 性能及其在 电子手表中的应用	(141)
电子手表用石英 晶体元件 已经标准化	(150)
手表显示的现状 与展望	(154)
多型多色液晶显示	(159)

数字手表显示元件中的电致变色现象	(165)
电致变色显示的展望	(172)
液晶显示器	(176)
采用气态氙光源照明的 LCD 石英手表	(181)
手表电池的现状和展望	(184)
太阳能电池在电子手表上的应用	(191)
电子手表用电池	(200)
松下公司锂电池	(205)
三洋公司锂电池	(209)
钟表用马达的现状和展望	(214)
世界上最小的步进马达——索克朗 SO2 型马达.....	(221)
超小型马达的研究	(227)
双定子型脉冲马达	(231)
钟表用步进马达	(239)
石英手表检验标准	(241)

石英手表的现状与展望

序 言

1969年由日本精工舍发表了世界最早的石英手表以来,作为商品在提高可靠性、追求小型薄型化、高精度化的同时,正在向普及化发展。目前,模拟式石英手表已由实用标准品直至女表这样广泛的范围内商品化了,至于数字式石英手表,不仅是高精度,而且在多机能化方面也在商品化,如与原来数字显示相称的秒表,甚至蜂鸣器报时正确到秒的闹表等,都能最充分地发挥数字式的特点。

石英手表就模拟式和数字式来说,将来并非以哪种为主的问题,而是发挥各自的特点,互相分工,二者都会有较大的发展。

石英手表商品化之后,虽还只有8年,要是考虑研究开发的过程,算起来约有20年的历史,而且真的可以认为是一部高精度化的历史。

即使机械式手表的历史较长,但还须继续提高精度,作为提高精度的必然结果,则与石英手表的试制有关,而且实现了将近机械式手表100倍的高精度。

目前,石英手表作为大众商品已实现了普及的价格,且能满足更多人的需要,故可以说已进入真正的石英手表时代。

模拟式石英手表的现状

概 要

自1969年12月石英手表35SQ商品化以来,石英手表在短期内取得了显著的进展,就是说,在时间精度、可靠性、多机能化、小型薄型化方面都超过了机械式手表的水平,至于石英手表存在的电池更换问题,也因出现了电池寿命为五年的产品而大为改善。目前,石英手表已进入真正的发展时期,尤其在日本市场上石英化正在迅速发展。

石英手表的时间精度

目前,各厂销售的产品的公称精度大致为1~20秒/月(参见表1)。还在追求更高的走时精度,但是由于采用诸如AT切割的石英振荡器和SOS电路,功耗较大,尺寸也大,而且制造上问题较多,尚未跨出原型产品的阶段。不过,今后解决了这类问题,就能稳定地大量生产,这样在时间精度方面也能进一步接近误差为0的理想极限。

小型、薄型化

初期的石英手表只是完成了第一目标,即作为实用手表达到了与普通自动手表同样的标准尺寸。以后,由于石英振荡器小型化的研究、CMOS电路的低功耗化、转换器的效率提

表 1 各 公 司 的 模 拟 式 石 英 手 表

	生 产 型 号	公称时间精度 (秒/月)	电池寿命 (年)	机 芯 大 小 直径×厚度(毫米)	石 英 振 荡 器 (赫芝)	转 换 器
初 期 产 品	精工舍 雪铁城 理光 CEH 芝柏 布洛瓦	±2, ±5 ±10 ±5, ±20 年差1分以内 年差1分以内 周差1~2秒	1 1 1 1	25.6×5.3 25.6×5.5 27.0×6.1 (28.2×25.0)×5.3 30×5.8 28.7×5.3	叉 音棒状 叉 音棒状 叉 音棒状 叉 音棒状	步进马达 摆轮同歩式 步进马达 音片棘爪送进 步进马达整体式 音叉棘爪送进式 (6极) (16赫) (6极) (256赫) (2极) (3+1 ¹ / ₃ 赫)
	精工舍 理光 埃勃什 SSIH 熊哈斯	±1 ±15 ±10 ±20 ±5 年差1分以内	2 5 2 1 2 2 1	(25.6×25)×4.8 27×4.6 25.6×3.4 22×5.5 26×5.5 29×6.1 27.1×5.9	叉 音叉 叉 音叉 叉 音叉 叉 音叉 叉 音叉	步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 (整体式)
现 在 产 品	精工舍 雪铁城 埃勃什 SSIH 芝柏	±20 ±15	2 1 1 1	(26.0×23.7)×2.9 19.3×3.9 28.0×3.7 23.3×3.5 20.5×3.7	叉 音叉 叉 音叉 叉 音叉 叉 音叉	步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 (整体式) (整体式)
	精工舍 SSIH 埃勃什	±20 ±20	2 2 3 1	(15.3×13.6)×3.8 (15.15×13.0)×3.9 (15.15×13.0)×3.3 (17.8×15.3)×4.6	叉 音叉 叉 音棒状 叉 音棒状	步进马达 步进马达 步进马达 步进马达 (整体式)

高、电池小型化的进展，最近，出现了厚度突破 3 毫米、平面尺寸为 13×15 毫米的女式手表产品，甚至还发展到超过以前机械式手表的水平。图 1 以精工舍产品为例，表示了机芯和石英振荡器小型化的过程。

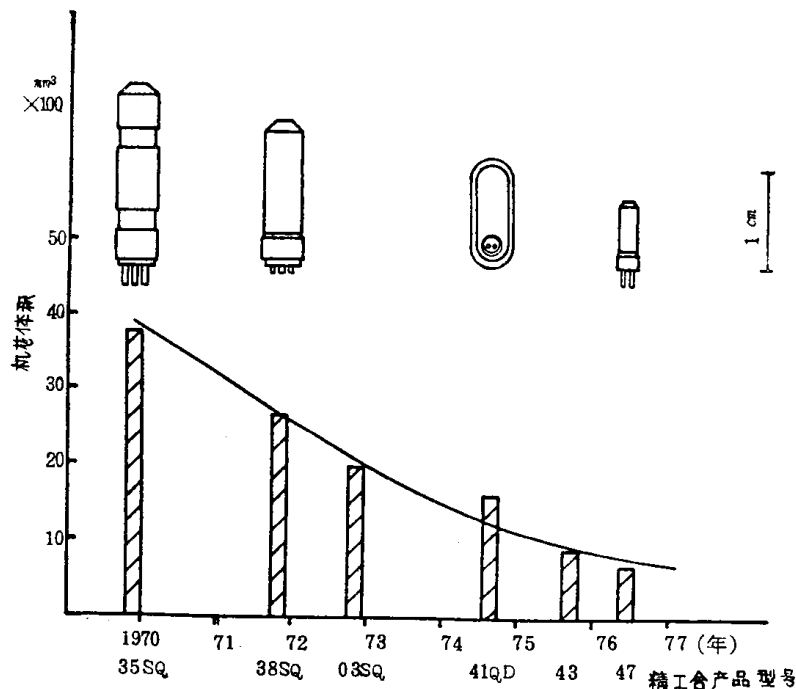


图 1 模拟式石英手表机芯体积与石英振荡器大小的演变

电池的长寿命化

初期产品的寿命大致为一年，但最近的产品已达 2~3 年，甚至作为实用手表还制成了 5 年寿命的产品。对消费者来说，电池的长寿命化具有较大的优点，尤其在实用手表方面，今后还会迅速地普及化。

下面，就介绍一下各构成要素的技术现状和今后方向。

基本构成

图 2 表示模拟式石英手表的基本构成。

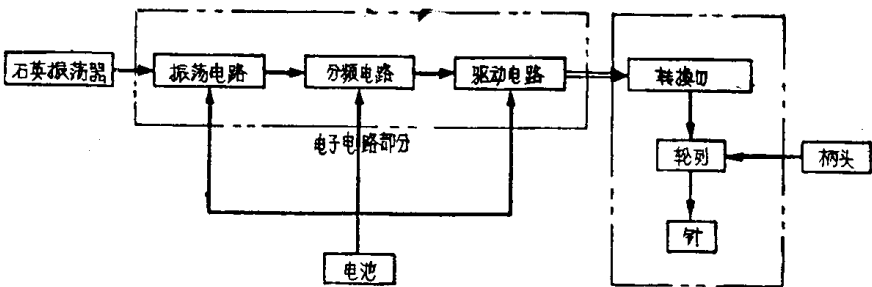


图 2 模拟式石英手表的基本构成

石英振荡器

对石英振荡器来说,虽有各种振动模式和频率的组合,但就石英手表来讲,目前都是X切割的弯曲振动模式,而且最普通的还是32.768千赫的。这种振动模式的振荡器在较低频率(8~50千赫)时可以小型化。一般来说,石英振荡器的频率与尺寸的关系是频率越高尺寸越小,因此,为了小型化,频率越高就越是有利。另一方面,频率越高,电路的功耗也越大,故单纯增加频率是不可取的。要是考虑加工误差的相对影响,则目前的32千赫是在小型化功耗和加工技术上权衡选取的。振荡器的形状有棒状和音叉型二种(图3A·B)。前者的石英加工容易,相反,2个节点由4根支撑线吊起,故难以稳定地制造Q值高、耐冲击性好的振荡器。另一方面,音叉型的石英在振动时,节点的相当部分没有变位,故可以固定不致对振动部分产生不良的影响,而且在耐冲击性方面也有各种简便的方法。对手表来说,携带时因外界干扰和跌落等耐冲击性是一种重要的特性。至于初期产品,尤以美国为主棒状占绝对多数,而音叉型只有日本的精工舍和理光二公司,不过,目前以音叉型为主,即使在美国也在向音叉型发展。

最近,在音叉型石英振荡器方面,采用光刻技术取代了机械加工,故微型石英振荡器正在实用化。这种石英振荡器,由于厚度很薄,对小型化有利,而且石英振荡器本身自重较轻,故即使固定结构简单也能达到足够的耐冲击性,而且节省材料,正在成为今后的主流。

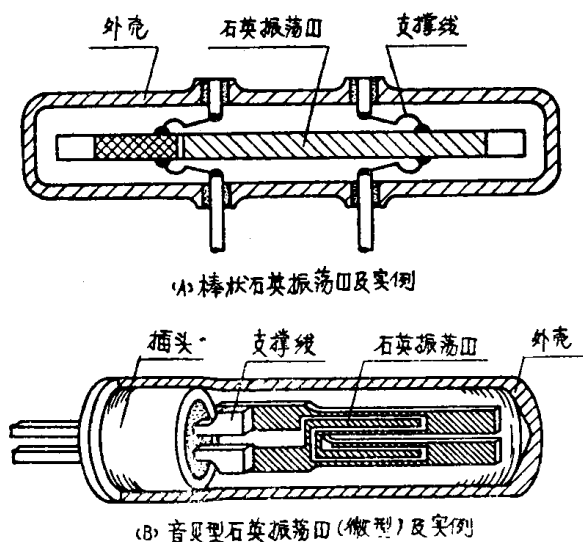


图3 石英振荡器的形状

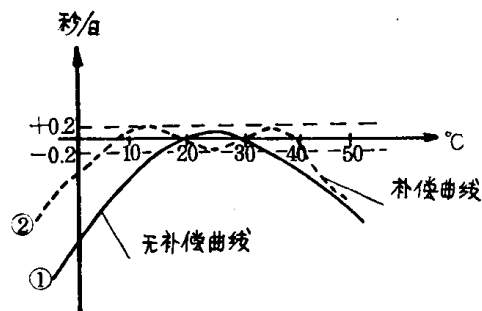


图4 石英振荡器的温度特性一例(X切割)

X切割弯曲振动模式的石英振荡器具有图5①的温度特性,因此,对于无温度补偿的普通石英手表,这种特性就那样作为时间精度的温度特性反映出来。为此,为了追求高精度,就要在日常使用的温度范围内对这种石英的温度特性进行补偿,通常,与石英的温度特性相反的电容器组合在一起,故能使用补偿曲线②的那种状态。但按曲线②可知,还不能说是完全补偿,为了实现更高精度,要改善这种温度补偿仍是一个重要方面。故今后的课题就是开发完全的温度补偿方法或使温度补偿良好的石英振荡器实用化。

目前,就温度特性好,老化特性也好的石英振荡器来说,已知的是AT切割,这时,频

率高达兆赫级，故电路的功耗增大。作为解决的办法，试用 SOS-CMOS 电路，但与目前 32 千赫的 CMOS 电路相比，电流就要增大 1 位数，而且，振荡器、SOS 一起制造的技术也未确立。至于兆赫级，功耗较大，而中频级（100~1 兆赫），CMOS 仍可驱动，故二者今后都有必要进一步进行研究。

电子电路和电池

为了实现石英手表的小型薄型化和电池的长寿命化，就必须要有低功耗的电子电路和适合手表使用条件的电池。

电子电路的低功耗化

电子电路采用了低功耗、低电压工作的 CMOS 电路，并由振荡、分频、驱动部分组成。电路的功耗大部分在振荡和分频部分，尤其在初期振荡部分消耗了将近 90%。最近，由于集成电路的设计、制造技术的进展和石英振荡器性能的提高等，振荡部分的功耗已大为降低。图 5 以精工舍产品为例，表示了模拟式石英手表电路功耗的演变。作为手表电路正在研制 SOS 和 I²L 等，但目前 SOS 的制造技术尚未确立，而 I²L 的功耗又比 CMOS 大几倍，故今后必须进一步改善。

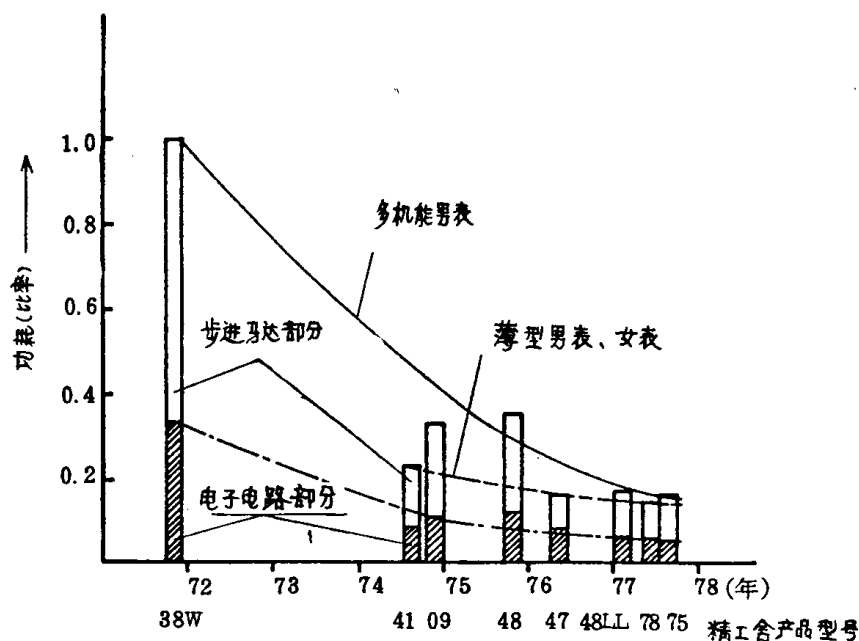


图 5 模拟式石英手表功耗的演变

电池

初期，几乎没有手表电池，只能从助听器等现有的电池中选择耐用的予以使用。

以后，随着石英手表的发展，手表适用的电池也在开发，电池种类多样化，而且性能也在提高。电池尺寸以前大多采用 $\phi 11.6 \times 4.2 \sim 5.3$ 毫米的，随着手表的小型、薄型化，目前直径和厚度都比这种为小的已成为主流，至于性能方面，当然，能量密度要高，电压变动要小，尤其在微电流下长期工作，由于自放电降低容量的影响较大，因此关键在于自放电率要小，耐漏液性要好。

目前，电池以氧化银(Ag_2O)为主，但有一部分过氧化银(AgO)正在实用化，估计容量提高 20~40%。至于当前提高电池容量方面，看来过氧化银会更多地采用。

锂电池电压高达 3 伏，认为在以前液晶驱动方面有利，但目前液晶工作电压已降至 1.5 伏，故重点放在自放电少，耐漏液性好等贮藏寿命良好的方面。

固体电介质电池目前的能量密度较低，今后必须进一步进行研究。

转 换 器

到目前为止，各公司已开发实用化的转换器分类如下：

表 2 转换器的种类

谐 振 型	摆 音 音	轮 片 叉	式 式 式
非 谐 振 型	擒 纵 叉 式	步 进 马 达 式	

其中，作为携带手表使用，存在致命缺点的抗干扰弱，耐久性差的都被淘汰，而目前几乎都统一采用步进马达。精工舍研制的、比当初产品实用化的步进马达是非谐振式，抗干扰强，又是非接触式，故是一种耐久性好、可靠性高的方式。以后，日本各公司都很快地采用了这一方式，而在目前石英手表方面，可以毫不过分地说这是日本领先各国的主要原因之一。

当初进行了步进马达的课题，由于最有效地附加驱动脉冲等一系列改进，使转换效率大为提高，而且对于低功耗化要求也能充分满足。图 5 表示了精工舍步进马达功耗的演变。

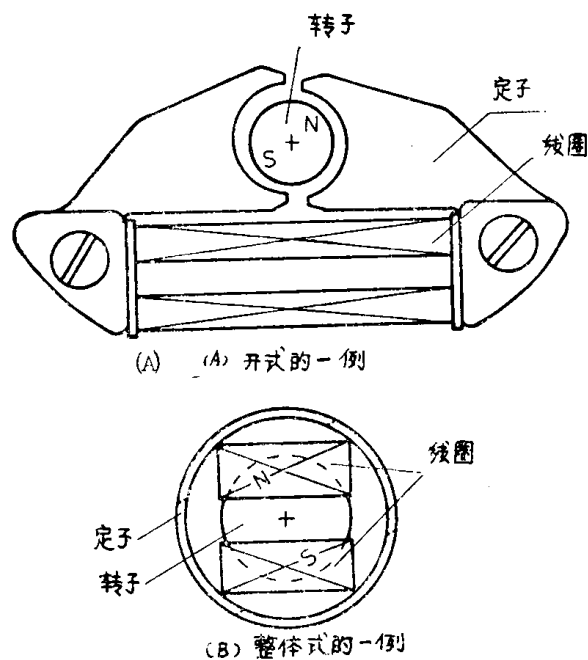


图 6 步进马达的结构

步进马达有开式和整体式两种(参见图 7)，前者为日本各厂所采用，而后者主要为瑞士各厂所采用。开式能适合各种规格，有效地分散布置转换器，而且适合于小型薄型化，由于线圈较大，故对转换效率有利，即使在瑞士最近也在采用这种方式。

数字式石英手表的现状

概 要

日本数字式石英手表以 1973 年精工舍发表了液晶显示方式的产品为开端。由于数字式几乎没有机械动件,故有全电子式手表之称,而且目前真正发挥数字特点的一些商品正在上市。

当初,数字式以表示时、分和秒的 4~6 位数为主,以后,随着大规模集成电路的进展,充分发挥了高度的信息处理能力,从而开发和制造了模拟式无法实现的不少附加机能。最近,进一步组合了这些机能,出现了多机能化的产品,看来这种趋向还是今后数字式的主流。

不过,多余机能组合的多机能化会使操作处理量增大,而且还超过了一般使用人的操作水平,当然应有所限制。

表 3 列出了目前销售的各公司的产品及主要的一些附加机能。

表 3 各公司的数字式石英手表

生产型号	主要附加机能	电池寿命 (年)	机芯大小 直径×厚度(毫米)	显示屏面大小 (毫米)
东方计器20	秒表,记时12小时,1/10秒	1	30.9×5.8	20.5×8
卡西奥ST	{ 秒表,记时13小时,1秒 时间存储	15个月	28.8×6.3	17×8
雪铁城 LC闹表 13记时 计算器	闹表	2	(27×22.6)×7.8	21.3×8.2
	{ 秒表,记时12小时,1/10秒 双重时间	2	(27×22.6)×7.8	21.8×11.3
	计算器	2 (计算330小时)	28.5×9	21×13.4
精工舍 M159 M158 A159 M154 A039	秒表,记时20小时,1/10秒	2	27.0×6.1	22.4×13.5
	世界时,29个时区	2	27.0×6.1	22.4×13.5
	闹表	1	28.9×7.0	21.2×9.15
	{ 记时器,记时12小时,1/10秒 万年历,闰年日历自动修正	2	27.0×6.1	22.4×13.5
	多用闹表	1	(28.4×27)×6.7	21.2×12.5
埃勃什ESA934711	秒表,记时13小时,1/10秒	18个月	29.0×4.9	18.3×13.5
蒙代尼秒表	秒表,记时60分,1/100秒	1	31.0×4.7	15.6×15.8

基 本 构 成

图 7 表示数字式石英手表的基本构成。

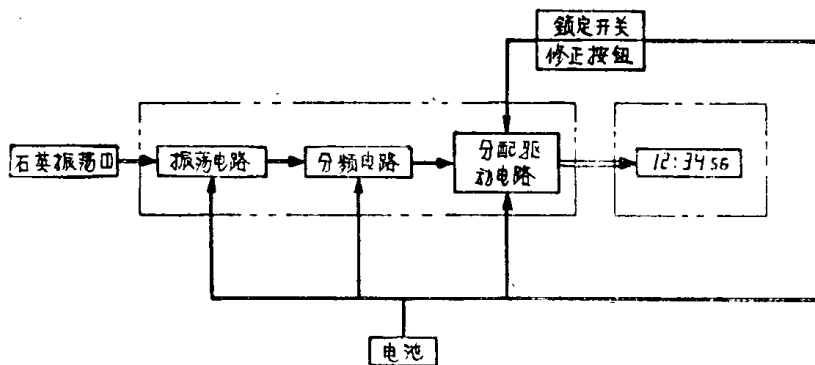


图 7 数字式石英手表的基本构成

显 示 方 式

就手表实用化的显示器件来说，有液晶(LCD)和发光二极管(LED)二种。

尤其是日本的生产厂一开始就采用 LCD，而 LED 则为以半导体厂为主的美国所采用。

由于 LED 的功耗较大，不能常时显示，而且在明亮的环境下对比度较差，故作为手表的显示器件存在根本的缺点。LED 的产品主要用来取代以前的粗马手表，故以美国为主，但目前有些厂已相继转向 LCD，按当时的预测，日本采用的 LCD 已成为世界的主流。

至于 LCD，也有动态散射型(DSM)和场效应型(FE)二种。当初一部分厂采用了 DSM，但工作电压高达 6~15 伏，功耗较大，耐久寿命上也有问题，故目前还不能用于手表。另一方面，作为手表目前虽以 FE 型为主，但在材料上改善了对比度和响应速度等，而且还改进了装配技术。

目前的水平大致如下：

工作电压——1~3 伏(电池 1.5 伏下直接驱动的已实用化)

消耗电流——1~3 微安

耐久寿命——5~10 年

驱动方法几乎都是静态驱动，但最近出现了动态驱动的商品，今后随着显示位数的增加，也许会有更广的应用。

至于今后的课题，就在于宾主效应的彩色液晶的实用化和电致变色显示(ECD)等。

集 成 电 路 的 装 配

由于电路的端子数较多，故数字手表的装配也很重要。

当初，显示位数较少，电路的端子数约为 30~40，而目前，随着规格的复杂化，已迅速增至 60~70，对以前的引线接合法来说，制造上工时增加，且可靠性也有问题。

最近，能一次接合不少电路端子的薄膜载体方式正在开发实用化，因此，加工时间大为缩短，而且电路以外的一些元件装配和模制等都能连续进行加工。

石 英 手 表 的 未 来

目前，世界上正以日本为目标发展石英化，为此，想重新考虑石英手表具有那些为消费者所欢迎的主要因素，并以此为中心对未来作一展望。

石英手表的出现,对消费者带来哪些优点?总的可列举下列4点,即

(1)高精度;(2)持续时间长;(3)有利时兴式样的发展(模拟式);(4)可以多机能化(数字式)。

(1)高精度——当然这是目前发展石英化的最大原因。精度比以前提高了100倍以上,从而实现了高精度,增加了手表的可靠性,故毫不夸张地说对消费者进行了一场时间上的意识革命。

对手表来说,机械上虽然有限,但追求高精度今后还是不会停止的。当前的目标不仅要达到目前最高的精度水平,而且还要实现可以大量生产的实用水平。如电波手表那样,可以采用外部标准进行校正的方式。由于降低功耗上的困难,故目前在石英振荡器、振荡电路方面还须进一步改进。

(2)持续时间——即使一直放着也要超过一年以上。因此,有效地保持高精度,而且妇女们对机械操作的厌烦都很注意。相反,每隔1~2年必须调换电池,这就是目前机械式所没有的主要缺点。虽然各公司都在努力设法解决这一问题,但目前已有二种做法的产品正在销售。一是由太阳能电池补充能量的方式,另一是为了消除实际上必需的电池调换,进一步延长电池寿命的做法。5年寿命的已实用化,但还要向更长的方向发展。到底哪种方式有利要让历史来判断,而两种方式的实际持续时间都取决于电池的质量。最大的关键在于开发高稳定、高质量的电池,随着这方面技术的进展,还得发展10~15年。

(3)时兴式样——虽然较有利的限于模拟式,但目前已成为促进石英化的最主要原因。当初石英手表的开发由于尺寸较厚,故作为实用手表还不能充分满足要求。就瑞士来说,机械手表在这方面有利,而且自动手表也向薄型化发展,至于日本,由于石英手表不存在自动锤那样的外部动件,故外观装配有利,而从电子精密技术的观点来看,诸如振荡器的小型化、CMOS电路的低功耗化,开式马达的薄型化发展的可能性等,道理上薄型化符合石英手表的要求,由于积极开发各种器件的结果,从而出现了不少超出机械手表时代更引人注意的薄型手表等产品,获得了消费者的好评。要是看一下石英化的进展,女表比男表的普及化较迟,但这是时间问题,随着小型电池开发为中心的有关技术的改进,不久就会进入石英手表取代机械式手表的全盛时代。

(4)多机能化——数字式石英手表正以多机能化为中心渗进市场。从所有的信号处理至显示全部由电子构成,故容易多机能化,而且,随着集成电路技术的发展,这方面还将进一步加快。对消费者来说,要求手表不仅能报道时刻,而且要有自然的乐趣和有意思等新的吸引力。目前已销售的有计时、闹时、世界时、计算器及其组合机能的产品,要是发表的原型包括在内,则这方面将会日益扩大。正因为这种多机能化方向有着无限的可能性,所以最大的课题就要研究新机能,不仅要发表出来,而且使其更为有效。

由于石英手表具有上述的一些新的吸引力和基本的优点,故可以加快步伐,扩大市场,要是有些企业能努力确立适当价格的大量生产技术,当然这种预期的可能性还是大的。至于美国,正是数字式提供了低价的产品,各公司生产LED显示石英手表投入价格竞争,但结果很差。

在讨论石英手表的未来时,最集中的课题就是模拟式还是数字式。事实上不能马上得出结论,按现状来看二者各有特长,还会同时发展。

张治平译自《日本時計学会志》1977, No83, p.4~16(日文)

数字电子手表的设计与制造

自五年前,向消费者介绍以来,数字电子表已经迅速发展。在1978年在世界手表市场上,预期数字电子表将占30~40%。由于它的高精度化,相对装配简易化,潜在价格竞争性,在销售方面仍期望有继续的发展。本文论述的目的是向技术人员介绍数字电子手表的综合设计和制造方面所需要考虑的事项。

由于连续读出的可能性(因为低电耗)和LCD在高亮度环境下的良好能见度,世界电子表需要量逐渐从LED转移到LCD,在1~2年内,LCD电子手表的市场预期超过LED而占为优势。在下面论述中,我们所讨论的仅限于LCD电子手表的设计和制造事宜。

设 计

机芯的功能和机械要求

在设计时,首先要考虑到机芯的若干特征。它是取决于销售调查,调查市场需要,CMOS电路和匹配用LCD的可用性,并需要考虑到机芯是男式还是女式。迄今为止,由于大小限制,市场上女式LCD手表只有5功能(时、分、秒、月、日),然而男式手表却有更复杂的功能。必须确定最适合的外形尺寸和厚度以便匹配标准表壳和最容易买到的元件。但有时为要完成某种设计而发生的额外费用证明为合理时,仍必须使用较昂贵的特定元件。就简化不同式样的表壳而言,选择合适的尺寸作为标准型式也是有利的。

元件的选择

为了保障连续生产过程,最好是使用元件厂提供的标准元件,因为标准元件通常是最容易买到并价格最有竞争性的。

元件的选型取决于下列一些因素:

质量、价格、交货期和辅助货源的适用性。

电路的设计与排列

电子手表的电路比较简单,一般能在CMOS集成电路现有的规格中选到。设计者只要将电路中的全部元件按照需要的尺寸在装配和生产问题上加以详细研究。电子手表生产流水线上最易造成损失的工艺是键焊。在键焊工艺中CMOS是通过镶嵌并用导线焊接在底板上,使它和显示屏以及其它元件互连。因此在键焊工艺中,精心设计便于装配的底板是十分重要的。

底板基本上有两种类型即环氧玻璃印刷线路板和陶瓷底板。环氧玻璃印刷线路板有高抗拉强度,但由于最高耐温值只有150°C,就不能应用热压焊接。陶瓷底板能耐高温,故超声