

化 学 漫 游

浩平十二个月的化学游记

〔日〕 上野景平 著

俞 开 钰 译

高等教育出版社

内 容 提 要

本书根据日本化学同人株式会社1986年出版的上野景平教授所著“化学への招待——浩平君の化学紀行12か月”一书译出。原书是为中学生编写的科普著作、通过中学生浩平的日常活动,以漫游的形式,介绍集成电路、光导纤维、激光、工程塑料、新陶瓷、碳纤维、人造内脏器官及太阳能电池等现代科学技术与化学的密切关系。书中描写浩平通过众多的生动的化学事例引起了对化学的兴趣,并决心献身于与化学有关的事业。

本书是一本具有现代风格的化学游记,适合于中学生及大学一年级学生阅读。

化 学 漫 游

[日] 上野景平 著

俞 开 钰 译

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市顺义县印刷厂印装

开本787×1092 1/32 印张4.5 字数100 000

1989年 10 月第1版 1989年 10 月第1次印刷

印数0001—1' 340

ISBN7-04-002235-4/O·770

定价2.10元

目 录

4月 打开化学的大门	(1)
微型计算机盛行的时代.....	(1)
电子计算机内部——整齐的电路.....	(2)
不知道电子管的时代.....	(4)
5月 电子电路漫步	(7)
进入净化室——尘埃是最大的敌人.....	(7)
从石英到硅片——单晶制造工艺.....	(8)
化学拒尘埃于门外.....	(10)
用极细的线制作复杂电路——晶片处理工序.....	(13)
面临微型化挑战的化学.....	(14)
21世纪的集成电路——分子元件、生物芯片.....	(16)
6月 称为“重新发光”	(18)
装饰古墓的保存.....	(18)
用玻璃纤维探视古墓和胃的内部.....	(20)
新的光通讯系统的设想.....	(21)
研制的成败关键在于原料的纯度.....	(23)
光纤通讯的结构.....	(24)
发光元件和光敏元件——对化合物半 导体激光的展望.....	(26)
激光的秘密.....	(27)
照耀未来的光——激光的应用.....	(29)
塑料光纤.....	(31)
7月 乘坐新石器时代的汽车	(33)
塑料汽车精神抖擞地登台.....	(33)
取代金属的工程塑料.....	(35)
发动机是新的陶瓷器.....	(36)

耐热、轻质陶瓷.....	(39)
在航天飞机上.....	(40)
8月 学习新炼金术.....	(43)
巨型喷气式客机穿上黑色羽衣.....	(43)
碳纤维强度比铁大、重量比铝轻.....	(45)
用粘合剂装配直升飞机.....	(47)
碳纤维的祖先——爱迪生.....	(49)
在磁铁上行驶的直线电动列车.....	(51)
超导现象的世界.....	(53)
其一：超导磁铁.....	(53)
其二：制造超导材料的化学.....	(54)
9月 观看“现代技术对长寿的贡献”.....	(58)
人工渗析——代替部分肾功能.....	(58)
从玻璃纸到空心丝——救命纤维.....	(59)
身边的高分子.....	(63)
基础研究是重大发明的源泉.....	(65)
10月 遇见生命的奇迹.....	(67)
实际应用着的人造内脏器官.....	(67)
必须适合生物体.....	(69)
无限近似生物体的生物陶瓷.....	(72)
化学也把研制抗癌剂作为目标.....	(74)
生物工艺学——化学和医学、生物学的边缘领域.....	(79)
11月 捕捉太阳.....	(84)
太阳能——无穷无尽的宝藏.....	(84)
太阳能电池——光照时为什么产生电流？.....	(85)
制造氢气——太阳能的贮存.....	(88)
模拟光合成的化学反应.....	(90)
12月 和大海交朋友.....	(92)
海洋——资源的宝库.....	(92)

从海水中提取铀和锂.....	(93)
利用膜的制盐法.....	(95)
尖端技术不可缺少的稀土元素.....	(97)
分离化学的作用.....	(100)
1月 光致变态	(103)
带来数字思考的液晶.....	(103)
复印也用到有机化合物.....	(105)
电子和光制作报纸.....	(107)
光和色的合奏——快速彩色摄影.....	(110)
磁带的结构.....	(112)
给音乐欣赏带来革命的小型唱片.....	(114)
2月 探索身边的化学魔术的秘密.....	(116)
多功能的传感器——智能机器人的可能性.....	(116)
纸尿布、使用一次的怀炉、眼镜框的秘密.....	(118)
粘合剂——现代的魔术.....	(121)
3月 希望更多地了解化学.....	(124)
结论——21世纪是化学的时代.....	(124)
结束语.....	(128)
索引和术语解释.....	(130)
作者简介.....	(135)

4 月 打开 化学的大门

微型计算机盛行的时代



浩平今年春天升入高中二年级了。作为去年升入高中的奖励，父亲给他买了一台微型计算机。浩平爱不释手，看到这种情形，浩平的母亲担心他报考大学的努力岂不要落空？开始时，微型计算机很难按自己想的动作，可是当他用自己编的BASIC程序操作时，总算动起来了。每天玩得有趣极了。

浩平的父亲总是忙于公司的工作，回家很晚，往往等他回到家，母亲和弟弟浩太三个人早已吃完晚饭了。

浩平一吃完晚饭，说声“多谢款待”，又急急忙忙回书房关上门，对着微型计算机又玩起来，把学习似乎完全扔在一边了。

给浩平买的那台微型计算机，键盘和主机连成一个整体，是最便宜的一种微机。这种类型的微机是通过接合器，把它和普通的电视机连接使用的。虽然这样，可是它的功能却比得上十几年前的大型电子计算机。

直到去年，家里的一台16英寸电视机还是全家团聚的中心，没有发生过大的毛病，一直用得很好。可是去年，浩平父亲用年终奖金，又买回一台立体声广播收音两用的20英寸电视机。

“旧电视机也要当作一块大垃圾倒掉，真可惜啊！”父

亲惋惜地把它收拾到仓库里。

现在，浩平想要用旧电视机的显像管作微型计算机的显示屏，于是又从仓库里把那台旧电视机搬到他的书房，让它发挥第二次作用吧。

浩平的好奇心似乎比一般的少年强得多。程序编成100步、500步、1000步，逐渐编得越来越复杂。在电视机荧光屏上，各种复杂的游戏都可以玩。机身还不到一本百科辞典大小，里边却是什么样的结构都能编排进去，那样复杂的工作都可以完成，真是不可思议。

今年春天上初中二年级的弟弟浩太也不示弱，好奇心十足。因为和浩平同在一个书房学习，因此对微机也渐渐着了迷。

浩太迟了一步进到书房，果然不出所料，浩平正在钻研一个新的程序

“哥哥，这次在编什么游戏的程序？”

“嗯，上星期编的游戏，那个怪物的动作真可笑吧！”
浩平不断查阅桌上放着的微机杂志，正在修改程序。

“哥哥，这台微机的里面你打开来瞧过吗？”

“嗯，我也想看看微机内部有什么呀，不过……”

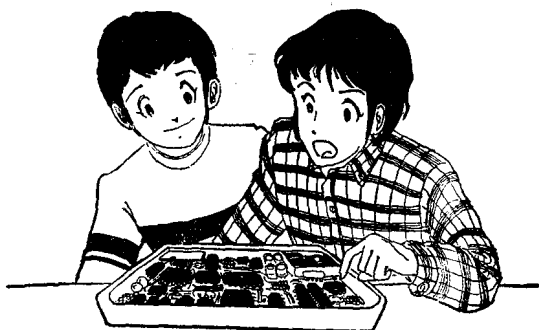
浩平很想看看微机的内部，又担心这样冒冒失失打开，把十分珍爱的微机弄坏了就糟了，心里正犹豫不决。

“浩太，过几天一起打开微机内部看看，好吗？”

“我也来帮忙呀！”浩太也十分赞成。

电子计算机内部——整齐的电

新学期开学不久的一个星期天，父亲去打高尔夫球了不在家，房间里只有浩平和浩太两个人。浩平下定决心小心谨



慎地要把十分珍贵的微机打开来看看。浩平用改锥拧开机壳上的螺丝，想不到很容易就卸下了键盘部分，看到了电子计算机主机内部的情形。浩太也从侧面用手把眼睛围成一个圈向里边偷看。

“哥哥，里边的装置要比想像的简单呀！”

“我以为计算机里面导线准是装得满满的象蜘蛛网那样纵横交错，原来竟见不到什么导线。”浩平说。

在计算机内部，看到在一块塑料板上，整齐地安装了好多细小的电子零件和黑色的长方形的零件。那些长方形的零件，看上去个个都象蜈蚣一样长着很多腿，每条腿都连在塑料板的插座上。从插座开始，周围贴满了纵横交错的电路，它们排列得很整齐，像是印刷上去的一样。

据说浩平的父亲，在初中、高中时代也是一个少年无线电爱好者。从无线电零件商店买来电子管和电阻等零件，自己安装无线电收音机，以此为乐趣。据父亲说，在收音机的机箱里，安装了很多电子管、变压器、电阻、电容等零件，在这些零件之间像蜘蛛网那样，来回绕了很多导线。想像的计算机中的线路却意外的整齐，同时电路做成像是印刷

上去的一样，这对于浩平和浩太来说都是一大发现。

“你们在干什么呢？”叔父出现在走廊上。叔父住在浩平家的隔壁，浩平的书房也朝向通往叔父家的过道。叔父是这个城里一所大学的电工学教师。

“要是把这么贵重的计算机搞坏了，怎么办？”

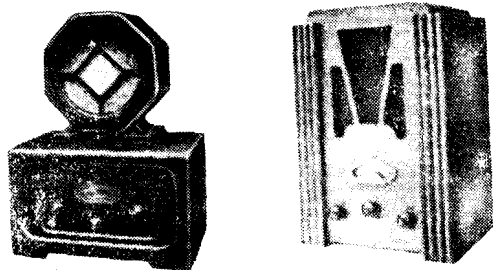
“啊！叔父，不是要搞坏计算机，只是打开看看计算机里面是什么样的。”浩平解释说。

“叔父，没想到计算机里这么整洁，真使我们吃惊。”

“计算机不论是大型的还是微机，原理大体都是相似的。在塑料板上，安装上具有各种功能的零件，把好多块这样的板组装在一起，就构成一台计算机啦。”

叔父说话间不知不觉地踏入了浩平的房门。

不知道电子管的时代



电子管时代的收音机

经过叔父的解释，原来这种好像印刷上去的、看上去非常漂亮又印有复杂电路的塑料板，叫做印刷电路板或印刷电路。

如果在塑料板或玻璃板上粘贴了一层薄的铜箔，就可在铜箔上用特殊的油墨印刷出设想的电路。然后，将这块板浸

入叫做腐蚀液的药液中，此时只有未涂油墨、露出铜来的部分才溶入药液中。然后，用水洗去板上的腐蚀液，再用溶剂洗去起保护膜作用的油墨，于是在底板上就只留下由铜箔构成的电路了。

据说对于复杂的电路，底板的上下两面上都印刷了电路，而且还制成可以弯曲插进窄缝里面的那种印刷电路。

在很早以前的电子产品中，由于零件周围布满了导线，象蜘蛛网一样，所以装配时需要很多帮手，同时也成为布线出错的原因。印刷电路板可以自动、精确地完成复杂的布线，因此据说现在不仅计算机，而且包括台式计算机以及手表等所有的电子产品中，都广泛采用印刷电路板了。而且当浩平得知，印刷电路板的制造工艺是建立在化学反应基础上时，使他大吃一惊。

“应用印刷电路的布线技术，还可以制造厚度为三毫米左右的超薄型马达。像小型唱片的唱机和便携式超小型立体声盒式录音机等电子产品，体积所以能缩得那么小，也是由于薄型马达研制成功的结果。”叔父说。

“尽管如此，安装在印刷电路板上的零件，也分别起着重要的作用。”

“叔父、是中心处理器(CPU)和存储器吧？”

“是呀。像蜈蚣那样长了很多足的细长黑色的零件内部，封装进去了几毫米大小的四方形的芯片。”

“芯片是什么东西？”

“如果你把芯片取出来在显微镜下瞧一下，上面刻着比印刷电路板更复杂得多的电路哪。”

“曾经听父亲说过，从前像拇指那样大小的电子管，二十年前变成了小豆粒那么大小的晶体管，后来又进一步发展

成为集成电路(IC)的芯片。”

“浩平，你知道的不少呀！在一个这种芯片中，里面封装了几十万个晶体管啊。”

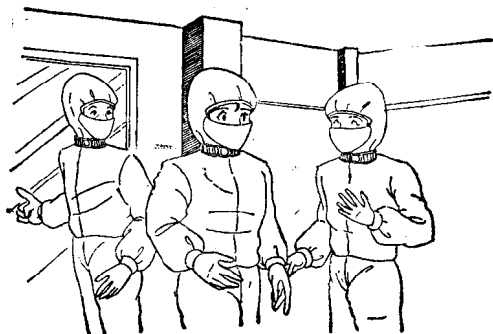
“在几毫米大小的四方形芯片内，用什么方法能把几十万个晶体管封装进去的呢？”

“浩平、浩太、要是你们对集成电路这么感兴趣，过几天，叔父带你们去集成电路工厂参观好吗？”

“太好了！请一定带我们去呀。”浩平、浩太高兴得眉飞色舞。

叔父环视了一下浩平的书房，决定第二天带他们去参观集成电路工厂。

5月 电子 电路漫步



**进入净化室——
尘埃是最大的敌人**

今天是和叔父约好去参观集成电路工厂的日子。一直到昨天还在下的雨也停了，蓝天从云缝里露了出来。浩平和浩太乘坐叔父的车子，奔向郊外的集成电路工厂。

“浩平，今天参观的集成电路工厂是世界上最高级的集成电路工厂呀。希望请总工程师领我们参观，让你们中学生也能听懂。”

汽车离开了公路驶入一条小路，不一会，看见右边围墙内的一所白色大楼。

在工厂大门的保卫室，叔父通报了姓名。

“久等了，请到本馆前门。”保卫员说。

走进前门的走廊，那里陈列着从集成电路的原料到生产出集成电路的各道工序的样品。

“你们好！欢迎欢迎。”

总工程师笑容满面地走出来，把我们带到接待室。浩

平、浩太因为是第一次让他们进这么豪华的接待室，感到不知所措。起初，提心吊胆地弯下腰坐在沙发上，当喝了一口公务员姐姐拿来的果汁后，心里才好容易恢复了平静。似乎好奇心早已按耐不住了。

“上次参观时未看净化室，今天就带你们到净化室看看吧！”

“那实在感谢呀。浩平、浩太他们也可以到净化室里面看看啦。”叔父说。浩平、浩太也喜形于色。

据总工程师介绍，所谓集成电路制造，是和“尘埃”作战。例如，现在生产的一种集成电路存储器是64K存储器，这个集成电路要在7毫米大小的四方形硅芯片上，塞进十万个晶体管，这些晶体管用线宽为3微米（1微米=1/1000毫米）的布线互相连接。在制作这种微小电路时，即使有一粒微小的尘埃落到芯片上，都要引起断路或电路不能正常工作。因此，生产集成电路必须在完全没有尘埃的干净的房间里进行。空气自然不用说，就是水和药品也都必须用不含尘埃的，在房间里工作的人，也必须设法不要带进尘埃。

“这种工作的车间就是净化室。”总工程师说。

从石英到硅片——单晶制造工艺

“集成电路是经过什么样的工艺过程做成的呢？在走廊上陈列的样品，按顺序简单说明一下吧。”总工程师给我们介绍样品。

“制作集成电路芯片的原料是硅的单晶。”

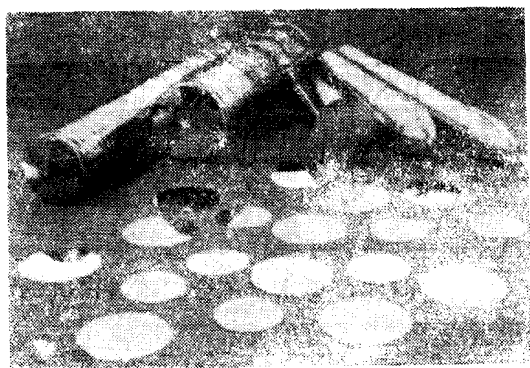
他指着放在走廊最边上发银灰色光泽直径约10厘米、长度约40厘米的大的圆柱体。

“这种硅单晶的原料是什么呢？”浩平问。

“原料是石英，纯的石英晶体叫水晶，化学名称叫二氧化硅。然后，……”总工程师把从原料石英到制成硅单晶的工艺过程，给我们作了说明。

首先，把石英和焦炭一块放进电炉中加热，二氧化硅被碳还原得到硅。这种硅的纯度最大不过98%左右，怎么也不能作为集成电路的原料，必须进一步精制，提高硅的纯度。

硅的精制是让氯气和这种粗制的硅作用，使它转变为称作三氯硅烷的挥发性液体，然后进行蒸馏精制，得到高纯度的三氯硅烷。将三氯硅烷用氢气还原，于是获得纯度为99.999999……%的高纯度的硅。



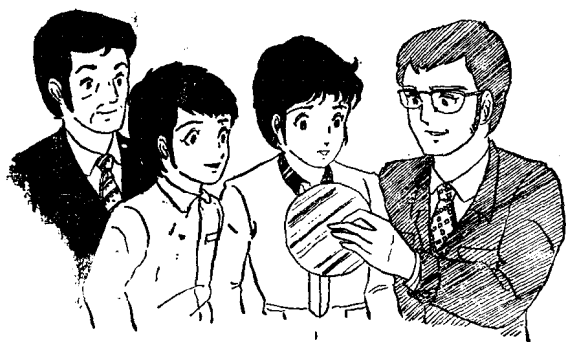
单晶硅和硅片

将这种高纯硅放入坩埚内，在 1400°C 左右的高温下加热使它熔化，在含有熔融硅的坩埚中，将一根棒的端部连结一块硅的小晶体，让这块小晶体和熔化的硅接触，然后将这根棒缓慢地垂直向上拉，经过几天的时间，就得到在这里陈列的单晶硅。

“制造这种高纯度的硅，是一项十分仔细的无机化学的

操作。以往制造肥料和塑料等产品的化学工业公司，最近也纷纷参加到制造高纯硅的行列中来了。”

“用装有金刚石刀刃的锯子，把这种单晶硅圆柱体切割成厚度为几毫米的圆片，并将它的上下两个面磨得象镜子一样光滑，制成直径约10厘米的圆形硅片，它叫做晶片。运入本厂的就是这种已加工好的晶片。”



总工程师把一块像镜子一样闪闪发光的硅晶片拿在手上给大家看。浩平也觉得，怎么也不会相信，由白色砂子那样的石英竟然做成了这么漂亮的晶片。

化学拒尘埃于门外

“那么，领你们到车间现场看看吧。”

总工程师走在前头，沿着通往工厂大楼的走廊往前走。

走廊的墙壁上贴了很多广告，像棋盘格子那样分隔开的增产图表上，用红色和白色的箭头连向四面八方。

据总工程师说，这叫质量管理(QC)活动。生产现场的各

个小组，找出改进质量，提高劳动生产率的关键问题加以改进。这种运动不限于工厂，在日本质量管理活动开展得十分活跃，据说由于这样做的结果，使集成电路的生产率大大提高，同美国相比占压倒的优势。

不一会，好容易到了工厂大楼。隔着玻璃窗可以看到从头到脚全身上下穿着白衣服、只露出两只眼睛的操作人员，忙碌地在机器之间来回走动。

总工程师推开门，带我们走进一间小房间，这似乎是个放衣帽的房间。

“大家请在这儿穿上工作服。”

分别递给每人一件浅蓝色的工作服。

“这种工作服叫防尘服，尘埃粘不住的工作服，它是用特殊的纤维织成的，而且不用水就可以清洗干净，稍微拍一下尘埃就掉了。”

总工程师一边笑着，一边帮浩平、浩太穿上工作服。不用说，没有小孩穿的防尘服。幸好，浩平、浩太哪一个的身材都比一般人高大，工作服勉强可以穿上。鞋子也要换，最后戴上头巾、口罩，浩平和浩太简直辨认不出来了。

“来吧，进净化室吧。一个一个进这小房间，一会儿电灯变成蓝色，请从另一边出去。”

这个小房间叫做气浴室，房间里吹动空气，可把沾在身上的尘埃吹掉。浩平和浩太都走进净化室，但觉得有点过于紧张，心想这里要求太严格了，有这种必要吗？

净化室内空气的清静程度，可以根据一立方英尺（约30立方厘米）的空气中，含有多少个大小为0.3~0.5微米的尘埃粒子加以比较。

直到几年前，4K的集成电路存储器是主要产品，那时



穿防尘服在净化室内操作

的净化室的清净程度为“等级10000”就可以，即1立方英尺中尘埃数目少于1万个就符合要求。但是，紧接它的下一代集成电路的64K存储器，要求净化室的最低标准为“等级100”，而现在正在生产的256K存储器，净化室要达到的目标为“等级10”。即使有一粒尘埃落在集成电路芯片上，这块芯片就成了废品。因此，车间内空气中的尘埃必须尽可能的少。

即使穿上防尘服把全身都罩起来，但是人们活动，机器运转，又必定会产生尘埃。因此，从天花板向地面不断吹入速度为每秒0.2~0.5米的缓慢的空气流，以除去尘埃。在天花板上安装了特殊的过滤器，设法将空气中99.97%的0.3微米尘埃除去。

“不会掉出纤维碎屑的防尘服和除去0.3微米这种微小尘埃的过滤器等的材料，都是最近高分子化学的研究成果。”

对于总工程师的介绍，浩平、浩太洗耳恭听。