

目 录

序言 熟知尖端技术会使你充分了解未来

渡边 茂

第一章 新兴的原材料

——变不可能为可能的奇异材料

△在你家中到处是大规模集成电路·····	1
△大规模集成电路带有一个微米灰尘就算是次品·····	2
△微电子计算机亦将变成历史的遗物·····	4
△一秒钟能将温度降低一百万度的技术·····	6
△具有惊人能力的金属陆续产生·····	7
△撞瘪了的车体浇开水即可还原·····	9
△核聚变反应堆需要耐一亿度高温的材料·····	10
△在资源贫乏的日本,石块成为救世主·····	12
△即将兴起的汽车大革命·····	13
△提取海水中四十亿吨铀的吸附法·····	15
△富有强弹性而又耐热的碳纤维·····	16
△沉睡在海底的人类最后之宝·····	16

第二章 医术正在飞跃

——人类将迎来制造人体零件的时代

△不去医院也能知道病情和医疗方法·····	19
△将不必再担心内脏不好·····	20
△你在想什么,能在电视屏面上显示出来·····	22
△一旦发生意外,白血可以拯救你·····	23
△能从体外看见癌的患部·····	24

△在体内埋植人造内脏器官.....	26
-------------------	----

第三章 能源的新开发

——日本将免费提供一切能源

△用之不竭的氢能.....	29
△汽油汽车将变成氢汽车.....	30
△不要电费的高速增殖反应堆.....	32
△非常低的温度也是强有力的能源.....	33
△人类能制作人造小太阳的日子为期不远了.....	35
△把波浪的冲击力变成能源的研究.....	36
△使用磁力发电的新方法.....	38
△风力发电正稳步地走向实用化.....	39
△如何开采沉睡在日本大陆架下的石油.....	41
△利用太阳热每天能发电六万千瓦.....	43

第四章 新信息媒介体

——工作、买东西等都可以在家里进行

△新的信息媒介体将使你的生活发生巨大变化.....	45
△工作、买东西等都可以在家里进行.....	46
△0或者1的数据通信.....	48
△音频信号也将从模拟过渡到数据化.....	49
△威力比电话电线高数万倍的光通信.....	51
△用超声波探知肿瘤和癌.....	53
△波长极短的电波就是光.....	55
△可在家里参加电视台的问答节目.....	56
△象电影那样的大型电视机即将登场.....	58

第五章 计算机的盛年

——第六、七代计算机将近于人的头脑

△通过有线电视辅导教学，孩子可以在家学习.....	61
△第五代电子计算机将与人靠近一大步.....	62
△一反常态的生物电子计算机.....	64

△把阳光引进室内·····	65
△你也能进行复杂的设计·····	65
△出现了能识别图形的电子计算机·····	67
△办公室自动化的三件法宝·····	68
△能处理声音的字处理机·····	70
△让电子计算机来制作动画片·····	72
△家庭自动化将代替你从事一切繁重家务劳动·····	73
△用电子计算机作曲的时代·····	76

第六章 机器人在崛起

——你只需要做现在一半的劳动

△和人具有同样能力的机器人·····	79
△长于计算但不擅长识图·····	80
△如果机器人也有感情的话·····	82
△海底机器人——“海豚”在设计中·····	83
△现场灭火等危险作业将由机器人代替·····	85
△新的劳动者——天蓝领阶层·····	86

第七章 武器的现代化

——人造卫星正在瞄着你

△激光器是根据什么原理制成的？·····	89
△能够透视的立体象浮现在空中·····	90
△从卫星上能射穿地上人体的武器·····	92
△自行制导飞行的微电脑导弹·····	93
△生物工艺学的进步与生物化学武器·····	95
△以光速飞行的武器——粒子束武器·····	96
△航天飞机是用以发射激光的卫星·····	97
△移居到宇宙村的日子·····	98
△用等离子体的离子火箭进行星际航行·····	99
△核避难所是必需的吗？·····	101

第八章 遗传学在发展

——新的生物体将陆续诞生

△生物工艺学将改变社会·····	105
△切断或连接基因的新技术·····	106
△遗传病将从这个世界上消失·····	108
△用树叶和麦秆制造酒精·····	109
△人造内脏器官取得飞速进展·····	111
△通过细胞融合产生蕃茄马铃薯·····	113
△促进了遗传工程的酶·····	115
△用海带制造沼气·····	116
△轻率地制造生命体是可行的吗? ·····	118

第九章 新技术在兴起

——从宏观到微观都在出现令人惊异的新技术

△在空间工厂进行真空封装·····	121
△靠光线看不见的超微世界·····	122
△今后将是极超工程的时代·····	124
△C ₁ 化学的惊人威力·····	125
△粉体工业开始显露头角·····	126
△如果出现相貌完全相同的克隆人怎么办? ·····	127
△微、小技术能够发挥巨大作用·····	129
△不用燃料的太阳能电池飞机·····	130
△酶能使废水产生氢·····	131
△在生疏地区也能正常行驶的微电脑汽车·····	132
△你将能安全地乘坐无人驾驶汽车·····	133

第十章 认识正在更新

——单凭过去的知识已经行不通了

△利用系统工程处理世间各种事物·····	137
△使阿波罗计划获得成功的系统工程·····	138

△在地下城将升起人造太阳·····	140
△使产品质量显著提高的全面质量管理 (TQC)·····	142
△您在一生中将只需工作二十年·····	143
△今后将是数字模拟式的世界·····	145
△赋值大小的意义·····	146
△在海洋渔场大力发展养殖渔业·····	148
△人手一台袖珍型电话机·····	150
△植物工厂能常年供应新鲜蔬菜·····	151
△在东京湾将出现巨大的海上城市·····	152
△由机电手照料卧床不起的老人·····	153
△垃圾的意外利用法·····	155
△汽车宽度减少三分之一即可消除交通阻塞·····	156

在你家中到处是大规模集成电路

现在，大规模集成电路已经深入到我们生活的各个角落。在日常生活中连小学生都在大量使用。从家庭使用的台式电子计算机、微型电子计算机、个人电子计算机、文字处理机开始，直到照相机、电子灶、汽车等等，都要装上电子计算机。所以，在家庭里到处是大规模集成电路。

那么，大规模集成电路到底是什么呢？

首先，从晶体管说起。所谓电流，是指原子周围旋转的电子向一个方向流动而言。可是，在物质之中，有的可通过电流（称导体），有的则不能通过电流，不能通过电流的叫做绝缘体。然而，人们发现了一种介乎两者之间的半导体，这就是晶体管的起源。而这种半导体有一个特点，就是电子流通或者不流通，可以用加电压的方法进行控制。应用这一原理，制成了起放大电信号作用的晶体管。

大家知道，用晶体管收音机和使用十个厘米长的电子管装的收音机，前者体积之小是不可比拟的。因此，可以说，如果四十年代是电子管时代的话，那么，五十年代就是晶体管时代了。

而到了六十年代，开始进入集成电路(IC)时代。把(IC)翻成日语就是集成电路，和英文的意思完全相同，就是在很小的金属片上，把若干个晶体管、电阻、电容器等元件连接起来，金属片本身便构成一种电路。

集成电路的体积小，不仅方便，而且是缩短元件之间的

电子流通时间、加快反应速度所不可缺少的条件。

集成电路(IC)和大规模集成电路(LSI)的区别,只是在 n 个毫米的四方形硅片上,集中的元件数量多少而已。集中到一千个元件的叫集成电路;集中到一千至数万个元件的叫大规模集成电路。进一步超过这个元件数量的,叫作超大规模集成电路(VLSI, V是Very的意思)。

一般用“比特”(Bit)这样的一个词,表示电子计算机和机器人性能的单位。电子计算机按照0或1的二进制组合,进行存储或者计算,把“0或1这样的最小单位”叫做1“比特”。

一九八二年开始生产了64K比特的超大规模集成电路,在硅片上集中的元件数量多达十五万个。造出一百万比特的超大规模集成电路,已为期不远了。

因此,制造大规模集成电路的技术,不会因为比特数量的大小,而有什么大的差异。剩下的只是如何使每个元件的单价降低的问题。就是说,如何使电子计算机和电气制品不断的小型化,价格便宜,成为今后大规模集成电路制造上最引人注目的问题。

大规模集成电路带有一个微米

灰尘就算是次品

这是在秋叶原的电气街上发生的事。小学生象买电池那样购买大规模集成电路。外国人的皮包也是装得满满的,也是买的大规模集成电路。这完全是由于日本的大规模集成电路的技术水平高、质量管理有威望,价格又便宜,连小学生

都能买得起。

那么，在仅有七个毫米的四方形硅片上，能装进数万个元件的大规模集成电路，是怎么制成的呢？大规模集成电路是以完全不含杂质的高纯度的硅作为原材料而制成的。为防止混入杂质，硅是在真空中拉成的直径十公分粗的腊肠状物质。用砂轮机把它切成圆片，叫做基片（圆薄片）。

为了在基片上做出元件的形状，必须作出晶体管、电阻、电容等的所在位置和配线的设计。由于这种设计比较复杂，只靠人的手是办不到的，当然要通过电子计算机进行。

设计完后，把设计图用精密的照相机缩小到七个毫米的四方形上拍摄下来，作成象照片底片那样大小的东西。把它的透明部分腐蚀成孔，这就是所说的掩膜。实际来说，掩膜也可以看作是纸型那样的东西。作成掩膜后，把它放在硅的基片上，使之重合，进行元素的蒸发，把气体元素从掩膜孔的地方渗入。经过这样处理后的半导体，由于在硅片上只渗入了少量的元素，于是就形成了有的地方通电流，有的地方不通电流的状态。这是制作集成电路的基本工序。为了充分发挥硅半导体的效率，需要把多种元素渗入到基片上，使各个元件有效地进行工作。

因此，要透入多少种元素，就要作多少种掩膜，并在各个要渗入元素的地方开孔。就是说，每渗入一种元素要换一种掩膜，用腐蚀的办法开孔。

渗入的方法：首先把一片片的掩膜，横竖各十片共计一百片排列在基片上，就象给基片戴上护面罩似地盖好。然后，把这些盖好掩膜的基片放进扩散炉里进行扩散。若渗入的元素是硼，就从扩散硼的掩膜开孔处把硼扩散进去。接

着，再使用其它掩膜把要扩散进去的元素，比如砷，扩散进去。依次反复操作，最后在构成配线的掩膜上镀铝。

把在基片上作好的一百个大规模集成电路，用激光一片一片的切割下来，就成为所说的芯片。芯片能否正常工作，通过检验进行校对。如果合格，就涂上厚厚的绝缘防护塑料，进行封装。这就是市场上出售的大规模集成电路。

由于大规模集成电路的生产流程，是一种复杂的超精密的毫米单位作业，因而工厂内的灰尘是个大问题。仅仅因为一个几毫米的灰尘附着在大规模集成电路的表面，这个大规模集成电路便成为次品。因此，在生产过程中，如何给作业场所的空气和要进行多次水洗的水中完全排出杂质的技术，是使大规模集成电路的生产不断提高的重要问题。

微电子计算机亦将变成历史的遗物

什么硅谷呀，硅片呀，人们经常将硅这个词与大规模集成电路联系起来使用。由于大规模集成电路是由硅制成的，因而似乎在我们的头脑中不知不觉地形成了大规模集成电路就等于硅的格式。这说明硅这种材料对于大规模集成电路来说，是何等重要。

可是，大规模集成电路等于硅这个观念，可能不久就会发生变化。因为现在已经知道，代替硅的新元件研究取得了进展，能够制出性能更好的大规模集成电路。

作为新材料，引人注目的是砷化镓。砷化镓有绝缘性能高、电子流通快的特点，比半导体能更高速地处理信息，计算速度比硅快五十倍以上。

此外，还有约瑟夫森元件，有希望成为攀登未来型电子计算机的脚手架。约瑟夫森元件是与半导体原理不同的逻辑电路，能够发挥超越硅半导体极限的性能。

约瑟夫森元件的原理，始于一九六二年剑桥大学的大学研究院研究生B·约瑟夫森的发现，并因而被命名为约瑟夫森效应。

铌和铝等金属，被冷却到绝对温度零度时，便失去电阻，产生一种任何时候都能导电的所谓超导现象。

在此超导物质之间即使夹进绝缘层，超导的电流也能穿过绝缘体流通。但是，若通过超过一定限量的电流时，则又失去超导性质。这就是约瑟夫森效应。通过启闭开关把这两种现象应用于电子计算机元件上制成的电子计算机，叫做约瑟夫森电子计算机。

电子计算机使用二进位制，所有信息以0或者1来表示。因为0或者1是通过电路开关的启闭进行传送的，所以，开关的速度越快，越能提高信息的处理速度。如果使用约瑟夫森元件，可以取得比硅半导体元件快二十至五十倍的超高速性能。

加之，由于电阻小，耗电也少，消耗的电力仅为晶体管的千分之一。而硅半导体的元件数量越多，就越增加元件之间产生的热量，结果元件被烧焦。约瑟夫森元件的特性便可以超越硅半导体的这种限度。从理论上讲，使用约瑟夫森元件时，在一个立方厘米的基片上，组装一百万个元件是可能的。

一旦制成比较小的而性能优越的约瑟夫森电子计算机，微电子计算机也会成为历史的遗物，迎来的将是新的超大规模集成电路的电子计算机时代。

一秒钟能将温度降低

一百万度的技术

在固体状态下，金属的原子结构一般排列整齐规则，叫做结晶金属。可是，若把金属加热熔化成糊状，在其原排列由于加热而呈现七零八落状态时，急剧冷却，成为原子结构很不规则的固体，这叫做非晶体。不过，玻璃等物质即使是自然冷却，也不结晶，自然而然地形成非晶体。

但是，熔成糊状的金属，用一般的降温方法使其凝固时，能够结成原子排列规则整齐的晶粒，同时也混进了种种杂质。

如果杂质混入晶粒的边界时，在其边界层的原子和原子之间结合不牢，容易破坏。

但是，在很短时间急剧冷却时，杂质没有混入的余地，就形成了坚而硬的金属。

这种非晶体和原子结构呈现晶粒状态的金属比较，其强度要高十到一百倍。

使用急速冷却方法使金属固化时，其速度之快是超乎想象的。在一秒钟之内能把温度降下十万至一百万度，这叫做融体超急冷却法。即把融化的材料放在高速旋转的机械上进行冷却。

其次，非晶体的优点，不仅是硬度高，还有优越的磁特性，已被利用于磁带录音机读出部分的磁头上。

由于音乐录音等使用的是高性能金属磁带，磁体坚硬，对磁头的损伤比较大。为了防止受损伤，最近使用了有硬度

的非晶态合金。

并且，使用硅半导体制造的太阳能电池，也考虑了使用非晶体硅的问题。据说，这是因为非晶体的硬度高而薄，能够降低材料费用。

此外，一些企业正在分别稳步而顺利地进行着非晶体的实用化开发工作。诸如：使用非晶态合金作变压器的铁芯，以减少过去使用硅钢时电的耗损；利用非晶态合金吸收和放出氢的速度快这一特性，探索用此种合金贮存氢的途径。氢被视为未来的能源而受到注目。

这样，非晶体的用途是多种多样的。铁和铜等是最基本的原材料，如能作成非晶态的铁和铜，由于其强度高，建筑工程等所需材料就会相应地减少。轻、薄、短、小，也将进入金属世界。

具有惊人能力的金属陆续产生

人类在远古时候，最初使用的金属是金和铜。由于人类的祖先从公元前数千年开始，就在生活中使用铜等金属作为狩猎用具，所以，人和金属的关系的确是源远流长的。

但是，从金属同我们的生活与社会真正发生了紧密联系，还是在第二次世界大战以后。因为战后的工业兴旺发达，使用金属的目的多样化了。过去使用的品种单一的金属，已不敷用，必须使用经过复杂计算而组成的合金和化合物。也就是说，要用两种以上的金属合成，制造出来各种性质的合金来，才能满足现代工业的需要。

电子工业和原子能工业等迅速发展，需要更具微妙特性的金属材料。

所以,首先引人注目的是 raremetal。所谓 raremetal, 用日语翻译出来,就是“稀有金属”。意思是在地球上只有少量存在的金属,其中也包含着这样的金属,虽然储存量比较大。但要提取其纯晶体很不经济,其特性也不清楚,因而没有利用价值。

近年来,稀有金属之所以引起人们的注目,是因为使用稀有金属的合金,能够充分发挥稀有金属的特性,具有适应多种用途需要的性能。

比如铜,不耐热,但若掺入叫做铍的稀有金属时,就有了耐热性,能够制成强力弹簧。钛的比重轻,耐锈蚀,所以制造飞机的材料便掺有此种金属。

此外,在炼钢时,掺入少量熔点高的钨和铌、熔点低的镧、有磁性的钴、带有荧光的稀土族元素等,能够分别制成各种各样的特殊钢。

稀有金属不仅用于合成各种特殊钢,也在彩色电视的发光和光导纤维通信等使用的激光振荡元件上使用稀土元素。这里所说的稀土族元素,是镧和铕等十七个元素的总称。

还有,在电子计算机上不可缺少的半导体元件中,也把锗、硅、硒等稀有金属作为材料使用。所用的磁铁,实际是带有磁性的钴的有效利用。

由于电子工业和化学工业今后还要进一步发展,要求金属材料也要相应地跟上。所以,稀有金属所承担的任务越来越重了。特别是在工业化的日本,需要的稀有金属会越来越多了。而遗憾的是,由于稀有金属在地球上的分布不均,日本几乎没有,全部依赖进口。因此,怎么能稳定地取得稀有金属,对日本来说是个重大的课题。

撞瘪了的车体浇开水即可还原

在拥挤的电车中，眼镜掉了，可能很快被踩坏，镜框被踩瘪。可是，镜框经热风一吹，哎呀！真是不可思议，眼看着恢复了原状。这绝不是魔术……。

有这样一种不可思议的能够记着自己原来形状金属材料，不管你把它变成什么样的形状，一加热就完全恢复原态。这就是形状记忆合金。

从饭锅直到汽车和宇宙飞船，世上的金属制品非常多。但是，你可以把金属加工成各种各样的形状，而一旦定了它的形状，便再也不会返回到原来的状态了。

比如，汽车被冲撞时，车身凹下，必需借助于钣金工的手来修理。可是，汽车的车身如果是用形状记忆合金制成的话，只要用开水浇烫就能立刻恢复原状，真象是有什么魔法似的。现在实际应用的代表器件是管子的接头。

具体作法是：预先用高温整好形，使之记忆下来，然后，只在导管的镶接处加热，就立即连接完毕。这与直到现在还在使用的焊接法比较，即简单又结实，并能应用于不能焊接的材料。在美国，已把这种材料应用于F-14战斗机的油泵系统的连接器等上面。

正在研究中的热发动机，就是利用温差能在瞬息之间回复原形的力量这一原理。由于发电厂排出的温水和化学、制铁工厂的废热以及太阳热等低热，也能利用，所以是大有希望的。

在有记忆效果的合金中，以镍钛合金的功能为最佳。它具有即使温度不变，也能恢复原状的超弹性，已被广泛地应

用于医疗领域。如利用钢丝弹簧的力，矫正不齐牙齿的齿列的矫正钢丝、捆扎骨骼用的弹性钢丝等，已有很多临床应用的实例。美国宇航局还研究了利用这些合金的超弹性，制造月面天线问题。

使用铜的合金，由于易熔，又不象钛那样价格昂贵，引起了人们的注视。

如果说，过去的金属是硬质的话，那么，合金则是软性的，可以说是低硬度部门所需的超级原材料吧！

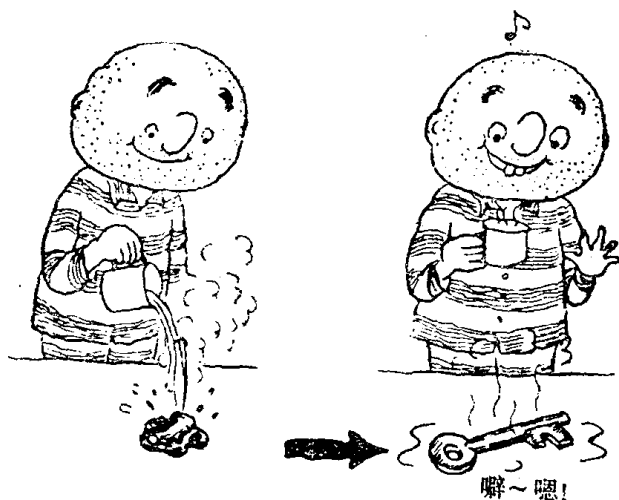


图1-1 浇开水就能恢复原状的形状记忆合金

核聚变反应堆需要

耐一亿度高温的材料

一提起原材料，可能有的人会有这样的感觉，认为原材料只是制作各种东西的基础，它和尖端技术无大关联。

然而，所有尖端技术能否在社会上得以实现，可以肯定地说，是和材料的开发有直接关系的。就是说，材料的开发分担着重要的任务。这里的尖端技术，也在向着它的极限前进。

超高温，超低温，超高压，超真空……，为了把这些以极限状态为基础的理论研究变成现实，当然需要制出能耐这些极限状态的器具所需要的材料。

从能源来说，象太阳那样通过氢的核聚变放出巨大能量，把核聚变反应堆实用化的第一道难关，仍然是材料问题。为什么这么说呢？如不能制成耐得住核聚变时发出的将近一亿度高温的反应炉，被称为理想的能源——核聚变，将以一场空谈而告终。

极限材料之一，是高纯陶瓷材料。

和陶器一样，用硅制成的高纯陶瓷，大约可耐一千摄氏度的高温。所以人们从各方面寄希望于陶瓷。

比如，把它用作发电用的气体涡轮的材料，就很受重视。

光通信等使用的光导纤维，也是陶瓷的一种——玻璃。这也是一种极限材料。

在玻璃里面，即使混入一点点杂质，也会产生漫反射，光线通不过。所以，光导纤维用的玻璃，必须是无限的透明。此项技术，日本处于世界的领先地位。据说，光的强度衰减到只有百分之一的通信距离，超过了一百公里，不久可以达到五百公里。

为了使激光能产生一至二个瓩大的输出功率，也要求具有光学材料的透明度。为此，便有硒化锌等新材料问世。

此外，在大规模集成电路的微细加工技术方面需要的高辉度电子束等热发射材料，数控机床上用的超硬质材料等，都是极限材料，种类是多种多样的。因此，为了开拓极限材料，需要彻底研究清楚，在极限状态下，物质是怎样变化的。通过研究，了解其特性，用于新材料的开发。

在辉煌的尖端技术背后，极限材料的研究，在稳步地不断前进中。

在资源贫乏的日本，石块成为救世主

把茶碗使劲地扔到地板上，喂呀！要打得粉碎吧？不，没有，一点没碎，也没伤着。

原来，这是一种不平常的茶碗，是用近年来开始显露头角的高纯陶瓷制成的。

陶瓷就是陶器，所用原料就是占石头大部分成分的氧化硅和氧化铝，和使用粘土烧制茶碗的方法一样，加压成形后，用高温烧制而成。由于陶瓷耐热性强，不变形不生锈，所以，多用以制造食器和澡盆等。

但是，由于陶瓷含有的杂质多，因而材料质量也不一样，有的稍微有点伤，便容易从受伤处破裂。就是说，有易碎的缺点。

现在市场上出现了一种消除了杂质，材质均匀的高强度陶瓷，这就是高纯陶瓷。

在高纯陶瓷中，含有氧化铝、氧化锆等氧化物系统和碳化硅、氮化硅等非氧化物系统的物质。这种非氧化物系统的陶瓷，纯度高，不发脆，能耐一千摄氏度的高温，抗高温度的急剧上升和急剧下降的热冲击性能强。