

非晶硅太阳能电池

郭建锦

(天津师专物理系 天津 300202)

能源是人类生存不可缺少的重要资源. 随着世界人口爆涨, 能量消耗急骤增长, 人们为了求得生存和发展, 都在竭尽全力开发现有的常规能源(煤、石油、天然气等), 同时也不断寻找新型能源. 常规能源产生的 CO_2 、 NO_x 、 SO_x 造成的地球温室效应和酸雨, 严重破坏了生态平衡, 使粮食产量下降, 导致世界经济增长缓慢. 因此国际首脑级会议已开了几次, 要求各国协调共同解决人口、能源、环境这三大难题. 我国领导人也非常重视这些问题, 要求各科研院所努力开发无污染的新能源.

开发无污染的新能源, 几十年来是多少科学家的奋斗目标. 人们作出了不懈的努力, 也取得了重大进展. 这主要有以下几方面:

(1) 原子核裂变能. 这种能从 40 年代就开始利用了. 1 克铀(235)裂变释放的能量相当于 2.5 吨煤, 这很有吸引力, 各国都相继建立了核电站, 我国也建有并已投入运行.

(2) 原子核聚变能. 这种能源前景很广阔, 因为 1 克氘发生聚变释放的能量相当于 10.5 吨煤, 聚变核氘和氚是从海水的重水中提取的,

种属之间的基础进行随意的剪切拼接的设想. 人类将可以按照自己的意愿将不同的种属个体的基因任意重组传递, 设计合成新的蛋白质, 制造出新的物种. 事实上, 基因工程技术培养出的能生产人工胰岛素和抗体的转基因植物已经是这一设想成为现实的前奏.

纳米科学技术中, 纳米生物学与纳米电子学是相辅相成的. 纳米计算机事实上是它们交叉共生的新技术. 由于纳米技术能够提供一种神奇的拨动原子的能力, 因而经过专门设计的用于传递信息的分子可以引入只有细胞那么大的纳米计算机中. 这种计算机一旦制成, 它能在 1 秒钟内完成几十亿个操作动作. 试想, 如

每吨海水就含有 140 克重水. 地球海水的重水可供全世界用几百亿年. 这种能源一旦实现利用, 将是一种取之不尽的清洁能源. 可惜从 50 年代开始各国就以大量人力物力投入研究, 但至今除了爆炸了氢弹, 还不能利用可控的核聚变能, 有的科学家估计可望在 21 世纪 20 年代取得成功. 我国在这方面也比较领先, 有希望赶上世界先进水平.

(3) 太阳能. 太阳是个巨大的能源, 太阳光照到地球上 40 分钟的能量就可以供全世界用一年. 比如说上述的聚变需要海水, 而太阳在一些偏远、干旱地区最好利用. 人类开始利用太阳能是光热转换, 就是把太阳光转成热来利用. 比如太阳灶、太阳能热水器、太阳房等. 目前我国的真空管集热器技术性能已达到了国际水平, 建成了好几个具有一定规模的太阳能热水器厂, 我国的太阳灶拥有量也居世界首位.

70 年代兴起的“光伏发电”是一种新兴的光电直接转换的廉价的清洁能源. 这就是太阳能电池. 因为它体积小, 重量轻, 不需要传送,

果将存储了人类全部知识的纳米计算机安放在人脑中, 则它们将像所有神经元那样代替人的思维. 可见纳米生物学展示了诱人的发展前景.

当前纳米科学开发的新领域很多, 除上面提到的, 还有纳米天文地质学、纳米工程力学、纳米加工技术等新学科和新技术. 世界各国对纳米科学尤为关注. 美国、日本、德国、英国等发达国家都制定了发展纳米科学技术的规划, 并作为自然科学基金优先支持的项目. 纳米科学技术已取得的成果和它巨大的发展潜力将使它成为 21 世纪科学技术的前沿和核心学科.

什么地方用电就在什么地方放片太阳能电池就行了,非常方便,所以在铁路信号、航标、微波中继站、卫星地面站、电视差转台、农村载波电站、农村家庭照明等方面都有利用。

太阳能电池种类很多,主要有单晶硅(c-Si)、多晶硅(p-Si)、非晶硅(a-Si)等。这里介绍的是具有突出优点的前景看好的非晶硅薄膜型太阳能电池。

光伏发电主要考虑两个问题。一是电池制造成本;二是能量返还时间。因为电池的成本就是电池材料的成本,所以现在都在做薄膜电池。它所需要的材料小于晶体电池材料的百分之一,因此降低成本的有效途径是实现电池的薄膜化。在薄膜电池中,制作工艺最简单,最便于大面积连续化生产的是非晶硅电池。这里还有个能量返还时间问题,所谓能量返还时间,是指产生可折合成投入资金的能量所需要的时间。据计算,年产10兆瓦的非晶硅能量返还时间为1.2年,而相同规模的晶体硅电池返回时间则为4年,所以从这方面来看,非晶硅优于晶体硅。因此,非晶硅电池从它诞生的那一刻起,便受到世界各国的注目,几个主要大国纷纷投入巨资、制定计划和优惠政策以推动其应用。80年代日本和美国就实现了工业化生产。有待于进一步研究改进的问题,大致有以下三个方面:

第一是减少非晶硅材料自身的光致衰退效应。这种效应是指非晶硅材料在阳光照射后,开始一段时间出现转换效率下降的现象。这—是使电池效率降低,二是造成电池性能在开始一段时间不稳定。为了解决这一难题,科学家们都在寻找不同的生长膜技术,比如正在试用的热丝法生长非晶硅薄膜工艺,微量掺杂技术等,以期获得减小或防止光致衰退效应的材料。目前在实验室虽已取得一定进展,但距移植到工业生产上还有一段路程。

第二是电池结构的改进。为了能使太阳能电池扩大吸收太阳光谱的波长范围,人们将不同光带隙的非晶硅基材料组成叠层电池。太阳能电池吸收的主要是可见光范围的一段频谱,所以为了把这段光谱都有效地吸收,就要选择合适的光伏

材料。理论计算表明: $E_{opt}^1 / E_{opt}^2 / E_{opt}^3$ 的最佳光匹配值为2.1eV / 1.75eV / 1.45eV。目前多采用a-SiC / a-Si / a-SiGe或a-Si / a-Si / a-SiGe结构。一般单结电池的衰退率为(25~30)%,而叠层电池就可以降到(8~14)%,这样叠层电池不仅提高了转换效率,同时也改善了电池的稳定性能。

第三是开展薄膜多晶硅材料及器件的研究。比如利用固相晶化工艺、等离子喷涂工艺以及在玻璃衬底上从熔态硅快速生长多晶薄膜硅工艺等。

目前非晶硅电池的转换效率与晶体硅或多晶硅电池相比尚有一定差距。如小面积c-Si电池效率为(18~23)%,而a-Si为(6~13)%;大面积实用的电池转换效率c-Si为(12~14)%,a-Si为(5~9)%,通过进一步研究与改进,预计a-Si电池效率可达(18~20)%,这样电池成本估计可降到(0.8~1.0)元 / kWh。为实现这一目标,国际上竞争很激烈,但也经常开展研讨协作。1996年11月在日本召开的光伏科学与技术会议(PVSEC)在上述三个方面报告了最新进展。现在主要进行的是多晶硅薄膜电池和非晶硅 / 多晶硅叠层电池的研究。我国在这一领域也处于领先地位,在国际上有自己的一席之地。乐观地估计,在不久的将来,这类大面积薄膜非晶硅电池将在新的绿色能源中占有举足轻重的地位。

天文新书——《趣味宇宙科学》

天文科普作家卞德培与李良合著的《时空通道中的机遇与挑战——趣味宇宙科学》一书,约25万字,32开321页,印有19张彩色天文图片,定价16元。它描述了望远镜发明前后的天文观测,天体的运动,宇宙的演化,地面观测以及空间时代的宇宙探测等。请通过邮局汇款,每本18.8元(含邮包费)。挂号邮寄,款到发书。地址:100044,北京西外大街138号北京天文馆、李锦萍女士收。请在汇款单附言处写明购“趣味宇宙科学”一书及数量即可。