

# 稀土应用开发

上海跃龙有色金属有限公司 王学正

**摘要** 文章详细介绍了稀土在激光、发光、高性能永磁、超磁致伸缩、贮氢合金、磁冷冻等方面的应用及其发展前景。

**关键词** 激光 永磁 超磁致伸缩 磁冷冻

## 1 稀土激光材

用稀土元素镧、铈、铈、钇、钆、铈可做成铝镁镧钨 ( $\text{LaMgAl}_{11}\text{O}_{10}$ )、钇铝石榴石 (YAG: Nd)、钕镨石榴石 ( $\text{SScSS} \cdot \text{Nd} \cdot \text{Cr}$ )、钕玻璃和铈玻璃激光器等一系列激光材料, 这些激光物质具有很好的光学性质和激光输出效率, 被广泛用于测距、雷达跟踪、切割、焊接、打孔、育种、医疗手术等方面。钕激光器装配在打孔机上, 能在一根无缝钢管上连续不断地工作70余小时, 打20多万个规格且整齐的小孔, 盲孔仅1/10万; 稀土激光源制成的人造卫星测距仪, 测距能力达8 000km, 精度 $\pm 4\text{cm}$ ; 尤以最近研制成功的掺铈激光玻璃, 输出波长 $1.54\mu\text{m}$ , 对人眼安全, 在战场硝烟下透过率高, 通讯损失小。激光发电机直接将激光束的能量转变成机械能, 当激光束作用于发动机燃烧室内液体时, 液体蒸发产生冲击波成为动力源, 驱使器件发生平移或旋转运动。激光技术又为农业生产提出了新路, 用激光对小麦、水稻、大豆、油菜、棉花、果树等进行处理, 所育成的新品种, 成熟期短、产量高, 国内已推广面积超过2 400万亩增, 收粮食达15.7亿斤。

收稿日期: 92-04-09

## 2 稀土金属电子发射能力强

彩色电视机接受电视台电子讯号, 通过电子枪, 将讯号电子电流射向荧光屏产生光讯号, 电视屏上的发光材料, 是实现光电转换不可少的材料, 在红、绿、兰3种荧光粉中, 红色发光材料对亮度贡献最大。这种发光材料过去采用硫化物, 亮度低、色泽差。60年代就用氧化钇和氧化钬组成的彩电红粉, 才使彩电画面亮度提高43%, 且图像清晰, 画面逼真。显象管显示屏玻璃, 也用稀土处理, 在熔制过程用氧化铈澄清处理, 消除玻璃中夹杂的气泡, 成型后再用稀土抛光粉进行加工, 使显示屏光洁、平整和透明。国外倾向在玻璃壳面加氧化铈, 从而使画面更加鲜艳逼真、柔和, 在强光线照射下画面不易干扰。

稀土元素有很强电子发射能力, 日本用氧化铈, 涂于显象管中的电子枪上, 大大增加了枪的电子逸出能力, 进一步延长了显象管的寿命。

## 3 稀土功能材料带来相关技术的发展

永磁材料是电子、电力、仪表工业中不

可缺少的重要材料。60至70年代相继出现稀土磁体，如钕钴永磁体，80年代出现稀土第三代强磁钕铁硼(Nd-Fe-B)，号称磁王，目前市场上主要是铁氧体磁体(钡铁和锶铁氧体)、铝镍钴(Alnico)系磁体。衡量永磁材料优劣的一个重要技术参数是最大磁能积，磁能积的提高，意味着磁性器件小型化和高性能化。Nd-Fe-B永磁的磁能积比铁氧体提高10倍以上，这种前所未有的高性能稀土磁体对新技术及高技术产业必然带来巨大的吸引力，由于稀土永磁材料具有高剩磁、高矫顽力及最大磁能积，它的开发应用必然引起相关产业的进步，电机采用了NdFeB磁钢代替一般永磁电机中的铁氧体磁钢或Alnico材料，在相同功率条件下，体积可减小一半，效率增加5%，机座号相应缩小1~2级，且可节能，是近来电机技术变革的方向；又如医用核磁共振仪，用NdFeB磁钢代替铁氧体永磁，使仪器每台80t减轻到20t，且维修方便、分辨率高，能发现芝麻般大的癌前期病灶，是医疗诊断仪器的重大改革。

#### 4 超磁致伸缩材的惊人突破

当前一种新型高效磁(电)转换成机械能的功能材料——稀土超磁致伸缩材料，在性能上有惊人的突破，引起高技术领域的广泛关注。这种材料磁致伸缩应变可达1500~2000 $\mu\text{m}/\text{m}$ ，即10cm长的棒在50微秒内可伸长0.1mm以上，比传统的磁致伸缩合金大50倍，实现了磁能与机械能的高效转换，用稀土元素铽、钐、镱制成相应合金为铽铁、钐铁、铽镱铁。美国海军潜艇装备了该材料制成的大功率声纳，具有响应频率低、信号永不衰减、传递远、低压(几十伏)工作等优越性，水下测量目标可达几千km，为军事

打击目标、海底测绘等水下作业提供了高新技术。稀土高磁致伸缩材料还具有承受压力大、响应速度高等一系列优点，可制成制动机对位移进行快速而精密的控制，在机器人、阀门、精密车床和微动工具等机构中得到了广泛应用，该材料既是高技术产品又是高价值产品，直径5~7mm园棒，每米3.2万元，美国年需250米，用于油压机和机器人等，仅市场就有30亿元的年需要量。日本则用于致动器，可望市场达9亿元的年需要量。

#### 5 稀土贮氢合金前景广阔

稀土金属在400~500 $^{\circ}\text{C}$ 时，大量吸氢破碎并形成氢化物， $\text{H}_2$ 贮存于金属晶格之间，其贮存量按容积计为金属的数百倍，不仅如此，而且通过加热也能放出 $\text{H}_2$ 。在吸氢和放氢过程中伴随着放热和吸热的反应。实用的贮氢材料主要有镧镍、钛铁和镁合金， $\text{LaNi}_5$ 和混合稀镍铝合金(MMNiAl)，具有良好的特性，属优质贮氢材料。贮氢材料有着广泛的应用领域，既可贮存能量，又可作能量变换(化学能、热能、机械能、电能的相互转变)，通常用于贮存和运送 $\text{H}_2$ ，以及蓄能、化学热泵、致动器、电池、制取高纯 $\text{H}_2$ 、氢化反应触媒等。国外采用冷暖系统贮氢合金及贮氢合金电池，很快实用化。尤以即将投放市场的氢电池，采用镧镍合金，电容量比目前市场上最好的镍镉电池高50%，达到1070 $\mu\text{A}/\text{h}$ ，可进行3A强放电(20分钟内完全放电)，且能在1.5~4.4小时短时间内充电到最高峰值，充放次数达500次，即使电池长期放置后再充电，也可完全恢复电容量。该电池用于便携式机器、办公装置、电话、无线电通信、视听等装置高级电源，不需有害元素镉，有利于环境保护。

我国80年代第一台用氢气发动汽车的氢源就是 $\text{LaNi}_5$ 材料贮存释放的。在国务院稀土办领导下 $\text{LaNi}_5$ 电池也正在积极研制开发。不过从日本新近向上海跃龙大量购买钕稀土金属来看,可以预料,日本的 $\text{LaNi}_5$ 电池必将大量投放市场。

## 6 磁冷冻高技术中崭露头角

氟里昂是破坏臭氧层的主要危害物,为保护大气层臭氧层空洞进一步扩大,国际组织严禁氟里昂作冰箱致冷材料,因而磁冷却的开发研究风起云涌。磁冷却乃通过磁性材料的磁化、退磁过程的放热、吸热而完成冷冻的。与气体压缩、膨胀完成的冷冻比较,具有低噪音、低振动的优点,并可使冷冻系统小型化。磁冷冻循环一般分Canot循环、

GM循环和Ericsson循环,进行这些循环的工作物质称磁致冷材料或称磁致冷冻剂,有的循环尚需蓄冷等材料。目前使用及研究的磁冷材料有钆石榴石、钆铝及镓铝合金。以前用铅及其合金做磁蓄冷材料,只能在10K以上温度才可有效工作,接近或小于此温度,效率明显下降。然而稀土元素的磁熵大,有利于放热和吸热,稀土合金系如钆镨镍系、钆镨钴系、钆铈系等金属化合物,即使在低于10K时仍能有效工作。国外已采用钆镨磁蓄冷材料作GM冷冻机,最低温度只有5.15K,因而致冷能力大、冷冻效率高,最近用 $\text{GdErRh}$ 化合物作GM循环深冷冻机,温度只3.3K,便可将氢气液化。稀土的优异磁特性,在深冷冻技术领域里,有着不可估量的重要作用。

(上接第202页)

b.采用 $\text{FeCl}_3$ 浸出多金属硫化铋精矿时,要实现有价金属铋、铅、银的同时浸出使之进入溶液,不生成氯化铅和氯化银沉淀,则必须保证浸出终点的 $[\text{Cl}^-] > 3m$ ,  $[\text{Cl}^-]_{\text{T}} > 5m$ ,  $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{T}}/[\text{Fe}^{2+}]_{\text{T}} > 10^{-6}$ 。生产实践中,可以通过添加廉价的食盐( $\text{NaCl}$ )来保证溶液中的氯离子含量。

c.浸出得到的含有铋、铅、银的溶液,置换前,可通过降低溶液的温度和提高溶液中铋的浓度来实现铋与铅、银的最大分离。

d.由于缺乏完整的高温热力学数据,因

此本文的整个热力学分析都是 $25^\circ\text{C}$ 下进行的,有一定的局限性,但所得结论基本上能较好地和生产实践相一致。所绘制的铅、银在氯化物溶液中的溶解度图和 $\text{MeS}-\text{Cl}^--\text{H}_2\text{O}$ 系的 $F-[\text{Cl}^-]_{\text{T}}$ 图,对指导科研和生产有一定的实用价值。

### 参考文献

- 1 朱元保等. 电化学数据手册. 132. 137湖南科学技术出版社, 1985
- 2 R. M Smith and A. E Martall Critical Stability Constant Vol4. Plenum Press New York, 1976
- 3 杨显万等. 高温水溶液热力学数据计算手册. 北京: 冶金工业出版社, 1983