

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510030985.3

[51] Int. Cl.

C22B 9/02 (2006.01)

B01D 1/00 (2006.01)

C22B 19/04 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 4 月 19 日

[11] 公开号 CN 1760384A

[22] 申请日 2005.11.3

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

[21] 申请号 200510030985.3

代理人 毛翠莹

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

[72] 发明人 许振明 李佳 王永清

权利要求书 1 页 说明书 3 页

[54] 发明名称

废旧印刷电路板混合金属中锌元素的真空蒸馏分离方法

[57] 摘要

一种废旧印刷电路板混合金属中锌元素的真空蒸馏分离方法，首先将经破碎的废旧电路板含锌的混合金属粉末在真空炉中进行加热，在压力  $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$  Pa、温度为 500 ~ 600°C 条件下进行锌蒸发，同时通过冷凝器在 420 ~ 450°C 下进行锌蒸气冷凝，由此将锌从混合金属中分离出来。蒸馏完毕的混合金属可以继续用于下一步具有针对性的提纯分离。本发明的方法简单易行，具有成本低、高效、无污染等特点。

1、一种废旧印刷电路板混合金属中锌元素的真空蒸馏分离方法，其特征在于包括以下步骤：

- 1) 将经分离破碎的废旧电路板含锌的混合金属粉末为原料，放入石墨坩埚或采用高温耐火材料打结的坩埚中，再把坩埚放入真空蒸馏炉中；
- 2) 真空蒸馏炉密封后启动真空系统抽气，使真空炉的压力为  $1\times10^2\sim1\times10^3\text{Pa}$ ；
- 3) 启动真空蒸馏炉电源，把坩埚中混合金属粉末加热到  $500\sim600^\circ\text{C}$ ，然后保持温度不变，使原料中的锌元素蒸发，蒸发时间为每公斤原料 10~15 分钟；
- 4) 在锌元素蒸发的同时，把真空蒸馏炉中的冷凝器加热到  $420\sim450^\circ\text{C}$ ，进行锌蒸气冷凝，并使冷凝的锌液滴流入锌液回收滴落槽中，由此将锌从混合金属中分离出来。

## 废旧印刷电路板混合金属中锌元素的真空蒸馏分离方法

### 技术领域

本发明涉及一种废旧印刷电路板混合金属中锌元素的真空蒸馏分离方法，是对废旧印刷电路板进行回收、再生和资源化的一种方法。属于环境保护技术领域中的工业废弃物处理、资源化领域。

### 背景技术

随着电子信息业的高速发展，出现新型固体废弃物—电子废弃物：包括各种废旧电脑、通信设备、电视机、电冰箱、洗衣机以及单位淘汰的电子仪器仪表等。据专家估计，我国目前每年报废的电冰箱、洗衣机、计算机、空调等电器约 2800 余万台，废弃电子电器总量达 100 万吨，而其中印刷电路板大约占总量的 4%。

在印刷电路板中，金属的含量高达 40%左右，而自然界中的富矿金属含量也不过 3~5%。经磁选后，主要是有色金属，其中最多的是铜 80%左右，此外还有 1.0~5.5%铝、0.5~1.0%锡、0.5~1.5%锌、0.5~1.0%铋、0.05~1.0%铅、0.5~1.0%锑等。因此，“电子废物” 中蕴含的金属是天然矿藏的几十倍甚至几百倍。

目前废旧印刷电路板资源化处理技术主要有湿法冶金、火法冶金、机械处理或几种处理技术相结合。由于机械处理易实现工程化，并不会产生二次污染，这种方法倍受欢迎。中国发明专利《一种印刷电路板回收有价物质的方法》（王文彬,专利号 98105592.3）将废旧印刷电路板依次经过剪碎、粉碎、重击、粉化及在水槽中重力分选，实现金属与非金属材料的分离。中国发明专利《废印刷电路板的粉碎分离回收工艺及其所用设备》（沈志刚等,专利号 99102862.7）将废旧印刷电路板依次经过粗破、细破，然后通过振动筛分，然后采用气流分选机，实现金属与非金属物质的分离。以上方法虽然能够实现金属与非金属的分离，但分离的金属是混合金属，必须进行混合金属的分离提纯，回收的金属才能达到资源化。文献《从印电路板废料中回收金和铜的研究》（朱萍等，《稀有金属》2002 年第 3 期）介绍了采用湿法冶金技术回收印刷印电路板废料中金属

元素。但存在的主要问题是化学药剂消耗大，废液的处理将造成二次污染，文献《国内外电子废弃物现状及其资源化技术》（魏金秀等，《东华大学学报》2005年第3期）介绍了采用电解法进行混合金属的分离。但是，在电解过程中产生氟化氢、一氧化碳、二氧化硫等有害气体及废电解液严重污染环境等问题。

## 发明内容

本发明的目的在于针对现有技术存在的上述不足，提供一种废旧印刷电路板混合金属中锌元素的真空蒸馏分离方法，将锌与混合金属分离，实现对废旧印刷电路板中金属锌的回收、再生和资源化处理。

为实现这一目的，本发明采用了真空蒸馏法，其原理是基于废弃电路板中金属元素各组分在不同的温度和不同的压力下，具有不同的蒸气压，在真空中通过蒸发与冷凝，可使金属元素分别在不同温度下相互分离，从而实现综合利用和回收。

针对废旧印刷电路板混合金属中锌元素的分离，本发明首先将经破碎的废旧电路板含锌的混合金属粉末在真空炉中进行加热，在压力 $1\times10^2\sim1\times10^3\text{Pa}$ 、温度为 $500\sim600^\circ\text{C}$ 条件下进行锌蒸发，同时通过冷凝器进行锌蒸气冷凝，由此将锌从混合金属中分离出来。具体包括以下步骤：

1、将经分离破碎的废旧电路板含锌的混合金属粉末为原料，放入石墨坩埚或采用高温耐火材料打结的坩埚中，再把坩埚放入真空蒸馏炉中。

2、真空蒸馏炉密封后启动真空系统抽气，使真空炉的压力为 $1\times10^2\sim1\times10^3\text{Pa}$ 。

3、启动真空蒸馏炉电源，把坩埚中混合金属粉末加热到 $500\sim600^\circ\text{C}$ ，然后保持温度不变，使原料中锌元素蒸发，蒸发时间为每公斤原料10~15分钟；

4、在锌元素蒸发的同时，把真空蒸馏炉中的冷凝器加热到 $420\sim450^\circ\text{C}$ ，进行锌蒸气冷凝，并使冷凝的锌液滴流入锌液回收滴落槽中，由此将锌从混合金属中分离出来。

本发明的真空蒸馏方法简单易行，具有成本低、高效、无污染等特点，蒸馏完毕的混合金属可以继续用于下一步具有针对性的提纯分离。相比采用火烧

和酸洗等方法回收废旧线路板中有价金属的方法，本发明在减少环境污染方面尤其具有优势。

### 具体实施方式

以下通过具体的实施例对本发明的技术方案作进一步描述。

#### 实施例 1

首先将经分离的破碎废旧电路板含锌混合金属粉末 5 公斤原料放入坩埚中，再把坩埚放入真空蒸馏炉中。真空蒸馏炉密封后启动真空系统抽气，使真空炉的压力为  $1\times10^3\text{Pa}$ 。启动真空蒸馏炉中的熔炼加热体加热坩埚，把坩埚中混合金属粉末加热到  $600^\circ\text{C}$ 。然后保持温度不变，使原料中锌元素蒸发，蒸发时间为 50 分钟。在锌元素蒸发的同时，把真空蒸馏炉中的冷凝器加热  $420^\circ\text{C}$ ，进行锌蒸气冷凝，并使冷凝的锌液滴流入锌液回收滴落槽中。得到锌 48 克。蒸馏完毕的混合金属进行下一步继续提纯分离。

#### 实施例 2

首先将经分离的破碎废旧电路板含锌混合金属粉末 5 公斤原料放入坩埚中，再把坩埚放入真空蒸馏炉中。真空蒸馏炉密封后启动真空系统抽气，使真空炉的压力为  $5\times10^2\text{Pa}$ 。启动真空蒸馏炉中的熔炼加热体加热坩埚，把坩埚中混合金属粉末加热到  $550^\circ\text{C}$ 。然后保持温度不变，使原料中锌元素蒸发，蒸发时间为 60 分钟。在锌元素蒸发的同时，把真空蒸馏炉中的冷凝器加热  $430^\circ\text{C}$ ，进行锌蒸气冷凝，并使冷凝的锌液滴流入锌液回收滴落槽中，得到的锌 40 克。蒸馏完毕的混合金属进行下一步继续提纯分离。

#### 实施例 3

首先将经分离的破碎废旧电路板含锌混合金属粉末原料 5 公斤放入坩埚中，再把坩埚放入真空蒸馏炉中。真空蒸馏炉密封后启动真空系统抽气，使真空炉的压力为  $1\times10^2\text{Pa}$ 。启动真空蒸馏炉中的熔炼加热体加热坩埚，把坩埚中混合金属粉末加热到  $500^\circ\text{C}$ 。然后保持温度不变，使原料中锌元素蒸发，蒸发时间为 75 分钟。在锌元素蒸发的同时，把真空蒸馏炉中的冷凝器加热  $450^\circ\text{C}$ ，进行锌蒸气冷凝，并使冷凝的锌液滴流入锌液回收滴落槽中，得到锌 27 克。蒸馏完毕的混合金属进行下一步继续提纯分离。