



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102220607 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 19

(21) 申请号 201110140776. X

(22) 申请日 2011. 05. 25

(71) 申请人 中国科学院青海盐湖研究所
地址 810008 青海省西宁市新宁路 18 号
申请人 中国科学院长春应用化学研究所

(72) 发明人 吴志坚 孙庆国 马海州 火焱
李权 周园 叶秀深 王世栋
葛飞 韩继龙 都永生 年洪恩
任秀峰 王宏宾 张洪杰 孟健
牛晓东 彭秋明 王鸿燕 杜海
唐定骧 鲁化一 赵连山

(74) 专利代理机构 兰州中科华西专利代理有限
公司 62002
代理人 李艳华

(51) Int. Cl.
C25C 3/36 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成

(57) 摘要

本发明涉及一种用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成, 该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化稀土按 1 : 0.05 : 0.50 ~ 1 : 0.50 : 0.05 的质量比混合而成。本发明采用含水氯化物为原料电解制备镁稀土合金时, 可以有效降低制备成本, 同时可以在以含水氯化物为电解原料进行电解的情况下, 得到范围较宽的稀土含量。

1. 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,其特征在于:该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化稀土按 1 : 0.05 : 0.50 ~ 1 : 0.50 : 0.05 的质量比混合而成。

2. 如权利要求 1 所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成制备镁稀土合金的方法,其特征在于:用所述熔盐电解质组成进行电解启炉,然后加入含水氯化镁与含水氯化稀土的混合料,并以金属钨棒、钼棒、液态金属稀土、液态镁稀土合金中的一种为阴极或下沉阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1000 ~ 2000A、电压为 8 ~ 15V、温度为 820 ~ 1100℃的条件下进行电解即可;其中所述含水氯化镁与含水氯化稀土的质量比为 0.12 ~ 15 : 1。

3. 如权利要求 2 所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成制备镁稀土合金的方法,其特征在于:所述含水氯化镁为含有 0.5 ~ 6 个结晶水的氯化镁。

4. 如权利要求 2 所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成制备镁稀土合金的方法,其特征在于:所述含水氯化稀土为含有 0.5 ~ 7 个结晶水的氯化稀土。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成制备镁稀土合金的方法,其特征在于:所述稀土或液态金属稀土为 Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的任意一种。

6. 如权利要求 5 所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成制备镁稀土合金的方法,其特征在于:所述液态镁稀土合金是指稀土含量为 20 ~ 95wt% 的液态金属稀土。

用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成

技术领域

[0001] 本发明涉及用熔盐电解法制备镁稀土合金技术领域,尤其涉及用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成。

背景技术

[0002] 镁合金被誉为 21 世纪轻质、绿色金属结构材料,可持续发展战略意义重大。镁合金中镁稀土合金更为引人注目,和传统镁合金相比,镁稀土合金具有耐热、抗腐蚀、抗氧化、抗高温蠕变等优点,可以广泛应用于航空航天、陆地交通、3C 产品等领域和部门。

[0003] 镁稀土合金的制备方法主要有混熔法、金属热还原法和熔盐电解法。采用混熔法制备时,要首先制备金属镁和金属稀土,然后将两种金属以一定比例混合熔炼,之后用各种成型技术成型,制备零部件。金属热还原法是用金属镁在高温下还原稀土化合物来制备镁稀土合金,所得到的产物一般需要净化。熔盐电解法以金属氯化物或氧化物等为原料,采用氯化物或氟化物熔盐体系,在高温下电解制备镁稀土合金。采用混熔法和金属热还原法制备镁稀土合金时,易产生成分不均及偏析;采用熔盐电解法制备时,可以克服这个缺点,所得到的镁稀土合金成分偏析少,产品质量高。

[0004] 采用熔盐电解法制备镁稀土合金时,如果采用氯化物熔盐电解体系,一般都是以无水氯化物作为电解原料,但无水氯化物的制备成本较高,导致以无水氯化物为原料电解制备镁稀土合金时,综合成本较高。

[0005] 用氯化物作为熔盐电解体系,采用熔盐电解法制备镁稀土合金时,也可以采用含水氯化物作为电解原料,这样可以大大降低电解原料的制备成本,从而也就降低了镁稀土合金制备的综合成本。和以无水氯化物作为电解原料的情况相比,电解时在熔盐电解质体系中发生的物理化学过程更为复杂,这时熔盐电解质组成要进行相应的调整,以保证较高的电流效率和较好的合金质量。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种可有效降低制备成本的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成。

[0007] 为解决上述问题,本发明所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,其特征在于:该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化稀土按 1 : 0.05 : 0.50 ~ 1 : 0.50 : 0.05 的质量比混合而成。

[0008] 如上所述的用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成制备镁稀土合金的方法,其特征在于:用所述熔盐电解质组成进行电解启炉,然后加入含水氯化镁与含水氯化稀土的混合料,并以金属钨棒、钼棒、液态金属稀土、液态镁稀土合金中的一种为阴极或下沉阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1000 ~ 2000A、电压为 8 ~ 15V、温度为 820 ~ 1100℃ 的条件下进行电解即可;其中所述含水氯化镁与含水氯化稀土的质量比为 0.12 ~ 15 : 1。

- [0009] 所述含水氯化镁为含有 0.5 ~ 6 个结晶水的氯化镁。
- [0010] 所述含水氯化稀土为含有 0.5 ~ 7 个结晶水的氯化稀土。
- [0011] 所述稀土或液态金属稀土为 Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu 中的任意一种。
- [0012] 所述液态镁稀土合金是指稀土含量为 20 ~ 95wt% 的液态金属稀土。
- [0013] 本发明与现有技术相比具有以下优点：
- [0014] 1、用氯化物作为熔盐电解体系，采用熔盐电解法制备镁稀土合金时，以无水氯化物作为原料，其制备成本较高，而本发明采用含水氯化物为原料电解制备镁稀土合金时，可以有效降低制备成本，同时可使电流效率达到 60 ~ 70%。
- [0015] 2、采用本发明所公开的熔盐电解质组成，可以在以含水氯化物为电解原料进行电解的情况下，得到范围较宽的稀土含量。

具体实施方式

- [0016] 实施例 1 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镧按 1 : 0.05 : 0.5 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。
- [0017] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以固体方式加入含有 0.5 个结晶水的氯化镁与含有 0.5 个结晶水的氯化镧的混合料，并以金属钼棒为阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1000 ~ 1500A、电压为 8 ~ 12V、温度为 850 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含镧 95wt%，电流效率 60 ~ 70%。
- [0018] 其中：含有 0.5 个结晶水的氯化镁与含有 0.5 个结晶水的氯化镧的质量比为 0.12 : 1。
- [0019] 混合料的粒径为 0.2 ~ 3mm。
- [0020] 实施例 2 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镧按 1 : 0.25 : 0.10 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。
- [0021] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 4 个结晶水的氯化镧的混合料，以含镧约 50wt% 的液态镁镧合金为下沉阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1000 ~ 1500A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 820 ~ 920℃ 的条件下进行电解所得的产物。该产物中含镧 50wt%，电流效率 60 ~ 70%。
- [0022] 其中：含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 4 个结晶水的氯化镧的质量比为 3.7 : 1。
- [0023] 液体滴料的方式是指将混合后的电解原料转入底部带孔的小石墨坩埚中，将小石墨坩埚放置于电解槽石墨坩埚上方的边沿处，利用高温熔盐电解质放出的热量将电解原料烤化后滴加到石墨坩埚电解槽中进行加料。
- [0024] 实施例 3 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由以氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铈按 1 : 0.5 : 0.1 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。
- [0025] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铈的混合料，以金属钨棒为阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10 ~ 15V、温度为 820 ~ 1000℃ 的条件下进行电解。所

得产物中含钪 20wt%，电流效率 60 ~ 70%。

[0026] 其中：含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钪的质量比为 5.8 : 1。

[0027] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0028] 实施例 4 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化钇按 1 : 0.35 : 0.2 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0029] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 4 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钇的混合料，以含钇 50wt% 的液态镁钇合金为下沉阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10 ~ 15V、温度为 850 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含钇 50wt%，电流效率 60 ~ 70%。

[0030] 其中：含有 4 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钇的质量比为 2 : 1。

[0031] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0032] 实施例 5 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镧按 1 : 0.06 : 0.5 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0033] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 7 个结晶水的氯化镧的混合料，以液态纯金属镧为下沉阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10 ~ 15V、温度为 850 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含镧 95wt%，电流效率 60 ~ 70%。

[0034] 其中：含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 7 个结晶水的氯化镧的质量比为 0.16 : 1。

[0035] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0036] 实施例 6 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铈按 1 : 0.24 : 0.25 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0037] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以固体方式加入含有 2 个结晶水的氯化镁与含有 2 个结晶水的氯化铈的混合料，并以含铈 70wt% 的液体镁铈合金为下沉阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1000 ~ 1500A、电压为 8 ~ 12V、温度为 820 ~ 900℃ 的条件下进行电解。所得产物中含铈 70wt%，电流效率 60 ~ 70%。

[0038] 其中：含有 2 个结晶水的氯化镁与含有 2 个结晶水的氯化铈的质量比为 1.1 : 1。

[0039] 混合料的粒径为 0.2 ~ 3mm。

[0040] 实施例 7 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镨按 1 : 0.4 : 0.1 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0041] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 7 个结晶水的氯化镨的混合料，以钨棒为阴极，以石墨坩埚为阳极，在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10 ~ 15V、温度为 850 ~ 1000℃ 的条件下进行电解。所得产物中含镨 40wt%，电流效率 60 ~ 70%。

[0042] 其中：含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 7 个结晶水的氯化镨的质量比为 4.7 : 1。

[0043] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0044] 实施例 8 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成，该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化钆按 1 : 0.5 : 0.06 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0045] 用熔盐电解质组成进行电解启炉，然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结

晶水的氯化镁与含有 7 个结晶水的氯化钹的混合料,以金属钨棒为阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 8 ~ 12V、温度为 850 ~ 1000℃的条件下进行电解。所得产物中含钹 20wt%,电流效率 60 ~ 70%。

[0046] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 7 个结晶水的氯化钹的质量比为 13 : 1。

[0047] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0048] 实施例 9 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化钷按 1 : 0.34 : 0.15 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0049] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钷的混合料,以金属钨棒为阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 850 ~ 1100℃的条件下进行电解。所得产物中含钷 50wt%,电流效率 60 ~ 70%。

[0050] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钷的质量比为 3.4 : 1。

[0051] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0052] 实施例 10 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化钆按 1 : 0.5 : 0.1 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0053] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钆的混合料,以金属钨棒为阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 850 ~ 1100℃的条件下进行电解。所得产物中含钆 30wt%,电流效率 60 ~ 70%。

[0054] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钆的质量比为 8 : 1。

[0055] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0056] 实施例 11 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铈按 1 : 0.18 : 0.36 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0057] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铈的混合料,以含铈 80wt%的镁铈合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1000 ~ 1300A、电压为 8.0 ~ 12.0V、温度为 820 ~ 900℃的条件下进行电解。所得产物中含铈 80wt%,电流效率 60 ~ 70%。

[0058] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铈的质量比为 0.85 : 1。

[0059] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0060] 实施例 12 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化钪按 1 : 0.42 : 0.08 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0061] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钪的混合料,以含钪 30wt%的镁钪合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 860 ~ 1100℃的条件下进行电解。所得产物中含钪 30wt%,电流效率 60 ~ 70%。

[0062] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化钆的质量比为 8.3 : 1。

[0063] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0064] 实施例 13 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铽按 1 : 0.46 : 0.05 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0065] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铽的混合料,以含铽 20wt% 的镁铽合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 860 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含铽 20wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0066] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铽的质量比为 14 : 1。

[0067] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0068] 实施例 14 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镱按 1 : 0.49 : 0.07 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0069] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化镱的混合料,以含镱 25wt% 的镁镱合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 860 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含镱 25wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0070] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化镱的质量比为 11 : 1。

[0071] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0072] 实施例 15 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铥按 1 : 0.2 : 0.3 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0073] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铥的混合料,以含铥 75wt% 的镁铥合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 860 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含铥 75wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0074] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铥的质量比为 1.2 : 1。

[0075] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0076] 实施例 16 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铪按 1 : 0.36 : 0.15 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0077] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铪的混合料,以金属钨棒为阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 860 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含铪 50wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0078] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铪的质量比为 3.7 : 1。

[0079] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0080] 实施例 17 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质

组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化铈按 1 : 0.4 : 0.1 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0081] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铈的混合料,以含铈 35wt% 的镁铈合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1500 ~ 2000A、电压为 10.0 ~ 15.0V、温度为 860 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含铈 35wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0082] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化铈的质量比为 6.9 : 1。

[0083] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0084] 实施例 18 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镱按 1 : 0.06 : 0.45 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0085] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化镱的混合料,以液态金属镱为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1000 ~ 1500A、电压为 8.0 ~ 12.0V、温度为 820 ~ 900℃ 的条件下进行电解。所得产物中含镱 95wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0086] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化镱的质量比为 0.2 : 1。

[0087] 滴料的加料方式同实施例 2。

[0088] 实施例 19 用含水氯化物电解制备镁稀土合金的熔盐电解质组成,该熔盐电解质组成是由氯化钾、无水氯化镁、无水氯化镨按 1 : 0.5 : 0.05 的质量比 (kg/kg/kg) 混合而成。

[0089] 用熔盐电解质组成进行电解启炉,然后在电解槽中以滴料的方式加入含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化镨的混合料,以含镨 20wt% 的镁镨合金为下沉液体阴极,以石墨坩埚为阳极,在电流为 1200 ~ 1800A、电压为 11.0 ~ 15.0V、温度为 850 ~ 1100℃ 的条件下进行电解。所得产物中含镨 20wt%, 电流效率 60 ~ 70%。

[0090] 其中:含有 6 个结晶水的氯化镁与含有 6 个结晶水的氯化镨的质量比为 15 : 1。

[0091] 滴料的加料方式同实施例 2。