



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110541115 A

(43)申请公布日 2019.12.06

(21)申请号 201910948518.0 *G22C 33/06*(2006.01)  
(22)申请日 2019.10.08 *B22D 11/115*(2006.01)  
(71)申请人 安徽富凯特材有限公司 *B22D 11/20*(2006.01)  
地址 245300 安徽省宣城市绩溪县临溪镇 *B22D 11/22*(2006.01)  
曹渡桥73号  
(72)发明人 马红军 徐涛 陆明新 邵建国  
郑仁波 舒美良 吴振忠 黄日圣  
陈伟生  
(74)专利代理机构 安徽汇朴律师事务所 34116  
代理人 汪蕙  
(51)Int.Cl.  
*G22C 38/02*(2006.01)  
*G22C 38/04*(2006.01)  
*G22C 38/44*(2006.01)  
*G22C 38/06*(2006.01)

权利要求书2页 说明书9页

(54)发明名称

一种奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯  
制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯制造方法,涉及不锈钢生产工艺领域,其具体的制备流程为:电弧炉→AOD→LF→连铸→精整→出厂,本方法中一方面进行冶炼工艺优化,确保奥氏体不锈钢水能够达到高洁净度的冶金质量,降低钢中氧含量和夹杂物含量的同时,减少高熔点氧化铝在连铸中间包水口聚集对连铸浇注产生影响。另一方面确定合理的连铸工艺参数,制定合理的一冷水和二冷配水参数,结晶器振动参数,保护渣型号,浇注温度,拉坯速度,拉矫机压力,电磁搅拌参数等。在浇注过程中减少二次氧化,防止钢液污染;使用该方法生产出的连铸圆管坯可以直接进行穿管,减少了锻轧圆钢工序,可大大提高生产率,降低生产成本。

1. 一种奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯制造方法, 制造工艺流程具体为:

电弧炉→AOD→LF→连铸→精整→出厂, 具体为冶炼工艺和连铸工艺, 其特征在于, 冶炼工艺包括炼钢工艺、电炉工艺、AOD工艺和LE工艺, 其中在炼钢工艺中入炉化学元素按照质量百分比计包括以下组分: 0.4~0.6%的C、0.3~0.5%的Si、1~1.2%的Mn、不大于0.045%的P、不大于0.005%的S、18.2~18.4%的Cr、8.05~8.15%的Ni、不大于0.3%的Mo、0.005~0.015%的Al和不大于0.08%的N, 其余为Fe和不可避免的杂质;

在电炉工艺中其装入量为32吨~36吨, 一级冶金石灰加入量40公斤~50公斤/吨, 电炉配碳量大于2.00%, 配硅量大于1.20%, 电炉出钢温度大于1600℃, 出钢前加入50公斤~100公斤硅铁粉/碳化硅还原3分钟以上;

AOD工艺采用双渣法冶炼, 操作流程包括: 兑钢→测温及取样→脱碳→预还原→扒渣→造渣还原→出钢; 兑钢温度大于1480℃, 中间碳含量取样目标值0.08%~0.15%, 温度1620℃~1680℃, 终点碳含量目标值0.03%~0.05%; 出钢包内温度 $T=1550^{\circ}\text{C}\sim 1600^{\circ}\text{C}$ ;

在连铸工艺中连铸开浇包上台温度为1575℃~1585℃, 连浇包上台温度为1565℃~1575℃; 过热度控制30℃~50℃, 采用弱冷工艺, 结晶器高振频、低振幅振动; 进行中包吹氩操作, 长水口保护+保护渣+氩气保护浇注, 全程保持结晶器保护渣黑渣覆盖; 采用结晶器电磁搅拌技术; 拉矫机零压拉;

其中连铸工艺参数具体为:

1) 结晶器振动控制为机械正弦振动、振动基频为200~230次/分钟、振动幅度为±3毫米;

2) 过热度与拉速控制参数为: 过热度为30~40℃时拉速为2.10~2.20米/分钟、过热度为41~50℃时拉速为2.00~2.09米/分钟;

3) 配水系数与结晶器冷却水控制参数为:

3.1) 配水系数为K1时足辊为4.52升/分钟, I段为6.02升/分钟, II段为3.00升/分钟

3.2) 配水系数为K2时足辊为7.48升/分钟, I段为9.98升/分钟, II段为5.00升/分钟

3.3) 配水系数为K3时足辊为0.65升/分钟, I段为0.87升/分钟, II段为0.43升/分钟;

其中结晶器流量为100~105吨/小时;

4) 电磁搅拌参数为: 结晶器电磁搅拌方式, 其中电流为160安、频率为4赫兹、持续搅拌;

5) 保护渣参数具体为: 保护渣厚度4~5cm、液渣层厚度1.1~1.3cm;

6) 拉矫机压力参数: 1号拉矫机压力为0执行下压动作、2号拉矫机压力为0执行下压动作、3号拉矫机压力为7兆帕执行下压动作、4号拉矫机压力为0执行下压动作;

上述操作完成后, 获得连铸圆管。

2. 根据权利要求1所述的制造方法, 其特征在于, 在电炉工艺中采用炉外扒渣工艺, 兑入AOD钢水含电炉渣量小于200公斤。

3. 根据权利要求2所述的制造方法, 其特征在于, 所述保护渣的型号具体为F15031K。

4. 根据权利要求3所述的制造方法, 其特征在于, 还包括成品检测, 其检测要求具体为:

1) 表面质量: 连铸坯表面不允许存在肉眼可见的结疤、夹渣、气孔、针孔, 重皮、以及深度超过0.5mm的裂纹, 振痕浅, 不圆度小于6.75毫米;

2) 连铸坯低倍: 连铸坯低倍酸浸试片上无目视可见的白点、分层、夹杂、翻皮; 中心疏松不大于1.0级, 中心缩孔不大于1.0级;

3) 钢中氧含量:氧含量不大于40ppm。

## 一种奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于金属材料不锈钢生产工艺领域,公开一种高质量奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯制造方法,主要用于奥氏体不锈钢铸圆管坯的生产。

### 背景技术

[0002] 目前,国内生产不锈钢无缝钢管已经逐步使用连铸坯直接穿管,虽然直接穿管可以免去一道轧制工艺,提高成材率,但是对连铸坯的质量却有着更严格的要求。随着使用连铸坯直接穿管工艺的普及,市场对连铸圆坯断面尺寸、品种、质量都有了越来越高的要求和期待。

[0003] 与传统使用钢锭轧制圆钢相比,连铸圆管坯的使用将大大提高生产效率,提高成材率,有效地降低生产成本,其金属成材率可达到98%以上,较钢锭成材率提高约10个百分点。但是熟悉连铸工艺的人都知道,连铸坯断面尺寸越小,生产难度越大,工艺越复杂。据资料查询与记载,国内目前S150尺寸的连铸圆管坯属于空白领域,对国内、外文献检索均未查到相关的有价值的连铸圆管坯信息,及相关的研究信息。

### 发明内容

[0004] 本发明公开一种奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯的制造方法,目的是通过设计、优化连铸的钢水纯净度、一冷水和二冷配水参数、结晶器振动参数、保护渣型号、过热度与拉速匹配参数、拉矫机压力参数、电磁搅拌参数,达到提高连铸坯表面及内在质量的目的。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用以下技术路线:

[0006] 应采取两个方面的关键技术措施:一方面进行冶炼工艺优化,确保奥氏体不锈钢水能够达到高洁净度的冶金质量,本发明中冶炼工艺的难点在于如何在降低钢中氧含量和夹杂物含量的同时,减少高熔点氧化铝在连铸中间包水口聚集对连铸浇注产生影响。

[0007] 另一方面要确定合理的连铸工艺参数,连铸工艺的难点在于如何降低连铸坯表面振痕,降低不圆度,需要制定合理的一冷水和二冷配水参数,结晶器振动参数,保护渣型号,浇注温度,拉坯速度,拉矫机压力,电磁搅拌参数等。在浇注过程中减少二次氧化,防止钢液污染,参数设定和精心操作相结合,提高连铸坯表面和内部质量。

[0008] 采用以下具体技术方案:

[0009] 工艺路线为:电弧炉→AOD→LF→连铸→精整→出厂;其中包括冶炼工艺和连铸工艺。

[0010] 本公司生产奥氏体不锈钢S150小规格连铸圆管坯的牌号有304、304L和316L。以304为例进行说明。

[0011] 1. 炼钢工艺

[0012] (1)

[0013] 304钢的化学成分内控标准,见表1。

## [0014] 304钢的化学成分标准及内控

	化学成分质量百分比/%									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	N
[0015] 标准	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤ 0.045	≤ 0.030	18.00 - 20.00	8.00 - 11.00	—	—	—
内控	0.40-0.60	0.30 - 0.50	1.00 - 1.20	≤ 0.045	≤ 0.005	18.20 - 18.40	8.05 - 8.15	≤0.30	0.005 - 0.015	≤ 0.080

表1

## [0016] (2) 电炉工艺

[0017] 电炉选用优质返回废钢料,高碳铬铁,镍铁,增碳剂,硅铁等入炉冶炼,减少有害元素入炉。装入量32吨~36吨,一级冶金石灰加入量40公斤~50公斤/吨。电炉配碳量大于2.00%,配硅量大于1.20%。电炉出钢温度大于1600℃,出钢前加入50公斤~100公斤硅铁粉/碳化硅还原3分钟以上,采用炉外扒渣工艺,兑入AOD钢水含电炉渣量小于200公斤。

## [0018] (3) AOD工艺

[0019] AOD采用双渣法冶炼,操作流程包括:兑钢→测温及取样→脱碳→预还原→扒渣→造渣还原→出钢。兑钢温度大于1480℃,中间碳含量取样目标值0.08%~0.15%,温度1620℃~1680℃,终点碳含量目标值0.03%~0.05%;AOD出钢成分按照成品控制成分执行;出钢包内温度T=1550℃~1600℃。

## [0020] (4) LF工艺

[0021] LF炉操作流程:钢包接通氩气→测温及取样→送电→成分微调→温度调整→钙处理→软吹氩→出钢。LF炉吹氩制度:吹氩压力0.3MPa~0.6MPa,控温过程调上限,软吹氩过程调下限,可根据透气砖透气程度按比例增减氩气流量,全程钢液不得裸露;精炼期温度控制:原则上温度保持1550℃~1600℃,做到勤测温,勤通电,杜绝温度剧烈波动;钙处理控制:根据Al含量喂入硅钙线50米~80米,软吹氩时间不小于8分钟;LF出钢温度T=1565℃~1585℃。

## [0022] 2. 连铸工艺

[0023] (1) 304钢液相线温度约为1455℃,连铸开浇包上台温度为1575℃~1585℃,连浇包上台温度为1565℃~1575℃;过热度控制30℃~50℃。采用弱冷工艺,结晶器高振频、低振幅振动;进行中包吹氩操作,长水口保护+保护渣+氩气保护浇注,全程保持结晶器保护渣黑渣覆盖;采用结晶器电磁搅拌技术;拉矫机零压拉矫。

## [0024] (2) 连铸工艺参数

[0025] 结晶器振动控制如表2所示

[0026] 结晶器振动控制

[0027] 振动方式	振动基频,次/分钟	振动幅度,毫米
机械正弦	200~230	±3

[0028] 表2

[0029] 过热度与拉速控制如表3所示

[0030] 过热度与拉速控制

[0031] 过热度,摄氏度	30~40	41~50
拉速,米/分钟	2.10~2.20	2.00~2.09

[0032] 表3

[0033] 配水系数与结晶器冷却水控制如表4所示

[0034] 配水系数与结晶器冷却水控制

配水系数 (2#曲线)	足辊, 升/分钟	I 段, 升/分钟	II 段, 升/分钟
[0035] K1	4.52	6.02	3.00
K2	7.48	9.98	5.00
K3	0.65	0.87	0.43
结晶器流量, 吨/小时	100~105		

[0036] 表4

[0037] 电磁搅拌参数如表5所示

[0038] 电磁搅拌参数

[0039] 搅拌方式	电流, 安	频率, 赫兹	搅拌间隔
结晶器电磁搅拌	160	4	持续

[0040] 表5

[0041] 保护渣型号及渣层厚度控制如表6所示

[0042] 保护渣型号及渣层厚度

[0043] 结晶器保护渣型号	保护渣厚度, 厘米	液渣层厚度, 厘米
F15031K	4~5	1.1~1.3

[0044] 表6

[0045] 拉矫机压力参数如表7所示

[0046] 拉矫机压力参数

1 号拉矫机	2 号拉矫机	3 号拉矫机	4 号拉矫机
压力, 兆帕	压力, 兆帕	压力, 兆帕	压力, 兆帕
[0047] 0	0	7	0
压下	压下	抬起	压下

表7

[0048] 3. 连铸坯表面精整检查工艺

[0049] 连铸坯全部进行人工表面检查, 切取低倍试片观察低倍情况;

[0050] 4. 检验结果要求

[0051] (1) 表面质量:连铸坯表面不允许存在肉眼可见的结疤、夹渣、气孔、针孔,重皮、以及深度超过0.5mm的裂纹,振痕浅,不圆度小于6.75毫米;

[0052] (2) 连铸坯低倍:连铸坯低倍酸浸试片上无目视可见的白点、分层、夹杂、翻皮;中心疏松不大于1.0级,中心缩孔不大于1.0级;

[0053] (3) 钢中氧含量:氧含量不大于40ppm。

[0054] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0055] ①本发明通过制定合理的冶炼工艺,确定符合实际的连铸工艺参数,生产出符合客户要求的 $\Phi$ 150小规格连铸圆管坯,填补了国内外在这一生产领域的空白;

[0056] ②通过合理的冷却水、振动参数、拉矫压力、保护渣选型等连铸工艺参数配置,有效改善连铸圆管坯表面质量,降低振痕负面影响,改善不圆度,改善钢液凝固过程中的偏析,通过连铸采用长水口保护+保护渣+氩气保护浇注等提高钢的洁净度,提高铸坯的可加工性及成材率,获得满意的表面及内部质量。

[0057] ③使用该方法生产出的连铸圆管坯可以直接进行穿管,减少了锻轧圆钢工序,可大大提高生产率,降低生产成本。

### 具体实施方式

[0058] 下面将结合本发明具体实施例,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0059] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例,对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范围。

[0060] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书中的术语“包括”,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤的方法不必限于清楚地列出的那些步骤,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些方法固有的其它步骤。在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考实施例来详细说明本申请。

[0061] 实施例1

[0062] 钢种:304

[0063] 炉号:FK1908-058

[0064] 工艺流程:电弧炉→AOD→LF→连铸→精整→出厂

[0065] 本炉化学成分见表8。

[0066] 304钢的化学成分

炉号	化学成分质量百分比/%									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	N
[0067] FK1908-058	0.061	0.47	1.04	0.039	0.003	18.28	8.08	0.18	0.011	0.056

表8

[0068] (2) 电炉工艺

[0069] 电炉装入量33.3吨,一级冶金石灰加入量1550公斤。电炉配碳量2.20%,配硅量1.30%。电炉出钢温度1620℃,出钢前加入50公斤硅铁粉还原3分钟,采用炉外扒渣工艺,出钢量29.6吨,电炉渣量小于200公斤。

[0070] (3) AOD工艺

[0071] AOD采用双渣法冶炼,操作流程包括:兑钢→测温及取样→脱碳→预还原→扒渣→造渣还原→出钢。兑钢温度1490℃,中间碳含量取样值0.013%,温度1676℃,终点碳含量取样值0.046%;AOD出钢成分达到成品控制要求;出钢包内温度 $T=1595^{\circ}\text{C}$ 。

[0072] (4) LF工艺

[0073] LF炉操作流程:钢包接通氩气→测温及取样→送电→成分微调→温度调整→钙处理→软吹氩→出钢。LF炉吹氩制度:通电控温过程氩压力0.5MPa,软吹氩过程氩压力0.3MPa,喂硅钙线60米,软吹时间12分钟;LF出钢温度 $T=1575^{\circ}\text{C}$ 。

[0074] 2. 连铸工艺

[0075] (1) 本包钢水为连浇包,上台温度为1573℃,采用弱冷工艺,进行中包吹氩操作,长水口保护+保护渣+氩气保护浇注,全程保持结晶器保护渣黑渣覆盖;采用结晶器电磁搅拌技术;拉矫机零压拉矫。

[0076] (2) 连铸工艺参数

[0077] 结晶器振动控制如表9所示

[0078] 结晶器振动控制

[0079] 振动方式	振动基频,次/分钟	振动幅度,毫米
机械正弦	200~230	±3

[0080] 表9

[0081] 过热度与拉速控制如表10所示

[0082] 过热度与拉速控制

[0083] 过热度,摄氏度	33	38	44	46
拉速,米/分钟	2.16	2.12	2.06	2.04

[0084] 表10

[0085] 配水系数与结晶器冷却水控制如表11所示

[0086] 配水系数与结晶器冷却水控制

[0087]	配水系数 (2#曲线)	足辊, 升/ 分钟	I 段, 升/ 分钟	II 段, 升/ 分钟
	K1	4.52	6.02	3.00
	K2	7.48	9.98	5.00
	K3	0.65	0.87	0.43
	结晶器流量, 吨/小时	103		

[0088] 表11

[0089] 电磁搅拌参数如表12所示

[0090] 电磁搅拌参数

[0091]	搅拌方式	电流, 安	频率, 赫兹	搅拌间隔
	结晶器电磁搅拌	160	4	持续

[0092] 表12

[0093] 保护渣型号及渣层厚度控制如表13所示

[0094] 保护渣型号及渣层厚度

[0095]	结晶器保护渣型号	保护渣厚度, 厘米	液渣层厚度, 厘米
	F15031K	4.3	1.1

[0096] 表13

[0097] 拉矫机压力参数如表14所示

[0098] 拉矫机压力参数

[0099]	1 号拉矫机 压力, 兆帕	2 号拉矫机 压力, 兆帕	3 号拉矫机 压力, 兆帕	4 号拉矫机 压力, 兆帕
	0	0	7	0
	压下	压下	抬起	压下

表14

[0100] 3. 连铸坯表面精整检查工艺

[0101] 连铸坯全部进行人工表面检查, 切取低倍试片观察低倍情况;

[0102] 4. 检验结果要求

[0103] (1) 表面质量: 连铸坯表面无肉眼可见的结疤、夹渣、气孔、针孔, 重皮、以及深度超过 0.5mm 的裂纹, 振痕浅, 不圆度抽检结果1毫米, 2毫米, 2毫米, 3毫米;

[0104] (2) 连铸坯低倍: 连铸坯低倍酸浸试片上无目视可见的白点、分层、夹杂、翻皮; 中

心疏松 0.5级,中心缩孔0.5级;

[0105] (3) 钢中氧含量:连铸坯取样氧含量25ppm。

[0106] 实施例2

[0107] 钢种:304

[0108] 炉号:FK1908-060

[0109] 工艺流程:电弧炉→AOD→LF→连铸→精整→出厂

[0110] 本炉化学成分见表15。

[0111] 304钢的化学成分

炉号	化学成分质量百分比/%									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	N
[0112] FK1908-060	0.051	0.41	1.03	0.039	0.003	18.21	8.07	0.24	0.008	0.051

表15

[0113] (2) 电炉工艺电炉装入量31.7吨,一级冶金石灰加入量1540公斤。电炉配碳量2.20%,配硅量1.30%。电炉出钢温度1610℃,出钢前加入60公斤硅铁粉还原3分钟,采用炉外扒渣工艺,出钢量28.9吨,电炉渣量小于200公斤。

[0114] (3) AOD工艺

[0115] AOD采用双渣法冶炼,操作流程包括:兑钢→测温及取样→脱碳→预还原→扒渣→造渣还原→出钢。兑钢温度1483℃,中间碳含量取样值0.011%,温度1678℃,终点碳含量取样值0.036%; AOD出钢成分达到成品控制要求;出钢包内温度 $T=1585^{\circ}\text{C}$ 。

[0116] (4) LF工艺

[0117] LF炉操作流程:钢包接通氩气→测温及取样→送电→成分微调→温度调整→钙处理→软吹氩→出钢。LF炉吹氩制度:通电控温过程氩压力0.5MPa,软吹氩过程氩压力0.3MPa,喂硅钙线60米,软吹时间15分钟;LF出钢温度 $T=1577^{\circ}\text{C}$ 。

[0118] 2.连铸工艺

[0119] (1) 本包钢水为连浇包,上台温度为1575℃,采用弱冷工艺,进行中包吹氩操作,长水口保护+保护渣+氩气保护浇注,全程保持结晶器保护渣黑渣覆盖;采用结晶器电磁搅拌技术;拉矫机零压拉矫。

[0120] (2) 连铸工艺参数

[0121] 结晶器振动控制如表16所示,

[0122] 结晶器振动控制

振动方式	振动基频,次/分钟	振动幅度,毫米
[0123] 机械正弦	200~230	±3

[0124] 表16

[0125] 过热度与拉速控制如表17所示

[0126] 过热度与拉速控制

[0127] 过热度,摄氏度	33	36	46	52
----------------	----	----	----	----

拉速,米/分钟	2.17	2.13	2.05	1.98
---------	------	------	------	------

[0128] 表17

[0129] 配水系数与结晶器冷却水控制如表18所示配水系数与结晶器冷却水控制

配水系数 (2#曲线)	足辊, 升/ 分钟	I 段, 升/ 分钟	II 段, 升/ 分钟
K1	4.52	6.02	3.00
K2	7.48	9.98	5.00
K3	0.65	0.87	0.43
结晶器流量, 吨/小时	103		

[0131] 表18

[0132] 电磁搅拌参数如表19所示

[0133] 电磁搅拌参数

搅拌方式	电流, 安	频率, 赫兹	搅拌间隔
结晶器电磁搅拌	160	4	持续

[0135] 表19

[0136] 保护渣型号及渣层厚度控制如表20所示

[0137] 保护渣型号及渣层厚度

结晶器保护渣型号	保护渣厚度, 厘米	液渣层厚度, 厘米
F15031K	4.1	1.0

[0139] 表20

[0140] 拉矫机压力参数如表21所示

[0141] 拉矫机压力参数

1 号拉矫机 压力, 兆帕	2 号拉矫机 压力, 兆帕	3 号拉矫机 压力, 兆帕	4 号拉矫机 压力, 兆帕
0	0	7	0
压下	压下	抬起	压下

[0142]

表21

[0143] 3. 连铸坯表面精整检查工艺

[0144] 连铸坯全部进行人工表面检查, 切取低倍试片观察低倍情况;

[0145] 4. 检验结果要求

[0146] (1) 表面质量:连铸坯表面无肉眼可见的结疤、夹渣、气孔、针孔、重皮、以及深度超过 0.5mm的裂纹,振痕浅,不圆度抽检结果2毫米,2毫米,2毫米,1毫米;

[0147] (2) 连铸坯低倍:连铸坯低倍酸浸试片上无目视可见的白点、分层、夹杂、翻皮;中心疏松 0.5级,中心缩孔0.5级;

[0148] (3) 钢中氧含量:连铸坯取样氧含量31ppm。

[0149] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。

[0150] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0151] 本发明不限于以上对实施例的描述,本领域技术人员根据本发明揭示的内容,在本发明基础上不必经过创造性劳动所进行的改进和修改,都应该在本发明的保护范围之内。