



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115679202 A

(43) 申请公布日 2023.02.03

(21) 申请号 202210734094.X *G22C 38/14* (2006.01)
(22) 申请日 2022.06.27 *G22C 38/12* (2006.01)
(71) 申请人 宝武集团鄂城钢铁有限公司 *G22C 38/06* (2006.01)
地址 436000 湖北省鄂州市鄂城区武昌大 *G22C 33/04* (2006.01)
道215号 *G21D 8/02* (2006.01)
(72) 发明人 易勋 张莉芹 王成 黄道昌
潘凤岚 卜勇 童明伟 余宏伟
欧阳坤 杨波 严明 王小燕
田慧芳
(74) 专利代理机构 黄石市三益专利商标事务所
42109
专利代理师 滕金叶
(51) Int.Cl.
G22C 38/02 (2006.01)
G22C 38/04 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板及其生产方法

(57) 摘要

本发明涉及一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板及其生产方法,所述钢板是由下述质量百分比含量的元素组成:C:0.12~0.20%, Si:0.15~0.45%, Mn:1.00~1.80%, Ti:0.018~0.025%, Nb:0.030~0.055%, Al_s:0.010~0.028%, P≤0.012%, S≤0.004%, Ca:0.0008~0.0045%,其余为Fe和不可避免的杂质,并同时满足:Mn/S>220;其生产方法包括如下步骤:铁水深脱硫→转炉顶底复合冶炼→夹杂物钙处理→LF炉精炼→真空处理→连铸→保温坑缓冷→铸坯加热→轧机轧制→钢板堆冷→精整,本发明制得的钢板成品厚度为50~100mm,Z向性能:55~68%,屈服强度:462~489MPa,抗拉强度:638~671MPa,屈强比≤0.73,-20℃冲击:215~247J;本发明无需大单重、大厚度板坯,铸坯满足300mm厚即可,具有普遍推广意义。

1. 无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板,其特征在于所述钢板是由下述质量百分比含量的元素组成:C:0.12~0.20%,Si:0.15~0.45%,Mn:1.00~1.80%,Ti:0.018~0.025%,Nb:0.030~0.055%,Als:0.010~0.028%, $P \leq 0.012\%$, $S \leq 0.004\%$,Ca:0.0008~0.0045%,其余为Fe和不可避免的杂质,并同时满足: $Mn/S > 220$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板,其特征在于:所述钢板的钢板的成品厚度为50~100mm,Z向性能:55~68%,屈服强度:462~489MPa,抗拉强度:638~671MPa,屈强比 ≤ 0.73 , -20°C 冲击:215~247J。

3. 如权利要求1或2所述的一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板的生产方法,包括如下步骤:铁水深脱硫→转炉顶底复合冶炼→夹杂物钙处理→LF炉精炼→真空处理→连铸→保温坑缓冷→铸坯加热→轧机轧制→钢板堆冷→精整,其特征为:

(1) 采用铁水深脱硫,转炉顶底复合吹炼,RH真空处理,同时喂钙铁线进行钙处理,控制氢含量 $< 1.0\text{ppm}$, $P \leq 0.007\%$, $S \leq 0.002\%$,拉速控制在0.60~0.70m/min,连铸成250~300mm厚铸坯,过热度控制在10~25 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,同时严格限定: $Mn/S > 220$;

(2) 铸坯400~500 $^{\circ}\text{C}$ 下线后进入保温坑缓冷,缓冷时间按照: $H \leq 250\text{mm}$,缓冷时间 ≥ 50 小时; $300\text{mm} \geq H > 250\text{mm}$,缓冷时间 ≥ 75 小时,所述H为铸坯厚度,经铸坯清理、检查后下送;

(3) 铸坯加热时间到1800~1230 $^{\circ}\text{C}$,均热速率按照 $\geq 1.4\text{min/cm}$ 控制;

(4) 轧机轧制采用两阶段控轧,一阶段开轧温度控制在1050~1080 $^{\circ}\text{C}$,展宽道次控制在2~3道次,二阶段开轧温度控制在880~960 $^{\circ}\text{C}$,辊道速度控制0.6~0.8m/s,终轧有载温度为840~860 $^{\circ}\text{C}$;

(5) 冷却采用轧后水冷,开冷温度控制在760~820 $^{\circ}\text{C}$,冷速按照25~30 $^{\circ}\text{C/S}$ 控制,返红温度按照600~650 $^{\circ}\text{C}$ 控制;钢板从冷床下线进行堆冷,堆冷时间按照:(32h+40)/60小时,所述h为成品厚度。

无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料制造技术领域,特别是一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板及其生产方法。

背景技术

[0002] 随着我国现代工业的快速发展,对钢板厚度和力学性能提出越来越高的要求,特别是高层建筑、桥梁、工程机械、模具等领域,越来越多的要求大厚度钢板生产。因结构承载力的需要,常常采用厚板焊接结构。在焊接过程中,由于钢材质量和焊接构造等原因,厚板容易出现层状撕裂,这对沿厚度方向受拉的接头来说极为不利。因此,提高钢板Z向性能有着重要意义。目前国内钢厂生产该类超厚且带Z向性能钢板,普遍采用超大规格钢钉或连铸坯(厚度>400mm),甚至复合焊接进行母坯制备,成分上选用添加大量的Nb、V或Cu,轧后采用离线正火热处理甚至调质的的方式制得。这些方法工艺流程长,需要投入巨大的设备成本、生产起来吨钢成本高昂,效率低下。因此在现装备条件下,开发一种采用普遍的铸坯厚度($\leq 300\text{mm}$)的板坯,通过一定工艺控制措施获得一种无需轧后热处理,Z向性能优良的超厚钢板将具有较大的社会效益和经济效益。

[0003] 在国内关于采用铸坯生产超厚钢板多有报道,也申请了专利。申请号CN200910048139.2公开了一种具有优异Z向性能建筑用特厚钢板及其生产方法,申请号CN201711310106.1公开了一种低压缩比条件生产的160mm厚特厚板及其生产方法,公开号CN102732674 A公开了一种大厚度大单重低合金高强结构钢板的生产等,上述专利均采用>300mm厚连铸坯或模铸,同时采用轧制—正火热处理的工艺流程,即完成轧制成形后,需要另外入炉加热进行热处理,不符合本发明无需热处理获得具有优良力学性能的超厚板的设计思路。

[0004] 基于上述情况,寻求一种在不增加投资的基础上,采用短流程工艺,绿色经济的成分设计生产特厚、更优良的厚度方向性能的钢板,成为当下一个亟需解决的问题,也将为特厚板的生产带来更大的意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是针对现有技术存在的不足,提出一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板及其生产方法,本发明方法采用 $\leq 300\text{mm}$ 厚铸坯,在不进行设备改造的条件下,不用正火等热处理方式获得一种厚度为50~100mm,Z向性能在55~68%,同时屈服强度在462~489MPa,抗拉强度在638~671MPa,屈强比 ≤ 0.73 , -20°C 冲击在215~247J的钢板。

[0006] 本发明的一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板,所述钢板是由下述质量百分比含量的元素组成:C:0.12~0.20%,Si:0.15~0.45%,Mn:1.00~1.80%,Ti:0.018~0.025%,Nb:0.030~0.055%,Als:0.010~0.028%, $P\leq 0.012\%$, $S\leq 0.004\%$,Ca:0.0008~0.0045%,其余为Fe和不可避免的杂质,并同时满足: $\text{Mn}/\text{S}>220$ 。

[0007] 本发明制得的钢板的成品厚度为50~100mm, Z向性能: 55~68%, 屈服强度: 462~489MPa, 抗拉强度: 638~671MPa, 屈强比 ≤ 0.73 , -20℃冲击: 215~247J。

[0008] 本发明的一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板的生产方法, 包括如下步骤: 铁水深脱硫→转炉顶底复合冶炼→夹杂物钙处理→LF炉精炼→真空处理→连铸→保温坑缓冷→铸坯加热→轧机轧制→钢板堆冷→精整, 其中:

(1) 采用铁水深脱硫, 转炉顶底复合吹炼, RH真空处理, 同时喂钙铁线进行钙处理, 控制氢含量 $< 1.0\text{ppm}$, $P \leq 0.007\%$, $S \leq 0.002\%$, 拉速控制在0.60~0.70m/min, 连铸成250~300mm厚铸坯, 过热度控制在10~25℃范围内, 同时严格限定: $Mn/S > 220$;

(2) 铸坯400~500℃下线后进入保温坑缓冷, 缓冷时间按照: $H \leq 250\text{mm}$, 缓冷时间 ≥ 50 小时; $300\text{mm} \geq H > 250\text{mm}$, 缓冷时间 ≥ 75 小时, 所述H为铸坯厚度, 经铸坯清理、检查后下送;

(3) 铸坯加热时间到1800~1230℃, 均热速率按照 $\geq 1.4\text{min/cm}$ 控制;

(4) 轧机轧制采用两阶段控轧, 一阶段开轧温度控制在1050~1080℃, 展宽道次控制在2~3道次, 二阶段开轧温度控制在880~960℃, 辊道速度控制0.6~0.8m/s, 终轧有载温度为840~860℃;

(5) 冷却采用轧后水冷, 开冷温度控制在760~820℃, 冷速按照25~30℃/S控制, 返红温度按照600~650℃控制;

(6) 钢板从冷床下线进行堆冷, 堆冷时间按照: $(32h+40)/60$ 小时, 所述h为成品厚度。

[0009] 本发明钢中主要化学成分限定理由如下:

C: 碳是钢中不可缺少的提高钢材强度的元素之一, 当C含量低于0.12%时, C的上述强化效果减弱, 使发明钢材强度不足; 当C含量高于0.20%时, 提高焊接冷裂纹敏感性系数, 强烈降低基材和焊接热影响区的低温韧性, 并影响冷热加工性能, 因此控制在0.12~0.20%。

[0010] Si: 硅的固溶强化作用很强, 同时, 也是钢中的脱氧元素。Si减少C在奥氏体中的溶解度, 促使C脱落, 以碳化物的形式析出, 但如果钢中Si含量过高, 则会引起断面收缩率下降, 同时对钢的焊接性能也不利, 因此控制在0.15~0.45%。

[0011] Mn: 是奥氏体稳定化元素, 在一定范围内提高钢的强度, Mn在钢中还是防止热脆性的主要元素, MnS大约在出钢阶段形成, 所以消除了S造成的危害, 但Mn含量不能过高, 否则会影响马氏体相变点的下降, 进而使得室温时残余奥氏体量增加, 因此控制在1.00~1.80%。

[0012] Ti: 钛是钢中的强脱氧剂, 能使钢的内部组织致密, 细化晶粒, 降低时效敏感性和冷脆性, 改善焊接性能, 加入一定量的Ti还可以减少纵、横向性能差异。除此之外, 钛相比铌、钒等强化元素具有较大的资源和成本优势, 价格不到其十分之一, 故设计Ti含量为: Ti: 0.018~0.025%。

[0013] Ca: 钙是一种很好的钢液净化剂, 它不仅可以深脱氧, 还可以深脱硫。可与钢中 Al_2O_3 发生反应。钙在这些 Al_2O_3 夹杂颗粒中扩散, 使钙连续的进入铝的位置, 置换出的铝进入钢液, 随着Ca的扩散, 使 Al_2O_3 夹杂表面CaO含量升高, 当CaO $> 25\%$ 时, 钙铝酸盐呈液态, 这种含CaO量高的液态钙铝酸盐夹杂物大部分浮出钢液, 进入渣层, 少部分未漂浮的夹杂颗粒

也以较小球状残留于钢中,这样,不仅解决了脱氧问题,而且大大减少了钢中 Al_2O_3 夹杂,同时,还可使钢坯的显微组织结构趋于均匀,并可改善钢水流动性,减少浇注过程水口堵塞等问题。Ca控制在0.0008~0.0045%。

[0014] Nb:金属铌是强碳化物形成元素,具有强烈的细化晶粒和析出强化作用,在轧制过程中,Nb形成的微细碳氮化物颗粒可有效抑制奥氏体晶粒长大,对产品最终组织具有强烈的细化作用,从而提高强度、低温韧性以及延伸性能。将Nb控制在0.030~0.055%。

[0015] Als:铝作为炼钢时的脱氧定氮剂,细化晶粒,抑制低碳钢的时效,改善钢在低温时的韧性,还可以提高钢的抗氧化性能,Als>0.030%时,硫化物夹杂的评级将超过1.5级,并且在Als为0.003%的情况下,钢中将存在II类硫化物夹杂。将Als控制在0.010~0.028%。(据钢中硫化物的形态和分布的不同硫化物分为三类。I类为球状,无规则分布,夹杂物为单相或两相;II类沿晶界分布或呈扇状分布;III类为块状,无规则分布。)

P:磷最大的危害是造成严重的偏析,影响厚度方向性能及探伤结果,同时磷元素增加回火脆性及冷脆敏感性,使钢的焊接性能变坏,降低塑性,但P含量要求过低会增加成本,提高生产难度,故设计P含量 $P \leq 0.012\%$ 。

[0016] S:硫在通常情况下也是有害元素,通常以FeS形式存在于钢材中,FeS塑性差,熔点低。钢水结晶时FeS分布于晶界周围。在800~1200℃加热轧制会导致晶界开裂。此外,S常常与钢水中的Mn形成条状的MnS夹杂物,研究发现,当钢中的MnS含量较高,导致钢中的氢的扩散系数越低,降低力学性能及内部质量。故设计S含量 $\leq 0.004\%$ 。

[0017] 同时严格限定 $Mn/S > 220$,大量数据验证,当 $Mn/S > 220$ 时,才可以保证硫化物夹杂物在1级以内,随 $[Mn]/[S]$ 比值的增大,硫化物夹杂级别的降低。一方面随着[Mn]的提高,使得钢水对[S]的容量增加,析出的硫化物更分散、更细小,因而降低其评级的级别。

[0018] 本发明钢的主要工艺及工艺参数的设定理由如下:

采用铁水深脱硫,转炉顶底复合吹炼,RH真空处理,同时喂钙铁线进行钙处理,氢含量 $< 1.0ppm$, $P \leq 0.007\%$, $S \leq 0.002\%$,拉速控制在0.60~0.70m/min,连铸成250~300mm厚铸坯,过热度控制在10~25℃范围内,通过上述控制参数减少铸坯内部气体含量,减少夹杂,缩孔等缺陷的产生,为生产内部质量优良钢板奠定基础;同时严格限定: $Mn/S > 220$;

铸坯400~500℃下线后进入保温坑缓冷进行扩氢处理;

缓冷时间按照: $H \leq 250mm$,缓冷时间 ≥ 50 小时; $300mm \geq H > 250mm$,缓冷时间 ≥ 75 小时;(H为铸坯厚度)

轧制上采用两阶段轧制,严格控制一阶段开轧温度,同时控制展宽道次数,适当提高二阶段开轧温度,防止硫化物夹杂进一步被拉长,抗层状撕裂的能力降低,Z向断面收缩率下降,终轧有载温度为840~860℃;

本发明提供的技术方案,在钢种成分上采用中低碳,以廉价的Ti、Mn及微量的Nb合金作为主要强化合金元素,限定Mn/S的加入比,严格控制有害元素P、S含量,轧制上。

[0019] 所述钢板厚度规格为50~100mm厚,Z向性能在55~68%范围内,同时屈服强度在462~489MPa,抗拉强度在638~671MPa,屈强比 ≤ 0.73 , $-20^\circ C$ 冲击在215J~247J的钢板。

[0020] 本发明的无需热处理的具有优良Z向性能的超厚钢板的生产方法具有以下有益效果:

(1) 采用短流程工艺,突破了国内外90%以上的钢厂生产特厚钢需轧后热处理的工

艺设计,大大缩短生产周期,提高了生产与合同交付效率,实现钢厂与用户双赢;

(2)绿色经济的成分设计,通过严格限定夹杂物类型及数量获得洁净优质坯料;

(3)无需大单重、大厚度板坯,铸坯满足300mm厚即可,满足国内95%以上中厚板产线生产,具有普遍推广意义,属于高附加值产品,具有重大地推广意义。

具体实施方式

[0021] 为了更好地解释本发明的技术方案,下面结合具体实施例对本发明的技术方案进行进一步的说明,下述实施例仅仅是示例性的说明本发明的技术方案,并不以任何形式限制本发明。

[0022] 在实际应用中,根据钢板生产规格和批次不同,具有控制范围内的不同组分含量、具体工艺控制条件、以及对应的力学性能指标,为了更好地说明和解释本发明,表1至表3中将本发明实施例(本发明涉及的钢种)和对比例(现有钢种)的组分、工艺条件及力学性能罗列出来进行对比。

[0023] 下表1为本发明各实施例及对比例钢板的炼钢工序主要控制参数和化学成分(wt%)取值列表;

下表2为本发明各实施例及对比例钢板的轧制的主要工艺参数取值列表;

下表3为本发明各实施例及对比例钢板主要力学性能测试结果列表。

[0024] 本发明各实施例的一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板,所述钢板是由下述质量百分比含量的元素组成:C:0.12~0.20%,Si:0.15~0.45%,Mn:1.00~1.80%,Ti:0.018~0.025%,Nb:0.030~0.055%,Als:0.010~0.028%,P≤0.012%,S≤0.004%,Ca:0.0008~0.0045%,其余为Fe和不可避免的杂质,并同时满足:Mn/S>220。

[0025] 制得的钢板的成品厚度为50~100mm,Z向性能:55~68%,屈服强度:462~489MPa,抗拉强度:638~671MPa,屈强比≤0.73,-20℃冲击:215~247J。

[0026] 本发明各实施例的一种无需热处理且具有优良Z向性能的超厚钢板的生产方法,包括如下步骤:铁水深脱硫→转炉顶底复合冶炼→夹杂物钙处理→LF炉精炼→真空处理→连铸→保温坑缓冷→铸坯加热→轧机轧制→钢板堆冷→精整,其中:

(1)采用铁水深脱硫,转炉顶底复合吹炼,RH真空处理,同时喂钙铁线进行钙处理,控制氢含量<1.0ppm,P≤0.007%,S≤0.002%,拉速控制在0.60~0.70m/min,连铸成250~300mm厚铸坯,过热度控制在10~25℃范围内,同时严格限定:Mn/S>220;

(2)铸坯400~500℃下线后进入保温坑缓冷,缓冷时间按照:H≤250mm,缓冷时间≥50小时;300mm≥H>250mm,缓冷时间≥75小时,所述H为铸坯厚度,经铸坯清理、检查后下送;

(3)铸坯加热时间到1800~1230℃,均热速率按照≥1.4min/cm控制;

(4)轧机轧制采用两阶段控轧,一阶段开轧温度控制在1050~1080℃,展宽道次控制在2~3道次,二阶段开轧温度控制在880~960℃,辊道速度控制0.6~0.8m/s,终轧有载温度为840~860℃;

(5)冷却采用轧后水冷,开冷温度控制在760~820℃,冷速按照25~30℃/S控制,返红温度按照600~650℃控制;

(6)钢板从冷床下线进行堆冷,堆冷时间按照:(32h+40)/60小时,所述h为成品厚

度。

[0027] 表1 本发明各实施例及对比例钢板炼钢工序及化学成分 (wt%) 取值列表

序号	拉速 m/min	过 热 度 ℃	是否 进行 钙 处 理	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Nb%	Ti%	H ppm	Ca	Mn/S
实施例 1	0.65	22	是	0.12	0.45	1.80	0.012	0.005	0.054	0.020	0.900	0.0010	360
实施例 2	0.66	12	是	0.13	0.35	1.35	0.01	0.002	0.055	0.025	0.800	0.0008	675
实施例 3	0.68	15	是	0.15	0.34	1.50	0.008	0.003	0.040	0.022	0.800	0.0033	500
实施例 4	0.70	20	是	0.16	0.3	1.46	0.01	0.005	0.036	0.021	0.900	0.0012	292
实施例 5	0.70	13	是	0.14	0.4	1.65	0.01	0.004	0.050	0.019	0.600	0.0028	413
实施例 6	0.60	16	是	0.18	0.15	1.40	0.007	0.003	0.048	0.023	0.800	0.0041	467
实施例 7	0.62	25	是	0.17	0.32	1.15	0.011	0.004	0.033	0.022	0.700	0.0036	288
实施例 8	0.63	21	是	0.16	0.35	1.55	0.009	0.003	0.031	0.018	0.600	0.0045	517
实施例 9	0.68	10	是	0.16	0.18	1.00	0.01	0.0045	0.038	0.020	0.900	0.0028	222
实施例 10	0.65	18	是	0.2	0.36	1.20	0.01	0.004	0.031	0.024	0.800	0.0014	300
对比例 1	0.04	33	是	0.07	0.13	1.12	0.01	0.006	0.03	0.04	1.4	0.0062	187
对比例 2	0.05	36	否	0.17	0.48	2.00	0.01	0.011	0.01	0.01	2.2	0.0005	182

表2 本发明各实施例及对比例钢板轧制的主要工艺参数取值列表

序号	铸坯 厚度 /mm	钢板厚度 /mm	铸坯入坑 温度/℃	铸坯缓 冷时间 /h	加热温度 /℃	均热速率 min/cm	展宽道次	二阶段开 轧温度 /℃	返红温度 /℃	钢板缓冷 时间/h
实施例 1	250	55	402	53	1800	1.40	2	950	623	30
实施例 2	250	60	421	50	1850	1.50	2	940	600	33
实施例 3	250	60	422	51	1200	1.60	3	945	619	33
实施例 4	250	65	448	51	1220	1.45	3	890	650	35
实施例 5	250	65	454	52	1860	1.55	2	920	642	35
实施例 6	300	70	425	78	1820	1.60	2	932	648	38
实施例 7	300	75	426	75	1900	1.80	2	960	626	41
实施例 8	300	80	487	78	1950	1.90	3	904	608	43
实施例 9	300	95	428	78	1200	1.70	3	920	636	51
实施例 10	300	100	500	75	1230	1.50	3	880	625	54
对比例 1	250	60	未入坑缓 冷	--	1850	1.30	4	851	589	30
对比例 2	300	100	630	64	1260	1.45	3	974	662	46

表3 本发明各实施例及对比例钢板力学性能测试结果列表

序号	钢板厚度/mm	ReL/MPa _a	Rm/MPa _a	A/%	屈强比	厚拉断面收缩率			-20℃冲击功		
						Z1	Z2	Z3	J1	J2	J3
实施例 1	55	462	638	27	0.72	55	56	55	222	230	226
实施例 2	60	471	642	28	0.73	61	59	58	216	223	219
实施例 3	60	482	658	29.5	0.73	56	55	57	221	219	218
实施例 4	65	469	642	27	0.73	55	56	55	216	215	215
实施例 5	65	489	671	26	0.73	62	66	65	232	225	230
实施例 6	70	475	662	29.5	0.72	67	68	60	246	247	247
实施例 7	75	472	663	26.5	0.71	59	60	61	226	226	228
实施例 8	80	476	663	26.5	0.72	56	55	56	218	226	220
实施例 9	95	485	671	28.5	0.72	56	55	58	216	216	224
实施例 10	100	470	652	29.5	0.72	57	60	56	216	215	218
对比例 1	60	467	616	27	0.76	21	19	11	201	219	228
对比例 2	100	423	562	23	0.75	24	17	18	101	168	121

从表3可以看出,采用本发明设计的成分和生产工艺,生产的50~100mm厚钢板Z向性能在55~68%范围内,同时屈服强度在462~489MPa,抗拉强度在638~671MPa,屈强比 \leq 0.73,-20℃冲击在215~247J的钢板。

[0028] 反观对比例1、2,厚度方向性能仅有11~24%,无法满足最低Z15的要求,100mm厚钢板强度仅勉强满足420MPa级别。

[0029] 上述表1至表3的数据表明,本发明的采用一种无需轧后热处理的生产方法制得的钢板,Z向性能优良,采用250~300mm连铸坯确实能够获得50~100mm厚,且厚度方向性能在55~68%,屈服强度 \geq 460MPa级的结构用钢。

[0030] 上述实施例仅仅是本发明为解释本发明而例举的具体实例,并不以任何形式限制本发明,任何人根据上述内容和形式做出的不偏离本发明权利要求保护范围的非实质性的改变,均应认为落入本发明权利要求的保护范围。