



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119301281 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 10

(21) 申请号 202480002645.0

F · 格斯特纳 D · 乌尔莫尼

(22) 申请日 2024.02.23

(74) 专利代理机构 广州润禾知识产权代理事务

(30) 优先权数据

所(普通合伙) 44446

PCT/EP2023/055007 2023.02.28 EP

专利代理师 王力芳

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2024.11.15

C21D 1/18 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

C21D 1/34 (2006.01)

PCT/EP2024/054705 2024.02.23

C22C 38/02 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

C22C 38/04 (2006.01)

W02024/179940 DE 2024.09.06

C22C 38/06 (2006.01)

(71) 申请人 奥钢联钢铁有限责任公司

C22C 38/32 (2006.01)

地址 奥地利林兹市

C23C 2/06 (2006.01)

申请人 奥钢联金属成型有限公司

C23C 2/40 (2006.01)

(72) 发明人 A · 佐默 E · D · 沙辛格

权利要求书2页 说明书10页 附图12页

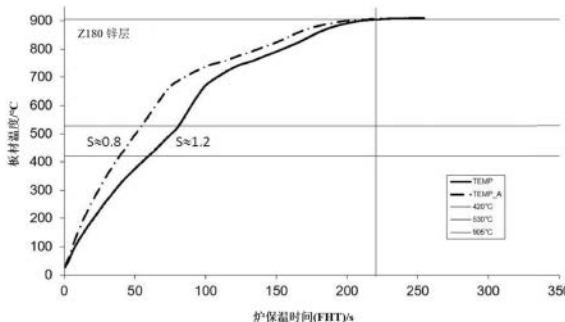
S · 科隆贝格 J · 法德尔

(54) 发明名称

生产硬化钢板部件的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种生产钢板部件的方法,其中从涂覆有锌基涂层的热轧和冷轧扁平钢带切割出钢板坯料,并且将所述钢板坯料至少部分加热到Ac3以上的温度,然后在模压硬化工具中在热状态下成型并淬火硬化,或将钢板坯料冷成型为钢板预成型部件,将所述钢板预成型部件在成型硬化工具中淬火硬化,其中在420°C-530°C的温度范围内,加热速度设置为使银着色系数S大于1,且其中以随炉保温时间而变化的加热速度进行加热,加热速度与锌层厚度有关。



1. 一种生产钢板部件的方法,其中从涂覆有锌基涂层的热轧和冷轧扁平钢带切割出钢板坯料,并且将所述钢板坯料至少部分加热到Ac3以上的温度,然后在模压硬化工具中在热状态下成型并淬火硬化,或将钢板坯料冷成型为钢板预成型部件,将所述钢板预成型部件至少部分加热到Ac3以上温度,然后在成型硬化工具中淬火硬化,其特点在于,在420°C-530°C的温度范围内,以使银着色系数S大于1的方式进行加热,银着色系数S适用以下式:

$$S := \frac{b}{(d + d_0)^2} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{r(T)} e^{-\frac{Q}{RT}}$$

式中,r(T)为加热速度,单位为开尔文/秒;

T为温度,单位为开尔文;

在 $T_1 < T < T_2$ 温度范围内,r(T)>0,且 $T_1 = 693K$, $T_2 = 803K$;

d为锌层厚度,单位为米;

常数 $b = 4.0 \times 10^7 m^2/s$;

常数 $d_0 = 4.4 \times 10^{-6} m$;

Q是活化能 $Q = 271 kJ/mol$,以及

R是理想气体常数 $R = 8.31 J/mol/K$,

并且,其中尤其是在420°C-530°C的温度范围内,以随炉保温时间和锌层厚度而变化的加热速度进行加热。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,加热速度r随着锌涂层厚度d的增加而降低,从而当 $d_1 < d_2 < d_3$ 时,加热速度设置为 $r(d_1) > r(d_2) > r(d_3)$ 。

3. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在420°C和530°C之间,锌涂层Z80的平均加热速度小于15K/s,锌涂层Z140的平均加热速度小于8.6K/s,锌涂层Z180的平均加热速度小于6K/s。

4. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,对于800°C以上的加热,在距离所述坯料或钢预成型部件表面小于10mm的范围内,确保炉气氛中氧含量至少为5%体积百分比。

5. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在420°C-530°C的温度范围内,加热速度设置为3K/s-15K/s,并低于相应的临界加热速度,其中临界加热速度与锌基层的厚度有关,且随着厚度的增加而减小。

6. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在连续炉的情况下,在所述坯料或预成型部件温度为420-530°C相对应的熔炉区域或在所述坯料或预成型部件温度高达530°C相对应的熔炉区域,以在420°C-530°C的温度范围内不超过临界加热速度的方式降低熔炉加热能力。

7. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在所述坯料或预成型部件温度低于420°C的区域和/或尤其是在所述坯料或预成型部件温度超过530°C的区域增加熔炉加热能力,以使循环时间尽可能短。

8. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在所述坯料或预成型部件温度为800°C或以上的熔炉区域,向熔炉气氛供应新鲜空气,尤其是预热过的新鲜空气或氧气。

9. 根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在所述坯料或预成型部件温度

为800°C或以上的熔炉区域,循环已有的熔炉气氛。

10.根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,在以固定方式加热所述坯料或钢预成型部件的加热装置中,如多层箱式炉,以在420°C-530°C的温度范围内不超过临界加热速度的方式持续或随着时间的推移而降低熔炉的加热能力。

11.根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,所述锌基涂层层厚为每侧5 μ m-16 μ m。

12.根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,所述锌基涂层是通过热浸涂覆工艺,尤其是通过热浸镀锌的方式被涂覆。

13.根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,所述钢带由可硬化合金钢制成,尤其是硼锰钢,尤其优选22MnB5或20MnB8或34MnB5。

14.根据前述权利要求任一项所述的方法,其特征在于,使用具有以下组分的带材作为钢带(所有数字的单位均为wt%重量百分比):

碳高达0.4,优选0.15-0.35;

硅高达1.9,优选0.11-1.5;

锰高达3.0,优选0.8-2.5;

铬高达1.5,优选0.1-0.9;

钼高达0.9,优选0.001-0.1;

镍高达0.9,优选0.01-0.2;

钛高达0.2,优选0.02-0.1;

钒高达0.2;

钨高达0.2;

铝高达0.2,优选0.02-0.07;

硼高达0.01,优选0.0005-0.005;

硫最多0.01,优选最多0.008;

磷最多0.025,优选最多0.01;以及

残余铁和冶炼相关的杂质。

生产硬化钢板部件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种生产硬化钢板部件的方法。

背景技术

[0002] 在汽车工程中,已知通过使用稳定性增加的钢板部件来增加乘客舱的刚度。这些稳定性增加的钢板部件通常是硬化钢板部件,即与传统钢材制成的钢板部件相比,硬化钢板部件具有相当高的硬度和抗拉强度。使用这种硬化钢板部件是因为硬化可以生产与非硬化钢等级制成的部件相比壁厚减小的部件。因此,可以提供相对较轻的汽车钢制车身,同时提供极高的稳定性。

[0003] 制造硬化钢板部件的方法为人所熟知。

[0004] 使用通常称为淬火硬化的硬化机制,其中首先通过加热将钢材转变至其高温相,称为奥氏体或 γ 铁。然后将这种完全或部分奥氏体的钢结构以高于合金钢的临界冷却速度的冷却速度进行冷却。硼锰钢22MnB5的临界冷却速度例如约为23K/s。

[0005] 以该冷却速度,奥氏体相不会再转变回铁素体,而是转变为马氏体。快速冷却有效地冻结这种马氏体相。由于奥氏体可以比马氏体溶解更多的碳,这引起碳沉淀,从而扭曲晶格并导致高硬度。其前提条件是钢材或钢合金必须含有足够的碳,通过使用合适的合金来确保足够的碳。

[0006] 钢铁行业通常为此提供硼锰钢;其中一种最常见的钢是22MnB5,但这只是钢种大家族中的一部分。具体地,使用具有以下组分(质量百分比)的钢材:

碳高达0.4,优选0.15-0.35

硅高达1.9,优选0.11-1.5

锰高达3.0,优选0.8-2.5

铬高达1.5,优选0.1-0.9

钼高达0.9,优选0.001-0.1

镍高达0.9,优选0.01-0.2

钛高达0.2,优选0.02-0.1

钒高达0.2;

钨高达0.2;

铝高达0.2,优选0.02-0.07;

硼高达0.01,优选0.0005-0.005;

硫最多0.01,优选最多0.008;

磷最多0.025,优选最多0.01;以及

残余铁和杂质。

[0007] 在过去,出现两种基本的加工方法。

[0008] 第一种也是较老的工艺是模压硬化,也称为直接工艺,在该工艺中,从扁钢板切下坯料,然后使坯料达到所需的奥氏体化温度,必要时保持在这个温度。然后将该坯料转移到

成型压力机中,在成型压力机中,坯料在热状态下成型,优选一次冲程,然后用冷压硬化工具进行淬火。由于只有一个成型冲程,也只有一种工具,因此模压硬化部件的外缘和孔的最终修边通常只能在硬化状态下进行,通常采用激光切割的方式。由于只有一次成型冲程,因此这种模压硬化只能用于生产通常形状不太复杂的硬化部件。

[0009] 对于具有更复杂几何形状和/或更大生产数量的部件,申请人已经开发了成型硬化工艺(form hardening process),也称为间接工艺,在该工艺中,从钢板切下坯料,首先在常规冷成型工艺中成型和修整,以生产钢板预成型部件。该预成型部件的成型方式使其在所有三个空间方向上都比目标几何形状略小,因为随后被加热到奥氏体化温度,并因热膨胀而相应膨胀。在奥氏体化之后,该预成型部件被迅速转移至成型硬化压力机,在成型硬化压力机中,已经完成成型的预成型部件与封闭压力机中的成型硬化工具接触,仅仅是为了将其快速冷却。通常在压力机中只进行微小的校准或调整。由于部件通常在冷成型过程中已经完全修整,因此在硬化状态下通常不再需要修整。由于上述的通常在冷状态下进行的多阶段成型和修整过程允许更高的设计自由度,因此成型硬化可以生产更复杂的部件。

[0010] 由于现代汽车的车身部件通常不是由无涂层钢板制成,而是具有金属防腐层以提高其防腐性能,因此有道理认为金属涂层钢板也应用于硬化部件。

[0011] 对于上述两种工艺,也已知使用镀锌钢板;镀锌钢板通常具有锌基涂层,其含有一定比例的一种或多种具有高氧亲和力的元素。这些高氧亲和力元素在奥氏体化所需的高温过程中扩散到表面,并在表面形成玻璃层,这是氧化层,可以保护下面的锌层在高温过程中不被蒸发。

[0012] 申请人在这两种工艺中都使用了合适的镀锌钢板。

[0013] 除了几乎纯锌涂层的钢板外,即主要由具有较高氧亲和力元素的锌组成的涂层的钢板,还已知有ZF涂层,也称为GA涂层,其中锌涂层工序之后是热处理,在钢带上产生锌铁合金层。

[0014] 在为奥氏体化模压硬化钢的热处理过程中,由较高氧亲和力元素组成的薄氧化层的形成只发生在Z涂层中,也称为GI涂层,即本质上是锌基涂层。在典型Z涂层中,涂层除含有锌外,还含有约0.2-2%重量百分比的铝。

[0015] 最常用的较高氧亲和力元素是铝,为了奥氏体化,在热处理过程中,铝会在表面形成一层非常薄的氧化铝层,如前所述,氧化铝层可以防止锌大量蒸发。

[0016] 在成型硬化和模压硬化过程中,通常会在这层极薄的氧化铝层中形成裂纹,从而导致锌的轻微蒸发,并在表面形成和沉积氧化锌。模压硬化或成型硬化后,这类部件通常具有浅绿褐色的表面,这是由氧化锌层引起的。

[0017] 据观察,具有锌涂层的模压硬化部件或成型硬化部件,除了已知的绿褐色外,有时会以波动和不可预测的方式表现为全部或仅在某些区域呈现银着色。本发明目的的银着色也可以被理解为浅灰白色或浅灰色,并且还可以具有哑光外观,甚至在某些地方有光泽。经验表明,银着色的频率尤其随涂层厚度的增加而增加。

[0018] 还发现,当整个锌层在530°C的温度下没有转化为固体锌铁相时,就会形成银着色,即在530°C时液态锌仍然留在表面和/或在高温下缺氧。约530°C的温度标志着 ζ 锌铁相存在的结束。

[0019] 就表面本身而言,钢部件表面颜色不同和波动不一定是质量特性,但可能导致问

题。

[0020] 众所周知,表面的质地和颜色对通过表面的热辐射吸收和发射有影响。这种性质用发射率来描述;因此,颜色不同和波动可以导致表面发射率不同和波动。银着色表面的发射率通常比典型的绿褐色表面的发射率要低得多,这是因为热流因此减少,一方面导致炉子内加热变慢,另一方面导致从炉子到压力机的传递过程中冷却变慢。

[0021] 因此,这种不同的和波动的发射水平可导致炉子中加热行为不同和波动,由于多种原因,这在技术上,尤其在经济上可能存在问题。由于在生产部件时必须始终确保钢板在随后的硬化过程中完全奥氏体化,因此必须延长所有坯料或预成型部件的最短炉保温时间,以便即使是缓慢加热的银着色表面也能可靠地奥氏体化,即使这些表面可能只占有坯料或预成型部件的一小部分;延长所有坯料或预成型部件的最短炉保温时间通常会导致单位生产时间内硬化部件的产量降低,因此是一个缺点。由于典型的绿褐色表面的加热速度更快,不能将最长炉保温时间延长到相同程度,因此可用的炉工艺窗口也减少了。在生产中断的情况下,这可能导致废料的产生增加,这当然也是一个缺点。

[0022] 由于炉和压力机之间预成型部件的冷却行为不同和波动,不同的和波动的发射率可能导致进一步的问题,尤其是对于成型硬化。在奥氏体化后,预成型部件被转移到相应的成型硬化压力机。在这里,如前所述,颜色不同的区域,或者更准确地说,具有不同发射率的区域表现出不同的冷却行为。但由于部件在硬化后不会被修剪或受其他影响,因此奥氏体化的预成型部件的插入温度必须准确无误,因为插入温度最终决定了部件的尺寸,即预成型形状和热膨胀的结果。因此,不同的,尤其是波动的插入温度会导致成型硬化中部件尺寸精度的波动,这是质量问题,因为在某些情况下,可能无法符合规定的尺寸公差。由于银着色通常是不规则和不可预测的,并且在某些情况下,只有单个部件或一起从熔炉输送到压力机的一定数量部件的部件区域受到影响,因此通过熔炉和压力机之间的输送时间进行校正或补偿是不可能的。通过较长的炉保温时间来消除银着色也可能是合理的,但已经表明,较长的炉保温时间使问题更严重,而不是解决问题,因为银着色的区域即使在较长的炉保温时间下也很稳定,而其他区域则随着炉保温时间的增加而越来越暗;较长的炉保温时间也会不经济,因此出于上文已经提到的原因是不利的。

[0023] 众所周知,这种镀锌高温处理的钢板或钢板部件在模压硬化或成型硬化之后通常还要进行其他后处理。使用的主要工艺是抛丸处理。在银着色非常明显的情况下,发现在抛丸不足的情况下,可能会出现涂料附着力问题。

[0024] 前面提到的银着色也是客户通常不愿看到的,因为它会使部件的表面外观不均匀。

[0025] 图1和图2对比了银灰色表面和绿色表面;银灰色表面以氧化铝为主,而绿色表面则以氧化锌为主。

[0026] EP2611945B1已知了一种生产硬化钢板部件的方法,在该方法中,保持预定的加热制度,目标是在高达500°C的温度下保持16-50K/s的加热速度;这是为了确保更快加热。

[0027] DE102020113287A1描述了一种生产硬化钢板部件的方法,在该方法中,熔炉内的露点被设置为防止银色斑点产生。

[0028] DE102020106996A1描述了一种加热镀锌硼锰钢的装置和方法,提出了主动或被动气体循环以防止银着色。

发明内容

[0029] 本发明的问题是发明一种生产无银着色且发射率均匀的钢板部件的方法。

[0030] 该问题通过权利要求1所述特征的方法来解决。

[0031] 有利的修改体现在其从属权利要求。

[0032] 根据本发明,使用具有锌基涂层的钢板坯料或钢带。

[0033] 有利地,锌基涂层的厚度可为每侧 $5\mu\text{m}$ - $20\mu\text{m}$ 。这确保良好的防腐性能。具体地,涂层可以是根据DIN EN 10346的Z80或Z120或Z140或Z180涂层。

[0034] 锌基防腐层可具有相对较高的锌含量85%-99%重量百分比,除了不可避免的杂质外,还含有0.2%-2%重量百分比的铝。其他亲氧元素,如镁,也可能存在。

[0035] 尤其优选地,锌基金属防腐层可以使用热浸法涂覆。这是一种简单而稳健的涂覆方法。

[0036] 根据本发明,已发现,如果在一定温度范围内选择低于临界加热速度的加热速度,则可以确保最均匀的可能发射率,从而确保坯料或预成型部件的均匀加热和冷却行为。

[0037] 还发现,替代地或进一步地,确保板材表面在一定温度以上具有一定的氧饱和度是有用的。因此,本发明的解决方案在于消除引起银着色的因素。

[0038] 具体地,避免在 420°C - 530°C 的温度范围内以过高的加热速度加热是有利的。为此,可以在低于或高于此温度范围内提高加热速度,以免延长炉保温时间和循环时间。因此,加热速度在保温时间内可以有不同的值。

[0039] 特别地,在 800°C 以上的温度范围内,调整炉内气氛,使待加热部件表面存在至少5%体积百分比的氧气是有利的。

[0040] 因此,根据本发明,在 420°C 和 530°C 之间,应建立低于极限值的加热速度;熔炉内钢板坯料或钢板预成型部件升温速度最重要的影响变量是熔炉温度、板材厚度、镀锌层厚度、涂油条件(oiling condition)和钢合金。具体地,锌涂层厚度是可能的加热速度的相关影响因素。

[0041] 关于氧饱和度,已经确定用于锌氧化的氧气受燃烧油、露点、天气条件、新的熔炉元件和炉内对流强度的影响,尤其是在生产间隔期间。

[0042] 由于燃烧油而消耗的氧气受坯料或预成型部件表面防腐油量的影响,在适用的情况下,也受预成型部件表面存在的冷成型油量的影响。

[0043] 露点具体由气候带和工厂环境决定。

[0044] 由于烟囱效应和气体燃烧产物对氧气的置换,天气条件会产生影响。还确定新的熔炉元件,如不锈钢、陶瓷或其他绝缘材料可以结合或消耗氧气或对氧气饱和度产生影响。

[0045] 已发现,熔炉气氛的组成可能具有局部不均匀性,尤其是氧含量。

[0046] 有利地,从 800°C 温度开始,可以在表面附近提供至少5%体积百分比的氧气。在该发明内,“表面附近”是指在距离坯料或预成型部件表面小于10mm的范围内。

[0047] 例如,这可以通过吹入新鲜空气来实现,其中新鲜空气优选相应地进行预热。在多箱式熔炉中,即在加热过程中没有像在连续炉中那样对坯料或预成型部件进行运输,也可以通过吹扫、流动、循环或暂时打开炉门来强制对流。

[0048] 对于加热速度,尤其是在 420°C 和 530°C 之间的温度范围内,有必要考虑以下几个因素。

[0049] 加热时, 锌层在约420°C熔化。为了使整个层厚d转化为固体Zn-Fe相, 必须有至少 $d^2=D*t$ 的时间t用于扩散, 其中D是与温度相关的扩散系数, 其形式如下:

$$D = D_0 * e^{-\frac{Q}{RT}}$$

[0050] 其中活化能 $Q=271\text{kJ/mol}$, 理想气体常数 $R=8.31\text{J/mol/K}$ 。

[0051] 为了考虑Fe-Al抑制层的影响, 将层厚d替换为 $d+d_0$ 。

[0052] 因此, 当从420°C加热到530°C时, 扩散系数增加。当 $Q=271\text{kJ/mol}$ 时, 增加约600倍。因此, 温度-时间曲线对于可能的扩散路径至关重要, 必须考虑这一点, 例如以温度相关的加热速度 $r(T)$ 的形式考虑。然后, 可定义如下无因次银着色系数S:

$$S := \frac{b}{(d+d_0)^2} * \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{r(T)} * e^{-\frac{Q}{RT}}$$

在式中, $T_1=693\text{K}$, $T_2=803\text{K}$, d为层厚度, 单位为米(m), b和 d_0 为常数, 其中 $b=4.0*10^7\text{m}^2/\text{s}$, $d_0=4.4*10^{-6}\text{m}$ 。

[0053] 此公式仅适用于在 $T_1 < T < T_2$ 温度范围内, $r(T) > 0$ 的情况, 即加热速度必须为正, 因为如上所述钢材被加热, 且温度范围为420°C-530°C。

[0054] 因此, 对于给定的温度-时间曲线, 如果上述定义的银着色系数S小于1, 则产生银着色表面。

[0055] 该公式得出在420°C和530°C之间锌层Z140 (9.8 μm 厚) 的银着色上限为8.6K/s的恒定加热速度, Z180 (12.6 μm 厚) 的最大可能加热速度为6K/s。这已经通过实验验证: 低于此加热速度, 银着色系数大于1, 这不会产生任何银着色, 而在上述温度范围内, 高于此加热速度, 产生不希望的银着色。

[0056] 因此, 本发明涉及一种生产钢板部件的方法, 其中从涂覆有锌基涂层的热轧和冷轧扁平钢带切割出钢板坯料, 然后将钢板坯料至少部分加热到Ac3以上的温度, 然后在模压硬化工具中在热状态下成型, 并淬火硬化, 或将钢板坯料冷成型为钢板预成型部件, 将钢板预成型部件至少部分加热到Ac3以上的温度, 然后在成型硬化工具中淬火硬化, 其中在420°C-530°C的温度范围内, 以使银着色系数S大于1的方式进行加热, 银着色系数S适用以下式:

$$S := \frac{b}{(d+d_0)^2} * \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{r(T)} * e^{-\frac{Q}{RT}}$$

式中 $r(T)$ 为加热速度, 单位为开尔文/秒(K/s);

T为温度, 单位为开尔文(K);

在 $T_1 < T < T_2$ 温度范围内, $r(T) > 0$, 且 $T_1=693\text{K}$, $T_2=803\text{K}$;

d为锌层厚度, 单位为米(m);

常数 $b=4.0*10^7\text{m}^2/\text{s}$;

常数 $d_0=4.4*10^{-6}\text{m}$;

Q是活化能 $Q=271\text{kJ/mol}$, 以及

R是理想气体常数 $R=8.31\text{J/mol/K}$,

并且, 尤其是在420°C-530°C的温度范围内, 以随炉保温时间而变化的加热速度进行加热, 且与锌层厚度有关。

- [0057] 可以通过辐射或对流的方式进行加热。
- [0058] 在另一实施方式中,可以通过辐射和对流进行加热。
- [0059] 例如,可以使用红外加热器来进行辐射加热。
- [0060] 根据一有利的改进方式,加热速度 r 随着锌涂层厚度 d 的增加而降低,从而当 $d_1 < d_2 < d_3$ 时,加热速度设置为 $r(d_1) > r(d_2) > r(d_3)$ 。
- [0061] 根据一有利的改进方式,在420°C和530°C之间,锌涂层Z80的平均加热速度小于15K/s,锌涂层Z140的平均加热速度小于8.6K/s,锌涂层Z180的平均加热速度小于6K/s。
- [0062] 根据一有利的改进方式,对于800°C以上的加热,在距离坯料或钢预成型部件表面小于10mm的范围内,确保炉气氛的氧含量至少为5%体积百分比。
- [0063] 根据一有利的改进方式,在420°C-530°C的温度范围内,加热速度设置为3K/s至15K/s之间,并低于相应的临界加热速度,其中临界加热速度与锌基层的厚度有关,且随着厚度的增加而减小。
- [0064] 根据一有利的改进方式,在连续炉的情况下,在坯料或预成型部件温度为420-530°C相对应的熔炉区域或在坯料或预成型部件温度高达530°C相对应的熔炉区域,以在420°C-530°C的温度范围内不超过临界加热速度的方式降低熔炉加热能力。
- [0065] 根据一有利的改进方式,在坯料或预成型部件温度低于420°C的区域和/或尤其是在坯料或预成型部件温度超过530°C的区域增加熔炉加热能力,以使循环时间尽可能短。
- [0066] 根据一有利的改进方式,在坯料或预成型部件温度为800°C或以上的熔炉区域,向熔炉气氛供应新鲜空气,尤其是预热过的新鲜空气或氧气。
- [0067] 根据一有利的改进方式,在坯料或预成型部件温度为800°C或以上的熔炉区域,循环已有的熔炉气氛。
- [0068] 根据一有利的改进方式,在以固定方式加热坯料或钢预成型部件的加热装置中,如多层箱式炉,以在420°C-530°C的温度范围内不超过临界加热速度的方式持续或随着时间的推移而降低熔炉的加热能力。
- [0069] 根据一有利的改进方式,锌基涂层层厚为每侧5 μ m-16 μ m。
- [0070] 根据一有利的改进方式,锌基涂层是通过热浸涂覆工艺,尤其是通过热浸镀锌的方式被涂覆。
- [0071] 根据一有利的改进方式,钢带由可硬化合金钢制成,尤其是硼锰钢,尤其优选22MnB5或20MnB8或34MnB5。
- [0072] 根据一有利的改进方式,使用具有以下组分的带材作为钢带(所有数字的单位均为wt%重量百分比):
- 碳高达0.4,优选0.15-0.35;
 - 硅高达1.9,优选0.11-1.5;
 - 锰高达3.0,优选0.8-2.5;
 - 铬高达1.5,优选0.1-0.9;
 - 钼高达0.9,优选0.001-0.1;
 - 镍高达0.9,优选0.01-0.2;
 - 钛高达0.2,优选0.02-0.1;
 - 钒高达0.2;

钨高达0.2；
铝高达0.2,优选0.02-0.07；
硼高达0.01,优选0.0005-0.005；
硫最多0.01,优选最多0.008；
磷最多0.025,优选最多0.01；以及
残余铁和冶炼相关的杂质。

附图说明

- [0073] 本发明将通过实施例和附图进行解释。在附图中：
- [0074] 图1示出奥氏体化后呈银色的15×20cm的板材；
- [0075] 图2示出图1所示板材的SEM图像；
- [0076] 图3示出奥氏体化后呈绿色的15×20cm的板材；
- [0077] 图4示出图3所示板材的SEM图像；
- [0078] 图5示出随锌涂层厚度变化的临界加热速度；
- [0079] 图6示出恒定吞吐速度下连续熔炉的温度-炉位置曲线；
- [0080] 图7为显示420°C和530°C下给定加热速度下的银点的曲线图,在其中的曲线假定为线性曲线,且锌涂层厚度给定；
- [0081] 图8为示出有银着色和无银着色的两条加热速度曲线的曲线图；
- [0082] 图9示意性示出连续炉 (DLO) 中420°C-530°C温度范围内对加热速度的影响；
- [0083] 图10示意性示出多层箱式炉 (MLK) 的腔室中420°C-530°C温度范围内对加热速度的影响；
- [0084] 图11示意性示出在连续炉 (DLO) 中从800°C的温度开始对表面附近的氧含量的影响；
- [0085] 图12示意性示出多层箱式炉 (MLK) 的腔室中从800°C的温度开始对表面附近的氧含量的影响；
- [0086] 图13示出根据现有技术的常规加热速度,与根据本发明可能的加热相比；
- [0087] 图14示出在达到530°C后根据本发明的具有不同加热速度的两种可能的加热路径。

具体实施方式

- [0088] 为了直观地说明上述表面着色的差异,图1显示了涂有锌且在奥氏体化后具有银色外观的钢板,图3显示了奥氏体化后具有绿色外观的相应钢板。
- [0089] 图1和图4显示了表面的相应SEM图像。
- [0090] 如前所述,具有锌基涂层的硬化部件会呈现出如图1所示的这种银着色。银着色的可能性随着锌涂层的厚度增加而增加。
- [0091] 图1和图2所示的银着色部件具有氧化锌层,氧化锌层被还原或未完全覆盖已有的氧化铝层,或者具有较大无氧化锌的面积或表面积。
- [0092] 部件上的这种银着色可以像图1所示的那样全局出现,也可以仅局部出现;这可能是由层厚变化引起的,也可能是由基底差异引起的。正如已经提到的,银着色在本质上并不

是纯粹的美学问题。虽然客户确实希望收到外观统一的部件,但波动的银着色以及由此产生的波动的发射率会导致熔炉内加热行为的波动以及熔炉与压力机之间冷却行为的波动,对经济效益和/或部件质量产生不利影响。

[0093] 已确定,非常明显的银着色与可能不当的抛丸处理相结合会在涂漆过程出现后续问题。

[0094] 如前所述,正如发明人所发现的,当420°C-530°C温度范围内的加热速度超过一定的临界加热速度时,就会出现银着色。高于该平均临界加热速度,一定会出现银色的表面。

[0095] 如前所述,这也与锌基涂层的厚度有关。

[0096] 在图5中,绘制了420°C-530°C的平均临界加热速度(单位为K/s)随锌基涂层厚度(单位为 μm)的变化。420°C-530°C的平均加热速度可由加热曲线来确定,通过将温差 $\Delta\theta = 530^\circ\text{C} - 420^\circ\text{C} = 110\text{K}$ 除以所需时间 $\Delta t = t(530^\circ\text{C}) - t(420^\circ\text{C})$ 。这里的曲线是界限线,在该界限线以上不能排除银色外观或一定出现银色外观,而在该界限线以下则实现绿色或绿褐色表面外观。

[0097] 在图6中,不仅像往常一样描绘了炉保温时间内钢板预成型部件或钢板坯料的温度曲线,而且还示意性描绘了具有恒定吞吐速度的连续炉长度上的温度曲线。这对于具有恒定吞吐速度的连续炉是允许的,因为炉保温时间与炉位置成正比。在图6的顶部区域,炉长度被示意性地划分为四个炉区域:温度范围从环境温度到420°C的区域A、临界温度范围从420°C到530°C的区域B、530°C到800°C的区域C、以及800°C以上直至所需的最终温度的区域D。

[0098] 在此下方,绘制了关于炉保温时间和炉位置的温度曲线。在这样的连续炉中,如前所述,重要的是区域B的坯料或预成型部件的加热速度不能超过一定的与锌层厚度有关的加热速度。然而,由于炉内的循环时间,尤其是连续炉的循环时间,不可能不在时间上改变整个过程而固定在一个区域,因此在非临界区域A,尤其是区域C的加热速度相应地增加。

[0099] 在区域D,根据本发明可以从800°C开始提供进一步的解决方案,即在距离坯料或钢预成型部件表面至少小于10mm的地方,调整气氛使氧含量高于5%体积百分比。

[0100] 这可以通过几种方式来实现。一方面,可以将新鲜空气,尤其是预热过的新鲜空气吹入这个区域;另一方面或可替代地,使已有的炉内气氛充分循环。

[0101] 因此,如果以可变和灵活的方式设置区域A、B、C、D的加热速度,将是有利的。具体地,根据锌层厚度或锌涂层厚度可变地和灵活地设置加热速度是有利的。

[0102] 因此,定义为r的加热速度在区域A为 r_1 、在区域B为 r_2 、在区域C为 r_3 ,以及在区域D为 r_4 。

[0103] 在有利的实施例中, $r_1 > r_2$ 。

[0104] 在另一有利的实施例中, $r_2 > r_3$ 。

[0105] 在尤其有利的实施例中, $r_1 > r_2 > r_3$ 。

[0106] 随着锌涂层厚度d的增加,加热速度r可变地降低。若 $d_1 < d_2 < d_3$,则加热速度设为 $r(d_1) > r(d_2) > r(d_3)$ 。

[0107] 图5显示了420°C-530°C的平均临界加热速度随锌涂层厚度的变化,图7显示了不同锌涂层厚度下530°C的临界加热速度随420°C的加热速度变化的银点曲线的曲线图,在银点曲线的上方一定会出现银着色,在420°C和530°C之间每条曲线都假定为线性曲线。这里

可以清楚地看到,银点与锌涂层厚度有关,也与加热速度曲线有关。如果假设在温度 $T_1=693\text{K}$ 和 $T_2=803\text{K}$ 之间,加热速度的曲线是线性的,表示为 $r(T) = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{T-T_1}{T_2-T_1}$,那么对于不同的锌层厚度,S的公式得出图7的银点曲线图。

[0108] 图8显示了随温度变化的两种加热速度,第一种加热速度开始于约 10K/s ,代表向下倾斜到最终温度的经典加热速度。

[0109] 第二种加热速度开始于约 5K/s ;一直保持该较低的加热速度直至超过 530°C 的临界温度。锌铁晶体到达表面后,升温速度急剧增加,后来又随着试样和熔炉之间温差的减小而再次下降。

[0110] 图9显示了连续炉纵向横截面视图,其中由辐射管(例如气体加热)进行加热。在 420°C 和 530°C 之间的临界温度范围内,必要时也在上游熔炉区域,以不超过临界加热速度的方式进行加热,而在其他区域可能有明显更高的加热速度。

[0111] 图10显示了多层箱式炉的相同加热过程,其中炉温优选保持恒定,并且在必要时,炉温降低导致以相应的低加热速度通过临界温度范围。然而,也可以想象,炉温随炉保温时间变化,即一开始炉温很低,从 530°C 开始升高,如图右侧所示。

[0112] 图11显示了在 800°C 以上温度下连续炉中含氧量超过5%体积百分比的气氛所在的位置;这也绘制在显示炉内坯料或预成型部件温度曲线的曲线图中。

[0113] 图12显示了多层箱式炉的对比曲线。

[0114] 图13显示了根据现有技术的加热速度曲线,与根据本发明的可能的加热过程相比,以涂覆有Z180的坯料为例,点划线表示根据现有技术的可能加热过程。

[0115] 由于在 420°C - 530°C 的临界温度范围内选择了过高的加热速度,因此产生了银色的表面外观。在这种情况下,银着色系数 $S=0.8$ 。

[0116] 在它的右边是根据本发明的加热曲线的可能变体,其银着色系数为 $S=1.2$ 。很明显,在本实施例中,两条加热曲线同时达到 905°C 的目标温度,即大约210秒后。然而,根据本发明的加热过程实现了均匀的非银色表面外观,因为从 530°C 开始的斜率变化表明锌铁晶体已反应至表面。这防止了银着色。

[0117] 这清楚地表明,在 420°C - 530°C 的临界温度范围内,正确设置加热速度对于是否形成银色表面至关重要。

[0118] 图14显示了涂覆有Z180的两个坯料根据本发明的加热速度设置的两种可能变体。在这两种变体中,以相同的相对较低的加热速度通过 420°C - 530°C 的临界温度范围。这确保避免出现银着色(此处每种情况下的银着色系数约为1.2)。

[0119] 左边的线在 530°C 以上的温度范围内加热速度增加。通过在这个范围内增加加热能力,炉保温时间减少了约50秒。很容易看出,在恒定的加热能力下,如虚线所示(右边),炉保温时间实际上更长,但与其他变体相比,可减少能耗和 CO_2 排放。

[0120] 本发明的优点是,在 420°C - 530°C 的临界温度范围内,根据本发明的加热速度设置在均匀的非银色表面外观方面具有可重复的结果。

[0121] 加热速度的可变设置确保炉内均匀的加热行为,与锌涂层厚度有关。

[0122] 可变地调节加热速度的能力指的是可以在 420°C 以下和 530°C 以上增加加热速度,而不会增加产生银着色的风险。这缩短了炉保温时间,从而减少了能源消耗和 CO_2 排放。总

的来说,这大大提高了工艺效率。



图1

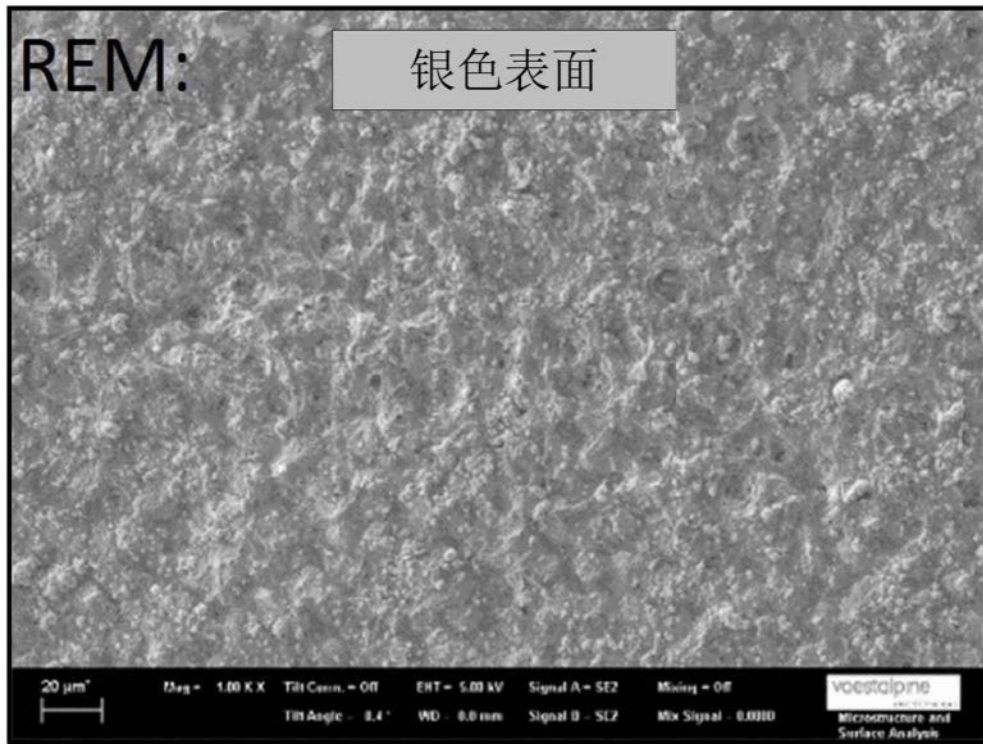


图2



图3

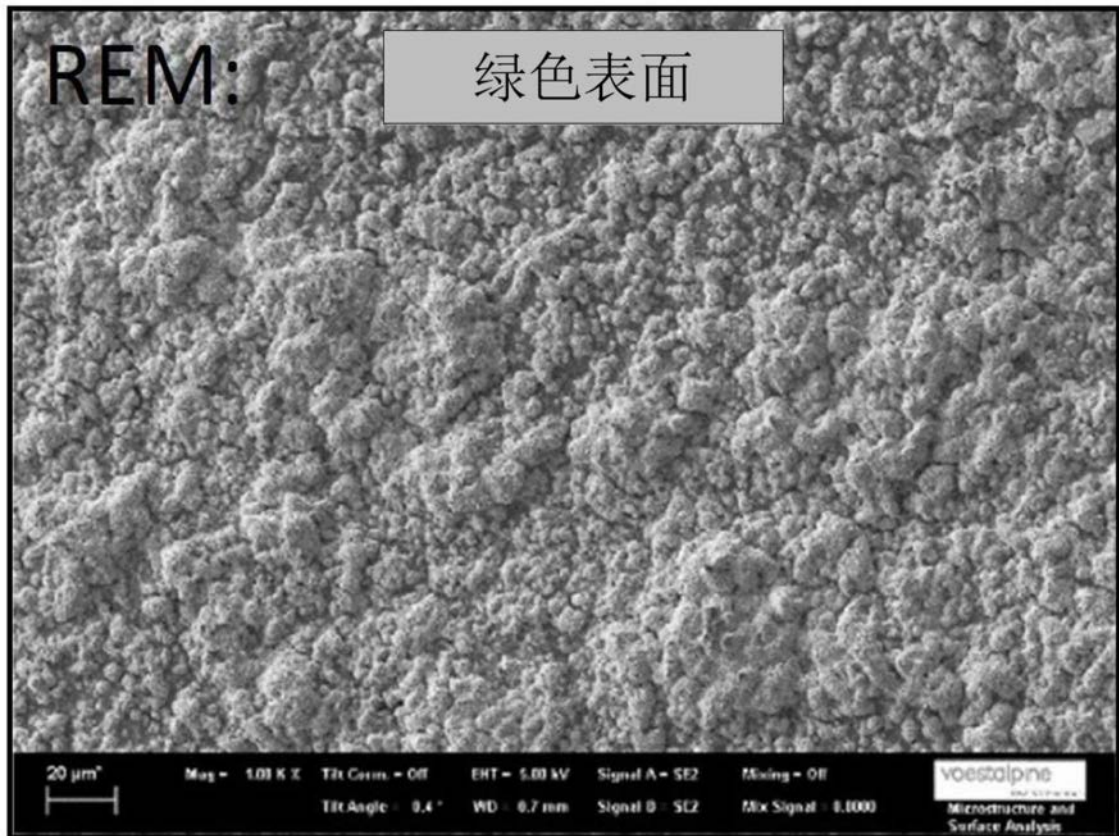


图4

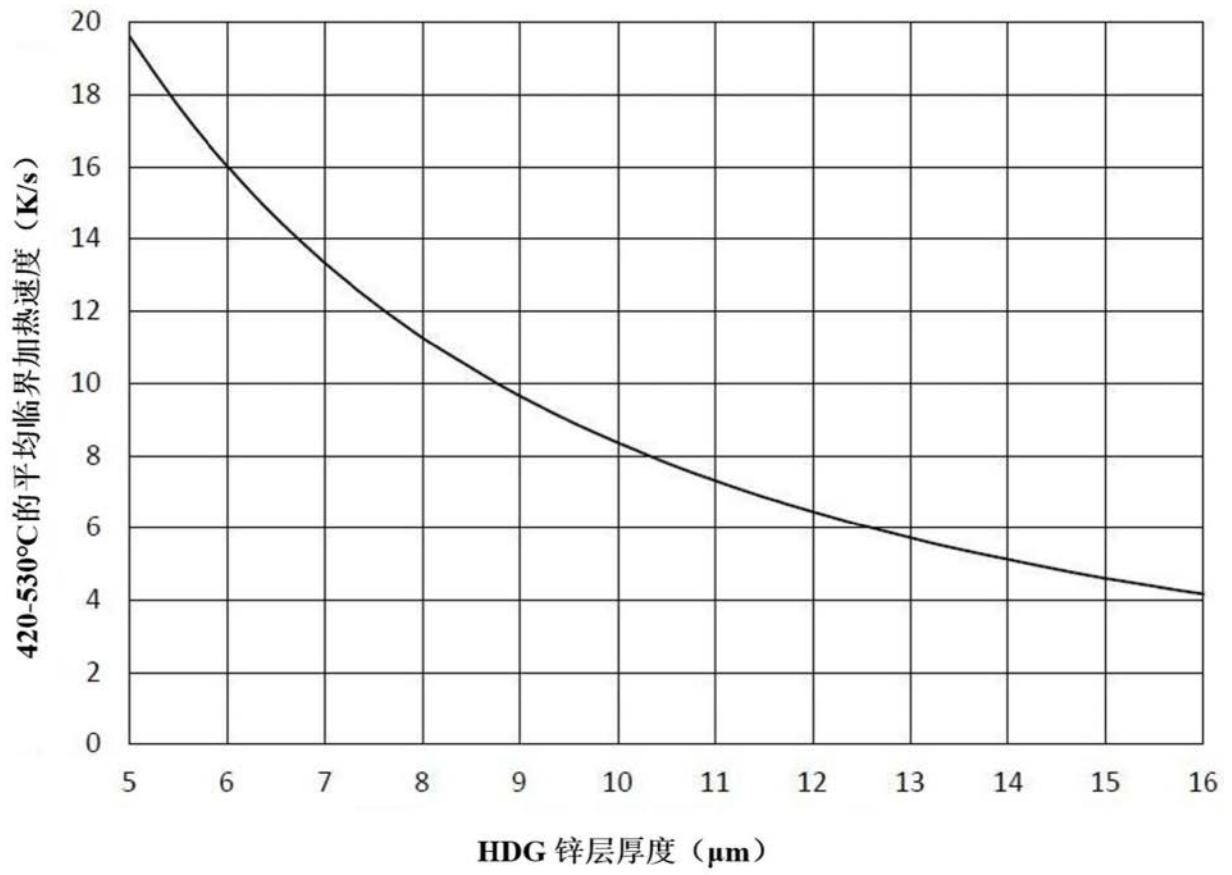


图5

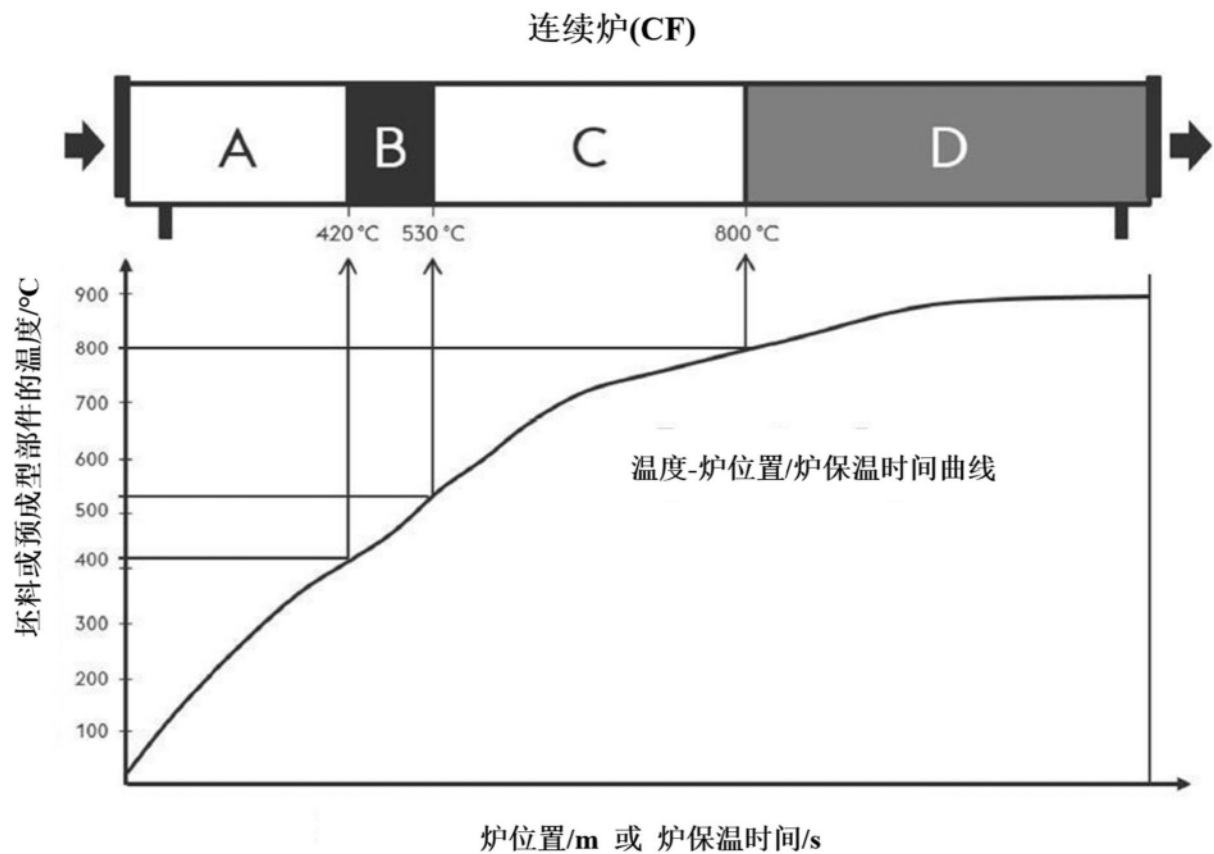


图6

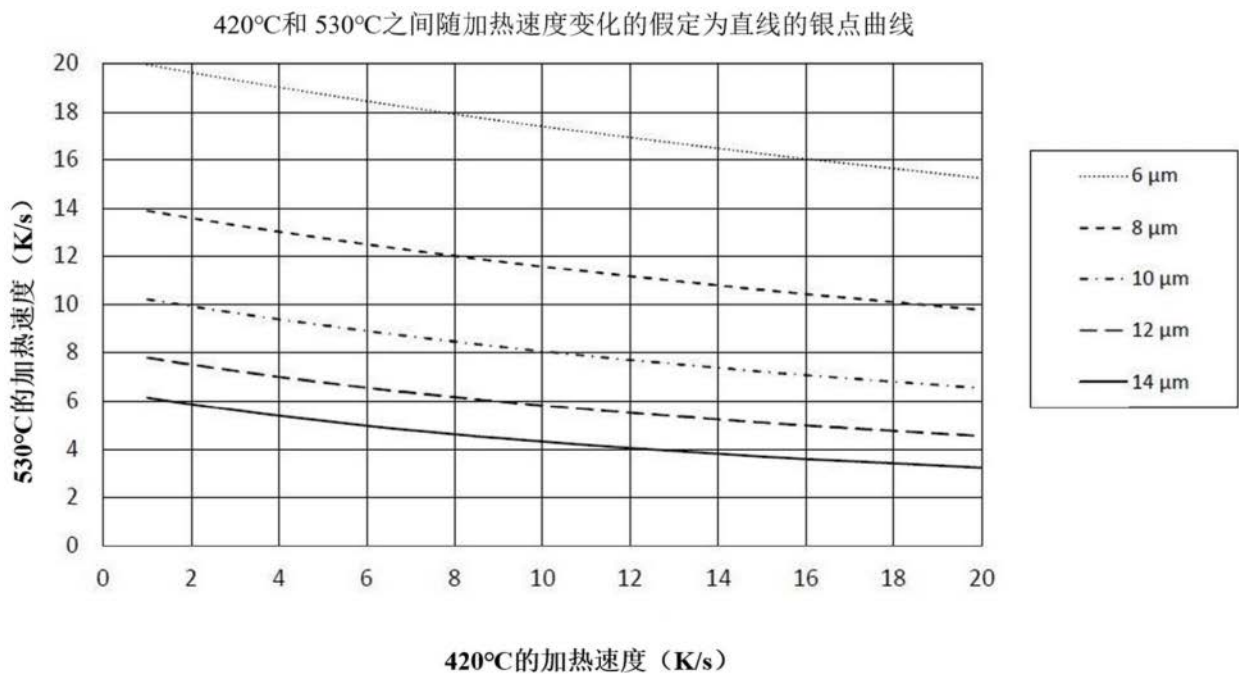


图7

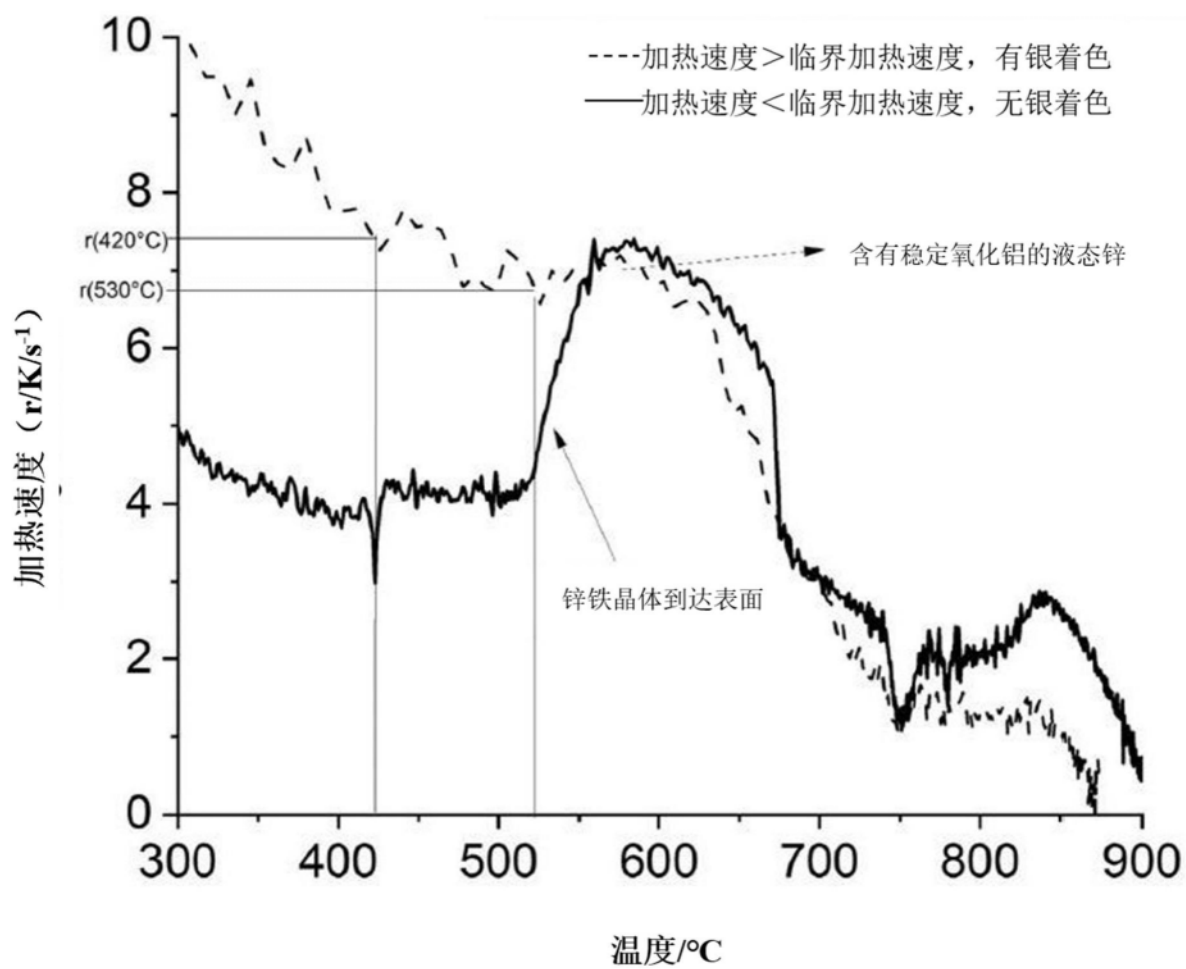


图8

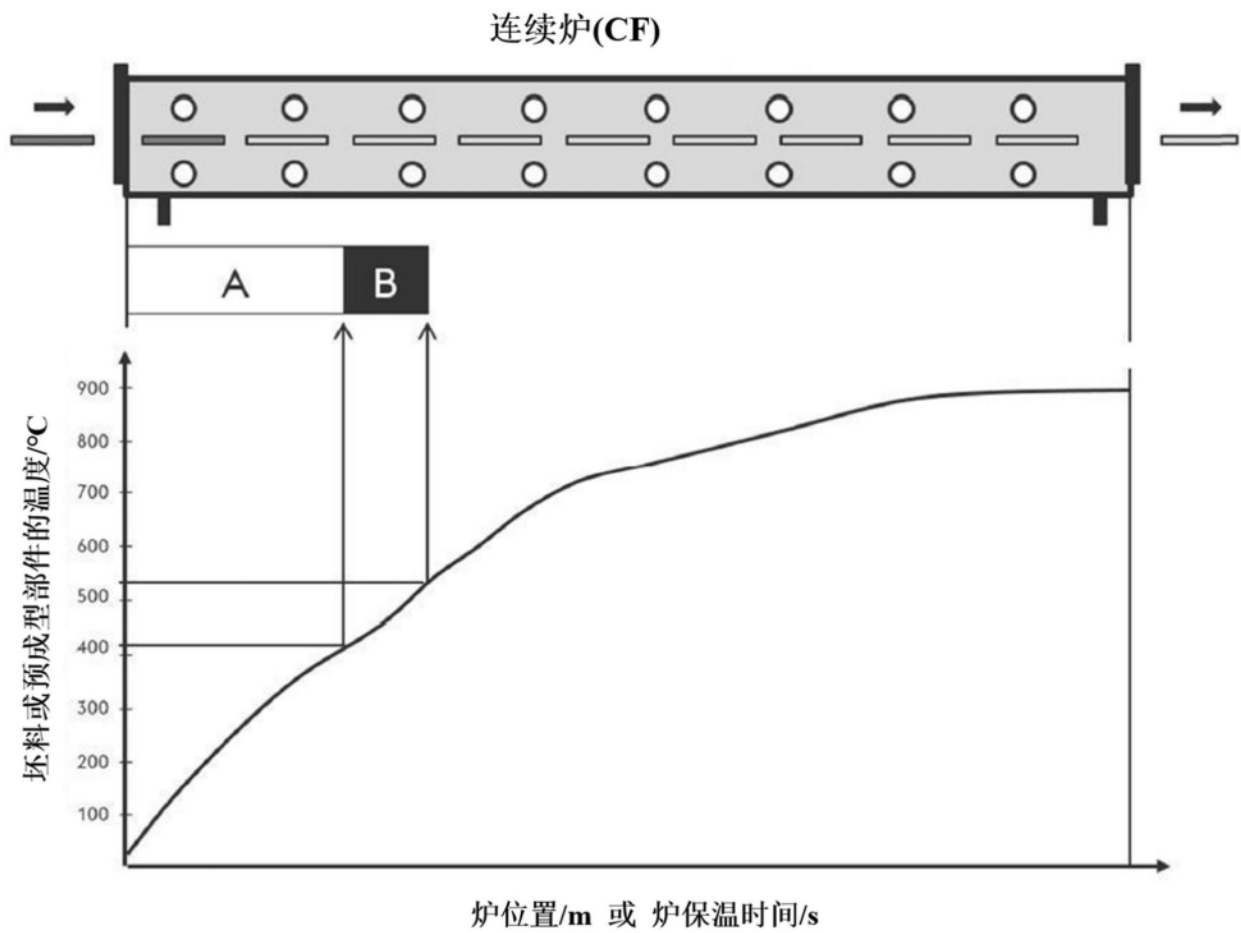


图9

多层箱式炉(MCF)

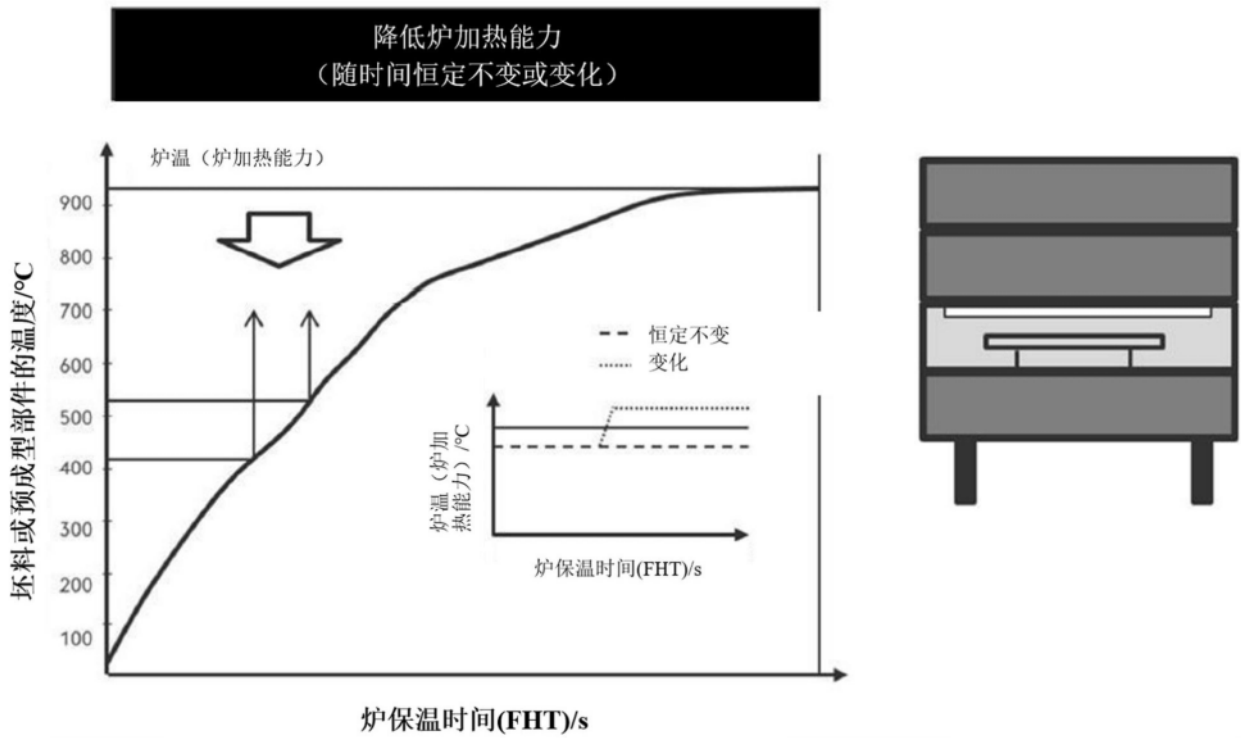


图10

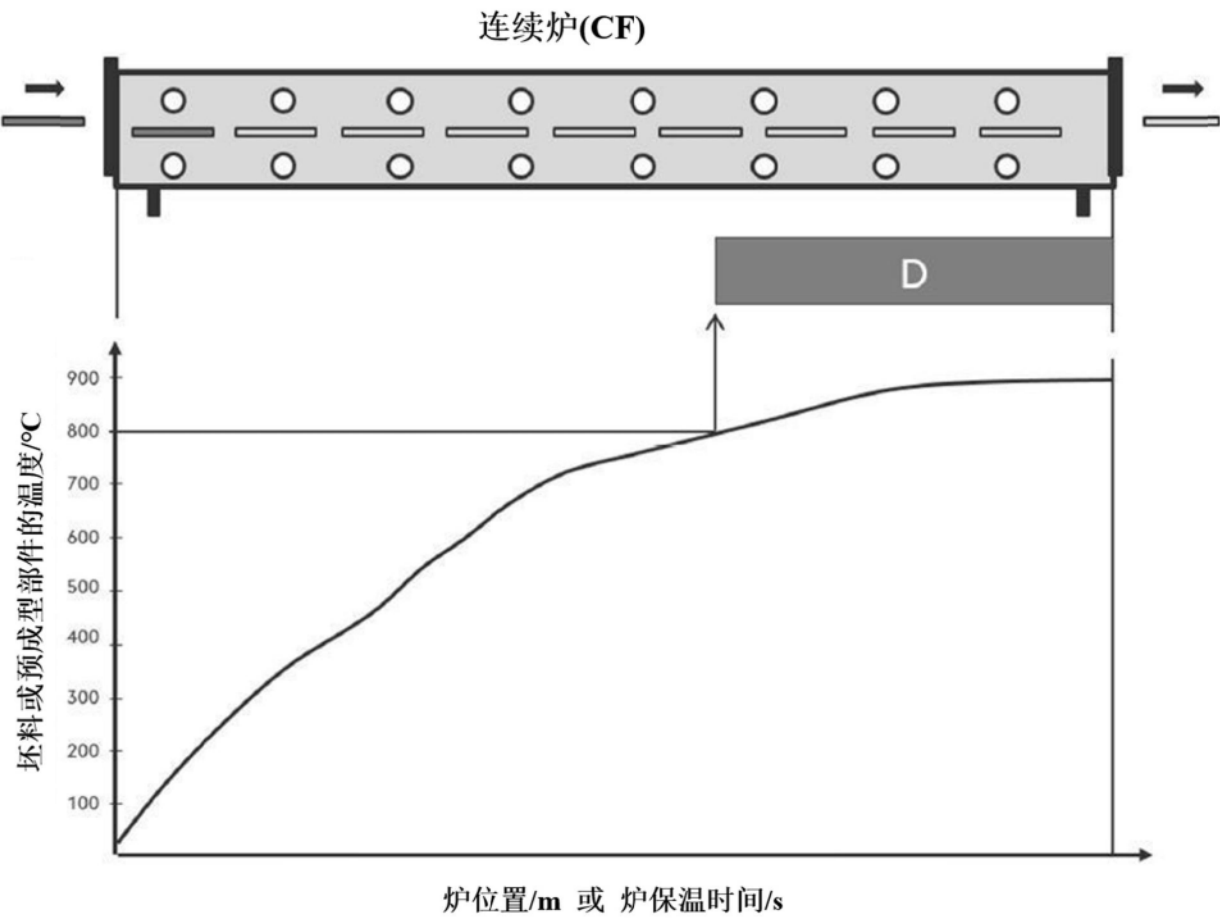


图11

多层箱式炉(MCF)

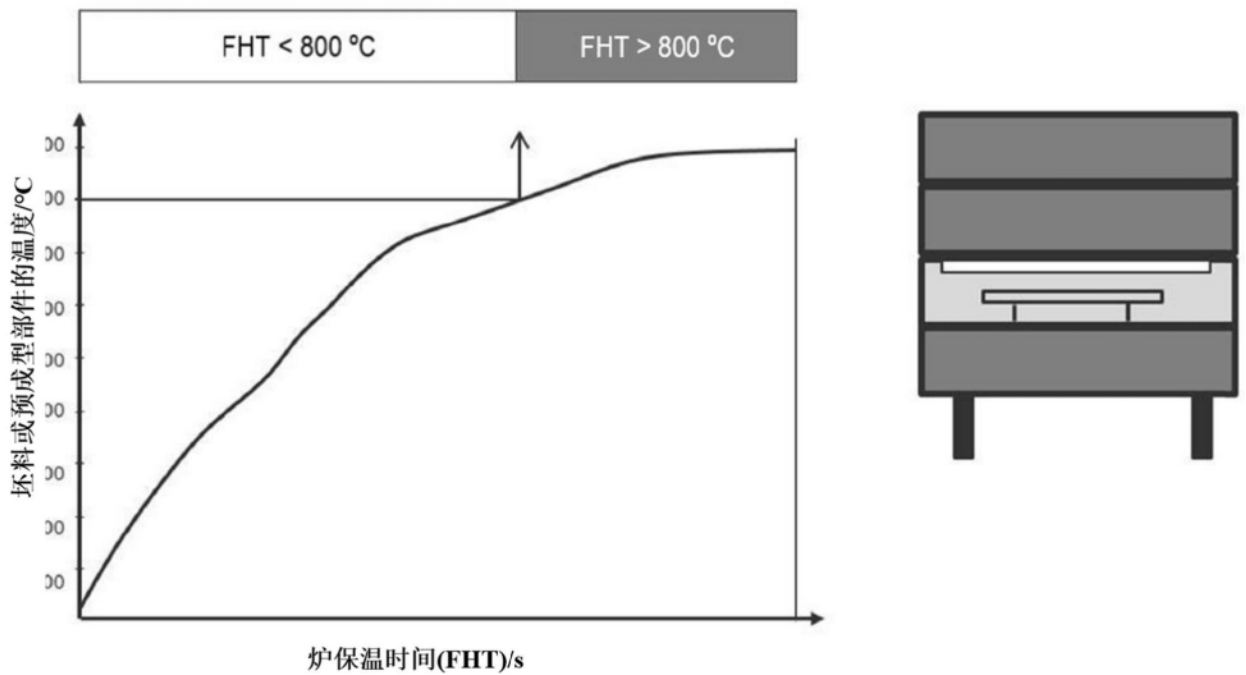


图12

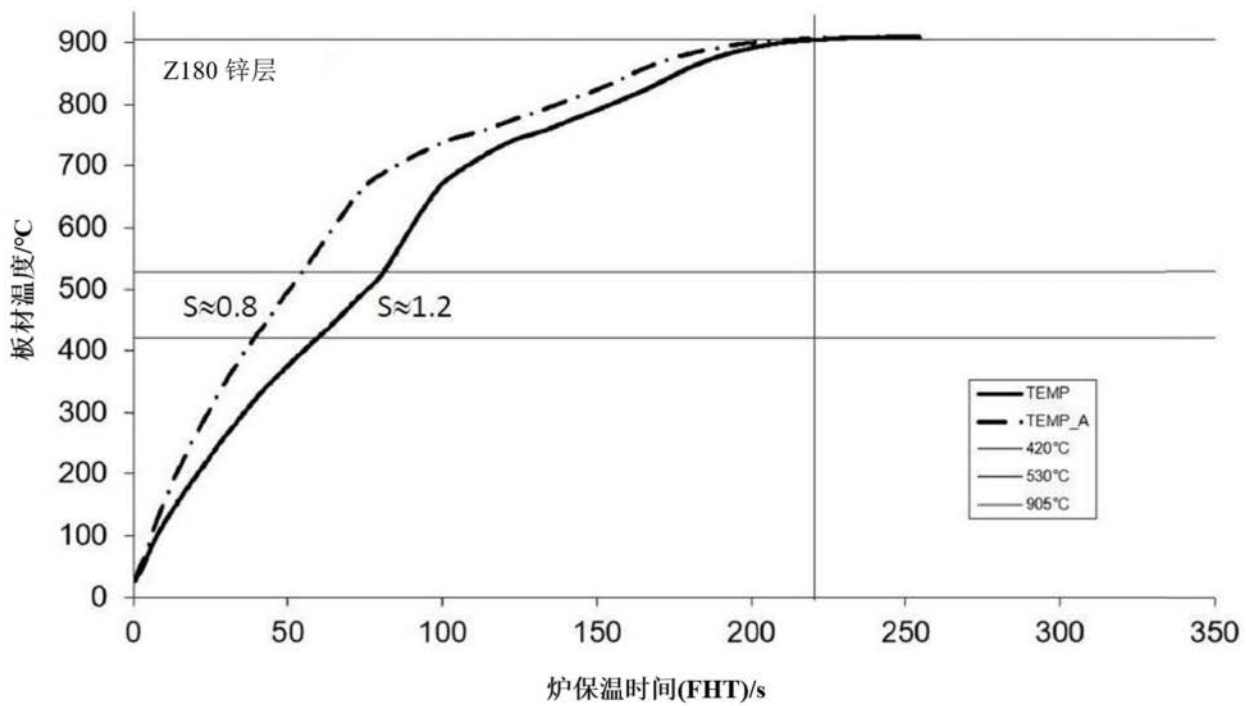


图13

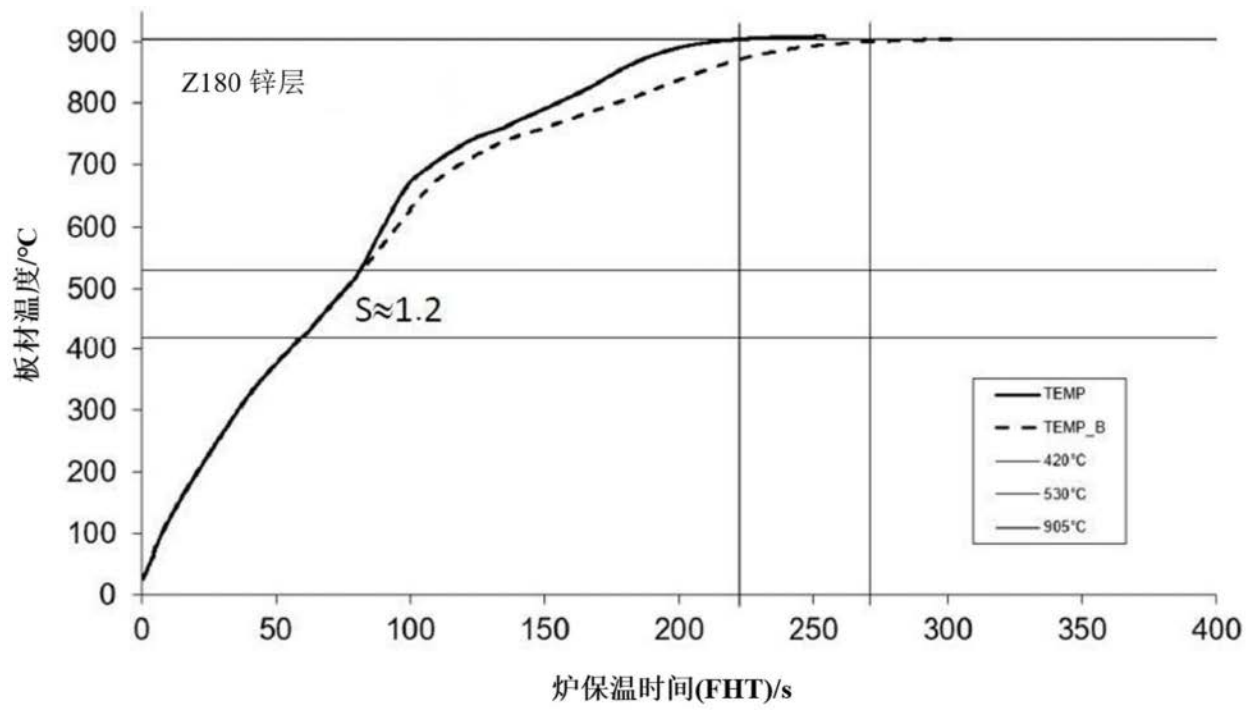


图14