



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105290281 B

(45)授权公告日 2017.10.27

(21)申请号 201510824159.X

审查员 江南

(22)申请日 2015.11.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105290281 A

(43)申请公布日 2016.02.03

(73)专利权人 大冶特殊钢股份有限公司

地址 435001 湖北省黄石市黄石大道316号

(72)发明人 费三林 柯其棠 王前利 黎作先
李自强

(74)专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理
事务所(普通合伙) 11387

代理人 刘春成 荣红颖

(51)Int.Cl.

B21H 1/06(2006.01)

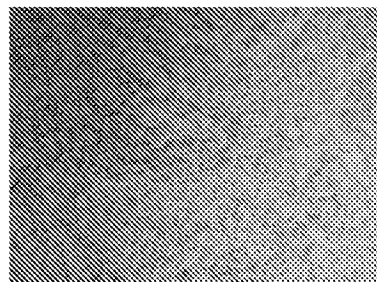
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

大型厚壁含镍环锻件的生产方法

(57)摘要

本发明公开了一种大型厚壁含镍环锻件的生产方法,其技术方案包括制坯、辗环以及热处理步骤。本发明通过增加坯料高度,合理分配径、轴向变形量,加大辗环过程中锥辗的进给量,有效地避免了上端面内圆塌陷和上端面凹槽的产生。环锻件辗后摊开空冷至250-350℃进炉退火装炉,满足钢材的组织、性能等要求。



1. 一种大型厚壁含镍环锻件的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:
制坯步骤,将圆柱形料制成环形毛坯;
辗环步骤,将所述环形毛坯加热后置于径轴向辗环机上进行多火次辗环,从而得到环锻件坯;所述辗环步骤中,所述多火次辗环的火次为2-4次,各火次辗环的开始温度为 $\geq 1150^{\circ}\text{C}$,终止温度为 $\geq 800^{\circ}\text{C}$;
热处理步骤,将多个所述环锻件坯摊开空冷至 $250-350^{\circ}\text{C}$,之后进行退火处理;
机加工步骤,将所述热处理后的环锻件坯加工成成品环锻件。
2. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,在所述制坯步骤中,所述圆柱形料的高径比为 $1.6 \leq H/D \leq 2.5$,其中H为圆柱形料的高度,D为圆柱形料的直径。
3. 根据权利要求2所述的生产方法,其特征在于,所述圆柱形料的直径D为850-900mm。
4. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,在所述制坯步骤中,所述圆柱形料首先被加热至变形温度,然后经锻造和冲孔制得所述环形毛坯。
5. 根据权利要求4所述的生产方法,其特征在于,所述锻造的始锻温度为 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$,终锻温度为 $\geq 800^{\circ}\text{C}$;所述锻造依次为:第一次墩粗、倒棱、第二次墩粗、滚圆、第三次墩粗、轻微滚边、第四次墩粗。
6. 根据权利要求5所述的生产方法,其特征在于,所述变形温度为 $1160-1260^{\circ}\text{C}$ 。
7. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,在所述制坯步骤中,得到的所述环形毛坯的尺寸如下:外径为1000-2000mm,内径为200-500mm,高度为200-700mm。
8. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,所述辗环步骤中,在辗环过程的整形阶段,通过测量杆测量环件椭圆度,如果椭圆度超过规定值,则通过所述辗环机的上下锥辊夹持环件上下端面并以芯辊为支点沿径向拉伸环件以实现环件整圆。
9. 根据权利要求8所述的生产方法,其特征在于,所述椭圆度的规定值为 $\leq 8\text{mm}$ 。
10. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,所述辗环步骤中,所述加热的温度为 $1160-1260^{\circ}\text{C}$ 。
11. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,当所述多火次辗环的火次为2时,第1火次辗环后坯料的外径为所述成品环锻件和所述环形毛坯外径尺寸之和的一半。
12. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,在所述热处理步骤中,所述退火处理的温度为 $650-710^{\circ}\text{C}$ 。
13. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,所述成品环锻件的规格如下:外径OD为3000-5000mm;壁厚为100-500mm;高H为200-500mm。
14. 根据权利要求1所述的生产方法,其特征在于,所述成品环锻件中,镍含量为1.6-3.75wt%。

大型厚壁含镍环锻件的生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁材料的生产技术领域,涉及一种环形锻件的生产方法,特别是涉及了一种大型厚壁含镍环锻件的生产方法。

背景技术

[0002] 环件轧制又称辗扩或扩孔,它通过径、轴向双变形区材料的反复协调变形,使环坯在长大过程中产生充分的塑性变形和体积转移,再结合合理的温度控制,可获得优化的材料微观组织,从而形成高性能的优质环件,环轧工艺在生产轴承套圈、齿轮毛坯等中、小环件零件中占有重要地位。随着工业的飞速发展,不管是电力、海上石油平台、民用船舶,还是特大重型机械、军工、航空航天等对大型厚壁环锻件的需求日益增加。

[0003] 大型厚壁环锻件轧制成形通常使用卧式轧环机,其成形简图如图1所示,环件坯料水平放置于径轴向轧环机的驱动辊和芯辊之间,驱动辊作旋转运动,芯辊作进给运动,环件在驱动辊和芯辊作用下反复通过辊缝产生连续局部变形,一对导向辊(又称抱辊)对称分布于变形区入口和出口两侧,对环件轧制起导向作用,环件每通过辊缝轧制一转,其径向(X向)壁厚减小,轴向(Y向)则会相应的增高。上锥辊和下锥辊均为锥形,分别对环件的水平上端面和下端面进行加工。

[0004] 由于大型厚壁含镍(1.6-3.75%Ni)环锻件体型巨大,并且热加工过程处于高温,高压和不稳定成形状态,影响因素多,很难进行控制,其生产工艺存在以下不足:

[0005] (1) 大型厚壁含镍环锻件毛坯重量往往超过5t,毛坯体积大,最终环锻件毛坯尺寸在辗环过程中难以合理分配径、轴向变形量,导致环锻件上端面产生凹槽或上端面内圆塌陷。通过增加环锻件高度和内径方向的生产余量,以便将凹槽等缺陷车削掉,但环件成材率低;

[0006] (2) 通过提高环锻件的加热温度,增加钢材的热加工塑性,此法虽然消除了大型环锻件上端面的凹槽缺陷,但因环件终辗温度高,使成品环锻件晶粒粗大、组织不均;

[0007] (3) 大型厚壁含镍环锻件尺寸规格大,热加工过程处于高温、高压和不稳定成形状态,成品环锻件椭圆度大。

[0008] (4) 在辗环后期因环件直径的增长速度偏快,而抱辊作用力又未及时调整,最终会导致环件椭圆度大,但环件尺寸大、环壁厚,椭圆度不易被矫正;

[0009] (5) 大型厚壁含镍环锻件在冷却过程中表面和芯部由于冷却速率的不一样,冷却过程中环件由表及里会得到不同组织使环件组织不均匀。

发明内容

[0010] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种大型厚壁含镍环锻件的生产方法,本发明方法解决了现有技术中的问题,由此得到的环锻件成材率高、钢材组织性能得到改善,可以满足要求。

[0011] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0012] 一种大型厚壁含镍环锻件的生产方法,包括如下步骤:

[0013] 制坯步骤,将圆柱形料制成环形毛坯;

[0014] 辗环步骤,将所述环形毛坯加热后置于径轴向辗环机上进行多火次辗环,从而得到环锻件坯;

[0015] 热处理步骤,将多个所述环锻件坯摊开空冷至250-350℃,之后进行退火处理。

[0016] 机加工步骤,将所述热处理后的环锻件坯加工成成品环锻件。

[0017] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,在所述制坯步骤中,所述圆柱形料的高径比(H/D)为 $1.6 \leq H/D \leq 2.5$,其中H为圆柱形料的高度,D为圆柱形料的直径。更优选地,所述圆柱形料的直径D为850-900mm。

[0018] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,在所述制坯步骤中,所述圆柱形料首先被加热至变形温度,然后经锻造和冲孔制得所述环形毛坯;更优选地,所述锻造的始锻温度为 $\geq 1100^\circ\text{C}$,终锻温度为 $\geq 800^\circ\text{C}$;所述锻造依次为:第一次墩粗、倒棱、第二次墩粗、滚圆、第三次墩粗、轻微滚边、第四次墩粗。更优选地,所述变形温度为1160-1260℃。

[0019] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,在所述制坯步骤中,得到的所述环形毛坯的尺寸如下:外径为1000-2000mm,内径为200-500mm,高度为200-700mm。

[0020] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,所述辗环步骤中,在辗环过程的整形阶段,通过测量杆测量环件椭圆度,如果椭圆度超过规定值,则通过所述辗环机的上下锥辊夹持处于辗环过程的环件上下端面并以芯辊为支点沿径向拉伸环件以实现环件整圆。优选地,所述椭圆度的规定值为 $\leq 8\text{mm}$ 。

[0021] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,所述辗环步骤中,所述加热的温度为1160-1260℃。

[0022] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,所述辗环步骤中,所述多火次辗环的火次为2-4次。各火次辗环的开始温度为 $\geq 1150^\circ\text{C}$,终止温度为 $\geq 800^\circ\text{C}$ 。更优选地,当所述多火次辗环的火次为2时,第1火次辗环后坯料的外径为所述成品环锻件和所述环形毛坯外径尺寸之和的一半。

[0023] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,在所述热处理步骤中,所述退火处理的温度为650-710℃,退火时间可根据成品环锻件壁厚来确定。

[0024] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,所述成品环锻件的规格如下:外径OD为3000-5000mm;壁厚为100-500mm;高H为200-500mm。

[0025] 在上述生产方法中,作为一种优选实施方式,所述成品环锻件中,镍含量为1.6-3.75wt%。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0027] (1) 本发明的方法主要通过以下三方面有效的预防大型厚壁含镍环锻件上端面凹槽或上端面内圆塌陷的产生:

[0028] ①适当增加环件坯料的制坯高度。

[0029] ②制定多火比如两火辗环,如规定一火辗环外径尺寸,一火回炉加热时间。

[0030] ③在辗环过程中加大锥辊的进给量,二火辗环容易产生上端面缺陷,这就需要增大锥辊的压力,增大环件高度方向的变形。

[0031] (2) 本发明的方法解决了大型厚壁环锻件椭圆度不易矫正的难题;

[0032] (3) 本发明的方法探伤合格率提高,钢材的组织性能得到改善;

[0033] (4) 本发明的方法实现大型厚壁环锻件径、轴向相互协调变形,获得精确的形状尺寸和良好的组织、性能。

附图说明

[0034] 图1是环件轧制成形简图;

[0035] 其中,1、径向机架;2、轴向机架;3、主辊;4、芯辊;5、抱辊;6、锥辊;7、定位块;8、环件Z向拉伸方向即径向拉伸方向(矫正环件)

[0036] 图2是大型厚壁含镍环锻件显微组织图($\times 100$);

[0037] 图3是大型厚壁含镍环锻件显微组织图($\times 1000$);

[0038] 图4是现有热处理工艺得到的G20Cr2Ni4A大型厚壁含镍环锻件的显微组织图($\times 1000$)。

具体实施方式

[0039] 下面通过具体实施例对本发明进行详细说明,但本发明并不限于此。

[0040] 本发明提供的大型厚壁含镍环锻件的生产方法包括以下步骤:

[0041] (1) 制坯:先将圆柱形料段加热到变形温度,之后依次进行第一次墩粗→倒棱→第二次墩粗→滚圆→第三次墩粗→轻微滚边→第四次墩粗→冲孔,最终制环形毛坯(即环件坯料)。

[0042] 首先,按规定下料,并将下料后的圆柱形料加热到变形温度,所述变形温度优选为 $1160\text{--}1260^{\circ}\text{C}$ (比如: 1165°C 、 1180°C 、 1200°C 、 1220°C 、 1240°C 、 1250°C 、 1255°C),加热时间为 $3\text{--}7\text{h}$ (比如: 3.5h 、 5h 、 6h 、 6.5h),所述圆柱形料的高径比(H/D)为 $1.6\leq H/D\leq 2.5$ (比如 $H/D=1.7$ 、 $H/D=2.0$ 、 $H/D=2.2$ 、 $H/D=2.4$),其中H为圆柱形料的高度,D为圆柱形料的直径,优选地,所述圆柱形料的直径D为 $850\text{--}900\text{mm}$ 。

[0043] 然后,经锻造和冲孔制得环形毛坯;所述锻造依次为:第一次墩粗、倒棱、第二次墩粗、滚圆、第三次墩粗、轻微滚边、第四次墩粗,所述锻造的始锻温度为 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ (比如 1102°C 、 1110°C 、 1120°C 、 1150°C 、 1180°C 、 1200°C 、 1240°C),终锻温度为 $\geq 800^{\circ}\text{C}$ (比如 810°C 、 850°C 、 880°C 、 900°C 、 950°C 、 1000°C);冲孔后得到环形毛坯的尺寸如下:外径为 $1000\text{--}2000\text{mm}$,内径为 $200\text{--}500\text{mm}$,高度为 $200\text{--}700\text{mm}$ 。

[0044] (2) 辗环:将环形毛坯加热后置于径轴向辗环机上进行多火次辗环,从而得到环锻件坯(即毛坯环);

[0045] 首先,将环形毛坯加热,加热的温度为 $1160\text{--}1260^{\circ}\text{C}$ (比如: 1165°C 、 1180°C 、 1200°C 、 1220°C 、 1240°C 、 1250°C 、 1255°C),保温时间根据坯料规格,一般保温时间为 $0.5\text{h}/100\text{mm}$;优选地,加热时间为 $1\text{--}5\text{h}$ (比如: 2h 、 3h 、 4h 、 4.5h)。

[0046] 然后,将加热后的环形毛坯置于径轴向辗环机上进行多火碾环,优选地,多火辗环的火次为 $2\text{--}4$ 次。各火次辗环的开始温度为 $\geq 1150^{\circ}\text{C}$ (比如: 1165°C 、 1180°C 、 1200°C 、 1220°C 、 1240°C 、 1250°C 、 1255°C),终止温度为 $\geq 800^{\circ}\text{C}$ (比如 810°C 、 850°C 、 880°C 、 900°C 、 950°C 、 1000°C)。下面以2火为例进行说明,第1火次辗环:将加热后的环形毛坯置于径轴向辗环机上进行第1火辗环,开始温度 $\geq 1150^{\circ}\text{C}$,终止温度为 $\geq 800^{\circ}\text{C}$,第1火次辗环后的坯料外径为

成品环锻件和环形毛坯外径尺寸之和的一半;第2火次辗环:将第1火次辗环后的坯料加热至1160-1260℃(比如:1165℃、1180℃、1200℃、1220℃、1240℃、1250℃、1255℃),加热时间为1-5h,然后再将加热后的第1火次辗环后的坯料置于径轴向辗环机上进行第2火辗环,开始温度 $\geq 1150^{\circ}\text{C}$,终止温度为 $\geq 800^{\circ}\text{C}$,直至碾环至比成品环锻件的尺寸规格多出20-50mm余量的规格即可。在第2火辗环的后期即整形阶段,通过测量杆测量正在进行辗环的环件的椭圆度,如果椭圆度超过规定值,则通过所述辗环机的上下锥辊夹持环件上下端面并以芯辊为支点沿径向拉伸环件以实现环件整圆和矫正环件椭圆度大的作用。所述椭圆度的规定值为 $\leq 8\text{mm}$ (比如2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、7mm)。在辗环过程中增加锥辊的进给量和压力,能有效的避免了上端面内圆塌陷和上端面凹槽的产生。加大锥辊进给量和压力其实就是加大锥辊的压力,增大环件高度方向的变形,由于不同厂家辗环机型号不一样,功率也不同,因此,锥辊的进给量的具体值要根据辗环机型号来定。也可以说,在准备辗环坯料即环形毛坯的时候,环形毛坯的高度要设计的比正常多30-50mm,这样在辗的过程中,高度方向的进给量自然变大了。

[0047] 本发明的方法在不提高环件坯料即环形毛坯加热温度的前提下,增加辗环火次,防止因温度降低使材料塑性降低,当辗环火次为2次,一火辗环外径可根据生产厂加热炉和成品环件尺寸来定,一般是坯料外径和成品环件外径之和的一半。

[0048] 只需控制锥辊和芯辊,辗环过程中环件越大,出现椭圆的可能性越大,辗环后期如果椭圆度大,可以通过锥辊和芯辊来矫正。

[0049] 辗环整形阶段通过测量杆测量环件椭圆度,一旦发现椭圆度过大,通过下压锥辊夹紧环件直径小的一端,然后沿Z向拉伸环件(如图1),从而起到矫正椭圆度的目的。

[0050] 在本发明中,通过了解环锻件轧制过程中的金属流动原理,对大型厚壁环锻件上端面凹槽或上端面内圆塌陷产生的原因进行了分析,当环件在辗扩的时候,虽然金属主要沿圆周方向流动,但同时也会上下流动,当环件壁厚方向变形量较大时,金属上下流动的趋势也就越明显,尤其是针对大型厚壁环锻件“壁厚减薄、高度减小、直径扩大的变形模式,如果坯料制坯高度不够,辗环时高度方向的变形量有限,就容易产生端面凹陷等缺陷,增大环锻件毛坯的高度和锥辊下压量对端面缺陷有很好的改善作用。

[0051] (3) 热处理:环锻件坯即毛坯环辗后不许堆冷,必须摊开(各个毛坯环件与环件之间的距离优选 $\geq 1\text{m}$)空冷,环锻件空冷至一定温度后进炉退火,从而使钢材的组织、性能等满足要求。

[0052] 在所述热处理步骤中,控制环件坯料的冷却方式和退火装炉温度,抑制组织不均的现象。作为一种优选实施方式,空冷至250-350℃(比如260℃、280℃、300℃、320℃、330℃、340℃),退火温度为650-710℃(比如660℃、680℃、690℃、700℃、708℃),退火时间可根据成品环件壁厚,优选,退火时间为5-20h(比如5h、7h、9h、11h)。

[0053] (4) 机加工:将热处理后的环锻件坯加工成成品环锻件。

[0054] 本发明生产的成品厚壁含镍环锻件的壁厚为100-500mm,重量4-10吨,含镍量为1.6-3.75%。本发明中所述含镍环锻件的材质可以为G20Cr2Ni4A。

[0055] 示例性的说明本发明方法中各阶段得到的坯料的尺寸:假如预获得成品环锻件的尺寸为:3558mm(OD)×3017mm(ID)×262mm(H),重量:5744Kg;则生产的毛坯环件即环锻件坯需要加30mm的生产余量,即环锻件坯的尺寸为:3588mm×2987mm×292mm,重量7112Kg;用

于生产环锻件坯的坯料即环形毛坯的尺寸为:1690mm(OD)×300mm(ID)×430mm(H);由于圆柱形料来生产毛坯环件即环锻件坯时,有烧损,有冲孔余料,因此将这些浪费的材料统统算上,辗一件毛坯环件即环锻件坯需要的圆柱形料的重量7341Kg,H为1470mm,D为900mm。

[0056] 下面通过实施例对本发明的方法进行说明。

[0057] 实施例1

[0058] 轧制的环锻件的材质为G20Cr2Ni4A,要求轧制出的环锻件的规格为:外径为3.6m,壁厚为300mm,高度为250mm,总重量为6104Kg。其生产方法如下:

[0059] (1) 制坯:将坯料锯切成圆柱形料段,该料段的长度H为1590mm,料段直径D为900mm,将料段加热至1200℃左右,保温5h,始锻温度为1000℃左右,终锻温度为800℃左右,在该温度范围内依次进行第一次墩粗→倒棱→第二次墩粗→滚圆→第三次墩粗→轻微滚边→第四次墩粗→冲孔,最终制得环形毛坯,锻出的毛坯尺寸外径为1366mm,内径为434mm,高度为400mm。

[0060] (2) 辗环:将环形毛坯放入加热炉中加热至1200℃左右,保温3h,然后将其放置辗环机内进行一火辗环,一火辗环时开始温度为1200℃左右,终止温度为800℃,径向进给速度为1.2A、压力为1.4A,轴向进给速度为1.0A、压力为1.4A,一火辗环后坯料的外径为2.5m,壁厚为400mm,高度为330mm;然后再进行二火辗环,二火辗环的参数条件同一火辗环,在辗环后期进行锻件椭圆度的矫正,椭圆度值大于8mm时,上下锥辊夹持所述环件直径小的一端并以芯辊为支点沿径向拉伸环件以实现环件整圆和矫正环件椭圆度大的作用,二火辗环后得到预期壁厚的环锻件坯,其外径为3634mm,壁厚为334mm,高度为284mm。

[0061] 其中,辗环机型号为:D53K-5000-400/315,在辗环过程中,径/轴向进给速度、压力均用电流流量来表示。

[0062] (3) 热处理:环锻件坯辗后不许堆冷,必须摊开(环件与环件之间的距离≥1m)空冷,环锻件冷却至300℃左右进炉退火,退火温度为700℃左右,退火时间为10h,退火后随炉缓冷。

[0063] (4) 将热处理后的环锻件坯机械加工,最终得到符合尺寸要求的成品环锻件。采用本实施例方法生产的环锻件上端面凹槽和上端面内圆无塌陷产生,材料利用率均达到90%以上。

[0064] 本实施例生产的环锻件微观组织图参见图2和图3,从图中可以看出,该环锻件的微观组织均匀,晶粒度≥6;另外,该环锻件的车削性能好,硬度≤225HBW。

[0065] 对比例

[0066] 除热处理工序与实施例1不同以外,其他生产工序与实施例1相同。其中,该对比例的热处理工艺如下:环件辗完后空冷至650℃左右后直接装炉进行退火,退火温度为700℃左右,退火时间为10h。

[0067] 该对比例得到的G20Cr2Ni4A环锻件的微观组织结构如图4,从该图中可以看出,环锻件中的组织不均匀,晶粒度粗大。

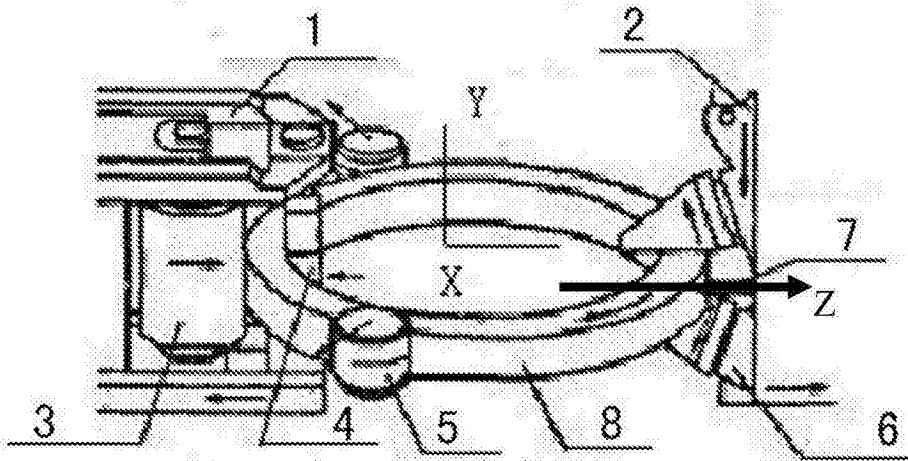


图1

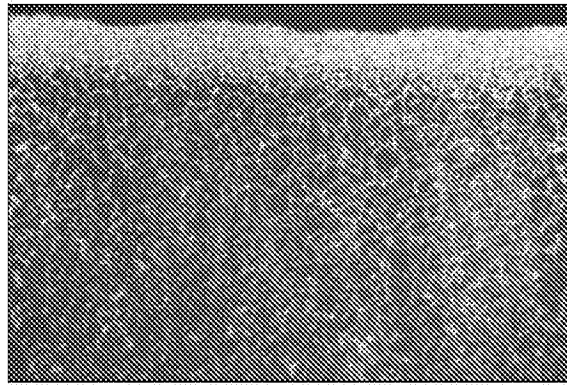


图2

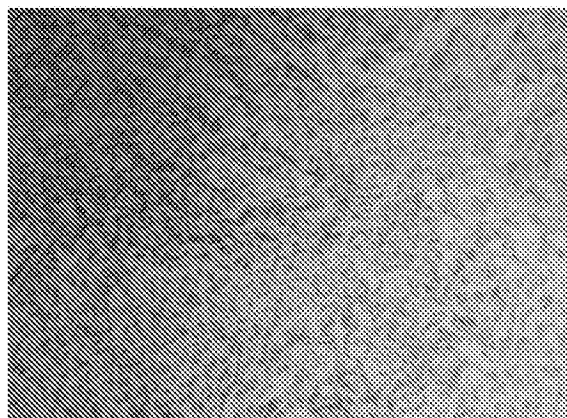


图3

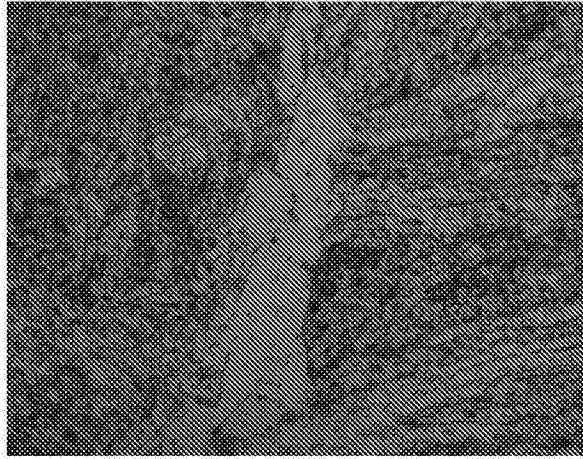


图4