

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B23F 19/00

B24B 31/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01121876.2

[43]公开日 2002年1月9日

[11]公开号 CN 1329959A

[22]申请日 2001.6.29 [21]申请号 01121876.2

[30]优先权

[32]2000.6.30 [33]US [31]09/607958

[71]申请人 易通公司

地址 美国俄亥俄州

[72]发明人 D·朱 M·P·布洛尔德

P·M·瓦茨

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

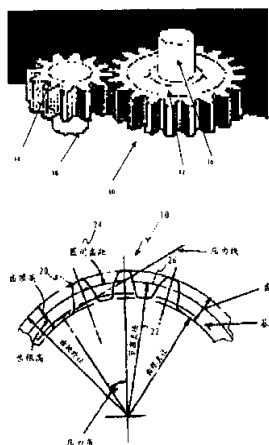
代理人 周备麟 赵辛

权利要求书2页 说明书5页 附图页数4页

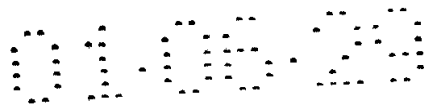
[54]发明名称 抛光的齿轮表面

[57]摘要

经最佳精加工的齿轮(12),(14)具有大约5微英寸Ra至10微英寸Ra之间的表面粗糙度。当减小齿轮齿(20)的表面粗糙度时,可减小其最大接触应力大于50%。同样,表面下的剪切应力可减小大约30%。之所以减小接触应力和剪切应力是由于改进了齿轮齿(20)之间的润滑状况的缘故。大于10微英寸Ra的表面粗糙度会导致表面尖峰的接触增加,而低于3微英寸的表面粗糙度则太平滑以致不能在齿轮的齿之间保持适当润滑。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种齿轮及小齿轮, 包括:

一个具有第一组齿(20)的第一齿轮(12), 所述的第一齿轮(12)具有第一表面区, 所述的第一表面区具有第一表面光洁度; 和

5 一个具有用以与所述第一组齿(20)啮合并与所述的第一齿轮(12)和所述的第二齿轮(14)间传递运动和动力的第二组齿的第二齿轮(14), 所述的第二齿轮具有第二表面区, 所述的第二表面区具有第二表面光洁度;

10 其中, 所述的第一表面光洁度具有大约3微英寸至大约12微英寸的算术平均粗糙度。

2. 按权利要求1所述的齿轮和小齿轮, 其特征在于, 所述的第一表面光洁度具有大约5微英寸至大约10微英寸的算术平均粗糙度。

3. 按权利要求1所述的齿轮和小齿轮, 其特征在于, 所述的第一表面区是在所述的第一组齿上。

15 4. 按权利要求1所述的齿轮及小齿轮, 其特征在于, 所述的第二表面光洁度具有大约3微英寸至大约12微英寸的算术平均粗糙度。

5. 按权利要求4所述的齿轮及小齿轮, 其特征在于, 所述的第二表面光洁度具有大约5微英寸至大约10微英寸的算术平均粗糙度。

20 6. 按权利要求1所述的齿轮及小齿轮, 其特征在于, 所述的第二表面区是在所述的第二组齿上。

7. 齿轮包括:

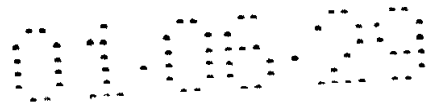
一个具有第一组齿(20)的第一齿轮(12), 所述的第一齿轮(12)具有第一表面区, 所述的第一表面区具有第一表面光洁度; 和

25 其中, 所述的第一表面光洁度具有大约3微英寸至大约12微英寸的算术平均粗糙度。

8. 按权利要求7所述的齿轮, 其特征在于, 所述的第一表面光洁度具有大约5微英寸至大约10微英寸的算术平均粗糙度。

9. 按权利要求7所述的齿轮, 其特征在于, 所述的第一表面区是在所述的第一组齿(20)上。

30 10. 按权利要求7所述的齿轮, 其特征在于, 所述的齿轮是一正齿轮、和内齿轮、一斜齿轮、一人字齿轮、一伞齿轮、一蜗轮和一行星齿轮中的一个。

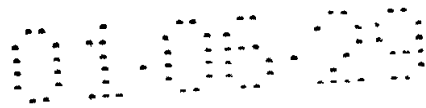


11. 按权利要求 7 所述的齿轮, 其特征在于, 所述的第一组齿(20)还包括大约 8 至大约 12 个齿。

12. 按权利要求 7 所述的齿轮, 其特征在于, 还包括一个具有第二组齿的小齿轮(14), 所述的小齿轮具有第二表面区, 所述的第二表面区具有第二表面光洁度。

13. 按权利要求 12 所述的小齿轮, 其特征在于, 所述的第二表面光洁度具有大约 3 微英寸至大约 12 微英寸的算术平均粗糙度。

14. 按权利要求 12 所述的小齿轮, 其特征在于, 所述的第二表面光洁度具有大约 5 微英寸至大约 10 微英寸的算术平均粗糙度。



说明书

抛光的齿轮表面

5 本发明总的涉及齿轮，尤其，涉及例如变速器齿轮的具有导致接触疲劳寿命增加，抗磨性提高和性能改善的减小了表面粗糙度的齿轮。

背景

10 人们已熟知多种精加工齿轮的齿的方法。例如，在齿轮滚铣和剃削过程中，齿轮转动与齿轮状切削刀具相啮合。齿轮状刀具具有沿平行于转动平面的齿的侧边上下延伸的切削刃。同时在平行于齿轮和刀具轴线的平面中伴随着齿轮与刀具之间的相对移动。形成的精加工表面粗糙度在 40 至 80 微英寸 Ra 的范围内，其中 Ra 为算术平均粗糙度。

已知另一种精加工齿轮的齿的方法是齿轮磨削。在齿轮磨削期间，形成的精加工表面粗糙度一般为 15 至 35 微英寸 Ra。

15 在另一种齿轮精加工方法中，是进行搪磨。那时，齿轮转动与齿轮形状的搪磨头相啮合。在齿轮的齿那侧的搪磨头部分由相当硬且存高弹性的塑料制成。通过转动搪磨头与齿轮啮合同时提供平行于齿轮轴线的移动行程而进行搪磨工作。这样把精加工动作均匀地分配给每个齿轮齿。这样形成的粗糙度一般为 15 至 35 微英寸 Ra。细磨粒搪磨
20 可提供低至 12 至 13 微英寸 Ra 的表面粗糙度。

然而，这些精加工方法中没有一种可以改进表面光洁度在大约 10-12 微英寸以下且不明显增加成本和处理时间的。

用以为金属零件进行电镀的抛光混合物已是可买到的，利用含细研磨颗粒的液体抛光混合物。例如美国专利 No. 4, 491, 500 介绍一种用于精制金属表面的物理化学工艺方法。所公开的二步骤工艺方法首先
25 利用一种液体化学制品接着再用一种磨光液体进行处理。它还包括在被处理表面形成相当软的镀层，接着用物理方法去除此软镀层和继续的修整。通过一些形式的机械动作首先平整粗糙度大于 70 微米的较粗的区域。美国专利 No. 4, 818, 333 说明一种类似的工艺方法，其中心是
30 集中在用于工艺方法的高密度磨光介质的成份上。这些工艺方法可形成小于 3 微英寸 Ra 的光洁度。因此，为降低表面粗糙度而说明这些工艺方法和化学制品。



在为达到超平滑和清洁表面的电镀技术中，化学精加工技术，诸如酸洗和光泽浸渍等技术也广为人知。

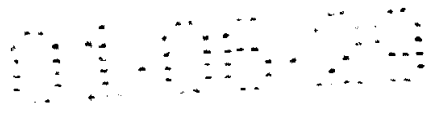
5 齿轮的主要故障形式是剥蚀或微剥蚀，磨损和咬接。当一个齿轮与小齿轮相互作用时，齿轮的齿必须相互接触。如果没有润滑，齿就会相互刮伤，相互咬接，磨损，剥蚀和破裂。润滑便会使这些效应的开始延期发生。因此，润滑得愈好，齿轮的寿命就愈长。表面太粗糙的齿轮具有当齿相互作用时损坏齿轮的齿的表面尖锋，表面太平滑，例如低于 3 微 - 英寸 Ra 的齿轮则不能在齿附近保持足够的润滑，结果会增加齿的磨损速率。

10 因此，为了增长齿轮的寿命和提高齿轮的综合性能，有必要使齿轮具有低于大约 10 微英寸 Ra 的改进了的表面光洁度的适当形状的齿。

15 本发明介绍一种为改进接触疲劳寿命，改进抗磨损性，减少摩擦和改进齿轮性能而具有大约 5 微英寸与 10 微英寸 Ra 之间的表面光洁度的齿轮。

大多数齿轮是用各种齿轮切削和成形技术，包括滚铣和剃削，制造的，这样形成的表面粗糙度大于 15 微 - 英寸 Ra。现已有几种为减小表面粗糙度而对金属表面进行抛光的方法，包括化学加速的振动抛光，电化学抛光和机械抛光。当表面粗糙度减小至大约 5 微英寸 Ra 与 20 10 微英寸 Ra 之间时，最大接触应力可减小大于 50%。同样，表面下的剪切应力可能减小大约 30% 至 50%。减小的接触应力和减小的剪切应力是由于改进了在齿轮的齿之间的润滑情况的缘故而造成的。就是说，齿轮表面愈平滑，从而粗糙度愈低，则薄膜厚度比口就愈高，且总的润滑作用就愈大。当薄膜厚度比增加时，润滑较好，因此摩擦较小，且表面由润滑剂层隔离得较好。由于两个表面没有最有限的直接尖锋的接触，故接触压力和表面下的应力均减小了。同样，由于直接的粗糙表面尖锋接触和损耗是高摩擦和热生成的主要原因这一事实，故齿轮的齿接触时的热生成和温升也将减小。降低工作温度和更好地控制热平衡状况会大大地改善用户的满意度，增加寿命并降低诸如变 25 速箱轮产品的担保成本。它也将降低能量消耗及提高效率。

30 但，也可能具有一种太平滑的齿轮。例如，一个表面粗糙度为大约 1 微英寸 Ra 至 3 微英寸 Ra 的齿轮就太平滑，会导致减小润滑油的



滞留时间。这是由于润滑剂需要一定程度的表面粗糙度以便于其粘附。

参考以下附图更详细地说明本发明的优先实施例，其中：

图 1 是一正齿轮副的透视图；

5 图 2 是描绘该齿轮及齿不同部分的正齿轮局部侧视图；

图 3 表示具有一般滚铣和剃削表面光洁度的表面的透视图；

图 4 表示接着进行物理化学抛光的表面的透视图。

图 1 是一个正齿轮组件 10 的透视图。正齿轮组件 10 由一个齿轮 12 和一个小齿轮 14 组成。按照惯例，小齿轮 14 是两个齿轮中较小的。正齿轮 10 用于在平行轴 16, 18 之间传递运动及功率。齿 20 通常是直的并通常平行于轴线而延伸。

图 2 是描绘齿轮 12 和齿 20 不同部分的正齿轮局部侧视图。即圆直径 22 是齿轮 12 测量的基准，且代表齿轮的尺寸。圆周齿距 24 是围绕节圆 26 圆周测量的自一个齿 20 中心至下一个齿的中心的距离。齿 12 的径节是相对一英寸节圆直径的齿数。例如，如果齿轮 12 有 16 个齿及其节圆直径为 4 英寸，则该齿轮具有每英寸节圆直径 4 个齿并称 4 为径节，即 2D.P.。正齿轮 10 通常由铸铁，钢，青铜和黄铜，或其它高强度金属制成。然而，它们也可用尼龙或其它塑料制造以便无声运行。

20 精通本技术的人们应当理解本发明涉及不同型式的齿轮，包括，但不限于，将旋转运动转换为直线运动的齿条齿轮系统；内齿轮系统，斜齿轮系统，人字齿轮系统，伞齿轮系统，蜗轮系统和行星齿轮系统。

表 1 表示不同表面光洁度的分析结果及相应的数据，包括粗糙度和薄膜厚度。合成的粗糙度， R_a ，以微米为单位。薄膜厚度比， H_f ，为平均薄膜厚度 h_a 除以合成粗糙度的比。接触载荷比， W_c ，是不平度接触载荷与总载荷之比。最大无量纲压力为 p/p_h 其中 p_h 是最大赫兹压力。显而易见，总的合成粗糙度或算术平均粗糙度愈低，薄膜厚度比， H_f 就愈高。因此，可看到较低的最大压力比和较低的最大基体剪切应力，也看到减小的接触载荷比和摩擦系数。平滑表面代表理想情况并且为了相互比较而已。当表面是理论上平滑时，它便具有一计算的摩擦系数 0.02679，并且由于表面太平滑而几乎不存在任何润滑作用。为得到最佳齿轮磨损；在齿轮表面有足够的润滑滞留是必要的。

相反，当表面太粗糙时，没有足够的润滑且导致表面尖峰相互接触的增加。其结果是给齿轮更多的润滑，会带来相应的为熟悉本技术的人们所知的各种好处，包括减小齿轮应力和延长由疲劳造成的故障发生的时间。例如，齿轮的疲劳寿命可明显地从抛光前的 11~12 小时改善到抛光后的大于 100 小时。

因此，最佳的齿轮表明光洁度是大约 5 微英寸和 10 微英寸 Ra 之间。当表明粗糙度降至大约 5 微英寸 Ra 至 10 微英寸 Ra 之间时，最大接触应力可减小不止 50%。同样，表面下的剪切应力可减小大约 30% 至 50%。

表 1

| 表面 | 合成的RMS粗糙度 σ (μm) | λ 比(薄膜厚度) | 最大压力 P/P_h | 最大表面下剪切应力 τ_{max}/P_h | 接触载荷比 W_c | 摩擦系数 | 最大表面温度 ($^{\circ}\text{C}$) |
|----------|--------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------------|-------------|---------|-------------------------------|
| 滚铣和剃削 | 1.2976 | 0.2637 | 4.382 | 0.6566 | 0.5901 | 0.06858 | 291.5 - 285.8 |
| 研磨 | 1.6193 | 0.1688 | 5.087 | 0.3759 | 0.6315 | 0.07289 | 267.8 - 264.3 |
| 搪磨 | 0.8813 | 0.3679 | 5.597 | 0.3487 | 0.3657 | 0.04994 | 231.2 - 225.0 |
| 细磨粒搪磨 | 0.8463 | 0.4405 | 3.076 | 0.3234 | 0.3235 | 0.04929 | 194.1 - 186.4 |
| 物理化学抛光I | 0.4542 | 0.5806 | 2.537 | 0.3168 | 0.2234 | 0.04356 | 141.8 - 140.5 |
| 物理化学抛光II | 0.4137 | 0.6071 | 2.508 | 0.3144 | 0.2138 | 0.04215 | 123.6 - 120.8 |
| 电化学抛光 | 0.2161 | 1.0413 | 1.771 | 0.3140 | 0.0937 | 0.03446 | 105.7 - 105.1 |
| 平滑 | 0.0 | 无限大 | 1.013 | 0.3130 | 0.0 | 0.02679 | 52.6 - 50.4 |

图 3 表示具有一般滚铣和剃削表面光洁度的表面的透视图，图中， R_a 为算术平均粗糙度， K_q 为粗糙度的均方根，即 \square ，以及 R_2 为最大峰谷测量值。该 R_a 为大约 $0.6988 \square$ 米，即大约 25.5 微英寸，而 R_q 为大约 $0.8864 \square$ 米，即大约 34.9 微英寸。

图 4 表示接着进行物理化学抛光的表面的透视图。这里，接着对齿轮的齿的表面进行抛光处理， R_a 为大约 $0.1987 \square$ 米，即大约 7.82 微英寸，而 R_q 为大约 $0.304 \square$ 米，即大约 11.97 微英寸。

抛光齿轮表面的结果是增加具有降低了表面不平整的表面。

在此优先实施例，齿轮表面被精加工，或抛光至大约 5 微英寸 R_a 和 10 微英寸 R_a 之间。任何金属齿轮均可被使用，并且被精加工或抛光的表面最好为齿轮功能表面。该齿轮功能表面也被认为是与另一个齿轮的齿接触的齿轮齿的表面。任何齿轮尺寸均适用，包括具有每英寸直径大约 3 至大约 8 个齿的变速器齿轮到每英寸直径多于 8~10 个齿的齿轮。此外，被精加工或抛光的表面图象可以为各向同性的或

非各向同性的。

虽然已选择了各种优先实施例来说明本发明，但精通本技术的人们应当理解在不背离在所属权利要求书中所限定的本发明的范围的情况下可作出种种变更和修改。例如，可采用任何已知的方法，例如，
5 电化学抛光，机械超级精加工，机械研磨抛光和化学加速的振动抛光对齿轮进行精加工或抛光。所采用的具体的抛光或精加工方法并不重要，只要光洁度相当均匀并在大约 5 至大约 10 微英寸之间。此外，精加工或抛光工艺方法最好对齿轮齿的几何形状及功能不产生负面影响。

10

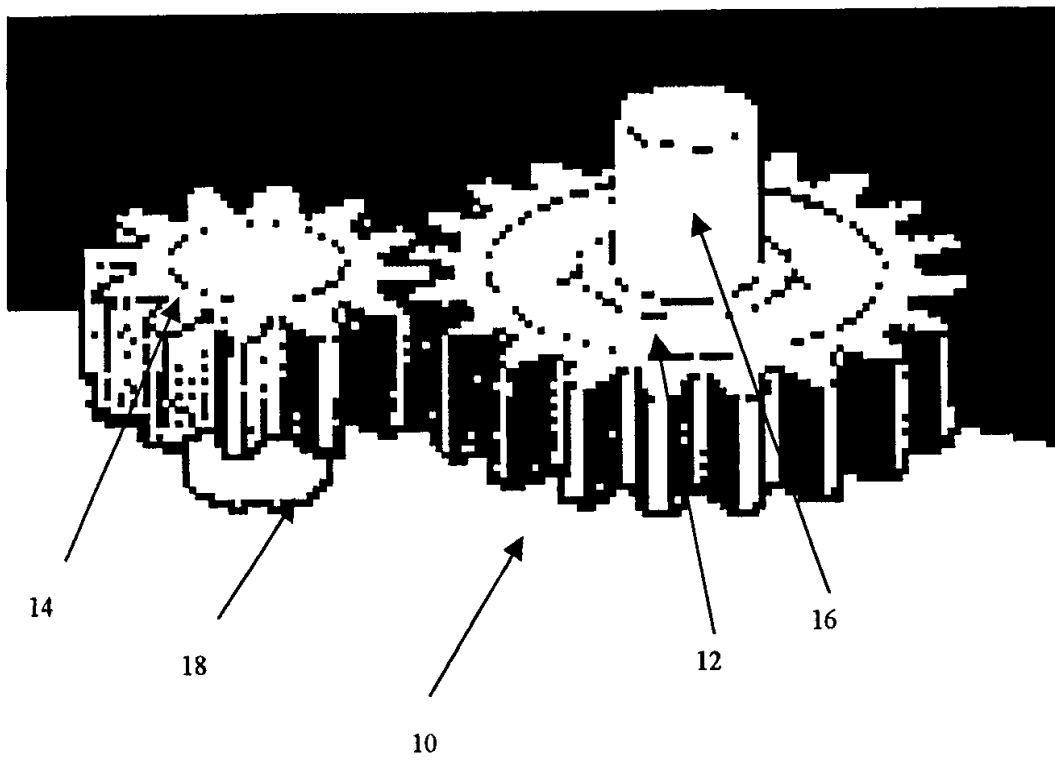


图 1

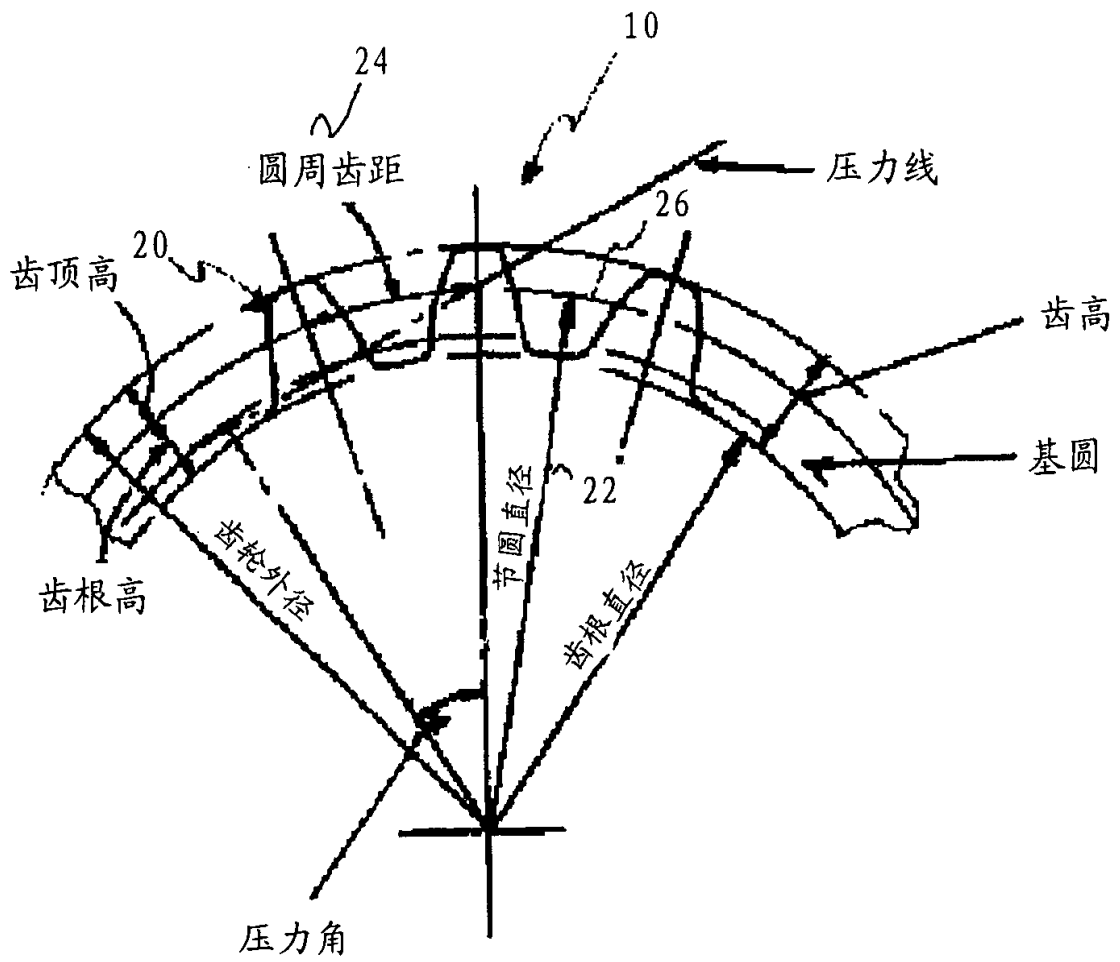
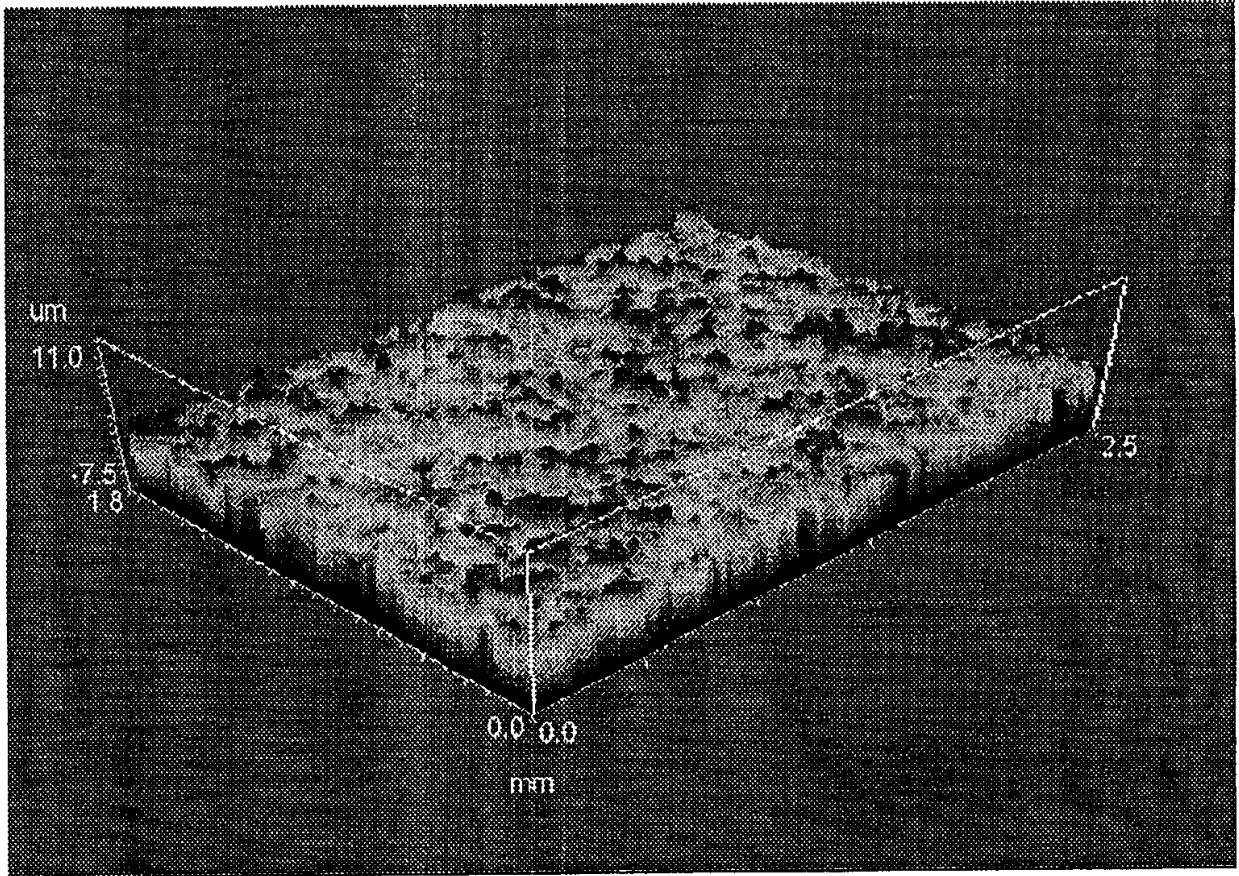
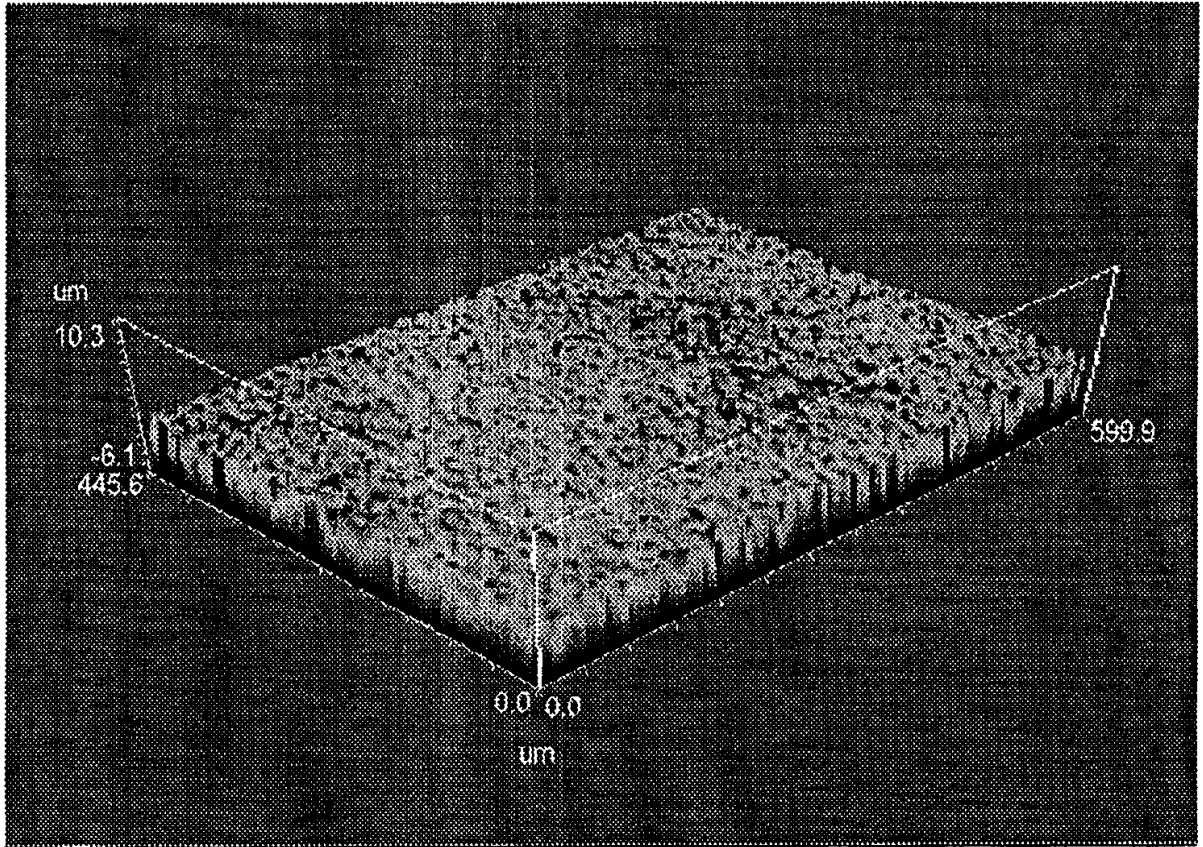


图 2



Ra=0.6988 μm, Rq=0.8864 μm, Rz=18.430 μm

图 3



$Ra=0.1987 \mu m, Rq=0.3044 \mu m, Rz=10.04 \mu m$

图 4