

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94193349.0

[45] 授权公告日 2001 年 6 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1067315C

[22] 申请日 1994.1.21 [24] 颁证日 2001.3.8

[21] 申请号 94193349.0

[30] 优先权

[32] 1993.9.13 [33] US [31] 08/120,300

[86] 国际申请 PCT/US94/00754 1994.1.21

[87] 国际公布 WO95/07797 英 1995.3.23

[85] 进入国家阶段日期 1996.3.11

[73] 专利权人 美国 3M 公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 T·L·胡珀曼 N·D·休厄尔

审查员 22 61

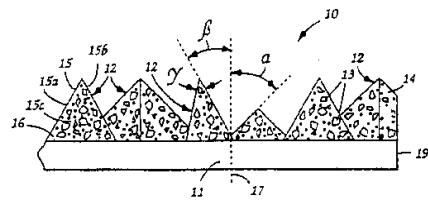
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 白益华

权利要求书 3 页 说明书 62 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 磨料制品、其制法及用法

[57] 摘要

一种带状结构的磨料制品(10)，其主表面(16)上散布着许多三维研磨复合体(12)，每个复合体都是由磨粒分散在粘合剂(14)中形成的，复合体具有由清晰的边界(15)所限定的精确的形状和特定的尺寸，各复合体的形状并不一一相同。本发明还涉及制造该磨料制品(10)的方法，包括所用的模具和原型。



00·09·25

权 利 要 求 书

1. 一种带状结构的磨料制品(10)，其主表面(16)上以固定的位置散布着第一和第二个三维研磨复合体(12)，每一个所述复合体(12)是由磨粒(13)分散在粘合剂(14)中构成的，并具有由清晰的边界(15)所限定的精确的形状，这个边界具有特定的尺寸，其中所述的第一个研磨复合体具有第一个精确形状，此第一个精确形状具有特定的第一种尺寸；所述的第二个研磨复合体具有第二个精确形状，此第二个精确形状具有特定的第二种尺寸，其中每一个所述研磨复合体具有一个由至少四个平面表面所限定的边界，其中相邻的平面表面相交于一个边，以限定其相交角，其中所述第一个研磨复合体的至少一个相交角与所述第二个研磨复合体的所有相交角都不相等。

2. 如权利要求 1 所述的磨料制品，其特征在于所述的研磨复合体均成对存在，每对包括两个不匹配的研磨复合体，一个研磨复合体与相邻的研磨复合体在形状上并不相同。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的磨料制品，其特征在于所述的第一个和第二个研磨复合体各有一个由至少四个平面表面所限定的边界，其中相邻的平面表面相交，构成具有一定长度的边，其中所述的第一个复合体的至少一个边的长度与第二个复合体的所有边的长度不相等。

4. 如权利要求 3 所述的磨料制品，其特征在于所述第一个复合体的至少一个边的长度与所述第二个复合体的任意边的长度之比在 10：1 至 1：10 的范围之内，但不包括 1：1。

5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的磨料制品，其特征在于所述的第一个和第二个研磨复合体分别具有第一种和第二种几何形状，而这两种形状是不相同的。

00·00·25

6. 如权利要求 5 所述的磨料制品，其特征在于所述的第一种和第二种几何形状选自立方、棱柱、棱锥、和截棱锥。

7. 如权利要求 1-6 中任一项所述的磨料制品，其特征在于所述第一个研磨复合体中的相邻平面表面的交角都不等于 0° 或 90° 。

8. 如权利要求 1-7 中任一项所述的磨料制品，其特征在于所述的研磨复合体为棱锥形。

9. 如权利要求 1 所述的磨料制品，其特征在于所述的表面有一个加工方向和相对的侧边，每一个侧边与加工方向轴平行，并且每一个侧边分别位于第一和第二虚平面内，这两个虚平面均与所述的表面垂直，在所述表面上按固定位置散布着许多平行的伸长的研磨脊，每个脊具有一个纵轴，该纵轴位于横向中点的位置，并沿一条虚线延伸，该虚线与所述第一和第二平面的交角既非 0° ，也非 90° ，其中每一条所述的研磨脊是由许许多多沿着所述的纵轴间隔散布着的所述三维研磨复合体构成的。

10. 如权利要求 9 所述的磨料制品，其特征在于，所述的许多条平行伸长的研磨脊散布成第一组和第二组，其中这两组研磨脊在所述的加工方向上或在与所述的加工方向垂直的方向上是各位于不相重叠的区域，其中所述的第一组内的至少一条研磨脊的所述纵轴是沿着一条虚线延伸，该虚线与所述第二组内一条研磨脊的至少一个纵轴所延伸的虚线相交。

11. 如权利要求 9 所述的磨料制品，其特征在于每一条研磨脊具有一个与所述表面相距最远的顶端，该顶端延伸至第三虚平面，该第三虚平面与所述表面是隔开的并与其平行。

12. 如权利要求 1 所述的磨料制品，其特征在于每一个所述研磨复合体都有一个与所述表面相距最远的顶端，该顶端至所述表面的距离为 50—1020 微米。

00.09.25

13. 如权利要求 1 所述的磨料制品，其特征在于所述的研磨复合体以 100—10,000 个研磨复合体/厘米²的密度固定在所述主表面上。

14. 如权利要求 1 所述的磨料制品，其特征在于所述主表面具有表面积，并且所述表面积为所述研磨复合体所覆盖。

15. 制造如权利要求 1 所述的磨料制品的方法，它包括如下步骤：

(a) 制备磨粒浆料，该浆料是由许多磨粒分散在一种粘合剂前体中构成的；

(b) 提供一个具有前表面和背表面的背衬(41)；提供一个在其至少一个主表面上有许多模腔的模具(46)，每个模腔具有一个由清晰界面所限定的精确形状，该形状具有特定的尺寸，其中所述的精确的模腔形状并不一相同；

(c) 提供将所述磨粒浆料施加进入所述模具(46)的许多所述模腔中的装置(44)；

(d) 将所述背衬的所述前表面与所述模具接触，使得磨粒浆料润湿所述前表面；

(e) 令粘合剂前述固化成粘合剂，于是固化的磨粒浆料转变为许多研磨复合体；

(f) 在固化以后，使模具与背衬分离，产生附着于背衬的许多研磨复合体，每个复合体具有由清晰边界所限定的精确形状并有特定的尺寸，而所述形状精确的研磨复合体的形状并不一相同。

16. 使用如权利要求 1 所述的磨料制品对工件进行研磨的方法，其步骤为：

(a) 将一工件表面与所述磨料制品作摩擦性接触；

(b) 令所述磨料制品与所述工件表面的至少一个相对于另一个进行运动，使得所述工件表面的光洁度有所提高。

00·00·05

说 明 书

磨料制品、其制法及用法

技术领域

本发明涉及一种带状结构的磨料制品，其主表面上散布着许多个形状精确的研磨复合体，但这些研磨复合体的精确形状并不一一相同。本发明还涉及制造这种磨料制品的方法，以及使用该磨料制品以提高表面光洁度的方法。

背景技术

一般说来，磨料制品所用的许多磨粒是粘合在一起形成一整体结构(如磨轮)，或者是分别粘结在一共同的背衬上(如涂覆磨料制品)。虽然这些类型的磨料制品用来对工件研磨和加工已有许多年，但仍存在一些问题。

例如，磨具工业一直面临着一个问题就是磨削速率(即一给定时间内从工件上除去的物质量)与磨料制品在工件表面上形成的表面光洁度总的来说呈反比关系。也就是说，很难设计一种磨料制品，它既能提供较高的磨削速率，又能在被研磨的工件上给出较细的表面光洁度。这就解释了为什么市场上存在着范围广泛的磨料制品，它们使用从粗磨料(即相对较大颗粒尺寸的磨粒)至细磨粒(即相对较小颗粒尺寸的磨粒)。分别且相继地使用这些磨料粒度不同的磨料制品，就可以在某种程度上成功地最终获得高磨削速率和优良光洁度，但其实际操作毕竟繁复而费时。很显然，一种能同时提供高磨削速率和优良光洁度的单一磨料制品在工业上就更为方便且是十分必要的。

了。

除了这些目标之外，在磨料工业上也还需要提供一种在工件上产生恒定的表面光洁度，同时减轻或避免划纹和/或振痕出现的磨料制品。划纹系指在工件表面产生较显著的不需要的槽沟，结果增加表面粗糙度(以 Ra 为单位)。Ra 是划痕深度的算术平均值，典型的是，当出现槽沟时，它们在工件表面的延伸方向是沿着磨料制品相对于工件表面运动方向的。另一方面，振痕则是在工件表面出现的不宜有的重复性的细槽，其出现的位置通常是有规则间隔的，而出现的方向是垂直于磨料带的运动方向。

虽然在研制新的和改进的磨料制品方面曾经作过许多努力，但上述问题迄今并未完全解决。虽然下面列举了一些描述各种磨料制品的文献，但其中没有一篇能对这些问题给出完全令人满意的结果。

美国专利 2,115,897(Wooddell 等)相当具体地叙述了一种带有背衬且背衬上由粘结剂附着了许多粘合磨料小块的磨料制品。这些粘合磨料小块可以按特定的图样很牢地粘结在背衬上。

美国专利 2,242,877(Albertson)叙述了一种制造压制磨盘的方法。该方法是先将磨粒嵌埋在涂覆于纤维质背衬上的粘合剂层中。然后在加热和加压条件下用一模板朝着粘合剂与磨粒层的深度方向施压使其具有模制的图案或轮廓，这样制成压制磨盘。这种磨盘的被模制表面具有特定的加工用表面图案，它是模板轮廓的反象。

美国专利 2,755,607(Haywood)叙述了一种具有台槽式磨料部分的涂覆磨料制品，这些磨料部分的平台和凹槽在整体上可以构成例如直线形图案或螺旋形图案。其制法是先在背衬的前表面覆以一层粘合剂层，然后对此粘结剂层进行梳刮处理以产生峰(平台)和谷(凹槽)，从而在此粘结剂层表面上形成图案。Haywood 指出，通过梳刮在粘结剂层中形成的每个平台和凹槽最好是宽度和厚度都相同，但可以不一样。其次，在起初制成有图案，随后固化成的平台和凹槽

中的磨粒是均匀分布的。Haywood 所用的磨粒乃是不以在粘合剂中与其它颗粒粘合在一起呈浆状使用的单个磨粒,因此,这些单个磨粒仍保持其不规则的,不精确的形状。

美国专利 3,048,482(Hurst)叙述了一种包含背衬、粘结系统、磨料团粒的磨料制品,其中磨料团粒藉粘结系统与背衬连接。磨料团粒本身则是一些磨料和粘合剂(与粘结系统分隔开的)的复合体。磨料团粒是三维的,形状上最好为棱锥形。为了制造这种磨料制品,先通过模压方法制出磨料团粒。再将背衬放入一模子中,然后加入粘结系统和磨料团粒。模式的腔壁上是有图案的,结果生成的磨料制品,其磨料团粒在背衬上也呈一定的图案。

美国专利 3,605,349(Anthon)是涉及一种精研型磨料制品。将粘合剂和磨粒混合,然后通过一格栅喷到背衬上。由于用了格栅,结果形成了有图案的磨料涂层。

英国专利申请 2,094,824(Moore)是涉及一种表面有图案的精研薄膜。先制备磨粒浆料,然后将此浆料通过一掩板施加用以形成断续的岛形区域。随后令树脂即粘合剂固化。掩板可以用丝网、模绘板、丝材或筛网。

美国专利 4,644,703(Kaczmarek 等)是关于一种含有背衬和附着于其上的磨料涂层的精研磨料制品。该磨料涂层则含有精研粒度磨粒的悬浮体和自由基聚合固化的粘合剂。磨料涂层可通过一转轮凹板印刷用的转轮印成一定的图案。

美国专利 4,773,920(Chasman 等)也是关于一种含有背衬以及附着于其上的磨料涂层的精研磨料制品。该磨料涂层则含有精研粒度磨粒的悬浮体和自由基聚合固化的粘合剂。磨料涂层可通过一转轮凹板印刷用的转轮印成一定的图案。

美国专利 4,930,266(Calhoun 等)叙述了一种表面有图案的磨料带,其中的磨料团粒与背衬紧密粘结,而且基本上位于一个平面

上,团粒之间有一个预定的距离间隔着。在该发明中团粒的施加是用冲击方法,使得每个团粒单个地粘结在背衬上。这样就制成了一种磨料带,其上的磨料团粒之间具有可精确控制的间距。

美国专利 5,014,468(Ravipati 等)是关于一种眼科用的精研薄膜。它具有一个有图案的表面涂层,该涂层是磨粒分散于一种;辐射固化的粘合剂中。这种有图案的表面涂层中,有许许多多相互分隔,突出的三维形体,其宽度随着离开背衬的方向而减小。为了制成这种有图案的表面,将磨料浆施加在一转轮凹板印刷用的转轮上,生成有图案的表面,然后将其从转轮上取下,辐射固化其中的树脂。

美国专利 5,015,266(Yamamoto)所述的磨料带子,其制法是在一压花带子上均匀涂上一层磨粒粘结剂浆料。这样生成的磨料涂层上就有高的和低的磨料部分,它们是因浆料的表面张力而生成的,这些或高或低的部分对应于压花基带上的表面不规则部分。

美国专利 5,107,626(Mucci)叙述了一种在基材上产生图案表面的方法,它是用一种含有许许多多形状精确的研磨复合体的涂覆磨料制品进行研磨的方法。那些研磨复合体的排列不是无序的,其本身的构成是许多磨粒分散在粘合剂中。

美国专利 5,152,917(Pieper 等)叙述了一种涂覆磨料制品,它有相当高的磨削速率,并在工件表面能产生比较优良的光洁度。Pieper 等人的这种结构磨料制品上有许多特定形状的研磨复合体,它们以一种规则的图案粘结在背衬上。Pieper 等人的磨料制品上这些研磨复合体形状的一致性也有助于在工件表面上产生恒定一致的表面光洁度。

公布于 1990 年 3 月 23 日的日本专利申请 S63-235942 叙述了一种制造具有一定图案的精研薄膜。将磨粒浆料涂覆到一个模板上的布成网络的许多凹穴中。然后将背衬覆在模板上,再令磨粒浆料中的粘合剂固化。最后,将生成的涂覆磨料制品从模板上取下。粘合剂

的固化可用辐射能，也可用热能进行。

公布于 1992 年 6 月 2 日的日本专利申请 JP4-159084 也叙述了一种制造精研带的方法。它是将含有磨粒和可用电子束固化的树脂的磨粒浆料施加在凹板印刷用的滚子或具有许多凹穴的模板的表面。然后使磨粒浆料接受电子束的辐照，使粘合剂固化，最后从滚子上取下生成的精研带。

提交于 1992 年 1 月 13 日的美国专利申请 07/820,155 (Calhoun)(该申请是通常地属于此申请的所有人的)，叙述了一种制造磨料制品的方法。它是将磨粒浆料涂覆到一压花基材上，进入其凹穴中。将由此形成的结构与一背衬叠压，令浆料中的粘合剂固化。将压花基材除去，磨粒即藉树脂粘着于背衬上面。

美国专利 5,219,462(Bruxvoort 等)叙述了一种制造磨料制品的方法。它是将一种磨粒浆料涂覆在一压花背衬上，基本上只进入其凹穴中。该浆料含有粘合剂、磨粒和一种膨胀剂。涂覆以后，令粘合剂固化，并令膨胀剂活化。这样就使浆料膨胀溢出凹穴到压花背衬的表面之上。

提交于 1993 年 1 月 14 日的美国专利申请 08/004,929 (Spurgeon 等)(该申请是通常地属于此申请的所有人的)叙述了一种制造磨料制品的方法。该专利申请的一个内容是将一种磨粒浆料涂覆到一压花基材上，进入其凹穴中。令辐射能穿透压花基材进入磨粒浆料中，使粘合剂固化。

提交于 1993 年 5 月 26 日的美国专利申请 08/067,708(Mucci 等)(该申请是通常地属于此申请的所有人的)叙述了用一种有一定结构的磨料制品对工件进行抛光的方法，该磨料制品是其背衬上粘结有许许多多形状精确的研磨复合体。在抛光时，该有一定结构的磨料制品进行着振荡运动。

曾有报导使用变节距锯齿作为弓锯条的刃口使得切割作用平

衡,性能平稳,例如在 Lenox Co. 的题为“Lenox Hackmaster V 变齿强力弓锯条”的商业广告上曾提到过。这种结构的弓锯条据称能用来锯金属棒料、成组的工件或者带有孔、槽或不连续部位的工件。但并未具体报导这种结构的弓锯条能适于两个相磨表面之间磨擦研磨的用途,包括其中有个表面是复杂的三维工件表面,而且 Lenox 的广告也未透露为此目的所能采取的措施。

虽然按照上述专利,即 Pieper 等人的专利制造的一些磨料制品能有高的磨削速率并给出较优良的表面光洁度,但人们观察到这些磨料制品用于那些一般仍用某些现有技术的磨料制品磨削的表面时,会产生划纹现象。例如,在磨料制品相对于要被研磨的工件表面是如何取向的意义上,许多磨料制品是有方向上的限制的,即有一些磨料制品使用时其方向不是可以任意的。如果偶而或因疏忽而使用不当,例如操作工人将这种磨料制品相对于要研磨的表面在方向上安装得不恰当,则可在被研磨表面上产生划纹,当然也还可能由于别的原因。

因此不难理解,如果有一种通用的磨削速率很高,而又能给出优良表面光洁度的磨料制品,它又不会因疏于操作而产生划纹,而且适用于很广泛的研磨条件,则磨具工业会对它给以很高评价的。

发明简述

本发明提供一种磨削速率高,仍能给出相当优良的表面光洁度的磨料制品。本发明提供一种带状结构的磨料制品,其主表面上散布着许多个形状精确的研磨复合体,但它们的形状并不一一相同。本发明还提供一种制备此磨料制品的方法、该方法中所用的模具以及使用该磨料制品提高表面光洁度的方法。

在一个实施方案中,本发明涉及一种带状结构的磨料制品,其主表面上在固定的位置上散布着许多三维的研磨复合体,每个复合体是由磨粒分散在粘合剂中构成的,并具有由基本上清晰的边界所限

定的基本上精确的形状，这个边界具有基本上特定的尺寸，且并非所有这些复合体的形状都一一相同。

在又一个实施方案中，基本上所有的上述研磨复合体都是成对存在的，每一对研磨复合体的两者之间并不匹配，一个研磨复合体与其相邻的研磨复合体在形状上并不相同。

本发明的另一个实施方案所涉及的磨料制品中，上述成对的研磨复合体中的第一个研磨复合体具有第一种精确形状，该形状具有特定的第一种尺寸，而另一个研磨复合体则具有第二种精确形状，该形状则有特定的第二种尺寸，其中第一种特定尺寸与第二种特定尺寸是不相同的。

在本发明磨料制品的又一个实施方案中，上述的第一个和第二个研磨复合体各有一个由至少四个平面表面所限定的边界，而两个相邻的平面表面相交，构成具有一定长度的边，而第一个复合体的至少一条边，其长度与第二个复合体所有边的长度不相等。在另一个实施方案中，该第一个复合体的至少一条边的长度与该第二个复合体的任一边的长度之比在 10：1 至 1：10 的范围之内，但不包括 1：1。

在本发明磨料制品的另一个实施方案中，上述的第一个和第二个研磨复合体分别具有第一种和第二种几何形状，而这两种形状是不一样的。例如上述的第一种和第二种几何形状可以选自立方、棱柱、圆锥、截圆锥、圆柱、棱锥、截棱锥等形状。

在本发明磨料制品的另一个实施方案中，每一个研磨复合体有一个由至少四个平面表面所限定的边界，而两个相邻平面表面相交于一条边，同时形成相交角，第一个研磨复合体的至少一个相交角与第二个研磨复合体的所有相交角均不相等。在一个优选实施方案中，第一个研磨复合体的相邻平面表面的交角中，没有一个角等于 0° 和 90°。在又一个实施方案中，基本上所有的研磨复合体都为棱锥形。

在本发明的又一个实施方案中，磨料制品的表面有一加工方向和两条相对的侧边，每一条侧边与加工方向轴平行，并且每一条侧边分别位于一个第一和一个第二虚平面内，这两个虚平面均与磨料制品表面垂直，在表面上固定地散布着许多条平行伸长的磨料脊，每条脊具有一个纵轴，该纵轴通过处于横向中点的位置，并沿一条虚线延伸，该虚线与上述第一和第二虚平面的交角既非 0° ，也非 90° ，而每一条研磨脊系由许许多多沿其纵轴间隔散布着的前述三维研磨复合体组成，

在本发明磨料制品的还有一种实施方案中，上述的许多条伸长的研磨脊是散布成第一组和第二组，而这两组研磨脊在主表面的加工方向上或与该加工方向垂直的方向上是各位于不相重叠的区域内，第一组内有至少一条研磨脊的纵轴是沿一条虚线延伸，该虚线与第二组内一条研磨脊的至少一个纵轴所延伸的虚线相交。

在本发明磨料制品的另一个实施方案中，每一条研磨脊具有一条与制品表面相距最近的顶端线，而每一条顶端线又延伸至一个第三虚平面，该平面隔着制品表面并与之平行。例如，在一个实施方案中，所有的研磨复合体从制品表面量起直至其远端的高度均相同，此高度的范围约为50—1020微米。

在本发明磨料制品的另一个较佳实施方案中，在主表面上固定附着的研磨复合体，其散布密度为每厘米²中有约100—10,000个研磨复合体。在又一个实施方案中，主表面的几乎全部面积均为研磨复合体所复盖。

本发明另一个实施方案是涉及制造所述的一种磨料制品的方法，该方法包括以下步骤：

- (a)制备磨粒浆料，它是由许多磨粒分散在一种粘合剂前体中构成的；
- (b)提供一个具有前表面和背表面的背衬；提供一个在其主表

面上有许多空穴即模腔的模具，每个模腔具有一由清晰界面所限定的精确形状，该形状具有特定的尺寸，而这些模腔的形状并不一一相同；

- (c) 提供将磨粒浆料施加进入模腔的装置；
- (d) 将背衬的前表面与模具接触，使磨粒浆料润湿该前表面；
- (e) 令粘合剂前体固化形成粘合剂，磨粒浆料在固化后即转变为许许多多研磨复合体；
- (f) 在固化以后，使模具与背衬分离，产生连接于背衬的许多研磨复合体，每个复合体具有清晰边界所限定的精确形状并具有特定的尺寸，这些形状精确的研磨复合体的形状并非都是一样的。

上述六个步骤最好是连续进行，以提供一个高效率的制造涂覆磨料制品的方法。

这个方法的实施也还可以是先将磨粒浆料施加到背衬上，而非施加到模具里，然后才将已涂覆有浆料的背衬与模具有模腔的一面相接触，填充进入模腔。

在另一个实施方案中，这里所述的具有研磨复合体的磨料制品用来磨削工件的表面，其步骤为：

- (a) 将工件表面与上述磨料制品作摩擦性的接触；
- (b) 令所述磨料制品与所述工件进行相对运动，以提高所述工件的表面光洁度。

在又一个实施方案中，本发明涉及用于制造前述磨料制品的模具，该模具具有带状结构并在其一个主表面上具有许多模腔，每一模腔具有由清晰边界所限定的一种精确形状，并有特定的尺寸，而这些模腔的形状并非都是一样的。

在本发明的另一个实施方案中，有一个制造原型的方法，此方法的产品即原型能用来成形前述的模具，所述原型有一个延伸在一个第一虚平面内的主表面，该方法的步骤如下：

(1) 确定对应于相邻两个三维形体的互相面对的左平面表面和右平面表面的角度的值, 所述的每一角度的值是该平面表面与一个与所述主表面垂直, 并含有所述平面表面与所述主表面接触的边线的平面之间的夹角, 确定这些角度的步骤如下:

(i) 用能在 0° 和 90° 范围内选取角度值的产生随机数的方法, 选取一个在 0° — 90° 范围内的角度值(但不包括 0° 和 90°), 以确定第一个右侧三维形体的第一个右平面表面的第一右半角;

(ii) 用所述的产生随机数的方法, 选取一个在 0° — 90° 范围内的角度值(但不包括 0° 和 90°), 以确定与第一个右侧三维形体的第一个右平面表面面对的第一个左侧三维形体的第一个左平面表面的第一左半角;

(iii) 沿着在所述第一虚平面内的第一方向延伸至达到与所述第一个左侧三维形体相邻的第二个左侧三维形体的第二个左平面表面, 用所述产生随机数的方法选取一个 0° — 90° 范围内的角度值(但不包括 0° 和 90°), 以确定所述左平面表面的第二个左半角;

(iv) 为与所述第二左平面表面相对的第二右侧三维形体的第二右平面表面, 也用所述产生随机数的方法选取一个 0° — 90° 范围内的角度值(但不包括 0° 和 90°);

(v) 沿所述第一个方向延伸至达到与所述第二个右侧三维形体相邻的第三个右侧三维形体;

(vi) 依序重复上述的步骤(i)、(ii)、(iii)、(iv)和(v), 至少重复一次;

(2) 重复步骤(1), 不同的是为在所述第一个虚平面内直线沿伸的第二个方向上两个相邻行中散布的相邻的三维形体的左平面表面和右平面表面, 确定有关角度的值。

(3) 对于所述原型的所述表面的给定的宽度上, 确定用一切削方法所需切削出的槽沟的位置, 以形成一系列相交的槽沟, 这些槽沟界

定出许多具有步骤(1)和(2)所计算的角度,形状精确的三维形体;

(4)提供一切削装置,用来按照步骤(1)和(2)所计算的角度以及步骤(3)所确定的所述槽沟的位置,在所述原型的所述表面上切削出槽沟,以形成一系列相交的槽沟,这些槽沟即界定出许多从所述表面凸出的形状精确的三维形体,所述的形状精确的三维形体由一清晰边界所限定并具有一些特定尺寸,而并非所有所述的三维形体均相同。这个原型然后即可用来形成前述的模具,其方法例如可将一聚合物熔体施加到原型的表面上,待聚合物固化后将由其固化成的模具卸下,该模具即具有一个含许多模腔的表面,这些模腔的形状与原型表面的凸出部位呈反象的关系。

在本发明的这个方面,原型表面上形成的凸出部位的右半角和左半角最好各在 8° — 45° 范围内,并且这些三维形体宜为棱锥。

由下面对本发明的附图和较佳实施方案的叙述可以更好地理解决本发明的其它特征、优点和构思。

附图简述

图1是本发明磨料制品的一种实施方案的端视截面图。

图2是本发明磨料制品的另一种实施方案的端视截面图。

图3是制造本发明磨料制品的一套设备的侧视示意图。

图4是制造本发明磨料制品的另一套设备的侧视示意图。

图5是对一种本发明磨料制品的上表面摄取的45X扫描电子显微镜(SEM)照片,该制品具有许多高为355微米但有其它不同尺寸的棱锥形研磨复合体。

图6是对一种本发明的聚丙烯模具的上表面摄取的25X扫描电子显微镜(SEM)照片,该模具有许多深为355微米,但有其它不同尺寸的模腔。

图7是一种本发明模具的平面示意图。

图8是一种本发明磨料制品表面形貌的平面示意图,该制品表

面具有许多棱锥形的研磨复合体，其中相邻复合体的高度相等，但侧面的角度不同。

详细叙述

本发明的磨料制品具有高的切削速率，但在被研磨的工件上仍能给出相当好的表面光洁度，并且不易在工件表面产生划纹。虽然现时我们不拟为任何理论所束缚，但可以设想，具有完善节距的一列阵研磨复合体（即其中所有复合体在形体尺寸上均全同的一列阵研磨复合体）会产生振动共振现象，结果进行磨削的磨料制品表面会达到一种共振振动状态，这就会产生表面光洁度上的问题（被称为振痕）。在本发明中，据信若在相邻的形状精确的研磨复合体之间有尺寸上的差异，就会抑制这种振动共振并/或防止其发展，结果能使磨料制品以高磨削速率工作，并产生优良的表面光洁度，除了划纹减少以外，振痕现象也减轻了。

在本发明中，“形状精确的”或类似的术语在这里系描述这种研磨复合体，它的形状是磨粒和可固化粘合剂的可流动混合物在仍受背衬承载并填充在模具表面上的模腔中时经固化形成的。这样生成的“形状精确的”研磨复合体就会精确地与模腔的形状相同。而且，研磨复合体的精确形状为比较光滑的侧表面所限定，这些侧表面是由具有明确长度并有明确端点的锐边所连接，这些锐边系由各侧表面相交生成，同时至少有一个所述的研磨复合体至少有一个尺寸与其相邻的研磨复合体不同。

在本发明中，用来限定研磨复合体所占空间的“边界”是指每个研磨复合体的外露表面和边缘，它们限定着每个研磨复合体三维形体的实际空间范围。当本发明磨料制品的截面用一显微镜例如扫描电子显微镜观察时，这些清晰的边界是很容易清楚可见的。每一研磨复合体的清晰边界就构成了本发明研磨复合体精确形状的截面轮廓。这些边界将研磨复合体互相隔开并区分之，即使当这些研磨复合

体在它们的底部沿一公共边界邻接时也是如此。与此相比，在那些不具有精确形状的研磨复合体上，其边界和边缘都不确定，例如当研磨复合体在固化完成之前若产生垂弛就是如此。

在本发明中，用来限定研磨复合体的术语“尺寸”系指空间范围的一种量度，例如与研磨复合体相关联的形体的一个表面（包括底面）的边长；“尺寸”还可以是指一个侧表面相对于背衬表面的倾角的量度。因此，在本发明中，对于两个不同的研磨复合体的“尺寸”是“不同的”，其意义是某第一个研磨复合体的两个平面表面的相交边的边长或这两个平面表面的相交角，与限定复合体列阵中的某第二个复合体形状的边长或相交角绝不相等。在较好的实施方案中，这第一和第二个研磨复合体可以是相邻的。

在本发明中，“几何形状”系指三维的规则几何形状的某一类型，例如立方体、棱锥、棱柱、圆锥、圆柱、截棱锥、截圆锥等。

在本发明中，“相邻复合体”及类似术语在这里是指至少两个相邻的复合体，在其连接直线上不存在居中的研磨复合体。

现参见图1进行说明。这个磨料制品的侧视图表明了：具有两个相对侧边19（图中只表示其一个侧边）的背衬11，与所述侧边19方向平行的磨削加工方向轴（图中未示），固定于背衬上表面16的许多研磨复合体12。研磨复合体12是由许多磨粒13分散在粘合剂14中构成的。每个研磨复合体均具有清晰而精确的形状。在此涂覆磨料制品使用之前，磨粒最好不应露出在复合体的平面表面15之外。随着此涂覆磨料制品被用来进行研磨操作，复合体就会破碎露出未用的磨粒。

在本发明的一个场合中，即研磨复合体以恒定节距间隔时（两相邻研磨复合体中心之间的峰至峰距离恒定不变），“相邻”复合体将包括一个最邻近的复合体或多个与该参照复合体（有不同尺寸）等距离的最邻近复合体。然而在本发明的另一个场合中，其中研磨复合体是

按不同节距间隔，则“相邻复合体”有可能包括一个与参照复合体(有不同尺寸)不一定是距离最近的复合体，只要在两者的连接线上并不存在居中的复合体。

背衬

背衬可以方便地在本发明中用来提供供研磨复合体散布于其上的表面，背衬可用任何通用的背衬。例如，聚合物薄膜、打了底的聚合物薄膜、布、纸、硬化纸板、无纺织物以及它们的组合。背衬也可以是一种增强热塑性背衬，如受让人的待批美国专利申请 No. 07/811, 547(Stout 等, 1991 年 12 月 20 提交)中所述的；也可以是一根环形带，如受让人的待批美国专利申请 No. 07/919, 541(Benedict 等, 1991 年 12 月 20 提交)中所述的。对背衬可以进行某种或多种处理使其孔隙密封起来，并/或改善其某些物理性能。在本技术领域中这些处理是已知的。

背衬在其背面还可以有一个连接装置，使得形成的涂覆磨料制品固定在一支持垫上。这个连接装置可以是一层压敏粘结剂或一个用于钩环连接的环形织物。也可以用一种互相啮合的连接手段，如美国专利 5,201,101(Rouser 等)中所述的。

磨料制品的背面也可以有一层防滑即摩擦作用的涂层。这种涂层实例如无机粉末(如碳酸钙或石英)分散在粘结剂中的组合物。视需要，在磨料制品中也可加入一层如炭黑或氧化钒材料的抗静电层。

研磨复合体

a. 磨粒(磨料颗粒)

磨粒的粒度范围一般为 0.1—1500 微米，常在 0.1—400 微米，宜为 0.1—100 微米，0.1—50 微米更佳。磨粒的莫氏硬度宜至少为 8，更宜大于 9。这类磨粒的例子包括熔融氧化铝(包括棕色氧化铝、热处理氧化铝、白色氧化铝)、陶瓷氧化铝、绿色碳化硅、碳化硅、氧化铬、氧化铝氧化锆、金刚石、氧化铁、二氧化铈、立方氮化硼、碳化硼、

石榴石以及它们的组合。

磨粒这个词也可包括许多单个的磨粒粘合在一起所形成的磨料团聚物。对本发明适用的磨料团聚物在美国专利 4,311,489(Kressner), 4,652,275(Bloecher 等) 和 4,799,939(Bloecher 等) 中均有进一步叙述。

在磨粒表面覆以一层表面涂层也属本发明范围。这种表面涂层可有各种功能。有时它是用以增加颗粒与粘合剂的粘接, 有时是改变磨粒的研磨特性, 等等。表面涂层材料例如有偶合剂、卤化物盐、金属氧化物如二氧化硅、高熔点金属氮化物、高熔点金属碳化物等。

在磨料制品中还可以有稀释剂颗粒。它们的粒度可以与磨粒粒度在数量级上相同。用作稀释剂的实例有石膏、大理石、石灰石、燧石、二氧化硅、玻璃小泡、玻璃珠、硅酸铝等。

b. 粘合剂

研磨复合体的形成是将磨粒分散在一种有机粘合剂中实现的。有机粘合剂可是热塑性粘合剂, 但宜用热固性粘合剂。粘合剂是由粘合剂前体形成的。在制造磨料制品过程中, 将热固性粘合剂前体接受一能源的作用, 该能源有助于聚合即固化过程的引发, 能源的例子有热能、包括电子束、紫外光、可见光的辐射能。经此聚合过程, 粘合剂前体即转变为固化的粘合剂。对于热塑性粘合剂前体, 则用另一种方法, 即在制造磨料制品过程中, 让热塑性粘合剂前体冷却至一定温度, 令粘合剂前体固化, 即形成了研磨复合体。

研磨复合体中的粘合剂一般也起着将复合体附着在背衬前表面上的作用。但有时在背衬的前表面与研磨复合体之间用另一粘结层。

热固性树脂有两大类: 缩合固化的和加成聚合的。适宜采用加成聚合树脂, 因为它经辐射能照射即易固化。加成聚合树脂可通过阳离子机理或自由基机理进行聚合。根据所用的能源和粘合剂前体的化学类型, 有时还宜加入一种固化剂、引发剂或催化剂来引发聚合反

应。

有代表性的粘合剂前体的实例有酚醛树脂、脲甲醛树脂、密胺甲醛树脂、丙烯酸化聚氨脂、丙烯酸化环氧物、含不饱和烯键的化合物、具有侧位不饱和羧基的氨基塑料衍生物，具有至少一个侧位丙烯酸酯基的异氰脲酸酯衍生物，具有至少一个侧位丙烯酸酯基的异氰酸酯衍生物、乙烯醚、环氧树脂，它们的混合物和组合物。丙烯酸酯这个词包括丙烯酸酯与甲基丙烯酸酯。

酚醛树脂广泛用作磨料制品粘合剂，因为其具有适宜的热性质，供应方便而且价格也较低。有两类酚醛树脂，即酚醛树脂 A 和酚醛清漆。前者的甲醛对苯酚的摩尔比大于或等于 1，一般为 1.5 : 1.0 至 3.0 : 1.0。后者的甲醛对苯酚的摩尔比小于 1 : 1。酚醛树脂商品例如有 Occidental Chemicals Corp. 的“Durez”和“Varcum”；Monsanto 公司的“Resinox”；Ashland Chemical Co. 的“Aerofene”和“Aerotap”。

丙烯酸化聚氨酯是末端带有羟基的，NCO 扩展的聚酯或聚醚，其商品例如有 Morton Thiokol Chemical 的 UVITHANE 782，Radcure Specialties 的 CMD6600, CMD8400, CMD8805。

丙烯酸化环氧物是环氧树脂的二丙烯酸酯，例如双酚 A 环氧树脂。其商品例如有 Radure Specialities 的 CMD3500, CMD3600 和 CMD3700。

含有不饱和烯键的化合物包括含碳、氢、氧，有时还含氮、卤素的单体化合物和聚合物化合物。氧或氮原子或这两种原子通常存在于醚、酯、尿烷、酰胺和脲基团中。含烯键的不饱和化合物宜用分子量小于 4,000 的，它们宜为由含有脂族-羟基或脂族多羟基的化合物与不饱和羧酸（如丙烯酸、异丁烯酸、衣康酸、巴豆酸、异巴豆酸、马来酸等）反应生成的酯。丙烯酸酯树脂的代表性例子有异丁烯酸甲酯、异丁烯酸乙酯、苯乙烯、二乙烯基苯、乙烯基甲苯、乙二醇二丙烯酸酯、

乙二醇异丁烯酸酯、己二醇二丙烯酸酯、三甘醇二丙烯酸酯、三丙烯酸三羟甲基丙酯、三丙烯酸甘油酯、季戊四醇三丙烯酸酯、季戊四醇异丁烯酸酯、季戊四醇四丙烯酸酯。其它含烯键的不饱和树脂包括单烯丙酯类、多烯丙酯和聚甲代烯丙酯类、羧酸的酰胺类，例如邻苯二甲酸二烯丙酯、己二酸二烯丙酯和 N,N-二烯丙基己二酰二胺。含氮的其它化合物还有：三(2-丙烯酰氧乙基)异氰脲酸酯、1,3,5-三(2-异丁烯酰氧乙基)-S-三嗪、丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、N-甲基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、N-乙烯基吡咯烷酮和 N-乙烯基哌啶酮。

氨基塑料树脂每个分子或低聚物具有至少一个侧位 α -、 β -不饱和羰基。这些不饱和羰基可以是丙烯酸酯、异丁烯酸酯或丙烯酰胺类型的基团。这类材料的例子有 N-羟甲基-丙烯酰胺、N,N'-氧联二甲基-二丙烯酰胺、邻和对丙烯酰氨基甲基化酚、丙烯酰氨基甲基化酚醛清漆以及它们的组合。这些材料的例子在美国专利 4,903,440(Larson 等)和 5,236,472(Kirk 等)中还有叙述。

具有至少一个侧位丙烯酸酯基的异氰脲酸酯衍生物和具有至少一个侧位丙烯酸酯基的异氰酸酯衍生物在美国专利 4,652,274(Boettcher 等)中有进一步叙述。一种宜采用的异氰脲酸酯材料是三(羟乙基)异氰脲酸酯的三丙烯酸酯。

环氧树脂具有一个环氧乙烷，藉开环作用而聚合。这种环氧化物树脂包括单体环氧树脂和低聚物环氧树脂。某些宜采用的环氧树脂的例子有 2,2-双[4-(2,3-环氧丙氧基)-苯基丙烷](双酚 A 的二缩水甘油酯)和 Shell Chemical Co. 的商品“Epon 828”、“Epon1004”和“Epon1001F”，Dow Chemical Co. 的商品“DER-331”、“DER-332”和“DER-334”。其它适用的环氧树脂还有酚醛清漆的缩水甘油酯(如 Dow Chemical Co. 的“DEN-431”和“DEN-428”)。

本发明的环氧树脂可通过加入一种合适的阳离子固化剂藉阳离子机理进行聚合。阳离子固化剂是产生一种酸源物质引发环氧树脂

的聚合。这些阳离子固化剂可包括一种具有鎘阳离子和含卤素的金属或准金属配合阴离子的盐类。其它阳离子固化剂包括一种具有有机金属配合阳离子和含卤素的金属或准金属配合阴离子的盐类，这在美国专利 4,751,138(Tumey 等)(第 4 栏第 65 行至第 9 栏第 45 行)中有进一步的叙述。另外的例子是有机金属盐和鎘盐，在美国专利 4,985,340(Palazzotto)(第 4 样第 65 行至第 14 样第 50 行)和欧洲专利申请 304,161 及 306,162 中均有叙述。其它阳离子固化剂包括有机金属配合物的离子盐，其中的金属选自周期表 NB、VB、MB、VIB 和 VIII B 族，在欧洲专利申请 109,851 中有叙述。

就自由基固化的树脂而言，在有些情况下，磨粒浆料还宜含有一种自由基固化剂。但若采用电子束辐射源，则固化剂并不总是需要的，因为电子束本身会产生自由基，

自由基热引发剂的例子包括过氧化物，例如过氧化苯甲酰、偶氮化合物、二苯酮和醌。对紫外或可见光能源，这种固化剂有时称为光引发剂。在受紫外光作用时能产生自由基源的引发剂，包括(但不限于)有机过氧化物、偶氮化合物、醌、二苯酮、亚硝基化合物、丙烯基卤、腙(hydrozones)、巯基化合物、吡喃鎘化合物、三丙烯基咪唑、联咪唑、氯化烷基三嗪、苯偶姻醚、苯偶酰缩酮、噻吨酮、乙酰苯衍生物以及它们的混合物。关于受可见光作用能产生自由基源的引发剂例子可参见美国专利 4,735,632(Oxman 等)，其名称为含三元光引发剂系统的涂覆磨料粘合剂。用于可见光的较好光引发剂是 Ciba Geigy Corp. 的商品“Irgacure 369”。

磨粒与粘合剂的重量比可为 5—95 份磨粒与 95—5 份粘合剂；更常用的是 50—90 份磨粒与 50—10 份粘合剂。

c. 添加剂

磨粒浆料还可含有一些任选的添加剂，例如填料(包括研磨助剂)、纤维、润滑剂、润湿剂、触变性物质、表面活性剂、颜料、染料、抗

静电剂、偶合剂、增塑剂、悬浮剂等。这些物质的用量以达到所需性质为宜。采用这些物质可能影响研磨复合体的耐腐蚀性。有时是有意地加入某种添加剂使研磨复合体更易受磨蚀，以除去已变钝的磨粒，从而将新的磨粒露出。

适用于本发明的填料如：金属碳酸盐（例如碳酸钙（如白垩、方解石、泥炭岩、石灰华、大理石、石灰石）、碳酸钙镁、碳酸钠、碳酸镁），硅石（例如石英、玻璃珠、玻璃小泡、玻璃纤维），硅酸盐（例如滑石、粘土、蒙脱土、长石、云母、硅酸钙、偏硅酸钙、铝硅酸钠、硅酸钠），金属硫酸盐（例如硫酸钙、硫酸钡、硫酸钠、硫酸铝钠、硫酸铝），石膏，蛭石，木粉，铝的三水化物，炭黑，金属氧化物（例如氧化钙即石灰、氧化铝、氧化钛），金属亚硫酸盐（例如亚硫酸钙）。

填料这个术语还包括那些在磨具工业中称为研磨助剂的物质。研磨助剂定义为一种颗粒物质，其加入对于研磨的化学与物理过程有显著的影响而引起其研磨性能的提高。研磨助剂化学类别的例子包括蜡、有机卤化物、卤化物盐、金属及其合金。有机卤化物在研磨过程中一般会分解，释放出一种卤酸或气态卤化物。这类物质例如有氯代蜡，如四氯代萘、五氯代萘和聚氯乙烯。卤化物盐如氯化钠、钾冰晶石、钠冰晶石、铵冰晶石、四氟硼酸钾、四氟硼酸钠、四氟化硅、氯化钾、氯化镁。金属的例子如锡、铅、铋、钴、锑、镉、铁、钛。其它的杂类研磨助剂有硫、有机硫化物、石墨和金属硫化物。

抗静电剂例如有石墨、炭黑、氧化钒、湿润剂类物质等，在美国专利 5,061,294 (Harmer 等)、5,137,542 (Buchanan 等) 和 5,203,884 (Buchanan 等) 中有叙述。

偶合剂具有可在粘合剂前体与填料颗粒或磨粒之间提供偶合桥梁的作用，其例子有硅烷、钛酸盐和锆铝酸盐。磨粒浆料中偶合剂的适宜含量为 0.01—3 重量%。

作为悬浮剂的一个例子是一种比表面积小于 150 平方米/克的

硅石颗粒，它以商品名“OX-50”购自 DeGussa Corp.。

研磨复合体的形状

每个研磨复合体均有一精确形状。这个精确形状由一清晰的边界所限定，这些术语的定义已在上面给出。当本发明的研磨复合体的截面用一显微镜例如扫描电子显微镜(如图 5 所示)观察时，此清晰的边界是很容易清楚可见的。每一研磨复合体的清晰边界就构成了本发明研磨复合体精确形状的外部轮廓。这些边界将研磨复合体互相隔开并区分之，即使当这些研磨复合体在它们的底部沿一公共边界邻接时也是如此。

与此相比，在那些不具有精确形状的研磨复合体上，其边界和边缘都不确定，例如当研磨复合体在固化完成之前若产生垂弛就是如此。因此这里在描述研磨复合体时所用的形状精确之类的词语也是指那些研磨复合体，它的形状是当磨粒和可固化粘合剂的可流动混合物仍被背衬所承载并填在模具表面上的模腔中时，通过此混合物中的粘合剂固化而形成的。这样形成的形状精确的研磨复合体就会在形状上与模腔精确地一致。模具中的这些模腔示于图 6。

许多这样的复合体是三维的形体，它从背衬表面向外突起的形式与模具中对应模腔向内突起的形式恰好相反。每一复合体由一清晰的边界所限定，该界面的底部即是其与背衬附着的界面。边界所包围的其余部分与复合体在其中固化的模腔的形状恰好倒置。复合体的全部外表面在其固化形成过程中由背衬或由模腔所限定。形成形状精确的复合体的方法与技术在美国专利 5,152,917(Pieper 等)中有所叙述。

但本发明与美国专利 5,152,917(Pieper 等)不同，不同之处至少在于其中在研磨复合体的列阵中其形体的尺寸不同。这一点可以藉任何常规方法达到，例如可以在一个磨料制品的复合体列阵的全部或其一部分中，为两个相邻的复合体形状任意指定至少有一个尺

寸不同。可以在原型的表面上,例如用一金刚石刀具车床车削出一列阵槽沟,由此原型制出具有一列阵模腔的模具,该模具即可用来接受和模压所述的磨粒浆料,这些模腔即是预定的该列阵研磨复合体形状的反形体。也可以在所谓的金属原型(如用铝、铜或青铜)或者塑料原型(如用聚丙烯酸酯塑料)的表面加工形成形状尺寸不同的研磨复合体的所需的形状轮廓,例如用金刚石刀具车削出槽沟,使得其上突部分对应于研磨复合体所需的预定形状,而槽沟车削好以后可以镀镍。然后,如美国专利 5,152,917(Pieper 等)所述,可以由此原型一般制出模具。结果所得的塑料模具的表面上有着与要成形的研磨复合体呈反形的许多凹穴即模腔。金属原型的制造方法也可以是在可用金刚石刀具车削的金属如铝、铜或青铜的金属表面上用金刚石刀具车削出槽沟,然后镀镍制成金属原型。制造尺寸不同的研磨复合体的示例性方法在下面将详细叙述。

关于研磨复合体本身的结构可参见图 1,其中的研磨复合体 12 具有边界 15。其形体的边界使得一个研磨复合体在某种程度上与相邻的另一研磨复合体是隔开的。为了形成各自的研磨复合体,构成其形体的边界的一部分须是互相隔开的。参见图 1,复合体的底部即其最靠近背衬的那部分可与相邻复合体对接。参见图 2,本发明的磨料制品 20 有一个背衬 21,其上面粘接着许多研磨复合体 22。研磨复合体本身则是将许多磨粒 23 分散于粘合剂 24 中构成的。在本发明的这一实施方案中,相邻的复合体之间存在空隙空间 25。也属本发明范围的是许多研磨复合体粘接于背衬上,而其中相邻的复合体之间,有些是对接的,而有些则是留有空隙空间的。

在有些场合,例如对棱锥的,非圆柱形的复合体,作为其边界的一些平面。对于具有几个平面表面的复合体,至少有四个平面,包括三个侧面和底面。一给定形体的平面表面数目随其所需的几何形状而异,例如其数可为 4 至 20 个以上。一般为 4—10 个平面,最好为

4—6个平面。这些平面相交，形成了所需的形体，这些平面的交角如何决定了其形状尺寸。参见图1，研磨复合体12，其界面是平面性的。侧平面15A和15b以角度 γ 相交，而截面15c则面对观察者，与页面共平面。

本发明的一个要点就是在一列阵研磨复合体中，至少有一个复合体具有与另一个复合体不同的尺寸。这不同的尺寸最好是在至少一对相邻的复合体之间，更好的是，在磨料制品表面上的每一对相邻的复合体之间。所谓“每一对”相邻复合体这一词包含着对表面上的每一复合体相对于其相邻复合体的某种人为的含义。一般说来，相邻复合体对数中的至少10%，其相互之间应有不同的尺寸，较好至少有30%，更好有至少50%。最好的则是基本上100%研磨复合体都与其各自成对相邻的研磨复合体在尺寸上有所不同。在研磨复合体之间尺寸不同，具体即是成对的相邻研磨复合体之间尺寸不同，这个前提造成的结果就是该磨料制品在被研磨的工件表面上可产生较好的光洁度。由于相邻研磨复合体在尺寸上不同，由形状精确的研磨复合体在工件表面上产生划纹的可能性即减小。一般说来，若少于10%的成对相邻复合体在尺寸上不同，则本发明意图在提高磨削速率和表面光洁度的同时也要降低划纹这一目标就不能满意地实现。一般，具有不同尺寸的相邻研磨复合体的对数的选择，应务使划纹现象降至最小。这种对数占总对数的百分数视许多因素而定，如工件类型、研磨时的界面压力、磨料制品的转速以及其它研磨条件。

下面的内容也属本发明范围，即可以有一些（但不可全部）表面上的研磨复合体具有完全相同（形状和尺寸上均相同）的形状。但这些形体完全相同的复合体不应相邻，以利于充分实现本发明的优点，例如在磨料制品中可以有两个研磨复合体具有相同尺寸定义的形状。但它们在复合体列阵中应该是隔开的，至少有一个在尺寸上均与这两者不同的研磨复合体位于其中间。



至少有一个研磨复合体的至少一个尺寸与另一个复合体的不同。但有两个或多个不同尺寸,这也属本发明范围。这些尺寸可指种种,例如复合体的两个平面表面相交形成的边长不同,又如其两个平面表面相交形成的角度不同;又如研磨复合体的几何形状的类型不同,因而也就使得边长和/或角度不同。

如果为了本发明的目标,研磨复合体的某个边长有所不同,在一个实施方案中,该边的长度即尺寸(对于均为棱锥体的情况,且锥的高度为 25—1020 微米)差别,尤其是对于相邻复合体而言,可为约 1—500 微米,较好为 5—250 微米。在一个实施方案中,在复合体列阵中,某一个复合体的至少一个边的长度相对于另一复合体的任一边长之比可为 10 : 1 至 1 : 10,但不包括 1 : 1,在两相邻复合体之间尤其如此。

更一般地说,本发明的研磨复合体可为任何合适的形状,但宜为三维的规则的几体形状,例如立方形,棱柱形(如三角,四角,六角等)、圆锥形、截圆锥形(平顶)、圆柱形、棱锥形、截圆锥形(平顶)等。相邻研磨复合体的几何形状可以不同,例如,可以是棱锥体与棱柱体相邻,以形成所需的尺寸上的差异。在本发明的一个实施方案中,研磨复合体例如棱锥体的形状均具有相同的高度(由背衬表面量起),其范围为 50—1020 微米。

一种宜采取的形体是棱锥,此棱锥可以是四或五个平面(包括底面)的棱锥。在一个优选实施方案中,所有研磨复合体均为棱锥。更好的是,其相邻棱锥形复合体之间的尺寸差异是改变其一个侧面与背衬之间的角度。例如,如图 1 所示的相邻棱锥形复合体的侧面所形成的角度 α 和 β 是互相不同的,并各自在 0° 和 90° 之间(不包括 0° 和 90°)取不同的值。最好的是,在棱锥形复合体的侧面和垂直通过相应侧面与背衬的交点的虚平面 17(图 1)之间的夹角应大于或等于 8° ,但小于或等于 45° 。从实际观点看,若该角小于 8° ,会使固化的复合

体从模具上卸脱有较大的困难。另一方面,若该角大于 45° ,会不恰当地增大相邻研磨复合体之间的空隙,以致在背衬面积上所提供的研磨表面积不充分。

还要注意的是,角度 α 和 β 应各在 0° 至 90° 的范围内,并且其差别至少为约 1° ,最好差约 5° 。

还要注意的是,所形成的棱锥形研磨复合体中,每个棱锥体的两个侧面在其截面图上相交形成的材料内角 γ (见图 1)宜大于或等于 25° ,且小于或等于 90° 。下限 25° 可以是个实际下限,因为用所述的浆料和模具构型的方法,对于顶角很尖锐,小于 25° 的研磨复合体来说,形成这么小的顶角是困难的。为了充分实现本发明的好处,关于材料内角 γ 的这个限制条件应与前述的限制条件结合起来采用,前述的限制条件是相邻复合体之间的夹角 α 和 β 如前所述应既是不同的,又是在 0° 和 90° 之间随机选取的。

而且,在任何单个的研磨复合体中,其本身的不同平面表面与背衬表面所呈的角度无需相同。例如,在一具有四个平面表面(一个底面和三个侧表面)的棱锥中,其三个不同侧表面与背衬表面之间的角度可以相互不同。自然,侧表面相互之间相交所形成的角度也可以相互不同,而且与其和背衬之间的角度也不相同。

在本发明的那些其相邻复合体在尺寸上的差异表现在相邻复合体的侧表面角度例如 α 和 β (见图 1)不同的实施方案中,为相邻复合体之间的 α 和 β 角各自所选取的对应值,在复合体的列阵中最好不要恒定不变(重复),相信这就可以进一步保证不会产生工件与磨料制品之间的共振现象。因此,当人们沿着磨料制品的宽度方向或长度方向观察一对对相继邻近的两个复合体时,角度 α 和 β 的值在 0° 和 90° 范围内最好应是不同的(例如,见图 8)。在复合体列阵中不同相邻复合体组之间的 α 和 β 的改变可以用任何常规的方式实现,例如在 0° 和 90° 范围对 α 和 β 的值进行随机选取。

例如,如果说在一行研磨复合体中,对每个复合体的右半角 α (图 1)可以在 0° 和 90° 范围内随机选取的话,则在相邻的复合体行中,对于对应相邻复合体的面对 α 的左半角 β 也是随机选取;并且,当人们在磨料制品表面的宽度或长度方向上沿着复合体列阵的另两行观察,对其次一对对相邻复合体来说,则在 0° 和 90° 范围内又是随机选取一新的左半角 β 值和一新的右半角 α 值,在复合体列阵中可依次这样进行下去。这种做法是可取的,目的是在磨料制品的研磨复合体列阵中,在 0° 和 90° 之间获得一较均匀的角度分布。

在前述的宜采取的限制条件之下,在研磨复合体的整个列阵中随机地实际选取 α 、 β 和 γ 角度的值,可以按任何常规的方式进行。例如,可以在前述的数值优选范围的条件下,对角度的值采用藉抽取进行的系统随机选择法。对一列阵,这种系统随机选取法可以用一普通计算机,例如一台式计算机,在上述的角度值限制范围内进行随机的选取。在统计学和计算机领域中,人们一般是熟知选取随机数字用的算法的,它已经用于本发明。例如,人们熟知的为产生伪随机数用的线性同余法可以用来随机地选取角 α 和 β 的值。为本发明研磨复合体形状的侧表面角度的选定,随机数字产生方法的应用和实施将在后面附录中所述的计算机源程序中例示说明之。

无论如何,列阵中的研磨复合体的角度值一旦这样选取以后,即 can 用 来 确 定 并 表 述 在 一 金 属 模 具 或 模 具 的 表 面 上 用 金 刚 石 刀 具 车 削 形 成 的 模 腔 的 式 样 和 形 状,而 该 模 具 则 可 用 来 用 所 述 方 法 制 造 本 发 明 的 具 有 研 磨 复 合 体 的 磨 料 制 品。

在有些场合,需要使所有的复合体都具有相同的几何形状类型和高度。这个高度系指该磨料制品使用之前研磨复合体由背衬表面量至其最外端点的距离。若高度和形状类型相同,则平面表面之间的角度宜不同。

为了在工件表面获得优良的光洁度,要注意的是每个研磨复合

体的峰不宜排在与研磨方向平行的同一行上。否则的话，将会在空间上产生细槽，结果表面光洁度太粗糙。因此，研磨复合体应互相稍有错开以避免这种取向。

一般而言，每平方厘米上至少宜有 5 个研磨复合体，有时至少应有 100 个，2,000—10,000 个更佳。对于研磨复合体的密度并不存在操作上的上限；虽然从实际角度看来，超过一定密度，已不可能增加模腔密度和/或在用来制造研磨复合体列阵的模具表面上加工形成形状精确的模腔。一般说来，若研磨复合体的数密度增加，磨料制品将会有较高的磨削速率，较长的寿命，并且在被研磨的工件上产生较优的表面光洁度。并且此时每个研磨复合体上的作用力也较小。在有些情况下，这会导致研磨复合体较好的，更为稳定的破碎。

制造磨料制品的方法

下面将进一步详述关于制造本发明的磨料制品的方法，但一般说来，其第一步是制备磨粒浆料。磨粒浆料的制法是用任何适当的混合方法将粘合剂前体、磨粒与任选的添加剂加以混合。可用的混合方法的实例包括有低剪切或高剪切混合，以用后者为宜。也可在混合步骤中结合使用超声波，以降低磨粒浆料的粘度。磨粒一般是逐步加入粘合剂前体中。混合过程中若采用真空（如使用常规的真空方法和设备），可使磨粒浆料中产生的气泡量减至最小。

有时最好将浆料加热（一般为 30—70°C）以降低其粘度。磨粒浆料应具有涂覆良好的流变性能，磨粒与其它填料颗粒在浆料中不致产生沉积，这是很重要的。

若采用热固性粘合剂前体，可采用热能或辐射能作为能源，这取决于粘合剂前体的化学组成。若采用热塑性粘合剂前体，应将其冷却直至固化，以形成研磨复合体。制造本发明的磨料制品的方法的其它种种细节将在下文中叙述。

模具

在制造本发明的磨料制品中,从实际和工艺角度考虑,特别是鉴于研磨复合体的尺寸相对较小,模具都是至为重要的。模具中含有许多模腔。这些模腔基本上是所需研磨复合体的反形,它们起着产生研磨复合体形状的作用。应按研磨复合体所需的形状和尺寸来选择模腔的尺寸。若模腔的形状和尺寸制造得不适当,则模腔就不能产生所需尺寸的研磨复合体。

模腔在模具中可呈点状分布,在相邻模腔之间留有间隔空间,但相邻模腔也可以互相对接。互相对接的模腔有利于将磨粒浆料经成型且固化的研磨复合体卸出。此外,模腔形状应选择得使研磨复合体的截面积在其离开背衬的方向上是减小的。

模具的一个较好实施方案是该模具具有两个相对的平行的侧边,这两个侧边限定着模腔的列阵,这许多模腔的结构应能使得在磨料制品沿着长度和/或宽度方向上一段清晰的长度内,用所述方法形成的所有研磨复合体中,凡邻近的复合体均在尺寸上有所不同;而这些尺寸不同的复合体的预定列阵可以沿着整个磨料制品的长度和/或宽度方向重复至少一次或多次,如果需要和方便的话。

例如,图7是一个可用来制造本发明磨料制品的模具70的顶视图。模具的侧边71与模具的加工方向(图中未示)平行,并与模具的横向(宽度方向)垂直。模腔74由相交的上凸部分(用实线72和73表示)限定其范围,这个模具中的模腔有明显不同的6组,即A、B、C、D、E、F组,在每一组中的模腔均排列成平行的各行,这些模腔由模具的上凸部分72和73限定其范围,这些上凸部分72和73正是模具板未经加工变形(即未钻空穴的)的其余部位。这A—E 6组,如图7所示,是沿着模具的长度方向头尾相接的。在每一组中那些排列最接近侧边71的模腔行是沿着虚线延伸的,该虚线与模腔的加工方向呈非平行(非零)角度,而这个角随A组至B组至C组一直至F组,都不相同。模腔行(以及上凸部分72)与侧边71所成的角应在0°

至 90° 范围内。但若模腔行与侧边 71 的角度为 0° 或 90° , 则可能产生划纹的问题。模腔行与加工方向的夹角最好选定在 5° 至 85° 范围内, 这样可更有把握的避免出现划纹。

如图 7 所示, 模腔行的角度最好是逐组在顺时针方向和逆时针方向之间改变。模腔与上凸部分 72 的行与侧边 71 之间的角, 其绝对值在各组中可以相同, 也可不同。

用这种模具 70 按本发明所述的方法制成的磨料制品将具有一列阵的研磨复合体, 这些复合体的形状恰为模具, 即此模具 70 的一列阵模腔的反形。利用如图 7 所示的模腔排列, 以一定合适的角度排列模具中各行的模腔, 则用这个模具制成的磨料制品在使用时, 产生划纹的可能性就可最大限度地降低。

另一个可用的方法, 是将模具中的模腔排列得在与模具的侧边平行的方向上, 逐个逐个的模腔在横向中互相稍有错开, 即不是对准成行的位置(这种排列未在图中示出)。也就是说, 这个实施方案提供了另一种可用的方法来形成研磨复合体和居于其间槽沟的列阵, 而这些复合体与槽沟并不是沿着平行于磨料制品侧边的方向成行排列的。与此相反, 若是从磨料制品的前方沿着平行于制品侧边的方向观察, 这些研磨复合体是互相交错, 并非对准成行的。

模具的形式可以是带、片、连续的片即材幅、涂覆辊例如转轮凹板印刷用的转轮、装在涂覆辊上的套管或印模。模具材料可用金属(如镍)、金属合金(如镍合金)、塑料(如聚丙烯, 丙烯酸塑料)或任何其它便于成形的材料。制作金属模具可用任何常规的方法, 例如照相制版、滚铣、电成形、金刚石刀具车削等。

热塑性材料的模具, 其制法可以是从一金属原型进行复制。该金属原型应具有与所需模具相反的构型。金属原型的制法可用那些直接用来制造模具的一些基本方法, 如对金属表面用金刚石刀具进行车削。在使用金属原型的情况下, 系将热塑性片材加热, 有时对金属

原型也加热,以便将该热塑性片材的表面与金属原型的表面压在一起,使得热塑性片材上面压印出金属原型表面的反象。也可将热塑性材料挤压浇注到金属原型上然后互相紧压。热塑性材料随后冷却固化,形成模具。适用的热塑性模具材料例如有聚酯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚乙烯以及它们的组合。

也可以在塑料板材的表面直接通过照相制板法或金刚石刀具车削法制成具有与所需研磨复合体在形状上构成反象的预定模腔列阵的模具,而无需通过原型。若采用热塑性模具,必须注意勿产生过多的热量。尤其是在其固化步骤中,因为过多热量会使热塑性模具变形。其它适用的制造模具和原型的方法在已通常转让的美国专利申请 No. 08/004,929(Spurgeon 等,于 1993 年 12 月 14 日提交)中有讨论。

例如,制造图 7 所示类型的本发明聚合物模具的一个较佳方法是利用一个鼓形的镀镍金属原型。先在一金刚石刀具车床上,通过计算机对车削过程的控制,制成几条镀镍金属原型,每条约 30 厘米长,其表面上具有与所需研磨复合体的形状相对应的许多凹穴。将这几条金属原型头尾焊接连在一起,每一条上的槽沟与相邻条上的槽沟应成非零度角取向。将这一整条金属原型固定在一鼓的周边上。焊缝应十分平整,应注意避免有膨胀突起的部分。要铸造模具,就将聚合物树脂挤压到该鼓的上面,然后令挤压条在该鼓与一压送辊之间通过,挤压条冷却后即形成带状的模具,其表面上具有一列阵的模腔,这些模腔的形状与鼓上的原型的表面凹穴形状呈反象对应。上述过程可以连续进行,以制成任意长度的聚合物模具。

能源

当磨粒浆料含有热固性粘合剂前体时,该粘合剂前体需固化或聚合。一般需通过能源的辐照来引发聚合过程。能源的例子包括热能和辐射能。所需的能量数量取决于几个因素,诸如粘合剂前体的化

学组成,磨粒浆料的尺寸,磨粒的类型和数量以及可任选加入的添加剂的类型和数量。对热能,温度可为约 30°—150°C,一般 40°—120°C。时间可为 5 分钟至 24 小时。辐射能包括电子束、紫外光或可见光。电子束辐射又称电离辐射,其使用剂量水平可在约 1×10^3 — 1×10^5 Gy(0.1—10 兆拉德),最好约 1×10^4 — 1×10^5 Gy(1—10 兆拉德)。紫外辐射是指波长在约 200—400 纳米,最好在约 250—400 纳米的非粒子辐射。宜用 300—600 瓦/吋(120—240 瓦/厘米)的紫外光。可见光辐射是指波长在约 400—800 纳米,最好在约 400—550 纳米的非粒子辐射。宜用 300—600 瓦/吋(120—240 瓦/厘米)的可见光。

一种制造本发明磨料制品的方法示于图 3。背衬 41 离开退绕筒 42,与此同时模具离开退绕筒 45。磨粒浆料通过涂料装置 44 涂覆并填入到模具 46 表面上形成的模腔(图中未示)中。另一个办法可将涂料装置 44 的位置改换,使其将浆料注入到背衬上而非模具上,然后通向转筒 43,以后进行的步骤均与下面就浆料涂覆在模具上的情况相同。涂料装置可以是任何常规的,例如落模式、刮刀式、幕式、真空模式或模式。在涂料过程中应尽量避免空气泡的形成。宜用的涂料方法是使用真空模式涂料器,可用美国专利 3,594,865;4,959,265 和 5,077,870 中所述的那些。当模具涂上浆料以后,采用任何方式使模具上的塑料与背衬接触,务使浆料良好地润湿背衬的前表面。图 3 中,是用一接触夹紧辊使得浆料与背衬接触的,接触夹紧辊 47 将涂有浆料的模具与背衬接触形成的结构压紧贴在支承转筒 43 上。然后,任意合适形式的能量 48 即穿透进入浆料中,其进入的量应足以至少使粘合剂前体部分固化。部分固化一词是指粘合剂前体已聚合到磨粒浆料从一倒置试管中不会流出的状态。粘合剂前体从模具卸出之后乃可用任何能源使其充分固化。然后将模具重新绕在卷筒 49 上供以后再用。而磨料制品 120 则绕在卷筒 121 上,若粘合剂前体尚

未充分固化,可通过时间和/或受能源照射充分固化之。按照这第一种方法制造磨料制品的一些附加步骤可参见美国专利 5,152,917 (Pieper 等)或上述的美国专利申请 No. 08/004,929(Spurgeon 等)。可在适当的地方装置其它的导辊,在图 3 中以辊 40 表示。

对于这第一种方法,粘合剂前体宜用辐射能来固化。可以通过模具或背衬使辐射能穿过去,只要模具或背衬只吸收很少辐射能。此外,辐射能不应使模具发生显著的变质。宜采用热塑性材料的模具,并采用紫外或可见光。

如上所述,在这第一种方法的另一做法中,是将磨粒浆料先涂覆在背衬上而不是涂入模具的模腔中。然后将这涂了浆料的背衬与模具接触,使浆料流入模具的模腔中。此后,制造磨料制品的其余步骤则与前述相同。

制造本发明磨料制品的第二种方法示于图 4。将模具 55 装在转筒的外表面上,例如以套筒的形式(如以热缩镍的形式)固定在转筒的周边上。背衬 51 离开退绕筒 52,浆料则用涂料装置 53 涂覆进入到模具 55 的模腔中。所用的涂料装置例如用落模式、辊式、刮刀式、幕式、真空模式或模式的涂料器。在这方法中也可在涂料前将浆料加热或使其接受超声波的作用以降低粘度。涂覆时应尽量避免形成空气泡。然后将装有浆料的模具藉夹紧辊 56 与背衬接触,务使浆料良好润湿背衬的前表面。再通过能量源 57 的辐照,使浆料中的粘合剂前体至少部分固化。这样,磨粒浆料即转变为粘着在背衬上的研磨复合体。制成的磨料制品 59 在通过夹紧辊 58 时即从模具剥离下来,然后绕在一重绕筒 60 上。在这个方法中,能量源可用热能或辐射能。若能量源用的是紫外或可见光,则背衬应是能透过紫外或可见光的。这种背衬的一个例子是聚酯背衬。在适当的地方也可添用一些其它的导辊和接触辊,在图 4 中以辊 50 表示。

在这第二种方法的另一做法中,可将涂料装置 53 移到辊子 56

的前面某一个位置,从而将磨粒浆料直接涂在背衬的前表面上。涂有浆料的背衬然后与模具接触,务使浆料良好润湿并进入模具的模腔中。其后的步骤仍与前述相同。

磨料制品制成以后,在其进一步加工成模具以前可以进行挠曲和/或增湿处理。磨料制品在使用以前一般尚要进一步加工成任意所需的形式如锥体,环形带,片,盘等。

对工件表面进行研磨的方法

本发明的另一内容是关于研磨工件表面的方法。这个方法包括将本发明磨料制品与工件摩擦接触。在经过研磨以后,工件表面的表面光洁度就提高了。表面粗糙度的一般量度是 R_a ; R_a 是测出的算术平均表面粗糙度,通常以微时或微米为单位。表面粗糙度可用轮廓仪测量,如商品名为“Perthometer”或“Surtronic”的轮廓仪。

工件

工件材料可以是任何种类的材料,例如金属、金属合金、稀有金属合金、陶瓷、玻璃、木材、木状材料、复合材料、油漆的表面、塑料、增强塑料、石材、以及它们的组合。工件可以是平的,也可具有一定的外形即轮廓。工件的例子有玻璃眼镜透镜、塑料眼镜透镜、玻璃电视屏、汽车金属零件、塑料零件、碎料板、凸轮轴、曲轴、家具、涡轮叶片、上漆的汽车零件、磁性介质等等。

视用途而异,在研磨界面的力约为 0.1 千克至 1000 千克以上,一般为 1 千克至 500 千克。在研磨过程中也可能有液体存在,这视用途而定。液体可以是水和/或有机化合物。通常的有机化合物例如为润滑剂、油、乳化有机化合物、磨削液、肥皂之类。这些液体中也还可含有其它添加剂如去泡剂、去脂剂、腐蚀抑制剂等。磨料制品在其使用时也可沿研磨界面进行振荡运动。在有些情况下,这种振荡运动会提高被研磨表面的光洁度。

研磨复合体与其相邻研磨复合体具有不同的尺寸,这一特点导

致了较佳的表面光洁度。由于研磨复合体中有一部分具有不同的尺寸,所以从透视棱锥体等的顶点看来,具有棱锥等形状的研磨复合体可能是不很完善地排成单行的。例如,图8是本发明磨料制品80的一个形貌顶视图(及侧视图),该制品中,标号为85的研磨复合体具有侧表面82和顶点81。如图8所示,这些棱锥体整体上排列成行,因此这些研磨复合体的顶点是对准排列的,尽管在公共槽沟两侧互相面对着的邻近研磨复合体之间,在边尺寸上有所不同。既是这样排列,就会导致因研磨复合体的连续磨过而在工件表面上产生擦痕。而研磨复合体对先前产生的擦痕连续地磨过,就会在总效果上导致表面光洁度的提高。

本发明磨料制品可以用手或与机器结合使用。磨料制品和工件这两者中的至少一个或两者应互相作相对运动。磨料制品可进一步加工成带、带卷、盘、片等。若要使用环形带,可将一磨料制品带的两个末端连接起来,形成一个接头。使用无接头环形带也是在本发明范围之内。环形的磨料制品带一般是套在至少一空转辊和一压磨板或接触轮上。压模板或接触轮的硬度应调整到获得所需的磨削速率和工件表面光洁度。这种研磨带的速度为150—5000米/分,一般多为500—3000米/分。研磨带速度也还取决于所需的磨削速率和表面光洁度。研磨带的尺寸可为约5毫米至1米宽,5厘米至10米长。研磨带是有连续长度的磨料制品。其宽约1毫米至1米,一般约5毫米至25厘米。研磨带在使用时通常先退绕展开,置于一支承垫上,该支承垫将带压紧贴于工件上,研磨后被重新卷绕。研磨料可连续地通过研磨界面喂给,并可转换角度。研磨盘,包括在研磨技术领域中被称为“daisies”的,其直径约50毫米至1米。研磨盘一般是通过一连接装置固定在一背衬垫子上。研磨盘的转速可为100—20,000转/分,一般多为1,000—15,000转/分。

本发明的特点和优点将通过下面的非限制性实施例作进一步的

说明。除非另有说明,这些实施例中的一切份数、百分数、比值等均以重量计。

实验步骤

文中使用下列缩写符号:

TMPTA:三丙烯酸三羟甲基丙酯;

TATHEIC:三(羟乙基)异氰脲酸酯的三丙烯酸酯;

PH2:2-苯基-2-N,N-二甲氨基-1-(4-吗啉代苯基)-1-丁酮,Ciba Geigy Company 有售,商品名为“Irgacure 369”;

ASF:无定形硅石填料,DeGussa 公司有售商品名为“OX-50”;

FAO:熔凝热处理的氧化铝

WAO:白色熔凝的氧化铝

SCA:硅烷偶合剂,3-异丁烯氧丙基三甲氧基硅烷,Union Carbide 公司有售,商品名为“A-174”。

制造磨料制品的一般步骤

制备含有 20.3 份 TMPTA、8.7 份 TATHEIC、0.3 份 PH2、1 份 ASF、1 份 SCA 和 69 份 P-320 级的 FAO 的磨粒浆料。该浆料用一高剪切混合机以 1200 转/分混合 20 分钟。

模具用的是一由 Exxon 公司的商品聚乙烯片材“PolyPro3445”制成的连续材幅,用一镀镍的原型作为母模压印而成。而原型母模是根据附录所述的计算机程序在金属上用金刚石工具切削出尺寸不同的槽沟和凹穴图案,然后镀镍而制成的。附录中有四个计算机的源程序。这四个计算机程序中的第一个程序题为“VARI-1.BAS”,它是为五面棱锥体的侧表面产生确定出其随机左角和右角的值,同时也产生确定出其材料内角的值。第二个程序题为“VARI-STAT.BAS”,它是对形体列阵的 x 和 y 坐标中的左角、右角、材料内角的数目及值进行统计清点,以确保随机性。第三个程序题为“TOPVIEW.BAS”,它是取出随机角度数据的文件,计算出在一平

方吋(6.5 厘米²)范围内为使形体具有第一个程序所确定的角度、谷和峰应出现的所在位置,然后在计算机屏幕上或用打印机将形体列阵的形貌显示或打印出来。第四个程序题为“MAKETAPE.BAS”根据所确定的角度,产生出一组代码,用以控制为制造一 22.5 吋(57 厘米)宽的由第一个程序所产生的随机形体图案,需要用金刚石刀具车床加以切削出的槽沟数目和型式。

一般而言,根据用上述四个程序制造的原型母模制造的模具,它含有一列阵模腔,这些模腔是倒置的五面棱锥体(包括模腔口部的那个底面),它们的深度相同,均为 355 微米,但相邻模腔之间在其侧表面对于垂直于模具平面的夹角上,其数值是在 8°—45°范围内随机不同的,而每个复合体的材料内角即顶角至少为 25°。

磨料制品是用图 3 所示的装置和方法制造的。这个方法是个连续过程,操作的运行速度约为 15.25 米/分。背衬是用一 J 重量人造纤维背衬,它含有已干燥的胶乳/酚醛树脂填孔处理涂层。磨粒浆料是用刮刀式涂料器(涂覆宽度约 15 厘米,刮刀空隙约 76 微米)涂在模具上。模具与背衬之间的夹紧压力(例如图 3 夹紧辊所施加的)约为 40 磅。所用能源为一可见光灯,其中含有 Fusion systems 所制的 V 形灯泡,操作条件为 600 瓦/吋(240 瓦/厘米)。浆料经固化之后,所得的涂覆磨料制品再经 240 F(116°C)12 小时的热固化处理使背衬填孔处理用的酚醛树脂进行最后的固化。

试验步骤 I

将涂覆磨料制品进一步制成 7.6 厘米×335 厘米的环形带,在一恒负载平面磨床上进行试验。将预先称重的,尺寸为 2.5 厘米×5 厘米×18 厘米的 4150 低碳钢工件装入夹持器中。在一个材料为肖氏硬度 65 的橡皮,直径为 36 厘米的接触轮(其轮子周边的表面是一个齿格扣一个齿格的锯齿形表面)的锯齿形表面上,装上要试验的涂覆研磨带。工件系垂直置放,其 2.5 厘米×18 厘米的表面面对着上

述装在接触轮上的环形研磨带。然后令工件以 20 周期/分在 18 厘米长的垂直距离上作往复运动，此时由一弹簧加载式柱塞将工件以 4.5 千克(10 磅)的力压紧，贴在以 2050 米/分运行的研磨带上，经过 30 秒的研磨时间后，将装有工件的夹持器取下，重新称重。将研磨后的重量从研磨前的重量中减去，得到除去的料重。再将一新的预称重的夹持器连同工件装到设备上。而且，工件的表面粗糙度(R_a)，有时还有 R_{tm} ，用下面将述的步骤进行测量。试验的终点是当在 30 秒时间内除去的金属量少于其第一个 30 秒时间内的除去量的三分之一时，或者直至工件发生灼烧即变色时为止。

试验步骤 II

与试验步骤相同，不同的是使用 1018 低碳钢工件

试验步骤 III

将一直径约 3 厘米的槭木棒装在车床上，以约 3800 转/分的速度旋转。将一条宽 1 吋(2.54 厘米)，长 12 吋(30.5 厘米)的磨料制品带包在该槭木棒的周围压紧，但不得有振动，为时约 15—20 秒。经研磨后的槭木用一种樱桃油着色剂(Watco 公司的商品)涂在上面试验观察之。

R_a 是磨具工业中用于表示表面粗糙度的常用量度。 R_a 定义为粗糙轮廓线与平均线的偏离(距离)的算术平均值。 R_a 测量是用一轮廓仪的探针进行的，它是一根以金刚石为顶尖的触针。一般说来， R_a 值越小，则工件表面光洁度就越光滑即越佳。结果以微米记录之。所用的轮廓仪为 Perthen M4P 型。

R_{tm} 也是磨具工业中用于表示粗糙度的常用量度。 R_{tm} 的定义是连续五次测出的深度的平均值，其中每个深度是在测量深度方向上最高点和最低点的距离。如 R_a 一样，也测量了 R_{tm} 。结果也以微米为单位。 R_{tm} 越小，一般表面越光滑。

实施例

实施例 1, 1A 和对比实施例 A, AA

将本发明的有代表性的磨料制品与具有均匀形状和尺寸的研磨复合体的常规涂覆磨料制品进行了比较。实施例 1 是根据前述的“制造磨料制品的一般步骤”进行的。对比实施例 A 是一种购自 3M 公司 (St. Paul, MN) 的 P320 级的 3M 201E Three M-ite 树脂粘合布 JE-VF 涂覆磨料制品。这些模料制品均按试验步骤 I 进行试验，其结果见表 1。仍用这些制品，但按试验步骤 II 进行试验，作为实施例 1A 和对比实施例 AA，结果也见表 1。

表 1

试验	实施例 1	对比实施例 A	实施例 1A	对比实施例 AA
初次磨削量 (克)	12.2	15.3	13.3	11.8
初次 Ra (μm)	0.86	0.88	0.98	1.18
初次 Rtm (μm)			9.43	10.66
总磨削量 (克)	283.6	156.8	255.5	247.2
最终 Ra(μm)	0.33	0.43	0.37	0.40
最终 Rtm (μm)			3.11	3.92

上述结果表明，由实施例 1 和 1A 所代表的本发明的磨料制品

与采用形状完全相同的研磨复合体的对比实施例 1 相比显示了较高的磨削量和较佳的表面光洁度。

实施例 2 和对比实施例 B 至 E

这一套实施例是比较本发明磨料制品与在背衬上一切研磨复合体均为相同形状与尺寸的磨料制品。所有这些实施例的制品均按前述的“制造磨料制品的一般步骤”制造，但有下述的变化。所用的磨粒浆料含有 20.3 份 TMPTA、8.7 份 TATHEIC、1 份 PH2、1 份 ASF、1 份 SCA、69 份 40 微米的 WAO。而对比实施例 B 至 E 的模具是压印的热塑性聚丙烯连续材幅，它含有五面（包含的模腔的口部为“底面”）棱锥形模腔。对比实施例 B 至 E 用的模具上，对一个实例而言，所有的模腔在尺寸上都是一样的，并且模腔是互相对接的。对比实施例 B 模腔的高度为 178 微米，对比实施例 C 模腔的高度为 63.5 微米，对比实施例 D 模腔的高度为 711 微米，对比实施例 E 模腔的高度为 356 微米。

实施例 2 和对比实施例 B 至 E 的制品按上述的试验步骤Ⅱ进行了试验。用对比实施例 B 至 E 的制品研磨的槭木棒经涂上樱桃油着色剂后，显示出裸眼可见的槽沟，而对本发明磨料制品的实施例 2，则裸眼未见到槽沟，同时其木材工件上的光洁度也非常好。

对于本领域中的技术人员来说不难看出，可在不偏离本发明的精神和范围的条件下，对本发明作出不同的修改。应该理解，本发明并不受这里例示性实施方案的限制。

```

*****  

***Program : VARI-1.BAS      *  

*****  

' VARI-1.BAS - Creates random left and right half  

angles  

'  

DECLARE SUB showangles ()  

DIM SHARED LEFTANG(3000) AS INTEGER  

DIM SHARED RIGHTANG(3000) AS INTEGER  

'***** Begin Main Program *****  

PI = 3.141592654#  

RANDOMIZE TIMER  

CLS  

INPUT "WHAT IS THE TOOL ANGLE ", ToolAng  

INPUT "WHAT IS THE MINIMUM HALF ANGLE ", MinHalfAng  

INPUT "WHAT IS THE MAXIMUM HALF ANGLE ", MaxHalfAng  

INPUT "WHAT IS THE MINIMUM INCLUDED ANGLE OF THE  

MATERIAL ", MinInclAng  

ANG1 = 45  

'ANG1 is the previous grooves Right half angle  

'ANG1 & 2 are used to check the MinInclAng  

FOR I = 1 TO 2500 STEP 2  

    '** Calculate Odd Numbered Groove Angles ***  

    FOR T = 1 TO INT(RND * 100 + 1): NEXT T  

    'This is a random delay  

    IF MinInclAng - ANG1 > MinHalfAng THEN  

        min = MinInclAng - ANG1  

    ELSE  

        min = MinHalfAng  

    END IF  

    LEFTANG(I) = INT(RND * (MaxHalfAng - min + 1)+  

min)
    IF ToolAng - LEFTANG(I) > MinHalfAng THEN  

        min = ToolAng - LEFTANG(I)
    ELSE

```

```

        min = MinHalfAng
    END IF
    RIGHTANG(I) = INT(RND * (MaxHalfAng - (min) + 1) +
(min))
    ANG2 = RIGHTANG(I)
    ** End Calculate Odd Number Groove angles **
    ** Begin Calculating Even Numbered Groove angles
    **
FOR T = 1 TO INT(RND * 100 + 1): NEXT T
'This is a random delay
RIGHTANG(I + 1) = INT(RND * (MaxHalfAng - MinHalfAng +
1) + MinHalfAng)
IF ToolAng - RIGHTANG(I + 1) > MinHalfAng THEN
    min = ToolAng - RIGHTANG(I + 1)
ELSE
    min = MinHalfAng
END IF
IF MinInclAng - ANG2 > min THEN
    min = MinInclAng - ANG2
ELSE
    min = min
END IF
LEFTANG(I + 1) = INT(RND * (MaxHalfAng - (min) 1) +
(min))
ANG1 = RIGHTANG(I + 1)
** End Calculating Even Numbered Groove Angles **

NEXT I
CALL showangles
OPEN "RANANG.TXT" FOR OUTPUT AS #3
PRINT #3, "RANDOM ANGLE GENERATOR"
PRINT #3, "LEFT ANG    RIGHT ANG"
FOR I = 1 TO 2500
    PRINT #3, LEFTANG(I); RIGHTANG(I)
NEXT I

```

CLOSE 3

'***** End Main Program*****

'

SUB showangles 'This subroutine shows the first 30 grooves

CLS

SCREEN 9

COLOR 3

SLEEP 2

PI 3.141592654#

FOR I = 1 TO 30

'LOCATE 1, 1: PRINT LEFTANG(I), RIGHTANG(I),
LEFTANG(I) + RIGHTANG(I)

A = (TAN(LEFTANG(I) * PI / 180) * 200)

LINE (200, 100)-(200 - A, 300), 3

B = (TAN(RIGHTANG(I) * PI / 180) * 200)

LINE (200, 100)-(200 + B, 300), 3

FOR T = 1 TO 200000: NEXT T

LINE (200, 100)-(200 - A, 300), 0

LINE (200, 100)-(200 + B, 300), 0

NEXT I

END SUB

'*****

** Program : VARISTAT.BAS *

'*****

DECLARE SUB SETGRAPH2 () 'Graph for Included Angles

DECLARE SUB ANGLEGEN () 'Main Subroutine

DECLARE SUB XGEN () 'Subroutine for Tests

only

DECLARE SUB SETGRAPH () 'Graph for Half Angles

```
DIM SHARED ANGLEFT(2501) AS INTEGER      'Array for left
half angles Direction 1
DIM SHARED ANGRIGHT(2501) AS INTEGER      'Array for
right half angles Direction 1
DIM SHARED ANGLEFT2(2501) AS INTEGER      'Array for left
half angles Direction 2
DIM SHARED ANGRIGHT2(2501) AS INTEGER      'Array for
right half angles Direction 2
DIM SHARED HALF(8 TO 45) AS INTEGER      'Array to tally
number of angles between 8 and 45 Direction 1
DIM SHARED HALF2(8 TO 45) AS INTEGER      'Array to tally
number of angles between 8 and 45 Direction 2
DIM SHARED ACCUM(0 TO 100) AS INTEGER      'Array to tally
number of included angles between 40 and 90 Dir
DIM SHARED ACCUM2(0 TO 100) AS INTEGER      'Array to tally
number of included angles between 40 and 90 Dir
```

```
CLS
CALL ANGLEGEN
'CALL XGEN  'This was for test purposes only
SUB ANGLEGEN
CALL SETGRAPH
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3
'Two different .TXT files would have been created,
however here we use the same file
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #4
INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
INPUT #4, A$
INPUT #4, B$
FOR I = 1 TO 2500
    INPUT #3, ANGLEFT(I)
    INPUT #3, ANGRIGHT(I)
    INPUT #4, ANGLEFT2(I)
    INPUT #4, ANGRIGHT2(I)
NEXT I
```

```
CLOSE 3, 4
```

```
FOR I = 1 TO 2500
```

```
    HALF(ANGLEFT(I)) = HALF(ANGLEFT(I)) + 1
```

```
    HALF2(ANGRIGHT(I)) = HALF2(ANGRIGHT(I)) + 1
```

```
NEXT I
```

```
LOCATE 2, 10: COLOR 11
```

```
PRINT "First Direction Total Left Half Angle"
```

```
LOCATE 3, 10: COLOR 12
```

```
PRINT "First Direction Total Right Half Angle"
```

```
FOR I = 8 TO 45
```

```
    LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11
```

```
    LINE (I + .5, 0)-(I + .5, HALF2(I)), 12
```

```
    HALF(I) = 0
```

```
    HALF2(I) = 0
```

```
NEXT I
```

```
SLEEP
```

```
CALL SETGRAPH
```

```
LOCATE 2, 10: COLOR 11
```

```
PRINT "Second Direction Total Left Half Angle"
```

```
LOCATE 3, 10: COLOR 12
```

```
PRINT "Second Direction Total Right Half Angle"
```

```
FOR I = 1 TO 2500
```

```
    HALF(ANGLEFT2(I)) = HALF(ANGLEFT2(I)) + 1
```

```
    HALF2(ANGRIGHT2(I)) = HALF2(ANGRIGHT2(I)) + 1
```

```
NEXT I
```

```
FOR I = 8 TO 45
```

```
    LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11
```

```
    HALF(I) = 0
```

```
    LINE (I + .5, 0)-(I + .5, HALF2(I)), 12
```

```
    HALF2(I) = 0
```

```

NEXT I
SLEEP

CALL SETGRAPH2
LOCATE 2, 10: COLOR 11
PRINT "First Direction Total Included Angles (Left +
Right Half Angle)"
LOCATE 3, 10: COLOR 12
PRINT "Second Direction Total Included Angles (Left +
Right Half Angle)"

FOR I = 1 TO 2500
    ACCUM(ANGLEFT(I) + ANGRIGHT(I)) = ACCUM(ANGLEFT(I) +
    ANGRIGHT(I)) + 1
    ACCUM2(ANGLEFT2(I) + ANGRIGHT2(I)) =
    ACCUM2(ANGLEFT2(I) + ANGRIGHT2(I)) + 1
NEXT I
FOR I = 40 TO 90
    LINE (I, 0)-(I, ACCUM(I)), 11
    ACCUM(I) = 0
    LINE (I + .5, 0)-(I + .5, ACCUM2(I)), 12
    ACCUM2(I) = 0
NEXT I
SLEEP
END SUB

SUB SETGRAPH
SCREEN 9
WINDOW (4, -30)-(50, 200)
CLS

LINE (6, 0)-(6, 200), 3
LINE (6, 0)-(50, 0), 3
LINE (6, 195)-(50, 195), 3
LINE (6, 105)-(50, 105), 3

```

```
LINE (6, 50)-(50, 50), 3
LINE (6, 150)-(50, 150), 3
LOCATE 23, 7: PRINT "8"
LOCATE 23, 72: PRINT "45"
LOCATE 23, 40: PRINT "27"
LOCATE 22, 3: PRINT "1"
LOCATE 1, 1: PRINT "200"
LOCATE 11, 1: PRINT "100",
END SUB
```

```
SUB SETGRAPH2
SCREEN 9
WINDOW (37, -30)-(95, 200)
CLS
```

```
LINE (39, 0)-(39, 200), 3
LINE (39, 0)-(95, 0), 3
LINE (39, 198)-(95, 198), 3
LINE (39, 102)-(95, 102), 3
LINE (39, 50)-(95, 50), 3
LINE (39, 150)-(95, 150), 3
LOCATE 23, 4: PRINT "40"
LOCATE 23, 73: PRINT "90"
LOCATE 23, 39: PRINT "65"
LOCATE 22, 3: PRINT "1"
LOCATE 1, 1: PRINT "200"
LOCATE 11, 1: PRINT "100"
END SUB
```

```
SUB XGEN      'This subroutine was for test purposes only
```

```
CALL SETGRAPH
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3
INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
FOR I = 1 TO 2500
```

```
INPUT #3, ANGLEFT(I)
INPUT #3, ANGRIGHT(I)

NEXT I
FOR I = 1 TO 2500
    HALF(ANGLEFT(I)) = HALF(ANGLEFT(I)) + 1
NEXT I

FOR I = 8 TO 45
    LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11
    HALF(I) = 0
NEXT I
SLEEP

CALL SETGRAPH
FOR I = 1 TO 2500
    HALF(ANGRIGHT(I)) = HALF(ANGRIGHT(I)) + 1
NEXT I
FOR I = 8 TO 45
    LINE (I, 0)-(I, HALF(I)), 11
    HALF(I) = 0
NEXT I
SLEEP
CALL SETGRAPH2
FOR I = 1 TO 2500
    ACCUM(ANGLEFT(I) + ANGRIGHT(I)) = ACCUM(ANGLEFT(I) +
    ANGRIGHT(I)) + 1
NEXT I
FOR I = 40 TO 90
    LINE (I, 0)-(I, ACCUM(I)), 11
    ACCUM(I) = 0
NEXT I
SLEEP
END SUB
```

```
*****
** Program : TOPVIEW.BAS      *
*****
** In general it takes the random angle data file,
calculates where the valleys and peaks are, draws black
straight lines for the valleys, then connects the peaks
across the diagonal. Then it displays the output on
the screen or an HP 7475 plotter. *
*****
DECLARE SUB PLOTPEAKS ()
DECLARE SUB PLOTDOTS ()
DECLARE SUB LINES ()
DECLARE SUB DIAGONAL ()
DIM SHARED ML(2500) AS INTEGER
DIM SHARED MR(2500) AS INTEGER
DIM SHARED NL(2500) AS INTEGER
DIM SHARED NR(2500) AS INTEGER

DIM SHARED M(5000) AS DOUBLE
DIM SHARED N(5000) AS DOUBLE
COMMON SHARED PI, X, GROOVES
PI = 3.141592654#

GROOVES = 1000
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #2
OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3
INPUT "ENTER IN THE SQUARE SIZE YOU WOULD LIKE (.2 ->
1.5 INCHES) ", X

INPUT #2, A$
INPUT #2, B$
FOR I = 1 TO GROOVES
    INPUT #2, ML(I)
    INPUT #2, MR(I)
NEXT I
CLOSE 2
```

```

INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
FOR I = 1 TO GROOVES
    INPUT #3, NL(I)
    INPUT #3, NR(I)
NEXT I
CLOSE 3

FOR I = 1 TO GROOVES
    M(I * 2 - 1) = M((I - 1) * 2) + TAN(ML(I) * PI / 180)
    * .014
    M(I * 2) = M(I * 2 - 1) + TAN(MR(I) * PI / 180) *
    .014
    N(I * 2 - 1) = N((I - 1) * 2) + TAN(NL(I) * PI / 180)
    * .014
    N(I * 2) = N(I * 2 - 1) + TAN(NR(I) * PI / 180) *
    .014
NEXT I

LOCATE 15, 15
INPUT "Would you like to see the data on the (S)creen
or (P)lotter", ans$
ans$ = UCASE$(ans$)

IF ans$ = "S" THEN
    SCREEN 9
    COLOR 0
    WINDOW SCREEN (-(X / 10), -(X / 10))-(X, (X + X /
10) * (.75 - .75 * .138))
    PAINT (X / 2, X / 2), 15
    CALL LINES
    SLEEP
    CLS
    PAINT (X / 2, X / 2), 15

    CALL DIAGONAL

```

```

END IF
IF ans$ = "P" THEN
    CALL PLOTDOTS
    CALL PLOTPEAKS

    SLEEP
END IF

SUB DIAGONAL
FOR I = 1 TO GROOVES * 2 STEP 2
    'LINE (M(I), N(1))-(M(I), 10)
    'LINE (M(1), N(I))-(10, N(I))
NEXT I

FOR I = 1 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    LINE (M(I), -.014)-(M(I + 1), 0)
    LINE (M(I + 1), 0)-(M(I + 2), -.014)
NEXT I

LINE (M(1), -.014)-(M(1), -.02)
LINE -(M(GROOVES * 2 - 2), -.02)
LINE -(M(GROOVES * 2 - 2), -.014)
FOR I = 1 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    LINE (-.014, N(I))-(0, N(I + 1))
    LINE (0, N(I + 1))-(-.014, N(I + 2))
NEXT I
LINE (-.014, N(1))-(-.02, N(1))
LINE -(-.02, N(GROOVES * 2 - 2))
LINE -(-.014, N(GROOVES * 2 - 2))

FOR NN = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    FOR MM = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
        'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN + 1)), 2
        'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN - 1)), 4
        'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN + 1)), 4
        'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN - 1)), 2

```

```

        LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN + 2)), 2
        'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN - 2)), 4
        PSET (M(MM), N(NN)), 4
        IF M(MM - 1) > X THEN GOTO STOPMM
        IF N(NN - 1) > (X + X / 10) * (.75 - .75 * .138)
    THEN GOTO STOPNN
    NEXT MM
STOPMM:
NEXT NN
'PAINT (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5))
/ 2), 11
'CIRCLE (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5))
/ 2), .001, 11
STOPNN:
BEEP
END SUB

SUB LINES
FOR I = 1 TO 200 STEP 2
    LINE (M(I), N(I))-(M(I), 10)
    LINE (M(I), N(I))-(10, N(I))
NEXT I

FOR I = 1 TO 198 STEP 2
    LINE (M(I), -.014)-(M(I + 1), 0)
    LINE (M(I + 1), 0)-(M(I + 2), -.014)
NEXT I
LINE (M(1), -.014)-(M(1), -.02)
LINE -(M(198), -.02)
LINE -(M(198), -.014)
FOR I = 1 TO 198 STEP 2
    LINE (-.014, N(I))-(0, N(I + 1))
    LINE (0, N(I + 1))-(-.014, N(I + 2))
NEXT I
LINE (-.014, N(1))-(-.02, N(1))
LINE -(-.02, N(198))

```

```

LINE -(-.014, N(198))

FOR NN = 2 TO 198 STEP 2
    FOR MM = 2 TO 198 STEP 2
        LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN + 1)), 2
        LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 1), N(NN - 1)), 4
        LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN + 1)), 4
        LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM - 1), N(NN - 1)), 2
        IF M(MM - 1) > X THEN GOTO 300
        IF N(NN - 1) > (X + X / 10) * (.75 - .75 * .138)
    THEN GOTO 200
    NEXT MM
300
NEXT NN
'PAINT (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5))
/ 2), 11
'CIRCLE (M(5) + (M(6) - M(5)) / 2, N(6) - (N(6) - N(5))
/ 2), .001, 11
200
BEEP
END SUB

SUB PLOTDOTS
'WINDOW SCREEN (-(X / 10), -(X / 10))-(X, (X + X / 10)
* (.75 - .75 * .138))

OPEN "COM1:9600,S,7,1,RS,CS65535,DS,CD" FOR RANDOM AS
#4
'PRINT #4, USING "IP;
SC##.#####,#.#####,#.#####,#.#####;" ; (-(X / 10));
(X); (-(X / 10)); ((X + X / 10
'PRINT #4, USING "IP250,596,7470,7796;
SC##.#####,#.#####,#.#####,#.#####;" ; 0; 4; 0; 3
PRINT #4, "IN;IP250,596,7443,7796; SC0,1,0,1;"
PRINT #4, "VS30;"
PRINT #4, "SP1;"
```

```

FOR I = 1 TO GROOVES * 2 STEP 2
    'LINE (M(I), N(1))-(M(I), 10)
    'LINE (M(1), N(I))-(10, N(I))
NEXT I

PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.014;"; M(1)
PRINT #4, "PD;"

FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    'LINE (M(I), -.014)-(M(I + 1), 0)
    PRINT #4, USING "PA ##.#####, 0"; M(I)
    'LINE (M(I + 1), 0)-(M(I + 2), -.014)
    PRINT #4, USING "PA ##.#####,-.014"; M(I + 1)
    P = I + 1
    IF M(I + 1) > X THEN GOTO 600
NEXT I

600
    'LINE (M(1), -.014)-(M(1), -.02)
    PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03"; M(P)
    'LINE -(M(P), -.02)
    PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03"; M(1)
    'LINE -(M(P), -.014)
    PRINT #4, USING "PA ##.#####,-.014;PU"; M(1)
    PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PD"; N(1)

FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    'LINE (-.014, N(I))-(0, N(I + 1))
    PRINT #4, USING "PA 0,##.#####"; N(I)
    'LINE (0, N(I + 1))-(-.014, N(I + 2))
    PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####"; N(I + 1)
    Q = I + 1
    IF N(I + 1) > X THEN GOTO 700
NEXT I

700
    'LINE (-.014, N(1))-(-.02, N(1))
    PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(Q)
    'LINE -(-.02, N(Q))

```

```

PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(1)
'LINE -(-.014, N(Q))
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PU"; N(1)
PRINT #4, "SP4;"

PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####;PD"; M(2); N(2)
A = 2
FOR B = 2 TO P STEP 2
  FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 2
    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN + 2)), 2
    PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####"; M(B +
COUNT) N (A + COUNT)
    IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 400
    IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 400
  NEXT COUNT
400
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M (B + 2); N
(A)
NEXT B

PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####;PD"; M(2); N(4)
B = 2
FOR A = 4 TO Q STEP 2
  FOR COUNT = 0 TO P - 1 STEP 2
    'LINE (M(MM), N(NN))-(M(MM + 2), N(NN + 2)), 2
    PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####"; M(B +
COUNT); N(A + COUNT)
    IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 401
    IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 401
  NEXT COUNT
401
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(B); N(A + 2)
NEXT A

```

```

'PRINT #4,
"PA.25,.25;PD;PA.75,.25;PA.75,.75;PA.25,.75;PA.25,.25;"  

500  

BEEP  

CLOSE 4  

END SUB  

SUB PLOTPEAKS  

OPEN "COM1:9600,S,7,1,RS,CS65535,DS,CD" FOR RANDOM AS  

#4  

PRINT #4, "IN;IP250,596,7443,7796; SCO,1,0,1;"  

PRINT #4, "VS50;"  

PRINT #4, "SP1;"  

PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.014"; M(1)  

PRINT #4, "PD;"  

FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    PRINT #4, USING "PA ##.#####, 0"; M(I)
    PRINT #4, USING "PA ##.#####,-.014"; M(I + 1)
    P = I + 1
    IF M(I + 1) > X THEN GOTO 1600
NEXT I
1600
  

PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03"; M(P)
PRINT #4, USING "PA ##.#####, -.03"; M(1)
PRINT #4, USING "PA ##.#####,-.014;PU"; M(1)
  

PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PD"; N(1)
FOR I = 2 TO GROOVES * 2 - 2 STEP 2
    PRINT #4, USING "PA 0,##.#####"; N(I)
    PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####"; N(I + 1)
    Q = I + 1

```

```

        IF N(I + 1) > X THEN GOTO 1700
NEXT I
1700

PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(Q)
PRINT #4, USING "PA -.03,##.#####"; N(1)
PRINT #4, USING "PA -.014,##.#####;PU"; N(1)

FOR I = 1 TO P STEP 4
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU"; M(I);
N(1); M(I); N(Q)
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU"; M(I +
2); N(Q); M(I + 2); N(1)
NEXT I

FOR I = 1 TO Q STEP 4
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU"; M(1);
N(I); M(P); N(I)
    PRINT #4, USING "PA
##.#####,##.#####;PD;PA##.#####,##.#####;PU"; M(P);
N(I + 2); M(1); N(I + 2)
NEXT I

PRINT #4, "SP4;VS20;"

PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(1); N(1)
A = 1
FOR B = 1 TO P STEP 2
    FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 1
        PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####"; M(B +
COUNT); N(A + COUNT)
        IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1400
        IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1400

```

```

NEXT COUNT
1400
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(B + 2); N(A)
NEXT B

PRINT #4, "SP3;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(P); N(1)
A = 1
FOR B = P TO 1 STEP -2
    FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 1
        PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####"; M(B -
COUNT); N(A + COUNT)
        IF B - COUNT 1 = 0 THEN GOTO 2500
        IF A + COUNT = Q THEN GOTO 2500
    NEXT COUNT
2500
PRINT #4, "PU;"
IF B - 2 <= 0 THEN GOTO 2000
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(B - 2); N(A)
NEXT B
2000

PRINT #4, "SP4;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(1); N(3)
B = 1
FOR A = 3 TO Q STEP 2
    FOR COUNT = 0 TO P - 1 STEP 1
        PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,##.#####"; M(B +
COUNT); N(A + COUNT)
        IF M(B + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1401
        IF N(A + COUNT - 1) > X THEN GOTO 1401
    NEXT COUNT
1401
PRINT #4, "PU;"
PRINT #4, USING "PA ##.#####,##.#####"; M(B); N(A + 2)

```

NEXT A

```
PRINT #4, "SP3;"  
PRINT #4, USING "PA ##.#####,#.#.#####"; M(P); N(3)  
B = P  
FOR A = 3 TO Q STEP 2  
    FOR COUNT = 0 TO Q - 1 STEP 1  
        PRINT #4, USING "PD;PA ##.#####,#.#.#####"; M(B -  
        COUNT); N(A + COUNT)  
        IF B - COUNT - 1 = 0 THEN GOTO 2400  
        IF A + COUNT = Q THEN GOTO 2400  
    NEXT COUNT  
2400  
PRINT #4, "PU;"  
PRINT #4, USING "PA ##.#####,#.#.#####"; M(B); N(A + 2)  
NEXT A
```

BEEP

CLOSE 4

END SUB

```
'*****  
'** Program : MAKETAPE.BAS *  
'*****
```

'MAKETAPE.BAS

```
'      1) Ask for the real tool angle  
'      2) Read in all Left and Right angles  
'      3) Figure out how many grooves it will take to  
         make a 22.5 inch wide pattern  
'      4) Write the Code  
'  
'
```

```

DECLARE SUB STOPFANUK () ' Code to shut down DTM
DECLARE SUB STARTFANUK () ' Code to start up DTM
DECLARE SUB XthenLEFT (A!) ' Code generation for: X
move then Left angle plunge
DECLARE SUB ROTATEthenRIGHT (A!) ' Code generation for:
Rotate C then Right angle plunge
DECLARE SUB XthenRIGHT (A!) ' Code generation for: X
move then Right angle plunge
DECLARE SUB ROTATEthenLEFT (A!) ' Code generation for:
Rotate C then Left angle plunge

'* LEFT() - array to store the left angle information
'* RIGHT() - array to store the right angle information
'* XMOVE() - array to store the X distance between
grooves

DIM SHARED LEFT(2500) AS INTEGER, RIGHT(2500) AS
INTEGER
DIM SHARED XMOVE(2500) AS DOUBLE
COMMON SHARED TOOLANG AS DOUBLE, CABS AS DOUBLE, XPOS
AS DOUBLE

***** BEGIN MAIN PROGRAM *****
PI = 3.141592654#


CLS
LOCATE 5, 5
INPUT "WHAT IS THE REAL TOOL ANGLE ", TOOLANG
INPUT "WHAT IS THE PEAK HEIGHT ", Height

OPEN "RANANG.TXT" FOR INPUT AS #3      'Opens data file
of angles
INPUT #3, A$
INPUT #3, B$
```

```
FOR I = 1 TO 2500 'Reads all Left and Right angles
from data file
    INPUT #3, LEFT(I)
    INPUT #3, RIGHT(I)
NEXT I
CLOSE 3
```

```
XMOVE(1) = TAN(LEFT(1) * PI / 180) * Height ' This
formula calculates the horizontal movement for the
first groove
```

```
XPOS = XPOS + XMOVE(1)
FOR I = 2 TO 2500
    XMOVE(I) = TAN(RIGHT(I - 1) * PI / 180) *
Height + TAN(LEFT(I) * PI / 180) * Height

' This formula calculates the horizontal movement
XPOS = XPOS + XMOVE(I)
P = I
' P is the number of grooves
IF XPOS > 22.5 THEN GOTO 100
' Checks to make sure our pattern width is < 22.5
NEXT I
100
```

```
LOCATE 10, 10: PRINT USING "GROOVES = #####
: PATTERN WIDTH = ##.####"; P; XPOS
XPOS = 0
OPEN "FANUK.TXT" FOR OUTPUT AS #3
PRINT "WRITING TO FILE"
```

```
CALL STARTFANUK '* This Block of code Generates the
CNC file to run the FANUK controller
FOR I = 1 TO P STEP 2
    CALL XthenLEFT(I)
```

```
CALL ROTATEthenRIGHT(I)          /*  
CALL XthenRIGHT(I + 1)          /*  
CALL ROTATEthenLEFT(I + 1)       /*  
NEXT I                          /*  
CALL STOPFANUK                   /*  
PRINT "DONE"                     /*
```

CLOSE 3

'***** END MAIN PROGRAM *****

'*****The information below describes the two
subroutines of the CNC code *****

'THE SUBROUTINES 0171 & 0172 ARE AS FOLLOWS

```
'0171;  
'G91 G01 Y 0.00200 F 1.0;  
'G91 G01 Y 0.01587 F 0.03;  
'G91 G01 Y 0.00013 F 0.005;  
'G04P245;  
'G91 G01 -0.013 F 1.0;  
'M99;  
';
```

```
'0172;  
'G91 G01 Y 0.01287 F 0.03;  
'G91 G01 Y 0.00013 F 0.005;  
'G04P245;  
'G91 G01 Y -0.018 F 1.0;  
'M99;  
';
```

SUB ROTATEthenLEFT (A)

```
CABS = -1 * (LEFT(A) + 90) + TOOLANG  
PRINT #3, USING "G01 G90 C ##.##### F 300.0"; CABS
```

```
PRINT #3, "M98 P172 L1;"
```

```
END SUB
```

```
SUB ROTATEthenRIGHT, (A)
```

```
CABS = -1 * (90 - RIGHT(A))
```

```
PRINT #3, USING "G01 G90 C ##.##### F 300.0;"; CABS
```

```
PRINT #3, "M98 P172 L1;"
```

```
END SUB
```

```
SUB STARTFANUK
```

```
PRINT #3, ";"
```

```
PRINT #3, "G94 G20 G61;"
```

```
END SUB
```

```
SUB STOPFANUK
```

```
PRINT #3, "M54;"
```

```
PRINT #3, "M50;"
```

```
PRINT #3, "M58;"
```

```
PRINT #3, "M59;"
```

```
PRINT #3, "M51;"
```

```
PRINT #3, "M02;"
```

```
PRINT #3, "MOO;"
```

```
PRINT #3, ";"
```

```
END SUB
```

```
SUB XthenLEFT (A)
```

```
PRINT #3, USING "G00 G91 X ##.##### F 1.0;"; XMOVE(A)
```

```
XPOS = XPOS + XMOVE(A)
```

```
CABS = -1 * (LEFT(A) + 90) + TOOLANG
PRINT #3, USING "G01 G90 C #####.##### F 300.0;"; CABS
PRINT #3, "M98 P171 L1;"
```

```
END SUB
```

```
SUB XthenRIGHT (A)
PRINT #3, USING "G00 G91 X ##.##### F 1.0;"; XMOVE(A)
XPOS = XPOS + XMOVE(A)
CABS = -1 * (90 - RIGHT(A))
PRINT #3, USING "G01 G90 C #####.##### F 300.0;"; CABS
PRINT #3, "M98 P171 L1;"
```

```
END SUB
```

说 明 书 附 图

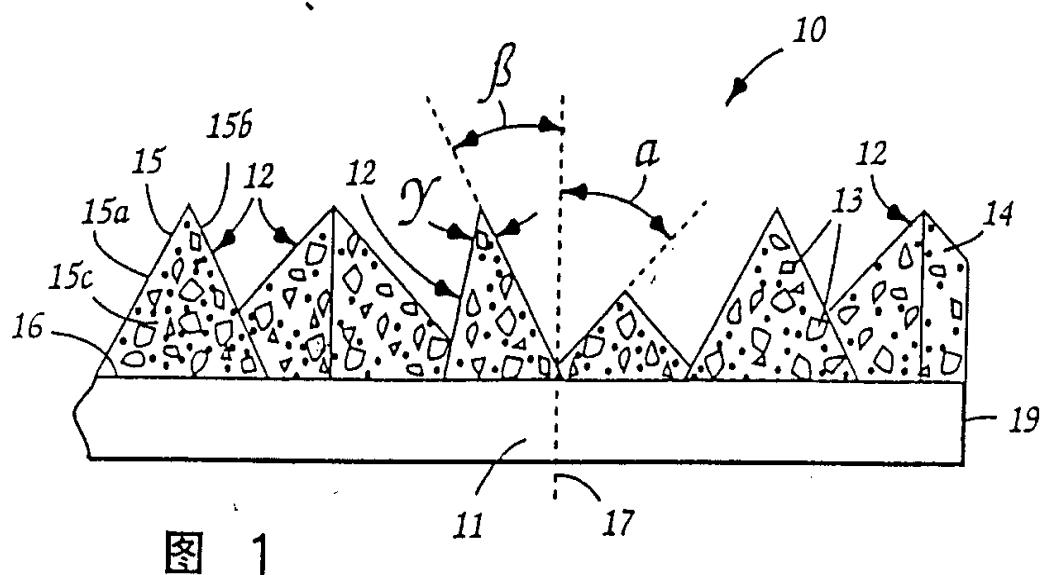


图 1

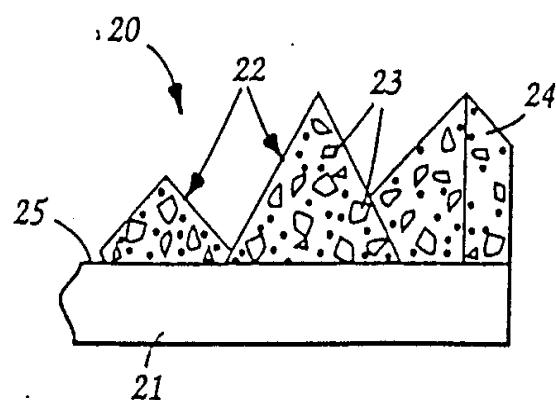


图 2

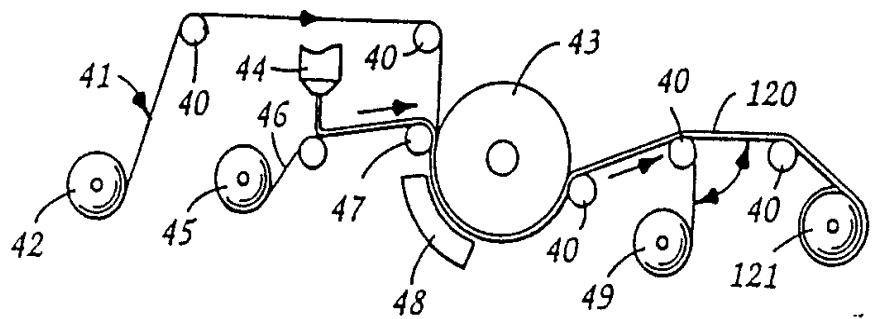


图 3

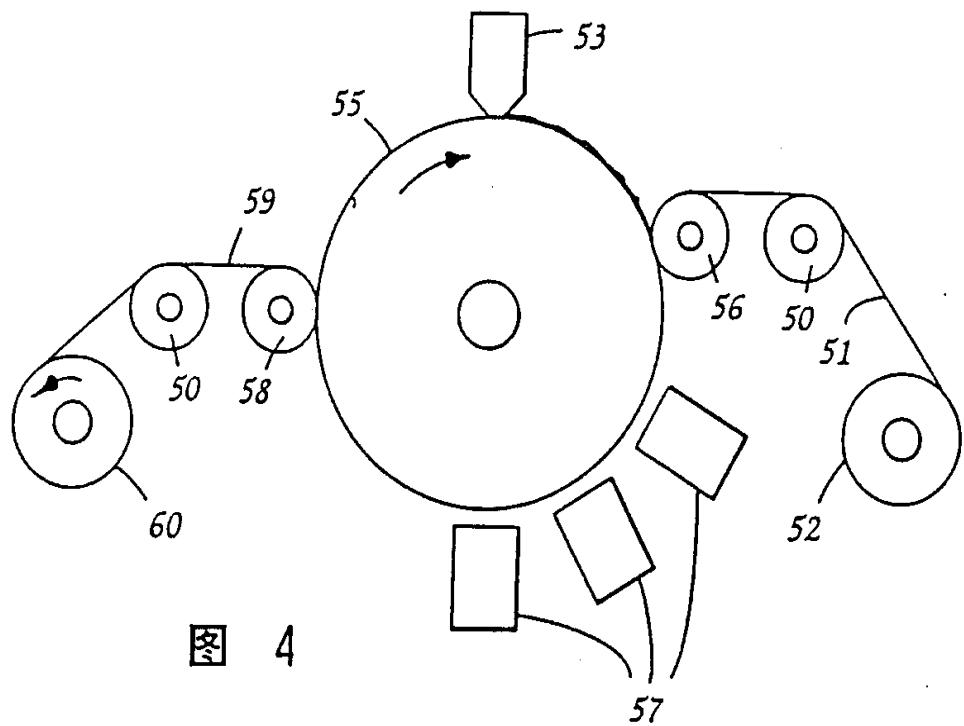


图 4

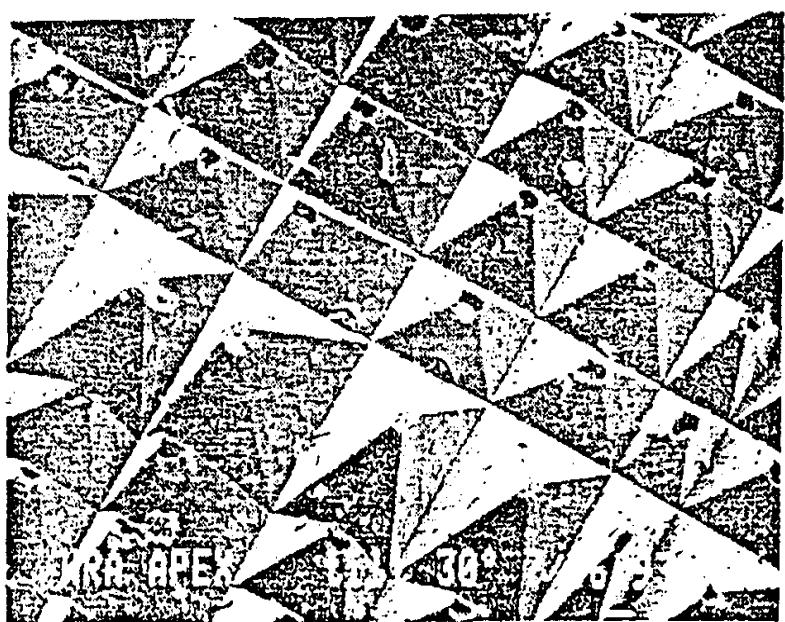


图 5

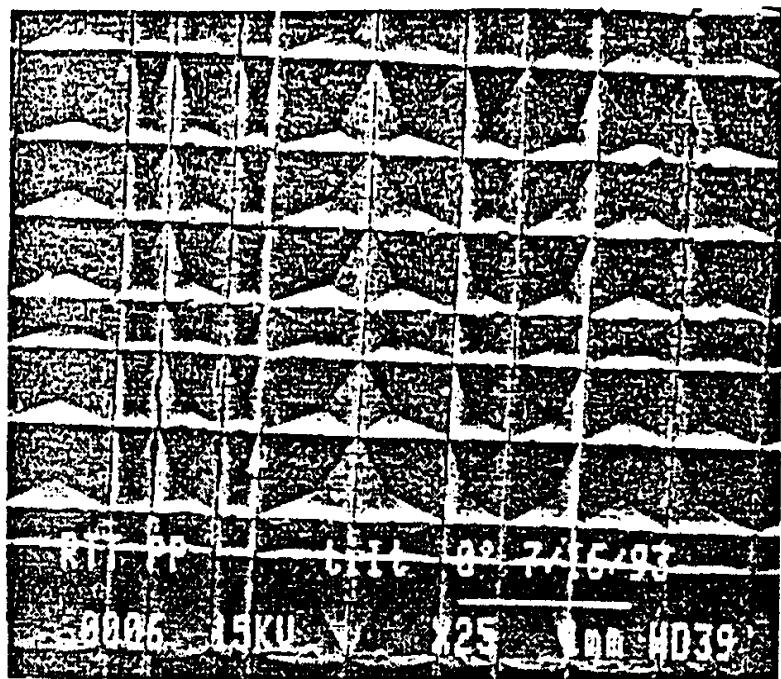


图 6

