[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B24D 3/06
C09K 3/14
B28D 1/02

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92110801.X

[45]授权公告日 2001 年 5 月 16 日

[11]授权公告号 CN 1065803C

[22]申请日 1992.9.19 [24]颁证日 2000.12.29

[21]申请号 92110801.X

[30]优先权

[32]1991.9.20 [33]US [31]763,089

[32]1992.5.4 [33]US [31]857,192

[73]专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72]发明人 罗杰·威廉·麦克埃克伦

托马斯·约瑟夫·克拉克

罗杰·罗兰德·马塔雷斯

塞吉奥·辛尼加格利亚

[56]参考文献

EP0264674A	1988. 4.27	C22C26/00
EP0264674A	1988. 4.27	B24D18/00
EP0264674A	1988. 4.27	C04B41/85
EP0352811A	1990. 1.31	C22C26/00
EP0352811A	1990. 1.31	C09K3/14
EP0493351A	1992. 7. 1	C22C26/00
JP55-112772A	1980. 8.30	B24D3/00
JP55-112772A	1980. 8.30	C04B35/52
JP55-112772A	1980. 8.30	C04B31/16
US5143523	1992. 9. 1	B24D3/00

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 章社杲

审查员 22 61

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 锯刀的制造方法

[57]摘要

本发明提出解决金刚石锯刀和刀片工艺中某些问题的建议。本发明包括用金属 包复的磨料颗粒制造锯刀的方法。

ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种制造锯刀的方法，其中锯刀保持含磨料颗粒的金属锯刀片纵向延伸，该纵向延伸沿所述锯刀的切削边缘，所述方法包括以下步骤:

(a) 在模型腔中放入很多磨料小球和铜焊金属源，每个小球至少涂敷约 20％重量百分比的烧结金属，在一个排列中至少有两行小球与该刀片的纵向延伸平行；和

(b) 从模型腔中的该小球和铜焊金属形成该锯刀片，和形成用于保持所述片的锯刀，其在工作时，在要锯的基材上形成至少一对沟槽，以便在锯该基材时稳定该刀。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征是该磨料颗粒是从 金刚石和立方体一氮化硼(CBN)中选出。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征是该金属涂层是从钴、镍、铁、铜、锡、钼、硼、钛、钨、钽、铬、钒、锰、铌，锆、铪和各种合金、碳化物、氮化物及它们的混合物中挑选出来的。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征是刀片的含孔率占整个密度的约 10%到 50%。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述涂敷磨料颗粒包含铜焊金属覆盖涂敷保护层。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征是铜焊金属是一种或几种 AWS BNi-2 和 AWS BNi-6 镍基填料金属合金。

说　　明　　书

锯刀的制造方法

本申请是1991年9月20日归档的S. №7/763,089待审申请书的后续部分。本申请与1991年9月20日归档的S. №7/762,999号待审申请书可相互参考，这里将该申请公开的内容合并在一起作为参考。

本发明与带有厚的可烧结或已烧结涂层的磨料颗粒，特别是金刚石颗粒有关。

本发明也与切割工具，如锯花岗岩，大理石，混凝土，沥青和类似物等坚硬物料和/或磨料所用的钢丝锯和锯刀片有关，这种切割工具可由本发明的粗的可烧结的磨粒制备。

作为参考在这里结合凯尔索(kelso)的3,316,073号美国专利，它描述了由母体成形材料包围的中心磨粒所组成的球形磨料物体。按此3,316,073号专利，母体材料包含可烧结的材料，这种材料加热时焊接在一起，形成磨粒的永久牢固的熔合部分。在某些情况下，在成为最终的烧结产品之前，可进行暂时的粘合，使这些小球能自我保持和有足够的牢固经受处理。熔合部分的体积与磨料体积比至少为9:1。这样的磨料可以烧结形成工具成品。

作为参考在这里结合基穆拉(kimara)的4,770,907号美国专利，该专利公开了生产金属涂敷的磨料颗粒的方法，该磨料适合制

造与金属结合的金刚石工具，该方法包括以下各步；首先制备包含金属粉末与溶解在无机溶剂里的聚结粘合剂的浆液，搅拌此浆液形成金属粉末的均匀悬浮液，利用雾化喷嘴将浆液喷入在流化床造粒机内流态化的磨粒悬浮体中，以便在每个磨粒上逐渐形成并干燥成均匀的球形浆液涂层。

然而凯尔索和基穆拉都未公开或建议应用无磨粒的金属小球来控制成品工具中的磨粒浓度。如果没有这种无磨粒的金属小球，即“假小球”，就必须提供各种不同的涂复厚度以便能改变成品工具中的磨粒浓度。另外，凯尔索也从未公开或建议在制造成品工具前烧结涂复的磨粒。

通常，切割坚硬的材料象花岗岩、大理石、填充的混凝土、沥青等类似物，是采用旋转的或圆形的金刚石锯。这种锯的锯刀包括一个圆形钢盘，在它的切割边缘周围有很多相隔一定空间的刀片，这些刀片主要由适宜的合金或金属母体例如青铜或钴所粘结的金刚石磨料构成。典型的金刚石磨料或者是单晶的天然金刚石，或者是单晶的人造金刚石。4,883,500号美国专利提出利用热稳定的多晶金刚石切割元件与单晶切割元件分散在结合的母体内的组合。

有很多问题困扰着从事刀片和包含此刀片的锯刀的制造人员。例如，为优化金刚石锯刀的性能，希望混合时防止在金属粘合粉末中金刚石的聚集。这将能够最充分地利用金刚石磨料晶体。而且这将便于控制每个刀片内的含孔率，在使用中提供局部的冷却剂，以使金刚石和/或结合的金属的热降解变得最小。

例如，用旋转锯刀锯花岗岩时，当刀进入石头的较硬区域时刀片的侧面偏移可能产生切割表面的不平部分。这就需要昂贵的研

磨，从而减少了石头加工者的利润。解决该问题的一种方法是制造有不同磨损特征的多层刀片，以便在石头上产生相配合的轨迹；减少切割时刀片的侧面偏移。到目前为正，通过改变切割断面的金刚石浓度，或者通过在刀片的外部增加耐磨材料，如上面引用的4,883,500号美国专利所建议的那样，已获得了不同的磨损。这些方法是利用在连续的三个冷压步骤中填充加压型腔，然后在另一操作中热压烧结金属母体粉末的技术。

几十年来一般的实践是将金刚石磨粒与金属细粉混合，在烧结压机里热压以制成刀片。含金属细粉的空气，如果是有毒的或至癌的话，是潜在的有害于健康的环境。此外，在金刚石与金属之间，由于其大小、形状和密度的差异，很难产生均匀的混合物。但能很方便地使装膜自动化。

本发明致力于解决金刚石锯刀和刀片技术中上述的以及其他的各种问题。本发明的一个方面是制造可以处理的、坚硬的、分散的，金属包复磨料颗粒的小球的方法。这个方法包括以下各步：

(a) 将金属粉末、粘合剂、易挥发溶剂组成的浆液，喷洒到磨料颗粒的流态化床中，直到每个磨料颗粒部基本涂敷上该金属粉末；

(b) 回收该金属粉末涂敷的磨料颗粒，该颗粒已基本没有易挥发溶剂；和

(c) 在一定条件下加热该回收的涂敷的磨料颗粒，形成涂敷磨料颗粒的烧结的连续金属复盖层。

所得到的烧结的金属包复的小球构成本发明的另一方面。

本发明的另一方面是制造锯刀片的方法，包括：

(a) 把许多磨料小球和铜焊金属源放在模型腔内，每个小球包含一个磨料颗粒，该颗粒涂敷至少20%重量百分比的烧结的金属；和

(b) 在一定的温度和压力条件下加热该模型腔内的物料，使其形成包含磨料颗粒的金属锯刀片。也可使这种锯刀片包含相互连通的孔隙。

本发明的又一方面是改善用锯刀锯割基材的方法，该锯刀沿锯刀的切割边缘有一定纵向长度的刀片上含有包复金属的磨料颗粒。这个方法包括：

(a) 在模型腔内放入很多磨料小球和铜焊金属源，每个小球包含一个磨料颗粒，每个颗粒至少涂敷了约20%重量百分比的烧结金属，在刀片的长度方向布置至少两行小球，和

(b) 由模型腔内的小球和铜焊金属形成该锯刀片。夹持刀片的锯刀在要锯割的基材上至少形成一对沟槽，以便锯基材时稳定锯刀。

本发明还有一个方面是利用无磨料颗粒的金属小球，即“假小球”，控制刀具中磨料浓度的方法，这个方法包括：

(a) 将很多磨料小球和一定量的假小球放在模型腔内，控制假小球的数量以得到所要求的磨料浓度，其中每个磨料小球包含一个磨料颗粒，该磨料颗粒涂敷有至少20%重量百分比的烧结的或未烧结但可烧结的涂层；和

(b) 使这种模型腔内的物料在充分的条件下形成含磨料颗粒的刀具。

本发明的优点包括生产金属包复的磨料小球，使其能象其他工

业物品那样承受处理和加工时的严酷条件，另一优点是能生产相当大的小球，该小球为金属锯刀片和其他刀具的制造厂家提供更多的方便。熟悉此技术的人员根据这里公开的内容很容易了解本发明的这些和进一步的优点。

图1显示小球中金刚石的含量，以涂敷钴的30/40目金刚石小球为例，图中描绘含量、浓度对小球直径的曲线，含量以重量百分比表示，浓度以每立方厘米克拉表示。

图2显示假球的浓度对不同目的金刚石小球中金刚石的浓度曲线，表示假球与图1中金刚石小球混合的效果；和

图3是由新烧结的小球排列制作的锯刀片的透视图，显示在用包含这种刀片的锯刀锯基材时在切割边缘上形成的沟槽式样。

下面进一步详细描述这些图。

概括地说，本发明提供带有一定厚度的可烧结涂层的磨料颗粒，最适宜的如金刚石。这样的磨料小球可在制造成品工具前烧结成为“硬”的小球，或者也可在制造成品工具时使用未烧结的小球，即“软”的小球。当在工具制造过程中应用软的小球时，一般在工具制造过程的热压步骤实施烧结。

烧结指的是在可烧结涂层的熔点以下加热这些小球一段较长的时间，使其粘结。一般来说，这种粘结也使可烧结的涂层变得相当的致密。可烧结的材料包括金属和含金属或金属性的材料，如合金和象金属碳化物和金属氮化物的各种陶瓷。在本发明说明书中，这些术语可替换使用。

按照本发明制造的未烧结的小球或软的小球，一般含有1%到10%重量百分比的金刚石和约99%到90%重量百分比的可烧结的涂层

材料。

在4,770,907号美国专利中描述了涂敷磨料颗粒(例如金刚石颗粒和立方体一氮化硼颗粒)的优化方法，其公开的内容合并在这里作为参考，这样的涂敷方法包括以下各步，制备金属粉末与溶于无机溶剂中的粘合剂的浆液，在工作容器中将一定量的磨料颗粒流态化，将该浆液喷洒在容器中流态化的磨料颗粒上，以便在每个磨料颗粒上得到大体均匀的浆液涂层。而且在本发明的实践中，可以利用含水的粘合剂，有时对某些金属粉末甚至是最适宜的。'907号专利中提议在制造锯刀片时使用这样涂敷的磨料颗粒。

在本发明进行的研究过程中，已经断定应用这种绿的(未烧结的)磨料颗粒的小球会产生小球的碎裂。在发现绿(未烧结的)小球太脆难于处理时，可能需要烧结绿小球以形成硬的致密的涂层。因此'907号专利中所公开的基本的涂敷工艺和机械很适合本发明的实践，在这里描述的该工艺的变化更有利于使本发明的效益达到最大。

因此本发明的一个方面是制造能处理的，坚硬的、分离的、金属包复的磨料小球。这个工艺过程的开始各个步骤按上面引用的4,770,907号美国专利实行，不同的是粘合剂可溶于含水的或有机的溶剂中。在这方面，粘合剂可以是常规的热熔塑料以便在磨料颗粒的气体流态化床里小球的形成过程中，只通过同时发生的溶剂挥发，使粘合剂"固化"或变硬。迄今的经验表明，甘油溶于酒精如乙醇或丙醇中作为粘合剂特别有效。流态化气体的温度不必太高以避免要求特殊的设备和处理方法。所以热固性粘合剂在相当低的温度下如不超过100℃时应可以固化。

为了效益和经济，流态化气体通常选用空气，但如果必要的话，如希望使用或为了方便，也可使用隋性气体或其他气体。例如，所含金属粉末易于氧化时，非氧化性气体可能是适宜的。如'907号专利所提出的，粘附到磨料颗粒上涂层的重量百分比是浆液喷洒在颗粒、流态化床时间的函数。为了达到本发明的目的，含金属粉末的比例应能足够完全涂敷磨料颗粒，一般至少为被包裹的磨料颗粒的20%重量百分比。因此含金属粉末涂层的最低水平应保证每个磨料颗粒都能涂上含金属粉末。在这点上，应理解为了某种目的，磨料颗粒不完全的涂层是可以接受的，虽然最好每个磨料颗粒都被连续的金属涂层完全包裹。

至今的经验表明，以重量百分比为基准，烧结的涂层应至少为磨料颗粒的9倍。这样已经发现最好的范围应是1-10%重量百分比的磨料颗粒，99-90%重量百分比的可烧结的涂层。在各种可烧结的涂层中，已经发现应用钴的酒精浆液涂敷，钴涂层的效果特别好。任何容易挥发的溶剂都可以代替酒精，因为其作用仅是在应用过程中保持钴在悬浮状态。很明显，可对过程进行各种变更而不违背本发明的宗旨或范围，例如，在流化床反应器内涂敷厚的金属涂层之前可用金层碳化物涂敷金刚石磨料颗粒。

从喷洒操作中排出的绿的磨料小球，由于流态化气体的干燥作用，大体上没有挥发性溶剂，基本呈球形。如果必要，可以加热这些小球除去附带的溶剂。'907号专利已提出这样的绿小球可用来制作金属锯刀片。但是，为了制造能在工业上以小球形状装运和处理的、坚硬的、分离的、金属包复的磨料颗粒小球，本发明的一个方面是在一定条件下利用加热工序形成烧结的连续金属涂层包裹的

磨料颗粒。

必要的烧结温度的各种条件取决于选择的涂敷磨料颗粒的特定金属粉末。烧结条件可以包括在真空、隋性气体或还原性气体中进行烧结操作。比较典型的是在烧结操作中除去粘合剂。显而易见，从流态化操作中排出的绿小球的大小必然取决于喷洒时间。烧结绿颗粒使之成为本发明烧结的磨料小球，由于粉末状金属聚集成连续的金层涂层，使得小球的体积减小。金属涂层中的孔隙率，如果有的话，也取决于金属粉末颗粒的大小和烧结条件。理想的烧结条件要防止含金属粉末熔化，因为那将失去颗粒的离散性。已经发现，在大约900℃的氢气(还原性)中烧结钴涂层约10分钟很有效，如果精心操作过程的烧结步骤，已烧结的小球将基本呈球形。典型的颗粒大小约在0.1到2.4mm范围内。

利用本发明比较大的烧结小球能够在锯刀片模型中填充设计的形状并将它保持。应当理解，这并不意味着小球必须顺序规则地排列，虽然本发明并不排除那种情况。小球应当在整个锯刀片内均匀地分布，即半规则地排列，以使包含金刚石的小球尽可能的多，其功能象单点切割元件。通过控制锯刀片形成时的压力和温度，可获得设计的孔隙率。在刀片形成时压力不足会造成锯刀片完整性不足，从而使期望的工业使用寿命降低。熟悉此技术的人员不用太多的实验就能决定在给定的应用中多孔的还是无孔的刀片作用更为有效。

利用铜焊金属外涂层有利于用磨料小球制成锯刀片。这种铜焊金属涂层可包裹小球或者将铜焊金属放置在紧靠填充模型的地方，以有助于锯刀片的形成。适宜的铜焊金属包括镍基填充金属，最好

用AWS BNi-2或BNi-6填充金属(美国焊接协会牌号)在形成金属锯刀片时可以使用附加的母体金属粉末。

不管采用什么技术，特别是利用本发明的烧结的金属包复的磨料小球，都可以获得开放晶格结构，即孔隙相互连通的结构。刀片可包含约10-50%孔隙(与完全致密的刀片相比)。很清楚，小球尺寸的分布可以是单模式也可以是多模式，取决于锯刀片的孔隙要求。

在待审的申请中另一种观点认识到在制造金属锯刀片时，需要控制锯刀片中磨料颗粒的浓度。通过改变磨料小球的体积分布或者利用相同或不同大小元磨料颗粒(假小球)的金属小球，可以控制磨料颗粒的浓度。制成这种金属锯刀片的其余步骤都是按熟悉此门技术的人员所非常了解的常规方式实施。

另外，也可以利用未烧结的磨料小球和假小球的组合制造这种控制浓度的金属锯刀片。这种未烧结的磨料小球和假小球的组合可以按要求的形式布置，并利用常规技术烧结。当实践本发明的这一方面时，可利用烧结的或未烧结的假小球。

在实施金属锯刀片的制造工艺时，通过标准的分析方法(例如金属溶于酸中)可以确定感兴趣的各种尺寸小球中金刚石的含量。根据分析结果，可计算锯刀片中最终的金刚石含量，假定锯刀片是完全致密的，可将所得数据画成图，以显示对任何给定的金刚石尺寸，金刚石含量和小球尺寸之间的关系。金刚石含量如图1所示可表示为重量百分比以及每单位体积刀片中的克拉数。这个例子是对涂敷钴的30/40目金刚石。如图2所示可绘制混合假小球(无金刚石)与同一尺寸磨料小球的效果图。由此图可确定为获得任何金刚石浓度所需要的目数的大小。当混合单一尺寸的小球与假小球时，也可

用此图确定对给定浓度所需要的相对比例。当混合不同目的小球，可利用混合的简单法则计算为获得给定浓度所需要的每种尺寸和比例，或者也可进行混合物的分析以确定金刚石的实际含量。然后将所得的金刚石浓度值标在图形中假小球的浓度为零的一个轴上。由此点到假小球浓度为100%，金刚石浓度为0的点画一条直线，即可代表该混合物(例如12/14和14/16目的小球混合物示于图2中)。由此线可知通过混合适当量的假小球可得到在此线范围内任意的金刚石浓度，如图中适当轴线所示。

如美国专利4,883,500号所述，在制造锯刀片时不同的磨损是重要的，那将能防止例如在锯花岗岩时侧面的偏移。为获得这种效果，在工艺中已提出改变横切面上金刚石浓度或在刀片的外部增加耐磨材料，如'500专利的图2所示。

出乎意料，本发明的研究工作表明，用本发明的小球制作的锯刀片可获得这样的切割式样。而这样的切割式样是由于在锯刀片的边缘放置了较高的金刚石或其它磨料颗粒浓度的缘故(例如利用假小球使其在锯刀片的中心有较高的比例)，完全致密的刀片已显示了这样的“轨道”效果，不需建立特殊的磨料颗粒浓度。由于在刀片中金刚石顺序地排成几行，形成长的平行的沟槽。顺序指的是将球形颗粒紧密填充在模型中。形成的磨损式样如图3所示，其中沟槽10和12是由于锯刀片16的小球14的排列所形成。这样一种不同的磨损形式使得在被切割的石头上得到相匹配的和互锁的表面，有助于在锯割操作中抑制刀片的侧面偏移。根据锯刀片的宽度和磨料小球的尺寸，可容易地求得小球的多行排列以产生轨道，排列是沿着刀片的纵向长度，也就是锯刀片的切割边。很明显这样的刀片即可

有孔也可完全致密。

磨料颗粒的可烧结涂层可以是金属，合金或金属陶瓷。涂敷金刚石、立方体一氮化硼或其它磨料颗粒所用的金属可从多种金属，包括已在磨料技术中使用的合金和金属碳化物中选择。这样的金属包括钴、镍、铁、铜、锡、钼、硼、钛、钨、钽、铬、钒、锰、铌、锆、铪和类似物，还有合金、碳化物、氮化物和它们的混合物。

用本发明新烧结的小球制造的刀片适用于深度的锯割，切块操作，割断操作，框锯、多刀锯、丝锯、带锯、薄壁芯钻和各种成形操作。本发明的刀片可以切割的材料包括混凝土、填充混凝土、钢筋混凝土、沥青、大理石、花岗岩、石灰石、砂石、木材、金属、塑料、复合材料和类似物。

在这项技术中已知有很多种锯刀片的设计并且都很实用，例如在美国专利4,883,500号所公开的刀片。对于本发明可进行各种改变，修改和重新布置，而不会违背本发明的宗旨和范围。

在下面的实例中，进行了各种实验以确定按照本发明制造的锯刀片的效果。在每个例子中刀片由已烧结的或硬的小球制造，这些刀片含有不同浓度的假小球。

例1

制备1000mm直径的锯刀．其中切割元件是30/40目MBS-760C金刚石(德国电气公司有出售)，上面带有烧结的钴/钨/锡涂层，该涂层是用流化床方法涂敷的。在氮气中加热到约900℃，10分钟左右可完成烧结。金属涂层对金刚石的重量百分比约为95%的金属涂层

17.8(0.75克拉/立方厘米)，按常规方式将刀片铜焊到锯刀芯上。

用这样制备的锯刀切割花岗岩样品。尽管切割速率为通常切割速率的3倍，但磨损速率极低。刀片的磨损式样表明金刚石浓度高于这例子中有效锯割所需的金刚石浓度。

例2

制备350mm直径的锯刀片，其中切割元件是50/60目MBS-750的金刚石(通用电气公司有售)外面涂敷了烧结的钴/钨/锡涂层。与例1所述相同的方式制备涂层，金属与金刚石的比例也相同。在成品刀片中使用假小球调整金刚石浓度大约为21.4(0.90cts/cc)，按常规方式将刀片铜焊到锯刀芯上。

用这样制备的锯刀片切割花岗岩。尽管刀片圆周上装了过多的切割元件，但此锯刀片比常规刀片的寿命仅高10%。锯刀“轨道”甚为明显，因而得到很直的切割。

例3

制备1000mm直径的六个锯刀片，其中切割元件是30/40目MBS-760C的金刚石和60/70目MBS-760C的金刚石，上面有烧结的钴/钨/锡涂层。制备这些刀片使30/40目金刚石在刀片的中心部分；使60/70目金刚石位于刀片的外边。已知此刀片在工艺上叫作嵌装刀片。涂层的制备方法与例1相同，金属与金刚石比例也大致相等，在成品刀片中通过假小球将金刚石浓度调整到22(0.95cts/cc)。刀片以常规方式铜焊到锯刀芯上。

多重刀片锯使用这样制备的刀片，用来切割花岗岩。在切割花岗岩时，此刀片的使用寿命约为常规金刚石刀片的2倍。

例4

制备1000mm直径的刀片，其切割元件是30/40目MBS-750的金刚石，上面有烧结的钴涂层。涂层的制备方式与例1相同，金属与金刚石的比例也基本相同。成品刀片中用假小球调整金刚石的浓度约为26(1.1cts/cc)，以常规方式将刀片铜焊到锯刀芯上。

用此制备的刀片切割大理石，在切割约800平方米的大理石后，刀片开始发亮，表明金刚石浓度过高。

例5

制备1000mm直径的刀片，其切割元件是30/40目MBS-750金刚石，上面有烧结的钴涂层。涂层的制备方法与例1相同，金属与金刚石比例也基本相同。成品刀片中，用假小球调整金刚石的浓度约为26(1.1cts/cc)，以常规方式将刀片铜焊到锯刀芯上。

如此制备的刀片将用于切割大理石，在切割中刀片的使用寿命是常规金刚石刀片的3到4倍。

图 1

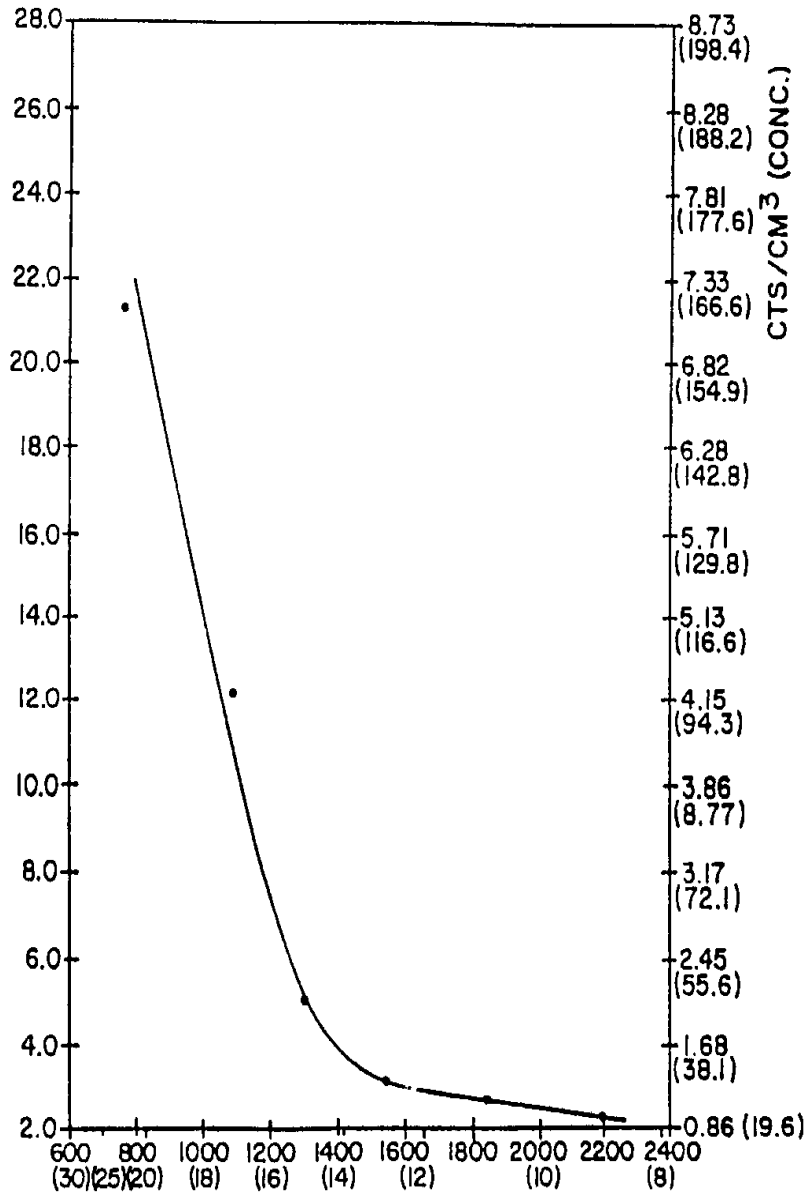
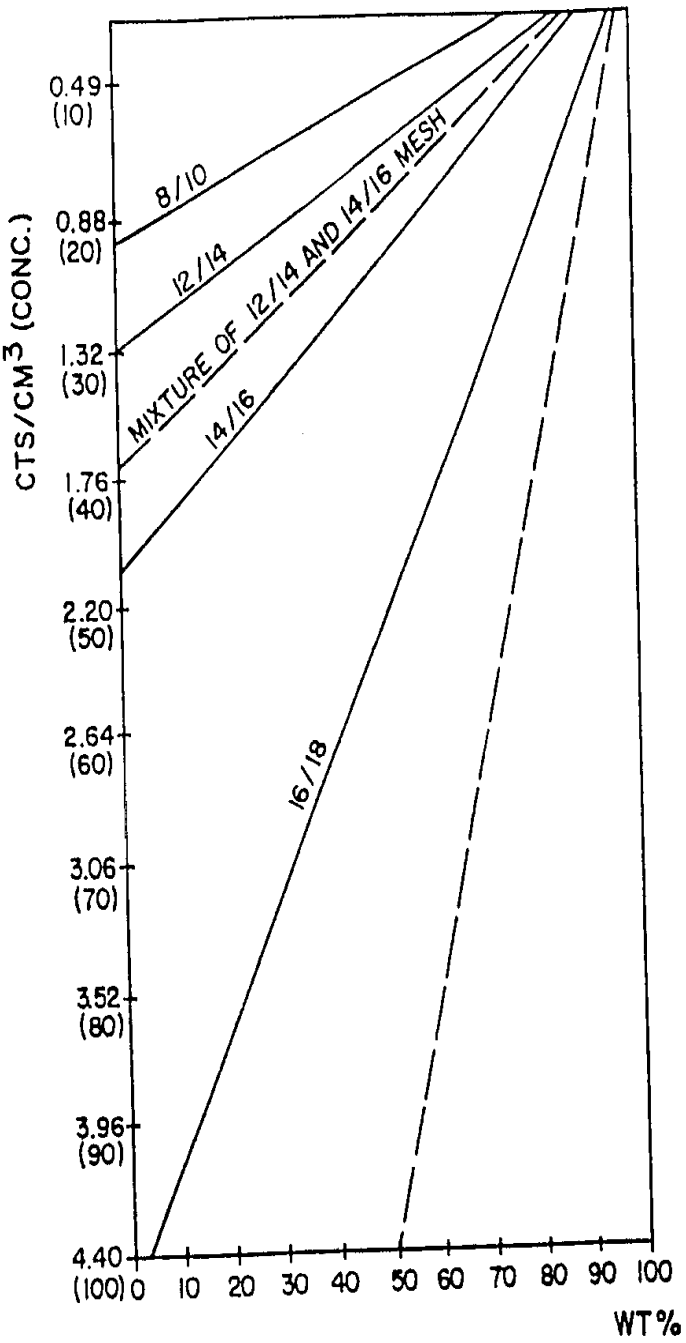

28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
8.73 (198.4)
8.28 (188.2)
7.81 (177.6)
7.33 (166.6)
6.82 (154.9)
6.28 (142.8)
5.71 (129.8)
5.13 (116.6)
4.15 (94.3)
3.86 (8.77)
3.17 (72.1)
2.45 (55.6)
1.68 (38.1)
0.86 (19.6)
CTS/CM3 (CONC.)
600 (30)
800 (25)(20)
1000 (18)
1200 (16)
1400 (14)
1600 (12)
1800
2000 (10)
2200
2400 (8)

图 2


0.49 (10)
0.88 (20)
1.32 (30)
1.76 (40)
2.20 (50)
2.64 (60)
3.06 (70)
3.52 (80)
3.96 (90)
4.40 (100)
CTS/CM3 (CONC.)
8/10
12/14
MIXTURE OF 12/14 AND 14/16 MESH
14/16
16/18
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
WT%

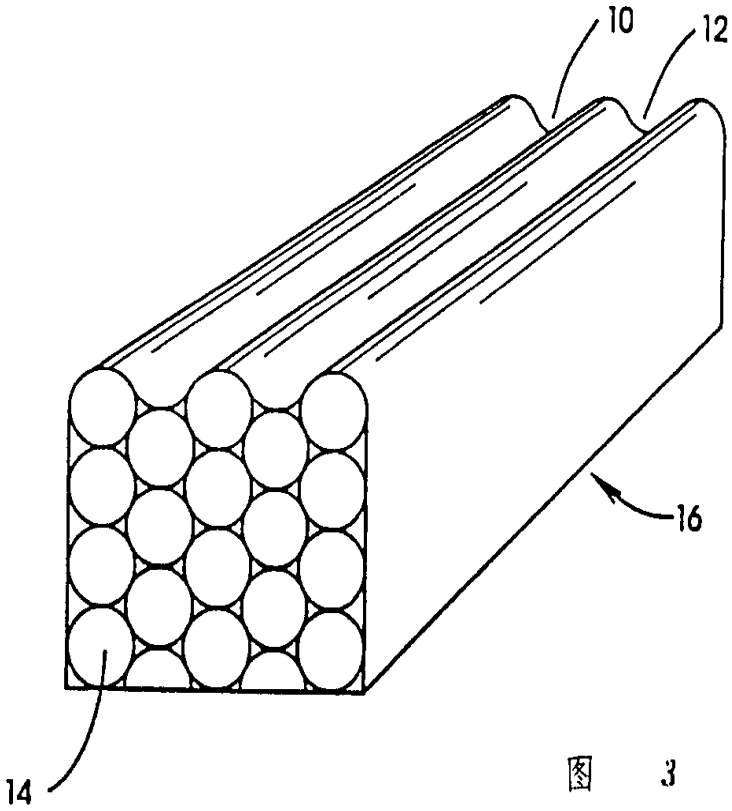


图 3