



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02157022.1

[43] 公开日 2003 年 9 月 10 日

[11] 公开号 CN 1441040A

[22] 申请日 1999.4.9 [21] 申请号 02157022.1

[28] 分案原申请号 99800279.8

[30] 优先权

[32] 1998.4.21 [33] JP [31] 128268/1998

[71] 申请人 信越半导体株式会社

地址 日本东京

共同申请人 大智化学产业株式会社

[72] 发明人 镝木新吾 芦田昭雄 木内悦男

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 陈 昕

权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 5 页

[54] 发明名称 水基切削液、其制造方法和使用该切削液的切削方法

[57] 摘要

提供一种能够抑制对操作环境和地球环境的冲击，同时具有磨料高分散性并能够防止沉淀物硬化的水基切削液。将磨料颗粒 G 分散在将硅酸胶体粒子 P 稳定分散在含有乙二醇等亲水性多元醇类化合物、丙二醇等亲油性多元醇类化合物和水的分散剂 M 中形成的水基组合物中。分散剂 M 是无臭和阻燃性的。磨料颗粒 G 之间即使经时沉降也不会紧密接触，所以沉淀物不硬饼化，能够将其再分散和再利用。由于此水基切削液本来的粘度低，所以水分混入引起粘度的减小作用以及切屑混入引起粘度增加现象缓和，使用寿命长。能对被加工件进行水洗。由于分散剂 M 是具有生物分解性的低分子量有机化合物，所以能够用活性污泥进行废液处理。

1、一种水基切削液，其特征在于使硅酸胶体粒子与磨料一起分散在含亲水性多元醇类化合物、亲油性多元醇类化合物和水的分散剂中。

2、一种水基组合物的制造方法，其特征在于具有以下工序：即将水、亲水性多元醇类化合物和硅酸盐混合，使之生成硅酸以制备第一液体的工序，将所说的第一液体与以亲油性多元醇类化合物为主成分的第二液体混合，使所说的的硅酸以胶体粒子形式稳定化的工序。

3、一种水基切削液的制造方法，其特征在于具有以下工序：即将水亲水性多元醇类化合物和硅酸盐混合，使之生成硅酸以制备第一液体的工序，将所说的第一液体与以亲油性多元醇类化合物为主成分的第二液体混合，使所说的的硅酸以胶体粒子形式稳定化得到水基组合物的工序，以及使磨料在所说的水基组合物中混合分散的工序。

4、一种切削方法，其中包括在水基切削液存在下，使被加工件和切削手段动态接触下对被加工件进行切削，其特征在于所说的水基切削液使用将硅酸胶体粒子与磨料一起分散在含亲水性多元醇类化合物、亲油性多元醇类化合物和水的分散剂中得到的水基切削液。

5、按照权利要求4所述的切削方法，其特征在于对作为被加工件的半导体锭进行切削。

水基切削液、其制造方法和使用此切削液的切削方法

本申请是国际申请日1999年4月9日的国际申请PCT/JP99/01895的分案申请，原中国申请号为99800279.8，原发明名称“水基组合物、使用此组合物的水基切削液、其制造方法和使用此切削液的切削方法”。

技术领域

本发明涉及对切割硅单晶、硅多晶、化合物半导体等半导体材料制成的坯料或陶瓷砌块（セラミック・ブロック）等被加工件时使用切削液的性能稳定性、安全性和废液处理性方面的改善，所说的切削液的简便制造方法，以及使用这种切削液的可靠而安全的切削方法。

背景技术

使用钢丝锯和带锯切割被加工件的情况下，为了对切削共聚和被加工件之间进行润滑，除去摩擦热和洗去切割屑，一般广泛使用切削液。例如，将作为被加工件的硅单晶坯料切片制造晶片的情况下，广泛使用一种浆状非水基切削液，这种切削液是将SiC（碳化硅）等组成的游离磨料分散在矿物油和高级烃为主成分的分散剂中制成的。

切割得到的晶片，使用三氯乙烷和二氯甲烷之类价廉而洗涤力强的氯代有机溶剂进行洗涤。

通过切削工具、被加工件和磨料之间的动态接触以这种方式进行切割的体系中，提高磨料在分散液中的分散性，对于使切削性能经常保持不变是重要的。提高分散性的方法，大致有（a）添加分散剂的方法，和（b）添加增稠剂的方法两种。

上述（a）法，是一种人为提高磨料本身分散性的方法。粒子在流体中的分散性，一般而言在单个粒子质量小的各粒子之间，因双电层或吸附分子的空间位阻等主要原因而使排斥力其作用，而且单个粒子以一次粒子（尚未凝聚状态下的粒子）存在的情况下，分散性得以改善。因此，应当添加电解质或具有保持一定长度烷基链等亲油性基团的表面活性剂作为分散剂。

另一方面，上述(b)法通过提高分散剂的粘度，来阻止磨料的布朗运动，从而减缓沉降速度的方法。已知的增稠剂是膨润土。

然而，对于非水基切削液而言尚有许多应当解决的问题。

首先，作为传统非水基切削液中分散剂而广泛使用的有机溶剂，臭味强，而且某些品种还有易燃性等，是使操作环境恶化的一个因素。

而且，若按上述方法使用油性切削液切割的被加工件，则必须使用有可能溶解除去切削液的有机溶剂。但是，例如在洗涤半导体晶片时通常使用的二氯乙烷，因为被指定成破坏臭氧层的物质，应当废止使用，所以今后必须削减其使用量。但是现状是代用物质的经济性和洗涤能力尚有不足之处。

对于上述(a)添加分散剂的方法而言，还有沉淀物硬饼化的问题。

添加分散剂后分散性得以提高的磨料，沉降速度的确减慢，但是在沉积过程中互相紧密接触，在超过排斥力的载荷下被压缩而形成坚硬滤饼。一旦形成坚硬滤饼，就很难将其再分散到与原来相同的状态下。因此，形成了这种沉淀物的切削液即使经长时间搅拌后再用，也只能在磨料浓度低的状态下使用，切削性能降低。此外还有堵塞切削液的供给系统的管线，或者由于粉碎坚硬滤饼加速工具磨损的问题。

如果加大磨料单个颗粒的质量，以便减小各颗粒之间的排斥力，则能够解决坚硬滤饼化的问题。这是因为主要通过分散中存在的多价离子的作用使磨料颗粒间产生静电结合的结果，生成孔隙多的柔软凝聚块，随着时间的推移可以形成比较柔软的沉淀物(软饼)的缘故。若是软饼，则容易被再分散。

但是，在这样的切削液中磨料很难保持一次粒子状态，而且分散中凝聚块的沉降速度也快，所以磨料在切削液中的浓度分布不均，切削性能容易变得不稳定。

正是因为此原因，才不得不使用分散性高的分散液，难于再用的切削液回收后一般进行焚烧处理。在焚烧处理时，有机溶剂燃烧后放出大量二氧化碳，从防止地球变暖的观点来看是不利的。

另一方面，如上述(b)那种添加增稠剂的方法，假定切削液的粘

度不变虽然能够具有一定效果，但是实际上切削液的粘度因各种原因而改变。

首先，当切削液中混入切屑时其粘度一般会增加。而由于粘度的增加使均匀的磨料不能恒定的以一定比例供给到被加工件切割面上，所以一般而言当切屑的混入量达到切削液量的3~4重量%时，就必须更换切削液。因而使切削液的废弃量增加，从而使其焚烧时产生的二氧化碳数量增加。

此外，即使在切削液中混入水分也能使非水基切削液的粘度增大。然而，要防止混入水分，过去受到很大限制，例如，需要对钢丝锯装置内安装有晶片和坯料的基座进行洗涤操作。也就是说，在使用非水基切削液的系统中，由于必须使用有机溶剂，所以所谓切削液罐，必须在单独设计的洗涤罐中充满洗涤液的情况下进行洗涤。这样装置的占地面积增大，而且有机溶剂的用量也增加，因而成为操作环境和地球环境逐渐恶化的因素。

反之，分散剂的分子结构一旦因分子剪切而破坏，就会使非水基切削液的粘度降低，导致切削性能不稳定。

如上所述，要抑制非水基切削液对操作环境和地球环境的影响，并为维持切削性能而使磨料具有必要的高分散性，同时为防止硬饼化而获得所需切削液的再利用性和设备的耐久性，要同时达到这些目的是极为困难的。

本发明为了解决这些问题，目的在于提出一种作为切削液基础的新颖的水基组合物，使用此组合物的水基切削液，其制造方法以及使用此水基切削液的切削方法。

发明的公开

本发明的水基切削液是为达到上述目的而提出的，以对人体几乎无害、无臭、生物降解性优良、容易用活性污泥法处理的较低分子量多元醇作为分散剂主成分，使其中含有能获得阻燃性的量的水分，将硅酸胶体稳定分散在这种分散剂中制成的物质。作为上述的多元醇，

同时并用亲水性多元醇类化合物和亲油性多元醇类化合物。

本发明的水基切削液是通过在上述水基组合物中添加磨料，使所说的磨料与硅酸胶体一起稳定分散的物质。使用这种水基切削液，磨料的分散性当然得以提高，例如即使随着时间的推移而沉降，由于磨料颗粒之间以充填了硅酸胶体的形式进行堆积，所以沉降物不会硬饼化，能容易地将其再分散。

为了制造这样的本发明的水基组合物，使亲水性多元醇类化合物和硅酸盐混合生成硅酸，制成第一种液体，通过将这种第一种液体与以亲油性多元醇类化合物为主要成分的第二种液体混合，使游离硅酸以胶体颗粒形式稳定化。

而且制造水基切削液时，再向上述得到的水基组合物中添加磨料。

上述的水基切削液应当在被加工件与切削手段动态接触的条件下切削被加工件时使用。

附图的简要说明

附图 1 是说明磨料在本发明的水基切削液中分散状态的模型图。

附图 2 是说明磨料在本发明的水基切削液中沉降状态的模型图。

附图 3 是根据 B 型粘度计的测定值表示水基组合物中水分含量对水基切削液粘度的影响的曲线图。

附图 4 是根据 VT04 型粘度计的测定值表示水基组合物中水分含量对水基切削液粘度的影响的曲线图。

附图 5 是根据 B 型粘度计的测定值表示硅粉的混入量对水基切削液粘度的影响的曲线图。

附图 6 是根据 VT04 型粘度计的测定值表示硅粉的混入量对水基切削液粘度的影响的曲线图。

实施发明的最佳方式

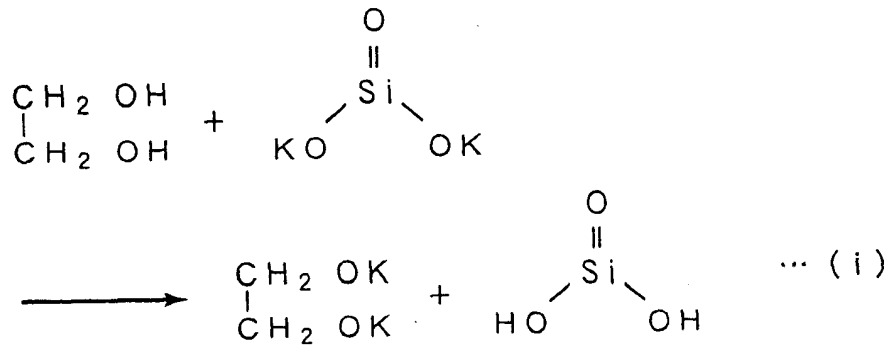
以下将对发明作更详细说明。

本发明的水基组合物，其最大的特点在于：处于分散剂中的硅胶胶体粒子，在亲水性多元醇类化合物和亲油性多元醇类化合物二物质最佳平衡条件下而被稳定化。

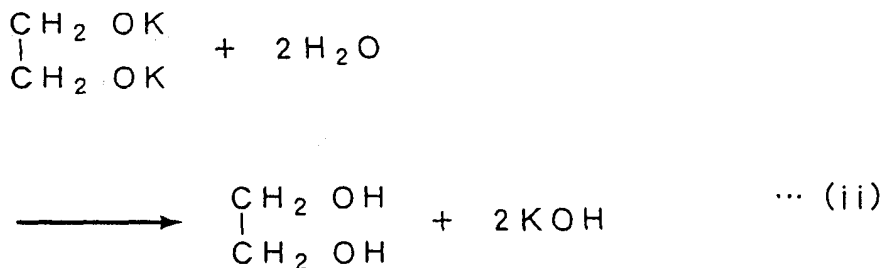
本说明书中所说的亲水性多元醇类化合物，是指亲水性多元醇及其衍生物。

而所谓亲油性多元醇类化合物，是指亲油性多元醇及其衍生物，或者亲水性多元醇的聚合物。

亲水性多元醇类化合物，具有催化硅酸盐生成硅酸的作用。作为一个实例，下式(i)表示在乙二醇的作用下，由偏硅酸钾生成偏硅酸的过程。

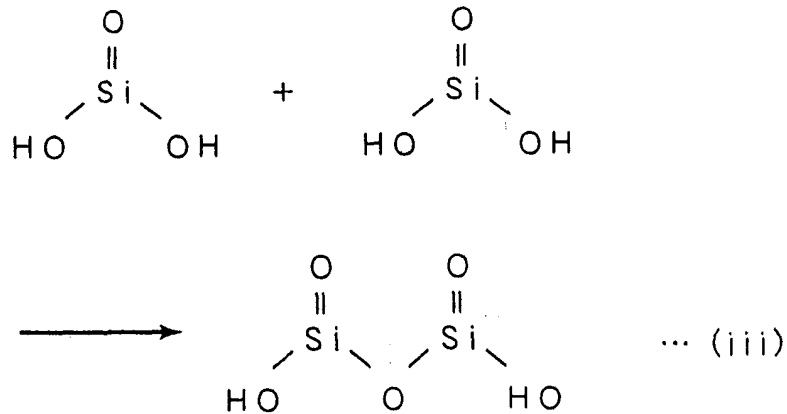


副产生的乙二醇的钾盐，通过与周围的水进行离子交换而再生成乙二醇。此过程用下式(ii)表示。



其中，式(i)和(ii)反应生成物共存的组合物，开始时呈凝胶状，但是在该组合物中水分极少的情况下，经过放置逐渐变成胶冻状。然而，当上述混合物中水分含量多的情况下，不会变成胶冻状。因此，可以认为：上述的胶冻化是由于偏硅酸脱水缩合生成二硅酸，或生成二硅酸以上具有更高聚合度的聚合物。二硅酸的生成过程用下式

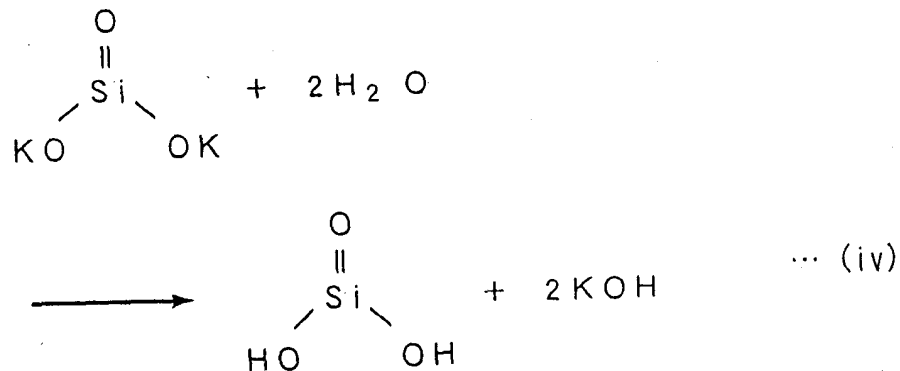
(iii) 表示。



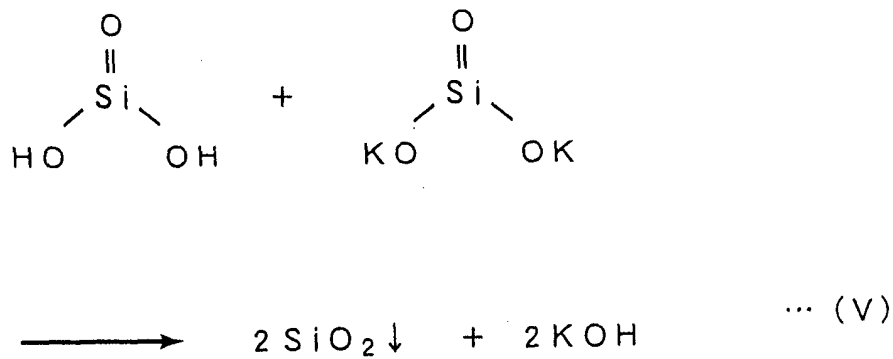
组合物一旦这样胶冻化后，例如在混入磨料用作切削液的情况下，不能向切削面圆滑地供给磨料，使切削性能降低。因此，必须使组合物中含有一定程度水分。但是若水分过多，则硅酸胶体粒子会因完全离子化而凝聚和沉降，因而不能使磨料分散。

为此在本发明的水基组合物中，具有防止上述胶冻化作用的是亲油性多元醇类化合物。利用向分散中添加亲油性多元醇类化合物的方法，使上述偏硅酸在水中的溶解度降低，硅酸胶体粒子不被离子化而稳定。

此时，虽然可以想到一部分亲油性多元醇类化合物，与亲水性多元醇类化合物同样具有催化偏硅酸钾生成偏硅酸的作用，但是在亲油性强的环境中由偏硅酸钾主要生成偏硅酸的，是与周围水的离子交换作用。此过程用下式 (iv) 表示。



但是，此时的环境若亲油性过强，则偏硅酸与其钾盐反应生成氧化硅微粒，此过程用下式 (v) 表示。



也就是说，特意生成的硅酸不能以其原来的形态维持，而变成氧化硅（ SiO_2 ）后沉降。因此，本发明中特别重要的问题是，应当适当平衡亲水性多元醇类化合物和亲油性多元醇类化合物之间的含量。相对于亲水性多元醇类化合物的含量而言，最好通常将亲油性多元醇类化合物的含量选择在大约 2.5~20.0 倍范围内。

本发明中使用的亲水性多元醇类化合物，可以举出乙二醇或甘油及其酯类和醚类衍生物。这些化合物是一些主链具有 2~6 个碳原子的化合物，既可以使用其中的单一化合物，也可以组合使用多个化合物。

另一方面，本发明中使用的亲油性多元醇类化合物，可以举出丙二醇或其酯类和醚类衍生物。这些化合物是一些主链具有 2~6 个碳原子的化合物，既可以使用其中的单一化合物，也可以组合使用这些化合物。

上述化合物都是无臭化合物，而且对人体几乎无害。

而且，因为分子量较小生物分解性优良，所以即使使用通常污水处理设备中的活性污泥也能充分分解。因此，不必担心需要焚烧处理或伴随此处理而产生二氧化碳的问题。

此外，上述的亲油性多元醇类化合物，也可以是聚乙二醇之类的聚合物。但是，使用聚合物的情况下，必须是室温下呈液态的，例如可以使用聚合度为 200~400 的聚乙二醇。但是难于用活性污泥和活性炭对排水进行处理。

在本发明的水基组合物中，分散剂中的水分含量处于 5 重量%以上和低于 50 重量%是特别合适的。换句话说，亲水性多元醇类化合物和亲油性多元醇类化合物在分散剂中的含量，处于 50~95 重量%范围

内。在水分含量低于5重量%的情况下，将会产生组合物胶冻化，或者不能赋予足够的阻燃性和冷却性能的问题。反之，若水含量高于50重量%，则硅酸胶体粒子全部离子化和凝聚，例如向该组合物中添加水后用作水基切削液的情况下，磨料颗粒的分散性将显著降低。也就是说，水分含量应当这样选择，其量虽然不足以使硅酸胶体粒子完全离子化，但是却能充分防止硅酸胶凝。

更优选的水分含量范围是10重量%以上和低于40重量%。

本发明水基组合物中的硅酸盐含量，大约处于0.1重量%以上和10.0重量%以下通常是适用的。若低于0.1重量%，则不能生成足够数量的硅酸胶体粒子，而超过10.0重量%的情况下，因游离硅酸之间的聚合作用而容易使水基组合物胶冻化。

此外，应当向本发明的水基组合物中添加羧酸或其衍生物作为pH调节剂。上述羧酸，应当使用具有螯合作用而且生物分解性优良的物质，其实例可以举出例如乳酸、柠檬酸、葡萄糖酸和苹果酸。作为羧酸的衍生物典型地可以使用其碱金属盐。优选的pH调整范围是5.0~12.0。低于5.0的情况下，得不到硅酸胶体的稳定分散性，而高于12.0的情况下因硅酸胶体溶解而不能维持胶体状态。无论哪种情况，都有损于以水基切削液作为基础时磨料的分散性，而且都难于防止沉降物的硬饼化。

不仅如此，根据需要也可以在本发明的水基组合物中添加油脂、脂肪酸或酯类作为润滑剂。此时润滑剂的添加量通常大抵不高于30.0重量%。

另外，为了提高润滑剂的润滑效果，也可以添加大约不高于15重量%的表面活性剂。

这样制造本发明的水基组合物时，首先将水、亲水性多元醇或其衍生物中至少一种物质与硅酸盐加以混合制成第一种液体。在第一种液体中，如上述式(i)所示，在亲水性多元醇类化合物的催化作用下，由硅酸盐生成硅酸。

接着，将此第一种液体，与以亲油性多元醇类化合物或其衍生物

中至少一种物质为主成分的第二种液体混合。

若向上述水基组合物中添加磨料，则能够制成磨料与硅酸胶体共同被稳定分散的水基切削液。

相对于水基组合物的重量比例而言，可以添加等倍~1.5倍左右的磨料。磨料应当根据用途选自刚玉砂、金刚砂、石英砂、黑色碳化硅、绿色碳化硅等公知的磨料。对于切割半导体坯料而言，特别优选绿色碳化硅。

本发明的水基切削液，可以广泛采用利用在水基切削液存在下，使被加工件与切削手段动态接触的方式，切削所述被加工件的切削方法。

特别是采用钢丝锯和带锯等切削手段，在切削半导体坯料时使用本发明的水基切削液的情况下，能够容易地进行高精度切割。但是，对于切削手段并没有特别限制，例如可以采用将上述的钢丝锯和带锯多重组合形成的多钢丝锯和多带锯等希望使用游离磨料而构成的任何切削手段。

以下说明本发明的具体实施例。

实施例 1

本例将说明本发明水基组合物的制备实例。

首先准备以下第一种液体和第二种液体。

<第一种液体>

精制水	75.0 重量%
乙二醇	8.5 重量%
硅酸钾	16.5 重量%

<第二种液体>

丙二醇	100 重量%
-----	---------

在上述第一种液体中生成游离的硅酸。

进而 25℃下，向第二种液体中添加第一种液体，使之浓度分别为 75.0 重量%和 24.0 重量%。在此过程中，由于存在作为亲油性多元醇类化合物的丙二醇，含量相对降低，所以在第一种液体中生成的游

离硅酸形成胶体粒子，处于稳定的分散状态下。

此后，添加作为 pH 调节剂用羧酸使用的 1.0 重量%的柠檬酸，将 pH 调节到 6.5 后得到了水基组合物。

所得到的水基组合物是无臭的物质。

上述水基组合物中最终的水分含量为 18.0 重量%，具有阻燃性（123℃下沸腾）。其他主要性质是：粘度 17.5mPa·s（使用东京计器（株）制，B 型粘度计），比重 1.049，表面张力 35.9mN/m，1%水溶液的 COD（化学上耗氧量）6700mg/升，摩擦系数 0.110。

这种水基组合物，可以直接作为例如内周刀具装置和外周刀具装置中切削用的冷却剂使用。

实施例 2

本例中，在上述水基组合物中添加磨料后制备了水基切削液，并研究了其基本性质。

首先改变实施例 1 中第一液体和第二液体的混合比例，制备了水分含量处于 13~48 重量%范围内的 8 种水基组合物。

接着，对这些水基组合物各与等重量的粒径不同的三种绿色碳化硅磨料混合，即与 GC# 600（平均粒径 $20.0 \pm 1.5 \mu\text{m}$ ）、GC# 800（平均粒径 $14.0 \pm 1.0 \mu\text{m}$ ）和 GC# 1000（平均粒径 $11.5 \pm 1.0 \mu\text{m}$ ）（均为 JIS 名称）混合，制成了水基切削液。

这些水基切削液都是无臭和阻燃性的物质。

上述水基切削液中磨料的沉降速度，水分含量越少的越慢，反之水分含量越高的越快，但是沉降、堆积后的磨料都未硬饼化。

在本例中，如果将室温下静置 8 小时后切削液中磨料沉淀层表面的高度，相当于切削液液面高度 90%以上的定义为不沉降型，而将静置 24 小时后切削液中磨料沉淀层表面的高度，相当于切削液液面高度 60%以下的定义为沉降型，则本发明的水基切削液最好是具有这些不沉降型和沉降型中间特性的物质。

为了获得这种中间特性，已经查明可以使水基切削液中水分含量

处于 30 重量%以下。这种水基切削液静置 8 小时后，其中磨料沉降层表面相当于液面高度的比例为 80~90%，而静置 24 小时后的该比例为 65~75%。

尽管作为分散剂的水基组合物是低粘度物质，但是本发明的水基切削液与已有的沉降型相比，能够长时间维持磨料的分散状态，磨料在分散剂中显示阴离子性质，而硅酸胶体粒子也因其粒子周围被阴离子电荷云（双电层）所包围而浮游在分散剂之中。

附图 1 表示这种分散体系的分散状态。在此体系中，在包围磨料 G 的阴离子电荷之间，浮游在分散剂 M 中的硅酸胶体粒子 P 之间以及在磨料 G 和硅酸胶体粒子 P 之间，都存在于分散剂 M 中解离的阴离子，因各相同电荷产生的排斥力（ ζ 电位）作用而促进磨料 G 的分散。

这种电荷的排斥力在沉淀物中也能维持。也就是说，如图 2 所示，相邻的硅酸胶体粒子 P 之间因表面电荷密度大而显示较大排斥力，通常保持一定距离。而且，这种电荷的排斥力因流动和振动等物理刺激作用而使再现性和持续力变得显著，由沉淀物中的硅酸离子 P 形成一种空间点阵结构。磨料 G 被收入这种点阵中以点形式存在。

但是，本发明的水基切削液与已有的不沉降型相比由于不会产生迅速沉淀，所以实际上可以利用自然沉降法经过固液分离后再次使用磨料。因此，固液分离用装置也有结构简单的优点。

然而，将上述水基切削液静置后得到的沉淀物中，如图 2 所示，各个磨料颗粒 G 之间因存在硅酸胶体粒子 S 的点阵而接触不紧密，无硬饼化之虞。实际上，即使将上述水基切削液于室温下放置 7 日后，沉淀物也能容易分散。

顺便指出，已有的切削液中磨料的分散性越好硬饼化现象越显著，而且因为很难用自然沉降法回收磨料而不得不进行离心分离，因而导致使沉淀物聚集得越来越坚固这种恶性循环。

此外，分别使用两种粘度计（东京计器（株）制 B 型粘度计和リオン（株）制 VT04 型粘度计）测定了所得到各水基切削液的粘度。分别使处于被测液中的 B 型粘度计的圆盘形转子和 VT04 型粘度计的圆筒

形转子旋转，通过测定加在这些转子上的应力求出被测定液的粘度。二者的可能测定范围和精度因转子的旋转半径、转子的形状和旋转数的不同而有若干差异。

使用B型粘度计和VT04型粘度计的测定结果分别示于附图3和附图4中。

此二图的横轴表示水基组合物中水分含量(重量%)及其相对于“标准品”的增减量(重量%)两种量。这里所说的“标准品”是指实施例1制备的水基组合物(水分含量为18.0重量%)。

纵轴表示粘度($\text{mPa} \cdot \text{s}$)。

实线、点划线和虚线分别表示含有GC#600、GC#800和GC#1000的切削液的测定结果。

这些附图说明，本发明水基切削液粘度的总体变化趋势，虽然都是随着水分含量的增加而降低，但是能够在很宽的水分含量范围内保持实用粘度值。特别是使用上述那种平均粒径处于 $20 \sim 10 \mu\text{m}$ 左右磨料的情况下，即使水分含量在35重量%范围内变化，也能维持最高时数值 $1/3 \sim 1/4$ 左右的粘度。

使用GC#1000那种粒径较小磨料时能够得到上述的粘度稳定性，对于例如半导体坯料的切割来说在实用上是极为有利的。使用粒径小磨料的情况下，与使用大粒径磨料相比，虽然切割速度减慢，但是却能够减小被加工物的切削余量，所以半导体坯料那样价格昂贵的材料的切割以小磨料为宜。因此，含有小磨料的水基切削液粘度稳定性的提高，能够提高加工质量、稳定性和经济性。而且更换切削液的频度也能减小。

此外，本发明的水基切削液水分含量变化不易引起粘度的变化，所以从能够对切削装置进行水洗的意义上看也是有利的。

过去使用例如非水基切削液借助于钢丝锯切割半导体坯料时，为了避免因非水基切削液中混入水分而导致粘度的急剧上升，必须在钢丝锯装置外对安装晶片和坯料的基座进行水洗操作。

但是，如果使用本发明的水基切削液，则由于即使在切削液中混

入一些水分也能大体上使粘度保持恒定，所以能够在钢丝锯装置内进行洗涤操作，因而能够大幅度提高操作效率，减小设备的占地面积。

实施例 3

本例中，研究了本发明水基切削液中混入的硅粉作切屑模型时粘度发生的变化。

使用的水基切削液是使分别含有粒径不同的三种磨料 GC # 600、GC # 800 和 GC # 1000 的水基组合物“标准品”，混入了 0~30 重量%比例硅粉的切削液。这种硅粉是将通常的硅晶片粉碎并使用 200 目不锈钢筛过筛后得到的粒度在 $75\mu\text{m}$ 以下的粉末。

使用 B 型粘度计和 VT04 型粘度计的测定结果分别示于附图 5 和附图 6 中。

这些图中的横轴和纵轴，分别表示硅粉混入量（重量%）和粘度（ $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ）。

实线、点划线和虚线分别表示含有 GC # 600、GC # 800 和 GC # 1000 的切削液测定结果。

已有的非水基切削液，一旦混入 3~4 重量%的被加工物切屑，其粘度一般大幅度提高，其数值将会提高 150~200% 左右。但是据查明：本发明的水基切削液，当混入的水量不超过 10~15 重量%时，其粘度的上升可以抑制到 70~130%，在实用上不会有问题。

其中，对于因混入切屑而增粘的水基切削液来说，通过向其中添加精制水能够再次降低其粘度。

实施例 4

本例中，使用钢丝锯和本发明水基切削液对硅锭进行了实际切割，并且研究了切割质量。

首先制备了下述的水基切削液 A。

〈水基切削液 A〉

分散剂：实施例 1 制备的水基组合物

磨料：GC# 600，与分散剂等重

比重：1.5~1.6

粘度：70±10 mPa·S

进而使用按上述切削液切割直径8英寸、长300毫米的硅锭，制成晶片。此时的加工条件如下。

〈加工条件A〉

钢丝：钢琴钢丝，直径180 μm

钢丝平均线速度：500m/分钟

平均切割速度：500 μm/分钟

切削液供给量：60~100升/分钟

晶片厚度：860 μm

切削余量：240 μm

间距：1100 μm

切割片数：272片/锭

得到的晶片，就凹凸度、晶片中心厚度偏差和锥度进行了评定。

所说的“凹凸度”是指一种利用在晶片未吸附固定的状态下，以最小二乘法计算出的基准平面正侧和负侧双向产生的最大变位量绝对值之和定义的量（μm）。

所说的“锥度”是指利用取向平面部分6毫米内侧的1点，距晶片边沿6毫米的内侧与上述1点各成90度中心角的3点，以及晶片中心点的5点处，晶片厚度最大值与最小值之间的差值定义的量（μm）。结果示于表1之中。

表 1

	实施例 4	实施例 5	对照例 1	对照例 2
凹凸度 (μm)	15	20	25	30
厚度偏差 (μm)	± 15	± 10	± 25	± 20
锥度 (μm)	20	15	30	25

实施例 5

本例中，除了使用具有更小粒径的磨料制成的水基切削液代替实施例 4 的水基切削液 A 之外，与实施例 4 同样对硅锭进行了切割。

水基切削液 B 的组成如下。

〈水基切削液 B〉

分散剂：实施例 1 制备的水基组合物

磨料：GC# 800，与分散剂等重

比重：1.5~1.6

粘度： $80 \pm 10 \text{ mPa} \cdot \text{s}$

加工条件 B 如下。

〈加工条件 B〉

钢丝：钢琴钢丝，直径 $160 \mu\text{m}$

钢丝平均线速度：500m/分钟

平均切割速度： $400 \mu\text{m}/\text{分钟}$

切削液供给量：60~100 升/分钟

晶片厚度： $860 \mu\text{m}$

切削余量： $202 \mu\text{m}$

间距： $1062 \mu\text{m}$

切割片数：282 片/锭

得到晶片的切割质量汇集在表 1 之中。

对照例 1

除了使用下述的非水基切削液 A 代替水基切削液 A 之外，按照实施例 4 的加工条件 A 切割硅锭。

〈非水基切削液 A〉

分散剂：矿物油 98 重量%，分散剂和表面活性剂 2 重量%

磨料：GC# 600，与分散剂等重

比重：1.5~1.6

粘度： $150 \pm 50 \text{ mPa} \cdot \text{s}$

得到晶片的切割质量汇集在前面表 1 之中。

对照例 2

除了使用下述的非水基切削液 B 代替水基切削液 B 之外，按照与实施例 5 同样的加工条件 B 切割了硅锭。

〈非水基切削液 B〉

分散剂：与非水基切削液 B 相同

磨料：GC # 800，与分散剂等重

比重：1.5 ~ 1.6

粘度： $200 \pm 50 \text{ mPa} \cdot \text{s}$

得到晶片的切割质量汇集在前面表 1 之中。

上述实施例 4 和 5 以及对照例 1 和 2 的结果表明，就凹凸度、厚度偏差和锥度而言，与对照例相比实施例中均能得到稳定的性能。这是因为与对照例 1 和 2 中的非水基切削液相比，实施例 4 和 5 中的切削液因混入硅的切屑而粘度增加小的缘故。

而且，在实施例 4 和 5 中，洗涤水用配管被设置在钢丝锯装置本体内，切割后能够在装置内对安装有晶片和硅锭的基座进行水洗。这是因为本发明的水基切削液因水分的混入而降低粘度的程度小的缘故。

因此，实施例 4 和 5 中能够将切削液的更换频度降低到原来的 $1/4 \sim 1/5$ 。

与此相比，在对照例 1 和 2 中切割后的晶片必须使用有机溶剂或碱溶液在装置外进行洗涤。而且操作环境中也存在油臭味。

以上虽然根据五个实施例对本发明做了说明，但是本发明并不限于这些实施例上，而水基组合物的组成成分和二成分的含量比例、水基切削液的组成成分及其含量比例、被加工工件种类、加工条件等细节，可以适当变更、选择和组合。

产业上应用的可能性

上述情况说明，本发明的水基组合物具有较低的粘度和很高的分

散性，基于全新的思想将其作为分散硅酸胶体离子的分散剂使用。这种水基组合物是水基的，所以不显示可燃性，而且其中所含的多元醇类化合物是一些分子量较低、生物分解性优良的无臭物质，所以不恶化操作环境，而且即使废弃也不会对地球环境带来冲击。

在将磨料分散在此水基组合物中制成的本发明的水基切削液，因为本来就是低粘度的，所以因水分和切屑混入而引起的粘度变化缓和，作为切削液使用寿命长。此外，能够用自然沉降法回收磨料，而且磨料颗粒即使经时形成沉淀层，由于硅酸胶体离子的存在能够防止沉淀层硬饼化，所以从节省资源和降低运行费用的观点来看是极为有利的。

本发明的水基组合物的制造方法，是将水、亲水性多元醇类化合物和硅酸盐混合后生成硅酸制成第一液体，将其与以亲油性多元醇类化合物为主体的第二液体混合，使所说的硅酸形成胶体而稳定化，无需使用任何特殊和大规模装置就能容易制造。

本发明的切削液仅仅采用将磨料混入所说的水基组合物中就能容易地将其制造出来。

此外，使用这种水基切削液的本发明切削方法，不但能够降低所说的水基切削液的更换频度，而且还能在保证加工质量稳定的前提下进行切削，能够改善切削加工的经济性、可靠性和环境的安全性。

图 1

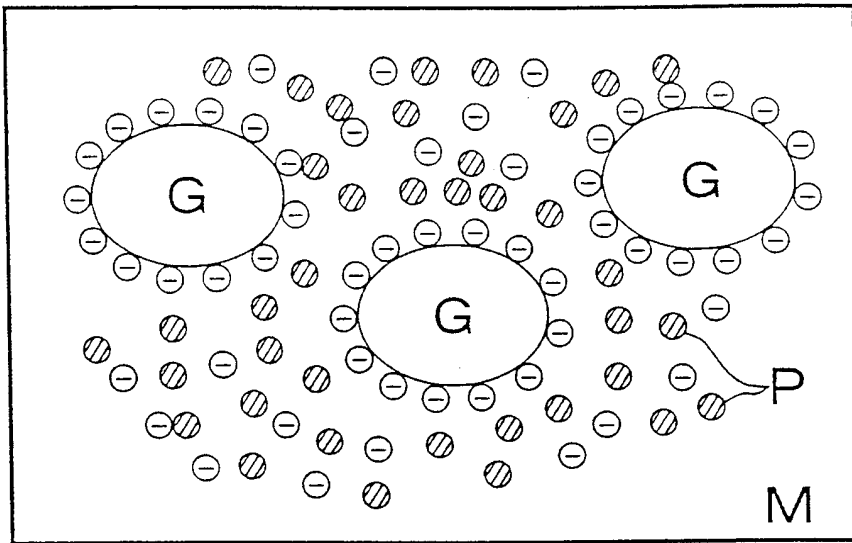


图 2

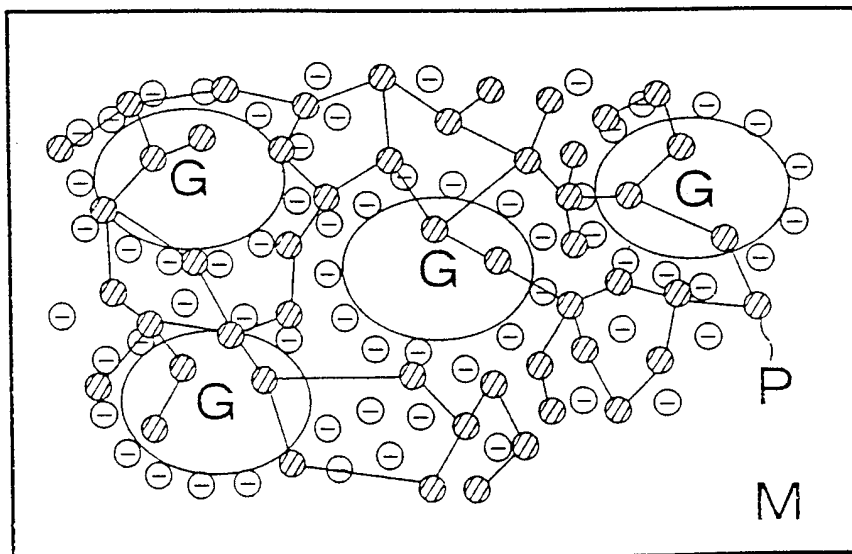


图 3

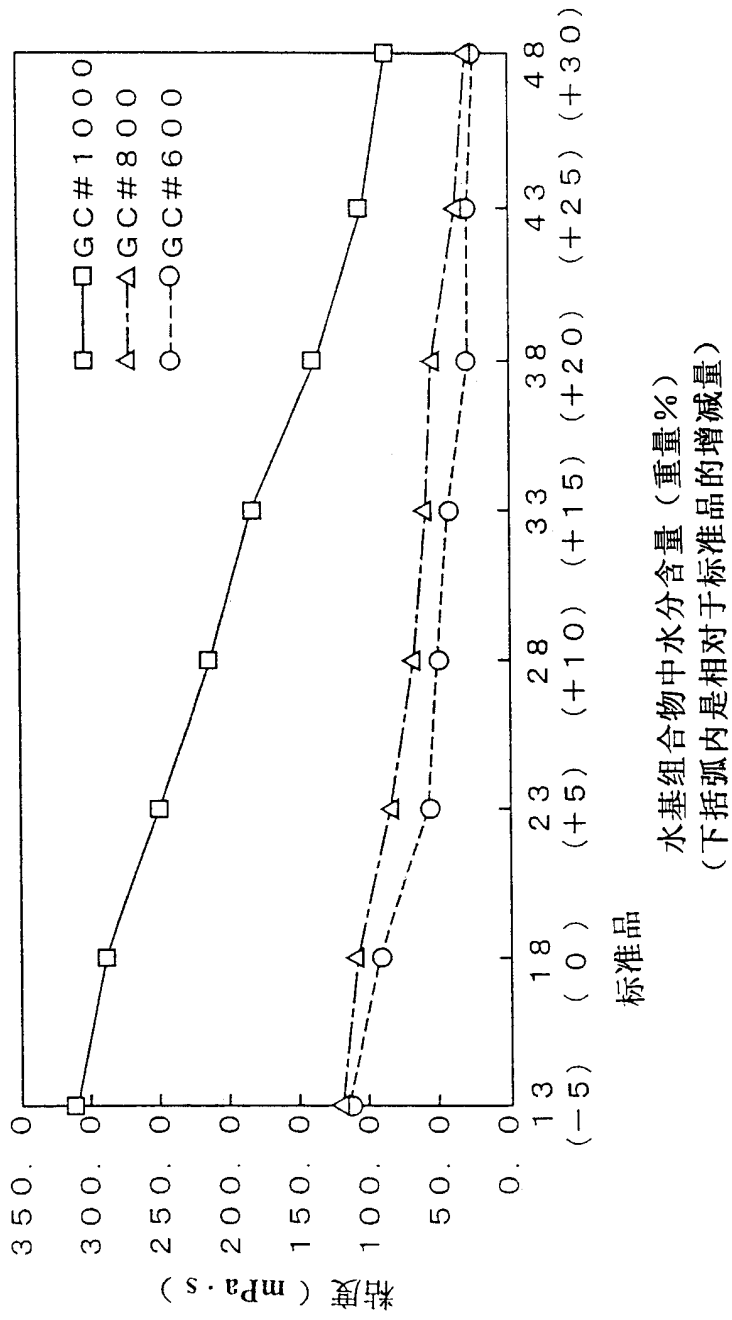


图 4

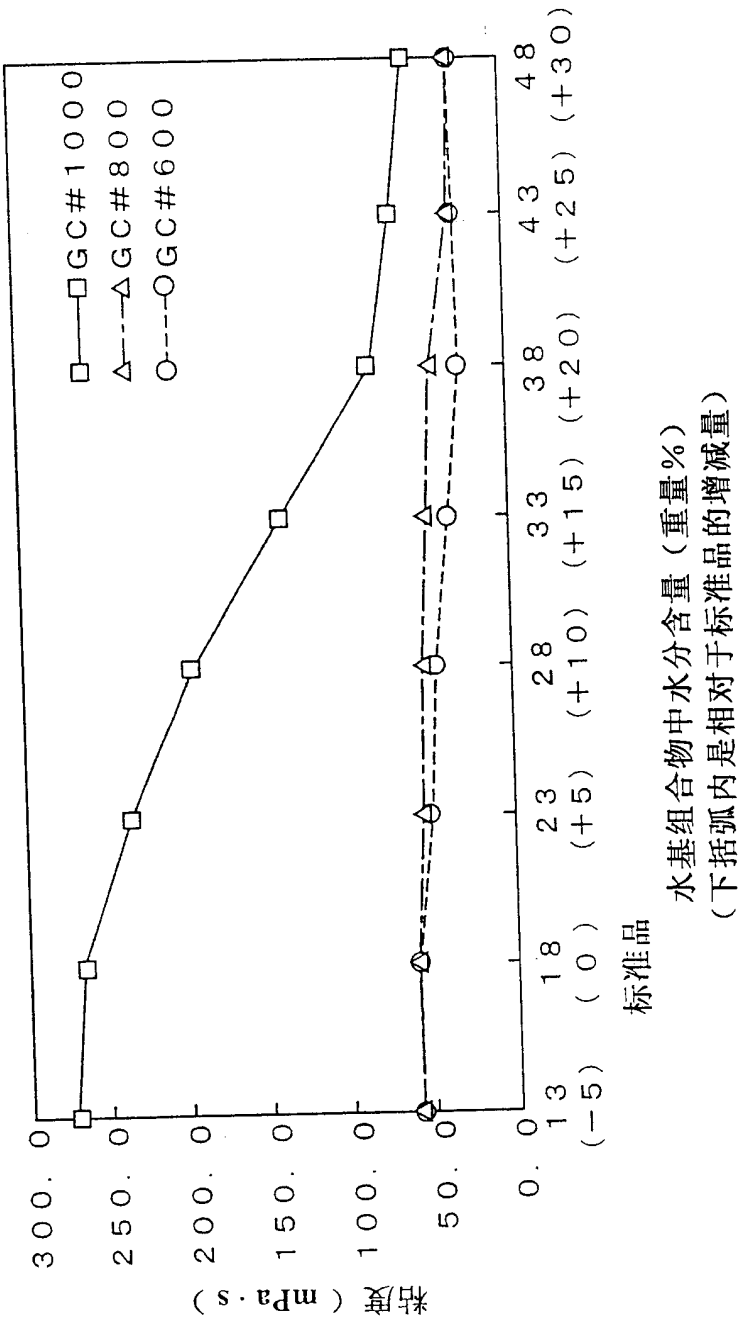


图 5

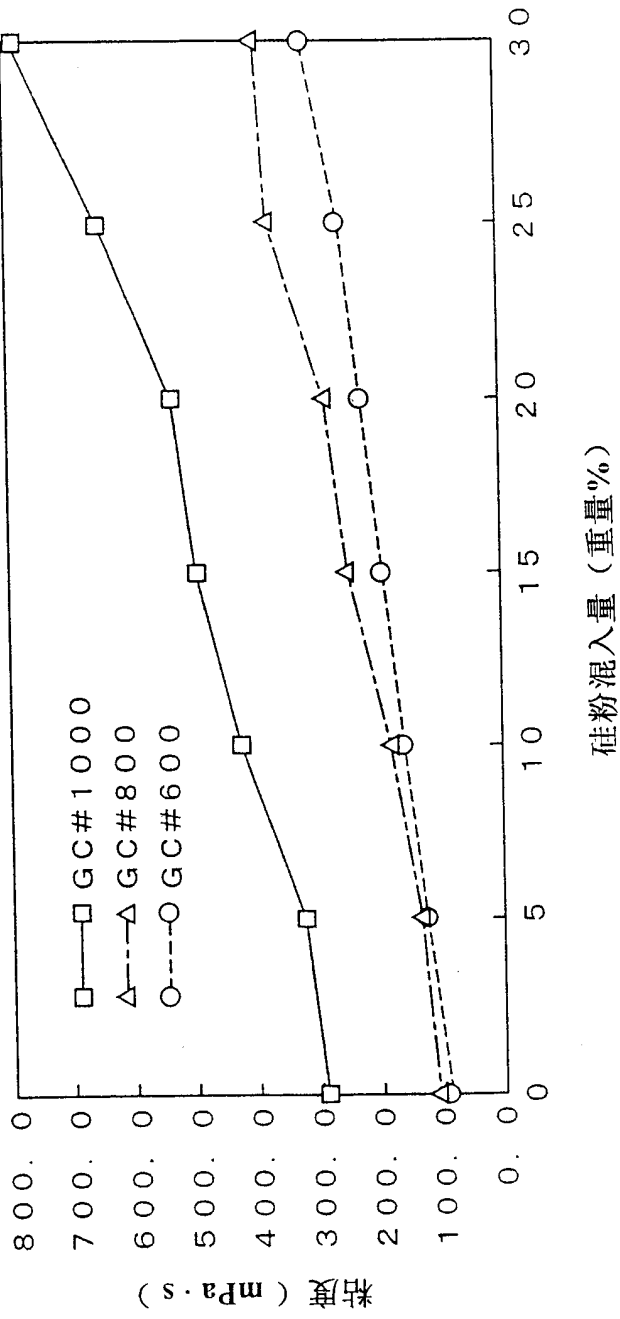


图6

