

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B28D 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03824677.5

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100351063C

[22] 申请日 2003.9.29 [21] 申请号 03824677.5

[30] 优先权

[32] 2002. 9. 27 [33] US [31] 10/259,168

[86] 国际申请 PCT/US2003/031463 2003. 9. 29

[87] 国际公布 WO2004/028746 英 2004. 4. 8

[85] 进入国家阶段日期 2005. 4. 27

[73] 专利权人 宋简民

地址 中国台湾台北

[72] 发明人 宋简民

[56] 参考文献

CN1043461A 1990. 7. 4

US2952951A 1960. 9. 20

US2268663A 1942. 1. 6

US6039641A 2000. 3. 21

US4355489A 1982. 10. 26

US4883500A 1989. 11. 28

US5092082A 1992. 3. 3

CN85104732A 1986. 12. 17

US2078354A 1937. 4. 27

US1988065A 1935. 1. 15

US6286498B1 2001. 9. 11

审查员 陈丽丽

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 马江立 吴 鹏

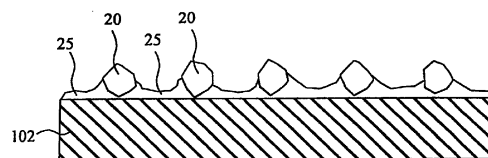
权利要求书 8 页 说明书 40 页 附图 8 页

[54] 发明名称

钎焊金刚石工具及其制造方法

[57] 摘要

本文公开和说明了一种超磨料工具及其制造方法。根据一方面，超磨料颗粒按照预定图形通过钎焊合金化学结合到基体支承材料上。该钎焊合金可为粉末、薄片或非晶态合金片。可利用具有以预定图形布置的多个孔的模板将超磨料颗粒放置在给定基底或基体支承材料上。



1. 一种制造超磨料工具的方法，包括下列步骤：

a) 提供一基底；和

b) 利用钎焊合金按照预定图形将多个超磨料颗粒直接钎焊到该基底的暴露表面上，其中所述钎焊合金为非晶态钎焊片。

2. 一种按权利要求1所述的方法，其特征在于，所述钎焊合金包括选自钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅、铝及其混合物或合金的材料。

3. 一种按权利要求2所述的方法，其特征在于，所述钎焊合金包括其重量百分比在约2%和约50%之间的选自铬、锰、钛、硅和铝的材料。

4. 一种按权利要求3所述的方法，其特征在于，所述材料为铬。

5. 一种按权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述钎焊步骤之前，该方法还包括下列步骤：

a) 将多个超磨料颗粒以预定图形附加到所述基底上；和

b) 将该非晶态钎焊合金片放置在该超磨料颗粒上，以使得该超磨料颗粒定位在该非晶态钎焊片与所述暴露表面之间。

6. 一种按权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述钎焊步骤之前，该方法还包括下列步骤：

a) 将多个超磨料颗粒以预定图形附加到所述非晶态钎焊合金片上；和

b) 将其上附加有超磨料颗粒的非晶态钎焊合金片放置在基底的暴露表面上，以使得该超磨料颗粒位于该非晶态钎焊片与该暴露表面之间。

7. 一种按权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述钎焊步骤之前，该方法还包括下列步骤：

a) 将所述非晶态钎焊片放置在基底的暴露表面上; 和

b) 将多个超磨料颗粒以预定图形附加到非晶态钎焊合金片上, 以使得该非晶态钎焊片位于该超磨料颗粒与该暴露表面之间。

8. 一种按权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述钎焊步骤包括将钎焊合金和基底加热到足以将所述超磨料颗粒直接钎焊到该基底上的低于约 1100° C 的温度。

9. 一种按权利要求 5、6 或 7 中的任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述附加步骤之前, 该方法还包括下列步骤:

a) 提供一其中具有孔的预定图形的模板;

b) 在将超磨料颗粒附加到所述非晶态钎焊片或基底上之前将该模板放置在该非晶态钎焊片或基底上;

c) 用超磨料颗粒填充该孔; 和

d) 去除该模板, 以使得该超磨料颗粒按照该模板的预定图形保留附加就位于该非晶态钎焊片或基底上。

10. 一种按权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 利用粘合剂将所述超磨料颗粒附加到所述非晶态钎焊片或基底上。

11. 一种按权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 每个孔都构造成容纳一个超磨料颗粒。

12. 一种按权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述孔的一些孔比其它孔大。

13. 一种制造超磨料工具的方法, 包括下列步骤:

a) 提供一基底; 和

b) 利用钎焊合金按照预定图形将多个超磨料颗粒直接钎焊到该基底的暴露表面上, 其中所述钎焊合金为粉末状, 并且其中所述钎焊合金包括选自钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅、铝及其混合物或合金的材料。

14. 一种按权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 在所述钎焊步骤之前, 该方法还包括将多个超磨料颗粒以预定图形附加到

基底的暴露表面上的步骤。

15. 一种按权利要求 14 所述的方法，其特征在于，在所述附加步骤之前，该方法还包括下列步骤：

- a) 将粉末状钎焊合金与载体剂混合以形成浆体；
- b) 将该浆体施加到基底的暴露表面上；
- c) 提供一其中具有孔的预定图形的模板；
- d) 将该模板放置在该钎焊合金上；
- e) 用超磨料颗粒填充该孔；和
- f) 去除该模板，以使得该超磨料颗粒在所述钎焊步骤期间按照该模板的预定图形保留附加就位在该钎焊合金上。

16. 一种按权利要求 2 所述的方法，其特征在于，在所述钎焊步骤之前，该方法还包括下列步骤：

- a) 将超磨料颗粒以预定图形附加到基底的暴露表面上；和
- b) 将钎焊合金施加到该基底和该超磨料颗粒上。

17. 一种按权利要求 16 所述的方法，其特征在于，在所述附加步骤之前，该方法还包括下列步骤：

- a) 提供一具有对应于预定图形的多个孔的模板；
- b) 将该模板放置在基底的暴露表面上；
- c) 用超磨料颗粒填充该孔；和
- d) 去除模板，以使得该超磨料颗粒在所述钎焊步骤期间按照该模板的预定图形保留就位在暴露表面上。

18. 一种按权利要求 16 所述的方法，其特征在于，在所述附加步骤之前，该方法还包括下列步骤：

- a) 提供一具有对应于预定图形的多个孔的模板；
- b) 将该模板放置在一转移板上；
- c) 用超磨料颗粒填充该孔；
- d) 去除模板，以使得该超磨料颗粒按照该模板的预定图形保留就位在转移板上；和

e) 利用该转移板将超磨料颗粒转移到基底的暴露表面上, 以使得该超磨料颗粒按照预定图形附加在该基底的暴露表面上。

19. 一种按权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 通过在用转移板压向所述暴露表面而向其转移超磨料颗粒之前将粘合剂施加到所述暴露表面上而将该超磨料颗粒附加到该基底的暴露表面上, 其中, 基底上的粘合剂的粘附力比将超磨料颗粒保持就位在转移板上的力大。

20. 一种制造超磨料工具的方法, 包括下列步骤:

a) 提供一基底; 和

b) 利用钎焊合金按照预定图形将多个超磨料颗粒直接钎焊到该基底的暴露表面上, 其中, 所述钎焊合金为粉末状, 所述钎焊合金包括选自钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅、铝及其混合物或合金的材料,

其中, 在所述钎焊步骤之前, 该方法还包括下列步骤:

a) 将超磨料颗粒以预定图形附加到基底的暴露表面上; 和

b) 将钎焊合金施加到该基底和该超磨料颗粒上。

并且其中, 在所述附加步骤之前, 该方法还包括下列步骤:

a) 提供一具有对应于预定图形的多个孔的模板;

b) 将该模板放置在基底的暴露表面上;

c) 用超磨料颗粒填充该孔; 和

d) 去除模板, 以使得该超磨料颗粒在所述钎焊步骤期间按照该模板的预定图形保留就位在暴露表面上。

21. 一种制造超磨料工具的方法, 包括下列步骤:

a) 提供一基底; 和

b) 利用钎焊合金按照预定图形将多个超磨料颗粒直接钎焊到该基底的暴露表面上, 其中, 所述钎焊合金为粉末状, 所述钎焊合金包括选自钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅、铝及其混合物或合金的材料,

其中，在所述钎焊步骤之前，该方法还包括下列步骤：

- a) 将超磨料颗粒以预定图形附加到基底的暴露表面上；和
- b) 将钎焊合金施加到该基底和该超磨料颗粒上。

并且其中，在所述附加步骤之前，该方法还包括下列步骤：

- a) 提供一具有对应于预定图形的多个孔的模板；
- b) 将该模板放置在一转移板上；
- c) 用超磨料颗粒填充该孔；
- d) 去除模板，以使得该超磨料颗粒按照该模板的预定图形保留就位在该转移板上；和
- e) 利用该转移板将超磨料颗粒转移到基底的暴露表面上，以使得该超磨料颗粒按照预定图形附加在该基底的暴露表面上。

22. 一种制造超磨料工具的方法，包括下列步骤：

- a) 提供一具有暴露表面的基底；
- b) 提供一具有其重量百分比在约 2%和约 50%之间的选自铬、锰、钛、硅和铝的材料的非晶态钎焊合金片；
- c) 按照预定图形将多个超磨料颗粒附加到该基底的暴露表面上；
- d) 将该非晶态钎焊合金片施加到附加在该基底的暴露表面上的超磨料颗粒上；和
- e) 将该非晶态钎焊合金片加热到足以熔化该非晶态钎焊合金片并将该超磨料颗粒直接钎焊到该基底的暴露表面上的低于约 1100° C 的温度。

23. 一种制造超磨料工具的方法，包括下列步骤：

- a) 提供一具有暴露表面的基底；
- b) 按照预定图形将多个超磨料颗粒附加到该基底的暴露表面上；
- c) 将具有其重量百分比在约 2%和约 50%之间、选自铬、锰、钛、硅和铝的材料的粉末状钎焊合金施加到该基底和该超磨料颗

粒上；和

d)将该钎焊合金加热到足以熔化该合金并将该超磨料颗粒直接钎焊到该基底的暴露表面上的低于约 1100° C 的温度。

24. 一种制造超磨料工具的方法，包括下列步骤：

a) 提供一基体支承材料；和

b) 利用非晶态钎焊合金片将多个超磨料颗粒直接钎焊到该基体支承材料的暴露表面上。

25. 一种按权利要求 24 所述的方法，其特征在于，利用包括选自钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅和铝的材料的钎焊合金实现该钎焊。

26. 一种按权利要求 25 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括下列步骤：

a) 将超磨料颗粒附加到该基体支承材料的暴露表面上；和

b) 将所述非晶态钎焊合金片施加到该超磨料颗粒上。

27. 一种按权利要求 26 所述的方法，其特征在于，利用粘合剂将所述超磨料颗粒附加到该基体支承材料上。

28. 一种按权利要求 26 所述的方法，其特征在于，还包括下列步骤：

a) 提供多个非晶态钎焊片；

b) 提供多个具有暴露表面的基体支承材料；

c) 将超磨料颗粒附加到该多个基体支承材料上；

d)将所述多个非晶态钎焊片施加到该超磨料颗粒上以形成多个单个的超磨料段；

e) 将该单个的超磨料段彼此邻近放置以形成三维工具前体；和

f) 使该工具前体固结以形成三维磨料工具段。

29. 一种按权利要求 28 所述的方法，其特征在于，所述附加步骤还包括以预定图形放置所述超磨料颗粒。

30. 一种制造超磨料工具的方法，包括下列步骤：

- a) 提供多个非晶态钎焊片；
- b) 提供多个具有暴露表面的基体支承材料层；
- c) 将超磨料颗粒以预定图形附加到该多个非晶态钎焊片上；
- d) 将其上具有超磨料颗粒的该多个非晶态钎焊片施加到该基体支承材料的暴露表面上以形成多个单个的超磨料段；
- e) 将该单个的超磨料段集成具有按照预定图形的超磨料颗粒三维布置的工具前体；和
- f) 通过将该工具前体加热到足以熔化该钎焊合金并烧结该基体支承材料的温度而使该工具前体固结。

31. 一种超磨料工具，包括：

- a) 固态金属基底；
- b) 多个超磨料颗粒；和
- c) 使该多个超磨料颗粒以预定图形化学结合到该固态金属基底上的非晶态钎焊合金片。

32. 一种按权利要求 31 所述的超磨料工具，其特征在于，所述钎焊合金包括选自钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅和铝的材料。

33. 一种按权利要求 31 所述的超磨料工具，其特征在于，所述钎焊合金包括其重量百分比在约 2% 和 50% 之间的选自铬、锰、钛、硅和铝的材料。

34. 一种按权利要求 31 所述的超磨料工具，其特征在于，所述预定图形为一格栅。

35. 一种按权利要求 31 所述的超磨料工具，其特征在于，所述预定图形由基本沿该超磨料工具的外边缘定位的超磨料颗粒构成。

36. 一种按权利要求 31 所述的超磨料工具，其特征在于，所述预定图形的外部超磨料颗粒密度大于其内部超磨料颗粒密度。

37. 一种按权利要求 31 所述的超磨料工具，其特征在于，所述预定图形为一均匀格栅。

38. 一种超磨料工具前体，包括：

- a) 金属支承基体；
- b) 放置成与该金属支承基体接触的多个超磨料颗粒；和
- c) 放置成与多个超磨料颗粒接触的非晶态钎焊合金片。

39. 一种超磨料工具前体，包括：

- a) 金属支承基体；
- b) 放置成与该金属支承基体接触的非晶态钎焊合金片；和
- c) 放置在该非晶态钎焊合金片上的多个超磨料颗粒。

40. 一种按权利要求 38 或 39 所述的超磨料工具前体，其特征在于，所述多个超磨料颗粒按照预定图形布置。

41. 一种按权利要求 38 或 39 所述的超磨料工具前体，其特征在于，所述非晶态钎焊合金片具有预定厚度。

42. 一种按权利要求 38 或 39 所述的超磨料工具前体，其特征在于，所述工具前体构造成用作 CMP 垫修整器。

43. 一种按权利要求 38 或 39 所述的超磨料工具前体，其特征在于，所述超磨料颗粒的粒度为约 100-350 微米。

44. 一种按权利要求 38 或 39 所述的超磨料工具前体，其特征在于，所述超磨料颗粒在该金属支承基体上方延伸一预定高度。

钎焊金刚石工具及其制造方法

优先权信息

该申请要求结合于此作为参考、于 2002 年 9 月 27 日申请的美国专利申请 No. 10/259,168 的优先权。

技术领域

本发明通常涉及工具，其具有化学结合到一基体支承材料或基底上并以预定图形（图案）布置的金刚石颗粒。因此，本发明涉及化学、冶金和材料科学领域。

背景技术

磨料工具长久以来有各种应用，包括材料的切削、钻孔、锯、研磨、磨光和抛光。由于金刚石是迄今为止知道的最硬磨料，因此被广泛地用在锯、钻和利用磨料进行切削、成形或抛光其它硬材料的其它装置上作为超磨料。

在其它工具缺乏可在商业上获得的硬度和使用寿命的情况下，金刚石工具更是不可缺少的。例如，在切削、钻和锯石头的石材工业中，金刚石工具是其硬度和使用寿命足以使得切削等较经济的唯一工具。如不利用金刚石工具，许多这类工业在经济上将不可行。同样，在精磨领域中，由于其优良的耐磨性，金刚石工具可以在足以有效地经受磨损的同时独特地具有所需的高精度。

典型的超磨料工具如金刚石锯片由金刚石颗粒（如 40/50 美国筛目锯砂料）与合适的金属支承基体粉末（例如粒度为 1.5 微米的钴粉末）混合制成。然后在一模具中将该混合物压成适当的形状（例如锯段）。然后在 700-1200° C 温度下将该“生坯”形式的工具烧结成其中有多磨料颗粒

的单体。最后将固结的该单体安装在（例如通过传统钎焊或锡焊）一工具主体如锯的圆形刀片上以形成成品产品。

尽管应用广泛，但金刚石工具通常也存在对其使用寿命造成不必要的限制的若干严重缺陷。例如，磨料金刚石或立方氮化硼（CBN）颗粒在前体中的分布不均匀。因此无法定位磨料颗粒以使得切削、钻孔、研磨、抛光的效率最高。

金刚石或 CBN 磨料颗粒之间的距离决定每个颗粒的工作负载。不合适的金刚石或 CBN 磨料颗粒间距通常导致磨料表面或结构过早失效。因此，如果金刚石/CBN 磨料颗粒彼此太接近，某些颗粒是多余的且对切削或研磨没有或有很少的效果。此外，由于金刚石和立方氮化硼的价格很高，颗粒过多使生产成本提高。而且这些无用金刚石或 CBN 颗粒会堵住切屑通道，从而降低切削效率。因此，磨料颗粒彼此太接近会提高成本，同时降低工具的使用寿命。

另一方面，如果磨料颗粒之间的间距太大，每个颗粒的工作负载（例如工件冲击力）就会过大。而分布得较稀的金刚石或 CBN 磨料颗粒则会被压碎甚至从它们被植入其中的基体上脱落。磨料受损或缺失使得不能充分有助于工作负载。从而工作负载转移给剩余的磨料颗粒。各磨料颗粒的失效会引起连锁反应，这使得工具不久将无法有效地切削、钻孔、研磨等。

不同的应用可能需要大小不同的金刚石（或立方氮化硼）磨料颗粒。例如，钻和锯可能需要在成品工具中利用较大粒度（20-60 美国筛目）的金刚石砂粒。工具的金属基底通常选自钴、镍、铁、铜、青铜及其合金和/或混合物。用于研磨时，小粒度（60/400 美国筛目）金刚石砂粒（或立方氮化硼）与金属（通常为青铜）、陶瓷/玻璃（通常为钠、钾、硅和铝的氧化物的混合物）或树脂（通常为苯酚）混合。

工具通常包括一保持或支承金刚石颗粒的基体支承材料如金属粉末。但是，由于金刚石或立方氮化硼比基粉末大得多（在制造锯段的上例中为 300 倍）又轻得多（在制造锯段的上例中约为 1/3 密度），因此两者很难混合得均匀。此外，即使充分混合，金刚石颗粒在后续处理如将混合物注入

一模具中或在该混合物振动时仍会与金属粉末分离。当将金刚石混合在金属支承基体中时，分布问题对于制造金刚石工具来说特别麻烦。

将金刚石砂粒定位在工具中的多个方法还存在另一缺陷。在许多时候，金属结合金刚石工具要求在同一金刚石工具的不同部位上的金刚石砂粒的粒度和/或金刚石密度不同。例如，锯段的边缘或前部比中部磨损得快。因此，为防止锯段的不均匀磨损和致过早失效，优选的是这些部位上的金刚石砂粒密度较大而粒度较小。这些高密度/小粒度锯段（即“夹心”锯段）难以通过混合金刚石颗粒与金属粉末来制造。因此，尽管金刚石砂粒粒度和密度不同这一优点是已知的，但由于缺乏实际制造方法而很少使用这类构形。

许多金刚石工具的另一缺陷是，磨料颗粒或“砂粒”不足以安装在工具基底或基体支承材料上以使主体的切削、钻、抛光等使用寿命最长。事实上，在大多数情况下金刚石砂粒只是机械埋置在基体支承材料中。因此，金刚石砂粒常常过早脱落或被拉出。而且，工作时结合不牢的前体对砂粒的机械支承不足。因此，金刚石颗粒会因工具受到应用该磨料的工件的冲击而粉碎。

据估计，在普通金刚石工具中，只有小于约 1/10 的砂粒实际消耗在预期的应用（即实际切削、钻、抛光等）中。其余砂粒或因工具使用寿命到期而残留在工具上或因安装不佳和支承不足导致在使用时被拉出或破坏而被浪费掉。如果金刚石颗粒能被正确定位并牢固安装到周围的基体上，可避免大部分金刚石损失。

为使金刚石砂粒受到最大机械支承，通常将它们深深埋置在集体中。因此，金刚石颗粒在工具表面上方的突出通常达不到预期。较低的砂粒突出限制用于使待切削材料碎裂的切削高度。因此，摩擦增加，且切削速度和切削工具的使用寿命受限。

为了将金刚石砂粒牢牢地固定在支承基体中，基体最好在金刚石表面周围形成碳化物。如此形成的化学结合比传统的机械连接牢固得多。碳化物可由金刚石与合适的碳化物形成物如过渡金属反应而成。典型的碳化物

形成过渡金属有：钛（Ti）、钒（V）、铬（Cr）、锆（Zr）、钼（Mo）和钨（W）。

形成碳化物需要将碳化物形成物沉积在金刚石周围并使金刚石与碳化物形成物随后产生反应以形成碳化物。此外，未反应的碳化物形成物还必须用烧结或其它手段固结。这些步骤需高温处理。但金刚石在约 1000°C 以上的温度下会性能退化。该退化是由与基体材料的反应或在晶体内金属夹杂周围生成的微裂纹造成的。这些夹杂通常包含在所用的合成金刚石形式的晶体中。

多数碳化物形成物为难熔金属，因此它们在低于约 1200°C 的温度下不会固结。因此难熔碳化物形成物通常不适于用作基体支承材料的主要成分。

但是有些碳化物形成物如锰（Mn）、铁（Fe）、硅（Si）和铝（Al）的熔点较低。但是这些碳化物形成物也有一些不利于用作基体支承材料主要成分的特性。例如，锰和铁在高压（50Kb 以上）下用作合成金刚石的催化剂。因此，在在低压下烧结基体粉末时它们会将金刚石反催化成石墨。该反向转换是金刚石在高温下性能退化的主要原因。

另一方面，铝具有较低的熔点（ 660°C ），因此易于用其固定金刚石颗粒。但是当金刚石砂粒切削过猛时铝会接近其熔点。因此切削时铝可能会变得太软而无法支承金刚石磨料。此外，铝会在与金刚石的界面上生成碳化物 Al_4C_3 。该碳化物容易水解，因此碰到冷却剂时可能会分解。因此，铝通常不适于用作将金刚石结合在基体中的碳化物形成物。

为避免烧结高温，碳化物形成物如钨常常稀释成主要由钴或青铜构成的基体中的少量成分。在烧结过程中，即使有液相也只形成少量液相。碳化物形成物经固态介质向金刚石的扩散极慢。因此，形成在金刚石表面上的碳化物可忽略不计。因此，通过加入碳化物形成物作为少量基体成分，金刚石安装的改善十分有限。

为了确保在金刚石表面上形成碳化物，可在碳化物形成物与基体粉末混合之前将碳化物形成物涂敷在金刚石上。这样，碳化物形成物尽管为基

体中的少量成分，也可集中在金刚石周围以形成所需的结合。

可用化学方法也可用物理方法将碳化物形成物涂敷在金刚石上。如用化学方法，通常在较高温度下通过化学反应形成涂层金属。例如，通过混合金刚石与碳化物形成物如钛或铬并在真空下或在保护气体中加热该混合物，可使一薄层碳化物形成物沉积在金刚石上。提高温度可增加该涂层的厚度。加入有助于金属输送的合适气体（例如 HCl 蒸气）还可加速沉积速率。也可在一熔融盐中进行该涂敷。

除了烧结，渗入也是制造金刚石工具特别是含有大（即大于美国筛目 30/40）金刚石砂粒的钻头和其它专用金刚石工具的一种常见技术。这些工具的最常用渗入剂为基于铜的合金。这些渗入剂必须流动并渗入基体粉末中的微孔。为防止金刚石在高温下性能退化，渗入剂的熔点必须较低。因此，渗入剂常常含有低熔点成分如锌（Zn）。除了降低渗入剂的熔点，该低熔点成分还减小粘度，所以渗入剂容易流动。但是，由于大多数碳化物形成物会提高渗入剂的熔点，因此它们被排除在大多数渗入剂之外。因此，这些渗入剂无法改善金刚石的结合性。

一种取决于金刚石工具的用途的特殊工艺为化学机械抛光（CMP）。该工艺已成为半导体和计算机工业中对陶瓷、硅、玻璃、石英等晶片进行抛光的标准。通常来说，待抛光工件抵靠一用聚氨酯或其它合适材料制成的旋转抛光垫。垫的顶部通常通过一机构如纤维或小孔保持酸和磨料的浆体（浆料），这产生足以防止颗粒由于垫的旋转运动施加的离心力而从垫上甩出的摩擦力。因此，顶部尽可能保持柔性、纤维尽可能保持直立或确保可以有充足的用于接纳新磨料颗粒的开口和小孔是重要。

来自工件、磨料浆和抛光圆盘的抛光磨屑的积累造成难以保持垫的顶部的问题。该积累造成垫的顶部“变光滑”或硬化，从而大大降低垫的整体抛光性能。因此，人们设法通过用各种装置对之进行“梳理”或“切削”来恢复垫的顶部。该过程称为 CMP 垫的“修整”或“调整”。最常用于垫修整的装置为其上固定有多个超硬晶体颗粒如其上所附的金刚石颗粒或 CBN 颗粒的圆盘。

用传统方法制成的修整圆盘和用传统方法制成的其它超磨料工具存在若干相同问题。但这些问题对 CMP 过程的影响要大得多。例如，超磨料砂粒固定不佳会刮花或破坏工件。由颗粒组间距过紧或不均匀造成的超磨料砂粒的工作负载不均匀会造成垫的某些区域修整过度而其它区域修整不足，从而造成不适当的工件抛光。此外，当修整圆盘的超磨料颗粒不延伸为在基底表面上方的不均匀高度时，由于修整器上的多个颗粒不能接触该垫，CMP 垫的不均匀修整进一步扩大。

除了上述磨料固定和分布问题，CPM 垫修整过程本身也产生一些使得未控制的超磨料颗粒定位无法接受的问题。例如，CPM 接触修整圆盘的前缘时修整圆盘在 CPM 上的向下压力会下压该垫，并阻止垫修整器上的其余超磨料颗粒有效接触该垫以实现均匀修整。

垫修整器工作面在钎焊过程中的翘曲还常常造成磨料颗粒移位。钎焊时垫修整器必然会经受很高温度。这使得垫修整器的工作面产生翘曲，从而危及垫修整器工作面的光滑度和平整性。因此，工作面的钎焊部变得粗糙，产生高低疵点。这些疵点是不希望的，因为它们可能会造成焊料开始剥落，并且在工件的抛光面上产生微细刮痕。

因此人们一直在寻求提高金刚石工具的效率、使用寿命和其它性能特点的合适方法。

发明内容

本发明人认识到，开发一种能满足上述要求的金刚石工具制造方法是有利的。

根据一方面，为解决上述问题，本发明提供一种制造具有单个砂粒布置的定制图形的金属结合金刚石或其它超磨料工具的方法。由于金刚石砂粒的分布得到控制，因此金刚石砂粒可设置成产生特定的工具磨损模式包括均匀磨损的具体图形。此外，每个超磨料砂粒得到较充分的利用，无需多余的超磨料砂粒作备用。因此，通过减少所需的超磨料颗粒的总量，可以使金属结合金刚石或其它超磨料工具的制造成本最小。

按照本发明另一方面，该过程涉及提供一基底，然后按照预定图形在基底表面上直接钎焊多个超磨料颗粒，从而用钎焊合金使金刚石颗粒化学结合地就位在基底上。

根据本发明一方面，钎焊合金可为一非晶态钎焊合金层、粉末或卷压连续膜。钎焊合金选择成含有一种与超磨料颗粒和支承材料如钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅、铝和及其混合物或合金化学结合的元素。根据本发明一较详细的方面，可在超磨料颗粒附加在基底上之前或之后施加钎焊合金。按照本发明，可用各种钎焊合金将金刚石颗粒结合到基底上。钎焊合金应在防止金刚石反向转换成碳的温度下将超磨料颗粒钎焊到基底上。根据本发明一较详细的方面，在低于约 1100° C 的温度下进行钎焊。

可通过各种方法用钎焊合金将金刚石颗粒结合到基底上。根据一方面，可在金刚石磨颗粒分布在基底表面上之后将钎焊合金施加到基底表面上。然后将钎焊合金加热到足以将金刚石颗粒钎焊（即化学结合）到基底上的温度。这同样适用于将金刚石颗粒钎焊到基体支承材料上而不是基底上或将金刚石颗粒既钎焊到基体支承材料上又钎焊到基底上的情况。根据另一方面，可首先将钎焊合金放在基底或基体支承材料的暴露表面上，然后将金刚石颗粒按照预定图形分布在钎焊合金上或中。然后加热到足以将金刚石颗粒化学结合到基底或基体支承材料上的温度。

可用各种方法将金刚石颗粒以预定图形布置到基体支承材料上。但是，根据一方面，这一过程包括利用其上有布置成预定图形的多个孔的模板（样板）。通常将模板放置（设置）在其上将附加金刚石颗粒的表面上并用金刚石颗粒填充这些孔。颗粒填充孔后，可对它们加压或利用有机粘结剂或粘合剂使它们保持就位在表面上。然后可去除模板，并按照所制造的工具的要求在基底表面上进一步调整金刚石颗粒。由于利用了模板，各颗粒按照预定图形被可靠地植置或定位在特定位置上并按照一预定图形保持在基底或基体支承材料上。根据一较详细的方面，可将其上有金刚石颗粒的多个基底或基体支承材料层结合在一起以形成具有呈预定图形的金刚石或其它超磨料颗粒的三维布置（结构）的一工具。

根据本发明另一方面，还可将超磨料颗粒附加在一转移板上然后转移到基底上。根据该实施例的一方面，转移板可用金属或塑料制成，可为柔性或刚性的。可通过在转移板上涂敷一粘合剂薄层而将超磨料颗粒附加到转移板上。然后用模板按照预定图形将超磨料颗粒分布到转移板上。使其一侧面上粘附有超磨料颗粒的转移板压靠基底或基体材料。然后通过将超磨料颗粒粘附在涂敷在基体支承材料表面上的粘合剂上而将超磨料颗粒转移到基体支承层上。为易于加工，涂敷在基底上的粘合剂优选地比涂敷在转移板上的粘合剂更牢固地粘附超磨料颗粒。

然后，将钎焊合金片放置在其上粘附有磨料颗粒的基底顶部上。也可将焊料粉末撒到其上附加有超磨料颗粒的基底表面上。根据本发明一可选方面，可形成焊料粉末浆体，然后例如通过喷射、粘贴等方法将该浆体施加上粘附有超磨料的基底或基体支承材料上。

在转移板方法的一变型中，转移板为将变成成品工具的一部分的非晶态钎焊片。可利用粘合剂以预定图形使多个超磨料附加在该非晶态钎焊片上或保持就位。然后将其上固定有超磨料颗粒的该非晶态钎焊片放置在一基底上。根据本发明该实施例的一较详细的方面，用一模板使超磨料在该非晶态钎焊片上形成与将超磨料附加到基底上时类似的图形。模板的每个孔中可容纳一个超磨料颗粒。一旦所有孔填充有超磨料颗粒后，去除所有多余的超磨料颗粒，然后用一整体平坦的表面如一钢板将超磨料颗粒压入该非晶态钎焊片中。也可不将颗粒压入钎焊合金片而是用粘性物质如胶或其它聚合树脂保持颗粒就位。然后去除模板并用粘合剂如丙烯酸胶将该含有磨料颗粒的钎焊合金片放置在基底上。最后在一真空炉中钎焊该整个组件以完成钎焊过程，并将磨料颗粒牢牢地固定在基底或基体支承材料上。根据本发明一方面，也可在引入磨料颗粒之前将柔性钎焊合金片附加到基底或基体支承材料上。

用在模板中的孔可布置成各种图形，包括在具体应用场合下使工具性能最佳的图形。根据一方面，孔的图形从而所得的金刚石颗粒预定图形可为一均匀的格栅。根据另一方面，超磨料颗粒可布置得疏密不同，以补偿

不均匀磨损。因此，一锯的切削刃上的金刚石分布可以是金刚石颗粒在前缘和侧部比在磨损通常较小的中部分布得密。同样，可控制超磨料颗粒的大小以得出适应工具的具体用途和磨损模式的切削、研磨等表面。

根据本发明另一方面，可使用只由或本质上由一非晶态钎焊合金片构成的基体支承材料。这样，可将超磨料颗粒分布或植置在该钎焊合金片中。然后可使植置有超磨料颗粒的钎焊合金片直接结合到一工具基底或基体支承材料上。也可用合适的粘合剂将超磨料颗粒粘到一工具基底或基体支承材料上。然后将钎焊合金片施加到该基底或基体支承材料上并将该组件加热到焊料的熔点以上。因而熔融焊料可与超磨料颗粒和基底或基体支承材料化学结合。在另一可选实施例中，具有超磨料颗粒的钎焊合金片与一未熔融金属薄层层压在一起。

按照本发明又一方面，基体支承材料可含有用来提高某些性能的成分。例如，可加入硬材料如钨、碳化钨和碳化硅以提高耐磨性。还可加入软材料如硫化钼、铜和银用作固态润滑剂。

根据本发明又一较详细方面，在加热钎焊合金和磨料颗粒的组件后，可在钎焊合金工作面上附加一覆盖材料层以形成光滑面。由于钎焊合金片在加热过程中持续的熔融状态和表面张力，最后形成的工作面可能会十分粗糙，其中含有多个容易在使用时剥落的锯齿状突出部。这在工件可能由于松动的颗粒而受损的精抛光的修整中特别重要。覆盖材料有预定厚度，从而不会妨碍磨料颗粒的抛光或修整能力。此外，该覆盖材料通常包括多种金属材料如镍、钨、钴、铬或钴镍合金中的任一种。可用若干方法施加覆盖材料，但根据某些方面，可用电镀或物理气相沉积（PVD）工艺施加。

根据本发明另一方面，在钎焊过程后可将一可选抗腐蚀材料薄层施加到金刚石工具上。附加抗腐蚀材料可有效地“密封”工具的工作面。从而在工具的实际利用中防止磨料颗粒、钎焊合金和/或覆盖材料受各种化学物品和/或冷却剂的化学侵蚀。抗腐蚀材料通常包括超磨材料如类金刚石碳或非晶金刚石。与覆盖材料一样，抗腐蚀层有预定厚度，从而有效密封工具的工作面而又不妨碍磨料工作。

本发明的另一重要方面是具体控制各种超磨料颗粒在工具表面上的布置的能力。因而例如可集合若干片状工具段以形成工具前体（见图 6A-9 和图 12C）以进行热处理和加压处理。通过提供一未熔融金属薄层和将超磨料砂粒以预定图形在该层上而集合各工具段。在按照预定图形将金刚石颗粒放置到该金属薄层上后将一非晶态钎焊合金片放置在超磨料颗粒上以形成一超磨料层片状工具段。可以重复该过程直到形成所需层数。然后集合这些层以形成所需三维体。然后固结（例如通过烧结或渗入）该金刚石工具以形成成品工具。通过将基本呈两维的工具段集成三维体，可以可靠地控制金刚石砂粒在工具中的分布。从而可调节同一工具的不同部分中的金刚石密度（见图 6A-9）。这种金刚石分布控制对于提高工具耐磨性是很有效的。例如，金刚石锯片的侧边常常比中心部分磨损得快，因此在侧边上增加较多的金刚石砂粒（见图 6B）。各层的分布图形和密度可相同，或者其分布图形、密度和/或粒度也可不同。

通过将其上有以预定图形和密度布置的超磨料的各金属基体层集成三维体，本发明不但在工具主体中提供所需金刚石分布图形，而且具有可控制同一工具主体中不同部分的金刚石密度的灵活性。因此，例如金刚石颗粒的密度在某些层中可比在其它层中大，并可将具有较大金刚石密度的层这样形成的三维结构中以防止在许多现有磨料工具中常常会发生的不均匀磨损模式。

利用特定的磨料颗粒图形或设计来提高磨料工具的性能的重要性的另一示例是对修整而言。如上所述，利用模板可使磨料颗粒按照预定图形定位在特定位置上。根据一方面，这类图形可设计成具有可提高对 CMP 垫的修饰效果的间隙或构形。例如，CMP 垫修整圆盘的工作面可构造成便于 CMP 垫在修整圆盘的内部或中部下方而不是只沿其外部或“前缘”上升。这一额外上升使得修整圆盘可较有效地切入和修饰该垫。

利用模板还可使得基底上磨料颗粒的间距均匀。通过利用如上所述模板可确保磨料间距和粒度均匀。此外，利用片状或切割成平面的钎焊合金和粘附于其上的粒度均匀的磨料颗粒可使得磨料颗粒的高度一致。

以上十分宽泛地概述了本发明的各种特征，以便于较好地理解以下的详细说明和本发明对本领域的贡献。本发明的其它特征可从以下结合所附权利要求对本发明进行的详细说明中或通过本发明的实施变得清楚。

本发明的其它特征和优点将从以下结合附图并通过示例示出本发明特征的进行的详细说明中明显可见。

附图说明

图 1 为按照本发明一实施例制成的成品工具段的侧视图；

图 2 为一工具段的侧视图，其示出利用模板布置超磨料颗粒；

图 3 为一工具段的侧视图，其示出利用转移板将超磨料颗粒布置在基底上的方法；

图 4 为一工具段的侧视图，其示出形成超磨料颗粒图形的另一种方法；

图 5 为一前体工具段的侧视图，其示出钎焊合金的一种可能布置；

图 6A 示出由彼此邻近设置以形成三维超磨料件的多个线性纵向层形成的超磨料工具的一段；

图 6B 为图 6A 所示工具段的一典型构形的横截面图，其中，由基体支承材料和较大超磨料颗粒形成的一层夹在两层具有较小砂粒和较高磨料密度的基体支承材料之间；

图 7A 示出由粘附以形成三维超磨料件的多个弧形纵向层形成的超磨料工具的一段；

图 7B 示出可以与图 7A 中工具段一起使用的多层基体支承材料的横截面图；

图 8 示出一切削工具段的另一种可能布置，该切削工具具有构造成其三维超磨料件前部切削端的磨料密度较高的横向层；

图 9 示出一工具段的另一种布置，其中，三维超磨料件形成为其磨料分布朝具有水平层的工具的上表面逐渐变密；

图 10A-10D 示出一种用于形成其中具有控制的超磨料分布的各层的可能方法；

图 11A-11C 示出用于形成具有控制的超磨料分布的一层或多层的另一种方法；

图 12A-12C 示出利用非晶态钎焊合金片形成具有控制的超磨料分布的一层或多层的另一种方法；

图 13 为由具有三维超磨料图形的多层形成的固结工具段的侧视图。

具体实施方式

现在将参见附图所示的示例性实施例并用专门用语说明这些实施例。但这并不适于对本发明范围进行限制。对本文示出的发明特征、加工步骤和材料所作的替换和修正以及本文示出的发明原理的对于相关领域拥有该公开文献的普通技术人员显而易见的其它应用都应看成落入本发明范围内。还应理解的是，本文所用的术语仅用于说明具体实施例而非进行限制。

A. 定义

在本发明的说明书和权利要求中将使用下述术语。

除非上下文另有清楚的说明，单数形式“一”和“该”包括复数指代。因此，例如，“一基体材料”包括指代一种和多种该材料，并且“一合金”包括指代一种和多种该合金。

如本文中所用的，“基本不含”指成分中缺乏所指元素或剂料。特别地，“基本不含”的元素或者在成分中完全没有，或者只有很少量以致于对成分的影响可以忽略不计。

如本文中所用的，“预定图形”指在构造工具之前给定的、使每个超磨料颗粒按照与其它金刚石颗粒和工具构形的限定关系单个放置或定位的非随机图形。例如，“以预定图形可靠地植置磨料”指将单个颗粒定位在具体的非随机及预定位置处。此外，该图形不限于均匀格栅图形，而是可以包括基于应用场合的任何图形。

如本文中所用的，“非晶态钎焊料”指具有非晶体结构的均质焊料成分。这类合金基本不含加热时固液异成分熔化的共晶相。尽管难以确保精确的合金组成，但本文所指的非晶态钎焊合金应在一较窄的温度区间中显

示出基本共熔的性状。

如本文中所用的，“均匀格栅图形”指沿各方向彼此均匀间隔的金刚石颗粒图形。

如本文中所用的，“不规则形状”指非标准几何形状如非圆、非椭圆和非方形等形状。

如本文中所用的，“基体”、“基体支承材料”、“基体支承层”和“基体材料”可以互换使用，并且指超磨料颗粒可以结合于其上的非烧结颗粒材料。显然，颗粒材料的烧结或固结可以在超磨料颗粒化学结合到该颗粒材料上的过程中发生。根据一方面，超磨料颗粒可以结合或固定到基体表面上。根据另一方面，超磨料颗粒可以固定到或植入基体表面中。根据另一方面，基体材料可呈工具主体形。根据又一方面，基体材料可呈具有特定厚度的片状。

如本文中所用的，“基底”指固态金属材料。尽管许多固态金属材料可以是金属颗粒烧结或固结的产物，但是应理解的是，在本文中“基底”不包括尚未烧结或固结成固体的粉末或颗粒金属材料。

如本文中所用的，“合金”指金属与第二材料的固态或液态混合物，所述第二材料可为非金属如碳、金属或提高或改善该金属的特性的合金。

如本文中所用的，“金属钎焊合金”、“钎焊合金”、“钎焊料”和“焊料”可以互换使用，并且指能化学结合到超磨料颗粒和基体支承材料或基底上从而使超磨料颗粒与基体支承材料结合在一起的金属合金。本文所公开的具体的钎焊合金组分和成分不限于相关的具体实施例，并且可用在本文所述的本发明的任一实施例中。

如本文中所用的，“钎焊”指在超磨料颗粒的碳原子与钎焊料之间形成化学结合。此外，“化学结合”意味着共价键如碳化物或硼化物结合而非机械或原子间较弱引力。因此，当与超磨料颗粒有关地使用“钎焊”一词时，将形成真正的化学结合。但是，当与金属和金属的结合有关地使用“钎焊”一词时，该词具有冶金结合的较传统意义。因此，将超磨料段钎焊到工具主体上无需存在碳化物形成物。

如本文中所用的,“超磨料颗粒”和“超磨料砂粒”可以互换使用并且指天然或合成金刚石、超硬晶体或多晶体物质颗粒或这些物质的混合物,并包括但不限于金刚石、金刚石聚晶(PCD)、立方氮化硼(CBN)和聚晶立方氮化硼(PCBN)。此外,术语“磨料颗粒”、“砂粒”、“金刚石”、“PCD”、“CBN”和“PCBN”可互换使用。

如本文中所用的,在钎焊步骤中,“直接”指将一单个钎焊金属或合金用作结合介质而在超磨料颗粒与给定材料之间形成化学结合。

如本文中所用的,“前体”指超磨料颗粒、基底或基体支承材料和/或钎焊合金的组件。前体描述钎焊和/或烧结加工前的该组件即“生坯”。

如本文中所用的,“孔”指穿过模板表面的具有随预期应用而定的预定大小和形状的开口。例如,孔的大小可设计成容纳多个其筛孔尺寸给定的超磨料颗粒。但是,常常希望将孔设计成每个孔只容纳一个超磨料颗粒。

如本文中所用的,“自形的”指自发的或具有包含天然结晶面的不变天然形状。

如本文中所用的,“尖部”指晶体的任何较窄尖端,包括但不限于角、脊、边缘、尖柱和其它突出部。

如本文中所用的,“金属”指任何类型的金属、金属合金或其混合物,并且具体地包括但不限于钢、铁和不锈钢。

在本文中说到距离和大小,“均匀”指差别小于约75微米的尺寸。

在本文中可用区间形式表示密度、含量和其它数据。应该理解的是,使用区间形式只是为了方便简明,并且该区间应灵活地解释为不但包括区间两端明确引用的数值还包括该区间内的所有单个数值或子区间,就像每个数值和子区间都被明确引用一样。

例如,密度区间约1%w/w-约4.5%w/w应解释为不但包括明确引用的密度端值1%w/w和4.5%w/w,还包括单个密度如2%w/w、3%w/w、4%w/w和子区间如1%w/w-3%w/w、2%w/w-4%w/w等。这同样适用于只引用一个数值的区间如“小于约4.5%w/w”,这应解释为包括所有上述数值和区间。此外,不管区间宽度或所述特性如何,都应如此解释。

B. 本发明

下面参见其中用数字标号表示本发明各部件的附图并讨论本发明。应该理解的是，以下说明只是本发明原理的示例性说明，不应看成缩小了所附权利要求的范围。

如图1所示，多个超磨料颗粒20按照预定图形钎焊到基底102的暴露表面上。用钎焊料25将该超磨料颗粒钎焊或结合到基底上。在与本发明一致的情况下，可用各种方法获得所需结果，下面将对其进行详细说明。

基底可包括各种材料如各种金属。具体的金属的示例包括但不限于钴、镍、铁、铜、碳及其合金或混合物（例如钨或其碳化物、钢、不锈钢、青铜等）。本发明用于各种金刚石工具如用于研磨、抛光、切削、修整的工具或任何用于从工件上去除材料的工具。例如，锯不限于但可包括圆锯、锯条、排锯、往复锯、框锯、线状锯、薄壁截断锯、刮片刀和链锯。根据另一方面，该金刚石工具可为一CMP垫调整器。

基底通常具有超磨料颗粒将附加于其上并且可以是基本平坦或具有造形以及可以像在一些钻头或圆锯中那样具有多面的暴露表面。但是，在本发明一实施例中，超磨料颗粒可结合到一基体支承材料上而不是直接结合到基底上。该基体支承材料可充分构造成用作工具主体，也可偶联到基底上以形成完整的工具。

在另一实施例中，可利用如下所述的模板用丙烯酸胶或其它粘合剂将磨料颗粒暂时附加在基底上以防止其在钎焊过程中运动。大多数普通粘合剂将在约400°C以上的温度下汽化且不与钎焊合金或超磨料颗粒产生化学反应。

本发明的钎焊合金可为薄片、粉末或连续的非晶态钎焊合金片。按照本发明，可通过多种途径产生钎焊合金。例如，首先可将钎焊合金与合适的粘结剂（通常为有机粘结剂）和可溶解该粘结剂的溶剂混合。然后搅拌该混合物以形成粘度合适的浆体或浆团。为防止粉末在加工过程中结块，还可加入合适的润湿剂（例如鲱鱼油、磷酸盐酯）。然后将该浆体喷涂或以其它方式施加到基体支承材料和/或超磨料颗粒上。在另一实施例

中，然后将浆体浇注到一塑料带上并拉到一刀片或平准装置下方。通过调节刀片与塑料带之间的间隙，能将浆体浇铸成具有所需厚度的板。带浇注法是用于制造粉末材料制成的薄片的已知方法，对本发明方法很有用。

钎焊合金也可为非晶态钎焊合金片。该非晶态钎焊合金片可以是柔性的或刚性的，并可以根据所需的工具轮廓成形。该钎焊合金片还有助于焊料在工具表面上的均匀分布。该钎焊合金片不含粉末或粘结剂，而只有均质焊料成分。已经发现，非晶态钎焊合金用在本发明中是有利的，因为它们基本不含加热时固液异成分熔化的共晶相。尽管难以确保精确的合金成分，但用于本发明的非晶态钎焊合金应在一较窄的温度区间中显示出基本共熔的性状。因此，在钎焊加工的加热部分中，该合金不会例如通过玻璃化形成大量晶粒或结晶相。此外，非晶钎焊合金的熔化性状不同于要求减少或消除存在于合金材料颗粒之间且不会存在于合金的非晶态形式中的空隙的烧结。但是，原始的非晶态焊料可以在结晶时经过较慢的冷却过程形成非均质相。通常通过将液体迅速冷却成固体以避免局部结晶和成分变化而形成非晶态合金。显然，在本文所述的每一个加工步骤中，钎焊合金可为与所需工具段形状对应的片、膜或其它冲压层。

也可将粉末状钎焊合金与合适的粘合剂和该粘合剂的溶剂混合以形成一可变形饼状物。然后通过一具有狭长开口的模具挤出该饼状物。该开口中的间隙决定了挤出的板的厚度。也可将材料拉到两个具有可调间隙的辊子之间以形成具有合适厚度的合金片。根据另一方面，可以像下文较详细说明的那样将焊料粉末直接喷淋到金刚石颗粒和基底上。

为了后续处理（例如弯曲到基底上方），希望合金片是柔韧的。因此还可加入合适的有机塑化剂以产生所需的特性。

将有机剂料用于粉末（金属、塑料或陶瓷）加工在许多教科书中都有所叙述，并且对于本领域技术人员是已知的。典型的粘结剂包括聚乙烯醇（PVA）、聚乙烯醇缩丁醛（PVB）、聚乙二醇（PEG）、石蜡、酚醛树脂、乳状石蜡和丙烯酸树脂。典型的粘结剂溶剂包括甲醇、乙醇、丙酮、三氯乙烯、甲苯等。典型的塑化剂为聚乙二醇、草酸二乙酯、三氢松香酸

三甘醇酯、甘油、邻苯二甲酸辛酯。如此引入的有机剂料为便于形成金属层。在金属粉末固结前必须将它们去除。粘结剂去除过程（例如通过在具有气体控制的加热炉中加热）对于本领域技术人员也是已知的。

根据一方面，钎焊合金可基本不含锌、铅和锡。一种市场上销售的适用于本发明的粉末状钎焊合金为由 Wall Colmonoy Company, Madison Heights, Michigan 生产的商标为 NICROBRAZ LM (7wt%铬、3.1wt%硼、4.5wt%硅、3.0wt%铁、最多为 0.06wt%的碳，并且其余为镍) 的产品。其它合适的合金包括含有铬、锰、钛和硅的铜、铝和镍合金。根据一方面，钎焊合金可包括铬。根据另一方面，钎焊合金可包括铜和锰的混合物。根据另一方面，铬、锰和硅的含量可以为至少约 5%重量百分比。根据另一方面，该合金可包括铜和硅的混合物。根据另一方面，该合金可包括铝和硅的混合物。根据另一方面，该合金可包括镍和硅的混合物。根据另一方面，该合金可包括铜和钛的混合物。

优选地，该金刚石焊料含有至少 3%重量百分比的选自铬、锰、硅、钛和铝及其合金和混合物的碳化物形成物。此外，金刚石焊料应具有低于 1000° C 的液相线温度以免在钎焊加工中损坏金刚石。一种市场上销售的能在足够低的温度下熔化的非晶态钎焊合金片为由 Honeywell 生产的具有 NICROBRAZ LM 成分的非晶态钎焊合金箔 (MBF)。这些箔片的厚度为约 0.001" (英寸)，且通常在约 1010° C 和约 1013° C 之间的温度下熔化。

根据一方面，可在控制气体如通常为约 10^{-5} 托的真空、惰性气体（例如氩气 (Ar) 或氮气 (N₂)）或还原气体（例如氢气 (H₂)）中进行钎焊。该气体可促使钎焊合金渗入入基体支承材料中，并从而提高金刚石焊料与基体焊料的结合。

参见图 2，选定一基底 102 并将一模板 110 放置在该基底顶部上。该模板 110 包含比一个超磨料颗粒大但比两个超磨料颗粒小的孔 114，因而允许在每一特定位置处设置一单个磨料颗粒。该模板的厚度优选地为磨料颗粒平均高度的 1/3-2/3。但是，如果形成合适的容纳空间以便使超磨料颗粒在希望的位置处就位，也可以采用其它厚度。根据一些方面，模板的厚

度可以达到磨料颗粒高度的两倍。可以将粘合剂施加到该基底表面上以便在钎焊加工期间保持超磨料颗粒就位。

在准确地定位模板 110 后，将一层超磨料颗粒 20 遍布在模板上，以使每个孔 114 都接纳一超磨料颗粒。通过倾斜基底、用扫帚清扫模板或其它类似方法而去除未落入模板的孔中的颗粒。然后可以可选地将一整体平坦的表面如一钢板放到支靠在模板的孔中的超磨料颗粒上。该平坦面压下超磨料颗粒以使磨料就位。因此受压颗粒通过稍稍机械压入基底或焊料层（未示出）中或压入在将超磨料颗粒放置在其上之前施加到基底的暴露表面上的粘合剂层（未示出）中而牢固地粘附在基底上。然后去除模板 110，以使得超磨料颗粒 20 按照模板的预定图形保持就位在基底 102 上。

可选地，如图 3 所示，基底可以是超磨料颗粒 20 利用粘合剂薄膜（未示出）附加到其一侧上的转移板 106。可以可选地采用与上述利用模板 110 实现特定的超磨料颗粒图形相同的方法进行颗粒布置。然后将其上附加有超磨料颗粒 20 的转移板 106 压靠在基底 102 上。该转移板可用金属或塑料制成，但是已经发现透明的塑料转移板易于使用并便于监控该过程。可用任何粘附方法如粘合剂将颗粒附加到转移板上。为了便于超磨料颗粒转移到基底 102 上，可利用使颗粒 20 与基底 102 的粘附力比与转移板的粘附力强的粘合剂层（未示出）。然后去除该转移板并进行处理如加入焊料以形成工具前体和加热以生成成品。因此，磨料颗粒以由模板确定的图形转移到基底上。

在另一实施例中，转移板 106 可为非晶态钎焊合金片。在与上述过程类似的过程中，将超磨料颗粒 20 附加到一基底上。首先，如图 4 所示，将具有孔 114 的模板 110 放置在钎焊合金片 106 上。根据本发明的一方面，该钎焊合金片可为如上所述的连续非晶态钎焊合金片或膜。使用模板允许通过将模板设计成具有成预定图形的孔而控制每个磨料颗粒布置在特定位置处。

在将模板 110 放置在钎焊合金片上后，用磨料颗粒 20 填充孔 114。孔具有预定大小，以使得每个孔中将只有一个磨料颗粒。磨料颗粒或砂粒的

任意大小都是可接受的，但根据本发明的一方面，颗粒的直径为约 100-约 350 微米。尽管不同的孔大小和形状将限制每个孔中容纳一个颗粒，但可将本发明的孔设计成用以非常小心地布置超磨料颗粒。因此，对于 100 微米的平均颗粒粒度，孔的横向尺寸可设计成为约 150 微米。

根据本发明的另一方面，模板中的孔的大小可定制以获得其粒度在均匀粒度范围内的磨料颗粒的图形。在 CPM 垫修整这一特殊实施例中，模板的孔足以只选择在变化不大于 50 微米的粒度范围内的砂粒。该砂粒粒度的均匀性有助于 CPM 垫修整的均匀性，因为各磨料颗粒的工作负载得到均匀分布。反过来，均匀的工作负载分布减小了在单个磨料颗粒上的应力，并延长了 CPM 垫修整器的有效寿命。在各种超磨料工具中，模板可以具有各种构形。这些图形可包括各种布置并包括不同大小的孔以容纳同一工具中的不同粒度的超磨料颗粒，此时，将首先施加较大的颗粒，然后施加较小的颗粒。

在模板的孔都由超磨料颗粒填充后，去除所有多余的磨料颗粒，并可选地将一平坦面施加到磨料颗粒上。该平坦面应由非常坚固的刚性材料制成，以便能将磨料颗粒压入钎焊合金片或膜 106 中。这类材料通常包括但不限于钢、铁及其合金等。

去除模板后，可再次使用该平坦面将磨料颗粒牢固地压入钎焊合金片中。尽管平坦面是优选的，但本领域的技术人员将意识到，有时希望一些磨料颗粒比其它磨料颗粒从成品工具向外延伸得更多。此时，可利用造形或成形面使一些磨料颗粒比其它磨料颗粒在钎焊合金片中更深处就位。因而磨料颗粒将远离基底延伸至一预定高度。

尽管将超磨料颗粒压入钎焊合金的上述方法在多种应用中是优选的，但有时希望磨料颗粒从钎焊合金向外延伸出。例如，一些工具可仅具有一层磨料。为此只需在利用平坦面按压超磨料颗粒时保留模板 110 并在一旦去除模板时便不再将颗粒压入钎焊合金。

在一可选实施例中，使图 3-5 中的钎焊合金片或膜的厚度比超磨料颗粒 20 的横截面厚度或直径小。当将颗粒压入合金片 106 中时，该片的厚度

迫使颗粒从钎焊合金片突出。然后将合金片以上述方式施加到基体支承材料上。

在形成本发明的预定图形时，模板中的孔的间距尽管是非随机的，但不必是均匀的。相反，可以使间距不同以使得各区域的密度不同从而使得钎焊合金片的各部分的密度不同。同样，通过控制孔的大小和金刚石颗粒安放在孔中的次序可形成具有不同粒度的颗粒的单层。

根据本发明一较详细的方面，超磨料颗粒的高度在 CMP 垫修整器中是较重要的。均匀的颗粒高度可由模板 110 的厚度确定，并且在一优选实施例中，各磨料颗粒将延伸至 50 微米的距离内。这样，各磨料修饰成在 CMP 垫上的深度基本相同。但是，应该理解的是，在某些应用中，不希望砂粒高度均匀。因而本领域的普通技术人员将认识到，可以通过如此构造模板和用于按压颗粒以形成这一设计的表面而获得高度变化的砂粒图形。

图 1-12C 示出的磨料颗粒 20 具有各种形状。本发明的范围包含任何形状的磨料颗粒，包括自形或天然成形颗粒。但是，在一实施例中，磨料颗粒呈具有沿远离基底方向延伸的尖部的预定形状。

在另一可选实施例中，不是将磨料颗粒压入钎焊合金片，而是通过在钎焊合金片的表面上布置粘合剂而将磨料颗粒固定在模板确定的位置上。这样，在去除模板时和热处理过程中，颗粒保持固定就位。

尽管结合超磨料颗粒的符合图形的分布说明了钎焊合金片 106 的应用，但它同样适用于金刚石颗粒在基体支承材料上的随机分布。因此，超磨料颗粒可以在不使用模板或不形成预定图形的情况下分布在钎焊合金片或基体支承材料上。也可利用模板采取如上所述的类似方法和布置。

在超磨料颗粒至少部分埋置在钎焊合金片 106 中或粘附在钎焊合金片 106 上后，如图 5 所示将钎焊合金片附加到基底 102 上。可选地，在某些实施例中，可首先将钎焊合金片附加到基底上，并利用所述模板法将磨料颗粒顺次加到该钎焊合金片上。在另一可选实施例中，如图 3 所示，将其上附加有超磨料颗粒的钎焊合金片施加到基底的暴露表面上以使得超磨料颗粒在钎焊合金片与基底之间定向。

用于本发明的若干实施例的钎焊合金可为本领域已知的任何钎焊材料，但根据一方面，也可以是其铬含量为至少约 2%重量百分比的镍合金。有这种成分的钎焊合金本身自然是几乎超硬的，并且不易受用在各种应用中如含浆体的磨料中的溶液的化学侵蚀。在这一实施例中，可选用附加的抗腐蚀层或覆盖材料。

由于超磨料颗粒牢固地保持在钎焊合金片中或钎焊合金片上，在钎焊过程中液态钎焊合金的表面张力不足以使颗粒集结。此外，焊料变厚的程度大大降低，并且很少或没有“隆起”形成。如图 1 所示，由于焊料与颗粒之间的化学结合的润湿作用，焊料 25 在各磨料颗粒之间形成稍稍下凹的表面，这形成附加的结构性支承。在一实施例中，非晶态钎焊合金片 106 的厚度预定成允许各磨料颗粒的至少约 10%-约 90%在焊料外表面或工作面的上方突出。根据另一方面，当使用覆盖材料时，磨料颗粒可选择或放置成使得各磨料颗粒的至少约 10%-约 90%在覆盖材料的外表面或工作面的上方突出。

除了将超磨料颗粒埋置到钎焊合金片中或粘附到钎焊合金片上的特定方法，本领域的技术人员将意识到合适的可选方法，如将磨料颗粒固定到基底上然后将焊料放置在该磨料颗粒上。此时，可利用上述模板法使颗粒定位在基底上，并利用胶水或其它合适的粘结剂使其保持就位。可选地，然后将粉末状焊料喷淋或放置到基底上超磨料颗粒周围并加热该焊料使其与超磨料颗粒形成化学结合并结合到基底上。

一旦将超磨料颗粒和钎焊合金放置在基底或基体支承材料上以形成超磨工具前体，便加热该前体以将超磨料钎焊到基体支承材料上。钎焊合金的选择很重要，并直接影响成品工具的性能如使用寿命和强度。尽管可从市场上获得多种钎焊合金，但可用于本发明的钎焊合金种类有限。该钎焊合金应包括如上所述的碳化物形成物如钛、钒、铬、锆、钼、钨、锰、铁、硅、铝及其混合物或合金。

铬、锰、硅或其混合物或合金特别重要，并且已证明在本发明中有效。碳化物形成物在钎焊合金中的含量可为 2-50%重量百分比。这些焊料的示

例有 Wall Colmonoy Company (美国) 生产的熔点范围为 970-1000° C 的 NICROBRAZ LM (Ni-Cr-B-Si-Fe) 和 Degussa (德国) 生产的熔点范围为 970-990° C 的 21/80 (Cu-Mn-Ni)。其它可能的焊料包括: 接近熔点为约 880° C 的共晶组成 (约 25wt% 的锰) 的铜-锰合金; 接近熔点为约 970° C 的共晶组成 (约 50wt% 的硅) 的镍-硅合金; 接近熔点为约 810° C 的共晶组成 (约 30wt% 的硅) 的铜-硅合金; 接近熔点为约 600° C 的共晶组成 (约 15wt% 的硅) 的铝-硅合金。

上述金刚石焊料的示例覆盖了范围广泛的机械特性和渗入或烧结温度 (通常高于液相线温度约 50° C)。这些焊料的各种合金也可用来进一步调节钎焊温度和机械特性。金刚石焊料的选择主要视所需的应用而定。通常, 较严酷的应用如锯花岗岩、混凝土或沥青将需要能承受较高钎焊温度的较坚固的金刚石砂粒。在较高温度下熔化的焊料通常耐磨性较强。另一方面, 要求不高的应用如锯石灰石或大理石需要较低强度的金刚石砂粒。这类金刚石在高温下性能易退化, 因此必须在较低温度下进行钎焊。这类焊料通常耐磨性较差。

焊料的量应保持为最小以避免完全覆盖磨料颗粒。这一问题由于普通焊料的机械性较差而变得复杂。这一较差的机械强度抵消了磨料颗粒与焊料之间的化学结合强度。事实上, 当发生移位时, 磨料颗粒与焊料之间的化学结合足够强, 以使得焊料本身通常将随脱落的磨料颗粒折断。焊料还非常容易受磨料浆的化学侵蚀。这有利于磨料颗粒的脱落, 因为它进一步弱化了机械性已经较弱的焊料。

虽然现有技术的焊料通常包括有利于焊料流动的金属如锌、铅和锡, 但在本发明中已经发现, 这类材料实际上削弱了钎焊加工。现有技术的材料通常较易挥发并且容易污染用于渗入的真空或惰性气体。尽管极少量的挥发性金属对钎焊没有显著的影响, 但超过约 1% 或 2% 重量百分比可能会妨碍正确的渗入。本文中, 基本不含挥发性金属或基本不含锌等用于描述挥发性金属的含量足够少以至于不会对渗入和钎焊造成很大妨碍的情况。

重要的是, 保持钎焊温度低于基底熔点, 所以工具主体可以在钎焊超

磨料颗粒期间保持形状。此外，钎焊温度必须足够低以至于不会使金刚石性能退化，通常低于约 1100°C 。对于包括渗入的实施例，需要高于钎焊合金液相线温度通常 50°C 的温度。除了控制钎焊温度，还应保持钎焊时间较短以使得焊料不会与金刚石或基底过度反应。在前一种情况下，金刚石还会性能退化。在后一种情况下，与基底表面的熔合可能会提高金刚石焊料的熔点。因此，金刚石焊料可能逐渐固化，并且最终停止流动。而且，粗焊料粉末将需要较长的加热时间和/或温度。

选择钎焊合金时还要考虑的是钎焊合金还应润湿超磨料颗粒并与超磨料化学结合。因此，如图 1 所示，随着钎焊合金 25 与超磨料颗粒结合，钎焊合金蠕升到超磨料的侧边上。这一润湿作用由于改善的颗粒机械支承和较强的碳化物结合等原因而有利。包含在合适的溶剂合金里的碳化物形成物通常能满足这一要求。但是，各种碳化物形成物可能会受钎焊气体的不利影响。

也可控制用于钎焊的气体环境以提供优良的性能。例如，如果焊料含有强吸氧或吸氮成分如钛，则在钎焊过程中必须保持高度真空（最大 10^{-6} 托）或低于 -60°C 的露点。这一限制条件常常增加了不必要的金刚石结合工具制造成本。微量的氧气可以氧化碳化物形成物，并防止形成与金刚石的碳化物结合。另一方面，如果焊料含有较不敏感的吸气剂如铬和锰，低度真空（最小 10^{-5} 托）和氢气环境就足以进行钎焊了。但是，如果碳化物形成物与例如钴或镍的反应性太低，与金刚石颗粒形成的碳化物结合就会很少。因此，在选择碳化物形成物时要在与金刚石的结合能力和氧化倾向之间取得平衡。

钎焊后，可将生成的部件（例如锯段）精加工（例如研磨）成最终尺寸。然后可将其安装到（例如通过传统钎焊）工具主体（例如圆形钢片）上以得到成品。

如上所述，本发明利用润湿金刚石工具的基体支承材料的金刚石焊料。大多数金刚石焊料都能润湿主要成分为钴、镍、铁、铜或青铜的普通基体支承材料，因此可以顺利地进行钎焊。回到图 1，按照本发明生产的成品

金刚石工具包括与钎焊合金的一组分如铬碳化物结合的金剛石颗粒 20 和含有同时包括机械钎焊和与基底 102 的局部熔合的各种共晶相的焊料 25。

除了利用上述方法的钎焊，也可通过混合粉末状钎焊合金与粉末状基体材料实现利用钎焊合金将金刚石颗粒结合到基体材料上。然后加入有机粘结剂，并将基体支承材料和钎焊合金如上所述制成一片或一层。然后如上所述通过利用模板以预定图形设置和定位金刚石颗粒而分布该颗粒。然后将该片压印或压成所需工具形状，并将其加热到足以利用钎焊合金将金刚石颗粒结合到基体支承材料上以及将基体的金属颗粒烧结在一起的温度。该过程通常可利用不会给工具带来上述风险的低温而实现。

制造金刚石工具（例如锯段）的最常用基体粉末为钴粉。制造普通金刚石工具的钴粉的标准粒度小于 2 微米。在过去 10 年，金刚石工具制造商要求越来越细的基体粉末。供应商（例如 Eurotungsten Co.）因此正在向制造超细（1 微米）甚至超超细（亚微米）粉末努力。在这一趋势下，烧结温度不断降低。较低的烧结温度不仅减小了金刚石的性能退化，而且还降低了制造成本。例如，粉末消耗降低。而且石墨模具的氧化损耗也降到最低。

但是，本发明一实施例利用金刚石焊料填满基体粉末的微孔。因此粗粒度粉末即大于 400 美国筛目或 34 微米的粉末是优选的。此外，虽然传统方法要求密度尽可能高以迅速进行烧结，但在本发明中利用具有低堆积密度的前体以使得金刚石焊料易于流动是优选的。事实上，有时通过利用非规则形状的基体颗粒可以人为地提高基体的孔隙度。该优选选择又与要求颗粒尽可能呈圆形以提高堆积密度的传统方法相悖。

利用粗基体粉末有其它益处。例如，粗粉末可与不同成分较好地混合。因此金刚石砂粒可较均匀地分布在前体中。此外，粗粉末的表面积较小，因此渗入的摩擦力较小。因此粗粉末可以在模具中容易地流动。当然，粗基体粉末的价格也低得多，从而可降低生产成本。

重要的是，应该注意到本发明只将基体用作保持金刚石砂粒就位的网状物。因此，基体不必用粉末制成。例如，基体主体可由具有包含 PCD 主

体的金刚石砂粒的开口的钢板制成。此外，容易形成含段的超磨料以便在钎焊之前容纳各种基底形状。

在本发明的另一实施例中，形成一其中有金刚石砂粒的预定图形的三维工具。通过将基本呈二维的工具段集合（组合）成三维主体可以可靠地控制工具中的金刚石砂粒的分布。因此可调节同一工具的不同部分中的金刚石密度（见图 6A-9）。对金刚石分布的这一控制对改善工具的耐磨性是十分需要的。例如，金刚石锯片的侧边常常比中央部分磨损得快，因此在侧边上添加较多的金刚石砂粒是有利的（见图 6B）。

参考图 6A，其示出一由多层 14、16 和 18 构成、整体由 10 表示的工具段的立体图。每一层 14、16 和 18 都由植入有用黑圈 20 表示的金刚石颗粒的基体支承材料构成，并且已渗入有选择成化学结合到金刚石颗粒和基体支承材料上的焊料。优选地，金刚石颗粒 20 占基体支承材料—金刚石混合物的不到 50%，较优选地不到 40%。保持金刚石颗粒的量最小有助于在使产品的使用寿命最佳的同时使成本最小。尽管图 6A-9 示出离散的基体支承材料层，但烧结后的成品工具段本质上为具有以特殊的三维图形分布的超磨料颗粒的连续金属前体。因此各层融合以形成其中具有超磨料颗粒的无缝整体基体。该连续融合前体改善了成品多层工具的强度和使用寿命。

如作为参考材料结合于此的美国专利 No. 6, 159, 286 所述，由多个薄层构成的工具段 10 可显著提高对金刚石颗粒 20 的分布的控制。通过控制金刚石颗粒 20 在各层中的分布并集合各层，可形成三维工具段，其中金刚石颗粒的分布在各维度上都得到控制。这转而又能形成特别适合于其可能应用的工具段，不管是用于抛光、切削还是研磨等。通过设定工具段 10 中的超磨料颗粒的分布和密度可对工具在实际工作条件下的性能进行较精确的控制。

例如，当利用金刚石锯片切割岩石（如花岗岩）时，金刚石锯段的两侧边比中央部分切割的材料多。由于磨损不均匀，锯段的横截面变成中央部分在两侧边上方鼓起的凸起形。该构形通常降低了锯片的切削速度。而且，突出的外形还可能造成锯片在切槽中侧向偏斜。为了保持直线切割路

径,有时希望制造一种“夹心金刚石工具段”以用植入有较多金刚石或超磨料颗粒的各层来加强工具段的两侧边。这一“夹心工具段”难以通过传统方法由混合金刚石砂粒与金属粉末制成,但通过本发明方法却容易实现:首先以预定图形和密度将金刚石砂粒植置在一金属基体层中,然后将这些具有以预定图形和密度植入的金刚石砂粒的金属基体层集合在一起以形成一夹心工具段。

本发明还通过使选择成化学结合到金刚石颗粒和基体支承材料上的焊料渗入基体支承材料来改进上述技术。因此,尽管图 6A 所示的金刚石颗粒的布置较之现有技术已得到大大改进,但通过利用焊料形成化学结合而非只靠金刚石颗粒的机械保持可进一步提高工具段 10 的使用寿命。

同样,不同粒度的金刚石颗粒的选择性布置可用于形成用来防止工具段两侧边过早磨损的切削工具段,从而延长切削工具段的使用寿命。具体参见图 6B,其示出图 6A 的切削工具段 10 的横截面视图。与现有技术的切削工具段不同,该切削工具段 10 分别由三层 14、16 和 18 构成。中间层 16 有多个第一粒度(例如 40/50 筛目)和第一密度的超磨料颗粒 20a。与此相对照,外层 14 和 18 有多个小于第一粒度的第二粒度(例如 50/60 筛目)和高于中间层 16 的密度的第二密度的超磨料颗粒 20b。较小、较密集分布的超磨料颗粒 20b 形成在切割水泥、岩石、沥青等时具有较高耐磨性的外层 14 和 18。由于外层 14 和 18 较耐磨,切削工具段 10 不易像传统切削件那样形成凸起外表面。由于切削面较平坦,切削工具段能保持直线切削路径,从而可以较高效地切削,且使用寿命较长。此外,通过在锯的侧面上利用较小砂粒,切削面的最后一层较光滑并且可防止将工件削成碎片。

此外,通过使由铬、锰、硅、钛和/或铝或其合金或混合物形成的焊料渗入基体支承材料而进一步提高使用寿命。尽管可在较宽的数量范围内利用这些材料,但已经发现,铬、锰、硅、钛或铝或其合金或混合物在金刚石焊料中的含量为至少 3% (较优选地 5wt%) 重量百分比。焊料填充通常为选自铁、钴、镍或其合金或混合物的粉末的基体支承材料中的微孔。

利用其中布置有金刚石或其它超磨料颗粒的多层前体的另一优点在于

容易用这些层形成用于切削、钻孔、研磨等工具段的其它所需形状。例如，图 7A 为整体由 30 表示、由多个基体支承材料弧形纵向层构成的超磨料工具段的立体图，这些基体支承材料层彼此粘附以形成一渗入有焊料从而保持金刚石在其基体材料中的三维超磨料件。该工具段 30 由分别呈弧形的第一、第二和第三层 34、36 和 38 组成。当这三层结合成在一起时，形成一弧形工具段 30。这一工具段当然可用在非线性切削工具上和其它类型的需要非线性超磨料工具段的工具上。由于层 34、36 和 38 最初彼此独立形成，它们较容易符合所需形状并能在将其中的钎焊金刚石颗粒 20 保持在其预定位置上时符合所需形状。

各层中植置有多个通常为金刚石或立方氮化硼的超磨料颗粒 20。由于各层为较薄的金属前体层（即金属前体厚度通常不大于颗粒直径的两倍），可以容易地对金属前体层中的超磨料颗粒布置进行优良的控制。如上所述，现有技术磨料工具中的超磨料的随机布置常常导致超磨料颗粒的低效利用。通过控制超磨料的分布，本发明可以实现防止间距不足或过度的均匀分布或使得工具段的不同部分具有与防止传统的磨损模式相符的不同粒度和密度的控制分布。

现在参考图 7B，其示出工具段 30 的多层 34、36 和 38 的横截面图。当然，金刚石颗粒的该构形可用于图 6A 所示工具段或图 7A 所示工具段。与图 6B 实施例不同，各层的金刚石颗粒 20 的粒度和密度相同。但是，由于间距基本均匀，超磨料颗粒之间的间距既无不足也无过度，并且该工具段 30 的磨损比具有随机的颗粒间距的现有工具段的磨损更均匀。较均匀的磨损防止工具段 30 的过早失效，从而在保持所用超磨料颗粒的数量最少的时候延长工具的使用寿命。此外，与金刚石颗粒和基体结合的焊料进一步加强各层并防止金刚石颗粒的脱落。

图 8 示出按照本发明制造的工具段 50 的另一实施例。一金刚石工具段中的分层结构也可沿横向或水平方向集合，并且可将焊料施加到各层或如图 8 所示的选定层上。因此，图 8 中工具段 50 由整体以 54 表示的多个横向层 54 组成。以 56 表示的第一多层（即第一个 4 层）中的钎焊以结合到

基体支承材料上的金刚石颗粒 20 具有第一密度。以 58 表示的第二多层(即其余 9 层)具有比第一密度小的第二密度并且(其中的金刚石颗粒)也钎焊以结合到基体支承材料上。

许多切削工具构造成使得切削工具段 50 具有一进行大部分切削工作并在接触待切削表面时接受大多数冲击力的前缘。例如,一圆锯片通常有多齿或多段,每个齿都有一承受切削力的前缘。由于该前缘进行大部分切削工作,因此比齿的在转动方向上的后部更易磨损。但是,在按照现有技术制造时,该齿上通常具有较一致的磨料。随着时间的推移,前缘磨损得很厉害,但是涂布有金刚石颗粒的其它部分的磨损很小。最后,在每个齿上,前缘的磨料被磨损完,而其余部分仍保留有大量磨料。因而在该锯片被废弃时浪费大量超磨料。图 8 实施例的构形专门用于克服这些问题。通过在前缘 56 附近放置比在转动方向上的远端部 58 上更大百分比的金刚石颗粒 20 而使所述多层 56 和 58 构造成在整个切削工具段 50 上的磨损基本均匀。因此,在前缘使用寿命将尽时切削工具段 50 的其余部分也已被磨损得差不多了。超磨料颗粒 20 的这种控制分布减少了昂贵材料的使用,并在不损害性能的同时降低了切削工具段 50 的制造成本。此外,由于磨损较均匀,切削工具段 50 通常可以保持其大部分切削速度直到使用寿命将尽之时。此外,将金刚石颗粒 20 钎焊在多层 56 和 58 中进一步延长了工具寿命。

图 9 示出工具段的另一布置,其中,三维超磨料件形成为其磨料分布朝具有水平层的工具的上层逐渐变密。与图 8 实施例相同,金刚石颗粒 20 的控制分布形成一改善的工具段 70,同时通过减少不必要的金刚石颗粒消耗而降低磨料工具的成本。此外,可在某些层上利用钎焊,而在其它层上不利用钎焊,从而定制磨料工具段 70。

根据常规试验和对本发明方法的说明,本领域普通技术人员能定制特别形成的切削、钻孔、研磨、抛光和其它类型的磨料工具段,该工具段能在减小用于形成按照本发明方法原理的工具的超磨料的量的同时使磨削能力(即切削、钻孔、研磨等)在整个延长的使用寿命中最大化。

现在参考图 10A-10D,其示出一种用于按照本发明原理形成各层的方

法。结合图 1-5 所述的工具段形成原理同样适用于分层工具段的形成。该方法的第一步形成将化学结合到超磨料颗粒 20 上的基体支承材料 104 片 100。该基体支承材料 104 片 100 可用普通粉末如钴粉、镍粉、铁粉、铜粉、青铜粉或其它任何合适的粘合剂制成。此外，出于下文详述的理由，使用例如直径大于 34 微米（400 筛目）的粗粉末是非常有利的。尽管使用粗粉末与希望使用可获得的最细粉末的流行说法不一致，但通过结合粗粉末和焊料使超磨料颗粒固定就位是非常有利的。

一旦形成基体支承材料 104 片 100，便如图 10A 所示将一模板 110 放置在该片的顶部上。模板 110 包括比一个超磨料颗粒大但比两颗磨料小的孔 114，从而允许每一特定位置处只设置有单个磨料颗粒。模板厚度优选地为磨料颗粒 20 的平均高度的 1/3-2/3。但是，如果形成合适的容纳空间以便使磨料颗粒在希望的位置处就位，也可以采用其它厚度。

在正确定位模板 110 后，将一层磨料颗粒 20 遍布在模板上，以使得每个孔 114 都接纳一磨料颗粒。通过倾斜基底、用扫帚清扫模板或其它类似方法去除未落入模板 110 的孔 114 中的颗粒。

如图 10B 所示，然后将一整体平坦的表面 120 如一钢板放到支靠在模板 110 的孔 114 中的颗粒 20 上。该平坦面 120 将磨料颗粒 20 至少部分地压入柔韧的基体支承材料 104 片 100 中以使颗粒就位。

如图 10C 所示，去除模板 110 后，再用平面 120 将磨料 20 牢固地压入基体支承材料 104 片 100 中。尽管平坦面 120 是优选的，但本领域的技术人员将意识到，有时希望一些磨料颗粒 20 比其它磨料颗粒从基体支承材料片 100 向外延伸得更多。此时，可利用造形或成形面使一些磨料颗粒 20 比其它颗粒在基体支承材料 104 片 100 中更深处就位。

可首先集合各片 100 以形成工具段前体然后利用上述渗入和烧结技术进行硬化和精修，或者各片也可单独硬化和精修并集合及组合以形成工具段或在适当的时候形成整个工具主体。通常来说，用已知方法例如压机冷压完成各片 100 的集合。然后可通过上述烧结或渗入使如此形成的“生坯”体固结以构成成品工具。

需要时,可在基体支承材料 104 片 100 的另一侧面上重复图 10A-10C 所示过程以形成植入层,其具有以某一预定希望图形遍及该层分布的金刚石颗粒 20(如图 10D 所示)。该过程通常反复若干次以获得植入有金刚石颗粒 20 的多个薄层或薄片 100。当然,各片 100 无需具有相同的金刚石颗粒 20 分布图形和相同的磨料颗粒密度。

尽管对于多种应用场合图 10A-10D 所述方法都是优选的,但有时也希望磨料颗粒 20 从基体支承材料片 100 向外延伸。例如,某些工具可以只有一层磨料。为此只需在进行图 10A 和 10B 所示步骤时保留模板 110,并且一旦去除模板便不再进一步将磨料 20 压入基体支承材料中。

在一可选实施例中,图 11A-11C 示出图 10A-10D 所述方法的一种替代方法。图 11A-11C 的基体支承材料 134 片 130 形成为其厚度比超磨料颗粒 20 的横截面厚度或直径小。当将颗粒压入片 130 中时,该片的厚度迫使超磨料颗粒 20 从基体支承材料 134 突出。然后该片 130 如上所述渗入有金刚石焊料。

尽管图 11A-11C 所示模板的孔的间距按照本发明的一方面通常是均匀的,但这一间距不必均匀而是可符合任何希望图形。这样,间距可变化以使各部分的密度不同,从而使基体材料 134 片 130 各部分的密度不同。同样,可通过控制孔的大小和金刚石颗粒放置到孔中的次序而形成具有不同粒度的颗粒的单层。

在另一可选实施例中,图 12A-12C 示出利用非晶态钎焊合金片形成多层超磨料的方法。而且,与上述方式相同,图 12A 示出放置在薄基底或基体支承材料 107 片上的具有多个以预定图形布置的孔 114 的模板 110。然后将超磨料颗粒 20 放入孔中并用粘合剂或类似物使其固定就位。与上述相同,可对平坦面进行造形以适合于各种工具构形。然后可去除模板 114。然后如图 12B 所示将一非晶钎焊合金片 106 放到超磨料颗粒 20 上以形成一单层工具段 15。在另一可选实施例中,该非晶态钎焊合金片 106 可以在在其上布置超磨料颗粒之前放在基底或基体支承材料层上。

然后可形成若干单层工具段 15 并将其集成一单个多层前体 18 或生

坯,如图 12C 所示。可利用图 6A-6D 所述的粘合剂固定或利用传统(即不必含有碳化物形成物)的钎焊合金钎焊各单层工具段 15。该前体可由与图 7B 类似的其超磨料砂粒均匀分布的多层或如图 6B 其构形、密度和/或粒度不同的多层构成。本发明方法包括其中某些层完全无超磨料颗粒的构形。此外,基体支承材料 107 可以如上所述为一层金属或未烧结金属粉末。所得工具段的特性随支承材料的类型不同而不同。

然后将前体 18 放置在一真空炉中并加热到足以使非晶态钎焊合金片 106 熔化并结合到超磨料颗粒 20 和金属层 107 上以形成图 13 所示的具有遍布于其中的超磨料颗粒的希望图形的多层工具的温度。图 13 示出一固结的超磨料工具段 19,其中,超磨料颗粒 20 以预定三维图形布置。108 和 109 表示的区域分别整体上示出金属层和钎焊合金层。虚线只是示例性的,并且本领域的技术人员将意识到,实际的成品工具段可以有所不同。例如,如果钎焊合金片比颗粒直径薄且金属层在固结过程中为固态,成品工具中的颗粒之间可能会产生空隙。此外,如果金属层由未烧结粉末形成,固结过程将使得成品工具由于钎焊合金通过金属粉末渗入而均质得多。金属层 107 和钎焊合金片 106 的厚度可以不同。金属层 107 和/或钎焊合金片的厚度可以如图 12A 所示比超磨料颗粒 20 的直径小,也可以比所用的超磨料颗粒的直径厚。

在加热过程中,前体组件被加热至刚好超过液相线温度的温度以允许钎焊合金稍稍流动。将钎焊合金和基体或金属层的温度保持在液相线温度左右可防止颗粒大量偏离其预定位置。通常在一约 10-约 20 分钟的较短时间保持在液相线温度以上约 5° C 就足以获得所需结果。

示例

例 1

将 40/50 筛目金刚石砂粒(De Beer Company 生产的 SDA-85⁺)与铁粉和有机粘结剂混合以形成金刚石密度为 20(总值的 5%)的混合物。在一钢模中冷压该混合物以形成锯段形。该前体放在一石墨模具中并由 Microbraz LM 粉末覆盖。将该模具在真空下加热至约 1050° C 持续 20 分

钟。渗入的焊料已将金刚石和基体结合在一起以形成一工具段。制造 24 个这样的工具段并将它们修整至所需公差。将这些工具段钎焊到一 14 英寸圆形钢锯片上。该锯片用于以比普通金刚石锯片更快的切削速度切割花岗岩。此外，该钎焊锯片的使用寿命比普通金刚石锯片的使用寿命长。

例 2

将 40/50 筛目金刚石磨料（De Beer Company 生产的 SDA-85⁺）与金属粉末混合以形成金刚石密度为 20（总值的 5%）的混合物。将 5 种不同比例的钴（粒度约为 1.5 微米）和青铜（粒度约为 20 微米）用于基体粉末。在该混合物中加入丙烯酸粘结剂（8%重量百分比）并搅拌将该装料以形成一饼状物。然后在两个不锈钢辊之间滚压该饼状物以形成厚度为 1mm 的薄片。将这些薄片切割成长 40mm、宽 15mm 的锯段形。将三个这样的锯段集合并放入一用于制造普通金刚石锯段的典型石墨模具中。挤压并通过使石墨模具通电而加热集合的锯段。在烧结三分钟后，锯段固结成孔隙度小于 1%的 9mm 高度。用每一种成分制造 24 个锯段。将它们钎焊到直径为 14 英寸的圆锯段上。用这 5 种锯片切割花岗岩，发现这些锯片的性能与用传统方法制成的高金刚石密度（例如 23）锯片的性能相当或者比其更好。对磨损的工具段进行的显微镜检查表明，尽管金刚石颗粒未植入分层基体中，但是比用传统方法制备的工具段中的颗粒分布得更均匀。与较厚的普通工具主体相比，分层基体中的颗粒离析少得多。

例 3

该示例的步骤与例 2 相同，但每一工具段具有 8 个较薄层（0.4mm）。金刚石密度降低到 15，颗粒按照图 10A-10D 所示被可靠地植入。金刚石分布得到大大改善。因此，这些锯片的性能与用传统方法制成的金刚石密度为 20 的锯片的性能相当或者比其更好。

例 4

将约 100 筛目的铁粉与 Wall Colmonoy Company 生产的 S 粘结剂混合成一饼状物。然后将滚压该饼状物以形成厚 0.4mm 的薄片。将 40/50 筛目 SDA-100⁺金刚石砂粒可靠地植入这些薄片中以获得为 15 的密度。将这

些含有金刚石的薄片切割成长 40mm、宽 9mm 的锯段形。将八个这样的锯段集成一组并放入一石墨模具。在该石墨模具中水平放置 24 组，并垂直放置另一 24 组。将 Microbraz LM 粉末（-140 筛目）（Wall Colmonoy Company 生产）加到这些锯段的顶部上。将这些试样在一真空炉（ 10^{-5} 托）中加热到 1050°C ，其中，水平放置的锯段加热 20 分钟，垂直放置的锯段加热 30 分钟。熔融 LM 合金（液态点为 1000°C 的 Ni-Cr-B-Si）渗入这些锯段中并填充该多孔结构。用放电研磨（EDG）研磨这些锯段上的过量 LM 焊料。将如此制成的 24 个锯段都钎焊到一 14 英寸（直径）圆锯片上。用这些锯片切割花岗岩，结果表明相比普通锯片有明显改善。

例 5

Microbraz LM 与丙烯酸粘结剂混合并滚压成约 0.25mm 的薄层。按照图 10A-10D 所示方法将 General Electric Company 生产的 40/50 筛目 MBS-960 金刚石砂粒可靠地植入这些金属层中。这些植入有金刚石的金属层被切割成合适的尺寸并卷绕线状锯的 2,000 个串珠（珠状物）。将这些串珠（直径 10mm，长 10mm）分成两组；一组含有 280 个晶体（约 0.2 克拉）。在一真空炉中将这些串珠加热至 1000°C 持续 8 分钟。将这些串珠安装到若干线状锯上并用于切割大理石、蛇纹石和花岗岩。结果发现这些串珠的性能优于普通串珠。普通串珠通常通过热压或电镀制成。在这些普通串珠中，每个串珠可以具有高得多的金刚石含量（可达 1 克拉）。

例 6

该示例的方法与例 5 相同，但应用于其它产品例如圆锯、薄壁钻芯和弧面研磨机。这些产品都显示出优于具有类似超磨料密度的普通电镀金刚石工具的性能。

例 7

将含有 87wt% -140 筛目 Microbraz LM（Wall Colmonoy，U.S 生产）、125 筛目的 8wt% 铁和 60 筛目的 5wt% 铜的金属粉末混合物与 3wt% 丙烯酸粘结剂混合以形成一浆团。在两个辊子之间滚压该浆团以形成 0.6mm 的薄片。每一薄片都切割成合适形状并由一模板覆盖。将 SDA-100+ 级的 30/40

筛目(0.420-0.595mm)金刚石磨砂粒(De Beers, South Africa 生产)以预定图形植入金属层中,其中金刚石与金刚石之间的距离为约2mm。三个金属层被叠置在一起并卷绕一钢套以形成一直径为10mm、长10mm的金刚石串珠。在一真空炉中加热这些串珠以使金属固结并且还将金刚石钎焊就位到该钢套上。1000个这样的金刚石串珠被安装到包含 7×19 根丝的5mm钢丝绳上并由通过注射成型形成的塑料涂层隔开。该丝长25米,且头尾相接成一环。该线状锯用于切割所有级别的花岗石块(3.5米长,1.8米高)。使用寿命为0.5平方米切割表面/所消耗的金刚石串珠(0.5克拉)。该面积切割率为由粉末冶金方法制成的普通金刚石串珠的两倍。

例 8

该示例与例7相同,只是将多个金刚石植入层集成20mm长、5mm厚、7mm高的块状物。在一真空炉中使这些块状物固结以形成金刚石工具段。每一工具段含有约8%体积百分比的金刚石。将30个这样的工具段钎焊到一4m长的钢框上并将该钢框安装到一往复锯机上。用该锯切割大理石块,其使用寿命比由粉末冶金方法制成的普通金刚石工具段长两倍多。

例 9

该示例与例8相同,只是金刚石植入层集成一用于直径为150mm的钻芯的长约24mm、厚3.5mm的工具段。这些工具段中的金刚石含量为约4V%。将10个这样的钻芯用于钻混凝土。这些钻芯的钻进速度和使用寿命比由粉末冶金方法制成的普通金刚石工具段高得多。

例 10

该示例与例9相同,只是工具段的形状用于圆锯。钎焊这些工具段以形成直径为230mm(用18个 $40\text{mm} \times 8.5\text{mm} \times 2.4\text{mm}$ 的工具段)、300mm(用21个 $50\text{mm} \times 8.5\text{mm} \times 2.8\text{mm}$ 的工具段)和350mm(用24个 $50\text{mm} \times 8.5\text{mm} \times 3.2\text{mm}$ 的工具段)的圆锯。这些锯以优良的性能切割花岗岩、沥青和混凝土。

例 11

该示例与例8相同,只是工具段用作调整砂轮的修整器。

例 12

使一可靠地植置有 14/16 筛目(粒度为 1.4mm-1.2mm)金刚石砂粒(De Beers 生产的天然金刚石 EMB-S)单层片覆盖一直径为 20mm、厚 8mm 的盘。在一真空炉中钎焊多个这些盘。将 3000 多个这种盘安装在地板磨床上以研磨石头地板或木地板。结果表明研磨速度可以比普通金刚石研磨机快三倍。

例 13

将一包含可靠地植入的 ISD1700 级(Iljin Diamond of Korea 生产)40/50 筛目(粒度为 0.420mm-0.297mm)金刚石沙粒的单层放在一异型轮的曲面上并在真空炉中进行钎焊以形成一刚性工具。用 100 多个各种直径的这类异型轮形成花岗岩和大理石板的边缘。这些异型轮的切割速度可比用电镀或烧结法制成的普通金刚石工具快 3 倍多。

例 14

该示例与例 13 相同,只是金刚石植入层卷绕一钢套以形成一单层金刚石串珠。制造 100,000 多个这样的串珠。它们用于以优良的性能切割花岗岩和大理石。

例 15

该示例与例 12 相同,只是金刚石砂粒为 80/100 筛目,并且用金刚石植入层覆盖一直径为 4 英寸的平坦圆盘。制造 4 个这种圆盘并将其用作修整对硅片进行抛光的 CMP(化学和机械抛光)垫的调整器。结果表明 CMP 效率大大提高,并且该修整器比用电镀或钎焊制成的普通调整器更耐用。

例 16

将 wall Colmonoy 的 Microbraz LM 粉末用作焊料。将它与铁粉(Fe)、铜粉(Cu)或铁粉和铜粉以各种比例(以下指整个混合物的重量百分比)混合: 90LM/10Sic; 90LM/10WC; 100LM; 92LM/8Fe; 90LM/10Cu; 82LM/8Fe/10Cu; 80LM/20Cu; 72LM/8Fe/20Cu; 70LM/30Cu 和 60LM/40Cu。该混合物还含有用于将所有粉末粘合在一起的 4%重量百分比的丙烯酸粘结剂。该混合物被冷压以形成一薄片并且在空气中被加热到

400° C 持续 30 分钟以烧尽大多数有机粘结剂。然后将该预成型件放置在一保持在 10^{-5} 托压力下的真空炉中。进行加热以达到 1010° C 持续 12 分钟。在 LM 完全熔化并渗入固态金属粉末（或借助于熔融 LM 而烧结的金属）后，冷却该固结块。冷却后从真空炉中取出该固结块并进行硬度和耐磨性测试。结果表明这些成分的 HRB 硬度分别为 140、130、120、118、116、110、108、100、100 和 70。耐磨性也以同一次序下降。

硬度和耐磨性是重要的，因为它必须与工具中的金刚石磨损率匹配，因而磨料能露出有效切削工件的合适高度。磨料如金刚石颗粒在结合到软基体上可能会露出得太多。因此磨料在切削过程中可能会粉碎或脱落，从而缩短工具的使用寿命。

基于这些实验可以确定，结合在 92LM/8Fe 基体上的金刚石最适合于切削硬材料如混凝土、花岗岩和砂石。80LM/20Cu 基体较适合于切削较软材料如石灰石和大理石。

将 30/40 筛目（De Beers Company 的 SDA-100+）的金刚石砂粒与 80LM/20Cu 基体混合。生产金刚石密度为 30（约 8% 体积百分比）的各种切削工具。该工具包括分别钎焊到圆锯片、往复切削排锯片和钢丝绳上的圆锯段、排锯段和线状锯串珠。尽管有些随机性，但这些工具用于锯各种岩石，且使用寿命长，切削率高。

例 17

该示例在无需熔化步骤的情况下将固态焊料粉末烧结在一起。将 LM 粉末与各种比例的铁、铜或铁和铜和丙烯酸粘结剂（4% 重量百分比）混合以形成一浆团。然后用钢辊滚压该浆团以形成 1mm 厚的薄片。利用其中在固定位置上包含大小合适的孔的模板将 30/40 筛目（密度 18）和 40/50 筛目（密度 20）的 SDA-100+ 金刚石砂粒可靠地植入这些薄片。将这些片切割成 40mm 长、8mm 宽的尺寸。使 5 个这种切割片与含有 30/40 筛目金刚石的三个中心层叠置在一起。在一石墨模具中在 400 大气压和 900° C 下热压该组件。冷却后，将这些工具段钎焊到圆形钢刀片上。具有含 80LM/20Cu 和 80LM/10Fe/10Cu 的基体的刀片的性能令人满意。

例 18

在该示例中将单层金刚石成形物(diamond form)直接钎焊到基底上以制成一垫修整器。将 LM 粉末与 4%重量百分比的丙烯酸粘结剂混合以形成一可延展浆团。在两钢辊之间滚压该浆团以形成 0.2mm 厚的一层。将 Iljin Diamond Company 生产的 80/90 筛目 IMD-H 金刚石砂粒植入该片中。用将金刚石之间的间距固定为 0.7mm 的模板引导该植入。然后对该植入有金刚石的 LM 层的大小进行修整并利用有机粘结剂将其粘合到一厚 6.5mm 的不锈钢(316)平坦板上。然后在真空下将该组件加热到 1010° C 持续 10 分钟。该加热使 LM 熔化并结合到基底上。经精修的金刚石圆盘用作在硅片的化学和机械整平(CMP)过程中修整垫的垫修整器。结果表明这一金刚石圆盘的使用寿命为含有随机分布的金刚石砂粒的普通金刚石圆盘的两倍。

例 19

该示例与例 18 相同,只是 Microbraz LM 粉末为 140 筛目。

例 20

325 筛目的 Microbraz LM 粉末与 Microbraz S 粘结剂混合以形成浆体。然后将该浆体喷洒到 100 个直径为 20mm、厚 8mm 的圆形不锈钢盘上以形成一薄涂层。反复喷洒直到涂层厚度达到 0.15mm。涂层干燥后,将一其中的孔呈方形格栅且孔间距为 0.5mm 的模板放在该基底上。然后将 100/120 筛目的金刚石放到基底上以形成预定格栅图形。然后去除模板,留下粘附在该表面上的金刚石颗粒。然后通过在一炉中、在空气中以及在 200° C 下加热 2 小时而去除粘结剂。然后在真空中加热该组件到 1005° C 持续 10 分钟。在该过程中,熔融焊料润湿金刚石,并且毛管力下拉金刚石颗粒以使其接触基底。结果,其中的金刚石被牢固钎焊以形成润湿坡度(wetting slope)的金刚石盘和这些金刚石晶体形成预定的格栅图形。所得工具适用于 CPM。

例 21

该示例与例 12 相同,只是浆体为 Wall Colmonoy 提供的易于制造的

产品 NICRO-SPRAY.

例 22

该示例与例 12 相同，只是通过使 Microbraz LM 粉末悬浮在含有 Nanbau 树脂（台湾生产）的苯溶液中而制备浆体。

例 23

焊料为 Honeywell 制造的非晶态钎焊合金片即厚约 0.001”的 MBF-20 箔片。该箔片被冲压出各种尺寸并粘合在圆形不锈钢基底上。然后用一模板以预定格栅图形布置 80/90 筛目的金刚石颗粒。然后给该组件去蜡并在真空炉中对其加热以熔合金并将金刚石结合到基底上。将成品工具用作 CMP 的垫调整器。所得工具的抛光率比普通垫调整器维持的时间长得多。此外，半导体片上的瑕疵大大减少。

例 24

焊料为 Honeywell 制造的非晶态钎焊合金片即厚 0.002”的 MBF-20 箔片。在该箔片中冲压出直径为 100mm、有 50mm 的中心孔的环形部分。然后将一模板放置在该非晶钎焊环形环上并将 60/80 筛目的金刚石颗粒撒到模板表面上。去除多余的金金刚石，然后去除模板，留下以预定图形布置的金金刚石颗粒。将另一附加环形环粘合到这些金金刚石颗粒的顶部上。将 6 个这样的非晶态合金-金金刚石非晶态合金夹层与位于每两个该夹层之间的尺寸相同但厚度为 0.1mm 的不锈钢环集合在一起。用丙烯酸粘结剂将该组件粘合在一起。然后将该成品组件加热到 200° C 持续 2 小时以去掉粘结剂。然后在真空炉中将该组件在 1005° C 下加热 15 分钟。所得工具呈不仅仅在表面上而且在体积中包含金金刚石阵的三维结构。然后将该三维结构安装到有一轴的卡盘上用作砂轮。这一砂轮的突出特征在于在金金刚石周围有连通微孔。这些微孔可用作去除切屑的通道。该砂轮的开口使其可以自由切削，因此切削速度为普通砂轮的两倍。将金属用作基体的普通砂轮不包含这种互相连通的微孔。

本发明切削工具较之现有切削工具的一个明显优点在于该工具的使用方式。金金刚石锯通常做成一通过转动切削工件的圆形刀片，其中每转的转

动方向相同。这一定向运动将造成一“尾部”，其中，在金刚石颗粒的转动方向前方的基体被磨损，但金刚石颗粒后方的基体材料受到金刚石颗粒的保护。如果锯反转，金刚石就很容易从基体上脱落。

但是，圆锯在工件上的切削深度只能小于锯的直径的一半。为了切割较厚的工件，通常使用框锯或排锯。由于这些锯作往复运动，因此金刚石颗粒必须牢固地保持在各侧面上。因此，不能保持金刚石基体的尾部使金刚石颗粒保持就位。为此，不使用往复金刚石锯切割硬的岩石如花岗岩。而只是用它们切割软材料如大理石。

本发明允许通过钎焊化学保持金刚石。因此，基体尾部无需支承金刚石。因此，本发明工具可用于往复锯以切割硬材料。这一突破扩大了金刚石的市场应用，在以前这由于现有技术的限制而无法做到。

除了能提高工具性能和降低制造成本，本发明还提供一种较容易的薄片工具制造方法。例如，电子工业需要利用越来越大的硅片(目前为12英寸直径)。因此对用于切开硅晶体的薄锯片和用于以较紧凑的间隔对硅片开槽的刮片刀有很大的需求。

在本发明之前极难制造含有均匀分布的金刚石颗粒的极薄工具。本发明提供一种制造这类工具的可选方法。例如，已经发现，通过混合金刚石微细粉末、金属粉末(例如青铜和钴)的搅拌物和合适的粘结剂，可将该材料滚压成比0.1mm薄的厚度—该厚度比大多数刮片刀薄。通过烧制该薄片并将其安装到工具架上可以制造一薄刮片刀。

在上述方案的替代方案中，按照本发明，已经发现，可以在不使用模板的情况下实现上述控制分布、多层超磨料构形的某些优点。较确切地说，磨料颗粒也可混合在基体粉末中并作为该分层片的一部分。此时，磨料颗粒的分布仍然有些随机性。即使如此，它们的分布也通常比普通磨料体中的分布更均匀。对于上文背景技术一节中说到的磨料颗粒与基体粉末的离析现象，在三维体中比在基本呈二维的薄片发生得更多。对于用变形过程(例如滚压)制造的薄片，情况更是如此。此时，磨料颗粒通过辊子的剪切作用进一步分布在基体中。

本发明也可用于与制造磨料工具无关的其它场合。例如，可将植置有金刚石颗粒的石墨或金属片用作在高压高温下生长的金刚石晶种。通常通过将可选的石墨和金属催化剂（例如铁、钴或镍合金）层压缩到高压并加热到催化剂熔点以上而生产工业金刚石。然后金刚石在这些层的界面上随机成核。所形成的金刚石晶体的质量常常受不均匀分布的生长晶体的冲击的不利影响。因此，形成均匀分布的晶核可大大改善金刚石合成的产量和成本。本发明可提供具有金刚石晶种的预定图形的石墨或金属催化剂层。如果在制造这些层的过程中引入有机粘结剂，可通过在装入压机前在一炉中加热而去除该有机粘结剂。

因此，公开了一种制造性能提高的超磨料工具的改进方法。上述说明和示例只用于示出本发明的某些可能应用。本领域普通技术人员不难理解，本发明可有广泛的用途和应用场合。在不偏离本发明范围的实质的情况下，可以明显及合理地根据本发明及其上述说明得到本发明的不同于上述内容的多个实施例和修改以及多种变型、改进和等同布置。因此，尽管上文结合优选实施例详细说明了本发明，但应看到，该公开对于本发明只是示意性及示例性的，并且只用于提供本发明的充分及能操作的公开文本。上述说明不应看成对本发明的限制或将其它所有实施例、修改、变型、改进和等同布置排除在外，本发明只由所附权利要求及其等同物限制。

应该指出，上述布置只示例出本发明原理的应用。本领域普通技术人员可在不偏离本发明精神和范围的情况下设计多种修改和替代性布置，并且所附权利要求适于覆盖这些修改和布置。因此，尽管上文结合当前被认为最实用及优选的本发明实施例特别而详细地说明了本发明，但是本领域普通技术人员显然可以理解，在不偏离由权利要求限定的本发明的情况下，可以作出包括但不限于尺寸、材料、形状、形式、功能、操作方式、组件和使用的变型的改进。

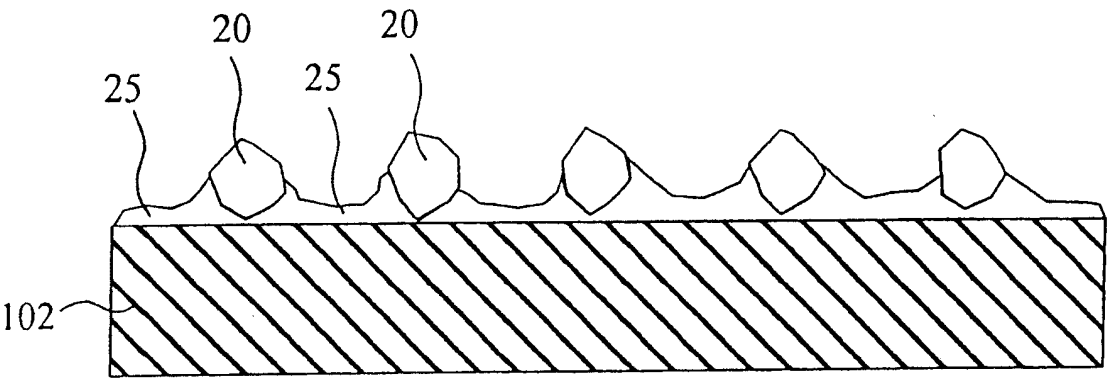


图 1

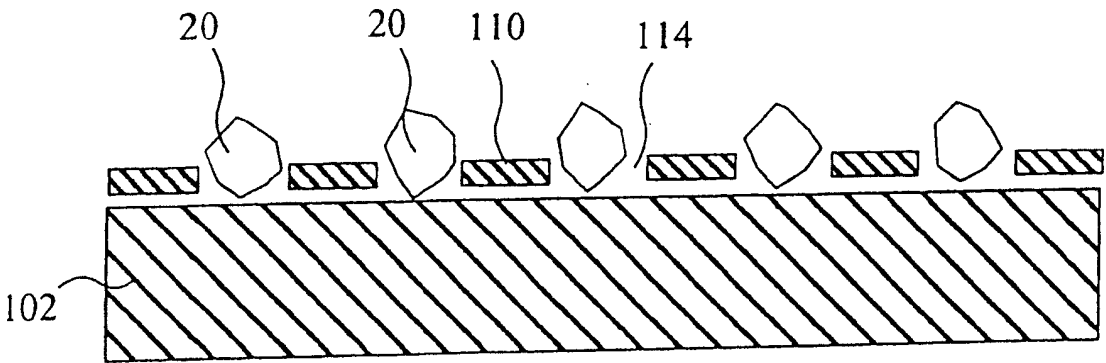


图 2

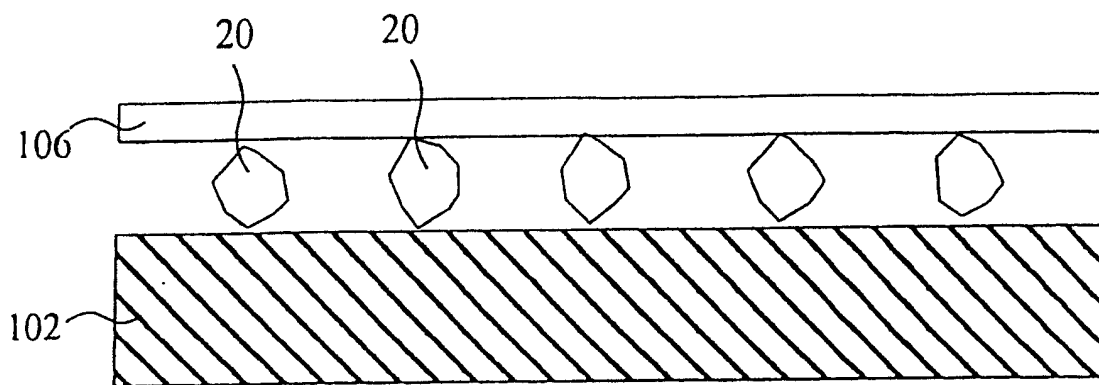


图 3

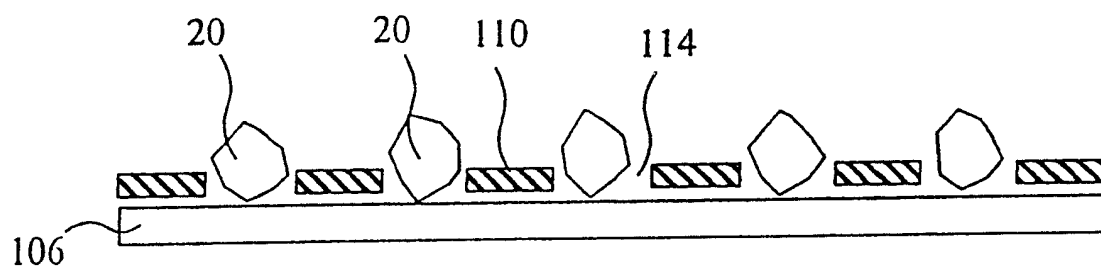


图 4

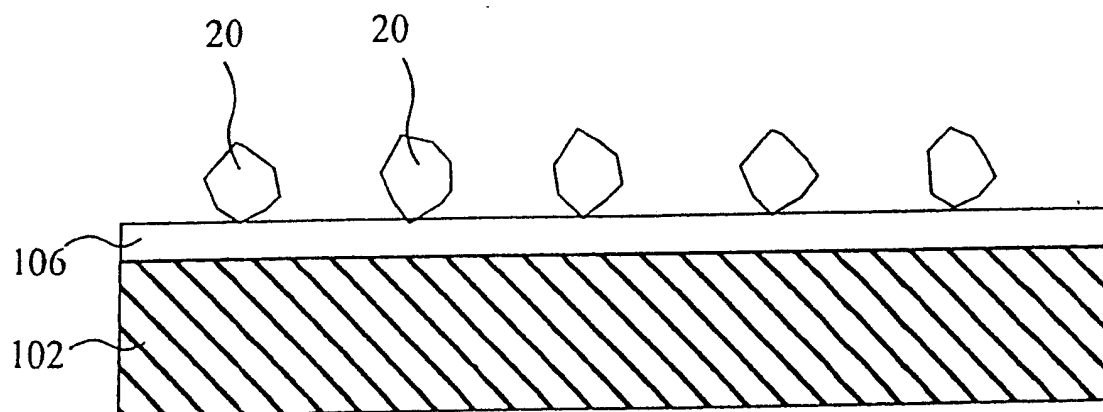


图 5

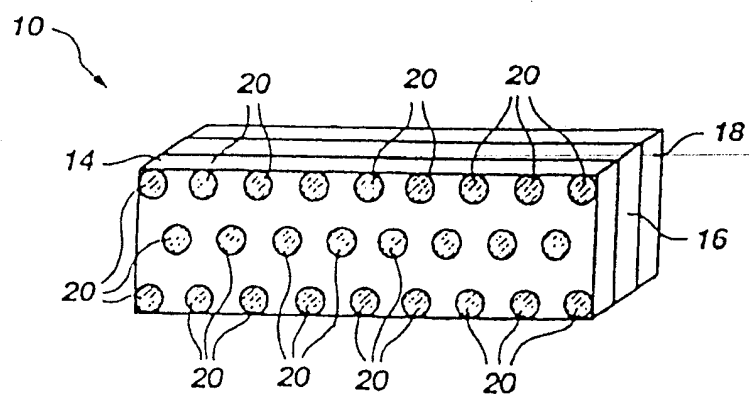


图 6A

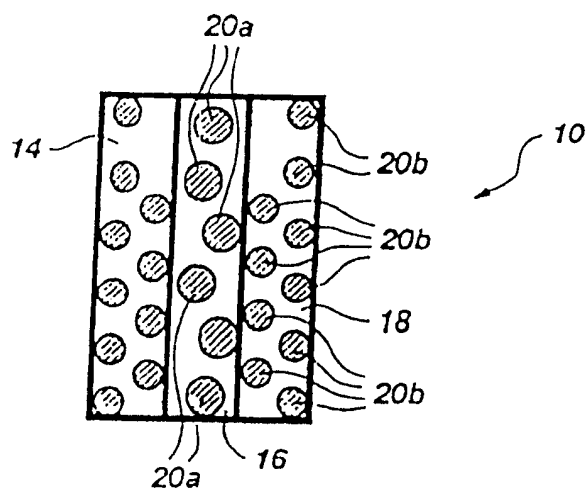


图 6B

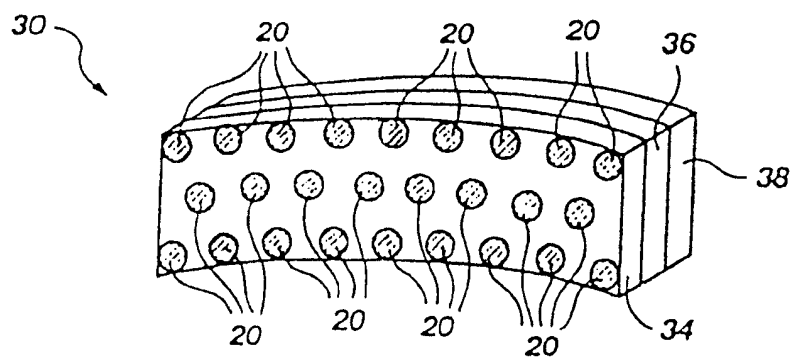


图 7A

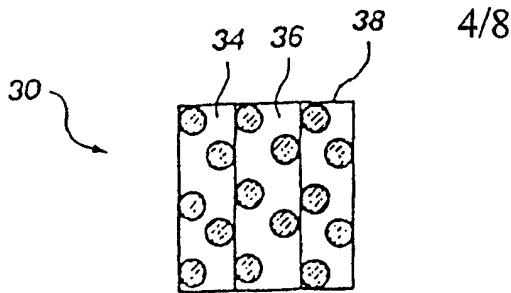


图 7B

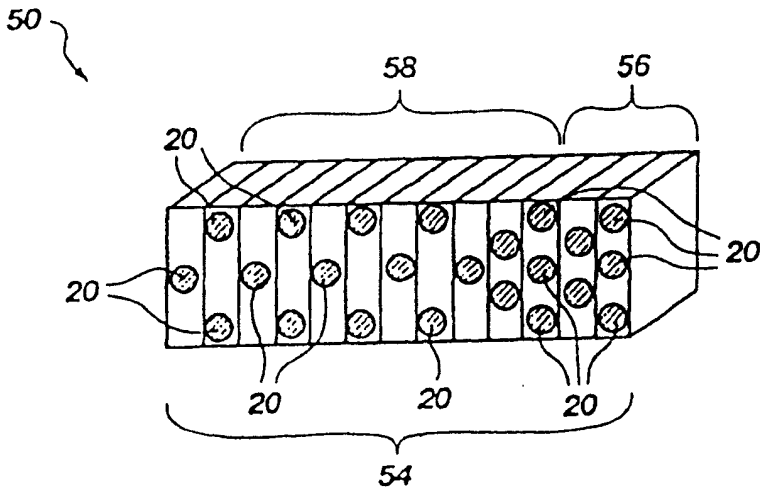


图 8

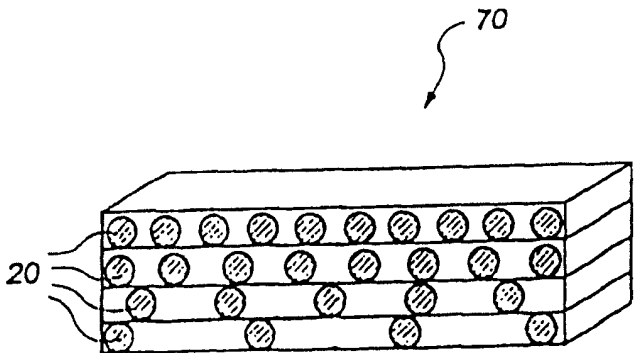


图 9

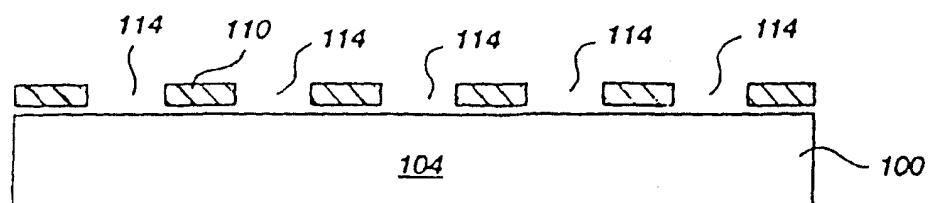


图 10A

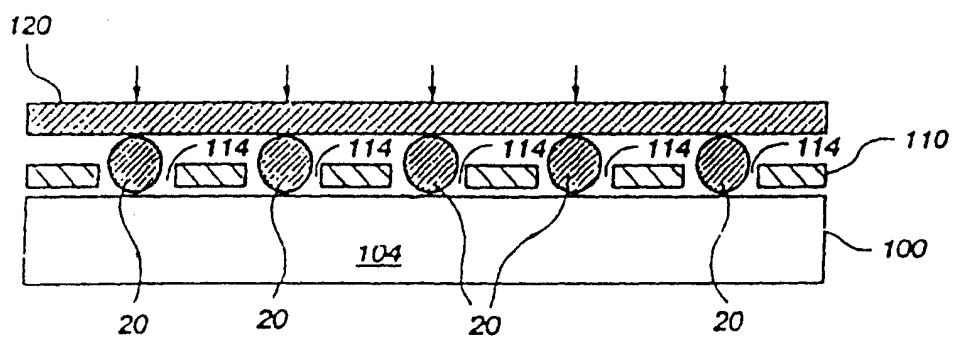


图 10B

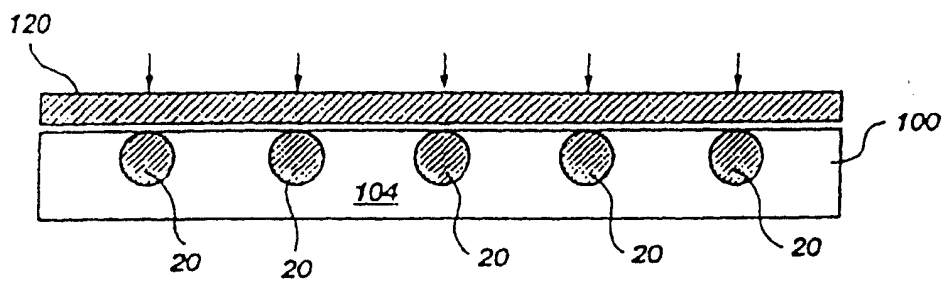


图 10C

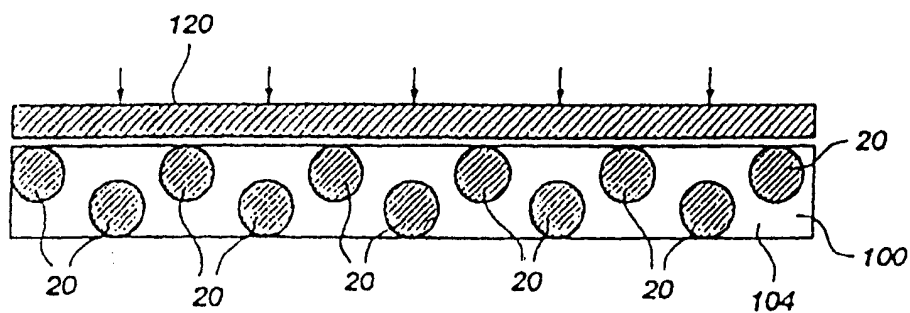


图 10D

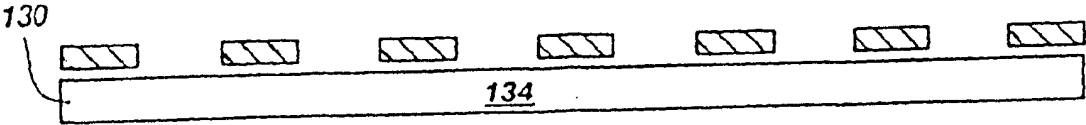


图 11A

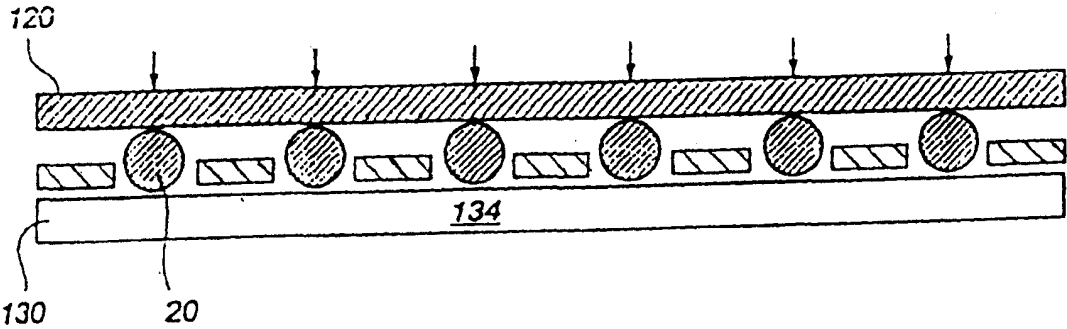


图 11B

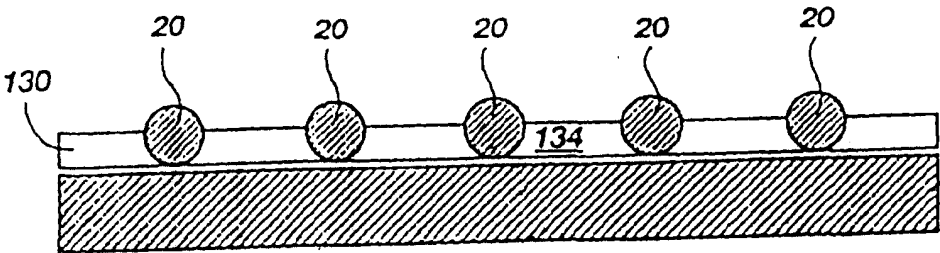


图 11C

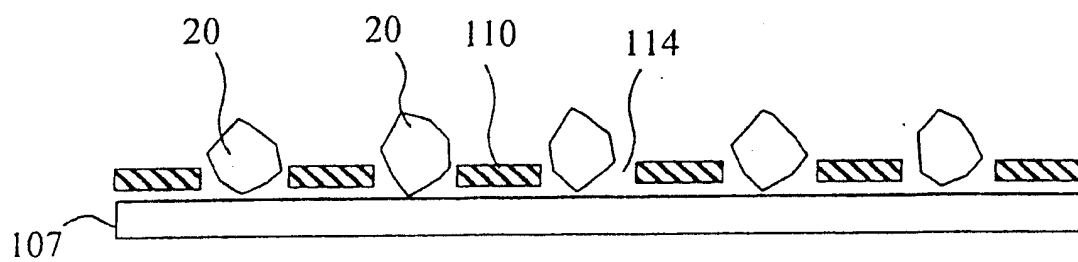


图 12A

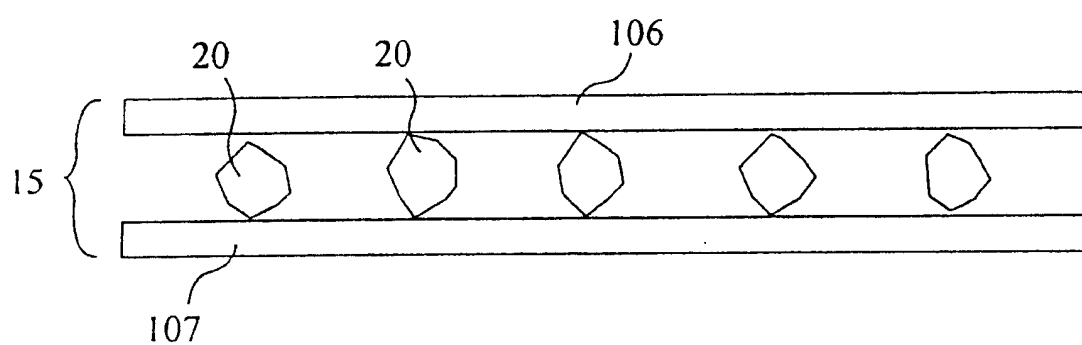


图 12B

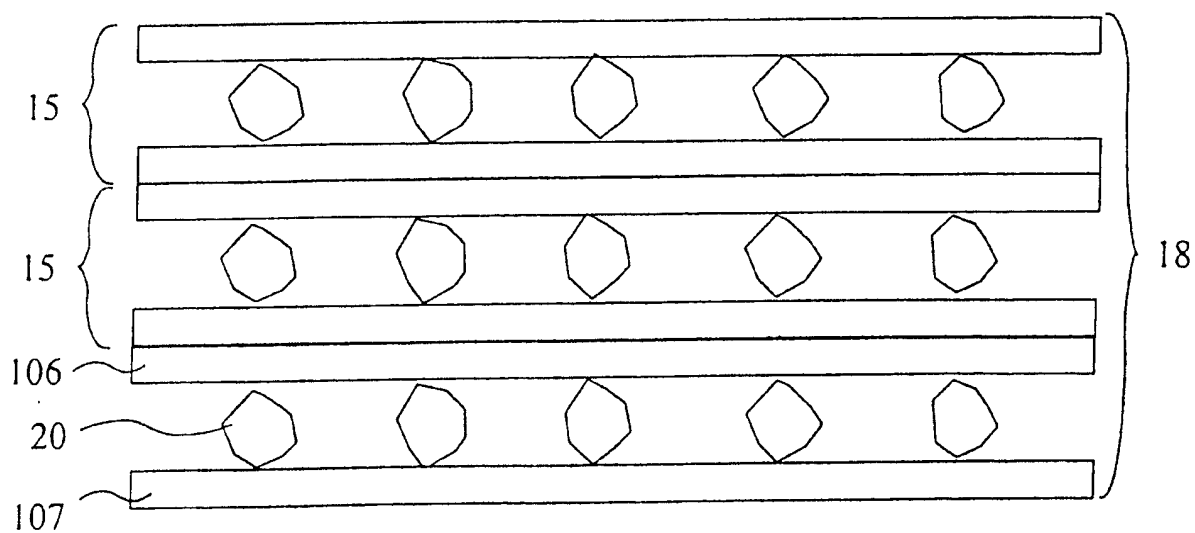


图 12C

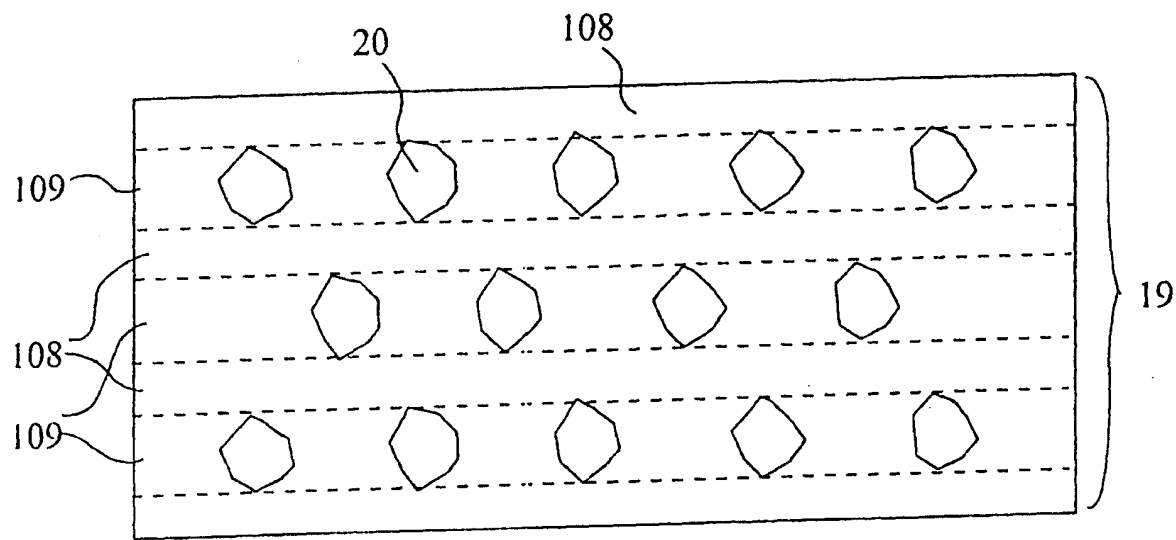


图 13