



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108406112 B

(45) 授权公告日 2021.07.27

(21) 申请号 201810251796.6

P·M·哈里森 S·R·诺曼

(22) 申请日 2016.02.06

A·P·罗索斯基 T·墨菲

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108406112 A

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 段登新

(43) 申请公布日 2018.08.17

(30) 优先权数据

1502149.6 2015.02.09 GB

1509504.5 2015.06.01 GB

1517768.6 2015.10.07 GB

(51) Int.Cl.

B23K 26/24 (2014.01)

B23K 33/00 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

201610210928.1 2016.02.06

(56) 对比文件

DE 102013015710 A1, 2014.07.24

CN 102892545 A, 2013.01.23

CN 100528453 C, 2009.08.19

CN 101018641 A, 2007.08.15

JP 2001252780 A, 2001.09.18

(73) 专利权人 通快激光英国有限公司

地址 英国南安普敦

审查员 陈晓君

(72) 发明人 D·A·卡波斯塔尼奥

J·T·加布笛尔 M·P·瓦纳姆

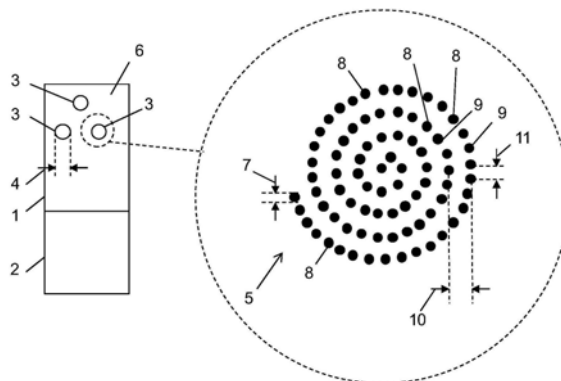
权利要求书5页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

激光焊缝

(57) 摘要

一种在第一材料(1)和第二材料(2)间的焊缝(3),第一材料(1)为第一金属材料,且第二材料(2)为第二金属材料,焊缝(3)具有在0.5和0.7mm之间的宽度(4),焊缝(3)包括至少一个微焊缝(8),该至少一个微焊缝(8)形成平行于焊缝(3)的表面(6)定义的焊缝图案(5),且微焊缝(8)具有在20 μ m和400 μ m之间的特定特征尺寸(7)。



1. 一种在第一金属材料和第二金属材料之间的焊缝,其中:
所述焊缝形成在所述第一金属材料与所述第二金属材料重叠的位置;
所述焊缝包括至少一个微焊缝;以及
所述焊缝基本不均匀,其中所述微焊缝包括在所述第二金属材料中的所述第一金属材料的分立区域。
2. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝包括所述第二金属材料的分立区域。
3. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料 and 所述第二金属材料基本不混合。
4. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的金属间内容物包括所述焊缝的材料的最多20%。
5. 根据权利要求4所述的焊缝,其特征在于,由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的金属间内容物包括所述焊缝的材料的最多10%。
6. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的在所述第一金属材料 and 所述第二金属材料之间的界面上的金属间内容物足以获得具有预定机械性能和欧姆电阻的接头。
7. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的在所述第一金属材料 and 所述第二金属材料之间的界面上的金属间内容物足够少以避免脆化。
8. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料 and/或所述第二金属材料在1微米的光学波长下具有大于90%的反射率。
9. 根据权利要求1或权利要求8所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料具有比所述第二金属材料的熔化温度更高的融化温度。
10. 根据权利要求9所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料具有比所述第二金属材料的融化温度高至少50%的融化温度。
11. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述微焊缝具有位于20 μm 和400 μm 之间的特定特征尺寸。
12. 根据权利要求11所述的焊缝,其特征在于,所述特定特征尺寸位于20 μm 与100 μm 之间。
13. 根据权利要求11或权利要求12所述的焊缝,其特征在于,所述微焊缝由一宽度限定,并且所述特定特征尺寸是所述微焊缝的所述宽度。
14. 根据权利要求11所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝的宽度大于所述微焊缝的特定特征尺寸。
15. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝包括多于一个微焊缝。
16. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述至少一个微焊缝形成平行于所述焊缝的表面定义的焊缝图案。
17. 根据权利要求16所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝图案包括螺旋形式的线和多个剖面线中的至少一者。
18. 根据权利要求17所述的焊缝,其特征在于,所述剖面线为网格的形式。

19. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述至少一个微焊缝包括形成在所述第一金属材料中的孔。

20. 根据权利要求19所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料被包含在所述第二金属材料内。

21. 根据权利要求19所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料已经流入所述孔中。

22. 根据权利要求21所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料的流动增加了所述焊缝的表面积,由此降低所述焊缝的欧姆电阻。

23. 根据权利要求20所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料已经流入所述孔中。

24. 根据权利要求23所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料的流动增加了所述焊缝的表面积,由此降低所述焊缝的欧姆电阻。

25. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铁或包含铁的合金,并且所述第二金属材料包括铝或包含铝的合金。

26. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料是包含铁和镍的合金,并且所述第二金属材料是铝或包含铝的合金。

27. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铜或包含铜的合金,并且所述第二金属材料包括铝或包含铝的合金。

28. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括镍或包含镍的合金,并且所述第二金属材料包括铝或包含铝的合金。

29. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铝或包含铝的合金,并且所述第二金属材料包括铜或包含铜的合金。

30. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铝或包含铝的合金,并且所述第二金属材料包括镍或包含镍的合金。

31. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括钛、钨、钼、铌、钽、或铯、或者包含至少一种前述材料的合金。

32. 根据权利要求31所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料包括选自钛、钨、钼、铌、钽和铯、和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

33. 根据权利要求31所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料包括选自铜、铝、铁、镍、锡、银、铂、金、和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

34. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料包括钛、钨、钼、铌、钽或铯、或者包含至少一种前述材料的合金。

35. 根据权利要求34所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括选自铜、铝、铁、镍、锡、银、铂、金、和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

36. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括选自铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽、铯、银、铂、金,以及包含至少一种上述材料的合金构成的组的金属,并且第二金属材料包括选自铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽、铯、银、铂、金和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

37. 根据权利要求1所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成以下的至少一者:电池内部的电连接;柔性电路元件和薄剖面汇流排间的低轮廓电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;消费者电子设备中的电连接;金属标签和/或标记;以及

珠宝中的银、铂金和金部件。

38. 一种包括根据权利要求1-37中任一项所述的焊缝的物品。

39. 根据权利要求38所述的物品, 其特征在于, 所述物品是以下之一: 移动电话、膝上型计算机、平板计算机、电视机; 电池; 集成电路组件; 柔性电路元件与薄剖面汇流排间的低轮廓电连接; 用于医疗电子设备的金属外壳; 以及消费者电子设备的电连接; 金属标签与标记; 珠宝中的银、铂和金部件。

40. 一种用于焊接第一金属材料 and 第二金属材料的方法, 其中所述第一金属材料与所述第二金属材料重叠, 并且其中所述方法包括以下步骤:

发射激光束以产生根据权利要求1-37中任一项所述的焊缝。

41. 根据权利要求40所述的方法, 其特征在于, 所述方法包括提供能够发射所述激光束的激光器的步骤, 其中所述激光束包括脉冲宽度在1ns至1000ns范围内的脉冲。

42. 一种根据权利要求40-41中任一项所述的方法焊接第一金属材料 and 第二金属材料的装置。

43. 一种使用激光器来执行根据权利要求40-41中任一项所述的方法的用途。

44. 根据权利要求43所述的激光器的用途, 其特征在于, 所述激光器用于形成以下的至少一者: 电池内部的电连接; 柔性电路元件和薄剖面汇流排间的低轮廓电连接; 用于医疗电子设备的金属外壳; 消费者电子设备中的电连接; 金属标签和/或标记; 以及珠宝中的银、铂金和金部件。

45. 一种在第一金属材料 and 第二金属材料之间的焊缝, 其中:

所述焊缝形成在所述第一金属材料与所述第二金属材料重叠的位置;

所述焊缝包括至少一个微焊缝; 以及

所述第一金属材料 and 所述第二金属材料基本不混合, 其中所述微焊缝包括在所述第二金属材料中的所述第一金属材料的分立区域。

46. 根据权利要求45所述的焊缝, 其特征在于, 所述第一金属材料与所述第二金属材料为其原始材料相。

47. 根据权利要求45所述的焊缝, 其特征在于, 所述焊缝包括所述第二金属材料的分立区域。

48. 根据权利要求45所述的焊缝, 其特征在于, 由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的金属间内容物包括所述焊缝的材料的最多20%。

49. 根据权利要求48所述的焊缝, 其特征在于, 由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的金属间内容物包括所述焊缝的材料的最多10%。

50. 根据权利要求45所述的焊缝, 其特征在于, 由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的在所述第一金属材料 and 所述第二金属材料之间的界面上的金属间内容物足以获得具有预定机械性能和欧姆电阻的接头。

51. 根据权利要求45所述的焊缝, 其特征在于, 由所述第一金属材料 and 所述第二金属材料形成的在所述第一金属材料 and 所述第二金属材料之间的界面上的金属间内容物足够少以避免脆化。

52. 根据权利要求45所述的焊缝, 其特征在于, 所述第一金属材料 and/或所述第二金属材料在1微米的光学波长下具有大于90%的反射率。

53. 根据权利要求45或权利要求52所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料具有比所述第二金属材料的熔化温度更高的融化温度。

54. 根据权利要求53所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料具有比所述第二金属材料的融化温度高至少50%的融化温度。

55. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述微焊缝具有位于20 μm 和400 μm 之间的特定特征尺寸。

56. 根据权利要求55所述的焊缝,其特征在于,所述特定特征尺寸位于20 μm 与100 μm 之间。

57. 根据权利要求55或权利要求56所述的焊缝,其特征在于,所述微焊缝由一宽度限定,并且所述特定特征尺寸是所述微焊缝的所述宽度。

58. 根据权利要求55所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝的宽度大于所述微焊缝的特定特征尺寸。

59. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝包括多于一个微焊缝。

60. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述至少一个微焊缝形成平行于所述焊缝的表面定义的焊缝图案。

61. 根据权利要求60所述的焊缝,其特征在于,所述焊缝图案包括螺旋形式的线和多个剖面线中的至少一者。

62. 根据权利要求61所述的焊缝,其特征在于,所述剖面线为网格的形式。

63. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述至少一个微焊缝包括形成在所述第一金属材料中的孔。

64. 根据权利要求63所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料被包含在所述第二金属材料内。

65. 根据权利要求63所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料已经流入所述孔中。

66. 根据权利要求65所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料的流动增加了所述焊缝的表面积,由此降低所述焊缝的欧姆电阻。

67. 根据权利要求64所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料已经流入所述孔中。

68. 根据权利要求67所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料的流动增加了所述焊缝的表面积,由此降低所述焊缝的欧姆电阻。

69. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铁或包含铁的合金,并且所述第二金属材料包括铝或包含铝的合金。

70. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料是包含铁和镍的合金,并且所述第二金属材料是铝或包含铝的合金。

71. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铜或包含铜的合金,并且所述第二金属材料包括铝或包含铝的合金。

72. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括镍或包含镍的合金,并且所述第二金属材料包括铝或包含铝的合金。

73. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铝或包含铝的合金,并且所述第二金属材料包括铜或包含铜的合金。

74. 根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括铝或包含铝的合

金,并且所述第二金属材料包括镍或包含镍的合金。

75.根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括钛、钨、钼、铌、钽、或铯、或者包含至少一种前述材料的合金。

76.根据权利要求75所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料包括选自由钛、钨、钼、铌、钽和铯、和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

77.根据权利要求75所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料包括选自由铜、铝、铁、镍、锡、银、铂、金、和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

78.根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第二金属材料包括钛、钨、钼、铌、钽或铯、或者包含至少一种前述材料的合金。

79.根据权利要求78所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括选自由铜、铝、铁、镍、锡、银、铂、金、和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

80.根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料包括选自由铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽、铯、银、铂、金,以及包含至少一种上述材料的合金构成的组的金属,并且第二金属材料包括选自铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽、铯、银、铂、金和包含至少一种前述材料的合金构成的组的金属。

81.根据权利要求45所述的焊缝,其特征在于,所述第一金属材料和所述第二金属材料形成以下的至少一者:电池内部的电连接;柔性电路元件和薄剖面汇流排间的低轮廓电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;消费者电子设备中的电连接;金属标签和/或标记;以及珠宝中的银、铂金和金部件。

82.一种包括根据权利要求45-81中任一项所述的焊缝的物品。

83.根据权利要求82所述的物品,其特征在于,所述物品是以下之一:移动电话、膝上型计算机、平板计算机、电视机;电池;集成电路组件;柔性电路元件与薄剖面汇流排间的低轮廓电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;以及消费者电子设备的电连接;金属标签与标记;珠宝中的银、铂和金部件。

84.一种用于焊接第一金属材料和第二金属材料的方法,其中所述第一金属材料与所述第二金属材料重叠,并且其中所述方法包括以下步骤:

发射激光束以产生根据权利要求45-81中任一项所述的焊缝。

85.根据权利要求84所述的方法,其特征在于,所述方法包括提供能够发射所述激光束的激光器的步骤,其中所述激光束包括脉冲宽度在1ns至1000ns范围内的脉冲。

86.一种根据权利要求84-85中任一项所述的方法焊接第一金属材料和第二金属材料的装置。

87.一种使用激光器来执行根据权利要求84-85中任一项所述的方法的用途。

88.根据权利要求87所述的激光器的用途,其特征在于,所述激光器用于形成以下的至少一者:电池内部的电连接;柔性电路元件和薄剖面汇流排间的低轮廓电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;消费者电子设备中的电连接;金属标签和/或标记;以及珠宝中的银、铂金和金部件。

激光焊缝

[0001] 本申请是申请人于2016年2月6日提交的、申请号为201610210928.1的、发明名称为“激光焊缝”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种激光焊缝。激光焊缝可连接一种或多种反射材料。激光焊缝具有低欧姆电阻、高切变强度和高剥离强度。本发明还涉及一种包括激光焊缝的物品。

背景技术

[0003] 包括一种或多种反光金属,如金、铜、铝、铂和银,的工件中的激光焊缝通常不可靠和不牢固。包括不同材料物品中的激光焊缝通常在性质上硬脆且不合需。

[0004] 需要一种光亮和/或异种金属及合金之间的焊缝,其没有可靠性问题,且本发明的目的就是提供这样一种焊缝。

发明内容

[0005] 因此,在本发明的一个非限制实施例中,提供第一材料和第二材料间的焊缝,第一材料为第一金属材料,且第二材料为第二金属材料,焊缝具有在0.5和0.7mm之间的宽度,焊缝包括至少一个微焊缝,该至少一个微焊缝形成平行于焊缝表面定义的焊缝图案,且微焊缝具有在20 μ m和100 μ m之间的特定特征尺寸。

[0006] 本发明的焊缝在电子和电气工程行业中具有重要应用。焊缝可用在物品,诸如举例而言电池、太阳能电池、半导体封装和电子电路印刷板中。

[0007] 焊缝图案可包括螺旋形式的线。

[0008] 焊缝图案可包括多条剖面线。剖面线可以是网格形式的。剖面线可形成矩形网格。剖面线可形成三角形网格。

[0009] 第一材料和第二材料在焊缝中可保持基本不混合。“基本不混合”意味着,组合成单一共混合金相的第一材料和第二材料形成的金属间内容物包括最多20%,且优选最多10%的焊缝的材料。第一材料和第二材料之间的界面上的金属间内容物可足以获得具有预定机械性能和欧姆电阻的接头。第一材料和第二材料之间的界面上的金属间内容物可以足够少到避免如再结晶引起的脆化。

[0010] 焊缝可基本不均一。焊缝可包括第一金属材料 and 第二金属材料的分立区。

[0011] 第一材料在1微米光学波长下可具有大于90%的反光率。

[0012] 第一材料可具有高于第二材料的融化温度。

[0013] 微焊缝可包括形成在第一材料中的孔。第一材料可被包含在第二材料中。第二材料可已流入孔中。第一材料可具有顶面和底面。底面可比顶面距离第二材料更近。孔可在顶面具有一宽度,且在底面具有一宽度,其中在顶面的宽度比在底面的宽度更宽。孔可以是埋头孔,且微焊缝可类似于铆钉。

[0014] 意料之外的是,焊缝提供连接光亮和异种金属及合金的简单解决方案,从而在焊

缝形成的每一个接头上产生一致且可预测的结果。无需与在不与第一材料基本混合,的情况下第二材料流入孔的设计安排,帮助防止金属间物质的生成,且避免与金属间物质有关相关联的如脆性或薄弱焊缝的可靠性问题产生。微焊缝增长增大的表面积区提供更多的接触区面积,反过来这进而会降低欧姆电阻。降低欧姆电阻是增加电池和太阳能板效率的重要考虑因素。可被连接的部件的例子包括:电池内的电连接,电池内例如铜至铝的连接;柔性电路元件与薄剖面汇流排间的低轮廓(low profile)电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;如移动电话、膝上型计算机、电视机以及其他消费者电子设备等消费者电子设备中的电连接;金属标签与标记;以及珠宝中银、铂和金部件。

[0015] 第一材料可包括选自由铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽和铯、银、铂、金、以及包括至少一种前述材料的合金组成的组的金属。

[0016] 第二材料可包括选自由铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽和铯、银、铂、金、以及包括至少一种前述材料的合金组成的组的金属。

[0017] 用于第一材料和第二材料的其他金属也可以被采用。第一材料和第二材料可以相同或不同。

[0018] 宽度可位于0.5mm和2.5mm之间。

[0019] 特定特征尺寸可位于40 μ m和100 μ m之间。

[0020] 本发明还提供了一种包括根据本发明的焊缝的物品。物品的例子为为智能手机电话、移动手机电话、手提电脑膝上型计算机、平板电脑计算机、电视机以及、其他消费型者电子设备;电池;太阳能电池;整体电路部件集成电路组件;印刷电路板;电气连接;柔性电路元件与薄剖面汇流排间的低轮廓电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;和消费者电子设备的电气连接;金属标签与标记;珠宝中的银、铂和金部件。

附图说明

[0021] 本发明的实施例现在将通过例子和参考附图分别描述,其中:

[0022] 图1示出根据本发明的焊缝;

[0023] 图2示出连续螺旋形式的焊缝;

[0024] 图3示出矩形剖面线形式的焊缝;

[0025] 图4示出矩形剖面线形式的焊缝;

[0026] 图5示出三角形剖面线形式的焊缝;

[0027] 图6示出用于制造本发明的焊缝的激光系统;

[0028] 图7示出被激光在第一材料上切出的孔;

[0029] 图8示出已被激光熔融的第二材料;

[0030] 图9示出最终焊缝,其中熔融的第二材料已经流入通过激光形成在第一材料中的孔中;

[0031] 图10示出没有穿透第一材料的孔;

[0032] 图11示出在孔下的熔融的第二材料;

[0033] 图12示出最终焊缝,其中熔融的第二材料已经流入通过激光形成在第一材料中的孔中;

[0034] 图13示出形成中的焊缝;

- [0035] 图14示出在第二材料中具有第一材料区域的焊缝；
[0036] 图15示出铜和铝之间形成的焊缝的例子；
[0037] 图16示出焊缝切变测试结果；以及
[0038] 图17示出由黄铜和铜形成的焊缝。

具体实施方式

[0039] 根据本发明的焊缝现在将分别通过例子和参考图1被描述。图1示出第一材料1和第二材料2之间的焊缝3，第一材料1为第一金属材料，且第二材料2为第二金属材料，焊缝3具有在0.5mm和7mm之间的宽度4，焊缝包括至少一个微焊缝8，该至少一个微焊缝8形成平行于焊缝3的表面6定义的焊缝图案5(被放大显示)，而微焊缝8具有在30 μ m和400 μ m之间的特定特征尺寸7。

[0040] “平行于焊缝3的表面6”的意思是或者位于表面6之上，或者表面6之下，例如在焊缝熔池下。

[0041] 图1显示的焊缝图案5包括螺旋形式的多个微焊缝8。微焊缝8的特定特征尺寸7是微焊缝8的直径。螺旋的臂9被第一间距10分隔。微焊缝8在螺旋的臂9内被第二间距11分隔。第二间隔11可以为50 μ m到450 μ m。优选地，第二间隔11在50 μ m和200 μ m之间。螺旋可以是圆形，或者可以被拉长，诸如赛道形式。其他图案也可以被使用。

[0042] 焊缝3可以是图2示出的焊缝图案20的形式，焊缝图案20包括螺旋形式的单一微焊缝21。微焊缝21的特定特征尺寸为微焊缝8的宽度。螺旋的臂9被第一间距10分隔。

[0043] 焊缝图案5可包括如图3和4中显示的多个剖面线31，每一条剖面线包括至少一个微焊缝8。微焊缝8的特定特征尺寸7为微焊缝8的宽度。剖面线31为矩形网格的形式，个体剖面线31被第一间距10或第三间距32分隔。剖面线31也可以形成为如参考图5所示的三角网格。

[0044] 图1到5中的第一间距10可在20 μ m到2000 μ m范围内。第一间距10可在50 μ m到500 μ m范围内。优选地，第一间距10在50 μ m到250 μ m范围内。更优选地，第一间距10在50 μ m到125 μ m范围内。

[0045] 图3到5中的第三间距32可在20 μ m到2000 μ m范围内。第三间距32可在50 μ m到500 μ m范围内。优选地，第三间距32在50 μ m到250 μ m范围内。更优选地，第三间距32在50 μ m到125 μ m范围内。

[0046] 焊缝3可以使用图6所示的设备制作。该设备包括激光器61，该激光器通过光束传导线缆60被耦合到激光扫描器67。激光束62由物镜86聚焦到表面6上。

[0047] 激光器61可以是光纤激光器、棒状固体激光器、片状固体激光器或气体激光器，如二氧化碳激光器。激光器61可以是飞秒纳秒激光器。激光器61优选的可以是稀土掺杂飞秒纳秒脉冲光纤激光器，如掺镱光纤激光器、掺铒(或掺镱铒)光纤激光器、掺铥光纤激光器或掺铕光纤激光器。这些激光器分别发射1 μ m、1.5 μ m、2 μ m和2 μ m波长窗口内的激光分别为1 μ m、1.5 μ m、2 μ m和2 μ m波长窗口。一个微秒纳秒脉冲激光器，意味着的意思是该激光器以发射具有1ns-到1000ns范围内的脉冲宽度发射的脉冲。这些激光器也可以能够发射短更短的脉冲、长更长的脉冲，并且也可以能够发射连续波辐射。这些激光器区别于现有技术的传统上用于制造焊缝的微秒激光器，这些激光器常用于制造焊缝。微秒激光器通常通过发射单

脉冲形成焊缝,且与本发明的焊缝3相比,由微秒激光器形成的焊缝具有与本发明的焊缝3极为不同的视觉外形。惊喜意料之外的是,本发明的焊缝3可用在反光金属中形成,并且即使在使用不相似的高反光率金属时,通过含更少能量的更短的脉冲,焊缝3却极其坚固。可以相信,这是因为个体微焊缝8中第一材料1或第二材料2的至少一种在各脉冲之间极快地冷却,且因此没有足够时间形成金属间物质。

[0048] 如图7到9中所示,第一材料1和第二材料2可基本不在微焊缝8处混合。图7示出已用激光器61形成的孔71。图8显示已经被激光熔融的熔融第二材料81。图8显示在熔融第二材料81流入孔71并再次凝固后形成的微焊缝8。这种流动由于毛细作用或Marangoni效应而发生,其是由于表面张力梯度沿两个流体之间的界面的质量迁移。在取决于温度的情况下,这种现象可被称为热-毛细对流(或Bénard-Marangoni对流)。

[0049] 参考图7到9示出的焊缝3具有顶面72和底面73。孔71在顶面72上具有宽度74,其比底面73处的宽度75更宽。重要的是,这种安排能增加微焊缝8的剥离强度。孔71为埋头孔且微焊缝8类似铆钉。宽度74可小于200 μm 。宽度74可小于50 μm 。宽度74可小于20 μm 。

[0050] 孔71在初次形成时可以不穿透第一材料1。这参考图10示出。可通过确保脉冲中的能量不足以提高第一材料的蒸汽压压强的水平到孔71能够穿透到第一材料1的底面73的水平,而形成这样的孔71。这可通过选择激光器61完成,以使得该激光器能够传递低激光更低能量的脉冲,如具有更低峰值功率,或小于20ns的脉冲宽度的脉冲,来实现。可使用扫描器67在第一材料1上扫描激光束2,以获得特定预定形状的孔71。对于高反光率材料(例如在1 μm 波长处反光率大于约60%的反光率),可以优先有利地使用皮秒激光器(发射脉冲的具有脉冲宽度在1ps-和1000ps之间的脉冲宽度的激光器)。图11示出已经被激光器61熔融的熔融第二材料81。激光器可以被脉冲化,从而以使得孔71可以穿透至第二材料73,从而允许第二材料2的至少一部分流入孔71,如参考图12所示。第一材料1的至少一部分可被注入到第二材料2中,如图12中的所得到的微焊缝8的区121所示。至少一个空隙122也可出现在第二材料2中。空隙122可帮助第二材料2藉由蒸汽压流动穿过孔71。

[0051] 图13和14示出用激光器形成的微焊缝8,该激光器具有足够的峰值功率来克服第一材料的反光,和足够的能量使得第一材料1的快速加热产生的蒸汽压引起第一材料1的至少一部分被注射入孔71或从孔71中射出。这通过注入形成在第二材料2上的匙孔133的材料131,以及从孔71中射出的材料132示出。材料131和132可以是气态、液态、固态或至少两种前述材料形态。熔融第二材料81随后可流入孔71,如参考图14所示。第一材料1的区121和空隙122可出现在微焊缝8中。

[0052] 参考图1到5所示的微焊缝可以为参考图9、12至14所示的微焊缝中的一个或多个。

[0053] 微焊缝8可以是基本不均匀的。与现有技术的焊缝不同,微焊缝8基本不混合。“基本不混合”的意思是在单一共混合金相中结合的第一材料1和第二材料2形成的金属间内容物包括最多20%,且优选最多10%的微焊缝8的材料。第一材料1和第二材料2间界面处的金属间内容物可足够多到实现具有预定机械属性和欧姆电阻的接头。第一材料1和第二材料2间界面处的金属间内容物的量足够少到避免如再结晶引起的脆化。有利地,这避免了脆性或薄弱焊缝问题,这些问题由异种金属间形成焊缝时可产生的金属间物质引起。结果是能够连接光亮和异种金属与合金的焊缝3,从而在每个焊缝上带来均一且可预测的结果。在不与第一材料1基本混合的情况下第二材料2流入孔71的安排帮助防止金属间物质的生成,且

避免与金属间物质相关联的如脆性或薄弱焊缝的可靠性问题产生。微焊缝8增大的表面积提供更多的接触面积,这进而减小欧姆电阻。减小欧姆电阻是增加电池和太阳能板效率的重要考虑因素。

[0054] 第一材料1可具有比第二材料2更高的熔融温度。这使得第一材料1能够先于第二材料2再凝固,并且使第二材料2能够流动,而不引起与第一材料1的基本混合。为优化微焊缝8的性能,激光器61的参数,如脉冲宽度、脉冲重复频率、脉冲能量和峰值功率可被调整。第一材料1可具有比第二材料2的熔融温度高至少50%的熔融温度。

[0055] 第一材料1在1微米光学波长可具有大于90%的反光率。

[0056] 参考图1到5和图7到14,第一材料1可包括选自自由铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、钽和铯、银、铂、金、以及包括至少一种前述材料的合金组成的组的金属。第二材料2可包括选自自由铜、铝、铁、镍、锡、钛、钨、钼、铌、能钽和铯、银、铂、金、以及包括至少一种前述材料的合金组成的组的金属。也可采用其他用于第一材料1和第二材料2的金属。第一材料1和第二材料2可以相同或不同。

[0057] 意料之外的是,光亮和异种金属与合金间的焊缝3具有一致且可预测的质量。在不与第一材料1基本混合的情况下第二材料2流入孔71的安排帮助防止金属间物质的生成,且避免与金属间物质相关联的如脆性或薄弱焊缝的可靠性问题产生。焊缝3增大的表面积提供更多的接触面积,者进而减小欧姆电阻。减小欧姆电阻是增加电池和太阳能板效率的重要考虑因素。

[0058] 本发明还提供了一种包括至少一个根据本发明焊缝3的物品。物品的例子是智能电话、移动电话、膝上型计算机、平板计算机、电视机以及其他消费者电子设备;电池;太阳能电池;整体电路组件;印刷电路板;电池内的电气连接,例如铜至铝的连接;柔性电路元件与薄剖面汇流排间的低轮廓面电连接;用于医疗电子设备的金属外壳;和消费者电子设备的电连接;金属标签与标记;珠宝中银、铂和金部件。

[0059] 下面提供一个例子,其中激光器为纳秒掺镱光纤激光器,型号为SPI G4 70EP-Z,由英格兰南安普顿SPI激光器英国有限公司制造。激光器61是主振荡器功率放大器,其对激光参数具有极好的控制,所述激光参数包括峰值功率、平均功率、脉冲形状、脉冲能量、脉冲宽度和脉冲重复频率。扫描器67为德国慕尼黑Raylase制造的振镜扫描器型Super Scan II,其具有10mm的光束光圈(未显示)。它可用控制器(未显示)控制,控制器如为具有Windows 8操作系统的台式计算机,其上德国慕尼黑SCAPS GmbH授权SCAPS扫描器应用软件。这可用来编程、操作和存储用于操纵激光束62的代码。透镜68是163mm焦距的平场聚焦透镜。

[0060] 上述设备可用来形成并传导激光束62至第一材料1的顶面72之上,焦点具有40 μm 的 $1/e^2$ 直径和 $1.256 \times 10^{-5} \text{cm}^2$ 的面积。

[0061] 例1

[0062] 图15显示艺术处理的焊缝150的横截面,焊缝150形成于厚度151为100 μm 的铜和厚度152为400 μm 的铝之间。焊缝150为螺旋型,如图2所示,螺旋臂之间的第一间隔10为50 μm ,直径4为1mm。孔71的宽度74约为5 μm 至20 μm 。焊缝使用来自激光器61的多脉冲形成,脉冲以95%-98%的面积相互重叠在第一材料1上。激光器61切开第一材料1铜,第二材料2(铝)流入孔71。至少一部分第一材料1被注入第二材料2内,如包括第一材料1的区121所见。区121

延伸大约300 μm -400 μm 至第二材料2内。空隙122也出现。如虚线所示的类三角形的热影响区155,出现在孔71之下。出于清楚考虑仅显示一个热影响区155。热影响区155就像一个热熔柱,将热塑性部件焊接到一起时经常可见。

[0063] 焊缝具有良好的切变强度,通过切变测试可见。图16表示如图15所示的焊缝3切变时的三种缺陷类型。第一材料1在焊缝3外断裂,而没有穿过焊缝3,因此证明焊缝3的强度高于周围材料。这是一种不希望的结果,表明不形成典型硬脆金属间化合物而使第二材料2流入孔3的重要性。

[0064] 焊缝150具有令人惊奇的高切变强度和优异的欧姆电阻。这使得焊接工艺适合铜带连接铝板,如图15所示,其中焊缝3提供铝和铜之间的电接触。

[0065] 另外的剥离强度通过提高如图12所示的孔71的埋头孔获得。

[0066] 例2

[0067] 图17显示艺术处理的第一材料1铜和第二材料2黄铜之间形成的焊缝170横截面。焊缝170也可形成为如图13所示焊缝的类螺旋型。令人惊奇的,黄铜已经流入铜材料中,已形成具有非常少量金属间化合物混合的焊缝170。焊缝170基本不均一。铜和黄铜产生流动,但没有混合到一起形成新的均匀材料相。铜和黄铜的材料相大部分未混合,铜和黄铜都为原始材料相。尤其惊奇的是,黄铜是铜和锌的合金。在第二材料2内具有一些第一材料1。这些也是空隙122。焊缝170形成的最终接头具有良好的切变强度。

[0068] 可以理解,参考附图和例子上述本发明的实施例仅通过例子给出,修改可以达到目的。图中所示的各部件和例子中所示的各个数值可用在其他附图和其他例子以及本发明的所有方面。

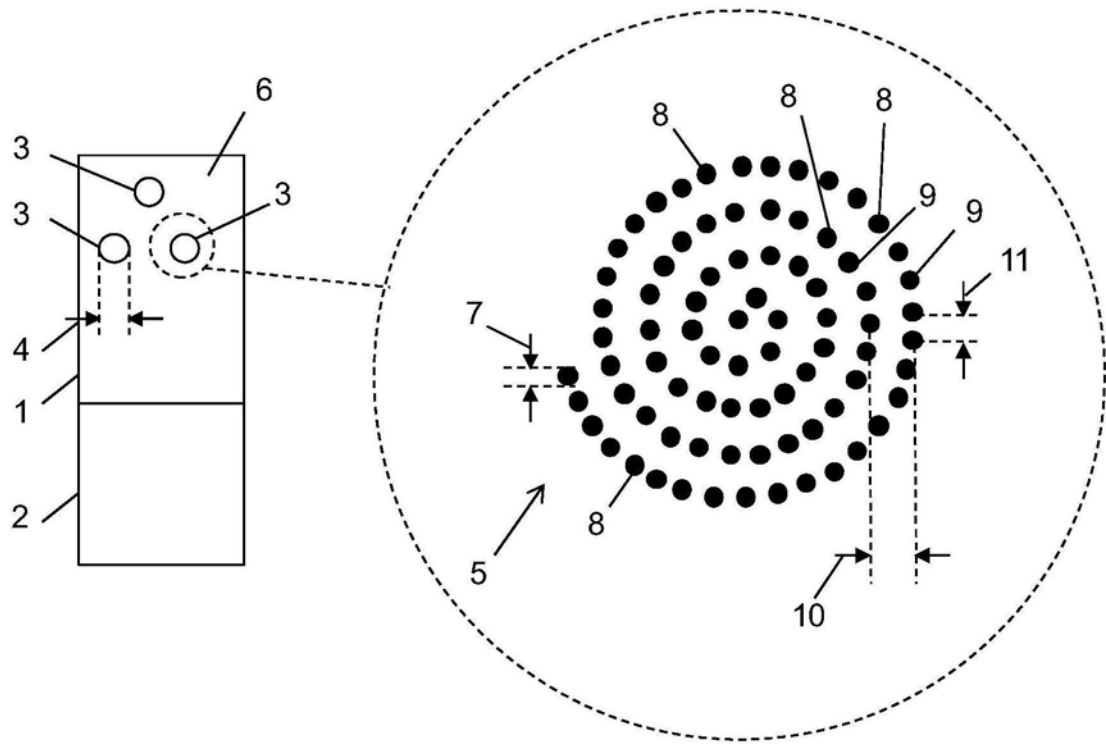


图1

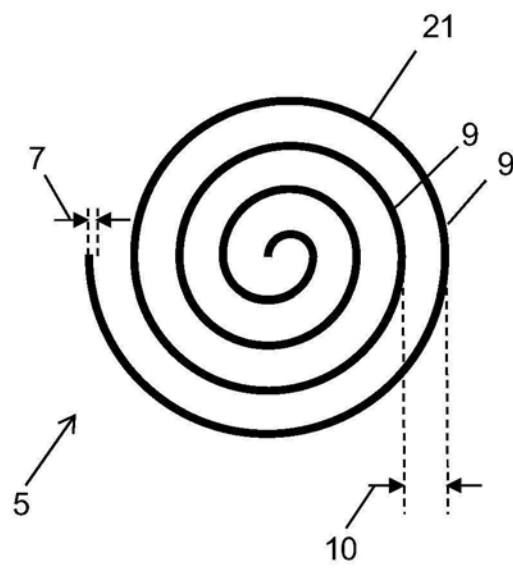


图2

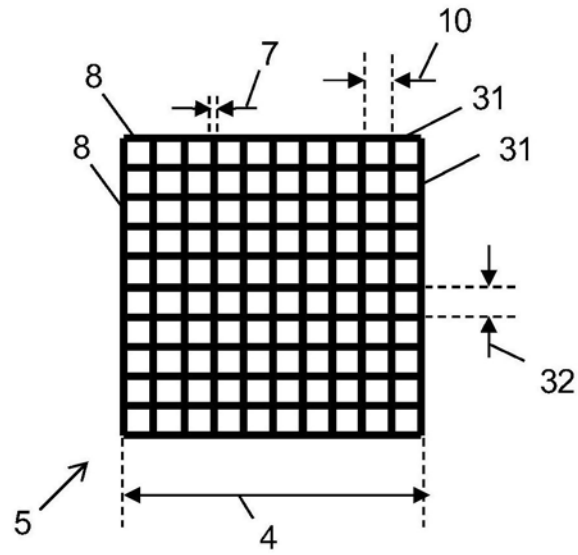


图3

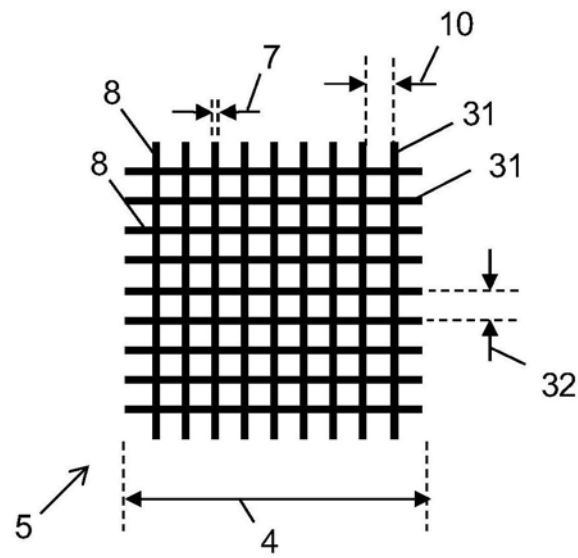


图4

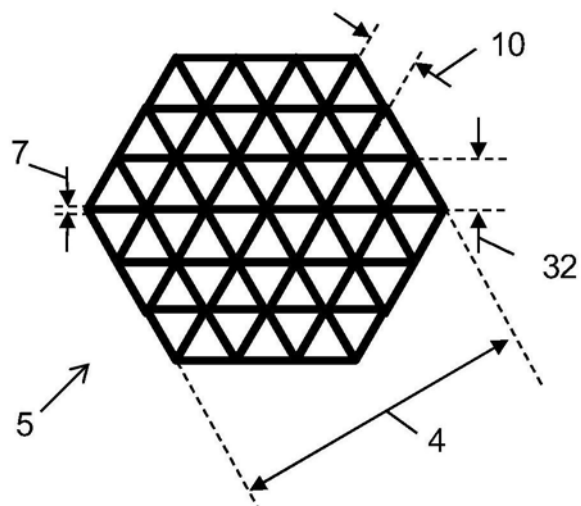


图5

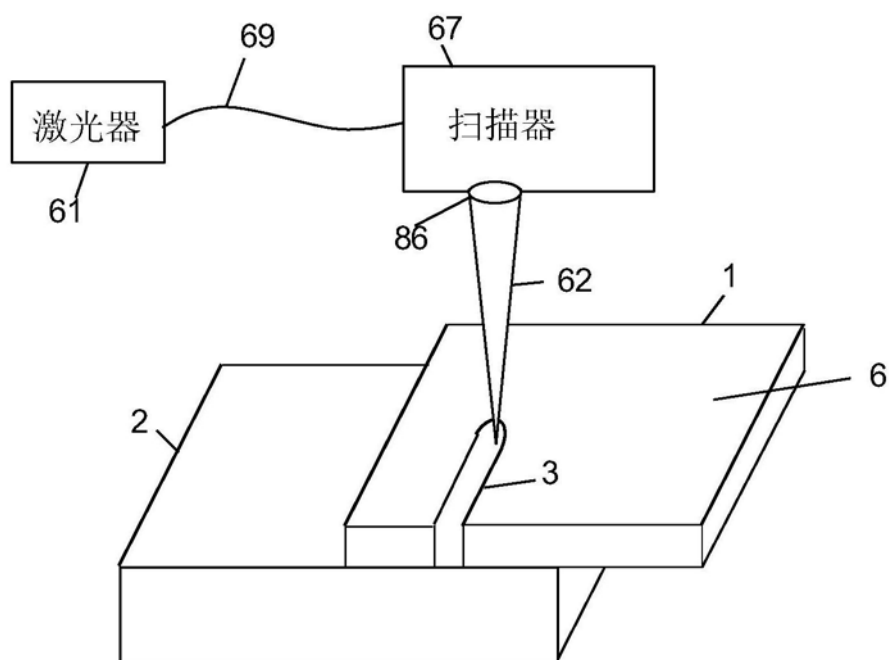


图6

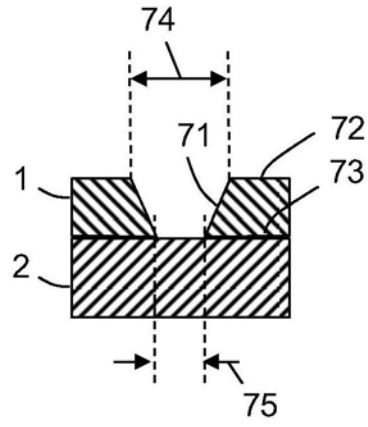


图7

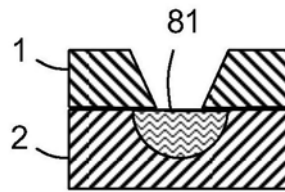


图8

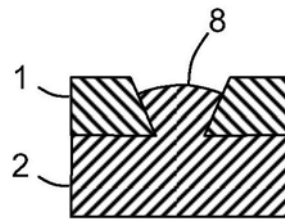


图9

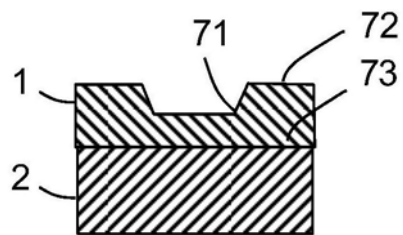


图10

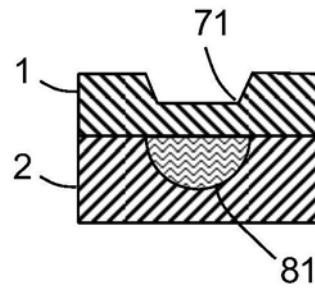


图11

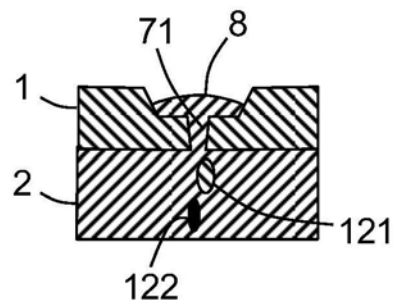


图12

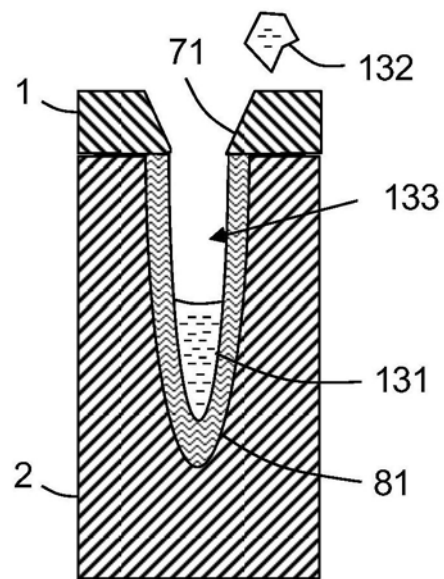


图13

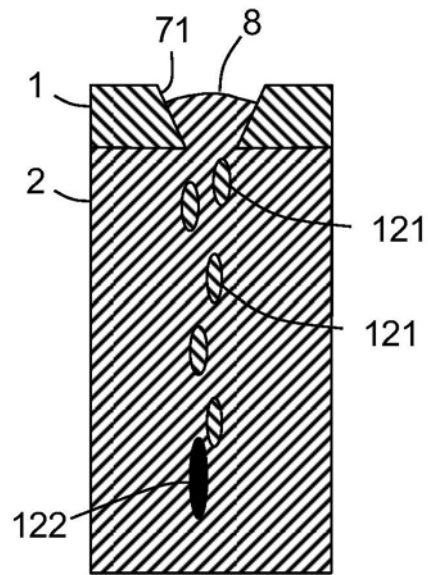


图14

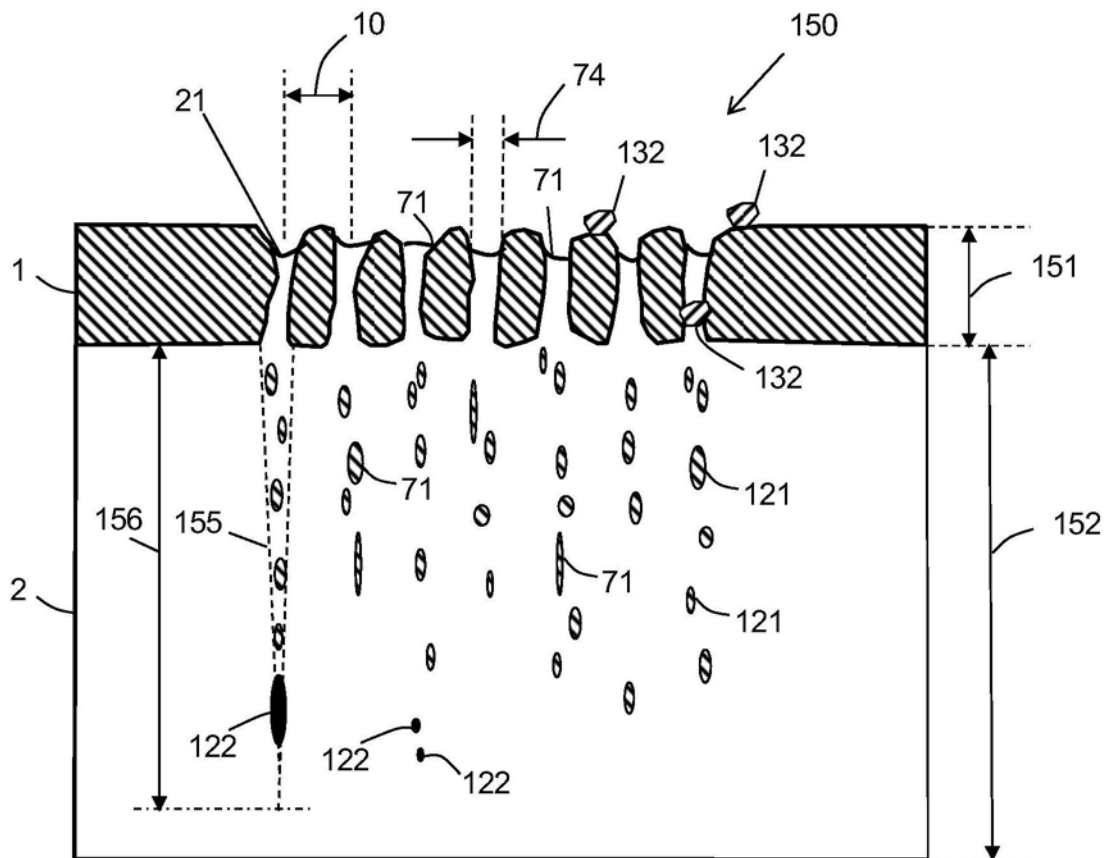


图15

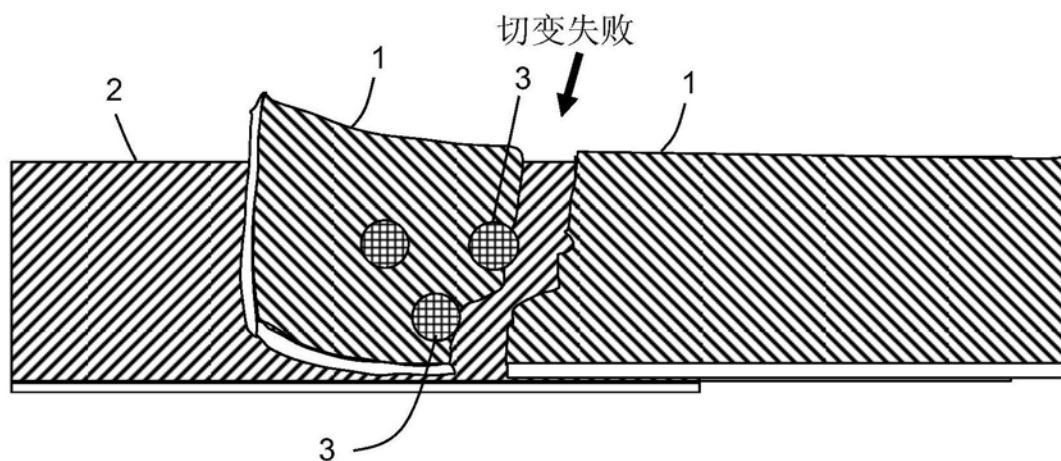


图16

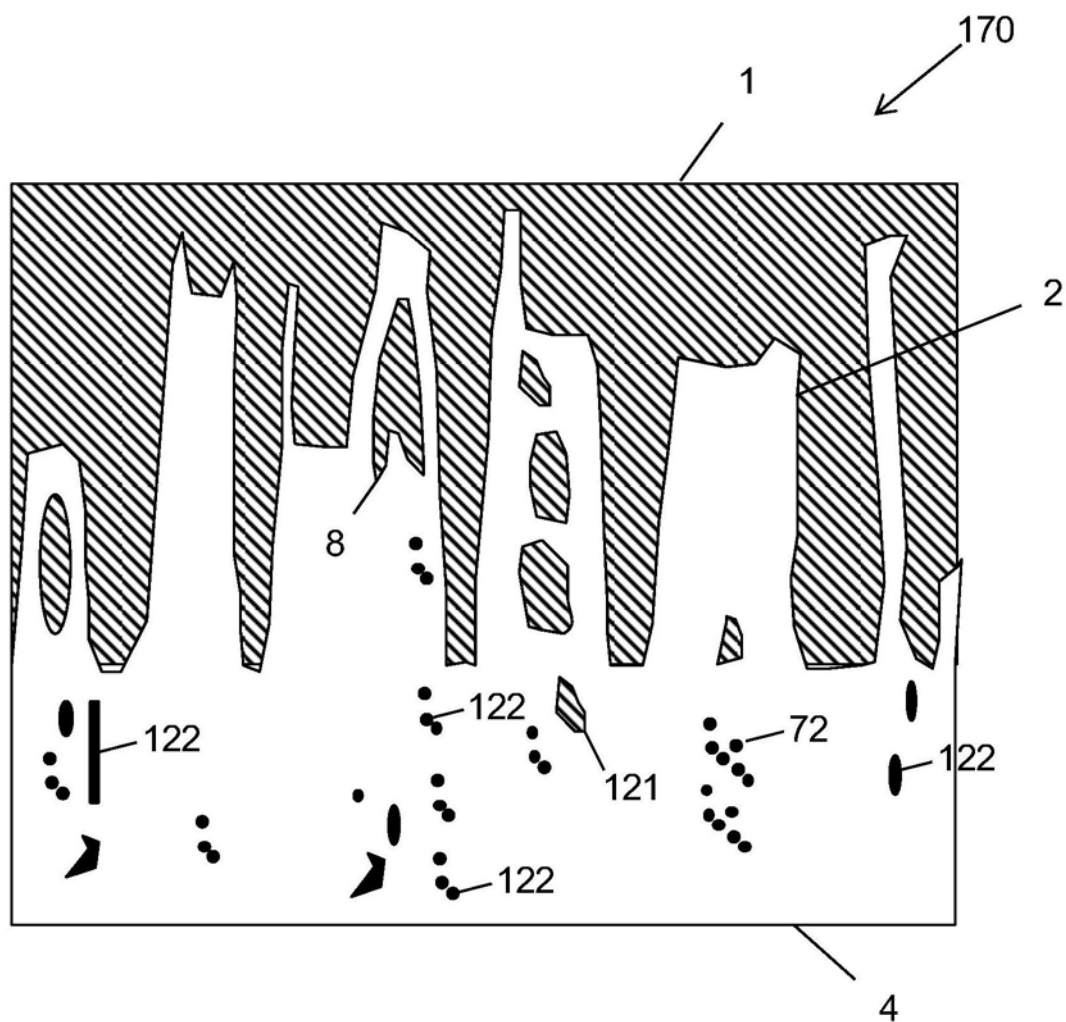


图17