



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03814395.X

[43] 公开日 2005 年 8 月 31 日

[11] 公开号 CN 1663012A

[22] 申请日 2003.5.23 [21] 申请号 03814395.X

[30] 优先权

[32] 2002.5.24 [33] US [31] 10/153,622

[86] 国际申请 PCT/US2003/016457 2003.5.23

[87] 国际公布 WO2003/100814 英 2003.12.4

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.20

[71] 申请人 能量科学公司

地址 美国马萨诸塞

[72] 发明人 I·兰格瓦拉 H·克拉夫

G·翰纳芬

[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

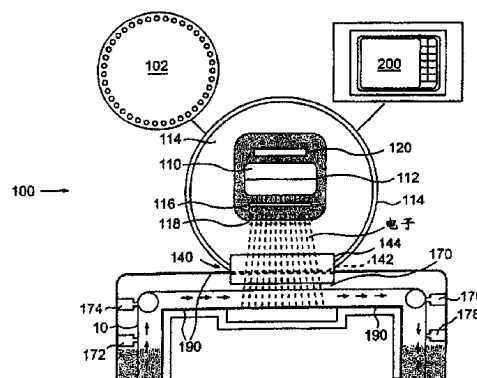
代理人 陈季壮

权利要求书 9 页 说明书 23 页 附图 11 页

[54] 发明名称 粒子束处理装置和可使用该装置处理的材料

[57] 摘要

本发明涉及尺寸较小且高效率地操作的粒子束处理装置，和还涉及该装置的应用，处理在可处理材料的基片如用于挠性包装上的涂层。该处理装置包括粒子束发生组件、箔片支持组件和处理组件。在粒子束处理组件中，生成电子并加速穿过箔片支持组件。在挠性包装应用中，基片被供料到在低压如 110kV 或更低下操作的处理装置内并暴露于加速电子下以处理在基片上的涂层。



1. 一种粒子束可处理的材料，它包括：

具有顶侧和底侧的基片；和

在该基片顶侧上的粒子束可处理的漆涂层，其中通过暴露于由粒子束处理器件生成的高度加速的粒子下来处理该漆涂层，所述粒子束处理器件在 110kV 或更低的电压下操作，以引起对漆涂层的化学反应；和
在该基片的底侧上的辐射活泼层。

2. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中漆涂层选自基本上由自由基聚合的丙烯酸酯和多官能团丙烯酸酯，和阳离子聚合的乙烯醚、脂环族二环氧化物和多元醇体系中的官能团。

3. 权利要求 2 的粒子束可处理的材料，其中多官能团丙烯酸酯选自基本上由下述组成的组：

分子量为 150 - 600 的丙烯酸酯化多元醇；

分子量为 1000 - 2000 的聚酯丙烯酸酯；

分子量为 200 - 1500 的聚醚丙烯酸酯；

分子量为 400 - 2000 的聚酯聚氨酯丙烯酸酯；

分子量为 400 - 2000 的聚脲丙烯酸酯；

分子量为 300 - 1000 的环氧丙烯酸酯；和

多官能团丙烯酸酯的混合物。

4. 权利要求 3 的粒子束可处理的材料，其中多官能团丙烯酸酯进一步选自由下述组成的组：

季戊四醇四丙烯酸酯、双三羟甲基丙烷四丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、甘油三丙烯酸酯、三-2-羟基-乙基异氰脲酸的三丙烯酸酯、己二醇二丙烯酸酯和二季戊四醇六丙烯酸酯及其乙氧化与丙氧化衍生物。

5. 权利要求 2 的粒子束可处理的材料，其中漆涂层的归一化厚度范围为 0.5 - 20g/m²。

6. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中高度加速的粒子发射

在 0.5 - 10 兆拉德范围内的能量，以引起对漆涂层的化学反应。

7. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中化学反应是聚合反应。

8. 权利要求 7 的粒子束可处理的材料，其中通过从液态转变为固态，聚合使漆涂层固化。

9. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中化学反应是消毒。

10. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中化学反应是交联。

11. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中由选自基本上由下述组成的材料制造基片：

聚烯烃，其中包括取向聚丙烯 (OPP)、铸塑聚丙烯、聚乙烯和聚乙烯共聚物；聚苯乙烯；聚酯，其中包括聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 或聚萘二甲酸乙二酯 (PEN)；聚烯烃共聚物，其中包括乙烯乙酸乙烯酯、乙烯丙烯酸和乙烯乙醇 (EVOH)、聚乙烯醇及其共聚物；聚酰胺，其中包括尼龙和 MXD6；聚酰亚胺；聚丙烯腈；聚氯乙烯；聚二氯乙烯；聚偏氯乙烯、聚丙烯酸酯；离聚物；多糖，其中包括再生纤维素；硅氧烷，其中包括橡胶或密封剂；天然或合成橡胶；玻璃纸或粘土涂布的纸张；纸板；牛皮纸；和金属化膜和蒸汽沉积的金属氧化物涂布的聚合物膜，其中包括 AlO_x 、 SiO_x 或 TiO_x 。

12. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，其中基片的归一化厚度范围为 $10 - 200\text{g/m}^2$ 。

13. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，进一步包括在该基片的顶侧上印刷且通过漆涂层保护的标签印刷体。

14. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料，进一步包括在该基片的顶侧和底侧上的阻挡层，以维持包装产品的内容物所处的条件。

15. 权利要求 14 的粒子束可处理的材料，其中在该阻挡层的顶侧上印刷且通过漆涂层保护的标签印刷体。

16. 权利要求 14 的粒子束可处理的材料，其中通过真空沉积方法施加阻挡层。

17. 权利要求 14 的粒子束可处理的材料，其中阻挡层包括气化铝的层，其中包括氧化铝 (AlO_x) 层。

18. 权利要求 17 的粒子束可处理的材料, 其中气化铝的层的厚度范围为 100 - 1000 埃。

19. 权利要求 14 的粒子束可处理的材料, 其中阻挡层包括氧化硅(SiO_2)层。

20. 权利要求 19 的粒子束可处理的材料, 其中氧化硅(SiO_2)层的厚度范围为 100 - 1000 埃。

21. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料, 其中辐射活泼层是由适于热封包装产品的材料制造的密封层。

22. 权利要求 21 的粒子束可处理的材料, 其中由熔点在 100 - 150 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内的聚合物制造热封层。

23. 权利要求 21 的粒子束可处理的材料, 其中由选自聚乙烯、聚乙酸乙烯酯、乙烯丙烯共聚物、乙烯丙烯酸三元共聚物、茂金属、离聚物及其结合中的材料制造热封层。

24. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料, 其中辐射活泼层是由适于冷封包装产品的材料制造的密封层。

25. 权利要求 24 的粒子束可处理的材料, 其中由选自天然橡胶、聚酰胺及其结合中的材料制造冷封层。

26. 权利要求 1 的粒子束可处理的材料, 其中辐射活泼层的归一化厚度为 5 - 50 g/m^2 。

27. 一种制造粒子束可固化材料的方法, 该方法包括:

提供具有顶侧和底侧的基片;

在该基片底侧上施加辐射活泼层;

在该基片的顶侧上施加粒子束可处理的漆涂层; 和

将该漆涂层暴露于由粒子束处理器件生成的高度加速的粒子下, 所述粒子束处理器件在 110kV 或更低的电压下操作, 以引起对漆涂层的化学反应, 且没有影响辐射活泼层。

28. 权利要求 27 的方法, 其中漆涂层选自基本上由自由基聚合的丙烯酸酯, 阳离子聚合的乙烯醚、脂环族二环氧化物和多元醇体系, 和多官能团丙烯酸酯中的官能团。

29. 权利要求 28 的方法, 其中多官能团丙烯酸酯选自基本上由下述组成的组:

分子量为 150 - 600 的丙烯酸酯化多元醇;
分子量为 1000 - 2000 的聚酯丙烯酸酯;
分子量为 200 - 1500 的聚醚丙烯酸酯;
分子量为 400 - 2000 的聚酯聚氨酯丙烯酸酯;
分子量为 400 - 2000 的聚脲丙烯酸酯;
分子量为 300 - 1000 的环氧丙烯酸酯; 和
多官能团丙烯酸酯的混合物。

30. 权利要求 29 的方法, 其中多官能团丙烯酸酯进一步选自由下述组成的组: 季戊四醇四丙烯酸酯、双三羟甲基丙烷四丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、甘油三丙烯酸酯、三-2-羟基-乙基异氰脲酸的三丙烯酸酯、己二醇二丙烯酸酯和二季戊四醇六丙烯酸酯及其乙氧化与丙氧化衍生物。

31. 权利要求 28 的方法, 其中漆涂层的归一化厚度范围为 $0.5 - 20\text{g/m}^2$ 。

32. 权利要求 27 的方法, 其中施加漆涂层包括通过辊涂施加、间接凹印施加、直接凹印施加中的一种及其结合施加。

33. 权利要求 27 的方法, 其中高度加速的粒子发射在 $0.5 - 10$ 兆拉德范围内的能量, 以引起对漆涂层的化学反应。

34. 权利要求 27 的方法, 其中化学反应包括聚合反应。

35. 权利要求 34 的方法, 其中通过从液态转变为固态, 聚合使漆涂层固化。

36. 权利要求 27 的方法, 其中由选自基本上由下述组成的材料制造基片: 聚烯烃, 其中包括取向聚丙烯(OPP)、铸塑聚丙烯、聚乙烯和聚乙烯共聚物; 聚苯乙烯; 聚酯, 其中包括聚对苯二甲酸乙二酯(PET)或聚萘二甲酸乙二酯(PEN); 聚烯烃共聚物, 其中包括乙烯乙酸乙烯酯、乙烯丙烯酸和乙烯乙烯醇(EVOH)、聚乙烯醇及其共聚物; 聚酰胺, 其中包括尼龙和 MXD6; 聚酰亚胺; 聚丙烯腈; 聚氯乙烯; 聚二氯乙烯; 聚偏

氯乙烯、聚丙烯酸酯；离聚物；多糖，其中包括再生纤维素；硅氧烷，其中包括橡胶或密封剂；天然或合成橡胶；玻璃纸或粘土涂布的纸张；纸板；牛皮纸；和金属化膜和蒸汽沉积的金属氧化物涂布的聚合物膜，其中包括 AlO_x 、 SiO_x 或 TiO_x 。

37. 权利要求 27 的方法，其中基片的归一化厚度范围为 $10 - 200\text{g/m}^2$ 。

38. 权利要求 27 的方法，进一步包括在该基片的顶侧上施加标签印刷体，其中通过漆涂层保护标签印刷体。

39. 权利要求 38 的方法，其中施加标签印刷体包括通过胶印、转轮印刷、胶版石印、喷涂印刷中的一种及其结合施加。

40. 权利要求 27 的方法，进一步包括在该基片的顶侧和底侧上施加阻挡层，以维持包装产品的内容物所处的条件。

41. 权利要求 40 的方法，进一步包括在该阻挡层的顶侧上施加标签印刷体印刷且通过漆涂层来保护。

42. 权利要求 40 的方法，其中通过真空沉积方法施加阻挡层。

43. 权利要求 40 的方法，其中施加阻挡层进一步包括施加气化铝的层，其中包括氧化铝 (AlO_x) 层。

44. 权利要求 43 的方法，其中气化铝的层的厚度范围为 $100 - 1000$ 埃。

45. 权利要求 40 的方法，其中施加阻挡层进一步包括施加氧化硅 (SiO_x) 层。

46. 权利要求 45 的方法，其中氧化硅 (SiO_x) 层的厚度范围为 $100 - 1000$ 埃。

47. 权利要求 27 的方法，其中施加辐射活泼层进一步包括施加热封层，以热封包装产品。

48. 权利要求 47 的方法，其中施加热封层进一步包括将热封层挤出到该基片的底侧上。

49. 权利要求 47 的方法，其中由熔点在 $100 - 150^\circ\text{C}$ 的温度范围内的聚合物制造热封层。

50. 权利要求 47 的方法，其中由选自聚乙烯、聚乙酸乙烯酯、乙烯丙烯共聚物、乙烯丙烯酸三元共聚物、茂金属、离聚物及其结合中的材料制造热封层。

51. 权利要求 27 的方法，其中施加辐射活泼层进一步包括施加冷封层，以冷封包装产品。

52. 权利要求 51 的方法，其中由选自天然橡胶、聚酰胺及其结合中的材料制造冷封层。

53. 权利要求 47 的方法，其中冷封层的归一化厚度为 $5 - 50 \text{g/m}^2$ 。

54. 一种尺寸小且效率高的粒子束处理器件，它引起在基片上的化学反应，该器件包括：

电源；

在容器内产生并维持真空环境的真空泵；

位于真空容器内并连接到在 110kV 或更低范围内的第一电压下操作的电源上的粒子发生组件，该粒子发生组件包括一旦加热生成多个粒子的至少一根灯丝；

箔片支持组件，其在比第一电压高的第二电压下操作，以允许至少一部分所述粒子从第一电压穿行到达第二电压并离开箔片支持组件，该箔片支持组件包括由厚度为 10 微米或更低的钛或其合金制造的薄箔片；和

处理组件，其用于接受离开箔片支持组件以引起所述化学反应的所述粒子，

其中根据下述确定处理器件的机器产率(K)：

$K = \text{剂量} \cdot \text{速度} / \text{电流}$

其中：

K 是以兆拉德·英尺/分钟/毫安为单位测量的机器产率，

剂量是以兆拉德为单位测量的单位质量吸收的能量，

速度是以英尺/分钟为单位测量的基片的送料速度，和

电流是以毫安为单位测量的从加热的灯丝中提取的电子数。

55. 权利要求 54 的粒子束处理器件，其中机器产率(K)等于或高于

20/L, 其中 L 是以英尺为单位测量的处理器件的宽度。

56. 一种尺寸小且效率高的粒子束处理器件, 它引起在基片上的化学反应, 该器件包括:

电源;

在容器内产生并维持真空环境的真空泵;

位于真空容器内并连接到在 110kV 或更低范围内的第一电压下操作的电源上的粒子发生组件, 该粒子发生组件包括一旦加热生成多个粒子的至少一根灯丝;

箔片支持组件, 其在比第一电压高的第二电压下操作, 以允许至少一部分所述粒子从第一电压穿行到达第二电压并离开箔片支持组件, 该箔片支持组件包括由厚度为 20 微米或更低的铝或其合金制造的薄箔片; 和

处理组件, 其用于接受离开箔片支持组件以引起所述化学反应的所述粒子,

其中根据下述确定处理器件的机器产率 (K):

$K = \text{剂量} \cdot \text{速度} / \text{电流}$

其中:

K 是以兆拉德·英尺/分钟/毫安为单位测量的机器产率,

剂量是以兆拉德为单位测量的单位质量吸收的能量,

速度是以英尺/分钟为单位测量的基片的送料速度, 和

电流是以毫安为单位测量的从加热的灯丝中提取的电子数。

57. 权利要求 56 的粒子束处理器件, 其中机器产率 (K) 等于或高于 20/L, 其中 L 是以英尺为单位测量的处理器件的宽度。

58. 一种在粒子束处理器件内, 在基片上引起化学反应的方法, 该方法包括:

在具有至少一根灯丝的粒子发生组件内产生并维持真空;

加热至少一根灯丝, 产生多个粒子;

在范围为 110kV 或更低的第一电压下操作粒子发生组件;

在比第一电压高的第二电压下操作具有薄箔片的箔片支持组件, 引

起至少一部分所述粒子从第一电压穿行到达第二电压并离开在粒子发生组件内的真空，薄箔片由厚度为 10 微米或更低的钛或其合金制造；
和

使离开的粒子穿过薄箔片进入处理组件，基片在此暴露于粒子下；
其中根据下述确定处理器件的机器产率(K)：

$K = \text{剂量} \cdot \text{速度} / \text{电流}$

其中：

K 是以兆拉德·英尺/分钟/毫安为单位测量的机器产率，

剂量是以兆拉德为单位测量的单位质量吸收的能量，

速度是以英尺/分钟为单位测量的基片的送料速度，和

电流是以毫安为单位测量的从加热的灯丝中提取的电子数。

59. 权利要求 58 的方法，其中机器产率(K)等于或高于 20/L，其中 L 是以英尺为单位测量的处理器件的宽度。

60. 一种在粒子束处理器件内，在基片上引起化学反应的方法，该方法包括：

在具有至少一根灯丝的粒子发生组件内产生并维持真空；

加热至少一根灯丝，产生多个粒子；

在范围为 110kV 或更低的第一电压下操作粒子发生组件；

在比第一电压高的第二电压下操作具有薄箔片的箔片支持组件，引起至少一部分所述粒子从第一电压穿行到达第二电压并离开在粒子发生组件内的真空，薄箔片由厚度为 20 微米或更低的铝或其合金制造；
和

使离开的粒子穿过薄箔片进入处理组件，基片在此暴露于粒子下；
其中根据下述确定处理器件的机器产率(K)：

$K = \text{剂量} \cdot \text{速度} / \text{电流}$

其中：

K 是以兆拉德·英尺/分钟/毫安为单位测量的机器产率，

剂量是以兆拉德为单位测量的单位质量吸收的能量，

速度是以英尺/分钟为单位测量的基片的送料速度，和

电流是以毫安为单位测量的从加热的灯丝中提取的电子数。

61. 权利要求 60 的方法，其中机器产率 (K) 等于或高于 $20/L$ ，其中 L 是以英尺为单位测量的处理器件的宽度。

粒子束处理装置和可使用该装置处理的材料

相关申请的交叉引证

本申请是以美国专利第 6426507 号授权、1999 年 11 月 5 日申请的美国申请序列第 09/434380 号的部分继续的美国申请。

发明领域

本发明涉及粒子束处理装置和可使用该装置处理的材料。特别地，本发明涉及粒子束处理装置，该装置包括粒子发生组件，具有薄片片的箔支持组件，和处理区。当可处理材料暴露于由该装置生成的粒子时，粒子在材料的涂层上引起化学反应。

相关现有技术的说明

粒子束处理装置常用于使基片或涂层暴露于高度加速的粒子束如电子束 (EB) 下，在基片或涂层上引起化学反应。

电子是在所有物质中发现的带负电的粒子。电子围绕着原子核旋转，非常象行星绕太阳旋转。通过共享电子，两个或多个原子键接在一起，形成分子。在 EB 处理中，使用高能电子，改性各种各样产品和材料的分子结构。例如，可使用电子改变专门设计的液体涂料、油墨和粘合剂。在 EB 处理过程中，电子断开键接和形成带电粒子与自由基。这些自由基然后结合形成大的分子。藉助该方法，液体转化成固体。该方法被称为聚合。

用 EB 处理的液体涂料可包括印刷油墨、漆、硅氧烷脱模涂料、底漆涂料、压敏粘合剂、阻挡层和层压粘合剂。EB 处理也可用于改变和提高固体材料如纸张、基片和非织造纺织品基片的物理特征，所有这些被特定地设计为对 EB 处理起反应。

粒子束处理器件通常包括三个区，即，其中生成粒子束的真空室区，粒子加速器区，和处理区。在真空室内，钨灯丝被加热到约 2400K，该温度是钨的热离子发射温度，以产生电子云。然后施加正的电压差到真

空室内，以提取并同时加速这些电子。之后，电子穿过薄箔片并进入处理区。薄箔片在真空室与处理区之间起阻挡作用。在大气条件下，加速电子经薄箔片离开真空室并进入在大气条件下的处理区。

目前可商购的电子束处理器件通常在 125kV 的最小电压下操作。这些已有的 EB 单元采用由厚度为 12.5 微米的钛制造的薄箔片，使涂料在基片上固化，其中所述基片以 800-1000 英尺/分钟的速度穿过处理器件。这种 EB 单元可商购于 Wilmington, Massachusetts 的 Energy Sciences, Inc.，型号 No.125/105/1200。在一些工业，例如挠性食品包装中，不可能使用目前的技术。在 125kV 下操作的 EB 单元沉积显著大量的能量到接触待包装食品的聚乙烯基密封膜上。这种沉积物在膜内引起特殊臭味并增加它的密封起始温度。

可通过降低操作电压低于 125kV 来改进这种 EB 单元的效率。另外，低于 125kV 的操作使得可能更好地控制能量沉积的深度并使密封膜吸收的电子能量最小。然而，当电压降低到低于 125kV 时，电子穿过钛箔的动能下降，这是因为更多的能量被钛箔吸收，从而引起该箔片被过度加热。过多的热量引起钛箔变蓝色、发脆，并损失其机械强度。过多的热量还产生的问题是系统的热控制。因此，必须显著降低基片的供料速度，这使得处理器件在商业上不可行。

鉴于前述问题，需要更有效地操作、尺寸较小、具有降低的能量需求且较便宜制造的粒子束处理器件。

发明概述

在如下的说明中部分列出了本发明的优点和目的，和根据这些说明，将部分地变得显而易见，或可根据本发明的实践而获悉。可通过所附权利要求中特别地指出的元素及其结合，来实现并达到本发明的优点和目的。

为了实现此处体现和广义地描述的这些优点和根据本发明的目的，本发明一方面提供一种粒子束可处理的材料，它包括具有顶侧和底侧的基片，和在该基片顶侧上的粒子束可处理的漆涂层。通过暴露于由在 110kV 或更低的范围内的电压下操作的粒子束处理器件生成的高度加速

粒子下，引起对漆涂层的化学反应，从而处理漆涂层。粒子束可处理的材料还包括在基片底侧上的辐射活泼层。

本发明第二方面提供制造粒子束可处理材料的方法。该方法包括提供具有顶侧和底侧的基片，在该基片底侧上施加辐射活泼层，在该基片的顶侧上施加粒子束可处理的漆涂层，和将该漆涂层暴露于由在 110kV 或更低的电压下操作的粒子束处理器件生成的高度加速粒子下，在没有影响辐射活泼层的情况下，引起对漆涂层的化学反应。

本发明第三方面提供粒子束处理器件，其尺寸小于目前可获得的器件，且具有较高效率以引起在基片上的化学反应。该器件包括电源，在容器内产生并维持真空环境的真空泵，和位于真空容器内并连接到在 110kV 或更低范围内的第一电压下操作的电源上的粒子发生组件。粒子发生组件包括一旦加热生成多个粒子的至少一根灯丝。该器件还包括箔片支持组件和处理组件。箔片支持组件在比第一电压高的第二电压下操作，以允许至少一部分粒子从第一电压穿行到达第二电压并离开箔片支持组件。箔片支持组件可包括由厚度为 10 微米或更低的钛或其合金制造的薄箔片，或由厚度为 20 微米或更低的铝或其合金制造的薄箔片。处理组件接受离开箔片支持组件用于引起化学反应的粒子。根据下述确定处理器件的机器产率(machine yield) (K)：

$$K = \text{剂量} \cdot \text{速度} / \text{电流}$$

其中：

K 是以兆拉德·英尺/分钟/毫安为单位测量的机器产率，

剂量是以兆拉德为单位测量的单位质量吸收的能量，

速度是以英尺/分钟为单位测量的基片的送料速度，和

电流是以毫安为单位测量的从加热的灯丝中提取的电子数。

本发明第四方面提供在粒子束处理器件内，在基片上引起化学反应的方法。该方法包括在具有至少一根灯丝的粒子发生组件内产生并维持真空，加热至少一根灯丝，产生多个粒子，和在范围为 110kV 或更低的第一电压下操作粒子发生组件。该方法还包括在比第一电压高的第二电压下操作具有薄箔片的箔片支持组件，引起至少一部分所述粒子从第一

电压穿行到达第二电压并离开在粒子发生组件内的真空。薄箔片可以由厚度为 10 微米或更低的钛或其合金制造。或者，薄箔片可以由厚度为 20 微米或更低的铝或其合金制造。该方法进一步包括使离开的粒子穿过薄箔片进入处理组件，基片在此暴露于粒子下。根据下述确定处理器件的机器产率(K)：

$$K = \text{剂量} \cdot \text{速度} / \text{电流}$$

其中：

K 是以兆拉德·英尺/分钟/毫安为单位测量的机器产率，

剂量是以兆拉德为单位测量的单位质量吸收的能量，

速度是以英尺/分钟为单位测量的基片的供料速度，和

电流是以毫安为单位测量的从加热的灯丝中提取的电子数。

要理解，前述一般说明和下述详细说明仅仅是例举和解释，且不是对要求保护的本发明的限制。在随后的说明中将列出额外的优点，和根据该说明可部分地理解或根据本发明的实践可获悉额外的优点。藉助所附权利要求中列出的结合可获得这些优点和目的。

附图的简要说明

并入并且构成说明书一部分的附图阐述了本发明的数个实施方案，和与说明书一起起到解释本发明原理的作用，在附图中，

图 1 是根据本发明一个实施方案的粒子束处理器件的示意图；

图 2 是电子束的电压分布曲线的示意图；

图 3 是根据本发明优选实施方案的粒子束处理器件的主视图；

图 4 是在 90kV 的操作电压下测量的深度剂量分布曲线作为钛箔厚度函数的图表；

图 5 是使用厚度为 5、8、10 和 12.5 微米的钛箔测量的用于宽度为 1.5 英尺的处理器件的机器产率作为操作电压函数的图表；

图 6 是在各种操作电压下测量的深度剂量分布曲线作为钛箔厚度函数的图表；

图 7 是使用厚度为 17、12.5 和 8 微米的钛箔测量的薄箔片所吸收的能量作为入射能(单位 keV)函数的图表；

图 8 是当基片穿过粒子束处理器件时在基片上的交联反应示意图；
图 9 是当基片穿过粒子束处理器件时在基片上的聚合反应示意图；
图 10 是当基片穿过粒子束处理器件时在基片上的消毒反应示意图；
图 11 是对于根据本发明一个实施方案的挠性包装材料来说，网状物长度的截面视图。

实施方案的详细说明

现详细地参考与本发明一致的装置、材料和方法的数个实施方案，其实例在附图中被阐述。在全部附图中尽可能使用相同的参考标记指代相同或类似的部件。此外，通过随后的实施例进一步阐述本发明。

本发明的粒子束处理器件可制成相对小的尺寸和高效率地操作，这是由于本发明的至少两个方面导致的：(1)操作电压下降到 110kV 或更低，和(2)薄箔片，若由钛或其合金制造的的话，具有 10 微米或更低的厚度，和若由铝或其合金制造的的话，具有 20 微米或更低的厚度。

根据本发明的原理，粒子束处理器件包括电源、粒子束发生器件、箔片支持组件，和处理组件。

图 1 图示了与本发明原理一致的粒子束处理器件 100，它包括电源 102、粒子束发生组件 110、箔片支持组件 140，和处理组件 170。电源 102 优选提供 110kV 或更低，更优选 90 - 100kV 范围内的操作电压给处理器件 100。电源 102 可以是商购类型，它包括位于电气绝缘钢室内的多个电变压器，以提供高电压给粒子束发生组件 110，产生诸如电子之类的粒子。

粒子束发生组件 110 优选保持在容器或腔室 114 的真空环境内。在 EB 处理器件中，粒子束发生组件 110 常称为电子枪组件。抽真空的腔室 114 可以由诸如电子之类的粒子在其中生成的紧密密封的容器制成。提供真空泵 212 (如图 3 所示)，产生数量级为约 10^{-6} Torr 的真空环境。在腔室 114 的真空环境内，当高压电源 102 将电功率送到加热的灯丝 112 时，在灯丝 112 周围生成电子云。

灯丝 112 然后发出白色炽热的光且生成电子云。如下所述，由于电子是带负电的粒子，因此电子然后从灯丝 112 处吸引到较高电压的区域

并加速到极高的速度。灯丝 112 可以由一根或多根金属丝制造，而所述金属丝通常由钨制造，和可在箔片支持体 144 的整个长度上均匀间隔地布置灯丝 112 并在基片 10 的整个宽度上发射电子束。

如图 1 和 2 所示，粒子束发生组件 110 可包括提取器格栅 116、终端格栅 118 和反射板 120。反射板 120 排斥电子并将电子送向提取器格栅 116。反射板 120 在不同于，优选略低于灯丝 112 的电压下操作，以收集从灯丝 112 远离电子束方向逃逸的电子，如图 2 所示。

在不同于，优选高于灯丝 112 的电压下操作的提取器格栅 116 吸引电子远离灯丝 112 并朝终端格栅 118 处导引它们。提取器格栅 116 控制从电子云中提取的电子数量，其中所述电子云决定电子束的强度。

在电子加速到供穿过箔片支持组件 140 的极高速度之前，在基本上与提取器格栅 116 相同的电压下操作的终端格栅 118 起到电子的最后网关的作用。

根据本发明的一个实施方案，例如，灯丝 112 可以在-110000 伏特下操作和箔片支持组件 140 可以接地或设定为在 0 伏特下。可选择反射板 120 在-110010 伏特下操作，以排斥朝向灯丝 112 的任何电子。可选择提取器格栅 116 和终端格栅 118 在-110000 伏特到-109700 伏特范围内操作。

电子然后离开真空室 114 并经薄箔片 142 进入箔片支持组件 140，以渗透供化学反应的涂布材料或基片 10。化学反应包括，例如聚合、交联或消毒。电子的速度可以高达或高于 100000 英里/秒。箔片支持组件 140 可以由一系列平行的铜肋(未示出)制成。如图 1 所示，薄箔片 142 被坚固地夹持到箔片支持组件 144 的外侧，在腔室 114 内提供防漏真空密封。高速电子在铜肋之间自由地穿过，经薄箔片 142 并进入待处理的基片 10 内。为了防止过度的能量损失，箔优选制得尽可能薄，且与此同时提供充足的机械强度，以耐受在粒子发生组件 110 和处理组件 170 内部的真空状态之间的压差。

根据本发明的原理，当箔片支持组件的薄箔片由钛或其合金制造且厚度为 10 微米或更低，优选在 3-10 微米范围内，更优选在 5-8 微米

范围内时,可使粒子束生成器件的尺寸较小并在较高效率的水平下操作。或者,薄片 142 也可由厚度为 20 微米或更低,优选在 6-20 微米范围内,更优选在 10-16 微米范围内铝或其合金制造。

一旦电子离开箔片支持组件 140,则它们进入处理组件 170,在此电子渗透涂层或网状基片 10 并引起导致聚合、交联或消毒的化学反应。如图 3 所示,涂层或网状基片 10 被供料到处理器件 100 内,以进入处理组件 170。处理组件 170 包括基片 10 进入其中的网状物入口 202,导引并传输基片 10 穿过处理组件 170 的辊 204、206 和 208,以及基片 10 从其中离开处理器件 100 的网状物出口 210。待处理的产品立即发生转化,不需要干燥或冷却且含有许多新和所需的物理性能。可在处理之后立即装运产品。

粒子束处理器件可包括围绕至少一部分器件周围的防护衬里,以吸收诸如 X-射线之类的辐射,所述辐射是当电子在物质中被吸收,当它们减速时发射的。

如图 1 所示,防护衬里 190 围绕处理器件 100,如抽真空的腔室 114 和处理组件 170 的周围。防护衬里 190 基本上吸收当电子在物质内减速时产生的全部 X-射线。选择防护衬里 190 用的厚度与材料,形成主要由 X-射线的所需吸收速度决定的函数。在一个实施方案中,在残余射线小于或等于约 0.1mrem/h 的情况下,防护衬里 190 优选在吸收速度下能吸收 X-射线辐射。单位 mrem/h 表示相当于人每小时吸收 0.1mili 的辐射。对于电子和 X-射线来说,1milrem 相当于 1 兆拉德。测量所发出的辐射的一种方式是通过仪器如常称为 Bicron RS0-5 的电离室仪器,在离防护衬里 190 为 10cm 的距离处测量吸收。为了进一步提高粒子束处理器件 100 的安全措施,可提供安全联锁开关(未示出),无论何时打开联锁装置时,通过自动终止生产来确保安全操作。

粒子束处理器件可进一步包括处理器,如计算机化的微处理器,以调节生成的电子数量,一般电子束的输出与基片的供料速度成正比。如图 1 所示,提供工艺控制系统 200 控制数种工艺,其中包括,但不限于,维持所要求的真空环境,在预定电压和灯丝功率下初始化系统操作,使

电子生成与工艺速度同步，以维持恒定的处理水平，监控功能和联锁装置，和无论何时系统功能超过设定极限或检测到联锁装置问题时，提供警告和/或报警。

在操作中，粒子束处理器件 100 如下工作。真空泵 212 (在图 3 中示出) 从腔室 114 中抽出空气，实现约 10^{-6} Torr 的真空水平，在该点处，处理器件 100 可充分操作。在粒子发生组件 110 中，在三个独立控制的电压下设定引发电子发射并导引其穿过箔片支持组件 144 的粒子枪组件部件，所述粒子枪组件部件包括反射板 120、提取器格栅 116 和终端格栅 118。

在粒子束处理过程中，在真空室 114 内部的电场的结合产生“推/拉”效果，其向处于地 (0) 电势的箔片支持组件 144 的薄箔片 142 导引并加速电子。所生成的电子数量与提取器格栅 116 的电压直接相关。在慢的产生速度下，当施加较大的电压时，提取器格栅 116 设定在较低的电压下，而不是较高的电压下。随着提取器格栅 116 的电压增加，从灯丝 112 处引出的电子数量也增加。

待涂布的涂料，例如油墨、粘合剂和其它涂料，通常要求低氧环境，以引起从液态到固态的化学转化。因此，如图 1 所示，本发明的粒子束处理器件可包括，分布在处理区 170 内的多个喷嘴 172、174、176 和 178 以注入除氧气以外的其它气体，以替换在其中的氧气。在一个实施方案中，选择氮气，经喷嘴 172、174、176 和 178，泵送到处理区 170 内，以替换氧气，这将防止完全固化。

从以上说明可看出，可校正粒子束处理器件 100，以实现极其高度精确的技术要求，这是因为可设定工艺控制系统 200，以提供在基片或涂层上所需的精确固化深度水平。工艺控制系统 200 计算剂量和电子渗透到涂层或基片内的深度。电压越高，电子速度和所得渗透度越大。

剂量是单位质量所吸收的能量，和以兆拉德 (Mrad) (它等于 2.4 卡/克) 为单位测量。所吸收的较高电子数量反映较高剂量值。在应用中，通常通过涂层和待涂布的基片的深度来确定剂量。例如，可要求 5 兆拉德的剂量固化在基片上的涂层，所述基片由宣纸制造且具有 20g/m^2 的质

量密度。剂量与操作的光束密度直接成正比，其中所述操作的光束密度是所提取的电子数量，且与基片的供料速度成反比，这通过下式表达：

$$\text{剂量} = K \cdot (I/S)$$

其中 I 是以毫安为单位测量的电流， S 是以英尺/分钟为单位测量的基片的供料速度，和 K 是代表处理器件的机器产率，或该特定处理器件的输出效率的比例常数。

提供在图 4-7 所示的图表中所述的下述实施例作为一系列实验的结果。图 4 说明了相对于三种不同厚度的薄箔片，在 90kV 的操作电压下测量的涂层的深度剂量分布曲线与质量密度之间的关系。图 5 说明了相对于由钛制造的厚度为 5、8 和 12.5 微米的薄箔片，以 kV 为单位测量的操作电压（“高压”）与用于宽度为 1.5 英尺的处理器件的机器产率 K 之间的关系。图 6 说明了相对于各种操作电压，涂层的深度剂量分布曲线与质量密度之间的关系。图 7 说明了相对于厚度为 17、12.5 和 8 微米的三种钛箔，以 keV 为单位测量的薄箔片吸收的能量（“dE”）与以 keV 为单位测量的入射能或操作电压之间的关系。

本发明的目的是通过施加尽可能低的操作电压，以降低生成操作电压所需的功率，使得处理器件更紧凑和更便宜地制造，从而增加处理器件的输出效率。因此，如图 6 的深度剂量分布曲线所示，最佳曲线优选更靠近向与表示待固化的涂层密度的 X-轴相交的虚垂直线移动。然而，如前所述，降低操作电压引起极大的热问题，这使得处理器件在商业上不可行。如图 4 和 7 所示，可通过利用厚度为 10 微米或更低的钛箔来解决热问题。

使用薄膜剂量技术测量在这些实验中所取的数据。剂量技术牵涉厚度在 9-10 微米范围内的尼龙膜。当染料暴露于电磁辐射下时，剂量仪含有从无色变为蓝色的放射致色染料。蓝色的强度与从尼龙膜获得的辐射曝光量直接成正比。通过使用密度计测量蓝色的强度或光密度，人们可将所测量的光密度转化成所吸收的剂量（以兆拉德为单位）。使用在 National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 的 Co^{60} γ 设备，通过剂量仪和密度计的已有技术的校正，实现

由光密度转化成以兆拉德为单位的剂量。这些实验使用由 Far West Technology, Goleta, California 制造的剂量仪型号 FWT-60-810 和由 Far West Technology, Goleta, California 制造的密度计型号 92S × N 3285。

实施例 1:

图 4 所示的第一个实验的结果, 表明使用由厚度小于 12.5 微米的钛制造的薄片 142 的粒子束处理器件 100 改进电子在基片 10 内的渗透。

在第一个实验中, 使用薄膜尼龙剂量仪测量电子的渗透能力。用于该实验的渗透参数包括: 90kV 的恒定操作电压, 5 兆拉德的剂量, 和薄的钛箔。测试三个样品, 研究厚度为 12.5、8 和 5 微米的三种不同钛箔, 其中每一样品对应每一箔厚。

由每一个具有约 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 表面积的 30 个剂量仪制造三个样品。这些剂量仪分成三叠层, 每叠层含有一个在另一个顶部上的一排 10 个剂量仪。每个叠层剂量仪的一个边缘装订到厚度为 125 微米的聚酯载体上。然后将这三个聚酯载体装订到纸张基片上并经处理器件 100 供料, 以接受辐射处理。第一叠层在具有 12.5 微米钛箔的处理器件 100 内处理; 第二叠层在具有 8 微米钛箔的处理器件 100 内处理; 第三叠层在具有 5 微米钛箔的处理器件 100 内处理。在辐射处理之后, 在 60℃ 的烘箱中, 使这三个叠层退火 5 分钟。然后分开剂量仪, 在密度计上单独地测量, 并转化成以兆拉德为单位的剂量。对于每一组, 将所得剂量值归一化到第一剂量仪上。

图 4 示出了来自该实验的数据, 其中 Y-轴代表对于每一叠层来说归一化的剂量, 和 X-轴代表以 g/m^2 为单位的质量密度。通过测量导致 10 g/m^2 的剂量仪质量密度来获得质量密度。假设第一点在一半的质量密度处, 则对于随后的点, 将每一质量密度加到其上。该实验得出结论, 在粒子束处理器件 100 中使用的箔片越薄, 在基片 10 上实现的电子渗透度越高。

实施例 2:

图 5 所示的第二个实验的结果,表明较薄的箔片不仅改进在基片上的电子渗透度,而且增加效率或机器产率 K。

在第二个实验中,类似于第一个实验,使用薄膜尼龙剂量仪,测量在 kV 下测量的各种操作电压下,宽度为 1.5 英尺的处理器件的机器产率 K。进行四次测量研究厚度为 12.5、10、8 和 5 微米的四种不同的钛箔。

通过计算平均 9 个单独的剂量仪片来获得机器产率值 K。将 $2 \times 2\text{cm}^2$ 的每一剂量仪在一个边缘上装订到聚酯载体上。每一聚酯载体含有 9 个剂量仪。将聚酯载体装订到纸张基片上并经处理器件 100 供料,以接受辐射处理。在辐照之后,在 60°C 下使剂量仪退火 5 分钟。之后,测量光学密度和剂量值。对于每次测量,设定处理器件 100 传递 4 兆拉德到剂量仪上。处理器件 100 包括数个测量表(未示出)以表示基片的供料速度(单位英尺/分钟)和粒子束的电流(单位毫安)。确定平均剂量并根据下式用于计算 K 值:

$$K(\text{兆拉德-英尺/分钟/毫安}) = \text{剂量}(\text{兆拉德}) \times \text{速度}(\text{英尺/分钟}) / \text{电流}(\text{毫安})$$

对于所有电压,重复同样的步骤。

图 5 示出了来自该实验的数据,其中 Y-轴代表机器产率 K,和 X-轴代表以 kV 为单位的操作电压。该实验得出结论,较薄的箔片增加效率或机器产率 K。本发明处理器件的机器产率 K 增加,且在相应的最佳操作电压下达到最佳值。如图 5 所示,当使用 10 微米的钛箔和在 110kV 下操作处理器件时,机器产率达到约 23。当使用 8 微米的钛箔和在 100kV 下操作处理器件时,机器产率在 90-100kV 下达到约 30。类似地,当使用 5 微米的钛箔和在 70kV 下操作处理器件时,机器产率达到几乎 30。比较使用 12.5 微米钛箔的处理器件和使用 10、8 和 5 微米的钛箔的处理器件之间的机器产率 K,推导出下述关系:

$$K \geq 20/L$$

对于在 80-110kV 的电压下操作的 10 微米钛箔来说;

对于在 70-110kV 的电压下操作的 8 微米钛箔来说;

对于在 60 - 110kV 的电压下操作的 5 微米钛箔来说;

其中 L 是以英尺为单位测量的处理器件的宽度, 在此情况下为 1.5 英尺。

实施例 3:

如图 6 所示的第三个实验的结果, 说明了在挠性食品包装领域中, 在 110kV 或更低的电压下操作处理器件 100 的一个优点。

在第三个实验中, 根据相对于前面第一个实验所述的步骤, 测量在各种操作电压下处理器件 100 的深度剂量分布曲线。挠性食品包装的典型应用是加工过的肉类和奶酪的包装, 它通常包括三层: 顶部膜、粘合剂和密封剂。例如, 下表 1 提供典型的包装层和以 g/m^2 为单位测量的它们的归一化厚度。

表 1

0.5mil 聚酯型 (PET) 顶部膜:	17.0 g/m^2
粘合剂:	3.0 g/m^2
聚乙烯共聚物密封剂:	40.0 g/m^2

通常使用电子束固化在顶部膜和密封剂之间的粘合剂。

如图 6 所示, 在市场上目前可获得的 EB 处理器件 (它在 125kV 下操作) 足以固化深度在 $20\text{g}/\text{m}^2$ 的粘合剂, 固化顶部膜和粘合剂。然而, 它以 $60\text{g}/\text{m}^2$ 的深度沉积足够剂量到密封剂层上 (顶部膜、粘合剂和密封剂)。与待包装食品接触的聚乙烯剂密封剂层, 当它吸收在其上沉积的剂量时, 发出令人讨厌的气味。另外, 沉积的剂量还增加密封初始温度, 从而使得难以热封。对密封剂层的这两种影响妨碍目前的 EB 处理器件满足挠性食品包装工业的需求。

与本发明原理一致的处理器件 100 通过在商业上可行的基片供料速度下, 在 110kV 或更低, 优选 90 - 100kV 的电压范围内操作, 克服了现有的处理器件的问题。如图 6 所示, 在 110kV 或更低的操作电压下, 人们可合适地固化深度在 $20\text{g}/\text{m}^2$ 的粘合剂, 且还显著传递较少的剂量, 并因此引起对密封剂膜的较少破坏。

实施例 4:

图 7 所示的第四个实验的结果,描述了钛箔吸收的能量作为以 kV 为单位测量的操作电压的函数之间的关系。该研究比较了厚度为 17、12.5 和 8 微米的三种不同的钛箔。使用 MonteCarlo 计算法,根据在钛箔上的电子能量衰减,在 National Institute of Standards and Technology 处进行在 17 和 12.5 微米上的研究。基于来自这些研究的数据,外推 8 微米的钛箔的数据。该研究证明较薄的箔片吸收较少的能量,特别地在较低电压下。因此,使用厚度为 10 微米或更低的箔片的处理器件解决了热控制的问题,这是因为被箔吸收的能量转化成功率,所述功率导致与箔有关的热控制问题。

由于本发明的处理器件可在 110kV 或更低的操作电压下操作,因此不仅产生操作电压的电源大小可减少,而且可显著降低含有粒子束发生组件的抽真空容器的大小。此外,当操作电压为 110kV 或更低时,由于离开抽真空容器的电子发射出不那么严重的辐射,因此可减少防护衬里的厚度。

在应用中,可在制造工艺,如电子束(EB)处理中使用粒子束处理器件,处理暴露于该器件的基片或涂层。处理可包括化学反应,如聚合、交联或消毒。当基片或涂层暴露于高度加速的电子时,发生反应,其中在基片或涂层内的化学键断开,并形成新的改性分子结构。该应用广泛地应用于任何粒子束,但为了例举目的,特别地描述电子束。以下将描述在 EB 处理过程中会发生的可能化学反应。

实施例 5:

交联是改变并提高待处理材料物理特征的一种化学反应。在交联工艺中,在大的聚合物链之间形成化学键或键接的互连网络,形成较强的分子结构。通过交联反应施加 EB 处理包括,例如当用电子处理塑料状基片或橡胶状基片时,在这些产物内大的聚合物形成许多键接。这些化学键增加产物的性能和在升高的温度下它的抗脆弱性。图 8 说明了随着基片 10A 在粒子束处理器件(图示为 100)下方经过进入暴露区域 14A,在基片 10A 上的交联反应,从左面区域 12A 的未处理状态变到右面区域 16A 的处理过的状态。

实施例 6:

象交联一样,聚合是其中分子内的数个独立的基团一起结合,形成称为聚合物的一个大分子团。这引起在待处理的产物内显著的物理变化和导致许多所需的物理特征如高光泽和耐磨性。例如,在 EB 处理过程中,当暴露于加速电子时,设备涂层和粘合剂几乎立即由液体(未固化)状态转变为不发粘(固化)的固态。图 9 说明了随着基片 10B 在粒子束处理器件 100 下经过进入暴露区域 14B,在基片 10B 上的聚合反应,从左面区域 12B 的未处理状态变到右面区域 16B 的处理过的状态。

实施例 7:

消毒是通过使污染微生物杀灭或不能繁殖,从而破坏它们的方法。当电子导引到微生物内时发生 EB 消毒,从而破坏控制繁殖的 DNA 链。一旦产品已消毒,不发生微生物的分解。由于电子充当物理消毒剂,而不是化学消毒剂,因此它们没有改变目标产物的化学或留下任何残留的化学品。相对于化学消毒技术,如使用过氧化氢和环氧乙烷的那些,EB 消毒提供许多优点。例如,可使用 EB 消毒使医疗供应品和敏感食物以及它们各自的包装消毒,而这不可能使用化学消毒。图 10 示出杀灭了随着基片 10C 在粒子束处理器件(图示为 100)下经过进入暴露区域 14C,在基片 10C 上的消毒反应,从左面区域 12C 的未处理状态变到右面区域 16B 的处理过的状态。

近年来,在许多不同的工业中,采用 EB 处理已受到广泛的接受度。例如,在包装工业中,与相对应的硬质和半硬质包装,如罐头和瓶子包装相比,挠性包装已经历了极大的成功成长。相对于硬质和半硬质包装替代物,这种成功的一个原因是挠性包装提供成本和来源的下降。可使用本发明的粒子束处理器件,在该工业中通常称为 EB 机,满足工业要求,其中包括提供不那么昂贵的挠性包装材料且满足政府机构,如 Food and Drug Administration 提出的健康和安全标准。可通过使用较少的原料和使用改进的制造技术来实现成本的下降。作为额外的优点,减少原料对工业也显著具有吸引力,因为其环境友好。

如以上的实施例 3 所述和表 1 中所例举,在市场上目前可获得的挠

性包装材料为层压形式，这意味着它具有最小两层主要层：顶部聚合物膜和底部聚合物膜，和夹在或层压在顶部与底部膜之间的粘合剂。顶部和底部膜每一种通常为绕圆柱芯或卷轴辊压的连续片材形式。可例如通过将粘合剂挤出喷嘴进入一对辊之间的辊隙区域内，从而施加粘合剂，其中一个辊导引顶部膜，和另一个导引底部膜。一般地，在顶部与底部膜之间层压和保护的是产品标签的印刷体。印刷体通常是实际标签本身的反像。

同样在该工业中目前已知的是在宠物食品包装工业中根据本申请的教导制造的粒子束处理器件的应用。例如，公知使用本发明的 EB 机固化或聚合在宠物食品包装材料如多壁袋上的漆涂层。通常由高强度纸张层和保护在纸张上印刷的标签的漆涂层制造宠物食品包装材料。已经知道通过将纸张供料到通常在 110kV 的电压下操作的本发明粒子束处理器件内，固化漆涂层，将液相的漆涂层几乎立即转变为固体，从而固化在纸张上的漆涂层。EB 固化漆涂层并设计为提供光泽、耐磨和所需的摩擦系数(COF)。在施加 EB 漆之后，进一步处理纸张，其中纸张的其它层和塑料膜胶合到含 EB 漆的纸张上，从而制造多壁袋基片。在填充内容物之后，然后通常通过缝合包装的顶部和底部边缘，来密封纸包装。宠物食品包装材料不包括底部聚合物膜，该聚合物通常由热封包装用的聚乙烯制造，当施加 EB 漆并用 EB 固化时。

已知若来自粒子束处理器件的辐射沉积显著剂量到底部聚合物膜上，则进而改变底部聚合物膜的密封特征，和引起膜发出非所需的气味并提高密封引发温度，从而使得难以热密封包装。

本发明涉及将粒子束处理器件应用到可处理的材料，如挠性食品包装上，其中可处理材料包括基片、粒子束可处理的漆涂层，和辐射活泼层，如密封层，其中粒子束引起漆涂层化学反应，且没有影响辐射活泼层。

可在许多工业中找到根据本发明制造的粒子束处理器件的应用，其中包括例如包装、绝缘膜、反射涂层和反射材料、太阳膜等，其它领域，如外部空间飞行衣和航空器也可发现本发明有用。作为例举的目的，就

粒子束处理器件在挠性包装领域内的应用讨论本发明的实施方案。

与本发明的原理一致，为了降低目前包装材料的材料来源和生产成本，本申请提供粒子束可处理材料，其中包括基片和施加到该基片上的漆涂层，其中配制漆涂层供暴露于高度加速的粒子，如通过本发明的粒子束处理器件生成的那些，以引起对漆涂层的化学反应。粒子束处理器件在 110kV 或以下范围内的电压下操作。

如图 11 所示，与本发明原理一致的包装材料 200 包括具有顶侧 212 和底侧 214 的基片 10，和施加到基片 10 的顶侧 212 上的漆涂层 240。在图 11 的例示实施方案中，图示包装材料 200 以箭头 216 的方向穿过本发明的粒子束处理器件 100。基片 10 通常为连续的网状物形式。然而，本发明预期基片 10 也可以是片材形式。

配制漆涂层 240，如罩印漆(OPV)，供暴露于图示且如箭头 242 所示的高度加速的粒子下。粒子 242 可以是粒子束，如通过本发明的粒子束处理器件 110 生成的那些电子。当暴露于电子束 242 时，通过经历化学反应，即聚合工艺来处理漆涂层 240，其中在所述聚合工艺中，它从液态物理地转化成固态(图 11 中参考标记 244 所示)。这一聚合工艺通常称为固化工艺。有利地，在理论上可几乎立即或实际上在约数毫秒内固化漆涂层 240。对于其中质量生产重要的消费食品产品，如巧克力棒、土豆片、糖果、干果等的制造商来说，这是极大的突破，因为包装的产品可快速地运输到供应商和消费者处。

漆涂层 240 具有数个目的，其中包括保护标签印刷体 250 的油墨免遭玷污和划伤，提供能使网状物穿过 EB 机的牵引力，和由于美学原因，使包装的产品呈现出高的光泽饰面。可以由官能团，如自由基聚合的丙烯酸酯，其中包括多官能团丙烯酸酯、阳离子聚合的乙烯醚、脂环族二环氧化物和多元醇体系来制造漆涂层 240。漆涂层也可包括润湿剂和其它添加剂，以控制摩擦系数(COF)和赋予所需的功能性能，如气体和芳香味阻挡性能。

例如，下述是多官能团丙烯酸酯的可能选择物质：

分子量为 150 - 600 的丙烯酸酯化多元醇；

分子量为 1000 - 2000 的聚酯丙烯酸酯；
分子量为 200 - 1500 的聚醚丙烯酸酯；
分子量为 400 - 2000 的聚酯聚氨酯丙烯酸酯；
分子量为 400 - 2000 的聚脲丙烯酸酯；
分子量为 300 - 1000 的环氧丙烯酸酯；和
多官能团丙烯酸酯的混合物。

更特别地，多官能团丙烯酸酯可包括季戊四醇四丙烯酸酯、双三羟甲基丙烷四丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、甘油三丙烯酸酯、三-2-羟基-乙基异氰脲酸的三丙烯酸酯、己二醇二丙烯酸酯和二季戊四醇六丙烯酸酯和它的乙氧化与丙氧化衍生物。

漆涂层 240 可具有 $0.5 - 20 \text{ g/m}^2$ 的归一化厚度(用它的质量密度为单位表达)。在一个实施方案中，漆涂层 240 优选厚度范围为 $1 - 10 \text{ g/m}^2$ ，和更优选 $2 - 5 \text{ g/m}^2$ 。

与本发明的原理同样一致地，优选使用具有电源且在 110kV 或以下的电压下操作的 EB 机处理漆涂层 240。对于一种应用来说，EB 机的操作电压范围可以是 $60 - 110 \text{ kV}$ ，或优选 $70 - 110 \text{ kV}$ ，和更优选 $90 - 110 \text{ kV}$ 。

此外，可使用生成电子发射能量范围为 $0.5 - 10$ 兆拉德的 EB 机处理漆涂层 240，以固化漆涂层 240。在一个实例中，发射的电子能量优选在 $1 - 7$ 兆拉德范围内，或优选在 $2 - 5$ 兆拉德范围内。

与本发明的原理同样一致地，可以由材料如聚烯烃，其中包括取向聚丙烯(OPP)、铸塑聚丙烯、聚乙烯和聚乙烯共聚物；聚苯乙烯；聚酯，其中包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)；聚烯烃共聚物，其中包括乙烯乙酸乙烯酯、乙烯丙烯酸和乙烯乙醇(EVOH)、聚乙烯醇及其共聚物；聚酰胺，其中包括尼龙和 MXD6；聚酰亚胺；聚丙烯腈；聚氯乙烯；聚二氯乙烯；聚偏氯乙烯、聚丙烯酸酯；离聚物；多糖；其中包括再生纤维素；硅氧烷，其中包括橡胶或密封剂；天然或合成橡胶；玻璃纸或粘土涂布的纸张；纸板；牛皮纸；和金属化膜和蒸汽沉积的金属氧化物涂布的聚合物膜，其中包括 AlO_x 、 SiO_x 或 TiO_x 制造基片 10。

为了提供包装所需强度和维持包装产品的内容物的质量，基片 10 的厚度可以在 $10 - 200\text{g/m}^2$ 范围内，优选 $30 - 90\text{g/m}^2$ ，或更优选 $50 - 70\text{g/m}^2$ 。

进一步与本发明的原理一致地，基片 10 可以具有在基片 10 的顶侧 212 上施加的阻挡层 260，以维持包装产品的内容物必不可少的条件。若包装产品的内容物是食品，如土豆片，例如必不可少的条件可包括香味、新鲜度、口感、脆度、颜色等。

可通过通常称为真空沉积方法的技术施加阻挡层 260，于是例如氧化铝、氧化铝 (AlO_x)、氧化硅 (SiO_x) 或其它合适的材料的层沉积在基片 10 上，以维持包装产品的内容物必不可少的条件。在使用氧化铝的真空沉积方法 (也称为金属化的方法) 中，其中在腔室内，在真空条件下加热铝到高于熔点的温度。连续的网状物借助一系列辊穿过用熔融铝填充的真空室。在控制条件下，熔融铝沉积在它的一个或两个表面上，从而在网状物上生成金属化铝的精确厚度。这种金属化可例如以在土豆片袋子的内侧上的有光泽的银着色的涂层形式看到。在一个实施方案中，阻挡层 260 可具有 $100 - 1000$ 埃范围内的厚度。

标签印刷体 250 可直接施加到基片 10 的顶侧 212 上，通常，但不一定在阻挡层 260 之上。当基片 10 包括阻挡层 260 时，可在施加阻挡层 260 到基片 10 上之后施加标签印刷体 250。本发明的标签印刷体 250 可以以表面印刷体的形式施加，这与反向印刷相反。可使用目前可获得的技术，如胶印、转轮印刷、胶版石印、喷涂印刷等，进行表面印刷。一般地，在 EB 机的印刷区内，基片 10 的连续片材穿过一系列辊 (未示出)，以便通过这些印刷技术之一，实现在其顶侧 212 上的表面印刷。在挠性包装工业中，优选通过胶印法进行印刷。标签印刷体 250 可以是任何类型的公知胶印油墨，其中包括溶剂基、水基和电子束可固化的油墨，如获自 Sun Chemicals Ink of Northlake, Illinois 的 Unicure™。本发明进一步预期可同时处理在基片 10 上的漆涂层 240 和标签印刷体 250，当它们穿过粒子束处理器件 100 时。

再进一步与本发明的原理一致地，基片 10 可具有辐射活泼层，它

定义为对辐射破坏敏感的材料层。辐射活泼层可以是施加到基片 10 的底侧 214 上的密封层 270。提供密封层 270 以促进包装材料的密封和在通过来自粒子束处理器件 100 的辐射没有化学改变的情况下得到包装体的结构。为了得到包装体的结构，可提供厚度范围为 $5 - 50\text{g/m}^2$ ，优选 $8 - 35\text{g/m}^2$ ，更优选 $12 - 25\text{g/m}^2$ ，或最优选 $15 - 20\text{g/m}^2$ 的密封层 270。可通过任何常规方式，如挤出法，将密封层 270 施加到挠性基片 210 的底侧 214 上。

在消费食品生产公司中，在漆涂层 240 被处理过之后，通常呈连续网状物形式的基片 10 穿过切割工艺，于是连续片材首先折叠，变为连续管材，然后切割成制备独立的袋子的大小，在装配线上排列，以便在袋子的一端上密封。在切割工艺中，基片 10 的连续片材可以穿过各种辊，以制造连续的 U 形片材，以便密封层 270 在彼此面对的 U 形片材的两条内腿上。然后密封 U 形片材腿的末端，制造现成用于切割成独立袋子大小的连续管材。然后，独立袋子的装配线穿过填充工艺，于是包装的内容物填充到独立的袋子内，和在另一端密封每一独立的袋子，以密闭包装。也可能以独立片材形式提供基片 10，所述独立的片材或者切割成一定大小或者准备切割成一定大小。

可以由适合于密封包装产品的材料，例如通过热封、冷封或其它等价的密封方法，制造密封层 270。当提供密封层 270 用于热封层时，可以由优选熔点在 $100 - 150^\circ\text{C}$ 的温度范围内的聚合物制造密封层 270。这种聚合物的实例是聚乙烯、聚乙酸乙烯酯、乙烯丙烯共聚物、乙烯丙烯酸三元共聚物、茂金属、离聚物及其结合。对于包装快餐食品，如土豆片来说，例如可以由熔融温度范围为 $110 - 140^\circ\text{C}$ 的聚乙烯或聚乙烯/聚丙烯共聚物三元共聚物制造密封层 270。

或者，可提供密封层 270 用于冷封层，以冷封包装。在一个实施方案中，可将冷封粘合剂施加到基片上。对于冷封涂层，可以由天然橡胶、聚酰胺及其结合制造密封层 270。

下述对比例列出在目前市场上本发明的网状包装材料的数种应用，其中包括直立袋包装、糖食包装和快餐食品包装。根据下述实施例可看

出，本发明的网状包装材料通过提供成本节约、更好质量的产品和环境意识，从而改进目前可获得的包装材料。通过使用较少的原料和使用低压 EB 机，本发明实现了这些改进来固化包装材料。为了例举的目的，实施例 8-10 讨论了于以 g/m^2 为单位测量的用它们的归一化厚度表示的聚合物。

实施例 8：直立袋包装

使用直立袋包装例如包装饼干、坚果、干果等。在当今的市场上，以层压体形式制造直立袋的包装，即层压至少两层聚合物，将粘合层夹在中间。下述是在目前市场上的直立袋包装的实例：

目前市场上的聚合物层压体	厚度 (g/m^2)
聚酯型 (PET)	16
反向印刷体	—
粘合剂 (挤塑聚乙烯)	12
金属化取向的聚丙烯 (OPP)	15
粘合剂 (挤塑聚乙烯)	12
低密度聚乙烯	30
总计 85	

对于直立袋包装来说，与本发明原理一致制造的包装材料可具有下述结构：

本发明的包装材料	厚度 (g/m^2)
罩印漆 (OPV)	<5
表面印刷体	—
金属化取向的聚丙烯 (OPP)	50
挤塑聚乙烯 (PE) 涂层	20
总计 <75	

在例举的实施方案中，漆涂层 240 的罩印漆厚度为约 $3-5\text{g}/\text{m}^2$ ，和

在至少 2.0 兆拉德下并在 80 - 110kV 下操作时可用 EB 机固化。可看出，根据本发明原理制造的网状包装使用比常规的直立袋包装少约 $10\text{g}/\text{m}^2$ 的原料，这相对于原料节约几乎 15 - 20%。另外，根据本发明原理制造的网状包装提供与减少数个操作或处理步骤相关的能量和成本的节约。

实施例 9：糖食包装

使用糖食包装来包装例如糖果和糖果产品。下述是在目前市场上的糖食包装的实例：

目前市场上的聚合物层压体	厚度 (g/m^2)
取向聚丙烯 (OPP)	18
反向印刷体	-
水基粘合剂	2
取向聚丙烯 (OPP)	28
涂布的冷封粘合剂图案	-
总计 48	

对于糖食包装来说，与本发明原理一致制造的包装材料可具有下述结构：

本发明的包装材料	厚度 (g/m^2)
罩印漆 (OPV)	<5
表面印刷体	-
取向聚丙烯 (OPP)	35
涂布的冷封粘合剂图案	-
总计 <40	

在该实例中，采用至少 2.0 兆拉德且在 80 - 110kV 范围下操作的 EB 机，可固化漆涂层 240 的罩印漆。可看出，根据本发明原理制造的网状包装使用比常规包装较少的材料，其中材料成本节约约 $8\text{g}/\text{m}^2$ 或 10 - 15%。另外，根据本发明原理制造的网状包装提供与减少数个操作或处理步骤相关的能量和成本的节约。

实施例 10：快餐食品包装

使用快餐食品包装例如土豆片、玉米屑和双圈饼干。下述是在目前市场上的快餐食品包装的实例。

目前市场上的聚合物层压体	厚度 (g/m ²)
取向聚丙烯 (OPP)	18
反向印刷体	-
粘合剂 (挤塑聚乙烯)	15
金属化的可热封 OPP	18
总计 51	

与本发明原理一致地制造的包装材料可具有用于快餐食品包装的下述结构：

本发明的包装材料	厚度 (g/m ²)
罩印漆 (OPV)	<5
表面印刷体	-
金属化的取向聚丙烯 (OPP)	18
用于热封和现成块料的挤塑 PE	18
总计 <41	

在该实例中，采用至少 2.0 兆拉德且在 80 - 110kV 范围下操作的 EB 机，也可固化漆涂层 240 的罩印漆。可看出，根据本发明原理制造的网状包装使用比常规包装较少的材料，其中成本节约约 10g/m² 或 15%。另外，与在目前市场上使用的常规烘箱操作相比，根据本发明原理采用 EB 机固化的网状包装提供显著的能量节约。

以上所述的方法提供数个优点，如粒子束处理基本上立即发生，通常在室温下操作，和没有产生辐射或空气污染，这是因为粒子束涂料材料为 100% 固体。另外，涂料不含有害溶剂或挥发性有机化合物。另外，操作 EB 的能量成本显著低于当今所使用的操作烘箱。

对于本领域的技术人员来说，显而易见的是，可在粒子发生组件、

箔片支持组件、处理区和工艺控制系统，以及选择用于网状包装材料的材料，和选择用于薄箔片的材料、灯丝或粒子发生组件，和粒子束处理系统的结构，以及本发明的其它方面上，作出各种改性和变化，而没有脱离本发明的范围或精神。

考虑到此处所披露的本发明的具体说明和实践，本发明的其它实施方案对于本领域的技术人员来说，是显而易见的。具体说明和实施例打算仅仅考虑作为例举，和本发明的真实范围以及精神糖果下述权利要求及其等价范围来表示。

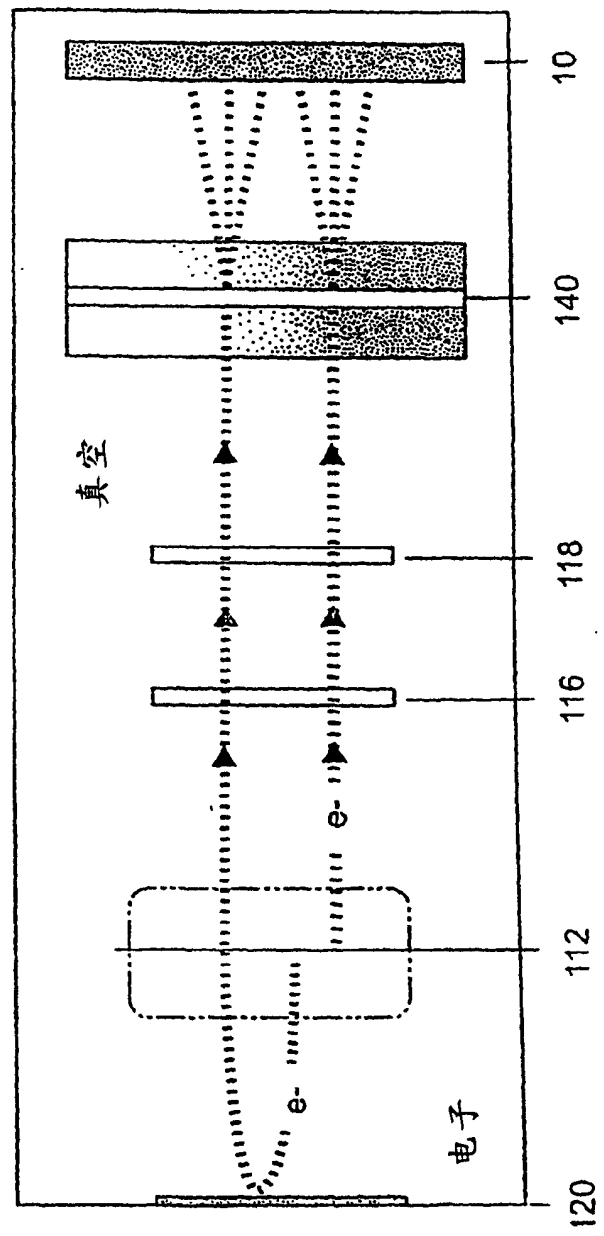


图 2

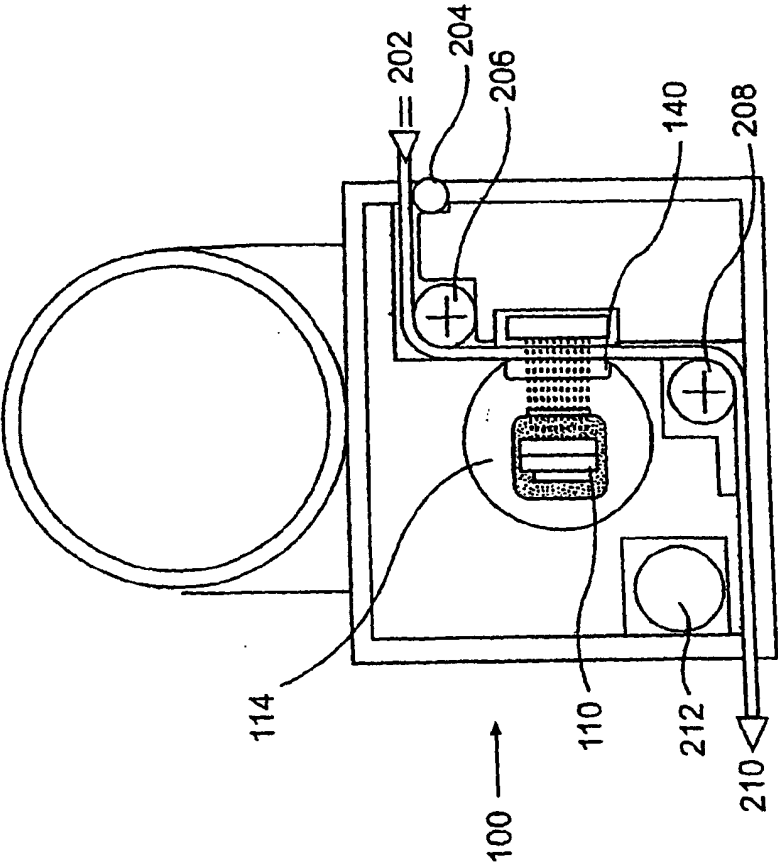


图 3

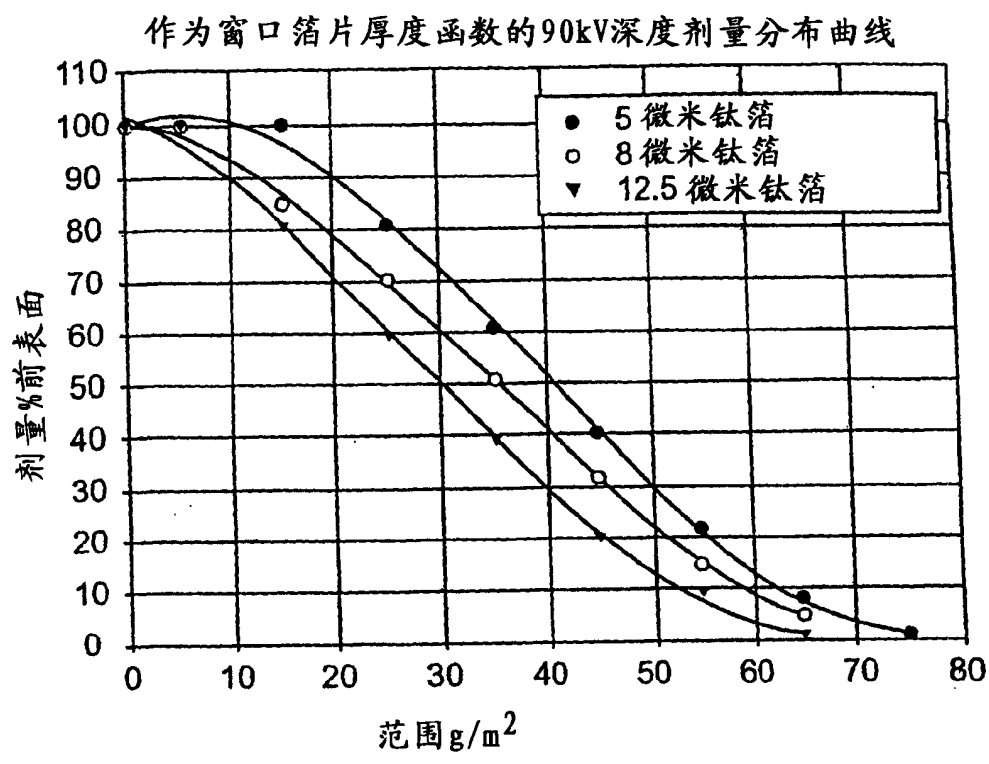


图 4

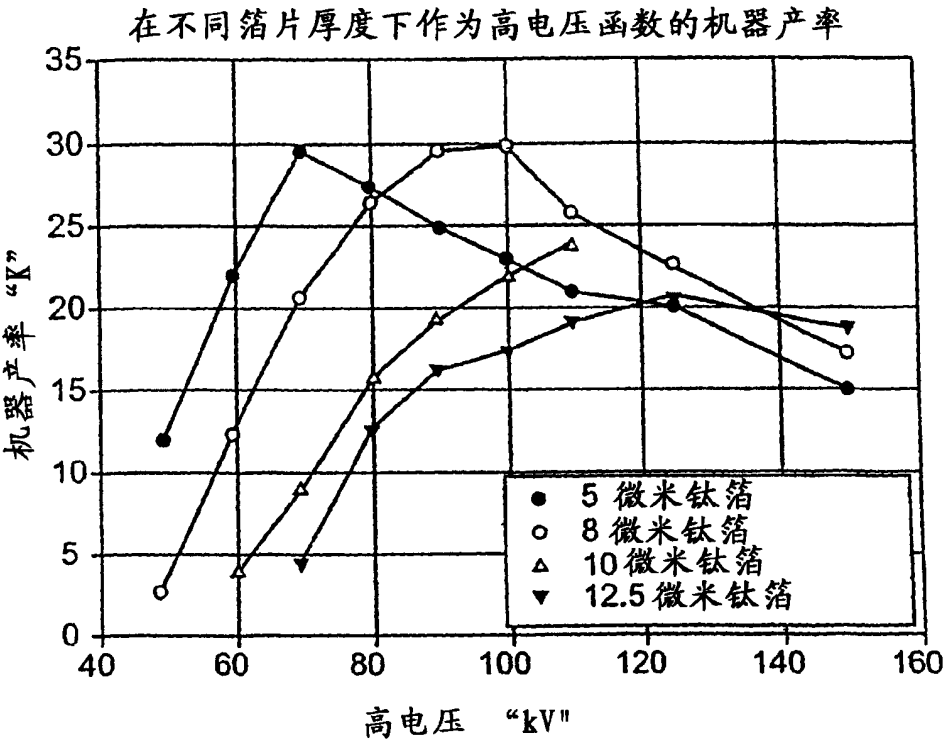


图5

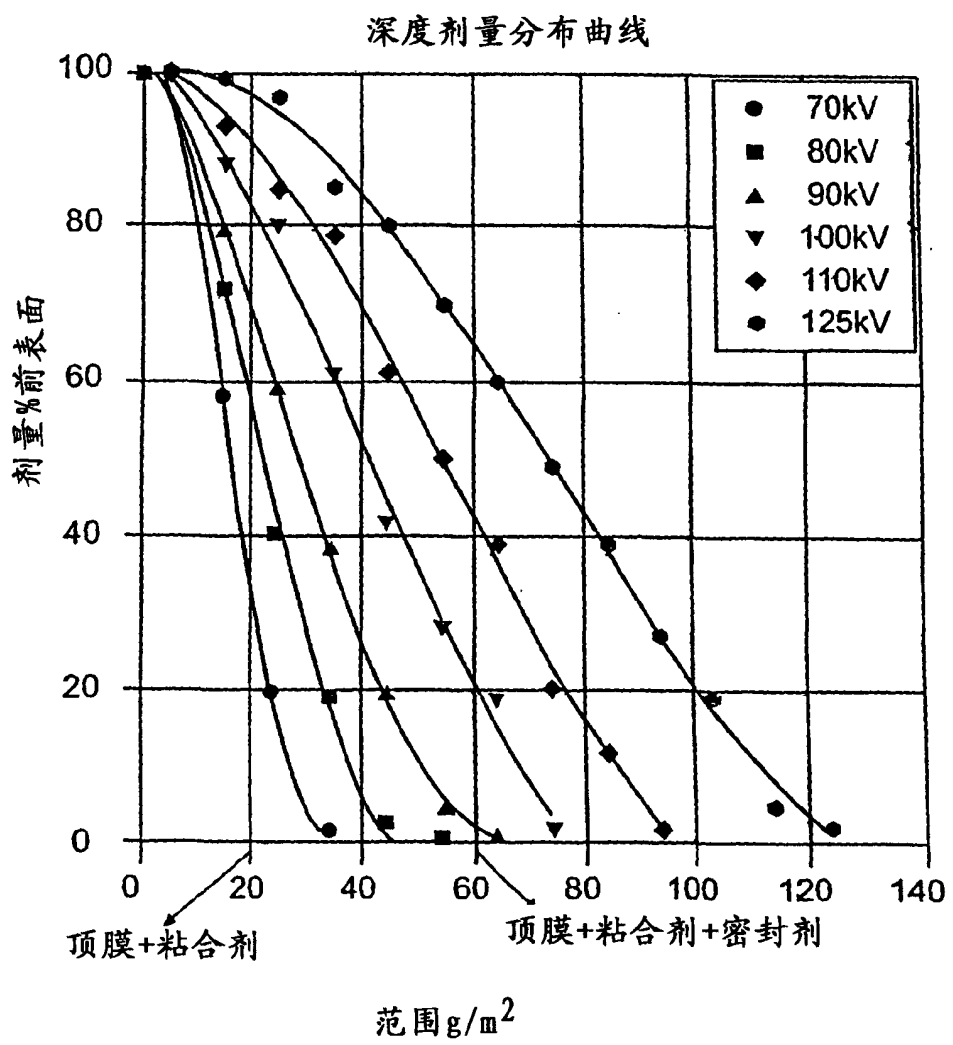


图6

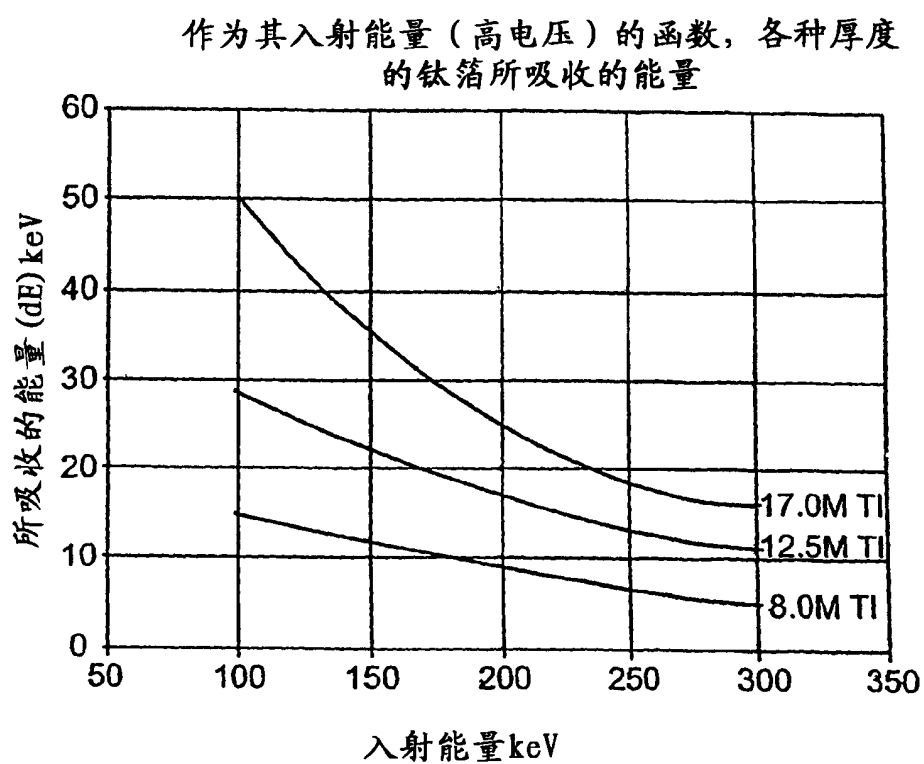


图 7

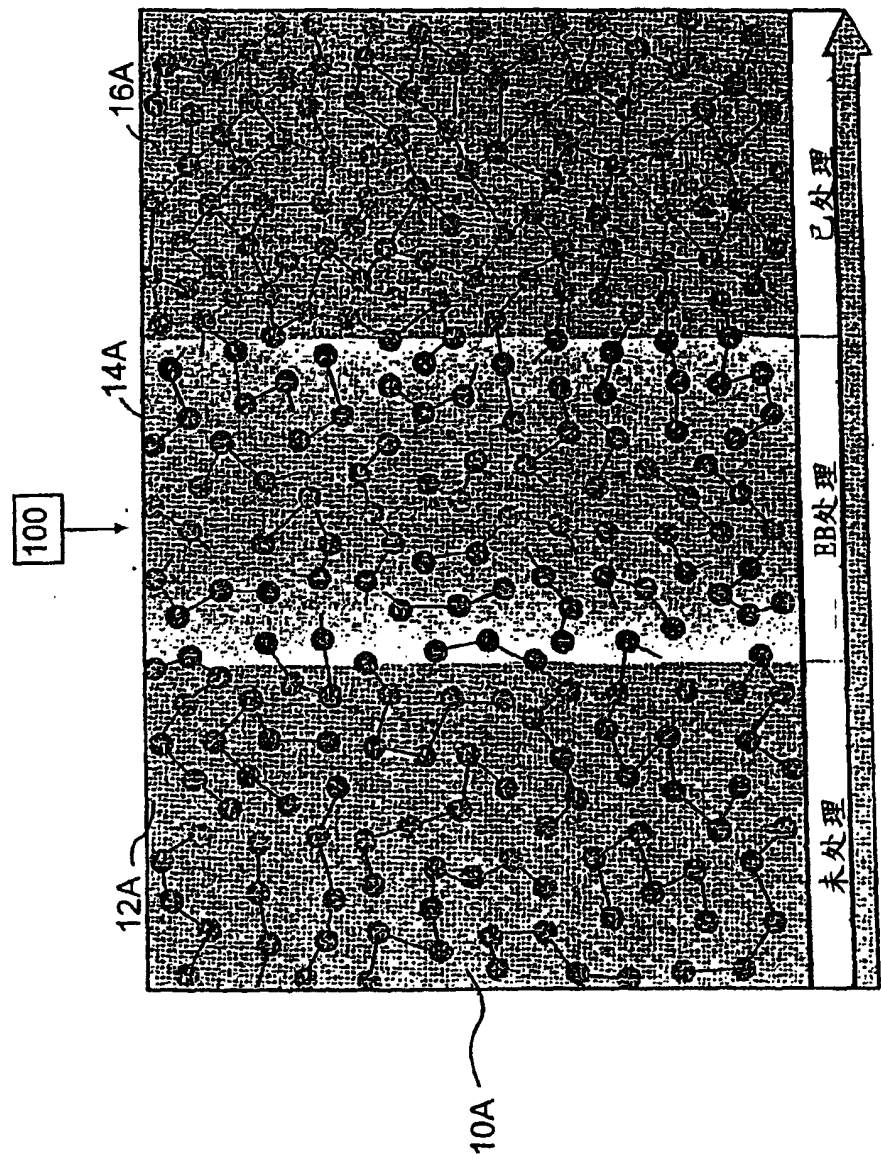


图8

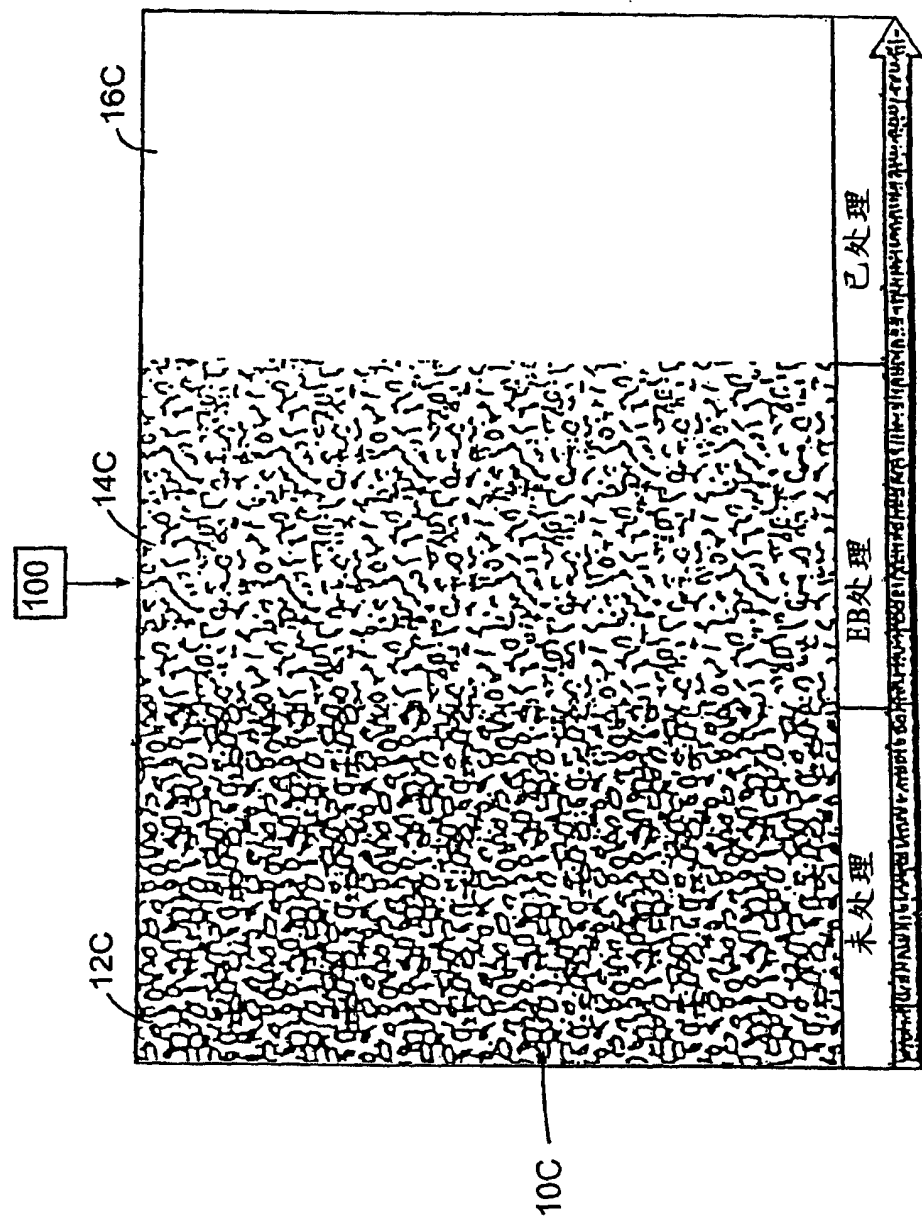


图10

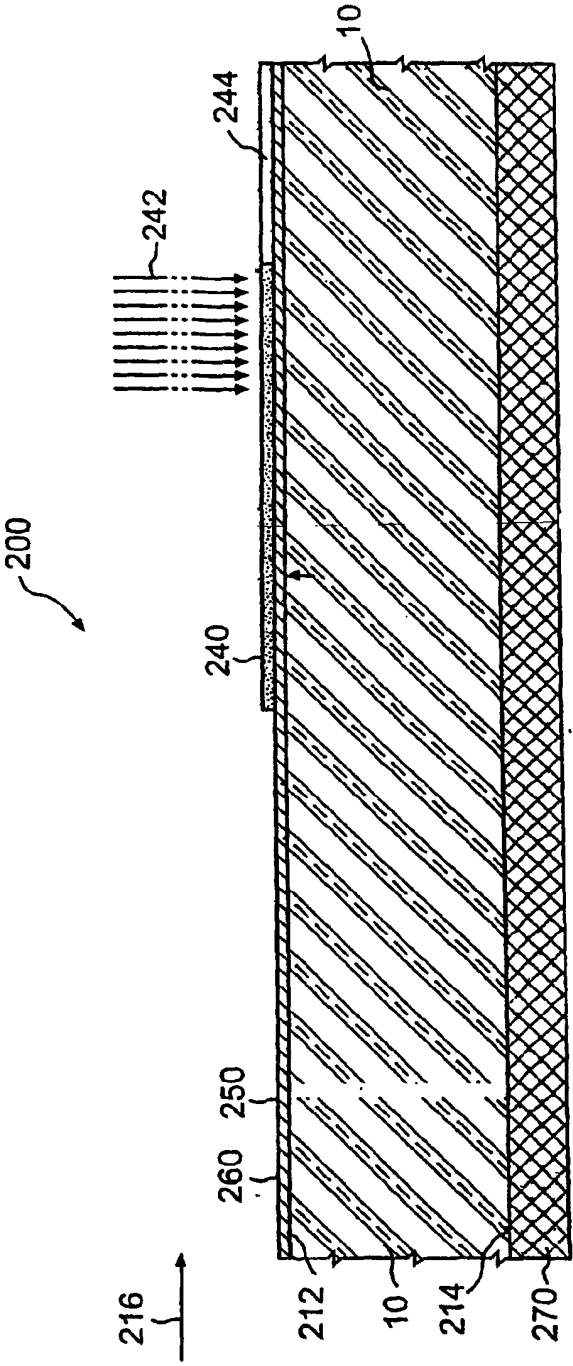


图 11