



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 92104402.X

[51] Int.Cl⁵

A23L 1/217

[43] 公开日 1993 年 1 月 13 日

[22] 申请日 92.6.6

[30] 优先权

[32]91.6.7 [33]US [31]712,196

[32]92.1.31 [33]US [31]828,406

[71] 申请人 TGTBT 有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 J·维德尔斯茨

D·加昂

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 章社果 高桦

A23L 1/18 H05B 6/78

说明书页数: 15 附图页数: 3

[54] 发明名称 制备无脂肪炸土豆条的工艺和设备

[57] 摘要

制备基本上无脂肪的土豆条及类似食品的设备和方法。本发明的方法包括以下各步:把生土豆及类似物放到高强度的微波场中,使土豆片中的水分迅速转化为蒸汽,经过这样处理的土豆,然后被放到低能量的微波场中一段较长的时间进行干燥。本发明的设备包括单波式弯弯曲曲的波导,在波导的一端装设微波吸收终端,以在波导内形成驻波场。在波导中有孔可接纳输送土豆片穿过波导的传送带,该带对微波是透明的。用这种方法和设备生产干脆、条形的食品,不会对食品象加上一点脂肪,因而卡路里很低,但却有常规油炸食品条所特有的风味和品质。

<02>

1. 从生的切片制成低脂肪的食物条的工艺,其特征包括以下各步:

烘烤工序包括把切片放在强度足够高的微波场中,使切片冒汽、膨胀和增加切片外表面的多孔性,和

干燥切片。

2. 制备土豆条的工艺,其特征包括以下各步:

把生土豆条放在强度足够高的微波场中,使土豆条的水分含量在一到一分半钟的时间内减小约为20%重量百分比,和

接着将土豆片干燥成条。

3. 制备土豆条的工艺,其特征包括以下各步:

将生土豆切成片,

烘烤工序是把土豆片放到能量密度至少为100瓦/平方英寸左右的微波场中,

接着将土豆片干燥成条。

4. 如权利要求1,2或3所述的工艺,其特征是产品切片是生土豆片,所得到是炸土豆条。

5. 如权利要求4所述的工艺,其特征是在烘烤这步,土豆片的水分含量减小约为其重量的20%。

6. 如权利要求4所述的工艺,其特征是土豆片要在微波场中烘烤约为一到一分半钟。

7. 如权利要求4所述的工艺,其特征是烘烤的微波场至少要有630瓦/平方英寸的能量密度。

8. 如权利要求1, 2或3所述的工艺, 其特征是烘烤工序的高强度微波场是单波式场。

9. 如权利要求1, 2或3所述的工艺, 其特征是切片在烘烤工序中是排成一层, 互不接触相隔一定距离。

10. 如权利要求1, 2或3所述的工艺, 其特征是干燥土豆片的工序是在低强度微波和热空气对流加热下进行。

11. 一种产品, 其特征是由下列工艺生产, 首先把生切片放在强度足够高的微波场中使切片冒汽、膨胀并增加它的多孔性, 然后使切片干燥。从而生产的炸食品条没有加上任何脂肪。

12. 如权利要求11所述的工艺, 其特征是切片是土豆片, 所得的是无油的炸土豆条。

13. 由生蔬菜切片和类似物无油制备炸食品条的设备, 其特征包括:

对微波透明的传送带;

微波波导, 其结构至少与该传送带的一侧重复接触;

与该波导相连的微波源; 和

烤箱, 其中由传送带送入的生切片首先在波导经受高强度的微波场, 以便使切片冒汽、膨胀, 使它们的外表面变得粗糙, 接着微波又使切片干燥, 变脆成炸土豆条。

14. 如权利要求13所述的设备, 其特征是波导终止在吸收微波的终端器, 在波导内微波场基本上是单波式场。

15. 从生的切片制作低脂肪食品条的工艺, 其特征包括以下各步:

从生的切片去除表面水分;

将切片放在强度足够高的微波场内，至少在一分半钟内减小切片的含水量；和

使切片干燥成食品条。

16. 制备无脂肪土豆条的设备，其特征包括：

对微波透明的传送带，

第一对微波波导，其结构至少与该传送带的一侧重复接触，

与该波导相连的第一微波功率源，并使功率源对每个波导的微波输出均匀分布；和

干燥烤箱，在箱内由传送带输送的土豆切片受到足够强度微波的照射，从而冒汽、膨胀和使它们的外表面变得粗糙，在箱内经微波烘焙的切片随后干燥变脆成炸土豆条。

17. 如权利要求16所述的设备，其特征是微波源的功率至少为3千瓦，其中波导至少有两个不同的部位与传送带接触。

18. 如权利要求16所述的设备，其特征是波导终止于吸收微波的终端负载。

19. 如权利要求16所述的设备，其特征是传送带的表面是中凹的，以便把曲线形状传递给所得的炸土豆条。

20. 如权利要求16所述的设备，其特征还包括：

第二对微波波导，其结构至少与该传送带的一侧重复接触，

与该波导相连的第二微波源，使功率源对第二对微波波导的微波输出均匀分布。

21. 如权利要求20所述的设备，其特征是第一对波导每个至少与传送带接触两次，其中第二对波导每个至少与传送带接触三次。

22. 如权利要求20所述的设备，其特征是第一和第二微波源

的功率至少为 3 千瓦。

23. 如权利要求 20 所述的设备, 其特征还包括:

第三对微波波导, 其结构至少与该传送带的一侧重复接触, 和
与该第三对波导相连的第三微波源, 并使第三功率源对第三对波导的微波输出均匀分布。

24. 如权利要求 23 所述的设备, 其特征是第一对波导与传送带至少接触两次, 第二对波导与传送带至少接触三次, 第三对波导与传送带至少接触四次。

25. 如权利要求 23 所述的设备, 其特征是第一、第二和第三微波源每个的功率至少为 3 千瓦。

26. 从生的切片制作低脂肪食品条的工艺, 其特征包括以下各步:

在与功率输出至少为 3 千瓦的微波源相连的微波波导中, 生的切片受到微波能量的照射; 和

接着使切片干燥形成食品条。

27. 如权利要求 15 和 26 所述的工艺, 其特征还包括以下这个工序, 使生的切片在照射微波之前, 除去大部分表面的水分。

28. 如权利要求 27 所述的工艺, 其特征是在去除表面水分这一工序, 约除去 5%~6% 重量百分比的水分。

29. 如权利要求 15 和 27 所述的工艺, 其特征是去除表面水分这一工序是将切片放入热气流中进行的。

30. 如权利要求 15 和 26 所述的工艺, 其特征是接着的干燥切片的工序还包括用低强度的微波或热空气对流加热。

31. 如权利要求 15 和 26 所述的工艺, 其特征是没有烘烤的

切片是生的土豆切片。

3 2. 如权利要求 3 1 所述的工艺, 其特征是高强度的微波场强度高到足够在 3 分钟之内, 将土豆片中的水分含量减小 2 5 — 3 0 % 重量百分比。

3 3. 如权利要求 3 1 所述的工艺, 其特征是接着干燥土豆切片的工序减小土豆切片水分含量约 2 % — 4 % 重量百分比。

3 4. 如权利要求 1 5 和 2 6 所述的工艺, 其特征是高强度的微波场强度高到足够在 3 0 秒钟时间内, 将土豆片中的水分含量减少一半。

3 5. 由以下工艺制作产品, 其特征是首先把生的切片放在波导中接受微波能量, 波导与功率输出至少为 3 千瓦的微波源相连, 然后干燥切片以生产不加任何脂肪的炸土豆条。

3 6. 由以下工艺制备产品, 其特征是首先把生的切片放到强度足够高的微波场中, 至少在 3 — 5 分钟的时间内, 将切片的水分含量减少一半, 然后干燥切片以生产不加任何脂肪的炸土豆条。

制备无脂肪炸土豆条的工艺和设备

这是同一发明者的部分继续申请，1991年6月7日提出原申请，并归档申请序列号为07/712, 196。

本发明与一种无需浸泡到热油中，制备各种食品条的工艺和设备有关，尤其是与一种无油加工土豆条的方法有关。

在食品加工技术中，已知有许多方法制作快餐食品如炸土豆条，和其它形式的蔬菜条、谷物条，象玉米片、玉米面饼条。可是这些方法大多数依赖于一种烹调技术，即将土豆条或其它条浸在热油中一段时间。称为“重油”烹炸的这项工艺，其作用是大大减少土豆条中的水分含量，但同时也使土豆条吸入部分脂肪。新鲜土豆条中水分含量一般占重量百分比85%，而油炸过的土豆条中通常仅含少于重量百分比5%的水分。但油炸工艺也使成品土豆条中脂肪含量的重量百分比高达30%到45%。

因为卡路里增加和储藏期相对缩短，按常规加工的土豆条中高脂肪含量是大多数人所不希望的。土豆条中的脂肪经过长时间储藏后将变得有哈喇味，使土豆条的气味和味道变得不能接受。过去已经开发了许多烹调工艺来减少土豆条和类似物的脂肪含量，例如，李波马(Lipoma)等人的美国第3365301号专利，公开了一项制作油炸土豆条的工艺，先将土豆条放在高温油浴中部分烹调，时间短于常规烹调工艺中浸在油中炸的时间，最后的烹调工序使用电磁加热，如微波加热，在李波马Lipoma烹调工艺中，高温和缩短在油中浸泡的

时间据认为减少了成品中的脂肪含量。但是这种方法并没有消除在烹调工艺的第一道工序中土豆条吸收的脂肪。由原氏等人在美国专利第 4283425 中公开的另一种方法，是将生土豆条裹上一层球状蛋白，在蛋白层上面再涂上一层可选择的食用油，然后对这样加工过的土豆条进行微波加热。虽然免除了油炸工序，用原氏方法生产的土豆条外表仍至少有一层球状蛋白。在原氏专利的第三列，47—59 行说明了涂抹蛋白质是成功地对土豆条进行微波加热的基本要素，原先认为单独用微波对土豆条进行加热是不合适的，因为有凝胶作用，土豆条中的淀粉有将土豆条的外表覆盖住的倾向，形成一层胶质层，使得进一步加热变得困难。如，原氏专利的第二列，第 45—50 行所说明的那样，通过微波加热欲除去土豆条中 3% 以上的水分将造成淀粉胶化。

因此，仍需要一种加工土豆条和类似的蔬菜条、玉米条、玉米面饼条和其他谷物条的方法，使其有广为人知和喜爱的油炸土豆条、玉米条、玉米面饼条的风味和品质，但是不含脂肪或实质上不含脂肪。

广义上来说，本发明涉及到加工土豆条、玉米条和其他条的方法和设备，此方法快速、经济、完全不用油炸或涂抹油。本发明包含的第一道工序是将生土豆条或其它蔬菜条、谷物条放置在一个高强度微波场中，以便迅速将生切片中的大部分水分转化为蒸汽。高强度的微波加热使切片冒汽膨胀，多孔性增加，表面变得粗糙。经过这道工序，土豆条中的水份含量可以从原来占土豆条重量的 80% 降到约 25%—30%。然后将土豆条经过干燥工序，这可以是低强度微波加热和对流热空气加热的结合，使已冒汽膨胀和粗糙的食品条进行干燥和脆化，变为成品条。

在优先实施方案中，土豆条或合适的蔬菜、谷物和其它类似物的扁平部分在第一道高强度微波照射的工序中按单层排列在传送带上。在把土豆切片制成炸土豆条时，最好，虽然不是必需，首先除去生土豆条的表面水分。在接下去的干燥和脆化工序中，土豆条或其他食品条无需按单层排列，相反可以多层排列，厚度可达4英寸。如果需要的话，土豆或其他食品条也可在第一道烘烤工序和第二道干燥工序之间按照常规工艺进行调味。

本发明的设备包括一个传送带，其结构可支持单层的土豆条和一系列单波式输送微波波导，每个波导都有一系列的口以便传送带通过。每个波导的一端还有一个微波终端器，以保持波导之间微波主要以单波形式传播。传送带用对微波透明的物质制成，如聚丙烯或涂有特氟隆(Teflon)的玻璃纤维。在本发明一个优先实施方案中，传送带有凸的表面以便把曲线形状传给加工后的土豆条。第二个设备放在传送带的输出端进行第二步干燥工序，该设备将热空气对流加热和低能量多波式微波加热结合起来。

从下面参考附图的详细描述中将能更好地理解本发明新的特点。但是应当这样理解，附图仅仅是为了说明和描述，不应作为对本发明的限制。

图1是本发明方法的流程图。

图2是本发明设备一个优先实施方案的透视图，在烹调工序中将土豆条、蔬菜条和谷物条送入高强度单波式微波场中。

图3是本发明单独一段微波波导的侧视图。

图4是在烘烤工序中经过单独一段微波波导照射后土豆切片的透视图。

图 5 是本发明设备一个优先实施方案的透视图。

图 6 是本发明微波波导设备另一种实施方案的示意图，用于使产品切片接受高强度微波场的照射。

本发明的方法适用于制备无脂肪的食品条。这些食品条可以是各种各样的蔬菜，谷物，水果和其他食品，它们能够被切割或能形成扁平的，薄的切片状。本发明的方法还可适用于制备各种按传统方法烘烤成的产品如脆饼，某些饼干或其他类似物。本发明特别适用于制备无脂肪的炸土豆片。传统上适用于常规油炸工艺的各种形式的炸土豆条可用本发明加工。某些种类的土豆一般不适用于油炸工艺，也可采用本发明进行加工。本发明也可用冻土豆。本发明可用生蔬菜，土豆和其他已被切成片状的类似食品，或者可将蔬菜、土豆、玉米或其他谷物磨成粉团或糊再使之成为切片状，制作成炸食品条。在本说明中，原料切片应指由上述任何材料切成或形成的切片。为了说明清楚起见，本发明将叙述制备无脂肪炸土豆条的内容。但是，应当理解，本发明的下列描述决不是意味着本发明仅限于制作单一的炸土豆条。

参见附图，更具体地说，附图 1，显示了本发明方法的流程图。如图所示，生土豆条的最初加工包括冲洗生土豆并将它们切成片状。虽然目前并不认为去皮是必要的，如果需要，土豆也可在切片之前去皮。土豆切片的厚度可在一定范围内变化，依所需薯条厚度而定。土豆条的厚度并不对微波照射烘烤工序有坏的影响。典型的土豆切片约为 1/16 英寸厚。利用本发明的方法用千分之四十到七十英寸厚的生土豆切片制成的炸土豆条十分令人满意。在最初的烘烤工序之前，在土豆条的外表无需任何涂层。虽然表面水分不必从土豆切片外表面上除去，但已经确定，除去表面水分有利于接下去的本发明烘烤工序

中高強度微波照射。如果沒有除去表面水分，互相連接的鄰近土豆切片之間會產生電弧。生土豆片表面也可產生電弧。人們認為這種電弧減少了微波對土豆切片的能量傳送。在某些情況下，可能在土豆切片上留下不希望的澱粉痕跡。

在烘烤工序中將土豆切片送入高強度微波場之前，最好先把土豆切片中的絕大部分表面水分除去。本發明製備炸食品條方法的一個優先實施方案中，除去生土豆切片表面的水分使切片中水分含量減少到約 5%—6% 重量百分比，除去的水分最好占切片重量的 5.5% 左右。除去表面水分較少可導致土豆條之間或土豆條表面產生電弧，除去水分較多可導致在土豆切片表面生成一層澱粉層，這層澱粉層將對成品條的味道起不利影響。已經發現澱粉層的生成將對成品條的味道一直起不利的影響。

在本優先實施方案中，使用常規的“空氣刀”型空氣噴射來除去表面的水分。空氣刀是一種強制空氣流，一般用於除去表面塗層。在這個實施方案中空氣刀使用熱空氣噴嘴，噴嘴對準剛剛洗切好的生土豆條的上方和下方。這些空氣流的溫度一般在華氏 150—250 度之間，最好在華氏 185 度至 190 度之間。這些熱空氣流的流速最好在每分鐘約 50—60 立方英尺之間。

如圖 1 的流程圖示，首先把土豆片放到強度很高的微波場中一段較短的時間，使土豆片中的水分迅速變為蒸汽逸出土豆片。然後將這些基本上脫水的土豆片干燥和脆化。在優先實施方案中通過放到熱空氣和低強度的微波場相結合的方法加熱完成該干燥工序，使生產的無脂肪土豆條其水分含量的重量百分比只有百分之几，那麼炸土豆條就加工完畢，準備好做任何需要的最終檢查和包裝。如圖 1 所示，可在

最初的烘烤之后，在最终的干燥之前或在最终的干燥之后给已冒汽、膨胀和变得粗糙不平的土豆片喷上调味品象全烤的佐料，通常认为在最后干燥工序完成之后喷加佐料可强化炸土豆条的味道。

有目的地在开始时选用强度非常高的微波场是为了将土豆片中大部分水分迅速变成热蒸汽。典型的生土豆片含水量接近80%（重量），开始时将土豆片放到高强度的微波场中可将土豆片的含水量减至大约25%—30%（重量）。水蒸汽比相同质量的液态水占据更大的体积。因此土豆片中的水迅速转变成水汽也有所需要的使土豆片膨胀的效果。蒸汽很快地从土豆片中逸出具有增加土豆片的粗糙度和表面多孔性的效果。表面多孔性的增加有利于土豆片的进一步脱水，和提供所希望的传统油炸土豆条的粗糙外部特征。

一般认为土豆片中大部分水分迅速转化为蒸汽，和蒸汽从土豆片中迅猛地逸出能防止凝胶作用，即防止在土豆条的外表面淀粉层的形成和硬化。土豆片所经受的微波场的强度可随微波照射的持续时间而变化以便使土豆片中的水迅速转化为蒸汽并且蒸汽快速从土豆片中逸出，从而获得所希望的防止凝胶的效果。当微波强度减少时微波照射时间应增加。此外，如果土豆片的厚度增加需要更高的微波场强度。现在认为如果采用足够高强度的微波场，在持续几分钟的微波照射时期可避免产生凝胶现象。在下面的实例中提供了微波场的更加特定的范围。在高强度的微波场烘烤以后，可将膨胀的粗糙了的土豆片干燥成土豆条，无需再考虑凝胶问题。在最终干燥期间，土豆片中水分含量的重量百分比进一步从25%到30%减少到最终大约2%到4%。

可以通过很多方法来完成最初的烘烤工序，即将土豆片放到高强度的微波场中迅速减少土豆片的含水量以便使其冒汽、膨胀和变得粗

糙，在一优先实施方案中，沿着对微波透明的输送土豆片的传送带使用行波微波波导，该传送带从波导的细长孔中穿过。参考图 2 显示的优先实施方案中，装置 10 适于将土豆片 12 放到适当的高强度微波场中烘烤。装置 10 包括一个弯弯曲曲的波导 14，通过波导 14 传送单波式的微波场。波导 14 通过一连串 180 度的弯曲部分 16 将它本身反复地向后折叠，在波导 14 上设置一连串的狭长孔 18，使输送带 20 穿过这些孔以便输送土豆片 12 通过波导 14 的很多段。在此优先的实施方案中，波导 14 重复地与输送带 20 接触，总共 20 次，但为了清楚起见在图 1 中仅示出波导 14 的 5 段直线段 14a。为有利于在波导 14 内形成单波场，波导 14 的一端 22 包括一个水阱 24 用来吸收传送到波导终端 22 的几乎全部微波能量。最好这样选择土豆片 12 通过波导 14 的直段部分 14a 的次数，使波导 14 内的微波场到土豆片 12 的能量传递最优化。采用有 20 个直线波导部分 14a 的最优实施方案，可使射入波导 14 的微波能量的 80% 在土豆片通过波导 14 的过程中被土豆片所吸收。如果需要，也可选择直线波导部分 14a 的数目更多些或更少些。当土豆片 12 只通过 5 个直线波导部分时已完成满意的微波加热。下面将更充分地讨论图 6 所示的另一实施方案，采用多个微波波导重复地烘烤土豆片。在此实施方案中，当土豆片通过微波波导两个直线部分时基本上是生的，而土豆片再通过波导 6 个直线部分后，就几乎完全烘烤好了。

在上面讨论的微波装置 14 的一个优先实施方案中，波导的输入口 26 与微波发生器相连，微波发生器在 915 兆赫时有 60 千瓦的输出功率。选择波导 14 的横断面尺寸使微波的传送在此频率下最优化，选用军用规格牌号 WB 9.75 的标准尺寸 9.75 英寸 × 4.875

英寸。因此在波导输入口 26 的能量密度一般可在 1.25 千瓦/英寸左右，如果需要，可以采用电磁波谱微波波段内的其它频率。在波导 14 的间断点如孔 18 处，传送带 20 的边缘和土豆片 12 使在波导 14 内形成驻波。如图 3 所示，传送土豆片 12 进入纸上的位置，通过波导的直线部分 14a 时，驻波 28a 仅在土豆片 12 的 29a 区域局部加热。因此经过波导 14 的第一个直线部分照射以后，土豆片 12 将有如图 4 所示的条纹外观。因此，构造的各弯曲部分 16 将使在波导的直线部分 14a 内驻波位置相对于传送带 20 发生变化，如图 3 显示了在直线波导 14a 内驻波 28a 和局部加热区 29a 位置，以及位于相邻的直线波导部分（未示出）内在其之前或之后的驻波 28b 的相对位置。在相邻的直线波导部分 14a 之间驻波 28a 和 28b 的错位保证每个土豆片 12 在输送通过几个直线波导部分 14a 以后能均匀接受照射进行微波加热。为获得这种错位，波导的构造要有弯曲部分 16，并使在波导中间的曲率半径的周长不是用来加热土豆片的微波波长的整数倍。

选用对波导 14 内的微波传送透明的材料构成传送带 20，同时避免土豆片 12 粘附到带 20 上。在一优先实施方案中，传送带 20 由聚丙烯制成。然而也可由涂敷特氟隆的玻璃纤维制造传送带 20。在本发明的优先实施方案中，传送带 20 呈凸形以便使加热的土豆片有弯曲的形状。按照本发明的方法在平的传送带上所生产的土豆条基本上有平的形状，这与传统油炸土豆条不同。已发现，最好，显然不是必需，在本发明的微波烘烤阶段而不是干燥阶段使土豆片有弯曲的形状。

如前面所提到的，在高强度微波场中照射土豆条的时间是相当短

的。如上述和图 2 显示的微波加热机构的优先实施方案中，传送带 20 以每分钟 15—20 英尺的速率移动。波导 14 的各直线段的宽度为 4.875 英寸，土豆片 12 每次通过波导的一个直线段 14a 时经受 1.25—1.66 秒的照射。在使用 20 个直线波导段 14a 的系统中，每个土豆片 12 将经受 25—33 秒的微波照射。前面曾提到，所需要的微波场强度可随照射的时间成反比地变化，只要使场的强度足以将生土豆片中的水分非常迅速地转化为蒸汽，防止淀粉层的形成和硬化。因此也可用不是 60 千瓦的功率连接到波导的输入口 26，只要将传送带 20 的移动速率适当地提高或降低。在本发明的方法和装置中已成功地使用低到 25 千瓦的功率和与之对应的低达 630 瓦/英寸² 的输入能量密度来制备土豆条。发明者认为采用本发明的装置和方法可将低到 3—4 千瓦的微波能量与波导输入口 26 相连来满意地烘烤土豆片，但当微波输入口能量水平低于 3 千瓦时不能在很短时间内将土豆适当地烘烤从而在土豆片上有可能形成不希望的淀粉层。因此可以设计较低的能量水平与微波输入口 26 相连，设法使土豆片 12 接受足够的微波能量以便最终获得所需要的脱水程度（例如减小传送带的移动速率，增加微波照射的时间），而不再形成淀粉层。如前所述，此淀粉层会使产品条带有不希望的口味或者在某些情况下减少了产品条的货架储存期。

由于在土豆片接受高强度微波照射期间大量水分从土豆片 12 中逸出，因此可以采用热空气对流减少在波导 14 内的蒸汽冷凝。这样的冷凝将会减少传递给土豆片 12 的微波能量。在优先实施方案中，热空气风机 27 使波导 14 及周围环境的温度保持在大约 300°F。将热空气吹过波导 14 也有助于在第一烘烤阶段土豆片的脱水。当然也

可采用其它的抗冷凝方案。例如在对波导 14 电加热的同时用低温空气吹扫。

参考图 6，图示本发明装置的另一实施方案，适合完成本发明方法的高强度微波烘烤工序。一般认为生土豆片或其它食品片能吸收在与传送带接触的前几个直线段波导内传送的大部分微波能量。还认为土豆片或其它食品片每次通过波导的直线部分时所吸收的微波能量随食品片中水分的减少而减少。因此认为利用多个微波功率源，每个功率源连接数量较少的几个微波波导，可使微波能量更有效地传递给食品片。

如图 6 所示对微波透明的传送带 20 与微波波导系列 50，52 和 54 相接触，各系列的波导与各自独立的微波功率源 56 相连，传送带 20 沿图 6 左侧所示方向 48 移动。随土豆片与其它食品片逐步脱水，吸收的微波能也减少，为与此适应，随着食品片被传送到传送带 20 的末端，与传送带接触的微波波导的直线段数目也增加。还认为，利用高功率的微波功率源 60 和将微波输出分布成几个独立的单波式波导，可减少本发明高强度微波烘烤阶段的设备费用。因此与波导系列 54 相连的微波功率源 56 包括微波分配器 58 将微波能量分配成 4 个独立的单波式波导 54a - d。这些微波分配器最好能将微波能量平均分配到每个通道。这种分配器在微波技术中是熟知的，通常写为“MAGIC-T”[®]。因为波导 54 系列位于传送带 20 的上游，在那里食品条还含有几乎全部的自然水分，因此每个单波式波导只有一对直线部分与传送带 20 相接触。为在这些波导内保持单波式微波传送，每个波导终端有一微波吸收负载如水阱。

每个连续的波导系列 52 和 50 包括数目增多的直线波导部分。

因而波导 52 系列包括与微波功率源 56 相连的各自独立的波导 52a-52d，每个波导都有 4 个直线波导部分与传送带 20 接触。类似地波导系列 50 包括与微波功率源 56 相连的各自独立的波导 50a-50d，每个波导都有 6 个直线波导部分与传送带 20 相接触。在这些波导系列 52 和 50 中，每个独立的波导都类似地在终端装设微波吸收负载 62。如上面讨论的另一实施方案，在每个独立的波导中也装设各个弯曲部分以将直线波导部分连在一起，并使在相邻直线部分内形成的驻波其相对位置发生变化。

在一个优先实施方案中，各微波功率源 56 均产生 60 千瓦微波能量，从而使发射到每个单波式波导 50a-50d，52a-52d 和 54a-54d 中的能量为 15 千瓦。利用 6 英尺宽的传送带 20 以每分钟 20 英尺的速率移动，本发明高强度微波装置的这个实施方案每小时将生产 400 磅炸土豆片。与上述类似，功率源 56 可发生在微波谱带中任何需要的或允许的频率。例如功率源 56 可对各行波波导发送频率为 915 兆赫的微波，每个波导的横断面尺寸由军用规格 WB 9:75 确定。当然如果需要不同的功率源 56 也可采用不同的微波频率。但是不同的波导将必须按照这些不同的频率确定它们的尺寸。在经受高强度微波场照射，使土豆片膨胀和使土豆片外表变得粗糙以后，还要将这些土豆进一步加工干燥成炸土豆条。利用低功率多波式微波干燥装置有利地完成这最后的干燥工序。在适合制备炸土豆条的优先实施方案中使用常规的微波烘焙装置，型号为 IV-60，可从肯塔基州 (Kentucky) 克里斯特伍德 (Crestwood) 的 MICROBODY 公司购买。该装置一般有 48 英尺长，包括 6 英尺宽的对微波透明的传送带。传送带布置在相互平行排列的两个多孔的不锈

钢钢板之间以便形成多波式微波腔。微波通过沿腔顶设置的两个波导射入该腔内，波导与腔之间有很多孔相通。正常情况下4个60千瓦的微波发生器与波导相连，提供240千瓦的总功率输入到微波腔。因为烘焙装置里微波腔的尺寸更大，所以在MICROBERRY烘焙装置内微波场的强度明显地低于在弯弯曲曲的波导14内的微波场强度。在烘焙装置内的微波场其最大的能量密度可达6瓦/英寸。此能量密度足够用来干燥已部分加工过的土豆片，但不能产生在微波照射烘烤工序中土豆片的冒汽、膨胀和表面粗糙化。但是实际使用的微波能量密度取决于两方面，即在烘焙装置内所希望的食品条密度和这些食品条通过装置的移动速率。如果希望有最大的移动速率以便使食品条的生产最优化，那么最好使用最大输入功率240千瓦。在此描述中所用的术语低强度微波场意味着足以产生这些效果的强度。

在制备食品条的工艺中最后的干燥工序里，土豆片的水分含量最后减少到2%到4%（重量）。传送带移动的典型速率为每分钟10到15英尺，使土豆片接受照射的时间约为3.2到4.8分钟。将温度约为180°F到200°F的热空气以每分钟近200英尺的速率吹入到微波腔。热空气的吹入防止由于微波腔内发生堵塞，同时有利于食品条最后的脆化。在制备食品条的这个工序中，要达到满意的干燥效果，不必将食品条单层放置，在原先的工序中，可将食品条重叠，接近4英寸。

参考图5图示，MICROBERRY烘焙装置30与高通量微波装置10相邻。烘焙装置30的传送带32可略低于传送带20的出口端34，以便当土豆片离开微波装置10时接住这些土豆片12。如果需要，在传送带20的出口端34设置喷洒器36，在最后干燥之前

对部分加工过的土豆片喷加佐料。这些佐料通常使土豆条具有“全烤及其类似的风味。离开烘焙装置30的食品条已是成品形，可进行任何需要的产品检验和接着的包装。

应用本发明的方法和设备生产出的土豆条均不含油炸土豆条众所熟知的油腻、口感和风味，但没有前任何附加的脂肪。本发明的优点还包括延长成品条的货架储存期和消除一些制作过程的不安全事故。这些事故常与炸土豆条时所需的大量热油有关。

下面的例子将说明本发明的一个实施方案。

实例 1

首先将新鲜的生 Idaho Russet 土豆切片，去皮，洗净。然后将生土豆放在聚丙烯传送带上单层排列。土豆切片之间应尽可能地紧密排列但不能接触，以避免土豆切片在高强度微波场中出现电弧。接着将装有土豆片的聚丙烯传送带通过弯曲的波导，其功率为30千瓦，频率为915兆赫。传送带上的土豆切片将通过波导内五个直线段。波导大约有4.875英寸宽，传送带速度为每分钟18—20英尺，使得每次土豆切片通过波导直线段时有1.25—1.66秒的照射时间。这条初始传送带的输出端位于型号No. IV-60微波和热空气干燥装置的入口处，此装置可由肯塔基州克里斯特伍德 (Orestwood) 的MICROBODY 公司提供。干燥装置包括一个多波式微波腔，输入功率为240千瓦可将其能量的约80%传递给土豆切片。热空气以每分钟200立方英尺速率流过干燥装置，温度在华氏180°—200°。干燥装置有48英尺长并以每分钟10—15英尺的速度传送土豆条，使土豆条的加工时间为3.2—4.8分钟。土豆条通过烘焙装置时为分层叠放，约3—4英寸厚。用这种方法制成

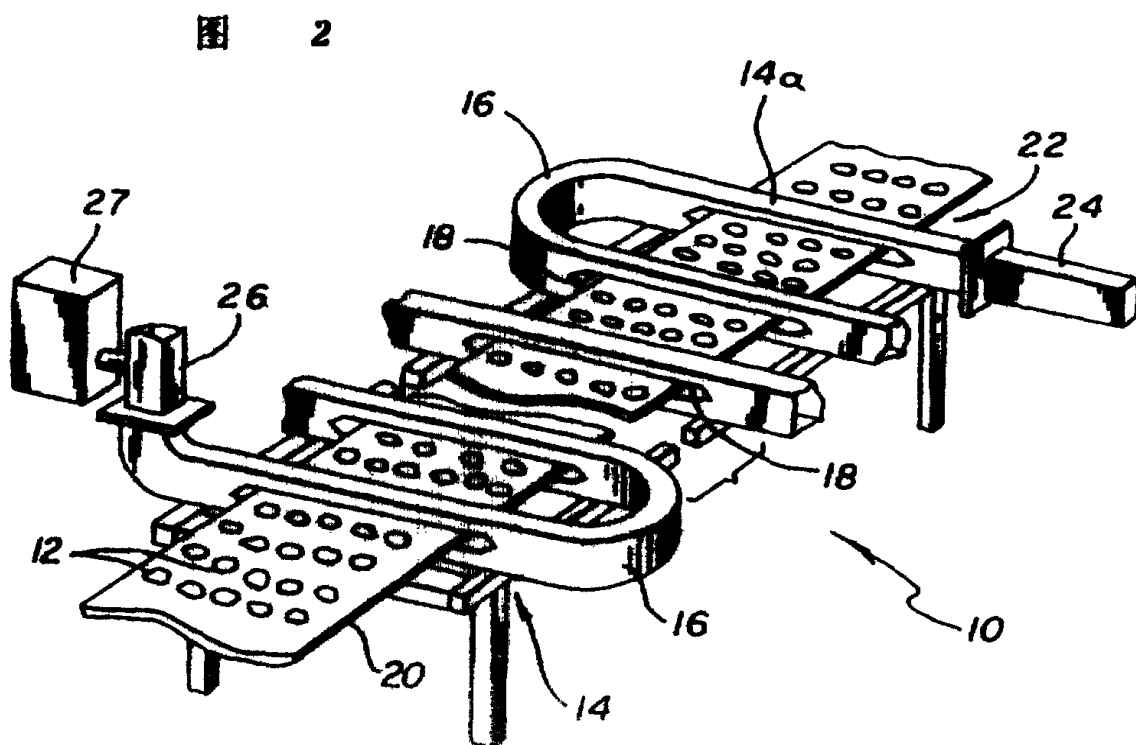
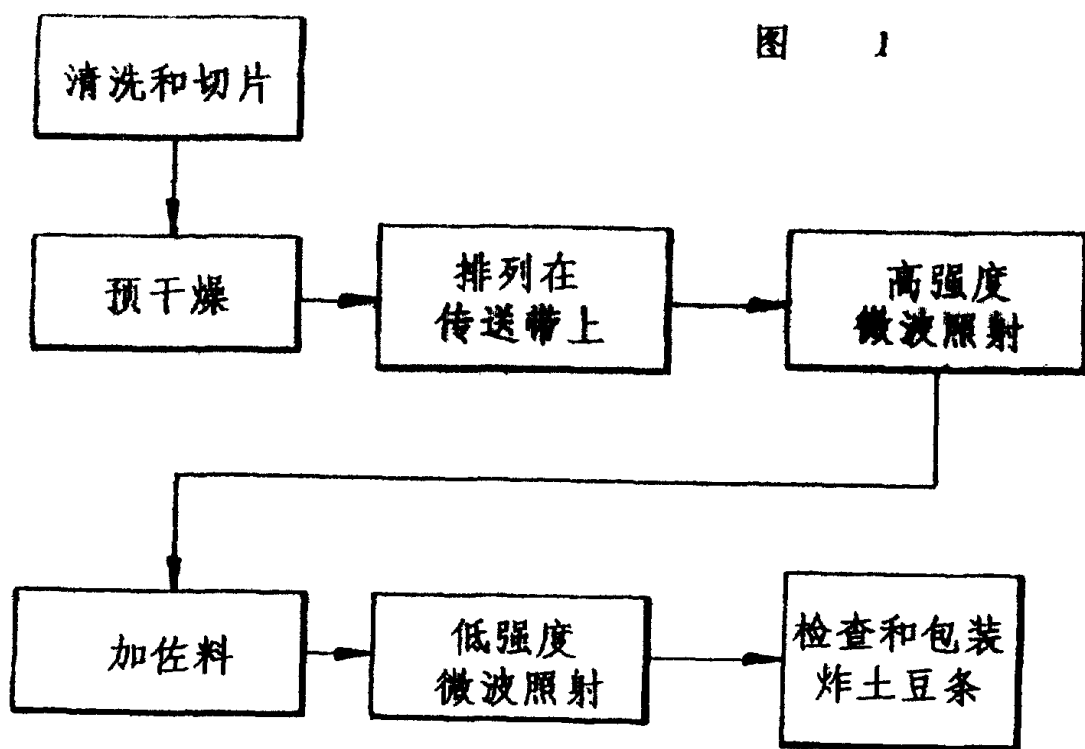
的土豆片表面结构粗糙，水分含量减少到约占总重量的2%但未加入任何油或脂肪，因此其外观和味道与油炸土豆条相似。

实例 3

虽然本发明的描述是对于土豆条的制备，其他食品条也可类似地采用上述发明的方法进行制备。因此，象玉米片，玉米面粉条等可类似地进行制备，即将玉米粉制成适当形状的切片以便送入高强度微波场中。另外，虽然采用单波式微波波导以便使制作最优化和使土豆条尽可能吸收最大的微波能量，但如果需要，本发明新的烘烤工序中也可采用多波式微波，只要有足够高的微波功率。那些熟悉本工艺的人们将能很容易地对本发明的方法和设备进行各种替代，简化，改进和变化而不会偏离其范围和宗旨。因此，上述描述仅仅是本发明的示例而不是对其的限制。

结合上述，如图2所示，当传送带20静止时，将生土豆条放到设备的传送带20上以便在微波照射的整个期间内，使土豆条保持在微波波导14的直线部分14a内。波导26的微波输入功率在4千瓦到1千瓦之间，在每个功率下，照射时间为3分钟到5分钟。每次放入土豆片时，增加功率或者改变照射时间。在功率为4千瓦照射时间为3分钟时，土豆切片冒汽、膨胀成正常的炸土豆条。类似地，在微波波导14中功率为3千瓦照射时间为3分钟时，生切片冒汽、膨胀成正常的炸土豆条，虽然有极轻微的淀粉析出。可是，当在波导中输入2千瓦功率照射时间3分钟时，胶质淀粉析出变得十分明显而土豆切片的冒汽、膨胀几乎没有。波导中输入1千瓦功率持续3分钟时，胶化现象十分明显而无任何可观察到的土豆切片冒汽、膨胀。微波波导14中功率为2千瓦和1千瓦照射时间为5分钟时，再次放入新土

豆片，微波照射时间的延长，所产生的土豆切片冒汽、膨胀极其微少，可以忽略，其作用仅是使淀粉胶质层更硬。因此，将一个915兆赫的微波源与一个军用规格WB 9.75的波导连接，用本发明的方法最少需要3千瓦才能达到烘烤土豆条的理想效果。按照本发明的方法，功率在3千瓦和4千瓦时可满意地对土豆切片进行烘烤，此时可听见土豆切片内水蒸汽向外冒出时发出的滋滋声，此声响在功率为1千瓦和2千瓦时消失。



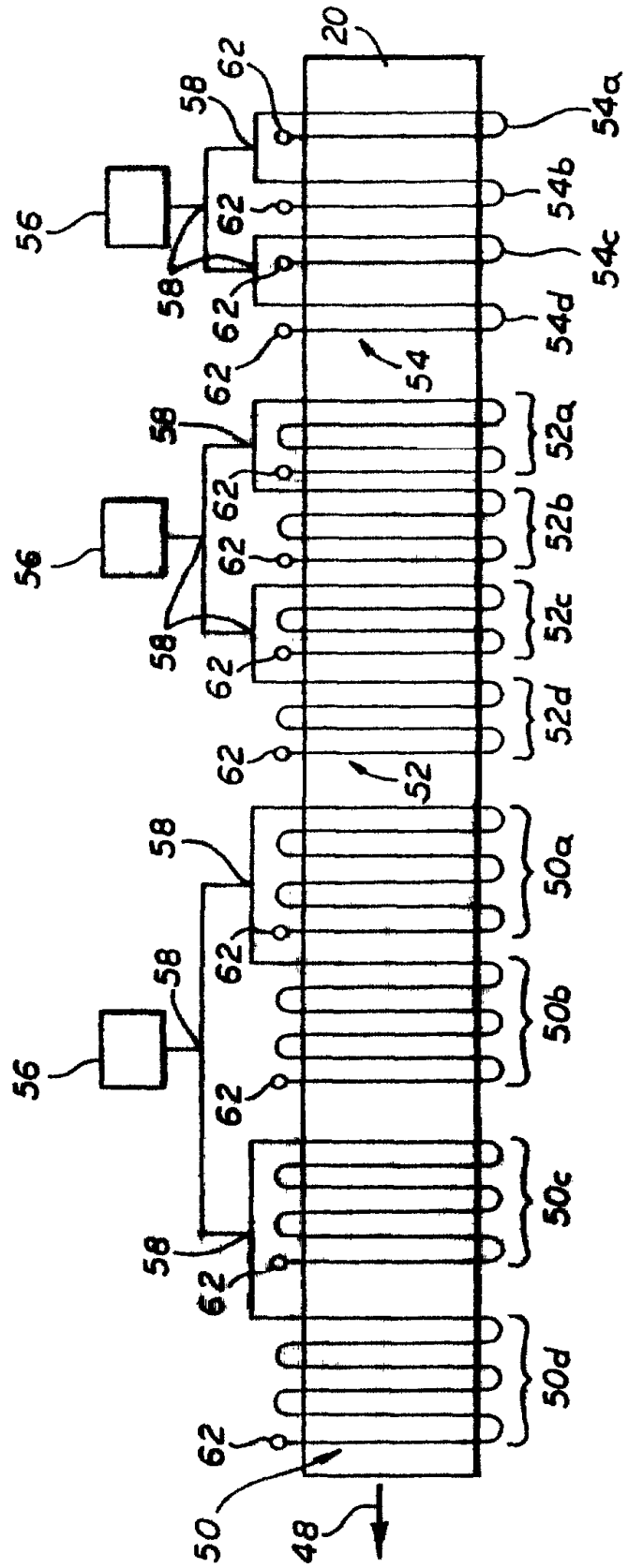


图 6

图 3

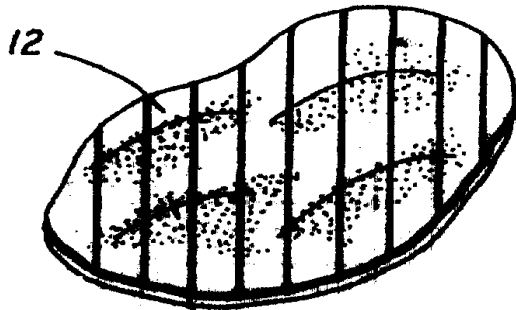
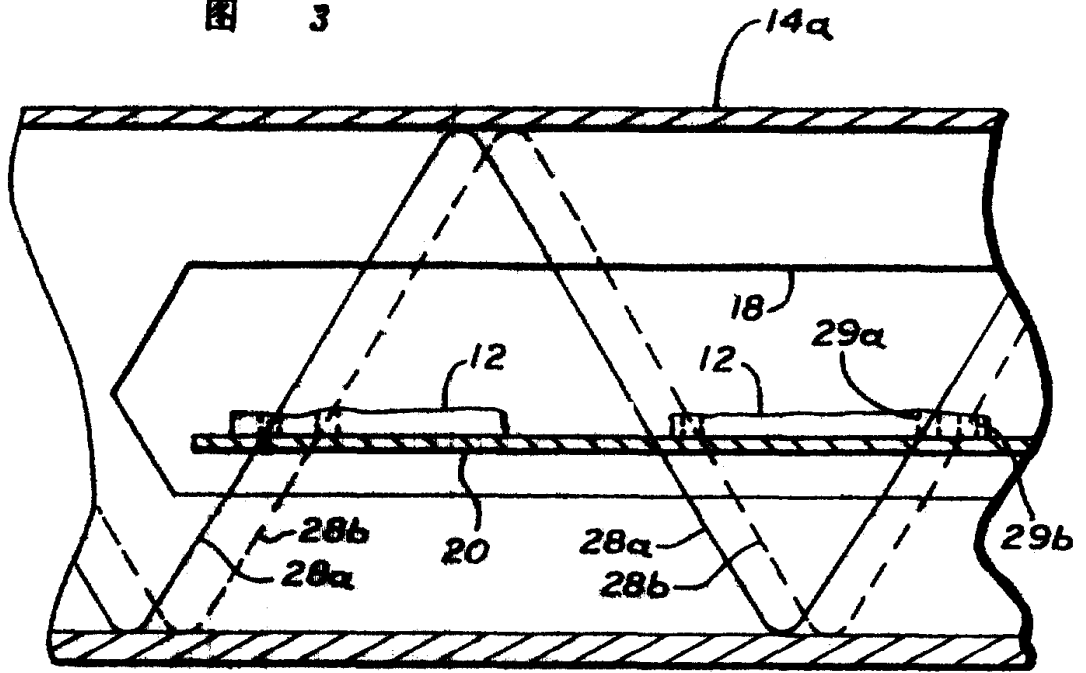


图 4

图 5

