(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103460795 B
(45)授权公告日 2016.04.20

(21)申请号 201180069223.8
(22)申请日 2011.03.11
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.09.11
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/SG2011/000099 2011.03.11
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/125118 EN 2012.09.20
(73)专利权人 殷吉星
地址 新加坡新加坡
(72)发明人 殷吉星
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 余刚 李静
(51)Int.Cl.
H05B 6/00(2006.01)
(56)对比文件
US 2008282901 A1,2008.11.20,
US 2009014441 A1,2009.01.15,
US 6299920 B1,2001.10.09,
US 2004091588 A1,2004.05.13,
US 2010015313 A1,2010.01.21,
CN 2653339 Y,2004.11.03,
US 2005011867 A1,2005.01.20,
US 2010007492 A1,2010.01.14,
审查员 郑磊

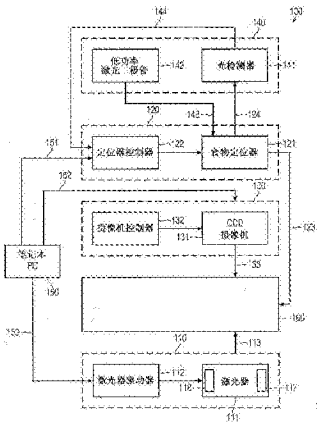
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

用于食品的等离子体辅助激光烹制的方法及设备

(57)摘要

披露了一种用于将激光能量施加至食品以实现食物的烹制的方法及设备。该能量可通过激光发射器施加在食品的附近。能量的施加可根据资料来控制,以便在烹制周期过程中在食品中和食品周围产生等离子体。可基于与对食品进行的能量的受控施加相关的反馈来调节能量的施加。



CN 103460795 B

1. 一种用于将能量施加至定位好的食品以实现所述食品的烹制的方法，所述方法包括：

将来自激光发射器的激光能量施加到所述食品上；

根据资料来控制从所述激光发射器到所述食品上的所述激光能量的施加；以及

通过控制所述激光能量到所述食品上的施加而在所述食品的至少一部分中和周围产生激光引起的等离子体，其中，所述激光引起的等离子体将来自所述激光发射器的能量分布在所述食品内，以在烹制周期过程中根据所述控制实现所述食品的烹制。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括在所述烹制周期过程中根据与对所述食品进行的能量的受控施加相关的反馈来调节来自所述激光发射器的能量的施加。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述资料包括功率等级、所述烹制周期的持续时间、以及脉冲占空比。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，对能量的施加的所述控制包括控制激光束的点尺寸。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，对能量的施加的所述控制包括控制所述食品相对于所述激光发射器的位置。

6. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述激光发射器包括 Nd :YAG 激光器。

7. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述激光发射器包括 CO_2 激光器。

8. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述激光发射器包括准分子激光器。

9. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述激光发射器包括二极管激光器。

10. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1.9W 的平均功率、大约 100ns 的脉冲宽度、大约 3kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的所述烹制周期的持续时间。

11. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述激光发射器包括激光二极管，并且所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1W 的平均功率、大约 50ns 的脉冲宽度、大约 3kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的所述烹制周期的持续时间。

12. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，所述激光发射器包括激光二极管，并且所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1.6W 的平均功率、大约 50ns 的脉冲宽度、大约 4kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的所述烹制周期的持续时间。

13. 根据前述权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其中，在所述烹制周期过程中的能量的施加进一步基于所述食品的特定类型。

14. 根据前述权利要求 1 至 4 中的任一项所述的方法，进一步包括通过主计算机检索所述资料。

15. 根据前述权利要求 1 至 4 中的任一项所述的方法，进一步包括通过主计算机以及利用网络连接至所述主计算机的服务器来检索所述资料。

16. 一种用于将能量施加至食品以实现所述食品的烹制的设备，所述设备包括：

烹制台，所述食品定位在所述烹制台上；

激光发射器，邻近所述烹制台，所述激光发射器耦接至激光控制器，所述激光发射器设置成将激光能量施加到所述食品上；以及

控制单元，耦接至所述烹制台和所述激光控制器，所述控制单元构造成根据资料来控制从所述激光发射器到所述食品上的激光能量的施加，其中所述激光能量到所述食品上的被控制的施加在所述食品的至少一部分中和周围产生激光引起的等离子体，所述激光引起的等离子体将来自所述激光发射器的能量分布在所述食品内从而在烹制周期过程中根据所述控制实现所述食品的烹制。

17. 根据权利要求 16 所述的设备，进一步包括耦接至所述控制单元的检测器，其中，所述控制单元进一步构造成在所述烹制周期过程中根据在所述检测器中产生的反馈信号来控制与所述激光发射器相关的参数。

18. 根据权利要求 16 所述的设备，其中，所述资料包括功率等级、所述烹制周期的持续时间、以及脉冲占空比。

19. 根据权利要求 17 所述的设备，其中，所述资料包括功率等级、所述烹制周期的持续时间、以及脉冲占空比。

20. 根据前述权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括构造成控制所述激光束的点尺寸的透镜。

21. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括 Nd :YAG 激光器。

22. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括 CO_2 激光器。

23. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括准分子激光器。

24. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括二极管激光器。

25. 根据前述权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述烹制台的位置由所述控制单元来控制，以相对于所述激光发射器对所述食品进行定位。

26. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括激光二极管，并且所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1.9W 的平均功率、大约 100ns 的脉冲宽度、大约 3kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的所述烹制周期的持续时间。

27. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括激光二极管，并且所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1W 的平均功率、大约 50ns 的脉冲宽度、大约 3kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的所述烹制周期的持续时间。

28. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，所述激光发射器包括激光二极管，并且所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1.6W 的平均功率、大约 50ns 的脉冲宽度、大约 4kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的所述烹制周期的持续时间。

29. 根据前述权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，其中，在所述烹制周期过程中的能量的施加进一步基于所述食品的特定类型。

30. 根据前述权利要求 16 至 19 中任一项所述的设备，进一步包括主计算机，其中，所述资料通过所述主计算机检索。

31. 根据权利要求 25 所述的设备，进一步包括将主计算机耦接至网络的网络连接，其中，所述资料通过利用所述网络连接至所述主计算机的服务器检索。

32. 一种用于施加能量以实现定位好的食品的烹制的方法，所述方法包括 ：

将来自激光发射器的激光能量施加到所述食品上 ；

根据资料来控制来自所述激光发射器的所述激光能量的施加 ；以及

在烹制周期过程中根据所述控制在所述食品的附近产生激光引起的等离子体。

33. 根据权利要求 32 所述的方法，进一步包括在所述烹制周期过程中根据与对所述食品进行的能量的受控施加相关的反馈来调节来自所述激光发射器的能量的施加。

34. 根据权利要求 32 所述的方法，其中，所述食品定位在一容器内，激光能量施加至所述容器的至少一部分，以在所述容器中和周围邻近所述食品产生等离子体，从而实现所述食品的烹制。

用于食品的等离子体辅助激光烹制的方法及设备

技术领域

[0001] 本公开大体涉及激光在食品的加热和烹制中的使用。特别地，本公开旨在与通过使用具有连续模式操作和脉冲模式操作的具有不同波长的各种类型激光器来烹制食品的激光器相关的等离子的发生。

背景技术

[0002] 激光技术日渐快速的进步以及日渐大规模的使用已使得激光技术在更多种可能的应用中使用。激光技术的就输入到输出的能量效率以及工程和经济方面的考虑(诸如可控性、成本、以及供应商可获得性)而言的潜在优势已带来在用以开发激光技术的充分益处的多种装置和方法的发展方面连续刺激的增长。

[0003] 过去几十年来已见证激光技术的应用(特别是光电领域，例如，利用半导体激光来通信的光电领域)中的集中增长。然而，激光在除通信以外的应用也在快速地增长。将激光用作用于多种工业应用(诸如焊接(welding)、软焊(soldering)、标记(marking)、金属切割、娱乐电子器材、显示装置、印刷等)对激光而言，在许多工业应用中用作优选工具已经变得日益普遍。毫无疑问，目前发展良好的激光应用已使现代日常生活产生变革。

[0004] 然而，尽管激光广泛用于多种用途(如上所述)，然而在特定领域中激光技术还未广泛应用。例如，在家用和商用食物制备相关方面，激光的潜力尚未得到开发。在另一领域中，食物的制备技术也已发生多次飞跃。微波炉和各种对流系统是可获得的并且缩短用于加热和烹制食物所需的食物制备时间。尽管在辐射和无线电能量加热器具方面有进展，然而目前还不存在可供家用或商用的基于激光的烹制器具。尽管包括气体能量、电能、以及微波辐射能量的传统烹制方法具有独特的限制(包括能量成本、火灾危险(fire hazard)、辐射危险，这些并未阻碍传统烹制方法的广泛使用)，然而由于各种问题(其中一些在现有技术中认识到了，而其中一些却还未认识到)，使用激光加热食品尚未得到任何发展。因此，虽然激光如上所述地广泛地用于多种应用中，然而其用于加热食品的潜力尚未得到开发。

[0005] 对激光加热器具发展的各种阻碍可包括在确定用于激光烹制的正确参数方面的困难、由于食材的敏感特性而造成的在过程执行方面的问题等。可能难以容易地开始食品的烹制，并且如果烹制能开始，则难以确保加热或烹制过程的品质和均匀性。因此，尚未成功实现用于消费者应用的食物的激光烹制。

[0006] 尽管激光烹制领域中发表的研究工作相当有限并且没有商业上可购得的器具，然而激光烹制的可行性已显著地改善，特别是在多种波长和功率等级下操作的几种类型的可靠激光单元的可用性。尽管可行性得以改进，然而在提供激光烹制器具方面仍无进展。

[0007] 尽管激光装置具有多种潜在的优点，然而尚未开发器具，所述优点诸如为：(i)在指定区域上传输密集的能量而带来局部加热；(ii)能量传输的均匀性、可重复性和精准控制；(iii)以就功率、脉冲宽度、脉冲重复率和其他参数而言的短爆冲(short burst)的方式设计和传输能量的能力；(iv)不接触和污染加热的物体，激光还未成功地将此用在烹制中；(v)不存在开放火焰或电弧，以及(vi)低成本。

[0008] 应当注意的是(特别就项目(vi)而言),随着激光装置的可用性方面的大幅增长以及大规模生产技术的实现,激光的成本将随着时间而趋于下降。因此,基于激光的烹制装置可得到发展,将存在用于其主要元件的成本降低的结构。另一方面,由于生产线成熟,传统的烹制器具不可能有显著的成本降低。然而,这样的有利条件还尚未被本领域的技术人员认识到。

[0009] 在解决缺少激光烹制器具方面,应当提及与使用激光来烹制食材相关的特定问题。这样的问题比一眼看去复杂得多。在经验/实验和理论两者方面的广泛研究都是必要的,以便特征化激光烹制的参数以及确定其在食品和所得烹制食品的品质方面的作用。然而这样的研究和相关的数据(这对于过程优化是极其重要的)却是不可得的。

[0010] 如注意到的,激光在工业应用中的使用是已知的,然而由于在操作甚至简单的规律地结构化的材料(例如玻璃和结晶材料)方面的固有挑战,还还未曾广泛地考虑将激光用于食物的制备和烹制。例如,在OPTICSEXPRESS的2003年6月16日第12期第1365页第11栏Chong和Rao的“用于对光子晶体纤维进行激光接合的系统的发展(Development of a system for laser splicing photonic crystal fiber)”中描述了通过施加激光能量来熔合材料的激光接合。尽管存在一些益处(推测是由于重复和持续地施加激光能量带来的各种效果),然而其特定的目的是在非常有限的条件下熔合光纤装置(例如,规则排布的多晶材料)。

[0011] 尽管做出了将激光用于烹制应用的一些尝试,然而这些尝试均未成功地得到激光烹制器具。例如,在1988年1月公开的Terakubo Kiyoshi的日本专利公开No.JP63-003131A2描述了一种激光烹制装置,该装置完全阻止了有毒气体的产生且提高了烹制效率。在Terakubo的装置中,通过在由激光加热的炊具中间接地烹制食物来实现优点。在Terakubo的装置中,食物并未直接地暴露于激光束。

[0012] 此外,在1999年3月16日授予Robert K.Newton的美国专利No.5,881,634描述了一种蚌壳(clamshell)式或双侧式烹制系统,该系统具有用于烹制食物的两个压盘(platen)或盘。在Newton的系统中,上压盘的周界通过激光蚀刻的耐磨标记标注于下压盘上,该标记承受与使用和清洁蚌壳式烹制系统相关的刮削和擦洗操作。Newton提出的装置并不使用激光烹制食物,并且在蚌壳式烹制系统中提供耐磨标记。

[0013] 此外,在1999年9月14日授予Prem S.Singh的美国专利No.5,952,027描述了使用能量源(该能量源可为激光)来将预先烹制的瘦肉产品的暴露表面烹调至棕色。Singh的方法仅涉及产品的表面,并且需要各种的化学制品来帮助仅仅在肉品的表面部分产生金黄棕色的效果。

[0014] 在2002年5月22日公布的授予Asano Hideki的日本专利No.JP2002-147762A2描述了一种包括微波炉的食物烹制设备,其包括具有激光辐射单元的微波炉,该激光辐射单元通过光纤以特定的波长将激光束辐射到烹制腔中的食料上。将具有0.8μm和1.5μm的不同波长的两种半导体激光器耦接至相应的光纤。机械室设置有磁控管、波导管(waveguide)、以及用以排放所产生的热的风扇。Asano所描述的装置具有的缺点在于,该装置是非常复杂且昂贵的。不清楚食物是由微波还是激光束来烹制。该装置还需要波形来控制烹制过程。

[0015] 在授予Boris Muchnik的美国专利申请No.2008/0282901中引入了一种用于使用

激光烹制食物的方法和装置。CO_2激光器指向将激光束分离成两半的光束分离器中。使用镜来将光束聚焦至食物的任一侧。CO_2激光束比一般光束要热得多，并且这样的话，大部分食物将会在少于一秒的时间内烹制好。此外，通过以这样高的速度来烹制食物，将保持住汁液并且将减少或防止反式脂肪的形成。

发明内容

[0016] 因此，鉴于现有技术以及通常可得的知识的上述和其他的的缺点和不足，通过激光的如先前未认识到的使用可实现食品的烹制。

[0017] 根据一个方面，可例如从激光发射器施加能量以实现定位好的食品的烹制。在烹制周期过程中，来自激光发射器的能量的施加可根据资料(profile)来控制，以便产生等离子体。在烹制周期过程中，来自激光发射器的能量的施加可根据与对食品进行的能量的受控施加相关的反馈来调节。食品可定位在容器内，并且激光能量可施加至容器的至少一部分以在容器中和周围产生等离子体，从而实现烹制，诸如通过基于容器的加热的热传导或对流来实现。

[0018] 在一个方面，能量可通过激光发射器施加在定位好的食品的附近以实现食品的烹制。在烹制周期过程中可根据资料来控制来自激光发射器的到食品上的能量的施加，从而在食品的至少一部分中和周围产生等离子体。在烹制周期过程中，来自激光发射器的能量的施加基于与对食品进行能量的受控施加相关的反馈。所述资料可包括功率等级、烹制周期的持续施加、以及脉冲占空比。可例如通过控制如在此描述的激光束的点尺寸以及其他因数来实现能量施加的控制。能量施加的调节可包括控制食品相对于激光发射器的位置。

[0019] 根据一些方面，激光发射器可包括 Nd :YAG 激光器、CO_2激光器、准分子(excimer)激光器、二极管激光器等。此外，所述资料可包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1.9W 的平均功率、大约 100ns 的脉冲宽度、大约 3kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的烹制周期的持续时间。在其中激光发射器包括激光二极管的情况下，所述资料可包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1W 的平均功率、大约 50ns 的脉冲宽度、大约 3kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的烹制周期的持续时间。可替换地，所述资料包括大约 0.3kW 的峰值功率、大约 1.6W 的平均功率、大约 50ns 的脉冲宽度、大约 4kHz 的脉冲频率、以及大约 60s 的烹制周期的持续时间。

[0020] 根据一些方面，在烹制周期过程中的能量的施加进一步基于食品的特定类型。应当注意的是，所述资料(包括用于不同食品的资料)可本地存储或者可例如通过主计算机或者通过利用网络连接至主计算机的服务器检索(retrieve)。

附图说明

[0021] 为了使实施例可以非限制性实例的方式来充分且更清楚地理解，结合附图进行下面的描述，附图中相同的参照标号指代相同或对应的元件、区域和部分，并且附图中：

[0022] 图 1A 为示出了根据实施例的示例性激光烹制系统的方框图；

[0023] 图 1B 为示出了根据示例性实施例的其中食品处于容器中的激光烹制系统的视图；

[0024] 图 1C 为示出了根据另一示例性实施例的具有食品而无容器的激光烹制系统的视图；

[0025] 图 1D 为示出了根据另一示例性实施例的具有多于一个激光发射器的激光烹制系统的视图；

[0026] 图 1E 为示出了根据示例性实施例的激光烹制系统的视图，其中示出了旋转发射器和旋转台；

[0027] 图 1F 为示出了根据另一示例性实施例的具有旋转光束的激光烹制系统的视图；

[0028] 图 1G 为示出了根据另一示例性实施例的具有分离光束的激光烹制系统的视图；

[0029] 图 2 为示出了根据实施例的用于使用激光烹制系统来烹制食品的示例性过程的流程图；以及

[0030] 图 3 为示出了根据实施例的用于使用激光烹制系统来烹制食品的示例性等离子发生的视图。

具体实施方式

[0031] 鉴于与现有技术系统相关的上述及其他缺点，如在此根据讨论和描述的各个示例性实施例阐述的使用激光的烹制，提出了先前在现有技术中未认识到的新颖且独特的机会。使用激光可进行例如直接的烹制、经由金属盘的间接烹制，并且可在不存在任何额外附件的情况下对蔬菜进行剥皮。例如，使用激光能量进行烹制的优点是不存在电击危险。可对通常使用的家用食材进行快速且高效的烹制。通过对热源的精准控制来烹制食物将使对食物的损害最少。可以低功耗来烹制食物。可在野外(field)使用便携式激光烹制器具来烹制食物。可通过使用激光来加热可以用于烹制食物的盘而进行间接的烹制。可将激光烹制与其他方法(诸如微波和传统加热)结合。

[0032] 如 Chong 和 Rao 所观察的，根据以下关系式(1)，受控地暴露于激光能量可对规则排布的材料(诸如光子晶体纤维(PCF))具有期望的加热效果。

[0033] $V_{eff}=(2\pi\Lambda/\lambda)(n_{co}^{2}-n_{eff}^{2})^{1/2}$ (1)

[0034] 其中 V_{eff} 为无量纲的标准化参数，λ 为激光源的波长，Λ 为包括代表孔尺寸的因数 d 的孔间距，n_{co} 为 PCF 纤维的芯的折射率。Chong 和 Rao 注意到，为了实现接合，必须通过调节各种因数(包括激光波长、孔尺寸、孔间距)而使 V_{eff} 保持为 2.045 或更低。应当认识到的是，Chong 和 Rao 关注光纤的熔合，而并未评估是否或如何控制激光在烹制食物中的使用。

[0035] 因此，在此披露一种方法和设备，用于快速且有效地加热或烹制食品(诸如通常使用的家用食材)，其可包括由光束扩展器扩展的扩散激光束，以便以足以通过在食品中和食品周围产生等离子体(该等离子体为食品增添足以实现烹制的能量)而实现快速、有效且卫生的食物烹制的量在给定的功率等级下对大的食物区域进行辐射。

[0036] 在实施例中，电磁辐射束是用以在烹制过程中产生等离子作用的具有充分受控的强度的激光束，其无需是高强度的。根据传统的知识和实践，在辐射时发生的光消散(dissipation)会导致无规律的行为、扭曲和/或较高的衰减。然而，根据各个实施例，在指定参数下操作的激光可以累积的方式增添能量以实现等离子作用(这与现有技术中的传统知识和预期的相反)，带来高的能量吸收，从而带来具有低能量消耗的优良的超快速烹制。

[0037] 根据实施例的示例性装置或器具可构造成将食材适当地定位在容器中。可产生强烈的电磁辐射光束并且使其在食材上辐射足以实现食物的有效烹制的时间。示例性的器具

可进一步构造成使得在烹制过程中可观察食材。可提供构造成控制烹制过程的控制器。

[0038] 在实施例中，利用使用激光、定位系统和 CCD 摄像机的计算机控制激光系统来获得高品质的烹制食物以及高等级的系统性能。在另一实施例中，提供通过使用激光来加热盘并且随后使用加热的盘来烹制食物的间接烹制的方法和设备。在又一实施例中，提供用于结合烹制(如将激光烹制与诸如微波和传统加热的方法结合)的方法和设备。在又一实施例中，提供可野外使用的微控制器控制的或个人计算机控制的激光烹制器具，以在野外场所以速度和改进的效率获得高品质的烹制食物。

[0039] 应当注意的是，如在此讨论和描述的本发明的发展过程中，分为大致两个领域来努力。在第一领域中，做出广泛的调查以确定激光烹制过程以及用于执行过程优化的特征。对于与烹制食物的品质之间的关系的调查根据以下过程参数来进行：(i) 平均激光功率和峰值激光功率；(ii) 激光类型，诸如 Nd:YAG、CO_2、准分子和二极管激光；(iii) 激光操作波长；(iv) 激光暴露时间；(v) 连续 / 脉冲操作模式；(vi) 脉冲宽度、脉冲重复率、占空比(duty cycle)等。

[0040] 由于上述过程参数有大量可能的排列 / 组合，因而采用分析方法、精细规划和理论模型化来尽可能精准地确定最优参数。将高功率激光辐射对食材的物理作用模型化。强烈的光束倾向于改变烹制食物的性质，并且该现象已被用于激光烹制。在各种辐射与材料的响应的条件下进行样本温度的分析计算。对于特定激光源(诸如二极管激光器)，可通过激光引起的等离子体的产生来提高由食材所吸收的光学功率。

[0041] 调查显示，激光引起的等离子体的产生(对于特定激光器发生于在特定的门槛功率等级之上)使得食材对激光辐射的吸收显著增加。通过使用高峰值功率激光源(其无需是大尺寸的)，通过使用短的脉冲持续时间，以及通过精细控制其他过程参数，可实现优良的烹制过程。烹制的食品通过以下方式评估：检查味道和外观；以及使用高放大倍率的显微镜来研究所得烹制食品的结构细节以得到额外信息。

[0042] 调查的第二领域涉及激光烹制器具的发展，该激光烹制器具包括基于计算机辅助的、可野外使用的个人计算机的激光烹制系统，该系统具有例如下列子系统：(1) 食品定位子系统；(2) 成像子系统；(3) 激光发射器组件；以及 (4) 激光发射器定位子系统。开发的努力进一步包括系统的整合以及应用例如来自第一领域的发现和其他信息并将其转换成可用的参数用以控制示例性器具的软件开发的努力。

[0043] 应当注意的是，由于与各个实施例相关地使用的不同概念和对应机构的原因，所述激光发射器组件和激光发射器定位子系统可与传统烹制系统中发现的那些容易地区分。激光发射器组件包括激光源(诸如小型激光源)、激光驱动器、透镜组件以及传输系统。激光发射器定位子系统使得能够以受控的方式将来自发射器的激光束朝向待烹制的食物引导。根据再次讨论和描述的各个实施例，子系统特别地构造成有利地减少系统的重量、降低成本以及提高处理效率。

[0044] 根据各个实施例，已精细地研究使用激光烹制的食品的所得特性与各种激光参数(诸如功率、波长、以及连续和脉冲操作模式) 的相关性。在脉冲操作模式下，对激光脉冲宽度、脉冲重复率、占空比等使用不同的数值来研究在烹制过程期间以及在烹制过程结束时的烹制食物的品质和性质。使用摄像机(诸如电荷耦合装置(charged coupled device，CCD) 摄像机) 以用于在烹制过程中观察食材。在味道品质和体验(诸如粘稠度

(consistency))方面来检验最终烹制的食品的品质，并且使用光学 / 电子显微镜检查受辐射食物的结构细节来对该食品进行研究。调查和研究的结果以及理论模型化的结果提供用于对各种激光源、食物和操作模式得出过程优化的基础。因此，这样的努力提供各种食品的在各种可能的过程参数的有效性方面的信息。

[0045] 使用广泛可得的激光源，使用以下激光器进行直接和间接的烹制过程：CO_2激光器 - λ=10.6μm；Nd：YAG 激光器 - λ=1.06μm；准分子激光器 - λ=248nm；He-Cd 激光器 - λ=385nm；以及二极管激光器 - λ=820nm、850nm、及其他波长。

[0046] 应当注意的是，在调查中使用了各种食品，诸如谷类(包括大米)、蔬菜、牛奶、和肉类。许多样品在不同操作参数下暴露于上述激光源中的每一个。

[0047] CO_2、Nd：YAG 和二极管激光器

[0048] CO_2激光器具有典型的 10% 的能量转换效率。CO_2激光器的优点是高功率，这带来高吸收。相反地，当使用 Nd：YAG 或激光二极管对食物进行辐射时，观察到吸收的显著增加，推测这是由于在特定的门槛功率等级之上在材料的块体内产生了等离子体的现象而造成的。另外，激光二极管提供多种潜在的益处，诸如改进的光发射效率、低电压的操作、电子控制相容性、小的尺寸、以及轻的重量。

[0049] 在使用 CO_2激光器(例如 Synrad 型号 48-1-28 激光器和 Coherent Diamond84 的 250 瓦激光器)的情况下，在连续和脉冲操作模式中使 500 个食物样品在不同的操作参数下暴露于所述激光器。最初的实验调查的目的是确定对于不同激光操作参数而言适于烹制的范围。研究对于不同激光参数而言的烹制时间的相关性。这些发现用以确定产生烹制过程速度、烹制结果的有效性或品质之间的最有利平衡的参数。除了直接的激光烹制，还已对其中在由激光加热的热金属盘上对食材进行烹制的间接激光烹制进行了调查。

[0050] 以上实验研究结果表明：为了有效的烹制结果，烹制的最大激光功率与暴露时间是相互紧密关联的。例如，具有低于 1W 的激光功率等级的示例性发射器具有缺点，因为这样的发射器要求食品经受的暴露时间过长，或者无法产生足以进行烹制的加热等级。在使用脉冲持续时间不足的脉冲式激光辐射时出现类似的效应。以上提到的现象表明最大功率、暴露时间以及脉冲周期之间的附加的关系。

[0051] 调查了食物纹理以及食物品质随着激光功率和暴露时间的变化关系。采用最优烹制参数，烹制食物的品质是良好的。对 Nd：YAG 和二极管激光器进行类似的调查，然而，对于这些激光器，在特定的门槛功率之下观察不到食物的明显烹制。对于 Nd：YAG 激光器而言(诸如 NEC 的型号 M690B 激光器)，门槛功率与激光束的直径紧密相关。本领域技术人员应当认识到的是，Nd：YAG 激光器为典型地使用闪光管或激光二极管而光学抽运的(optically pumped)，并且为发射波长为 1064nm 的光的最常见的激光器类型之一。接近 940、1120、1320、以及 1440nm 的其他波长是可能的。当在脉冲模式或 Q- 切换模式下操作时，激光腔体中的对钕离子行为敏感的光学开关可用于脉冲模式操作。脉冲模式操作可用于以较短的波长有效地产生激光。

[0052] 烹制可在 1W-4W 的连续功率等级下实现。可使用小光束直径的 Nd：YAG 激光器在较低功率等级下进行烹制。使用上面确定的具有脉冲模式操作的 M690B 激光器，可以在表 1 中列出的参数实现良好的烹制。

[0053]

峰值功率	平均功率	脉冲宽度	脉冲重复	暴露时间
1.3KW	1.9W	100ns	3kHz	60s
1.3KW	1W	50ns	3kHz	60s
1.3KW	1.6W	50ns	4kHz	60s

[0054] 表 1- 使用型号 M690B Nd :YAG 激光器的烹制参数

[0055] 如上所述，二极管激光器具有多个优点，并且根据实施例用作发光元件。在例如 820nm（10W）、850nm（10W）和 950nm（10W）下操作的二极管激光器已成功地用于食品的烹制。在 850nm 和在 950nm 下使用 3.5W 的连续功率，暴露 1 分钟的食物呈现良好的烹制品质的结果。烹制可通过较高的功率等级（诸如大于 3.5W 的等级）以及较短的暴露时间来实现。然而，对于实现可接受的烹制结果品质而言，与在较高功率等级下激光能量的施加相关的各个方面的控制是至关重要的。应当注意的是，激光二极管主要在连续模式下操作。然而，出于在此所描述的实验的目的，在脉冲模式下操作多用激光二极管（效果甚微）。可替换地，可使用专用的脉冲模式的激光二极管。还应当注意的是，对于在此描述的实验，由于广泛可得性和低成本而使用 820nm、850nm、和 950nm 的激光二极管。也可使用正变得更易于获得的更长波长的激光二极管。这样的更长波长的装置提供出于激光烹制目的的优点和进步。

[0056] 因此，如在此描述的，已呈现了在此描述的根据实施例的激光烹制的可行性（尤其就二极管激光器的使用而言）、以及因此商业上可购得的激光烹制器具成功实现的可能性，尽管这些在现有技术中并不存在。还已进行理论的模型化和模拟，这对于更好地理解和优化激光烹制过程是重要的。

[0057] 现在参照附图中的图 1A，并且讨论和描述示例系统 100 以及相关子系统。应当认识到的是，根据实施例，该系统 100 可位于适于用作可移动厨具的单独的壳体（enclosure）中，或者可构建到烹制储柜（console）等中。系统 100 可在各种情景下实施，诸如但不限于私人住宅、工作场所、或商业性食品机构（诸如如饭店）等。

[0058] 激光发射器组件 110 可设置有激光单元 111 和驱动单元 112，其可包括校准和聚焦控制等，如可认识到的。激光单元 111 可包括单个激光器或多个激光器，对应地，系统 100 可设置有一个激光单元 111 或者可设置有多个这样的单元。经由各个子系统（包括激光单元 111）的操作，可通过相应地引导一束或多束光束而使来自激光束的能量在给定的功率等级以及持续时间下施加至食品。

[0059] 系统 100 可包括提供预定放置区域的食物放置基部或间接加热器皿的放置基部 160，在该预定放置区域中可预期来自激光单元 111 的光束与食品之间的良好校准以便实现最优烹制。系统 100 可进一步包括成像子系统 130，使得能在烹制过程中通过例如监控装置（诸如 CCD 摄像机 131）经由观察路径连接器（viewing access connection）133 来观察食品。CCD 摄像机 131 可通过摄像机控制器 132 来控制。

[0060] 为了控制食物在基部单元 160 内的位置的各个方面，可使用食物定位器 121。通过资料或调节食物定位器 121 来控制正在烹制的食物的位置可通过定位器控制器 122 来控制。应当认识到的是，可控制与食物的位置相关的各个方面，包括在基部单元 160 内的高度

并且包括动态位置(诸如旋转等),以便实现期望的烹制结果。

[0061] 还应当认识到的是,可检测与烹制过程相关的各个方面并将其用作反馈,诸如光输出强度、烹制腔的温度等。因此,检测单元 140 可设置成包括光检测单元 141 以及低功率激光二极管单元 142,用于感测烹制过程(包括烹制前、烹制中、以及烹制后)的特定方面。

[0062] 应当注意的是,上述子系统可进一步由主计算机(诸如笔记本 PC (NOTEbook PC) 150)控制。例如,CCD 摄像机控制器 132 可能能够进一步通过笔记本 PC150 和连接器 152 来控制,该连接器可为私有连接器、总线、高速连接端口(诸如通用序列总线(USB)端口)、无线连接器等。笔记本 PC150 还可用于通过利用另一连接器 153 (其可为私有连接器、总线、诸如通用序列总线(USB)端口的高速连接端口、无线连接器等)与激光器控制器 112 界面连接来控制诸如激光单元 111 的位置和功率的参数。此外,笔记本 PC150 可用于通过利用连接器 151 (其可为私有连接器、总线、诸如通用序列总线(USB)端口的高速连接端口、无线连接器等)与位置控制器 122 界面连接来控制食物在基部单元 160 内的位置。

[0063] 应当注意的是,各种硬件或软件界面可与微控制器或基于 PC 的系统(诸如笔记本 PC150)结合来使用,以是所有的子系统界面连接,从而提供上述操作的控制。

[0064] 尽管应当认识到笔记本 PC150 可提供用于开发的方便的平台,然而可使用桌上型 PC、基于通用微控制器的系统、或基于专用微控制器的系统。在使用者需要的情况下,任何这样的控制器或计算机均应当设置有用以通过 PC 连接和操作的设施。如上所述,根据实施例,个人计算机可与定位子系统界面连接以允许食物在烹制过程中的良好定位。激光发射器组件的功率输出和激光器的操作模式可用于控制烹制过程期间的激光的功率,并且可由计算机控制。激光发射器组件 110 可包括激光器驱动器 112、激光单元 111、以及透镜组件和传递系统 117。激光枪校准系统 118 使来自激光单元 111 的激光束能对准,从而精准地落在待烹制的食物上。如将认识到的,额外的控制输入可用于控制使用所示部件的具有特定的功率、操作模式、以及光束聚焦的激光器。

[0065] 使用成像子系统捕捉食物的实时图像并将其显示在 PC 的监控器上,并可用于反馈和品质监控。对各个子系统进行了测试并且如果有必要的话可进行进一步的精调。应当认识到的是,上述计算机控制可通过开发控制应用而更进一步,该控制应用可确定食物的特殊种类、最优的控制参数,然后执行这些参数。在又一实施例中,计算机可连接至网络,并且因此可检索各种信息,诸如用于特定食品的烹制资料(profile)等,这些信息然后可与设备的控制结合来使用。

[0066] 为了更好地理解根据实施例的可能的各种构造,在此参照图 1B 至图 1C。尽管示出了例如壳体 190 内的例如激光发射器 110、激光束 115、基部单元 160、食品 170 的通常的相对构造,然而已出于简洁的目的而省略了各种细节。参照图 1B,实施例可包括发射激光束 115 的激光发射器 110,该激光束撞击在其中放置有食品 170 的容器 161 上。容器 161 可例如为这样的容器,该容器由实现基于恒定资料的加热的材料制成或者该容器经受了实现这样的加热的表面处理。以这样的方式,对于与食品类型相关的食品的吸收性质的依赖性是可忽略的,即,容器的材料与激光束 115 相互作用以便产生等离子体并且发生加热。结合图 1C 和相关实施例,可将食品 170 放置在壳体 190 内并且使用激光束 115 对其进行直接辐射,随之可发生加热,如在下文中更详细地描述的。

[0067] 结合图 1D 和相关实施例,两个或可能更多个发射器(诸如发射器 110 和发射器

110’)可产生激光束 115 和 115’，如在此描述的，这些激光束可落到食品 170 上导致加热并且实现烹制。图 1E 示出了其中发射器 110 可构造成旋转的实施例。可替换地，或者与旋转发射器 110 相关，台 160 也可构造成旋转。应当理解的是，通过旋转一个或更多个发射器 110 和台 160，来自激光束 115 的能量可更均匀地分布在食品 170 的表面上。在一个或多个实施例中，如在图 1F 中所示，激光发射器单元自身可为固定的，并且光束 115 自身可通过光束校准机构而被引导成以任何特定的图案(诸如利萨如图案(lissajous pattern)等)选转或移动，以便实现比光束 115 的点尺寸更大的覆盖面积，如本领域技术人员应当认识到的。

[0068] 结合又一个示例性且可替换的示例性实施例，如在图 1G 中所示，光束 115 可通过分离机构 180 分离成光束 115 和光束 115’，其可形成对食品 170 更多的覆盖。激光能量可在例如诸如反射镜 180 和 181’等的表面上反射，或者壳体 190 的内部可构造成反射来自激光束 115 的能量。在一些实施例中，可将分离机构 180 结合到壳体 190 的表面中，使得光束仅需指向壳体 190 的内表面的特定部分以实现分离。

[0069] 应当认识到的是，上述机构或其他机构可适于实施使用如在下文中将结合图 2 描述的激光器进行烹制的方法。可选取示例性过程 200 以根据示例性子过程或程序来对食物进行烹制。在 201(其可包括初始动作，诸如插入电源中、打开电源开关等，这些动作可对包括控制器电路的操作电路提供能量)中开始之后，在 202 中，可将食品定位在例如壳体(诸如上述壳体 190)内部。应当认识到的是，在 201 中开始时，如果必要的话还可结合开始或启动程序来执行连接至网络等以及导航至正确的URL，如本领域技术人员应当认识到的。在对激光束器提供能量之前，可在 203 处载入用于控制烹制食品的激光参数的资料，该资料可以包括用于特定食品的特定参数、用于一般烹制或加热的一般参数、或者用于使用如上所述的壳体内容器来烹制的固定参数。一旦载入激光参数并经历普通的动作(诸如按下开始按钮等，该动作也可作为与安全性相关的各种互锁装置的先决条件，如应当认识到的)，可对激光发射器提供能量，并且可在 204 (其设定成在食品中和食品周围产生等离子体)中根据载入的资料将呈光束形式的激光能量施加至食品。当正在施加激光能量时，可在 205 中产生并检测到各种反馈，这些反馈包括但不限于温度、光的等级、红外线等级、波长、或能够由激光束与食品或围绕食品的容器的相互作用产生的任何其他这样的参数。该反馈可结合资料参数来使用以维持等离子体的产生，并确认正在如预期地进行烹制或至少与参数相关的能量的施加。通过反馈或通过开环(open loop)控制，可达到烹制被视为完成的点。如果烹制未完成，对应于 206 中的“否”，则可继续在 204 中施加激光能量。如果烹制完成，对应于 206 中的“是”，则可在 207 中对激光发射器停止供能并停止施加激光能量。应当认识到的是，可选地，在可完成该过程以及例如烹制腔的存取门被打开之前，可在 208 中开始特定的安全程序，诸如检查以确定是否已正确地对激光器停止供能，以及是否存在火或烟的危险等，这些情况将妨碍接触烹制的食品。还应当认识到的是，在施加能量的过程中，可使用其他机制(诸如感测过高的温度、感测传送至发射器驱动器的过高的电流等)来确定故障情况，如应当认识到的。在可选的安全检查(其对于认识等离子体产生的方面并不重要)之后，该过程在 209 中结束。在这种情形下，结束可简单地意味着示例性设备构造成准备用于下个烹制周期或可意味着已经去除电力。在任一情况下或在其他情况下，该过程可在重新供能或再次开始操作时再次开始，如应当认识到的。

[0070] 为了更好地理解等离子体的产生，图 3 示出了撞击在食品 170 表面上的示例性激

光 115。激光束 115 可具有为 λ 的波长以及占空比，该占空比在图中示出为激光脉冲时间或者激光开启时间 T_{ON}除以 $T_{总}$的因数，其可表示为占空百分比并且还可取决于频率或占空周期。在以上实例中，诸如在表 1 中所示，占空频率设定成以千赫兹（kHz）为单位。然而，应当认识到的是，由于取决于诸如激光波长和功率等级的因数，因而可有效地使用其他频率。

[0071] 因此，可通过光束 115 将激光能量施加至可搁置在台 160 上的食品 170 的表面。借助反馈（诸如通过成像子系统 130 和检测子系统 140 或其他反馈装置获得的反馈）或者通过不具有反馈的开环控制，可经由激光发射器 110（诸如通过控制激光器驱动器 112）来施加激光功率，从而实现能在激光撞击的表面中和该表面周围形成等离子体 310。通过控制激光的施加以产生并维持等离子体 210，可增强能量从激光 115 到食品 170 中的吸收，并且可通过来自所产生的等离子体的能量的持续和累积的吸收而实现烹制。应当认识到的是，由于发生了与等离子体的产生相关的共振和谐振，因而所述可以实现累积能量的效果，这有利于食物的快速烹制，如先前在现有技术中并未认识到的。

[0072] 尽管在此描述和示出了本发明的示例性实施例，然而本领域技术人员应当理解的是，可存在涉及具体设计、实施或者构建的多种变型或修改，并且在不偏离在本文中阐述的本发明性概念的情况下可做出这些变型或修改。

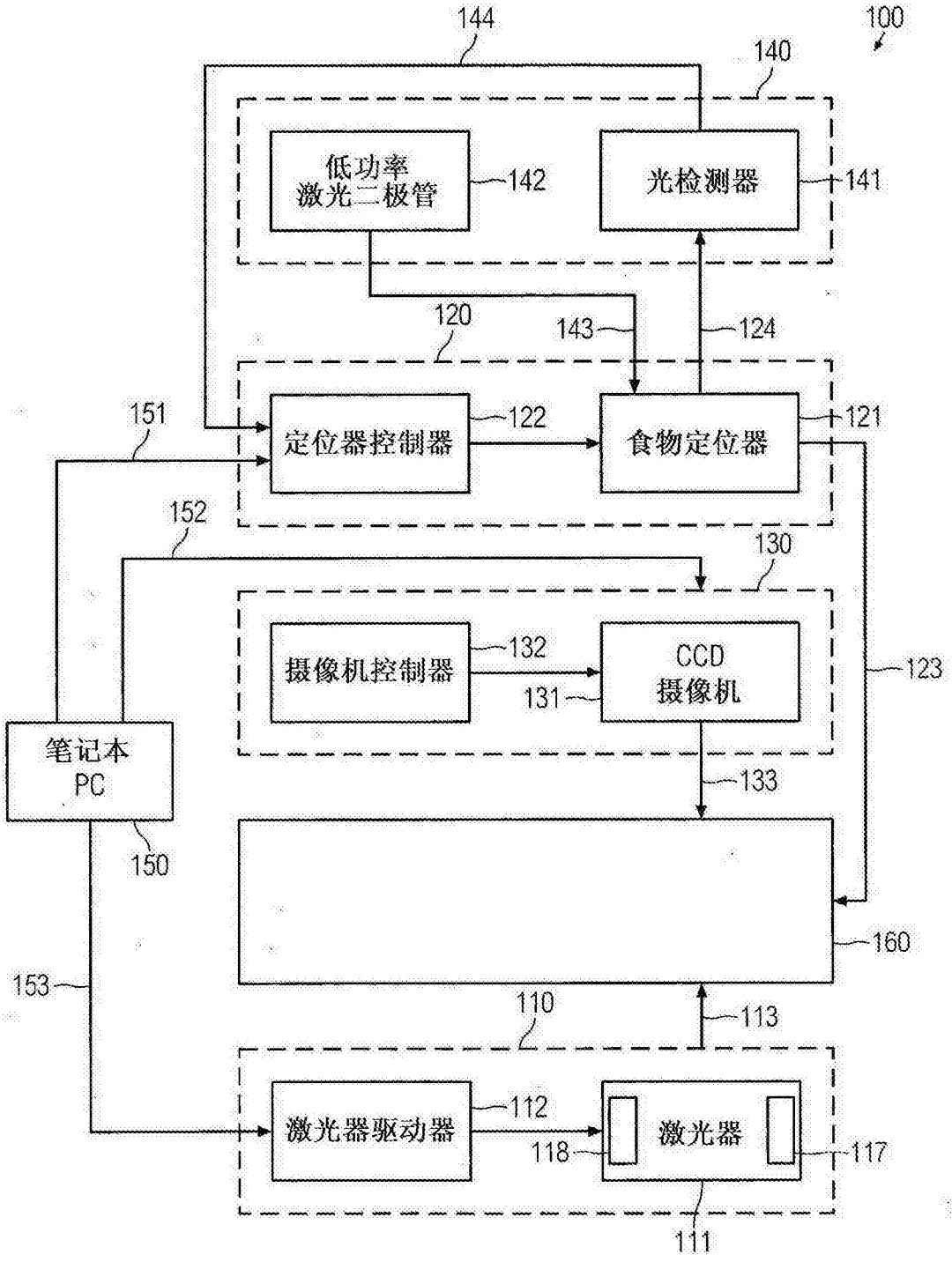

144
100
140
低功率
激光二极管
142
光检测器
141
120
143
124
151
定位器控制器
122
食物定位器
121
152
130
摄像机控制器
132
CCD
摄像机
131
123
笔记本
PC
133
150
160
153
110
113
激光器驱动器
112
激光器
118
117
111

图 1A

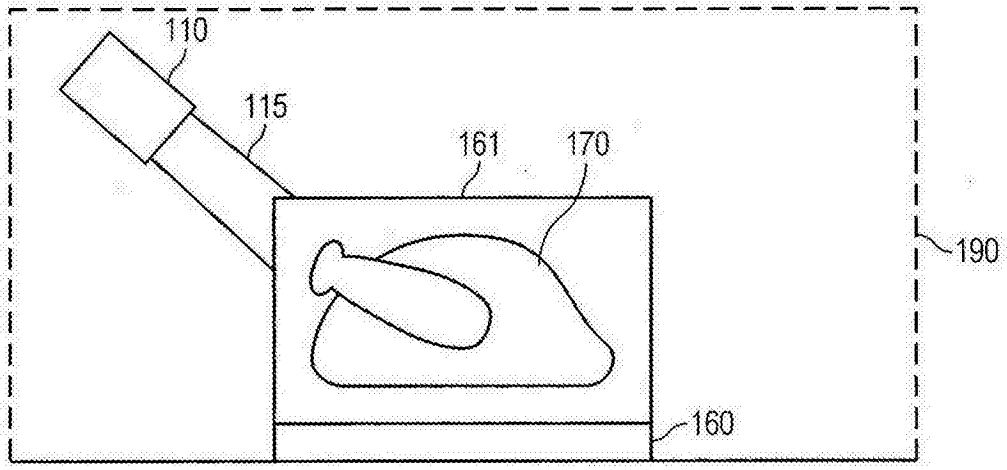

110
115
161
170
190
160

图 1B

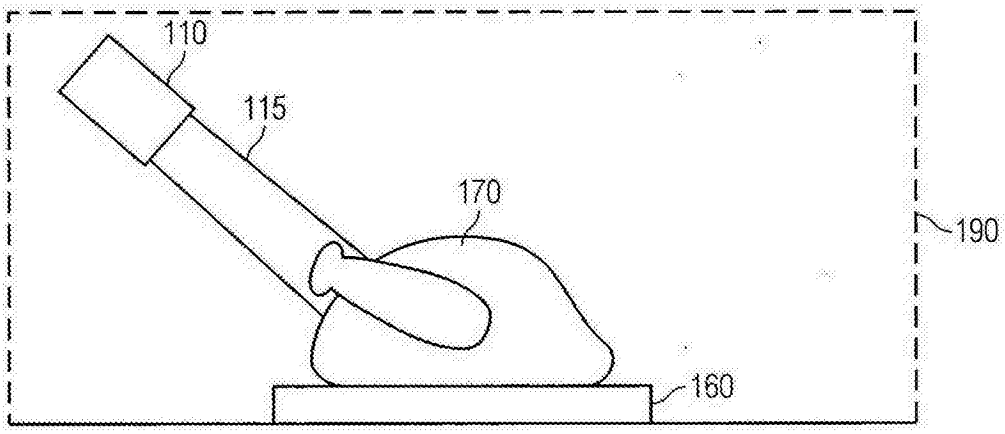

110
115
170
190
160

图 1C

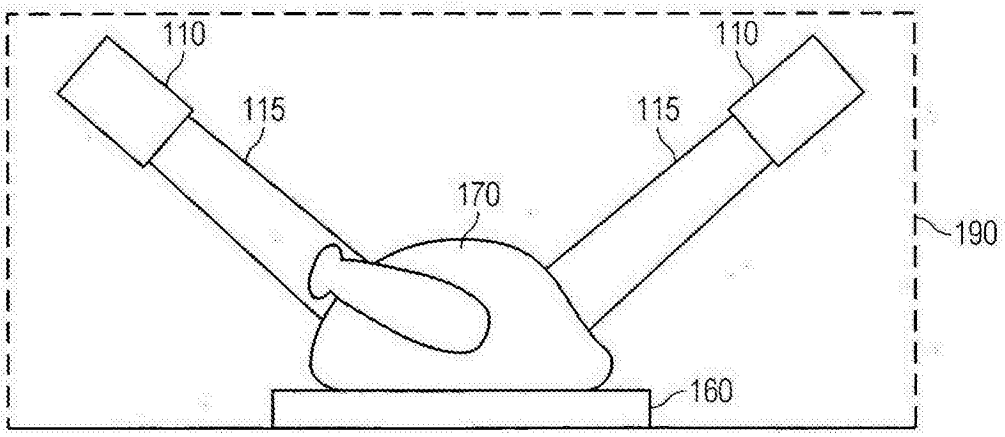

110
110
115
115
170
190
160

图 1D

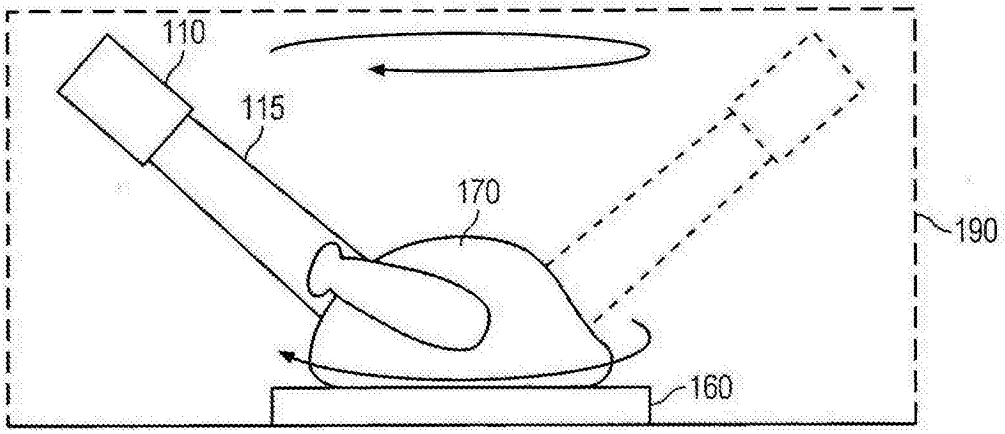

110
115
170
190
160

图 1E

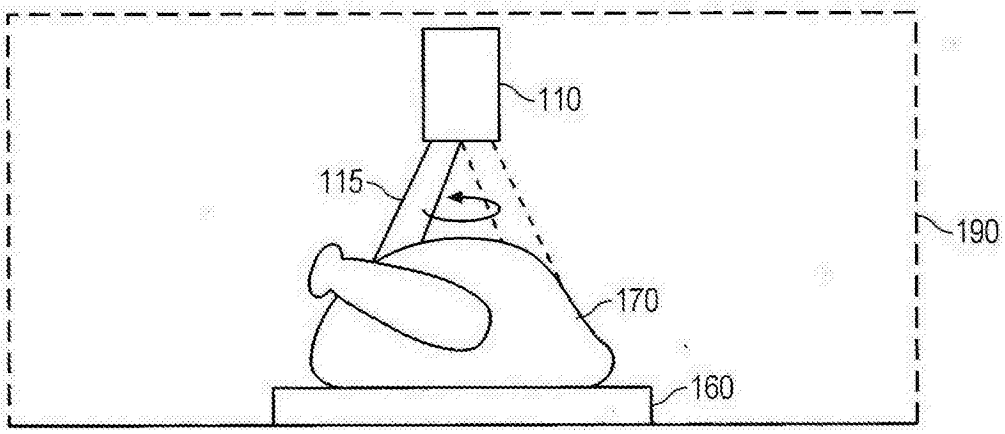

110
115
190
170
160

图 1F

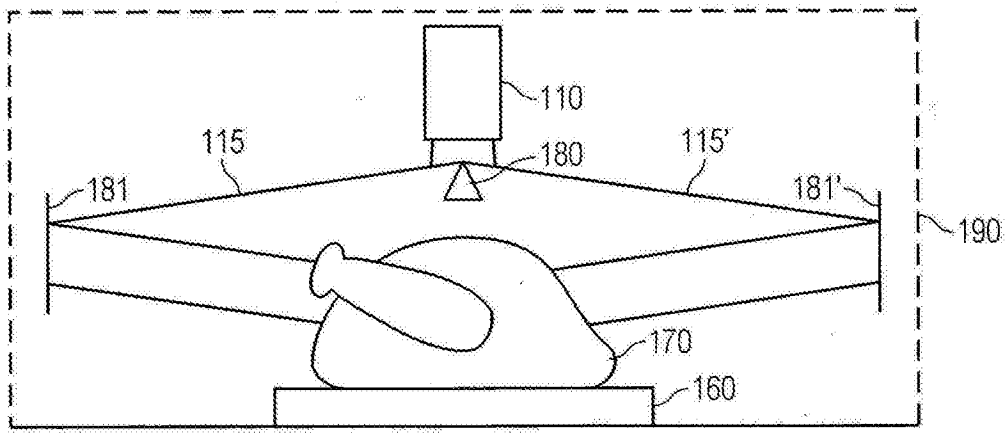

110
115
180
115'
181
181'
190
170
160

图 1G

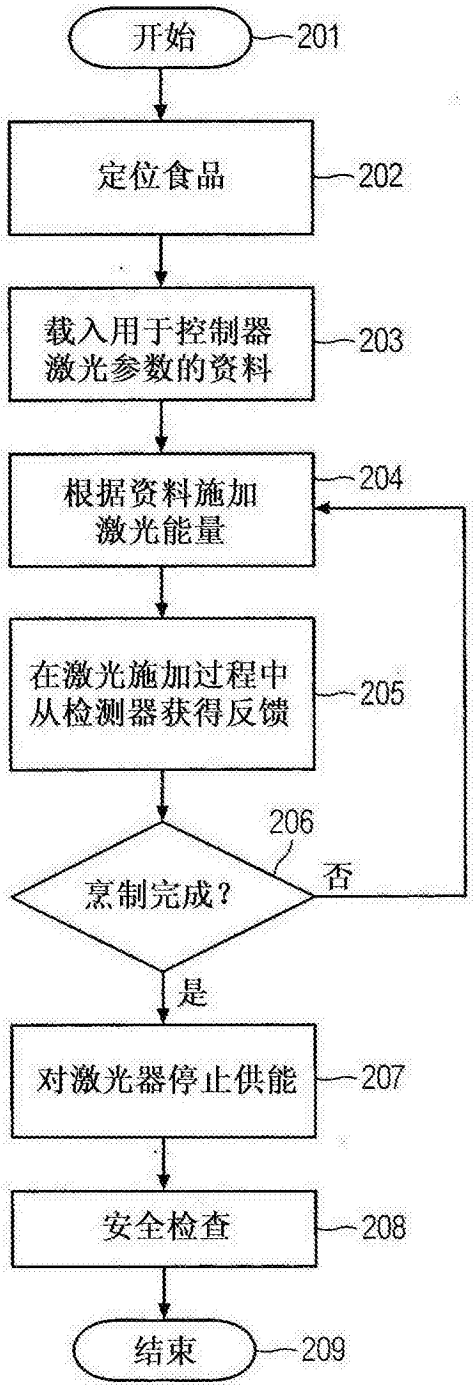

开始
201
定位食品
202
载入用于控制器
激光参数的资料
203
根据资料施加
激光能量
204
在激光施加过程中
从检测器获得反馈
205
206
烹制完成？
否
是
对激光器停止供能
207
安全检查
208
结束
209

图 2

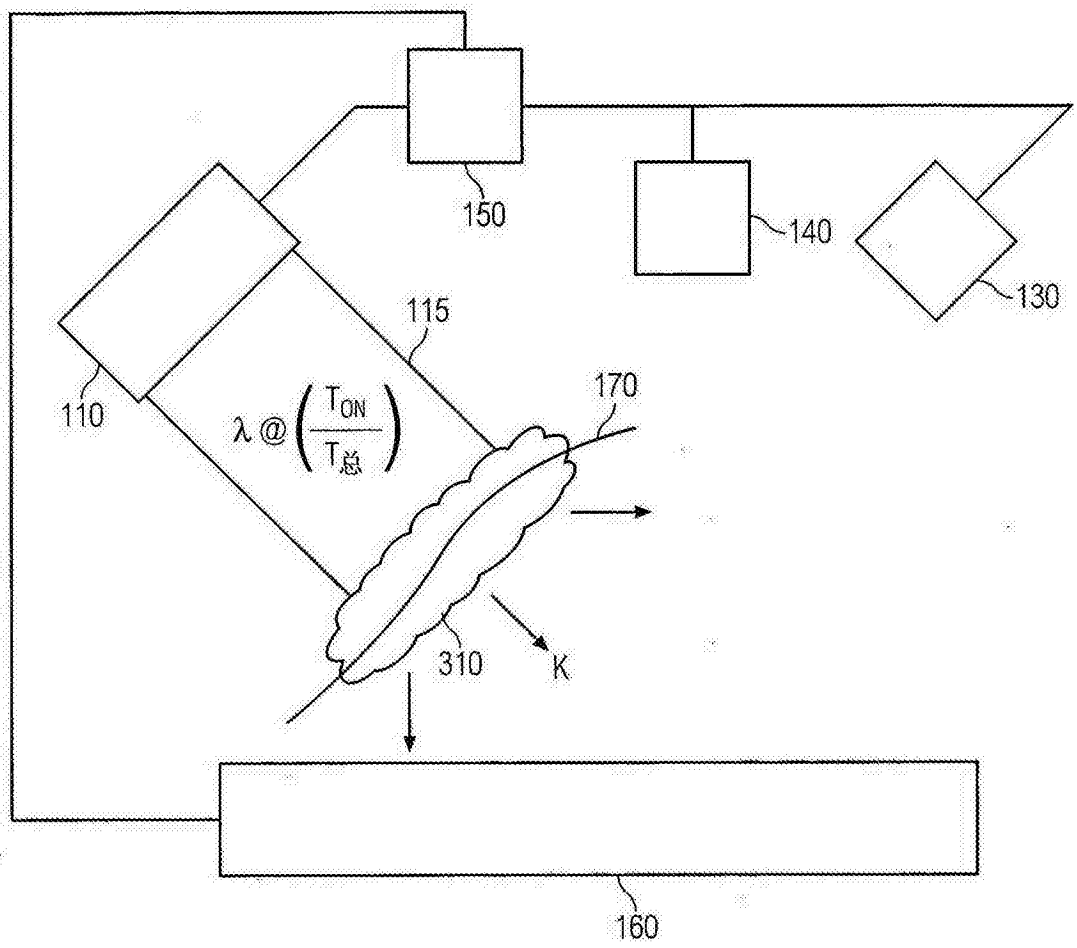


图 3