



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103492964 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201280020643. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 02. 22

G05B 19/4093(2006. 01)

(30) 优先权数据

13/036, 726 2011. 02. 28 US

(56) 对比文件

US 2008269943 A1, 2008. 10. 30,

CN 101893873 A, 2010. 11. 24,

CN 101813930 A, 2010. 08. 25,

CN 101444811 A, 2009. 06. 03,

US 2008269943 A1, 2008. 10. 30,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2012/000087 2012. 02. 22

审查员 马波

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/117391 EN 2012. 09. 07

(73) 专利权人 索利德康有限公司

地址 以色列奥尔耶胡达卡普兰街 33 号

(72) 发明人 迈克尔·伯尔曼

多伦·奥索弗兰斯基

克里斯托弗马修·凯尔德隆

安东尼约瑟夫·凯尔德隆

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所

(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

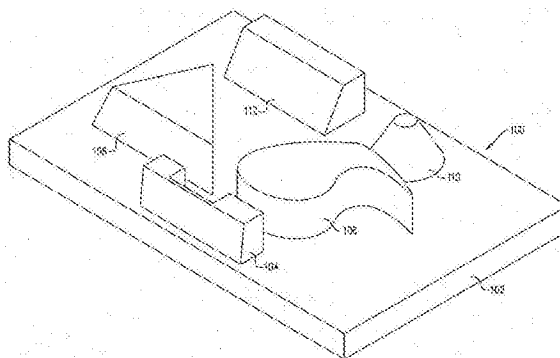
权利要求书7页 说明书25页 附图61页

(54) 发明名称

产生计算机工具路径的方法

(57) 摘要

本发明提供一种自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述方法包含步骤:在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,以及配置所述工具相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,所述啮合角度在所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。



1. 一种自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述方法包含下列六组步骤的至少一个:

所述步骤为:

在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度;

在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度;

配置所述旋转切割工具相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化;

所述步骤为:

选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域;

配置一非对称螺旋工具路径,用于在所述工件的区域中的旋转切割工具,所述非对称螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的此区域的一部分最大化;

所述步骤为:

确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间;及

在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定欲去除的一剩余开放区域;

所述步骤为:

选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域;

选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径去除的此区域的一第一部分;及

配置至少一次摆线状工具路径,用于去除所述工件的区域的一剩余部分;

其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的一加工时间;

所述步骤为:

参考欲由所述工件制成的物件的一横截面;

在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物;

在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径;及

所述工具路径遇一岛状物时,配置一缘沟工具路径,其定义一缘沟部于所述岛状物周围;以及

所述步骤为:

确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间;及

在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

2. 如权利要求1所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述方法包含所述六组步骤中的至少二个。

3. 如权利要求1所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述方法包含所述六组步骤中的至少三个。

4. 如权利要求1所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述方法包含所述六组步骤中的至少四个。

5. 如权利要求1至4任一项所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置一工具路径还包含下列至少一个:

最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率;

逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度;

在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载;及

将制造所述物件的成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述旋转切割工具上造成磨损的一成本的组合。

6. 如权利要求5所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

所述工具路径包含多个工具路径段;及

所述配置一路径包含递回地配置每一工具路径段;及

参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段还包含:

最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率;

逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度;及在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载。

7. 如权利要求6所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段;及

所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段;及

参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:

最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率;

逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度;及在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载。

8. 如权利要求7所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

所述非对称螺旋工具路径包含数个螺旋工具路径段;

所述次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段;

所述配置一非对称旋转工具路径包含递回地配置每一所述螺旋工具路径段;及

所述配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段。

9. 如权利要求8所述的自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

定义一复合区域,包含所述岛状物,于所述岛状物周围的缘沟部以及已由所述工件去除的区域作为一去除区域;及配置一工具路径以去除所述工件的一剩余区域,所述剩余区域不包含所述去除区域。

10. 一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述装置包含:

一工具路径配置引擎,操作于选择所述工件欲通过一旋转切割工具去除的一区域,以及用于下列至少一种组合:

所述组合为:

配置所述旋转切割工具相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,一啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化;

配置一非对称螺旋工具路径,用于所述工件的区域中的所述旋转切割工具,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的一部分最大化;

所述组合为:

确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间;及

在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定被去除的一剩余开放区域;

所述组合为:

选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径进行去除的区域的一第一部分;及

配置至少一次摆线状工具路径,用于去除所述工件的区域的一剩余部分;

其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的一加工时间;

所述组合为:

参考欲由所述工件制成的物件的一横截面;

在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物;

在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径;及

所述工具路径于之后遇一岛状物,配置一缘沟工具路径,其定义缘沟所述岛状物周围;
及

所述组合为:

确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间;及

在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

11. 如权利要求10所述的自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述工具路径配置引擎操作于所述组合中

的至少二种。

12. 如权利要求10所述的自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:所述工具路径配置引擎操作于所述组合中的至少三种。

13. 如权利要求10至12任一项所述的自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置一工具路径还包含下列至少一个:

最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率;

逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度;在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载;及

将制造所述物件的成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述旋转切割工具上造成磨损的一成本的组合。

14. 如权利要求13所述的自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

所述工具路径包含多个工具路径段;及

所述配置一路径包含递回地配置每一工具路径段;及

参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:

最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率;

逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度;及在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载。

15. 如权利要求14所述的自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段;及

所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段;及

参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:

最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率;

逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度;及在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载。

16. 如权利要求15所述的自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,其特征在于:

所述配置工具操作于:

定义一复合区域,包含所述岛状物,于所述岛状物周围的缘沟部以及已由所述工件去除的区域作为一去除区域;及配置一工具路径以去除所述工件的一剩余区域,所述剩余区域不包含所述去除区域。

17. 一种自动化计算机控制机器,用于将一工件制成一物件,其特征在于:所述机器包含:

一控制器,操作用于选择所述工件欲通过一旋转切割工具进行去除的一区域;以及用于下列至少一种组合:

所述组合为:

引导所述旋转切割工具在所述工件的区域中沿着一非对称螺旋工具路径,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的一部分最大化;

引导所述旋转切割工具沿着相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,一啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化;及

所述组合为:

选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径进行去除的区域的一第一部分;及

引导所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径;

其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的一加工时间;

所述组合为:

确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间;及

在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定被去除的一剩余开放区域;

所述组合为:

参考欲由所述工件制成的物件的一横截面;

在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物;

在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径;及

所述工具路径于之后遇一岛状物,配置一缘沟工具路径,其定义缘沟所述岛状物周围;

及

所述组合为:

确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间;及

在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

18.一种由一工件制成的物件,其特征在于:其是使用一计算机控制机器工具通过选择所述工件欲以一旋转切割工具进行去除的一区域以及通过下列至少一种组合:

所述组合为:

引导所述旋转切割工具在所述工件的区域中沿着一非对称螺旋工具路径,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的一部分最大化;

引导所述旋转切割工具相对于所述工件沿着一工具路径,在所述工具路径中,一啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化;

所述组合为:

选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径进行去除的区域的一第一部分;及

引导所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径;

其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的一加工时间;

所述组合为:

确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间;及

在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定被去除的一剩余开放区域;

所述组合为:

参考欲由所述工件制成的物件的一横截面;

在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物;

在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径;及

所述工具路径于之后遇一岛状物,配置一缘沟工具路径,其定义缘沟所述岛状物周围;

及

所述组合为:

确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间;及

在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

19. 一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,其特征在于:所述方法包含:

选择所述工件欲通过一旋转切割工具进行去除的一区域;以及下列至少一种组合:

所述组合为:

引导所述旋转切割工具在所述工件的区域中沿着一非对称螺旋工具路径,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的一部分的最大化;

引导所述旋转切割工具相对于所述工件的沿着一工具路径,在所述工具路径中,一啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化;

所述组合为:

确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔

离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间；及

在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定被去除的一剩余开放区域;

所述组合为:

选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径进行去除的区域的一第一部分;及

引导所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径;

其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的一加工时间;

所述组合为:

参考欲由所述工件制成的物件的一横截面;

在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物;

在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径;及

所述工具路径于之后遇一岛状物,配置一缘沟工具路径,其定义缘沟所述岛状物周围;

及

所述组合为:

确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间;及

在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

产生计算机工具路径的方法

技术领域

[0001] 本发明是有关于数种系统及方法,用于自动化工具路径设计及计算机控制加工及制造其产品。

背景技术

[0002] 依据本领域现有技术状态的公开文件参考如下:

[0003] 美国专利第4,745,558号;第4,907,164号;第5,363,308号;第6,363,298号;第6,447,223号;第6,591,158号;第7,451,013号;第7,577,490号及第7,831,332号;以及美国公开申请第2005/0256604号。

发明内容

[0004] 本发明提供数种系统及方法,用于自动化工具路径设计及计算机控制加工及制造其产品。

[0005] 因此,根据本发明提供的一优选实施例为一种自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述方法包含下列步骤:在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合(engagement)角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,及配置所述旋转切割工具相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0006] 根据本发明一优选实施例,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将制造所述物件的成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0007] 优选地,所述工具路径包含多个工具路径段,所述配置一路径包含递归地(recursively)配置每一工具路径段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0008] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递归地配置所述工具路径段包含递归地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋

转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0009] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,所述方法包含:引导一工具路径,在所述工具路径中,一啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0010] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述装置包含:一工具路径配置引擎,操作用于配置一工具相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,所述啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0011] 优选地,所述配置包含最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率。优选地,所述配置还包含逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度。优选地,所述配置的操作在所述工具上维持一基本恒定的工作负载。优选地,所述配置的操作将制造所述物件的成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。在本段中所引用的优选的特征,也适用于本发明其它实施例界定的所有范围。

[0012] 优选地,所述工具路径包含多个工具路径段,且所述配置一路径包含递回地配置每一工具路径段,参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。在本段中所引用的优选的特征,也适用于本发明其它实施例界定的所有范围。

[0013] 优选地,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。在本段中所引用的优选的特征,也适用于本发明其它实施例界定的所有范围。

[0014] 优选地,所述配置还包含参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响。在本段中所引用的优选的特征,也适用于本发明其它实施例界定的所有范围。

[0015] 根据本发明再一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制机器由一工件制成一物件,所述机器包含一控制器,操作用于引导一旋转切割工具沿着相对于所述工件的一工具路径,在所述工具路径中,一啮合角度在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0016] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种由一工件制成的物件,其是使用一计算机控制机器工具加工,通过引导一旋转切割工具沿着一工具路径,在所述工具路径中,在旋转切割工具及所述工件之间的一啮合角度,在一预选最大允许啮合角度及一预选最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0017] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述方法包含以下步骤:选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,配置一非对称螺旋工具路径,用于在所述工件的区域中的旋转切割工具,所述非对称螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的此区域的一部分最大化。

[0018] 优选地,所述方法还包含:配置至少一次摆线状(trochoidal-like)工具路径,以所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分中,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径移动进行去除。

[0019] 优选地,所述方法还包含:在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,配置一非对称螺旋工具路径及至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0020] 优选地,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0021] 优选地,所述非对称螺旋工具路径包含数个螺旋工具路径段,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置一非对称旋转工具路径包含递回地配置每一所述螺旋工具路径段,及配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0022] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0023] 优选地,所述非对称螺旋工具路径为一收敛(converging)螺旋工具路径及一发散

(diverging)螺旋工具路径之一。

[0024] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,所述方法包含:选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,及引导所述工具在所述工件的区域中沿着一非对称螺旋工具路径,所述非对称螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的此区域的一部分最大化。优选地,所述方法还包含引导所述螺旋切割工具沿着至少一次摆线状工具路径,以所述工具在所述工件的区域的一剩余部分中,沿着所述次摆线状工具路径移动进行去除。

[0025] 根据本发明再一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述装置包含:一工具路径配置引擎,操作用于选择所述工件欲通过一旋转切割工具去除的一区域,及对于配置一非对称螺旋工具路径,用于所述工件的区域中的所述旋转切割工具,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的所述部分最大化。

[0026] 优选地,所述工具路径配置引擎,还操作用于配置至少一次摆线状工具路径,对于所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径进行去除。

[0027] 优选地,所述配置包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,配置一非对称螺旋工具路径及至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0028] 优选地,所述配置包含最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率。优选地,所述配置还包含逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度。优选地,所述配置还包含在所述工具上维持一基本恒定的工作负载。优选地,所述配置还将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0029] 优选地,所述非对称螺旋工具路径包含数个螺旋工具路径段,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置一非对称旋转工具路径包含递回地配置每一所述螺旋工具路径段,及配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0030] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将

每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0031] 优选地,所述非对称螺旋工具路径为一收敛螺旋工具路径及一发散螺旋工具路径之一。

[0032] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制机器,用于将一工件制成一物件,所述机器包含:一控制器,操作用于选择所述工件欲通过一旋转切割工具进行去除的一区域,及引导所述旋转切割工具在所述工件的区域中沿着一非对称螺旋工具路径,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的所述部分最大化。

[0033] 优选地,所述控制器还操作用于引导所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径移动进行去除。

[0034] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种由一工件制成的物件,其是使用一计算机控制机器工具加工,通过选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,及引导所述旋转切割工具在所述工件的区域中沿着一非对称螺旋工具路径,所述螺旋工具路径将所述工件通过所述旋转切割工具沿着所述非对称螺旋工具路径移动而去除的所述区域的所述部分最大化。

[0035] 优选地,所述物件还通过引导所述旋转切割工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径移动进行去除。

[0036] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述方法包含步骤:选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径去除的此区域的一第一部分,配置至少一次摆线状工具路径,用于去除所述工件的区域的一剩余部分,及其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的一加工时间。

[0037] 优选地,所述方法还包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,配置一非对称螺旋工具路径及至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0038] 优选地,参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0039] 优选地,所述非对称螺旋工具路径包含数个螺旋工具路径段,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置一非对称旋转工具路径包含递回地配置每一所述螺旋工具路径段,及配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少

一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0040] 优选地,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0041] 优选地,所述非对称螺旋工具路径为一收敛螺旋工具路径及一发散螺旋工具路径之一。

[0042] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,所述方法包含:选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径去除的此区域的一第一部分,引导所述工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径,选择所述工件的区域的一第一部分被操作以最小化去除所述工件的区域所需的加工时间。

[0043] 根据本发明再一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述装置包含:一工具路径配置引擎,操作用于选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径去除的此区域的一第一部分,配置至少一次摆线状工具路径,用于去除所述工件的区域的一剩余部分,及其中所述选择所述工件的区域的一第一部分的步骤被操作以最小化去除所述工件的区域所需的加工时间。

[0044] 优选地,所述配置还包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,配置一非对称螺旋工具路径及至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0045] 优选地,所述配置还包含最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率。优选地,所述配置还包含逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度。优选地,所述配置还包含在所述工具上维持一基本恒定的工作负载。优选地,所述配置还包含将物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0046] 优选地,所述非对称螺旋工具路径包含数个螺旋工具路径段,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置一非对称旋转工具路径包含递回地配置每一所述螺旋工具路径段,及配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述

啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0047] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0048] 优选地,所述非对称螺旋工具路径为一收敛螺旋工具路径及一发散螺旋工具路径之一。

[0049] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制机器,用于将一工件制成一物件,所述机器包含:一控制器,操作于选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径去除的此区域的一第一部分,引导所述工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径,选择所述工件的区域的一第一部分被操作以最小化去除所述工件的区域所需的加工时间。

[0050] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种由一工件制成的物件,其是使用一计算机控制机器工具加工,通过选择所述工件欲通过所述旋转切割工具去除的一区域,选择所述工件欲通过一非对称的螺旋工具路径去除的此区域的一第一部分,引导所述工具在所述工件的区域的一剩余部分沿着至少一次摆线状工具路径,选择所述工件的区域的一第一部分被操作以最小化去除所述工件的区域所需的加工时间。

[0051] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述方法包含步骤:参考欲由所述工件制成的物件的一横截面,在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物,在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径,所述工具路径遇一岛状物时,配置一缘沟(moat)工具路径,其定义一缘沟部于所述岛状物周围。

[0052] 优选地,所述方法还包含定义一复合区域,包含所述岛状物,所述围绕岛状物的周围以及已由所述工件去除的区域作为一去除区域;及配置一工具路径以去除所述工件的一剩余区域,所述剩余区域不包含所述去除区域。

[0053] 优选地,所述方法还包含:在一工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,配置相对于所述工件的所述缘沟工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0054] 优选地,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成

本的组合。

[0055] 此外,所述工具路径包含多个工具路径段,且所述配置一路径包含递回地配置每一工具路径段,参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0056] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0057] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,所述方法包含:参考欲由所述工件制成的物件的一横截面,在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物,在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径,所述工具路径遇一岛状物时,配置一缘沟工具路径,其定义一缘沟部于所述岛状物周围。

[0058] 根据本发明再一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述装置包含:一工具路径配置引擎操作用于参考欲由所述工件制成的物件的一横截面,在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物,在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径,所述工具路径遇一岛状物时,配置一缘沟工具路径,其定义一缘沟部于所述岛状物周围。

[0059] 优选地,所述配置引擎也被操作用于定义一复合区域,包含所述岛状物,所述围绕岛状物的周围以及已由所述工件去除的区域作为一去除区域;及配置一工具路径以去除所述工件的一剩余区域,所述剩余区域不包含所述去除区域。

[0060] 优选地,所述配置引擎也被操作用于在一工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,配置相对于所述工件的所述缘沟工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0061] 优选地,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0062] 此外,所述工具路径包含多个工具路径段,且所述配置一路径包含递回地配置每

一工具路径段,参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0063] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0064] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制机器,用于将一工件制成一物件,所述机器包含:一控制器,操作于参考欲由所述工件制成的物件的一横截面,在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物,在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径,所述工具路径遇一岛状物时,配置一缘沟工具路径,其定义一缘沟部于所述岛状物周围。

[0065] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种由一工件制成的物件,其是使用一计算机控制机器工具加工,通过参考欲由所述工件制成的物件的一横截面,在所述工件的一表面定义所述横截面的隔离区域,其不被去除而成为岛状物,在不具有岛状物的一区域中开始配置一工具路径,所述工具路径遇一岛状物时,配置一缘沟工具路径,其定义一缘沟部于所述岛状物周围。

[0066] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,通过去除所述工件不包含在所述物件中的部分,所述方法包含以下步骤:确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间,在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

[0067] 优选地,所述方法还包含在分离通道对于所述旋转切割工具配置至少一次摆线状工具路径,通过所述工具沿着所述摆线状工具路径进行去除。

[0068] 优选地,所述方法还包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,相对于所述工件配置至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0069] 此外,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持

一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0070] 优选地,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0071] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0072] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,所述方法包含:确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间,在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

[0073] 根据本发明再一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器通过去除所述工件不包含在所述物件中的部分由一工件制成一物件,所述装置包含:一工具路径配置引擎操作用于确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间,在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

[0074] 优选地,所述工具路径配置引擎还操作用于在所述分离通道对于所述旋转切割工具配置至少一次摆线,通过所述工具沿着所述次摆线移动进行去除。

[0075] 此外,所述配置包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,相对于所述工件配置至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0076] 此外,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的

变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0077] 此外,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0078] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0079] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制机器,用于将一工件制成一物件,所述机器包含:一控制器,操作用于确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间,在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

[0080] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种由一工件制成的物件,其是使用一计算机控制机器工具加工,通过确认至少一开放区域,用于使去除所述开放区域所需的一第一加工时间长于通过在两独立区域之间以旋转切割工具去除一分离通道并且去除两独立区域而将所述至少一开放区域分成所述两独立区域所需的第二加工时间,在所述至少一开放区域中,在所述至少一开放区域的一外部边界的边缘上延伸于二点之间限定至少一分离通道,从而将所述至少一开放区域划分为至少二独立的区域。

[0081] 优选地,制造所述物件也通过引导所述旋转切割工具在所述分离通道沿着至少一次摆线状工具,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径移动进行去除。

[0082] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制执行方法,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器由一工件制成一物件,所述方法包含步骤:确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间,及在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一

半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定欲去除的一剩余开放区域。

[0083] 优选地,所述方法还包含在分离通道对于所述旋转切割工具配置至少一次摆线状工具路径,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径进行去除。

[0084] 优选地,所述方法还包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,相对于所述工件配置至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0085] 此外,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0086] 优选地,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0087] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0088] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种采用一计算机控制机器加工一工件的方法,所述方法包含:确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间,及在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定欲去除的一剩余开放区域。

[0089] 根据本发明再一优选实施例,还提供一种自动化计算机执行装置,用于产生指令以控制一计算机数值控制机器通过去除所述工件不包含在所述物件中的部分由一工件制成一物件,所述装置包含:一工具路径配置引擎操作用于确认至少一半开放区域,用于使通

过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间,及在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定欲去除的一剩余开放区域。

[0090] 优选地,所述工具路径配置引擎还操作用于在所述分离通道对于所述旋转切割工具配置至少一次摆线,通过所述工具沿着所述次摆线移动进行去除。

[0091] 此外,所述配置包含在一旋转切割工具及所述工件之间选择一最大允许啮合角度,在所述旋转切割工具及所述工件之间选择一最小允许啮合角度,相对于所述工件配置至少一次摆线状工具路径,使所述啮合角度于所述最大允许啮合角度及所述最小允许啮合角度之间逐渐变化。

[0092] 优选地,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将所述物件的加工成本最小化,因此所述成本为在所述制造所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述制造中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0093] 优选地,所述至少一次摆线状工具路径包含数个次摆线状工具路径段,配置至少一次摆线状工具路径包含递回地配置每一所述次摆线状工具路径段,及参考所述计算机数值控制机器,旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径段包含下列至少一个:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述旋转切割工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0094] 此外,每一所述工具路径段还包含数个工具路径子段,所述递回地配置所述工具路径段包含递回地配置每一所述工具路径子段,参考所述计算机数值控制机器、旋转切割工具及所述工件的材料的至少一特征所造成的影响,所述配置每一工具路径子段还包含:最小化,受限于其他限制的,所述啮合角度随时间的变化率,逐渐改变所述旋转切割工具相对应所述啮合角度的变化的一进料速度,在所述工具上维持一基本恒定的工作负载,及将每一工具路径子段的加工成本最小化,因此所述成本为在所述加工所持续的时间中操作所述机器的一成本以及在所述加工中于所述工具上造成磨损的一成本的组合。

[0095] 根据本发明另一优选实施例,还提供一种自动化计算机控制机器,用于将一工件制成一物件,所述机器包含:一控制器,操作用于确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间,及在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半

开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定欲去除的一剩余开放区域。

[0096] 根据本发明又一优选实施例,还提供一种由一工件制成的物件,其是使用一计算机控制机器工具加工,通过确认至少一半开放区域,用于使通过采用一次摆线状工具路径去除所述至少一半开放区域所需的一第一加工时间长于通过在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间去除分离通道并且去除所述至少一半开放区域的剩余部分而隔离所述至少一半开放区域所需的一第二加工时间,及在欲去除的所述至少一半开放区域中,在所述至少一半开放区域及所述至少一半开放区域的全封闭外部边界段之间限定至少一分离通道,从而限定欲去除的一剩余开放区域。

[0097] 优选地,制造所述物件也通过引导所述旋转切割工具在所述分离通道沿着至少一次摆线状工具,通过所述工具沿着所述次摆线状工具路径移动进行去除。

附图说明

[0098] 依据以下的详细描述及附图,本发明将被充分的理解及领会。

[0099] 图1A至1S-2是有助于本发明理解的一系列的示意图。

[0100] 图2A至2L-2是有助于本发明理解的另一系列的示意图。

[0101] 图3A至3D是本发明某些部分外观的屏幕示意图。

[0102] 图4A及4B为显示图1A至1S-2及图2A至2L-2一般功能信息的示意图。

具体实施方式

[0103] 本发明是涉及一种自动化计算机执行方法的各种形式,用于产生指令以控制一计算机数值控制(computer numerical controlled,CNC)机器而由一原料制造一物件,用于机械加工(machining)所述原料的一种方法的各种形式,其采用上述的指令,用于产生上述指令的自动化计算机执行装置,一数值控制机器通过使用上述指令操作将一原料制造成一物件,及所述物件通过使用上述指令进行制造。

[0104] 本发明的各种形式相对描述于以下一系列的附图中,首先说明一实施例的一物件,将一物件模拟罩体置于所述原料上进行加工,及依序进行加工步骤,其通过本发明产生的指令进行制造。可以理解的是,虽然加工步骤是依照顺序显示,本发明并不限制于一种加工方法且可延伸,如上所述制造物件的指令产生及所述装置,承载并由此产生结果的装置。

[0105] 全文使用的用语计算(calculation)用以代表产生的指令,其可产生加工步骤的顺序而被采用在所述原料的特定加工区域。定义的计算(calculate),计算(calculation),以及计算(calculation)为相应的意思。

[0106] 如图1A及1B所示,分别为一物件100的示意及上视图,所述物件的一实施例可根据本发明进行制造。所选物件100的配置用以说明本发明各种特定的特征。值得注意的是,任何合适的三维物件,其可通过传统的一3轴的CNC机器工具进行加工,并根据本发明的一优选的实施例进行制造。

[0107] 如图1A及1B所示,所述物件100被视为具有一个一般为平面的基部102及设于此的5个凸部,其参阅编号为104,106,108及112,如图1C所示,为所述物件100轮廓的示意图,其显示覆盖的原料114。

[0108] 根据本发明一优选的实施例,一个工具路径设计者,使用所述自动化计算机执行方法用于产生指令以控制本发明一计算机数值控制机器,在一个标准格式(CAD)中,例如软件(SOLIDWORKS®),存取所述物件100的一个CAD图示。

[0109] 他从一个选择单中选择一种特定工具在所述物件100的制造中使用,并选择一种特定旋转切割工具用于执行所需的加工功能以制造所述物件。简单来说,所述物件100被选定为一个对象,其可以通过一单一的加工功能进行制造,可以理解的是,本发明的适用并不限于通过单一加工功能制造的对象。

[0110] 然后,所述工具路径设计者定义在所述物件100的制造中将被使用的所述原料的几何形状。通过本发明的自动化计算机执行装置或通过所述工具路径设计者的手动,其可自动完成。接着,所述工具路径设计者指定由原料构成的所述材料,例如INCONEL®718。本发明通过所述工具路径设计者基于所述加工工具,选择切割工具及材料的特征计算各种操作参数,以选择加工工具,选择切割工具及材料。

[0111] 如图3A至3D所示,为一系列的显示屏幕的范例,根据本发明一优选的实施例,所采用的系列显示屏幕对于所述工具路径设计者提供一种显示,以指示出各种操作参数,例如最小及最大的表面切割速度,最小及最大的切屑厚度,最小及最大的给料速度,最小及最大的主轴转速,在所述选择切割工具及工件之间的最小及最大的啮合角度,轴向切削深度,加工积极进级别。

[0112] 所述工具路径设计者在改变部分参数中被给予有限的自由,特别例如加工积极进级别。优选地,所述工具路径设计者也可能指示系统选择参数,例如实施的优化加工时间,在所述切割工具造成的磨损,加工成本,或其任何组合。可以理解的是,虽然前文描述的一些操作参数是对于所述工具路径设计者所显示的数值的范围,但本发明也可采用所有的操作参数计算出一最佳操作数值。

[0113] 如图3A-3D所示的显示屏幕,一旦出现在屏幕上的所有参数已完成,根据本发明一优选的实施例,计算用于加工所述工件的一工具路径,根据本发明一优选的实施例的工具路径的计算描述如图1A至1S-2所示,其说明所述工具路径在原料114中的实际进展。

[0114] 本发明的一特定特征为递归计算工具路径,因此,首先所述工具路径的一第一工具路径区域被计算用于所述工件的一初始区域,及之后所述工具路径的一随后连续工具路径段被同样计算用于所述工件的一剩余区域的一初始区域。其他随后的连续工具路径段以相同方式计算,直到用于加工整个工件至所述物件的一工具路径被计算出来。

[0115] 首先,所述原料的一第一截面具有与所述物件100重叠的轮廓,并且至指定的轴向切削深度具有被计算出的相同的深度。所述截面如1D所示,其参照编号为116。所述截面116的特征如具有一外部边界118及数个岛状物105,107,109,111及113,在所述截面116的深度分别对应至所述凸部104,106,108,110及112的截面。可以理解的是,通过一距离,一般略大于所述旋转切割工具的半径,所述岛状物105,107,111及113被外部偏移至所述凸部104,106,108,110及112的截面。因而当加工工具路径绕开所述岛状物时,在后续阶段,窄幅整理的宽度仍维持精加工。

[0116] 可以理解的是,所述截面116的轴向深度构成的一第一阶降(step down),其是在所述物件100的加工中的一第一阶段。如图1C所示,全文使用的用语阶降(step down)被描

述为在一恒定深度的一单一加工阶段。完成所述物件100的加工需要二个额外的阶降,以对应于截面119及120。因此,随后截面116的计算,一第二阶降及之后的第三阶降被计算,其对应所述截面119及120。优选地,在随后数个阶降之间的垂直距离,一般为所述旋转切割工具的直径的1至4倍。

[0117] 根据本发明一优选的实施例,首先,一加工区域在截面116会被自动确认。优选地有三种类型的加工区域,其通过外边界的特性进行分类。在全文中,一区域的边界段,通过一旋转切割工具及所述旋转切割工具的水平参数从所述区域的外侧通过所述区域可到达,其被称为一开放边缘(open edge)。其他全部的边界段整个被称为封闭边缘(closed edges)。

[0118] 加工区域的三种类型的分类如下:

[0119] 类型1:一开放区域,其特征在於:所述区域的整个外部边界包括开放边缘;

[0120] 类型2:一半开放区域,其特征在於:所述区域的整个外部边界包括开放边和封闭边缘;

[0121] 类型3:一封闭区域,其特征在於:所述区域的整个外部边界仅为封闭的边缘;

[0122] 优选地,在加工的一区域中,计算所采用的一工具路径包含一个或数个工具路径段,一般情况下,每一工具路径段为一收敛螺旋工具路径段,一次摆线状工具路径段及一发散螺旋路径段的其中之一。当加工类型1时,优选为一收敛螺旋工具路径段,当加工类型2时,优选为一次摆线状工具路径段,当加工类型3时,优选为一发散螺旋路径段。

[0123] 全文使用的用语次摆线(trochoidal-like)是指一次摆线状工具路径或及其变形,其保留一弯曲切削路径及返回路径,而将可被弯曲或大致伸直。

[0124] 正如在本技术领域的技术人员所知,所述螺旋工具路径段的加工关于每单位时间的材料去除量,通常比大致相同的平均步距的次摆线状工具路径段的加工更有效果。因此,本发明的目的是最大限度地提高由螺旋工具路径段加工的区域。

[0125] 计算一收敛螺旋工具路径段用于加工类型1的区域,优选地,一工具路径段内螺旋地从所述区域一外部边界至一内部轮廓。所述内部轮廓优选地计算如下:

[0126] 如以下情况,在没有岛状物的类型1的区域的的外部边界,所述内部轮廓优选地被计算为具有半径的一小圆,所述半径一般小于切割工具的半径,并且围绕所述区域的区域中心。

[0127] 如以下情况,在有一岛状物的类型1的区域的的外部边界,所述岛状物与所述类型1的区域的的外部边界之间的最短距离长于所述旋转切割工具的直径的选定部分,所述内部轮廓优选地一般沿着所述岛状物的外部边界计算。

[0128] 如以下情况:

[0129] 有一岛状物的类型1的区域的的外部边界,及所述岛状物与所述类型1的区域的的外部边界之间的最短距离短于所述旋转切割工具的直径的选定部分;或有一个以上岛状物的类型1的区域的的外部边界。所述内部轮廓优选地计算为一轮廓,通过一距离,大致相等于所述旋转切割工具的1.5倍半径,所述轮廓内部偏移至所述区域的外部边界。

[0130] 一旦计算内部轮廓,它会自动验证不自相交的内部轮廓。如以下情况,内部轮廓并自相交于一个或多个位置,优选地一瓶颈(bottleneck)在每一所述自相交附近被确认。如果瓶颈不与岛状物重叠,优选地在每一所述瓶颈计算一分离通道。所述分离通道优选地将

所述区域划分成二类型1的区域,其通过分离的收敛螺旋工具路径段彼此单独被加工。如果瓶颈不与一岛状物重叠,所述内部轮廓优选地重新计算,一般通过原始偏移的一半将其内部偏移至外部边界。所述过程反复进行,直到计算出不自相交的一内部轮廓。

[0131] 这是本发明的一特定特征,一收敛螺旋工具路径段向内螺旋地从一区域的外部边界至一内部轮廓,其被计算为一变形螺旋(morphing spiral)。全文使用的用语变形螺旋(morphing spiral)是指一螺旋工具路径逐渐变形为一边界的几何形状,或形成为一第二边界的几何形状的轮廓,或形成如所述螺旋工具段螺旋其间的轮廓。虽然各种方法的变化在本技术领域的技术人员是已知的,本发明的目的是实现根据本发明的优选实施例的特定方法的变化,如下所述。

[0132] 这是本发明的一特定特征,整个工具路径段所采用的切割工具的啮合角度是不固定的,在所述工具路径段的过程中,会在预定最小啮合角度及最大啮合角度之间变化。所述啮合角度的变化允许用于改变所述工具路径段过程中的不同跨距,从而使工具路径段可在二种普通的几何形状之间变化。全文使用的用语跨距(stepover)是指所述螺旋工具路径依序循环之间的距离。可以理解的是,所述切割工具通过采用变形螺旋工具路径段实现的效率,通常明显大于所述切割工具通过采用次摆线状工具路径段实现的效率。也可以理解为在适当的情况下,一啮合角度通常优选为接近最大啮合角度。

[0133] 可以理解的是,在一工具路径段的过程采用不同的啮合角度可能具有增加切割工具磨损的负面影响,原因在于在所述切割工具上会产生不同的机械负载且会使切屑变薄,本发明的特定特征在于,一般补偿这种负面影响用于通过自动动态调整进料速度,以对应于不同的啮合角度。本发明的另一特定特征为,所述啮合角度在所述工具路径段的过程中逐渐变化,从而防止工具负载的突然急剧变化,进一步减少的切割工具的过度磨损。

[0134] 现在回到采用一收敛螺旋工具路径段以加工一类型1的区域的计算,一旦内部轮廓已经计算,如图4A所示,所述循环次数会被包含一收敛螺旋工具路径段内螺旋地从所述区域的外部边界至内部轮廓优选的计算中。

[0135] 如图4A所示,多个预定密度的桥500从所述内部轮廓502至所述外部边界504分别被拉伸。每一桥500的一桥点506最初被定义为所述桥500的点与外部边界504的交点。除以最小跨距的长度在最短的桥通常等于最大循环数,其可以包含在螺旋工具路径段。除以最大跨距的长度的最长的桥一般等于循环的最小数目,必须包含在螺旋工具路径中。如上所述,由工具设计者基于提供的信息确定最小及最大啮合角度,所述角度确定所述螺旋工具路径段的最小及最大跨距。

[0136] 可以理解的是,从内部轮廓502在任何方向的最远距离,通过一收敛螺旋工具路径段可被加工,其为循环次数,被包含在收敛螺旋工具段乘以最大跨距。在内部轮廓502及外部边界504之间的区域,由内部轮廓超出的最远距离,通过所述收敛螺旋工具不能进行加工,因此,优选的加工方式是在所述收敛螺旋路径段的加工前进行剪切。全文所使用的剪切(clipping)是用于定义所述区域的区域加工计算,其不能通过一最佳的螺旋工具路径段进行加工。一般情况下,加工剪切区域,在所述螺旋工具路径段加工之前可通过一次摆线状工具路径段,或通过加工一分离通道,其从所述区域的剩余部分分离所述剪切区域,以及随后通过一螺旋工具路径段加工分离所述剪切区域。全文所使用的n参数被指定为一可能的循环次数,其被包含在一螺旋工具段中,其中n为一个数字,且于必须包含在所述螺旋工具路

径段中的最小循环次数中以及被包含在所述螺旋工具路径段中的最大循环次数之间。

[0137] 对于每一个n可能值,在外部边界504及内部轮廓502之间用于一第一加工方法以加工所述区域的一第一时间,其通过加总加工所述螺旋工具段所需的时间,以及如上述在外部边界504及内部轮廓502之间加工全部被确定的剪切区域所需的时间。被包含在所述螺旋工具路径段优选的循环次数被选为n值,其第一计算工作时间为最短。

[0138] 如以下情况,内部轮廓被计算作为一小圈,其围绕所述区域的区域中心。用于一第二加工方法的一第二工作时间被计算,通过加总沿着连接外部边界至内部轮廓的最短桥延伸所加工的一分离通道所需的加工时间,并进一步延伸穿过所述小圈,接着还沿着一相对桥上至一相对所述外部边界段延伸,从而将所述区域分离成二个独立的类型1区域,且加工所述二个独立的类型1区域为所需的工作时间。如以下情况,所述第二工作时间短于所述第一工作时间,所述第二加工方法优于所述第一加工方法。

[0139] 一旦被包含在所述收敛螺旋路径段的最佳循环次数被选择,如上所述,计算用于去除的剪切区域及工具路径。随后,通过所述剪切区域计算被定义的一新外部边界,且所有桥点在所述新外部边界被相应地更新。接着,所述螺旋工具路径段的实际路径被计算如下所示:

[0140] 首先,优选地选择一第一桥512的所述桥点510作为所述螺旋路径段514的一第一螺旋点。优选地选择第一桥512以大幅减少从之前的位置移动所述切割工具的所需时间。螺旋工具路径段514的一可能第二螺旋点被计算在一第二桥516作为一个点,在所述切割工具的一爬升方向中从第一桥512靠近第一桥512,通过将第二桥516的长度除以被包含在工具路径段514的剩余循环次数,所述点沿着第二桥516与第二桥516的桥点517相距。对于可能的第二螺旋点,从第一螺旋点510至所述可能第二螺旋点,通过所述螺旋路径工具514计算所述切割工具啮合所述材料的啮合角度。如以下情况,计算在所述预定的最大啮合角度及最小啮合角度之间的啮合角度,所述可能第二螺旋点被选择作为所述第二螺旋点518,且在第一螺旋点510及第二螺旋点518之间的一新线性子段520被加入于所述螺旋工具路径段514。

[0141] 如以下情况,所述啮合角度小于预定最小啮合角度,对于一第二螺旋点进行二进制搜寻,其计算出的啮合角度大致等于执行的预定最小啮合角度。从所述第二桥516的桥点517以最大跨距在所述可能第二螺旋点及第二桥上一点之间的距离执行二进制搜寻。一旦一第二螺旋点518被发现,在第一螺旋点510及第二螺旋点518之间的一新线性子段520被加入于所述螺旋工具路径段514。

[0142] 如以下情况,所述啮合角度大于预定最大啮合角度,对于一第二螺旋点进行二进制搜寻,其计算出的啮合角度大致等于执行的预定最大啮合角度。在所述第二桥516的桥点517及可能第二螺旋点之间执行二进制搜寻。一旦一第二螺旋点518被发现,在第一螺旋点510及第二螺旋点518之间的一新线性子段520被加入于所述螺旋工具路径段514。

[0143] 如以下情况,所述新线性子段520相交所述区域的内部轮廓,所述螺旋工具路径段在所述交点终止,可能产生一个或多个独立未加工剩余区域,一般相邻于内部轮廓502。对于每一所述独立的剩余区域,如果所述独立剩余区域的尺寸大于一预定小值,其计算为通过一次摆线状工具路径进行加工。

[0144] 如以下情况,所述新线性子段520相交于一岛状物,所述螺旋工具路径段514的计

算在所述交点终止,且计算一缘沟部开始于所述交点并绕开所述岛状物。对于一工具路径还未计算所述区域的剩余部分,被指定作为一新类型1区域,以分别进行计算。

[0145] 全文所使用的缘沟(moat)意指为一次摆线状工具路径段,其加工靠近岛状物并围绕所述岛状物的一通道,从而由所述需要被加工的材料剩余部分分离出所述岛状物。所述缘沟部的宽度优选为切割工具的半径的至少2.5倍,以及优选为所述切割工具半径的4倍。所述数值是预定的,然而所述工具路径设计者也可能修改。本发明的特定特征为,加工一缘沟部包围一岛状物,其被操作建立一剩余区域,所述相同类型的区域作为原始区域。当加工类型1区域或类型3区域,其为特定值,因此能够通过螺旋工具路径段被加工,这将比次摆线状路径段还具有效率。

[0146] 此外,一缘沟部包围一岛状物的加工可以有效防止一加工区域的二前端靠近所述岛状物,其可能在二前端之间形成一个或多个狭长的剩余壁。正如在本技术领域的技术人员所知,在加工中不希望形成所述狭长的剩余壁,其可能会导致所述切割工具及/或所述工件损坏。

[0147] 一旦第二螺旋点518已经被计算,被包含在所述工具路径段514的剩余部分的剩余循环次数会被更新。可以理解的是,所述剩余循环次数为一混合数字。所述螺旋工具路径段514的剩余部分的接续段被递回计算,从而第二螺旋点518被指定作为所述螺旋路径段514的剩余部分的一新第一点,而且所述桥530从第二桥516依所述切割工具的一爬升方向紧邻至第二桥516,其被指定为一新第二桥。此外,第二螺旋点518被指定作为第二桥516的一新桥点,及重新计算将被加工的所述剩余区域。

[0148] 类型2区域的加工计算如下:

[0149] 首先,一螺旋加工时间被计算作为用于加工分离通道以靠近类型2区域的全部封闭边缘所需的加工时间以及通过一收敛螺旋工具路径段用于加工所述区域的剩余区域所需的加工时间的总和。此外,一次摆线状加工时间被计算作为通过一次摆线状路径段用于加工整个类型2区域的所需时间。如果所述螺旋加工时间小于所述次摆线状加工时间,分离通道被计算靠近至所述区域的封闭边缘,且通过一收敛螺旋工具路径段,所述剩余分离区域被计算以进行加工。如果螺旋加工时间长于所述次摆线状加工时间,一次摆线状工具路线段被计算如下:

[0150] 选择所述区域的最大开放边缘作为所述区域的前端(front)。所述区域的外部边界的剩余部分被定义为阻挡边界(blocking boundary)。选择一开始端作为前端的二端的其一,用以当从所述开始端沿着前端加工至所述相对端时,会导致一顺铣工具路径。

[0151] 如图4B所示,为预定密度的多个桥线550,其各从一前端552拉伸,且穿过所述区域而面对一阻挡边界554。每一桥550的一桥点556首先被定义作为每一所述桥550于前端552的交点。选择一开始端560及一相对端562使所述桥550在所述切割工具的一爬升方向中从开始端往所述相对端562排序。一单一开放式次摆线状工具路径段564用于加工一区域以靠近具有一宽度的前端552,其大致相同于通过在每一桥550选择一合适点且在开始端560及相对端550之间以所述桥线550的顺序连接适合点而计算的最大跨距,如下所示:

[0152] 首先,开始端560优选地被选择作为所述单一摆线状工具路径段564的一第一点,所述单一摆线状工具路径段564的一可能第二点被计算作为在一第一桥570上的一点,其从第一点560依所述切割工具的一爬升方向靠近第一点560,所述可能第二点通过最

大跨距及所述第一桥570的长度被隔开。在如图4B所示的举例中,所述可能第二点被计算在所述第一桥572及阻挡边界554的交点574。

[0153] 对于可能第二点,所述啮合角度在所述切割工具啮合所述材料中,其通过所述切割工具路径从第一点至所述可能第二点进行计算。如以下情况,在所述预订最小啮合角度及最大啮合角度之间计算所述啮合角度,所述可能第二点被选择作为所述第二点,且在所述第一点560及第二点之间的一新线性子段被加入所述单一次摆线状切割工具路径段564。

[0154] 如以下情况,所述啮合角度小于所述预定最小啮合角度,对于一第二点进行二进制搜寻(binary search),其计算出的啮合角度大致等于执行的预定最小啮合角度。从所述第一桥570的桥点572以最大跨距及第一桥570的宽度沿着第一桥570在所述可能第二点及桥570上的一点执行二进制搜寻。一旦一第二点被发现,在所述第一点560及第二点之间的一新线性子段被加入所述单一次摆线状切割工具路径段564。

[0155] 如以下情况,所述啮合角度大于预定最大啮合角度,对于一第二点进行二进制搜寻,其计算出的啮合角度大致等于执行的预定最大啮合角度。在所述第一桥570的桥点572及可能第二点执行二进制搜寻。一旦一第二点被发现,在所述第一点560及第二点之间的一新线性子段被加入所述单一次摆线状切割工具路径段564。

[0156] 如图4B所示,交点574被选择作为第二点,且在所述第一点560及第二点之间的一新线性子段被加入所述单一次摆线状切割工具路径段564。

[0157] 之后,所述单一次摆线状切割工具路径段564的剩余部分的计算,其通过递回执行上述工具路径段的计算,并通过桥550上合适的点直到所选前端552的相对端562。

[0158] 如以下情况,所述单一次摆线状切割工具路径段564穿过一岛状物,所述单一次摆线状切割工具路径段564在所述单一次摆线状切割工具路径段564及所述岛状物的外部边界的交点被剪切,从而建立所述单一次摆线状切割工具路径段564的二不相交子段。

[0159] 所述子段沿着所述岛状物的外部边界的一部分被连接,并面对所述前端,所述部分为一封闭边缘。

[0160] 上述计算完成用于所述类别2区域的一个部分的工具路径段的计算。如上所述,在这点上,计算所述类别2区域被加工的剩余部分,及递回计算一工具路径,其用于加工所述类别2区域的剩余部分。可以理解的是,所述类别2区域的剩余部分的加工需要重新定位所述切割工具至所述类别2区域的剩余部分的一前端的一开始端。可以理解的是,本技术领域的技术人员已了解重新定位的技术。

[0161] 参照用于类型3区域的工具路径的计算,如上所述,当加工类型3区域时,优选为一发散螺旋工具路径段,计算一发散螺旋工具路径段以加工类型3区域,一工具路径通过多重嵌套内部轮廓向外螺旋,从一内部轮廓至一外部边界,所述嵌套内部轮廓计算如下:

[0162] 一第一嵌套内部轮廓被计算为一轮廓,其通过一距离向内偏移至所述区域的外部边界,所述距离大致相等于所述切割工具半径的1.5倍。然后,其他的嵌套内部轮廓从所述第一嵌套内部轮廓被向内递回计算,每一嵌套内部轮廓通过一距离从所述嵌套内部轮廓向内间隔且与其外部相邻。所述距离大致等于所述切割工具的1.5倍。最后一个嵌套内部轮廓被计算为一轮廓,其具有一区域中心,且更接近于所述切割工具半径的1.5倍至所述轮廓上的至少一点。向内的最后一个嵌套内部轮廓,最里面的轮廓被计算为具有一半径的一小圈,所述半径大致小于所述切割工具的半径,并围绕所述最后一个嵌套内部偏移轮廓的区域中

心。

[0163] 如以下情况,最内部的轮廓在一岛状物的外部边界内或与一岛状物的外部边界相交,计算一缘沟部包围所述岛状物,及重新计算最内部的轮廓在所述缘沟部的外部边界外,使最内部的轮廓不与任何岛状物相交。要注意的是,与任何岛状物的外部边界相交的嵌套内部轮廓将被舍弃。

[0164] 一旦嵌套内部轮廓已被计算,包含在一发散螺旋工具路径段中的循环次数,将从最内部的轮廓螺旋向外至最后一个嵌套内部偏移轮廓,其其优选的计算如下:

[0165] 多个桥线从最内部的轮廓被拉伸至下一个内部偏移轮廓而与其外部相邻。每一桥的桥点被定义作为桥与最内部的轮廓的交点。所述最短桥的长度除以最小跨距提供所述循环次数的一理论最大值,其理论上可被包含在所述发散螺旋工具路径段。所述最长桥的长度除以最大跨距提供所述循环次数的一绝对最小值,其必须被包含在所述发散螺旋工具路径段,其需要用于最内部的轮廓及下一个内部偏移轮廓之间的整个区域进行加工。

[0166] 可以理解的是,从最内部的轮廓依任何方向的最远距离,其通过所述发散螺旋工具路径段可以达成,其为通过最大跨距而被包含在所述发散螺旋工具路径段的循环次数。在最内部的轮廓及下一个内部偏移轮廓之间的区域,所述最远距离超出即无法通过所述发散螺旋工具路径段进行加工,且优选地,在所述发散螺旋工具路径段进行加工之后进行剪切。

[0167] 全文所使用的 n 参数,意指为一循环可能次数,其被包含在所述螺旋工具路径段,其中 n 为一数字,在被包含在所述螺旋工具路径段的最小循环次数及被包含在所述螺旋工具路径段的最大循环次数之间。

[0168] 对于每一 n 可能值,在

[0169] 理论上可被包含。在最内部的轮廓及下一个内部偏移轮廓之间的区域加工所需的一工作时间,通过加总加工所述螺旋工具路径段所需的时间及加工如上所述在最内部的轮廓及下一个内部偏移轮廓之间被定义的全部剪切区域所需的时间而被计算出。被包含在所述螺旋工具路径段的最佳循环次数被选择为 n 值,其为最短的计算工作时间。

[0170] 一旦被包含在所述螺旋工具路径段的最佳循环次数被选择,所述螺旋工具路径段的实际路径即被计算。优选地选择第一桥以最小化从之前的位置加工所述旋转切割工具的所需时间。所述螺旋工具路径段的可能第二螺旋点被计算为在一第二桥的一点,所述点的距离为从第一桥依切割工具的一爬升方向靠近第一桥,通过第二桥的长度除以被包含在所述工具路径段的剩余部分的循环次数。

[0171] 对于可能第二螺旋点,通过切割工具路径从第一螺旋点至可能第二螺旋点计算所述螺旋工具啮合所述材料的一啮合角度。如以下情况,被计算的啮合角度在所述预定最大及最小啮合角度之间,所述可能第二螺旋点被选择作为所述第二螺旋点,且在第一螺旋点及第二螺旋点之间的一新线性子段被加入至所述螺旋切割工具段。

[0172] 如以下情况,所述啮合角度小于所述最小啮合角度,对于一第二螺旋点进行二进制搜寻(binary search),其计算出的啮合角度大致等于执行的预定最小啮合角度。从所述第二桥的桥点以最大跨距在所述可能第二螺旋点及第二桥上一点之间的距离执行二进制搜寻。一旦一第二螺旋点被发现,在第一螺旋点及第二螺旋点之间的一新线性子段被加入于所述螺旋工具路径段。

[0173] 如以下情况,所述啮合角度大于预定最大啮合角度,对于一第二螺旋点进行二进制搜寻,其计算出的啮合角度大致等于执行的预定最大啮合角度。在所述第二桥的桥点及可能第二螺旋点之间执行二进制搜寻。一旦一第二螺旋点被发现,在第一螺旋点及第二螺旋点之间的一新线性子段被加入于所述螺旋工具路径段。

[0174] 如以下情况,所述新线性子段相交于一岛状物,所述螺旋工具路径段的计算在所述交点终止,且计算一缘沟部的起始并绕开所述岛状物。对于一工具路径还未计算所述区域的剩余部分,被指定作为一新类型3区域,以分别进行计算。

[0175] 如以下情况,所述新线性子段相交所述下一个内部偏移轮廓,计算所述发散螺旋工具路径段的一增加循环及所述增加循环的其他部分,其向内至下一个内部偏移轮廓,而在所述发散螺旋工具路径段及下一个内部偏移轮廓之间被定义为一个或多个未计算的剩余区域,所述剩余区域优选地通过采用一次摆线状工具路径段分别被计算为一类型2区域。向内至下一个内部偏移轮廓的所述增加循环的部分,沿着所述下一个内部偏移轮廓连接而形成一连续循环,其为所述发散螺旋工具路径段的最后循环。

[0176] 一旦第二螺旋点已经被计算,被包含在所述工具路径段的剩余部分的剩余循环次数会被重新计算,及所述螺旋切割工具路径段的接续段会被递归计算,从而所述第二螺旋点会被指定为所述螺旋工具路径段的剩余部分的一新开始点,所述桥从第二桥依所述切割工具的一爬升方向靠近至所述第二桥,其被指定为所述新第二桥。此外,所述第二桥点被指定为所述第二桥的新桥点,且被加工的剩余区域会被重新计算。

[0177] 接着,通过递归执行上述发散螺旋工具路径段的计算,完成对于剩余区域的所述发散螺旋工具路径的剩余部分的计算,在最后一个嵌套内部偏移轮廓及所述区域的外部边界之间穿过嵌套内部轮廓的接续对。

[0178] 可以理解的是,如上所述的工具路径计算产生多个分段线性工具路径。如以下情况,对于特定工件,一分段线性工具路径不适合由一特定CNC机器进行加工,一接近平滑的分段线性工具路径可被计算,这种近似方法在本技术领域的技术人员是众所周知的。

[0179] 续参照如图1D所示,截面116初步被确定为一类型1区域,其包含多个凸部。因此,在所述工件的外部边界及计算出的一内部轮廓之间计算一发散螺旋工具段而作为初始工具路径段。优选地,所述计算由一螺旋工具路径段的计算开始,其开始于所述截面116外围的一选定位置。参照如图1E-1及1E-2,为通过所述物件100的轮廓121覆盖所述原料114且各自独立的上视图。其中所述初始螺旋工具路径段被标示为数字122。要注意的是,所述螺旋工具路径以实线表示,其表示所述选择切割工具的中心,其截面范围被标示为如图1E-2的数字124,所述选定位置被标示为数字126,其优选地被选择以最小化从之前的位置加工所述旋转切割工具所需的时间。

[0180] 如图1E-1及1E-2所示,如上所述,最初工具路径段为计算的一收敛螺旋段。如图1E-1及1E-2所示的最初螺旋工具路径段122最终在交点130于所述岛状物105相交,所述螺旋工具路径段122在这点终止。如图1F-1及1F-2所示,计算一缘沟部132绕开所述岛状物105。

[0181] 如图1F-1及1F-2所示,所述缘沟部132的一内部边界134一般是沿着所述岛状物105的外部边界进行计算。可以理解的是,在所述岛状物105及所述缘沟部的内部边界134之间留下一窄偏移,其可能在下一个阶段完成加工。计算所述缘沟部132的外部边界136通过

所述缘沟部的宽度作为内部边界134的偏移。

[0182] 如图1L-1及1L-2所示,所述缘沟部132的外部边界136与所述岛状物107相交于点138及139。因此,计算一增加缘沟部140以绕开岛状物107,接合所述缘沟部132,14以形成一连续缘沟部,而绕开所述岛状物105,107。如图1F-1及1F-2所示,所述最初螺旋工具路径段122及所述接续缘沟部132,140的组合,其绕开所述岛状物105,107,且定义为一新类型1区域,其标示为数字142。

[0183] 区域142包含多个岛状物109,111及113。如图1F-1及1F-2所示,在所述区域142中检测一瓶颈150。如图1G-1及1G-2所示,因此,在所述瓶颈150的位置计算一分离通道152,而有效地将区域142分离成二独立的类型1区域,其被标示为154,156。

[0184] 如图1H-1及1H-2所示,最初显示计算用于区域154的一螺旋工具段,而递延所述区域154的计算。如图1H-1及1H-2所示,选择一开始点160及一螺旋工具路径段162一般从初始点160沿着所述区域154的外部边界延伸直到在所述交点164与所述岛状物109相交,所述螺旋工具路径段162在这点上终止。如图1I-1及1I-2所示,计算一缘沟部166绕开所述岛状物109,所述区域154的剩余部分被定义为一类型1区域,其标示为数字170。

[0185] 如图1I-1及1I-2所示,所述区域170包含岛状物111,113。在区域170中检测一瓶颈172。如图1J-1及1J-2所示,因此,在所述瓶颈172的位置计算一分离通道174,而有效地将区域170分离成二独立的类型1区域,其被标示为176,178。

[0186] 如图1K-1及1K-2所示,最初显示计算用于加工区域176的一螺旋路径,而递延所述区域178的计算。如图1K-1及1K-2所示,区域176不包含任何岛状物,计算一收敛螺旋工具路径段以加工区域176,其区域176的内部边界为具有一半半径的小圈177,所述半径一般小于所述工具的半径,且被围绕在区域176的区域中心外。

[0187] 接着,如图1L-1及1L-2所示,计算用于所区域178的一螺旋工具路径段,被选择的一开始点180及一螺旋工具路径段一般从最初点180沿着区域178的外部边界延伸,直到在交点184于岛状物111相交,螺旋工具路径段182在这点被终止。如图1M-1及1M-2所示,计算一缘沟部186绕开凸部110。

[0188] 可以理解的是,如以下情况,计算一缘沟部的外部边界作为接近所述类型1区域的外部边界,其包含所述缘沟部,计算所述缘沟部的一加宽位置以避免在所述缘沟部及所述区域的外部边界之间形成一狭窄残墙。如本技术领域的技术人员所知,不希望形成狭窄残墙作为加工,其会导致所述切割刀具及/或所述工件的损坏。

[0189] 如图1M-1及1M-2所示,计算一缘沟部186的外部边界作为接近所述区域178的外部边界。因此,所述缘沟部186沿着其中的一狭窄残墙区域189局部加宽至所述区域178的外部边界,没有这样加宽,一狭窄残墙将被形成在缘沟部186及所述区域的外部边界之间。局部加宽的缘沟部186将区域178分离成二独立类型1区域,其标示为数字190,192。如图1N-1及1N-2所示,最初显示计算区域190,而递延所述区域192的计算。如图1N-1及1N-2所示,区域190的二剪切区域被标示为数字196,198。计算将被加工的区域196,198,其通过一次摆线状工具路径段之前,通过一螺旋工具路径段加工区域190的剩余部分。

[0190] 所述区域190的剩余部分不包含任何岛状物,计算一收敛螺旋工具路径段以加工所述区域190的剩余部分,其具有的内部边界为有一半半径的小圈191,所述半径一般小于所述工具的半径,并缘沟所述区域190的剩余部分的区域中心。

[0191] 接着,计算一螺旋工具路径段用于区域192。如图10-1,10-2所示,所述区域192之一,被标示为数字200,通过剪切被确认。计算所述区域200被加工,其通过在一次摆线状工具之前,通过一螺旋工具路径段加工所述区域192的剩余部分。

[0192] 此外,如图1P-1,1P-2所示,区域192的一增加区域,其标示为数字202,且通过剪切被确定。然而,所述区域202的计算将更有效率地被加工作为一独立类型1区域。因此,一分离通道210将所述区域192的剩余部分分离成二类型1区域,其标示为数字202,214并且被计算。因此,如图1Q-1,1Q-2所示,区域202不包含任何凸部,计算一收敛螺旋工具路径以加工所述区域202,其具有的内部边界为有一半径的小圈213,所述半径一般小于所述工具的半径,且围绕于所述区域202的区域中心。

[0193] 加工一分离通道210及加工区域202被计算,在一加工时间作为一类型1区域结果,其时间小于所述区域202通过一次摆线状工具路径段加工的时间。

[0194] 如图1R-1,1R-2所示,其显示的区域214包含一岛状物113,其一般位于所述区域214中。因此,计算一收敛螺旋工具路径段216以加工所述区域214,其具有的内部边界一般是沿着所述岛状物113的外部边界。如图1R-1,1R-2所示,所述螺旋工具路径216最终与所述岛状物113相交于交点218,所述螺旋工具路径段216终止在这点。可以理解的是,在加工段216之后,可能保持一个或多个类型2区域以靠近所述岛状物113,并通过次摆线状工具路径段进行加工。

[0195] 续如图1S-1,1S-2所示,其显示计算区域156的加工。如图1S-1,1S-2所示,所述区域156的一剪切区域,其标示为数字230,通过剪切进行确认。优选地,计算所述区域230通过一次摆线状工具路径段进行进行加工,然后计算所述区域156的剩余部分以通过一螺旋工具路径段进行加工。

[0196] 可以理解的是,如上所述的计算构成一工具路径的计算,其用于一第一阶降(step down)的加工,且在宿舍哦物件100的加工中为第一阶段。全文所使用的阶降(step down),其描述为在一恒定深度的一单一加工阶段。如图1C所示,完成所述物件100加工需三个阶降。因此,之后类似的计算如上所述,所述工具路径设计者计算所述第二阶降119及其第三阶降120的加工,从而完成所述物件100的整个粗糙加工。优选地,在随后的数个阶降之间的所述垂直距离一般在所述切割工具的直径的1至4倍。

[0197] 可以理解的是,以下一物件的粗糙加工,其余粗糙加工的一增加阶段被计算,在所述物件100的倾斜面上,通过一系列的阶降减少被建立的大量所述剩余阶段。

[0198] 如图2A至2L-2所示,其根据本发明的一个优选实施例说明其他路径的计算。如图2A及2B为说明一物件400的各自独立的上视图。所述物件400的配置被选择用于说明本发明增加的各种特定的特征。要注意的是,根据本发明的一个优选实施例,任何三维物件通过传统的一三维机器工具都可以被加工而被制造。

[0199] 如图2A及2B所示,所述物件400被视为具有一平面的基部402,一般于其中一个凸部上延伸,其标示数字为404。如图2C说明通过物件400的截面覆盖原料410。所述截面420的特征为,具有一外部边界422及一岛状物405,其在所述截面420的深度上对应所述凸部404的截面。

[0200] 如图2C所示的范例中,所述截面420初步确认为一类型3区域424,其包含一岛状物405。如上所述,在所述区域424的外部边界422及所述区域424的一内部轮廓之间,多个嵌套

的偏移轮廓被计算。初步计算最内部的轮廓用于重叠所述岛状物405的外部边界。因此,如图2D-1及2D-2所示,计算一缘沟部428以绕开所述岛状物405,及计算最内部轮廓430以向外至所述缘沟部428的外部边界。

[0201] 如图2D-1及2D-2所示,最内部的轮廓430及嵌套内部轮廓440,向外至最内部的轮廓430,其被定义为一类型3区域442。如图2E-1及2E-2所示,一发散工具路径段443初步被计算用于在最内部的轮廓430及嵌套内部轮廓440之间向外螺旋,从而建立二剩余区域444,446。如图2F-1及2F-2所示,通过采用一次摆线状工具路径计算剩余区域444以被加工作为一类型2区域。同样地,如图2G-1及2G-2所示,通过采用一次摆线状工具路径计算剩余区域446以被加工作为一类型2区域。

[0202] 续如图2H-1及2H-2所示,说明计算一发散螺旋工具路径段以加工一类型3区域448,其被定义在嵌套内部轮廓440及嵌套内部轮廓450之间。接着,如图2I-1及2I-2所示,同样计算一发散螺旋工具路径段以加工一类型3区域452,其被定义在嵌套内部轮廓450及嵌套内部轮廓460之间。

[0203] 如图2J-1及2J-2所示,其显示计算一发散螺旋工具路径段以加工一类型3区域468,其被定义在嵌套内部轮廓460及外部边界422之间。从而建立二剩余区域470,472。如图2K-1及2K-2所示,计算剩余区域470通过过采用一次摆线状工具路径段以加工一类型2区域。同样地,如图2L-1及2L-2所示,计算剩余区域472通过过采用一次摆线状工具路径段以加工一类型2区域。从而完成所述物件400的加的计算。

[0204] 本技术领域的技术人员将理解的是,本发明并不限于上文中已具体示出和描述的内容。另外,本发明还包括上文中描述的特征,以其修改和变化的各种组合和子组合,其包含本技术领域的技术人员在阅读前述说明的和未描述的现有技术。

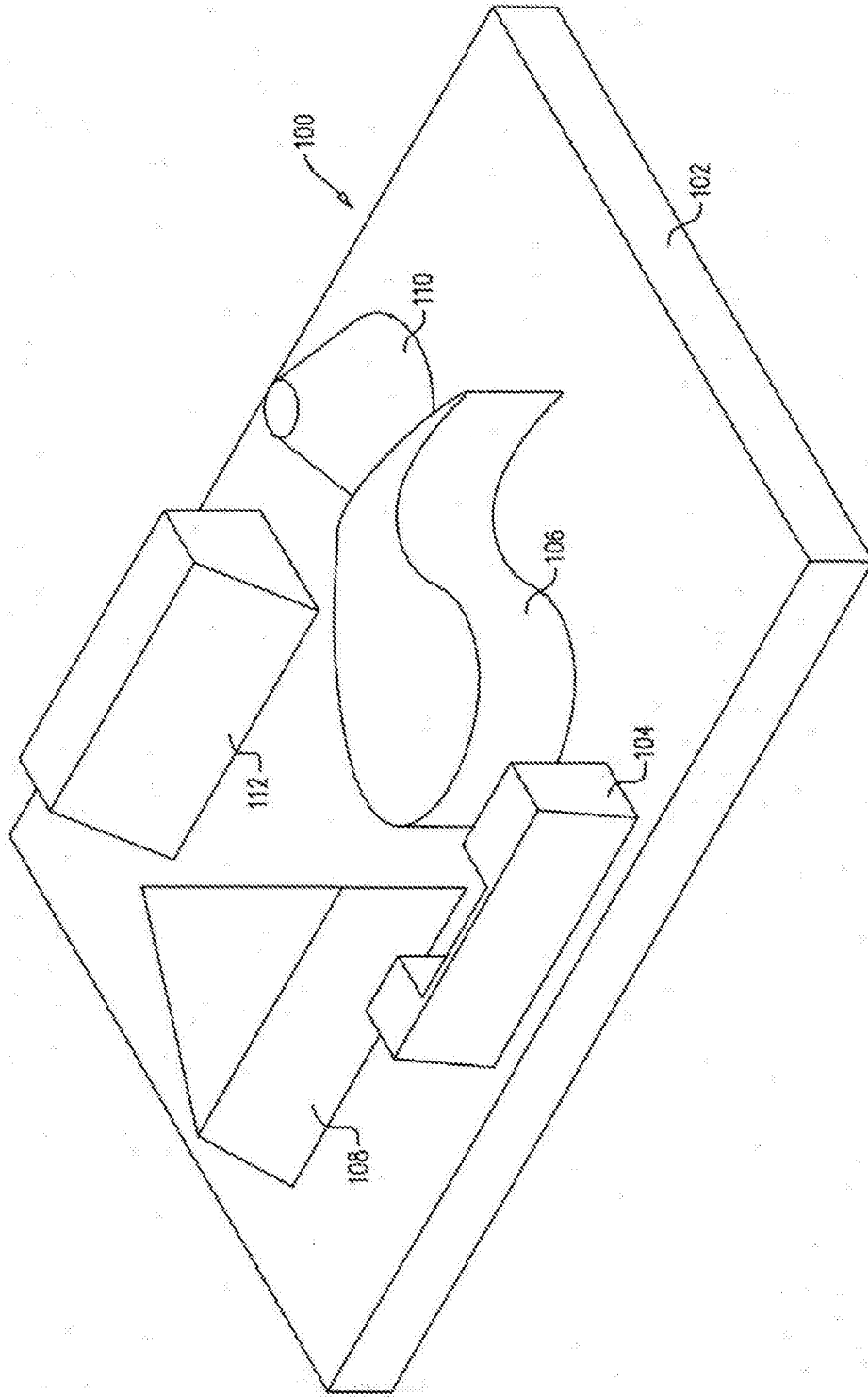


图1A

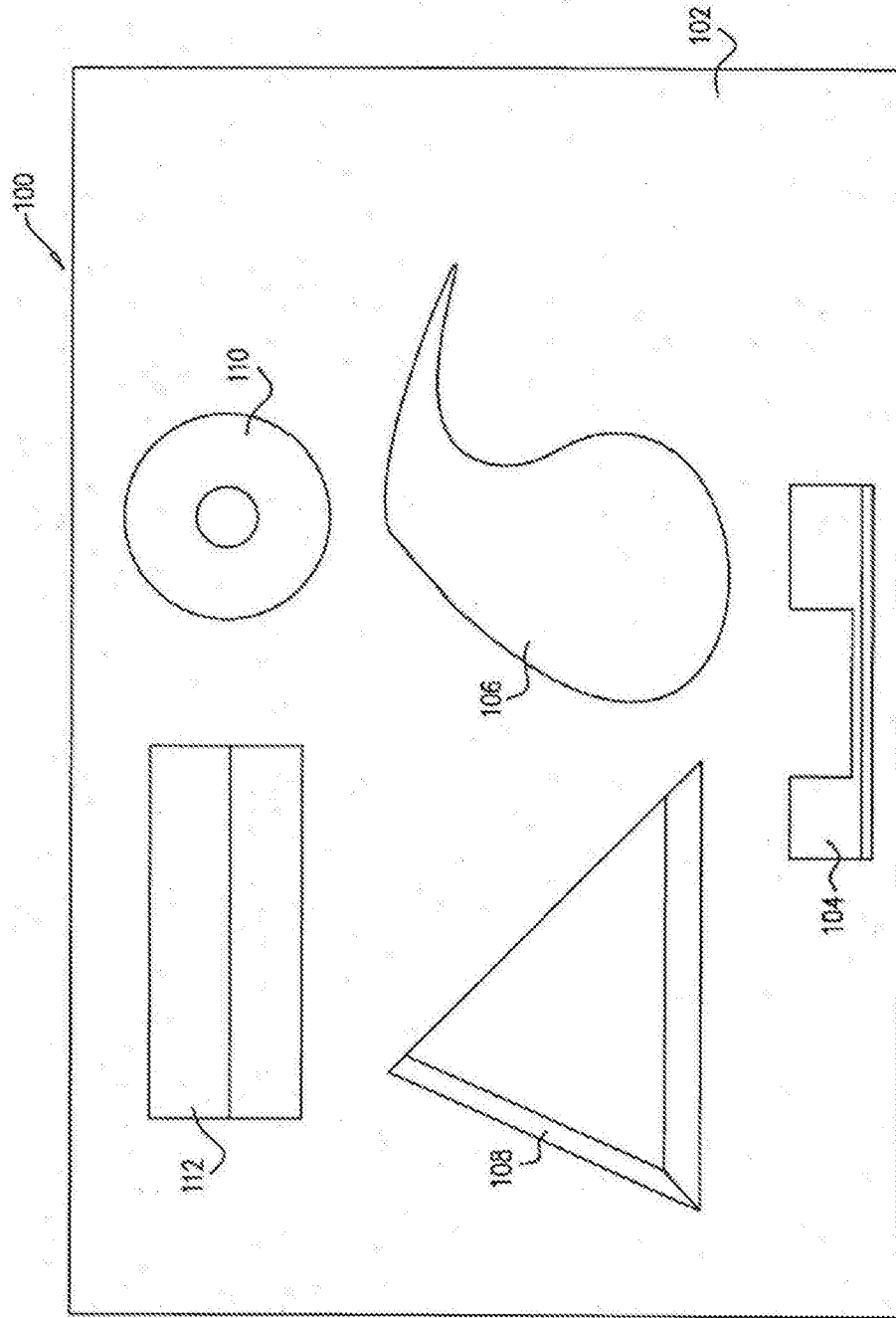


图1B

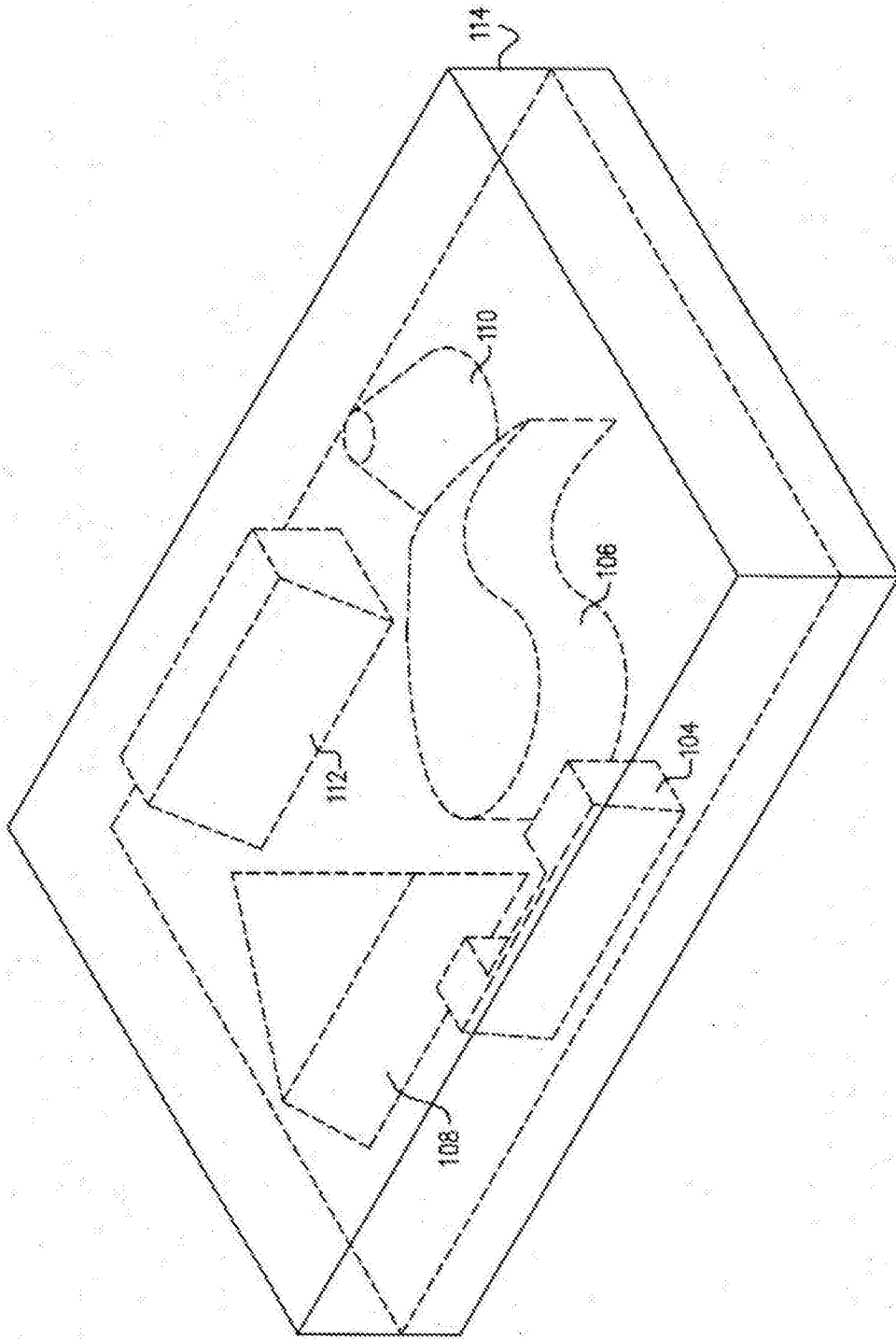


图1C

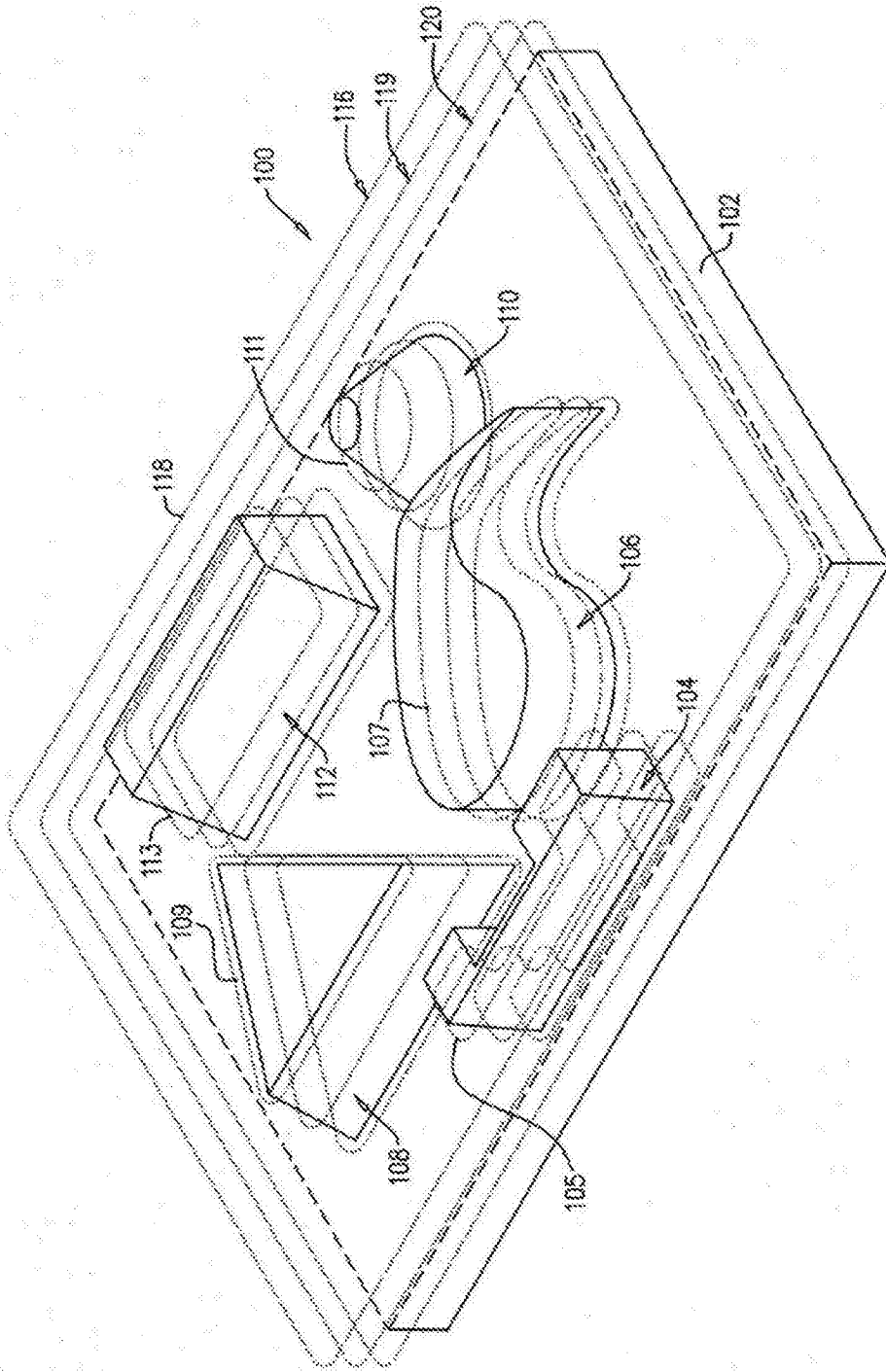


图1D

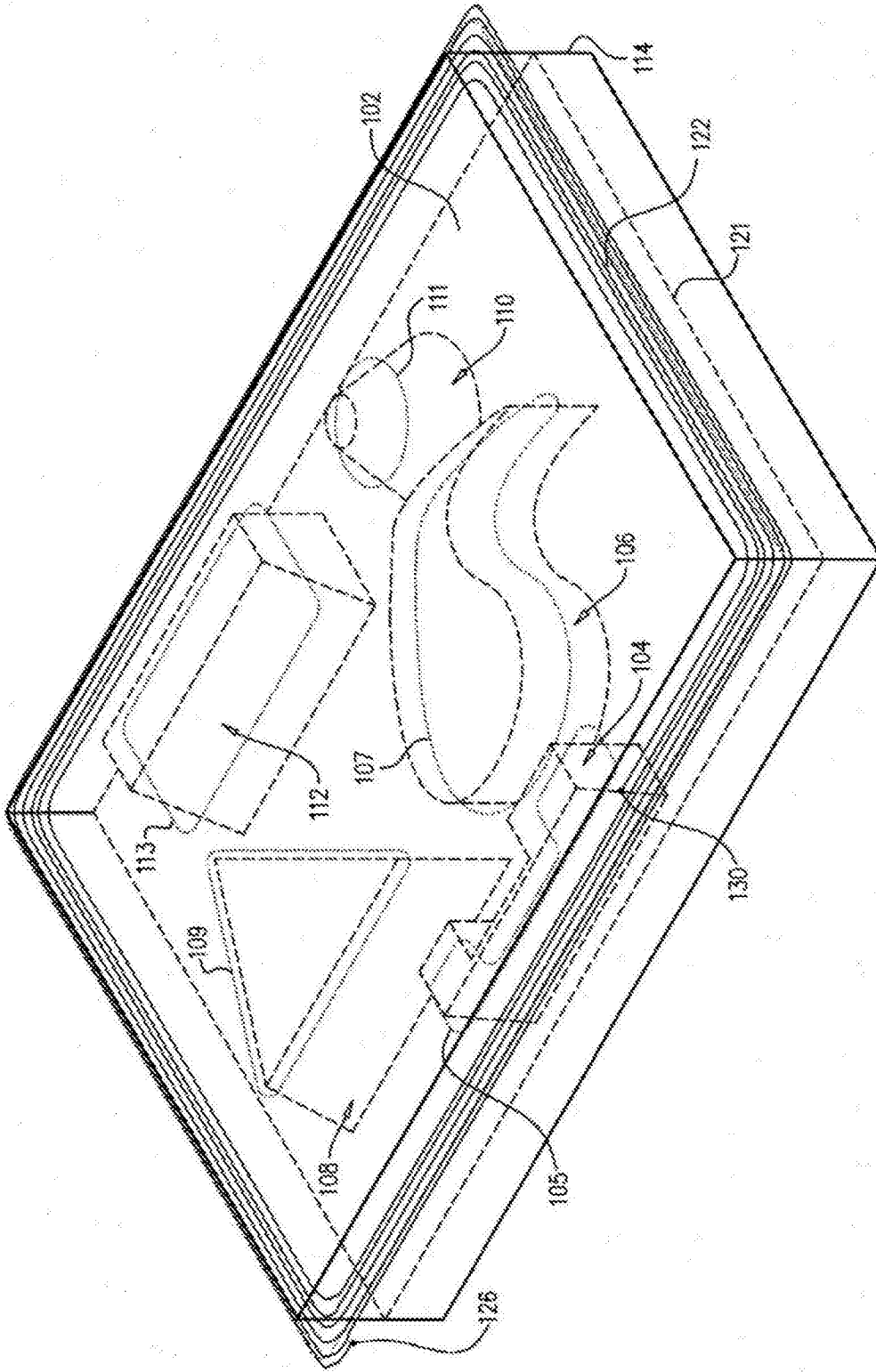


图1E-1

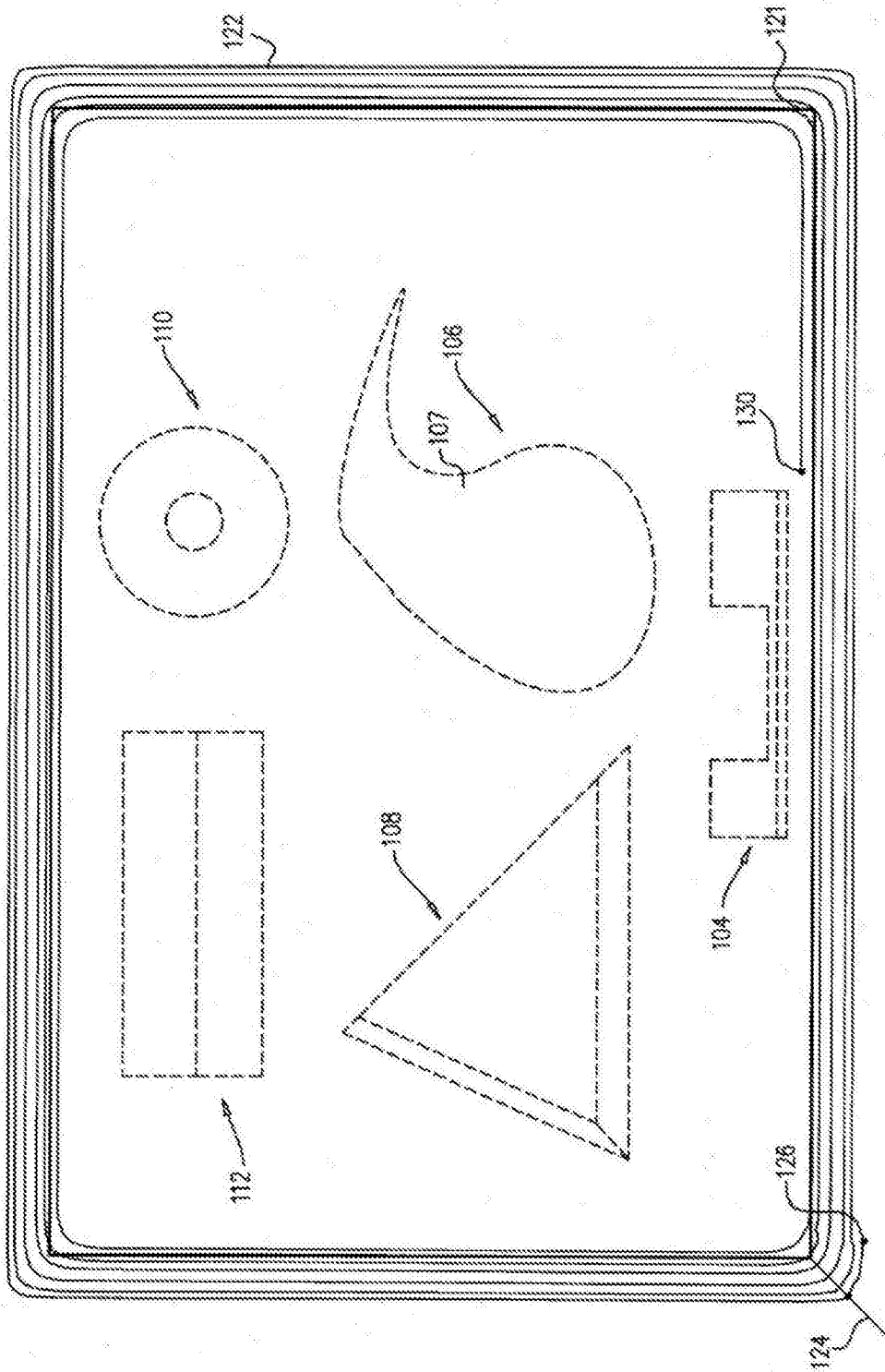


图1E-2

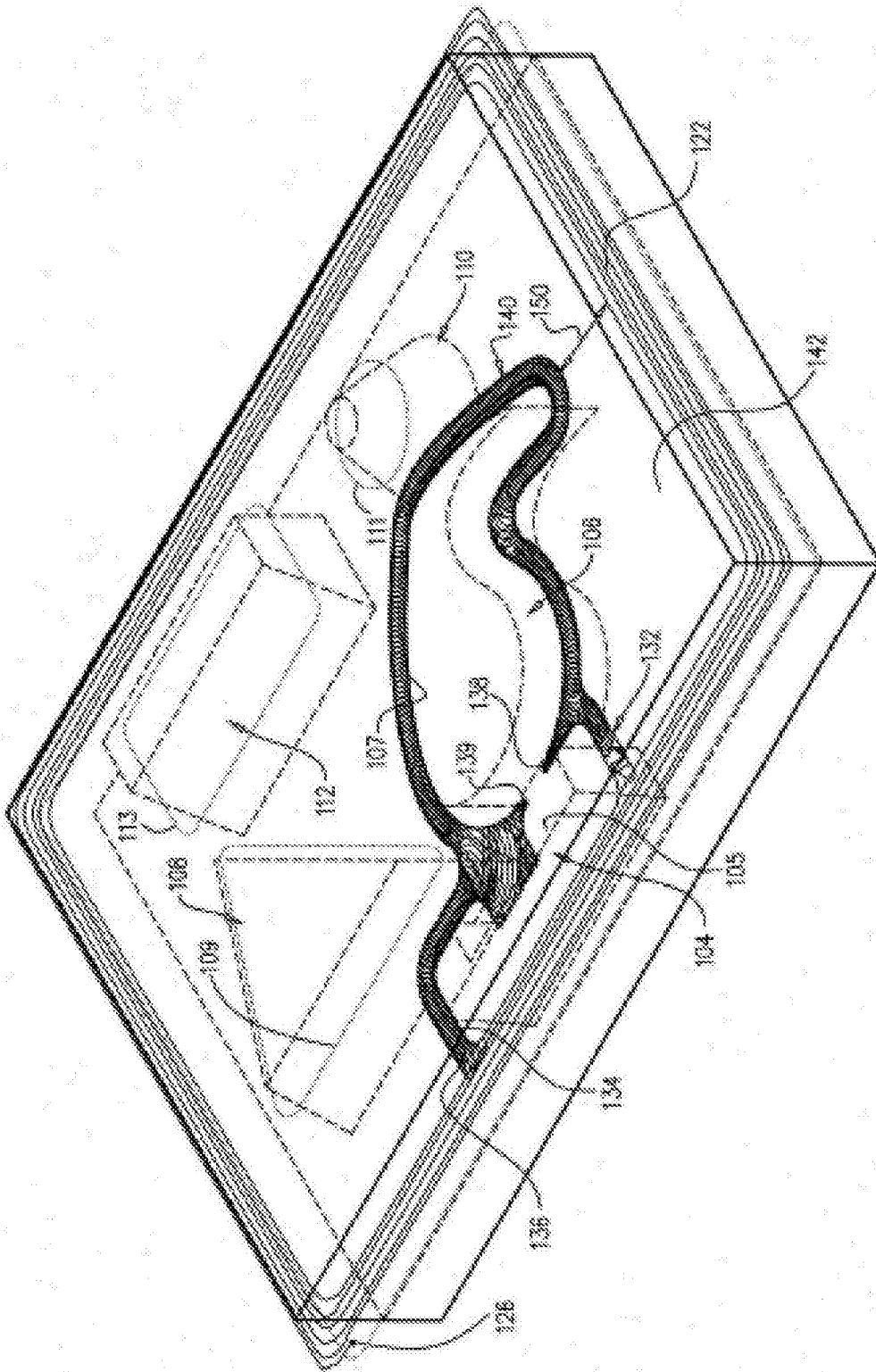


图1F-1

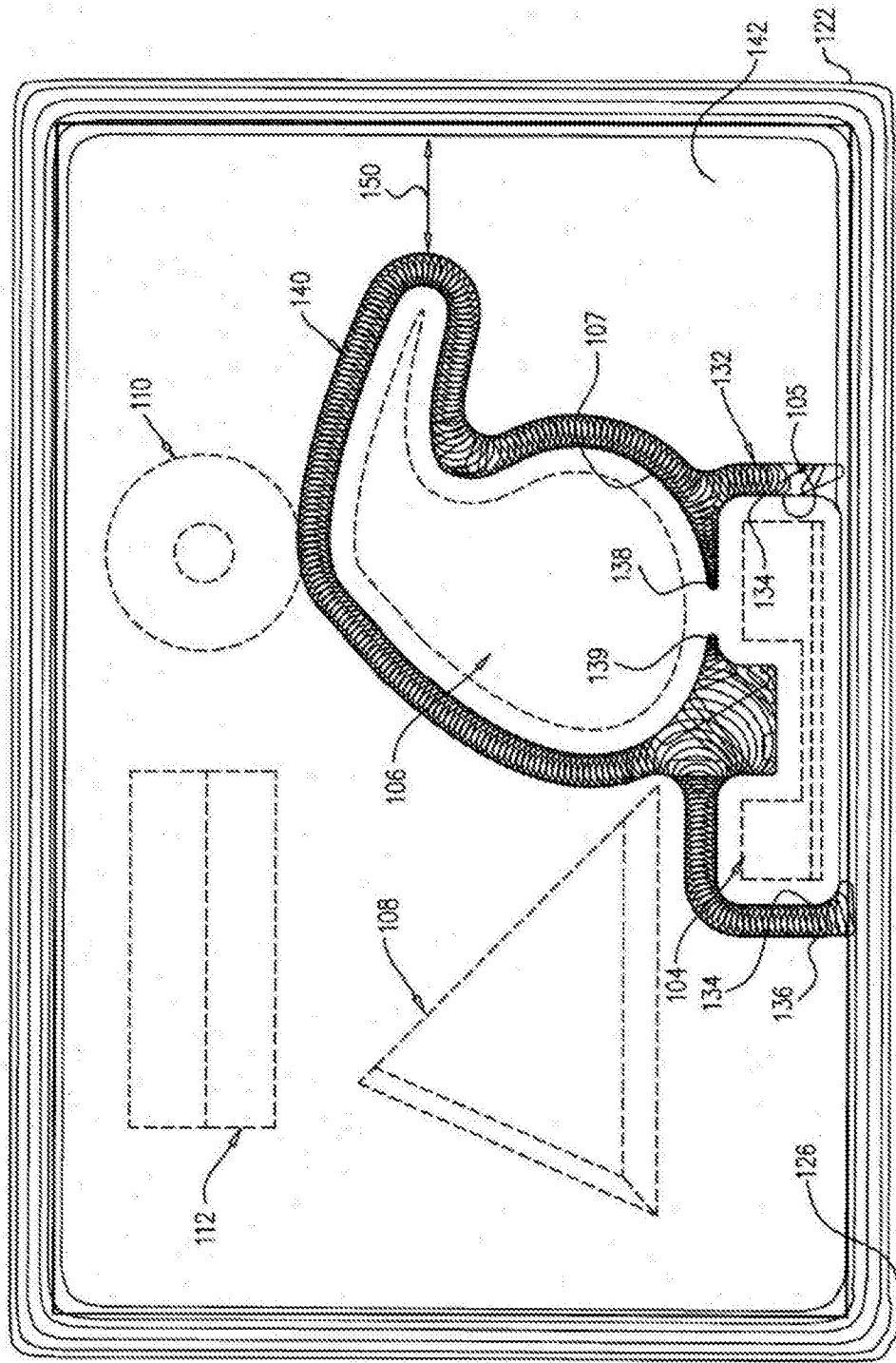


图1F-2

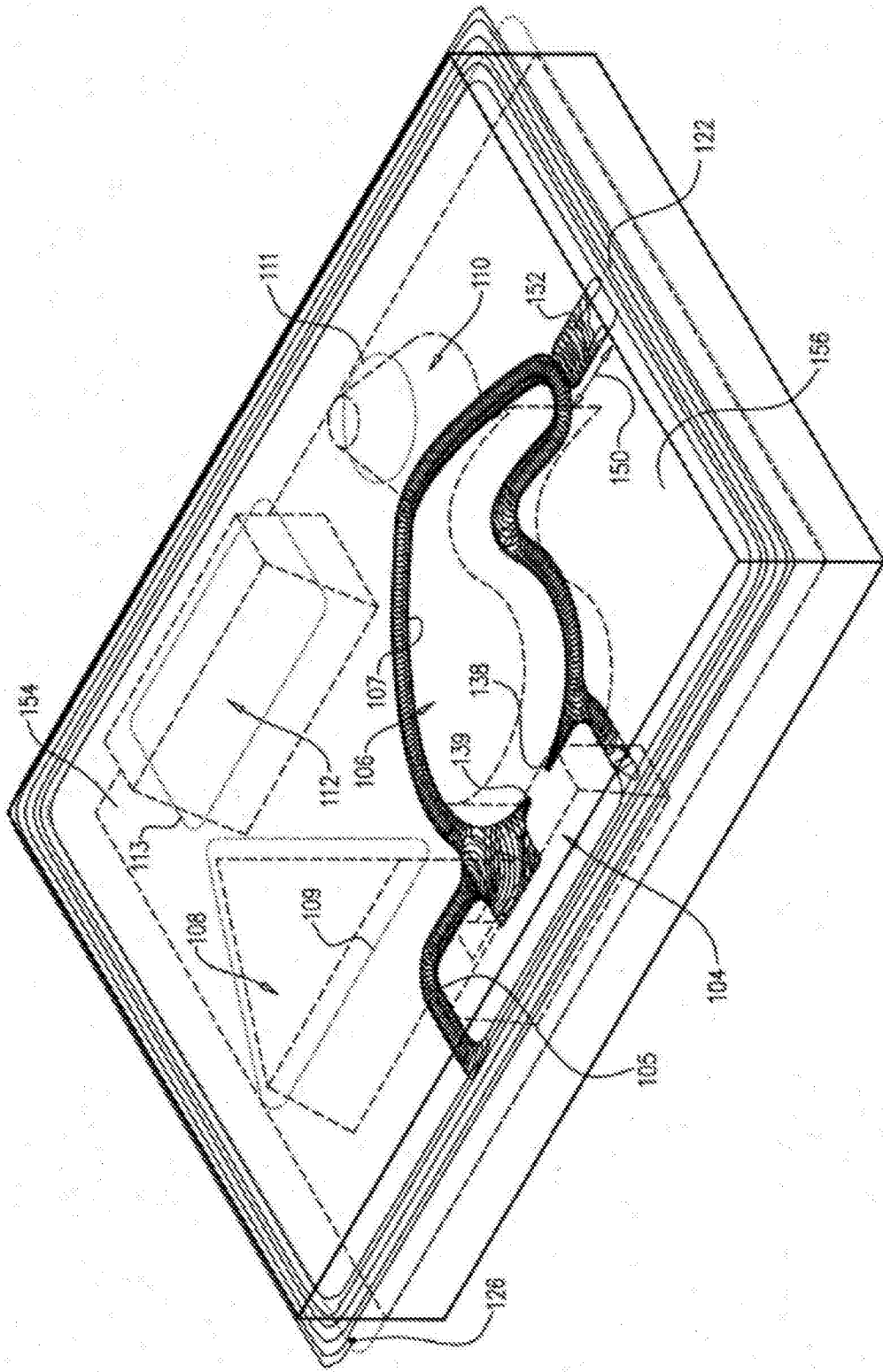


图16-1

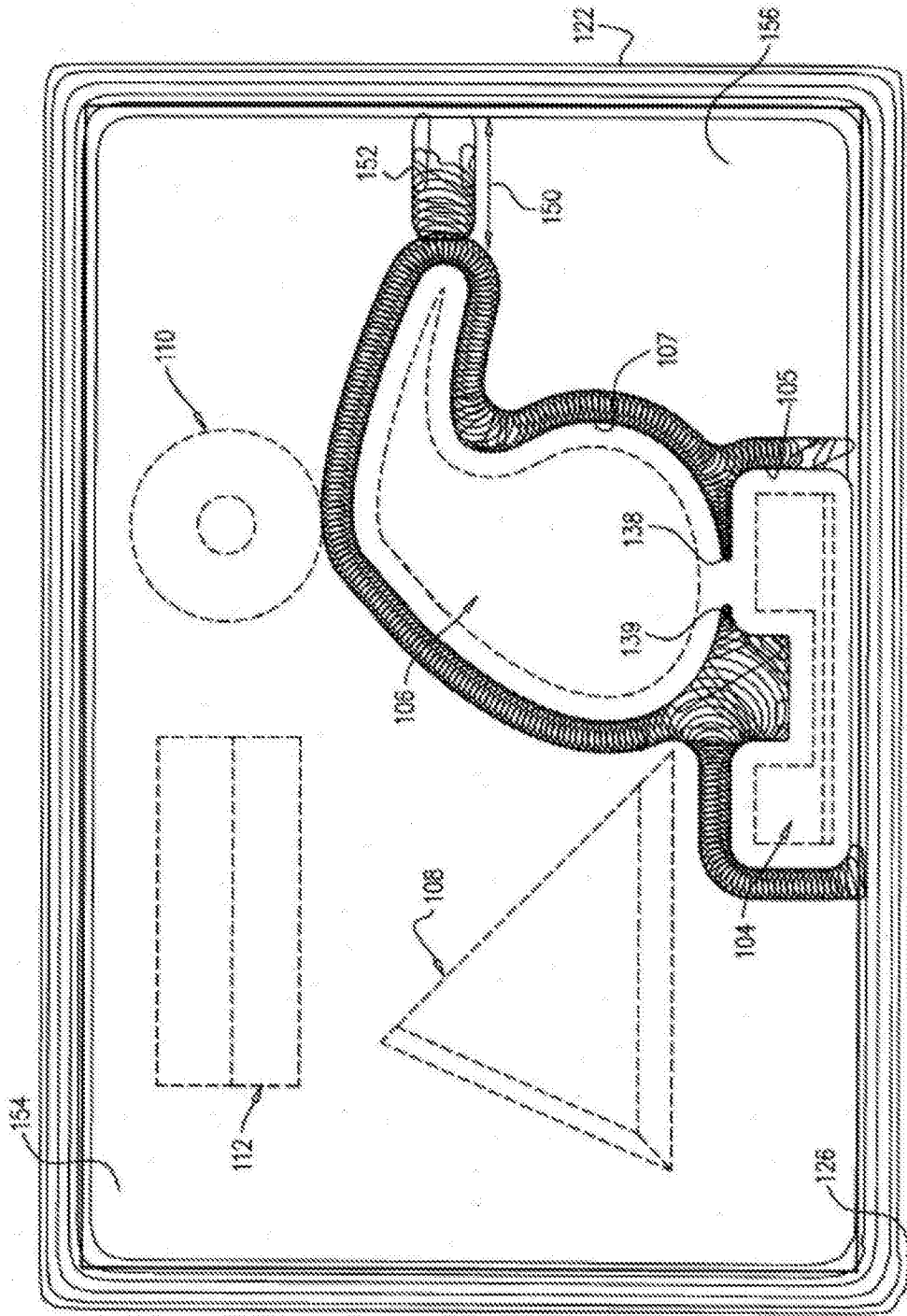


图16-2

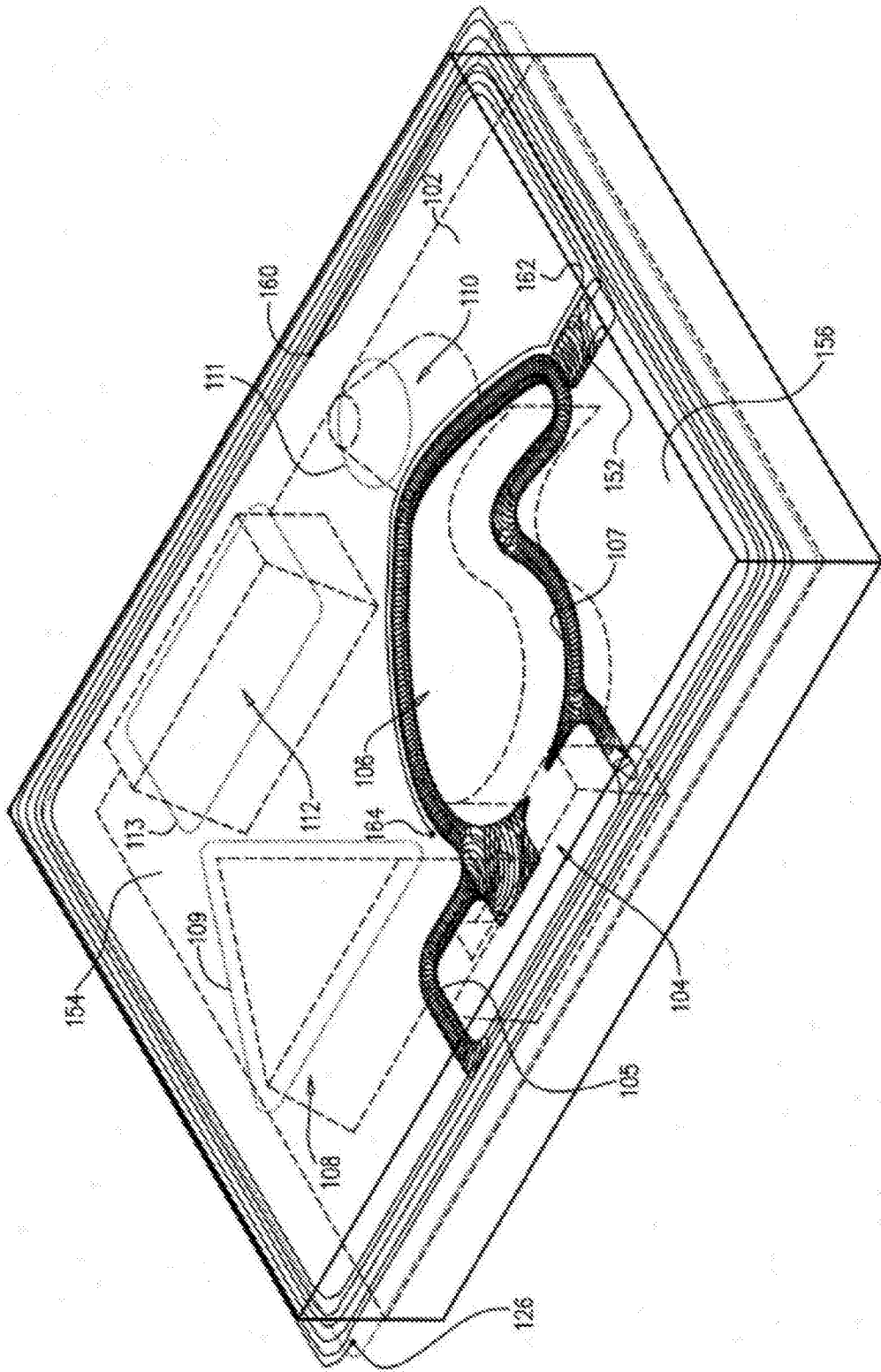


图1H-1

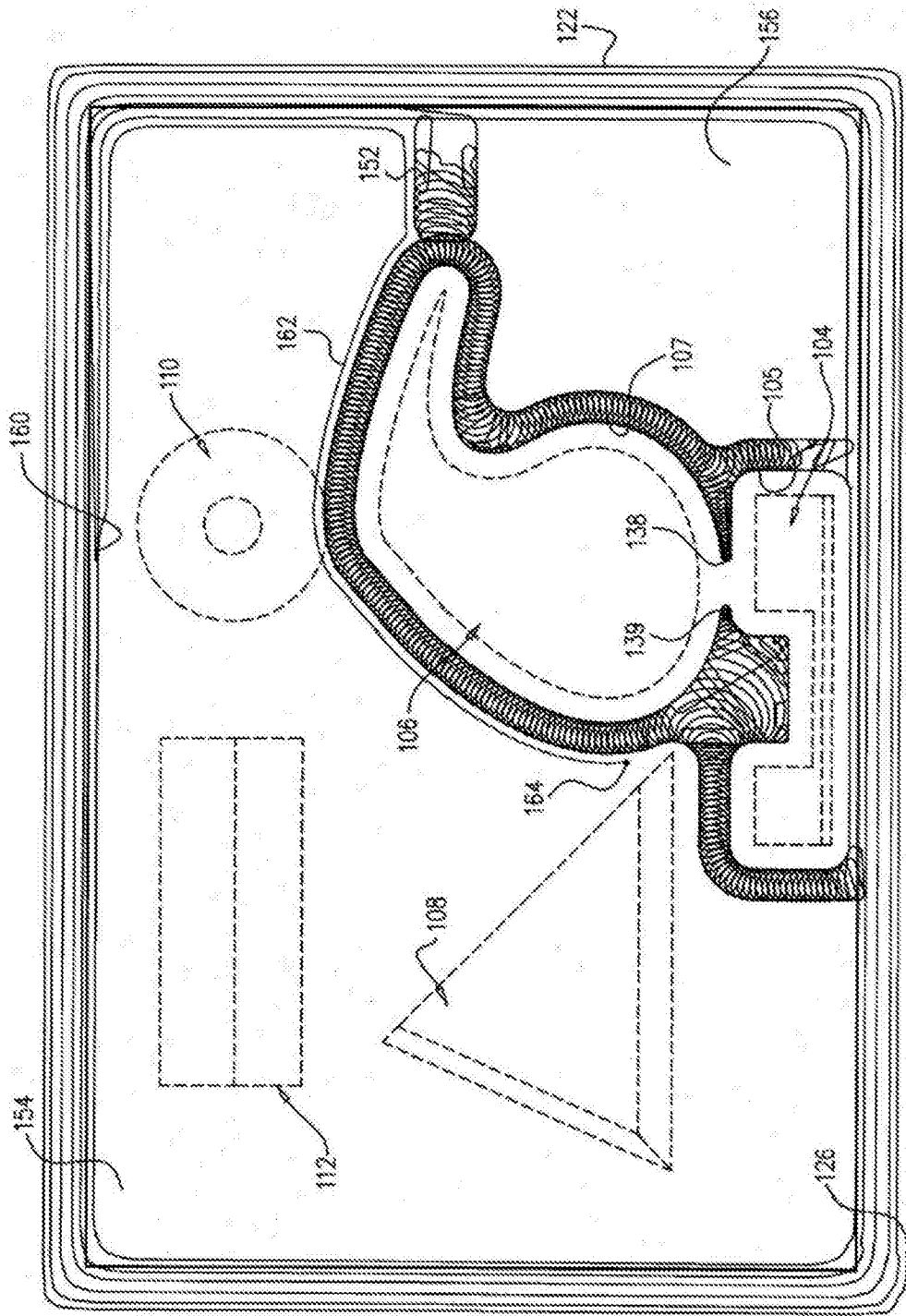


图1H-2

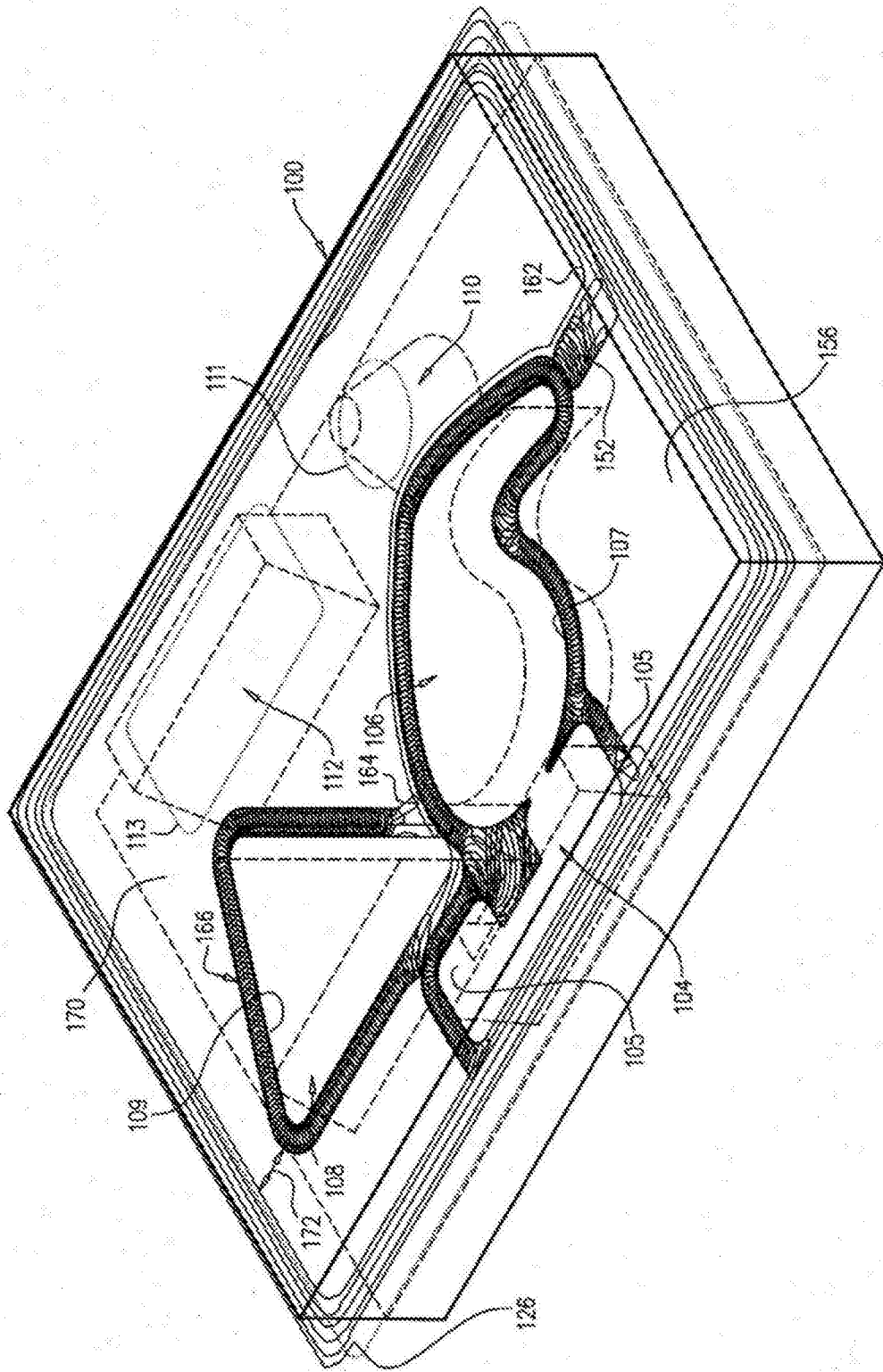


图11-1

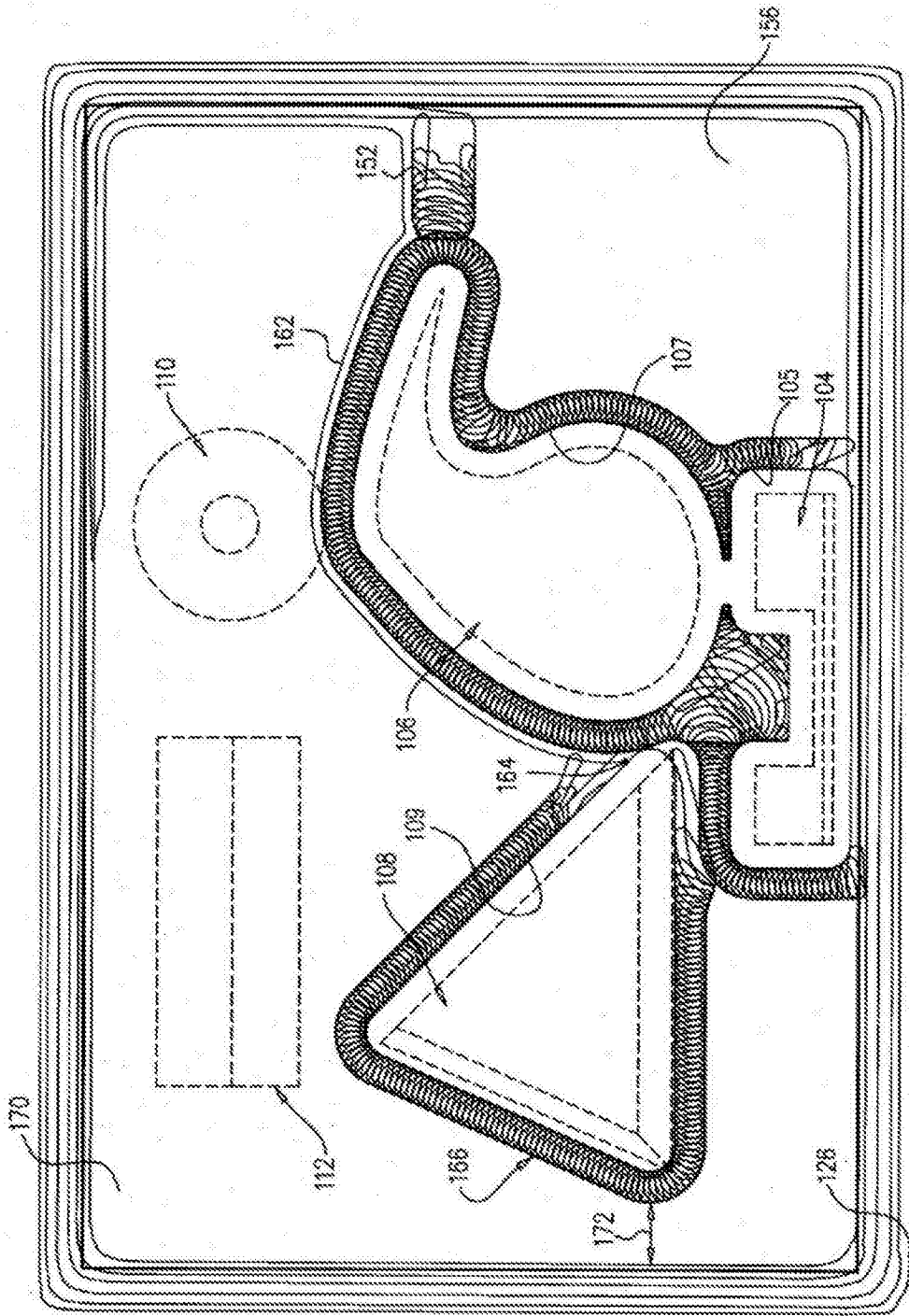


图11-2

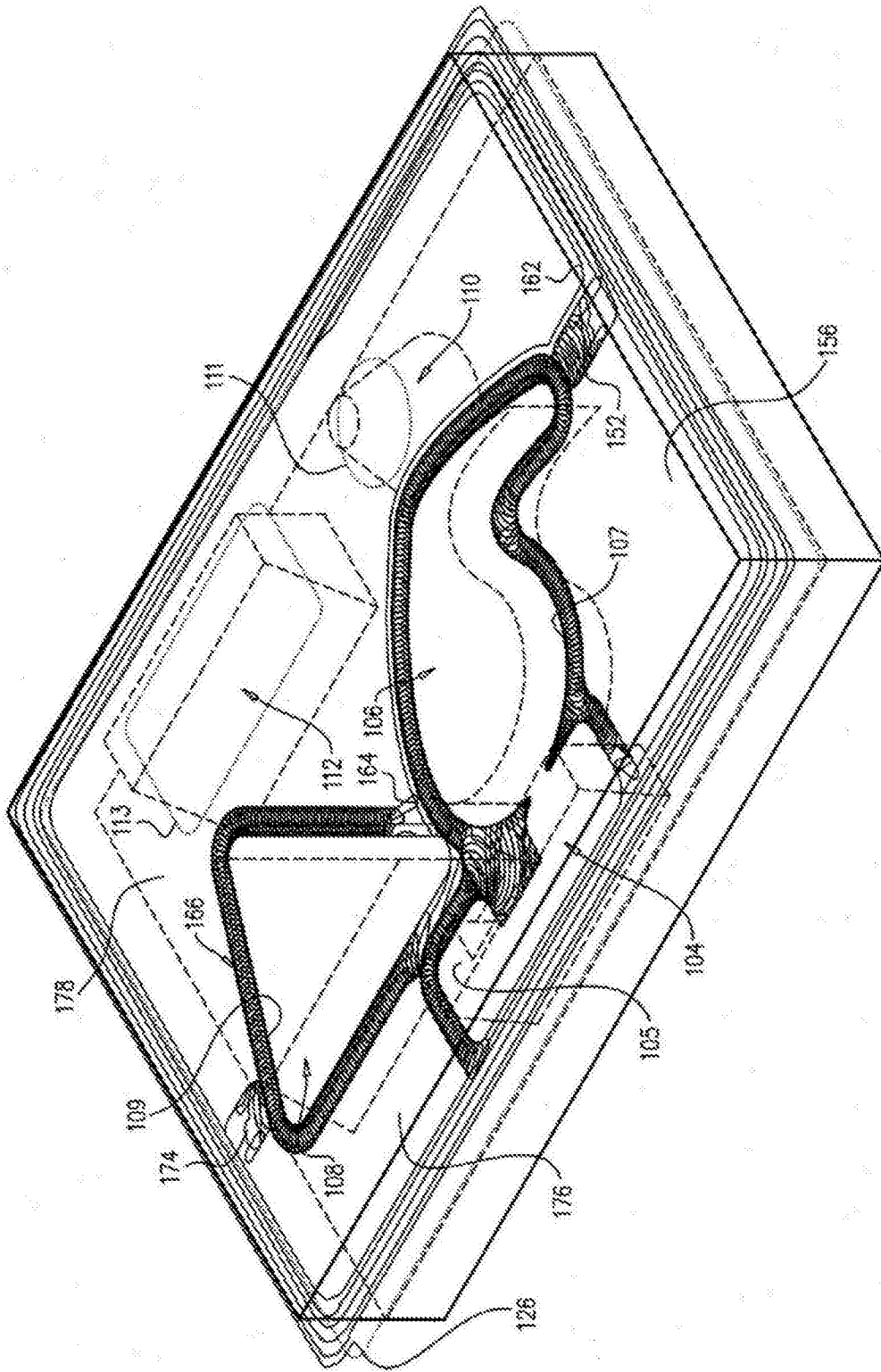


图1J-1

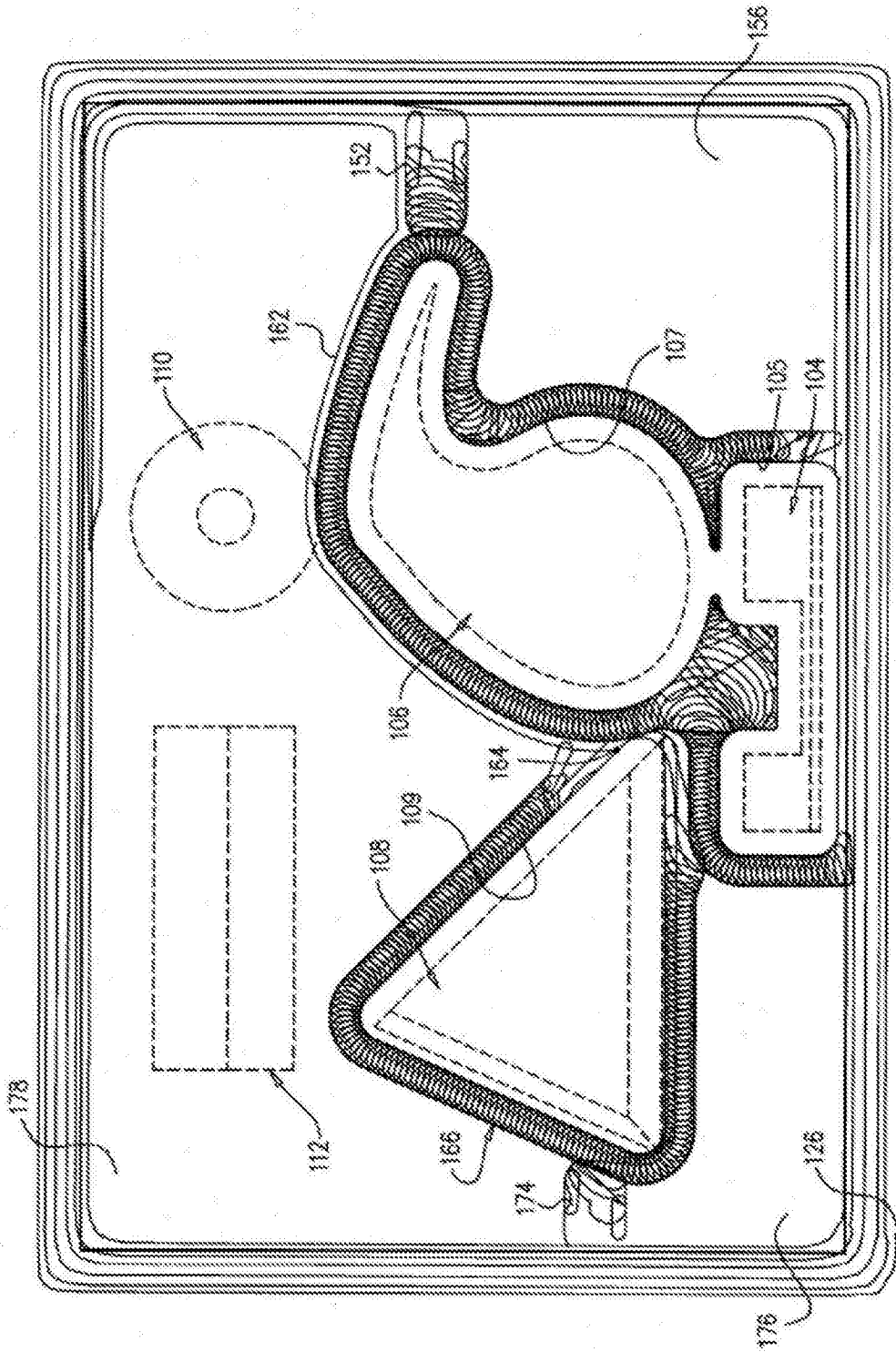


图1J-2

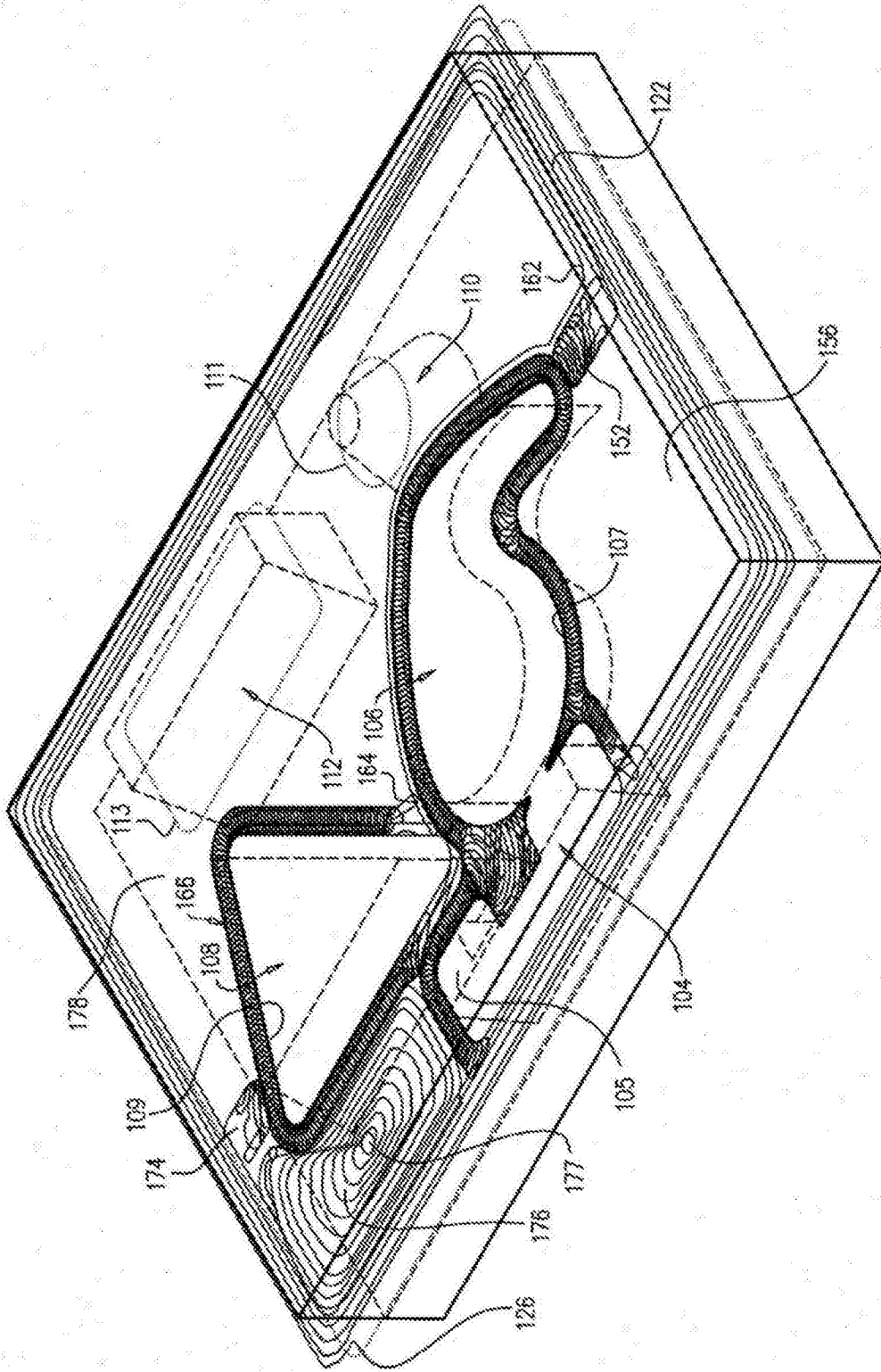


图1K-1

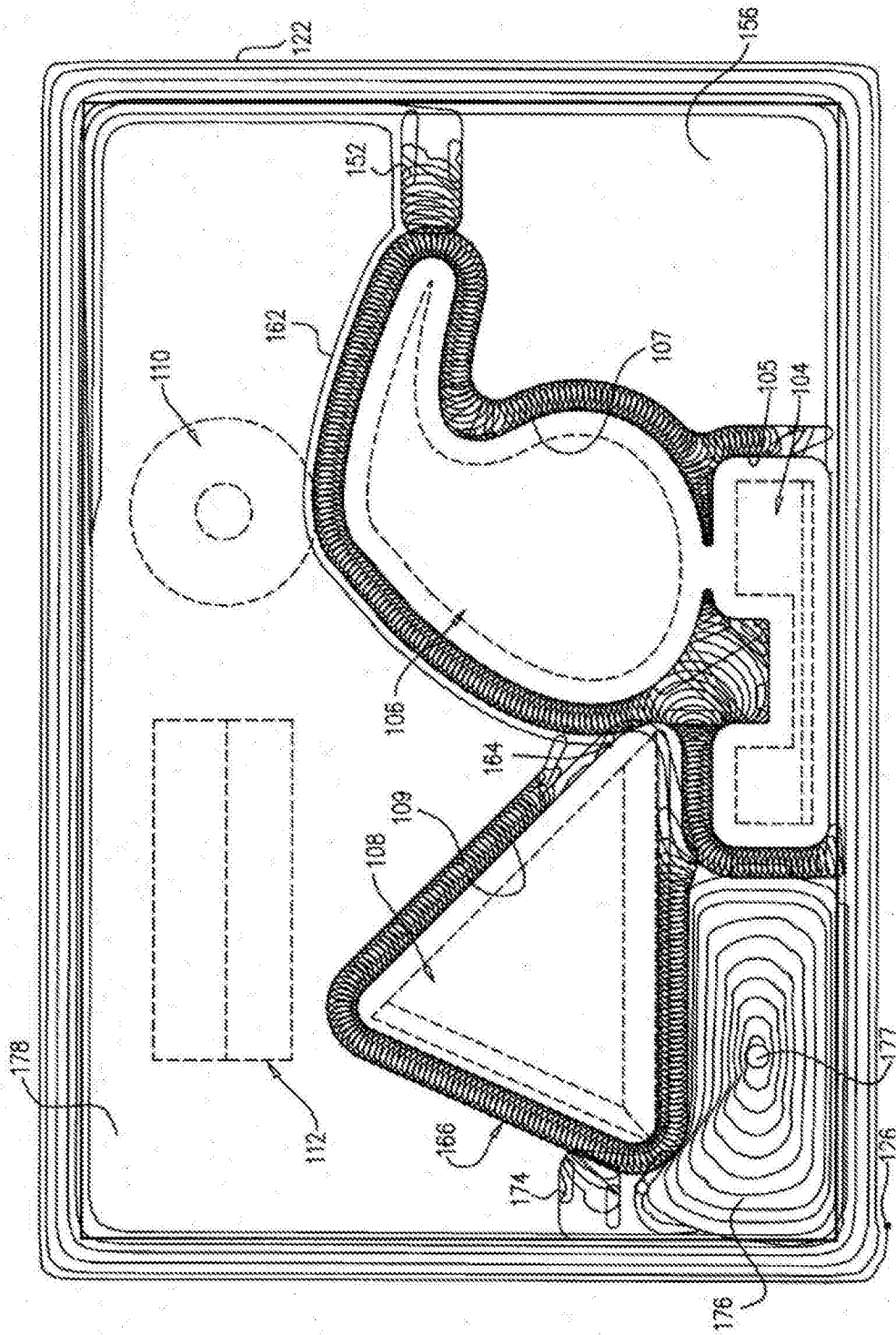


图1K-2

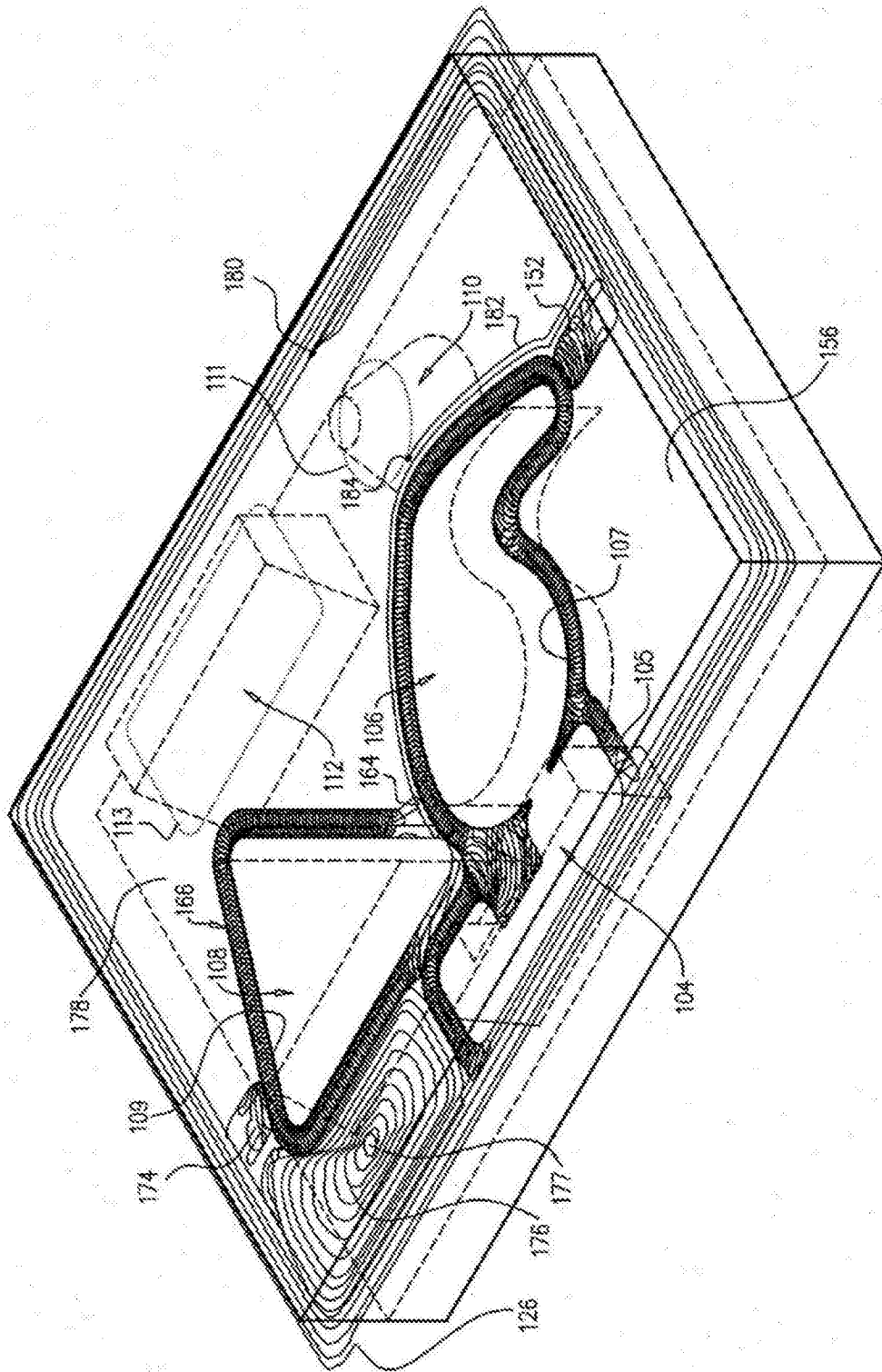


图11L-1

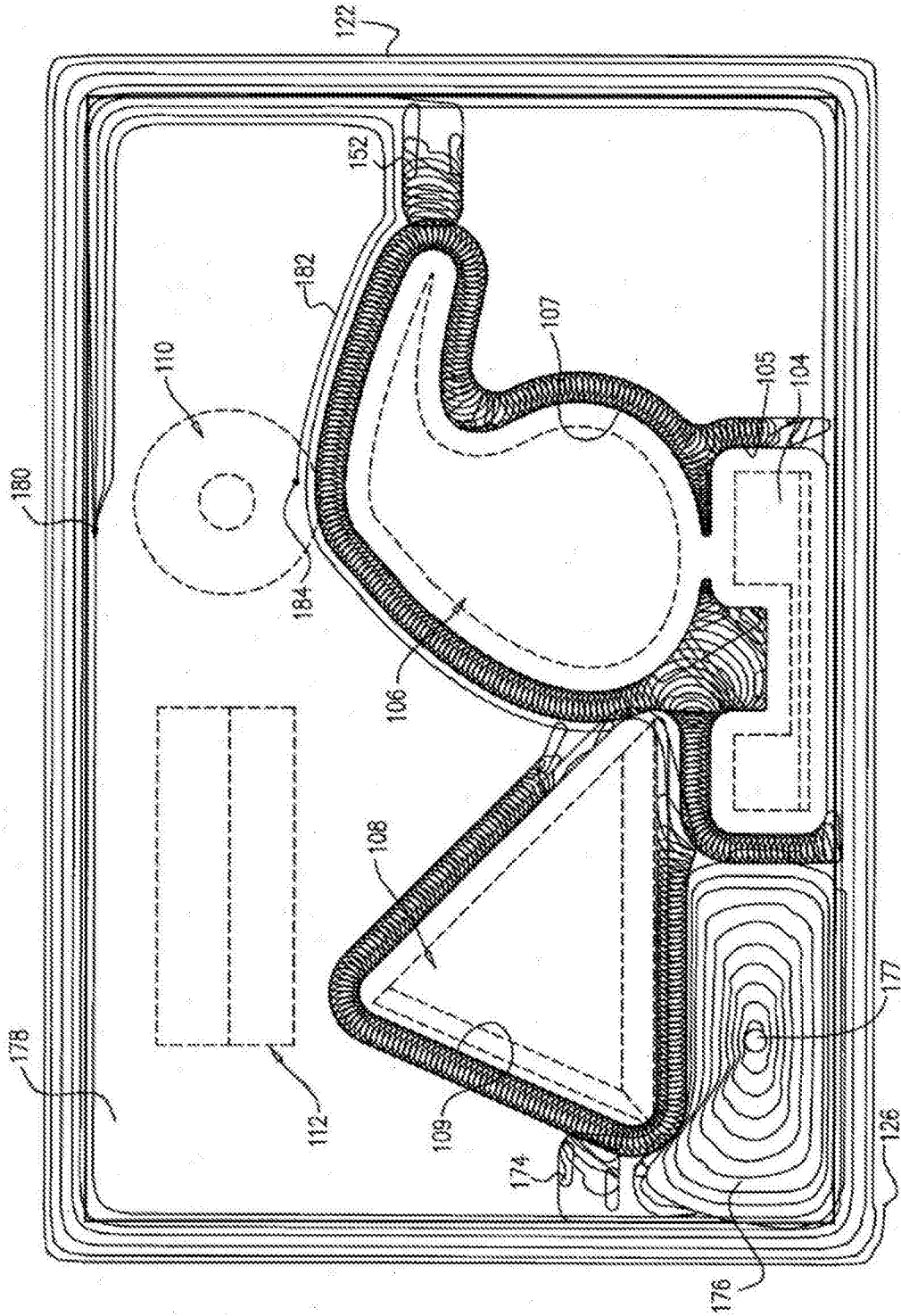


图1L-2

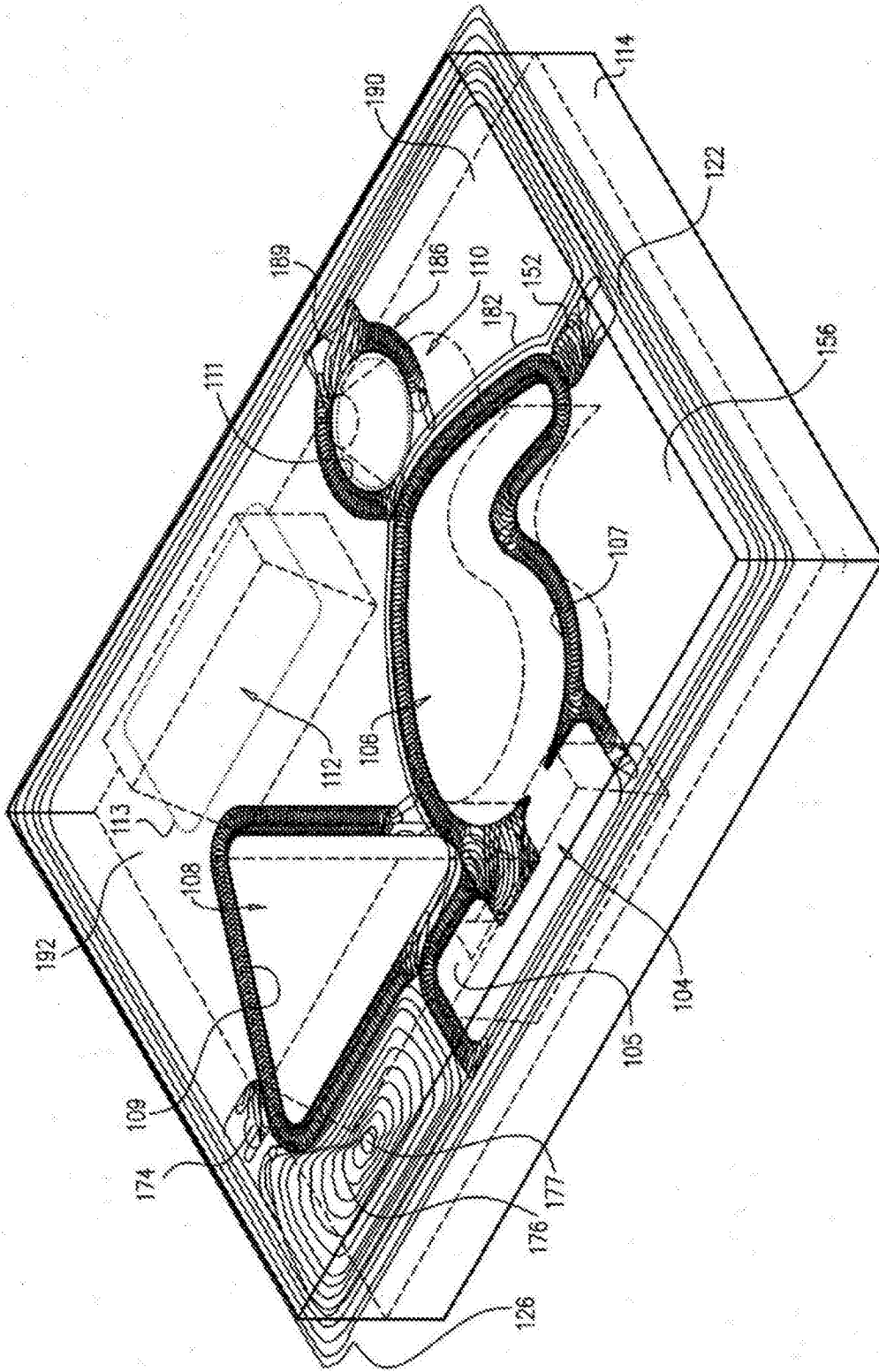


图1M-1

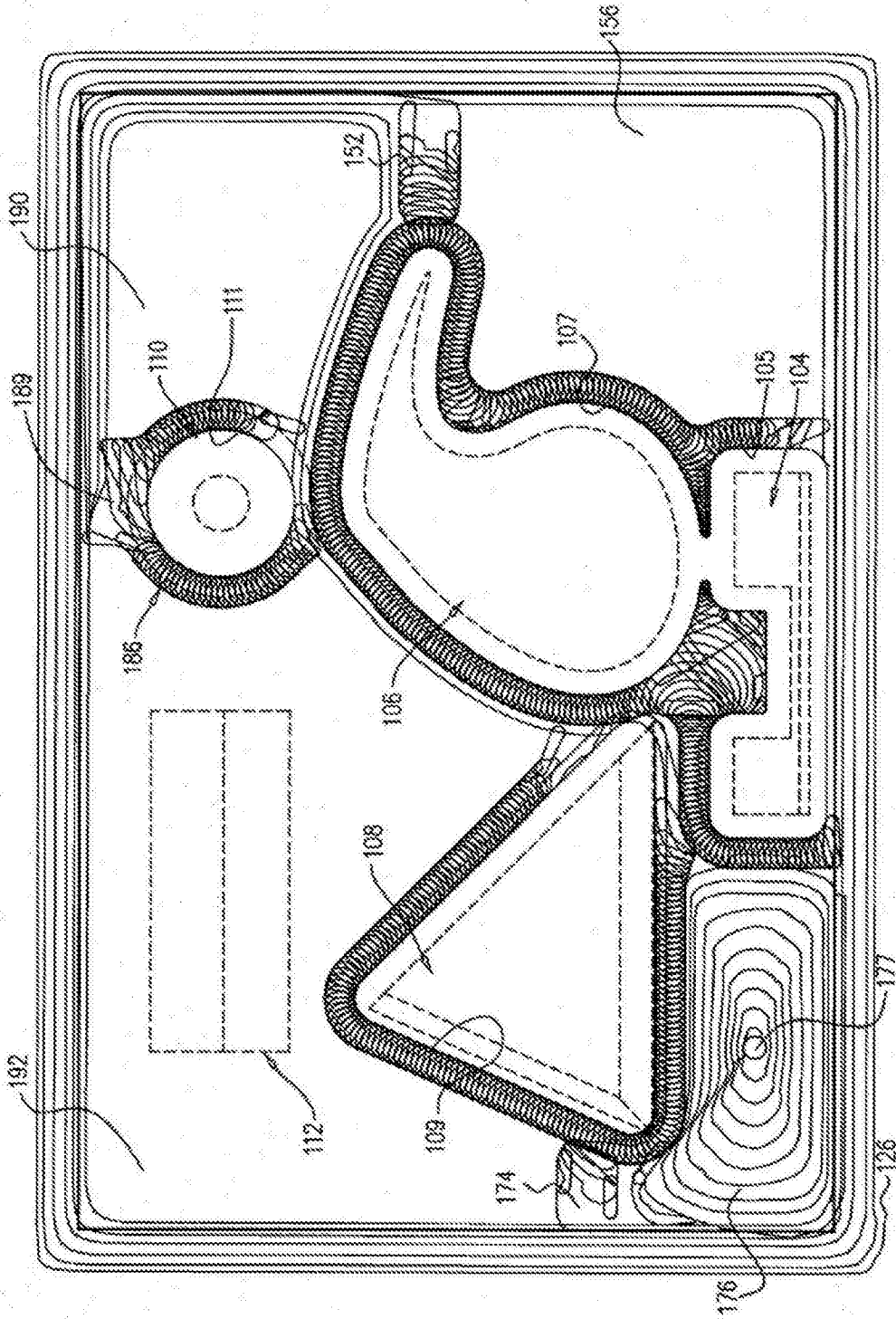


图1M-2

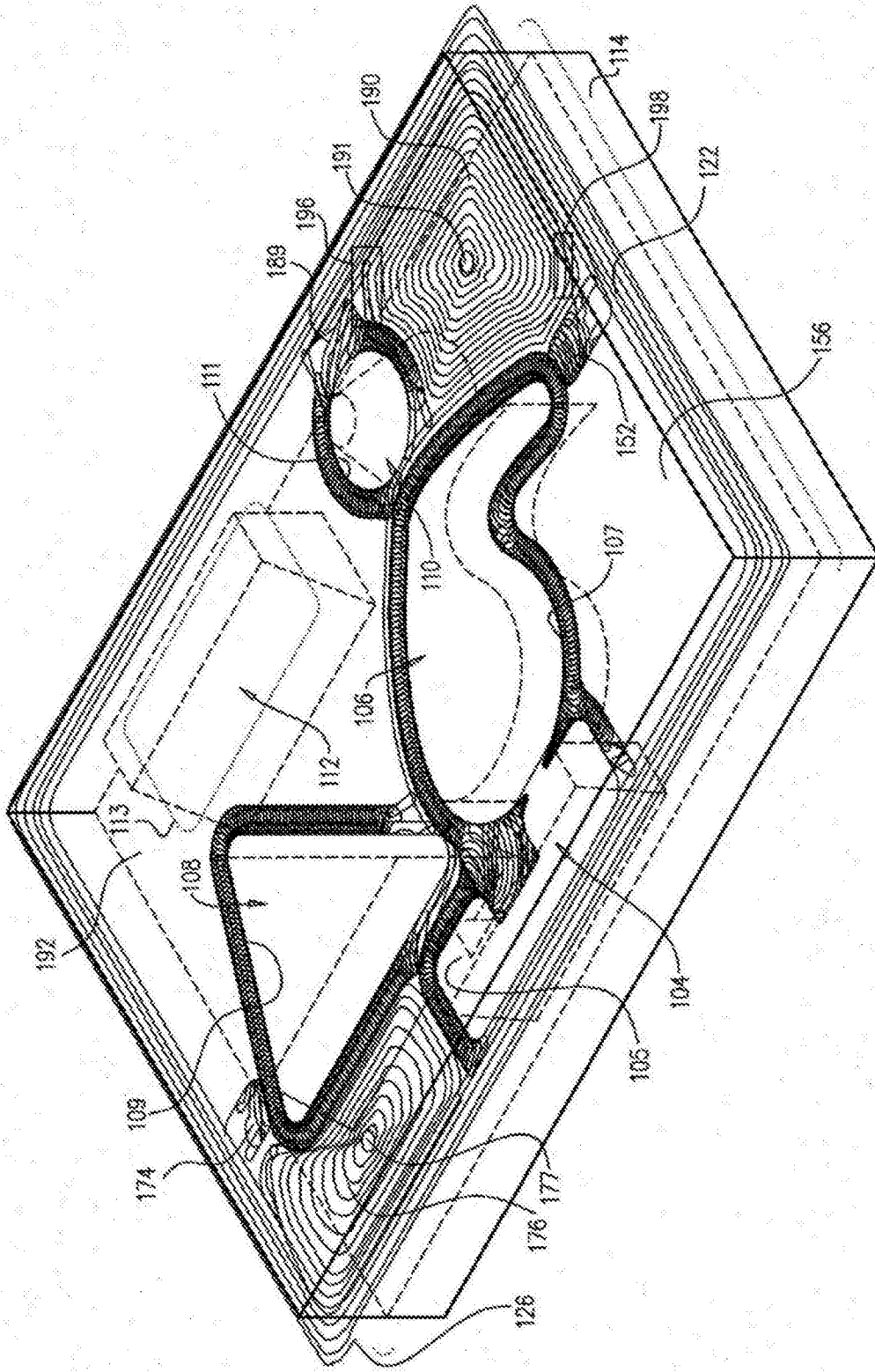


图1N-1

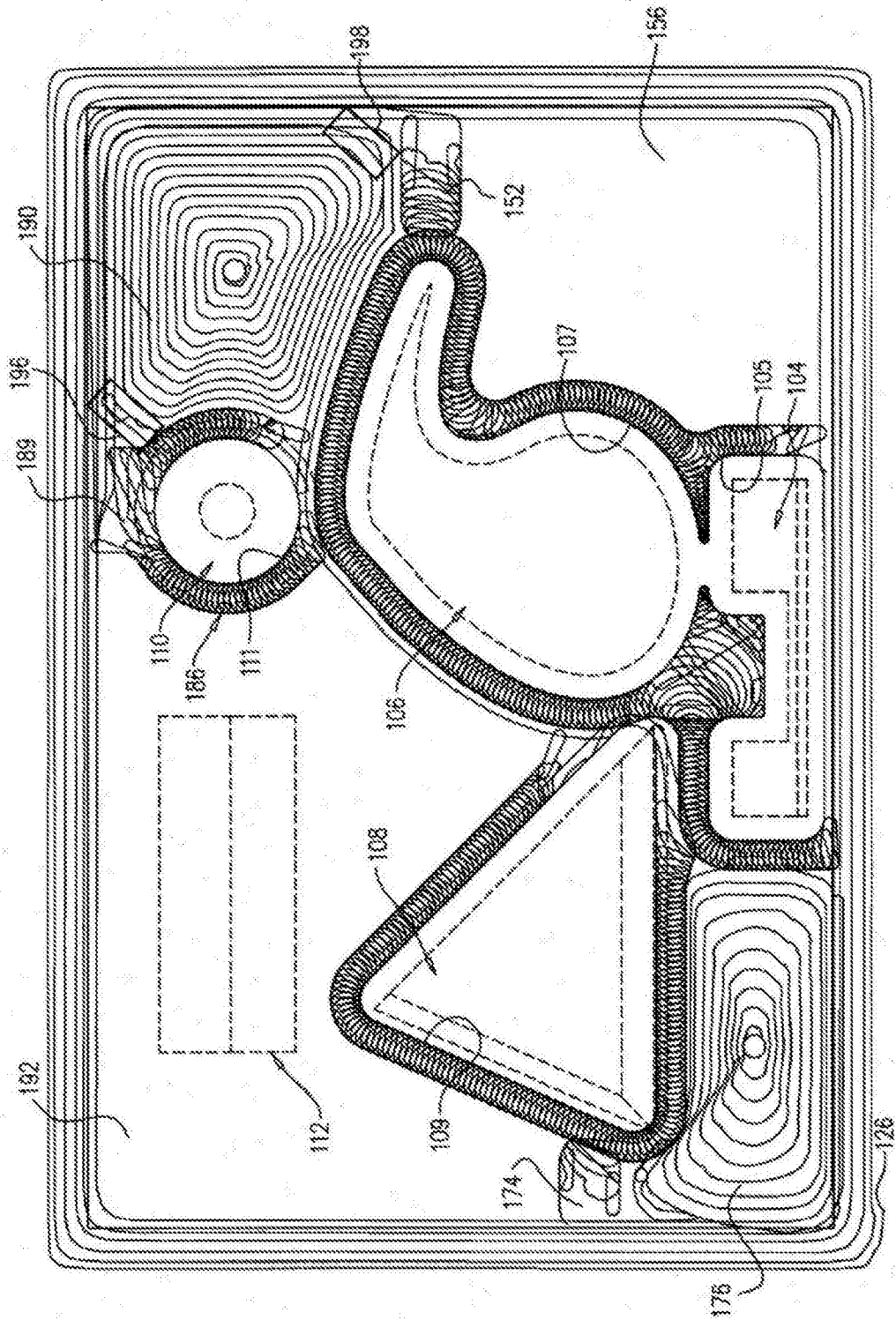


图1N-2

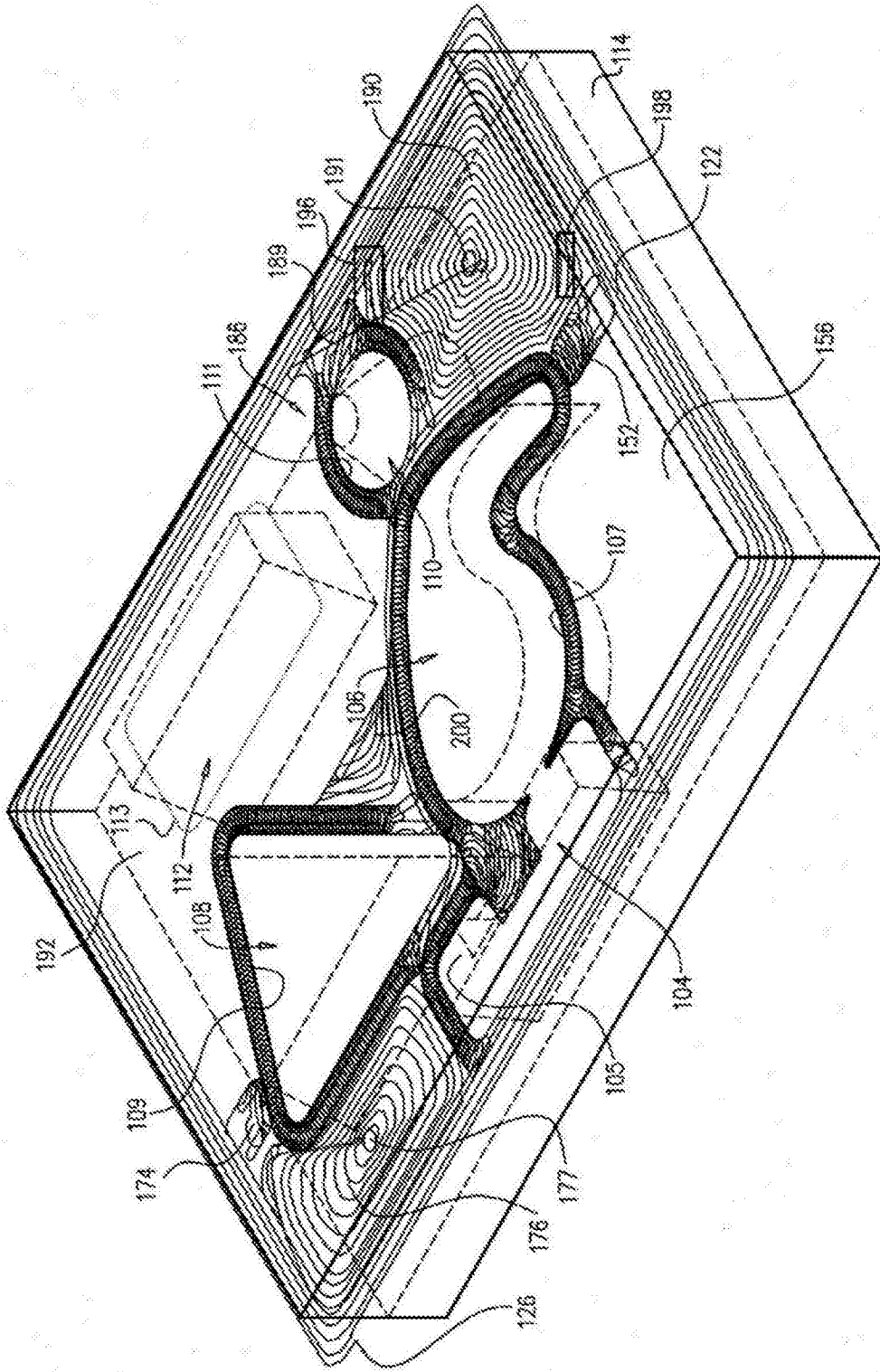


图10-1

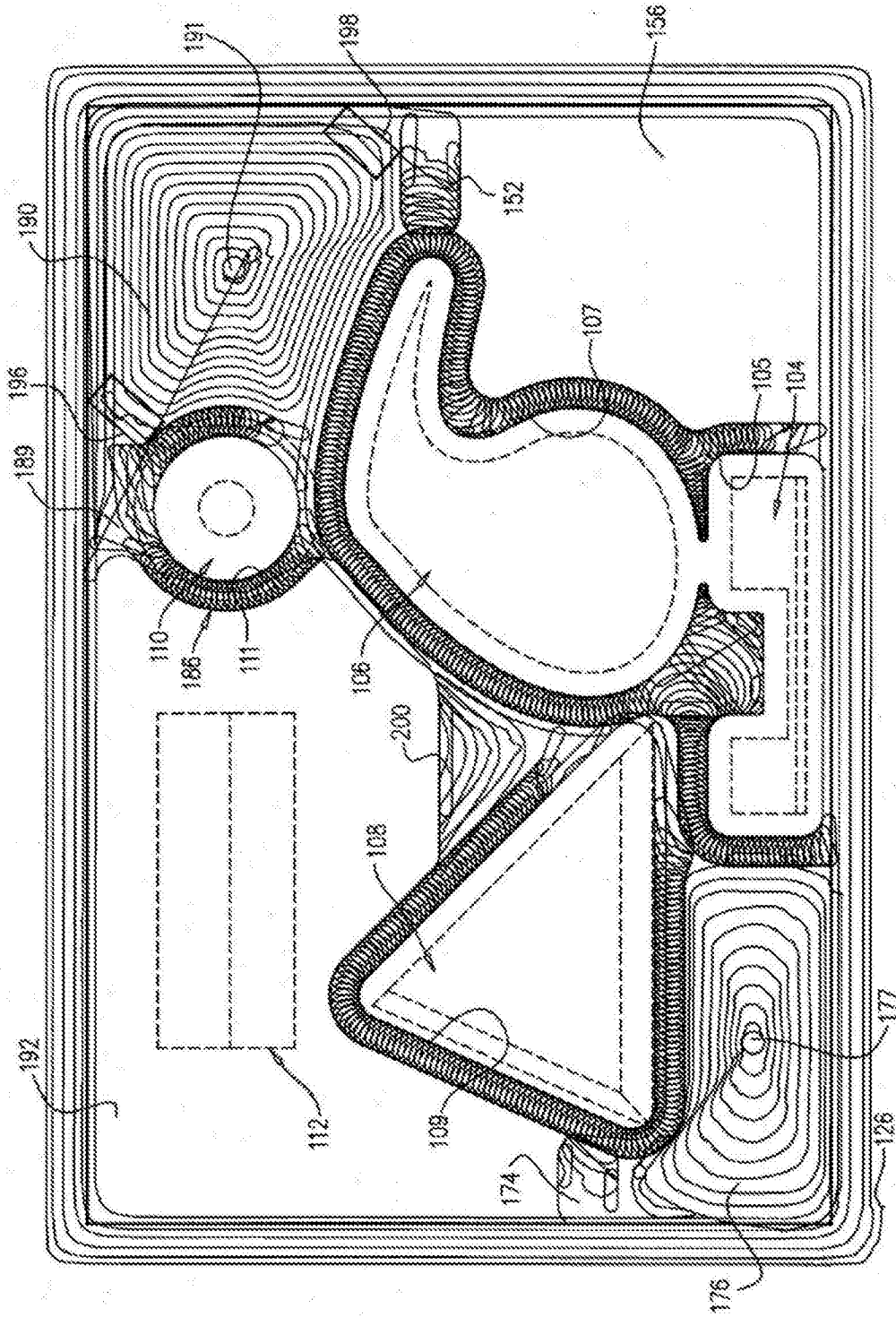


图10-2

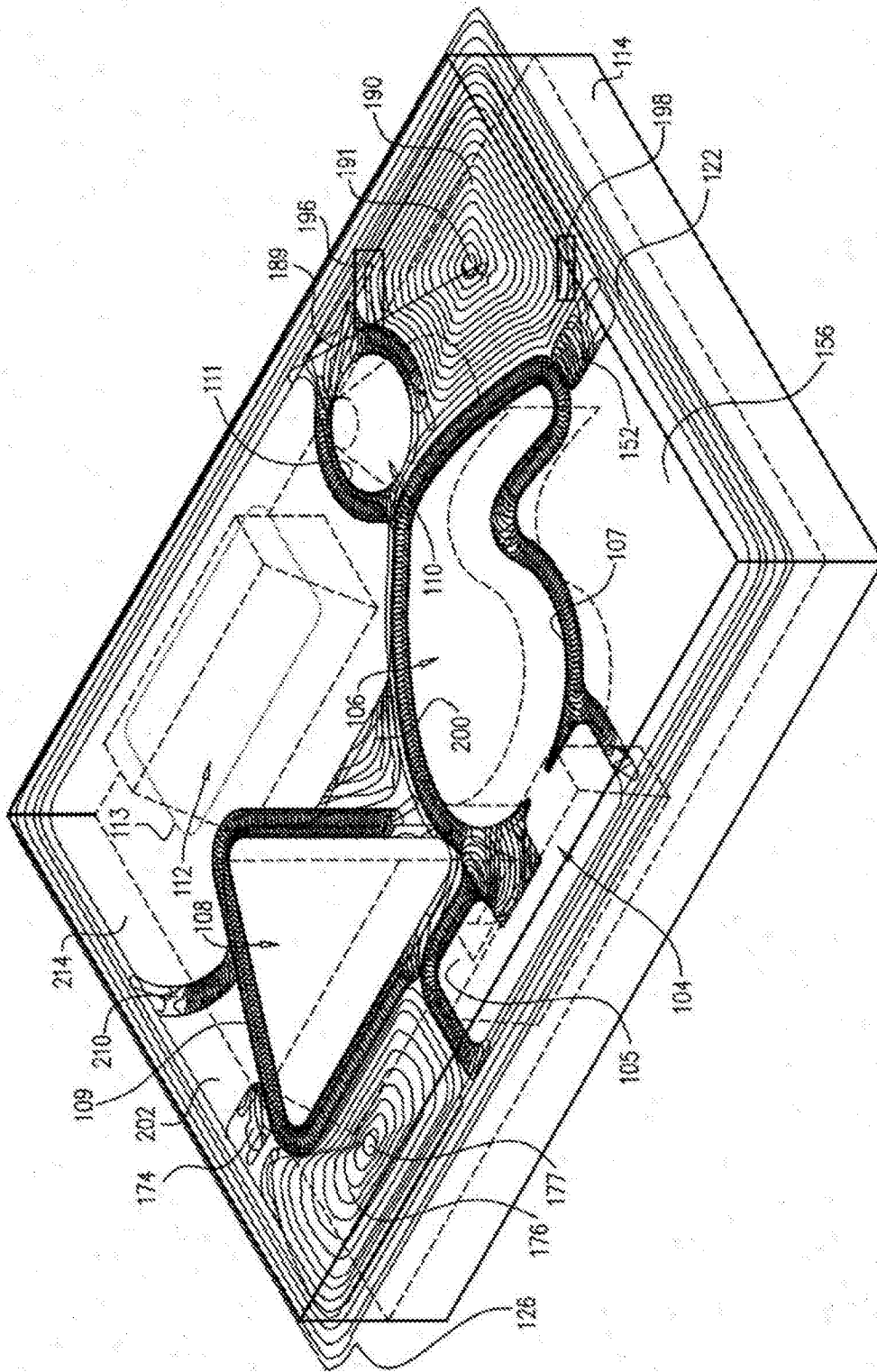


图1P-1

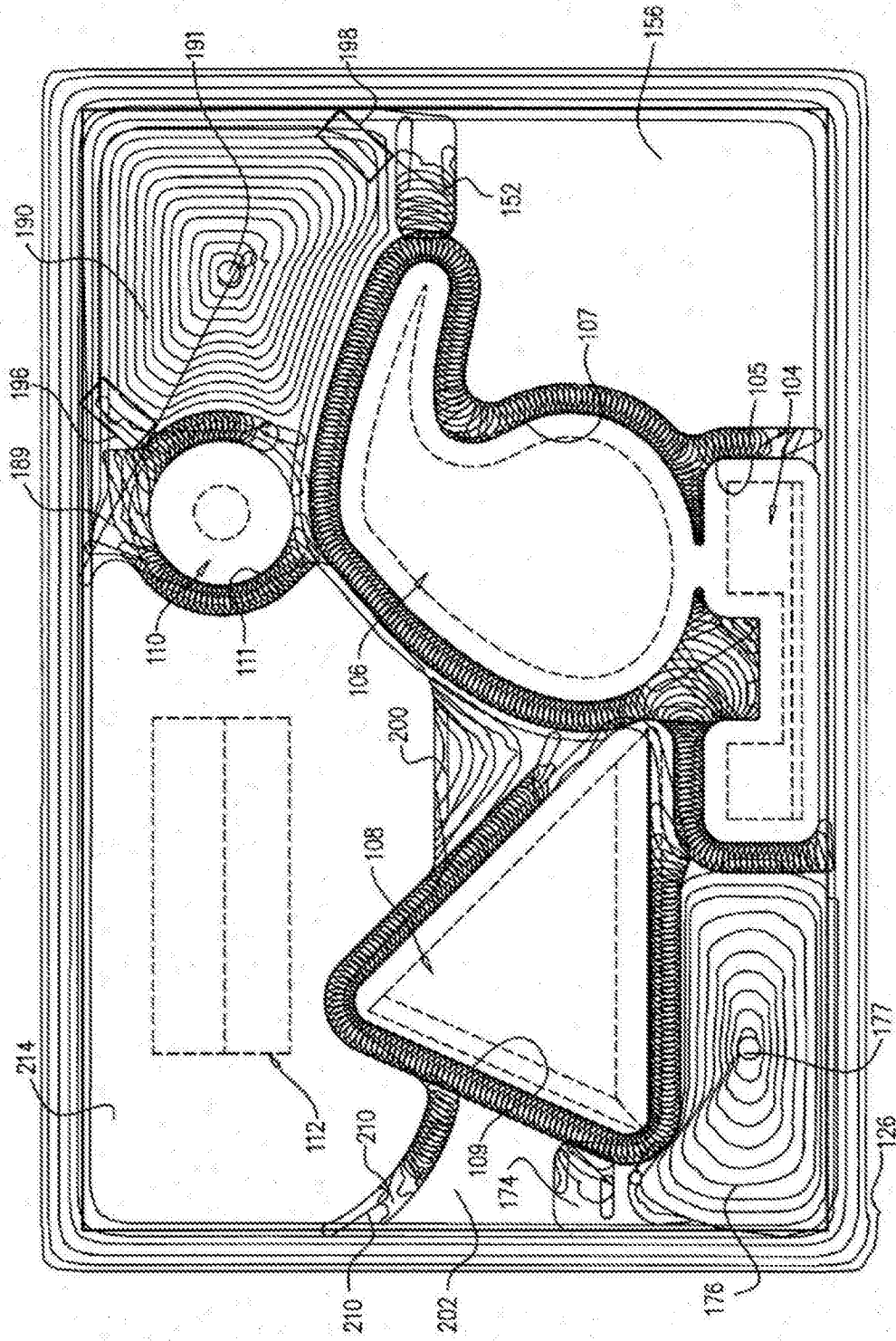


图1P-2

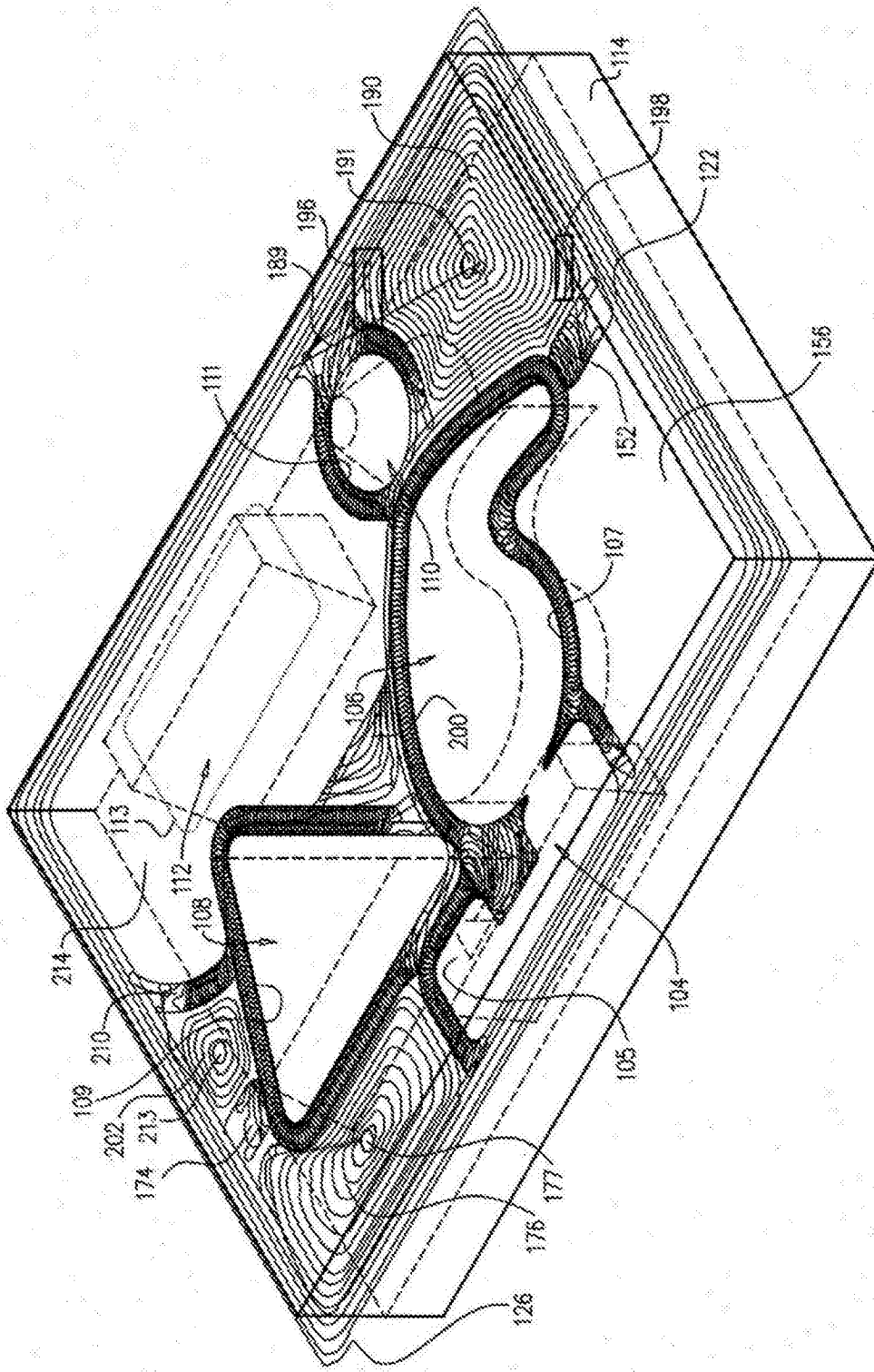


图10-1

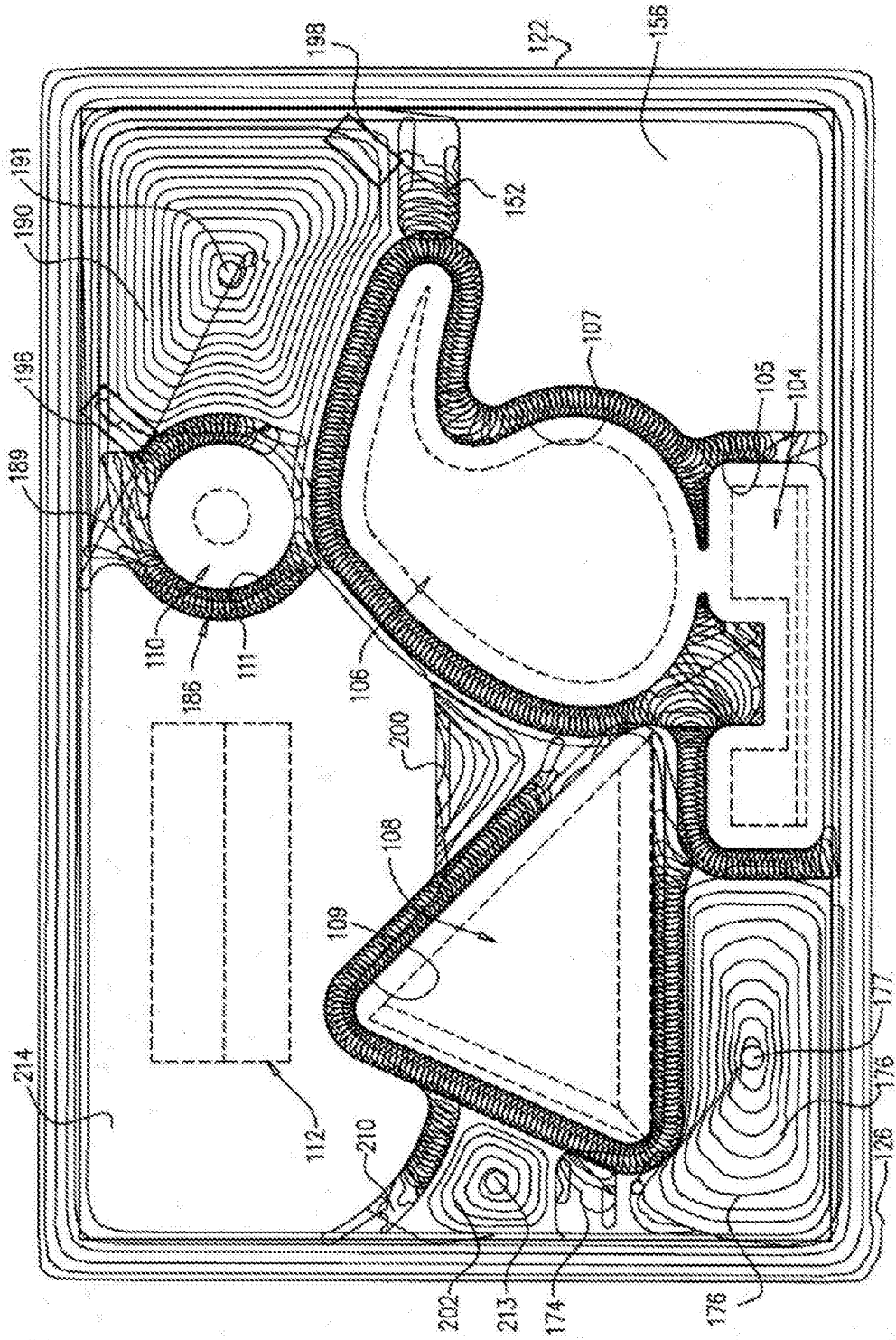


图10-2

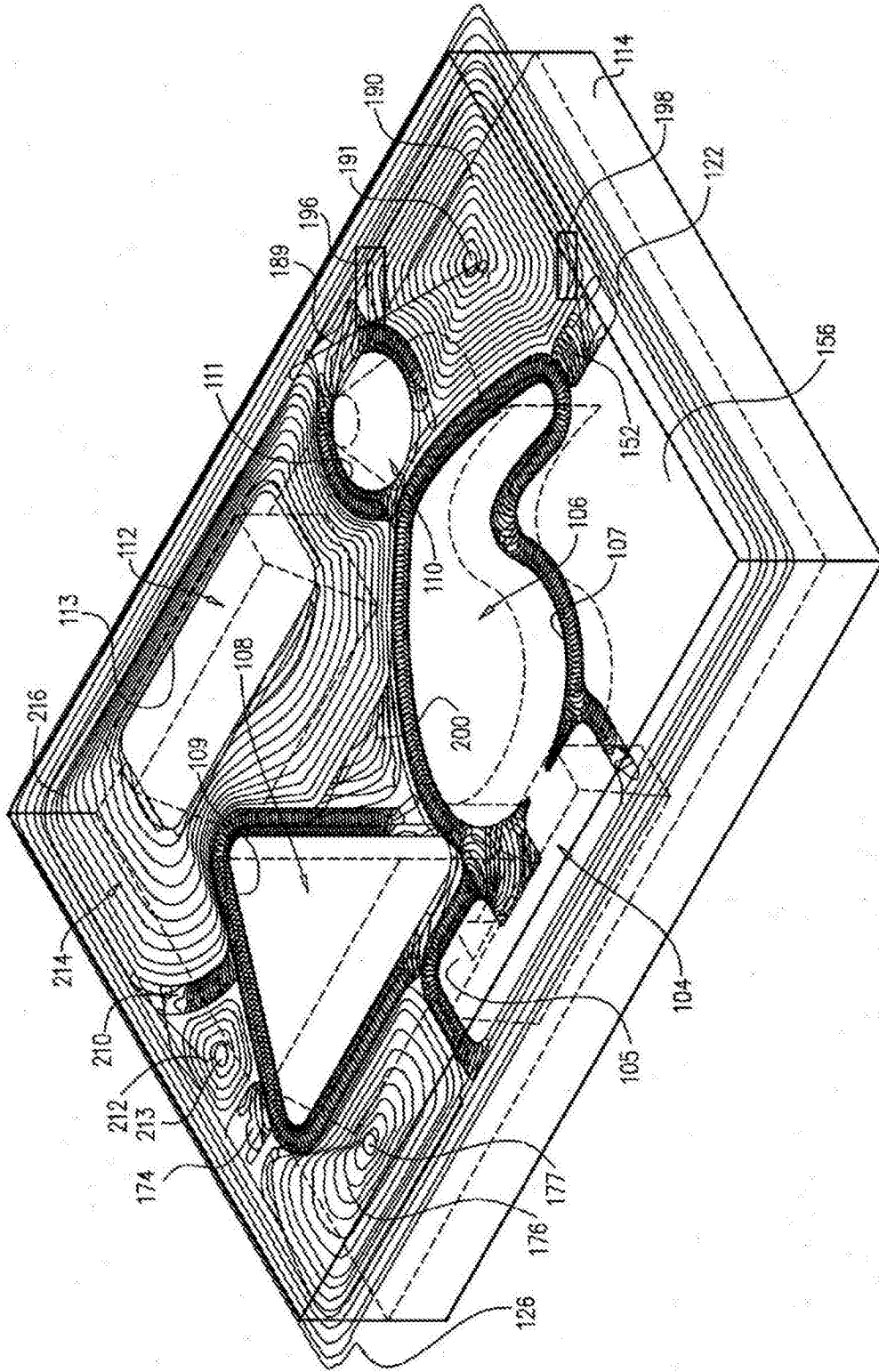


图1R-1

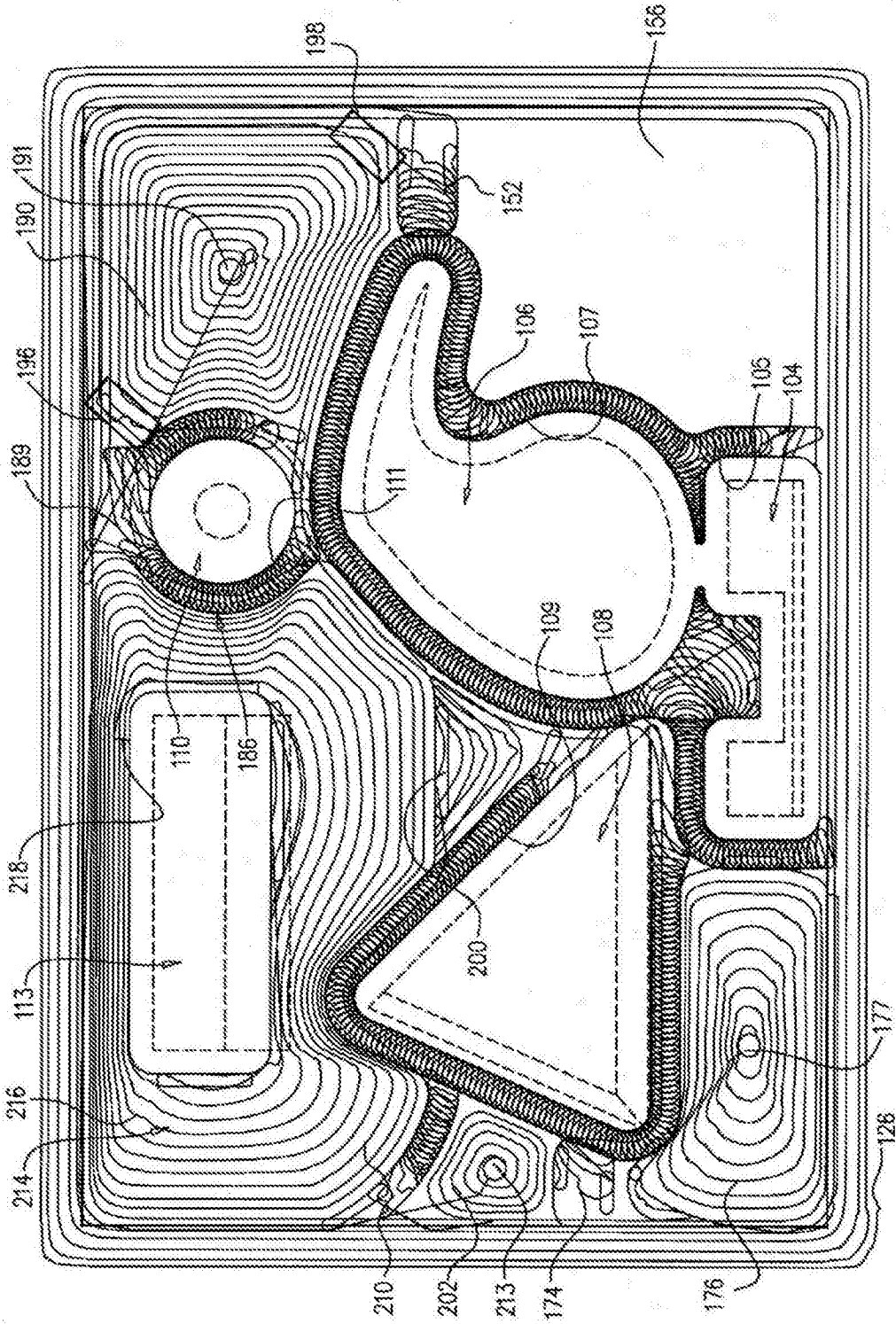


图1R-2

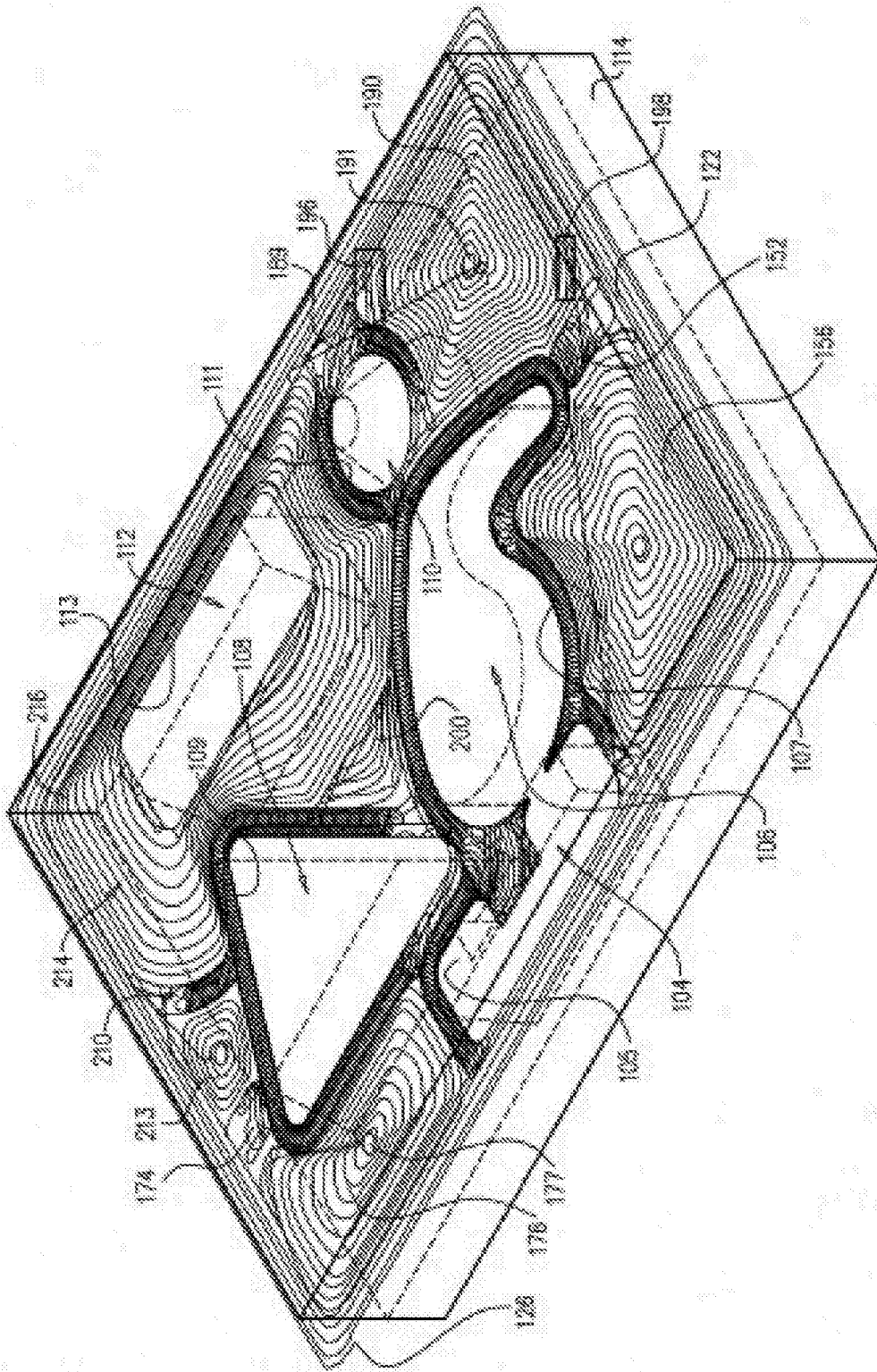


图1S-1

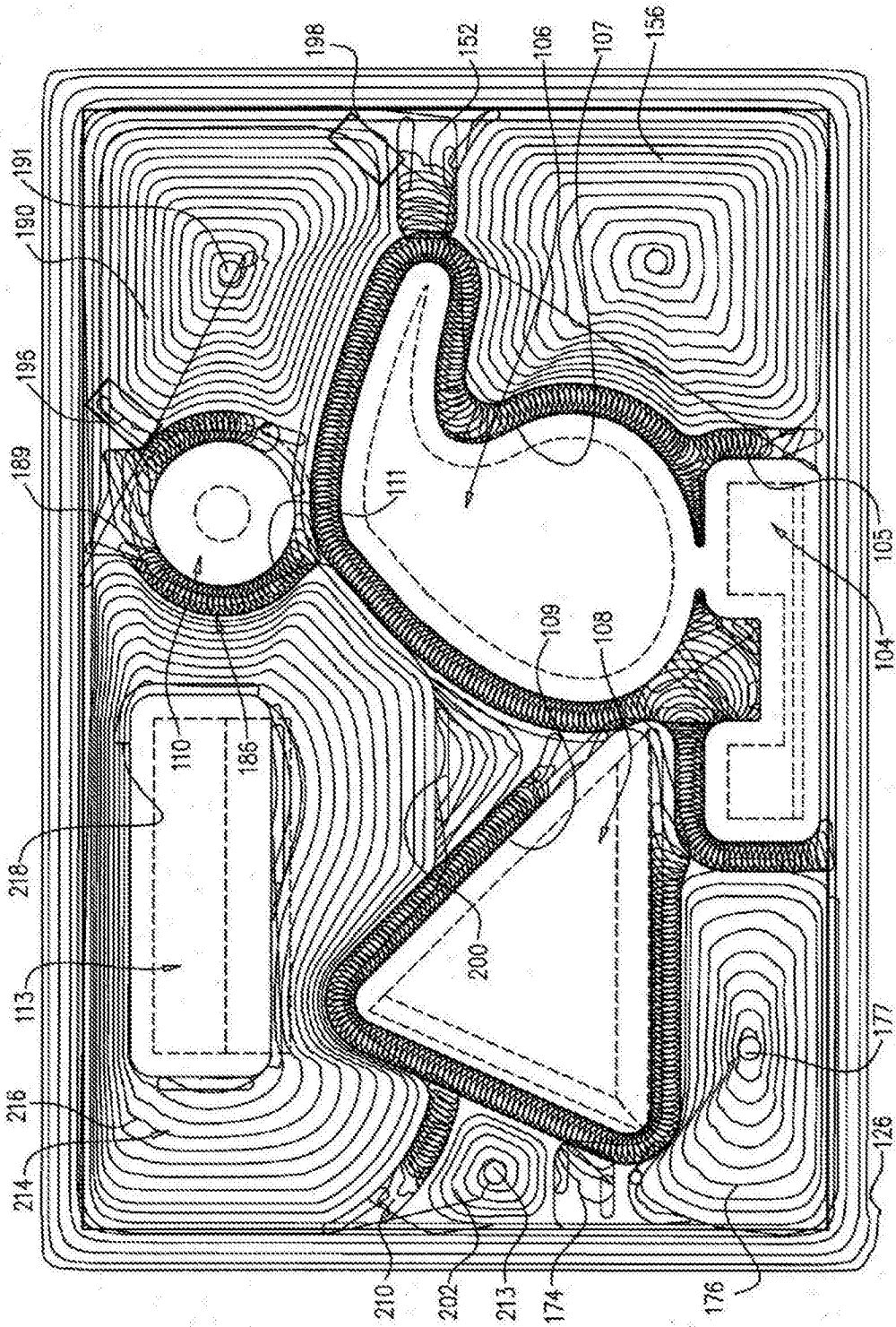


图1S-2

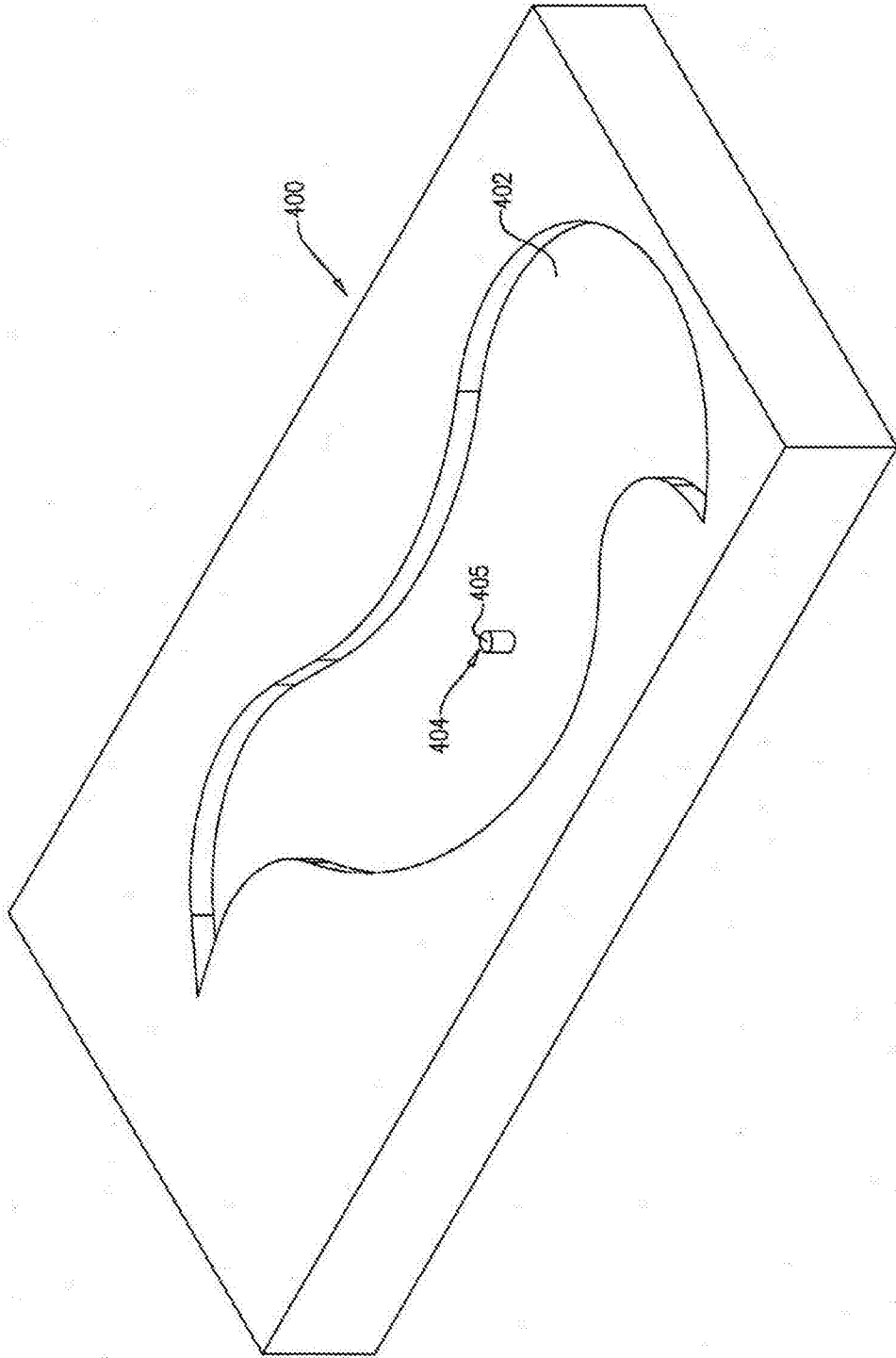


图2A

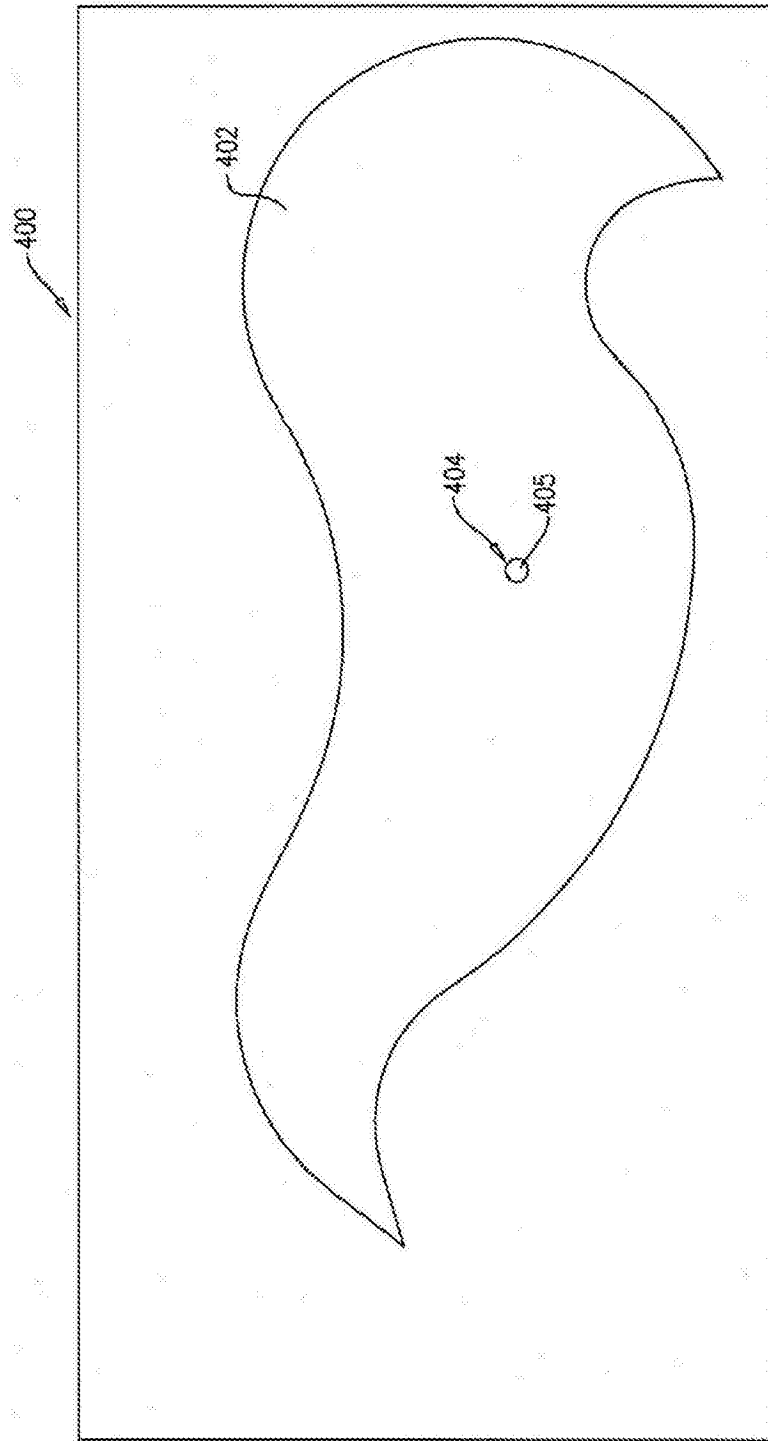


图2B

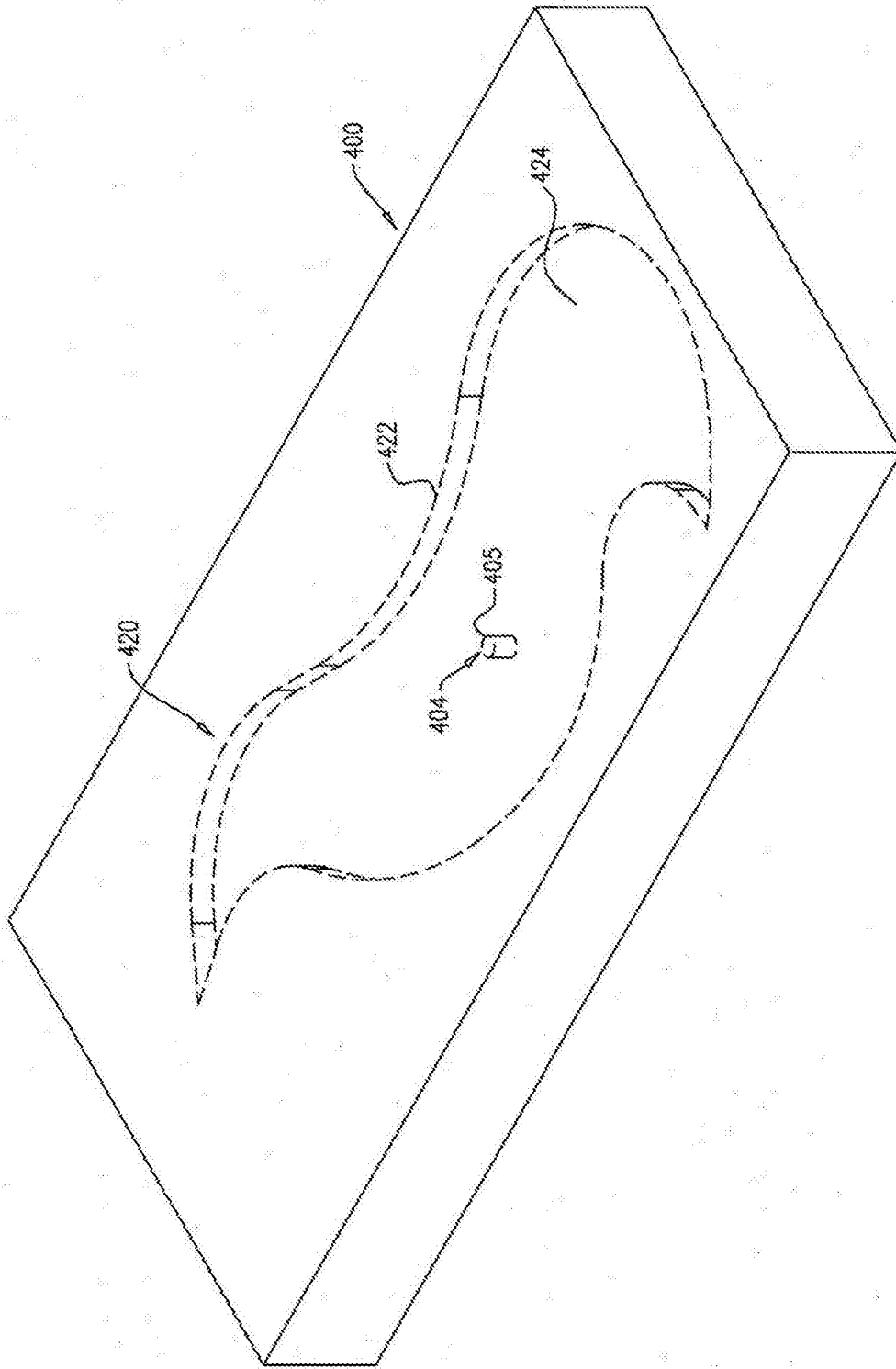


图2C

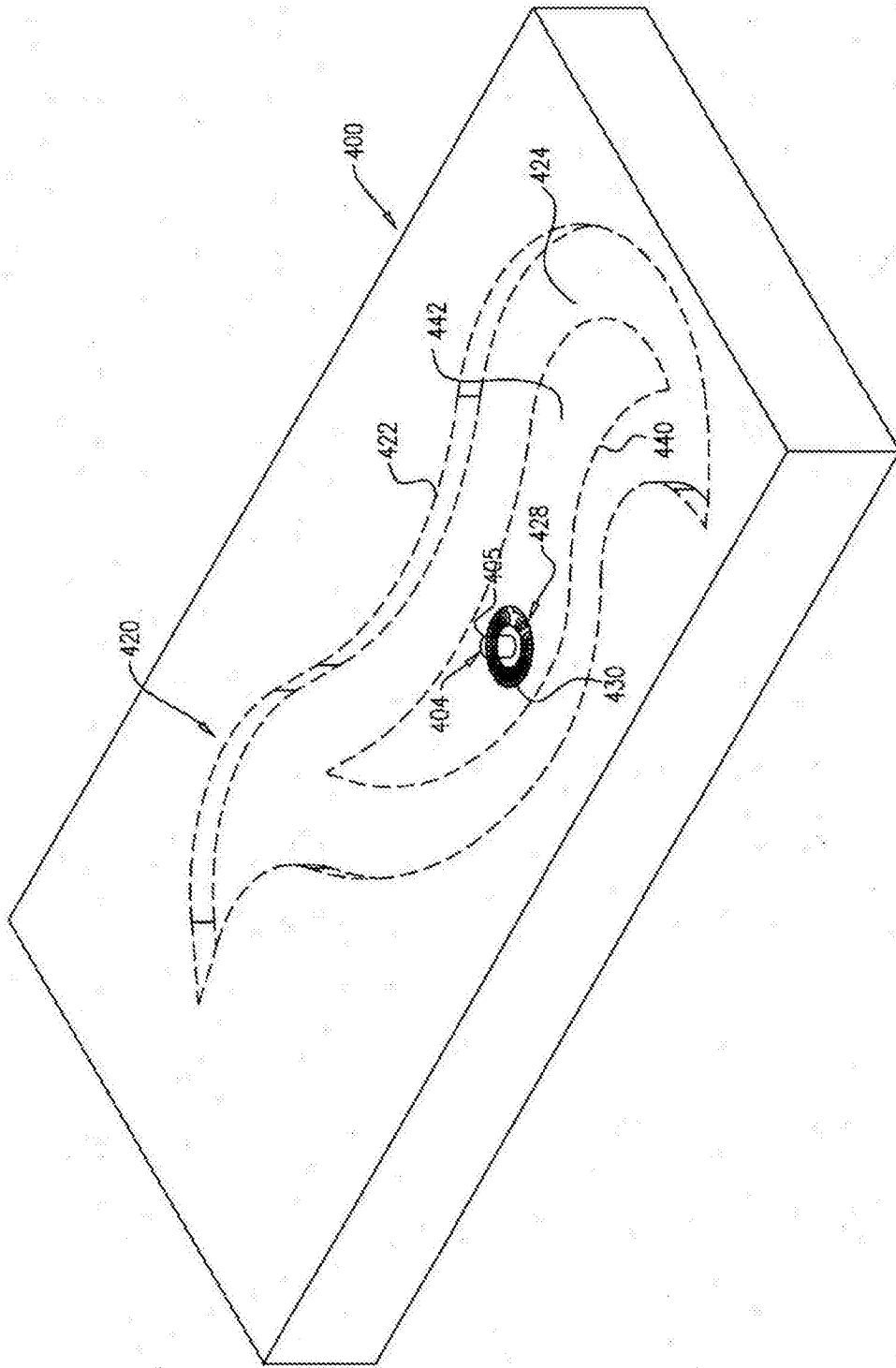


图2D-1

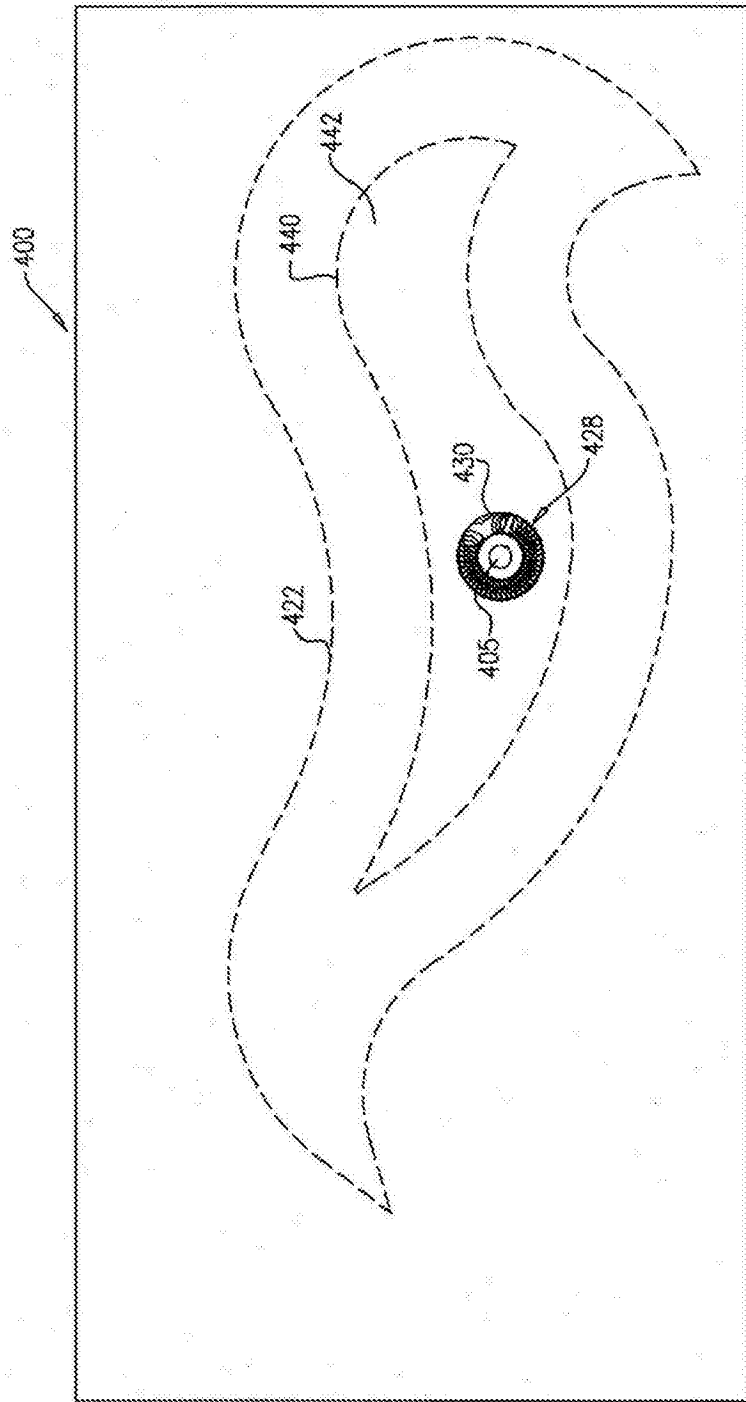


图2D-2

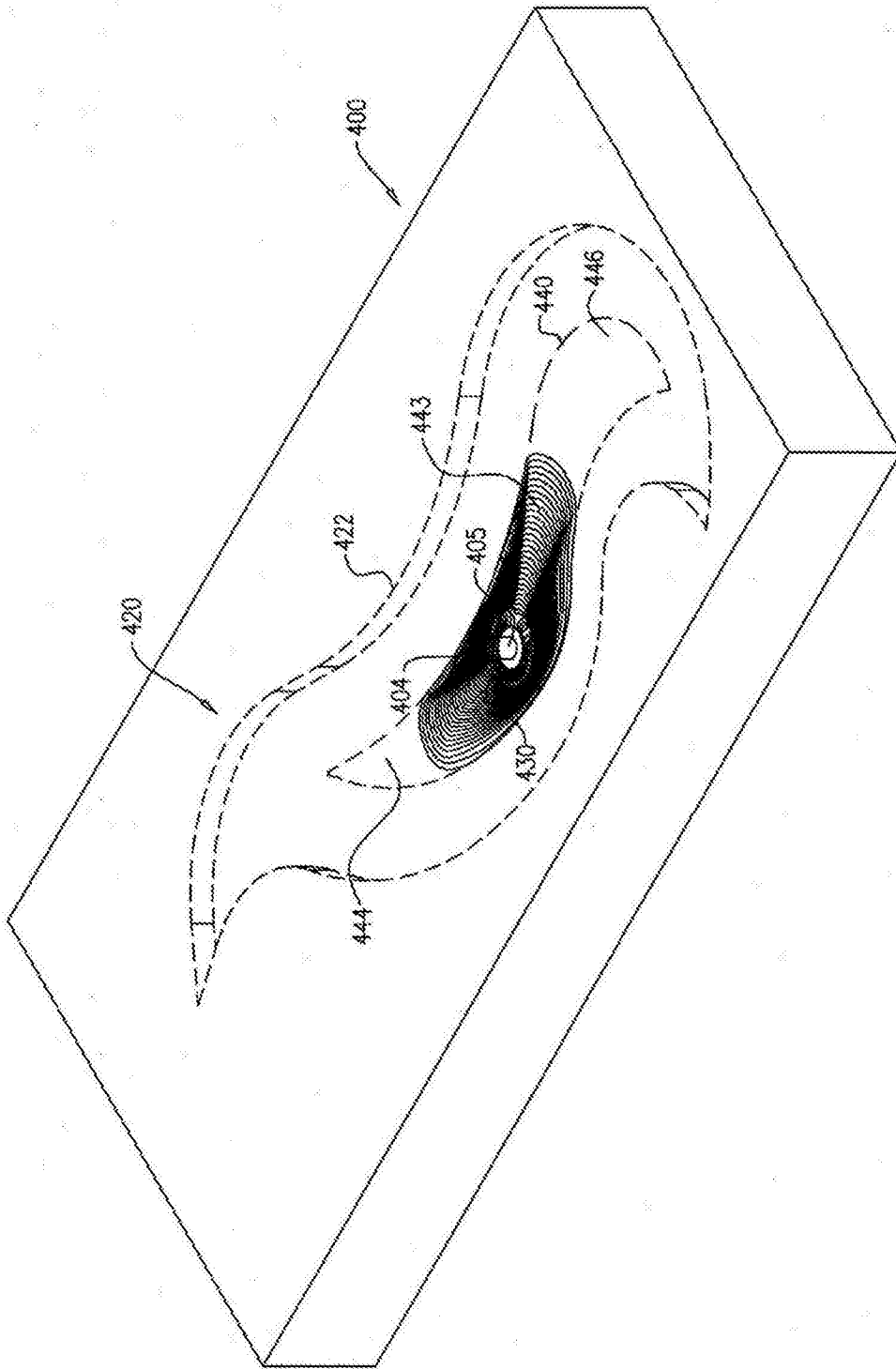


图2E-1

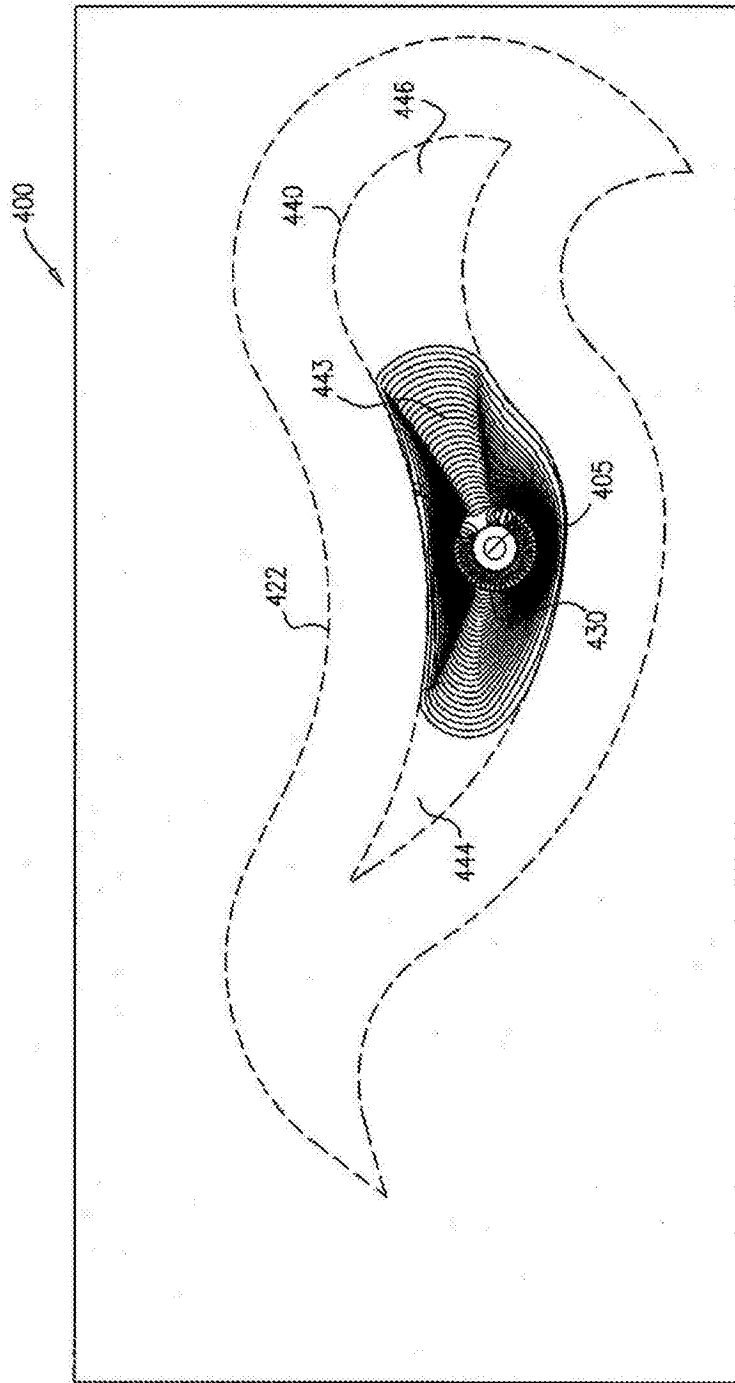


图2E-2

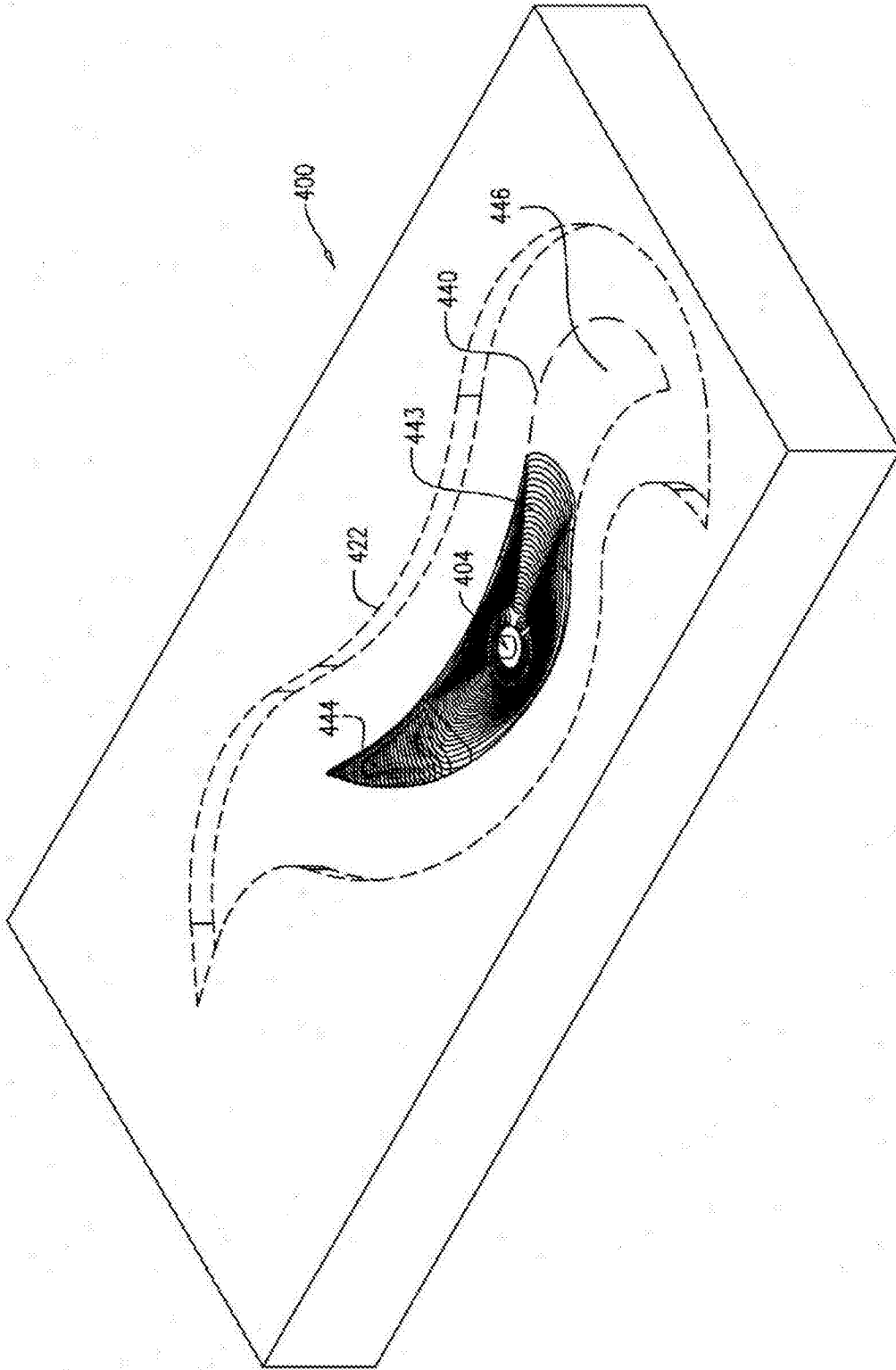


图2F-1

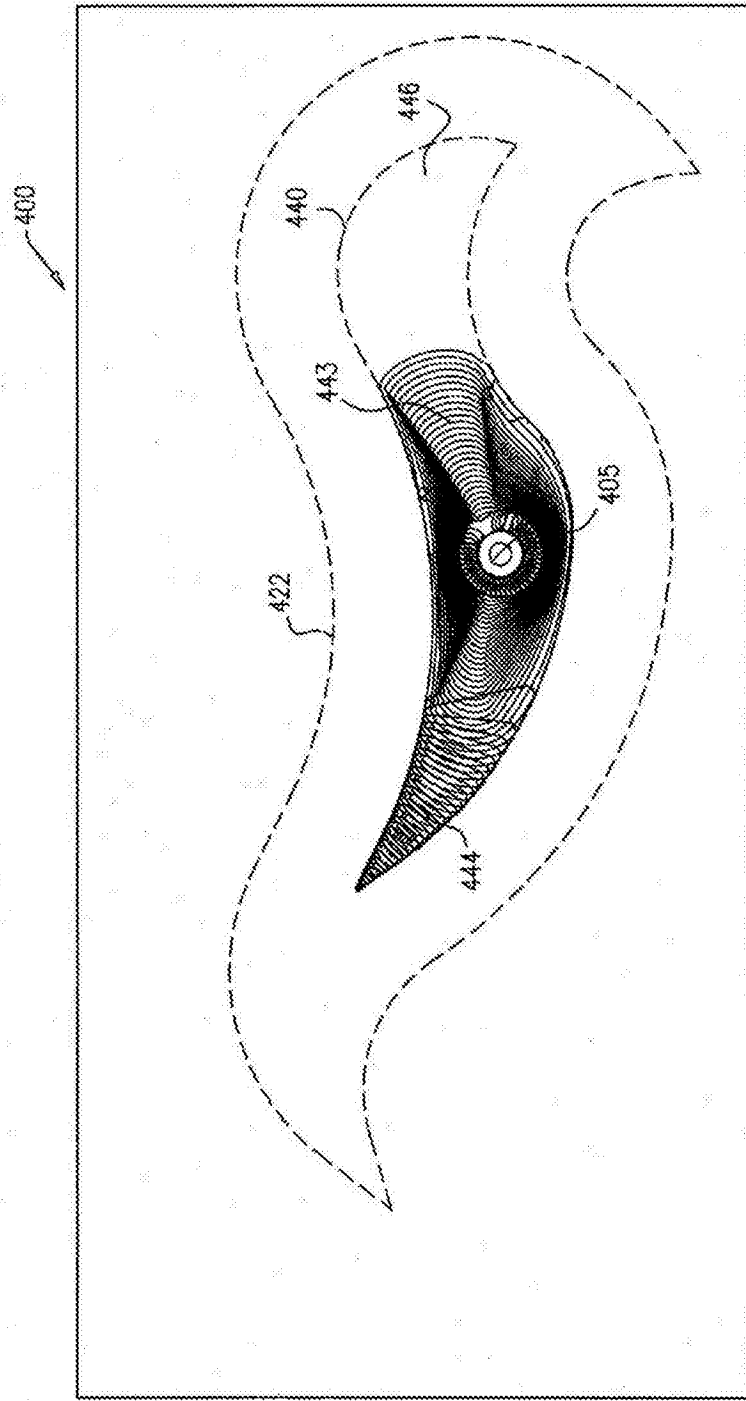


图2F-2

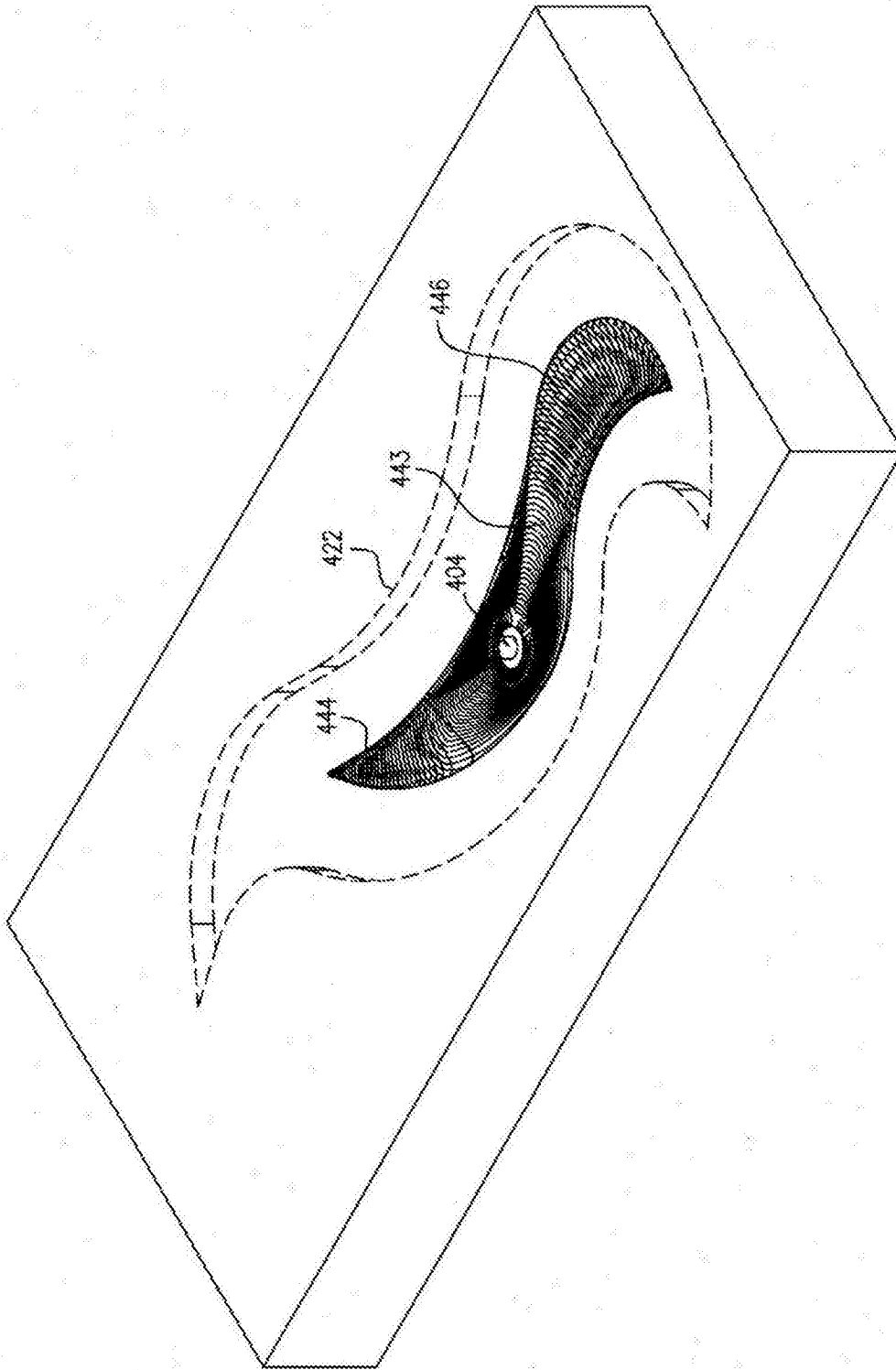


图2G-1

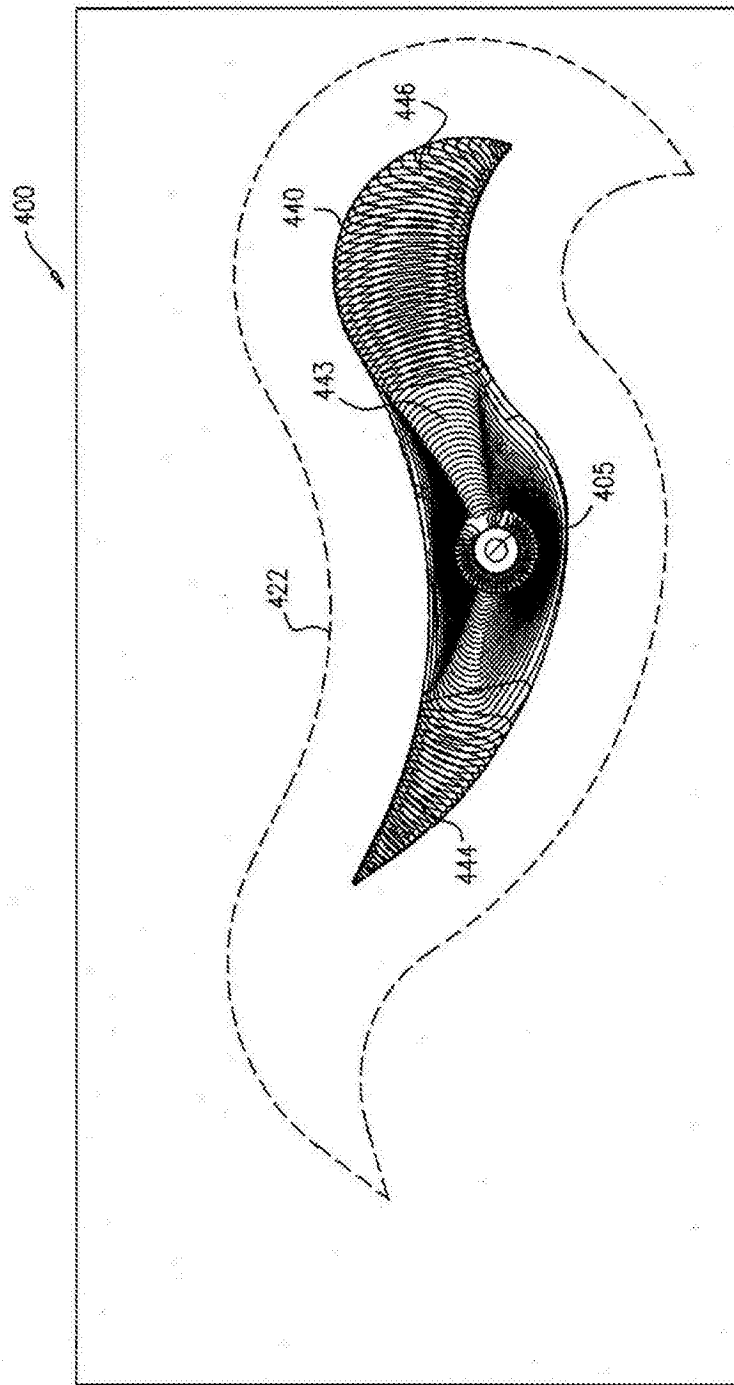


图2G-2

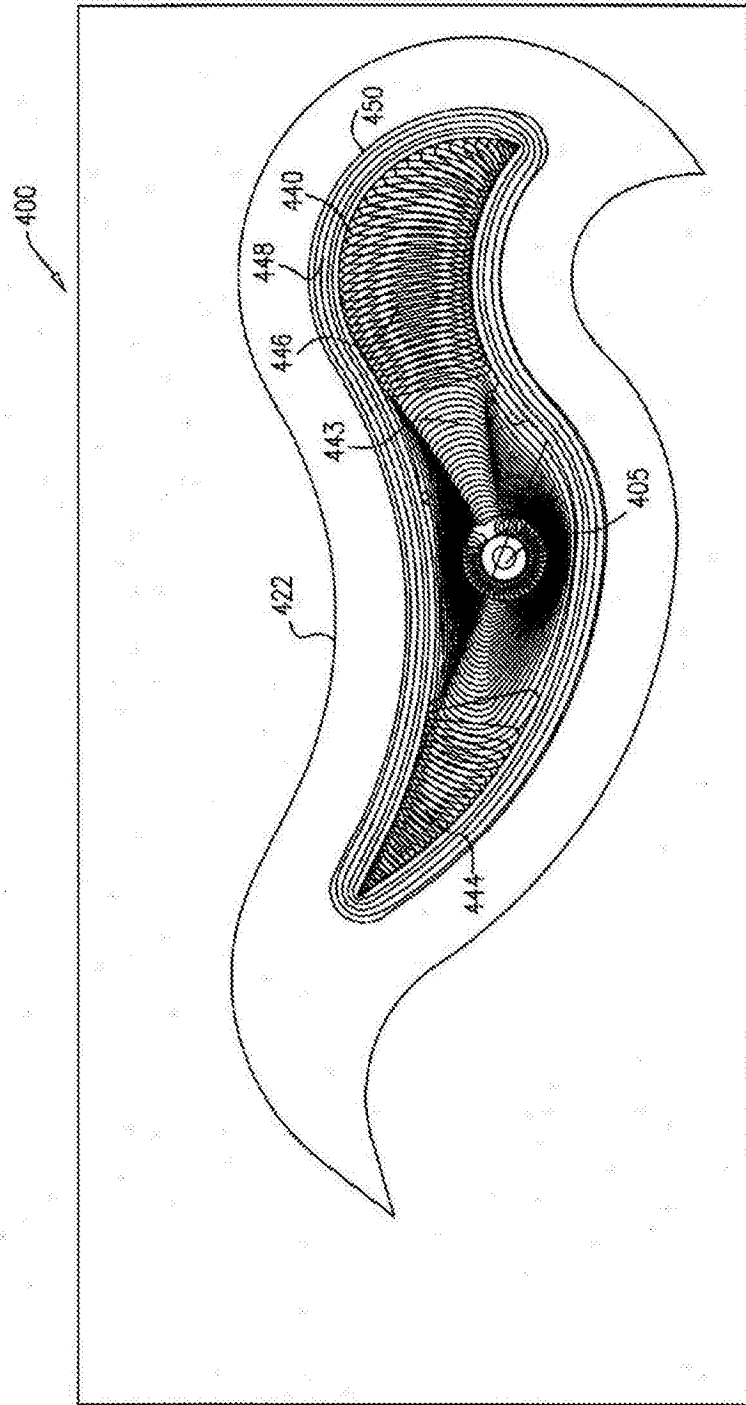


图2H-2

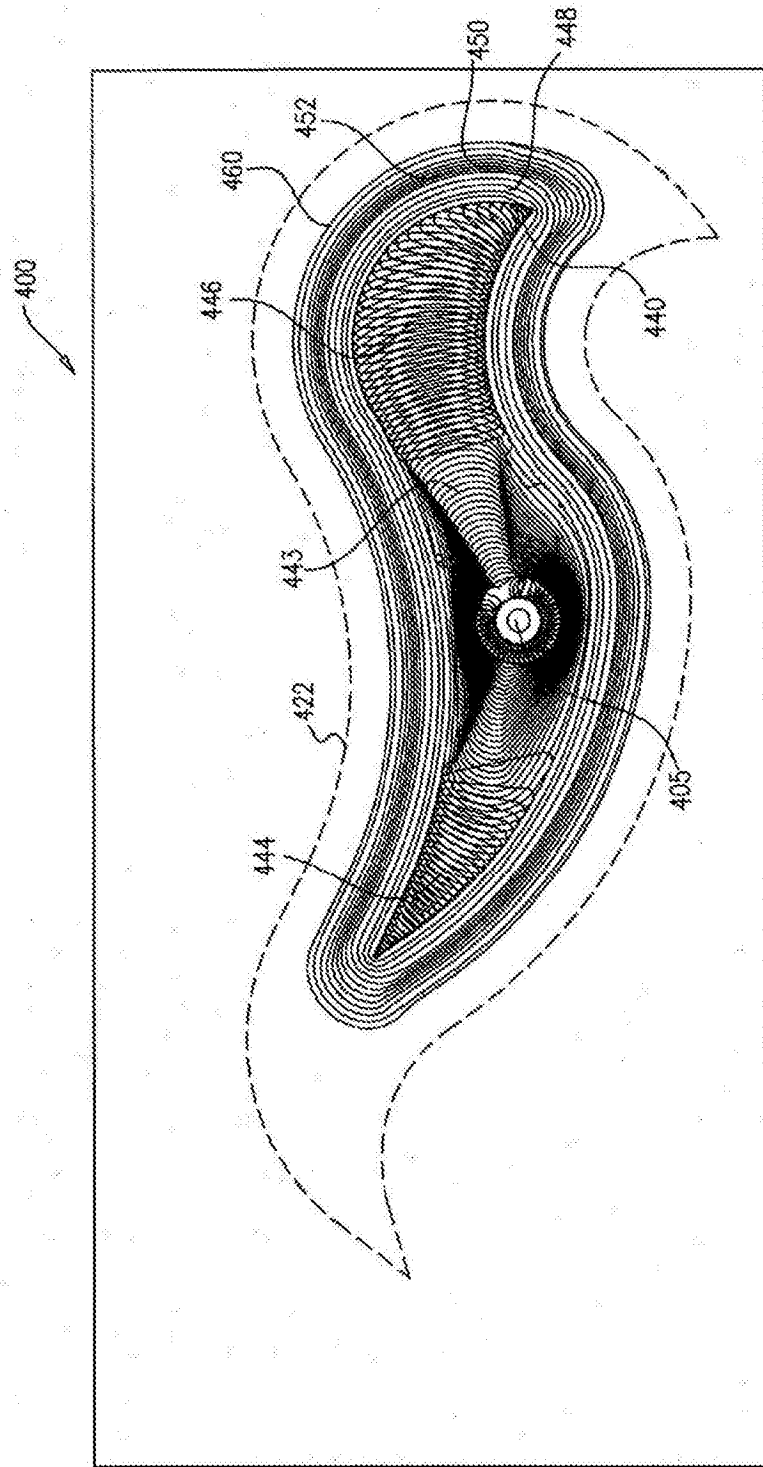


图21-2

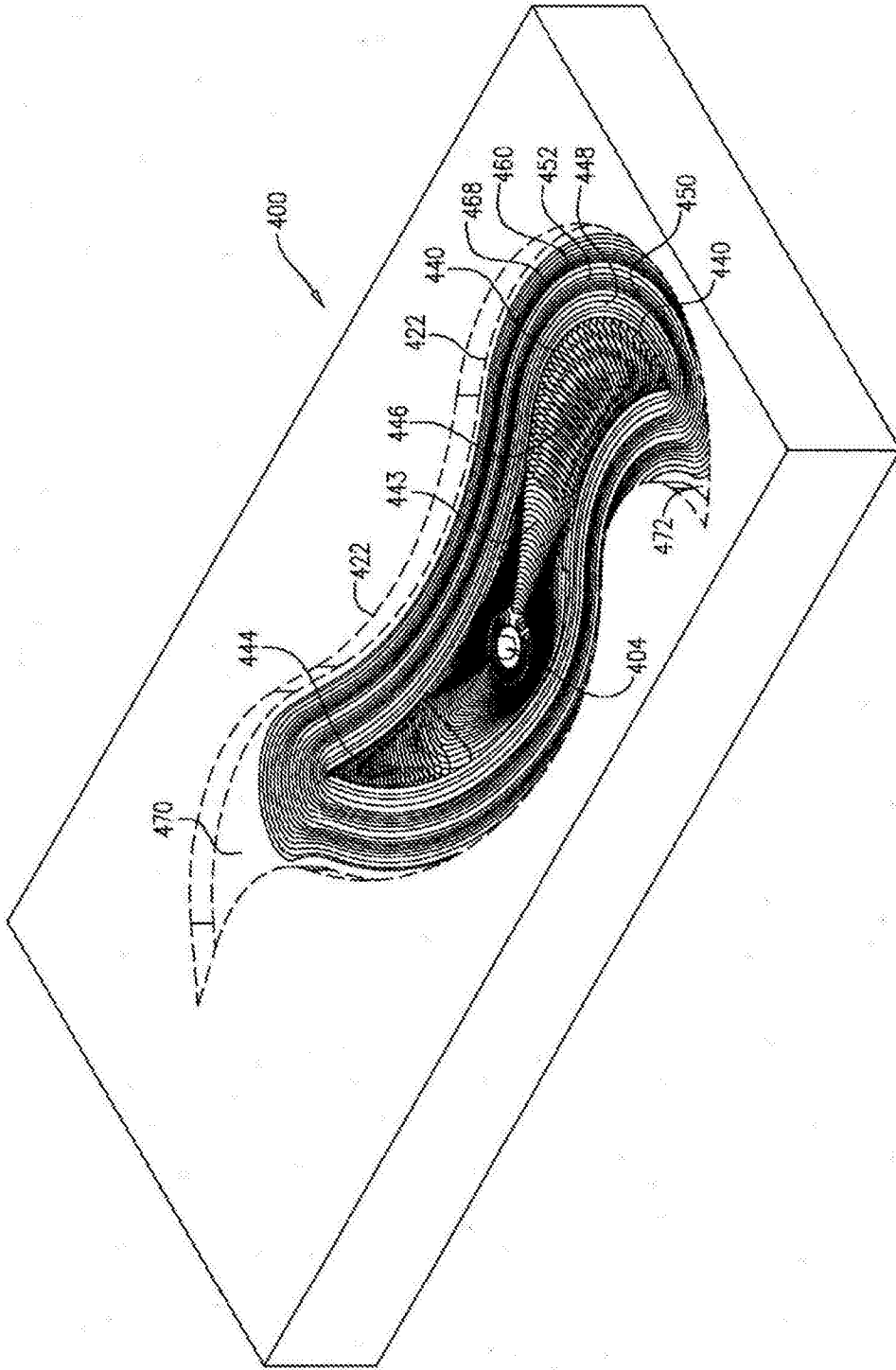


图2J-1

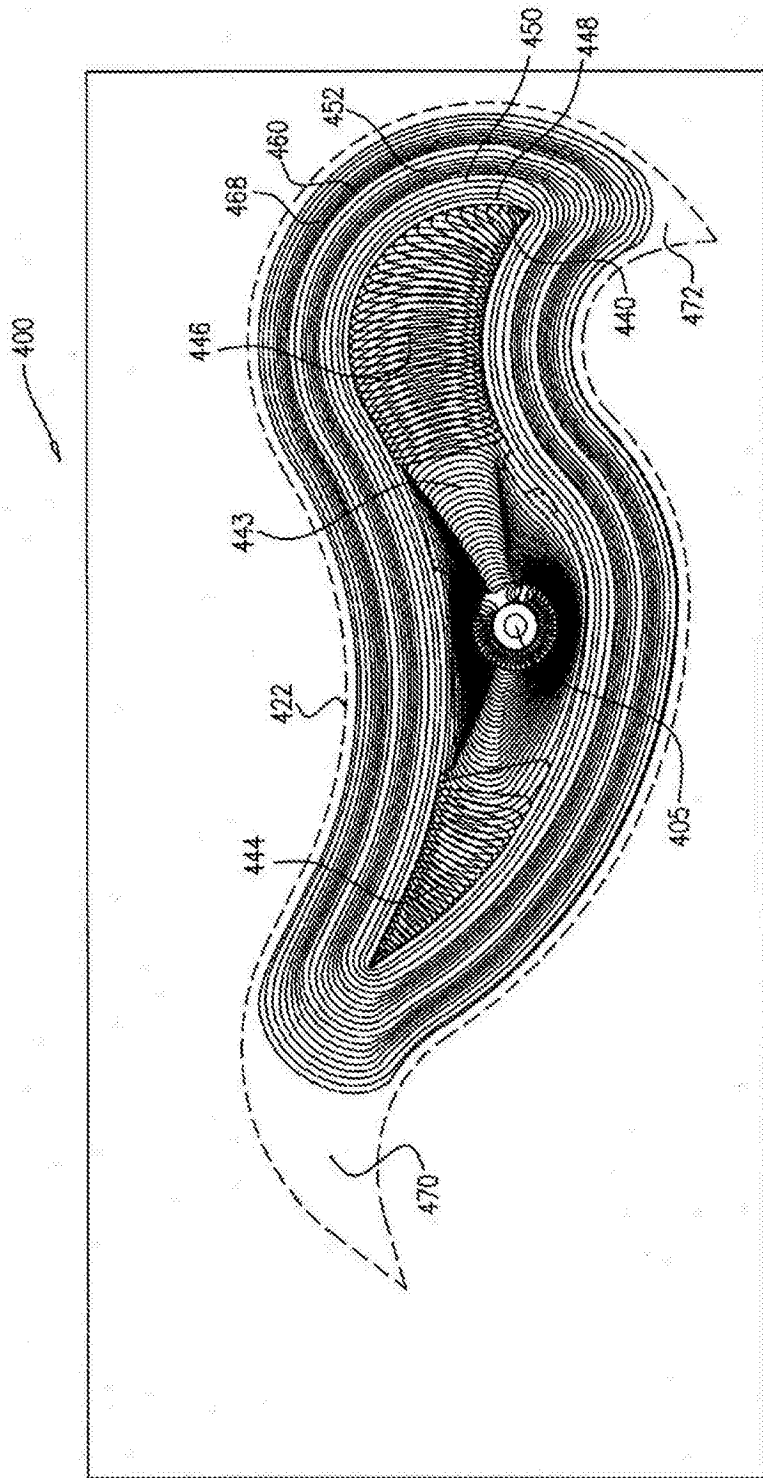


图2J-2

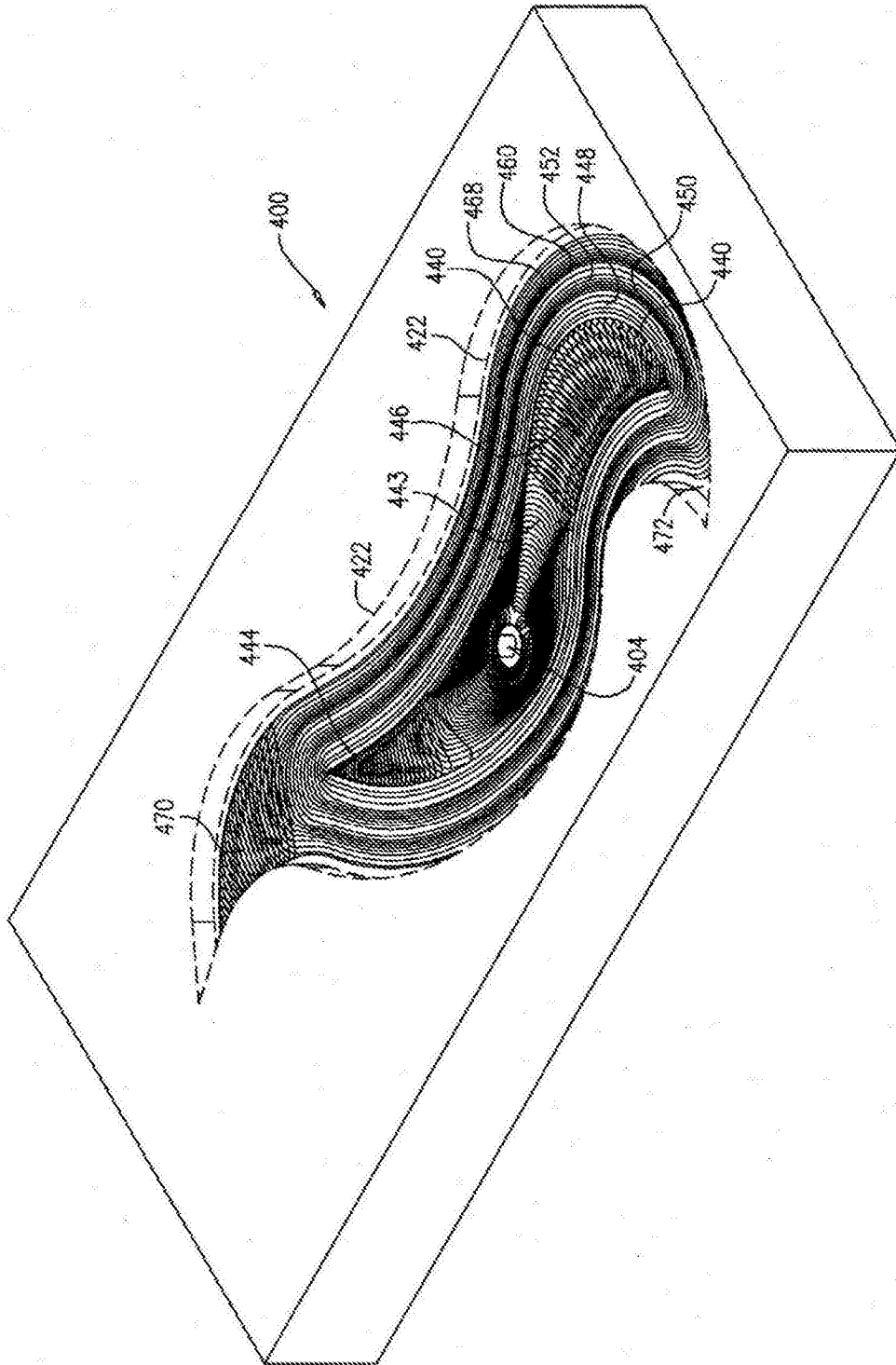


图2K-1

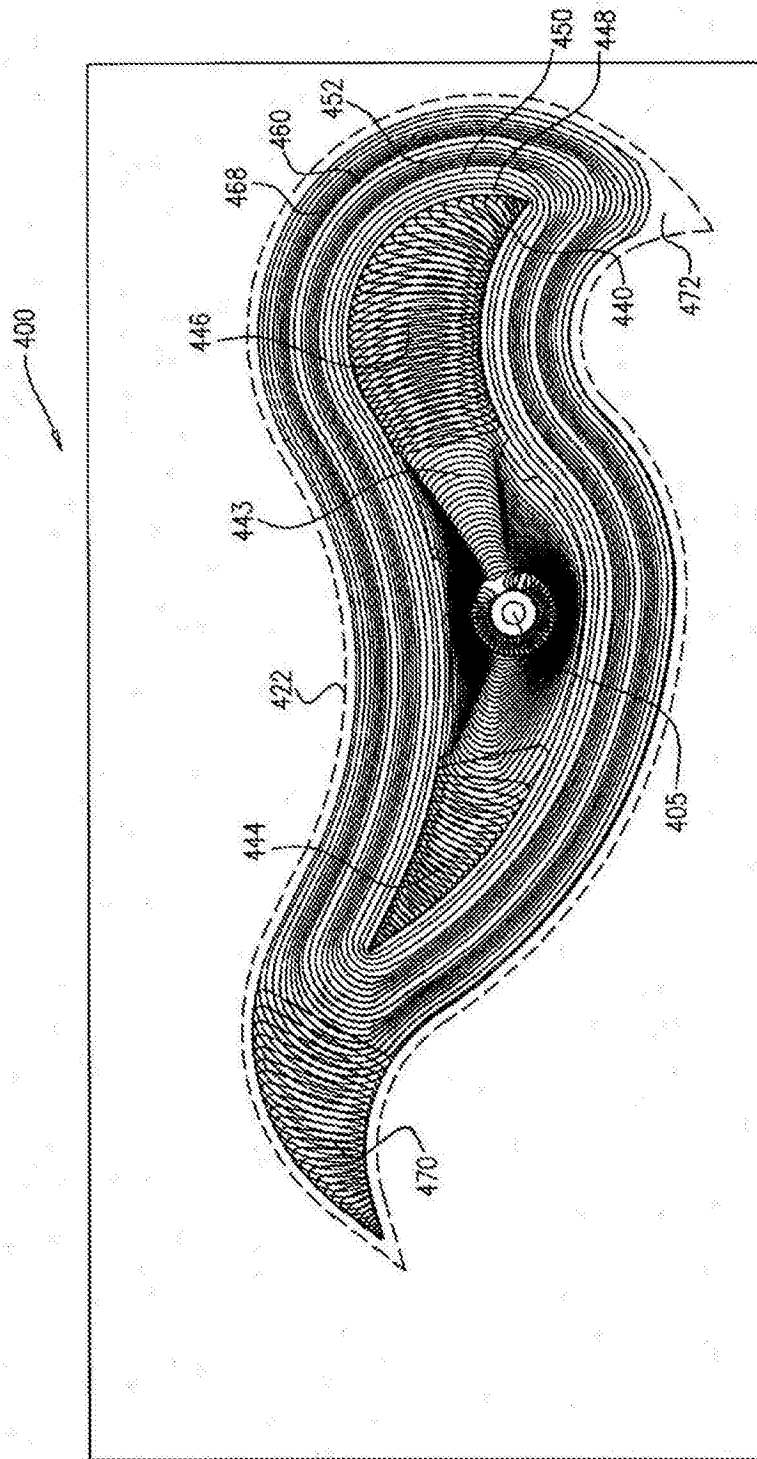


图2K-2

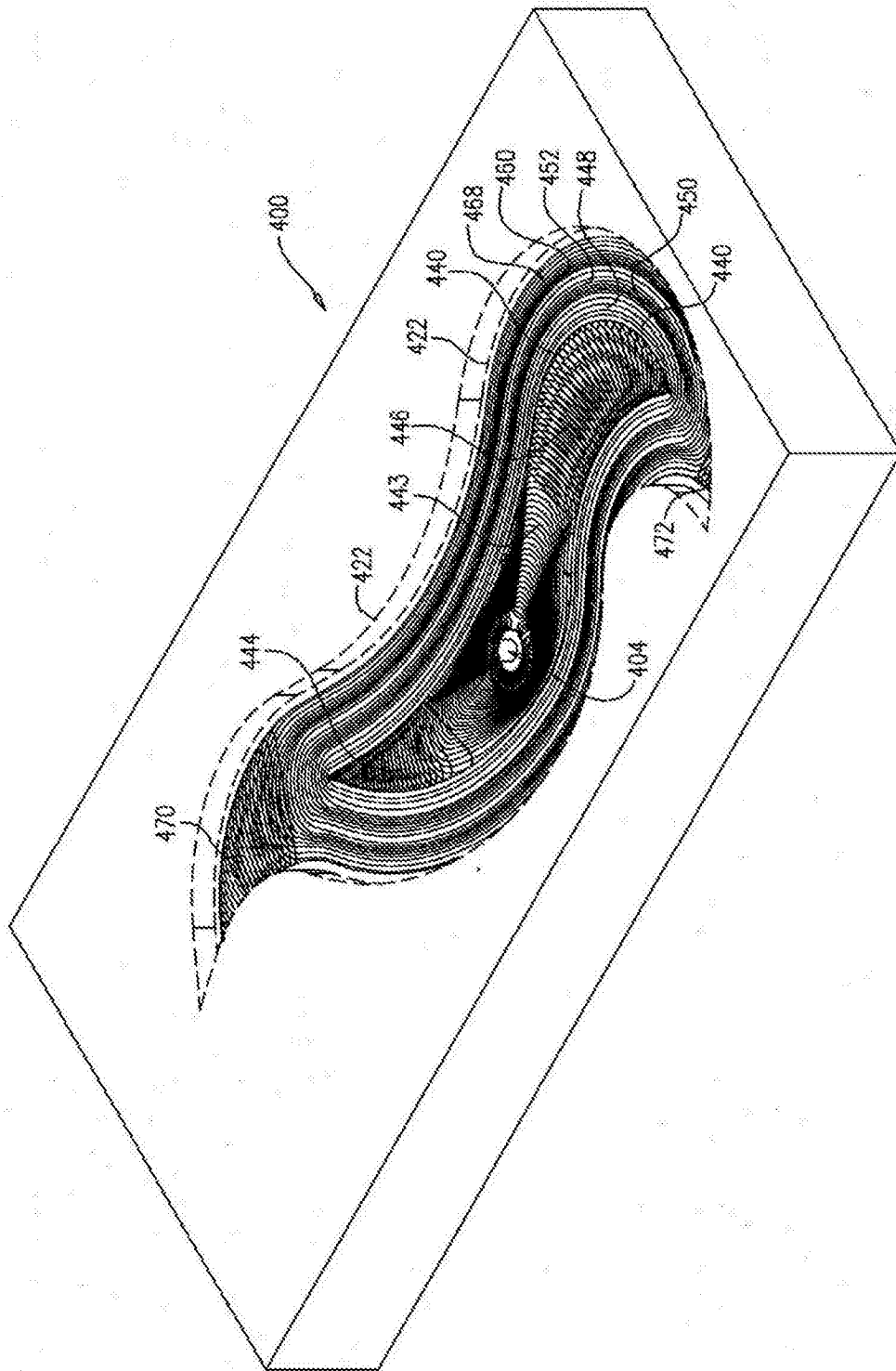


图2L-1

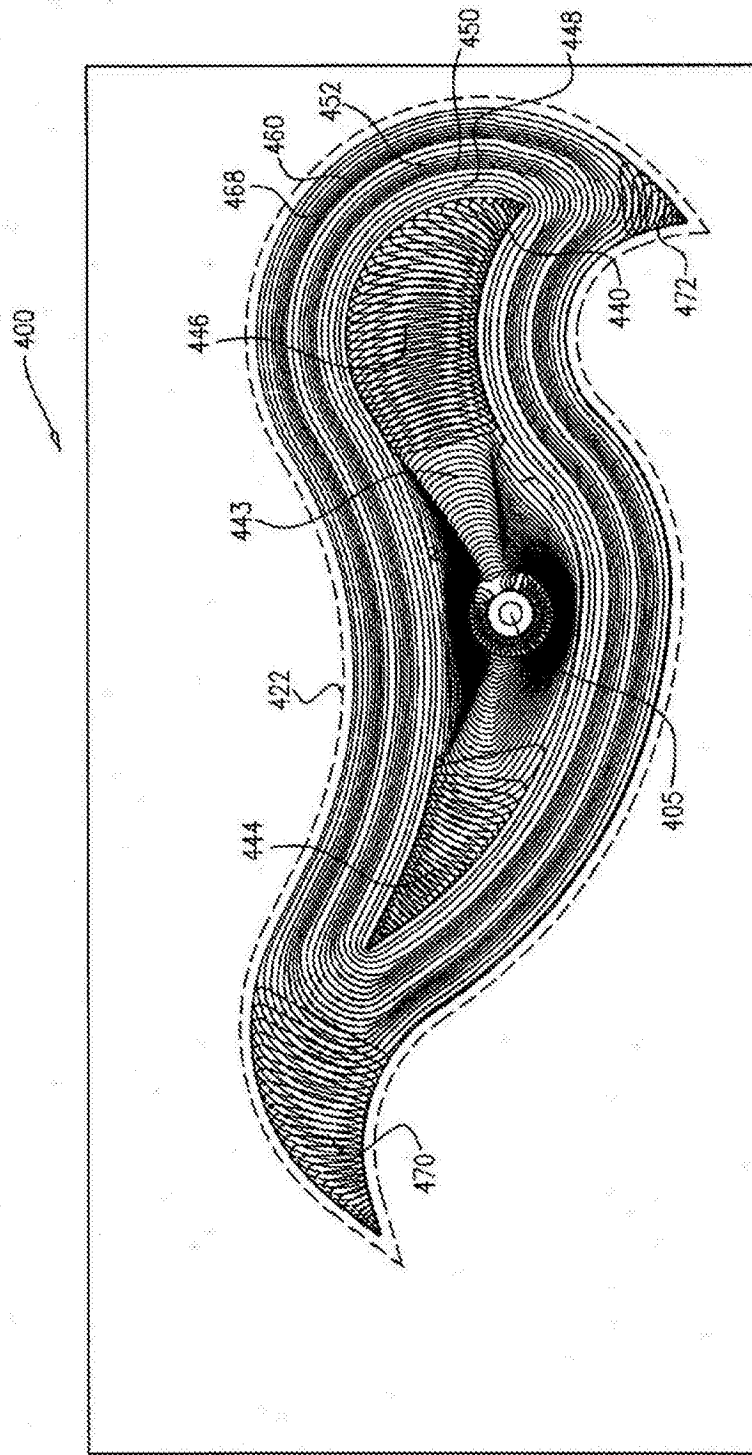


图2L-2

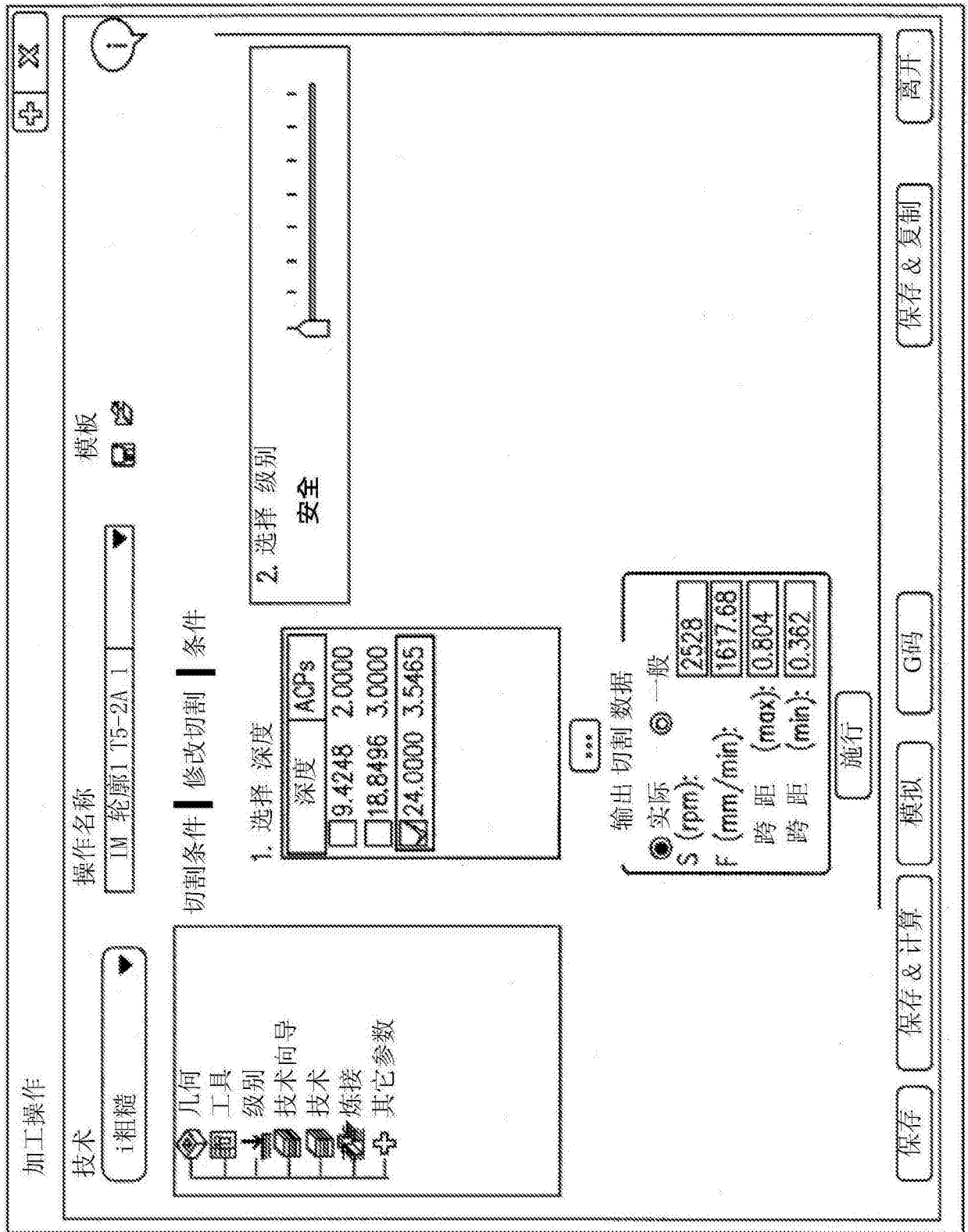


图3A

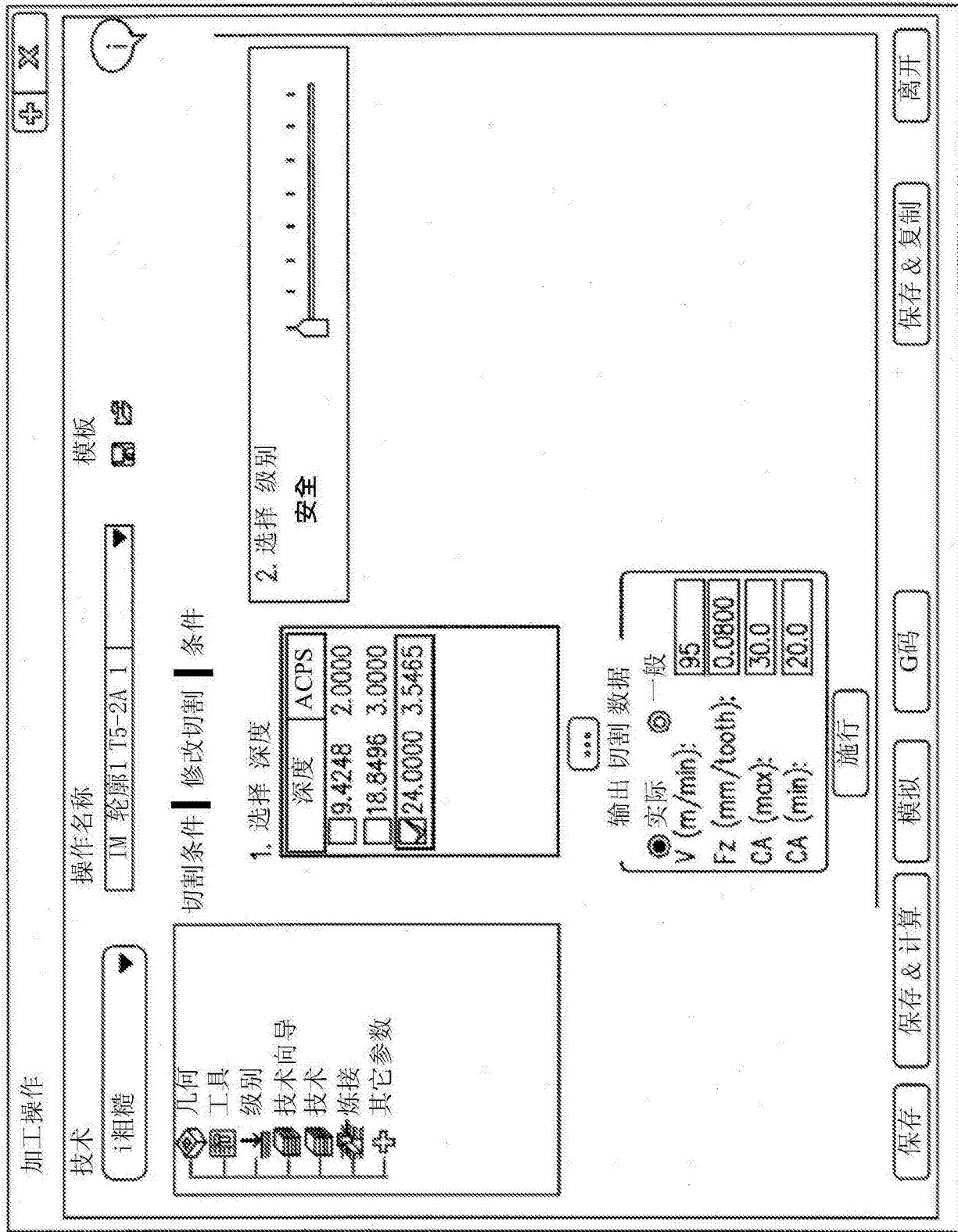


图3B

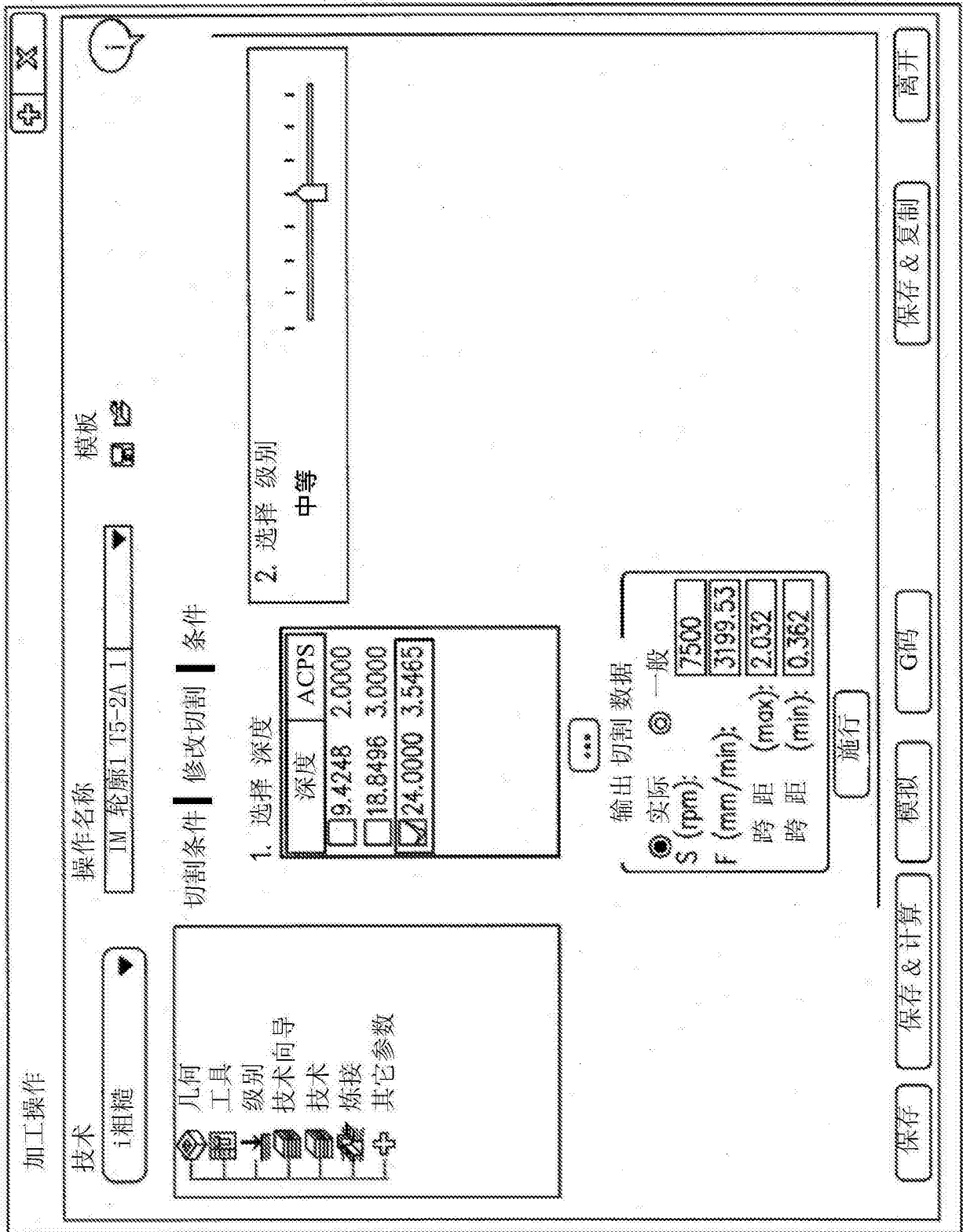


图3C

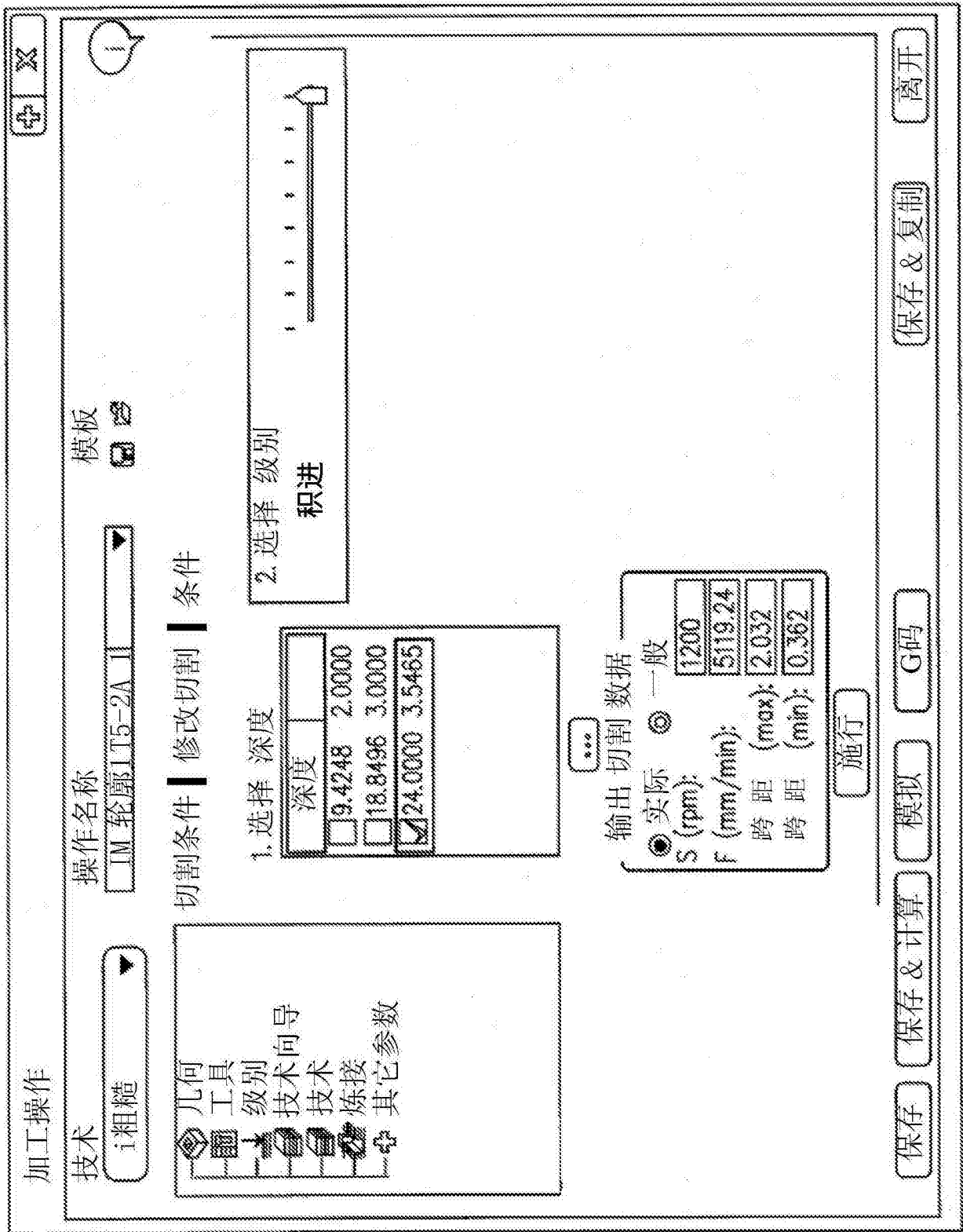


图3D

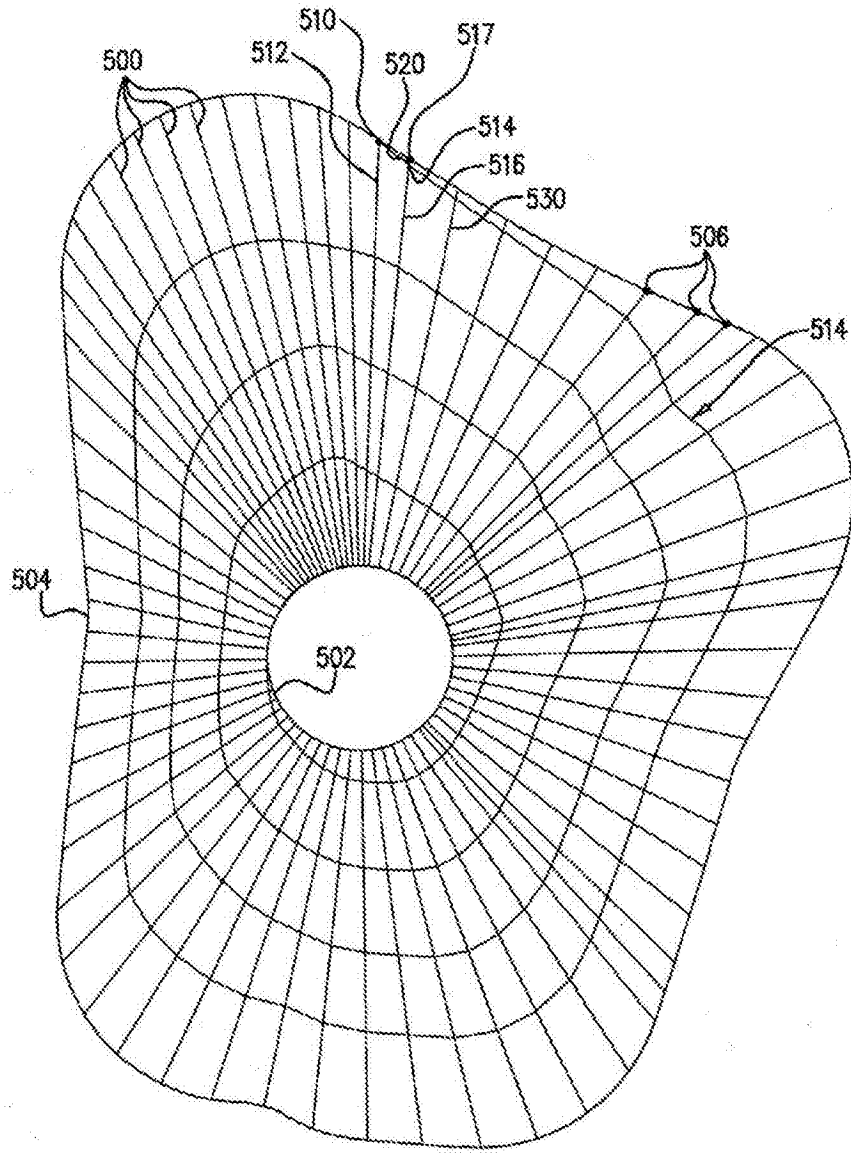


图4A

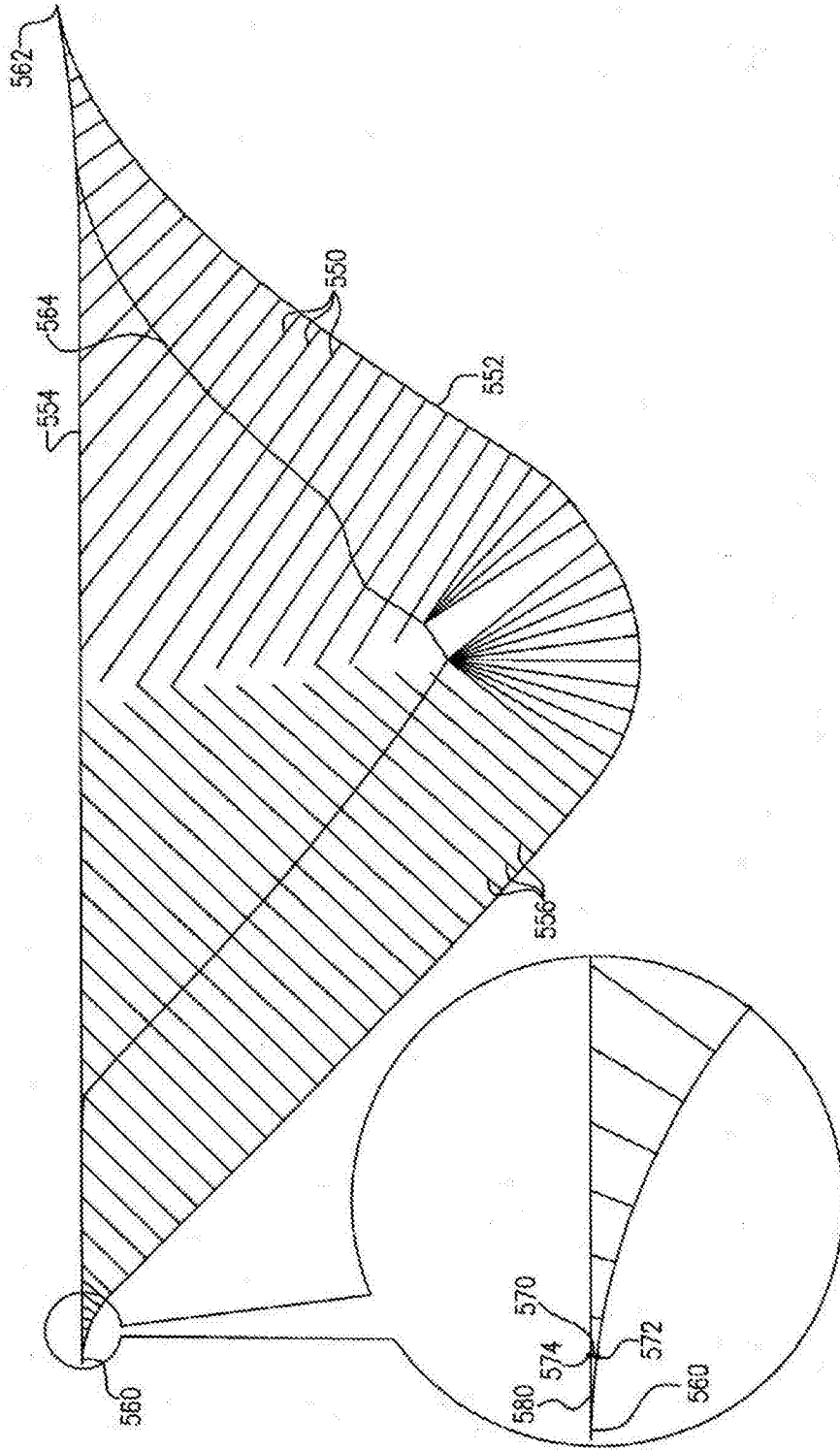


图4B