



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113853605 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 03

(21) 申请号 202080037875.2

(22) 申请日 2020.04.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113853605 A

(43) 申请公布日 2021.12.28

(30) 优先权数据
2019-095824 2019.05.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/017379 2020.04.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/235288 JA 2020.11.26

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小川刚史 卜部正树 饭塚荣治

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 邵琳琳

(51) Int.Cl.
G06F 30/10 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2013071120 A, 2013.04.22
WO 2008026777 A1, 2008.03.06

审查员 林婵

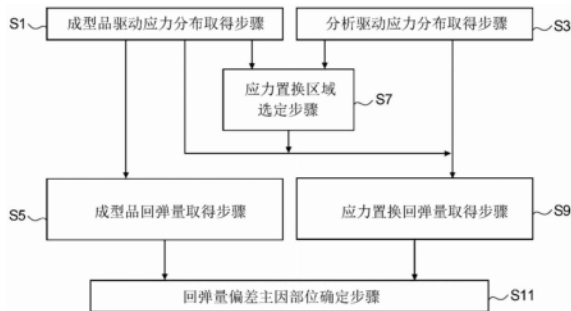
权利要求书2页 说明书9页 附图13页

(54) 发明名称

回弹量偏差主因部位确定方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种确定出CAE分析与实际的成型品的回弹量偏差主因部位的回弹量偏差主因部位确定方法及装置。本发明具备：取得冲压成型品的驱动应力分布的成型品驱动应力分布取得步骤、取得回弹分析的驱动应力分布的分析驱动应力分布取得步骤、取得基于成型品驱动应力分布的回弹量的成型品回弹量取得步骤、将一部分区域的分析驱动应力的值替换为与上述一部分区域对应的成型品驱动应力的值并取得基于该替换后的应力置换分布的回弹量的应力置换回弹量取得步骤、以及求出成型品回弹量与应力置换回弹量的差并基于该求出的差来确定出成为回弹量产生偏差的主因的部位的的回弹量偏差主因部位确定步骤。



1. 一种回弹量偏差主因部位确定方法,其在对实际板件进行冲压成型而得到的冲压成型品所产生的回弹量、和对与所述冲压成型品相同形状的分析模型进行了回弹分析时的回弹量产生偏差的情况下,确定出成型品形状中的成为产生该偏差的主因的部位,其中,

所述回弹量偏差主因部位确定方法具备:

成型品驱动应力分布取得步骤,在该步骤中,根据测量所述冲压成型品的脱模后的表面形状而取得的三维形状测量数据来制作冲压成型品模型,进行利用模具模型将该冲压成型品模型夹至下止点的状态下的力学分析,取得成型下止点处的应力分布作为所述冲压成型品的有助于回弹的成型品驱动应力分布;

分析驱动应力分布取得步骤,在该步骤中,取得所述回弹分析中的下止点应力分布以及脱模后的残余应力分布,并取得该下止点应力分布与脱模后的残余应力分布的差作为回弹分析中的分析驱动应力分布;

成型品回弹量取得步骤,在该步骤中,对所述回弹分析中的下止点的成型品形状设定所述成型品驱动应力分布,基于该设定好的成型品驱动应力分布进行回弹分析而取得回弹量;

应力置换回弹量取得步骤,在该步骤中,对所述下止点的成型品形状设定所述分析驱动应力分布,将该设定好的分析驱动应力分布中的一部分区域的分析驱动应力的值置换为所述成型品驱动应力分布中的与所述一部分区域对应的区域的成型品驱动应力的值,基于该置换后的应力置换分布进行回弹分析而取得回弹量;以及

回弹量偏差主因部位确定步骤,在该步骤中,求出在该应力置换回弹量取得步骤中取得的回弹量与在所述成型品回弹量取得步骤中取得的回弹量的差,基于该求出的差,确定出成型品形状中的成为产生所述偏差的主因的部位。

2. 根据权利要求1所述的回弹量偏差主因部位确定方法,其中,

具备应力置换区域选定步骤,在该步骤中,根据在所述分析驱动应力分布取得步骤中取得的分析驱动应力分布与在所述成型品驱动应力分布取得步骤中取得的成型品驱动应力分布的差而取得应力差分布,根据该应力差分布来选定差相对大的区域作为应该进行应力置换的所述一部分区域。

3. 一种回弹量偏差主因部位确定装置,其在对实际板件进行冲压成型而得到的冲压成型品所产生的回弹量、和对与所述冲压成型品相同形状的分析模型进行了回弹分析时的回弹量产生偏差的情况下,确定出成型品形状中的成为产生该偏差的主因的部位,其中,

所述回弹量偏差主因部位确定装置具备:

成型品驱动应力分布取得单元,根据测量所述冲压成型品的脱模后的表面形状而取得的三维形状测量数据来制作冲压成型品模型,进行利用模具模型将该冲压成型品模型夹至下止点的状态下的力学分析,取得成型下止点处的应力分布作为所述冲压成型品的有助于回弹的成型品驱动应力分布;

分析驱动应力分布取得单元,取得所述回弹分析中的下止点应力分布以及脱模后的残余应力分布,并取得该下止点应力分布与脱模后的残余应力分布的差作为回弹分析中的分析驱动应力分布;

成型品回弹量取得单元,对所述回弹分析中的下止点的成型品形状设定所述成型品驱动应力分布,基于该设定好的成型品驱动应力分布进行回弹分析而取得回弹量;

应力置换回弹量取得单元,对所述下止点的成型品形状设定所述分析驱动应力分布,将该设定好的分析驱动应力分布中的一部分区域的分析驱动应力的值置换为所述成型品驱动应力分布中的与所述一部分区域对应的区域的成型品驱动应力的值,基于该置换后的应力置换分布进行回弹分析而取得回弹量;以及

回弹量偏差主因部位确定单元,求出在该应力置换回弹量取得单元中取得的回弹量与在所述成型品回弹量取得单元中取得的回弹量的差,基于该求出的差,确定出成型品形状中的成为在所述冲压成型品与所述回弹分析的回弹量产生偏差的主因的部位。

4. 根据权利要求3所述的回弹量偏差主因部位确定装置,其中,

具备应力置换区域选定单元,所述应力置换区域选定单元根据在所述分析驱动应力分布取得单元中取得的分析驱动应力分布与在所述成型品驱动应力分布取得单元中取得的成型品驱动应力分布的差而取得应力差分布,根据该应力差分布来选定差相对大的区域作为应该进行应力置换的所述一部分区域。

5. 一种存储介质,其存储有回弹量偏差主因部位确定程序,所述回弹量偏差主因部位确定程序在对实际板件进行冲压成型而得到的冲压成型品所产生的回弹量、和对与所述冲压成型品相同形状的分析模型进行了回弹分析时的回弹量产生偏差的情况下,确定出成型品形状中的成为产生该偏差的主因的部位,其中,

所述回弹量偏差主因部位确定程序由计算机的运算处理部执行,

所述回弹量偏差主因部位确定程序使计算机实现如下单元:

成型品驱动应力分布取得单元,根据测量所述冲压成型品的脱模后的表面形状而取得的三维形状测量数据来制作冲压成型品模型,进行利用模具模型将该冲压成型品模型夹至下止点的状态下的力学分析,取得成型下止点处的应力分布作为所述冲压成型品的有助于回弹的成型品驱动应力分布;

分析驱动应力分布取得单元,取得所述回弹分析中的下止点应力分布以及脱模后的残余应力分布,并取得该下止点应力分布与脱模后的残余应力分布的差作为回弹分析中的分析驱动应力分布;

成型品回弹量取得单元,对所述回弹分析中的下止点的成型品形状设定所述成型品驱动应力分布,基于该设定好的成型品驱动应力分布进行回弹分析而取得回弹量;

应力置换回弹量取得单元,对所述下止点的成型品形状设定所述分析驱动应力分布,将该设定好的分析驱动应力分布中的一部分区域的分析驱动应力的值置换为所述成型品驱动应力分布中的与所述一部分区域对应的区域的成型品驱动应力的值,基于该置换后的应力置换分布进行回弹分析而取得回弹量;以及

回弹量偏差主因部位确定单元,求出在该应力置换回弹量取得单元中取得的回弹量与在所述成型品回弹量取得单元中取得的回弹量的差,基于该求出的差,确定出成型品形状中的成为在所述冲压成型品与所述回弹分析的回弹量产生偏差的主因的部位。

6. 根据权利要求5所述的存储介质,其中,

所述回弹量偏差主因部位确定程序使计算机实现应力置换区域选定单元,所述应力置换区域选定单元根据在所述分析驱动应力分布取得单元中取得的分析驱动应力分布与在所述成型品驱动应力分布取得单元中取得的成型品驱动应力分布的差而取得应力差分布,根据该应力差分布来选定差相对大的区域作为应该进行应力置换的所述一部分区域。

回弹量偏差主因部位确定方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及确定出冲压成型品的成为在实际板件的上述冲压成型品的回弹量与CAE分析的回弹量产生偏差的主因的部位的回弹量偏差主因部位确定方法及装置。

背景技术

[0002] 对于金属板的冲压成型的成型品,要求较高的形状精度。为了满足所要求的形状精度,重要的是减少在冲压成型后从模具取出的成型品因弹性变形而产生的回弹。

[0003] 成型品的下止点处的内部应力影响回弹的行为,因此掌握成型品的哪个部位处的应力对回弹造成什么样的影响,这对采取回弹对策是有效的。

[0004] 作为这样的方法,在专利文献1所公开的冲压成型分析方法中,通过使用了有限元法的分析来进行分析。

[0005] 根据专利文献1的冲压成型分析方法,“计算在变更作为冲压成型品的成型对象物的某区域的残余应力分布的前后,与回弹相关的某定义的量如何变化,因此,能够基于其结果,对脱模前的成型对象物的某区域的残余应力对回弹的影响进行预测”(参照发明的效果)。

[0006] 通过使用专利文献1所公开那样的方法,能够在制作实际的模具之前研究回弹对策,能够大幅度地减少用于确保形状精度的模具调整作业。

[0007] 作为其它的使用了CAE分析的回弹的主因分析方法,在专利文献2中公开了这样的方法:根据脱模前的残余应力和脱模后的残余应力来计算回弹(SB)有效应力,使用该SB有效应力来进行主因分析,从而进行更妥善的评价。

[0008] 上述方法利用根据CAE分析的数据设定而计算出的应力状态来进行回弹分析。与此相对地,在专利文献3中,公开了这样的方法:将测量实际冲压成型出的成型品的表面形状而制作的测量三维形状代入CAE分析,进行将该测量三维形状通过模具模型夹至成型下止点状态的状态下的力学分析,取得应力分布状态,使用该应力分布状态来进行主因分析,从而进行更准确的评价。

[0009] 专利文献1:日本特开2007-229724号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2012-206158号公报

[0011] 专利文献3:日本特开2013-71120号公报

[0012] 然而,即使制作采取了基于CAE分析的回弹对策的模具来进行冲压成型,有时也会成为与通过实际的冲压成型品采取的对策而期待的形状不同的形状。

[0013] 这在因为根据冲压成型所使用的模具的形状、各种的成型条件的不同,可能会出现没有对金属板施加在CAE分析中假定的成型载荷的情况、CAE分析无法准确地再现脱模前的应力状态的情况等。在这样的情况下,需要调整冲压成型所使用的模具、成型条件,或者修改CAE分析上的设定、模具形状。

[0014] 对于这样的调整作业,要求确定出由CAE分析得到的回弹分析结果与实际的成型品的回弹量的偏差主因是在成型品的哪个部位产生的。专利文献1~3所公开的方法是确定

出成为回弹本身的产生主因的部位,而不是确定出成为CAE分析与实际回弹量的偏差主因的部位。

[0015] 另外,为了确保使用了CAE分析的回弹对策的有用性,要求提高回弹分析的再现性,以便不与实际的成型品的回弹相背离。为此,也需要确定出成型品的成为偏差主因的部位。

发明内容

[0016] 本发明是为了解决上述那样的课题而完成的,其目的在于提供一种确定出冲压成型品的成为在实际板件的上述冲压成型品的回弹量与CAE分析的回弹量产生偏差的主因的部位的回弹量偏差主因部位确定方法及装置。

[0017] <完成本发明的经过>

[0018] 对于图2中作为一个例子而示出的冲压成型品10的冲压成型,有时会在通过冲压成型前进行的回弹分析(也称为CAE分析)计算出的回弹量与实际冲压成型出的成型品(也称为实际板件)的回弹量产生差异(偏差)。而且,成为这样的CAE分析与实际板件产生回弹量的偏差的主因的部位有时会与成为产生回弹本身的主因的部位不同。因此,存在这样的问题:即便对成为产生回弹的主因的部位实施某些对策来减少回弹,也无法减少CAE分析与实际板件之间产生的回弹量的偏差。

[0019] 因此,发明人为了解决这样的问题而进行了专心研究。其结果,想到了回弹量的偏差的主因可能是由于CAE分析中的有助于回弹的应力(以下,也称为驱动应力分布)与实际板件中的有助于回弹的应力(驱动应力分布)的不同。

[0020] 基于该想法,发明人进一步进行研究,找到了CAE分析与实际板件的回弹量的偏差量不仅受到上述驱动应力的大小的不同的影响,也受到产生驱动应力的不同的部位的影响。

[0021] 而且,发明人得到了如下的见解:关于成为回弹量的偏差主因的部位的确定,将驱动应力分布分割成多个区域,针对分割出的每个区域研究上述偏差量的影响程度是有效的。

[0022] 本发明是基于上述的见解而完成的,具体而言,由以下的结构构成。

[0023] (1) 本发明的回弹量偏差主因部位确定方法在对实际板件进行冲压成型而得到的冲压成型品所产生的回弹量、和对与上述冲压成型品相同形状的分析模型进行了回弹分析时的回弹量产生偏差的情况下,确定出成型品形状中的成为产生该偏差的主因的部位,该回弹量偏差主因部位确定方法具备:成型品驱动应力分布取得步骤,在该步骤中,根据测量上述冲压成型品的脱模后的表面形状而取得的三维形状测量数据来制作冲压成型品模型,进行利用模具模型将该冲压成型品模型夹至下止点的状态下的力学分析,取得成型下止点处的应力分布作为上述冲压成型品的有助于回弹的成型品驱动应力分布;分析驱动应力分布取得步骤,在该步骤中,取得上述回弹分析中的下止点应力分布以及脱模后的残余应力分布,并取得该下止点应力分布与脱模后的残余应力分布的差作为回弹分析中的分析驱动应力分布;成型品回弹量取得步骤,在该步骤中,对上述回弹分析中的下止点的成型品形状设定上述成型品驱动应力分布,基于该设定好的成型品驱动应力分布进行回弹分析而取得回弹量;应力置换回弹量取得步骤,在该步骤中,对上述下止点的成型品形状设定上述分析

驱动应力分布,将该设定好的分析驱动应力分布中的一部分区域的分析驱动应力的值替换为上述成型品驱动应力分布中的与上述一部分区域对应的区域的成型品驱动应力的值,基于该替换后的应力置换分布进行回弹分析而取得回弹量;以及回弹量偏差主因部位确定步骤,在该步骤中,求出在该应力置换回弹量取得步骤中取得的回弹量与在上述成型品回弹量取得步骤中取得的回弹量的差,基于该求出的差,确定出成型品形状中的成为产生上述偏差的主因的部位。

[0024] (2) 另外,在上述(1)所记载的方法中,具备应力置换区域选定步骤,在该步骤中,根据在上述分析驱动应力分布取得步骤中取得的分析驱动应力分布与在上述成型品驱动应力分布取得步骤中取得的成型品驱动应力分布的差而取得应力差分布,根据该应力差分布来选定差相对大的区域作为应该进行应力置换的上述一部分区域。

[0025] (3) 本发明的回弹量偏差主因部位确定装置在对实际板件进行冲压成型而得到的冲压成型品所产生的回弹量、和对与上述冲压成型品相同形状的分析模型进行了回弹分析时的回弹量产生偏差的情况下,确定出成型品形状中的成为产生该偏差的主因的部位,该回弹量偏差主因部位确定装置具备:成型品驱动应力分布取得单元,根据测量上述冲压成型品的脱模后的表面形状而取得的三维形状测量数据来制作冲压成型品模型,进行利用模具模型将该冲压成型品模型夹至下止点的状态下的力学分析,取得成型下止点处的应力分布作为上述冲压成型品的有助于回弹的成型品驱动应力分布;分析驱动应力分布取得单元,取得上述回弹分析中的下止点应力分布以及脱模后的残余应力分布,并取得该下止点应力分布与脱模后的残余应力分布的差作为回弹分析中的分析驱动应力分布;成型品回弹量取得单元,对上述回弹分析中的下止点的成型品形状设定上述成型品驱动应力分布,基于该设定好的成型品驱动应力分布进行回弹分析而取得回弹量;应力置换回弹量取得单元,对上述下止点的成型品形状设定上述分析驱动应力分布,将该设定好的分析驱动应力分布中的一部分区域的分析驱动应力的值替换为上述成型品驱动应力分布中的与上述一部分区域对应的区域的成型品驱动应力的值,基于该替换后的应力置换分布进行回弹分析而取得回弹量;以及回弹量偏差主因部位确定单元,求出在该应力置换回弹量取得单元中取得的回弹量与在上述成型品回弹量取得单元中取得的回弹量的差,基于该求出的差,确定出成型品形状中的成为在上述冲压成型品与上述回弹分析的回弹量产生偏差的主因的部位。

[0026] (4) 另外,在上述(3)所记载的方法中,具备应力置换区域选定单元,该应力置换区域选定单元根据在上述分析驱动应力分布取得单元中取得的分析驱动应力分布与在上述成型品驱动应力分布取得单元中取得的成型品驱动应力分布的差而取得应力差分布,根据该应力差分布来选定差相对大的区域作为应该进行应力置换的上述一部分区域。

[0027] 根据本发明,能够确定出成为通过CAE分析进行的回弹分析与实际的冲压成型品所产生的回弹量的偏差的主因的部位,因此能够降低对实际的冲压成型模具、成型条件进行调整的作业的负荷,从而能够提高使用了CAE分析的回弹对策的有用性。

附图说明

[0028] 图1是表示本实施方式1的回弹量偏差主因部位确定方法的处理流程的流程图。

[0029] 图2是说明本实施方式1中的冲压成型品的图。

- [0030] 图3是在本实施方式1中表示CAE分析的驱动应力分布的图。
- [0031] 图4是在本实施方式1中表示实际板件的驱动应力分布 (a) 和通过基于该驱动应力分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图。
- [0032] 图5是表示本实施方式1中的回弹分析的固定点和通过该回弹分析求出的位移的分析结果的图。
- [0033] 图6是在本实施方式1中说明作为回弹量的端部摆动量和弹起量的计算方法的图。
- [0034] 图7是在本实施方式1中表示CAE分析的驱动应力分布 (a)、实际板件的驱动应力分布 (b) 以及CAE分析与实际板件的应力差分布 (c) 的图。
- [0035] 图8是在本实施方式1中说明应力差分布的区域分割以及应力差相对大的区域的图。
- [0036] 图9是在本实施方式1中说明CAE分析的驱动应力分布的区域分割 (a) 和实际板件的驱动应力分布的区域分割 (b) 的图。
- [0037] 图10是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域B-1)。
- [0038] 图11是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域B-1)。
- [0039] 图12是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域B-2)。
- [0040] 图13是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域B-2)。
- [0041] 图14是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域C-3)。
- [0042] 图15是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域C-3)。
- [0043] 图16是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域D-2)。
- [0044] 图17是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域D-2)。
- [0045] 图18是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域E-2)。
- [0046] 图19是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域E-2)。
- [0047] 图20是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域D-2/E-2)。
- [0048] 图21是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域D-2/E-2)。
- [0049] 图22是在本实施方式1中表示置换驱动应力的区域 (a) (b) 和将该区域的驱动应力置换后的应力分布 (应力置换分布) (c) 的图 (区域F-2)。
- [0050] 图23是在本实施方式1中表示应力置换分布 (a) 和通过基于该应力置换分布的回

弹分析计算出的位移 (b) 的图 (区域F-2)。

[0051] 图24是在本实施方式1中表示置换了驱动应力的区域与置换了该驱动应力时的回弹所产生的端部摆动的偏差量的关系的图表。

[0052] 图25是在本实施方式1中表示置换了驱动应力的区域与置换了该驱动应力时的回弹所产生的弹起的偏差量的关系的图表。

[0053] 图26是用于说明本实施方式2的回弹量偏差主因部位确定装置的结构框图。

具体实施方式

[0054] [实施方式1]

[0055] 本发明的实施方式1的回弹量偏差主因部位确定方法在对实际板件进行冲压成型而得到的冲压成型品所产生的回弹量、和对与上述冲压成型品相同形状的分析模型进行了回弹分析时的回弹量产生偏差的情况下,确定出成型品形状中的成为产生该偏差的主因的部位。如图1所示,本发明的实施方式1的回弹量偏差主因部位确定方法具备:成型品驱动应力分布取得步骤S1、分析驱动应力分布取得步骤S3、成型品回弹量取得步骤S5、应力置换区域选定步骤S7、应力置换回弹量取得步骤S9、以及回弹量偏差主因部位确定步骤S11。

[0056] 此外,在以下的说明中,“下止点”表示冲头与冲模隔着坯料接触的状态(在CAE分析中完成了成型的状态)。“成型下止点”表示通过实际的冲压模具完成了成型的状态。“分析下止点”表示CAE分析中的完成了成型的状态。

[0057] 以对图2所示那样的帽形剖面形状的冲压成型品10进行冲压成型的情况为例,对上述各步骤进行说明。

[0058] 在本实施方式的CAE分析中,如图2所示,实施利用由冲模5与冲头7构成的模具模型3夹着作为被加工材料(钢板)的坯料模型9的冲压成型分析。此外,在冲压成型分析中,如图2所示,在成型过程中利用定位销固定坯料模型9。坯料模型9的要素尺寸大约为1mm,作为分析条件,坯料模型9与模具模型3之间的摩擦系数为0.15,成型下止点位置为上下模具的模型的间隙为1.45mm的位置。另外,被加工材料为板厚1.4mm的980MPa级GA钢板。

[0059] 本实施方式中的实际板件是在与CAE分析中设定的成型条件相同的条件下进行冲压成型而成型的。

[0060] <成型品驱动应力分布取得步骤>

[0061] 成型品驱动应力分布取得步骤S1是取得实际板件的驱动应力分布的步骤。

[0062] 具体而言,与上述那样的CAE分析中设定的成型条件相同的条件进行冲压成型而成型实际板件,根据测量该实际板件的脱模后的表面形状而取得的三维形状测量数据,制作冲压成型品模型。然后,进行利用图2所示的模具模型3将该冲压成型品模型夹至成型下止点的状态下的力学分析,取得图4的(a)所示的应力分布。

[0063] 作为上述力学分析,进行弹性有限元分析,通过该弹性有限元分析得到的应力分布相当于实际板件的有助于回弹的应力,即实际板件的驱动应力。

[0064] 这里,作为实际板件的三维形状的测量、冲压成型品模型的制作以及弹性有限元分析的具体方法,例如能够使用专利文献3所记载的方法。

[0065] <分析驱动应力分布取得步骤>

[0066] 分析驱动应力分布取得步骤S3是分别取得CAE分析(回弹分析)中的下止点应力分

布以及脱模后的残余应力分布,并根据这两者的差来取得CAE分析中的驱动应力的步骤。

[0067] 冲压成型品的下止点处的应力会影响回弹的行为,但从模具脱模后的冲压成型品中也残留有应力。即,可以认为,并非脱模前的应力全部都有助于回弹,脱模后的产生了回弹的冲压成型品中残留的应力并不有助于回弹。

[0068] 为了与在成型品驱动应力分布取得步骤S1中取得的驱动应力(有助于回弹的应力)进行正确的比较分析,需要计算CAE分析中的驱动应力。

[0069] 因此,在分析驱动应力分布取得步骤S3中,使用图2所示的模具模型3以及坯料模型9来进行CAE分析,取得脱模前(下止点)的冲压成型品的应力以及脱模后(回弹后)的冲压成型品的残余应力,从下止点的应力减去脱模后的残余应力,由此计算图3所示的CAE分析中的驱动应力分布(以下,也简称为应力分布)。

[0070] 此外,分析驱动应力分布取得步骤S3由计算机进行CAE分析,CAE分析例如能够使用有限元法分析软件。在本实施方式中,通过在计算机上执行作为市售的有限元法分析软件的LS-DYNA Ver.971来进行分析,在求解器中应用了动态显式方法。

[0071] 另外,本发明不限于使用图2所示那样的模具模型3或以帽形剖面形状的冲压成型品10为成型对象,能够根据成型对象来适当地设定模具模型、冲压成型品等。

[0072] 另外,在脱模后的残余应力为几乎可以忽略那样的较小的值的情况下,也可以将分析下止点的应力分布全部视为有助于回弹,将下止点处的应力分布作为分析驱动应力分布。

[0073] <成型品回弹量取得步骤>

[0074] 成型品回弹量取得步骤S5是对CAE分析中的下止点的成型品形状设定在成型品驱动应力分布取得步骤S1中取得的成型品驱动应力分布,并基于该设定好的成型品驱动应力分布进行回弹分析来计算在此产生的回弹量的步骤。

[0075] 在本实施方式中,对设定了成型品驱动应力分布的下止点形状的冲压成型品10(图4的(a))进行回弹分析,通过该回弹分析来计算回弹后的位移(图4的(b))。在回弹分析中,如图5所示,将设置于冲压成型品的一端侧的3个部位在固定点固定,计算出了回弹引起的位移。

[0076] 接下来,如图6所示,基于通过回弹分析而计算出的位移,计算出端部摆动量(图6的(a))以及弹起量(图6的(b))。在本实施方式中,如图6的(a)所示,端部摆动量为设置于冲压成型品10的另一端侧的两处评价点的任一个的因回弹引起的朝向图中箭头方向的移动量(以箭头的朝向为正),如图6的(b)所示,弹起量为两评价点的的中点处的成型行程方向的位移量(以远离冲模5的朝向为正)。

[0077] <应力置换区域选定步骤>

[0078] 如图7所示,应力置换区域选定步骤S7是计算在分析驱动应力分布取得步骤S3中取得的应力分布(图3、图7的(a))与在成型品驱动应力分布取得步骤S1中取得的应力分布(图4的(a)、图7的(b))的差作为应力差分布(图7的(c)),并根据计算出的应力差分布,选定应力差相对大的区域作为应该进行应力置换的区域(本发明中的一部分区域)(以下,也称为“应力置换区域”)的步骤。

[0079] 如在完成本发明的经过中也说明的那样,选定应力差相对大的区域作为应力置换区域的理由是基于CAE分析与实际板件的驱动应力分布的不同是回弹量的偏差的原因这样

的见解。这是因为,可以认为在应力差相对大的区域,即驱动应力分布的不同相对大的区域包含偏差的主因部位。

[0080] 此外,图7所示的各应力分布用颜色的浓淡来表示应力大小的不同。图7的(c)是将颜色显示的范围宽度设定得比图7的(a)及图7的(b)小的图。这样,更容易区分应力差较大的部分(接近黑或者白的部分)与应力差较小的部分(接近图中右侧的灰度中间色的部分)。

[0081] 在本实施方式中,如图8所示,将冲压成型品10分割为多个区域(在长度方向上进行A~F的6分割,在宽度方向上进行1~3的3分割),并比较各区域的应力差,选定被判断为应力差相对大的区域(包含接近黑或者白的部分的区域)。

[0082] 在本实施方式的应力置换区域选定步骤S7中,选定了在图8的图中用虚线圆表示的6个区域(B-1、B-2、C-3、D-2、E-2、F-2)。

[0083] 此外,选定应力差相对大的区域作为应力置换区域的方法不限于上述方法,例如在由计算机等进行的情况下,针对分割出的每个区域将应力差的大小数值化,按照数值从大到小的顺序选择全部分割数的1/2、1/3等区域数。另外,在本实施方式中,选定被判断为应力差相对大的区域,但选定基准不限于此,例如,也可以将具有预先设定的值以上的应力差的区域全部选定。

[0084] <应力置换回弹量取得步骤>

[0085] 应力置换回弹量取得步骤S9是对下止点的成型品形状设定在分析驱动应力分布取得步骤S3中取得的分析驱动应力分布,将该设定好的分析驱动应力分布中的在应力置换区域选定步骤S7中选定出的区域的分析驱动应力的值置换为在成型品驱动应力分布取得步骤S1中取得的成型品驱动应力分布中的与上述选定出的区域对应的区域的成型品驱动应力的值,基于该置换后的应力分布(应力置换分布)进行回弹分析而取得回弹量的步骤。

[0086] 图9表示利用与图8的应力差分布相同的方法对CAE分析中的驱动应力分布和实际板件中的驱动应力分布进行了区域分割的状态。使用CAE分析的驱动应力分布和实际板件的驱动应力分布,首先对作为在应力置换区域选定步骤S7中选定出的区域之一的区域B-1进行应力置换。图10的(c)表示将CAE分析的驱动应力分布(图10的(a))中的区域B-1处的应力置换为实际板件的驱动应力分布(图10的(b))的区域B-1处的应力的结果。

[0087] 另外,图11表示基于区域B-1应力置换后的应力分布进行回弹分析而计算出的位移的结果。基于计算出的位移,分别计算作为回弹量的端部摆动量(图6的(a))以及弹起量(图6的(b))。

[0088] 针对在应力置换区域选定步骤S7中选定出的其他区域,也同样地进行应力置换,基于该应力置换分布进行回弹分析的结果如图12~图23所示。基于计算出的位移,对其他区域也分别计算端部摆动量以及弹起量。

[0089] 此外,针对区域D-2以及区域E-2,以横跨2个区域的方式确认了应力差较大的部位(参照图8),因此除了各个区域中的应力置换之外,还计算出对2个区域双方进行了应力置换的情况下的回弹量(参照图20、图21)。这样,进行应力置换的区域不一定是1个区域,也可以置换多个区域的应力。

[0090] <回弹量偏差主因部位确定步骤>

[0091] 回弹量偏差主因部位确定步骤S11是求出在应力置换回弹量取得步骤S9中取得的回弹量与在成型品回弹量取得步骤S5中取得的回弹量的差,并基于该求出的差,确定出成

为在CAE分析与实际板件回弹量产生偏差的主因的部位的步骤。

[0092] 图24表示求出在应力置换回弹量取得步骤S9中取得的端部摆动量(CAE分析中的端部摆动量)与在成型品回弹量取得步骤S5中取得的实际板件的端部摆动量的差亦即端部摆动偏差量的结果。

[0093] 图表的横轴中的“无”是没有应力置换的情况,在这种情况下,偏差量为作为CAE分析与实际板件之差的-11.6mm。另外,“ALL”是将CAE分析的驱动应力分布的全部区域置换为实际板件的驱动应力分布的情况,在这种情况下,偏差量大致为零。

[0094] 横轴中的“B-1”~“F-2”是针对在应力置换区域选定步骤S7中选定出的6个区域,对CAE分析的驱动应力进行应力置换的情况下的端部摆动偏差量。

[0095] 可知相对于在“无”所示的CAE分析与实际板件产生的偏差量,在对选定出的6个区域中的“D-2”或者“E-2”进行了应力置换的情况下,端部摆动偏差量减少。

[0096] 另外,如“D-2/E-2”所示,可知通过对区域D-2、E-2双方置换实际板件的驱动应力分布,端部摆动偏差量进一步减少。

[0097] 因此,根据图24的结果,能够确定出区域D-2以及E-2是使CAE分析与实际板件的端部摆动量产生偏差的部位。

[0098] 同样地,图25表示求出CAE分析与实际板件的弹起的偏差量的结果。针对弹起的偏差量,可知相对于在“无”所示的CAE分析与实际板件产生的偏差量,在对选定出的6个区域中的“F-2”进行了应力置换的情况下,弹起的偏差量减少。

[0099] 因此,根据图25的结果,能够确定出区域F-2是使CAE分析与实际板件的弹起量产生偏差的部位。

[0100] 另一方面,即使进行应力置换,与“无”的偏差量相同程度的区域也表示是相对于在CAE分析与实际板件产生的偏差影响较小的部位。

[0101] 即,这样的区域假设确定为偏差主因部位,从而启示到即使实施某些对策来进行冲压成型,CAE分析与实际板件的回弹偏差量也几乎不变。因此,在本发明中,在置换了一部分区域的驱动应力后的回弹偏差量和不进行应力置换的CAE分析与实际板件的回弹偏差量为相同程度的情况下,该一部分区域不是成为CAE分析与实际板件的回弹量的偏差主因的部位。

[0102] 如以上那样,根据本实施方式的方法,示出了能够高精度地确定出成为CAE分析与实际板件的回弹量偏差的主因的部位。

[0103] 通过像这样确定出成为回弹量偏差的主因的部位,从而能够有效地进行了为了使CAE分析与实际板件的脱模后形状接近而进行的模具、成型条件等的调整作业。

[0104] 另外,通过以确定出的部位为中心修改CAE分析上的设定、模具形状,从而能够提高回弹分析的再现性,能够确保使用了CAE分析的回弹对策的有用性。

[0105] 在本实施方式中,说明了将冲压成型品分割为18个区域的方法,但复杂形状的冲压成型品需要增加分割区域而进一步细分化,因此在全部的细分化区域中求出结果需要时间。使用本实施方式的应力置换区域选定步骤S7来缩小被假设为影响较大的区域,对直到偏差主因部位确定为止的时间缩短有效。

[0106] 话虽如此,本发明不限于此,也可以不执行应力置换区域选定步骤S7,而将分割出的各区域全部分别作为应该进行应力置换的一部分区域来执行应力置换回弹量取得步骤

S9。

[0107] [实施方式2]

[0108] 在实施方式1中说明的回弹量偏差主因部位确定方法能够通过使PC(个人计算机)执行预先设定好的程序来实现。在本实施方式中对这种装置的一个例子进行说明。

[0109] 本实施方式的回弹量偏差主因部位确定装置11具有图26所示一个例子那样的显示装置13、输入装置15、主存储装置17、辅助存储装置19以及运算处理部21。运算处理部21与显示装置13、输入装置15、主存储装置17以及辅助存储装置19连接,根据运算处理部21的指令来执行各功能。

[0110] 显示装置13用于执行结果的显示等,由液晶监视器等构成。输入装置15用于操作人员进行的输入等,由键盘、鼠标等构成。主存储装置17用于在运算处理部21中使用的数据的临时存储、运算等,由RAM等构成。辅助存储装置19用于数据的存储等,由硬盘等构成。

[0111] 在辅助存储装置19至少存储有三维形状测量数据23、模具模型25等CAE分析所需的各种数据。

[0112] 运算处理部21由PC等的CPU等构成。成型品驱动应力分布取得单元27、分析驱动应力分布取得单元29、成型品回弹量取得单元31、应力置换区域选定单元33、应力置换回弹量取得单元35以及回弹量偏差主因部位确定单元37通过由运算处理部21执行预先设定好的程序来实现。

[0113] 成型品驱动应力分布取得单元27实现与在实施方式1中说明的成型品驱动应力分布取得步骤S1相同的处理。同样,分析驱动应力分布取得单元29实现分析驱动应力分布取得步骤S3,成型品回弹量取得单元31实现成型品回弹量取得步骤S5,应力置换区域选定单元33实现应力置换区域选定步骤S7,应力置换回弹量取得单元35实现应力置换回弹量取得步骤S9,回弹量偏差主因部位确定单元37实现回弹量偏差主因部位确定步骤S11。

[0114] 根据上述的本实施方式,能够与实施方式1同样高精度地确定出成为CAE分析与实际板件的回弹量偏差的主因的部位。

[0115] 因此,能够基于确定出的部位有效地进行用于使CAE分析与实际板件的脱模后形状接近的各种调整作业,并且能够确保回弹对策的有用性。

[0116] 对本实施方式中的回弹量偏差主因部位确定装置11具有应力置换区域选定单元33的例子进行了说明,但与实施方式1中说明的情况同样,本发明不限于此,也可以不具备应力置换区域选定单元33,应力置换回弹量取得单元35将分割出的各区域全部分别作为应该进行应力置换的一部分区域来进行应力置换。

[0117] 本发明不限于最终成型品(产品形状),在将成型工序分阶段进行那样的冲压成型品的情况下也能够应用于中途成型品。另外,在上述实施方式中说明了以钢板为被加工材料的例子,但也能够应用于铝板。

[0118] 附图标记说明

[0119] 3…模具模型;5…冲模;7…冲头;9…坯料模型;10…冲压成型品;11…回弹量偏差主因部位确定装置;13…显示装置;15…输入装置;17…主存储装置;19…辅助存储装置;21…运算处理部;23…三维形状测量数据;25…模具模型;27…成型品驱动应力分布取得单元;29…分析驱动应力分布取得单元;31…成型品回弹量取得单元;33…应力置换区域选定单元;35…应力置换回弹量取得单元;37…回弹量偏差主因部位确定单元。

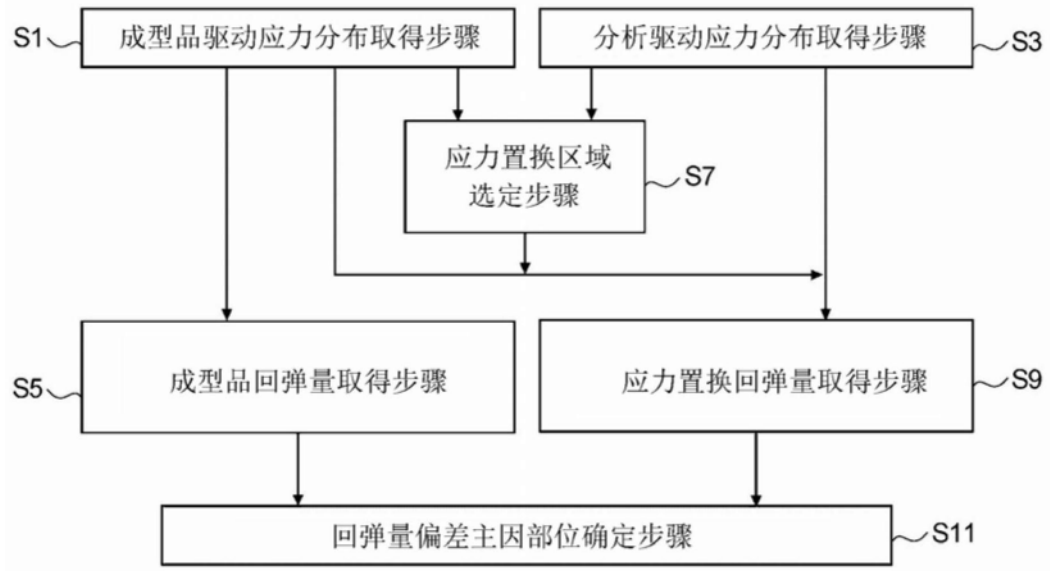


图1

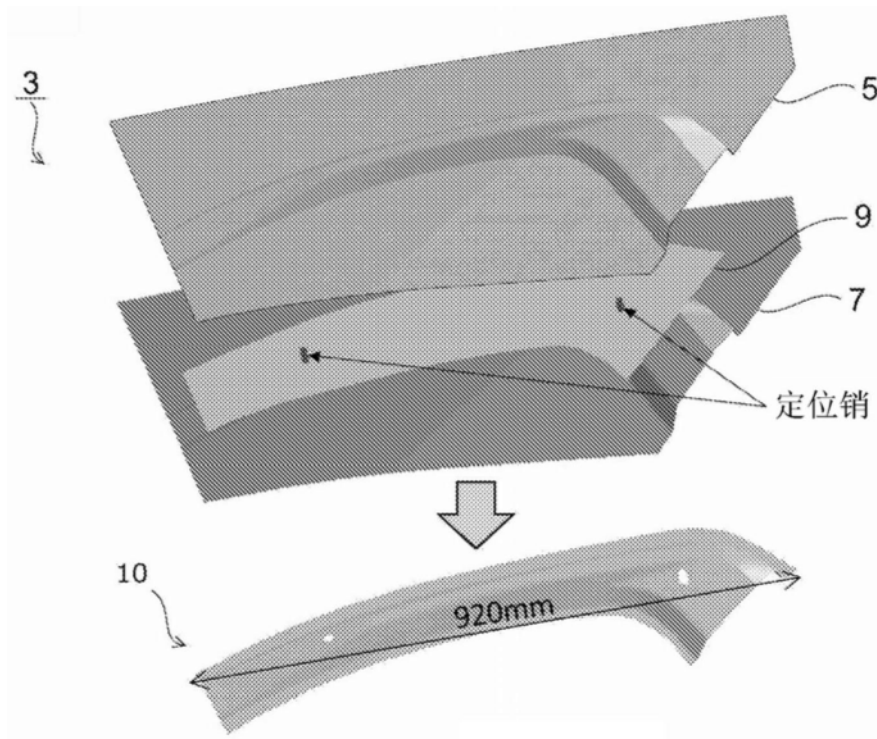


图2

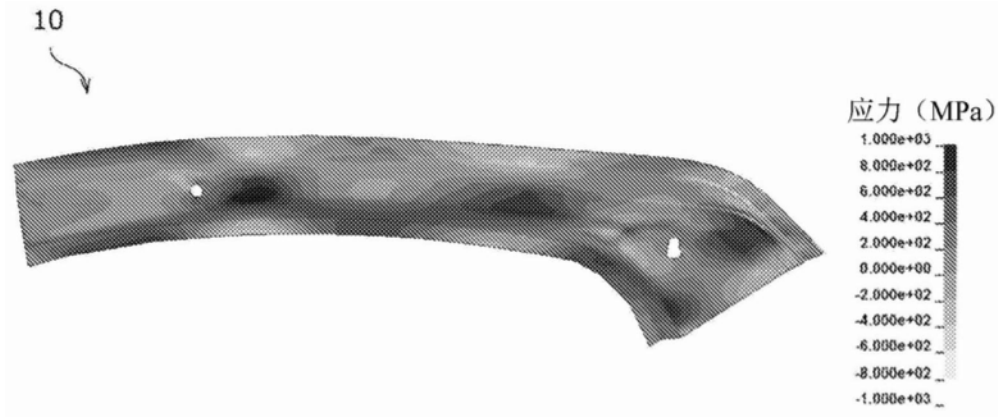


图3

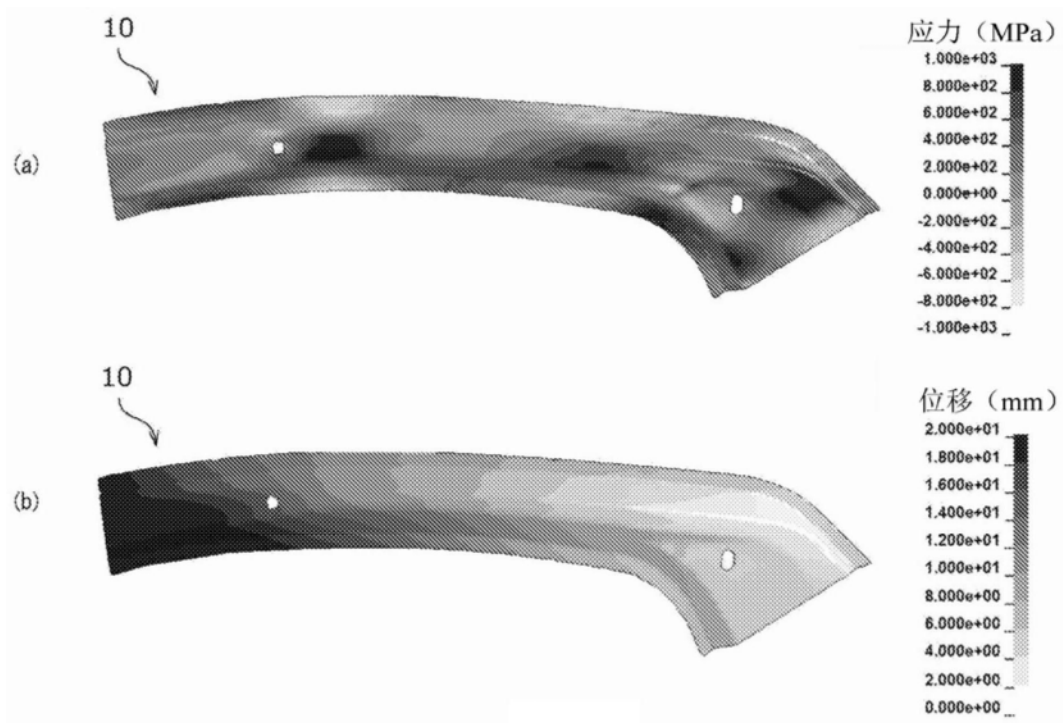


图4

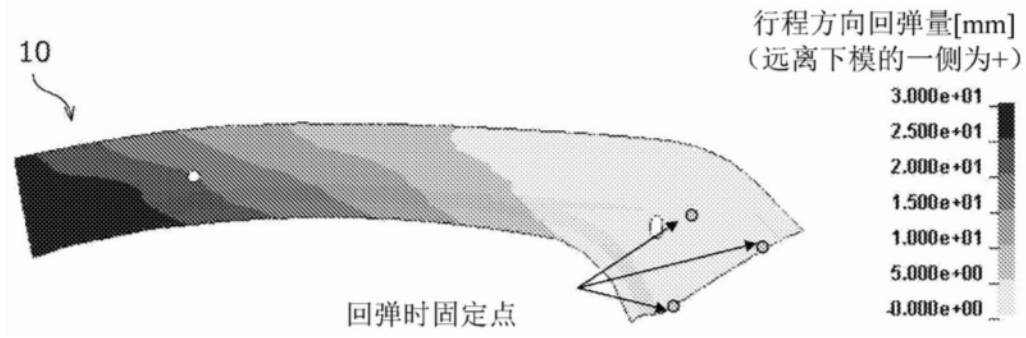


图5

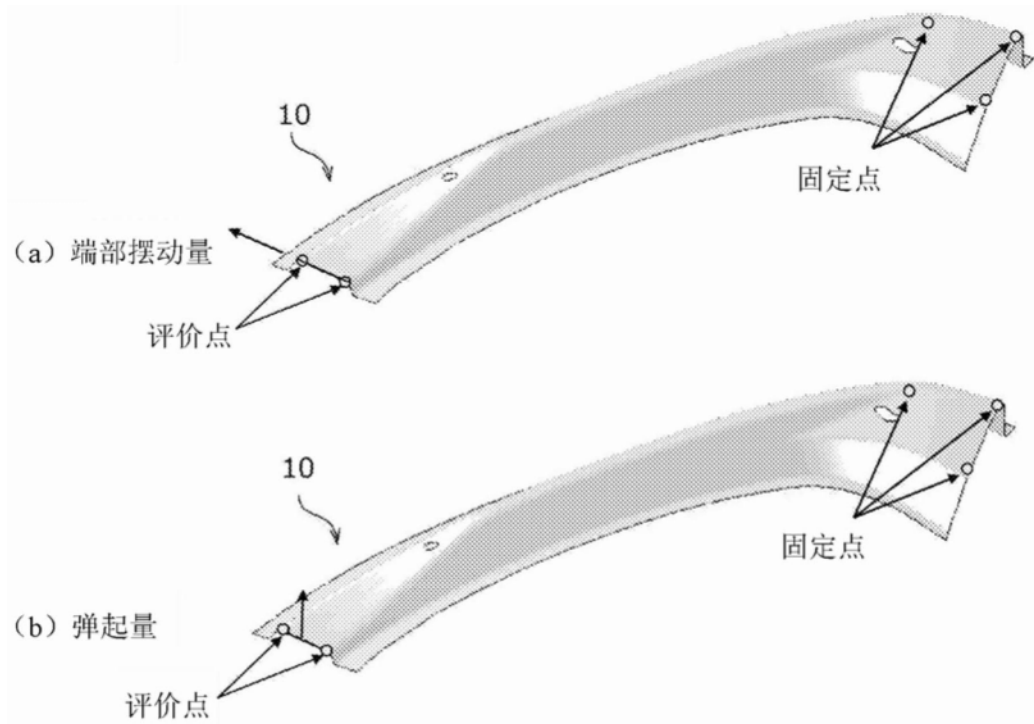


图6

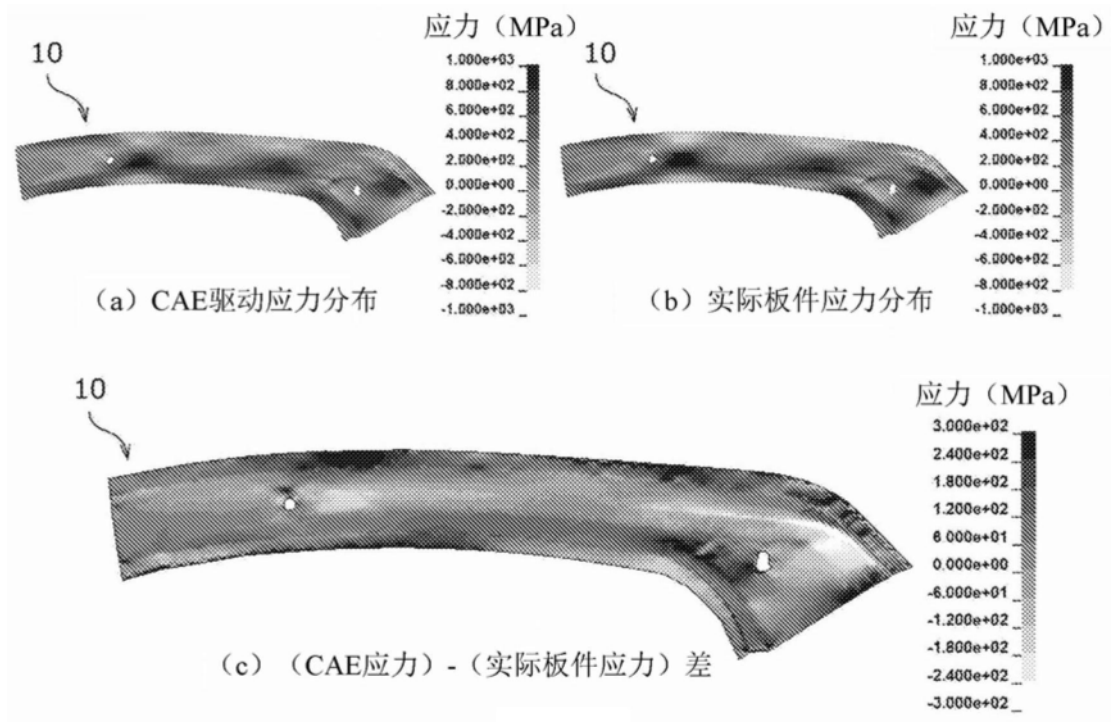


图7

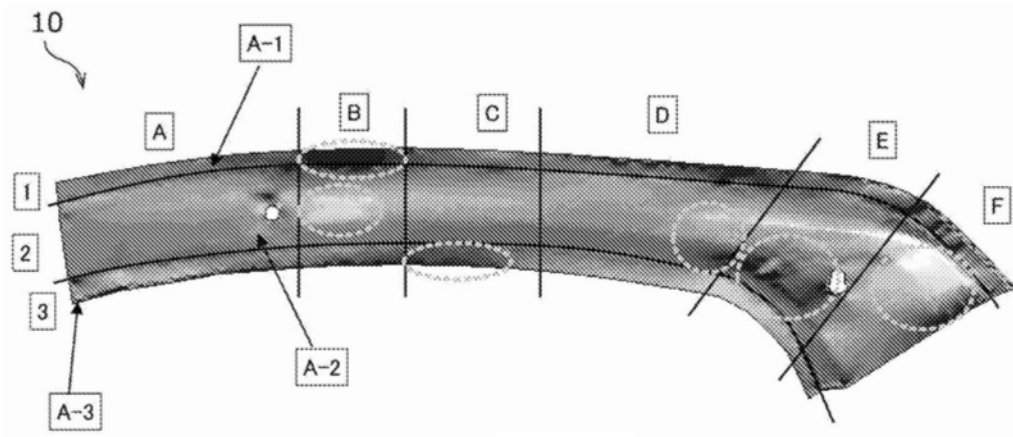


图8

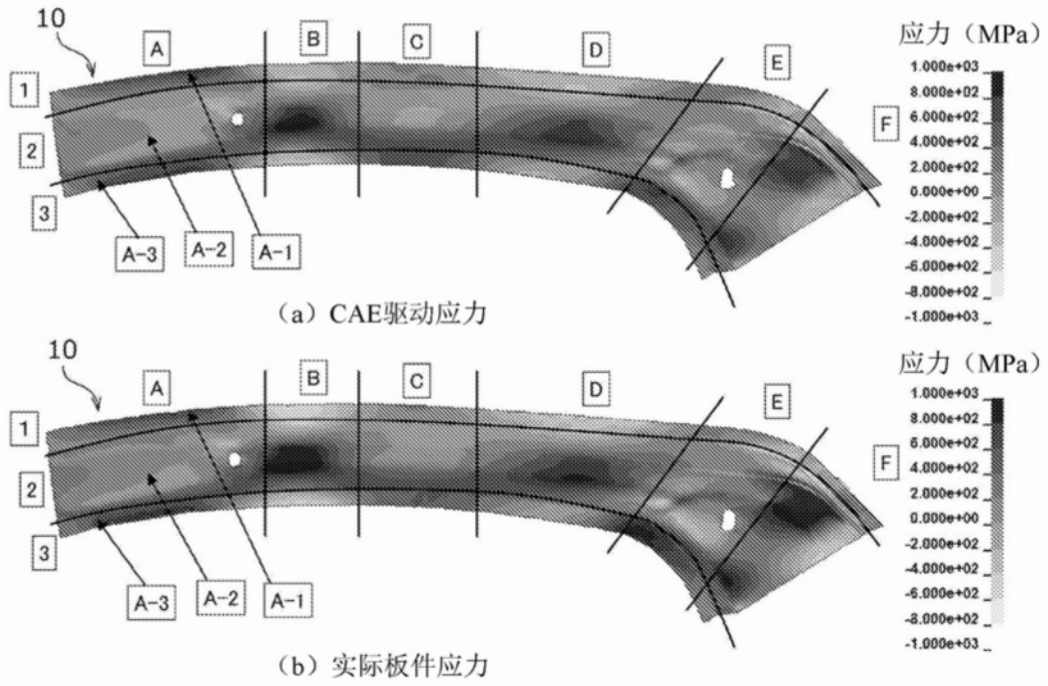


图9

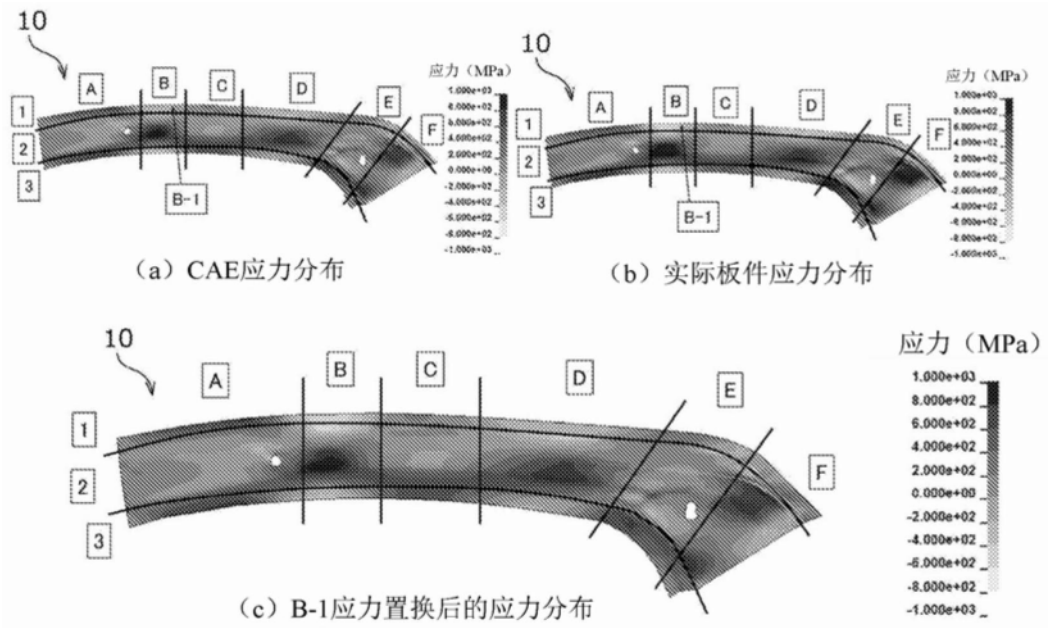


图10

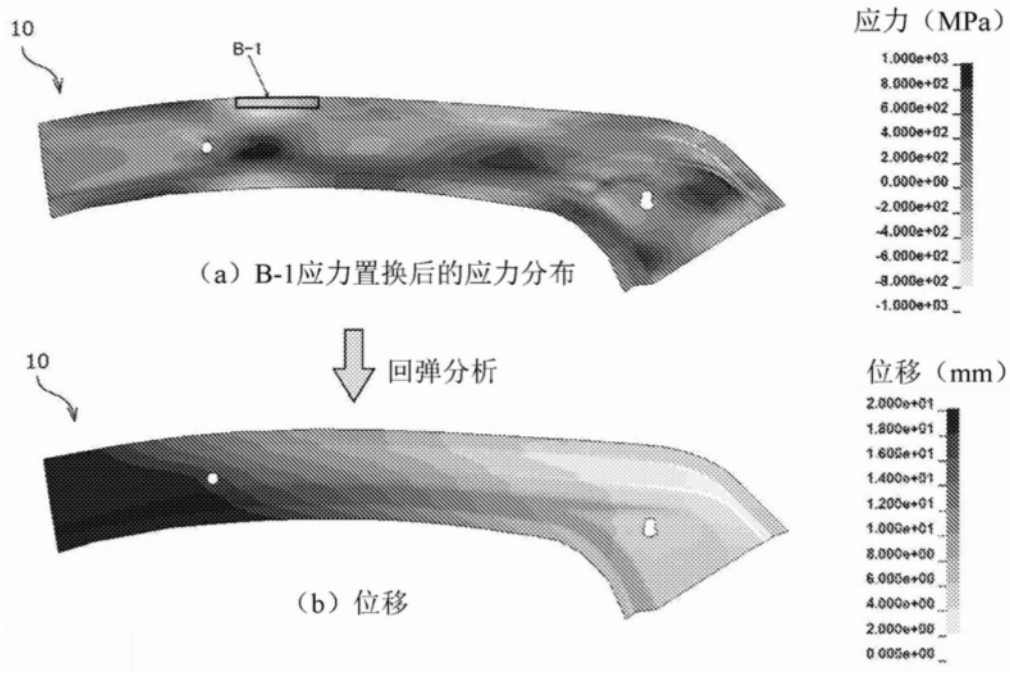


图11

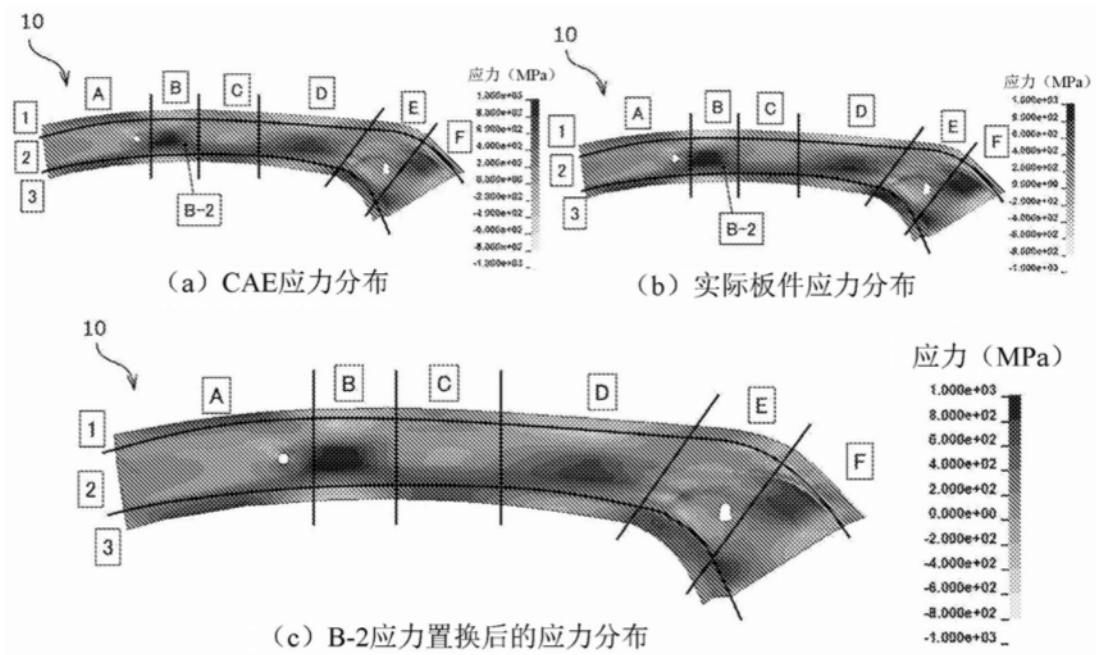


图12

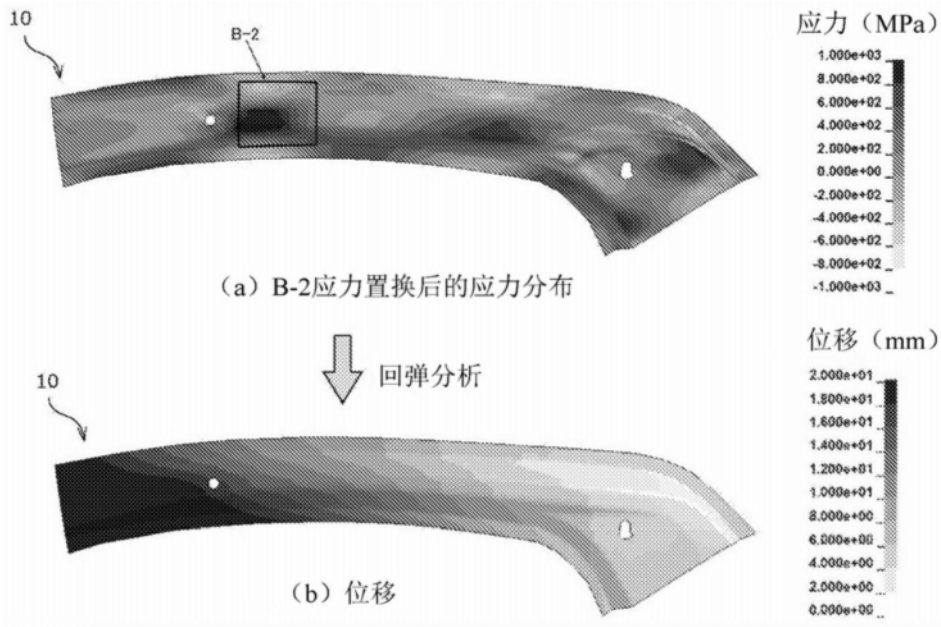


图13

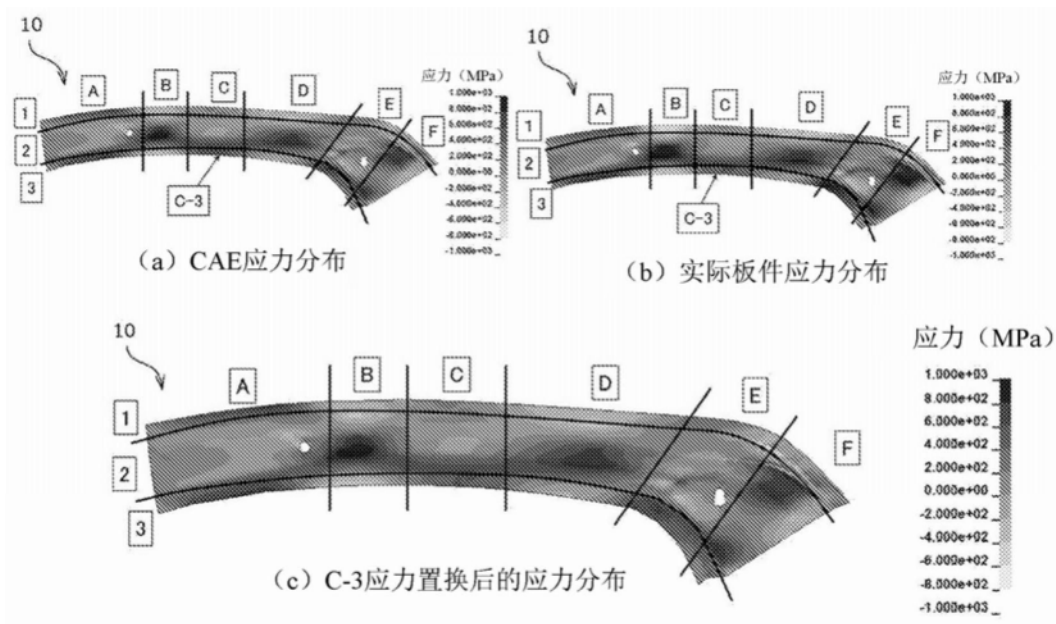


图14

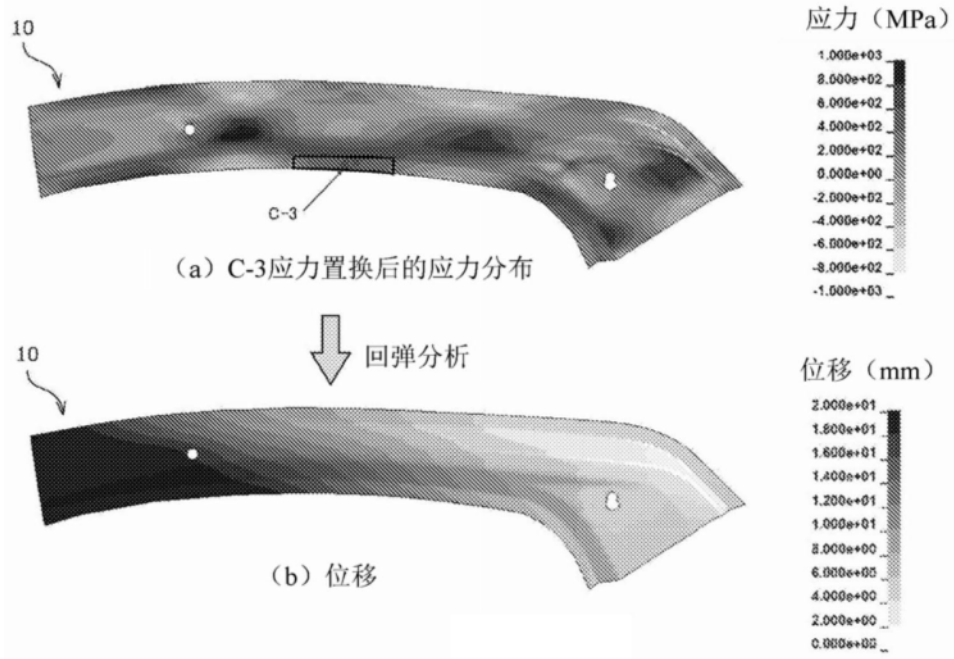


图15

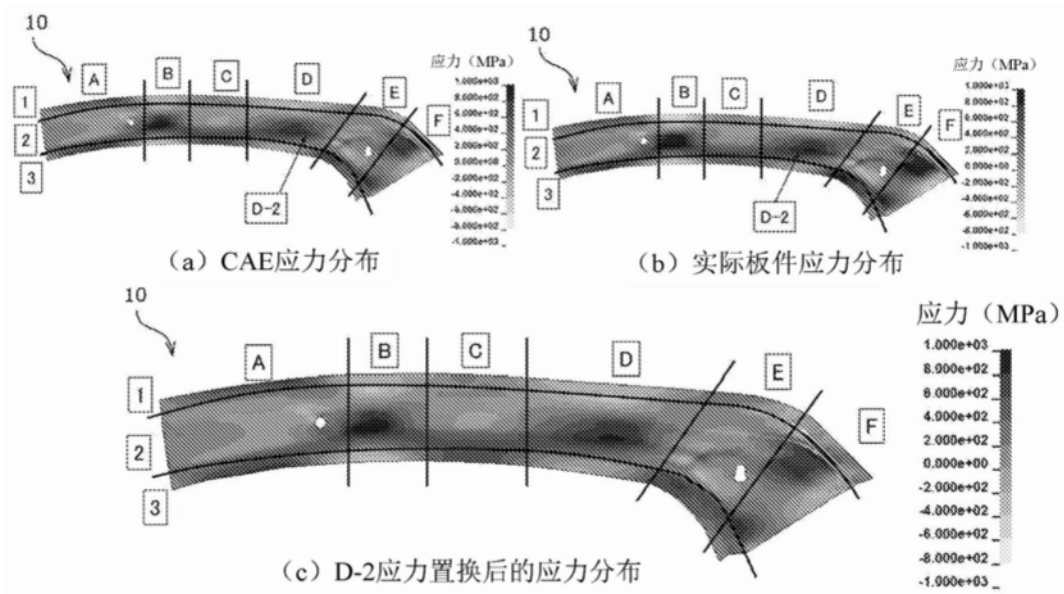


图16

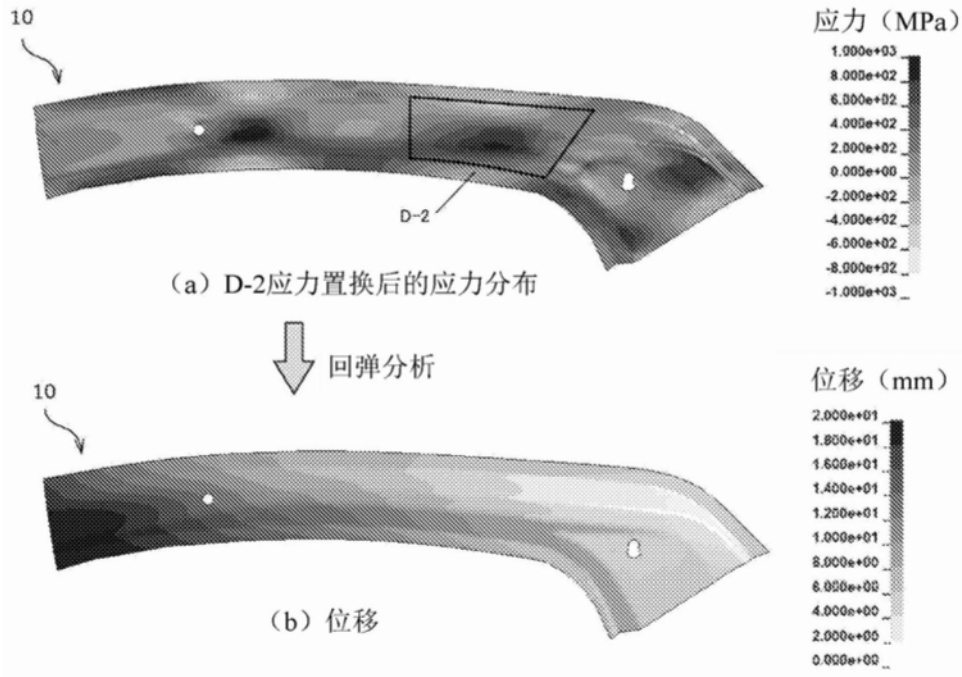


图17

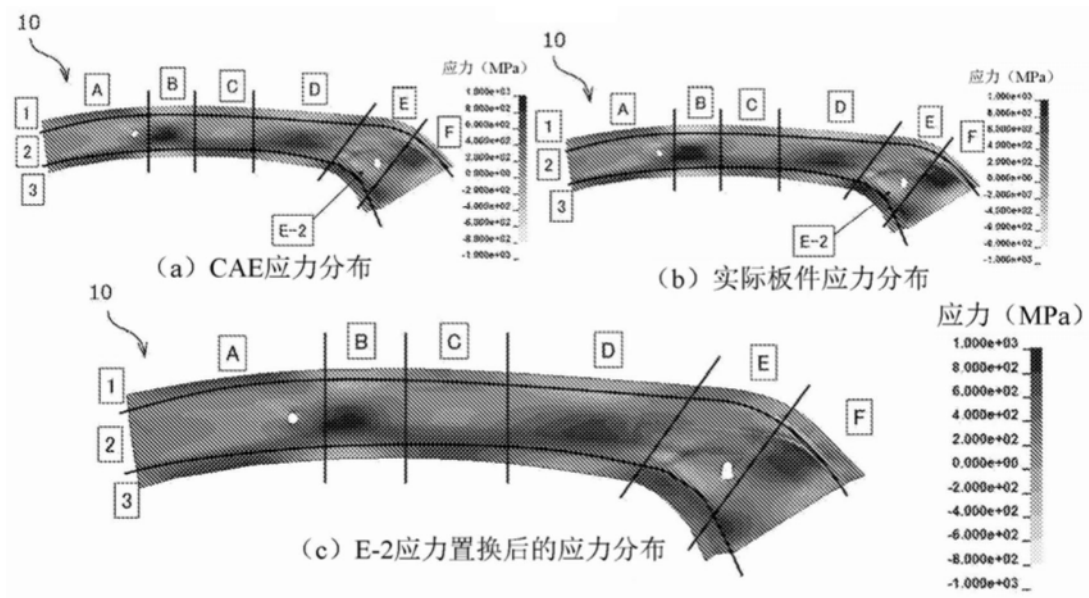


图18

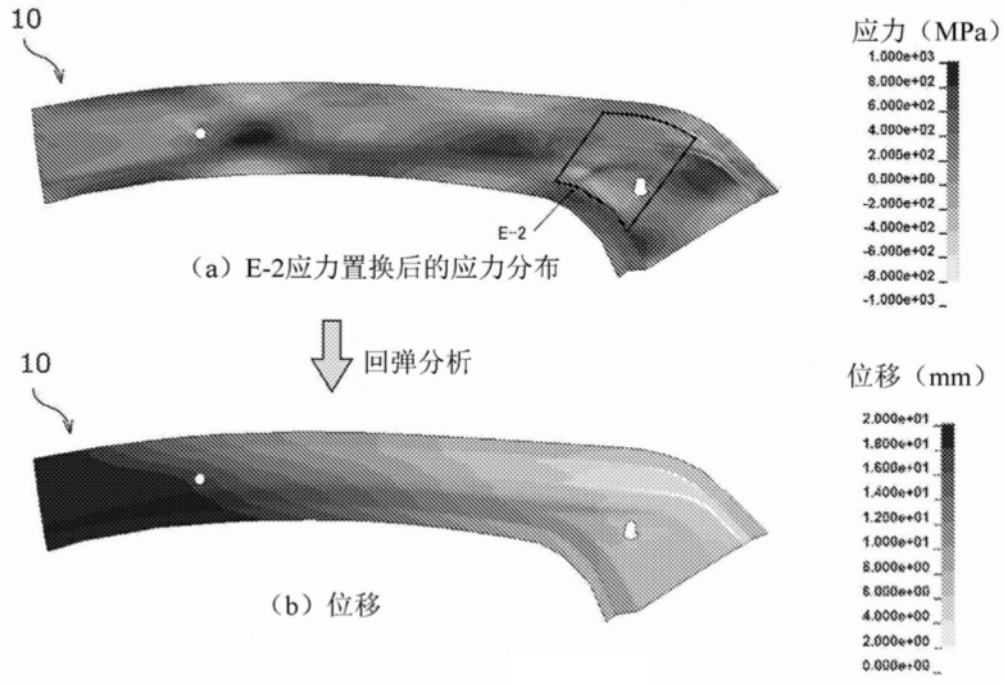


图19

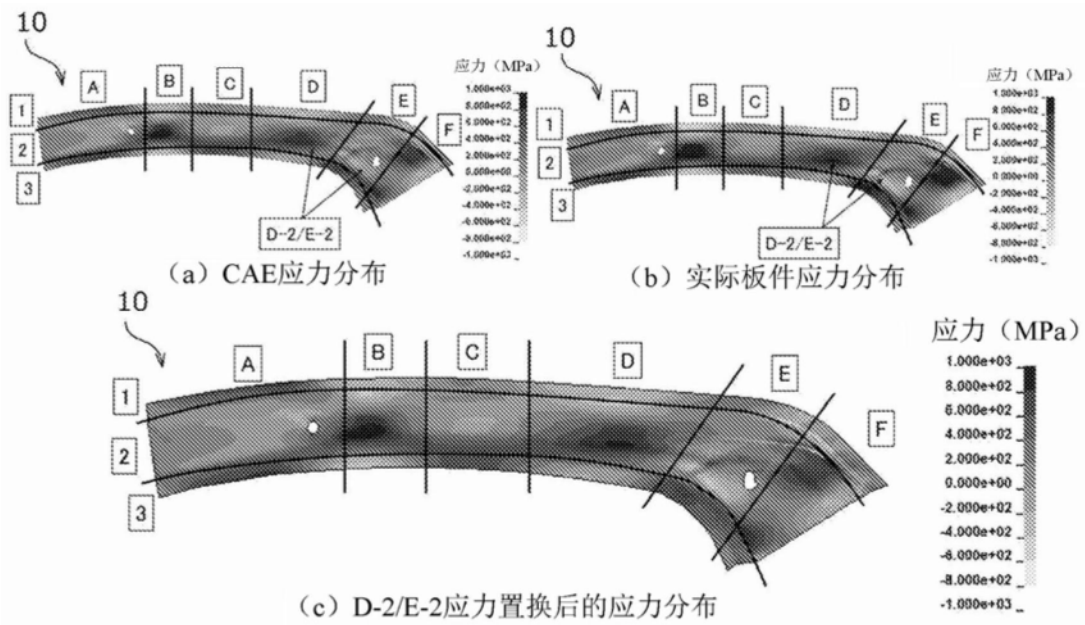


图20

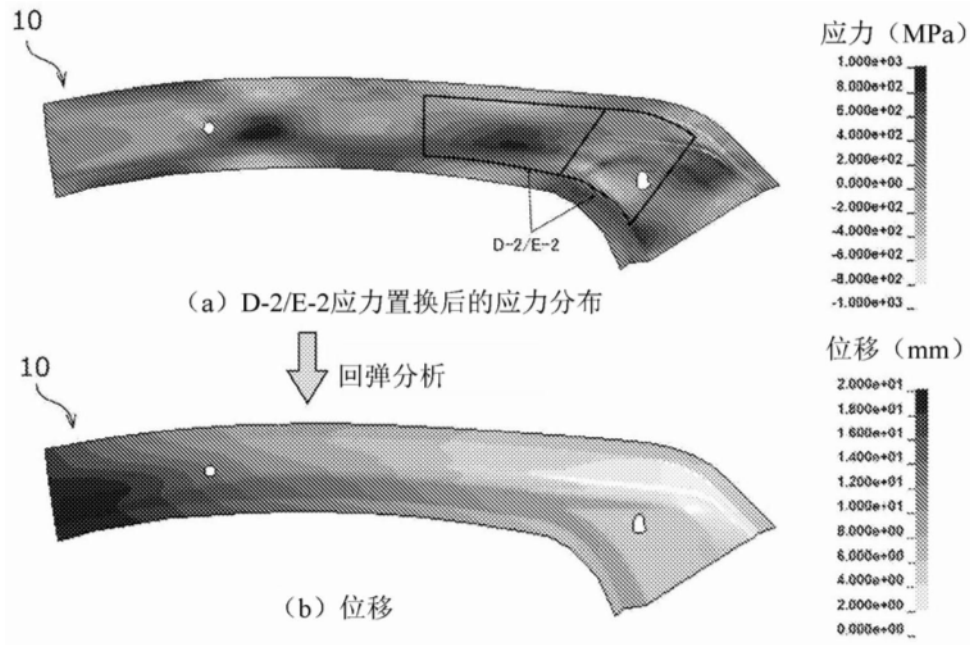


图21

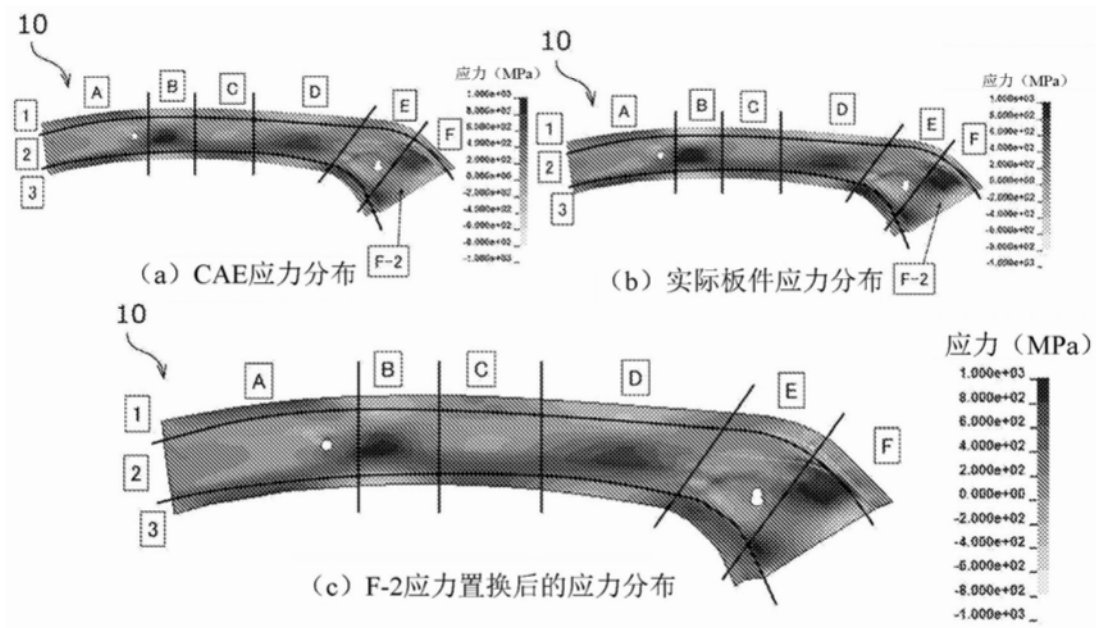


图22

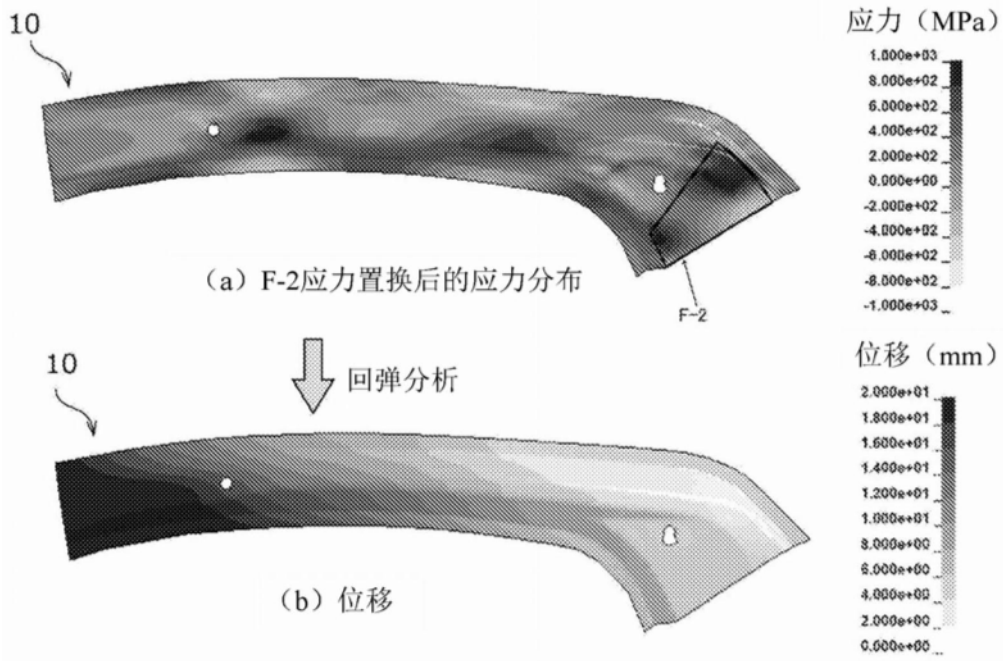


图23

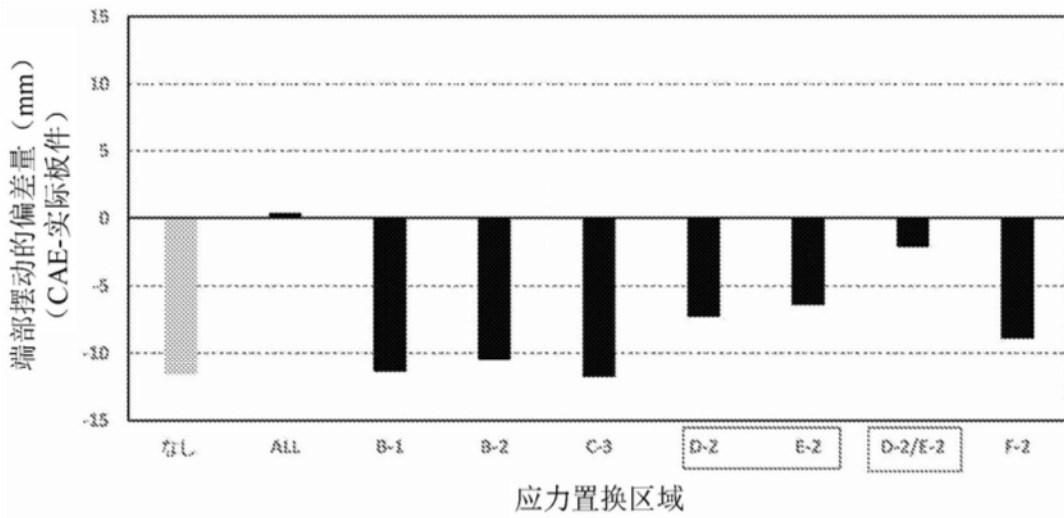


图24

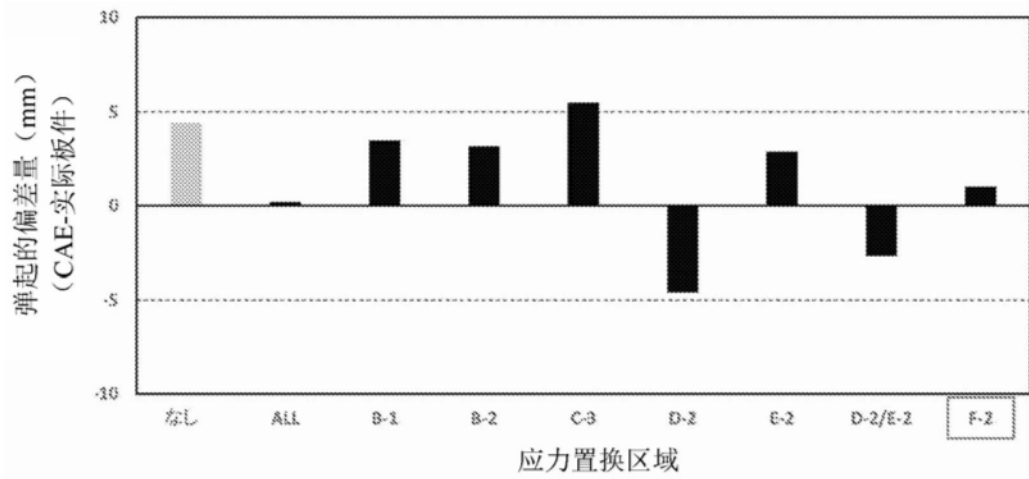


图25

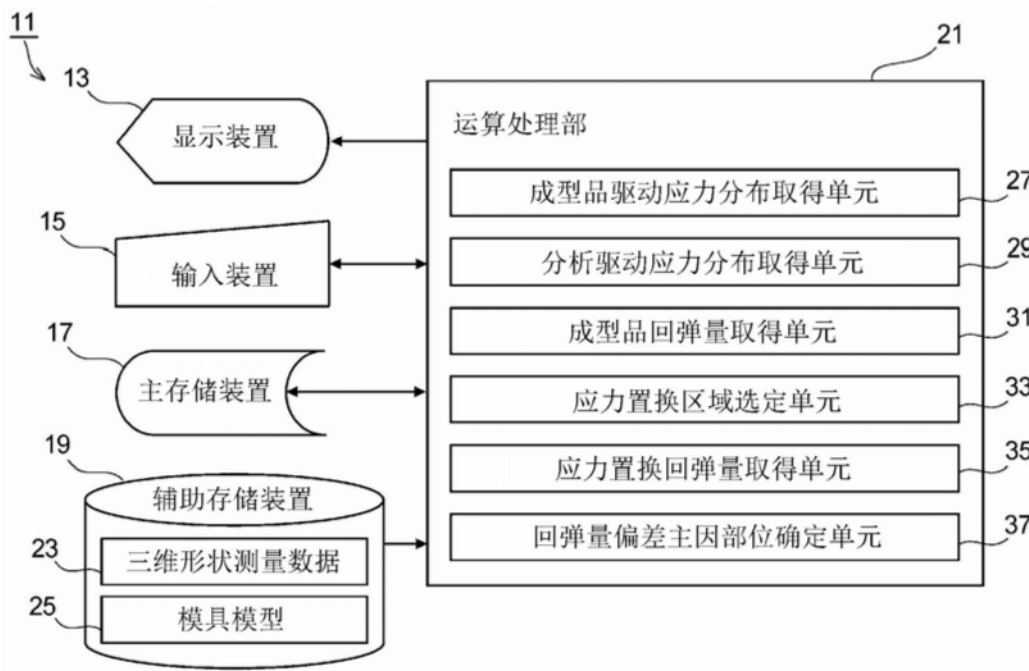


图26