



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103459230 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201280016464.0

(22)申请日 2012.03.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103459230 A

(43)申请公布日 2013.12.18

(30)优先权数据

A476/2011 2011.04.04 AT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.09.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/055310 2012.03.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/136500 DE 2012.10.11

(73)专利权人 奥地利西门子公司

地址 奥地利维也纳

(72)发明人 P.海恩滋 R.格拉夫 M.塞茨伯格

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 宣力伟 杨炯

(51)Int.Cl.

B61D 15/06(2006.01)

B61D 17/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101138981 A, 2008.03.12,

US 5579699 A, 1996.12.03,

CN 1463235 A, 2003.12.24,

US 7543537 B2, 2009.06.09,

EP 1905661 B1, 2009.03.25,

审查员 靳宇

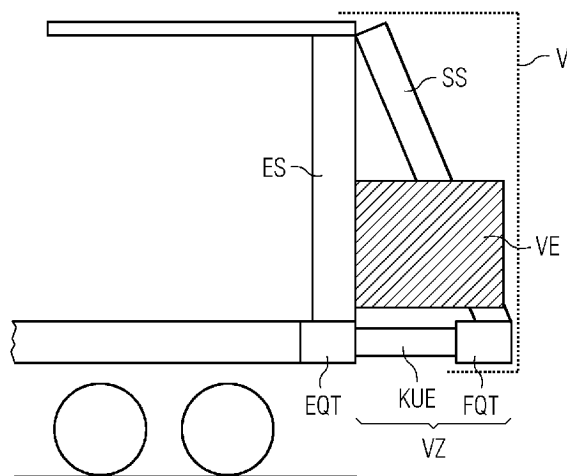
权利要求书1页 说明书7页 附图10页

(54)发明名称

具有加接的变形区的轨道车辆

(57)摘要

本发明涉及一种具有加接的变形区的轨道车辆,该轨道车辆包括至少一个设置在端侧的区域中的端部横向支架(EQT)以及基本上垂直地布置的从所述端部横向支架(EQT)伸出的角柱(ES),其中在端侧设置了变形区(VZ),该变形区(VZ)包括平行于所述端部横向支架(EQT)朝端侧的方向隔开地布置的正面横向支架(FQT)以及至少一个传力元件(KUE),其中在所述端部横向支架(EQT)与所述正面横向支架(FQT)之间布置了所述至少一个传力元件(KUE),所述传力元件在所述端部横向支架(EQT)与所述正面横向支架(FQT)之间无塑性变形地传递纵向压力直至特定的数值并且在超过这个特定的数值时失效。



1. 具有加接的变形区的轨道车辆,包括至少一个设置在端侧的区域中的端部横向支架(EQT)以及基本上垂直地布置的从所述端部横向支架(EQT)伸出的角柱(ES),其特征在于,在端侧上设置了变形区(VZ),该变形区(VZ)包括平行于所述端部横向支架(EQT)朝端侧的方向隔开地布置的正面横向支架(FQT)以及至少一个传力元件(KUE),其中在所述端部横向支架(EQT)与所述正面横向支架(FQT)之间布置了所述至少一个传力元件(KUE),所述传力元件在所述端部横向支架(EQT)与所述正面横向支架(FQT)之间无塑性变形地传递纵向压力直至特定的数值,并且在超过这个特定的数值时失效,并且所述传力元件由x形布置的板构成并且其中所述传力元件(KUE)的x形布置的板的交线横向于车辆纵向方向布置。

2. 按权利要求1所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,设置了至少一个变形元件(VE),所述至少一个变形元件如此布置,从而只有在所述传力元件(KUE)失效之后才出现所述至少一个变形元件(VE)的变形。

3. 按权利要求1或2所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,在所述正面横向支架(FQT)与角柱(ES)之间布置了至少一个斜柱(SS)。

4. 按权利要求1或2所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,所述轨道车辆的底架在车厢中心与端部横向支架(EQT)之间配备了至少一个内部的变形元件(IVE)。

5. 按权利要求1或2所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,设置了衬板(V),该衬板给所述变形区(VZ)的构件加衬。

6. 按权利要求5所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,所述衬板(V)由塑料制成。

7. 按权利要求4所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,所述至少一个变形元件(VE)或者所述至少一个内部的变形元件(IVE)构造为铝蜂窝结构。

8. 按权利要求4所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,所述至少一个变形元件(VE)或者所述至少一个内部的变形元件(IVE)由金属泡沫构成。

9. 按权利要求4所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,所述至少一个变形元件(VE)或者所述至少一个内部的变形元件(IVE)构造为管状的型材。

10. 按权利要求1或2所述的具有加接的变形区的轨道车辆,其特征在于,所述变形区(VZ)被设置在所述轨道车辆的两个端面上。

具有加接的变形区的轨道车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有加接的变形区的轨道车辆。

背景技术

[0002] 用于轨道车辆的许可标准尤其要求证明车厢的特定的强度数值。这些标准比如要求证明,所述轨道车辆能够无损坏地经得住特定的纵向力(联结器压力、缓冲器压力、作用于端部横向支架的压力)。适用于欧洲的标准UIC-566比如要求2000kN的有待证实的联结器压力,适用于美国的标准则要求3558kN(800千磅)的有待证实的联结器压力。同时经常要求为了提高乘客的被动的安全性而在碰撞时保证得到优化的变形性能。

[0003] 为此应该设置结构上的措施,所述措施允许如此吸收碰撞能量,使得以限定的方式能够变形的撞击区将这种能量转化为变形能量并且在此对于车内的人员来说降低负荷。

[0004] 同样,车内的逃生室不得过于剧烈地变形,以便对于车内的人员来说尤其也对于处于列车头部的驾驶人员来说降低伤害可能性。这一点对于具有推进机车的列车组来说或者对于动车组(Triebzüge)来说尤为重要。

[0005] 按照现有技术,可以容易地根据特定的联结器压力或者端部横向支架压力来设计轨道车辆的尺寸。同样成功地设置合适的用于吸收变形能量的碰撞模块。对较高的静态的联结器压力或者端部横向支架压力的要求与对在碰撞情况下可以降低车辆的最大减速并且由此也降低乘客的负荷的碰撞性能的要求的组合,对于在结构上所集成的变形区来说还没有令人满意地得到解决。在解决这种矛盾的要求方面,另一个困难在于在列车头部和列车尾部也要求垂直的车厢端部,尤其在美国优选期望如此。在此驾驶人员经受特殊的危险,因为仅仅十分受限制的结构空间供碰撞元件所用。一种按现有技术的解决方案规定,以刚性的舱室的形式来构成驾驶台,该舱室在碰撞时被移到车辆内部。但是,作用于处于驾驶台中的人员的加速度的降低由此无法得到实现。对于变形优化的结构来说,另一个困难在于在美国也在短途线路上使用的经常由客运和货运构成的混合运行,因而作为对撞物(Kollisionsgegner)要考虑大量的车辆。在此麻烦的是,货物车厢以及尤其在美国常用的机车在实际上没有消散能量的性能。这些机车必然由于其坚固的结构被视为实际上刚性的并且此外通常由于其较大的结构大小而在几何学上对于车厢来说代表着完全不相容的对撞物。

[0006] 一方面,静态的设计负荷或者试验负荷不得导致构件尤其碰撞元件的塑性的变形,这势必导致非常刚性的底架结构。另一方面,在碰撞情况中专门为能量减小而设置的碰撞元件与本身刚性的底架结构一起也在与在几何学上不相容的事故对立物(Unfallgegner)的碰撞中有针对性地进行塑性变形。有一些对撞物被视为在几何学上是不相容的,对于这些对撞物来说在不是为碰撞情况而设置的位置上出现了撞击。比如对于基于所述底架垂直向上移动的碰撞来说就是如此,像在乘客车厢与机车或者载货车碰撞时可能出现的一样。这一点用按现有技术的解决方案只能在非常不令人满意的情况下进行。

发明内容

[0007] 因此,本发明的任务是,说明一种具有加接的变形区的轨道车辆,该轨道车辆一方面可以经得住很高的轴向的压力,另一方面尤其在与在几何学上不相容的对立物发生碰撞事故时具有很好的变形性能并且尤其设置用于构造垂直的车厢端部。

[0008] 该任务通过一种带有加接的变形区的轨道车辆得到解决。

[0009] 所述具有加接的变形区的轨道车辆包括至少一个设置在端侧的区域中的端部横向支架以及基本上垂直地布置的从所述端部横向支架伸出的端柱。根据本发明,在端侧上设置了变形区,该变形区包括平行于所述端部横向支架朝端侧的方向隔开地布置的正面横向支架以及至少一个传力元件,其中在所述端部横向支架与所述正面横向支架之间布置了所述至少一个传力元件,所述传力元件在所述端部横向支架与所述正面横向支架之间无塑性变形地传递纵向压力直至特定的数值,并且在超过这个特定的数值时失效,并且所述传力元件由x形布置的板构成并且其中所述传力元件的x形布置的板的交线横向于车辆纵向方向布置。

[0010] 本发明还涉及其它有利的设计方案。

[0011] 根据本发明的基本构思,说明一种具有加接的变形区的轨道车辆,该轨道车辆包括至少一个设置在端侧的区域中的端部横向支架和基本上垂直地布置的从所述端部横向支架上伸出的角柱,并且其中在端侧上设置了变形区,该变形区包括平行于所述端部横向支架朝端侧的方向隔开地布置的正面横向支架以及至少一个传力元件,并且其中在所述端部横向支架与所述正面横向支架之间布置了所述至少一个传力元件,所述传力元件在所述端部横向支架与所述正面横向支架之间无塑性变形地传递纵向压力直至特定的数值并且在超过这个特定的数值时塌陷或者失效。

[0012] 所述按本发明的轨道车辆的一种有利的改进方案包括斜柱,所述斜柱布置在所述正面横向支架与角柱之间并且所述斜柱传递作用于所述正面横向支架的垂直力并且将其导入到车辆结构中。

[0013] 本发明的另一种有利的改进方案规定,将至少一个变形元件如此布置在所述变形区中,使得其不参与运行负荷的传递,但是在碰撞时在所述传力元件塌陷或者失效之后起作用并且至少部分地消散碰撞的动能。

[0014] 由此能够获得能够实现一种轨道车辆的优点,该轨道车辆能够可靠地经得住特定的纵向力(联结器压力、缓冲器压力、端部横向支架压力),另一方面该轨道车辆具有消散能量的变形性能,该变形性能在碰撞时减少作用于乘客的力。

[0015] 应该如此设计所述传力元件以及必要时所述按本发明的变形区的斜柱,使得其具有足够的强度,用于能够在所述正面横向支架与所述端部横向支架或者角柱之间可靠地传递所述运行力(Betriebskräfte)和试验力。所述传力元件的基本特性是,如此设计其尺寸,从而一旦超过失效载荷,该传力元件就如此塌陷或者失效,使得其不再以明显的阻力来对抗继续的变形。

[0016] 这种性能比如可以通过以下方式来实现,即给定强度的构件在失效情况下屈曲,因为对于屈曲变形来说比对于压力变形或者拉伸变形来说所需要的力低得多。同样也可以通过以下方式来实现等效的性能,即给定强度的构件与一种连接方式相连接,该连接方式

在出现限定的过载时失效,比如用铆钉进行的搭接的连接,所述铆钉在出现特定的设计负荷时剪断。由此所述传力元件在其失效之后仅仅很少地或者根本没有参与紧随此后的能量消散。这种能量消散因此会在为此设置的变形元件中进行。

[0017] 在此建议,通过由板构成的基本上X形的结构来构造所述传力元件,其中力的加入通过这个X形的板结构的相应对置的侧面来进行。重要的是,所述板的交线横向于力的方向来布置,因为就这样进行所述板的可靠的屈曲。相反,交线的沿力的方向的布置会导致一种构件,该构件的力-位移图在出现超过整个变形位移的塑性变形时具有很高的力的水平并且对于本发明来说不能用作传力元件。

[0018] 如果出现这样的情况,即在几何学上不相容的事故对立物首先撞到所述斜柱和所述变形元件,那么所述由板构成的X形的结构就足够敏感地作出反应并且通过剧烈偏心的负荷来塌陷,所述剧烈偏心的负荷通过所述斜柱的假定的紧随此后的塑性的变形也具有更容易由变形驱动的特征,从而在这样的情况中所述传力元件也还仅仅极少地参与所述能量消散。

[0019] 所述传力元件的一种实施方式规定,单个的形成基本上X形的传力元件的板设有分别不同的厚度。由此能够获得这样的优点,即能够精确地调节所述板的失效载荷及其屈曲的方向。这样的结构可以用计算机支持的模拟关于其强度(失效载荷)以及其塑性的变形性能很好地来设计。

[0020] 此外,值得推荐的是,这种X形的结构的一块板构造为一体的并且设有比其它两块板大的厚度。由此可以精确地调节所述失效载荷。

[0021] 此外有利的是,由多块板尤其由三块板来组成这种由板构成的X形的结构。就这样可以特别精确地调节所述失效载荷以及屈曲性能。

[0022] 值得推荐的是,在所述板的交线上将所述板连接起来,其中焊接连接特别有利。

[0023] 作为另一种有利的设计变型方案,也可以将所述传力元件构造为组合的传力及能量吸收元件,该组合的传力及能量吸收元件在超过限定的失效载荷时通过变形来消散能量。

[0024] 这可以以多种与轨道车辆制造中的现有技术相符的方式来进行。作为具体的可能的实施方式,这里要谈及在超过峰值力时渐进地弯曲的管状的碰撞元件、形状锁合地固定的给定强度的构件(其在超过释放力时通过所述形状锁合被切削加工)以及在超过释放力时扩张、收缩或者剥脱的管状的碰撞元件。

[0025] 利用这里所描述的发明,成功地说明一种具有变形区的轨道车辆,能够在实际上并且基本上分开地实施所述变形区的用于静态的负荷的强度设计以及用于(具有较大的塑性变形的)事故负荷的碰撞能力设计,并且所述变形区也适合于与在几何学上不相容的事故对立物之间的碰撞并且尤其也适用于具有设有门洞的垂直的车厢端部的车辆。但是,按本发明的变形区原则上可以设置在所有常用的轨道车辆类型上。在此尤其将机车和货车视为在几何学上不相容的事故对立物。

[0026] 所有常用的变形元件尤其这样的由管状的型材构成的变形元件都可以用作变形元件。同样能够使用由铝蜂窝结构或者由金属泡沫构成的变形元件。

[0027] 本发明特别好地适用于要在美国得到批准的轨道车辆,因为相关的标准规定通过所述端部横向支架来加入试验纵向力并且由此不能设置加接到所述车厢端部上的变形元

件,因为这些变形元件无法经得住所述试验力。

附图说明

[0028] 附图示例性地示出:

[0029] 图1是按现有技术的具有垂直的车厢端部的轨道车辆的侧视图;

[0030] 图2是具有加接的变形区的轨道车辆的侧视图;

[0031] 图3是具有加接的变形区的轨道车辆的俯视图;

[0032] 图4是传力元件的侧视图;

[0033] 图5是具有加接的变形区和内部的变形元件的轨道车辆的侧视图;

[0034] 图6是变形元件的理想化的力-位移图;

[0035] 图7是传力元件的理想化的力-位移图;

[0036] 图8是碰撞-计算机模拟的侧视图1;

[0037] 图9是碰撞-计算机模拟的侧视图2;

[0038] 图10是碰撞-计算机模拟的侧视图3;

[0039] 图11是碰撞-计算机模拟的侧视图4;

[0040] 图12是碰撞-计算机模拟的侧视图5;

[0041] 图13是碰撞-计算机模拟的斜视图1;

[0042] 图14是碰撞-计算机模拟的斜视图2;

[0043] 图15是碰撞-计算机模拟的斜视图3;

[0044] 图16是碰撞-计算机模拟的斜视图4;

[0045] 图17是碰撞-计算机模拟的斜视图5。

具体实施方式

[0046] 图1示例性地并且示意性地以侧视图示出了按现有技术的具有垂直的车厢端部的轨道车辆。在此示出了轨道车辆的一个车辆端部,该轨道车辆在其端部具有端部横向支架EQT。纵向力作用于这个端部横向支架EQT,为此相应地设计这个端部横向支架EQT的尺寸并且必要时为其配备用于接纳缓冲器、联结器等等的固定机构。垂直于这个端部横向支架EQT设置了角柱ES,所述角柱从所述端部横向支架EQT一直延伸到所述轨道车辆的顶篷。衬板V基本上用于通常的保护及设计用途并且没有在碰撞时相关的强度。按图1的轨道车辆没有基本的消散能量的性能,因而在碰撞时会有较高的力作用于乘客。

[0047] 图2示例性地并且示意性地以侧视图示出了具有加接的变形区的轨道车辆。在此示出了按本发明的变形区的原理,其中所述轨道车辆如在图1所示出的关于现有技术的实施例中一样来构成。所述按本发明的变形区VZ在端侧上加接到所述轨道车辆上并且包括传力元件KUE,该传力元件布置在端部横向支架EQT与正面横向支架FQT之间,其中所述正面横向支架FQT以平行于所述端部横向支架EQT朝车厢端部隔开的方式来布置。此外,设置了斜柱SS,所述斜柱SS将所述正面横向支架与角柱ES连接起来。如此设计所述变形区VZ的这些构件(正面横向支架FQT、传力元件KUE和斜柱SS)或者设计其尺寸,使得其可靠地在所述端部横向支架EQT或者所述角柱ES或者碰撞柱KS与所述正面横向支架FQT之间可靠地传递所有运行力和试验力。

[0048] 斜柱SS也可以包括垂直的区段。所述传力元件KUE在受到负荷时具有如在图7中示出的一样的力-位移图。

[0049] 此外,所述变形区VZ包括变形元件VE,所述变形元件VE在端侧上布置在所述角柱ES上并且所述变形元件在受到负荷时具有如示例性地在图6中示出的一样的力-位移图,因而适合于在塑性的变形情况进行能量消散。如此布置这些变形元件VE,使得其不参与静态的负荷的传递并且只有在所述传力元件KUE塌陷或者失效时才起作用。此外,所述变形元件VE在与几何学上不相容的对撞物碰撞时起作用。

[0050] 图3示例性地并且示意性地以具有传力元件的俯视图示出了具有加接的变形区的轨道车辆。在此示出了图2的轨道车辆。在该实施例中,设置了四根垂直地布置的与所述端部横向支架EQT相连接的柱子。这四根柱子中的两根也就是角柱ES布置在所述端部横向支架EQT的车厢外侧面,另外两根柱子也就是碰撞柱KS则朝车厢中心的方向与所述角柱ES隔开地布置。所述斜柱SS在所述正面横向支架FQT与各一个碰撞柱KS之间延伸。这样的结构相应于在美国经常所期望的车辆类型,所述两根斜柱SS之间的中间的通道可以容易地得到实现。同样所述端部横向支架EQT后面的、尤其在一个角柱ES与一个碰撞柱KS之间的空间很好地适合于布置防止碰撞的驾驶台。按所期望的车辆形状,所述衬板V可以形成倾斜的、经过倒圆的或者垂直的车辆端部。

[0051] 图4示例性地并且示意性地以侧视图示出了传力元件。在此示出了将端部横向支架EQT与正面横向支架FQT连接起来的传力元件KUE。这个传力元件KUE具有如在图7中示出的一样的力-位移关系。为了获得这样的力-位移关系,特别有利的是,由x形布置的板来构造所述传力元件KUE并且横向于车辆纵向方向来布置所述传力元件KUE的x形布置的板的交线。通过这种布置结构,可以很好地计算所述失效载荷并且这种布置结构在超过所述失效载荷时在塌陷之后仅仅以很小的阻力来对抗进一步的变形。

[0052] 图5示例性地并且示意性地以侧视图示出了具有加接的变形区和内部的变形元件的轨道车辆。在此示出了按本发明的具有如在图2和3中示出的一样的加接的变形区的轨道车辆的一种改进方案。内部的变形元件IVE布置在所述端部横向支架的车厢中心处并且支持按本发明的轨道车辆的有利的变形性能。如此设计这个内部的变形元件IVE的尺寸,使得其只有在所述传力元件KUE失效之后并且在所述变形元件VE耗尽之后才起作用。同样所述内部的变形元件IVE在与几何学上不相容的对撞物碰撞时尤其在与平板的载货车相撞时改进所述轨道车辆的变形性能,对于所述平板的载货车来说在极端情况中所述变形元件VE仅仅推迟地变形或者根本没有变形。

[0053] 图6示例性地并且示意性地示出了变形元件的理想化的力-位移图。在此示出了在进行塑性的变形时典型的变形元件VE的理想化的力-位移图。水平轴代表着变形位移x,垂直轴代表着作用于所述变形元件VE的力F。所述力F的曲线显示出剧烈上升的区段以及在进一步变形时紧接着的水平区段。这个水平的区段的区域(在其中在力F恒定的情况下出现继续的变形x)代表着对于能量消散来说基本的区域。如果用尽在结构上预先给定的最大的变形位移,也就是所述变形元件VE完全压缩,那就出现很陡的力上升并且所述变形元件VE不再具有基本的能量消散的作用。

[0054] 图7示例性地并且示意性地示出了传力元件的一种理想化的力-位移图。在此示出了在出现塑性的变形或者不稳定性时典型的传力元件KUE的力-位移图。水平轴代表着变形

位移 x ,垂直轴代表着作用于所述传力元件KUE的力 F 。与变形元件VE的在图6中示出的力-位移图相比,传力元件KUE的力-位移曲线在开始变形直至力 F 的最大的很陡的力上升之后没有示出紧接着的水平力曲线。在图7中示出了传力元件KUE的基本性能,也就是一方面能够可靠地传递特定的最大的力,但是在超过这个最大的力时(必要时提高特定的安全系数)失效并且不再以明显的阻力来对抗继续的变形。在超过特定的最大的力 F 之后,以明显更低的与所述最大的力 F 相比在实际上能够忽略的力水平进行继续的变形。只有在用尽在结构上预先给定的最大的变形位移时也就是在所述传力元件KUE完全压缩时,才出现很陡的力上升。

[0055] 图8以侧视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段1-未变形。在此示出了具有如在图5中示出的一样的加接的变形区的轨道车辆的与机车L的碰撞的模拟情况。所述机车L代表着坚固的基本上不会变形的并且在几何学上不相容的对撞物。所述斜柱SS具有垂直的区段。所述机车L在处于所述正面横向支架FQT上方的一个点上撞上,因而在这个位置上开始塑性的变形。这种实施例示出了与在图4中示出的传力元件不同的传力元件KUE。

[0056] 图9以侧视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段2-第一变形。为了显示出变形过程的演变情况,在图9到12中取消了所有附图标记。衬板V没有以值得一提的阻力来对抗变形并且对于这种较小的变形位移来说就已经被塌陷。所述斜柱SS通过在与所述机车L接触的位置上的力导入被部分地矫直,所述变形元件VE显示出第一变形并且将变形能量消散。所述传力元件KUE依然形状稳定。

[0057] 图10以侧视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段3-剧烈的变形。通过进一步的变形,所述斜柱SS被矫直并且处于其后面的变形元件VE几乎被压缩。在这个变形阶段中,所述传力元件KUE已经被塌陷,显示出所述角柱ES的第一变形。

[0058] 图11以侧视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段4-非常剧烈的变形。所述变形元件VE完全被耗尽,形成所述角柱ES的剧烈的变形。

[0059] 图12以侧视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段5-极端的变形。在这个阶段中,所述角柱剧烈地朝车厢内部弯曲,所述内部的变形元件已经响应并且已经耗尽。

[0060] 图13以斜视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段1-未变形。在此以斜视图并且以沿着纵向方向在中间剖切的方式示出了图8的情形。

[0061] 图14以斜视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段2-第一变形。这是在图9中示出的情形的斜视图。

[0062] 图15以斜视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段3-剧烈的变形。这是在图10中示出的情形的斜视图。

[0063] 图16以斜视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段4-非常剧烈的变形。这是在图11中示出的情形的斜视图。

[0064] 图17以斜视图示出了碰撞-计算机模拟,阶段5-极端的变形。这是在图12中示出的情形的斜视图。

[0065] 附图标记列表:

[0066] EQT 端部横向支架

[0067] ES 角柱

[0068] V 衬板

[0069]	VZ	变形区
[0070]	FQT	正面横向支架
[0071]	SS	斜柱
[0072]	VE	变形元件
[0073]	KUE	传力元件
[0074]	KS	碰撞柱
[0075]	IVE	内部的变形元件
[0076]	F	力
[0077]	x	变形位移
[0078]	L	机车。

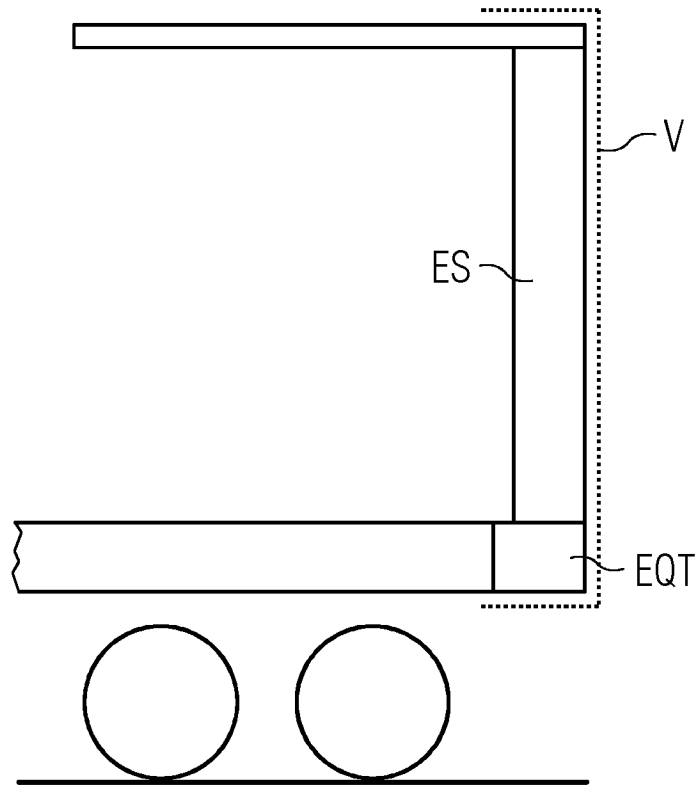


图 1

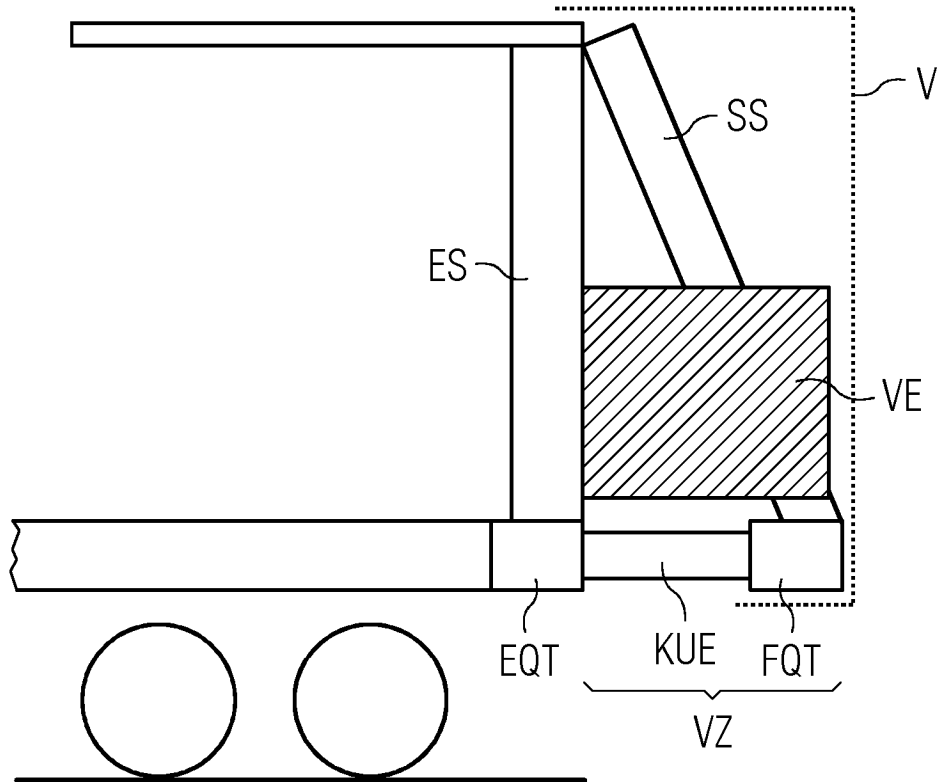


图 2

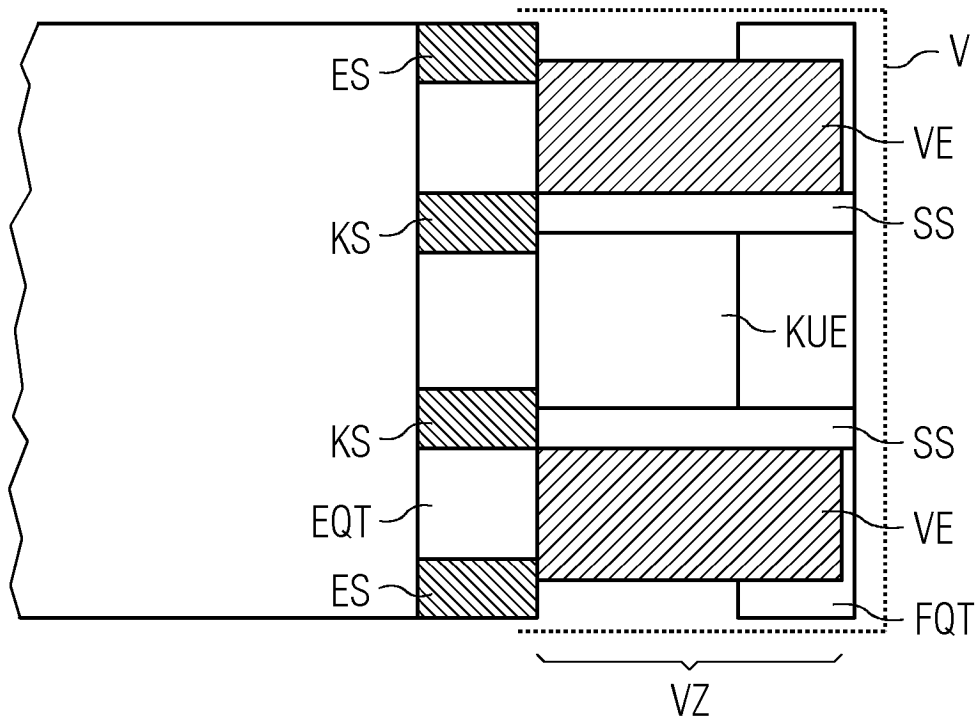


图 3

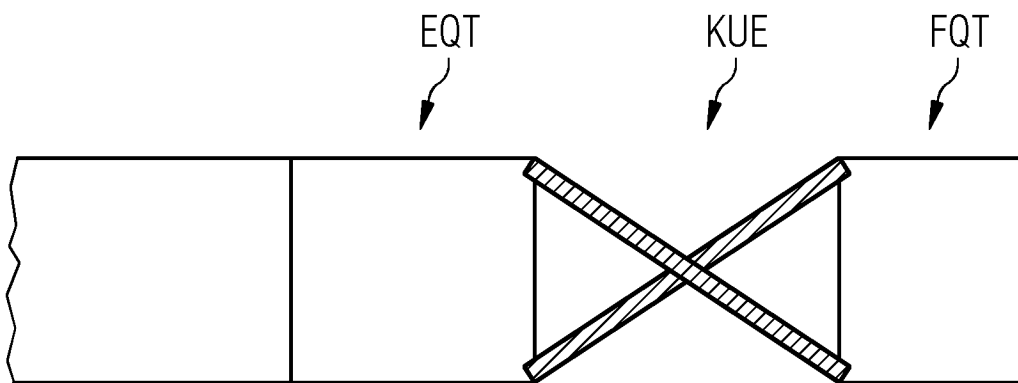


图 4

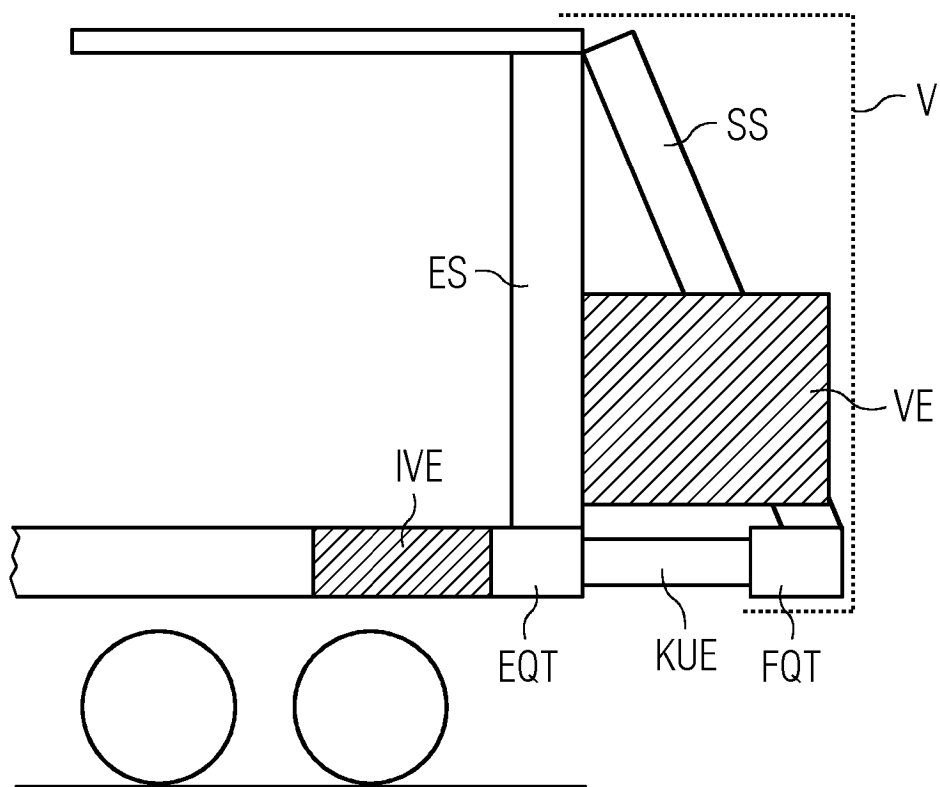


图 5

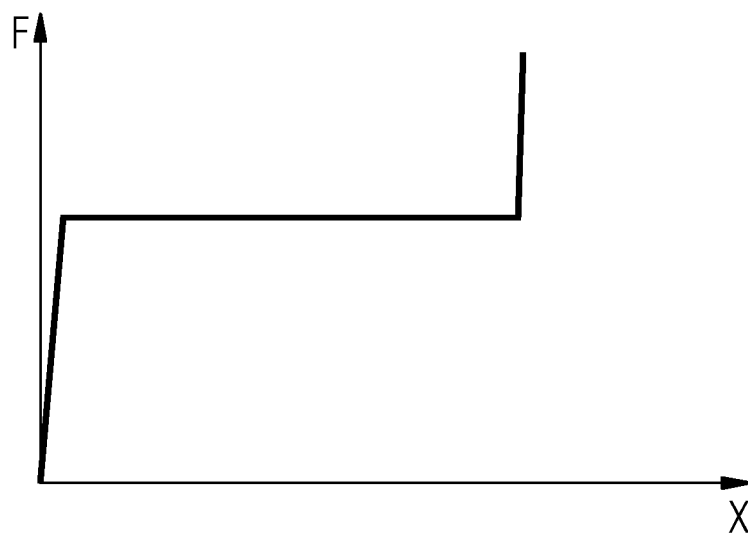


图 6

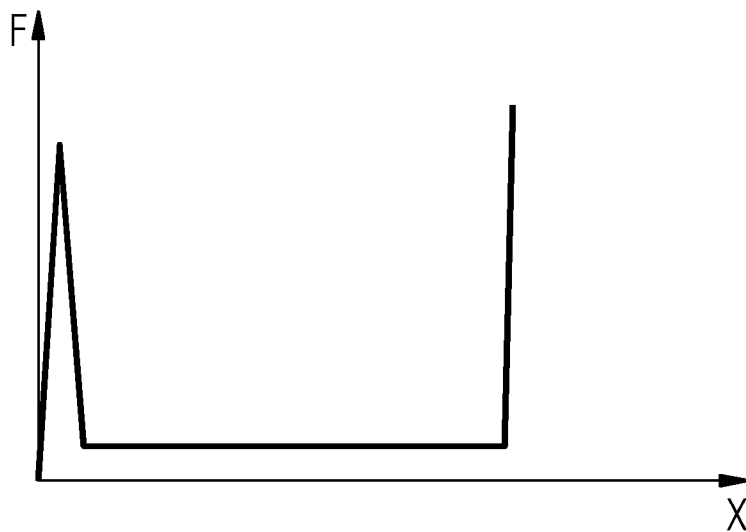


图 7

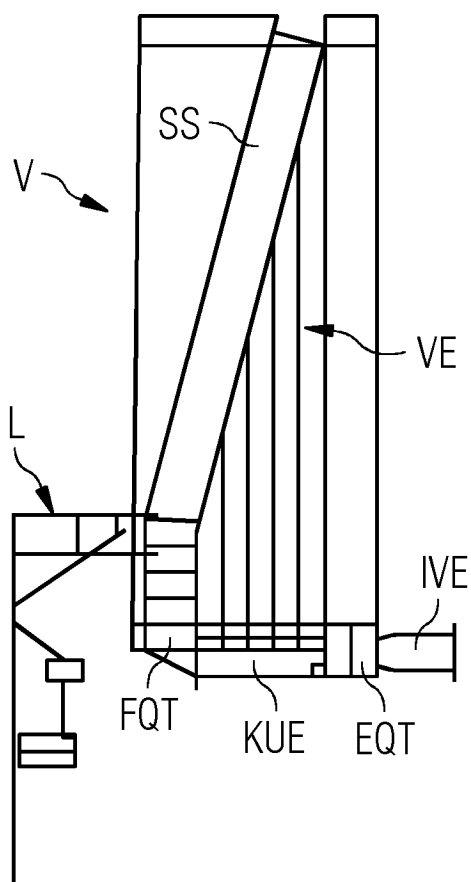


图 8

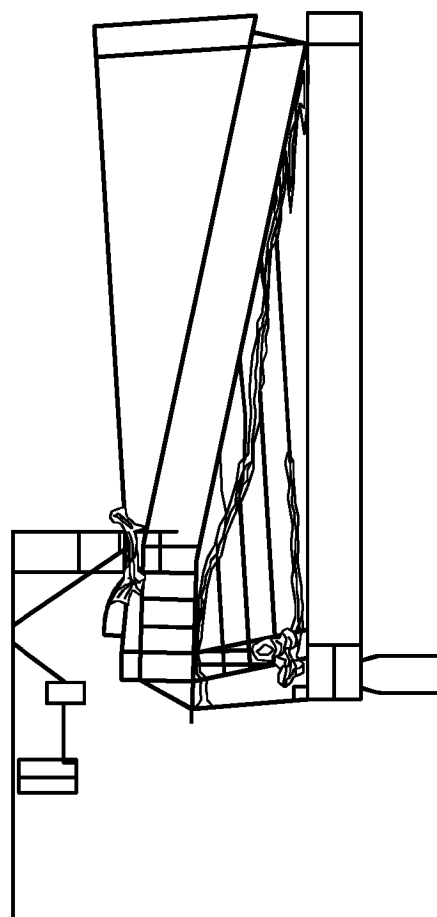


图 9

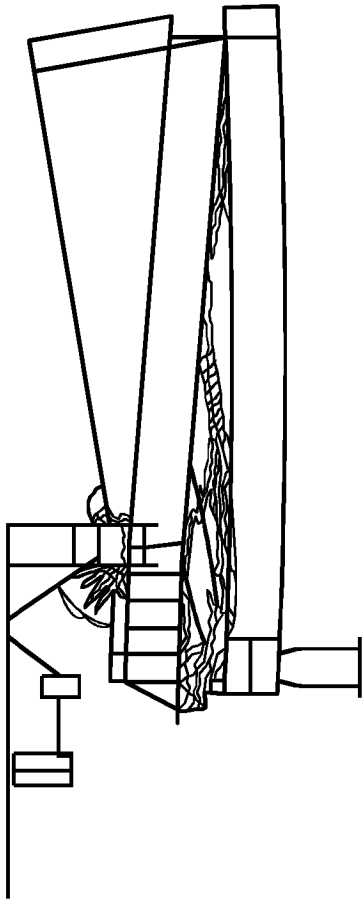


图 10

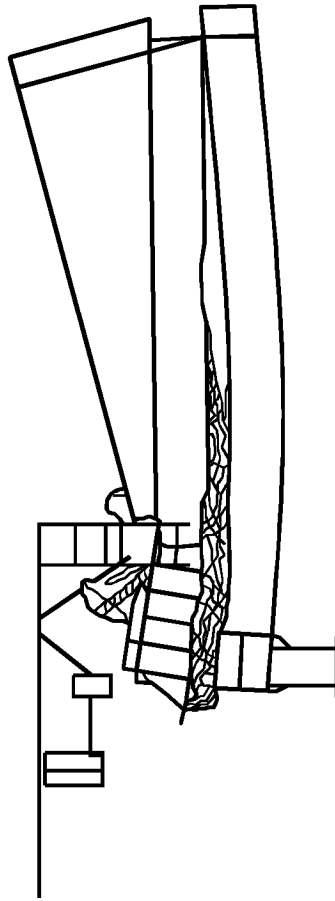


图 11

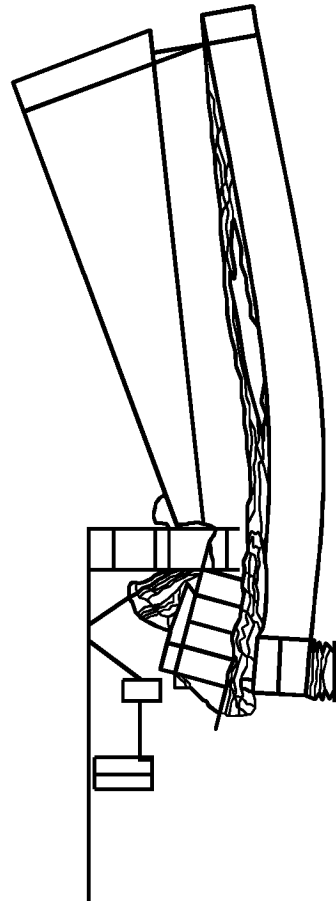


图 12

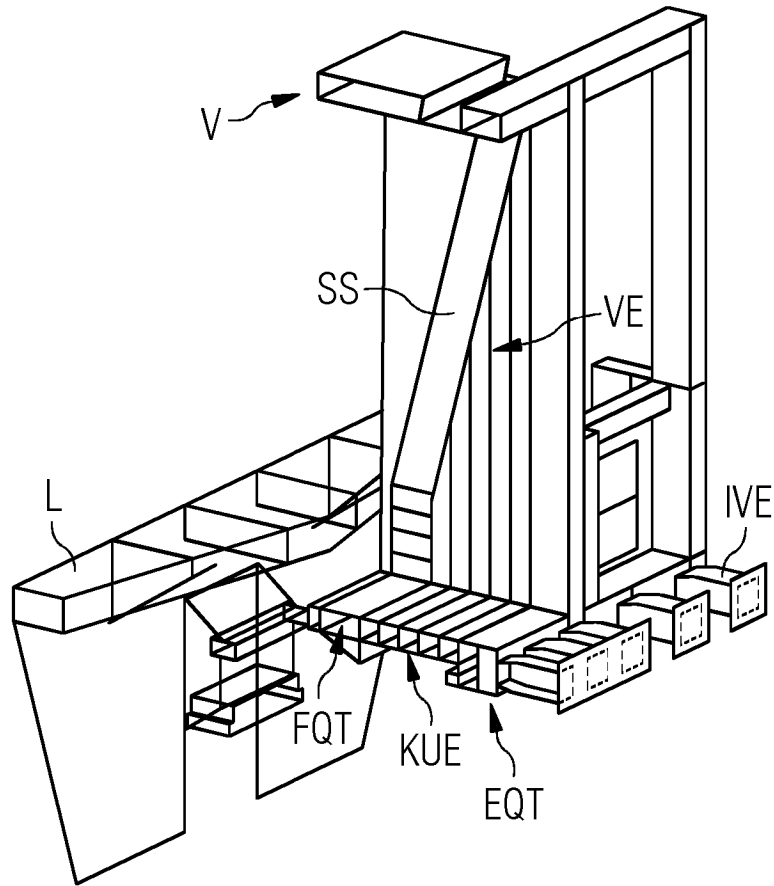


图 13

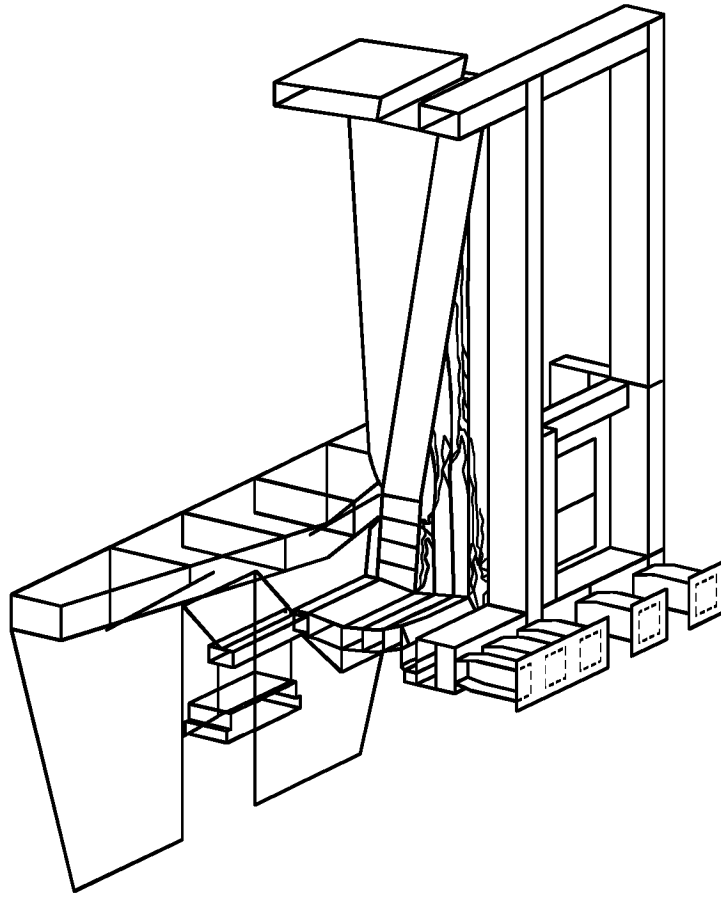


图 14

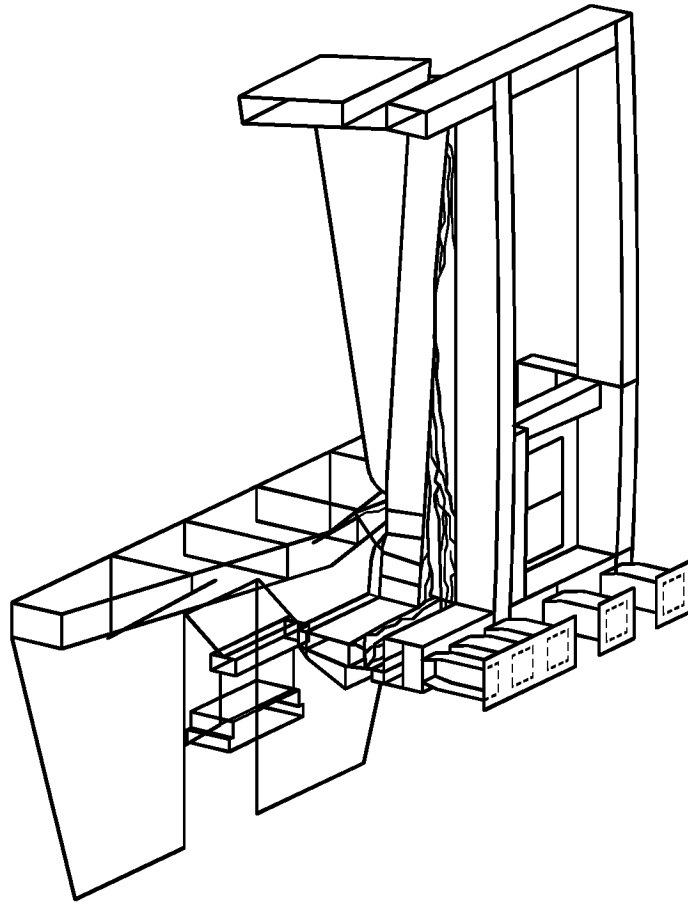


图 15

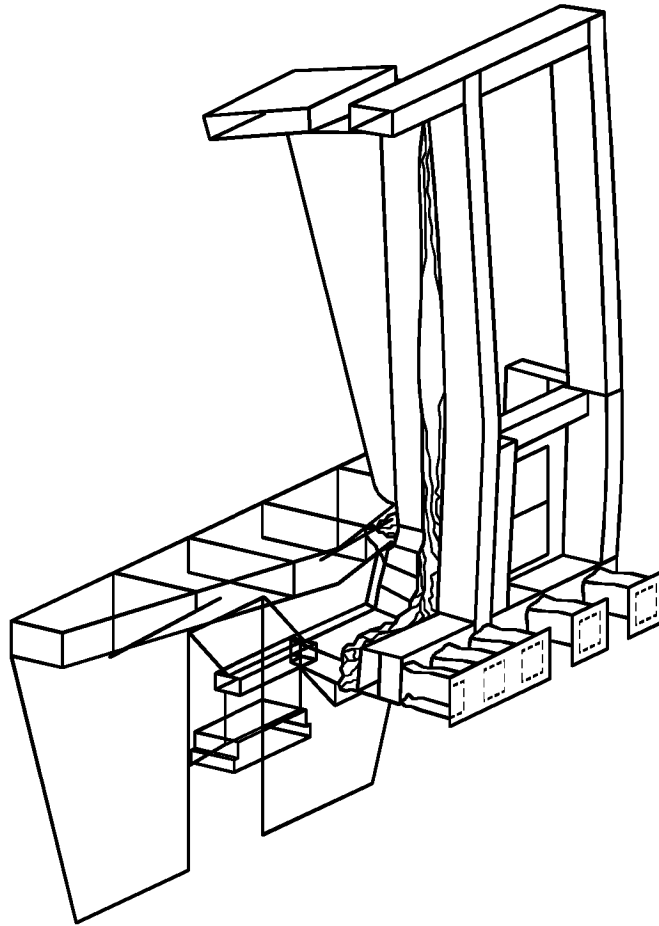


图 16

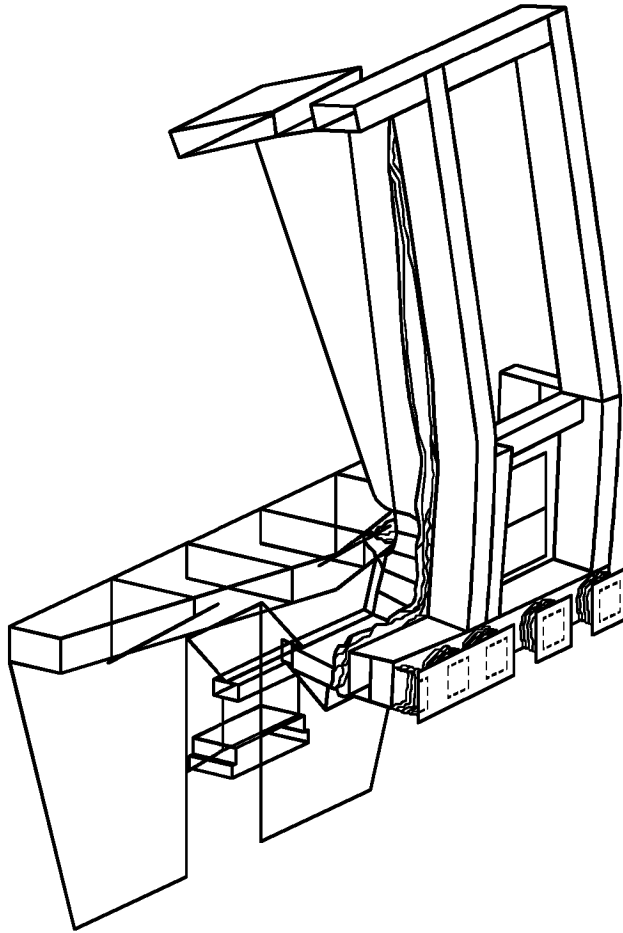


图 17