



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106170440 B

(45)授权公告日 2018.03.16

(21)申请号 201580019081.2

(22)申请日 2015.05.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106170440 A

(43)申请公布日 2016.11.30

(30)优先权数据
2014-151842 2014.07.25 JP
2014-230552 2014.11.13 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.10

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/065026 2015.05.26

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/013288 JA 2016.01.28

(73)专利权人 新日铁住金株式会社
地址 日本东京都
专利权人 今治造船株式会社
国立研究开发法人海上·港湾·
航空技术研究所

(72)发明人 市川和利 稻见彰则 白幡浩幸
山田安平 户泽秀 桧垣幸人

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
B63B 43/18(2006.01)
B63B 3/16(2006.01)
B63B 3/20(2006.01)
B63B 3/34(2006.01)
B63B 3/48(2006.01)

(56)对比文件
JP 2002087373 A,2002.03.27,
JP 2002087373 A,2002.03.27,
JP H11193438 A,1999.07.21,
JP H07196074 A,1995.08.01,
CN 2450080 Y,2001.09.26,
JP 2002012184 A,2002.01.15,
CN 2436414 Y,2001.06.27,

审查员 杨国彬

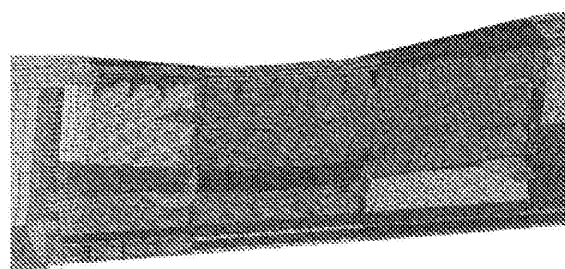
权利要求书2页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

耐碰撞性优异的船体构造及船体构造的设计方法

(57)摘要

船体构造具有对船侧部的彼此相对的外板或内板中的、一个以上的构件的局部部位或全部部位使用了高延展性钢板的船壳构造,该高延展性钢板被要求以具有国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11Rev.8 2014)中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格。优选的是,还对使用了所述钢板的部位(外板、内板)所附带的防挠曲件使用所述高延展性钢板。



1. 一种船体构造,其特征在于,

该船体构造具有对船侧部的外板的局部部位或所述外板的全部部位使用了高延展性钢板的船壳构造,该高延展性钢板满足以国际船级社协会IACS的统一标准Unified Requirement W11Rev.8 2014为依据的标准,以所述IACS的所述统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格,该高延展性钢板为强度等级32、36或40。

2. 根据权利要求1所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还具有对与使用了所述高延展性钢板的所述外板相对的内板的局部部位或所述内板的全部部位使用了所述高延展性钢板的船壳构造。

3. 一种船体构造,其特征在于,

该船体构造具有对船侧部的内板的局部部位或所述内板的全部部位使用了高延展性钢板的船壳构造,该高延展性钢板满足以国际船级社协会IACS的统一标准Unified Requirement W11Rev.8 2014为依据的标准,以所述IACS的所述统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格,该高延展性钢板为强度等级32、36或40。

4. 根据权利要求3所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还具有在与使用了所述高延展性钢板的所述内板相对的外板的局部部位或所述外板的全部部位使用了所述高延展性钢板的船壳构造。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还对使用了所述高延展性钢板的所述部位所附带的防挠曲件的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还对纵桁的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还对上甲板的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还对舳的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

9. 根据权利要求1~8中任一项所述的船体构造,其特征在于,

该船体构造还对横梁的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的船体构造,其特征在于,

所述高延展性钢板的板厚超过12mm且在50mm以下。

11. 一种船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,在船侧部的外板中,确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用高延展性钢板,该高延展性钢板满足以国际船级社协会IACS的统一标准Unified Requirement W11Rev.8 2014为依据的标准,以所述IACS的所述统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格,该高延展性钢板为强度等级32、36或40。

12. 根据权利要求11所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还在与使用了所述高延展性钢板的所述外板相对的内板

中,确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

13. 一种船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,在船侧部的内板中,确定需要抑制破口的部位并对该部位所使用的钢板使用高延展性钢板,该高延展性钢板满足以国际船级社协会IACS的统一标准Unified Requirement W11Rev.8 2014为依据的标准,以所述IACS的所述统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格,该高延展性钢板为强度等级32、36或40。

14. 根据权利要求13所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还在与使用了所述高延展性钢板的所述内板相对的外板中确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

15. 根据权利要求11~14中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还对使用了所述高延展性钢板的所述部位所附带的防挠曲件的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

16. 根据权利要求11~15中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还对纵桁的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

17. 根据权利要求11~16中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还对上甲板的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

18. 根据权利要求11~17中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还对舳的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

19. 根据权利要求11~18中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,

在该船体构造的设计方法中,还对横梁的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

耐碰撞性优异的船体构造及船体构造的设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及特别是能够在船侧部被碰撞了的大型船舶中抑制船壳的破口的、耐碰撞性优异的船体构造及该船体构造的设计方法。

背景技术

[0002] 在矿石运输船、煤炭运输船等散装货船中,至今仍采用单层船壳构造(单层船壳(single hull))。来自这些船舶的载货不会污染海洋,但是船舶上还装载有燃油等,而燃油的流出则会引起海洋污染。因此,需要抑制由碰撞事故等导致的船壳的破口。

[0003] 另外,由于来自油船的油的流出更明显地引起海洋污染,因此成为了国际性的问题。近年,为了抑制由碰撞事故等导致的油的流出,而逐渐替换为双层船壳构造(双层船壳(double hull))。双层船壳相比于单层船壳,虽然减小了油的泄漏比例,但是也被指出效果并不充分。

[0004] 通过增加货油舱数量、增加双层底的高度、增加双舷侧间隔,能够提高船体构造的耐碰撞性。但是,这些对策导致建造成本、操作成本的增加以及搭载效率的下降。对此,提案有这样一种船体构造:对于船侧外板、船侧外板所附带的防挠曲件、内板、内板所附带的防挠曲件中的任一种以上的构件,使用增加了屈服应力与均匀伸长率的乘积的值的钢材、增加了达到均匀伸长率为止的能量吸收量的钢材、或屈服应力为同等以上而均匀伸长率增加了的钢材(例如参照专利文献1)。另外,提案有一种提高了强度和延展性、且增加了针对碰撞时的冲击的吸收能量的船体用钢板(例如参照专利文献2~6)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2002-87373号公报

[0008] 专利文献2:日本特开平11-193438号公报

[0009] 专利文献3:日本特开平11-193441号公报

[0010] 专利文献4:日本特开平11-193442号公报

[0011] 专利文献5:日本特开平11-246934号公报

[0012] 专利文献6:日本特开平11-246935号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 并不明确到内板上产生破口为止的能量吸收量是否由均匀伸长率决定,另外,也并不明确构成船壳的除船侧钢板以外的其他的构件(上甲板、舳、横梁、纵桁)所具有的对抑制船壳的破口的贡献。

[0015] 因而,专利文献1的船体构造中存在无法进行合理的船体设计的问题。若考虑抑制因碰撞船与被碰撞船侧面碰撞而在被碰撞船上产生的最终的破口,则不是考虑专利文献1中那样的均匀伸长率,而是需要考虑到断裂为止的总伸长率。

[0016] 另外,在专利文献1中,提案有基于均匀伸长率定量地进行了规定的钢材,即使屈服应力与均匀伸长率的乘积的值增加了20%以上的钢材、使达到均匀伸长率为止的能量吸收量增加了20%以上的钢材、或屈服应力为同等以上而使均匀伸长率自身增加了20%以上的钢材。但是,即使这样地使均匀伸长率增加20%,缩颈伸长率也几乎没有改变,因此,均匀伸长率与缩颈伸长率之和即总伸长率也只增加不足20%。因而,未达到后述的本发明的总伸长率的标准,而无法抑制破口。

[0017] 另外,专利文献1只是以使到双层船壳构造(双层船壳)的船体产生破口为止能够吸收的能量大幅增加为目的,因此,关于不产生破口的条件并没有明确的记载,关于单层船壳构造(单层船壳)不产生破口的条件也没有记载。

[0018] 另外,在使用了专利文献2~6所记载的钢板的情况下,虽然能够增加碰撞时的吸收能量,但是,与专利文献1的船体构造相同,未考虑钢板断裂时的总伸长率,在抑制船壳的破口方面存在改善的余地。

[0019] 另外,在专利文献2~6中虽然记载有在船舶彼此之间发生碰撞事故时能够防止船体断裂并开孔、或相比于以往的钢板的情况能够减少断裂面积的主旨,但是,也仅是记载了作为钢板的单体的冲击吸收性能,而关于与实际的船体构造之间的关系、不产生破口的条件并未记载。

[0020] 本发明即是鉴于这样的实际情况而做成的,其课题在于,提供在与以往相比没有变化的船体构造的状态下,以抑制船壳的破口的方式使构件能够吸收的能量增加的、耐碰撞性优异的船体构造。

[0021] 用于解决问题的方案

[0022] 本发明的主旨如以下所述。

[0023] (1) 一种耐碰撞性优异的船体构造,其特征在于,该船体构造具有对船侧部的外板的局部部位或所述外板的全部部位使用了高延展性钢板的船壳构造,该高延展性钢板被要求以国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格。在此所说的耐碰撞性是指例如即使以预定的速度受到其他船的侧面碰撞也能够抑制船壳的破口的性质。

[0024] (2) 根据上述(1)所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还具有对与使用了所述高延展性钢板的所述外板相对的内板的局部部位或所述内板的全部部位使用了所述高延展性钢板的船壳构造。

[0025] (3) 一种耐碰撞性优异的船体构造,其特征在于,该船体构造具有对船侧部的内板的局部部位或所述内板的全部部位使用了高延展性钢板的船壳构造,该高延展性钢板被要求以国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足了所述规格。

[0026] (4) 根据上述(3)所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还具有对与使用了所述高延展性钢板的所述内板相对的外板的局部部位或所述外板的全部部位使用了所述高延展性钢板的船壳构造。

[0027] (5) 根据上述(1)~(4)中任一项所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还对使用了所述高延展性钢板的所述部位所附带的防挠曲件的局部或整体使用了所述高延展性钢板。另外,本发明中的防挠曲件是指用于抑制包含外板和内板在内的构成船体的板材的

挠曲·变形的所有的构件的总称,例如在双层船壳的情况下,是指用于抑制外板的面内·面外的挠曲的构件(纵骨),例如在单层船壳的情况下,除了抑制面外的挠曲的构件以外,还指主要用于抑制外板的面外的挠曲的构件(骨架)。

[0028] (6) 根据上述(1)~(5)中任一项所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还对纵桁的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

[0029] (7) 根据上述(1)~(6)中任一项所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还对上甲板的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

[0030] (8) 根据上述(1)~(7)中任一项所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还对舳的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

[0031] (9) 根据上述(1)~(8)中任一项所述的船体构造,其特征在于,该船体构造还对横梁的局部或整体使用了所述高延展性钢板。

[0032] (10) 根据上述(1)~(9)任一项所述的船体构造,其特征在于,所述高延展性钢板的板厚超过12mm且在50mm以下。

[0033] (11) 一种船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,在船侧部的的外板中,确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用高延展性钢板,该高延展性钢板被要求以国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格。

[0034] (12) 根据上述(11)所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还在与使用了所述高延展性钢板的所述外板相对的内板中,确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

[0035] (13) 一种船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,在船侧部的内板中,确定需要抑制破口的部位并对该部位所使用的钢板使用高延展性钢板,该高延展性钢板被要求以国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格。

[0036] (14) 根据上述(13)所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还在与使用了所述高延展性钢板的所述内板相对的外板中确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

[0037] (15) 根据上述(11)~(14)中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还对使用了所述高延展性钢板的所述部位所附带的防挠曲件的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板

[0038] (16) 根据上述(11)~(15)中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还对纵桁的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

[0039] (17) 根据上述(11)~(16)中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还对上甲板的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

[0040] (18) 根据上述(11)~(17)中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还对舳的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

[0041] (19)根据上述(11)~(18)中任一项所述的船体构造的设计方法,其特征在于,在该船体构造的设计方法中,还对横梁的局部或整体所使用的钢板使用所述高延展性钢板。

[0042] 发明的效果

[0043] 采用本发明,能够提供一种不产生大幅度的成本上升就能够抑制产生例如由大型船舶的碰撞导致的船壳的破口的、耐碰撞性优异的船体构造,并在工业上的贡献极为显著。

附图说明

[0044] 图1是用于说明双层船壳构造的构件的图。

[0045] 图2是将图1中的船侧部底部放大得到的图。

[0046] 图3是用于说明利用有限元法进行分析的碰撞场景的图。

[0047] 图4是说明基于有限元法的各构件的吸收能量分析结果的一例子的图,是表示双层船壳构造的全部的构件为以往钢的情况下的各构件的吸收能量的比例的图。其中,OS为外板,IS为内板,Longi Web为防挠曲件腹板部,Longi Face为防挠曲件凸缘面部,Trans为横梁,STR为纵桁,UPDK为上甲板(上部甲板),BILGE为舳,T.BHD为横舱壁,S.BHD为缓冲舱壁。在此,防挠曲件腹板部通常是指构成防挠曲件的部分中的与附带防挠曲件的外板或内板垂直的部分,防挠曲件凸缘面部通常是指构成防挠曲件的部分中的与附带防挠曲件的外板或内板平行的部分。

[0048] 图5是说明基于有限元法的各构件的吸收能量分析结果的一例子的图,是表示双层船壳构造的外板、内板以及防挠曲件为高延展性钢板的情况下的各构件的吸收能量的比例的图。

[0049] 图6是说明基于有限元法的各构件的吸收能量分析结果的一例子的图,是表示船体的全部构件为高延展性钢板的情况下的各构件的吸收能量的比例的图。

[0050] 图7是说明基于有限元法的被碰撞船的吸收能量分析结果的图,是到内板上产生破口(发生货物油流出)为止或到碰撞结束的时刻为止由被碰撞船吸收的能量的绝对值的比较图。

[0051] 图8是说明基于有限元法的内板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示统一标准的总伸长率的值的1.3倍的情况下的内板的损伤的图。

[0052] 图9是说明基于有限元法的内板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示统一标准的总伸长率的值的1.4倍的情况下的内板的损伤的图。

[0053] 图10是说明基于有限元法的内板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示统一标准的总伸长率的值的1.5倍的情况下的内板的损伤的图。

[0054] 图11是说明基于有限元法的内板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示双层船壳构造的外板、内板以及防挠曲件的总伸长率为统一标准的总伸长率的值的1.5倍的情况下的内板的损伤的分析结果的图。

[0055] 图12是用于说明单层船壳构造中利用有限元法进行分析的碰撞场景的示意图。

[0056] 图13是说明基于有限元法的散装货船的吸收能量分析结果的图,是到外板产生破口为止由散装货船吸收的能量的绝对值的比较图。

[0057] 图14是说明基于有限元法的外板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示散装货船的外板和骨架为以往钢的情况下的碰撞开始1.4秒后的外板的损伤的图。

[0058] 图15是说明基于有限元法的外板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示散装货船的外板和骨架为高延展性钢板的情况下的碰撞开始1.4秒后的外板的损伤的图。

[0059] 图16是说明基于有限元法的外板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示散装货船的外板和骨架为以往钢的情况下的碰撞后6秒后的外板的损伤的图。

[0060] 图17是说明基于有限元法的外板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示散装货船的外板和骨架为高延展性钢板的情况下的碰撞后6秒后的外板的损伤的图。

[0061] 图18是与散装货船相碰撞的VLCC的极限碰撞速度(在散装货船上不产生破口的极限速度)的比较图。

[0062] 图19是说明基于有限元法的外板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示散装货船的外板和骨架为以往钢的情况下的碰撞结束时的外板的损伤的图。

[0063] 图20是说明基于有限元法的外板的损伤的分析结果的一例子的图,是表示散装货船的外板和骨架为高延展性钢板的情况下的碰撞结束时的外板的损伤的图。

具体实施方式

[0064] 如图1和图2所示,构成油槽的双层船壳构造的主要的构件为船侧外板10、内板11、分别附带在外板10和内板11上的防挠曲件12、13、横梁14、纵桁15、上甲板16以及舳17。本发明人们假设大型油轮(Very Large Crude oil Carrier,称作VLCC)的碰撞事故,利用有限元法(FEM)求得双层船壳构造的构件的变形以及通过变形而吸收的能量。

[0065] 在基于FEM的分析中,如图3所示,假定了碰撞船自停止着的被碰撞船($V_A=0$ kt)的船体的中央部附近的正侧面90度以12kt进行碰撞的场景。进行分析,直到被碰撞船的速度(kt)与碰撞船的速度 V_B (kt)成为等速为止。在此,1kt为在1小时内行进1海里(1852m)的速度。

[0066] 该12kt为日本国的海上交通安全法实施规则(昭和48年3月27日运输省令第9号)中制定的东京湾的中之濑航道等中的速度的限制。另外,碰撞船也被设为与被碰撞船相同的VLCC,碰撞船的载荷状态设为了初始动能最大、且惯性力的影响较大的满载状态。这是对于被碰撞船而言最严重的碰撞场景之一。而且,对于被碰撞船的船体的全部构件为以往钢(总伸长率17%)的情况(情况1)、被碰撞船的外板、内板以及防挠曲件(外板所附带的防挠曲件和内板所附带的防挠曲件,以下同样)为高延展性钢板(总伸长率27%)的情况(情况2)、被碰撞船的船体的全部构件为高延展性钢板的情况(情况3),利用FEM进行分析,求得各构件的吸收能量的比例。另外,情况1中的总伸长率17%是通过以下的方式确定的。即,在船舶中较多使用的钢板的板厚为15mm~20mm,且在后述的国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)中的强度等级为36,因此,将该统一标准中规定的总伸长率17%作为以往钢的代表值。而且,为了把握使用了高延展性钢板的船舶的吸收能量等,在情况2和情况3中,考虑到高延展性钢板的制造的偏差,高延展性钢板的平均的总伸长率不设为以往钢的总伸长率17%的1.4倍即23.8%,而是假定为27%进行了分析。

[0067] 图4、图5以及图6中分别表示情况1、情况2以及情况3的分析中的、通过双层船壳构造的构件的变形而吸收的能量的比例。如图5和图6所示,明确的是,在至少外板、内板以及防挠曲件使用了高延展性钢板的情况下,它们的吸收能量的比例的合计(OS+IS+Longi Web+Longi Face)超过50%。另一方面,如图4所示,在全部构件为以往钢的情况下,外板、内板

以及防挠曲件的吸收能量的比例的合计为50%以下。因而,在利用高延展性钢板有效地吸收能量的情况下,优选至少外板、内板以及防挠曲件使用高延展性钢板。另外,在图4~图6中,在外板、内板以及防挠曲件中,防挠曲件表示Longi Web和Longi Face。另外,外板、内板以及防挠曲件的吸收能量的比例的合计50%表示由0S、IS、Longi Web以及Longi Face吸收了的能量之和。通过使用高延展性钢板,利用其较高的延展性效果使外板和内板的破口的产生大幅度滞后。若内板产生破口,则导致货物油流出到海洋而成为大规模的海洋污染,因此,在内板产生破口之前吸收尽可能多的碰撞能量是重要的。图7中表示情况1、情况2以及情况3中的到内板破口产生为止或到碰撞结束的时刻为止由被碰撞船吸收的能量的绝对值的比较。由于在情况3中内板上未产生破口,因此,表示直到碰撞结束的时刻为止被碰撞船所吸收的能量。根据图7明确的是,伴随着高延展性钢板的使用构件的增多,到货物油流出为止的能量吸收量能够大幅度提高。

[0068] 在此,通过在情况3的吸收能量与情况1的吸收能量之差(1816MJ)和图4的使用了以往钢的外板、内板以及防挠曲件的吸收能量的比例($50\% = 0.50$)的乘积(908MJ)上加上情况1的吸收能量(478MJ),从而推出情况2的吸收能量为1386MJ。该值与通过基于有限元法进行分析而获得的吸收能量1393MJ(图7的情况2的吸收能量)为大致相同的值。由此可知的是,若通过基于有限元法进行分析,预先算出高延展性钢板使用率100%和0%的吸收能量、图4这样的高延展性钢板使用率0%(以往钢100%)的每个构件的吸收能量的比例,则能够预测改变了高延展性钢板的使用构件的情况下的吸收能量。

[0069] 根据船舶的建造成本等预先确定高延展性钢板的使用比率的情况较多。在这样的情况下,若通过基于有限元法进行分析而预先求得图4这样的使用了以往钢的情况下的每个构件的吸收能量的比例,则能够根据每个构件的吸收能量的比例与该构件的重量的比例之比来评价高延展性钢板的使用构件的优先级(经济性)。也就是说,通过从该比值(=吸收能量的比例/重量的比例)较高的构件开始使用高延展性钢板,能够容易地确定应使用高延展性钢板的构件。

[0070] 接着,图8、图9以及图10中分别表示除了外板、内板以外对该外板、内板所分别附带的防挠曲件、横梁、纵桁、上部甲板以及舳使用了具有由以往的国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)规定的总伸长率的值的1.3倍、1.4倍以及1.5倍的总伸长率的钢板的情况下的、内板的损伤的分析结果。图8~图10是碰撞开始6秒后的图。另外,图8~图10是从船体内部的货油舱内侧观察内板得到的图,以未示出被碰撞船的右舷那一半的方式进行了表示。如图8所示,在总伸长率的值为1.3倍的情况下,在内板上产生有破口(纵穿内板的龟裂)。另一方面,如图9和图10所示,当总伸长率的值成为1.4倍以上时,在内板上未产生破口。另外,能够确认的是,在图8中,在油舱的下部存在多处龟裂·损伤,但是,在图9和图10中,未产生这些多处龟裂·损伤。

[0071] 另外,统一标准(Unified Requirement W11 Rev.8 2014)中规定的总伸长率的值如表1所示。在表1中,根据板厚和等级来规定所使用的船体材料应满足的最小的伸长率值。在统一标准中,等级中的字母(A、B、D、E以及F)表示夏比冲击试验中所要求的试验温度的不同,数字(32、36以及40)表示强度的等级。由于高延展性钢板具有超过这些表1所示的总伸长率的标准值的伸长率,因此,满足了统一标准。

[0072] 表1

厚度 (mm)	等级	> 5	> 10	> 15	> 20	> 25	> 30	> 40	
		≤ 5	≤ 10	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 40	≤ 50
[0073] 伸长率 %	A, B, D & E	14	16	17	18	19	20	21	22
	A32, D32, E32 & F32	14	16	17	18	19	20	21	22
	A36, D36, E36 & F36	13	15	16	17	18	19	20	21
	A40, D40, E40 & F40	12	14	15	16	17	18	19	20

[0074] 试样:GL=200mm,W=25mm

[0075] 考虑到以上的分析结果、制造成本以及生产率,本发明的船体构造的实施方式如下所示。

[0076] 本发明为对船侧部的外板的局部部位或所述外板的全部部位使用了高延展性钢板的船体构造,该高延展性钢板被要求以IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格。优选的是,还对与使用了所述高延展性钢板的所述外板相对的内板的局部部位或所述内板的全部部位使用所述高延展性钢板。

[0077] 另外,本发明为一种对船侧部的内板的局部部位或所述内板的全部部位使用了高延展性钢板的船体构造,该高延展性钢板被要求以IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格。优选的是,还对与使用了所述高延展性钢板的所述内板相对的外板的局部部位或所述外板的全部部位使用所述高延展性钢板。

[0078] 更优选的是,还对使用了所述高延展性钢板的所述部位(外板、内板)所附带的防挠曲件的局部或整体使用所述高延展性钢板。

[0079] 更加优选的是,还对纵桁的局部或整体使用所述高延展性钢板。更加优选的是,还对上甲板的局部或整体使用所述高延展性钢板。更加优选的是,还对舳的局部或整体使用所述高延展性钢板。更加优选的是,还对横梁的局部或整体使用所述高延展性钢板。

[0080] 根据图7明确的是,随着使用所述高延展性钢板的构件的增加,能量吸收量的绝对值逐渐增加。由此,期望在更多构件中使用所述高延展性钢板。然而,从经济性和高效的能量吸收的观点来看,期望的是,首先在外板、内板以及防挠曲件使用所述高延展性钢板。该情况下,也可以是放弃对内板所附带的防挠曲件使用所述高延展性钢板、而对外板、内板以及外板所附带的防挠曲件使用所述高延展性钢板的变形例、对外板和内板使用所述高延展性钢板的变形例。在仅将外板和内板中的仅某一者设为所述高延展性钢板的情况下,由于外板的能量吸收量高于内板的吸收能量,因此,相比于内板,更优选将外板设为所述高延展性钢板。然而,也并不妨碍仅内板使用所述高延展性钢板。另外,还可以在船底构造、船首构造、船尾构造中使用高延展性钢板。而且,还可以在上部构造(驾驶台等)中使用高延展性钢板。

[0081] 在应力应变曲线中,由于在均匀伸长以后能量吸收也较大,因此,在本发明中,为了抑制最终的破口,考虑构件所使用的钢材的总伸长率。在将所述高延展性钢板应用于外板、内板以及防挠曲件时,在以通常的港湾内的限制速度即12海里侧面碰撞时,在内板上不产生破口。这样地限定所述高延展性钢板的使用构件在经济方面也是合理的。

[0082] 由此,本发明使用被要求以IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以

上的总伸长率为规格且被确认满足所述规格的高延展性钢板,但是,在高延展性钢板的品质管理方面,作为所述高延展性钢板的实际的制造目标,可以设为1.5倍或1.5倍以上。所述高延展性钢板的总伸长率的平均值能够看作IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.5倍左右或1.5倍以上。在后述的实施例中,作为本发明,示出了使用了该1.5倍的例子。另外,作为所述高延展性钢板的总伸长率的规格,即使不设为IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上,而是设为更高的值,例如IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.5倍以上或总伸长率27%以上,也无妨。

[0083] 另外,众所周知,总伸长率的值取决于试验片。IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值是基于GL(标点间距离)=200mm、w(宽度)=25mm的扁平形试验片而得到的。在使用该试验片以外的试验片的情况下,可以根据公知的方法、如日本海事协会的钢船规则K部分第2章的2.2.2以及表k.2.2使用下述算式(1)的换算算式。

[0084] 算式1

$$[0085] \quad n = 2.0 \times E \times \left(\frac{\sqrt{A}}{L} \right)^{0.4} \dots \dots (1)$$

[0086] 其中,n为使用了任意的试验片的情况下的总伸长率,E为使用了GL(标点间距离)=200mm、w(宽度)=25mm的扁平形试验片的情况下的总伸长率,A为任意的试验片的截面积,L为任意的试验片的标点间距离。

[0087] 本发明除了大型船舶以外还能够应用于小型船舶,但是,特别是在应用于大型船舶的情况下效果较大。该大型船舶所使用的钢板的板厚大于12mm且在50mm以下。例如,对于外板、内板多使用大于12mm且在50mm以下的钢板,另外,对于防挠曲件多使用大于12mm且在30mm以下的钢板。因而,本发明中使用的所述高延展性钢板的板厚优选为大于12mm且在50mm以下。进一步而言,这些大型船舶所使用的钢板(特别是外板)的板厚大于20mm的情况特别多,本发明中使用的所述高延展性钢板可以将其应用范围限定为板厚大于20mm的构件。另外,原则上,钢板采用与表1所记载的等级相当的各船级协会的屈服强度为235MPa以上级(IACS的一般强度钢)、315MPa以上级(IACS的强度等级32)、355MPa以上级(IACS的强度等级36)、390MPa以上级(IACS的强度等级40)的船体构造用钢板。原则上,钢板的拉伸强度设为400MPa以上且660MPa以下。

[0088] 本发明的效果利用效果特别大的VLCC进行了具体表示,例如,如图5中所示,若考虑仅外板就负担碰撞时的近30%的吸收能量、以及外板的可吸收的能量的绝对值,则即使应用于从破口后到沉没为止的时间较短、同样地严格要求碰撞安全性的散装货船(矿石运输船)等单层船壳构造(单层船壳),也能够发挥抑制破口的效果。另外,在本发明的权利要求书中,区分为外板和内板这两种构件。在单层船壳构造的情况下,外板也被看作是内板(相反地,内板也被看作是外板),因此,单层船壳构造的情况也在本发明的保护范围内。另外,不言而喻,若应用于这样的散装货船等的因被碰撞时的破口可能导致油泄漏的散装货船的燃油舱部(即使船体基本上是单层船壳构造,在大多数情况下,该燃油舱部也成为由外板和内板包围起来的(局部的)双层船壳构造。),则具有抑制破口、并抑制油泄漏的效果。另外,在具有单层船壳的船舶中,在使用了所述高延展性钢板的情况下,虽然取决于船速、碰撞角度,但是,还是提高了碰撞时不产生破口的可能性。换言之,能够提升在船壳上不产生破口的碰撞速度。或者,即使在碰撞时产生了破口,也能够极力地减小该破口。因此,能够提

高碰撞安全性。

[0089] IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上这样的总伸长率为非常高的值,为若不利用满足该较高的总伸长率的特殊的制造方法来制造钢板则无法满足该总伸长率的水平。然而,总伸长率值存在一定程度的偏差。因此,能够想到如下情况:在利用通常的制造方法制造钢板时,偶然地制造出具有IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率特性的钢板,并将该钢板(无意地)偶然地应用于船壳构造。然而,这样的情况并不属于本发明的保护范围。为了实施本发明,有必要确定需要抑制破口的船侧钢板构件,并对该构件所使用的钢板使用所述高延展性钢板。特别是,有必要在外板或内板上确定需要抑制破口的部位,并对该部位所使用的钢板使用所述高延展性钢板。具体而言,意图在于仅使用在钢板规格书中被要求了IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率值、且被确认(以符合该规格书的方式进行制造,并利用之后的拉伸试验测量得到的)总伸长率为IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的钢板。也就是说,意图在于,确定一种船体构造的设计方法,在该方法中,确定需要抑制破口的构件,并对该船侧钢板构件所使用的钢板使用高延展性钢板,该高延展性钢板被要求以IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率的标准为规格且被确认满足所述规格。作为这样的期待的船体构造的设计方法的结果,能够获得一种船体构造,该船体构造的特征在于,具有仅这样的被确认为IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的钢板被用于船壳构造的确定的船侧钢板构件(需要抑制破口的构件)而成的船壳构造。

[0090] 另外,船体构造所使用的钢板需要满足依据IACS的统一标准的各个船级协会的标准。因此,以各个船级协会的标准中所规定的频率进行拉伸试验。通常,仅该试验结果满足钢材规格书等的钢板在各钢铁制造公司的检查中被判定为合格,且其拉伸试验结果等被记入钢材检验证书等中。钢材检验证书等在接受了各个船级协会的检查员的确认之后,自钢铁制造公司递交至订货的造船公司。

[0091] 在本发明中,“被要求以IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍为规格”意图是在钢板规格书等中要求IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上的总伸长率的值。随着造船公司与钢铁制造公司之间的钢材交易等的计算机处理化的发展,不进行钢板规格书等书面文书的寄送的情况也较多。在本发明中,也可以在数据的传送等不借助书面文书的方法中要求规格。另外,“能够确认为满足所述规格”意图是至少以各个船级协会的标准中规定的频率进行拉伸试验,并在各个钢铁制造公司的检查中,被确认利用该结果测量得到的总伸长率的值为IACS的统一标准中所规定的总伸长率的值的1.4倍以上。该确认通常利用各个钢铁制造公司内的计算机系统进行(例如,利用计算机系统判定试验结果是否满足了钢板规格书等的要求值)。

[0092] 需要抑制破口的船侧钢板构件(在外板或内板中需要抑制破口的部位)根据船壳构造的设计者对耐碰撞安全性的看法而确定,但是较大程度地取决于船舶的种类。例如,在散装货船中,可以将无压载舱且船舱为一层外板的部位(也就是说,没有内板的部位)确定为需要抑制破口的外板,并对该部位的外板使用所述高延展性钢板。或者,还可以将成为燃油舱的局部的外板所存在部位确定为需要抑制破口的外板,并对该部位的外板使用所述高延展性钢板。

[0093] 另外,例如,在油船中,还可以将与储存有产品油(在原油油船的情况下为原油)的

油舱所存在的部位(内板的部位)相对的外板确定为需要抑制破口的外板。该情况下,该部位成为外板的大致整个高度方向上和大致整个长度方向上的部位,并对该部位的外板使用所述高延展性钢板。虽然根据船壳设计者对耐碰撞安全性的看法来决定,但是,还可以对与使用了所述高延展性钢板的所述外板相对的内板也使用所述高延展性钢板,还可以对所述外板和所述内板所附带的防挠曲件的局部或整体使用所述高延展性钢板。

[0094] 另外,例如在球形储罐方式的LNG船中,可以将储存有LNG的球形储罐最靠近的船侧外板的部位确定为需要抑制破口的外板。该情况下,由于储罐为球形,因此,该部位不需要是在俯视以及侧视时覆盖储罐整体的部分,而可以仅是储罐最靠近的部分。而且,还可以对确定的部位的外板使用所述高延展性钢板。还可以根据需要,将球形储罐最靠近的船侧外板的周围的部位也确定为需要抑制破口的外板。

[0095] 另外,与船舶的种类无关,除了所述外板、所述内板以及所述防挠曲件以外,还可以对纵桁的局部或整体、上甲板的局部或整体、舳的局部或整体、横梁的局部或整体使用所述高延展性钢板。

[0096] 以上的方法为根据船壳的设计图确定需要抑制破口的构件的方法。还可以通过利用有限元法对各构件进行吸收能量分析,从而确定需要抑制破口的构件。例如,使用表示以往钢的情况下的每个构件的吸收能量的比例的图4,可以将吸收能量最高的外板确定为需要抑制破口的构件,并对外板使用所述高延展性钢板。另外,根据图4~图7的分析结果及各自的建造成本的成本的比较,还可以将外板和内板确定为需要抑制破口的构件,并对外板和内板使用所述高延展性钢板。同样地,根据图8~图10和后述的图11的分析结果及各自的建造成本的成本的比较,还可以在将外板和内板确定为需要抑制破口的构件的基础上,还将外板和内板确定为需要特别抑制破口的构件,并对外板、内板以及外板、内板所附带的防挠曲件使用所述高延展性钢板。

[0097] 以上,参照附图说明了本发明的较佳的实施方式,但本发明并不限于该例子。对于本领域技术人员而言明确的是,在权利要求书所记载的思想范畴内,能够想到各种变形例或修正例,应该了解的是,这些变形例或修正例当然也属于本发明的保护范围。

[0098] 实施例1

[0099] 首先,说明将本发明应用于双层船壳构造(双层船壳)的情况下的效果。在图1所示的构件中,假定对外板、内板以及外板、内板所附带的防挠曲件使用了具有国际船级社协会(IACS)的统一标准(Unified Requirement W11)中所规定的总伸长率的值的1.5倍的总伸长率的钢板的情况,在图3所示的碰撞场景下,利用FEM对内板的损伤进行了分析。其结果明确的是,如图11所示,未成为内板的龟裂进展、大破口。

[0100] 实施例2

[0101] 接着,说明将本发明应用于单层船壳构造(单层船壳)的情况下的效果。本发明人假定VLCC碰撞了单层船壳的散装货船的事故,并利用FEM求得散装货船的构件的变形以及通过变形而吸收的能量。

[0102] 在FEM的分析中,如图3所示,假定了VLCC自停止着的散装货船($V_A=0kt$)的船体的中央部附近的正侧面90度以12kt进行碰撞的严重的场景。具体而言,如图12所示,使VLCC的船首碰撞于单层船壳构造的散装货船的外板20,到碰撞后6秒为止进行了分析。该碰撞部位假定为相对于外板的破口较严重的碰撞位置。另外,在图12中,以未示出散装货船的右舷那

一半的方式进行了表示。

[0103] 然后,对散装货船的船体所有的构件为以往钢(总伸长率17%)的情况(情况4)、散装货船的外板20以及外板20所附带的骨架21为高延展性钢板(总伸长率27%)的情况(情况5)利用FEM进行了分析。骨架21附带设置在外板20上,为用于抑制该外板20的面外的挠曲的防挠曲件。另外,情况4中的总伸长率17%为IACS的统一标准中所规定的总伸长率的下限值。而且,情况5中的总伸长率27%相当于情况4中的总伸长率17%的1.5倍。

[0104] 图13中表示在情况4和情况5的分析中到外板产生破口为止由散装货船吸收的能量的绝对值的比较。根据图13明确的是,通过对散装货船的外板和骨架(防挠曲件)使用高延展性钢板,能够大幅度提高到外板产生破口为止的能量吸收量。

[0105] 另外,图14~图17中表示情况4和情况5的分析中的外板的损伤的分析结果。另外,图14~图17是从散装货船的外侧观察外板得到的图。

[0106] 图14和图15是碰撞开始1.4秒后的情况4和情况5的图。如图14所示,在对外板和骨架(防挠曲件)使用了以往钢的情况下,在外板上产生有破口(纵穿外板的龟裂)。另一方面,如图15所示,在对外板和骨架(防挠曲件)使用了高延展性钢板的情况下,在外板上未产生破口。

[0107] 图16和图17是散装货船的速度(kt)和VLCC的速度 V_B (kt)成为了等速时的图,在本分析中,为碰撞开始6秒后的图。如图16所示,在对外板和骨架(防挠曲件)使用了以往钢的情况下,外板较大程度地损伤。另一方面,如图17所示,在对外板和骨架(防挠曲件)使用了高延展性钢板的情况下,虽然外板上产生破口,但是相比于使用了以往钢的情况,该外板的损伤程度较小。如上所述,明确的是,通过对散装货船的外板和骨架(防挠曲件)使用高延展性钢板,能够使外板的破口的产生大幅度滞后,另外,能够减小该破口。

[0108] 另外,本发明人基于图13所示的由散装货船吸收了的能量算出了VLCC的极限碰撞速度。极限碰撞速度为在散装货船的外板上即将产生破口时的速度,换言之,为使外板不产生破口的极限的速度。

[0109] 图18表示情况4和情况5中的VLCC的极限碰撞速度的估计值。在情况4中,当VLCC的速度超过3kt时,在散装货船的外板上产生破口,而在情况5中,即使VLCC的速度上升到5kt,在散装货船的外板上也未产生破口。由此明确的是,通过对散装货船的外板和骨架(防挠曲件)使用高延展性钢板,使得极限碰撞速度大幅度提高。

[0110] 这一方面,本发明人假定VLCC自停止着的散装货船($V_A=0$ kt)的船体的中央部附近的正侧面90度以5kt进行碰撞的场景,也利用FEM进行了分析。在该分析中,与上述的图12~图17中进行的分析相比较,VLCC的速度不同,但是其他的条件相同。

[0111] 图19和图20是散装货船的速度 V_A (kt)和VLCC的速度 V_B (kt)成为了等速时的图,在本分析中,为碰撞开始6秒后的图。如图19所示,在散装货船的外板和骨架为以往钢(总伸长率19%)的情况下,在外板上产生了破口。另一方面,如图20所示,在散装货船的外板和骨架为高延展性钢板(总伸长率28.5%)的情况下,在外板上未产生破口。另外,进行了分析的散装货船的外板等在IACS的强度等级中为36且板厚为25mm~30mm。因此,根据表1,以往钢的总伸长率为19%,高延展性钢板的总伸长率为其1.5倍,为28.5%,进行了分析。

[0112] 在将高延展性钢板的应用范围限定为板厚超过20mm的构件的情况下,考虑制造偏差,高延展性钢板的总伸长率期望超过27%。这一点在双层船壳构造中也相同。

[0113] 在此,根据例如日本船舶海洋工学会演讲会论文集第17号论文编号2013A-GS10-4“基于海难审判厅裁决录的日本沿岸的船舶的碰撞事故数据库架构及其类型化”所记载的数据,碰撞船的速度在5kt以下的碰撞事故的发生频率为碰撞事故整体的大约20%。明确的是,本数据还包含散装货船以外的船种类在内,大致在大型的散装货船中,假定相同程度的发生频率,则通过对散装货船的外板和骨架(防挠曲件)使用高延展性钢板,能够在以散装货船为被碰撞船的事故的大约20%的碰撞事故中抑制外板产生破口。若考虑防止由碰撞导致的人命、载货的损害、保护海洋环境,这一点充分适合于经济合理性。

[0114] 接着,根据Yasuhira Yamada、Hisayoshi Endo以及Preben Terndrup Pedersen的论文“Effect of Buffer Bow Structure in Ship-Ship Collision”International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol.18 No.2, 2008, p.1-9,按照以下的算式(2)~(4)说明上述的极限碰撞速度的计算方法。作为计算条件,如图3所示,采用碰撞船(B船)自停止着的被碰撞船(A船)的船体的中央部附近的正侧面90度进行碰撞的条件。计算极限碰撞速度时的各参数如以下所示。

[0115] V_A : 被碰撞船速度(=0)

[0116] V_B : 碰撞船速度

[0117] M_A : 被碰撞船排水量(包含附带的水质量)

[0118] M_B : 碰撞船排水量(包含附带的水质量)

[0119] E_s : 直到碰撞结束为止,被碰撞船在船体运动以外所吸收的能量

[0120] 然后,在即将碰撞时以及碰撞后,应用动能守恒定律和动量守恒定律。在此,在以极限碰撞速度进行了碰撞的情况下,假定碰撞后的两船的速度相等,为 V' 。另外,设为没有船体的刚体旋转运动。该情况下,利用动能守恒定律导出下述算式(2),利用动量守恒定律导出下述算式(3)。

[0121] 算式2

$$[0122] \quad \frac{1}{2} M_B V_B^2 = \frac{1}{2} (M_A + M_B) V'^2 + E_s \quad \dots \quad (2)$$

[0123] 算式3

$$[0124] \quad M_A V_B = (M_A + M_B) V' \quad \dots \quad (3)$$

[0125] 从上述算式(2)和算式(3)中消去 V' ,并对 V_B 进行求解,则能够得到下述算式(4)。然后,在该算式(4)中的 E_s 为在以极限碰撞速度进行了碰撞的情况下、直到碰撞结束为止被碰撞船在船体运动以外所吸收的能量 $E_{s,cr}$ 时,基于该 $E_{s,cr}$ 计算极限碰撞速度 $V_{B,cr}$ 。

[0126] 算式4

$$[0127] \quad V_B = \sqrt{2E_s \times \frac{M_A + M_B}{M_A M_B}} \quad \dots \quad (4)$$

[0128] 另外,在本发明中,在算出图18所示的极限碰撞速度时,使被碰撞船固定($M_A = \infty$),将上述算式(4)简化为下述算式(5),并算出极限碰撞速度 $V_{B,cr}$ 。

[0129] 算式5

$$[0130] \quad \lim_{M_A \rightarrow \infty} V_{B,cr} = \sqrt{\frac{2E_{s,cr}}{M_B}} \quad \dots \quad (5)$$

[0131] 产业上的可利用性

[0132] 本发明对于在船体构造中优异的耐碰撞性较为重要的船舶十分有用。

[0133] 附图标记说明

[0134] 10、外板；11、内板；12、外板所附带的防挠曲件；13、内板所附带的防挠曲件；14、横梁；15、纵桁；16、上甲板；17、舳；20、外板；21、骨架(防挠曲件)；22、上甲板；23、防挠曲件；24、舳；25、横梁。

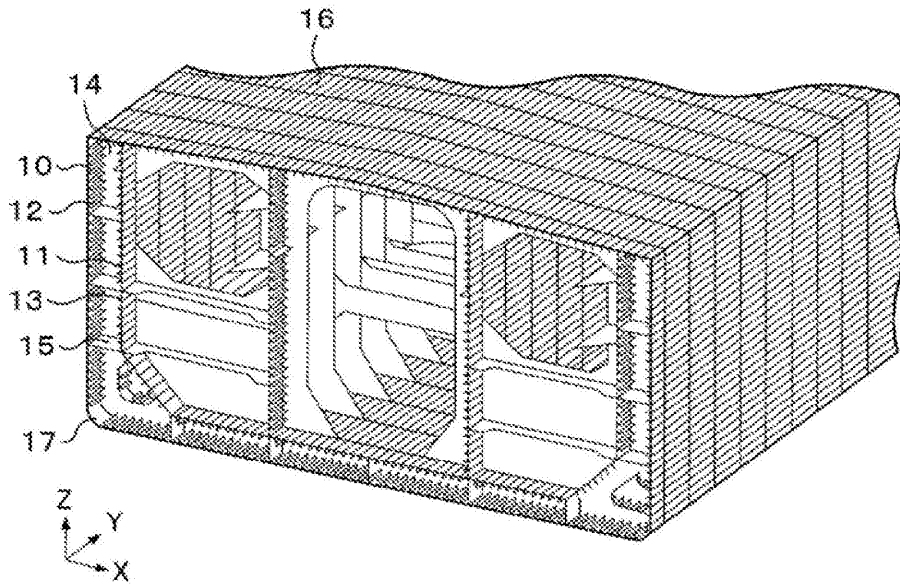


图1

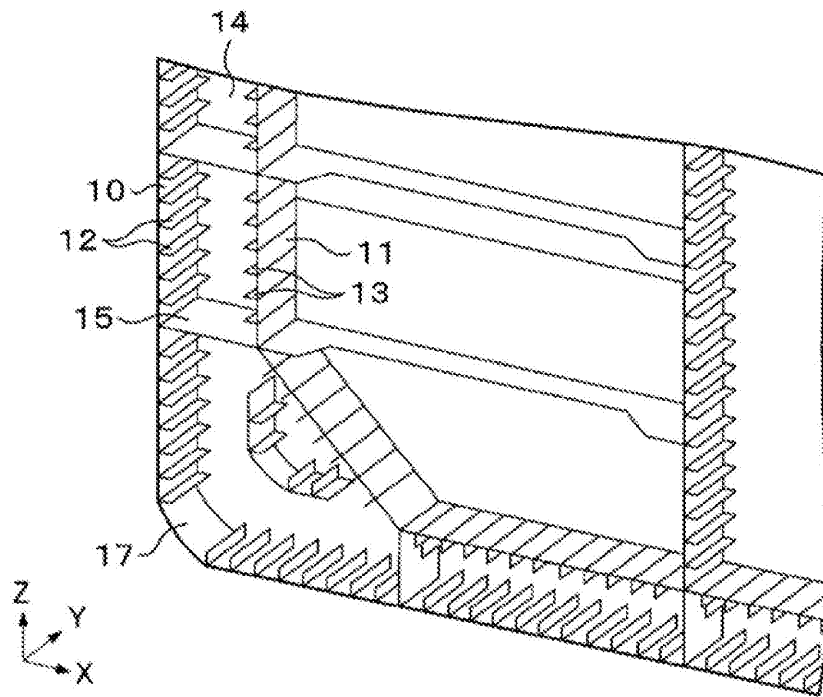


图2

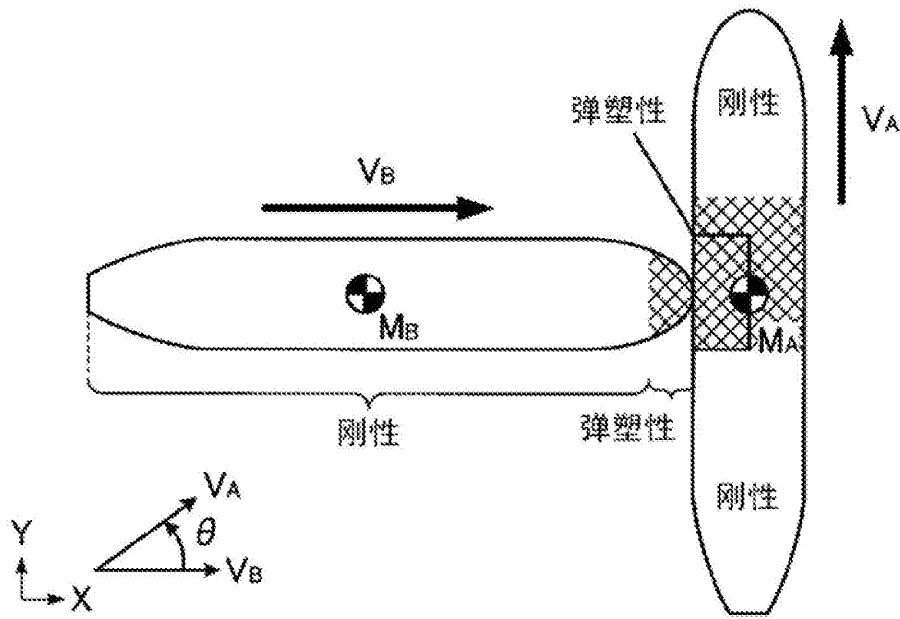


图3

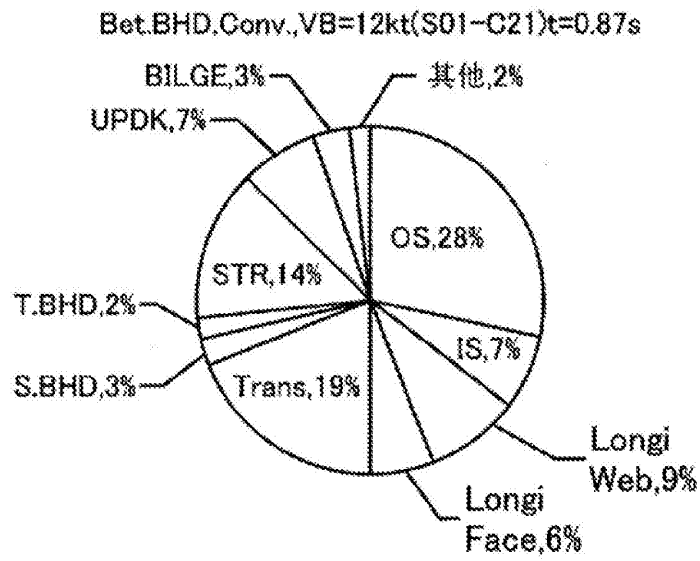


图4

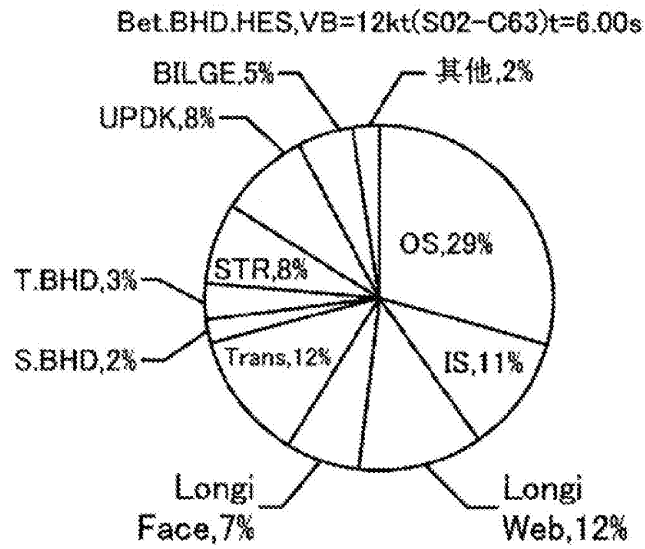


图5

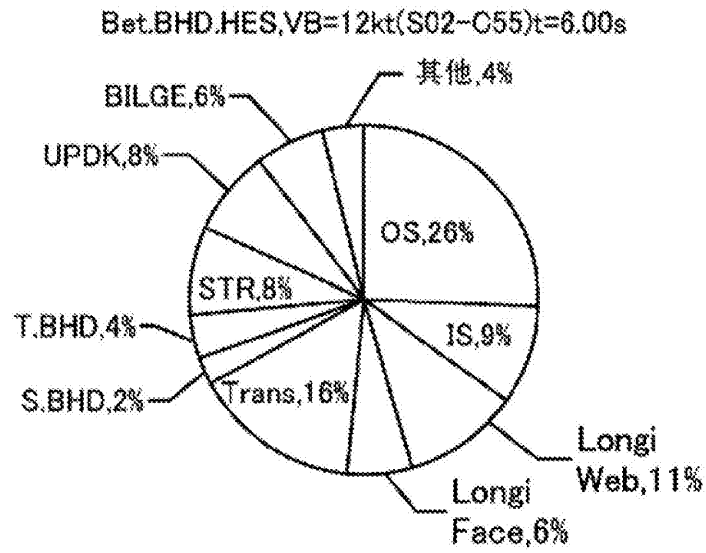


图6

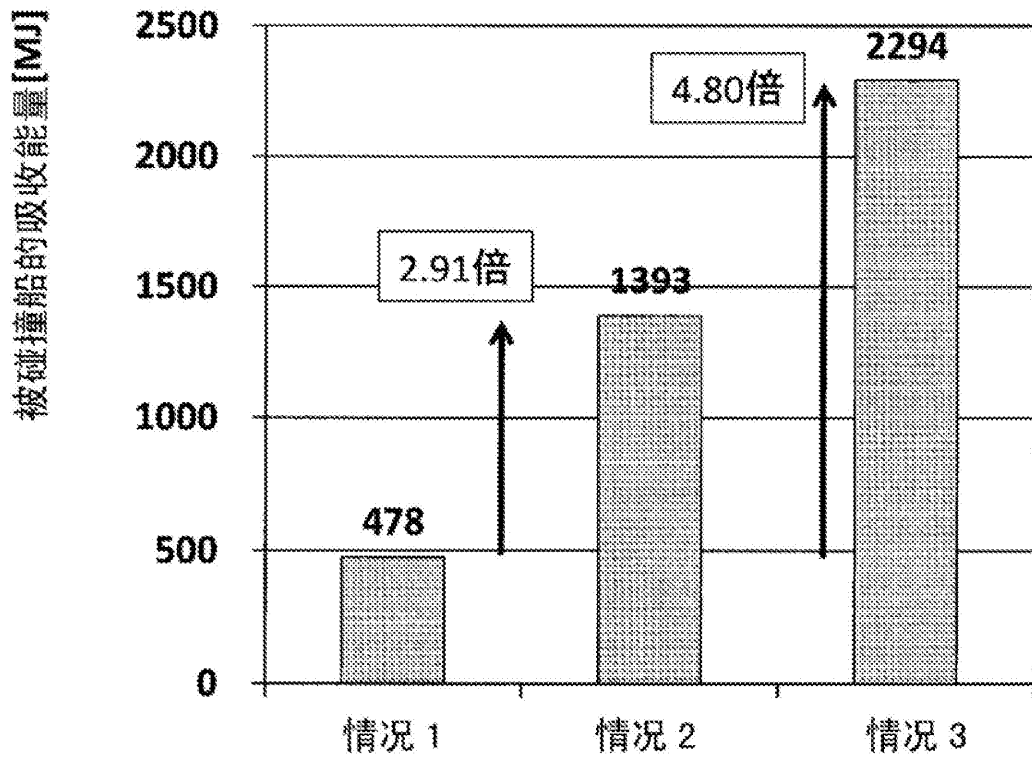


图7

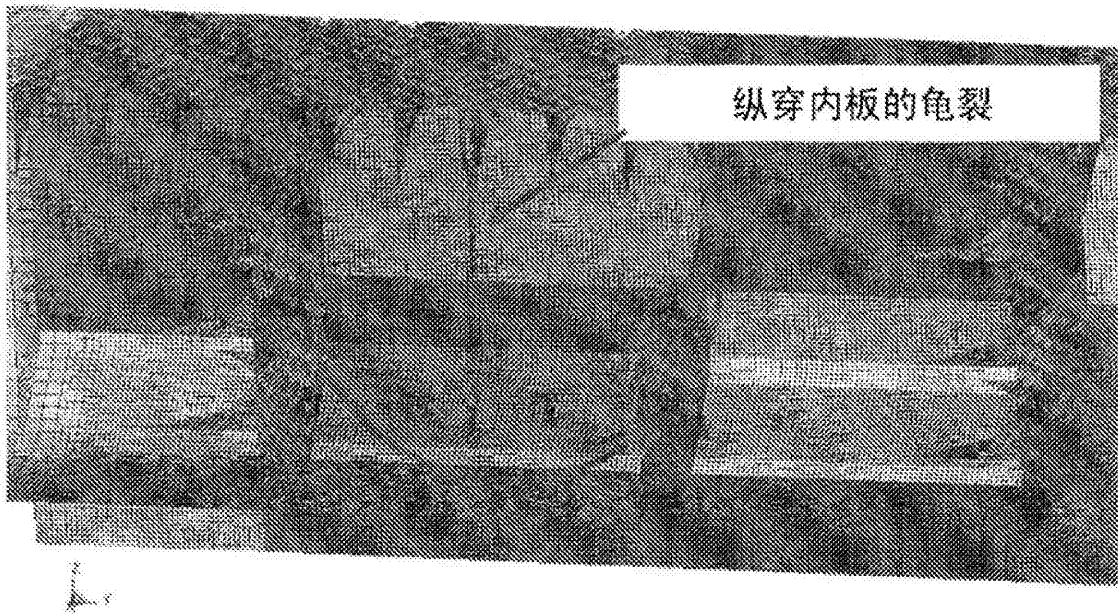


图8

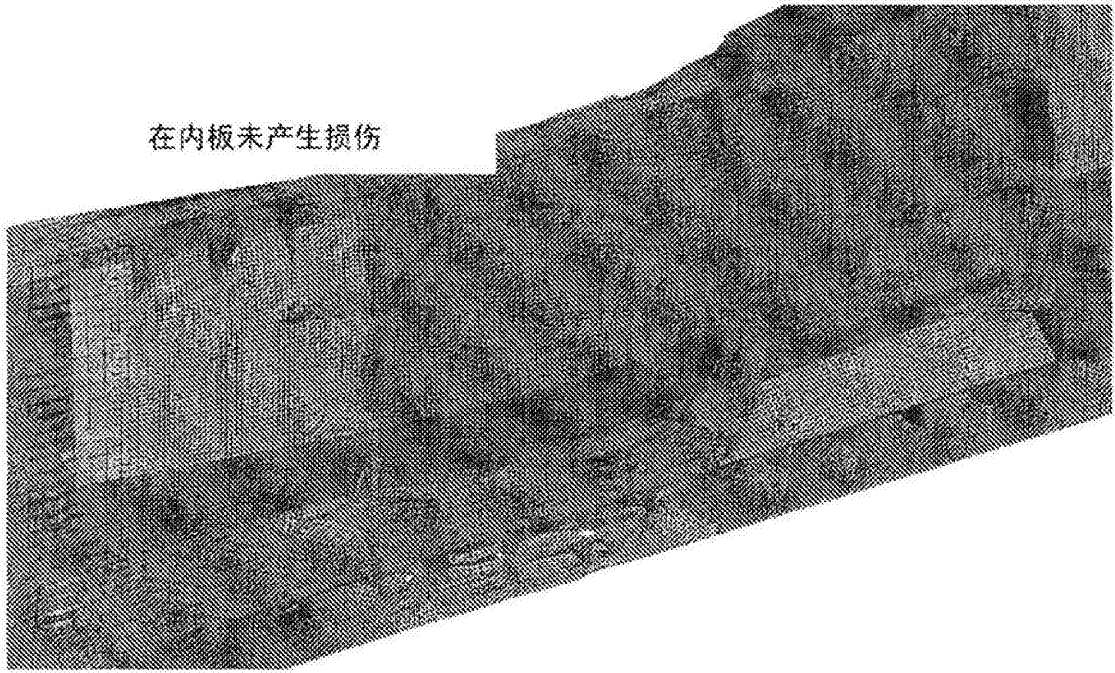


图9

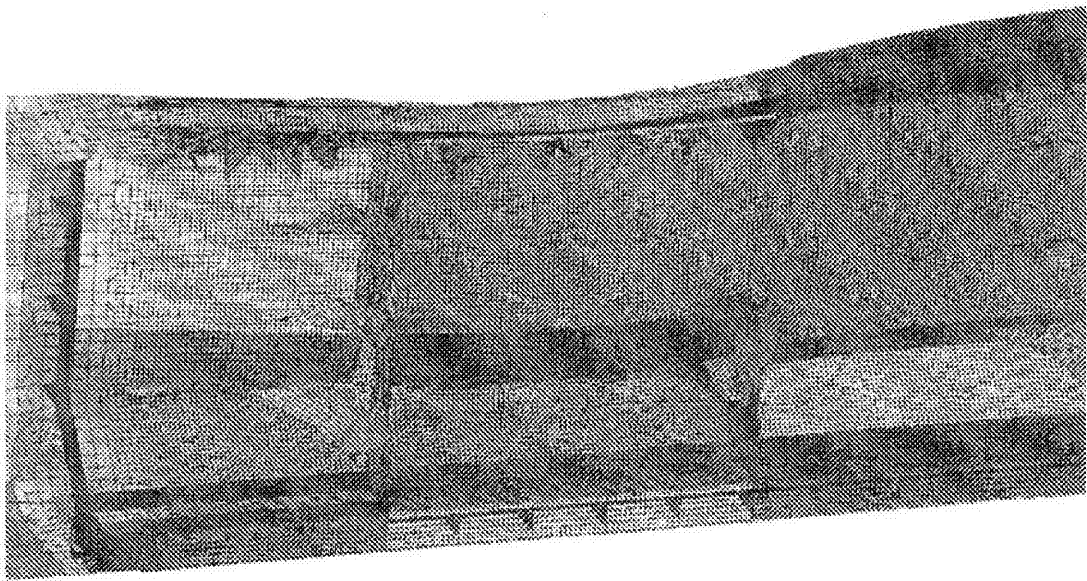


图10

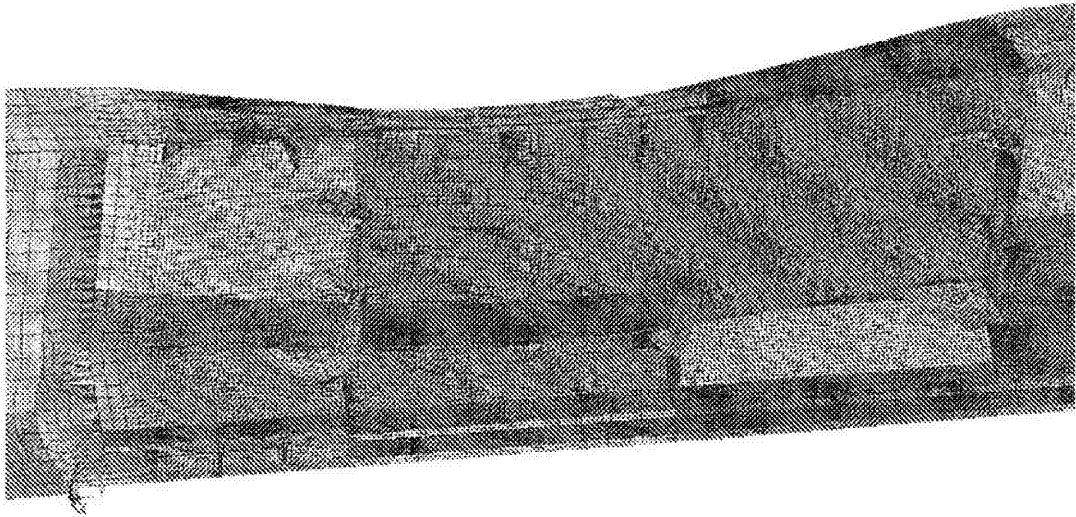


图11

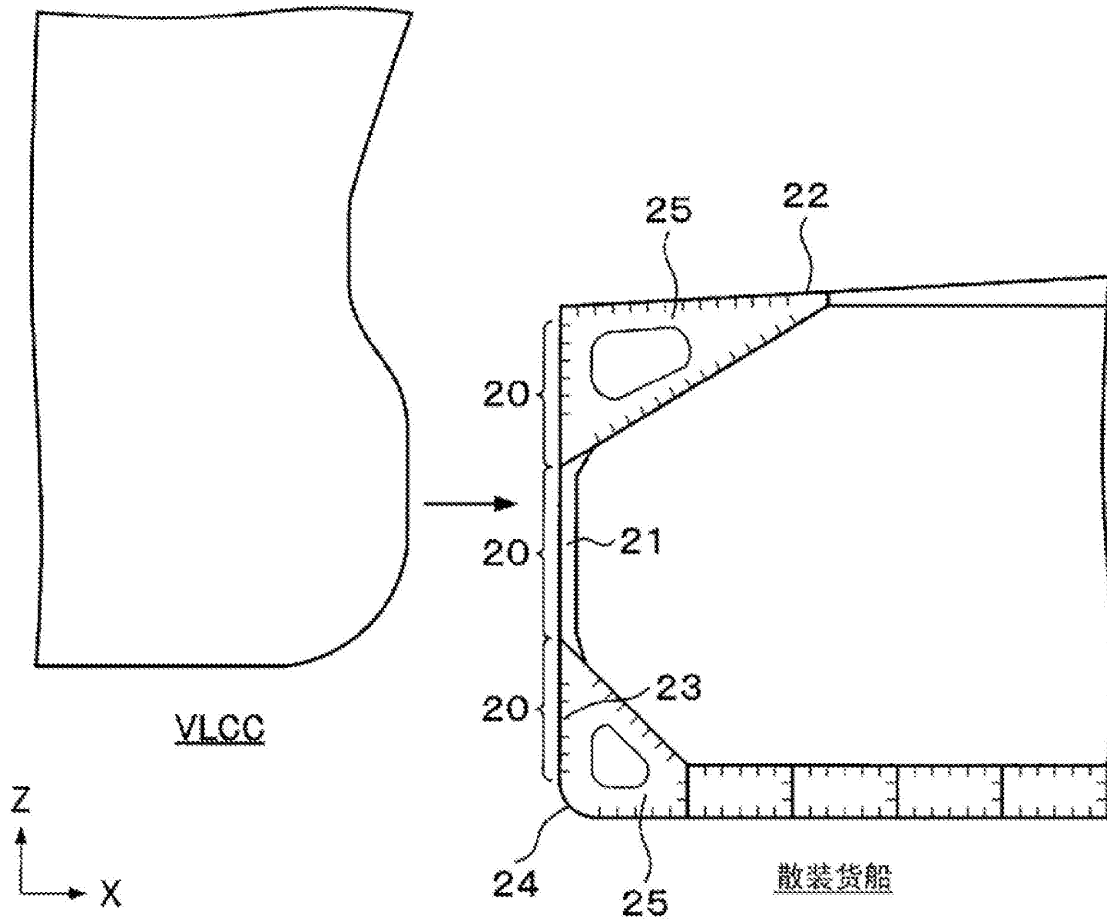


图12

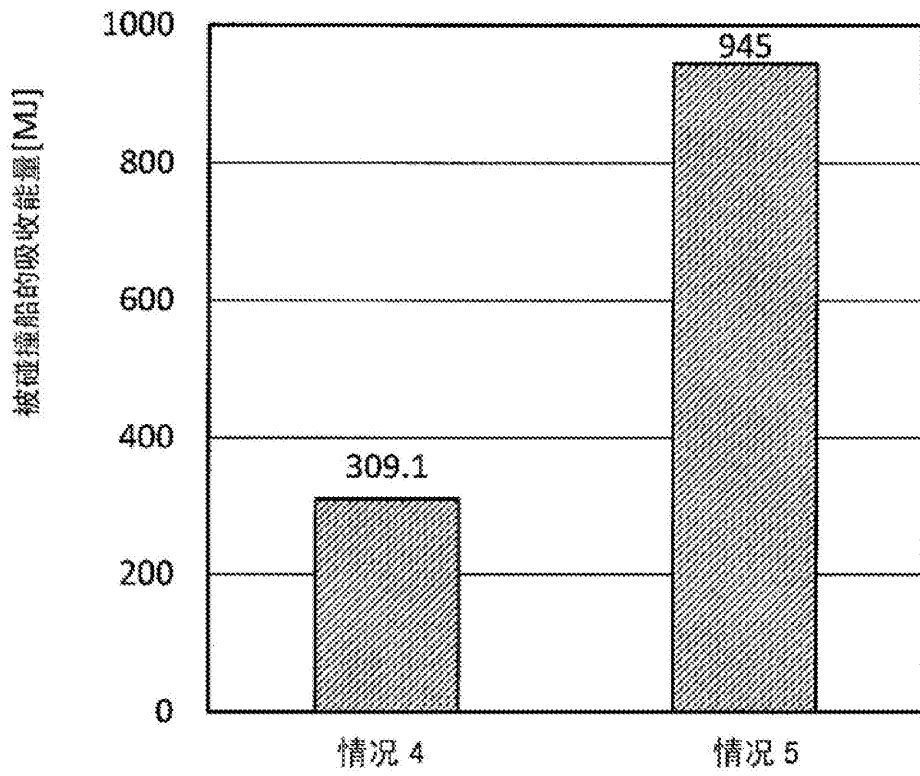


图13

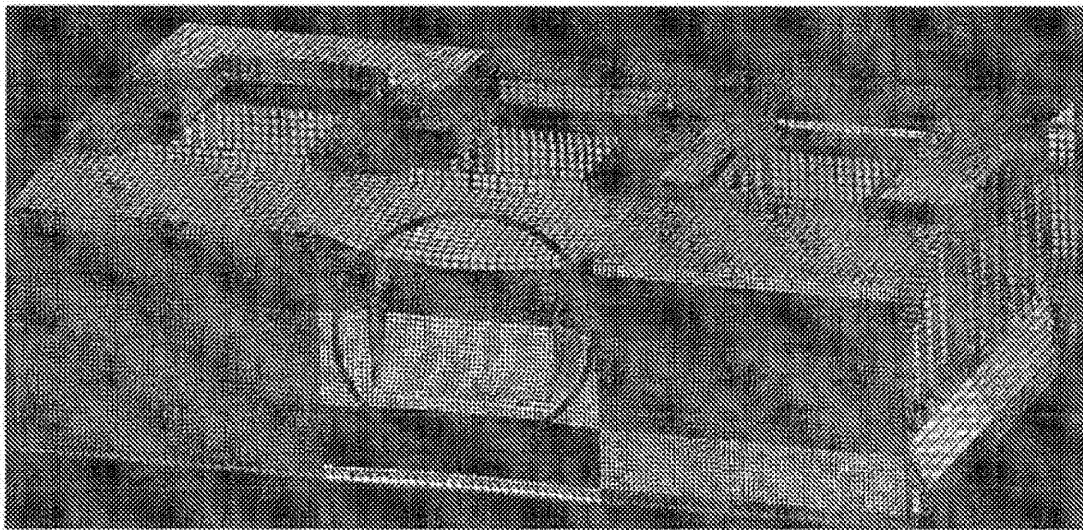


图14

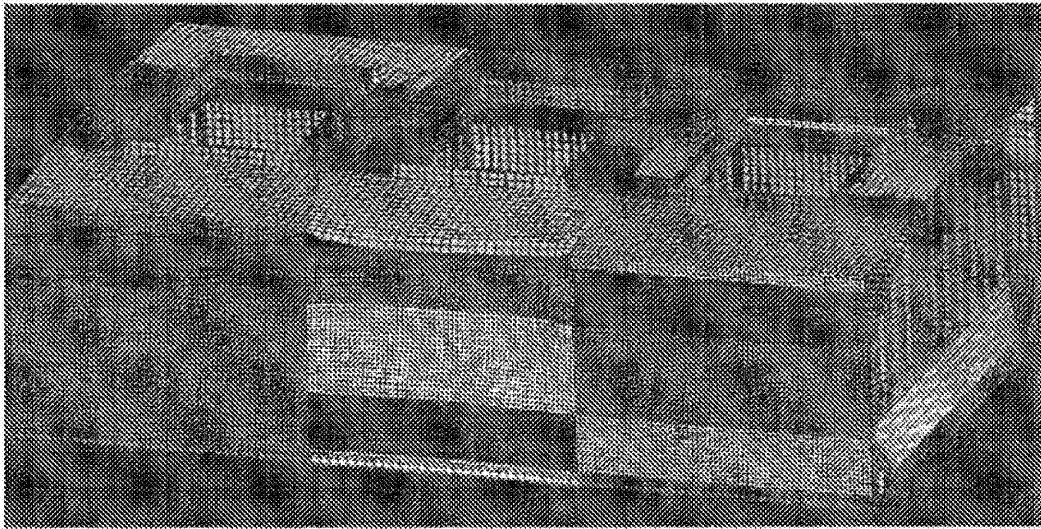


图15

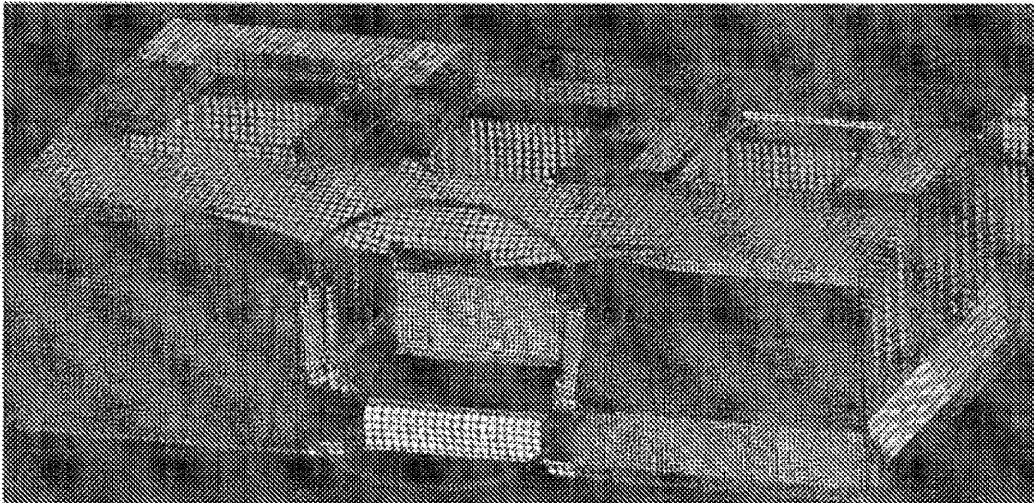


图16



图17

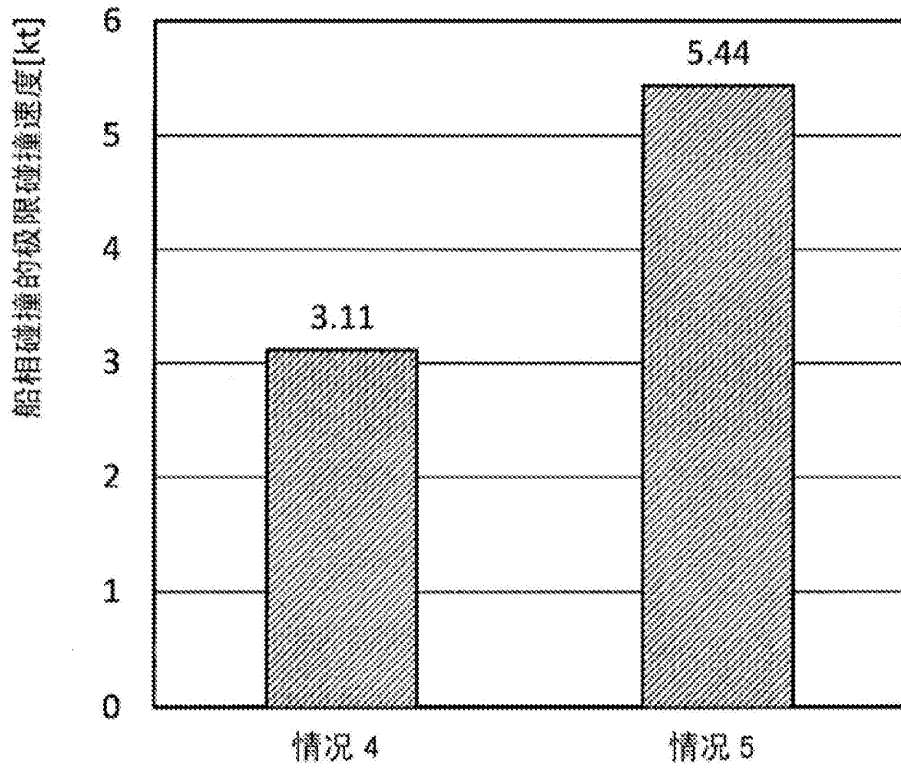


图18

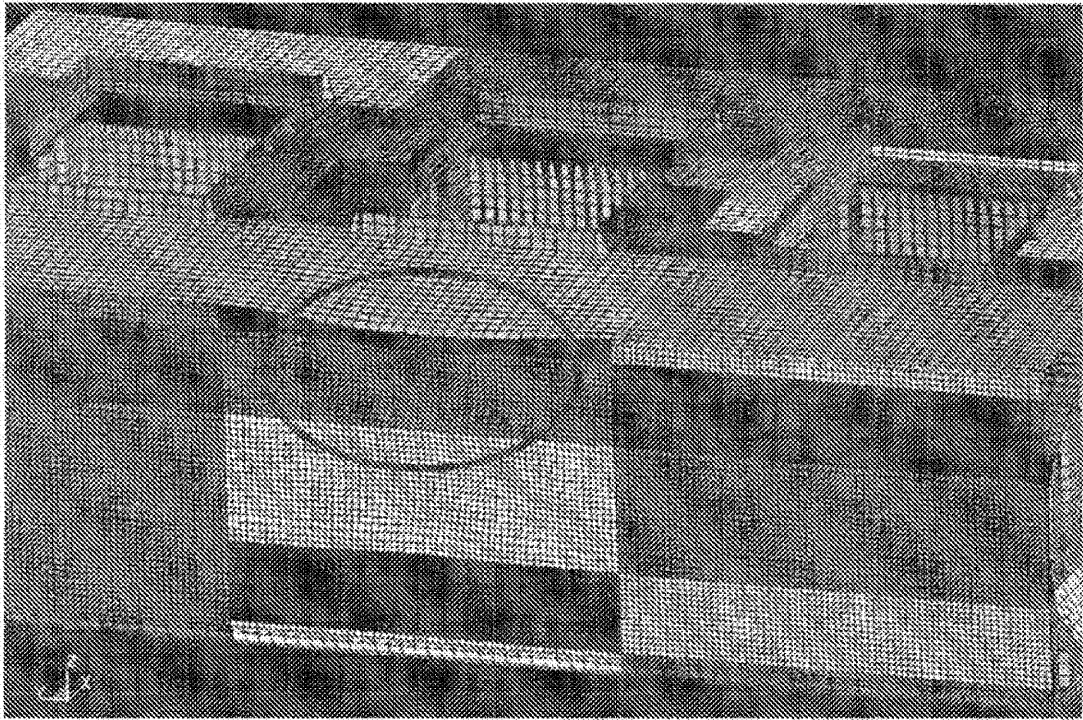


图19

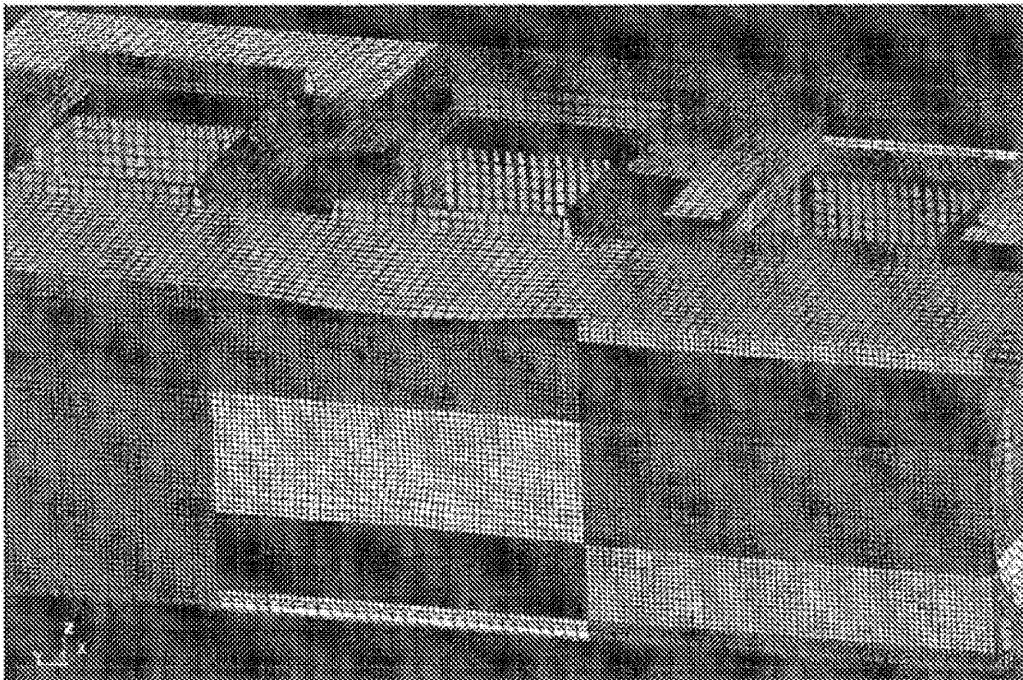


图20