

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036642**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.03

(51) Int. Cl. **B21D 22/28 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201690852

(22) Дата подачи заявки
2014.10.23

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМОВАННОГО МАТЕРИАЛА И МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ЛИСТ С ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В ДАННОМ СПОСОБЕ

(31) **2013-260072**

(56) JP-A-2002371333

(32) **2013.12.17**

JP-A-9295071

(33) **JP**

JP-A-200944599

(43) **2016.11.30**

JP-A-2303634

(86) **PCT/JP2014/078212**

JP-A-6397316

(87) **WO 2015/093145 2015.06.25**

JP-A-63132728

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НИССИН СТИЛ КО., ЛТД. (JP)

JP-A-54300

JP-B1-5395301

(72) Изобретатель:
**Накамура Наофуми, Ямамото Юдай,
Куробэ Дзюн (JP)**

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Предложенный способ изготовления формованного материала включает этап формирования выпуклого формованного участка посредством осуществления по меньшей мере одного формовочного процесса в отношении металлического листа с обработанной поверхностью и этап осуществления вытяжки с утонением формованного участка при помощи формы для вытяжки после формирования формованного участка. Форма для вытяжки содержит пуансон, вставляемый в формованный участок, и матрицу, имеющую приемное отверстие, в которое вдавливают формованный участок вместе с пуансоном. Внутренняя периферическая поверхность приемного отверстия проходит непараллельно наружной периферической поверхности пуансона и оснащена зазором, соответствующим неравномерному распределению толщины листа, в направлении вдавливания, формованного участка до вытяжки относительно наружной периферической поверхности для обеспечения постоянной величины вытяжки, применяемой к формованному участку в направлении вдавливания.

B1**036642****036642****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу изготовления формованного материала, в котором на формованном участке выполняют вытяжку с утонением, и к металлическому листу с обработанной поверхностью, используемому в данном способе.

Сведения о предшествующем уровне техники

Выпуклый формованный участок обычно формируют посредством выполнения процесса выдавливания, такого как вытяжка, используя металлический лист с обработанной поверхностью, такой как стальной лист с покрытием, в качестве заготовки. Когда формованный участок требует особенно высокой степени размерной точности, то на формованном участке выполняют вытяжку с утонением после его формирования. Вытяжка представляет собой способ обработки, заключающийся в установке между пуансоном и матрицей более узкого зазора, чем толщина листа формованного участка до вытяжки, и вытяжке поверхности листа формованного участка при помощи пуансона и матрицы с тем, чтобы толщина листа формованного участка соответствовала зазору между пуансоном и матрицей.

Конфигурация, описанная в патентном документе 1 и т.д., показанная ниже, например, может быть использована в качестве формы, применяемой при вытяжке с утонением. В частности, традиционная форма включает пуансон и матрицу. Пуансон представляет собой колоннообразный элемент, который имеет наружную периферийную поверхность, проходящую прямолинейно параллельно направлению вдавливания в приемное отверстие, и который вставляется в формованный участок. Матрица содержит приемное отверстие, в которое формованный участок вдавливают вместе с пуансоном. Приемное отверстие имеет участок заплечика, расположенный на наружной кромке входа приемного отверстия и образованный криволинейной поверхностью, имеющей заданный радиус кривизны, и внутренней периферической поверхностью, проходящей прямолинейно от конца радиуса участка заплечика параллельно направлению вдавливания. Когда формованный участок вдавливают в приемное отверстие, поверхность листа формованного участка вытягивается участком заплечика таким образом, что толщина постепенно уменьшается до ширины зазора между наружной периферической поверхностью пуансона и внутренней периферической поверхностью приемного отверстия.

Перечень ссылок

Патентная литература

Японская опубликованная заявка на изобретение H5-50151.

Сущность изобретения

Толщина листа формованного участка до вытяжки является неравномерной в направлении вдавливания. Более конкретно, толщина листа задней части формованного участка в направлении вдавливания часто оказывается больше, чем толщина листа переднего конца формованного участка. Причина, по которой задняя часть толще передней, заключается в том, что при формировании формованного участка передняя часть растягивается в большей степени, чем задняя.

В описанной выше традиционной пресс-форме наружная периферическая поверхность пуансона и внутренняя периферическая поверхность приемного отверстия проходят параллельно друг другу. Соответственно, зазор между наружной периферической поверхностью пуансона и внутренней периферической поверхностью приемного отверстия является равномерным в направлении вдавливания и, следовательно, часть формованного участка, имеющая увеличенную толщину листа, подвергается большей величине вытяжки. Таким образом, слой обработанной поверхности части, имеющей увеличенную толщину листа, соскабливается, и в результате могут образовываться порошкообразные отходы. Порошкообразные отходы могут вызывать проблемы, такие как образование мелких отметин (вмятин) на поверхности вытянутого формованного участка и ухудшение характеристик продукта, изготовленного при помощи формованного материала.

Настоящее изобретение разработано для решения вышеописанной проблемы и имеет целью предложение способа изготовления формованного материала и металлического листа с обработанной поверхностью, используемого в данном способе, которые позволят избежать возникновения большой нагрузки на часть поверхности с тем, чтобы снизить количество образуемых порошкообразных отходов.

Решение проблемы

Предложенный способ изготовления формованного материала включает следующие этапы: формирование выпуклого формованного участка посредством осуществления по меньшей мере одного формовочного процесса в отношении металлического листа с обработанной поверхностью; и осуществление вытяжки с утонением формованного участка при помощи формы для вытяжки после формирования формованного участка. Металлический лист с обработанной поверхностью содержит слой обработанной поверхности, выполненный на поверхности металлического листа, и смазочную пленку, выполненную на поверхности слоя обработанной поверхности. Форма для вытяжки включает пуансон, вставляемый в формованный участок, и матрицу, имеющую приемное отверстие, в которое вдавливают формованный участок вместе с пуансоном. Приемное отверстие содержит участок заплечика, расположенный на наружной кромке входа приемного отверстия и образованный криволинейной поверхностью, имеющей заданный радиус кривизны, и внутреннюю периферическую поверхность, которая проходит от конца радиуса участка заплечика в направлении вдавливания формованного участка, и вдоль которой наружная

поверхность формованного участка перемещается в результате относительного перемещения между пуансоном и матрицей. Внутренняя периферическая поверхность проходит непараллельно наружной периферической поверхности пуансона и снабжена зазором, соответствующим неравномерному распределению, в направлении вдавливания, толщины листа формованного участка до вытяжки относительно наружной периферической поверхности для обеспечения постоянной величины вытяжки, применяемой к формованному участку в направлении вдавливания.

Кроме того, металлический лист с обработанной поверхностью по настоящему изобретению используют в способе изготовления формованного материала, включающем этапы формирования выпуклого формованного участка посредством осуществления по меньшей одного формовочного процесса в отношении металлического листа с обработанной поверхностью и осуществления вытяжки формованного участка при помощи формы для вытяжки после формирования формованного участка, причем металлический лист с обработанной поверхностью содержит слой обработанной поверхности, выполненный на поверхности металлического листа, и смазочную пленку, выполненную на поверхности слоя обработанной поверхности.

Технический результат изобретения

Благодаря предложенному способу изготовления формованного материала внутренняя периферическая поверхность приемного отверстия проходит непараллельно наружной периферической поверхности пуансона и снабжена зазором, соответствующим неравномерному распределению, в направлении вдавливания, толщины листа формованного участка до вытяжки относительно наружной периферической поверхности для обеспечения постоянности степени вытяжки, применяемой к формованному участку в направлении вдавливания. Таким образом, можно избежать возникновения большой нагрузки на часть поверхности с тем, чтобы снизить количество образуемых порошкообразных отходов. В частности, металлический лист с обработанной поверхностью содержит слой обработанной поверхности, выполненный на поверхности металлического листа, и смазочную пленку, выполненную на поверхности слоя обработанной поверхности, и, таким образом, количество образуемых порошкообразных отходов может быть снижено в более широком диапазоне режимов обработки.

Перечень чертежей

Фиг. 1 изображает структурную схему способа изготовления формованного материала в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 2 изображает аксонометрический вид формованного материала, включающего формованный участок, образованный посредством формовочного процесса, показанного на фиг. 1;

Фиг. 3 изображает аксонометрический вид формованного материала, включающего формованный участок, полученный после процесса вытяжки, показанного на фиг. 1;

Фиг. 4 изображает разрез формованного участка 1, показанного на фиг. 2;

Фиг. 5 изображает разрез формы для вытяжки, используемой в процессе S2 вытяжки, показанном на фиг. 1;

Фиг. 6 изображает увеличенный иллюстративный вид края участка заплечика во время процесса вытяжки, выполняемого в отношении формованного участка при помощи формы для вытяжки, показанной на фиг. 5.

Фиг. 7 изображает схематический иллюстративный вид, представляющий взаимодействие между участком заплечика, показанным на фиг. 6, и слоем покрытия оцинкованного стального листа;

Фиг. 8 изображает график неравномерности R_{sk} распределения слоя покрытия, показанного на фиг. 6, в зависимости от различных типов слоя покрытия;

Фиг. 9 изображает график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, не имеющего смазочной пленки.

Фиг. 10 изображает график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной не менее 0,5 мкм и не более 1,2 мкм.

Фиг. 11 изображает график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 2,2 мкм.

Фиг. 12 изображает график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 1,8 мкм.

Фиг. 13 изображает график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 0,2 мкм.

Фиг. 14 изображает график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с отожженным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, стального листа с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, и стального листа с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом, показанных на фиг. 8.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Далее описаны варианты осуществления настоящего изобретения со ссылками на сопроводительные чертежи.

Первый вариант осуществления изобретения

На фиг. 1 изображена структурная схема способа изготовления формованного материала в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. На фиг. 2 изображен аксонометрический вид формованного материала, включающего формованный участок 1, образованный посредством формовочного процесса S1, показанного на фиг. 1. На фиг. 3 изображен аксонометрический вид формованного материала, включающего формованный участок 1, полученный после процесса S2 вытяжки, показанного на фиг. 1.

Как показано на фиг. 1, способ изготовления формованного материала в соответствии с данным вариантом осуществления изобретения включает формовочный процесс S1 и процесс S2 вытяжки с утонением. Формовочный процесс S1 представляет собой процесс формирования формованного участка 1 (см. фиг. 2) выпуклой формы посредством осуществления по меньшей мере одного формовочного процесса в отношении металлического листа с обработанной поверхностью. Формовочный процесс включает процесс обработки давлением, такой как вытяжка или растяжка. Металлический лист с обработанной поверхностью содержит слой обработанной поверхности, выполненный на поверхности металлического листа, и смазочную пленку, выполненную на поверхности слоя обработанной поверхности. Слой обработанной поверхности включает пленку покрытия или слой покрытия. Смазочная пленка представляет собой пленку полимерного покрытия, образованную посредством диспергирования частиц соединения полиэтилена и фторопласта на поверхность слоя обработанной поверхности в качестве смазки, причем частицы соединения полиэтилена и фторопласта получают, например, посредством прикрепления тонкодисперсной фторсодержащей порошковой смолы к поверхности частиц полиэтиленовой порошковой смолы. В данном варианте осуществления изобретения металлический лист с обработанной поверхностью будет описан, как покрытый цинком (оцинкованный) стальной лист, полученный посредством нанесения цинкового покрытия на поверхность стального листа и последующего формирования смазочной пленки на поверхности слоя покрытия.

Как показано на фиг. 2, формованный участок 1 в соответствии с данным вариантом осуществления изобретения является выпуклым участком, образованным посредством формования оцинкованного стального листа в тело в виде чаши и последующего формирования участка верхушки чаши, выступающего дальше из чаши. В дальнейшем направление, проходящее от участка 1b основания к участку 1a верхушки формованного участка 1, называется направлением 1c вдавливания. Направление 1c вдавливания является направлением, в котором формованный участок 1 вдавливают в приемное отверстие (см. фиг. 5), выполненное в матрице формы для вытяжки, описанной ниже.

Процесс S2 вытяжки с утонением представляет собой процесс выполнения вытяжки формованного участка 1 при помощи формы для вытяжки, описанной ниже. Вытяжка представляет собой способ обработки, заключающийся в установке между пуансоном и матрицей формы для вытяжки более узкого зазора, чем толщина листа формованного участка до вытяжки, и вытяжке поверхности листа формованного участка при помощи пуансона и матрицы с тем, чтобы толщина листа формованного участка соответствовала зазору между пуансоном и матрицей. Другими словами, толщина формованного участка 1 после вытяжки меньше, чем толщина формованного участка 1 до вытяжки.

Как показано на фиг. 3, в результате выполнения вытяжки радиус кривизны криволинейной поверхности, образующей наружную поверхность участка 1b основания формованного участка 1, уменьшается. Формованный материал, изготовленный посредством выполнения формовочного процесса S1 и процесса S2 вытяжки, или, другими словами, формованный материал, изготовленный посредством способа изготовления формованного материала в соответствии с данным вариантом осуществления изобретения, может быть использован в различных областях применения, но используется, в частности, при изготовлении картеров двигателей и т.п., например, в которых к формованному материалу 1 предъявляются требования высокой степени размерной точности.

На фиг. 4 изображен разрез формованного участка 1, показанного на фиг. 2. Как показано на фиг. 4, толщина листа формованного участка 1 до вытяжки является неравномерной в направлении 1c вдавливания. Более конкретно, толщина листа на стороне участка 1b основания формованного участка 1 в направлении 1c вдавливания больше, чем толщина листа на стороне участка 1a верхушки формованного участка 1. Другими словами, толщина листа формованного участка 1 снижается постепенно в направлении 1c вдавливания от задней части (стороны участка 1b основания) к передней части (стороне участка 1a верхушки). Причина этого неравномерного распределения толщины листа заключается в том, что при формировании формованного участка во время формовочного процесса S1 сторона участка 1a верхушки растягивается в большей степени, чем сторона участка 1b основания. Следует отметить, что коэффициент уменьшения толщины листа может быть постоянным или неравномерным в направлении 1c вдавливания. Коэффициент уменьшения является величиной, получаемой делением разницы между толщиной t_1 листа в предварительно заданном положении и толщиной t_2 листа в положении, удаленном от предварительно заданного положения на единичное расстояние d в направлении переднего конца, на единичное расстояние d ($= (t_2 - t_1)/d$).

На фиг. 5 изображен разрез формы 2 для вытяжки, используемой в процессе S2 вытяжки, показанном на фиг. 1, и на фиг. 6 изображен увеличенный иллюстративный вид края участка 211 заплечика во

время процесса вытяжки, выполняемого в отношении формованного участка при помощи формы 2 для вытяжки, показанной на фиг. 5. Как показано на фиг. 5, форма 2 для вытяжки включает пуансон 20 и матрицу 21. Пуансон 20 представляет собой выпуклый элемент, который вставляют в формованный участок 1, описанный выше. Наружная периферийная поверхность 20а пуансона 20 проходит прямолинейно параллельно направлению 1с вдавливания в приемное отверстие 210.

Матрица 21 представляет собой элемент, содержащий приемное отверстие 210, в которое формованный участок 1 вдавливают вместе с пуансоном 20. Приемное отверстие 210 включает участок 211 заплечика и внутреннюю периферическую поверхность 212. Участок 211 заплечика расположен на наружной кромке входа приемного отверстия 210 и образован криволинейной поверхностью, имеющей предварительно заданный радиус кривизны. Внутренняя периферическая поверхность 212 представляет собой поверхность стенки, проходящую в направлении 1с вдавливания от конца 211а закругления участка 211 заплечика. Конец закругления 211а участка 211 заплечика представляет собой оконечность криволинейной поверхности, образующей участок 211 заплечика на внутренней стороне приемного отверстия 210. То, что внутренняя периферическая поверхность 212 проходит в направлении 1с вдавливания, означает, что компонент направления 1с вдавливания включен в направление прохождения внутренней периферической поверхности 212. Как описано далее более подробно, внутренняя периферическая поверхность 212 приемного отверстия 210 проходит непараллельно (не проходит параллельно) наружной периферической поверхности 20а пуансона.

Когда формованный участок 1 вставляют в приемное отверстие 210 вместе с пуансоном 20, как показано на фиг. 6, поверхность листа формованного участка 1 вытягивается участком 211 заплечика. Кроме того, наружная поверхность формованного участка 1 перемещается вдоль внутренней периферической поверхности 212 в результате относительного перемещения пуансона 20 и матрицы 21. Как описано выше, в форме 2 для вытяжки в соответствии с данным вариантом осуществления изобретения внутренняя периферическая поверхность 212 проходит непараллельно наружной периферической поверхности 20а пуансона 20 и, следовательно, внутренняя периферическая поверхность 212 также вытягивает (утоняет) поверхность листа формованного участка 1.

Для обеспечения постоянности степени вытяжки, примененной к формованному участку 1 в направлении 1с вдавливания, внутренняя периферическая поверхность 212 снабжена зазором 212а, соответствующим неравномерному распределению толщины листа в направлении 1с вдавливания формованного участка 1 до вытяжки относительно наружной периферической поверхности 20а пуансона 20. В данном случае, как показано на фиг. 5, зазор 212а является зазором между внутренней периферической поверхностью 212 и наружной периферической поверхностью 20а в точке, где пуансон 20 вдавливают в приемное отверстие 210 вплоть до положения завершения вытяжки. Величина вытяжки представляет собой разницу между толщиной t_b листа до вытяжки и толщиной t_a ($=t_b - t_a$) листа после вытяжки.

Другими словами, внутренняя периферическая поверхность 212 выполнена таким образом, что зазор 212а относительно наружной периферической поверхности 20а в любом положении в направлении 1с вдавливания принимает значение, полученное путем вычитания фиксированного значения (требуемой величины вытяжки) из значения толщины листа формованного участка 1 до вытяжки в идентичном положении. Когда зазор 212а в любом положении в направлении 1с вдавливания равняется $C(d)$, толщина листа формованного участка 1 до вытяжки в том же положении равняется $T_b(d)$, и требуемая величина вытяжки равняется A , внутренняя периферическая поверхность 212 выполнена таким образом, чтобы удовлетворять уравнению $C(d) = T_b(d) - A$. Следует отметить, что d - это расстояние от участка 1_b основания формованного участка 1 в направлении 1с вдавливания.

Иначе говоря, внутренняя периферическая поверхность 212 выполнена таким образом, что зазор 212а между внутренней периферической поверхностью 212 и наружной периферической поверхностью 20а уменьшается в направлении 1с вдавливания в соответствии с коэффициентом, идентичным коэффициенту уменьшения толщины листа формованного участка 1 в направлении 1с вдавливания до вытяжки. Когда коэффициент уменьшения толщины листа формованного участка 1 в направлении 1с вдавливания до вытяжки является постоянным, внутренняя периферическая поверхность 212 образована прямолинейной конической поверхностью, проходящей под углом, соответствующим коэффициенту уменьшения толщины листа формованного участка 1. С другой стороны, когда коэффициент уменьшения толщины листа формованного участка 1 в направлении 1с вдавливания до вытяжки является непостоянным, то коэффициент уменьшения толщины листа формованного участка 1 аппроксимируют к фиксированному значению, и внутренняя периферическая поверхность 212 образуется конической поверхностью, проходящей под углом, соответствующим аппроксимированному значению.

Формируя внутреннюю периферическую поверхность 212 таким образом, можно сделать нагрузку, воздействующую на поверхность формованного участка 1 в результате процесса вытяжки, однородной в направлении 1с вдавливания, даже когда распределение толщины листа формованного участка 1 в направлении 1с вдавливания является неоднородным. Таким образом, можно избежать образования большой нагрузки на часть поверхности с тем, чтобы снизить количество образуемых порошкообразных отходов (отходов покрытия и т.п.).

Далее со ссылкой на фиг. 7 приводится описание механизма образования отходов покрытия в ре-

зультате вытяжки, осуществляемого участком 211 заплечика. На фиг. 7 изображен схематический иллюстративный вид, представляющий взаимодействие между участком 211 заплечика, показанным на фиг. 6, и слоем 10 покрытия оцинкованного стального листа. Как показано на фиг. 7, на поверхности слоя 10 покрытия оцинкованного стального листа имеются мелкие неровности 10а. При отсутствии смазочной пленки, когда поверхность листа формованного участка 1 вытягивают участком 211 заплечика, как показано на фиг. 6, неровности 10а могут соскабливаться участком 211 заплечика так, что образуются отходы вытяжки.

Количество образуемых отходов покрытия коррелирует с соотношением g/t между радиусом g кривизны участка 211 заплечика и толщиной t оцинкованного стального листа. При уменьшении радиуса g кривизны участка 211 заплечика локальная неравномерность распределения увеличивается, приводя к увеличению трения скольжения между поверхностью слоя 10 покрытия и участком 211 заплечика, в результате чего количество образуемых отходов покрытия увеличивается. Кроме того, при увеличении толщины t оцинкованного стального листа величина утончения, выполняемого участком 211 заплечика, увеличивается, приводя к увеличению нагрузки, действующей на поверхность оцинкованного стального листа, в результате чего количество образуемых отходов покрытия увеличивается. Другими словами, количество образуемых отходов покрытия увеличивается при уменьшении соотношения g/t и уменьшается при увеличении соотношения g/t . С другой стороны, если поверхность покрытия покрыта смазочной пленкой, трение скольжения между поверхностью слоя 10 покрытия и участком 211 заплечика уменьшается, и, следовательно, соотношение g/t , при котором образуются отходы покрытия, принимает меньшее значение, чем в условиях отсутствия смазочной пленки.

В частности, поверхность листа формованного участка 1 до вытяжки, находящаяся между закругленным концом 211а и пуансоном 20, утончается участком 211 заплечика в наибольшей мере после завершения вытяжки. Следовательно, с точки зрения уменьшения количества образуемых отходов покрытия это количество сильно связано с соотношением g/t_{re} между радиусом g кривизны участка 211 заплечика и толщиной t_{re} листа формованного участка 1 до вытяжки, находящегося в положении между закругленным концом 211а и пуансоном 20 после завершения вытяжки.

Количество образуемых отходов покрытия также соответствует степени вытяжки, осуществляемой участком 211 заплечика. Когда зазор между закругленным концом 211а и пуансоном 20 равняется c_{re} , а толщина t_{re} листа формованного участка 1 до вытяжки, находящегося в положении между закругленным концом 211а и пуансоном 20 после завершения вытяжки, равняется t_{re} , степень вытяжки выражается следующим образом: $\{(t_{re} - c_{re})/t_{re}\} \times 100$. Зазор c_{re} соответствует толщине листа формованного участка 1 после вытяжки, находящегося в положении между закругленным концом 211а и пуансоном. При увеличении степени вытяжки нагрузка, действующая на поверхность оцинкованного стального листа, увеличивается, что приводит к увеличению количества образуемых отходов покрытия.

На фиг. 8 изображен график неравномерности Rsk распределения слоя 10 покрытия, показанного на фиг. 6, в зависимости от различных типов слоя покрытия. Количество образуемых отходов покрытия также коррелирует с неравномерностью Rsk распределения слоя 10 покрытия. Неравномерность Rsk распределения определяется японским промышленным стандартом В0601 и выражается следующим уравнением.

$$Rsk = \frac{1}{Rq^3} \left\{ \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} Z^3(x) dx \right\}$$

Формула 1

где Rq - среднеквадратичная шероховатость (= квадратному корню момента второго порядка кривой амплитудного распределения), а

$\int Z^3(x) dx$ - момент третьего порядка кривой амплитудного распределения.

Неравномерность Rsk распределения представляет вероятность существования выступающих участков среди неровностей 10а (см. фиг. 7) на слое 10 покрытия. При уменьшении неравномерности Rsk распределения количество выступающих участков снижается, и, следовательно, количество образуемых отходов покрытия уменьшается. Следует отметить, что неравномерность Rsk распределения описана настоящим заявителем в японской опубликованной заявке на изобретение 2006-193776.

Как показано на фиг. 8, стальной лист с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, стальной лист с отожженным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, и стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом, могут являться типами оцинкованных стальных листов. Типичный стальной лист с покрытием из сплава Zn-Al-Mg получают посредством нанесения слоя покрытия, образованного сплавом, содержащим цинк (Zn), 6 вес.% алюминия (Al) и 3% весу магния (Mg), на поверхность стального листа. Как показано на фиг. 8, настоящий заявитель после исследования соответствующей неравномерности Rsk распределения данных материалов выяснил, что неравномерность Rsk распределения стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg входит в диапазон от не менее -1,3 до менее -0,6, тогда как неравномерность Rsk распределения других стальных листов с покрытием входит в диапазон от не менее -0,6 до не более 0.

Далее приводятся описания примеров. Авторы изобретения выполнили вытяжку стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg при следующих условиях, изменяя степень вытяжки и соотношение g/t_{re} .

Стальной лист, не имеющий смазочной пленки (сравнительный пример) и стальной лист, имеющий смазочную пленку (пример изобретения), оба, были использованы как стальной лист с покрытием из сплава Zn-Al-Mg. Следует отметить, что толщина стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg составляла 1,8 мм, а укрывная способность покрытия равнялась 90 г/м².

Таблица 1. Химический состав образца (% по весу)

Тип покрытия	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
Стальной лист с покрытием из сплава Zn-Al-Mg	0,002	0,006	0,14	0,014	0,006	0,032	0,056

Таблица 2. Механические свойства образца

Тип покрытия	Предел текучести (Н/мм ²)	Предел прочности на разрыв (Н/мм ²)	Относительное удлинение (%)	Твердость Нv
Стальной лист с покрытием из сплава Zn-Al-Mg	164	304	49,2	87

Таблица 3. Условия эксперимента

Устройство для прессования	Пресс последовательного действия усилием 2500 кН
Высота формованного участка до вытяжки	10,5 - 13,5 мм
Радиус r кривизны участка заплечика формы для формования	1,5 - 4,5 мм
Радиус r кривизны участка заплечика формы для вытяжки	0,3 - 2,0 мм
Зазор формы для вытяжки	1,10 - 1,80 мм
Масло для пресс-форм	TN-20 (производства компании Tokyo Sekiyu Company Ltd.)

На фиг. 9 изображен график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, не имеющего смазочной пленки. Ось ординат на фиг. 9 представляет степень вытяжки, которая определяется выражением $\{(t_{re} - c_{re})/t_{re}\} \times 100$, а ось абсцисс представляет соотношение между радиусом r кривизны участка 211 заплечика и толщиной t_{re} листа формованного участка 1 до вытяжки, находящегося в положении между закругленным концом 211a и пуансоном 20 после завершения вытяжки, которое определяется выражением r/t_{re} . Кружки показывают оценки, согласно которым можно уменьшить образование отходов покрытия, а крестики показывают оценки, согласно которым образование отходов покрытия не может быть уменьшено. Кроме того, черные кружки показывают результаты, согласно которым размерная точность отклоняется от предварительно заданного диапазона.

Как показано на фиг. 9, в случае стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg или, другими словами, для материала, у которого неравномерность R_{sk} распределения входит в диапазон от не менее -1,3 до менее -0,6, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено в зоне, находящейся ниже прямой линии, обозначенной $Y = 14.6X - 4.7$, где Y - степень вытяжки, а X - соотношение r/t_{re} . Иначе говоря, для материала, у которого неравномерность R_{sk} распределения входит в диапазон от не менее -1,3 до менее -0,6, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено посредством задания радиуса r кривизны участка 211 заплечика и зазора c_{re} между закругленным концом 211a и пуансоном 20 таким образом, чтобы удовлетворять выражению $0 < Y \leq 14.6X - 4.7$. Следует отметить, что в вышеприведенном условном выражении $0 < Y$ задается таким образом, что при степени Y вытяжки равной или меньшей 0% вытяжка не осуществляется.

На фиг. 10 изображен график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной не менее 0,5 мкм и не более 1,2 мкм. Как показано на фиг. 10, в случае стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной не менее 0,5 мкм и не более 1,2 мкм, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено в зоне, находящейся под прямой линией, обозначенной $Y = 14.8X + 3.5$, где Y - степень вытяжки, а X - соотношение r/t_{re} . Другими словами, было подтверждено, что посредством создания смазочной пленки на поверхности стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg можно уменьшить образование отходов покрытия в более широком диапазоне, чем в случае отсутствия смазочной пленки.

На фиг. 11 изображен график зависимости степени Y вытяжки от $X (= r/t_{re})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 2,2 мкм. Как показано на фиг. 11, в случае стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 2,2 мкм, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено в зоне, находящейся под прямой линией, обозначенной $Y = 6.0X - 3.2$, где Y - степень вытяжки, а X - соот-

ношение $g/t_{гс}$. Другими словами, было подтверждено, что когда толщина смазочной пленки составляет 2,2 мкм, диапазон обработки, в котором образование отходов может быть уменьшено, является более узким, чем в случае отсутствия смазочной пленки. Как полагают, причиной этого является то, что при увеличении толщины смазочной пленки смазочная пленка сама становится источником отходов.

На фиг. 12 изображен график зависимости степени Y вытяжки от $X (= g/t_{гс})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 1,8 мкм. Как показано на фиг. 12, в случае стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 1,8 мкм, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено в зоне, находящейся под прямой линией, обозначенной $Y = 14.5X - 4.6$, где Y - степень вытяжки, а X - соотношение $g/t_{гс}$. Другими словами, было подтверждено, что когда толщина смазочной пленки уменьшена до 1,8 мкм, образование отходов покрытия может быть уменьшено в пределах диапазона, аналогичного диапазону в случае отсутствия смазочной пленки.

На фиг. 13 изображен график зависимости степени Y вытяжки от $X (= g/t_{гс})$ в отношении стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 0,2 мкм. Как показано на фиг. 13, в случае стального листа с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, имеющего смазочную пленку толщиной 0,2 мкм, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено в зоне, находящейся под прямой линией, обозначенной $Y = 15.0X - 3.8$, где Y - степень вытяжки, а X - соотношение $g/t_{гс}$. Другими словами, было подтверждено, что когда толщина смазочной пленки составляет 0,2 мкм, образование отходов покрытия может быть уменьшено в пределах диапазона, аналогичного диапазону в случае отсутствия смазочной пленки (фиг. 9). Более конкретно, было подтверждено, что при толщине смазочной пленки более 0,2 и менее 1,8 мкм, образование отходов покрытия может быть уменьшено в большей степени, чем в случае отсутствия смазочной пленки.

На основании результатов, показанных на фиг. 10-13, было подтверждено, что посредством задания толщины смазочной пленки в диапазоне от более 0,2 до менее 1,8 мкм количество образуемых порошкообразных отходов может быть снижено более надежно и при более широком диапазоне режимов обработки, чем в случае отсутствия смазочной пленки. Более того, было подтверждено, что посредством задания толщины смазочной пленки в диапазоне от не менее 0,5 до не более 1,2 мкм количество образуемых порошкообразных отходов может быть снижено еще более надежно и при еще более широком диапазоне режимов обработки.

На фиг. 14 изображен график зависимости степени Y вытяжки от $X (= g/t_{гс})$ в случае, когда смазочная пленка толщиной от 0,5 до 1,2 мкм нанесена на стальной лист с оцинкованным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, и стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом, показанные на фиг. 8. Авторы изобретения выполнили аналогичный эксперимент при условиях, описанных ниже, в отношении стального листа с оцинкованным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, стального листа с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, и стального листа с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом. Следует отметить, что условия эксперимента, такие как устройство для прессования (см. табл. 3), были идентичны условиям вытяжки, выполняемого в отношении стальной пластины с покрытием из сплава Zn-Al-Mg, описанным выше. Кроме того, стальной лист с оцинкованным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, и стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, имели толщину листа 1,8 мм и укрывную способность покрытия 90 г/м^2 , а стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом, имел толщину листа 1,8 мм и укрывную способность покрытия 20 г/м^2 .

Таблица 4. Химический состав образцов (% по весу)

Тип покрытия	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
Стальной лист с оцинкованным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения	0,003	0,005	0,14	0,014	0,006	0,035	0,070
Стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения	0,004	0,006	0,15	0,014	0,007	0,039	0,065
Стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом	0,002	0,004	0,13	0,013	0,008	0,041	0,071

Таблица 5. Механические свойства образцов

Тип покрытия	Предел текучести (Н/мм ²)	Предел прочности на разрыв (Н/мм ²)	Относительное удлинение (%)	Твердость Нv
Стальной лист с отожженным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения	175	315	46,2	89
Стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения	178	318	45,7	90
Стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом	159	285	53,4	84

Как показано на фиг. 14, в случае, когда смазочная пленка толщиной от 0,5 до 1,2 мкм нанесена на стальной лист с отожженным цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным способом горячего погружения, и стальной лист с цинковым покрытием, нанесенным электролитическим способом, или, другими словами, в случае материала, у которого неравномерность R_{sk} распределения входит в диапазон от не менее -0,6 до не более 0, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено в зоне, находящейся ниже прямой линии, обозначенной $Y = 16.7X - 5.4$, где Y - степень вытяжки, а X - соотношение r/t_{re} . Иначе говоря, когда смазочная пленка толщиной от не менее 0,5 мкм до не более 1,2 мкм нанесена на материал, у которого неравномерность R_{sk} распределения входит в диапазон от не менее -0,6 до не более 0, было подтверждено, что образование отходов покрытия может быть уменьшено посредством задания радиуса r кривизны участка 211 заплечика и зазора s между закругленным концом 211a и пуансоном 20 таким образом, чтобы удовлетворять выражению $0 < Y \leq 16.7X - 5.4$.

Таким образом, для обеспечения постоянной величины вытяжки, применяемой к формованному участку 1 в направлении 1с вдавливания, в форме 2 для вытяжки и способе изготовления формованного материала, описанным выше, внутренняя периферическая поверхность 212 оснащена зазором 212a, соответствующим неравномерному распределению, в направлении 1с вдавливания, толщины листа формованного участка 1 до вытяжки относительно наружной периферической поверхности 20a пуансона 20, и, следовательно, можно избежать образования большой нагрузки на часть поверхности для снижения количества образуемых порошкообразных отходов. Посредством уменьшения количества образуемых порошкообразных отходов можно устранить такие проблемы, как образование мелких отметин (вмятин) на поверхности вытянутого формованного участка 1, ухудшение характеристик продукта, изготовленного при помощи формованного материала, и необходимость удаления порошкообразных отходов. Данная конфигурация особенно эффективна, когда вытяжка выполняется в отношении оцинкованного стального листа.

Кроме того, толщину смазочной пленки устанавливают в диапазоне от более 0,2 до менее 1,8 мкм, и, таким образом, количество образуемых порошкообразных отходов может быть снижено более надежно и в более широком диапазоне режимов обработки.

Более того, толщину смазочной пленки устанавливают в диапазоне от не менее 0,5 до не более 1,2 мкм, и, таким образом, количество образуемых порошкообразных отходов может быть снижено еще более надежно и в еще более широком диапазоне режимов обработки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления формованного материала, включающий следующие этапы:
 формирование выпуклого формованного участка посредством осуществления по меньшей мере одного формовочного процесса в отношении металлического листа с обработанной поверхностью и
 осуществление вытяжки с утонением формованного участка при помощи формы для вытяжки после формирования формованного участка,
 отличающийся тем, что металлический лист с обработанной поверхностью содержит слой обработанной поверхности, выполненный на поверхности металлического листа, и смазочную пленку, выполненную на поверхности слоя обработанной поверхности,
 причем форма для вытяжки содержит пуансон, вставляемый в формованный участок, и матрицу, имеющую приемное отверстие, в которое обеспечено вдавливание формованного участка вместе с пуан-

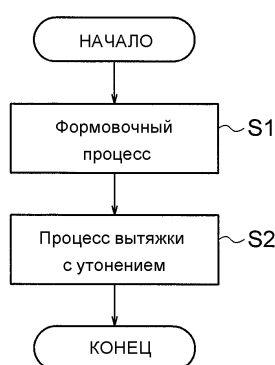
соном,

причем приемное отверстие содержит участок заплечика, расположенный на наружной кромке входа приемного отверстия и образованный криволинейной поверхностью, имеющей заданный радиус кривизны, и внутреннюю периферическую поверхность, которая проходит от конца радиуса участка заплечика в направлении вдавливания формованного участка, и вдоль которой наружная поверхность формованного участка скользит в результате относительного перемещения между пуансоном и матрицей, и

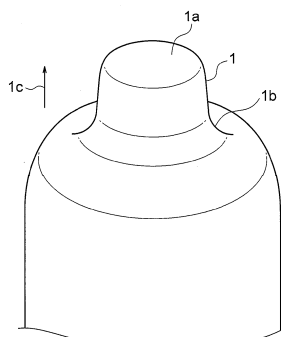
внутренняя периферическая поверхность проходит непараллельно наружной периферической поверхности пуансона и образует зазор, соответствующий неравномерному распределению, в направлении вдавливания, толщины листа формованного участка до вытяжки относительно наружной периферической поверхности для обеспечения сохранения постоянной величины вытяжки, применяемой к формованному участку в направлении вдавливания.

2. Способ изготовления формованного материала по п.1, отличающийся тем, что толщину смазочной пленки устанавливают в диапазоне от более 0,2 до менее 1,8 мкм.

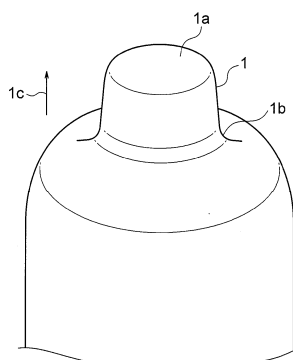
3. Способ изготовления формованного материала по п.2, отличающийся тем, что толщину смазочной пленки устанавливают в диапазоне от не менее 0,5 до не более 1,2 мкм.



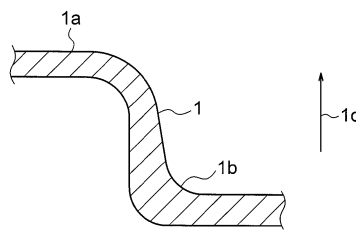
Фиг. 1



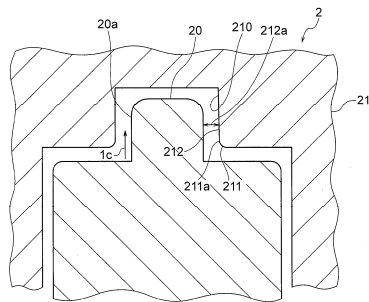
Фиг. 2



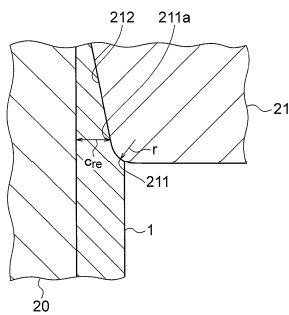
Фиг. 3



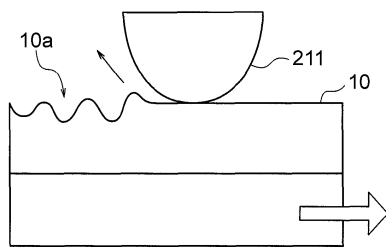
Фиг. 4



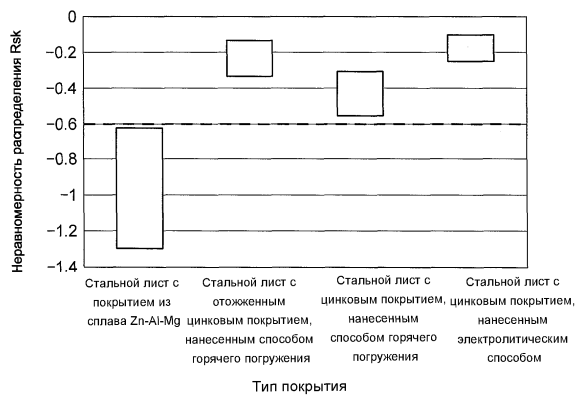
Фиг. 5



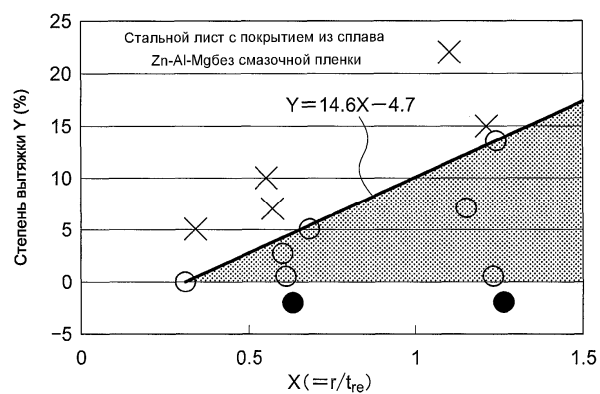
Фиг. 6



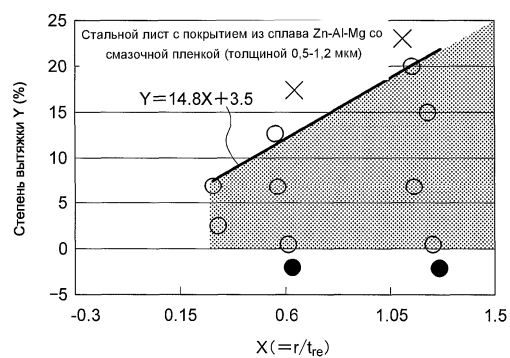
Фиг. 7



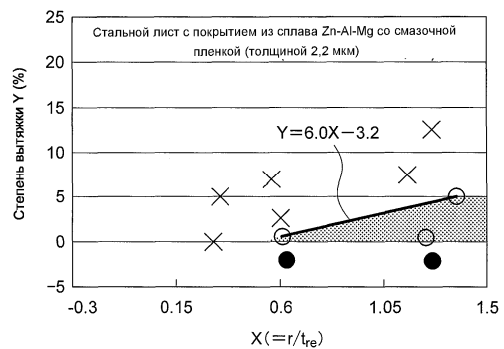
Фиг. 8



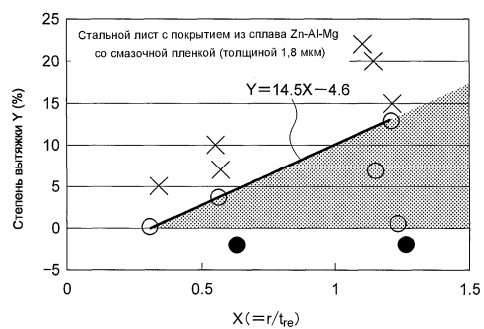
Фиг. 9



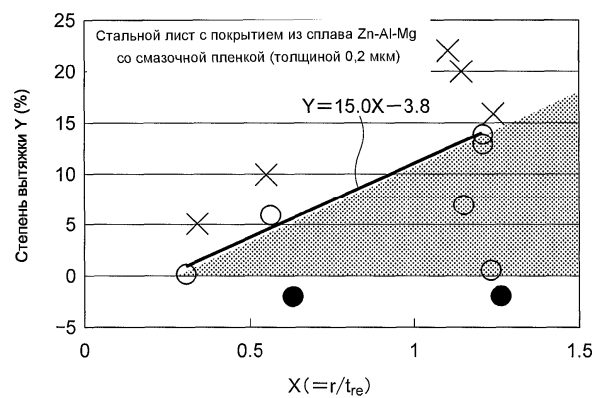
Фиг. 10



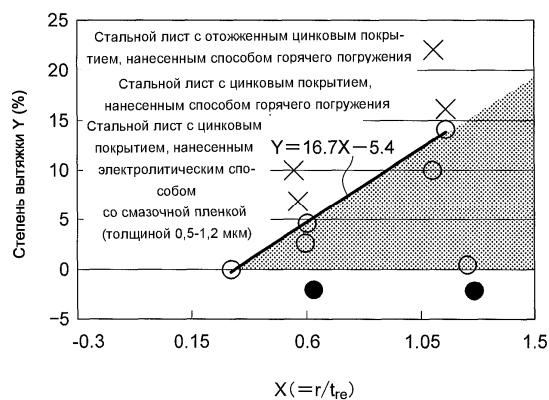
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2