



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

245264

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 01 L 21/70

(22) Přihlášeno 05 10 82

(21) PV 7076-82

(32) (31)(33) Právo přednosti od 01 10 81
(WP H 01 L/233 773) DD

(89) 206 924, DD

(40) Zveřejněno 13 06 85

(45) Vydáno 15 06 87

(75)

Autor vynálezu

SCHMIDT FRANK dr. ing.; TYRROFF HORST dr., DRESDEN (DD)

(54) Způsob zhotovení volně nesené dálkové masky pro zmenšující projekční soustavy

Způsob zhotovení volně nesené dálkové masky projekční soustavy pro vyzářování částic, která se zvláště používá pro selektivní strukturování a/nebo dotování v procesu zhotovování obvodů s vysokým stupněm integrace.

Cíl a úkol řešení vede k tomu, aby proces zhotovení masek byl jednoduchý a úsporný, umožněný technologií nehlédě na požadovaný vysoký stupeň integrace a nutnou jemnou strukturu mřížky.

Při tom pod volné plochy masky se podkládá mřížka, jejíž realizaci vyžaduje obrázek, jehož objem informací nemusí být větší než objem informací, který se přivádí spolehlivým zpracováním na expoziční zařízení.

V souladu s řešením na podložce se uvažuje vrstva s různými charakteristickými vlastnostmi, které se strukturuje a potom odstraňuje částečně nebo úplně až do získání podložené stabilní kovové mřížkou struktury masky na podložce, přičemž k vytvoření struktury mřížky se používá speciální obrázek šablony typu jaderných filtrů se statistickým rozložením pór.

Область применения изобретения

Настоящее изобретение касается технологии изготовления маски для проекции на расстоянии проекционной системы для облучения частиц, например для электронного или ионного проектора, в частности для избирательного структурирования и/или дотирования в процессе изготовления схем с высокой степенью интеграции.

Характеристика известных технических решений:

Ионный или электронный проектор содержит частично проникаемую для потока частиц и свободнонесущую дистанционную маску, которая в соответствии с масштабом изображения структуры отображается на полупроводниковые, проводящие, изолирующие или лаковые пленки, заодно с этим обеспечивая избирательную по отдельным кристаллам сенсбилизацию или дотирование пленки. При помощи операции травления по всей поверхности или проявления лакового покрытия становится возможным структурирование после осуществления сенсбилизующей операции.

Известно, что устойчивые дистанционные маски можно получить распределением каждой проекционной плоскости с учетом определенных соотношений длин и широт отверстий в маске минимум на две маски с таким расчетом, чтобы в маске не образовались кольцеобразные и замкнутые отверстия. Кольцеобразные замкнутые структуры в кристалле тем, что предназначенные для одной проекционной плоскости минимум две маски отображаются последовательно одна за другой на соответствующую пленку покрытия.

Кроме того известно, что устойчивую дистанционную маску можно получить тем, что под заделанные в нее отверстия с любой конфигурацией подкладывается основная решетки с регулярной структурой, причем устойчивость маски обеспечивается за счет перемычек в структурах решетки.

х получают

Современный технологический уровень изготовления устойчивых "сотовых" масок с длиной кромок в пределах от 30 до 50 мм допускает подкладывание решетки с таким расчетом, чтобы возникали перемычки между решетками "сота́ми" и квадратичные отверстия решеток шириной около 5 микронов. Равномерная сенсibilизация и дотирование зоны кристалла, относящейся к зоне подложки, обеспечивается за счет четырехкратного экспонирования. Для этого после каждой операции экспонирования кристалл и маска перемещаются с таким расчетом по отношению к друг другу, чтобы каждая квадратичная апертура в маске экспонировала на пластине квадрат из взаимосвязанных элементов. Если ширины отверстия и перемычки будут одинаковы, после окончания 4-х операций экспонирования вся зона с подложенной решеткой будет оказываться непрерывно сенсibilизированной и дотированной.

Размерность дигитализации проекта может в данном случае только оказываться равной или соответствовать кратности длины кромок этих элементарных квадратов. Иначе отверстия в решетках будут перекрываться только частично структурами проекции схемы. Так, в процессе многократного экспонирования возникают не облученные площадки в пределах подлежащих облучению зон, что может приводить к выходу из строя элементов. В настоящее время за счет применения свето-оптических методов для решетки осваивается растр 5 мк. Так, при масштабе изображения проекционного аппарата, равном 10:1, становится возможным минимальный размер дигитализации 1 мк. Это соответствует степени интеграции прибора I-к-с-РАМ.

Кроме того известна возможность изготовления дистанционных масок технологией гальванического осаждения никеля на положе. Нужная структура маски возникает за счет ориентированной в нужном смысле структурированной маски с адгезионным лаком с толщиной покрытия $\leq 2,5$ мк на квадрате.

Требуемая для обеспечения устойчивости маски толщина материала достигается тем, что в случае расщепленной минимум на 2 дистанционных масок проекционной плоскости гальванический процесс не приостанавливается после обеспечения нужной толщины лакового покрытия, причем над лаковым покрытием слой никеля разрастается дальше в боковом и вертикальном направлениях. Эта технология однако не обеспечивает возможность реализации схемной техники с высокой степенью интеграции.

При наличии сотовой маски гальванический процесс приостанавливается, то-есть прекращается после получения нужной толщины лакового покрытия, наносится другая маска с адгезионным лаком с толщиной покрытия $\leq 2,5$ мк и весь процесс повторяется с целью усиления решетчатых перемычек. После отравливания подложек в обоих случаях получается устойчивая дистанционная маска.

Кроме того есть сведения о возможности использования толстого ристонного покрытия /толщина ≤ 10 мк/ для получения соответственно толстой и устойчивой решетчатой маски. Ориентированное структурирование ристонного слоя покрытия производится при помощи вспомогательной маски за счет применения технологии реактивного ионно-лучевого травления, причем вспомогательная маска в свою очередь структурируется при помощи лакопленочного покрытия.

Кроме того известно, что например на проекционной плоскости испытательного участка для устройства I к-с-РАМ размещаются порядка $10^4 \dots 10^5$ точек. Подлагаемая однако в случае решетчатой /"сотовой"/ маски решетчатая структура однако содержит соответственно для этой цели порядка 10^8 точек. В процессе изготовления решетчатой маски, в частности в рамках дальнейшего утонения решетки для реализации более высокой степени интеграции объем необходимых для экспонирования фоторезиста информации нарастает настолько, что лишенная дефектов технология изготовления или подвергается вообще сомнению или ее реализация становится невозможной.

Цель изобретения

Цель изобретения сводится к разработке технологии для изготовления свободонесущей дистанционной маски, причем несмотря на требуемую высокую степень интеграции /например размерность дигитализации равняется 0,2 мк/ и на необходимую для этого тонину решетки процесса изготовления маски последний должен осуществляться простым и экономически приемлемым способом.

Изложение сущности изобретения

В основу изобретения заложена задача подкладывания открытых зон в изготавливаемой дистанционной маске при помощи устойчивой решетки, которая с нужной степенью интеграции обладает достаточной тониной, для реализации которой однако требуется шаблон, который не превышает подлежащего надежной обработке объема информации устройства для экспонирования.

В соответствии с изобретением эта задача решается тем, что в качестве шаблона для создаваемой решетки применяется подготовленная по технологии ядерных фильтров пластмассовая фольга. Для его изготовления используется луч ядерных частиц с очень малым коэффициентом рассеивания направленности. Статистически распределяемое расстояние между отверстиями и диаметр отверстий выбирается соответственно в пределах от 0,5 до 2 мк. Таким образом в связи с масштабом изображения в пределах от 10:1 и в зависимости от разрешающей способности проекционного аппарата становится возможным перекрывание перемычек решетки на кристалле.

От многократного экспонирования при смещении маски и пластины относительно друг друга можно отказаться и таким образом подрезанные отверстия решеток приводят уже только к шероховатости кромок на кристалле, размеры которой определяются масштабом изображения и суммой, подсчитываемой из диаметра отверстия и коэффициента плотности сенсibilизации и дотирования. Так как можно исходить от существующего шаблона,

который может отображаться например путем электронно-лучевого экспонирования или экспонирования ионными лучами большой площади лакового покрытия или материала с негативными свойствами ионного резиста на подложке носителя с целью получения маски гальваническим путем, обнаруживается только несущественное увеличение объема информации, предназначенных для проекционных структур. Для обеспечения необходимой устойчивости и определения структуры маски выгодными оказались нижеперечисленные операции технологического процесса:

- а/ нанесение слоя ристона толщиной от 5 до 10 мк на электропроводящую подложку;
- б/ осаждение слоя из двуокиси кремния на подложку ристона;
- в/ напыление полученного электронно-лучевым способом слоя из негативного фоторезиста на подложку из двуокиси кремния;
- г/отображение структуры от полученного по технологии ядерных фильтров шаблона посредством электронно-лучевого экспонирования на лаковое покрытие;
- д/ вскрывание подложки из двуокиси кремния методом травления с использованием негативного фоторезиста в качестве адгезионной маски;
- е/ удаление остатков негативного фоторезиста
- ж/ перенесение образованных при помощи слоя из двуокиси кремния структур на слой ристона и удаление до основания подложки при помощи реактивного удаления травлением ионными лучами с использованием луча кислородных ионов;
- з/ удаление остатков слоя двуокиси кремния;
- и/ гальваническое выращивание никеля на электропроводящей подложке до толщины слоя ристонового покрытия
- к/ нанесение и структурирование слоя фоторезиста в рамках положительного или негативного процесса с целью обнажения зон ристоновой фольги с никелевой пропиткой, на которых предусматривается исключение проникновения электронов или ионов в полупроводящий материал;

- к/ продолжение операции гальванического выращивания никеля на ололенных зонах маски вплотную до образования непро- ницаемого для ионов слоя никеля;
- л/ удаление остатков фоторезиста;
- м/ вынимание подложки;
- н/ вынимание остатков ристона;
- о/ зажатие дистанционной маски в раму

В более выгодной модификации процесса, где несущая решетчатая структура получается путем травления проходящего по всей поверхности и поэтому менее подвергаемого повреждениям электролитически осаждаемого слоя, вместо вышеупомянутых технологических операций, перечисленных под пунктами а/ до и/ предусматриваются следующие:

- аI/ осаждение первого слоя никеля на подложке, например из кремния или алюминия;
- бI/ нанесение рисунка на слой из никеля;
- вI/ перенесение структуры рисунка на никелевый слой методом травления, преимущественно методом травления ионными лучами
- гI/ удаление рисунка.

Для того, чтобы добиться улучшенного контроля соотношений ширины перемычек и внутренних диаметров отверстия и обеспечить тем самым более высокую устойчивость маски еще одна другая модификация изобретения предусматривает вместо описанных в начальной части операций а/ по и/ следующую процедуру:

- а/2/ нанесение рисунка на подложку
- б2/ продолжение процесса облучения частицами ядерного заряда, бомбардируемыми на подложку до образования на нее в последующем площадок /то-есть "островков"/ со средним диаметром от 0,2 до 1,5 мк
- в2/ гальваническое выращивание никелего слоя покрытия

Пример реализации:

Ниже представляется пояснение смысла изобретения на основании примеров реализации.

Структура шаблона /с рисунком/ с характером ядерного фильтра /"фольга типа "Нуклепор"/, имеющая среднее расстояние между порами порядка 2 мк /сгущенность отверстий в пределах от $2 \dots 8 \cdot 10^7 \cdot 10^{-2}$ / с достаточно малыми изменениями и внутренним диаметром отверстий в пределах от 0,8 до 1,2 мк, переносится при помощи электронно-лучевой экспозиционной установки на первый самый верхний слой нанесенного электронно-лучевого слоя фоторезиста последовательных слоев покрытия фоторезистом, который имеет следующую структуру:

Подложка, преимущественно из кремния или алюминия, ристона с толщиной от 5 до 10 мк, нанесенный электронно-лучевым способом негативный фоторезист. Для экспонирования электронно-лучевого фоторезиста выбирается самый большой растр изображения электронно-лучевой экспозиционной установки / в большинстве случаев 10 мк/. Структура фоторезиста переносится методом плазменно-химического травления на нанесенный катодным распылением слой из двуокиси кремния, служащий маской с травленным рисунком для ристоновой пленки. Перенесение структуры ристоновой пленки производится ионно-лучевым травлением при помощи кислородных ионов. В полученной таким способом структуре решетчатая маска выращивается гальванически до толщины ристоновой пленки. Затем на облеженную ристоновым и никелевым покрытием сторону подложки наносится слой из электронно-лучевого негативного фоторезиста /толщиной от 1 до 2 мк/ и на этой слой покрытия переносятся при помощи электронно-лучевых экспозиционных установок проекционные структуры. По окончании второй операции гальванизации образовался тонкий слой никеля на решетчатой /"сотовой" / маске, обваликивающий проекционные структуры. Затем производится травление подложки и удаляются остатки ристинового покрытия и слоя фоторезиста.

Этим создается устойчивая дистанционная маска, под отверстия с любой конфигурацией которых подкладывается решетка с нерегулярной конфигурацией. Для перенесения проекционной структуры в технологический слой осуществляется индивидуальное облучение при помощи проекционной установки. При этом перемычки между решетками перекрываются лучами. Позиционирование проекционных структур на нерегулярную конфигурацию решетки некритично. Возникающая шероховатость кромок допускает изготовление схем с высокой степенью интеграции. Объем информации, который с целью отображения решетки должен дополнительно обрабатываться на установке для экспонирования электронными лучами, не представляет для установки никакой существенной нагрузки.

Особенно выгодным представляется перенесение структуры шаблона при помощи ионных лучей на чувствительном к ионным лучам негативном фоторезисте, так как экспонирование ионными лучами допускает повышенную по сравнению с экспонированием ионными лучами разрешающую способность. Еще одно улучшение технологии становится возможным при условии добавки молибдена или другого материала вместо чувствительных к ионным лучам негативных фоторезистов и травильной маски на основании двуокиси кремния, причем молибден или другие материалы обладают при бомбардировке ионами характеристическими свойствами негативного фоторезиста.

Пример реализации 2

На подходящую подложку, например из кремния или алюминия, осаждается первый слой никеля толщиной примерно 5 мк, а затем при помощи подходящего адгезива под воздействием нажимного усилия и тепла наносится рисунок. Затем травлением ионным лучом под напряжением 1 кВ и 1 мА/см^2 переносится структура на никелевый слой. При этом плотность тока и напряжение должны выбираться в расчете на исключение усадки или разложения адгезионной маски и соотношения скорости травления $\frac{\text{никель}}{\text{травл. фольга}} \approx 1$. В специфическом случае достигаются $\approx 54 \text{ мм/мин}$ для травления никеля.

При помощи подходящих травильных газов это соотношение можно оптимизировать с таким расчетом, чтобы сохранялись только незначительные остатки маски и чтобы не имелось места существенного вытравливания подложки.

После удаления оставшейся адгезивной маски методом плазменного травления или непрерывного ионно-лучевого травления на эту решетчатую /"сотовую"/ структуру наносится фоторезист или электронный резист и структура рисунка переносится на слой резиста или методом светоптического или ионно-лучевого облучения. После обычного проявления и затвердевания осуществляется гальваническое осаждение второго слоя никеля толщиной примерно 5 мк.

После удаления фоторезиста и вынимания подложки предоставляется в распоряжение нужная свободонесущая дистанционная маска.

Пример реализации 3

Описанная под примером реализации I структура подвергается после наложения исходной фольги предназначенных для таких целей видов фольги на соответствующую подложку такой обработкой, что созданные ядерным излучением "дыры" расплавляются, а на подложке остаются площадки фольги с диаметром около 1 мк. Затем гальваническим путем наносится первый слой никеля толщиной около 5 мк, так, что образовывается гладкая поверхность /сеть из никеля с фольгевыми площадками/. Затем наносится фоторезист или электронный резист, причем структура рисунков переносится по вышеуказанной методике. После гальванического осаждения второго слоя никеля подложка и остатки фольги удаляются в соответствии с примером реализации 2.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления свободносущей дистанционной маски для уменьшающих проекционных систем ^(САС) излучением частиц, причем на электропроводящей подложке гальваническим путем создается слой никеля с достаточно тонкой структурой, причем эта структура генерируется при помощи шаблона и минимум одного вспомогательного слоя, с последующим нанесением изолирующего покрывающего слоя, на который наносится структура рисунка и в котором продолжается процесс гальванизации, так что после отделения системы никелевых слоев от подложки и удаления остатков изолирующей прослойки полученная маска зажимается в раму, характеризующийся тем, что для образования решетки применяется шаблон типа ядерных фильтров, который обладает статистически распределенными порами, диаметр P которых с комбинацией с масштабом уменьшения M проекционной системы с излучением частиц обеспечивает величину в пределах от $P/M = 0,05 \dots 0,2$ мк и среднее расстояние которых составляет максимум $0,2$ мк.
2. Способ изготовления свободносущей дистанционной маски согласно пункту 1, характеризующийся следующими технологическими операциями:
- нанесение слоя ристона на электропроводящую подложку,
 - осаждение слоя из двуокиси кремния на слой ристона;
 - осаждения полученного электронно-лучевым способом слоя негативного фоторезиста на слой из двуокиси кремния;
 - перенесение структуры шаблона при помощи устройства для экспонирования электронными лучами на слой из негативного фоторезиста;
 - вскрытие слоя из двуокиси кремния методом травления с использованием негативного фоторезиста в качестве адгезионной маски;
 - устранение остатков негативного фоторезиста
 - перенесение созданной за счет слоя из двуокиси кремния структуры на слой из ристона и оголение до основания подложки методом реактивного травления ионными лучами с использованием потока лучей кислородных ионов;

- удаление остаточного слоя из двуокиси кремния;
- гальваническое выращивание никеля на электропроводящей подложке до толщины ристонного слоя;
- нанесение и структурирование слоя фоторезиста в позитивном и негативном процессе;
- продолжение процесса гальванического выращивания никеля на оголенных зонах маски;
- удаление остатков фоторезиста;
- вынимание подложек;
- удаление остатков ристона;
- закрепление дистанционной маски в раме.

3. Процесс согласно пункту 2, характеризующийся тем, что структура шаблона переносится методом ионно-лучевого экспонирования на слой ионно-лучевого негативного фоторезиста.

4. Процесс согласно пункту 3, характеризующийся тем, что структура шаблона переносится на материал со свойствами резиста из ионного негатива, преимущественно из молибдена.

5. Способ согласно пункту 1, характеризующийся ниже-следующими технологическими операциями:

- осаждение первого слоя никеля на подложке, преимущественно из кремния или алюминия;
- нанесение рисунка шаблона на слой из никеля;
- перенесение структуры рисунка шаблона на слой из никеля методом травления, преимущественно ионно-лучевого травления
- удаление шаблона
- удаление слоя из фоторезиста или электронного резиста
- перенесение структуры рисунка на слой фоторезиста и проявление
- гальваническое осаждение второго слоя никеля
- удаление фоторезиста и подложки.

6. Способ согласно пункту 1, характеризующийся следующими технологическими операциями:
- нанесение рисунка шаблона на подложку;
 - продолжение процесса облучения /бомбардировки/ ядерными частицами, пока на подложке не остаются фольгевые площадки со средней грануляцией частиц в пределах от 0,2 ...1,5 мк;
 - гальваническое выращивание первого слоя никеля;
 - получение слоя фоторезиста или электронного резиста;
 - перенесение структуры рисунка на слой фоторезиста и проявление;
 - гальваническое осаждение второго слоя никеля
 - удаление фоторезиста, подложки и остатков фольги.
7. Способ по пунктам 2,5 и 6, характеризующийся тем, что толщина покрытия первого слоя никеля может составлять до 10-кратной величины второго слоя покрытия.

Аннотация

Настоящее изобретение касается способа изготовления свободно-несущей дистанционной маски проекционной системы для излучения частиц, которая в частности применяется для избирательного структурирования и/или дотирования в процессе изготовления схем с высокой степенью интеграции.

Цель и задача изобретения сводится к тому, чтобы осуществлять процесс изготовления масок простой и экономически допустимой технологией несмотря на требуемую высокую степень интеграции и необходимую тонину структуры решетки.

При этом под открытые зоны маски подкладывается решетка, реализация которой требует рисунок, объем информации которого не должен превышать тот объем информации, который поддается надежной обработке на устройстве для экспонирования.

В соответствии с изобретением на подложке осаждаются слои с разными характеристическими свойствами, которые структурируются и затем удаляются частично или полностью до получения подложенной устойчивой металлической решеткой структуры маски на подложке, причем для образования структуры решетки применяется специальный рисунок шаблона типа ядерных фильтров со статистическим распределением пор.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zhotovení volně nesené dálkové masky pro zmenšující projekční soustavy s vyzářováním částic, přičemž na elektricky vodivé podložce se galvanicky vytváří vrstva niklu s dostatečně jemnou strukturou, přičemž tato struktura se generuje pomocí šablony a minimálně jedné pomocné vrstvy, s dalším nanášením izolační krycí vrstvy, na kterou se nanáší struktura obrázku a ve které pokračuje proces galvanizace, poněvadž po oddělení soustavy niklových vrstev od podložky a odstranění zbytků izolační mezivrstvy získaná maska se upíná do rámečků, vyznačující se tím, že k vytváření sítky se používá šablona typu jaderných filtrů, která má staticky rozdělené póry, jejichž průměr P v kombinaci s měřítkem zmenšení M projekční soustavy s vyzářováním částic zabezpečuje hodnotu v mezích $P/M = 0,05$ až $0,2 \mu m$ a jejichž střední vzdálenost tvoří maximum $0,2 \mu m$.

2. Způsob zhotovení volně nesené dálkové masky podle bodu 1, vyznačující se tím, že následující technologické operace jsou:

- nanesení vrstvy ristonu na elektricky vodivou podložku,
- nanesení vrstvy kysličníku křemičitého na vrstvu ristonu,
- nanesení získané elektronovým způsobem vrstvy negativního fotoodporu na vrstvu kysličníku křemíku,
- přenesení struktury šablony pomocí elektronového expozičního zařízení na vrstvu z negativního fotoodporu,
- odkrývání vrstvy z kysličníku křemíku způsobem leptání s využitím negativního fotoodporu jako adhezní masky,
- odstraňování zbytků negativního fotoodporu,
- přenášení vnořené, díky vrstvě kysličníku křemíku, struktury na vrstvu z ristonu a odleptání až na základ podložky způsobem reakčního leptání ionizačními paprsky s využitím toku paprsků kyslíkových ionů,
- odstraňování zbylé vrstvy kysličníku křemíku,
- galvanické pěstování niklu na elektricky vodivé podložce do tloušťky ristonové vrstvy,
- nanášení a strukturování vrstvy fotoodporu v pozitivním a negativním procesu,
- pokračování procesu galvanického pěstování niklu na odleptaných místech masky,
- odstraňování zbytků fotoodporu,
- vyjímání podložky,
- odstraňování zbytků ristonu,
- uchycování dálkové masky do rámečků.

3. Proces podle bodu 2, vyznačující se tím, že struktura šablony se přenáší způsobem ionizačního exponování na vrstvu ionového negativního fotoodporu.

4. Proces podle bodu 3, vyznačující se tím, že struktura šablony se přenáší na materiál s vlastnostmi odporu z ionového negativu, především z molybdenu.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že níže uvedené technologické operace jsou:

- nanesení první vrstvy niklu na podložku, především z křemíku nebo hliníku,
- nanesení obrázku šablony na vrstvu niklu,
- přenesení struktury obrázku šablony na vrstvu z niklu leptáním, především ionovým leptáním,
- odstranění šablony,
- odstranění vrstvy z fotoodporu nebo elektronového odporu,
- přenesení struktury obrázků na vrstvu fotoodporu a vyvolávání,
- galvanické nanesení druhé vrstvy niklu,
- odstranění fotoodporu a podložky.

6. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že následující technologické operace jsou:

- nanesení obrázku šablony na podložku,
- pokračování procesu ozařování jadernými částicemi, pokud na podložce nezůstanou foliové plochy se střední granulací částic v rozsahu od 0,2 až 1,5 mkm,
- galvanické pěstování první vrstvy niklu,
- získání vrstvy fotoodporu nebo elektronového odporu,
- přenesení struktury obrázku na vrstvu fotoodporu a vyvolání,
- galvanické nanesení druhé vrstvy niklu,
- odstranění fotoodporu, podložky a zbytků fólie.

7. Způsob podle bodů 2, 5 a 6, vyznačující se tím, že tloušťka povlaku první vrstvy niklu může tvořit až do desetinásobku hodnoty druhé vrstvy povlaku.

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertizy, provedené Úřadem pro vynálezectví a patentnictví, Berlín, DD.