

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202391167** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2023.06.09**

(51) Int. Cl. **B24D 18/00** (2006.01)  
**B24D 3/06** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2020.11.23**

**(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА И ШЛИФОВАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ**

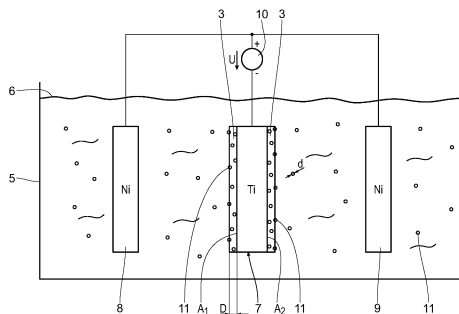
(86) **PCT/EP2020/083079**  
(87) **WO 2022/106040 2022.05.27**

(72) Изобретатель:  
**Шмитт Фабиан (DE)**

(71) Заявитель:  
**АВГУСТ РЮГГЕБЕРГ ГМБХ & КО.  
КГ (DE)**

(74) Представитель:  
**Гольшко Н.Т. (RU)**

(57) Способ изготовления шлифовального инструмента, при котором на вспомогательное тело (7) наносят металлический слой (3). После отделения полученного металлического слоя (3) от вспомогательного тела (7) металлический слой (3) прикрепляют к основе инструмента. Затем на металлический слой (3) наносят шлифовальный слой. Способ позволяет просто и экономично изготавливать шлифовальный инструмент, который можно без ограничений использовать в легких конструкциях.



**A1**

**202391167**

**202391167**

**A1**

## СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА И ШЛИФОВАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Изобретение относится к способу изготовления шлифовального инструмента и к шлифовальному инструменту.

В легких конструкциях применяют компоненты из гибридных материалов (далее также «гибридные компоненты»), в которых в сочетании с легкими металлами используются углепластики. Пластмассы, армированные углеродным волокном, электропроводны и обладают высоким электрохимическим потенциалом, что угрожает легкому металлу образованием коррозии.

Цель предлагаемого изобретения состоит в создании простого и экономичного способа изготовления шлифовального инструмента, который можно без ограничений использовать в легкой конструкции. Шлифовальный инструмент, изготовленный таким способом, должен быть применим, в частности, в аэрокосмической отрасли.

Эта цель достигается созданием способа, имеющего признаки п. 1 формулы изобретения. На вспомогательное тело наносят по меньшей мере один металл, так что образуется металлический слой. Затем полученный металлический слой отделяют от вспомогательного тела. Этот металлический слой предпочтительно является эластичным и/или пластичным. В частности, металлический слой формируется в виде пленки. Затем металлический слой закрепляют на основе инструмента и поверх него наносят шлифовальный слой. Вспомогательное тело предпочтительно выполнено в виде пластины, в частности в виде диска. Шлифовальный слой наносят на металлический слой, например, гальванически.

Металлический слой образует подложку и выбирается в соответствии с требованиями механической обработки легких конструкций. В частности, металлический слой сформирован таким образом, что загрязнение по меньшей мере одним металлом, возникающее при механической обработке, не способствует коррозии гибридных компонентов легкой конструкции. Таким образом, такое загрязнение не приводит к усилению коррозии легкого металла, объединенного с волокнистым композитным материалом, в частности с углепластиком, в составе гибридного компонента.

Предпочтительно, по меньшей мере один металл металлического слоя имеет электрическую проводимость  $\sigma$ , такую что  $1 \times 10^6 \text{ См/м} \leq \sigma \leq 50 \times 10^6 \text{ См/м}$ , более предпочтительно  $5 \times 10^6 \text{ См/м} \leq \sigma \leq 35 \times 10^6 \text{ См/м}$ , еще более предпочтительно  $10 \times 10^6 \text{ См/м} \leq \sigma \leq 20 \times 10^6 \text{ См/м}$ . Предпочтительно,

5 электрическую проводимость  $\sigma$  имеет металл металлического слоя, на который приходится наибольшая массовая доля. Более предпочтительно, все металлы металлического слоя имеют электрическую проводимость  $\sigma$ .

Предпочтительно, по меньшей мере один металл металлического слоя имеет стандартный потенциал  $E^0$ , такой что  $0,35 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,8 \text{ В}$ , более предпочтительно  $0,55 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,6 \text{ В}$ , еще более предпочтительно  $0,75 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,4 \text{ В}$ , еще более предпочтительно  $0,95 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,2 \text{ В}$ . Предпочтительно, стандартный потенциал  $E^0$  имеет металл металлического слоя, на который приходится наибольшая массовая доля. Особо предпочтительно, все металлы металлического слоя имеют стандартный потенциал  $E^0$ .

15 Стандартный потенциал  $E^0$  также называют нормальным потенциалом. Нормальный потенциал соответствует потенциалу стандартного металлического электрода относительно стандартного водородного электрода при температуре  $25^\circ\text{C}$  и давлении  $101,3 \text{ кПа}$ . Нормальный потенциал определен, например, в химической энциклопедии *Römpp Chemielexikon*.

20 Предпочтительно, по меньшей мере один металл металлического слоя является более благородным, чем медь. По меньшей мере один металл металлического слоя имеет стандартный потенциал  $E^0$  выше, чем стандартный потенциал  $E^0$  меди. Особо предпочтительно, все металлы металлического слоя имеют стандартный потенциал  $E^0$  выше, чем стандартный потенциал  $E^0$  меди.

25 Если упомянутый по меньшей мере один металл имеет несколько стандартных потенциалов  $E^0$ , то варианты осуществления и диапазоны относятся к самому высокому стандартному потенциалу  $E^0$ .

Упомянутый по меньшей мере один металл выбирают из следующей группы: никель, нержавеющая сталь, золото.

30 Упомянутый металлический слой предпочтительно содержит по меньшей мере 90 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 95 мас.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 99 мас.%, еще более предпочтительно по

меньшей мере 99,9 мас. % одного металла. Особо предпочтительно, металлический слой целиком состоит только из одного металла.

5            Основа инструмента имеет соединительные средства, в частности ступицу или вал, для зажима и приведения во вращение шлифовального инструмента. Основа инструмента имеет, например, пластинчатую форму. Основа инструмента предпочтительно не содержит металла. Основа инструмента предпочтительно изготовлена исключительно из неметаллических материалов. Основа инструмента содержит по меньшей мере один материал, выбранный из следующей группы: вулканизированное волокно, полиэстер, 10 стекловолокно, углеродное волокно, хлопок, пластик. Основа инструмента может иметь как однослойное, так и многослойное строение. Основа инструмента является гибкой и/или жесткой, по меньшей мере на некоторых участках.

            Шлифовальный слой содержит связующее и абразивные зерна. 15 Связующее содержит по меньшей мере один материал, выбранный из следующей группы: терморезактивные материалы, эластомеры, термопласты, синтетические смолы. Связующее предпочтительно представляет собой терморезактивную смолу, в частности фенольную смолу или эпоксидную смолу. Фенольная смола представляет собой, например, резол или новолак. 20 Связующее может быть нанесено на основу инструмента беспорядочным образом.

            Абразивные зерна могут иметь как геометрически определенную, так и геометрически неопределенную форму. Абразивные зерна содержат по меньшей мере один материал, выбранный из следующей группы: керамика, 25 корунд, в частности корунд циркония и оксид алюминия, алмаз, кубический кристаллический нитрид бора, карбид кремния, карбид вольфрама. Абразивные зерна можно наносить как в один слой, так и в несколько слоев.

            Предпочтительно, сначала на основе инструмента закрепляют металлический слой, а затем на металлический слой наносят шлифовальный 30 слой. Первая сторона металлического слоя соединена с основой инструмента, а противоположная его сторона соединена со шлифовальным слоем.

            Способ по п. 2 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Вспомогательное тело

образует на поверхности пассивный слой, который предотвращает сильное прилипание металлического слоя к вспомогательному телу, так что металлический слой легко отделяем от вспомогательного тела.

Вспомогательное тело подходит для гальванического покрытия или

5 гальванического нанесения металлического слоя. Вспомогательное тело легко чистится и может использоваться повторно. Предпочтительно, вспомогательное тело содержит по меньшей мере 90 мас.% титана, более предпочтительно по меньшей мере 95 мас.% титана, еще более предпочтительно по меньшей мере 99 мас.% титана, еще более предпочтительно по меньшей мере 99,9 мас.%  
10 титана. Особо предпочтительно, вспомогательное тело содержит 100 мас.% титана.

Способ по п. 3 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента, неограниченно применимого в легких конструкциях. Предпочтительно, металлический слой  
15 содержит по меньшей мере 90 мас.% никеля, более предпочтительно по меньшей мере 95 мас.% никеля, еще более предпочтительно по меньшей мере 99 мас.% никеля, еще более предпочтительно по меньшей мере 99,9 мас.% никеля. Особо предпочтительно, металлический слой содержит 100 мас.% никеля. Слой металла или слой никеля легко отделяется от вспомогательного  
20 тела. Слой металла или слой никеля предпочтительно является эластичным и/или пластичным. Благодаря низкой электрической проводимости  $\sigma$  и/или высокому стандартному потенциалу  $E^0$  никель не способствует коррозии гибридных компонентов в легких конструкциях. Поэтому загрязнение никелем, который остается на гибридном компоненте после обработки гибридного  
25 компонента с помощью шлифовального инструмента, не представляет проблемы.

Способ по п. 4 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. С одной стороны, толщина слоя D должна обеспечивать достаточную связность металлического  
30 слоя, так чтобы его можно было отделить от вспомогательного тела и соединить с основой инструмента. С другой стороны, толщина слоя D должна гарантировать, что металлический слой является достаточно эластичным или

гибким и/или пластичным, чтобы его можно было приспособить к форме основы инструмента. В частности, металлический слой выполняется в виде пленки.

Способ по п. 5 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. При нанесении гальванического покрытия металлический слой равномерно покрывает вспомогательное тело. Процессом нанесения покрытия легко управлять.

Способ по п. 6 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Для гальванического покрытия вспомогательное тело и по меньшей мере одно металлическое тело для покрытия помещают в электролит. Вспомогательное тело и по меньшей мере одно металлическое тело для покрытия соединены с источником напряжения. Вспомогательное тело образует катод, а металлические тела для покрытия образуют анод. Вспомогательное тело предпочтительно выполнено в виде пластины, в частности в виде диска. По меньшей мере одно первое металлическое тело для покрытия расположено на первой стороне вспомогательного тела, а по меньшей мере одно второе металлическое тело для покрытия расположено на второй стороне вспомогательного тела. Это позволяет нанести металлический слой на две стороны вспомогательного тела. Электролит предпочтительно размещают в емкости.

Способ по п. 7 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Благодаря тому, что электролит и твердые частицы образуют суспензию, твердые частицы могут быть введены в слой металла и/или нанесены на слой металла во время нанесения гальванического покрытия вспомогательного тела. Это увеличивает шероховатость поверхности металлического слоя, так что улучшается его сцепление с основой инструмента и/или шлифовальным слоем. Предпочтительно, электролит приводят в движение, чтобы твердые частицы не осаждались и находились во взвешенном состоянии. Предпочтительно, по меньшей мере 70 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 80 мас.%, особо предпочтительно по меньшей мере 90 мас.% твердых частиц имеют диаметр зерен  $d$ , такой что  $0,015 \text{ мм} \leq d \leq 0,15 \text{ мм}$ , предпочтительно  $0,03 \text{ мм} \leq d \leq 0,12 \text{ мм}$ , более предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq d \leq 0,1 \text{ мм}$ . Твердые

частицы выбирают из следующей группы: керамические частицы, стеклянные частицы и/или частицы кварца или зерна кварца.

Способ по п. 8 обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Твердые частицы увеличивают шероховатость поверхности металлического слоя, так что улучшается связь с основой инструмента и/или шлифовальным слоем. Предпочтительно, по меньшей мере 70 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 80 мас.%, особо предпочтительно по меньшей мере 90 мас.% твердых частиц имеют диаметр зерен  $d$ , такой что  $0,015 \text{ мм} \leq d \leq 0,15 \text{ мм}$ , более предпочтительно  $0,03 \text{ мм} \leq d \leq 0,12 \text{ мм}$ , еще более предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq d \leq 0,1 \text{ мм}$ . Твердые частицы выбирают из следующей группы: керамические частицы, стеклянные частицы и/или частицы кварца или зерна кварца.

Способ по п. 9 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Металлический слой предпочтительно имеет повышенную шероховатость поверхности благодаря введенным и/или нанесенным твердым частицам, так что улучшается адгезионная связь между основой инструмента и металлическим слоем. В частности, твердые частицы улучшают сшивание клея, что делает соединение более прочным. Предпочтительно, на основу инструмента и/или на металлический слой наносят клейкий слой. В частности, клеевое соединение осуществляют под давлением, более высоким, чем давление окружающей среды, и/или при температуре, более высокой, чем температуре окружающей среды. Предпочтительно, склеивание осуществляют с помощью пресса, который может быть нагрет.

Способ по п. 10 формулы изобретения обеспечивает неограниченную применимость шлифовального инструмента в легких конструкциях. Благодаря тому, что металлический слой, а также вспомогательное тело не содержат меди, предотвращено загрязнение медью гибридного компонента, обработанного с помощью шлифовального инструмента. Вспомогательное тело и/или металлический слой совсем не содержат меди. Таким образом, отсутствует риск коррозии из-за обработки гибридного компонента с помощью шлифовального инструмента.

Кроме того, целью изобретения является создание шлифовального инструмента, который можно было бы изготовить просто и экономично и который можно было бы использовать без ограничений в легкой конструкции. В частности, шлифовальный инструмент предназначен для неограниченного использования в аэрокосмической промышленности.

Эта цель достигается с помощью шлифовального инструмента, имеющего признаки п. 11 формулы изобретения. Преимущества предлагаемого шлифовального инструмента соответствуют преимуществам предлагаемого способа. В частности, предлагаемый шлифовальный инструмент может быть дополнительно выполнен по меньшей мере с одним признаком, описанным в связи с пп. 1-10 формулы изобретения, и предлагаемым способом изготовления шлифовального инструмента.

Шлифовальный инструмент по п. 12 формулы изобретения обеспечивает неограниченную применимость в легкой конструкции. Предпочтительно, металлический слой содержит по меньшей мере 90 мас.% никеля, более предпочтительно по меньшей мере 95 мас.% никеля, еще более предпочтительно по меньшей мере 99 мас.% никеля, еще более предпочтительно по меньшей мере 99,9 мас.% никеля. Особо предпочтительно, металлический слой содержит 100 мас.% никеля. Металлический слой или слой никеля легко отделяется от вспомогательного тела. Предпочтительно, металлический слой или слой никеля является эластичным и/или пластичным. Металлический слой или слой никеля предпочтительно выполнен в виде пленки. Благодаря низкой электрической проводимости  $\sigma$  и/или высокому стандартному потенциалу  $E^0$  никель не способствует коррозии гибридных компонентов в легких конструкциях. Поэтому загрязнение никелем, который остается на гибридном компоненте после обработки гибридного компонента с помощью шлифовального инструмента, не представляет проблемы.

Шлифовальный инструмент по п. 13 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. С одной стороны, толщина слоя D должна обеспечивать достаточную связность металлического слоя, чтобы его можно было отделить от вспомогательного тела и соединить с основой инструмента. С другой стороны, толщина слоя D должна гарантировать, что металлический слой является достаточно эластичным или



гибким и/или пластичным, чтобы его можно было приспособить к форме основы инструмента. В частности, металлический слой выполнен в виде пленки.

Шлифовальный инструмент по п. 14 формулы изобретения обеспечивает простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Твердые частицы увеличивают шероховатость поверхности металлического слоя, так что  
5 улучшается связь с основой инструмента и/или шлифовальным слоем. Предпочтительно, по меньшей мере 70 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 80 мас.%, особо предпочтительно по меньшей мере 90 мас.% твердых частиц имеют диаметр зерен  $d$ , такой что  $0,015 \text{ мм} \leq d \leq 0,15 \text{ мм}$ , более  
10 предпочтительно  $0,03 \text{ мм} \leq d \leq 0,12 \text{ мм}$ , еще более предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq d \leq 0,1 \text{ мм}$ . Твердые частицы выбирают из следующей группы: керамические частицы, стеклянные частицы и/или частицы кварца или зерна кварца.

Шлифовальный инструмент по п. 15 формулы изобретения обеспечивает  
15 простое и экономичное изготовление шлифовального инструмента. Металлический слой предпочтительно имеет повышенную шероховатость поверхности благодаря введенным и/или нанесенным твердым частицам, так что улучшается адгезионная связь между основой инструмента и  
металлическим слоем. В частности, твердые частицы улучшают сшивание клея,  
20 что делает соединение более прочным.

Шлифовальный инструмент по п. 16 обеспечивает неограниченную применимость шлифовального инструмента в легкой конструкции. Благодаря тому, что металлический слой не содержит меди, предотвращено загрязнение медью гибридного компонента конструкции, обработанного с помощью  
25 шлифовального инструмента. Металлический слой совсем не содержит меди. Таким образом, отсутствует риск коррозии из-за обработки гибридного компонента с помощью шлифовального инструмента.

Эта цель также достигается с помощью шлифовального инструмента по п. 17 формулы изобретения.

30 Еще один независимый аспект изобретения относится к применению шлифовального инструмента согласно по меньшей мере одному из пп. 11-17 формулы изобретения для обработки деталей, в частности гибридных компонентов легкой конструкции. Такие гибридные компоненты содержат

волокнистый композитный материал, например, содержащий углеродные волокна и/или стекловолокна, и легкий металл, например алюминий, магний и/или титан.

Другие признаки, преимущества и детали изобретения станут очевидны из последующего подробного описания варианта осуществления изобретения, проиллюстрированного на прилагаемых графических материалах (чертежах).

На фиг. 1 представлена блок-схема способа изготовления шлифовального инструмента.

На фиг. 2 схематично изображена установка для получения фольгообразных металлических слоев.

На фиг. 3 в разрезе изображена основа инструмента с прикрепленным к ней металлическим слоем.

На фиг. 4 в разрезе изображен шлифовальный инструмент, изготовленный согласно блок-схеме, представленной на фиг. 1.

Шлифовальный инструмент 1 служит для обработки деталей, в частности гибридных компонентов легких конструкций. Такие гибридные компоненты содержат волокнистый композитный материал и легкий металл. Волокнистый композитный материал содержит, например, углеродные волокна.

Для получения шлифовального инструмента 1 на стадии  $S_1$  получают металлический слой 3 или металлические слои 3. Предусмотрено устройство для изготовления пленкообразных металлических слоев 3. Это устройство проиллюстрировано на фиг. 2. Оно содержит емкость 5, наполненную электролитом 6. В среду электролита 6 помещено вспомогательное тело 7, служащее осаждающей средой. Вспомогательное тело 7 имеет пластинчатую форму и содержит две поверхности  $A_1$  и  $A_2$  для нанесения металлических слоев 3.

В среду электролита 6 помещены также первое металлическое тело 8 для покрытия и второе металлическое тело 9 для покрытия. Металлическое тело 8 обращено к первой поверхности  $A_1$  осаждения, а металлическое тело 9 обращено ко второй поверхности  $A_2$  осаждения. Вспомогательное тело 7 электрически соединено с отрицательным полюсом источника 10 напряжения, а металлические тела 8, 9 для покрытия электрически соединены с

положительным полюсом источника 10 напряжения. Источник 10 напряжения генерирует регулируемое напряжение  $U$ .

5 Вспомогательное тело 7 содержит по меньшей мере 90 мас. % титана, предпочтительно по меньшей мере 95 мас. % титана, более предпочтительно по меньшей мере 99 мас. % титана, еще более предпочтительно по меньшей мере 99,9 мас. % титана. Особо предпочтительно, вспомогательное тело 7 содержит 100 мас. % титана.

10 Металлические тела 8, 9 для покрытия предпочтительно состоят из металла, выбранного из следующей группы: никель, нержавеющая сталь, золото. Металлические тела 8, 9 содержат, например, не менее 90 мас. % никеля, предпочтительно не менее 95 мас. % никеля, более предпочтительно не менее 99 мас. % никеля, еще более предпочтительно не менее 99,9 мас. % никеля. Металлические тела 8, 9 особо предпочтительно содержат 100 мас. % никеля.

15 Предпочтительно, по меньшей мере один металл металлического слоя 3 имеет электрическую проводимость  $\sigma$ , такую что  $1 \times 10^6 \text{ См/м} \leq \sigma \leq 50 \times 10^6 \text{ См/м}$ , предпочтительно  $5 \times 10^6 \text{ См/м} \leq \sigma \leq 35 \times 10^6 \text{ См/м}$ , более предпочтительно  $10 \times 10^6 \text{ См/м} \leq \sigma \leq 20 \times 10^6 \text{ См/м}$ . Предпочтительно, электрическую проводимость  $\sigma$  имеет металл металлического слоя 3, на который приходится наибольшая 20 массовая доля. Особо предпочтительно, все металлы металлического слоя 3 имеют электрическую проводимость  $\sigma$ .

25 Предпочтительно, по меньшей мере один металл металлического слоя 3 имеет стандартный потенциал  $E^0$ , такой что  $0,35 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,8 \text{ В}$ , более предпочтительно  $0,55 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,6 \text{ В}$ , еще более предпочтительно  $0,75 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,4 \text{ В}$ , еще более предпочтительно,  $0,95 \text{ В} \leq E^0 \leq 1,2 \text{ В}$ . Предпочтительно, стандартный потенциал  $E^0$  имеет металл металлического слоя 3, на который приходится наибольшая массовая доля. Особо предпочтительно, все металлы металлического слоя 3 имеют стандартный потенциал  $E^0$ .

30 Стандартный потенциал  $E^0$  также называют нормальным потенциалом. Нормальный потенциал соответствует потенциалу стандартного металлического электрода относительно стандартного водородного электрода при температуре 25°C и давлении 101,3 кПа. Нормальный потенциал определен, например, в химической энциклопедии *Römpp Chemielexikon*

Предпочтительно, по меньшей мере один металл металлического слоя 3 является более благородным, чем медь. По меньшей мере один металл металлического слоя 3 имеет стандартный потенциал  $E^0$  выше, чем стандартный потенциал  $E^0$  меди. Предпочтительно, все металлы

5 металлического слоя 3 имеют стандартный потенциал  $E^0$  выше, чем стандартный потенциал  $E^0$  меди.

Если упомянутый по меньшей мере один металл имеет несколько стандартных потенциалов  $E^0$ , то варианты осуществления и диапазоны относятся к самому высокому стандартному потенциалу  $E^0$ .

10 Упомянутый по меньшей мере один металл выбирают из следующей группы: никель, нержавеющая сталь, золото.

В среде электролита 6 находятся твердые частицы 11. Электролит 6 и твердые частицы 11 образуют суспензию. Для этой цели устройство имеет средства для создания движения или потока в электролите 6 (не показаны).

15 Твердые частицы 11 имеют размер зерна или диаметр зерна  $d$ . Диаметр зерна  $d$  таков, что  $0,015 \text{ мм} \leq d \leq 0,15 \text{ мм}$ , предпочтительно  $0,03 \text{ мм} \leq d \leq 0,12 \text{ мм}$ , более предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq d \leq 0,1 \text{ мм}$ . Твердые частицы выбирают из следующей группы: керамические частицы, стеклянные частицы и/или частицы кварца или зерен кварца.

20 На стадии  $S_2$  на вспомогательном теле 7 гальванически осаждают металлические слои 3. Для этого подают напряжение  $U$ . Вспомогательное тело 7 образует катод, а металлические тела 8, 9 для покрытия образуют аноды. Атомы никеля отрываются от металлических тел 8, 9 и перемещаются в среде электролита 6 к поверхностям осаждения  $A_1$  и  $A_2$ . Атомы никеля осаждаются на

25 поверхностях  $A_1$  и  $A_2$ , так что на вспомогательном теле 7 образуются металлические слои 3. Металлические слои 3, нанесенные на поверхности осаждения  $A_1$  и  $A_2$ , показаны на фиг. 2.

Благодаря тому что электролит 6 и твердые частицы 11 образуют суспензию, в процессе гальванического осаждения твердые частицы 11

30 внедряются в металлические слои 3 и/или наносятся на металлические слои 3. Твердые частицы 11 увеличивают шероховатость поверхности металлических слоев 3.

Когда металлические слои 3 приобретают желаемую толщину слоя D, процесс осаждения завершают, отключая напряжение U. Предпочтительно, толщина слоя D находится в пределах  $0,005 \text{ мм} \leq D \leq 1,5 \text{ мм}$ , более предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq D \leq 1,2 \text{ мм}$ , еще более предпочтительно  $0,1 \text{ мм} \leq D \leq 1 \text{ мм}$ . Вспомогательное тело 7, металлические тела 8, 9 для покрытия и металлические слои 3 совсем не содержат меди.

На стадии S<sub>3</sub> металлические слои 3 отделяют от вспомогательного тела 7. Это делают, например, сдергивая металлические слои 3 со вспомогательного тела 7. Пленкообразные металлические слои 3 являются эластичными или гибкими и пластичными. После отделения металлических слоев 3 вспомогательное тело 7 можно снова подвергать гальванической обработке для получения металлических слоев 3. Это делают способом, описанным выше. При необходимости вспомогательное тело 7 очищают. При необходимости металлические тела 8, 9 для покрытия обновляют, а в электролит 6 добавляют твердые частицы 11.

На стадии S<sub>4</sub> один из отделенных металлических слоев 3 прикрепляют к основе 2 инструмента. Для этого на основу 2 инструмента предварительно наносят клеевой слой 12. Затем на клеевом слое 12 размещают металлический слой 3. Благодаря тому, что металлический слой 3 является эластичным или гибким и пластичным, он приспособливается к форме основы 2. Металлический слой 3 прижимают к основе 2 под давлением  $p$ . Под действием давления  $p$  при заданной температуре  $T$  слой 12 отверждается. После отверждения клеевого слоя 12 металлический слой 3 прочно прикреплен к основе 2. Это показано на фиг. 3. Если металлический слой 3 выступает за основу 2, то выступающие части металлического слоя 3 удаляют.

Благодаря тому что твердые частицы 11 увеличивают шероховатость поверхности металлического слоя 3, сшивка клея или клеевого слоя 12 увеличивается, что увеличивает прочность связи между основой 2 и металлическим слоем 3.

Основа 2 имеет соединительное средство 13 для зажима и приведения во вращение шлифовального инструмента 1 посредством привода (не показан). Соединительное средство 13 выполнено, например, в виде отверстия. Привод инструмента предпочтительно управляем вручную. Основа 2 выполнена,

например, в форме пластины. Основа 2 содержит по меньшей мере один материал из следующей группы: вулканизированное волокно, полиэстер, стекловолокно, углеродное волокно, хлопок, пластик. Основа 2 может иметь как однослойное, так и многослойное строение. Основа 2 является гибкой и/или жесткой по меньшей мере в некоторых областях.

На стадии  $S_5$  на металлический слой 3 наносят шлифовальный слой 4. Шлифовальный слой 4 содержит связующее 14 и абразивные зерна 15, 16. Связующее 14 с внедренными в него абразивными зернами 15 наносят на металлический слой 3. На сторону связующего 14, обращенную от металлического слоя 3, наносят дополнительные абразивные зерна 16. При отверждении связующего 14 к металлическому слою 3 и основе 2 инструмента прикрепляют шлифовальный слой 4. Повышенная шероховатость поверхности металлического слоя 3 за счет внедренных твердых частиц 11 улучшает сцепление между металлическим слоем 3 и шлифовальным слоем 4.

Благодаря тому что обрабатывающий инструмент 1 совсем не содержит меди, он пригоден для обработки деталей, в частности гибридных компонентов конструкций в аэрокосмической отрасли. Отсутствие меди предотвращает усиление коррозии из-за загрязнения металлом или никелем после механической обработки компонента предлагаемым шлифовальным инструментом 1.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Способ изготовления шлифовального инструмента, включающий следующие стадии:

- 5 - обеспечение наличия вспомогательного тела (7),  
- нанесение на вспомогательное тело (7) металлического слоя (3),  
- отделение полученного металлического слоя (3) от вспомогательного тела (7),  
- прикрепление металлического слоя (3) к основе (2) инструмента, и  
- нанесение на металлический слой (3) шлифовального слоя (4).

10

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что вспомогательное тело (7) содержит титан.

15

3. Способ по любому из пп. 1 или 2, отличающийся тем, что металлический слой (3) содержит никель.

20

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что металлический слой (3) наносят с толщиной  $D$ , такой что  $0,005 \text{ мм} \leq D \leq 1,5 \text{ мм}$ , предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq D \leq 1,2 \text{ мм}$ , более предпочтительно  $0,1 \text{ мм} \leq D \leq 1 \text{ мм}$ .

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что металлический слой (3) наносят на вспомогательное тело (7) гальванически.

25

6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что вспомогательное тело (7) и по меньшей мере одно металлическое тело (8, 9) для покрытия располагают в среде электролита (6).

30

7. Способ по любому из пп. 5 или 6, отличающийся тем, что образуют суспензию электролита (6) и твердых частиц (11).

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что твердые частицы (11) вводят в металлический слой (3) и/или наносят на металлический слой (3).

35

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что металлический слой (3) прикрепляют к основе (2) инструмента приклеиванием.

5 10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что вспомогательное тело (7) и/или металлический слой (3) не содержат меди.

11. Шлифовальный инструмент, содержащий  
- основу (2) инструмента,

10 - металлический слой (3), прикрепленный к основе (2) инструмента, и  
- шлифовальный слой (4), прикрепленный к металлическому слою (3).

12. Шлифовальный инструмент по п. 11, отличающийся тем, что металлический слой (3) содержит никель.

15

13. Шлифовальный инструмент по любому из пп. 11 или 12, отличающийся тем, что металлический слой (3) имеет толщину  $D$ , такую что  $0,005 \text{ мм} \leq D \leq 1,5 \text{ мм}$ , предпочтительно  $0,05 \text{ мм} \leq D \leq 1,2 \text{ мм}$ , более предпочтительно  $0,1 \text{ мм} \leq D \leq 1 \text{ мм}$ .

20

14. Шлифовальный инструмент по любому из пп. 11-13, отличающийся тем, что в металлическом слое (3) и/или на металлическом слое (3) расположены твердые частицы (11).

25

15. Шлифовальный инструмент по любому из пп. 11-14, отличающийся тем, что металлический слой (3) прикреплен к основе инструмента (2) приклеиванием.

30

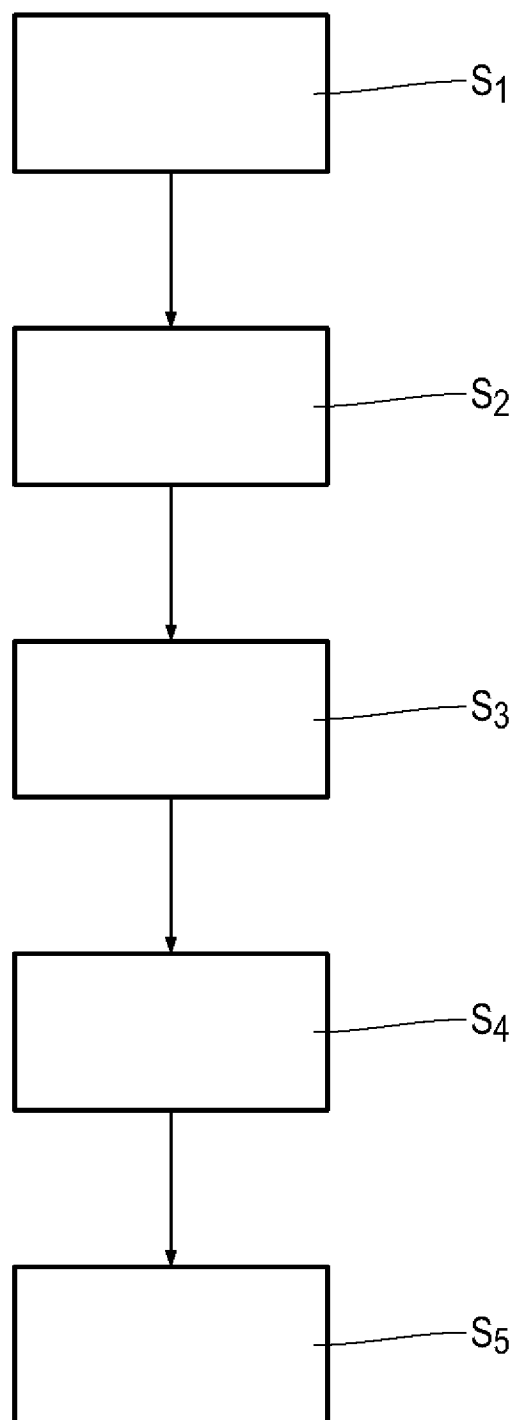
16. Шлифовальный инструмент по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что металлический слой (3) не содержит меди.

17. Шлифовальный инструмент, изготовленный способом по любому из пп. 1-10.

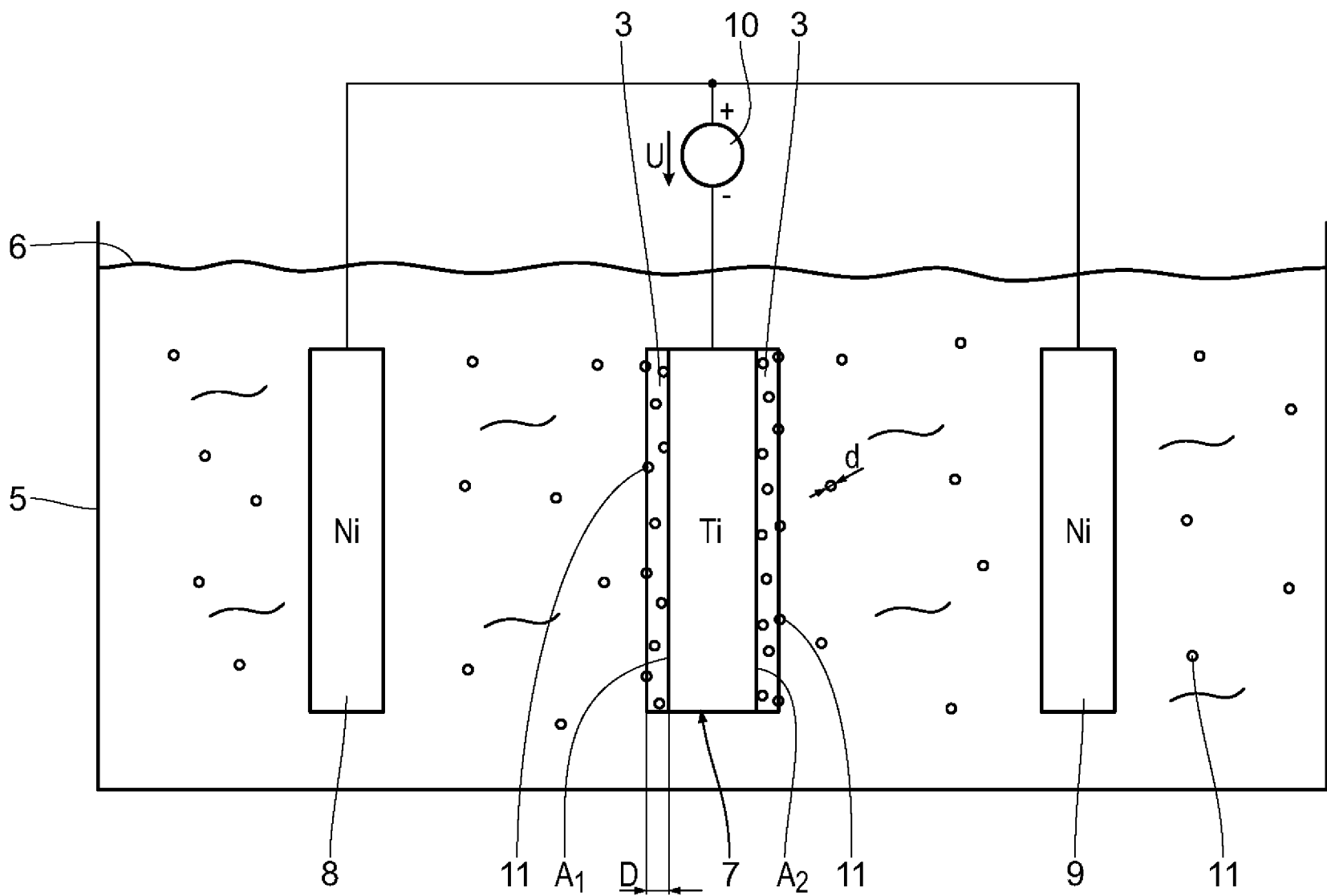


Способ изготовления шлифовального инструмента  
и шлифовальный инструмент

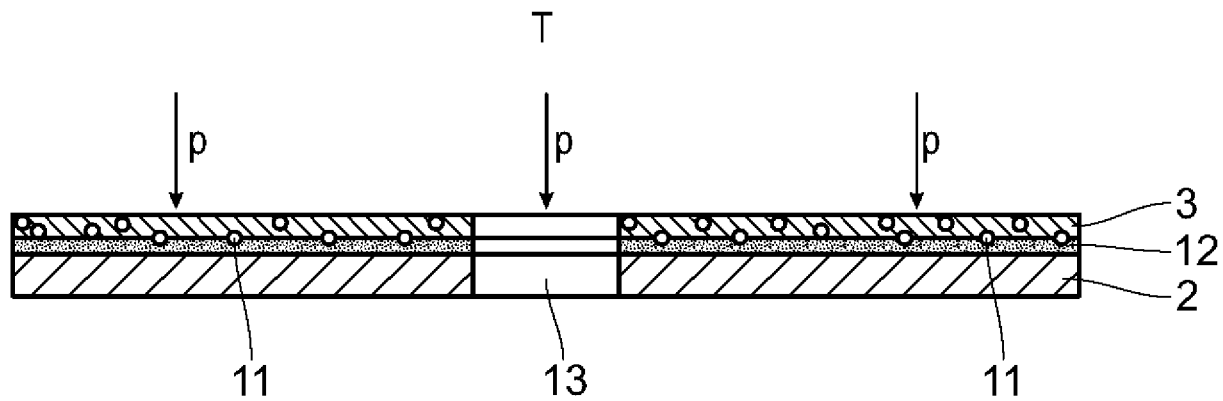
1/3



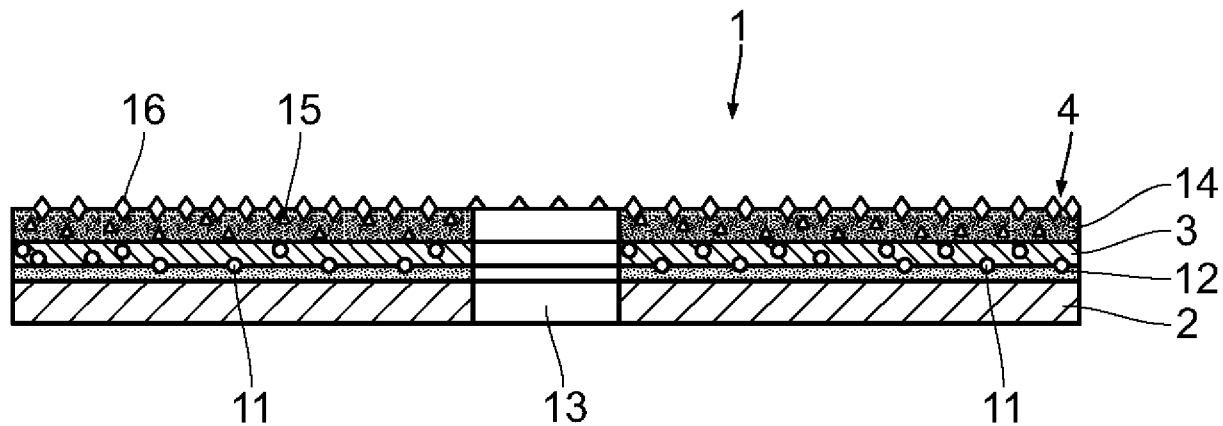
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4