



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011124293/12, 20.11.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.11.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.11.2008 FR 0858102

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2013 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 20.07.2014 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 0004922968 A1, 08.05.1990. US 0006283168 B1, 04.09.2001. US 20030056847 A1, 27.03.2003. RU 2225902 C1, 20.03.2004. RU 2274686 C2, 20.04.2006 . US 0004958663 A1, 25.09.1990

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 28.06.2011

(86) Заявка РСТ:
FR 2009/052236 (20.11.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/061101 (03.06.2010)

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", С.В. Новоселовой

(72) Автор(ы):

КУП Доминик (FR),
БУЙОН Эрик (FR),
ДАМБРИН Бруно (FR)

(73) Патентообладатель(и):

СНЕКМА ПРОПЮЛЬСЬОН СОЛИД (FR)

(54) ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ СТРУКТУРЫ, ИМЕЮЩЕЙ ПЕРЕМЕННУЮ ТОЛЩИНУ, ПУТЕМ ТРЕХМЕРНОГО ТКАНЯ

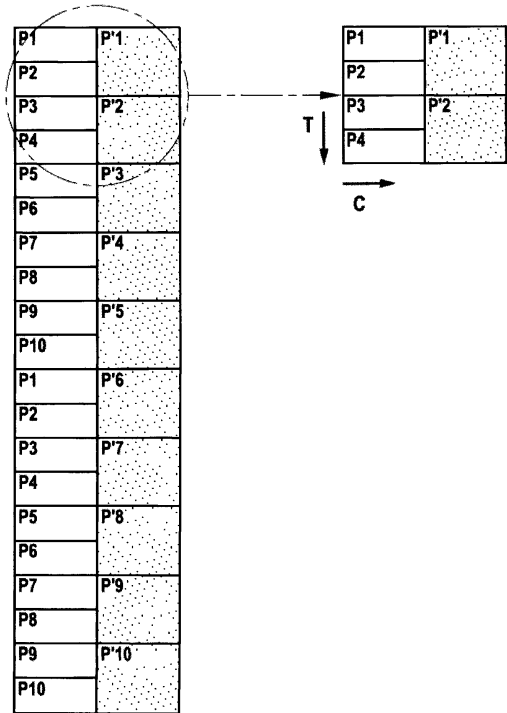
(57) Реферат:

Изобретение относится к изготовлению волокнистой структуры, имеющей переменную толщину, путем трехмерного тканья. Волокнистую структуру изготавливают путем трехмерного многослойного тканья с толщиной в направлении, перпендикулярном направлению (С) основы и направлению (Т) утка, которая изменяется вдоль направления основы с сохранением одного и того же числа нитей основы, вовлеченных в тканье на всех уровнях волокнистой структуры вдоль направления основы. При переходе в направлении основы от

первого участка волокнистой структуры ко второму участку волокнистой структуры, имеющему толщину больше толщины первого участка, уменьшают число плоскостей основы и увеличивают число слоев нитей основы без изменения числа нитей основы путем образования, по меньшей мере, одной плоскости (P1,...) основы на втором участке нитями основы, исходящими, по меньшей мере, от двух различных плоскостей (P1, P2,...) основы на первом участке. Технический результат заключается в том, чтобы локально увеличивать весовой номер и/или

плотность переплетения нитей утка или основы, чтобы снизить способность к уменьшению толщины в процессе придания формы полученной

путем трехмерного тканья волокнистой структуре посредством обжима. 4 н. и 8 з.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 2

R U 2 5 2 3 2 5 1 C 2

R U 2 5 2 3 2 5 1 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011124293/12, 20.11.2009**

(24) Effective date for property rights:
20.11.2009

Priority:

(30) Convention priority:
28.11.2008 FR 0858102

(43) Application published: **10.01.2013** Bull. № 1

(45) Date of publication: **20.07.2014** Bull. № 20

(85) Commencement of national phase: **28.06.2011**

(86) PCT application:
FR 2009/052236 (20.11.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/061101 (03.06.2010)

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT",
S.V. Novoselovoj**

(72) Inventor(s):

**KUP Dominik (FR),
BUJON Ehrik (FR),
DAMBRIN Bruno (FR)**

(73) Proprietor(s):

SNEKMA PROPJUL'SON SOLID (FR)

(54) **MANUFACTURE OF FIBROUS STRUCTURE HAVING VARIABLE THICKNESS, BY THREE-DIMENSIONAL WEAVING**

(57) Abstract:

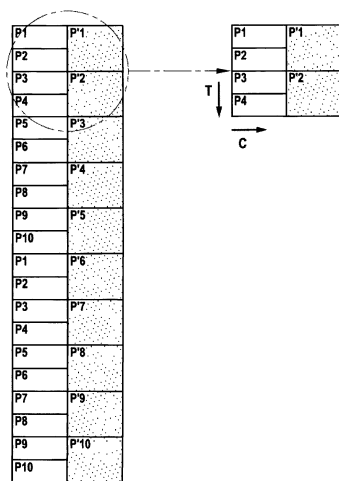
FIELD: textiles, paper.

SUBSTANCE: invention relates to the manufacture of the fibrous structure having a variable thickness, by three-dimensional weaving. The fibrous structure is manufactured by three-dimensional laminate weaving with the thickness in a direction perpendicular to the direction (C) of the warp and the direction (T) of weft that varies along the warp direction while maintaining the same number of warp threads involved in weaving in all levels of the fibrous structure along the direction of the warp. Upon transition in the warp direction from the first part of the fibrous structure to the second part of the fibrous structure having a thickness greater than the thickness of the first part, the number of planes of warp is reduced and the number of layers of warp threads is increased with no change in the number of warp threads by forming at least one plane (P1, ...) of warp in the second part with the warp threads passing at least from two different planes (P1, P2, ...) of warp

in the first part.

EFFECT: technical result is to increase locally the weight ratio and/or density of weaving the weft or warp threads, to reduce the ability to decrease in thickness during shaping the fibrous structure obtained by the three-dimensional weaving by means of squeezing.

12 cl, 8 dwg



Фиг. 2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к изготовлению волокнистой структуры, имеющей переменную толщину, путем трехмерного тканья.

Под трехмерным тканьем здесь имеется в виду многослойное тканье с использованием множества слоев нитей утка и множества слоев нитей основы, причем нити основы связывают между собой нити утка различных слоев. Могут использоваться различные типы переплетения трехмерного тканья, например интерлочное, многослойное атласное, многослойное полотняное, многослойное саржевое переплетение. В этом отношении можно сослаться на патентный документ WO 2006/136755, содержание которого включено в данное описание в качестве ссылки.

Областью применения изобретения является изготовление тканых путем трехмерного тканья волокнистых структур, из которых могут быть получены волокнистые преформы, предназначенные для изготовления изделий из композиционного материала.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Обычный процесс изготовления изделия из композиционного материала включает формирование волокнистой преформы (заготовки), которая предназначена для образования волокнистого каркаса изделия и имеет форму, близкую к форме изделия, и уплотнение волокнистой преформы матрицей. Матрица может представлять собой полимер или, в случае композиционного материала, называемого термоструктурным, жаропрочный материал, такой как углерод или керамика.

Известным образом матрица из полимера может быть получена путем пропитки или способом инъекции полиэфирной смолы (RTM - от англ. «Resin Transfer Moulding» - способ инъекции полиэфирной смолы). Углеродная или керамическая матрица может быть получена жидким способом (пропиткой полимером - предшественником углерода или керамики и преобразованием предшественника посредством пиролиза) или газовым способом (CVI - Chemical Vapor Infiltration - способ химического осаждения из газовой фазы).

Среди различных известных технологий изготовления волокнистых структур, которые предназначены, после придания им формы, для образования волокнистой преформы изделия из композиционного материала, трехмерное тканье имеет преимущества в том отношении, что позволяет в ходе одной операции получать толстую многослойную волокнистую структуру, имеющую хорошую связность.

Однако возникают трудности, когда подлежащая изготовлению преформа имеет форму, которую трудно или даже невозможно получить непосредственно путем классического трехмерного тканья, в частности, когда она должна иметь значительное изменение толщины в направлении, перпендикулярном направлениям основы и утка.

Решение этой задачи может заключаться в том, чтобы изготавливать путем трехмерного тканья волокнистую структуру, имеющую максимальную толщину будущей преформы, и получать преформу посредством обрезки волокнистой структуры. Однако кроме связанных с этим потерь материала такое решение имеет неудобство в том, что нужно разрезать нити с риском снижения механической прочности преформы.

Другое решение может заключаться в том, чтобы локально увеличивать весовой номер (и, таким образом, поперечное сечение) и/или плотность переплетения нитей утка или основы, чтобы снизить способность к уменьшению толщины в процессе придания формы полученной путем трехмерного тканья волокнистой структуре посредством обжима. Однако это решение имеет ограниченный эффект. В частности, весовой номер может быть увеличен только до предельной величины, за пределами которой тканье становится слишком трудным и даже невозможным.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с изобретением предложен лишенный указанных недостатков способ изготовления путем трехмерного тканья волокнистой структуры, имеющей переменную толщину.

5 Согласно первому примеру осуществления изобретения поставленная задача решена в способе изготовления волокнистой структуры путем трехмерного многослойного тканья, причем волокнистая структура имеет толщину в направлении, перпендикулярном направлению основы и утка, которая изменяется вдоль направления основы, с сохранением одного и того же числа нитей основы, вовлеченных в тканье (т.е. переплетаемых) на всех уровнях волокнистой структуры вдоль направления основы, при этом в способе в соответствии с первым аспектом при переходе в направлении основы от первого участка волокнистой структуры ко второму участку волокнистой структуры, имеющему толщину больше толщины первого участка, уменьшают число плоскостей основы и увеличивают число слоев нитей основы без изменения числа нитей основы путем образования, по меньшей мере, одной плоскости основы на втором участке нитями основы, исходящими, по меньшей мере, от двух различных плоскостей основы на первом участке.

Сходным образом в соответствии со вторым аспектом этого первого примера осуществления изобретения в процессе перехода в направлении основы от второго участка волокнистой структуры к первому участку волокнистой структуры, имеющему толщину меньше толщины второго участка, увеличивают число плоскостей основы и уменьшают число слоев нитей основы без изменения числа нитей основы путем распределения нитей основы, по меньшей мере, одной плоскости основы второго участка между различными плоскостями основы первого участка.

25 Таким образом, особенность изобретения заключается в том, что за счет частичной или полной перегруппировки плоскостей основы или частичного или полного разделения плоскостей основы можно увеличивать или уменьшать толщину путем добавления или вычитания слоев нитей основы без изменения числа нитей основы, которые ткут по всей их длине. Таким образом, на втором участке большей толщины достаточно только добавить нити утка.

Предпочтительно для компенсации влияния изменения числа плоскостей основы на плотность волокнистой структуры возможно для тканья второго участка использовать нитки утка, по меньшей мере, часть которых имеет весовой номер и/или плотность переплетения больше, чем нити утка, используемые для тканья на первом участке. При этом можно выполнять переход между двумя указанными участками волокнистой структуры путем постепенного изменения общего весового номера нитей утка в последовательных плоскостях утка.

Согласно одному примеру выполнения одна плоскость основы второго участка содержит комплект нитей основы двух соседних плоскостей основы первого участка.

40 Согласно другому примеру выполнения две соседние плоскости основы второго участка содержат нити основы трех соседних плоскостей основы первого участка.

Изобретение позволяет также выполнять изменение толщины в направлении утка подобно тому, как это указано выше для изменения толщины в направлении основы.

Так, согласно другому примеру осуществления изобретения предложен способ изготовления волокнистой структуры путем трехмерного многослойного тканья, причем волокнистая структура имеет толщину в направлении, перпендикулярном направлению основы и утка, которая изменяется вдоль направления утка с сохранением одного и того же числа нитей утка, вовлеченных в тканье (т.е. переплетаемых) на всех уровнях

волокнистой структуры вдоль направления утка, при этом в способе в соответствии с первым аспектом при переходе в направлении утка от первого участка волокнистой структуры ко второму участку волокнистой структуры, имеющему толщину больше толщины первого участка, уменьшают число плоскостей утка и увеличивают число слоев нитей утка без изменения числа нитей утка, путем образования, по меньшей мере, одной плоскости утка на втором участке нитями утка, исходящими, по меньшей мере, от двух различных плоскостей утка на первом участке.

Сходным образом согласно второму аспекту этого второго примера осуществления в процессе перехода в направлении утка от второго участка волокнистой структуры к первому участку волокнистой структуры, имеющему толщину меньше толщины второго участка, увеличивают число плоскостей утка и уменьшают число слоев нитей утка без изменения числа нитей утка путем распределения нитей утка, по меньшей мере, одной плоскости утка второго участка между различными плоскостями утка первого участка.

В одном и другом случае для тканья второго участка можно использовать нити основы, по меньшей мере, часть которых имеет весовой номер и/или плотность переплетения больше, чем нити основы, используемые для тканья на первом участке. При этом можно выполнять переход между двумя указанными участками волокнистой структуры путем постепенного изменения общего весового номера нитей основы в последовательных плоскостях основы.

Согласно примеру выполнения одна плоскость утка второго участка содержит комплект нитей утка двух соседних плоскостей утка первого участка.

Согласно другому примеру выполнения две соседние плоскости утка второго участка содержат нити утка трех соседних плоскостей утка первого участка.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Далее изобретение будет пояснено на примерах выполнения, не имеющих ограничительного характера, со ссылками на приложенные чертежи. На чертежах: на фиг.1 очень схематично показана в перспективе полученная путем трехмерного тканья имеющая переменную толщину волокнистая структура, которая может быть изготовлена способом по изобретению;

на фиг.2 очень схематично показано соотношение между плоскостями основы первого участка волокнистой структуры по фиг.1 и плоскостями основы второго участка волокнистой структуры, имеющего толщину больше толщины первого участка, в соответствии с первым примером осуществления;

на фиг.3А-3J показаны различные последовательные плоскости первого примера тканого переплетения волокнистой структуры в соответствии с примером осуществления по фиг.2;

на фиг.4А-4J показаны различные последовательные плоскости второго примера тканого переплетения волокнистой структуры в соответствии с примером осуществления по фиг.2;

на фиг.5 очень схематично показано соотношение между плоскостями основы на первом участке волокнистой структуры, подобной структуре по фиг.1, и плоскостями основы на втором участке волокнистой структуры большей толщины по сравнению с первым участком в соответствии со вторым примером осуществления изобретения;

на фиг.6А-6J показаны различные последовательные плоскости примера тканого переплетения волокнистой структуры в соответствии с примером осуществления по фиг.5;

на фиг.7 показан вариант выполнения утка, обеспечивающий постепенный переход между первым участком волокнистой структуры и вторым участком большей толщины;

и

на фиг.8 схематично показана в перспективе полученная путем трехмерного тканья имеющая переменную толщину волокнистая структура, которая может быть изготовлена способом по изобретению.

5 СВЕДЕНИЯ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На фиг.1 очень схематично показана в перспективе волокнистая структура 10, которая может быть получена путем трехмерного тканья способом по изобретению, причем показана только наружная оболочка волокнистой структуры.

10 Волокнистая структура 10 выткана в форме непрерывной полосы в направлении С основы. Толщина волокнистой структуры в направлении, перпендикулярном направлению С основы и направлению Т утка, является переменной или развивающейся. Так, волокнистая структура содержит первые участки 12, имеющие первую толщину, и вторые участки 14, имеющие вторую толщину больше первой.

15 Волокнистая структура 10 может, например, образовывать последовательность волокнистых заготовок, которые разрезают, чтобы они после придания им формы становились волокнистыми преформами для лопаток, имеющих участок хвостовика, соответствующий участку 14, и участок пера, соответствующий участку 12. Само собой разумеется, что изобретение применимо для трехмерного тканья волокнистой структуры 20 переменной толщины независимо от ее назначения.

На фиг.2 показана принципиальная схема, демонстрирующая, каким образом путем уменьшения числа плоскостей основы и соответствующего увеличения числа слоев нитей основы можно переходить от первого участка 12 ко второму участку 14 волокнистой структуры в соответствии с первым примером осуществления изобретения.

25 В примере осуществления по фиг.2 число плоскостей основы на участке 12 равно 20, причем эти плоскости образованы двумя одинаковыми комплектами по 10 плоскостей от P1 до P10, следующих друг за другом в направлении утка. Каждая из плоскостей от P1 до P10 содержит одинаковое число слоев нитей основы, связывающих нити утка с образованием заданного числа слоев нитей утка.

30 Число плоскостей основы на участке 14 равно 10 с образованием комплекта плоскостей от P'1 до P'10. Каждая из плоскостей от P'1 до P'10 образована путем объединения нитей основы двух последовательных плоскостей участка 12. Так, плоскость P'1 образована объединением нитей основы плоскостей P1 и P2 первого комплекта плоскостей от P1 до P10, плоскость P'2 образована объединением нитей 35 основы плоскостей P3 и P4 первого комплекта плоскостей от P1 до P10 и так далее до плоскости P'10, которая образована путем объединения нитей основы плоскостей P9 и P10 второго комплекта плоскостей от P1 до P10. Таким образом, число плоскостей основы разделено на два, в то время как число слоев нитей основы увеличено вдвое. При этом тканье требует увеличенного числа слоев нитей утка.

40 На фиг.3А-3J показаны все последовательные плоскости основы в переходной зоне между участком 12 и участком 14 волокнистой структуры в первом примере тканого переплетения. Штриховые линии показывают непрерывность нитей основы между двумя плоскостями участка 12 и одной плоскостью участка 14.

В данном примере в плоскостях от P1 до P10 число слоев нитей основы равно, 45 например, 4, а число слоев нитей утка равно 3 (слои T1, T2, T3). Тканое переплетение является переплетением атласного типа. Таким образом, в плоскости P1 двухмерное атласное переплетение выполняют нитями C1 и C4 основы в наружных слоях T1 и T3 утка, шаг атласного переплетения равен 5 (то есть одна нить утка из пяти

«захватывается» нитью основы), в то время как многослойное атласное тканье выполняется нитью С2 основы, связывающей нити утка слоев Т1 и Т2, и нитью С3 основы, связывающей нити утка слоев Т2 и Т3. Под многослойным атласным тканьем имеется в виду прием тканья, при котором одна нить основы «захватывает» поочередно одну нить из числа n нитей одного слоя нитей утка и одну нить из числа n нитей соседнего слоя нитей утка, при этом число n является целым числом, больше или равным 3. В показанном примере n равно 10, что дает шаг атласного переплетения, равный 5 (10: 2). Подобным же образом в плоскости Р2 двухмерное атласное переплетение выполняют нитями С5 и С8 основы в наружных слоях Т1 и Т3 утка, а многослойное атласное тканье выполняется нитью С6 основы, связывающей нити утка слоев Т1 и Т2, и нитью С7 основы, связывающей нити утка слоев Т2 и Т3.

В данном примере в плоскостях от Р'1 до Р'10 число слоев нитей основы равно 8, а число слоев нитей утка равно 7 (слои от Т'1 до Т'7). Тканое переплетение является переплетением атласного типа. Таким образом, в плоскости Р'1 (фиг.3А) двухмерное атласное переплетение выполняют нитями С1 и С8 основы в наружных слоях Т'1 и Т'7 утка, в то время как многослойное атласное тканье выполняется нитями С5, С2, С6, С3, С7, С4 основы, связывающими нити утка соответствующих слоев Т'1 и Т'2, Т'2 и Т'3, Т'3 и Т'4, Т'4 и Т'5, Т'5 и Т'6 и Т'6 и Т'7.

Следует отметить, что двухмерное атласное переплетение в наружных слоях утка позволяет получить относительно гладкую поверхность.

На фиг.4А-4J показаны все последовательные плоскости основы в зоне перехода между участком 12 и участком 14 волокнистой структуры в соответствии со вторым примером тканого переплетения.

Плоскости от Р1 до Р10 идентичны плоскостям от Р1 до Р10 примера осуществления по фиг.3А-3J, тканье выполняют с тем же атласным переплетением.

В отличие от этого, если в плоскостях от Р'1 до Р'10 число слоев нитей основы также равно 8, то число слоев нитей утка равно 9 (слои от Т'1 до Т'9). В плоскости Р'1 (фиг.4А) в наружных слоях Т'1 и Т'9 утка тканье выполняют нитями С1 и С8 основы по типу полотняного переплетения, но с отклонением нити С1, С8 основы для «захвата» одной нити из 10 в соседнем слое Т'2, Т'8 утка для связи между слоями Т'1 и Т'2 и Т'8 и Т'9 утка. В остальной части волокнистой структуры выполняют многослойное атласное тканье, при котором нити С5, С2, С6, С3, С7, С4 основы связывают нити утка соответствующих слоев Т'2 и Т'3, Т'3 и Т'4, Т'4 и Т'5, Т'5 и Т'6, Т'6 и Т'7 и Т'7 и Т'8.

Средний шаг многослойного атласного тканья равен 5, при этом каждая нить основы «захватывает» поочередно одну нить из 10 в слое нитей утка и одну нить из 10 в соседнем слое. Схема тканья сходна в следующих плоскостях от Р'2 до Р'10.

По сравнению с тканьем атласного типа в наружных слоях волокнистой структуры, тканье с переплетением полотняного типа обеспечивает при уплотнении более легкий доступ к сердцевине преформы, изготавливаемой из волокнистой структуры, в ее более толстой части или более толстых частях. Кроме того, переплетение полотняного типа в наружных слоях придает лучшую прочность в направлении основы и утка во время операций с волокнистой структурой и в процессе ее деформации для получения преформы желаемой формы.

В примерах осуществления по фиг.2, 3А-3J и 4А-4J увеличение толщины получают путем деления на 2 числа плоскостей основы (а, следовательно, умножения на 2 числа слоев нитей утка).

В зависимости, в частности, от величины подлежащего выполнению увеличения толщины можно принять отношение между числом плоскостей основы на менее толстом

участке и числом плоскостей основы на более толстом участке, отличным от 1/2 (отношение между числами слоев нитей утка является обратным). В общем случае, исходя из числа N плоскостей основы, каждая из которых содержит число k слоев нитей основы на менее толстом участке (N и k являются целыми числами), можно

5 сформировать число n плоскостей основы, каждая из которых содержит число K слоев нитей основы, где n и K являются целыми числами, при этом

$$N \times k = n \times K$$

$$\text{и } N > n.$$

Так, на фиг.5 показана принципиальная схема, которая показывает, каким образом, исходя из трех плоскостей основы на первом участке 12 волокнистой структуры можно сформировать 2 плоскости основы на втором, более толстом участке 14 с увеличением на 50% числа слоев нитей основы.

В примере осуществления по фиг.5 число плоскостей основы на участке 12 равно 30, причем они образованы тремя одинаковыми комплектами из 10 плоскостей от P1 до P10, следующих друг за другом в направлении утка. Каждая плоскость от P1 до P10 содержит одинаковое число слоев нитей основы, связывающих нити утка с образованием заданного числа слоев нитей утка.

Число плоскостей основы на участке 14 равно 20 и образовано двумя одинаковыми комплектами по десять плоскостей от P''1 до P''10. Две последовательные плоскости в комплектах от P''1 до P''10 образованы нитями основы, исходящими от трех последовательных плоскостей в комплектах от P1 до P10. Так, плоскость P''1 образована объединением нитей основы, исходящих от последовательных плоскостей P1, P2 и P3, а последующая плоскость P''2 образована объединением остальных нитей основы, исходящих от последовательных плоскостей P1, P2 и P3 и так далее.

На фиг.6A-6J показан пример всех последовательных плоскостей основы в зоне перехода между участком 12 и участком 14 волокнистой структуры в примере осуществления по фиг.5 для тканого переплетения, подобного переплетению по фиг.4A-4J.

Плоскости от P1 до P10 идентичны плоскостям от P1 до P10 примера осуществления по фиг.3A-3J, с 4-мя слоями нитей основы с переплетением атласного типа.

В плоскостях от P''1 до P''10 число слоев нитей основы равно 6, а число слоев нитей утка равно 7 (слои от T''1 до T''7).

В плоскости P''1 в наружных слоях T''1 и T''7 утка ткань выполняют нитями C1 (исходящими от плоскости P1) и C8 (исходящими от плоскости P2) основы по типу полотняного переплетения, но с отклонением нити C1, C8 основы для «захвата» одной нити из 10 в соседнем слое T''2, T''6 нитей утка для связи между слоями T''1 и T''2 и между слоями T''6 и T''7. В остальной части плоскости P''1 переплетение является многослойным атласным со средним шагом, равным 5, при этом нить C9 основы (исходящая от плоскости P3) связывает нити утка слоев T''2 и T''3, нить C6 основы (исходящая от плоскости P2) связывает нити утка слоев T''3 и T''4, нить C3 основы (исходящая от плоскости P1) связывает нити утка слоев T''4 и T''5 и нить C11 основы (исходящая от плоскости P1) связывает нити утка слоев T''5 и T''6.

В плоскости P''2, смежной с плоскостью P''1, в наружных слоях T''1 и T''7 утка ткань выполняют нитью C5 основы (исходящей от плоскости P2) и нитью C12 основы (исходящей от плоскости P3) с переплетением полотняного типа, подобным переплетению, использованному в наружных слоях T''1 и T''7 в плоскости P''1. В остальной части плоскости P''2 переплетение является многослойным атласным, как в плоскости P''1, при этом нить C2 основы (исходящая от плоскости P1) связывает нити

утка слоев Т''2 и Т''3, нить С10 основы (исходящая от плоскости Р3) связывает нити утка слоев Т''3 и Т''4, нить С7 основы (исходящая от плоскости Р2) связывает нити утка слоев Т''4 и Т''5 и нить С4 основы (исходящая от плоскости Р1) связывает нити утка слоев Т''5 и Т''6.

5 На фиг.6В-6J показаны плоскости исхода нитей основы и их пути прохода для плоскостей от Р''3 до Р''10 первого комплекта плоскостей от Р''1 до Р''10 и для плоскостей от Р''1 до Р''10 второго комплекта плоскостей от Р''1 до Р''10.

По существу, на каждом участке волокнистой структуры плоскость основы образована комплектом нитей основы, которые проходят по комплекту слоев нитей утка на этом участке.

10 В целях наглядности в левой части фиг.3А-3J, 4А-4J, 6А-6J различные плоскости основы, такие как плоскости Р1, Р2 фиг.3А, плоскости Р1, Р2 фиг.4А или плоскости Р1, Р2, Р3 фиг.6А показаны одна над другой, в то время как они расположены одна за другой в направлении утка. Каждая из этих плоскостей образована нитями основы, 15 которые захватывают нити одних и тех же слоев нитей утка (так, например, на фиг.3А нити С1-С4 основы плоскости Р1 захватывают нити утка слоев Т1-Т3, а нити С5-С8 основы плоскости Р2 захватывают нити утка тех же слоев Т1-Т3).

Само собой разумеется, что могут использоваться различные многослойные тканые переплетения, такие как многослойные атласные переплетения с шагом, отличным от 20 5, полотняные переплетения, не ограниченные наружными слоями нитей утка, многослойные саржевые переплетения и переплетения интерлочного типа. Кроме того, для выбранного переплетения могут быть приняты различные соотношения между нитями основы плоскостей основы первого участка волокнистой структуры и нитями основы плоскостей основы второго, более толстого участка.

25 Кроме того, переход от участка 14 волокнистой структуры большей толщины к участку 12 структуры меньшей толщины выполняют обратным образом по сравнению с описанным переходом от участка 12 к участку 14, а именно путем увеличения числа плоскостей основы и соответствующего уменьшения числа слоев нитей основы в плоскости основы, при этом уменьшают также число слоев нитей утка. Нити основы 30 плоскости основы второго участка распределяют между различными плоскостями основы первого участка.

Описанный пример тканья дает особенное преимущество в том, что позволяет изготавливать волокнистую структуру переменной толщины в направлении основы с сохранением одного и того же числа нитей тканой основы по всей длине в направлении 35 основы, при этом число слоев нитей утка приводится в соответствие с числом слоев нитей основы. При этом непосредственным образом, получают волокнистую структуру переменной толщины без необходимости разрезов. Разумеется, по длине волокнистой структуры в направлении основы могут выполняться изменения толщины различных величин.

40 Уменьшение числа плоскостей основы на участке 14 большей толщины преобразуется в плотность основы на этом участке 14, меньшую, чем плотность основы на участке 12 меньшей толщины. Таким образом, если на участках 12 и 14 используют нити утка одинакового весового номера и одинаковой плотности переплетения, средняя плотность волокнистой структуры на участке 14 будет меньше, чем на участке 12. Весовой номер 45 нити представлен его линейной массой или числом сходных элементарных волокон, из которых нить состоит. Плотность переплетения в утке представлена расстоянием между последовательными плоскостями утка в направлении основы.

Для того чтобы избежать такого изменения плотности в волокнистой структуре в

целом, можно выполнять тканье на участке 14 большей толщины нитями утка более высокого весового номера и/или с большей плотностью переплетения в утке, чем на участке 12 меньшей толщины, при этом повышенная плотность плетения означает уменьшение расстояния между последовательными плоскостями утка.

5 На фиг.7 показано использование нитей утка более высокого весового номера на участке 14, чем на участке 12, при этом более высокий весовой номер представлен увеличенным поперечным сечением. Для большей наглядности представлены только нити утка (в поперечном сечении). Если число плоскостей основы разделено на два между участками 12 и 14, как в примере осуществления по фиг.2, можно использовать
10 на участке 14 нити утка вдвое увеличенного весового номера по сравнению с участком 12. Изменение весового номера нитей обратно изменению числа плоскостей основы, если желательна наилучшая компенсация изменения плотности в основе. Разумеется, может быть предпринята также частичная компенсация.

На фиг.7 показана также возможность постепенного изменения весового номера
15 нитей утка в зоне перехода между участками 12 и 14, при этом в целом весовой номер постепенно возрастает в последовательных плоскостях утка. В показанном примере, соответствующем примеру по фиг.3А-3J, в зоне перехода между участками 12 и 14 первая плоскость утка на участке 14 образована семью слоями нитей t_1 утка того же весового номера, что и нити t утка на участке 12. Вторая плоскость утка образована
20 тремя слоями нитей t_2 утка более высокого весового номера, чем нити t_1 , например, вдвое более высокого номера по сравнению с весовым номером нитей t_1 , и двумя слоями нитей весового номера t_1 с каждой стороны от этих трех слоев. Следующие плоскости утка на участке 14 образованы нитями весового номера t_2 . Можно принять более
25 постепенный переход, при необходимости используя нити утка, имеющие промежуточный весовой номер между t_1 и t_2 .

В данном выше описании предполагалось изменение толщины волокнистой структуры в направлении основы.

30 Изобретение применимо также к изготовлению волокнистой структуры, имеющей переменную толщину в направлении утка.

На фиг.8 очень схематично показана такая волокнистая структура 20, вытканная трехмерным тканьем, с участком 22 и участком 24, которые в направлении утка имеют различную толщину в направлении, перпендикулярном направлению С основы и
направлению Т утка.

35 На участке 24 большей толщины число слоев нитей основы больше числа слоев основы на участке 22 меньшей толщины.

Переход между участком 22 и участком 24 выполняют, уменьшая число плоскостей утка и увеличивая число слоев нитей утка подобно тому, как было описано выше, например, для изменения толщины в направлении основы. Таким образом, подробного
40 описания не требуется.

Кроме того, чтобы избежать слишком резкого изменения общей плотности волокнистой структуры между участками 22 и 24, весовой номер и/или плотность переплетения нитей основы на участке 24 могут быть выбраны выше, чем эти параметры нитей основы на участке 22.

45 Само собой разумеется, что в направлении утка может быть реализовано множество вариаций толщины, а уменьшение толщины производят в ходе процесса, обратного процессу увеличения толщины.

Формула изобретения

1. Способ изготовления волокнистой структуры путем трехмерного многослойного тканья, причем волокнистая структура имеет толщину в направлении, перпендикулярном направлению основы и утка, которая изменяется вдоль направления основы с сохранением одного и того же числа нитей основы, вовлеченных в тканье на всех уровнях волокнистой структуры вдоль направления основы, отличающийся тем, что при переходе в направлении основы от первого участка волокнистой структуры ко второму участку волокнистой структуры, имеющему толщину больше толщины первого участка, уменьшают число плоскостей основы и увеличивают число слоев нитей основы без изменения числа нитей основы путем образования, по меньшей мере, одной плоскости основы на втором участке нитями основы, исходящими, по меньшей мере, от двух различных плоскостей основы на первом участке.

2. Способ изготовления волокнистой структуры путем трехмерного многослойного тканья, причем волокнистая структура имеет толщину в направлении, перпендикулярном направлению основы и утка, которая изменяется вдоль направления основы с сохранением одного и того же числа нитей основы, вовлеченных в тканье на всех уровнях волокнистой структуры вдоль направления основы, отличающийся тем, что при переходе в направлении основы от второго участка волокнистой структуры к первому участку волокнистой структуры, имеющему толщину меньше толщины второго участка, увеличивают число плоскостей основы и уменьшают число слоев нитей основы без изменения числа нитей основы путем распределения нитей основы, по меньшей мере, одной плоскости основы второго участка между различными плоскостями основы первого участка.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что для тканья на втором участке используют нити утка, по меньшей мере, часть которых имеет весовой номер и/или плотность переплетения больше, чем весовой номер и/или плотность переплетения нитей утка, используемых для тканья на первом участке.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что выполняют переход между указанными двумя участками волокнистой структуры путем постепенного изменения общего весового номера нитей утка в последовательных плоскостях утка.

5. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что одна плоскость основы второго участка содержит комплект нитей основы двух соседних плоскостей основы первого участка.

6. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что две соседние плоскости основы второго участка содержат нити основы трех соседних плоскостей основы первого участка.

7. Способ изготовления волокнистой структуры путем трехмерного многослойного тканья, причем волокнистая структура имеет толщину в направлении, перпендикулярном направлению основы и утка, которая изменяется вдоль направления утка с сохранением одного и того же числа нитей утка, вовлеченных в тканье на всех уровнях волокнистой структуры вдоль направления утка, отличающийся тем, что при переходе в направлении утка от первого участка волокнистой структуры ко второму участку волокнистой структуры, имеющему толщину больше толщины первого участка, уменьшают число плоскостей утка и увеличивают число слоев нитей утка без изменения числа нитей утка путем образования, по меньшей мере, одной плоскости утка на втором участке нитями утка, исходящими, по меньшей мере, от двух различных плоскостей утка на первом участке.

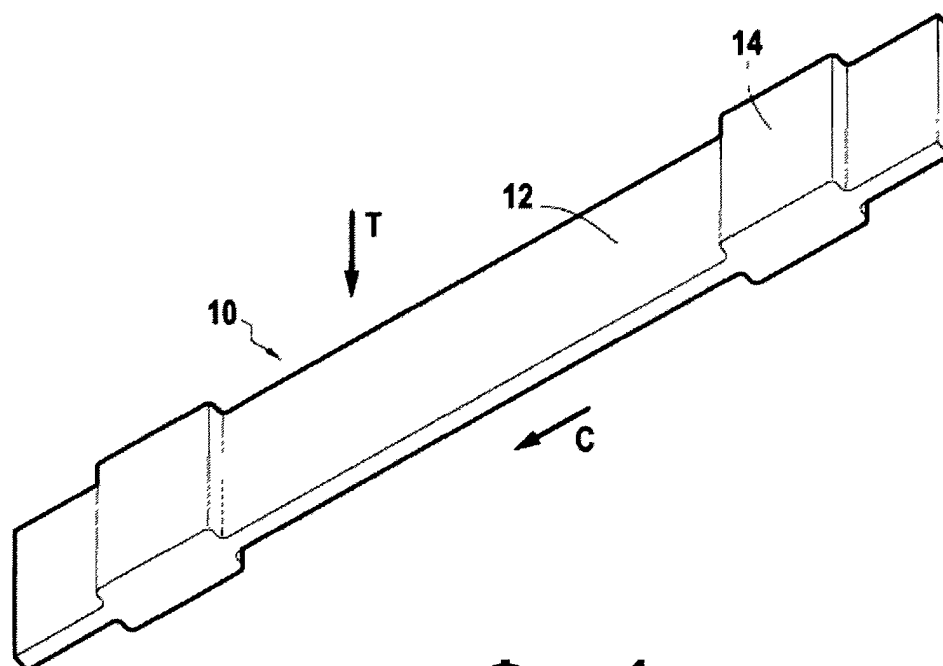
8. Способ изготовления волокнистой структуры путем трехмерного многослойного тканья, причем волокнистая структура имеет толщину в направлении, перпендикулярном направлению основы и утка, которая изменяется вдоль направления утка с сохранением одного и того же числа нитей утка, вовлеченных в тканье на всех уровнях волокнистой структуры вдоль направления утка, отличающийся тем, что при переходе в направлении утка от второго участка волокнистой структуры к первому участку волокнистой структуры, имеющему толщину меньше толщины второго участка, увеличивают число плоскостей утка и уменьшают число слоев нитей утка без изменения числа нитей утка путем распределения нитей утка, по меньшей мере, одной плоскости утка второго участка между различными плоскостями утка первого участка.

9. Способ по п.7 или 8, отличающийся тем, что для тканья на втором участке используют нити основы, по меньшей мере, часть которых имеет весовой номер и/или плотность переплетения больше, чем весовой номер и/или плотность переплетения нитей основы, используемых для тканья на первом участке.

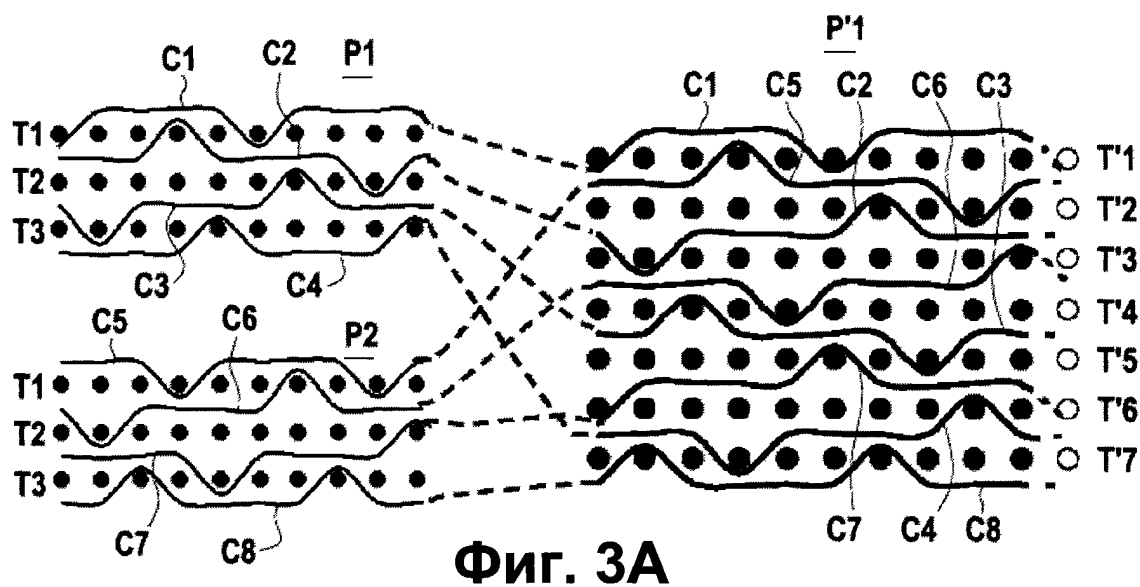
10. Способ по п.9, отличающийся тем, что выполняют переход между указанными двумя участками волокнистой структуры путем постепенного изменения общего весового номера нитей основы в последовательных плоскостях основы.

11. Способ по п.7 или 8, отличающийся тем, что одна плоскость утка второго участка содержит комплект нитей утка двух соседних плоскостей утка первого участка.

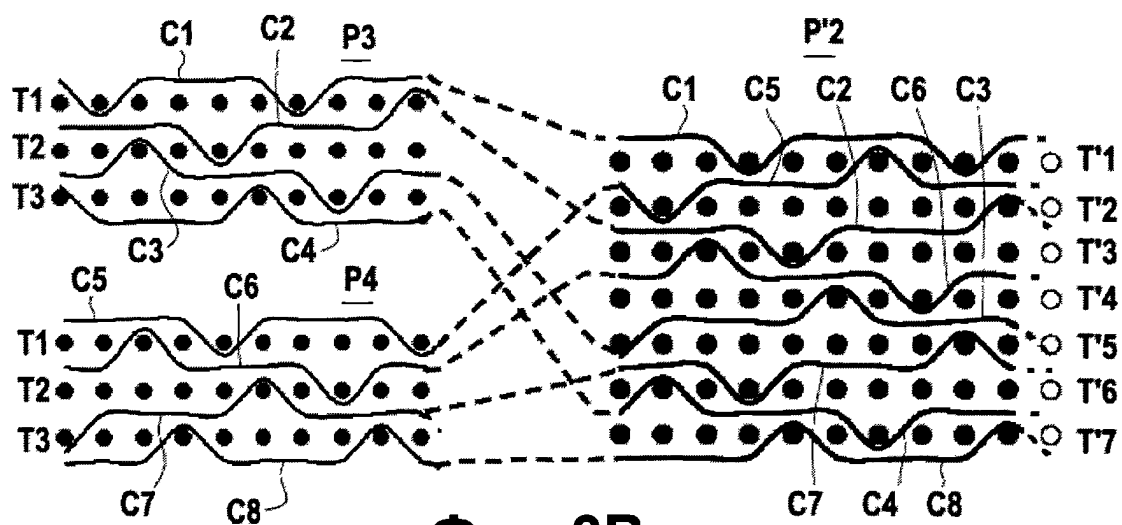
12. Способ по п.7 или 8, отличающийся тем, что две соседние плоскости утка второго участка содержат нити утка трех соседних плоскостей утка первого участка.



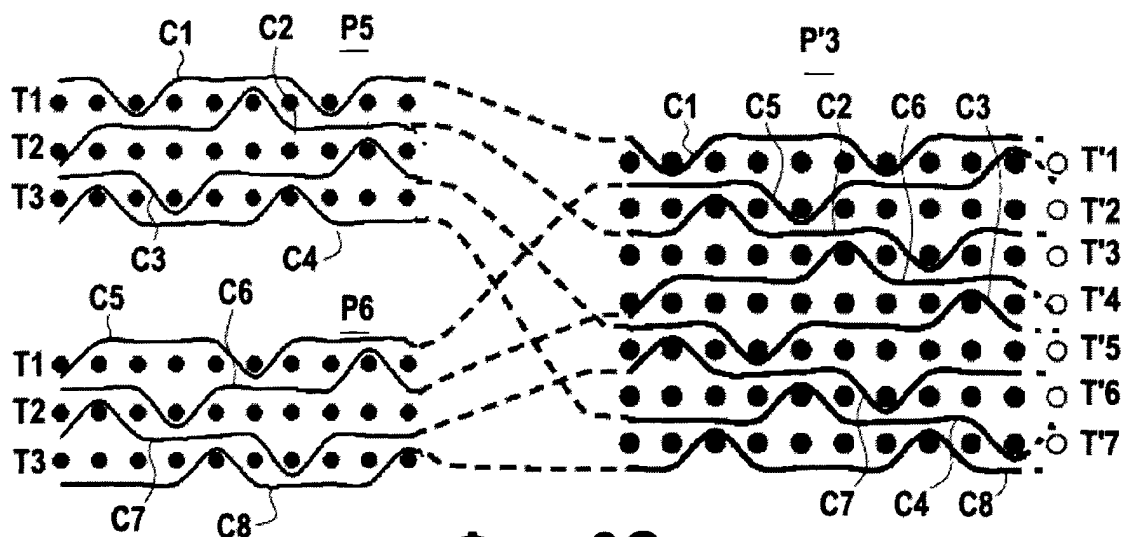
Фиг. 1



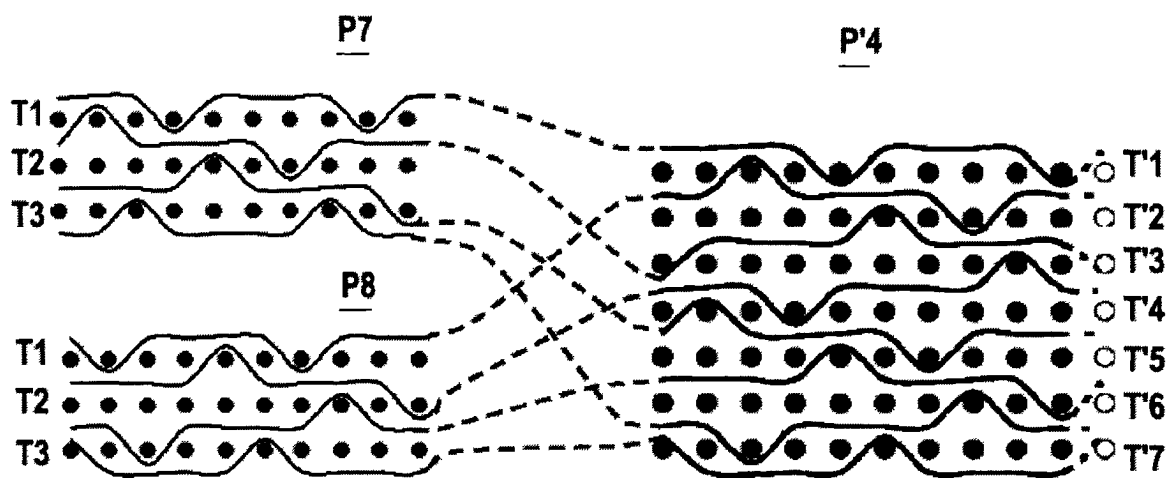
Фиг. 3А



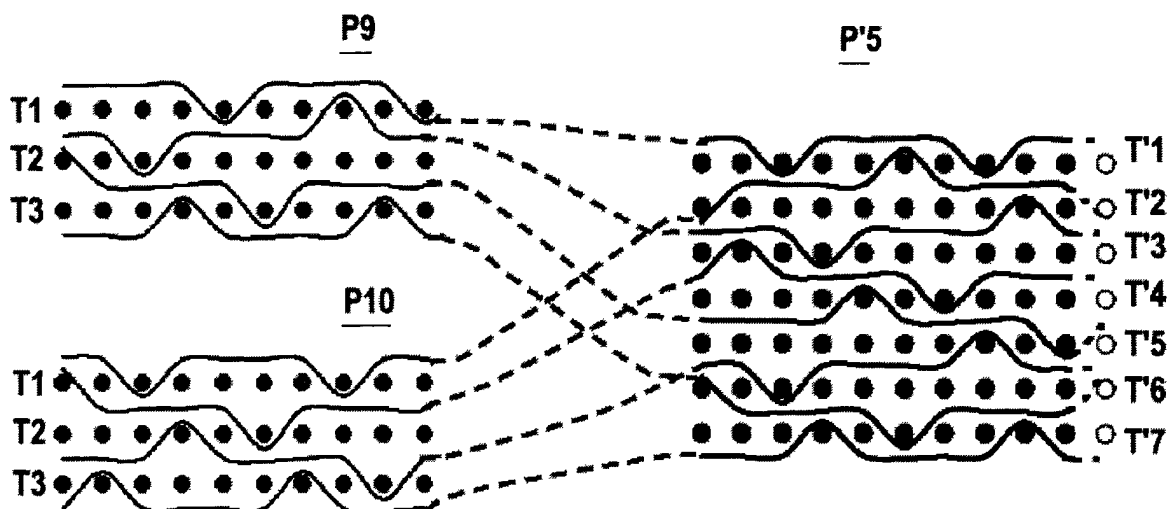
Фиг. 3В



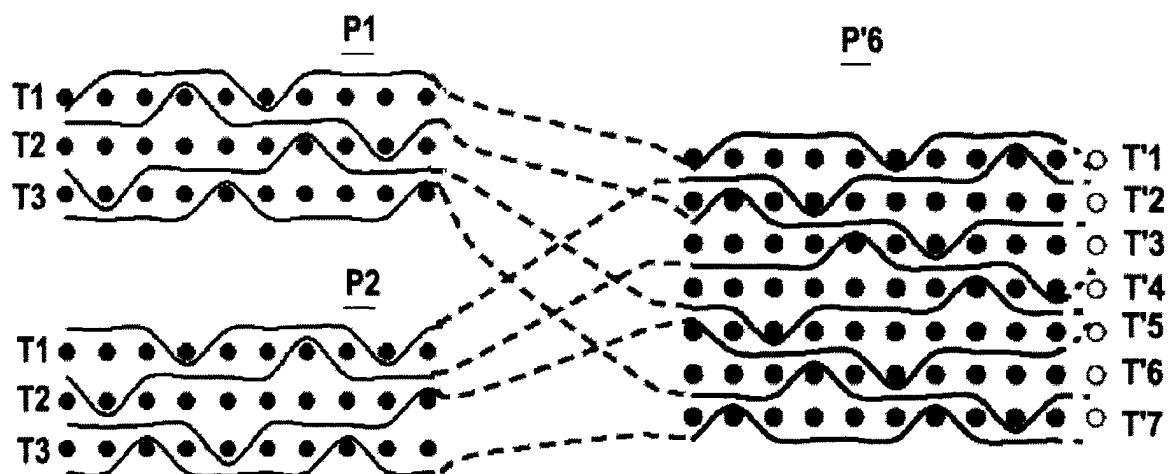
Фиг. 3С



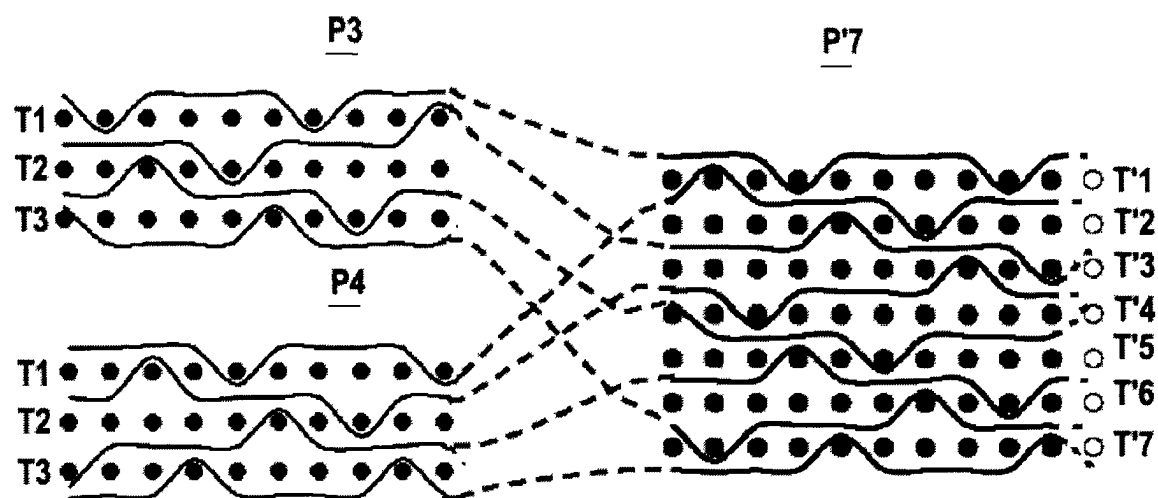
Фиг. 3D



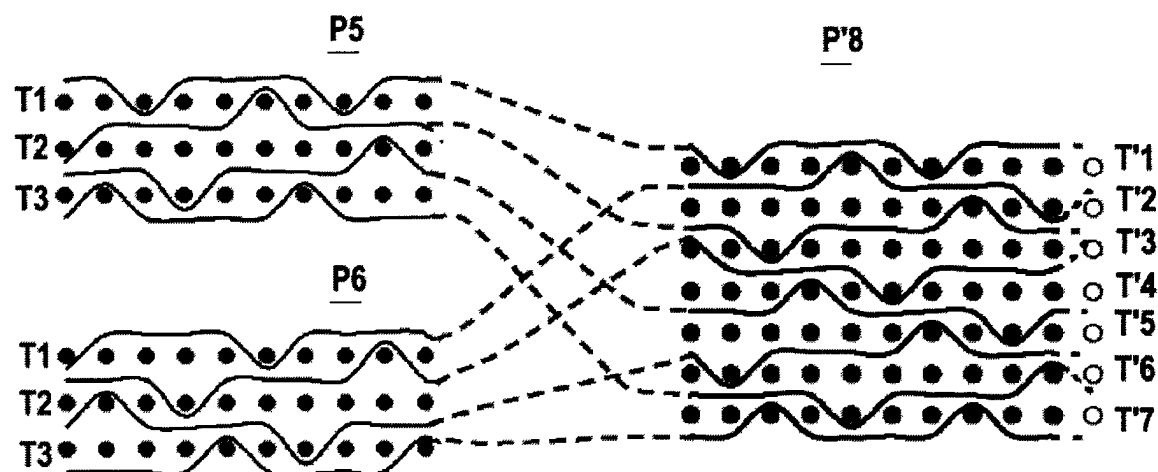
Фиг. 3Е



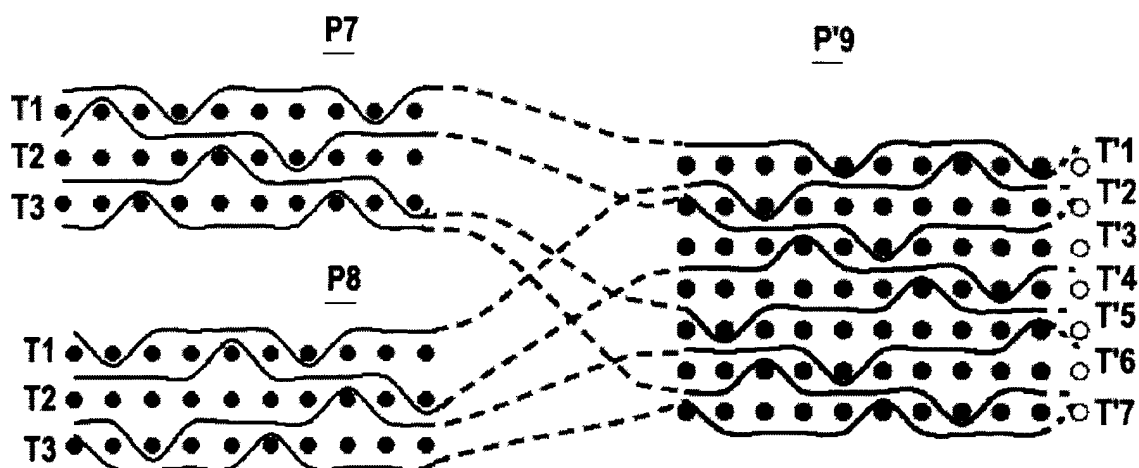
Фиг. 3F



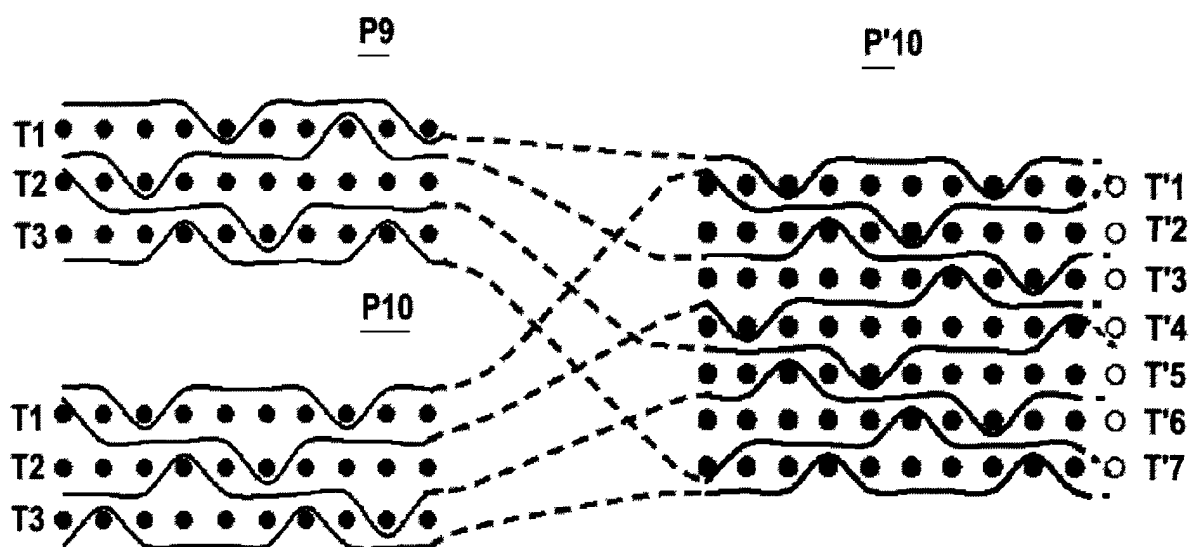
Фиг. 3G



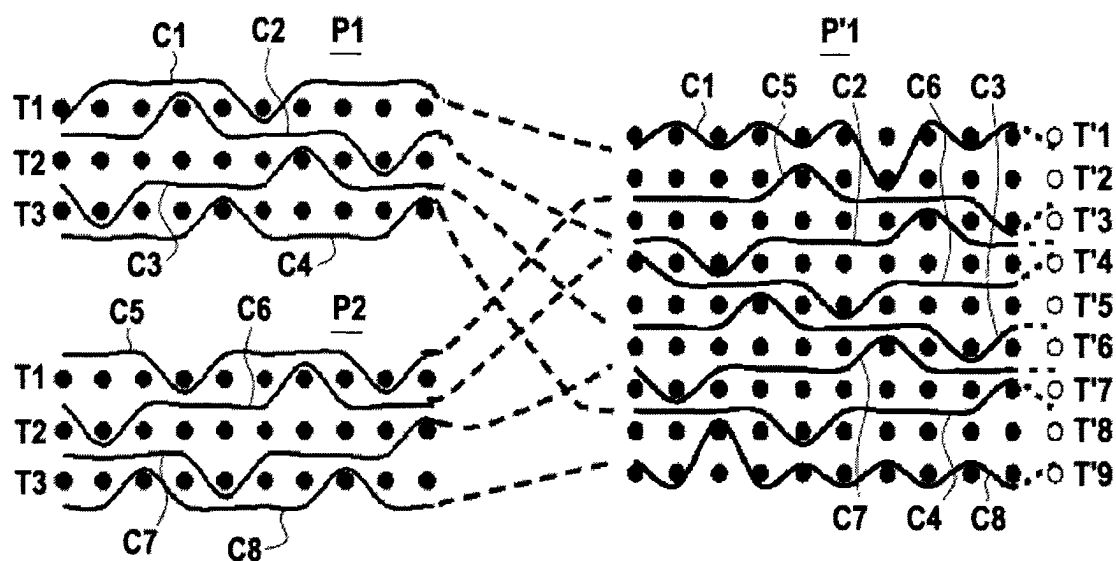
Фиг. 3H



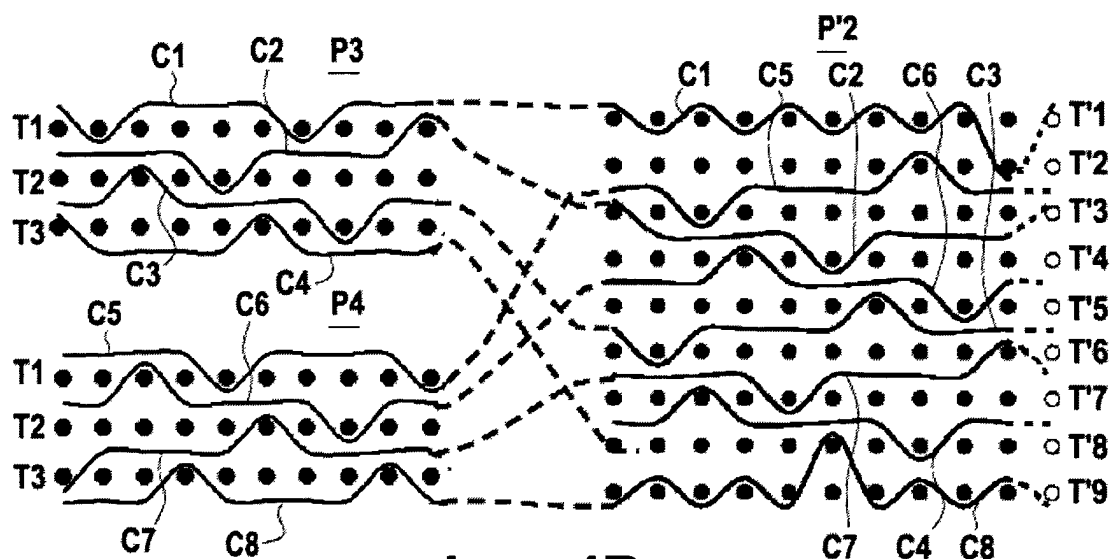
Фиг. 3I



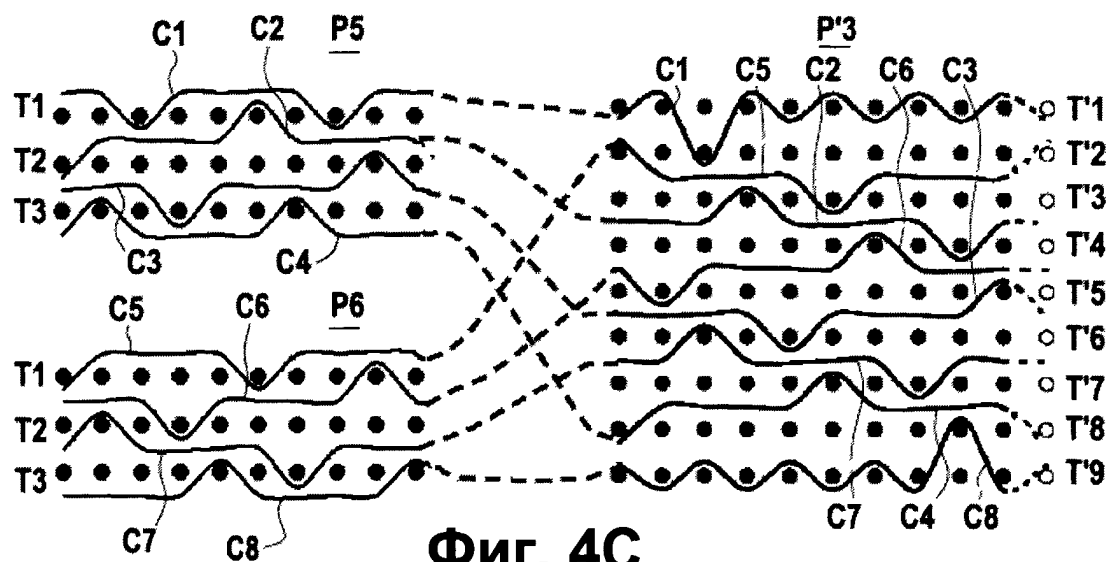
Фиг. 3J



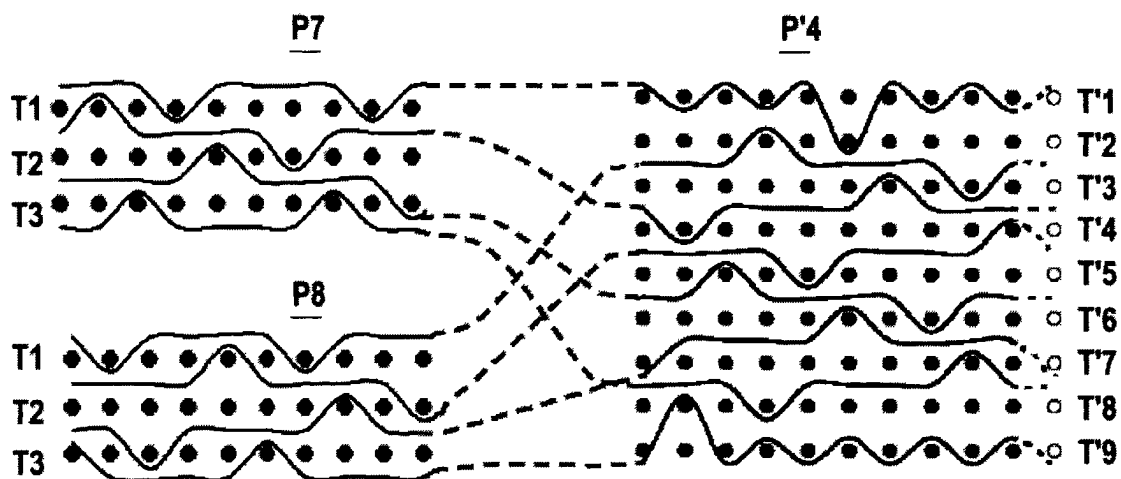
Фиг. 4A



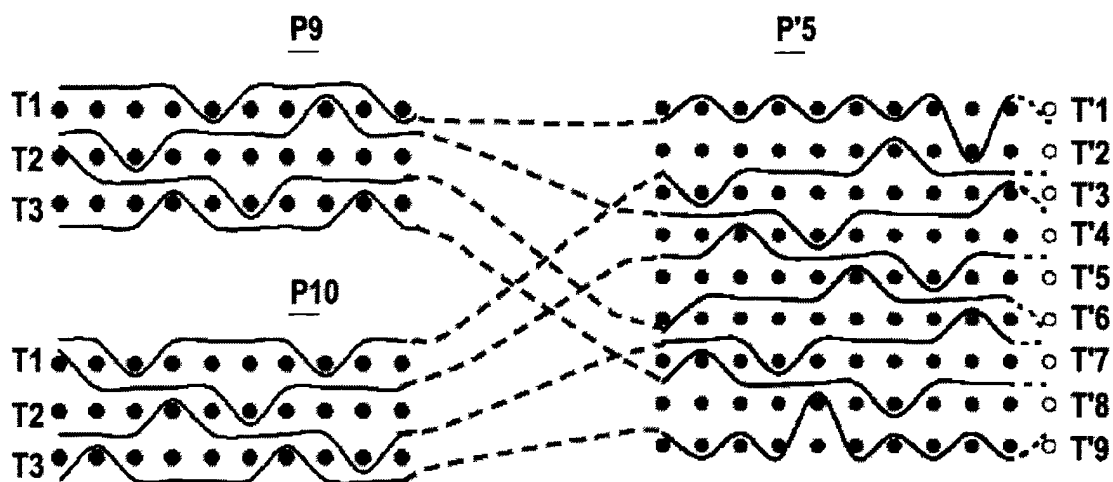
Фиг. 4В



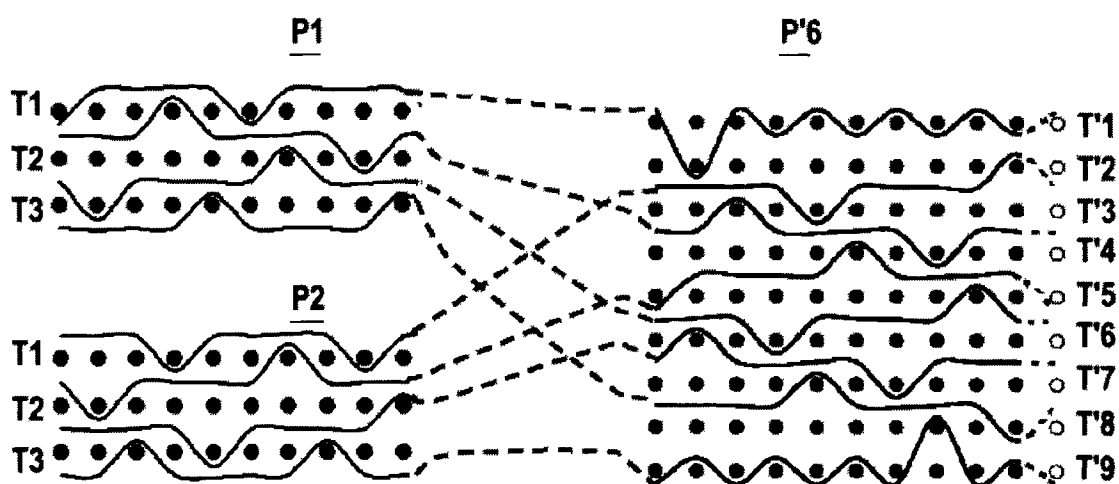
Фиг. 4С



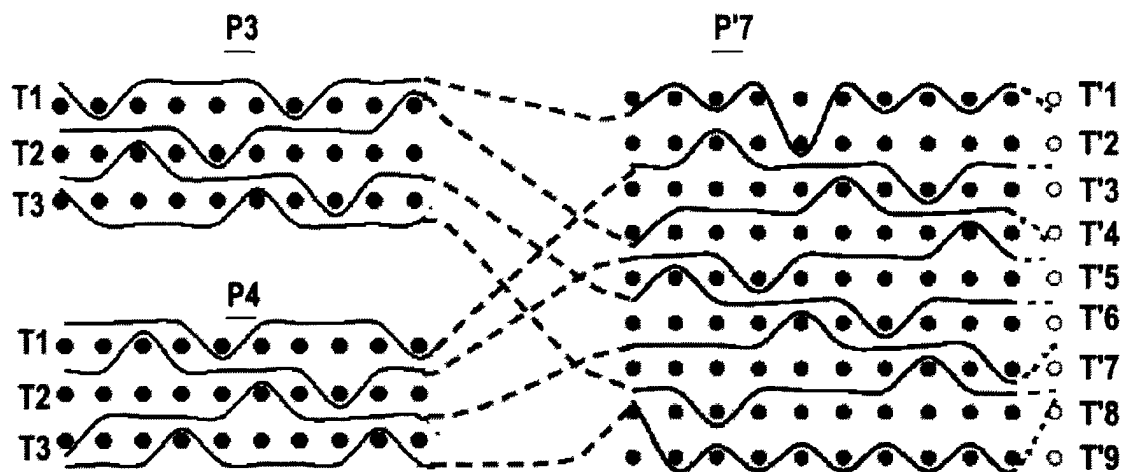
Фиг. 4D



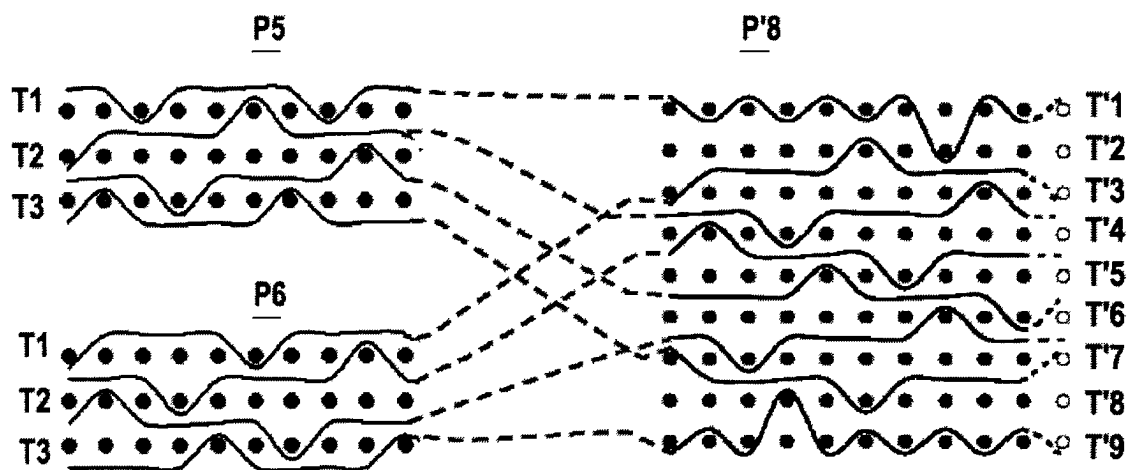
Фиг. 4Е



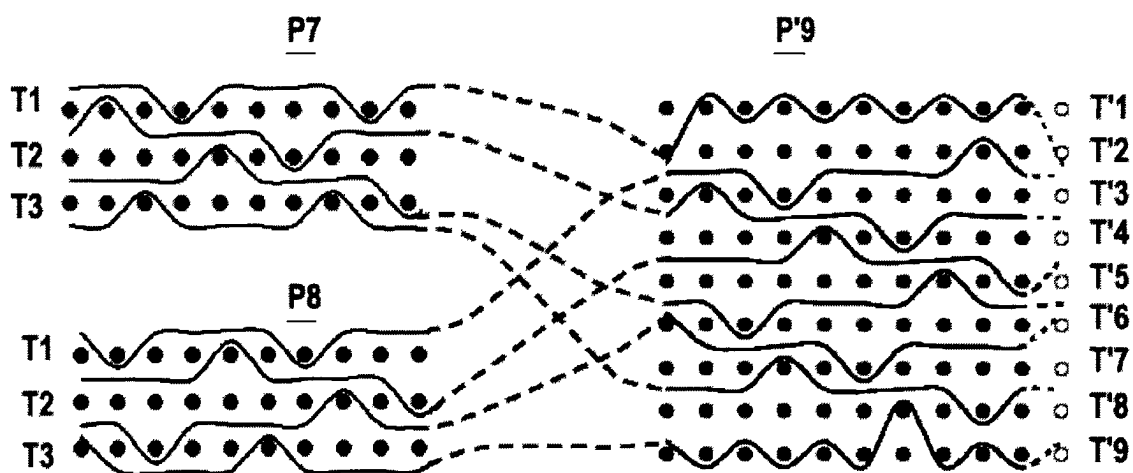
Фиг. 4F



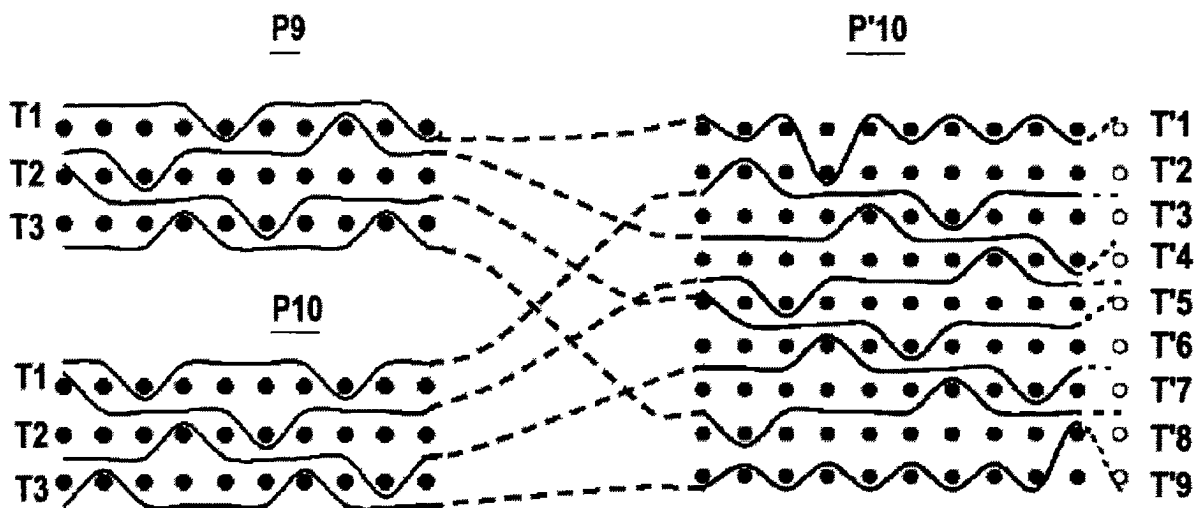
Фиг. 4G



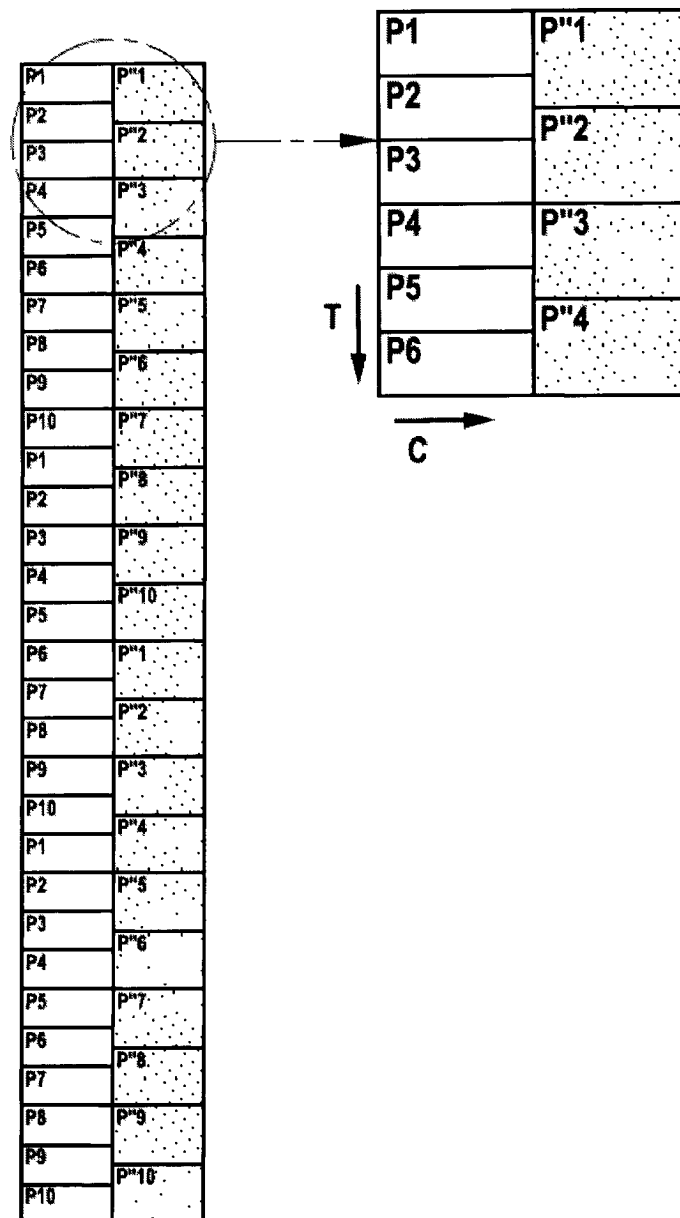
Фиг. 4H



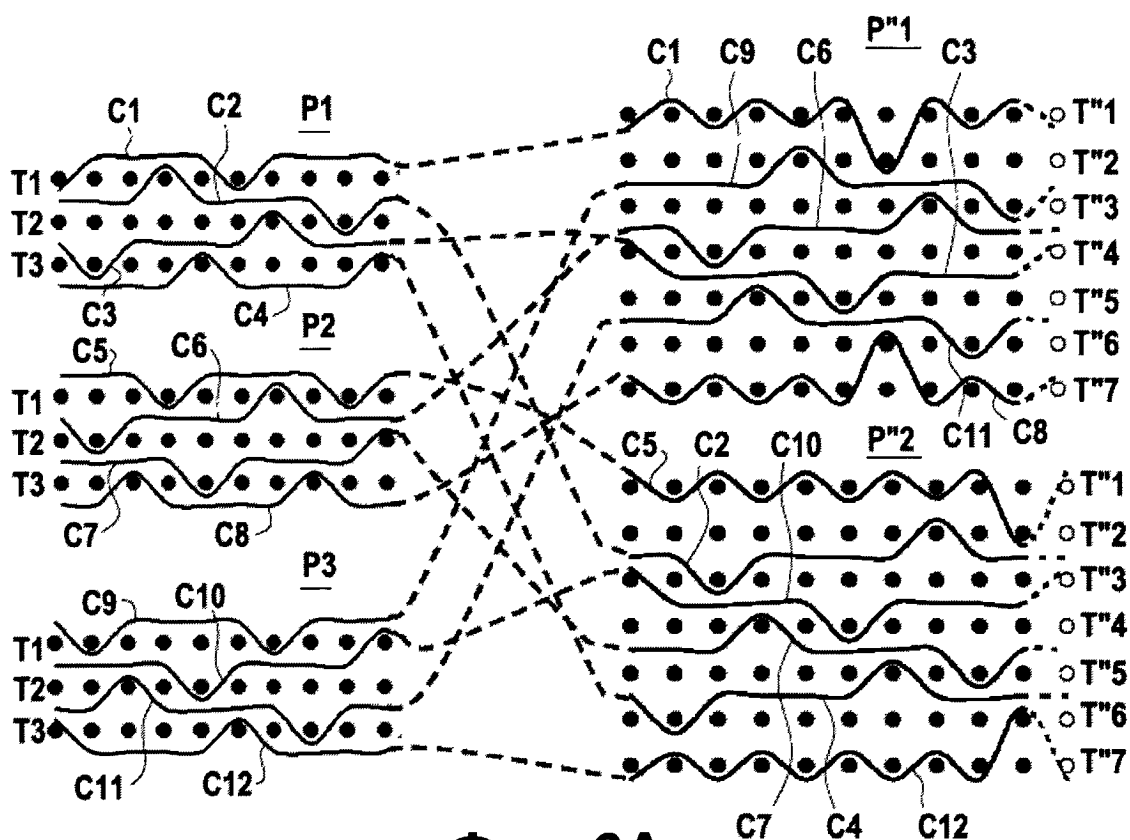
Фиг. 4I



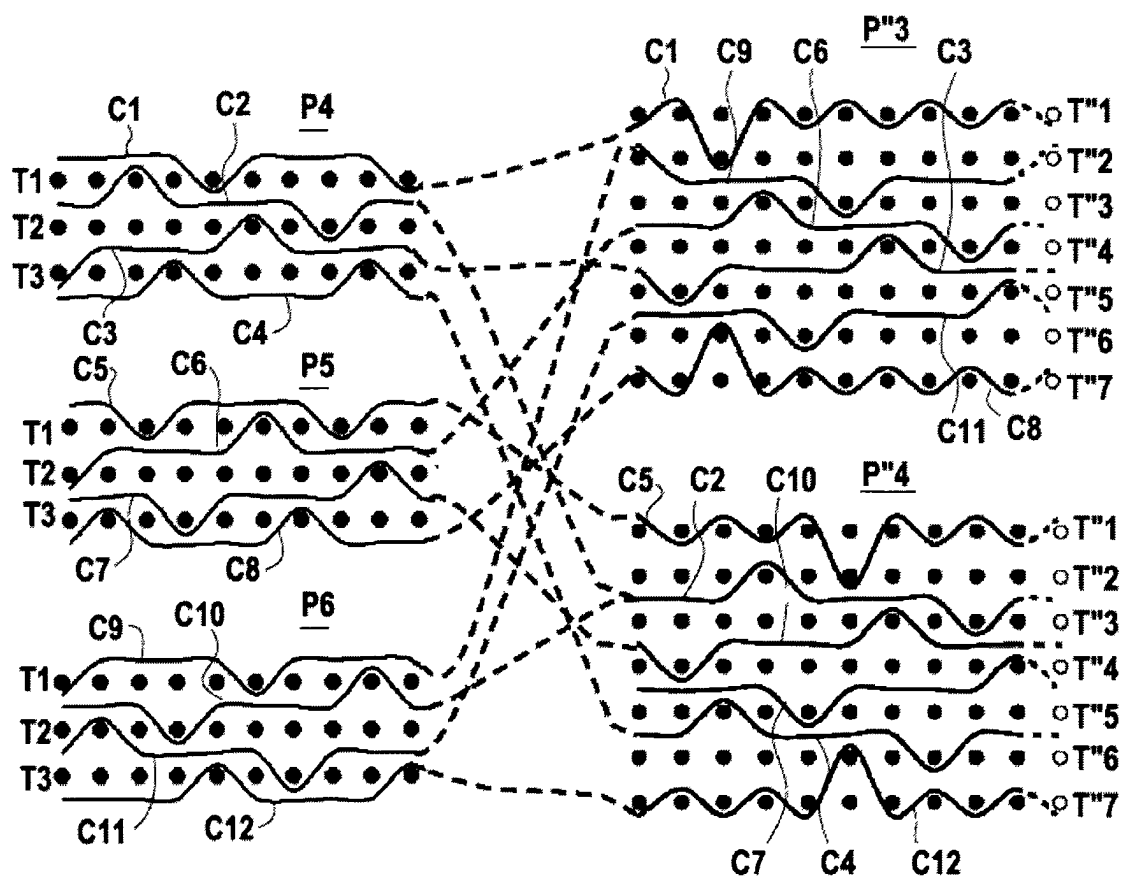
Фиг. 4J



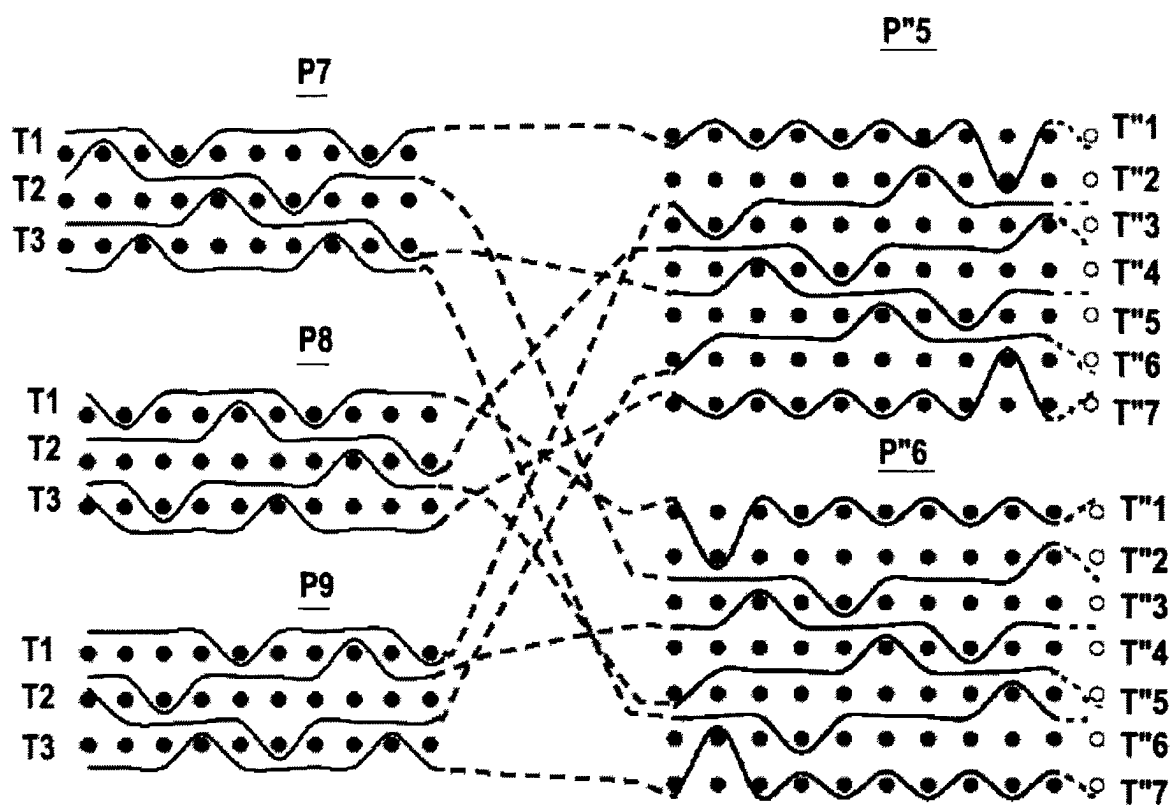
Фиг. 5



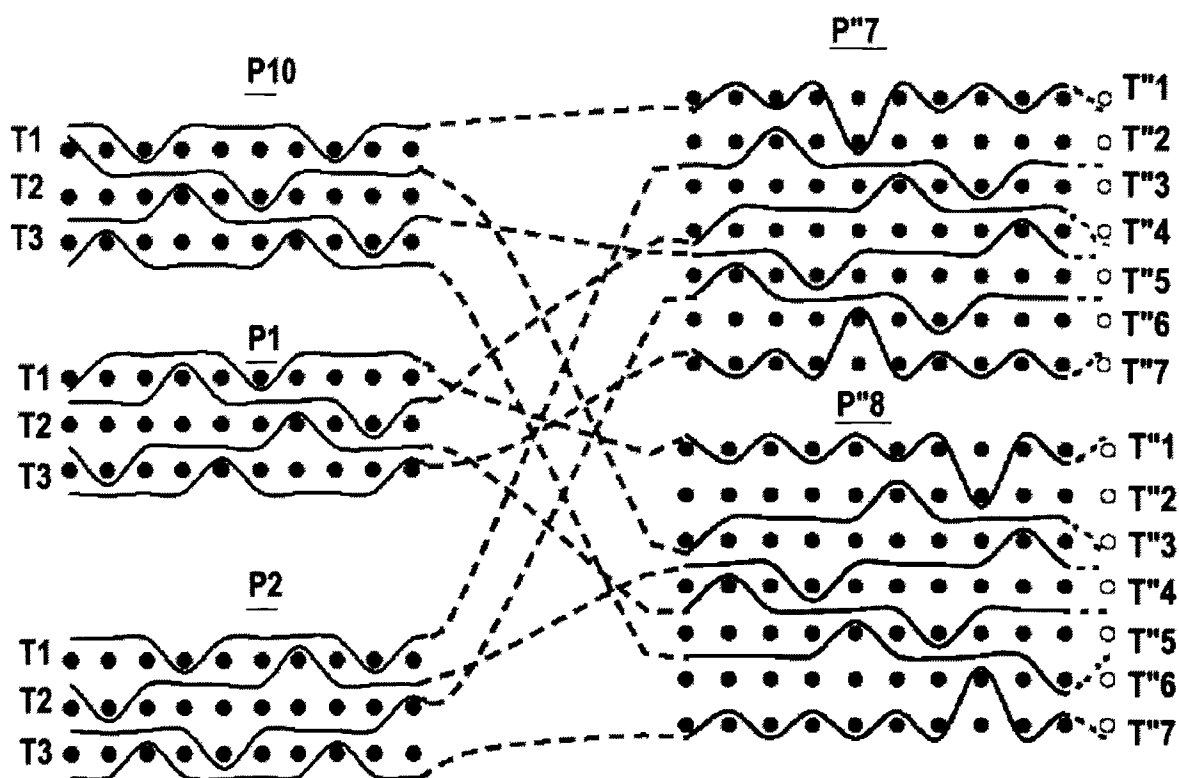
Фиг. 6А



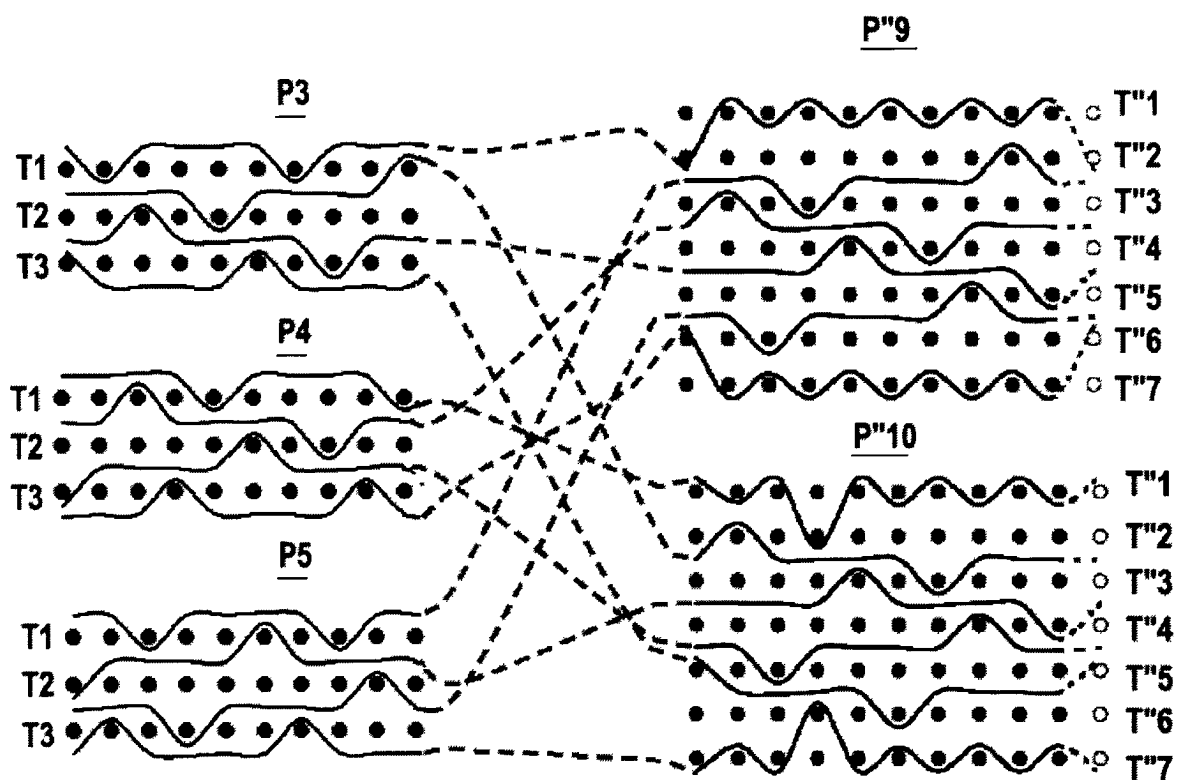
Фиг. 6В



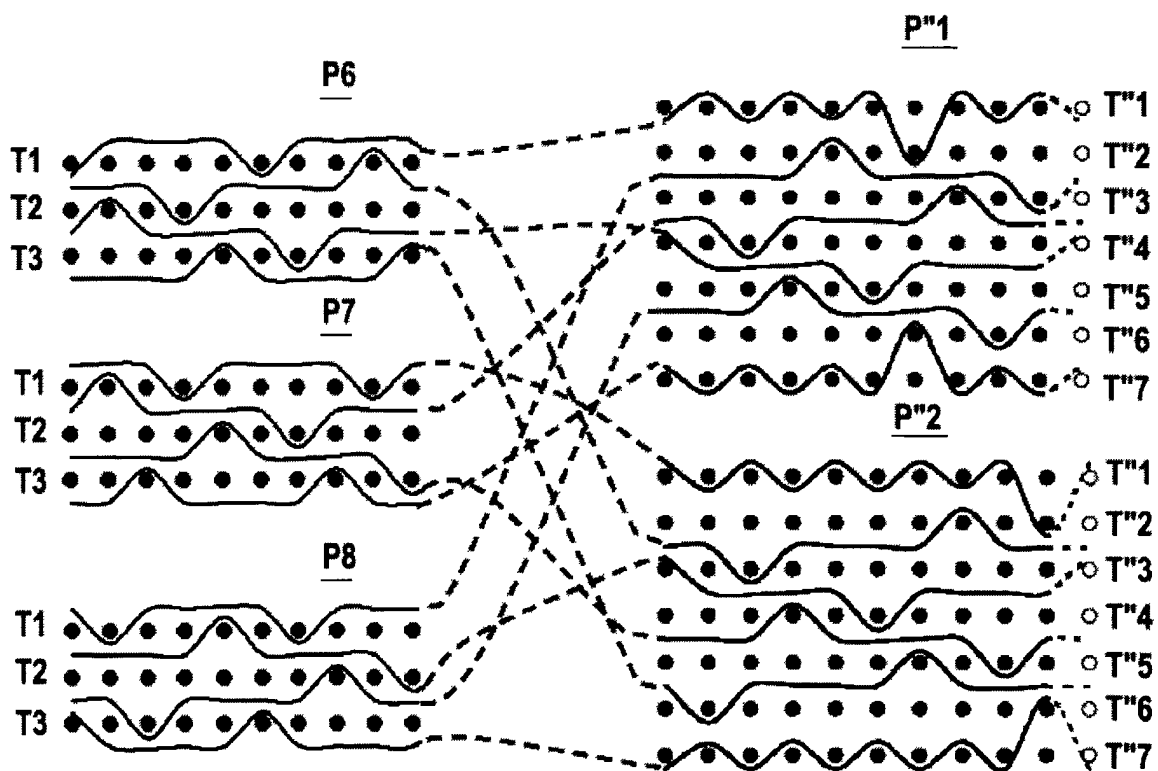
Фиг. 6C



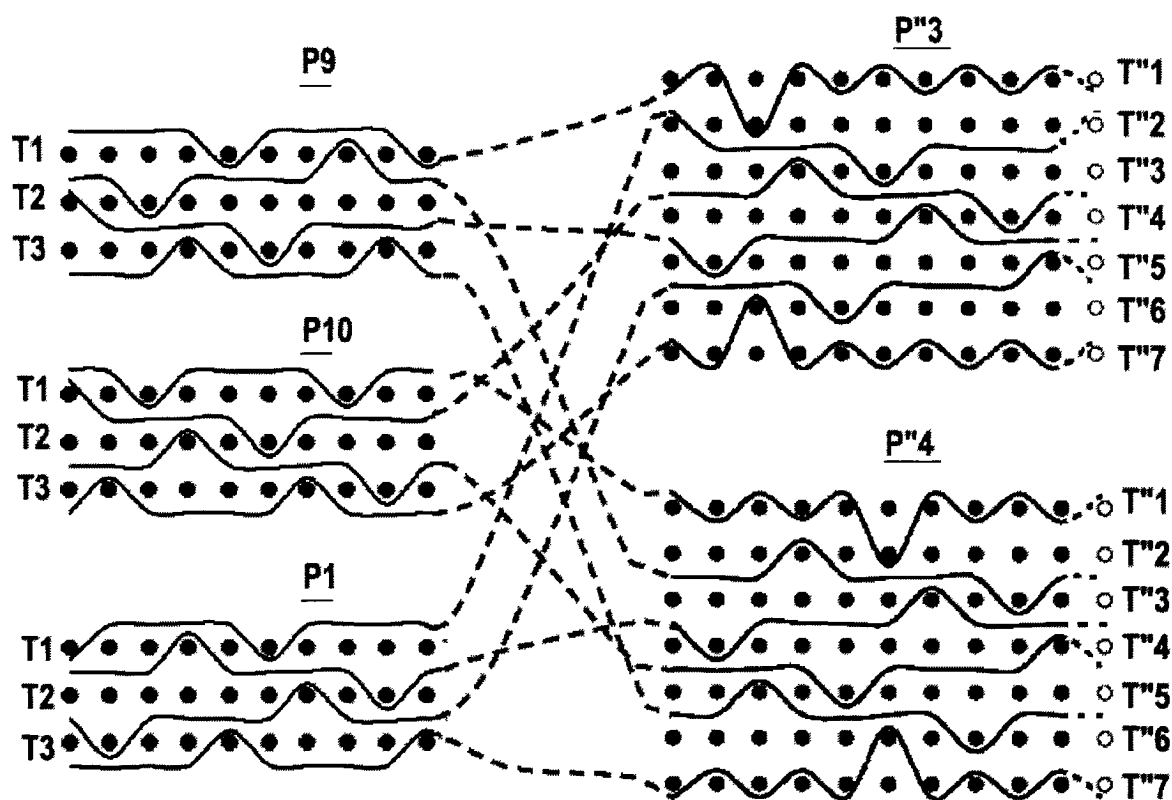
Фиг. 6D



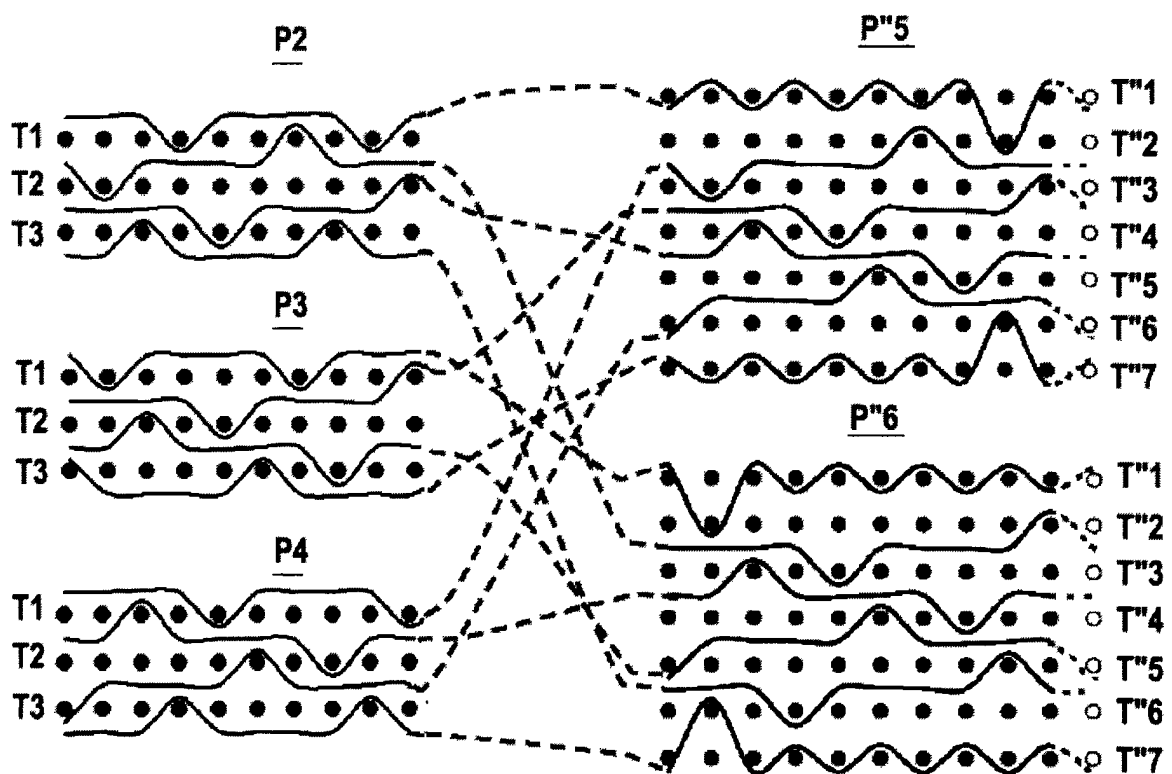
Фиг. 6Е



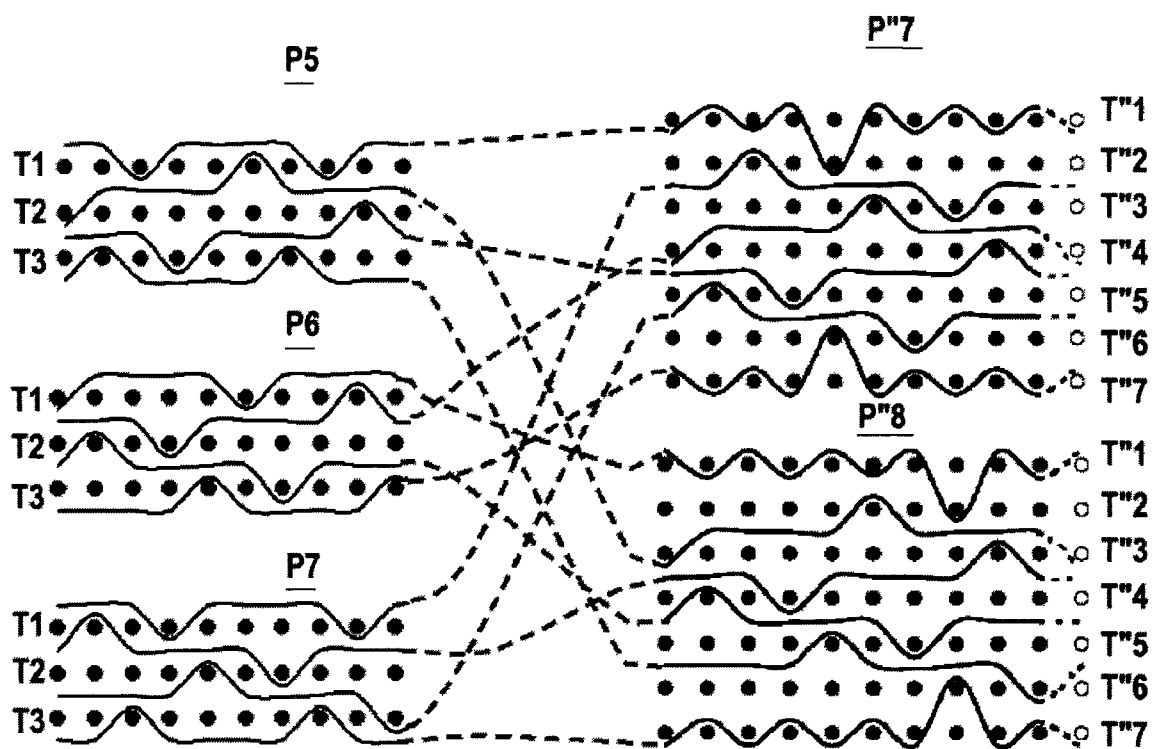
Фиг. 6F



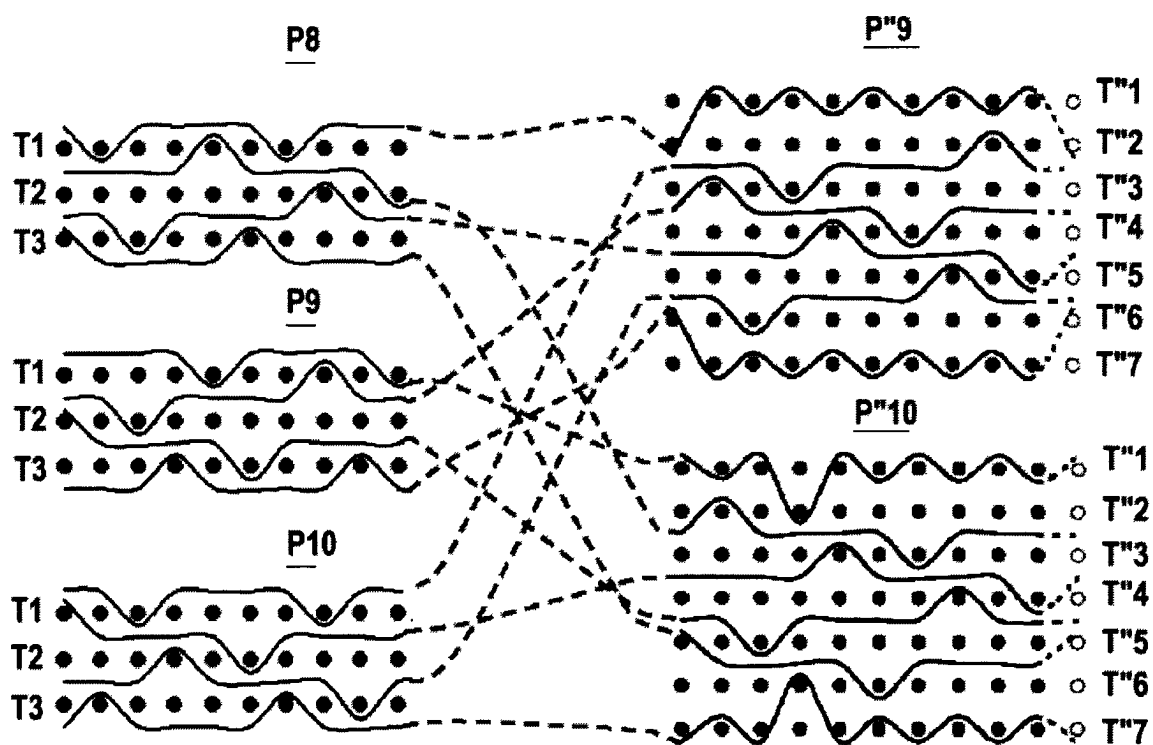
Фиг. 6G



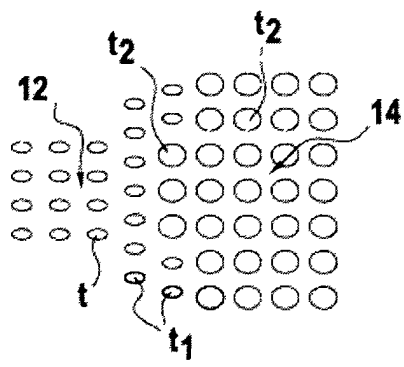
Фиг. 6H



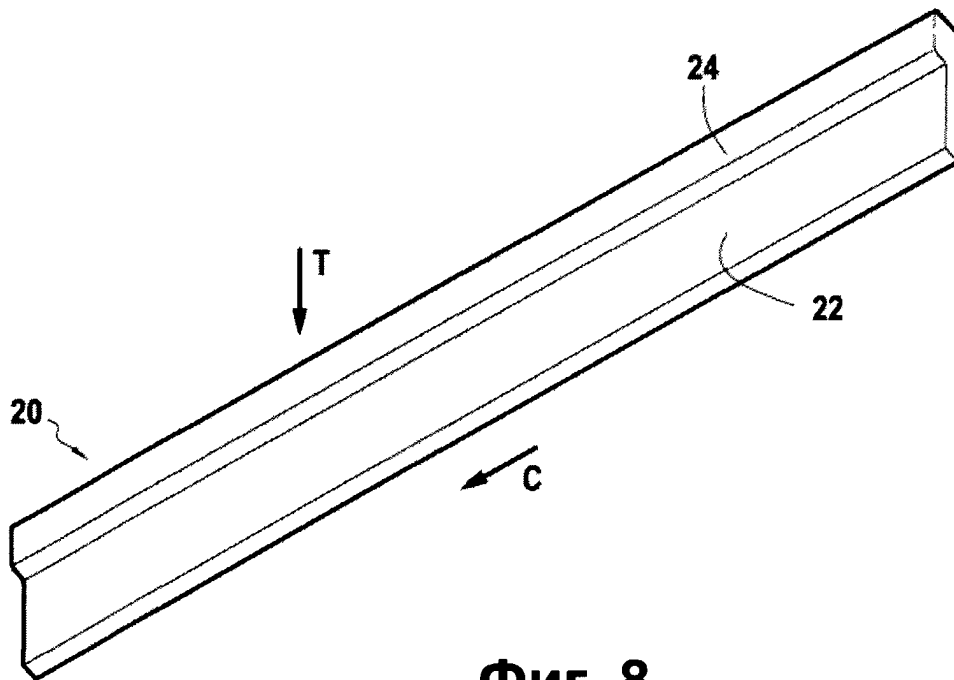
Фиг. 6I



Фиг. 6J



Фиг. 7



Фиг. 8