



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 068 214<sup>(13)</sup> C1

(51) МПК<sup>6</sup> H 02 N 2/16

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5001171/25, 19.11.1990

(30) Приоритет: 29.11.1989 DE P 3939419.0

(46) Дата публикации: 20.10.1996

(56) Ссылки: Заявка Японии 62-166662, кл. H 02 N 2/09, 1989.

(86) Заявка РСТ:  
EP 90/01973 (19.11.90)

(71) Заявитель:

Лицента патент-фервальтунгс - ГмбХ (DE)

(72) Изобретатель: Бернд Саломон[DE],  
Райнхард Ортманн[DE]

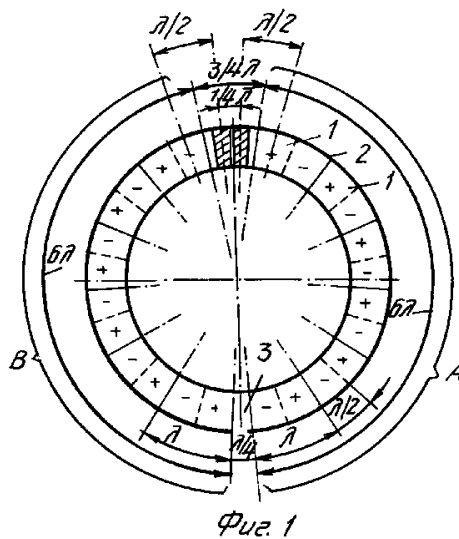
(73) Патентообладатель:

Лицента патент-фервальтунгс - ГмбХ (DE)

(54) ДВИГАТЕЛЬ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ С МНОГОПОВЕРХНОСТНЫМ СЕНСОРОМ

(57) Реферат:

Сущность изобретения: двигатель бегущей волны состоит из статора с упругим колебательным телом, из системы возбуждения, состоящей из множества сегментов и возбуждающей ультразвуковые колебания, и из ротора, находящегося под давлением в контакте со статором в поверхностной области, и имеет сенсорное устройство, расположенное на колебательном теле или на системе возбуждения. Сенсорное устройство содержит три сенсорные поверхности, которые установлены на колебательном теле или на системе возбуждения. Сенсорные поверхности пространственно смещены на  $\lambda/3$  или на  $(3/4)\lambda$ , где  $\lambda$  - длина подлежащей возбуждению бегущей волны. 2 с. и 4 з.п. ф-лы, 9 ил.



RU 2 068 214 C1

RU 2 068 214 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 068 214** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 02 N 2/16**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5001171/25, 19.11.1990

(30) Priority: 29.11.1989 DE P 3939419.0

(46) Date of publication: 20.10.1996

(86) PCT application:  
EP 90/01973 (19.11.90)

(71) Applicant:  
Litsentia patent-ferval'tungs - GmbKh (DE)

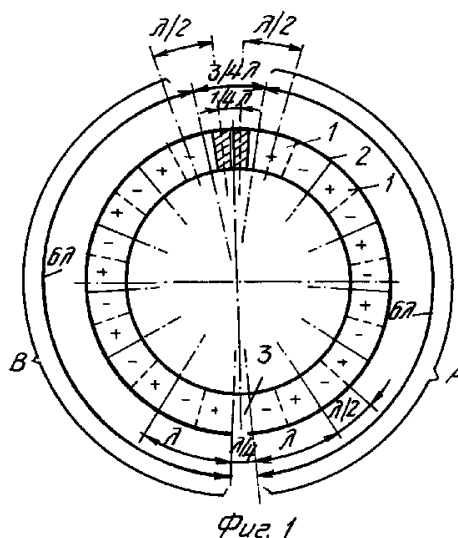
(72) Inventor: Bernd Salomon[DE],  
Rajnkhard Ortmann[DE]

(73) Proprietor:  
Litsentia patent-ferval'tungs - GmbKh (DE)

(54) **TRAVELLING WAVE MOTOR WITH MULTISURFACE SENSOR**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering. SUBSTANCE: travelling wave motor is composed of stator with oscillatory body, excitation system incorporating assemblage of segments and exciting ultrasonic oscillations and rotor placed under pressure in contact with stator in surface region. It has sensor device placed on oscillatory body or on excitation system. Sensor device has three sensor surfaces which are installed on oscillatory body or on excitation system. Sensor surfaces are spatially displaced through  $\lambda/3$  or through  $3/4\lambda$ , where  $\lambda$  is length of travelling wave subject to excitation. EFFECT: improved functional characteristics. 7 cl, 9 dwg



RU 2 068 214 C1

RU 2 068 214 C1

Настоящее изобретение относится к двигателям бегущей волны, согласно доотличительной части п. 1 формулы изобретения.

Такое устройство известно из заявки Японии N 62-166662.

Рабочее состояние такого двигателя бегущей волны зависит от большого количества параметров, в частности от температуры, осевого давления между статором и ротором, а также от частоты, амплитуды и формы возбужденных бегущих волн. Установка желаемых рабочих параметров, подгонка частоты питания двигателя при изменении механической собственной частоты вследствие температуры и долговременных влияний, а также необходимое ограничение амплитуды бегущих волн для защиты возбуждающей системы и контактной зоны между ротором и колебательным статором требуют управления такими двигателями в одном или нескольких регулировочных контурах. Для этого необходимо подавать информацию о действительном состоянии системы статор-ротор, в частности частоту, амплитуду и форму бегущей волны, в управляющее устройство.

Из патента ФРГ N 3634329 известна управляющая схема для двигателя бегущей волны, в случае которой обеспечивается то, что он всегда управляется в резонансной частоте двигателя. С этой целью предусмотрен контрольный электрод для регистрации фазовой разности между сигналом контрольного электрода и периодическим управляющим напряжением, приложенного для привода двигателя.

Недостаток этой схемы управления состоит в том, что оцениваются лишь опосредственные информации о наличии и свойствах бегущих волн, так как имеется только одна сенсорная поверхность, и поэтому может сенсироваться только амплитуда поверхностной области. Значения амплитуды и фазовые отношения отклонений различных поверхностных областей колебательного тела не определяются с помощью известной управляющей схемы. В частности, стоячая волна, которая непосредственно не вызывает никаких моторных эффектов, не может быть отличена от бегущей волны, так как обе волны в случае одноповерхностного сенсора генерируют одинаковый вид сигнала.

Задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы избежать указанных недостатков известных систем для обработки и управления приводным состоянием двигателя бегущей волны и указать устройство, в котором сигналы действительного значения сенсорного устройства однозначно характеризуют колебательное состояние вибратора.

Согласно изобретению задача решается с помощью признаков, указанных в п. 1 формулы изобретения.

Другое предпочтительное осуществление изобретения приведено в зависимых пунктах формулы изобретения.

Изобретение исходит из того, что однозначные сигналы действительного значения в отношении колебательных состояний, действительно имеющихся в вибраторе, подаются трехповерхностным

сенсором и вводятся в регулировочный контур обрабатывающей и управляющей схемы. Из частичных сигналов трехповерхностных сенсоров путем геометрического суммирования могут быть получены сигнальные векторы, которые представляют изображение бегущей волны, возбужденной в колебательном контуре. Из частичных амплитуд трехповерхностных сенсоров можно сделать вывод об амплитудном распределении бегущей волны. Из фазовых смещений между частичными сигналами многоповерхностных сенсоров можно сделать вывод о фазовых смещениях соответственно возбужденного колебательного состояния и надежно провести различие между бегущей волной и стоящей волной, а также однозначно определить направление распространения волны и направление вращения двигателя.

Кроме того, соответствующее изобретению трехповерхностное сенсорное управление позволяет оказывать влияние путем обработки фазовой разности между сенсорными напряжениями на напряжения питания двигателя в их фазовом положении по отношению друг к другу, чтобы получалось желаемое фазовое отношение между отдельными сенсорными напряжениями и тем самым желаемая форма бегущей волны.

Это также позволяет регулировочно-техническим образом компенсировать технологически обусловленные допуски в поляризационной структуре и высоту поляризации в случае пьезокерамических возбуждающих систем, вследствие чего выдвигаются меньшие требования к технологическим допускам.

Трехповерхностный сенсор может быть также предпочтительно использован для обнаружения скольжения между колебательным статором и ротором, так как вследствие скольжения возбуждаются почти все собственные частоты вибратора, и возникает многократная частотная смесь, которая отражается на сенсоре и может быть легко распознана схемой обработки посредством простых фильтрационных мер.

Ниже варианты осуществления изобретения объяснены более подробно с помощью чертежей.

Фиг. 1 структура деления кольцевого вибратора для генерирования управляемых механических бегущих волн, фиг. 2 принцип расположения двухповерхностного сенсора, фиг. 3 образование вектора LV положения из сигналов двухповерхностного сенсора, фиг. 4 вариант исполнения основной структуры регулятора для двигателя бегущей волны с двухповерхностными сенсорами, фиг. 5 фазовое отношение между возбуждающей частотой подсистемы А или В и коррелирующим сенсором, фиг. 6 принцип расположения для трехповерхностного сенсора согласно изобретению, фиг. 7 принцип расположения для другого трехповерхностного сенсора, фиг. 8 образование вектора LV положения из сигналов трехповерхностного сенсора согласно фиг. 6, фиг. 9 - образование вектора LV для трехповерхностного сенсора согласно фиг. 7.

На фиг. 1 показана структура деления колебательного статора, который состоит из двух систем возбуждения А и В в форме

кольцевых сегментов. Каждая из систем возбуждения, выполненных, например, из пьезокерамики, имеет попеременно положительно и отрицательно поляризованные сегменты, окружная длина которых соответственно определяется длиной  $\lambda$  подлежащей возбуждению волны. Общая окружность кольцевых сегментов в случае изображенного на фиг. 1 вибратора имеет длину, равную  $13\lambda$ , соответственно  $6\lambda$  для области А, соответственно В. Всего одна область длиной  $l$  волны является свободной от пьезокерамики. Подсистемы А и В известным образом в пространственном отношении смещены по отношению друг к другу на  $l/4$ .

На фиг. 2 двухповерхностный сенсор 2 в кольцевом секторе с окружной длиной  $3/4\lambda$  расположен по отношению к сектору с окружной длиной  $(1/4)\lambda$  так, что получается пространственное смещение, равное  $(1/4)\lambda$  между обоими частичными сенсорами S1 и S2. Сенсорный сигнал отображает те деформационные состояния, которые имеются в этом месте керамики и вызваны деформациями ультразвуковых систем возбуждения. При этом предпочтительными являются сенсоры, интегрированные в системе возбуждения, которые также выполнены из керамики, снабженной электродами, как и сегменты систем возбуждения А и В. Только их величина и относительное положение друг к другу, а также к системам возбуждения являются различными, так что вследствие этого по отношению с дискретными сенсорными устройствами получается особая простота изготовления и расположения на колебательном статоре. Путем соответствующего выбора направления поляризации керамики может быть установлен знак измерительного сигнала. С другой стороны, изобретение также может быть осуществлено с помощью дискретных сенсоров, которые расположены на возбуждающей системе или на колебательном теле.

Если подсистемами А и В управляют с помощью постоянных возбуждающих функций, которые являются фазосмещенными по своему периоду по отношению друг к другу на  $\pi/2$ , т.е. на  $90^\circ$ , то известным образом на окружности вибратора, имеющего соответствующие размеры, возбуждается бегущая волна вследствие наложения частичных волн. Возможные формы колебаний и собственные частоты бегущих волн характеризуются числом соответствующих узловых кругов и узловых прямых: в примере на фиг. 1 бегущая волна имеет  $N$  13 узловых прямых.

Если подсистемы А и В в случае фазового смещения, равного  $\pi/2$ , возбуждаются с амплитудой равной величины, то получается бегущая волна вдоль окружности согласно  $Y = C \cdot \cos(\Omega t - N\chi)$ , причем  $C$  амплитуда,  $\Omega$  рабочая круговая частота вибратора,  $t$  временная переменная,  $N$  число длин волн на окружности, а  $\chi$  место на окружности вибратора.

На фиг. 2 показан вырез кольцеобразного вибратора с двумя сенсорными поверхностями S1 и S2, которые симметрично расположены в секторе длиной  $(3/4)\lambda$  между

сегментами 4 и 5 системы возбуждения и на расстоянии  $l/4$  между их средними линиями M1 и M2. Частичные сенсоры S1 и S2 также имеют фиксированное подчинение сегментам 4 и 5 систем возбуждения, а именно такое, что средняя ось сенсорной поверхности S1 расположена на фиксированном расстоянии, равном  $(1/2)\lambda$ , по отношению к средней оси сегмента 4 и тем самым по отношению ко всей системе возбуждения В. Также и средняя ось сенсорной поверхности S2 расположена на фиксированном расстоянии, равном  $(1/2)\lambda$ , по отношению к средней оси сегмента 5 и тем самым к системе возбуждения А. Тем самым сенсорные сигналы не только находятся в фиксированном фазовом отношении (здесь  $\lambda/4 = 90^\circ$ ) друг к другу, но и для желаемой бегущей волны или имеют определенное отношение расстояний до возбуждающих систем А и В. Фазовое отношение сигналов, результирующее из отношения расстояний, также зависит от соответствующего направления поляризации керамических поверхностей. При изменении знака поляризации изменяется знак сигнала, полученного из керамической поверхности.

На фиг. 3 показано образование вектора LV положения из измерительных сигналов US1 и US2 сенсоров S1 и соответственно S2 двухповерхностного сенсора, который был показан на фиг. 2.

Идеальная бегущая волна с формой  $Y = C \cdot \cos(\Omega t - N\chi)$  изображается в случае двухповерхностного сенсора согласно фиг. 2 с помощью частичных сигналов US1 и US2 равной амплитуды с временным фазовым смещением, равным  $90^\circ$ , между сигналами и сигнальной частотой, которая равна рабочей частоте вибратора.

Так как амплитуда бегущей волны прямо пропорциональна скорости вращения двигателя, то для регулирования частоты вращения двигателя желательно получать информацию о высоте бегущей волны. Имеющиеся компоненты стоячей волны не должны оказывать никакого влияния.

Возможно имеющиеся компоненты стоячей волны выражаются в амплитудном сигнале как переменные компоненты, наложенные на постоянный сигнал, и тем самым могут быть с помощью простого аналогового или цифрового фильтрационного способа отделены от сигнала бегущей волны и распознаны.

На фиг. 6 показана конструкция трехповерхностного сенсора согласно изобретению, состоящего из сенсорных поверхностей S3, S4 и S5, которые расположены в секторе длиной  $(3/4)\lambda$  на соответствующем расстоянии, равном  $l/3$ , между средними линиями M3, M4 и M5.

На фиг. 7 показан другой вариант исполнения трехповерхностного сенсора, в случае которого для уменьшения потребности в площади уменьшено расстояние между средними линиями M6, M7 и M8 сенсорных поверхностей S6, S7 и S8 до  $\lambda/6$ .

Расположение сенсорных поверхностей согласно фиг. 7 делает возможным, как и расположение согласно фиг. 6, представление измерительных сигналов в трехфазовой координатной системе, в случае которой координатные оси смещены друг к другу на  $120^\circ$  по отношению к

длине  $\lambda$  бегущей волны.

На фиг. 8 показано образование вектора LV положения из частичных сигналов US3, US4, US5 в случае расположения согласно фиг. 6. Положение сенсорных средних линий M3, M4, M5 относительно друг друга соответствует положению координатных осей S3, S4, S5.

На фиг. 9 показано образование вектора LV положения из сенсорных сигналов US6, US7 и US8 в случае расположения согласно фиг. 7. Здесь пространственно измененное по отношению к фиг. 6 положение частичных сенсоров S6, S7, S8 имеет следствием также и другое соответствие между сенсорным сигналом и координатными осями. Если сенсорная ось S6 выбирается в качестве базовой координаты, а сенсорная ось S7 выбирается в качестве следующей в направлении счета координаты, то сенсорная ось S8 должна быть введена как "откинута" третья координата. Геометрическое суммирование этих оцененных правильно по знаку частичных векторов дает здесь также однозначное определение вектора LV положения бегущей волны.

Расположение согласно фиг. 6 позволяет рассчитать отдельные сенсорные поверхности большими и тем самым увеличить амплитуду измерительного сигнала, что влечет за собой преимущество, заключающееся в увеличении расстояния сигнал/шум.

В случае всех трехфазных устройств преимущественным является то, что подавляются высокочастотные составляющие бегущей волны, которые имеют порядок, делящийся на 3. Здесь также следует выделить то, что путем изменения осей поляризации знаки измерительных сигналов должны быть изменены на обратные в соответствии со смещенной на  $180^\circ$  фазой. ыыы2 ыыы4 ыыы6 ыыы8

#### Формула изобретения:

1. Двигатель бегущей волны с многоповерхностным сенсором, который состоит из статора с упругим колебательным телом и системой возбуждения, состоящей из множества сегментов, генерирующих ультразвуковые колебания, и ротора, находящегося под давлением в поверхностном контакте со статором, и содержит размещенное на колебательном

теле или на системе возбуждения сенсорное устройство, имеющее две сенсорные поверхности, причем система возбуждения состоит из кольцеобразных подсистем, которые пространственно смещены относительно друг друга на величину  $(N+1/4)\lambda$ , причем N положительное число, а  $\lambda$  обозначает длину подлежащей возбуждению бегущей волны, отличающийся тем, что сенсорное устройство содержит дополнительно третью сенсорную поверхность, при этом соседние сенсорные поверхности пространственно смещены друг относительно друга на  $l/3$ .

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что сенсорные поверхности интегрированы в систему возбуждения и состоят из пьезокерамического материала.

3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что между сегментами системы возбуждения, которые ближе всего расположены к сенсорным поверхностям, предусмотрено расстояние, равное  $3/4\lambda$ .

4. Двигатель бегущей волны с многоповерхностным сенсором, который состоит из статора с упругим колебательным телом и системой возбуждения, состоящей из множества сегментов, генерирующих ультразвуковые колебания, и ротора, находящегося под давлением в поверхностном контакте со статором, и имеет размещенное на колебательном теле или на системе возбуждения сенсорное устройство, имеющее две сенсорные поверхности, причем система возбуждения состоит из двух кольцеобразных подсистем, которые пространственно смещены друг относительно друга на величину  $(N + 1/4)\lambda$ , причем N положительное целое число, а l обозначает длину подлежащей возбуждению бегущей волны, отличающийся тем, что сенсорное устройство содержит дополнительно третью сенсорную поверхность, при этом соседние сенсорные поверхности пространственно смещены друг относительно друга на  $l/6$ .

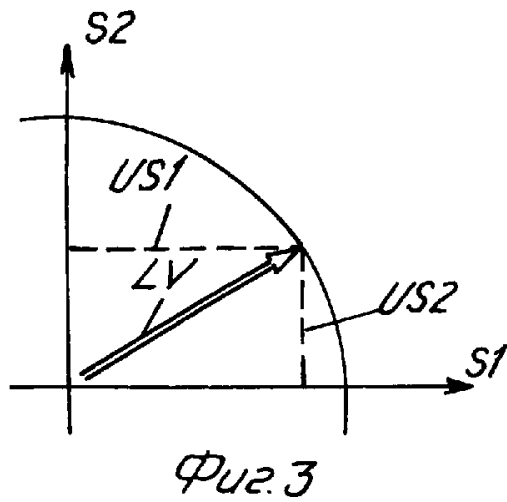
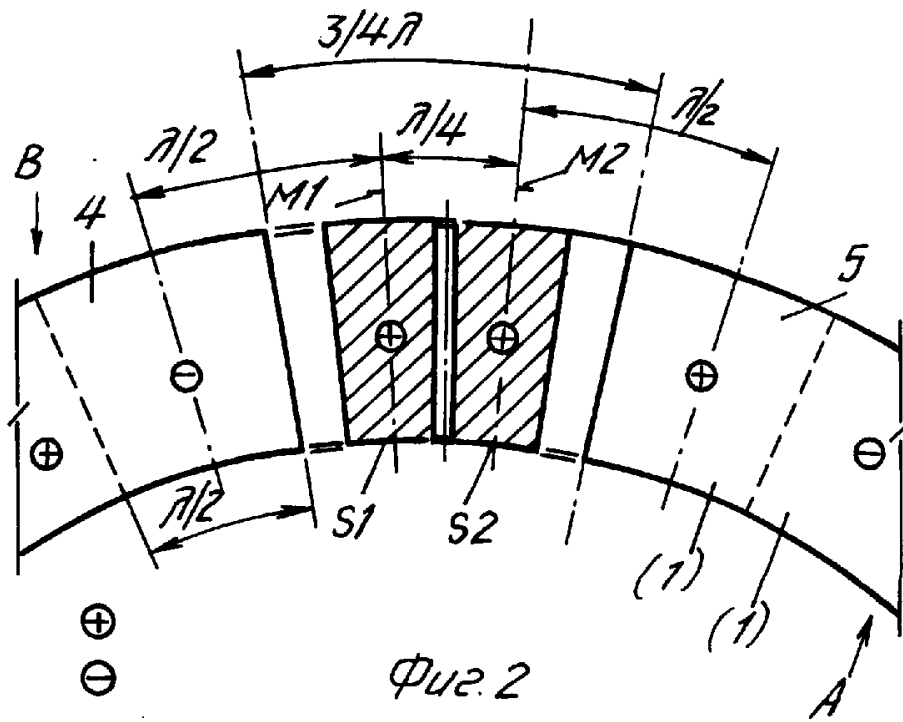
5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что между сегментами системы возбуждения, которые ближе всего расположены к сенсорным поверхностям, предусмотрено расстояние, равное  $3/4\lambda$ .

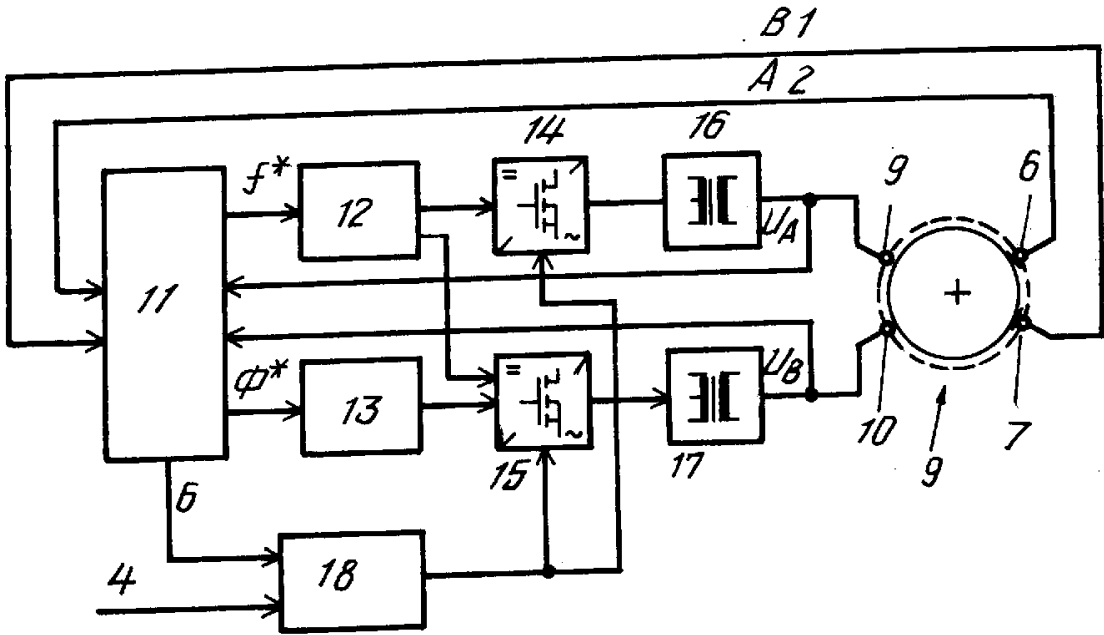
6. Устройство по п. 4 или 5, отличающееся тем, что сенсорные поверхности интегрированы в систему возбуждения и состоят из пьезокерамического материала.

50

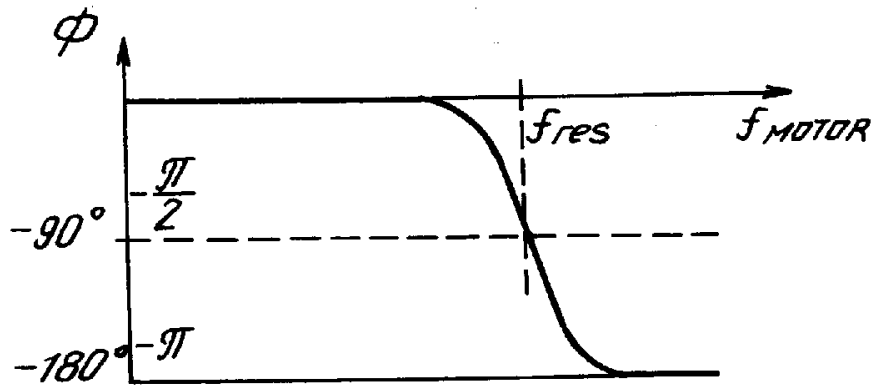
55

60





$\Phi_{uz.4}$

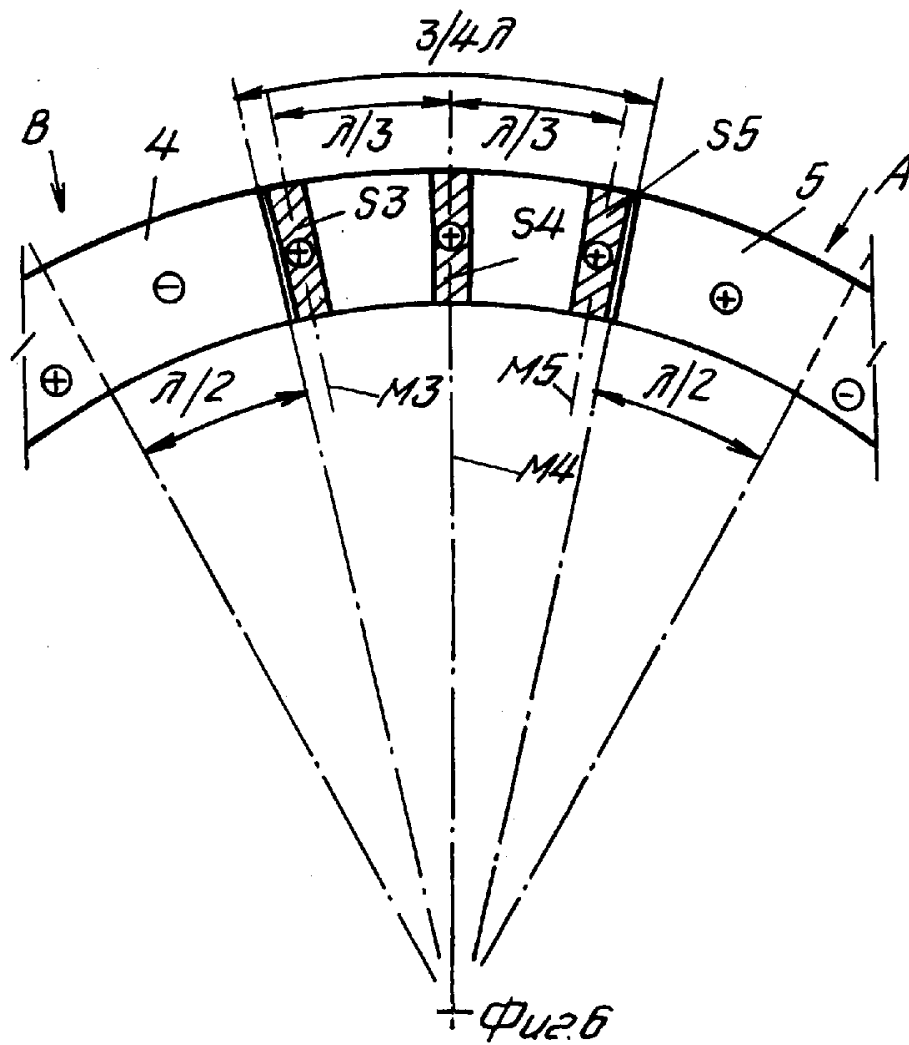


$\Phi_{uz.5}$

RU 2068214 C1

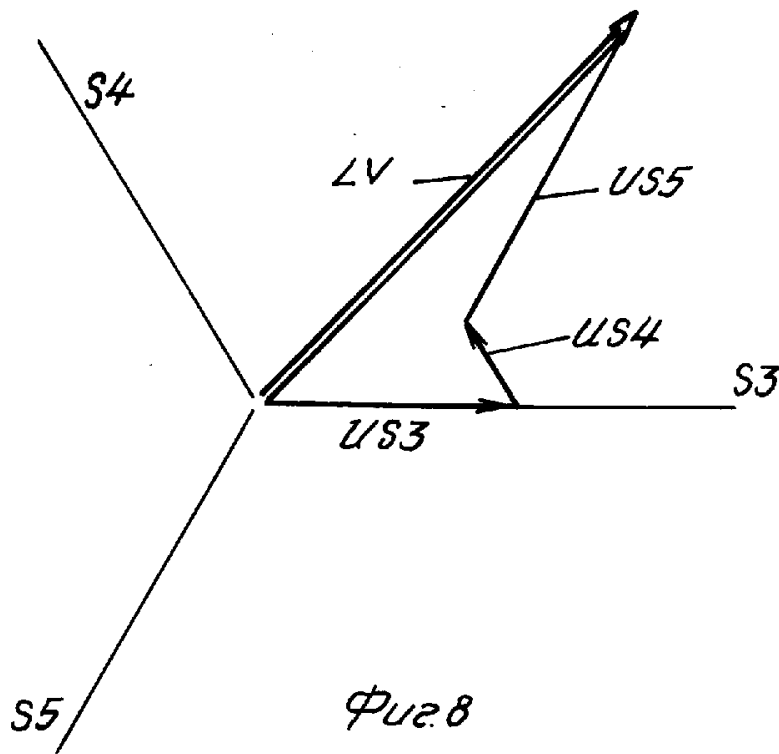
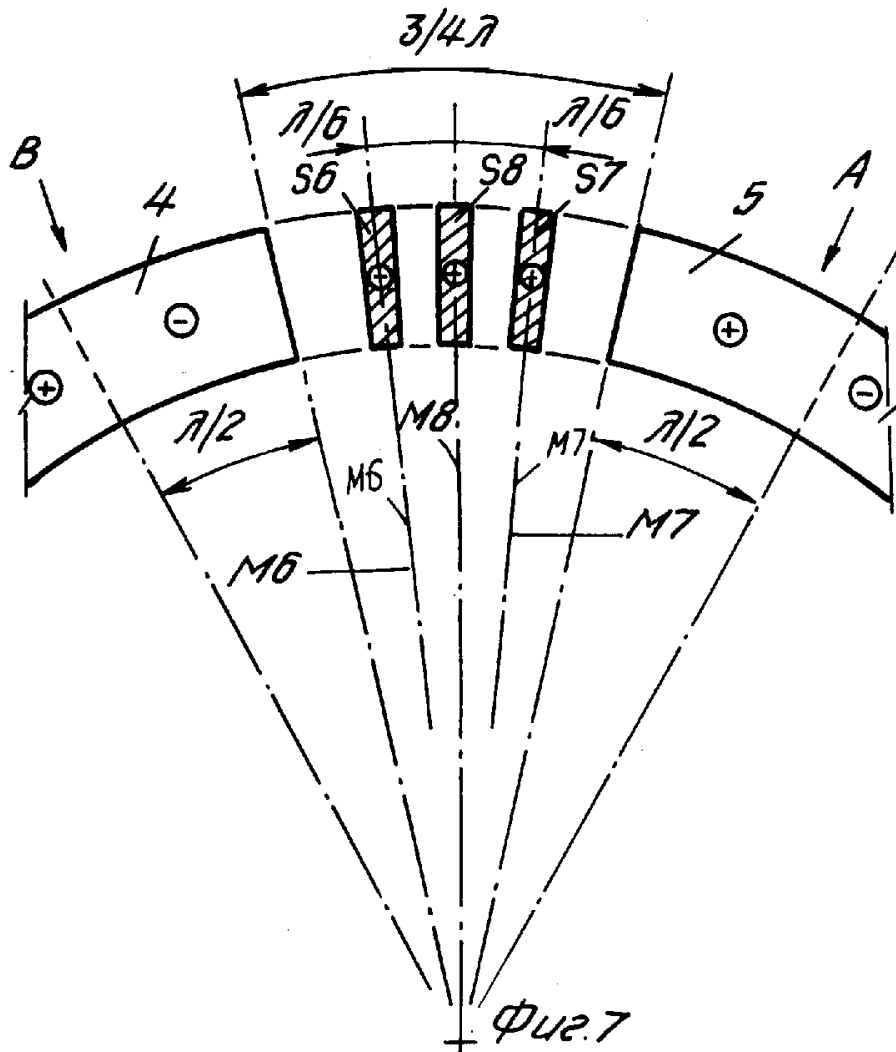
RU 2068214 C1

RU 2068214 C1

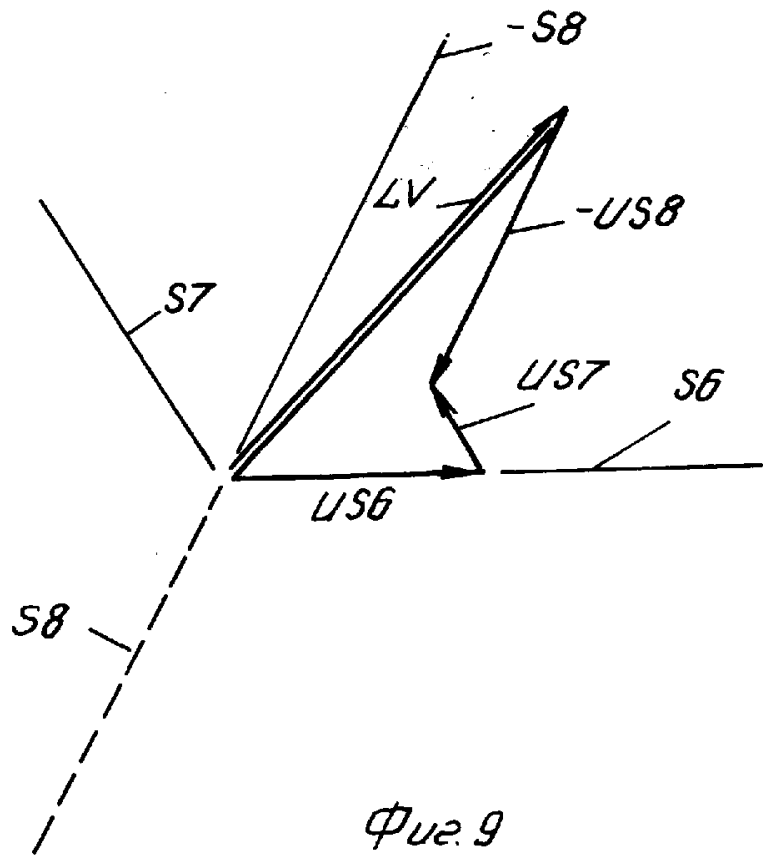


RU 2068214 C1





RU 2068214 C1



RU 2068214 C1