



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1620056**

A3

(51)5 G 02 F 1/13

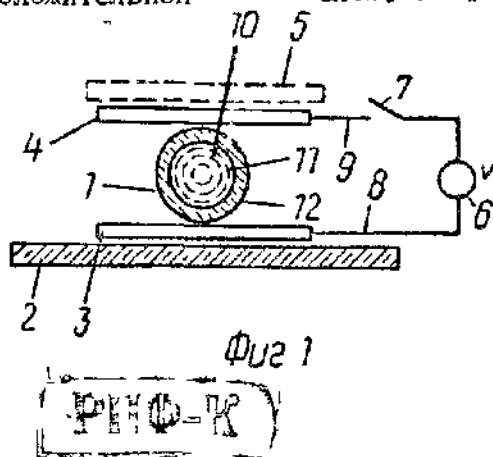
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 3596398/25
(86) PCT/US 82/01240 (14.09.82)
(22) 16.05.83
(31) 302780
(32) 16.09.81
(33) US
(46) 07.01.91. Бюл. № 1
(71) Манчестер Р энд Д Партнершип
(US)
(72) Джеймс Ли Фергасон (US)
(53) 535.8(088.8)
(56) Патент США № 3720623.
кл. В 01 J 13/02, 252-316, 1973.

Патент США № 3872050,
кл. G 02 F 1/16, 260-37N, 1975.
(54) ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО
С МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ
(57) Изобретение относится к опти-
электронике и может быть использова-
но в дисплеях на жидких кристаллах
больших размеров, использующих кап-
сулированные жидкокристаллические
элементы, в других устройствах моду-
ляции оптического излучения. Цель
изобретения — увеличение площади уст-
ройства при сохранении уровня и рав-
номерности контраста. Сущность изоб-
ретения состоит в создании активного
слоя, состоящего из нематического
жидкого кристалла с положительной

диэлектрической анизотропией, капсу-
лированного в среду, образующую замк-
нутые капсулы 12 из материала с по-
казателем преломления, равным обыкно-
венному показателю преломления жидко-
го кристалла. Активный слой распола-
гается на подложке 2 со сплошным
электродом 3, второй электрод 4 в ви-
де сегментов наносится на активный
слой и может быть защищен защитным
покрытием 5. Активный слой может
быть приклеен к поверхности под-
ложки. Материал жидкого кристал-
ла может иметь плеохроический кра-
ситель. В отсутствии напряжения ак-
тивный слой рассеивает излучение и
имеет темный фон, при подаче напряже-
ния на любой из сегментов этот сег-
мент становится прозрачным для внеш-
него излучения и возникает контраст-
ное изображение. При толщине актив-
ного слоя 1,6 мм, представляющего
собой нематический жидкий кристалл с
красителем суданская сажа в капсулах
поливинилового спирта диаметром
3 мкм и нанесенного на майларовую
пленку с электродом из оксида олова,
достигнут контраст 7:1 при напряже-
нии 50 В, приложенном к активному
слою. 7 з.п. ф-лы, 6 ил.



(19) **SU** (11) **1620056** **A3**

Изобретение относится к опти-
электронике и может быть использова-
но в дисплеях на жидких кристаллах
больших размеров, использующих капсу-
лированные жидкокристаллические эле-
менты, в других устройствах модуля-
ции оптического излучения.

Цель изобретения — увеличение пло-
щади устройства при сохранении уров-
ня и равномерности контраста.

На фиг.1 схематически изображено
предлагаемое устройство; на фиг.2 —
устройство дисплея на жидких крис-
таллах, вид в плане; на фиг.3 — то
же, с частичным вырывом; на фиг.4 —
капсула жидкого кристалла в состоя-
нии без электрического поля; на фиг.5 —
то же, в состоянии приложенного элект-
рического поля; на фиг.6 — условная
эквивалентная электрическая схема
капсулы.

Жидкокристаллическое устройство с
микрокапсулированными элементами со-
держит заключенный в капсулу жидкий
кристалл 1, подложку 2, электроды 3
и 4, защитный слой 5, источник 6 по-
стоянного или переменного тока, селек-
тивно замыкаемый переключатель 7, то-
коподводящие выводы 8 и 9, материал
10 жидкого кристалла, содержащийся
во внутреннем объеме 11 капсулы 12,
знакоместо 13 в виде цифры восемь,
сегменты 14-16 знакоместа 13, участок
17 знакоместа 13, разрез 18 множест-
ва заключенных в капсулу жидких крис-
таллов 1, внутреннюю поверхность 19
стенки капсулы 12, приповерхностный
слой 20 молекул 21 жидкого кристалла,
обозначенных пунктирными линиями,
внутренние слои 22 молекул 21, стен-
ку 23 капсулы 12, разрыв 24 непре-
рывности в ориентации внутренних сло-
ев 22, точки 25-28 на внешней и внут-
ренней поверхностях капсулы, верхний
участок 29 и нижний участок 30 мате-
риала 10 жидкого кристалла, конденса-
торы 31-33, образованные материала-
ми стенки капсулы и жидкого кристал-
ла.

Электрод 3 может быть нанесенным
в вакууме на подложку 2 слоем оксида
индия с добавками олова, а электрод
4, может быть электрически проводя-
щей краской.

Подложка 2 и электроды 3 и 4, а
также защитный слой 5, могут быть оп-
тически прозрачными, так что устрой-
ство способно управлять передачей

света через него в ответ на возбужде-
ние или невозбуждение электрического
поля на электродах 3 и 4 и тем самым
на заключенном в капсулу жидком крис-
талле 1. Подложка 2 может быть опти-
чески отражающей или может иметь оп-
тически отражающий слой, так что от-
ражение таким отражающим слоем па-
дающего света, поступающего через
защитный слой будет зависеть от то-
го, приложено или нет электрическое
поле к заключенному в капсулу жидко-
му кристаллу 1.

Множество заключенных в капсулы
жидких кристаллов 1 наносится на мон-
тажную подложку 2 так, что заклю-
ченные в капсулы жидкие кристаллы
адгезируют к подложке 2 или к мате-
риалу электрода 3 для опоры монтаж-
ной подложкой 2 и удержания в не-
подвижном относительно других заклю-
ченных в капсулы жидких кристаллов 1
положении. Наиболее предпочтительно,
когда образующая капсулу среда, из
которой образнется капсула 12, также
приемлема для связывания или иной
адгезии капсулы 12 к подложке 2. Мо-
жет использоваться дополнительная
связывающая среда (не показано) для
адгезии заключенных в капсулы жидких
кристаллов 1 к подложке 2. Так как
капсулы 12 адгезируют к подложке 2 и
каждая капсула 12 образует необходи-
мую герметизацию материала 10 жидко-
го кристалла, второй подложки обычно
не требуется. Однако для защиты от
рубцевания, электрохимического раз-
рушения, например окисления и т.п.
электрода 4 защитный слой 5 может
быть образован на стороне или по-
верхности устройства.

Так как заключенные в капсулы жид-
кие кристаллы 1 относительно прочно
адгезируют к подложке 2 и обычно нет
необходимости в дополнительной под-
ложке, электрод 4 может быть нанесен
непосредственно на заключенные в кап-
сулы жидкие кристаллы 1.

В обычном устройстве визуального
дисплея типа на жидких кристаллах
или светоизлучающих диодах знако-
место 13 цифры восемь обычно поделе-
но на семь электрически изолирован-
ных сегментов, каждый из которых мо-
жет селективно возбуждаться или нет,
чтобы образовать различные цифровые
изображения. Например, возбуждение
сегментов 14 и 15 изображает цифру

"1", а возбуждение сегментов 14-16 изображает цифру "7".

При использовании заключенных в капсулы жидких кристаллов 1 образуется подложка 2, способная отображать виртуальный и требуемый дисплей, как функция только селективных сегментов электродов из проводящей краски, нанесенных на материал жидкого кристалла. В этом случае вся поверхность подложки 2 может быть покрыта электродным материалом 3 и даже вся поверхность этого электродного материала может быть покрыта слоем 18 заключенных в капсулы жидких кристаллов 1. После этого заданный образец электродных сегментов электрода 4 из проводящей краски может быть отпечатан (нанесен) при необходимости на слое 18. Одинарный электрический вывод 8 может соединять электрод 3 с источником 6 напряжения и соответствующие электрические выводы электрода 4 могут соединять соответствующие сегменты из проводящей краски через соответствующие управляемые переключатели 7 с этими же источником 6 напряжения. Заключенные в капсулы жидкие кристаллы 1 и/или электродный материал электрода 3 могут быть нанесены на поверхность подложки 2 только в тех зонах, где необходимы сегменты.

Капсула 12 (фиг.4) имеет вообще гладкую изогнутую внутреннюю поверхность 19 стенки, определяющей границу объема 11. Действительные размерные параметры поверхности 19 стенки и всей капсулы 12 связаны с количеством материала 10 жидкого кристалла, который в ней содержится, и размером отдельных молекул жидкого кристалла. Дополнительно капсула 12 создает давление на материал 10 жидкого кристалла, стремясь создать давление или по крайней мере сохранить по существу постоянным давление внутри объема 11. В результате сказанного и в силу природы поверхностного смачивания молекул жидкого кристалла такие молекулы, которые обычно в свободной форме стремятся быть прямыми, хотя возможно случайно распределенными, деформируются по кривой в направлении, которое обычно параллельно относительно смежного участка внутренней поверхности 19 стенки капсулы. В силу такой дисторсии жидкие кристаллы со-

храняют упругую энергию. Для упрощения иллюстрации и облегчения понимания приведенной концепции приповерхностный слой 20 молекул 21 жидкого кристалла, представленных соответствующими пунктирными линиями показан в непосредственной близости к внутренней поверхности 19 стенки. Молекулы 21 деформируются по кривой в направлении, которое параллельно смежной зоне поверхности 19 стенки. Другие слои 20 молекул 21 жидкого кристалла также показаны в капсуле 12. Молекулы жидкого кристалла показаны в этих слоях, хотя должно быть понятно, что молекулы жидкого кристалла могут быть ориентированы несколько более хаотично, чем в упорядоченных слоях, показанных на фиг.4, однако такие молекулы, тем не менее, стремятся ориентироваться в некоторой степени параллельно по отношению к соответствующей смежной зоне внутренней поверхности 19 стенки.

Молекулы 21 жидких кристаллов являются молекулами нематического типа с положительной диэлектрической анизотропией. Такие молекулы обычно принимают прямолинейную палеобразную конфигурацию, и материал жидкого кристалла, содержащий такие нематические молекулы, обычно является чувствительным к направлению оптической поляризации. Однако, так как молекулы 21 в заключенных в капсулах жидкого кристалла 1 деформируются или принуждаются к искривленной форме в полной трехмерной капсуле 12, такой нематический материал жидкого кристалла в такой капсуле приобретает улучшенные характеристики нечувствительности к направлению оптической поляризации падающего на него света. Кроме того, когда материал 10 жидкого кристалла в капсуле 12 имеет растворенный в нем плеохлорический краситель, такой краситель, который обычно также может считаться имеющим чувствительность к оптической поляризации, больше не является чувствительным к поляризации, потому что краситель стремится следовать той же искривленной ориентации или распределению, что и отдельные молекулы 21 жидкого кристалла.

Следует отметить, что материал 10 жидкого кристалла в капсуле 12 имеет разрыв 24 непрерывности в общем сфе-

рическом ориентировании его. Разрыв 24 непрерывности вызван неспособностью жидкого кристалла ориентироваться однородно в соответствии с параллельным ориентированием со стенкой 23 и требованием в отношении минимальной упругой энергии. Молекулы 21 жидкого кристалла стремятся следовать вокруг разрыва 24 непрерывности, как показано в планарной форме на фиг. 4, но в действительности они следуют в трехмерных направлениях образца по трехмерной обычно цилиндрической внутренней поверхности 19 стенки. Разрыв 24 непрерывности также деформирует молекулы жидкого кристалла, что также снижает возможность, что материал 10 жидкого кристалла будет чувствительным к направлению оптической поляризации падающего света.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии селективный переключатель 7 разомкнут и соответствующие сегменты знакоместа 13 не создают напряженность электрического поля совместно с электродом 3.

При деформированных в капсуле 12 отдельных молекулах 21 жидкого кристалла, которые изгибаются так, как показано на фиг. 4, заключенный в капсулу 12 жидкий кристалл 1 адсорбирует или блокирует свет, чтобы он не мог передаваться через него, когда не приложено электрическое поле к заключенному в капсулу 12 жидкому кристаллу.

В результате в устройстве отсутствует контрастное визуальное изображение.

В случае замыкания переключателя 7 электрическое поле приложено к заключенному в капсулу 12 жидкому кристаллу 1 так, как показано на фиг. 5, молекулы 21 жидкого кристалла и любой плеохлорический краситель в растворе с ним ориентируются в ответ на электрическое поле. Такое ориентирование по прямой дает возможность пропускать свет через заключенный в капсулу жидкий кристалл 1. Это приводит к возникновению контрастного визуального изображения, определяемого конфигурацией сегментов, подключенных к источнику 6.

Для оптимизации характеристик контрастности устройства и для устра-

нения оптической дисторсии из-за рефракции падающего света, проходящего от образующей капсулу среды в материал жидкого кристалла, и наоборот, из заключенного в капсулу жидкого кристалла (фиг. 5) показатель преломления образующей капсулу среды и показатель преломления материала жидкого кристалла должны между собой согласовываться как можно лучше, а именно обыкновенный показатель преломления жидкого кристалла равен показателю преломления материала стенки капсулы 12.

Таким образом, когда не подано электрическое напряжение U , заключенный в капсулу жидкий кристалл 1 имеет отличительные признаки, так как молекулы 21 жидкого кристалла деформируются, имея необыкновенный показатель преломления, не равный показателю преломления стенки, и так как плеохлорический краситель деформируется, абсорбция или блокировка светопередачи через заключенные в капсулу жидкие кристаллы высокоэффективны, даже без применения плеохроичного красителя за счет преломления и рассеяния света на границе жидкого кристалла со стенкой. С другой стороны в силу эффективного электрического напряжения, приложенного к материалу 10 жидкого кристалла, в заключенных в капсулах жидких кристаллах 1, ориентирование молекул жидкого кристалла и красителя вместе с ним, а также в силу согласования предпочитаемого показателя преломления, т.е. среды, образующей капсулу, и материала жидкого кристалла, падающий свет не преломляется или искривляется в границе раздела между стенкой 23 капсулы и материалом 10 жидкого кристалла и, когда подается электрическое поле, заключенный в капсулу жидкий кристалл 1 имеет хорошую характеристику оптической передачи.

Так как множество заключенных в капсулу жидких кристаллов 1 обычно требуется для конструирования законченного устройства на жидких кристаллах, такого как устройство 17 (фиг. 3) и так как эти заключенные в капсулы жидкие кристаллы располагаются в нескольких слоях, предпочтительно иметь относительно высокую диэлектрическую анизотропию, чтобы снизить напряжение U .

Капсулы 12 могут быть различных размеров. Чем меньше размер капсулы, тем выше требования в отношении электрического поля для ориентирования молекул жидкого кристалла в капсуле. Когда размер капсулы относительно невелик, требуется больше капсул на единицу площади слоя 18, поэтому большие потери из-за падения напряжения в среде, образующей капсулы, чем у капсул большего размера, и в последнем случае плотность на единицу площади меньше. Согласно предпочтительному варианту устройство должно иметь капсулы диаметром 2-25 мкм.

Электрическое полное сопротивление у материала образующей капсулу среды предпочтительно должно быть больше, чем у материала жидкого кристалла в заключенном в капсулу жидком кристалле 1 (фиг.5) и также должно быть достаточно большим, чтобы не происходило короткого замыкания через стенку 23, шунтируя материал жидкого кристалла. Поэтому полное сопротивление для тока через стенку 23 от точки 25 до точки 27 должно быть значительным по сравнению с полным сопротивлением, которое могло бы встретиться на пути тока непосредственно от точки 25 до точки 26 внутри внутренней поверхности 19 стенки, непосредственно через материал 10 жидкого кристалла до точки 28 и также в объеме 11, наконец, снова до точки 27.

Диэлектрические константы (коэффициенты) материала, из которого образуется среда, образующая капсулы, и в который заключается материал, составляющий жидкий кристалл, а также величины эффективной емкости стенки 23 капсулы, в частности, в радиальном направлении, и материала жидкого кристалла, по концам которого подается электрическое поле все должно быть согласовано так, что стенка 23 капсулы 12 значительно не снижает величину приложенного электрического поля.

Условная эквивалентная электрическая схема капсулы 12 показана на фиг.6. Электрическое поле исходит от источника 6 напряжения, когда замкнут переключатель 7. Конденсатор 32 имеет емкость материала 10 жидкого кристалла в заключенном в капсулу жидком кристалле 1. Конденсатор 31 имеет емкость стенки 23 капсулы 12

в верхней зоне (направление обычно принятое на чертежах, но не имеющее другого какого-либо специального значения) и соответственно искривлен аналогично верхнему участку капсулы 12 (фиг.4 и 5). Конденсатор 33 также имеет емкость нижней части капсулы. Величины емкостей каждого конденсатора 31-33 зависят от диэлектрических констант (коэффициентов) материала, из которого изготовлены соответствующие конденсаторы, и зазора между его эффективными обкладками. Предпочтительно, чтобы конденсаторы 31 и 33 имели больше величины емкости, чем конденсатор 32, так что падение напряжения, происходящее на соответствующих конденсаторах 31 и 33 будет меньше, чем падение напряжения на конденсаторе 32, и тогда подается максимальная часть электрического поля на материал 10 жидкого кристалла в заключенный в капсулу жидкий кристалл 1 для достижения оптимальной работы, т.е. ориентирования молекул жидкого кристалла с минимальным общим потреблением энергии источника 6 напряжения.

Делая как можно тоньше стенку 23 при сохранении адекватной ее прочности для содержания материала 10 жидкого кристалла в объеме 11, величины конденсаторов 31, 32 могут быть увеличены особенно в сравнении с толщиной или длиной расстояния между верхним участком 29 материала 10 жидкого кристалла нижней части 30 его, которые примерно и эквивалентно образуют обкладки того же порядка конденсатора 32.

Как сказано, чем больше размер капсулы, тем меньше электрическое поле, необходимое для достижения ориентирования молекул жидкого кристалла в ней. Однако, чем больше сфера (капсула), тем дольше время срабатывания.

Пример. 0,45% плеохлорического красителя типа Суданской сажи В растворяют в жидком кристалле, который состоит из ароматических эфиров. Такой комбинированный материал продается под индексом № M8250 фирмой "Америкен ликвид кстал кемикал корп.", Кент, Огайо. Этот материал смешивается с раствором 7%-ного поливинилового спирта (ПВС), который обрабатывается для удаления всех солей. Также готовят раствор с водой типа

ASTM-100. Полученная смесь помещается в коллоидную мельницу, и материал перемалывается в течение 4 мин для получения суспензии частиц однородного размера. В результате получают стабильную эмульсию, размер суспензированных частиц которой примерно 3 мкм. Эмульсия наносится на майларную пленку, которая предварительно покрыта слоем электрода из оксида олова. Используют ракель для нанесения эмульсионного материала на майларную пленку на стороне, покрытой слоем электрода.

На такой электрод наносится 7 мм эмульсионного материала и высушивается до общей толщины 0,8 мм. Затем наносится второй слой такой эмульсии на первый, образуя агрегированный слой капелек жидкого кристалла в матрице поливинилового спирта, имеющий толщину 1,6 мм. Предпочтительно заключенные в капсулы жидкие кристаллы наносятся как одинарный слой толщиной из одной или нескольких капсул.

Образованное таким образом устройство на жидких кристаллах, содержащее слой из майлара, электрод и заключенные в капсулы жидкие кристаллы затем испытывается путем приложения электрического поля, после чего материал изменяется от черного к почти светлопрозрачному. Материал показал очень широкий угол обзора и отношение контрастности составило 7:1 при 50 В электрического напряжения. Скорость переключения около 2 мс при включении и около 4 мс при выключении.

Предлагаемое устройство обеспечивает возможность получения устройств на жидких кристаллах значительной площади при сохранении высоких светотехнических характеристик, кроме того, для обеспечения однородности этих характеристик по площади и подержания управляющего напряжения в узких пределах возможно обеспечение градации капсул по диаметрам с целью исключения их разбросов в одном устройстве. Входным сигналом для предлагаемого устройства может быть либо

электрическое поле, либо магнитное поле.

5 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Жидкокристаллическое устройство с микрокапсулированными элементами, содержащее совокупность замкнутых объемов материала жидкого кристалла, имеющего природную структуру, причем объемы материала жидкого кристалла распределены в удерживающей среде, отличающееся тем, что, с целью увеличения площади устройства при сохранении уровня и равномерности контраста, материал жидкого кристалла выбран нематическим с положительной диэлектрической анизотропией и обыкновенным показателем преломления, равным показателю преломления удерживающей среды.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что материал жидкого кристалла содержит плеохроический краситель.

3. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что удерживающая среда расположена на подложке.

4. Устройство по пп.1-3, отличающееся тем, что содержит склеивающее средство, расположенное между удерживающей средой и подложкой.

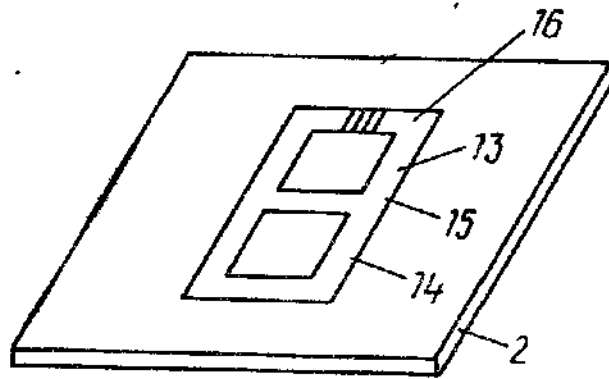
5. Устройство по пп.1-4, отличающееся тем, что содержит средство для приложения электрического поля к материалу жидкого кристалла.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что средство приложения электрического поля выполнено с парой электродов.

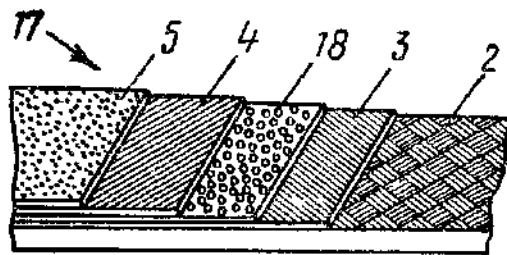
7. Устройство по пп.1-6, отличающееся тем, что удерживающая среда выполнена в виде капсулы для каждого объема материала жидкого кристалла с искривленной поверхностью.

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что капсулы имеют сферическую форму.

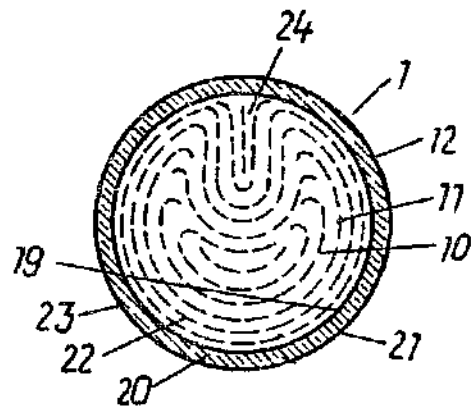
1620056



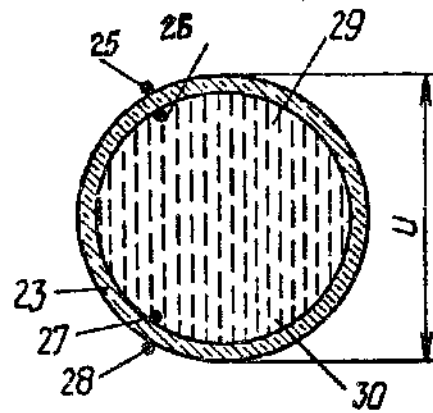
ΦU2 2



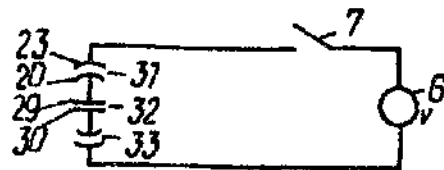
ΦU2 3



ΦU2 4



ΦU2.5



Фиг. 6

Составитель А. Гусев

Редактор С. Нагрушева

Техред М. Дидык

Корректор Т. Колб

Заказ 58

тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101