



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26986 (13) C1  
(51) G 41 M 5/24ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ПІДПОВЕРХНЕВОГО МАРКУВАННЯ У ТІЛІ МАТЕРІАЛУ  
І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ ТА МАРКОВАНЕ ТІЛО

1

2

- (21) 93004127  
(22) 14.08.91  
(24) 28.02.2000  
(31) 9017939.1; 9019929.0; 9025790.8  
(32) 15.08.90; 12.09.90; 27.11.90  
(33) GB; GB; GB  
(86) PCT/GB91/01380 (14.08.91)  
(46) 28.02.2000. Бюл. №1  
(72) КЛЕМЕНТ Роберт Марк (GB), ЛЕД-ЖЕР Невіл Річард (GB), САНМЕН Роберт Пітер (GB)  
(73) ЮНАЙТЕД ДІСТІЛЛЕРС ПЛС (GB)  
(57) 1. Способ получения подповерхностной маркировки в теле материала, характеризующийся тем, что он содержит стадии направления на поверхность тела луча высокой плотности энергии, для которого этот материал прозрачен, и фокусирования луча в области, находящейся на некотором расстоянии от поверхности и в пределах тела, для возбуждения локальной ионизации материала и создания маркировки в виде области повышенной непрозрачности к электромагнитному излучению, без какого-либо различимого изменения на поверхности.  
2. Способ по п.1, в котором тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области.  
3. Способ по п.1, в котором тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области, так что маркировка может быть обнаружена только с помощью оптических приборов на соответствующей длине волны в пределах электромагнитного спектра.  
4. Способ по любому из пп.1-3, в котором фокус луча подвижен относительно тела, подлежащего маркированию,

для придания маркировке заданной конфигурации.

5. Способ по п.4, в котором маркировка объемна.

6. Способ по п.4 или п.5, в котором маркировка содержит одну или более цифр, букв или символов или их сочетание.

7. Устройство для подповерхностной маркировки тела материала, характеризующееся тем, что оно содержит средство для формирования луча высокой плотности энергии, для которого материал прозрачен, и средства фокусирования луча в области, расположенной в пределах тела на некотором расстоянии от его поверхности, для возбуждения локальной ионизации материала и формирования маркировки в виде области повышенной непрозрачности для электромагнитного излучения без какого-либо различимого изменения на поверхности.

8. Устройство по п.7, в котором луч высокой плотности энергии является фокусируемым потоком частиц.

9. Устройство по п.7, в котором средством формирования луча высокой плотности энергии является лазер.

10. Устройство по п.9, в котором лазер имеет максимальную плотность энергии в фокусе, по меньшей мере, равную величине  $10 \text{ Дж/см}^2$ .

11. Устройство по п.9 или п.10, в котором лазер имеет удельную мощность в фокусе, по меньшей мере, равную величине  $10^7 \text{ Вт/см}^2$  и пульсирует с длительностью импульса менее  $10^{-8} \text{ с}$ .

12. Устройство по любому из пп.9-11, в котором лазером является Nd-YAG лазер.

13. Устройство по любому из пп.9-12, в котором предусмотрены средства для

(19) UA (11) 26986 (13) C1

перемещения фокуса луча относительно тела, для получения маркировки заданной конфигурации.

14. Устройство по п.13, в котором средство перемещения фокуса луча включает в себя, по меньшей мере, одно подвижное зеркало, расположенное на траектории луча.

15. Устройство по п.14, в котором перемещение указанного, по меньшей мере, одного зеркала управляется с помощью компьютерной программы.

16. Устройство по п.14 или п.15, в котором указанное, по меньшей мере, одно подвижное зеркало является зеркалом гальванометра.

17. Устройство по любому из пп.9-16, в котором средство фокусирования включает в себя линзу переменного фокусного расстояния.

18. Устройство по любому из пп.9-17, в котором дополнительно предусмотрен вторичный источник видимого лазерного излучения для облегчения юстировки луча высокой плотности энергии.

19. Маркированное тело материала, характеризующееся тем, что маркировка содержит внутреннюю зону дефекта в ка-

честве результата локальной ионизации, отделенную от поверхности тела.

20. Маркированное тело материала по п.19, в котором тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области.

21. Маркированное тело материала по п.20, в котором телом материала является стекло или пластмасса.

22. Маркированное тело материала по п.19, в котором тело материала непрозрачно для электромагнитного излучения в пределах длин волн видимой области, так что маркировка может быть обнаружена только с помощью оптических приборов, работающих на соответствующей длине волны в пределах электромагнитного спектра.

23. Маркированное тело материала по любому из п.19-22, в котором маркировка объемна.

24. Маркированное тело материала по любому из пп.19-23, в котором маркировка содержит одну или более цифр, буквы или символы или их сочетание.

25. Маркированное тело материала по любому из пп.19-24, в котором телом материала является контейнер.

Изобретение относится к способу и устройству для подповерхностной маркировки тела материала, с использованием луча высокой плотности энергии, и дополнительно относится к телам, маркированным в соответствии с указанным способом и с помощью указанного устройства.

При упаковке продуктов в прозрачные контейнеры из стекла и пластмассы стремятся промаркировать последние таким образом, чтобы однажды нанесенная маркировка была долговечна и не могла быть удалена. Такой метод маркировки может быть направлен против подделок, а также позволяет наносить специальный код на каждый контейнер и таким образом облегчить отслеживание продукта.

Это используется некоторыми изготовителями, например производителями дорогих ароматических веществ, для ограничения количества и качества розничных торговых точек, которым они дают разрешение продавать свой продукт. В результате прочие розничные торговцы, желающие продавать подобный продукт, вынуждены пользоваться незаконными источни-

ками поставки. Изготовители заинтересованы в пресечении любой незаконной передачи товаров, которая может не только нанести ущерб их репутации, но также увеличить активность фальсификаторов, которых не сдерживают ограничения для зарегистрированных торговцев.

В типовой системе сопровождения продукта используется метод скрытного копирования каждого контейнера путем идентификации зарегистрированного торговца перед поставкой. Однако торговцу, знающему о наличии маркировки, известно также, как обойти систему, просто удалив маркировку. Если бы существовала возможность обеспечить каждый контейнер истинно неудаляемыми обозначениями в виде кода машинного считывания, например штриховым кодом, эту систему было бы не так просто преодолеть и можно было бы не прибегать к скрытой маркировке.

Таким образом, штриховой код мог бы открыто наноситься на контейнер и, при необходимости, на его крышку, связывая тем самым обе эти части. По мере продвижения заполненного контейнера к

месту упаковки штриховой код может считываться и копироваться на последующие фасовочные материалы посредством печати, надписи, гравировки и т.п. до тех пор, пока продукт и упаковка не будут готовы к отгрузке. На этой стадии было бы традиционным для пункта отгрузки маркировать упаковку, но если бы предложенный идентификационный код мог быть считываемым машиной, он мог бы считываться в месте нанесения на упаковку обозначения торговца и оба кода сравнивались бы с помощью простого программного обеспечения. В этом случае независимо от состояния внешней упаковки, уникальная связь между продуктом и предназначенным для него торговцем может быть дополнительно установлена по неудаляемой маркировке на самом контейнере.

В прошлом для получения неудаляемой маркировки изготовители почти исключительно обращались к поверхностной маркировке. Однако недостаток данного типа маркировки состоит в том, что она может быть разрушена либо удалением той части поверхности, на которую она нанесена, либо имитацией нанесения идентичной маркировки на замененном контейнере.

Известно маркирование контейнеров с помощью лазерного излучения, но полученные таким образом маркировки часто принимают вид гравировки или изменения цветности на специальной поверхности. Например, в патенте США №4758703 описан способ скрытого кодирования поверхности объекта микроскопическим видимым рисунком, при этом луч несфокусированного лазерного излучения проходит через маску с целью получения требуемого рисунка, причем интенсивность лазерного луча должна тщательно контролироваться, с тем чтобы рисунок едва вытравливался на поверхности и оставался невидимым для невооруженного глаза. В патенте США № 4769310 описывается способ маркировки керамических материалов, глазурей, стеклокерамики и стекла, содержащих по меньшей мере, одну добавку, чувствительную к излучению, сфокусированному на поверхности маркируемого материала, чтобы вызвать изменение цвета в пределах облученной области.

В патенте США № 3657085 описывается способ подповерхностного маркирования с помощью электронного луча, но также в качестве альтернативы упоминается использование луча лазера. Целью

этого патента США является разработка способа маркировки детали, например линз очков, идентификационной меткой, которая обычно не видна, но которая по требованию может быть видимой. В этом случае электронный или лазерный луч фокусируется на маске, расположенной поверх линз очков, так что луч, проходящий через вырезанные области в маске, падает на материал очковых линз. Луч рассеивается при столкновении с молекулами материала, в результате чего кинетическая энергия луча поглощается с выделением тепла в виде постоянных рисунков напряжений внутри линзы. Рисунки напряжения невидимы невооруженным глазом, но могут стать видимыми с помощью двойного преломления в поляризованном свете.

Патент США №4758703 касается способа поверхностной маркировки и поэтому имеет отношение к совершенно другой технической цели, чем в заявленном изобретении. В противоположность этому патент США №3657085, по меньшей мере, относится к способу подповерхностной маркировки, но производимая им маркировка не вызывается "локальной ионизацией", а также не приводит к образованию "области повышенной непрозрачности к электромагнитному излучению по существу без какого-либо различимого изменения на поверхности". Следовательно, хотя патент США № 3657085 представляет собой более близкий предшествующий уровень, чем патент США № 4758703, он, тем не менее, направлен на решение другой задачи, а именно: производимая по нему маркировка является безусловно скрытой и становится видимой только в поляризационном свете, и поэтому он также не может быть выбран в качестве прототипа.

Способ, описанный в патенте США №3657085, не содержит стадии "направления на поверхность тела луча высокой плотности энергии, для которого этот материал прозрачен". Необходимой частью способа, описанного в патенте США №3657085, является то, что частицы, составляющие луч высокой плотности энергии, рассеиваются при столкновениях с молекулами материала, в результате чего они отдают свою кинетическую энергию и в конце концов поглощаются. Кинетическая энергия поглощается материалом в виде тепла, и это тепло создает рисунки напряжений, содержащих маркировку. Если луч не поглощался бы материалом (т.е. если бы материал был "прозрачным"

для луча) и, таким образом, не отдавал бы какую-нибудь часть своей кинетической энергии, то не происходило бы никакой маркировки.

Способ, согласно настоящему изобретению, может также отличаться от способа, описанного в патенте США № 3657085, вследствие "локальной ионизации материала", которая осуществляется в фокусе луча высокой энергии. Термин "локальная ионизация" является термином, который легко понятен специалистам в данной области и служит для отличия взаимодействия согласно настоящему изобретению от того, что рассматривается в патенте США № 3657085. Локальную ионизацию можно легко идентифицировать как таковую, и она представляет собой взаимодействие лазер/материал, совершенно отличное от теплового взаимодействия, рассматриваемого в описании к упомянутому выше патенту США.

Способ согласно настоящему изобретению может также отличаться от того, что описывается в патенте США № 3657085, тем, что луч высокой плотности энергии фокусируется в области, находящейся на некотором расстоянии от поверхности и в пределах указанного материала, и это в том месте, где делается маркировка. Это в противоположность способу, рассматриваемому в патенте США № 3657085, при котором луч высокой плотности энергии фокусируется на маске, расположенной поверх маркируемого материала. Это различие проистекает в результате различия в путях образования двух видов маркировки. В патенте США № 3657085 все, что требуется, это коллимирование луча, а трафарет используется для образования метки желаемой формы. В противоположность этому, в настоящем изобретении вследствие того, что пороговая величина энергии для локальной ионизации настолько выше, что необходимо фокусировать луч высокой плотности энергии для того, чтобы в фокусе луч имел достаточную энергию для возбуждения локальной ионизации.

Соответственно этому метка образуется только в фокусе, а при желании изготовить, например, удлиненную метку необходимо переместить фокус луча относительно маркируемого тела.

Наконец, как уже говорилось, способ согласно настоящему изобретению может также отличаться от патента США № 3657085 тем, что образуемые метки имеют форму "области повышенной непрозрачности к электромагнитному излучению по существу

без какого-либо различного изменения на поверхности". В противоположность этому метки, образуемые по патенту США № 3657085, обычно являются невидимыми.

Из вышеуказанных доводов следует, что изобретение является пионерским и не имеет прототипа.

В основу изобретения поставлена задача создания такого способа подповерхностной маркировки тела материала, обеспечивающего возможность формирования луча высокой плотности энергии, способного разрушить молекулярные связи, и в его фокусе создать плазму, образующую внутреннюю зону дефекта или разрушения, т.е. в результате возбуждения локальной ионизации материала образуется маркировка в виде области повышенной непрозрачности для электромагнитного излучения без какого-либо различного изменения на поверхности, что позволяет выдерживать любую поверхностную обработку и быть трудновоспроизводимой. Поскольку такая маркировка не обладает сдерживающим эффектом, то она является неудаляемой скрытой маркировкой.

Поставленная задача решается тем, что предлагаемый способ подповерхностной маркировки тела, содержащий стадии направления на поверхность тела луча высокой плотности энергии, для которого этот материал прозрачен, и фокусирования луча в области, находящейся на некотором расстоянии от поверхности и в пределах тела, для возбуждения локальной ионизации материала и создания маркировки в виде области повышенной непрозрачности к электромагнитному излучению без какого-либо различного изменения на поверхности, позволяющий формировать маркировку, способную выдерживать любую поверхностную обработку, и быть трудновоспроизводимой.

Кроме того, в предлагаемом способе тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области.

Кроме того, в предлагаемом способе, в котором тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области так, что маркировка может быть обнаружена только с помощью оптических приборов на соответствующей длине волны в пределах электромагнитного спектра.

Кроме того, в предлагаемом способе фокус луча подвижен относительно тела, подлежащего маркированию, для придания маркировке заданной конфигурации.

Кроме того, в предлагаемом способе маркировка объемна.

Кроме того, в предлагаемом способе маркировка содержит одну или более цифр, букв или символов, или их сочетание.

В основу изобретения поставлена также задача создания такого устройства для подповерхностной маркировки тела материала, обеспечивающего возможность формирования такого луча высокой плотности энергии, способного разрушить молекулярные связи, и в его фокусе создать плазму, образующую внутреннюю зону дефекта или разрушения, т.е. в результате возбуждения локальной ионизации материала образуется маркировка в виде области повышенной непрозрачности для электромагнитного излучения без какого-либо различного изменения на поверхности, что позволяет маркировке выдерживать любую поверхностную обработку и быть трудно воспроизводимой. Поскольку такая маркировка не обладает сдерживающим эффектом, то она является неудаляемой скрытой маркировкой.

Поставленная задача также решается тем, что устройство для подповерхностной маркировки тела материала характеризуется тем, что оно содержит средство для формирования луча высокой плотности энергии, для которого материал прозрачен, и средства фокусирования луча в области, расположенной в пределах тела на некотором расстоянии от его поверхности, для возбуждения локальной ионизации материала и формирования маркировки в виде области повышенной прозрачности для электромагнитного излучения без какого-либо различного изменения на поверхности, и позволяющее формировать маркировку, способную выдерживать любую поверхностную обработку и быть труднопроизводимой.

Кроме того, в предлагаемом устройстве луч высокой плотности является фокусируемым потоком частиц.

Кроме того, в предлагаемом устройстве средством формирования луча высокой плотности энергии является лазер.

Кроме того, в предлагаемом устройстве лазер имеет максимальную плотность энергии в фокусе, по меньшей мере, равную величине  $10 \text{ Дж/см}^2$ .

Кроме того, в предлагаемом устройстве лазер имеет удельную мощность в фокусе, по меньшей мере, равную величине  $10^7 \text{ Вт/см}^2$ , и пульсирует с длительностью импульса менее  $10^{-6} \text{ с}$ .

Кроме того, в предлагаемом устройстве лазером является Nd-YAG лазер.

Кроме того, в предлагаемом устройстве предусмотрены средства для перемещения фокуса луча относительно тела, для получения маркировки заданной конфигурации.

Кроме того, в предлагаемом устройстве средство перемещения фокуса луча включает в себя, по меньшей мере, одно подвижное зеркало, расположенное на траектории луча.

Кроме того, в предлагаемом устройстве перемещение указанного, по меньшей мере, одного зеркала управляется с помощью компьютерной программы.

Кроме того, в предлагаемом устройстве указанное, по меньшей мере, одно подвижное зеркало является зеркалом-гальванометром.

Кроме того, в предлагаемом устройстве средство фокусирования включает в себя линзу переменного фокусного расстояния.

Кроме того, в предлагаемом устройстве дополнительно предусмотрен вторичный источник видимого лазерного излучения для облегчения юстировки луча высокой плотности энергии.

В основу изобретения поставлена также задача в предлагаемом маркированном теле материала обеспечить возможность создания маркировки в виде области повышенной непрозрачности для электромагнитного излучения без какого-либо различного изменения на поверхности, что позволяет маркировке выдерживать поверхностную обработку и быть труднопроизводимой.

Поставленная задача решается тем, что предлагаемое маркированное тело материала характеризуется тем, что маркировка содержит внутреннюю зону дефекта в качестве результата локальной ионизации, отделенную от поверхности тела, и является труднопроизводимой.

Кроме того, в предлагаемом маркированном теле материала тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области.

Кроме того, в предлагаемом маркированном теле материала телом материала является стекло или пластмасса.

Кроме того, в предлагаемом маркированном теле материала тело материала непрозрачно для электромагнитного излучения в пределах длин волн видимой области, так что маркировка может быть обнаружена только с помощью оптических приборов, работающих на соответствующей длине волны в пределах электромагнитного спектра.

Кроме того, в предлагаемом маркированном теле материала маркировка объема.

Кроме того, в предлагаемом маркированном теле материала маркировка содержит одну или более цифр, букв или символов, или их сочетание.

Кроме того, в предлагаемом маркированном теле материала телом материала является контейнер.

Понятие прозрачности, в том смысле, в каком оно использовано в данном случае, относится к таким материалам, в которые может проникать луч с высокой плотностью энергии, по меньшей мере, на глубину требуемой маркировки, включая прозрачные материалы и материалы такие, как цветное или дымчатое стекло, в которых характеристика пропускания электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области уменьшена, но не исключена. Термин "прозрачность" охватывает также материалы, которые не прозрачны для электромагнитного излучения в диапазонах длин волн в пределах видимой области, но которые являются, по меньшей мере, способными пропускать электромагнитное излучение на длинах волн в пределах той же области видимого спектра, что и у луча высокой плотности энергии.

Возможные виды взаимодействия между лазерным излучением и телом материала могут быть представлены в виде трех категорий, в зависимости от величины удельной мощности соответствующего лазерного излучения. По мере увеличения удельной мощности указанные категории располагаются в следующей последовательности:

(1) фотохимические взаимодействия, включающие фотоиндукцию и фотоактивацию;

(2) тепловые взаимодействия, при которых падающее излучение поглощается в виде тепла; и

(3) ионизирующие взаимодействия, которые включают нетепловую фотодиссоциацию облучаемого материала.

Различие между порогами этих трех взаимодействий четко видно при сравнении типичной удельной мощности  $10^{-3}$  Вт/см<sup>2</sup>, требуемой для получения фотохимического взаимодействия с удельной мощностью  $10^{12}$  Вт/см<sup>2</sup>, характерной для ионизирующих взаимодействий, например фотоабляции и фоторазрушения.

Для того, чтобы имела место локальная ионизация материала, луч должен обладать достаточной энергией, чтобы раз-

рушить молекулярные связи и создать плазму в точке фокуса. Как только луч уходит, плазма остывает, образуя локальную зону дефекта или разрушения, которое рассеивает любое электромагнитное излучение, падающее на него, в результате чего эта зона появляется как область повышенной непрозрачности.

В настоящее время единственными коммерчески доступными лазерами, способными возбудить ионизирующие взаимодействия, являются импульсные лазеры, имеющие максимальную энергию в фокусе, достаточную для создания плазмы в пределах интересующего материала. В предпочтительном варианте воплощения настоящего изобретения удельная мощность лазера в фокусе составляет, по меньшей мере,  $10^7$  Вт/см<sup>2</sup>, а длительность импульса — не более  $10^{-8}$  с, так что плотность энергии каждого импульса составляет, по меньшей мере,  $10$  Дж/см<sup>2</sup>, что достаточно для возбуждения локальной ионизации материала в фокусе луча.

Если тело материала, подлежащее маркированию, прозрачно для электромагнитного излучения при длинах волн в пределах видимой области, то средством для формирования луча требуемой высокой плотности энергии предпочтительно является Nd-YAG (легированный неодимом алюмоиттриевый гранат) лазер, работающий на длине волны  $1,06$  мкм.

Достоинством способа является то, что могут быть предусмотрены средства для перемещения фокуса лазера относительно тела и, в частности, по меньшей мере, одно подвижное зеркало, расположенное на траектории луча. Движение зеркала может управляться с помощью компьютерной программы, дающей возможность простым манипулированием получить окончательную форму маркировки, в то время как само подвижное зеркало может быть зеркалом гальванометра. Хотя признано, что может быть предусмотрено любое приемлемое средство для перемещения зеркала, например серводвигатель или ручка управления для управления вручную, характеристики зеркала гальванометра обеспечивают необходимую скорость реакции и простоту управления, которые дают значительное преимущество перед альтернативными средствами управления.

В другом варианте выполнения изобретения средства для фокусирования могут включать в себя линзу переменного фокусного расстояния либо корректирующую линзу, которая фокусирует луч на

одной глубине в пределах тела независимо от кривизны его поверхности, либо объектив с переменным фокусным расстоянием, чтобы маркировки могли быть сформированы на разных глубинах в пределах тела, и таким образом, дать возможность получения объемных маркировок.

В дополнительном варианте выполнения изобретения для обеспечения юстировки луча высокой плотности энергии может быть предусмотрен вторичный источник видимого лазерного излучения.

В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения обеспечивается маркировка тела материала, в котором в виде результата локальной ионизации маркировка содержит внутреннюю зону дефекта, находящуюся на некотором расстоянии от поверхности тела.

В предпочтительном варианте выполнения изобретения тело материала прозрачно для электромагнитного излучения в диапазоне длин волн в пределах видимой области, что делает маркировку видимой невооруженным глазом. Например, материал может быть стеклом или пластмассой. Однако в другом варианте выполнения изобретения тело материала непрозрачно для электромагнитного излучения при длинах волн в пределах видимой области, так что маркировка скрыта от невооруженного глаза, но может быть "обнаружена" с помощью оптического устройства, работающего на соответствующей длине волны электромагнитного спектра.

Маркировка может быть объемной и/или содержать одну или более цифр, букв или символов или их сочетание, в то время как тело материала может содержать контейнер.

На фиг.1 изображена структурная схема устройства в соответствии со вторым аспектом изобретения; на фиг.2 – структурная схема способа распределения электрической мощности по устройству, изображенному на фиг.1.

Как можно видеть из фиг.1, источник 1 формирует луч лазерного излучения 2, который направляется для внедрения в тело материала, которое в настоящем примере представлено в виде бутылки. Поскольку окончательная подповерхностная маркировка предназначена быть видимой невооруженным глазом, выбирается бутылка 3 из материала, например стекла или пластмассы, который прозрачен для электромагнитного излучения в видимой области электромагнитного спектра. Кро-

ме того, источник 1 выбирают таким образом, чтобы материал бутылки 3 был также прозрачен для лазерного луча 2.

В данном устройстве источник 1 содержит Nd-YAG (легированный неодимом алюмоиттриевый гранат) импульсный лазер высокой плотности энергии, который формирует импульсный луч лазерного излучения 2 с длиной волны 1,06 мкм, видимый, следовательно, невооруженным глазом. Излучаемый Nd-YAG лазером 10-импульсный луч падает на первую отражающую поверхность 4, которая направляет луч 2 через расширитель луча 5 и лучевой сумматор 6 ко второй отражающей поверхности 7. Второй источник лазерного излучения в виде He-Ne (гелий-неон) лазера малой мощности 8 расположен рядом с Nd-YAG лазером 1 и излучает вторичный луч видимого лазерного излучения 9 с длиной волны 638 нм. Вторичный луч 9 падает на лучевой сумматор 6, в котором он отражается в направлении второй отражающей поверхности 7 вместе с импульсным лучом лазерного излучения 2 из Nd-YAG лазера 1. Таким образом, необходимым свойством лучевого сумматора является возможность пропускания электромагнитного излучения с длиной волны 1,06 мкм, отражая электромагнитное излучение с длиной волны 688 нм. Таким образом, He-Ne лазерный луч 2 обеспечивает комбинированный He-Ne/Nd-YAG луч 2,9 с видимым компонентом, который облегчает оптическую юстировку.

Будучи объединенными, два совпадающих луча 2, 9 отражаются от второй отражающей поверхности 7 в направлении третьей отражающей поверхности 10 и от третьей отражающей поверхности 10 отражаются далее к четвертой отражающей поверхности 11, а от четвертой отражающей ее поверхности 11 объединенный луч 2,9 снова отражается в направлении силовой головки 12, откуда наконец он направляется на бутылку 3. Для облегчения маркирования на различных расстояниях от основания бутылки 3 третья и четвертая отражающие поверхности установлены заодно с силовой головкой 12, чтобы иметь возможность регулирования в вертикальной плоскости под действием шагового двигателя 13 (не показан).

В пределах силовой головки 12 объединенный He-Ne/Nd-YAG луч 2,9 последовательно падает на два подвижных зеркала 14 и 15. Первое из двух зеркал (зеркало 14), расположенное наклонно к объединенному лучу 2,9, который падает на него в результате отражения от чет-



вертой отражающей поверхности 11, является подвижным, чтобы заставить луч, отраженный от него, двигаться в вертикальной плоскости. Второе из двух зеркал 15 также располагается наклонно к лучу 2,9, чтобы он падал на зеркало в результате отражения от первого зеркала 14, и выполняется подвижным с целью приведения отраженного луча 2,9 в движение в горизонтальной плоскости. Следовательно, для специалиста в данной области техники будет очевидно, что луч 2,9 из силовой головки 12 может быть перемещен в любом требуемом направлении одновременными движениями зеркал 14 и 15.

Для облегчения этого движения два подвижных зеркала 14 и 15 монтируют на соответствующие первый и второй гальванометры 16 и 17. Хотя признано, что любое приемлемое средство может быть предусмотрено для управления движением двух зеркал 14 и 15, например отдельные серводвигатели или рычаг управления для управления вручную, выбранный метод позволяет сочетать скорость реакции с простотой управления, что дает значительное преимущество перед альтернативными средствами управления.

Выходящий из силовой головки 12 комбинированный луч 2,9 фокусируют, пропуская через объектив 18, который может включать в себя одну или более линз. Первая линза 19 фокусирует луч 2,9 в выбранной точке на некотором расстоянии от поверхности бутылки 3 в пределах толщины материала стекла или пластмассы, из которого изготовлена бутылка. Известно, что максимальная удельная мощность луча 2,9 обратно пропорциональна квадрату радиуса луча 2,9 в его фокусе, который, в свою очередь, обратно пропорционален радиусу луча, который падает на фокусирующую линзу 19. Таким образом, для луча 2,9 электромагнитное излучение длиной волны  $\lambda$  и радиусом  $R$ , падающее на линзу с фокусным расстоянием  $f$ , удельная мощность в фокусе  $E$  в первом приближении определяется выражением:

$$E = PR^2/\lambda^2 f^2 \text{ Вт/м}^2,$$

где  $P$  — мощность лазера.

Из этого выражения величина и назначение расширителя луча 5 вполне очевидны, поскольку увеличенный радиус луча  $R$  служит для увеличения удельной мощности  $E$  в фокусе. Кроме того, линза 19 обычно является короткофокусной, имеющей фокусное расстояние в диапазоне

20–100 мм, чтобы типичные удельные мощности в фокусе луча 2,9 превышали  $10^7$  Вт/см<sup>2</sup>.

Если длительность импульса Nd-YAG лазера 1 поддерживается не больше  $10^{-6}$  с, то эта удельная мощность соответствует плотности энергии, по меньшей мере  $10$  Дж/см<sup>2</sup>.

При плотности энергии такого порядка в материале стекла или пластмассы имеет место локальная ионизация в фокусе падающего луча 2,9, приводящая к образованию зоны дефекта, который рассеивает любое электромагнитное излучение, падающее на него, в результате чего эта зона выглядит как маркировка в виде области повышенной непрозрачности, по существу, не приводя к какому-либо различимому изменению на поверхности бутылки 3.

Путем перемещения фокуса луча 2,9 с использованием зеркал 14 и 15 может быть сформирована маркировка заданной формы, в частности, она может содержать одну или более цифр, букв или символов, или их сочетания, которые, в свою очередь, могут представлять обозначение, товарный знак, код машинного считывания или любой другой индекс.

Вторая линза 20 может быть установлена последовательно с фокусирующей линзой 19 для компенсации любой кривизны поверхности бутылки 3. Признано, что такая корректирующая линза не требуется, если маркируемое тело 3 представляет, по существу, плоскую поверхность, на которую падает луч, и необходимость в такой линзе может быть сведена на нет, если первая линза 19 является линзой с переменным фокусным расстоянием и содержит, например, плоскую полую линзу. Однако использование одного или более оптических элементов является простым и эффективным способом гарантирования того, что маркировка выполнена на постоянной глубине в пределах тела 3 безотносительно любой поверхностной кривизны.

Если толщина маркируемого тела 3 позволяет, третья линза 21 в виде объектива с переменным фокусным расстоянием может также быть включена в состав объектива 18, что способствует формированию объемных маркировок в пределах материала тела 3. В интересах безопасности оба лазера 1 и 8 и их лучи 2 и 9 заключены в защитную камеру 22, как показано на фиг.2, с комбинированным лучом 2,9, выходящим из защитной камеры 22 только после прохождения через



объектив 18. Доступ к обоим лазерам 1 и 8 и различным оптическим элементам, расположенным на траектории лучей 2,9, обеспечивается с помощью дверной панели 23, которая подходит к блокировочному устройству 24, которое препятствует работе импульсного лазера Nd-YAG 10, когда дверная панель 23 открыта. Известно, что He-Ne лазер 8 не нуждается в блокировочном устройстве подобного рода, поскольку он работает только при очень низких мощностях и не представляет значительной опасности для опытного оператора.

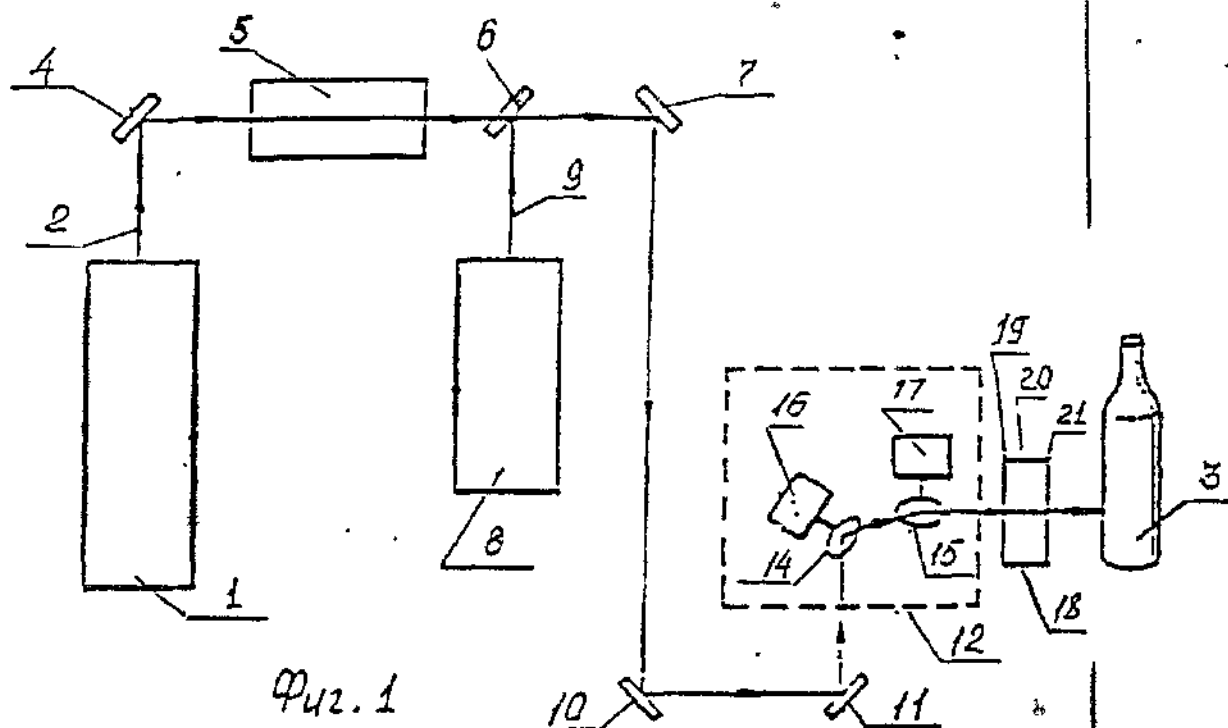
Мощность комбинированного луча 2,9 фактически является чрезмерной из-за использования импульсного Nd-YAG лазера 1, который, как только He-Ne лазер 8 использован для юстировки необходимых оптических элементов, может быть отключен до начала маркирования тела 3.

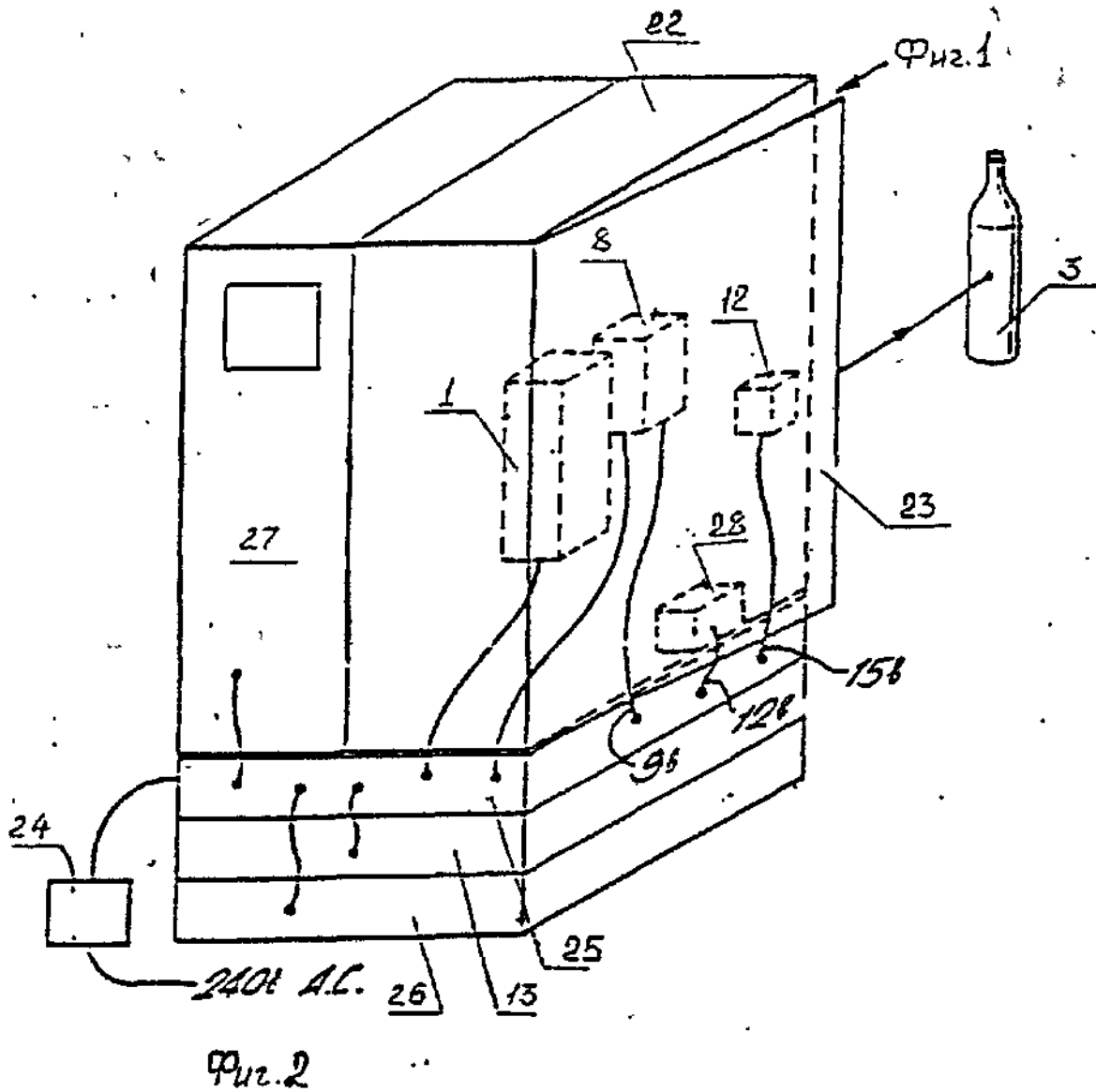
Однофазное питание от сети переменного тока 240 В подается через блокировочное устройство 24 дверной панели к распределительному блоку 25, расположенному ниже и изолированному от защитной камеры 22, с целью препятствовать любому электрическому воздействию, мешающему работе лазеров 1 и 8.

Из распределительного блока 25 переменный электрический ток поступает на импульсный Nd-YAG лазер 1 и He-Ne лазер 8, а также на блок охладителя 26, служащий для охлаждения импульсного Nd-YAG лазера 1. Кроме того, магистральная электроэнергия также подается к

шаговому двигателю 13 и компьютеру 27. Три AC/DC преобразователя и связанные с ними регуляторы напряжения предусмотрены для регулирования напряжения постоянного тока 9 В, 12 В и 15 В, которые служат для регулирования напряжения, подаваемого соответственно, на He-Ne лазер 8 для обеспечения накачки к дополнительному блокировочному устройству 28, которое препятствует преждевременному зажиганию импульсного лазера Nd-YAG 1, к силовой головке 12 и, в частности, к первому и второму гальванометрам 16 и 17 для реализации заданного перемещения первого и второго зеркал 14 и 15.

Для получения маркировки требуемой конфигурации в объеме тела 3 постоянное напряжение в 15 В модулируют с помощью компьютера 27, чтобы получить последовательное движение первого и второго зеркал 14 и 15 гальванометров в соответствии с заданной компьютерной программой. Поскольку движение двух зеркал 14 и 15 управляет положением фокуса путем координирования пульсации Nd-YAG лазера, движением двух зеркал 14 и 15 может быть получена область локальной ионизации требуемой конфигурации. Компьютер 27 может также быть использован для управления объективом с переменным фокусным расстоянием 50, если таковой имеется, делая маркировку объемной за счет того, что луч 2,9 фокусируется на различных глубинах в пределах тела материала 3.





Упорядник

Техред М. Келемеш

Коректор А. Маковська

Замовлення 546

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101