

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

(19) BG

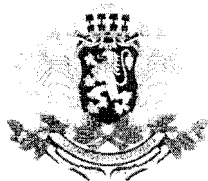
(11) 112497 A

(51) Int.Cl.

B 42 D 15/10

G 02 B 5/32

G 03 H 1/02 (2006.001)



ЗАЯВКА ЗА ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Заявителски № 112497

(22) Заявено на 03.05.2017

(24) Начало на действие
на патента от:

Приоритетни данни

(31) (32) (33)

(41) Публикувана заявка в
бюлетин № 11.2 на 30.11.2018

(45) Отпечатано на

(46) Публикувано в бюлетин №
на

(56) Информационни източници:

(62) рег. №

(71) Заявител(и):

"ДЕМАКС ХОЛОГРАМИ" АД, 1138 София,
кв. "Горубляне", ул. "Абагар" 16

(72) Изобретател(и):

Валентин Константинов Моновски,
Георги Иванов Стоилов,
Марио Руменов Добрев,
Андрей Ивановский,
Игнат Поган,
Ангел Георгиев Балджиев,
Евгени Анастасов Ласков
Димитър Антонов Тончев,

(74) Представител по индустриална
собственост:

Илияна Ангелова Маринова, 1000 София,
ул. "Трапезица" 6, ет. 1, офис 4
Иванка Славчева Пакиданска, 1000 София,
ул. "Трапезица" 6, ет. 1, офис 4

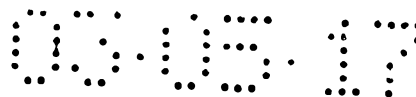
(86) № на РСТ заявка:

(87) № и дата на РСТ публикация:

(54) ПРОМЕНЛИВ ОПТИЧЕН ЕЛЕМЕНТ

(57) Изобретението се отнася до променлив оптичен елемент и намира приложение като декоративен и защитен елемент срещу фалшификация на документи, ценни книги, стоки и др. Той включва първа релефна дифракционна структура (1) с френелова структура от избран обект. Върху нея е добавена втора релефна дифракционна структура (4) с области (7), съответстващи на областите с еднакъв цвят от обекта и съставени от еднакви или различни по форма, размер и направление вдлъбнатини (5) с разстояние d между тях, където $0.150 \mu\text{m} \geq d \geq 10 \mu\text{m}$. Профилът на вдлъбнатините е формиран от 2 до 7 дискретни нива (6) с височина h_i , където $0.02 \mu\text{m} \leq h_i \leq 1 \mu\text{m}$, като във всяка област (7) броят и височината h_i на нивата (6) и разстоянието d са едни и същи и зависят от цвета на обекта в съответна област (7'). Нивата (6) могат да имат стъпаловиден профил. Вдлъбнатините (5) могат да бъдат подредени в двумерна матрица M с оси X и Y , разположени под ъгъл $45^\circ \geq \beta \geq 135^\circ$, като $0.150 \mu\text{m} \geq d \geq 0.50 \mu\text{m}$ и във всяка област (7) разстоянието d и ъгълът β са еднакви.

9 претенции. 7 фигури (публ. Фиг.3d)



ПРОМЕНЛИВ ОПТИЧЕН ЕЛЕМЕНТ

ОБЛАСТ НА ТЕХНИКАТА

Изобретението се отнася до променлив оптичен елемент, който формира цветно тримерно изображение на произволен обект и намира приложение като защитен елемент за удостоверяване на автентичност на стоки и документи и като декоративен елемент.

ПРЕДШЕСТВАЩО СЪСТОЯНИЕ НА ТЕХНИКАТА

Променлив оптичен елемент е такъв елемент, който при различни условия на осветление и наблюдение (ъгъл на осветяване и ъгъл на наблюдение, спектър на осветяващия източник и др.) възстановява различно изображение, като може да възпроизвежда и различни оптически ефекти. Това го прави подходящ за използване като декоративен елемент, а също и като защитен елемент срещу фалшификация на стоки, лични документи, банкноти, ценни книжа, кредитни карти и др.

Известен е променлив оптичен елемент [US 2006/0056065 A1], включващ релефна дифракционна структура, формирана от улеи със стъпаловиден профил във вид на дифракционни зони на Френел, възстановяваща тримерно изображение на произволен обект. При осветяване с бяла светлина този оптичен елемент възстановява точно формата на обекта, но не и цвета му. Когато обектът е матов, възстановеното изображение е в различни степени на сивото, а когато обектът е с гладка повърхност възстановеното изображение е с цветни петна в цветовете на дъгата, поради дифракцията от структурата на оптичния елемент. За да може да възстанови тримерно изображение на произволен обект в цвят, оптичният елемент е разположен между два слоя, поне един от които е оцветен с цветна боя или пигмент. При осветяване с бяла светлина възстановеното от този оптичен елемент тримерно изображение на произволен обект е оцветено изцяло в един цвят, без връзка с истинския цвят на обекта. Известният променлив оптичен елемент не позволява да се формира качествено цветно триизмерно изображение на обект в повече от един цвят. Това ограничава художествените и естетически

характеристики на дизайна. Освен това, за възстановяване на цветно изображение е необходимо да се използват цветни лакове или фолия, което оскъпява оптичния елемент. Използването на цветни слоеве изисква допълнителен контрол при производството, което допълнително увеличава цената на крайния продукт.

ТЕРМИНИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящото изобретение са използвани термини и понятия в следното им значение.

Видим диапазон – диапазон на дължината на вълната на светлината λ от 380nm до 750nm.

Дължина на оптически път – произведение на физическата дължина и коефициентът на пречупване на средата, в която се разпространява светлината.

Спектрален цвят – цвят с една доминираща дължина на вълната от видимия диапазон на светлината.

Неспектрален цвят – цвят, който е получен в резултат на смесване на два или повече спектрални цвята, в резултат на което се получава ненаситен цвят, например кафяв, лилав, пурпурен и т. н.

Черен цвят – цвят, който се характеризира със следните свойства:

- равномерна спектрална характеристика във видимия диапазон, в който спектралните компоненти имат отклонение от средната интензивност не повече от 10%;
- интензивността на светлината от изображение с черен цвят е не повече от 5% от интензивността на светлината от околните изображения.

Осветяване с бяла светлина - осветяване на променливия оптичен елемент с естествена насочена неполяризирана светлина.

ТЕХНИЧЕСКА СЪЩНОСТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕТО

Задача на настоящето изобретение е да създаде променлив оптичен елемент, който при осветяване с бяла светлина да възстановява вярно тримерно изображение на произволен обект, оцветено в различни предварително избрани цветове, в това число и неспектрални цветове, както и в черен цвят, така че възстановеното

изображение да е с висока разрешаваща способност и острота и да е видимо в широк диапазон на промяна на ъгъла на наблюдение, като променливият оптичен елемент да е технологичен за масово производство. Друга задача на изобретението е да създаде оптичен защитен елемент за удостоверяване на автентичност на стоки и документи, възпроизвеждащ вярно триизмерно изображение на произволен обект в различни цветове, в т.ч. и в черен цвят.

Задачата се решава като се създава променлив оптичен елемент, включващ първа релефна дифракционна структура, формирана от улеи във вид на дифракционни зони на Френел от произволен обект и възпроизвеждаща тримерно изображение на обекта чрез промяна на посоката на улеите и разстоянието между тях (фиг.1a, 1b). Ако се зададат определени височини и брой на стъпалата на тази дифракционна структура, тя ще възстанови триизмерно изображение на обекта в точните цветове, но формата му ще бъде изкривена – в някои места обектът ще бъде по-дебел, а в други по-тънък.

За да се избегне този ефект, върху първата релефна дифракционна структура е добавена по математически път втора релефна дифракционна структура. Тя се състои от области, включващи еднакви или различни по форма, размер и направление вдлъбнатини с разстояние d между тях, като границите на тези области съвпадат с границите на областите с еднакъв цвят от оригиналния обект (фиг. 1c). Разстоянието d между вдлъбнатините определя ъгъла под който дифрактира светлината и се вижда съответния цвят. По практически съображения – за удобство на наблюдаване, за светлината от видимия диапазон разстоянието d се приема между $0.15\mu\text{m}$ и $10\mu\text{m}$. Диапазонът на стойности на разстоянието d определя диапазона на ъгъла на наблюдение на променливия оптичен елемент. С увеличаване на разстоянието d , възстановеното изображение се приближава до огледалното отражение, като при $d > 10\mu\text{m}$ огледалният отблясък заслепява наблюдателя и му пречи да възприеме възстановено изображение. За възстановяване на обекти в градации на сиво и черно разстоянието d се избира в интервала от $0.15\mu\text{m}$ до $0.5\mu\text{m}$. При възстановяване на обекти в контрастни наситени цветове разстоянието d се избира в интервала от $0.5\mu\text{m}$ до $10\mu\text{m}$. Профилът на вдлъбнатините е формиран от N на брой дискретни нива, където N е между 2 и 7, като височината им h_i е между $0.02\mu\text{m}$ и $1\mu\text{m}$. Разстоянието d между

вдлъбнатините, броят N и височините h_i на нивата са едни и същи във всяка област и стойностите им се определят от цвета на обекта в съответната област. Така дифракционната структура може да работи като спектрален филтър, който усилва светлинните вълни с определена дължина на вълната и намалява интензитета на другите в зависимост от броя и височината на нивата.

Когато профилът на вдлъбнатините е формиран само от две дискретни нива, т.е. при бинарен профил (виж фиг.2с), дифракционната структура дава само 0 и ± 1 порядъци на дифракция на светлината. С увеличаване броя на нивата се появяват по-високи порядъци на дифракция и спектралната характеристика се променя – светлината от различните порядъци се смесва, в резултат на което цветът става по-бял и палитрата на достъпните цветове намалява.

Възможно е дискретните нива да образуват стъпаловиден профил, като височината на стъпалата s_i във всяка област с еднакъв цвят е еднаква и зависи от цвета на обекта в съответната област. Такава оцветяваща дифракционна структура има насочена диаграма на дифракция, т. е. светлината дифрактира само в един порядък. Това увеличава яркостта на дифракция от оцветяващата структура и позволява да се наблюдават различни цветове при различни условия на наблюдение. Така например, обектът може да има различно оцветяване в $+1$ и -1 порядъци на дифракция от променливия оптичен елемент.

Възможно е вдлъбнатините на втората релефна дифракционна структура да са подредени в двумерна матрица M с оси X и Y , при което разстоянието d между вдлъбнатините е в диапазона от $0.15\mu m$ до $0.5\mu m$, а ъгълът β между осите X и Y на матрицата M е в диапазона от 45° до 135° , като във всяка област с еднакъв цвят разстоянието d между вдлъбнатините и ъгълът β между осите X и Y на матрицата M са еднакви. Тази втора релефна дифракционна структура позволява да се възстановява тримерно изображение на произволен обект в градации на сивото. Яркостта на цвета зависи от големината на ъгъл β . Яркостта намалява с приближаване стойностите на ъгъл β до 90° , като при $\beta = 90^\circ$ се получава най-тъмен цвят.

Възможно е вдлъбнатините да имат продълговата форма и да образуват дифракционна решетка, като съотношението между дължината L и ширината b е ≥ 10 .

Променливият оптичен елемент може да е от метал или от прозрачен полимерен материал. Възможно е върху полимерния материал да е нанесено метално покритие, най-често от алуминий.

Възможно е върху металното покритие да е нанесено второ покритие от прозрачен диелектрик с коефициент на пречупване по-голям от 1.8, като най-често се използва цинков сулфид (ZnS).

Възможно е променливият оптичен елемент да е от прозрачен полимерен материал с прозрачно диелектрично покритие, най-често ZnS. Този оптичен елемент възстановява цветно триизмерно изображение на обекта на пропускане или отражение.

Възможно е променливият оптичен елемент да е формиран в релефоприемащ слой, като над релефоприемащия слой са разположени последователно разделителен слой и носещ слой. Всички слоеве са от прозрачни полимерни материали. Обикновено релефоприемащият слой е от полимерен акрилат, разделителният слой е от восък, а носещият слой – от полиетилентерефталат (PET). Върху променливия оптичен елемент е нанесено покритие, което може да бъде от метал, най-често алуминий, от диелектрик, най-често ZnS или метал и диелектрик, като последният е от страната на наблюдателя. Възможно е върху покритието да има самозалепващ слой. Този оптичен елемент е подходящ за използване като защитен елемент във вид на самозалепващ се стикер (винетки, стикери за етикети, стоки и др.).

Възможно е променливия оптичен елемент да е формиран в релефоприемащ слой, над който са разположени последователно защитен слой за предпазване от механични и химични въздействия, разделителен слой и носещ слой. Всички слоеве са от прозрачни полимерни материали. Обикновено релефоприемащият слой е от полимерен акрилат, защитният слой е от твърд полимер, най-често смес от акрилати с восък, разделителният слой е от восък, а носещият слой – от PET. Върху променливия оптичен елемент е нанесено покритие. То може да бъде от метал, най-често алуминий, диелектрик, най-често ZnS или метал и диелектрик,

като последният е от страната на наблюдателя. Върху покритието има адхезивен слой от термоактивируемо лепило. Този оптичен елемент е подходящ за използване като защитен елемент за лични документи, банкноти и др. ценни книги.

Предимство на променливия оптичен елемент съгласно изобретението е, че възстановява вярно цветно тримерно изображение на произволен обект в различни предварително избрани цветове, в това число и неспектрални цветове, както и в черен цвят, като възстановеното изображение е с висока разрешаваща способност и острота и е видимо в широк диапазон на промяна на ъгъла на наблюдение. Освен това, при наблюдение под различни ъгли позволява да се наблюдават динамични цветови ефекти - при накланяне или завъртане на оптичния елемент се наблюдават изображения с различен цвят. Създаденият оптичен елемент е технологичен за производство и може да се произвежда серийно на конвенционална технологична линия във вид на лента с холографски стикери или на фолио за топъл печат и е много подходящ да се използва в защитни елементи за удостоверяване на автентичност на стоки, лични документи и ценни книги.

ПОЯСНЕНИЕ НА ПРИЛОЖЕНИТЕ ФИГУРИ

Изобретението е изяснено с приложените фигури, които само го поясняват, но не го ограничават, където:

Фиг. 1a) е аксонометричен поглед на триизмерен обект с три области с различен цвят.

Фиг. 1b) е поглед от горе на първата релефна дифракционна структура на променлив оптичен елемент, възстановяващ обекта от фиг. 1a.

Фиг. 1c) е аксонометричен поглед на втората релефна дифракционна структура на променлив оптичен елемент, възстановяващ обекта от фиг. 1a.

Фиг. 2a) е напречен разрез по А-А на триизмерния обект от фиг. 1a;

Фиг. 2b) е напречен разрез на първата релефна дифракционна структура на променлив оптичен елемент, възстановяващ обекта от фиг. 1a;

Фиг. 2c) е напречен разрез на втората релефна дифракционна структура с бинарен профил на променлив оптичен елемент, възстановяващ триизмерния обект от фиг. 1a;

ПРИМЕРНИ ИЗПЪЛНЕНИЯ НА ИЗОБРЕТЕНИЕТО

На фигури 2a - 2d е показано едно примерно изпълнение на променлив оптичен елемент, съгласно изобретението, формиран върху метална повърхност. Той се състои от първа релефна дифракционна структура 1, формирана от улеи 2 във вид на дифракционни зони на Френел от избрания обект 3, в случая графичен знак Р, включващ три области с различен цвят – например наситено жълт, наситено оранжев и наситено лилав.

Върху първата релефна дифракционна структура 1 е добавена математически втора релефна дифракционна структура 4, която включва три области 7 с бинарен профил на вдлъбнатините 5, т.е. броят на нивата $N=2$, като височините h_i на нивата във всяка от областите 7 са различни – в първата област височината $h_1 = 0.22\mu\text{m}$, във втората област $h_2 = 0.265\mu\text{m}$, а в третата област $h_3 = 0.29\mu\text{m}$. Разстоянието d между вдлъбнатините 5 във всички области 7 е между $1\mu\text{m}$ и $5\mu\text{m}$. Областите от втората релефна дифракционна структура отговарят на областите от обекта 3 с еднакъв цвят.

При осветяване с бяла светлина на този променлив оптичен елемент, в резултат на дифракция на светлината наблюдателят може да види на отражение обемно изображение на графичен знак Р, което съответства по форма и цвят на избрания обект 3. В случая възстановеното триизмерно изображение ще бъде в наситен жълт, оранжев и лилав цвят и може да се наблюдава в широк диапазон на ъгъла на наблюдение.

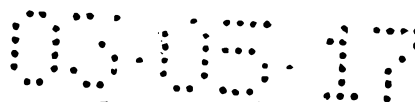
На фигури 3a - 3c е показано друго примерно изпълнение на променлив оптичен елемент, съгласно изобретението. Той се състои от първа релефна дифракционна структура 1, формирана от улеи 2 във вид на дифракционни зони на Френел от избрания обект 3, в случая графичен знак Р, който включва три области 7 с различен цвят, например светложълт, наситено оранжев и светлолилав.

Върху първата релефна дифракционна структура 1 е добавена математически втора релефна дифракционна структура 4, която се състои от три области 71, 72, 73, отговарящи на областите 71', 72' и 73' от обекта, които са с различен цвят. В

областта 71 профилът на вдлъбнатините 5 е стъпаловиден, като нивата 6 са четири на брой, а височината s на стъпалото е $0.145\mu\text{m}$. В областта 73 профилът е също стъпаловиден, нивата 6 са три на брой, а височината s на стъпалото е $0.130\mu\text{m}$. Във втората област 72 профилът на вдлъбнатините 5 е бинарен, т.е. нивата 6 са две на брой, като височината h между тях е $0.265\mu\text{m}$. Разстоянието d между вдлъбнатините 5 във всички области 7 е между $2\mu\text{m}$ и $10\mu\text{m}$. Променливия оптичен елемент е от прозрачно полимерно фолио, върху което е нанесено покритие от ZnS с дебелина $0.06\mu\text{m}$. При осветяване с бяла светлина наблюдателят може да види на пропускане обемно изображение на избрания обект с динамични цветови ефекти в зависимост от ъгъла на наблюдение. Когато ъгълът на наблюдение е между 0^0 и 90^0 наблюдателят ще вижда възстановено триизмерно изображение на обекта, като отделните цветови области ще бъдат оцветени съответно в светложълто, наситено оранжево и сиво. При ъгъл на наблюдение между 90^0 и 180^0 наблюдателят ще вижда първата област в черно, втората в наситено оранжево, а третата в светло лилаво.

Ако покритието е от метал или този оптически елемент се отпечата върху метална повърхност, ще се наблюдава същия ефект на възстановеното изображение, но на отражение.

На фигури 4а-4е е показано друго примерно изпълнение на променлив оптичен елемент, съгласно изобретението. Той се състои от първа релефна дифракционна структура 1, формирана от улеи 2 във вид на дифракционни зони на Френел от избрания триизмерен обект 3, в случая графичен знак Р в черно. Върху първата релефна дифракционна структура 1 е добавена математически втора релефна дифракционна структура 4, която е във вид на двумерна матрица М с бинарен профил на вдлъбнатините 5, като разстоянията d_x и d_y между вдлъбнатините 5 съответно по осите X и Y е $0.35\mu\text{m}$, а ъгълът β между осите X и Y на матрицата М е 90^0 . Така генерираният оптически елемент може да е формиран върху метална повърхност или да е от полимер с метално или диелектрично покритие. При осветяване с бяла светлина на оптичния елемент съгласно това примерно изпълнение, наблюдателят може да види на отражение обемно изображение, което



съответства по форма и цвят на оригиналния обект – графичният знак Р в черен цвят.

На фигури 5a–5d е показано друго примерно изпълнение на променлив оптичен елемент, съгласно изобретението. Той се състои от първа релефна дифракционна структура 1, формирана от улеи 2 във вид на дифракционни зони на Френел от избран произволен обект 3, в случая графичен знак Р от фиг.1a, който включва три области с различен цвят. Върху първата релефна дифракционна структура 1 е добавена математически втора релефна дифракционна структура 4 във вид на дифракционна решетка, съставена от продълговати вдлъбнатини 5, която включва три области 74, 75 и 76, съответстващи на областите 74', 75' и 76' от обекта 3 с еднакъв цвят. Областта 74 е съставена от дифракционна решетка с бинарен профил, като височината h на нивата 6 е $0.15\mu\text{m}$, а разстоянието d между вдлъбнатините 5 е $1\mu\text{m}$ и вдлъбнатините 5 са разположени под ъгъл $\alpha=30^0$ спрямо избрано направление. Областите 75 и 76 е съставени от дифракционни решетки с бинарен профил със същата височина h на нивата 6 и същото разстояние d между вдлъбнатините 5, но вдлъбнатините 5 са разположени съответно под ъгъл $\alpha=0^0$ и $\alpha=-30^0$.

Този оптичен елемент може да е формиран върху метална повърхност или да е от полимер с метално или диелектрично покритие. При осветяване с бяла светлина наблюдателят ще види на отражение обемно изображение, което променя цветовете на отделните области по предварително зададен алгоритъм при промяна на ъгъла на наблюдение.

В едно предпочитано изпълнение, изяснено на фиг. 6, променливият оптичен елемент е формиран в релефоприемащ прозрачен полимерен слой 8. Над този слой са разположени последователно разделителен слой 10 от восък и носещ слой 11 от PET. Върху променливия оптичен елемент има метално покритие 14 от алуминий с дебелина $0.05\mu\text{m}$. Върху металното покритие 14 има самозалепващ слой 12. Този оптичен елемент е подходящ за използване като защитен елемент за лични документи, банкноти и др. ценни книги.

В друго предпочитано изпълнение, изяснено на фиг. 7, променливият оптичен елемент е формиран в релефоприемащ прозрачен полимерен слой 8. Над релефоприемащия слой 8 са разположени последователно защитен слой 9 от прозрачен твърд полимер, който го предпазва от механични и химични въздействия, разделителен слой 10 от восък и носещ слой 11 от PET. Върху променливия оптичен елемент има диелектрично покритие 13 от ZnS с дебелина $0.06\text{ }\mu\text{m}$, като върху диелектричното покритие 13 е нанесено метално покритие 14 от Al с дебелина $0.05\text{ }\mu\text{m}$. Върху металното покритие 14 има адхезивен слой 12 от термоактивируемо лепило. Този променлив оптичен елемент е подходящ за използване като защитен елемент за лични документи, банкноти и др. ценни книги.

ПОЛУЧАВАНЕ И ИЗПОЛЗВАНЕ

По математически път се създава тримерен математически модел от избрания обект 3, от споменатия тримерен математически модел се генерира описание на релефа на първата релефна дифракционна структура 1 и се избира желаната палитра на цветовете на обекта 3. За всеки цвят от палитрата се генерира втора релефна дифракционна структура 4, която се добавя математически върху релефа на първата релефна дифракционна структура 1. Полученият сумарен релеф се записва по известни технологии, например чрез оптическа литография, интерференционна литография, електроннолъчева литография и др., върху слой резист нанесен върху стъклена пластина. След проявяване, на повърхността на резиста се получава физически релеф. От пластината с резист по електрохимичен път този релеф се копира върху никелова матрица, която може да се използва за масово производство на променливия оптичен елемент чрез стандартна технология и стандартно оборудване за производство на релефни холограми и защитни оптични елементи. Релефът от никеловата матрица се шампова върху прозрачно полимерно фолио за топъл печат или фолио за стикери, които могат да се използват за защита и декорация на документи, ценни книжа или стоки.

Върху така създадения релеф по метода на вакуумно изпарение може да се нанесе покритие от диелектрик, най-често от ZnS или от метал, най-често Al. Когато покритието е диелектрик променливият оптичен елемент е прозрачен и при осветяване с бяла светлина може да възстановява цветно изображение на обекта

както на пропускане, така и на отражение. При метално покритие променливият оптичен елемент е с най-висока отразяваща способност и при осветяване с бяла светлина възстановеното изображение се наблюдава на отражение. За получаване на по-контрастни цветове и черен цвят с нисък интензитет се използва двуслойно покритие - слой метал и слой диелектрик, като последният е от страната на наблюдателя.

Никеловата матрица може да се шампова и директно върху полимерно фолио със съответното покритие.

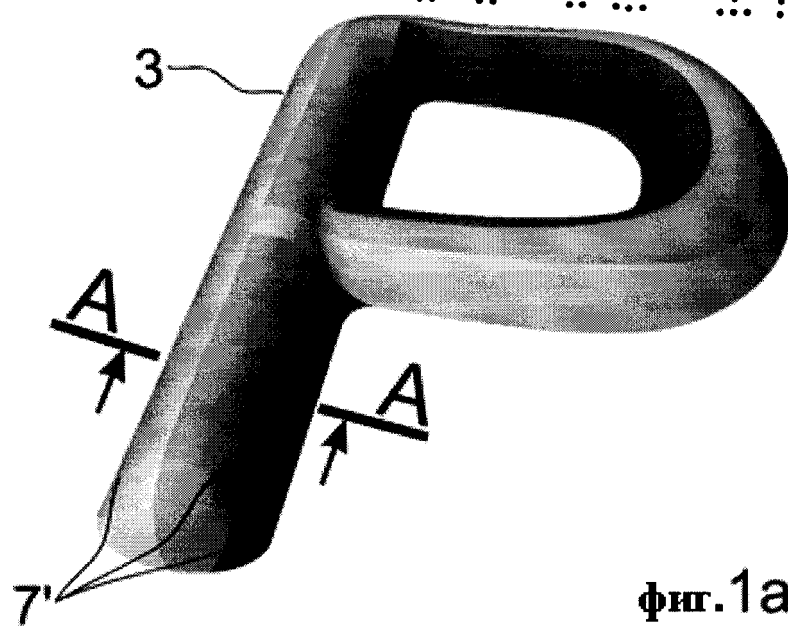
За да се получи променлив оптичен елемент във вид на фолио за топъл печат или на самозалепващ се стикер, върху покритието се нанася съответно термоактивируемо или самозалепващо се лепило. Така създаденият променлив оптичен елемент се залепва върху обекта, който трябва да се защити, да се удостовери автентичността му или да се декорира (стока, опаковка, документ, ценна книга и др.).

При осветяване на променливия оптичен елемент с насочена бяла светлина, наблюдателят може да види на отражение или на пропускане, в зависимост от вида на материала и/или покритието, обемно изображение, което съответства по форма и цвят на избрания обект, като може да се наблюдават и предварително зададени динамични ефекти.

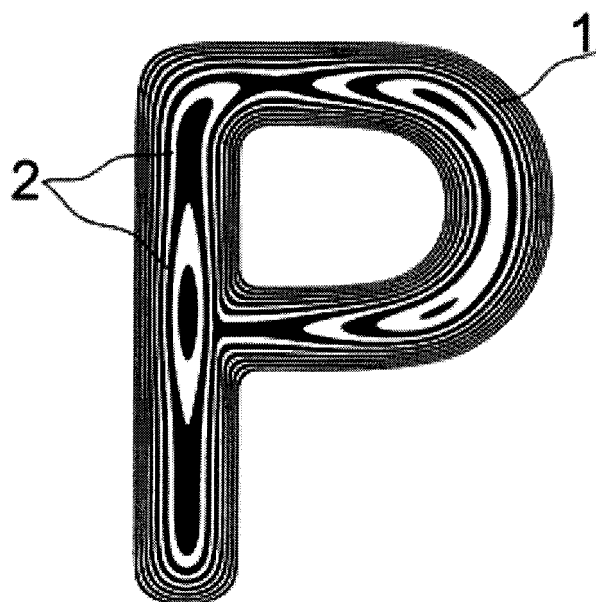
1. Променлив оптичен елемент, състоящ се от първа релефна дифракционна структура (1), включваща улеи (2) във вид на дифракционни зони на Френел от произволен обект (3), и възстановяващо тримерно изображение на обекта (3), **характеризиращ се с това, че** върху първата релефна дифракционна структура (1) е добавена втора релефна дифракционна структура (4) състояща се от области (7) с граници, съвпадащи с границите на областите с еднакъв цвят (7') от обекта (3), при което областите (7) включват еднакви или различни по форма, размер и направление вдлъбнатини (5) с разстояние d между тях, където $0.150\mu\text{m} \leq d \leq 10\mu\text{m}$, при което профилът на вдлъбнатините (5) е формиран от N на брой дискретни нива (6) с височина h_i , където $2 \leq N \leq 7$, а $0.02\mu\text{m} \leq h_i \leq 1\mu\text{m}$, като във всяка област (7) разстоянието d , броят N на нивата (6) и височината h_i на нивата (6) са едни и същи, като стойностите зависят от цвета на обекта (3) в съответната област (7').
2. Променлив оптичен елемент, съгласно претенция 1, **характеризиращ се с това, че** нивата (6) образуват стъпаловиден профил, като височината s_i на стъпалата във всяка област (7) с еднакъв цвят е еднаква и зависи от цвета на обекта (3) в съответната област (7').
3. Променлив оптичен елемент, съгласно претенция 1, **характеризиращ се с това, че** вдлъбнатините (5) са подредени в двумерна матрица M с оси X и Y , разположени под ъгъл β , където $45^\circ \geq \beta \geq 135^\circ$, при което разстоянието d е в диапазона $0.15\mu\text{m} \geq d \geq 0.5\mu\text{m}$ и във всяка област (7) разстоянието d между вдлъбнатините (5) и ъгълът β между осите X и Y са едни и същи.
4. Променлив оптичен елемент, съгласно претенция 3, **характеризиращ се с това, че** ъгъл $\beta = 90^\circ$.
5. Променлив оптичен елемент, съгласно претенции 1 и 2, **характеризиращ се с това, че** вдлъбнатините (5) са с продълговата форма, като съотношението между дължината L и ширината b на вдлъбнатините (5) е ≥ 10 .
6. Променлив оптичен елемент, съгласно претенции от 1 до 5, **характеризиращ се с това, че** е от метал или прозрачен полимерен материал или от полимерен материал с метално покритие 14.

7. Променив оптичен елемент, съгласно претенция 6, **характеризира се с това, че** върху оптичния елемент има прозрачно диелектрично покритие 13 от материал с коефициент на пречупване $n \geq 1.8$.
8. Променив оптичен елемент, съгласно претенции от 1 до 7, **характеризира се с това, че** е формиран в прозрачен релефоприемащ полимерен слой 8, като над релефоприемащия слой 8 са разположени последователно разделителен слой 10 от восък и носещ слой 11 от PET, а върху променивия оптичен елемент има самозалепващ слой 12.
9. Променив оптичен елемент, съгласно претенции от 1 до 7, **характеризира се с това, че** е формиран в прозрачен релефоприемащ полимерен слой 8, като над релефоприемащия слой 8 са разположени последователно защитен слой 9 от прозрачен твърд полимер, разделителен слой 10 от восък и носещ слой 11 от PET, а върху променивия оптичен елемент има адхезивен слой 12 от термоактивируемо лепило.

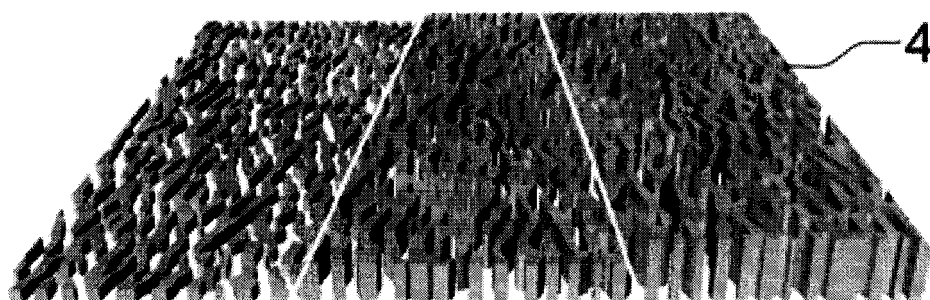
03.05.17



фиг. 1а



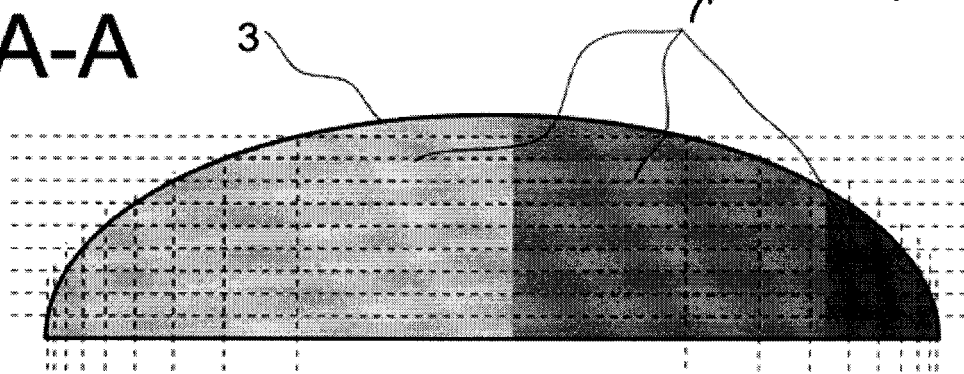
фиг. 1b



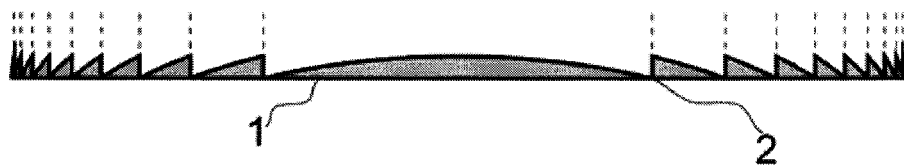
фиг. 1с

03.03.17

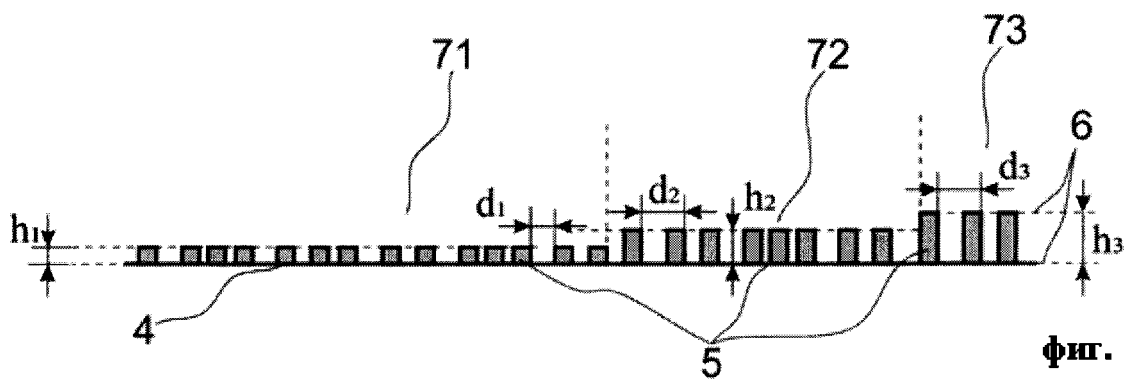
A-A



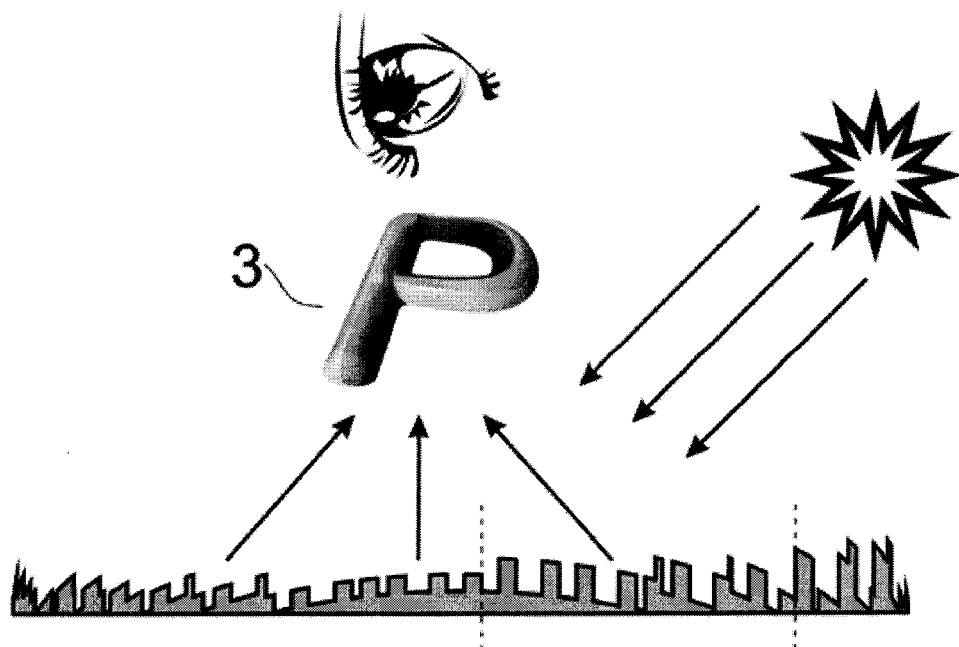
фиг. 2а



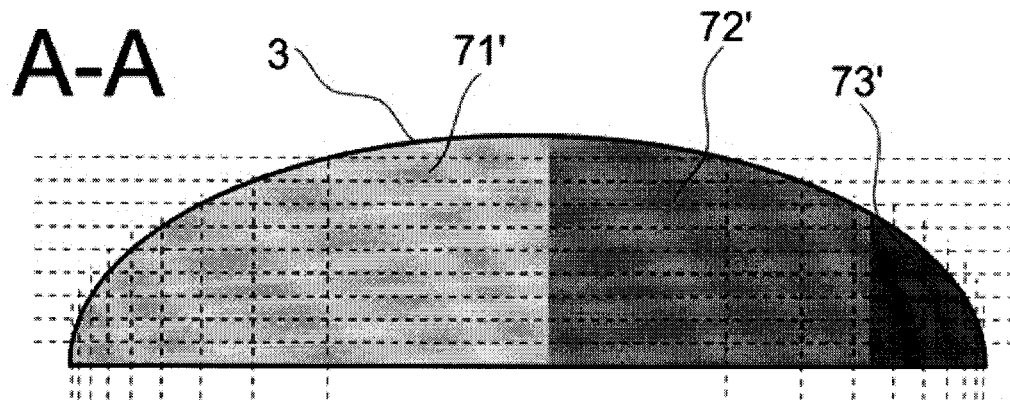
фиг. 2b



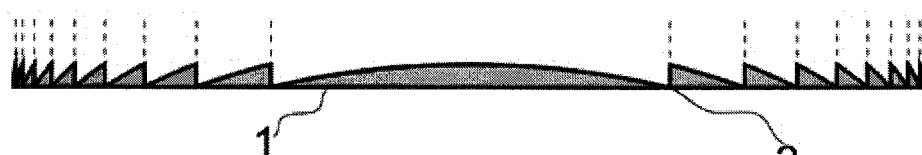
фиг. 2с



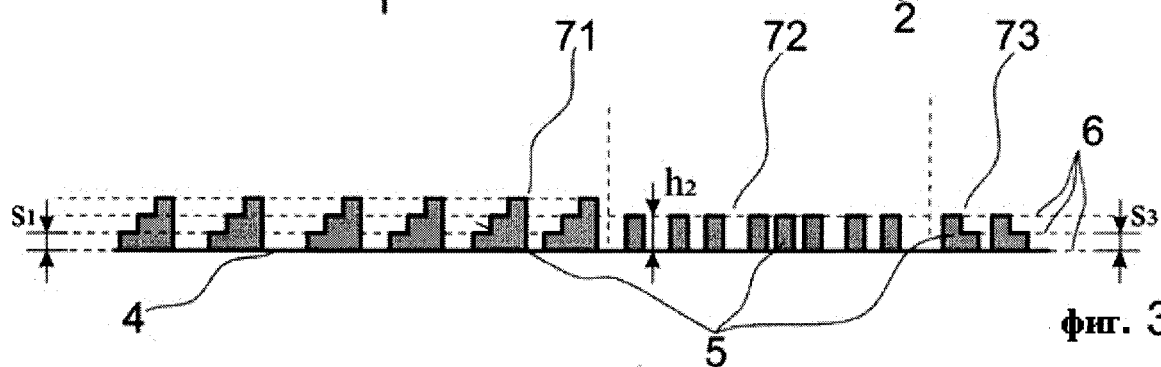
фиг. 2d



фиг. 3а

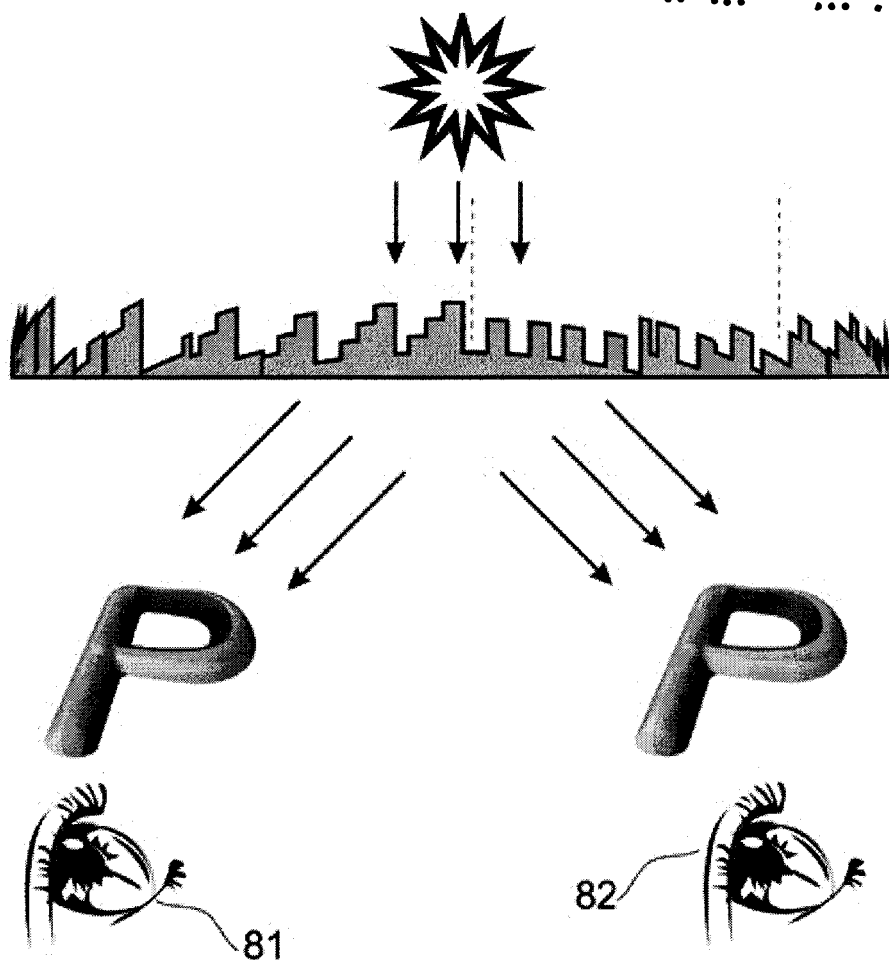


фиг. 3b

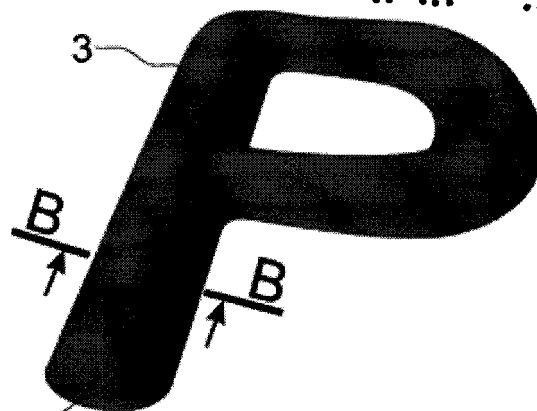


фиг. 3с

03.05.17

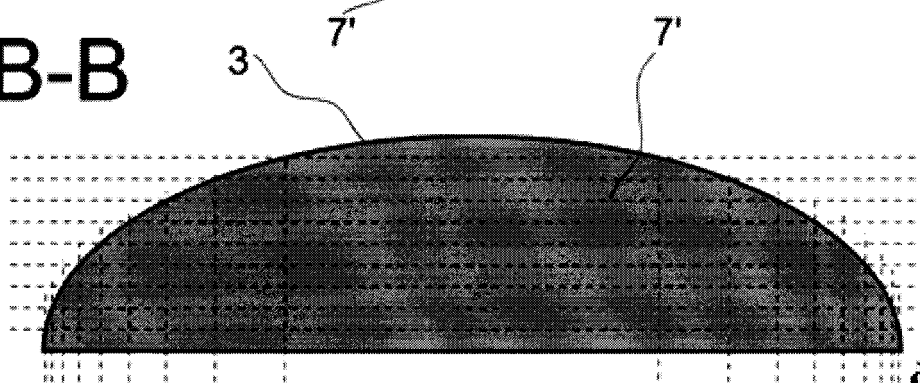


00.05.17



фиг. 4а

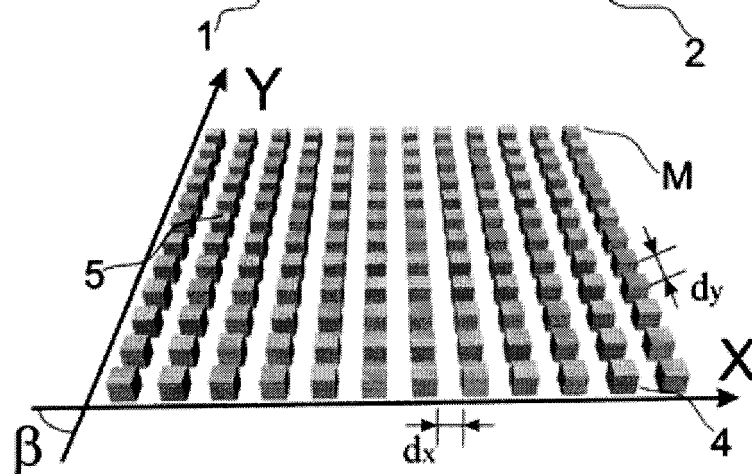
В-В



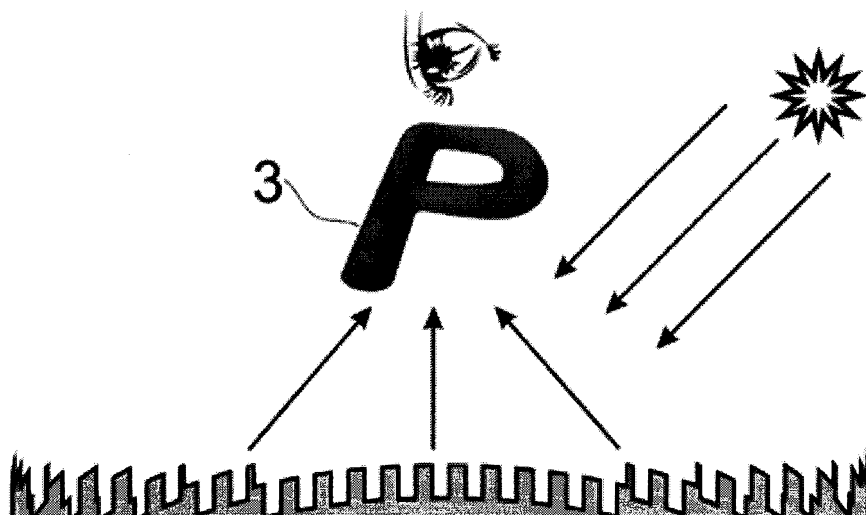
фиг. 4б



фиг. 4с



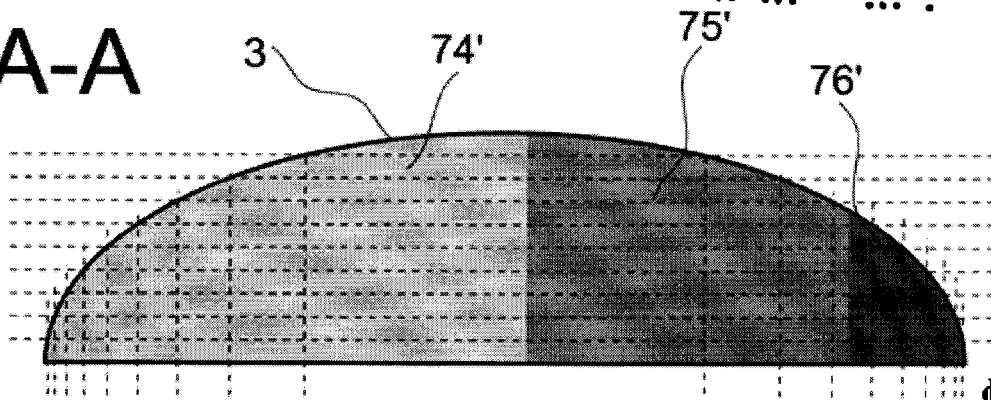
фиг. 4д



фиг. 4е

00.05.17

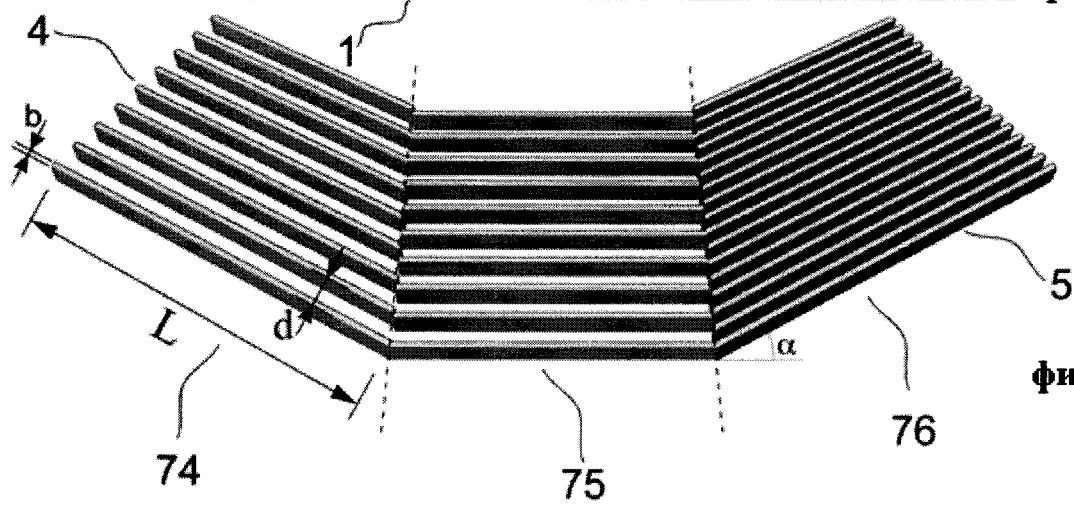
A-A



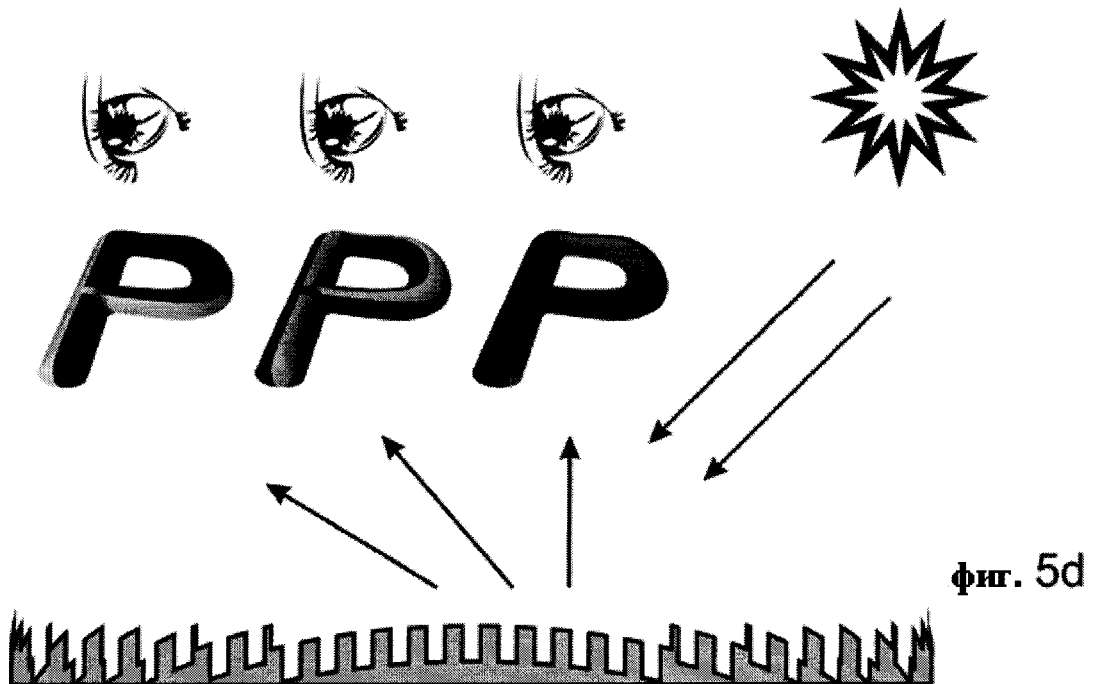
фиг. 5a



фиг. 5b

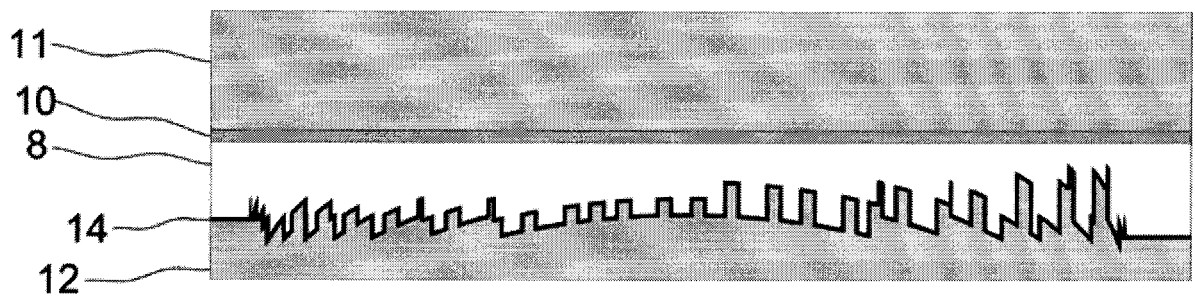


фиг. 5c

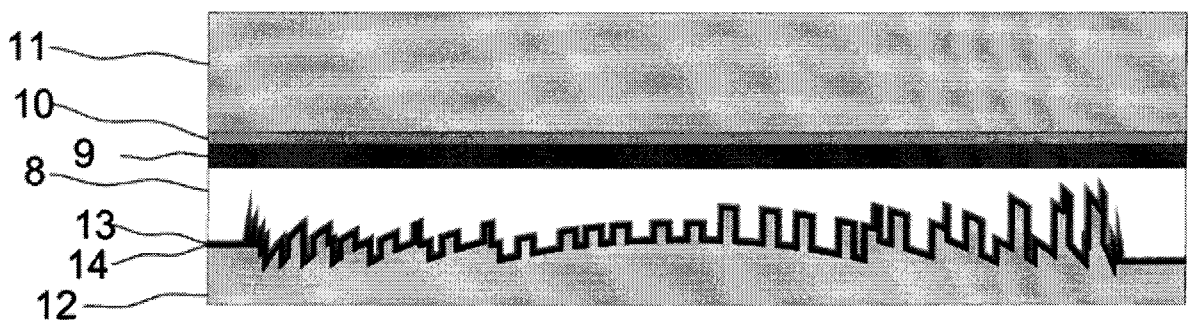


фиг. 5d

03.05.17



фиг. 6



фиг. 7