



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2018 00563**

(22) Data de depozit: **01/08/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**30/03/2020** BOPI nr. **3/2020**

(71) Solicitant:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI  
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **MIHĂILESCU MONA,  
STR.ALEEA SOMEȘUL RECE, NR.21, BL.8,  
SC.3, ET.1, AP.40, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **SCARLAT EUGEN NICOLAE,  
STR.MĂNTULEASA, NR.32, ET.2, AP.3,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **SISTEM AUTOMAT DE AUTENTIFICARE DOCUMENTE  
MARCATE CU ETICHETE HOLOGRAFICE CARE CONȚIN  
PATRU PARAMETRI DE CODARE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem automat de autentificare a unui document marcat cu o etichetă holografică. Sistemul conform invenției cuprinde un laser (1), o etichetă holografică (2) ce conține într-o anumită zonă o hologramă cu informații despre o distribuție de fază conică, una elicoidală și pozițiile ordinilor de difracție prin parametri radiali, azimutali și liniari, o structură difractivă (3), ce reprezintă cheia de autentificare, niște detectori (4) aflați în poziții corespunzătoare ordinului doi de difracție, și un software de decizie automată a autenticității, care preia semnalul de la detectori și afișează dacă s-a produs comutarea minimelor de intensitate în maxime, luând decizia dacă holograma codată este autentică.

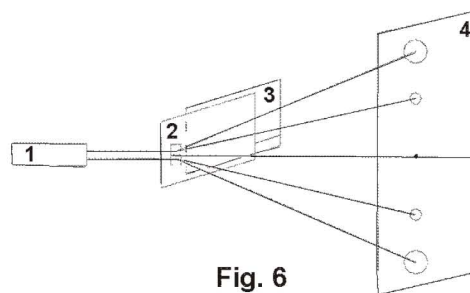


Fig. 6

Revendicări: 2  
Figuri: 6



TITLUL

## SISTEM AUTOMAT DE AUTENTIFICARE DOCUMENTE MARCATE CU ETICHETE HOLOGRAFICE CARE CONȚIN PATRU PARAMETRI DE CODARE

### Descrierea invenției

Invenția se referă la un sistem automat prin care să se realizeze autentificarea produselor marcate cu etichete holografice folosind structuri difractive cu rol de chei, bazat pe un cod unic de identificare cu patru parametri, destinat a fi utilizat în domeniul securizării documentelor sau bunurilor de valoare (brand-uri, diplome, certificate, cupoane, tichete, documente pentru taxe).

Pentru autentificarea documentelor sau produselor de valoare sunt cunoscute multe tehnologii. Cele care se folosesc mai des pentru documente de tipul bancnotelor, pașapoartelor, alte documente de identificare, sunt cele care folosesc componente optice de securizare, care dau efecte diferite în funcție de parametrii de proiectare, fabricare, observare (orientarea față de axa de observare, poziția și tipul sursei de iluminare). Toate acestea asigură caracteristici unice și configurații verificabile. Scopul general al acestor componente optice este de a furniza efecte noi și diferențiate, care sunt dificil de reprodus fără cunoașterea informațiilor confidențiale.

Clasa generală din care face parte invenția noastră, este cea a componentelor DOVID (Diffractive Optical Variable Image Device) folosite pentru a produce prin difracție imagini variabile; aceste dispozitive se numesc holograme în limbajul comun, iar cele care se lipesc pe produse sau sunt incorporate în acestea se numesc etichete holografice. Pe o etichetă holografică pot fi mai multe zone, fiecare cu alt nivel de securizare, de la cele reflectate în lumină albă care permit simpla autentificare de un operator uman, chiar și neinițiat în optică difractivă, și până la cele care se văd cu dispozitive speciale iar elementul secret este plasat în zone confidențiale.

Cele mai frecvente sunt cele de tipul imaginii ascunse [1] sau micro/nanotexte [2]. Dezavantajele acestor metode sunt date de faptul că folosesc doar efecte vizuale care sunt testate de către ochiul uman pentru decizia autenticității.

O altă clasă de componente optice de autentificare sunt cele care folosesc straturi metalice, sau acoperiri metalice. Astfel, se realizează holograme cu mesaj ascuns care reflectă lumina albă pentru că sunt acoperite cu strat metalic de grosime diferită față de cea a întregii holograme [3]. Sau se pot realiza structuri prin acoperiri metalice, cu dimensiuni sub lungimea de undă [4]. Documentul [5] descrie un element de securizare cu nanostructuri metalice produse prin sputtering la diferite unghiuri. Alte documente descriu componente de securizare fabricate prin combinația unor straturi dielectrice cu unele metalice [6].

Aceste sisteme ar putea fi îmbunătățite prin:

1. proiectarea unor elemente de autentificare care să conțină mai mulți parametri astfel încât numărul codurilor posibile să fie cât mai mare

2. crearea unui sistem prin care verificarea autenticității să se realizeze automat, de către detectori și soft special; aceasta înlocuind verificarea de către un operator uman

Problemele tehnice pe care le rezolvă invenția:

număr mare de coduri și decizie automată.

Invenția propune proiectarea unor etichete holografice care să furnizeze un număr de peste 10 milioane coduri unice și identificarea valorilor celor patru parametri (radiali, azimutali, liniari) conținuți în coduri, printr-un sistem automat care constă într-o cheie sub forma unei structuri difractive și o decizie pe baza schimbării semnalului din minim în maxim.

Sistemul automat, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că în sistem se vor introduce eticheta holografică cu zona de hologramă codată și structurile difractive cu rol de cheie pentru a identifica cei patru parametri și prin aceasta va stabili autenticitatea documentului/produsului care este marcat cu eticheta holografică, decizia fiind luată automat prin observarea schimbării minimumului în maxim de intensitate luminoasă.

Sistemul propus este format din:

1. **laser** cu diametrul fascicolului de câțiva milimetri, în domeniul spectral corelat cu cel al detectorilor UV, VIS, IR

2. **etichetă holografică cu holograma codată** Aceasta conține codate valorile a patru parametri creându-se coduri unice de identificare. Hologramele codate sunt proiectate prin simularea interferenței dintre o undă plană și distribuții de fază de tip conic și elicoidal. Undele plane folosite au aceeași înclinare, făcând astfel posibilă suprapunerea paralelă a mai multor holograme codate. Frecvențele spațiale conținute în undele plane folosite pot avea sau nu aceeași valoare.

3. **structuri difractive cu rol de cheie.** Acestea sunt proiectate astfel încât să aibă parametrii care să se potrivească cu cei ai hologramei codate. Atunci când sunt introduse în sistem, efectul vizual care se produce pentru cazul favorabil autentificării este de apariție a maximelor de intensitate în centrul inelelor corespunzătoare ordinului doi de difracție. Dacă una din cele două (holograma codată sau structurile cu rol de cheie) nu sunt cele autentice, atunci în centrele inelelor de ordinul doi nu se va schimba minimumul în maxim.

4. **detectorii punctiformi.** Aceștia sunt poziționați în centrele inelelor de ordinul doi astfel încât să sesizeze apariția maximelor de intensitate.

5. **soft pentru decizia automată a autenticității.** Acesta va prelua informația furnizată de detectori și va afișa dacă s-a produs schimbarea minimelor de intensitate în maxime luând decizia dacă holograma codată este autentică.

Holograma codată și structurile difractive cu rol de cheie sunt generate pe calculator. Acestea sunt produse prin tehnici convenționale pe materiale transparente, flexibile, de tipul benzilor polimerice. Dimensiunile acestora sunt de ordinul a 1-2 mm și sunt plasate în zone stabilite pe o folie mai mare de 2-3cm. Introducându-se holograma codată în fascicolul laser din sistem, apar inele de intensitate cu minim central, corespunzătoare distribuțiilor de fază conică și elicoidală în poziții date de valorile frecvențelor spațiale. Atunci când în sistem se introduc și structurile difractive cu rol de cheie, proiectate cu parametrii adecvați, atunci minimele se schimbă în maxim în centrele inelelor corespunzătoare maximelor de difracție de ordinul doi. Această schimbare este sesizată de către detectori. Semnalul este preluat de către softul de decizie care va afișa automat prezența elementelor originale sau nu.

Invenția se poate exploata industrial prin

1. fabricarea sistemului propus
2. fabricarea prin tehnologii deja existente a etichetelor holografice care sunt proiectate astfel încât să conțină informația codată despre cei patru parametri

3. fabricarea structurilor difractive cu rol de cheie proiectate cu parametri pereche cu holograma codată, prin tehnologii asemănătoare.

Obținerea etichetelor holografice și a structurilor difractive cu rol de cheie se face în producția de serie, doar proiectarea este specială pentru fiecare set de parametri.

În condiții industriale, eticheta holografică cu holograma codată se atașează unui produs sau document de valoare care se dorește a fi protejat. Acesta se autentifică pentru a detecta contrafaceri prin verificarea automată folosind structurile cheie deținute doar de producător.

În sistemul fabricat după această propunere, vor fi introduse: eticheta holografică care se dorește a fi autentificată și cheia (necesară fiind alinierea lor). Se va urmări pe detectorii plasați în poziții corespunzătoare, valoarea intensității luminoase care trebuie să crească la maxim, față de o valoare de fond aproape zero, în lipsa celor două elemente (holograma codată și cheia corespunzătoare). Dacă cele două elemente nu au parametrii corespunzători, adică holograma codată nu este autentică, atunci nu se va petrece schimbarea minimului în maxim.

Avantajele sistemului propus de noi sunt:

1. combinația a patru parametri care oferă un număr de peste  $5 \times 10^7$  variante de coduri unice de identificare
2. se folosesc structuri difractive care să confirme/infirmă autenticitatea
3. confirmarea/infirmarea autenticității se face automat, prin plasarea detectorilor în anumite puncte bine precizate și nu de către un operator uman, ca până acum
4. distanța mică dintre eticheta holografică și structurile difractive de tip cheie permite realizarea unor sisteme compacte, de dimensiuni mici.
5. detecția în ordinul doi face ca influența intensității luminoase din ordinul zero să fie mică
6. se identifică valori ale parametrilor codați în imaginea ascunsă nu doar se vizualizează un text
7. se fabrică prin aceleași proceduri clasice, procesul tehnologic nu trebuie modificat

Se dă în continuare un exemplu nelimitativ de realizare a invenției în legătură cu figurile care reprezintă:

Fig. 1 Eticheta holografică cu indicarea zonelor care conțin fiecare alt efect vizual

Z1: guiloches, Z2: flip-flop, Z3: kinetic, Z4: lentilă, Z5: 3D, Z6: microtext, Z7: imagine ascunsă

Fig. 2 Holograma codată care conține imaginea ascunsă: detaliu Z7 din Fig. 1

Fig. 3 Schița imaginii de difracție obținută după ce fasciculul laser străbate holograma codată

1A ordinul unu de difracție de tip axicon

2A ordinul doi de difracție de tip axicon

1V ordinul unu de difracție de tip vortex

2V ordinul doi de difracție de tip vortex

în figură sunt și simetricile lor față de ordinul zero (ordinul zero se formează de-a lungul fascicolului laser inițial)

Fig. 4 Schița imaginii de difracție care se obține după ce fasciculul laser străbate holograma codată și structurile difractive cu rol de cheie proiectate cu parametri potriviți:

- a) doar ordinul doi vortex
- b) doar ordinul doi axicon
- c) si ordinul unu si ordinul doi vortex
- d) si ordinul unu si ordinul doi axicon

Fig. 5 Schița imaginii de difracție care se obține după ce fasciculul laser străbate holograma codată și structurile difractive cu rol de cheie în cazul în care nu există potrivire (un exemplu din multe posibilități)

Fig. 6 Schița sistemului de autentificare automată

1. laser
2. holograma codată
3. structuri difractive cu rol de cheie
4. planul unde se formează ordinele de difracție și este poziționat sistemul de detectori

Pentru soluționarea problemei apărute la proiectarea unor etichete holografice care să furnizeze un număr de peste 10 milioane coduri unice și decizie automată a autenticității, noi propunem un sistem format din:

1. **laser** Acesta poate fi o diodă laser din domeniul spectral UV, VIS, IR. Diametrul fascicolului trebuie să fie de câțiva milimetri, astfel încât întreaga arie a hologramei codate să fie iluminată. Fascicolul laser trebuie să fie colimat. Domeniul spectral al fascicolului laser trebuie să fie corelat cu cel al detectorilor.

2. **etichetă holografică cu holograma codată** O etichetă holografică (Fig. 1) este proiectată astfel încât să conțină mai multe zone, fiecare cu efecte vizuale specifice, din următoarele tipuri:

- guiloche
- flip-flop
- de mișcare
- de tip lentilă
- 3D
- microtext
- imagine ascunsă

Invenția noastră se încadrează în ultimul tip din enumerarea de mai sus. Eticheta trebuie să conțină o zonă în care se află holograma codată (Fig.1 Z7). Atunci când această zonă este iluminată cu laserul, se va obține o imagine care altfel este imposibil de văzut și de aceea este denumită ascunsă.

Holograma codată (Fig. 2) este obținută prin suprapunerea a două holograme  $H_m$  și  $H_r$ , generate pe computer prin simularea interferenței dintre o undă plană și o undă care provine de la un obiect.

$H_m$  este holograma generată pe computer atunci când obiectul este o distribuție de fază elicoidală, folosind o ecuație de tipul:

$$H_m = |f_{p1} + f_1|^2 = |e^{iK_{x1} \cdot x} + e^{im\theta}|^2 = 2[1 + \cos(K_{x1} \cdot x - m\theta)],$$

unde  $m$  este parametrul azimutal, legat de unghiul  $\theta$  care scanează întreg planul în intervalul  $0-2\pi$ .

$H_r$  este holograma generată pe computer atunci când obiectul este o distribuție de fază conică, folosind o ecuație de tipul:

*1/10/18*

$$H_{r_0} = |f_{p2} + f_2|^2 = |e^{iK_{x2} \cdot x} + e^{i \cdot 2\pi \cdot r / r_0}|^2 = 2 \left[ 1 + \cos \left( K_{x2} \cdot x - \frac{r}{r_0} \right) \right];$$

unde  $r_0$  este parametrul radial iar  $r$  este variabila pentru fiecare punct de coordonate  $(x, y)$ .

$K_x = (2\pi / \lambda)k_x$ ,  $\lambda$  este lungimea de undă a laserului, iar valoarea  $k_x$  este un factor de multiplicare pentru frecvența spațială legată de distanța dintre franjele care se formează prin interferență.

Parametrii liniari sunt dați prin cele două frecvențe spațiale  $K_{x1}$  și  $K_{x2}$ , care au valori diferite pentru cele două holograme generate pe computer  $H_m$  și  $H_r$ , păstrând aceeași înclinare (paralelă cu axa Ox). Valorile parametrilor  $K_{x1}$  și  $K_{x2}$  dau finețea franjelor de interferență conținute de fiecare  $H_m$  și  $H_r$  și în consecință dau pozițiile ordinelor de difracție în imaginea de difracție, denumită aici "imagine ascunsă".

Prin suprapunerea celor două holograme generate pe computer  $H_m$  și  $H_r$ , se obține holograma codată H (Fig. 2) care conține toți cei patru parametri.

Fascicolul laser trecând prin acestea formează o figură de difracție cu ordine simetrice de o parte și de alta a maximumului central de ordinul zero. Semnificative pentru sistemul propus sunt ordinele  $\pm 2$  (Fig. 3).

**3. structuri difractive cu rol de cheie.** Aceste structuri sunt proiectate după ecuații similare cu cele de mai sus, cu parametrii  $\{m, r_0, K_{x1}$  și  $K_{x2}\}$  care să se potrivească cu cei din  $H_m$  și  $H_r$ . Aceștia sunt cei patru parametri ai căror valori formează codul, iar intervalele în care iau valori și combinațiile dintre ele furnizează numărul de peste  $5 \times 10^7$  coduri.

O pereche formată dintr-o hologramă codată și o cheie difractivă este proiectată astfel încât parametrii să se potrivească și când sunt aliniată la incidența normală cu fascicolul laser, atunci să formeze o figură de difracție cu maxime în centrele inelelor corespunzătoare ordinului doi de difracție (Fig. 4).

Atunci când una din ele nu este cea autentică, ele nu formează o pereche potrivită și atunci nu se formează maxime în centrele inelelor de ordinul doi (provenite de la axicon, de la vortex sau de la ambele).

**4. detectori punctiformi.** Aceștia sunt poziționați în centrele inelelor de ordinul doi astfel încât să sesizeze automat apariția maximelor de intensitate în cazul în care holograma codată se potrivește cu structura difractivă cu rol de cheie. Domeniul lor spectral trebuie să includă lungimea de undă a laserului folosit.

**5. soft pentru decizia automată a autenticității.** Acesta va prelua semnalul de la detectori și va afișa dacă s-a produs schimbarea minimelor de intensitate în maxime luând decizia dacă holograma codată este autentică. Un nivel de prag trebuie stabilit astfel încât să nu afișeze false decizii.

Numărul de coduri care se pot forma este dat de combinarea valorilor parametrilor care sunt în intervalele:

1. pentru  $K_{x1}$  se aleg valori astfel încât ordinele de difracție să formeze centrul vortex corespunzător oricărui unghi între 5 și 85 grade
2. pentru  $K_{x2}$  se aleg valori astfel încât ordinele de difracție să formeze centrul axicon corespunzător oricărui unghi între 5 și 85 grade
3. pentru  $r_0$  valorile normate la dimensiunea unui pixel sunt între 3 și 43 cu pasul dat astfel încât  $\Delta r_0 / r_0 = 0.1$

4. pentru  $m$  pasul este 1, iar valorile între 1 și 40 (dublate deoarece se poate lua și cu semn negativ ceea ce are ca efect o rotație a fazei de sens contrar, imaginea de intensitate rămânând aceeași)

Rezultatul final este o etichetă holografică înalt securizată, încadrată în clasa trei, cea mai înaltă, din următoarea clasificare:

- **NIVELUL GENERAL:** verificarea se face vizual (hologramele sunt de tip 2D, fără elemente de securitate complexe)

- **NIVELUL INSPECTOR:** verificarea se face cu dispozitive speciale de mărire (lupă, microscop). Este posibilă vizualizarea unor elemente de securitate relativ simple, ca de ex. microtextul cu dimensiuni de aprox. 100  $\mu\text{m}$ .

- **NIVELUL EXPERT:** sunt folosite dispozitive speciale de vizualizare a imaginilor ascunse și a microtextelor de dimensiuni reduse (de aprox. 20 – 25  $\mu\text{m}$ ) ce nu pot fi văzute cu ochiul liber (microscopae foarte puternice și dispozitive cu lumină laser).

## BIBLIOGRAFIE

1. [http://www.securehologram.cn/hologram\\_hidden\\_text.htm](http://www.securehologram.cn/hologram_hidden_text.htm)
2. EP1636737A2 <https://patents.google.com/patent/EP1636737A2/en>
3. <https://patents.google.com/patent/US5742411>.
4. "Zero-order Gratings for Optically Variable Devices" by W. R. Thompkin et al. (Proceedings of SPIE Vol. 4677 (2002)).
5. DE 10 2007 061979
6. <https://patents.justia.com/patent/9884506>





## Revendicări

1. Sistem automat de autentificare a unui produs/document marcat cu o etichetă holografică caracterizat prin aceea că este format dintr-un laser, eticheta holografică care conține într-o anumită zonă o hologramă codată, o altă structură difractivă care reprezintă cheia de autentificare, detectori aflați în poziții corespunzătoare ordinului doi de difracție, soft de decizie automată a autenticității.

2. Sistemul automat, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că în holograma codată sunt ascunși parametrii radiali, azimutali și liniari conținuți în distribuția de fază conică, elicoidală și pozițiile ordinelor de difracție, iar structurile difractive cu rol de cheie sunt proiectate cu parametrii care să se potrivească cu cei de pe holograma codată, caz în care se produce efectul vizual de apariție a maximelor în centrele inelelor din ordinele doi de difracție, obținându-se un număr de coduri unice de identificare de aproximativ  $5 \times 10^7$  și identificarea lor automată.



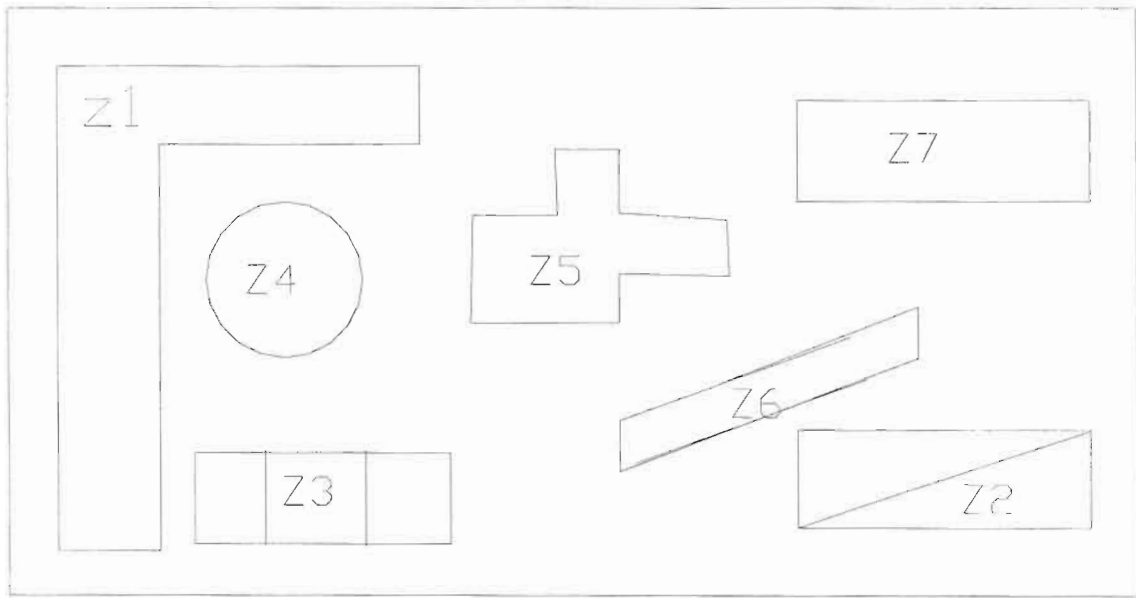


FIG. 1

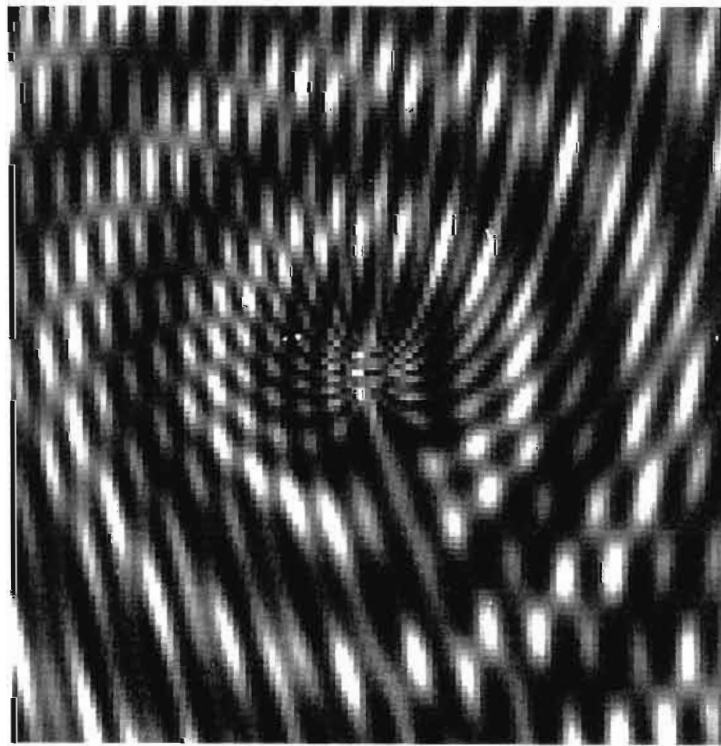
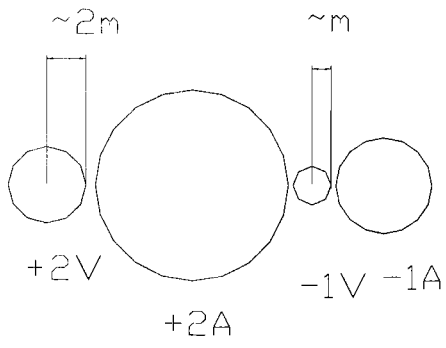


FIG. 2

15/12



•

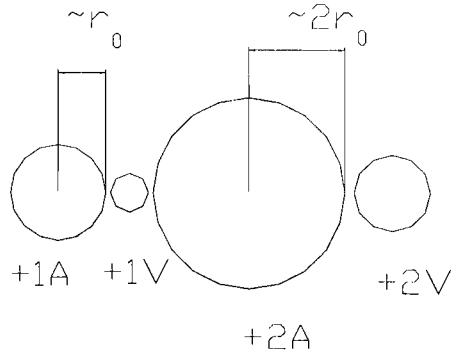


FIG. 3

*17th*

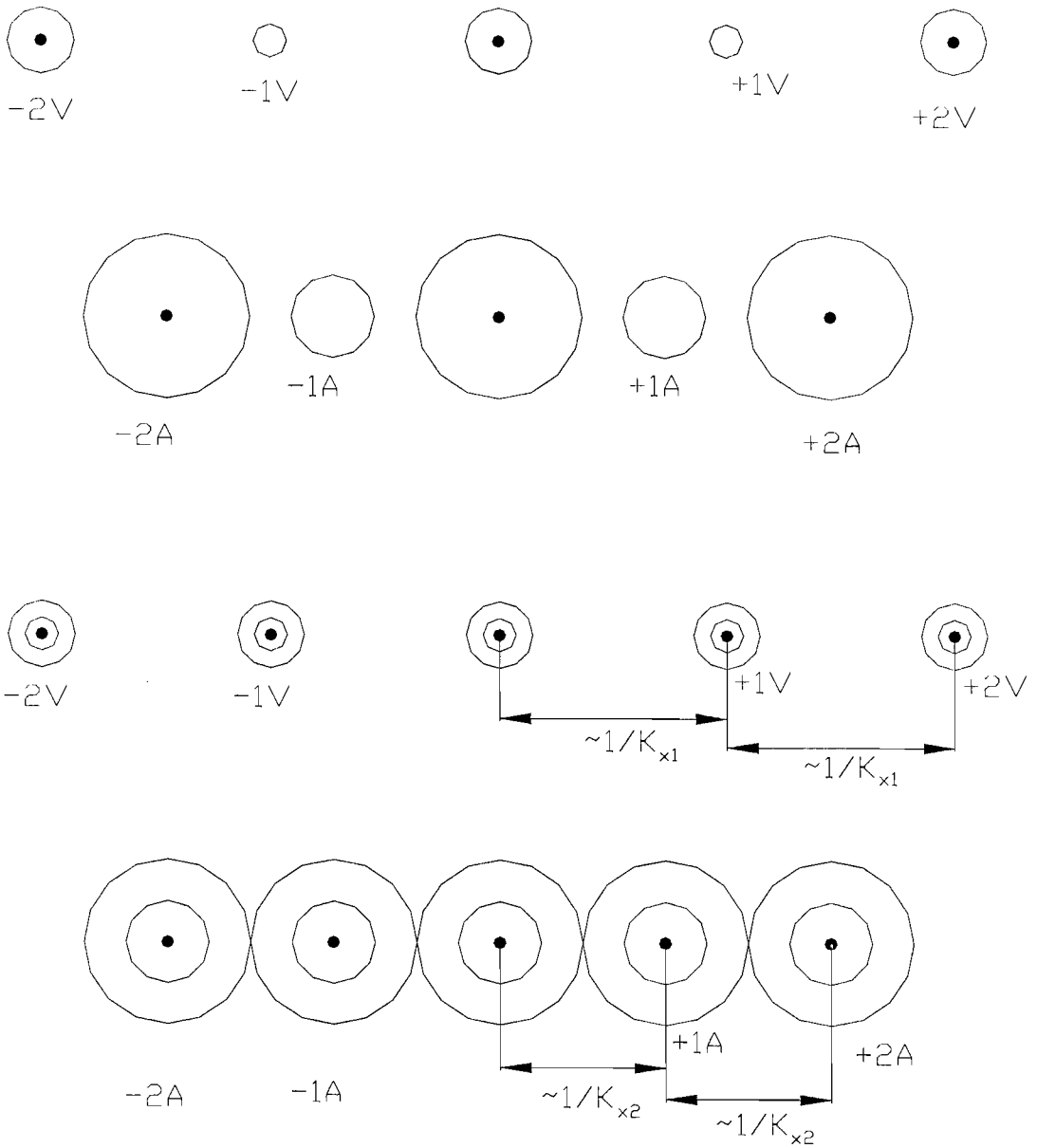


FIG. 4

*17/10/18*

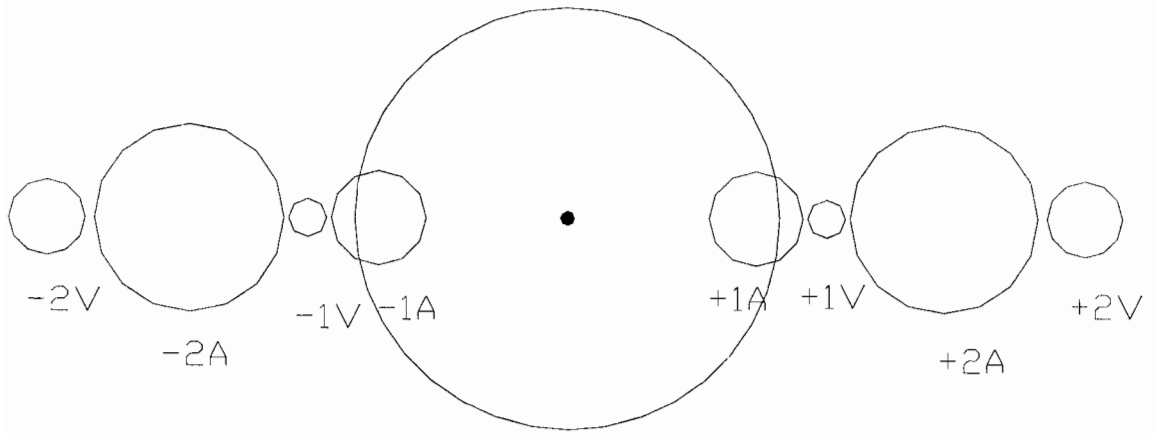


FIG. 5

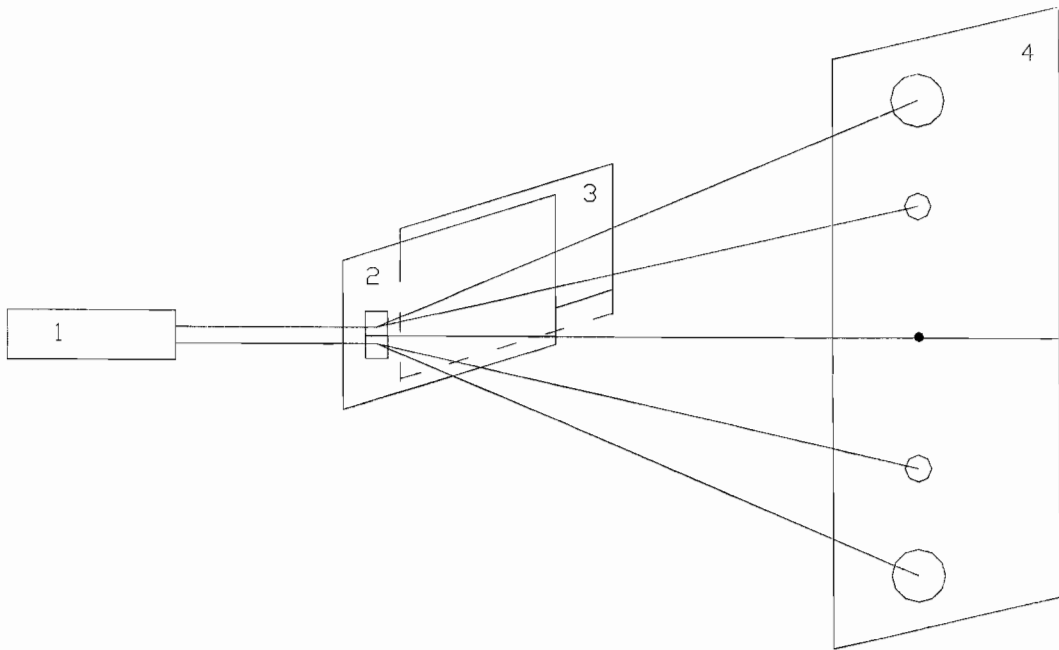


FIG. 6

*17/2/18*