MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	**101996900512744**
Data Deposito	**19/04/1996**
Data Pubblicazione	**19/10/1997**

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	09	K		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	F		

Titolo

DISPOSITIVO A PELLICOLA PDLC A GRADO DI NEBULOSITA' RIDOTTA E METODO PER LA SUA PRODUZIONE

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martinelli & C. s.r.l.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"DISPOSITIVO A PELLICOLA PDLC A GRADO DI NEBULOSITA' RIDOTTA E METODO PER LA SUA PRODUZIONE"

della SNIARICERCHE S.c.P.a., con sede a Pisticci Scalo (Matera)

MI 96 A 0754

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Le pellicole PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystals) sono materiali compositi costituiti da microgocce di un cristallo liquido termotropico disperse in una matrice polimerica, che conferisce stabilità meccanica e proprietà di adesione ai film medesimi, come insegnato da J.L. Fergason, brevetto statunitense No. 4.435.047 (1984); J.W. Doane, G. Chidichimo, N.A.P. Vaz, brevetto statunitense No. 4.688.900 (1987); Wu B.G., West J.L. Doane J.W., J. Appln.Phys., 62, 3925 (1987). Tali pellicole sono suscettibili di ampio impiego nell'ambito delle tecnologie connesse al controllo della trasmissione della luce attraverso superfici anche di notevoli dimensioni (ligth shutters, displays), come insegnato da J.W. Doane, N.A.P. Vaz, B.-G. Wu, S. Zumer, Appl.Phys. Lett., 48, 269 (1986); P.S. Drzaic, Appl.Phys., 60, 2142 (1986); J.W. Doane, in "Liquid Crystals - Applications and Uses", edito da B. Bahadur Vol. 1, (World Scientific Publishing), pag. 361 (1990).

Il principio di funzionamento delle pellicole PDLC si

19 APR. 1996

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martini & C. s.r.l.

basa sulla possibilità di controllare lo scattering della luce, che incide su di essi, per mezzo di campi elettrici, come insegnato da S. Zumer e J.W. Doane, Phys.Rev. A, 34, 3373 (1986); S. Zumer, Phys. Rev. A, 37, 4006 (1988). Ciò è conseguenza delle proprietà fisiche anisotrope dei cristalli liquidi, che originano dal fatto che le molecole loro costituenti non sono orientate casualmente, come in un normale liquido, ma possiedono una orientazione locale preferita, come insegnato da P.G. de Gennes e J.Prost, "The Physics of Liquid Crystals", II edizione, Oxford Science Publications (1994); g. Vertogen e W.H. De Jeu, "Thermotropic Liquid Crystals, Fundamentals", Springer-Verlag (1988); L.M. Blinov e V.G. Chigrinov, "Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials", Springer-Verlag" (1994). Tale orientazione può essere fatta variare in seguito all'applicazione di un campo elettrico. In assenza di campi elettrici l'orientazione molecolare preferita è diversa da un punto all'altro all'interno di una gocciolina e differisce anche da goccia a goccia. Poichè l'indice di rifrazione del cristallo liquido dipende dalla sua orientazione, la luce incidente passando dal polimero, che ha un indice di rifrazione fisso alla gocciolina, in cui esso è diverso, verrà diffusa ed il film PDLC apparirà opaco. In presenza di un campo elettrico la direzione molecolare preferita all'interno delle varie gocce assume

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Marchi & C. s.r.l.

una orientazione comune, e se si ha cura di scegliere i materiali in modo tale che la componente interessata dell'indice di rifrazione del cristallo liquido coincida con quella del polimero, il materiale apparirà trasparente perchè sarà otticamente uniforme. Tale perfetta trasparenza si verifica però solo per una direzione di incidenza della luce, quella che coincide con la orientazione preferita dalle molecole di cristallo liquido, che con i materiali usati più frequentemente è la direzione perpendicolare al piano della pellicola. Per altre direzioni di incidenza il raggio luminoso "leggerà" sul cristallo liquido un indice di rifrazione non più uguale a quello del polimero e subirà di conseguenza un processo di scattering, a causa del quale il materiale apparirà gradualmente più offuscato quanto più la direzione di visuale sarà angolata rispetto a quella ortogonale al piano della pellicola. Tale effetto, che naturalmente limita molto le possibilità applicative dei film PDLC, viene denominato nebulosità o haze.

Lo haze viene generalmente quantificato dalla frazione di scattering in avanti che ha un angolo di scattering superiore a 2,5, ovvero 3 gradi, a seconda degli standard, con luce incidente normale al piano del campione. Sebbene tale definizione sia appropriata per sostanze isotrope o comunque microscopicamente omogenee, essa è poco adatta a descrivere l'haze nel caso dei PDLC, materiali compositi

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martini & C. s.r.l.

nei quali le proprietà ottiche della componente liquido cristallina variano con l'angolo di incidenza della luce. In mancanza di uno standard per la misura dell'haze in materiali anisotropi e disomogenei come i PDLC, una sua valutazione può essere ottenuta misurando l'haze come nello standard ma per angoli di incidenza diversi da 90 gradi rispetto al piano del campione, oppure misurando la trasparenza a diversi angoli di incidenza sul campione. Nel caso questa risulti costante, infatti, anche l'haze sarà costante a diversi angoli di osservazione ed il suo effetto potrà essere ridotto od eliminato per materiali ad alta trasmittanza.

In genere per angoli di incidenza superiori a 30 gradi la trasmissione cade molto rapidamente.

Uno scopo della presente invenzione è pertanto quello di superare i suddetti inconvenienti.

Un altro scopo è quello di ridurre il grado di nebulosità, anche per angoli di visualizzazione molto diversi tra loro.

Un ulteriore scopo è quello di realizzare ciò con metodi e mezzi semplici.

Questi ed altri scopi sono raggiunti dal dispositivo secondo l'invenzione a pellicola PDLC a grado di nebulosità ridotto comprendente microgocce di un cristallo liquido termotropico disperse in una matrice polimerica, dette

INTERNAZIONALE BREVETTI
Dott. Ing. ... & C. s.r.l.

microgocce avendo forma allungata ed essendo orientate tutte nella medesima direzione, detto dispositivo comprendendo mezzi per generare un campo elettrico avente frequenza compresa tra 10 e 1000 Hz e tensione compresa tra +500 e -500 V, e definita dalla formula:

$T(\theta) = \Sigma_i P_i T(\theta, V_i) = C$

in cui: C è una costante, P_i sono i pesi di ogni curva di trasmissione $T(\theta, V_i)$, V_i sono le tensioni, $T(\theta)$ è la trasmissione e θ è l'angolo di incidenza.

In particolare, la direzione di orientamento è inclinata di un angolo α diverso da zero rispetto al piano della pellicola.

L'invenzione riguarda inoltre un procedimento per la preparazione di un dispositivo a pellicola PDLC a grado di nebulosità ridotto comprendente microgocce di un cristallo liquido termotropico disperse in una matrice polimerica, dette microgocce avendo forma allungata ed essendo orientate tutte nella medesima direzione, detto dispositivo comprendendo mezzi per generare un campo elettrico avente frequenza compresa tra 10 e 1000 Hz e tensione compresa tra +500 e -500 V, detto procedimento consentendo di identificare detta tensione e comprendendo le seguenti fasi:

a) preparazione di curve di trasmissione sperimentali per vari voltaggi e vari angoli di visuale,

b) impostazione di valori iniziali di tempi/voltaggi che

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Marconi & C. s.r.l.

definiscono un impulso tentativo.

c) calcolo della trasmissione media,

d) calcolo della differenza tra valori della trasmissione richiesta e quella calcolata, e

e) verifica della accettabilità di tale differenza.

Preferibilmente, il procedimento comprende la seguente fase addizionale:

f1) nel caso che tale verifica dia esito positivo, memorizzazione dei parametri della forma d'onda.

Preferibilmente, il procedimento comprende la seguente fase addizionale:

f2) nel caso che tale verifica dia esito negativo, cambiamento dei tempi/voltaggi.

L'invenzione verrà meglio compresa con riferimento ai disegni allegati a scopo illustrativo e non limitativo dell'invenzione, in cui:

la figura 1 è una vista schematica dell'apparato di misura della trasmissione luminosa in funzione dell'angolo di inclinazione del campione;

la figura 2 è una sezione trasversale del dispositivo secondo l'invenzione;

le figure da 3 a 11 rappresentano dei diagrammi della trasmissione in funzione dell'angolo di visualizzazione;

la figura 12 rappresenta un diagramma di una forma d'onda di un campo elettrico secondo l'invenzione; e

INTERNAZIONALE BREVETTI
Dott. Ing. Zini, Martini & C. s.r.l.

la figura 13 rappresenta un diagramma a blocchi del procedimento secondo l'invenzione.

Si è verificato che in PDLC con goccioline stirate uniformemente, la trasmissione luminosa in funzione dell'angolo di visualizzazione presenta un massimo ad un angolo che dipende dall'intensità della tensione applicata (preferibilmente di semplici tensioni sinusoidali). Chiamiamo tale trasmissione $T(\theta_i V_i)$, dove il suffisso i sta ad indicare che abbiamo effettuato le misure per un certo numero finito di tensioni. Si ottiene una trasmissione che è la media pesata della trasmissioni da noi misurate, con la condizione che:

$T(\theta) = \Sigma_i P_i T(\theta_i V_i) = \text{costante}$

dove P_i è il peso di ogni curva, cioè di ogni tensione che poi diventa la frazione di tempo, sul periodo totale, durante la quale la tensione è V_i. La tensione finale sarà quindi V_i per un tempo t_1/t_i, V_2 per un tempo t_2/t_i e così via, dove t_i è il periodo, la cui frequenza associata deve essere compresa fra 10 e 1000 Hz, all'incirca, per permettere da un lato all'occhio umano di mediare fra le varie trasmissione (le varie curve) e dall'altro al cristallo liquido di orientarsi seguendo la tensione.

Le $T(\theta, V_i)$ sono curve da noi determinate sperimentalmente. Supponiamo di averne misurate un numero ragionevole, diciamo 10, ognuna per un diverso valore V_i.

INTERNAZIONALE BREVETTI
Dott. Ing. Zini, Marconi & C. s.r.l.

Noi vogliamo che la trasmissione totale $T(\theta)$ sia uguale ad ogni θ. In pratica è possibile scegliere 10 angoli fra 0 e 60 e 70 gradi e porre le condizioni:

$\Sigma_i P_i T(\theta_i, V_i)$ = costante,

$\Sigma_i P_i T(\theta_2, V_i)$ = costante,

$\Sigma_i P_i T(\theta_{10}, V_i)$ = costante,

con la stessa costante per ogni equazione. Abbiamo ora 10 equazioni e 10 incognite, cioè le P_i, che possono così essere determinate. La forma d'onda totale sarà pertanto data dalla sequenza temporale della V_1, per un tempo $t_1 = P_1/P_t$ ($P_t = \Sigma P_i$), V_2 per un tempo t_2 e così via fino a V_{10}, dopo di che si ricomincia. Il periodo $T = \Sigma t_i$ deve essere tale che la frequenza sia compresa fra 10 e 1000 Hz. La forma d'onda così ottenuta è a gradini ma può essere resa continua interpolando in modo opportuno. Tutto il processo di calcolo descritto sopra è facilmente traducibile in un programma di calcolo che si basi sul diagramma a blocchi della figura 13.

Il metodo secondo l'invenzione sfrutta da una parte la possibilità di deformare le gocce liquido cristalline dalla forma sferica di una debolmente allungata, con la direzione di allungamento uguale per tutte le goccioline di un campione, così come illustrato nella figura 2, dall'altra la possibilità di utilizzare driving voltages di opportuna forma ed intensità. La morfologia illustrata in figura 2 si

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martinelli & C. srl.

può ottenere per mezzo di una opportuna operazione di shearing a caldo del film PDLC. In particolare, la pellicola PDLC 1 contiene al suo interno le microgocce 3 ed è a sua volta contenuta tra due vetri conduttori 2.

Il fondamento teorico del nostro metodo si basa sul fatto che la trasmissione ottica ai vari angoli di un film PDLC dipende da:

1) gli indici di rifrazione del polimero e del cristallo liquido,

2) dall'angolo α, illustrato nella figura 2,

3) dal tipo e dalla intensità del voltaggio applicato.

La corretta combinazione di tutti questi fattori consente l'ottenimento di films PDLC a basso haze, come descritto nel seguito.

In particolare il metodo secondo l'invenzione è efficiente per rendere costante l'haze di film PDLC senza sacrificare in modo drastico la trasmissione ottica globale dei films. Nella figura 3 viene mostrata la tipica variazione della trasmissione luminosa di un normale film PDLC, tra due vetri conduttori, quando esso è nello stato on, cioè nello stato trasparente in seguito all'applicazione di un campo elettrico, confrontata con la trasmissione di un film del solo polimero fra due vetri conduttori (le caratteristiche dei materiali usati sono descritte nell'esempio 1). E' evidente come al di sopra dei 30 gradi

INTERNAZIONALE BREVETTI
Dott. Ing. Zini, Martini & C. s.r.l.

la trasmissione luminosa del PDLC diminuisca rapidamente.

Il metodo secondo l'invenzione si basa sulla osservazione della variazione, in funzione dell'intensità del campo elettrico applicato, della curva di trasmissione luminosa in funzione dell'angolo di incidenza della luce in films con goccioline deformate come in figura 2. Nella figura 4 viene illustrato l'andamento della trasmissione luminosa di un film PDLC deformato (α = 30 gradi), per vari valori del voltaggio di un segnale elettrico sinusoidale, con frequenza uguale a 1 kHz, al variare dell'angolo di incidenza (le caratteristiche dei materiali usati sono descritte nell'esempio 1). Si può osservare come il massimo di trasmissione si sposta ad angoli diversi al variare del valore del voltaggio applicato. Questo fatto può essere sfruttato per i nostri scopi e "sagomando" opportunamente la forma d'onda del segnale alternato applicato e regolando l'offset di tale segnale, può essere ottenuta una trasmissione ottica uniforme al variare dell'angolo di incidenza della luce. Infatti, come è evidente in figura 4, un basso voltaggio applicato corrisponde ad un massimo di trasmissione ad alti angoli di incidenza, e viceversa per un alto voltaggio applicato il massimo si sposta a bassi angoli. Se il voltaggio pertanto viene variato fra questi due valori si avrà, ad ogni angolo, una trasmissione media, se si osserva il film per tempi abbastanza lunghi rispetto

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ingg. Zini, Marchi & C. s.r.l.

all'inverso della frequenza del voltaggio stesso.

Tale media, in conseguenza dell'andamento delle curve di figura 4 (massimi ad angoli diversi per voltaggi applicati diversi), può essere resa uguale a tutti gli angoli di incidenza scegliendo opportunamente la forma d'onda del voltaggio applicato. E' naturalmente importante anche la scelta della frequenza di tale tensione, infatti essa deve essere abbastanza bassa da permettere la riorientazione delle molecole di cristallo liquido ma anche abbastanza alta da permettere una trasmissione mediata su tempi inferiori a quelli di percezione dell'occhio umano, che sono intorno al decimo di secondo. In questo caso la trasmissione luminosa sarà omogenea ai vari angoli di incidenza. La forma del voltaggio di pilotaggio del film PDLC necessaria a rendere la trasmissione il più costante possibile può essere facilmente calcolata sulla base di dati sperimentali del tipo di quelli di figura 4 usando un programma di calcolo.

I seguenti esempi, allegati a scopo illustrativo e non limitativo, impiegano i seguenti materiali:

1 - **Resine**

-PMMA = Polimetilmetacrilato (polimero termoplastico commerciale)

-PVFM =Polivinilformale (polimero termoplastico commerciale)

2 - **Cristalli liquidi:**

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ingg. Zini, Martini & C. s.r.l.

-E7 = Miscela Eutettica Nematica della BDH

-E49 = Miscela Eutettica Nematica della BDH

-TL202 = Miscela Eutettica Nematica della BDH

3 - **Spaziatori:**

-Microperline in polistirene (d= 20 micron) fornite dalla Polyscience Inc.

4 - **Supporti conduttori (elettrodi):**

-Vetrini trasparenti con strato conduttori di ossido di indio e stagno (ITO) forniti dalla Donnelly.

Si sono misurate le seguenti grandezze:

-L'intensità della trasmissione luminosa è U A (l'intensità della luce trasmessa è espressa in unità arbitrarie, che corrispondono ai microampere di corrente del fotodiodo utilizzato per la misura).

-Il voltaggio applicato è V (tensione sinusoidale picco-picco. Quando viene indicato l'uso di un voltaggio non sinusoidale, la sua forma d'onda sarà specificata caso per caso).

- L'angolo di incidenza della luce è definito come in figura 1.

ESEMPIO 1

E' stato preparato un campione PDLC utilizzando come polimero il polimetilmetacrilato (PMMA) e come cristallo liquido la fase E49 della BDH, ed impiegando la procedura TIPS (Thermal Induced Phase Separation), illustrata ad

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Marconi & C. s.r.l.

esempio in Wu B.G., West J.L. Doane J.W., J. Appln.Phys., 62, 3925 (1987). Una miscela composta da parti uguali, in peso, di PMMA ed E49 è stata scaldata a circa 150°C per mezzo di un flusso di aria. La viscosità del polimero è rapidamente diminuita e la miscela è stata agitata vigorosamente. E' stato poi aggiunto lo 0,5% di spaziatori di polistirene da 20 micrometri della Polyscience, continuando ad agitare a caldo per circa 3 minuti. La miscela omogenea ottenuta, piuttosto fluida, è stata poi versata sulla parte conduttrice di un supporto vetroso conduttore fornito dalla Donnelly e posizionato su una piastra riscaldante a circa 120°C. Dopo avere atteso per circa 2 minuti che le eventuali bollicine d'aria scomparissero, un secondo supporto vetroso conduttore dello stesso tipo, previamente riscaldato alla stessa temperatura, è stato posto sopra la miscela, avendo cura di evitare la formazione di bollicine d'aria, ed è stata esercitata su di esso una pressione tale da far fuoriuscire dalla zona fra i due vetrini il materiale in eccesso. Il tutto è stato quindi lasciato raffreddare a 20°C. Lo spessore finale, di 24 micrometri, è stato misurato usando un calibro micrometrico. A questo film è stata applicata una tensione alternata di 1 kHz, aumentandone l'intensità fino al massimo della trasparenza. La risultante curva di trasmissione in funzione dell'angolo di incidenza della luce

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, M. Martini & C. S.r.l.

(vedi figura 1) è mostrata in figura 3. Successivamente lo stesso film è stato riscaldato a circa 50°C e sottoposto ad un processo di shearing, per mezzo di una morsa con passo micrometrico, allo scopo di ottenere una deformazione delle microgocce dallo stato sferico a quello elongato con una angolazione delle microgocce rispetto al piano del film di circa 30 gradi (vedi figura 2). Prima di essere rimosso dalla morsa il film è stato fatto raffreddare fino a 20°C.

Al film così preparato sono stati applicati voltaggi alternati di 1 kHz di diversa intensità ed è stata misurata la trasmissione ottica a diversi angoli di incidenza. I risultati, mostrati in figura 4, illustrano come il massimo della trasmissione passa da -70 gradi in assenza di campo applicato a valori via via più bassi.

In figura 5, che si riferisce allo stesso campione con goccioline allungate, si può confrontare la trasmissione luminosa del film non deformato a cui viene applicato un semplice voltaggio alternato ad 1 kHz con quella del film deformato cui è applicato un voltaggio alternato di 600 V a 50 Hz ed allo stesso tempo un bias (polarizzazione) di 100 volts DC, illustrato in figura 12. Questo appena descritto è uno dei metodi più semplici di "sagomare" un voltaggio in modo da sfruttare le caratteristiche dei film con goccioline allungate, come descritto in precedenza. Come si può osservare, per gocce deformate e voltaggio sagomato

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martinelli & C. s.r.l.

l'andamento della trasmissione ottica del campione al variare dell'angolo di incidenza, nell'intervallo tra zero e sessanta gradi varia entro il 5%, mentre la trasmissione globale rimane al di sopra del 75% rispetto alla trasmissione di un film dello stesso spessore del solo materiale polimerico, anch'essa mostrata in figura 5. Nel caso invece del campione con goccioline non deformate la trasmissione luminosa diminuisce sensibilmente per angoli di inclinazione superiori a 30 gradi.

ESEMPIO 2

Questo esempio è analogo al precedente, con la sola differenza che questa volta il cristallo liquido usato è il TL 202, della BDH. In figura 6, viene mostrata la dipendenza dall'angolo di incidenza della luce della trasmissione luminosa attraverso un film con goccioline sferiche, e per confronto la trasmissione attraverso un film del solo polimero PMMA fra analoghi substrati. In figura 7 si vedono i risultati della stessa misura sul campione con goccioline allungate per diverse tensioni applicate. In figura 8 invece si può osservare il confronto fra il PDLC tradizionale con goccioline sferiche e il PDLC con goccioline deformate su cui viene applicata una tensione analoga a quella del precedente esempio.

ESEMPIO 3

Sono stati studiati campioni ottenuti, seguendo lo

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martinelli & C. s.r.l.

stesso metodo di preparazione degli esempi precedenti, utilizzando la polivinilformammide (PVFM) in combinazione con la mesofase E7 della BDH. Un campione con goccioline non deformate presenta una trasmissione ottica relativamente costante per angoli di inclinazione fino a circa 25 gradi, come si può vedere in figura 9. Dopo la deformazione e per tensioni sinusoidali applicate di diversa intensità la trasmissione è mostrata in figura 10, mentre il confronto tra il PDLC tradizionale e quello con goccioline allungate e pilotato come nei due precedenti esempi è mostrato in figura 11.

Con particolare riferimento alla figura 3, è illustrata la variazione della trasmissione luminosa attraverso un film di PMMA ed E49 (1:1) in funzione dell'angolo di inclinazione del campione (vedi figura 1). Il campione è spesso 24 micrometri ed è posto fra due vetri conduttori sui quali è applicata una tensione sinusoidale di 500 V ad 1 kHz. Viene mostrata per confronto la trasmissione nelle stesse condizioni di un film del solo polimero PMMA.

Con particolare riferimento alla figura 4 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa attraverso un film di PMMA ed E49 (1:1) stirato con α = 30 gradi (vedi figura 2) in funzione dell'angolo di inclinazione del campione. Il campione è spesso 24 micrometri ed è posto fra due vetri conduttori sui quali è applicata una tensione sinusoidale di

INTERNAZIONALE

intensità variabile ad 1 kHz. Viene mostrata per confronto la trasmissione nelle stesse condizioni di un film del solo polimero PMMA.

Con particolare riferimento alla figura 5 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa in funzione dell'angolo di inclinazione del campione in tre diversi casi: a) un film del solo polimero PMMA fra due vetri conduttori; b) un film di 24 micrometri di PMMA ed E49 (1:1) fra vetri conduttori su cui è applicata una tensione di 500 V ad 1 kHz; c) un film di 24 micrometri di PMMA ed E49 (1:1) stirato con α = 30 gradi sul quale è applicata una tensione alternata di 600 V a 50 Hz ed allo stesso tempo un bias di 100 V DC.

Con particolare riferimento alla figura 6 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa attraverso un film di PMMA e TL202 (1:1) in funzione dell'angolo di inclinazione del campione (vedi figura 1). Il campione è spesso 27 micrometri ed è posto fra due vetri conduttori sui quali è applicata una tensione sinusoidale di 500 V ad 1 kHz. Viene mostrata per confronto la trasmissione nelle stesse condizioni di un film del solo polimero PMMA.

Con particolare riferimento alla figura 7 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa attraverso un film di PMMA ed TL202 (1:1) stirato con α = 30 gradi (vedi figura 2) in funzione dell'angolo di inclinazione del campione. Il

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Marconi & C. s.n.c.

campione è spesso 27 micrometri ed è posto fra due vetri conduttori sui quali è applicata una tensione sinusoidale di intensità variabile ad 1 kHz. Viene mostrata per confronto la trasmissione nelle stesse condizioni di un film del solo polimero PMMA.

Con particolare riferimento alla figura 8 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa in funzione dell'angolo di inclinazione del campione in tre diversi casi: a) un film del solo polimero PMMA fra due vetri conduttori; b) un film di 27 micrometri di PMMA e 202 (1:1) fra vetri conduttori su cui è applicata una tensione di 500 V ad 1 kHz; c) un film di 27 micrometri di PMMA e 202 (1:1) stirato con α = 30 gradi sul quale è applicata una tensione alternata di 600 V a 50 Hz ed allo stesso tempo un bias di 100 V DC.

Con particolare riferimento alla figura 9 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa attraverso un film di PVFM ed E7 (1:1) in funzione dell'angolo di inclinazione del campione (vedi figura 1). Il campione è spesso 28 micrometri ed è posto fra due vetri conduttori sui quali è applicata una tensione sinusoidale di 500 V ad 1 kHz. Viene mostrata per confronto la trasmissione nelle stesse condizioni di un film del solo polimero PVFM.

Con particolare riferimento all figura 10 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa attraverso un film

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ingg. Zini, Marconi & C. s.n.c.

di PVFM ed E7 (1:1) stirato con α = 30 gradi (vedi figura 2) in funzione dell'angolo di inclinazione del campione. Il campione è spesso 28 micrometri ed è posto fra due vetri conduttori sui quali è applicata una tensione sinusoidale di intensità variabile ad 1 kHz. Viene mostrata per confronto la trasmissione nelle stesse condizioni di un film del solo polimero PMMA.

Con particolare riferimento alla figura 11 è illustrata la variazione della trasmissione luminosa in funzione dell'angolo di inclinazione del campione in tre diversi casi: a) un film del solo polimero PVFM fra due vetri conduttori; b) un film di 28 micrometri di PVFM ed E7 (1:1) fra vetri conduttori su cui è applicata una tensione di 500 V ad 1 kHz; c) un film di 28 micrometri di PVFM ed E7 (1:1) stirato con α = 30 gradi sul quale è applicata una tensione alternata di 800 V a 50 Hz ed allo stesso tempo un bias di 100 V DC.

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ing. Zini, Martinelli & C. s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo a pellicola PDLC a grado di nebulosità ridotto comprendente microgocce di un cristallo liquido termotropico disperse in una matrice polimerica, dette microgocce avendo forma allungata ed essendo orientate tutte nella medesima direzione, detto dispositivo comprendendo mezzi per generare un campo elettrico avente frequenza compresa tra 10 e 1000 Hz e tensione compresa tra +500 e -500 V, e definita dalla formula:

$$T(\theta) = \Sigma_i P_i T(\theta, V_i) = C$$

in cui: C è una costante, P_i sono i pesi di ogni curva di trasmissione $T(\theta, V_i)$, V_i sono le tensioni, $T(\theta)$ è la trasmissione e θ è l'angolo di incidenza.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 in cui detta direzione di orientamento è inclinata di un angolo α diverso da zero rispetto al piano di detta pellicola.

3. Procedimento per la preparazione di un dispositivo a pellicola PDLC a grado di nebulosità ridotto comprendente microgocce di un cristallo liquido termotropico disperse in una matrice polimerica, dette microgocce avendo forma allungata ed essendo orientate tutte nella medesima direzione, detto dispositivo comprendendo mezzi per generare un campo elettrico avente frequenza compresa tra 10 e 1000 Hz e tensione compresa tra +500 e -500 V, detto procedimento consentendo di identificare detta tensione e comprendendo le

INTERNAZIONALE BREVETTI
Ingg. Zini, Martinoni & C. s.r.l.

seguenti fasi:

a) preparazione di curve di trasmissione sperimentali per vari voltaggi e vari angoli di visuale,

b) impostazione di valori iniziali di tempi/voltaggi che definiscono un impulso tentativo.

c) calcolo della trasmissione media,

d) calcolo della differenza tra valori della trasmissione richiesta e quella calcolata, e

e) verifica della accettabilità di tale differenza.

4. Procedimento secondo almeno una delle rivendicazioni precedenti comprendente la seguente fase addizionale:

f1) nel caso che tale verifica dia esito positivo, memorizzazione dei parametri della forma d'onda.

5. Procedimento secondo almeno una delle rivendicazioni precedenti comprendente la seguente fase addizionale:

f2) nel caso che tale verifica dia esito negativo, cambiamento dei tempi/voltaggi.

6. Ogni nuova caratteristica o nuova combinazione di caratteristiche qui descritta.

p. SNIARICERCHE S.c.P.a.

Il Mandatario
INTERNAZIONALE BREVETTI
Ingg. Zini, Martinoni & C. s.r.l.

MI 96 A 0754

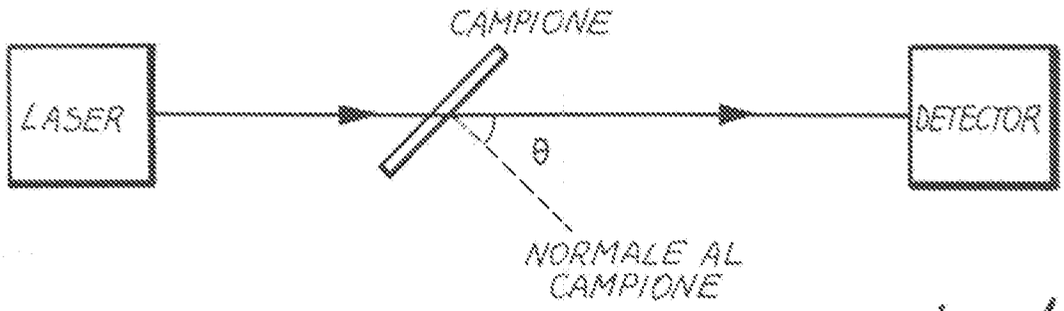


Fig. 1

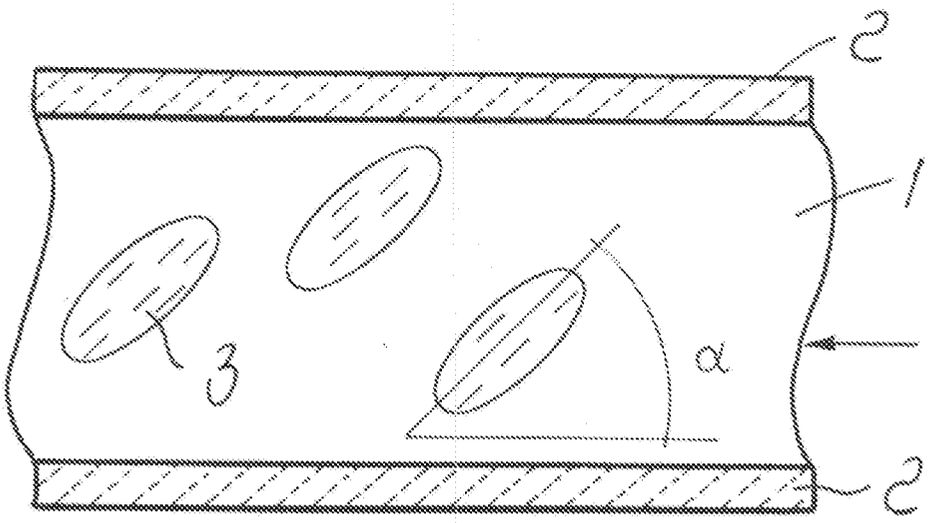


Fig. 2

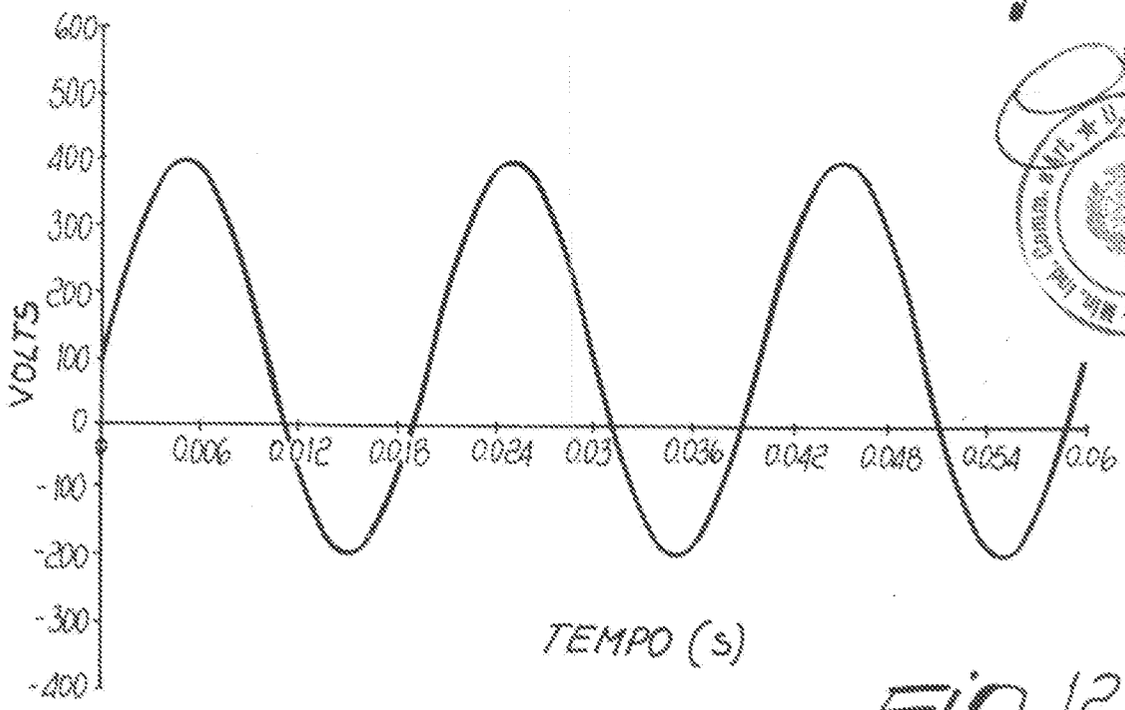


Fig. 12

INT. PROP. BREVETTI

MI 96 A 0754

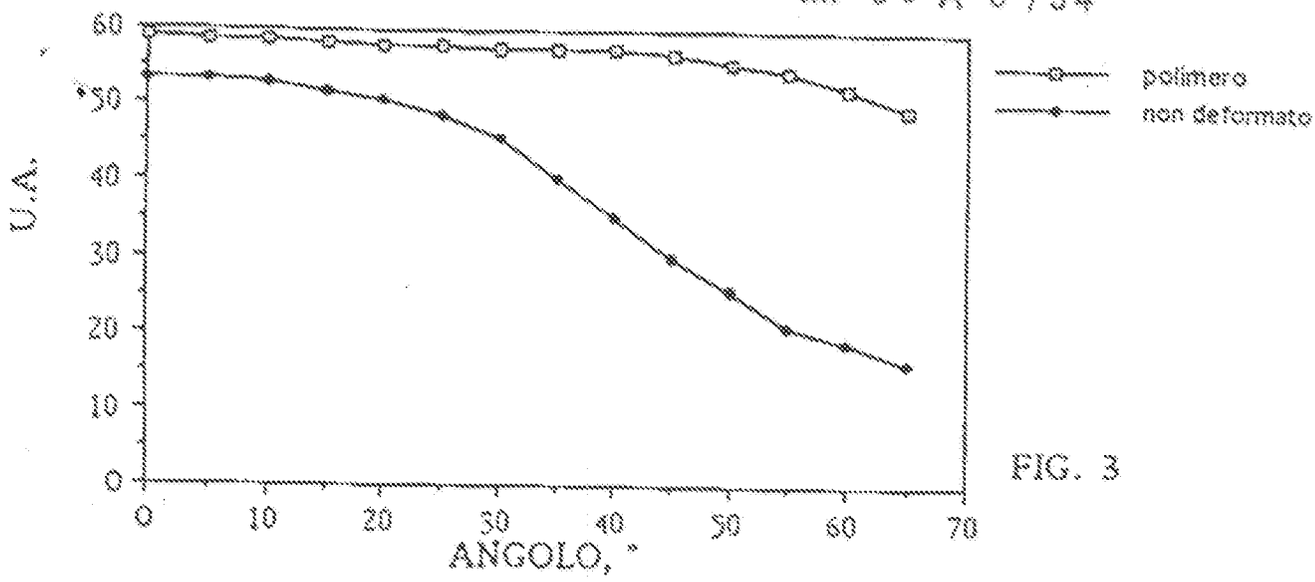


FIG. 3

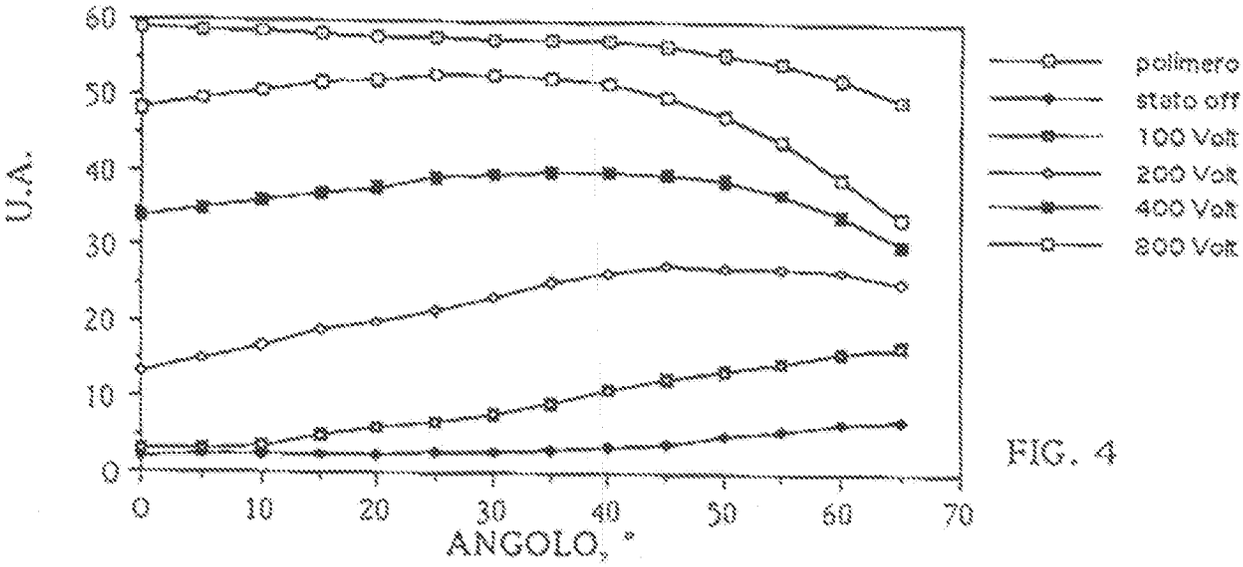


FIG. 4

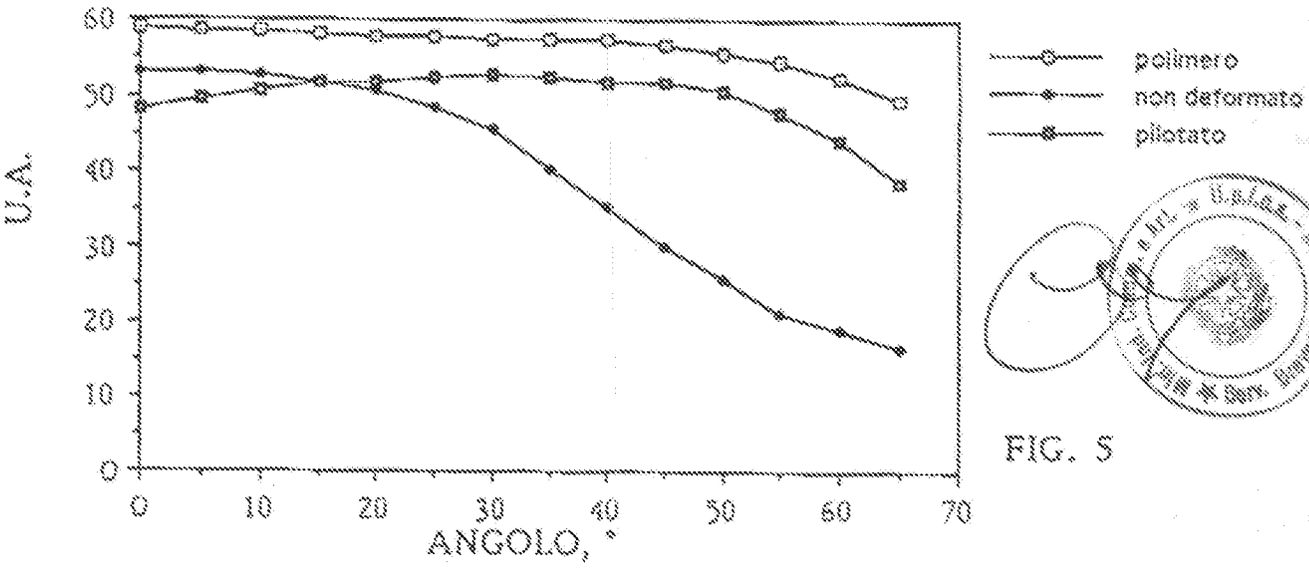
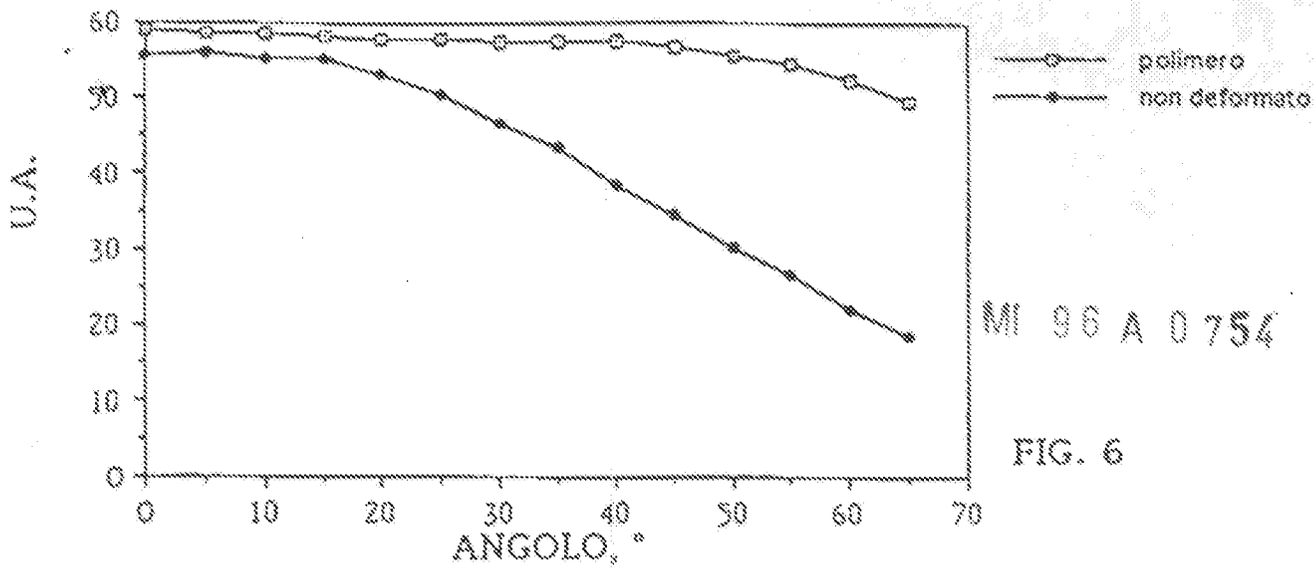


FIG. 5



MI 96 A 0754

FIG. 6

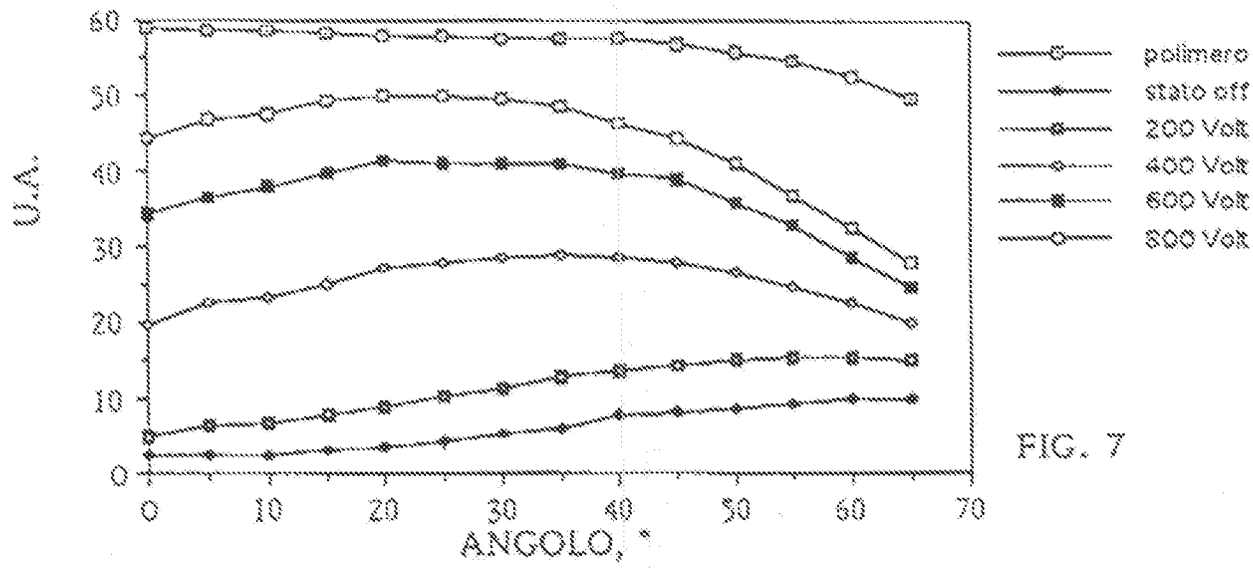


FIG. 7

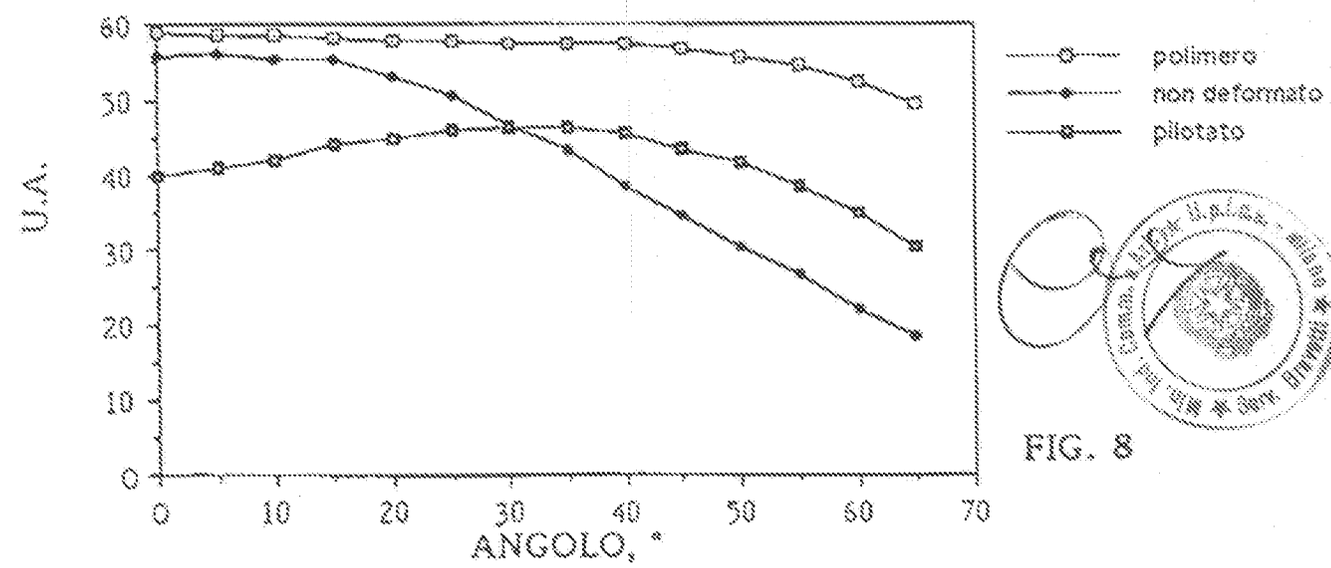
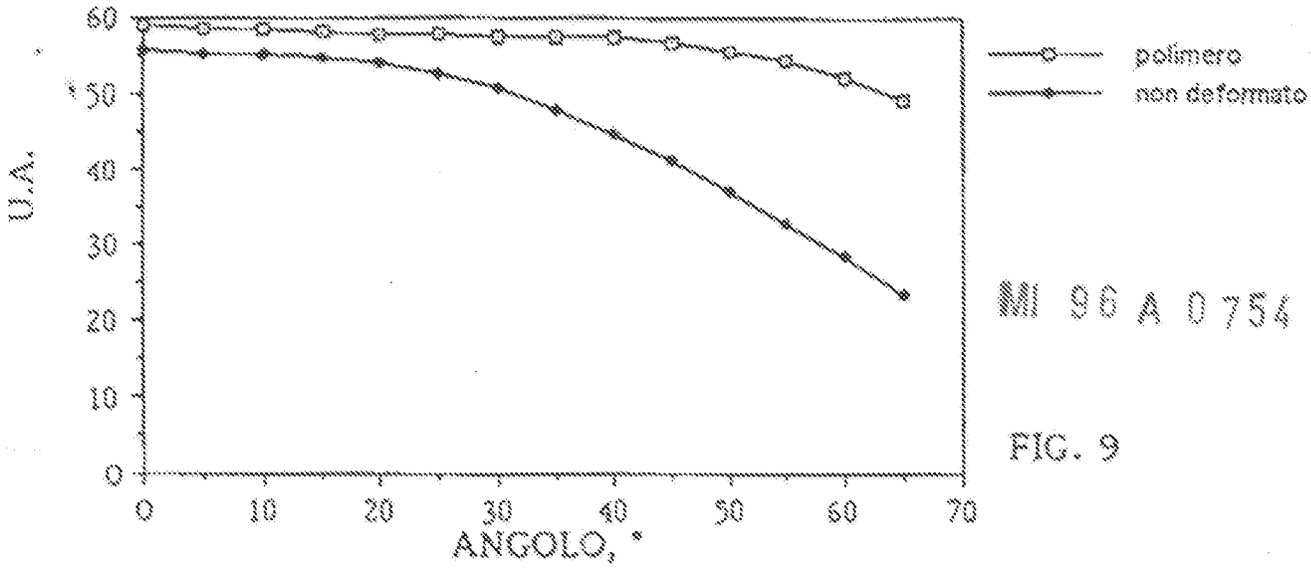


FIG. 8



MI 96 A 0754

FIG. 9

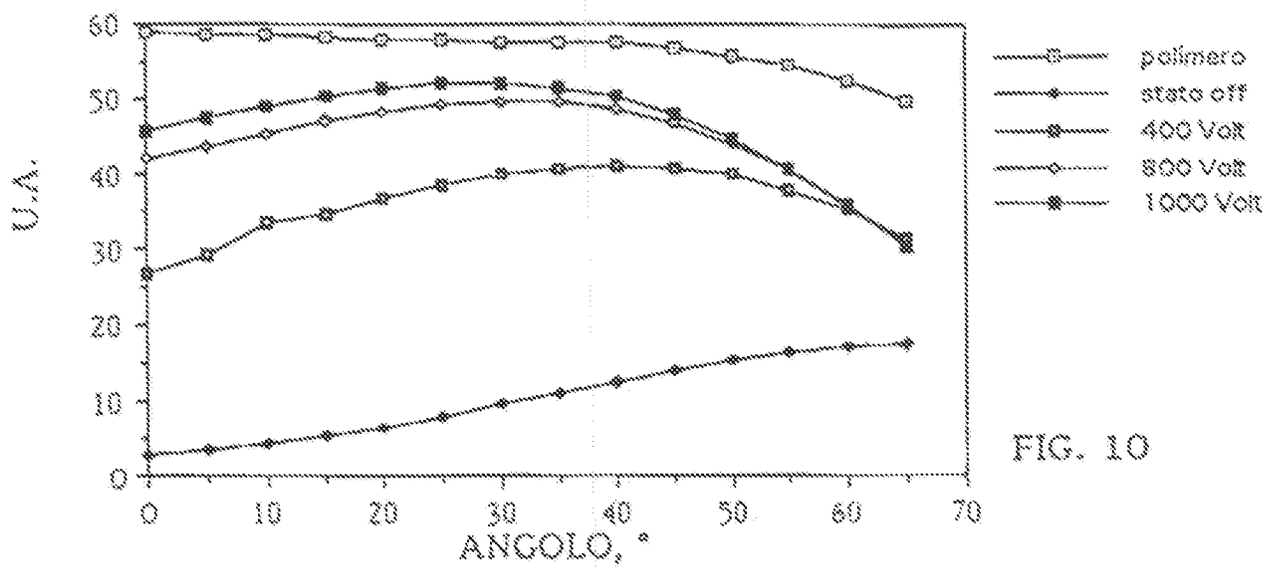


FIG. 10

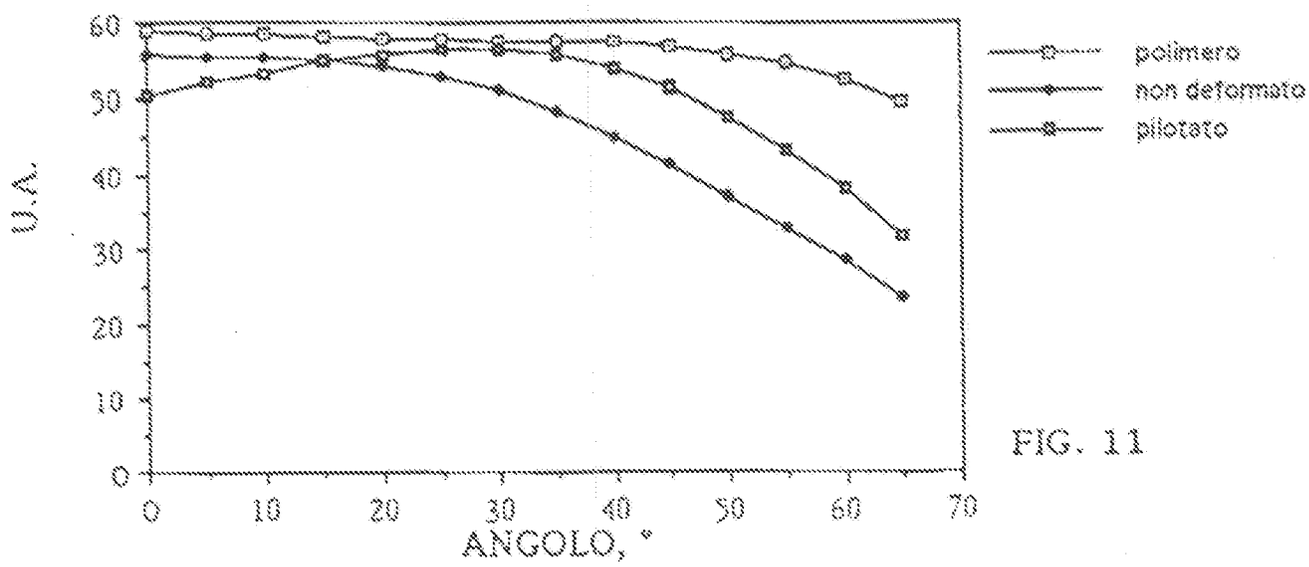


FIG. 11

MI 96 A 0754

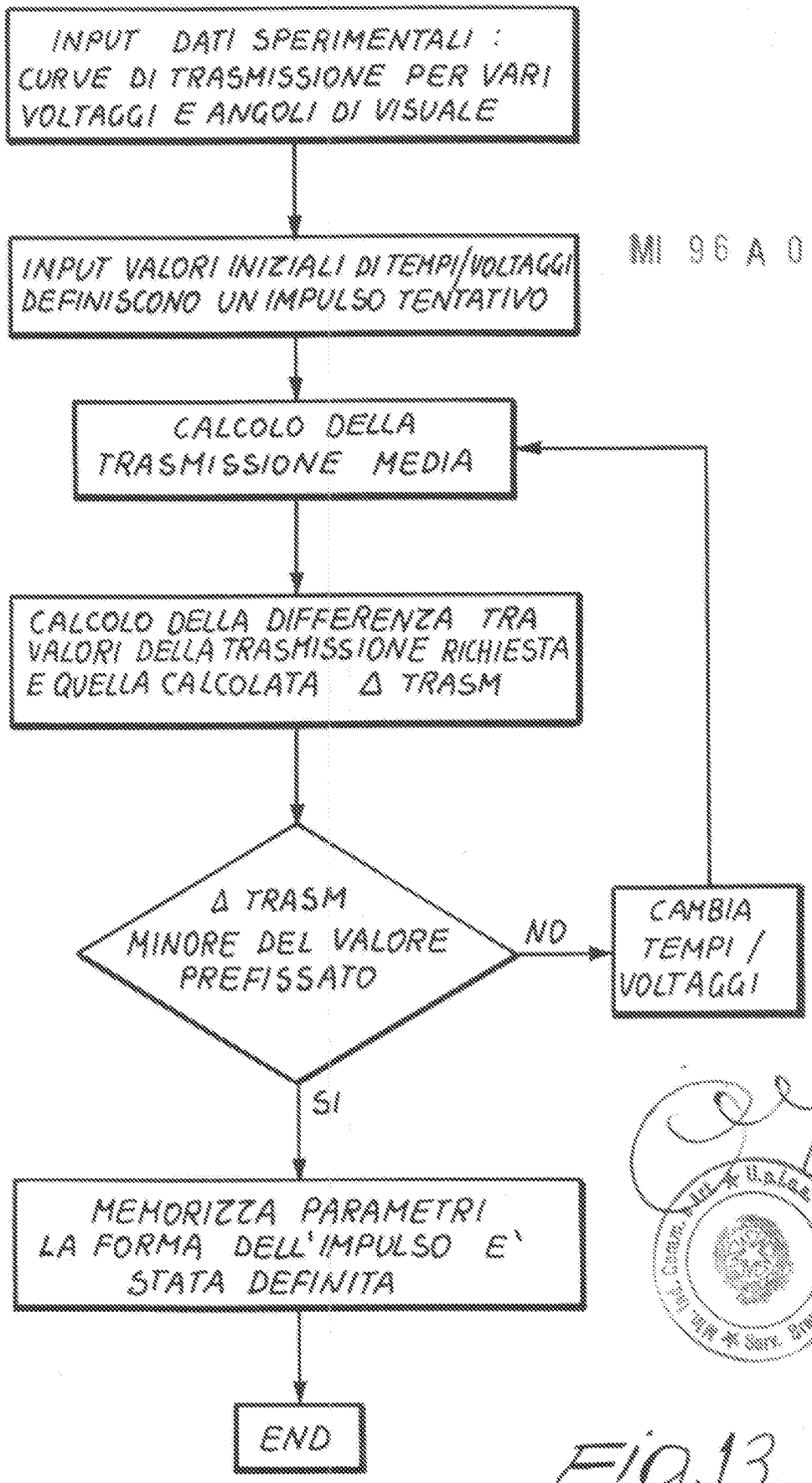


Fig.13