



Patentdirektoratet
TAASTRUP

-
- (21) Patentansøgning nr.: 4031/84 (51) Int.Cl.5 G 02 B 5/124
(22) Indleveringsdag: 23 aug 1984
(41) Alm. tilgængelig: 13 mar 1985
(44) Fremlagt: 04 jan 1993
(86) International ansøgning nr.: -
(30) Prioritet: 12 sep 1983 US 531349

(71) Ansøger: *MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY; St. Paul; Minnesota 55144; 3M Center. US
(72) Opfinder: Timothy Lee *Hoopman; US

(74) Fuldmægtig: Firmaet Chas. Hude

(54) Retroreflekterende genstand med terninghjørner og med en vid vinkelstilling i mange synsplaner

(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 3712706

(57) Sammendrag:

4031-84

Der anvises en retroreflekterende genstand (20) med terninghjørner og med forbedret vinkelåbning langs mange betragtningsplaner. Genstandene indbefatter mindst et parret retroreflekterende elementpar (10_3 , 10_4) med terninghjørner, der er drejet 180° i forhold til hinanden. Elementernes (10_3 , 10_4) tre indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader (11, 12, 13) er ved deres basis afgrænset af lineære kanter (15), der ligger et i fælles plan og elementernes (10_3 , 10_4) optiske akser (17) er vipet hen imod hinanden.

4031-84

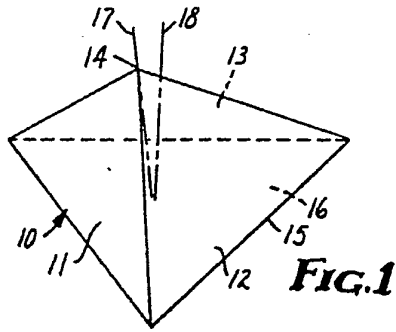


FIG. 1

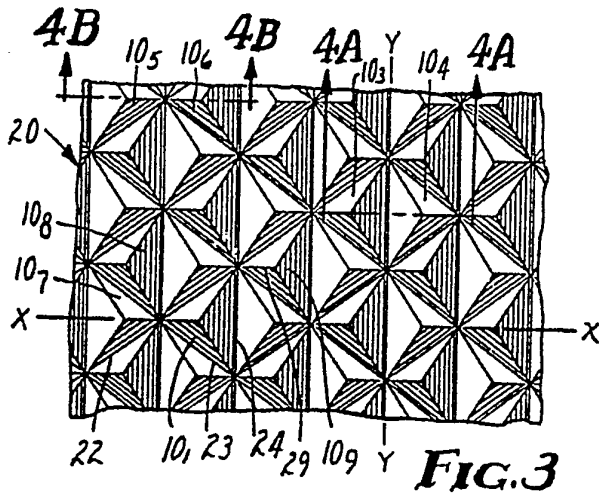


FIG. 3

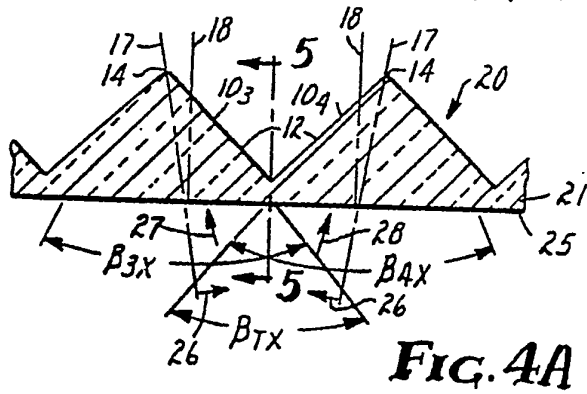


FIG. 4A

Den foreliggende opfindelse angår en retroreflekterende genstand i hovedsagen i form af baneformet plastmateriale og omfattende retroreflekterende elementer med terninghjørner, og hvor hvert elements tre indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader formes af tre sæt af krydsende, kontinuerte render med en fælles dybde og V-formet tværsnit, således at basiskanterne af elementernes sideflader ligger i et fælles plan fastlagt af rendernes bund, og hvor mindst to af de retroreflekterende elementer danner et parret elementpar, som er drejet 180° i forhold til hinanden.

Det grundliggende retroreflekterende element med terninghjørner, der benyttes i retroreflekterende genstande med terninghjørner, har en notorisk lille vinkelstilling eller -åbning, dvs. at elementet kun klart vil retroreflektere lys, der rammer det inden for et snævert vinkelområde, der omtrent er centreret på dets optiske akse. Den lille vinkelstilling hidrører fra disse elementers natur, idet disse elementer er konstruktioner med trekantvinkel, der har tre indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader, således som det forekommer ved en kubus' eller en ternings hjørner. Ved brug er disse elementer anbragt således, at det lys, der skal retroreflekteres, rammer ind i det indre rum, der afgrænses af fladerne, og det indkommende lys' retroreflektion foregår ved indre refleksion af lyset fra flade til flade i elementet. Indkommende lys, der i det væsentlige hælder væk fra elementets optiske akse, der er det indre rums trisektor (den tilsvarende ternings diagonal) defineret ved elementets flader, rammer en flade under en vinkel, der er mindre end dens kritiske vinkel, hvorved det passerer gennem fladen i stedet for at reflekteres.

Nogle har angrebet dette problem ved at belægge trekantvinkel-fladerne af elementet med terninghjørner med spejlreflekterende metal, f.eks. dampafsat aluminium, for at så meget skråt indfaldende lys som muligt reflekteres af fladerne. Men sådan-

ne belægnings reducerer totalreflektionen fra fladerne, (fordi en procentdel af det på fladerne indfaldende lys absorberes af belægningen), og indfører en gråfarvning af elementet, hvilket hyppigt er uheldigt. Belægningerne kan også medføre korrosionsproblemer, der ville begrænse den nyttige levetid for en gestand med sådanne elementer.

Andre har angrebet problemet ved at anbringe en retroreflekterende plade eller bane bag ved den første retroreflekterende plade eller bane, jfv. US patentskrifterne nr. 3.140.340, 4.025.159 eller 4.303.305, men dette er dyrt og tilvejebringer en tyk og almindeligvis stiv konstruktion, der er uegnet til mange anvendelser.

Andre har angrebet problemet ved at forsøge at ændre formen af de retroreflektive elementer med terninghjørner, men ingen af disse forsøg har tilvejebragt en bane, der kan fremstilles i praksis og er egnet til retroreflekterende baners mest almindelige anvendelse (f.eks. på trafikskilte, bilnummerplader, reklameskilte osv.). I f.eks. US patentskrift nr. 4.349.598 anvises en retroreflekterende bane med en bredere vinkelstilling for begrænset anvendelse, hvilken bane er opnået ved at vippe midterakserne for elementerne med terningformede hjørner til en ca. 35° vinkel og samle to nabostillede elementer til et prisme med tre rette vinkler eller en "lætelt"-lignende form. Ved sådanne retroreflekterende elementer med terninghjørner opnås en lysretroreflektion med indfaldsvinkler (vinklen mellem det indfaldende lys og en linie vinkelret på banen), der nærmer sig 90°, hvilket gør dem særligt nyttige til fortovsmarkeringer eller lignende. Men lys, der falder ind under en vinkel på 0° (lysstråler, som står vinkelret på banen), reflekteres ikke og banen er følgelig ikke anvendelig til kendte trafikskilte.

Behovet for en tynd foldet terninghjørnet retroreflekterende bane, der kunne reflektere skråt indfaldende lys erkendes i US patentskrift nr. 3.450.459, men dette skrift anviser ikke nogen praktisk fremgangsmåde til at opnå et sådant resultat. Tynde foldbare baner kræver, at de terninghjørnede elementer har en meget lille "mikrostørrelse", hvilket så vidt vides kun er blevet opnået ved furedannede fremgangsmåder, hvortil de i US patentskrift nr. 3.450.459 anviste elementer ikke er egnede.

Det er også tidligere blevet forsøgt at forøge vinkelområdet for reflektorplader, der benytter retroreflekterende elementer med større terninghjørner, såsom reflektorplader monteret på køretøjer. Formene for sådanne reflektorplader fremstilles almindeligvis ved at bundte individuelle formparter, typisk stifte, der hver har en endepart, som er formet som et retroreflekterende element med terninghjørne, sammen. I US patentskrift nr. 3.541.606 beskrives reflektorplader til køretøjer indeholdende retroreflekterende elementer med terninghjørner anbragt i adskilte temmelig store grupper. De optiske akser for elementerne med terninghjørner i hver gruppe hælder med vinkler, der afviger fra vinklerne for elementerne i en anden gruppe for derved at forøge reflektionens vinkelområde i et vandret plan om et køretøj. I US patentskrift nr. 3.923.378 og i US patentskrift nr. Re. 29.396 beskrives en forbedring, hvori de retroreflekterende elementer med terninghjørner er anbragt i rækker, og de optiske akser af elementerne med terninghjørner i en række hælder hen imod den anden rækkes elementer med en størrelsesorden på f.eks. mellem 6° og 13° (se især spalte 5, linie 45, og følgende i US patentskrift nr. 3.923.378). En sådan vipning er beregnet til at forøge reflektorpladens vinkelstilling eller -åbning i et forudbestemt plan (jvf. samme skrift spalte 5, linie 64 og 65), hvilket typisk

er det vandrette plan omkring et køretøj. US patentskrift nr. 4.066.331 angår også retroreflekterende elementer med terning-hjørner og anbragt i rækker.

5

Den anførte forbedring med hensyn til reflektorpladernes vinkelstilling eller -åbning i et plan, såsom det vandrette plan om et køretøj, har mindre værdi til andre former for retroreflekterende genstande. Især retroreflekterende baner er almindeligvis beregnet til anvendelse på overflader med stort areal, og som betragtes hen over hele deres overflade og fra mange vinkler. Til reflekterende baner benyttet på skilteflader er det vigtigt at opretholde en ensartet klarhed hen over hele banens overflade uanset betragtningsvinklen, så at hele skiltet har en ensartet klarhed og således, at tekst og symboler på skiltet er læselige. Læselighed nødvendiggør styring af kontrasten mellem skiltets grafiske billeder og baggrundsområde og en sådan kontraststyring kræver ensartethed med hensyn til reflekterende klarhed hen over hele den betragtede overflade.

10
15
20

Fra US patentskrift nr. 3.712.706 kendes en retroreflekterende genstand af den indledningsvis nævnte art. Elementet har dog et relativt lille område med reflekteret lys med en god eller høj intensitet og et relativt stort område med reflekteret lys med en ringe eller utilstrækkelig lysintensitet til mange anvendelseformål, hvor der stilles krav til en maksimal lysintensitet, såsom for trafiklys.

25

Det retroreflekterende element ifølge den foreliggende opfindelse er ejendommeligt ved, at den optiske akse for hvert element i et elementpar er vipet hen imod en kant af elementet.

30

Herved opnås, at der tilvejebringes et væsentligt bredere vinkelområde for det reflekterede lys, og især en væsentligt forøget lysintensitet i de store områder med normalt ringe intensitet eller "diffust" lys.

35

En anvendelse af elementet til f.eks. trafiklys medfører derfor en væsentlig forøget sikkerhed for at trafikanter kan se det udsendte lys indenfor et meget bredt vinkelområde.

5

Man har fundet at et sådant "parret" par af vippede elementer med terninghjørner frembringer en vid retroreflekterende vinkelstilling eller -åbning ikke alene i et plan, der står vinkelret på det fælles plan og på kanten hen imod hvilken et elements optiske akse er vippet, men også i et plan, der står vinkelret på dette plan og det fælles plan. Et sådant par har endvidere en god vinkelstilling eller -åbning i planer mellem disse to planer, dvs. gennem et fuldt 360° område for synsplannerne.

10

15

I tynd baneform omfatter en ny retroreflekterende genstand ifølge opfindelsen typisk en tæt opstilling af retroreflekterende elementer med terninghjørner med mikrostørrelse og anbragt i parrede par med elementernes akse i hvert par vippede hen imod hinanden (dvs. den kant, hvorimod hvert pars eller elements optiske akse er vippet, er typisk en fælles kant mellem elementerne). Til baneformet materiale fremstillet af polymert materiale med brydningsforhold på ca. 1,5, foretrækkes det at elementernes akse er vippet til en vinkel på mellem ca. 7° og lidt mindre end 10° fra en stilling, der er vinkelret på fællesplanet, hvori sidefladernes basiskanter ligger.

20

25

Den nye retroreflekterende genstand er tilpasset til at fremstilles i baneform, da sidefladernes basiskanter for elementerne med terninghjørner ligger i et fælles plan. Som angivet ovenfor har man tidligere fremstillet værktøj til formning af tynde, fleksible retroreflekterende baner med terninghjørner ved furingsfremgangsmåden. Ved disse fremgangsmåder fures en kopiskabelon med tre sæt parallelle V-formede render, der skærer hinanden til dannelse af elementer med terninghjørner

30

35

(jvf. US patentskrift nr. 3.057.256 og 3.712.706).

5 Den foreliggende opfindelse beskriver nærmere neden for under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser et retroreflekterende element med terninghjørner, set i perspektiv,

10 fig. 2A, 2B og 2C elementets sideflader med terninghjørner som vist i fig. 1, set fra siden,

15 fig. 3 fra oven et repræsentativt retroreflekterende materiale ifølge opfindelsen med tæt opstilling af elementer med terninghjørner, som vist i fig. 1 og 2,

20 fig. 4A og 4B snit langs linierne 4A-4A og 4B-4B i fig. 3 med to særligt repræsentative parrede par af elementerne med terninghjørner i det retroreflekterende baneformede materiale ifølge opfindelsen,

fig. 5 et snit langs linien 5-5 i fig. 4A,

25 fig. 6 isoklarhedskurverne for et repræsentativt parret par af elementer med terninghjørner og viser for et sådant par af elementer med terninghjørner procentandelen for maksimal retroreflektion, der bevares når lys, der retroreflekteres rammer elementerne under voksende indfaldsvinkler, dvs. ved vinkler, der er forskudt fra en linie vinkelret på elementernes
30 basisplan. Indfaldsvinklens størrelse er repræsenteret ved den radiale afstand af et punkt på kurven fra diagrammets begyndelsespunkt og indfaldsvinklens omdrejningsplan er vist ved vinkelstillingen for et punkt på kurven, og

35

fig. 7 et diagram med isoklarhedskurver målt for et repræsentativt retroreflekterende materiale ifølge opfindelsen.

5 Et retroreflekterende element med terninghjørner og anvendelige i den retroreflekterende genstand ifølge opfindelsen ses i perspektiv i fig. 1 og fra siderne i fig. 2A, 2B og 2C. Som vist har elementet 10 tre indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader 11, 12 og 13, der mødes ved toppunktet 14. Sidefladerne 11, 12 og 13's basiskanter er lineære og ligger i 10 et enkelt plan, dvs. elementets basisplan 16. Elementet 10 har også en central eller optisk akse 17, der er trisektoren for den indre vinkel defineret af sidefladerne 11, 12 og 13, og som er vipet i forhold til en linie 18 vinkelret på basisplanet 16. Retroreflektion vil forekomme når lys, der rammer elementets basisplan 16, indvendigt reflekteres af en af de tre sideflader til en anden flade, derpå til en tredje flade og så tilbage gennem basis tilbage til lyskilden.

20 I retroreflekterende genstande ifølge opfindelsen benyttes generelt et element med terninghjørner, som vist i fig. 1 og 2, med mindst et andet element med terninghjørner som en del af et parret par og benyttes almindeligvis med en opstilling af sådanne elementer. De andre elementer med terninghjørner således, som de kan fremkomme i en sådan opstilling af elementer, 25 ses foroven i fig. 3, der viser bagsiden af en repræsentativ retroreflekterende genstand 20 ifølge opfindelsen. Elementerne er samlet til hinanden f.eks. ved at være formet som en del af et enkelt sammenhængende baneformet materiale, eller ved at deres basisplan 16 er fastgjort til en bærefilm. Fig. 4 viser i snit en del af den i fig. 3 viste genstand og viser en tykkelse 21 af materiale, såsom en polymer film, der forbinder elementerne til hinanden. Da elementets basiskanter 15 er lineære og ligger i et fælles plan, afgrænses et område af sådanne elementer af rendesæt som indbyrdes skærer hinanden. 30 Elementet 10₁ i fig. 3 er afgrænset af tre V-formede render

22, 23 og 24, der hver er en del af tre rendesæt, der krydser områdets opstilling i et indbyrdes krydsende mønster.

5 Som vist i fig. 3, 4A, 4B og 5 kan elementerne med terninghjørnerne i den illustrerede repræsentative genstand ifølge opfindelsen anses for at være anbragt parvis, med elementernes optiske akser i hvert par vipet eller skråtstillede hen imod en kant af elementerne, når de betragtes fra genstanden 20's forflade 25, der rammes af lys, som skal reflekteres. Fig. 4A
10 viser et sådant par 10₃ og 10₄, hvor den kant, hen imod hvilken elementernes optiske akser 17 er blevet vipet eller skråtstillede, dvs. i retning af pilene 26 i fig. 4A, er en fælles kant. Parrets elementer med terninghjørner er identiske, men de vender i modsatte retninger, dvs. den ene er drejet 180° om linien 18 fra den andens orientering.
15

Andre elementer i den i fig. 3 viste opstilling kan foruden det i fig. 4A viste par betragtes som et par, der ligger an mod hinanden ved en fælles kant. Således er også elementerne
20 10₅ og 10₆ vist i fig. 4B et parret par, skønt de nærmere ligger an mod hinanden ved et punkt i stedet for ved en kant. De danner et sådant par, da de er identiske med undtagelse af, at de er drejet 180° fra hinanden. Elementerne 10₅ og 10₆'s optiske akser er vipet hen imod en kant, der er en parret kant i
25 hvert element (dvs. ved drejning af et af elementerne 10₅ og 10₆ i en størrelsesorden på 180° ville de kanter, hvorimod de optiske akser er vipet, falde sammen).

30 De optiske akser for elementerne 10₃ og 10₄, og 10₅ og 10₆'s par ligger i et enkelt plan, men det må bemærkes, at et elementpar kan have deres akser i andre planer. F.eks. kan elementerne 10₇ og 10₈ i fig. 3 anses for at være et par. Lige-
gyldigt hvilket par man i fig. 3 betragter forekommer imidlertid vipningen af de optiske akser for elementerne i parret i
35 det samme plan eller i parallelle planer, der er angivet som X-akse planerne i fig. 3.

Vinkelområdet for retroreflektion fra et pars vippede elementer med terninghjørne kombineres til at tilvejebringe en bred vinkelstilling eller et bredt vinkelområde for refleksion. Elementernes vipning i X-akse planet vist i fig. 3 forskyder refleksionens vinkelområde i dette plan fra at være centreret på en linie vinkelret på genstanden 20's forflade til at være centreret på veje, der er vist ved lysstrålerne 27 og 28 i fig. 4A og 4B. Hvert vippede element 10 med terninghjørne retroreflekterer med maksimal klarhed lys, der falder ind på genstanden 20 ad en vej, der er repræsenteret ved lysstrålerne 27 og 28. Og hvert element retroreflekterer med klarhed lys, der rammer genstanden 20 ad veje, der er yderligere forskudte fra vejene 27 og 28. Refleksionsvinkelområderne er arbitrært repræsenteret ved områderne β_{3X} , β_{4X} , β_{5X} og β_{6X} på tegningen (i realiteten er der ikke nogen skarp afgrænsning af et område, men i stedet en gradvis reduktion i retrorefleksionens klarhed). Som vist forløber en ende af disse områder mere skråt end områdets anden ende, hvilket angiver at mere kraftigt hældende lys reflekteres ved denne ende af området end ved den anden ende. Områdets mere skråtstillede eller hældende ender repræsenterer enderne for de kombinerede refleksionsområder fra et elementpar, og det kombinerede område er repræsenteret ved β_{TX} . De vippede elementer samvirker til at tilvejebringe et bredt vinkelområde for retroreflektion β_{TX} i X-akse planet, der er væsentligt større end de repræsentative områder β_{3X} og β_{4X} eller β_{5X} og β_{6X} tilvejebragt af de enkelte elementer.

Foruden at frembringe et bredere vinkelområde i X-akse planet har man imidlertid fundet, at de vippede elementer medfører en væsentlig forøgelse i vinkelområdet i et Y-akse plan, der står vinkelret på X-akse planet (og på elementernes basisplan). Der er også en væsentlig forøgelse af vinkelområdet i planer mellem de to på hinanden vinkelretstående X- og Y-planer. Som vist i fig. 5 forøges vinkel-

området β_{TY} for retroreflektionen i Y-aksens plan vinkelret på X-aksens plan i forbavsende stor grad ved at vippe elementerne, skønt denne vipning forekommer i X-akse planet.

5 Dette resultat er yderligere illustreret i fig. 6, der er et sæt af isoklarhedskurver, som plotter størrelsen for den retroreflektion, der er opnået ved elementer med terninghjørner, som benyttet i retroreflekterende genstande ifølge opfindelsen (og som beskrevet i eksemplet nedenfor). Størrelsen for retroreflektionen er afsat i forhold til 10 størrelsen for indfaldsvinklen for lys, der reflekteres (vinklen mellem det indfaldende lys og en linie vinkelret på materialebanens forflade). Værdier afsat på X-aksen i fig. 6 repræsenterer størrelsen på reflektionen for lys, der rammer elementernes X-akse planer parallelt med de 15 planer, der er fastsat af elementernes optiske akser. Værdier afsat på Y-aksen er for lys, der falder ind på banen i Y-akseplaner vinkelret på X-akse planerne bestemt ved elementernes optiske akser. Værdierne afsat på punkter mellem X- og Y-akserne er for lys, der falder ind på elementerne i planer mellem de vinkelret på hinanden stående 20 X- og Y-planer.

For de specielt i fig. 6 angivne målinger kan det ses, at elementerne med terninghjørner reflekterer med 50% maksimal retroreflekterende klarhed lys, der rammer elementerne 25 i X-akse planet ved ca. 40° ("halv-klarhedsvinkel") og reflekterer med 50% klarhed lys, der falder ind på elementerne i Y-akse planet ved ca. 35° . Et sådan vinkelområde på retroreflekterende klarhed langs to vinkelret på hinanden stående planer er langt ud over et hvert hidtil kendt område, der kunne opnås i retroreflekterende 30 materialebaner med terninghjørner. Det fremgår også af fig. 6, at god retroreflekterende klarhed opnås i planer mellem de vinkelret på hinanden stående planer.

Computersimuleringer af terninghjørnekonstruktioner baseret på konstruktioner ifølge opfindelsen angiver, at til opnåelse af de bedste resultater ligger de optiske akser for hvert par af elementer med terninghjørner, der ligger an imod hinanden ved en fælles kant, i et enkelt plan vinkelret på kanten og på basisplanet. I andre udførelsesformer kan de optiske akser imidlertid være vippe i to retninger, f. eks. hen imod en kant, såvel som ud af et plan, der står vinkelret på kanten og basisplanet.

Den største forbedring i vinkelområde langs X-akse planet opnås, når de optiske akser vippes så meget så muligt, men ved en vis vipningsgrad, der varierer med brydningsforholdet for den retroreflekterende genstands eller banes materiale, begynder retroreflektionen af lys, der står vinkelret på genstanden (dvs. en lysindfaldsvinkel på 0°), hurtigt at aftage. Den vipningsgrad, der tilvejebringer optimal vinkelstilling eller åbning, er almindeligvis en vinkel lidt indenfor den vinkel, hvor den vinkelrette retroreflektion begynder at aftage hurtigt. For materialer med et brydningsforhold på 1,5 er denne vinkel ca. $12-13^\circ$, og den varierer med brydningsforholdet (η_D) i overensstemmelse med følgende formel:

$$\theta = 54,736 - \sin^{-1} \frac{\eta_{\text{air}}}{\eta_D}$$

Den optimale vipningsvinkel påvirkes også af den ønskede fremstillingsteknik, såvel som af relevante problemer, såsom ønsket arealtæthed for elementerne med terninghjørner og den ønskede reflektionsvirkningsgrad. For en fremstillingsfremgangsmåde, der benytter en med render forsynet koplade, er vipningsgraden begrænset ved den kendsgerning, at hvis render mellem parrede par af elementer, der ligger an imod hinanden ved en fælles kant,

(f. eks. renden 24 i fig. 3) har for stor en vinkel, vil furingsværktøjet fjerne dele af kanterne på nabostillede elementer, der ligger an imod renden på begge sider af det parrede elementpar. Denne kendsgerning kan illustre-
5 res i fig. 3 under henvisning til elementet 10_9 -med terninghjørne, hvilket ligger langs renden 24 og er nabostillet til et parret elementpar. Hvis vipningsgraden for elementerne vist i fig. 3 forøges udover en vis vinkel, som man har fundet til at være $9,736^\circ$ for en opstilling som vist i fig. 3, hvori de optiske akser for et parret
10 elementpar ligger i et fælles plan, forøges renden 24's vinkel i en sådan grad, at elementet 10_9 's kant 29 ville trænge ind i renden. Furingsværktøjet, der danner renden 24, fjerner således en part af elementet 10_9 (og tilsvarende elementer, der ligger langs renden 24) ved kanten
15 29.

Fjernelse af en del af elementerne langs renden 24 kan undgås ved at adskille elementerne med terninghjørne, f. eks. ved at forme bunden af renderne 22 og/eller 23
20 med et fladt område eller et trug. En sådan adskillelse reducerer retroreflektionens størrelse eller mængde, da der så er færre elementer med terninghjørne pr. materialebanens arealenhed, men adskillelsen har andre fordele, såsom at man derved får mulighed for at et underlig-
25 gende substrat (der f. eks. kan have en ønsket farve) kan blive set gennem det flade område ved rendens bund, eller tillade lystransmission gennem det flade område (som når en materialebane ifølge opfindelsen benyttes som en forplade af et indefra opløst skilt).

30 Ligeledes kan fjernelse af et nabostillet element, og det dermed følgende retroreflektionstab, være accepterbart under visse omstændigheder, når den totale retroreflektionsmængde i øvrigt er tilstrækkeligt.

En noget større retroreflektion for ved 0° indfaldende lys kan opnås ved en vipningsgrad, der er mindre end det optimale for Y-aksevinkelområdet, men almindeligvis vil vipningsgraden for materialer med et brydningsforhold på 1,5 være mindst 7° og vil variere med brydningsforholdet ifølge ovennævnte formel. For materialer med et brydningsforhold på 1,6 vil vipningsgraden almindeligvis ligge inden for området $9-15^\circ$, fortrinsvis $10-13^\circ$ for genstande med fladbundede render mellem elementerne og iøvrigt fortrinsvis være mindre end $9,736^\circ$.

Artikler ifølge opfindelsen kan fremstilles som et sammenhængende materiale, f. eks. ved at præge en forudformet bane med en ovenfor beskrevet opstilling af elementer med terninghjørne, eller støbe fluidmateriale i en form, eller de kan fremstilles som et lagdelt produkt, f. eks. ved at støbe elementerne imod en foruddannet film, således som anvist i US patentskrift nr. 3.684.348, eller ved at laminere en foruddannet film hen over individuelt formede elementers forflade.

Akrylstoffer, der almindeligvis har et brydningsforhold på ca. 1,5, er et brugbart materiale til et i et forment baneformet materiale, eller de kan benyttes som en belægning bundet hen over retroreflekterende elementer med terninghjørne i et lagdelt produkt for at opnå gode udendørs faste egenskaber. Andre egnede materialer indbefatter polycarbonater, der har brydningsforhold på ca. 1,6, reaktive materialer, som anvist i UK patentskrift nr. 2.027,441, polyethylen baserede ionomere (markedsført under navnet "SURLYN"), polyester, og celluloseacetatbutyrater. Generelt kan ethvert transparent materiale, der typisk kan formes ved varme og tryk, benyttes.

Retroreflekterende genstande ifølge opfindelsen kan ind-

befatte elementer med terninghjørne inden for et stort størrelsesområde. Til fleksibelt baneformet materiale ifølge opfindelsen (f. eks. rulbart omkring en kerne med en diameter på 7.5 cm) har elementerne fortrinsvis en størrelse (dvs. en afstand mellem rendernes midterlinier) på mindre end ca. 0,625 mm. De mest almindelige stive retroreflekterende genstande med terninghjørne benytter terninghjørneelementer med en størrelse på ca. 1,5 til 2,5 mm. Den gunstige forøgede vinkelstilling opnået ifølge opfindelsen vil også forekomme ved større størrelser. Eksempelvis er de ved opfindelsen opnåede virkninger i de efterfølgende eksempler illustreret ved at benytte retroreflekterende elementer med terninghjørner fremstillet i stor størrelse af glas.

Da det baneformede materiale ifølge opfindelsen typisk benyttes ved at klæbe det til et substrat, og da det er ønsket at holde en grænseflade af atmosfærisk luft ved de tre indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader af elementerne med terninghjørne, er materialebanen fortrinsvis forseget til en rygfilm i et celleformet mønster, således som beskrevet i US patentskrift nr. 4.025.159. Forskellige varmeaktiverbare, opløsningsmiddel aktiverbare, trykfølsomme eller andre klæbemidler kan så lægges eller lamineres på den forseglende films bagflade til brug ved klæbning af banen på substratet. Andre strukturer kan også tilføjes til en retroreflekterende genstand ifølge opfindelsen, såsom spejlreflekterende belægninger på elementernes indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader, og beskyttende film hen over en retroreflekterende genstands forflade, f. eks. for at forbedre vejrbestandigheden.

Opfindelsen illustreres yderligere i de efterfølgende eksempler.

Eksempel 1

En serie af store retroreflekterende elementer med terninghjørne blev maskinfremstillet ud fra glas. Disse glaslegemer var tetraedre med tre indbyrdes vinkelret på hinanden stående sideflader, og en bund- eller basisflade. Sidstnævnte flade var anbragt under en forskellig vinkel i hvert element af serien, for således at anbringe de forskellige elementers optiske akser ved forskellige vinkler. Basiskanterne af elementernes sideflader var ca. mellem 3,8 til 5 cm lange. Nogle af elementerne eller legemerne i serien blev fremstillet ud fra glas med et brydningsforhold på 1,5 og nogle ud fra glas med et brydningsforhold på 1,6. Fire forskellige elementer for hvert brydningsforhold blev fremstillet. De optiske akser for de forskellige elementer med et brydningsforhold på 1,5 blev vipet henholdsvis $7,2^\circ$, $9,2^\circ$, $11,3^\circ$ og $13,6^\circ$, hen imod en kant i et plan vinkelret på denne kant. De forskellige elementer med et brydningsforhold på 1,6 blev vipet henholdsvis $9,2^\circ$, $11,3^\circ$, $13,6^\circ$ og $18,1^\circ$. De totale lysretur i en konus med 2-graders radius blev så målt for hver af elementerne ved kendte mørkekammer fotometriske fremgangsmåder. For at bestemme lysmængden, der ville blive returneret af et parret elementpar, blev de målte data for et element matematisk summeret med de data, som et sådanne element ville frembringe, hvis det var drejet 180° . Isoklarhedskurver blev trukket under anvendelse af en sådan datasummering for elementerne med et brydningsforhold på 1,5 og vipet $9,2^\circ$ og er vist i fig. 6. Resultaterne for de andre elementer fremgår af tabel 1.

Tabel 1

Matematisk sum for retroreflektion fra parrede element-par med terninghjørne og af en stor størrelse, og som afviger med hensyn til brydningsforhold og vipningsvinkel.

5	Indfalds- vinkel	<u>Brydningsforhold 1,5</u>				<u>Brydningsforhold 1,6</u>			
		Vipningsvinkel				Vipningsvinkel			
		<u>7,2⁰</u>	<u>9,2⁰</u>	<u>11,3⁰</u>	<u>13,6⁰</u>	<u>9,2⁰</u>	<u>11,3⁰</u>	<u>13,6⁰</u>	<u>18,1⁰</u>
		(normaliseret procent af den klareste retroreflektion)							
	X-akse								
10	0	100	100	100	54	100	100	100	56
	5	97	98	64	67	100	98	72	52
	10	73	69	64	72	99	72	70	56
	20	60	67	72	87	68	75	82	68
	30	52	62	69	93	62	74	87	79
15	40	39	50	59	83	51	63	80	77
	50	24	33	41	63	35	46	62	64
	Y-akse								
	0	100	100	100	54	100	100	100	56
	5	97	99	98	56	99	99	99	56
20	10	94	96	95	85	96	95	95	100
	20	82	82	81	90	84	82	81	85
	30	63	62	60	64	65	61	58	59
	40	7	24	31	32	42	36	31	29
	50	1	2	2	2	8	13	7	5
25	<u>Eksempel 2</u>								

En ruderformet flad akrylflade med en aksial længde på 15,24 cm blev skåret med tre indbyrdes krydsende sæt af parallelle V-formede render ved brug af et værktøj med diamantspids. To af disse rendesæt skar hinanden under en vinkel på 70⁰. Disse render blev skåret med et værktøj med indesluttet vinkel på 60⁰ 36' og var anbragt med

mellemrum på 0,305 mm pinoler. Det tredje rendesæt skar de første rendesæt under en vinkel på 55° . Individuelle render i det tredje sæt var på linie med skæringspunkterne for de to første sæts render. Renderne i det tredje sæt blev skåret under anvendelse af et værktøj med en indsluttet vinkel på $88^{\circ}51'$, ved et mellemrum på 0,254 mm.

Den beskrevne furing tilvejebragte en opstilling af elementer med terninghjørne anbragt parvis med de optiske akser for hver element af et par vippet hen imod hinanden med en vinkel på $9,2^{\circ}$, dvs. $9,2^{\circ}$ fra en linie vinkelret på akrylpladens overflade.

En elektroform blev fremstillet ud fra den furede plade ved elektrolytisk afsætning af nikkel på pladen og elektroformen blev brugt som et stempel til at præge elektroformens mønster i en forudformet akryl film på $750 \mu\text{m}$ med et brydningsforhold på ca. 1,49. Elektroformen blev anbragt i en digeltrykpresse og presningen blev foretaget ved en temperatur på 176 til 205°C .

Derpå blev den totale lysmængde retroreflekteret i en konus med en radius på 2° af det prægede retroreflekterende materiale, derpå målt for lys, der ramte materialebanen under forskellige indfaldsvinkler ved mørkerums fotometriske fremgangsmåder. Resultaterne ses i fig. 7, som et sæt isoklarhedskurver, der viser den retroreflekterende klarhed som en procentdel af den maksimale klarhed, og som en funktion af indfaldsvinklens størrelse og drejningsplan. Det ses at fig. 7 stemmer godt overens med de i fig. 6 viste resultater.

P a t e n t k r a v .

5 1. Retroreflekterende genstand i hovedsagen i form af banefor-
met plastmateriale og omfattende retroreflekterende elementer
(10) med terninghjørne, og hvor hvert elements (10) tre ind-
byrdes vinkelret på hinanden stående sideflader (11, 12, 13)
formes af tre sæt af krydsende, kontinuerte render (22, 23,
10 24) med en fælles dybde og V-formet tværsnit, således at ba-
siskanterne (15) af elementernes (10) sideflader (11, 12, 13)
ligger i et fælles plan fastlagt af rendernes (22, 23, 24)
bund, og hvor mindst to af de retroreflekterende elementer
(10) danner et parret elementpar (10₃ og 10₄, 10₅ og 10₆
15 osv.), som er drejet 180° i forhold til hinanden, k e n d e -
t e g n e t ved, at den optiske akse (17) for hvert element
(10) i et elementpar er vipet hen imod en kant af elementet.

20 2. Retroreflekterende genstand ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at det retroreflekterende element (10) med
terninghjørne indbefatter materiale med et brydningsforhold på
ca. 1,5, og at elementparrets optiske akser (17), hver er vip-
pet mellem ca. 7° og 13° fra en stilling vinkelret på det
nævnte fælles plan, hvori sidefladernes basiskanter ligger.

25 3. Retroreflekterende genstand ifølge krav 2, k e n d e -
t e g n e t ved, at det retroreflekterende element (10) med
terninghjørne indbefatter materiale med et brydningsforhold på
ca. 1,5, og at de optiske akser (17) for elementparret, hver
er vipet mellem 8° og 9,736° fra en stilling vinkelret på et
30 fælles plan.

35 4. Retroreflekterende genstand ifølge krav 1, 2 eller 3,
k e n d e t e g n e t ved, at de optiske akser (17) for det
retroreflekterende elementpar med terninghjørne har fælles
plan.

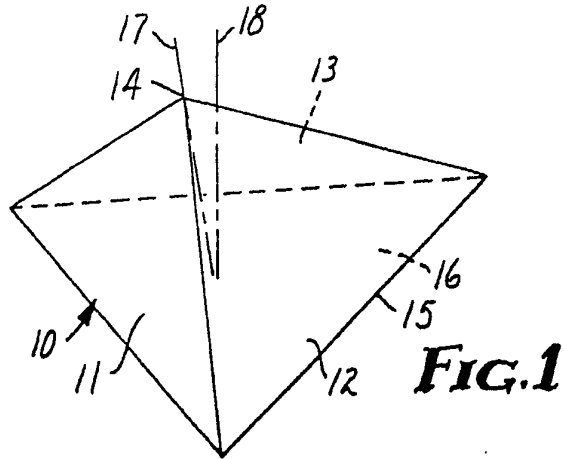


FIG. 1

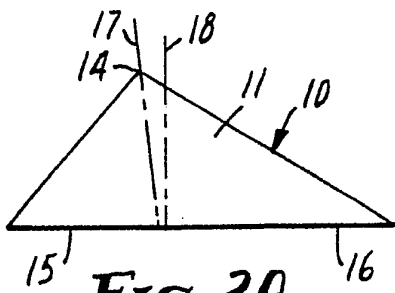


FIG. 2A

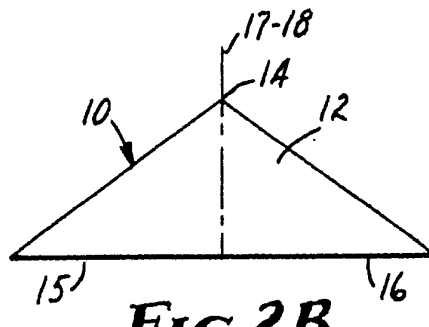


FIG. 2B

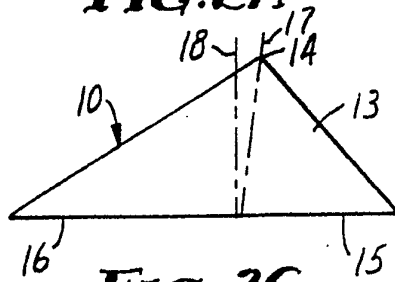


FIG. 2C

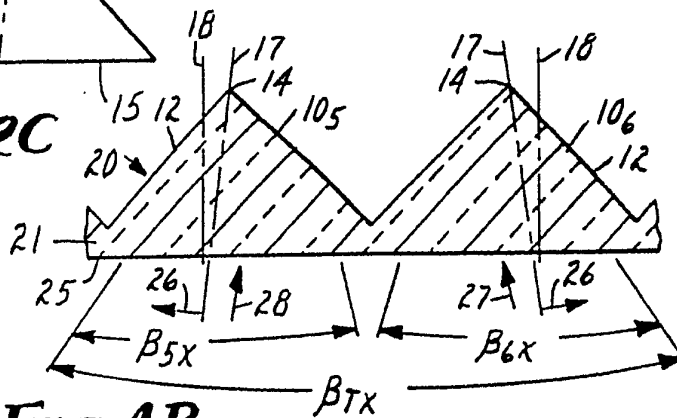
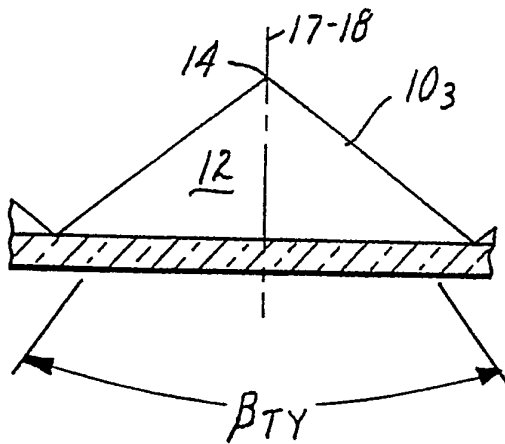
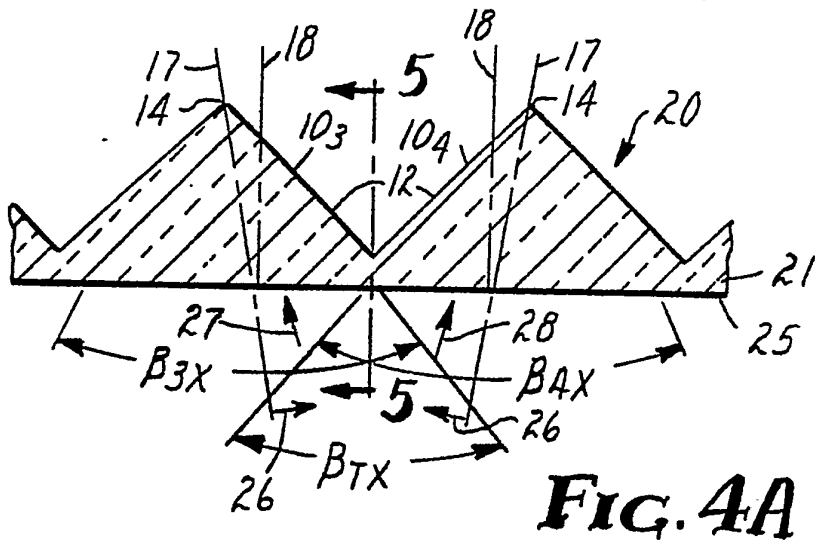
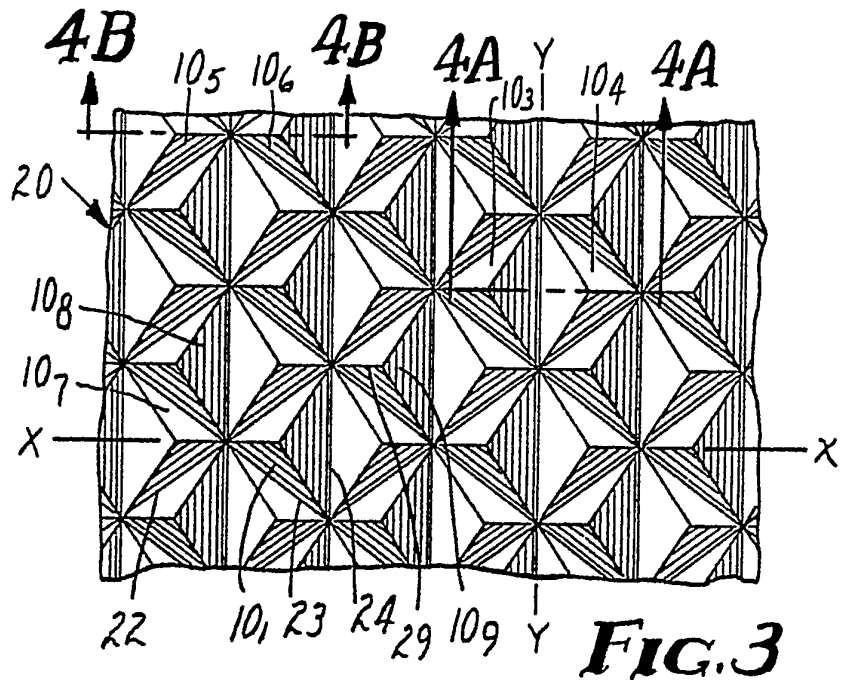


FIG. 4B



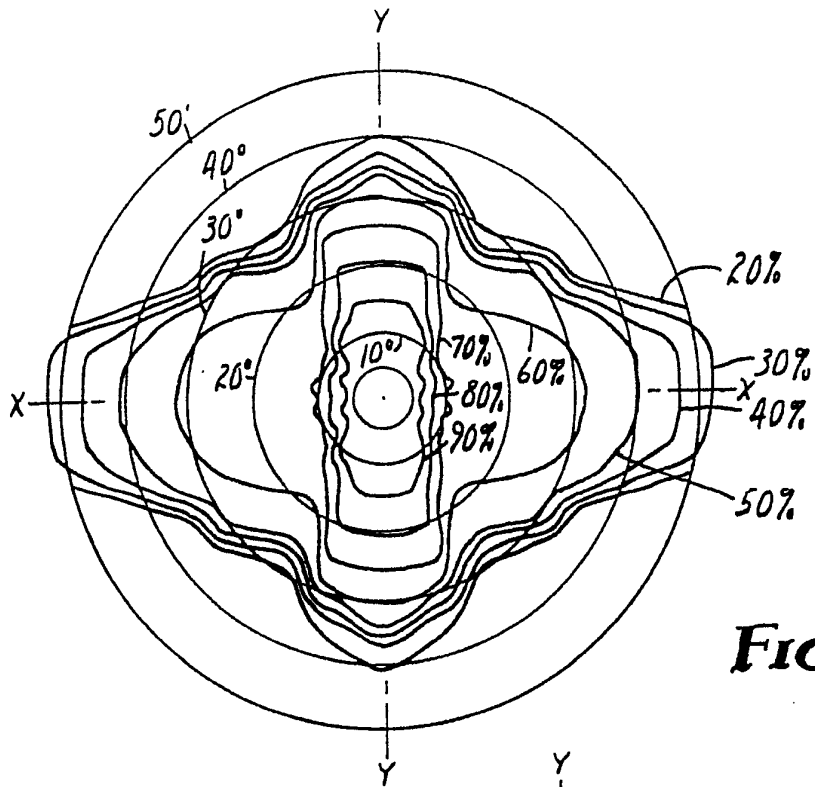


FIG. 6

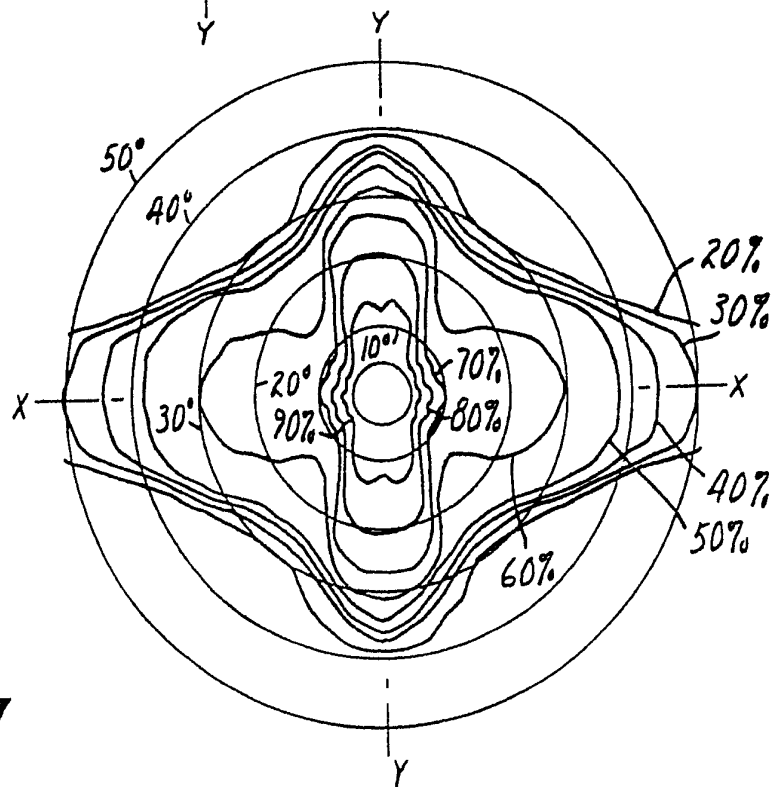


FIG. 7