
Octrooiraad



Nederland

⑩ A Terinzagelegging ⑪ 7907378

⑲ NL

⑤4 Substraten van een metaal en een fotopolymeer.

⑤1 Int.Cl³: G03F7/00, G03C1/74.

⑦1 Aanvrager: The Goodyear Tire & Rubber Company te Akron, Ohio, Ver. St. v. Am.

**⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.**

②1 Aanvraag Nr. 7907378.

②2 Ingediend 4 oktober 1979.

③2 Voorrang vanaf 6 oktober 1978.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 949314 .

②3 --

⑥1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 9 april 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

28.230

Substraten van een metaal en een fotopolymeer.

De uitvinding heeft betrekking op een samengesteld gelamineerd voorwerp dat bestaat uit een met een hars bekleed substraat van aluminium en een vloeibare door bestraling hardbare samenstelling ter verkrijging van drukplaten met een polymeer met een grote
5 bestandheid tegen afschillen.

In het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een drukplaat bestaande uit een door bestraling hardbaar gemaakt acrylaat of methacrylaat dat een polyurethan bevat en een aluminiumsubstraat.

Drukplaten met een druklaag van een polymeer hebben commercieel geen veld kunnen winnen op grond van onder andere de onbevredigende hechting van de polymeerlaag aan verschillende substraten. Een goede hechting van de polymeerlaag op het substraat is in het bijzonder belangrijk bij het drukken in grote hoeveelheden zoals in de krantenindustrie voorkomt.

Ook de hechting van door bestraling met ultraviolet licht geharde, alkenisch onverzadigde polyetherurethanen, bijvoorbeeld die die beschreven zijn in de Amerikaanse octrooiaanvraag 766.321 (indieningsdatum 7 februari 1977) en waarmee bijzonder lange tijd dient te kunnen worden gedrukt of waarmee men een betere kwaliteit
20 van halve tinten wenst te verkrijgen, op de substraten verkregen volgens de Amerikaanse octrooischriften 3.748.190 en 3.826.651 is onbevredigend.

Volgens de uitvinding werd gevonden dat samengestelde gelamineerde voorwerpen die bij voorkeur bestaan uit een met een zwarte
25 hars bekleed aluminiumsubstraat en een vloeibaar door bestraling hardbaar gemaakt polymeer kunnen worden gehard ter verkrijging van een drukplaat met een uitstekende hechting tussen het geharde aluminiumsubstraat en de door ultraviolet licht geharde polyurethan-samenstellingen.

Algemeen beschouwd heeft de uitvinding hoofdzakelijk betrekking op een samengesteld gelamineerd voorwerp die bij voorkeur bestaat uit een zwart bekleed dun materiaal van door omzetting bekleed aluminium met daarop een vloeibaar door bestraling hardbaar
30 polymeer.

Met "aluminium" wordt volgens de uitvinding aluminium als zodanig en aluminiumlegeringen met een overwegende hoeveelheid aluminium en een ondergeschikte hoeveelheid andere elementen, hoofdzakelijk andere metalen, verstaan. De door omzetting aangebrachte be-
35

7907378

kleding is op zichzelf voorzien van een bekleding van een uitgehard mengsel van een vinylhars, zoals in het volgende is beschreven, en een epoxyhars, die dient ter verkrijging van uitstekende hechteigenschappen van het aluminium voor de hechting van een vloeibaar
 5 door bestraling hardbare samenstelling op de harsbekleding bij de harding daarvan door blootstellen aan actinisch licht dat bijvoorbeeld door een doorzichtig masker daarop wordt geprojecteerd, ter verkrijging van voorwerpen zoals drukplaten met polymeren.

Het aluminium bevattende, metalen, dunne materiaal van het
 10 voorwerp volgens de uitvinding kan van aluminium of van legeringen daarvan zijn die een overwegende hoeveelheid aluminium bevatten. Geschikte aluminiumlegeringen zijn bijvoorbeeld de bekende legeringen "Alloy 1100" en Alloy 3003" (merknamen van de firma The Aluminium Association). Deze legeringen bevatten ondergeschikte hoeveelheden silicium, ijzer, koper, mangaan, zink en dergelijke. Het
 15 dunne aluminiummateriaal kan een hardheid van bijvoorbeeld tussen ongeveer H12 en ongeveer H26 hebben, bij voorkeur ongeveer H14 tot H18. Daar dun aluminiummateriaal met een hardheid kleiner dan ongeveer H12 machinaal bewerkbaar zijn hebben zij in het algemeen niet
 20 de geschikte hardheid om te worden gebruikt voor het drukken. De dikte van het dunne aluminiummateriaal kan in het gebied van ongeveer 0,127 mm tot ongeveer 0,380 mm zijn. Voordat de door chemische omzetting te harden bekleding op het dunne aluminiummateriaal wordt gebracht wordt het aluminium bij voorkeur gereinigd in een niet-
 25 etsend reinigingsbad, hetgeen op gebruikelijke wijze wordt uitgevoerd.

Volgens de uitvinding wordt de zwarte harsbekleding opgebracht op aluminium dat is voorzien van een door chemische omzetting geharde bekleding. Het bekleden van aluminium met door omzetting
 30 aangebrachte bekledingen is op zichzelf bekend. Daarbij wordt in het algemeen zodanig te werk gegaan dat de zeer dunne en sterk indifferente aluminiumoxide-laag op het oppervlak van het metaal wordt verwijderd en wordt vervangen door een laag van aluminiumzouten die het metaaloppervlak bedekken en die als permeabele tussenlaag dient
 35 en waarop een andere laag zoals die van lakken, enz., kan worden gebracht, die integraal aan het metaal wordt vastgehecht. Harsen die voor het bekleden van het aluminium geschikt zijn zijn in de handel met verschillende merknamen verkrijgbaar, bijvoorbeeld Iridite, Alodine, Bonderite en andere. Deze samenstellingen zijn in het algemeen
 40 zuur en bevatten in het algemeen zure zouten zoals chromaten,

fluoriden en dergelijke. Sommige voor het bekleden door omzetting geschikte be/^{kledingsmiddelen} kunnen fosfaat bevatten. Dergelijke bekledingen en de toepassing daarvan zijn in de literatuur beschreven. Een voorbeeld daarvan dat voor de uitvinding geschikt is is voorbeeld 2 van
 5 het Amerikaanse octrooischrift 3.279.958. Volgens het vermelde voorbeeld wordt een gemengde oxide-chromaat-bekleding aangebracht.

Onder "door omzetting bekleed" en "chromaat-omzetting bekleed" wordt volgens de uitvinding verstaan dat de bekledingen zijn aangebracht volgens op zichzelf bekende werkwijzen.

10 Nadat het aluminium door omzetting is bekleed kan het beklede dunne aluminiumsubstraat met een geschikte oplossing en daarna eventueel met water worden gespoeld en gedroogd. De anorganische door omzetting aangebrachte bekleding kan in een hoeveelheid per vierkante meter van het dunne aluminiummateriaal van ongeveer 269
 15 tot ongeveer 540 mg, gerekend als droge stof, worden opgebracht, bij voorkeur in een hoeveelheid van ongeveer 269 tot ongeveer 377 mg. De hoeveelheid waarin de bekleding wordt opgebracht is afhankelijk van de aard van het bekledingsbad en van de tijd van het contact van het dunne aluminiummateriaal daarmee. In het algemeen kan
 20 de hoeveelheid van de bekleding worden ingesteld door regeling van de tijd van het contact. In het algemeen hebben door omzetting aangebrachte bekledingen/^{die} in een hoeveelheid per vierkante meter van kleiner dan ongeveer 269 mg zijn opgebracht een onbevredigende hechting van de hars, terwijl met bekledingen die in een hoeveelheid
 25 per vierkante meter van groter dan 540 mg zijn opgebracht weliswaar een grotere hechting wordt bereikt, echter waarvan de toename in het hechtvermogen de extra kosten daarvan niet rechtvaardigen.

De harsmengsels die voor het bekleden van de metalen volgens de uitvinding geschikt zijn bestaan uit mengsels van een vloeibare
 30 of een vaste epoxyhars en poly(vinylchloride/vinylacetaat). Terpolymeren verkregen uit maleïnezuuranhydride en dergelijke met vinylchloride en vinylacetaat zijn eveneens geschikt. Maleïnezuuranhydride kan in een hoeveelheid van ongeveer 1 tot ongeveer 10 gew.% aan de poly(vinylchloride/vinylacetaat)-hars worden toegevoegd. Onverwacht
 35 blijkt een aantal harsen waartoe poly(vinylchloride/vinylacetaat) niet behoort voor toepassing niet geschikt te zijn. De harsbekleding kan een dikte van ongeveer $2,5 \times 10^{-5}$ cm tot ongeveer $2,5 \times 10^{-3}$ cm te hebben, bij voorkeur van ongeveer $5,1 \times 10^{-4}$ cm tot ongeveer $1,0 \times 10^{-3}$ cm. De vinylhars kan bijvoorbeeld "VMCH" zijn (een
 40 poly(vinylchloride/vinylacetaat)-hars, een in de handel gebracht

produkt van de firma Union Carbide). Het voor het bekleden gebruikte harsmengsel kan voor het bekleden van de door chromaat-omzetting opgebrachte bekleding worden gebruikt in de vorm van een oplossing van het harsmengsel in een geschikt oplosmiddelsysteem. Volgens een
 5 andere geschikte uitvoeringsvorm kunnen de harsen doelmatig in de vorm van dispersies worden gebruikt. Voor de te voren vermelde, in de handel verkrijgbare vinylhars met de merknaam VMCH is een groot aantal oplosmiddelen geschikt, bijvoorbeeld methyilisobutylketon, butanon-2, isoforon, en mengsels daarvan, enz. De toegepaste hoeveelheid van de poly(vinylchloride/vinylacetaat)-hars in de oplossing van het harsmengsel is doelmatig 5 - 90 gew.% en bij voorkeur
 10 5 - 40 gew.%, betrokken op de hoeveelheid van het harsmengsel.

De epoxyharsen die doelmatig gemengd met de vinylchloride-hars worden gebruikt kunnen vloeibaar of vast zijn. Indien de epoxy-
 15 hars een vloeistof is is ter verkrijging van een uitgeharde bekleding van het mengsel van de epoxyhars en de vinylhars, die bij aanraking met de hand niet plakkerig is, een voldoende hoeveelheid als hardingstoevoegsel gebruikt amine vereist. De adhesie is beter indien de hoeveelheid als hardingstoevoegsel gebruikt amine kleiner
 20 is dan stoechiometrisch is vereist voor de omzetting van alle epoxygroepen. In het algemeen wordt het als hardingstoevoegsel gebruikte amine in een zodanige equivalente hoeveelheid gebruikt dat betrokken op de epoxygroepen 10 - 85 % aminegroepen aanwezig zijn. Indien de epoxyhars vast is behoeft het als hardingstoevoegsel gebruikte
 25 amine niet te worden toegevoegd; echter worden bij de hardingen met als hardingstoevoegsel gebruikt amine de beste resultaten bereikt. Bijvoorbeeld levert een mengsel van 40 gew.% van de vaste epoxyhars van het bisfenol-A-type, die met de merknaam Shell Epon 1001 in de handel verkrijgbaar is, en 60 gew.% van de vinylhars die met
 30 de merknaam VMCH verkrijgbaar is, op door omzetting bekleed dun aluminiummateriaal een bekleding op, waaruit een drukplaat kan worden verkregen met daarop een vloeibaar door bestraling hardbaar gemaakt acrylaat- of methacrylaat-polyetherurethan met een bestandheid tegen afschillen van ten minste 10.000 kg/m². Deze epoxyharsen zijn
 35 in de publicatie van de firma Shell Chemical Company (Polymers Division) SC-71-1 (Epon resin bulletin) beschreven en worden onderverdeeld in epoxy-bisfenolen, epoxy-novolakken en epoxyharsen die epoxygroepen gebonden aan een epoxyfenyleengroep bevatten, dat wil zeggen dat vier epoxyfenyleengroepen gebonden aan een ethaan-
 40 structuureenheid zijn. Hoewel de epoxyharsen die op blz. 2 van de

7907378

vermelde publicatie zijn vermeld kunnen worden gebruikt, verdienen de epoxy-bisfenol-A-harsen de voorkeur.

De als hardingstoevoegsel gebruikte aminen voor de harding van epoxyharsen zijn bekend; de gewoonlijk gebruikte, in de handel verkrijgbare aminen zijn diethyleentriamine, triethyleentetramine, diethylaminopropylamine, menthaandiamine en de polyaminen die met de merknamen Epon D, T-1, U en Z door de firma Shell Chemical Company in de handel zijn gebracht.

Het opbrengen van de oplossing van het harsmengsel, die bij voorkeur roet en poedervormig siliciumdioxide in hoeveelheden van elk 1 - 5 gew.dln bevat op het betreffende substraat kan met elke inrichting worden uitgevoerd die daarvoor geschikt is. Bijvoorbeeld kan de oplossing van het harsmengsel op het substraat worden gebracht en vervolgens onder toepassing van een trekstang in een geschikte dikte over het substraat worden getrokken of de oplossing van het harsmengsel wordt door sproeien op het substraat gebracht. De op het door omzetting beklede aluminium gebrachte harsbekleding wordt uitgehard door 25 minuten of langer verhitten op ongeveer 125 - 185°C.

Een drukplaat kan uit het gerede produkt worden gevormd door een vloeibaar door bestraling hardbaar gemaakte samenstelling op de uitgeharde harslaag te brengen en vervolgens de opgebrachte vloeibare samenstelling selectief bloot te stellen aan een bestraling met actinisch licht voor het onoplosbaar maken van de aan het licht blootgestelde gedeelten, terwijl de niet door het licht getroffen gedeelten hoofdzakelijk vloeibaar en verwijderbaar blijven.

Onder "door bestraling hardbaar gemaakte samenstelling" wordt volgens de uitvinding een vloeibare, acrylaat of methacrylaat bevattende samenstelling verstaan met een viscositeit bij 25°C van in het algemeen enigszins boven 0 tot ongeveer 200.000 cPs, die door bestraling met actinisch licht vast wordt door uitharden of polymerisatie of beide.

De hardbaarmaking van de samenstelling wordt bereikt door omzetting van het polyurethan-voorpolymeer met het hydroxyalkyl-acrylaat of -methacrylaat, waarin de alkylgroep 1 - 10 of meer koolstofatomen bevat.

Door bestraling hardbaar gemaakte samenstellingen volgens de uitvinding kunnen worden bereid door vorming van een polyurethan door omzetting van een polyetherpolyol, dat 2 of 3 hydroxylgroepen bevat, met een organisch polyisocyaan onder vorming van een voor-

polymeer. Deze omzetting kan bij aanwezigheid van een verdunnings-
 middel worden uitgevoerd, bij voorkeur bestaande uit een polyethy-
 leenglycolacrylaat of -methacrylaat met een molecuulgewicht van 200-
 6000, bij voorkeur 500 - 1500, met een polyethyleenpolyol met 2 - 4
 5 hydroxylgroepen, bij aanwezigheid van een organische tin-katalysa-
 tor en een antioxydans; of het isocyanaat wordt met het hydroxy-
 ethylmethacrylaat omgezet, gevolgd door de toevoeging van het ver-
 dunningsmiddel en de fotosensibilisator kan daaraan worden toege-
 voegd ter verkrijging van een vloeibaar door bestraling polymerise-
 10 rend produkt. Het voorpolymeer wordt met een hydroxyalkylacrylaat
 of -methacrylaat omgezet ter verkrijging van een polymeer dat door
 verdunnen met een verdunningsmiddel een viscositeit bij 24°C van
 1000 - 10.000 cPs heeft, bij voorkeur 1500 - 4000 cPs. Deze door be-
 straling polymeriserend gemaakte samenstelling kan vervolgens op
 15 een substraat worden gebracht en worden blootgesteld aan ultraviolet
 licht met een golflengte van ongeveer 3000 - 4000 Å voor het ini-
 tiëren van de polymerisatie van het polymeriserende produkt op de
 plaatsen die door het ultraviolette licht worden getroffen ter ver-
 krijging van de gewenste drukplaat.

20 De door chromaat-omzetting aangebrachte bekleding kan des-
 gewenst op een enkele zijde van het aluminiummateriaal of op beide
 zijden worden aangebracht. Bij voorkeur wordt de door chromaat-omzet-
 ting aangebrachte bekleding op beide oppervlakken van het dunne me-
 taalmateriaal gebracht ter bevordering van de bescherming daarvan.
 25 Doelmatig wordt een eindloze band van het dunne aluminiummateriaal
 gelijktijdig aan beide zijden door chromaat-omzetting bekleed door
 de eindloze band door een bekledingsbad te voeren dat het omzettings-
 middel bevat. Het beklede materiaal kan op een spoel worden opge-
 rold. Het blijkt dat het bekleeden van beide zijden van het dunne
 30 aluminiummateriaal spanningen in het materiaal vermindert die kun-
 nen ontstaan door oprollen van het materiaal. Indien het dunne alu-
 miniummateriaal aan beide zijden van een door chromaat-omzetting
 aangebrachte bekleding is voorzien wordt het voorwerp volgens de
 uitvinding bij voorkeur gevormd door één van de beklede oppervlak-
 35 ken te voorzien van een hechtende laag van het harsmengsel.

De uitvinding wordt door het volgende voorbeeld geïllustreerd.

Voorbeeld

Een door omzetting bekleed dun materiaal van een aluminium-
 legering van het type 3003 met een dikte van ongeveer 0,0216 cm en
 40 een hardheid van ongeveer H12 tot H14 werd met warm water en daarna

7907378

met butanon-2 (BUT) gewassen. Op het droge dunne materiaal werd door sproeien van een 20-gew.procents oplossing in butanon⁻² van elk van de produkten waarvan de samenstellingen in tabel A zijn vermeld een hechtende bekleding aangebracht, waarna de betreffende bekledingen in een droogstoof 60 minuten op 125°C werden verhit. Het verkregen beklede materiaal werd gebruikt voor de vervaardiging van een drukplaat door op het beklede materiaal een laag van het vloeibare door bestraling polymeriserende produkt te brengen en de laag van het door bestraling polymeriserende produkt op de plaat te bestralen met ultraviolet licht afkomstig van een Xenon-lamp, waarna de belichte drukplaat werd ontwikkeld. Met de verkregen drukplaten werden proeven uitgevoerd die gericht waren op de kwaliteit van de hechting en op de bestandheid tegen afschillen van de bekledingen. De afschilproeven werden onder toepassing van een InstromTM-inrichting uitgevoerd. De resultaten van de proeven zijn in tabel A samengevat.

Tabel A

Componenten	Samenstelling			
	Controle	1	2	3
VMCH-hars	0 gew.dl	5 gew.dln	5 gew.dln	0 gew.dl
Epon 828	0 gew.dl	50 gew.dln	75 gew.dln	0 gew.dl
fenyleendiamine	0 gew.dl	50 gew.dln	0 gew.dl	0 gew.dl
katalysator*)	0 gew.dl	0 gew.dl	25 gew.dl	0 gew.dl
Mobil VN4-2017A**)	0 gew.dl	0 gew.dl	0 gew.dl	100 gew.dln
afschil-proef	van het aluminium losgeraakt	uitgeharde polymeer brak	uitgeharde polymeer brak	uitgeharde polymeer brak

*) De katalysator was een mengsel van m-fenyleendiamine en cumeendiamine

**) Het als substraat gebruikte materiaal was bekleed met een roet van de firma Mobil Chemical Company bevattend mengsel van een epoxyhars, een polyvinylchloridehars en een als hardingstoevoegsel gebruikt amine, waarin de equivalente hoeveelheid amine kleiner is dan de equivalente hoeveelheid van de epoxy-component, en een kleine hoeveelheid roet.

De door bestraling polymeriserende produkten die waren gebruikt voor de vervaardiging van de drukplaten waarvan de beproevingsresultaten in tabel A zijn vermeld waren door bestraling hardbaar gemaakte polymeriserende produkten. Zij werden bereid onder toepassing van de samenstellingen die in tabel B zijn vermeld.

	Tabel B		Samenstelling		
	A	B	C	D	E
polyetherdiol, mol.gew.	2826	3000	3024	3016	2862
percentage EO-eenheden	8	12,4	17,2	30	39,2
polyetherdiol, gew.dln	400	400	400	400	400
IFDI, $R_V = 6,0$, gew.dln	188	178	176	177	186
HEMA, $R_A = 1,2$, gew.dln	235	221	220	220	232
polyethyleenglycol					
600 dimethacrylaat, gew. dln	40	40	40	40	40
hydrochinon, gew.dln	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
antioxydans, gew.dln	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
tin-katalysator, gew.dln	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
percentage NCO-groepen na					
48 uren	0,38	0,38	0,29	0,38	0,34
gestabiliseerd met					
n-butanol, gew.dln	10	10	10	10	10
HEMA - hydroxyethyl-methacrylaat					
EO - ethyleenoxide-eenheden in het polyetherpolyol					
IFDI - isofooron-diisocyaan.					

Door bestraling hardbaar gemaakte polymeriserende produkten werden bereid door omzetting van het polyetherdiol met het IFDI onder vorming van een voorpolymeer, waarna het voorpolymeer werd omgezet met het HEMA voordat de andere componenten werden toegevoegd. De overmaat isocyaan werd na 48 uren geneutraliseerd door toevoeging van het n-butanol onder vorming van een door bestraling hardbaar polyurethan dat methacrylaatgroepen bevatte.

Door drukplaten zoals de drukplaten waarvan de eigenschappen blijken uit tabel A te vervaardigen, echter onder toepassing van een polyurethan niet volgens de uitvinding en dat niet door bestraling hardbaar is gemaakt werd als resultaat verkregen dat de hechting van het betreffende polymeer op de drukplaat slecht was. Onder "een polymeer dat niet volgens de uitvinding is en dat niet door bestraling hardbaar is gemaakt" wordt een polymeer verstaan dat op een wijze wordt verkregen waarbij het hydroxyacrylaat of -methacrylaat aanwezig is in de tijd waarin het isocyaan met het polyetherdiol reageert. Uit tabel A blijkt dat bijzonder goede resultaten worden bereikt indien 1 - 5 gew.% roet en 1 - 5 gew.% pyrofoor poedervormig siliciumdioxide onder roeren aan de oplossing worden toegevoegd. Doelmatig worden de door bestraling hardbaar gemaakte polymeriserende produkten volgens de uitvinding gebruikt met 0,001 - 1 gew.% of

7907378

meer van de voor fotopolymerisaties geschikte katalysatoren van de
soort gebruikt die in het Amerikaanse octrooischrift 4.057.431 zijn
vermeld. Bijzonder goede resultaten worden bereikt met 0,5 - 0,7 gew.
dln 2-fenyl-2.2-dimethoxyacetofenon per 100 gew.dln polymeer uit-
5 gangsmateriaal, dat wil zeggen bij afwezigheid van verdunningsmidde-
len.

Het dient als voor de hand liggende te worden beschouwd dat
naast de beschreven uitvoeringsvormen van de uitvinding andere uit-
voeringsvormen binnen het raam van de uitvinding mogelijk zijn.

C O N C L U S I E S

1. Drukplaat g e k e n m e r k t d o o r een door omzetting bekleed dun aluminiummateriaal, gehecht aan een laag van een door bestraling hardbaar gemaakt polyurethan dat acrylaat of methacrylaat-resten bevat met een hechtmiddel bestaande uit een hardingsmengsel van een polyvinylchloride/vinylacetaat-hars en een epoxyhars.

2. Drukplaat volgens conclusie 1, g e k e n m e r k t, doordat het hardingsmengsel ten minste 5 gew.dln van de polyvinylchloride/vinylacetaat-hars bevat.

3. Drukplaats volgens conclusie 1 en/of 2, g e k e n m e r k t, doordat de epoxyhars vloeibaar epoxy-bisfenol-A en de als hardingstoevoegsel gebruikte epoxy-component een amine is.

4. Drukplaat volgens conclusies 1 - 3, g e k e n m e r k t, doordat het door bestraling hardbaar gemaakte polyurethan 2.2-dimethoxy-2-fenylacetofenon bevat.

5. Drukplaat volgens conclusies 1 - 4, g e k e n m e r k t, doordat de epoxyhars een vast produkt is.

* * * * *