

19



Octrooiraad
Nederland

11 Publikatienummer: **9200625**

12 **A TERINZAGELEGGING**

21 Aanvraagnummer: **9200625**

22 Indieningsdatum: **03.04.92**

51 Int.Cl.⁵:
**D04H 1/06, F41H 5/04,
B29C 67/14, F41H 1/02**

43 Ter inzage gelegd:
01.11.93 I.E. 93/21

71 Aanvrager(s):
DSM N.V. te Heerlen

72 Uitvinder(s):
**Leonardus Lambertus Henricus van der Loo te
Beek.
Rene Christian van der Burg te Heerlen**

74 Gemachtigde:
**Drs. W.C.R. Hoogstraten c.s.
Octrooibureau DSM
Postbus 9
6160 MA Geleen**

54 **Niet-geweven uit polyolefinevezels bestaande laag voor toepassing in een gelaagde antiballistische structuur**

57 De uitvinding betreft een niet-geweven uit polyolefinevezels bestaande laag met verbeterde energieabsorptie voor toepassing in een gelaagde antiballistische structuur waarbij de niet-geweven laag een vilt is met in het vlak van de laag vrijwel isotroop georiënteerde gekroesde vezels met een lengte van 40-100 mm, een treksterkte van ten minste 1,2 GPa, een modulus van ten minste 40 GPa en een fijnheid van 0,5 tot 8 denier. Tevens omvat de uitvinding een werkwijze ter vervaardiging van dit vilt en gelaagde structuren waarin het vilt is toegepast.

NL A 9200625

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

5

NIET-GEWEVEN UIT POLYOLEFINEVEZELS BESTAANDE LAAG
VOOR TOEPASSING IN EEN GELAAGDE
ANTIBALLISTISCHE STRUCTUUR

10

De uitvinding heeft betrekking op een niet-geweven uit polyolefinevezels bestaande laag met verbeterde energieabsorptie (SEA) voor toepassing in een gelaagde antiballistische structuur.

15

Een dergelijke niet-geweven laag is bekend uit WO-A-89/01126. Deze bekende laag bestaat uit polyolefinevezels, met een lengte van maximaal 20,3 mm, welke hoofdzakelijk in één richting georiënteerd liggen en zijn verbonden door een polymere matrix.

20

Een nadeel van deze laag is dat het gewicht per m² en de dikte groot moeten zijn om voldoende bescherming te bieden tegen ballistische inslagen. Een verder nadeel is dat de laag een matrix omvat waardoor deze minder flexibel en respirerend is. Hierdoor is het draagcomfort van antiballistische kleding, zoals bijvoorbeeld scherf- en kogelwerende vesten, waarin deze laag is verwerkt gering.

25

Het doel van de uitvinding is om deze nadelen in belangrijke mate te vermijden.

30

Dit doel wordt bereikt doordat de niet-geweven laag een vilt is met in het vlak van de laag vrijwel isotroop georiënteerde gekroesde vezels met een lengte van 40-100 mm, een treksterkte van ten minste 1,2 GPa, een modulus van ten minste 40 GPa en een fijnheid van 0,5 tot 8 denier.

35

Verrassenderwijze werd gevonden dat deze laag een verbeterde energieabsorptie (SEA) bezit en daardoor zeer geschikt is voor toepassing in een gelaagde antiballistische structuur, met name voor bescherming tegen fragmenten (granaatscherven).

9200625

Met een hoge specifieke energieabsorptie wordt, in het gebied van gelaagde antiballistische structuren, in het
5 algemeen bedoeld een SEA van meer dan $35 \text{ Jm}^2/\text{kg}$. De SEA wordt bepaald volgens de testnorm Stanag 2920 met een 'fragment simulating projectile' van $1,1 \pm 0,02$ gram. De SEA van de niet-geweven laag volgens de uitvinding is bij voorkeur meer dan $40 \text{ Jm}^2/\text{kg}$ en met meer voorkeur meer dan 50
10 Jm^2/kg .

Met goede ballistische eigenschappen wordt in het hiernavolgende in het bijzonder een hoge SEA bedoeld.

Het voordeel van een hoge SEA is dat fragmenten met een bepaalde snelheid gestopt kunnen worden door een laag
15 met een aanzienlijk lager oppervlaktegewicht. Met het oppervlaktegewicht wordt aangeduid het gewicht per m^2 laagoppervlakte. Een laag oppervlaktegewicht is van groot belang voor het verhogen van het draagcomfort, wat naast een goede bescherming het belangrijkste streven is bij het
20 ontwikkelen van nieuwe materialen in antiballistische kleding.

Een verder belangrijk voordeel van het gebruik van de niet-geweven laag volgens de uitvinding in antiballistische kleding is dat deze geen matrix omvat en
25 daardoor flexibeler en gemakkelijker naar het lichaam plooibaar is en bovendien kan respireren waardoor damp van transpiratievocht gemakkelijk kan worden afgevoerd.

Een additioneel voordeel is dat de structuur van de uitvinding vervaardigd kan worden via een eenvoudiger proces
30 dat op conventionele en commercieel verkrijgbare apparatuur kan worden uitgevoerd.

Hoewel de genoemde voordelen van de uitvinding bij uitstek van nut zijn in bovengenoemde antiballistische kleding zoals scherf- of kogelvrije vesten is de toepassing
35 daartoe niet beperkt. Andere toepassingen van de uitvinding liggen bijvoorbeeld in bomdekens en panelen.

Het gebruik van een vilt van polyolefine vezels in antiballistische structuren is als zodanig bekend, bijvoorbeeld uit WO-A-91/04855. Het daar omschreven vilt

bestaat echter uit een mengsel van 2 verschillende typen polyolefine vezels waarvan het ene type vezels aanzienlijk korter is dan het andere. De kortere vezels hebben een lagere smelttemperatuur dan de langere vezels. Door het sinteren of opsmelten van de kortere vezels worden deze tot een matrix gevormd die de langere vezels aan elkaar verbindt. Het nadeel van dit vilt is dat het weinig flexibel is door de starre onderlinge verbinding van de langere vezels en dat het matige kogelwerende eigenschappen heeft. Andere belangrijke verschillen met de huidige uitvinding zijn dat WO-A-91/04855 het gebruik van vezels met een lengte van ten minste 12,7 mm leert en verder zwijgt over de fijnheid van de vezels. Ook het gebruik van gekroesde vezels wordt niet genoemd.

In US-A-4623574 en US-A-4650710 wordt ook het gebruik van lagen van ongeweven polyolefine vezels in een ballistische toepassing genoemd. Ook hier wordt gesteld dat een minimum gehalte (minimaal circa 13 gewichts %) aan matrixcomponent in de laag noodzakelijk is om goede ballistische eigenschappen van de laag te verkrijgen, met alle bovengenoemde nadelen van dien ten opzichte van de huidige uitvinding. Verder leren deze aanvragen niet het gebruik van gekroesde vezels met een lengte van 40-100 mm en met een fijnheid van 0,5 tot 8 denier.

Gezien de leer en de suggesties uit de bovenomschreven stand van de techniek dat een matrix noodzakelijk is voor het verkrijgen van goede antiballistische eigenschappen van een niet-geweven laag bestaande uit polyolefine vezels is het verrassend dat werd gevonden dat een niet-geweven laag volgens de huidige uitvinding zulke goede ballistische eigenschappen bezit ondanks het ontbreken van een matrix.

Goede ballistische eigenschappen worden volgens de uitvinding bereikt doordat de niet-geweven laag bestaat uit gekroesde polyolefinevezels met een lengte van 40-100 mm, een treksterkte van ten minste 1,2 GPa, een modulus van ten minste 40 GPa en een fijnheid van 0,5 tot 8 denier.

9200625

Als polyolefinen komen in het bijzonder in
aanmerking polyetheen en polypropreen homo- en copolymeren.

- 5 Verder kunnen de gebruikte polyolefinen kleine hoeveelheden
van één of meer andere polymeren bevatten, in het bijzonder
andere alkeen-1-polymeren.

Goede resultaten worden verkregen indien als
polyolefine lineair polyetheen (PE) wordt gekozen.

- 10 Onder lineair polyetheen wordt hier verstaan polyetheen met
minder dan 1 zijketen per 100 C-atomen en bij voorkeur met
minder dan 1 zijketen per 300 C-atomen en dat bovendien tot
5 mol.% van één of meer daarmee copolymeriseerbare andere
alkenen kan bevatten zoals propreen, buteen, penteen,
15 4-methylpenteen, octeen.

Bij voorkeur worden in de niet-geweven laag volgens
de uitvinding polyolefine vezels gebruikt bestaande uit
lineair polyetheen met een intrinsieke viscositeit in
decaline bij 135°C van ten minste 5 dl/g.

- 20 Gekroesde polyolefinevezels toepasbaar in de
uitvinding kunnen onder meer worden verkregen uit gekroesde
polyolefine filamenten met een treksterkte van ten minste
1,2 GPa, een modulus van ten minste 40 GPa en een fijnheid
van 0,5 tot 8 denier. Gekroesde filamenten zijn verkrijgbaar
25 op enige werkwijze hiervoor bekend uit de stand van de
techniek, bij voorkeur echter met een Stufferbox. De
mechanische eigenschappen van de vezel, zoals bijvoorbeeld
de treksterkte en de modulus, mogen door het kroezen niet
substantieel achteruit gaan. De gekroesde polyolefinevezels
30 worden uit de gekroesde polyolefine filamenten verkregen
door deze te verkleinen volgens op zich bekende werkwijzen,
bijvoorbeeld door te hakken of te snijden.

- De lengte van de vezels moet liggen tussen 40 en
100 mm. Bij een vezellengte beneden 40 mm is de samenhang,
35 de sterkte en de SEA van de niet-geweven laag te gering. Bij
een vezellengte boven 100 mm zijn de SEA en de compactheid
van de niet-geweven laag beduidend lager. De compactheid is
het oppervlaktegewicht gedeeld door de dikte van de laag.
Een laag met een hogere compactheid heeft in het algemeen

een lager trauma-effect. Het trauma-effect is het schadelijke gevolg van het doorbuigen van de
5 antiballistische structuur door de inslag van een projectiel. Voor antiballistische kleding is het van belang dat deze naast een hoge SEA ook een laag trauma-effect heeft.

Gevonden is dat betere ballistische eigenschappen
10 worden verkregen naarmate de vezels fijner zijn. Bij voorkeur is de fijnheid van de vezels tussen 0.5 en 8 denier. Vezels die fijner zijn dan 0.5 denier zijn moeilijk te verwerken tot een vilt. Viltten bestaande uit vezels met
15 ballistische eigenschappen en compactheid. Met de meeste voorkeur is de fijnheid tussen 0.5 en 5 denier.

Van belang is verder dat de vezels een hoge treksterkte, een hoge trekmodulus en een hoge energieabsorptie bezitten. In de niet-geweven laag van de
20 uitvinding moeten polyolefinevezels worden gebruikt waarvan het monofilament een sterkte van ten minste 1,2 GPa en een modulus van ten minste 40 GPa bezit. Bij gebruik van vezels met lagere sterkte en modulus kunnen geen goede antiballistische eigenschappen verkregen worden.

25 In de laag van de uitvinding kunnen vezels met uiteenlopend gevormde doorsnedes aanwezig zijn zoals bijvoorbeeld ronde, rechthoekige (tapes) of ovale vezels. De vorm van de doorsnede van de vezels kan bijvoorbeeld ook zijn aangepast door de vezels plat te walsen.

30 De vorm van de doorsnede van de vezel wordt uitgedrukt in de aspectverhouding van de doorsnede. Dit is de verhouding tussen de lengte en de breedte van het doorsnede. De aspectverhouding van de doorsnede is bij voorkeur tussen 2 en 20 en met meer voorkeur tussen 4 en 10.
35 Vezels met een hogere aspectverhouding vertonen in de niet-geweven laag een grotere mate van interactie waardoor deze moeilijker ten opzichte van elkaar kunnen verschuiven bij een ballistische inslag. Hierdoor kan een verbeterde SEA van de niet-geweven laag verkregen worden. De mate van

9200625

interactie daarom mag echter ook niet te groot zijn. Verder is een hogere aspectverhouding van invloed op de compactheid van de niet-geweven laag en het trauma-effect bij een ballistische inslag.

Verbetering van de SEA, het trauma-effect of de samenhang van de niet-geweven laag kan ook verkregen worden door modificatie van het oppervlak van de vezels. Hierdoor kan de mate van interactie en dus de mate waarin de vezels in de niet-geweven laag ten opzichte van elkaar kunnen verschuiven bij een ballistische inslag gemodificeerd worden.

Het oppervlak van de vezel kan zijn gemodificeerd doordat de vezel gevuld is met een vulstof. De vulstof kan een anorganisch materiaal zoals bijv. gips of een polymeer zijn. Het oppervlak van de vezel kan ook zijn gemodificeerd door een corona-, plasma- en/of chemische behandeling. De modificatie kan zijn een verruwing van het oppervlak door de aanwezigheid van etsputten, verhoging van de polariteit van het oppervlak en/of een chemische functionalisering van het oppervlak.

Goede ballistische eigenschappen worden volgens de uitvinding behaald als de bovenomschreven gekroesde polyolefinevezels in het vlak van de niet-geweven laag vrijwel isotroop georiënteerd liggen. Met vrijwel isotroop wordt bedoeld dat de vezeloriëntatie zodanig in het vlak van de laag is verdeeld dat mechanische eigenschappen in het vlak van de laag vrijwel gelijk zijn in verschillende richtingen. De spreiding van mechanische eigenschappen in verschillende richtingen in het vlak van de niet-geweven laag mag niet groter zijn dan 20%, en bij voorkeur niet groter dan 10%. Met meer voorkeur is de spreiding van de niet-geweven laag zodanig dat de spreiding van de gelaagde structuur welke de niet-geweven laag van de uitvinding omvat minder is dan 10%.

Bij voorkeur worden polyolefinevezels gebruikt welke zijn verkregen uit polyolefine filamenten die zijn bereid met een gelspinproces zoals bijvoorbeeld wordt

beschreven in GB-A-2042414 en GB-A-2051667. Dit proces bestaat er in wezen uit een oplossing te bereiden van een
5 polyolefine met een hoge intrinsieke viscositeit, zoals bepaald in decaline bij 135 °C, de oplossing bij een temperatuur boven de oplosttemperatuur tot filamenten te spinnen, de filamenten af te koelen onder de geleringstemperatuur zodat gelering optreedt en de
10 filamenten te verstrekken terwijl het oplosmiddel wordt verwijderd.

De vorm van de doorsnede van de filamenten kan worden veranderd door verandering van de vorm van de spinopening.

15 De niet-geweven laag van de uitvinding kan op verschillende manieren worden toegepast in antiballistische structuren.

De niet-geweven laag van de uitvinding kan als zodanig als enkele laag worden toegepast.

20 Een bijzondere toepassing van de uitvinding is gelegen in een dikke laag van ten minste twee onderling verstrengelde niet-geweven lagen volgens de uitvinding. Het voordeel van deze toepassing is dat deze dikke laag compakter en beter hanteerbaar is dan een enkele
25 niet-geweven laag.

Een andere bijzondere toepassing van de uitvinding is gelegen in een hybride laag bestaande uit een of meer samen met een of meer weefsels verstrengelde niet-geweven lagen volgens de uitvinding. De geweven laag heeft bij
30 voorkeur goede antiballistische eigenschappen. De geweven laag bestaat bij voorkeur uit polyolefine filamenten met een hoge treksterkte en modulus. Het voordeel van zulk een hybride laag is dat deze zeer compact is en naast een verbeterde SEA ook een laag trauma-effect heeft.

35 Een gelaagde structuur voor antiballistische toepassing kan één of meer van de niet-geweven lagen of van de bovenomschreven bijzondere toepassingsvormen omvatten. Het aantal lagen in de gelaagde structuur is afhankelijk van het gewenste beschermingsnivo.

9200625

De niet-geweven viltlagen of hun verschillende
bijzondere toepassingsvormen kunnen gecombineerd worden met
5 anderssoortige lagen die kunnen bijdragen tot bepaalde
andere specifieke antiballistische eigenschappen of andere
eigenschappen. Het nadeel van combineren met anderssoortige
lagen is dat onder meer de SEA en het draagcomfort achteruit
zal gaan. Bij voorkeur bestaat de gehele structuur daarom
10 uit niet-geweven lagen of de bovenomschreven bijzondere
toepassingsvormen daarvan.

De gewenste dikte van een gelaagde antiballistische
structuur is bij toepassing in antiballistische kleding
enerzijds afhankelijk van de SEA en het gewenste
15 beschermingsnivo en anderszijds van het gewenste
draagcomfort. Bij voorkeur heeft een gelaagde structuur een
dikte gelegen tussen 20 en 30 mm. Door de hoge SEA van de
niet-geweven lagen van de uitvinding biedt een
antiballistische structuur bij deze dikte een hoog
20 beschermingsnivo gecombineerd met een goed draagcomfort.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een
werkwijze voor de vervaardiging van een niet-geweven laag
omvattende

-het kaarden van een massa van losse gekroesde
25 polyolefinevezels met een treksterkte van ten minste 1,2
GPa, een modulus van ten minste 40 GPa, een fijnheid van
0,5-8 denier en een lengte tussen 40 en 100 mm, waarbij de
vezels hoofdzakelijk in één richting worden gelegd en tot
een gekaarde vliesbaan worden gevormd;

30 -het toevoeren van de verkregen gekaarde vliesbaan
aan een loodrecht op de toevoerrichting van de vliesbaan
bewegende afvoerinrichting waarop de vliesbaan in
zig-zagvouden wordt afgelegd onder gelijktijdige afvoer,
waarbij in de afvoerrichting een gestapelde laag wordt
35 gevormd, bestaande uit een aantal op elkaar gestapelde
elkaar in de breedte gedeeltelijk overlappende lagen van de
toegevoerde gekaarde vliesbaan;

-het kalanderen van de gestapelde laag, waarbij de
dikte van de laag wordt verminderd.

-het verstrekken van de verkregen gekalanderde laag in de afvoerrichting.

- 5 -het verstrengelen van de verkregen verstrekte laag, waarbij een viltlaag ontstaat.

Op deze wijze blijkt een niet-geweven laag in de vorm van een vilt te worden verkregen met verbeterde antiballistische eigenschappen, in het bijzonder een
10 specifieke energieabsorptie van meer dan $35 \text{ Jm}^2/\text{kg}$, in het bijzonder meer dan $40 \text{ Jm}^2/\text{kg}$ en meer in het bijzonder meer dan $50 \text{ Jm}^2/\text{kg}$.

De gekroesde vezels kunnen worden verkregen door polyolefine filamenten met de gewenste mechanische
15 eigenschappen en fijnheid, welke kunnen worden verkregen met op zichzelf bekende en in het voorafgaande genoemde werkwijzen, te onderwerpen aan voor kroezen op zichzelf bekende behandelingen. Een voorbeeld van een voor kroezen bekende werkwijze is het bewerken van de filamenten in een
20 Stuffer box. De verkregen gekroesde vezels dienen daarna op de gewenste lengte, gelegen tussen 40 en 100 mm, te worden gesneden. Bij dit snijden wordt veelal een samengedrukte vezelmassa verkregen. Deze massa dient te worden losgewerkt door bijvoorbeeld mechanisch kammen of door losblazen.
25 Hierbij worden tegelijkertijd de samengestelde vezels, die worden verkregen wanneer wordt uitgegaan van multifilamenten, losgewerkt tot in hoofdzaak enkelvoudige vezels

Het kaarden kan plaatsvinden met hiervoor
30 gebruikelijke kaardmachines. De dikte van de laag gekroesde vezels, die aan de kaardinrichting wordt toegevoerd kan binnen ruime grenzen gekozen worden en wordt in hoofdzaak bepaald door het gewenste oppervlaktegewicht in het uiteindelijke vilt. In het bijzonder dient rekening te
35 worden gehouden met de later in het proces aan te leggen verstrekking, waarbij het oppervlaktegewicht afneemt afhankelijk van de gekozen verstrekkgraad.

De gekaarde vliesbaan wordt in zig-zagvouwen gestapeld op een afvoerinrichting, die beweegt in een

9200625

richting loodrecht op de toevoerrichting van de gekaarde vliesbaan. Deze richting is de afvoerrichting. De
5 afvoerinrichting kan bijvoorbeeld een transportband zijn, waarvan de transportsnelheid zodanig wordt gekozen in samenhang met de toevoersnelheid van de gekaarde vliesbaan dat een gestapelde laag met het gewenste aantal gedeeltelijk overlappende lagen wordt verkregen.

10 De oriëntatie van de vezels in de gestapelde laag is afhankelijk van de verhouding van bovengenoemde toevoer- en transportsnelheid en de verhouding van de breedte van de gekaarde vliesbaan en de breedte van de gestapelde laag. De vezels zullen voornamelijk in twee richtingen georiënteerd
15 zijn, die worden bepaald door het zig-zagpatroon.

Het kalanderen van de gestapelde laag kan woren uitgevoerd met de hiervoor bekende inrichtingen. De laagdikte neemt hierbij af en het contact tussen de afzonderlijke vezels wordt inniger.

20 Hierna wordt de gekalanderde laag in zijn lengterichting, dat is de afvoerrichting, verstrekt. Hierdoor wordt de oppervlakte vergroot waardoor de dikte en daarmee het oppervlaktegewicht van de verstrekte laag enigszins kan afnemen. De verstrekgraad bedraagt bij
25 voorkeur minder dan 100%.

Gevonden is dat tijdens het verstrekken de oriëntatie van de vezels in het vlak van de laag vrijwel isotroop wordt.

De samenhang, de sterkte en de kompaktheid van de
30 verstrekte laag wordt vergroot door deze laag te verstrengelen. Dit verstrengelen kan plaatsvinden door de laag te vernaalden of met behulp van waterstralen. Bij vernaalding wordt het vilt doorboord met naalden met fijne weerhaakjes die vezels door de lagen heen trekken. De
35 naalddichtheid kan variëren van 5-50 naalden per cm^2 . Bij voorkeur is de naalddichtheid tussen 10 en 20 naalden per cm^2 . Bij de waterstraalverstrengeling wordt de verstrekte laag doorboord met een veelheid van fijne hoge-druk waterstromen. Het voordeel van verstrengeling met

waterstralen (hydro entangling) boven vernaalding is dat de vezels minder beschadigd worden. Vernaalding heeft als

5 voordeel dat het technisch gezien een eenvoudig proces is.

Verdere kompaktering van het vilt kan plaats vinden door de verstrekte laag en/of het vilt aan een extra vernaaldings- of kalanderingsstap te onderwerpen. Het extra vernaalden of kalanderen van de viltlaag heeft tot gevolg
10 dat het vilt kompakter wordt met als voordeel dat het trauma effect verminderd wordt, zonder dat daardoor de SEA in onaanvaardbare mate verlaagd wordt.

Gevonden is dat ook het verstrengelen bijdraagt tot het verhogen van de isotropie van de oriëntatie van de vezels in
15 het vlak van de laag.

De dikte van de viltlaag wordt bepaald door het oppervlaktegewicht van de aan de kaardinrichting toegevoerde massa gekroesde losse vezels in samenhang met het aantal op elkaar gestapelde gekaarde vliesbanen en de tijdens het
20 kalanderen, verstrekken en verstrengelen opgetreden dikteafname. Dikke viltlagen kunnen worden verkregen door de laagdikte aan het begin van het proces te vergroten of door in de genoemde processtappen minder te kompakteren. Een dikker en kompakt vilt kan ook verkregen worden door het
25 stapelen van meerdere viltlagen en deze vervolgens samen te verstrengelen, bij voorkeur door vernaalding. Het voordeel van een dikker en kompakt vilt is dat het naast een hoge SEA een lager trauma-effect heeft en gemakkelijker hanteerbaar is dan een enkele dikke niet-geweven laag.

30 In een bijzonder voordelige uitvoeringsvorm wordt het verkregen vilt samen vernaald met weefsels of andere soorten lagen. Deze hybride structuren zijn veel dunner en vertonen naast een sterk verbeterde scherfwerende werking ook een laag trauma-effect.

35 De aldus verkregen niet-geweven lagen of hun bovenomschreven bijzondere toepassingsvormen kunnen in een gelaagde antiballistische structuur gecombineerd worden met anderssoortige lagen die kunnen bijdragen tot bepaalde andere specifieke antiballistische eigenschappen of andere

9200625

eigenschappen teneinde de specifieke energieabsorptie daarvan te vergroten.

- 5 De uitvinding wordt verder toegelicht aan de hand van de volgende voorbeelden zonder zich daartoe te beperken. De in de voorbeelden genoemde grootheden worden bepaald op de navolgende wijzen.
- De treksterkte en de modulus worden bepaald met behulp van
- 10 een trekproef uitgevoerd met een Zwick 1484 trekbank. De filamenten worden gemeten zonder twist. De filamenten worden over een lengte van 200 mm in Orientec (250 kg) garen klemmen ingeklemd onder een klemdruk van 8 bar teneinde het slippen van de filamenten in de klemmen te voorkomen. De
- 15 treksnelheid is 100 mm/min. Met de modulus wordt de initiële modulus bedoeld. Deze wordt bepaald bij 1% rek. De fijnheid wordt bepaald door weging van een vezel met een bekende lengte.
- De diktes (D) van de viltlagen werden gemeten in
- 20 samengedrukte toestand onder een voetdruk van 5.5 KPa. Het oppervlaktegewicht AD werd gemeten door weging van een laagdeel met een nauwkeurig bepaald oppervlak.
- De specifieke energieabsorptie (SEA) wordt bepaald volgens de STANAG 2920 test, waarin .22 kaliber FSP's
- 25 (Fragment Simulating Projectile), hierna fragmenten genoemd, van een niet deformeerbaar staal met gespecificeerde vorm, gewicht (1,1 gr.), hardheid en afmetingen (volgens US MIL-P-46593), op gedefinieerde wijze op de ballistische structuur worden geschoten. De energieabsorptie (EA) wordt
- 30 berekend uit de kinetische energie van de kogel die de V_{50} snelheid heeft. De V_{50} is de snelheid waarbij de kans dat de kogels door de ballistische structuur penetreren 50% bedraagt. De specifieke energieabsorptie (SEA) wordt berekend door de energieabsorptie EA te delen door het
- 35 oppervlaktegewicht van de laag (Areal Density: AD).

Voorbeeld I:

Een polyetheen multifilament garen (Dyneema SK60^R) met een treksterkte van 2,65 GPa, een initiële modulus van

9200625

90 GPa, een fijnheid van 1 denier per monofilament en een aspectverhouding van de vezeldoorsnede van ongeveer 6 werd
5 gekroesd in een Stuffer box. De gekroesde filamenten werden versneden tot vezels met een lengte van 60 mm. De verkregen vezels werden met een laagdikte van 12 ± 3 g/m² toegevoerd aan een kaardmachine. De verkregen gekaarde vliesbaan werd in zig-zag vouwen gestapeld op een transportband, waarbij de
10 verhouding tussen de snelheid van de band en de loodrecht daarop staande toevoersnelheid van de gekaarde vliesbaan zodanig werd gekozen dat een uit 10 vliesbanen gestapelde laag van circa 2 m. breed ontstond. De gestapelde laag werd onder lichte druk gekalanderd in een bandkalandermachine
15 waarbij een kompaktere en dunnere gekalanderde laag werd verkregen. De gekalanderde laag werd in de lengterichting 38% verstrekt. De verstrekte laag werd gecompacteerd door vernaalding met 15 naalden/cm². Het oppervlaktegewicht van het aldus verkregen vilt bedraagt 120 gr/m². 22 Lagen van
20 dit vilt, hierna aangeduid als F_0 , werden gestapeld tot een antiballistische structuur, F_1 , met een oppervlaktegewicht van 2,6 kg/m² en een dikte van 23 mm.

Voorbeeld II:

25 Het vilt F_0 , zoals verkregen volgens voorbeeld I, werd onderworpen aan een extra vernaalding met 15 naalden/cm², teneinde het vilt te compacteren. 22 Lagen van dit vilt werden gestapeld tot een antiballistische structuur, F_2 , met een oppervlaktegewicht van 2,7 kg/m² en
30 een laagdikte van 22 mm.

Voorbeeld III:

Het vilt F_0 , zoals verkregen volgens voorbeeld I, werd onderworpen aan een extra kalandering, teneinde dit
35 vilt verder te compacteren. Vervolgens werden een aantal van deze lagen gestapeld tot een antiballistische structuur (F_3) met een oppervlaktegewicht van 3,1 kg/m² en een laagdikte van 20 mm.

Voorbeeld IV:

Een extra zwaar en compact vilt werd vervaardigd
5 door 3 lagen van het vilt F_0 , zoals verkregen volgens
voorbeeld I, te stapelen en gezamenlijk te vernaalden met 15
naalden per cm^2 . Vervolgens werden een aantal van de aldus
verkregen lagen gestapeld tot een antiballistische structuur
(F_4), met een oppervlaktegewicht van $2,9 \text{ kg/m}^2$ en een
10 laagdikte van 20 mm.

Voorbeeld V:

Een vilt werd vervaardigd zoals omschreven in
voorbeeld I, met dit verschil, dat de verstrengeling werd
15 uitgeverd met behulp van hoge-druk waterstralen. Vervolgens
werden een aantal van de aldus verkregen lagen gestapeld tot
een antiballistische structuur (F_5) met een
oppervlaktegewicht van $2,6 \text{ kg/m}^2$ en een laagdikte van 20 mm.

20 Voorbeeld VI:

Een aantal lagen van vilt F_0 , zoals verkregen
volgens voorbeeld I, werden samen met een weefsel Dyneema
504^R vernaald tot een antiballistische structuur, F_6 , met
een oppervlaktegewicht van $2,6 \text{ kg/m}^2$ en een laagdikte van 8
25 mm. Dyneema 504^R is een door DSM geleverd 1x1 vlak-geweven
weefsel van 400 denier Dyneema SK66^R garen, met een ketting
en inslag van 17 draden per centimeter en een
oppervlaktegewicht van 175 gr/m^2 .

30 Voorbeeld VII en VIII:

Een vilt werd bereid volgens de werkwijze uit
voorbeeld 1, echter met vezels van 90 mm lengte in plaats
van 60 mm. Een aantal lagen van het aldus verkregen vilt
werden gecombineerd tot ballistische structuren F_7 en F_8 met
35 een oppervlaktegewicht van resp. $2,7 \text{ kg/m}^2$ en $2,6 \text{ kg/m}^2$. en
dikte van resp. 3,2 en 4,8, cm. De structuur F_7 heeft een
extra vernaaldingsstap ondergaan en is daardoor compacter en
dunner dan F_6 .

1 9200625

Vergelijkend experiment 1 en 2

- Een aantal lagen van het bovengespecificeerde
- 5 Dyneema 504^R weefsel werd gestapeld tot antiballistische structuren C1 en C2 met oppervlaktegewichten van resp. 2,9 kg/m² en 4,5 kg/m².

Vergelijkend experiment 3-7

- 10 Als vergelijkende voorbeelden C3 tot en met C7 zijn Example 1 tm. 5 uit Table 1 van de bovengenoemde octrooiaanvraag WO-A-89/01126 genomen. De in dit octrooi gegeven waarden voor de specifieke energieabsorptie en het oppervlaktegewicht zijn alleen gebaseerd op het
- 15 vezelgewicht. Om deze waarden te kunnen vergelijken met de voorbeelden van de huidige uitvinding zijn de getallen genormeerd naar totaal oppervlaktegewicht en totaal specifieke energieabsorptie door de AD en SEA waarden resp. te delen door en te vermenigvuldigen met de massafractie
- 20 vezels.

- Van de boven omschreven antiballistische structuren F1-F8 en C1-C2 werden testmonsters gesneden van 40 bij 40 cm. welke vervolgens werden getest op ballistische eigenschappen door
- 25 meting van de V_{50} , volgens de bovenomschreven STANAG 2920 test. De antiballistische structuren van de vergelijkende voorbeelden C3-C7 uit octrooiaanvraag WO-A-89/01126 zijn volgens dezelfde norm getest. De resultaten zijn vermeld in Tabel 1.

9200625

Tabel 1

		AD	V ₅₀	SEA	D
		Kg/m ²	m/s	Jm ² /kg	mm.
5					
	F1	2.6	544	63	23
	F2	2.7	526	59	22
10	F3	3.1	486	50	20
	F4	2.9	490	51	20
	F5	2.6	500	53	20
	F6	2.6	445	42	8
	F7	2.7	440	39	32
15	F8	2.6	474	48	48
	C1	2.9	450	39	8
	C2	4.5	520	34	13
	C3	6.1	621	35	-*
20	C4	6.9	574	26	-
	C5	6.9	584	27	-
	C6	6.6	615	32	-
	C7	6.3	571	29	-

25 * Niet opgegeven in WO-A-89/01126

Uit de vergelijking van de resultaten volgt dat alle antiballistische gelaagde structuren F1-F8 welke tenminste één niet-geweven laag van de uitvinding omvatten
 30 een betere specifieke energieabsorptie vertonen dan de beste antiballistische structuur uit C1-C7 uit de stand van de techniek. De SEA van vilten F7 en F8 met 90 mm vezels is lager dan de viltstructuren F1-F5 met 60 mm vezels maar evenwel vergelijkbaar of beter en in de meeste gevallen veel
 35 beter dan tot nu toe bekende structuren C1-C7. F6 heeft een lagere SEA door de specifieke structuur en de lage pakketdikte. De SEA is echter significant hoger dan de beste bekende ballistische structuur van de vergelijkende voorbeelden C1-C7.

C O N C L U S I E S

- 5
1. Niet-geweven uit polyolefinevezels bestaande laag met verbeterde energieabsorptie (SEA) voor toepassing in een gelaagde antiballistische structuur, met het kenmerk, dat de niet-geweven laag een vilt is met in het vlak van
10 de laag vrijwel isotroop georiënteerde gekroesde vezels met een lengte van 40-100 mm, een treksterkte van ten minste 1,2 GPa, een modulus van ten minste 40 GPa en een fijnheid van 0,5 tot 8 denier.
 2. Niet-geweven laag volgens conclusie 1, met het kenmerk,
15 dat de niet-geweven laag een specifieke energieabsorptie bezit van ten minste 40 J.m²/kg.
 3. Niet-geweven laag volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de polyolefine vezels in de niet-geweven laag bestaan uit lineair polyetheen met een intrinsieke
20 viscositeit in decaline bij 135°C van ten minste 5 dl/g.
 4. Niet-geweven laag volgens een der conclusies 1-3, met het kenmerk dat de aspectverhouding van de doorsnede van de vezels tussen 2 en 20 ligt.
 5. Niet-geweven laag volgens een der conclusies 1-4, met
25 het kenmerk, dat het oppervlak van de vezels door corona- of plasmabehandeling of door chemische functionalisering of door het vullen van de vezel gemodificeerd is.
 6. Dikke laag bestaande uit ten minste twee onderling
30 verstrengelde niet-geweven lagen volgens een der conclusies 1-5.
 7. Hybride laag bestaande uit een of meer samen met een of meer geweven lagen verstrengelde niet-geweven lagen volgens een der conclusies 1-5.
 - 35 8. Gelaagde structuur, omvattend ten minste één laag volgens een der conclusies 1-7.
 9. Gelaagde structuur, met het kenmerk, dat de gehele structuur bestaat uit lagen volgens een der conclusies 1-7.

9200625

10. Gelaagde structuur volgens conclusie 8 of 9, met het kenmerk, dat de gelaagde structuur een dikte bezit
5 gelegen tussen 20 en 30 mm.
11. Werkwijze voor de vervaardiging van een niet-geweven laag volgens een der conclusies 1-5, omvattende
- het kaarden van een massa van losse gekroesde polyolefinevezels met een treksterkte van ten minste 1,2
10 GPa, een modulus van ten minste 40 GPa, een fijnheid van 0,5-8 denier en een lengte tussen 40 en 100 mm, waarbij de vezels hoofdzakelijk in één richting worden gelegd en tot een gekaarde vliesbaan worden gevormd;
 - het toevoeren van de verkregen gekaarde vliesbaan
15 aan een loodrecht op de toevoerrichting van de vliesbaan bewegende afvoerinrichting waarop de vliesbaan in . zig-zagvouwen wordt afgelegd onder gelijktijdige afvoer, waarbij in de afvoerrichting een gestapelde laag wordt gevormd, bestaande uit een aantal op elkaar gestapelde
20 elkaar in de breedte gedeeltelijk overlappende lagen van de toegevoerde gekaarde vliesbaan;
 - het kalanderen van de gestapelde laag, waarbij de dikte van de laag wordt verminderd.
 - het verstrekken van de verkregen gekalanderde laag
25 in de afvoerrichting.
 - het verstrengelen van de verkregen verstrekte laag, waarbij een viltlaag ontstaat.
12. Werkwijze volgens conclusie 11, waarin het verstrengelen plaatsvindt door vernaalden of door hydro entangling.
- 30 13. Werkwijze volgens conclusie 11 of 12, waarbij ten minste de verstrekte laag of de viltlaag wordt gekompakteerd.