



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) **NO**

(11) **178200**

(13) **B**

(51) **Int Cl⁶ D 04 H 3/03, 3/12**

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	911384	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	09.10.89, PCT/GB89/01190
(22) Inng. dag	09.04.91	(85) Videreføringsdag	09.04.91
(24) Løpedag	09.10.89	(30) Prioritet	10.10.88, GB, 8823704
(41) Alm. tilgj.	09.04.91		
(44) Utlegningsdato	30.10.95		

(71) Patentsøker Albany International Corp, 1373 Broadway, Albany, NY 12204, US
(72) Oppfinner James Godfrey Donovan, Norwell, MA, US
John Skelton, Sharon, MA, US
(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse Fremgangsmåte for fremstilling av et isolerende materiale som omfatter kontinuerlige filamenter av et syntetisk materiale**

(56) **Anførte publikasjoner DE A 1760471, US 4726987, US 4588635, US 3423795**

(57) **Sammendrag** Isolerende materiale som omfatter kontinuerlige filamenter av et syntetisk materiale. Filamentene har en middeldiameter av fra 4 til 20 μm og er blitt separert ved hjelp av strekking og påfølgende relaksasjon av et kruset tau bestående av de nevnte filamenter.

Beskrivelse

USA's regjering har rettigheter i denne oppfinnelse i henhold til kontrakt nr. DAAK60-87-0061 tildelt av Departementet for Hæren.

Oppfinnelsen angår fremstilling av isolasjonsmaterialer, spesielt isolasjonsmaterialer som er egnede for anvendelse i soveposer og klær og er produsert fra et kontinuerlig filmtau.

Isolasjonsmaterialer av kontinuerlige filamenter er velkjente og kommersielt tilgjengelig på markedet under handelsnavnet "POLARGUARD". Dette materiale har fremragende mekanisk ytelse, men dets termiske ytelse er betydelig dårligere enn de beste tilgjengelige syntetiske varmeisolasjonsmaterialer. POLARGUARD er et kontinuerlig filamentpolyestertau med individuelle filamenter med en diameter av ca. 23 μ m. En betydelig fordel ved en kontinuerlig filamentoppbygning er at det erholdte flor av filamenter har en høy grad av mekanisk integritet som oppnås på grunn av florets iboende høye sammenbindingsevne. Denne mekaniske integritet er et overmåte verdifullt aktivum fordi den letter håndteringen av floret ved hvilken som helst påfølgende produksjonsprosess. Dessuten gjør den det mulig å anvende overlappingsoppbygningsteknikker ved sammensetningen av soveposer og isolerende klær, hvilket eliminerer kalde punkter som vanligvis forekommer ved stikklinjer.

Det er generelt velkjent at de isolerende egenskaper til fiberaktig materiale forbedres med reduserende diameter av fibrene inntil en optimal fiberdiameter er nådd. Derefter fører ytterligere reduksjon i fibrenes diameter til en minskning av materialets termiske yteevne. For polyester materiale, det samme materiale som er anvendt i POLARGUARD, er en diameter av ca. 6 μ m den optimale for maksimale isolasjonsegenskaper, og for en hvilken som helst fiberdiameter som er større enn denne avtar varmeisolasjonsegenskapene med økende fiberdiameter. Ved diametre som er mer enn tre ganger dette minimum, begynner den termiske yte-

evne til fiberaktig isolasjonsmateriale å forringes ganske betydelig.

Ett av problemene med isolatorer av kontinuerlige filamenter og med stor høyde, som f.eks. POLARGUARD, er at fordi de er generelt sammensatt av makrofibre med en diameter av størrelsesordenen 23, μm eller ca. 5,5 dtex (5 denier), er de mindre effektive som isolatorer og er langt stivere ved sammenpressing enn for eksempel naturlig dun. Denne sammenpressingstivhet er en klar ulempe under bruk fordi for eksempel soveposer som inneholder kommer-

sielle isolatorer med stor høyde, ikke kan pakkes inn i et lite volum som vil ta opp lignende poser av naturlig dun. Det er velkjent at den naturlige dun som fås fra sjøfugler, består av fibre med et område av diametre. Disse kan klassifiseres som mikrofibre som bidrar til den hovedsakelige isolasjonseffektivitet, og makrofibre som tilveiebringer ønskede sammenpressings- og luftighetsegenskaper. Det er samarbeidet mellom disse to som tilveiebringer de unike egenskaper til naturlig dun. De foreliggende søkere har erkjent dette og har utviklet et isolerende materiale av syntetiske fibre som nå er kommersielt tilgjengelig under varebetegnelsen "PRIMALOFT". Dette materiale er detaljert beskrevet i US patentskrift nr. 4588635. I dette materiale oppnås den termiske ytelse ved anvendelse av fibre med liten diameter med tilsetning av små fraksjoner av fibre med større diameter og/eller bindemidler for å øke den mekaniske oppførsel.

Det vil forstås av fagmannen at dersom fibermaterialet er av kontinuerlig art, er det mindre behov for å ty til fibre med større diameter for opprettholdelsen av de mekaniske egenskaper.

Polyesterfibrene med forholdsvis stor diameter som er anvendt i POLARGUARD-materialet, fører til en samlet termisk ytelse som er betydelig under den til materialet av "PRIMALOFT"-typen dannet for eksempel ved hjelp av de metoder og teknikker som er beskrevet i US patentskrift nr. 4588635. Det er således en betydelig fordel ved å produsere en isolator av kontinuerlige filamenter med økede termiske egen-

skaper utover den til de tradisjonelle materialer, slik som "POLARGUARD" som det er vist til ovenfor, og som samtidig kan pakkes i et mindre volum.

Ifølge oppfinnelsen tilveiebringes en fremgangsmåte for fremstilling av et isolerende materiale med en tilsynelatende varmeledningsevne K_c som målt ved plate-til-plate-metoden i henhold til ASTM C518 med nedadrettet varmestrøm, på mindre enn $0,052 \text{ W/m-K}$ ($0,36 \text{ Btu-in/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$), og en strålingsparameter, definert som avskjæringen på ordinataksen ved null densitet for en kurve som viser $K_c P_f$ avsatt som ordinat mot P_f avsatt som abscisse, hvor P_f er materialets densitet, på mindre enn $0,212 \text{ (W/m-K) (kg/m}^3\text{) [0,092(Btu-in/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F)(lb/ft}^3\text{)]}$, og med en densitet på $3,2$ til $16,0 \text{ kg/m}^3$, som omfatter kontinuerlige filamenter av et syntetisk materiale valgt fra én eller flere av polyester, nylon, rayon, acetater, akryler, modakryler, polyolefiner, polyaramider, polyimider, fluorkarboner, polybenzimidazoler, polyvinylalkoholer, polydiacetylenes, polyetherketoner, polyimidazoler og fenylensulfidpolymerer, idet de kontinuerlige filamenter har en middeldiameter på fra 4 til $20 \mu\text{m}$, omfattende strekking og påfølgende relaksasjon av et kruset tau av de nevnte filamenter, etterfulgt av luftspredning av de separerte filamenter i ett eller flere trinn i hvert av hvilke tauet blir spredd til større bredde enn i det foregående trinn, under dannelse av en vatt i hvilken kontinuerlige filamenter er bundet på i det minste enkelte fiber-til-fiberkontaktpunkter, og fremgangsmåten er særpreget ved at et kruset tau med en primærkrusing i området fra 3 til 10 krusinger/cm (8 til 26 krusinger pr. tomme) og en sekundærkrusing på 1 til 2 krusinger/cm (2 til 5 krusinger pr. tomme) av de nevnte kontinuerlige filamenter utsettes for strekkingen og den påfølgende relaksasjon.

Det er en fordel i henhold til den foreliggende oppfinnelse dersom de anvendte filamenter har en middelfilamentdiameter på $0,7$ til $3,3$ ganger den diameter for et filament som gir minimum varmeledningsevne i en vatt av materiale med gitt densitet.

Det foretrekkes spesielt at filamentet er et poly-

esterfilament med 0,9 til 2,1 dtex eller 0,8 til 1,9 denier
(9 til 14/um).

Det vil forstås at filamentene vil måtte ha en størrelse som er tilstrekkelig til å bibringe de mekaniske egenskaper som er nødvendige for å motstå normal slitasje og vasking og samtidig bibringe tilstrekkelige mekaniske egenskaper til å gjøre det mulig for tauet med godt resultat å bli utsatt for spredningsprosessen.

Filamenttauet kan separeres ved luftspredning på den måte som er beskrevet i US patent nr. 3423795.

Vattmaterialet fremstilt ifølge oppfinnelsen kan ha en tilsynelatende varmeledningsevne, K_c , på fortrinnsvis mindre enn 0,043 W/m-K (0,30 Btu-in/hr-ft²-°F).

Kontinuerlige filamenter som er spesielt egnede for anvendelse for den foreliggende oppfinnelse kan være de som er kommersielt tilgjengelige under varebetegnelsen "RYTON".

Enkelte materialer, som for eksempel polyfenylen-sulfidfibre, aromatiske polyamider av den type som er kommersielt tilgjengelige under varebetegnelsen "APYIEL", og polyimidfibre som de som produseres og selges under betegnelsen P84 av Lenzing AG i Østerrike, oppviser flammehemmende egenskaper eller er ikke brennbare. Slike materialer kan derfor gi flamme- eller brannmotstandsegenskaper til produserte produkter som inneholder materialene fremstilt ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Bindingen mellom fibrene i strukturene fremstilt i henhold til oppfinnelsen er i det minste på enkelte av deres kontaktpunkter seg imellom. Formålet med bindingen er å øke støtten for og stivheten inne i strukturen, slik at isolasjonsmaterialets mekaniske egenskaper økes betydelig.

Fiber-til-fiberbindingen vil selvfølgelig øke stivheten i en slik grad at isolasjonsmaterialet vil ha en øket motstand overfor sammenpressing og vil begynne å nærme seg de mekaniske egenskaper til etablert materiale, som for eksempel POLARGUARD som det er vist til ovenfor. I dette tilfelle oppviser imidlertid de forbedrede isolasjonsegenskaper en betydelig fordel fremfor materialet ifølge teknikkens stand.

Et hvilket som helst middel for binding mellom makrofibrene kan anvendes, som for eksempel ved tilsetning av faste, gassaktige eller flytende bindemidler, uaktet om disse er termoplastiske eller herdende, eller ved tilveiebringelse av autologe bindinger i hvilke fibrene bringes til å bindes direkte ved innvirkning av et kjemisk eller fysikalsk mellommiddel.

Bindingsmetoden er ikke av kritisk betydning bortsett fra det krav at bindingen bør utføres under slike betingelser at fiberkomponenten ikke taper sin strukturmessige helhet. Det vil forstås av fagmannen at en hvilken som helst merkbar endring i fibre i vatten under bindingen uheldig vil påvirke de termiske egenskaper. Bindingstrinnet må derfor utføres for å opprettholde de fysikalske egenskaper og dimensjoner til fiberkomponentene og montasjen så langt som mulig.

Ifølge en spesiell utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse kan binding inne i strukturen bevirkes ved oppvarming av montasjen av fibre i en tid og ved en temperatur som er tilstrekkelig til å bevirke at fibre vil bli bundet.

Ifølge en spesiell utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse kan binding inne i strukturen bevirkes ved sprøyting av vattens topp og bunn med en akrylisk latexemulsjon (methylnakrylat), Rohm og Haas nr. TR407, og deretter tørke og herde latexen ved å føre prøven gjennom en $115,6^{\circ}\text{C}$ ovn med en oppholdstid på 8 minutter. Påførings-tørrvekten til latexklebkomponenten er ca. 10%.

Det følgende er en beskrivelse i form av eksempel og med henvisning til de ledsagende tegninger av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen.

På tegningene: -

er Figur 1 en avsetning av tilsynelatende varmeledningsevne og polært moment som en funksjon av fiberdiameter for flere isolatoreksempler.

Figur 2 er en avsetning av tilsynelatende varmeledningsevne som en funksjon av densitet for flere isolatoreksempler.

Forholdet mellom de termiske og de mekaniske egenskaper til isolatorer med lav densitet og komponentfilamentenes diameter er illustrert på Figur 1. Kurve 1 representerer varmeoppførselen til filamentmontasjen, og skalaen og enhetene som er egnede for denne avsetning, finnes på den vertikale akse på venstre side av figuren. Dataene skriver seg fra tre tydelig adskilte filamentkonfigurasjoner, men det er en klar kontinuitet i oppførselen, og det antas at avsetningen representerer et enkelt fenomen som i sterk grad er uavhengig av montasjens detaljer.

De tre eksperimentpunkter vist som åpne sirkler gjelder for det kommersielle produkt POLARGUARD (filamenter med diameter 23, μm) og for to utførelsesformer av den foreliggende idé. Alle tre er rekker av kontinuerlig filamentpolyester, og montasjen av filamenter med diameter 7,5, μm synes å ligge nær grensen for eksisterende produksjonsteknologi selv om det synes å være mulig at denne grense vil kunne strekkes til filamenter med mindre diametre dersom behovet skulle oppstå. De fire eksperimentpunkter vist som lukkede sirkler gjelder for montasjer av polypropylenstapelfibre. Denne polymer ble valgt på grunn av den forholdsmessige letthet med hvilken det er mulig å produsere fibre med liten diameter, og fibermontasjene ble produsert fra krusede, kuttete og kardede fibre på grunn av vanskeligheten med å anvende eksisterende teknologi for fremstilling av montasjer med lav densitet fra ekstremt fine filamenter ved hjelp av tauspredningsprosessen. De siste to forsøkspunkter gjelder for smelteblåste montasjer: Ett gjelder for en eksperimentell rekke av polyester, og det annet gjelder for det kommersielle produkt med varebetegnelsen THINSULATE som hovedsakelig består av polypropylen. De smelteblåste montasjer har fordelinger snarere enn enkeltverdier for filamentdiameter, idet de fleste av filamentene har diametre innen området 1-3, μm . Disse montasjer av fine filamenter er ikke lett tilgjengelige innen det meget lave densitetsområde på grunn av deres overmåte sterke tilbøyelighet til å falle sammen ved sammenpressing, og de effektive varmeledningsevneverdier for disse to materialer ble således målt

- ved høyere densiteter (16 til 24 kg/m³ eller 1 til 1,5 lb/ft³), og de målte verdier ble normalisert i henhold til den protokoll som er omtalt i US patent nr. 4588635, for å overensstemme med alle andre som er vist og som ble målt ved vattedensiteter av 8,0 kg/m³ (0,5 lb/ft³). Det er en høy grad av sammenbindingsevne i disse smelteblåste montasjer, og de tilveiebringer en rimelig analog for de kontinuerlige filamenttrekker innen det lave diameterområde.

Hele kurven vist ved den stiplede linje på Figur 1 inneholder data for to separate polymermaterialer og tre tydelig forskjellige produksjonsteknikker. Ikke desto mindre viser dataene en bemerkelsesverdig grad av overlapping og kontinuitet ved overgangene, og vi tror, med sterk teoretisk berettigelse, at kurven representerer en enkelt ytelseskarakteristikk for filamentmontasjer med en sterk uavhengighet av polymermateriale og montasjefinstruktur. Den faktor som fremheves sterkest ved denne kurve er det faktum at det er et tydelig minimum i montasjens varmeledningsevne eller, uttrykt på annen måte, et optimalt område av filamentdiameter for varmeisolasjonsytelse. Det er dessuten klart at det kommersielt tilgjengelige POLARGUARD er påviselig ikke-optimalt innen det høye område for filamentdiameter og at det kvasi-kontinuerlige smelteblåste materiale som er eksemplifisert ved THINSULATE ikke er optimalt innen det lave filamentdiameterområde. Ved den foreliggende oppfinnelse tas det sikte på å ligge innen filamentdiameterområdet mellom disse to ytterpunkter hvor det er betydelige gevinster som vil kunne bli realisert hva gjelder termisk ytelse. Størrelsen av disse forbedringer kan best ses ved å sammenligne bidragene til varmeledningsevne som utelukkende tilskrives montasjens fiberkomponent. Dette gjøres forestillingsmessig ved å forflytte den horisontale akse til avsetningen opp til nivået for den uforanderlige komponent for tilsynelatende varmeledningsevne som kan tilskrives ledningsevnen til luften som var inneholdt i montasjen. Ved bruk av denne linje som basis for beregning kan det ses at filamentbidraget for THINSULATE er ca. 90% og for POLARGUARD ca. 110%

større enn bidraget for den optimale filamentmontasje ifølge det foreliggende patent, og dette representerer en betydelig forbedring i varmeisolasjonsytelse sammenlignet med begge disse kommersielle utførelsesformer.

De mekaniske ytelseskarakteristika vist ved kurve 2 på Figur 1 (heltrukket linje) er like opplysende, og skalaen og enhetene som er egnede for denne avsetning, finnes på den vertikale akse på høyre side av figuren. Den egenskap som her er avsatt, er det polære arealmoment som er et mål på innvirkningen av filamentets geometriske dimensjoner på dets bøyeegenskaper. En lav verdi overensstemmer med et meget slapt og fleksibelt filament, og en høy verdi overensstemmer med en stiv fiber, og disse filamentforskjeller tilkjennegis ved filamentmontasjens oppførsel ved sammenpressing. De enkelte punkter er beregnet for de samme filamentdiametre som ble anvendt for kurve 1 for de tre kontinuerlige filamentisolatorer.

For filamenter med liten diameter er dette arealmoment lite, og filamentene er ytterst fleksible og viser bare minimal bøyningssmotstand. Som omtalt ovenfor tilkjennegir de smelteblåste montasjer denne filamentegenskap, og de reagerer så sterkt på sammenpressingsbelastning at de faller sammen under små påkjenninger, og det er umulig å opprettholde en luftig montasje med lav densitet av disse materialer. Det polære arealmoment er en hurtigøkende funksjon av filamentdiameter, og for diametere som er større enn 20, μm viser et polyesterfilament en betraktelig bøyningssmotstand. Denne motstand er i virkeligheten så høy at POLARGUARD som er en montasje av filamenter med en diameter av 23, μm , er ytterst motstandsdyktig overfor sammenpressingsdeformasjon og ikke er helt egnet for anvendelse i soveposer for hvilke sammenpakkbarhet er et krav. På samme måte som for de termiske egenskaper foreligger således et område av filamentdiametre som er best egnede for et luftig isolasjonsmateriale. Ved filamenter med små diametere er den luftige montasje ikke opprettholdbar under normale bruksbelastninger, og ved filamenter med store diametre er sammenpressingsstivheten så høy at dette går ut over sammenpakkbarheten.

Området for optimal filamentdiameter, som innbefatter eksemplet ifølge oppfinnelsen, er vist på Figur 1. Ikke hele dette område kan dekkes av eksisterende tauspredningsbearbeidingsteknologi. Som det var å forvente på basis av den forutgående diskusjon er evnen til å danne et luftig spredd tau ved manipulering av bøyde filamenter klart relatert til filamentdiameteren, og det store filamenttau som blir POLARGUARD er forholdsvis enkelt å bearbeide. Etterhvert som filamentdiameteren avtar til området i henhold til den foreliggende oppfinnelse, blir tauet vanskeligere å spre, og ved diameter rundt $8\text{ }\mu\text{m}$ blir den eksisterende prosess ukommersielt langsom og marginalt effektiv på rutinebasis. Ikke desto mindre er de potensielle fordeler ved å arbeide innen det egnede område for optimalisering av såvel termisk som mekanisk yteevne klart påvist ved Figur 1. Som tidligere beskrevet ble disse målinger foretatt på monstasjer med densiteter av $8,0\text{ kg/m}^3$, men Figur 2 påviser at denne funksjonelle overlegenhet opprettholdes over hele området av densiteter som er av interesse for isolasjonsmaterialer med høy luftighet ($3,2$ til $12,8\text{ kg/m}^3$).

Kortfattet påviser den diskusjon som er fremsatt ovenfor med henvisning til avsetningene på Figur 1 at det oppfinneriske trinn å velge filamentdiameter innen det egnede område fører til betydelige forbedringer i ytelsen til isolatorer av kontinuerlige filamenter. På grunnlag av informasjonen ifølge Figur 1 er de nedre og øvre grenser for valgfri isolatorytelse satt til henholdsvis $4\text{ }\mu\text{m}$ og $20\text{ }\mu\text{m}$. Disse grenser har sunde teoretiske og eksperimentelle grunnlag og definerer effektivt de tre områder av isolatorkonstruksjonsfilosofi som er representert ved: (1) smelteblåste materialer med fiberdiametre $<4\text{ }\mu\text{m}$, (2) materialene anvendt ifølge den foreliggende oppfinnelse som har diametre innen området 4 til $20\text{ }\mu\text{m}$, og (3) vanlige, høyluftige isolatorer av kontinuerlige filamenter med stor diameter representert ved POLARGUARD som har diametre $>20\text{ }\mu\text{m}$.

I de følgende eksempler ble de følgende tester anvendt der disse er rapportert:-

Densitet: Volumet for hver isolatorprøve ble bestemt ved fastsette to plane prøvedimensjoner for derefter å måle tykkelsen ved 0,014 kPa (0,002 lb/in²) trykk. Massen for hver prøve dividert med volumet oppnådd på denne måte er grunnlaget for de her rapporterte densitetsverdier.

Tilsynelatende varmeledningsevne ble målt i overensstemmelse med plate/prøve/platemetoden beskrevet i ASTM metode C518.

Strålingsparameteren, C , ble beregnet ut fra uttrykket

$$C = K_C P_F - K_a P_F$$

hvor K_C = tilsynelatende varmeledningsevne for materialet,

P_F = densitet for materialet, og

K_a = varmeledningsevnen for stillestående luft, som er

$$0,025 \text{ W/m-K (0,175 Btu-in/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F)}$$

Til strålingsparameteren, C , skal det bemerkes at en kurve som viser produktet $K_C P_F$ avsatt mot P_F for fiberstrukturer med lav tetthet, gir en rett linje med en helling som er lik ledningsevnen til luft, K_a , og avskjæringen av denne kurve på $K_C P_F$ -aksen (ordinataksen) gir da strålingsparameteren, C , for materialet.

Trykk-deformasjon: Deformasjon ved 34,4 kPa (5 lb/in²), som var den maksimale deformasjon ved trykktilbakegangstestsekvensen, ble registrert for hver test.

Trykktilbakegang og sammenpressingsarbeid og tilbakegang:

Avsnitt 4.3.2 i militærspesifikasjon MIL-B-41826E beskriver en trykk-tilbakegangstestmetode for fiberaktig vatt som var tilpasset for dette arbeide. Den vesentlige forskjell mellom den militære spesifikasjonsmetode og den som ble anvendt, er det lavere trykk ved hvilken opprinnelig tykkelse og tilbakegang-til-tykkelse ble målt. Målingstrykket i henhold til spesifikasjonen er 0,07 kPa (0,01 lb/in²) mens 0,014 kPa (0,002 lb/in²) ble anvendt for dette arbeide.

Eksempel 1

Et tau av kontinuerlig filament av polyester med en fin krusing av 7,1 krusinger/cm (18 krusinger pr. tomme) lagt ovenpå en krusing med langt større amplitude og en frekvens av 1 krusing/cm (2,5 krusinger pr. tomme) og med en denier av 0,5 (7,7 μ m diameter) ble utsatt for en luftspredningsteknikk som beskrevet i US patentskrift nr.3423795.

Varmeisolasjonen til det oppnådde materiale var betydelig bedre med en faktor på over 2 til 1 enn den til materialet ifølge teknikkens stand som er kommersielt tilgjengelig under varebetegnelsen POLARGUARD.

Eksempel 2

Et tau av kontinuerlig filament av polyester med en fin krusing av 4,73 krusinger/cm (12 krusinger pr. tomme) lagt ovenpå en krusing med langt større amplitude og en frekvens av 1,2 krusinger/cm (3 krusinger/tomme) og med en denier av 1,2 (11 μ m diameter) ble utsatt for en luftspredningsteknikk som beskrevet i US patentskrift nr.3423795.

Luftspredningsteknikken førte til separering av tauet i en vatt av kontinuerlige filamenter som ga en meget betydelig luftighet med gode mekaniske egenskaper på grunn av samarbeidet mellom krusingene, og det viste seg at det beholdte isolatormateriales mekaniske egenskaper var slike at materialets luftighet generelt ble opprettholdt etter sammenpressing.

Materialets varmeisolasjon var dessuten betydelig bedre med en faktor på ca. 2 til 1 utover materialet ifølge teknikkens stand som er kommersielt tilgjengelig under varemerket POLARGUARD. Materialet produsert på den måte som er beskrevet ovenfor, var fremragende tilfredsstillende for produksjon av soveposer med en overlappende oppbygning, og varmeisolasjonsegenskapene pr. vektenhet ble betydelig forbedret.

Eksemplene 1 og 2 ifølge den foreliggende oppfinnelse er sammenlignet med de to prøver av materiale erholdt under varemerket POLARGUARD og med en prøve av andedun. Resultatene er gjengitt i Tabell 1 som følger:

Tabell 1

Eksempel 1 ifølge den foreliggende oppfinnelse
 Eksempel 2 ifølge den foreliggende oppfinnelse

Ytelsegenskap	Polarguard™ arméprøve	Polarguard™ (Hoechst)	MIL Spes: andedun	Eksempel 1 ifølge den foreliggende oppfinnelse	Eksempel 2 ifølge den foreliggende oppfinnelse
Varmeledningsevne ^b (Btu-in/hr-ft ² -°F) W/m-°K	0,377 0,054	0,387 0,056	0,271 0,039	0,275 0,040	0,288 0,041
Minimumsdensitet ^c (lb/ft ³) kg/m ³	0,49 7,85	0,36 5,77	0,24 3,85	0,49 7,85	0,44 7,05
Trykk-deformasjon ^d ved 4,4 kPa (5 lb/in ²)(Z)	95	95	95	96	95
Trykk-tilbakegang fra 4,4 kPa (5 lb/in ²)(Z)	87	119	102	79	96
Arbeid for sammenpressing til 4,4 kPa (5 lb/in ²) (lb-in) N-m	4,16 0,47	4,96 0,56	4,91 0,55	2,25 0,25	5,84 0,66
Spennstighet	0,63	0,53	0,53	0,68	0,44

- Ifølge MIL-F-43097G, Type II, Klasse 1.
- Målt i overensstemmelse med ASTM C518, varmestrom nedad, $T_1 = 38^{\circ}\text{C}$ (100°F), $T_2 = 10^{\circ}\text{C}$ (50°F)
 Prøvedensitet = $8,02 \text{ kg/m}^3$ ($0,50 \text{ lb/ft}^3$)
- Minimumsdensitet er densiteten ved maksimal lufttighet.
- Alle trykkegenskaper oppnådd under anvendelse av en 5,08 cm (2,00 tommer) målelengde med en densitet av $8,0 \text{ kg/m}^3$ ($0,50 \text{ lb/ft}^3$) ved måleavstanden på 5,08 cm (2,00 tommer).
- Spennstighet er lik: arbeid-for-tilbakegang dividert med arbeid-for-sammenpressing.

Varmeledningsevnen for forskjellige prøver av hvert materiale ble målt under anvendelse av 5,8 cm (2 tommer) tykke prøver, og varmestrømmen ble målt nedad. Den øvre platetemperatur var 38°C (100°F), og den nedre temperatur var 10°C (50°F). Non-woven strier på 17 g/m² (0,5 oz/yd²) ble anbragt på toppen og bunnen av hver prøve, og testene ble utført på et plate/prøve/plateapparat beskrevet ved ASTM metode C518. Resultatene ble avsatt som et diagram som vist på Figur 2.

P a t e n t k r a v

Fremgangsmåte for fremstilling av et isolerende materiale med en tilsynelatende varmeledningsevne K_c som målt ved plate-til-plate-metoden i henhold til ASTM C518 med nedadrettet varmestrøm, på mindre enn 0,052 W/m-K (0,36 Btu-in/hr-ft²-°F), og en strålingsparameter, definert som avskjæringen på ordinataksen ved null densitet for en kurve som viser $K_c P_f$ avsatt som ordinat mot P_f avsatt som abscisse, hvor P_f er materialets densitet, på mindre enn 0,212 (W/m-K) (kg/m³) [0,092(Btu-in/hr-ft²-°F)(lb/ft³)], og med en densitet på 3,2 til 16,0 kg/m³, som omfatter kontinuerlige filamenter av et syntetisk materiale valgt fra én eller flere av polyester, nylon, rayon, acetater, akryler, modakryler, polyolefiner, polyaramider, polyimider, fluorkarboner, polybenzimidazoler, polyvinylalkoholer, polydiacetylen, polyetherketoner, polyimidazoler og fenylensulfidpolymerer, idet de kontinuerlige filamenter har en middeldiameter på fra 4 til 20 µm, omfattende strekking og påfølgende relaksasjon av et kruset tau av de nevnte filamenter, etterfulgt av luftspredning av de separerte filamenter i ett eller flere trinn i hvert av hvilke tauet blir spredd til større bredde enn i det foregående trinn, under dannelse av en vatt i hvilken kontinuerlige filamenter er bundet på i det minste enkelte fiber-til-fiberkontaktpunkter,

k a r a k t e r i s e r t v e d at et kruset tau med en
· primærkrusing i området fra 3 til 10 krusinger/cm (8 til 26
krusinger pr. tomme) og en sekundærkrusing på 1 til 2
krusinger/cm (2 til 5 krusinger pr. tomme) av de nevnte kon-
tinuerlige filamenter utsettes for strekkingen og den påføl-
5 gende relaksasjon.

10

15

20

25

30

35

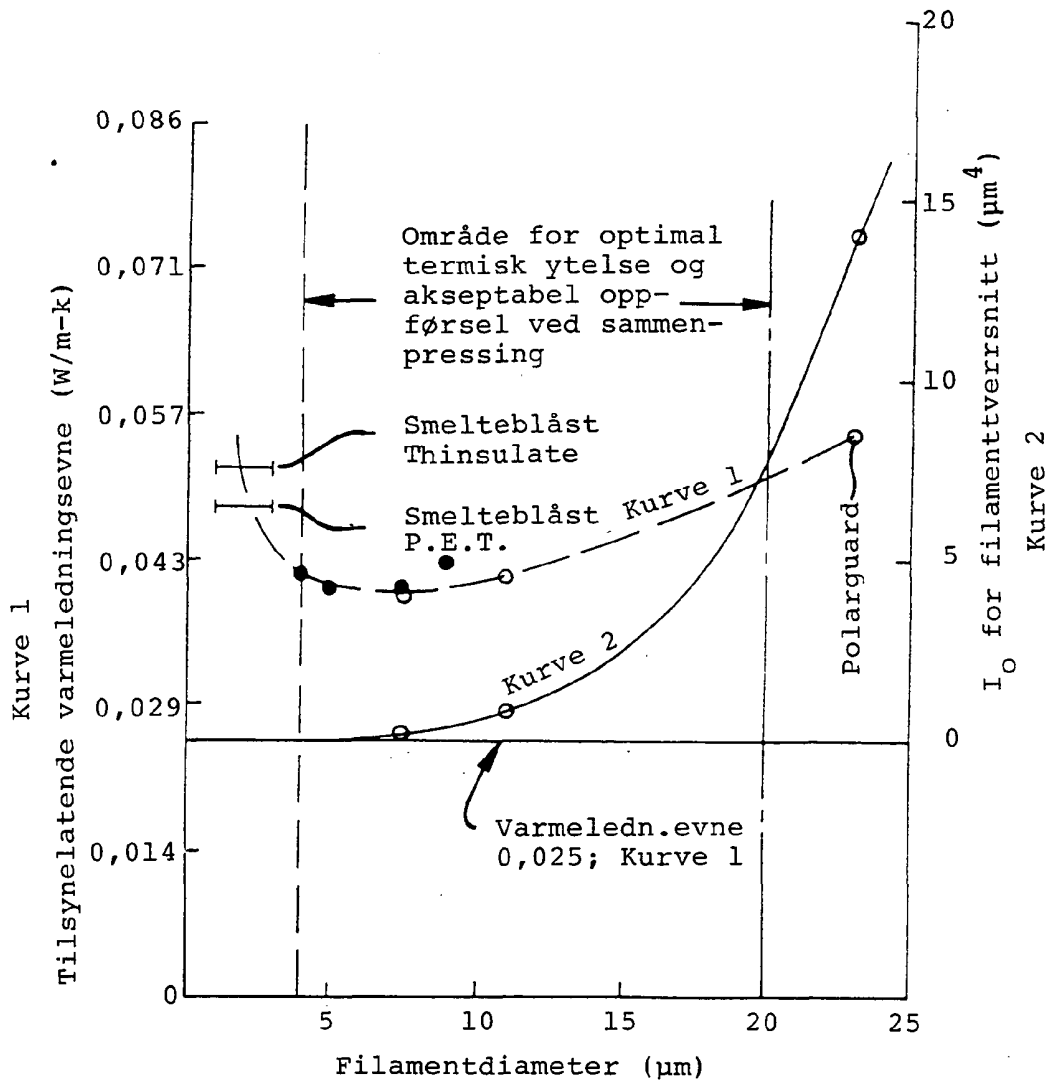


FIG. 1 Tilsynelatende varmeledningsevne og polært moment (I_0), hver som funksjon av filamentdiameter

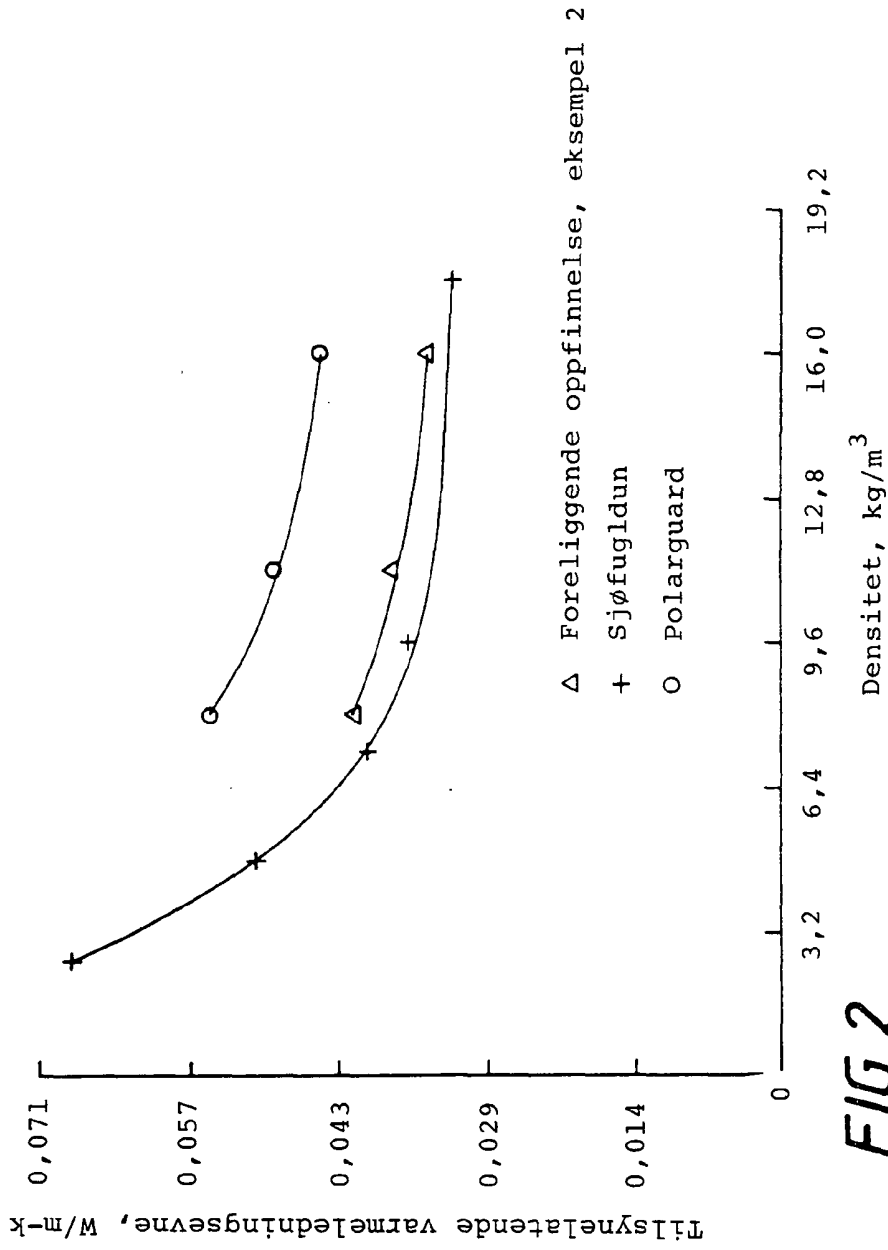


FIG. 2