



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 455 990 B2

(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den  
Einspruch:  
11.02.1998 Patentblatt 1998/07

(51) Int Cl. 6: D04H 1/54

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
25.10.1995 Patentblatt 1995/43

(21) Anmeldenummer: 91105398.1

(22) Anmeldetag: 05.04.1991

(54) **Thermisch stabiles, schmelzbinderverfestigtes Spinnvlies und Verfahren zu seiner Herstellung**

Thermally stable, melting-binder-strengthened nonwoven web and method for making the same

Nappe non tissée lien fondu fortifiée chaleur stable et procédé de sa fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL

• Schöps, Michael  
W-8934 Grossaitingen (DE)

(30) Priorität: 09.04.1990 DE 4011479

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 446 822	EP-A- 0 088 191
AT-B- 368 202	DE-A- 1 560 841
DE-A- 2 240 437	DE-A- 3 419 675
DE-B- 2 713 241	DE-C- 2 834 438
GB-A- 2 127 866	

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
13.11.1991 Patentblatt 1991/46

• chemiefasern/textilindustrie, März 1972, S.  
231-235

(73) Patentinhaber: HOECHST  
AKTIENGESELLSCHAFT  
65926 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder:  
• Vock, Günther, Dr.  
W-8903 Bobingen (DE)

EP 0 455 990 B2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein thermisch stabiles schmelzbinderfestigtes Spinnvlies aus tragenden Filamenten und als Schmelzbinder dienenden Binderfilamenten, bei dem die Differenz der Schmelzpunkte von tragenden und bindenden Filamenten weniger als 30°C beträgt.

Aus der DE-C- 14 35 114 ist ein Vliesstoff bekannt, der gekräuselte Fasern oder Fäden enthält und der mittels eines thermoplastischen Bindemittels oder thermoplastischer Bindefasern durch Erhitzen verfestigt ist. Der Schmelzpunkt der Bindefasern soll mindestens 20°C unterhalb des Schmelzpunktes der tragenden Filamente liegen. Aufgrund des Anteils von gekräuselten Fasern in diesem Vliesstoff ist er sehr gut drapierbar, d.h. er fällt wie ein gewebter Stoff in Falten; er ist aber als hoch belastbares und dabei maßhaftiges Verstärkungsmaterial und als Tuftingträger nicht brauchbar.

Höher belastbare schmelzbinderfestigte Spinnvliese, sind zum Beispiel aus der DE-PS 22 40 437 und der DE-A- 36 42 089 bekannt. Diese vorbekannten Spinnvliese, bei denen sowohl die tragenden Filamente wie auch die Binderfilamente aus Polyester bestehen können, dienen insbesondere als Verstärkungs- und Trägermaterialien in der Nadelfilz- und Tuftingherstellung. Bei dem Spinnvlies nach der DE-PS 22 40 437 werden Filamente eines relativ groben Einzeltiters von mehr als 8 dtex verwendet. Der Anteil der Binderfilamente liegt bei 10 bis 30%, vorzugsweise zwischen 15 und 25%. Bei dem Spinnvlies nach der DE-OS 36 42 089 sind in den Beispielen Einzeltiter von 5 bzw. 12 dtex angegeben; der Anteil der Binderfilamente liegt zwischen 10 und 50%, vorzugsweise zwischen 15 und 30%. Das Flächengewicht ist mit größer als 120 g/m<sup>2</sup> angegeben.

In der DE-PS 22 40 437 wird hervorgenoben, daß ein relativ großer Abstand zwischen dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente und dem der Binderfilamente zu halten ist, der mindestens 30°C betragen muß. Damit soll sichergestellt werden, daß bei der Verfestigung des Vliesstoffs eine thermische Schädigung der tragenden Filamente ausgeschlossen wird. Diese Anweisung wird in einer neueren Druckschrift, der DE-OS 36 42 089 noch verschärft: Dort soll die Differenz der Schmelzpunkte von tragenden und Binderfilamenten sogar mindestens 90°C betragen. Deshalb werden dort als Binderfilamente Polyolefinfilamente bevorzugt.

Diese bekannten schmelzbinderfestigten Vliesstoffe haben den schwerwiegenden Nachteil, daß sie sich nicht für solche Einsatzgebiete eignen, bei denen sie hohen Weiterverarbeitungstemperaturen ausgesetzt sind, denn der tiefliegende Schmelzpunkt der Binderkomponente setzt auch die Weiterverarbeitungs- und Gebrauchstemperatur erheblich herab.

Aus der älteren jedoch nicht vorveröffentlichten EP-A-0,446,882 ist ein schmelzbinderfestigtes Spinnvlies aus tragenden Polyesterfilamenten und Binderfilamenten bekannt, wobei der Schmelzpunkt der letzte-

nannten Binderfilamente 10°C unterhalb dem Schmelzpunkt der tragenden Polyesterfilamente liegt. Die offbarten schmelzbinderfestigten Spinnvliese haben ein Flächengewicht von 50 bis 100 g/m<sup>2</sup>.

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft nun einen schmelzbinderfestigten Vliesstoff mit hoher Festigkeit und hoher Dimensionsstabilität, der thermisch hoch belastbar ist, d.h. der eine überaus vorteilhafte hohe Weiterverarbeitungs- und Gebrauchstemperatur hat.
- 10 Das erfindungsgemäße schmelzbinderfestigte Spinnvlies besteht aus tragenden Filamenten und als Schmelzbinder dienenden Binderfilamenten, und ist dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzpunkt der Binderfilamente weniger als 30°C, vorzugsweise weniger als 20°C, unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt, wobei solche Spinnvliese ausgenommen sind deren Flächengewicht zwischen 50 und 100 g/m<sup>2</sup> liegt.
- 15 Die tragenden Filamente und Binderfilamente bestehen vorzugsweise aus Polyester. Das Flächengewicht der erfindungsgemäßen Spinnvliese liegt in der Regel im Bereich zwischen 50 und 500 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise zwischen 50 und 250 g/m<sup>2</sup>, kann aber natürlich für spezielle Anwendungen auch geringer oder höher gewählt werden, wobei solche Spinnvliese ausgenommen sind deren Flächengewicht zwischen 50 und 100 g/m<sup>2</sup> liegt. Der Einzeltiter der tragenden Filamente und Binderfilamente liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 1 und 20 dtex und der Anteil der Binderfilamente vorzugsweise zwischen 5 und 25 Gewichtsprozent.
- 20 Bevorzugt sind erfindungsgemäße Spinnvliese, in denen der Einzeltiter der Binderfilamente kleiner ist als der der tragenden Filamente.
- 25 Bevorzugt sind insbesondere auch solche erfindungsgemäßen Spinnvliese, bei denen der Schmelzpunkt der Binderfilamente 10 bis 20°C unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt.

- 30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Spinnvliese bestehen die tragenden Filamente aus Polyethylenterephthalat, während der Schmelzbinder aus einem Polymeren besteht, dessen Schmelzpunkt die oben genannte Differenz zum Schmelzpunkt der tragenden Filamente aufweist. Vorzugsweise bestehen die Binderfilamente aus einem isophthalsäuremodifizierten Polyester mit einem entsprechend geringfügig abgesenkten Schmelzpunkt.
- 35

- Der Anteil der Binderfilamente am Gesamtgewicht der erfindungsgemäßen Spinnvliese wird innerhalb des oben angegebenen Bereichs so niedrig wie möglich gewählt und dem beabsichtigten Verwendungszweck der Vliese angepaßt. Geringere Binderanteile verbessern die thermischen und mechanischen Eigenschaften noch weiter, während höhere Binderanteile besonders delaminierungsresistente Vliese ergeben.

- 55 Das Flächengewicht der erfindungsgemäße Vliese und der Einzeltiter der Filamente wird innerhalb der oben angegebenen Bereiche je nach dem Einsatzgebiet gewählt. Beispielsweise wird für einen Tuftingträger

zweckmäßigerweise ein Flächengewicht bis zu 500 g/m<sup>2</sup> und ein Einzeltiter bis zu 20 dtex gewählt.

Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, die Art der Einbringung der Binderfilamente und ihren Anteil auf das ausgewählte Flächengewicht abzustimmen. Weiterhin sind solche erfindungsgemäßen Spinnvliese bevorzugt, in denen die tragenden Filamente und Binderfilamente aus flammhemmend modifizierten Polyestern bestehen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vliese weist eine Schichtstruktur aus tragenden Filamenten und Binderfilamenten auf, wobei es besonders vorteilhaft ist, wenn die beiden äußeren Schichten keine Binderfilamente enthalten. Für spezielle Anwendungen, bei denen es auf eine möglichst gute elektrische Leitfähigkeit der Vliestoffe ankommt, sind erfindungsgemäße Spinnvliese bevorzugt, deren Binderfilamente ein Antistatikum, insbesondere Ruß, enthalten.

Eine weitere spezielle Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vliese enthält keine gesonderten Binderfilamente sondern Bikomponentenfilamente in Kern-Hülle- oder Seite-an-Seite-Anordnung, die aus den beiden Polymeren für die tragenden und die bindenden Filamente in dem gewünschten Mengenverhältnis aufgebaut sind. Das erfindungsgemäß ausgebildete Spinnvlies ist frei von harzigen Bindemitteln und daher von Haus aus schwer entflammbar. Wie bereits erwähnt, kann die Schwerentflammbarkeit durch geeignete Auswahl von flammhemmend modifizierten Rohstoffen für die tragenden Filamente und die Binderfilamente noch verbessert werden. Diese flammfesten Spinnvliese können dann auch in brandgefährdeten Räumen eingesetzt werden, z. B. als Trägermaterial für Vorhänge, Tapeten, Jalousien, oder als Bestandteile für Sitzbezüge in Fahrzeugen oder Flugzeugen. Bevorzugt sind auch besonders voluminöse erfindungsgemäße Spinnvliese, wie sie z. B. unter Einsatz eines rel. geringen Anteils von Binderfilamenten und Siebtrommelfixierung erhalten werden. Diese haben dann auch eine lockere, faserige Oberflächenstruktur, die die Haftung von Beschichtungsmaterialien, von PVC oder Bitumen deutlich erhöht. Derartige voluminöse Spinnvliese mit faserreicher Oberfläche eignen sich auch zur Herstellung von Filterstoffen. Der Zusatz von Antistatika, im einfachsten Fall von Ruß, im Schmelzzyylinder erlaubt darüberhinaus den Einsatz des erfindungsgemäß ausgebildeten Spinnvlieses in explosionsgefährdeten Zonen oder auch als Filtermedium für Reinräume.

Die Anfärbbarkeit des Schmelzbinders kann an die der tragenden Filamente durch Modifikation des Schmelzbinders-Rohstoffes angepaßt werden; andererseits kann eine unterschiedliche Anfärbbarkeit auch zu interessanten Farbeffekten genutzt werden.

Die Herstellung des erfindungsgemäßen Spinnvlieses erfolgt in an sich bekannter Weise durch Ablage von tragenden Filamenten und Binderfilamenten auf einer bewegten Siebunterlage zu einem Wirrvlies, und ist da-

durch gekennzeichnet, daß Binderfilamente abgelegt werden, deren Schmelzpunkt weniger als 30°C, vorzugsweise weniger als 20°C, unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt.

- 5 Vorzugsweise werden tragende Filamente und Binderfilamente abgelegt, die aus Polyester bestehen. Weiterhin ist es bevorzugt, den Einzeltiter der tragenden Filamente und Binderfilamente im Bereich zwischen 1 und 20 dtex und/oder den Anteil der Binderfilamente zwischen 5 und 25 Gewichtsprozent zu wählen. Die Menge der pro m<sup>2</sup> abgelegten Filamente wird nach den oben angegebenen Kriterien bemessen; in der Regel werden 50 bis 500 g Filamente pro m<sup>2</sup> abgelegt.

Vorzugsweise erfolgt die Filamentablage unter Einsatz einer rotierenden Prallplatte und einer nachgeschalteten Leitfläche wie sie in der DE-PS 27 13 241 beschrieben ist.

Zur Herstellung erfindungsgemäßer Spinnvliese mit der bevorzugten Schichtenstruktur erfolgt die Filamentablage durch mehrere in Bewegungsrichtung der Siebunterlage hintereinander liegende Reihen von Ablageorganen, aus denen abwechselnd tragende und bindende Filamente abgelegt werden.

In einer speziellen Ausführungsform werden die Polymere für die tragenden Filamente und die Binderfilamente in dem angegebenen Mengenverhältnis als Bikomponentenfilamente ausgesponnen und abgelegt.

Es erfolgt meist keine Vernadelung der abgelegten Filamente, sondern nur eine thermische Vorverfestigung, wie sie zum Beispiel in der DE-PS 33 22 936 beschrieben ist, und eine sich daran anschließende endgültige thermische Verfestigung, z.B. mit glatter oder profiliert Walze. Bei hohen Flächengewichten kann aber eine Vernadelung zu einer weiteren Verbesserung der Vlieseigenschaften führen.

Die thermische Verfestigung erfolgt besonders bevorzugt durch Heißluft, z.B. in Siebtrommelfixierern, denen ein Prägewalzenpaar nachgeschaltet sein kann. Besonders voluminöse Spinnvliese ergeben sich bei einem möglichst geringen Anteil von Binderfilamenten und einer Siebtrommelfixierung.

## Patentansprüche

- 45 1. Schmelzbinderverfestigtes Spinnvlies aus tragenden Filamenten und als Schmelzbinder dienenden Binderfilamenten, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzpunkt der Binderfilamente weniger als 30°C unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt, ausgenommen solche Spinnvliese deren Flächengewicht zwischen 50 und 100 g/m<sup>2</sup> liegt.
- 50 2. Spinnvlies nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß tragende Filamente und Binderfilamente aus Polyester bestehen.
- 55

3. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Einzeltiter der tragenden Filamente und Binderfilamente im Bereich zwischen 1 und 20 dtex liegt.
4. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der Binderfilamente zwischen 5 und 25 Gewichtsprozent liegt.
5. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Einzeltiter der Binderfilamente kleiner ist als der der tragenden Filamente.
6. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die tragenden Filamente aus Polyethylenterephthalat bestehen.
7. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzpunkt der Binderfilamente weniger als 20°C unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt.
8. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzpunkt der Binderfilamente 10 bis 20°C unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt.
9. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Binderfilamente aus einem isophthalsäuremodifizierten Polyester mit einem entsprechend abgesenkten Schmelzpunkt bestehen.
10. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die tragenden Filamente und Binderfilamente aus flammhemmend modifizierten Polyestern bestehen.
11. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Binderfilamente ein Antistatikum, insbesondere Ruß, enthalten.
12. Spinnvlies nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Schichtstruktur aus tragenden Filamenten und Binderfilamenten aufweist.
13. Spinnvlies gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden äußeren Schichten keine Binderfilamente enthalten.
14. Verfahren zur Herstellung des Spinnvlieses des Anspruchs 1 durch Ablage von tragenden Filamenten und Binderfilamenten zu einem Wirrvlies in an sich bekannter Weise, dadurch gekennzeichnet, daß Binderfilamente abgelegt werden, deren Schmelzpunkt weniger als 30°C unter dem Schmelzpunkt der tragenden Filamente liegt.
15. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Filamentablage unter Einsatz einer rotierenden Prallplatte und einer nachgeschalteten Leitfläche erfolgt.
16. Verfahren gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filamentablage durch mehrere in Bewegungsrichtung der Vliestransporteinrichtung hintereinander liegende Reihen von Ablageorganen erfolgt.
17. Verfahren gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymere für die tragenden Filamente und die Binderfilamente in dem angegebenen Mengenverhältnis als Bikomponentenfilamente ausgesponnen und abgelegt werden.
18. Verfahren gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfestigung des Vlieses durch eine Wärmebehandlung bei einer Temperatur zwischen den Schmelzpunkten von tragenden Filamenten und Binderfilamenten erfolgt.
- 35 **Claims**
1. A binder-consolidated spunbonded web formed from load-carrying filaments and binder filaments, wherein the melting point of the binder filaments is less than 30°C below the melting point of the load-carrying filaments, with the exception of those spunbonded webs whose basis weight is between 50 and 100 g/m<sup>2</sup>.
2. The spunbonded web of claim 1, wherein the load-carrying filaments and the binder filaments consist of polyester.
3. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the linear density of the load-carrying filaments and the binder filaments is within the range between 1 and 20 dtex.
4. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the proportion of binder filaments is between 5 and 25 percent by weight.
5. The spunbonded web of at least one of the preceding

- ing claims, wherein the linear density of the binder filaments is less than that of the load-carrying filaments.
6. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the load-carrying filaments consist of polyethylene terephthalate. 5
7. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the melting point of the binder filaments is less than 20°C below the melting point of the load-carrying filaments. 10
8. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the melting point of the binder filaments is from 10 to 20°C below the melting point of the load-carrying filaments.
9. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the binder filaments consist of polyester which has been modified with isophthalic acid and which accordingly has a lowered melting point. 20
10. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the load-carrying filaments and the binder filaments consist of polyesters modified to be flame resistant.
11. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, wherein the binder filaments comprise an antistat, in particular carbon black.
12. The spunbonded web of at least one of the preceding claims, having a layer structure of load-carrying filaments and binder filaments.
13. The spunbonded web of claim 12, wherein the two outer layers do not comprise any binder filaments.
14. A process for producing the spunbonded web of claim 1 by laying down load-carrying filaments and binder filaments to form a random web in a conventional manner, comprising the step of laying down binder filaments whose melting point is less than 30°C below the melting point of the load-carrying filaments. 35
15. The process of claim 14, wherein the filaments are laid down using a rotating impingement plate and a downstream guide surface.
16. The process of at least one of the preceding claims, wherein the filaments are laid down from a plurality of successive - viewed in the direction of movement of the web transport means - rows of laydown elements.
17. The process of at least one of the preceding claims, wherein the polymers for the load-carrying filaments and the binder filaments are spun and laid down in the stated weight ratio as bicomponent filaments. 5
18. The process of at least one of the preceding claims, wherein the web is consolidated by heat treatment at a temperature between the melting points of the load-carrying filaments and the binder filaments. 10

### Revendications

15. 1. Nappe non tissée consolidée par des liants à bas points de fusion, constituée de filaments porteurs et de filaments liants servant de liants à bas point de fusion, caractérisée en ce que le point de fusion des filaments liants est de moins de 30°C inférieur au point de fusion des filaments porteurs, en excluant de telles nappes non tissées, dont la masse surfacique est comprise entre 50 et 100 g/m<sup>2</sup>.
2. Nappe non tissée selon la revendication 1, caractérisée en ce que les filaments porteurs et les filaments liants sont en polyester.
3. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le titre unitaire des filaments porteurs et des filaments liants est compris entre 1 et 20 dtex.
4. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la quantité des filaments liants est comprise entre 5 et 25 % en poids.
5. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le titre unitaire des filaments liants est inférieur à celui des filaments porteurs.
6. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les filaments porteurs sont en poly(téréphthalate d'éthylène).
7. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le point de fusion des filaments liants est de moins de 20°C inférieur au point de fusion des filaments porteurs.
8. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le point de fusion des filaments liants est de 10 à 20°C inférieur au point de fusion des filaments porteurs.

9. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les filaments liants sont constitués d'un polyester modifié par l'acide isophthalique avec un point de fusion correspondant abaissé. 5
10. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les filaments porteurs et les filaments liants sont constitués de polyesters rendus ignifugés. 10
11. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les filaments liants contiennent un antistatique, en particulier le noir de carbone. 15
12. Nappe non tissée selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle présente une structure stratifiée de filaments porteurs et de filaments liants. 20
13. Nappe non tissée selon la revendication 12, caractérisé en ce que les deux couches extérieures ne contiennent pas de filaments liants. 25
14. Procédé de fabrication de nappes non tissées selon la revendication 1, par dépose de filaments porteurs et de filaments liants pour donner une nappe en chevêtrée, d'après une méthode connue en soi, caractérisé en ce qu'on dépose des filaments liants dont le point de fusion est de moins de 30°C inférieur au point de fusion des filaments porteurs. 30
15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que la dépose des filaments s'effectue par utilisation d'une chicane tournante, suivie d'un déflecteur. 35
16. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la dépose des filaments s'effectue par des organes de dépose, disposés les uns derrière les autres en plusieurs rangées, dans le sens du mouvement de transport de la nappe. 40
17. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les polymères destinés aux filaments porteurs et aux filaments liants sont filés et déposés selon le rapport pondéral indiqué, sous forme de filaments à deux composant. 50
18. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la consolidation de la nappe s'effectue par un traitement thermique à une température comprise entre le point de fusion des filaments porteurs et celui des filaments liants. 55