

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 719 074 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl.⁶: H05B 3/34

(21) Anmeldenummer: 95250312.6

(22) Anmeldetag: 22.12.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE DK FR GB NL SE

(30) Priorität: 24.12.1994 DE 4447407

(71) Anmelder: **Debolon Dessauer Bodenbeläge GmbH**
D-06846 Dessau (DE)

(72) Erfinder:
• **Kopf, Manfred**
D-06846 Dessau (DE)
• **Helbig, Dietmar**
D-08262 Tannenbergsthal (DE)

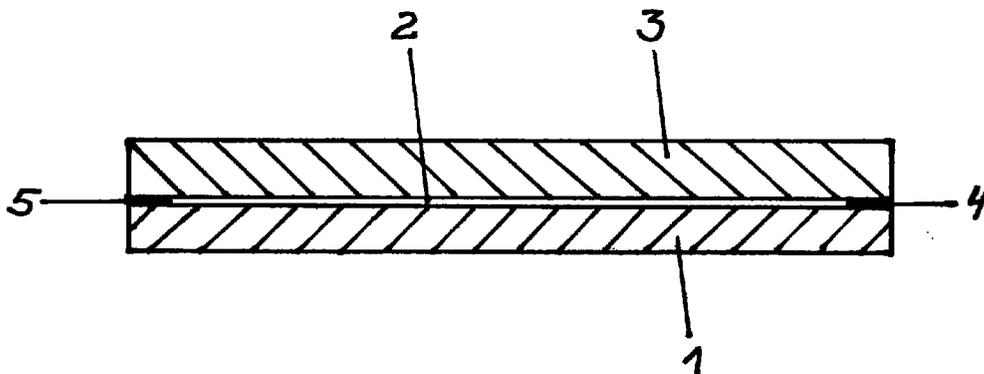
(74) Vertreter: **Burghardt, Rosemarie, Dipl.-Jur. et al**
Burghardt & Burghardt
P.O.B. 16
12491 Berlin (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines mechanisch belastbaren, flexiblen Schichtverbundes als Niederspannungs-Heizelement für flächenförmige Temperaturstrahler und flächenförmiges flexibles Heizelement**

(57) Die Aufgabe der Erfindung, ein flexibles Flächengebilde als wärmestrahlendes Heizelement, in dem Elektroenergie in Wärme umgewandelt wird, mit einer definierten mechanischen Festigkeit unter Verwendung von faserförmigen oder filamentartigen Kohlenstoffmodifikationen und mit einem sich während des Gebrauchs nicht verändernden Widerstandes zu entwickeln, wobei die zugeführte Elektroenergie in langwellige Infrarotstrahlung bei nur schwacher Erwärmung umgewandelt wird, wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Herstellung eines flexiblen Schichtverbundes dadurch gelöst, daß nach Auslegung einer flächenförmigen dielektrischen textilen Trägerschicht auf diese eine

mechanisch begrenzt belastbare aus elektrisch leitenden Fasern bestehende Faserbahn mit einer ungeordneten Anordnung von Fasern in Form eines Kohlenstoffaservlieses und auf diese anschließend eine weitere dielektrische, aus einer textilen Faserbahn bestehenden Deckschicht aufgebracht wird und diese anschließend miteinander vernadelt und dadurch mechanisch miteinander verbunden werden.

Das Anwendungsgebiet liegt in der Herstellung eines Elektroenergie in Wärmeenergie umsetzenden wärmestrahlenden Flächengebildes, das vorwiegend als Fußbodenbelag verwendet wird.



EP 0 719 074 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein flexibles, flächenförmig ausgebildetes Bauelement, in dem elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird und das für die Energieversorgung von sowohl flexiblen als auch mechanisch starren flächenförmigen Temperaturstrahlern einsetzbar ist, deren Oberflächentemperatur nur geringfügig, d. h. ca. 20 K über der Umgebungstemperatur liegt und der Beheizung und Erwärmung von Räumen, Behältern, Rohrleitungen u. ä., wie auch zur direkten Erwärmung von sich in Baukörpern aufhaltenden Menschen und Tieren vorgesehen ist.

Die bekannten, Elektroenergie in Wärmeenergie umwandelnden Heizsysteme sind als elektrische Widerstandsheizungen ausgebildet, deren in metallischen Leitern erzeugte Wärmeenergie vorwiegend Flächen von Heizkörpern oder Luft oder Flüssigkeiten als Wärmeträger erwärmt. Bei der Umsetzung von Elektroenergie in Wärmeenergie erwärmt sich das Material der Widerstandsheizung auf eine im Vergleich zu den angestrebten Raumtemperaturen hohe Temperatur und diese bewirkt, sofern die erzeugte Wärme nicht anderweitig an Wärmeträger abgegeben wird, eine von der Widerstandsheizung ausgehende Wärmestrahlung durch eine auf einige 100 K über der Umgebungstemperatur erhitzte, als Strahler wirkende Widerstandsheizung. Bei diesen Heizsystemen erfolgt erfahrungsgemäß die Erwärmung der Umgebung vorwiegend durch eine erzwungene oder freie Konvektion. Die Wärmestrahlung, die außerdem von einem Strahler mit einer hohen Temperatur ausgeht, wird erfahrungsgemäß als unangenehm empfunden und wird unterdrückt bzw. nicht zur Raumerwärmung herangezogen. Der Wirkungsgrad von elektrischen Widerstandsheizsystemen ist aus diesem Grunde unbefriedigend.

Bei der Nutzung nichtelektrischer Heizsysteme sind durch Absenkung der Temperaturen des Wärmeträgermediums, d. h. durch die Einführung von Niedertemperaturheizsystemen bei entsprechender Vergrößerung der Heizflächen, erhebliche Senkungen des Energiebedarfs der Heizungen erreicht worden. Als effektive Heizsysteme wurden Niedertemperaturluftheizungen entwickelt. Heizsysteme mit einer auf Konvektion beruhenden Wärmeübertragung oder solche, die auf Basis der Umwälzung von erwärmter Luft beruhen, haben jedoch den Nachteil einer erheblichen Staubbelastung für die hiermit beheizten Räume. Erhöhte Staubkonzentration in Verbindung mit geringer Luftfeuchtigkeit, wie sie bei relativ hohen Lufttemperaturen in so beheizten Räumen üblich sind, führen zu physiologisch als unangenehm empfundenen Bedingungen und zu negativen Auswirkungen auf den menschlichen Atemtrakt.

Nachteile dieser Art werden weitgehend durch Strahlungsheizungen vermieden, vorausgesetzt, die Wärmezufuhr in die zu beheizenden Räume bzw. den zu erwärmenden Körper erfolgt überwiegend durch Wärme-Strahlung und nur zu einem geringen Teil durch Konvektion und/oder durch Wärmeleitung, d. h. durch die

Erwärmung von Körpern im Raum über strahlungsfreie Wärmeübertragung und Wärmeleitung.

Hierfür liegt eine Vielzahl von Lösungsvorschlägen vor. Diese nutzen als elektrische Widerstandsheizung vorwiegend streifen- oder drahtförmige Widerstands-Heizelemente. Zur Wandlung der zunächst erzeugten Wärme in Strahlungsenergie werden z. T. flächige Strahlungskörper, beispielsweise Filme oder Schichten aus Kohlenstoff (Ruß, Graphit), elektrisch leitenden Erzen, Keramik u. a. genutzt. Der Erzielung eines hohen Wirkungsgrades für die Umwandlung elektrischer Energie in Infrarot-Strahlungsenergie steht die zu hohe Elektroenergiezufuhr je Flächeninhalt (größer als 300 W/m^2) und das Fehlen von Bedingungen für eine möglichst verlustfreie Abgabe der zugeführten Energie in Form von Strahlungsenergie entgegen. Andere Lösungen gehen, auch aus Gründen der Vermeidung zu hoher Temperaturen und damit der Entzündung brennbarer Stoffe im Bereich der Heizung, von einer zu geringen Energiezufuhr, beispielsweise bei 80 W/m^2 , aus, was eine Vergrößerung der erforderlichen Strahlungsheizflächen erforderlich macht und eine sehr gute Wärmedämmung eines Gebäudes voraussetzt.

Nach der DE-PS 39 22 465 ist eine in einen Bodenbelag eingebettete Heizvorrichtung bekannt geworden, die aus einer elektrischen Widerstandsheizung besteht und in eine Strahlungskörperschicht eingebettet ist. Diese wird aus einem Film gebildet, der aus einem Gemisch besteht, das körnige und pulverförmige Kohle, körnige und pulverförmige elektrisch leitende Erze, körnige und pulverförmige, halbleitende keramische Stoffe, Harze, Metalloxide, Zinkonerde und dgl. enthält. Die durch die elektrische Widerstandsheizung erzeugte Wärmeenergie wird nach dieser Lösung in der Strahlungskörperschicht mit vorgenannter Zusammensetzung in langwellige Infrarot-Strahlung umgewandelt. Die nach dieser Lehre für eine Strahlungsheizung ausgebildete Heizvorrichtung kann ausschließlich in plattenförmigen Strahlungsheizungen, d. h. in starren Flächengebilden mit einer erheblichen Plattendicke eingesetzt werden. Außerdem ist die Herstellung sehr kostenaufwendig und der Einsatz ist auf Neubaufälle beschränkt, wobei ein erforderlicher großer bauseitiger Installationsaufwand sich nachteilig auswirkt.

Durch die offengelegte Patentanmeldung DE-OS 26 19 466 ist ein flächenhaftes, mit elektrischer Energie gespeistes Raumheizungs-Fertigbauelement bekannt geworden, bei dem an allen Stellen seiner Fläche im wesentlichen die gleiche Menge elektrischer Energie in Wärme umgesetzt wird, wobei dieses einen Flächenheizleiter aufweist. Dieser Flächenheizleiter besitzt nach dem Schutzbegehren dieser offengelegten Patentanmeldung eine Folienform. Die Stromzuführung zu dem Flächenheizleiter erfolgt an den gegenüberliegenden Seiten desselben, entlang jeweils einer ausgedehnten Linie über Bänder aus Metall, vorzugsweise Kupferlitzbänder, die durch Aufnähen oder Aufheften am Rand des Flächenheizleiters zur Herstellung eines elektrischen Kontaktes mit der Widerstandsschicht des Flä-

chenheizleiters befestigt sind. Der Flächenheizleiter weist ein Trägergewebe aus einem isolierenden Material, z.B. Glasfasern auf, das mit einer Komposition, die elektrisches Widerstandsmaterial enthält, imprägniert und zur elektrischen Isolierung beiderseitig mit einer nichtleitenden, mechanisch festen Folie luft- und wasserdicht umgeben ist. Nach dieser Lehre bildet das Trägergewebe das Festigkeitsgerüst für einen elektrisch leitenden Film. Der leitende, aus elektrischem Widerstandsmaterial bestehende Film entsteht durch Imprägnierung des Stützgewebes. Durch diese Imprägnierung mittels einer auf die Fasern des Stützgewebes aufgetragenen Dispersion sind die nichtleitenden Fasern entweder mit einer elektrischen Schicht umhüllt oder zwischen den nichtleitenden Fasern des Stützgewebes ist eine elektrisch leitende Widerstandssubstanz filmartig eingelagert, wobei die Fasern des Stützgewebes selbst den Charakter eines nichtleitenden Stützgewebes beibehalten.

Dieser Lösung haftet der Nachteil an, daß die in dieser Offenlegungsschrift aufgabenhaft formulierte Angabe im Schutzbegehren als Bedingung für die zu erwartenden Vorteile, daß im wesentlichen an allen Stellen des Flächenheizlers die gleiche Menge elektrischer Energie in Wärme umgesetzt wird, nicht realisiert wird. Die Ursache für diesen Mangel liegt in der offenbarten Lösung selbst. Das mit einer leitenden Komposition imprägnierte elektrisch nichtleitende Stützgewebe, d.h. der hierdurch entstandene, elektrisch leitende Filmauftrag weist keinen konstanten Widerstand über die Flächenverteilung auf. Das Versagen der Lösung geht auf eine Feuchtigkeitsempfindlichkeit der Komposition, einen unterschiedlich starken Auftrag von leitendem Material auf dem Stützgewebe und auf eine zu geringe Elastizität des Beschichtungsverbundes zurück. Weiterhin ist zur elektrischen Isolierung des Heizleiters dieser beiderseitig mit einer nichtleitenden, mechanisch festen Folie luft- und wasserdicht umgeben. Hierin liegt u.a. die mangelhafte Elastizität begründet.

Weiterhin wird auf dem Markt ein starres elektrisches Flächenheizelement angeboten, das aus Bahnen besteht und unterhalb einer Fußbodenverschleißschicht, z. B. bestehend aus textilem Fußbodenbelag, angeordnet wird. Diese flächenförmigen Heizelemente weisen den gleichen Aufbau wie die nach der vorgenannten Lösung aus der offengelegten Patentanmeldung auf. Die Mängel, die diesem Flächenheizelement anhaften, sind die gleichen. Insbesondere zeigt sich an diesem Flächenheizelement, daß dieses unelastisch ist und die folienhaften Schichten, d.h. das in zwei Deckschichten eingebettete imprägniertes Glasfasergewebe keinen Verbund bilden, eine unterschiedliche Wärmeausdehnung aufweisen und dadurch über keine definierte Flächenheizleistung verfügen können.

Allen zwei zuvor beschriebenen Flächenheizleitern ist es neben den beschriebenen Mängeln eigen, daß eine Verlegung sehr kostenaufwendig ist und die Flächenheizelemente sehr störanfällig sind, da diese nicht punktweise belastbar sind.

Zur Behebung dieses Mangels der vorbeschriebenen Flächenheizelemente ist eine Lösung bekannt geworden, bei der das beschichtete Trägergewebe, das den eigentlichen Heizleiter darstellt, durch einen elektrisch leitenden Kunststoff ersetzt worden ist. Als Kunststoff wurde Hostafon, das aus der Raumforschung als hitzebeständig bekannt ist, eingesetzt. Neben den Vorteilen dieses Materials weist ein Flächenheizelement aus diesem Kunststoff den Nachteil auf, daß es über eine relativ hohe Dicke verfügt und die Größe eine eingeschränkte Flächenausdehnung von maximal ca 1 m² aufweist. Die Verlegung als Fußbodenheizung ist hierdurch kostenaufwendig und sehr eingeschränkt.

Weiterhin ist aus der Literatur bekannt geworden, daß wegen der elektrischen und thermischen Eigenschaften von Kohlenstoffaservliesen sich diese als Heizschicht an verstärkten Kunststoffkomponenten angebracht, eignen. Dabei wird das Prinzip der Widerstandsheizung angewendet. Die Ausnutzung der o. g. Eigenschaften führte lediglich zu einem Demonstrationsmodell, das aus einer Kunststoffplatte aus glasfaserverstärktem Polyesterharz bestand, die als Heizplatte ausgebildet wurde. Hierzu wurde zwischen zwei starren Kunststoffschichten ein Kohlenstoffaservlies vorgesehen, wobei die Kohlenstoffaserschicht an beiden Enden mit zwei Messingelektroden elektrisch verbunden war. Versuche mit einer solchen tafelförmigen Heizplatte ergaben eine Erwärmung derselben auf eine Temperatur von ca. 150 ° C. Diese Anwendung von Kohlenstoffaservliesen als einen ohmschen Widerstand für Heizzwecke ging über eine Anregung für andere Einsatzmöglichkeiten nicht hinaus, da beispielsweise ein Einsatz von Kohlenstoffasern in flexiblen Kunststoffbahnen wegen der Übertragung von Elektroenergie auf die Fasern des Kohlenstoffaservlieses über Messingelektroden versagt hat und bei größeren Flächengebilden zu unzulässig hohen Erwärmungen der Kontaktelektroden geführt hat.

Das in dieser Literaturstelle (Zeitschrift "Plastverarbeiter" 1988, S. 18 ff) ausgewiesene Demonstrationsmodell einer Heizplatte berücksichtigt im Aufbau die Eigenschaften des Kohlenstoffaservlieses, nämlich, daß das Kohlenstoffaservlies für sich mechanisch nicht belastbar ist. Sofern diese Fasern nicht auf Platten aus einem Feststoffdielektrikum angebracht bzw. in solche eingebettet sind und dadurch die Kohlenstoffasern in ihrer Anordnung zueinander innerhalb des Vlieses fixiert sind, verliert das Kohlenstoffaservlies die positiven Eigenschaften eines ohmschen Widerstandes. Versuche haben ergeben, daß insbesondere bei wechselhafter mechanischer Beanspruchung die einzelnen Kohlenstoffasern durch Reibung der einzelnen Fasern untereinander innerhalb des Faservlieses zerfallen und das Faservlies in eine Pulverform übergegangen ist. Diese Empfindlichkeit des Kohlenstoffaservlieses gegenüber mechanischen Beanspruchungen schließt die Verwendung desselben als einen ohmschen Widerstand in mechanisch hoch belasteten Flächengebilden zunächst aus.

Mit der Erfindung wird bezweckt, bei flächenförmigen Heizelementen für großflächige Strahlungsheizeinrichtungen einerseits den Gesamtwirkungsgrad bei der Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme-Strahlungsenergie zu erhöhen und damit die Heizkosten für den Betreiber zu senken und andererseits die Kosten für eine Installation von großflächigen Strahlungsheizeinrichtungen, in denen Heizelemente verwendet werden, zu senken, sowie eine gleichmäßige Temperaturverteilung über die Fläche des Heizelementes für Strahlungsheizeinrichtungen zu erreichen und den Einsatz derselben als Bahnenware nicht auf reine Neubauten zu beschränken, wobei die Anpassung an unterschiedliche Raumkonturen bei der Montage ohne großen Aufwand möglich sein muß und sich dasselbe, als Heizmatte eingesetzt, unterschiedlichen Oberflächenformen gut anpassen muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Elektroenergie in Wärmeenergie umwandelndes flächenförmiges flexibles Heizelement mit einer definierten mechanischen Festigkeit unter Verwendung von faserförmigen oder filament-artigen Kohlenstoffmodifikationen und mit einem sich während des Gebrauchs nicht verändernden Widerstandswert, d. h. mit einer konstant bleibenden Heizleistung für wärmestrahlende, weitgehend flexible Flächengebilde zu entwickeln, innerhalb dessen das dominierende Wärmeäquivalent aus der zugeführten Elektroenergie weitestgehend in langwellige Infrarot-Strahlung umgewandelt wird und dabei gleichzeitig nur eine schwache Erwärmung des wärmestrahlenden Flächengebildes selbst um nicht mehr als 20 K über der Umgebungstemperatur eintritt.

Diese Aufgabe wurde durch ein Verfahren zur Herstellung eines mechanisch belastbaren flächenförmigen Schichtverbundes zwischen einer mechanisch nicht belastbaren Faserbahn und mindestens einer mechanisch belastbaren, vorwiegend textilen Gewebe- oder Vliesbahn gelöst, bei dem erfindungsgemäß nach einer flächenförmigen Auslegung einer dielektrischen textilen Gewebe- oder Vliesbahn auf diese eine mechanisch begrenzt belastbare, aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstofffasern oder aus einem Gemisch von Kohlenstofffasern und nichtleitenden Fasern, beispielsweise Glasfasern, bestehende Faserbahn mit einer ungeordneten Anordnung von Fasern hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung, in Form eines Faservlieses oder in einem geordneten Zustand in Form eines Gewebes, Gewirkes oder eines Gestrickes aus Kohlenstofffasern aufgebracht wird, und diese Bahnen oder eine weitere dielektrische, textile Gewebbahn anschließend auf die mechanisch begrenzt belastbare, elektrische Faserbahn aufgebracht und diese dann beispielsweise durch Vernadeln miteinander mechanisch verbunden werden.

Sofern dieser flächenförmige Schichtverbund einer höheren, und zwar teilweise einer punktförmigen mechanischen Belastung ausgesetzt ist, wird in Ausgestaltung des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens zwecks Lagefixierung der Kohlenstofffasern in ihren

Kreuzungs- bzw. Berührungspunkten die mechanisch begrenzt belastbare, elektrisch leitende Faserbahn vor oder während der Verarbeitung zu einem Schichtverbund partiell vorimprägniert oder mit einem Kunststoff beschichtet, wobei die Vorimprägnierung und/oder Beschichtung der elektrisch leitenden nicht-metallischen Fasern der Faserbahn mittels einer gefüllten oder ungefüllten kompakten oder geschäumten, aus einem Polymer bestehenden Kunststoffkombination erfolgt. Weiterhin wird nach einer weiteren Ausgestaltung des vorgeschlagenen Verfahrens der aus Trägerschicht, Faserbahn und Deckschicht bestehende Schichtverbund wahlweise mit einem Auftrag aus einem aus PVC-Paste bestehenden Plastisol, aus einem High-Solid-System (PUR) oder mit einem Auftrag aus einer sich im thermoplastischen Zustand befindenden Polymer-schmelze versehen und anschließend werden die Trägerschicht, die Faserbahn und die Deckschicht unter Aufwendung einer Fügekraft zu einem Schichtverbund vereint.

Nach diesem Verfahren ist ein flächenförmiges Heizelement für ein flexibles wärmestrahlendes Flächengebilde herstellbar, in dem Elektroenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird, wobei das Heizelement aus einer flächenförmig ausgebildeten, nicht-metallische Werkstoffe enthaltenden Widerstandsheizung besteht, und erfindungsgemäß das flächenförmige Heizelement aus einer Trägerschicht und einer darauf oder darin angeordneten und mit dieser mechanisch verbundenen, aus elektrisch leitenden, nicht-metallische Fasern enthaltenden, mechanisch begrenzt belastbaren Faserbahn besteht und die elektrisch leitende Faserbahn an ihren gegenüberliegenden Seiten mit je einer das Anlegen einer Spannung an die Faserbahn ermöglichenden Stromversorgungseinrichtung versehen ist. Das flächenförmige Heizelement besteht aus einer mechanisch belastbaren Trägerschicht, einer mechanisch belastbaren Deckschicht und einer dazwischen angeordneten und mit diesen vorgenannten Schichten mechanisch verbundenen, aus einer elektrisch leitenden, keine metallischen Fasern enthaltenden, mechanisch begrenzt belastbaren Faserbahn, die an ihren gegenüberliegenden Seiten mit je einer das Anlegen einer Spannung an die Faserbahn ermöglichenden Stromversorgungseinrichtung versehen ist. Das flächenförmige Heizelement besteht aus einem vorzugsweise durch Vernadeln mechanisch erzeugten Schichtverbund zwischen einer dielektrischen textilen Trägerschicht und einer elektrisch leitenden Faserbahn oder aus einer dielektrischen, textilen Trägerschicht, einer elektrisch leitenden Faserbahn und einer dielektrischen textilen Deckschicht. Die mechanisch begrenzt belastbare Faserbahn besteht aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstofffasern, wobei diese hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung in ungeordneten Richtungen liegen und ein Faservlies bilden.

Die mechanisch begrenzt belastbare Faserbahn besteht aus einem Gemisch von elektrisch leitenden Fasern, oder von elektrisch leitenden und nichtleitenden

Fasern, vorwiegend aus Kohlenstofffasern, oder einem Gemisch aus Kohlenstofffasern und Glasfasern bzw. und/oder Textilfasern, wobei diese Fasern hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung in ungeordneten Richtungen liegen und ein Faservlies bilden. Die mechanisch begrenzt belastbare Faserbahn kann aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstofffasern bestehen, die zu Bündeln zusammengefaßt sind, in denen eine Vielzahl von seidenartigen Kohlenstoffäden, sogenannten Kohlenstoffaser-Filamenten, in ihrer Längsrichtung parallel zueinander liegend angeordnet sind, wobei diese Kohlenstoffaserbündel mittels quer zu ihrer Faserlängsrichtung vorgesehenen Kunstfaserefäden zu einem gewebeartigen Flächengebilde verbunden sind, in denen die Kohlenstoffaserbündel als sogenannte Kettfäden und die Kunstfaserefäden als sogenannte Schußfäden angebracht sind. Die mechanisch nicht belastbare Faserbahn kann aus einem aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstofffasern oder einem Gemisch von elektrisch nichtleitenden Fasern und Kohlenstofffasern gewebten, gewirkten oder gestrickten Flächengebilde bestehen. Das aus Kohlenstofffasern bestehende Vlies weist erfindungsgemäß eine definierte Vliesdicke und eine mikroporöse Struktur mit in die Vliesdicke sich erstreckenden Hohlräumen auf.

Es wurde nämlich gefunden, daß das Kohlenstoffaservlies mit einer bestimmten Vliesdicke und einer bestimmten Faserdicke einen Strahlungskoeffizienten aufweist, der dem des idealen "Schwarzen Körpers", den es in der Wirklichkeit nicht gibt, sehr nahe kommt. Mit einer bestimmten mikroporösen Struktur versehen, ergeben sich zwischen den Kohlenstoffasern des Faservlieses sich in die Vliesdicke erstreckende Hohlräume, die nach der Definition in ihrer Ausbildung der einer "Black-box" entsprechen, d.h. mit großer Annäherung einen "Schwarzen Körper" bilden und als Ursache für den hohen Strahlungskoeffizienten anzusehen sind.

Diesen Erkenntnissen folgend, wurde erfindungsgemäß ein Kohlenstoffaservlies eingesetzt, das den angestrebten hohen Umsetzungsgrad von aufgewendeter elektrischer Energie in Strahlungsenergie bei einer Kohlenstoffaservlies-Erwärmung innerhalb eines Temperaturbereichs von bis 40° C aufweist.

Letztlich wurde zur Absicherung einer mechanischen Belastbarkeit des Kohlenstoffaservlieses nach einem weiteren Merkmal der Erfindung das das flächenförmige flexible Hezelement bildende Faservlies ein- oder beidseitig mit einem gefüllten oder füllstofffreien kompakten oder geschäumten Polymer beschichtet, wobei die elektrisch leitenden Fasern ganz oder teilweise von dieser Polymerkomposition durchdrungen sind.

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der nachfolgenden Zeichnung ist ein erfindungsgemäß aufgebautes flächenförmiges Hezelement für ein flexibles wärmestrahlendes Flächengebilde, in dem Elektroenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird, im Schnitt dargestellt.

Ein flächenförmiges Hezelement für ein flexibles, wärmestrahlendes Flächengebilde, bestehend aus einem mechanisch belastbaren flächenförmigen Schichtverbund zwischen einer mechanisch nicht belastbaren, elektrisch leitenden, nichtmetallischen Faserbahn und mindestens einer mechanisch belastbaren, dielektrischen, vorwiegend textilen Gewebe-, Gewirke-, Gestricke- oder Vliesbahn, ist gebildet aus einer dielektrischen textilen Trägerschicht 1, einer elektrisch leitenden Faserbahn 2 und einer weiteren dielektrischen textilen Deckschicht 3. Die elektrisch leitende Faserbahn 2 ist an jeweils gegenüberliegenden Seiten 4; 5 mit einer nicht dargestellten Stromversorgungseinrichtung zum Anlegen einer Spannung an die elektrisch leitende Faserbahn versehen. Der Schichtverbund wird erfindungsgemäß durch ein sogenanntes Vernadeln nach dem Prinzip der Herstellung von Nadelfiz zu einem Schichtverbund mechanisch zusammengefügt. Der nach diesem Verfahren hergestellte Schichtverbund ist mechanisch belastbar und kann einer Weiterverarbeitung in und zu flächenförmigen Gebilden unterzogen werden und in diesen selbst eine stützende Funktion im Verbund mit anderen Materialien übernehmen.

Sofern dieser flächenförmige Schichtverbund einer höheren, und zwar teilweise einer punktförmigen mechanischen Belastung ausgesetzt ist, wird in Ausgestaltung des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens zwecks Lagefixierung der Kohlenstoffasern in ihren Kreuzungs- bzw. Berührungspunkten die mechanisch begrenzt belastbare, elektrisch leitende Faserbahn 2 vor oder während der Verarbeitung zu einem Schichtverbund partiell oder vollständig vorimprägniert oder mit einem Kunststoff beschichtet, wobei die Vorimprägnierung und/oder Beschichtung der elektrisch leitenden nicht-metallischen Fasern der Faserbahn mittels einer gefüllten oder ungefüllten kompakten oder geschäumten, aus einem Polymer bestehenden Kunststoffkombination erfolgt, und dabei die Kohlenstoffasern elektrisch nicht voneinander isoliert werden, sondern lediglich beschichtet oder zwischen diesen beispielsweise eine Polymerkomposition eingelagert wird. Weiterhin wird nach einer weiteren Ausgestaltung des vorgeschlagenen Verfahrens der aus Trägerschicht 1, Faserbahn 2 und Deckschicht 3 bestehende Schichtverbund wahlweise mit einem Auftrag aus einem aus PVC-Paste bestehenden Plastisol, aus einem High-Solid-System (PUR) oder mit einem aus einer sich im thermoplastischen Zustand befindenden Polymerschmelze versehen und anschließend werden die Trägerschicht 1, die Faserbahn 2 und die Deckschicht 3 unter Aufwendung einer Fügekraft zu einem Schichtverbund vereint.

Die Vorteile dieser Erfindung bestehen darin, daß einerseits ein Hezelement entwickelt wurde, in dem durch den Einsatz eines Faservlieses vorwiegend aus Kohlenstofffasern als eine strahlende Faserbahn ein hoher Umsetzungsgrad von eingespeister Elektroenergie in Wärmestrahlung bei einer Erwärmung der Oberfläche der Faserbahn nicht über eine zulässige Temperaturgrenze von 28 °C vorliegt, weil dieses

Faservlies mit seinem Aufbau dem eines idealen schwarzen Körpers sehr nahe kommt. Andererseits wird durch das erfindungsgemäße Verfahren erreicht, daß die eingesetzte, aus Kohlenstoffasern bestehende Faserbahn mechanischen Belastungen ausgesetzt werden kann, wodurch das Kohlenstoffaservlies in der vorliegenden Ausführung als Heizelement in wärmestrahlende flexible Flächengebilde eingebracht werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mechanisch belastbaren, flexiblen, flächenförmigen Schichtverbundes zwischen einer mechanisch nicht belastbaren Faserbahn und mindestens einer mechanisch belastbaren, vorwiegend textilen Gewebe- oder Vliesbahn, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach flächenförmiger Auslegung einer aus einer dielektrischen textilen Gewebe- oder Vliesbahn bestehenden Trägerschicht (1) auf diese eine mechanisch begrenzt belastbare, aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstoffasern oder aus einem Gemisch von Kohlenstoffasern und nichtleitenden Fasern, beispielsweise Glasfasern, bestehende Faserbahn (2) mit einer ungeordneten Anordnung von Fasern hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung in Form eines Faservlieses oder in einem geordneten Zustand in Form eines Gewebes, Gewirkes oder eines Gestrickes aus Kohlenstoffasern aufgebracht wird und diese Bahnen oder eine weitere dielektrische, aus einer textilen Faserbahn bestehenden Deckschicht (3) anschließend auf die mechanisch begrenzt belastbare, elektrisch leitende Faserbahn (2) aufgebracht wird und diese miteinander vernadelt und dadurch mechanisch miteinander verbunden werden.
2. Verfahren zur Herstellung eines mechanisch belastbaren, flexiblen, flächenförmigen Schichtverbundes zwischen einer mechanisch nicht belastbaren Faserbahn und mindestens einer mechanisch belastbaren, vorwiegend textilen Gewebe- oder Vliesbahn, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach flächenförmiger Auslegung einer aus einer dielektrischen, textilen Gewebe- oder Vliesbahn bestehenden Trägerschicht (1) auf diese eine mechanisch begrenzt belastbare, aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstoffasern oder aus einem Gemisch von Kohlenstoffasern und nichtleitenden Fasern, beispielsweise Glasfasern, bestehende Faserbahn (2) mit einer ungeordneten Anordnung von lagefixierten Fasern hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung in Form eines Faservlieses oder in einem geordneten Zustand in Form eines Gewebes, Gewirkes oder eines Gestrickes aus Kohlenstoffasern aufgebracht wird, die zuvor oder während des Aufbringens einer Vorimprägnierung oder Beschichtung mit einem Kunststoff zwecks Lagefixierung der Kohlenstoffasern unterzo-

gen wurde, und diese Bahnen oder eine weitere dielektrische, aus einer textilen Bahn bestehende Deckschicht (3) anschließend auf die mechanisch in definierten Grenzen belastbare, elektrisch leitende Faserbahn (2) aufgebracht wird und diese miteinander vernadelt und dadurch mechanisch mit einander verbunden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrisch leitende, aus nichtmetallischen Fasern bestehende Faserbahn (2) vor einer Einordnung in einen Schichtverbund mittels einer gefüllten oder ungefüllten kompakten oder geschäumten, aus vorzugsweise Polymeren bestehenden Kunststoffkomposition zur Lagefixierung der Fasern in ihren Kreuzungs- bzw. Berührungspunkten unter Aufrechterhaltung der elektrischen Kontaktierung der Fasern untereinander und der Flexibilität der Faserbahn (2) oberflächlich belegt oder partiell imprägniert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schichtverbund, bestehend aus der Trägerschicht (1), der Faserbahn (2) und der Deckschicht (3), wahlweise mit einem Auftrag aus einem aus PVC-Paste bestehenden Plastisol, aus einem High-Solid-System (PUR) oder aus einer sich im thermoplastischen Zustand befindenden Polymerschmelze versehen wird und anschließend die Trägerschicht (1), die Faserbahn (2) und die Deckschicht (3) unter Aufwendung einer Fügekraft zu einem Schichtverbund vereint werden.
5. Flächenförmiges flexibles Heizelement für ein flexibles wärmestrahlendes Flächengebilde, in dem Elektroenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird und wobei das Heizelement aus einer flächenförmig ausgebildeten, nicht-metallische Werkstoffe enthaltenden Widerstandsheizung besteht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das flächenförmige Heizelement aus einer Trägerschicht (1) und einer darauf angeordneten und mit dieser mechanisch verbundenen, aus elektrisch leitenden, nichtmetallische Fasern enthaltenden, mechanisch begrenzt oder durch eine lagestabilisierte Faserfixierung in Grenzen definiert belastbaren Faserbahn (2) besteht und die elektrisch leitende Faserbahn (2) an ihren gegenüberliegenden Seiten (4; 5) mit je einer das Anlegen einer Spannung an die Faserbahn (2) ermöglichenden Stromversorgungseinrichtung versehen ist.
6. Flächenförmiges flexibles Heizelement für ein flexibles, wärmestrahlendes Flächengebilde, in dem Elektroenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird und wobei das Heizelement aus einer flächenförmig ausgebildeten, nichtmetallische Werkstoffe enthaltenden Widerstandsheizung besteht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das flächenförmige Heizele-

- ment aus einer mechanisch belastbaren Trägerschicht (1) und einer mechanisch belastbaren Deckschicht (3) und einer dazwischen angeordneten und mit diesen mechanisch verbundenen, aus elektrisch leitenden, nicht-metallische Fasern enthaltenden, mechanisch begrenzt oder in definierten Grenzen belastbaren Faserbahn (1) besteht und die elektrisch leitende Faserbahn an ihren gegenüberliegenden Seiten (4; 5) mit je einer das Anlegen einer Spannung an die Faserbahn (2) ermöglichenden Stromversorgungseinrichtung versehen ist.
- 5
- 10
7. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das flächenförmige Heizelement aus einem durch Vernadeln mechanisch erzeugten Schichtverbund zwischen einer dielektrischen textilen Trägerschicht (1) und einer elektrisch leitenden Faserbahn (2) oder einer dielektrischen textilen Trägerschicht, einer elektrisch leitenden Faserbahn (2) und einer dielektrischen textilen Deckschicht (3) besteht.
- 15
- 20
8. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanisch begrenzt oder in definierten Grenzen belastbare Faserbahn (2) aus elektrisch leitenden Fasern, vorwiegend Kohlenstoffasern besteht, wobei diese hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung in ungeordneten Richtungen liegen und ein Faservlies bilden.
- 25
- 30
9. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanisch begrenzt oder in definierten Grenzen belastbare Faserbahn (2) aus einem Gemisch von elektrisch leitenden und elektrisch nichtleitenden Fasern, vorwiegend einem Gemisch aus Kohlenstoffasern und Glasfasern bzw. und/oder Textilfasern besteht, wobei diese Fasern hinsichtlich ihrer Längs- und Querorientierung in ungeordneten Richtungen liegen und ein Faservlies bilden.
- 35
- 40
10. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanisch begrenzt oder in definierten Grenzen belastbare Faserbahn (2) aus elektrisch leitenden Fasern vorwiegend Kohlenstoffasern besteht, die zu Bündeln zusammengefaßt sind, in denen eine Vielzahl von seidenartigen Kohlenstoffäden, sogenannten Kohlenstoffaser-Filamenten, in ihrer Längsrichtung parallel zueinander liegend angeordnet sind, wobei diese Kohlenstoffaserbündel mittels quer zu ihrer Faserlängsrichtung vorgesehenen Kunststoffaserfäden zu einem gewebeartigen Flächengebilde verbunden sind, in denen die Kohlenstoffaserbündel als sogenannte Kettfäden und die Kunststoffaserfäden als sogenannte Schußfäden angeordnet sind.
- 45
- 50
- 55
11. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanisch begrenzt oder in definierten Grenzen belastbare Faserbahn (2) entweder aus einem durch elektrisch leitende Fasern, vorwiegend Kohlenstoffasern oder ein Gemisch von elektrisch nicht-leitenden Fasern und Kohlenstoffasern gebildetes Faservlies, aus Kohlenstoffaser-Filamenten oder aus einem gewirkten oder gestrickten, Kohlenstoffaser-Flächengebilde besteht.
12. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus Kohlenstoffasern bestehende Faservlies eine definierte Vliesdicke und eine mikroporöse Struktur mit in die Vliesdicke sich erstreckenden Hohlräumen aufweist.
13. Flächenförmiges flexibles Heizelement nach Anspruch 1 oder 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das das Heizelement bildende Faservlies ein- oder beidseitig mit einem gefüllten oder füllstoffreien kompakten oder geschäumten Polymer beschichtet wurde, wobei die elektrisch leitenden Fasern ganz oder teilweise von der Polymerkomposition durchdrungen sind.

