



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 24 849 T3** 2008.01.17

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 788 294 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 24 849.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 300 169.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.01.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.08.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **17.09.2003**

(97) Veröffentlichungstag

des geänderten Patents beim EPA: **01.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.01.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05B 3/86** (2006.01)

**H05B 3/84** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**9601865                      30.01.1996                      GB**

(73) Patentinhaber:

**Pilkington United Kingdom Ltd., St. Helens,  
Merseyside, GB**

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538  
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**BE, CH, DE, ES, FI, FR, GB, IT, LI, LU, SE**

(72) Erfinder:

**Castle, Derek Charles, Halesowen, West Midlands  
B63 1DQ, GB; Chamberlain, Mark Andrew,  
Birmingham, West Midlands B31 2JH, GB**

(54) Bezeichnung: **Elektrisch beheizbare Glasscheibe, Verfahren und Vorrichtung für ihre Herstellung**

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein elektrisch beheiztes Fenster und insbesondere, aber nicht ausschließlich, auf ein Fahrzeug-Verbundfenster mit mehreren Lagen, wobei das Fenster eine Anordnung von dünnen, nahe beieinander liegenden Drähten enthält, die sich über eine der Lagen erstrecken und ein Heizelement bilden, wobei die Heizwirkung vom Durchgang eines elektrischen Stroms durch die Drähte erzeugt wird.

**[0002]** Solche Fenster können als Windschutzscheibe, Heckfenster oder anderes Fenster eines Autos oder anderen Fahrzeugs, oder als ein Fenster (insbesondere die Windschutzscheibe) eines Nutzfahrzeugs, Lokomotive oder Flugzeug, oder auf einem Wasserfahrzeug oder Schiff installiert werden. Die elektrische Heizung wird genutzt, um Kondenswasser oder Eis auf den Oberflächen des Fensters aufzulösen und dadurch eine gute Sicht durch das Fenster aufrechtzuerhalten.

**[0003]** In seiner einfachsten Form weist ein Verbundfenster eine innere Lage eines Zwischenschichtmaterials ("die Zwischenschicht") auf, die zwischen zwei äußeren Lagen von steifem, durchsichtigem Flachverglasungsmaterial angeordnet ist, aber weiterentwickelte Verbundfenster weisen eine größere Anzahl von Lagen aus Zwischenschicht- und Verglasungsmaterialien auf, zum Beispiel, um dem Fenster eine größere Festigkeit gegenüber einem Schaden durch Aufprall zu verleihen und die Gefahr des Durchschlagens des Fensters zu reduzieren. Die Zwischenschicht ist normalerweise ein biegsames Kunststoffmaterial, zum Beispiel Polyvinylbutyral, und das Verglasungsmaterial kann Glas oder ein steifes Kunststoffmaterial sein. Es sind auch Verbundfenster bekannt, die zwei oder mehr Lagen aufweisen, von denen eine exponierte äußere Lage eine Lage aus biegsamem Kunststoffmaterial ist, das sowohl die Durchschlagfestigkeit erhöhen als auch die Gefahr der Verwundung durch Bruchstücke von Verglasungsmaterial während eines Aufpralls verringern kann. Eine solche äußere Kunststofflage bildet normalerweise die nach innen weisende Oberfläche des Fensters und wird allgemein einer Oberflächenbehandlung unterzogen, um ihre Abriebfestigkeit zu erhöhen.

**[0004]** Ein elektrisch beheiztes Fenster mit einer Anordnung von dünnen, nahe beieinander liegenden Drähten ist aus der US 3,729,616 bekannt. Diese Druckschrift beschreibt ein Verbundfenster mit einem Muster von gekräuselten Widerstandsdrähten, wobei die Kräusel in nicht paralleler, zufälliger Weise ausgerichtet sind, um Blendlicht von den Drähten zu verringern, wenn das Fenster als Windschutzscheibe genutzt wird. Der beheizte Bereich ist im Allgemeinen rechteckig, und da eine Windschutzscheibe normalerweise in etwa die Form eines Trapezes hat, gibt es allgemein dreieckige Bereiche nahe jeder kurzen Kante der Windschutzscheibe, die nicht beheizt werden. Es ist klar, dass Kondenswasser oder Eis in diesen ungeheizten Bereichen dort bleiben, wodurch die Sicht durch die Windschutzscheibe verschlechtert wird. In der vorliegenden Beschreibung wird der Ausdruck "Trapez" verwendet, um ein Viereck zu bezeichnen, bei dem nur ein Paar von Seiten parallel liegt.

**[0005]** Bei modernen Windschutzscheiben sind die unbeheizten dreieckigen Bereiche groß, und können sogar einen Teil des Bereichs enthalten, der normalerweise von den Scheibenwischern überstrichen wird ("der überstrichene Bereich"). Die daraus folgende Sichtbehinderung ist höchst unerwünscht, und kann ernste Sicherheitsfolgen haben. Wenn Eis im überstrichenen Bereich bleibt, kann außerdem als Ergebnis des Schrammens über Eis ein Schaden an den Wischerblättern entstehen. Eine Windschutzscheibe gemäß dem Stand der Technik, die solche unbeheizten Bereiche aufweist, ist in [Fig. 1](#) der vorliegenden Anmeldung dargestellt; es wäre wünschenswert, auch solche Bereiche beheizen zu können.

**[0006]** Eine mögliche Lösung wird in der GB 1,365,785 beschrieben, die hauptsächlich die Probleme der Stromunterbrechungen und des mit der Weglänge variierenden Widerstands betrifft, aber auch eine Anordnung offenbart, die im Wesentlichen die Gesamtheit von zwei besonderen Fensterformen heizt. Es werden zwei Fenster in Form eines Rechtecks bzw. eines Trapezes beschrieben, bei denen die Drähte von einer Seite zur anderen verlaufen, d.h. parallel zu den beiden langen, parallelen Kanten. Wenn das Fenster eine Windschutzscheibe wäre, würden die Drähte daher parallel zur Ober- und Unterkante verlaufen. Die Drähte sind in mehreren "Elementen" angeordnet, die je ihre eigenen "Kollektoren" aufweisen, und diese Elemente sind in Reihe geschaltet, so dass die variierenden Widerstände der Elemente kompensiert werden, und der gleiche Strom durch alle Elemente fließt. Die Komplexität der Schaltung würde aber zu einer teureren Herstellung führen.

**[0007]** Außerdem löst diese Anordnung nicht das Problem der Ausdehnung des Heizbereichs in den meisten modernen Fahrzeugfenstern, die gekrümmte Kanten haben und daher nur in etwa die Form eines Trapezes aufweisen. GB 1,365,785 zeigt nur, wie man den beheizten Bereich in Fenstern mit den offenbarten besonderen Formen und Drähten mit den besonderen Ausrichtungen, d.h. parallel zu den langen Kanten eines Fens-

ters, ausdehnt. Wenn das Fenster eine Windschutzscheibe ist, wird tatsächlich aber sehr bevorzugt, die Drähte so anzuordnen, dass sie in rechten Winkeln zu den beiden langen, im Allgemeinen parallelen Kanten verlaufen, d.h. von oben nach unten. Diese Anordnung vereinfacht das Heizen des ganzen primären Sichtbereichs (wie er in Sicherheitsnormen für Fahrzeuge definiert ist) und verringert die von den Drähten verursachte optische Störung der Sicht, insbesondere, da Windschutzscheiben mit immer größeren Spanwinkeln installiert werden, d.h. näher an der Waagrechten. Es wird daher eine allgemeinere Annäherung an das Problem der Ausdehnung des beheizten Bereichs von Fahrzeugfenstern benötigt.

**[0008]** EP 32,139, die der US 4,395,622 entspricht, beschreibt eine Lösung des Teilproblems, dass ein Teil des gewischten Bereichs ungeheizt ist. Die Drähte werden entlang von Kreisbögen verlegt, die in der Bewegungsrichtung des Wischers verlaufen. Das Patent lehrt, dass der beheizte Bereich so angeordnet sein sollte, dass er in etwa mit dem gewischten Bereich zusammenfällt; ein wesentlicher Teil des Fensters wird daher ungeheizt gelassen, wie in US 3,729,616. Das Patent befasst sich daher nicht mit dem Problem, den beheizten Bereich über den gewischten Bereich hinaus zu vergrößern.

**[0009]** GB 1,566,681, entsprechend US 4-209,687, bezieht sich auf das Problem der ablenkenden Wirkungen, die als Ergebnis des durch dünne, nahe beieinander liegende Drähte in einem elektrisch beheizten Fenster gehenden Lichts auftreten. Es wird vorgeschlagen, dass jeder Draht wie ein Wendel geformt wird, um solche Wirkungen zu lindern. Benachbarte Wendel können in paralleler, trapezförmiger, mäanderförmiger oder gewellter Beziehung angeordnet werden, je nach dem gewünschten Muster. Es wird aber nicht gesagt, wie die Wendel geformt sind, wie sie in diesen verschiedenen Beziehungen verlegt werden, oder warum ein besonderes Muster erwünscht sein kann, und daher hilft diese Druckschrift dem Fachmann, der den beheizten Bereich eines Fensters ausweiten möchte, nicht weiter.

**[0010]** Es bleibt daher das Bedürfnis nach einem verbesserten elektrisch beheizten Fenster bestehen, das mit Hilfe einer Anordnung von Drähten beheizt wird, die sich über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Bereich des Fensters erstrecken, und das wirtschaftlich hergestellt werden kann. Es ist auch wichtig, zu gewährleisten, dass die Heizwirkung über einen ausgedehnten Heizbereich nicht übermäßig in ihrer Stärke variiert, da sonst der zeitliche Unterschied beim Entfernen von Raureif oder Kondenswasser aus verschiedenen Bereichen des Fensters in der Praxis inakzeptabel wäre.

**[0011]** Entgegen aller Erwartungen wurde nun gefunden, dass es möglich ist, ein solches Fenster dadurch zu erhalten, dass die Drähte entlang divergierender Linien angeordnet werden. Während man früher anscheinend glaubte, dass die Anordnung von Drähten entlang nicht paralleler Linien in der Praxis nicht durchführbar sei, wurde nun überraschenderweise festgestellt, dass es möglich ist, auf relativ einfache Weise, wie sie nachfolgend beschrieben wird, eine der bekannten Arten von Vorrichtungen zum Verlegen von Drähten so zu verändern, dass die Drähte auf praktische und wirtschaftliche Weise entlang divergierender Linien angeordnet werden können. Außerdem hat man festgestellt, dass es möglich ist, die Stärke der Heizwirkung innerhalb annehmbarer Schwankungsbreiten über die Gesamtheit des ausgedehnten beheizten Bereichs zu steuern.

**[0012]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein elektrisch beheiztes Fenster geliefert, wie es im Anspruch 1 beansprucht wird. Die divergierenden Linien können gerade oder gekrümmt sein.

**[0013]** Unter dem Begriff "elektrische Verbindungsmittel" versteht der Fachmann im vorliegenden Zusammenhang, dass beliebige der üblicherweise bei solchen Fenstern zum Verbinden der Drahtanordnung verwendeten Elemente gemeint sind, einschließlich Sammelschienen, Zuleitungen, Kennzeichnungen, Stecker, Kabelschuhe und ihre entsprechenden Buchsen. Die Linien, entlang derer die Drähte verlaufen, sind insofern imaginär, als, so lange während der Herstellung des Fensters noch keine Drähte entlang der Linien verlegt sind, die Positionierung der Linien nicht durch Überprüfung bestimmt werden kann. Die Drähte selbst können gewellt oder auf andere Weise örtlich in einer regelmäßigen oder unregelmäßigen wiederholten Weise gekrümmt sein, um unerwünschte optische Wirkungen zu lindern, wie nachfolgend im einzelnen beschrieben wird; es wäre daher ungenau, die vorliegende Erfindung dadurch zu definieren, dass man sagt, die Drähte selbst divergieren, da man bei genauem Hinsehen feststellt, dass gewellte Drähte tatsächlich im Verlauf ihrer Länge wiederholt divergieren und konvergieren können. Die vorliegende Erfindung betrifft primär die Konfiguration und Ausrichtung der Drähte über die Gesamtheit eines Fensters, und sekundär das Formen in kleinerem Maßstab, zum Beispiel das Wellen der Drähte. Es ist klar, dass es möglich ist, entweder gewellte oder ungewellte Drähte entlang von Linien zu verlegen, wie durch die vorliegende Erfindung definiert wird.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Anordnung von Drähten eine oder mehrere Gruppen von Drähten auf, die entlang im Wesentlichen paralleler, gerader Linien verlaufen, und die Drähte

neben der Gruppe (den Gruppen) entlang divergierender Linien verlaufen. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass es bei den meisten Vorrichtungen schneller ist, die Drähte auf diese Weise auf einem Zwischenschichtteil zu verlegen (wie weiter unten beschrieben wird) und die Programmierung der Vorrichtung vereinfacht wird.

**[0015]** In einer anderen Ausführungsform der Erfindung verlaufen im Wesentlichen alle in der Anordnung enthaltenen Drähte entlang divergierender Linien. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, in Bezug auf die unterschiedlichen Fensterformen, die verdrahtet werden können, sehr flexibel zu sein. Dies rührt daher, dass der Divergenzwinkel zwischen der Linie, entlang der ein Draht verläuft, und der Linie, entlang der ein benachbarter Draht verläuft, begrenzt ist (wenn der Winkel zu groß ist, bleibt ein unbeheizter Bereich übrig), aber wenn jede Linie in Bezug auf die vorhergehende divergiert, kann der Gesamtwinkel zwischen gegenüberliegenden Seiten des beheizten Bereichs relativ groß werden, und so können immer extremere Fensterformen berücksichtigt werden.

**[0016]** Zumindest einige der Linien, entlang derer die Drähte verlaufen, liegen im Wesentlichen parallel zu einer Kante des Fensters.

**[0017]** Ein erfindungsgemäßes Fenster kann mindestens ein Paar von gegenüberliegenden, nicht parallelen Seiten aufweisen. Solch ein Fenster ist besonders geeignet für die Verwendung als Fahrzeug-Windschutzscheibe, da der beheizte Bereich sich bis zu den Aufbausäulen, die in der Autoindustrie als A-Säulen bekannt sind, erstreckt, die im Allgemeinen zueinander sowie zur Rückseite des Fahrzeugs geneigt sind.

**[0018]** Das Fenster hat ungefähr die Form eines Trapezes, aber mit gekrümmten Kanten, und zumindest einige der Drähte verlaufen entlang divergierender Linien in Richtungen von der kürzeren der beiden im Wesentlichen parallelen Kanten des Trapezes zur längeren der beiden im Wesentlichen parallelen Kanten.

**[0019]** Um die oben erwähnten Ausführungsformen der Erfindung herzustellen, hat es sich als notwendig herausgestellt, die bei der Herstellung von üblichen elektrisch beheizten Fenstern verwendeten, bekannten Verfahren und Vorrichtungen zu verbessern. Insbesondere hat sich herausgestellt, dass die Vorrichtung, die in der Vergangenheit verwendet wurde, um die Anordnung von Drähten für den Einbau als Teil des Heizelements zusammenzufügen (üblicherweise als Verdrahtungsmaschine bezeichnet), bei der Herstellung von Fenstern gemäß der Erfindung unzureichend ist.

**[0020]** Eine bekannte Vorrichtung wird in der US 3,795,472 (Ausscheidung aus der oben erwähnten US 3,729,616) beschrieben. Es wird eine Verdrahtungsmaschine vorgesehen, die eine drehbar montierte Trommel mit einer Drahtzufuhrvorrichtung an einer Seite aufweist. Eine dünne Lage einer zu verdrahtenden Zwischenschicht wird an der Trommel befestigt und gedreht, während Draht von der Drahtzufuhrvorrichtung geliefert wird. Diese Vorrichtung wird dazu gebracht, sich nach und nach in einer Richtung parallel zur Drehachse der Trommel zu bewegen, so dass aufeinanderfolgende Drahtwindungen auf die Zwischenschicht aufgebracht werden, wobei jede Drahtwindung einen Abstand zur vorhergehenden aufweist, um einen um die Trommel gewickelten, wendelförmigen Drahtbund zu erzeugen. Der Drahtbund wird entlang einer axialen Linie an der Oberfläche der Trommel im Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Kanten der Zwischenschicht aufgeschnitten, und die dünne Lage der Zwischenschicht wird von der Trommel genommen und für den Zusammenbau zu einem Verbundfenster auf eine der Lagen von Verglasungsmaterial gelegt.

**[0021]** Diese Vorrichtung liefert ein Produkt, bei dem die Drähte entlang paralleler, gerader Linien angeordnet sind, obwohl es aufgrund der willkürlich ausgerichteten Kräusel bei genauer Prüfung nicht präzise wäre, die Drähte selbst als parallel zu bezeichnen. Es ist nicht möglich, die oben erwähnten, verbesserten verdrahteten Produkte auf dieser Vorrichtung herzustellen.

**[0022]** Eine weitere Verdrahtungsmaschine mit einer Trommel ist in EP 443,691 beschrieben. Während verschiedene Verbesserungen in Bezug auf die Maschine der US 3,795,472 offenbart werden, betreffen sie nicht die Ausrichtung der Linien, entlang derer die Drähte aufgebracht werden, die im fertigen Fenster immer noch entlang von geraden und parallelen Linien angeordnet sind.

**[0023]** Eine andere Art einer Verdrahtungsmaschine ist in EP 32,139 beschrieben. Diese enthält einen flachen Tisch, auf den eine dünne Lage einer Zwischenschicht gelegt wird, eine gleitende Brücke, die über dem Tisch angeordnet ist und diesen umspannt, ein Drahtverlegungsglied, das gleitend auf der Brücke angebracht und an einer Verbindungsstange befestigt ist, die um eine senkrechte Achse schwenkt. Das Drahtverlegungsglied gleitet vorwärts und rückwärts auf der Brücke in einer Hin- und Herbewegung, aber da die Brücke selbst

auch hin und her gleiten kann, und das Drahtverlegungsglied von der Verbindungsstange beaufschlagt wird, verläuft die reine Bewegung entlang eines kreisförmigen Pfads. Drähte können mit dieser Vorrichtung nur dadurch entlang divergierender Linien verlegt werden, dass aufeinanderfolgende Drähte entlang nicht-konzentrischer, kreisförmiger Kurven verlegt werden. Als Ergebnis ist diese Maschine nicht geeignet, um Drähte in Anordnungen zu verlegen, die sich über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Teil eines Fensters mit einer Form erstrecken, die in modernen Fahrzeugen verwendet wird.

**[0024]** Keine dieser bekannten Drahtverlegungsmaschinen hat sich daher als zur Verwendung bei der Herstellung der oben erwähnten, verbesserten verdrahteten Produkte geeignet herausgestellt.

**[0025]** Es wurden ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Herstellung der oben erwähnten, verbesserten verdrahteten Produkte entwickelt, deren zugrundeliegender Fortschritt darin besteht, einen zusätzlichen Freiheitsgrad in der Bewegung der Drahtzufuhr- und Verlegevorrichtung (des "Drahtverlegungskopfs") zusammen mit zugeordneten Steuermitteln zum Steuern der zusätzlichen Bewegung zu liefern.

**[0026]** Gemäß diesen Aspekten der Erfindung wird zuerst ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch beheizten Fensters gemäß Anspruch 1 geliefert, wobei ein Teil des Verfahrens auf einer Vorrichtung durchgeführt wird, die eine um eine Achse drehbare, endlose Auflagefläche, um das Zwischenschichtmaterial zu tragen, und einen Drahtverlegungskopf für die Zufuhr von Draht und zu seinem Verlegen auf dem Zwischenschichtmaterial aufweist, wobei die Auflagefläche und der Drahtverlegungskopf zueinander in einer Richtung parallel zur Achse beweglich sind, und das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Befestigen eines Zwischenschichtteils in Stellung auf der Auflagefläche,
- Drehen der Auflagefläche,
- Verlegen von Draht dadurch, dass er mit Hilfe des Drahtverlegungskopfes mit dem Zwischenschichtmaterial in Kontakt gebracht wird, während die Auflagefläche dreht, so dass aufeinanderfolgende Drahtwindungen auf das Zwischenschichtmaterial gelegt werden,
- Anhalten der Drehung der Auflagefläche, wenn die gewünschte Anzahl von Drahtwindungen verlegt wurde,

wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

- Schneiden des Drahtbunds in einer Richtung parallel zur Achse, so dass er als eine allgemein flache Anordnung von Drähten auseinandergefaltet werden kann,
- Entfernen des verdrahteten Zwischenschichtteils von der Auflagefläche und Versehen der Anordnung von Drähten mit Stromanschlüssen, und
- Einsetzen des Zwischenschichtmaterialteils in ein Verbundfenster,

wobei das Verfahren während des Verlegens des Drahts aufweist:

- das Bewegen der Auflagefläche und des Drahtverlegungskopfes vorwärts und rückwärts zueinander in einer Hin- und Herbewegung in der Richtung parallel zur Achse und in Koordination mit der Drehung der Auflagefläche, um eine Anordnung von Drähten auf dem Zwischenschichtmaterial zu liefern, in der mindestens einige der Drähte entlang divergierender Linien verlaufen. Es ist klar, dass die relative Bewegung zwischen der Auflagefläche und dem Drahtverlegungskopf als Ergebnis der Bewegung nur der Auflagefläche oder nur des Drahtverlegungskopfes oder von beiden zusammen erhalten werden kann.

**[0027]** Zweitens wird auch eine Vorrichtung wie in Anspruch 10 beansprucht geliefert.

**[0028]** Vorzugsweise wird der Drahtverlegungskopf beweglich auf einem länglichen Glied montiert, das sich parallel zur Achse erstreckt, und wird vom Antriebsmittel entlang des länglichen Glieds in Hin- und Herbewegung angetrieben.

**[0029]** Die Erfindung wird nun durch die folgende, nicht einschränkend zu verstehende Beschreibung besonderer Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen veranschaulicht, in denen gleiche Bezugszeichen in allen Figuren gleiche Elemente bezeichnen.

**[0030]** [Fig. 1](#) ist eine allgemeine Ansicht eines bekannten elektrisch beheizten Fensters, gesehen in einer Richtung in etwa senkrecht zur Oberfläche des Fensters;

**[0031]** [Fig. 2](#) ist eine allgemeine Ansicht einer ersten Ausführungsform eines elektrisch beheizten Fensters gemäß der Erfindung, gesehen in einer der [Fig. 1](#) entsprechenden Richtung;

- [0032] [Fig. 3](#) ist eine stark vergrößerte Querschnittsansicht eines kleinen Randbereichs des Fensters aus [Fig. 2](#) entlang der Linie III-III in [Fig. 2](#);
- [0033] [Fig. 4](#) ist eine allgemeine Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines elektrisch beheizten Fensters, wieder in einer Richtung entsprechend denen der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gesehen;
- [0034] die [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) sind stark vergrößerte Ansichten der Heizdrähte in Versionen der Fenster, in denen die Drähte in verschiedenen Teilen des Fensters unterschiedlich angeordnet sind;
- [0035] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum Verlegen von Heizdrähten zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Fensters, einschließlich einer endlosen Auflagefläche in Form einer zylindrischen Trommel;
- [0036] [Fig. 7a](#) ist eine schematische Zeichnung, die die zylindrische Auflagefläche der Trommel aus [Fig. 6](#) als ein flaches Rechteck zeigt, so dass die ganze Auflagefläche gleichzeitig gesehen werden kann, und zeigt schematisch, wie Drähte verlegt werden können, wenn zwei Fenster gemäß dem Stand der Technik der in [Fig. 1](#) gezeigten Art hergestellt werden;
- [0037] [Fig. 7b](#) ist die gleiche schematische Darstellung wie in [Fig. 7a](#) und zeigt schematisch, wie Drähte verlegt werden können, wenn zwei Fenster gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung ([Fig. 2](#)) hergestellt werden.
- [0038] [Fig. 1](#) zeigt ein bekanntes elektrisch beheiztes Fenster **1**, das zur Verwendung als Windschutzscheibe eines Fahrzeugs geeignet ist. Es enthält einen Bereich **2**, der von einer Anordnung von dünnen, nahe beieinander liegenden Drähten **3** beheizt wird. Die Drähte sind in zwei Heizelementen **4** und **5** angeordnet, die je zwischen Sammelschienen **6** verlaufen, über die elektrischer Strom unabhängig an die beiden Heizelemente geliefert wird.
- [0039] Man wird verstehen, dass, da bei der in dieser Beschreibung beschriebenen Art von beheizten Fenstern die Heizdrähte sehr nahe beieinander liegen, es nicht möglich ist, in den Zeichnungen alle Drähte darzustellen, die tatsächlich in solchen Fenstern vorhanden sind. Folglich sollte klar sein, dass nur ein Bruchteil der Heizdrähte in den Zeichnungen der vorliegenden Beschreibung dargestellt ist, und sie sind weiter auseinander liegend gezeigt, als dies tatsächlich der Fall ist. Um dem Zeichner eine übermäßige Wiederholung zu ersparen, sind außerdem dort, wo der von Drähten bedeckte Bereich relativ groß ist, in einem Teil des Bereichs keine Drähte eingezeichnet. Stattdessen wurden gestrichelte Linien verwendet, um das Ausmaß des von Drähten bedeckten Bereichs anzuzeigen.
- [0040] Das Fenster **1** hat die allgemeine Form eines Trapezes, mit allgemein parallelen Kanten **8** und **9** und nicht parallelen Kanten **10** und **11**. Alle diese Kanten sind leicht gekrümmt.
- [0041] Das Vorsehen eines beheizten Bereichs **2** mit Drähten, die entlang paralleler, gerader Linien verlaufen, führt dazu, dass der beheizte Bereich rechteckig ist, und dadurch bleiben zwei allgemein dreieckige Bereiche **7** unbeheizt. Leider können die geraden, parallelen Drähte nicht einfach über die Bereiche **7** weitergeführt werden, da der Widerstand, und somit die Länge, jedes Drahtes **3** nicht übermäßig verändert werden sollte, wenn eine zufriedenstellende Leistung (d.h. einigermaßen gleichmäßiges Heizen) erhalten werden soll.
- [0042] Bezugnahmen in der vorliegenden Beschreibung auf die Form einer Linie, entlang derer ein Heizdraht verläuft (zum Beispiel "gerade") sind Bezugnahmen auf die Form der Linie, wenn das Zwischenschichtmaterial auf einer flachen Fläche angeordnet wird. Wenn ein Zwischenschichtmaterialteil mit Drähten, die entlang gerader Linien verlaufen, in ein gekrümmtes Fenster eingebaut und zwischen gekrümmten Lagen von Verglasungsmaterial angeordnet wird, nehmen die Linien offensichtlich die Krümmung des Verglasungsmaterials an, und erscheinen nur an einem bestimmten Punkt im Fenster absolut gerade, wenn sie an diesem Punkt in einer Richtung senkrecht zur Oberfläche des Fensters betrachtet werden.
- [0043] Ein Fenster mit Heizdrähten, die entlang paralleler, gerader Linien verlaufen (wie in [Fig. 1](#) gezeigt), kann unter Verwendung der aus der EP 443 691 bekannten Vorrichtung des Stands der Technik zum Verlegen von Heizdrähten hergestellt werden.
- [0044] [Fig. 2](#) zeigt ein elektrisch beheiztes Fenster gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Dieses Fenster **20** ist zur Verwendung als beheizte Fahrzeug-Windschutzscheibe verwendbar und wird von einer

Heizeinrichtung beheizt, die sich über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Teil des Fensters erstreckt. Das Fenster hat lange Kanten **29** und **30** und kurze Kanten **31** und **32**, wobei die langen Kanten im Wesentlichen parallel liegen, so dass das Fenster die allgemeine Form eines Trapezes aufweist, abgesehen von der Krümmung der Kanten. Wenn das Fenster in der für eine Windschutzscheibe üblichen Ausrichtung installiert ist, bilden die lange Kante **29** die Oberkante, die lange Kante **30** die Unterkante und die kurzen Kanten **31**, **32** die Seiten der Windschutzscheibe.

**[0045]** **Fig. 3** ist ein Querschnitt durch das Fenster **20** entlang der Linie III-III der **Fig. 2**. Das Fenster weist zwei Lagen von Flachverglasungsmaterial auf, die gekrümmt sein können, wobei die die Außenfläche **44** des Fensters **20** bildende Lage als äußere Lage **40** und die die Innenfläche **47** des Fensters (d.h. die Oberfläche des Fensters, die nach der Verglasung zur Innenseite des Gegenstands, zum Beispiel eines Fahrzeugs, zeigt, das durch das Fenster verglast werden soll) bildende Lage als innere Lage **41** bezeichnet ist. Während die Lagen **40**, **41** aus einem beliebigen steifen, durchsichtigen Flachverglasungsmaterial (zum Beispiel verschiedene Kunststoffe) bestehen können, ist Glas ein bevorzugtes Material. Die Lagen haben weitere Oberflächen **45**, **46**, die durch eine Lage von Zwischenschichtmaterial **42**, das im fertigen Produkt durchsichtig ist und sich zwischen den Lagen von Verglasungsmaterial erstreckt, miteinander verbunden werden, um einen Verbund zu bilden. Die Zwischenschicht besteht im Allgemeinen aus einem Kunststoffmaterial mit geeigneten physikalischen und chemischen Eigenschaften, um die Lagen von Verglasungsmaterial miteinander zu verbinden und dem Produkt die erforderliche Leistungsfähigkeit für seine Anwendung zu verleihen, zum Beispiel in Bezug auf die Sicherheit, optische Leistung usw. Ein geeignetes Zwischenschichtmaterial ist Polyvinylbutyral ("PVB"), aber es können auch andere Zwischenschichtmaterialien verwendet werden. Wie oben erwähnt, gibt es andere Aufbauten von Verbundfenstern, die mehr oder weniger Lagen verwenden.

**[0046]** Immer noch unter Bezugnahme auf **Fig. 3** ist ein im Wesentlichen undurchsichtiges Band **43** (in der Fahrzeugverglasungsindustrie als Abdunklungsband bekannt) um den Umfang einer Fläche der Lagen, vorzugsweise der Innenfläche **45** der äußeren Lage **40**, angeordnet. Das Abdunklungsband **43** kann die Form einer gedruckten Beschichtung aufweisen, die aus einer keramischen Tinte (auf Frittebasis) zusammengesetzt ist. Das Abdunklungsband dient dazu, den Aufnahmeflansch des Fahrzeugaufbaus zu verdecken, wenn die Windschutzscheibe in Stellung eingeglast ist; und wenn das Fenster mit Kleber verglast wird, verdeckt das Band nicht nur den Kleber und/oder das Dichtmittel, sondern schützt diese auch vor Licht, insbesondere vor seinem ultravioletten Bestandteil. In der vorliegenden Beschreibung sind Bezugnahmen auf einen durchsichtigen Teil des Fensters Bezugnahmen auf den nicht vom Abdunklungsband verdeckten Teil. In **Fig. 3** ist eine imaginäre Linie Z-Z gezeigt, die den undurchsichtigen Teil **48** vom durchsichtigen Teil **49** trennt.

**[0047]** Vorzugsweise ist das Abdunklungsband **43** auf der Innenfläche **45** der äußeren Lage **40** angeordnet, da das Band in dieser Stellung zusätzlich in der Lage ist, Bauteile, wie zum Beispiel Sammelschienen, vor der Sicht von außen zu verdecken, die sich auf einer Umfangsfläche der Zwischenschichtlage **42** befinden. Aus diesem Grund wurde das Abdunklungsband in **Fig. 2** weggelassen, um die Sammelschienen zu zeigen. Wenn das Abdunklungsband auf einer anderen Oberfläche, zum Beispiel der Oberfläche **47** angeordnet ist, kann eine organische Grundierung stattdessen auf die Innenfläche **45** aufgebracht werden, so dass Bauteile, die sich auf einer Umfangsfläche der Zwischenschichtlage befinden, nach wie vor verdeckt werden.

**[0048]** Wieder unter Bezugnahme auf **Fig. 2** wird das Fenster **20** von einer Heizeinrichtung beheizt, die eine Anordnung **21** von dünnen, nahe beieinander liegenden Drähten **22** aufweist, welche auf einer Fläche einer der Lagen angeordnet sind, vorzugsweise auf der Innenfläche der Lage aus Zwischenschichtmaterial, obwohl es absolut möglich ist, die Erfindung mit auf der Außenfläche der Lage aus Zwischenschichtmaterial oder in der Mitte der Lage angeordneten Drähten durchzuführen, insbesondere wenn es eine Verbundlage ist. Die Erfindung schließt nämlich auch Fenster ein, bei denen die Drähte auf einer Fläche einer der anderen Lagen angeordnet ist, vorausgesetzt, sie sind ausreichend geschützt. Die Anordnung kann zwei oder mehr Heizelemente **23**, **24** enthalten, wobei jedes Element seine eigene Stromversorgung aufweist. Diese Anordnung wird für große Fenster vorgezogen, da solche Fenster, wenn sie von einer Standard-12 Volt-Fahrzeugstromversorgung mit Strom versorgt werden, eine große Menge Strom abziehen. Das Aufteilen der Anordnung in unabhängig versorgte Elemente reduziert die Last auf den verschiedenen elektrischen Verbindungseinrichtungen, die Strom an jedes Element liefern; selbstverständlich kann die Anzahl von Elementen je nach Größe der Windschutzscheibe verändert werden.

**[0049]** Im Fenster der **Fig. 2** erstrecken sich die Elemente **23** und **24** zwischen elektrischen Verbindungseinrichtungen in Form von Sammelschienen. Dementsprechend gibt es zwei Sammelschienen **25**, **26**, die entlang der Oberkante **29** der Windschutzscheibe verlaufen, und zwei Sammelschienen **27**, **28**, die entlang der Unterkante **30** verlaufen. Die Sammelschienen bestehen aus einem elektrisch leitenden Band, normalerweise einem

Metallband, zum Beispiel Kupferbändern mit einer Breite von 3 bis 6 mm, vorzugsweise einer Breite von 6 mm, und einer Stärke zwischen etwa 0,04 und 0,08 mm. Die Bänder sind vorzugsweise mit einer Oberflächenschicht aus Zinn oder Zinnbleilegierung (Verhältnis Sn:Pb von 60:40) verzinkt, um das Kupfer vor Oxidation zu schützen.

**[0050]** Bei dieser Windschutzscheibe verlaufen die oberen Sammelschienen **25, 26** um die oberen Ecken und an den Seiten **31, 32** der Windschutzscheibe herunter. Die Sammelschienen **25, 26, 27, 28** können mit beweglichen Zuleitungen **33** durch Löten verbunden werden, ggf. aus Gründen der Übersichtlichkeit über eine kleine Verbinder-Kennzeichnung bekannter Bauart (nicht dargestellt), und die Zuleitungen haben Abschlüsse **34**, die für die Verbindung mit einer Spannungsversorgung geeignet sind. Alternativ können übliche Kabelschuhverbinder an die Enden der Sammelschienen gelötet werden, und Zuleitungen können an den Kabelschuhen befestigt werden. Diese Zuleitungen, Kennzeichnungen, Abschlüsse und Verbinder bilden auch elektrischen Verbindungseinrichtungen.

**[0051]** Die Drähte **22** sind vorzugsweise an dem die Sammelschienen **25, 26, 27, 28** bildenden Band durch Verwendung eines weiteren Stücks von Sammelschienenband (nicht dargestellt) zur Bildung eines Sandwichs mit den Drähten zwischen den beiden Bändern befestigt, wobei eine Fläche von mindestens einem der Sammelschienenbänder mit einer Oberflächenschicht aus Lötmaterial mit niedrigem Schmelzpunkt versehen ist, so dass das Lötmaterial beim Durchgang durch einen Autoklaven schmilzt, um einen guten elektrischen Kontakt zwischen dem Sammelschienenband und den Drähten zu liefern. Eine solche Technik ist aus der EP 385 791 bekannt.

**[0052]** Die Drähte **22** bestehen vorzugsweise aus Wolfram und haben vorzugsweise eine Dicke von 10–30 µm für eine Nennbetriebsspannung von 12 Volt; typischerweise kann die Anordnung **21** von Drähten für eine Windschutzscheibe zwischen 300 und 900 Drähte aufweisen, je nach der Größe der Windschutzscheibe und dem verwendeten Abstand zwischen den Drähten. Die Drähte sind so angeordnet, dass sie entlang divergierender Linien verlaufen, so dass die Anordnung sich über im Wesentlichen die Gesamtheit des durchsichtigen Teils **49** (wie in [Fig. 3](#) angezeigt) des Fensters erstreckt. Bei dieser Fensterform verlaufen die Drähte entlang von Linien, die in einer Richtung von einer langen Kante (Oberkante **29**) zur anderen, im Allgemeinen parallelen, langen Kante (Unterkante **30**) divergieren. Man kann sagen, dass die Drähte sich ausfächern, und als Ergebnis sind die Drähte neben den kurzen Kanten **31** und **32** im wesentlichen parallel zu diesen jeweiligen Kanten. Diese Anordnung von Drähten kann selbstverständlich auch als in einer Richtung von der Unterkante **30** zur Oberkante **29** konvergierend beschrieben werden. In dieser Ausführungsform verlaufen im Wesentlichen alle in der Anordnung **21** enthaltenen Drähte entlang divergierender Linien, und wie oben bereits erwähnt, bietet diese Anordnung eine größere Flexibilität in Bezug auf die Formen von Windschutzscheiben, die zufriedenstellend verdrahtet werden können. Während bei den meisten Windschutzscheiben der Winkel zwischen den Seiten **31** und **32** im Bereich zwischen 5° und 20° liegt, ist es mit dieser Anordnung möglich, Windschutzscheiben mit extremeren Formen zu verdrahten (wie zum Beispiel Windschutzscheiben von Rennwagen), bei denen dieser Winkel mehr als 50° beträgt. Die Begrenzung hängt auch von den relativen Proportionen eines Fensters ab, und so können für andere Arten von Fenstern als Windschutzscheiben andere Werte gelten.

**[0053]** Es ist dem Fachmann bekannt dass, wenn ein helles Licht von einer Punktquelle, wie zum Beispiel einem der Scheinwerfer eines entgegenkommenden Fahrzeugs, durch eine Windschutzscheibe scheint, die eine Anordnung von dünnen, nahe beieinander liegenden, geraden Drähten aufweist, unerwünschte sekundäre optische Wirkungen auftreten können (von denen man annimmt, dass sie von Reflexionen von den Drähten stammen), welche die Sicht des Fahrzeugführers durch die Windschutzscheibe unterbrechen. Wie es im Stand der Technik üblich ist, haben die Drähte **22** des Fensters **20** normalerweise Wellenformen, um diese Wirkungen zu lindern, zum Beispiel sind sie in einem sinusförmigen Muster gewellt. Es können andere Muster verwendet werden, wie zum Beispiel ein Zickzackmuster, oder eine schraubenförmige Spirale, oder die Wellenformen können von zufälliger Art sein.

**[0054]** [Fig. 4](#) zeigt eine zweite Ausführungsform eines elektrisch beheizten Fensters gemäß der Erfindung, bei der einige der Drähte entlang divergierender Linien verlaufen, während andere Drähte entlang von im wesentlichen parallelen, geraden Linien verlaufen. Diese Ausführungsform ist auch besonders geeignet für die Verwendung als Windschutzscheibe eines Fahrzeugs. Viele Aspekte dieses Fensters **50** sind die gleichen oder ähnlich wie die entsprechenden Aspekte des im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschriebenen Fensters **20** ([Fig. 2](#) und [Fig. 3](#)), und daher werden diese Aspekte hier nicht weiter beschrieben. Zu diesen Aspekten gehören die Zusammensetzung des Fensters, d.h. aus Lagen von Verglasungsmaterial und Zwischenschichtmaterial; Verwendung und Einzelheiten eines beliebigen Abdunklungsbands; und die Materialien, die für die Drähte, Sammelschienen und ihre Verbindung verwendet werden.

**[0055]** Das Fenster **50** weist auch eine Anordnung **51** von dünnen, nahe beieinander liegenden Drähten **22** auf, aber die Anordnung unterscheidet sich von derjenigen des in [Fig. 2](#) gezeigten Fensters **20** dadurch, dass sie in der bevorzugten Version der dargestellten Ausführungsform eine zentrale Gruppe **55** von Drähten aufweist, die entlang im Wesentlichen paralleler, gerader Linien verlaufen. Neben dieser Gruppe **55** von Drähten, und beidseitig von ihr, befinden sich weitere Gruppen von Drähten **56** bzw. **57**, die entlang divergierender Linien verlaufen, so dass die Anordnung **51** sich über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Teil des Fensters erstreckt. Der Vorteil der Verwendung von entlang gerader Linien verlaufenden Drähten für einen Teil des Fensters, in dem seine Form es erlaubt, steht in Zusammenhang mit der für die Herstellung des Fensters benötigten Zeit und wird im Zusammenhang mit der nachfolgenden [Fig. 6](#) erklärt werden. Auch in [Fig. 4](#) ist die Anordnung **51** in zwei Heizelemente **53** und **54** aufgeteilt.

**[0056]** In beiden oben beschriebenen Ausführungsformen ist es wichtig zu gewährleisten, dass die für ein Fenster gewählte, besondere Anordnung von divergierenden Drähten über den beheizten Bereich zumindest eine einigermaßen gleichmäßige Heizwirkung liefert (gemessen zum Beispiel als Heizleistungsdichte). Vorzugsweise sollte das Verhältnis der maximalen Heizleistungsdichte zur minimalen Heizleistungsdichte, gemessen an verschiedenen Stellen auf dem Fenster, weniger als 2,0, noch bevorzugter weniger als 1,5, und am bevorzugtesten weniger als 1,3 betragen. Unter der Annahme, dass die Speisespannung fest ist, hängt die Heizleistungsdichte vom Widerstand der Drähte (der wiederum von ihrer Dicke und ihrer Länge abhängt) und dem Abstand der Drähte ab, und wird auch von dem Grad der Wellung der Drähte beeinflusst.

**[0057]** Für eine zufriedenstellende Leistung sollte der maximale Abstand der meisten Drähte im durchsichtigen Teil einer Windschutzscheibe 10 mm nicht überschreiten, vorzugsweise ist er geringer als 5 mm, und es kann wünschenswert sein, den Abstand auf 3 mm oder weniger zu halten, besonders in kritischen Bereichen wie dem primären Sichtbereich. Benachbarte Drähte sollten einander nicht berühren, daher wird der Mindestabstand von der Genauigkeit, mit der Drähte beim Verlegen positioniert werden können, und von dem verwendeten Wellungsgrad bestimmt. Die Anzahl von Drähten, die in der Anordnung für eine bestimmte Windschutzscheibe enthalten sein sollen, wird unter Berücksichtigung des gewünschten Drahtabstands gewählt; es ist klar, dass der Abstand aufgrund der Divergenz der Drähte die Neigung hat, zur Unterseite der Windschutzscheibe hin größer zu sein als zur Oberseite hin. Es gibt daher eine entsprechende Neigung der Heizleistungsdichte, zu den unteren Ecken der Windschutzscheibe hin abzunehmen.

**[0058]** Eine Veränderung in der Heizwirkung wird auch durch eine Veränderung der Länge (und somit des Widerstands) der Drähte verursacht. Einer der Vorteile der spezifischen Ausführungsformen der Erfindung ist es, dass aufgrund der Verringerung des Sammelschienenabstands die Drähte in den Bereichen neben den Seiten **31**, **32** des Fensters kürzer sind (und somit im Betrieb warmer werden), wo der maximale Abstand die Neigung hat, größer zu sein. Die Wirkungen der Veränderung in Abstand und Länge kompensieren daher einander in diesem Fall in einem gewissen Ausmaß. Vorzugsweise beträgt der Widerstand der kürzeren Drähte mindestens 50 % der längeren Drähte, noch bevorzugter beträgt er mindestens 70 %, und wenn eine besondere Gleichmäßigkeit der Heizung erforderlich ist, beträgt er mindestens 80 %.

**[0059]** Die Positionierung der Sammelschienen auf einem Fenster wird aber auch von der Form des Fensters und der Stelle beeinträchtigt, an der die elektrischen Verbindungen erfolgen sollen. Aus diesem Grund, und auch zur Gewährleistung einer einigermaßen gleichmäßigen Heizwirkung in Windschutzscheiben mit extremen Formen, ist es wünschenswert, über eine weitere Technik zu verfügen, mit der die Wirkung des Drahtabstands auf die Heizleistungsdichte kompensiert werden kann.

**[0060]** Während der Entwicklung der vorliegenden Erfindung wurde herausgefunden, dass die Veränderung des Wellungsgrads in den Drähten eine solche Technik liefert. Während das Vorhandensein eines kleinen Wellungsgrads wünschenswert ist, um ungünstige optische Wirkungen zu lindern, kann der Wellungsgrad über diesem Mindestniveau anscheinend ohne weitere optische Wirkung verändert werden. Diese Entdeckung kann auf verschiedene Weise genutzt werden; zum Beispiel kann sie verwendet werden, um den Widerstand eines Drahts zu erhöhen, der sonst zu heiß werden würde. Durch eine stärkere Wellung eines solchen Drahts wird seine tatsächliche Länge vergrößert, obwohl er immer noch über den gleichen Sammelschienenabstand verläuft. Zudem kann der Wellungsgrad verwendet werden, um den Wärmeausstoß eines Drahts zu einem Ende hin vorzuspannen, obwohl der im Draht fließende Strom natürlich entlang seiner Länge konstant ist. Wenn der Draht nur zu einem Ende hin stärker gewellt ist, zum Beispiel, wo er aufgrund der Divergenz einen größeren Abstand zum benachbarten Draht hat, ist der Wärmeausstoß zu diesem Ende hin entsprechend größer.

**[0061]** Die [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) zeigen mögliche Wege, wie der Wellungsgrad variiert werden kann. In [Fig. 5a](#)

ist ein kreisförmiger Bereich **60** einer Drahtanordnung in vergrößertem Maßstab gezeigt. Die Drähte **62** verlaufen entlang divergierender Linien **61**, die örtlich einen Zwischenraumabstand aufweisen, der mit dem Pfeil M bezeichnet ist, und die stark gewellt sind. Der Bereich **60** kann zum Beispiel aus einer unteren Ecke einer Windschutzscheibe stammen, wo die Drähte aufgrund der Divergenz einen größeren Abstand aufweisen. In [Fig. 5b](#), die im gleichen Maßstab vergrößert ist wie [Fig. 5a](#), ist ein anderer kreisförmiger Bereich **63** von Drähten gezeigt. Der Bereich **63** stammt von einem anderen Teil der Anordnung und kann zum Beispiel aus einer oberen Ecke einer Windschutzscheibe sein. In [Fig. 5b](#) verlaufen die Drähte **65** entlang divergierender Linien **64**, die einen kleineren Abstand aufweisen, der durch den Pfeil N bezeichnet ist, und sie sind nur leicht gewellt. Trotz des Unterschieds im Drahtabstand kann die Heizleistungsdichte aufgrund der stärkeren Wellung im Bereich **60** in den beiden Bereichen in etwa die gleiche sein. Tatsächlich können die Drähte **65** und **62** sogar die gleichen Drähte an verschiedenen Punkten entlang ihrer Länge sein, in welchem Fall diese Figuren zeigen, wie der Wellungsgrad entlang der Länge einzelner Drähte variieren kann.

**[0062]** Der Wellungsgrad in einem bestimmten Draht kann praktischerweise quantifiziert werden, indem er als die Differenz zwischen der Länge des Drahts im geraden Zustand (d.h. vor dem Wellen) und der (kürzeren) Länge ausgedrückt wird, über die er sich nach dem Wellen erstreckt, geteilt durch diese letztere Länge, und durch Angabe des Verhältnisses als Prozentsatz, d.h.:

$$\frac{\text{ungewellte Länge} - \text{gewellte Länge}}{\text{gewellte Länge}} \times 100\%$$

**[0063]** Wenn er so ausgedrückt wird, kann der Wellungsgrad zwischen einem minimalen merkbaren Niveau, z.B. 1 %, oder möglicherweise einem höheren Niveau, wie z.B. 3 % oder 5 %, und einem Maximum variieren, das in der Praxis durch die Fähigkeit bestimmt wird, den stark gewellten Draht während des Verlegens des Drahts zu steuern, z.B. 100 %, vorzugsweise 50 %, und bestimmt 30 %.

**[0064]** [Fig. 6](#) zeigt eine Vorrichtung **90** zum Verlegen von Heizdrähten entlang gerader oder divergierender Linien in verschiedenen Konfigurationen, so dass die Drahtanordnung sich im fertigen Fenster über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Teil eines Fensters erstreckt, wie oben beschrieben. Die Vorrichtung enthält einen Sockel **105**, einen Drahtverlegungskopf **95** und eine endlose Auflagefläche **91** für das Stück oder die Stücke von Zwischenschichtmaterial **92** ("die Zwischenschicht"). Die Auflagefläche **91** wird von der gekrümmten Oberfläche einer zylindrischen Trommel **93** geliefert, die in der Richtung des Pfeils Y um eine Drehachse gedreht werden kann, die durch die gestrichelte Linie X-X dargestellt ist. Die Trommel **93** wird über den Gurt **106** von einem (nicht dargestellten) Motor innerhalb des Sockels **105** angetrieben. Die Auflagefläche **91** kann gelocht sein, und der innere Luftdruck der Trommel **93** kann reduziert sein, um die Zwischenschicht mit ihr in Kontakt zu halten. Das Innere der Trommel kann zum Beispiel mit einer äußeren Saugeinrichtung verbunden sein.

**[0065]** Die bevorzugte Art, eine relative Bewegung zwischen der Auflagefläche **91** und dem Drahtverlegungskopf **95** zu liefern, ist es, den letzteren für eine gleitende Bewegung entlang eines oder mehrerer länglicher Glieder zu montieren, die sich in einer Richtung parallel zur Achse X-X erstrecken. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, besteht das längliche Glied aus zwei Schienen **94**, die sich parallel zur Achse X-X erstrecken und zu einer Seite der Trommel **93** verschoben sind. Andere Maßnahmen zum Liefern einer Translationsbewegung des Drahtverlegungskopfes sind möglich.

**[0066]** Der Drahtverlegungskopf **95** weist Vorrichtungen für die Zufuhr von Draht und für sein Verlegen auf der Zwischenschicht **92** auf. Draht wird von einer Drahtspule **99** geliefert, die zusätzlich mit einer Einrichtung zum Abwickeln des Drahts über Drahtführungseinrichtungen wie zum Beispiel Riemenscheiben oder Ösen **100** versehen sein kann, und wird mit Hilfe einer Verlegerolle **96** mit der Zwischenschicht in Kontakt gebracht. Die Spule und die Drahtführungseinrichtung sind so angeordnet, dass sie dem Draht eine leichte Spannung verleihen, was dazu beiträgt, den Draht korrekt gefädelt und unter Kontrolle zu halten.

**[0067]** Vorzugsweise weist der Drahtverlegungskopf auch Mittel auf, um dem Draht Wellenformen zu verleihen, die verwendet werden, wenn eine Zwischenschicht für eine Windschutzscheibe verdrahtet wird, zum Beispiel ineinandergreifende Ritzel oder Kegelräder **101**, **102**, durch die hindurch der Draht zugeführt wird, um ihn zu wellen. Die Drahtführung, Wellungszahnräder und Verlegerolle sind alle auf einem Arm **107** angebracht, wobei die Wellungszahnräder am Arm über einen Hilfsrahmen **108** und die Verlegerolle über ein schwenkbares Verbindungsglied **109** montiert sind. Es können andere Wellungszahnräder mit anderen Zahngrößen verwendet werden, um unterschiedliche ursprüngliche Wellungsgrade zu erhalten. Da der Draht auch vorzugsweise unter einer leichten Spannung gehalten wird, wenn er vom Verdrahtungskopf auf die Trommel übergeht, kann

außerdem ein Teil der Wellung aus dem Draht herausgezogen werden. Durch Veränderung der Spannung kann der Wellungsgrad somit während des Durchlaufs verändert werden.

**[0068]** Eine bevorzugte Art zu gewährleisten, dass der Draht an der Zwischenschicht haftet, nachdem er mit ihr in Kontakt gebracht wurde, ist das Erwärmen des Drahts, da die Zwischenschicht im warmen Zustand klebrig wird, wodurch der warme Draht die Neigung hat, an der Zwischenschicht zu haften. Ein bevorzugtes Verfahren, den Draht zu erwärmen, ist es, einen elektrischen Strom durch ihn zu führen, daher weist der Verdrahtungskopf vorzugsweise Mittel zum Anlegen einer Spannung über eine Drahtlänge nahe der Stelle auf, an der er mit der Zwischenschicht in Kontakt gebracht wird. Eine praktische Art, dies zu erreichen, ist es, über mit einer Spannungsquelle (nicht dargestellt) verbundene, elektrische Zuleitungen **103**, **104** eine Spannung zwischen der Verlegerolle **96** und den Wellungszahnrädern **101**, **102** anzulegen.

**[0069]** Die Verlegerolle **96** ist um eine Achse **110** drehbar, die durch ihre Mitte verläuft, so dass sie über die Zwischenschicht rollen kann, während sie den warmen Draht in die Oberfläche der Zwischenschicht presst. Um sich Änderungen in der Richtung der divergierenden Linien, entlang derer der Draht verlegt wird, anzupassen, können die Verlegerolle und ein Teil des Arms **107** auch um eine zweite Achse im Wesentlichen im rechten Winkel zur Drehachse der Verlegerolle geschwenkt werden. Solch eine zweite Achse ist durch die Linie V-V in [Fig. 6](#) angezeigt, und der Pfeil W zeigt die Schwenkrichtung. Die Achse V-V, um die die Rolle, das Verbindungsglied und der Arm geschwenkt werden können, ist vorzugsweise im Wesentlichen im rechten Winkel zu einer Tangente der Auflagefläche **91**, gesehen an dem Punkt, an dem die Verlegerolle **96** mit ihr (oder mit der Zwischenschicht) in Kontakt gelangt, ausgerichtet. Als Alternative zum Schwenken der Verlegerolle und eines Teils oder des ganzen Drahtverlegungskopfes **95** können nur die Verlegerolle **96** und ihr Montageverbindungsglied **109** einzeln geschwenkt werden. In diesem Fall wird die Schwenkachse zur Verlegerolle verschoben, um durch den Kontaktpunkt zwischen der Verlegerolle und der Zwischenschicht auf der Auflagefläche zu verlaufen, und eine zweite Drahtführungseinrichtung (nicht dargestellt) kann neben der Verlegerolle vorgesehen werden, um dazu beizutragen, den Draht auf der Verlegerolle in Stellung zu halten, wenn letztere schwenkt.

**[0070]** Der Drahtverlegungskopf **95** enthält auch eine Antriebseinrichtung **97**, zum Beispiel einen elektrischen Motor, um den Drahtverlegungskopf entlang von Schienen **94** in einer gleitenden Hin- und Herbewegung vor und zurück anzutreiben, wie durch den Pfeil U angezeigt ist. Diese Hin- und Herbewegung erfolgt zusätzlich zu einer Vorschubrichtung, die durch den Pfeil T angezeigt ist, in anderen Worten ist die Antriebseinrichtung in der Lage, den Drahtverlegungskopf von einem Ende der Trommel zum anderen zu bewegen und ihn außerdem während einer solchen Vorwärtsbewegung hin- und herzubewegen. Die verschiedenen Bewegungen, die die Antriebseinrichtung **97** durchführen kann, werden von einer Steuereinrichtung **98** gesteuert, die vorzugsweise eine NC-Steuereinrichtung (numerische Steuerung) ist, und die die Hin- und Herbewegung des Drahtverlegungskopfes mit der Drehung der Trommel koordiniert. Weitere Einzelheiten der bekannten Aspekte dieser Vorrichtung sind aus der EP 443 691 entnehmbar.

**[0071]** Obwohl nur ein Zwischenschichtteil **92** in [Fig. 6](#) zu sehen ist, ist es wünschenswert, zwei oder mehr Teile zugleich verdrahten zu können.

**[0072]** [Fig. 7](#) zeigt zwei Wege, dies zu tun; in [Fig. 7a](#) ist eine Anordnung gezeigt, um zwei Zwischenschichtteile **12** zur Herstellung des Fensters gemäß dem Stand der Technik aus [Fig. 1](#) zu verdrahten, während [Fig. 7b](#) eine Anordnung zur Herstellung des Fensters aus [Fig. 2](#) zeigt. In beiden Fällen wurde die endlose Auflagefläche **91** der Trommel **93** als ein Rechteck dargestellt, als ob die Fläche aufgeschnitten und flach ausgelegt wäre.

**[0073]** Bei der Herstellung von Fenstern gemäß dem Stand der Technik (wie in [Fig. 1](#) gezeigt) ist ein wichtiger Gesichtspunkt, dass Raum auf der Trommeloberfläche eingespart wird, und daher werden die Zwischenschichtteile **12** auf der Trommel so angeordnet, dass die Krümmung aller allgemein parallelen, langen Kanten **8**, **9** in die gleiche Richtung weist. Dadurch können die Zwischenschichtteile so nahe wie möglich beieinander angeordnet werden, wodurch die Größe der Zwischenschichtteile, die paarweise auf einer gegebenen Trommel verdrahtet werden können, maximiert werden kann.

**[0074]** Während diese Anordnung von Zwischenschichtteilen die Nutzung des Bereichs der Auflagefläche optimiert, ist es jedoch schwieriger, zu verdrahten, wenn die Drähte entlang divergierender Linien verlaufen, die im Allgemeinen parallel zu den kurzen Kanten **31**, **32** der Teile sind, da der Draht in dem Bereich zwischen den beiden Zwischenschichtteilen um zwei scharfe Ecken verlaufen müsste, um für das nächste Teil wieder ausgerichtet zu werden. Daher kann eine andere Anordnung der Zwischenschichtteile vorgesehen werden, die es ermöglicht, die Verdrahtung schneller und zuverlässiger durchzuführen, obwohl man, da sie den Raum auf der Auflagefläche nicht so wirksam nutzt, erst zögern könnte, sie in Betracht zu ziehen.

**[0075]** [Fig. 7b](#) zeigt eine Anordnung von Zwischenschichtteilen **92** auf der Auflagefläche **91**, die verwendet werden kann, wenn die Teile für die Herstellung einer Windschutzscheibe wie in [Fig. 2](#) dargestellt bestimmt sind. Die längeren Kanten **30** der beiden parallelen Kanten jedes der beiden Zwischenschichtteile werden nebeneinander angeordnet, so dass die beiden Teile sich in einem entgegengesetzten Verhältnis mit im Wesentlichen einer Spiegelsymmetrie um eine Linie befinden, die in der Mitte zwischen den beiden längeren Kanten verläuft. Wie in [Fig. 7b](#) zu sehen, treffen sich die Linien, entlang derer die Drähte **22** verlegt werden, zwischen den Zwischenschichtteilen, wodurch es dem Drahtverlegungskopf **95** ermöglicht wird, direkt von einem Zwischenschichtteil zum anderen überzugehen, ohne um scharfe Ecken zu drehen. Die gleiche Anordnung kann verwendet werden, um das Fenster der [Fig. 4](#) herzustellen. Wenn die Auflagefläche groß genug ist, kann die Anzahl von Teilen selbstverständlich auf vier oder sogar noch mehr erhöht werden.

**[0076]** Die Herstellung eines beheizten Fensters gemäß der Erfindung, einschließlich des Betriebs der Verdrahtungsvorrichtung **90**, wird nun mit besonderer Betonung der neuen Gesichtspunkte beschrieben.

**[0077]** Ein Zwischenschichtteil, das auf die geeignete Form und Größe für das herzustellende Fenster zu- rechtgeschnitten wurde, wird auf eine waagrechte Fläche in einer sauberen Umgebung gelegt. Längen von verzinnem Kupferband werden in Stellung auf der Zwischenschicht angeordnet, um als Teil der Sammelschienen zu dienen, und an Ort und Stelle befestigt. Das Zwischenschichtteil wird dann auf die endlose Auflagefläche **91** der Verdrahtungsvorrichtung **90** gebracht und mit Hilfe von üblichen Mitteln an Ort und Stelle befestigt, wie aus der EP 443 691 bekannt ist. Ein zweites Zwischenschichtteil kann in gleicher Weise wie oben beschrieben auf der Trommel angeordnet werden.

**[0078]** Während des Verlegens von Draht dreht sich die Trommel **93**, und der Drahtverlegungskopf **95** bewegt sich entlang der Schienen **94** vorwärts, wie aus der EP 443 691 bekannt. Zusätzlich wird eine Hin- und Herbewegung des Drahtverlegungskopfes entlang der Schienen **94** mit der Drehung der Trommel koordiniert. Der Kopf kann eine ganze Zahl von Hin- und Herbewegungen für jede Drehung der Trommel ausführen, so dass nach jeder vollständigen Drehung der Trommel der Drahtverlegungskopf fast, aber nicht ganz in seine Ursprungsstellung zurückkommt, wobei der Unterschied gleich dem Abstand von aufeinanderfolgenden Drahtwindungen auf der Trommel ist. Wenn die Trommel zwei Zwischenschichtteile für eine Windschutzscheibe wie in [Fig. 7b](#) gezeigt hält, wird die Bewegung des Drahtverlegungskopfes mit der Drehung der Trommel synchronisiert, so dass der Drahtverlegungskopf für jede Drehung der Trommel eine Hin- und Herbewegung durchführt. Die Kombination der Drehung der Trommel mit der Bewegung des Drahtverlegungskopfes führt dazu, dass der Draht entlang divergierender Linien auf dem Zwischenschichtteil verlegt wird, so dass die Anordnung sich im fertigen Fenster über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Teil des Fensters erstreckt. Ein Drahtbund wird auf der Trommel aufgebaut, aber anders als im Verfahren gemäß dem Stand der Technik ist es kein gewendelter Drahtbund, da jede Windung des Drahtbunds durch die Hin- und Herbewegung des Drahtverlegungskopfes aus einer Spiralforn verwunden wird.

**[0079]** Die Weite der Hin- und Herbewegung wird gemäß der Stellung des Drahtverlegungskopfes **95** entlang der Schienen **94** verändert. Für eine Windschutzscheibe ist die Weite am größten, wenn der Drahtverlegungskopf sich an einem der Enden seines Wegs entlang der Schienen befindet, und in der Mitte des Wegs am kleinsten. Wenn die Windschutzscheibe einen oder mehr Drähte haben soll, die entlang einer geraden Linie verlegt werden, wie zum Beispiel entlang oder parallel zu seiner Mittellinie (d.h. seiner Spiegelsymmetrieachse), bewegt sich der Drahtverlegungskopf während des Verlegens dieser Drähte nämlich gar nicht hin und her; er bewegt sich nur vorwärts, um die Drähte mit Abstand zu versehen. Solche Drähte werden im Wesentlichen parallel zu den Kanten der Trommel verlegt, unter Berücksichtigung der leichten Schräge aufgrund der Vorwärtsbewegung des Drahtverlegungskopfes.

**[0080]** Der Drahtverlegungskopf bewegt sich auch beim Verlegen der parallelen Drähte in der zweiten Ausführungsform der Erfindung (wie sie in [Fig. 4](#) gezeigt ist), d.h. der Drähte in der zentralen Gruppe **55**, nicht hin und her. Eine Hin- und Herbewegung tritt nur während des Verlegens der Drähte in den Gruppen **56** und **57** auf, die entlang divergierender Linien verlegt werden. Es ist möglich, die Verdrahtungsmaschine schneller laufen zu lassen (zum Beispiel mit einer größeren Anzahl von Drehungen der Trommel pro Minute), wenn der Drahtverlegungskopf sich nicht hin und her bewegt, und daher hat die Ausführungsform der [Fig. 4](#) den Vorteil, dass sie schneller gemacht werden kann.

**[0081]** Wenn ein Fenster hergestellt werden soll, das mehrer Gruppen von Drähten enthält, die entlang paralleler, gerader Linien verlaufen, während andere Gruppen von Drähten entlang divergierender Linien zwischen oder neben den Gruppen mit geraden Drähten verlegt werden, wäre es notwendig, dass der Drahtverlegungskopf sich während des Verlegens aller Drähte mit Ausnahme derjenigen hin und her bewegt, die im

Wesentlichen parallel zu den Kanten der Trommel verlaufen. Da die Gesamtzahl von unterschiedlich ausgerichteten Linien, entlang derer die Drähte verlegt werden, im Vergleich mit dem Fenster der [Fig. 2](#), in der jede Linie anders ausgerichtet ist, aber immer noch verringert ist, ist die Programmierung der Steuereinrichtung vereinfacht.

**[0082]** Die Geschwindigkeit, mit der der Drahtverlegungskopf entlang der Schienen gleitet, während er sich beim Verdrahten eines Zwischenschichtteils hin und her bewegt, variiert gemäß der Weite der Hin- und Herbewegung für einen gegebenen Drehgrad der Trommel. Wenn die Weite größer ist, muss der Drahtverlegungskopf sich pro Hin- und Herbewegung über eine größere Entfernung entlang der Schienen bewegen, und so gleitet er mit einer entsprechend größeren Geschwindigkeit.

**[0083]** Einer der Vorteile dieses Verfahrens ist es, dass man Zwischenschichtteile schnell und daher wirtschaftlich verdrahten kann. Obwohl genaue Zeiten variieren, zum Beispiel gemäß der Anzahl von Drähten im hergestelltem Fenster, beträgt die Zeit zur Verdrahtung eines oder zweier Zwischenschichtteile (d.h. der Anzahl von Teilen, die zusammen auf die Auflagefläche gebracht werden können) weniger als 3 Stunden, und kann weniger als 2 Stunden oder sogar weniger als 1 Stunde betragen.

**[0084]** Wenn die Verdrahtung vollständig ist, wird das (werden die) Zwischenschichtteil(e) von der Trommel genommen und wieder flach auf eine waagrechte Oberfläche gelegt. Weitere Längen von verzinnem Kupferband werden über die vorher positionierten Bänder gelegt, wo die Drähte sie queren, und in Stellung verlötet, so dass die Sammelschiene in dem Bereich, in dem die Drähte mit den Sammelschienen in Kontakt gelangen, einen Zweischicht- oder "Sandwich"-Aufbau hat, wie von der EP 385 791 gelehrt wird.

**[0085]** Das Fenster wird vervollständigt durch die Ausführung bekannter Schritte, die daher nur kurz beschrieben werden. Weitere elektrische Verbindungseinrichtungen (zum Beispiel bewegliche Zuleitungen, Verbinder usw.) werden befestigt, und der verdrahtete Zwischenschichtteil wird zwischen komplementären gekrümmten Lagen von Verglasungsmaterial angeordnet. Dann wird der Anordnung Luft entzogen, und sie wird in einem Autoklaven hoher Temperatur und Druck ausgesetzt, so dass das Zwischenschichtmaterial die Lagen von Verglasungsmaterial aneinander befestigt. Wenn vorher ein Lötmaterial mit niedrigem Schmelzpunkt auf die Längen von Sammelschienenbändern aufgebracht wurde, schmilzt dieses im Autoklaven und gewährleistet eine gute elektrische Verbindung zwischen den Drähten und der Sammelschiene.

### Patentansprüche

1. Elektrisch beheiztes Fenster (**20, 50**), allgemein in Form eines Trapezes mit zwei im Wesentlichen parallelen langen Kanten (**29, 30**) und zwei kurzen Kanten (**31, 32**), wobei das Fenster aus mindestens zwei Lagen (**40, 41**) von Verglasungsmaterial und mindestens einer Lage (**42**) von Zwischenschichtmaterial geschichtet wird, die sich zwischen den Lagen von Verglasungsmaterial erstreckt, wobei das Fenster enthält:

– eine Anordnung (**21**) von dünnen, nahe beieinander liegenden Drähten (**22**), die von einer der Lagen getragen werden,

– elektrische Verbindungsmittel (**25–28**) zum Verbinden der Anordnung mit einer Stromversorgung, um Strom durch die Drähte zu schicken und das Fenster zu beheizen,

**dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einige der Drähte gewellt werden und dass der Wellungsgrad variiert, um eine mittelgradig gleichmäßige Heizwirkung zu liefern, und mindestens einige der Drähte entlang von Linien verlaufen, die in einer Richtung von einer langen Kante zur anderen divergieren, so dass die Drähte (**22**) sich auffächern, und die Drähte neben den kurzen Kanten (**31, 32**) im Wesentlichen parallel zu diesen Kanten sind, so dass die Anordnung sich über im Wesentlichen den ganzen durchsichtigen Bereich des Fensters erstreckt.

2. Fenster nach Anspruch 1, wobei die Anordnung von Drähten eine oder mehrere Gruppen von Drähten aufweist, die entlang im Wesentlichen paralleler, gerader Linien verlaufen, und die Drähte neben der Gruppe (den Gruppen) entlang divergierender Linien verlaufen.

3. Fenster nach Anspruch 1, wobei im Wesentlichen alle in der Anordnung enthaltenen Drähte entlang divergierender Linien verlaufen.

4. Fenster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis der maximalen Heizleistungsdichte zur minimalen Heizleistungsdichte, gemessen an verschiedenen Stellen des Fensters, weniger als 2,0 beträgt.

5. Fenster nach Anspruch 4, wobei das Verhältnis weniger als 1,5 beträgt.
6. Fenster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abstand benachbarter Drähte weniger als 10 mm beträgt.
7. Fenster nach Anspruch 6, wobei der Abstand weniger als 5 mm beträgt.
8. Fenster nach Anspruch 1, wobei der Wellungsgrad (ausgedrückt als die Differenz zwischen der Länge des Drahts im geraden Zustand und im gewellten Zustand, geteilt durch seine Länge im gewellten Zustand, und als Prozentsatz angegeben) zwischen 1 % und 100 % variiert.
9. Fenster nach Anspruch 1 oder 8, wobei der Wellungsgrad in einem Abschnitt des Fensters, in dem der Abstand der Drähte größer ist, erhöht wird.
10. Vorrichtung (90) zur Bildung einer Anordnung (21) von Drähten (22) auf einem Zwischenschichtmaterialteil (92) während der Herstellung eines elektrisch beheizten Fensters (20, 50) nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung eine zur Drehung um eine Achse montierte, endlose Auflagefläche (91), um das Zwischenschichtmaterial zu tragen, und einen Drahtverlegungskopf (95) für die Zufuhr von Draht und zu seinem Verlegen auf dem Zwischenschichtmaterial aufweist, wobei die Auflagefläche und der Drahtverlegungskopf für eine relative Bewegung in einer Richtung parallel zur Achse ausgebildet sind, um den Drahtverlegungskopf bezüglich der endlosen Auflagefläche (91) vorwärts zu bewegen, gekennzeichnet durch Antriebsmittel (97), um die Auflagefläche und den Drahtverlegungskopf während einer solchen Vorwärtsbewegung zueinander in der genannten Richtung hin und her zu bewegen, und durch Steuermittel (98) zur Steuerung der Antriebsmittel, um die Hin- und Herbewegung mit der Drehung der Auflagefläche so zu koordinieren, dass der Drahtverlegungskopf den Draht entlang divergierender Linien verlegt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Drahtverlegungskopf beweglich auf einem länglichen Glied montiert ist, das sich parallel zur Achse erstreckt, und vom Antriebsmittel entlang des länglichen Glieds in Hin- und Herbewegung angetrieben wird.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Drahtverlegungskopf eine Verlegerolle aufweist, die um eine erste Achse drehbar ist, um den Draht mit dem Zwischenschichtmaterial in Kontakt zu bringen, wobei die Rolle für eine Schwenkbewegung um eine zweite Achse senkrecht zur ersten Achse montiert ist, so dass die Rolle schwenken kann, um einer divergierenden Linie zu folgen, entlang der Draht verlegt wird.
13. Verfahren zur Herstellung des elektrisch beheizten Fensters aus Anspruch 1, wobei ein Teil des Verfahrens in einer Vorrichtung gemäß Anspruch 10 durchgeführt wird und das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
  - Befestigen eines Zwischenschichtteils in Stellung auf der Auflagefläche,
  - Drehen der Auflagefläche,
  - Verlegen von Draht dadurch, dass er mit Hilfe des Drahtverlegungskopfes mit dem Zwischenschichtmaterial in Kontakt gebracht wird, während die Auflagefläche dreht, so dass aufeinanderfolgende Drahtwindungen auf das Zwischenschichtmaterial gelegt werden,
  - Anhalten der Drehung der Auflagefläche, wenn die gewünschte Anzahl von Drahtwindungen verlegt wurde, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:
  - Schneiden des Drahtbunds in einer Richtung parallel zur Achse, so dass er als eine allgemein flache Anordnung von Drähten auseinandergefaltet werden kann,
  - Entfernen des verdrahteten Zwischenschichtteils von der Auflagefläche und Versehen der Anordnung von Drähten mit Stromanschlüssen, und
  - Einsetzen des Zwischenschichtmaterialteils in ein Mehrschicht-Fenster, wobei das Verfahren während des Verlegens des Drahts aufweist:
    - das Bewegen der Auflagefläche und des Drahtverlegungskopfes vorwärts und rückwärts zueinander in einer Hin- und Herbewegung in der Richtung parallel zur Achse und in Koordination mit der Drehung der Auflagefläche, um eine Anordnung von Drähten auf dem Zwischenschichtmaterial zu liefern, in der mindestens einige der Drähte entlang divergierender Linien verlaufen.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Anzahl der vom Drahtverlegungskopf für jede Umdrehung der Auflagefläche ausgeführten Hin- und Herbewegungen eine ganze Zahl ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die relative Hin- und Herbewegung des Drahtverlegungskopfes

und der Auflagefläche so synchronisiert ist, dass der Drahtverlegungskopf für jede Umdrehung der Auflagefläche eine Hin- und Herbewegung ausführt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Zwischenschichtmaterialteil in etwa die Form eines Trapezes aufweist, wodurch es zwei allgemein parallele Kanten aufweist, und zwei solche Teile auf der Auflagefläche mit den längeren der parallelen Kanten jedes Teils zueinander benachbart angeordnet werden, so dass sie ein entgegengesetztes Spiegelverhältnis haben.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei die Weite der Hin- und Herbewegung des Drahtverlegungskopfes mit seiner Stellung entlang der Linie parallel zur Achse variiert.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die Weite am größten ist, wenn der Drahtverlegungskopf sich an einem der Enden seines Wegs in Bezug auf das Zwischenschichtmaterial befindet, und die Weite am kleinsten ist, wenn der Drahtverlegungskopf sich am Mittelpunkt seines Wegs in Bezug auf das Zwischenschichtmaterial befindet.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, wobei die Auflagefläche und der Drahtverlegungskopf so zueinander bewegt werden, dass der Draht in einem variablen Abstand von weniger als 10 mm verlegt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Abstand weniger als 5 mm beträgt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, das das Wellen des Drahts und die Veränderung des Wellungsgrads im auf dem Zwischenschichtmaterial verlegten Draht enthält.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Wellungsgrad (ausgedrückt als die Differenz zwischen der Länge des Drahts im geraden Zustand und im gewellten Zustand, geteilt durch seine Länge im gewellten Zustand, und als Prozentsatz angegeben) im auf dem Zwischenschichtmaterial verlegten Draht zwischen 1 % und 50 % variiert.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1.

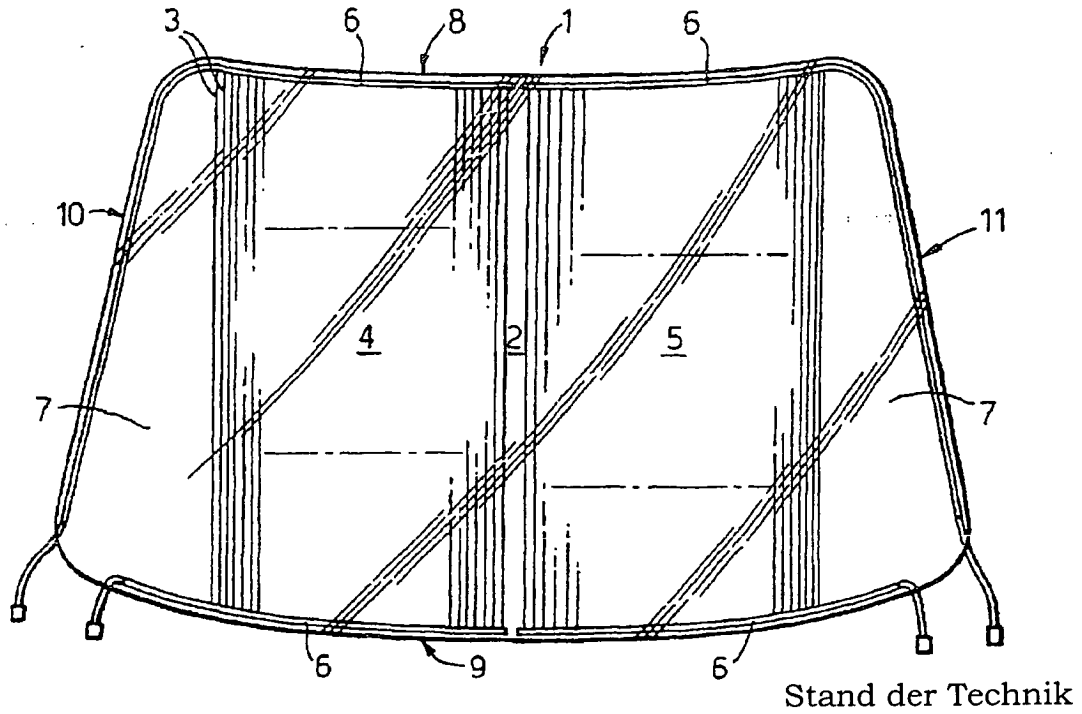


Fig.2.

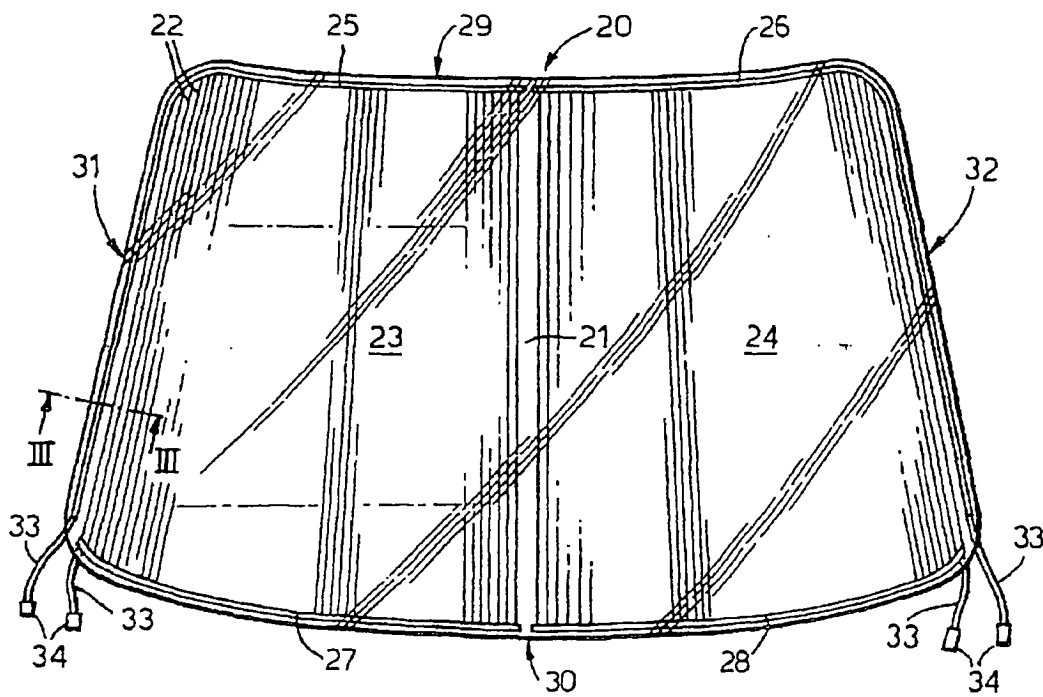


Fig.3.

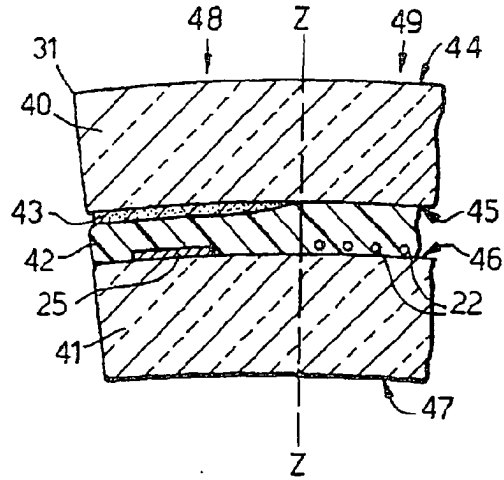


Fig.4.

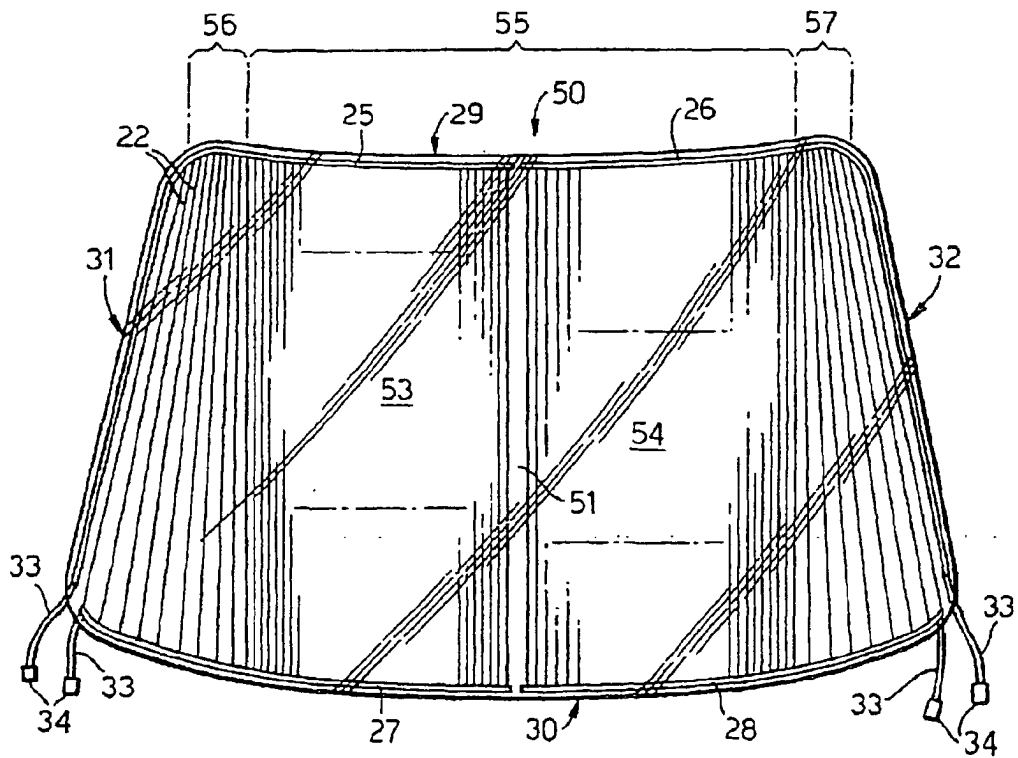


Fig.5a.

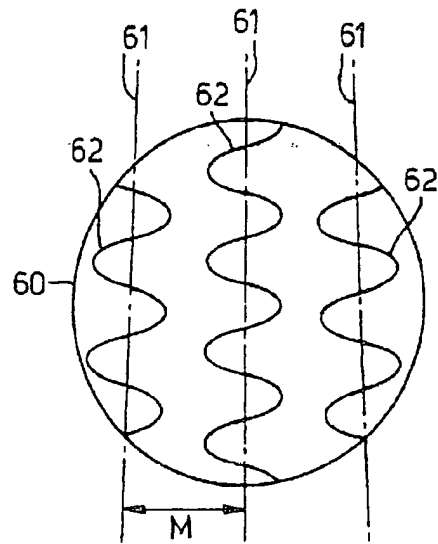


Fig.5b.

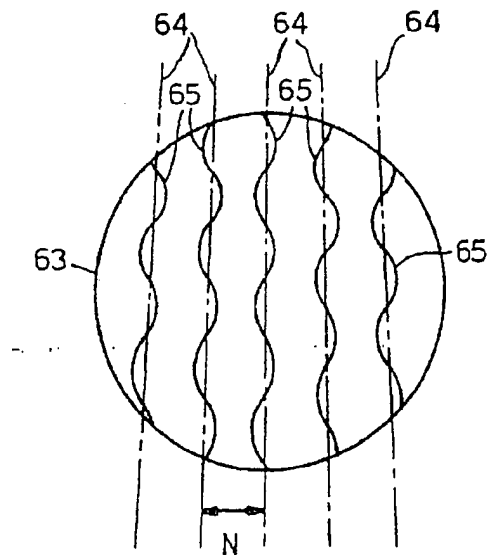




Fig.7a.

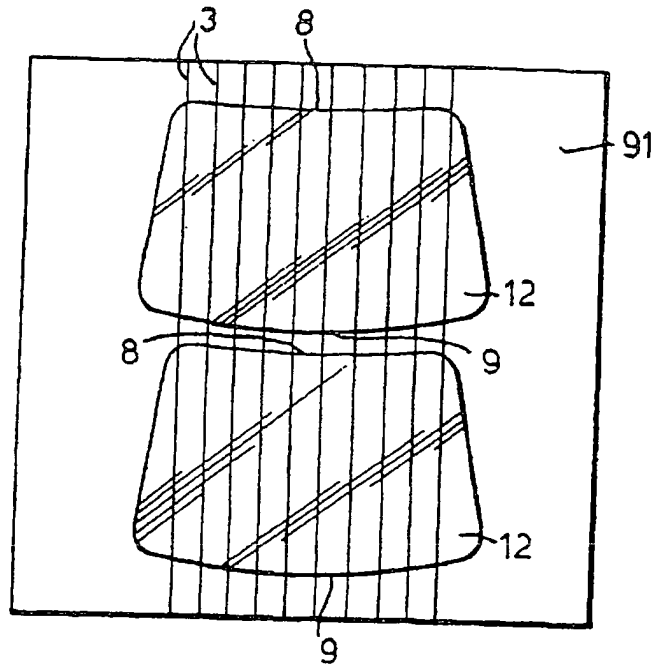


Fig.7b.

