

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-123053

(P2018-123053A)

(43) 公開日 平成30年8月9日(2018.8.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C03C 27/12 (2006.01)	C03C 27/12	M 4F100
B60J 1/00 (2006.01)	C03C 27/12	F 4G061
B32B 17/06 (2006.01)	B60J 1/00	H
	B32B 17/06	

審査請求 有 請求項の数 31 O L 外国語出願 (全 59 頁)

(21) 出願番号	特願2018-61780 (P2018-61780)	(71) 出願人	512212885
(22) 出願日	平成30年3月28日 (2018.3.28)		サンゴバン グラス フランス
(62) 分割の表示	特願2015-548304 (P2015-548304) の分割		Saint-Gobain Glass France
原出願日	平成25年11月7日 (2013.11.7)		フランス国 クールブヴォア アヴニュ ダルザス 18
(31) 優先権主張番号	12198362.1		18, avenue d'Alsace , F-92400 Courbevoie, France
(32) 優先日	平成24年12月20日 (2012.12.20)	(74) 代理人	100114890
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 アイゼル・フェリックス＝ライ ンハルト
		(74) 代理人	100116403
			弁理士 前川 純一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気加熱層を備えているガラス板およびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電気加熱層並びに未コーティングゾーンを備え、少なくともほぼ均一な加熱電力分布を有する簡単且つ廉価に製造可能な電気加熱層を備えているガラス板の提供。

【解決手段】ガラス板に形成するバスバーであって、該二つのバスバー間に加熱電流のための電流経路が形成されるように電気加熱層に接続されているバスバーと、電気加熱層を少なくとも二つのセグメント(10・n, 10・n+1)に電氣的に分割する少なくとも1本の分離線(9・n)とを備えている。但し、nは1以上の整数である。少なくとも一つのセグメント(10・n)は、未コーティングゾーンを取り囲むように帯状に配置されており、それにより、加熱電流のための電流経路は未コーティングゾーンを少なくとも部分的に取り囲むように案内されている。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気加熱層 (3) を備えているガラス板 (1 0 0) において、
該ガラス板 (1 0 0) は、少なくとも、

- 表面 (I I I) を有している第 1 のガラス板 (1) と、
- 少なくとも前記表面 (I I I) の一部に被着されており、且つ、未コーティングゾーン (8) を含んでいる、少なくとも一つの電気加熱層 (3) と、
- 電圧源 (1 4) と接続される少なくとも二つのバスバー (5 . 1 , 5 . 2) であって、該二つのバスバー (5 . 1 , 5 . 2) 間に加熱電流のための電流経路 (1 1) が形成されるように前記電気加熱層 (3) に接続されているバスバー (5 . 1 , 5 . 2) と、
- 前記電気加熱層 (3) を少なくとも二つのセグメント (1 0 . n , 1 0 . n + 1) に電気的に分割する少なくとも一本の分離線 (9 . n) 、但し n は 1 以上の整数である、と、
を備えており、

少なくとも一つのセグメント (1 0 . n) は、前記未コーティングゾーン (8) を取り囲むように帯状に配置されており、それにより、前記加熱電流のための前記電流経路 (1 1) は前記未コーティングゾーン (8) を少なくとも部分的に取り囲むように案内されていることを特徴とする、ガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 2】

前記電気加熱層 (3) は少なくとも 2 本の分離線 (9 . 1 , 9 . 2) 、有利には 4 本から 3 0 本までの分離線を有しており、該分離線によって、前記未コーティングゾーン (8) を少なくとも部分的に取り囲むように帯状に配置されている複数のセグメント (1 0 . n) が形成される、請求項 1 に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 3】

前記分離線 (9 . 1 , 9 . 2) は、 $30\ \mu\text{m}$ から $200\ \mu\text{m}$ まで、有利には $70\ \mu\text{m}$ から $140\ \mu\text{m}$ までの幅 d を有している、請求項 1 又は 2 に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 4】

前記未コーティングゾーン (8) と、前記未コーティングゾーン (8) の一番近くに位置する分離線 (9 . 1) との間のセグメント (1 0 . 1) の幅 b_1 、及び / 又は、隣接する二つの分離線 (9 . 1 , 9 . n + 1) 間のセグメントの幅 b_2 は、 $1\ \text{cm}$ から $15\ \text{cm}$ までである、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 5】

前記未コーティングゾーン (8) は、 $0.5\ \text{dm}^2$ から $15\ \text{dm}^2$ まで、有利には $2\ \text{dm}^2$ から $8\ \text{dm}^2$ までの面積を有している、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 6】

前記セグメント (1 0 . n) の平均長さ (L_n) の、各平均長さの平均値 L_m からの偏差は、25% 未満、有利には 0% から 10% まで、特に有利には 0% から 5% までである、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 7】

第 1 のバスバー (5 . 1) 又は第 2 のバスバー (5 . 2) と電気的に接続されている第 3 のバスバー (5 . 3) が配置されており、該第 3 のバスバー (5 . 3) は、少なくとも一つのセグメント (1 0 . n) の平均長さ L_n 、有利には全てのセグメント (1 0 . n) の平均長さ L_n を短縮する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 8】

少なくとも一つのセグメント (1 0 . n) には、前記電流経路に沿って電気抵抗を低減させる低抵抗ブリッジ (1 5 . n) が配置されている、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0) 。

【請求項 9】

前記バスバー (5) 及び / 又は前記低抵抗ブリッジ (1 5 . n) は、焼き付けられた印

10

20

30

40

50

刷ペーストとして形成されており、該印刷ペーストは、有利には、金属製の粒子、金属粒子及び/又は炭素粒子、特に銀粒子を含有しており、有利には、 $0.8\mu\text{m}$ から $7.0\mu\text{m}$ まで、特に $1.0\mu\text{m}$ から $2.5\mu\text{m}$ までの比抵抗 ρ_a を有している、請求項1乃至8のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項10】

前記第1のガラス板(1)の前記表面(III)は、熱可塑性の中間層(4)を介して、第2のガラス板(2)と面状に結合されている、請求項1乃至9のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項11】

前記第1のガラス板(1)及び/又は前記第2のガラス板(2)は、ガラス、有利には、平板ガラス、フロートガラス、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラスを含むか、若しくは、ポリマー、有利には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート及び/又はそれらの混合物を含む、請求項1乃至10のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

10

【請求項12】

前記電気加熱層(3)は、透明な導電性のコーティング部である、及び/又は、 0.4 毎スクエアから 10 毎スクエアまで、有利には 0.5 毎スクエアから 1 毎スクエアまでのシート抵抗を有している、及び/又は、銀(Ag)、酸化インジウムスズ(ITO)、フッ素がドーブされた酸化スズ(SnO₂:F)若しくはアルミニウムがドーブされた酸化亜鉛(ZnO:Al)を含有している、請求項1乃至11のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

20

【請求項13】

電気加熱層を備えているガラス板(100)を製造するための方法において、少なくとも、

(a) 未コーティングゾーン(8)を備えている電気加熱層(3)を、ガラス板(1)の表面(III)に被着させるステップと、

(b) 電圧源(14)と接続される少なくとも二つのバスバー(5.1, 5.2)を設け、該二つのバスバー(5.1, 5.2)を前記電気加熱層(3)に接続し、該二つのバスバー(5.1, 5.2)間に加熱電流のための電流経路(11)を形成するステップと、

(c) 前記電気加熱層(3)を少なくとも二つのセグメント(10.n, 10.n+1)に電氣的に分割する少なくとも1本の分離線(9.n)を形成するステップであって、但しnは1以上の整数であり、少なくとも一つのセグメント(10.n)を、前記未コーティングゾーン(8)を取り囲むように帯状に配置し、それにより、前記加熱電流のための前記電流経路(11)を、前記未コーティングゾーン(8)を少なくとも部分的に取り囲むように案内するステップと、

30

を備えていることを特徴とする、方法。

【請求項14】

前記分離線(9)をレーザパターンニングによって形成する、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

地上、空中又は水中における交通のための移動手段、特に自動車における例えばフロントガラス、リアガラス、サイドガラス及び/又はガラスルーフとしての、並びに、機能的な単一部品としての、また、家具、器具及び建物における取り付け部材としての、特に電気ヒータとしての、請求項1乃至12のいずれか一項に記載のガラス板(100)の使用及びデータ伝送用の通信窓としての未コーティングゾーン(8)の使用。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気加熱層を備えているガラス板、その種のガラス板を製造するための方法及びその種のガラス板の使用に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

車両ガラス、特にウィンドシールドガラスの視界は、氷が付着しないように、また曇らないように維持されなければならない。内燃機関を備えている自動車では、例えば、エンジンの熱を用いて加熱された空気流をガラス板へと誘導することができる。

【 0 0 0 3 】

それとは異なり、ガラス板に電氣的な加熱機能を備えることもできる。つまり、複数ある単一ガラス板のうちの一つの内側表面に透明な導電性のコーティング部を有している合わせガラスが公知である。外部の電圧源によって、その導電性のコーティング部に電流を流し、その電流によってコーティング部、ひいてはガラス板を加熱することができる。例えば、国際公開第 2 0 1 2 / 0 5 2 3 1 5 号 (WO2012/052315 A1) には、金属をベースとしたその種の加熱可能な導電性のコーティング部が開示されている。

10

【 0 0 0 4 】

電気加熱層の電氣的な接触接続は、米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 0 2 0 4 6 5 号明細書 (US 2007/0020465 A1) から既知であるように、一般的にバスバーを介して行われる。バスバーは例えば、印刷されて焼き付けられた銀ペーストから形成されている。バスバーは、一般的に、ガラス板の上縁及び下縁に沿って延在している。バスバーは、導電性のコーティング部に流れる電流を蓄え、その電流を、電圧源と接続されている外部の給電線へと誘導する。

【 0 0 0 5 】

電気加熱層を備えているガラス板の工業的な連続生産からは、通常は曲がっている電流経路を形成するために、分離線又は分離ゾーンによって電気加熱層をパターンニングすることが公知である。このことは、電気抵抗を高めることができ、また電流経路を比較的小さい接続電極を介して電氣的に接触接続させることができるという利点を有している。特許文献、例えば独国特許出願公開第 1 9 8 6 0 8 7 0 号明細書 (DE 19860870 A1) には、その種の面ヒータが記載されている。

20

【 0 0 0 6 】

電気加熱層を備えているガラス板によって、電磁放射が比較的強く遮蔽されるので、その結果、特に加熱可能なウィンドシールドガラスを備えている自動車においては、無線データ通信に著しい悪影響が及ぼされる可能性がある。従って、加熱可能なウィンドシールドガラスには、未コーティングゾーン、つまりコーティングが施されていないゾーン(「通信窓」)が設けられていることが多い。未コーティングゾーンは少なくとも、電磁スペクトルの特定の範囲に対しては良好な透過性を示すので、それによって、ガラス板を介する円滑なデータトラフィックが実現される。センサ及びカメラ等の電子装置がしばしば設けられている未コーティングゾーンは、ガラス板の上縁近くに配置されることが多く、その位置ではそれらを上側のマスキングストリップによって容易に隠すことができる。

30

【 0 0 0 7 】

しかしながら、未コーティングゾーンは加熱層の電氣的な特性に悪影響を及ぼし、このことは、加熱層を流れる加熱電流の電流密度分布に少なくとも局所的に作用する。実際のところ、この未コーティングゾーンによって極めて不均一な加熱電力分布が生じ、そのような不均一な加熱電力分布では、未コーティングゾーンよりも下の領域及び未コーティングゾーンの周囲において加熱電力が大きく低下している。その一方で、非常に高い電流密度を有している個所が発生し、それらの個所では加熱電力が著しく高まっている。その結果、非常に高いガラス板温度が局所的に生じ、それによって火傷する危険が生じ、またガラス板には高い熱応力が掛かる。更には、そのような高いガラス板温度によって、取り付け部分の接着個所が溶融する可能性もある。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 2 0 1 2 / 0 5 2 3 1 5 号

【 特許文献 2 】 米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 0 2 0 4 6 5 号明細書

50

【特許文献3】独国特許出願公開第19860870号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の課題は、電気加熱層並びに未コーティングゾーンを備えており、また少なくともほぼ均一な加熱電力分布を有しており、更には簡単且つ廉価に製造することができる、改良されたガラス板を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この課題は、本発明によれば、請求項1に記載されている電気加熱層を備えているガラス板によって解決される。有利な実施の形態は縦続請求項に記載されている。

10

【0011】

電気加熱層を備えている本発明によるガラス板は、少なくとも以下の特徴を備えている：

- 表面を有している第1のガラス板、
- 前記の表面の少なくとも一部に配置されており、少なくとも一つの未コーティングゾーンを含んでおり、且つ、導電性のコーティング部から成る、第1のガラス板を加熱するための少なくとも一つの電気加熱層、
- 電圧源と接続される少なくとも二つのバスバーであって、それらのバスバー間に加熱電流のための電流経路が形成されるように電気加熱層に接続されているバスバー、
- 電気加熱層を少なくとも二つのセグメントに電氣的に分割する少なくとも1本の分離線

20

ここで、少なくとも一つのセグメント、特に、未コーティングゾーンに直接的に隣接しているセグメントは、少なくとも部分的に、未コーティングゾーンを少なくとも部分的に取り囲むように帯状に配置されているので、加熱電流のための電流経路は未コーティングゾーンを少なくとも部分的に取り囲むように案内されている。

【0012】

電流経路は特に、未コーティングゾーンの上方及び/又は下方の領域に案内される。ここで、上方及び下方とは、それぞれ電流経路の方向に、即ちバスバー間を結ぶ最短の経路に関連付けられている。

30

【0013】

電気加熱層は少なくとも一つの未コーティングゾーンを含んでいる。このことは、未コーティングゾーンが完全に、又は部分的に電気加熱層によって包囲されていることを意味している。未コーティングゾーンを、特に、電気加熱層の縁部領域に接するように配置することができるか、又は、コーティングされていないストライプを介して電気加熱層の縁部領域に向かって拡張させることができる。

【0014】

分離線が設けられていない従来技術による、電気加熱層及び未コーティングゾーンを備えているガラス板の加熱電力分布は、通常の場合、非常に不均一である。そのようなガラス板では加熱時に、特に未コーティングゾーンの上方及び/又は下方の領域において、低い温度を有する領域が生じる。

40

【0015】

本発明は、分離線によって電流経路の最適化を達成することができるという認識を基礎としている。未コーティングゾーンの一部を取り囲むように帯状に配置されている本発明による少なくとも一つのセグメントを形成することによって、電流経路を比較的低い温度を有している領域へと案内することができる。これによって、均一な加熱電力分布及び温度分布が生じる。

【0016】

本発明は、未コーティングゾーンが大きくなるほど、また、分離線によって形成される本発明によるセグメントの数が多くなるほど、より効果を奏する。一つの有利な実施の形

50

態では、電気加熱層が少なくとも2本、有利には4本から30本までの分離線を有している。それらの分離線によって、未コーティングゾーンを少なくとも部分的に取り囲むように帯状に配置されている複数のセグメントが形成される。本発明者の研究の結果、例えば電気加熱層の内側の中央に配置されている未コーティングゾーンの両側に延びている約10本の分離線があれば、加熱電力分布の十分な均一性を達成するには十分であることが分かった。それと同時に、分離線を形成するためのパターンニングコストは時間的にも財務的にも、また経済的にも許容できるものである。

【0017】

また、ガラス板を通して見る視界が損なわれることが可能な限り少なくなるように、分離線を非常に細く形成する必要がある。本発明によるガラス板の一つの別の有利な実施の形態では、分離線が30 μm から200 μm まで、有利には70 μm から140 μm までの幅dを有している。このことは、そのような細かい幅を有している分離線によって、ガラス板を通して見る視界が損ねられないか、又は損ねられたとしても僅かなものであるという優れた利点を有している。

10

【0018】

本発明によるガラス板の一つの別の有利な実施の形態では、未コーティングゾーンと、未コーティングゾーンの一番近くに位置する分離線との間のセグメント、及び/又は、隣接する二つの分離線間のセグメントが1cmから15cmまでの幅を有している。これによって、電気加熱層の加熱電力分布の均一性を非常に有利に改善することができる。

【0019】

本発明によるガラス板の一つの別の有利な実施の形態では、未コーティングゾーンが、0.5 dm^2 から15 dm^2 まで、有利には2 dm^2 から8 dm^2 までの面積を有している。本発明による分離線を備えていないが、このオーダの未コーティングゾーンを備えている、従来技術によるガラス板は、非常に不均一な加熱電力分布を示し、また天候状態が悪い場合には、氷、雪及び曇りを不十分にしか除去できない。本発明による分離線を使用することによって、そのような大きさの未コーティングゾーンであっても、ガラス板の加熱特性を非常に大幅に、また有利に改善することができる。

20

【0020】

本発明によるガラス板の一つの別の有利な実施の形態では、各セグメントの平均長さの平均値からの、各平均長さの偏差は、25%未満、有利には0%から10%まで、特に有利には0%から5%までである。一つのセグメントの平均長さは、電圧が印加された際にセグメントを通して流れる電流の経路の方向におけるセグメントの平均長さである。平均長さの平均値は、全ての平均長さを合算し、それをセグメントの数で除算することによって得られる。

30

【0021】

一つの特に有利な実施の形態では、複数あるセグメントの平均長さは全てほぼ同じ長さを有している。平均長さはセグメントの曲率に依存するので、改善された加熱特性を達成するためには、セグメントを通る電流経路を別のバスバー又は低抵抗ブリッジによって短縮することが有利であると考えられる。

【0022】

本発明によるガラス板の一つの別の有利な実施の形態では、少なくとも一つのセグメント、有利には全てのセグメントにおける電流経路の長さをセグメント及び分離線の外側に位置する電流経路に比べて短縮する第3のバスバーが、第1のバスバー又は第2のバスバーと電氣的に接触するように配置されている。このために第3のバスバーを複数のセグメント又は全てのセグメントと接触接続させることができる。第3のバスバーによって、例えば、各セグメントの平均長さが短縮される。

40

【0023】

択一的に、各セグメントが、固有の別のバスバーを有することができる。別のバスバーの抵抗を、各セグメントに所定の電圧を印加することができ、且つ、それによって非常に好適な加熱電力分布が生じるように、幅、厚さ及び形状によって適合させることができる

50

。

【0024】

第1のバスバー及び第2のバスバーは、有利には2mmから30mmまで、特に有利には4mmから20mmまで、とりわけ10mmから20mmまでの幅を有している。それよりも細いバスバーでは、過度に高い電気抵抗が生じ、それに伴って、動作時にバスバーが過度に高い温度に加熱される。更に、そのような細いバスバーを、スクリーン印刷のような印刷技術による作製することは困難である。それよりも太いバスバーでは、使用する材料の量が多くなるので望ましくない。更に、そのような太いバスバーは板ガラスを通して見る視界領域にとって過度に大きい見栄えの悪い障害物となる。バスバーの長さは、電気加熱層の寸法に即している。一般的にストライプの形に形成されているバスバーでは、長い方の寸法を長さと呼び、短い方の寸法を幅と呼ぶ。第3のバスバー又は付加的なバスバーを比較的狭く形成することもでき、有利には、0.6mmから5mmまでの幅で形成することもできる。

10

【0025】

第1のバスバー及び第2のバスバーは、有利には、側縁に沿って、導電性のコーティング部に配置されており、特に相互にほぼ平行に延在している。バスバーの長さは一般的には、電気加熱層の側縁の長さにほぼ等しいが、しかしながら、それよりも僅かに長いか、又は僅かに短くてもよい。二つより多くのバスバーを導電性のコーティング部に配置することもでき、有利には、電気加熱層の相互に対向する二つの側縁に沿って縁部領域に配置することもできる。また、二つより多くのバスバーを電気加熱層に、例えば、二つ以上の独立した加熱フィールドを取り囲むように配置することもできる。

20

【0026】

一つの有利な実施の形態では、本発明によるバスバーが、印刷されて焼き付けられた構造体として形成されている。印刷されたバスバーは有利には少なくとも、金属、金属合金、金属化合物及び炭素のうちの一つ、特に有利には貴金属、とりわけ銀を含有している。印刷ペーストは有利には金属製の粒子、金属粒子及び/又は炭素を含有しており、また特に、銀粒子のような貴金属粒子を含有している。電気伝導は有利には、導電性の粒子によって達成される。粒子はペースト又はインクのような有機及び/又は無機のマトリクス内に存在することができる。有利にはガラスフリットを含む印刷ペーストとして存在する。

30

【0027】

印刷されたバスバーは、有利には5µmから40µmまで、特に有利には8µmから20µmまで、とりわけ有利には8µmから12µmまでの層厚を有している。このような厚さの印刷されたバスバーは、技術的に簡単に実現することができ、また有利な許容電流を有している。

【0028】

バスバーは、有利には0.8µmから7.0µmまで、特に有利には1.0µmから2.5µmまでの比抵抗を有している。その範囲の比抵抗を有しているバスバーは、技術的に簡単に実現することができ、また有利な許容電流を有している。

40

【0029】

しかしながら択一的に、バスバーを導電性のシートのストリップとして形成することもできる。その場合バスバーは、例えば少なくとも、アルミニウム、銅、スズめっきされた銅、金、銀、亜鉛、タンゲステン及び/又はスズ、若しくはそれらの合金を含有している。ストリップは有利には10µmから500µmまで、特に有利には30µmから300µmまでの厚さを有している。その範囲の厚さを有している導電性のシートから成るバスバーは、技術的に簡単に実現することができ、また有利な許容電流を有している。ストリップを、例えば、はんだ材料又は導電性接着剤を介して、若しくは、直接的な載着を介して導電性の構造体と導電的に接続させることができる。

【0030】

50

本発明によるガラス板の一つの別の有利な実施の形態では、少なくとも一つのセグメント内では、電流経路に沿った電気抵抗が低抵抗のブリッジによって低減されている。その場合、低抵抗のブリッジは、電気加熱層の材料よりも低いシート抵抗を有している。低抵抗のブリッジは、有利には、バスバーの材料から成り、また有利には、同様に印刷される。低抵抗のブリッジは、必ずしも、複数あるバスバーのうちの一つに直接的に接続されている必要はなく、単に電気加熱層を介してバスバーと接続されていてもよい。低抵抗のブリッジによって、一つのセグメント内の電流経路及び電圧降下を制御することができ、ひいてはガラス板の加熱特性が著しく改善される。

【0031】

本発明によるガラス板は、電気加熱層が配置されている第1のガラス板を含んでいる。電気加熱層の材料によっては、加熱層を保護層によって、例えばラッカ、ポリマーフィルム及び/又は第2のガラス板によって保護することが有利であると考えられる。

10

【0032】

本発明によるガラス板の一つの有利な実施の形態では、電気加熱層が配置されている第1のガラス板の表面が、熱可塑性の中間層を介して、第2のガラス板と面状に結合されている。

【0033】

基本的には、第1のガラス板として、また場合によっては第2のガラス板として、本発明によるガラス板の製造及び使用に関する条件下で、熱的安定性及び化学的安定性を有しており、更には寸法安定性も有している絶縁性の基材であれば、いずれのものも適している。

20

【0034】

第1のガラス板及び/又は第2のガラス板は、有利には、ガラス、特に有利には、平板ガラス、フロートガラス、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラスを含むか、若しくは、透明なプラスチック、有利には硬質の透明なプラスチック、特にポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリアミド、ポリエステル、ポリビニルクロライド及び/又はそれらの混合物を含んでいる。第1のガラス板及び/又は第2のガラス板は有利には透明であり、特に、車両のフロントガラス又はリアガラスとしてガラス板を使用するために、又は高い光透過率が望まれる他の用途において使用するために透明である。本明細書において透明とは、ガラス板の、可視スペクトル領域における透過率が70%よりも高いことを意味する。しかしながら、ドライバの運転に係る視界内に存在しないガラス板、例えばガラスルーフに関しては、透過率が遙かに低くても良く、例えば5%より高い程度のものでよい。

30

【0035】

ガラス板の厚さを広範に変えることができ、また特に、個々のケースの要求に合わせるすることができる。有利には、車両ガラスに関しては1.0mmから25mmまで、有利には1.4mmから2.5mmまでの標準的な厚さを有するガラス板が使用され、また家具、器具及び建物に関しては、特に電気ヒータに関しては、有利には4mmから25mmまでの厚さを有するガラス板が使用される。ガラス板の大きさも広範に変えることができ、また本発明による使用の大きさに合わせるすることができる。第1のガラス板、また場合によっては第2のガラス板は、例えば車両製造及び建築物の分野において通常は200cm²から20m²までの面積を有している。

40

【0036】

ガラス板は任意の三次元の形状を有することができる。有利には、三次元の形状は影部を有しておらず、従って、例えば陰極スパッタリングによってコーティングすることができる。有利には、基材は平坦であるか、若しくは、一つ又は複数の空間方向に僅かに又は大きく湾曲している。特に、平坦な基材が使用される。ガラス板を無色にすることができるか、又は着色することができる。

【0037】

複数のガラス板が、少なくとも一つの間層によって相互に結合されている。中間層は

50

有利には、少なくとも一つの熱可塑性プラスチック、有利には、ポリビニルブチラール（PVB）、エチレン酢酸ビニル（EVA）及び／又はポリエチレンテレフタレート（PET）を含有している。しかしながら、熱可塑性の中間層は例えば、ポリウレタン（PU）、ポリプロピレン（PP）、ポリアクリラート、ポリエチレン（PE）、ポリカーボネート（PC）、ポリメチルメタクリレート、ポリビニルクロロイド、ポリアセテート樹脂、注型樹脂、アクリラート、フッ化エチレン-プロピレン、ポリビニルフルオロイド及び／又はエチレン-テトラフルオロエチレン、若しくはそれらの混合物又はコポリマーを含有することもできる。熱可塑性の中間層を一枚の熱可塑性シートによって形成することができるが、しかしながら、相互に重なって配置されている複数の熱可塑性シートによって形成することもできる。熱可塑性シートは、有利には0.25mmから1mmまで、一般的には0.38mm又は0.76mmの厚さを有している。

10

【0038】

第1のガラス板、中間層及び第2のガラス板から成る本発明による合わせガラスでは、電気加熱層を、第1のガラス板に直接的に被着させることができるか、若しくは、支持体フィルム又は中間層自体に被着させることができる。第1のガラス板及び第2のガラス板は、それぞれ内側表面及び外側表面を有している。第1のガラス板の内側表面と第2のガラス板の内側表面は相互に対向しており、且つ、熱可塑性の中間層を介して相互に結合されている。第1のガラス板の外側表面と第2のガラス板の外側表面は相互に背中合わせであり、且つ、熱可塑性の中間層側とは反対側の表面である。導電性のコーティング部は、第1のガラス板の内側表面に被着されている。勿論、第2のガラス板の内側表面にも、別の導電性のコーティング部を被着させることができる。ガラス板の外側表面もコーティング部を有することができる。「第1のガラス板」及び「第2のガラス板」という用語は、本発明による合わせガラスにおいて、二つのガラス板を区別するために用いられている。これらの用語に幾何学的な配置構成についての意味は関連付けられていない。本発明によるガラス板が例えば、開口部、例えば車両又は建物の開口部において、外部の周囲空間に対して内室を離隔するために設けられている場合には、第1のガラス板は内室又は外部の周囲空間に対向していると考えられる。

20

【0039】

電気加熱層は導電性のコーティング部を含んでいる。本発明による導電性のコーティング部は例えば、独国実用新案第202008017611号（DE 20 2008 017 611 U1）、欧州登録特許第0847965号（EP 0 847 965 B1）又は国際公開第2012/052315号（WO2012/052315 A1）から公知である。それらの刊行物に開示されている導電性のコーティング部は、一般的に、一つ又は複数の、例えば二つ、三つ又は四つの導電性の機能層を含んでいる。それらの機能層は、有利には少なくとも一つの金属、例えば銀、金、銅、ニッケル及び／又はクロム、若しくは金属合金を含有している。機能層は特に有利には、金属の少なくとも90重量%、特に金属の少なくとも99.9重量%を有している。機能層を金属又は金属合金から形成することができる。機能層は特に有利には銀又は銀を含む合金を含有している。その種の機能層は、非常に有利な導電率を有しており、それと同時に、可視スペクトル領域において高い透過率を有している。機能層は、有利には5nmから50nmまで、特に有利には8nmから25nmまでの厚さを有している。機能層の厚さに関するその範囲では、可視スペクトル領域において優れた高い透過率、また非常に良好な導電率が達成される。

30

40

【0040】

一般的には、加熱可能なコーティング部の隣接する二つの機能層の間にはそれぞれ、少なくとも一つの誘電層が配置されている。有利には、第1の機能層の下及び／又は最後の機能層の上に、別の誘電層が配置されている。誘電層は、例えば窒化ケイ素のような窒化物又は酸化アルミニウムのような酸化物を含む誘電材料から成る、少なくとも一つの個別層を含んでいる。しかしながら、誘電層は複数の個別層を含むこともでき、例えば誘電材料から成る個別層と、平滑化層、適合化層、遮断層及び／又は反射防止層を含むことができる。誘電層は、例えば10nmから200nmまでの厚さを有している。

50

【0041】

この層構造は一般的に、磁気反応性の陰極スパッタリングのような真空法によって実施される一連の析出プロセスによって得られる。

【0042】

別の適切な導電性のコーティング部は、有利には酸化インジウムスズ（ITO）、フッ素がドーブされた酸化スズ（ $\text{SnO}_2:F$ ）又はアルミニウムがドーブされた酸化亜鉛（ ZnO:Al ）を含有している。

【0043】

原則として、電気加熱層は、電氣的に接触接続できるものであればどのようなコーティング部であってもよい。本発明によるガラス板が、例えば窓ガラスの分野におけるガラス板のような視界を実現すべき場合には、導電性のコーティング部は有利には透明である。本発明による導電性のコーティング部は有利には、電磁放射に対して透過性であり、特に有利には、300nmから1,300nmまでの波長の電磁放射に対して、特に可視光に対して透過性である。

【0044】

一つの有利な実施の形態では、導電性のコーティング部が、一つの層であるか、又は、2μm以下、特に有利には1μm以下の総厚を有している複数の個別層から成る層構造体である。

【0045】

一つの有利な本発明による導電性のコーティング部は、0.4 毎スクエアから10 毎スクエアまでのシート抵抗を有している。一つの特に有利な実施の形態では、本発明による導電性のコーティング部は、0.5 毎スクエアから1 毎スクエアまでのシート抵抗を有している。その種のシート抵抗を有しているコーティング部は、特に、12Vから48Vまでの一般的な車両電源電圧において、又は、500Vまでの一般的な車両電源電圧を有する電気自動車において、車両ガラスの加熱に特に適している。

【0046】

電気加熱層を、第1のガラス板の表面全体にわたり延在させることができる。しかしながら択一的には、電気加熱層を、第1のガラス板の表面の一部にのみ延在させることもできる。電気加熱層は、有利には、第1のガラス板の内側表面の少なくとも50%にわたり、特に有利には少なくとも70%にわたり、極めて有利には少なくとも90%にわたり延在している。

【0047】

電気加熱層はコーティングされていない領域を一つ又は複数有することができる。それらの領域は、電磁放射、例えば赤外線放射に対して、又はレーダ波に対して極めて高い透過率を有することができる。また例えば、データ伝送窓又は通信窓として公知である。

【0048】

合わせガラスとしての本発明によるガラス板の一つの有利な実施の形態では、第1のガラス板の内側表面が、導電性のコーティング部が設けられていない環状の縁部領域を有しており、この縁部領域は2mmから50mmまで、有利には5mmから20mmまでの幅を有している。導電性のコーティング部は、周囲雰囲気とは接触しておらず、ガラス板の内部において、熱可塑性の中間層によって有利には破損及び腐食から保護されている。

【0049】

バスバーは一つ又は複数の給電線によって電氣的に接触接続されている。給電線は有利には可撓性の箔導体（平形導体、リボン状導体）として形成されている。箔導体とは、厚さよりも幅の方が著しく大きい電気伝導体であると解される。その種の箔導体は例えば、銅、スズめっきされた銅、アルミニウム、銀、金又はそれらの合金を含むか、若しくはそれらのものから成るストリップ又はバンドである。箔導体は例えば2mmから16mmまでの幅及び0.03mmから0.1mmまでの厚さを有している。箔導体は、例えばポリイミドベースの絶縁性の被覆部、有利にはポリマー被覆部を有することができる。ガラス板における導電性のコーティング部の接触接続に適している箔導体は、例えば僅か0.3

10

20

30

40

50

mmの層厚しか有していない。その種の薄い箔導体は、個々のガラス板間において熱可塑性の中間層に容易に埋設することができる。箔導体バンドには、相互に電氣的に絶縁されている複数の導電層を設けることができる。

【0050】

択一的に、薄い金属ワイヤを給電線として使用することもできる。金属ワイヤは特に、銅、タングステン、金、銀又はアルミニウム又は、それらの金属のうちの少なくとも二つから成る合金を含有している。合金はモリブデン、レニウム、オスミウム、イリジウム、パラジウム又は白金を含んでいてもよい。

【0051】

本発明の一つの有利な実施の形態では、給電線が、例えばはんだ材料又は導電性接着剤によって、コンタクトストリップに接続される。コンタクトストリップはバスバーと接続されている。本発明においてコンタクトストリップは、給電線の延長部であり、コンタクトストリップとバスバーとの間の接続面は、バスバーの延在方向に距離 a だけ延びている、本発明による接触面であると解される。

10

【0052】

コンタクトストリップは、有利には、バスバーの許容電流を高める。更に、コンタクトストリップによって、バスバーと給電線との間の接触個所の不所望な加熱を低減することができる。また、コンタクトストリップは給電線によるバスバーの電氣的な接触接続を簡略化する。何故ならば、給電線は既に形成されているバスバーと接続する必要はなく、例えばはんだ付けする必要がないからである。

20

【0053】

コンタクトストリップは有利には、少なくとも一つの金属、特に有利には、銅、スズめっきされた銅、銀、金、アルミニウム、亜鉛、タングステン及び/又はスズを含有している。このことはコンタクトストリップの電気伝導に関して特に有利である。コンタクトストリップは、有利には上述の元素のうちの一つ又は複数、また必要に応じて別の元素を含む合金、例えば黄銅又は青銅を含有することができる。

【0054】

コンタクトストリップは有利には、薄い導電性のシートのストリップとして形成されている。コンタクトストリップは有利には10 μmから500 μmまで、特に有利には15 μmから200 μmまで、とりわけ有利には50 μmから100 μmまでの厚さを有している。この厚さを有しているシートは技術的に簡単に製造することができ、また取り扱いが容易であり、更には、有利な低い電気抵抗を有している。

30

【0055】

コンタクトストリップは有利には10 mmから400 mmまで、特に有利には10 mmから100 mmまで、とりわけ20 mmから60 mmまでの長さを有している。このことは、コンタクトストリップの取り扱い易さに関して、また電氣的な接触接続にとって十分な大きさの、バスバーとコンタクトストリップとの間の接触面に関して特に有利である。

【0056】

コンタクトストリップは有利には2 mmから40 mmまで、特に有利には5 mmから30 mmまでの幅を有している。このことは、コンタクトストリップとバスバーとの間の接触面に関して、またコンタクトストリップの給電線への簡単な接続に関して特に有利である。コンタクトストリップの長さ及び幅という語句は、それぞれ、バスバーの長さ又は幅によって表されている同一の広がり方向における寸法を意味している。

40

【0057】

一つの有利な実施の形態では、コンタクトストリップは面全体がバスバーと直接的に接触している。このために、コンタクトストリップがバスバーに載着される。特に有利には、ガラス板を簡単に製造することができ、またコンタクトストリップの面全体を接触面として使用できる。

【0058】

コンタクトストリップを簡単にバスバーに載着させることができ、またコンタクトスト

50

リップは、積層化されたガラス板の内部において所定の位置に永続的に固定される。

【0059】

更に本発明は、電気加熱層を備えているガラス板を製造するための方法にも関し、この方法は少なくとも以下のステップを備えている：

(a) 未コーティングゾーンを備えている電気加熱層を、第1のガラス板の表面に被着させるステップ、

(b) 電圧源と接続される少なくとも二つのバスバーを設け、それらのバスバーを電気加熱層に接続し、バスバー間に加熱電流のための電流経路を形成するステップ、

(c) 電気加熱層を少なくとも二つのセグメントに電氣的に分割する少なくとも1本の分離線を形成するステップ、

但し、少なくとも一つのセグメントは、未コーティングゾーンを少なくとも部分的に取り囲むように帯状に配置されているので、加熱電流のための電流経路は未コーティングゾーンを少なくとも部分的に取り囲むように案内される。

【0060】

方法ステップ(a)における電気加熱層の導電性のコーティング部の被着は、それ自体公知の方法によって行うことができ、有利には、磁気反応性の陰極スパッタリングによって行うことができる。このことは、第1のガラス板の、簡単、迅速、廉価且つ均一なコーティングに関して特に有利である。しかしながらまた、導電性のコーティング部を例えば蒸着、化学気相成長法(CVD: chemical vapour deposition)、プラズマ化学気相成長法(PECVD)又は湿化学式の方法によって被着させることができる。

【0061】

方法ステップ(a)の後に、第1のガラス板に熱処理を施すことができる。その際に、導電性のコーティング部を備えている第1のガラス板は、少なくとも200、有利には少なくとも300の温度に加熱される。この熱処理を、導電性のコーティング部の透過率を高めるため、及び/又は、シート抵抗を低減するために使用することができる。

【0062】

方法ステップ(a)の後に、典型的には500から700までの温度において、第1のガラス板を湾曲させることができる。平坦なガラス板をコーティングすることは技術的に比較的簡単なので、第1のガラス板が湾曲されるべき場合にはこの順序は有利である。しかしながら択一的に、例えば導電性のコーティング部が損傷なく湾曲プロセスに耐えることに適していない場合には、第1のガラス板を方法ステップ(a)の前に湾曲させてもよい。

【0063】

方法ステップ(b)において、バスバーは、有利にはスクリーン印刷法又はインクジェット法での導電性ペーストの印刷及び焼き付けによって設けられる。択一的に、バスバーを導電性のシートのストリップとして導電性のコーティング部に設けることができ、有利には載着、はんだ付け又は接着させることができる。

【0064】

スクリーン印刷法では、金属粒子を有する印刷ペーストが印刷時に通過するメッシュのマス킹によって、横方向の成形が行われる。マス킹の適切な成形によって、例えば、バスバーの幅bを非常に簡単に予め設定することができ、また変更することができる。

【0065】

導電性のコーティング部のデコーティングによる個々の分離線の形成は有利にはレーザービームによって行われる。薄い金属シートをパターニングするための方法は、例えば、欧州公開特許第2200097号(EP 2 200 097 A1)又は欧州公開特許第2139049号(EP 2 139 049 A1)から公知である。デコーティングの幅は有利には10µmから1,000µmまで、特に有利には30µmから200µmまで、またとりわけ70µmから140µmまでである。この範囲では、非常に優れた残留物のないデコーティングがレーザービームによって行われる。レーザービームを用いるデコーティングは特に有利である。

10

20

30

40

50

何故ならば、そのようにしてデコーティングされた線は光学的に非常に目立たないものであり、外観及び視界が損なわれることは殆ど無いからである。レーザ切断線の幅よりも広い幅を有する線のデコーティングは、レーザビームによって何度も線を走らせることにより行われる。従って、プロセス時間及びプロセスコストは、線の幅が太くなるにつれ上昇する。択一的に、機械的な除去並びに、化学的又は物理的なエッチングによってデコーティングを行うこともできる。

【0066】

本発明による方法の有利な発展形態は、少なくとも、以下の更なるステップを備えている：

(d) 熱可塑性の中間層を、第1のガラス板のコーティングされた表面に配置し、第2のガラス板を熱可塑性の中間層に配置するステップ、

(e) 第1のガラス板を、熱可塑性の中間層を介して第2のガラス板に結合させるステップ。

【0067】

方法ステップ(d)において、第1のガラス板は、電気加熱層が設けられている側の表面が熱可塑性の中間層に対向するように配置される。これによって、その表面は第1のガラス板の内側表面になる。

【0068】

熱可塑性の中間層を、単一の熱可塑性のシートによって形成することができるか、又は、面状に上下に重ねて配置される二つ以上の熱可塑性のシートによって形成することができる。

【0069】

方法ステップ(e)における第1のガラス板と第2のガラス板の結合は、有利には、熱、真空及び/又は圧力の作用下で行われる。それ自体公知の方法をガラス板の製造に使用することもできる。

【0070】

例えば、いわゆるオートクレーブ法を、約10 barから15 barまでの高圧下において、また130 から145 までの温度において、約2時間にわたり実施することができる。それ自体公知の真空バッグ法又は真空リング法は、例えば、約200 mbarにおいて80 から110 までの温度で行われる。第1のガラス板、熱可塑性の中間層及び第2のガラス板を、カレンダーにおいて少なくとも一組のロール間でプレスして一つのガラス板にすることもできる。この種の設備はガラス板の製造に関して公知であり、通常の場合、プレス機構の上流側に少なくとも一つの加熱用トンネルを有している。プレス過程の間の温度は例えば40 から150 までである。カレンダーリング法とオートクレーブ法の組み合わせは実際のところに非常に有効であることが分かった。択一的に、真空ラミネート法を使用することもできる。この方法では、加熱可能且つ真空可能な一つ又は複数のチャンバが使用され、そのチャンバにおいて第1のガラス板及び第2のガラス板が例えば、0.01 mbarから800 mbarまでの低圧下において80 から170 までの温度で、約60分以内の時間にわたり積層化される。

【0071】

更に本発明は、本発明による電気的なコンタクトを備えている本発明によるガラス板の、建物における、特に出入り口の領域、窓の領域、屋根の領域又はファサードの領域における使用、取り付け部材としての家具及び器具における使用、並びに、地上、空中又は水中における交通のための移動手段、特に電車、船舶及び自動車における、例えばフロントガラス、リアガラス、サイドガラス及び/又はガラスルーフとしての使用に関する。

【0072】

以下では、添付の図面及び複数の実施例に基づき、本発明を詳細に説明する。図面は概略的に描かれたものであり、縮尺通りではない。図面の記載は本発明を制限することを意図したものではない。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

【図 1 A】電気加熱層を備えている本発明によるガラス板の一つの実施の形態の平面図を示す。

【図 1 B】図 1 A に示したガラス板の切断線 A - A ' に沿った断面図を示す。

【図 1 C】図 1 A の一部の拡大図を示す。

【図 2 A】比較例としての、従来技術によるガラス板の平面図を示す。

【図 2 B】図 2 A に示した比較例の加熱電力分布のシミュレーションを示す。

【図 2 C】図 2 A に示した比較例の温度分布のシミュレーションを示す。

【図 3 A】本発明によるガラス板の別の実施の形態の平面図を示す。

【図 3 B】図 3 A に示した本発明によるガラス板の加熱電力分布のシミュレーションを示す。 10

【図 3 C】図 3 A に示した本発明によるガラス板の温度分布のシミュレーションを示す。

【図 4】本発明によるガラス板の別の実施の形態の平面図を示す。

【図 5】本発明によるガラス板の別の実施の形態の平面図を示す。

【図 6】本発明による方法の一つの構成の詳細なフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 7 4 】

図 1 A には、電気加熱層を備えている、本発明によるガラス板 1 0 0 の一つの実施例が平面図で示されている。図 1 B には、図 1 A の切断線 A - A ' に沿った、本発明によるガラス板 1 0 0 の断面図が示されている。ガラス板 1 0 0 は、第 1 のガラス板 1 及び第 2 のガラス板 2 を含んでおり、それら二つのガラス板 1 , 2 は熱可塑性の中間層 4 を介して相互に結合されている。ガラス板 1 0 0 は例えば車両ガラスであり、特に乗用車のウィンドシールドガラスである。第 1 のガラス板 1 は例えば、取り付けられた位置において内室に対向することが予定されている。第 1 のガラス板 1 及び第 2 のガラス板 2 はソーダ石灰ガラスから成る。第 1 のガラス板 1 は例えば 1 . 6 mm の厚さを有しており、また第 2 のガラス板 2 は 2 . 1 mm の厚さを有している。熱可塑性の中間層 4 は、ポリビニルブチラル (P V B) から成り、また 0 . 7 6 mm の厚さを有している。第 1 のガラス板 1 の内側表面 I I I には、導電性のコーティング部から成る電気加熱層 3 が被着されている。電気加熱層 3 は、例えば、3 つの導電性銀層と、それらの導電性銀層を相互に離隔させる誘電層とを含んでいる層系である。電気加熱層 3 に電流が流れると、電気加熱層 3 自体の電気抵抗及びジュール熱の発生に起因して、電気加熱層 3 が加熱される。従って、電気加熱層 3 をガラス板 1 0 0 の能動的な加熱に使用することができる。 20 30

【 0 0 7 5 】

電気加熱層 3 は例えば、環状に延びるフレーム状の 8 mm の幅の未コーティング領域を除いて、第 1 のガラス板 1 の表面 I I I 全体にわたり延在している。未コーティング領域は、電圧が印加される電気加熱層 3 と車両ボディとの間の電氣的な絶縁に使用される。また未コーティング領域は、電気加熱層 3 を損傷及び腐食から保護するために、中間層 4 に接着されることによって気密に封止されている。

【 0 0 7 6 】

電氣的な接触接続を行うために、第 1 のバスバー 5 . 1 が下側の縁部領域内で、また別の第 2 のバスバー 5 . 2 が上側の縁部領域内でそれぞれ電気加熱層 3 に配置されている。それらのバスバー 5 . 1 , 5 . 2 は、例えば銀粒子を含有しており、また、スクリーン印刷法で塗布され、その後焼き付けられたものである。各バスバー 5 . 1 , 5 . 2 の長さは、電気加熱層 3 の寸法にほぼ一致している。 40

【 0 0 7 7 】

バスバー 5 . 1 , 5 . 2 に電圧が印加されると、バスバー 5 . 1 , 5 . 2 間では、均一な電流が電気加熱層 3 を通って流れる。各バスバー 5 . 1 , 5 . 2 のほぼ中央には給電線 7 が配置されている。給電線 7 はそれ自体公知の箔導体である。給電線 7 は接触面を介してバスバー 5 . 1 , 5 . 2 と導電的に接続されており、例えばはんだ材料、導電性接着剤を用いて導電的に接続されているか、又は、単純に載着させてガラス板 1 0 0 内で圧着さ 50

せることによって導電的に接続されている。箔導体は例えば、10 mmの幅及び0.3 mmの厚さを有している、スズめっきされた銅箔を含む。バスバー5.1, 5.2は給電線7を介して、更には接続ケーブル13を介して電圧源14に接続されており、この電圧源14は自動車にとって一般的な車両電源電圧、有利には12 Vから15 Vまでの電圧、例えば約14 Vの電圧を供給する。それとは異なり、電圧源14がより高い電圧、例えば35 Vから45 Vまでの電圧、特に42 Vの電圧を有していることも考えられる。

【0078】

ガラス板100の上縁には、例えば、半円の弧の形状の第3のバスバー5.3が配置されており、この第3のバスバー5.3は第2のバスバー5.2と導電的に接続されている。それとは異なり、第3のバスバー5.3を矩形、三角形、台形又はその他の形に形成することもできる。第3のバスバー5.3は例えば10 mmの幅を有している。

10

【0079】

ガラス板100の上側の領域においては、ガラス板の幅のほぼ中央に、未コーティングゾーン8が配置されている。未コーティングゾーン8は、電気加熱層3の導電性材料を有していない。未コーティングゾーン8は、例えば、電気加熱層3によって完全に包囲されている。それとは異なり、未コーティングゾーン8を電気加熱層3の縁部に配置することもできる。未コーティングゾーン8は例えば1.5 dm²の面積を有している。未コーティングゾーン8は例えば18 cmの長さを有している。ここで長さとは、ガラス板を通る電流経路の方向、即ち二つのバスバー5.1, 5.2を結ぶ最短の線が延びる方向の寸法を意味している。図1に示した自動車ガラスの例では、未コーティングゾーン8の長さは垂直方向に配列されており、また幅はバスバー5.1, 5.2に平行な水平方向に配列されている。未コーティングゾーン8の上端部はバスバー5.3に接している。

20

【0080】

図示されている例において、バスバー5.1, 5.2, 5.3は、例えば約10 μmの一定の厚さを有しており、また、例えば2.3 μm・cmの一定の比抵抗を有している。

【0081】

電気加熱層3は4つの分離線9.1, 9.1', 9.2, 9.2'を有しており、それらの分離線は未コーティングゾーン8について鏡面对称に配置されている。分離線9.1, 9.1', 9.2, 9.2'の領域において、電気加熱層3は電氣的に遮断されている。分離線9.1, 9.1', 9.2, 9.2'は未コーティングゾーン8を取り囲むように帯状に配置されており、また、電気加熱層3にセグメント10.1, 10.1', 10.2, 10.2', 10.3, 10.3'を形成している。電流経路11は、未コーティングゾーン8を取り囲むように、電気加熱層3におけるセグメント10.1, 10.1', 10.2, 10.2'を通して案内される。特に、未コーティングゾーン8に一番近いセグメント10.1, 10.1'における電流経路11は、未コーティングゾーン8の下に位置する領域12に向かって案内される。この領域12においては、分離線が設けられていない従来技術による電気加熱層3では、弱い加熱電力しか達成されない(図2Bに示した従来技術による加熱電力分布を参照されたい)。

30

【0082】

図1Bには、切断線A-A'に沿った、本発明によるガラス板100の断面図が概略的に示されている。分離線9.1, 9.1', 9.2及び9.2'は、例えば100 μmの幅d₁, d₁', d₂及びd₂'を有しており、例えばレーザパターンングによって電気加熱層3に形成されている。そのような細い幅の分離線9.1, 9.1', 9.2, 9.2'は、目では殆ど認識できず、従って、ガラス板100を通して見る視界を極僅かにしか妨げない。このことは、特に自動車における用途に関して、走行の安全性にとって非常に重要である。

40

【0083】

マスキング印刷としてそれ自体公知の不透明なインク層によって、第3のバスバー5.3の領域が観察者にとって可視となることを阻止することができる。ここでは図示していないマスキング印刷部を、例えば、第2のガラス板2の内側表面IIにおいてフレーム状

50

に設けることができる。

【0084】

給電線7とバスバー5.1, 5.2との間に、ここでは図示していないコンタクトストリップを配置することができる。コンタクトストリップは、バスバー5.1, 5.2と外部の給電線7の簡単な接続のために使用され、また例えば、給電線7に直交して、バスバー5.1, 5.2の延在方向に配置されている。コンタクトストリップは、有利には、バスバー5.1, 5.2の許容電流を高める。これによって、バスバー5.1, 5.2から給電線7への移行部が比較的大きい面積に広げられ、局所的な加熱部、いわゆるホットスポットが回避される。コンタクトストリップは例えば、面全体がバスバー5.1, 5.2に直接的に接触される。コンタクトストリップは、例えば、ガラス板100の製造時に、バスバー5.1, 5.2に載置され、熱可塑性の層4によってバスバー5.1, 5.2の上に永続的に固定される。コンタクトストリップは例えば銅から形成されており、また、100 μ mの厚さ、8mmの幅及び5cmの長さを有している。コンタクトストリップとバスバー5.1, 5.2は、有利には直接的に接触している。つまり、はんだ材料又は導電性の接着剤を介した電氣的な接続は行われていない。これによって、ガラス板100の製造プロセスが非常に簡略化される。更には、例えばはんだ付けの際又ははんだ接合部に負荷が掛かった際に生じる、バスバー5.1, 5.2の損傷の危険も回避することができる。

10

【0085】

図1Cには、未コーティングゾーン8の領域及びその未コーティングゾーン8の左側に配置されている分離線9.1, 9.2の領域の部分拡大図が示されている。分離線9.1, 9.2間のセグメント10.2が例示的にハッチングされて示されている。全ての分離線9.1, 9.2は、未コーティングゾーン8の下側に示されている線6の位置において終端している。更に、セグメント10.1の平均長さ L_1 及びセグメント10.2の平均長さ L_2 を表す部分が示されている。平均長さ L_1 は例えば25cmである。平均長さ L_2 は例えば28cmである。本発明の一つの有利な実施の形態では、平均長さ L_1 及び L_2 がほぼ同じ長さに実施されている。セグメント10.1, 10.2の平均長さ L は、一般的に、分離線の曲率によって決定され、従って、セグメントの曲率と、上側のバスバー5.2の位置とによって、また場合によっては第3のバスバー5.3の位置とによって決定される。均一な加熱電力分布にとって最適な、セグメント10.1, 10.2の平均長さ L を、簡単な実験及びシミュレーションの枠内で求めることができる。

20

30

【0086】

図2Aには、従来技術によるガラス板100が示されている。ガラス板100は、第1のガラス板1及び第2のガラス板2を含んでおり、それら二つのガラス板1, 2は熱可塑性の中間層4を介して相互に結合されている。ガラス板100は例えば車両ガラスであり、特に乗用車のウィンドシールドガラスである。第1のガラス板1は例えば、取り付けられた位置において内室に対向することが予定されている。第1のガラス板1及び第2のガラス板2はソーダ石灰ガラスから成る。第1のガラス板1は例えば1.6mmの厚さを有しており、また第2のガラス板2は2.1mmの厚さを有している。熱可塑性の中間層4は、ポリビニルブチラル(PVB)から成り、また0.76mmの厚さを有している。第1のガラス板1の内側表面IIIには、図1Aに示した電気加熱層3の構造に対応する、導電性のコーティングから成る電気加熱層3が被着されている。図1Aとは異なり、ガラス板100の下側縁部に配置されているバスバー5.1は二つの給電線7.1, 7.2を有している。各バスバー5.1, 5.2は、例えば10 μ mの一定の厚さを有しており、また、例えば2.3 μ · cmの一定の比抵抗を有している。更に、従来技術によるガラス板100は、電気加熱層3に分離線が形成されていない点において、図1Aに示した本発明によるガラス板100とは異なっている。

40

【0087】

電気加熱層3の面積は約0.98m²である。電気加熱層3は、ガラス板の上側1/3、且つ、ガラス板の幅のほぼ中央に、未コーティングゾーン8を有している。未コーティ

50

ングゾーン 8 は例えば、最大で 21 cm の幅と、最大で 24 cm の長さ及び 400 cm² の総面積を有している。

【0088】

ガラス板は上側縁部にバスバー 5.2 を有している。電流は給電線 7 を介して、矢印で示されているようにバスバー 5.2 に供給される。電流は電気加熱層 3 を通って、ガラス板 100 の下側領域内に配置されているバスバー 5.1 へと流れる。バスバー 5.1 は左右の各端部においてそれぞれ給電線 7.1, 7.2 に接続されている。バスバー 5.1, 5.2 は例えば 16 mm の幅及び 10 μm の厚さを有している。電気加熱層 3 は例えば 0.9 毎スクエアのシート抵抗を有している。有限要素シミュレーションに関しては、給電線 7.1 及び 7.2 と上側の給電線 7 との間の電圧は 14 V を、また周囲温度は 22

10

【0089】

図 2 B には、図 2 A に示した、電気加熱層 3 に分離線が形成されていない、従来技術によるガラス板 100 の加熱電力分布のシミュレーションが示されている。ガラス板の電力は 318 W である。

【0090】

図 2 C には、図 2 A に示した従来技術による比較例の温度分布のシミュレーションが示されている。ガラス板 100 における最大温度 T_{max} は 50.7 であり、未コーティングゾーン 8 の下に位置する領域 12 における平均温度 T_{mitt} は 26.2 である。

【0091】

図 3 A には、本発明によるガラス板 100 の別の実施の形態が平面図で示されている。第 1 のガラス板 1、第 2 のガラス板 2、電気加熱層 3、熱可塑性の中間層 4 及び外部の給電線 7, 7.1, 7.2 は、図 2 A に示したものと同様に構成されている。電気加熱層 3 は、図 2 A に示したものに対応する未コーティングゾーン 8 を有している。ガラス板 100 の上側の領域には第 3 のバスバー 5.3 が配置されている。更に、電気加熱層 3 は未コーティングゾーン 8 の両側にそれぞれ 8 本の分離線 9.1 ~ 9.8, 9.1' ~ 9.8' を有している。分離線 9.1 ~ 9.8, 9.1' ~ 9.8' によって、未コーティングゾーン 8 の両側にそれぞれ 8 個のセグメント 10.1 ~ 10.8, 10.1' ~ 10.8' が形成され、電流経路はそれらのセグメントを通して、バスバー 5.2 又は第 3 のバスバー 5.3 から未コーティングゾーン 8 の下に位置する領域へと案内される。以下のシミュレーション結果が示すように、これによって、本発明によるガラス板 100 の加熱電力分布及び温度分布の均一化を達成することができる。分離線 9 は有利には、レーザパターンニングによって電気加熱層 3 に形成される。個々の分離線 9 の幅は例えば 100 μm であり、従って、ガラス板 100 を通して見る視界は最小限にしか妨げられない。

20

30

【0092】

図 3 B には、図 3 A に示した本発明によるガラス板 100 の加熱電力分布のシミュレーションが示されている。ガラス板の電力は 312 W である。

【0093】

図 3 C には、図 3 A に示した本発明によるガラス板 100 の温度分布のシミュレーションが示されている。ガラス板 100 における最大温度 T_{max} は 54.2 であり、未コーティングゾーン 8 の下に位置する領域 12 における平均温度 T_{mitt} は 32.2 である。

40

【0094】

表 1 には、改めてシミュレーション結果をまとめている。

【表 1】

	未コーティングゾーン8の 下方の領域12における 加熱電力	未コーティングゾーン8の 下方の領域12における 平均温度 T_{mitt}	加熱電力分布
図2に示した比較例 (従来技術)	$< 150 \text{ W/m}^2$	26.2°C	悪い
図3に示した 本発明による ガラス板100	$> 300 \text{ W/m}^2$	32.2°C	良い

10

【0095】

図3Aに示した本発明によるガラス板100では、図2Aに示した比較例である従来技術によるガラス板100に比べて加熱特性が著しく改善されている。特に、未コーティングゾーン8の下に位置する領域12においては、従来技術によるガラス板は、 150 W/m^2 を下回る加熱電力しか有しておらず、また平均温度も約 26.2 である。加熱電力分布が不均一であることによって、ガラス板100の霜取り機能及び曇り止め機能は十分に機能しない。未コーティングゾーン8の下に位置する領域12における中央の視界では、冬の天候状態においてガラス板100を通して見る視界に問題がないことを保証するためには、この加熱特性は十分ではない。

20

【0096】

図3Aに示した本発明によるガラス板100は、未コーティングゾーン8の下に位置するクリティカルな領域12において改善された加熱特性を示す。つまりシミュレーションからは、上記のシミュレーション条件下において、 300 W/m^2 を上回る加熱電力が達成され、平均温度は約 32.2 にまで高くなることが分かった。分離線の幅が細いことによって、ガラス板を通して見る視界は最小限にしか妨げられないので、従って車両ガラスに対する要求は満たされている。

【0097】

この結果は当業者にとって予想を超える驚くべきものであった。

【0098】

図4には、本発明によるガラス板100の別の実施の形態の一部が平面図で示されている。電気加熱層3を備えている第1のガラス板1、第2のガラス板2、熱可塑性の中間層4及び外部の給電線7、7.1、7.2は、図3Aに示したものと同様に構成されている。電気加熱層3は未コーティングゾーン8及び分離線9.1~9.4、9.1'~9.4'を有しており、それらの分離線によって電気加熱層3が複数のセグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'に分割されている。セグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'は、未コーティングゾーン8の側方において帯状に配置されている。更に、各セグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'は、別のバスバー5.3~5.6、5.3'~5.6'を有している。各バスバー5.3~5.6、5.3'~5.6'は、バスバー5.2と直接的且つ導電的に接続されている。

30

40

【0099】

セグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'が湾曲していることに起因して、各セグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'を通る電流経路11は延長されており、また、電気加熱層3の一定の比シート抵抗に起因して、オーム抵抗がセグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'によって高められている。これによって、分離線9.1~9.4、9.1'~9.4'によって形成されるセグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'外の電流経路に比べて不均一な加熱電力分布が生じる可能性がある。セグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'を通る電流経路11の長さを、そのセグメント10.1~10.4、10.1'~10.4'に電流を供給する別のバスバー5.3~5.6、5.3'~5.6'によって短縮することによ

50

って、電氣的に加熱されるガラス板100の加熱電力分布及び温度分布の更なる均一化を達成することができる。別のバスバー5.3~5.6, 5.3'~5.6'の長さ、また厚さ及び幅のような寸法を、簡単な実験及びシミュレーションの枠内で求めることができる。図示されている実施例においては、バスバー5.4~5.6, 5.4'~5.6'がジグザグ状に形成されている。またここでは、バスバー5.4, 5.4'はバスバー5.5, 5.5'よりも厚く形成されており、更にバスバー5.5, 5.5'はバスバー5.6, 5.6'よりも厚く形成されている。従って、バスバー5.4, 5.4'はバスバー5.5, 5.5'よりも低抵抗であり、またバスバー5.5, 5.5'はバスバー5.6, 5.6'よりも低抵抗である。

【0100】

図5には、本発明によるガラス板100の別の実施の形態が平面図で示されている。電気加熱層3を備えている第1のガラス板1及び外部の給電線7, 7.1, 7.2は、図4に示したものと同様に構成されている。電気加熱層3は未コーティングゾーン8及び分離線9.1~9.4, 9.1'~9.4'を有しており、それらの分離線によって電気加熱層3が複数のセグメント10.1~10.4, 10.1'~10.4'に分割されている。セグメント10.1~10.4, 10.1'~10.4'は、未コーティングゾーン8の側方において帯状に配置されている。未コーティングゾーン8から最も離れた位置に配置されているセグメント10.4及び10.4'は、バスバー5.2と直接的且つ導電的に接続されている第3のバスバー5.3及び5.3'をそれぞれ有している。更に、それよりも内側に位置する別のセグメント10.1~10.3, 10.1'~10.3'はそれぞれ低抵抗ブリッジ15.4~15.6, 15.4'~15.6'を有しており、このブリッジによって各セグメントを通る電流経路の電気抵抗が低減される。低抵抗ブリッジ15.4~15.6, 15.4'~15.6'は、例えばバスバー5.2の材料から形成されており、また電気加熱層3の抵抗よりも低抵抗である電気抵抗を有している。低抵抗ブリッジ15.4~15.6, 15.4'~15.6'は、バスバー5.2と直接的且つ導電的に接続されているのではなく、その長さ全体にわたって電気加熱層3と導電的に接続されている。

【0101】

セグメント10.1~10.4, 10.1'~10.4'が湾曲していることに起因して、各セグメント10.1~10.4, 10.1'~10.4'を通る電流経路11は延長されており、また、電気加熱層3の一定の比シート抵抗に起因して、オーム抵抗がセグメント10.1~10.4, 10.1'~10.4'によって高められている。これによって、分離線9.1~9.4, 9.1'~9.4'によって形成されるセグメント10.1~10.4, 10.1'~10.4'外の電流経路に比べて不均一な加熱電力分布が生じる可能性がある。電流経路11の長さを低抵抗ブリッジ15.4~15.6, 15.4'~15.6'によって短縮することによって、電氣的に加熱されるガラス板100の加熱電力分布及び温度分布の更なる均一化を達成することができる。低抵抗ブリッジ15.4~15.6, 15.4'~15.6'の長さ、またその最適な電気抵抗を、簡単な実験及びシミュレーションの枠内で求めることができる。

【0102】

図6には、電氣的に加熱可能なガラス板100を製造するための本発明による方法の一つの実施例のフローチャートが示されている。

【0103】

分離線を備えている本発明によるガラス板100は、著しく改善された加熱特性、加熱電力分布の改善された均一性及び高温時の均一な温度分布を、ガラス板の非常に重要な部分において示すことを証明できた。それと同時に、ガラス板100を通して見る視界は、本発明の分離線によっても最小限にしか妨げられない。

【0104】

この結果は当業者にとって予想を超える驚くべきものであった。

【符号の説明】

10

20

30

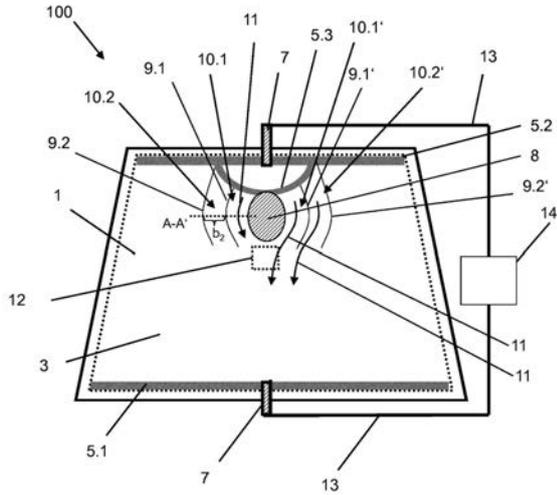
40

50

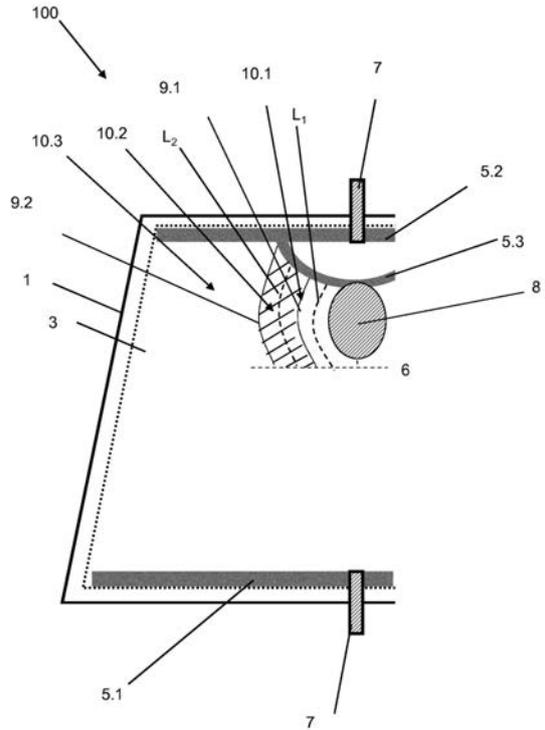
【 0 1 0 5 】

- (1) 第 1 のガラス板
 (2) 第 2 のガラス板
 (3) 電気加熱層
 (4) 熱可塑性の中間層
 (5 . 1) , (5 . 2) , (5 . 3) , (5 . 4) , (5 . 5) バスバー
 (5 . 1 ') , (5 . 2 ') , (5 . 3 ') , (5 . 4 ') , (5 . 5 ') バスバー
 (6) 線
 (7) 給電線
 (8) 未コーティングゾーン 10
 (9 . 1) , (9 . 2) , (9 . 3) , (9 . 4) , (9 . 5) , (9 . 6) , (9 . 7) , (9 . 8) 分離線
 (9 . 1 ') , (9 . 2 ') , (9 . 3 ') , (9 . 4 ') , (9 . 5 ') , (9 . 6 ') , (9 . 7 ') , (9 . 8 ') 分離線
 (10 . 1) , (10 . 2) , (10 . 3) , (10 . 4) , (10 . 5) , (10 . 6) , (10 . 7) , (10 . 8) セグメント
 (10 . 1 ') , (10 . 2 ') , (10 . 3 ') , (10 . 4 ') , (10 . 5 ') , (10 . 6 ') , (10 . 7 ') , (10 . 8 ') セグメント
 (11) 電流経路
 (12) 領域 20
 (13) 接続ケーブル
 (14) 電圧源
 (15 . 4) , (15 . 5) , (15 . 6) , (15 . 4 ') , (15 . 5 ') , (15 . 6 ') 低抵抗ブリッジ
 (100) ガラス板
 (I I) 第 2 のガラス板 2 の表面
 (I I I) 第 1 のガラス板 1 の表面
 b , b_1 , b_2 セグメント 10 , 10 . 1 , 10 . 2 の幅
 d , d_1 , d_2 分離線 9 の幅
 L , L_1 , L_2 セグメントの長さ 30
 A - A ' 切断線

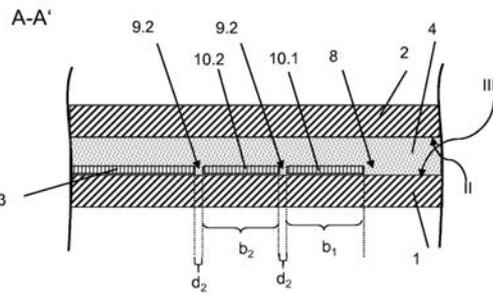
【図 1 A】



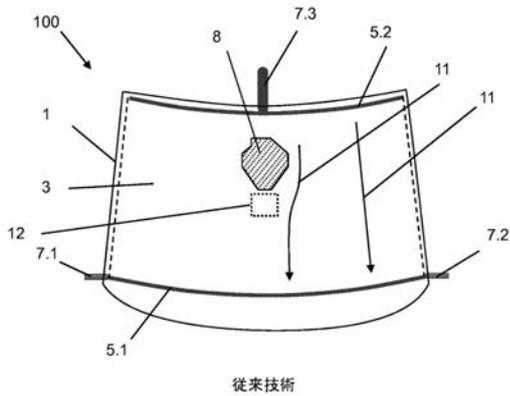
【図 1 C】



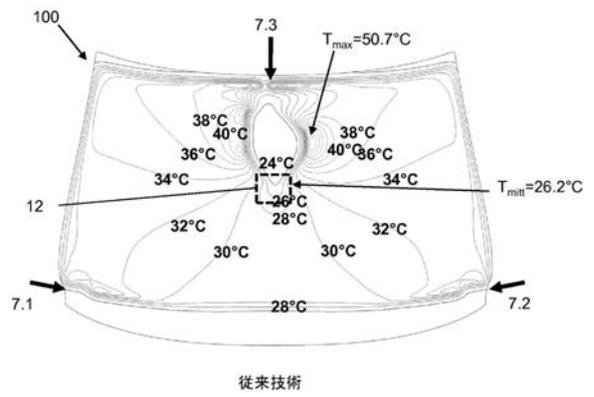
【図 1 B】



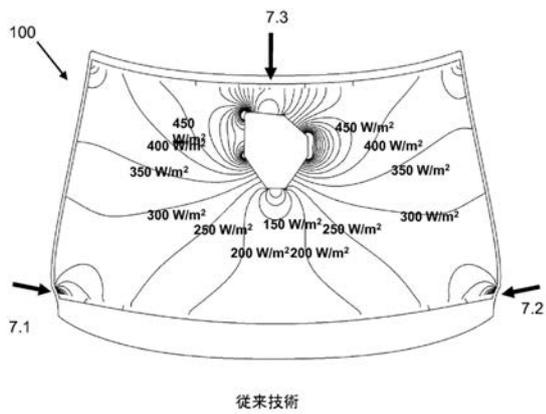
【図 2 A】



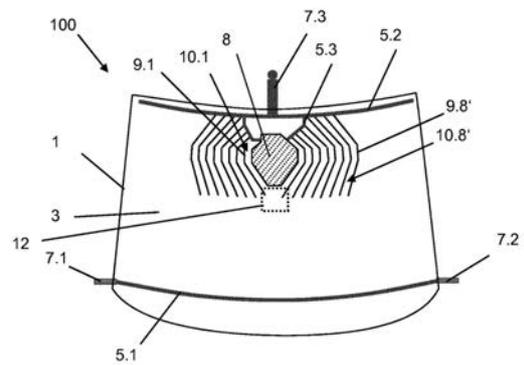
【図 2 C】



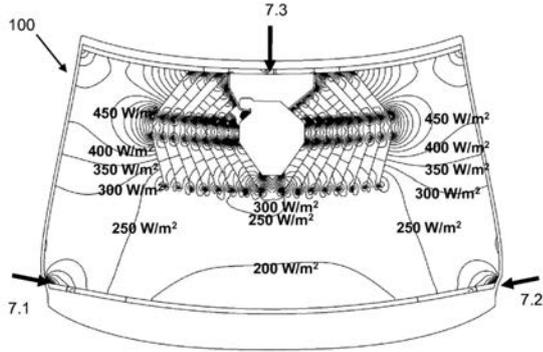
【図 2 B】



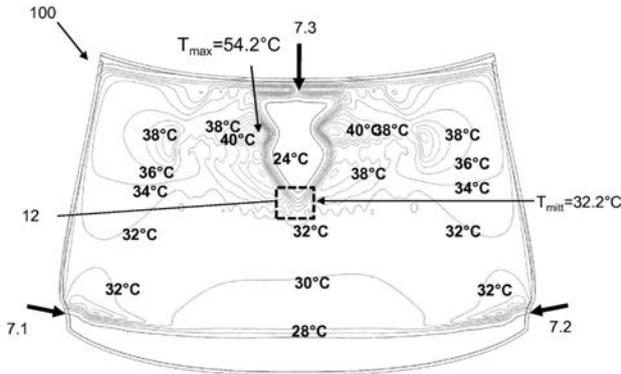
【図 3 A】



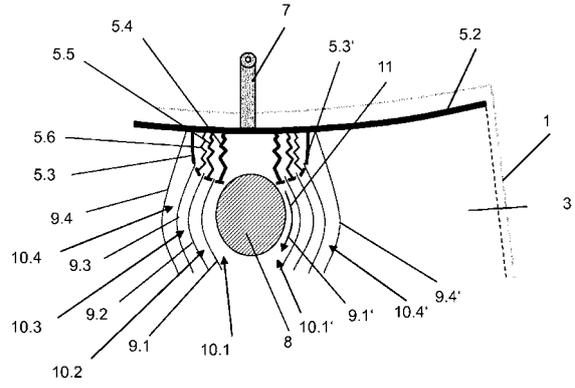
【 図 3 B 】



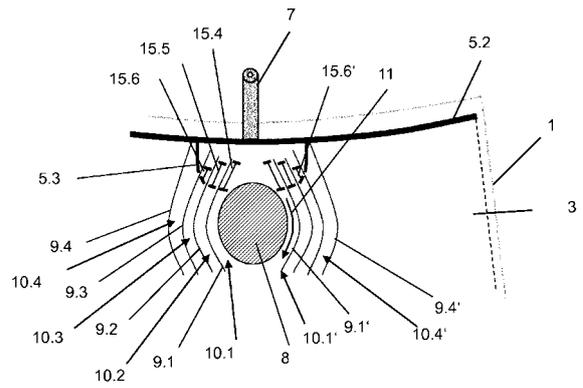
【 図 3 C 】



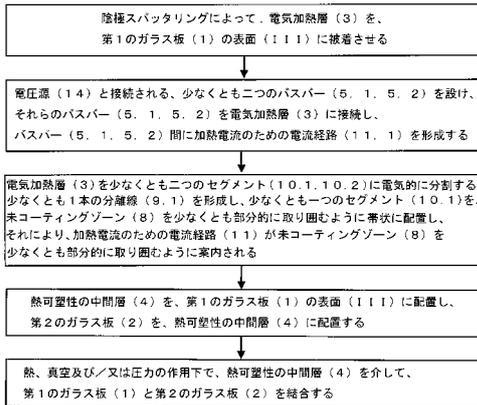
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【手続補正書】

【提出日】平成30年3月28日(2018.3.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

電気加熱層(3)を備えているガラス板(100)において、
該ガラス板(100)は、
表面(III)を有している第1のガラス板(1)と、
少なくとも前記表面(III)の一部に被着されており、且つ、未コーティングゾーン(8)を含んでいる、少なくとも一つの電気加熱層(3)と、
電圧源(14)と接続される少なくとも二つのバスバー(5.1, 5.2)であって、
該少なくとも二つのバスバー(5.1, 5.2)間に加熱電流のための電流経路(11)が形成されるように前記電気加熱層(3)に接続されている、少なくとも二つのバスバー(5.1, 5.2)と、
前記電気加熱層(3)を少なくとも二つのセグメント(10.n, 10.n+1)に電氣的に分割する少なくとも1本の分離線(9.n)、但しnは1以上の整数である、と、
を備えており、
少なくとも一つのセグメント(10.n)は、前記未コーティングゾーン(8)を取り囲むように帯状に配置されており、それにより、前記加熱電流のための前記電流経路(11)は前記未コーティングゾーン(8)を少なくとも部分的に取り囲むように案内されており、
前記少なくとも一つのセグメント(10.n)には、前記電流経路(11)に沿って電気抵抗を低減させる低抵抗ブリッジ(15.n)が配置されている、ことを特徴とする、
ガラス板(100)。

【請求項2】

前記電気加熱層(3)は少なくとも2本の分離線(9.1, 9.2)を有しており、該分離線によって、前記未コーティングゾーン(8)を少なくとも部分的に取り囲むように帯状に配置されている複数のセグメント(10.n)が形成される、請求項1に記載のガラス板(100)。

【請求項3】

前記電気加熱層(3)は4本から30本までの分離線を有している、請求項2に記載のガラス板(100)。

【請求項4】

前記分離線(9.1, 9.2)は、30 μ mから200 μ mまでの幅dを有している、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項5】

前記分離線(9.1, 9.2)は、70 μ mから140 μ mまでの幅dを有している、請求項4に記載のガラス板(100)。

【請求項6】

前記未コーティングゾーン(8)と、前記未コーティングゾーン(8)の一番近くに位置する分離線(9.1)との間のセグメント(10.1)の幅 b_1 、及び/又は、隣接する2本の分離線(9.n, 9.n+1)間の幅 b_n は、1cmから15cmまでである、請求項1乃至5のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項7】

前記未コーティングゾーン(8)は、0.5 d m²から15 d m²までの面積を有している、請求項1乃至6のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 8】

前記未コーティングゾーン(8)は、 2 dm^2 から 8 dm^2 までの面積を有している、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 9】

前記セグメント(10.n)の平均長さ(L_n)の、各平均長さの平均値 L_m からの偏差は、25%未満である、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 10】

前記セグメント(10.n)の平均長さ(L_n)の、各平均長さの平均値 L_m からの偏差は、0%から10%までである、請求項 9 に記載のガラス板(100)。

【請求項 11】

前記セグメント(10.n)の平均長さ(L_n)の、各平均長さの平均値 L_m からの偏差は、0%から5%までである、請求項 9 に記載のガラス板(100)。

【請求項 12】

第 1 のバスバー(5.1)又は第 2 のバスバー(5.2)と電氣的に接続されている第 3 のバスバー(5.3)が配置されており、該第 3 のバスバー(5.3)は、少なくとも一つのセグメント(10.n)の平均長さ L_n を短縮する、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 13】

前記第 3 のバスバー(5.3)は、全てのセグメント(10.n)の平均長さ L_n を短縮する、請求項 12 に記載のガラス板(100)。

【請求項 14】

前記バスバー(5)及び/又は前記低抵抗ブリッジ(15.n)は、焼き付けられた印刷ペーストとして形成されている、請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 15】

前記焼き付けられた印刷ペーストは、金属製の粒子、金属粒子及び/又は炭素粒子を含有している、請求項 14 に記載のガラス板(100)。

【請求項 16】

前記焼き付けられた印刷ペーストは、銀粒子を含有している、請求項 14 に記載のガラス板(100)。

【請求項 17】

前記焼き付けられた印刷ペーストは、 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ から $7.0\text{ }\mu\text{m}$ までの比抵抗 ρ を有している、請求項 14 に記載のガラス板(100)。

【請求項 18】

前記焼き付けられた印刷ペーストは、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ から $2.5\text{ }\mu\text{m}$ までの比抵抗 ρ を有している、請求項 14 に記載のガラス板(100)。

【請求項 19】

前記第 1 のガラス板(1)の前記表面(III)は、熱可塑性の中間層(4)を介して、第 2 のガラス板(2)と面状に結合されている、請求項 1 乃至 18 のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 20】

前記第 1 のガラス板(1)及び/又は前記第 2 のガラス板(2)は、ガラス、ポリマー、及び/又はそれらの混合物を含む、請求項 1 乃至 19 のいずれか一項に記載のガラス板(100)。

【請求項 21】

前記第 1 のガラス板(1)及び/又は前記第 2 のガラス板(2)は、平板ガラス、フロートガラス、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、又は、ソーダ石灰ガラスを含む、請求項 20 に記載のガラス板(100)。

【請求項 22】

前記第 1 のガラス板(1)及び/又は前記第 2 のガラス板(2)は、ポリエチレン、ポ

リプロピレン、ポリカーボネート、又は、ポリメチルメタクリレートを含む、請求項 2 0 に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 3】

前記電気加熱層 (3) は、透明な導電性のコーティング部である、請求項 1 乃至 2 2 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 4】

前記電気加熱層 (3) は、0 . 4 毎スクエアから 1 0 毎スクエアまでのシート抵抗を有している、請求項 2 3 に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 5】

前記電気加熱層 (3) は、0 . 5 毎スクエアから 1 毎スクエアまでのシート抵抗を有している、請求項 2 3 に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 6】

前記電気加熱層 (3) は、銀 (A g)、酸化インジウムスズ (I T O)、フッ素がドーブされた酸化スズ (S n O ₂ : F)、又は、アルミニウムがドーブされた酸化亜鉛 (Z n O : A l) を含有している、請求項 2 3 に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 7】

前記未コーティングゾーン (8) は、データ伝送用の通信窓である、請求項 1 乃至 2 6 のいずれか一項記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 8】

前記ガラス板 (1 0 0) は、地上、空中又は水中における交通のための移動手段におけるフロントガラス、リアガラス、サイドガラス及び / 又はガラスルーフ、あるいは、家具、器具及び建物における取り付け部材、あるいは、電気ヒータである、請求項 1 乃至 2 7 のいずれか一項に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 2 9】

前記ガラス板 (1 0 0) は、自動車における、フロントガラス、リアガラス、サイドガラス及び / 又はガラスルーフである、請求項 2 8 に記載のガラス板 (1 0 0)。

【請求項 3 0】

電気加熱層を備えているガラス板 (1 0 0) を製造するための方法において、
(a) 未コーティングゾーン (8) を備えている電気加熱層 (3) を、ガラス板 (1) の表面 (I I I) に被着させるステップと、
(b) 電圧源 (1 4) と接続される少なくとも二つのバスバー (5 . 1 , 5 . 2) を設けるステップであって、該少なくとも二つのバスバー (5 . 1 , 5 . 2) が前記電気加熱層 (3) に接続されることにより、該少なくとも二つのバスバー (5 . 1 , 5 . 2) 間に加熱電流のための電流経路 (1 1) を形成するステップと、
(c) 前記電気加熱層 (3) を少なくとも二つのセグメント (1 0 . n , 1 0 . n + 1) に電氣的に分割する少なくとも一本の分離線 (9 . n) を形成するステップであって、但し n は 1 以上の整数であり、少なくとも一つのセグメント (1 0 . n) を、前記未コーティングゾーン (8) を取り囲むように帯状に配置し、それにより、前記加熱電流のための前記電流経路 (1 1) を、前記未コーティングゾーン (8) を少なくとも部分的に取り囲むように案内するステップと、
(d) 前記少なくとも一つのセグメント (1 0 . n) 内に、前記電流経路 (1 1) に沿って電気抵抗を低減させる低抵抗ブリッジ (1 5 . n) を配置するステップと
を含むことを特徴とする、方法。

【請求項 3 1】

前記分離線 (9) をレーザーパターニングによって形成する、請求項 3 0 に記載の方法。

フロントページの続き

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 ダン クォン ファン

ドイツ連邦共和国 アーヘン アレクサンダーシュトラッセ 9 5

(72)発明者 ボージャン デイミトリエヴィチ

ドイツ連邦共和国 ボーフム クーレホーフ 6

(72)発明者 ギュンター シャル

ドイツ連邦共和国 クロイツァウ アム ザントベアク 1 9

Fターム(参考) 4F100 AA25C AA28C AA37C AB01C AB10C AB24C AG00A AG00B AK04A AK04B
AK07A AK07B AK25A AK25B AK45A AK45B BA04 BA10A BA10B BA32C
DC22C DE01C EH46C EJ48C GB07 GB32 GB41 GB81 HB31C JB16D
JG00 JG01C JG10C JJ06C JL02 YY00C
4G061 AA23 BA02 CB03 CB16 CD03 CD18 DA23 DA29 DA30

【 外国語明細書 】

Scheibe mit elektrischer Heizschicht

Die Erfindung betrifft eine Scheibe mit elektrischer Heizschicht, ein Verfahren zu deren Herstellung und deren Verwendung.

Das Sichtfeld einer Fahrzeugscheibe, insbesondere einer Windschutzscheibe muss frei von Eis und Beschlag gehalten werden. Bei Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor kann beispielsweise ein mittels Motorwärme erwärmter Luftstrom auf die Scheiben gelenkt werden.

Alternativ kann die Scheibe eine elektrische Heizfunktion aufweisen. So sind Verbundscheiben bekannt, die auf einer innenseitigen Oberfläche einer der Einzelscheiben eine transparente, elektrisch leitfähige Beschichtung aufweisen. Durch eine externe Spannungsquelle kann ein elektrischer Strom durch die elektrisch leitfähige Beschichtung geleitet werden, der die Beschichtung und damit die Scheibe erwärmt. WO2012/052315 A1 offenbart beispielsweise eine solche beheizbare, elektrisch leitfähige Beschichtung auf Metallbasis.

Die elektrische Kontaktierung der elektrischen Heizschicht erfolgt typischerweise über Sammelleiter, wie aus US 2007/0020465 A1 bekannt ist. Die Sammelleiter bestehen beispielsweise aus einer aufgedruckten und eingebrannten Silberpaste. Die Sammelleiter verlaufen typischerweise entlang der oberen und unteren Kante der Scheibe. Die Sammelleiter sammeln den Strom, der durch die elektrisch leitfähige Beschichtung fließt und leiten ihn zu externen Zuleitungen, die mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

Aus der industriellen Serienfertigung von Scheiben mit elektrischen Heizschichten ist die Strukturierung der elektrischen Heizschicht durch Trennlinien oder Trennzonen zur Formung eines in der Regel gewundenen Strompfads bekannt. Dies hat den Vorteil, dass der elektrische Widerstand erhöht und der Strompfad durch relativ kleine Anschlusselektroden kontaktiert werden kann. In der Patentliteratur ist ein solcher Flächenheizkörper beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 19860870 A1 beschrieben.

Scheiben mit einer elektrischen Heizschicht schirmen elektromagnetische Strahlung relativ stark ab, so dass insbesondere in Kraftfahrzeugen mit einer heizbaren

Windschutzscheibe der Funkdatenverkehr erheblich beeinträchtigt sein kann. Heizbare Windschutzscheiben werden deshalb häufig mit unbeschichteten und damit beschichtungsfreien Zonen ("Kommunikationsfenster") versehen. Die unbeschichteten Zonen sind zumindest für bestimmte Bereiche des elektromagnetischen Spektrums gut durchlässig und ermöglichen auf diese Weise einen reibungslosen Datenverkehr durch die Scheibe. Die unbeschichteten Zonen, an denen sich oft elektronische Einrichtungen, wie Sensoren, Kameras und dergleichen befinden, sind oft in der Nähe des oberen Scheibenrands angeordnet, wo sie vom oberen Maskierungsstreifen gut verdeckt werden können.

Jedoch beeinträchtigen unbeschichtete Zonen die elektrischen Eigenschaften der Heizschicht, was sich zumindest lokal auf die Stromdichteverteilung des durch die Heizschicht fließenden Heizstroms auswirkt. Tatsächlich verursachen sie eine stark inhomogene Heizleistungsverteilung, wobei die Heizleistung unterhalb und in der Umgebung der unbeschichteten Zonen deutlich verringert ist. Andererseits treten Stellen mit einer besonders hohen Stromdichte auf, in denen die Heizleistung stark erhöht ist. In der Folge können sehr hohe lokale Scheibentemperaturen auftreten, welche eine Gefahr für Verbrennungen darstellen und den Scheiben große thermische Spannungen auferlegen. Zudem können sich dadurch Klebstellen von Anbauteilen lösen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Scheibe mit elektrischer Heizschicht sowie unbeschichteter Zone und zumindest annähernd gleichmäßiger Heizleistungsverteilung bereitzustellen, die einfach und kostengünstig herzustellen ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird erfindungsgemäß durch eine Scheibe mit elektrischer Heizschicht gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die erfindungsgemäße Scheibe mit elektrischer Heizschicht umfasst zumindest die folgenden Merkmale:

- eine erste Scheibe mit einer Oberfläche,
- mindestens eine elektrische Heizschicht aus einer elektrisch leitfähigen Beschichtung zum Heizen der ersten Scheibe, die auf mindestens einem Teil

der Oberfläche angeordnet ist und mindestens eine unbeschichtete Zone umfasst,

- mindestens zwei zum Anschluss an eine Spannungsquelle vorgesehene Sammelleiter, die mit der elektrischen Heizschicht so verbunden sind, dass zwischen den Sammelleitern ein Strompfad für einen Heizstrom geformt ist und
- mindestens eine Trennlinie, die die elektrische Heizschicht in mindestens zwei Segmente elektrisch unterteilt,

wobei mindestens ein Segment und insbesondere das zur unbeschichteten Zone unmittelbar benachbarte Segment, zumindest teilweise streifenförmig um die unbeschichtete Zone angeordnet ist, so dass der Strompfad für den Heizstrom zumindest teilweise um die unbeschichtete Zone geführt ist.

Der Strompfad wird dabei insbesondere in die Bereiche oberhalb und/oder unterhalb der unbeschichteten Zone geführt, wobei oberhalb und unterhalb jeweils auf die Richtung des Strompfads, also der kürzesten Verbindung zwischen den Sammelleitern bezogen ist.

Die elektrische Heizschicht umfasst mindestens eine unbeschichtete Zone. Dies bedeutet, dass die unbeschichtete Zone vollständig oder teilweise von der elektrischen Heizschicht umgeben ist. Die unbeschichtete Zone kann insbesondere an einen Randbereich der elektrischen Heizschicht grenzen oder über einen unbeschichteten Streifen zum Randbereich der elektrischen Heizschicht hin erweitert sein.

Scheiben mit elektrischer Heizschicht und unbeschichteter Zone nach dem Stand der Technik ohne Trennlinien haben in der Regel eine sehr inhomogene Heizleistungsverteilung. Sie weisen bei Beheizung besonders in Bereichen oberhalb und/oder unterhalb der unbeschichteten Zone Bereiche mit niedriger Temperatur auf.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass durch Trennlinien eine Optimierung des Strompfades erzielt werden kann. Durch die Ausbildung von mindestens einem erfindungsgemäßen Segment, das streifenförmig um einen Teil der unbeschichteten Zone herum angeordnet ist, kann der Strompfad in die Bereiche mit niedrigerer Temperatur geführt werden. Dies führt zu einer homogenen Heizleistungsverteilung und Temperaturverteilung.

Die Erfindung ist umso wirksamer, je größer die unbeschichtete Zone ist und desto mehr erfindungsgemäße Segmente durch Trennlinien ausgebildet werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die elektrische Heizschicht mindestens zwei Trennlinien und bevorzugt 4 bis 30 Trennlinien auf, die Segmente ausbilden, die zumindest teilweise streifenförmig um die unbeschichtete Zone herum angeordnet sind. Wie Untersuchungen der Erfinder ergaben, genügen etwa 10 Trennlinien, die zu beiden Seiten einer beispielsweise mittig innerhalb einer elektrischen Heizschicht angeordneten unbeschichteten Zone verlaufen, um ausreichende Homogenisierung der Heizleistungsverteilung zu erzielen. Gleichzeitig bleibt der Strukturierungsaufwand zur Einbringung der Trennlinien zeitlich und finanziell wirtschaftlich akzeptabel.

Gleichzeitig müssen die Trennlinien besonders dünn ausgebildet sein, um die Durchsicht der Scheibe möglichst wenig zu beeinträchtigen. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe beträgt Breite d der Trennlinie von $30\ \mu\text{m}$ bis $200\ \mu\text{m}$ und bevorzugt von $70\ \mu\text{m}$ bis $140\ \mu\text{m}$. Dies hat den besonderen Vorteil, dass Trennlinien mit einer derart geringen Breite die Durchsicht durch die Scheibe nicht oder nur sehr geringfügig beeinträchtigen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe beträgt die Breite des Segments zwischen unbeschichteter Zone und nächstliegender Trennlinie und/oder zwischen zwei benachbarten Trennlinien von $1\ \text{cm}$ bis $15\ \text{cm}$. Dadurch lässt sich eine besonders vorteilhafte Verbesserung der Homogenität der Heizleistungsverteilung der elektrischen Heizschicht erzielen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe beträgt die Fläche der unbeschichteten Zone von $0,5\ \text{dm}^2$ bis $15\ \text{dm}^2$ und bevorzugt von $2\ \text{dm}^2$ bis $8\ \text{dm}^2$. Scheiben nach dem Stand der Technik ohne erfindungsgemäße Trennlinien und mit unbeschichteten Zonen in dieser Größenordnung zeigen besonders inhomogene Heizleistungsverteilungen und sind bei schlechten Witterungsverhältnissen nur unzureichend von Eis, Schnee und Beschlag zu befreien. Durch den Einsatz von erfindungsgemäßen Trennlinien lässt sich bei derart großen unbeschichteten Zonen eine besonders hohe und vorteilhafte Verbesserung der Heizeigenschaften der Scheibe erzielen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe weicht die mittlere Länge jedes der Segmente um weniger als $25\ \%$, bevorzugt von $0\ \%$ bis

10 % und besonders bevorzugt von 0 % bis 5 % vom Mittelwert der mittleren Längen ab. Die mittlere Länge eines Segments beschreibt die gemittelte Länge des Segments in Richtung des Strompfads, der bei Anlegen einer Spannung durch das Segment fließt. Der Mittelwert der mittleren Länge ergibt sich durch die Summierung aller mittleren Längen und anschließender Division durch die Anzahl der Segmente.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung weisen alle mittleren Längen der Segmente in etwa die gleiche Länge auf. Da die mittlere Länge auch von der Krümmung des Segments abhängt, kann es zur Erzielung von verbesserten Heizeigenschaften vorteilhaft sein, den Strompfad durch das Segment durch weitere Sammelleiter oder niederohmige Brücken zu verkürzen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe ist ein dritter Sammelleiter in elektrischem Kontakt zum ersten Sammelleiter oder zweiten Sammelleiter angeordnet, der die Länge des Strompfads in mindestens einem Segment, bevorzugt in allen Segmenten im Vergleich zum Strompfad außerhalb der Segmente und Trennlinien verkürzt. Dazu kann ein dritter Sammelleiter mehrere oder alle Segmente kontaktieren. Durch den dritten Sammelleiter wird beispielsweise die mittlere Länge des jeweiligen Segments verkürzt.

Alternativ kann jedes Segment einen eigenen weiteren Sammelleiter aufweisen. Der Widerstand des weiteren Sammelleiters kann durch Breite, Dicke und Form derart angepasst werden, dass jedes Segment mit einer definierten Spannung beaufschlagt werden kann und sich dadurch eine besonders günstige Heizleistungsverteilung ergibt.

Die Breite des ersten und zweiten Sammelleiters beträgt bevorzugt von 2 mm bis 30 mm, besonders bevorzugt von 4 mm bis 20 mm und insbesondere von 10 mm bis 20 mm. Dünnere Sammelleiter führen zu einem zu hohen elektrischen Widerstand und damit zu einer zu hohen Erwärmung des Sammelleiters im Betrieb. Des Weiteren sind dünnere Sammelleiter nur schwer durch Drucktechniken wie Siebdruck herzustellen. Dickere Sammelleiter erfordern einen unerwünscht hohen Materialeinsatz. Des Weiteren führen sie zu einer zu großen und unästhetischen Einschränkung des Durchsichtsbereichs der Scheibe. Die Länge des Sammelleiters richtet sich nach der Ausdehnung der elektrischen Heizschicht. Bei einem Sammelleiter, der typischerweise in Form eines Streifens ausgebildet ist, wird die längere seiner Dimensionen als Länge und die weniger lange seiner Dimensionen als Breite bezeichnet. Die dritten oder

zusätzlichen Sammelleiter können auch dünner ausgestaltet sein, bevorzugt von 0,6 mm bis 5 mm.

Der erste und der zweite Sammelleiter sind bevorzugt entlang einer Seitenkante auf der elektrisch leitfähigen Beschichtung angeordnet und verlaufen insbesondere näherungsweise parallel zueinander. Die Länge des Sammelleiters ist typischerweise im Wesentlichen gleich der Länge der Seitenkante der elektrischen Heizschicht, kann aber auch leicht größer oder kleiner sein. Es können auch mehr als zwei Sammelleiter auf der elektrisch leitfähigen Beschichtung angeordnet sein, bevorzugt im Randbereich entlang zweier gegenüberliegenden Seitenkanten der elektrischen Heizschicht. Es können auch mehr als zwei Sammelleiter auf der elektrischen Heizschicht angeordnet sein, beispielsweise um zwei oder mehrere unabhängige Heizfelder.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der erfindungsgemäße Sammelleiter als aufgedruckte und eingebrannte leitfähige Struktur ausgebildet. Der aufgedruckte Sammelleiter enthält bevorzugt zumindest ein Metall, eine Metalllegierung, eine Metallverbindung und/oder Kohlenstoff, besonders bevorzugt ein Edelmetall und insbesondere Silber. Die Druckpaste enthält bevorzugt metallische Partikel Metallpartikel und/oder Kohlenstoff und insbesondere Edelmetallpartikel wie Silberpartikel. Die elektrische Leitfähigkeit wird bevorzugt durch die elektrisch leitenden Partikel erzielt. Die Partikel können sich in einer organischen und/oder anorganischen Matrix wie Pasten oder Tinten befinden, bevorzugt als Druckpaste mit Glasfritten.

Die Schichtdicke des aufgedruckten Sammelleiters beträgt bevorzugt von 5 μm bis 40 μm , besonders bevorzugt von 8 μm bis 20 μm und ganz besonders bevorzugt von 8 μm bis 12 μm . Aufgedruckte Sammelleiter mit diesen Dicken sind technisch einfach zu realisieren und weisen eine vorteilhafte Stromtragfähigkeit auf.

Der spezifische Widerstand ρ_a der Sammelleiter beträgt bevorzugt von 0,8 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ bis 7,0 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ und besonders bevorzugt von 1,0 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ bis 2,5 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$. Sammelleiter mit spezifischen Widerständen in diesem Bereich sind technisch einfach zu realisieren und weisen eine vorteilhafte Stromtragfähigkeit auf.

Alternativ kann der Sammelleiter aber auch als Streifen einer elektrisch leitfähigen Folie ausgebildet sein. Der Sammelleiter enthält dann beispielsweise zumindest Aluminium, Kupfer, verzinnertes Kupfer, Gold, Silber, Zink, Wolfram und/oder Zinn oder

Legierungen davon. Der Streifen hat bevorzugt eine Dicke von 10 µm bis 500 µm, besonders bevorzugt von 30 µm bis 300 µm. Sammelleiter aus elektrisch leitfähigen Folien mit diesen Dicken sind technisch einfach zu realisieren und weisen eine vorteilhafte Stromtragfähigkeit auf. Der Streifen kann mit der elektrisch leitfähigen Struktur beispielsweise über eine Lotmasse, über einen elektrisch leitfähigen Kleber oder durch direktes Auflegen elektrisch leitend verbunden sein.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe ist in mindestens einem Segment der elektrische Widerstand entlang des Strompfades durch eine niederohmige Brücke erniedrigt. Die niederohmige Brücke weist dabei einen geringeren Flächenwiderstand auf, als das Material der elektrischen Heizschicht. Die niederohmige Brücke besteht bevorzugt aus dem Material des Sammelleiters und wird bevorzugt ebenfalls aufgedruckt. Die niederohmige Brücke ist dabei nicht notwendigerweise mit einem der Sammelleiter unmittelbar elektrisch verbunden, sondern kann lediglich über die elektrische Heizschicht mit den Sammelleitern verbunden sein. Durch die niederohmigen Brücken kann der Strompfad und der Spannungsabfall innerhalb eines Segmentes derart gesteuert werden, dass die Heizeigenschaften der Scheibe besonders verbessert werden.

Die erfindungsgemäße Scheibe umfasst eine erste Scheibe, auf der eine elektrische Heizschicht angeordnet ist. Je nach Material der elektrischen Heizschicht kann es vorteilhaft sein, die Heizschicht mit einer Schutzschicht, beispielsweise einem Lack, einer Polymerfolie und/oder einer zweiten Scheibe zu schützen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe ist die Oberfläche der ersten Scheibe, auf der die elektrische Heizschicht angeordnet ist, über eine thermoplastische Zwischenschicht mit einer zweiten Scheibe flächig verbunden ist

Als erste und gegebenenfalls zweite Scheibe sind im Grunde alle elektrisch isolierenden Substrate geeignet, die unter den Bedingungen der Herstellung und der Verwendung der erfindungsgemäßen Scheibe thermisch und chemisch stabil sowie dimensionsstabil sind.

Die erste Scheibe und/oder die zweite Scheibe enthalten bevorzugt Glas, besonders bevorzugt Flachglas, Floatglas, Quarzglas, Borosilikatglas, Kalk-Natron-Glas, oder klare Kunststoffe, vorzugsweise starre klare Kunststoffe, insbesondere Polyethylen,

Polypropylen, Polycarbonat, Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Polyamid, Polyester, Polyvinylchlorid und/oder Gemische davon. Die erste Scheibe und/oder die zweite Scheibe sind bevorzugt transparent, insbesondere für die Verwendung der Scheibe als Windschutzscheide oder Rückscheibe eines Fahrzeugs oder anderen Verwendungen bei denen eine hohe Lichttransmission erwünscht ist. Als transparent im Sinne der Erfindung wird dann eine Scheibe verstanden, die eine Transmission im sichtbaren Spektralbereich von größer 70 % aufweist. Für Scheiben, die nicht im verkehrsrelevanten Sichtfeld des Fahrers liegen, beispielsweise für Dachscheiben, kann die Transmission aber auch viel geringer sein, beispielsweise größer als 5 %.

Die Dicke der Scheibe kann breit variieren und so hervorragend den Erfordernissen des Einzelfalls angepasst werden. Vorzugsweise werden Scheiben mit den Standardstärken von 1,0 mm bis 25 mm, bevorzugt von 1,4 mm bis 2,5 mm für Fahrzeugglas und bevorzugt von 4 mm bis 25 mm für Möbel, Geräte und Gebäude, insbesondere für elektrische Heizkörper, verwendet. Die Größe der Scheibe kann breit variieren und richtet sich nach der Größe der erfindungsgemäßen Verwendung. Die erste Scheibe und gegebenenfalls die zweite Scheibe weisen beispielsweise im Fahrzeugbau und Architekturbereich übliche Flächen von 200 cm² bis zu 20 m² auf.

Die Scheibe kann eine beliebige dreidimensionale Form aufweisen. Vorzugsweise hat die dreidimensionale Form keine Schattenzonen, so dass sie beispielsweise durch Kathodenzerstäubung beschichtet werden kann. Bevorzugt sind die Substrate planar oder leicht oder stark in einer Richtung oder in mehreren Richtungen des Raumes gebogen. Insbesondere werden planare Substrate verwendet. Die Scheiben können farblos oder gefärbt sein.

Mehrere Scheiben werden durch mindestens eine Zwischenschicht miteinander verbunden. Die Zwischenschicht enthält vorzugsweise mindestens einen thermoplastischen Kunststoff, bevorzugt Polyvinylbutyral (PVB), Ethylenvinylacetat (EVA) und/oder Polyethylenterephthalat (PET). Die thermoplastische Zwischenschicht kann aber auch beispielsweise Polyurethan (PU), Polypropylen (PP), Polyacrylat, Polyethylen (PE), Polycarbonat (PC), Polymethylmetacrylat, Polyvinylchlorid, Polyacetatharz, Gießharze, Acrylate, fluorinierte Ethylen-Propylene, Polyvinylfluorid und/oder Ethylen-Tetrafluorethylen, oder Copolymere oder Gemische davon enthalten. Die thermoplastische Zwischenschicht kann durch eine oder auch durch mehrere übereinander angeordnete thermoplastische Folien ausgebildet werden, wobei die

Dicke einer thermoplastischen Folie bevorzugt von 0,25 mm bis 1 mm beträgt, typischerweise 0,38 mm oder 0,76 mm.

Bei einer erfindungsgemäßen Verbundscheibe aus einer ersten Scheibe, einer Zwischenschicht und einer zweiten Scheibe kann die elektrische Heizschicht direkt auf der ersten Scheibe aufgebracht sein oder auf eine Trägerfolie oder auf die Zwischenschicht selbst aufgebracht sein. Die erste Scheibe und die zweite Scheibe weisen jeweils eine innenseitige Oberfläche und eine außenseitige Oberfläche auf. Die innenseitigen Oberflächen der ersten und der zweiten Scheibe sind einander zugewandt und über die thermoplastische Zwischenschicht miteinander verbunden. Die außenseitigen Oberflächen der ersten und der zweiten Scheibe sind voneinander und von der thermoplastischen Zwischenschicht abgewandt. Die elektrisch leitfähige Beschichtung ist auf der innenseitigen Oberfläche der ersten Scheibe aufgebracht. Natürlich kann auch auf der innenseitigen Oberfläche der zweiten Scheibe eine weitere elektrisch leitfähige Beschichtung aufgebracht sein. Auch die außenseitigen Oberflächen der Scheiben können Beschichtungen aufweisen. Die Begriffe „erste Scheibe“ und „zweiten Scheibe“ sind zur Unterscheidung der beiden Scheiben bei einer erfindungsgemäßen Verbundscheibe gewählt. Mit den Begriffen ist keine Aussage über die geometrische Anordnung verbunden. Ist die erfindungsgemäße Scheibe beispielsweise dafür vorgesehen, in einer Öffnung, beispielsweise eines Fahrzeugs oder eines Gebäudes, den Innenraum gegenüber der äußeren Umgebung abzutrennen, so kann die erste Scheibe dem Innenraum oder der äußeren Umgebung zugewandt sein.

Die elektrische Heizschicht enthält eine elektrisch leitfähige Beschichtung. Erfindungsgemäße elektrisch leitfähige Beschichtungen sind beispielsweise aus DE 20 2008 017 611 U1, EP 0 847 965 B1 oder WO2012/052315 A1 bekannt. Sie enthalten typischerweise eine oder mehrere, beispielsweise zwei, drei oder vier elektrisch leitfähige, funktionelle Schichten. Die funktionellen Schichten enthalten bevorzugt zumindest ein Metall, beispielsweise Silber, Gold, Kupfer, Nickel und/oder Chrom oder eine Metalllegierung. Die funktionellen Schichten enthalten besonders bevorzugt mindestens 90 Gew. % des Metalls, insbesondere mindestens 99,9 Gew. % des Metalls. Die funktionellen Schichten können aus dem Metall oder der Metalllegierung bestehen. Die funktionellen Schichten enthalten besonders bevorzugt Silber oder eine silberhaltige Legierung. Solche funktionellen Schichten weisen eine besonders vorteilhafte elektrische Leitfähigkeit bei gleichzeitiger hoher Transmission im

sichtbaren Spektralbereich auf. Die Dicke einer funktionellen Schicht beträgt bevorzugt von 5 nm bis 50 nm, besonders bevorzugt von 8 nm bis 25 nm. In diesem Bereich für die Dicke der funktionellen Schicht wird eine vorteilhaft hohe Transmission im sichtbaren Spektralbereich und eine besonders vorteilhafte elektrische Leitfähigkeit erreicht.

Typischerweise ist jeweils zwischen zwei benachbarten funktionellen Schichten der beheizbaren Beschichtung zumindest eine dielektrische Schicht angeordnet. Bevorzugt ist unterhalb der ersten und/oder oberhalb der letzten funktionellen Schicht eine weitere dielektrische Schicht angeordnet. Eine dielektrische Schicht enthält zumindest eine Einzelschicht aus einem dielektrischen Material, beispielsweise enthaltend ein Nitrid wie Siliziumnitrid oder ein Oxid wie Aluminiumoxid. Dielektrische Schichten können aber auch mehrere Einzelschichten umfassen, beispielsweise Einzelschichten eines dielektrischen Materials, Glättungsschichten, Anpassungsschichten, Blockerschichten und/oder Antireflexionsschichten. Die Dicke einer dielektrischen Schicht beträgt beispielsweise von 10 nm bis 200 nm.

Dieser Schichtaufbau wird im Allgemeinen durch eine Folge von Abscheidvorgängen erhalten, die durch ein Vakuumverfahren wie die magnetfeldgestützte Kathodenzerstäubung durchgeführt werden.

Weitere geeignete elektrisch leitfähigen Beschichtungen enthalten bevorzugt Indium-Zinnoxid (ITO), fluordotiertes Zinnoxid ($\text{SnO}_2:\text{F}$) oder aluminiumdotiertes Zinkoxid ($\text{ZnO}:\text{Al}$).

Die elektrische Heizschicht kann prinzipiell jede Beschichtung sein, die elektrisch kontaktiert werden soll. Soll die erfindungsgemäße Scheibe die Durchsicht ermöglichen, wie es beispielsweise bei Scheiben im Fensterbereich der Fall ist, so ist die elektrisch leitfähige Beschichtung bevorzugt transparent. Die erfindungsgemäße elektrisch leitfähige Beschichtung ist bevorzugt für elektromagnetische Strahlung transparent, besonders bevorzugt für elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge von 300 bis 1.300 nm und insbesondere für sichtbares Licht.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die elektrisch leitfähige Beschichtung eine Schicht oder ein Schichtaufbau mehrerer Einzelschichten mit einer Gesamtdicke von kleiner oder gleich 2 μm , besonders bevorzugt kleiner oder gleich 1 μm .

Eine vorteilhafte erfindungsgemäße elektrisch leitfähige Beschichtung weist einen Flächenwiderstand von 0,4 Ohm/Quadrat bis 10 Ohm/Quadrat auf. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist die erfindungsgemäße elektrisch leitfähige Beschichtung einen Flächenwiderstand von 0,5 Ohm/Quadrat bis 1 Ohm/Quadrat auf. Beschichtungen mit derartigen Flächenwiderständen eignen sich besonders zur Beheizung von Fahrzeugscheiben bei typischen Bordspannungen von 12 V bis 48 V oder bei Elektrofahrzeugen mit typischen Bordspannungen von bis zu 500 V.

Die elektrische Heizschicht kann sich über die gesamte Oberfläche der ersten Scheibe erstrecken. Die elektrische Heizschicht kann sich alternativ aber auch nur über einen Teil der Oberfläche der ersten Scheibe erstrecken. Die elektrische Heizschicht erstreckt sich bevorzugt über mindestens 50%, besonders bevorzugt über mindestens 70% und ganz besonders bevorzugt über mindestens 90% der innenseitigen Oberfläche der ersten Scheibe.

Die elektrische Heizschicht kann einen oder mehrere unbeschichtete Bereiche aufweisen. Diese Bereiche können eine besonders hohe Transmission für elektromagnetische Strahlung, beispielsweise Infrarot-Strahlung, oder Radarwellen aufweisen und sind beispielsweise als Datenübertragungsfenster oder Kommunikationsfenster bekannt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe als Verbundscheibe weist die innenseitige Oberfläche der ersten Scheibe einen umlaufenden Randbereich mit einer Breite von 2 mm bis 50 mm, bevorzugt von 5 mm bis 20 mm auf, der nicht mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen ist. Die elektrisch leitfähige Beschichtung weist dann keinen Kontakt zur Atmosphäre auf und ist im Inneren der Scheibe durch die thermoplastische Zwischenschicht vorteilhaft vor Beschädigungen und Korrosion geschützt.

Die Sammelleiter werden durch eine oder mehrere Zuleitungen elektrisch kontaktiert. Die Zuleitung ist bevorzugt als flexibler Folienleiter (Flachleiter, Flachbandleiter) ausgebildet. Darunter wird ein elektrischer Leiter verstanden, dessen Breite deutlich größer ist als seine Dicke. Ein solcher Folienleiter ist beispielsweise ein Streifen oder Band enthaltend oder bestehend aus Kupfer, verzinnem Kupfer, Aluminium, Silber, Gold oder Legierungen davon. Der Folienleiter weist beispielsweise eine Breite von 2

mm bis 16 mm und eine Dicke von 0,03 mm bis 0,1 mm auf. Der Folienleiter kann eine isolierende, bevorzugt polymere Ummantelung, beispielsweise auf Polyimid-Basis aufweisen. Folienleiter, die sich zur Kontaktierung von elektrisch leitfähigen Beschichtungen in Scheiben eignen, weisen lediglich eine Gesamtdicke von beispielsweise 0,3 mm auf. Derart dünne Folienleiter können ohne Schwierigkeiten zwischen den einzelnen Scheiben in der thermoplastischen Zwischenschicht eingebettet werden. In einem Folienleiterband können sich mehrere voneinander elektrisch isolierte, leitfähige Schichten befinden.

Alternativ können auch dünne Metalldrähte als elektrische Zuleitung verwendet werden. Die Metalldrähte enthalten insbesondere Kupfer, Wolfram, Gold, Silber oder Aluminium oder Legierungen mindestens zweier dieser Metalle. Die Legierungen können auch Molybdän, Rhenium, Osmium, Iridium, Palladium oder Platin enthalten.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die elektrische Zuleitung mit einem Kontaktband verbunden, beispielsweise mittels einer Lotmasse oder eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs. Das Kontaktband ist dann mit dem Sammelleiter verbunden. Das Kontaktband ist im Sinne der Erfindung eine Verlängerung der Zuleitung, so dass die Verbindungsfläche zwischen Kontaktband und Sammelleiter die erfindungsgemäße Kontaktfläche zu verstehen ist, ab der der Abstand a in Erstreckungsrichtung des Sammelleiters verläuft.

Das Kontaktband erhöht vorteilhaft die Stromtragfähigkeit des Sammelleiters. Außerdem kann durch das Kontaktband eine unerwünschte Erhitzung der Kontaktstelle zwischen Sammelleiter und Zuleitung verringert werden. Zudem vereinfacht das Kontaktband die elektrische Kontaktierung des Sammelleiters durch die elektrische Zuleitung, weil die Zuleitung nicht mit dem bereits aufgebrauchten Sammelleiter verbunden, beispielsweise verlötet werden muss.

Das Kontaktband enthält bevorzugt zumindest ein Metall, besonders bevorzugt Kupfer, verzinntes Kupfer, Silber, Gold, Aluminium, Zink, Wolfram und/oder Zinn. Das ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf die elektrische Leitfähigkeit des Kontaktbandes. Das Kontaktband kann auch Legierungen enthalten, welche bevorzugt eines oder mehrere der genannten Elemente und gegebenenfalls weitere Elemente enthält, beispielsweise Messing oder Bronze.

Das Kontaktband ist bevorzugt als Streifen einer dünnen, elektrisch leitfähigen Folie ausgebildet. Die Dicke des Kontaktbandes beträgt bevorzugt von 10 μm bis 500 μm , besonders bevorzugt von 15 μm bis 200 μm , ganz besonders bevorzugt von 50 μm bis 100 μm . Folien mit diesen Dicken sind technisch einfach herzustellen und leicht verfügbar und weisen zudem einen vorteilhaft geringen elektrischen Widerstand auf.

Die Länge des Kontaktbandes beträgt bevorzugt von 10 mm bis 400 mm, besonders bevorzugt von 10 mm bis 100 mm und insbesondere 20 mm bis 60 mm. Das ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine gute Handhabbarkeit des Kontaktbandes sowie auf eine zur elektrischen Kontaktierung ausreichend große Kontaktfläche zwischen Sammelleiter und Kontaktband.

Die Breite des Kontaktbandes beträgt bevorzugt von 2 mm bis 40 mm, besonders bevorzugt von 5 mm bis 30 mm. Das ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf die Kontaktfläche zwischen Kontaktband und Sammelleiter und eine einfache Verbindung des Kontaktbandes mit der elektrischen Zuleitung. Die Ausdrücke Länge und Breite des Kontaktbandes bezeichnen jeweils die Abmessung in der gleichen Ausbreitungsrichtung, durch die die Länge beziehungsweise Breite des Sammelleiters gegeben ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung steht das Kontaktband vollflächig mit der Sammelschiene in direktem Kontakt. Dazu wird ein Kontaktband auf den Sammelleiter aufgelegt. Der besondere Vorteil liegt in einer einfachen Herstellung der Scheibe und der Ausnutzung der gesamten Fläche des Kontaktbandes als Kontaktfläche.

Das Kontaktband kann einfach auf den Sammelleiter aufgelegt sein und wird innerhalb der laminierten Scheibe dauerhaft stabil an der vorgesehenen Position fixiert.

Die Erfindung umfasst weiter ein Verfahren zur Herstellung einer Scheibe mit elektrischer Heizschicht, mindestens umfassend:

- (a) Aufbringen einer elektrischen Heizschicht mit einer unbeschichteten Zone auf eine Oberfläche einer ersten Scheibe,
- (b) Aufbringen von mindestens zwei zum Anschluss an eine Spannungsquelle vorgesehene Sammelleiter, die mit der elektrischen Heizschicht so verbunden werden, dass zwischen den Sammelleitern ein Strompfad für einen Heizstrom geformt wird
- (c) Einbringen mindestens einer Trennlinie, die die elektrische Heizschicht in

mindestens zwei Segmente elektrisch unterteilt, wobei mindestens ein Segment zumindest teilweise streifenförmig um die unbeschichtete Zone angeordnet wird, so dass der Strompfad für den Heizstrom zumindest teilweise um die unbeschichtete Zone geführt wird.

Das Aufbringen der elektrisch leitfähigen Beschichtung der elektrischen Heizschicht in Verfahrensschritt (a) kann durch an sich bekannte Verfahren erfolgen, bevorzugt durch magnetfeldunterstützte Kathodenzerstäubung. Das ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine einfache, schnelle, kostengünstige und gleichmäßige Beschichtung der ersten Scheibe. Die elektrisch leitfähige Beschichtung kann aber auch beispielsweise durch Aufdampfen, chemische Gasphasenabscheidung (chemical vapour deposition, CVD), plasmagestützte Gasphasenabscheidung (PECVD) oder durch nasschemische Verfahren aufgebracht werden.

Die erste Scheibe kann nach Verfahrensschritt (a) einer Temperaturbehandlung unterzogen werden. Dabei wird die erste Scheibe mit der elektrisch leitfähigen Beschichtung auf eine Temperatur von mindestens 200 °C, bevorzugt mindestens 300 °C erwärmt. Die Temperaturbehandlung kann der Erhöhung der Transmission und/oder der Verringerung des Flächenwiderstands der elektrisch leitfähigen Beschichtung dienen.

Die erste Scheibe kann nach Verfahrensschritt (a) gebogen werden, typischerweise bei einer Temperatur von 500 °C bis 700 °C. Da es technisch einfacher ist, eine plane Scheibe zu beschichten, ist dieses Vorgehen vorteilhaft, wenn die erste Scheibe gebogen werden soll. Alternativ kann die erste Scheibe aber auch vor Verfahrensschritt (a) gebogen werden, beispielsweise wenn die elektrisch leitfähige Beschichtung nicht dazu geeignet ist, einen Biegeprozess ohne Beschädigungen zu überstehen.

Das Aufbringen des Sammelleiters in Verfahrensschritt (b) erfolgt bevorzugt durch Aufdrucken und Einbrennen einer elektrisch leitfähigen Paste in einem Siebdruckverfahren oder in einem Inkjet-Verfahren. Alternativ kann der Sammelleiter als Streifen einer elektrisch leitfähigen Folie auf die elektrisch leitfähige Beschichtung aufgebracht, bevorzugt aufgelegt, angelötet oder angeklebt werden.

Bei Siebdruckverfahren erfolgt die laterale Formgebung durch die Maskierung des Gewebes, durch das die Druckpaste mit den Metallpartikeln gedrückt wird. Durch eine

geeignete Formgebung der Maskierung kann beispielsweise die Breite b des Sammelleiters besonders einfach vorgeben und variiert werden.

Die Entschichtung einzelner Trennlinien in der elektrisch leitfähigen Beschichtung erfolgt vorzugsweise durch einen Laserstrahl. Verfahren zum Strukturieren dünner Metallfilme sind beispielsweise aus EP 2 200 097 A1 oder EP 2 139 049 A1 bekannt. Die Breite der Entschichtung beträgt bevorzugt $10\ \mu\text{m}$ bis $1000\ \mu\text{m}$, besonders bevorzugt $30\ \mu\text{m}$ bis $200\ \mu\text{m}$ und insbesondere $70\ \mu\text{m}$ bis $140\ \mu\text{m}$. In diesem Bereich findet eine besonders saubere und rückstandsfreie Entschichtung durch den Laserstrahl statt. Die Entschichtung mittels Laserstrahl ist besonders vorteilhaft, da die entschichteten Linien optisch sehr unauffällig sind und das Erscheinungsbild und die Durchsicht nur wenig beeinträchtigen. Die Entschichtung einer Linie mit einer Breite, die breiter ist als die Breite eines Laserschnitts, erfolgt durch mehrmaliges Abfahren der Linie mit dem Laserstrahl. Die Prozessdauer und die Prozesskosten steigen deshalb mit zunehmender Linienbreite an. Alternativ kann die Entschichtung durch mechanisches Abtragen sowie durch chemisches oder physikalisches Ätzen erfolgen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst mindestens die folgenden weiteren Schritte:

- (d) Anordnen einer thermoplastischen Zwischenschicht auf der beschichteten Oberfläche der ersten Scheibe und Anordnen einer zweiten Scheibe auf der thermoplastischen Zwischenschicht und
- (e) Verbinden der ersten Scheibe und der zweiten Scheibe über die thermoplastische Zwischenschicht.

In Verfahrensschritt (d) wird die erste Scheibe so angeordnet, dass diejenige ihrer Oberflächen, welche mit der elektrischen Heizschicht versehen ist, der thermoplastischen Zwischenschicht zugewandt ist. Die Oberfläche wird dadurch zur innenseitigen Oberfläche der ersten Scheibe.

Die thermoplastische Zwischenschicht kann durch eine einzelne oder auch durch zwei oder mehrere thermoplastische Folien, die flächenmäßig übereinander angeordnet werden, ausgebildet werden.

Das Verbinden von erster und zweiter Scheibe in Verfahrensschritt (e) erfolgt bevorzugt unter Einwirkung von Hitze, Vakuum und/oder Druck. Es können an sich bekannte Verfahren zur Herstellung einer Scheibe verwendet werden.

Es können beispielsweise sogenannte Autoklavverfahren bei einem erhöhten Druck von etwa 10 bar bis 15 bar und Temperaturen von 130 °C bis 145 °C über etwa 2 Stunden durchgeführt werden. An sich bekannte Vakuumsack- oder Vakuumringverfahren arbeiten beispielsweise bei etwa 200 mbar und 80 °C bis 110 °C. Die erste Scheibe, die thermoplastische Zwischenschicht und die zweite Scheibe können auch in einem Kalander zwischen mindestens einem Walzenpaar zu einer Scheibe verpresst werden. Anlagen dieser Art sind zur Herstellung von Scheiben bekannt und verfügen normalerweise über mindestens einen Heizzunnel vor einem Presswerk. Die Temperatur während des Pressvorgangs beträgt beispielsweise von 40 °C bis 150 °C. Kombinationen von Kalander- und Autoklavverfahren haben sich in der Praxis besonders bewährt. Alternativ können Vakuumlaminatoren eingesetzt werden. Diese bestehen aus einer oder mehreren beheizbaren und evakuierbaren Kammern, in denen die erste Scheibe und die zweite Scheibe innerhalb von beispielsweise etwa 60 Minuten bei verminderten Drücken von 0,01 mbar bis 800 mbar und Temperaturen von 80 °C bis 170 °C laminiert werden.

Die Erfindung umfasst weiter die Verwendung der erfindungsgemäßen Scheibe mit elektrischer Kontaktierung in Gebäuden, insbesondere im Zugangsbereich, Fensterbereich, Dachbereich oder Fassadenbereich, als Einbauteil in Möbeln und Geräten, in Fortbewegungsmitteln für den Verkehr auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser, insbesondere in Zügen, Schiffen und Kraftfahrzeugen beispielsweise als Windschutzscheibe, Heckscheibe, Seitenscheibe und/oder Dachscheibe.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Zeichnung ist eine schematische Darstellung und nicht maßstabsgetreu. Die Zeichnung schränkt die Erfindung in keiner Weise ein.

Es zeigen:

Figur 1A eine Draufsicht auf eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe mit elektrischer Heizschicht,

Figur 1B eine Querschnittsdarstellung entlang der Schnittlinie A-A' durch die Scheibe nach Figur 1A,

Figur 1C eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts aus Figur 1A,
Figur 2A eine Draufsicht auf eine Scheibe nach dem Stand der Technik als Vergleichsbeispiel,
Figur 2B Simulation der Heizleistungsverteilung des Vergleichsbeispiels nach Figur 2A,
Figur 2C Simulation der Temperaturverteilung des Vergleichsbeispiels nach Figur 2A,
Figur 3A eine Draufsicht auf eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe,
Figur 3B Simulation der Heizleistungsverteilung der erfindungsgemäßen Scheibe nach Figur 3A,
Figur 3C Simulation der Temperaturverteilung der erfindungsgemäßen Scheibe nach Figur 3A,
Figur 4 eine Draufsicht auf eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe,
Figur 5 eine Draufsicht auf eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe und
Figur 6 ein detailliertes Flussdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 1A zeigt eine Draufsicht auf eine beispielhafte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 100 mit elektrischer Heizschicht. Figur 1B zeigt einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Scheibe 100 aus Figur 1A entlang der Schnittlinie A-A'. Die Scheibe 100 umfasst eine erste Scheibe 1 und eine zweite Scheibe 2, die über eine thermoplastische Zwischenschicht 4 miteinander verbunden sind. Die Scheibe 100 ist beispielsweise eine Fahrzeugscheibe und insbesondere die Windschutzscheibe eines Personenkraftwagens. Die erste Scheibe 1 ist beispielsweise dafür vorgesehen, in Einbaulage dem Innenraum zugewandt zu sein. Die erste Scheibe 1 und die zweite Scheibe 2 bestehen aus Natron-Kalkglas. Die Dicke der ersten Scheibe 1 beträgt beispielsweise 1,6 mm und die Dicke der zweiten Scheibe 2 beträgt 2,1 mm. Die thermoplastische Zwischenschicht 4 besteht aus Polyvinylbutyral (PVB) und weist eine Dicke von 0,76 mm auf. Auf der innenseitigen Oberfläche III der ersten Scheibe 1 ist eine elektrische Heizschicht 3 aus einer elektrisch leitfähigen Beschichtung aufgebracht. Die elektrische Heizschicht 3 ist ein Schichtensystem, welches beispielsweise drei elektrisch leitfähige Silberschichten enthält, die durch dielektrische Schichten voneinander getrennt sind. Fließt ein Strom durch die elektrische Heizschicht 3, so wird sie infolge ihres elektrischen Widerstands und

joulescher Wärmeentwicklung erwärmt. Die elektrische Heizschicht 3 kann daher für eine aktive Beheizung der Scheibe 100 verwendet werden.

Die elektrische Heizschicht 3 erstreckt sich beispielsweise über die gesamte Oberfläche III der ersten Scheibe 1 abzüglich eines umlaufenden rahmenförmigen unbeschichteten Bereichs mit einer Breite von 8 mm. Der unbeschichtete Bereich dient der elektrischen Isolierung zwischen der spannungsführenden elektrischen Heizschicht 3 und der Fahrzeugkarosserie. Der unbeschichtete Bereich ist durch Verkleben mit der Zwischenschicht 4 hermetisch versiegelt, um die elektrische Heizschicht 3 vor Beschädigungen und Korrosion zu schützen.

Zur elektrischen Kontaktierung ist jeweils ein erster Sammelleiter 5.1 im unteren Randbereich und ein weiterer, zweiter Sammelleiter 5.2 im oberen Randbereich auf der elektrischen Heizschicht 3 angeordnet. Die Sammelleiter 5.1, 5.2 enthalten beispielsweise Silberpartikel und wurden im Siebdruckverfahren aufgebracht und anschließend eingebrannt. Die Länge der Sammelleiter 5.1, 5.2 entspricht annähernd der Ausdehnung der elektrischen Heizschicht 3.

Wird an die Sammelleiter 5.1 und 5.2 eine elektrische Spannung angelegt, so fließt ein gleichmäßiger Strom durch die elektrische Heizschicht 3 zwischen den Sammelleitern 5.1, 5.2. Auf jedem Sammelleiter 5.1, 5.2 ist ungefähr mittig eine Zuleitung 7 angeordnet. Die Zuleitung 7 ist ein an sich bekannter Folienleiter. Die Zuleitung 7 ist über eine Kontaktfläche mit dem Sammelleiter 5.1, 5.2 elektrisch leitend verbunden, beispielsweise mittels einer Lotmasse, eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs oder durch einfaches Aufliegen und Andruck innerhalb der Scheibe 100. Der Folienleiter enthält beispielsweise eine verzinnete Kupferfolie mit einer Breite von 10 mm und einer Dicke von 0,3 mm. Über die elektrischen Zuleitungen 7 sind die Sammelleiter 5.1, 5.2 über Verbindungskabel 13 mit einer Spannungsquelle 14 verbunden, welche eine für Kraftfahrzeuge übliche Bordspannung, bevorzugt von 12 V bis 15 V und beispielsweise etwa 14 V bereitstellt. Alternativ kann die Spannungsquelle 14 V auch höhere Spannungen aufweisen, beispielsweise von 35 V bis 45 V und insbesondere 42 V.

Am oberen Rand der Scheibe 100 ist beispielsweise ein dritter Sammelleiter 5.3 in Form einer halben Kreislinie angeordnet, der mit dem zweiten Sammelleiter 5.2 elektrisch leitend verbunden ist. Alternativ kann der dritte Sammelleiter 5.3 rechteckig,

dreieckig, trapezförmig oder anderweitig ausgebildet sein. Der dritte Sammelleiter 5.3 hat beispielsweise eine Breite von 10 mm.

Im oberen Bereich der Scheibe 100 ist etwa mittig zur Scheibenbreite eine unbeschichtete Zone 8 angeordnet. Die unbeschichtete Zone 8 weist kein elektrisch leitfähiges Material der elektrischen Heizschicht 3 auf. Die unbeschichtete Zone 8 ist beispielsweise vollständig von der elektrischen Heizschicht 3 umgeben. Alternativ kann die unbeschichtete Zone 8 am Rand der elektrischen Heizschicht 3 angeordnet sein. Die Fläche der unbeschichteten Zone 8 beträgt beispielsweise $1,5 \text{ dm}^2$. Die Länge der unbeschichteten Zone 8 beträgt beispielsweise 18 cm. Länge bedeutet hier die Abmessung in die Richtung, die in Richtung des Strompfads durch die Scheibe, also in Richtung der kürzesten Verbindungslinie zwischen den Sammelleitern 5.1, 5.2 verläuft. Im Beispiel der Fahrzeugscheibe aus Figur 1 ist die Länge der unbeschichteten Zone 8 in vertikaler Richtung und die Breite in horizontaler Richtung, parallel zu den Sammelleitern 5.1, 5.2 angeordnet. Die unbeschichtete Zone 8 grenzt an ihrem oberen Ende an den Sammelleiter 5.3.

Die Sammelleiter 5.1, 5.2, 5.3 haben im dargestellten Beispiel eine konstante Dicke von beispielsweise etwa $10 \text{ }\mu\text{m}$ und einen konstanten spezifische Widerstand von beispielsweise $2.3 \text{ }\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$.

Die elektrische Heizschicht 3 weist vier Trennlinien 9.1, 9.1', 9.2, 9.2' auf, die beispielsweise spiegelsymmetrisch zur unbeschichteten Zone 8 angeordnet sind. Im Bereich der Trennlinien 9.1, 9.1', 9.2, 9.2' ist die elektrische Heizschicht 3 elektrisch unterbrochen. Die Trennlinien 9.1, 9.1', 9.2, 9.2' sind streifenförmig um die unbeschichtete Zone 8 angeordnet und bilden Segmente 10.1, 10.1', 10.2, 10.2', 10.3, 10.3' in der elektrischen Heizschicht 3. Die Strompfade 11 werden durch die Segmente 10.1, 10.1', 10.2, 10.2' in der elektrischen Heizschicht 3 um die unbeschichtete Zone 8 gelenkt. Dabei werden insbesondere die Strompfade 11 in den Segmenten 10.1, 10.1' in unmittelbarer Nachbarschaft zur unbeschichteten Zone 8 in den Bereich 12 unterhalb der unbeschichteten Zone 8 geführt. In diesem Bereich 12 würde in einer elektrischen Heizschicht 3 nach dem Stand der Technik ohne Trennlinien nur eine geringe Heizleistung erzielt werden (siehe Heizleistungsverteilung nach dem Stand der Technik in Figur 2B).

Figur 1B zeigt schematisch einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Scheibe 100 entlang der Schnittlinie A-A'. Die Trennlinien 9.1, 9.1', 9.2 und 9.2' haben eine Breite d_1 , d_1' , d_2 und d_2' von beispielsweise 100 μm und sind beispielsweise durch Laserstrukturierung in die elektrische Heizschicht 3 eingebracht. Trennlinien 9.1, 9.1', 9.2, 9.2' mit einer derart geringen Breite sind optisch kaum wahrnehmbar und stören die Durchsicht durch die Scheibe 100 nur wenig, was besonders für eine Verwendung in Fahrzeugen von besonderer Wichtigkeit für die Fahrsicherheit ist.

Durch eine an sich bekannte opake Farbschicht als Abdeckdruck kann verhindert werden, dass der Bereich des dritten Sammelleiters 5.3 für einen Betrachter sichtbar ist. Der hier nicht dargestellte Abdeckdruck kann beispielsweise auf der innenseitigen Oberfläche II der zweiten Scheibe 2 rahmenförmig aufgebracht sein.

Zwischen der Zuleitung 7 und dem Sammelleiter 5.1, 5.2 kann ein hier nicht dargestelltes Kontaktband angeordnet sein. Das Kontaktband dient der einfachen Verbindung des Sammelleiters 5.1, 5.2 mit einer äußeren Zuleitung 7 und ist beispielsweise orthogonal zur Zuleitung 7 und in Erstreckungsrichtung 6 des Sammelleiters 5.1, 5.2 angeordnet. Das Kontaktband erhöht vorteilhaft die Stromtragfähigkeit des Sammelleiters 5.1, 5.2. Dadurch wird die Überleitung des elektrischen Stroms vom Sammelleiter 5.1, 5.2 zur Zuleitung 7 auf eine größere Fläche verteilt und lokale Überhitzungen, sogenannten Hot Spots, vermieden. Das Kontaktband steht beispielsweise vollflächig in direktem Kontakt zum Sammelleiter 5.1, 5.2. Das Kontaktband wird beispielsweise bei der Herstellung der Scheibe 100 auf den Sammelleiter 5.1, 5.2 aufgelegt und wird durch die thermoplastische Schicht 4 dauerhaft stabil auf dem Sammelleiter 5.1, 5.2 fixiert. Das Kontaktband besteht beispielsweise aus Kupfer und weist eine Dicke von 100 μm , eine Breite von 8 mm und eine Länge von 5 cm auf. Das Kontaktband und der Sammelleiter 5.1, 5.2 stehen bevorzugt in direktem Kontakt. Die elektrische Verbindung erfolgt also nicht über eine Lotmasse oder einen elektrisch leitfähigen Klebstoff. Dadurch wird der Herstellungsprozess der Scheibe 100 entscheidend vereinfacht. Zudem kann die Gefahr von Beschädigungen des Sammelleiters 5.1, 5.2, wie sie beispielsweise beim Lötten oder bei Belastung einer gelöteten Verbindung besteht, vermieden werden.

Figur 1C zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts im Bereich der unbeschichteten Zone 8 und der Trennlinien 9.1, 9.2 die auf der linken Seite der unbeschichteten Zone 8 angeordnet sind. Das Segment 10.2 zwischen den Trennlinien

9.1 und 9.2 ist beispielhaft schraffiert dargestellt. Alle Trennlinien 9.1, 9.2 enden an der Linie 6 unterhalb des unbeschichteten Bereichs 8. Des Weiteren ist die mittlere Länge L_1 des Segments 10.1 und die mittlere Länge L_2 des Segments 10.2 eingezeichnet. Die mittlere Länge L_1 beträgt beispielsweise 25 cm. Die mittlere Länge L_2 beträgt beispielsweise 28 cm. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die mittleren Längen L_1 und L_2 in etwa gleich lang ausgebildet. Die mittlere Länge L eines Segments 10.1, 10.2 wird im Allgemeinen durch die Krümmung der Trennlinien und dadurch durch die Krümmung des Segments sowie durch die Position des oberen Sammelleiters 5.2 und eventuell des dritten Sammelleiters 5.3 bestimmt. Eine für eine homogene Heizleistungsverteilung optimale mittlere Länge L des Segments 10.1, 10.2 und kann im Rahmen einfacher Experimente und Simulationen ermittelt werden.

Figur 2A zeigt eine Scheibe 100 nach dem Stand der Technik. Die Scheibe 100 umfasst eine erste Scheibe 1 und eine zweite Scheibe 2, die über eine thermoplastische Zwischenschicht 4 miteinander verbunden sind. Die Scheibe 100 ist beispielsweise eine Fahrzeugscheibe und insbesondere die Windschutzscheibe eines Personenkraftwagens. Die erste Scheibe 1 ist beispielsweise dafür vorgesehen, in Einbaulage dem Innenraum zugewandt zu sein. Die erste Scheibe 1 und die zweite Scheibe 2 bestehen aus Natron-Kalkglas. Die Dicke der ersten Scheibe 1 beträgt beispielsweise 1,6 mm und die Dicke der zweiten Scheibe 2 beträgt 2,1 mm. Die thermoplastische Zwischenschicht 4 besteht aus Polyvinylbutyral (PVB) und weist eine Dicke von 0,76 mm auf. Auf der innenseitigen Oberfläche III der ersten Scheibe 1 ist eine elektrische Heizschicht 3 aus einer elektrisch leitfähigen Beschichtung aufgebracht, die im Aufbau der elektrischen Heizschicht 3 aus Figur 1 A entspricht. Im Unterschied zur Figur 1A weist der an der Unterkante der Scheibe 100 angeordnete Sammelleiter 5.1 zwei Zuleitungen 7.1, 7.2 auf. Die Sammelleiter 5.1, 5.2 haben jeweils eine konstante Dicke von beispielsweise 10 μm und einen konstanten spezifischen Widerstand von beispielsweise 2.3 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$. Des Weiteren unterscheidet sich die Scheibe 100 nach dem Stand der Technik von der erfindungsgemäßen Scheibe 100 aus Figur 1A dadurch, dass keine Trennlinien in die elektrische Heizschicht 3 eingebracht sind.

Die Fläche der elektrischen Heizschicht 3 beträgt etwa 0,98 m^2 . Die elektrische Heizschicht 3 weist im oberen Drittel der Scheibe und etwa mittig zur Scheibenbreite einen unbeschichteten Bereich 8 auf. Der unbeschichtete Bereich 8 hat beispielsweise

eine maximale Breite von 21 cm, eine maximale Länge von 24 cm und eine Gesamtfläche von 400 cm².

Die Scheibe weist an der oberen Kante einen Sammelleiter 5.2 auf. Der Strom wird durch eine Zuleitung 7, gekennzeichnet durch einen Pfeil, in den Sammelleiter 5.2 eingespeist. Der Strom fließt durch die elektrische Heizschicht 3 in einen Sammelleiter 5.1, der im unteren Bereich der Scheibe 100 angeordnet ist. Der Sammelleiter 5.1 ist an seinem rechten und seinem linken Ende mit jeweils einer Zuleitung 7.1, 7.2 verbunden. Die Sammelleiter 5.1, 5.2 haben beispielsweise eine Breite von 16 mm und eine Dicke von 10 µm. Die elektrische Heizschicht 3 hat beispielsweise einen Flächenwiderstand von 0.9 Ohm/Quadrat. Für eine Finite-Elemente-Simulation wurde eine Spannung von 14 V zwischen den unteren Zuleitungen 7.1 und 7.2 und der oberen Zuleitung 7 und eine Umgebungstemperatur von 22 °C angenommen. Des Weiteren wurde in der Simulation eine Heizzeit von 12 min. angenommen.

Figur 2B zeigt die Simulation der Heizleistungsverteilung der Scheibe 100 nach dem Stand der Technik gemäß Figur 2A ohne Trennlinien in der elektrischen Heizschicht 3. Die elektrische Leistung der Scheibe beträgt 318 W.

Figur 2C zeigt die Simulation der Temperaturverteilung des Vergleichsbeispiels nach dem Stand der Technik gemäß Figur 2A. Die maximale Temperatur T_{\max} auf der Scheibe 100 beträgt 50,7 °C, die mittlere Temperatur T_{mitt} im Bereich 12 unterhalb der unbeschichteten Zone 8 beträgt 26,2 °C.

Figur 3A zeigt eine Draufsicht auf eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 100. Die erste Scheibe 1, die zweite Scheibe 2, die elektrische Heizschicht 3, die thermoplastische Zwischenschicht 4 und die äußeren Zuleitungen 7, 7.1, 7.2 sind wie in Figur 2A ausgestaltet. Die elektrische Heizschicht 3 weist eine unbeschichtete Zone 8 auf, die derjenigen aus Figur 2A entspricht. Im oberen Bereich der Scheibe 100 ist ein dritter Sammelleiter 5.3 angeordnet. Des Weiteren weist die elektrische Heizschicht 3 jeweils acht Trennlinien 9.1-9.8, 9.1'-9.8' auf beiden Seiten der unbeschichteten Zone 8 auf. Durch die Trennlinien 9.1-9.8, 9.1'-9.8' werden jeweils acht Segmente 10.1-10.8, 10.1'-10.8' auf jeder der beiden Seiten der unbeschichteten Zone 8 gebildet, durch die der Strompfad vom Sammelleiter 5.2 oder dem dritten Sammelleiter 5.3 in den Bereich unterhalb der unbeschichteten Zone 8 geleitet wird. Wie die folgenden Simulationen zeigen, kann dadurch eine

Homogenisierung der Heizleistungsverteilung und der Temperaturverteilung der erfindungsgemäßen Scheibe 100 erzielt werden. Die Trennlinien 9 werden bevorzugt durch Laserstrukturierung in die elektrische Heizschicht 3 eingebracht. Die Breite der einzelnen Trennlinien 9 beträgt beispielsweise 100 μm , wodurch die Sicht durch die Scheibe 100 nur minimal beeinträchtigt wird.

Figur 3B zeigt die Simulation der Heizleistungsverteilung der erfindungsgemäßen Scheibe 100 nach Figur 3A. Die elektrische Leistung der Scheibe beträgt 312 W.

Figur 3C zeigt die Simulation der Temperaturverteilung der erfindungsgemäßen Scheibe 100 nach Figur 3A. Die maximale Temperatur T_{max} auf der Scheibe 100 beträgt 54,2°C, die mittlere Temperatur T_{mitt} im Bereich 12 unterhalb der unbeschichteten Zone 8 beträgt 32,2 °C.

In Tabelle 1 sind die Simulationsergebnisse nochmals zusammengefasst.

Tabelle 1

	Heizleistung im Bereich 12 unterhalb der unbeschichteten Zone 8	Mittlere Temperatur T_{mitt} im Bereich 12 unterhalb der beschichtungs- freien Zone 8	Heizleistungs- verteilung
Vergleichsbeispiel nach Figur 2A (Stand der Technik)	< 150 W/m ²	26,2°C	Schlecht
Erfindungsgemäße Scheibe 100 nach Figur 3A	> 300 W/m ²	32,2°C	Gut

Die erfindungsgemäße Scheibe 100 nach Figur 3A zeigt deutlich verbesserte Heizeigenschaften als die Scheibe 100 nach dem Stand der Technik des Vergleichsbeispiels aus Figur 2A. Insbesondere im Bereich 12 unterhalb der unbeschichteten Zone 8 weist die Scheibe nach dem Stand der Technik nur eine Heizleistung von < 150 W/m² und eine mittlere Temperatur von etwa 26,2°C auf. Die Inhomogenität der Heizleistungsverteilung führt nur zu einer unbefriedigenden Abtau- und Antibeschlagfunktion der Scheibe 100. Im zentralen Sichtfeld im Bereich 12

unterhalb der unbeschichteten Zone 8 genügen die Heizeigenschaften nicht um eine einwandfreie Sicht durch die Scheibe 100 bei winterlichen Witterungsverhältnissen zu gewährleisten.

Die erfindungsgemäße Scheibe 100 nach Figur 3A weist im kritischen Bereich 12 unterhalb der unbeschichteten Zone 8 verbesserte Heizeigenschaften auf. So ergaben Simulationen eine Heizleistung von mehr als 300 W/m^2 und eine Erwärmung auf eine mittlere Temperatur von etwa $32,2^\circ\text{C}$ unter den Simulationsbedingungen. Durch die geringe Breite der Trennlinien ist die Sicht durch die Scheibe nur minimal beeinträchtigt und genügt den Anforderungen an eine Fahrzeugverglasung.

Dieses Ergebnis war für den Fachmann unerwartet und überraschend.

Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt auf eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 100. Die erste Scheibe 1 mit der elektrischen Heizschicht 3, die zweite Scheibe 2, die thermoplastische Zwischenschicht 4 und die äußeren Zuleitungen 7, 7.1, 7.2 sind wie in Figur 3A ausgestaltet. Die elektrische Heizschicht 3 weist eine unbeschichtete Zone 8 und Trennlinien 9.1-9.4, 9.1'-9.4' auf, die die elektrische Heizschicht 3 in mehrere Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' unterteilt. Die Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' sind dabei streifenförmig an den Seiten der unbeschichteten Zone 8 angeordnet. Des Weiteren weist jedes Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' einen weiteren Sammelleiter 5.3-5.6, 5.3'-5.6' auf. Jeder Sammelleiter 5.3-5.6, 5.3'-5.6' ist dabei mit dem Sammelleiter 5.2 unmittelbar, elektrisch leitend, verbunden.

Aufgrund der Krümmung der Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' ist der Strompfad 11 durch das jeweilige Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' verlängert und aufgrund des konstanten spezifischen Flächenwiderstands der elektrischen Heizschicht 3 der ohmsche Widerstand durch das Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' erhöht. Dies würde zu einer inhomogenen Heizleistungsverteilung im Vergleich zu Strompfaden außerhalb der durch die Trennlinien 9.1-9.4, 9.1'-9.4' gebildeten Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' führen. Durch eine Verkürzung der Länge des Strompfad 11 durch das Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' durch einen weiteren Sammelleiter 5.3-5.6, 5.3'-5.6' durch den der Strom in das Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' eingespeist wird, kann eine weitere Homogenisierung der Heizleistungsverteilung und der Temperaturverteilung der elektrisch beheizten Scheibe 100 erzielt werden. Die Länge der weiteren Sammelleiter

5.3-5.6, 5.3'-5.6' und deren Abmessungen, wie Dicke und Breite, können im Rahmen einfacher Experimente und Simulationen ermittelt werden. Im dargestellten Beispiels sind die Sammelleiter 5.4-5.6, 5.4'-5.6' zickzackförmig ausgestaltet, wobei die Sammelleiter 5.4, 5.4' dicker als die Sammelleiter 5.5, 5.5' und diese wiederum dicker als die Sammelleiter 5.6, 5.6' ausgestaltet sind. Die Sammelleiter 5.4, 5.4' haben folglich einen niedrigeren Widerstand als die Sammelleiter 5.5, 5.5' und diese wiederum einen niedrigeren Widerstand als die Sammelleiter 5.6, 5.6'.

Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 100. Die erste Scheibe 1 mit der elektrischen Heizschicht 3 und die äußeren Zuleitungen 7, 7.1, 7.2 sind wie in Figur 4 ausgestaltet. Die elektrische Heizschicht 3 weist eine unbeschichtete Zone 8 und Trennlinien 9.1-9.4, 9.1'-9.4' auf, die die elektrische Heizschicht 3 in mehrere Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' unterteilt. Die Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' sind dabei streifenförmig an den Seiten der unbeschichteten Zone 8 angeordnet. Die Segmente 10.4 und 10.4', die am weitesten von der unbeschichteten Zone 8 angeordnet sind, weisen jeweils einen dritten Sammelleiter 5.3 und 5.3' auf, der mit dem Sammelleiter 5.2 unmittelbar, elektrisch leitend verbunden ist. Des Weiteren weisen die weiter innenliegenden Segmente 10.1-10.3, 10.1'-10.3' jeweils eine niederohmige Brücke 15.4-15.6, 15.4'-15.6' auf, die den elektrischen Widerstand des Strompfads durch das jeweilige Segment erniedrigt. Die niederohmigen Brücken 15.4-15.6, 15.4'-15.6' bestehen beispielsweise aus dem Material des Sammelleiters 5.2 und haben einen elektrischen Widerstand, der niedriger ist als der der elektrischen Heizschicht 3. Die niederohmigen Brücken 15.4-15.6, 15.4'-15.6' sind dabei nicht unmittelbar mit dem Sammelleiter 5.2 elektrisch leitend verbunden, sondern sind auf ihrer vollen Länge mit der elektrischen Heizschicht 3 elektrisch leitend verbunden.

Aufgrund der Krümmung der Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' ist der Strompfad 11 durch das jeweilige Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' verlängert und aufgrund des konstanten spezifischen Flächenwiderstands der elektrischen Heizschicht 3 der ohmsche Widerstand durch das Segment 10.1-10.4, 10.1'-10.4' erhöht. Dies würde zu einer inhomogenen Heizleistungsverteilung im Vergleich zu Strompfaden außerhalb der durch die Trennlinien 9.1-9.4, 9.1'-9.4' gebildeten Segmente 10.1-10.4, 10.1'-10.4' führen. Durch eine Verkürzung der Länge des Strompfad 11 durch die niederohmigen Brücken 15.4-15.6, 15.4'-15.6', kann eine weitere Homogenisierung der Heizleistungsverteilung und der Temperaturverteilung der elektrisch beheizten Scheibe

100 erzielt werden. Die Länge der niederohmigen Brücken 15.4-15.6, 15.4'-15.6' und deren optimaler elektrischer Widerstand können im Rahmen einfacher Experimente und Simulationen ermittelt werden.

Figur 6 zeigt ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer elektrisch beheizbaren Scheibe 100.

Es konnte gezeigt werden, dass erfindungsgemäße Scheiben 100 mit Trennlinien deutlich verbesserte Heizeigenschaften, eine verbesserte Homogenität der Heizleistungsverteilung und eine gleichmäßigere Temperaturverteilung bei höheren Temperaturen in besonders wichtigen Scheibenabschnitten zeigen. Gleichzeitig wird die Durchsicht durch die Scheibe 100 durch die erfindungsgemäßen Trennlinien nur minimal beeinträchtigt.

Dieses Ergebnis war für den Fachmann unerwartet und überraschend.

Bezugszeichenliste:

(1)	erste Scheibe	
(2)	zweite Scheibe	
(3)	elektrische Heizschicht,	
(4)	thermoplastische Zwischenschicht	
(5.1), (5.2), (5.3), (5.4), (5.5)		Sammelleiter
(5.1'), (5.2'), (5.3'), (5.4'), (5.5')		Sammelleiter
(6)	Linie	
(7)	Zuleitung	
(8)	unbeschichtete Zone	
(9.1), (9.2), (9.3), (9.4), (9.5), (9.6), (9.7), (9.8)		Trennlinie
(9.1'), (9.2'), (9.3'), (9.4'), (9.5'), (9.6'), (9.7'), (9.8')		Trennlinie
(10.1), (10.2), (10.3), (10.4), (10.5), (10.6), (10.7), (10.8)		Segment
(10.1'), (10.2'), (10.3'), (10.4'), (10.5'), (10.6'), (10.7'), (10.8')		Segment
(11)	Strompfad	
(12)	Bereich	
(13)	Verbindungskabel	
(14)	Spannungsquelle	
(15.4), (15.5), (15.6), (15.4'), (15.5'), (15.6')		niederohmige Brücke
(100)	Scheibe	
(II)	Oberfläche der zweiten Scheibe 2	
(III)	Oberfläche der ersten Scheibe 1	
b, b_1, b_2	Breite des Segments 10, 10.1, 10.2	
d, d_1, d_2	Breite der Trennlinie 9	
L, L_1, L_2	Länge des Segments 10, 10.1, 10.2	
A-A'	Schnittlinie	

Patentansprüche

1. Scheibe (100) mit elektrischer Heizschicht (3), mindestens umfassend:
 - eine erste Scheibe (1) mit einer Oberfläche (III),
 - mindestens eine elektrische Heizschicht (3), die zumindest auf einem Teil der Oberfläche (III) aufgebracht ist und eine unbeschichtete Zone (8) umfasst,
 - mindestens zwei zum Anschluss an eine Spannungsquelle (14) vorgesehene Sammelleiter (5.1, 5.2), die mit der elektrischen Heizschicht (3) so verbunden sind, dass zwischen den Sammelleitern (5.1, 5.2) ein Strompfad (11) für einen Heizstrom geformt ist und
 - mindestens eine Trennlinie (9.n), die die elektrische Heizschicht (3) in mindestens zwei Segmente (10.n, 10.n+1) elektrisch unterteilt und n eine ganze Zahl ≥ 1 ist,wobei mindestens ein Segment (10.n) streifenförmig um die unbeschichtete Zone (8) so angeordnet ist, dass der Strompfad (11) für den Heizstrom zumindest teilweise um die unbeschichtete Zone (8) geführt ist.
2. Scheibe (100) nach Anspruch 1, wobei die elektrische Heizschicht (3) mindestens zwei Trennlinien (9.1, 9.2) und bevorzugt 4 bis 30 Trennlinien aufweist, die Segmente (10.n) ausbilden, die zumindest teilweise streifenförmig um die unbeschichtete Zone (8) angeordnet sind.
3. Scheibe (100) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Breite d der Trennlinie (9.1, 9.2) von 30 μm bis 200 μm und bevorzugt von 70 μm bis 140 μm beträgt.
4. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Breite b_1 des Segments (10.1) zwischen unbeschichteter Zone (8) und nächstliegender Trennlinie (9.1) und/oder die Breite b_n zwischen zwei benachbarten Trennlinien (9.n, 9.n+1) von 1 cm bis 15 cm beträgt.
5. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Fläche der unbeschichteten Zone (8) von 0,5 dm² bis 15 dm² und bevorzugt von 2 dm² bis 8 dm² beträgt.

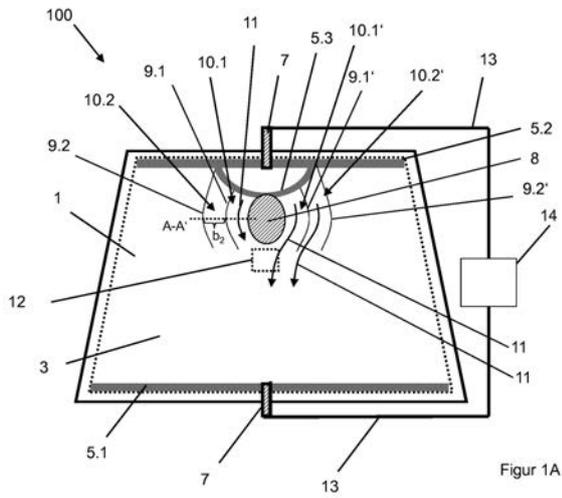
6. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die mittlere Länge (L_n) des Segments (10.n) um weniger als 25 %, bevorzugt von 0 % bis 10 % und besonders bevorzugt von 0 % bis 5 % vom Mittelwert der mittleren Längen L_m abweicht.
7. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein dritter Sammelleiter (5.3) in elektrischem Kontakt zum ersten Sammelleiter (5.1) oder zweiten Sammelleiter (5.2) angeordnet ist, der die mittlere Länge L_n mindestens eines Segments (10.n) und bevorzugt die mittlere Länge L_n aller Segmente (10.n) verkürzt.
8. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei in mindestens einem Segment (10.n) eine niederohmige Brücke (15.n) angeordnet ist, die den elektrischen Widerstand entlang des Strompfades erniedrigt.
9. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Sammelleiter (5) und/oder die niederohmige Brücke (15.n) als gebrannte Druckpaste ausgebildet ist, die bevorzugt metallische Partikel, Metallpartikel und/oder Kohlenstoffpartikel und insbesondere Silberpartikel enthält und bevorzugt einen spezifischen Widerstand ρ_a von 0.8 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ bis 7.0 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ und besonders bevorzugt von 1.0 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ bis 2.5 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ aufweist.
10. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Oberfläche (III) der ersten Scheibe (1) über eine thermoplastische Zwischenschicht (4) mit einer zweiten Scheibe (2) flächig verbunden ist.
11. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die erste Scheibe (1) und/oder die zweite Scheibe (2) Glas, bevorzugt Flachglas, Floatglas, Quarzglas, Borosilikatglas, Kalk-Natron-Glas, oder Polymere, bevorzugt Polyethylen, Polypropylen, Polycarbonat, Polymethylmethacrylat und/oder Gemische davon enthält.
12. Scheibe (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die elektrische Heizschicht (3) eine transparente, elektrisch leitfähige Beschichtung ist und/oder einen Flächenwiderstand von 0,4 Ohm/Quadrat bis 10 Ohm/Quadrat und bevorzugt von 0,5 Ohm/Quadrat bis 1 Ohm/Quadrat aufweist und/oder Silber

(Ag), Indium-Zinnoxid (ITO), fluordotiertes Zinnoxid ($\text{SnO}_2\text{:F}$) oder aluminiumdotiertes Zinkoxid (ZnO:Al) enthält.

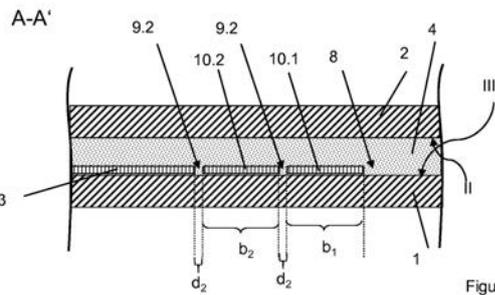
13. Verfahren zur Herstellung einer Scheibe (100) mit elektrischer Heizschicht, mindestens umfassend:
 - (a) Aufbringen einer elektrischen Heizschicht (3) mit einer unbeschichteten Zone (8) auf eine Oberfläche (III) einer Scheibe (1),
 - (b) Aufbringen von mindestens zwei zum Anschluss an eine Spannungsquelle (14) vorgesehene Sammelleiter (5.1, 5.2), die mit der elektrischen Heizschicht (3) so verbunden werden, dass zwischen den Sammelleitern (5.1,5.2) ein Strompfad (11) für einen Heizstrom geformt wird
 - (c) Einbringen mindestens einer Trennlinie (9.n), die die elektrische Heizschicht (3) in mindestens zwei Segmente (10.n, 10.n+1) elektrisch unterteilt und n eine ganze Zahl ≥ 1 ist, wobei mindestens ein Segment (10.n) streifenförmig um die unbeschichtete Zone (8) so angeordnet wird, dass der Strompfad (11) für den Heizstrom zumindest teilweise um die unbeschichtete Zone (8) geführt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Trennlinien (9) durch Laserstrukturierung eingebracht werden.
15. Verwendung der Scheibe (100) nach einen der Ansprüche 1 bis 12 in Fortbewegungsmitteln für den Verkehr auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser, insbesondere in Kraftfahrzeugen beispielsweise als Windschutzscheibe, Heckscheibe, Seitenscheiben und/oder Dachscheibe sowie als funktionales Einzelstück, und als Einbauteil in Möbeln, Geräten und Gebäuden, insbesondere als elektrischer Heizkörper und der unbeschichteten Zone (8) als Kommunikationsfenster zur Datenübertragung.

Zusammenfassung

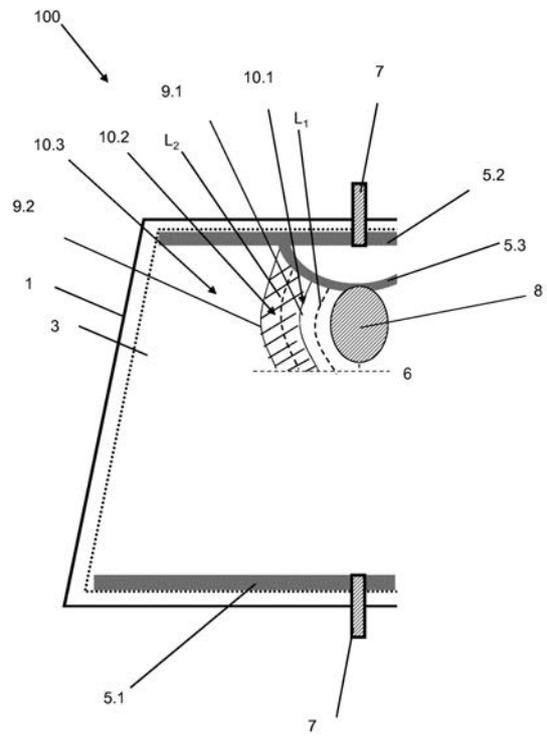
Die vorliegende Erfindung betrifft eine Scheibe (100) mit elektrischer Heizschicht (3), mindestens umfassend: - eine erste Scheibe (1) mit einer Oberfläche (III), - mindestens eine elektrische Heizschicht (3), die zumindest auf einem Teil der Oberfläche (III) aufgebracht ist und eine unbeschichtete Zone (8) umfasst, - mindestens zwei zum Anschluss an eine Spannungsquelle (14) vorgesehene Sammelleiter (5.1, 5.2), die mit der elektrischen Heizschicht (3) so verbunden sind, dass zwischen den Sammelleitern (5.1, 5.2) ein Strompfad (11) für einen Heizstrom geformt ist und - mindestens eine Trennlinie (9.n), die die elektrische Heizschicht (3) in mindestens zwei Segmente (10.n, 10.n+1) elektrisch unterteilt und n eine ganze Zahl ≥ 1 ist, wobei mindestens ein Segment (10.n) streifenförmig um die unbeschichtete Zone (8) so angeordnet ist, dass der Strompfad (11) für den Heizstrom zumindest teilweise um die unbeschichtete Zone (8) geführt ist.



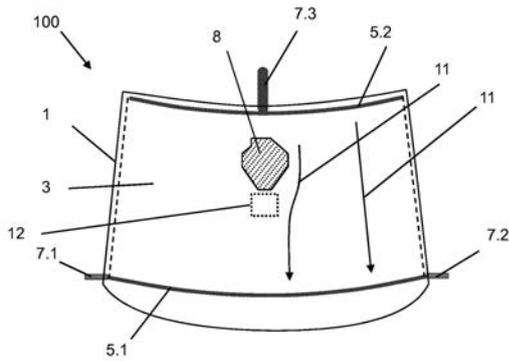
Figur 1A



Figur 1B

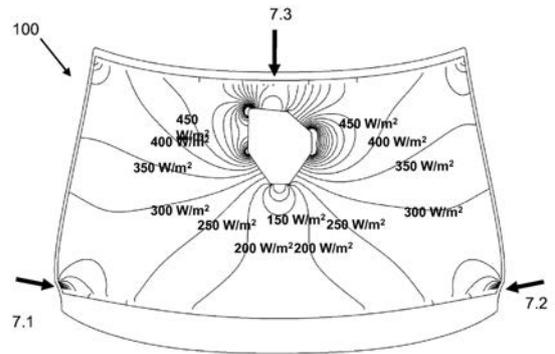


Figur 1C



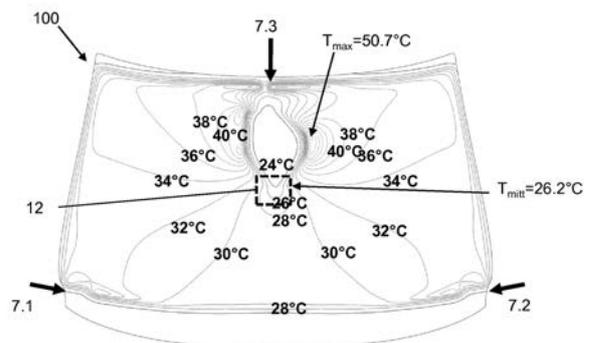
Stand der Technik

Figur 2A



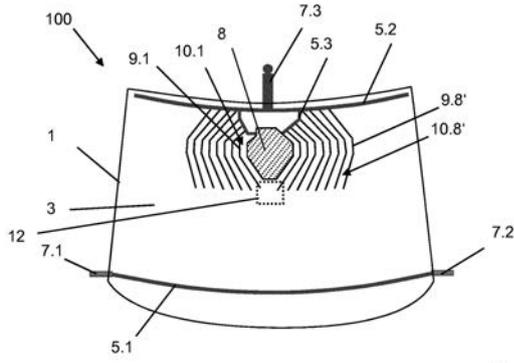
Stand der Technik

Figur 2B

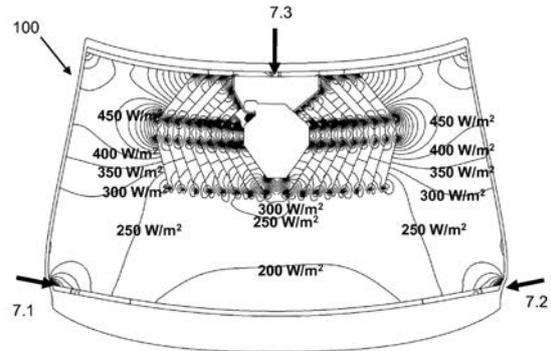


Stand der Technik

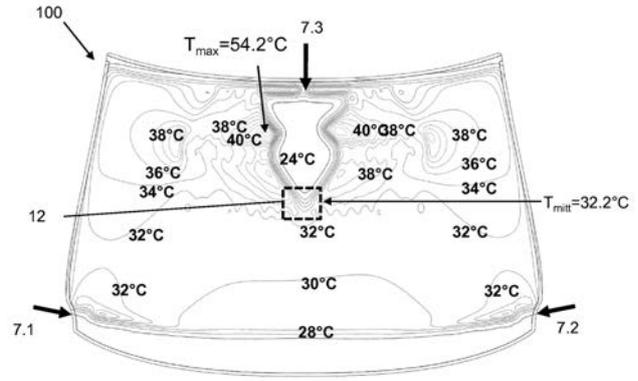
Figur 2C



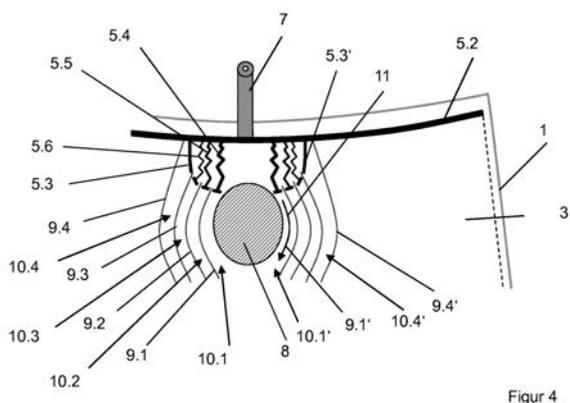
Figur 3A



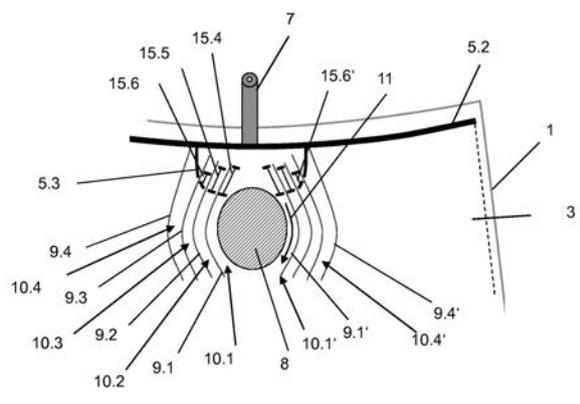
Figur 3B



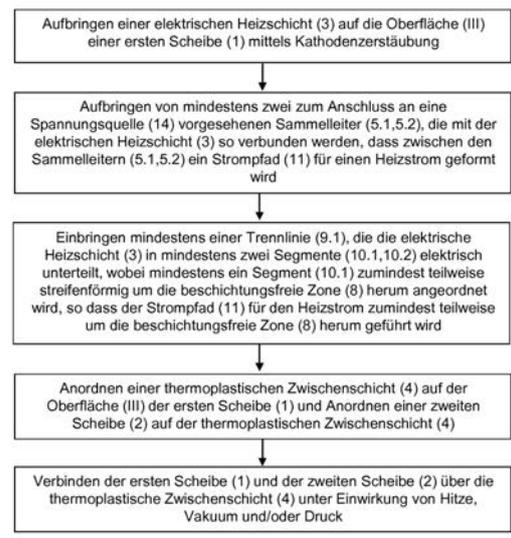
Figur 3C



Figur 4



Figur 5



Figur 6