



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.12.2011 Patentblatt 2011/52

(51) Int Cl.:
H01Q 1/12 (2006.01) H01Q 1/44 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10165892.0**

(22) Anmeldetag: **14.06.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(71) Anmelder: **Saint-Gobain Glass France**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Erfinder:
• **Vortmeier, Gunther**
52134 Herzogenrath (DE)

• **Degen, Christoph**
52072 Aachen (DE)
• **Droste, Stefan**
52134 Herzogenrath (DE)

(74) Vertreter: **Gebauer, Dieter Edmund**
Splanemann
Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft
Rumfordstraße 7
80469 München (DE)

(54) **Antennenaufbau mit verbessertem Signal/Rauschverhältnis**

(57) Die Erfindung betrifft einen Antennenaufbau mit mindestens einem isolierenden Substrat (2-4), mindestens einer leitfähigen Beschichtung (6), die eine Oberfläche des Substrats (2-4) zumindest abschnittsweise bedeckt und zumindest abschnittsweise als Flächenantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dient. Der Antennenaufbau umfasst ferner mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung elektrisch gekoppelte erste Koppel­elektrode (10) zum Auskoppeln von Nutzsignalen aus der Flächenantenne, und mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung elektrisch gekoppelte zweite Koppel­elektrode (36,36') zum Auskoppeln von Störsignalen zumindest einer Störquelle (39,39') aus der Flächenantenne. Die zweite Koppel­elektrode (36,36') ist mit Masse elektrisch koppelbar und entweder so ausgebildet, dass sie für einen vorbestimmbaren Frequenzbereich selektiv durchlässig ist und nahe der ersten Koppel­elektrode (10) angeordnet. Alternativ ist die zweite Koppel­elektrode (36,36') zwischen einer Flächenzone (42,42') der Beschichtung, deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle (39,39') haben, und der ersten Koppel­elektrode (10) angeordnet. Ferner ist die zweite Koppel­elektrode (36,36') alternativ nahe einer Flächenzone (42,42') der Beschichtung, deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle (39,39') haben, angeordnet. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Antennenaufbaus, bei dem insbesondere Störsignale aus der Flächenantenne über eine elektrische Kopplung mit Masse selektiv ausgekoppelt werden.

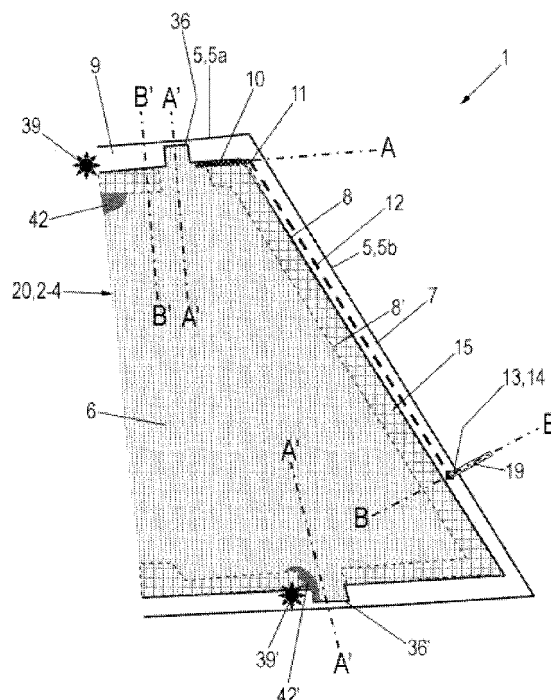


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antennenaufbau mit einer Flächenantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen, sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Antennenaufbaus.

[0002] Substrate mit elektrisch leitfähigen Beschichtungen sind in der Patentliteratur bereits vielfach beschrieben worden. Lediglich beispielhaft sei diesbezüglich auf die Druckschriften DE 19858227 C1, DE 10200705286, DE 102008018147 A1 und DE 102008029986 A1 verwiesen. In aller Regel dient die leitfähige Beschichtung zur Reflexion von Wärmestrahlen und sorgt somit beispielsweise in Kraftfahrzeugen oder in Gebäuden für eine Verbesserung des thermischen Komforts. Vielfach wird sie auch als Heizschicht verwendet, um eine transparente Scheibe vollflächig elektrisch zu beheizen.

[0003] Wie beispielsweise aus den Druckschriften DE 10106125 A1, DE 10319606 A1, EP 0720249 A2, US 2003/0112190 A1 und DE 19843338 C2 bekannt ist, lassen sich transparente Beschichtungen wegen ihrer elektrischen Leitfähigkeit auch als Flächenantennen zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen einsetzen. Dazu wird die leitfähige Beschichtung mit einer Koppel-
elektrode galvanisch oder kapazitiv gekoppelt und das Antennensignal im Randbereich der Scheibe zur Verfügung gestellt. Gewöhnlich wird das Antennensignal einem Antennenverstärker zugeführt, der speziell in Kraftfahrzeugen mit der elektrisch leitfähigen Karosserie verbunden ist, wobei durch diese elektrische Verbindung ein hochfrequenztechnisch wirksames Bezugspotenzial für das Antennensignal vorgegeben wird. Die nutzbare Antennenspannung ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Bezugspotenzial und dem Potenzial des Antennensignals.

[0004] Nun können mit der Flächenantenne aufgrund der großen Antennenfläche innerhalb eines relativ großen Raumbereichs elektromagnetische Signale empfangen werden. Dies hat beispielsweise in Kraftfahrzeugen zur Folge, dass neben den Nutzsignalen auch unerwünschte Störsignale von elektrischen Geräten wie Kameras, Sensoren, Instrumententafel, Motorsteuergerät und dergleichen von der Flächenantenne empfangen werden können. Durch diese Störsignale kann sich das Signal/Rausch-Verhältnis ($SNR = \frac{\text{signal}}{\text{noise ratio}}$) der Flächenantenne deutlich verschlechtern.

[0005] Eine übliche Vorgehensweise zur Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses besteht darin, Störsignale zu vermeiden, indem die Störquellen entstört und abgeschirmt werden. Zudem kann der Einfluss von Störsignalen verringert werden, wenn ein relativ großer geometrischer Abstand zwischen Störquellen und Flächenantenne eingehalten wird. In der Praxis ist die Verwirklichung dieser Vorgaben allerdings meist mit Schwierigkeiten verbunden. Einerseits ist eine Entstörung und Abschirmung von Störquellen technisch aufwändig und mit relativ hohen Kosten verbunden. Andererseits kann

ein entsprechend großer räumlicher Abstand zwischen Störquellen und Flächenantenne häufig nicht eingehalten werden, beispielsweise im Falle eines Frontmotors und einer an der Windschutzscheibe aufgebrachten Flächenantenne. Erschwerend kommt hinzu, dass in modernen Fahrzeugen oftmals elektrische Geräte im Bereich des Fußpunkts des Innenrückspiegels vorgesehen sind, die als Störquellen für eine Flächenantenne an der Windschutzscheibe wirken können. Eine sinnvolle Abhilfe kann gegebenenfalls nur dadurch erreicht werden, dass die Flächenantenne an der Heckscheibe aufgebracht wird. Demgegenüber besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen herkömmlichen Antennenaufbau mit einer Flächenantenne so weiterzubilden, dass Nutzsignale trotz Vorliegens von Störquellen, die Störsignale an die Flächenantenne abstrahlen, mit einem zufrieden stellenden Signal/Rausch-Verhältnis empfangen werden können. Weiterhin soll ein solcher Antennenaufbau in der Serienfertigung einfach und kostengünstig herstellbar sein, sowie zuverlässig und sicher funktionieren. Diese und weitere Aufgaben werden nach dem Vorschlag der Erfindung durch Antennenaufbauten mit den Merkmalen der nebengeordneten Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche angegeben.

[0006] Der Antennenaufbau der vorliegenden Erfindung umfasst mindestens ein elektrisch isolierendes, vorzugsweise transparentes Substrat, sowie zumindest eine elektrisch leitfähige, vorzugsweise transparente Beschichtung, die zumindest eine Oberfläche des Substrats zumindest abschnittsweise bedeckt und zumindest abschnittsweise als flächenförmige Antenne (Flächenantenne) zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dient. Die leitfähige Beschichtung ist zur Verwendung als Flächenantenne geeignet ausgebildet und kann zu diesem Zweck das Substrat großflächig bedecken. Die Flächenantenne wird aufgrund der Tatsache, dass sie auch zum Senden von elektromagnetischen Wellen eingesetzt werden kann, hier und im Weiteren auch als "Flächenstrahler" bezeichnet. Der Antennenaufbau kann beispielsweise in Form eines Einscheibenglases realisiert sein. Alternativ kann der erfindungsgemäße Antennenaufbau beispielsweise auch in Form einer Verbundscheibe realisiert sein. Die Verbundscheibe umfasst in der Regel zwei vorzugsweise transparente erste Substrate, welche einer Innen- und Außenscheibe entsprechen, die durch zumindest eine thermoplastische Klebeschicht fest miteinander verbunden sind. Die leitfähige Beschichtung kann sich auf zumindest einer Oberfläche zumindest eines der beiden ersten Substrate der Verbundscheibe befinden. Zudem kann die Verbundscheibe mit einem weiteren, vom ersten Substrat verschiedenen zweiten Substrat versehen sein, das sich zwischen den beiden ersten Substraten befindet. Das zweite Substrat kann zusätzlich oder alternativ zu den ersten Substraten als Träger für die leitfähige Beschichtung dienen, wobei zumindest eine Oberfläche des zweiten Substrats mit der

leitfähigen Beschichtung versehen ist.

[0007] Der erfindungsgemäße Antennenaufbau umfasst weiterhin mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung elektrisch gekoppelte erste Koppel­elektrode zum Auskoppeln von Nutzsignalen aus der Flächenantenne. Die erste Koppel­elektrode kann beispielsweise kapazitiv oder galvanisch mit der leitfähigen Beschichtung gekoppelt sein.

[0008] Ferner umfasst der erfindungsgemäße Antennenaufbau mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung elektrisch gekoppelte zweite Koppel­elektrode zum Auskoppeln von Störsignalen von zumindest einer externen Störquelle aus der Flächenantenne. Die zweite Koppel­elektrode kann beispielsweise kapazitiv oder galvanisch mit der leitfähigen Beschichtung gekoppelt sein.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist die zweite Koppel­elektrode mit einer elektrischen Masse bzw. Erde elektrisch koppelbar und dabei so ausgebildet, dass sie für einen vorbestimmbaren Frequenzbereich, welcher vorzugsweise dem Frequenzbereich der aus der Flächenantenne auszukoppelnden Störsignale entspricht, selektiv durchlässig ist. Die zweite Koppel­elektrode ist vorzugsweise für einen Frequenzbereich oberhalb einer Grenz- bzw. Durchlassfrequenz von 170 MHz selektiv durchlässig. Zudem ist die zweite Koppel­elektrode nahe der ersten Koppel­elektrode angeordnet.

[0010] Allgemein werden Antennensignale an den verschiedenen Koppel­elektroden je nach Potentialdifferenz und Abstand zu einem Flächenabschnitt der als Flächenantenne dienenden leitfähigen Beschichtung ausgekoppelt: je größer die Potentialdifferenz zwischen einem Flächenabschnitt der leitfähigen Beschichtung und der Koppel­elektrode und je kleiner die Entfernung zu diesem Flächenabschnitt ist, desto mehr Signal wird die Koppel­elektrode auskoppeln (und desto weniger Signal wird dann an einer weiteren, "konkurrierenden" Koppel­elektrode ausgekoppelt).

[0011] In dem erfindungsgemäßen Antennenaufbau gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung kann durch die räumlich nahe Anordnung der beiden Koppel­elektroden erreicht werden, dass beim Signalempfang auftretende Potentialdifferenzen im Wesentlichen gleich für beide Koppel­elektroden sind. Durch das frequenzselektive Durchlassverhalten der zweiten Koppel­elektrode kann weiterhin erreicht werden, dass Störsignale über die zweite Koppel­elektrode und Nutzsignale über die erste Koppel­elektrode ausgekoppelt werden. Durch die räumlich nahe Anordnung der beiden Koppel­elektroden kann zudem erreicht werden, dass Störsignale aller auf die Flächenantenne einwirkenden Störquellen oberhalb der Grenz- bzw. Durchlassfrequenz der zweiten Koppel­elektrode zuverlässig und sicher aus der Flächenantenne ausgekoppelt werden. Das Signal/Rausch-Verhältnis der Flächenantenne kann dadurch deutlich verbessert werden.

[0012] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung hat die zweite Koppel­elektrode einen Abstand von der

ersten Koppel­elektrode, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der aus der Flächenantenne auszukoppelnden Störsignale ist. Durch diese Maßnahme kann das Signal/Rauschverhältnis der Flächenantenne weiter verbessert werden.

[0013] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist die zweite Koppel­elektrode mit einer elektrischen Masse bzw. Erde elektrisch koppelbar und zudem zwischen einer Flächenzone der leitfähigen Beschichtung (im Weiteren als "Störquellenflächenzone" bezeichnet), deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle haben, und der ersten Koppel­elektrode angeordnet. Durch die zwischen der Störquellenflächenzone und der ersten Koppel­elektrode angeordnete zweite Koppel­elektrode kann in vorteilhafter Weise ein räumlich selektives Auskoppeln von Störsignalen aus der Flächenantenne erfolgen, ohne den Empfang von Nutzsignalen wesentlich zu beeinträchtigen. Aufgrund der Abstandsbedingung zwischen Störquelle und Störquellenflächenzone werden Störsignale der Störquelle in der Störquellenflächenzone mit einer größten Signalamplitude bzw. Signalintensität empfangen. Beim Signalempfang der Störsignale auftretende Potentialdifferenzen zwischen einem die Störquellenflächenzone enthaltenden Flächenabschnitt der leitfähigen Beschichtung und der zweiten Koppel­elektrode sind somit größer als Potentialdifferenzen zwischen diesem Flächenabschnitt und der ersten Koppel­elektrode, so dass die Störsignale überwiegend von der zweiten Koppel­elektrode ausgekoppelt werden. Allgemein hängt die Form der Störquellenflächenzone von der Form der Störquelle ab. Zudem kann durch die räumliche Lage der zweiten Koppel­elektrode zwischen der Störquellenflächenzone und der ersten Koppel­elektrode eine bevorzugte Auskopp­lung von Störsignalen durch die zweite Koppel­elektrode erreicht werden. Die erste Koppel­elektrode kann weiterhin Nutzsignale aus Flächenabschnitten der Flächenantenne erhalten, die überwiegend von der ersten Koppel­elektrode ausgekoppelt werden. Das Signal/Rausch-Verhältnis der Flächenantenne kann dadurch deutlich verbessert werden.

[0014] Eine solche Anordnung der zweiten Koppel­elektrode zwischen der Störquellenflächenzone und der ersten Koppel­elektrode kann in vorteilhafter Weise auch in dem Antennenaufbau gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung realisiert sein, wodurch eine weitere Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses der Flächenantenne erreicht werden kann.

[0015] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung hat die zweite Koppel­elektrode einen Abstand von der ersten Koppel­elektrode, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist, wodurch eine weitere Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses der Flächenantenne erreicht werden kann.

[0016] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung hat die zweite Koppel­elektrode einen Abstand von der Störquellenflächenzone, der geringer als ein

Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist, wodurch eine weitere Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses der Flächenantenne erreicht werden kann.

[0017] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung ist die zweite Koppel­elektrode mit einer elektrischen Masse elektrisch koppelbar und zudem nahe einer Störquellen­flächenzone der leitfähigen Beschichtung, deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle und somit eine größte Signalamplitude bezüglich der Störsignale der Störquelle haben, angeordnet. Durch die zweite Koppel­elektrode kann in vorteilhafter Weise ein räumlich selektives Auskoppeln von Störsignalen aus der Flächen­antenne erfolgen, ohne hierbei den Empfang von Nutz­signalen wesentlich zu beeinträchtigen. Die nahe Anord­nung der zweiten Koppel­elektrode an der Störquellen­flächenzone bewirkt beim Empfang der Störsignale der Störquelle Potenzialdifferenzen zwischen einem die Störquellen­flächenzone enthaltenden Flächenabschnitt der Flächenantenne und der zweiten Koppel­elektrode, die größer sind als Potenzialdifferenzen zwischen diesem Flächenabschnitt und der ersten Koppel­elektrode, so dass die Störsignale überwiegend von der zweiten Koppel­elektrode ausgekoppelt werden. Zu diesem Zweck ist ein geometrischer Abstand zwischen der zwei­ten Koppel­elektrode und der Störquellen­flächenzone ge­ringer als ein geometrischer Abstand zwischen der er­sten Koppel­elektrode und der Störquellen­flächenzone. Die erste Koppel­elektrode kann weiterhin Nutzsignale aus Flächenabschnitten der Flächenantenne erhalten, in denen Potenzialdifferenzen auftreten, die größer sind als Potenzialdifferenzen zwischen einem die Störquellen­flächenzone enthaltenden Flächenabschnitt und der ersten Koppel­elektrode. Das Signal/Rausch-Verhältnis der Flä­chenantenne kann dadurch deutlich verbessert werden.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des An­tennenaufbaus gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung hat die zweite Koppel­elektrode einen Abstand von der Störquellen­flächenzone, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist. Durch diese Maßnahme kann das Signal/Rauschverhältnis der Flä­chenantenne weiter verbessert werden.

[0019] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem dritten Aspekt der Er­findung ist die zweite Koppel­elektrode zwischen einer Störquellen­flächenzone der leitfähigen Beschichtung, deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquel­le haben, und der ersten Koppel­elektrode angeordnet. Durch diese Maßnahme kann das Signal/Rauschverhält­nis der Flächenantenne weiter verbessert werden.

[0020] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem zweiten und dritten Aspekt der Erfindung ist die zweite Koppel­elektrode so ausgebildet, dass sie für einen vorbestimmbaren Fre­quenzbereich, insbesondere einen Frequenzbereich oberhalb von 170 MHz, selektiv durchlässig ist. Durch diese Maßnahme kann das Signal/Rauschverhältnis der Flächenantenne in besonders effektiver Weise weiter verbessert werden.

[0021] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem ersten, zweiten und dritten Aspekt der Erfindung ist die zweite Koppel­elektrode in Form eines vorspringenden Randabschnitts der leitfähigen Beschichtung ausgebildet, was eine in der Se­rienfertigung besonders einfache und kostengünstige Realisierung der zweiten Koppel­elektrode ermöglicht. Insbesondere ist durch diese Maßnahme eine einfache kapazitive Kopplung mit einer als Masse wirkenden leit­fähigen Struktur, beispielsweise eine metallische Fahr­zeugkarosserie oder ein metallischer Fensterrahmen, er­möglich.

[0022] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem ersten, zweiten und dritten Aspekt der Erfindung ist die zweite Koppel­elektrode mit einer als Masse wirkenden leitfähigen Struktur kapazitiv gekoppelt. Diese Maßnahme ermöglicht eine besonders einfache Massenanbindung der zweiten Kop­pelelektrode, wobei ein frequenzselektives Durch­lassverhalten der zweiten Koppel­elektrode in einfacher Weise durch die kapazitiven Eigenschaften der elektri­schen Kopplung einstellbar ist. Alternativ hierzu ist es gleichermaßen möglich, dass die zweite Koppel­elektro­de unter Zwischenschaltung eines frequenzselektiven Bauteils, beispielsweise ein Kondensator, mit der als Masse wirkenden leitfähigen Struktur galvanisch gekop­pelt ist. Durch das frequenzselektive Bauteil können Stör­signale zuverlässig und sicher aus der Flächenantenne ausgekoppelt werden.

[0023] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Antennenaufbaus gemäß dem ersten, zweiten und dritten Aspekt der Erfindung ist die erste Koppel­elektrode mit einem ungeschirmten, linienförmigen Leiter, im Wei­teren als "Antennenleiter" bezeichnet, elektrisch gekop­pelt. Der Antennenleiter dient als Linienantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen. Dabei be­findet sich der linienförmige Leiter außerhalb eines Raums, der durch orthogonale Parallelprojektion auf die als Projektionsfläche dienende Flächenantenne projizierbar ist, wodurch ein Antennenfußpunkt der Linienan­tenne zu einem gemeinsamen Antennenfußpunkt der Li­nien- und Flächenantenne wird. Die erste Koppel­elektro­de kann beispielsweise kapazitiv oder galvanisch mit dem linienförmigen Antennenleiter elektrisch gekoppelt sein. In dieser Ausgestaltung hat der Antennenaufbau somit einen hybriden Aufbau aus Flächen- und Linien­antenne.

[0024] Der Antennenleiter dient als Linienantenne und ist zu diesem Zweck geeignet ausgebildet, das heißt, er verfügt über eine zum Empfang im gewünschten Fre­quenzbereich geeignete Form. Im Unterschied und in Ab­grenzung zu Flächenstrahlern verfügen Linienantennen bzw. Linienstrahler über eine geometrische Länge (L), die deren geometrische Breite (B) um mehrere Größen­ordnungen übersteigt. Die geometrische Länge eines Li­nienstrahlers ist der Abstand zwischen Antennenfußpunkt und Antennenspitze, die geometri­sche Breite die hierzu senkrechte Abmessung. Für Lini-

enstrahler gilt in der Regel der folgende Zusammenhang: $LB \geq 100$. Für deren geometrische Höhe (H) gilt in der Regel ein entsprechender Zusammenhang $L/H \geq 100$, wobei unter der geometrischen Höhe (H) eine Abmessung zu verstehen ist, die sowohl senkrecht zur Länge (L) als auch senkrecht zur Breite (B) ist. Durch Linienstrahler kann im Bereich der terrestrischen Bänder II bis V ein zufrieden stellendes Antennensignal bereitgestellt werden. Gemäß einer Definition der Internationalen Fernmeldeunion (ITU = International Telecommunication Union) handelt es sich hierbei um den Frequenzbereich von 87,5 MHz bis 862 MHz (Band II: 87,5-108 MHz, Band III: 174-230 MHz, Band IV: 470-606 MHz, Band V: 606-862 MHz). Allerdings lässt sich durch Linienstrahler im vorgelagerten Frequenzbereich von Band 1 (47-68 MHz) keine zufrieden stellende Empfangsleistung mehr erzielen. Gleiches gilt auch für Frequenzen unterhalb von Band I.

[0025] Wesentlich in dem hybriden Antennenaufbau ist, dass sich der Antennenleiter außerhalb eines durch eine Projektionsoperation definierten Raums befindet, welcher dadurch definiert ist, dass jeder Punkt des Raums durch eine orthogonale Parallelprojektion auf die als Projektionsfläche dienende, leitfähige Beschichtung bzw. Flächenantenne projizierbar ist. Falls die leitfähige Beschichtung nur abschnittsweise als Flächenantenne wirksam ist, dient als Projektionsfläche nur der als Flächenantenne wirksame Teil der leitfähigen Beschichtung. Der Antennenleiter befindet sich somit nicht in dem durch die Projektionsoperation definierten Raum. Wie üblich sind bei der Parallelprojektion die Projektionsstrahlen zueinander parallel und treffen im rechten Winkel auf die Projektionsfläche, welche im vorliegenden Fall durch die als Flächenantenne dienende, leitfähige Beschichtung bzw. deren als Flächenantenne wirksamer Teil gegeben ist, wobei sich das Projektionszentrum im Unendlichen befindet. Bei einem ebenen Substrat und einer demnach ebenen leitfähigen Beschichtung ist die Projektionsfläche eine die Beschichtung enthaltende Projektionsebene. Der besagte Raum wird durch eine (gedachte) Randfläche begrenzt, die am umlaufenden Rand der leitfähigen Beschichtung bzw. am umlaufenden Rand des als Flächenantenne wirksamen Teils der leitfähigen Beschichtung positioniert ist und senkrecht zur Projektionsfläche steht.

[0026] In dem hybriden Antennenaufbau wird ein Antennenfußpunkt der Linienantenne zu einem gemeinsamen Antennenfußpunkt der Linien- und Flächenantenne. Wie üblich, umschreibt der Begriff "Antennenfußpunkt" einen elektrischen Kontakt zum Abgreifen empfangener Antennensignale, an dem insbesondere ein Bezug zu einem Referenzpotenzial (z. B. Masse) zur Bestimmung der Signalpegel der Antennensignale besteht. Der hybride Antennenaufbau ermöglicht somit in vorteilhafter Weise eine gute Empfangsleistung mit hoher Bandbreite, welche die günstigen Empfangseigenschaften des Flächenstrahlers in den Frequenzbereichen der Bänder I und II mit den günstigen Empfangseigenschaften des Li-

nienstrahlers in den Frequenzbereichen der Bänder II bis V kombiniert. Durch die Positionierung des Linienstrahlers außerhalb des durch orthogonale Parallelprojektion auf die Flächenantenne projizierbaren Raums kann eine elektrische Belastung des Linienstrahlers durch den Flächenstrahler in besonders vorteilhafter Weise vermieden werden. Der hybride Antennenaufbau macht somit den vollständigen Frequenzbereich der Bänder I bis V mit einer zufrieden stellenden Empfangsleistung beispielsweise für eine als Antennenscheibe dienende Windschutzscheibe verfügbar.

[0027] In dem hybriden Antennenaufbau kann der Antennenleiter für einen Empfang im Bereich der terrestrischen Bänder III-V speziell angepasst sein und zu diesem Zweck vorzugsweise eine Länge von mehr als 100 Millimeter (mm) und eine Breite von weniger als 1 mm sowie eine Höhe von weniger als 1 mm, entsprechend einem Verhältnis Länge/Breite ≥ 100 bzw. $L/H \geq 100$ aufweisen. Für den gewünschten Zweck ist es weiterhin bevorzugt, wenn der Antennenleiter einen Widerstandsbelag von weniger als 20 Ohm/m, besonders bevorzugt weniger als 10 Ohm/m, aufweist. Weiterhin kann in dem hybriden Antennenaufbau die erste Koppel Elektrode so mit der leitfähigen Beschichtung elektrisch gekoppelt sein, dass die Empfangsleistung (Signalpegel) der Flächenantenne möglichst hoch ist. Diese Maßnahme ermöglicht in vorteilhafter Weise eine Optimierung des Signalpegels der Flächenantenne zur Verbesserung der Empfangseigenschaften des hybriden Antennenaufbaus. Weiterhin kann in dem hybriden Antennenaufbau der gemeinsame Antennenfußpunkt von Flächen- und Linienantenne durch einen Anschlussleiter mit einer elektronischen Signalverarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung empfangener Antennensignale, beispielsweise ein Antennenverstärker, elektrisch leitend verbindbar sein, wobei der Anschlusskontakt so angeordnet ist, dass die Länge des Anschlussleiters möglichst kurz ist. Diese Maßnahme ermöglicht in vorteilhafter Weise, dass für den Anschlussleiter nicht zwingend ein spezifischer Hochfrequenzleiter mit Signalleiter und zumindest einem mitgeführten Masseleiter verwendet wird, sondern dass aufgrund der kurzen Signalübertragungsstrecke ein kostengünstiger nicht spezifisch für die Hochfrequenzleitung vorgesehener Signalleiter wie ein ungeschirmter Litzen draht oder bandförmiger Flachleiter verwendet werden kann, der zudem durch eine relativ wenig aufwändige Verbindungstechnik verbindbar ist. Hierdurch können in erheblichem Umfang Kosten bei der Herstellung des hybriden Antennenaufbaus eingespart werden. Weiterhin kann in dem hybriden Antennenaufbau die leitfähige Beschichtung die Oberfläche des Substrats bis auf einen umlaufenden, elektrisch isolierten Randstreifen bedecken, wobei sich der Antennenleiter innerhalb eines Raums befindet, der durch orthogonale Parallelprojektion auf den als Projektionsfläche dienenden Randstreifen projizierbar ist. Zu diesem Zweck kann der Antennenleiter beispielsweise im Bereich des Randstreifens auf das Substrat aufgebracht sein. Diese Maßnahme ermöglicht

eine besonders einfache Herstellung des hybriden Antennenaufbaus. Für den Fall, dass der hybride Antennenaufbau in Form einer Verbundscheibe realisiert ist, kann sich die leitfähige Beschichtung auf einer Oberfläche des zumindest einen Substrats und der linienförmige Antennenleiter auf einer hiervon verschiedenen Oberfläche desselben oder eines hiervon verschiedenen Substrats befinden. Durch diese Maßnahme kann eine besonders einfache Herstellung des erfindungsgemäßen hybriden Antennenaufbaus realisiert werden. Weiterhin können in dem hybriden Antennenaufbau die erste Koppel­elektrode und der Antennenleiter durch einen ersten Verbindungsleiter elektrisch leitend miteinander verbunden sein, wodurch insbesondere die Möglichkeit geschaffen wird, die erste Koppel­elektrode unabhängig von der elektrischen Anbindung zum linienförmigen Antennenleiter zu gestalten, wodurch die Leistung des hybriden Antennenaufbaus verbessert werden kann. Weiterhin kann sich in dem hybriden Antennenaufbau der Antennenleiter auf einer Oberfläche des zumindest einen Substrats und der gemeinsame Antennenfußpunkt auf einer hiervon verschiedenen Oberfläche desselben oder eines hiervon verschiedenen Substrats befinden. Zu diesem Zweck sind der Antennenleiter und der gemeinsame Antennenfußpunkt durch einen zweiten Verbindungsleiter miteinander elektrisch leitend verbunden. Durch diese Maßnahme kann insbesondere die elektrische Verbindung des gemeinsamen Antennenfußpunkts mit der nachgeschalteten Antennenelektronik in besonders einfacher Weise realisiert werden. Weiterhin kann in dem hybriden Antennenaufbau der linienförmige Antennenleiter aus einer metallischen Druckpaste, beispielsweise im Siebdruckverfahren, auf das zumindest eine Substrat gedruckt oder in Form eines Drahts verlegt sein, wodurch eine besonders einfache Herstellung des Antennenleiters ermöglicht ist. Weiterhin kann in dem hybriden Antennenaufbau zumindest einer der Leiter, gewählt aus erster Koppel­elektrode, erster Verbindungsleiter und zweiter Verbindungsleiter, zum Rand des zumindest einen Substrats führen und als Flachleiter mit einer im Bereich des Rands verjüngten Breite ausgebildet sein. Durch diese Maßnahme kann in vorteilhafter Weise eine verringerte Koppelfläche am Substratrand beispielsweise beim Austritt des Leiters aus der Verbundscheibe zur Verminderung einer kapazitiven Kopplung mit der elektrisch leitfähigen Fahrzeugkarosserie erreicht werden. Weiterhin können in dem hybriden Antennenaufbau die Linienantenne und die erste Koppel­elektrode, sowie die beiden Verbindungsleiter (falls vorhanden) von einer opaken Maskierungsschicht verdeckt sein, wodurch die optische Erscheinung des Antennenaufbaus verbessert werden kann. Weiterhin kann in dem hybriden Antennenaufbau die leitfähige Beschichtung mindestens zwei flächenförmige Segmente umfassen, die durch mindestens einen linienförmigen, elektrisch isolierenden Bereich voneinander isoliert sind. Zudem ist mindestens ein flächenförmiges Segment durch linienförmig elektrisch isolierende Bereiche unterteilt. Von besonderem Vorteil ist

es, wenn ein insbesondere umlaufender Randbereich der leitfähigen Beschichtung eine Vielzahl flächenförmiger Segmente aufweist, die durch linienförmig elektrisch isolierende Bereiche unterteilt sind. Bezüglich einer solchen Segmentierung der leitfähigen Beschichtung wird auf die unveröffentlichte internationale Patentanmeldung PCT/EP2009/066237 Bezug genommen, deren Inhalt hiermit in diese Anmeldung aufgenommen wird.

[0028] In besonders vorteilhafter Weise können in dem hybriden Antennenaufbau Störsignale aus der Flächenantenne ausgekoppelt werden, die in einem Frequenzbereich liegen, welcher von der Linienantenne gut empfangen werden kann, nämlich der Frequenzbereich der terrestrischen Bänder III-V oberhalb von 170 MHz. Somit treten keinerlei Einbußen im Nutzsignalanteil der Flächenantenne auf. Demnach verfügt die zweite Koppel­elektrode vorzugsweise über einen Hochpassbereich entsprechend dem Frequenzbereich der terrestrischen Bänder III-V, insbesondere entsprechend dem Frequenzbereich der terrestrischen Bänder IV und V.

[0029] Die Erfindung erstreckt sich weiterhin auf eine Antennenordnung mit einem wie oben beschriebenen Antennenaufbau, einer als Masse wirkenden elektrisch leitenden Struktur und gegebenenfalls zumindest einer Störquelle, deren Störsignale von der Flächenantenne empfangen werden können. In der erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist die zweite Koppel­elektrode zum Auskoppeln von Störsignalen aus der Flächenantenne mit der Masse elektrisch, vorzugsweise kapazitiv, gekoppelt. Bei der als Masse wirkenden elektrisch leitenden Struktur kann es sich beispielsweise um die Karosserie eines Kraftfahrzeugs handeln.

[0030] Die Erfindung erstreckt sich weiterhin auf ein Verfahren zum Betreiben eines wie oben beschriebenen Antennenaufbaus, bei welchem Nutzsignale über die erste Koppel­elektrode und Störsignale selektiv über die zweite Koppel­elektrode aus der Flächenantenne ausgekoppelt werden.

[0031] Ferner erstreckt sich die Erfindung auf die Verwendung eines wie oben beschriebenen Antennenaufbaus als funktionales und/oder dekoratives Einzelstück und als Einbauteil in Möbeln, Geräten und Gebäuden, sowie in Fortbewegungsmitteln zur Fortbewegung auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser, insbesondere in Kraftfahrzeugen beispielsweise als Windschutzscheibe, Heckscheibe, Seitenscheibe und/oder Glasdach.

[0032] Es versteht sich, dass die verschiedenen Ausgestaltungen und Aspekte des erfindungsgemäßen Antennenaufbaus einzeln oder in beliebigen Kombinationen realisiert sein können, um weitere Verbesserungen des Signal/Rauschverhältnisses des Antennenaufbaus zu erreichen. Insbesondere sind die vorstehend genannten und nachstehend zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0033] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei Bezug auf die beigefügten Figuren genommen wird. Es zeigen in vereinfachter, nicht maßstäblicher Darstellung:

- Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht eines in Form einer Verbundscheibe verkörpert, hybriden Antennenaufbaus gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2A-2D Schnittansichten des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 1 gemäß Schnittlinie A-A (Fig. 2A), Schnittlinie B-B (Fig. 2B), Schnittlinien A'-A' (Fig. 2C) und Schnittlinie B'-B' (Fig. 2D);
- Fig. 3A-3B Schnittansichten einer ersten Variante des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 1 gemäß Schnittlinie A-A (Fig. 3A) und Schnittlinie B-B (Fig. 3B);
- Fig. 4A-4B Schnittansichten einer zweiten Variante des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 1 gemäß Schnittlinie A-A (Fig. 4A) und Schnittlinie B-B (Fig. 4B);
- Fig. 5A-5B Schnittansichten einer dritten Variante des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 1 gemäß Schnittlinie A-A (Fig. 5A) und Schnittlinie B-B (Fig. 5B);
- Fig. 6 eine Schnittansicht einer vierten Variante des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 1 gemäß Schnittlinie B-B;
- Fig. 7 eine schematische perspektivische Ansicht eines in Form einer Verbundscheibe verkörpert, hybriden Antennenaufbaus gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 8A-8B Schnittansichten des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 7 gemäß Schnittlinie A-A (Fig. 8A) und Schnittlinie B-B (Fig. 8B);
- Fig. 9 eine Schnittansicht einer Variante des hybriden Antennenaufbaus von Fig. 7 gemäß Schnittlinie A-A.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Seien zunächst Fig. 1 und Fig. 2A bis 2D betrachtet, worin als erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein insgesamt mit der Bezugszahl 1 bezeichneter hybrider Antennenaufbau veranschaulicht ist. Der hybri-

de Antennenaufbau 1 ist hier beispielsweise als transparente Verbundscheibe 20 verkörpert, welche in Fig. 1 lediglich teilweise dargestellt ist. Die Verbundscheibe 20 ist für sichtbares Licht beispielsweise im Wellenlängenbereich von 350 nm bis 800 nm transparent, wobei unter dem Begriff "Transparenz" eine Lichtdurchlässigkeit von mehr als 50%, vorzugsweise mehr als 75% und insbesondere bevorzugt mehr als 80% zu verstehen ist. Die Verbundscheibe 20 dient beispielsweise als Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs, wobei sie aber auch anderweitig verwendet werden kann.

[0035] Die Verbundscheibe 20 umfasst zwei transparente Einzelscheiben, nämlich eine starre Außenscheibe 2 und eine starre Innenscheibe 3, die über eine transparente thermoplastische Klebeschicht 21 fest miteinander verbunden sind. Die Einzelscheiben haben in etwa eine gleiche Größe und sind beispielsweise aus Glas, insbesondere Floatglas, Gussglas und Keramikglas gefertigt, wobei sie gleichermaßen aus einem nichtgläsernen Material, beispielsweise Kunststoff, insbesondere Polystyrol (PS), Polyamid (PA), Polyester (PE), Polyvinylchlorid (PVC), Polycarbonat (PC), Polymethylmethacrylat (PMA) oder Polyethylenterephthalat (PET) hergestellt sein können. Allgemein kann jedes Material mit hinreichender Transparenz, ausreichender chemischer Beständigkeit sowie geeigneter Form- und Größenstabilität verwendet werden. Für eine anderweitige Verwendung, beispielsweise als Dekorteil, wäre es auch möglich, die Außen- und Innenscheiben 2, 3 aus einem flexiblen Material herzustellen. Die jeweilige Dicke der Außen- und Innenscheiben 2, 3 kann je nach Verwendung breit variieren und kann für Glas beispielsweise im Bereich von 1 bis 24 mm liegen.

[0036] Die Verbundscheibe 20 hat eine zumindest annähernd trapezförmig geschwungene Kontur (in Fig. 1 nur teilweise erkennbar), die sich aus einem den beiden Einzelscheiben 2, 3 gemeinsamen Scheibenrand 5, der aus zwei gegenüberliegenden langen Scheibenrändern 5a und zwei gegenüberliegenden kurzen Scheibenrändern 5b zusammengesetzt ist, ergibt. In üblicher Weise sind die Scheibenflächen mit den römischen Ziffern I-IV bezeichnet, wobei "Seite I" einer ersten Scheibenfläche 24 der Außenscheibe 2, "Seite II" einer zweiten Scheibenfläche 25 der Außenscheibe 2, "Seite III" einer dritten Scheibenfläche 26 der Innenscheibe 3 und "Seite IV" einer vierten Scheibenfläche 27 der Innenscheibe 3 entspricht. In der Verwendung als Windschutzscheibe ist Seite I der äußeren Umgebung und Seite IV der Fahrgastzelle des Kraftfahrzeugs zugewandt.

[0037] Die Klebeschicht 21 zur Verbindung von Außen- und Innenscheibe 2, 3 besteht vorzugsweise aus einem klebenden Kunststoff bevorzugt auf Basis von Polyvinylbutyral (PVB), Ethylen-Vinyl-Acetat (EVA) und Polyurethan (PU). Hier ist die Klebeschicht 21 beispielsweise als Bilayer in Form zweier miteinander verklebter PVB-Folien ausgebildet, was in den Figuren nicht näher dargestellt ist.

[0038] Zwischen Außen- und Innenscheibe 2, 3 befin-

det sich ein flächenhafter Träger 4, der vorzugsweise aus Kunststoff, bevorzugt auf Basis von Polyamid (PA), Polyurethan (PU), Polyvinylchlorid (PVC), Polycarbonat (PC), Polyester (PE) und Polyvinylbutyral (PVB), besonders bevorzugt auf Basis von Polyester (PE) und Polyethylenterephthalat (PET), hergestellt ist. Hier ist der Träger 4 beispielsweise in Form einer PET-Folie ausgebildet. Der Träger 4 ist zwischen den beiden PVB-Folien der Klebeschicht 21 eingebettet und parallel zur Außen- und Innenscheibe 2, 3 in etwa mittig zwischen diesen beiden angeordnet, wobei eine erste Trägerfläche 22 der zweiten Scheibenfläche 25 und eine zweite Trägerfläche 23 der dritten Scheibenfläche 26 zugewandt ist. Der Träger 4 reicht nicht ganz bis zum Scheibenrand 5, so dass ein Trägerrand 29 gegenüber dem Scheibenrand 5 nach innen zurückversetzt ist und eine trägerfreie, allseitig umlaufende Randzone 28 der Verbundscheibe 20 verbleibt. Die Randzone 28 dient insbesondere einer elektrischen Isolierung der leitfähigen Beschichtung 6 nach außen, beispielsweise zur Verringerung einer kapazitiven Kopplung mit der elektrisch leitfähigen, in der Regel aus Blech gefertigten Fahrzeugkarosserie. Zudem wird die leitfähige Beschichtung 6 gegen vom Scheibenrand 5 vordringende Korrosion geschützt.

[0039] Auf der zweiten Trägerfläche 23 ist eine transparente, elektrisch leitfähige Beschichtung 6 aufgebracht, welche durch einen allseitig umlaufenden Beschichtungsrand 8 begrenzt ist. Die leitfähige Beschichtung 6 bedeckt eine Fläche, welche mehr als 50%, bevorzugt mehr als 70%, insbesondere bevorzugt mehr als 80% und noch stärker bevorzugt mehr als 90% der Fläche der zweiten Scheibenfläche 25 bzw. der dritten Scheibenfläche 26 beträgt. Die von der leitfähigen Beschichtung 6 bedeckte Fläche beträgt vorzugsweise mehr als 1 m² und kann allgemein, ungeachtet der Anwendung der Verbundscheibe 20 als Windschutzscheibe, beispielsweise im Bereich von 100 cm² bis 25 m² liegen. Die transparente, elektrisch leitfähige Beschichtung 6 enthält mindestens ein elektrisch leitfähiges Material oder besteht hieraus. Beispiele hierfür sind Metalle mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit wie Silber, Kupfer, Gold, Aluminium oder Molybdän, Metall-Legierungen wie mit Palladium legiertes Silber, sowie transparente elektrisch leitfähige Oxide (TCO = Transparent Conductive Oxides). Bei TCO handelt es sich vorzugsweise um Indiumzinnoxid, fluordotiertes Zinndioxid, aluminiumdotiertes Zinndioxid, galliumdotiertes Zinndioxid, bordotiertes Zinndioxid, Zinnzinkoxid oder antimondotiertes Zinnoxid.

[0040] Die leitfähige Beschichtung 6 kann aus einer Einzelschicht mit einem solchen leitfähigen Material oder aus einer Schichtenfolge, welche zumindest eine solche Einzelschicht enthält, bestehen. Beispielsweise kann die Schichtenfolge mindestens eine Schicht aus einem leitfähigen Material und mindestens eine Schicht aus einem dielektrischen Material umfassen. Die Dicke der leitfähigen Beschichtung 6 kann je nach Verwendung breit variieren, wobei die Dicke an jeder Stelle beispielsweise im

Bereich von 30 nm bis 100 µm liegen kann. Im Falle von TCO liegt die Dicke vorzugsweise im Bereich von 100 nm bis 1,5 µm, bevorzugt im Bereich von 150 nm bis 1 µm, insbesondere bevorzugt im Bereich von 200 nm bis 500 nm. Besteht die leitfähige Beschichtung aus einer Schichtenfolge mit mindestens einer Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material und mindestens einer Schicht aus einem dielektrischen Material beträgt die Dicke vorzugsweise 20 nm bis 100 µm, bevorzugt 25 nm bis 90 µm, und insbesondere bevorzugt 30 nm bis 80 µm. Vorteilhaft ist die Schichtenfolge thermisch hoch belastbar, so dass sie die zum Biegen von Glasscheiben erforderlichen Temperaturen von typischer Weise mehr als 600°C ohne Schädigung übersteht, wobei aber auch thermisch gering belastbare Schichtenfolgen vorgesehen sein können. Der Flächenwiderstand der leitfähigen Beschichtung 6 ist vorzugsweise geringer als 20 Ohm und liegt beispielsweise im Bereich von 0,5 bis 20 Ohm. Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Flächenwiderstand der leitfähigen Beschichtung 6 beispielsweise 4 Ohm.

[0041] Die leitfähige Beschichtung 6 wird vorzugsweise aus der Gasphase abgeschieden, zu welchem Zweck an sich bekannte Verfahren wie chemische Gasphasenabscheidung (CVD = Chemical Vapor Deposition) oder physikalische Gasphasenabscheidung (PVD = Physical Vapor Deposition) eingesetzt werden können. Vorzugsweise wird die Beschichtung 6 durch Sputtern (Magnetron-Kathodenzerstäubung) aufgebracht.

[0042] In der Verbundscheibe 20 dient die leitfähige Beschichtung 6 als Flächenantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen, vorzugsweise im Frequenzbereich der terrestrischen Rundfunkbänder I und II. Zu diesem Zweck ist die leitfähige Beschichtung 6 mit einer ersten Koppelelektrode 10, welche hier beispielsweise als bandförmiger Flachleiter ausgebildet ist, elektrisch gekoppelt. Im Ausführungsbeispiel ist die erste Koppelelektrode 10 mit der leitfähigen Beschichtung 6 galvanisch gekoppelt, wobei gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Die bandförmige erste Koppelelektrode 10 besteht beispielsweise aus einem metallischen Material, vorzugsweise Silber, und ist beispielsweise mittels Siebdruck aufgedruckt. Sie hat vorzugsweise eine Länge von mehr als 10 mm bei einer Breite von 5 mm oder größer, bevorzugt eine Länge von mehr als 25 mm bei einer Breite von 5 mm oder größer. Im Ausführungsbeispiel hat die erste Koppelelektrode 10 eine Länge von 300 mm und eine Breite von 5 mm. Die Dicke der ersten Koppelelektrode beträgt vorzugsweise weniger als 0,015 mm. Die spezifische Leitfähigkeit einer aus Silber bestehenden ersten Koppelelektrode 10 beträgt beispielsweise 61,35·10⁶/Ohm·m.

[0043] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, verläuft die erste Koppelelektrode 10 auf und in direktem elektrischen Kontakt mit der leitfähigen Beschichtung 6 in etwa parallel zum oberen Beschichtungsrand 8 und erstreckt sich bis in die trägerfreie Randzone 28 hinein. Dabei ist die erste Koppelelektrode 10 so angeordnet, dass die Antennensigna-

le der Flächenantenne hinsichtlich ihrer Empfangsleistung (Signalpegel) optimiert sind.

[0044] Wie in Fig. 2A und 2B gezeigt ist, ist die leitfähige Beschichtung 6 in einem an den Trägerrand 29 angrenzenden, streifenförmigen Randbereich 15 beispielsweise mittels Laserung in eine Vielzahl elektrisch isolierter Segmente 16 unterteilt, zwischen denen sich jeweils elektrisch isolierende (entschichtete) Bereiche 17 befinden. Der Randbereich 15 verläuft im Wesentlichen parallel zur Trägerfläche 24 und kann insbesondere allseitig umlaufend sein. Durch diese Maßnahme kann in vorteilhafter Weise einer kapazitiven Verkopplung der leitfähigen Beschichtung 6 mit umgebenden leitfähigen Strukturen, beispielsweise einer elektrisch leitfähigen Fahrzeugkarosserie, entgegen gewirkt werden. Da der Randbereich 15 der leitfähigen Beschichtung 6 als Flächenantenne nicht wirksam ist, wird ein für die Funktion als Flächenantenne wirksamer Teil der leitfähigen Beschichtung 6 durch einen Beschichtungsrand 8' begrenzt.

[0045] Innerhalb der trägerfreien Randzone 28 der Verbundscheibe 20 befindet sich, eingebettet in die Klebeschicht 4, ein linienförmiger, ungeschirmter Antennenleiter 12, der als Linienantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen, vorzugsweise im Frequenzbereich der terrestrischen Rundfunkbänder II bis V, besonders bevorzugt im Frequenzbereich der Rundfunkbänder III bis V dient und zu diesem Zweck geeignet ausgebildet ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Antennenleiter 12 in Form eines Drahts 18 ausgeführt, der vorzugsweise länger als 100 mm und schmaler als 1 mm ist. Der Widerstandsbelag des Antennenleiters 12 ist vorzugsweise geringer als 20 Ohm/m, besonders bevorzugt geringer als 10 Ohm/m. Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt die Länge des Antennenleiters 12 ca. 650 mm bei einer Breite von 0,75 mm. Sein Widerstandsbelag beträgt beispielsweise 5 Ohm/m.

[0046] Der Antennenleiter 12 hat hier beispielsweise einen zumindest annähernd geradlinigen Verlauf und befindet sich vollständig innerhalb der träger- und beschichtungsfreien Randzone 28 der Verbundscheibe 20, wobei er sich überwiegend entlang des kurzen Scheibenrands 5b beispielsweise unterhalb einer Fahrzeugverkleidung (nicht gezeigt) im Bereich des Maskierungsstreifens 9 erstreckt. Dabei hat der Antennenleiter 12 einen hinreichenden Abstand sowohl vom Scheibenrand 5 als auch vom Beschichtungsrand 8, wodurch einer kapazitiven Verkopplung mit der leitfähigen Beschichtung 6 und der Fahrzeugkarosserie entgegen gewirkt wird. Insbesondere wird durch den segmentierten Randbereich 15 in vorteilhafter Weise erreicht, dass der hochfrequenztechnisch wirksame Abstand zwischen der leitfähigen Beschichtung 6 und der Linienantenne vergrößert wird.

[0047] Da sich der Antennenleiter 12 außerhalb eines in Fig. 2A schematisch angedeuteten Raums 30 befindet, der dadurch definiert ist, dass sich jeder darin enthaltene Punkt durch orthogonale Parallelprojektion auf die eine Projektionsfläche darstellende, als Flächenantenne dienende leitfähige Beschichtung 6 (bzw. auf den als Flä-

chenantenne wirksamen Teil der leitfähigen Beschichtung 6) abbilden lässt, wird die Linienantenne durch die Flächenantenne elektrisch nicht belastet. Dieser durch eine Projektionsoperation definierte Raum 30 wird durch eine gedankliche Begrenzungsfläche 32, welche am Beschichtungsrand 8 bzw. 8' angeordnet ist und senkrecht zum Träger 21 gerichtet ist, begrenzt. Für den segmentierten Randbereich 15 ist die Begrenzungsfläche 32 am Beschichtungsrand 8' angeordnet, da es für die Positionierung des Antennenleiters auf die Antennenfunktion der leitfähigen Beschichtung 6 ankommt.

[0048] Die erste Koppel-elektrode 10 ist an einem nicht näher dargestellten ersten Anschlusskontakt 11 mit dem linienförmigen Antennenleiter 12 elektrisch gekoppelt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die erste Koppel-elektrode 10 mit dem Antennenleiter 12 galvanisch gekoppelt, wobei gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Der erste Anschlusskontakt 11 der ersten Koppel-elektrode 10 bzw. die Verbindungsstelle zwischen der ersten Koppel-elektrode 10 und dem Antennenleiter 12 kann als Antennenfußpunkt zum Abgreifen von Antennensignalen der Flächenantenne angesehen werden. Tatsächlich dient aber ein zweiter Anschlusskontakt 14 des Antennenleiters 12 als gemeinsamer Antennenfußpunkt 13 zum Abgreifen der Antennensignale sowohl der Flächenantenne als auch der Linienantenne. Die Antennensignale der Flächen- und der Linienantenne werden somit am zweiten Anschlusskontakt 14 zur Verfügung gestellt.

[0049] Der zweite Anschlusskontakt 14 ist mit einem parasitär als Antenne wirkenden Anschlussleiter 19 elektrisch gekoppelt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Anschlussleiter 19 mit dem zweiten Anschlusskontakt 14 galvanisch gekoppelt, wobei aber auch eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Über den Anschlussleiter 19 und einen damit verbundenen Konnektor 31 ist der hybride Antennenaufbau 1 mit nachgeschalteten elektronischen Komponenten, beispielsweise ein Antennenverstärker, elektrisch verbunden, wobei die Antennensignale durch den Anschlussleiter 19 aus der Verbundscheibe 20 herausgeführt werden. Wie in Fig. 2B gezeigt ist, erstreckt sich der Anschlussleiter 19 von der Klebeschicht 21 über den Scheibenrand 5 hinweg auf die vierte Scheibenfläche 27 (Seite IV) und führt dann von der Verbundscheibe 20 weg. Dabei ist die räumliche Lage des zweiten Anschlusskontakts 14 so gewählt, dass der Anschlussleiter 19 möglichst kurz ist und dessen parasitäre Wirkung als Antenne minimiert wird, so dass auf die Verwendung eines hochfrequenztechnisch spezifisch ausgebildeten Leiters verzichtet werden kann. Der Anschlussleiter 19 ist vorzugsweise kürzer als 100 mm. Entsprechend ist der Anschlussleiter 19 hier beispielsweise als ungeschirmter Litzendraht oder Folienleiter ausgebildet, der kostengünstig und platzsparend ist und zudem über eine relative einfache Verbindungstechnik angeschlossen werden kann. Die Breite des hier beispielsweise als Flachleiter ausgebildeten Anschlussleiters 19 verjüngt sich vorzugsweise zum Scheiben-

rand 5 hin, um einer kapazitiven Verkopplung mit der Fahrzeugkarosserie entgegen zu wirken.

[0050] In dem hybriden Antennenaufbau 1 kann die transparente, elektrisch leitfähige Beschichtung 6, je nach stofflicher Zusammensetzung, weitere Funktionen erfüllen. Beispielsweise kann sie als Wärmestrahlen reflektierende Beschichtung zum Zwecke eines Sonnenschutzes, Thermoregulierung oder Wärmeisolation oder als Heizschicht zum elektrischen Beheizen der Verbundscheibe 20 dienen. Diese Funktionen sind für die vorliegende Erfindung von untergeordneter Bedeutung.

[0051] Weiterhin ist die Außenscheibe 2 mit einer opaken Farbschicht versehen, die auf der zweiten Scheibenfläche 25 (Seite II) aufgebracht ist und einen rahmenförmig umlaufenden Maskierungsstreifen 9 bildet, welcher in den Figuren nicht näher dargestellt ist. Die Farbschicht besteht vorzugsweise aus einem elektrisch nicht-leitenden, schwarz eingefärbten Material, das in die Außenscheibe 2 eingebrannt werden kann. Der Maskierungsstreifen 9 verhindert einerseits die Sicht auf einen Klebestrang, mit dem die Verbundscheibe 20 in eine Fahrzeugkarosserie eingeklebt werden kann, andererseits dient er als UV-Schutz für das verwendete Klebematerial.

[0052] Die als Flächenantenne dienende leitfähige Beschichtung 6 ist mit zwei zum angrenzenden langen Scheibenrand 5a hin vorspringenden Flächenbereichen versehen, die jeweils als zweite Koppel­elektrode 36, 36' dienen. In Fig. 1 haben die beiden Vorsprünge zumindest annähernd eine Rechteckform, wobei gleichermaßen jede andere für die Verwendung geeignete Form vorgesehen sein kann. Die leitfähige Beschichtung 6 verfügt in den an die beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' angrenzenden Flächenabschnitten über keinen segmentierten Randbereich 15. Die beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' erstrecken sich jeweils in den ansonsten beschichtungsfreien Randstreifen 7 hinein.

[0053] Wie in Fig. 2C dargestellt, gelangt der Träger 4 mit der leitfähigen Beschichtung 6 dabei in eine Gegenüberstellung mit einer elektrisch leitfähigen Struktur 37 und ist mit dieser kapazitiv gekoppelt. Genauer ausgedrückt, befindet sich ein erster Flächenabschnitt 40 der Beschichtung 6 in paralleler Gegenüberstellung zu einem zweiten Flächenabschnitt 41 der elektrisch leitfähigen Struktur 37. Bei der elektrisch leitfähigen Struktur 37 kann es sich beispielsweise um die Karosserie eines Kraftfahrzeugs handeln. Die elektrisch leitfähige Struktur 37 ist hier beispielsweise mittels einer Kleberaupe 38 mit der vierten Scheibenfläche 27 der Innenscheibe 3 fest verbunden. Die leitfähige Beschichtung 6 ist demnach über die beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' mit der elektrisch leitfähigen Struktur 37 kapazitiv ver­koppelt. Wie in Fig. 2D dargestellt, befindet sich die leitfähige Beschichtung 6 außerhalb der beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' nicht in Gegenüberstellung zur leitfähigen Struktur 37, so dass sie mit der leitfähigen Struktur 37 kapazitiv nicht gekoppelt ist.

[0054] Nun können beispielsweise in einem Kraftfahrzeug diverse Störquellen, wie getaktete elektrische Ge-

räte, beispielsweise Sensoren, Kameras, Motorsteuergerät und dergleichen, elektromagnetische Störsignale aussenden, die von der als Flächenantenne dienenden leitfähigen Beschichtung 6 aufgrund der großen Antennenfläche empfangen werden können. In Fig. 1 sind beispielhaft zwei Störquellen 39, 39' anhand ihrer Projektionsorte im Bereich des beschichtungsfreien Randstreifens 7 am oberen und unteren langen Scheibenrand 5a schematisch veranschaulicht. Die von der Flächenantenne empfangenen Störsignale der beiden Störquellen 39, 39' haben in den beiden Störquellenflächenzonen 42, 42' eine größte Signalamplitude. Dabei haben die Punkte der oberen Störquellenflächenzone 42 einen kürzesten Abstand von der oberen Störquelle 39 und die Punkte der unteren Störquellenflächenzone 42' einen kürzesten Abstand von der unteren Störquelle 39'. Die Formen der Störquellenflächenzonen 42, 42' hängen von den jeweiligen Formen der Störquellen 39, 39' ab, wobei es sich versteht, dass die in Fig. 1 dargestellten Formen nur als beispielhaft aufzufassen sind.

[0055] Wie in Fig. 1 dargestellt ist, ist die zweite Koppel­elektrode 36 in der Nähe der ersten Koppel­elektrode 10 angeordnet und befindet sich zwischen der ersten Koppel­elektrode 10 und der zugehörigen oberen Stör­quellenflächenzone 42 der oberen Störquelle 39. Die zweite Koppel­elektrode 36 hat hier beispielsweise einen geometrischen Abstand von der ersten Koppel­elektrode 10, der geringer als 7,5 cm ist. Die zweite Koppel­elektrode 36' ist in der Nähe der zugehörigen unteren Stör­quellenflächenzone 42' der unteren Störquelle 39' angeordnet. Die zweite Koppel­elektrode 36' hat hier beispielsweise einen geometrischen Abstand von der unteren Stör­quellenflächenzone 42', der geringer als 7,5 cm ist. Zudem haben die beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' ein frequenzselektives Durchlassverhalten und wirken als Hochpassfilter, wobei die beiden Koppel­elektroden 36, 36' hier beispielsweise so ausgebildet sind, dass sie nur Frequenzen oberhalb von 170 MHz passieren lassen. Die beiden Koppel­elektroden 36, 36' wirken somit insbesondere frequenzselektiv für die terrestrischen Bänder III-V. Im vorliegenden Fall sei angenommen, dass sich die Störsignale der beiden Störquellen 39, 39' in einem Frequenzbereich oberhalb von 170 MHz befinden. Diese Frequenzselektivität kann in einfacher Weise durch eine Einstellung der kapazitiven Eigenschaften der mit leitfähigen Struktur 37 kapazitiv gekoppelten zweiten Koppel­elektroden 36, 36' erreicht werden. Zu diesem Zweck ist es lediglich erforderlich, die Größe der in Gegenüberstellung befindlichen (kapazitiv aktiven) Flächen der zweiten Koppel­elektroden 36, 36' und der leitfähigen Struktur 37 und die Größe des Zwischenabstands dieser kapazitiv aktiven Flächen in geeigneter Weise einzustellen.

[0056] Die von der oberen Störquelle 39 (und zusätzlich von der unteren Störquelle 39') empfangenen Störsignale werden somit aufgrund des frequenzselektiven Durchlassverhaltens der oberen zweiten Koppel­elektrode 36 vorrangig von der oberen zweiten Koppel­elektrode

36 aus der als Flächenantenne dienenden leitfähigen Beschichtung 6 ausgekoppelt. Zudem werden die Störsignale der oberen Störquelle 39 aufgrund der räumlichen Lage zwischen der oberen Störquellenflächenzone 42 und der ersten Koppel­elektrode 10 aus einem die obere Störquellenflächenzone 42 und die obere zweite Koppel­elektrode 36 enthaltenden Flächenabschnitt der leitfähigen Beschichtung 6 vorrangig von der zweiten Koppel­elektrode 36 ausgekoppelt. Andererseits werden die von der unteren Störquelle 39' empfangenen Störsignale aufgrund der räumlichen Nähe der zweiten Koppel­elektrode 36' zu der unteren Störquellenflächenzone 42' und zudem aufgrund des frequenzselektiven Durchlassverhaltens der zweiten Koppel­elektrode 36' vorrangig von der unteren zweiten Koppel­elektrode 36' aus der leitfähigen Beschichtung 6 ausgekoppelt. Die räumliche Nähe der zweiten Koppel­elektrode 36' zur unteren Störquellenflächenzone 42' bewirkt beim Signalempfang Potenzialdifferenzen zwischen einem die untere Störquellenflächenzone 42' enthaltenden Flächenabschnitt und der unteren zweiten Koppel­elektrode 36', die größer sind als Potenzialdifferenzen zwischen diesem Flächenabschnitt und der ersten Koppel­elektrode 10, so dass diese Störsignale vorrangig über die untere zweite Koppel­elektrode 36' ausgekoppelt werden.

[0057] Gleichwohl kann die erste Koppel­elektrode 10 Antennensignale aus von den Störquellenflächenzonen 42, 42' verschiedenen Flächenabschnitten der leitfähigen Beschichtung 6 auskoppeln, in denen beim Signalempfang Potenzialdifferenzen in Bezug auf die erste Koppel­elektrode 10 auftreten, die größer sind als Potenzialdifferenzen in Bezug auf die beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36'. Nutzsignale, welche in dem als Störsignale über die elektrisch leitfähige Struktur 37 (Masse) ausgekoppelten Frequenzbereich liegen, können in vorteilhafter Weise über den als Linienantenne dienenden Antennenleiter 12 empfangen werden, so dass praktisch kein Signalverlust auftritt. Der Antennenleiter 12 wird durch die Störsignale der Störquellen 39, 39' nicht oder nur in vernachlässigbarem Umfang gestört. Der hybride Antennenaufbau 1 zeichnet sich somit durch ein hervorragendes Signal/Rauschverhältnis aus. Anstelle einer kapazitiven Verkopplung der beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' mit der leitfähigen Struktur 37 könnte gleichermaßen eine galvanische Kopplung der beiden zweiten Koppel­elektroden 36, 36' mit der leitfähigen Struktur 37 unter Zwischenschaltung eines frequenzselektiven Bauteils, beispielsweise ein Kondensator, vorgesehen sein.

[0058] Unter Bezugnahme auf die weiteren Figuren werden im Folgenden verschiedene Ausgestaltungen des hybriden Antennenaufbaus 1 erläutert, in denen jeweils eine kapazitive Kopplung (oder galvanische Kopplung unter Zwischenschaltung eines frequenzselektiven Bauteils) der zweiten Koppel­elektroden 36, 36' mit der leitfähigen Struktur 37 verwirklicht ist.

[0059] Es wird nun Bezug auf die Figuren 3A und 3B genommen, worin eine erste Variante des hybriden An-

tennenaufbaus 1 gezeigt ist. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, werden lediglich die Unterschiede zu dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1, 2A und 2B beschrieben und ansonsten wird auf die dort gemachten Ausführungen Bezug genommen. Demnach ist in der Verbundscheibe 20 kein Träger 4 für die leitfähige Beschichtung 6 vorgesehen, da diese auf die dritte Scheibenfläche 26 (Seite III) der Innenscheibe 3 aufgebracht ist. Die leitfähige Beschichtung 6 reicht nicht ganz bis zum Scheibenrand 5, so dass ein allseitig umlaufender, beschichtungsfreier Randstreifen 7 der dritten Scheibenfläche 26 verbleibt. Die Breite des umlaufenden Randstreifens 7 kann breit variieren. Vorzugsweise liegt die Breite des Randstreifens 7 im Bereich von 0,2 bis 1,5 cm, bevorzugt im Bereich von 0,3 bis 1,3 cm und insbesondere bevorzugt im Bereich von 0,4 bis 1,0 cm. Der Randstreifen 7 dient insbesondere einer elektrischen Isolierung der leitfähigen Beschichtung 6 nach außen und zur Verringerung einer kapazitiven Kopplung mit umgebenden leitfähigen Strukturen. Der Randstreifen 7 kann durch nachträgliches Entfernen der leitfähigen Beschichtung 6, beispielsweise durch abrasiven Abtrag, Laserablation oder Ätzen, oder durch Maskieren der Innenscheibe 3 vor dem Aufbringen der leitfähigen Beschichtung 6 auf die dritte Scheibenfläche 26 hergestellt werden.

[0060] Der als Linienantenne dienende Antennenleiter 12 ist im Bereich des beschichtungsfreien Randstreifens 7 auf die dritte Scheibenfläche 26 aufgebracht. In der gezeigten Variante ist der Antennenleiter 12 in Form einer flachen Leiterbahn 35 ausgebildet, die vorzugsweise durch Drucken, beispielsweise Siebdruck, einer metallischen Druckpaste aufgebracht ist. Somit befinden sich die Linienantenne und die Flächenantenne auf derselben Oberfläche (Seite III) der Innenscheibe 3. Die bandförmige erste Koppel­elektrode 10 erstreckt sich bis über den linienförmigen Antennenleiter 12 und ist mit diesem galvanisch gekoppelt, wobei gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann.

[0061] Der Antennenstrahler 12 befindet sich außerhalb des in Fig. 3A veranschaulichten Raums 30, in dem sich jeder Punkt durch orthogonale Parallelprojektion auf die Flächenantenne abbilden lässt, so dass die Linienantenne durch die Flächenantenne elektrisch nicht belastet wird. In Fig. 3A ist die den Raum 30 begrenzende (gedachte) Begrenzungsfläche 32, welche senkrecht zur dritten Scheibenfläche 26 gerichtet ist und am Beschichtungsrand 8 bzw. 8' (im Randbereich 15) angeordnet ist, schematisch dargestellt. Anders ausgedrückt, befindet sich der linienförmige Antennenleiter 12 in einem nicht näher gekennzeichneten Raum, in dem sich jeder Punkt durch orthogonale Parallelprojektion auf den als Projektionsfläche dienenden, beschichtungsfreien Randstreifen 7 abbilden lässt. Eine elektrische Belastung der Linienantenne durch die Flächenantenne wird hierdurch in vorteilhafter Weise vermieden.

[0062] In den Figuren 4A und 4B ist eine zweite Variante des hybriden Antennenaufbaus 1 gezeigt, wobei le-

diglich die Unterschiede zur ersten Variante der Figuren 3A und 3B beschrieben werden und ansonsten auf die dort gemachten Ausführungen Bezug genommen wird. Demnach ist keine Verbundscheibe 20 sondern lediglich ein Einscheibenglas mit einer Einzelscheibe entsprechend beispielsweise Außenscheibe 2 vorgesehen. Die leitfähige Beschichtung 6 ist auf die erste Scheibenfläche 24 (Seite I) aufgebracht, wobei die leitfähige Beschichtung 6 nicht ganz bis zum Scheibenrand 5 reicht, so dass ein allseitig umlaufender, beschichtungsfreier Randstreifen 7 der ersten Scheibenfläche 24 verbleibt. Im Bereich des beschichtungsfreien Randstreifens 7 ist der als Linienantenne dienende, in Form einer Leiterbahn 35 ausgebildete linienförmige Antennenleiter 12 auf die erste Scheibenfläche 24 aufgebracht. Der Antennenleiter 12 befindet sich somit außerhalb des in Fig. 4A veranschaulichten Raums 30, in dem sich jeder Punkt durch orthogonale Parallelprojektion auf die Flächenantenne abbilden lässt. Der Anschlussleiter 19 kontaktiert den zweiten Anschlusskontakt 14 des Antennenleiters 12 und führt dann auf der gleichen Seite der Außenscheibe 2 vom Antennenleiter 12 weg.

[0063] In den Figuren 5A und 5B ist eine dritte Variante des hybriden Antennenaufbaus 1 gezeigt, wobei lediglich die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel der Figuren 1, 2A und 2B beschrieben werden und ansonsten auf die dort gemachten Ausführungen Bezug genommen wird. Demnach ist ein Träger 4 in der Verbundscheibe 20 vorgesehen, auf dem die leitfähige Beschichtung 6 aufgebracht ist. Die bandförmige erste Koppel­elektrode 10 ist auf die vierte Oberfläche (Seite IV) der Innenscheibe 3 aufgebracht und mit der als Flächenantenne dienenden, leitfähigen Beschichtung 6 kapazitiv gekoppelt. Der als Linienantenne dienende Antennenleiter 12 ist ebenfalls auf der vierten Scheibenfläche 27 der Innenscheibe 3 beispielsweise durch Drucken, beispielsweise Siebdruck, aufgebracht und mit der Koppel­elektrode galvanisch gekoppelt, wobei aber gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Somit befinden sich die Flächenantenne und die Linienantenne auf verschiedenen Oberflächen voneinander verschiedener Substrate. Der Antennenleiter 12 befindet sich außerhalb des Raums 30, in dem jeder Punkt durch orthogonale Parallelprojektion auf die Flächenantenne 6 abgebildet werden kann, so dass die Linienantenne durch die Flächenantenne elektrisch nicht belastet wird. Der Anschlussleiter 19 kontaktiert den Antennenleiter 12 und führt direkt von der Verbundscheibe 20 weg.

[0064] In Fig. 6 ist eine vierte Variante des hybriden Antennenaufbaus 1 gezeigt, wobei lediglich die Unterschiede zur dritten Variante der Fig. 5A und 5B beschrieben werden und ansonsten auf die dort gemachten Ausführungen Bezug genommen wird. Demnach ist der als flache Leiterbahn 35 ausgebildete, linienförmige Antennenleiter 12 auf der dritten Scheibenfläche 26 der Innenscheibe 3 aufgebracht. Ein zweiter Verbindungsleiter 34 ist im Antennenfußpunkt auf den Antennenleiter 12 aufgebracht und erstreckt sich über den kurzen Scheiben-

rand 5b hinweg auf die vierte Scheibenfläche 27 (Seite IV) der Innenscheibe 3. In der gezeigten Variante ist der zweite Verbindungsleiter 34 mit dem Antennenleiter 12 galvanisch gekoppelt, wobei gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Der zweite Verbindungsleiter 34 kann beispielsweise aus dem gleichen Material wie die Koppel­elektrode 10 gefertigt sein. Der Anschlussleiter 19 kontaktiert den Anschlussleiter 19 auf der vierten Scheibenfläche 27 und führt von der Verbundscheibe 20 weg. Die Breite (Abmessung senkrecht zur Erstreckungsrichtung) des als bandförmiger Flachleiter ausgebildeten zweiten Verbindungsleiters 34 verjüngt sich vorzugsweise zum kurzen Scheibenrand 5b hin, so dass einer kapazitiven Verkopplung zwischen der leitfähigen Beschichtung 6 und der elektrisch leitfähigen Fahrzeugkarosserie entgegen gewirkt werden kann.

[0065] In den Fig. 7, 8A und 8B ist ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hybriden Antennenaufbaus 1 veranschaulicht, wobei lediglich die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel der Figuren 1, 2A und 2B beschrieben werden und ansonsten auf die dort gemachten Ausführungen Bezug genommen wird. Demnach ist eine Verbundscheibe 20 mit einem in der Klebeschicht 21 eingebetteten Träger 4 und einer auf der zweiten Trägerfläche 23 aufgebrachten transparenten, leitfähigen Beschichtung 6 vorgesehen. Die leitfähige Beschichtung 6 ist vollflächig auf die zweite Trägerfläche 23 aufgebracht, wobei ein segmentierter Randbereich 15 nicht ausgebildet ist, jedoch gleichermaßen vorgesehen sein kann.

[0066] Die erste Koppel­elektrode 10 liegt der leitfähigen Beschichtung 6 auf und ist mit dieser galvanisch gekoppelt, wobei aber gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Die erste Koppel­elektrode 10 erstreckt sich über den oberen, langen Scheibenrand 5a hinweg auf die vierte Scheibenfläche 27 (Seite IV) der Innenscheibe 3. Der linienförmige Antennenleiter 12 ist analog zu der in Verbindung mit Fig. 5A und 5B beschriebenen dritten Variante des ersten Ausführungsbeispiels als Leiterbahn 35 auf die vierte Scheibenfläche 27 der Innenscheibe 3 aufgebracht. An ihrem anderen Ende liegt die erste Koppel­elektrode 10 dem Antennenleiter 12 auf und ist mit diesem galvanisch gekoppelt, wobei aber gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Der Antennenleiter 12 befindet sich außerhalb des Raums 30, in dem jeder Punkt durch orthogonale Parallelprojektion auf die Flächenantenne abgebildet werden kann, so dass die Linienantenne durch die Flächenantenne elektrisch nicht belastet wird. Der Anschlussleiter 19 kontaktiert den Antennenleiter 12 und führt direkt von der Verbundscheibe 20 weg.

[0067] In Fig. 9 ist eine Variante gezeigt, wobei zur Vermeidung von Wiederholungen lediglich die Unterschiede zum zweiten Ausführungsbeispiel von Fig. 7, 8A und 8B erläutert werden. Demnach ist die erste Koppel­elektrode 10 nur im Bereich der leitfähigen Beschichtung 6 ausgebildet, liegt dieser in direktem Kontakt auf und ist somit galvanisch mit der leitfähigen Beschichtung 6 ge-

koppelt, wobei gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Ein erster Verbindungsleiter 33 liegt mit seinem einen Ende der ersten Koppel­elektrode 10 in direktem Kontakt auf und ist galvanisch mit der leitfähigen Beschichtung 6 gekoppelt, wobei aber gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Der erste Verbindungsleiter 33 erstreckt sich über den oberen langen Scheibenrand 5a hinweg auf die vierte Scheibenfläche 27 (Seite IV) der Innenscheibe 3 und kontaktiert mit seinem anderen Ende den als Leiterbahn ausgebildeten Antennenleiter 12. Der erste Verbindungsleiter 33 liegt dem Antennenleiter 12 in direktem Kontakt auf und ist beispielsweise über einen Löt­kontakt mit diesem galvanisch gekoppelt, wobei aber gleichermaßen eine kapazitive Kopplung vorgesehen sein kann. Der erste Verbindungsleiter 33 kann beispielsweise aus dem gleichen Material wie die erste Koppel­elektrode 10 gefertigt sein, so dass die erste Koppel­elektrode 10 und der erste Verbindungsleiter 33 gemeinsam auch als zweiteilige Koppel­elektrode angesehen werden können. Die Breite (Abmessung senkrecht zur Erstreckungs­richtung) des als bandförmiger Flachleiter ausgebildeten ersten Verbindungsleiters 33 verjüngt sich vorzugsweise zum langen Scheibenrand 5a hin, so dass einer kapazitive Verkopplung zwischen der leitfähigen Beschichtung 6 und der Fahrzeugkarosserie entgegen gewirkt werden kann.

[0068] Die Erfindung stellt einen hybriden Antennen­aufbau zur Verfügung, der einen bandbreiten­optimierten Empfang von elektromagnetischen Wellen ermöglicht, wobei durch die Kombination aus Flächen- und Linien­antenne über den kompletten Frequenzbereich der Bänder I-V eine zufrieden stellende Empfangsleistung erreichbar ist. Durch die Möglichkeit, dass Störsignale externer Störquellen über eine mit der Flächen­antenne elektrisch gekoppelte Masse ausgekoppelt werden können, verfügt der hybride Antennen­aufbau über ein ausgezeichnetes Signal/Rausch-Verhältnis.

Bezugszeichenliste

[0069]

- | | |
|----|---------------------|
| 1 | Antennenaufbau |
| 2 | Außenscheibe |
| 3 | Innenscheibe |
| 4 | Träger |
| 5 | Scheibenrand |
| 5a | langer Scheibenrand |
| 5b | kurzer Scheibenrand |
| 6 | Beschichtung |

- | | |
|-------|---------------------------|
| 7 | Randstreifen |
| 8, 8' | Beschichtungsrand |
| 9 | Maskierungsstreifen |
| 10 | erste Koppel­elektrode |
| 11 | erster Anschlusskontakt |
| 12 | Antennenleiter |
| 13 | Antennenfußpunkt |
| 14 | zweiter Anschlusskontakt |
| 15 | Randbereich |
| 16 | Segment |
| 17 | isolierender Bereich |
| 18 | Draht |
| 19 | Anschlussleiter |
| 20 | Verbundscheibe |
| 21 | Klebeschicht |
| 22 | erste Trägerfläche |
| 23 | zweite Trägerfläche |
| 24 | erste Scheibenfläche |
| 25 | zweite Scheibenfläche |
| 26 | dritte Scheibenfläche |
| 27 | vierte Scheibenfläche |
| 28 | Randzone |
| 29 | Trägerrand |
| 30 | Raum |
| 31 | Konnektor |
| 32 | Begrenzungsfläche |
| 33 | erster Verbindungsleiter |
| 34 | zweiter Verbindungsleiter |
| 35 | Leiterbahn |

36, 36' zweite Kuppelelektrode

37 leitfähige Struktur

38 Kleberaupe

39, 39' Störquelle

40 erster Flächenabschnitt

41 zweiter Flächenabschnitt

42, 42' Störquellenflächenzone

Patentansprüche

1. Antennenaufbau (1), welcher umfasst:

- mindestens ein elektrisch isolierendes, insbesondere transparentes Substrat (2-4),
- mindestens eine elektrisch leitfähige, insbesondere transparente Beschichtung (6), die eine Oberfläche (22-27) des Substrats zumindest abschnittsweise bedeckt und zumindest abschnittsweise als Flächenantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dient,
- mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung (6) elektrisch gekoppelte erste Kuppelelektrode (10) zum Auskoppeln von Nutzsignalen aus der Flächenantenne,
- mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung (6) elektrisch gekoppelte zweite Kuppelelektrode (36, 36') zum Auskoppeln von Störsignalen zumindest einer Störquelle (39, 39') aus der Flächenantenne, wobei die zweite Kuppelelektrode die folgenden Merkmale aufweist:
 - sie ist mit Masse (37) elektrisch koppelbar,
 - sie ist so ausgebildet, dass sie für einen vorbestimmbaren Frequenzbereich selektiv durchlässig ist,
 - sie ist nahe der ersten Kuppelelektrode (10) angeordnet.

2. Antennenaufbau (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Kuppelelektrode (36, 36') einen Abstand von der ersten Kuppelelektrode (10) hat, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist.

3. Antennenaufbau (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Kuppelelektrode (36, 36') zwischen einer Störquellenflächenzone (42, 42') der leitfähigen Beschichtung (6), deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle (39, 39') haben, und der ersten Kuppelelektrode (10) angeordnet ist.

4. Antennenaufbau (1), welcher umfasst:

- mindestens ein elektrisch isolierendes, insbesondere transparentes Substrat (2-4),
- mindestens eine elektrisch leitfähige, insbesondere transparente Beschichtung (6), die eine Oberfläche (22-27) des Substrats zumindest abschnittsweise bedeckt und zumindest abschnittsweise als Flächenantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dient,
- mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung (6) elektrisch gekoppelte erste Kuppelelektrode (10) zum Auskoppeln von Nutzsignalen aus der Flächenantenne,
- mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung (6) elektrisch gekoppelte zweite Kuppelelektrode (36, 36') zum Auskoppeln von Störsignalen zumindest einer Störquelle (39, 39') aus der Flächenantenne, wobei die zweite Kuppelelektrode die folgenden Merkmale aufweist:
 - sie ist mit Masse (37) elektrisch koppelbar,
 - sie ist zwischen einer Störquellenflächenzone (42, 42') der leitfähigen Beschichtung (6), deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle (39, 39') haben, und der ersten Kuppelelektrode (10) angeordnet.

5. Antennenaufbau (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Kuppelelektrode (36, 36') einen Abstand von der ersten Kuppelelektrode (10) hat, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist.

6. Antennenaufbau (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Kuppelelektrode (36, 36') einen Abstand von der Projektionszone der Störquelle (39, 39') hat, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist.

7. Antennenaufbau (1), welcher umfasst:

- mindestens ein elektrisch isolierendes, insbesondere transparentes Substrat (2-4),
- mindestens eine elektrisch leitfähige, insbesondere transparente Beschichtung (6), die eine Oberfläche (22-27) des Substrats zumindest abschnittsweise bedeckt und zumindest abschnittsweise als Flächenantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dient,
- mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung elektrisch gekoppelte erste Kuppelelektrode (10) zum Auskoppeln von Nutzsignalen aus der Flächenantenne,
- mindestens eine mit der leitfähigen Beschichtung (6) elektrisch gekoppelte zweite Kuppelelektrode (36, 36') zum Auskoppeln von Störsignalen zumindest einer Störquelle (39, 39') aus

- der Flächenantenne, wobei die zweite Koppel-
elektrode die folgenden Merkmale aufweist:
- sie ist mit Masse (37) elektrisch koppelbar,
 - sie ist nahe einer Störquellenflächenzone (42, 42') der leitfähigen Beschichtung (6), deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle (39, 39') haben, angeordnet.
8. Antennenaufbau (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Koppel-
elektrode (36, 36') einen Abstand von der Projektionszone der Störquelle (39, 39') hat, der geringer als ein Viertel der minimalen Wellenlänge der Störsignale ist. 10
9. Antennenaufbau (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Koppel-
elektrode (36, 36') zwischen einer Störquellenflächenzone (42, 42') der leitfähigen Beschichtung (6), deren Punkte einen kürzesten Abstand von der Störquelle (39, 39') haben, und der ersten Koppel-
elektrode (10) angeordnet ist. 15 20
10. Antennenaufbau (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Koppel-
elektrode (36, 36') so ausgebildet ist, dass sie für einen vorbestimmbaren Frequenzbereich, insbesondere einen Frequenzbereich oberhalb von 170 MHz, selektiv durchlässig ist. 25
11. Antennenaufbau (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Koppel-
elektrode (36, 36') in Form eines vorspringenden Randabschnitts der leitfähigen Beschichtung (6) ausgebildet ist. 30 35
12. Antennenaufbau (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Koppel-
elektrode (36, 36') mit einer als Masse wirkenden leitfähigen Struktur (37), beispielsweise eine metallische Fahrzeugkarosserie oder ein metallischer Fensterrahmen, kapazitiv gekoppelt oder unter Zwischenschaltung eines frequenzselektiven Bauteils, beispielsweise ein Kondensator, galvanisch gekoppelt ist. 40 45
13. Antennenaufbau (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Koppel-
elektrode (10) mit einem ungeschirmten, linienförmigen Antennenleiter (12), der als Linienantenne zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dient, elektrisch gekoppelt ist, wobei sich der linienförmige Antennenleiter außerhalb eines Raums (30) befindet, der durch orthogonale Parallelprojektion auf die als Projektionsfläche dienende Flächenantenne projizierbar ist, wodurch ein Antennenfußpunkt der Linienantenne zu einem gemeinsamen Antennenfußpunkt (13) der Linien- und Flächenantenne wird. 50 55

14. Verfahren zum Betreiben eines Antennenaufbaus (1), mit den folgenden Schritten:

- Empfangen von Nutzsignalen mittels einer Flächenantenne, welche in Form einer auf mindestens ein elektrisch isolierendes, insbesondere transparentes, Substrat aufgetragenen elektrisch leitfähigen, insbesondere transparenten Beschichtung ausgebildet ist,
- Auskoppeln der Nutzsignale aus der Flächenantenne mittels einer mit der Beschichtung elektrisch gekoppelten ersten Koppel-
elektrode,
- selektives Auskoppeln von Störsignalen aus der Flächenantenne mittels einer mit der Beschichtung und Masse elektrisch gekoppelten zweiten Koppel-
elektrode.

15. Verwendung eines Antennenaufbaus nach einem der Ansprüche 1 bis 13 als funktionales und/oder dekoratives Einzelstück und als Einbauteil in Möbeln, Geräten und Gebäuden, sowie in Fortbewegungsmitteln zur Fortbewegung auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser, insbesondere in Kraftfahrzeugen beispielsweise als Windschutzscheibe, Heckscheibe, Seitenscheibe und/oder Glasdach.

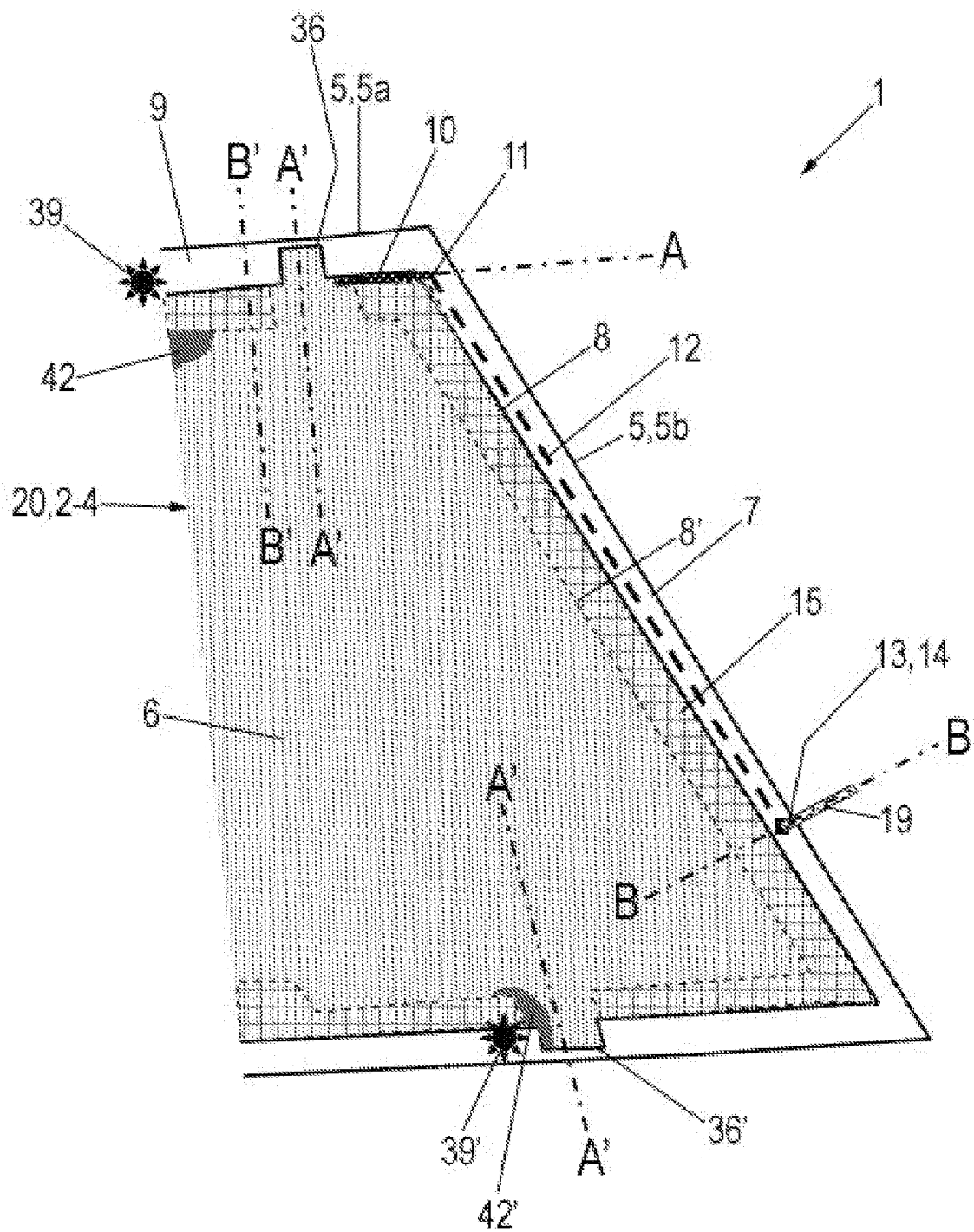
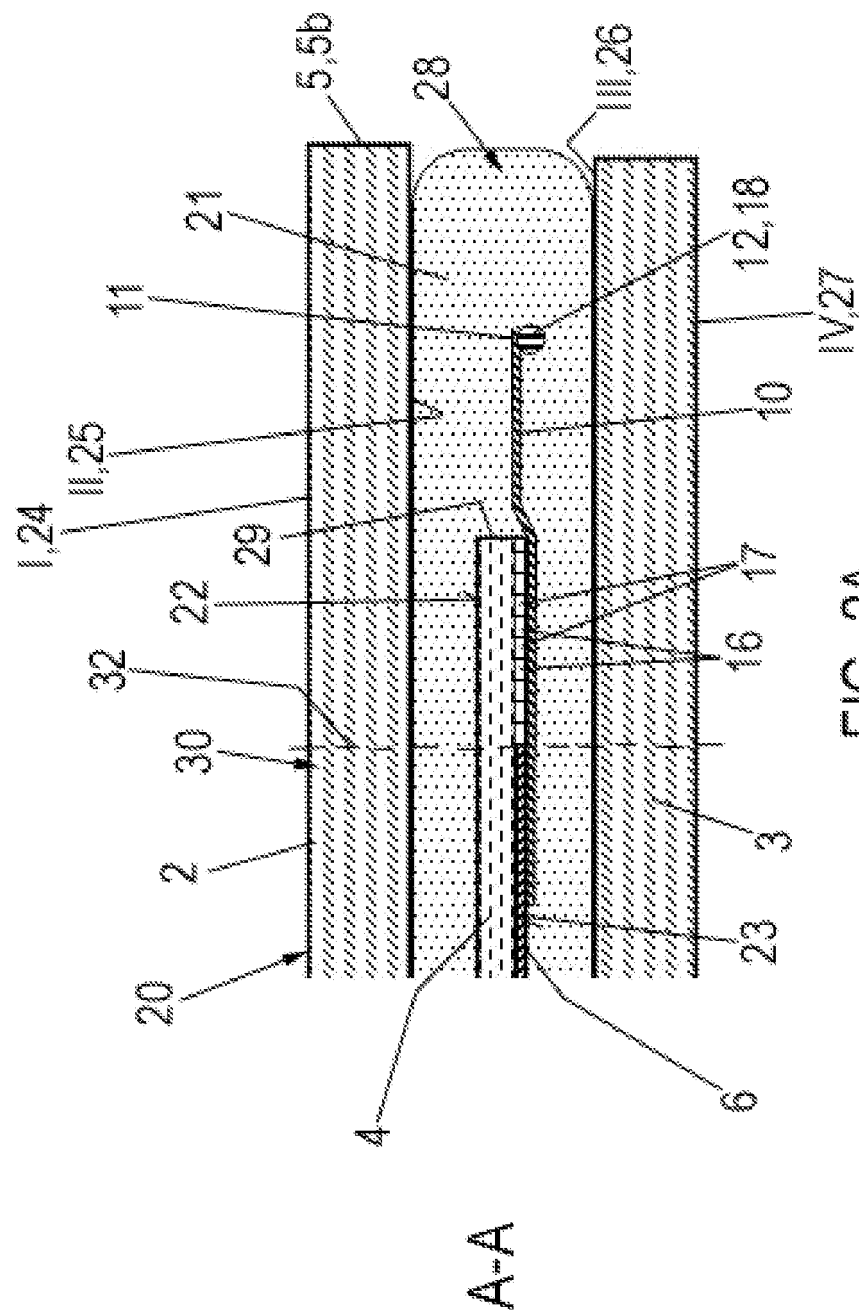


FIG. 1



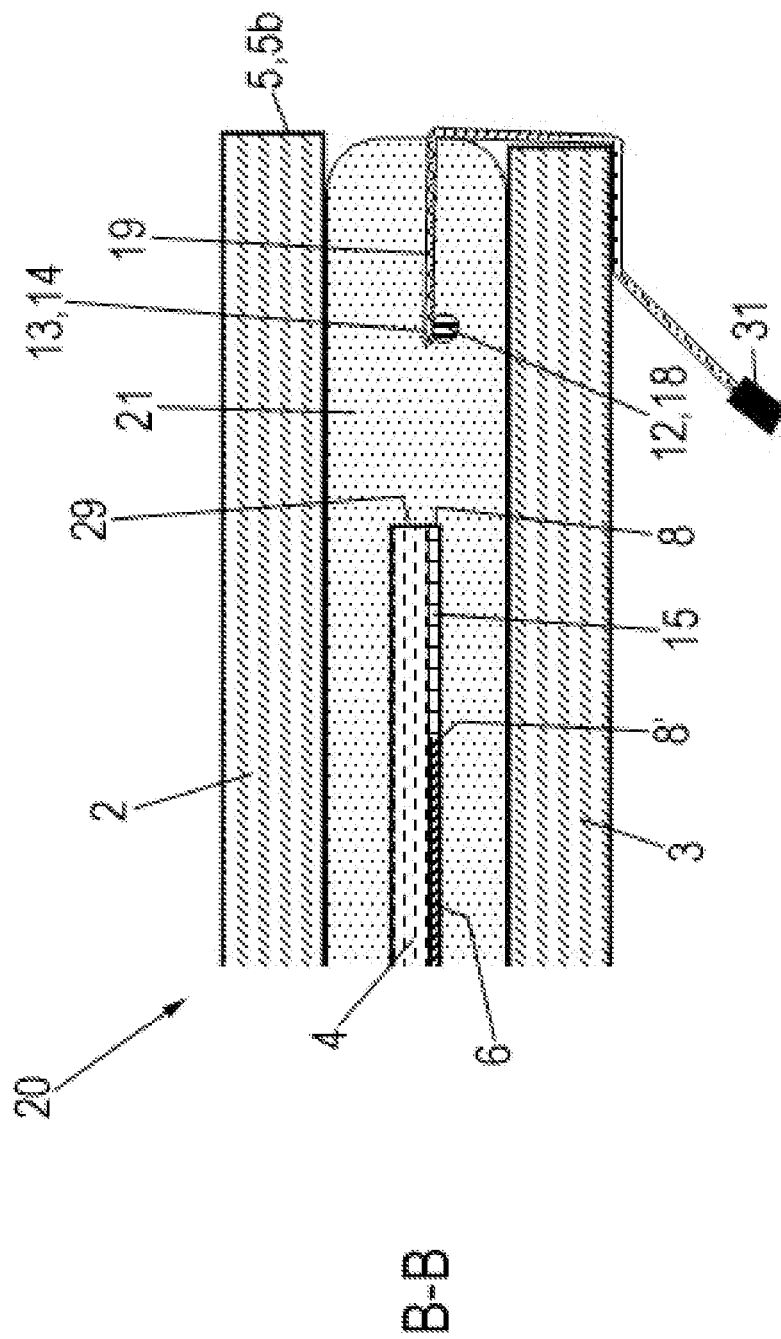


FIG. 2B

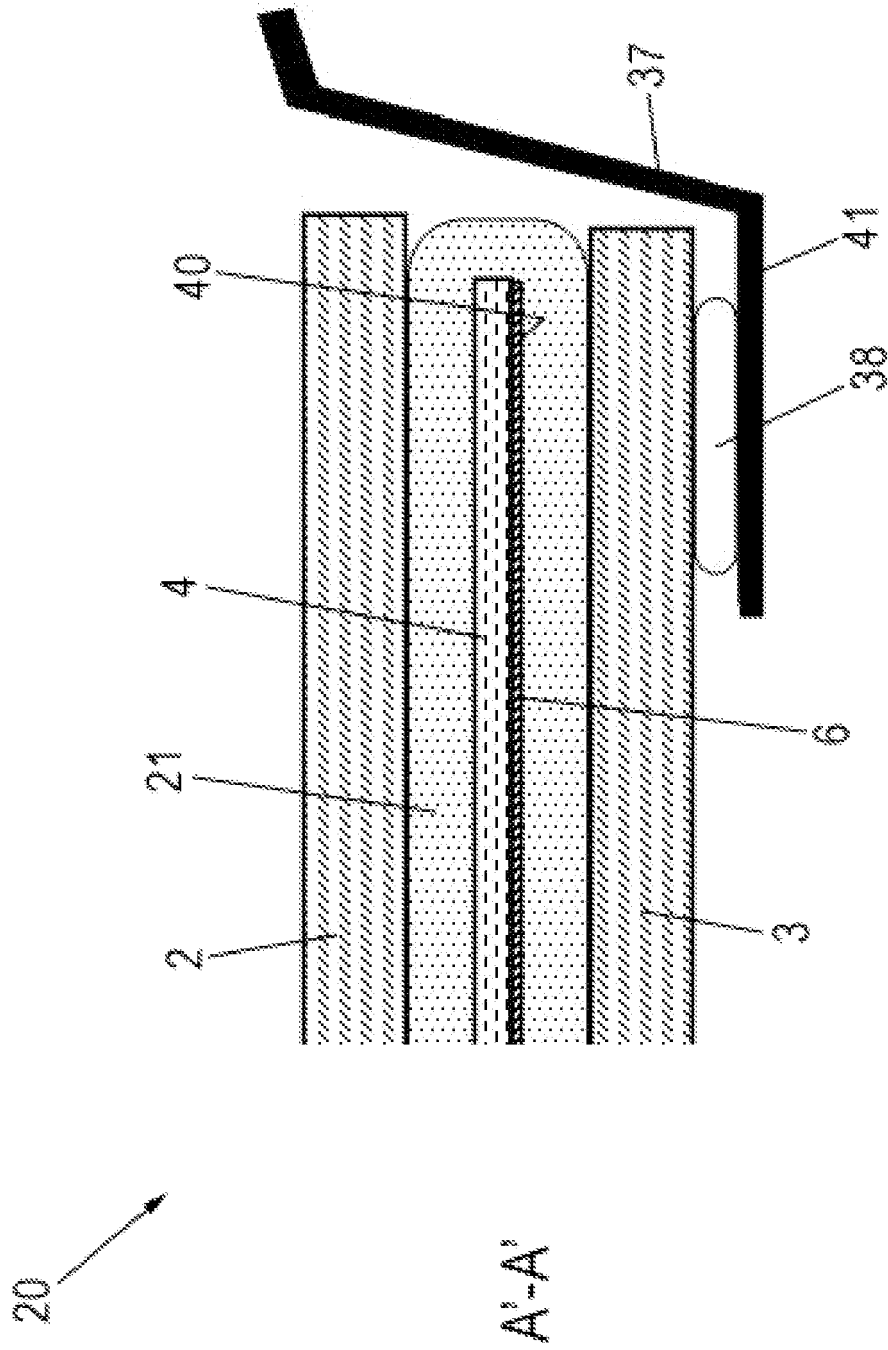
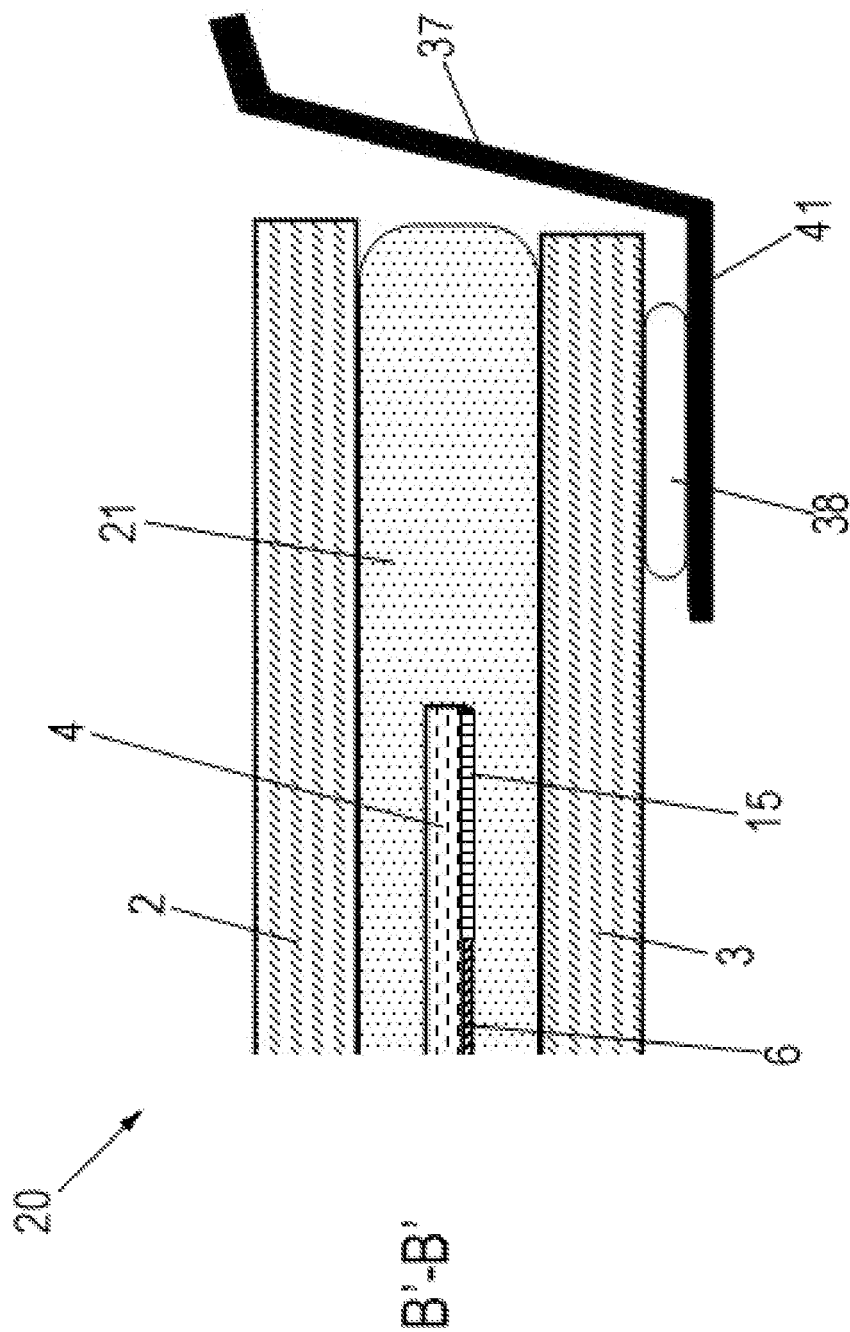
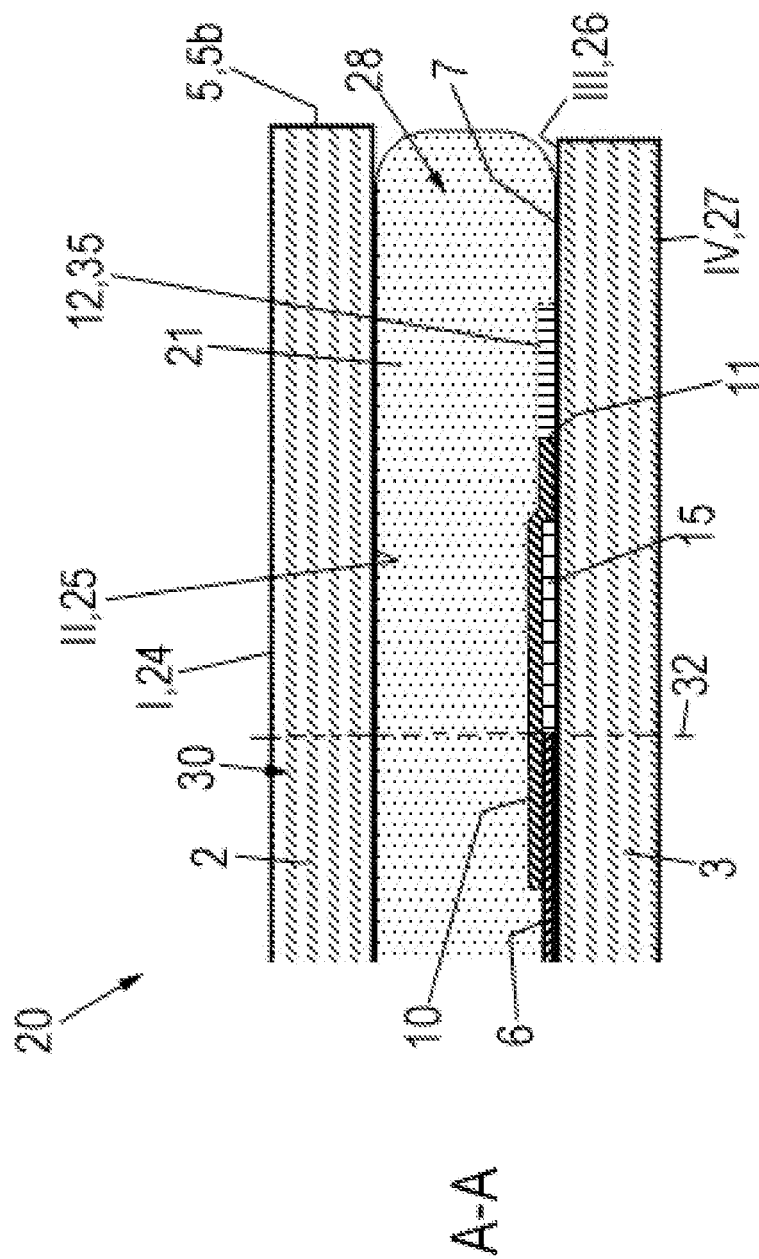


FIG. 2C



FD-20

3A
G
L

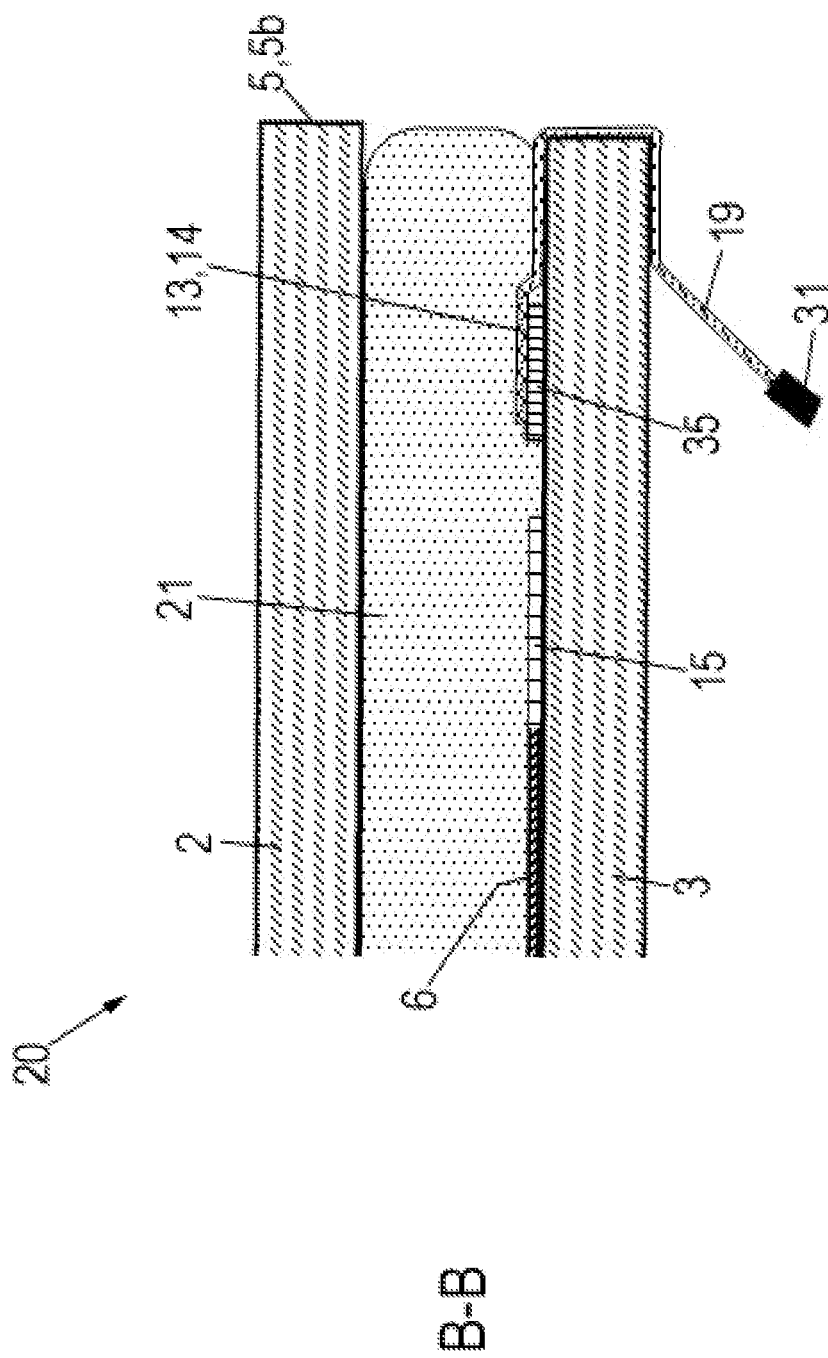


FIG. 3B

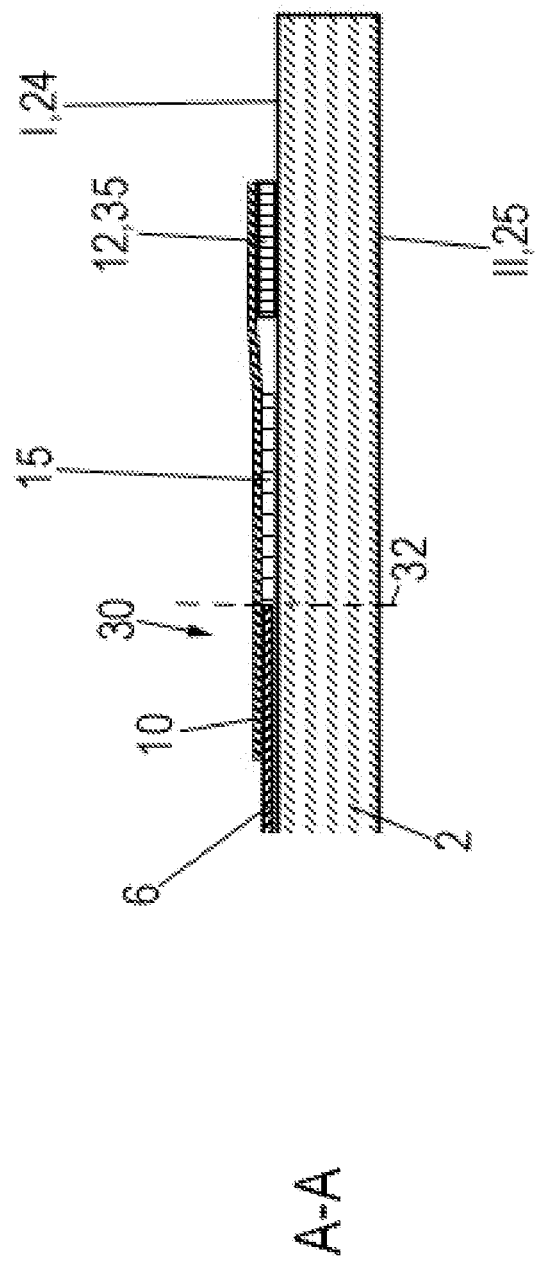


FIG. 4A

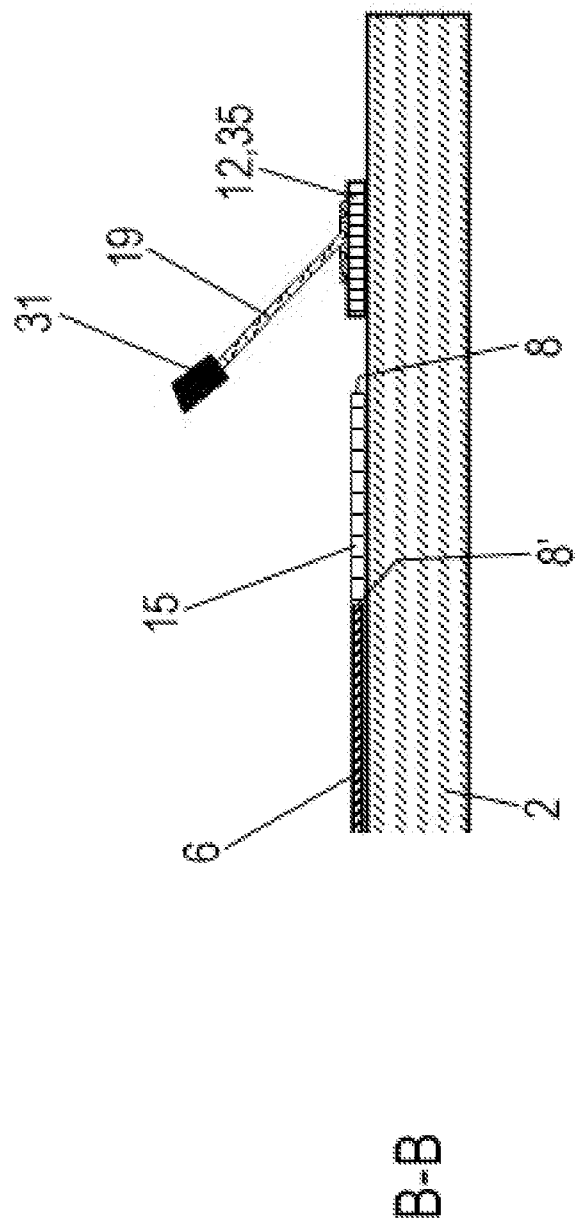


FIG. 4B

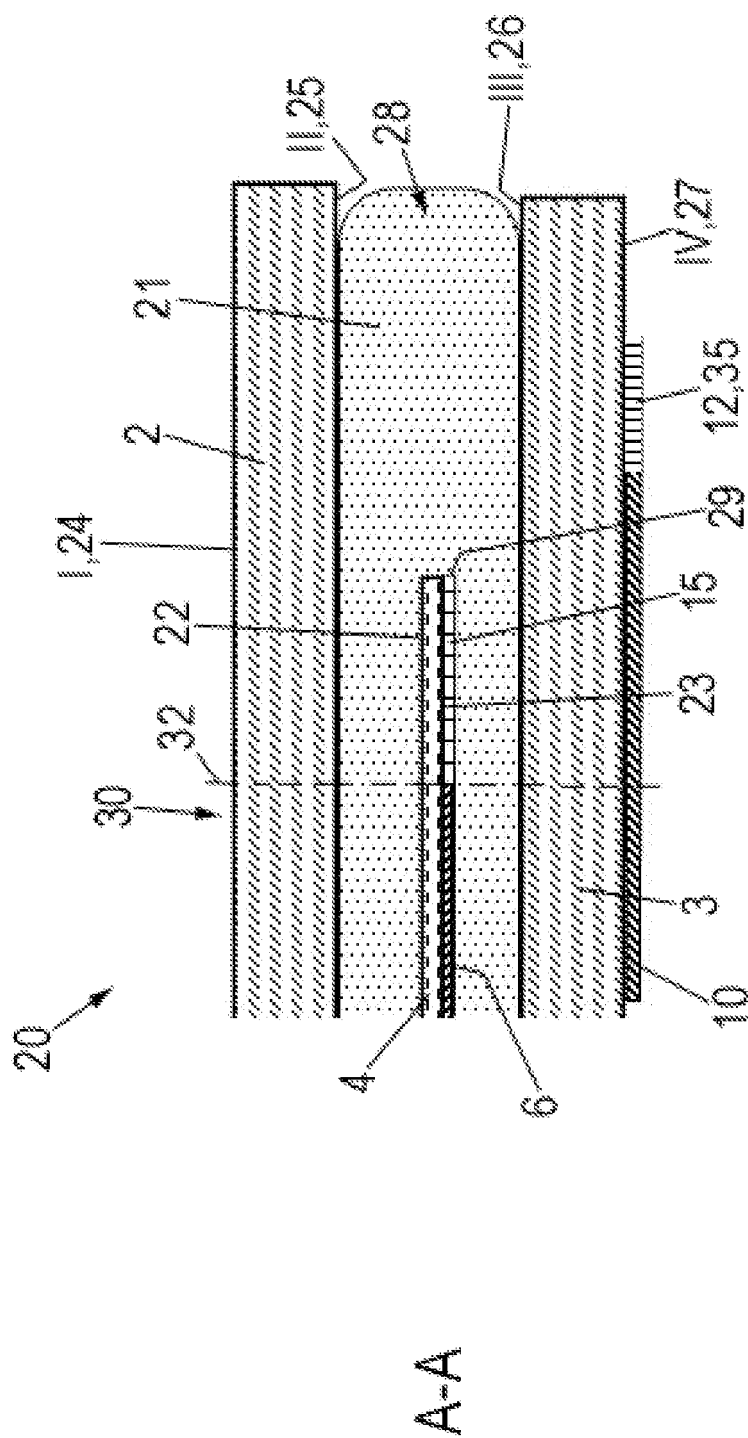
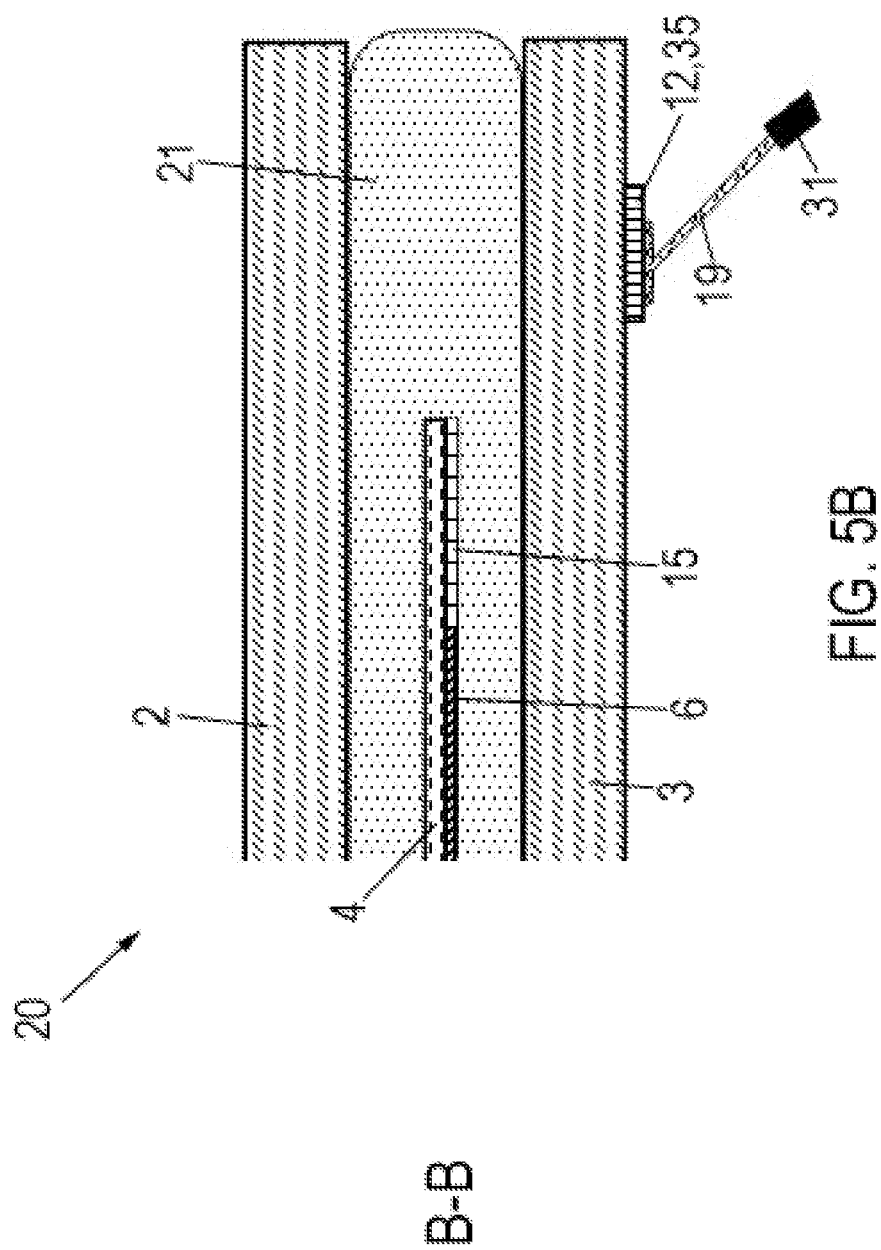
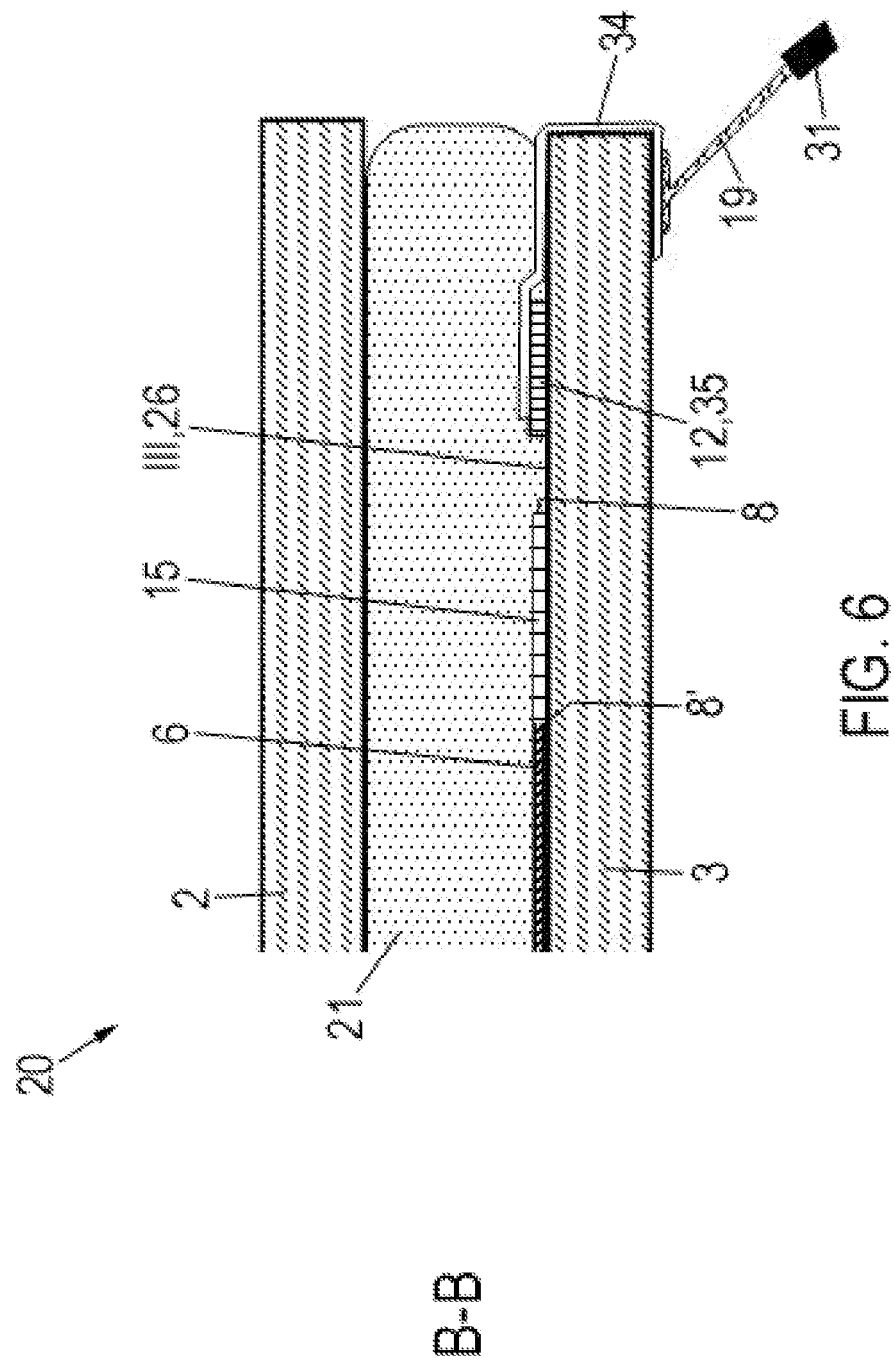


FIG. 5A





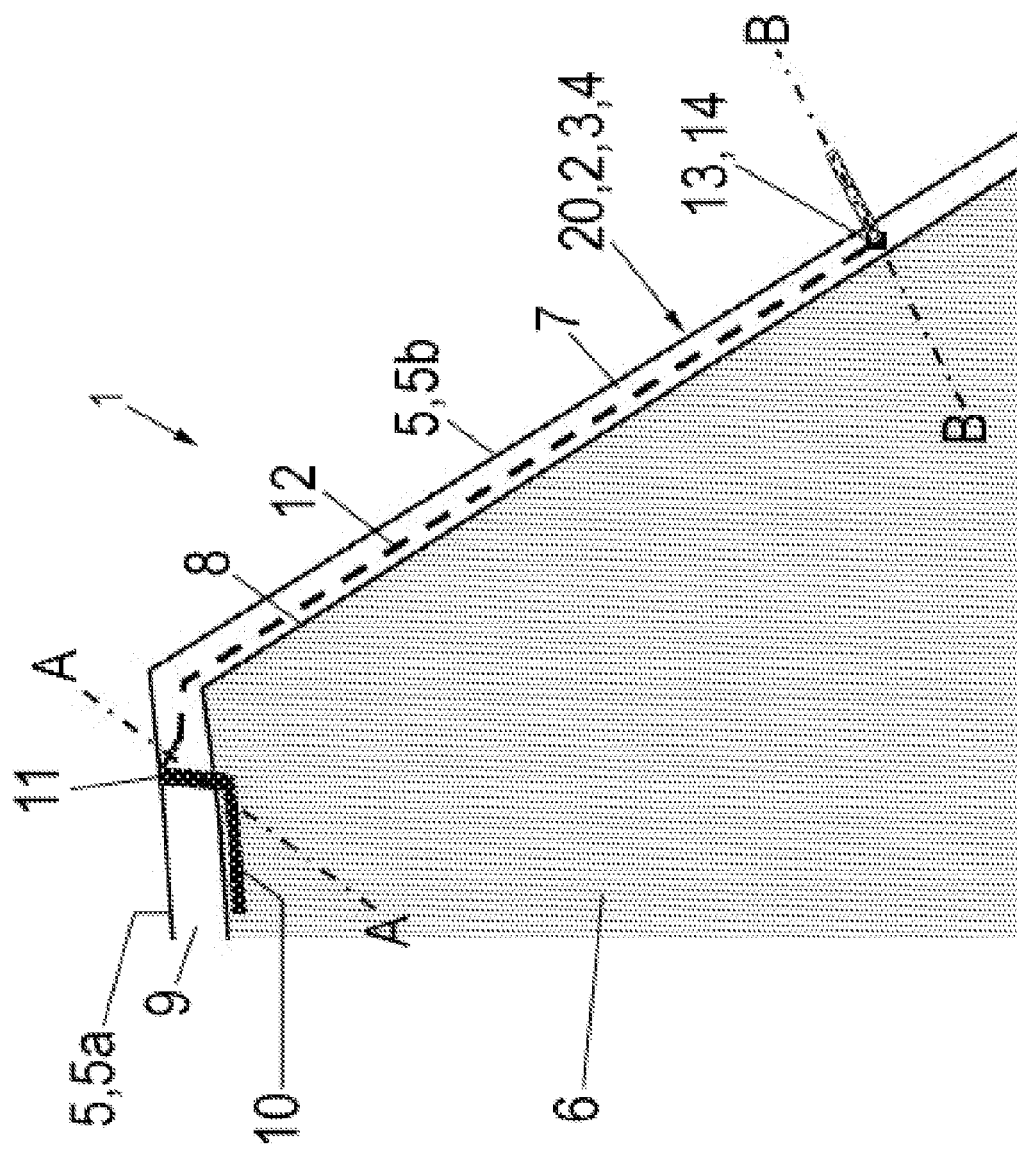
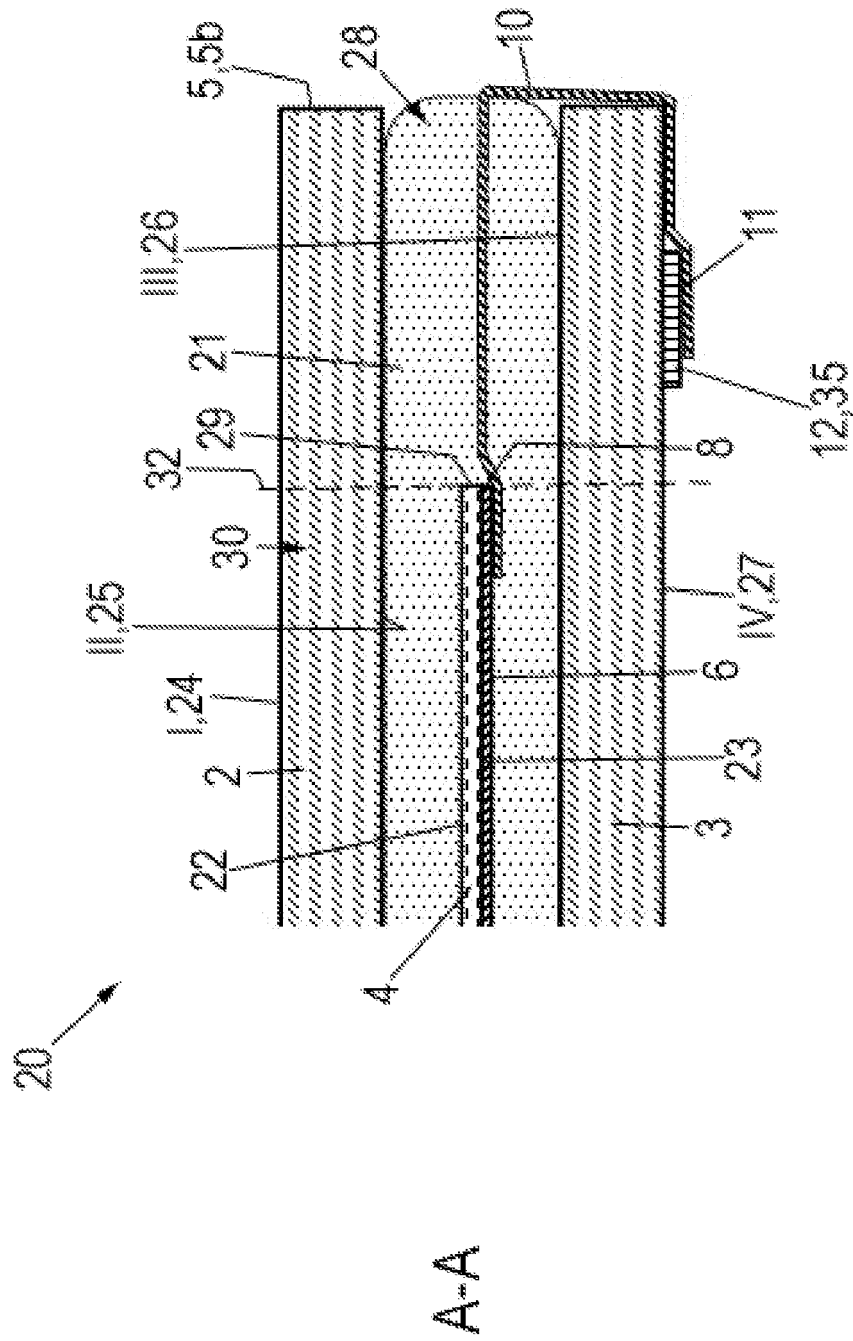


FIG. 7


$$\frac{AG}{L}$$

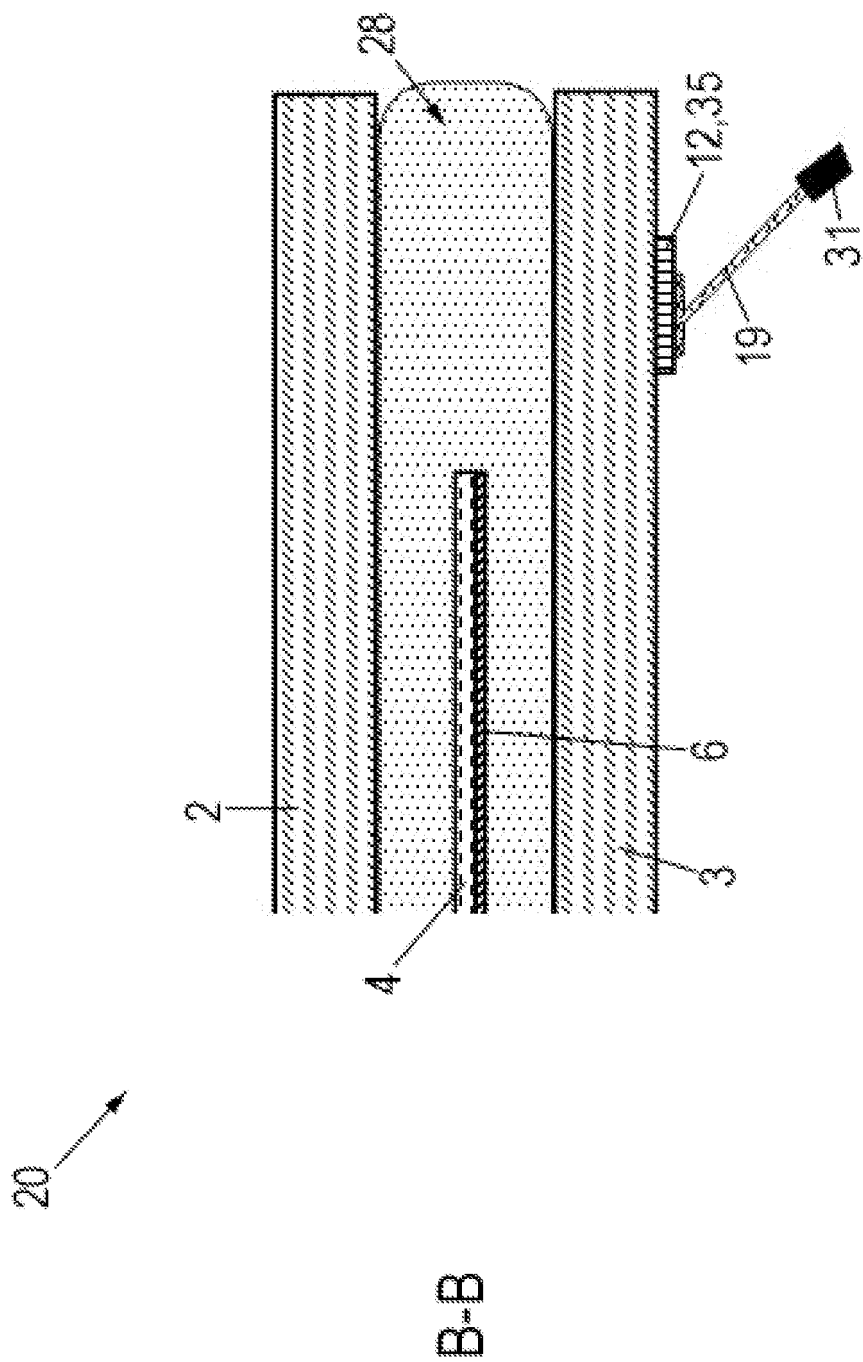


FIG. 8B

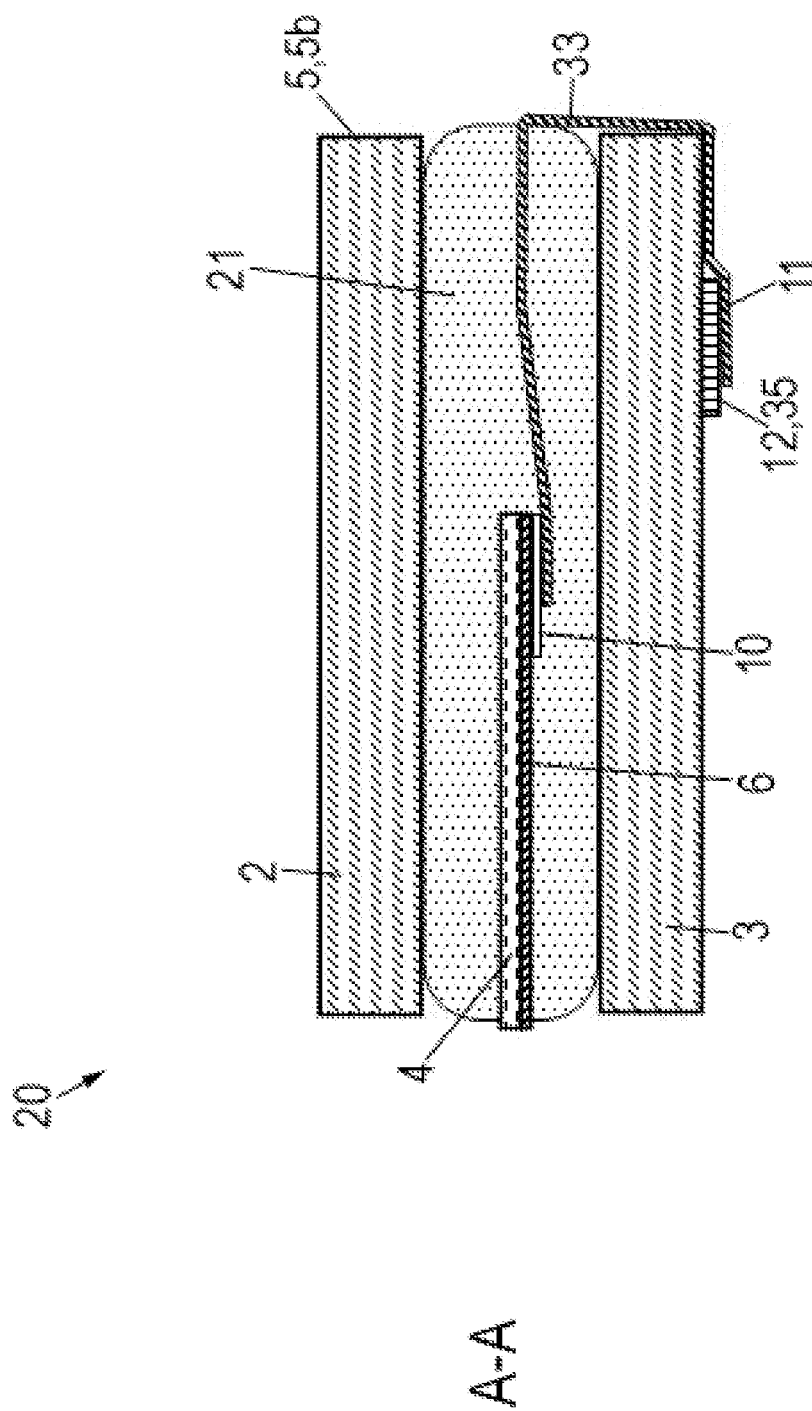


FIG. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 16 5892

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2004/100311 A1 (SAINT GOBAIN [FR]; MAEUSER HELMUT [DE]) 18. November 2004 (2004-11-18) * Seite 1, Zeile 4 - Zeile 6 * * Seite 7, Zeile 22 - Seite 12, Zeile 12 * * Abbildungen 1-3 * -----	1-15	INV. H01Q1/12 H01Q1/44
Y	US 5 285 048 A (NAKASE KAZUHIKO [JP]) 8. Februar 1994 (1994-02-08) * Spalte 2, Zeile 5 - Zeile 19 * * Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 9 * * Abbildungen 1, 2a, 5 * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. November 2010	Prüfer Köppe, Maro
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 16 5892

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-11-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
WO 2004100311 A1	18-11-2004	AT 390725 T	15-04-2008	
		BR PI0409920 A	25-04-2006	
		CN 1816940 A	09-08-2006	
		DE 10319606 A1	25-11-2004	
		DE 602004012734 T2	16-04-2009	
		EP 1623480 A1	08-02-2006	
		ES 2303948 T3	01-09-2008	
		JP 4546458 B2	15-09-2010	
		JP 2006525707 T	09-11-2006	
		KR 20060006080 A	18-01-2006	
		MX PA05011758 A	26-01-2006	
		US 2006273966 A1	07-12-2006	

US 5285048	A	08-02-1994	JP 4249407 A	04-09-1992

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19858227 C1 [0002]
- DE 10200705286 [0002]
- DE 102008018147 A1 [0002]
- DE 102008029986 A1 [0002]
- DE 10106125 A1 [0003]
- DE 10319606 A1 [0003]
- EP 0720249 A2 [0003]
- US 20030112190 A1 [0003]
- DE 19843338 C2 [0003]
- EP 2009066237 W [0027]