(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2022 109 850 A1** 2023.10.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2022 109 850.8**
(22) Anmeldetag: **25.04.2022**
(43) Offenlegungstag: **26.10.2023**

(51) Int Cl.: ***B42D 25/30*** (2014.01)
B42D 25/45 (2014.01)

(71) Anmelder:
OVD Kinegram AG, Zug, CH

(74) Vertreter:
LOUIS PÖHLAU LOHRENTZ Patentanwälte Partnerschaft mbB, 90409 Nürnberg, DE

(72) Erfinder:
Arnold, Marcus, Zug, CH; Peter, Sandra, Zug, CH

(56) Ermittelter Stand der Technik:

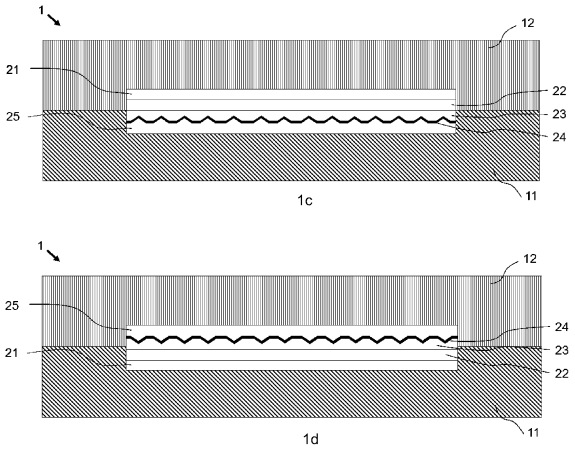
US	**2017 / 0 326 906**	**A1**
WO	**2022/ 030 563**	**A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Laminat und Verfahren zur Herstellung eines Laminats**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Laminat (1) umfassend ein Sicherheitselement (20), das zwischen einer Aufzeichnungsschicht (11) und einer Deckschicht (12) einlaminiert ist, wobei eine Kleberschicht (25) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet und eine Ablöseschicht (21) an der Deckschicht (12) haftet oder die Kleberschicht (25) an der Deckschicht (12) haftet und die Ablöseschicht (21) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet und das Laminat (1) derart ausgestaltet ist, dass die Kleberschicht (25) des Sicherheitselements (20) durch eine von der Aufzeichnungsschicht (11) und der Deckschicht (12) auf das Sicherheitselement (20) ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Laminats (1).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laminat und ein Verfahren zur Herstellung eines Laminats.

[0002] Es ist bekannt, Sicherheitselemente in Laminaten, wie Sicherheitsdokumenten, zwischen zwei Schichten, die stoffschlüssig miteinander verbunden werden, einzuschließen, so dass das Sicherheitselement vollständig von diesen zwei Schichten des Sicherheitsdokuments eingeschlossen ist. Der stoffschlüssige Verbund erzielt eine hohe Haftkraft und schützt das Sicherheitselement vor Beschädigungen und Manipulationen. Aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften der Schichten des Sicherheitselements und der anliegenden stoffschlüssig verbundenen Schichten des Sicherheitsdokuments entstehen jedoch verschiedene Grenzflächen mit unterschiedlicher Haftkraft und insbesondere mit verringerter Haftkraft an den Grenzflächen des Sicherheitselements. Wenn das Sicherheitselement an seinen Grenzflächen zu den stoffschlüssig verbundenen Schichten unterschiedliche Haftkräfte aufweist, kann dies von Fälschern ausgenutzt werden, um durch ein gezieltes Delaminieren bzw. Abziehen der Schichten des Sicherheitsdokuments das Sicherheitselement herauszulösen oder dem Sicherheitsdokument Falschinformationen hinzuzufügen und es wieder zu verschließen.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Laminat, insbesondere Sicherheitsdokument, anzugeben, das eine verbesserte Manipulations- und Fälschungssicherheit aufweist sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben.

[0004] Die Aufgabe wird gelöst mittels eines Laminats, insbesondere Sicherheitsdokuments, nach Anspruch 1. Das Laminat, insbesondere Sicherheitsdokument, umfasst eine Aufzeichnungsschicht, eine transparente Deckschicht und ein Sicherheitselement, das zwischen der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht einlaminiert ist. Das Sicherheitselement weist eine Ablöseschicht, eine Replikationsschicht mit einer auf ihrer der Ablöseschicht abgewandten Seite angeordneten Reliefoberfläche, eine auf der Reliefoberfläche angeordnete Reflexionsschicht und eine Kleberschicht auf. Die Kleberschicht bildet eine der Ablöseschicht abgewandte Seite des Sicherheitselements, wobei

a) die Kleberschicht an der Aufzeichnungsschicht haftet und die Ablöseschicht an der Deckschicht haftet oder die Kleberschicht an der Deckschicht haftet und die Ablöseschicht an der Aufzeichnungsschicht haftet.
Zudem ist

b) das Laminat derart ausgestaltet, dass die Kleberschicht des Sicherheitselements durch eine von der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht auf das Sicherheitselement ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist.

[0005] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 31. Bei dem Verfahren zur Herstellung eines Laminats, insbesondere eines Sicherheitsdokuments, vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 30, werden folgende Schritte, insbesondere in der angegebenen Reihenfolge, durchgeführt:

- Bereitstellen einer Aufzeichnungsschicht;

- Bereitstellen einer transparenten Deckschicht;

- Bereitstellen eines Sicherheitselements, insbesondere eines Sicherheitselements, wie es für das erfindungsgemäße Laminat beschrieben wird, vorzugsweise in einem der Ansprüche 1 bis 30. Das Sicherheitselement weist dabei eine Ablöseschicht, eine Replikationsschicht mit einer auf ihrer der Ablöseschicht abgewandten Seite angeordneten Reliefoberfläche, eine auf der Reliefoberfläche angeordnete Reflexionsschicht und eine Kleberschicht, welche eine der Ablöseschicht abgewandte Seite des Sicherheitselements bildet, auf. Das Sicherheitselement wird oder ist dabei mit der Kleberschicht an die Deckschicht oder an die Aufzeichnungsschicht angebracht;

- Einlaminieren des Sicherheitselements zwischen der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht, derart dass

a) die Kleberschicht an der Aufzeichnungsschicht haftet und die Ablöseschicht an der Deckschicht haftet oder die Kleberschicht an der Deckschicht haftet und die Ablöseschicht an der Aufzeichnungsschicht haftet und

b) die Kleberschicht des Sicherheitselements durch eine von der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht auf das Sicherheitselement ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist.

[0006] Die Kleberschicht des erfindungsgemäßen Laminats und des durch das erfindungsgemäße Verfahren erhältliche Laminat ist insbesondere durch eine von der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht auf das Sicherheitselement ausgeübte Zugkraft mittels eines Kohäsionsbruchs in sich aufspaltbar. Das Vorliegen einer in sich aufspaltbaren Kleberschicht im Sinne der vorliegenden Erfindung kann insbesondere durch die unten beschriebenen Peel-Tests ermittelt werden. Ein Kohäsionsbruch ist insbesondere das Versagen der Klebung im Klebstoff selbst, vorzugsweise wobei die Haftung des Klebstoffs auf der Werkstoffoberfläche größer als die innere Festigkeit des Klebstoffs ist. Bei einem Kohäsionsbruch in der Kleberschicht findet insbesondere eine Trennung der Kleberschicht in zwei Teilschichten statt, wobei die voneinander getrennten Teilschichten der Kleberschicht jeweils an den direkt anliegenden, zu der Kleberschicht benachbarten Schichten haften bleiben. Insbesondere sind die zwei Teilschichten dabei jeweils zusammenhängende Schichten, welche durch den Kohäsionsbruch voneinander getrennt sind oder werden. Bei einem Adhäsionsbruch löst sich dagegen die Kleberschicht insbesondere an der Grenzfläche zu einer oder mehreren der an der Kleberschicht direkt anliegenden, zu der Kleberschicht benachbarten Schichten.

[0007] Durch das Vorliegen einer in sich aufspaltbaren Kleberschicht wird ein nicht nachweisbares Ablösen oder Wiederverwenden des Sicherheitselements als Ganzes erschwert, da beim Abziehen der Deckschicht aufgrund der Aufspaltung der Kleberschicht in sich, insbesondere eines Kohäsionsbruchs der Kleberschicht, ein Teil bzw. eine Teilschicht der Kleberschicht mit abgezogen wird und somit die Schichtdicke des Sicherheitselements verringert wird sowie an der Oberfläche des Sicherheitselements insbesondere plastische Verformungen der Kleberschicht bestehen bleiben. Ein Manipulationsversuch ist somit vorteilhafterweise leichter nachweisbar bzw. die Nachweisbarkeit lässt sich nur durch zusätzlichen Aufwand verringern. Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass durch die in sich aufspaltbare Kleberschicht bzw. durch eine entsprechende durch die Kleberschicht definierte Sollbruchstelle eine erhöhte Abziehkraft, bevorzugt auch als Peel-Kraft bezeichnet, erreicht werden kann, die bei einem Ablöseversuch der Deckschicht oder der Aufzeichnungsschicht von dem Sicherheitselement notwendig ist. Ein Delaminieren des Laminats und ein zerstörungsfreies Wiederverwenden des Sicherheitselements wird folglich aufgrund der vorherrschenden Haftkraft-Verhältnisse erschwert. Somit kann ferner auch eine besonders hohe Haftkraft sowohl an der Grenzfläche der Kleberschicht sowie auch an der Grenzfläche der Ablöseschicht zur anliegenden Aufzeichnungsschicht bzw. zur anliegenden Deckschicht erreicht werden, wodurch insbesondere der Unterschied zwischen den Haftkräften an den beiden Grenzflächen der Kleberschicht so angepasst und der Unterschied insbesondere so verringert werden kann, dass ein einfach zu kontrollierendes, sukzessives Ablösen von Schichten des Sicherheitsdokuments erschwert wird.

[0008] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird insbesondere das erfindungsgemäße Laminat hergestellt. Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren somit unter Erhalt des erfindungsgemäßen Laminats durchgeführt.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen bezeichnet.

[0010] Unter „haften“ ist bevorzugt eine direkte Verbindung zu verstehen. Vorzugsweise haftet die Kleberschicht direkt an der Aufzeichnungsschicht, wobei die Ablöseschicht direkt an der Deckschicht haftet, oder die Kleberschicht haftet direkt an der Deckschicht, wobei die Ablöseschicht direkt an der Aufzeichnungsschicht haftet. Insbesondere liegt die Haftkraft zweier aneinanderhaftender Schichten über einem Wert von 1 N/10 mm Streifenbreite, vorzugsweise über 1,5 N/10 mm Streifenbreite, weiter bevorzugt über 3,5 N/10 mm Streifenbreite, gemessen nach der Norm ISO/IEC 10373-1:2006(E); Absatz 5.3 und/oder dem untenstehenden Peel-Test. Zwischen der Kleberschicht und der Aufzeichnungsschicht können in weiteren Ausführungsformen Zwischenschichten angeordnet sein.

[0011] Unter einer Schicht ist insbesondere ein im Wesentlichen flächiges Gebilde zu verstehen. Eine Schicht kann selbst vorzugsweise ein- oder mehrschichtig sein.

[0012] Unter einem Laminat ist insbesondere ein mehrschichtiges Gebilde zu verstehen, von welchem mindestens zwei Schichten stoffschlüssig miteinander verbunden sind, insbesondere verschweißt sind. Beispielsweise wird oder ist ein Laminat mittels eines Laminierverfahren hergestellt. Das Laminierverfahren kann, wie weiter unten beschrieben, durchgeführt werden. Unter einlaminiert bzw. Einlaminieren ist insbesondere zu verstehen, dass bevorzugt mittels eines Laminierverfahrens ein stoffschlüssiger Verbund, insbesondere von Aufzeichnungsschicht und Deckschicht, hergestellt ist oder wird, vorzugsweise so dass das Sicherheitselement vollständig von den beiden Schichten eingeschlossen ist. Das Sicherheitselement ist oder wird insbesondere einlaminiert, indem die Aufzeichnungsschicht und die Deckschicht verschweißt sind oder wer-

den und dabei bevorzugt das Sicherheitselement, vorzugsweise bei Betrachtung senkrecht auf eine von dem Laminat und/oder dem Sicherheitselement aufgespannte Ebene oder Hauptfläche, vollständig umschließen.

[0013] Unter einer Ebene oder Hauptfläche ist vorzugsweise die Fläche zu verstehen, die das Laminat oder das Sicherheitselement oder eine der Schichten des Laminats und/oder des Sicherheitselements aufspannt, wenn dessen Dicke vernachlässigt wird.

[0014] Unter „transparent“ ist vorzugsweise ein Transmissionsgrad von über 90 % zu verstehen, insbesondere Wellenlängen in einem Bereich von 380 nm bis 780 nm, vorzugsweise für Wellenlängen im für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereich.

[0015] Unter „semitransparent“ ist vorzugsweise ein Transmissionsgrad in einem Bereich von 30 % bis 90 % zu verstehen, insbesondere Wellenlängen in einem Bereich von 380 nm bis 780 nm, vorzugsweise für Wellenlängen im für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereich.

[0016] Unter „opak“ ist vorzugsweise ein Transmissionsgrad von weniger als 30 % zu verstehen. Unter Transmissionsgrad wird vorzugsweise das Verhältnis der Menge eines auf ein Medium einstrahlendes und/oder einfallendes Licht zu der Menge Licht, welche auf der gegenüberliegenden Seite des Mediums austritt, verstanden, wobei insbesondere keine Änderung in der Frequenz oder der Wellenlänge des Lichts stattgefunden hat. Das nicht transmittierte Licht wird vom Medium vorzugsweise reflektiert, gestreut und/oder absorbiert. So ist beispielsweise bei einem Transmissionsgrad eines Mediums von 0,9 bzw. von 90 % von dem einstrahlenden Licht auf der gegenüberliegenden Seite des Mediums 90 % wahrnehmbar.

[0017] Bei der Betrachtung des Transmissionsgrads einer Schicht, bleiben dabei insbesondere Reflexionen an den Grenzflächen dieser Schicht unberücksichtigt.

[0018] Es ist möglich, dass ein Sicherheitselement einen optisch variablen Effekt bereitstellt. Ein optisch variabler Effekt kann insbesondere einzeln oder in Kombination ausgewählt sein aus: blickwinkelabhängiger Farbwechsel, blickwinkelabhängiger Kontrastwechsel, blickwinkelabhängiger Motivwechsel, holographische Darstellung, kinematographische Darstellung. Der Blickwinkel des Sicherheitselements kann von einem Betrachter insbesondere, durch ein Kippen, Drehen und/oder Biegen variiert werden. Vorzugsweise ist oder wird ein Sicherheitselement als eine oder aus einer Transferlage einer Transferfolie gebildet. Es ist möglich, dass ein oder mehrere Sicherheitselemente mit einer an der Aufzeichnungsschicht haftenden Kleberschicht und einer an der Deckschicht haftenden Ablöseschicht und ein oder mehrere weitere Sicherheitselemente mit einer an der Deckschicht haftenden Kleberschicht und einer an der Aufzeichnungsschicht haftenden Ablöseschicht in einem Sicherheitsdokument einlaminiert sind oder werden.

[0019] Die Aufzeichnungsschicht und/oder die Deckschicht umfasst oder besteht bevorzugt aus Polycarbonat. Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Aufzeichnungsschicht und die Deckschicht Polycarbonat umfassen oder daraus bestehen und insbesondere mittels des Einlaminierens stoffschlüssig miteinander verbunden, insbesondere zusammengeschweißt, sind oder werden. Somit kann beim Einlaminieren ein besonders stabiler Verbund erreicht werden. Die Deckschicht weist bevorzugt eine Schichtdicke in einem Bereich von 25 µm bis 250 µm auf und/oder die Schichtdicke der Deckschicht liegt im Verhältnis zur Schichtdicke der Kleberschicht in einem Bereich von 1,25 bis 250 und/oder die Summe aus der Dicke der Kleberschicht und der Dicke der Deckschicht liegt in einem Bereich von 26 µm bis 270 µm.

[0020] Die Deckschicht und/oder die Aufzeichnungsschicht kann beispielsweise neben Polycarbonat insbesondere auch Farbstoffe, insbesondere Farbpigmente und/oder Effektfarben, beispielsweise mit optisch variablen Pigmenten (OVI) und/oder mit Metallpigmenten aufweisen.

[0021] Es ist bevorzugt, dass die Aufzeichnungsschicht eine Dicke in einem Bereich von 25 µm bis 250 µm aufweist. Die Aufzeichnungsschicht ist insbesondere mittels eines Lasers bearbeitbar oder wird mittels eines Lasers bearbeitet. Die Aufzeichnungsschicht weist vorzugsweise weitere Stoffe, wie insbesondere eine Dotierung, auf. Mittels der Dotierung kann die Absorptionsfähigkeit der Aufzeichnungsschicht von Energie erhöht werden. Materialien für eine Dotierung werden insbesondere ausgewählt aus ein oder mehreren der folgenden Materialien: Chrom, Erbium, Neodym, Praseodym, Titan, Ytterbium. So ist oder wird beispielsweise mittels eines Lasers, vorzugsweise eines YAG-Lasers, bevorzugt eines Nd:YAG-Lasers (kurz für Neodym-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser), eine Information in die Aufzeichnungsschicht eingeschrieben. Die emittierte Wellenlänge des YAG-Lasers beträgt vorzugsweise 1064 nm. Bevorzugt ist die Deckschicht für die Wellenlänge von 1064 nm und/oder die des Lasers transparent. Die Aufzeichnungs-

schicht ist also insbesondere durch die Deckschicht hindurch mittels eines Lasers bearbeitbar, um Informationen in die Aufzeichnungsschicht einzuschreiben. Das Sicherheitselement überlappt bevorzugt solche eingeschriebenen Informationen und erhöht damit die Fälschungssicherheit des Laminats, insbesondere Sicherheitsdokuments.

[0022] Es ist möglich, dass die Kleberschicht über eine stoffschlüssige, insbesondere eine Klebeverbindung, an der Deckschicht oder der Aufzeichnungsschicht haftet. Die Ablöseschicht haftet bevorzugt über eine Schweißverbindung, insbesondere ohne eine dazwischenliegende Klebeverbindung, an der Deckschicht oder der Aufzeichnungsschicht. Insbesondere bilden die Deckschicht und die Aufzeichnungsschicht, und vorzugsweise auch die Ablöseschicht, einen monolithischen Körper. Der Verbindung des Sicherheitselements über die Kleberschicht und über die Ablöseschicht liegen vorzugsweise also unterschiedliche physikalische Prinzipien zugrunde, die ein Ablösen des Sicherheitselements auf Seiten der Ablöseschicht bevorzugt sehr aufwendig bis unmöglich machen. Vorzugsweise haftet die Kleberschicht durch eine stoffschlüssige Verbindung an der Reflexionsschicht und/oder durch eine stoffschlüssige Verbindung an der Replikationsschicht. Die Reflexionsschicht haftet insbesondere über eine stoffschlüssige Verbindung an der Replikationsschicht.

[0023] Ein stoffschlüssiger Verbund aus Aufzeichnungs- und Deckschicht, beispielsweise in Form von Polycarbonat-Schichten, insbesondere aus nahezu 100% Polycarbonat, welcher bei einem Laminierverfahren vorteilhafterweise durch ein Zusammenschweißen erreicht wird, gelten als ideal miteinander verbunden und bieten so einem Fälscher wenige Möglichkeiten, die einzelnen Schicht ohne deren Zerstörung voneinander zu separieren.. Zum Beispiel kann nicht einfach durch die Ausübung einer Zugkraft an einer Grenzfläche eine Auftrennung der Schichten erzielt werden. Das darin einlaminierte Sicherheitselement wirkt im Aufbau jedoch insbesondere als Fremdkörper, d.h. die Haftung zu benachbarten Deck- und Aufzeichnungsschicht, insbesondere zu benachbarten Polycarbonat-Schichten, ist deutlich reduziert gegenüber der Haftung direkt zwischen Deckschicht und Aufzeichnungsschicht. Um das Sicherheitselement aus dem Laminat zu extrahieren, könnte ein Fälscher die Polycarbonat-Schichten vor einer Spaltung am Rand des Sicherheitselements einschneiden und dann versuchen, eine der Schichten abzuziehen. Dieses Vorgehen wurde durch die untenstehenden Tests nachgebildet und kann durch eine durch die Kleberschicht bereitgestellte Sollbruchstelle für einen Kohäsionsbruch und ferner bevorzugt ausgewählte Geometrie- und Materialparameter weiter erschwert werden, beispielsweise durch die Erhöhung der Peel-Kraft.

[0024] Die Messung der Peel-Kraft kann insbesondere wie im Folgenden beschrieben vorzugsweise mittels eines Peel-Tests am Laminat durchgeführt werden. Die Peel-Kraft wird insbesondere auch als Peel strength, Abziehkraft oder Haftkraft bezeichnet. Die Peel-Kraft kann insbesondere durch einen Peel-Test nach ISO/IEC 10373-1:2006(E); Absatz 5.3 gemessen werden und/oder nach dem unten beschriebenen Peel-Test.

[0025] Beim Peel Test wird insbesondere ein optional vorkonditioniertes Laminat, bevorzugt in Form einer Karte, in 10 mm breite Teststreifen geschnitten.

[0026] Beispielsweise wird die Schicht bzw. werden dann alle Schichten auf einer Seite des Sicherheitselements entfernt, also beispielsweise der entsprechende Teil der Aufzeichnungsschicht oder der Deckschicht entfernt, bevorzugt mit einer Länge von 5 mm bis 10 mm. Es werden beispielsweise mit einem scharfen Messer die Schichten oberhalb des Sicherheitselements, insbesondere eines KINEGRAM®, vom Kern abgeschält, d.h. insbesondere die Deckschicht von der der Aufzeichnungsschicht bzw. die Aufzeichnungsschicht von der Deckschicht, abgeschält. Zweckmäßigerweise findet das Abschälen nur teilweise statt.

[0027] Anschließend wird vorzugsweise das abgeschälte Ende, insbesondere der Deckschicht, über eine Befestigungsklammer oder mittels eines Klebebandes an die Halterung einer Zugprüfmaschine befestigt. Bevorzugt wird ein rechter Winkel zwischen den abgeschälten an der Zugprüfmaschine befestigten Schichten und den nicht abgeschälten Schichten hergestellt. Insbesondere wird ein rechter Winkel zwischen der Deckschicht und der Aufzeichnungsschicht hergestellt. Zweckmäßigerweise wird der Unterteil des Laminats, insbesondere die Aufzeichnungsschicht, optional auf einer Stabilisierungsplatte fixiert.

[0028] Während der Zugmessung kann bevorzugt die abgelöste Folienschicht über eine Rolle geführt werden. Die Haftkraft (peel strength) wird vorzugsweise graphisch aufgezeichnet und anschließend ausgewertet, wobei bevorzugt die ersten und letzten 5 mm der Messung nicht berücksichtigt werden. Die Ergebnisse werden beispielsweise in N/10 mm angegeben.

[0029] Es ist auch möglich, dass die Messung an Stellen ohne Sicherheitselement vorgenommen wird, beispielsweise um die Haftkraft zwischen der Deckschicht und der Aufzeichnungsschicht zu messen.

[0030] Es hat sich insbesondere als vorteilhaft erwiesen, die Kleberschichtdicke direkt proportional zur Dicke einer vorzugsweise zwischen der Kleberschicht und der Replikationsschicht angeordneten Stabilisierungsschicht zu verringern, um insbesondere einen Kohäsionsbruch zu garantieren, insbesondere wenn die Kleberschicht an der Aufzeichnungsschicht haftet.

[0031] Es ist vorteilhafterweise möglich, dass in dem Laminat eine Peel-Kraft zum Ablösen der Deckschicht von dem Sicherheitselement vorgesehen ist oder wird, die gleich ist oder größer ist als 3,5 N/10 mm Streifenbreite.

[0032] Die Kleberschicht dient bevorzugt der Anbindung einer Transferlage, welche ein oder mehrere erfindungsgemäße Sicherheitselemente trägt, an das Substrat bei der Applikation, d.h. insbesondere bei dem Aufbringen des Sicherheitselements auf die Deckschicht oder die Aufzeichnungsschicht als Substrat. Dabei kann es sich um eine Kleberschicht handeln, die mittels Wärme und Druck aktiviert wird. Eine solche, mittels Wärme und Druck zu aktivierende Kleberschicht kann insbesondere thermoplastische Eigenschaften aufweisen oder auch durch das Einwirken von Wärme vernetzt werden, wodurch ein erneutes Aktivieren durch Wärme verhindert werden kann. Es ist auch möglich, dass eine solche Kleberschicht als Hybridschicht thermoplastische Anteile und vernetzende Bestandteile aufweist. Zur Aktivierung wird typischerweise ein beheizter Stempel verwendet, dessen Form den zu übertragenden Bereich festlegt.

[0033] Alternativ kann ein Transfer mittels eines sogenannten Kalttransfers erfolgen. Dabei wird die Kleberschicht, bevorzugt auf die Transferlage einer Transferfolie oder auf die Deckschicht oder die Aufzeichnungsschicht, gedruckt, dann die Deckschicht oder die Aufzeichnungsschicht in Kontakt mit der Transferlage gebracht und die Kleberschicht ausgehärtet, insbesondere so, dass das Sicherheitselement aus der Transferlage und der gedruckten Kleberschicht gebildet wird. Das Aushärten erfolgt insbesondere mittels UV-Strahlung. Die Kleberschicht kann aus mehreren unterschiedlichen Schichten aufgebaut sein und beispielsweise eine oder mehrere Haftvermittlerschichten beinhalten, um insbesondere die Anbindung der Kleberschicht an die Reflexionsschicht oder an die optional vorhandene Stabilisierungsschicht sicherzustellen.

[0034] Vorteilhafterweise ist eine Haftkraft der Kleberschicht zu ihrer direkt benachbarten Schicht aus Deckschicht oder Aufzeichnungsschicht höher als die Kohäsionskraft der Kleberschicht. Vorzugsweise ist eine Haftkraft innerhalb der Kleberschicht, insbesondere eine Kohäsionskraft der Kleberschicht, geringer als eine Haftkraft zwischen dem Sicherheitselement und der Aufzeichnungsschicht und auch geringer als eine Haftkraft zwischen dem Sicherheitselement und der Deckschicht.

[0035] Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Kleberschicht die geringste Streckgrenze, insbesondere geringste obere Streckgrenze, und/oder den geringsten E-Modul der Schichten des Sicherheitselements, der Aufzeichnungsschicht und/oder der Deckschicht aufweist. Bevorzugt ist eine geringste Kraft aus Kohäsions- und Adhäsionskräften innerhalb des Sicherheitselements oder innerhalb des Laminats mit dem Sicherheitselement die Kohäsionskraft der Kleberschicht.

[0036] Es ist auch möglich, dass die Kleberschicht eine duktile Schicht aufweist oder daraus besteht, insbesondere wobei als eine duktile Schicht eine Schicht mit der höchsten Bruchdehnung im Sicherheitselement im Vergleich zu den anderen Schichten des Sicherheitselements verstanden wird.

[0037] Hierdurch ist es möglich, dass die Kleberschicht eine duktile Schicht aufweist oder daraus besteht, wobei diese duktile Schicht die durch einen Kohäsionsbruch in sich aufspaltbare Schicht ist. Vorteilhafterweise wird durch die duktile Schicht, insbesondere gegenüber einer spröden Kleberschicht, der Kohäsionsbruch begünstigt bzw. ein Adhäsionsbruch erschwert und insbesondere die Peel-Kraft erhöht.

[0038] In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Kleberschicht, insbesondere die duktile Schicht, ein Material mit einem E-Modul (E-Modul = Elastizitätsmodul) in einem Bereich von 20 MPa bis 300 MPa, vorzugsweise von 50 MPa bis 200 MPa, bevorzugt von 75 MPa bis 150 MPa. Der E-Modul wird insbesondere jeweils bestimmt gemäß DIN EN ISO 527-3:2003-07 („Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften - Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln - Ausgabedatum: 2003-07), vorzugsweise bei Raumtemperatur (25°C). Die Ermittlung des Elastizitätsmoduls-Zug erfolgt dabei an Folienprüfstreifen, mittels einer Zug-Prüfmaschine, beispielsweise eine Zug-Prüfmaschine der Fa. ZwickRoell GmbH & Co. KG, Ulm, DE. Die Breite der Folienstreifen beträgt vorzugsweise 15 mm +/- 0,1 mm, die Länge der Folienstreifen beträgt vorzugsweise 100 mm +/- 0,5 mm oder bevorzugt 50 mm +/- 0,5 mm für Folienmaterialien mit insbesondere hoher Dehnung. Die Prüfgeschwindigkeit beträgt für eine Folienlänge von 100 mm 10 mm/min +/- 1 mm/min oder die Prüfgeschwindigkeit beträgt für eine Folienlänge von 50 mm 5 mm/min +/- 1 mm/min.

[0039] Die Kleberschicht ist insbesondere vollflächig und durchgehend in dem Sicherheitselement angeordnet. Hierdurch kann erreicht werden, dass insbesondere beim Abziehen der Deckschicht Spannungsunterschiede vermieden werden, die einen Adhäsionsbruch begünstigen würden.

[0040] Die Kleberschicht weist insbesondere Thermoplasten oder vernetzende oder vernetzte Polymere, insbesondere Polymethylmethacrylat und/oder Polybutylmethacrylat, auf.

[0041] Unter Vernetzung ist insbesondere eine chemische Reaktion, bei der Makromoleküle, insbesondere Polymere, zu einem dreidimensionalen Netzwerk verknüpft werden zu verstehen, vorzugsweise eine Polymerisation.

[0042] Bevorzugt ist oder wird die Kleberschicht auf Basis von folgenden Materialien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus Polymethylmethacrylat und Polybutylmethacrylat hergestellt Es ist auch möglich, dass die Kleberschicht ein oder mehrere Additive umfasst, einzeln oder in Kombination ausgewählt aus Füllstoffen, wie beispielsweise TiO_2, $BaSO_4$, oder Kieselsäure.

[0043] Die Kleberschicht weist vorzugsweise eine Glasübergangstemperatur Tg in einem Bereich von 20°C bis 50°C auf. Ferner ist eine Schmelztemperatur Tm der Kleberschicht in einem Bereich von 40°C bis 150°C bevorzugt. Die molare Masse der Kleberschicht liegt insbesondere in einem Bereich von 100 kg/mol bis 350 kg/mol.

[0044] Die Kleberschicht weist insbesondere eine Dicke in einem Bereich von 0,2 µm bis 20 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, auf. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Kleberschicht eine Dicke in einem Bereich von 4 µm bis 20 µm, weiter bevorzugt von 4 µm bis 10 µm, und/oder in einem Bereich von 6 µm bis 20 µm, insbesondere von 6 µm bis 10 µm, aufweist.

[0045] Vorzugsweise ist die Kleberschicht transparent oder semitransparent. Die Kleberschicht kann einen milchig-weißen optischen Eindruck aufweisen. Durch eine semitransparente und/oder milchig-weiße Kleberschicht kann vorteilhafterweise der Kohäsionsbruch in der Kleberschicht besonders leicht optisch nachgewiesen werden. Hierzu kann z.B. TiO_2 von der Kleberschicht umfasst werden.

[0046] Es ist möglich, dass die Kleberschicht vor der Applikation eine leicht raue Oberfläche aufweist Die Oberflächenrauhigkeit liegt bevorzugt zwischen 0,4 µm und 2,0 µm, insbesondere zwischen 0,6 µm und 1,0 µm. Die dazu notwendigen Messungen werden vorzugsweise mit einem Mikroskop, insbesondere mit einem Keyence VK-X3000, und der dazu notwendigen Software, möglicherweise VK Analyzer, durchgeführt.

[0047] Die Ablöseschicht weist insbesondere eine Dicke in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 5 µm, auf. Die Ablöseschicht umfasst oder besteht aus Materialien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, vernetzte Polymere, UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel. Unter UV-vernetzbar ist insbesondere UV-härtbar zu verstehen und unter UV-vernetzt insbesondere UVgehärtet.

[0048] Die Ablöseschicht ist zweckmäßigerweise transparent. Es ist bevorzugt, dass die Ablöseschicht vor dem Einlaminieren des Sicherheitselements eine glatte Oberfläche aufweist. Die Ablöseschicht weist vor der Lamination insbesondere eine geringe Oberflächenrauhigkeit auf, vorzugsweise einen R3z-Wert von kleiner 2 µm, bevorzugt kleiner 0,5 µm, auf.

[0049] Es hat sich gezeigt, dass beim Einlaminieren eine stärkere Haftkraft der Ablöseschicht zur anliegenden Deckschicht oder zur anliegenden Aufzeichnungsschicht erreicht werden kann, als die Haftkraft innerhalb der Kleberschicht und insbesondere die Kohäsionskraft der Kleberschicht. Ferner ist es möglich, dass die Haftkraft der Ablöseschicht zur anliegenden Deckschicht oder zur anliegenden Aufzeichnungsschicht größer ist als die Haftkraft zwischen der Kleberschicht und der an der Kleberschicht anliegenden Deckschicht oder anliegenden Aufzeichnungsschicht. Somit kann das Auftrennungsverhalten des Laminats in vorteilhafter Weise gezielt über die Kleberschicht eingestellt werden.

[0050] Die Reflexionsschicht besteht zweckmäßigerweise aus einem Material mit einem Brechungsindex, der sich von dem Brechungsindex der Replikationsschicht um mindestens 0,2 unterscheidet. Die Reflexionsschicht umfasst vorzugsweise eine Metallschicht oder eine High-Refractive-Index-Schicht (=HRI-Schicht, Schicht mit hohem Brechungsindex) oder Kombinationen daraus oder besteht daraus. Typische Materialien einer HRI-Schicht sind beispielsweise ZnS und/oder TiO_2. Die High-Refractive-Index-Schicht kann Materia-

lien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus SiO_x, MgO, TiO_x, Al_2O_3, ZnO, ZnS umfassen oder daraus bestehen. Die Variable x liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 0 bis 3, also x=0, 1, 2, 3. Die Reflexionsschicht kann folgende Metalle einzeln oder in Kombination umfassen oder daraus bestehen: Chrom, Aluminium, Gold, Kupfer, Zinn, Indium, Silber und eine Legierung eines oder mehrerer der vorstehenden Metalle. Es ist auch möglich, dass die Reflexionsschicht vorzugsweise eines oder mehrere Metalloxide, ausgewählt aus Aluminiumoxid, Chromoxid, Siliziumoxid, Indiumzinnoxid, Titanoxid und Kombinationen davon aufweist. Die Reflexionsschicht weist vorzugsweise einen Brechungsindex für Wellenlängen in einem Bereich von 420 nm bis 780 nm von mehr als 1,9 aufweist. Die Schichtdicke der Reflexionsschicht liegt insbesondere in einem Bereich von 40 nm bis 200 nm, bevorzugt in einem Bereich von 40 nm bis 100 nm. Die Schichtdicke bezieht sich bevorzugt auf eine Schicht der Reflexionsschicht. Bei einer mehrschichtigen Reflexionsschicht kann insbesondere ein oder mehrere der Schichten die angegebene Schichtdicke aufweisen.

[0051] Typischerweise wird die Reflexionsschicht im Vakuum aufgedampft oder gesputtert. Die Reflexionsschicht kann auch nur partiell aufgebracht werden oder ausgestaltet sein und/oder in Teilbereichen unterschiedliche Dicken aufweisen.

[0052] Vorzugsweise weist das Sicherheitselement auf der Seite der Kleberschicht, die der Replikationsschicht und der Reflexionsschicht zugewandt ist, eine Stabilisierungsschicht auf. Durch die Stabilisierungsschicht wird insbesondere erreicht, dass das Laminat so ausgebildet werden kann, dass ein Kohäsionsbruch in der Kleberschicht bereitgestellt werden kann bzw. ein Kohäsionsbruch beim Abziehen der Deckschicht wahrscheinlicher wird, beispielsweise bei einer relativ dünnen Kleberschicht, die allein noch zu einem Adhäsionsbruch neigen würde. Vorteilhafterweise erfüllt die Stabilisierungsschicht gleichzeitig eine Schutzfunktion beim Einlaminieren, indem sie dazu dient, die Brillanz der optischen Effekte bei der Lamination weitgehend zu erhalten und Verwerfungen des Sicherheitselements, insbesondere der Transferlage mit dem Sicherheitselement, zu vermeiden.

[0053] Die Stabilisierungsschicht weist vorzugsweise eine Dicke von 0,5 µm bis 20 µm, bevorzugt im Bereich 1 µm bis 10 µm, auf. Es ist insbesondere möglich, dass die Stabilisierungsschicht, vorzugsweise wenn die Kleberschicht an der Aufzeichnungsschicht haftet, eine Dicke von 1 µm bis 10 µm aufweist und/oder zusammen mit der Dicke der Kleberschicht mindestens 1 µm und/oder zusammen mit der Dicke der Kleberschicht maximal 40 µm aufweist und/oder eine 0,1-fache bis 20-fache Dicke der Dicke der Kleberschicht aufweist. Insbesondere hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass ein Verhältnis der Dicke der Kleberschicht zur Dicke der Stabilisierungsschicht in einem Bereich von 0,4 bis 4 liegt.

[0054] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Stabilisierungsschicht eine Schicht aufweist oder daraus besteht, die aus einem Material mit einem E-Modul in einem Bereich von 500 bis 1500 MPa, besteht.

[0055] Die Stabilisierungsschicht umfasst oder besteht insbesondere aus einem Material einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, vernetzte Polymere, UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel. Die Stabilisierungsschicht kann durch einen mittels Strahlung vernetzbaren Lack gebildet sein oder auch durch einen chemisch reaktiven Lack, wie beispielsweise ein Epoxidharz.

[0056] Vorzugsweise weist die Stabilisierungsschicht ein sprödes Verhalten auf. Bei einem Auftrennversuch oder bei einer E-Modul-Messung an einer Zugprobe des Laminats findet vorteilhafterweise eine elastische Verformung der Stabilisierungsschicht statt.

[0057] Vorzugsweise ist die Stabilisierungsschicht transparent, insbesondere klar transparent. Bevorzugt weist die Stabilisierungsschicht eine glatte Oberfläche auf. Die Stabilisierungsschicht kann auch aus mehreren Schichten bestehen und beispielsweise eine Haftvermittlerschicht zur Anbindung and die Reflexionsschicht umfassen.

[0058] Zwischen Ablöseschicht und Replikationsschicht können sich ein oder mehrere weitere Schichten befinden, die weitere Funktionen erfüllen. Es kann beispielsweise eine Schutzschicht vorgesehen sein, die zwischen der Ablöseschicht und der Replikationsschicht angeordnet ist. Diese erfüllt insbesondere eine stabilisierende mechanische Wirkung gegen Degradation beim Einlaminieren des Sicherheitselements zwischen der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht, insbesondere wobei Aufzeichnungsschicht und die Deckschicht umfassend oder bestehend aus Polycarbonat sind. Hierzu ist oder wird eine solche Schutzschicht bevorzugt thermisch stabilisiert, beispielsweise durch eine Vernetzung mittels Strahlung oder mittels einer chemischen Reaktion. Die Schutzschicht umfasst vorzugsweise oder besteht bevorzugt aus Materialien ein-

zeln oder in Kombination ausgewählt aus: Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, vernetzte Polymere, oder UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel.

[0059] Zum Einlaminieren des Sicherheitselements ist oder wird vorzugsweise ein Laminierverfahren, bevorzugt mittels eines Rollenlaminators oder einer Hubpresse, durchgeführt.

[0060] Bei einem Rollenlaminator können die Aufzeichnungsschicht, die Deckschicht und das zwischen diesen beiden Schichten angeordnete Sicherheitselement beispielsweise zwischen mindestens zwei beheizten Rollen eingeführt werden. Bei einer Hubpresse können die Aufzeichnungsschicht, die Deckschicht und das zwischen diesen beiden Schichten angeordnete Sicherheitselement beispielsweis zwischen beheizten Platten eingeführt werden.

[0061] Das Einlaminieren ist oder wird vorzugsweise mittels eines Drucks, der auf die Aufzeichnungsschicht, die Deckschicht und/oder das Sicherheitselement ausgeübt wird, von 10 N/cm^2 bis 400 N/cm^2, vorzugsweise 40 N/cm^2 bis 200 N/cm^2, durchgeführt. Es ist möglich, dass das Einlaminieren mittels einer Temperatur, die von einer Wärmequelle, insbesondere von ein oder mehreren der beheizten Rollen oder ein oder mehreren der beheizten Platten, auf die Aufzeichnungsschicht, die Deckschicht und/oder das Sicherheitselement einwirkt, von mehr als 150°C, vorzugsweise zwischen 160°C und 210°C durchgeführt wird oder ist. Das Einlaminieren wird oder ist vorzugsweise mittels einer Kontaktzeit der Wärmequelle mit der Aufzeichnungsschicht und/oder der Deckschicht in einem Bereich von 1 Minute oder mehr und 30 Minuten oder weniger durchgeführt. Der Kontakt der Wärmequelle erfolgt dabei vorzugsweise direkt oder indirekt über weitere Schichten mit der Aufzeichnungsschicht und der Deckschicht. Die obenstehenden Einstellungen sind vorzugsweise für eine Aufzeichnungsschicht und eine Deckschicht bestehend aus oder umfassend Polycarbonat zu verwenden. Für andere Materialien, wie beispielsweise Polyvinylchlorid, können davon abweichende, auf die zu verarbeitenden Materialien abgestimmte Einstellungen hinsichtlich Temperatur und Druck Verwendung finden.

[0062] Es ist möglich, dass vor oder zum Bereitstellen der mit dem Sicherheitselement versehenen Deckschicht oder Aufzeichnungsschicht folgende Schritte, insbesondere in der angegebenen Reihenfolge, durchgeführt werden:

- Bereitstellen einer Transferfolie mit einer Trägerschicht und mit einer Transferlage, wobei die Transferlage das Sicherheitselement aufweist und die Ablöseschicht auf der der Trägerschicht zugewandten Seite des Sicherheitselements angeordnet ist.

- Applizieren des Sicherheitselements auf die Aufzeichnungsschicht oder auf die Deckschicht.

[0063] Als Trägerschicht wird zweckmäßigerweise eine mechanisch stabile, also insbesondere selbsttragende, Trägerfolie verwendet. Typischerweise umfasst die Trägerschicht oder besteht die Trägerschicht aus Polyester, vorzugsweise Polyethylenterephthalat (kurz: PET), oder Polyethylennaphthalat (kurz: PEN). Die Dicke der Trägerschicht liegt vorzugsweise in einem Bereich von 5 bis 150 µm, bevorzugt 5 bis 50 µm, weiter bevorzugt 10 bis 25 µm. Bevorzugt ist die Trägerschicht transparent.

[0064] Das Applizieren des Sicherheitselements wird bevorzugt mittels folgender Schritte, insbesondere in der angegebenen Reihenfolge, durchgeführt:

- Aufbringen der Kleberschicht auf die Aufzeichnungsschicht oder auf die Deckschicht

- Abziehen der Trägerschicht von der Transferlage, so dass das Sicherheitselement auf der Aufzeichnungsschicht oder der Deckschicht verbleibt.

[0065] Die Transferlage kann dabei vollständig oder bereichsweise, beispielsweise durch ein von einem Prägestempel oder einer Prägewalze vorgegebenes Muster, übertragen werden. Alternativ kann ein bereichsweiser, insbesondere musterförmig, aufgedruckter Klebstoff das bereichsweise Übertragen der Transferlage bewirken, so dass das Sicherheitselement von dem aufgedruckten Klebstoff und der bereichsweise übertragenen Transferlage gebildet wird. Die Kleberschicht des Sicherheitselements umfasst oder besteht dann bevorzugt aus der aufgedruckten Kleberschicht.

[0066] Die Ablöseschicht stellt beim Applizieren zweckmäßigerweise sicher, dass der Schichtverbund der Transferlagen von der Trägerschicht ablösbar ist. Insbesondere kann die Ablöseschicht beim Einlaminieren des Sicherheitselements überraschenderweise sicherstellen, dass eine gute Haftung mit der angrenzenden Deckschicht oder Aufzeichnungsschicht, insbesondere wenn diese Polycarbonat umfassen oder daraus bestehen, erreicht wird. Die Ablöseschicht erfüllt somit insbesondere eine Doppelfunktion, da sie einerseits

eine verbesserte Ablösung bei der Herstellung und andererseits eine verbesserte Haftung im Endprodukt gewährleistet.

[0067] Zwischen der Ablöseschicht und der Trägerschicht können ein oder mehrere Wachsschichten angeordnet sein. Insbesondere kann durch eine oder mehrere, bevorzugt dünne, Wachsschichten die Trennung der Transferlage vom Träger verbessert werden. Die Dicke einer Wachsschicht liegt jeweils vorzugsweise in einem Bereich von 1 nm bis 50 nm. Die ein oder mehreren Wachsschichten werden vor dem Einlaminieren des Sicherheitselements vorzugsweise entfernt. Hiermit kann insbesondere ein starker Verbund der Ablöseschicht mit der Aufzeichnungsschicht oder der Deckschicht erreicht werden.

[0068] Das Aufbringen der Kleberschicht ist oder wird vorzugsweise mittels Heißprägen durchgeführt. Es ist insbesondere möglich, dass das Heißprägen bei einer Temperatur von 80°C bis 300°C, von 100°C bis 240°C, besonders bevorzugt von 100°C bis 180°C, durchgeführt. Das Heißprägen ist oder wird vorzugsweise mit einem Prägedruck von 10 N/cm² bis 10000 N/cm², bevorzugt von 100 N/cm² bis 5000 N/cm² durchgeführt. Vorzugsweise ist oder wird das Heißprägen mit einer Prägezeit von 0, 01 s bis 2 s, bevorzugt von 0,01 s bis 1 s, durchgeführt.

[0069] Die Reliefoberfläche der Replikationsschicht bildet vorzugsweise optisch aktive Strukturen. Unter optisch aktiven Strukturen sind insbesondere Strukturen zu verstehen, einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: diffraktives Oberflächenrelief, holographisches Oberflächenrelief, Beugungsgitter erster Ordnung, Beugungsstruktur Nullter Ordnung, Blaze-Gitter, achromatisches Oberflächenrelief, Oberflächenrelief in Form einer Linse und/oder eines Linsenrasters, eine Anordnung von Mikrospiegeln, Mikroprismen, Mikrolinsen, Mikrofacetten, Freiformfläche, Spiegelfläche, Mattstruktur, insbesondere isotrope oder anisotrope Mattstruktur.

[0070] Weiter ist es möglich, dass die Replikationsschicht Thermoplasten oder vernetzte Polymere, vorzugsweise UV-vernetzte Polymere, umfasst oder daraus besteht. Die Replikationsschicht weist vor der Replikation vorzugsweise eine glatte Oberfläche auf. Die Dicke der Replikationsschicht liegt insbesondere in einem Bereich von 0,2 µm bis 20 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm.

[0071] In die Replikationsschicht ist oder wird durch ein Replizieren eine Reliefoberfläche abgeformt. Die Abformung kann thermoplastisch erfolgen, indem mittels eines Werkzeugs, welches die optisch aktiven Strukturen als entsprechend negativ ausgeformtes Relief aufweist, bevorzugt unter Druck und Temperatur die Oberfläche strukturiert wird. Die Replikationsschicht kann auch aus einem polymerisierbaren oder polymerisierten Lack gebildet sein, vorzugsweise bestehend aus Mono- und Oligomeren, der nach oder beim Einbringen der Reliefoberfläche polymerisiert wird oder ist. Diese Polymerisation kann mittels UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung erfolgen. Die Replikationsschicht kann auch eine Hybridform darstellen, indem sie thermoplastisch verformt ist oder wird und anschließend ausgehärtet ist oder wird. Die Replikationsschicht umfasst vorzugsweise oder besteht vorzugsweise aus Materialien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: Thermoplaste, vernetzte Polymere, oder UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel.

[0072] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1a, **Fig.** 1b, **Fig.** 1c und **Fig.** 1d schematisch einen Querschnitt eines Laminats,

Fig. 2a, **Fig.** 2b, **Fig.** 3a und **Fig.** 3b schematisch ein Verfahren zur Herstellung eines Laminats,

Fig. 4a und **Fig.** 4b schematisch eine Transferfolie und dessen Herstellung,

Fig. 5 schematisch den Aufbau eines Peel-Tests,

Fig. 6 schematische Messkurven eines spröden und duktilen Materialversagens.

[0073] **Fig.** 1a und **Fig.** 1b zeigen schematisch jeweils ein Laminat 1 in einem Querschnitt. Das Laminat 1 ist vorzugsweise ein Sicherheitsdokument.

[0074] Das Laminat 1 umfasst eine Aufzeichnungsschicht 11, eine transparente Deckschicht 12 und ein Sicherheitselement 20. Das Sicherheitselement 20 ist zwischen der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12 einlaminiert. Das Sicherheitselement 20 weist eine Ablöseschicht 21, eine optionale Schutzschicht 22, eine Replikationsschicht 23 mit einer auf ihrer, der Ablöseschicht 21 abgewandten, Seite angeordneten

Reliefoberfläche, eine auf der Reliefoberfläche angeordnete Reflexionsschicht 24 und eine Kleberschicht 25 auf.

[0075] Die Kleberschicht 25 bildet eine der Ablöseschicht 21 abgewandte Seite des Sicherheitselements 20. Das Laminat 1 ist derart ausgestaltet, dass die Kleberschicht 25 des Sicherheitselements 20 durch eine von der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12 auf das Sicherheitselement 20 ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist.

[0076] Die Kleberschicht 25 des in **Fig.** 1a gezeigten Laminats 1 haftet an der Aufzeichnungsschicht 11, wobei die Ablöseschicht 21 an der Deckschicht 12 haftet. Die Kleberschicht 25 des in **Fig.** 1b gezeigten Laminats 1 haftet an der Deckschicht 12, wobei die Ablöseschicht 21 an der Aufzeichnungsschicht 11 haftet.

[0077] In dem abgebildeten Querschnitt ist die Dicke einer Schicht insbesondere durch die Höhe, also die Maße in vertikaler Richtung, angegeben. Eine Betrachtung auf eine von dem Laminat oder dessen Schichten aufgespannte Ebene oder Hauptfläche entspricht beispielsweise einer Ansicht von oben. Die Kleberschicht 25 des Laminats 1 und des durch das erfindungsgemäße Verfahren erhältliche Laminat ist insbesondere durch eine von der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12 auf das Sicherheitselement 20 ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar. Das Vorliegen einer in sich aufspaltbaren Kleberschicht 25 oder einer durch die Kleberschicht definierten Sollbruchstelle kann insbesondere durch die unten beschriebenen Peel-Tests ausgehend von den Ausführungen zu **Fig.** 5 ermittelt werden.

[0078] Nicht gezeigt in den **Fig.** 1a und **Fig.** 1b ist der Verbund zwischen der Deckschicht 12 und der Aufzeichnungsschicht 11. Zwischen der Deckschicht 12 und der Aufzeichnungsschicht 11 ist im Laminat 1 üblicherweise jedoch kein Zwischenraum vorgesehen. Die gegenüberliegenden Oberflächen der Deckschicht 12 und der Aufzeichnungsschicht 11 sind insbesondere in Bereichen außerhalb des Sicherheitselements 20 miteinander verschmolzen, wie dies beispielsweise durch **Fig.** 1c und **Fig.** 1d veranschaulicht wird und wie dies insbesondere mit den hier beschriebenen Verfahren erreicht werden kann. Insbesondere bilden die Deckschicht 12 und die Aufzeichnungsschicht 11 einen monolithischen Körper. Unter einlaminiert bzw. Einlaminieren ist zu verstehen, dass bevorzugt mittels eines Laminierverfahrens ein stoffschlüssiger Verbund der Aufzeichnungsschicht 11 und Deckschicht 12 hergestellt ist oder wird, so dass das Sicherheitselement 20 vollständig von den beiden Schichten 11 und 12 eingeschlossen ist. Das Sicherheitselement 20 ist oder wird insbesondere einlaminiert, indem die Aufzeichnungsschicht 11 und die Deckschicht 12 verschweißt sind oder werden und dabei bevorzugt das Sicherheitselement 20, vorzugsweise bei Betrachtung senkrecht auf eine von dem Laminat 1 aufgespannte Ebene oder Hauptfläche, also in **Fig.** 1a und **Fig.** 1b in einer Ansicht von oben vollständig umschließen.

[0079] Die Aufzeichnungsschicht 11 weist vorzugsweise weitere Stoffe, wie insbesondere eine Dotierung, auf. Mittels der Dotierung kann die Absorptionsfähigkeit der Aufzeichnungsschicht 11 von Energie erhöht werden. Materialien für eine Dotierung werden insbesondere ausgewählt aus ein oder mehreren der folgenden Materialien: Chrom, Erbium, Neodym, Praseodym, Titan, Ytterbium. So ist oder wird beispielsweise mittels eines Lasers, vorzugsweise eines YAG-Lasers, bevorzugt eines Nd:YAG-Lasers (kurz für Neodym-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser), eine Information in die Aufzeichnungsschicht 11 eingeschrieben. Die emittierte Wellenlänge des YAG-Lasers beträgt vorzugsweise 1064 nm. Die Aufzeichnungsschicht 11 ist also insbesondere durch die Deckschicht 12 hindurch mittels eines Lasers bearbeitbar, um Informationen in die Aufzeichnungsschicht 11 einzuschreiben. Das Sicherheitselement 20 überlappt bevorzugt solche eingeschriebenen Informationen und erhöht damit die Fälschungssicherheit des Laminats 1, insbesondere Sicherheitsdokuments.

[0080] Die Aufzeichnungsschicht 11 und/oder die Deckschicht 12 umfasst oder besteht in einer bevorzugten Ausführungsform aus Polycarbonat. Sogenannte Composite-Laminate, bei denen die Aufzeichnungsschicht und/oder die Deckschicht aus unterschiedlichen Materialien, beispielweise aus PVC mit einem PET-Kern bestehen, sind ebenfalls denkbar. Es ist insbesondere vorteilhaft, dass die Aufzeichnungsschicht 11 und die Deckschicht 12 Polycarbonat umfassen oder daraus bestehen und mittels des Einlaminierens stoffschlüssig miteinander verbunden, insbesondere zusammengeschweißt, sind oder werden. Somit kann beim Einlaminieren ein besonders stabiler Verbund erreicht werden. Ein stoffschlüssiger Verbund von Polycarbonat-Schichten, insbesondere aus nahezu 100% Polycarbonat, welcher bei einem Laminierverfahren vorteilhafterweise durch ein Zusammenschweißen erreicht wird, kann von einem Fälscher nicht bzw. nur sehr schwer aufgetrennt werden. Ein Ablöseversuch, der sich insbesondere die durch das Sicherheitselement 20 verringerte Haftung zunutze macht, wurde durch die untenstehenden Tests, insbesondere wie zu **Fig.** 5 beschrie-

ben, nachgebildet und kann durch einen Kohäsionsbruch und entsprechend ausgewählte Geometrie- und Materialparameter erschwert werden, beispielsweise durch eine Erhöhung der Peel-Kraft.

[0081] In dem anhand der **Fig.** 1a beschriebenen Beispiel für ein Laminat 1 können beispielsweise die folgenden Schichtdicken realisiert sein. Die Deckschicht 12 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Schichtdicke von 50 µm bis 150 µm auf. Die Aufzeichnungsschicht 11 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 50 µm bis 150 µm auf. Die Kleberschicht 25 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 2 µm bis 10 µm auf. Die Reflexionsschicht 24 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 40 nm bis100 nm auf. Die Replikationsschicht 23 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 0,2 µm bis 10 µm auf. Die optionale Schutzschicht 22 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 1,0 µm 10,0 µm auf.

[0082] In dem anhand der **Fig.** 1b beschriebenen Beispiel für ein Laminat 1 können beispielsweise die folgenden Schichtdicken realisiert sein. Die Deckschicht 12 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Schichtdicke von 50 µm bis 150 µm auf. Die Aufzeichnungsschicht 11 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 50 µm bis 150 µm auf. Die Kleberschicht 25 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 2 µm bis 10 µm auf. Die Reflexionsschicht 24 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 40 nm bis 100 nm auf. Die Replikationsschicht 23 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 0,2 µm bis 10 µm auf. Die optionale Schutzschicht 22 weist in diesem Beispiel bevorzugt eine Dicke von 0,1 µm bis 10 µm auf.

[0083] Die Kleberschicht 25 haftet über eine Klebeverbindung an der in **Fig.** 1a gezeigten Aufzeichnungsschicht 11 oder an der in **Fig.** 1b gezeigten Deckschicht 12. Die Ablöseschicht haftet dabei bevorzugt über eine Schweißverbindung an der in **Fig.** 1a gezeigten Deckschicht 12 oder der in **Fig.** 1b gezeigten Aufzeichnungsschicht 11. Vorzugsweise haftet die Kleberschicht durch eine stoffschlüssige Verbindung an der Reflexionsschicht und/oder durch eine stoffschlüssige Verbindung an der Replikationsschicht 23. Die Reflexionsschicht haftet insbesondere über eine stoffschlüssige Verbindung an der Replikationsschicht 23.

[0084] Vorteilhafterweise ist eine Haftkraft der Kleberschicht 25 zu ihrer direkt benachbarten Schicht aus Deckschicht 12 oder Aufzeichnungsschicht 11 höher ist als die Kohäsionskraft der Kleberschicht 25. Vorzugsweise ist eine Haftkraft innerhalb der Kleberschicht 25, insbesondere eine Kohäsionskraft der Kleberschicht 25 geringer als eine Haftkraft zwischen dem Sicherheitselement 20 und der Aufzeichnungsschicht 11 und auch geringer als eine Haftkraft zwischen dem Sicherheitselement 20 und der Deckschicht 12.

[0085] Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Kleberschicht 25 die geringste Streckgrenze, insbesondere geringste obere Streckgrenze, und/oder den geringsten E-Modul der Schichten des Sicherheitselements 20, der Aufzeichnungsschicht 11 und/oder der Deckschicht 12 aufweist. Bevorzugt ist eine geringste Kraft aus Kohäsions- und Adhäsionskräften innerhalb des Sicherheitselements 20 oder innerhalb des Laminats 1 mit dem Sicherheitselement 20 die Kohäsionskraft der Kleberschicht 25 ist. Wie in **Fig.** 1a und **Fig.** 1b zu sehen ist, ist die Kleberschicht 25 insbesondere vollflächig und durchgehend in dem Sicherheitselement 20 angeordnet.

[0086] Die Kleberschicht 25 dient bevorzugt der Anbindung einer Transferlage einer Transferfolie, wie diese beispielsweise zu **Fig.** 4a und **Fig.** 4b beschrieben ist, welche ein oder mehrere erfindungsgemäße Sicherheitselemente 20 trägt, an das Substrat bei der Applikation, d.h. insbesondere bei dem Aufbringen des Sicherheitselements 20 auf die Deckschicht 12 und/oder die Aufzeichnungsschicht 11 als Substrat. Dabei kann es sich um eine Kleberschicht 25 handeln, die mittels Wärme und Druck aktiviert wird. Hierzu wird typischerweise ein beheizter Stempel verwendet, dessen Form den zu übertragenden Bereich festlegt. Alternativ kann ein Transfer mittels eines sogenannten Kalttransfers erfolgen. Dabei wird eine Druckschicht aus einem Klebstoff, welche im Laminat 1 die Kleberschicht 25 bildet oder von der Kleberschicht 25 umfasst wird, bevorzugt auf die Transferlage einer Transferfolie, auf die Deckschicht 12 oder auf die Aufzeichnungsschicht 11, gedruckt. Dann wird vorzugsweise die Deckschicht 12 oder die Aufzeichnungsschicht 11 in Kontakt mit der Transferlage gebracht und die Druckschicht aus Klebstoff ausgehärtet, insbesondere so, dass das Sicherheitselement 20 aus der Transferlage und der gedruckten Kleberschicht gebildet wird. Die Kleberschicht 25 kann wiederum aus mehreren unterschiedlichen Schichten aufgebaut sein und beispielsweise ein oder mehrere Haftvermittlerschichten, vorzugsweise zusätzlich zur duktilen Schicht, beinhalten, um die Anbindung der Kleberschicht 25 an die Reflexionsschicht 24 oder an die optional vorhandene Stabilisierungsschicht sicherzustellen.

[0087] Es ist auch möglich, dass die Kleberschicht 25 eine duktile Schicht aufweist oder daraus besteht, insbesondere wobei als eine duktile Schicht eine Schicht mit der höchsten Bruchdehnung im Sicherheitselement im Vergleich zu den anderen Schichten des Sicherheitselements verstanden wird.

[0088] Hierdurch ist es möglich, dass die Kleberschicht 25 eine duktile Schicht aufweist oder daraus besteht, wobei die duktile Schicht durch einen Kohäsionsbruch in sich aufspaltbar ist. Vorteilhafterweise wird durch die duktile Schicht, insbesondere gegenüber einer spröden Kleberschicht, der Kohäsionsbruch begünstigt bzw. ein Adhäsionsbruch erschwert. Hierdurch kann die Peel-Kraft erhöht werden.

[0089] In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Kleberschicht 25, insbesondere die duktile Schicht, ein Material mit einem E-Modul in einem Bereich von 20 MPa bis 300 MPa, vorzugsweise von 50 MPa bis 200 MPa, bevorzugt von 75 MPa bis 150 MPa, besteht daraus. Der E-Modul wird jeweils bestimmt gemäß DIN EN ISO 527-3:2003-07 („Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften - Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln - Ausgabedatum: 2003-07), vorzugsweise bei Raumtemperatur (25°C). Die Ermittlung des Elastizitätsmoduls-Zug erfolgt dabei an Folienprüfstreifen, mittels einer Zug-Prüfmaschine (beispielsweise eine Zug-Prüfmaschine der Fa. ZwickRoell GmbH & Co. KG, Ulm, DE). Die Breite der Folienstreifen beträgt vorzugsweise 15 mm +/- 0,1 mm, die Länge der Folienstreifen beträgt vorzugsweise 100 mm +/- 0,5 mm oder 50 mm +/- 0,5 mm für Folienmaterialien mit insbesondere hoher Dehnung. Die Prüfgeschwindigkeit beträgt für eine Folienlänge von 100 mm 10 mm/min +/- 1 mm/min oder die Prüfgeschwindigkeit beträgt für eine Folienlänge von 50 mm 5 mm/min +/- 1 mm/min.

[0090] Bevorzugt ist oder wird die Kleberschicht 25 auf Basis von Polymethylmethacrylat hergestellt. Es ist auch möglich, dass die Kleberschicht 25 ein oder mehrere Additive umfasst einzeln oder in Kombination ausgewählt aus Füllstoffen, wie beispielsweise TiO_2, $BaSO_4$, oder Kieselsäure.

[0091] Die Kleberschicht 25, insbesondere die duktile Schicht, kann milchig-weiß sein.

[0092] Die Kleberschicht 25, insbesondere die duktile Schicht, weist insbesondere eine Dicke in einem Bereich von 0,2 µm bis 20 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, auf. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Kleberschicht eine Dicke in einem Bereich von 4 µm bis 20 µm, weiter bevorzugt von 4 µm bis 10 µm, und/oder in einem Bereich von 6 µm bis 20 µm, insbesondere von 6 µm bis 10 µm, aufweist. Die Kleberschicht weist vorzugsweise eine Glasübergangstemperatur Tg in einem Bereich von 20°C bis 50°C auf. Ferner ist eine Schmelztemperatur Tm der Kleberschicht in einem Bereich von 40°C bis 150°C bevorzugt. Die molare Masse der Kleberschicht liegt insbesondere in einem Bereich von 100 kg/mol bis 350 kg/mol.

[0093] Es ist möglich, dass die Kleberschicht 25 vor der Applikation auf die Deckschicht 12 oder die Aufzeichnungsschicht 11 eine leicht raue Oberfläche aufweist. Die Oberflächenrauhigkeit liegt bevorzugt zwischen 0,4 µm und 2,0 µm, insbesondere zwischen 0,6 µm und 1,0 µm. Die dazu notwendigen Messungen werden vorzugsweise mit einem Mikroskop, möglicherweise ein Keyence VK-X3000, und der dazu notwendigen Software, möglicherweise VK Analyzer, durchgeführt.

[0094] Die Ablöseschicht 21 weist insbesondere eine Dicke in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 5 µm, auf, hier beispielsweise 4 µm. Es ist möglich, dass die Ablöseschicht 21 Thermoplasten, thermoplastische Elastomere oder vernetzte Polymere, vorzugsweise UV-vernetzte Polymere, umfasst oder daraus besteht. Die Ablöseschicht 21 umfasst oder besteht aus Materialien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, vernetzte Polymere, oder UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel. Die Ablöseschicht 21 ist zweckmäßigerweise transparent. Es ist bevorzugt, dass die Ablöseschicht 21 vor der Lamination eine geringe Oberflächenrauhigkeit aufweist, insbesondere einen R3z-Wert von kleiner 2 µm, bevorzugt kleiner 0,5 µm.

[0095] Hier wird beispielsweise eine Reflexionsschicht 24 aus Aluminium mit einer Schichtdicke von 50 nm verwendet. Es ist auch möglich, dass die Reflexionsschicht 24 eine Metallschicht oder eine High-Refractive-Index-Schicht (=HRI-Schicht) oder Kombinationen daraus umfasst oder daraus besteht. Typische Materialien einer HRI-Schicht sind beispielsweise ZnS und/oder TiO2. Die High-Refractive-Index-Schicht kann Materialien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus SiO_x, MgO, TiO_x, Al_2O_3, ZnO, ZnS umfassen oder daraus bestehen. Die Variable x liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 0 bis 3, also x=0, 1, 2, 3. Die Reflexionsschicht 24 kann folgende Metalle einzeln oder in Kombination umfassen oder daraus bestehen: Chrom, Aluminium, Gold, Kupfer, Zinn, Indium, Silber und eine Legierung eines oder mehrerer der vorstehenden Metalle. Es ist auch möglich, dass die Reflexionsschicht 24 vorzugsweise eines oder mehrere Metalloxide, ausgewählt aus Aluminiumoxid, Chromoxid, Siliziumoxid, Indiumzinnoxid, Titanoxid und Kombinationen davon aufweist. Die Reflexionsschicht 24 weist vorzugsweise einen Brechungsindex für Wellenlängen in einem Bereich von 420 nm bis 780 nm von mehr als 1,9 aufweist. Die Schichtdicke der Reflexionsschicht 24 kann in einem

Bereich von 40 nm bis 200 nm, bevorzugt in einem Bereich von 40 nm bis 100 nm, liegen und beträgt hier beispielsweise 50 nm. Die Reflexionsschicht kann auch nur partiell ausgestaltet sein und/oder in Teilbereichen unterschiedliche Dicken aufweisen.

[0096] Vorzugsweise weist das Sicherheitselement 20 auf der Seite der Kleberschicht 25, die der Replikationsschicht 23 und der Reflexionsschicht 24 zugewandt ist, eine Stabilisierungsschicht 26 auf.

[0097] Vorteilhafterweise erfüllt die Stabilisierungsschicht 26 ihre Schutzfunktion beim Einlaminieren, indem sie dazu dient, die Brillanz der optischen Effekte bei der Lamination sicherzustellen und Verwerfungen des Sicherheitselements 20, insbesondere der Transferlage mit dem Sicherheitselement 20, zu vermeiden. Gleichzeitig kann durch die Stabilisierungsschicht 26 insbesondere erreicht werden, dass das Laminat 1 so ausgebildet werden kann, dass eine Sollbruchstelle durch einen Kohäsionsbruch von der Kleberschicht 25 bereitgestellt werden kann bzw. ein Kohäsionsbruch beim Abziehen der Deckschicht 12 wahrscheinlicher wird, beispielsweise bei einer relativ dünnen Kleberschicht 25, die allein noch zu einem Adhäsionsbruch neigen würde.

[0098] Die Stabilisierungsschicht 26 weist vorzugsweise eine Dicke von 0,5 µm bis 20 µm, bevorzugt im Bereich 1 µm bis 10 µm, auf. Es ist insbesondere möglich, dass die Stabilisierungsschicht 26, vorzugsweise wenn die Kleberschicht 25 an der Aufzeichnungsschicht 11 haftet, eine Dicke von 1 µm bis 10 µm aufweist und/oder zusammen mit der Dicke der Kleberschicht 25 mindestens 1 µm aufweist und/oder eine 0,1-fache bis 20-fache Dicke der Dicke der Kleberschicht 25 aufweist.

[0099] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Stabilisierungsschicht 26 eine Schicht aufweist oder daraus besteht, die aus einem Material mit einem E-Modul in einem Bereich von 500 bis 1500 MPa besteht.

[0100] Die Stabilisierungsschicht 26 umfasst oder besteht insbesondere aus einem Material einzeln oder in Kombination ausgewählt aus Thermoplasten, thermoplastische Elastomere oder vernetzte Polymere, oder UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel. Die Stabilisierungsschicht 26 kann durch einen mittels Strahlung vernetzbaren Lack gebildet sein oder auch durch einen chemisch reaktiven Lack, wie beispielsweise ein Epoxidharz.
Vorzugsweise weist die Stabilisierungsschicht 26 ein sprödes Verhalten auf.

[0101] Vorzugsweise ist die Stabilisierungsschicht 26 transparent, insbesondere klar transparent. Bevorzugt weist die Stabilisierungsschicht 26 eine glatte Oberfläche auf.

[0102] Zwischen der Ablöseschicht 21 und der Replikationsschicht 23 können sich ein oder mehrere weitere Schichten befinden, die weitere Funktionen erfüllen. Es kann beispielsweise eine optionale Schutzschicht 22 vorgesehen sein, die zwischen der Ablöseschicht 21 und der Replikationsschicht 23 angeordnet ist. Diese erfüllt insbesondere eine stabilisierende mechanische Wirkung gegen Degradation beim Einlaminieren des Sicherheitselements 20, vorzugsweise in der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12 aus Polycarbonat. Hierzu ist oder wird eine solche Schutzschicht 22 bevorzugt thermisch stabilisiert, beispielsweise durch eine Vernetzung mittels Strahlung oder mittels einer chemischen Reaktion. Die Schutzschicht 22 ist hier beispielsweise gebildet auf Basis von Thermoplasten und/oder thermoplastischen Elastomeren und/oder vernetzten Polymeren, vorzugsweise UV-vernetzte Polymere, Isocyanate, Additive, Katalysatoren, Trennmittel.

[0103] Es ist weiter möglich, dass die Schutzschicht transparent ist, insbesondere hoch transparent ist und/oder dass die Oberflächenrauigkeit der Schutzschicht gering, beispielsweise glatt, ist, insbesondere dass ein R3z-Wert der Schutzschicht von kleiner 2 µm, bevorzugt kleiner 0,5 µm, vorgesehen ist.

[0104] Die Reliefoberfläche der Replikationsschicht 23 bildet vorzugsweise optisch aktive Strukturen. In die Replikationsschicht 23 ist oder wird durch ein Replizieren eine Reliefoberfläche abgeformt. Die Abformung kann thermoplastisch erfolgen, indem mittels eines Werkzeugs, welches die optisch aktiven Strukturen als Relief aufweist, unter Druck und Temperatur die Oberfläche strukturiert wird. Die Replikationsschicht 23 kann auch aus einem polymerisierbaren oder polymerisierten Lack gebildet sein, vorzugsweise bestehend aus Mono- und Oligomeren, der nach oder beim Einbringen des Reliefs polymerisiert wird oder ist. Diese Polymerisation kann mittels UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung erfolgen. Die Replikationsschicht 23 kann auch eine Hybridform darstellen indem sie thermoplastisch verformbar ist und anschliessend ausgehärtet werden kann. In die Replikationsschicht 23 ist oder wird insbesondere mittels eines Replizierwerkzeugs mittels thermischer Replikation und/oder UV-Replikation eine entsprechende Reliefoberfläche abgeformt. Das Oberflä-

chenrelief kann auch mittels Laser eingebracht werden oder sein. Die Replikationsschicht 23 kann auch eine photoempfindliche Schicht sein, in die die Reliefoberfläche mittels Belichtung eingebracht wird, indem die Replikationsschicht 23 mit einem Muster unterschiedlicher Lichtstärke belichtet wird und anschließend, je nach Art der Photoempfindlichkeit, die belichteten oder die unbelichteten Bereiche der Replikationsschicht 23 insbesondere mittels Lösemitteln weggewaschen bzw. abgelöst werden.

[0105] Die Replikationsschicht 23 weist vor der Replikation vorzugsweise eine glatte Oberfläche auf. Als Material für die Replikationsschicht 23 umfasst diese insbesondere Thermoplasten, vernetzte Polymere, vorzugsweise UV-vernetzte Polymere, oder daraus besteht. UV-vernetzte Polymere sind insbesondere durch UV-Bestrahlung mit Wellenlängen in einem Bereich von 100 nm bis 400 nm ausgehärtet. Die Replikationsschicht 23 umfasst vorzugsweise oder besteht vorzugsweise aus Materialien einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: Polyester, Polyurethan, Polyacrylat, Ethylen-Vinylacetat-Copolymer Harze, Polymethylmethacrylat, Epoxidharze, Harze auf Zellulosebasis.

[0106] Bevorzugt wird die Replikationsschicht 23 bei dem Einlaminieren des Sicherheitselements nicht erweicht. Insbesondere liegt die Erweichungstemperatur der Replikationsschicht 23 oberhalb der Laminiertemperatur des Einlaminierens. Hierdurch ist es möglich, dass die Replikationsschicht 23 und insbesondere die in der Replikationsschicht 23 eingeformten Strukturen während des Laminierens stabil bleibt. Hierbei wird beispielsweise die Brillanz der Dekorlage erhalten, beispielsweise indem eine darin abgeformte Reliefoberfläche erhalten bleibt, was insbesondere eine hohe Fälschungssicherheit gewährleistet.

[0107] Als Reliefoberfläche wird hierbei vorzugsweise eines der folgenden Reliefoberfläche oder eine Kombination aus zwei oder mehreren der folgenden Reliefoberflächen vorgesehen: diffraktives Oberflächenrelief, holographisches Oberflächenrelief, Beugungsgitter erster Ordnung, Beugungsstruktur Nullter Ordnung, Blaze-Gitter, achromatisches Oberflächenrelief, Oberflächenrelief in Form einer Linse und/oder eines Linsenrasters, eine Anordnung von Mikrospiegeln, Mikroprismen, Mikrolinsen, Mikrofacetten, Freiformfläche, Spiegelfläche, Mattstruktur, insbesondere isotrope oder anisotrope Mattstruktur.

[0108] Die Replikationsschicht 23 weist hierbei vorzugsweise unterschiedliche Teilbereiche auf, in welchen unterschiedliche Reliefoberflächen abgeformt sind, welche sich insbesondere in einem oder mehreren Reliefparametern unterscheiden und/oder aus unterschiedlichen der oben angeführten Reliefoberflächen bestehen. Dabei können sich auch mehrere der oben angeführten Reliefoberflächen überlagern.

[0109] Die Dicke der Replikationsschicht 23 liegt beispielsweise bei 8 µm und kann vorzugsweise in einem Bereich von 0,2 µm bis 20 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, liegen.

[0110] Vorzugsweise ist die Oberflächenrauigkeit der Replikationsschicht vor der Replikation sehr gering, beispielsweise glatt. Insbesondere weist die Oberfläche der Replikationsschicht einen R3z-Wert von kleiner 2 µm, bevorzugt kleiner 0,5 µm, auf.

[0111] **Fig.** 2a, **Fig.** 2b, **Fig.** 3a und **Fig.** 3b zeigen ein Verfahren zur Herstellung eines Laminats 1, das insbesondere ein Sicherheitsdokument ist. Hiermit kann beispielsweise ein Laminat hergestellt werden, wie dieses zu einer der **Fig.** 1a bis **Fig.** 1d beschrieben ist und insbesondere für die beschriebenen Versuche verwendet werden kann.

[0112] Bei dem Verfahren werden folgende Schritte, beispielsweise in der angegebenen Reihenfolge, durchgeführt:

- Bereitstellen einer Aufzeichnungsschicht 11;
- Bereitstellen einer transparenten Deckschicht 12;
- Bereitstellen eines Sicherheitselements 20.

[0113] Das Sicherheitselement weist dabei eine Ablöseschicht 21, eine Replikationsschicht 23 mit einer auf ihrer der Ablöseschicht 21 abgewandten Seite angeordneten Reliefoberfläche, eine auf der Reliefoberfläche angeordnete Reflexionsschicht 24 und eine Kleberschicht 25, welche eine der Ablöseschicht 21 abgewandte Seite des Sicherheitselements 20 bildet, auf.

[0114] Das Sicherheitselement 20 ist oder wird, wie in **Fig.** 2a und **Fig.** 2b gezeigt, auf die Deckschicht 12 aufgebracht oder, wie in **Fig.** 3a und **Fig.** 3b gezeigt, an die Aufzeichnungsschicht 11 angebracht. Das

Sicherheitselement 20 haftet dann insbesondere also mit der Kleberschicht 25 an der Deckschicht 12 oder an der Aufzeichnungsschicht 11.

[0115] Je nachdem auf welche der beiden Schichten 11 und 12 das Sicherheitselement 20 aufgebracht wird oder ist, kann das Bereitstellen der jeweils anderen Schicht auch erst danach erfolgen. Die Aufzeichnungsschicht 11 und die Deckschicht 12 werden dann bevorzugt so angeordnet, dass das Sicherheitselement 20 zwischen diesen beiden Schichten angeordnet ist.

[0116] Dann wird ein Einlaminieren des Sicherheitselements 20 zwischen der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12 durchgeführt. Gingen die in **Fig.** 2a und **Fig.** 2b gezeigten Schritte voraus, so haftet die Kleberschicht 25 an der Deckschicht 12 und die Ablöseschicht 21 haftet an der Aufzeichnungsschicht 11. Gingen die in **Fig.** 3a und **Fig.** 3b gezeigten Schritte voraus, so haftet die Kleberschicht 25 an der Aufzeichnungsschicht 11 und die Ablöseschicht 21 an der Deckschicht 12. Die beiden Alternativen könnten optional auch durch die Verwendung mehrerer Sicherheitselemente kombiniert werden.

[0117] Die Kleberschicht 25 des Sicherheitselements 20 wird dabei so ausgebildet, dass sie durch eine von der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12 auf das Sicherheitselement 20 ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist.

[0118] Hinsichtlich spezifischer Ausgestaltungen des Sicherheitselements 20 wird insbesondere auch auf die beschriebenen Ausführungen des Sicherheitselements des erfindungsgemäßen Laminats verwiesen.

[0119] Zum Einlaminieren des Sicherheitselements 20 ist oder wird insbesondere ein Laminierverfahren, vorzugsweise mittels eines Rollenlaminators oder einer Hubpresse, durchgeführt.

[0120] Bei einem Rollenlaminator können die Aufzeichnungsschicht 11, die Deckschicht 12 und das zwischen diesen beiden Schichten angeordnete Sicherheitselement 20 beispielsweise zwischen mindestens zwei beheizten Rollen eingeführt werden. Bei einer Hubpresse können die Aufzeichnungsschicht 11, die Deckschicht 12 und das zwischen diesen beiden Schichten angeordnete Sicherheitselement 20 beispielsweis zwischen beheizten Platten eingeführt werden.

[0121] Das Einlaminieren ist oder wird vorzugsweise mittels eines Drucks, der auf die Aufzeichnungsschicht 11, die Deckschicht 12 und/oder das Sicherheitselement 20 ausgeübt wird, von 10 N/cm² bis 400 N/cm², vorzugsweise 40 N/cm² bis 200 N/cm², durchgeführt. Es ist möglich, dass das Einlaminieren mittels einer Temperatur, die von einer Wärmequelle, insbesondere von ein oder mehreren der beheizten Rollen oder ein oder mehreren der beheizten Platten, auf die Aufzeichnungsschicht 11, die Deckschicht 12 und/oder das Sicherheitselement 20 einwirkt, von mehr als 150°C, vorzugsweise zwischen 160°C und 210°C durchgeführt wird oder ist. Das Einlaminieren wird oder ist vorzugsweise mittels einer Kontaktzeit der Wärmequelle mit der Aufzeichnungsschicht 11 und/oder der Deckschicht 12 in einem Bereich von 1 Minute oder mehr und 30 Minuten oder weniger durchgeführt. Der Kontakt der Wärmequelle erfolgt dabei vorzugsweise direkt oder indirekt über weitere Schichten mit der Aufzeichnungsschicht 11 und der Deckschicht 12. Die obenstehenden Einstellungen sind vorzugsweise für eine Aufzeichnungsschicht 11 und eine Deckschicht 12 bestehend aus oder umfassend Polycarbonat zu verwenden. Für andere Materialien, wie beispielsweise Polyvinylchlorid, können davon abweichende, auf die zu verarbeitenden Materialien abgestimmte Einstellungen hinsichtlich Temperatur und Druck Verwendung finden.

[0122] **Fig.** 4a zeigt eine Transferfolie und die Herstellung der Transferfolie. **Fig.** 4b zeigt eine weitere Ausführungsform einer Transferfolie und deren Herstellung. Eine solche Transferfolie kann zur Anbringung des Sicherheitselements 20 an der Deckschicht 12 oder der Aufzeichnungsschicht 11 verwendet werden.

[0123] Es ist insbesondere möglich, dass vor oder zum Bereitstellen des Sicherheitselements 20, wie zu **Fig.** 2a, **Fig.** 2b, **Fig.** 3a und **Fig.** 3b beschrieben, der mit dem Sicherheitselement 20 versehenen Deckschicht 12 oder Aufzeichnungsschicht 11 folgende Schritte, insbesondere in der angegebenen Reihenfolge, durchgeführt werden:

- Bereitstellen einer wie zu **Fig.** 4a oder zu **Fig.** 4b beschriebenen Transferfolie mit einer Trägerschicht 31 und mit einer Transferlage, wobei die Transferlage das Sicherheitselement 20 aufweist und die Ablöseschicht 21 auf der der Trägerschicht 31 zugewandten Seite des Sicherheitselements 20 angeordnet ist.

- Applizieren des Sicherheitselements 20 auf die Aufzeichnungsschicht 11 oder auf die Deckschicht 12.

[0124] Als Trägerschicht 31 wird zweckmäßigerweise eine mechanisch stabile, also insbesondere selbsttragende, Trägerfolie 31 verwendet. Typischerweise umfasst die Trägerschicht oder besteht die Trägerschicht aus Polyester, vorzugsweise Polyethylenterephthalat (kurz: PET), oder Polyethylennaphthalat (kurz: PEN). Die Dicke der Trägerschicht liegt vorzugsweise in einem Bereich 5 bis 150 µm, bevorzugt 5 bis 50 µm, weiter bevorzugt 10 bis 25 µm. Bevorzugt ist die Trägerschicht transparent.

[0125] Das Applizieren des Sicherheitselements 20 wird beispielsweise mittels folgender Schritte, insbesondere in der angegebenen Reihenfolge, durchgeführt:

- Aufbringen der Kleberschicht 25 auf die Aufzeichnungsschicht 11 oder auf die Deckschicht 12
- Abziehen der Trägerschicht 31 von der Transferlage, so dass das Sicherheitselement 20 auf der Aufzeichnungsschicht 11 oder der Deckschicht 12 verbleibt.

[0126] Die Transferlage kann vollständig oder bereichsweise, beispielsweise durch ein von einem Prägestempel oder einer Prägewalze vorgegebenes Muster, übertragen werden. Alternativ kann ein bereichsweiser, insbesondere musterförmig, aufgedruckter Klebstoff das bereichsweise übertragen der Transferlage bewirken, so dass das Sicherheitselement von dem aufgedruckten Klebstoff und der bereichsweise übertragenen Transferlage, beispielsweise ohne die Kleberschicht oder mit der Kleberschicht, bevorzugt als Haftvermittlerschicht, die um die aufgedruckte Kleberschicht ergänzt wird, gebildet wird. Die Kleberschicht 25 des Sicherheitselements 20 umfasst oder besteht dann bevorzugt aus der aufgedruckten Kleberschicht.

[0127] Das Aufbringen der Kleberschicht 25 auf die Aufzeichnungsschicht 11 oder auf die Deckschicht 12 ist oder wird vorzugsweise mittels Heißprägen durchgeführt. Es ist insbesondere möglich, dass das Heißprägen bei einer Temperatur von 80°C bis 300°C, von 100°C bis 240°C, besonders bevorzugt von 100°C bis 180°C, durchgeführt. Das Heißprägen ist oder wird vorzugsweise mit einem Prägedruck von 10 N/cm^2 bis 10000 N/cm^2, bevorzugt von 100 N/cm^2 bis 5000 N/cm^2 durchgeführt. Vorzugsweise ist oder wird das Heißprägen mit einer Prägezeit von 0, 01 s bis 2 s, bevorzugt von 0,01 s bis 1 s, durchgeführt.

[0128] Wie in **Fig.** 4a gezeigt ist, kann eine Transferfolie hergestellt werden, indem auf die Trägerschicht 31 sukzessive die optionale Wachsschicht 32, die Ablöseschicht 21, die optionale Schutzschicht 22 und die Replikationsschicht 23 aufgebracht wird.

[0129] Die Ablöseschicht 21 stellt beim Applizieren zweckmäßigerweise sicher, dass der Schichtverbund der Transferlagen von der Trägerschicht 31 ablösbar ist. Beim Einlaminieren in das Laminat 1 stellt diese Schicht zudem insbesondere sicher, dass eine gute Haftung mit der angrenzenden Deckschicht 12 oder Aufzeichnungsschicht 11, insbesondere wobei diese Polycarbonat umfassen oder daraus bestehen, erreicht wird. Zwischen der Ablöseschicht 21 und der Trägerschicht 31 können ein oder mehrere Wachsschichten, wie die in **Fig.** 4a und **Fig.** 4b gezeigte optionale Wachsschicht 32 angeordnet sein. Insbesondere kann durch eine oder mehrere, bevorzugt dünne, Wachsschichten die Trennung der Transferlage vom Träger verbessert werden. Die Dicke einer Wachsschicht liegt jeweils vorzugsweise in einem Bereich von 1 nm bis 50 nm. Die Wachsschicht 32 wird vor dem Einlaminieren des Sicherheitselements vorzugsweise entfernt. Hiermit kann insbesondere ein starker Verbund der Ablöseschicht mit der Aufzeichnungsschicht oder der Deckschicht erreicht werden.

[0130] Nachdem die Replikationsschicht 23 aufgebracht wurde, kann durch eine Replikation, wie oben bereits beschrieben, eine Reliefoberfläche in die Replikationsschicht 23 abgeformt werden. Anschließend kann eine Reflexionsschicht 24 auf die Reliefoberfläche aufgebracht werden, insbesondere vollflächig oder aber auch teilflächig bzw. bereichsweise, z.B. in Form eines Musters. Hierzu wird die Reflexionsschicht beispielsweise in einem Vakuum aufgedampft oder gesputtert. Wie **Fig.** 4b zeigt, kann dann die optionale Stabilisierungsschicht 26 oder, wie **Fig.** 4a zeigt, die Kleberschicht 25 bevorzugt direkt auf die Reflexionsschicht 24, und insbesondere bei teilflächigem Auftrag der Reflexionsschicht 24 auch auf die Replikationsschicht 23, aufgebracht werden. Wie in **Fig.** 4b gezeigt ist, kann zusätzlich die optional vorhandene Stabilisierungsschicht 26 zwischen der Kleberschicht 25 und der Reflexionsschicht 24, und insbesondere zwischen der Kleberschicht 25 und der Replikationsschicht 23, aufgebracht werden bevor in diesem Fall die Kleberschicht 25 dann auf die Stabilisierungsschicht 26 aufgebracht wird.

[0131] Die Kleberschicht 25 kann dabei auch aus mehreren Schichten aufgebaut werden. Beispielsweise kann die Kleberschicht 25, insbesondere zusätzlich zur duktilen Schicht, ein oder mehrere Haftvermittlerschichten beinhalten, um die Anbindung der Kleberschicht 25 an die Reflexionsschicht 24 oder an die optional vorhandene Stabilisierungsschicht 26 sicherzustellen. Die im Laminat 1 an die Deckschicht 12 oder Auf-

zeichnungsschicht 11 haftende Schicht der Kleberschicht 25 kann insbesondere als eine Heißkleberschicht der Transferlage aufgebracht werden oder als eine Kaltkleberschicht in einem späteren Schritt auf die Transferlage und ggf. bereits vorhandene Schichten der Kleberschicht 25, oder aber auf die Aufzeichnungsschicht 11 oder die Deckschicht 12 aufgebracht werden.

[0132] **Fig.** 5 zeigt einen Aufbau für einen Peel-Test, wie dieser oben beschrieben ist, insbesondere für einen Test nach ISO/IEC 10373-1:2006(E); Absatz 5.3.

[0133] Beim Peel-Test wird insbesondere eine optional vorkonditionierte Karte in 10 mm breite Teststreifen geschnitten. Beispielsweise zeigt **Fig.** 5 einen solchen Teststreifen eines Laminats 1 schematisch in einem Querschnitt.

[0134] Beispielsweise werden alle Schichten auf einer Seite des Sicherheitselements 20 entfernt, bevorzugt mit einer Länge von 5 mm bis 10 mm. Das Sicherheitselement 20 ist insbesondere ein KINEGRAM®. Es wird beispielsweise mit einem scharfen Messer die Deckschicht 12 vom Kern abgeschält, d.h. insbesondere von der Aufzeichnungsschicht 11 abgeschält. Zweckmäßigerweise findet das Abschälen nur teilweise statt.

[0135] Anschließend wird vorzugsweise das abgeschälte Ende über eine Befestigungsklammer oder mittels eines Klebebandes 40 an die Halterung einer Zugprüfmaschine befestigt. Bevorzugt wird ein rechter Winkel zwischen den abgeschälten an der Zugprüfmaschine befestigten Schichten, insbesondere der Deckschicht 12, und den nicht abgeschälten Schichten, insbesondere des entsprechenden Teils der Deckschicht 12, der Aufzeichnungsschicht 11 und des Sicherheitselements 20, hergestellt. Insbesondere wird ein rechter Winkel zwischen der Deckschicht 12 und der Aufzeichnungsschicht 11 hergestellt. Zweckmäßigerweise kann der Unterteil des Laminats 1 bzw. des Teststreifens davon, insbesondere die Aufzeichnungsschicht 11, auf einer Stabilisierungsplatte fixiert werden. Während der Zugmessung kann die abgelöste Folienschicht, über eine Rolle geführt werden. Die Haftkraft (peel strength) wird vorzugsweise graphisch aufgezeichnet und anschließend ausgewertet, wobei bevorzugt die ersten und letzten 5 mm der Messung nicht berücksichtigt werden. Die Ergebnisse werden beispielsweise in N/10 mm angegeben.

[0136] Es ist auch möglich, dass die Messung an Stellen ohne Sicherheitselement vorgenommen wird, beispielsweise um die Haftkraft zwischen Deckschicht und Aufzeichnungsschicht zu testen.

[0137] Mittels des Peel-Kraft-Tests können vorteilhafterweise die Einflüsse der verschiedenen Schichten des Laminats 1 auf die Peel-Kraft ermittelt werden. Ein dominanter Einfluss auf die Peel-Kraft ist Dissipation im Kleber, wobei Energie im Kohäsionsbruch umgesetzt wird. Delaminiert ein Aufbau aufgrund eines Adhäsionsbruchs, insbesondere an der Grenzfläche zwischen Kleberschicht 25 und Deckschicht 12 oder Aufzeichnungsschicht 11, resultieren sehr viel geringere Peel-Kräfte als bei einem Kohäsionsbruch. Es ist vorteilhafterweise möglich, eine Peel-Kraft zum Ablösen der Deckschicht 12 einzustellen, die gleich oder größer ist als 3,5 N/10 mm Streifenbreite.

[0138] Die Messung der E-Moduln kann insbesondere wie im Folgenden beschrieben durchgeführt werden: Der E-Modul kann bestimmt werden gemäß DIN EN ISO 527-3:2003-07 („Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften - Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln - Ausgabedatum: 2003-07), vorzugsweise bei Raumtemperatur (25°C). Die Ermittlung des Elastizitätsmoduls-Zug erfolgt dabei an Folienprüfstreifen, mittels einer Zug-Prüfmaschine (beispielsweise eine Zug-Prüfmaschine der Fa. ZwickRoell GmbH & Co. KG, Ulm, DE). Die Breite der Folienstreifen beträgt vorzugsweise 15 mm +/- 0,1 mm, die Länge der Folienstreifen beträgt vorzugsweise 100 mm +/- 0,5 mm oder 50 mm +/- 0,5 mm für Folienmaterialien mit insbesondere hoher Dehnung. Die Prüfgeschwindigkeit beträgt für eine Folienlänge von 100 mm 10 mm/min +/- 1 mm/min oder die Prüfgeschwindigkeit beträgt für eine Folienlänge von 50 mm 5 mm/min +/- 1 mm/min.

[0139] **Fig.** 6 zeigt beispielhaft im Vergleich den Verlauf eines duktilen Materialversagens 6 sowie den Verlauf eines spröden Materialversagens 5 in einem Kraft-Weg-Diagramm. Die y-Achse gibt die Kraft F und die x-Achse den Weg L des Kraft-Weg-Diagramms an. Das spröde Materialversagen 5 zeichnet sich insofern dadurch aus, dass die gemessene Kraft sehr steil ansteigt und nach Erreichen der Reißfestigkeit des Materials schlagartig fällt. Bei einem duktilen Materialversagen 6 hingegen fällt der Anstieg der Messkurve merklich weniger steil aus, wobei die Kraft nach Erreichen der Streckspannung auf einem im Wesentlichen konstanten Niveau verbleit. Dieses Materialverhalten zeigt sich ebenfalls insbesondere in den Ergebnissen der Peel-Tests. Die Dissipation im Bereich der Bruchspitze bzw. Rissspitze während des Abziehens der Deckschicht verbleibt insbesondere bei einem Kohäsionsbruch auf einem möglichst hohem Niveau, was bei einem Adhäsionsbruch nicht gegeben ist.

[0140] Es werden im Folgenden beispielhafte Experimente und vergleichende Versuche zur Überprüfung beschrieben.

[0141] Um eine Verifikation durchzuführen, wurden beispielsweise entsprechende Muster hergestellt. Dabei diente insbesondere eine Heißprägefolie als Basis (B944059, hergestellt durch Leonhard Kurz Stiftung & Co. KG, Fürth, DE), welche eine Dicke von 19 µm aufwies. Die Folie verfügte dabei über den folgenden Aufbau: PET-Träger, Ablöseschicht, Schutzschicht und Replikationsschicht. In die Replikationsschicht wurde eine Reliefoberfläche abgeformt, wobei eine zylindrische Metallplatte gegen die Replikationsschicht gedrückt wurde. Die Temperatur der Platte betrug 180°C, der Druck betrug 100 N/cm^2, die Produktionsgeschwindigkeit betrug 20 m/min.

[0142] Anschließend wurde eine Reflexionsschicht bestehend aus Zink-Sulfit (ZnS) mit einer Dicke von 60 nm mittels Vakuumbeschichtung auf die Reliefoberfläche aufgebracht. Anschließend wurde im Tiefdruckverfahren ein Klebstoff auf Basis von Polymethylmethacrylat aufgebracht, wobei die Kleberschicht für die Untersuchungen bezüglich der Schichtdicke variiert wurde. Folgende Schichtdicken konnten nach Entfernung des Lösungsmittels bestimmt werden: 1 µm, 4 µm und 6 µm.

[0143] Anschließend wurden die Sicherheitselemente auf eine transparente Deckschicht aus Polycarbonat (Makrofol ID 6-2, hergestellt von Covestro AG, Leverkusen, DE) mit einer Dicke von 100 µm oder eine transparente Aufzeichnungsschicht aus Polycarbonat (Makrofol ID 6-2 laserbar, hergestellt von Covestro AG) mit einer Dicke von 100 µm appliziert. Dazu kam eine Heißpräge-Transfermaschine zum Einsatz, wobei eine Prägetemperatur von 170°C, ein Prägedruck von 250 N/cm^2 und eine Prägezeit von 0,5 s verwendet wurde. Daraufhin wurden Karten mit einem Aufbau gemäß der Norm ISO/IEC 7810:2003(E) hergestellt, wobei weißes Polycarbonat (Makrofol ID 6-4, hergestellt von Covestro AG) mit einer Dicke von 100 µm für den restlichen Kartenaufbau verwendet wurde. Für die Muster der Experimentreihe 1 bildete die Kleberschicht des Sicherheitselementes eine Klebeverbindung mit der Deckschicht; für die Muster der Experimentreihe 2 bildet die Kleberschicht des Sicherheitselements eine Verbindung mit der Aufzeichnungsschicht. Für den dazu notwendigen Laminierprozess wurde eine Prozesstemperatur von 190°C, ein Pressdruck von 120 N/cm^2 und eine Pressdauer von 15 Minuten gewählt. Nachfolgend wurden aus den Laminaten Karten gestanzt.

[0144] Die Peel-Kräfte bezüglich der Aufzeichnungsschicht und dem Sicherheitselement zeigen die Resultate der Experimentreihe 1. Die Peel-Kräfte bezüglich der Deckschicht und dem Sicherheitselement zeigen die Resultate der Experimentreihe 2. Die Peel-Kräfte wurden durch einen Peel-Test ermittelt, welcher nach ISO/IEC 10373-1:2006(E); Absatz 5.3 und/oder dem oben beschriebenen Peel-Test durchgeführt wurde.

[0145] Die Resultate dieser Messungen sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1

	Dicke Kleberschicht [µm]	Peel-Kraft [N/10mm Streifenbreite]	Kohäsionsbruch
Experimentreihe 1	1	0,8	O
	4	2,6	X
	6	3,9	X
Experimentreihe 2	1	0,7	O
	4	2,4	X
	6	4,9	X

[0146] Wie in Tabelle 1 ersichtlich, zeigt die Dicke des Klebers bei der Experimentreihe 1 einen Einfluss auf die Peel-Kräfte. Diese steigen mit zunehmender Schichtdicke an. Bei einer Schichtdicke von 1 µm liegt die Peel-Kraft bei 0,8 N/10 mm Probenbreite, bedingt durch einen Adhäsionsbruch zwischen der Kleberschicht des Sicherheitselementes und der Aufzeichnungsschicht. Eine Erhöhung der Schichtdicke auf 4 µm führt hingegen zu einem Kohäsionsbruch, was sich wiederum in einem Anstieg der Peel-Kraft auf 2,6 N/10 mm Probenbreite kennzeichnet. Die Steigerung der Schichtdicke auf 6 µm führt zu einem Anstieg der Peel-Kräfte auf 3,9 N/10 mm Probenbreite, wobei sich wiederum ein Kohäsionsbruch im Kleber ergibt. Dieses Verhalten lässt sich ebenfalls bei der Experimentreihe 2 beobachten. Wiederum liegt die Peel-Kraft bei einer Schichtdicke von 1 µm mit 0,7 N/10 mm am tiefsten, wobei ein Adhäsionsbruch zwischen der Kleberschicht und der

Deckschicht auftritt. Die Erhöhung der Schichtdicke auf 4 µm führt zu einem Kohäsionsbruch im Kleber, was durch einen Anstieg der Peel-Kraft auf 2,4 N/10 mm Probenbreite aufgezeigt wird. Ebenfalls trat bei einer Schichtdicke von 6 µm ein Kohäsionsbruch auf und die Peel-Kraft stieg auf 4,9 N/10 mm Probenbreite. Insbesondere lässt sich eine in sich aufspaltbare Kleberschicht entsprechend auch für verschiedene Laminat-Aufbauten ermitteln.

[0147] Bei einem Vergleich der Experimentreihe 1 und Experimentreihe 2 lassen sich insbesondere die folgenden Punkte feststellen:

- Die Anbindung der Kleberschicht an die Deckschicht sowie an die Aufzeichnungsschicht kann in vergleichbaren Peel-Kräften resultieren.

- Die zwei Aufbauten zeigen bei einer Dicke der Kleberschicht von 1 µm ein Adhäsionsbruch, welcher ab einer Schichtdicke von 4 µm in einen Kohäsionsbruch übergehen kann.

- Bei beiden Experimentreihen ist es möglich, dass jeweils bei der Kleberschicht mit einer Schichtdicke von 6 µm eine Peel-Kraft von mindestens 3,5 N/10 mm Schichtdicke erreicht werden kann.

- Es ist möglich, dass die Ausrichtung des Sicherheitselementes im Lagenaufbau des Sicherheitsdokumentes keinen Einfluss auf das Bruchverhalten in der Kleberschicht des Sicherheitselementes bei einem Peel-Test zeigt.

[0148] Vorteilhafterweise weist daher die Kleberschicht in einer bevorzugten Ausführungsform eine Dicke von mindestens oder mehr als 4 µm, insbesondere von mindestens oder mehr als 6 µm, auf.

Bezugszeichenliste:

1	Laminat
11	Deckschicht
12	Aufzeichnungsschicht
20	Sicherheitselement
21	Ablöseschicht
22	Schutzschicht
23	Replikationsschicht
24	Reflexionsschicht
25	Kleberschicht
26	Stabilisierungsschicht
31	Trägerfolie
32	Wachsschicht
40	Klemme oder Klebeband
r	Radius
α	Winkel
x	Länge abgeschälter Schicht
L	Weg
F	Kraft
5	sprödes Materialversagen
6	duktiles Materialversagen

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN EN ISO 527-3:2003-07 [0038, 0089, 0138]

Patentansprüche

1. Laminat (1), insbesondere Sicherheitsdokument, umfassend eine Aufzeichnungsschicht (11), eine transparente Deckschicht (12) und ein Sicherheitselement (20), das zwischen der Aufzeichnungsschicht (11) und der Deckschicht (12) einlaminiert ist, wobei das Sicherheitselement (20) eine Ablöseschicht (21), eine Replikationsschicht (21) mit einer auf ihrer der Ablöseschicht (21) abgewandten Seite angeordneten Reliefoberfläche, eine auf der Reliefoberfläche angeordnete Reflexionsschicht (24) und eine Kleberschicht (25), welche eine der Ablöseschicht (21) abgewandte Seite des Sicherheitselements (20) bildet, aufweist, wobei
a) die Kleberschicht (25) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet und die Ablöseschicht (21) an der Deckschicht (12) haftet oder die Kleberschicht (25) an der Deckschicht (12) haftet und die Ablöseschicht (21) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet und
b) das Laminat (1) derart ausgestaltet ist, dass die Kleberschicht (25) des Sicherheitselements (20) durch eine von der Aufzeichnungsschicht (11) und der Deckschicht (12) auf das Sicherheitselement (20) ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist.

2. Laminat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) die geringste Streckgrenze, insbesondere obere Streckgrenze, und den geringsten E-Modul der Schichten des Sicherheitselements aufweist.

3. Laminat nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Haftkraft der Kleberschicht (25) zu ihrer direkt benachbarten Schicht aus Deckschicht (12) oder Aufzeichnungsschicht (11) höher ist als die Kohäsionskraft der Kleberschicht (25).

4. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peel-Kraft zum Ablösen der Deckschicht (12), vorzugsweise von dem Sicherheitselement (20), gleich oder größer ist als 3,5 N/10 mm Streifenbreite, insbesondere gemessen mit einem Peel-Test, vorzugsweise mit einem Abschälwinkel (α) von 90°.

5. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Haftkraft innerhalb der Kleberschicht (25), insbesondere eine Kohäsionskraft der Kleberschicht (25),
- geringer ist als eine Haftkraft zwischen dem Sicherheitselement (20) und der Aufzeichnungsschicht (11) (11) und auch
- geringer ist als eine Haftkraft zwischen dem Sicherheitselement (20) und der Deckschicht (12) (12).

6. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine geringste Kraft aus Kohäsions- und Adhäsionskräften innerhalb des Sicherheitselements (20) oder innerhalb des Laminats (1) mit dem Sicherheitselement die Kohäsionskraft der Kleberschicht (25) ist.

7. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) eine duktile Schicht aufweist oder daraus besteht, insbesondere wobei als eine duktile Schicht eine Schicht mit der höchsten Bruchdehnung im Sicherheitselement (20) verstanden wird.

8. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25), insbesondere die duktile Schicht, ein Material mit einem E-Modul in einem Bereich von 20 MPa bis 300 MPa, vorzugsweise von 50 MPa bis 200 MPa, bevorzugt von 75 MPa bis 150 MPa, daraus besteht.

9. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) eine Schichtdicke in einem Bereich von 0,2 µm bis 20 µm, vorzugsweise 0,2 µm bis 10 µm und/oder bevorzugt in einem Bereich von 4 µm bis 20 µm, weiter bevorzugt von 4 µm bis 10 µm, und/oder in einem Bereich von 6 µm bis 20 µm, insbesondere von 6 µm bis 10 µm, aufweist.

10. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) Thermoplasten oder vernetzende oder vernetzte Polymere, insbesondere Polymethylmethacrylat und/oder Polybutylmethacrylat, aufweist.

11. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) semitransparent ist und/oder ein oder mehrere Additive umfasst einzeln oder in Kombination ausgewählt aus Füllstoffen, wie beispielsweise TiO_2, $BaSO_4$, oder Kieselsäure.

12. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablöseschicht (21) eine Dicke in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 5 µm, aufweist.

13. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablöseschicht (21) Thermoplasten, Thermoplastische Elastomere oder vernetzte Polymere, oder UV-vernetzte Polymere, umfasst oder daraus besteht.

14. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reliefoberfläche der Replikationsschicht (23) optisch aktive Strukturen bildet.

15. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Replikationsschicht (23) Thermoplasten oder vernetzte Polymere oder UV-vernetzte Polymere umfasst oder daraus besteht.

16. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Replikationsschicht (23) in einem Bereich von 0,2 µm bis 20 µm, bevorzugt in einem Bereich von 0,2 µm bis 10 µm, liegt.

17. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (24) eine Metallschicht oder eine High-Refractive-Index-Schicht oder Kombinationen daraus umfasst oder daraus besteht.

18. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (24) einen Brechungsindex für Wellenlängen in einem Bereich von 420 nm bis 780 nm von mehr als 1,9 aufweist.

19. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Reflexionsschicht (24) in einem Bereich von 40 nm bis 200 nm, bevorzugt in einem Bereich von 40 nm bis 100 nm, liegt.

20. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitselement (20) auf der Seite der Kleberschicht (25), die der Replikationsschicht (23) und der Reflexionsschicht (24) zugewandt ist, eine Stabilisierungsschicht (26) aufweist.

21. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stabilisierungsschicht (26) eine Dicke von 0,5 µm bis 20 µm, bevorzugt im Bereich 1 µm bis 10 µm, aufweist.

22. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass, insbesondere wenn die Kleberschicht (25) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet, ein Verhältnis der Dicke der Kleberschicht (25) zur Dicke der Stabilisierungsschicht (26) in einem Bereich von 0,4 bis 4 liegt.

23. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stabilisierungsschicht (26) eine Schicht aufweist oder daraus besteht, die aus einem Material mit einem E-Modul in einem Bereich von 500 MPa bis 1500 MPa, besteht.

24. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stabilisierungsschicht (26) Thermoplasten, Thermoplastische Elastomere oder vernetzte Polymere, vorzugsweise UV-vernetzte Polymere, umfasst oder daraus besteht.

25. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufzeichnungsschicht (11) und die Deckschicht (12) Polycarbonat umfassen oder daraus bestehen.

26. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Deckschicht (12) eine oder eine Kombination der folgenden Bedingungen erfüllt: die Schichtdicke der Deckschicht (12) liegt im Verhältnis zur Schichtdicke der Kleberschicht (25) in einem Bereich von 1,25 bis 250; die Summe aus der Dicke der Kleberschicht und der Deckschicht liegt in einem Bereich von 26 µm bis 270 µm; die Deckschicht (12) weist eine Schichtdicke in einem Bereich von 25 µm bis 250 µm auf.

27. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufzeichnungsschicht (11) eine Dicke in einem Bereich von 25 µm bis 250 µm aufweist.

28. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) durch eine Klebeverbindung an der Deckschicht (12) oder der Aufzeichnungsschicht (11) haftet.

29. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablöseschicht (21) über eine Schweißverbindung an der Deckschicht (12) oder der Aufzeichnungsschicht (11) haftet.

30. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kleberschicht (25) durch eine stoffschlüssige Verbindung an der Reflexionsschicht (24) haftet und/oder durch eine stoffschlüssige Verbindung an der Replikationsschicht (23) haftet.

31. Verfahren zur Herstellung eines Laminats, insbesondere eines Sicherheitsdokuments, nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den folgenden Schritten, insbesondere in der angegebenen Reihenfolge:
- Bereitstellen einer Aufzeichnungsschicht (11),
- Bereitstellen einer Deckschicht (12),
- Bereitstellen eines Sicherheitselements (20), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Sicherheitselement (20) eine Ablöseschicht (21), eine Replikationsschicht (23) mit einer auf ihrer der Ablöseschicht (21) abgewandten Seite angeordneten Reliefoberfläche, eine auf der Reliefoberfläche angeordnete Reflexionsschicht (24) und eine Kleberschicht (25), welche eine der Ablöseschicht (21) abgewandte Seite des Sicherheitselements (20) bildet, aufweist und das Sicherheitselement (20) mit der Kleberschicht (25) an die Deckschicht (12) oder an die Aufzeichnungsschicht (11) angebracht wird oder ist;
- Einlaminieren des Sicherheitselements (20) zwischen der Aufzeichnungsschicht (11) und der Deckschicht (12), derart dass
a) die Kleberschicht (25) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet und die Ablöseschicht (21) an der Deckschicht (12) haftet oder die Kleberschicht (25) an der Deckschicht (12) haftet und die Ablöseschicht (21) an der Aufzeichnungsschicht (11) haftet und
b) die Kleberschicht (25) des Sicherheitselements (20) durch eine von der Aufzeichnungsschicht (11) und der Deckschicht (12) auf das Sicherheitselement (20) ausgeübte Zugkraft in sich aufspaltbar ist.

32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Einlaminieren des Sicherheitselements (20) ein Laminierverfahren mittels eines Rollenlaminators oder einer Hubpresse durchgeführt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlaminieren mittels eines Drucks, der auf die Aufzeichnungsschicht (11), die Deckschicht (12) und/oder das Sicherheitselement (20) ausgeübt wird, von 10 N/cm^2 bis 400 N/cm^2, vorzugsweise 40 N/cm^2 bis 200 N/cm^2, erfolgt.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlaminieren mittels einer Temperatur, die von einer Wärmequelle, insbesondere von ein oder mehreren der beheizten Rollen oder ein oder mehreren der beheizten Platten, auf die Aufzeichnungsschicht (11), die Deckschicht (12) und/oder das Sicherheitselement einwirkt, von mehr als 150°C, vorzugsweise zwischen 160°C und 210°C erfolgt.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlaminieren mittels einer Kontaktzeit der Wärmequelle mit der Aufzeichnungsschicht (11) und/oder der Deckschicht (12) in einem Bereich von 1 Minute oder mehr und 30 Minuten oder weniger liegt.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor oder zum Bereitstellen der mit dem Sicherheitselement (20) versehenen Deckschicht (12) oder Aufzeichnungsschicht (11) folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden:
- Bereitstellen einer Transferfolie mit einer Trägerschicht (31) und mit einer Transferlage, wobei die Transferlage das Sicherheitselement (20) aufweist und die Ablöseschicht (21) auf der der Trägerschicht zugewandten Seite des Sicherheitselements (20) angeordnet ist;
- Applizieren des Sicherheitselements (20) auf die Aufzeichnungsschicht (11) oder auf die Deckschicht (12).

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Applizieren des Sicherheitselements (20) mittels folgender Schritte in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt wird:

- Aufbringen der Kleberschicht auf die Aufzeichnungsschicht (11) oder auf die Deckschicht (12);
- Abziehen der Trägerschicht (31) von der Transferlage, so dass das Sicherheitselement auf der Aufzeichnungsschicht (11) oder der Deckschicht (12) verbleibt.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Aufbringen der Kleberschicht (25) mittels Heißprägen durchgeführt wird.

39. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heißprägen bei einer Temperatur von 80°C bis 300°C, bevorzugt von 100°C bis 240°C, besonders bevorzugt von 100°C bis 180°C durchgeführt.

40. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heißprägen mit einem Prägedruck von 10 N/cm^2 bis 10000 N/cm^2, bevorzugt von 100 N/cm^2 bis 5000 N/cm^2 durchgeführt wird.

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heißprägen mit einer Prägezeit von 0, 01 s bis 2 s, bevorzugt von 0,01 s bis 1 s, durchgeführt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

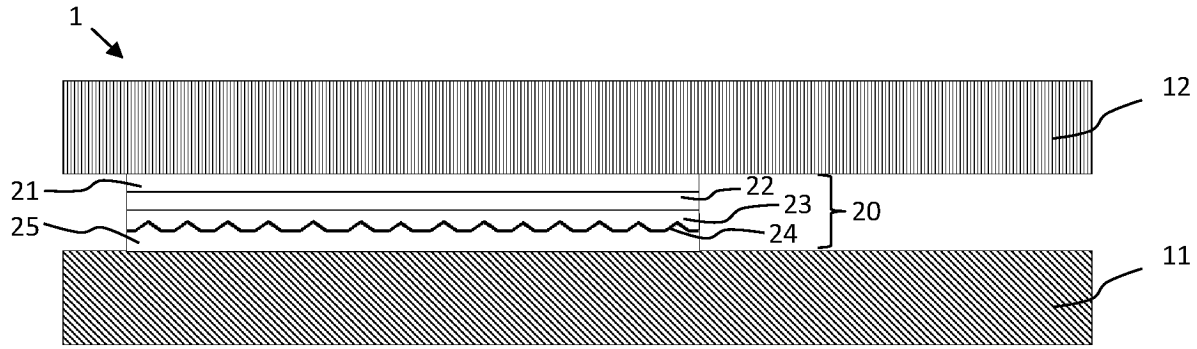


Fig. 1a

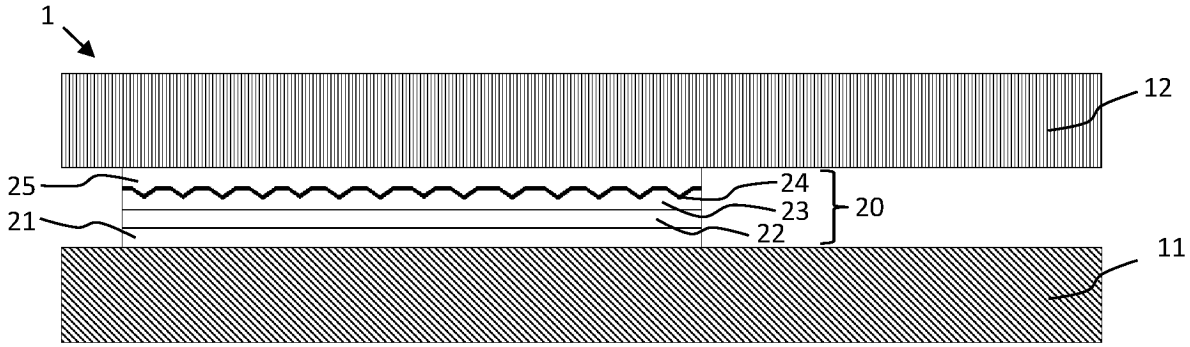


Fig. 1b

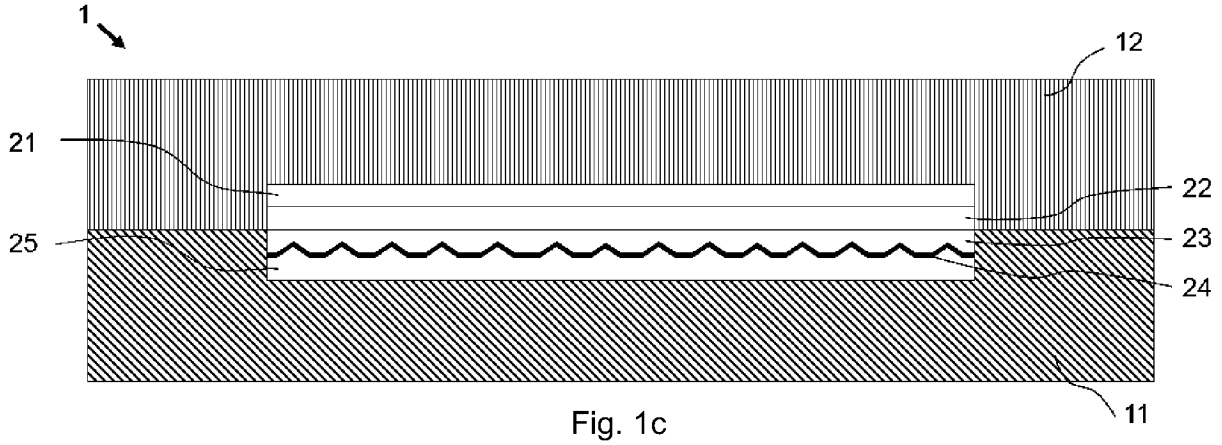


Fig. 1c

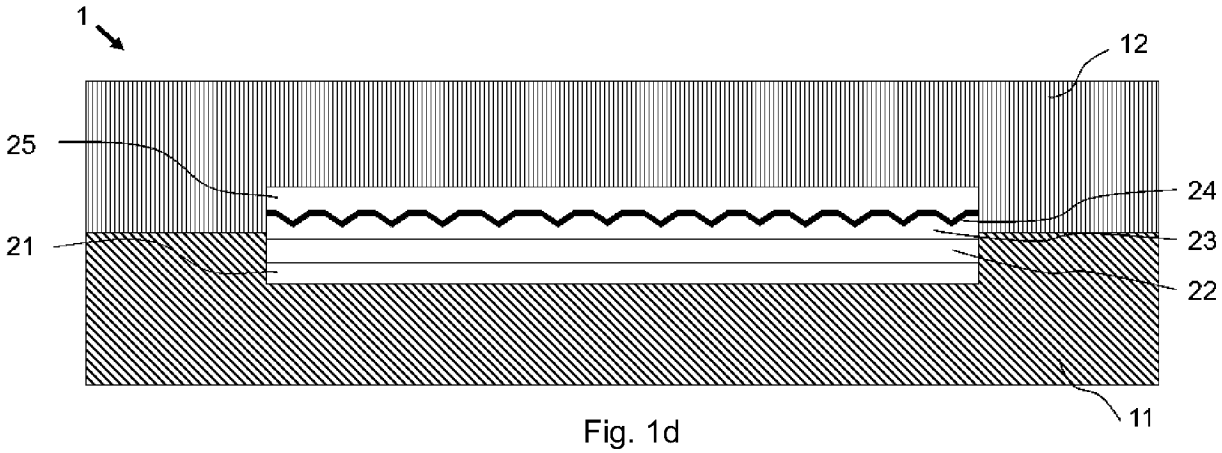


Fig. 1d

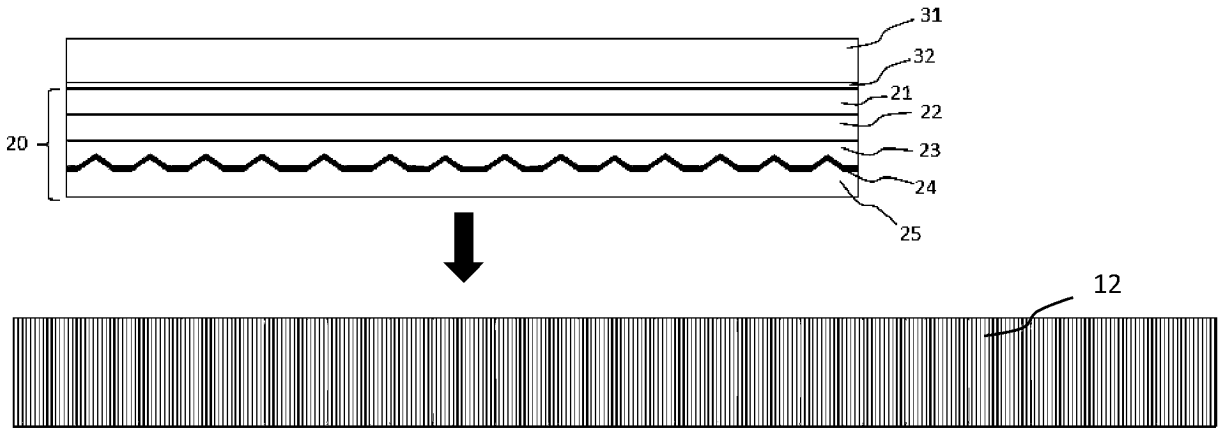


Fig. 2a

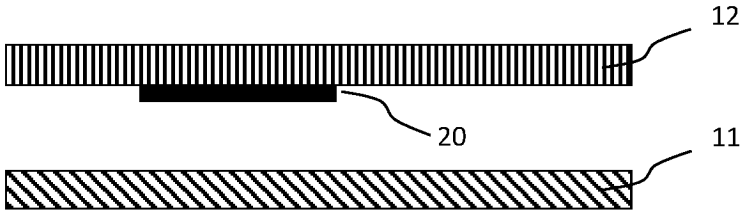


Fig. 2b

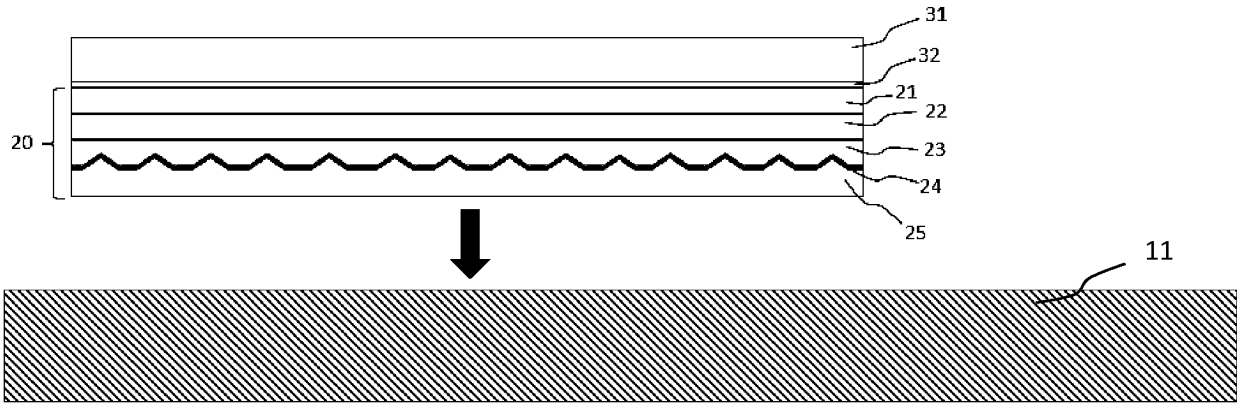


Fig. 3a

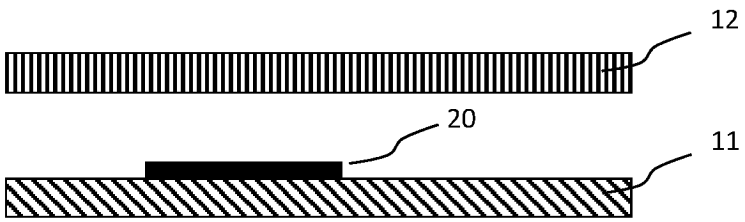


Fig. 3b

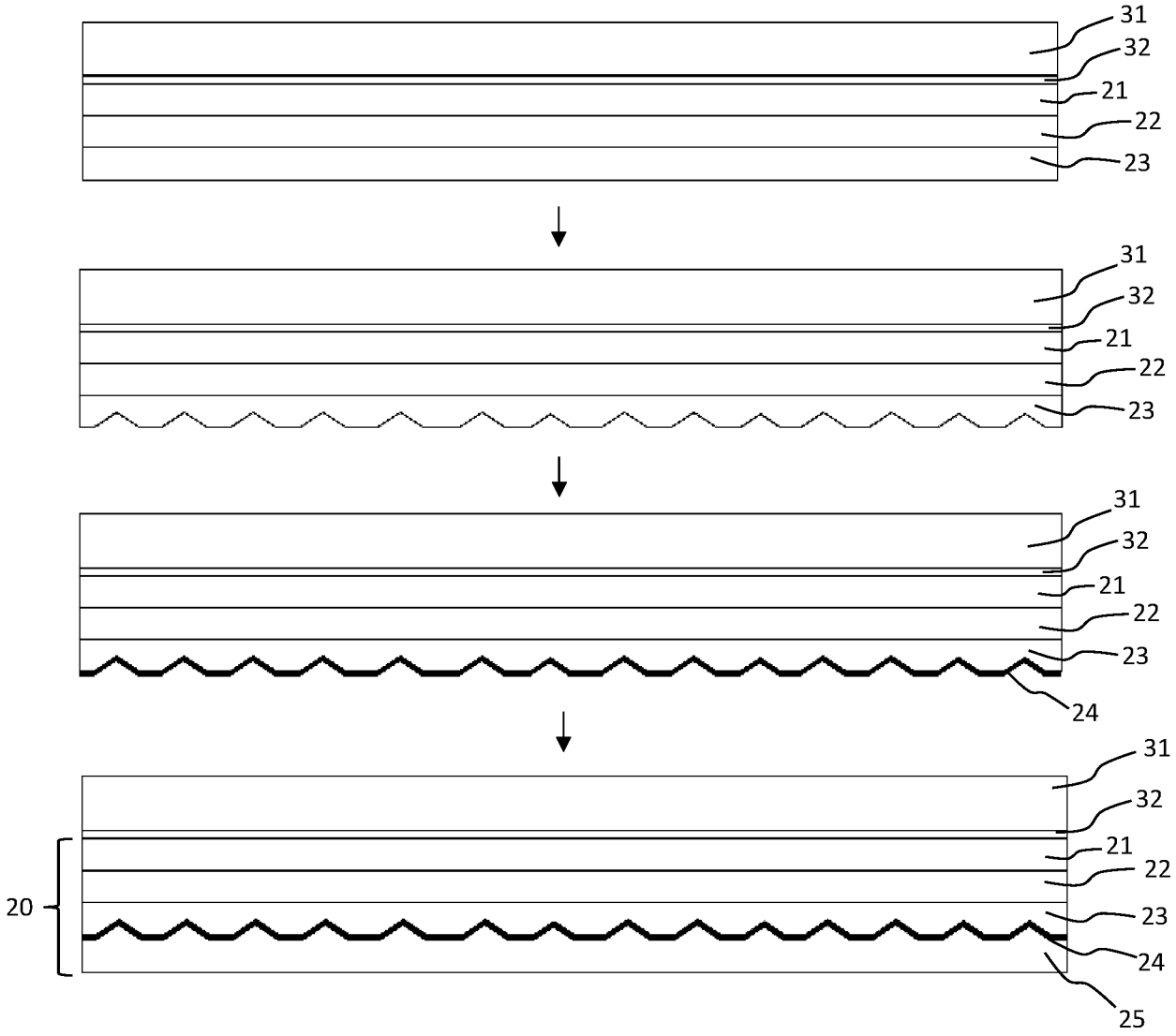

31
32
21
22
23
31
32
21
22
23
31
32
21
22
23
24
31
32
21
22
23
24
25
20

Fig. 4a

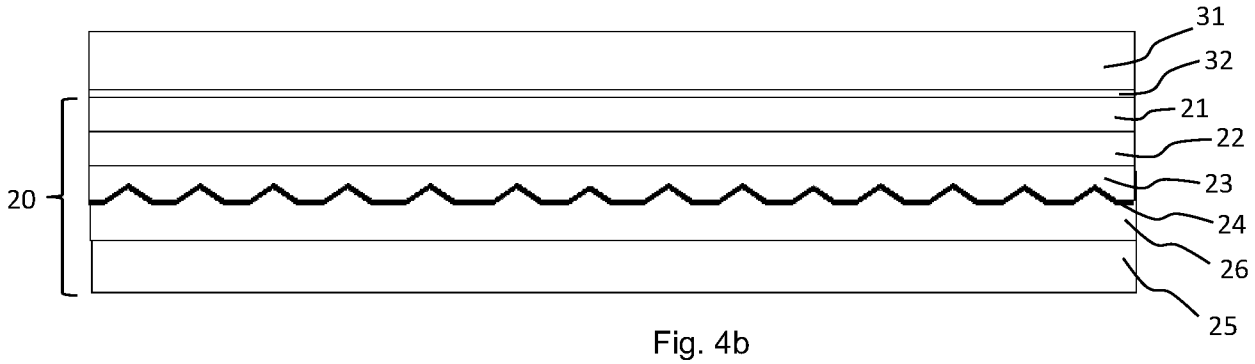

31
32
21
22
23
24
26
25
20

Fig. 4b

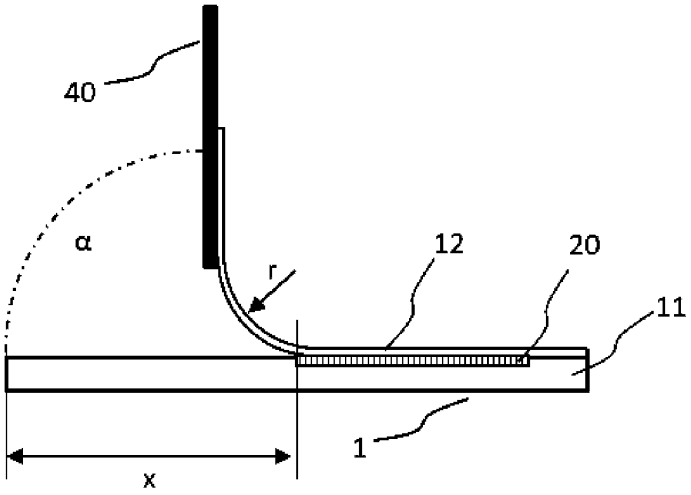


Fig. 5

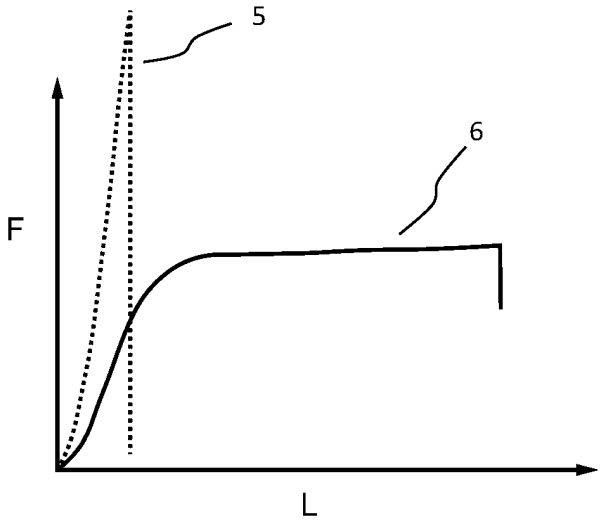


Fig. 6

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.