



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 26 864 B3 2005.02.03**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 26 864.2**
 (22) Anmeldetag: **14.06.2003**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **03.02.2005**

(51) Int Cl.7: **B05D 3/00**
C08J 3/24

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Hockemeyer, Fritz, 84533 Markt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 40 21 197 A1
DE 694 14 646 T2

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Aushärtung vernetzbarer Silicone in der Beschichtungstechnologie**

(57) Zusammenfassung: Der vorliegende Patententwurf beschreibt die Reinigung dünn aufgetragener Kunststofffilme, insbesondere von Siliconpolymerfilmen, während des Beschichtungsprozesses an laufenden Substratbahnen wie Papier, Folien, Metallfolien, Textilien und Geweben; Verbundsubstraten wie Papier/Folie, Papier/Metall, Folie/Metall, Textil/Folie usw.

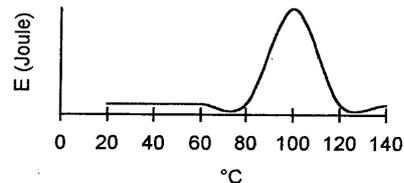
Durch das günstige Verhältnis von großer Oberfläche zu geringem Auftragsgewicht (z. B. beim Silicon = 1 g/m²), lassen sich niedermolekulare Verunreinigungen, wie Inhibitoren, Katalysatorreste aus dem Herstellungsprozess, toxisch wirkende Substanzen, oligomere und monomere Produkte bzw. Nebenprodukte aus dem noch unvernetzten Kunststofffilm durch Zwangskonvektion, durch turbulent geführte Luftschichten im Kontakt mit der kunststoffbeschichteten Materialbahn austreiben.

Zur wirksamen Austreibung der Verunreinigungen werden folgende Parameter im konvektiven Teil des Trockners angewandt:

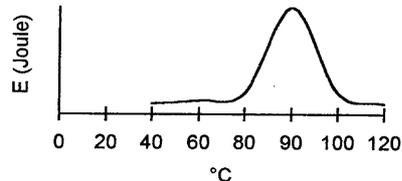
Die Luftgeschwindigkeit am Düsenausgang, die Strömungsgeschwindigkeit an der Absaugung, der Einfallswinkel der Luft auf die Materialbahn, die Strömungsrichtung der Luft (mit, senkrecht oder gegen die Bahnaufrichtung) die Geometrie der Düsen und der Abstand der Düsen zur Materialbahn. Die Strömungsverhältnisse werden am PC simuliert und auf die Materialbahn übertragen.

Die Austreibung der Verunreinigungen erfolgt vor dem eigentlichen Härtungsprozess bei Raumtemperatur bis zur Temperatur unterhalb der Reaktionstemperatur thermisch vernetzender Kunststoffe ...

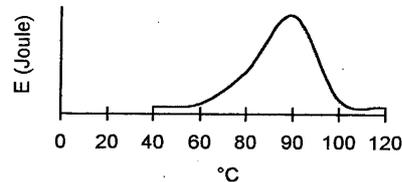
DSC 2,5 % EC (100ppm Pt)



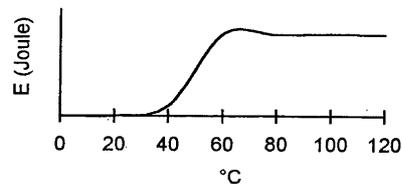
DSC 1,25 % EC (100ppm Pt)



0,8% EC (100ppm Pt)



0,1% EC (100ppm Pt)



EC = Ethinylcyclohexanol

Beschreibung

[0001] Vernetzbare Silicone werden auf kontinuierlich betriebenen Anlagen mit Spezialauftragswerken, wie z.B. mit Rasterwalzen nach dem direkten oder indirekten Tiefdruckverfahren, oder mit einem 5 bis 6 Walzen-Auftragwerk, oder mit einer Stahlwalze und anschließender Luftbürste, oder mit einer Kombination aus einer Stahlwalze und einer mit Gummi überzogenen Walze, auf die Substratbahn aufgetragen.

[0002] Vorzugsweise werden lösemittelfreie 100%ige Silicone ‚aufgetragen‘, es können aber auch Silicone aus der Lösemittelphase oder auch als wässrige Emulsionen aufgetragen werden.

[0003] Die Menge des aufgetragenen Silicons liegt ja nach der Saugfähigkeit des Substrates zwischen 0,3 bis 2 g/m².

[0004] Das Ziel der Beschichtungstechnologie besteht darin, das unvernetzte Silicon gleichmäßig und lückenlos auf dem Substrat zu verteilen und anschließend durch Energiezufuhr einen vollständig vernetzten, migrationsfreien Siliconkautschukfilm zu erzeugen. Somit wird das Substrat in einen Releaseliner umgewandelt.

[0005] Die Energiezufuhr erfolgt in beheizbaren Trocknerkanälen mit erwärmter Luft, in einzelnen Fällen auch über die Einwirkung energiereicher Strahlen, wie UV-Strahlen, Infrarotstrahlen oder Elektronenstrahlen. Die Erwärmung des Substrates und des Siliconfilms erfolgt dadurch, dass Luft mit Hilfe von Gebläsen über einen mit Öl erhitzten Wärmetauscher erwärmt wird und anschließend über Düsen auf die Materialbahn geblasen wird. Die Heißluft kann aber auch dadurch erzeugt werden, dass die angesaugte Luft direkt mit einer Gasflamme erhitzt wird. Zur Aushärtung des thermisch vernetzenden Siliconfilms sind Materialbahntemperaturen von mindestens 80°C erforderlich; im allgemeinen werden je nach der thermischen Belastbarkeit des Substrates Temperaturen von 100°C–200°C angewandt. Im Bereich der Folienbeschichtung können bei Polyolefinfolien Temperaturen bis maximal 130°C angewandt werden, um das Silicon auszuhärten, ohne dass dabei die Folie schrumpft, bei Polyesterfolien können Temperaturen bis 180°C angewandt werden.

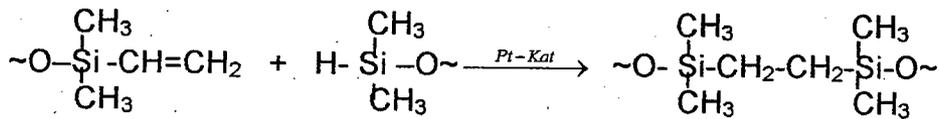
[0006] Gemäß dem Stand der Technik werden Kunststofffolien in Materialstärken von 12µm bis 250µm mit einem 0,3µm bis 2,0µm starken Siliconfilm überzogen. Das Siliconauftragsgewicht beträgt 0,3 g/m²–2,0 g/m². Bei den zu beschichtenden Folien handelt es sich um Blasfolien, Flachfolien oder um co-extrudierte Folien.

[0007] Die zu beschichtenden Folien sind LDPE, LLPE, PP, BOPP, OPP, PET, PC, PVC, PU, Mehrschichtfolien, co-extrudierte Mehrschichtfolien, ferner gefüllte und ungefüllte Folien, transparente Folien; eingefärbte Folien, strukturierte Folien, Kunststoffgewebe, kunststoffbeschichtete Gewebe, geprägte Folien. Als faserhaltige Materialien kommen für das Siliconisieren in Frage: Alle Papiere, die geeignet sind, wie Glassinepapiere, claygestrichene Papiere, supercalandered Kraftpapiere, Aluminiumsulfatpapiere, vorgestrichene Kraftpapiere, kunststoffbeschichtete Papiere, die sowohl einseitig als auch beidseitig mit dem Kunststofffilm, wie PE oder PP, überzogen sind.

[0008] Für die Aushärtung des Silicons können auf dem Papier Lufttemperaturen von 80°C bis 230°C angewandt werden, da die Papiere nicht so temperaturempfindlich sind wie die Folien. Allerdings verlieren die Papiere einen Teil ihrer natürlichen Feuchte, die normalerweise bei 5–6 % liegt, sie müssen nach der Siliconisierung rückgefeuchtet werden.

[0009] Die kunststoffbeschichteten Papiere dürfen nur schonend mit Temperatur belastet eben, insbesondere dann, wenn die Kunststoffbeschichtung (ca. 2 × 20µm einseitig ist).

[0010] Bei der Aushärtung thermisch vernetzbarer Silicone gilt, dass sich die Zeiten zur Aushärtung mitzunehmender Temperatur verkürzen. In welchem Bereich die zur Aushärtung benötigten Zeiten liegen, hängt davon ab, ob es sich um kondensationsvernetzende oder additionsvernetzende Silicone handelt, ob sie mit Lösemittel oder als wässrige Emulsionen oder lösemittelfrei verarbeitet werden. Ferner hängt bei additionsvernetzenden Siliconen die Aushärtungsgeschwindigkeit davon ab, wie viel Edelmetallkatalysator, vornehmlich als Platinkatalysator, eingesetzt wird: Weiterhin hat die Menge des eingesetzten Inhibitors, der durch seine topfzeitverlängernde Eigenschaft die Verarbeitung additionsvernetzender Silicone erst ermöglicht, einen erheblichen Einfluss auf die Aushärtegeschwindigkeit des Silicons. Insbesondere bei lösemittelfreien Siliconen, die nach dem chemischen Mechanismus der Additionsvernetzung aus 100%iger Konzentration vernetzt werden:



spielt die chemische Zusammensetzung und die Menge des eingesetzten Inhibitors in Bezug auf die reaktionsfähige Mischung eine wichtige Rolle. Der Inhibitor muss in der Siliconmischung löslich sein, er darf die Wirksamkeit des Katalysators bei erhöhten Temperaturen nicht beeinträchtigen, soll während der Verarbeitungszeit bei Raumtemperatur einerseits seine Wirkung nicht verlieren, andererseits die Reaktionsfähigkeit der Mischung nicht zum Erliegen bringen.

[0011] Die inhibierte Siliconmischung soll auch nach mehreren Stunden Topfzeit bei erhöhten Temperaturen rasch aushärten.

[0012] Die Inhibitoren dürfen während des Beschichtungsprozesses im Auftragswerk nicht vorzeitig verdunsten; da sonst bei einer vorzeitig eintretenden Reaktion die Walzen mit einem angelierten Silicon überzogen werden und somit unbrauchbar sind.

[0013] Der Inhibitor darf nicht in den Vormischgefäßen und Vormischeinrichtungen verdunsten und darf sich auch nicht chemisch zersetzen, um ein vorzeitiges Ausgelieren des Silicons zu verhindern.

[0014] Der Inhibitor darf durch seine chemische Beschaffenheit den Edelmetallkomplex nicht chemisch verändern, wie z.B. durch Umkomplexieren oder durch Oxidations- und Reduktionsprozesse.

[0015] Insbesondere sind es organische Amine, organische Schwefelverbindungen wie Thiocarbamat, Mercaptane oder Disulfide, organische Zinnverbindungen, wie z.B. Dibutylzinndiacetat; Dibutylzinndilaurat, Dioctylzinmaleinat, oder organische Phosphorverbindungen, wie z.B. Phosphorsäureester, Polyphosphate, die eine solche chemische Veränderung herbeiführen und die Additionsreaktion selbst bei erhöhten Temperaturen vollständig inhibieren.

[0016] Reaktive Edelmetallkatalysatoren sind vorzugsweise solche, die man aus Hexachloroplatinsäure gewinnt, also Umsetzungsprodukte aus Hexachloroplatinsäure mit Divinyltetramethyldisiloxan oder Cyclopentadien, Norbornadien, Cyclohexanol oder Octanol.

[0017] Geeignete Inhibitoren sind chem. Verbindungen mit einer acetylenischen Dreifachbindung, wie z. B. Ethinylcyclohexanol, Methyl-2-butenol-2 Ethinyl-Methyl-2-buten Ethinyltoulin.

[0018] Die Wirkung des Inhibitors besteht darin, dass unter Aufspaltung der Dreifachbindung, das Platin oder der Platinkomplex an der Doppelbindung stabilisiert wird und somit eine Reaktionsverzögerung erreicht wird.

[0019] Je mehr Inhibitor eingesetzt wird, umso stärker ist die Reaktionsverzögerung und umso länger ist die Topfzeit.

[0020] Mit abnehmendem Inhibitorgehalt verkürzt sich die Topfzeit, die Reaktivität der Siliconmischung nimmt deutlich zu (siehe Fig. 1, Diagramm 1-4).

[0021] Bei der Differentialthermoanalyse sind sowohl der Reaktionsbeginn als auch der Abschluss der exothermen Reaktion kennzeichnend für die Reaktivität einer Siliconmischung, bestehend aus einem Polymer, einem Vernetzer, einem Katalysator und einem Inhibitor.

[0022] Die höchste Reaktivität hat eine praktisch inhibitorfreie Mischung, die sofort in die Temperaturzone gelangt, was aber praktisch nicht möglich ist, da das Silicon im Auftragswerk ausgelieret.

[0023] Das molare Verhältnis des Inhibitors zum Platinkatalysator beträgt 5:1 bis 13:1, das Gewichtsverhältnis beträgt 10:1 bis 30:1. Eine weitere Klasse von Inhibitoren sind solche, die bereits schon eine Doppelbindung haben, wie Divinyltetramethyldisiloxan, Maleinsäurediallylester. Maleinsäuredi- (Methyl-, Äthyl-, Propyl-) Ester, Maleinsäuremonoester und Ester der Fumarsäure.

[0024] Hier wird zur Verlängerung der Topfzeit das aktive Platin an der Doppelbindung stabilisiert.

[0025] Das molare Verhältnis der Inhibitoren zum Platinkatalysator beträgt 3:1 bis 10:1, das Gewichtsverhältnis beträgt 8:1 bis 25:1. Alle Inhibitoren außer dem Divinyltetramethyldisiloxan haben Siedepunkte von 170°C und höher und gewährleisten Topfzeiten bis zu 24 Stunden bei Raumtemperatur ohne vorzeitig zu verdunsten und ohne dass dabei die Viskosität der Siliconmischung spürbar ansteigt.

[0026] Die Materialbahn, die selbst frei von inhibierenden Bestandteilen sein muss, wird mit einem der beschriebenen Auftragsorgane beschichtet und durchläuft zur Aushärtung des Silicons einen Trockenkanal, der unmittelbar nach dem Auftragswerk angebracht ist.

[0027] Bei der Auslegung des Trockners kommen gemäß dem Stand der Technik zwei verschiedene Verfahren zur Anwendung.

a. Der Düsentrockner

[0028] Hierbei wird durch eine sich verjüngende Breitschlitzdüse, die zur Aushärtung des Silicons benötigte Heißluft senkrecht auf die Materialbahn geblasen. Der Abstand der Düse zur Materialbahn beträgt 3–8 cm, der Abstand der Düsen untereinander beträgt 10–15 cm, die Luftgeschwindigkeit beträgt 20–40 m/s. Die Materialbahn wird durch Leitwalzen gestützt, die den Düsen gegenüber liegen. Die auf die Materialbahn geblasene Luft entweicht im Trockner entweder zur Wiederaufbereitung oder ins Freie (siehe **Fig. 2**).

b. Der Schwebetrockner

[0029] Bei diesem Trockner wird die erwärmte Luft parallel zur Laufrichtung der Materialbahn geblasen und zwar beidseitig. Durch die beidseitige Erwärmung der Materialbahn und durch den längeren Kontakt der Heißluft mit dem Substrat wird eine intensivere Trocknung und Aushärtung erreicht. Durch die versetzte Anordnung der Düsen oberhalb und unterhalb der Materialbahn wird erreicht, dass diese berührungsfrei also schwebend durch die Trockneranordnung gezogen werden kann. Unmittelbar am Düsenaustritt ist die Luftgeschwindigkeit am größten, der Staudruck am geringsten, die Bahn wird nach oben gedrückt. Je weiter sich die Luft von der Düse entfernt, umso langsamer die Geschwindigkeit, umso größer der Staudruck, die Bahn wird nach unten gedrückt.

[0030] Somit wird die Materialbahn durch ein Luftpolster gezogen, das durch die Düsen oberhalb und unterhalb des Substrates erzeugt wird (siehe **Fig. 3**).

[0031] Beide Trockner sind Universal Trockner, die dazu dienen, Aufstriche zu trocknen oder chemische Reaktionen herbeizuführen.

[0032] So werden z.B. Klebstoffdispersionen entwässert, um auf dem Substrat einen Klebstofffilm zu erzeugen, es werden z.B. Haftmittel, die mit Lösemittel aufgetragen, werden, vom Lösemittel befreit, es werden Polyurethandispersionen vom Lösemittel befreit und so werden auch Silicone mit ölarziger Konsistenz in mechanisch stabile Siliconkautschukfilme überführt.

[0033] Der spezifische Unterschied zwischen Trocknung und Durchführung einer chemischen Reaktion wird bei keinem dieser Verfahren berücksichtigt und bei allen Prozessen wird die Materialbahn beim Eintreten in den Trockner gleich erhitzt.

Aufgabenstellung

[0034] Der Gegenstand der Erfindung liegt darin, ein Verfahren anzuwenden, das auf den Ablauf der eintretenden chemischen Prozesse, wie z.B. beim Siliconisieren, eingeht. Dabei werden der eingesetzte Inhibitor und alle inhibierend wirkenden Bestandteile im Silicon, wie cyclische Vinylsiloxane, extrem kurzkettige Siloxane, Katalysatorreste vom Herstellungsprozess, während des Beschichtungsprozesses entfernt oder zumindest soweit reduziert, dass der chemische Aushärtungsprozess schneller und vollständiger abläuft, als es dem Stand der Technik entspricht.

[0035] Der Abtransport des Inhibitors und aller inhibierend wirkenden Bestandteile erfolgt erfindungsgemäß durch Zwangskonvektion, vorzugsweise noch an der unvernetzten Siliconmischung bzw. an der unvernetzten Kunststoffmischung unmittelbar nach dem Auftrag. Dieses Verfahren wird noch dadurch begünstigt, dass das Verhältnis von der beschichteten Oberfläche zur eingesetzten vollflächig verteilten Siliconmenge sehr groß ist; um z.B. aus 10g Siliconpolymer alle inhibierend wirkenden Bestandteile konvektiv zu entfernen, steht eine (be-

schichtete) Fläche von 10m² zur Verfügung.

[0036] Gegenstand des Verfahrens ist, die Düsen vorzugsweise in den ersten Trocknersektionen so anzuordnen und die Luftgeschwindigkeit beim Düsenaustritt so einzustellen und die Geometrie der Düsen so auszuwählen und den Abstand der Düsen zur Materialbahn so zu wählen, dass ein Höchstmaß an Turbulenzen oberhalb der Materialbahn erzeugt wird. Gegenstand des Verfahrens ist, die Strömungsverhältnisse zwischen Düsen und der Materialbahn am Bildschirm zu simulieren mit der Maßgabe, dass die höchsten Turbulenzen und die wirksamste Konvektion zum Entfernen inhibierender Bestandteile aus dem Silicon dargestellt werden.

[0037] Gegenstand des Verfahrens ist, die aus der Simulation gewonnenen Erkenntnisse auf die Auslegung des Trockners zu übertragen.

[0038] Gegenstand des Verfahrens ist, durch die richtige Temperaturführung der Materialbahn einen vorzeitigen Viskositätsanstieg durch vorzeitiges Aushärten des Silicons zu verhindern, damit genügend Zeit bleibt, im konvektiven Teil des Trockners inhibierend wirkende Bestandteile zu entfernen. Zur Prüfung des Inhibitorgehaltes wird die IR und ATR Technik herangezogen.

[0039] Die Extinktion der inhibitorischen Absorptionsbande wird über die Konzentration des Inhibitors im Siliconpolymer als Eichkurve dargestellt. Je höher die Konzentration des Inhibitors, umso größer die Extinktion. Zur Messung des Inhibitorgehaltes werden während des Beschichtungsprozesses Proben genommen, im Auftragswerk, nachdem Auftrag von der Materialbahn und mehrmals hintereinander im konvektiven Teil des Trockners.

[0040] Diese Proben werden bei unterschiedlichen Bahngeschwindigkeiten und Luftgeschwindigkeiten entnommen, die Extinktion gemessen und der Inhibitorgehalt anhand der Eichkurve ermittelt.

[0041] Gegenstand des Verfahrens ist mit der Aushärtung des Silicons in der inhibitorfreien/-armen Zone des Trockners zu beginnen. Die Reaktivität des Silicons kann auch durch Probenentnahme von der Materialbahn mit der Differentialthermoanalyse gemessen werden. Die Aushärtung des Silicons erfolgt dann durch Heißluft in einem Düsentrockner oder Schwebetrockner oder durch Einwirkung von warmen UV-Strahlen oder, durch die gleichzeitige Einwirkung von Warmluft aus Düsen- oder Schwebetrocknern in Verbindung mit UV-Energie oder IR-Energie.

[0042] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist gekennzeichnet durch

- die Verwendung schwenkbarer Trocknerdüsen, die über der laufenden mehrfach gestützten Materialbahn ihren Anstellungswinkel kontinuierlich ändern,
- die Verwendung von Gebläsen, die am Austritt der Düsen eine Luftgeschwindigkeit bis zu 80 m/s ermöglichen,
- die Verwendung von Prallblechen zwischen den in Reihe angeordneten Düsen, um eine anhaltende Turbulenz oberhalb der Materialbahn zu erhalten
- die Verwendung von Absaugvorrichtungen im Trockner, um den Luftdurchsatz über der Materialbahn zu erhöhen,
- die Verwendung von Düsen konvexer Struktur, die sich beim Lufttritt verjüngen und beim Luftaustritt vergrößern, zur Erhöhung der Turbulenzen, und
- die Messung der Turbulenzen mit einem Mengestrom-Messgerät.

[0043] Geschützt werden soll ein Verfahren zur Freisetzung und Entfernung inhibierender Bestandteile aus dem Siliconfilm/ Kunststofffilm während des Beschichtungsprozesses mittels konvektiver Luftströmung bevor die anschließende Aushärtung des Silicons/ Kunststoffes einsetzt und ein Verfahren zur Entfernung jeglicher niedermolekularer Verbindungen aus dem Kunststoffpolymerfilm sowie ein Verfahren zur besseren Energieübertragung im Trockner.

[0044] Die Neuheit wird in den Beispielen erläutert und unterscheidet sich vom Stand der Technik, bei dem die inhibierten Siliconmischungen/Kunststoffmischungen durch Energieeinwirkung ausgehärtet werden, dadurch, dass der Siliconfilm durch die konvektiv wirkenden Luftströme zunächst vom Inhibitor und anderen Bestandteilen befreit wird und anschließend dem Aushärtungsprozess unterzogen wird.

[0045] Die Übergänge zwischen dem konvektiv durchgeführten Reinigungsprozess und der eigentlichen Aushärtung können fließend sein.

[0046] Die Vorteile liegen in der wirtschaftlicheren Aushärtung der Beschichtung, den geringeren Investitionskosten durch kürzere Trockenkanäle, die Schonung des Substrates durch die Anwendung niedrigerer Temperaturen und durch den geringeren Anteil extrahierbarer Bestandteile im Siliconfilm oder Kunststofffilm.

[0047] Ein weiterer Vorteil ist die geringere Abhängigkeit der Aushärtegeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Gewicht der zu beschichtenden Materialbahn.

[0048] Ein weiterer Vorteil ist die wirtschaftliche Aushärtung mit geringerem Platinkatalysatoranteil.

[0049] Verfahren zur Entfernung inhibierend wirkender Bestandteile aus dem Silicon während des Beschichtungsprozesses durch Erzeugung hoher Strömungsbewegung der Luft, oberhalb und gegebenenfalls unterhalb der Materialbahn und durch Absaugen der inhibitorhaltigen Abluft.

[0050] Die hohen Turbulenzen werden erzeugt durch hohe Luftgeschwindigkeiten z.B. 40–80 m/s die Luft kann sowohl gegen als auch senkrecht, oder in Bahnlaufrichtung oder im ständigen Richtungswechsel zur Materialbahn geblasen werden. Erzeugung hoher Konvektion durch die am Simulator ermittelte Anordnung und Geometrie der luftführenden Düsen.

[0051] Die Temperatur der Luftströmung und die Kontaktzeit zwischen Luft und Substrat sollen so niedrig sein, dass ein vorzeitiges Aushärten des Silicons/ Kunststoffes vermieden wird.

[0052] Die Energie zum Aushärten des Silicons wird da eingesetzt, wo die Siliconschicht inhibitorarm bzw. inhibitorfrei ist. Die Länge der Konvektionszone und die Länge der Aushärtezone werden experimentell bestimmt.

[0053] Dies gilt auch für die Aushärtung siliconfremder Kunststoffe, die zur Topfverlängerung einen Inhibitor enthalten.

[0054] Die Beschichtung und Aushärtung erfolgt in folgenden Schritten: Auftrag des Silicons auf die Substratbahnen (0,8–2,0)g/m² entsprechend (0,8–2,0)µm Schichtdicke; Einlauf in die Konvektionszone im niedrigen Temperaturbereich bei hoher Luftgeschwindigkeit und/ oder hohen Turbulenzen und Einlauf in die Energiezone (Temperatur-Energiestrahlen) bei Luftgeschwindigkeiten von 20–60m/s. Nach dem Verlassen des Trockners wird die Materialbahn gekühlt.

[0055] Die Viskosität der auszuhärtenden Siliconmassen kann zwischen 100 m·Pa·sec und 3000 m·Pa·sec bei 23°C liegen, der Gehalt an inhibierenden Stoffen kann zwischen Gew. 0,1 ‰ und Gew. 5 ‰ betragen, bezogen auf die Siliconmasse/ Kunststoffmasse.

[0056] Die Anordnung und die Geometrie, der für das erfindungsgemäße Verfahren notwendigen Form der Düsen, die Luftgeschwindigkeit und die Strömungsrichtung, der Abstand der Düsen zum Substrat zur Erzeugung höchster Turbulenzen wird auf dem Bildschirm in Abhängigkeit der Zielgrößen simuliert und dargestellt.

[0057] Zielgrößen sind die Produktionsgeschwindigkeit, die Zusammensetzung und das Gewicht des Substrates und die erlaubte Temperatur zur Aushärtung des Silicons.

Ausführungsbeispiel

[0058] Die angeführten Beispiele sollen die Erfindung erläutern aber nicht einschränken.

Beispiel No1

[0059] Auf einer kontinuierlich betriebenen Anlage wurde eine 70µm starke, Corona vorbehandelte Polypropylenfolie, die absolut frei von inhibierend wirkenden Bestandteilen ist, mit Hilfe eines 5-Walzenauftragswerkes, lösemittelfrei siliconisiert. Die Menge des aufgetragenen Silicons betrug über die Bahnbreite von 1,60m 0,9–1,2 g/m².

[0060] Zur Aushärtung des Silicons wurden die ersten 8m des 12m langen Trockenkanals, der durchwegs mit Pralldüsen und gegenüber liegenden Stützwalzen ausgelegt ist, temperiert, die letzten 4m des Trockners bei Raumtemperatur belassen.

[0061] Die im temperierten Teil des Trockners erwärmte Luft betrug am Düsenpalt 123°C und auf der Materialbahn 114–118°C. Die Temperatur im untemperierten Teil des Kanals betrug 28°C.

[0062] Die Luftgeschwindigkeit beträgt im ganzen Kanal 20 m/s jeweils am Düsenaustritt.

[0063] Die eingesetzte vernetzbare Siliconmasse war mit 100 ppm Pt katalysiert und mit 2,5‰ Ethinylcyclohexanol inhibiert.

[0064] Die höchste Bahngeschwindigkeit bei der das Silicon noch aushärtete, betrug 70m/min.

[0065] Das Ziel der Aushärtung wird definitionsgemäß dann erreicht, wenn der Siliconfilm abriebfest auf der Materialbahn verankert ist und wenn der Anteil extrahierbarer Bestandteile aus dem Silicon 5% nicht überschreitet. –

[0066] Der gleiche Versuch wurde wiederholt, jedoch mit der Maßnahme, die Luftgeschwindigkeit im untemperierten Teil des Trocknerkanals um jeweils 10m/s zu erhöhen. Dabei wurden gemäß den Aushärtekriterien folgende Bahngeschwindigkeiten erreicht:

$$\begin{aligned} V_{\text{Luft}} &= 30 \text{ m/s} \\ V_{\text{Luft}} &= 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Bahn}} &= 74 \text{ m/min} \\ V_{\text{Bahn}} &= 78 \text{ m/min} \end{aligned}$$

[0067] Die Versuche wurden inner halb einer Topfzeit von 1 Stunde durchgeführt.

Beispiel No2

[0068] In der gleichen Anordnung wurde nun wie folgt verfahren:

Die ersten 4m des 12m langen Trockners wurden bei Raumtemperatur belassen und die restlichen 8m des Trockners wurden gemäß Beispiel 1 auf 123°C Luftaustrittstemperatur gebracht, so dass die Materialbahn eine Temperatur von 114–118°C annahm.

[0069] Es wurde die gleiche Siliconmischung auf die gleiche Polypropylenfolie aufgetragen. Das Auftragsgewicht betrug 0,9 g/m²–1,2 g/m². Beim ersten Versuch betrug die Luftgeschwindigkeit über den gesamten Trockner 20 m/s.

[0070] Die maximale Bahngeschwindigkeit, bei der das Silicon aushärtete, betrug 80 m/min.

[0071] Der gleiche Versuch wurde wiederholt jedoch mit dem Unterschied, dass die Luftgeschwindigkeit im untemperierten Teil des Trockners um je 10 m/s erhöht wurde. Die Temperatur im unbeheizten Teil des Trockners betrug 24°C.

[0072] Gemäß den Aushärtekriterien für das Silicon wurden folgende Bahngeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit erzielt:

$$\begin{aligned} V_{\text{Luft}} &= 30 \text{ m/s} \\ V_{\text{Luft}} &= 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Bahn}} &= 96 \text{ m/min} \\ V_{\text{Bahn}} &= 112 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Beispiel No3

[0073] Bei diesem Versuch wurde der effektive Inhibitorgehalt an der laufenden Materialbahn in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit gemessen. Ein 100%iges Siliconpolymer mit einem Inhibitorgehalt von 2,5 ‰ Gew.TL und einer Viskosität von 480 m-Pa·s, wurde auf eine 50µm starke Polyethylenfolie aufgetragen und der Inhibitorgehalt nach Probenentnahme an folgenden Stellen gemessen:

1. Im Walzenspalt
2. Unmittelbar nach dem Auftrag vor dem Eintritt in die Konvektionszone
3. In der Konvektionszone in Abständen von 0,5m und je 1m.

$$V_{Luft} = 20 \text{ m/s}$$

V_{Bahn} m/min	Walzenspalt	nach dem Auftrag	0,5m	1,0m	2,0m	3,0m	4,0m
40	2,4 ‰	2,2 ‰	1,5 ‰	0,5 ‰	-	-	-
80	2,5 ‰	2,2 ‰	2 ‰	1,3 ‰	0,5 ‰	-	-
120	2,4 ‰	2,4 ‰	2,4 ‰	2,1 ‰	1,9 ‰	0,7 ‰	0,3 ‰

$$V_{Luft} = 40 \text{ m/s}$$

V_{Bahn} m/min	Walzenspalt	nach dem Auftrag	0,5m	1,0m	2,0m	3,0m	4,0m
40	2,5 ‰	2,3 ‰	1,3 ‰	0,3 ‰	-	-	-
80	2,3 ‰	2,3 ‰	1,6 ‰	1,0 ‰	0,3 ‰	-	-
120	2,5 ‰	2,5 ‰	2,1 ‰	1,7 ‰	1,2 ‰	0,2 ‰	-

Beispiel No 4

[0074] Eine vernetzbare Siliconmischung wurde gemäß Beispiel No 3 auf eine 70µm starke, Corona vorbehandelte Polypropylenfolie aufgetragen. Die Mischung wurde mit 100 ppm Pt katalysiert und mit 2,5 ‰ Ethinylcyclohexanoi inhibiert.

[0075] Die Düsen im konvektiven Teil des Trockners wurden, zum Unterschied des Beispiels No 2, gegen die Laufrichtung der Materialbahn gestellt. Ansonsten wurde so verfahren wie in Beispiel No 2.

[0076] Die zur Aushärtung des Silicons erreichten Bahngeschwindigkeiten betragen:

$$\begin{aligned} V_{Luft} &= 20 \text{ m/s} \\ V_{Luft} &= 30 \text{ m/s} \\ V_{Luft} &= 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{Bahn} &= 85 \text{ m/min} \\ V_{Bahn} &= 100 \text{ m/min} \\ V_{Bahn} &= 118 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Beispiel No 5

[0077] Es wurde verfahren gemäß Beispiel No 4, jedoch mit der Maßnahme, dass an der Stelle der sich verjüngenden Düse ein Trockner verwendet wurde, dessen Düsen für einen konvexen Einlauf und Auslauf der Luft sorgen und gegen die Laufrichtung der Materialbahn gestellt sind. Der Abstand zwischen Düse und Bahn betrug 2,5 cm. wie in der Computersimulation dargestellt, erzeugt die Düse schon bei $V_{Luft} = 20 \text{ m/s}$ hohe Turbulenzen. Die zur Aushärtung des Silicons erreichten Geschwindigkeiten betragen:

$$\begin{aligned} V_{Luft} &= 20 \text{ m/s} \\ V_{Luft} &= 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{Bahn} &= 92 \text{ m/min} \\ V_{Bahn} &= 127 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Beispiel No 6

[0078] Es wurde verfahren wie in Beispiel No 2, jedoch mit der Maßnahme, dass in die zur Aushärtung des Silicons, 8m lange Trocknerstrecke mit Düsentrocknern zusätzlich 4 Quecksilbermitteldrucklampen eingebaut wurden. Die UV Lampen mit einer Leistung von 120 W/cm werden vom Anfang der Trocknerstrecke, also hinter dem Konvektionsteil, im Abstand von 30 cm untereinander und im Abstand von 25 cm über die Materialbahn

platziert.

[0079] Um eine Überhitzung des Substrates zu vermeiden, wurde die aus den Düsen entweichende Luft auf nur 80 °C erwärmt und zur Kühlung der UV-Lampen verwendet. Die Substratoberflächentemperatur betrug dann 120 °C. Die Luftgeschwindigkeit in der 8m langen Trocknerstrecke betrug am Düsenaustritt 20 m/s. In dem 4 m langen vorgeschalteten Konvektivtrockner betrug die Luftgeschwindigkeit am Düsenaustritt 20 m/s und würde jeweils um 10 m/s gesteigert. Zur vollständigen Aushärtung des Silicons konnten folgende Grenzgeschwindigkeiten gefahren werden:

$$\begin{aligned} V_{\text{Luft}} &= 20 \text{ m/s} \\ V_{\text{Luft}} &= 30 \text{ m/s} \\ V_{\text{Luft}} &= 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Bahn}} &= 180 \text{ m/min} \\ V_{\text{Bahn}} &= 230 \text{ m/min} \\ V_{\text{Bahn}} &= 255 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Beispiel No 7

[0080] Es wurde verfahren wie in Beispiel No 1, jedoch mit der Maßnahme, den gesamten Trockenkanal auf 114 °C–118 °C (Substratoberflächentemperatur) zu erwärmen und das Silicon bei $v = 100 \text{ m/min}$ auszuhärten. Die Luftgeschwindigkeit im gesamten Trockner betrug 30 m/min. Die an der Siliconfolie gemessene extrahierbaren Bestandteile betragen über die Bahnbreite: 5,8%, 4,2%, 4,5%, 5,1%; im Durchschnitt 4,8%.

[0081] Der gleiche Versuch wurde wiederholt mit dem Unterschied, dass sie ersten zwei Segmente, das entspricht 4m Trocknerstrecke, mit den Düsen gemäß Beispiel No 5 ausgestattet wurden. Die Temperatur in diesem Konvektionsabschnitt betrug 28°C und die Luftgeschwindigkeit 30 m/s. Die Bahngeschwindigkeit wurde auf 100 m/min eingestellt.

[0082] Die an der Siliconfolie gemessenen extrahierbaren Anteile betragen über die Bahnbreite: 3,9%, 2,4%, 2,9%, 3,2% also 3,1% im Durchschnitt. Trotz der geringeren Temperaturbelastung lagen die Extractables um 1,7% niedriger.

Beispiel No 8

[0083] Es wurde verfahren gemäß Beispiel No 2, mit der Maßgabe, dass die Luft durch Schlitzdüsen 5 cm oberhalb der Materialbahn im Winkel von 45° in Bahnaufrichtung aufgeblasen wird. Die nächste darauf folgende Düse 5 cm oberhalb der Materialbahn im Abstand von 10 cm zur vorhergehenden Düse wurde im Winkel von 45° gegen die Bahnaufrichtung gestellt und damit die Luft wieder abgesaugt. Die ersten 4m des Trockners wurden als konvektiver Trocknerteil bei 28°C betrieben, die restlichen 8m des Trockners wurden zur Aushärtung des Silicons auf 120°C Düsenaustrittstemperatur entsprechend einer Folienoberflächentemperatur von 115°C gebracht.

[0084] Nach diesem Verfahren wurden folgende maximalen Bahngeschwindigkeiten zur Aushärtung des Silicons erreicht.

$$\begin{aligned} V_{\text{Luft}} &= 30 \text{ m/s} \\ V_{\text{Luft}} &= 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Bahn}} &= 104 \text{ m/min} \\ V_{\text{Bahn}} &= 116 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vernetzung und Aushärtung von Kunststoffen auf einer laufenden Materialbahn, **dadurch gekennzeichnet**, dass im ersten Abschnitt des Trockners alle Verunreinigungen und niedermolekulare und inhibierend wirkende Bestandteile aus dem Kunststoffpolymer/Palymermischung konvektiv im Luftstrom entfernt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Kunststoffpolymere vernetzbare Siliconpolymere eingesetzt werden.

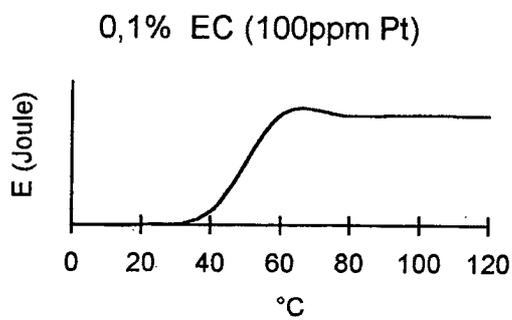
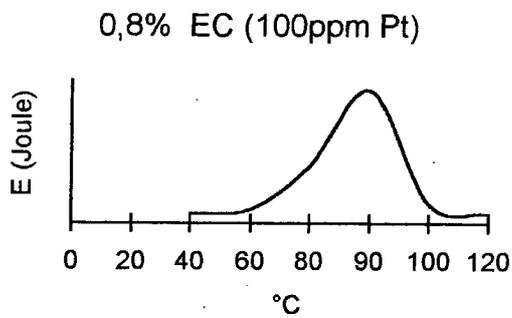
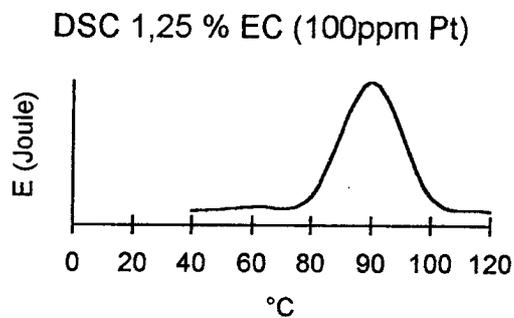
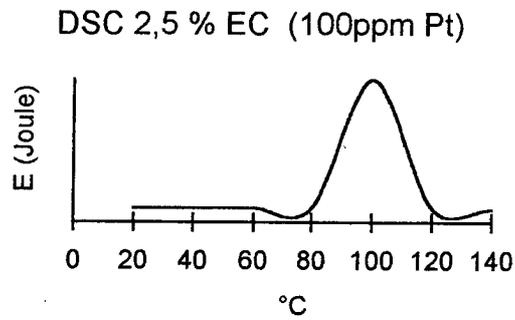
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass alle inhibierend wirkende Bestandteile aus dem Silicon weitgehend entfernt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Inhibitoren um Alkinole, Atkinolgemische, Malein/Fumarsäure – Mono- und/oder Di-Ester, und deren Gemische und Gemische aus Alkinolen, und Malein-/Fumarsäureestern zum Einsatz kommen.
5. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aushärtung des Silicons in der inhibitorfreien/-armen Zone begonnen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Konvektionszone bei Raumtemperatur, durch Kühlen, oder bei erhöhter Temperatur betrieben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwangskonvektion bei hohen Luftgeschwindigkeiten durchgeführt wird, die bis zur Grenze des Verblasens des aufgetragenen Kunststoffes reicht.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Austragen inhibierend wirkender Bestandteile durch hohe Luftturbulenzen an der Grenzfläche des Kunststoffüberzugs erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, dass der konvektiv wirkende Luftstrom gegen die Materialbahn, senkrecht zur Materialbahn oder in Laufrichtung zur Materialbahn, verwirbelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der Düsen zur Materialbahn und die geometrische Form zur Erzeugung höchster Turbulenzen am PC simuliert und auf die Praxis übertragen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstellwinkel der Düsen zur Materialbahn während des Prozesses kontinuierlich geändert wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der konvektiv wirkende Luftstrom sofort abgesaugt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzielung höchster Turbulenzen, Düsen mit konvexem Lufteinlauf und Luftauslauf verwendet werden.
14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Materialbahn alle siliconisierbaren Rohpapiere mit allen Flächengewichten verwendet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Materialbahn alle siliconisierbaren Folien mit allen Flächengewichten verwendet werden.
16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Materialbahn um kunststoffüberzogene Papiere handelt, die einseitig oder beidseitig mit einem Kunststofffilm überzogen wurden
17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Materialbahn Kunststoffgewebe, Textilgewebe und Vliese aller Art verwendet werden.
18. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aushärtung der Kunststoffe und der Silicone, der Reaktionsteil mit energiereichen Strahlen betrieben wird.
19. Verfahren gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass als energiereiche Strahler UV- und/oder IR-Strahler eingesetzt werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

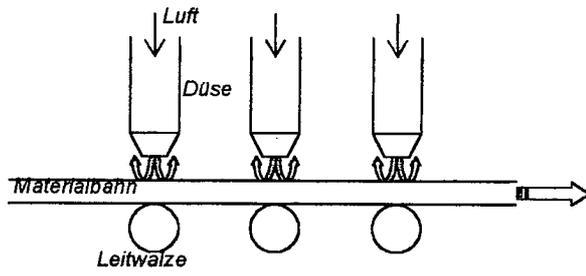
Anhängende Zeichnungen

Figur 1: Diagramm 1 – 4



EC = Ethinylcyclohexanol

Figur 2: Düsentrockner



Figur 3: Schwebetrockner

