



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 479 991 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: **F26B 3/30, F26B 15/04**

(21) Anmeldenummer: **04011791.3**

(22) Anmeldetag: **18.05.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Huber, Marco, Dr.**
63739 Aschaffenburg (DE)
• **Schramm, Holger**
63128 Dietzenbach (DE)
• **Novak, Emmerich Manfred**
63179 Obertshausen (DE)

(30) Priorität: **19.05.2003 DE 10322499**

(71) Anmelder: **Singulus Technologies AG**
63796 Kahl/Main (DE)

(74) Vertreter: **VOSSIUS & PARTNER**
Siebertstrasse 4
81675 München (DE)

(54) **Trocknung von beschichteten, insbesondere farbstoffbeschichteten CD-R und DVD Recordable Substraten mittels kurzwelliger Infrarotstrahlung zur Entfernung von Lösungsmittelresten**

(57) Durch die Erfindung wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung eines Substrats, insbesondere eines CD-R Substrats oder eines DVD Recordable Halbsubstrats, das mit einem in einem Lösungsmittel gelösten Farbstoff beschichtet ist, bereitgestellt,

bei dem das beschichtete Substrat mit elektromagnetischer Strahlung im Infrarotbereich bestrahlt wird. Die beschichtete Seite des Substrats wird dabei mit Strahlung im kurzwelligen Infrarotbereich mit einem Intensitätsmaximum bei einer Wellenlänge vorzugsweise zwischen etwa 1,3 μm und 1,7 μm bestrahlt.

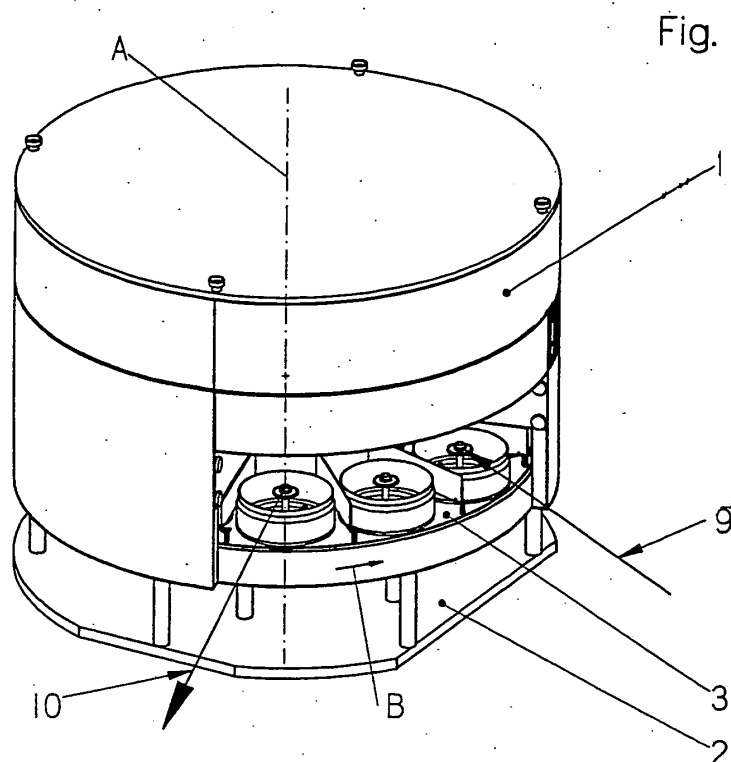


Fig. 1

EP 1 479 991 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung von beschichteten, insbesondere farbstoffbeschichteten Substraten, insbesondere ein Verfahren zur Entfernung von Lösungsmittelresten von z. B. CD-R Substraten oder DVD Recordable Halbsubstraten, die mit einer organischen Substanz, insbesondere Farbstoff, beschichtet wurden.

[0002] Während der Fertigung einfach beschreibbarer optischer Datenträger, wie beispielsweise CD-R oder DVD Recordable, müssen die Substrate, die üblicherweise aus Polycarbonat oder aus einem UV-gehärtetem Polymer bestehen, mit einem organischen Farbstoff beschichtet werden. Die jeweiligen Substanzen, wie Farbstoffe, die in organischen Lösungsmitteln gelöst sind, werden über ein Rotationsbeschichtungsverfahren, das sogenannte Spin-coating, auf die Substrate aufgebracht. Anschließend müssen die beschichteten Substrate getrocknet werden, d.h. das Lösungsmittel muss entfernt werden. Da eine Vielzahl unterschiedlicher Lösungsmittel sowie unterschiedliche Substanzen, z. B. Farbstoffe, zur Verwendung kommen, muss die Trocknung der beschichteten Substrate unabhängig von den physikalischen Eigenschaften dieser Stoffe erfolgen.

[0003] Je nach verwendetem Lösungsmittel muss eine Schicht eines noch lösungsmitteldurchsetzten organischen Farbstoffs, die sich auf dem Polycarbonatsubstrat befindet, auf Temperaturen zwischen etwa 60°C und 100°C erwärmt werden. Diese Erwärmung vermittelt den Lösungsmittelmolekülen eine genügend hohe Mobilität, um zur freien Oberfläche der Farbstoffschicht zu diffundieren, wo die flüchtigen Stoffe dann verdunsten. Diese Verdunstung wird durch eine erhöhte Umgebungstemperatur zusätzlich unterstützt. Die Trocknung der beschichteten Substrate muss vollständig geschehen, d.h. das Lösungsmittel muss restlos entfernt werden, da sich eventuell zurückbleibende Lösungsmittelreste ungünstig auf die Qualität einer fertiggestellten CD-R oder DVD Recordable auswirken.

[0004] In bekannten Verfahren zum Trocknen farbstoffbeschichteter Substrate werden Heißluftöfen eingesetzt. Hierbei nimmt das zu trocknende Substrat Wärme durch einen Wärmeübertrag an der Kontaktfläche Luft/Substrat auf. Durch diese vergleichsweise ineffektive Art des Energieübertrags zwischen Luft und dem Polycarbonatsubstrat bzw. der Farbstoffschicht beträgt die Dauer des Trocknungsprozesses je nach verwendetem Farbstoff zwischen zehn und zwanzig Minuten. Neben der zu trocknenden Farbstoffschicht wird bei diesem bekannten Verfahren das gesamte Polycarbonatsubstrat aufgeheizt. Ein unerwünschter Nebeneffekt dieser Erwärmung ist die Erweichung des Polycarbonatsträgers, wodurch das Substrat sich in radialer und axialer Richtung mechanisch verformen kann. In Kombination mit der langen Prozesszeit führt die Materialerweichung zu einer starken Einwirkung der Gravitation,

wodurch das Substrat gebogen wird. Mechanische Unterstützungen, die diesem schädlichen Einfluss entgegenwirken sollen, sind nur begrenzt einsetzbar, denn sie dürfen nicht die Gleichmäßigkeit der Erwärmung stören, indem sie den Strom der Heißluft beeinflussen.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Trocknung beschichteter, insbesondere farbstoffbeschichteter Substrate bereitzustellen. Durch das erfindungsgemäße Verfahren soll insbesondere die Verformung der Substrate während des Trocknungsprozesses verringert bzw. vollständig vermieden werden. Weiterhin soll die für den Trocknungsprozess benötigte Zeit verringert werden.

[0006] Die Aufgaben werden durch die in den Patentansprüchen enthaltenen Merkmale gelöst.

[0007] Die Erfindung basiert auf dem Grundgedanken, zur Trocknung eines Substrats, das mit einer in einem Lösungsmittel gelösten Substanz, z. B. Farbstoff, beschichtet ist, also zum Entfernen des in der auf dem Substrat aufgetragenen Schicht enthaltenen Lösungsmittels, elektromagnetische Strahlung im Infrarotbereich in einem Wellenlängenbereich einzusetzen, in dem das Substratmaterial Strahlung absorbiert, für den das Substratmaterial also einen möglichst großen Absorptionskoeffizienten hat, zu verwenden. Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die beschichtete Seite des Substrats mit Strahlung im kurzwelligen Infrarotbereich mit einem Intensitätsmaximum bei einer Wellenlänge zwischen etwa 1 µm und 2 µm, vorzugsweise zwischen 1,3 µm und 1,7 µm bestrahlt, da das Polycarbonat, aus dem die CD- und DVD-Substrate bestehen, in diesem Bereich eine Absorptionsbande aufweist.

[0008] Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren zur Trocknung von beschichteten Substraten und zur Verwendung eines Heißluftofens liegt der vorliegenden Erfindung ein anderes Prinzip des Energieeintrages auf das Substrat, also zur Erwärmung des Substrates zu Grunde: Die eingestrahnten Photonen werden durch photophysikalische Prozesse durch das Polycarbonatsubstrat absorbiert, wodurch die molekularen Bestandteile des Materials zu Schwingungen angeregt werden. Diese Umwandlung von photonischer Energie in mechanische Schwingungsenergie wirkt sich in einer Materialerwärmung aus. Als Photonenquelle werden z. B. Infrarotstrahler eingesetzt, die Photonen im kurzwelligen Infrarotbereich emittieren. Das spektrale Emissionsmaximum der verwendeten Infrarotstrahler liegt bei Wellenlängen zwischen etwa 1,3 µm und 1,7 µm. Dieser Bereich entspricht einer scharf definierten Absorptionsbande des Polycarbonats, die bei etwa 1,5 µm liegt. Dadurch werden in dem genannten Wellenlängenbereich mehr als 60 % der eingestrahnten Energie vom Polycarbonat absorbiert, während außerhalb dieses Wellenlängenfensters im Wesentlichen keine Absorption stattfindet.

[0009] Da photophysikalische Prozesse innerhalb

von Sekundenbruchteilen ablaufen und die eingestrahlte elektromagnetische Energie direkt durch Schwingungsanregung in Wärmeenergie umgewandelt wird, verkürzt sich die zum Aufheizen des Substrats benötigte Zeit durch das erfindungsgemäße Verfahren signifikant und liegt in der Größenordnung von etwa 10 Sekunden.

[0010] Durch das erfindungsgemäße Verfahren verkürzt sich die für den Trocknungsprozess benötigte Zeit signifikant gegenüber dem bekannten Verfahren und liegt je nach verwendetem Farbstoff zwischen etwa 10 und 20 s. Da weiterhin die Infrarotstrahlung nur in Bereichen nahe der Oberfläche der bestrahlten Seite des Substrats absorbiert wird und somit das Substrat nur in diesen Bereichen aufgeheizt wird, bleibt die mechanische Stabilität des Polycarbonatsubstrats während der Trocknung erhalten.

[0011] Die Erwärmung der das Lösungsmittel enthaltenden Auftragsschicht, z. B. Farbstoffschicht, findet durch Wärmeabgabe durch das Polycarbonatsubstrat statt. Da die Dicke der Auftragsschicht in einer Größenordnung von nur etwa 100 nm liegt, wird auch die Auftragsschicht innerhalb weniger Sekunden vollständig aufgeheizt. Die für den gesamten Trocknungsprozess benötigte Zeit beträgt damit je nach verwendeter Substanz, z. B.

[0012] Farbstoff, und Lösungsmittel sowie deren Menge etwa zwischen 10 und 20 s. Durch die verkürzte Prozesszeit und durch die Tatsache, dass die Infrarotabsorption und damit die Materialaufheizung nur oberflächennah an der bestrahlten Seite stattfindet, wird die vollständige Erweichung des Polycarbonatsubstrats und damit das durch den Einfluss der Gravitation bewirkte Verbiegen des Substrats vermieden.

[0013] Es ist auch möglich, das spektrale Emissionsmaximum der Infrarotstrahlen so zu wählen, daß die Beschichtung, d.h. das Lösungsmittel bzw. die gelöste Substanz, also z.B. der Farbstoff, einen relativ hohen Absorptionskoeffizienten aufweist. In diesem Falle wird also die Auftragsschicht nicht durch das Substrat sondern direkt erwärmt.

[0014] Durch die Nutzung eines effektiveren Energieeintrages gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung, verkürzt sich die Trocknungsprozesszeit von einigen Minuten auf einige Sekunden. Die Anwendung der Infrarotbestrahlung gemäß der vorliegenden Erfindung in Reihen- bzw. Inline-Fertigungsanlagen von CD-R oder DVD Recordable ermöglicht somit eine platz- und prozesszeitsparende Realisierung des Trocknungsprozesses. Die auf die Oberfläche beschränkte Erwärmung gewährleistet die Erhaltung der mechanischen Stabilität der Substrate gegen Verwerfungen und führt weiterhin zu einer raschen Abkühlung der Substrate nach der Trocknung. Damit wird die Durchführung weiterer Prozessschritte bei der Herstellung solcher einfach beschreibbarer Medien vereinfacht.

[0015] Die Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die anliegende Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Figur 1 eine Schrägansicht einer Trockenstation gemäß der vorliegenden Erfindung und

Figur 2 eine Schrägansicht eines Axialschnitts einer erfindungsgemäßen Trockenstation.

[0016] Die erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtung kann beispielsweise als Durchlaufanlage ausgebildet sein. Bei der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um eine Durchlaufanlage, bei der die Substrate auf einer Kreisbahn umlaufen. Die Substrate können beispielsweise CD-R Substrate oder DVD R Halbsubstrate, oder DVD R Dual Layer Halbsubstrate, oder Blu-Ray Recordable oder HD DVD Recordable Halbsubstrate sein. Bei dieser Ausführungsform ist das Gerätegehäuse 1 zylindrisch ausgebildet, das auf einer dazu koaxialen Grundplatte 2 angeordnet ist. Oberhalb der Grundplatte 2 ist ein Drehteller in Form eines Rundschalttisches 3 angeordnet, der durch einen Antriebsmotor 4 in Drehbewegung versetzt wird; dieser Antriebsmotor 4 befindet sich gemäß Figur 2 auf der Grundplatte 2 etwa koaxial zum Gerätezylinder und schaltet den Rundschalttisch 3 in Richtung des Pfeils B schrittweise und synchron mit der Zufuhr von Substraten an einer Zufuhrposition 9 und entsprechend synchron zum Abführen von getrockneten Substraten an der Abführposition 10 fort.

[0017] Auf dem Rundschalttisch 3 sind auf einer kreisförmigen Umlaufbahn mehrere Unterstützungsanordnungen 5 vorgesehen, auf denen zu trocknende Substrate (nicht dargestellt) abgelegt werden; diese insbesondere kreisförmigen Substrate werden mittig von einer Innenunterstützung 5b und am Außenrand durch eine Außenunterstützung 5a abgestützt, d.h. diese Substrate liegen nur kleinflächig auf der Unterstützungseinrichtung auf, um Beeinträchtigungen der Trocknungswirkung möglichst weitgehend zu vermeiden. Zwischen den nebeneinanderliegenden Unterstützungsanordnungen sind zur Trennung der jeweiligen Trocknungspositionen voneinander Kammerbleche 8 angeordnet, deren Ebenen sich in der Geräteachse A schneiden.

[0018] Axial versetzt oberhalb der kreisförmig angeordneten Substrat-Unterstützungsanordnung 5, 5a, 5b für die mehreren Substrate befindet sich eine dazu koaxiale, kreisförmige Strahlungsquellenanordnung 7 mit Halterungen 6 für die Strahlungsquellen 7a, wie beispielsweise IR-Strahler.

[0019] Wie in Figur 1 schematisch angedeutet, wird ein zu trocknendes Substrat an einer Zuführposition 9 mit Hilfe einer nicht dargestellten Transporteinrichtung in die Zuführposition 9 geladen, und nach dem Umlauf des Rundschalttisches 3 mit den Substraten wird mit beendeter Trocknung das getrocknete Substrat an der Abführposition 10 mit Hilfe einer ebenfalls nicht dargestellten Transporteinrichtung von der Substrat-Unterstützungsanordnung entnommen und dann in geeigneter Weise weiter bearbeitet.

[0020] Die erfindungsgemäße Trocknungseinrich-

tung wird vorzugsweise in einer Gesamtanlage zur Herstellung von optischen Datenträgern eingesetzt; das beschriebene erfindungsgemäße Konzept ermöglicht den Einsatz bei bereits bestehenden, herkömmlichen Produktionsanlagen für optische Datenträger ohne wesentliche Änderung dieser Anlage.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trocknung eines Substrats, das mit einer in einem Lösungsmittel gelösten Substanz beschichtet ist, durch Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung, wobei die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung so gewählt ist, dass das Substratmaterial und/oder das Lösungsmittel und/oder die gelöste Substanz bei dieser Wellenlänge einen relativ hohen Absorptionskoeffizienten aufweist. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die gelöste Substanz ein Farbstoff ist. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die beschichtete Seite des Substrats bestrahlt wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die gelöste Substanz eine organische Verbindung ist. 20
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die gelöste Substanz ein organischer Farbstoff ist. 25
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Substratmaterial ein Polycarbonat oder ein UV-gehärtetes Polymer ist. 30
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Substrat ein CD-R Substrat oder ein DVD R Halbsubstrat oder ein DVD R Dual Layer Halbsubstrat, oder ein Blu-Ray Recordable oder ein HD DVD Recordable Halbsubstrat ist. 35
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Strahlung im kurzwelligen Infrarotbereich liegt. 40
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Strahlung ein Intensitätsmaximum bei einer Wellenlänge zwischen 1 μm und 2 μm aufweist. 45
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Strahlung ein Intensitätsmaximum bei einer Wellenlänge zwischen 1,3 μm und 1,7 μm aufweist. 50
11. Vorrichtung zur Trocknung eines Substrats, das mit

einer in einem Lösungsmittel gelösten Substanz beschichtet ist mit einer Strahlungsquelle (7) zum Bestrahlen des Substrats, deren Strahlungswellenlänge so gewählt ist, dass das Substratmaterial und/oder das Lösungsmittel und/oder die gelöste Substanz bei dieser Wellenlänge einen relativ hohen Absorptionskoeffizienten aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die gelöste Substanz ein Farbstoff ist. 55
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Strahlungsquelle Infrarotstrahlung im kurzwelligen Infrarotbereich emittiert.
14. Vorrichtung nach Anspruch 11, 12 oder 13, wobei das spektrale Emissionsmaximum der Strahlungsquelle bei einer Wellenlänge zwischen 1,3 μm und 1,7 μm liegt.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei das spektrale Emissionsmaximum der Strahlungsquelle bei einer Wellenlänge von 1,5 μm liegt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15 mit einer Durchlaufanordnung (3, 4, 5) zwischen einer Zuführposition (9) und einer Abführposition (10) und einer Strahlungsquellenanordnung (7) zum Bestrahlen der Substrate auf der Durchlaufstrecke.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Durchlaufstrecke kreisförmig oder gerade ist.

Fig. 1

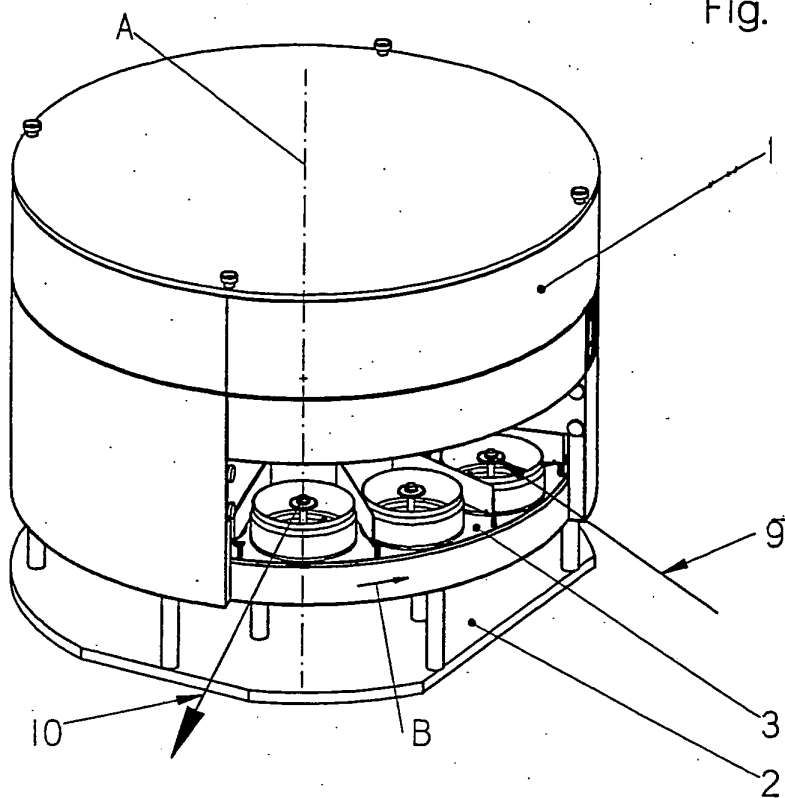


Fig. 2

