

BESCHREIBUNG

Be- und Entladeeinrichtung für ein Substratmagazin, Substratmagazinsystem

Die Erfindung betrifft eine Be- und Entladeeinrichtung für ein Substratmagazin, wobei das Substratmagazin mehrere Schubfächer aufweist, in welche mehrere Substrate zur Lagerung oder Zwischenlagerung einschiebbar sind, mit zumindest einem ansteuerbaren Transportband, auf welchem Substrate ablegbar sind, und mit zumindest einem ansteuerbaren Greifarm, der dazu ausgebildet ist, Substrate von dem Transportband in ein Schubfach einzuschieben oder aus dem Schubfach auf das Transportband herauszuschieben, wobei das Transportband und der Greifarm an einem gemeinsamen und beweglich gelagerten Träger angeordnet sind.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Substratmagazinsystem mit zumindest einem Substratmagazin, das mehrere Schubfächer aufweist, in welche jeweils mehrere Substrate zur Lagerung oder Zwischenlagerung einschiebbar sind, und mit einer Be- und Entladeeinrichtung wie sie vorstehend beschrieben wurde.

Be- und Entladeeinrichtungen für Substratmagazine sind aus dem Stand der Technik bekannt. Bei der Fertigung von flächigen Substraten oder elektrischen/elektronischen Modulen, die auf einem flächigen Substrat basieren, ist es bekannt, Substrate in einem Substratmagazin vorzuhalten und automatisiert durch eine Entladeeinrichtung der Bestückungslinie zuzuführen. Auch ist es bekannt, während der Fertigung eines Bauteils bereits bestückte oder vorbereitete Substrate aus der Bestückungslinie in ein Substratmagazin zu lagern oder zwischenzulagern, um sie für einen späteren Arbeitsschritt bereitzuhalten. Entsprechend sind Beladeeinrichtungen bekannt, die das Substratmagazin mit Substraten beispielsweise aus der Bestückungslinie beladen können. Bekannt sind auch kombinierte Be- und Entladeeinrichtungen, welche sowohl das Entladen als auch das Beladen von Substratmagazinen ermöglichen und entsprechend einer Bestückungslinie einzelne Substrate zur Verfügung stellen oder einzelne Substrate von der Bestückungslinie entfernen und in dem Substratmagazin zwischenlagern können.

Bekannte Be- und Entladeeinrichtungen weisen zumindest ein ansteuerbares Transportband auf, auf welchem Substrate ablegbar sind. Auf dem Transportband sind die Substrate beispielsweise von einem Substratmagazin zu der Bestückungslinie überführbar. Darüber hinaus ist es bekannt,

einen ansteuerbaren Greifarm vorzusehen, der dazu ausgebildet ist, Substrate von dem Transportband in ein Schubfach des Substratmagazins einzuschieben oder aus diesem auf das Transportband herauszuschieben. Ist ein Substratmagazin mit einer Vielzahl von Schubfächern versehen, so ist häufig der Abstand benachbarter Schubfächer zueinander in der Höhe aus
5 Bauraumgründen möglichst klein gewählt, sodass eine Vielzahl von Schubfächern ermöglicht ist. In diesem Fall ist es dann schwierig bis unmöglich das Transportband in das Substratmagazin selbst unterhalb eines Substrats einzuführen. Auch ist es kostengünstiger ein Transportband nicht derart verschiebbar zu lagern, dass es vollständig in ein Substratmagazin einfahrbar ist. Ein Greifarm, der deutlich schmaler ausgebildet werden kann als das Transportband, ist auch
10 beispielweise zwischen zwei Schubfächer einführbar, um ein Substrat aus einem der Schubfächer herauszuziehen. Das Zusammenwirken von Greifarm und Transportband hat so den Vorteil, dass kostengünstig ein Be- und Entladen ermöglicht ist, und insbesondere auch ein Be- und Entladen in einem Substratmagazin, welches nur wenig Freiraum bietet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Be- und Entladeeinrichtung zu
15 schaffen, die insbesondere auch das Vereinzeln von Substraten aus einem Substratstapel, der in einem Substratmagazin lagerbar ist, ermöglicht.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch eine Be- und Entladeeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dieser hat den Vorteil, dass die Be- und Entladeeinrichtung sowohl das Handhaben einzelner Substrate als auch das Handhaben von
20 Substratstapeln ermöglicht. Dadurch wird die Verwendungsmöglichkeit der Be- und Entladeeinrichtung erhöht und die Notwendigkeit einer zusätzlichen Be- und Entladeeinrichtung Substratstapel überwunden. Dadurch kann eine Bestückungslinie insgesamt kostengünstig und bauraumsparend realisiert werden.

Erfindungsgemäß ist dazu vorgesehen, dass der Greifarm zumindest im Wesentlichen unterhalb
25 des Transportbands angeordnet ist, um ein Substrat von unten zu greifen, und dass oberhalb des Transportbands ein beweglicher Vakuumgreifer angeordnet ist, um ein Substrat in dem Substratmagazin oder auf dem Transportband von oben zu greifen und zu bewegen. Mittels des Greifarms ist es damit möglich, sowohl ein vereinzelt Substrat als auch einen Substratstapel von unten zu greifen, in dem das zuunterst liegende Substrat gefasst und in Richtung des
30 Transportbands geschoben wird. Abgesehen von einem höheren Kraftaufwand ändert sich dazu an der Konstruktion der Be- und Entladeeinrichtung zunächst nichts. Durch den zusätzlichen Vakuumgreifer ist es nunmehr möglich, einzelne Substrate von einem Substratstapel von oben zu

entfernen oder von oben auf den Substratstapel aufzulegen. Dadurch kann mittels der Be- und Entladeeinrichtung sowohl ein Substratstapel als auch einzelne Substrate von einem Substratstapel entnommen und in das Substratmagazin bewegt werden und andersherum.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist der Vakuumgreifer zum Vereinzeln
5 von Substraten von einem Substratstapel ausgebildet. Dazu weist der Vakuumgreifer beispielsweise einen beweglichen Saugkopf mit einer oder mehreren Saugstellen auf, die auf die Oberfläche eines Substrats, insbesondere des zuoberst liegenden Substrats eines Substratstapels, aufgelegt werden könne, um das Substrat anzusaugen und von dem Substratstapel zu entfernen beziehungsweise zu transportieren. Optional weist der
10 Vakuumgreifer Rückhaltemittel auf, die der Rückseite des zu greifenden Substrats zugeordnet oder zuordenbar sind und gewährleisten, dass ein darunter liegendes Substrat nicht an dem gegriffenen Substrat hängenbleibt. Bei dem Rückhaltemittel kann es sich beispielsweise um eine Drucklufteinrichtung handeln, die in dem Zwischenraum zwischen dem zu greifenden Substrat und dem darunterliegenden Substrat einen Luftstrom erzeugt, um die beiden Substrate sicher
15 voneinander zu trennen. Alternativ sind die Rückhaltemittel vorzugsweise mechanisch ausgebildet und halten das untere Substrat zurück, wenn das oben liegende Substrat durch den Vakuumläufer angehoben wird.

Besonders bevorzugt ist der Vakuumgreifer dazu ausgebildet, in das Substratmagazin einzufahren. Damit ist es möglich, die Vereinzelung von Substraten aus einem Substratstapel
20 innerhalb des Substratmagazins vorzunehmen und vereinzelte Substrate auf das Transportband zur weiteren Verwendung abzulegen. Selbstverständlich wird dadurch auch der umgekehrte Prozess ermöglicht, bei welchem vereinzelte Substrate von dem Vakuumgreifer aufgenommen und zum Herstellen oder Weiterbilden eines Substratstapels in das Substratmagazin eingefahren werden. Alternativ dazu ist der Vakuumgreifer bevorzugt dazu ausgebildet, eine Vereinzelung
25 eines Substratstapels nur auf dem Transportband durchzuführen.

Besonders bevorzugt ist der Vakuumgreifer an dem Träger höhenverstellbar gelagert. Dadurch ist der Vakuumgreifer unabhängig von der Transporthöhe des Transportbands optimal an einen Substratstapel anpassbar.

Weiter ist bevorzugt vorgesehen, dass der Greifarm zumindest einen Greifhaken aufweist, der
30 von einer Greifposition zum Verschieben eines Substrats in eine Löseposition zum Verschieben des Greifarms unabhängig von einem Substrat und zurück verlagerbar ist. Das Greifen eines

Substrats zum Verschieben des Substrats in das Substratmagazin oder aus dem Substratmagazin erfolgt damit durch das Verlagern des Greifhakens. In der Löseposition bietet dies den Vorteil, dass der Greifarm insbesondere in der Höhe besonders niedrigbauend ausgebildet ist, sodass er beispielsweise auch zwischen zwei übereinanderliegende Substrate in dem Substratmagazin
5 eingefahren werden kann. Insbesondere wird dadurch vermieden, dass der Greifarm insgesamt in der Höhe verstellt werden muss, um ein Substrat zu greifen oder von diesem gelöst zu werden. Besonders bevorzugt ist der Greifhaken verschwenkbar an dem Greifarm gelagert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist der Greifarm mehrere solcher Greifhaken auf, die in Schieberichtung beabstandet voneinander an dem Greifarm angeordnet
10 sind. Die Greifhaken sind dabei insbesondere wie zuvor beschrieben ausgebildet und an dem Greifarm gelagert. Es ergibt sich dabei der Vorteil, dass mittels der Greifhaken mehrere Substrate gleichzeitig gegriffen und verschoben werden können, ohne dass die Substrate aneinander stoßen. Vielmehr sind die Greifhaken bevorzugt derart an dem Greifarm angeordnet, dass zwischen benachbarten Substraten in einem Schubfach jeweils zumindest ein Greifhaken
15 durch das Verlagern einbringbar ist, und dass in Folge dessen durch das Verschieben beziehungsweise Herausziehen des Greifarms alle Substrate gleichzeitig auf das Transportband herausgezogen werden können. Damit ist eine sichere Handhabung mehrere Substrate gleichzeitig gewährleistet, die verhindert, dass Substrate durch Aneinanderstoßen oder Übereinanderschieben beim Transport beschädigt werden.

Besonders bevorzugt ist einer der Greifhaken an dem Greifarm längsverschieblich gelagert. Dadurch ist eine Anpassung des Abstands benachbarter Greifhaken zueinander ermöglicht, sodass der Greifarm beispielsweise an unterschiedliche in einem Schubfach des Substratmagazins gelagerte Substrate anpassbar ist, die in Schieberichtung gesehen unterschiedlich lang ausgebildet sind. Entsprechendes gilt selbstverständlich auch für das
20 Einschieben mehrerer unterschiedlicher Substrate in das Substratmagazin hinein.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der Greifarm zumindest einen Sensor zum Erfassen eines Substrats auf. Dadurch, dass der Sensor den Greifarm zugeordnet ist, wird der Sensor mit dem Greifarm mitbewegt. Insbesondere ist der Sensor auf der Oberseite des Greifarms, also einem zu greifenden Substrat zugeordnet, angeordnet. Wird der Greifarm nun an
30 einem Substrat vorbei bewegt, wird mittels des Sensor während der Bewegung insbesondere der Beginn und das Ende eines Substrats erfasst und dadurch beispielweise mithilfe eines Steuergeräts die Substratkontur und Position in dem Substratmagazin und/oder auf dem

Transportband ermittelt. Hierdurch wird ein einfacher und sicherer Transport des Substrats gewährleistet. Insbesondere wird mithilfe der Daten des Sensors bestimmt, an welcher Position der Greifhaken in die Greifposition zu verlagern ist oder verlagert werden kann, ohne gegen das Substrat von unten zu stoßen. Dazu wird beispielsweise beim Einschieben des Greifarms in das Substratmagazin der Beginn eines Substrats erfasst und entweder auch das Ende des Substrats mittels des Sensors erfasst oder in Abhängigkeit von dem Steuergerät bekannten Daten des zu greifenden Substrates das Ende des Substrats berechnet, sodass der Greifhaken erst dann in die Greifposition verlagert wird, wenn der Greifhaken das Substrat vollständig passiert hat. Insbesondere ist das Transportband derart ausgebildet, dass es zwei Transportbandläufe aufweist, die parallel im Abstand zueinander angeordnet sind, sodass der Greifarm zwischen den beiden Transportbandläufen angeordnet ist, sodass das jeweilige Substrat sowohl in dem Substratmagazin als auch auf das Transportband jeweils an seinen Seitenrändern aufliegt. Der Abstand der Transportbandläufe zueinander muss dabei nicht unbedingt dem Abstand von Schiebeführungen des Substratmagazins, die jeweils ein Schubfach ausbilden, entsprechen. Vielmehr kann der Abstand der Substratbandläufe auch kleiner gewählt sein.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist dem Greifarm zumindest ein Wegsensor zugeordnet. Durch den Wegsensor ist der Bewegungsweg des Greifarms ermittelbar und damit insbesondere auch in Abhängigkeit von den Daten des Sensors die Positionierung des Greifhakens bezüglich eines zu greifenden Substrats optimal feststellbar und einstellbar.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass dem Greifarm zumindest ein insbesondere elektromotorischer Aktuator zu dessen Verschiebung und/oder zur Verlagerung des zumindest einen Greifhakens zugeordnet ist. Damit ist die Positionierung des Greifarms und insbesondere des an dem Greifarm befindlichen Greifhakens, oder gegebenenfalls der mehreren Greifhaken, insbesondere unter Berücksichtigung der Daten des Wegmesssensors sowie des Sensors gewährleistet. Optional weist der Greifarm zum Verlagern des jeweiligen Greifhakens zumindest einen weiteren elektrisch betreibbaren Aktuator auf. Weist der Greifarm mehrere Greifhaken auf, so ist jedem Greifhaken entweder ein eigener Aktuator zugeordnet, oder die Greifhaken sind mechanisch miteinander mit einem gemeinsamen Aktuator verbunden, sodass die Greifhaken gleichzeitig durch den Aktuator bewegt, insbesondere verschwenkt werden.

Weiterhin weist die Be- und Entladeeinrichtung bevorzugt ein Steuergerät auf, das zumindest mit dem Aktuator, mit dem Sensor und mit dem Wegmesssensor signaltechnisch verbunden und dazu ausgebildet ist, den zumindest einen Aktuator in Abhängigkeit von von dem Sensor

erfassten Daten dazu anzusteuern, Substrate aus einem bestimmten Fach des Substratmagazins einzeln oder gemeinsam auf das Transportband rauszuschieben oder in das Schubfach von dem Transportband hineinzuschieben. In Kenntnis der Positionierung der Substrate in dem Substratmagazin oder Transportband steuert das Steuergerät die Be- und Entladeeinrichtung
5 dazu an, die Substrate einzeln oder wie zuvor beschrieben gleichzeitig von einem Schubfach auf das Transportband zu schieben oder anders herum. Bei dem Bewegen einzelner Substrate wird das Transportband durch das Steuergerät insbesondere angesteuert, entweder nach Aufnahme jedes einzelnen Substrats, das jeweilige Substrat mittels des Transportbands zu einer weiteren Verwendung abzuführen, oder einzelne Substrate auf dem Transportband zunächst zu sammeln
10 und erst dann der weiteren Verwendung zuzuführen.

Das Steuergerät ist insbesondere so ausgebildet, ein einzelnes Substrat von dem Transportband auf eine vorgegebene Position in dem Schubfach zu schieben oder von einer vorgegebenen Position aus dem Schubfach zu entfernen. Dazu nutzt das Steuergerät Daten des Wegmesssensors sowie beispielsweise durch den Sensor erfasste Daten des zu schiebenden
15 Substrats, sodass eine optimale Positionierung des Substrats in dem Schubfach oder auf dem Transportband erfolgt.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Dazu zeigen

- Figur 1 ein vorteilhaftes Substratmagazinsystem in einer perspektivischen Darstellung,
- 20 Figur 2 eine Schubeinheit des Substratmagazinsystems in einer perspektivischen Darstellung,
- Figur 3A eine vereinfachte Darstellung des Substratmagazinsystems bei der Handhabung von Einzelsubstraten, und
- Figur 3B eine vereinfachte Darstellung des Substratmagazinsystems bei der
25 Handhabung von Substratstapeln.

Figur 1 zeigt in einer vereinfachten perspektivischen Darstellung ein Substratmagazinsystem 1 für eine Bestückungslinie für elektrische/elektronische Komponenten. Das Substratmagazin 1 weist ein Substratmagazin 2 auf, das eine Vielzahl von Schubfächern 3 zur Aufnahme jeweils mehrerer Substrate 4 aufweist. Dazu weist das Substratmagazin 2 zwei einander gegenüber

liegend angeordnete und parallel zueinander vertikal ausgerichtete Seitenwände 5 auf, die an einander zugewandten Seiten jeweils eine Vielzahl von Führungsschienen 6 aufweisen, wobei jeweils zwei gegenüberliegend angeordnete Führungsschienen 6 ein Schubfach 3 ausbilden, in welchem das jeweilige Substrat 4 mit seinen Seitenrändern aufliegt. Optional können im Substratmagazin 2 auch Substratstapel angeordnet werden, also eine Vielzahl von übereinander gestapelten Einzelsubstraten, die ein Paket beziehungsweise einen Stapel bilden.

Das Substratmagazin 1, 2 weist weiterhin eine Be- und Entladeeinrichtung 7 auf, welche dazu dient, Substrate 4 in das Substratmagazin 2 zu verlagern oder aus dem Substratmagazin 2 zu entnehmen und beispielsweise einer Bestückungsvorrichtung der Bestückungslinie zuzuführen. Dazu weist die Be- und Entladeeinrichtung 7 ein Transportband 8 auf, das zwei parallel zueinander ausgerichtete und beabstandet zueinander angeordnete Transportbandläufe 9 aufweist. Die Transportbandläufe 9 sind als Endlostriebe dazu ansteuerbar, das Transportband in eine Umlaufbewegung zu versetzen, wodurch auf dem Transportband 8 aufliegende Gegenstände mit dem Transportband 8 mittransportiert werden können. Die Transportbandläufe 9 sind derart nah beieinander angeordnet, dass Substrate aus dem Substratmagazin 2 auf beiden Transportbandläufen 9 an ihren Seitenrändern aufliegen und damit durch das Transportband 8 transportiert werden können.

Zwischen den Transportbandläufen 9 ist eine Schiebeeinheit 10 angeordnet. Die Schiebeeinheit 10 weist einen Greifarm 11 auf, der als Teleskoparm ausgebildet ist. Der Greifarm 11 liegt dabei unterhalb der Auflagefläche 12 des Transportbands 8 und ist parallel zu diesem ausgerichtet. An seinem freien Ende weist der Greifarm 11 einen Greifhaken 13 auf, der verlagerbar ist. Insbesondere ist der Greifhaken 13 durch ein Verschwenken des Greifarms 11 um seine Längsachse des Greifarms 11 verschwenkbar, wie durch einen Doppelpfeil 14 in Figur 1 gezeigt. Dadurch ist der Greifhaken 13 von der in Figur 1 dargestellten Löseposition in eine aufgestellte, in Figur 1 gestrichelt dargestellte Greifposition verschwenkbar. Dem Greifarm 11 ist außerdem ein elektromotorischer Aktuator 15 zugeordnet, der das Verschwenken des Greifhakens 13 gemäß Pfeil 14 wie durch einen Doppelpfeil 16 gezeigt, ermöglicht. Der Greifarm 11 ist mit dem Greifhaken 13 parallel zu dem Transportband 8 durch den Aktuator 15 längsverschiebbar. Die Schiebeeinheit 10 und das Transportband 8 sind dabei an dem gleichen Träger 17 der Be- und Entladeeinrichtung 7 angeordnet.

Figur 2 zeigt die Schiebeeinheit 10 in einer perspektivischen Darstellung losgelöst von der übrigen Be- und Entladeeinrichtung 7. Der Greifarm 11 weist einen ersten Armteil 20 und einen

zweiten Armteil 21 auf. Der Armteil 20 ist an einem an dem Träger 17 befestigten Stützträger 22 gemäß Doppelpfeil 16 längsverschieblich gelagert. Dabei erfolgt das Verschieben gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch einen Riementrieb 23, der elektromotorisch durch einen Aktuator 24 antreibbar ist. An dem Greifarmteil 20 ist das Greifarmteil 21 verschwenkbar um
5 seine Längsmittelachse gelagert, und fest mit dem Greifhaken 13 verbunden, um diesen durch seine durch den Aktuator 15 bewirkte Drehbewegung von der Losstellung in die Greifstellung und andersherum zu verschwenken. Insbesondere ist der Greifarmteil 21 dabei durch mehrere Radiallager 25 an dem Greifarmteil 20 verschwenk- beziehungsweise drehbar gelagert.

Darüber hinaus weist die Be- und Entladeeinrichtung 7 einen Vakuumgreifer 18 auf, wie in
10 Figur 1 gezeigt. Der Vakuumgreifer 18 weist einen beweglichen Saugkopf 19 auf, der oberhalb des Greifarms 11 angeordnet und zumindest parallel zu dem Greifarm 11 gemäß Doppelpfeil 16 längsverschieblich gelagert ist. Der Saugkopf 19 liegt dabei oberhalb der Auflagefläche 12 des Transportbands 8 und ist optional in der Höhe verstellbar an dem Träger 17 gelagert, sodass der Abstand zwischen dem Saugkopf 19 beziehungsweise der Vakuumeinrichtung 18 und dem
15 Transportband 8 veränderbar ist. Durch die Vakuumeinrichtung 18 ist es möglich, Substrate 4 von oben anzusaugen und zu transportieren. Mittels des Greifarms 11 ist es mit Hilfe des Greifhakens 13 ermöglicht, Substrate formschlüssig zu verschieben, wobei der Greifhaken 13 von unten nach oben in die Greifstellung verschwenkt wird, wie zuvor erläutert, um ein Substrat 4 mit einer Schubkraft beaufschlagen zu können. Zumindest ein Steuergerät 34 steuert dazu die
20 Aktuatoren der Be- und Entladeeinrichtung 7. Das Steuergerät 34 ist dazu signaltechnisch mit allen Aktuatoren und Sensoren, die unten näher erläutert werden, verbunden, um insbesondere auch in Abhängigkeit von Informationen der Sensoren die Aktuatoren gezielt anzusteuern, um einen Belade- und/oder Entladevorgang mittels der Be- und Entladeeinrichtung 7 an dem Substratmagazin 2 durchzuführen. Das Steuergerät 34 weist dazu beispielsweise eine
25 Recheneinheit, insbesondere einen Mikrokontroller, sowie einen Datenspeicher auf, wobei in dem Datenspeicher insbesondere ein Computerprogramm hinterlegt ist, das von der Recheneinheit angewendet wird, um die Be- und Entladeeinrichtung 7 wie untenstehend beschrieben zu betreiben.

Anhand von Figuren 3A und B soll im Folgenden die Funktionsweise des vorteilhaften
30 Substratmagazinsystems 1 erläutert werden.

Figur 3A zeigt ein Anwendungsbeispiel des Substratmagazinsystems 1, bei welchem Einzelsubstrate gehandhabt werden. In diesem Ausführungsbeispiel sind vereinzelte Substrate 4

in Schubfächern 3 des Substratmagazins 2 angeordnet. Dabei ist vorliegend das Substratmagazinsystem vereinfacht gezeigt. In manchen Schubfächern liegen dabei mehrere Substrate 4 nebeneinander beabstandet zueinander, während in anderen Schubfächern 3 lediglich ein Substrat 4 angeordnet sein kann. Zum Entnehmen der Substrate für eine weitere Verwendung
5 beispielsweise in einer Bestückungslinie, wird nunmehr der Greifarm 11 mit Hilfe des Aktuators 24 in das Substratmagazin 2 hineingeschoben. Der Greifarm 11 weist auf seiner Oberseite zumindest einen Sensor 26 auf, der beispielsweise als optischer Sensor oder Abstandssensor ausgebildet ist. Insbesondere ist der Sensor 26 nahe zu dem Greifhaken 13 an dem Greifarm 11, insbesondere an dem zweiten Greifarmteil 21 angeordnet. Beim Einschieben
10 des Greifarms 11 in das Substratmagazin 2 wird somit auch der Sensor 26 an den darin befindlichen Substraten 4 vorbeigeschoben, die oberhalb des Greifarms 11 in dem Schubfach 3 liegen. Dem Greifarm 11 ist des Weiteren eine Wegmesseinrichtung 27 zugeordnet, welche den Bewegungsweg des Greifarms 11 überwacht. Mit dem Sensor 26 ist nunmehr der Anfang und das Ende eines Substrats 4 oberhalb des Greifarms 11 erfassbar und mit Hilfe der
15 Wegmesseinrichtung 27 ist die Position des Greifarms 11 ermittelbar. Insbesondere nachdem mittels des Sensors 26 das Ende des zu greifenden Substrats 4 erfasst wurde, wird die Bewegung des Greifarms 11 gestoppt und der Greifhaken 13 in die Greifposition, wie in Figur 3 dargestellt, verschwenkt, sodass der Greifhaken 13 das zu erfassende Substrat 4 hintergreift. Wird nun der Greifarm 11 aus dem Substratmagazin 2 heraus bewegt, so schiebt der Greifhaken 13 das
20 Substrat 4 auf das Transportband 8 beziehungsweise auf die Auflagefläche 12 des Transportbands 8. Ein weiterer Transport des Substrats 4 ist durch das Transportband 8 ermöglicht. So können nacheinander mehrere Substrate 4 aus einem Schubfach 3 auf das Transportband 8 bewegt werden. Vorteilhafterweise ist der Träger 17 in der Höhe verstellbar, wie durch einen Doppelpfeil 28 in Figur 3 anzeigt, sodass durch eine Höhenverstellung des
25 Trägers 17 sämtliche Schubfächer 3 des Substratmagazins 2 mithilfe des Greifarms 11 erreicht werden können.

Für einen Beladevorgang des Substratmagazins 2 erfolgt die Bewegung des Greifarms umgekehrt, wobei zunächst ein Substrat auf dem Transportband 8 platziert und anschließend mithilfe des Greifhakens 13 in Richtung des Substratmagazins 2 in eines der Schubfächer 3
30 eingeschoben wird.

Figur 3B zeigt das gleiche Substratmagazinsystem 1 in einem Betrieb, in welchem die Vereinzelung von Substraten 4 von einem Substratstapel 29 oder das Herstellen des Substratstapels 29 aus einzelnen Substraten 4 vorgenommen wird.

5 Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Substratstapel 29 in dem Substratmagazin 2 gelagert. Dazu ist beispielweise ein Adapterblech 30 in ein Schubfach 3 eingeschoben worden, auf welchem der Substratstapel 29 liegt.

Anstelle des Greifarms 11 wird nunmehr die Vakuumeinrichtung 18 dazu genutzt, das oberste Substrat 4 des Substratstapels 29 zu greifen. Dazu wird der Saugkopf 19 in das Substratmagazin 2 verfahren, sodass er oberhalb des Substratstapels 29 positioniert ist.
10 Vorzugsweise ist dem Saugkopf 19 ein weiterer Sensor 33 zugeordnet, der nach unten weist, um beispielsweise den Beginn des Substratstapels und optional auch das Ende des Substratstapels zu erfassen. Dadurch ist mit einfachen Mitteln der Saugkopf 19 optimal über dem zu greifenden Substrat 4 positionierbar. Insbesondere ist auch dem Saugkopf 19 eine Wegmesseinrichtung 27 zugeordnet, die den Weg des Saugkopfs 19 erfasst und beispielsweise in Abhängigkeit von
15 Beginn und Ende des Substratstapels 29 den Mittelpunkt des Substratstapels 29 bestimmt und den Saugkopf 19 zur Entnahme eines Substrats 4 mittig über dem Substratstapel 29 positioniert. Anschließend wird der Saugkopf 19 nach unten zu dem obersten Substrat 4 geführt und das zuoberst liegende Substrat 4 durch die Vakuumeinrichtung 18 an den Saugkopf 19 angesaugt. Vorzugsweise wird anschließend der Saugkopf 19 ein Stück weit angehoben, um das Substrat 4
20 von dem darunterliegenden Substrat 4 zu lösen. Anschließend wird der Saugkopf 19 aus dem Substratmagazin 2 herausbewegt, wie durch einen Pfeil 32 gezeigt. Dadurch wird das Substrat 4 von dem Substratstapel 29 vereinzelt und insbesondere durch den Saugkopf 19 auf dem Transportband 8 abgelegt.

Besonders bevorzugt beginnt die Entnahme der einzelnen Substrate aus dem Substratmagazin 2
25 von unten, also mit dem Substrat 4, das in dem untersten Schubfach 3 des Substratmagazins 2 liegt, sodass dem Greifarm 11 der größtmögliche Freiraum beim Einführen in das Substratmagazin 2 geboten wird. Darüber hinaus wird sichergestellt, dass kein Substrat unterhalb des Greifarms liegt, dass durch den Greifarm beim Greifen das darüberliegende Substrat beschädigt werden könnte. Auch wird dadurch verhindert, dass bei dem Verschieben eines
30 Substrats 4 in dem Substratmagazin Schmutzpartikel oder dergleichen nicht auf ein darunterliegendes Substrat 4 fallen können. Dadurch werden sowohl Vorteile bezüglich der Reinheit der Substrate 4 sowie bezüglich der Bewegungsfreiheit des Greifarms 11 erreicht.

- Durch das vorteilhafte Substratmagazinsystem 1 können unterschiedliche Be- und Entladevorgänge realisiert werden. Während bei herkömmlichen Substratmagazinsystemen die Substrate durch einen Greifarm lediglich nur in eine einzige einführbare Endposition oder bis zu einem Anschlag gefahren werden können, erlaubt die vorliegende Ausbildung des Substratmagazinsystems 1, dass die Substrate gezielt auf vorbestimmte Positionen innerhalb eines Schubfachs geschoben werden. Die Einschiebeposition ist frei programmierbar oder beispielweise in Abhängigkeit von der Größe des jeweiligen Substrats durch das Steuergerät 34 einstellbar. In Abhängigkeit von dem verfügbaren Platz in einem Schubfach 3, können in Abhängigkeit der gewünschten Anzahl von Substraten 4 mehrere Endpositionen des Greifarms 11 programmiert und eingestellt werden. Dabei wird mithilfe der Wegmesseinrichtung 27 die Position des Greifhakens 13 und damit die Position eines bewegten Substrats überwacht, sodass das Substrat 4 an einer gewünschten Position verbleibt. Insbesondere ist es dadurch möglich, einzelne Substrate in einem Schubfach 3 mit frei wählbarem Abstand zueinander zu platzieren. Ein Übereinanderschieben oder Gegeneinanderschieben der Substrate 4 wird somit vermieden.
- Optional sind an dem Greifarm mehrere Greifhaken 13 verschwenkbar gelagert. Die Greifhaken 13 sind dabei in einem festen Abstand zueinander angeordnet, der einen gewünschten Abstand benachbarter Substrate 4 im Substratmagazin 2 entspricht. Wird der Greifarm 11 vollständig in das Substratmagazin 2 eingefahren, können somit entsprechend alle in dem betroffenen Schubfach 3 liegende Substrate 4 gleichzeitig durch die Greifhaken 13 aus dem Schubfach heraus auf das Transportband 8 beziehungsweise auf die Auflagefläche 12 des Transportbands 8 herausgezogen werden. Für den umgekehrten Vorgang werden die Substrate 4 zunächst auf dem Transportband 8 entsprechend dem Abstand der Greifhaken oder Einschiebefinger positioniert, und anschließend werden alle Substrate 4 gleichzeitig durch den Greifarm 11 in den gewünschten Magazinslot beziehungsweise in das gewünschte Schubfach 3 geschoben.
- Optional ist dem Greifarm 11 außerdem ein Kraftsensor zugeordnet, der die Bewegungskraft des Greifarms 11 überwacht, sodass wenn die Kraft einen erwarteten Wert übersteigt, beispielsweise, wenn ein Substrat in dem jeweiligen Schubfach 3 verklemmt, der Vorgang unterbrochen wird, um eine Beschädigung von Substraten 4 zu vermeiden. Der Sensor 26, 33 ist dabei jeweils insbesondere als optischer Sensor oder als Abstandsensor ausgebildet.
- Bei der Entladung der Substrate 4 aus einem Schubfach 3 des Substratmagazins 2 ergeben sich außerdem die folgenden Möglichkeiten: Zum einen ist es möglich, dass jedes einzelne auf das

Transportband 8 geschobene Substrat 4 durch das Transportband 8 sofort weitergefahren und der weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt wird. Außerdem ist es möglich, dass durch den Greifarm zunächst alle Substrate 4 aus einem Schubfach 3 auf dem Transportband 8 nacheinander positioniert werden. Insbesondere wird nach jedem Positionieren eines Substrates
5 das Transportband 8 betrieben, sodass der Greifarm ein aus dem Substratmagazin 2 entferntes Substrat stets an der gleichen Stelle ablegt, von der das jeweilige Substrat dann durch das Transportband 8 weitergefördert wird, bis alle Substrate 4 aus dem Schubfach 3 auf dem Transportband 8 liegen. Erst anschließend werden die Substrate zusammen von dem Transportband der weiteren Verwendung einzeln oder gemeinsam zugeführt. Außerdem ist es
10 durch das vorteilhafte Substratmagazinsystem 1 möglich, wie zuvor bereits erwähnt, mehrere Substrate 4 aus einem Schubfach 3 gleichzeitig mithilfe mehrerer Greifhaken 13 herauszuziehen und nebeneinander auf dem Transportband 8 zu platzieren.

Befindet sich in dem Substratmagazin 2 ein Substratstapel 29, so wird gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 3B vorgegangen, um den Substratstapel 29 zu vereinzeln.
15 Üblicherweise sind die in dem Substratmagazin 2 als Substratstapel 29 vorhandenen Substrate 4 in ihren Abmaßen bekannt. Diese Werte werden für die Positionsbestimmung für den Greifarm und für den Saugkopf 19 verwendet. Zwar ist in der Regel bekannt, welche Länge die Substrate 4 in Schieberichtung aufweisen, jedoch ist nicht unbedingt bekannt, an welcher Stelle sich der Substratstapel 29 in dem Substratmagazin 2 befindet. Weil der Substratstapel 29 üblicherweise
20 von Hand in das Magazin eingelegt wird, ist davon auszugehen, dass der Substratstapel 29 nicht lagekontrolliert in dem Substratmagazin 2 vorliegt. Für die sichere Entnahme eines Substrats 4 beziehungsweise für die Vereinzelung der Substrate 4 ist dabei die Position des Substratstapels 29 zunächst zu bestimmen.

Um die genaue Position zu bestimmen, ist ein Sensor 33 dem Saugkopf 19 zugeordnet, der von
25 oben auf die zu entnehmenden Substrate blickt und der insbesondere wie der Sensor 26 ausgebildet ist. Wird der Saugkopf 19 über den Substratstapel 29 gefahren, erkennt der Sensor 33 die Vorderkante des Substratstapels 29. Das Steuergerät 34 addiert automatisch die Hälfte der Substratlänge, die dem Steuergerät 34 bekannt ist, hinzu und positioniert so den Saugkopf 19 mittig über dem obersten Substrat 4 des Substratstapels 29. Anschließend wird das Substrat 4
30 wie zuvor beschrieben gegriffen und aus dem Substratmagazin 2 herausgeführt. Ein Beladen des Substratmagazins 2 mithilfe der Vakuumeinrichtung 18 ist ebenfalls möglich, wobei dann

beispielweise die Lage des Substrats auf dem Transportband 8 mittels des Sensors 33 erfasst und der Vakuumkopf 19 optional zum Greifen des Substrats 4 angesteuert wird.

Vorzugsweise weist das Substratmagazinsystem 1 mehrere Substratmagazine 2 auf, von denen vorzugsweise zumindest zwei unterschiedlich ausgebildet sind. So ist eines beispielsweise dazu
5 ausgebildet, einzelne Substrate aufzunehmen, das andere dazu, Substratstapel aufzunehmen. Vorzugsweise weisen die Substratmagazine 2 jeweils zumindest ein auslesbares Identifikationselement auf, wie beispielsweise einen aufgedruckten eindimensionalen oder zweidimensionalen Code, insbesondere QR-Code, oder einen auslesbaren Chip, insbesondere
10 RFID-Chip. Die Be- und Entladeeinrichtung 7 weist dann bevorzugt ein Auslesegerät zum Erfassen des jeweiligen Codes beziehungsweise Chips auf und bestimmt in Abhängigkeit von dem erfassten Code die Bedienung des erfassten Substratmagazins 2, insbesondere dessen Typ, sowie optional dessen Belegung mit Substraten. Dadurch wird erreicht, dass die Be- und Entladeeinrichtung 2 jede Art von Substratmagazinen automatisiert handhaben und maximal zu jeder Zeit ausgelastet werden kann.