

Optische Untersuchungseinrichtung und optisches Untersuchungsverfahren mit sichtbarem und infrarotem Licht für Halbleiterbauteile

5 **Beschreibung**

Hintergrund

Hier wird eine optische Untersuchungseinrichtung mit sichtbarem und infrarotem Licht für Halbleiterbauteile beschrieben.

10

Ein Halbleiterbauteil ist hier zum Beispiel ein elektronisches, vorwiegend aus Silizium bestehendes Halbleiterbauteil, auch als „chip“ oder „die“ bezeichnet. Ein solches Bauteil hat in der Regel einen rechteckförmigen oder quadratischen Querschnitt mit mehreren Mantelflächen sowie eine Stirnfläche und eine Deckfläche. Die Mantelflächen sowie die beiden (untere und obere) Deckflächen des Bauteils sind nachfolgend allgemein als Oberflächen bezeichnet. Das Bauteil kann auch eine von vier abweichende Anzahl von Mantelflächen haben.

15

Aus der betrieblichen Praxis der Anmelderin sind sogenannte Aufnehm- und Absetzvorrichtungen bekannt, in denen Bauteile mittels eines Saugers oder Festhalters von einem Bauteiltisch aufgenommen und anschließend auf einem Träger oder in einem Transportbehälter oder dergl. abgelegt werden. Vor dem Ablegen des Bauteils findet üblicherweise eine Inspektion des Bauteils statt. Dazu werden Abbildungen einer oder mehrerer Seitenflächen des Bauteils mit einer oder mehreren Kameras aufgenommen und mittels automatisierter Bildverarbeitung ausgewertet.

25

Stand der Technik

Optische Untersuchungseinrichtungen zur Inspektion von Halbleiterbauteilen während oder nach Beendigung des Fertigungsbetriebs sind als Stand der Technik bekannt. DE 10 2010 053 912 B4 derselben Anmelderin offenbart eine optische Untersuchungseinrichtung und ein optisches Untersuchungsverfahren zur äußeren Inspektion von elektronischen Bauteilen, beinhaltet eine Bauteilfördereinrichtung, welche die Bauteile in verschiedene Untersuchungsbereiche befördert. In den verschiedenen Untersuchungsbereichen werden verschiedene Oberflächen des Bauteils beleuchtet und Bildeinzüge verschiedener Oberflächen mithilfe einer Kameraanordnung erstellt.

35

Das Dokument DE 10 2012 010 406 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Prüfung einer Solarzelle. Hierbei wird die Solarzelle nacheinander mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge bzw. Farbe beleuchtet. Anhand jeweils erstellter Bildeinzüge wird eine äußere Beschädigungsfreiheit der Solarzelle überprüft. Ergänzend hierzu wird die Rückseite der Solarzelle mit Infrarotlicht beleuchtet, welches die Solarzelle teilweise durchdringt. Anhand eines im Infrarotbereich erstellten Bildeinzugs wird eine innere Beschädigungsfreiheit der Solarzelle überprüft.

Das Dokument DE 11 2008 002 282 T2 offenbart eine Vorrichtung zur Inspektion von Leiterplatten. Eine Leiterplatte wird hierbei nacheinander Strahlungen mit jeweils unterschiedlichen Wellenlängen ausgesetzt. Hierbei werden jeweils Bildeinzüge erstellt und mit Referenzeinzügen verglichen, um eine Beschädigungsfreiheit der Leiterplatte zu überprüfen. Die Strahlungen können Licht im infraroten oder infrarotnahen Wellenlängenbereich umfassen.

Das Dokument WO 2009/124817 A1 zeigt eine optische Erfassungsvorrichtung und ein Verfahren für die Erfassung von Oberflächen von Bauteilen. Hierbei wird die Oberfläche eines Bauteils mit Licht aus unterschiedlichen Lichtquellen und mit unterschiedlichen Wellenlängen beleuchtet, während eine Kameraeinrichtung Bildeinzüge des Bauteils erstellt.

Das Dokument US 6 094 263 A zeigt eine Vorrichtung zur optischen Inspektion von Halbleiterbauteilen. Durch eine Anordnung optisch aktiver Elemente wird die Aufnahme einer Mehrzahl von Seitenflächen des Bauteils auf einem gemeinsamen Bildeinzug ermöglicht.

Zu lösendes Problem

Eine verbesserte optische Untersuchungseinrichtung soll eine Inspektion eines Halbleiterbauteils auf Beschädigungen oder Eigenschaftsfehler aus mehreren Betrachtungsrichtungen ermöglichen.

Hier vorgestellte Lösung

Diese Aufgabe löst eine optische Untersuchungseinrichtung, die zur Erfassung von Eigenschaften eines Bauteils geeignet und bestimmt ist, insbesondere in einer Bauteilhandhabungsvorrichtung, welche die optische Untersuchungseinrichtung beinhaltet. Die Untersuchungseinrichtung verfügt wenigstens über zwei voneinander abweichenden Erfassungsspektren, wobei eines der Erfassungsspektren dem Infrarotbereich zuzuordnen ist. Sie ist insbesondere dazu geeignet und bestimmt, gleichzeitig Eigenschaftsfehler an der Oberfläche und im Inneren eines Halbleiterbauteils zu erfassen. Die optische Untersuchungseinrichtung beinhaltet eine bildgebende Vorrichtung, welche dazu geeignet und bestimmt ist, mit Strahlungsquellen zusammenzuwirken, die hinsichtlich ihres Strahlungsspektrums und ihrer

Strahlungsauffreffwinkel aufeinander abgestimmt sind. Die bildgebende Vorrichtung ist geeignet und eingerichtet, für jedes der Erfassungsspektren einer ihr nachgeordneten Bildauswertung einen separaten Bildeinzug bereitzustellen.

5 Die hier vorgestellte optische Untersuchungseinrichtung ist geeignet und bestimmt zur Erfassung von Eigenschaften eines Halbleiterbauteils. Sie umfasst hierbei eine erste Beleuchtungsanordnung, eine zweite Beleuchtungsanordnung und eine bildgebende Vorrichtung. Die erste Beleuchtungsanordnung ist dazu geeignet und bestimmt, infrarotes Licht jeweils senkrecht auf zwei der bildgebenden Vorrichtung jeweils abgewandte Oberflächen des Halbleiterbauteils zu emittieren, wobei das infrarote Licht zumindest anteilig das Halbleiterbauteil
10 vollständig durchdringt. Die zweite Beleuchtungsanordnung ist dazu geeignet und bestimmt, sichtbares Licht, insbesondere rotes Licht, jeweils senkrecht auf zwei der bildgebenden Vorrichtung jeweils zugewandte Oberflächen des Halbleiterbauteils zu emittieren. Die Beleuchtung des Halbleiterbauteils durch die erste und die zweite Beleuchtungsanordnung
15 erfolgt gleichzeitig. Die bildgebende Vorrichtung ist dazu ausgebildet und angeordnet, sowohl das von der ersten als auch das von der zweiten Beleuchtungsanordnung emittierte Lichtspektrum zu erfassen und einer nachgeordneten Bildauswertung, auf Grundlage sowohl des sichtbaren als auch des infraroten Lichtspektrums, je einen separaten Bildeinzug zur Ermittlung von Eigenschaftsfehlern und/oder Beschädigungen des Halbleiterbauteils bereit-
20 zustellen. Die bildgebende Vorrichtung nutzt hierbei zumindest abschnittsweise denselben optischen Strahlengang zur Aufnahme des von den Oberflächen des Bauteils reflektierten sichtbaren Lichts und zur Aufnahme des das Bauteil durchdringenden infraroten Lichts.

In einer Variante beinhaltet die optische Untersuchungseinrichtung eine Anzahl optisch wirksamer Elemente, insbesondere Umlenkspiegel, Prismen, Farbfilter und/oder Linsen, welche
25 sich für sichtbares und/oder infrarotes Licht eignen.

In einer Variante beinhaltet die optische Untersuchungseinrichtung mindestens einen Halbspiegel, wobei der Halbspiegel unter einem Winkel von etwa 45° zur optischen Achse der bildgebenden Vorrichtung angeordnet ist und dazu dient, Licht der ersten und/oder zweiten
30 Beleuchtungsanordnung optisch einzukoppeln und auf das Bauteil zu richten. Der Halbspiegel ist hierbei dazu geeignet und angeordnet, das von dem Bauteil reflektierte sichtbare Licht und das das Bauteil durchdringende infrarote Licht auf die bildgebende Vorrichtung zu richten.

35 In einer Variante besteht die erste und/oder zweite Beleuchtungsanordnung jeweils aus einer oder mehreren LED/s. Die LED/s der ersten Beleuchtungsanordnung ist/sind hierbei dazu geeignet, infrarotes Licht zu emittieren (1200 nm plus minus 100nm) und/oder die LED/s der

zweiten Beleuchtungsanordnung ist/sind hierbei dazu geeignet, sichtbares zum Beispiel rotes Licht zu emittieren (zum Beispiel 630 nm plus minus 30 nm).

- 5 In einer Variante ist/sind die LED/s der ersten und/oder der zweiten Beleuchtungsanordnung so angeordnet, dass sie jeweils eine Mehrzahl von Oberflächen des Halbleiterbauteils beleuchten. Dies kann auch dadurch realisiert werden, dass ein/mehrere optisch wirksame/s Element/e dazu verwendet wird/werden, das durch die LED/s emittierte Licht auf eine Mehrzahl von Oberflächen des Halbleiterbauteils zu richten.
- 10 Die bildgebende Vorrichtung umfasst zwei bildgebende Sensoren, insbesondere Kamerasensoren. Hierbei sind der erste und der zweite bildgebende Sensor, unmittelbar oder mittels optisch wirksamer Elemente, auf zwei verschiedene Oberflächen des Halbleiterbauteils gerichtet. Der erste und der zweite bildgebende Sensor sind darüber hinaus jeweils dazu ausgebildet und angeordnet, sowohl das von der ersten Beleuchtungseinrichtung emittierte
- 15 sichtbare als auch das von der zweiten Beleuchtungseinrichtung emittierte infrarote Licht zu erfassen und zu verarbeiten. Weiter sind die beiden bildgebenden Sensoren dazu ausgebildet und angeordnet, einer nachgeordneten Bildauswertung, sowohl auf Basis des sichtbaren als auch auf Basis des infraroten Lichts, je einen separaten Bildeinzug bereitzustellen.
- 20 In einer Variante ist die erste Beleuchtungsanordnung und/oder die zweite Beleuchtungsanordnung und/oder ein einzelnes oder eine Mehrzahl von optisch wirksamen Element/en dazu ausgebildet und angeordnet, jeweils unabhängig von den anderen ausgerichtet und/oder justiert/fokussiert werden.
- 25 Ein Verfahren zur optischen Untersuchung von Halbleiterbauteilen umfasst folgende Verfahrensschritte:
- Beleuchtung zweier unterschiedlicher Oberflächen eines Halbleiterbauteils mit infrarotem Licht, welches jeweils zumindest anteilig das Halbleiterbauteil vollständig durchdringt.
 - 30 - Beleuchtung zweier unterschiedlicher Oberflächen des Halbleiterbauteils mit sichtbarem Licht, wobei die mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen jeweils den mit infrarotem Licht beleuchteten Oberflächen gegenüberliegen.
 - Erfassen des von den zwei mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen des Bauteils reflektierten sichtbaren Lichts und des das Bauteil von den zwei mit infraroten Licht beleuchteten Oberflächen her durchdringenden infraroten Lichts mit mindestens einer bildgebenden Vorrichtung, insbesondere einer Kamera, welche hierfür jeweils zumindest
 - 35 teilweise denselben optischen Strahlengang nutzt.

- Erstellen jeweils mindestens eines Bildeinzuges, basierend jeweils auf dem zur Beleuchtung verwendeten sichtbaren und dem zur Beleuchtung verwendeten infraroten Licht, durch die bildgebende Vorrichtung. Insbesondere Erstellen von jeweils zwei Bildeinzügen in Richtung der zwei mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen des Bauteils, wobei
5 jeweils einer der jeweils zwei Bildeinzüge auf Grundlage des durch die Bauteiloberfläche reflektierten sichtbaren Lichts und einer auf Grundlage des das Bauteil durchdringenden infraroten Lichts erstellt wird.
- Untersuchung des Bauteils auf Fehler- oder Schadhafteit durch eine nachgeordnete Bildauswertung anhand der Bildeinzüge.

10

Kurzbeschreibung der Figuren

Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für einen Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung deutlich, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen ist. Dabei zeigen die Fig. schematisch zwei Ausführungsbeispiele für eine optische Untersuchungseinrichtung für ein Halbleiterbauteil, ohne die Varianten der beschriebenen Vorrichtung auf diese zu beschränken.

15

Fig. 1 zeigt schematisch eine Untersuchungsvorrichtung für Halbleiterbauteile, bei der zwei Kameras gleichzeitig zwei rechtwinklig aneinandergrenzende und mit rotem Licht be-
20 leuchtete Oberflächen eines Halbleiterbauteils mit rechteckigem Grundriss erfassen. Gleichzeitig ermöglicht die Untersuchungsvorrichtung das Durchleuchten des Bauteils entlang zweier orthogonaler Achsen mit Infrarotlicht und die Erfassung des durch das Bauteil geleiteten Infrarotlichts mit den beiden Kameras.

20

Fig. 1a zeigt schematisch eine Seitenansicht einer Entnahmevorrichtung zum Aufnehmen der von einem Substrat gelösten Halbleiterbauteile.

25

Fig. 2 zeigt schematisch eine Untersuchungsvorrichtung für Halbleiterbauteile, bei der zwei Kameras gleichzeitig zwei sich gegenüberliegende Oberflächen eines Halbleiterbauteils mit rechteckigem Grundriss erfassen. Gleichzeitig ermöglicht die Untersuchungsvorrichtung das Durchleuchten des Bauteils mit Infrarotlicht und die Erfassung des durch das Bauteil geleiteten Infrarotlichts mit den beiden Kameras.

30

Detaillierte Beschreibung der Figuren

Fig 1. zeigt eine optische Untersuchungseinrichtungen 100. Hierin werden eine Oberfläche a und eine Oberfläche b eines Halbleiterbauteils 2 mit rechteckigem Grundriss jeweils mit Infrarotlicht (1200nm) durch eine erste Beleuchtungsanordnung 4, 6 beleuchtet. Die Beleuchtungsanordnung 4, 6 besteht hierbei aus zwei zueinander rechtwinklig angeordneten

35

Teilanordnungen, welche wiederum je aus drei LEDs gebildet werden. Die Teilanordnung 4 wird durch die LEDs A, B und C gebildet und die Teilanordnung 6 wird durch die LEDs G, H und I gebildet, wobei sowohl die LEDs A, B und C als auch die LEDs G, H und I dazu geeignet und bestimmt sind, Infrarotlicht (1200nm) senkrecht (90° plus minus bis zu 20°) auf die beiden Oberflächen a und b des Bauteils 2 zu emittieren.

Da Halbleitermaterialien, insbesondere Silizium, in Bezug auf Infrarotlicht, insbesondere im Infrarotnahbereich (ca. 780 nm, insbesondere 1000 nm, bis ca. 3000 nm / engl. Abk.: NIR), eine transparente Charakteristik aufweisen, durchdringt zumindest ein Teil des durch die Beleuchtungsanordnung 4, 6 emittierten Infrarotlichts das Halbleiterbauteil 2 vollständig. Das an den Oberflächen a und b in das Halbleiterbauteil 2 senkrecht einfallende Infrarotlicht tritt somit, zumindest teilweise, an den Oberflächen c und d senkrecht wieder aus.

Gleichzeitig werden die beiden Oberflächen c und d des Halbleiterbauteils 2 durch eine zweite Beleuchtungsanordnung 8, 10 mit rotem Licht (630 nm) beleuchtet. Die Beleuchtungsanordnung 8, 10 besteht hierbei aus zwei zueinander rechtwinklig angeordneten Teilanordnungen, welche wiederum je aus drei LEDs gebildet werden. Die Teilanordnung 8 wird durch die LEDs D, E und F gebildet und die Teilanordnung 10 wird durch die LEDs J, K und L gebildet, wobei sowohl die LEDs D, E und F als auch die LEDs J, K und L dazu geeignet und bestimmt sind, rotes Licht (630 nm) senkrecht (90° plus minus bis zu 20°) auf die Oberflächen c und d des Bauteils 2 zu emittieren.

Das durch die Teilanordnungen 8 und 10 emittierte rote Licht passiert hierbei zunächst jeweils eine Fokussierlinse 30, 32 und anschließend einen Halbspiegel 22, 24 bevor es senkrecht (90° plus minus bis zu 20°) auf die Bauteiloberflächen c, d auftrifft. Eine Abschirmung 26, 28 aus schwarzer Folie verhindert das Auftreten von unerwünschtem Neben- oder Streulicht.

Die Halbspiegel 22 und 24 sind in der gezeigten Vorrichtung in einem 45° Winkel relativ zur Emissionsrichtung der Teilanordnungen 8 und 10 positioniert und dazu geeignet und bestimmt, das durch die zweite Beleuchtungsanordnung 8, 10 emittierte Licht in Richtung des Bauteils 2 durchzuleiten, jedoch das von den Bauteiloberflächen c und d in Gegenrichtung reflektierte Licht in einem 90° Winkel relativ zur jeweiligen Emissionsrichtung der Teilanordnungen 8 und 10 zu reflektieren.

Weiterhin sind die Halbspiegel 22, 24 dazu geeignet und bestimmt, das aus den Bauteiloberflächen c und d austretende Infrarotlicht der Beleuchtungsanordnung 4, 6 in der gleichen Weise zu reflektieren, wie das aus diesen Richtungen stammende rote Licht, welches durch die Bauteiloberflächen c und d reflektiert wurde.

Ein Spiegel 20 dient der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung dazu, den optischen Strahlengang des durch den Halbspiegel 22 reflektierten roten und infraroten Lichts parallel zu dem durch den Halbspiegel 24 reflektierten roten und infraroten Lichts zu richten.

5

Weiter zeigt Fig. 1 zwei Kameras 12 und 14, welche so positioniert sind, dass sie jeweils das ursprünglich durch die Teilanordnungen 4, 8 oder 6, 10 emittierte rote und infrarote Licht erfassen. Die Erfassungsrichtungen der zwei Kameras 12 und 14 sind jeweils auf eine der zwei mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen c, d des Halbleiterbauteils gerichtet.

10

Die in Fig. 1 gezeigten Kameras 12 und 14 eignen sich sowohl zur Erstellung von Bildeinzügen auf Basis von sichtbarem rotem Licht als auch zur Erstellung von Bildeinzügen auf Basis von infrarotem Licht. Die Kameralinsen 16 und 18 der Kameras 12 und 14 sind jeweils für einen Wellenlängenbereich von 450-670 nm und 1100-1200 nm optimiert. Die Kameras sind darüber hinaus dazu ausgebildet und angeordnet, einer nachgeordneten Bildauswertung Bildeinzüge zur Inspektion des Bauteils, insbesondere zur Feststellung von Beschädigungen und/oder Eigenschaftsfehlern, basierend jeweils auf rotem und infrarotem Licht zur Verfügung zu stellen.

15

In der Bildauswertung wird mittels Bildverarbeitung und/oder mittels Vergleich mit Bildeinzügen von fehler- /schadlosen Bauteilen die Entscheidung (Auswurf, Weiterleitung) über die aktuell untersuchten Bauteile getroffen.

20

Ein Vorteil dieser Untersuchungsanordnung bestehen darin, dass zwei Oberflächen a,b des Bauteils 2 (durch Bildeinzüge, welche auf rotem Licht basieren) auf äußere Beschädigung und/oder Eigenschaftsfehler hin überprüft werden können und gleichzeitig (durch Bildeinzüge, welche auf infrarotem Licht basieren) das Innere des Bauteils 2 auf Beschädigung und/oder Eigenschaftsfehler hin überprüft werden kann, ohne die Kamerasensoren in ihrer Position zu verändern. Die Oberflächen c, d können in der gleichen Weise nach einer Rotation des Bauteils in einer Untersuchungsebene um 180° überprüft werden.

25

30

In Fig. 1a ist eine Seitenansicht einer Entnahmevorrichtung zum Aufnehmen der von einem Substrat 40 gelösten Halbleiterbauteile 2 gezeigt.

35

An der von der Untersuchungseinrichtung 100 abgewandten Seite eines Substrats 40 ist eine Ablöseeinheit (Ausstoßnadel oder Laser) angeordnet und dazu eingerichtet ein Halbleiterbauteil 2 von dem Substrat 40 zumindest teilweise zu lösen.

In dieser Darstellung ist eine Ablöseeinheit zum Lösen der auf dem Substrat 40 bereitgestellten Halbleiterbauteile 2 aus Übersichtsgründen nicht gezeigt. Ebenso ist die Untersuchungsvorrichtung aus Fig. 1 nicht gezeigt.

- 5 Die Entnahmevorrichtung umfasst eine Aufnahmeeinheit 60, die dazu eingerichtet ist, die gelösten Halbleiterbauteile 2 von dem Substrat 40 aufzunehmen und diese mittels einer Drehbewegung um die X-Achse um 180° zu wenden und an eine Übergabeposition für eine weitere Aufnahmeeinheit 62 zu transportieren.
- 10 Hierzu ist die Aufnahmeeinheit 60 weiterhin dazu eingerichtet, entlang der Z-Achse bewegt zu werden. Weiterhin umfasst die Aufnahmeeinheit 60 an ihrem Umfang zwei oder mehr Aufnehmer. Die weitere Aufnahmeeinheit 62 ist dazu eingerichtet, die Halbleiterbauteile 2 an der Übergabeposition von der Aufnahmeeinheit 60 aufzunehmen und in eine Untersuchungsposition (dargestellt in Fig. 1) zu fördern.
- 15 Die Übergabeposition liegt in der Untersuchungsebene und kann mit der Untersuchungsposition übereinstimmen oder von ihr verschieden sein. Die Bildaufnahmeachsen der Kameras 12, 14 in Figur 1 liegen in der Untersuchungsebene.
- 20 Die Aufnahmeeinheit 62 ist weiterhin dazu eingerichtet die Halbleiterbauteile 2 nach dem Untersuchen der Halbleiterbauteile 2 in der Untersuchungsposition in einem Zwischenspeicher 64 abzulegen; entsprechend ist die weitere Aufnahmeeinrichtung 62 entlang der Y-Achse und der Z-Achse bewegbar, sowie um die Z-Achse rotierbar. Die Aufnahmeeinheit 60 und die weitere Aufnahmeeinheit 62 sind hier als Vakuumgreifer bereitgestellt.
- 25 Fig 2. zeigt eine optische Untersuchungseinrichtungen 200. Hierin wird eine Oberfläche a und eine Oberfläche c eines Halbleiterbauteils 2 mit rechteckigem Grundriss jeweils mit Infrarotlicht (1200nm) durch eine erste Beleuchtungsanordnung 4, 6 und gleichzeitig mit rotem Licht (630nm) durch eine zweite Beleuchtungsanordnung 8, 10 beleuchtet.
- 30 Die erste Beleuchtungsanordnung 4, 6 besteht hierbei aus zwei, in Bezug auf das Halbleiterbauteil 2, gegenüberliegenden Teilanordnungen 4 und 6, welche jeweils aus LEDs gebildet werden. Die Teilanordnung 4 wird durch die LEDs A und C gebildet und die Teilanordnung 6 wird durch die LED B gebildet, wobei die LEDs A, B und C jeweils dazu geeignet und bestimmt sind, Infrarotlicht (1200nm) senkrecht auf eine der Oberflächen a und c des Bauteils 2 zu emittieren.
- 35

Die zweite Beleuchtungsanordnung 8, 10 beleuchtet die Oberflächen a und c mit rotem Licht (630 nm). Die Beleuchtungsanordnung 8, 10 besteht hierbei aus zwei, in Bezug auf das Halbleiterbauteil 2, gegenüberliegenden Teilanordnungen 8 und 10, welche jeweils aus LEDs gebildet werden. Die Teilanordnung 8 wird durch die LED D gebildet und die Teilanordnung 10 wird durch die LEDs E und F gebildet, wobei die LEDs D, E und F jeweils dazu geeignet und bestimmt sind rotes Licht (630 nm) senkrecht auf eine der Oberflächen c und a des Bauteils 2 zu emittieren.

Zumindest ein Teil des durch die Beleuchtungsanordnung 4, 6 emittierten Infrarotlichts durchdringt das Halbleiterbauteil 2 vollständig. Das an den Oberflächen a und c in das Halbleiterbauteil 2 senkrecht (90° plus minus bis zu 20°) eintretende Infrarotlicht tritt somit, zumindest teilweise, an den jeweils gegenüberliegenden Oberflächen c und a wieder aus.

Das durch die Beleuchtungsanordnungen 4, 6, 8, 10 emittierte rote und infrarote Licht passiert in Fig. 2 zunächst jeweils eine Fokussierlinse 30, 32 und anschließend einen Halbspiegel 22, 24 bevor es senkrecht auf die Bauteiloberflächen c, a auftrifft. Eine Abschirmung 26, 28 aus schwarzer Folie verhindert das Auftreten von unerwünschtem Neben- oder Streulicht.

Die Halbspiegel 22 und 24 sind in der Fig. 2 gezeigten Vorrichtung in einem 45° Winkel relativ zur Emissionsrichtung der Beleuchtungsanordnungen 4, 6, 8, 10 positioniert und dazu geeignet und bestimmt, das durch die durch die Beleuchtungsanordnungen 4, 6, 8, 10 emittierte Licht in Richtung des Bauteils 2 durchzuleiten, aber das von den Bauteiloberflächen a und c in Gegenrichtung reflektierte Licht in einem 90° Winkel relativ zur Emissionsrichtung der Beleuchtungsanordnungen 4, 6, 8, 10 zu reflektieren.

Weiterhin sind die Halbspiegel 22, 24 dazu geeignet und bestimmt, das senkrecht aus den Bauteiloberflächen a und c austretende Infrarotlicht der Beleuchtungsanordnung 4, 6 in der gleichen Weise zu reflektieren wie das aus diesen Richtungen stammende rote Licht, welches zuvor durch die Bauteiloberflächen a und c reflektiert wurde.

Weiter zeigt die Vorrichtung zwei Kameras 12 und 14, welche so positioniert sind, dass sie sich dazu eignen jeweils das ursprünglich durch die Teilanordnungen 4, 10 oder 6, 8 emittierte rote oder infrarote Licht zu erfassen. Die Erfassungsrichtungen der zwei Kameras 12 und 14 sind jeweils auf eine der zwei mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen a, c des Halbleiterbauteils gerichtet.

Die in der Vorrichtung gezeigten Kameras 12 und 14 eignen sich sowohl zur Erstellung von Bildeinzügen auf Basis von rotem Licht als auch zur Erstellung von Bildeinzügen auf Basis

von infrarotem Licht. Die Kameralinsen 16 und 18 der Kameras 12 und 14 sind jeweils für einen Wellenlängenbereich von 450 - 670 nm und 1100 - 1200 nm optimiert. Die Kameras sind darüber hinaus dazu ausgebildet und angeordnet, einer nachgeordneten Bildauswertung Bildeinzüge zur Inspektion des Bauteils, insbesondere zur Feststellung von Beschädigungen und/oder Eigenschaftsfehlern, basierend jeweils auf rotem und infrarotem Licht zur Verfügung zu stellen.

Ein Vorteil dieser Untersuchungsanordnung bestehen darin, dass zwei Oberflächen a, c des Bauteils 2 (durch Bildeinzüge, welche auf rotem Licht basieren) auf äußere Beschädigung und/oder Eigenschaftsfehler hin überprüft werden können und gleichzeitig (durch Bildeinzüge, welche auf infrarotem Licht basieren) das Innere des Bauteils auf Beschädigung und/oder Eigenschaftsfehler hin überprüft werden kann, ohne die Kamerasensoren in ihrer Position zu verändern. Die Oberflächen b, d können in der gleichen Weise nach einer Rotation des Bauteils um 90° überprüft werden.

Die in den Fig. 1 und 2 in Punkt-Linien schematisch gezeigten optische Strahlengänge werden ausschließlich durch rotes Licht genutzt, die durch Strich-Linien gezeigten optischen Strahlengänge werden ausschließlich durch infrarotes Licht genutzt und die durch Punkt-Strich-Linien gezeigten optischen Strahlengänge werden sowohl durch rotes als auch durch infrarotes Licht genutzt.

Das Halbleiterbauteil 2 wird an einem Aufnehmer gehalten. Der Aufnehmer ist Teil einer ersten Wendeeinrichtung, welche die Form eines Sterns oder Rades hat. Diese erste Wendeeinrichtung hat an ihrem Umfang mehrere, beispielsweise acht, Aufnehmer und ist um eine Drehachse drehbar. Jeder der Aufnehmer ist dazu eingerichtet, ein Halbleiterbauteil mittels Unterdruck zu halten. Die erste Wendeeinrichtung wirkt mit einer im Wesentlichen baugleichen und um eine Drehachse drehbaren zweiten Wendeeinrichtung zusammen, wobei das Halbleiterbauteil 2 von der ersten Wendeeinrichtung an die zweite Wendeeinrichtung an einer Übergabestelle übergebbar ist. Die zweite Wendeeinrichtung kann ebenfalls eine optische Untersuchungseinrichtung, wie in Figur 1 gezeigt, umfassen.

Die erste und die zweite Wendeeinrichtung können auch orthogonal zueinander angeordnet sein.

Die vorangehend beschriebenen Varianten der Vorrichtung sowie deren Aufbau- und Betriebsaspekte dienen lediglich dem besseren Verständnis der Struktur, der Funktionsweise und der Eigenschaften; sie schränken die Offenbarung nicht etwa auf die Ausführungsbeispiele ein. Die Fig. sind teilweise schematisch, wobei wesentliche Eigenschaften und Effekte

zum Teil deutlich vergrößert dargestellt sind, um die Funktionen, Wirkprinzipien, technischen Ausgestaltungen und Merkmale zu verdeutlichen. Dabei kann jede Funktionsweise, jedes Prinzip, jede technische Ausgestaltung und jedes Merkmal, welches/welche in den Fig. oder im Text offenbart ist/sind, mit allen Ansprüchen, jedem Merkmal im Text und in den anderen 5 Fig., anderen Funktionsweisen, Prinzipien, technischen Ausgestaltungen und Merkmalen, die in dieser Offenbarung enthalten sind oder sich daraus ergeben, frei und beliebig kombiniert werden, so dass alle denkbaren Kombinationen der beschriebenen Vorgehensweise zuzuordnen sind. Dabei sind auch Kombinationen zwischen allen einzelnen Ausführungen im Text, das heißt in jedem Abschnitt der Beschreibung, in den Ansprüchen und auch Kombinationen 10 zwischen verschiedenen Varianten im Text, in den Ansprüchen und in den Fig. umfasst. Auch die Ansprüche limitieren nicht die Offenbarung und damit die Kombinationsmöglichkeiten aller aufgezeigten Merkmale untereinander. Alle offen-barten Merkmale sind explizit auch einzeln und in Kombination mit allen anderen Merkmalen hier offenbart.

Patentansprüche

1. Eine optische Untersuchungseinrichtung (100, 200), geeignet und bestimmt zur Erfassung von Eigenschaften eines rechteckigen Halbleiterbauteils (2), umfassend:
 - 5 eine erste Beleuchtungsanordnung (4, 6), eine zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) und eine bildgebende Vorrichtung (12, 14), wobei
 - die bildgebende Vorrichtung (12, 14) zumindest einen ersten bildgebenden Sensor (12) und einen zweiten bildgebenden Sensor (14) umfasst, wobei der erste bildgebende Sensor (12) und der zweite bildgebende Sensor (14) auf jeweils unterschiedliche Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) gerichtet sind, und
 - 10 die erste Beleuchtungsanordnung (4, 6) infrarotes Licht jeweils senkrecht auf zwei der bildgebenden Vorrichtung (12, 14) jeweils abgewandte Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) emittiert, wobei das infrarote Licht jeweils zumindest anteilig das Halbleiterbauteil (2) vollständig durchdringt, und
 - 15 die zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) sichtbares Licht jeweils senkrecht auf zwei der bildgebenden Vorrichtung (12, 14) jeweils zugewandte Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) emittiert, wobei die erste Beleuchtungsanordnung (4, 6) und die zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) das Halbleiterbauteil (2) gleichzeitig beleuchten, und
 - 20 der erste bildgebende Sensor (12) und eine zweite bildgebende Sensor (14) jeweils dazu ausgebildet und angeordnet sind, sowohl das von der ersten Beleuchtungsanordnung (4, 6) und als auch das von der zweiten Beleuchtungsanordnung (8, 10) emittierte Lichtspektrum zu erfassen, und
 - jeweils einer nachgeordneten Bildauswertung auf Grundlage sowohl des sichtbaren als auch des infraroten Lichtspektrums jeweils einen separaten Bildeinzug zur Ermittlung von Eigenschaftsfehlern oder Beschädigungen des Halbleiterbauteils (2) bereitzustellen, wobei die bildgebenden Sensoren (12, 14) jeweils zumindest Abschnittsweise denselben optischen Strahlengang zur Aufnahme des von dem Bauteil (2) reflektierten sichtbaren Lichts und zur Aufnahme des das Bauteil (2) durchdringenden infraroten Lichts nutzen.
 - 25
 - 30
2. Eine optische Untersuchungseinrichtung (100, 200) nach Anspruch 1, wobei die Untersuchungseinrichtungen (100, 200) eine Anzahl optisch wirksamer Elemente umfasst.
- 35
3. Eine optische Untersuchungseinrichtung (100, 200) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Untersuchungseinrichtung (100, 200) mindestens einen Halbspiegel (22, 24) umfasst, wobei

der Halbspiegel (22, 24) unter einem Winkel von etwa 45° zur optischen Achse der bildgebenden Vorrichtung (12, 14) angeordnet ist und dazu dient, Licht der ersten und/oder zweiten Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) optisch einzukoppeln und auf das Bauteil (2) zu richten, und wobei

der Halbspiegel (22, 24) dazu geeignet und angeordnet ist, das von dem Bauteil (2) reflektierte sichtbare Licht und das das Bauteil (2) durchdringende infrarote Licht auf die bildgebenden Vorrichtung (12, 14) zu richten.

4. Eine optische Untersuchungseinrichtung (100, 200) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die erste und/oder die zweite Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) aus je einer oder mehreren LED/s besteht/bestehen, wobei

die LED/s der ersten Beleuchtungsanordnung (4, 6) infrarotes Licht emittiert/emittieren – 1200 nm plus minus 100nm –, und/oder

die LED/s der zweiten Beleuchtungsanordnung (8, 10) rotes Licht emittiert/emittieren – 630 nm plus minus 30 nm –.

5. Eine optische Untersuchungseinrichtung (100, 200) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die LED/s der ersten und/oder der zweiten Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) so angeordnet sind, dass sie jeweils eine Mehrzahl von Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) beleuchten, und/oder

das von der ersten und/oder der zweiten Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) emittierte Licht durch optisch wirksame Elemente auf eine Mehrzahl von Oberflächen des Halbleiterbauteils reflektiert/gerichtet ist.

6. Optische Untersuchungseinrichtung (100, 200) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die erste Beleuchtungsanordnung (4, 6) und/oder die zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) und/oder ein einzelnes oder eine Mehrzahl von optisch wirksamen Element/en dazu ausgebildet und angeordnet sind, jeweils unabhängig von den anderen ausgerichtet und/oder justiert/fokussiert zu werden.

7. Optische Untersuchungseinrichtung (100) nach Anspruch 1, wobei

die erste Beleuchtungsanordnung (4, 6) aus einer oder mehreren LEDs besteht, welche dazu ausgebildet und angeordnet sind, infrarotes Licht jeweils senkrecht auf zwei aneinandergrenzende Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) zu emittieren,

die zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) aus einer oder mehreren LEDs besteht, welche dazu ausgebildet und angeordnet sind, sichtbares Licht jeweils senk-

recht auf zwei aneinandergrenzenden Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) zu emittieren, welchen jeweils den Oberflächen gegenüberliegen, auf die infrarotes Licht von der ersten Beleuchtungsanordnung (4, 6) gerichtet ist, wobei

das sichtbare Licht der zweiten Beleuchtungsanordnung (8, 10) jeweils durch ein optisch wirksames Element (22, 24) geleitet ist, welches jeweils dazu ausgebildet und angeordnet ist, ein vorbestimmtes Maß an Durchlässigkeit an für sichtbares Licht in der Emissionsrichtung der zweiten Beleuchtungsanordnung (8, 10) zu haben und ein vorbestimmtes Maß an Reflexion von sichtbarem und infrarotem Licht aus der jeweils um 180° entgegengesetzten Richtung zu haben, wobei

die Reflexionsrichtung des sichtbaren Lichts und des infraroten Lichts jeweils ungleich der Emissionsrichtungen der zweiten Beleuchtungsanordnung (8, 10) und der ihr um 180° entgegengesetzten Richtungen ist, und

die bildgebende Vorrichtung aus einer ersten Kamera (12) und einer zweiten Kamera (14) besteht, wobei beide Kameras dazu ausgebildet und angeordnet sind, Bildeinzüge auf Grundlage von sichtbarem und von infrarotem Licht bereitzustellen, wobei

je eine der beiden Kameras (12, 14) auf je eine der Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) gerichtet ist, auf welche sichtbares Licht durch die zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) gerichtet ist.

8. Optische Untersuchungseinrichtung (200) nach Anspruch 1, wobei

die erste Beleuchtungsanordnung (4, 6) aus mehreren LEDs besteht, welche dazu ausgebildet und angeordnet sind, infrarotes Licht jeweils senkrecht auf zwei sich gegenüberliegende Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) zu emittieren, wobei

die zweite Beleuchtungsanordnung (8, 10) aus mehreren LEDs besteht, welche dazu ausgebildeten angeordnet sind, sichtbares Licht jeweils auf die zwei sich gegenüberliegende Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) zu emittieren, wobei

sowohl das sichtbare als auch das infrarote Licht jeweils durch ein optisch wirksames Element (22, 24), zu leiten ist, welches dazu ausgebildet und angeordnet ist, ein vorbestimmtes Maß an Durchlässigkeit für sichtbares und infrarotes Licht in der jeweils gemeinsamen Emissionsrichtung der ersten und zweiten Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) zu haben und ein vorbestimmtes Maß an Reflexion von sichtbarem und infrarotem Licht aus der jeweils um 180° entgegengesetzten Richtung zu haben, wobei

die Reflexionsrichtung des sichtbaren Lichts und des infraroten Lichts jeweils ungleich der gemeinsamen Emissionsrichtungen der ersten und zweiten Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) und der ihr jeweils um 180° entgegengesetzten Richtung ist, und

die bildgebende Vorrichtung aus einer ersten Kamera (12) und einer zweiten Kamera (14) besteht, wobei beide Kameras dazu ausgebildet und angeordnet sind, Bildeinzüge auf Grundlage von sichtbarem und von infrarotem Licht bereitzustellen, wobei

5 je eine der beiden Kameras (12, 14) auf je eine der Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) gerichtet ist, auf welche Licht durch die erste und zweite Beleuchtungsanordnung (4, 6, 8, 10) gerichtet ist.

9. Verfahren zur optischen Untersuchung von Halbleiterbauteilen (2), umfassend folgende Verfahrensschritte:

- 10 - Beleuchtung zweier unterschiedlicher Oberflächen eines Halbleiterbauteils (2) mit infrarotem Licht, welches jeweils zumindest anteilig das Halbleiterbauteil (2) vollständig durchdringt,
- 15 - Beleuchtung zweier unterschiedlicher Oberflächen des Halbleiterbauteils (2) mit sichtbarem Licht, wobei die mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen jeweils den mit infrarotem Licht beleuchteten Oberfläche gegenüberliegen,
- 20 - Erfassen des von den zwei mit sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen des Bauteils (2) reflektierten sichtbaren Lichts und des das Bauteil (2) von den zwei mit infrarotem Licht beleuchteten Oberflächen her durchdringenden infraroten Lichts mit mindestens einer bildgebende Vorrichtung (12, 14) welche hierfür jeweils zumindest teilweise denselben optischen Strahlengang nutzt,
- 25 - Erstellen von jeweils zwei Bildeinzügen der jeweils mit dem sichtbarem Licht beleuchteten Oberflächen des Bauteils, wobei jeweils einer der zwei Bildeinzüge auf Grundlage des durch die Bauteiloberfläche reflektierten sichtbaren Lichts und einer auf Grundlage des das Bauteil (2) durchdringenden infraroten Lichts erstellt wird,
- Untersuchung des Bauteils auf Schadhafteigkeit durch eine nachgeordnete Bildauswertung anhand der Bildeinzüge.