(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2005 001 596 T5** 2007.05.16

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/014421**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2005 001 596.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2005/023802**
(86) PCT-Anmeldetag: **06.07.2005**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.02.2006**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **16.05.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***H01L 21/30*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
60/585,673 **06.07.2004** **US**

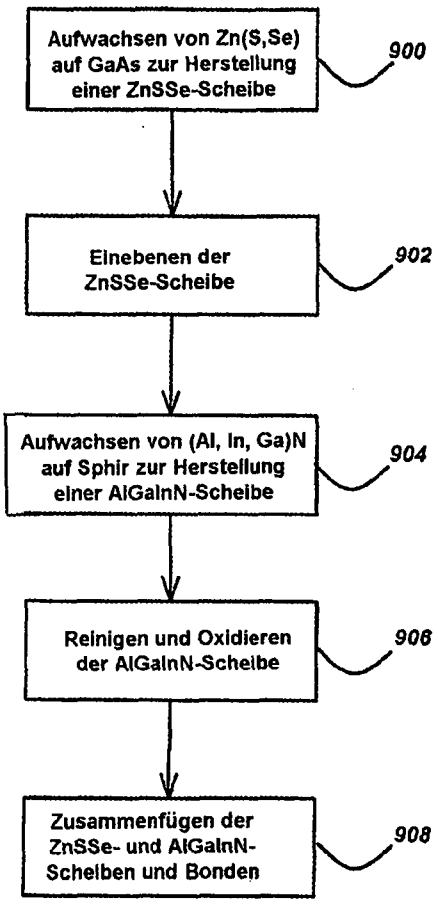
(71) Anmelder:
Japan Science and Technology Agency, Kawaguchi, Saitama, JP; The Regents of the University of California, Oakland, Calif., US; Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Murai, Ahihiko, Goleta, Calif., US; McCarty, Lee, Santa Barbara, Calif., US; Mishra, Umesh K., Montecito, Calif., US; Denbaars, Steven P., Goleta, Calif., US; Kruse, Carsten, 28209 Bremen, DE; Figge, Stephan, 28217 Bremen, DE; Hommel, Detlef, 28309 Bremen, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbinden von Scheiben aus (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se)für optoelektronische Anwendungen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Bonden von Scheiben mit:
(a) Herstellen einer ZnSSe-Scheibe;
(b) Einebnen und Reinigen der ZnSSe-Scheibe;
(c) Herstellen einer AlGaInN-Scheibe;
(d) Reinigen der AlGaInN-Scheibe; und
(e) Zusammenfügen der ZnSSe-Scheibe und der AlGaInN-Scheibe und Verbinden der zusammengefügten Scheiben.



Beschreibung

Verweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Dies Anmeldung beansprucht Priorität unter 35 U.S.C-Abschnitt 119(e) der folgenden anhängigen und der selben Anmelderin gehörenden Patentanmeldung:
amerikanische vorläufige Patentanmeldung mit der Nr. 60/585,673 eingereicht am 6. Juli 2004, Erfinder: Stephan Figge, Carsten Kruse, Akihiko Murai, Detlef Hommel, Lee McCarthy, Umesh K. Mishra und Steven P. DenBaars, mit dem Titel „Verfahren zum Verbinden von Scheiben aus (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se) für optoelektronische Anwendungen"; Anwaltsaktenzeichen 30794.116-US-P1 (2004-455); wobei die Anmeldung hierin durch Bezugnahme mit eingeschlossen ist.

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0002] Diese Erfindung betrifft das Scheibenbonden bzw. das Verbinden von Scheiben für optoelektronische Anwendungen. Insbesondere betrifft die Erfindung die Verbindung von Scheiben aus (Al, In, Ga)N mit Zn(S, Se) für optoelektronische Anwendungen.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0003] (Zu beachten ist, dass diese Anmeldung eine Reihe unterschiedliche Publikationen als Referenz angibt, die durchwegs in der Beschreibung durch ein oder mehrere Bezugszeichen, beispielsweise [x], angegeben sind. Eine Liste dieser unterschiedlichen Publikationen, die diesen Bezugszeichen entsprechend geordnet sind, kann nachfolgend unter dem Abschnitt mit dem Titel „Referenzen" eingesehen werden. Jede dieser Publikationen ist hiermit durch Bezugnahme mit eingeschlossen).

[0004] Die Scheibenverbundtechnologie bzw. die Scheibenbondtechnologie unter Anwendung einer unterschiedlichen Kombination aus Materialien, etwa InP/GaAs, $(Al_xGa_{1-x})_{0,5}In_{0,5}P/GaP$, InP/GaN, GaAs/GaN wurden für Anwendungen in der optoelektronischen Integration, für lichtemittierende Dioden (LED_s), oberflächenemittierende Laser mit vertikaler Kavität (VCSEL) und elektronische Bauelemente [1,2,3,4] untersucht.

[0005] In einem Nitrid-Materialsystem gibt es diverse Herausforderungen bei der Herstellung aufgeteilter Bragg-Reflektor-(DBR) Strukturen. Die allgemeine Vorgehensweise besteht darin, eine Struktur, die aus abwechselnden Viertelwellenlängen-GaN- und AlGaN-Schichten aufgebaut ist, epitaktisch aufzuwachsen. Auf Grund der Gitteranpassungsunterschiede von 2,5% zwischen GaN und AlN muss der AlN-Anteil des dreikomponentigen Materials gering gehalten werden, um Risse in den Schichten zu vermeiden, wodurch eine große Anzahl an Spiegelpaaren erforderlich ist, um damit eine hohe Reflektivität zu erreichen, wobei die Breite des Reflektivitätsstoppbandes relativ schmal ist. [5].

[0006] Eine weitere Vorgehensweise ist das Verfahren der Verwendung einer AlIn/GaN-Kombination, um das Erzeugen von Rissen zu vermeiden. [6]. Jedoch treten in diesen Ansätzen weiterhin Schwierigkeiten bei der Herstellung leitender DBR's auf, insbesondere bei einer leitenden p-artigen DBR-Struktur.

[0007] Es besteht daher ein Bedarf für verbesserte Verfahren zur Scheibenverbindung für optoelektronische Anwendungen. Die vorliegende Erfindung erfüllt diesen Bedarf.

Überblick über die Erfindung

[0008] Ein Verfahren zum Erzeugen einer Verbundstruktur zwischen (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se) ist offenbart. Es kann ein gut reflektierender und leitender aufgeteilter Bragg-Reflektor (DBR) für relativ kurze optische Weglängen unter Verwendung von Zn(S, Se) und MgS/(Zn, Cd)Se-Materialien hergestellt werden. Unter Anwendung von Scheibenverbindungsverfahren kann dieser DBR mit einer optischen Bauteilstruktur auf GaN-Basis kombiniert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Es wird nun auf die Zeichnungen verwiesen, in denen gleiche Bezugszeichen durchwegs gleiche Teile bedeuten:

[0010] Fig. 1 ist ein von einem Atombindungsmikroskops (AFM) erzeugtes Bild der Oberflächenmorphologie der ZnSSe-Scheibe, wobei die Höcker des Typs A auf der Oberfläche vorhanden sind;

[0011] Fig. 2 ist ein AFM-Bild der Oberflächenmorphologie der ZnSSe-Scheibe, wobei die Höcker des Typs B, die auf der Oberfläche vorhanden sind, gezeigt sind;

[0012] Fig. 3 ist ein AFM-Bild der Oberflächenmorphologie der ZnSSe-Scheibe nach einem zweiten Ausheizschritt, wobei eine für das Verbinden der Scheiben geeignete Oberfläche erhalten wird;

[0013] Fig. 4 ist ein AFM-Bild der Oberflächenmorphologie der AlGaInN-Scheibe;

[0014] Fig. 5 ist eine Blockansicht, in der ein Ofen für den Scheibenverbindungsvorgang, eine Konfiguration aus einem Graphitbehälter und einer Schraube gezeigt ist;

[0015] Fig. 6 und Fig. 7 sind Photographien von Proben mit gebondeten Scheiben;

[0016] Fig. 8 ist eine Blockansicht, in der eine mögliche Bauteilstruktur mit einer aktiven Schicht auf GaN-Basis und einer DBR-Struktur dargestellt ist; und

[0017] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, das die Prozessschritte für das Scheibenverbinden gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weiter darstellt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0018] In der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform wird auf die begleitenden Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil der Beschreibung bilden und in denen beispielhaft eine spezielle Ausführungsform gezeigt ist, in der die Erfindung verwirklicht werden kann. Es ist selbstverständlich, dass andere Ausführungsformen eingesetzt und strukturelle Änderungen durchgeführt werden können, ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Überblick

[0019] Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Herstellen einer verbundenen oder gebondeten Struktur zwischen (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se) bereit. Die Herstellung gut reflektierender und leitender DBR-Strukturen unter Anwendung von (Al, Ga)N-Materialien, insbesondere die Herstellung eines p-leitenden DBR's, ist schwierig. Gegenwärtig wird ein Metall (beispielsweise Ag oder Ni) für den Spiegel verwendet, dessen Reflektivität kleiner als 90% für optische Wellenlängen von weniger als 500 nm ist. Andererseits kann ein gut reflektierender und leitender DBR mit relativ kleiner optischer Wellenlänge zwischen 460 nm und 620 nm unter Anwendung von Zn(S, Se) und MgS/(Zn, Cd)Se-Materialien hergestellt werden. Unter Anwendung von Scheibenverbindungs-(Fusions-) Verfahren kann eine qualitativ hochwertige DBR-Struktur mit einer Reflektivität von mehr als 99% in die Struktur des optischen Bauelements auf GaN-Basis eingebaut werden. Durch Erhöhen der Reflektivität, wodurch somit die Lichtherausführung verbessert wird, wird erwartet, dass sich die daraus ergebende Bauteilleistungsfähigkeit verbessert. Zu möglichen optischen Bauelementen mit Fusions- bzw. Verbindungsstrukturen gehören lichtemittierende Dioden (LED's), LED's mit resonanter Kavität (RC-LED's) und oberflächenemittierende Laser mit vertikaler Kavität (VCSEL). Die Integration äußerst gut leitender p-artiger Spiegelschichten in GaN ist neu und besitzt Vorteile gegenüber existierenden Ausführungen von LED's mit großer Helligkeit (HB-LED).

Scheibenbond- bzw. Verbindungsverfahren

[0020] Die vorliegende Erfindung weist zwei Schritte für das Scheibenverbinden von (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se) auf.

[0021] Der erste Schritt beinhaltet die Herstellung einer ebenen und sauberen Oberfläche auf beiden Scheibenoberflächen, die zu verbinden sind.

[0022] Hinsichtlich des Zn(S, Se) gilt, dass die Schicht durch Molekularstrahlepitaxie (MBE) auf (001) GaAs aufgewachsen wird. Nach dem Aufwachsen wird die Scheibe eingeebnet, wobei eine Kombination aus thermischem Ausheizen und chemisch-mechanischem Polieren angewendet wird, und die Scheibe wird unter Anwendung diverser Lösungsmittel gereinigt.

[0023] Im Hinblick auf (Al, In, Ga)N gilt, dass die Schicht unter Anwendung einer metallorganischen chemischen Metallabscheidung (MOCVD) auf einer c-Ebene (0001) aus Saphir aufgewachsen wird. Nach dem Aufwachsen wird die Scheibe unter Anwendung diverser Lösungsmittel gereinigt und wird in einem Sauerstoffplasma oxidiert, woran sich ein Entfernen des Oxids in HCL anschließt.

[0024] Der zweite Schritt ist ein Scheibenverbindungsprozess zwischen (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se). Die beiden Scheiben werden zusammengefügt und dann in einer Stickstoffumgebung mit einem uniaxialen Druck bei einer vorgegebenen Temperatur für eine vorgegebene Zeitdauer gebondet bzw. verbunden.

Experimentelle Ergebnisse

[0025] Die Oberfläche des ZnSSE besitzt zwei Arten an unebenen mikroskopischen Strukturen oder Höckern, d. h. den Typ A und den Typ B, die entfernt werden müssen, um eine ebene Oberfläche für die Verbindung zu erreichen. Die Oberflächenmorphologie des Materials nach dem Wachsen und nach der Einwirkung einer sauerstoffenthaltenden Atmosphäre ist in Fig. 1 gezeigt, wobei das Bild unter Anwendung eines Atombindungskräftemikroskops (AFM) erhalten wird. Als Ursache der Höcker des Typs A **100** wird SeO_2 vermutet, das unmittelbar nach dem Einwirken der Atmosphäre auf die Oberfläche erzeugt wird. [7]. Die typische Größe der Höcker des Typs A **100** beträgt 40 bis 120 nm im Durchmesser und 6 bis 20 nm in der Höhe. Diese Höcker **100** werden durch Ausheizen bei 180 Grad C für eine Stunde lang in einer Stickstoffatmosphäre entfernt, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Nachfolgend werden die Höcker des Typs B **200**, die in Fig. 2 gezeigt sind, und deren Größe 0,5 bis 1,0 Mikrometer in der Breite und 5 bis 20 nm in der Höhe beträgt, durch Polieren der Scheibe unter Anwendung einer kollodialen Silika-Suspen-

sion und eines Poliertuchs poliert wird. Unmittelbar nach dem Polieren treten neu erzeugte Höcker **100** des Typs A auf. Um die neu erzeugten Höcker zu entfernen, wird ein zweiter Ausheizschritt bei den gleichen Bedingungen wie der erste Ausheizschritt ausgeführt. Nach diesem zweiten Ausheizschritt wird eine Oberfläche erreicht, die für das Scheibenverbinden geeignet ist, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Die Oberfläche des AlGaInN, wie sie durch das Aufwachsen mit MOCVD erhalten wird, ist relativ glatt, wie in Fig. 4 gezeigt ist, und ein Polieren der Oberfläche ist nicht erforderlich. Im nächsten Schritt, der in Fig. 5 gezeigt ist, wobei ein Ofen **500** mit einem Eingang **502** und einem Auslass **504** sowie einem Thermoelement **506** dargestellt ist, werden die ZnSSe-Scheibe **508** und eine AlGaInN-Scheibe **510** miteinander unter einem uniaxialen Druck von 2 MPa unter Anwendung einer Konfiguration mit einem Graphitbehälter bzw. Schiffchen **512** und einer Schraube **514** zusammengefügt, wobei die Konfiguration dann in den Ofen für die Scheibenverbindung **500** eingeführt wird. Der Ofen **500** wird auf eine Temperatur von 270 Grad C eine Stunde lang mit N_2-Durchflutung **516** aufgeheizt. Für p-artige DBR's sollte die Temperatur kleiner als 270 Grad C sein, um eine Dissoziierung des p-Dotiermittels (N) in ZnSSe zu vermeiden. Photographien der Scheibenverbundproben sind in Fig. 6 und in Fig. 7 gezeigt. In Fig. 6 sind die $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$-Schicht auf dem Saphirsubstrat **600** (obere Scheibe) und die $ZnS_{0.06}Se_{0.94}$-Schicht auf einem GaAs-Substrat **602** (untere Scheibe) durch ein Scheibenverbindungsverfahren miteinander verbunden. In Fig. 7 sind die $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$-Schicht auf einem Saphirsubstrat **700** (obere Scheibe) und die DBR-Schicht **702**, die aus $ZnS_{0.04}Se_{0.96}$ (großer Index) und MgS/ZnCdSe-Supergitter (kleiner Index) auf einem GaAs-Substrat (untere Scheibe) aufgebaut ist, durch Scheibenverbindung miteinander verbunden. Fig. 8 zeigt eine mögliche endgültige Bauteilstruktur **800** mit einer Elektrode **802**, einem leitenden Halbleiter **804**, einer p-DBR-Struktur **806** unter Anwendung von Zn(S, Se) und MgS/(Zn, Cd)Se, einer p-Schicht **808**, einer aktiven Nitrid-(auf GaN-Basis) Schicht **810**, einer n-Nitridschicht **812** und einer Elektrode **814**, wobei die Pfeile **816** das austretende Licht angeben.

Mögliche Modifizierungen und Variationen

[0026] Die wesentlichen Aspekte der Scheibenverbindung zwischen (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se) liegen in der Ebenheit und Sauberkeit der Oberfläche. Es können eine Vielzahl von Einebnungsverfahren und Oberflächenreinigungsverfahren eingesetzt werden, um eine ideale Oberfläche für die Scheibenverbindung bereitzustellen. Eine ausreichende Steuerung des Kristallwachstums ist ebenso erforderlich, um eine ebene Oberfläche zu erreichen. Oberflächenbehandlungsverfahren für das Zn(S, Se), die einen Kontakt mit einer sauerstoffenthaltenden Atmosphäre vermeiden und zu einer nicht oxidierten Oberfläche führen, sind eine mögliche Modifizierung dieser Erfindung.

[0027] Andere Gase, etwa H_2, können ebenso für eine Atmosphäre während des Scheibenverbindungsprozesses eingesetzt werden. Es können auch Vakuumbedingungen während des Scheibenverbindungsprozesses angewendet werden.

[0028] Auch Verbesserungen beim Erreichen einer ebenen (Al, In, Ga)N-Oberfläche unter Anwendung von Polierverfahren oder epitaktischen Wachstumsverfahren führen zu einer gleichförmigeren Verbindung.

[0029] Hinsichtlich des Wachstumsverfahrens von Zn(S, Se)-Schichten können auch andere Verfahren als das MOCVD eingesetzt werden.

[0030] Eine weitere Art eines Substrats, etwa ein ZnSe-, InP- oder ZnTe-Substrat kann für das Aufwachsen der Zn(S, Se)-Schicht eingesetzt werden. Ferner kann auch eine weitere Art an Kristallebene, etwa (111) oder (311) Ebenen für das Aufwachsen für die Zn(S, Se)-Schicht eingesetzt werden.

[0031] Es können eine Vielzahl von II-VI-Verbindungshalbleiterschichten, etwa (Zn, Mg, Cd) (S, Se) für das Scheibenbonden eingesetzt werden.

[0032] Die (Al, In, Ga)N-Schicht kann durch MBE aufgewachsen werden.

[0033] Es können unterschiedliche Substrate, etwa SiC- oder AlN- oder GaN-Substrate für das Schichtwachstum verwendet werden.

[0034] Es können auch unterschiedliche Kristallebenen, etwa die a-Ebene oder die m-Ebene für das Aufwachsen der (Al, Ga, In)N-Schicht benutzt werden.

[0035] Im Hinblick auf die DBR-Stoppbandwellenlänge unter Anwendung von Zn(S, Se) und MgS/(Zn, Cd)Se-Materialien gilt, dass eine kürzere Wellenlänge als 460 nm hergestellt werden kann, indem die Kristallwachstumsbedingungen und die verwendeten Materialien optimiert werden. Fig. 8 zeigt ein Beispiel einer DBR-Struktur auf der Grundlage eines II-VI-Verbindungshalbleiters, wobei die Struktur in einer LED auf Grundlage eines III-N-Verbindungshalbleiters integriert ist. Durch die Verwendung sehr gut reflektierender DBR-Strukturen kann das aus dem aktiven Gebiet ausgestrahlte Licht effizienter herausgeführt werden und es kann auch die Wärmeerzeugung reduziert werden. Selbstverständlich sind auch Anwendungen auf u. a. RC-LED's und VCSEL's möglich.

Vorteile und Verbesserungen

[0036] Das Verfahren zum Verbinden von (Al, In, Ga)N- und Zn(S, Se) Scheiben ist neu und besitzt Vorteile gegenüber bestehenden Bauteilen. Im Hinblick auf optische Bauteilanwendungen besitzt ein DBR-Satz in einer Struktur, die durch diese Erfindung hergestellt ist, den wesentlichen Vorteil gegenüber bestehenden Strukturen unter Anwendung von Metallspiegeln, das eine höhere Effizienz auf Grund der verbesserten Lichtherausführung und eine größere Zuverlässigkeit auf Grund der verbesserten thermischen Wärmeabführung gegenüber Bauteilen erreicht wird, die auf Saphirsubstraten erreicht wird, so dass auch eine geringere Wärmeerzeugung auftritt. Die sich ergebende externe Quanteneffizienz dieser neuen Hybrid-GaN/ZnSe-Ausführungsform sollte höher sein als die Ausführung bestehender Bauelemente auf GaN-Basis.

Prozessschritte

[0037] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, das die Prozessschritte für das Scheibenverbinden gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weiter darstellen.

[0038] Block **900** repräsentiert das Aufwachsen von Zn(S, Se) auf (001) GaAs, um eine ZnSSe-Scheibe unter Anwendung von Molekularstrahlepitaxie (MBE) herzustellen.

[0039] Block **902** repräsentiert das Einebnen und das Reinigen der ZnSSe-Scheibe unter Anwendung eines thermischen Ausheizprozesses und eines chemisch-mechanischen Poliervorgangs, woran sich die Verwendung von Lösungsmitteln anschließt. Eine Oberfläche der ZnSSe-Scheibe besitzt Höcker des Typs A und B, die entfernt werden müssen, um eine ebene Oberfläche für die Verbindung der Scheiben nach dem Zusammenführen zu erreichen. Die Höcker des Typs A werden von der ZnSSe-Scheibe durch einen ersten Ausheizschritt entfernt, der mit der ZnSSe-Scheibe bei 180 Grad C eine Stunde lang in einer Stickstoffatmosphäre ausgeführt wird. Die Höcker des Typs B werden von der ZnSSe-Scheibe durch Polieren der ZnSSe-Scheibe nach dem ersten Ausheizschritt entfernt, wobei eine kolloidale Silika-Suspension und ein Poliertuch verwendet werden. Die neu erzeugten Höcker des Typs A treten auf der ZnSSe-Scheibe nach dem Polieren auf und die neu erzeugten Höcker des Typs A werden von der ZnSSe-Scheibe unter Anwendung eines zweiten Ausheizschrittes entfernt, der an der ZnSSe-Scheibe bei 180 Grad C eine Stunde lang in einer Stickstoffatmosphäre ausgeführt wird, woraus sich eine für das Verbinden geeignete Oberfläche ergibt.

[0040] Block **904** zeigt das Wachsen von (Al, In, Ga)N auf einer c-Ebene (001) von Saphir, um eine AlGaInN-Scheibe herzustellen, wobei eine metallorganische chemische Dampfabscheidung (MOCVD) eingesetzt wird.

[0041] Block **906** repräsentiert das Reinigen und Oxidieren der AlGaInN-Scheibe. Die AlGaInN-Scheibe wird unter Anwendung mehrerer Lösungsmittel gereinigt und wird in einem Sauerstoffplasma oxidiert, woran sich das Entfernen des Oxids in HCl anschließt.

[0042] Block **908** repräsentiert das Zusammenfügen der ZnSSe-Scheibe und der AlGaInN-Scheibe und das Verbinden der zusammengefügten Scheiben. Die ZnSSe-Scheibe und die Al-GaInN-Scheibe werden unter einem uniaxialen Druck von 2 MPa zusammengebracht, wobei eine Konfiguration eines Graphitschiffchen und einer Schraube verwendet wird. Die zusammengefügten Scheiben werden in einer Stickstoffumgebung bei einem uniaxialen Druck bei einer vorgegebenen Temperatur für eine vorgegebene Dauer miteinander verbunden bzw. gebondet. Insbesondere werden die zusammengeführten Scheiben in einem Ofen für die Scheibenverbindung eingeführt, und der Ofen wird auf eine Temperatur von 270 Grad C eine Stunde lang bei einem N_2-Durchfluss aufgeheizt.

[0043] Das Endergebnis dieser Prozessschritte ist ein Bauelement, das aus gebondeten Scheiben mit einer hochwertigen DBR-Struktur, die in dem Zn(S, Se) ausgebildet ist, aufgebaut ist.

Referenzen

[0044] Die folgenden Referenzen sind mit durch Bezugnahme mit eingeschlossen:

1. Appl. Phys. Lett. 56, 737-39 (1990).
2. Appl. Phys. Lett. 64, 2839-41 (1994).
3. Appl. Phys. Lett. 68, 2147 (1996).
4. Appl. Phys. Lett. 81, 3152-54 (2002).
5. Appl. Phys. Lett. 73, 3653-3655 (1988).
6. Appl. Phys. Lett. 83, 668-670 (2003).
7. Appl. Phys. Lett. 72, 1238-40 (1998).

Schlussbetrachtung

[0045] Dies beendet die Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die vorhergehende Beschreibung einer oder mehrerer Ausführungsformen der Erfindung wurde zum Zwecke der Darstellung und der Beschreibung angegeben. Es ist nicht beabsichtigt, die Erfindung auf die genaue offenbarte Form einzuschränken. Es sind viele Modifizierungen und Variationen im Lichte der obigen Lehre möglich. Es ist beabsichtigt, dass der Schutzbereich der Erfindung nicht durch diese detaillierte Beschreibung, sondern durch die angefügten Patentansprüche definiert ist.

Zusammenfassung

[0046] Ein Verfahren zum Herstellen einer Scheibenverbundstruktur mit (Al, In, Ga)N und Zn(S, Se) ist offenbart. Es kann ein gut reflektierender und leitender verteilter Bragg-Reflektor (DBR) für relativ kleine optische Wellenlängen hergestellt werden, wobei Zn(S, Se) Material und MgS/(Zn, Cd)Se-Material verwendet wird. Unter Anwendung von Scheibenverbundverfahren können diese qualitativ hochwertigen DBR-Strukturen mit einer optischen Bauteilstruktur auf GaN-Basis kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bonden von Scheiben mit:
(a) Herstellen einer ZnSSe-Scheibe;
(b) Einebnen und Reinigen der ZnSSe-Scheibe;
(c) Herstellen einer AlGaInN-Scheibe;
(d) Reinigen der AlGaInN-Scheibe; und
(e) Zusammenfügen der ZnSSe-Scheibe und der AlGaInN-Scheibe und Verbinden der zusammengefügten Scheiben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die ZnSSe-Scheibe durch Aufwachsen von Zn(S, Se) auf GaAs hergestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Zn(S, Se) unter Anwendung einer Molekularstrahlepitaxie (MBE) aufgewachsen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das GaAs ein (001)-GaAs ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner Bilden einer aufgeteilten Bragg-Reflektor-(DBR) Struktur in dem Zn(S, Se) umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die AlGaInN-Scheibe durch Aufwachsen von (Al, In, Ga)N auf Saphir hergestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das (Al, In, Ga)N unter Anwendung einer metallorganischen chemischen Dampfabscheidung (MOCVD) aufgewachsen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Saphir ein c-Ebenen-(001) Saphir ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die ZnSSe-Scheibe unter Anwendung einer thermischen Ausheizung und eines chemisch-mechanischen Polierens eingeebnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei eine Oberfläche der ZnSSe-Scheibe Höcker des Typs A und B aufweist, die entfernt werden, um eine eben Oberfläche für den Verbindungsschritt zu erhalten.

11. Verfahren nach Anspruch 10. wobei die Höcker des Typs A von der ZnSSe-Scheibe durch einen ersten Aufheizschritt entfernt werden, der an der ZnSSe-Scheibe bei 180 Grad C eine Stunde lang in einer Stickstoffatmosphäre ausgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Höcker des Typs B von der ZnSSe-Scheibe durch Polieren der ZnSSe-Scheibe nach dem Ausführen des ersten Ausheizschrittes entfernt werden, wobei eine kollodiale Silika-Suspension und ein Poliertuch verwendet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei neu erzeugte Höcker des Typs A auf der ZnSSe-Scheibe nach dem Polieren auftreten und wobei die neu erzeugten Höcker des Typs A von der ZnSSe-Scheibe unter Anwendung eines zweiten Ausheizschrittes entfernt werden, der an der ZnSSe-Scheibe bei 180 Grad C eine Stunde lang in einer Stickstoffatmosphäre ausgeführt wird, wodurch sich eine für das Verbinden geeignete Oberfläche ergibt.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die AlGaInN-Scheibe in einem Sauerstoffplasma oxidiert wird, woran sich das Entfernen des Oxids in HCl anschließt.

15. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die ZnSSe-Scheibe und die AlGaInN-Scheibe unter einem uniaxialen Druck von 2 MPa zusammengefügt werden, wobei eine Konfiguration aus einem Graphitschiffchen und einer Schraube verwendet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zusammengefügten Scheiben in einer Stickstoffumgebung bei einem uniaxialen Druck bei einer vorgegebenen Temperatur bei einer vorgegebenen Dauer verbunden werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die verbundenen Scheiben in einem Ofen für die Scheibenverbindung eingeladen werden, und wobei der Ofen auf eine Temperatur von 270 Grad C eine Stunde lang bei N_2-Durchfluss aufgeheizt wird.

18. Bauelement, das nach einem Verfahren einer der vorhergehenden Ansprüche hergestellt ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

FIG. 2

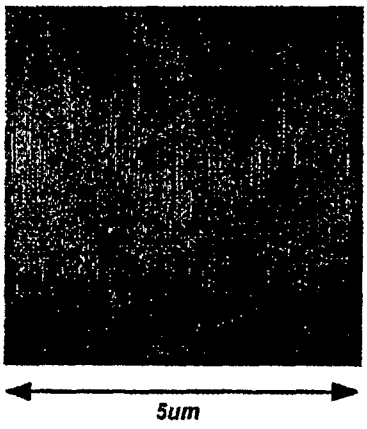


FIG. 3

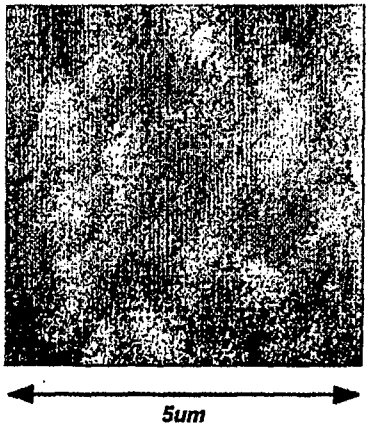


FIG. 4

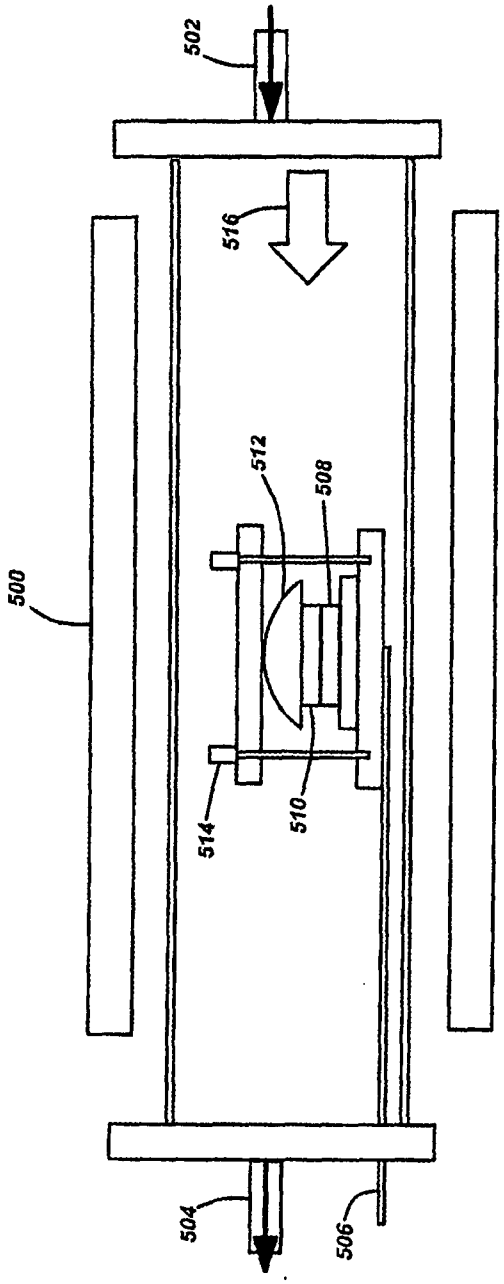


FIG. 5

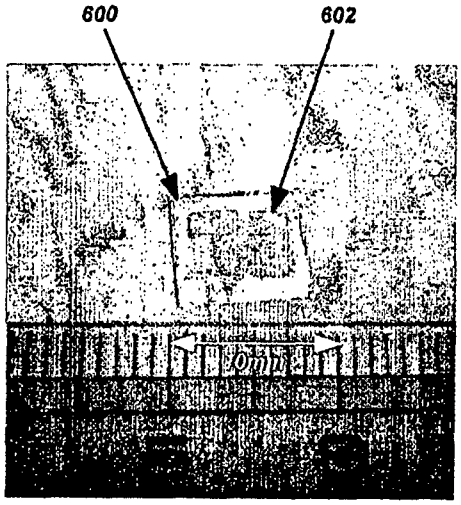


FIG. 6

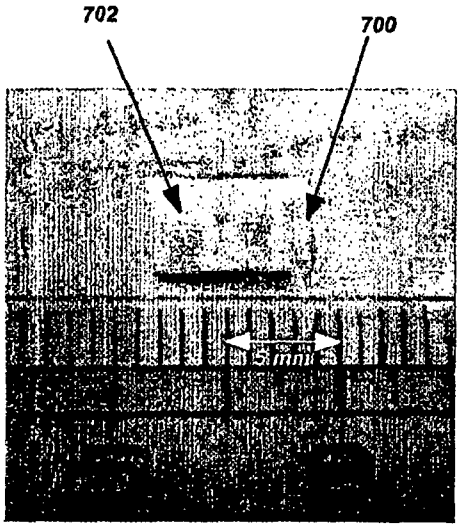


FIG. 7

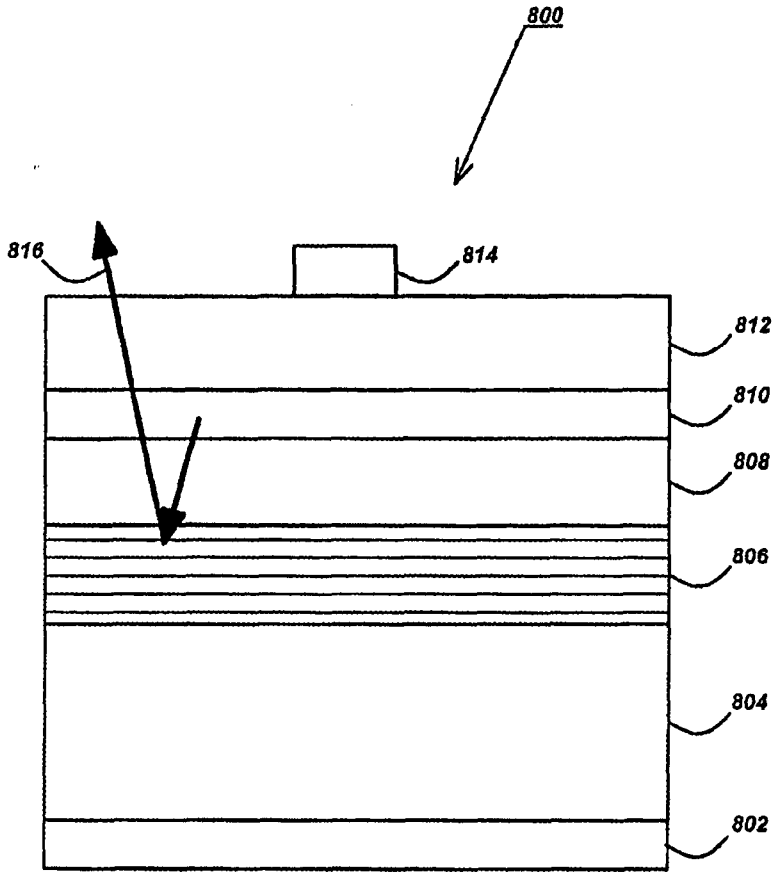


FIG. 8

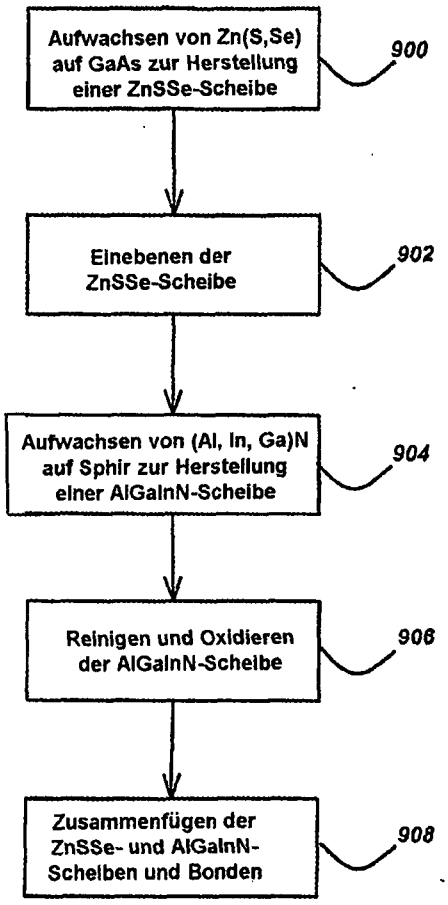

Aufwachsen von Zn(S,Se) auf GaAs zur Herstellung einer ZnSSe-Scheibe
900
Einebenen der ZnSSe-Scheibe
902
Aufwachsen von (Al, In, Ga)N auf Sphir zur Herstellung einer AlGaInN-Scheibe
904
Reinigen und Oxidieren der AlGaInN-Scheibe
906
Zusammenfügen der ZnSSe- und AlGaInN-Scheiben und Bonden
908

FIG. 9