



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 29 346 T2** 2004.10.28

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 810 645 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 29 346.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 105 251.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **27.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.12.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.10.2004**

(51) Int Cl.7: **H01L 29/737**  
**H01L 21/331**

(30) Unionspriorität:

**647609**      **13.05.1996**      **US**

(73) Patentinhaber:

**Northrop Grumman Corp., Los Angeles, Calif., US**

(74) Vertreter:

**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
Rechtsanwälte, 81541 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Oki, Aaron Kenji, Torrance, US; Umemoto, Donald  
Katsu, Manhattan Beach, US; Tran, Liem T.,  
Torrance, US; Streit, Dwight Christopher, Seal  
Beach, US**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Heterobipolartransistors mittels zweischichtiger Photolacks**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Heterobipolartransistor (HBT) und ein Verfahren zur Herstellung eines HBT, und genauer gesagt auf einen HBT mit selbstausgerichteten Basismetallkontakten unter Verwendung eines Doppelfotolacks, das weniger Prozessschritte als bekannte Verfahren erfordert, während die Schädigung des aktiven Emitterkontaktbereichs minimiert wird.

## 2. Beschreibung des Stands der Technik

**[0002]** Verfahren zur Herstellung von Heterobipolartransistoren (HBTs) sind im Stand der Technik bekannt. Beispiele derartiger Verfahren sind in den US-Patenten 5,298,439 und 5,344,786, die hiermit durch Bezugnahme in den Offenbarungsgehalt aufgenommen werden, offenbart. Eine wichtige Überlegung bei der Herstellung von HBTs ist das Verfahren zur Ausbildung des Abstands zwischen den Basismetallkontakten und der Emittermesa unter Verwendung eines wenig aufwändigen, reproduzierbaren Verfahrens.

**[0003]** Das '786-Patent offenbart die Verwendung eines dielektrischen Materials, dass mittels chemischer Dampfabcheidung auf einer Emitterschicht ausgebildet wird. Ein Fotolack wird auf die dielektrische Schicht aufgeschleudert. Mittels reaktiven Ionenätzens wird eine dielektrische Emitterinsel ausgebildet. Ein weiteres Dielektrikum wird über der dielektrischen Emitterinsel abgeschieden, wodurch schützende Seitenwände und eine dielektrische Schicht auf der flachen Oberfläche des Halbleiters ausgebildet werden. Die auf der dielektrischen Emitterinsel ausgebildeten Seitenwände bilden einen Überhang bezüglich der Emittermesa und dienen daher dazu, die besten Basismetallkontakte auf der Basisschicht beabstandet von der Emittermesa zu platzieren. Die dielektrische Schicht auf der flachen Oberfläche des Halbleiters wird durch anisotropes Ätzen entfernt. Um die Basismetallkontakte zu platzieren wird ein Fotolack verwendet. Ein Basismetall wird darauf aufgedampft. Das Dielektrikum fungiert auch als eine Maske für die Basismetallkontakte. Das Entfernen des Fotolacks bewirkt einen Lift-Off des Basismetalls mit Ausnahme des maskierten Abschnitts, um die Basismetallkontakte auszubilden.

**[0004]** Das '439-Patent offenbart die Verwendung eines Emittermetalls, das mittels Fotolithografie auf einem Abschnitt der Emitterkontaktschicht strukturiert wurde. Das Emittermetall wird als eine Maske zum Ätzen der Emitterkontaktschicht in einem darunterliegenden Bereich der Emitterschicht verwendet, um eine Emittermesa auszubilden. Ein Fotolack wird über die Emittermesa aufgeschleudert, um ein Freiliegen des verbleibenden Abschnitts des Emitters zu ermöglichen. Zum Freiliegen der Basisschicht wird Ätzen verwendet, um das Ausbilden der Basismetallkontakte zu ermöglichen.

**[0005]** Sowohl in dem '439- als auch in dem '786-Patent wird ein Dielektrikum oder ein ohmsches Metall als eine Maske für die Emittermesa verwendet. Leider erfordern beide Techniken einen zusätzlichen Verfahrensschutz für das Ätzen des Dielektrikums oder der Metallmaske, nachdem die Mesa ausgebildet ist. Außerdem legt das Ätzen des Isolators oder des Basismetalls einen aktiven Emitterkontaktbereich bezüglich eines Ätzprozesses frei, was zu Schädigungen führen kann.

**[0006]** Die US 4,889,831 offenbart ein Verfahren zum Ausbilden eines bei hohen Temperaturen stabilen ohmschen Kontaktes auf einem III-V Substrat. Das Verfahren umfasst das Strukturieren einer Doppelschichtstruktur, die eine Siliziumdioxidschicht und eine Lackschicht in Bereichen umfasst, wo eine Emittierelektrode und eine Basiselektrode ausgebildet werden sollen. Nach dem Strukturieren der Doppelschichtstruktur wird ein Basiselektrodenmaterial abgeschieden und anschließend wird ein Lift-Off durchgeführt, damit die Basiselektrode zurückbleibt.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, verschiedene Probleme des Stands der Technik zu lösen.

**[0008]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiters anzugeben, das weniger Verfahrensschritte umfasst.

**[0009]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Halbleiter herzustellen ohne einen aktiven Emitterbereich des Halbleiters unnötigerweise einem Ätzverfahren auszusetzen.

**[0010]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Ausbilden eines Heterobipolartransistors (HBT) mit selbstausgerichteten Basismetallkontakten anzugeben.

**[0011]** Kurz gesagt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines HBT mit selbstausgerichteten Basismetallkontakten unter Verwendung eines zweischichtigen Fotolacks, das weniger Prozessschritte als herkömmliche Verfahren benötigt, während eine Beschädigung des aktiven Emitterkontaktbereichs minimiert wird. Ein Fotolack wird verwendet, um die Emittermesa auszubilden. Der Emittermesa-Fotolack verbleibt auf dem Wafer, und eine doppelschichtige Fotolackkombination aus Polymethylmethacrylat (PMMA) und Fotolack wird dann auf den Halbleiter aufgeschleudert. Die Doppelfotolack-Kombination wird mit einer nicht-kritischen seitlichen Ausrichtung strukturiert, was eine selektive Abscheidung und einen selektiven Lift-Off des ohmschen Basismetalls gestattet. Der Abstand zwischen dem Metall und der Mesa wird von dem vorhergehenden Fotolackniveau, das auf dem Wafer verbleibt (selbstausgerichtet), gebildet, wodurch das ohmsche Metall-Fotolackniveau eine nicht-kritische Ausrichtung wird. Indem das ohmsche Metall selbstausrichtend gemacht wird, wird der Abstand zwischen dem ohmschen Basismetall und der Emittermesa äußerst wiederholbar und reproduzierbar. Durch Verwenden des Doppelfotolacks im Gegensatz zu einem Metall oder einem Dielektrikum zur Maskierung werden ein zusätzlicher Fotolithografieschritt und Ätzschritt eliminiert. Durch das Eliminieren des Erfordernisses eines zusätzlichen Ätzschrittes wird verhindert, dass aktive Bereiche des Halbleiters dem Ätzschritt ausgesetzt und möglicherweise beschädigt werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

**[0012]** Diese und weitere Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden unmittelbar verständlich unter Bezugnahme auf die nachfolgende Beschreibung und die beigefügten Zeichnungen, wobei:

**[0013]** **Fig. 1** eine Rissansicht des Verfahrens zur Herstellung eines Heterobipolartransistors (HBT) ist, nachdem die Substrat-, Kollektor-, Kollektorkontakt-, Basis- und Emitterschicht ausgebildet wurden, welche einen Fotolack und eine Fotomaske, die auf der Emitterschicht ausgebildet sind, um eine Emittermesa zu definieren, veranschaulicht;

**[0014]** **Fig. 2** ist ähnlich zu **Fig. 1** und veranschaulicht den Halbleiter nach dem Ätzen der Emittermesa;

**[0015]** **Fig. 3** veranschaulicht den Schritt des Applizierens eines PMMA-Fotolacks auf dem wie in **Fig. 2** ausgebildeten Halbleiter;

**[0016]** **Fig. 4** ist ähnlich zu **Fig. 3** und veranschaulicht den Schritt des Hinzufügens einer Fotolackbeschichtung auf dem PMMA-Fotolack vor der Entwicklung;

**[0017]** **Fig. 5** ist ähnlich zu **Fig. 4** und illustriert den Schritt des Verwendens einer Fotomaske, um die Basismetallkontakte zu definieren;

**[0018]** **Fig. 6** ist ähnlich zu **Fig. 5** aber veranschaulicht das Entwickeln der oberen Schicht des Fotolacks;

**[0019]** **Fig. 7** ist ähnlich zu **Fig. 6** und zeigt das Entwickeln des PMMA der Doppelschicht aus Fotolack und PMMA und des Fotolacks auf der Emittermesa von dem vorhergehenden Fotolackniveau, welches die Emittermesa definiert sowie für den Abstand zwischen dem ohmschen Basismetall und der Emittermesa oder die Selbstausrichtung sorgt;

**[0020]** **Fig. 8** ist ähnlich zu **Fig. 7** und veranschaulicht die Metallisierung der ohmschen Kontakte;

**[0021]** **Fig. 9** ist ähnlich zu **Fig. 8** und veranschaulicht den Lift-Off der ohmschen Metallisierung;

**[0022]** **Fig. 10** ist ähnlich zu **Fig. 7** aber übertrieben, um die Auswirkung der Verringerung der Feinbearbeitungszeit für den Fotolack zu veranschaulichen;

**[0023]** **Fig. 11** ist ähnlich zu **Fig. 9** und zeigt die Auswirkung des Verwendens einer längeren Feinbearbeitungszeit für den Fotolack auf den Abstand zwischen den Basismetallkontakten und der Emittermesa; und

**[0024]** **Fig. 12** ist ähnlich zu **Fig. 11** und veranschaulicht die Auswirkung des Verringerns der Feinbearbeitungszeit auf den Abstand zwischen den Basismetallkontakten und der Emittermesa.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0025]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Prozess zur Herstellung eines HBT, der eine Selbstausrichtung des Basismetallkontakts bezüglich der Emittiermesa verwendet, ohne die Verwendung eines Dielektrikums oder einer Metallmaske, die einen zusätzlichen Fotolithografie-Schritt und einen zusätzlichen Ätzschritt erfordern, vorauszusetzen. Durch Eliminieren des zusätzlichen Fotolithografie-Schritts wird die Zykluszeit für die Herstellung derartiger HBTs daher drastisch verringert, wodurch der Preis für das Bauteil und die Kosten des Bauteils verringert und die Ausbeute aufgrund weniger Handhabungsschritte und weniger Möglichkeiten für ein Zerbrechen des Wafers erhöht werden. Zusätzlich verhindert das Eliminieren des Ätzschrittes ein Freilegen aktiver Bereiche des Halbleiters bezüglich eines ein Schädigungspotenzial beinhaltenden Ätzschrittes.

**[0026]** Fig. 1 bis 9 veranschaulichen ein Verfahren der Verwendung der Selbstausrichtung von Basismetallkontakten. Bezug nehmend auf Fig. 1 wird der Halbleiter mit einem vertikal integrierten Profil einschließlich eines GaAs-Substrats **20**, einer  $n^+$ -Kollektorkontaktschicht **22**, einem  $n^-$ -Kollektor **24**, einer  $p^+$ -Basis **26** und einer Emitterschicht **28** ausgebildet. Jede der epitaktischen Schichten kann mittels herkömmlicher Verfahren ausgebildet werden, wie der Molekularstrahlepitaxie (molecular beam epitaxy, MBE) oder der metallorganischen chemischen Dampfabscheidung (metal organic chemical vapor deposition, MOCVD), die alle dem Fachmann geläufig und in den hiermit durch Bezugnahme in den Offenbarungsgehalt aufgenommenen US-Patenten 5,298,439 und 5,344,786 offenbart sind. Repräsentative Dicken einer jeden der epitaktischen Schichten (**20**, **22**, **24**, **26** und **28**) sind in der unten stehenden Tabelle 1 angegeben.

TABELLE 1

EPITAKTISCHE SCHICHT	DICKE
Substrat	0,635 mm (25 mils)
$n^+$ -Kollektorkontakt	700 nm (7000 Å)
$n^-$ -Kollektor	600 nm (6000 Å)
$P^+$ -Basis	140 nm (1400 Å)
Emitter	265 nm (2650 Å)

**[0027]** Bezug nehmend auf Fig. 1 wird ein Fotolack **30** auf den gesamten Wafer oder die Emitterschicht **28** aufgeschleudert. Eine Fotomaske **32** wird vorgesehen, wo der Fotolack nach dem Entwickeln auf der Emitterschicht **28** verbleiben wird, was eine Emittiermesa und weiterhin Zugang zu der  $p^+$ -Basisschicht **26** definieren wird. Die Fotolackschicht ist dimensioniert, um für ein vorbestimmtes Ausmaß eines Überhangs bezüglich einer Emittiermesa zu sorgen, was wiederum den Abstand des ohmschen Basismetalles zu der Emittiermesa festlegen wird. Nach Belichtung und Entwicklung des Fotolacks **30** kann eine Emittiermesa **34** (Fig. 2) mittels verschiedener Ätzverfahren wie beispielsweise isotropem nasschemischen Ätzen oder trockenem anisotropem Ätzen, wie allgemein in Fig. 2 gezeigt, ausgebildet werden. Der zum Definieren der Emittiermesa **34** verwendete Fotolack **30** sowie der Basiskontaktzugang verbleiben an Ort und Stelle.

**[0028]** Wie in Fig. 3 gezeigt werden ungefähr 17.000 Å eines Polymethylmethacrylat-(PMMA-) Fotolacks **36** auf den oberen Schichten des Halbleiters aufgebracht. Eine zusätzliche Fotolackschicht **38** wird wie allgemein in Fig. 4 veranschaulicht auf den PMMA-Fotolack **36** aufgebracht. Wie in den Fig. 3 und 4 gezeigt verbleibt die Fotolackschicht **30** an Ort und Stelle. Wie in Fig. 5 gezeigt strukturiert eine Fotomaske **40** den Fotolack (nicht den PMMA), um die Basismetallkontakte für nicht-kritische seitliche Ausrichtung zu definieren. Das Belichten und Entwickeln der Fotolackschicht **38** unter Verwendung der Fotomaske **40** entfernt einen Bereich der oberen Schicht des Fotolacks **38** wie allgemein in Fig. 6 gezeigt, wobei ein freigelegter Bereich des PMMA-Fotolacks **36** zurückbleibt. Der PMMA-Fotolack **36** wird dann entwickelt und feinbearbeitet (descumming), wie allgemein in Fig. 7 gezeigt. Der Feinbearbeitungs- (oder Descum-) Prozess besteht darin, den Wafer in einem Sauerstoffplasma zu platzieren, um eine Oxidation des Fotolacks und des PMMA zu bewirken. Die Zeitdauer wird durch die Ätzrate bestimmt, die erforderlich ist, um einen Abstand des  $p$ -ohmschen Metalls von der Emittiermesa von  $0,2 \mu\text{m} \pm 0,05 \mu\text{m}$  zu bewirken. Nach der Entwicklung des PMMA-Fotolacks **36** sind der Fotolack **30** sowie die Emittiermesa **34** freigelegt. Zusätzlich sind Bereiche der epitaktischen  $p^+$ -Basisschicht **26**, wie allgemein in Fig. 7 gezeigt, ebenfalls freigelegt.

**[0029]** Eine Fotolackschicht **30** bildet einen Überhang bezüglich der Emittiermesa **34**, um beispielsweise für

einen Abstand von  $0,2 \text{ m} \pm 0,05 \text{ }\mu\text{m}$  der Kante der Emittiermesa **34** in Bezug auf das p-ohmsche Metall **42** und **44** zu sorgen. Die Anordnung des Fotolacks **30** sowie des PMMA-Fotolacks **36** nach der Entwicklung sorgen für ein Selbstausrichten der Basismetallkontakte, die von der Emittiermesa **34** beispielsweise einen Abstand von  $0,2 \text{ m} \pm 0,05 \text{ }\mu\text{m}$  aufweisen. Ein p-ohmsches Metall **41** kann auf der Struktur mittels beispielsweise Elektronenstrahlverdampfens abgeschieden werden. Wie in **Fig. 9** gezeigt wird der Fotolack **30** entfernt, was wiederum die ohmsche Metallisierung auf dem Fotolack **30** sowie die Doppelschicht aus Fotolack und PMMA **36** und **38** abhebt (Lift-Off), so dass die ohmschen Basiskontakte **42** und **44** wie allgemein in **Fig. 9** gezeigt zurückbleiben.

**[0030]** Wie allgemein in den **Fig. 10** bis **12** gezeigt kann der Abstand zwischen den Basismetallkontakten **42** und **44** und der Emittiermesa durch die Zeitdauer, welche die Fotolackschicht **30** feinbearbeitet wird, eingestellt werden. Wie allgemein in **Fig. 10** gezeigt, wird die PMMA-Fotolackschicht **36** im Bereich der Emittiermesa wie allgemein in **Fig. 10** gezeigt entfernt. Wie in den **Fig. 11** und **12** gezeigt kontrolliert die Länge des Feinbearbeitens das Ausmaß des Überhangs des Fotolacks **30** bezüglich der Emittiermesa **34**. Wie in **Fig. 11** gezeigt verringert eine längere Feinreinigungszeit das Ausmaß des Überhangs des Fotolacks **30** bezüglich der Emittiermesa **34**, wodurch bewirkt wird, dass die Basismetallkontakte **42** und **44** relativ nah bezüglich der Emittiermesa **44** angeordnet sind. Durch Verringern der Feinbearbeitungszeit wird weniger von dem Fotolack **30** abgeätzt, was zu einem vergleichsweise längeren Überhang des Fotolacks **30** bezüglich der Emittiermesa **34** führt. Der vergrößerte Überhang des Fotolacks **30** sorgt für einen größeren Abstand zwischen den Basismetallkontakten **42** und **44** und der Emittiermesa. Die Feinbearbeitungszeit wird durch die Ätzrate bestimmt. Es wird die Feinbearbeitungszeit gewählt, die zu einem Abstand zwischen dem p-ohmschen Metall **42** und **44** und der Emittiermesa **34** von  $0,2 \text{ }\mu\text{m} \pm 0,05 \text{ }\mu\text{m}$  führt.

**[0031]** Es ist offensichtlich, dass viele Abänderungen und Variationen der vorliegenden Erfindung im Licht der obigen Lehren möglich sind. Es ist daher zu beachten, dass innerhalb des Umfangs der angefügten Ansprüche die Erfindung auf andere Art und Weise als oben im Besonderen erläutert ausgeführt werden kann.

**[0032]** Was beansprucht ist, und für was Patentschutz in den Vereinigten Staaten nachgesucht wird, ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Heterobipolartransistors mit einem vorbestimmten Abstand zwischen einem Basiskontakt und einer Emittiermesa, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

- a) Bereitstellen einer epitaktischen Halbleiterstruktur mit einem vertikal intigrierten Profil, das eine Substratschicht (**20**), eine Kollektorkontaktschicht (**22**), eine Kollektorschicht (**24**), eine Basisschicht (**26**) und eine Emitterschicht (**28**) aufweist;
- b) Bereitstellen einer ersten Fotolackschicht aus einem ersten Material auf der Emitterschicht;
- c) Erstellen einer ersten Fotomaske (**32**), um die Emittiermesa und einen Zugang zu der Basisschicht zu definieren;
- d) Belichten der ersten Fotolackschicht durch die erste Fotomaske;
- e) Entwickeln der belichteten ersten Fotolackschicht, um ein erstes Fotolackmuster (**30**) auszubilden;
- f) Ätzen der Emitterschicht unter Verwendung des ersten Fotolackmusters (**30**), um die Emittiermesa auszubilden und einen vorbestimmten Bereich der Basisschicht freizulegen;
- g) Applizieren einer zweiten Fotolackschicht (**36**) aus einem zweiten Material, das verschieden ist von dem ersten Material, auf der in Schritt f) erhaltenen Struktur, um den freigelegten vorbestimmten Bereich der Basisschicht und das erste Fotolackmuster (**30**) abzudecken;
- h) Applizieren einer dritten Fotolackschicht (**38**) aus einem dritten Material, das von dem zweiten Material verschieden ist, auf der zweiten Fotolackschicht;
- i) Bereitstellen einer zweiten Fotomaske (**40**), die ein Muster aufweist, um ein Basiskontakt-Fotolackmuster in der zweiten und dritten Fotolackschicht auszubilden, wobei die zweite Fotomaske in nicht-kritischer Weise bezüglich der Emittiermesa seitlich ausgerichtet ist;
- j) Belichten der in Schritt h) erhaltenen Fotolackstruktur durch die zweite Fotomaske;
- k) Entwickeln der belichteten dritten Fotolackschicht, um ein zweites Fotolackmuster (**36**) auszubilden, das einen Abschnitt der zweiten Fotolackschicht freigibt;
- l) Entwickeln der zweiten Fotolackschicht, um das Basiskontakt-Fotolackmuster in der zweiten und dritten Fotolackschicht auszubilden;
- m) Feinbearbeiten des ersten Fotolackmusters und des Basiskontakt-Fotolackmusters mit einer Feinbearbeitungszeitdauer, um einen Überhang des ersten Fotolackmusters derart zu beeinflussen, dass der vorbestimmte Abstand zwischen dem Basiskontakt und der Emittiermesa in den nachfolgenden Schritten erhalten wird;
- n) Abscheiden einer Schicht aus einem ohmschen Metall (**41**) auf der in Schritt m) erhaltenen Struktur; und

o) Entfernen des ersten Fotolackmusters und des Basiskontakt-Fotolackmusters und eines Abschnitts der Schicht aus dem ohmschen Metall auf dem ersten Fotolackmuster und dem Basiskontakt-Fotolackmuster, um Basismetallkontakte (**42, 44**) auf der Basisschicht zu belassen, die selbstausgerichtet sind und von der Emittiermesa mit dem vorbestimmten Abstand zwischen dem Basiskontakt und der Emittiermesa beabstandet sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratschicht (**20**) aus GaAs gebildet ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollektorkontaktschicht (**22**) aus einem n<sup>+</sup>-Material gebildet ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollektorschicht (**24**) aus einem n<sup>-</sup>-Material gebildet ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisschicht (**26**) aus einem p<sup>+</sup>-Material gebildet ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Fotolack (**36**) Polymethylmethacrylat (PMMA) ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das ohmsche Metall ein p-ohmsches Metall ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der vorbestimmte Abstand zwischen dem Basiskontakt und der Emittiermesa  $0.2 \mu\text{m} \pm 0.05 \mu\text{m}$  beträgt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

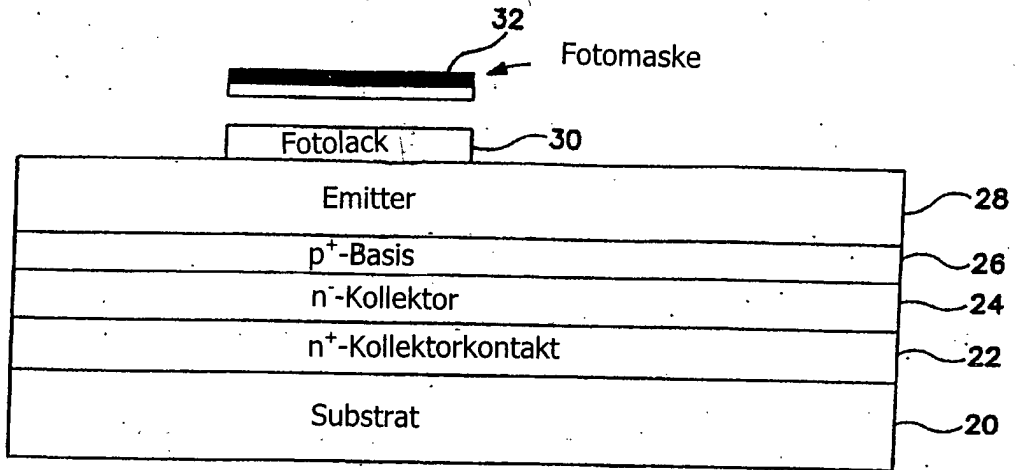


FIG. 1

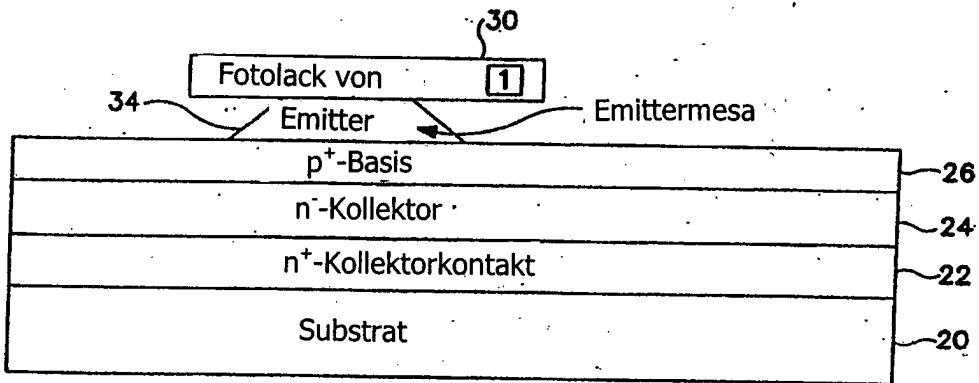


FIG. 2

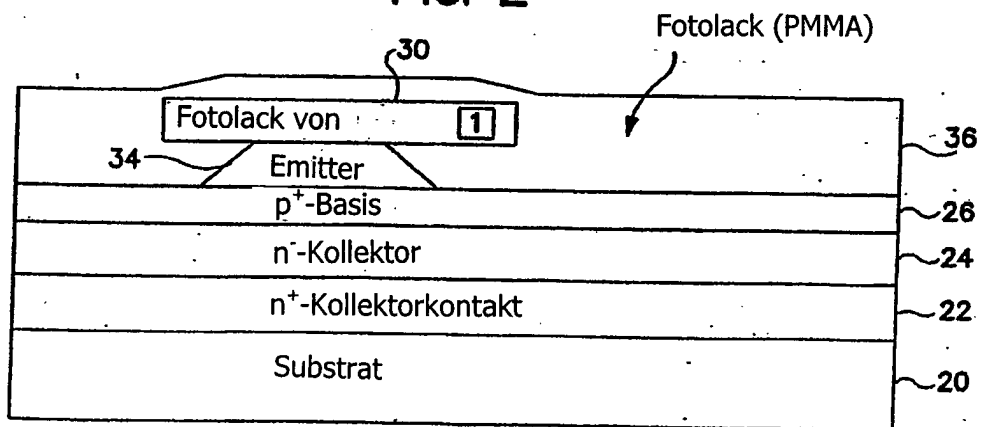
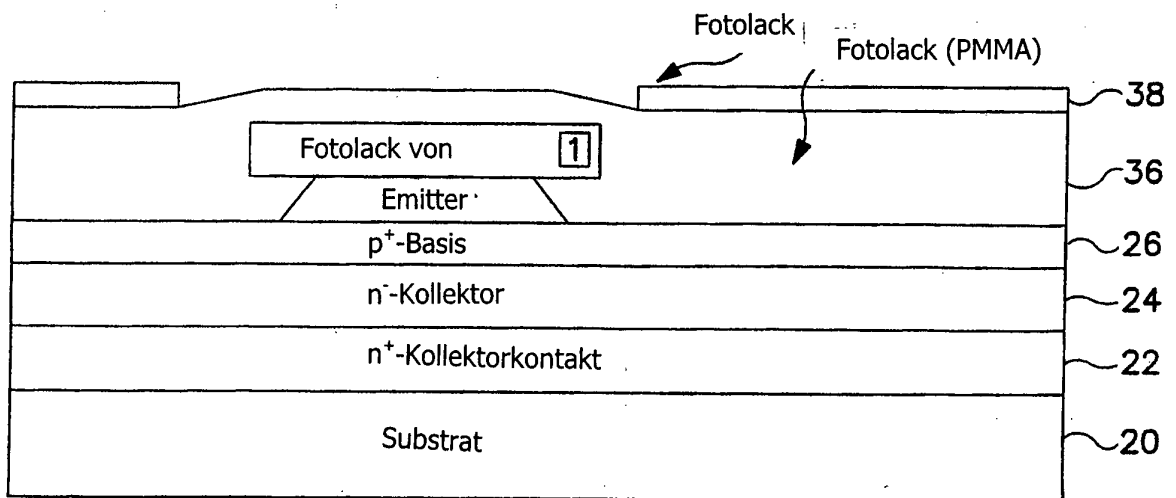
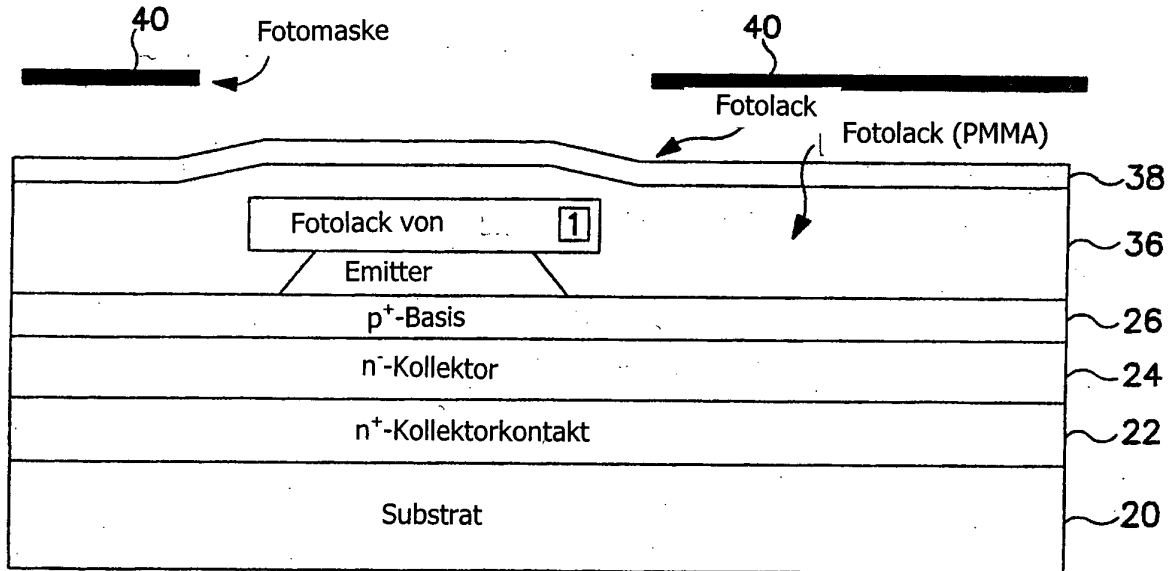
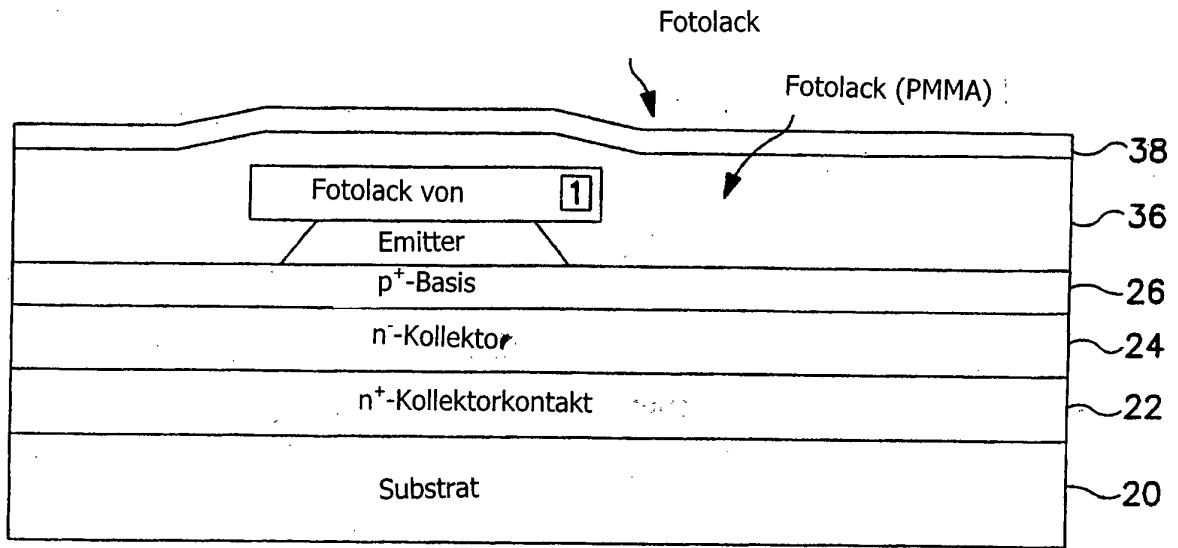
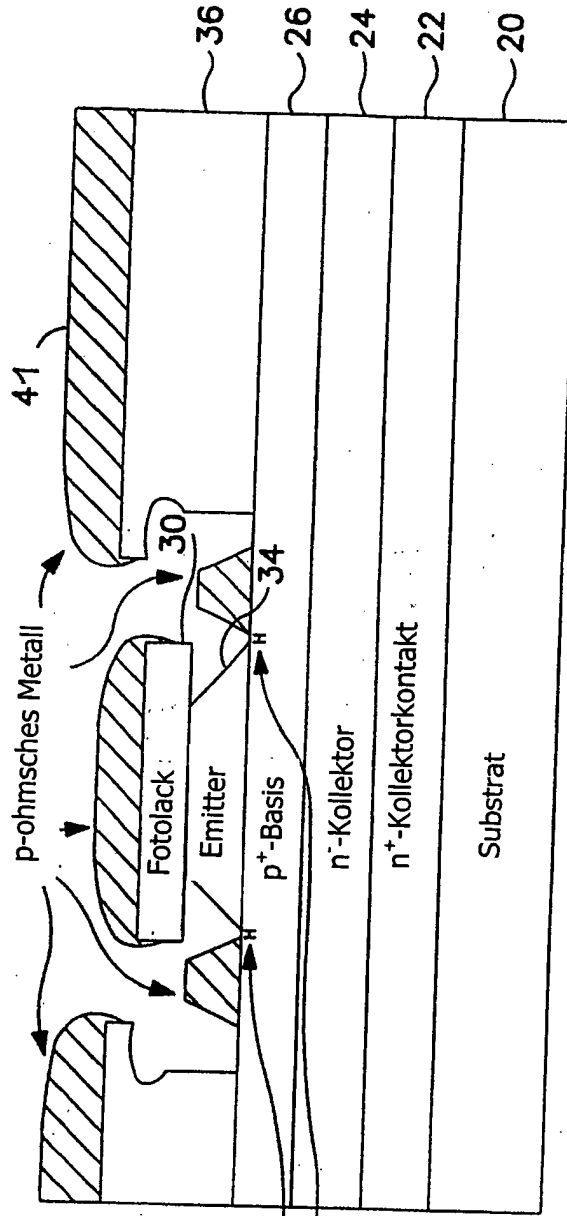


FIG. 3







Selbstausrichtung des  
 p-ohmschen  
 Metalls bezüglich  
 der Emittermessa  
 unter Verwendung  
 des vorhergehenden  
 Fotolacks

FIG. 8

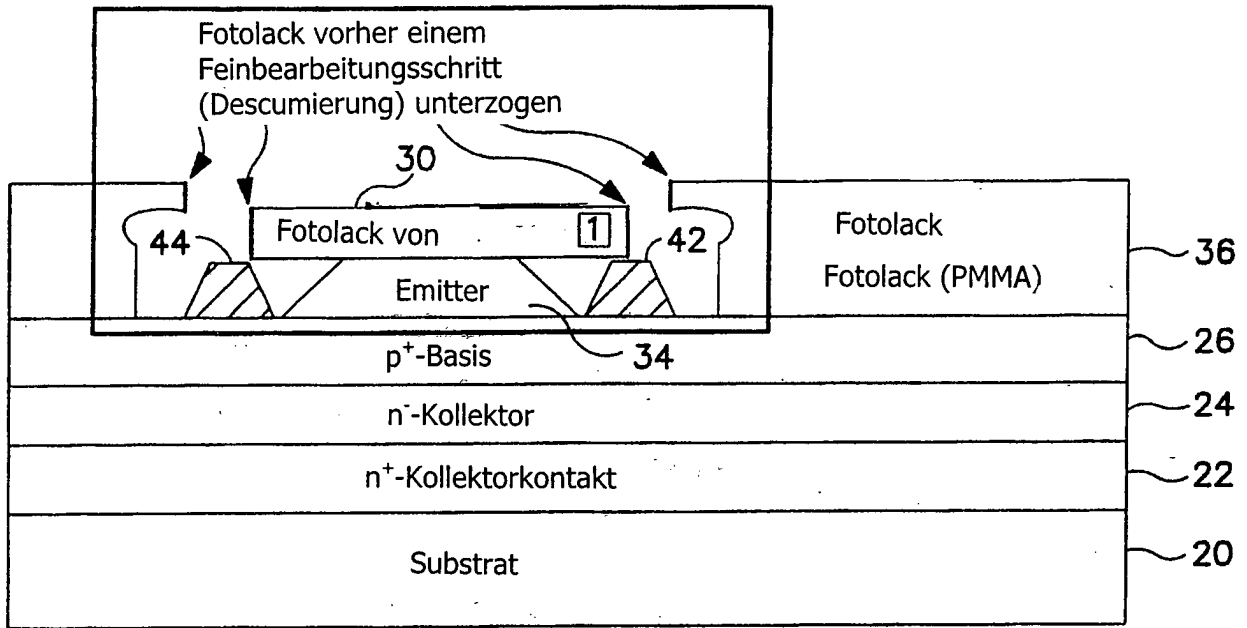


FIG. 10

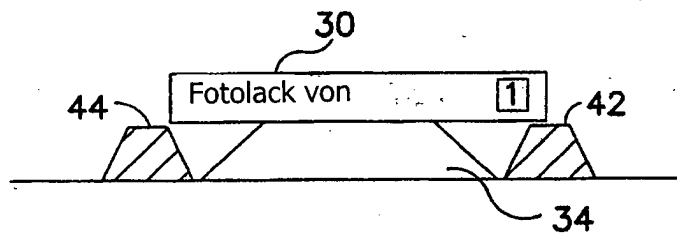


FIG. 11

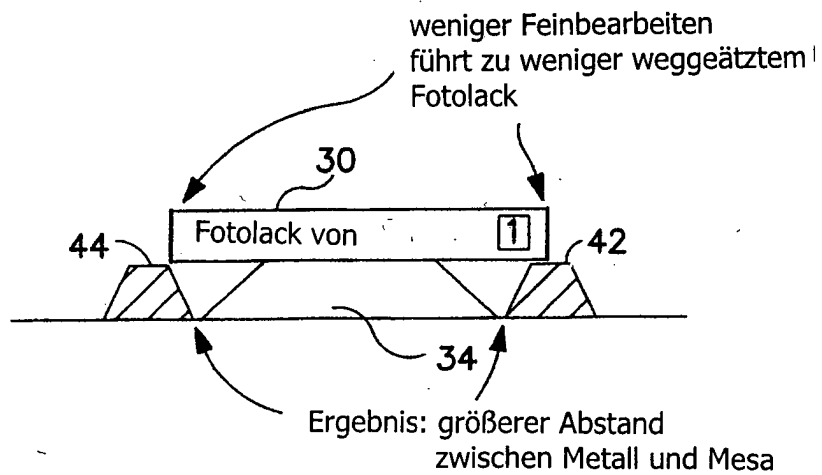


FIG. 12