

(12)

Patentschrift

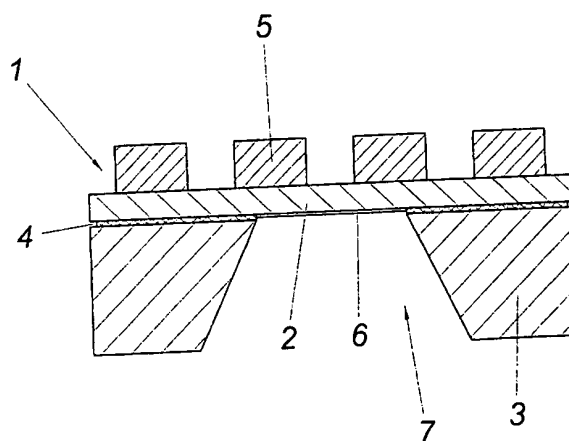
(21) Anmeldenummer: A 1102/2007 (51) Int. Cl.⁸: **G02F 1/025** (2006.01)
G02B 6/34 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2007-07-13
(43) Veröffentlicht am: 2008-07-15

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0775328B1 DE 2258215A
US 6829286B1

(73) Patentanmelder:
UNIVERSITÄT LINZ
A-4040 LINZ (AT)

(54) OPTOELEKTRONISCHER KOPPLER

(57) Es wird ein optoelektronischer Koppler mit einem Resonator (1) aus einer membranförmigen Wellenleiterschicht (2) aus Silizium und mit einem metallischen Gitter (5) auf der Wellenleiterschicht (2) zur Kopplung zwischen einfallenden elektromagnetischen Wellen und den Resonatormoden beschrieben. Um eine zusätzliche Feldüberhöhung im Resonator zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass die membranförmige Wellenleiterschicht (2) auf der dem metallischen Gitter (5) gegenüberliegenden Seite eine metallische Spiegelschicht (6) aufweist.



Die Erfindung bezieht sich auf einen optoelektronischer Koppler mit einem Resonator aus einer membranförmigen Wellenleiterschicht aus Silizium und mit einem metallische Gitter auf der Wellenleiterschicht zur Kopplung zwischen einfallenden elektromagnetischen Wellen und den Resonatormoden.

5

Optoelektronische Koppler können einerseits für das Modulieren und andererseits für das Detektieren von elektromagnetischen Wellen eingesetzt werden, mit deren Hilfe der optoelektronische Koppler angeregt wird. Zu diesem Zweck ist es bekannt (EP 0 775 328 B1), die Kopplung zwischen den anregenden Wellen und den Wellen innerhalb der Wellenleiterschicht eines Resonators über ein eine Elektrode bildendes, metallisches Gitter vorzunehmen. Um die Abschwächung der in den Resonator eingekoppelten Welle zu reduzieren, wird der Resonator mit einer membranförmigen Wellenleiterschicht aus Silizium ausgeführt, was im Vergleich zu einer in herkömmlicher Weise auf ein Substrat aufgetragenen Wellenleiterschichtfolge im Resonanzfall zu einer Verdoppelung der Energiedichte für die einzelnen Moden innerhalb des Resonators führen kann, sodass sich im Reflektionsspektrum für die einzelnen Moden schlankere Spitzen ergeben. Trotz der durch die membranförmige Resonatorausbildung erreichbaren Vergrößerung der Energiedichte bleibt die erreichbare Feldüberhöhung im Resonator beschränkt.

10

15

20

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen optoelektronischen Koppler der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass mit vergleichsweise einfachen Mitteln eine zusätzliche Feldüberhöhung in der Wellenleiterschicht des Resonators erzielt werden kann.

25

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass die membranförmige Wellenleiterschicht auf der dem metallischen Gitter gegenüberliegenden Seite eine metallische Spiegelschicht aufweist.

30

35

Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, dass durch die metallische Spiegelschicht auf der dem Einkoppelungsgitter gegenüberliegenden Seite der membranförmigen Wellenleiterschicht unter Resonanzbedingungen innerhalb des Resonators eine Feldüberhöhung für die einzelnen Moden erreicht werden kann, bei der die Felddichte im Vergleich zur Felddichte von Resonatoren mit einer auf einem Substrat aufgetragenen Wellenleiterschichtfolge bis zu einer Zehnerpotenz größer ist, was sich entsprechend auf das Reflektionsspektrum des Kopplers und damit auf seine Effizienz auswirkt. Dazu kommt, dass sich bei einer unveränderten Dimensionierung des Resonators zusätzliche Moden mit ausgeprägten, schlanken Spitzen im Reflektionsspektrum zeigen, was insgesamt vorteilhaftere Einsatzbedingungen für erfindungsgemäße optoelektronische Koppler schafft und das Anwendungsgebiet erweitert.

40

Obwohl für das Gitter zum Einkoppeln der einfallenden elektromagnetischen Wellen in den Resonator und für die Spiegelschicht auf der diesem Gitter gegenüberliegenden Seite der membranförmigen Wellenleiterschicht unterschiedliche Metalle eingesetzt werden können, ergeben sich besonders vorteilhafte Verhältnisse, wenn sowohl das Gitter als auch die Spiegelschicht aus Gold bestehen.

45

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt, und zwar wird ein optoelektronischer Koppler in einem schematischen Schnitt gezeigt.

50

Der dargestellte optoelektronische Koppler weist einen Resonator 1 mit einer membranförmigen Wellenleiterschicht 2 aus kristallinem Silizium auf, die auf einem Siliziumsubstrat 3 abgestützt wird, und zwar in herkömmlicher Weise über eine Isolierschicht 4, vorzugsweise aus Siliziumdioxid. Zur Einkoppelung einfallender optischer Wellen in den Resonator 1 ist die Wellenleiterschicht 2 mit einem metallischen Gitter 5 versehen, das bevorzugt aus Gold besteht. Auf der dem Gitter 5 gegenüberliegenden Seite der membranförmigen Wellenleiterschicht 2 ist eine metallische Spiegelschicht 6 vorgesehen, die vorzugsweise ebenfalls aus Gold gefertigt ist.

55

Zur Herstellung eines solchen optoelektronischen Kopplers wird zunächst auf eine durchgehen-

de Lage eines Siliziumsubstrates eine Isolierschicht aus Siliziumdioxid aufgebracht, um dann auf diese Isolierschicht eine Wellenleiterschicht 2 aus Silizium aufzutragen, die anschließend mit dem metallischen Gitter 5 versehen wird. Der selbe Aufbau kann auch durch die Verwendung eines SOI-Substrates (Silizium auf Isolator-Substrat) verwirklicht werden, auf dessen Oberseite das metallische Gitter 5 aufgebracht wird. Um eine membranförmige Wellenleiterschicht 2 zu erreichen, wird die Lage des Siliziumsubstrates auf der der Wellenleiterschicht 2 gegenüberliegenden Seite durch ein Ätzen bereichsweise abgetragen, wobei eine Ausnehmung 7 entsteht, die sich durch die Isolierschicht 4 bis zur Wellenleiterschicht 2 erstreckt. Der auf diese Weise hergestellte Membranbereich der Wellenleiterschicht 2 kann dann mit der metallischen Spiegelschicht 6 beschichtet werden.

Gemäß einem untersuchten Ausführungsbeispiel wurde ein SOI-Substrat verwendet, das aus einem Siliziumsubstrat 3, einer Isolierschicht 4 in einer Dicke von 400 nm und aus einer darüber befindlichen 2 µm Dicke Siliziumschicht besteht, die als Wellenleiterschicht 2 verwendet wurde. Die Periode des Gitters 5 betrug 3 µm, wovon 1,5 µm zusammenhängend mit Gold beschichtet wurden und die restlichen 1,5 µm ohne Metallbeschichtung verblieben. Die Spiegelschicht 6 aus Gold wies eine Dicke von 200 nm auf. Das Reflektionsspektrum wurde für verschiedene Wellenlängen anhand der geometrischen und werkstoffbedingten Vorgaben des optoelektronischen Kopplers nach bekannten Programmen zur Berechnung der Gitterbeugung ermittelt, wobei sich beispielsweise für die Mode von 1600 cm^{-1} im Resonanzfall eine maximale Energiedichte ergab, die dem 300-Fachen der Energiedichte der einfallenden elektromagnetischen ebenen Welle entspricht. Für einen Resonator mit einer durchgehend auf einem Siliziumsubstrat aufgetragenen Wellenleiterschichtfolge ergibt sich bei sonst übereinstimmenden Voraussetzungen eine Überhöhung der Energiedichte von lediglich dem 35-Fachen. Ein Resonator mit einer membranförmigen Wellenleiterschicht ohne Spiegelschicht zeigt im Vergleich eine Energiedichte entsprechend dem 60-Fachen der Energiedichte der einfallenden Welle.

Im Übrigen konnte das Auftreten zusätzlicher Moden gezeigt werden, beispielsweise bei 1023 cm^{-1} , und zwar mit einer Energiedichte entsprechend dem 450-Fachen der Energiedichte der einfallenden ebenen Welle. Vergleiche mit Messungen an einem optoelektronischen Koppler dieser Art zeigten eine gute Übereinstimmung mit den berechneten Werten.

Patentansprüche:

1. Optoelektronischer Koppler mit einem Resonator aus einer membranförmigen Wellenleiterschicht aus Silizium und mit einem metallischen Gitter auf der Wellenleiterschicht zur Kopplung zwischen einfallenden elektromagnetischen Wellen und den Resonatormoden, *dadurch gekennzeichnet*, dass die membranförmige Wellenleiterschicht (2) auf der dem metallischen Gitter (5) gegenüberliegenden Seite eine metallische Spiegelschicht (6) aufweist.
2. Optoelektronischer Koppler nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass sowohl das Gitter (5) als auch die Spiegelschicht (6) aus Gold bestehen.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

