



BUNDESPATENTGERICHT

IM NAMEN DES VOLKES

URTEIL

Verkündet am
8. März 2018

2 Ni 42/16 (EP)

(Aktenzeichen)

...

In der Patentnichtigkeitsache

...

...

betreffend das europäische Patent 1 123 526
(DE 598 04 942)

hat der 2. Senat (Nichtigkeitssenat) des Bundespatentgerichts auf Grund der mündlichen Verhandlung vom 8. März 2018 unter Mitwirkung der Richterin Hartlieb als Vorsitzende, der Richterin Dipl.-Phys. Dr. Thum-Rung sowie der Richter Dipl.-Phys. Dr. Forkel, Dipl.-Ing. Hoffmann und Heimen

für Recht erkannt:

- I. Das europäische Patent 1 123 526 wird unter Klageabweisung im Übrigen mit Wirkung für das Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland dadurch teilweise für nichtig erklärt, dass seine Ansprüche folgende Fassung erhalten:

1. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:

einer Rahmenschicht (12),

einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmenschicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist,

wobei zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inne-

ren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert, und zwar in der Weise, dass sie bei jeder Auslenkung mit zunehmender Auslenkung des Schwingkörpers (10) gegenüber der Rahmenschichtebene abnimmt und mit abnehmender Auslenkung wieder zunimmt, so dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausgebildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und

Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird.

2. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:

einer Rahmenschicht (12),

einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmen-

schicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist,

wobei mehrere Seitenflächen (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene sind, jeweils bezüglich einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung, die Elektroden eines Elektrodenpaares bildend, derart angeordnet sind, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert, derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist und damit zugleich zwischen den beiden Elektroden der Elektrodenpaare jeweils diese Spannung anliegt, eine Torsionsschwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausgebildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und

Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird.

3. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:

einer Rahmenschicht (12),

einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmenschicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist,

wobei zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert, derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

wobei ferner Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen, wobei die Asymmetrie durch eine auf der Rahmenschicht (12) benachbart zu einer inneren Seitenfläche (18a) der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht (12) isolierte Elektrode (24) bewirkt wird,

einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausge-

bildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und

Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird.

4. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:

einer Rahmenschicht (12),

einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmenschicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist,

wobei zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert, derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

wobei ferner Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen, wobei die Asymmetrie durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder einen asymmetrischen Aufbau der Rahmenschicht bewirkt wird,

einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausgebildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und

Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird.

5. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:

einer Rahmenschicht (12),

einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmenschicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist,

wobei zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert, derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

wobei ferner Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen, wobei die Asymmetrie dadurch bewirkt wird, dass der Schwingkörper in einer Ruhelage desselben, wenn keine Spannung zwischen Rahmenschicht und Schwingkörper angelegt ist, relativ zu der Rahmenschicht um die Schwingachse verkippt ist,

einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausgebildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und

Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper

per (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird.

6. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:

einer Rahmenschicht (12),

einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmenschicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist,

wobei zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert, derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausgebildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und

Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird, mit einer Steuervorrichtung, die das Verändern der zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) anliegenden Spannung bewirkt und die Spannung jeweils im Wesentlichen bei einem Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (10) auf einen minimalen Wert absenkt.

7. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Rahmenschicht (12), die Aufhängung (14) und der Schwingkörper (10) einstückig ausgebildet sind.
8. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 7, bei dem die Rahmenschicht (12), die Aufhängung (14) und der Schwingkörper (10) aus einer hochdotierten Siliziumschicht gebildet sind.
9. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 8, bei dem die hochdotierte Siliziumschicht mittels einer Isolationsschicht (20) auf einem Trägersubstrat (22) angeordnet ist, wobei die Isolationsschicht (20) und das Trägersubstrat (22) zumindest im Bereich des Schwingkörpers (10) entfernt sind.
10. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1, 3 bis 6, und soweit nicht auf Anspruch 2 rückbezogen, 7 bis 9 bei dem der Schwingkörper durch die Aufhängungseinrichtung einseitig in der Rahmenschicht ein-

gespannt ist, derart, dass die erzeugbare Schwingung eine Biegeschwingung ist.

11. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1, 3 bis 6, und soweit nicht auf Anspruch 2 rückbezogen, 7 bis 9, bei dem der Schwingkörper (10) durch die Aufhängungseinrichtung (14) derart in der Rahmenschicht gelagert ist, dass die erzeugbare Schwingung eine Torsionsschwingung ist.
12. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1, 2 und 6 und, soweit nicht auf einen der Ansprüche 3 bis 5 rückbezogen, 7 bis 11, bei dem Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen.
13. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 12, bei dem die Asymmetrie durch eine auf der Rahmenschicht (12) benachbart zu einer inneren Seitenfläche (18a) der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht (12) isolierte Elektrode (24) bewirkt wird.
14. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 13, bei dem die Asymmetrie durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder der Rahmenschicht bewirkt wird.
15. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 13, bei dem die Asymmetrie dadurch bewirkt wird, dass der Schwingkörper in einer Ruhelage desselben, wenn keine

Spannung zwischen Rahmenschicht und Schwingkörper angelegt ist, relativ zu der Rahmenschicht um die Schwingachse verkippt ist.

16. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und, soweit nicht auf Anspruch 6 rückbezogen, 7 bis 15, mit einer Steuervorrichtung, die das Verändern der zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) anliegenden Spannung bewirkt, wobei die Steuervorrichtung die Spannung jeweils im Wesentlichen bei einem Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (10) auf einen minimalen Wert absenkt.
17. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 16, bei dem die Steuervorrichtung die Spannung bei einem Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (10) jeweils abschaltet.
18. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 16 oder 17, bei dem die Steuervorrichtung die Spannung zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) jeweils bei einer maximalen Auslenkung des Schwingkörpers (10) auf einen maximalen Wert erhöht.
19. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 16 bis 18, soweit sie sich nicht auf Anspruch 5 beziehen, bei dem die Steuervorrichtung ferner Mittel zum Erfassen der Nulldurchgänge der Schwingung des Schwingkörpers (10) aufweist.

20. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 19, bei dem die Mittel zum Erfassen einen optischen Detektor aufweisen.
 21. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 19, bei dem die Mittel zum Erfassen zumindest eine Einrichtung zum Detektieren der Kapazität zwischen einer Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10) und einer zugeordneten inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung aufweisen.
 22. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 19, bei dem die Mittel zum Erfassen zumindest eine Einrichtung zum Detektieren eines Lade/Entladestroms der Kapazität zwischen einer Seitenfläche des Schwingkörpers und einer zugeordneten inneren Seitenfläche der Ausnehmung aufweisen.
 23. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 16 bis 22, bei dem die Steuervorrichtung eine periodische Spannung geeigneter Frequenz zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) anlegt.
- II. Die Kosten des Rechtsstreits tragen die Klägerin zu 3/5, die Beklagte zu 2/5.
 - III. Das Urteil ist gegen Sicherheitsleistung in Höhe von 120 % des zu vollstreckenden Betrages vorläufig vollstreckbar.

Tatbestand

Mit ihrer Klage begehrt die Klägerin die Nichtigkeitsklärung des europäischen Patents EP 1 123 526 mit Wirkung für das Hoheitsgebiet Deutschland. Die Beklagte ist Inhaberin des am 15. Dezember 1998 in deutscher Sprache angemeldeten, die Priorität der deutschen Patentanmeldung 198 49 725 vom 28. Oktober 1998 beanspruchenden und mit Datum 24. Juli 2002 veröffentlichten europäischen Patents EP 1 123 526 mit der Bezeichnung „MIKROMECHANISCHES BAUELEMENT MIT SCHWINGKÖRPER“ (im Folgenden Streitpatent). Das Streitpatent umfasst den Hauptanspruch 1 und die auf diesen unmittelbar oder mittelbar zurückbezogenen Ansprüche 2 bis 18.

Der Anspruch 1 des Streitpatents lautet in der erteilten Fassung mit einer Gliederung versehen:

1. Mikromechanisches Bauelement mit folgenden Merkmalen:
 - 1.1 einer Rahmenschicht (12),
 - 1.2 einem Schwingkörper (10), der durch eine Aufhängungseinrichtung (14) in einer die Rahmenschicht (12) durchdringenden Ausnehmung derart gelagert ist, dass der Schwingkörper (10) vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist, wobei
 - 1.3 zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert,
 - 1.3.1 derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den

- Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,
- 1.4 einem Trägersubstrat (22) zum Halten der Rahmenschicht (12), wobei das Trägersubstrat (22) derart ausgebildet ist, dass dasselbe einen verglichen mit dem Einfluss der Spannung zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers (10) hat, und
- 1.5 Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird.

Die erteilten Unteransprüche 2 bis 18 lauten:

„2. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, bei dem die Rahmenschicht (12), die Aufhängung (14) und der Schwingkörper (10) einstückig ausgebildet sind.

3. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 2, bei dem die Rahmenschicht (12), die Aufhängung (14) und der Schwingkörper (10) aus einer hochdotierten Siliziumschicht gebildet sind.

4. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 3, bei dem die hochdotierte Siliziumschicht mittels einer Isolationsschicht (20) auf einem Trägersubstrat (22) angeordnet ist, wobei die Isolationsschicht (20) und das Trägersubstrat (22) zumindest im Bereich des Schwingkörpers (10) entfernt sind.

5. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Schwingkörper durch die

Aufhängungseinrichtung einseitig in der Rahmenschicht eingespannt ist, derart, daß die erzeugbare Schwingung eine Biegeschwingung ist.

6. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Schwingkörper (10) durch die Aufhängungseinrichtung (14) derart in der Rahmenschicht gelagert ist, daß die erzeugbare Schwingung eine Torsionschwingung ist.

7. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungsvorrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen.

8. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 7, bei dem die Asymmetrie durch eine auf der Rahmenschicht (12) benachbart zu einer inneren Seitenfläche (18a) der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht (12) isolierte Elektrode (24) bewirkt wird.

9. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 7, bei dem die Asymmetrie durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder der Rahmenschicht bewirkt wird.

10. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 7, bei dem die Asymmetrie dadurch bewirkt wird, daß der Schwingkörper in einer Ruhelage desselben, wenn keine Spannung zwischen Rahmenschicht und Schwingkörper angelegt ist, relativ zu der Rahmenschicht um die Schwingachse verkippt ist.

11. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einer Steuervorrichtung, die das Verändern der zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) anliegenden Spannung bewirkt, wobei die Steuervorrichtung die Spannung jeweils im wesentlichen bei einem Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (10) auf einen minimalen Wert absenkt.

12. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 11, bei dem die Steuervorrichtung die Spannung bei einem Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (10) jeweils abschaltet.

13. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 11 oder 12, bei dem die Steuervorrichtung die Spannung zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) jeweils bei einer maximalen Auslenkung des Schwingkörpers (10) auf einen maximalen Wert erhöht.

14. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem die Steuervorrichtung ferner Mittel zum Erfassen der Nulldurchgänge der Schwingung des Schwingkörpers (10) aufweist.

15. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 14, bei dem die Mittel zum Erfassen einen optischen Detektor aufweisen.

16. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 14, bei dem die Mittel zum Erfassen zumindest eine Einrichtung zum Detektieren der Kapazität zwischen einer Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10) und einer zugeordneten inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung aufweisen.

17. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 14, bei dem die Mittel zum Erfassen zumindest eine Einrichtung zum Detektieren eines Lade/Entladestroms der Kapazität zwischen einer Seitenfläche des Schwingkörpers und einer zugeordneten inneren Seitenfläche der Ausnehmung aufweisen.

18. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 17, bei dem die Steuervorrichtung eine periodische Spannung geeigneter Frequenz zwischen Rahmenschicht (12) und Schwingkörper (10) anlegt.“

Die Beklagte verteidigt das Streitpatent in vollem Umfang und hilfsweise beschränkt mit einem in der mündlichen Verhandlung eingereichten Hilfsantrag 1.

Im Patentanspruch 1 des Hilfsantrags 1 sind gegenüber dem erteilten Anspruch 1 die Merkmale 1.3 mit 1.3.1 ersetzt durch

1.3 zumindest eine Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene ist, bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet ist, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert,

1.3.0 und zwar in der Weise, dass sie bei jeder Auslenkung mit zunehmender Auslenkung des Schwingkörpers (10) gegenüber der Rahmenschichtebene abnimmt und mit abnehmender Auslenkung wieder zunimmt, so

1.3.1 ~~derart~~, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist, eine Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

Im nebengeordneten Patentanspruch 2 des Hilfsantrags 1 sind gegenüber dem erteilten Anspruch 1 die Merkmale 1.3 mit 1.3.1 ersetzt durch

1.3⁽²⁾ mehrere Seitenflächen (16a, 16b) des Schwingkörpers (10), die im Wesentlichen senkrecht zur Rahmenschichtebene sind, jeweils bezüglich einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung, die Elektroden eines Elektrodenpaares bildend, derart angeordnet sind, dass eine zwischen denselben gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers (10) variiert,

1.3.1⁽²⁾ derart, dass durch periodisches Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) angelegt ist und damit zugleich zwischen den beiden Elektroden der Elektrodenpaare jeweils diese Spannung anliegt, eine Torsionsschwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse erzeugbar ist,

Im nebengeordneten Patentanspruch 3 des Hilfsantrags 1 ist gegenüber dem erteilten Anspruch 1 nach dem Merkmal 1.3.1 eingefügt

1.6⁽³⁾ wobei ferner Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen, wobei die Asymmetrie durch eine auf der Rahmenschicht (12) benachbart zu einer inneren Seitenfläche (18a) der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht (12) isolierte Elektrode (24) bewirkt wird,

Im nebengeordneten Patentanspruch 4 des Hilfsantrags 1 ist gegenüber dem erteilten Anspruch 1 nach dem Merkmal 1.3.1 eingefügt

- 1.6⁽⁴⁾ wobei ferner Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen, wobei die Asymmetrie durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder einen asymmetrischen Aufbau der Rahmenschicht bewirkt wird,

Im nebengeordneten Patentanspruch 5 des Hilfsantrags 1 ist gegenüber dem erteilten Anspruch 1 nach dem Merkmal 1.3.1 eingefügt

- 1.6⁽⁵⁾ wobei ferner Mittel vorgesehen sind, um eine Asymmetrie des Aufbaus aus Rahmenschicht (12), Schwingkörper (10) und Aufhängungseinrichtung (14) zu liefern, um ein Anschwingen des Schwingkörpers (10) zu ermöglichen, wobei die Asymmetrie dadurch bewirkt wird, dass der Schwingkörper in einer Ruhelage desselben, wenn keine Spannung zwischen Rahmenschicht und Schwingkörper angelegt ist, relativ zu der Rahmenschicht um die Schwingachse verkippt ist,

Im nebengeordneten Patentanspruch 6 des Hilfsantrags 1 ist gegenüber dem erteilten Anspruch 1 das Merkmal 1.5 ersetzt durch

- 1.5⁽⁶⁾ Mitteln zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschicht (12) und den Schwingkörper (10) zur Erzeugung einer Schwingung des Schwingkörpers (10) um die Schwingachse angelegt wird, mit einer Steuervorrichtung, die das Verändern der zwischen der Rahmenschicht (12) und dem Schwingkörper (10) anliegenden Spannung bewirkt und die Spannung jeweils im Wesentlichen bei einem Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (10) auf einen minimalen Wert absenkt.

Zum vollständigen Anspruchstext des Hilfsantrags 1 wird auf den Tenor verwiesen.

Die Klägerin macht die Nichtigkeitsgründe der unzulässigen Erweiterung sowie der fehlenden Patentfähigkeit geltend.

Sie stützt ihr Vorbringen auf die nachstehend genannten Dokumente:

- SP1: Verletzungsklageschrift;
- SP2: Registerauszug zum Streitpatent;
- SP3: Streitpatentschrift (EP 1 123 526 B1);
- SP3a: Prioritätsanmeldung (DE 198 49 725.3);
- SP4: Streitpatentanmeldung (WO 00/25170 A1);
- SP5: JP 4-211218 (japanisches Original);
- SP5a: JP 4-211218 (deutsche Übersetzung);
- SP6: Böhringer et al.: „Sensorless Manipulation Using Massively Parallel Microfabricated Actuator Arrays“, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, San Diego, CA, May 1994;
- SP7: Mihailovich et al.: „Single-Crystal Silicon Torsional Resonators“, Micro Electro Mechanical Systems, 1993, MEMS '93, Proc. An Investigation of Micro Structures, Sensors, Actuators, Machines and Systems, IEEE, p. 184-188;
- SP8: Comtois et al.: „Fabricating Micro-Instruments in Surface-Micro-machined Poly-Crystalline Silicon“, Proc. of the 43rd Int. Instrumentation Symp., Instrument Society of America, 1997, p. 169-179;
- SP9: US 5,349,855 A („Bernstein“);
- SP10: Merkmalsgliederung Anspruch 1;
- SP11: Bescheid des EPA vom 10. August 2001;
- SP12: Schreiben der PAe Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler vom 11. Oktober 2001 im europäischen Prüfungsverfahren

- SP13: Z. L. Zhang et al.: „AN RIE PROCESS FOR SUBMICRON, SILICON ELECTRO-MECHANICAL STRUCTURES“, 91CH2817-5/91/0000-0520, IEEE 1991;
- SP14: Auszug aus dem Katalog der deutschen Nationalbibliothek;
- SP15: W. C. Tang et al.: „Electrostatic Comb Drive Levitation and Control Method“, Journal of Micromechanical Systems, Vol. 1, No. 4, Dec. 1992;
- SP16: Satzung zur Änderung der Fachprüfungs- und Studienordnung der TUM vom 22. Dezember 2009;
- SP17: Auszug von der Webseite der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TUM;
- SP18: Replik vom 31. Oktober 2016 aus dem Verletzungsverfahren;
- SP19: M. KÜCHLER et al.: „Einsatz selbstjustierender Techniken in der Oberflächenmikromechanik“, Tagungsband zur 3. Chemnitzer Fachtagung Mikrosystemtechnik, Chemnitz, 1997, S. 259 ff.;
- SP19a: Publikationsverzeichnis von M. KÜCHLER;
- SP20: Definition aus dem Duden zu „einheitlich“, abgerufen am 10. Mai 2017;
- SP21: Wikipedia-Artikel „Leiterplatte“, abgerufen am 10. 5. 2017, zuletzt bearbeitet am 22. April 2017 um 23:02 Uhr;
- SP22: K. E. Petersen: „Silicon Torsional Mirror“, IBM J. Res. Develop., Vol. 24, No. 5, Sept. 1980, S. 631 bis 637;
- SP23: W. C. Tang et al.: „Electrostatic-comb Drive of Lateral Polysilicon Resonators“, Sensors and Actuators, A21-A23, Elsevier Verlag, 1990, S. 328 bis 331;
- SP24 R. Legtenberg et al.: „Comb-drive actuators for large displacements“, J. Micromech. Microeng. 6 (1996), S. 320 bis 329;
- SP25: U. Breng et al.: „Electrostatic micromechanic actuators, J. Micromech. Microeng. 2 (1992), 256-261.

Die Klägerin ist der Ansicht, das Merkmal „Mittel zum periodischen Verändern einer Spannung, die zwischen die Rahmenschiicht und den Schwingkörper zur Er-

zeugung einer Schwingung des Schwingkörpers um die Schwingachse angelegt wird“ im erteilten Anspruch 1 des Streitpatents sei in den ursprünglichen Unterlagen nicht unmittelbar und eindeutig offenbart, da diesen nicht zu entnehmen sei, womit eine Spannung angelegt werde bzw. mit welchen Mitteln eine periodische Spannungsveränderung erzeugt werde. Der Gegenstand des Anspruchs 1 sei nicht neu gegenüber den Dokumenten SP5, SP6 bzw. SP7 und SP9 oder beruhe jedenfalls nicht auf erfinderischer Tätigkeit. Die Unteransprüche seien ebenfalls nicht patentfähig gegenüber SP5 und/oder SP6 und/oder SP9 gegebenenfalls auch in Verbindung mit dem Fachwissen des Fachmanns. Insbesondere könne die Rahmenschicht im Sinne des Streitpatents auch unterbrochen sein. Hilfsantrag 1 sei nicht patentfähig gegenüber SP5 Fig. 10 bis 13 oder SP6 oder SP5 in Zusammenhang mit dem Fachwissen des auf Vereinfachung abzielenden Fachmanns bzw. betreffen ausgehend von SP6 selbstverständliche fachmännische Maßnahmen. Die zusätzlichen Merkmale der Unteransprüche seien gegenüber dem vorliegenden Stand der Technik nicht neu bzw. lägen im fachmännischen Können, oder beruhten jedenfalls nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Die Klägerin stellt den Antrag,

das europäische Patent 1 123 526 in vollem Umfang mit Wirkung für das Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland für nichtig zu erklären.

Die Beklagte stellt den Antrag,

die Klage abzuweisen,
hilfsweise unter Klageabweisung im Übrigen das europäische Patent 1 123 526 dadurch teilweise für nichtig zu erklären, dass seine Patentansprüche die Fassung des Hilfsantrages 1 vom 8. März 2018 erhalten.

Die Beklagte erklärt, das Streitpatent solle auf jeden Fall für die (selbständigen) Patentansprüche bestehen bleiben, denen keine Nichtigkeitsgründe entgegenstünden.

Die Beklagte, die das Streitpatent in vollem Umfang und hilfsweise beschränkt mit dem Hilfsantrag 1 verteidigt, tritt der Argumentation der Klägerin in vollem Umfang entgegen.

Die Beklagte hat folgende Unterlagen eingereicht:

- B1: M. Fischer et al: „Electrostatically deflectable polysilicon torsional mirrors“, Sensors and Actuators A 44, Nr. 1, 1. Juli 1994 (1994-07-01), pp. 83-88, (im Streitpatent genannt);
- B2: H. Löwe et al: „Messtechnische Anforderungen bei der Herstellung von Silizium-Mikrospiegeln“, Sensor '95 (Kongressband, 1995), S. 631 ff. (im Streitpatent genannt);
- B3: S. Miller et al.: „Scaling Torsional Cantilevers for Scanning Probe Microscope Arrays“, Transducers '97 (1997), S. 455 ff. (im Streitpatent genannt);
- B4: N. Asada et al.: “Silicon Micromachined Two-Dimensional Galvano Optical Scanner”, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 30, No. 6 (1994), S. 4647 ff. (im Streitpatent genannt);
- B5: Auszug aus Duden zu “Schicht” vom 27. Januar 2017;
- B6: Erwidern auf Verletzungsklage;
- B7: US 2011/0109951 A1;
- B8: H. Schenk, P.Dürr und H. Kück „A novel electrostatically driven torsional actuator“, Proc. 3rd Int. Conf. on Micro Opto Electro Mech. Systems, Mainz, 30. Aug. bis 1. Sept. 1999, S. 3 bis10;

- B9: H. Schenk, P. Dürr, D. Kunze und H. Kück „A new driving principle for micromechanical torsional actuators, micro-electro-mechanical systems“ Proc. 1999 Int. Mech. Eng. Congr. & Exh., Nashville, Nov. 14 bis 19, 1999, S. 333 bis 338;
- B10: Replik aus dem Verletzungsverfahren.

Die Beklagte ist der Meinung, der Gegenstand des erteilten Anspruchs 1 sei insbesondere durch die Druckschrift SP5 weder neuheitsschädlich getroffen noch nahegelegt. Insbesondere müsse gemäß dem Streitpatent die Rahmenschicht (Merkmal 1.1), zwischen der und dem Schwingkörper eine Spannung angelegt ist, durchgehend elektrisch leitend sein. Eine Rahmenschicht sei eine einheitliche Masse in flächenhafter Ausdehnung. Die Aufhängungseinrichtung, die von der Rahmenschicht isoliert sein müsse, könne z. B. durch einen Ätzgraben von der Rahmenschicht getrennt sein; der dadurch abgetrennte Teil gehöre jedoch nicht zur Rahmenschicht, sondern zu der Aufhängungseinrichtung. Dies sei aber bei SP5 nicht gegeben. Auch ließen sich der Rahmenkörper 36 sowie die Festplatte 37 nicht als Trägersubstrat im Sinne des Streitpatents verstehen, da die Schwingungsamplitude in SP5 durch einen Anschlag an den Rahmenkörper (36) beeinträchtigt sei. Um durch eine Kombination der Entgegenhaltungen zur Lehre des Streitpatents zu gelangen bedürfe es mehrerer komplizierter Überlegungen, für die keine hinreichend konkrete Veranlassung ersichtlich sei.

Wegen der weiteren Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

Entscheidungsgründe

Die Klage, mit der der Nichtigkeitsgrund der unzulässigen Erweiterung (Art. II § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 3 IntPatÜG, Art. 138 Abs. 1 lit. c EPÜ) und der fehlenden Patentfähigkeit (Artikel II § 6 Absatz 1 Nr. 1 IntPatÜG, Artikel 138 Abs. 1 lit. a) EPÜ i. V. m. Artikel 54 Absatz 1, 2 und Artikel 56 EPÜ) geltend gemacht wird, ist zulässig und teilweise begründet.

Die Klage ist insofern begründet, als das Streitpatent für nichtig zu erklären ist, soweit es über die von der Beklagten mit Hilfsantrag 1 beschränkt verteidigte Fassung hinausgeht, denn die Lehre des Streitpatents in der mit dem Hauptantrag verteidigten, erteilten Fassung ist nicht patentfähig. Die weitergehende Klage ist hingegen unbegründet, denn in der Fassung nach Hilfsantrag 1 hat das Patent Bestand.

I.

1. Das Streitpatent betrifft ein mikromechanisches Bauelement, das einen beweglichen Abschnitt aufweist, der in resonante Schwingungen versetzt werden kann, d. h. einen Schwingkörper. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf solche mikromechanische Bauelemente, bei denen eine Schwingung des Schwingkörpers aus der Chipebene heraus, d. h. vertikal zu der Chipebene erzeugt wird (Abs. [0001]).

Die Funktionalität von bestimmten mikromechanischen Aktoren, beispielsweise solchen, die zur Ablenkung von Licht konzipiert sind, beruhe auf der Auslenkung eines beweglichen Elements aus der Chipebene heraus. Das bewegliche Element sei dabei über eine Biege- oder Torsionsfeder mit dem übrigen Chip verbunden. Um die Auslenkung zu erreichen, sei es zum einen bekannt, den beweglichen Teil als Elektrode auszubilden und eine geeignete Gegenelektrode zu verwenden, so dass der Aktor durch ein elektrisches Drehmoment angetrieben werde. Zum anderen sei es bekannt, den beweglichen Teil in der Chipebene spulenartig mit Leiterbahnen zu versehen, so dass bei einem Stromfluss durch die Leiterbahnen im Magnetfeld ein magnetisches Drehmoment zum Antrieb genutzt werden könne (Abs. [0002]).

Bei einer Vielzahl bekannter mikromechanischer Bauelemente sei die Gegenelektrode unterhalb der beweglichen Elektrode angeordnet, so dass beim Anlegen ei-

ner Spannung ein elektrisches Drehmoment zur Auslenkung aus der Chipebene genutzt werden könne (Abs. [0003]).

In Abs. [0004] und [0005] sind zwei bekannte Lösungsansätze zur Herstellung solcher Bauelemente beschrieben. Bei diesen bekannten Bauelementen, bei denen die Gegenelektrode unterhalb der beweglichen Elektrode angebracht sei, könne die Amplitude der Schwingung des beweglichen Teils naturgemäß den Abstand der Elektroden nicht überschreiten. Werde zur Vergrößerung der Amplitude ein größerer Elektrodenabstand verwendet, so müsse andererseits die Antriebsspannung erhöht werden, um pro Schwingungszyklus die notwendige Energie einkoppeln zu können. Bei diesem Aufbau sei es somit nicht möglich, eine große Amplitude unter Verwendung geringer Antriebsspannungen zu erreichen (Abs. [0006]).

Auch bei weiteren bekannten Lösungsansätzen (mit Antrieb über kapazitive Aktoren oder mit einem Antrieb, der ein magnetisches Moment ausnutzt) seien keine großen Amplituden bei großer lateraler Ausdehnung des beweglichen Elements erzielbar (Abs. [0007], [0008]).

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung soll darin bestehen, ein mikromechanisches Bauelement mit einem Schwingkörper zu schaffen, bei dem eine große Auslenkung des Schwingkörpers aus der Chipebene unter Verwendung geringer Spannungen möglich ist (Abs. [0009]).

In der Klageerwiderung (S. 5 Abs. 2) hat die Beklagte die Aufgabe dahingehend präzisiert, ein mikromechanisches Bauelement mit einem Schwingkörper zu schaffen, bei dem der Schwingkörper auch bei großer lateraler Auslenkung mit einem großen Auslenkwinkel schwingen kann und dazu nur eine geringe Spannung benötigt, und das zudem einfach aufgebaut ist.

Das durch den Anspruch 1 des Hauptantrags unter Schutz gestellte mikromechanische Bauelement weist ein Trägersubstrat (22), eine von diesem gehaltene Rahmenschicht (12) sowie einen Schwingkörper (10) auf. In einer Ausnehmung, die die Rahmenschicht durchdringt, ist der Schwingkörper über eine Aufhän-

gung (14) so gelagert, dass er vertikal zur Rahmenschichtebene um eine Schwingachse schwenkbar ist (vgl. Fig. 2). Zumindest eine zur Rahmenschichtebene senkrechte Seitenfläche (16a, 16b) des Schwingkörpers (10) ist bezüglich zumindest einer inneren Seitenfläche (18a, 18b) der Ausnehmung derart angeordnet, dass eine zwischen diesen beiden Flächen gebildete Kapazität durch eine Schwingung des Schwingkörpers variiert, so dass durch periodisches Verändern einer zwischen Rahmenschicht und Schwingkörper angelegten Spannung eine Schwingung des Schwingkörpers um die Schwingachse erzeugt werden kann. Das Trägersubstrat ist so ausgebildet, dass es gegenüber dem geschilderten Mechanismus im Wesentlichen keinen Einfluss auf die Schwingungserzeugung hat. Insbesondere ist im Ausführungsbeispiel das Trägersubstrat im Bereich des Schwingkörpers vollständig entfernt, so dass die Amplitude der Bewegung des Schwingkörpers durch das Trägersubstrat nicht beeinträchtigt ist (Abs. [0018], [0019], Unteranspruch 4).

Der physikalische Hintergrund der Schwingungserzeugung ist in Abs. [0013], [0021] und [0022] beschrieben. In der Nulldurchgangslage des Schwingkörpers (Fig. 1) ist die Kapazität zwischen den beiden Elektroden (gegenüberliegende Seitenflächen des Schwingkörpers und des Rahmens) maximal. Wenn bei angelegter Spannung der Schwingkörper auf seine Nulldurchgangslage zu schwingt, so wirkt aufgrund der Vergrößerung der Kapazität ein beschleunigendes Moment, das ihn zur Nulldurchgangslage hinzieht. Erreicht der Schwingkörper die Nulldurchgangslage, wird die Spannung erniedrigt oder ausgeschaltet, so dass der Schwingkörper beim Herausschwingen aus seiner Nulldurchgangslage möglichst wenig gebremst wird. Dieser Vorgang findet in jeder Halbperiode der Schwingung des Schwingkörpers statt.

Durch die selbständigen Patentansprüche 1 bis 6 des Hilfsantrags 1 werden verschiedene Einzelheiten und Ausprägungen dieser Lehre unter Schutz gestellt.

Anspruch 1 des Hilfsantrags 1 beschreibt den Verlauf der Kapazitätsänderung zwischen einer Seitenfläche des Schwingkörpers und der gegenüberliegenden

inneren Seitenfläche der Ausnehmung der Rahmenschicht. Bei jeder Auslenkung des Schwingkörpers einschließlich seiner Seitenfläche (d. h. sowohl bei Auslenkung der Seitenfläche nach oben als auch bei Auslenkung nach unten in den Figuren 1 bis 3) nimmt die Kapazität jeweils mit zunehmender Auslenkung des Schwingkörpers gegenüber der Rahmenschichtebene ab und mit abnehmender Auslenkung wieder zu.

Anspruch 2 des Hilfsantrags 1 besagt, dass mehrere aus Seitenflächen des Schwingkörpers und der Ausnehmung gebildete Elektrodenpaare vorhanden sind, wobei die zwischen die Rahmenschicht und den Schwingkörper angelegte Spannung zugleich zwischen den beiden Elektroden der Elektrodenpaare anliegt und durch periodisches Verändern der Spannung eine Torsionsschwingung erzeugt wird. Insbesondere sind im Ausführungsbeispiel zwei solche Elektrodenpaare (16a mit 18a und 16b mit 18b in Fig. 1) vorhanden, die auf unterschiedlichen Seiten der Schwingachse liegen. Gemäß Abs. [0023] kann hierbei jede der beiden Elektroden eines Elektrodenpaares kammförmig oder meanderförmig ausgestaltet sein.

Außerdem kann eine anfängliche Asymmetrie vorhanden sein, die zum Anschwingen dient.

Eine solche Asymmetrie kann gemäß dem Anspruch 3 des Hilfsantrags 1 durch eine auf der Rahmenschicht benachbart zu einer inneren Seitenfläche der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht isolierte Elektrode (24 in Fig. 3) bewirkt werden.

Nach Anspruch 4 des Hilfsantrags 1 wird die Asymmetrie bewirkt durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder einen asymmetrischen Aufbau der Rahmenschicht.

Zudem ist es möglich, die Asymmetrie durch Verkippung des Schwingkörpers in seiner Ruhelage zu erzeugen, wie es der Anspruch 5 des Hilfsantrags 1 beschreibt, vgl. Fig. 2.

Nach dem Anspruch 6 des Hilfsantrags 1 kann eine Steuervorrichtung vorhanden sein, welche die angelegte Spannung beim Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers absenkt (siehe oben zum physikalischen Hintergrund).

Zwischen den Parteien ist vor allem die Bedeutung des Begriffs „Rahmenschicht“ strittig, insbesondere ob die Rahmenschicht eine zusammenhängende Schicht sein muss, oder ob sie aus mehreren nicht verbundenen Teilen bestehen kann.

Aus der Patentschrift geht hierzu folgendes hervor:

Die Figuren zeigen nur Querschnittansichten mit beidseitig des Schwingkörpers befindlichen Teilen der Rahmenschicht. Der Schwingkörper, die Rahmenschicht und die Aufhängungsvorrichtung sind vorzugsweise „*einstückig*“ aus einer Siliziumschicht gebildet, wobei die Aufhängungsvorrichtung, welche Torsionsarme darstellt, den Schwingkörper mit der Rahmenschicht verbindet (Abs. [0017], [0018]). Das Bauelement wird mittels bekannter Verfahren der Oberflächenmikromechanik hergestellt, wobei ausgehend von einem SOI-Substrat die hochdotierte Siliziumschicht mittels bekannter Verfahren strukturiert wird, und wobei keine weiteren Aufbau- oder Verbindungsschritte notwendig sind, um die Funktionalität des mikromechanischen Bauelements zu gewährleisten (Abs. [0019], [0030]).

Demnach wird im Ausführungsbeispiel die Bildung einer Kapazität durch die strukturierte Schicht selbst mit den darin strukturierten Seitenflächen als Elektroden bereitgestellt (ohne weitere Maßnahmen, insbesondere ohne Aufbringung zusätzlicher Elektroden auf diesen Flächen). Dies funktioniert offensichtlich deshalb, weil die hochdotierte Siliziumschicht eine relativ gute elektrische Leitfähigkeit aufweist.

Wären die aus der hochdotierten Siliziumschicht strukturierten Teile (Schwingkörper, Rahmenschicht und Aufhängungsvorrichtung) zusammenhängend (und damit leitend) miteinander verbunden (was eine mögliche Bedeutung des Ausdrucks „*einstückig*“ sein könnte), so lägen sie auch bei angelegter Spannung auf demsel-

ben Potential, und es könnte sich keine Kapazität zwischen den Seitenflächen der Rahmenschicht und des Schwingkörpers ausbilden.

Der Fachmann wird somit erkennen, dass an einer geeigneten Stelle eine Unterbrechung der leitenden Verbindung vorhanden sein muss. Insbesondere muss der mit der Aufhängungsvorrichtung des Schwingkörpers verbundene Teil der Rahmenschicht von dem bzw. den die kapazitätsbildende(n) Seitenfläche(n) enthaltenden, mit Spannung beaufschlagten Teil(en) der Rahmenschicht isolierend getrennt sein, was, wie der Fachmann erkennt, z. B. durch Unterbrechung(en) der auf einer Isolationsschicht (20) aufgetragenen Siliziumschicht bewirkt werden kann. Im Ausführungsbeispiel (Abs. [0020], [0021], Fig. 1 und 2) wird offensichtlich an diejenigen Teile der Rahmenschicht, die Seitenflächen zum Zusammenwirken mit dem Schwingkörper aufweisen, der eine Pol der Wechselspannung angelegt, während an dem die Aufhängung des Schwingkörpers tragenden Teil der Rahmenschicht der andere Pol der Wechselspannung anliegt.

Somit ist davon auszugehen, dass der Anspruch 1 Ausführungsformen umfasst, in denen Unterbrechungen der Rahmenschicht vorhanden sind. Hierbei müssen nicht alle Teile der Rahmenschicht auf demselben Potential liegen. Derartige Ausführungsformen fallen unter den Anspruch 1, solange die Rahmenschicht bzw. deren Teile die im Anspruch 1 angegebenen Funktionen erfüllt bzw. erfüllen (Zusammenwirken zumindest einer inneren, dem Schwingkörper gegenüber liegenden Seitenfläche mit einer Seitenfläche des Schwingkörpers, so dass bei Schwingung aufgrund von an Teile der Rahmenschicht angelegter Spannung eine Kapazitätsveränderung stattfindet; sowie mit Ausnahme zur Lagerung des Schwingkörpers über die Aufhängungsvorrichtung).

Die Angaben zur Einstückigkeit in Abs. [0017] und im Unteranspruch 2 sind demnach in dem Sinn zu verstehen, dass die Rahmenschicht bzw. deren Teile, die Aufhängungsvorrichtung und der Schwingkörper aus derselben Schicht hergestellt werden.

Nach Ansicht der Beklagten muss dagegen die Rahmenschicht, zwischen der und dem Schwingkörper eine Spannung angelegt ist, durchgehend elektrisch leitend sein; hierzu verweist sie auf Abs. [0012] der Patentschrift, wonach *die* innere Seitenfläche der Rahmenschicht als Gegenelektrode dient. Eine Rahmenschicht sei eine einheitliche Masse in flächenhafter Ausdehnung. Die Aufhängungseinrichtung, die von der Rahmenschicht isoliert sein müsse, könne z. B. durch einen Ätzgraben von der Rahmenschicht getrennt sein; der dadurch abgetrennte Teil gehöre jedoch nicht zur Rahmenschicht, sondern zu der Aufhängungseinrichtung.

Dem konnte sich der Senat nicht anschließen.

Das beanspruchte Bauelement besteht laut Streitpatentschrift aus den drei Teilen Schwingkörper, Rahmenschicht und Aufhängungsvorrichtung. Der Schwingkörper ist in der Ausnehmung der Rahmenschicht gelagert. Die Aufhängungsvorrichtung kann aus Torsionsarmen (Siliziumfedern) gebildet sein (Sp. 5 Z. 39 bis 41, Sp. 6 Z. 37 und 38 „zwei Torsionsarme, die die Aufhängungsvorrichtung 14 bilden“). Gemäß Sp. 5 Z. 47 bis 55 verbindet „die Aufhängungsvorrichtung, die die Torsionsarme darstellt, ... den Schwingkörper ... mit der Rahmenschicht...“. Damit müssen die Torsionsarme, d. h. die Aufhängungsvorrichtung, mit einem Teil der Rahmenschicht verbunden sein. Die notwendige elektrische Isolation zwischen dem der Aufhängung dienenden Teil der Rahmenschicht und dem oder den übrigen Teilen der Rahmenschicht kann z. B. durch einen Ätzgraben realisiert sein, wie der Fachmann erkennt. Im Wesentlichen sieht dies auch die Beklagte so, mit dem Unterschied, dass die Beklagte den besagten Aufhängungsschichtteil nicht der Rahmenschicht, sondern der Aufhängungseinrichtung zurechnet; dies läuft jedoch der Definition der Aufhängungseinrichtung im Ausführungsbeispiel, das ja unter den Anspruch 1 fallen soll, zuwider.

Als zuständigen Fachmann sieht der Senat einen Physiker oder einen Ingenieur (etwa einer der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Mechatronik oder Mikrosystemtechnik) mit Erfahrung in der Entwicklung mikromechanischer Systeme an.

II.

Der dem Streitpatent in der erteilten Fassung zu entnehmende Gegenstand des Patentanspruchs 1 ist nicht neu (Artikel II § 6 Abs. 1 Nr. 1 IntPatÜG, Artikel 138 Abs. 1 lit. a), Artikel 54 EPÜ).

Die Gegenstände der selbständigen Patentansprüche gemäß Hilfsantrag 1 sind jedoch bestandsfähig. Insbesondere sind sie gegenüber dem Stand der Technik neu und beruhen auch auf erfinderischer Tätigkeit.

1. Der Gegenstand des erteilten Patentanspruchs 1 ist nicht neu gegenüber dem aus der Druckschrift SP5 (vgl. die Übersetzung SP5a) Bekannten.

SP5 betrifft einen Torsionsschwinger, der z. B. als Lichtablenker für die Abtastung eines optischen Instruments verwendbar ist, der klein ist und mittels Ätzverfahren hergestellt werden kann (Titel, Abs. [0001] bis [0003]). Es handelt sich somit um ein mikromechanisches Bauelement – *Merkmal 1*. In jedem der unterschiedlichen Ausführungsbeispiele ist ein Schwingkörper (3 in Fig. 1 bis 4; 20 in Fig. 5 bis 8; 31 in Fig. 10, 12 und 13) vorhanden, der in einer umrahmten Ausnehmung über eine Aufhängungsvorrichtung (4a, 4b in Fig. 1 bis 8; 33a, 33b in Fig. 10) so gelagert ist, dass er vertikal zur Rahmenebene um eine Achse schwingen kann.

In der Ausführungsform der Fig. 10 bis 13 (beschrieben in Abs. [0012] bis [0014]) ist auf einer horizontalen Festplatte (37) ein aus einem Isolationsmaterial bestehender Rahmenkörper (36) aufgebracht, der zwei Festelektroden (35a, 35b) sowie zwei Fixiermaterialien (34a, 34b) trägt. Über Träger (33a, 33b), die an den Fixiermaterialien (34a, 34b) befestigt sind, ist der Schwingkörper (31) um eine horizontale Achse schwenkbar gelagert. Eine auf der Festplatte (37) angebrachte Stützkomponente (38) stützt den Schwingkörper auf einer seinen Schwerpunkt enthaltenden Achse und verschiebt ihn etwas nach oben.

Die Festelektroden (35a, 35b) und die Fixiermaterialien (34a, 34b) umrahmen den Schwingkörper von vier Seiten, wobei der Schwingkörper in einer Ausnehmung dieser Umrahmung um eine Achse schwenkbar gelagert ist derart, dass er auf ei-

nem Kreisbogen im Wesentlichen vertikal zur Ebene der Umrahmung schwingen kann. Die aus Festelektroden und Fixiermaterialien bestehende Umrahmung ist somit als Rahmenschicht im Sinne des Streitpatents anzusehen (wie oben zum Begriff „Rahmenschicht“ ausgeführt, kann die Rahmenschicht um ihren zur Aufhängung des Schwingkörpers dienenden Teil herum unterbrochen sein).

Damit ist *Merkmal 1.1* erfüllt.

Zudem sind alle in *Merkmal 1.2* angegebenen Funktionen erfüllt, nämlich die Lagerung des Schwingkörpers in der Ausnehmung durch die Träger derart, dass er um eine Achse im Wesentlichen vertikal zur Rahmenschichtebene (auf einem Kreisbogen, ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel des Streitpatents) schwenkbar ist. Damit sind die Träger (33a, 33b) in SP5 als Aufhängung im Sinne des Streitpatents anzusehen.

Für eine Aufhängung ist es entgegen der Ansicht der Beklagten nicht erforderlich, dass das Gewicht des aufgehängten Teils in Richtung der Schwerkraft auf die Aufhängung wirkt; jedenfalls ist im Streitpatent nicht ersichtlich, dass eine Schwerkraftwirkung für die Funktion des beanspruchten Bauteils in irgendeiner Weise notwendig wäre. Auch erfordert *Merkmal 1.2* nicht, dass der Schwingkörper vollständig in der Ausnehmung „verschwinden“ muss. Vielmehr kann er auch über die Ausnehmung hinausragen, wie dies beim Streitpatent zumindest im Fall einer anfänglichen, durch Verkippung bewirkten Asymmetrie (erteilter Unteranspruch 10, vgl. auch Fig. 2 des Streitpatents) der Fall ist.

Merkmal 1.2 ist somit in SP5 Fig. 10 bis 13 ebenfalls erfüllt.

Der Schwingkörper (31) ist gegenüber den Festelektroden etwas erhöht auf einer Stützkomponente (38) gelagert (Fig. 10 und 13). Die Festelektroden (35a, 35b) und die zwei diesen gegenüber liegenden Seiten (32a, 32b) des Schwingkörpers sind kammartig ausgebildet und greifen mit kleinem Abstand ineinander. Wenn auf einer Seite dieser Anordnung zwischen das Fixiermaterial (und damit den Schwingkörper) und die Festelektrode eine Spannung angelegt wird, bilden die

senkrechten inneren Seitenflächen der Festelektrode und des Schwingkörpers gegenüberliegende Elektroden, zwischen denen eine elektrostatische Kraft wirkt. Aufgrund des Niveauunterschieds zwischen der Festelektrode und dem erhöht gelagerten Schwingkörper werden diese Komponenten zueinander hingezogen (Fig. 11), so dass sich der Schwingkörper um einen gewissen Winkel dreht. Wie der Fachmann erkennt, variiert während dieser Drehung die Kapazität zwischen den sich aufeinander zu bewegenden Seitenflächen der Festelektrode und des Schwingkörpers. Wird die Spannung an die andere Festelektrode gelegt, so erfolgt in gleicher Weise eine Drehung in der entgegengesetzten Richtung (Abs. [0013]). Somit kommt es zu einem Schwingen in beide Richtungen, wenn abwechselnd eine Spannung an die eine und an die andere Festelektrode angelegt wird. Wird die Komponente mit aufgesetztem Spiegel (31a, Fig. 13) als optischer Abtaster verwendet (Abs. [0001], [0015], Fig. 14), was nach dem Verständnis des Fachmanns eine periodische Hin- und Herbewegung des Spiegels erfordert, so ist es demnach notwendig, eine Spannung periodisch abwechselnd an jede der beiden Festelektroden (die jeweils Teil der Rahmenschicht sind) anzulegen.

Damit sind in SP5 Fig. 10 bis 13 die *Merkmale 1.3 mit 1.3.1 und 1.5* erfüllt.

Hierbei ist berücksichtigt, dass der Anspruch 1 nicht verlangt, dass alle Teile der Rahmenschicht auf dasselbe Potential gelegt werden. Auch die genaue Form der Spannung (die z. B. auch eine Rechteckspannung sein kann) ist für die Erfüllung der Anspruchsmerkmale ohne Belang. Die in der eher schematisch zu betrachtenden Fig. 11 dargestellte Gleichspannungsquelle steht der obigen Beurteilung nicht entgegen; im Übrigen würde auch eine periodisch unterbrochene Gleichspannung die entsprechenden Anspruchsmerkmale erfüllen.

Des Weiteren kann der z. B. aus einem Glassubstrat bestehende Rahmenkörper (36) in Fig. 10, auf den die Rahmenschicht (34a, 34b, 35a, 35b) aufgebracht ist und der diese somit trägt (Abs. [0012]), als Trägersubstrat im Sinne des Streitpatents interpretiert werden; hierzu passt, dass der gesamte Torsionsschwinger (30) aus seinen Komponenten Rahmenkörper, Rahmenschicht und Schwing-

körper mit Aufhängung zunächst einteilig hergestellt wird (wobei offensichtlich der Rahmenkörper die Rahmenschicht trägt) und erst danach auf der Festplatine (37) mit der Stützkomponente (38) befestigt wird. Da der Rahmenkörper im Bereich der den Schwingkörper aufnehmenden Ausnehmung entfernt ist, beeinflusst er offensichtlich nicht oder kaum die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers.

Damit ist auch *Merkmal 1.4* erfüllt.

Alternativ kann man die unterhalb des Rahmenkörpers und des Schwingkörpers befindliche Festplatine (37) als Trägersubstrat betrachten. Da die Anordnung einen großen Schwingwinkel bei geringer Antriebskraft ermöglichen soll (Zusammenfassung, Abs. [0003], [0012] insbesondere Satz 1 bis 3), ist davon auszugehen, dass die Festplatine (37) einen relativ großen Abstand von dem Schwingkörper hat, so dass sie dessen Auslenkung nicht begrenzt (siehe Fig. 12). Aufgrund des Abstands kann die Festplatine auch sonst nur einen vernachlässigbaren physikalischen Einfluss auf die Erzeugung der Schwingung des Schwingkörpers ausüben. Wie in Abs. [0013] beschrieben, wird die Schwingung durch ein beim Anlegen einer Spannung zwischen den Seitenflächen von Festelektrode und Schwingkörper entstehendes elektrisches Feld erzeugt, das eine elektrostatische Kraft bewirkt; dass die Festplatine hierauf einen merklichen Einfluss hat, ist für den Fachmann nicht ersichtlich.

Der Schwingkörper schlägt insbesondere nicht an den Rahmenkörper an, entgegen der Ansicht der Beklagten, welche hierzu auf Fig. 12 hinweist, in welcher der Rahmenkörper (36) unmittelbar anschließend an den ausgelenkten Schwingkörper (31) dargestellt ist. Fig. 12 der SP5 ist offensichtlich keine reine Querschnittsdarstellung. Dies ist bereits daran erkennbar, dass sowohl Kammzähne (32a, 32b) des Schwingkörpers (31) als auch zwei gegenüberliegende Kammzähne der Festelektroden (35a, 35b) dargestellt sind, obwohl die Kammzähne des Schwingkörpers gegenüber denen der Festelektroden versetzt sind (vgl. Fig. 10 und 13). Die Darstellung des Rahmenkörpers (36) in Fig. 12 besagt nicht, dass sich der Rahmenkörper in den Bewegungsbereich des Schwingkörpers (31) hinein erstreckt und der Schwingkörper an dem Rahmenkörper anschlägt; vielmehr ist der Rah-

menkörper (36) im Bereich des Schwingkörpers entfernt, wie in Fig. 10 und 13 eindeutig erkennbar ist.

Auch bei der zweiten, alternativen Betrachtungsweise ist *Merkmal 1.4* erfüllt.

2. Die Patentansprüche des Hilfsantrags 1 haben Bestand.

2.1. Die Patentansprüche 1 bis 23 des Hilfsantrags 1 sind in den ursprünglichen Unterlagen und ebenso in der Streitpatentschrift offenbart.

Der *erteilte* Anspruch 1 geht in der Offenlegungsschrift WO 00/25170 A1 hervor aus dem ursprünglichen Anspruch 1 sowie aus der Beschreibung S. 10 Abs. 4 bis S. 11 Abs. 1 (Anlegen einer Spannung, die periodisch verändert wird, was entsprechende „Mittel zum periodischen Verändern der Spannung“ impliziert). Dass die „Mittel zum periodischen Verändern der Spannung“ Teil des beanspruchten mikromechanischen Bauelements sind, ergibt sich aus den ursprünglichen Ansprüchen 11 bis 14: die dort offenbarte Steuervorrichtung entspricht solchen „Mitteln“ und ist Teil des mikromechanischen Bauelements.

Das zusätzliche Merkmal des Anspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 (die Kapazität nimmt bei jeder Auslenkung mit zunehmender Auslenkung des Schwingkörpers gegenüber der Rahmenschichtebene ab und mit abnehmender Auslenkung wieder zu), ergibt sich aus in Abs. [0020], [0021] und [0022] der Patentschrift (Offenlegungsschrift S. 9 Abs. 2 bis S. 10 Abs. 2), jeweils in Verbindung mit Fig. 2; insbesondere geht das beanspruchte Kapazitätsverhalten „bei jeder Auslenkung“ aus Abs. [0022] Satz 1 („in jeder Halbperiode der Schwingung“) hervor.

Die Änderungen im Anspruch 2 des Hilfsantrags 1 (mit mehreren aus Seitenflächen des Schwingkörpers und der Ausnehmung gebildeten Elektrodenpaaren, wobei die zwischen die Rahmenschicht und den Schwingkörper angelegte Spannung zugleich zwischen den beiden Elektroden der Elektrodenpaare anliegt und durch periodisches Verändern der Spannung eine Torsionsschwingung erzeugt

wird) geht hervor aus Abs. [0015], [0021] und [0022] der Patentschrift (Offenlegungsschrift S. 6 le. Abs. sowie S. 9 Abs. 3 bis S. 10 Abs. 2).

Die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 3 gemäß Hilfsantrag 1 (mit zum Anschwingen dienender anfänglicher Asymmetrie, die durch eine auf der Rahmenschicht benachbart zu einer inneren Seitenfläche der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht isolierte Elektrode bewirkt wird) gehen zurück auf die erteilten (und ursprünglichen) Unteransprüche 7 und 8.

Die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 4 gemäß Hilfsantrag 1 (mit zum Anschwingen dienender anfänglicher Asymmetrie, bewirkt durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder einen asymmetrischen Aufbau der Rahmenschicht) gehen zurück auf die erteilten (und ursprünglichen) Unteransprüche 7 und 9.

Die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 5 gemäß Hilfsantrag 1 (mit zum Anschwingen dienender anfänglicher Asymmetrie durch Verkippung des Schwingkörpers in seiner Ruhelage) gehen zurück auf die erteilten (und ursprünglichen) Unteransprüche 7 und 10.

Die Änderungen im Anspruch 6 des Hilfsantrags 1 (mit Steuervorrichtung, welche die angelegte Spannung beim Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers absenkt) ergeben sich aus dem erteilten (und ursprünglichen) Unteranspruch 11.

Die Unteransprüche 7 bis 23 des Hilfsantrags 1 entsprechen den erteilten und ursprünglichen Unteransprüchen 2 bis 18.

2.2. Der Gegenstand des Patentanspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 ist neu gegenüber dem bekannt gewordenen Stand der Technik.

Entsprechendes gilt für die nebengeordneten Patentansprüche 2, 3, 4, 5 und 6 des Hilfsantrags 1.

2.2.1 Die Gegenstände der Patentansprüche 1, 2, 3, 4 und 5 gemäß Hilfsantrag 1 werden durch die Druckschrift SP5 nicht neuheitsschädlich vorweggenommen.

Wie oben erläutert, weist der aus SP5 Fig. 10 bis 13 bekannte Torsionsschwinger alle Merkmale des erteilten Patentanspruchs 1 auf.

Betrachtet man in SP5 Fig. 10 bis 13 diejenige Schwingungsphase, in der sich eine Seite des Schwingkörpers (mit einer inneren Seitenfläche, die einer inneren Seitenfläche der Rahmenschichtausnehmung gegenüberliegt) über die Nullstellung (das ist die parallele Stellung von Schwingkörper und Rahmen) hinaus nach oben (d. h. vom Rahmen weg) und nach Erreichen des höchsten Punkts wieder nach unten bis zur Nullstellung hin bewegt (SP5 Fig. 12 rechts mit den gestrichelten Linien), so ist zu erkennen, dass die Kapazität zwischen der Seitenfläche des Schwingkörpers und der Seitenfläche der Rahmenschicht während der Auslenkung nach oben abnimmt und bei der Auslenkung nach unten wieder zunimmt.

In der daran anschließenden zweiten Schwingungsphase, in der sich der Schwingkörper mit seiner inneren Seitenfläche aus der Nullstellung nach unten und nach Erreichen des untersten Punktes wieder nach oben bis zur Nullstellung hin bewegt, verläuft jedoch die Kapazitätsänderung umgekehrt: Bei Auslenkung nach unten nimmt hier die Kapazität zu, da sich die Seitenfläche des Schwingkörpers der inneren Seitenfläche der Rahmenschicht immer mehr nähert, während bei darauf folgender Auslenkung nach oben die Kapazität wieder abnimmt.

Damit ist *Merkmale 1.3.0* (mit „bei jeder Auslenkung“) nicht erfüllt. SP5 trifft den Gegenstand des Anspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 nicht neuheitsschädlich.

Zudem sind in SP5 Fig. 10 zwei kammförmige Elektrodenpaare (32a und 35a bzw. 32b und 35b) vorhanden, die aber auf verschiedenen Seiten der Schwingachse liegen und jeweils abwechselnd mit Spannung beaufschlagt werden, jedoch nicht gleichzeitig mit derselben Spannung. Hierbei ist berücksichtigt, dass laut Streitpatent Abs. [0023] („kammförmige ... Ausgestaltung der Elektroden“) jede kammför-

mig ausgebildete Seitenfläche als *eine* Elektrode anzusehen ist, nicht als mehrere, jeweils aus einer Teilfläche des Kamms bestehende Elektroden.

Damit ist *Merkmale 1.3⁽²⁾* nicht erfüllt. SP5 trifft den Gegenstand des Anspruchs 2 gemäß Hilfsantrag 1 nicht neuheitsschädlich.

Des Weiteren ist in der Anordnung der SP5 Fig. 13 die Kombination von Schwingkörper und Rahmenschicht asymmetrisch sowohl gegenüber einer Ebene, die mittig durch die Rahmenschicht parallel zur Ebene der Rahmenschicht verläuft, als auch asymmetrisch zu jeder möglichen Schwingachse (als solche kann jede der beiden Längskanten der Stützkomponente 38 betrachtet werden, auf denen der Schwingkörper 31 aufliegt, oder eine Achse zwischen diesen beiden Kanten); die asymmetrische Anordnung dient ebenso wie beim Streitpatent dazu, ein Anschwingen zu ermöglichen.

SP5 zeigt jedoch nicht die speziellen Anordnungen der nebengeordneten Ansprüche 3, 4 und 5, wonach die Asymmetrie bewirkt wird durch eine auf der Rahmenschicht (12) benachbart zu einer inneren Seitenfläche (18a) der Ausnehmung angeordnete, von der Rahmenschicht (12) isolierte Elektrode (24) (*Merkmale 1.6⁽³⁾*), oder durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder einen asymmetrischen Aufbau der Rahmenschicht (*Merkmale 1.6⁽⁴⁾*), oder durch Verkipfung des Schwingkörpers in seiner Ruhelage (*Merkmale 1.6⁽⁵⁾*).

Zwar kann gemäß SP5 Abs. [0014] und [0007] bei der Herstellung eine Torsion der Träger (Aufhängungsvorrichtung) entstehen, d.h. eine anfängliche Verkipfung des Schwingkörpers; diese ist jedoch unerwünscht und soll kompensiert werden (Abs. [0008] mit Fig. 4). Die gezielte Nutzung einer Verkipfung zum Anschwingen lehrt SP5 nicht.

SP5 trifft somit die Gegenstände der Ansprüche 3, 4 und 5 gemäß Hilfsantrag 1 nicht neuheitsschädlich.

Zudem muss, wie der Fachmann erkennt, in SP5 Fig. 10 und 13 die Spannung beim Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (d. h. in dessen waage-

rechter, zur Festelektrodenebene bzw. Rahmenschichtebene paralleler Stellung) groß sein, um den Schwingkörper nach unten (in Richtung einer Festelektrode) zu ziehen. Dass die Spannung jeweils beim Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers auf einen minimalen Wert abgesenkt wird, ist SP5 nicht zu entnehmen.

Damit ist *Merkmale 1.5⁽⁶⁾* nicht erfüllt. SP5 trifft den Gegenstand des Anspruchs 6 gemäß Hilfsantrag 1 nicht neuheitsschädlich.

2.2.2 Auch die übrigen im Verfahren genannten Druckschriften nehmen den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 und ebenso die Gegenstände der nebengeordneten Patentansprüche 2, 3, 4, 5 und 6 des Hilfsantrags 1 nicht neuheitsschädlich vorweg.

Die Klägerin stützt ihre Argumentation insbesondere auf die Druckschriften SP6 und SP7.

Die Druckschrift SP7 betrifft Torsionsschwinger aus Silizium-Einkristall. Ein gitterförmiger, an Torsionsstäben aufgehängter Schwingkörper wird aus dem Kristall geätzt und gelöst (Kap. „Fabrication and Resonator Structures“, Fig. 1 und 2). Auf einer seitlichen Umrandung werden Elektroden aufgebracht, die sich senkrecht in die Tiefe (entlang der Seitenwand) und anschließend in einem Streifen entlang des Bodens der Anordnung erstrecken („sidewall electrodes“, Fig. 1 und 4 links); die horizontale Breite des Elektrodenstreifens auf dem Boden und die vertikale Höhe der Elektroden an der Seitenwand sind im Zahlenbeispiel der Fig. 4 links gleich (jeweils 4 µm). In Fig. 4 sind u. a. Kapazitanzen zwischen den (Gitter)Stäben und dem (Elektroden-)Metall angegeben.

Die Druckschrift SP6 zeigt in Fig. 1 mit der zugehörigen Beschreibung (siehe die Absätze oberhalb und unterhalb von Fig. 1 sowie Kap. 5 Abs. 1) einen mikromechanischen Torsionsaktuator, der aus einem Silizium-Einkristall hergestellt ist. Eine in die Struktur eingezätzte Ausnehmung ist auf allen vier Seiten von einem

Rahmen umgeben, wobei auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Rahmens Elektroden aufgebracht sind. Ein gitterförmiger Schwingkörper ist an den beiden anderen Seiten des Rahmens über je einen Torsionsstab in der Ausnehmung so aufgehängt, dass er etwa senkrecht zur Rahmenebene verschwenkbar ist. Wie Fig. 1 (b) zeigt, verlaufen die Elektroden zum Teil etwa senkrecht zur Rahmenschicht, gegenüberliegend zu etwa senkrechten Seitenflächen des Schwingkörpers. Anschließend an den senkrechten Teil der Rahmenschicht erstrecken sich die Elektroden in einen Streifen auf der Bodenfläche der Ausnehmung, also parallel zur Rahmenschicht (wie in SP7 Fig. 4 links). Der Schwingkörper oszilliert, wenn eine Wechselspannung zwischen dem Schwingkörper und den benachbarten Elektroden angelegt wird. Wie der Fachmann erkennt, ändert sich während der Schwingung die Kapazität zwischen den auf der Rahmenschicht aufgetragenen Elektroden und dem benachbarten äußeren Bereich des Schwingkörpers, insbesondere im Bereich der senkrechten Seitenflächen.

Es ist bereits fraglich, ob die aus Rahmen und Boden bestehende Struktur, die im Wesentlichen aus einem einheitlichen Material (Si-Einkristall) hergestellt wurde, als aus den zwei Teilen Rahmenschicht und Trägersubstrat bestehend angesehen werden kann. Selbst wenn man dies bejaht und den Rahmen mit dem dort aufgetragenen Teil der Elektroden als Rahmenschicht ansieht, so gehört der sich auf dem Boden, d. h. dem Trägersubstrat befindliche Teil der Elektroden nicht zur Rahmenschicht, sondern zum Trägersubstrat.

Sowohl in SP6 als auch in SP7 ist der Abstand zwischen dem Schwingkörper und dem Boden relativ gering (3 μm nach SP6 Kap. 5 Abs. 1, 1.5 μm im Fall der „side-wall electrodes“ der SP7 Fig. 4 links bei einem horizontalen Abstand zwischen Schwingkörper und Seitenwand von 4.5 μm , 3 μm im Fall der „trench electrodes“ der SP7 Fig. 4 rechts). Es ist davon auszugehen, dass auch der zum Boden (Trägersubstrat) gehörende Elektrodenteil mit dem Schwingkörper zusammenwirkt und einen Einfluss auf die Schwingungserzeugung ausübt (ähnlich wie in SP7 Fig. 1 und 4 rechts die unterhalb der Zwischenräume der Schwingkörperstäbe befindlichen „trench electrodes“). Darauf ob der zum Boden gehörige Elektrodenteil

absichtlich erzeugt wird oder wie die Klägerin vorbringt herstellungsbedingt unvermeidbar ist, kommt es nicht an.

Damit ist in SP6 und in SP7 jedenfalls das in allen selbständigen Patentansprüchen des Hilfsantrags 1 enthaltene *Merkmal 1.4* nicht erfüllt.

Die Gegenstände der Patentansprüche 1, 2, 3, 4, 5 und 6 des Hilfsantrags 1 sind durch SP6 und ebenso durch SP7 nicht neuheitsschädlich getroffen.

Die Druckschrift SP9 betrifft einen gyroskopischen Sensor. Der Wirkmechanismus einschließlich der Schwingungsebene weicht sehr deutlich von der streitpatentgemäßen Lehre ab. Hierzu wird auf die Ausführungen der Beklagten unter „III. Bernstein“ auf S. 21 unten bis S. 22 der Eingabe vom 27. Januar 2017 hingewiesen.

Die Klägerin hat daraufhin nicht mehr zur Druckschrift SP9 argumentiert und damit die Argumentation der Beklagten zu SP9 implizit als korrekt anerkannt.

Die Druckschrift SP8 wurde allgemein genannt zum Beleg des Fachwissens in Bezug auf mikromechanische Systeme (S. 169 „Introduction“) und elektrostatische Aktoren, die kapazitive Strukturen sind (S. 172 Abs. 1) und mit Hilfe einer Wechselspannung zu Schwingungen angeregt werden können (S. 172 le. Abs. bis S. 173 Abs. 1, Fig. 3 mit Beschreibung).

SP13 beschreibt einen Prozess zum Erzeugen von elektromechanischen Siliziumstrukturen, ausgehend von einem arsen-dotierten Siliziumwafer (SP13 S. 520 re. Sp. Abs. 3 ff., Fig. 1).

SP14 bis SP17 wurden von der Klägerin zur Frage des zuständigen Fachmanns eingeführt.

SP19 soll belegen, dass es dem Fachmann bekannt war, mikromechanische und mikroelektronische Komponenten auf demselben Chip zu integrieren.

Auch die Druckschriften SP20 bis SP25 wurden zum Beleg von Fachwissen genannt.

Nähere Hinweise auf die speziellen Bauelemente des Hilfsantrags 1 sind SP8, SP9, SP13, SP14 bis SP17 und SP19 bis SP25 nicht zu entnehmen.

2.3. Der Gegenstand des Patentanspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 beruht auch auf erfinderischer Tätigkeit.

Entsprechendes gilt für die nebengeordneten Patentansprüche 2, 3, 4, 5 und 6 des Hilfsantrags 1.

2.3.1 Die Gegenstände der Patentansprüche 1, 2, 3, 4, 5 und 6 gemäß Hilfsantrag 1 waren ausgehend vom aus SP5 Bekannten für den Fachmann nicht naheliegend.

Wie oben erläutert, nimmt beim Bauelement der SP5 Fig. 10 bis 13 in einer Schwingungsphase, in der sich eine Seite des Schwingkörpers (mit einer inneren Seitenfläche, die einer inneren Seitenfläche der Rahmenschichtausnehmung gegenüberliegt) über die Nullstellung hinaus nach oben und nach Erreichen des höchsten Punkts wieder nach unten bis zur Nullstellung hin bewegt, die Kapazität zwischen der Seitenfläche des Schwingkörpers und der Seitenfläche der Rahmenschicht während der Auslenkung nach oben ab und bei der Auslenkung nach unten wieder zu. In der daran anschließenden zweiten Schwingungsphase, in der sich der Schwingkörper mit seiner inneren Seitenfläche aus der Nullstellung nach unten und nach Erreichen des untersten Punktes wieder nach oben bis zur Nullstellung hin bewegt, verläuft die Kapazitätsänderung jedoch umgekehrt: Bei Auslenkung nach unten nimmt die Kapazität zu, während sie bei der darauf folgenden Auslenkung nach oben wieder abnimmt.

Dieser Kapazitätsverlauf ist durch die spezielle Anordnung in SP5 Fig. 10 bis 13 bedingt, in welcher der Schwingkörper durch eine Stützkomponente (38) gegenüber der Rahmenschicht angehoben ist. In dieser speziellen Anordnung ist durch wechselweises Anlegen einer Spannung an jeweils eine Seite der Anordnung so-

wohl ein Anschwingen als auch die Aufrechterhaltung einer periodischen Schwingung des Schwingkörpers möglich.

Das Weglassen der Stützkomponente, so dass Festelektroden und Schwingkörper auf gleicher Höhe liegen (wobei die Kapazität bei jeder Auslenkung mit zunehmender Auslenkung zu- und bei abnehmender Auslenkung abnehme), würde eine andere Art der Schwingungserzeugung, sowohl zum Anschwingen als auch bei der Spannungsbeaufschlagung zur Aufrechterhaltung der Schwingung erfordern (siehe auch unten zu Merkmal 1.3⁽²⁾).

Ausgehend von der Anordnung der SP5 Fig. 10 bis 13 derart grundlegende Änderungen vorzunehmen, war durch den Stand der Technik nicht nahegelegt. Dies gilt auch unter Einbeziehen der SP6, die einen mehrere oszillierend verkippbare Plattformen aufweisenden Mikroaktuator zeigt, der zum Transportieren von Objekten über die Plattformen dient, wobei Asymmetrien (etwa zusätzliche Elektroden auf einer Seite der Plattformen) vorgesehen sind zu dem Zweck, eine Vorzugsrichtung der Bewegung der zu transportierenden Objekte einzustellen. Im Stand der Technik ist jedoch keine Anregung erkennbar, in der Anordnung der SP5 Fig. 10 bis 13 die Stützkomponente wegzulassen und dann zum Zweck des Anschwingens eine der in SP6 genannten Asymmetrien einzuführen.

Damit war ausgehend von SP5 das *Merkmal 1.3.0* (mit „bei jeder Auslenkung“) des Patentanspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 nicht naheliegend.

Nachdem in SP5 Fig. 10 bis 13 bereits eine Asymmetrie der Schwingkörperanordnung vorhanden ist, die zum Anschwingen dient, war auch kein Anlass vorhanden, eine zusätzliche, zum Anschwingen dienende Asymmetrie einzuführen, etwa durch Aufbringen einer zusätzlichen Elektrode auf einer Seite der Rahmenschicht, durch eine zusätzliche Verkippung des Schwingkörpers in seiner Ruhelage oder durch einen asymmetrischen Aufbau des Schwingkörpers und/oder einen asymmetrischen Aufbau der Rahmenschicht.

Zudem ist zwar in SP5 Abs. [0007] eine herstellungsbedingte Anfangstorsion (Anfangsverkippung des Schwingkörpers) erwähnt, die jedoch unerwünscht ist und gemäß Abs. [0008] dadurch kompensiert werden soll, dass über ein zur De-

tektion verwendetes Elektrodenpaar eine geeignete (konstante) Vorspannung ermittelt und angelegt wird (hierauf wird auch in Abs. [0014] Bezug genommen). Zur gezielten Nutzung der Anfangstorsion, etwa zum Anschwingen gibt SP5 jedoch keine Anregung.

Damit waren ausgehend von SP5 auch die *Merkmale 1.6⁽³⁾, 1.6⁽⁴⁾ und 1.6⁽⁵⁾* der Patentansprüche 3, 4 und 5 gemäß Hilfsantrag 1 nicht naheliegend.

Des Weiteren sind zwar in SP5 Fig. 10 zwei kammförmige Elektrodenpaare (32a und 35a bzw. 32b und 35b) vorhanden, diese liegen aber auf verschiedenen Seiten der Schwingachse und werden jeweils abwechselnd mit Spannung beaufschlagt, jedoch nicht gleichzeitig mit derselben Spannung. In der speziellen Anordnung der SP5 Fig. 10 bis 13 mit der erhöhten Plattform würde eine gleichzeitig zwischen den beiden Elektroden der Elektrodenpaare angelegte Spannung dazu führen, dass zum einen aus der Ruhelage kein Anschwingen stattfinden könnte (zwischen den beiden Seiten des Schwingkörpers würde Kräftegleichgewicht herrschen), und dass zum anderen selbst im Fall einer irgendwie erfolgten anfänglichen Auslenkung aus der Ruhelage die Kräfte zwischen Schwingkörper und Rahmenschicht auf beiden Seiten der Schwingachse in dieselbe Richtung und damit bremsend auf eine Schwingbewegung wirken würden. Dies ergäbe eine Verschlechterung gegenüber der von SP5 gelehrteten wechselweisen Spannungsbeaufschlagung und wäre vom Fachmann nicht in Betracht gezogen worden.

Damit konnte auch die Druckschrift SP6 mit den dort anders als in SP5 (nicht erhöht) angeordneten, gleichzeitig angesteuerten Elektroden keine Anregung geben, beim Bauelement der SP5 eine elektrische Ansteuerung gemäß *Merkmal 1.3⁽²⁾* vorzusehen.

Auch die übrigen Druckschriften konnten dies nicht nahelegen.

Somit war ausgehend von SP5 das *Merkmal 1.3⁽²⁾* des Patentanspruchs 2 gemäß Hilfsantrag 1 nicht naheliegend.

Zudem muss, wie ebenfalls oben ausgeführt, in SP5 Fig. 10 bis 13 die Spannung beim Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers (d.h. in dessen waagerechter, zur Festelektrodenebene bzw. Rahmenschichtebene paralleler Stellung) groß sein, um den Schwingkörper nach unten (in Richtung einer Festelektrode) zu ziehen. Dass die Spannung jeweils beim Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers auf einen minimalen Wert abgesenkt wird, ist SP5 nicht zu entnehmen und konnte dem Fachmann in der Anordnung der SP5 Fig. 10 bis 13 weder naheliegend noch überhaupt sinnvoll erscheinen.

Der in SP5 zur Spannungsveränderung von der Klägerin genannte Abs. [0008] mit Fig.4, der in Verbindung mit Abs.[0007] zu sehen ist, betrifft die Kompensation einer bei der Herstellung entstehenden, unerwünschten Anfangstorsion durch Anlegen einer geeigneten, über ein zur Detektion verwendetes Elektrodenpaar ermittelten (konstanten) Vorspannung (hierauf wird auch in Abs. [0014] Bezug genommen) und hat nichts mit einer (periodisch wiederholten) Spannungsabsenkung im Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkörpers zu tun.

Damit war ausgehend von SP5 auch das *Merkmale 1.5⁽⁶⁾* des Patentanspruchs 6 gemäß Hilfsantrag 1 nicht naheliegend.

2.3.2 Auch ausgehend von einer der übrigen im Verfahren genannten Druckschriften waren der Gegenstand des Patentanspruchs 1 gemäß Hilfsantrag 1 und ebenso die Gegenstände der nebengeordneten Patentansprüche 2, 3, 4, 5 und 6 des Hilfsantrags 1 nicht naheliegend.

Wie oben erläutert, ist in den Anordnungen der SP6 Fig. 1 und der SP7 Fig. 4 davon auszugehen, dass auch der zum Trägersubstrat (Boden der Anordnung) gehörende Teil der auf der Rahmenschicht mit Ausnahme aufgebrachtene Elektrode mit dem Schwingkörper zusammenwirkt und einen Einfluss auf die Schwingungserzeugung ausübt; Merkmal 1.4 ist damit nicht erfüllt. Auch ist im Stand der Technik kein Hinweis zu erkennen, der den Fachmann dazu anregen konnte, den auf dem Boden befindlichen Teil der Elektrode wegzulassen.

Damit war das in allen selbständigen Patentansprüchen des Hilfsantrag 1 enthaltene *Merkmal 1.4* ausgehend von SP6 oder SP7 nicht naheliegend.

Zudem ist kein Weg zu erkennen, der Fachmann ausgehend von einer der übrigen Druckschriften (die alle weiter vom Streitpatent abliegen als SP5, SP6 und SP7) in naheliegender Weise zu einem der Gegenstände der selbständigen Patentansprüche des Hilfsantrags 1 hätte führen können.

Das Streitpatent ist somit in der Fassung des Hilfsantrags 1 patentfähig.

II.

Die Kostenentscheidung beruht auf § 84 Abs. 2 PatG i. V. m. § 92 Abs. 1 Satz 1 ZPO. Die Entscheidung über die vorläufige Vollstreckbarkeit folgt aus § 709 Satz 1 und 2 ZPO.

III.

Rechtsmittelbelehrung

Gegen dieses Urteil ist das Rechtsmittel der Berufung gemäß § 110 PatG statthaft.

Die Berufungsfrist beträgt einen Monat. Sie beginnt mit der Zustellung des in vollständiger Form abgefassten Urteils, spätestens aber mit dem Ablauf von fünf Monaten nach Verkündung. Die Berufung ist durch einen in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Rechtsanwalt oder Patentanwalt schriftlich beim Bundesgerichtshof, Herrenstraße 45a, 76133 Karlsruhe, einzulegen.

Die Berufungsschrift muss

- die Bezeichnung des Urteils, gegen das die Berufung gerichtet ist, sowie
- die Erklärung, dass gegen dieses Urteil Berufung eingelegt werde,

enthalten. Mit der Berufungsschrift soll eine Ausfertigung oder beglaubigte Abschrift des angefochtenen Urteils vorgelegt werden.

Hartlieb

Dr.Thum-Rung

Dr. Forkel

Hoffmann

Heimen

Richter Heimen ist wegen seiner Abordnung an der Unterschrift verhindert

Hartlieb

Pr