



(10) **AT 515691 B1 2015-11-15**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50165/2014  
(22) Anmeldetag: 06.03.2014  
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2015

(51) Int. Cl.: **B23D 61/02** (2006.01)  
**B26B 21/60** (2006.01)

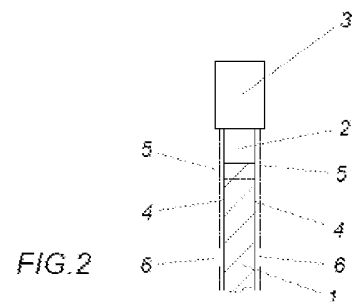
(56) Entgegenhaltungen:  
WO 02055246 A2  
EP 1182274 A1  
JP 2001001266 A  
WO 03101683 A1

(73) Patentinhaber:  
Reger Wilfried  
4863 Seewalchen (AT)

(74) Vertreter:  
HÜBSCHER H. DIPL.ING., HELLMICH K. W.  
DIPL.ING.  
LINZ

### (54) Sägeblatt

(57) Es wird ein Sägeblatt mit einem eine Beschichtung der Seitenflächen (4) aufweisenden Blattkörper (1) beschrieben, dessen Schneidsegmente (2) auf beiden Seiten über den beschichteten Blattkörper (1) vorstehen. Um vorteilhafte Schnittbedingungen zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass die Seitenflächen (4) des Blattkörpers (1) zumindest abschnittsweise mit einer mit Silicium, Bor oder Stickstoff dotierten wasserstoffhaltigen amorphen Kohlenstoffschicht (5) aus einer Mischung von  $sp^2$ - und  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen beschichtet sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Sägeblatt mit einem eine Beschichtung der Seitenflächen aufweisenden Blattkörper, dessen Schneidsegmente auf beiden Seiten über den beschichteten Blattkörper vorstehen.

**[0002]** Um bei Kreissägeblättern für den Trockenschnitt von steinartigen Materialien mit am Umfang befestigten Schneidsegmenten der Gefahr zu begegnen, dass aufgrund thermischer Überlastungen im Umfangsbereich Risse auftreten, die die Standzeit solcher Kreissägeblätter begrenzen, wurde bereits vorgeschlagen (DE 29 47 053 A1), den im Randzonenbereich auftretenden Wärmestau mit den damit verbundenen hohen Wärmespannungen, die in Verbindung mit den mechanischen Belastungen zur Rissbildung führen, durch auf den Seitenflächen des Sägeblatts vorgesehene Wärmeleitschichten zu vermeiden. Die Wärmeabfuhr über diese Wärmeleitschichten führt zu einer thermischen Entlastung des Randzonenbereichs und somit zu einem thermischen Ausgleich innerhalb des Sägeblatts. Nachteilig ist allerdings, dass die beispielsweise aus Kupfer gebildeten Wärmeleitschichten verschleißanfällig sind.

**[0003]** Darüber hinaus ist es bei Kreissägeblättern, deren Schneidsegmente mit Wolframcarbidgebichtet sind, bekannt (US 3 496 973 A), die Poren dieser harten Beschichtung mit einem Polytetrafluorethylenpolymer auszufüllen und zusätzlich die Seitenflächen mit einem Polytetrafluorethylenpolymer zu beschichten. Es wird ein Sägeblatt für den Trockenschnitt erhalten, das schmälere Schnittfugen erlaubt, was wiederum die Schnittleistung erhöht.

**[0004]** Zur Vermeidung einer Wasserkühlung beim Durchtrennen von Mauerwerk ist es darüber hinaus bei Kreissägeblättern, die einen mit einem Diamantbesatz versehenen Schneidkranz aufweisen, bekannt (US 5 115 796 A), wenigstens eine Seitenfläche des Sägeblatts mit einer abrasiven Beschichtung, beispielsweise kunstharzgebundenen Siliciumcarbiden, zu versehen. Diese abrasive Beschichtung dient einerseits als Verschleißschutz und soll andererseits zufolge ihrer wärmedämmenden Eigenschaften eine Überlastung des Sägeblatts vermeiden.

**[0005]** Um die Leistung von mit Diamanten beschichteten Sägeblättern, wie sie insbesondere in der Halbleiterfertigungsindustrie eingesetzt werden, zu verbessern, ist vorgeschlagen worden (WO 2002/055246 A2), anstelle der Diamanten diamantartige Kristalle (DLC) aus amorphen, polykristallinen Kohlenstoffwerkstoffen vorzusehen, die Wasserstoff enthalten und zur Einflussnahme auf bestimmte Werkstoffeigenschaften mit Stickstoff, Fluor oder Silicium dotiert sein können. Diese Beschichtungen aus DLC bilden allerdings die Schneidflächen der Sägeblätter. Außerdem ist es bekannt (EP 1 182 274 A1), die Standzeit von diamantbeschichteten Hartmetall-Schneidwerkzeugen dadurch zu erhöhen, dass auf die Diamantschicht eine Kohlenstoffschicht aufgebracht wird, die eine amorphe Struktur mit einem Anteil an kovalenten  $sp^3$ -Bindungen der Kohlenstoffatome von weniger als 70 % aufweist.

**[0006]** Zur Verbesserung des Verschleißwiderstands einer scheibenförmigen Trägerplatte aus Molybdän, die einen äußeren Schneidkranz aus Schleifkörnern beispielsweise zum Herstellen von Nuten in optischen Gläsern aufweist, ist es darüber hinaus bekannt (JP 2001-1266 A), die Trägerscheibe mit einer Hartbeschichtung vollständig oder teilweise abzudecken, wobei die Hartbeschichtung aus Chrom, Titanitrid, diamantartigen Kristallen (DLC) oder Chromnitrid bestehen kann.

**[0007]** Diese bekannten Kreissägeblätter sind allerdings für viele Einsätze nur bedingt geeignet, bei denen hohe Anforderungen nicht nur an die Verschleißfestigkeit, sondern insbesondere an die Wärmebelastungsfähigkeit gestellt werden.

**[0008]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, nicht nur Kreissägeblätter, sondern auch bei entsprechenden Einsätzen ähnlichen Belastungen ausgesetzte Sägeblätter für Band- oder Gattersägen mit seitlich vorstehenden Schneidsegmenten so auszugestalten, dass Wärmerisse im Bereich der Schneidsegmente weitgehend vermieden und dadurch die Standzeiten deutlich gesteigert werden können, ohne auf eine gute Schnittqualität verzichten zu müssen.

**[0009]** Ausgehend von einem Sägeblatt der eingangs geschilderten Art löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass die Seitenflächen des Blattkörpers zumindest abschnittsweise mit einer mit Silicium, Bor oder Stickstoff dotierten wasserstoffhaltigen amorphen Kohlenstoffschicht aus einer Mischung von  $sp^2$ - und  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen beschichtet sind.

**[0010]** Durch eine solche amorphe Kohlenstoffschicht mit einer durch den  $sp^2$ -hybridisierten Kohlenstoffanteil bestimmten graphitartigen Struktur und einer durch den  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffanteil bestimmten diamantartigen Struktur wird einerseits die Gleitfähigkeit und andererseits die Verschleißfestigkeit der Beschichtung verbessert, was vorteilhafte Voraussetzungen für eine erhebliche Steigerung der Standfestigkeit hochbelasteter Sägeblätter mit sich bringt, zumal die Beschichtung auf einer Kohlenstoffbasis für eine gute Wärmeleitfähigkeit sorgt, die ebenfalls zur Verbesserung der Standzeit beiträgt. Durch die verringerte Reibung zwischen dem Blattkörper und dem Zerspanungsgut innerhalb der Schnittfuge ergibt sich ein verminderter Leistungsbedarf, sodass bei gleichbleibender Antriebsleistung die Schnittleistung entsprechend gesteigert werden kann. Die durch die  $sp^3$ -Hybridisierung der Kohlenstoffatome bedingte abrasive Wirkung der Beschichtung eröffnet in Verbindung mit der günstigeren Wärmebelastung des Blattkörpers die Möglichkeit, dünnere Sägeblätter ohne Gefahr einer Überlastung einsetzen zu können. Dies gilt insbesondere für gewölbt ausgebildete Kreissägeblätter, die sich im Betrieb aufgrund der wirksam werdenden Zentrifugalkräfte strecken und demzufolge einen inneren Spannungsaufbau erfahren, der zu einer Verstärkung der Sägeblattkonstruktion führt. Trotz einer vergleichsweise geringen Dicke des Kreissägeblatts können somit ausreichenden Festigkeitswerte sichergestellt werden, allerdings nur bei entsprechenden Drehzahlen. Da höhere Drehzahlen höhere Antriebsleistungen bedingen, ist die durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ermöglichte Verringerung der Antriebsleistung von besonderer Bedeutung. Die fliehkraftbedingte elastische Verformung eines Kreissägeblatts setzt ein entsprechendes elastisches Dehnungsverhalten der Beschichtung voraus, die zufolge ihres erfindungsgemäßen Aufbaus diese geforderten Eigenschaften mit sich bringt.

**[0011]** Die Vorteile der erfindungsgemäßen Beschichtung können bei unterschiedlichen, an besondere Sägebedingungen angepassten Sägeblättern vorteilhaft genutzt werden. Dies gilt sowohl für einen Trockenschnitt, beispielsweise von Beton oder Mauerwerk, als auch für den Schnitt von feuchtem Holz, das aufgrund der schnittbedingten Wärmedehnungen zu hohen Reib- und Wärmebelastungen Anlass geben kann. Durch die besondere Beschichtung des Blattkörpers werden ja Verbesserungen hinsichtlich der Reib- und Wärmebelastungen erzielt.

**[0012]** Durch die Dotierung der amorphen Kohlenstoffschicht mit Silicium, Bor und Stickstoff, vorzugsweise in einer Größenordnung von 10 bis 20 Gew.% des Kohlenstoffgehalts, können die physikalischen Eigenschaften der Beschichtung den jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Die bevorzugte Modifizierung mit Silicium erlaubt eine weitgehende Anpassung an übliche Anforderungen, weil dadurch die  $sp^3$ -Hybridisierung stabilisiert und das Temperaturverhalten verbessert wird. Außerdem ergeben sich Vorteile hinsichtlich des tribologischen Verhaltens der Beschichtung.

**[0013]** Je nach den Anteilen der  $sp^2$ -hybridisierten und der  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatome kann auf die Eigenschaften der Beschichtung hinsichtlich des abrasiven Verhaltens und des Schmierverhaltens Einfluss genommen werden. Mit Anteilen an  $sp^2$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen von 30 bis 65 Gew.%, vorzugsweise von 40 bis 60 Gew.%, und an  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen von 20 bis 70 Gew.%, insbesondere 25 bis 40 Gew.%, können günstige Ergebnisse für die meisten Anwendungsfälle sichergestellt werden. Der Kohlenstoffanteil in Form einer  $sp$ -Hybridisierung der Kohlenstoffatome soll allerdings 20 Gew.% nicht übersteigen.

**[0014]** Weisen die Beschichtungen der Seitenflächen des Blattkörpers durch Aussparungen oder einen abschnittweisen Auftrag gebildete Förderkanten auf, so kann auf das Zerspanungsgut in der Schnittfuge eine vorteilhafte, quer zur Schnitttrichtung verlaufende Förderkomponente erreicht werden, die das Austragen des Schnittguts aus der Schnittfuge unterstützt.

**[0015]** In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

**[0016]** Fig. 1 ein erfindungsgemäßes als Kreissägeblatt ausgebildetes Sägeblatt ausschnittsweise in einer schematischen Draufsicht und

**[0017]** Fig. 2 dieses Sägeblatt in einem Schnitt nach der Linie II-II der Fig. 1 in einem größeren Maßstab.

**[0018]** Das dargestellte Kreissägeblatt weist einen Blattkörper 1 mit zahnartigen Sägesegmenten 2 auf, die mit Schneidplatten 3 bestückt sind. Die Seitenflächen 4 des Blattkörpers 1 sind mit einer wasserstoffhaltigen amorphen Kunststoffschicht 5 beschichtet, die als wesentliches Merkmal Anteile sowohl von  $sp^2$ - als auch von  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen enthält, um mit den diamantartigen, tetragonalen Strukturen der  $sp^3$ -Hybridorbitalen der Kohlenstoffatome eine dem Verschleiß entgegenwirkende, abrasive Wirkung zu erzielen, während die drei  $sp^2$ -Hybridorbitale in einer Ebene liegen und eine graphitartige Struktur des Kohlenstoffs und damit entsprechende Schmiereigenschaften bedingen. Über den Wasserstoffgehalt kann auf die Ausbildung dieser Strukturen Einfluss genommen werden. Der Wasserstoffgehalt beträgt im Allgemeinen 30 bis 40 Atomprozent.

**[0019]** Bevorzugt werden mit Silicium modifizierte Kunststoffschichten 5 des Typs a-C:H:Si eingesetzt. Der Anteil der  $sp^2$ -hybridisierten Kohlenstoffatome beträgt dabei vorzugsweise zwischen 40 und 60 Gew.%, der Anteil der  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatome 35 bis 40 Gew.%, wobei der Anteil der  $sp$ -hybridisierten Kohlenstoffatome kleiner als 15 Gew.% bleiben soll. Der Wasserstoffgehalt beträgt für diese Fälle 25 bis 35 Atomprozent. Der Siliciumgehalt wird im Allgemeinen 15 bis 20 Gew.% des Kohlenstoffgehalts betragen. Bei einer solchen Zusammensetzung der amorphen Kohlenstoffschicht ergibt sich eine Vickershärte von 1000 bis 1700 HV 10. Der Reibwert gegenüber Stahl kann mit 0,010 bis 0,012 angegeben werden.

**[0020]** Zum Beschichten des Blattkörpers 1, beispielsweise ein 3 mm dickes Blatt aus HSS-Stahl, wird der Blattkörper 1 zum Auftragen der Beschichtung zunächst bei ca. 500 °C durch ein Sputtern mit einem Gemisch von Stickstoff und Argon annitriert und anschließend in einer Atmosphäre von Acetylen, Wasserstoff und Hexamethylsiloxan unter einem Partialdruck von 0,5 mbar solange beschichtet, bis die Schichtdicke etwa 30 µm beträgt. Mit einem derart beschichteten Blattkörper 1 wird die Schnittleistung beispielsweise im Beton deutlich verbessert, wobei eine Energieeinsparung von etwa 45 % möglich ist. Bei gleichbleibender Schnittleistung kann die Standfestigkeit des Kreissägeblatts um das 2,5-fache erhöht werden. Damit ergeben sich besondere Vorteile beim Durchtrennen von Betonteilen im kontaminierten Bereich von Kernkraftwerken, zumal die Beschichtung gegen eine ionisierende Strahlung beständig ist.

**[0021]** Um das Ausfördern des Zerspanungsguts aus der Schnittfuge zu unterstützen, können die Beschichtungen der Seitenflächen 4 des Blattkörpers 1 durch Aussparungen 6 gebildete Förderkanten aufweisen, deren radialer Abstand von der Drehachse entgegen der Drehrichtung des Sägeblatts 1 in Umfangsrichtung zunimmt, wie dies der Fig. 1 entnommen werden kann, sodass sich für das Schnittgut eine quer zur Schnittrichtung verlaufende Förderkomponente ergibt, die das Austragen des Schnittguts aus der Schnittfuge unterstützt.

## Patentansprüche

1. Sägeblatt mit einem eine Beschichtung der Seitenflächen (4) aufweisenden Blattkörper (1), dessen Schneidsegmente (2) auf beiden Seiten über den beschichteten Blattkörper (1) vorstehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Seitenflächen (4) des Blattkörpers (1) zumindest abschnittsweise mit einer mit Silicium, Bor oder Stickstoff dotierten wasserstoffhaltigen amorphen Kohlenstoffschicht (5) aus einer Mischung von  $sp^2$ - und  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen beschichtet sind.
2. Sägeblatt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an  $sp^2$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen 30 bis 65 Gew.% und der Anteil an  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen 20 bis 70 Gew.% betragen.
3. Sägeblatt nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil an  $sp^2$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen 40 bis 60 Gew.% und der Anteil an  $sp^3$ -hybridisierten Kohlenstoffatomen 25 bis 40 Gew.% betragen.
4. Sägeblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil des Siliciums, Bors oder Stickstoffs am Kohlenstoffgehalt 10 bis 20 Gew.% beträgt.
5. Sägeblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungen der Seitenflächen (4) des Blattkörpers (1) durch Aussparungen (6) oder einen abschnittweisen Auftrag gebildete Förderkanten aufweisen.

**Hierzu 1 Blatt Zeichnungen**

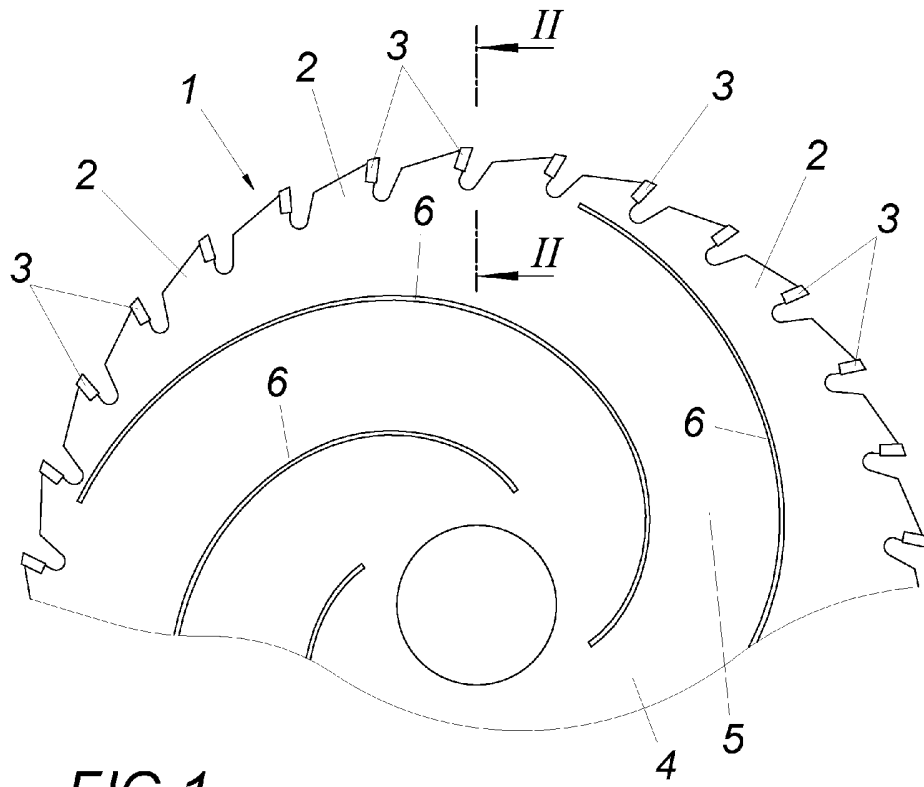


FIG. 1

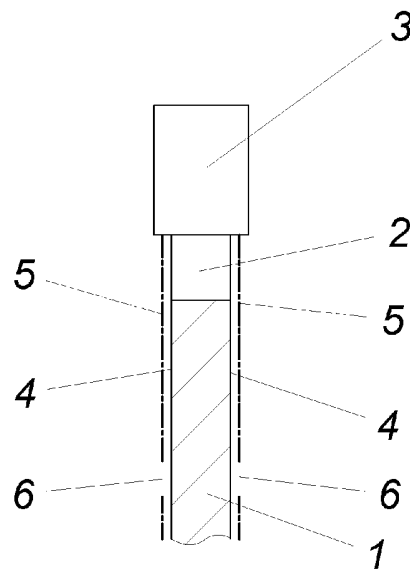


FIG. 2