



(10) **DE 10 2009 047 874 B3** 2011.04.21

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 047 874.4**
(22) Anmeldetag: **30.09.2009**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.04.2011**

(51) Int Cl.: **B23D 61/12 (2006.01)**
B23D 53/00 (2006.01)
B28D 1/04 (2006.01)
B27B 33/06 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
J.N. Eberle & Cie GmbH, 86157 Augsburg, DE

(72) Erfinder:
Kwanka, Werner, Dr., 86157 Augsburg, DE

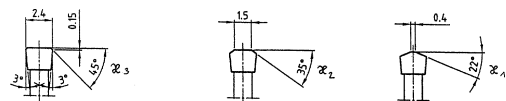
(74) Vertreter:
**Bosch Jehle Patentanwalts-gesellschaft mbH,
80639 München**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 42 00 423 C2

(54) Bezeichnung: **Bandsäge und Sägeblatt**

(57) Zusammenfassung: Die Aufgabe ein Sägeblatt bereitzustellen, mit dem sowohl eine hohe Schnittleistung, ein präzises Schnittbild und an den Schnittflächen eine hohe Oberflächengüte erzielt werden kann, wird durch das erfindungsgemäße Sägeblatt gelöst, das eine Vielzahl von Zähnen $Z_{1,\dots,N}$ mit unterschiedlichen Geometrien aufweist, die sich in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen wiederholen, wobei die unterschiedlichen Geometrien über die folgenden Parameter bestimmt werden: Freiwinkel α ; Keilwinkel β ; Spanwinkel γ ; tangentialer Freiwinkel α_t ; radialer Freiwinkel α_r ; Anstellwinkel $K_{1,2,3,\dots,N}$; Höhe des Zahnes H_{Wert} und Breite des Zahnes B_{Wert} , wobei der Zahn Z_1 mit der größten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{max}}$ den größten Freiwinkel α_{max} und in absteigender Folge der Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ den größten Freiwinkel α_{min} aufweist.



Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Sägeblatt, insbesondere für Bandsägen mit einer Vielzahl von Zähnen, die unterschiedliche Geometrien aufweisen, die sich in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen wiederholen.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Sägeblätter mit einer Vielzahl von Zähnen herzustellen, die unterschiedliche Geometrien aufweisen.

[0003] Aus DE 42 00 423 C2 ist ein Sägeblatt mit einem Grundkörper und ungeschränkten Zähnen bekannt, das sich wiederholende Zyklen von Zähnen aufweist, wobei jeder Zyklus mindestens eine Zahngruppe mit von Zahn zu Zahn abnehmender Höhe und dabei zunehmender Breite aufweist. Die Zähne sind symmetrisch zu einer Längsmittlebene durch den Grundkörper ausgebildet. Die wirksamen Schneiden bzw. Schneidenabschnitte sämtlicher Zähne sind jeweils von einer abknickenden Schnittkante gebildet, deren innerer Abschnitt etwa senkrecht zur Längsmittlebene verläuft und an den sich nach außen eine zum Grundkörper hin geneigte Phase anschließt. Der breiteste Zahn in der Zahngruppe weist zwischen Phase und Flanke einen Winkel größer 90° auf.

[0004] Bei der Verwendung derartiger Sägeblätter hat es sich als nachteilig erwiesen, dass trotz guter Schnittleistung die Rautiefe R_z relativ grob ist. Dies wird auf die Aufschwinganfälligkeit derartiger Sägeblätter zurückgeführt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Sägeblatt bereitzustellen, mit dem sowohl eine hohe Schnittleistung, ein präzises Schnittbild und an den Schnittflächen eine hohe Oberflächengüte erzielt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Sägeblatt mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen 2–10 wiedergegeben.

[0008] Das erfindungsgemäße Sägeblatt weist eine Vielzahl von Zähnen $Z_{1,\dots,N}$ mit unterschiedlichen Geometrien auf, die sich in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen wiederholen, wobei die unterschiedlichen Geometrien über die folgenden Parameter bestimmt werden: Freiwinkel α ; Keilwinkel β ; Spanwinkel γ ; Tangentialer Freiwinkel α_t ; Radialer Freiwinkel α_r ; Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$; Höhe des Zahnes H_{Wert} und Breite des Zahnes B_{Wert} , wobei der Zahn Z_1 mit der größten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{max}}$ den größten Freiwinkel α_{max} und in absteigender Folge der Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ den größten Freiwinkel α_{min} aufweist.

[0009] Erfindungsgemäß wiederholt sich die Zahngeometrie in regelmäßigen oder auch in unregelmäßigen Abständen, so dass ein negatives Aufschwingverhalten vermieden wird. Die vorliegende Erfindung entfaltet ihre Vorteile insbesondere bei Bandsägen. Die vorliegende Erfindung kann aber auch bei Kreissägen oder bei anderen Sägeblätter eingesetzt werden.

[0010] Da Bandsägen aus einem geschlossenen Band bestehen, kann die für diese Erfindung erforderliche Bezifferung der Zähne bei jedem beliebigen Zahn mit Z_1 beginnen. Die fortlaufende Bezifferung der Zähne erfolgt mit Z_1, Z_2, \dots, Z_N in Schnittrichtung. Die Zahngeometrie wiederholt sich erfindungsgemäß nach jedem dritten, vierten oder N-ten Zahn. Es ist aber auch möglich, dass sich die Zahngeometrie in unregelmäßigen Abständen wiederholt.

[0011] Bei einer regelmäßigen Wiederholung der Zahngeometrie kann es vorteilhaft sein, ein Wiederholungsmuster beispielsweise der folgenden Weise vorzunehmen: $N = 3$, d. h. nach drei Zähnen wiederholt sich die Zahngeometrie; $N = 4$, d. h. nach vier Zähnen wiederholt sich die Zahngeometrie, usw. Mit Wiederholung der Zahngeometrie wird sich erfindungsgemäß auch die Parametermodifikationen für die Breite B_{Wert} , Höhe H_{Wert} , Spanwinkel γ , und Freiwinkel α , α_t , α_r wiederholen.

[0012] Bei einer unregelmäßigen Wiederholung der Zahngeometrie kann es vorteilhaft sein, ein Wiederholungsmuster beispielsweise der folgenden Weise vorzunehmen: $N = 3, 4, 5$ oder 6 , d. h. beispielsweise $(3, 4, 3, \dots)$; $(3, 5, 3, \dots)$; $(4, 5, 4, 4, 5, \dots)$; $(3, 5, 6, 5, 3, \dots)$, wobei die Ziffern die Wiederholung der Parametermodifikationen für die Breite B_{Wert} , Höhe H_{Wert} , Spanwinkel γ , und Freiwinkel α , α_t , α_r wiedergeben.

[0013] Vorteilhafterweise ist der Zahn Z_1 mit der größten Höhe H_{max} mit der schmalsten Breite $B_{\text{Wert}} = B_{\text{min}}$ ausgebildet und in absteigender Folge weist der Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe H_{min} die größte Breite $B_{\text{Wert}} = B_{\text{max}}$ auf.

[0014] Vorteilhafterweise ist der Spanwinkel γ_1 bei dem Zahn Z_1 mit der größten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{max}}$ am größten ausgebildet und in absteigender Folge wird der Winkel γ_{1+x} bei dem Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ am kleinsten.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sägeblatts ist der tangentialen und radiale Freiwinkel α_r, α_t bei jedem zweiten, dritten, vierten oder fünften Zahn gleich Null.

[0016] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist jeder zweite Zahn mit geringster Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ und einer maximalen Breite $B_{\text{Wert}} = B_{\text{max}}$ einen tangentialen und radialen Freiwinkel α_r, α_t gleich Null auf.

[0017] Vorteilhafterweise ist das erfindungsgemäße Sägeblatt so ausgebildet, dass der Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$ bei benachbarten Zähnen unterschiedlich ist. Dieser Anstellwinkel kann bei benachbarten Zähnen einen Unterschied zwischen 1° und 25° aufweisen, vorteilhafterweise zwischen 3° und 15° liegen, oder bei einer bevorzugten Ausführungsform kann der Unterschied des Anstellwinkels $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$ von benachbarten Zähnen mindestens zwischen 5° und 7° sein.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Anstellwinkel K bei drei aufeinanderfolgenden Zähnen Z_i, Z_{i+1} und Z_{i+2} nach den folgenden Werten ausgebildet: $K_i = 22^\circ, K_{i+1} = 35^\circ, K_{i+2} = 45^\circ$.

[0019] Mit dem vorliegenden erfindungsgemäßen Sägeblatt werden folgenden Vorteile erzielt.

[0020] Durch die unterschiedliche Höhe und Breite von aufeinanderfolgenden Schneidzähnen verteilt sich die Schnittleistung so auf die Vielzahl von Zähnen, dass ein gegenüber dem Stand der Technik sehr gleichmäßiger und ruhiger Schnittverlauf erzielt wird. Dies verhindert Schneidausbrüche sowie Schneidkantenausbrüche.

[0021] Ferner wird durch die Variation des Anstellwinkels κ sowie durch die erfindungsgemäße Modifikation der tangentialen Freiwinkel α_t und α_r eine gegenüber dem Stand der Technik höhere Oberflächenqualität, insbesondere der Rautiefe erzielt.

[0022] Durch die erfindungsgemäße Wahl der Parameter wird der Vorteil erzielt, dass die Laufruhe gegenüber herkömmlichen Sägeblättern höher ist, so daß auch die Geräuschbelastung wesentlich geringer ausfällt. Während bei herkömmlichen Sägeblättern der Lärmpegel bis zu 120 dB betragen kann, ist dieser bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wesentlich geringer.

[0023] Erfindungsgemäß sind die Parameter Höhe und Breite des Zahnes so auf die tangentialen Freiwinkel α_t und α_r abgestimmt, dass durch die erzielte Laufruhe während des Sägens die Schnittflächen nicht durch Schwingungen des Sägebandes in ihrer Oberflächenqualität beeinträchtigt wird, sondern der Schnittkanal auf beiden Seiten eine hohe Oberflächengüte und eine geringe Welligkeit aufweist.

[0024] Während die Minimierung der Welligkeit im Wesentlichen auf die Höhe und Breite der Schneidzähne zurückzuführen ist, wird die Rautiefe R_z im Wesentlichen durch die Modifikation der tangentialen Freiwinkel α_t und α_r beeinflusst. Die erfindungsgemäße Abstimmung dieser Parametergruppen, insbesondere die regelmäßige Reduzierung der tangentialen Freiwinkel α_t und α_r auf Null bei dem erfindungsgemäßen Sägeblatt führt zu einer Oberflächengüte, die mit Sägeblättern des Standes der Technik bislang nicht erzielt werden konnte.

[0025] Vier bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert, wobei das Ausführungsbeispiel 1 und dessen Parameter in der nachfolgenden Tabelle besonders detailliert erläutert wird.

[0026] Für die Ausführungsbeispiele 2, 3 und 4 sind die Parameterangaben (Höhe, Phasenbreite und Breite) von Ausführungsbeispiel 1 mittels Dreisatz anzupassen. Beispiel: 1,6 mm Banddicke/2,4 mm max. Phasenbreite entspricht 0,9 mm Banddicke/1,7 mm max. Phasenbreite.

[0027] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel 1 wird auf einem Sägeblatt mit einer Banddicke von 1,6 mm und einer 3-er Gruppe von Zähnen 1, 2 und 3 ausgeführt.

	Zahn 1	Zahn 2	Zahn 3
Freiwinkel α	20°	21°	22°
Spanwinkel γ	11°	10°	9°
Anstellwinkel κ	22°	35°	45°
Phasenbreite	0,4 mm	1,5 mm	2,4 mm
Zahnhöhe H	$H_{\max} = H_1$ $H_1 = H_2 + 0,1 \text{ mm}$	$H_{\min} < H_2 < H_{\max}$ $H_2 = H_{\min} + 0,1 \text{ mm}$	$H_{\min} = H_3$ Referenzhöhe: H_{\min}
Zahnbreite B	B_{\min}	$B_{\max} > B_2 > B_{\min}$	B_{\max}

[0028] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel 2 wird auf einem Sägeblatt mit einer Banddicke von 0,9 mm und einer 3-er Gruppe von Zähnen 1, 2 und 3 ausgeführt.

[0029] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel 3 wird auf einem Sägeblatt mit einer Banddicke von 1,1 mm und einer 3-er Gruppe von Zähnen 1, 2 und 3 ausgeführt.

[0030] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel 4 wird auf einem Sägeblatt mit einer Banddicke von 1,3 mm und einer 3-er Gruppe von Zähnen 1, 2 und 3 ausgeführt.

[0031] Es zeigen:

[0032] [Fig. 1](#) eine Frontaleinzelansicht von drei Schneidzähnen Z_1 , Z_2 , Z_3 der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 1;

[0033] [Fig. 2](#) eine Seitenansicht der Zähne Z_1 , Z_2 , Z_3 der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 1;

[0034] [Fig. 3](#) eine Draufsicht der Zähne Z_1 , Z_2 , Z_3 der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 1;

[0035] [Fig. 4](#) eine Frontalansicht von drei Schneidzähnen Z_1 , Z_2 , Z_3 der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 1;

[0036] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung von drei Schneidzähnen Z_1 , Z_2 , Z_3 und deren Spanflächen sowie die Spanquerschnitte der einzelnen Zähne bei einem Vorschub $f_z = 0,01 \text{ mm}$ der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 1;

[0037] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung von drei Schneidzähnen Z_1 , Z_2 , Z_3 und deren Spanflächen der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 2;

[0038] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung von drei Schneidzähnen Z_1 , Z_2 , Z_3 und deren Spanflächen der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 3;

[0039] [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung von drei Schneidzähnen Z_1 , Z_2 , Z_3 und deren Spanflächen der vorliegenden Erfindung des Ausführungsbeispiels 4;

[0040] [Fig. 9](#) eine schematische Drauf- und Seitenansicht von sechs Zähnen mit einem Zahn 3^* mit radialem Freiwinkel $\alpha_r = 0$.

[0041] Die Dimensionierungsangaben für das Ausführungsbeispiel 1 sind direkt den Zeichnungen 1 bis 4 zu entnehmen.

[0042] Das erfindungsgemäße Sägeblatt mit den Merkmalen gemäß Ausführungsbeispiel 1 wurde einem Belastungstest unterzogen, bei dem die Schnittgeschwindigkeit bei 70 m/min und der Vorschub bei 25 mm/min lag. Für Versuchszwecke wurde der Vorschub auf bis zu 100 mm/min hochgefahren, wobei es dennoch zu keinen Ausbrüchen kam. Bei diesem Belastungstest wurde ein Zylinderprofil von 250 mm Durchmesser aus 1.4571 Material austenitischen Stahls verwendet. Die Rautiefe R_z lag zwischen 25 und 40 μm . Gegenüber

herkömmlichen Sägeblättern konnte mit dem erfindungsgemäßen Sägeblatt eine Verbesserung der Oberflächegüte erzielt werden; die Verschleißmarkenbreite war 20% geringer als bei herkömmlichen Sägeblättern.

[0043] In den [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) sind die Spanflächen der erfindungsgemäßen Sägeblätternvarianten dargestellt. Zur Verhinderung bzw. Reduzierung des schädlichen Aufschwingverhaltens, das sowohl eine höhere Geräuschemission als auch eine schlechtere Oberflächengüte zur Folge hat, werden erfindungsgemäß die Spanflächen der Zähne so dimensioniert, dass aufeinanderfolgende Zähne keine gleichen Spanflächen aufweisen. Gemäß [Fig. 5](#) bedeutet dies für das Ausführungsbeispiel 1, dass Zahn 1 eine Spanfläche von $0,92 \text{ mm}^2$, Zahn 2 eine Spanflächen von $0,88 \text{ mm}^2$ und Zahn 3 eine Spanfläche von $0,60 \text{ mm}^2$ aufweist. Die unterschiedlichen Spanflächen der Ausführungsbeispiele 2, 3 und 4 sind den [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) zu entnehmen.

[0044] Erfindungsgemäß wird vom höchsten Zahn somit die größte Spanfläche und von den absteigend kürzeren Zähnen eine abnehmend kleinere Spanfläche im Schnittprozeß abgetragen.

Patentansprüche

1. Sägeblatt mit einer Vielzahl von Zähnen $Z_{1,\dots,N}$, die unterschiedliche Geometrien aufweisen, die sich in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen wiederholen, wobei die unterschiedlichen Geometrien über die folgenden Parameter bestimmt werden:

- Freiwinkel α
- Keilwinkel β
- Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$
- Höhe des Zahnes H_{Wert}

dadurch gekennzeichnet, dass der Zahn Z_1 mit der größten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{max}}$ den größten Freiwinkel α_{max} und in absteigender Folge der Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ den kleinsten Freiwinkel α_{min} aufweist.

2. Sägeblatt nach Anspruch 1, wobei der Zahn Z_1 mit der größten Höhe H_{max} die schmalste Breite $B_{\text{Wert}} = B_{\text{min}}$ und in absteigender Folge der Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe H_{min} die größte Breite $B_{\text{Wert}} = B_{\text{max}}$ aufweist.

3. Sägeblatt nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Spanwinkel γ bei dem Zahn Z_1 mit der größten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{max}}$ am größten ist und in absteigender Folge der Spanwinkel γ bei dem Zahn Z_{1+x} mit der geringsten Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ am kleinsten ist.

4. Sägeblatt nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der tangentielle Freiwinkel α_t bei jedem zweiten Zahn Z_3 gleich null ist.

5. Sägeblatt nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei jeder zweite Zahn mit geringster Höhe $H_{\text{Wert}} = H_{\text{min}}$ und einer maximalen Breite $B_{\text{Wert}} = B_{\text{max}}$ einen tangentialen und radialen Freiwinkel $\alpha_r = 0$, $\alpha_t = 0$ auf.

6. Sägeblatt nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der radiale Freiwinkel α_r und tangentielle Freiwinkel α_t bei jedem vierten oder fünften Zahn Z_{i+4} oder Zahn Z_{i+5} gleich null ist.

7. Sägeblatt nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$ benachbarter Zähne Z unterschiedlich ist.

8. Sägeblatt nach Anspruch 7, wobei der Unterschied des Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$ benachbarter Zähne zwischen 25° und 1° liegt.

9. Sägeblatt nach Anspruch 7, wobei der Unterschied des Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$ benachbarter Zähne zwischen 15° und 3° liegt.

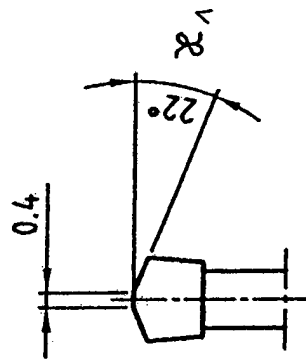
10. Sägeblatt nach Anspruch 7, wobei der Unterschied des Anstellwinkel $\kappa_{1,2,3,\dots,N}$ benachbarter Zähne mindestens zwischen 7° und 5° liegt.

11. Sägeblatt nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Anstellwinkel κ bei drei aufeinanderfolgenden Zähnen Z_i , Z_{i+1} , und Z_{i+2} den folgenden Wert aufweist:

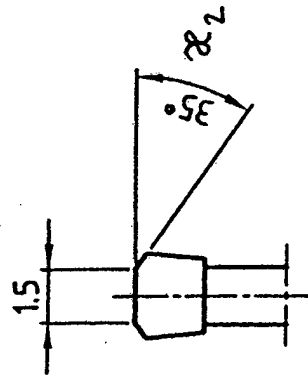
$$\kappa_i = 22^\circ \quad \kappa_{i+1} = 35^\circ \quad \kappa_{i+2} = 45^\circ.$$

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

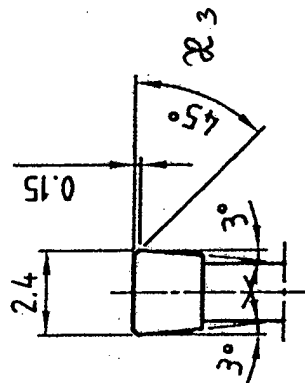
Anhängende Zeichnungen



ZAHN 1



ZAHN 2



ZAHN 3

FIG 1

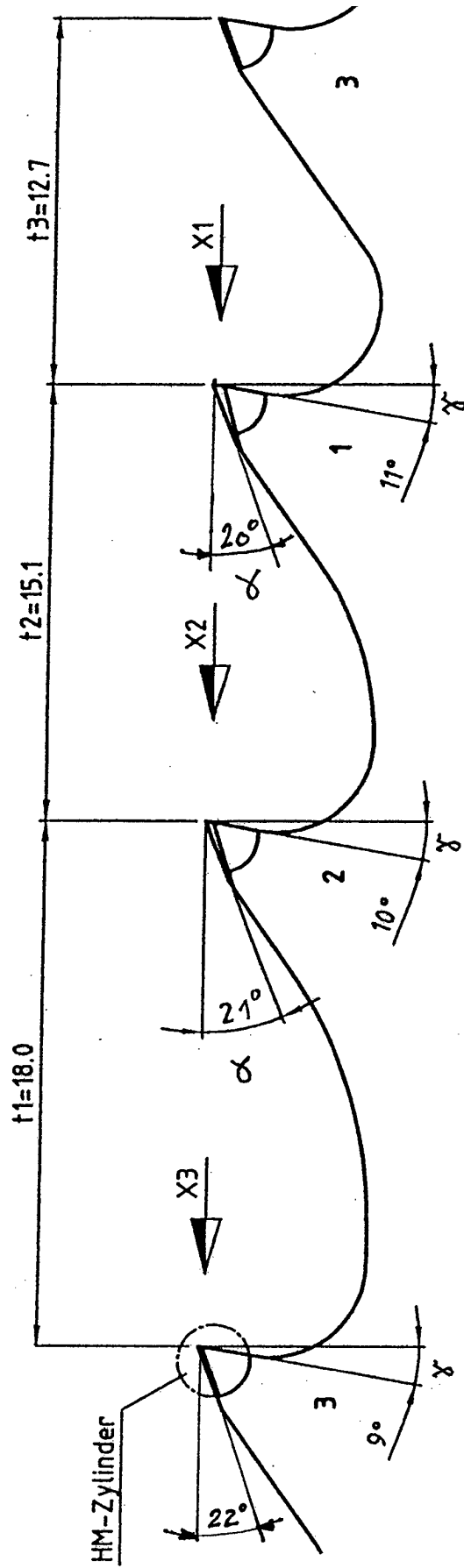


FIG. 2

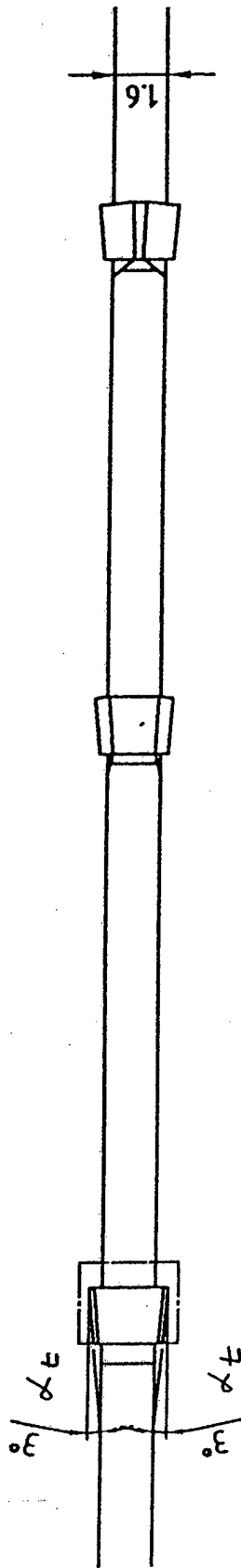


FIG. 3

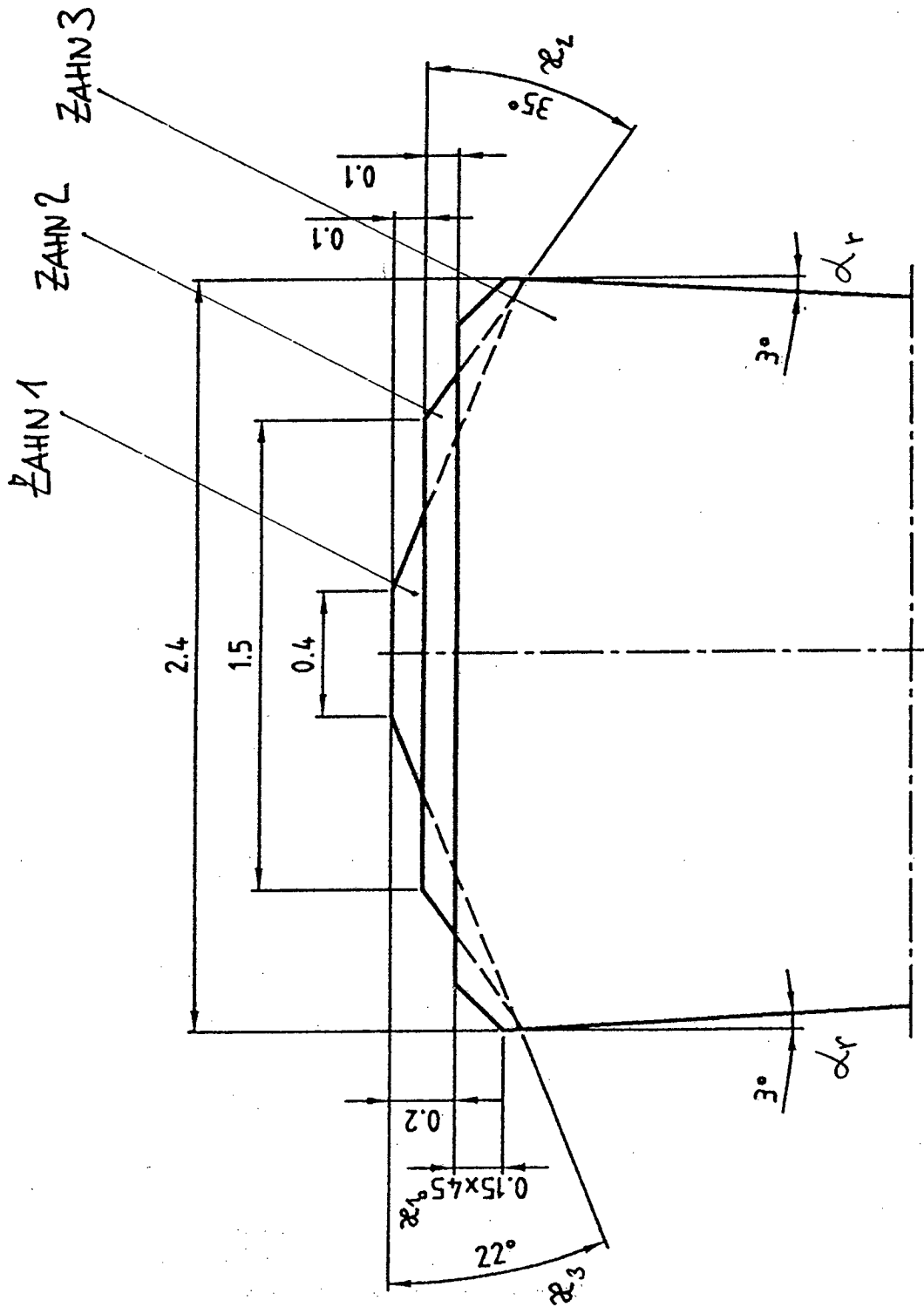


FIG. 4

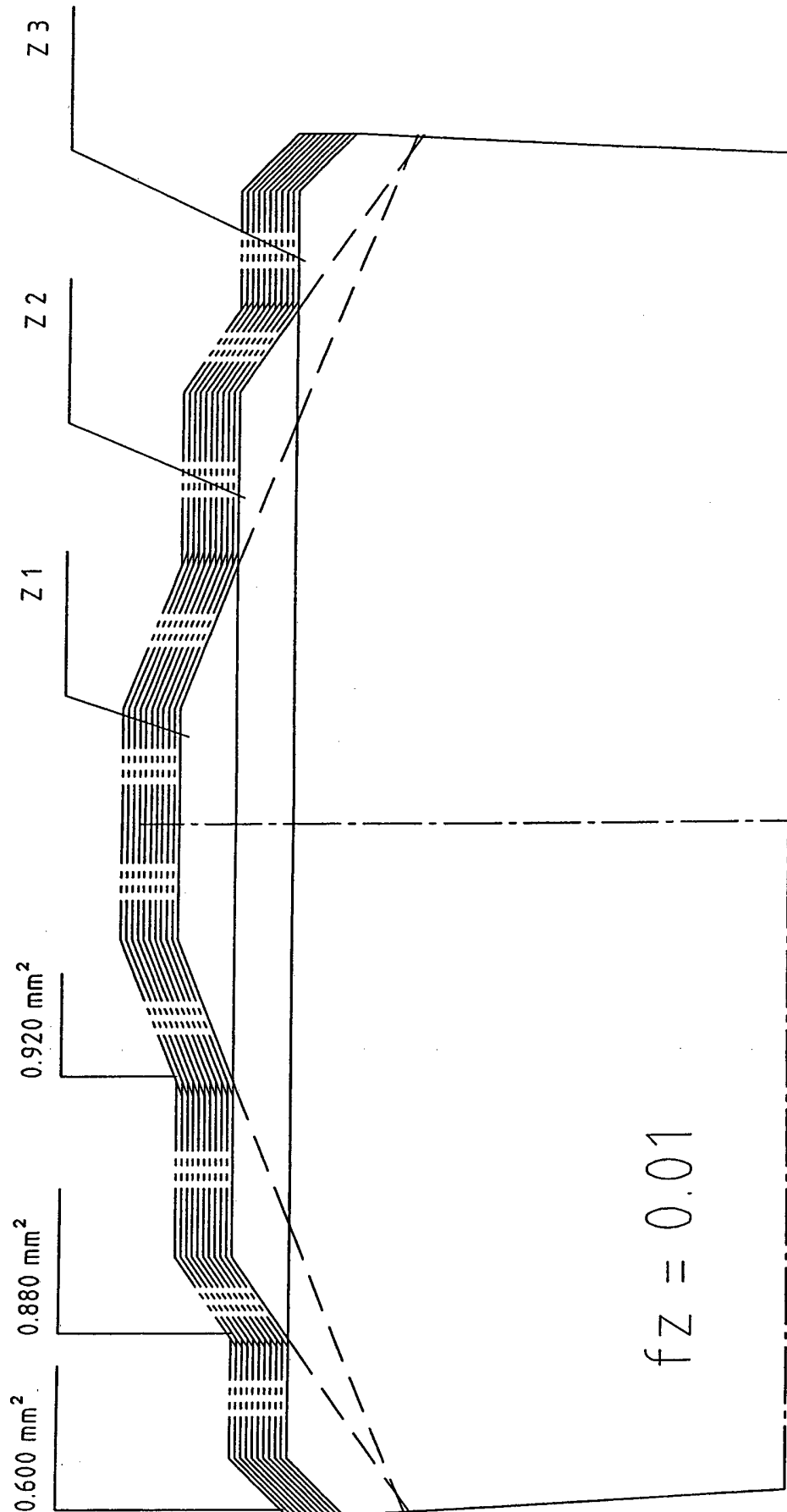


FIG. 5

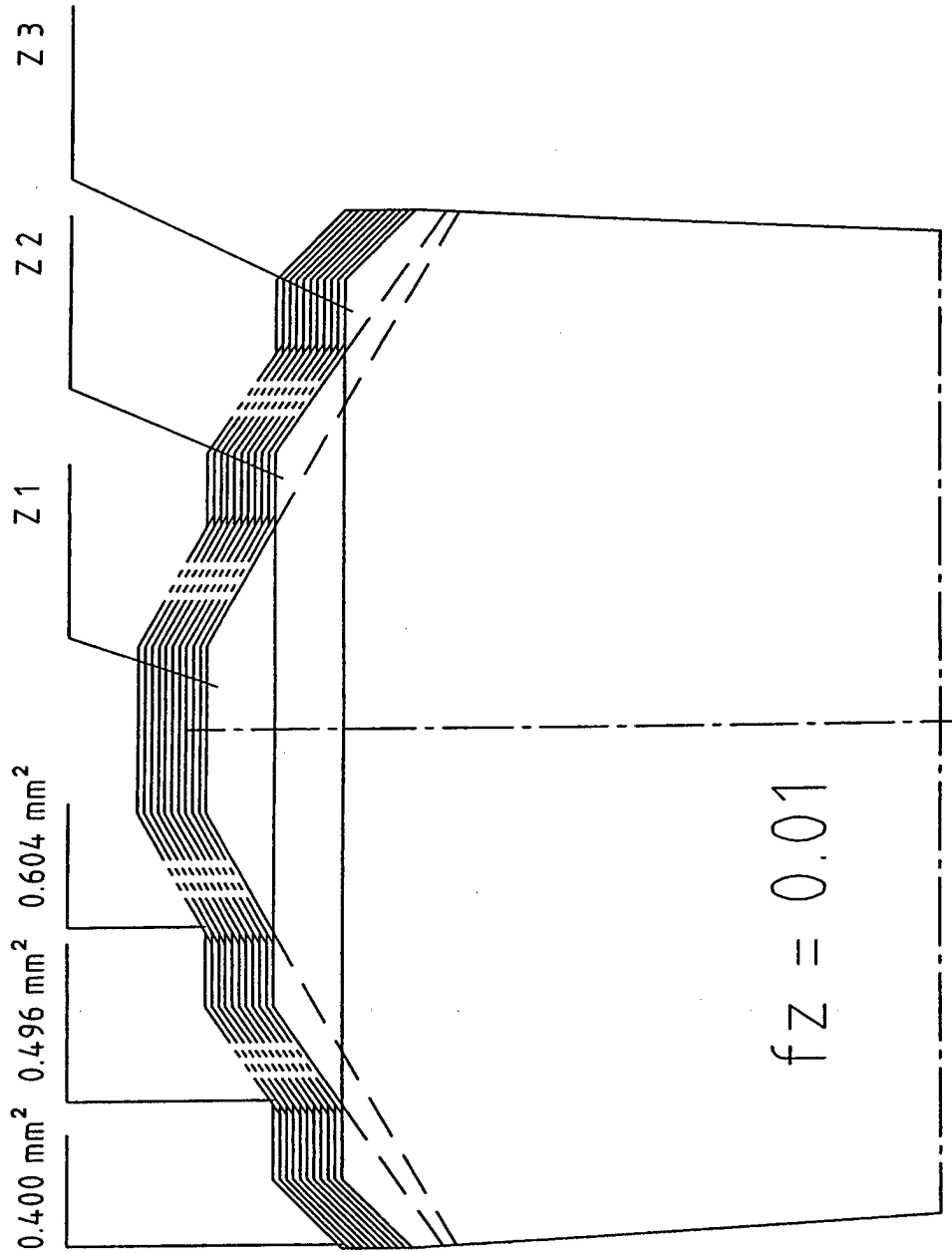


FIG. 6

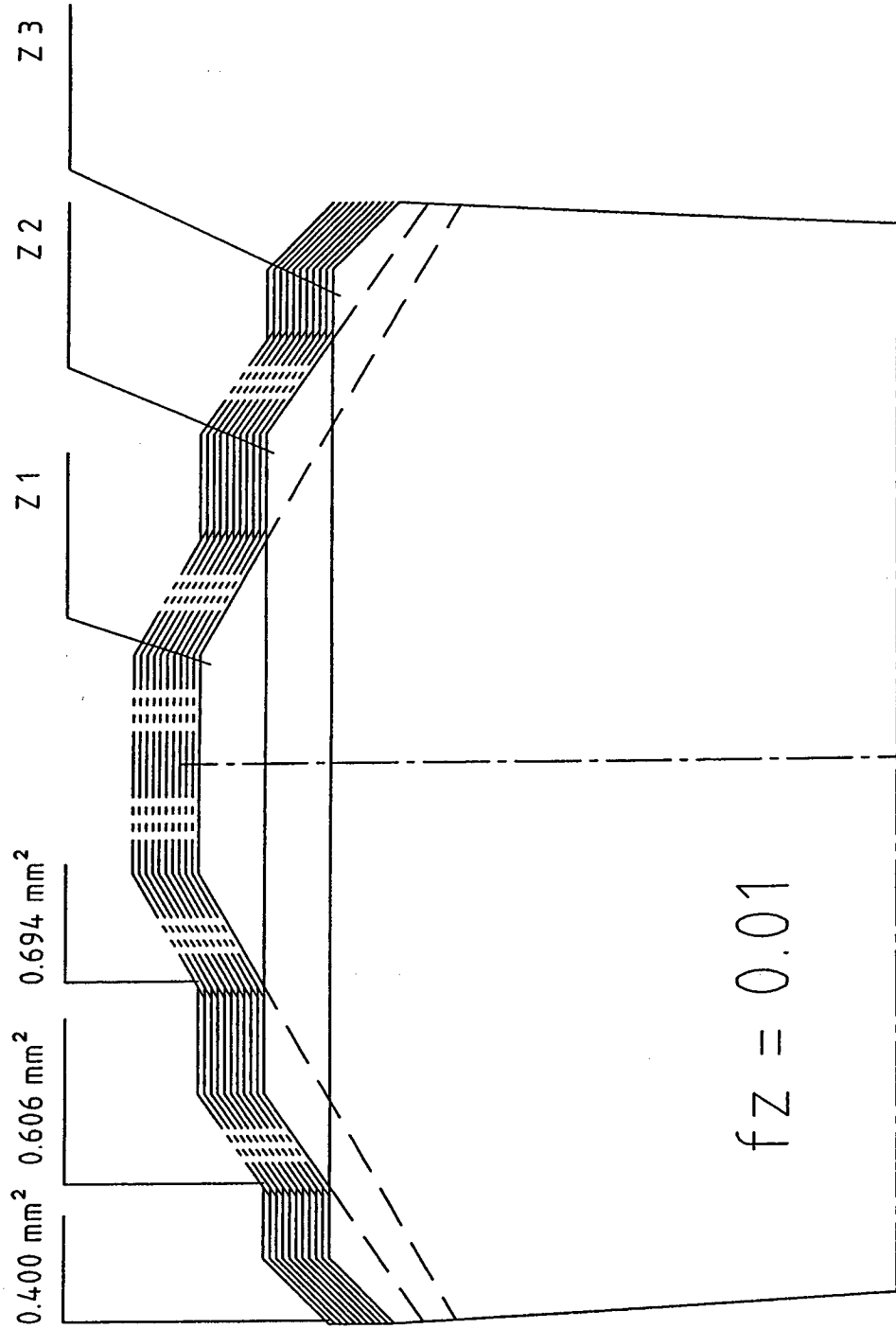


FIG. 7

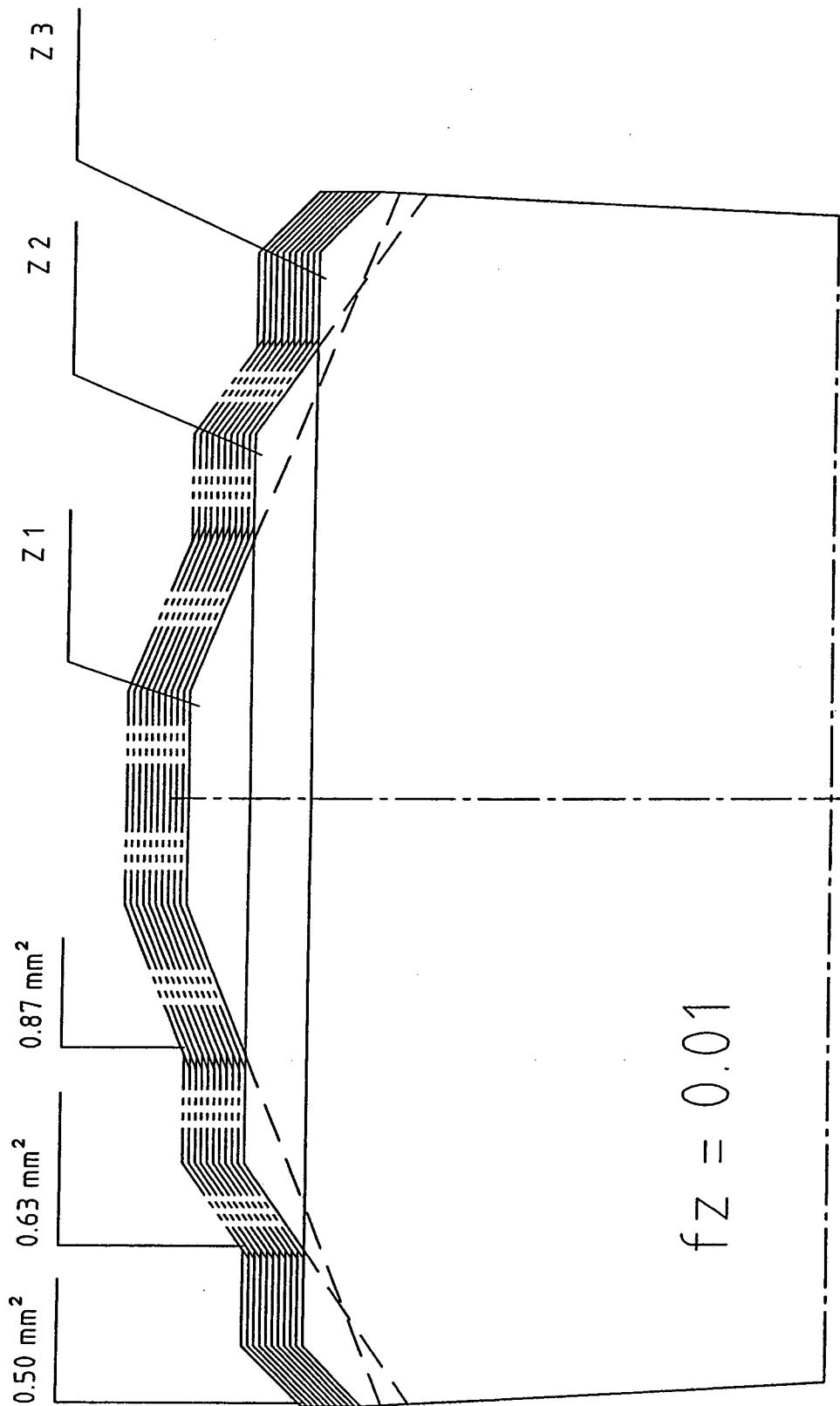
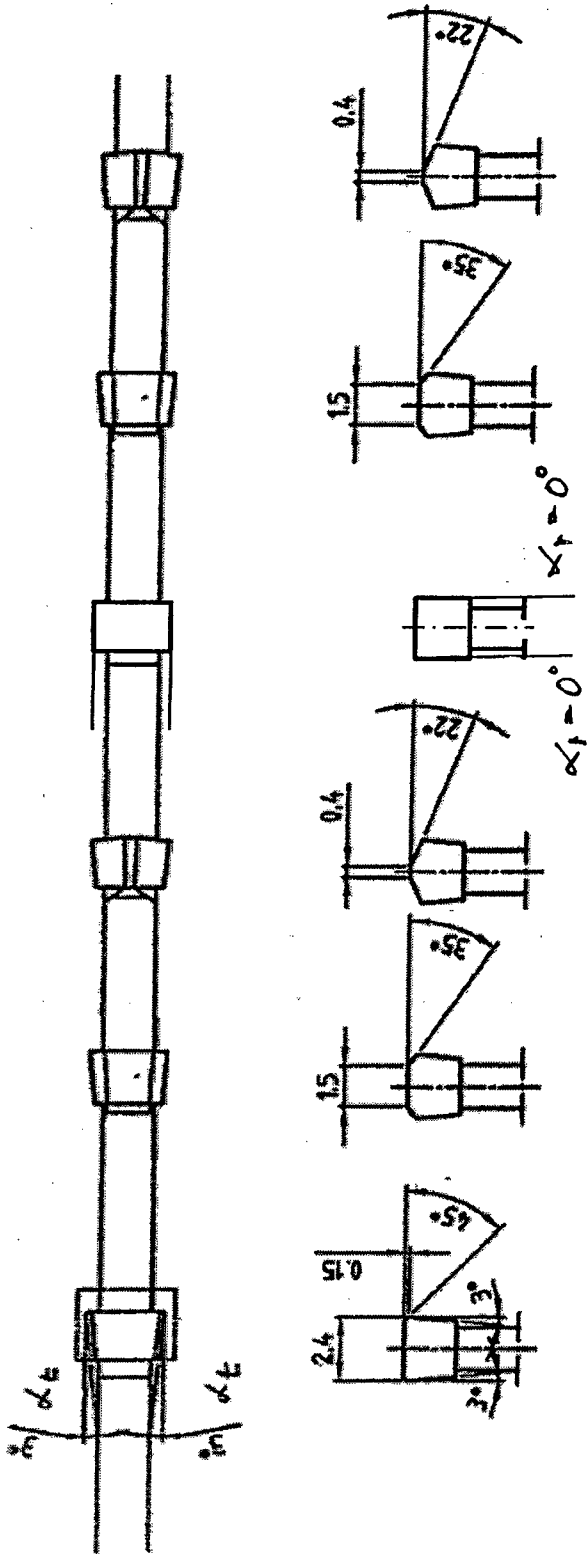


FIG. 8



ZAHN 3 ZAHN 2 ZAHN 1 ZAHN 3* ZAHN 2 ZAHN 1

FIG. 9