

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2552/93

(51) Int.Cl.⁶ : **B60C 11/00**

(22) Anmeldetag: 16.12.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 3.1996

(45) Ausgabetag: 25.10.1996

(56) Entgegenhaltungen:

EP 0542493A1 EP 0528577A1 EP 0118059A2/A3

(73) Patentinhaber:

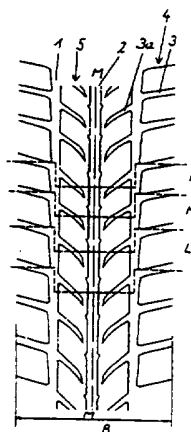
SEMPERIT REIFEN AKTIENGESELLSCHAFT
A-2514 TRAIISKIRCHEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

LIEDERER WERNER DR.
TRAIISKIRCHEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).
JAEGER GERT ING.
BADEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) REIFENLAUFSTREIFEN

(57) Reifenlaufstreifen mit mindestens zwei in Umfangsrichtung umlaufenden Bereichen, die bezüglich ihrer Anzahl und Abfolge gleichartiger Profilelemente übereinstimmen. Die beiden Bereiche des Laufstreifens sind gegeneinander um einen Winkel verdreht, der durch die Beziehung $(2n + 1) \times 180/i$, gegebenenfalls mit einer Abweichung bis zu $\pm 360/2P$ festgelegt ist, wobei $i \leq 20$, insbesondere $i \leq 10$, das Vielfache der Grundfrequenz, die sich durch eine Radumdrehung ergibt und somit die Nummer der Ordnung ist, deren Amplitude minimiert ist, $n \leq i - 1$, n eine natürliche Zahl unter Einschluß der Null, und P die Gesamtanzahl der gleichartigen Profilelemente in den betrachteten Laufstreifenbereichen ist.



Die vorliegende Erfindung betrifft einen Reifenlaufstreifen, mit mindestens zwei in Umfangsrichtung umlaufende Bereichen, die bezüglich ihrer Anzahl und Abfolge gleichartiger Profilelemente übereinstimmen.

Es sind bereits verschiedene Verfahren vorgeschlagen und auch realisiert worden, mit deren Hilfe das von Fahrzeugluftreifen während des Abrollens durch die Profilcharakteristik mit Quernuten, Umfangsnuten, Blöcken etc. entstehende Rollgeräusch angenehmer gestaltet wird. So ist es insbesondere in den letzten Jahren allgemein üblich geworden, die Methode der Pitchlängenvariation anzuwenden, bei der den über den Umfang aufeinanderfolgenden gleichartigen Profilelementen unterschiedliche Umfangslängen, auch Pitchlängen genannt, zugeordnet werden. Beispielsweise ist es üblich, Profilelemente mit in 2 bis 5 unterschiedlichen Längen zu wählen, deren Längenverhältnisse zueinander und deren absolute Längen unter Bedachtnahme auf die sonstigen Profileigenschaften entsprechend gewählt werden und deren günstigste Aufeinanderfolge (Pitchfolge) über den Reifenumfang rechnerisch ermittelt wird. Zu diesem Thema existiert auch eine größere Anzahl von Patentliteratur und es wird in diesem Zusammenhang beispielsweise auf die US 4327792 A und die US 4598748 A verwiesen. Bei diesen Methoden bzw. Verfahren geht es grundsätzlich um eine Modulation des Abrollgeräusches, die insbesondere bewirkt, daß im Bereich der Pitchharmonischen, deren Frequenz von der jeweiligen Gesamtpitchanzahl und der Raddrehzahl abhängt, eine Verbreiterung der auftretenden Frequenzen auf ein Frequenzband und gleichzeitig eine Absenkung der Amplituden erfolgt. Bei vielen Laufstreifenprofilen sind jedoch störende, tieffrequente Geräuschanteile feststellbar, deren Frequenzen sich proportional zur Raddrehzahl (Fahrzeuggeschwindigkeit) ändern. In einem Ordnungsspektrum sind diese Geräuschanteile als ausgeprägte Peaks bemerkbar. Bei Fahrzeuggeschwindigkeiten bis ca. 90 km/h äußern sich diese Frequenzen in einem unangenehmen Brummen oder Dröhnen. Sie lassen sich durch die bekannten Methoden nicht minimieren bzw. eliminieren. Ob bei einem bestimmten Laufstreifenprofil bzw. durch ein bestimmtes Laufstreifenband derartige tieffrequente Geräuschanteile, im Bereich bis etwa zur 20. Ordnung, auftreten, läßt sich meßtechnisch oder rechnerisch feststellen.

Die vorliegende Erfindung hat sich nun die Aufgabe gestellt, bei einem Reifen der eingangs genannten Art eine Minimierung bzw. Eliminierung dieser tieffrequenten Geräuschanteile zu erzielen.

Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß die beiden Bereiche des Laufstreifens gegeneinander um einen Winkel verdreht sind, der durch die Beziehung $(2n + 1) \times 180/i$, ggf. mit einer Abweichung bis zu $\pm 360^\circ/2P$, festgelegt ist, wobei $i \leq 20$, insbesondere ≤ 10 , das Vielfache der Grundfrequenz, die sich durch eine Rundumdrehung ergibt, und somit die Nummer der Ordnung ist, deren Amplitude minimiert ist, $n \leq i - 1$, n eine natürliche Zahl unter Einschluß der Null, und P die Gesamtanzahl der gleichartigen Profilelemente in den betrachteten Laufstreifenbereichen ist.

Nach der vorliegenden Erfindung ist es erstmalig möglich, gezielt störende tieffrequente Geräuschanteile durch einfaches Verdrehen bzw. Verschieben der solche Geräuschanteile erzeugenden Laufstreifenbereiche zu eliminieren bzw. zumindest zu minimieren. Geringfügige Abweichungen von den gemäß der angegebenen Formel ermittelten Verdrehungswerten in der Größenordnung von bis zu $\pm 360^\circ/2P$ haben kaum einen Einfluß auf die Minimierung der Amplitude der betreffenden Ordnung. Solche geringfügigen Abweichungen können sich jedoch auf die Amplituden von hohen Ordnungen im Ordnungsspektrum, die im Bereich der Pitchharmonischen auftreten, positiv auswirken.

Das erfindungsgemäße Verschieben von Laufstreifenbereichen zeigt bei solchen Laufstreifenprofilen sehr gute Wirkung, wo die beiden Bereiche des Laufstreifens eine Gesamtanzahl an gleichartigen Profilelementen von 40 bis 80, insbesondere von 50 bis 70, aufweisen und die Anzahl der unterschiedlichen Profilelemente in den beiden Bereichen des Laufstreifens mindestens 2, insbesondere zwischen 2 und 5, beträgt.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der Zeichnung, die einige Ausführungsbeispiele darstellt, näher beschrieben. Dabei zeigt Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Teilabwicklung eines schematisch dargestellten Laufstreifenprofils für einen PKW-Reifen, Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel in zu Fig. 1 analoger Darstellung, Fig. 3 schematisch die Gesamtabwicklung des Laufstreifens gemäß Fig. 1, Fig. 4 das Laufstreifenprofil nach Fig. 3 mit nach der vorliegenden Erfindung gegeneinander verschobenen Laufstreifenhälften und die Fig. 3a und 4a rechnerisch ermittelte Ordnungsspektren zu den Laufstreifen gemäß Fig. 3 und Fig. 4.

Fig. 1 zeigt ein sogenanntes gepfeiltes und somit laufrichtungsgebundenes Laufstreifenprofil für einen PKW-Reifen, welches symmetrisch zur Umfangsmittellinie M-M gestaltet ist. Derartige Laufstreifenprofile werden insbesondere bei PKW-Reifen eingesetzt. Das schematisch dargestellte Laufstreifenprofil wird über seine Breite B, die der größten Breite in der Bodenaufstandsfläche (Reifen auf seiner Normfelge unter Maximallast und Innendruck gemäß E.T.R.T.O.) entspricht, betrachtet und weist eine entlang der Umfangslinie M-M verlaufende Umfangsnut 2 und zwei weitere im wesentlichen gerade verlaufende Umfangsnuten 1 in den beiden Laufstreifenhälften auf. Eine weitere Gliederung des Laufstreifens erfolgt durch eine Vielzahl

von in Umfangsrichtung voneinander beabstandeten Quernuten 3, derart, daß zu den Laufstreifenrandbereichen zu je eine Schulterblockreihe 4 gebildet wird. Die Quernuten 3 setzen sich laufstreifeninnenseitig als Sacknuten 3a fort, so daß zwischen der mittleren Umfangsnut 2 und den beiden Umfangsnuten 1 je ein Laufstreifenband 5 mit zusammenhängenden Bereichen gebildet wird. Die Anordnung der Quernuten 3 über die Laufstreifenbreite B erfolgt derart, daß jede Quernut 3 in der einen Laufstreifenhälfte zusammen mit ihrer spiegelbildlich angeordneten Quernut 3 in der anderen Lauflflächenhälfte im wesentlichen eine V-Form ergibt. Wie an sich bekannt erfolgt ferner die Anordnung der einzelnen Profilelemente, Blöcke bzw. "Quasiblöcke" in beiden Laufstreifenhälften über den Reifenumfang nach einer bestimmten Abfolge, der sogenannten Pitchfolge. Demnach setzt sich das Laufstreifenprofil aus einer Vielzahl von in Umfangsrichtung aneinander gereihten, gleichartigen Profilelementen, die auch Pitches genannt werden, zusammen. Ein solches Profilelement umfaßt beispielsweise jeweils eine Quernut mit einem unmittelbar benachbarten Block. Als Gesamtzahl der über den Reifenumfang vorgesehenen Profilelemente wird üblicherweise eine Zahl zwischen 40 und 80 gewählt. Dabei werden die Profilelemente mit unterschiedlichen Umfangslängen verwendet deren günstigste Anordnung bzw. Abfolge (Pitchfolge) über den Reifenumfang mittels eines Rechenprogrammes ermittelt wird. Die Abfolge des in Fig. 1 dargestellten Laufstreifenprofils setzt sich aus Profilelementen mit drei unterschiedlichen Längen L (längstes), M (mittleres) und K (kürzestes) zusammen. In Fig. 1 sind einige der Profilelemente mit ihren zugehörigen Grenzen eingezeichnet. Die Abfolge an sich ist dabei nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Da das in Fig. 1 dargestellte Laufstreifenprofil bezüglich der Umfangsmittellinie M-M symmetrisch gestaltet ist, sind auch die Abfolgen der Profilelemente in der linken und in der rechten Laufstreifenhälfte gleich. Fig. 3 zeigt schematisch die Gesamtabwicklung des Laufstreifens nach Fig. 1 in die Ebene, die Gesamtanzahl der Profilelemente beträgt 60. Durch die symmetrische Ausgestaltung und Anordnung der linken und der rechten Laufstreifenhälfte ergibt sich, daß jeweils die in der linken und der rechten Laufstreifenhälfte angeordneten Quernuten beim Abrollen des Reifens gleichzeitig in den Latsch einlaufen und auch auslaufen.

Für einen Reifen der Dimension 195/65 R 15 mit einer Gesamtanzahl an Profilelementen von 60 und einer optimierten Abfolge wurde mit dem in Fig. 3 dargestellten Laufstreifenprofil rechnerisch ein Ordnungsspektrum erstellt. Fig. 3a zeigt dieses Spektrum, wobei auf der Abszisse die Ordnungszahlen und auf der Ordinate die logarithmierten relativen Amplitudenwerte aufgetragen sind. Erwartungsgemäß ergeben sich Maxima im Bereich der Pitchharmonischen (50. bis 60. Ordnung). Auffallend sind jedoch die aufgetreten Maxima im Bereich der tiefen Ordnungen (bis etwa zur 15. Ordnung) und dort insbesondere das Maximum der 3. Ordnung. Bei einem Reifen mit diesem Laufstreifenprofil werden sich daher tieffrequente Geräuschanteile störend bemerkbar machen, und zwar insbesondere als unangenehmes Dröhnen bzw. Brummen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wurde nun festgestellt, daß sich die Amplitude der störenden 3. Ordnung im gegenständlichen Laufstreifenprofil nach Fig. 3 durch ein gezieltes Verdrehen bzw. Verschieben der beiden Laufstreifenhälften gegeneinander reduzieren läßt.

Davon ausgehend, daß der Laufstreifen einen Kreis umschreibt, hat sich herausgestellt, daß sich bei einer gegenseitigen Verdrehung der beiden Laufstreifenhälften um wahlweise 60°, 180° oder 300° die Amplitude der 3. Ordnung minimieren läßt. Fig. 4 zeigt die gegenseitige Verschiebung der beiden Laufstreifenhälften, wobei eine Verdrehung um 60° gewählt wurde. Das zugehörige rechnerisch ermittelte Pegelspektrum ist in Fig. 4a dargestellt. Deutlich zu sehen ist, daß im Bereich der 3. Ordnung nun ein Minimum vorliegt, wobei gleichzeitig die Maxima weiterer tiefen Ordnungen nicht mehr so ausgeprägt sind und ferner sich auch die Amplituden im Bereich der Pitchharmonischen verringert haben. Der letztgenannte positive Effekt hängt in diesem Fall mit der Profilmustercharakteristik zusammen und resultiert demnach mittelbar aus der Maßnahme, die beiden Laufstreifenhälften gegeneinander um 60° zu verdrehen.

Generell lassen sich nach der vorliegenden Erfindung bei Laufstreifenprofilen, die in Profilelementanzahl und Abfolge übereinstimmende Umfangsbereiche, beispielsweise Laufstreifenhälften oder Laufstreifenbänder, aufweisen, in diesen Umfangsbereichen festgestellte, störende tieffrequente Geräuschanteile durch gezieltes Verdrehen dieser Umfangsbereiche gegeneinander eliminieren bzw. zumindest minimieren, wobei die Verdrehung $[\circ] = (2n + 1) \times 180/i$ ist, mit i: Nummer der Ordnung, deren Amplitude minimiert wird, $i = 1$ bis 20, $n \leq i-1$, und n: natürliche Zahl unter Einschluß der Null.

Diese einfache Methode läßt sich erfolgreich für tiefe Ordnungen, etwa bis $i = 20$, insbesondere bis $i \leq 10$ anwenden, da die zugehörigen Frequenzen in einem Bereich liegen, wo die Wellenlängen relativ groß sind im Verhältnis zur Latschbreite B.

Ergibt beispielsweise das Ordnungsspektrum eines Laufstreifens mit gleichen Laufstreifenhälften, daß die Amplitude der 5. Ordnung ein Maximum aufweist, so kann diese Amplitude dadurch minimiert werden, daß die beiden Laufstreifenhälften um wahlweise 36°, 108°, 180°, 252° und 324° gegeneinander verdreht werden. Generell ist feststellbar, daß bei einer 0-Grad-Verschiebung (Ausgangslage) Amplituden von tiefen

Ordnungen annähernd ihren maximalen Pegelwert haben. Über den Reifenumfang betrachtet gibt es demnach fünf Positionen, wo die Amplitude der 5. Ordnung minimal wird. Daraus ergibt sich, was auch in Übereinstimmung mit obiger Formel ist, daß bei einer Verdrehung um 180° alle Amplituden von ungeraden Ordnungen ein Minimum haben und somit diese Verdrehung im allgemeinen sehr günstig sein wird.

- 5 Es hat sich ferner herausgestellt, daß geringfügige Abweichungen von den gemäß obiger Formel ermittelten Verdrehungswerten kaum einen Einfluß auf die Minimierung der Amplitude der betreffenden niedrigen Ordnung zeigen. Solche geringfügigen Abweichungen können sich jedoch auf hohe Ordnungen, die im Bereich der Pitchharmonischen auftreten, positiv auswirken, da sich herausgestellt hat, daß die niedrigen Ordnungen auf große Verdrehungen reagieren, die Ordnungen im Bereich der Pitchharmonischen jedoch sehr stark auf kleine Verdrehungen. Der für diese Feinverdrehung ermittelte Bereich beträgt $\pm 360^\circ/2P$, wobei P die Gesamtanzahl der Profilelemente über den Reifenumfang ist. Dabei gehört es zum Stand der Technik, Feinverdrehungen um die 0° -Lage (Ausgangslage) von Laufstreifenbereichen in dieser Größenordnung vorzunehmen.

- Die erfindungsgemäße Vorgangsweise ist auch auf Laufstreifenprofile anwendbar, die Profilelemente 15 aufweisen, die nicht über die gesamte Laufstreifenbreite B verlaufen. Ein Beispiel eines solchen Profiles ist in Fig. 2 dargestellt. Gezeigt ist die Ausgangslage vor erfindungsgemäßer Verschiebung von Laufstreifenbereichen. Das Profil setzt sich aus vier Blockreihen 6, 6' zusammen, wobei in den beiden Schulterblockreihen 6 und den beiden Mittelblockreihen 6' Abfolge und Gesamtanzahl der Profilelemente jeweils übereinstimmen. Die Abfolge der Profilelemente in den Schulterblockreihen weicht jedoch von den Abfolgen in den 20 Mittelblockreihen ab. Ebenso sind in diesen Blockreihen die Gesamtanzahlen verschieden. Die Lage der Blockreihen 6 bzw. 6' zueinander kann nun erfindungsgemäß optimiert werden, indem rechnerisch oder meßtechnisch festgestellt wird, ob ein bzw. welcher tieffrequenter Geräuschanteil beim Abrollen eines Reifens mit diesem Laufstreifen entsteht, und ob die Schulterblockreihen und/oder die Mittelblockreihen für Maxima im Bereich tiefer Ordnungszahlen verantwortlich sind. Die Ausgangslage für die gemäß obiger 25 Formel ermittelten Verschiebungswerte der jeweiligen Blockreihen ist eine Lage, bei der keine gegenseitige Verschiebung bzw. Verdrehung vorliegt.

- Die vorliegende Erfindung kann demnach auch bei Laufstreifenprofilen angewandt werden, wo nur durch zwei Laufstreifenbänder oder zwei Blockreihen, welche die gleiche Abfolge an Profilelementen und die gleiche Anzahl von Profilelementen aufweisen, störende tieffrequente Geräuschanteile im Abrollgeräusch 30 entstehen.

Patentansprüche

1. Reifenlaufstreifen, mit mindestens zwei in Umfangsrichtung umlaufenden Bereichen, die bezüglich ihrer 35 Anzahl und Abfolge gleichartiger Profilelemente übereinstimmen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Bereiche des Laufstreifens gegeneinander um einen Winkel verdreht sind, der durch die Beziehung $(2n + 1) \times 180/i$, ggf. mit einer Abweichung bis zu $\pm 360^\circ/2P$, festgelegt ist, wobei $i \leq 20$, insbesondere ≤ 10 , das Vielfache der Grundfrequenz, die sich durch eine Rundumdrehung ergibt, und somit die Nummer der Ordnung ist, deren Amplitude minimiert ist $n \leq i - 1$, n eine natürliche Zahl unter 40 Einschluß der Null, und P die Gesamtanzahl der gleichartigen Profilelemente in den betrachteten Laufstreifenbereichen ist.
2. Reifen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Bereiche des Laufstreifens eine Gesamtanzahl gleichartiger Profilelemente von 40 bis 80, insbesondere von 50 bis 70, aufweisen. 45
3. Reifen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anzahl der unterschiedlichen Profilelemente in den beiden Bereichen des Laufstreifens mindestens 2, insbesondere zwischen 2 und 5, beträgt. 50

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

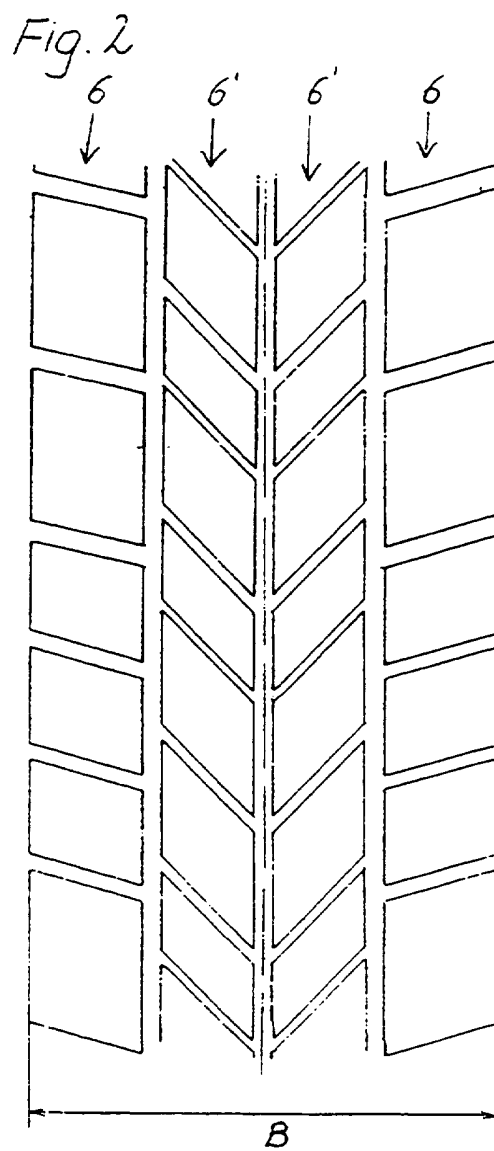
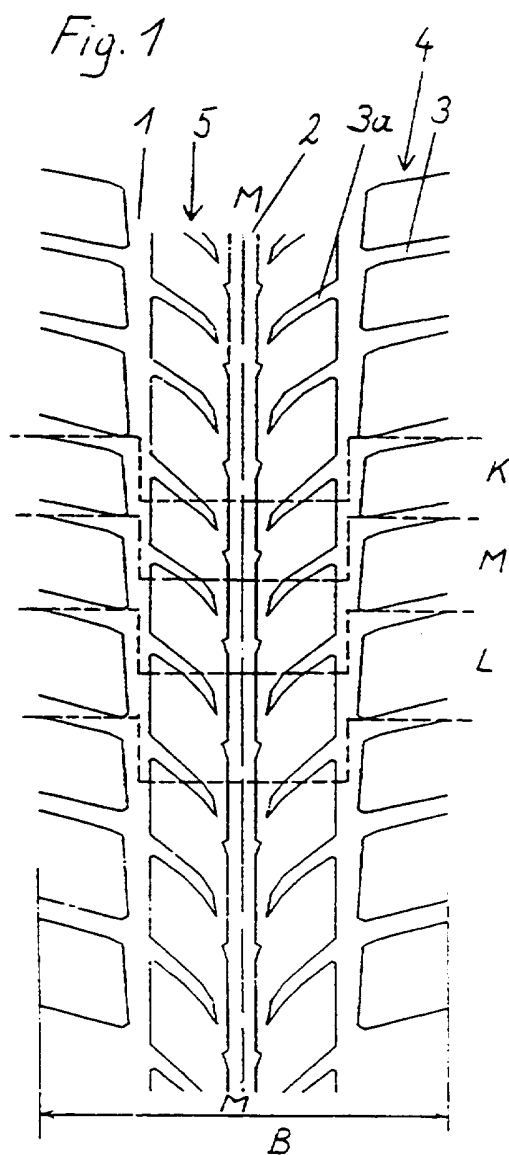


Fig. 3

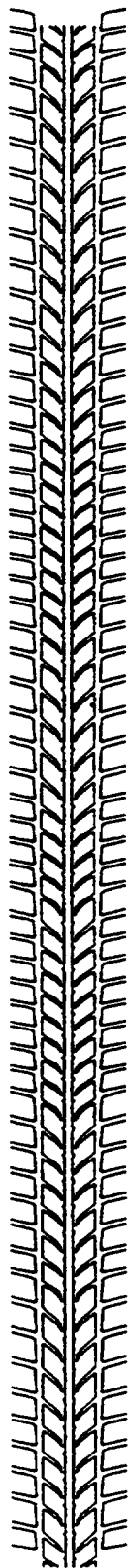


Fig. 4

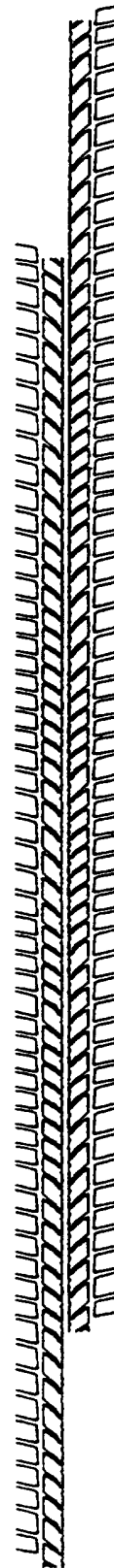


Fig. 3a

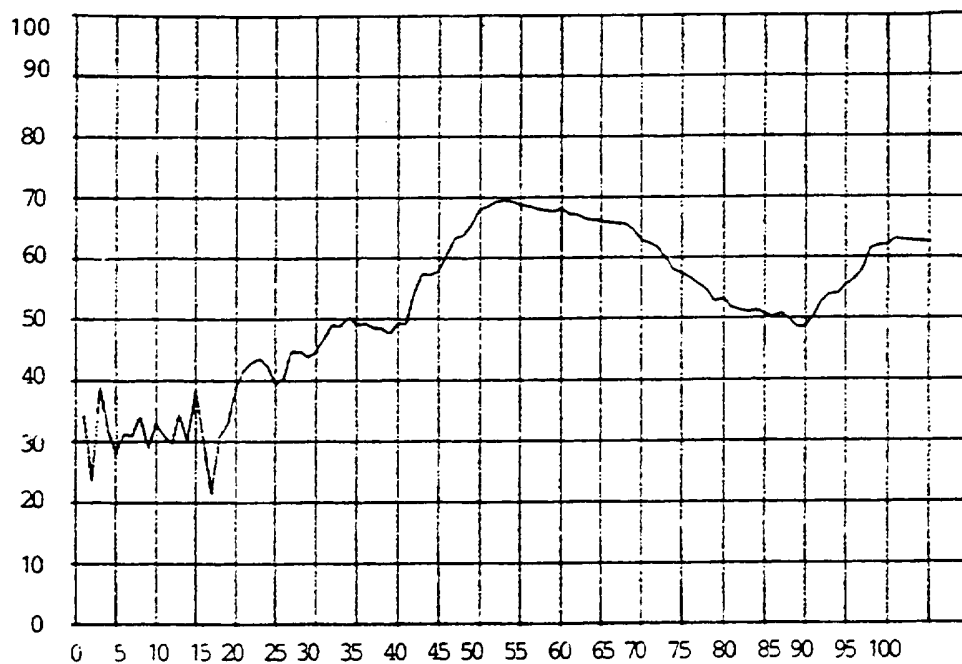


Fig. 4a

