

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫ **N° 81 16779**

⑤④ Transmission comportant une poulie et une courroie crantée.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). F 16 H 7/02; F 16 G 1/28.

②② Date de dépôt..... 3 septembre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : Japon, 3 septembre 1980, n° 122685/80.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 9 du 5-3-1982.

⑦① Déposant : Société dite : MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA et Société
dite : MITSUBOSHI BELTING LTD, résidant au Japon.

⑦② Invention de : Katsuo Kanamori, Hiroyuki Okawa, Fumihito Nakagawa, Takahide Mizuno et
Isamu Nagai.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne une transmission à courroie crantée, comprenant une poulie et une courroie crantée. Plus précisément, elle concerne la mise en oeuvre d'une relation dimensionnelle prédéterminée entre une poulie à gorge et à dents de section trapézoïdale, et une courroie crantée ayant des dents ou crans délimités par des combinaisons de droites et d'arcs de courbe.

Une courroie crantée permet un entraînement positif et sans glissement, contrairement à une courroie plate ou trapézoïdale. Elle présente aussi un certain nombre d'avantages par rapport à un pignon et à une chaîne. Par exemple, elle ne nécessite aucune lubrification. Pour ces raisons, on a utilisé de plus en plus des courroies crantées dans la période récente.

La transmission d'énergie d'une courroie crantée est assurée par coopération de ses dents avec le réa d'une poulie. La courroie risque de créer un bruit sous forme de sons anormaux lorsqu'elle vient au contact de la poulie ou lorsqu'elle s'en sépare, suivant la configuration des crans ou dents ou la coopération particulière de la courroie et de la poulie. En outre, il est possible que la courroie ait une surface usée ou des crans détériorés.

On connaît déjà une transmission comportant une courroie munie de crans de section trapézoïdale, et une poulie ayant un profil complémentaire de celui des crans de la courroie, les deux éléments étant destinés à coopérer comme spécifié par exemple par la norme Ip-24 (1978) de RMA (Rubber Manufacturers Association). La surface menée inclinée de la gorge formée dans la courroie est destinée à être en contact intime avec la surface menante inclinée associée de la dent ou du cran de la poulie, alors qu'il reste un espace entre la crête du cran de la courroie et le fond du réa de la poulie. La gorge de la courroie est dure puisqu'elle a une toile extérieure avec un corps dur de résistance à la traction élevée à proximité. Les dents de la poulie sont aussi formées d'une matière dure, telle qu'un métal ou une résine. En conséquence, le contact de

la gorge de la courroie et de la dent de la poulie provoque une vibration de la courroie. La fréquence f de cette vibration est habituellement représentée par l'équation suivante :

$$f = \frac{\text{Nombre de dents de la poulie} \times \text{Vitesse de rotation de la poulie}}{60}$$

- Il existe une résonance et elle crée un son anormal lorsqu'un arbre menant, un arbre mené, un arbre fou ou un autre élément quelconque entourant la poulie a une fréquence fondamentale f' égale à n/f ou f/n (n étant un nombre entier). Lorsque ce dispositif est utilisé dans un moteur d'automobile ou analogue, on constate en particulier que la résonance apparaît souvent à une partie quelconque de la plage très variable de vitesses de rotation du moteur, et provoque la création d'un bruit déplaisant.
- Lorsque de telles substances dures viennent frapper l'une contre l'autre, il apparaît un bruit ayant une fréquence relativement élevée. La gorge d'une courroie risque de venir au contact de la dent d'une poulie, avec application de forces de cisaillement à un cran de la courroie.
- On a déjà mis au point un système d'entraînement dans lequel les crans d'une courroie ont une hauteur supérieure à la profondeur du réa d'une poulie et sont destinés à coopérer sous l'action de forces de compression afin de remédier à ces inconvénients, comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 037 485. Dans ce système, un cran d'une courroie est déformable sous l'action des forces de compression à l'intérieur du réa d'une poulie et diminue de hauteur si bien que l'usure de la gorge de la courroie au contact de la dent d'une poulie est évitée.
- Le cran d'une courroie est complémentaire du réa d'une poulie et est au contact de toute la surface de la gorge formée dans le réa. La surface menante-menée inclinée du cran d'une courroie au contact d'une surface menée-menante inclinée correspondante de la gorge du réa de la poulie a une surface agrandie au maximum si bien qu'une pression de

contact faible peut être maintenue et réduit la déformation des crans. Ainsi, le cran d'une courroie n'a qu'un degré limité de liberté pour se déformer dans la gorge de la poulie sous l'action des forces de compression. Un
5 tel cran ne donne pas une absorption satisfaisante des chocs. Il apparaît donc obligatoirement un bruit important lorsque le cran d'une courroie coopère avec le réa d'une poulie.

Compte tenu des problèmes précités, l'invention
10 concerne le perfectionnement de la configuration du cran d'une courroie et la relation dimensionnelle entre la courroie et la poulie, dans leur position de coopération statique, et l'invention concerne ainsi une transmission à courroie crantée créant moins de bruit lors de la mise
15 en contact de la gorge de la courroie et d'une dent de la poulie et entre un cran de la courroie et une gorge de la poulie ; le bruit anormal dû aux vibrations lors de la mise en contact d'une gorge de la courroie et d'une dent de la poulie est évité ; en outre, la surface de la gorge
20 de la courroie est protégée contre l'usure lors de la transmission d'énergie sous des charges élevées, et la durée de la courroie est prolongée.

Plus précisément, l'invention concerne une transmission à courroie crantée qui comporte une courroie crantée de caoutchouc ou d'une autre matière élastique ou d'une
25 résine synthétique, ayant des crans et des gorges formés alternativement avec un pas fixe suivant sa longueur, chaque cran ayant une première région qui occupe 60 à 95 % de sa hauteur H_b , et une seconde région formant le reste
30 du cran, au niveau de sa crête, la première région étant délimitée par des surfaces plates ayant une inclinaison d'angle prédéterminé θ par rapport à l'axe central du cran, la seconde région ou la crête au moins du cran étant délimitée par un arc de cercle centré sur l'axe central du cran,
35 et une poulie munie de dents, ayant des gorges et des dents de section sensiblement trapézoïdale, chaque gorge du réa de la poulie ayant une profondeur H_p choisie afin que, avec

la hauteur H_b de chaque cran de la courroie, elle satisfasse à une relation dimensionnelle telle que le rapport $\frac{H_b - H_p}{H_b}$ est compris entre 0 et 0,15, si bien que les crêtes des crans de la courroie viennent au contact des surfaces du fond des gorges de la poulie lorsque la courroie et la poulie sont en contact mutuel.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une élévation latérale partielle d'une transmission selon l'invention à courroie crantée, dans laquelle cette courroie est représentée lors de sa mise au contact d'une poulie ;

la figure 2 est une élévation latérale partielle de la transmission dans laquelle la courroie crantée est en position de coopération statique avec la poulie ;

la figure 3 est un détail du dessin d'un cran d'une courroie crantée selon l'invention ; et

la figure 4 est une élévation latérale partielle d'une transmission selon un autre mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 représente en élévation latérale partielle, une courroie crantée 2 au contact d'une poulie 1 munie de dents. La courroie 2 est essentiellement formée de caoutchouc ou d'une autre matière élastique ou d'une résine synthétique et elle a une âme 3 ayant une résistance élevée à la traction. La courroie 2 a un cran 4 destiné à coopérer avec une gorge 11 formée dans la poulie 1. Celle-ci a une dent 5 destinée à coopérer avec une gorge 6 de la courroie 2. Cette dernière coopère avec la poulie 1 lors de son déplacement dans le sens de la flèche 7. L'âme 3 de la courroie 2 a un axe central qui représente une courbe primitive 8 pour la courroie 2. Lorsque cette courbe 8 coïncide avec une courbe primitive 9 de la poulie 1, la courroie 2 vient progressivement au contact de la poulie 1. Les crans 4 de la courroie 2 ont une crête 10 qui ne vient

que partiellement au contact du fond 12 de la gorge 11 de la poulie 1, la plus grande partie de la crête 10 ayant une surface libre. Le cran 4 de la courroie 2 peut se déformer par compression afin de compenser efficacement la pression de contact entre la dent 5 de la poulie 1 et la gorge 6 de la courroie 2 si bien que cette dernière peut rester au contact de la poulie 1 sans créer un bruit important ou des sons anormaux.

Sur la figure 2, la courroie crantée 2 est en position de contact avec la poulie 1. Un seul cran 4 est représenté sur la courroie 2, bien que celle-ci comporte plusieurs crans et plusieurs gorges disposés de façon alternée avec un certain pas, suivant la longueur. Le cran 4 a un profil délimité par une combinaison de surfaces plates et courbe comme indiqué sur la figure 2. Les surfaces plates dépassent de la surface 13 de la gorge de la courroie et occupent 60 à 95 % de la hauteur H_b du cran 4 comme indiqué par la référence ht . Elles délimitent une première région 14. Ces surfaces plates sont inclinées l'une par rapport à l'autre suivant un angle θ compris entre 40 et 50°. Cette plage d'angle est souhaitable pour une coopération convenable des dents 4 et de la gorge 11. Une hauteur inférieure à 60 % de la hauteur totale H_b du cran dans la première région 14 est indésirable car elle provoque une réduction des surfaces planes et réduit finalement l'efficacité du fonctionnement de la courroie.

La surface courbe forme une seconde région 15 qui aboutit à la crête 10 du cran 4. Elle a un centre 21 placé sur l'axe central 16 du cran 4, et son rayon est indiqué par la référence R_1 . Un cran trapézoïdal d'une courroie connue a une surface 17 de sa crête qui est parallèle à la surface 13 de la gorge comme indiqué à la limite entre la première et la seconde région 14 et 15. Ainsi, le cran de la courroie crantée selon l'invention a un profil formé par addition d'une partie courbe à la configuration trapézoïdale connue. La hauteur H_b du cran 4 est ainsi égale à la hauteur ht de la dent trapézoïdale

additionnée de la hauteur Δh de la partie courbe. Les limites 18 entre les première et seconde régions 14 et 15 sont définies par des segments courbes de rayon convenable.

L'arc de cercle délimitant la seconde région 15
 5 passe par un point 19 qui se trouve sur l'axe central 16 du cran 4, à une distance H_b de la surface 13 de la gorge, et par deux points 20 qui se trouvent sur les arcs de cercle formant les zones limites 18.

La figure 3 représente à titre illustratif le
 10 dessin du cran de la courroie 2. Les traits inclinés délimitent le profil d'une courroie connue à cran trapézoïdal. La hauteur h_t du cran, l'angle θ des surfaces inclinées, le rayon r_b des arcs de cercle formant les limites entre les surfaces inclinées et la crête de la dent, et la dis-
 15 tance PLD (c'est-à-dire la distance comprise entre l'axe central de l'âme de la courroie et la surface 13 de la gorge) sont déterminés par la norme précitée, etc.

Selon l'invention, la hauteur H_b d'un cran d'une courroie est déterminée d'après la relation $\frac{H_b - H_p}{H_b} = 0$ à
 20 0,15, cette relation étant décrite en détail dans la suite du présent mémoire et permettant la détermination des points 19, 20 et 20'. Le point 19 se trouve sur l'axe central 16 du cran et à une distance H_b de la surface 13 de la gorge. Les points 20 et 20' se trouvent sur les arcs
 25 de cercle de rayon r_b et les divisent en deux parties égales. Les trois points 19, 20 et 20' se trouvent sur un arc de cercle de rayon R_1 dont le centre 21 se trouve sur l'axe central 16 du cran.

Les gorges et les dents de la poulie 1 avec la-
 30 quelle la courroie coopère, ont une section trapézoïdale délimitée par des surfaces planes, comme dans le cas d'une poulie connue. On peut aussi utiliser de manière connue une poulie à gorges et dents trapézoïdales dans laquelle chaque gorge 11 a des surfaces 22 inclinées en dévelop-
 35 pante et une surface inférieure plate 12.

L'invention concerne donc une transmission ren-
 table qui ne nécessite aucune configuration particulière

des dents de la poulie, permettant l'utilisation d'une poulie connue avec la courroie crantée qui a une configuration particulière de crans, comme décrit précédemment.

Une autre caractéristique importante de l'invention est la relation dimensionnelle précitée entre la courroie crantée et la poulie. Lors de la réalisation de la courroie, il est essentiel que la hauteur H_b de chaque cran de la courroie soit supérieure ou égale à la profondeur H_p de chaque gorge de la poulie, suivant la relation :

$$\frac{H_b - H_p}{H_b} = 0 \text{ à } 0,15$$

bien qu'il soit hors de question, au point de vue de la fabrication, de choisir la valeur de H_b inférieure à H_p , il est aussi indésirable de choisir la valeur de $\frac{H_b - H_p}{H_b}$ au-delà de 0,15 puisque la courroie peut alors sauter ou quitter la poulie. Des considérations théoriques expérimentales confirment la validité de la relation dimensionnelle précitée.

Il peut exister un jeu entre les flancs du cran 4 de la courroie et les flancs 22 de la gorge 11 de la poulie.

Lors de l'utilisation de la configuration précitée pour la courroie crantée et de la relation dimensionnelle indiquée entre la courroie et la poulie, la courroie crantée ne provoque aucune vibration ou aucun bruit ou son anormal lorsqu'elle vient au contact d'une poulie ayant des dimensions spécifiées par la norme précitée RMA, etc. Le cran relativement mou, formé de toile et de caoutchouc ou d'une autre matière élastique, constitue un élément anti-vibratoire lorsque la crête vient frapper le fond de la gorge formée dans la poulie. La crête arrondie du cran vient progressivement au contact de la gorge de la poulie, en roulant, il n'y a pas de chocs entre la gorge de la courroie et la dent de la poulie puisque la pression de contact est réduite. La gorge de la courroie est protégée contre les détériorations, et aucune pression importante de contact ne lui est appliquée.

Pendant la période initiale de mise en contact de la courroie et de la poulie, une partie seulement de la crête du cran de la courroie vient au contact du fond de la gorge de la poulie puis la plus grande portion de la partie courbe de la dent se déforme par compression dans la gorge de la poulie, sans être retenue d'aucune manière par ses surfaces inclinées. Ainsi, le cran relativement mou de la courroie joue pleinement son rôle d'absorption de chocs et réduit le bruit qui peut être créé lorsque la crête du cran de la courroie vient au contact du fond de la gorge de la poulie. Lorsque le cran de la courroie est exactement complémentaire de la gorge de la poulie, le bruit ne peut pas être réduit puisque toute la surface du cran vient au contact de la poulie, et sa propriété de déformation sous compression est limitée par les surfaces inclinées de la gorge de la poulie. Ainsi, selon une caractéristique importante de l'invention, seule une partie de la crête du cran de la courroie vient au contact du fond de la gorge de la poulie.

La figure 4 représente une variante d'une transmission selon l'invention. Une courroie crantée 23 a des crans délimités par des surfaces plates dans une première région 25 partant d'une surface 24 d'une gorge, occupant une hauteur h_t comprise entre 60 et 95 % de la hauteur H_b d'un cran 30, et part deux arcs de cercle 28 et 29 dans une seconde région 26 qui se termine à la crête 27. Ces arcs de cercle 28 et 29 sont centrés sur l'axe central 32 du cran 30.

L'arc de cercle 29, dans la seconde région 26, délimite clairement la crête 27 du cran 30. La seconde région 26 délimitée par les deux arcs de cercle 28 et 29 a une section inférieure à celle de la seconde région 15 représentée sur la figure 2 car elle n'est délimitée que par un arc de cercle. Cette disposition laisse un plus grand espace libre 31 entre la courroie et la poulie lorsque la crête 27 du cran de la courroie est venue au contact du fond de la gorge de la poulie. Ainsi, le bruit créé lors-

que le cran 30 de la courroie est venu au contact de la gorge 33 dans la poulie est réduit.

L'invention permet la suppression de la création de tout bruit par chocs entre le cran de la courroie et la gorge de la poulie pendant leur mise en contact, par déformation du cran au contact du fond de la gorge avec absorption de cette manière de l'énergie du choc mutuel. L'absorption de l'énergie de choc empêche aussi la création du bruit qui pourrait être dû au choc de la gorge de la courroie et de la dent de la poulie.

On considère maintenant plus en détail des exemples de mise en oeuvre de l'invention, donnés à titre purement illustratif.

Exemple 1

On soumet à des essais des courroies crantées destinées à transmettre de l'énergie entre un vilebrequin et un arbre de pompe à huile d'un moteur à essence de 2000 cm³, à une fréquence fondamentale f' de 300 Hz. On utilise d'abord une courroie connue ayant des crans de section trapézoïdale. Les principales dimensions de la courroie sont les suivantes :

pas : 9,525 mm
nombre de crans : 122
largeur de la courroie : 19 mm
hauteur ht des crans : 2,29 mm
rayon rb de l'arc de cercle : 1,02 mm
angle θ des crans : 40°
distance PLD : 0,686 mm

La courroie passe autour du vilebrequin, sur une poulie ayant des dents et des gorges de section trapézoïdale délimitée par des surfaces planes, montée sur l'arbre de la pompe à huile, et sur une poulie de pompe à huile. La poulie du vilebrequin a vingt-quatre dents, une profondeur de gorge H_p de 2,59 mm, et un angle θ des dents de 40°. La poulie de la pompe à huile a dix-huit dents, une profondeur H_p de gorge de 2,59 mm et un angle θ des dents de 40°. La courroie crée un bruit par résonance et fait

apparaître un son anormal lorsque la poulie du vilebrequin tourne à une faible vitesse comprise entre 600 et 900 tr/min, et à une fréquence f comprise entre 240 et 360 Hz.

On utilise ensuite une courroie crantée selon l'invention, telle que représentée sur la figure 3. Les principales dimensions de cette courroie sont les suivantes :

- pas : 9,525 mm
- nombre de crans : 122
- 10 largeur de la courroie : 19 mm
- hauteur H_b des crans : 2,75 mm
- rayon R_1 de l'arc de cercle : 3,55 mm
- rayon r_b de l'arc de cercle : 1,02 mm
- angle θ des crans : 40°
- 15 distance PLD : 0,686 mm

Aucun bruit et aucune vibration n'est créé entre les gorges de la courroie et les dents de la poulie, quelle que soit la vitesse de rotation de la poulie du vilebrequin.

Exemple 2

- 20 On fait passer sur une poulie menante ayant des dents et des gorges de section trapézoïdale délimitées par des surfaces planes, et sur deux poulies menées, d'une part une courroie connue et d'autre part une courroie selon l'invention, toutes deux du type utilisé dans l'exemple 1.
- 25 La poulie menante a trente-deux dents, une hauteur H_p des dents de 2,59 mm et un angle θ de 40° . Chacune des poulies menées a seize dents, une hauteur H_p de dents de 2,59 mm et un angle θ de 40° . On vérifie alors le bruit et la durée d'une transmission ayant une poulie de tension placée entre les poulies menées. Les résultats figurent dans le
- 30 tableau qui suit. La courroie est entraînée à une température ambiante de 100°C . La poulie menante tourne à une vitesse de 3000 tr/min. La courroie a une charge de $5,6 \cdot 10^4$ Pa. La valeur du rapport $\frac{H_b - H_p}{H_b}$ est égale à 0,05.

35	Bruit (dB)	Durée de vie (heures)
Transmission connue	95	170
Transmission selon l'invention	89	495

Comme l'indique clairement la description qui précède, la transmission selon l'invention comprend en combinaison une courroie crantée ayant une configuration de crans délimitée par des surfaces planes et courbes, et d'une poulie connue ayant des gorges et des dents de section trapézoïdale. Chaque cran de la courroie peut se déformer par compression dans l'une des gorges de la poulie, lorsque sa crête vient au contact du fond de la gorge. Ainsi, les crans de la courroie absorbent efficacement l'énergie de choc entre eux et les gorges de la poulie et réduisent le bruit créé par ces chocs. La crête courbe de chaque cran de la courroie coopère progressivement avec la gorge de la poulie en roulant et en absorbant ainsi l'énergie de choc mutuel, si bien que tout bruit ou son anormal peut être supprimé entre les gorges de la courroie et les dents de la poulie, et les gorges de la poulie peuvent être protégées contre les détériorations. Une durée de vie prolongée constitue un autre avantage de l'invention. La transmission selon l'invention est donc utile dans des applications pratiques très diverses, y compris la transmission d'énergie dans un moteur d'automobile.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Transmission à courroie crantée, du type qui comprend une courroie crantée (2) formée d'une matière élastique et ayant des dents et des gorges suivant un certain pas sur sa longueur, et une poulie dentée (1) ayant des gorges et des dents, ladite transmission étant caractérisée en ce que chaque cran (4) de la courroie (2) a une première région (14) partant des surfaces des gorges de la courroie et occupant 60 à 95 % de la hauteur totale Hb du cran, chaque cran (4) ayant en outre une seconde région (15) délimitée par une surface courbe (10) formant au moins une partie d'une crête et ayant un centre (21) qui se trouve sur l'axe central (16) du cran, la hauteur Hb de chaque cran de la courroie étant égale à supérieure à la profondeur Hp de chaque gorge de la poulie (1) si bien qu'une partie d'extrémité au moins de la crête de chacun des crans de la courroie peut être déformée par compression contre le fond de l'une des gorges de la poulie lorsque la courroie est au contact de la poulie.

2. Transmission selon la revendication 1, caractérisée en ce que la hauteur Hb et la profondeur Hp présentent la relation dimensionnelle suivante :

$$\frac{Hb - Hp}{Hb} \leq 0,15$$

3. Transmission selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première région (14) a en coupe des surfaces plates inclinées délimitant un angle constant θ du cran.

4. Transmission selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première région (14) a en coupe des surfaces plates inclinées délimitant un angle constant θ des crans, et la seconde région (15) est délimitée par un arc de cercle unique (10) dont le centre (21) se trouve sur l'axe central (16) du cran de la courroie, la poulie dentée associée ayant des gorges et des dents qui alternent avec un certain pas.

5. Transmission selon la revendication 4, caracté-

térisée en ce que chaque dent (5) de la poulie (1) a une section trapézoïdale délimitée par des surfaces inclinées et un fond.

5 6. Transmission selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'angle de la gorge délimitée par les surfaces inclinées de la dent (5) de la poulie (1) est égal à l'angle θ des crans de la courroie.

7. Transmission selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'angle θ des crans de la courroie (2) est compris entre 40 et 50°.

8. Transmission selon l'une quelconque des revendications 1, 4 et 5, caractérisée en ce que, lorsque la poulie (1) et la courroie (2) sont en coopération, il existe des espaces entre les surfaces inclinées de la poulie et de la courroie.

9. Transmission selon la revendication 4, caractérisée en ce que chacune des gorges de la poulie a des surfaces inclinées courbes en développante et un fond plat.

10. Transmission selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première région (25) a, en coupe, des surfaces plates inclinées délimitant un angle constant θ du cran, et la seconde région (26) est délimitée par plusieurs arcs de cercle (28, 29) ayant des centres sur l'axe central (32) du cran de la courroie, la poulie dentée associée ayant des gorges et des dents qui alternent avec un certain pas.

11. Transmission selon la revendication 10, caractérisée en ce que chaque dent de la poulie a une section trapézoïdale délimitée par des surfaces inclinées et un fond.

12. Transmission selon la revendication 10, caractérisée en ce que chaque gorge de la poulie (1) a des surfaces inclinées courbes en développante et un fond plat.

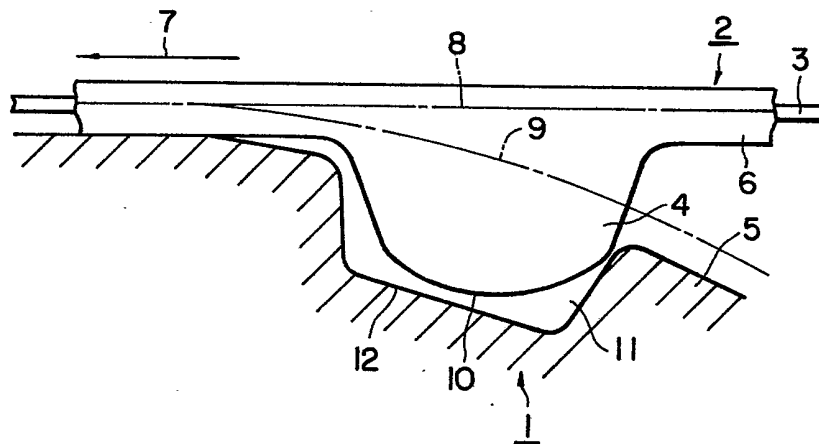
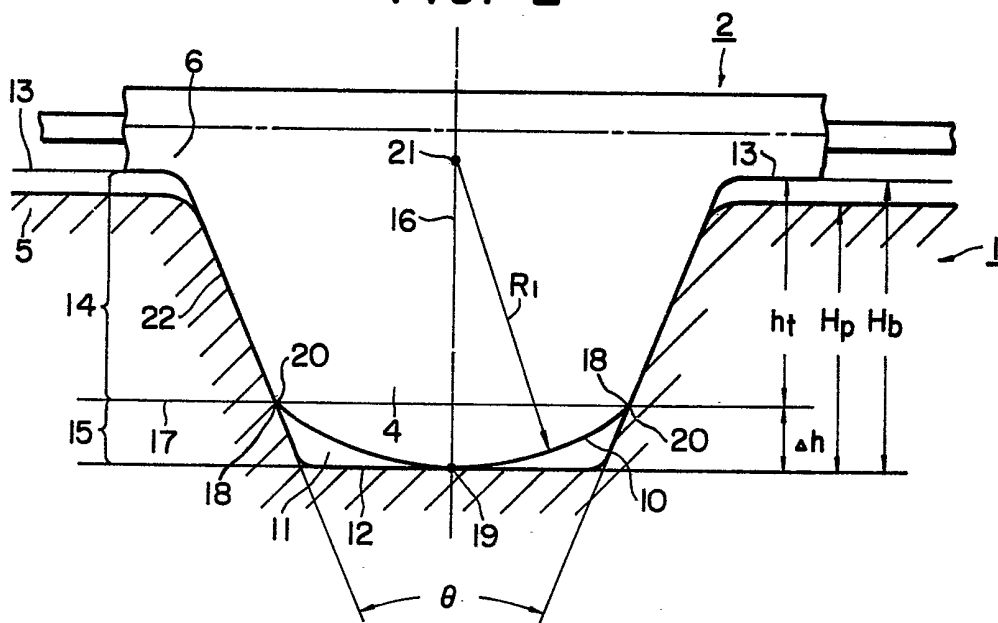
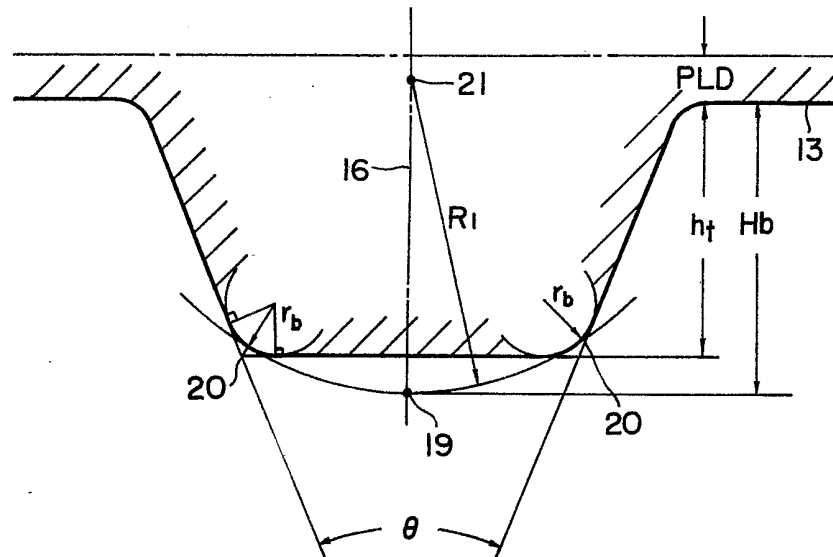
FIG. 1**FIG. 2**

FIG. 3**FIG. 4**