(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 732 889**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **96 02154**

(51) Int Cl⁶ : A 61 C 7/16

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 21.02.96.

(30) **Priorité** : 21.02.95 US 391663; 07.06.95 US 488059; 21.08.95 US 517432.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 18.10.96 Bulletin 96/42.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *ORMCO CORPORATION* — US.

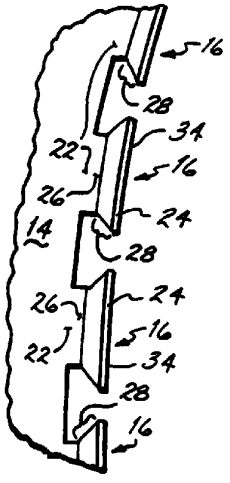
(72) **Inventeur(s) :** REHER JAMES F, ANDREIKO CRAIG A et LUDWIG DAVID L.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** NETTER.

(54) APPAREIL ORTHODONTIQUE PLASTIQUE ET PROCEDE DE FABRICATION.

(57) L'appareil orthodontique comprend une structure en saillie (16) s'étendant vers l'extérieur à partir d'une base de liaison (14). La structure en saillie comporte une extrémité externe (24) élargie et des évidements (28) au voisinage de l'extrémité externe qui forment des liaisons mécaniques avec un adhésif de liaison.



FR 2 732 889 - A1

Appareil orthodontique plastique et procédé de fabrication

L'invention concerne des appareils orthodontiques, et plus particulièrement un appareil orthodontique plastique possédant une structure en saillie s'étendant vers l'extérieur à partir d'une base d'appareil, de préférence soit une multiplicité de projections discrètes, plots ou nervures, soit une saillie allongée continue ou nervure, qui comporte des évidements à son extrémité externe pour lier mécaniquement l'appareil à une surface de dent avec un adhésif. Un autre aspect de l'invention concerne des brackets orthodontiques possédant des ailes de rotation et, plus particulièrement, des brackets orthodontiques plastiques esthétiquement agréables possédant des ailes de rotation.

Dans le domaine orthodontique, il est connu de faire adhérer des appareils orthodontiques, tels que des brackets, des tubes buccaux et analogues, directement aux dents. De façon caractéristique, ceci est obtenu en liant chimiquement un appareil à une surface de dent en utilisant un adhésif. Si on le désire, la surface de liaison de l'appareil peut être rendue rugueuse pour augmenter la surface de l'appareil en contact avec l'adhésif, améliorant ainsi la liaison chimique. Une liaison directe peut aussi être obtenue en utilisant un appareil métallique présentant des évidements pour former une liaison mécanique avec l'adhésif.

Le Brevet US No 5 267 854 SCHMITT enseigne un bracket orthodontique moulé par injection comportant une multiplicité de plots rehaussés s'étendant bucco-lingualement à partir d'une surface de butée pour la dent. Chaque plot comporte une section de racine présentant une base formée d'un seul bloc avec la surface de butée pour la dent et une section de pointe s'étendant bucco-lingualement à partir de la section de racine. La section de pointe se termine en un bord paramètre continu effilé qui était à l'origine plus petit dans toutes les directions que la section de racine. Cependant, conformément à l'invention, on réalise un façonnage à

froid supplémentaire des bords paramètres dans lequel chaque bord est façonné à température ambiante en un bâton en forme de champignon présentant un bord façonné plus grand dans toutes les directions que la section de racine qui lui est associée et une avancée capable de se lier mécaniquement avec un adhésif.

Le Brevet US No 4 661 059 KANNO décrit un bracket orthodontique métallique possédant une surface de base munie d'une multiplicité de rainures orthogonales formées par une machine d'usinage ayant une multiplicité de lames de coupe circulaires minces rotatives. Les rainures présentent de petites arêtes ou bavures aux bords des rainures résultant des opérations d'usinage des lames de coupe raclant la matrice métallique à vitesse élevée. Ces petites bavures sont pressées vers le bas dans l'intérieur des rainures pour former des évidements pour l'adhésif pour fournir une liaison mécanique de la base à la surface des dents.

Bien que la liaison mécanique fournisse certains avantages par rapport aux méthodes de liaison traditionnelles, les brackets enseignés par SCHMITT et KANNO présentent plusieurs limitations. Par exemple, les deux brackets sont en métal, et sont donc dépourvus des qualités esthétiques qu'on trouve dans les appareils orthodontiques plastiques ou céramiques. De plus, les surfaces de liaison mécanique des brackets SCHMITT et KANNO sont formées en façonnant à froid le métal à température ambiante. Ce procédé de façonnage à froid déforme aussi la microstructure des plots rehaussés utilisés pour la liaison mécanique.

En outre, les procédés utilisés pour former les surfaces de liaison mécanique sont relativement complexes et coûteux. Le Brevet SCHMITT nécessite l'utilisation d'un outil de façonnage de métal actionné hydrauliquement pour façonner à froid les plots, tandis que KANNO enseigne l'utilisation d'une machine d'usinage pour former les plots dans la base de bracket, ce qui conduit à une quantité importante de métal perdu. De plus, les plots rehaussés du bracket SCHMITT

doivent être moulés d'origine avec une section de pointe plus étroite que la section de racine, de façon à retirer le bracket métallique du moule sans risque notable de rupture. Cet amincissement a pour résultat que moins de métal est présent à la pointe pour former le bouton en forme de champignon et l'avancée correspondante nécessaires pour la liaison mécanique. En outre, les arêtes ou bavures extrêmement fines du bracket KANNO formées par le procédé d'usinage doivent être pressées vers le bas de façon à former les surfaces de liaison mécanique, et sont sujettes à des contraintes et fractures dans ce processus.

Par conséquent, il serait bénéfique de disposer d'un appareil orthodontique pouvant être lié mécaniquement à une dent, l'appareil étant en un matériau esthétiquement agréable. Il serait aussi souhaitable de disposer d'un procédé pour former un tel appareil, qui soit relativement simple et peu coûteux et ne compromette pas la résistance du matériau.

Après que des appareils orthodontiques sont fixés aux dents, ces appareils sont utilisés pour produire et transférer diverses forces tendant à déplacer les dents. Un mouvement en particulier, la rotation de dents (le mouvement d'une dent autour de son axe long), est considéré comme un des problèmes les plus difficiles à résoudre. Pour qu'un fil d'arcade orthodontique exerce une force de rotation efficace sur une dent, des brackets orthodontiques ont évolué de façon à comporter des ailes de rotation. Ces ailes de rotation procurent des points de contact de fil d'arcade qui sont mésiaux et distaux par rapport à la fente pour fil d'arcade et augmentent effectivement la force de rotation qui peut être exercée par un fil d'arcade sur une dent.

Les brackets à ailes de rotation développés jusqu'à ce jour comportent plusieurs brackets entièrement métalliques ainsi qu'un bracket plastique possédant des ailes de rotation métalliques. Le bracket de LEWIS et le bracket de LANG sont des brackets à ailes de rotation entièrement métalliques disponibles à la fois sous forme à souder et sous forme à

coller. Référence étant faite à la figure 20, un bracket de LEWIS à coller est représenté brasé à un patin en feuille maillée et prêt à être collé à une dent. Ce bracket particulier offre à l'orthodontiste trois points de contact potentiels pour des fils d'arcade utilisables pour transférer une force d'un fil d'arcade à une dent. Ces trois points comprennent les deux ailes de rotation ainsi que le centre de la paroi de fond de la fente pour fil d'arcade. Cependant, du fait que le bracket de LEWIS est brasé à un patin en feuille maillée, la brasure lie de façon rigide les ailes de rotation, empêchant ainsi le réglage des ailes de rotation. De plus, le bracket entièrement métallique n'offre pas les qualités esthétiques d'un bracket utilisant des matériaux non métalliques. La version à souder du bracket de LEWIS autorise un certain réglage des ailes de rotation parce que le bracket est soudé à une bande en un point central du bracket et qu'il n'est pas utilisé de charge de brasure. Cependant, cette option offre toujours un attrait esthétique limité.

Le bracket de LANG offre une autre option d'aile de rotation dans un bracket entièrement métallique à souder ou à coller. Les ailes de rotation de ce bracket ne présentent aucune courbure et s'étendent hors de la fente pour fil d'arcade parallèlement à la paroi de fond de la fente. Pour qu'un orthodontiste règle ces ailes de rotation après fixation du bracket sur une dent et commencement du traitement, le fil d'arcade doit être retiré du bracket.

Le bracket à ailes de rotation de WICK, un développement plus récent dans un bracket à coller entièrement métallique, offre plusieurs avantages par rapport à d'autres brackets à ailes de rotation entièrement métalliques. Comme on peut le voir à la figure 21, bien que le corps du bracket soit brasé à un patin en feuille maillée, la charge de brasure n'empêche pas les ailes de rotation d'être réglables. Par conséquent, un orthodontiste peut obtenir différents degrés de force de rotation sans avoir à changer le bracket sur une dent particulière. De plus, en raison de la courbure des ailes de rotation, un orthodontiste peut régler les ailes de rotation

après que le bracket est sur la dent sans avoir à retirer le fil d'arcade. Ces avantages ont fait du bracket à ailes de rotation de WICK une option attractive lorsqu'on désire un bracket entièrement métallique.

Une autre option dans le bracket à ailes de rotation entièrement métallique est le bracket STYLE vendu par ORMCO CORPORATION de Glendora, Californie. Ce bracket à ailes a lien simple offre l'avantage d'un couple réglable. La fente pour fil d'arcade et les ailes de rotation sont prévues dans un cylindre qui peut tourner à l'intérieur du corps pour obtenir le couple désiré. Après que le cylindre a été réglé au couple désiré, il est brasé en place. Les ailes de rotation du bracket STYLE s'étendent vers l'extérieur à partir de la fente pour fil d'arcade selon le même axe que la paroi de fond de la fente. Par conséquent, si un orthodontiste souhaite régler l'une ou l'autre des ailes de rotation après que le bracket est positionné sur une dent, le fil d'arcade orthodontique doit d'abord être retiré.

L'utilisation d'ailes de rotation dans un bracket orthodontique plastique esthétiquement agréable est enseigné par REHER et al. dans le Brevet US No 5 254 002. Le bracket de ce Brevet est un bracket plastique translucide ou transparent ayant un insert métallique pour renforcer la fente pour fil d'arcade, réalisant ainsi un équilibre entre la résistance d'un bracket entièrement métallique et les caractéristiques d'agrément esthétique d'une matière plastique translucide ou transparente. Les ailes de rotation de ce bracket s'étendent en ligne droite hors de la fente pour fil d'arcade parallèlement à la paroi de fond de la fente. Par conséquent, quand un fil d'arcade est placé dans la fente fil d'arcade, un orthodontiste est incapable de régler l'une quelconque des ailes de rotation sans retirer d'abord le fil d'arcade orthodontique. De plus, l'insert métallique du bracket présente une envergure mésio-distale d'environ 3,6 mm (0,14 pouce) de l'extrémité externe d'une aile de rotation à l'extrémité externe de l'autre aile de rotation. Cette longueur mésio-distale est quelque peu plus courte que la

longueur mésio-distale des ailes dans plusieurs des brackets entièrement métalliques. Et bien que cette longueur réduite réduise la contrainte sur l'insert métallique à l'intérieur du bracket plastique, elle réduit aussi la quantité de force de rotation qui peut être transférée d'un fil d'arcade orthodontique à une dent.

Par conséquent, il est souhaitable de disposer d'un bracket orthodontique unique procurant à la fois un aspect esthétique hautement agréable et la possibilité de transférer des forces de rotation importantes à une dent. Il est aussi souhaitable de disposer d'un tel bracket orthodontique dans lequel les ailes de rotation peuvent être réglées facilement par un orthodontiste sans avoir à retirer un fil d'arcade de la fente pour fil d'arcade.

Selon un aspect, l'invention vise un procédé pour former un appareil orthodontique, et l'appareil ainsi formé, possédant une structure en saillie s'étendant à partir d'une base d'appareil propre à se lier mécaniquement à une surface de dent avec un adhésif. Le procédé comporte le moulage par injection d'un appareil orthodontique thermoplastique ayant une base à partir de laquelle s'étend vers l'extérieur une structure en saillie, telle qu'une nervure, des plots ou analogues. La structure en saillie présente une extrémité interne et une extrémité externe, l'extrémité interne étant reliée d'un seul bloc à la base d'appareil. Le procédé comporte en outre le ramollissement de l'extrémité externe, qui peut être une multiplicité d'extrémités externes discrètes si des plots sont utilisés, et l'application d'une pression à celle-ci dans son état ramolli de façon à déformer la structure en saillie et à réaliser des évidements à proximité de l'extrémité externe pour faciliter la liaison mécanique de la base d'appareil à une surface de dent.

L'étape de ramollissement peut être réalisée en transférant de l'énergie, telle que de la chaleur ou de l'énergie ultrasonore, à l'extrémité externe de la structure en saillie. Si un transfert de chaleur est utilisé, de la

chaleur peut être transférée par conduction à l'extrémité externe de la structure en saillie par contact de l'extrémité externe avec une source de chaleur extérieure telle qu'un élément chauffant ou analogue. Pour ramollir la structure en saillie, l'élément chauffant doit avoir une température supérieure à la température de transition vitreuse de la matière plastique. L'appareil orthodontique thermoplastique est formé de façon caractéristique d'un polycarbonate chargé de verre, auquel cas l'élément chauffant a de préférence une température d'environ 177 °C (350 °F) à environ 204 °C (400 °F), et plus particulièrement d'environ 199 °C (390 °F).

Dans une forme préférée du procédé, l'élément chauffant possède une surface lisse sensiblement continue de telle sorte que le même élément chauffant peut être utilisé au cours de l'étape de ramollissement quel que soit l'emplacement exact de la structure en saillie par rapport à la base d'appareil incurvée, minimisant les problèmes d'alignement. De plus, un élément chauffant préféré présente une taille et une courbure telles que, quand l'appareil orthodontique emploie une multiplicité de saillies discrètes, l'élément chauffant vient en contact avec les extrémités externes des saillies sensiblement simultanément, la configuration de la courbure de l'élément chauffant coïncidant avec celle de la surface de dent sur laquelle la base d'appareil doit être montée.

L'étape d'application de pression comporte généralement l'application de pression à l'extrémité externe de la structure en saillie dans une direction orientée selon la longueur de celle-ci vers la base, comprimant ainsi légèrement la structure en saillie. Cette étape d'application de pression déforme l'extrémité externe ramollie de la structure en saillie en une configuration sensiblement en forme de champignon pour réaliser ainsi les évidements à proximité de l'extrémité externe. Dans une forme préférée de l'invention, quand l'appareil orthodontique emploie une multiplicité de saillies, l'étape d'application de pression comporte l'application de pression sensiblement simultanément aux extrémités

externes de toutes les saillies. De préférence, la structure en saillie est comprimée dans une gamme d'environ 0,025 mm (0,001 pouce) à environ 0,10 mm (0,004 pouce). Dans le mode de réalisation préféré, la pression est appliquée à l'extrémité externe de la structure en saillie en utilisant un élément chauffant, auquel cas l'étape de transfert de chaleur et l'étape d'application de pression se recouvrent temporairement.

La structure en saillie elle-même peut être unique ou en un nombre variable et présenter des formes et alignements différents en s'étendant à partir de l'appareil. Par exemple, un ou plusieurs plots pleins, un ou plusieurs plots tubulaires creux, un ou plusieurs poils, une ou plusieurs nervures, ou des combinaisons de ceux-ci, peuvent être utilisés. Si on utilise une multiplicité de plots, de préférence, chacun des plots a une section transversale de forme générale carrée sur toute sa longueur avant la déformation de son extrémité externe. Des dimensions de section transversale d'environ 0,38 mm par environ 0,38 mm (0,015 pouce) sont préférables. Dans le mode de réalisation préféré, les plots sont situés sur une grille imaginaire et sont espacés de telle sorte que la distance de centre à centre d'un centre de plot à un centre de plot adjacent est d'environ 0,76 mm (0,030 pouce). De plus, les plots ont une longueur d'environ 0,13 mm (0,005 pouce) à environ 0,25 mm (0,010 pouce).

Quand l'appareil orthodontique est formé en tant que bracket orthodontique, la matière plastique peut renfermer des fibres de verre de renfort et peut posséder un insert de renfort à proximité d'une fente pour fil d'arcade.

Un autre aspect de l'invention concerne la réalisation d'une multiplicité d'appareils orthodontiques tels que des brackets, liés mécaniquement aux dents en utilisant un adhésif, avec un fil d'arcade disposé à l'intérieur des fentes pour fil d'arcade des brackets pour transférer des forces aux dents.

L'appareil orthodontique et le procédé selon l'invention décrits plus haut offrent différents avantages. Par exemple, l'appareil offre la résistance d'une surface de liaison mécanique, ainsi qu'une surface accrue pour la liaison chimique, dans un appareil orthodontique esthétiquement agréable. Alors que les brackets à liaison mécanique classiques sont formés d'un métal tel qu'un acier inoxydable, l'appareil selon l'invention est formé d'une résine thermoplastique esthétiquement agréable telle que le polycarbonate, qui a de façon caractéristique un aspect translucide analogue aux dents. De plus, le procédé de formation de l'appareil est relativement simple et peu coûteux en comparaison avec les procédés de façonnage à froid utilisés actuellement sur les brackets métalliques. En outre, le façonnage à froid déforme la microstructure des plots métalliques rehaussés, alors que les étapes de ramollissement de la matière plastique et d'application de pression de l'invention forment des évidements dans les plots thermoplastiques sans déformer la microstructure, maintenant ainsi l'intégrité structurale de la matière plastique.

De plus, l'appareil orthodontique plastique de l'invention est compatible avec des adhésifs orthodontiques représentatifs et ne nécessite pas l'utilisation d'un primaire, simplifiant ainsi le processus de liaison. Du fait que de nombreux brackets plastiques à base de liaison lisse traditionnels nécessitent un primaire avant qu'un adhésif puisse être appliqué, un orthodontiste doit habituellement réaliser cette étape supplémentaire en présence du patient. En outre, avec les brackets plastiques de l'état de la technique, l'adhésif doit être capable de former une liaison chimique avec le primaire et le bracket, limitant ainsi les types d'adhésifs orthodontiques qui peuvent être utilisés. Du fait que l'appareil plastique de l'invention utilise une liaison mécanique, ces problèmes sont évités.

Dans un autre aspect, l'invention vise un bracket orthodontique possédant un corps plastique comportant une fente pour fil d'arcade, un insert métallique placé dans une partie au

moins de la fente pour fil d'arcade et présentant au moins une aile de rotation, et une protubérance s'étendant dans la fente pour fil d'arcade. Plus particulièrement, le corps plastique comporte une base reliée d'un seul bloc montable sur les dents. La fente pour fil d'arcade du corps plastique est propre à recevoir un fil d'arcade orthodontique et comporte une paroi de fond et deux parois latérales opposées s'étendant à partir de la paroi de fond. L'aile de rotation de l'insert métallique est propre à coopérer avec un fil d'arcade orthodontique placé dans la fente pour fil d'arcade, pour exercer une force de rotation sur une dent par l'intermédiaire de la base. De plus, la protubérance s'étendant dans la fente pour fil d'arcade présente une extrémité supérieure s'élevant au-dessus de la paroi de fond de la fente pour fil d'arcade. L'extrémité supérieure est propre à venir en contact avec le côté inférieur d'un fil d'arcade orthodontique placé dans la fente pour fil d'arcade et à supporter une partie au moins du fil d'arcade orthodontique au-dessus de la paroi de fond de la fente pour fil d'arcade.

Dans une forme préférée du bracket orthodontique, l'insert métallique comporte une section de paroi de fond et deux parois latérales opposées. La protubérance fait partie intégrante du corps plastique et s'étend dans la fente pour fil d'arcade à travers une ouverture unique formée dans la section de paroi de fond et les deux parois latérales opposées. De plus, la protubérance comporte de préférence un rebord qui contribue à fixer l'insert métallique au corps plastique.

Cependant, la protubérance et l'insert métallique peuvent être formés et positionnés selon l'un quelconque de nombreux modes différents, dont quelques exemples sont donnés ci-après. Par exemple, l'insert métallique peut comporter une section de paroi de fond, l'ouverture étant formée dans la section de paroi de fond, et la protubérance faisant partie intégrante du corps plastique et s'étendant dans la fente pour fil d'arcade à travers l'ouverture, l'extrémité supérieure de la protubérance s'élevant au-dessus de l'ouverture.

Alternativement, l'insert métallique peut comporter deux parois latérales opposées, chacune des parois latérales opposées présentant une ouverture. La protubérance peut alors faire partie intégrante du corps plastique et s'étendre dans la fente pour fil d'arcade à travers l'ouverture dans chacune des deux parois latérales opposées. Dans un autre mode de réalisation, l'insert métallique peut comporter une section de paroi de fond, la protubérance faisant partie intégrante du corps plastique et étant disposée de façon bucco-labiale par rapport à la section de paroi de fond. Dans un autre mode de réalisation, la protubérance elle-même peut être métallique et faire partie intégrante de l'insert métallique.

En ce qui concerne l'insert métallique, celui-ci comporte une section centrale, une première section d'extrémité présentant une extrémité externe et une seconde section d'extrémité présentant une extrémité externe, la section centrale étant disposée entre les première et seconde sections d'extrémités. L'une au moins des première et seconde sections d'extrémités s'étend au-delà de la fente d'arcade et comporte une aile de rotation. Et de préférence, les première et seconde sections d'extrémités s'étendent toutes deux au-delà de la fente d'arcade et comportent une aile de rotation. Dans une forme préférée de l'invention, chacune des ailes de rotation présente une section de contact pour fil d'arcade et une extrémité interne reliée d'un seul bloc à la section centrale, la section de contact pour fil d'arcade présentant une largeur occluso-gingivale plus grande que la largeur occluso-gingivale de la fente pour fil d'arcade; et dans un mode de réalisation plus particulièrement préféré, cette largeur occluso-gingivale se rétrécit de la section de contact pour fil d'arcade vers la fente pour fil d'arcade. Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, la largeur occluso-gingivale de la section de contact pour fil d'arcade est d'environ 1 mm (0,04 pouce) et l'insert métallique a une longueur mesio-distale de la première extrémité à la seconde extrémité d'environ 5 mm (0,2 pouce).

La base montable sur les dents du bracket orthodontique comporte de préférence une structure en saillie s'étendant vers l'extérieur à partir de la base et propre à lier mécaniquement le bracket orthodontique à une surface de dent avec un adhésif, comme décrit brièvement plus haut dans la présentation de l'invention. Dans une forme particulièrement préférée de l'invention, la structure en saillie est constituée par une multiplicité de plots placés sur la base aux points d'intersection d'une grille imaginaire. De plus, l'extrémité ou surface externe de la structure en saillie est orientée de façon à se conformer sensiblement à la courbure d'une dent.

Bien que des matières plastiques et des métaux divers puissent être utilisés, la matière plastique est de préférence du polycarbonate renforcé par des fibres de verre, les fibres de verre étant présentes en une quantité d'environ 20% à environ 40% en poids de la matière plastique. De plus, l'insert métallique est de préférence en acier inoxydable 17-7, acier inoxydable série 300 ou alliage MP35N.

Le bracket orthodontique de la présente invention offre plusieurs avantages par rapport à d'autres brackets à ailes de rotation. Par exemple, le bracket procure la possibilité de transférer une force de rotation accrue dans un bracket attrayant, esthétiquement agréable, sans compromettre la résistance et l'intégrité générales du bracket. De plus, en raison de la protubérance, un orthodontiste est en mesure de régler les ailes de rotation sans retirer le fil d'arcade, quelle que soit la courbure initiale des ailes. En outre, du fait que des brackets peuvent être formés avec des protubérances de différentes hauteurs, la profondeur de fente ou dimension "intérieur-extérieur" de la fente pour fil d'arcade peut être choisie de façon spécifique pour obtenir une maîtrise supplémentaire de la rotation.

La figure 1A est une vue en perspective arrière d'un bracket orthodontique après que les plots ont été déformés pour réaliser une base de liaison mécanique;

la figure 1B est une vue en perspective arrière d'un bracket orthodontique avant la déformation des plots;

la figure 2 est une vue agrandie des plots déformés du bracket orthodontique de la figure 4 prise selon la ligne 2-2;

la figure 3 est une vue en coupe partielle selon la ligne 3-3 de la figure 4, montrant le bracket adhérent à une surface de dent;

la figure 4 est une vue d'arrière du bracket orthodontique de la figure 1A;

la figure 5 est une vue frontale du bracket orthodontique de la figure 1B;

la figure 6 est une vue en coupe du bracket de la figure 5 prise selon la ligne 6-6;

la figure 7 est une vue de dessous en coupe partielle du bracket de la figure 5 prise selon la ligne 7-7;

la figure 8 est une vue en perspective d'un poste de déformation de structure en saillie utilisé dans un procédé pour former un appareil orthodontique;

la figure 9 est une vue en perspective rapprochée de l'outillage du poste de déformation de la structure en saillie montré à la figure 8;

les figures 10A, 10B et 10D à 10F sont des vues d'arrière d'appareils orthodontiques, illustrant quelques variantes de la structure en saillie à l'état non déformé;

la figure 10C est une vue en coupe partielle selon la ligne 10C-10C de la figure 10B, illustrant la structure en saillie à la fois à l'état non déformé et à l'état déformé (en trait mixte);

la figure 11 est une vue en perspective d'une réalisation préférée du bracket orthodontique;

la figure 12 est une vue en coupe selon la ligne 12-12 de la figure 11;

la figure 13 est une vue en coupe selon la ligne 13-13 de la figure 11;

la figure 14 est une vue de dessus de l'insert métallique utilisé dans le mode de réalisation des figures 11 à 13;

la figure 15 est une vue en coupe partielle d'un autre mode de réalisation du bracket orthodontique;

la figure 16 est une vue en coupe partielle d'un autre mode de réalisation encore du bracket orthodontique;

la figure 16A est une vue en coupe partielle selon la ligne 16A-16A de la figure 16;

la figure 16B est une vue en coupe partielle d'un autre mode de réalisation du bracket orthodontique;

la figure 17 est une vue en coupe partielle, toujours d'un autre mode de réalisation du bracket orthodontique;

la figure 18 est une vue de dessus d'un autre insert métallique utilisable dans le bracket orthodontique;

la figures 19 est une vue en coupe partielle d'un autre mode de réalisation du bracket orthodontique incorporant l'insert métallique de la figure 18;

la figure 20 est une vue de côté d'un bracket orthodontique de l'état de la technique; et

la figure 21 est une vue de côté d'un autre bracket orthodontique de l'état de la technique.

Tel qu'utilisé ici le terme "appareil orthodontique" se réfère à tout appareil qu'on fait adhérer à une surface de dent en liaison avec le déplacement de dents ou le maintien de dents en une position particulière. Des exemples non limitatifs comprennent les brackets orthodontiques, les tubes buccaux et analogues. Les termes "matière plastique" et "plastique" sont utilisés pour désigner une matière plastique qu'elle soit ou non renforcée par des fibres de verre ou tout autre matériau de renfort et/ou autres additifs tels que charges, pigments, etc. De plus, le terme "structure en saillie" se réfère à toute structure qui s'étend vers l'extérieur à partir d'une base d'appareil orthodontique et qui peut être déformée à son extrémité externe, formant ainsi un évidement à proximité de l'extrémité externe qui est propre à former une liaison mécanique avec un adhésif orthodontique quand l'adhésif durcit. Des exemples non limitatifs de structure en saillie comprennent un ou plusieurs plots pleins, un ou plusieurs plots tubulaires creux, un ou plusieurs poils, une ou plusieurs nervures, ou une combinaison de ceux-ci. Quelques exemples plus détaillés comprennent des nervures sous forme de cercles, carrés, triangles ou rectangles concentriques; des plots pleins ou des plots tubulaires creux ou saillies sous forme de cercles, rectangles ou triangles; une nervure continue unique ne se coupant pas, par exemple en spirale ou en zigzag sinueux; des nervures multiples ne se coupant pas, par exemple selon un motif de tressage de vannerie, ou des nervures parallèles ou alignées au hasard; des nervures multiples ou se coupant qui se coupent pour former un motif du type grille, labyrinthe ou orientation aléatoire; et des poils de type brosse.

Référence étant faite à la figure 1A, un bracket orthodontique plastique 10 selon les principes de l'invention comporte un corps 12 et une base de bracket 14, avec une multiplicité de plots 16 s'étendant vers l'extérieur à partir de la base de bracket 14 selon un motif du type grille. Le bracket comporte en outre une fente pour fil d'arcade 18 et une paire d'ailes d'attache 20.

Comme montré à la figure 2, chacun des plots 16 présente une extrémité interne 22 formée d'un seul bloc avec la base de bracket 14, une extrémité externe 24 et une section intermédiaire 26 disposée entre les extrémités interne et externe 22, 24. Chaque plot comporte en outre un évidement 24 pour former une liaison mécanique avec un adhésif orthodontique. Référence étant faite à la figure 3, un bracket orthodontique 10 est représenté lié à une surface de dent 30 en utilisant un adhésif de liaison orthodontique 32. De façon caractéristique, un orthodontiste appliquera l'adhésif 32 à la base de bracket 14, permettant à l'adhésif de s'écouler dans et de remplir les espaces ouverts entre les plots 16 et de couvrir les extrémités externes 24. Le bracket 10 peut alors être placé sur la surface de dent 30, et, lorsque l'adhésif 32 durcit, une liaison chimique et une liaison par verrouillage mécanique sont formées entre l'adhésif 32 et le bracket 10 ou autre appareil orthodontique. Une liaison est aussi formée entre l'adhésif et la surface de dent. Les évidements mécaniques 28 dans le bracket provoquent une liaison plus étroite du bracket 10 à la dent que pour un bracket ayant une surface de liaison lisse, renforçant ainsi l'adhésion du bracket 10 à une dent 30. De plus, les plots 16 augmentent la surface de la base 14, renforçant la liaison chimique avec l'adhésif à la base. En outre, on pense que la liaison peut être non seulement analogue en résistance (force de cisaillement ou de traction à la rupture de la liaison aux faibles vitesses de déformation) au bracket à base maillée, mais aussi plus tenace (plus résistante à l'impact) que la liaison pour des brackets métalliques ou céramiques, en raison de la flexibilité relative des plots 16 et de la ductilité intrinsèque de la matière plastique.

De préférence, l'appareil orthodontique plastique est formé d'un polycarbonate renforcé par des fibres de verre comme enseigné dans le Brevet US No 5 254 002, qui est incorporé par référence dans son intégralité, le taux de fibres étant de préférence compris environ entre 20% et 40% en poids. Référence étant faite aux figures 6 et 7, quand l'appareil orthodontique est un bracket 10, le bracket 10 comporte de

préférence un insert métallique 36 disposé à l'intérieur de la fente pour fil d'arcade 18, comme enseigné dans ce même Brevet.

Le mode de réalisation préféré de l'appareil orthodontique possède aussi une base d'appareil ayant une courbure composée correspondant à la courbure d'une surface de dent. En outre, comme montré aux figures 1A, 1B, 3, 6 et 7, les extrémités externes 24 des plots 16, considérées en combinaison, suivent généralement cette même courbure composée, aussi bien avant qu'après déformation.

Comme montré à la figure 4, un mode de réalisation préféré de l'appareil présente environ 25 plots 16 agencés selon un motif du type grille. Chaque plot a une section transversale de forme carrée à son extrémité interne 22 et dans sa section intermédiaire 26 dont les dimensions sont environ 0,38 mm x 0,38 mm (0,015 pouce). De plus, référence étant faite à la figure 2, chaque extrémité externe élargie 24 a une longueur d'environ 0,13 mm (0,005 pouce) à environ 0,25 mm (0,010 pouce) de l'extrémité interne 22 à la surface 34 tournée vers la dent de l'extrémité externe élargie 24. Comme on le voit en outre à la figure 4, l'espacement entre les extrémités internes 22 des plots est semblable aux dimensions en section transversale des extrémités internes 22 elles-mêmes, allant d'environ 0,25 mm (0,010 pouce) à 0,5 mm (0,020 pouce).

Indépendamment de la structure en saillie particulière utilisée, l'espace entre des parties adjacentes de l'extrémité externe déformée de la structure en saillie (par exemple entre des extrémités externes élargies adjacentes d'une réalisation utilisant des plots discrets) doit être suffisant pour permettre à l'adhésif de s'écouler entre les portions adjacentes déformées dans les régions évidées sous-jacentes, ce qui est fonction de la viscosité de l'adhésif et du procédé d'application de l'adhésif à la base.

Dans un autre mode de réalisation (non représenté), la base d'appareil présente une zone centrale exempte de plots. Cette

zone ouverte peut être formée avec une marque d'identification, telle qu'une lettre ou un nombre, pour contribuer à l'identification de l'appareil. Les parties de l'appareil immédiatement adjacentes à la zone ouverte peuvent présenter des plots partiels, tels que des plots ayant des dimensions réduites en section transversale. Bien que cette réalisation réduise légèrement le nombre de plots disponibles pour la liaison mécanique, elle est encore capable de former un verrouillage mécanique résistant avec un adhésif.

De façon caractéristique, l'appareil orthodontique est formé par un procédé à étapes multiples. Comme on le voit au mieux à la figure 1B, ainsi qu'aux figures 6 et 7, un bracket 10 ou autre appareil préféré est moulé avec des plots non déformés 38, et les extrémités externes élargies des plots sont formées dans une opération secondaire. L'appareil à l'état intermédiaire (avec plots ou autre structure en saillie non déformés) peut être formé en utilisant une technique de moulage thermoplastique classique telle qu'enseignée par le Brevet US No 5 254 002, de préférence par moulage par injection.

Différents moules peuvent être utilisés pour obtenir le dimensionnement et la distribution souhaités de plots non déformés ou d'une autre structure en saillie, et, lorsqu'on doit former un appareil possédant une multiplicité de plots, le moule est de préférence conformé de façon à produire un appareil ayant une taille et une distribution des plots telles que décrites plus haut. De plus, la partie du moule d'appareil utilisée pour fabriquer les plots non déformés ou autre structure en saillie n'a de préférence aucune dépouille (c'est-à-dire que les parois des cavités du moule correspondant aux plots peuvent être verticales au lieu d'être inclinées). Cette possibilité d'avoir des parois verticales dans le moule n'est généralement pas offerte pour un bracket métallique ayant des plots à liaison mécanique parce que la pièce crue (bracket métallique moulé avant frittage) est très fragile, et que, sans parois latérales inclinées dans le moule qui produisent des plots ayant des dimensions en

section transversale plus petites vers leurs extrémités externes, certains plots seraient susceptibles de se rompre lorsque le bracket métallique est retiré de la cavité du moule. Cependant, du fait que les appareils de la présente invention sont formés de matière plastique, un moule ayant des parois latérales verticales peut être utilisé sans risque notable de rupture de la structure en saillie. Cette caractéristique procure une résistance améliorée aux plots ou autre structure en saillie au cours tant de la formation initiale que de l'élargissement ultérieur de l'extrémité externe. La caractéristique produit aussi une structure en saillie ayant plus de matière à son extrémité externe par rapport aux plots métalliques moulés, accentuant ainsi les évidements et la liaison mécanique entre les évidements et l'adhésif de liaison.

Bien qu'un mode de réalisation préféré ait été décrit en détail sous forme d'un appareil orthodontique ayant une structure en saillie comprenant une multiplicité de plots discrets, de nombreuses autres réalisations de la structure en saillie peuvent être prévues, dont quelques exemples sont montrés aux figures 10A à 10F.

Référence étant faite à la figure 10A, l'appareil orthodontique 610 peut avoir une structure en saillie 660 s'étendant vers l'extérieur à partir de la base d'appareil 614 et constituée par une multiplicité de plots ou saillies discrets circulaires creux 699. La figure 10B illustre un appareil 210 ayant une structure en saillie 260 sous la forme d'une nervure 299 de type spirale s'étendant à partir de la base d'appareil 214. La figure 10C est une vue en coupe partielle de la nervure 299 de type spirale de la figure 10B illustrant la structure en saillie 260 à l'état non déformé et à l'état déformé (représentée en trait mixte). L'extrémité externe 270 de la structure en saillie 260 est aussi clairement visible. A la figure 10D, l'appareil 310 a une structure en saillie 360 qui est une série de rectangles concentriques 399 s'étendant vers l'extérieur à partir de la base d'appareil 314, tandis qu'à la figure 10E l'appareil 410 a une série de

nervures discrètes 499 ne se coupant pas alignées selon un motif de tressage de vannerie qui s'étend vers l'extérieur à partir de la base d'appareil 414. L'appareil 510 montré à la figure 10F comporte une structure en saillie 560 constituée par une série de nervures 599 qui se coupent, agencées selon un motif du type grille et s'étendant vers l'extérieur à partir de la base d'appareil 514.

Dans le procédé préféré pour former l'appareil orthodontique, les plots ou autre structure en saillie sont déformés en utilisant un poste de déformation de structure en saillie, dont une version d'établi est montrée aux figures 8 et 9. Le poste de déformation de plots 40 comporte schématiquement un outillage 42, une presse à mandriner 44, une source d'air 46 et un organe de commande 48 tels que montrés à la figure 8. Plus précisément, l'outillage comprend une monture de maintien 50 pour maintenir et positionner un ou des appareils orthodontiques, et un outil de déformation de structure en saillie 52 positionné directement au-dessus de chaque appareil comme montré à la figure 9. Du fait que l'outil de déformation 52 présente une surface lisse continue, il peut être utilisé avec des appareils dont les structures en saillie ont un emplacement ou une densité différent par rapport à la base d'appareil. L'outil de déformation, du fait qu'il s'agit d'une surface lisse continue unique plutôt que d'une multiplicité d'outils discrets correspondant en nombre et en emplacement aux plots, nervures, poils ou autre structure en saillie de l'appareil, ne nécessite pas un positionnement critique pour aligner de façon précise plusieurs outils avec plusieurs plots, nervures ou analogues. De plus, chaque outil de déformation 52 a une courbure composée correspondant à la courbure composée des surfaces de dents sur lesquelles l'appareil doit être monté. Ainsi, le contour de l'extrémité déformée de la structure en saillie coïncide avec le contour de la surface de dent. Dans le procédé de déformation de structure en saillie préféré, les bouts de déformation sont chauffés à une température suffisamment élevée pour amener l'extrémité externe de la structure en saillie à son point de ramollissement plastique.

Quand l'appareil orthodontique est réalisé en polycarbonate renforcé par des fibres de verre, la température de l'outil de déformation est de préférence comprise entre environ 177 °C (350 °F) et environ 204 °C (400 °F) et plus particulièrement environ 199 °C (390 °F).

Dans le procédé préféré pour former l'appareil, chaque outil de déformation 52 chauffé se déplace vers le bas d'un mouvement sensiblement régulier et uniforme vers la structure en saillie de l'outil correspondant, et une force de compression est appliquée à la structure en saillie en utilisant l'outil de déformation 52. La structure en saillie est ramollie presque instantanément quand l'outil 52 vient à son contact, et l'outil 52 continue d'avancer vers le bas dans le sens de la compression jusqu'à ce qu'il rencontre une butée ferme (non représentée). Après que l'outil de déformation 52 a atteint cette butée ferme, des ressorts de rappel sollicitent l'outil 52 vers le haut à sa position d'origine. De façon caractéristique, la force nécessaire pour déplacer l'outil de déformation 52 chauffé vers le bas n'excède que légèrement la force nécessaire pour surmonter la sollicitation des ressorts de rappel.

On laisse ensuite les plots déformés 16 refroidir et durcir, et toute carotte 54 est arasée de chaque appareil. Si l'appareil est formé avec un insert de renfort métallique, la section de manipulation principale 56 de l'insert métallique telle que montrée à la figure 9 peut être arasée de l'appareil. Bien qu'on utilise de préférence une énergie thermique pour ramollir les plots non déformés, les plots peuvent être ramollis en utilisant divers autres procédés, tels qu'une énergie ultrasonore, une énergie à micro-onde et analogue. Cependant, l'énergie thermique est préférée parce qu'on a constaté qu'il est plus facile de maîtriser la quantité de déformations et la forme des plots en utilisant cette source d'énergie.

Référence étant faite aux figures 11 à 13, un mode de réalisation préféré du bracket orthodontique 110 comporte un

corps plastique 112 présentant une base reliée en un seul bloc 114 montable sur les dents et une fente pour fil d'arcade 116 pour recevoir un fil d'arcade orthodontique (non représenté), la fente 116 présentant une paroi de fond 118 et deux parois latérales opposées 120 s'étendant à partir de la paroi de fond. Le bracket orthodontique 110 comporte aussi un insert métallique 122 placé dans une partie de la fente pour fil d'arcade 116. L'insert métallique 122 représenté présente une section de paroi de fond 124 et deux parois latérales opposées 126 s'étendant à partir de la section de paroi de fond 124. L'insert métallique 122 comporte en outre une paire d'ailes de rotation 128, chaque aile de rotation 128 s'étendant vers l'extérieur à partir de la fente pour fil d'arcade 116 et propre à coopérer avec un fil d'arcade orthodontique placé dans la fente pour fil d'arcade 116 pour exercer une force de rotation sur une dent par l'intermédiaire de la base de bracket 114. Le bracket orthodontique 110 comporte aussi une protubérance plastique 130 s'étendant dans la fente pour fil d'arcade 116 à travers une ouverture 132 dans la section de paroi de fond 124 et les parois latérales opposées 126 de l'insert métallique 122. La protubérance présente une extrémité supérieure 134 s'élevant au-dessus de la section de paroi de fond 124 de l'insert métallique 122, l'extrémité supérieure 134 étant propre à venir en contact avec le côté inférieur d'un fil d'arcade orthodontique placé dans la fente pour fil d'arcade 116 et à supporter au moins une partie du fil d'arcade orthodontique au-dessus de la section de paroi inférieure 124 de l'insert métallique 122. De plus, la protubérance 130 a des dimensions légèrement supérieures aux dimensions de l'ouverture 132, formant ainsi un rebord 136 sur la protubérance 130 qui contribue à fixer l'insert métallique 122 au corps plastique 112.

L'insert métallique 122 utilisé dans le mode de réalisation préféré montré aux figures 11 à 13 est montré à la figure 14 à l'état partiellement formé. L'insert 122 est montré dans cette position généralement plate de façon à mieux illustrer des aspects spécifiques de l'insert 122. Comme représenté, l'insert métallique 122 comporte une section centrale 138,

une première section d'extrémité 140 et une seconde section d'extrémité 142, chaque section d'extrémité ayant une extrémité externe 144a, 144b. Dans ce mode de réalisation particulier, chaque section d'extrémité 140, 142 comporte une aile de rotation 128 présentant une section de contact pour fil d'arcade 146 (voir figure 12) et une extrémité interne 148. La section centrale 138 comporte une section de paroi de fond 124 et deux parois latérales opposées 126 s'étendant à partir de la section de paroi de fond 124. De plus, une ouverture unique 132 est formée dans la section de paroi de fond 124 et les deux parois latérales opposées 126. Comme on le voit à la figure 14, cet insert 122 partiellement achevé reste attaché à un couloir 150 qui est utilisé dans le procédé de formage, permettant le formage simultané de multiples inserts.

Comme on le voit au mieux aux figures 11 et 14, la section de contact pour fil d'arcade 146 de chaque aile de rotation 128 a une largeur occluso-gingivale plus grande que la largeur occluso-gingivale de l'extrémité interne 148 de l'aile de rotation. De plus, la largeur occluso-gingivale de l'aile de rotation 128 se rétrécit progressivement de la section de contact pour fil d'arcade 146 à l'extrémité interne 148. Cette configuration particulière d'aile de rotation est préférée pour plusieurs raisons. Par exemple, du fait que la section de contact pour fil d'arcade 146 de chaque aile de rotation 128 est plus large que la fente pour fil d'arcade 116, la section de contact pour fil d'arcade 146 présente une plus grande surface pour entrer en contact pour fil d'arcade, réduisant ainsi toute possibilité de mise hors de prise accidentelle du fil d'arcade avec l'aile de rotation 128. De plus, du fait que chaque aile de rotation 128 se rétrécit jusqu'à une largeur généralement voisine de la largeur de la fente pour fil d'arcade 116, les sections de contact pour fil d'arcade 146 plus larges peuvent être prévues tout en maintenant un aspect général esthétiquement agréable. Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, chaque section de contact pour fil d'arcade 146 a une largeur occluso-gingivale d'environ 1 mm (0,04 pouce), chaque aile de rotation 128

se rétrécissant vers son extrémité interne 148, chaque extrémité interne 148 ayant une largeur occluso-gingivale d'environ 0,46 mm (0,018 pouce). En outre, l'insert métallique particulièrement préféré 122 a une longueur mésio-distale d'environ 5 mm (0,2 pouce) de l'extrémité externe 144a de la première section d'extrémité 140 à l'extrémité externe 144b de la seconde section d'extrémité 142. Cette longueur mésio-distale est préférée parce que chaque aile de rotation 128 est suffisamment longue pour transférer une quantité de force substantielle d'un fil d'arcade orthodontique à une dent, tout en procurant en même temps une bonne résistance des ailes de rotation et une taille esthétiquement agréable.

Référence étant faite aux figures 11 et 12, les ailes de rotation 128 de ce mode de réalisation particulier sont formées en une position surélevée légèrement concave, les points de contact pour fil d'arcade 146 étant positionnés aux extrémités externes 144a, 144b des ailes de rotation 128. Cependant, chaque aile de rotation peut être prévue avec tout angle ou courbure particulier, ou sans aucun angle, comme le comprendra l'homme du métier. De plus, un orthodontiste peut régler chaque aile de rotation comme souhaité de façon à obtenir la rotation requise pour un patient particulier. Par exemple, comme montré par les flèches et les traits mixtes des ailes de rotation à la figure 12, l'une ou l'autre des ailes de rotation 128 peut être réglée comme souhaité.

Référence étant faite aux figures 11 à 13, la protubérance 130 du bracket orthodontique 110 présente une hauteur, une longueur, une largeur et un contour particuliers. Cependant, chacune de ces dimensions peut être réglée comme souhaité, par exemple en utilisant simplement un moule d'injection thermoplastique ayant une cavité différente pour former la protubérance. La seule exigence est que l'extrémité supérieure 134 de la protubérance 130 s'étende au-dessus de la paroi de fond 118 de la fente pour fil d'arcade 116, qui est de façon caractéristique formée par la section de paroi de fond 124 de l'insert métallique 122. Par exemple, la hauteur bucco-labiale de la protubérance peut varier pour créer des

brackets ayant des profondeurs ou dimensions "intérieur-extérieur" différentes de la fente pour fil d'arcade. Ces profondeurs de fentes différentes permettent de choisir les forces de rotation non seulement par les angles des ailes de rotation réglables, mais par la hauteur particulière de la protubérance.

Référence étant faite aux figures 11 et 12, la base 114 montable sur les dents du bracket orthodontique préféré 110 comporte une multiplicité de plots 152 placés sur la base 114 aux points d'intersection d'une grille imaginaire et s'étendant vers l'extérieur à partir de la base, comme décrit plus haut. Comme montré aux figures 11 et 12, chaque plot 152 comporte une extrémité interne 154 reliée en un seul bloc à la base 114, une extrémité externe 156 et une section intermédiaire 158 entre les extrémités interne et externe 154, 156. De plus, la section transversale de l'extrémité externe 156 est plus grande que la section transversale de la section intermédiaire 158, formant ainsi un évidement 160 dans chaque plot 152 pour faciliter la liaison mécanique du bracket orthodontique 110 à une surface de dent utilisant un adhésif. Ces plots 152 sont formés de préférence comme décrit plus haut.

Bien que le mode de réalisation montré aux figures 11 à 13 comporte une aile d'attache unique 162, il est bien entendu que le bracket orthodontique peut être formé de façon à comporter toutes formes et caractéristiques choisies parmi de nombreuses formes et caractéristiques additionnelles ou alternatives. Par exemple, le bracket orthodontique peut être équipé d'ailes d'attache doubles ou n'être équipé d'aucune aile d'attache. De plus, le bracket peut être formé avec d'autres particularités telles que par exemple des crochets ou autres particularités telles que connues dans la technique.

Bien que toute matière plastique convenable puisse être utilisée pour le bracket orthodontique, la matière plastique est de préférence du polycarbonate renforcé par des fibres de

verre, les fibres de verre représentant environ 20% à environ 40% en poids de la matière plastique. Cette composition plastique et ce procédé pour former un bracket plastique particulièrement préférés sont enseignés dans le Brevet US No 5 254 002 REHER et al. cédé à ORMCO CORPORATION, qui est ici incorporé par référence dans son intégralité. En ce qui concerne l'insert métallique, tout métal convenable peut être utilisé. Cependant, on préfère utiliser l'acier inoxydable 17-7, l'acier inoxydable série 300 ou l'alliage MP35N. Un acier inoxydable 17-7 convenable est disponible auprès de ULBRICH OF CALIFORNIA, INC. ou de FRESNO, Californie. Si on utilise un acier inoxydable 17-7 recuit, l'acier inoxydable nécessitera de façon caractéristique un certain degré de traitement thermique comme bien entendu dans la technique, de façon à ajouter de la trempe au métal. Cependant, si on utilise un acier inoxydable 17-7 État C, un traitement thermique léger ou inexistant est suffisant. Si on utilise un acier inoxydable série 300, celui-ci est de préférence durci par façonnage à froid jusqu'à une résistance à la traction supérieure à environ 700 MPa (100 000 psi). Alternativement, un alliage à base de nickel-cobalt vendu par CLIMAX SPECIALTY METALS de Cleveland, Ohio, sous le nom commercial CLIMAX MP35N ALLOY peut être utilisé. Du fait que cet alliage particulier a un joint de grain double et une trempe plus élevée, il est possible d'éviter l'étape supplémentaire de traitement thermique requise quand on utilise certains autres métaux.

Le bracket orthodontique est formé de préférence en formant d'abord l'insert métallique et en moulant ensuite par injection le bracket plastique autour de l'insert. Si on le souhaite, plusieurs inserts métalliques peuvent être formés simultanément dans un outil progressif, chacun des inserts étant relié par un couloir commun. Par exemple, lors du découpage de la feuille de métal, un poste de poinçonnage peut découper la moitié supérieure de chaque insert et un poste suivant peut découper la moitié inférieure de chaque insert. Dans un poste suivant, un poinçon ovale découpe un trou percé ou une ouverture dans chaque insert. Dans des

étapes suivantes, l'outil progressif relève partiellement les parois latérales, et un outil de finition est utilisé pour redresser ou réajuster les inserts à leurs dimensions finales. A ce stade, tout matériau métallique de rail extérieur est séparé des inserts qui restent reliés par un couloir central. Si on le désire, le couloir central peut être découpé en sections, conduisant à des paires d'inserts reliées par un couloir central. A ce stade, si un traitement thermique est nécessaire, les inserts peuvent être placés dans une nacelle de chauffage qui est mise dans un four pour le traitement thermique. Si on utilise de l'acier inoxydable 17-7 État C, les inserts sont de préférence traités thermiquement à environ 900 °C pendant environ 60 minutes.

A ce stade, les paires d'inserts sont placées dans une machine de moulage par injection de matière plastique et de la matière plastique est injectée dans le moule pour former le bracket orthodontique. Les plots de la base montable sur les dents sont formés comme enseigné plus haut. Les plots non déformés sont formés dans l'étape initiale de moulage par injection de matière plastique, et les extrémités externes des plots sont déformées dans une étape suivante pour fournir les évidements utiles pour la liaison mécanique du bracket à une surface de dent. Après que les plots ont été déformés, le couloir et tout acier excédentaire sont retirés des inserts. A ce stade, si on souhaite réaliser une certaine courbure dans les ailes de rotation, les ailes de rotation sont courbées manuellement en utilisant un mandrin.

En utilisation, on fait adhérer le bracket orthodontique à une dent nécessitant un certain degré de rotation. Sur la base du degré de rotation nécessaire, l'orthodontiste peut ajuster la forme de chaque aile de rotation comme souhaité. Par exemple, si un orthodontiste souhaite que le fil d'arcade vienne en contact avec la saillie et avec les deux ailes de rotation, les ailes de rotation peuvent être ajustées de façon à obtenir un tel contact en trois points. Au contraire, si une rotation particulière nécessite seulement un contact en deux points, l'orthodontiste peut ajuster les ailes de

façon à obtenir un tel contact, les trois points étant soit les deux ailes de rotation, soit une aile de rotation et la protubérance.

Bien que cet aspect de l'invention ait été décrit plus haut en relation avec un mode de réalisation particulièrement préféré, le bracket orthodontique selon l'invention peut comprendre des pièces constitutives ayant des formes différentes et peut être formé de différentes façons, pour autant que le bracket comporte un corps plastique, un insert métallique fixé au corps plastique et présentant une aile de rotation, et une protubérance s'étendant à l'intérieur de la fente pour fil d'arcade. Quelques-unes seulement des nombreuses réalisations alternatives sont montrées aux figures 15 à 19. Dans la réalisation montrée à la figure 15, l'insert métallique 122 comporte une ouverture 132 qui ne s'étend pas aux parois latérales 126 de l'insert 122, mais est limité à la section de paroi inférieure 124. De plus, la protubérance plastique 130 s'étendant dans la fente pour fil d'arcade 116 ne comporte pas de rebord, et l'insert 122 est fixé au corps plastique 112 par les parois latérales 126 de l'insert qui forment une portion des parois latérales 120 de la fente pour fil d'arcade 116. Si au contraire la protubérance était formée de façon à comporter un rebord, les parois latérales de l'insert métallique ne seraient pas nécessaires.

Dans la réalisation montrée aux figures 16 et 16A, l'insert métallique 122 ne comporte pas d'ouverture dans la section de paroi de fond 124. Au lieu de cela, chacune des sections de paroi latérale opposée 126 de l'insert 122 comporte une ouverture semi-circulaire 132a permettant le passage de matière plastique à travers les ouvertures 132a et à l'intérieur de la fente pour fil d'arcade 116 lors du moulage par injection de matière thermoplastique. Dans cette réalisation particulière, la protubérance résultante 130 contribue à fixer l'insert métallique 122 au corps plastique en conjonction avec les parois latérales 126 de l'insert, en dépit du fait que l'insert 122 n'a pas d'ouverture dans sa section de paroi de fond 124. Comme montré à la figure 16B, un insert

métallique 122 n'ayant ni paroi latérale ni ouverture quelle qu'elle soit peut être fixé au corps plastique 112 simplement en formant une protubérance plastique 130 disposée bucco-labialement au-dessus de la section de paroi de fond 124 de l'insert métallique et reliée en un seul bloc avec chacune des parois latérales opposées 120 de la fente pour fil d'arcade 116.

Dans la réalisation montrée à la figure 17, la protubérance 130 est formée non pas de matière plastique, mais de métal, et est d'un seul bloc avec la section de paroi de fond 124 de l'insert métallique 122. La réalisation de la figure 19 incorpore l'insert métallique 122 montré à la figure 18. Dans cette réalisation particulière, l'ouverture 132 remplace la section de paroi de fond 124 préférée et une partie de chacune des parois latérales 126 de l'insert; et par conséquent aucun matériau d'insert métallique ne recouvre la paroi de fond plastique 18 de la fente pour fil d'arcade 116.

Bien que quelques modes de réalisation particuliers de la présente invention aient été décrits ci-dessus, il doit être bien entendu par l'homme du métier que plusieurs autres changements et modifications peuvent être apportés sans s'écarter du champ de la présente invention.

Revendications

1. Procédé pour former un appareil orthodontique (10) présentant une structure en saillie (16) s'étendant à partir d'une base d'appareil (14) propre à se lier mécaniquement à une surface de dent avec un adhésif, comprenant les étapes suivantes :

former un appareil orthodontique plastique possédant une base (14) à partir de laquelle s'étend vers l'extérieur une structure en saillie (16) présentant une extrémité interne (22) d'un seul bloc avec ladite base d'appareil et une extrémité externe (24);

ramollir l'extrémité externe de la structure en saillie; et

appliquer une pression à l'extrémité externe de la structure en saillie à l'état ramolli de façon à déformer la structure en saillie et réaliser des évidements (28) à proximité de l'extrémité externe de celle-ci.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de formation comprend le moulage par injection de l'appareil à partir d'une matière thermoplastique et l'étape de ramollissement comprend l'étape consistant à transférer de la chaleur à l'extrémité externe de la structure en saillie à partir d'une source de chaleur extérieure.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel l'étape de transfert de chaleur comprend l'étape consistant à transférer de la chaleur par conduction à l'extrémité externe de la structure en saillie par contact de l'extrémité externe avec une source de chaleur extérieure.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel l'étape de transfert de chaleur comprend la mise en contact de l'extrémité externe de la structure en saillie avec un élément chauffant.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de transfert de chaleur comprend l'échauffement d'au moins l'extrémité externe de la structure en saillie au-dessus de la température de transition vitreuse de la structure en saillie.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel l'appareil orthodontique thermoplastique comprend du polycarbonate et l'étape de transfert de chaleur comprend la mise en contact de l'extrémité externe de la structure en saillie avec un élément chauffant ayant une température comprise entre environ 177 °C (350 °F) et environ 204 °C (400 °F).

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'élément chauffant a une température d'environ 199 °C (390 °F).

8. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, dans lequel l'appareil possède une multiplicité de saillies discrètes présentant des extrémités externes et l'étape de transfert de chaleur comprend la mise en contact sensiblement simultanée de l'extrémité externe de chacune desdites saillies discrètes avec l'élément chauffant.

9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 8, dans lequel l'élément chauffant présente une surface lisse sensiblement continue d'une étendue au moins aussi grande que la base d'appareil de telle sorte qu'un élément chauffant unique peut être utilisé au cours de l'étape de ramollissement pour ramollir simultanément l'extrémité externe quel que soit l'emplacement de la structure en saillie par rapport à la base d'appareil.

10. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de ramollissement comprend l'étape consistant à transférer de l'énergie ultrasonore à l'extrémité externe de la structure en saillie.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape d'application de pression comprend l'applica-

tion de pression à l'extrémité externe de la structure en saillie dans une direction orientée selon la longueur de celle-ci vers la base d'appareil pour comprimer la structure en saillie.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'étape d'application de pression déforme l'extrémité externe de la structure en saillie en une configuration sensiblement en forme de champignon pour réaliser ainsi les évidements à proximité de son extrémité externe.

13. Procédé selon l'une des revendications 11 et 12, dans lequel l'appareil possède une multiplicité de saillies discrètes présentant des extrémités externes et l'étape d'application de pression comprend l'application de pression sensiblement simultanément à l'extrémité externe de chacune des saillies discrètes.

14. Procédé selon l'une des revendications 10 à 13, dans lequel l'étape d'application de pression comprend la compression de la structure en saillie dans la gamme d'environ 0,025 mm (0,001 pouce) à environ 0,10 mm (0,004 pouce).

15. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape d'application de pression comprend l'application de pression à l'extrémité externe de la structure en saillie en utilisant l'élément chauffant.

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel l'étape de transfert de chaleur et l'étape d'application de pression se recouvrent dans le temps.

17. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite étape de formage comprend le formage d'une fente pour fil d'arcade dans ledit appareil orthodontique et le positionnement d'un insert de renfort à proximité de ladite fente.

18. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel des fibres de verre de renfort sont dispersées dans l'appareil orthodontique.

19. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite structure en saillie est choisie dans le groupe constitué par un ou plusieurs plots pleins, un ou plusieurs plots tubulaires creux, un ou plusieurs poils, une ou plusieurs nervures, et des combinaisons de ceux-ci.

20. Appareil orthodontique produit par le procédé selon l'une des revendications précédentes.

21. Appareil orthodontique comprenant :

un appareil orthodontique plastique (10) possédant une base d'appareil (14) et une structure en saillie (16) s'étendant vers l'extérieur à partir de ladite base d'appareil,

ladite structure en saillie présentant une extrémité interne (22) reliée d'un seul bloc à ladite base d'appareil, une extrémité externe (24) et une section intermédiaire (26) entre lesdites extrémités interne et externe,

la section transversale de ladite extrémité externe étant plus grande que la section transversale de la section intermédiaire, formant ainsi des évidements (28) dans ladite structure en saillie pour faciliter la liaison mécanique dudit appareil orthodontique à une surface de dent avec un adhésif.

22. Appareil orthodontique selon la revendication 21, dans lequel ladite structure en saillie est formée par moulage de matière plastique et ladite extrémité externe est formée par ramollissement de ladite structure en saillie après moulage et application de pression à ladite structure en saillie à l'état ramolli.

23. Appareil orthodontique selon l'une des revendications 21 et 22, dans lequel ladite extrémité externe de ladite structure en saillie est orientée de façon à se conformer à la courbure d'une dent.

24. Appareil orthodontique selon l'une des revendications 21 à 23, dans lequel ladite structure en saillie est choisie dans le groupe constitué par un ou plusieurs plots pleins (16), un ou plusieurs plots tubulaires creux (699), un ou plusieurs poils, une ou plusieurs nervures (299), et des combinaisons de ceux-ci.

25. Appareil orthodontique selon la revendication 24, caractérisé en ce que ladite structure en saillie est constituée par une multiplicité de plots.

26. Appareil orthodontique selon la revendication 25, dans lequel lesdits plots sont placés sur ladite base d'appareil aux points d'intersection d'une grille imaginaire.

27. Appareil orthodontique selon l'une des revendications 25 et 26, dans lequel chacun desdits plots a une section transversale de forme générale carrée dans ladite section intermédiaire.

28. Appareil orthodontique selon la revendication 27, dans lequel ladite section intermédiaire a en section transversale des dimensions d'environ 0,38 mm par environ 0,38 mm (0,015 pouce) et lesdits plots sont espacés à une distance de centre à centre d'environ 0,76 mm (0,030 pouce).

29. Appareil orthodontique selon la revendication 28, dans lequel chacun desdits plots a une longueur d'environ 0,13 mm (0,005 pouce) à environ 0,254 mm (0,010 pouce).

30. Appareil orthodontique selon l'une des revendications 21 à 29, dans lequel ledit appareil comporte une fente pour fil d'arcade (116) et un insert métallique (122) à proximité de ladite fente.

31. Appareil orthodontique selon l'une des revendications 21 à 30, dans lequel des fibres de verre de renfort sont dispersées dans ledit appareil orthodontique plastique.

32. Appareil orthodontique comprenant :

une multiplicité de brackets orthodontiques plastiques (110), chaque bracket ayant une fente pour fil d'arcade (116), une base de bracket (114) et une structure en saillie (152) s'étendant vers l'extérieur à partir de ladite base de bracket, ladite structure en saillie présentant une extrémité interne (154) reliée d'un seul bloc à ladite base de bracket, une extrémité externe (156) et une section intermédiaire (158) entre lesdites extrémités interne et externe, la section transversale de chacune desdites extrémités externes étant plus grande que la section transversale de la section intermédiaire correspondante, formant ainsi des évidements (160) dans ladite structure en saillie pour faciliter la liaison mécanique dudit appareil orthodontique à une surface de dent avec un adhésif;

un adhésif (32) disposé entre une surface de dent (30) et une multiplicité de brackets orthodontiques, y compris sur ladite structure en saillie et au-dessous des évidements, pour lier mécaniquement lesdites brackets aux dents; et

un fil d'arcade disposé à l'intérieur desdites fentes pour fil d'arcade pour transférer des forces aux dents.

33. Procédé pour former et monter un appareil orthodontique sur une surface de dent, comprenant les étapes suivantes :

former un appareil orthodontique thermoplastique (10) possédant une base (14) à partir de laquelle s'étend vers l'extérieur une structure en saillie (16), ladite structure en saillie présentant une extrémité interne (22) reliée d'un seul bloc à ladite base d'appareil et une extrémité externe (24);

ramollir l'extrémité externe de la structure en saillie;

appliquer une pression à l'extrémité externe de la structure en saillie à l'état ramolli de façon à déformer la structure en saillie et réaliser des évidements (28) à proximité de l'extrémité externe de celle-ci;

positionner un adhésif (32) entre la base d'appareil (14) et une surface de dent (30); et

presser la base d'appareil et la surface de dent en contact pour lier mécaniquement la base d'appareil à la surface de dent lors du durcissement de l'adhésif présent dans les évidements.

34. Procédé selon la revendication 33, dans lequel l'étape de positionnement de l'adhésif comprend l'application de l'adhésif à la structure en saillie et au-dessous des évidements.

35. Bracket orthodontique (110) comprenant :

un corps plastique (112) comportant une base (114) reliée d'un seul bloc montable sur les dents, ledit corps comportant une fente pour fil d'arcade (116) pour recevoir un fil d'arcade orthodontique, ladite fente présentant une paroi de fond (118) et deux parois latérales opposées (120) s'étendant à partir de celle-ci;

un insert métallique (122) situé dans une partie au moins de ladite fente pour fil d'arcade et présentant au moins une aile de rotation (128), ladite aile de rotation étant propre à coopérer avec un fil d'arcade orthodontique placé dans ladite fente pour fil d'arcade de façon à exercer une force de rotation sur une dent par l'intermédiaire de ladite base; et

une protubérance (130) s'étendant dans ladite fente pour fil d'arcade, ladite protubérance présentant une extrémité

supérieure (134) s'élevant au-dessus de ladite paroi de fond de ladite fente pour fil d'arcade, ladite extrémité supérieure étant propre à venir en contact avec le côté inférieur d'un fil d'arcade orthodontique placé dans ladite fente pour fil d'arcade et supporter au moins une partie du fil d'arcade orthodontique au-dessus de ladite paroi de fond de ladite fente pour fil d'arcade.

36. Bracket orthodontique selon la revendication 35, dans lequel ladite protubérance s'étend dans ladite fente pour fil d'arcade à travers une ouverture (132) dans ledit insert métallique.

37. Bracket orthodontique selon la revendication 36, dans lequel ledit insert métallique comporte une section de paroi de fond (124), ladite ouverture (132) étant formée dans ladite section de paroi de fond, ladite protubérance formant partie intégrante dudit corps plastique et s'étendant dans ladite fente pour fil d'arcade à travers ladite ouverture, ladite extrémité supérieure de ladite protubérance étant élevée au-dessus de ladite ouverture.

38. Bracket orthodontique selon la revendication 36, dans lequel ledit insert métallique comporte deux parois latérales opposées (126), chacune desdites deux parois latérales opposées présentant une ouverture (132a), ladite protubérance formant partie intégrante dudit corps plastique et s'étendant dans ladite fente pour fil d'arcade à travers ladite ouverture dans chacune desdites deux parois latérales opposées.

39. Bracket orthodontique selon la revendication 36, dans lequel ledit insert métallique comporte une section de paroi de fond et deux parois latérales opposées, ladite protubérance formant partie intégrante dudit corps plastique et s'étendant dans ladite fente pour fil d'arcade à travers une ouverture (132) formée dans ladite section de paroi de fond et lesdites deux parois latérales opposées.

40. Bracket orthodontique selon l'une des revendications 36 et 37, dans lequel ladite protubérance comporte un rebord (136), ledit rebord contribuant à fixer ledit insert métallique audit corps plastique.

41. Bracket orthodontique selon la revendication 35, dans lequel ledit insert métallique comporte une section de paroi de fond, ladite protubérance formant partie intégrante dudit corps plastique et étant disposée de façon bucco-labiale par rapport à ladite section de paroi de fond, contribuant ainsi à maintenir ladite section de paroi de fond de l'insert métallique dans ladite fente pour fil d'arcade.

42. Bracket orthodontique selon la revendication 35, dans lequel ladite protubérance est métallique et fait partie intégrante dudit insert métallique.

43. Bracket orthodontique selon la revendication 35, dans lequel ledit insert métallique comporte une section centrale (138), une première section d'extrémité (140) présentant une extrémité externe (144a) et une seconde section d'extrémité (142) présentant une extrémité externe (144b), ladite section centrale étant disposée entre lesdites première et seconde sections d'extrémités, l'une au moins desdites première et seconde sections d'extrémités s'étendant au-delà de ladite fente pour fil d'arcade et comportant ladite aile de rotation (128).

44. Bracket orthodontique selon la revendication 43, dans lequel ladite aile de rotation présente une section de contact pour fil d'arcade (146) et une extrémité interne (148) reliée en un seul bloc à ladite section centrale, ladite section de contact pour fil d'arcade ayant une largeur occluso-gingivale plus grande que la largeur occluso-gingivale de ladite fente pour fil d'arcade.

45. Bracket orthodontique selon la revendication 44, dans lequel la largeur occluso-gingivale de ladite aile de

rotation se rétrécit de ladite section de contact pour fil d'arcade vers ladite fente pour fil d'arcade.

46. Bracket orthodontique selon l'une des revendications 44 et 45, dans lequel ladite largeur occluso-gingivale de ladite section de contact pour fil d'arcade est d'environ 1 mm (0,04 pouce).

47. Bracket orthodontique selon l'une des revendications 43 à 46, dans lequel l'autre desdites première et seconde sections d'extrémités s'étend au-delà de ladite fente pour fil d'arcade et comporte une seconde aile de rotation (128).

48. Bracket orthodontique selon la revendication 47, dans lequel ledit insert métallique a une longueur mésio-distale de ladite extrémité externe de ladite première section d'extrémité à ladite extrémité externe de ladite seconde section d'extrémité d'environ 5 mm (0,2 pouce).

49. Bracket orthodontique selon l'une des revendications 35 à 48, dans lequel ladite base comporte une structure en saillie (152) s'étendant vers l'extérieur à partir de ladite base,

ladite structure en saillie présentant une extrémité interne (154) reliée d'un seul bloc à ladite base, une extrémité externe (156) et une section intermédiaire (158) entre lesdites extrémités interne et externe,

la section transversale de ladite extrémité externe étant plus grande que la section transversale de la section intermédiaire, formant ainsi des évidements (160) dans ladite structure en saillie pour faciliter la liaison mécanique dudit bracket orthodontique à une surface de dent avec un adhésif.

50. Bracket orthodontique selon la revendication 49, dans lequel ladite extrémité externe de ladite structure en

saillie est orientée de façon à se conformer sensiblement à la courbure d'une dent.

51. Bracket orthodontique selon la revendication 50, dans lequel ladite structure en saillie est constituée par une multiplicité de plots (152).

52. Bracket orthodontique selon la revendication 51, dans lequel lesdits plots sont situés sur ladite base aux points d'intersection d'une grille imaginaire.

53. Bracket orthodontique selon l'une des revendications 35 à 52, dans lequel ladite matière plastique est du polycarbonate renforcé par des fibres de verre.

54. Bracket orthodontique selon la revendication 53, dans lequel lesdites fibres de verre sont présentes en une quantité d'environ 20% à environ 40% en poids de ladite matière plastique.

55. Bracket orthodontique selon l'une des revendications 35 à 54, dans lequel ledit insert métallique est en un métal choisi dans le groupe formé par l'acier inoxydable 17-7, l'acier inoxydable série 300 et l'alliage MP35N.

56. Appareil orthodontique comprenant :

un bracket orthodontique (110) possédant un corps plastique (112) comportant une base (114) reliée en un seul bloc montable sur les dents, ladite base adhérant à une surface de dent avec un adhésif (32), ledit corps comportant une fente pour fil d'arcade (116) pour recevoir un fil d'arcade orthodontique, ladite fente présentant une paroi de fond (118) et deux parois latérales opposées (120) s'étendant à partir de celle-ci;

un insert métallique (122) situé dans une partie au moins de ladite fente pour fil d'arcade et présentant au moins une aile de rotation (128), ladite aile de rotation étant propre

à coopérer avec un fil d'arcade orthodontique placé dans ladite fente pour fil d'arcade de façon à exercer une force de rotation sur une dent par l'intermédiaire de ladite base;

une protubérance (130) s'étendant dans ladite fente pour fil d'arcade, ladite protubérance présentant une extrémité supérieure (134) s'élevant au-dessus de ladite paroi de fond de ladite fente pour fil d'arcade, ladite extrémité supérieure étant propre à venir en contact avec le côté inférieur d'un fil d'arcade orthodontique placé dans ladite fente pour fil d'arcade et supporter au moins une partie du fil d'arcade orthodontique au-dessus de ladite paroi de fond de ladite fente pour fil d'arcade; et

un fil d'arcade disposé à l'intérieur de ladite fente pour fil d'arcade pour transférer une force à la dent.

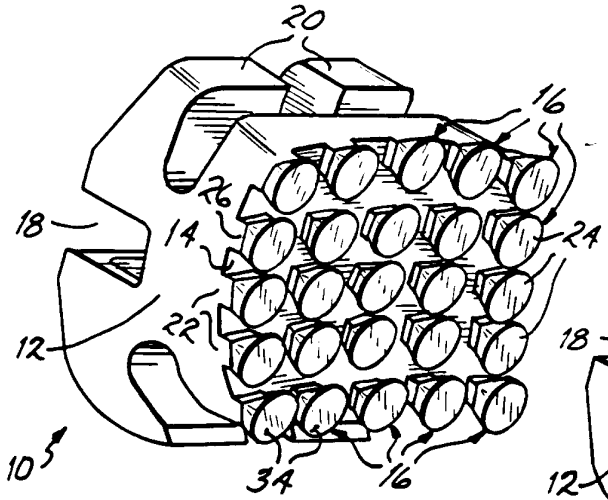


FIG. 1A

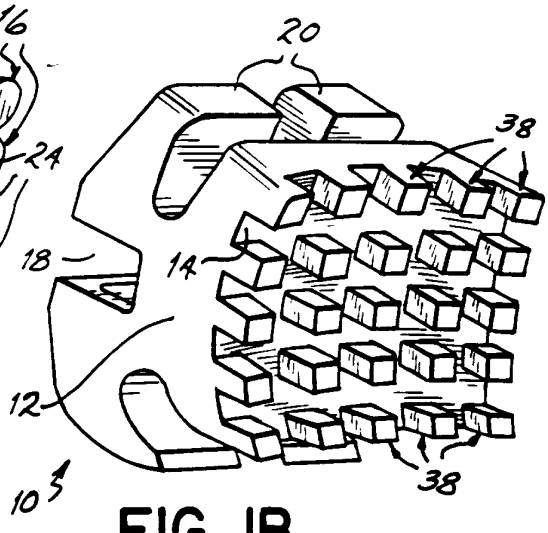


FIG. 1B

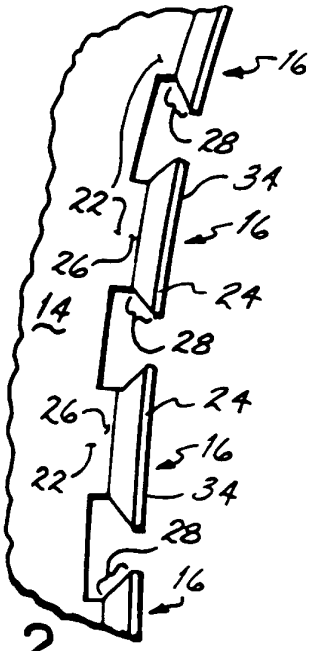


FIG. 2

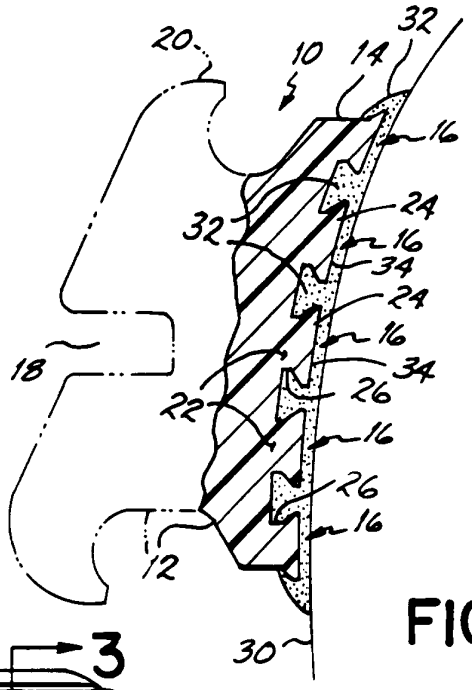


FIG. 3

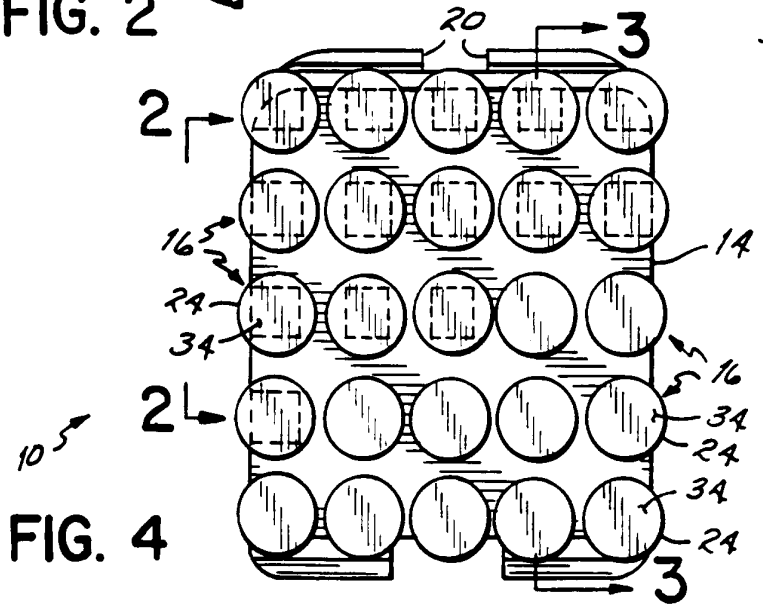


FIG. 4

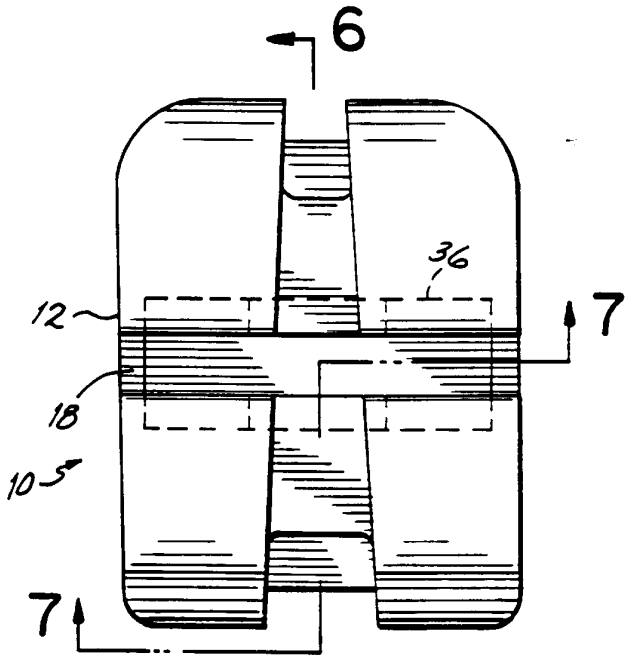


FIG. 5

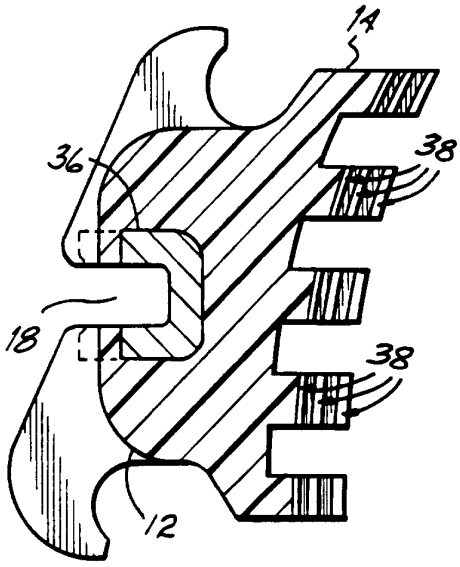


FIG. 6

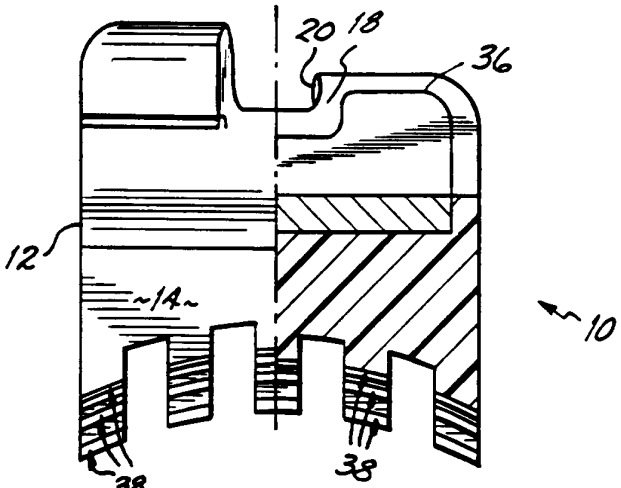


FIG. 7

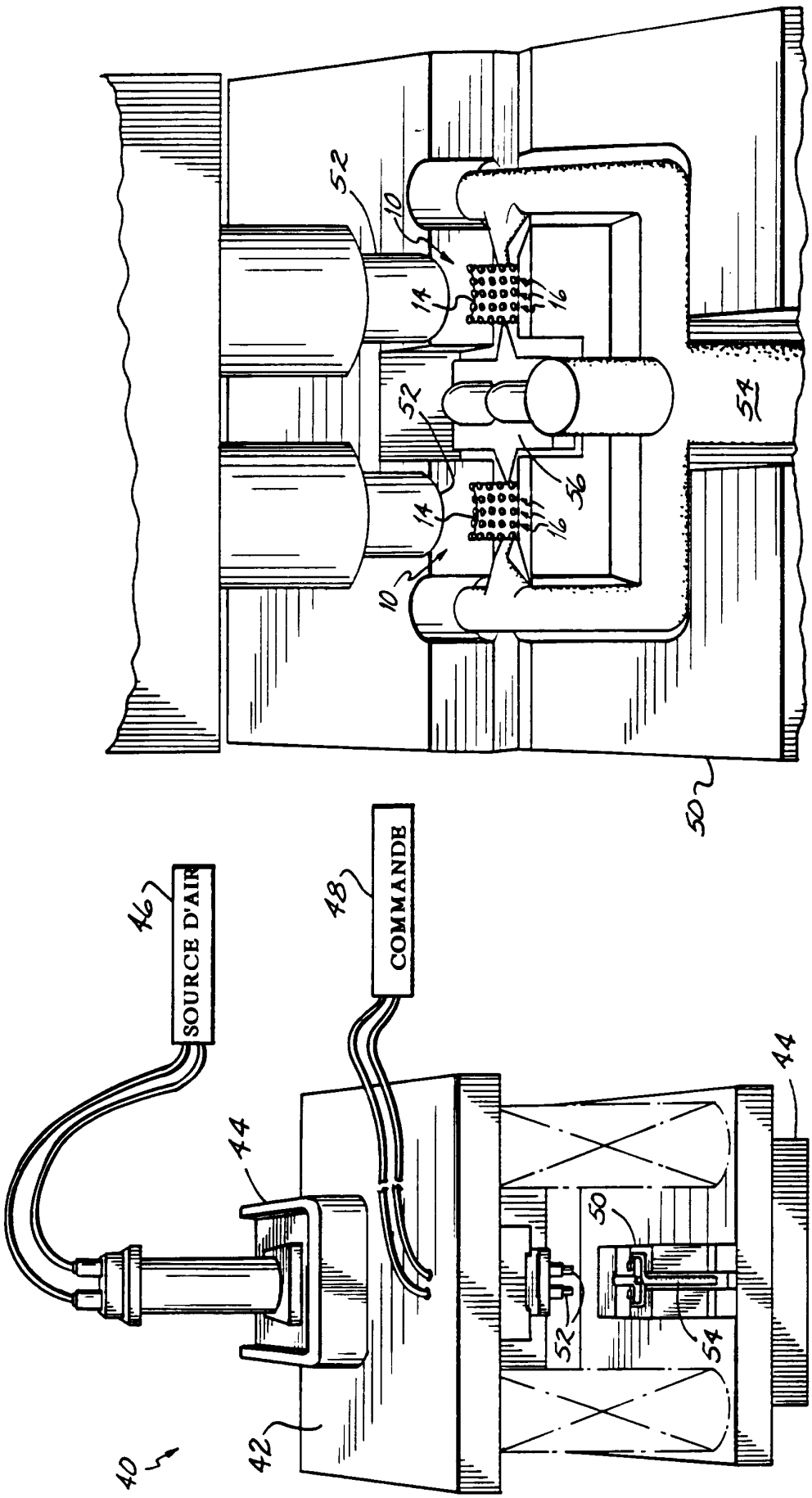


FIG. 8

FIG. 9

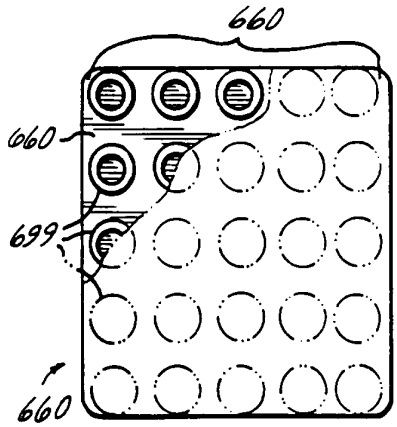


FIG. 10A

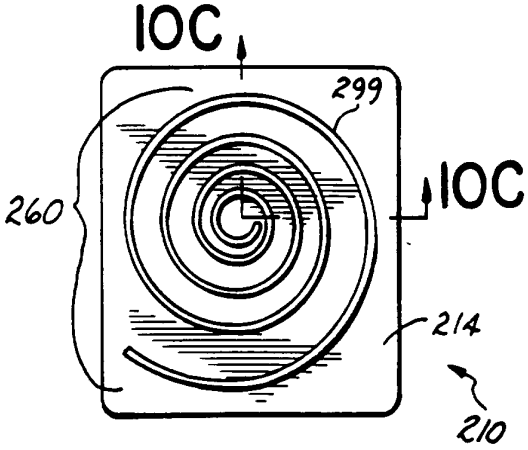


FIG. 10B

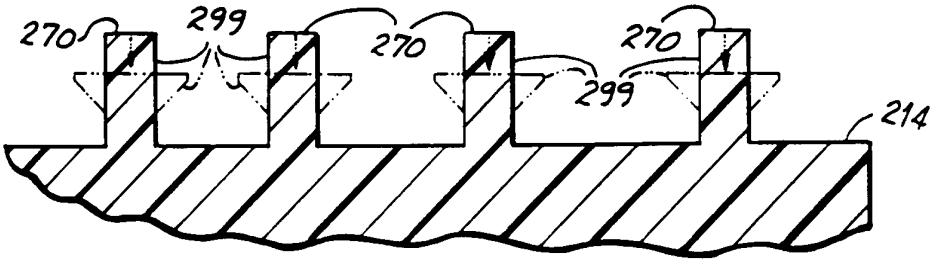


FIG. 10C

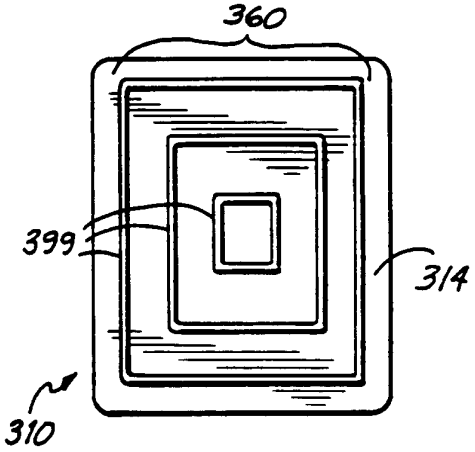


FIG. 10D

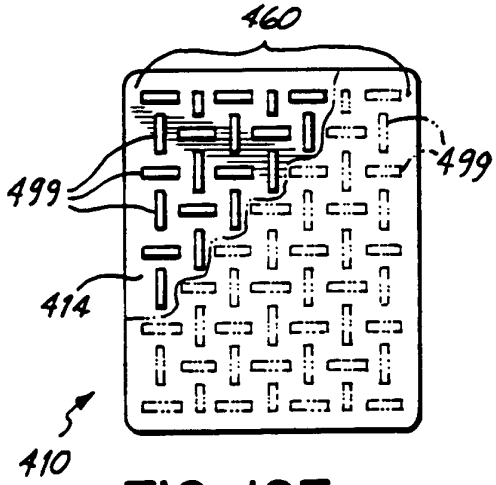


FIG. 10E

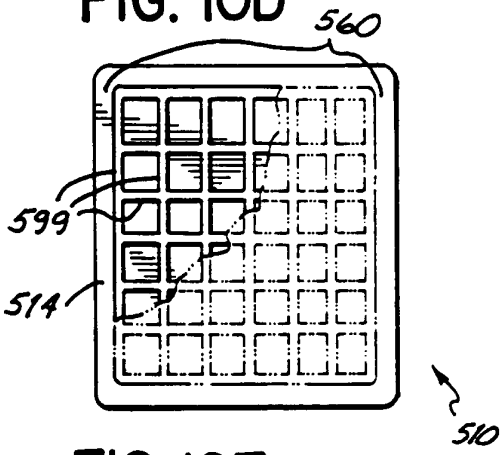


FIG. 10F

2732889

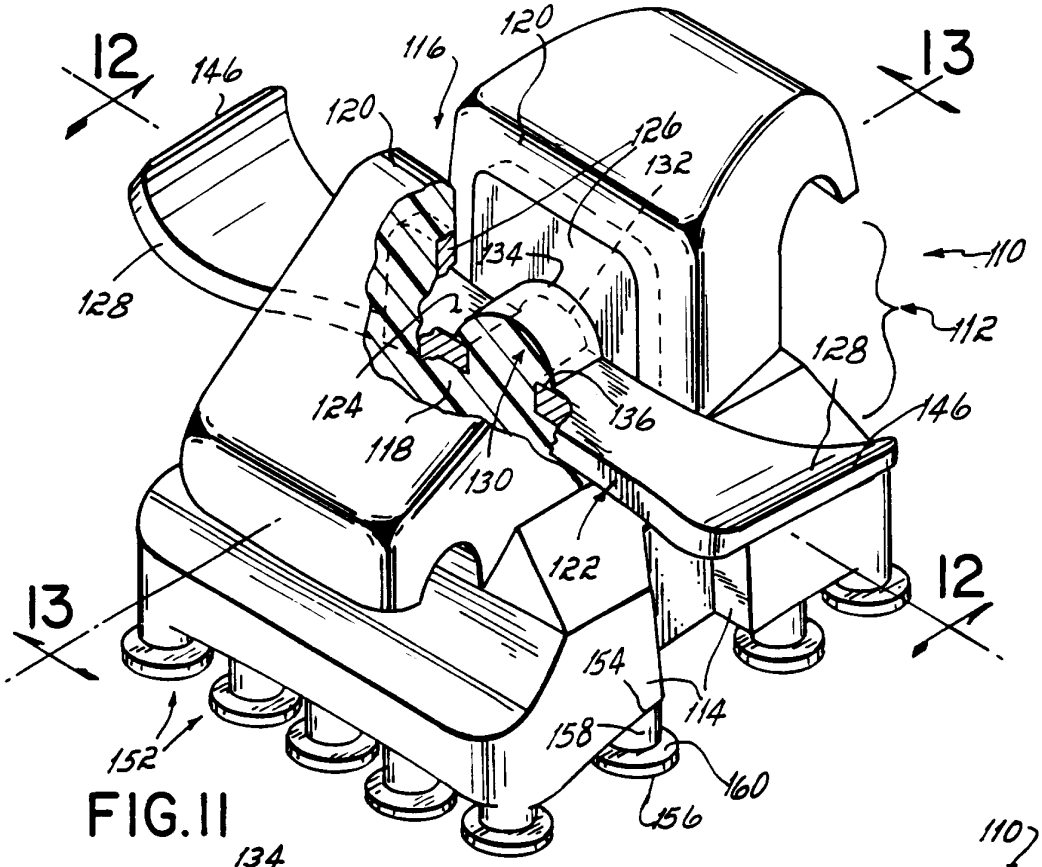


FIG.11

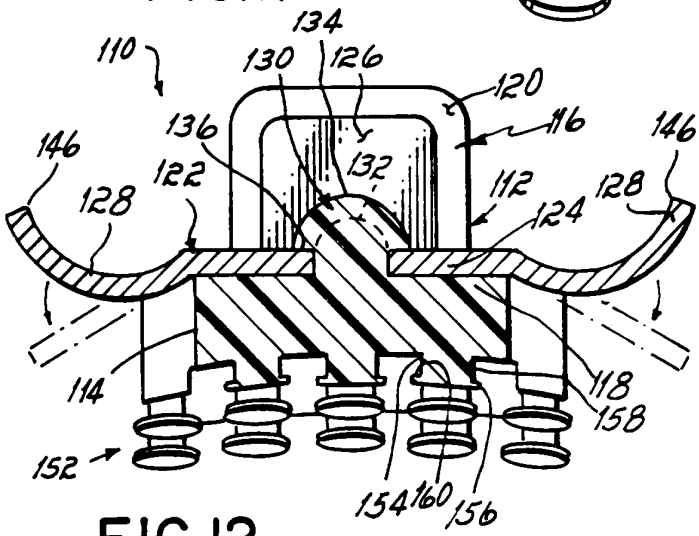


FIG.12

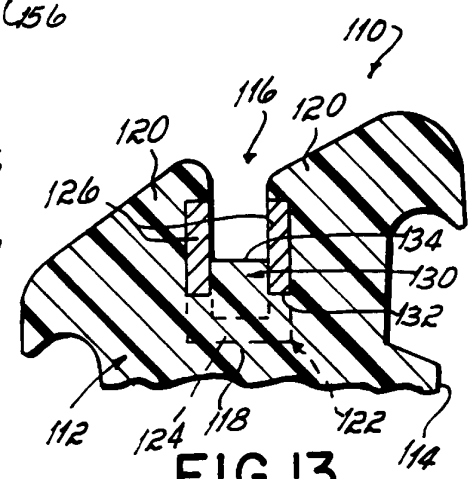


FIG.13

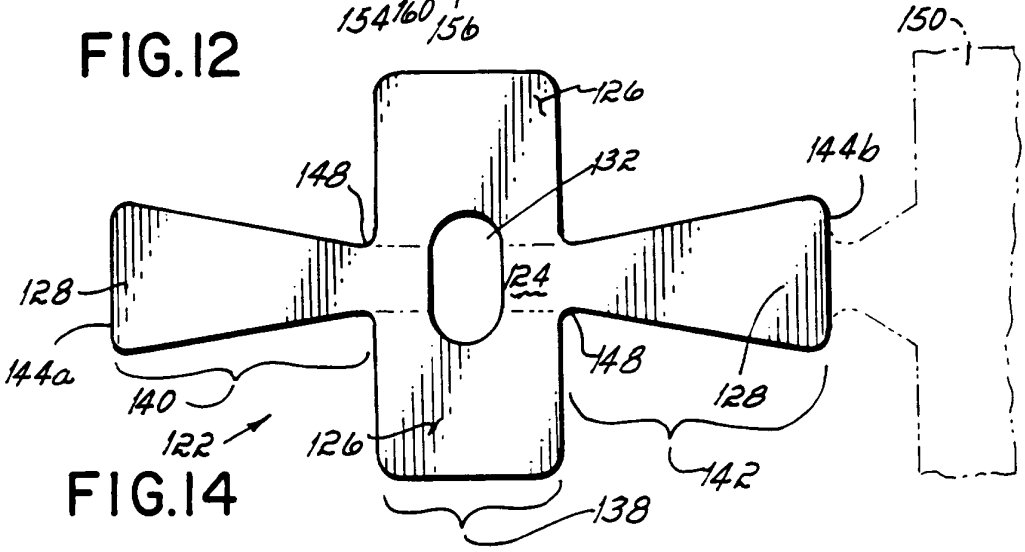


FIG.14

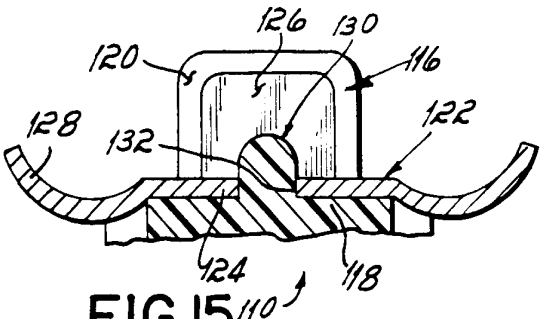


FIG.15

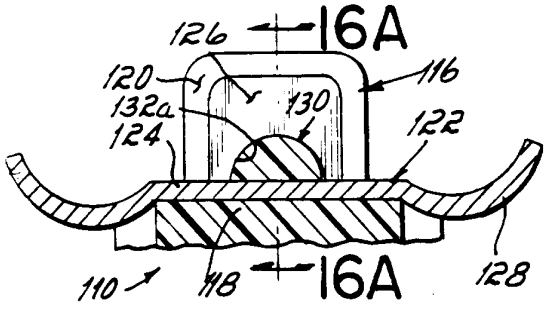


FIG.16

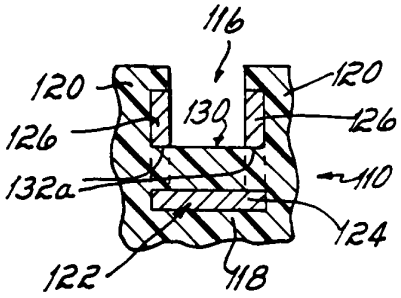


FIG.16A

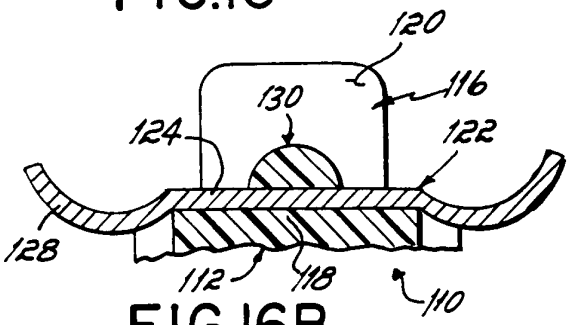


FIG.16B

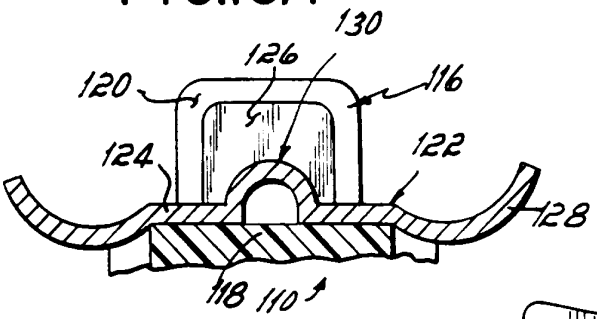


FIG.17

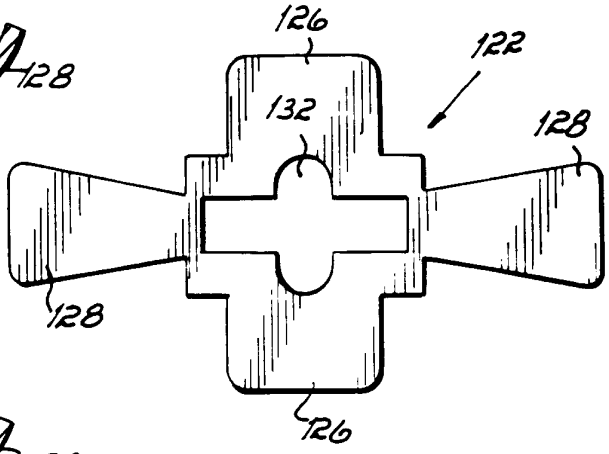


FIG.18

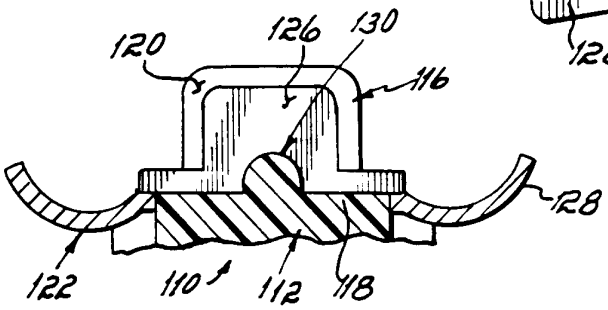
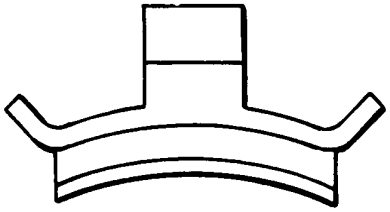
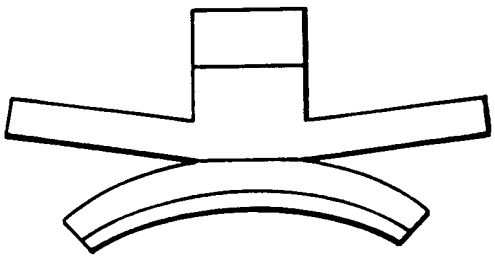


FIG.19



ART ANTERIEUR

FIG.20



ART ANTERIEUR

FIG.21