

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26.10.01.

③⑦ Priorité : 26.10.00 JP 00327374.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.05.02 Bulletin 02/18.

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.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES
LTD — JP.

⑦② Inventeur(s) : TAKEUCHI HIROYUKI.

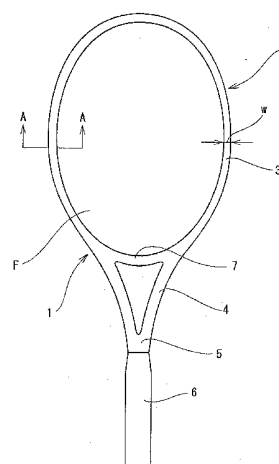
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ RAQUETTE DE TENNIS.

⑤⑦ L'invention concerne une raquette de tennis.
Elle se rapporte à une raquette de tennis qui comprend
un cadre de raquette formé d'une résine armée de fibres, tel
que le poids du cadre (2) est compris entre 100 et 280 g, et
la différence absolue $|F1 - F2|$ entre la fréquence fondamentale
secondaire perpendiculaire au plan (F1) de la surface
de frappe (F) de balle du cadre (2) et la fréquence fonda-
mentale des cordes (F2) est réglée entre 0 et 100 Hz inclus.
La rigidité (G1) de la surface de frappe (F) en direction per-
pendiculaire à la surface de frappe (F) est réglée entre 1 568
et 2 156 N/ cm, la rigidité (G2) de la surface de frappe (F)
dans la direction du plan est réglée entre 784 et 1 274 N/ cm
inclus, et le rapport des rigidités précitées (G1/ G2) est réglé
entre 1, 5 et 2, 4 inclus.

Application aux raquettes de tennis.



La présente invention concerne une raquette de tennis. Plus précisément, l'invention s'applique à une raquette de lawn-tennis de faible poids, permettant un perfectionnement des performances de restitution et de maîtrise de la
5 raquette.

Ces dernières années, on a réalisé une raquette de tennis épaisse en direction perpendiculaire à la face de frappe de balle du cadre de raquette, sous le nom de "raquette épaisse". Cette raquette épaisse est demandée par
10 les joueurs de tennis peu puissants, tels que les femmes et les personnes âgées. Ainsi, ces joueurs souhaitent utiliser une raquette légère ayant des performances élevées de restitution. En outre, certains joueurs de tournoi demandent des raquettes donnant aussi une bonne maîtrise.

Cependant, si l'on considère la collision de deux corps, c'est-à-dire d'une raquette de tennis et d'une balle, le coefficient de restitution de la balle devient faible, suivant la loi de conservation d'énergie, lorsque le cadre de raquette est léger. En conséquence, la réduction du poids
15 du cadre donne de mauvaises performances de restitution.

Pour que les performances de restitution d'un cadre de raquette de tennis classique de faible poids inférieur ou égal à 280 g soient conservées, on a habituellement éloigné le point d'équilibre, c'est-à-dire augmenté la distance
20 comprise entre l'extrémité de saisie et le centre de gravité du cadre, afin que le moment d'inertie dans la direction de balancement soit conservé.

Pour la solution du problème posé par le fait que les performances de restitution sont détériorées lors d'une
30 réduction de poids du cadre de raquette, le demandeur a déjà proposé, dans la demande de mise à l'inspection publique de brevet japonais n° 11-57 074, un cadre de raquette ayant des performances de restitution augmentées par limitation du rapport de la fréquence fondamentale primaire en direction perpendiculaire au plan de la surface de frappe de balle et
35 de la fréquence fondamentale primaire dans la direction du plan à une plage spécifiée.

Cependant, dans le cas où le point d'équilibre du cadre est éloigné pour que le moment d'inertie dans la direction de balancement soit conservé, le mouvement de balancement devient défavorable même si les performances de restitution
5 peuvent être conservées. Ainsi, ce cadre de raquette a de mauvaises propriétés de mise en oeuvre par une femme ou une personne âgée de faible puissance. En outre, la rigidité de la face de frappe de balle (en direction perpendiculaire au plan et dans le plan) devient faible. En conséquence, la
10 stabilité de la surface et les propriétés de maîtrise du cadre de raquette sont mauvaises à cause de la déformation facile de la surface de frappe de balle.

En outre, bien que les performances de restitution du cadre de raquette décrit dans le document précité puissent
15 augmenter, on a constaté que la maîtrise de la raquette devait encore être améliorée.

Plus précisément, bien que le cadre de raquette ait de meilleures performances de restitution en ce qui concerne les fréquences fondamentales primaires dans le plan et
20 perpendiculairement au plan, on a constaté, à la suite de nombreuses expériences effectuées par l'inventeur, que la vibration primaire en direction perpendiculaire au plan est excitée lorsqu'une balle est frappée en réalité en dehors de la zone centrale d'amortissement. Normalement, un joueur de
25 tennis frappe la balle près de cette zone centrale. Cependant, pour que les performances de restitution soient meilleures, on a constaté qu'il était préférable d'étudier la vibration secondaire excitée lorsque le joueur frappe la balle à proximité de la zone centrale.

30 Selon l'invention, les problèmes précités sont résolus avec un cadre de raquette dont le poids est compris entre 100 et 280 g inclus, ayant d'excellentes performances de restitution lors de la frappe de la balle et d'excellentes propriétés de maîtrise obtenues par stabilisation de la
35 surface de frappe de balle.

A cet effet, l'invention concerne une raquette de tennis qui comporte un cadre formé d'une résine armée de fibres et caractérisée en ce que le cadre de raquette a un

poids compris entre 100 et 280 g inclus, et la valeur absolue $|F1 - F2|$ de la différence entre la fréquence fondamentale secondaire en dehors du plan F1 de la surface de frappe de balle de la raquette et la fréquence fondamentale F2 des cordes est réglée entre 0 et 100 Hz inclus.

La raquette de tennis précitée a été obtenue à la suite des recherches poussées de l'inventeur et avec des résultats expérimentaux obtenus au cours d'essais réels de frappe de balle exécutés par l'inventeur. Plus précisément, pour que les performances de restitution du cadre de raquette léger soient accrues, la fréquence fondamentale des cordes doit être proche de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan de la surface de frappe de balle.

On considère que la raison pour laquelle les performances de restitution sont meilleures lorsque la fréquence fondamentale des cordes est proche de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan de la surface de frappe de balle est que la position des cordes coïncide avec une position du mode de vibration secondaire perpendiculairement au plan. Une forme d'onde de vibration secondaire perpendiculairement au plan et une forme d'onde de vibration des cordes ont le même mode de vibration dans la surface de frappe de balle de la raquette. Ainsi, les performances de restitution sont accrues. Plus précisément, l'adaptation de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan de la surface de frappe de balle et de la fréquence fondamentale des cordes (c'est-à-dire l'adaptation d'impédance) permet la réduction des pertes d'énergie et une augmentation des performances de rebond.

Dans un cadre de raquette classique connu de façon générale, la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan de la surface de frappe de la balle est de l'ordre de 350 à 510 Hz, lorsqu'elle est mesurée sans les cordes (boyau) tendues sur la raquette. Cependant, lors d'une partie de tennis, les cordes sont tendues si bien que la fréquence fondamentale des cordes tendues doit être prise en compte. Si l'on mesure la fréquence fondamentale

secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette lorsque les cordes sont tendues de manière classique, c'est-à-dire avec une tension comprise entre 2,00 et 2,45 kN, on constate que la fréquence fondamentale secondaire n'est
5 réduite que de 2 à 3 % par rapport à celle d'un cadre sans corde tendue. Cette tendance ne change pas même si la tension des cordes se trouve dans une plus large plage allant de 1,79 à 3,12 kN.

Ainsi, la fréquence fondamentale secondaire perpendicu-
10 lairement au plan du cadre est légèrement réduite par la tension des cordes. Cependant, la différence due à la présence des cordes tendues se trouve pratiquement dans une plage négligeable lorsque la fréquence fondamentale des cordes est rapprochée de la fréquence fondamentale secon-
15 daire perpendiculairement au plan du cadre. En conséquence, selon l'invention, la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan F1 de la surface de frappe de balle est définie comme étant celle du cadre de raquette sans fixation des cordes. Lorsque les cordes sont tendues
20 avec une tension de 2,00 à 2,45 kPa de manière classique, la fréquence fondamentale des cordes est mesurée entre 500 et 600 Hz.

L'invention spécifie le fait que la fréquence fondamentale secondaire F1 en direction perpendiculaire au
25 plan doit être comprise entre 480 et 600 Hz inclus et de préférence entre 500 et 580 Hz inclus. De cette manière, la fréquence fondamentale des cordes et la fréquence fondamentale secondaire perpendiculaire au plan du cadre peuvent être proches et peuvent augmenter la fréquence de resti-
30 tution. Lorsque la fréquence F1 est inférieure à 480 Hz ou supérieure à 600 Hz, les performances de restitution sont moins bonnes, car la fréquence F1 ne correspond pas à la fréquence fondamentale des cordes. Ceci constitue la raison pour laquelle la plage précitée est spécifiée.

35 L'invention concerne premièrement une raquette de tennis caractérisée en ce que la valeur absolue $|F1 - F2|$ de la différence entre la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette F1 et la

fréquence fondamentale F2 des cordes, comme décrit précédemment, est comprise entre 0 et 100 Hz, de préférence entre 0 et 80 Hz et très avantageusement entre 0 et 40 Hz. De cette manière, la limitation de la différence entre la

5 fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette F1 et la fréquence fondamentale F2 des cordes, pour qu'elles soient proches, permet une augmentation supplémentaire des performances de restitution. Plus la différence $|F1 - F2|$ est petite et plus les performances

10 de restitution sont bonnes. Lorsque la valeur de la différence $|F1 - F2|$ dépasse 100 Hz, les pertes d'énergie augmentent et provoquent une détérioration des performances de restitution.

L'invention concerne deuxièmement une raquette de

15 tennis qui comprend un cadre formé d'une résine armée de fibres et caractérisée en ce que le cadre a un poids compris entre 100 et 280 g inclus, la rigidité G1 de la face de frappe de balle dans la direction perpendiculaire au plan est comprise entre 1 568 et 2 156 N/cm inclus, la rigidité

20 G2 du cadre dans la direction du plan est comprise entre 784 et 1 274 N/cm inclus, et le rapport des rigidités G1 et G2 est compris entre 1,5 et 2,4 inclus.

L'invention concerne troisièmement une raquette de tennis ayant un cadre formé de résine armée de fibres et

25 caractérisé en ce que le cadre a un poids de 100 à 280 g inclus, une fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette F1 comprise entre 480 et 600 Hz, et une rigidité G1 de la face de frappe de balle en direction perpendiculaire au plan comprise entre 1 568 et

30 2 156 N/cm inclus.

Les seconde et troisième raquettes correspondent aux résultats expérimentaux obtenus lors des recherches de l'inventeur portant sur des essais de frappe de balle. Plus précisément, ces raquettes reposent sur la découverte du

35 fait que l'augmentation de rigidité (perpendiculairement au plan et dans le plan) de la face de frappe de balle, en particulier la rigidité dans le plan (rigidité transversale)

augmente efficacement la stabilité de la surface et améliore ainsi les propriétés de maîtrise d'une raquette légère.

Une raquette de tennis ayant toutes les propriétés des trois raquettes précitées est très avantageuse. Ainsi, la
5 rigidité G1 de la face de frappe en direction perpendiculaire au plan est comprise entre 1 568 et 2 156 N/cm inclus, la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette F1 est comprise entre 480 et 600 Hz inclus, la rigidité G2 de la face de frappe de
10 balle dans la direction du plan est comprise entre 784 et 1 274 N/cm inclus, le rapport des rigidités G1/G2 est compris entre 1,5 et 2,4 inclus, et la valeur de la différence absolue entre les fréquences F1 et F2, pour les cordes tendues sur le cadre, c'est-à-dire la différence
15 $|F1 - F2|$, est comprise entre 0 et 100 Hz inclus.

La fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de la raquette qui affecte l'augmentation des performances de restitution dépend beaucoup de la rigidité de la surface de frappe de balle (dans le plan et
20 perpendiculairement au plan), de la rigidité du manche et du poids du cadre de raquette. Il est donc nécessaire d'ajuster la rigidité et le poids du cadre comme indiqué pour permettre à la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de coïncider avec la fréquence
25 fondamentale des cordes.

D'autre part, la stabilité de la surface contribuant aux propriétés de maîtrise est accrue par augmentation de la rigidité de l'ensemble du cadre, notamment de la rigidité de la face de frappe de balle (dans le plan et perpendiculairement au plan). En particulier, il est important
30 d'accroître la rigidité dans la direction du plan (rigidité latérale du cadre). En conséquence, l'obtention d'une raquette de tennis ayant de bonnes caractéristiques à la fois de performances de restitution et de maîtrise nécessite
35 un réglage convenable de la rigidité de la surface de frappe de balle (dans la direction perpendiculaire au plan) et de la rigidité latérale du cadre (dans la direction du plan de la surface de frappe de balle).

Selon l'invention, la rigidité de la surface de frappe de balle et la rigidité latérale du cadre sont réglées à des valeurs comprises dans les plages précitées, si bien que les performances de restitution et les performances de maîtrise
5 peuvent être meilleures.

La rigidité de la surface de frappe de balle (en direction perpendiculaire au plan (G1) se trouve dans la plage allant de 1 568 à 2 156 N/cm et de préférence de 1 666 à 2 058 N/cm. Cette limitation a la raison suivante. Si la
10 rigidité G1 est inférieure à 1 568 N/cm, les performances de restitution sont détériorées car les fréquences F1 et F2 ne se correspondent pas bien. D'autre part, si la rigidité G1 dépasse 2 156 N/cm, les performances de restitution sont aussi détériorées à cause de la mauvaise adaptation des
15 fréquences F1 et F2 et parce que la résistance mécanique de la surface de frappe de balle est réduite du fait de l'utilisation de cordes très élastiques.

La rigidité latérale du cadre G2 (rigidité de la surface de frappe dans le plan) est spécifiée entre 784 et
20 1 274 N/cm inclus comme indiqué précédemment et de préférence entre 882 et 1 176 N/cm inclus. Lorsque la rigidité G2 augmente, la stabilité de la surface et la maîtrise deviennent excellentes. Cependant, la plage de rigidité G2 est limitée aux valeurs indiquées pour la raison suivante.
25 Si la rigidité G2 est inférieure à 784 N/cm, la stabilité de la surface est mauvaise et les propriétés de maîtrise diminuent. D'autre part, lorsque la rigidité G2 dépasse 1 274 N/cm, le poids de la raquette augmente et sa résistance mécanique est aussi insuffisante.

30 Le rapport G1/G2 des rigidités spécifiées G1 de la surface de frappe de balle et G2 latérale du cadre est destiné à être compris entre 1,5 et 2,4, de préférence entre 1,7 et 2,2 et très avantageusement entre 1,8 et 2,1.

Ces valeurs ont la raison suivante. Lorsque le rapport
35 G1/G2 est inférieur à 1,5, les performances de restitution sont détériorées. D'autre part, si le rapport G1/G2 dépasse 2,4, les propriétés de maîtrise sont détériorées.

De façon classique, l'augmentation de la rigidité latérale du cadre G2 est plus difficile à obtenir que l'augmentation de la rigidité G1 de la surface de frappe de balle, si bien que le rapport G1/G2 a tendance à prendre une valeur élevée. Cependant, selon l'invention, comme décrit dans la suite, la valeur précitée de la rigidité G2 est obtenue par réalisation d'un cadre de raquette de résine armée de fibres qui comprend des fibres d'armature ayant un module élevé de tension compris entre 340 et 440 GPa inclus, et un angle d'orientation de fibres compris entre 0 et 10° inclus, dans des parties relativement importantes des fibres d'armature.

L'invention concerne un cadre de raquette léger dont le poids est compris entre 100 et 280 g inclus, et ayant les propriétés physiques précitées. Ainsi, une partie de tête qui entoure la surface de frappe de balle du cadre de raquette et une partie de col sont formées d'une résine armée de fibres ayant un module de tension compris entre 340 et 440 GPa inclus, avec un angle d'orientation de fibres de 0 à 10° inclus et/ou une partie de tête a une épaisseur maximale comprise entre 26 et 30 mm et une largeur minimale comprise entre 13 et 16 mm.

Comme indiqué précédemment, le poids du cadre de raquette est compris entre 100 et 280 g inclus et de préférence entre 200 et 260 g inclus. Ces valeurs sont fixées pour la raison suivante. Si le poids est inférieur à 100 g, la résistance mécanique du cadre est insuffisante. D'autre part, si le poids dépasse 280 g, la raquette ne respecte pas les conditions de réduction de poids.

Le cadre de raquette est de préférence formé d'un tube d'un matériau préalablement imprégné armé de fibres et stratifié. Pour que la rigidité de la surface de frappe de balle précitée, la rigidité latérale du cadre et la fréquence fondamentale secondaire en dehors du plan du cadre de raquette soient obtenues, la configuration en coupe, la nature des fibres d'armature (compte tenu du module de traction), l'angle d'orientation des fibres d'armature, la

structure stratifiée, etc. sont spécifiés comme décrit précédemment.

Plus précisément, la partie de tête qui entoure la surface de frappe du cadre et une partie du col sont formées de fibres d'armature ayant un module de traction compris entre 340 et 440 GPa inclus. Normalement, on utilise fréquemment n'importe quel type de fibre ayant un module de traction de l'ordre de 230 et 390 GPa. Cependant, l'utilisation d'un module de traction relativement élevé permet une augmentation de la rigidité. La raison de la spécification de la plage précitée est la suivante. Si le module de traction est inférieur à 340 GPa, la rigidité est insuffisante. Au contraire, si ce module dépasse 440 GPa, la résistance mécanique des fibres elles-mêmes est réduite et le poids par unité de surface de l'élément préalablement imprégné formé augmente à cause de la mauvaise aptitude à la dispersion des fibres, si bien que la réduction de poids ne pas être conservée.

L'élément ou matériau préalablement imprégné armé de fibres de module compris entre 340 et 440 GPa inclus est de préférence disposé aux emplacements compris entre 2 et 4 h et entre 8 et 10 h, si l'on considère que la partie de tête du cadre de raquette forme un cadran d'horloge tel que la partie 12 h se trouve à la partie supérieure.

La partie de tête qui entoure la surface de frappe de balle du cadre de raquette et une partie du col sont formées de fibres d'armature dont l'angle d'orientation est compris entre 0 et 10° par rapport à la direction longitudinale (ou axiale) du cadre. Si l'angle d'orientation des fibres d'armature est compris entre 0 et 10° inclus par rapport à la direction longitudinale (ou axiale) du cadre, la rigidité dans la direction comprise dans le plan augmente efficacement. Si l'angle d'orientation se trouve entre 40 et 50° inclus, la rigidité en direction perpendiculaire au plan augmente efficacement. Pour que la rigidité dans le plan et en direction perpendiculaire au plan soit conservée d'une certaine manière, l'angle d'orientation des fibres est de préférence réglé entre 20 et 30° inclus. Selon l'invention, une partie importante d'éléments préalablement imprégnés

armés de fibres ayant un angle d'orientation de 0 à 10° inclus est utilisée pour accroître la maîtrise par augmentation de la rigidité dans le plan.

5 L'élément préalablement imprégné armé de fibres ayant un angle d'orientation de 0 à 10° inclus est de préférence disposé dans les parties comprises entre 2 et 4 h et entre 8 et 10 h, lorsque la partie de tête du cadre est considérée comme un cadran d'horloge tel que la position 12 h se trouve à la partie supérieure.

10 Dans le cas d'une structure stratifiée d'éléments préalablement imprégnés armés de fibres, il est préférable que les éléments préalablement imprégnés de fibres élastiques ou analogues soient disposés de façon concentrée à la partie supérieure de la section du cadre en direction
15 perpendiculaire au plan. Cette disposition permet une augmentation à la fois de la rigidité de la surface de frappe de balle et de la rigidité transversale.

Lorsque l'épaisseur et la largeur en coupe du cadre de raquette dans la direction perpendiculaire au plan et dans
20 le plan augmentent, la rigidité précitée augmente. Il est préférable que l'épaisseur maximale du cadre soit comprise entre 26 et 30 mm inclus comme indiqué précédemment. La raison en est la suivante. Si l'épaisseur maximale est inférieure à la plage précitée, la rigidité est insuffisante.
25 D'autre part, si elle dépasse la plage précitée, la résistance mécanique diminue et, si l'on essaie de conserver la résistance, les possibilités de mise en oeuvre sont mauvaises à cause de l'augmentation de poids. En outre, pour la même raison que précédemment, la largeur maximale du cadre
30 est de préférence comprise entre 13 et 16 mm inclus.

Une valeur MI qui est le produit du poids du cadre de raquette et la distance d'équilibre (distance comprise entre l'extrémité de la poignée et le centre de gravité du cadre de raquette) est limitée à la plage comprise entre 82 000 et
35 92 000 g.mm inclus. La raison en est la suivante. Si la valeur MI est inférieure à 82 000 g.mm, une balle frappée ne vole pas assez loin, car le cadre est trop léger. D'autre part, si la valeur MI dépasse 92 000 g.mm, le cadre donne au

joueur une impression de balancement défavorable car le cadre est trop lourd.

Le moment d'inertie I_s du cadre dans la direction de balancement (c'est-à-dire la direction de balancement dans la direction perpendiculaire au plan de la surface de frappe de balle, par pivotement à l'extrémité de saisie) est limité à une valeur comprise entre 440 000 et 520 000 g.cm² inclus et de préférence entre 460 000 et 500 000 g.cm² inclus. La raison en est la suivante. Si le moment I_s est inférieur à 440 000 g.cm², une balle frappée ne vole pas assez loin car le cadre est trop léger. D'autre part, si le moment I_s dépasse 520 000 g.cm², le cadre donne au joueur une sensation d'un mouvement de balancement défavorable, car il est trop lourd.

Le moment d'inertie I_c du cadre de raquette en direction centrale (c'est-à-dire le moment d'inertie autour de l'axe central de la partie de poignée) est limité entre 13 500 et 17 000 g.cm² inclus et de préférence entre 14 000 et 16 500 g.cm² inclus. La raison en est la suivante. Si ce moment I_c est inférieur à 13 500 g.cm², une balle frappée ne vole pas assez loin car le cadre est trop léger. D'autre part, si le moment I_c dépasse 17 000 g.cm², le cadre donne au joueur une sensation de mouvement défavorable au balancement car le cadre est trop lourd.

Le rapport des moments d'inertie I_s/I_c est limité à la plage allant de 28 à 36 inclus et de préférence de 30 à 34 inclus. On sait que les performances de rebond sont affectées par le moment d'inertie, en particulier en direction centrale. Les performances de rebond sont meilleures lorsque le moment d'inertie en direction centrale augmente. Cependant, si le rapport des moments I_s/I_c diminue, la structure stratifiée des éléments préalablement imprégnés armés de fibres n'est plus équilibrée et donne une faible résistance mécanique. Au contraire, lorsque le rapport des moments I_s/I_c augmente, on sait que le poids du cadre de raquette devient trop grand. Ainsi, ce rapport I_s/I_c doit être compris dans la plage précitée.

L'élément préalablement imprégné armé de fibres précité, utilisé de préférence, est composé de fibres de carbone, constituant des fibres d'armature, et d'une résine thermodurcissable (résine époxyde) qui imprègne les fibres
5 de carbone. On peut utiliser, comme fibres d'armature autres que les fibres de carbone, des fibres d'aramide, des fibres de bore, des fibres de polyamide aromatique, des fibres de polyester aromatique ou des fibres de super-polymère de polyéthylène.

10 L'invention s'applique aussi non seulement à un cadre de raquette de corps stratifié formé d'éléments préalablement imprégnés armés de fibres mais aussi à un cadre de raquette formé par charge d'une résine thermoplastique, par exemple de "RIMnylon" dans un moule dans lequel est disposé
15 un empilement de couches, l'empilement de couches étant préparé par enroulement de fibres d'armature autour d'un mandrin, avec enroulement de filaments.

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

la figure 1 est une vue en élévation frontale d'un cadre de raquette dans un premier mode de réalisation de l'invention ;

25 la figure 2 est une vue en élévation latérale du cadre de raquette dans le premier mode de réalisation ;

la figure 3 est une coupe d'une partie de tête du cadre de raquette, suivant la ligne A-A de la figure 1 ;

la figure 4 est un schéma illustrant un procédé de
30 mesure de la rigidité d'une face de frappe de balle d'un cadre de raquette ;

la figure 5 est un schéma illustrant un procédé de mesure de la rigidité latérale d'un cadre de raquette ;

les figures 6A à 6C sont des schémas illustrant chacun
35 un procédé de mesure de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette et de la fréquence fondamentale des cordes ;

les figures 7A et 7B sont des vues schématiques illustrant un procédé de mesure du moment d'inertie du cadre de raquette ; et

les figures 8A et 8B illustrent un procédé de mesure
5 du coefficient de restitution du cadre de raquette.

Les figures 1 à 3 représentent un cadre 1 de raquette de tennis dans un premier mode de réalisation de l'invention. Un cadre 2 forme une partie de tête 3 qui entoure une surface F de frappe de balle, une partie de col 4, une
10 partie de manche 5 et une partie de poignée 6 afin que ces parties se prolongent mutuellement. Un étrier 7 est formé d'un matériau différent de celui du cadre 2 et il est raccordé à la partie de tête dans la partie de col 4 afin qu'il entoure la surface de frappe de balle F avec la partie
15 de tête.

Le cadre 2 est creux et il est formé d'une résine armée de fibres, contenant un corps stratifié d'éléments préalablement imprégnés armés de fibres dans lesquels des fibres de carbone sont imprégnées d'une résine époxyde formant un
20 liant.

La longueur totale L entre la partie supérieure de la partie de tête 3 et l'extrémité de la partie 6 de poignée est égale à 700 mm. Le poids du cadre est de 265 g et la distance d'équilibre, mesurée depuis l'extrémité de la partie de poignée 6, est de 339 mm. Dans les sections de la
25 partie 3 de tête (sauf l'étrier 7) et de la partie de col 4, l'épaisseur t et la largeur w sont définies pour la détermination des rigidités décrites dans la suite. L'épaisseur maximale et la largeur maximale sont respectivement de 28 mm
30 et 16 mm.

Le cadre de raquette 2 est formé par chauffage d'un corps mis en forme avec des fibres d'armature (empilement). L'empilement est préparé d'abord par stratification de feuilles d'éléments préalablement imprégnés armés de fibres, composées de fibres de carbone, à une surface d'un tube mis
35 à une pression interne. Après que l'empilement a été réalisé dans un moule de mise en forme, le moule est ensuite serré.

L'empilement est chauffé à 160 °C pendant 15 min à une pression interne de 0,882 MPa appliquée au tube.

Dans la partie de tête 3 qui entoure la surface de frappe de balle du cadre 2 et une partie de col 4, l'élément
5 préalablement imprégné et armé de fibres qui contient les fibres d'armature ayant un module de traction compris entre 340 et 440 GPa inclus est stratifié en combinaison avec d'autres éléments préalablement imprégnés et armés de fibres. En outre, l'élément préalablement imprégné armé de
10 fibres ayant une orientation des fibres formant un angle de 0 à 10° avec la direction longitudinale (ou axiale) du cadre 2 est stratifié avec les autres éléments préalablement imprégnés armés de fibres.

Le cadre 2 de raquette, formé par stratification des
15 éléments préalablement imprégnés de la manière décrite précédemment, a une rigidité G_1 de surface de frappe de balle (en direction perpendiculaire au plan) de 1 062,2 N/cm, une fréquence fondamentale secondaire perpendiculaire au plan du cadre de raquette F_1 de 520 Hz, et une rigidité latérale du
20 cadre G_2 (rigidité de la surface de frappe de balle dans le plan) de 793,8 N/cm, si bien que le rapport G_1/G_2 est égal à 2,02.

En outre, des cordes sont tendues avec une force de 223 N pour que la fréquence fondamentale F_2 des cordes soit
25 de 540 Hz, et la différence absolue entre les fréquences F_1 et F_2 $|F_1 - F_2|$ est égale à 20 Hz.

La valeur MI , qui est le produit du poids du cadre et de la distance d'équilibre (distance comprise entre l'extrémité de la poignée et le centre de gravité I_s du cadre de raquette) est égale à 89 835 g.mm. Le moment d'inertie du
30 cadre de raquette dans la direction de balancement et le moment d'inertie I_c du cadre dans la direction centrale sont respectivement de 490 000 et 13 900 g.cm², et le rapport I_s/I_c est donc égal à 35,3. Le réglage des rigidités, des
35 fréquences fondamentales et autres paramètres dans les plages précitées permet l'obtention d'une raquette de tennis légère ayant d'excellentes propriétés de maîtrise et d'excellentes performances de restitution.

Les exemples 1 à 12 selon l'invention et les exemples 1 et 2 comparatifs sont décrits dans la suite en détail.

Dans chacun des exemples et exemples comparatifs, le cadre de raquette avait la forme indiquée sur la figure 1. La longueur totale, l'épaisseur maximale et la largeur maximale du cadre étaient respectivement de 700 mm, 28 mm et 16 mm. La rigidité de la surface de frappe de balle, la rigidité latérale du cadre, la fréquence fondamentale secondaire perpendiculaire au plan du cadre, la fréquence fondamentale des cordes, le poids du cadre, le point d'équilibre et le moment d'inertie (dans chacune des directions de balancement et centrale) ont été réglés aux valeurs indiquées dans le tableau. Les valeurs des paramètres précités ont été mesurées par des procédés correspondants décrits dans la suite.

On a utilisé, comme fibres de carbone, les fibres "HR 40" et "HR 50" produites par Mitsubishi Rayon Co., Ltd., "IM 600" produites par Toho Rayon Co., Ltd., et "T-700", "T-800", "M40M" et "M30G" produites par Toray Industries, Inc. Les angles d'orientation des fibres étaient de 0, 10, 22, 30, 45 et 90° et le module de traction était compris entre 200 et 500 GPa. On a utilisé une résine époxyde comme résine thermodurcissable. Des éléments préalablement imprégnés armés de fibres contenant des fibres de carbone et une résine époxyde ont été stratifiés sur un mandrin revêtu d'un tube de "Nylon". Après extraction du mandrin des éléments préalablement imprégnés, un empilement a été préparé. L'empilement a été placé sur un moule pour la formation du cadre de raquette par un procédé de formage par pressage à chaud. Dans chacun des exemples et exemples comparatifs, les éléments préalablement imprégnés armés de fibres ont été stratifiés pour l'obtention des valeurs indiquées dans le tableau.

Tableau (début)

5	A	Rigidité de la surface de frappe de balle	G1 G2	N/cm N/cm	
	B	Rigidité transversale			
	C	Rapport de rigidité G1/G2	G1/G2	-	
10	D	Tension des cordes	F1	N	
	E	Fréquence fondamentale secondaire perpendiculaire a plan du cadre de raquette	F2	Hz Hz	
	F	Fréquence fondamentale des cordes			
	G	Différence absolue entre les fréquences F1 et F2	F1 – F2	Hz	
	H	Coefficient de restitution		-	
	15	I	Poids	WT	g
J		Distance d'équilibre	BP	mm	
	K	Produit du poids et de la distance d'équilibre	MI	g.mm	
	20	L	Moment d'inertie dans la direction de balancement	Is Ic	g.cm ² g.cm ²
		M	Moment d'inertie dans la direction centrale		
	N	Rapport Is/Ic	Is/Ic	-	
	25	O	Evaluation de la frappe réelle de la balle	Performances de rebond Possibilités de maîtrise Stabilité de la surface Possibilité de mise en oeuvre	
		P			
Q					
30	R				

Tableau (suite)

	Ex.1	Ex.2	Ex.3	Ex.4	Ex.5	Ex.6	Ex.7
5	A	1 607,2	1 636,6	2 175,6	1 773,8	1 911	2 009
	B	793,8	1 048,6	1 528,8	980	813,4	793,8
	C	2,02	1,56	1,42	1,81	2,35	2,53
	D	223	208	223	223	245	245
	E	520	522	600	548	584	592
10	F	540	510	545	544	579	580
	G	20	12	55	4	5	12
	H	0,421	0,423	0,421	0,427	0,426	0,423
	I	265	250	260	243	240	242
	J	339	350	343	360	358	357
15	K	89 835	87 500	89 180	87 480	85 920	86 394
	L	490 000	481 000	487 000	480 000	471 000	472 000
	M	13 900	14 300	14 000	15 600	15 600	15 800
	N	35,3	33,6	34,8	30,8	29,8	29,9
	O	4,0	4,2	4,1	4,3	4,5	4,3
20	P	4,0	4,2	4,0	4,2	4,0	4,1
	Q	4,1	4,3	4,4	4,2	4,0	4,0
	R	4,0	4,2	4,0	4,2	4,4	4,3

Tableau (fin)

	Ex.8	Ex.9	Ex.10	Ex.11	Ex.12	Ex.C.1	Ex.C.2
5	A	2 107	2 087,4	2 107	2 107	2 097 2	2 195,2
	B	1 995,6	1 225	1 205,4	1 195,6	1 176	1 538,6
	C	1,76	1,70	1,75	1,76	1,78	1,43
	D	156	169	187	208	214	223
	E	585	586	585	584	583	632
10	F	480	492	501	511	535	550
	G	105	94	84	73	48	82
	H	0,415	0,417	0,418	0,418	0,420	0,407
	I	233	234	233	235	235	285
	J	370	372	371	372	371	330
15	K	86 210	87 048	86 443	87 420	87 185	94 050
	L	479 000	480 000	479 000	481 000	481 000	523 000
	M	16 500	16 600	16 500	16 700	16 600	13 000
	N	29,0	28,9	29,0	28,8	29,0	40,2
	O	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	3,5
20	P	4,3	4,2	4,4	4,3	4,4	3,6
	Q	4,3	4,3	4,4	4,3	4,4	4,4
	R	4,2	4,2	4,2	4,3	4,2	3,3

Ex. = exemple, Ex.C. = exemple comparatif

Exemples 1 à 12

Le poids de chaque cadre de raquette a été limité à 280 g au maximum, et les paramètres G1, G2, G1/G2 et F1 ont été réglés respectivement aux valeurs comprises dans les plages indiquées précédemment. Chaque valeur des autres paramètres a été réglée à la valeur indiquée dans le tableau. Les cordes ont été tendues avec une tension comprise entre 156 et 245 N.

Exemples comparatifs 1 et 2

Les paramètres G1, G2, G1/G2 et F1 ont été réglés respectivement à des valeurs qui sont en dehors des plages décrites précédemment. Chaque valeur des autres paramètres était telle qu'indiquée dans le tableau. Les cordes ont été

tendues avec une force de 223 N. Le poids du cadre de l'exemple comparatif 1 était égal à 285 g.

Pour chacune des raquettes de tennis des exemples 1 à 12 et des exemples comparatifs 1 et 2, le coefficient de restitution a été mesuré et en outre on a évalué la frappe réelle de la balle (performances de rebond, maîtrise, stabilité de la surface et aptitude à la mise en oeuvre). Ces résultats sont aussi indiqués dans le tableau.

Mesure de la rigidité de la surface de frappe de balle

Pour la mesure de la rigidité de la surface de frappe de balle (rigidité en direction perpendiculaire au plan), la raquette de tennis 1 a été disposée horizontalement comme indiqué sur la figure 4 par support d'une partie supérieure 3a de la partie de tête 3, et à deux emplacements séparés de 340 mm de la partie supérieure 3a, l'étrier 7 étant raccordé à la partie de col 4, avec utilisation d'un dispositif de montage de logement 61 (R15) et de dispositifs de montage et de logement 62 (R15) respectivement. Dans cet état, une force de 784 N a été appliquée vers le bas à un point se trouvant à 170 mm du dispositif 61 de montage vers les dispositifs 62 de montage par un dispositif de montage d'application de pression 63 (R10). La raideur a été calculée d'après le déplacement du cadre soumis à la force, si bien que la rigidité de la surface de frappe a pu être mesurée.

Mesure de la rigidité transversale

Pour la mesure de la rigidité transversale du cadre, la raquette 1 a été placée sur le côté avec la face de frappe de balle F tenue verticalement. Dans cet état, une force de 784 N a été appliquée à un côté 3b de la partie de tête 3 par une plaque P. La raideur a été calculée d'après le déplacement du cadre soumis à la force et la rigidité latérale du cadre a ainsi été mesurée.

Mesure de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculaire au plan

Chacune des raquettes de tennis des exemples et exemples comparatifs sur lesquelles seuls les accessoires nécessaires étaient montés a été suspendue par une corde 51

à l'extrémité supérieure de la partie de tête 3 comme
indiqué sur la figure 6A. Un organe 53 de mesure à capteur
d'accélération a été fixé perpendiculairement au cadre à un
point de raccordement de la partie de col 4 et de la partie
5 de manche 5. Dans cet état, comme l'indique la figure 6B, le
cadre a été frappé avec un marteau 55 à l'arrière de
l'emplacement auquel l'organe 53 de mesure à capteur
d'accélération était fixé, afin que le cadre soit mis en
vibration. Une vibration d'entrée V mesurée par un organe de
10 mesure à capteur de force placé sur un marteau 55 et la
réponse α de vibration mesurée par l'organe de mesure 53 ont
été transmises à un analyseur de fréquences 57 (analyseur
dynamique à un seul canal HP 3562A fabriqué par Hewlett-
Packard Corp.) à l'aide d'amplificateurs 56A et 56B pour
15 l'analyse de V et α . Une fonction de transfert dans la
région des fréquences a été obtenue par analyse si bien que
la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au
plan de la raquette de tennis a été obtenue. Les valeurs
mesurées pour chaque raquette des exemples et exemples
20 comparatifs sont indiquées dans le tableau.

Mesure de la fréquence fondamentale des cordes

Comme l'indique la figure 6C, la raquette de tennis
ayant des cordes tendues était suspendue par une corde 51 à
l'extrémité supérieure de la partie de tête 3. L'organe 53
25 de mesure à capteur d'accélération a été fixé perpendi-
culairement au cadre à un point de raccordement compris
entre la partie de col 4 et la partie de manche 5. Dans cet
état, les cordes ont été frappées par le marteau 55 au
centre de la partie de tête 3 pour provoquer une vibration
30 des cordes. Par le même procédé de mesure que pour la
fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au
plan décrit précédemment, la fréquence fondamentale des
cordes a été obtenue. Les valeurs mesurées pour chaque
raquette des exemples et exemples comparatifs sont aussi
35 indiquées dans le tableau.

Mesure du moment d'inertie

Après que les accessoires nécessaires ont été montés
sur le cadre de raquette 1 comme indiqué sur la figure 7A,

le cadre a été suspendu avec un instrument de mesure du moment d'inertie, l'extrémité de poignée se trouvant en haut. La période T_s d'oscillation de la raquette a été mesurée et le moment d'inertie dans la direction de balancement (pivotement sur l'extrémité à poignée) a été calculé avec la formule suivante.

Comme l'indique la figure 7B, le cadre de raquette a été suspendu avec un instrument de mesure du moment d'inertie et la poignée a été placée en haut. La période T_c de balancement a été mesurée et le moment d'inertie en direction centrale (autour de l'axe central de l'extrémité de poignée) a été calculé avec la formule suivante.

Calcul du moment d'inertie

Dans la direction de balancement I_s (g.cm^2)

$$I_s = M.g.h.(T_s/2\pi)^2 - I_c$$

Dans la direction centrale : I_c (g.cm^2)

$$I_c = 254\,458.(T_c/\pi)^2 - 8\,357$$

Autour du centre de gravité : I_g (g.cm^2)

$$I_g = I_s - m.(1 + 2,6)^2$$

avec $M = m + m_c$, $h = (m.l - m_c.l_c)/m + 2,6$, m étant le poids de la raquette, l la distance d'équilibre de la raquette, m_c le poids du mandrin et l_c la distance d'équilibre du mandrin.

Mesure du coefficient de restitution

Comme l'indique les figures 8A et 8B, des boyaux longitudinaux et transversaux ont été tendus sur la raquette 1 des exemples et exemples comparatifs avec des forces de traction respectivement de 267 et 245 N. La partie de poignée a été fixée de manière flexible afin que la raquette 1 soit libre verticalement. Une balle de tennis lancée par une machine de lancement de balles est venue frapper la face de frappe de balle de la raquette avec une vitesse constante V_1 (30 m/s) pour la mesure de la vitesse V_2 de la balle de tennis qui rebondit. Le coefficient de restitution est défini comme étant le rapport V_2/V_1 de la vitesse après rebond V_2 à la vitesse au lancement V_1 . Plus le coefficient de restitution est élevé et meilleures sont les performances

de vol de la balle de tennis. Le coefficient de restitution a été mesuré à l'aide de ce procédé.

Evaluation de la raquette de tennis pour la frappe réelle d'une balle

5 Pour l'évaluation des performances de rebond, de la maîtrise, de la stabilité de surface et des possibilités de mise en oeuvre de chaque raquette de tennis, un questionnaire a été utilisé. Le questionnaire correspondait à cinq degrés (la valeur 5 étant la meilleure). L'évaluation reposait sur la moyenne des indications données par des joueurs d'expériences moyenne et élevée, les joueuses ayant une expérience de tennis d'au moins 10 ans et jouant au tennis au moins trois jours par semaine.

15 Comme l'indique le tableau, les raquettes de tennis des exemples 1 à 12 étaient meilleures que celles des exemples comparatifs par le coefficient de restitution, et avaient aussi des performances favorables de rebond indiquées par les résultats de l'évaluation de frappe réelle de balle. En conséquence, il a été confirmé que le coefficient de restitution était accru. Pour cette raison, on considère que le rapprochement de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette de la fréquence fondamentale des cordes, qui est appelée "adaptation d'impédance", permet la réduction au minimum de la perte d'énergie. Les performances de rebond des exemples comparatifs 1 et 2 étaient moins bonnes que celles des exemples 1 à 12 parce que ces fréquences fondamentales étaient séparées.

30 En outre, il a été confirmé que la stabilité de la surface, qui contribue à la maîtrise, des raquettes de tennis des exemples 1 à 12 avait de meilleures évaluations car la rigidité de frappe de balle (perpendiculairement au plan et dans le plan) était élevée, et les résultats étaient meilleurs lorsque la rigidité a augmenté. Au contraire, la stabilité de la surface de l'exemple comparatif 2 avait de mauvaises valeurs dues à sa faible rigidité.

35 En outre, les valeurs MI des exemples 1 à 12 ont été réglées dans la plage de 82 000 à 92 000 g.mm afin que

l'aptitude à la mise en oeuvre qui contribue à la maîtrise soit obtenue, avec de bons résultats. Il a été confirmé que la réduction de la valeur MI a donné une meilleure évaluation des possibilités de mise en oeuvre. Dans l'exemple comparatif 1, les possibilités de mise en oeuvre avaient de faibles valeurs et la valeur MI était élevée. L'évaluation de la maîtrise, comprenant la stabilité de la surface et les propriétés de mise en oeuvre, a confirmé les résultats avantageux donnés par les raquettes des exemples 1 à 12.

Comme l'indique la description qui précède, selon l'invention, le rapprochement de la fréquence fondamentale des cordes et de la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan du cadre de raquette (c'est-à-dire l'adaptation d'impédance) permet la réduction des pertes d'énergie, si bien que les performances de rebond de la raquette sont meilleures. En outre, la stabilité de la surface augmente lorsque la rigidité de la surface de frappe de balle (dans le plan et perpendiculairement au plan) est accrue, notamment la rigidité dans le plan (rigidité transversale), si bien que la maîtrise de la raquette peut être meilleure.

L'invention concerne donc une raquette de tennis ayant d'excellentes performances de rebond, une excellente maîtrise au point de vue de la stabilité de la surface, des possibilités de mise en oeuvre, etc., avec réduction du poids, si bien que la raquette de tennis donne de performances de rebond et une maîtrise avantageuse même pour les femmes et les personnes âgées qui frappent la balle avec une force réduite.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux raquettes qui viennent d'être décrites uniquement à titre d'exemple non limitatif sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Raquette de tennis, comprenant un cadre de raquette formé d'une résine armée de fibres, caractérisée en ce que le poids du cadre (2) de raquette est compris
5 entre 100 et 280 g inclus, et la différence absolue $|F1 - F2|$ entre la fréquence fondamentale secondaire perpendiculaire au plan (F1) de la surface de frappe (F) de balle du cadre (2) de raquette et la fréquence fondamentale des cordes (F2) est réglée entre 0 et 100 Hz
10 inclus.

2. Raquette de tennis selon la revendication 1, caractérisée en ce que la rigidité (G1) de la surface de frappe (F) de balle du cadre (2) de raquette en direction perpendiculaire à la surface de frappe (F) de balle est
15 réglée entre 1 568 et 2 156 N/cm, la rigidité (G2) de la surface de frappe (F) de balle dans la direction du plan est réglée entre 784 et 1 274 N/cm inclus, et le rapport des rigidités précitées (G1/G2) est réglé entre 1,5 et 2,4 inclus.

20 3. Raquette de tennis selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la fréquence fondamentale secondaire perpendiculairement au plan de la surface de frappe (F) de balle du cadre (2) de raquette (F1) est réglée entre 480 et 600 Hz inclus, et la rigidité (G1) de
25 la surface de frappe (F) de balle du cadre (2) de raquette en direction perpendiculaire à la surface de frappe (F) de balle est réglée entre 1 568 et 2 156 N/cm.

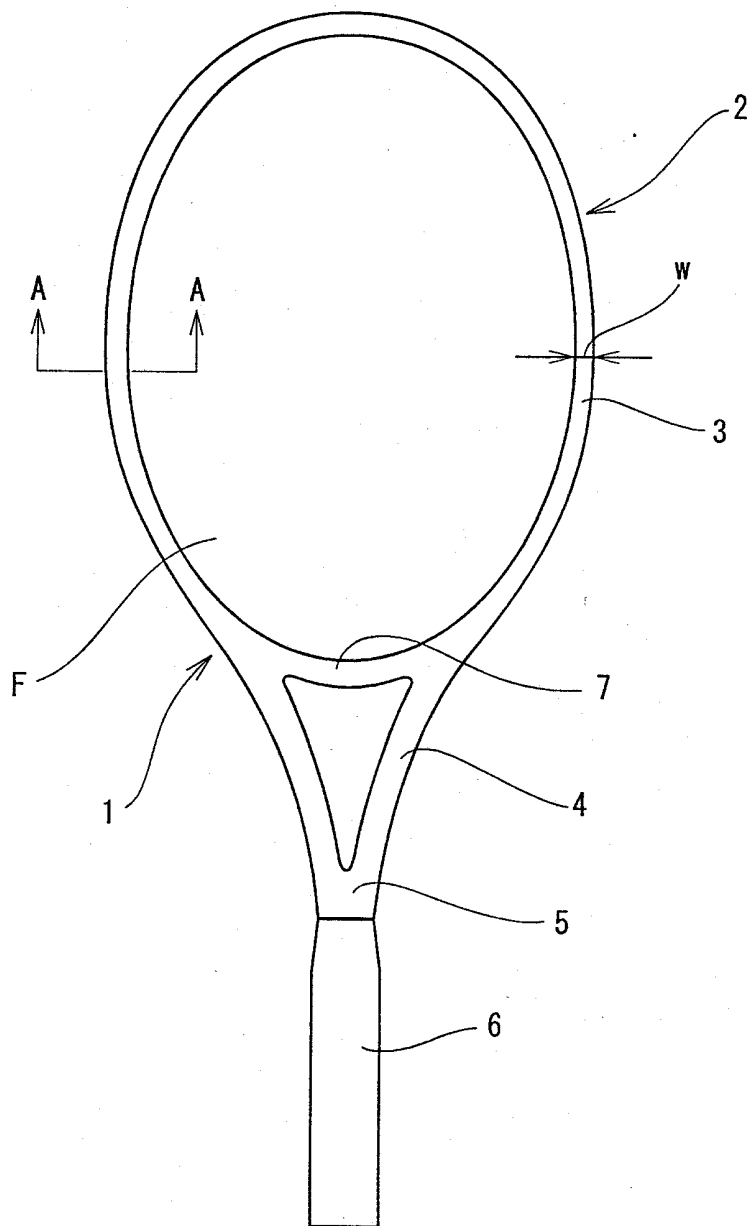
4. Raquette selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le module de
30 traction des fibres d'armature de la résine armée de fibres utilisée dans la partie de tête (3) qui entoure la surface de frappe (F) de balle de la raquette et une partie de col du cadre (2) de raquette est réglé entre 340 et 440 GPa inclus, et l'angle d'orientation des
35 fibres d'armature est réglé entre 0 et 10° par rapport à la direction longitudinale (axiale) du cadre (2) de raquette.

5. Raquette selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le module de traction des fibres d'armature de la résine armée de fibres utilisée dans la partie de tête qui entoure la surface de frappe (F) de balle de la raquette et une partie de col (4) du cadre (2) de raquette est réglé entre 340 et 440 GPa inclus, l'angle d'orientation des fibres d'armature est réglé entre 0 et 10° par rapport à la direction longitudinale (axiale) du cadre (2) de raquette, et l'épaisseur maximale et la largeur maximale de la partie de cadre (2) sont réglées respectivement entre 26 et 30 mm et entre 13 et 16 mm inclus.

6. Raquette selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le produit (MI) du poids du cadre (2) de raquette et de la distance d'équilibre (distance comprise entre l'extrémité de poignée (6) du cadre (2) de raquette et le centre de gravité de la raquette de tennis) est réglé entre 82 000 et 92 000 g.mm inclus.

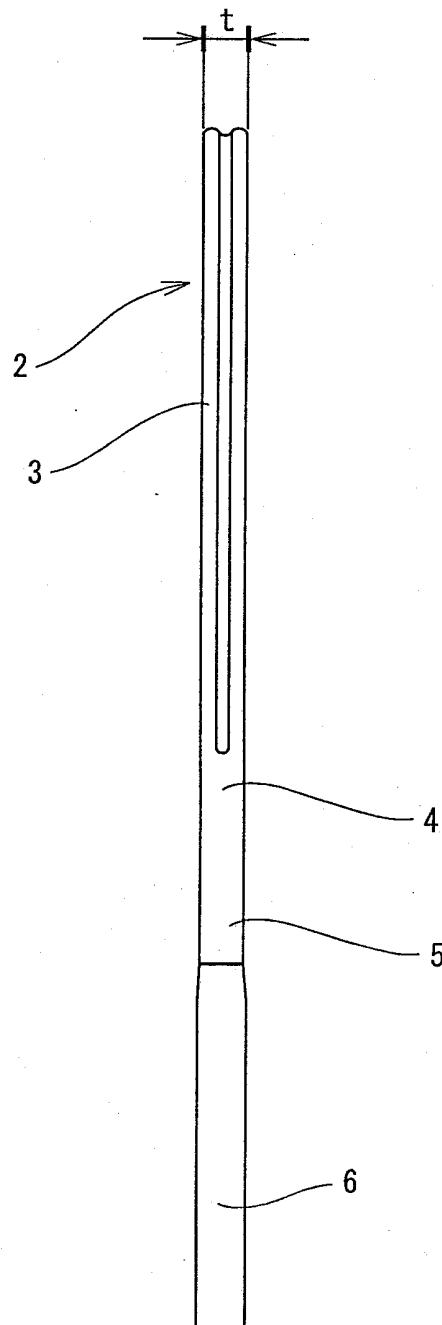
7. Raquette selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le moment d'inertie (I_s) du cadre (2) de raquette dans la direction de balancement est réglé entre 440 000 et 520 000 g.cm² inclus, le moment d'inertie I_c du cadre (2) de raquette en direction centrale est réglé entre 13 500 et 17 000 g.cm² inclus, et le rapport des moments d'inertie I_s/I_c est réglé entre 28 et 36 inclus.

Fig. 1



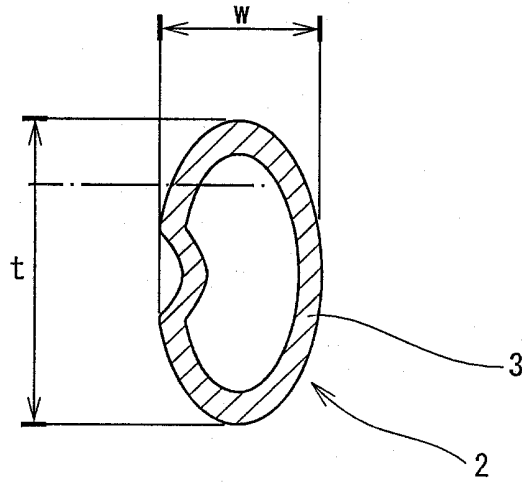
2/8

Fig. 2



3/8

Fig. 3



4/8

Fig. 4

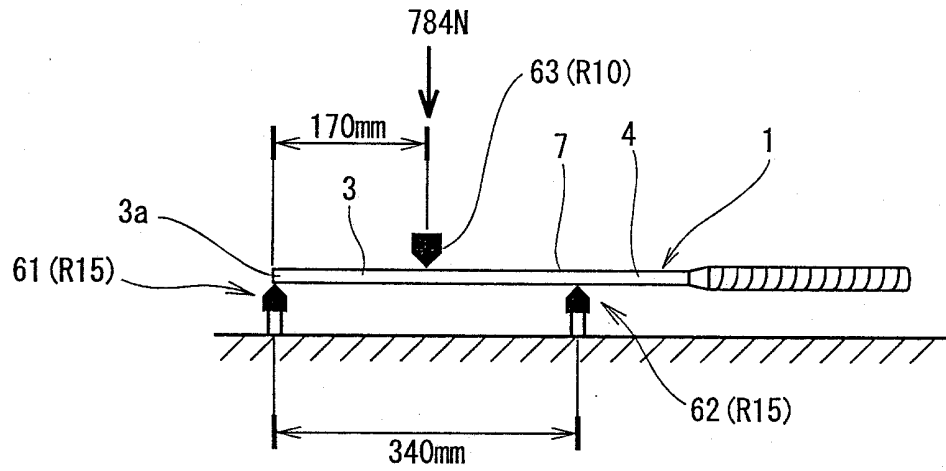
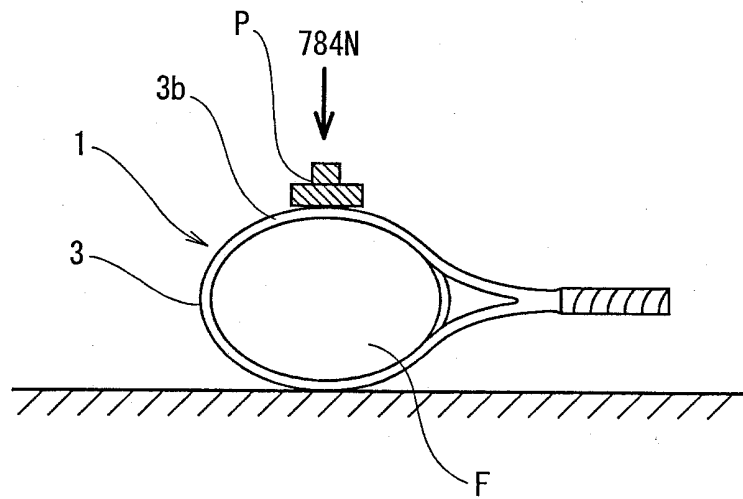


Fig. 5



6/8

Fig. 6A

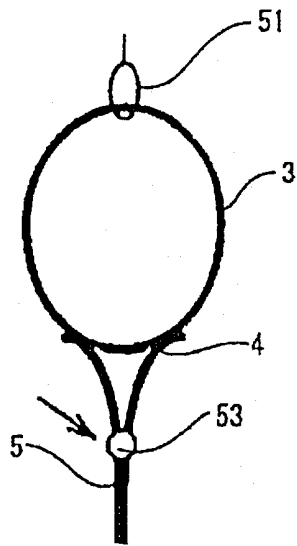


Fig. 6C

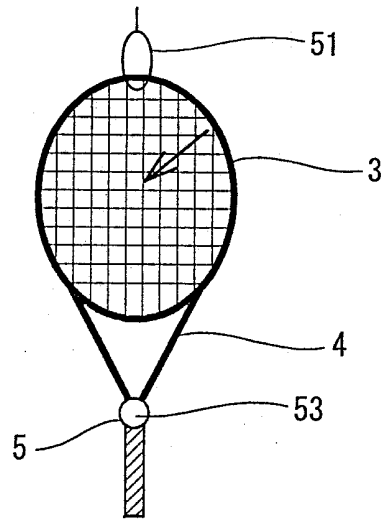
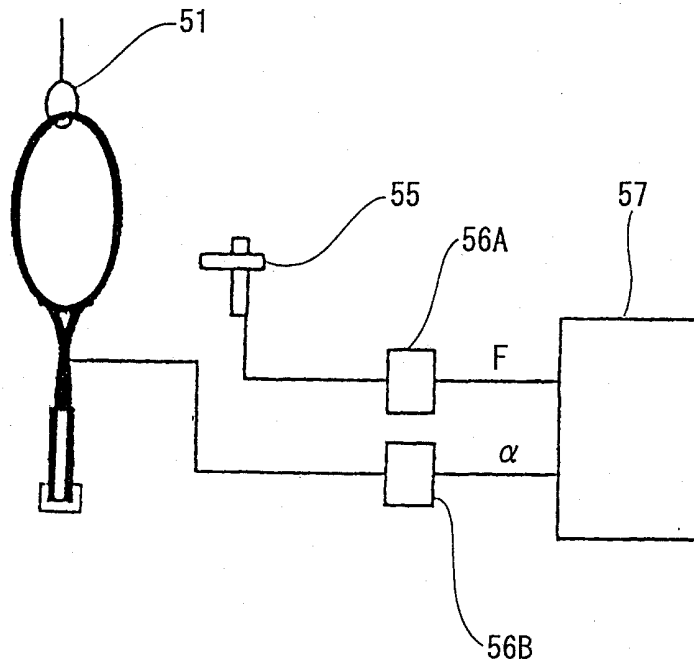


Fig. 6B



7/8

Fig. 7A

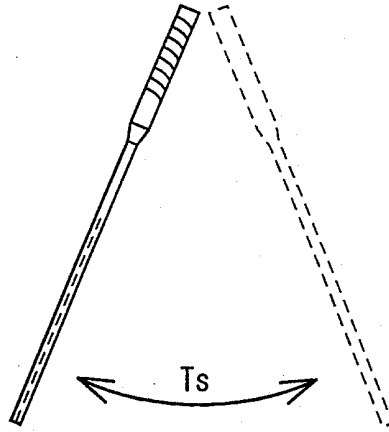
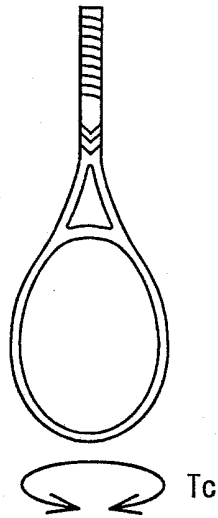


Fig. 7B



8/8

Fig. 8A

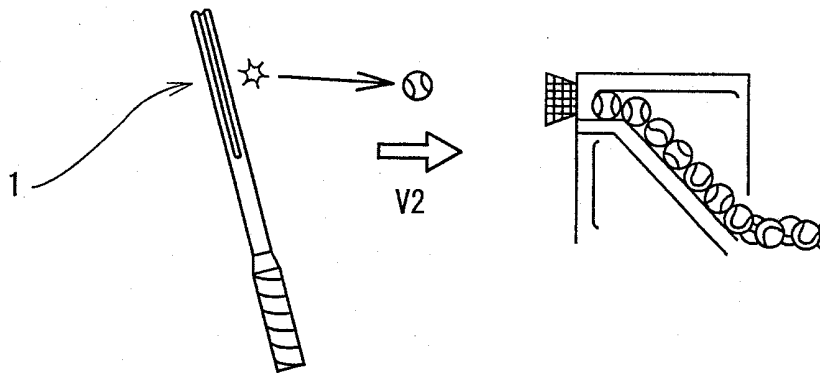
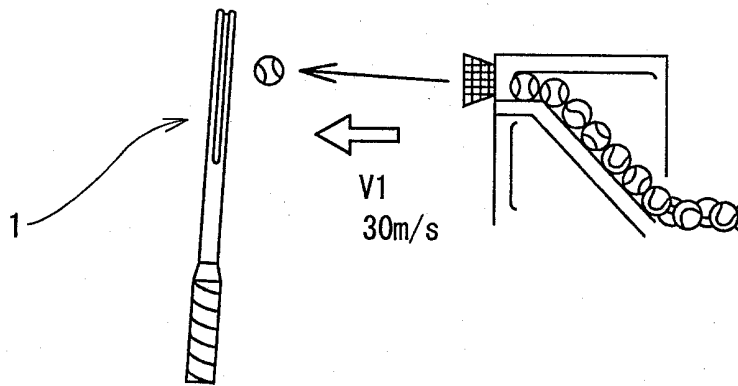


Fig. 8B