

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 984 109

②1 N° d'enregistrement national : **11 61634**

⑤1 Int Cl⁸ : **A 61 B 6/00 (2013.01)**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 14.12.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.06.13 Bulletin 13/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY —
US.

⑦2 Inventeur(s) : BOUVIER BERNARD.

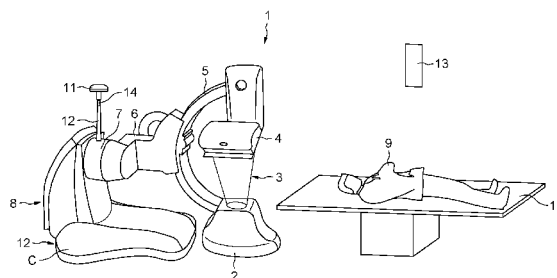
⑦3 Titulaire(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

⑦4 Mandataire(s) : CASALONGA & ASSOCIES.

⑤4 **APPAREIL A RAYONS X DOTE D'UN INCLINOMETRE.**

⑤7 Cet appareil à rayons X comprend un tube à rayons X (2), un détecteur de rayons X (4) disposé à l'opposé du tube à rayons X dans une direction d'émission de rayons X, un dispositif mobile (8) apte à provoquer le déplacement de l'appareil à rayons X sur lequel sont montés le tube à rayons X (2) et le détecteur de rayons X (4), et un système de localisation (11, 13), adapté pour déterminer la position de l'appareil dans une salle d'examen.

Il comporte des moyens (14) pour corriger la position de l'appareil déterminée par le système de localisation en fonction de l'inclinaison de l'appareil par rapport au sol.



FR 2 984 109 - A1



B11-4816FR

1

Appareil à rayons X doté d'un inclinomètre

La présente invention concerne, de manière générale, les
5 appareils à rayons X utilisés notamment dans le domaine de
l'imagerie médicale.

Elle concerne plus particulièrement les appareils à rayons X
montés sur un dispositif mobile et dès lors capables de se déplacer
automatiquement, notamment de manière autonome.

10 Comme on le sait, les appareils à rayons X comportent
classiquement un tube à rayons X et un détecteur de rayons X
disposé à l'opposé du tube à rayons X dans une direction d'émission
des rayons X. Le tube et le détecteur sont généralement placés sur
deux extrémités mutuellement opposées d'un bras.

15 De tels appareils sont utilisés pour des examens
angiographiques à visée diagnostique ou interventionnelle.

Durant ces examens, il est nécessaire de réaliser par rayons
X des radiographies d'une région d'intérêt du corps d'un patient. A
cette fin, après que le patient ait été allongé sur une table
20 d'examen, le tube à rayons X et le détecteur sont amenés en regard
de la zone à radiographier.

Il existe, dans l'état de la technique, plusieurs types
d'appareils à rayons X permettant de réaliser des radiographies.

25 On connaît tout d'abord des appareils à rayons X fixés au
sol, et dans lesquels le bras supportant le tube à rayons X et le
détecteur comportent plusieurs degrés de liberté permettant de
positionner le faisceau de rayons X en regard de la région d'intérêt.

Ce type d'appareil présente toutefois un inconvénient majeur
relatif au fait que le besoin en radiographie n'est nécessaire qu'en
30 début et en fin d'intervention. Entre temps, c'est l'accès au patient

qui doit être privilégié. Ils ne peuvent donc être déportés de la table d'examen lorsqu'ils ne sont pas utilisés. En particulier, le transfert et l'installation du patient sur la table d'examen sont gênés par la présence de ce système encombrant.

5 Il existe par ailleurs des appareils à rayons X dits « mobiles chirurgicaux » déplaçables manuellement. Ils sont dans ce cas montés sur un chariot qui embarque un certain nombre de batteries servant à l'alimentation en énergie du tube à rayons X. Ce type d'appareils n'est alors pas adapté pour des examens
10 angiographiques dans la mesure où la puissance nécessaire délivrée par le tube à rayons X n'est plus suffisante pour obtenir une qualité d'image et, en particulier, un contraste, suffisants.

En outre, ce type d'appareils à rayons X mobile ne permet pas des angulations complexes car le diamètre du bras supportant le
15 tube et le détecteur n'est pas suffisamment important. De même, ces appareils à rayons X mobiles n'atteignent pas des vitesses de rotation suffisantes pour permettre des reconstructions d'image en trois dimensions de bonne qualité. Enfin, même si le poids d'un tel
20 appareil est deux fois inférieur à celui d'un appareil à rayons X destiné à l'angiographie, il reste très difficile à déplacer en raison de ses dimensions relativement grandes et de son poids, qui peut atteindre 300 kg.

Il a par ailleurs été proposé de monter l'appareil à rayons X sur un dispositif mobile monté sur roues entraînées par des moteurs
25 d'entraînement commandés de manière automatique sous le contrôle d'un système de navigation. On pourra à cet égard se référer au document FR 2 945 724.

Il a été constaté qu'un tel système est particulièrement efficace pour déplacer l'appareil à rayons X dans une salle
30 d'opération ou d'examen, notamment pour venir positionner le tube

à rayons X et le détecteur autour de la région d'intérêt et de le déporter lorsqu'il n'est plus utilisé, afin de libérer l'espace autour de la table d'examen.

5 Ces appareils à rayons X mobiles sont en outre associés à un système de localisation capable de localiser précisément l'appareil à rayons X dans la salle et, notamment, par rapport à une table d'examen.

10 Le système de localisation peut, par exemple, comporter un émetteur laser couplé à un capteur et placé à l'extrémité d'un bras dressé à partir du carter de l'appareil, un ensemble de plaquettes réfléchissantes disposées sur le mur de la salle d'opération et un ordinateur capable de calculer la position exacte de l'appareil à partir d'une mesure d'angle et/ou de distance entre l'émetteur et les plaquettes, à partir du rayonnement émis par l'émetteur laser, 15 réfléchir les plaquettes et capté par le capteur .

Il a toutefois été constaté que des variations même minimes de la planéité du sol pouvaient engendrer des décalages relativement importants entre la position réelle de l'appareil et la position déterminée par le système de localisation.

20 Par exemple, un décalage de 4 mm entre la position réelle de l'appareil et la position telle que déterminée par le système de localisation correspond à une erreur de l'ordre de 40% par rapport à une position déterminée par le système de localisation avec une précision de l'ordre du centimètre.

25 Le but de l'invention est ainsi de proposer un appareil à rayons X qui remédie à cet inconvénient et qui améliore la précision de la localisation déterminée par les systèmes de localisation.

30 L'invention a donc pour objet un appareil à rayons X, comprenant un tube à rayons X, un détecteur de rayons X disposé à l'opposé du tube à rayons X dans une direction d'émission de

rayons X, un dispositif mobile apte à provoquer le déplacement de l'appareil à rayons X et sur lequel sont montés le tube à rayons X et le détecteur de rayons X, et un système de localisation adapté pour déterminer la position de l'appareil mobile dans une salle d'examen.

5 Selon une caractéristique générale de l'invention, l'appareil à rayons X comporte en outre des moyens pour corriger la position de l'appareil déterminée par le système de localisation en fonction de l'inclinaison de l'appareil par rapport au sol.

10 On utilisera notamment un moyen de mesure d'inclinaison, notamment un inclinomètre placé dans l'appareil.

 Selon encore une autre caractéristique, le moyen de mesure d'inclinaison est raccordé à un ordinateur adapté pour déterminer la position réelle de l'appareil à partir de la position délivrée par le système de positionnement et de l'angle d'inclinaison de l'appareil
15 délivré par le moyen de mesure d'inclinaison.

 Par exemple, le ordinateur est associé à une cartographie dans laquelle est stocké un ensemble de valeurs de décalage de position en fonction de valeurs d'inclinaison délivrées par le moyen de mesure d'inclinaison.

20 En variante, le moyen de mesure d'inclinaison est adapté pour fournir un angle solide de mesure d'inclinaison, le ordinateur comportant des moyens de calcul trigonométrique pour élaborer une valeur de décalage de position.

 Dans un mode de réalisation, l'appareil comporte des
25 moyens pour comparer une mesure d'angle d'inclinaison avec une valeur de seuil de sécurité et pour provoquer l'arrêt du dispositif mobile dès que la valeur mesurée de l'angle d'inclinaison dépasse ladite valeur de seuil.

 D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention
30 apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée

uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

5 - la figure 1 est une vue schématique d'un appareil à rayons X pourvu d'un dispositif mobile équipé de moyens de correction pour corriger la position de l'appareil déterminée par un système de localisation ; et

- la figure 2 est un schéma synoptique du calculateur de l'appareil de la figure 1, illustrant un exemple d'élaboration de valeurs de décalage de position.

10 La figure 1 illustre un appareil 1 d'imagerie à rayons X mobile conforme à l'invention.

Comme on le voit, cet appareil 1 comporte essentiellement un tube 2 à rayons X, susceptible d'émettre un faisceau 3 de rayons X suivant une direction d'émission, et un détecteur 4 de rayons X, 15 disposés aux deux extrémités mutuellement opposées d'un bras 5 ici en forme d'arceau, de sorte que les rayons X émis par le tube 2 soient incidents sur le détecteur 4.

Comme on le voit, le bras 5 est monté de manière coulissante sur un deuxième bras 6 monté rotatif sur un support 7 20 fixe, lui-même monté sur un dispositif mobile 8.

Ainsi, le support 7, le bras rotatif 6 et le bras 5 sont tous les trois articulés les uns par rapport aux autres de sorte que l'appareil à rayons X peut se déplacer en trois dimensions et réaliser ainsi des images d'un organe à examiner sous différentes incidences.

25 Lors d'une radiographie, le tube 2 et le détecteur 4 sont amenés en regard d'une région d'intérêt du corps 9 d'un patient allongé sur une table d'examen 10 de sorte que, lorsque la région d'intérêt est interposée entre le tube 2 à rayons X et le détecteur 4, elle est irradiée par les rayons X, et le détecteur 4 produit des

données représentatives de caractéristiques de la région d'intérêt interposée.

5 Le dispositif mobile 8 comporte dans l'exemple de réalisation représenté un carter C supporté par un système de roulement comportant, par exemple, deux roues latérales motrices et directrices placées à l'arrière, deux roues avant libres, et des moyens d'entraînement des roues motrices disposés dans le carter C et comportant un moteur de direction couplé à un moteur d'entraînement. Le dispositif mobile 8 est un dispositif
10 programmable et est associé à un dispositif de navigation permettant à l'appareil 1 de se localiser précisément dans la salle et, notamment, par rapport à la table d'examen 10.

Ainsi, en fonction de phases de programmation ou sous le contrôle d'un pupitre de commande manipulable par un opérateur,
15 l'appareil à rayons X est capable de se déplacer automatiquement dans la salle d'opération.

Tel est en particulier le cas, notamment, lors du positionnement de l'appareil à rayons X en regard de la table d'examen pour disposer le tube 2 et le détecteur 4 en regard d'une
20 région d'intérêt à radiographier ou lors du déplacement de l'appareil à rayons X vers une position d'attente déportée lorsqu'il n'est plus utilisé.

Le dispositif de navigation est à cet égard associé à un système de localisation capable de localiser précisément l'appareil à
25 rayons X dans la salle d'opération et, notamment, le tube à rayons X et le détecteur par rapport à la table d'examen.

Le système de localisation peut, par exemple, être basé sur l'utilisation d'un émetteur/récepteur laser 11 placé à l'extrémité supérieure d'un bras 12 dressé à partir de l'appareil ainsi qu'un

ensemble de cibles, telles que 13, régulièrement disposées sur les murs périphériques de la salle d'opération.

Un calculateur, embarqué dans l'appareil à rayons X 1 et dûment programmé, calcule par télémétrie la position de l'appareil à partir des rayons laser émis par l'émetteur/récepteur 11 réfléchis par les cibles 13 et détectés par un capteur associé à l'émetteur/récepteur 11.

On ne sort toutefois pas du cadre de l'invention lorsque d'autres systèmes de localisation sont utilisés.

On pourrait ainsi, en variante, utiliser un système de localisation fondé sur l'utilisation d'une antenne placée à l'extrémité supérieure du bras 12 et capable d'effectuer une liaison radio-électrique avec des dispositifs d'identification par radiofréquence placés au mur de la salle d'opération et comportant une puce mémoire destinée à stocker, notamment, des coordonnées de position, un processeur, et une antenne radio de sorte que l'appareil est capable de se positionner à partir des coordonnées reçues en provenance des cibles.

L'appareil 1 à rayons X est encore doté des moyens destinés à corriger la position de l'appareil telle que déterminée par le système de localisation, à partir de son inclinaison par rapport au sol.

Comme on le voit sur la figure 1, l'appareil 1 est ainsi doté d'un moyen de mesure d'inclinaison, notamment un inclinomètre 14. On pourra toutefois également utiliser tout capteur approprié pour mesurer l'inclinaison de l'appareil.

Cet inclinomètre peut être placé sur une carte électronique, par exemple située à l'arrière de l'appareil. Toutefois, comme représenté, elle peut également être située sur le bras 12 à proximité de l'émetteur/récepteur laser 11. Comme cela sera décrit en détail

par la suite, le positionnement de l'inclinomètre 14 à proximité de l'émetteur est avantageux lorsque la correction est fondée sur une calibration de l'appareil.

En effet, l'inclinomètre 14 fournit des valeurs d'angle α
5 d'inclinaison de l'appareil par rapport au sol. Selon un premier exemple de réalisation, le calculateur embarqué à bord de l'appareil à rayons X 1 ou éventuellement déporté, acquiert les mesures d'angle d'inclinaison fournies par l'inclinomètre 14 ainsi que les directions d'inclinaison pour en déduire, par calcul de
10 trigonométrie, un décalage de position par rapport à la valeur de position issue du système de localisation fondée sur l'utilisation de l'émetteur/récepteur laser 11 et des cibles 13.

Toutefois, selon un deuxième mode de réalisation avantageux, et en référence à la figure 2, le calculateur 15 est
15 associé à une cartographie 16 dans laquelle sont stockées un ensemble de valeurs V_{ij} décalage de position, pour chaque position de l'appareil déterminée par traitement des mesures de distance issues de l'émetteur/récepteur laser 11, en fonction des valeurs d'angle d'inclinaison issues de l'inclinomètre 14. De telles valeurs
20 V_{ij} sont obtenues par apprentissage préalable lors d'une phase préalable de calibration de l'appareil à rayons X 1 en le positionnant par exemple sur un socle parfaitement plan et en enregistrant, pour divers valeurs d'inclinaison du socle, dans deux directions octogonales, les mesures issues de l'émetteur/récepteur
25 laser 1 en fonction des angles d'inclinaison obtenues par l'inclinomètre 14. Il est ainsi possible de corriger le résultat de la mesure issue de l'émetteur/récepteur 11 à partir des données d'inclinaison.

Il a en particulier été constaté que l'utilisation d'un
30 dispositif de navigation comprenant un système de localisation

couplé à un inclinomètre permettait de calculer la position de l'appareil à rayons X avec une précision de l'ordre de 1 mm.

5 On notera toutefois que le calculateur incorpore en outre des moyens de comparaison assurant un calcul de comparaison entre l'angle d'inclinaison issu de l'inclinomètre 14 et une valeur de seuil de sécurité, stockée en mémoire, afin de provoquer l'arrêt du dispositif mobile 8 lorsque la valeur d'angle d'inclinaison mesurée dépasse la valeur de seuil.

10 Cette valeur de seuil peut être par exemple de l'ordre de 10° . L'appareil incorpore ainsi une fonction de sécurité qui peut être mise en œuvre de manière à arrêter le dispositif mobile lorsqu'il apparait des risques de renversement de l'appareil.

15 Comme on le conçoit, l'invention qui vient d'être décrite, qui concerne un appareil à rayons X, comprenant un tube à rayons X, un détecteur de rayons X disposé à l'opposé du tube à rayons X dans une direction d'émission des rayons X, un dispositif mobile apte à provoquer le déplacement de l'appareil à rayons X et sur lequel sont montés le tube à rayons X et le détecteur de rayons X, et
20 un système de localisation adapté pour déterminer la position de l'appareil mobile dans une salle d'examen et qui comporte un inclinomètre associé à un calculateur pour corriger la position de l'appareil déterminée par le système de localisation en fonction de l'inclinaison de l'appareil par rapport au sol, permet d'améliorer considérablement la précision de localisation fournie par le système
25 de localisation.

REVENDICATIONS

1. Appareil à rayons X, comprenant un tube à rayons X (2), un détecteur de rayons X (4) disposé à l'opposé du tube à rayons X dans une direction d'émission de rayons X, un dispositif mobile (8) apte à provoquer le déplacement de l'appareil à rayons X sur lequel sont montés le tube à rayons X et le détecteur à rayons X, et un système de localisation (11, 13), adapté pour déterminer la position de l'appareil dans une salle d'examen, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (14) pour corriger la position de l'appareil déterminée par le système de localisation (11, 13) en fonction de l'inclinaison de l'appareil par rapport au sol.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de mesure d'inclinaison (14) placé dans l'appareil.

3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de mesure d'inclinaison comporte un inclinomètre.

4. Appareil selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le moyen de mesure d'inclinaison est raccordé à un calculateur (15) adapté pour déterminer la position réelle de l'appareil à partir de la position délivrée par le système de positionnement et de l'angle d'inclinaison de l'appareil délivré par le moyen de mesure d'inclinaison.

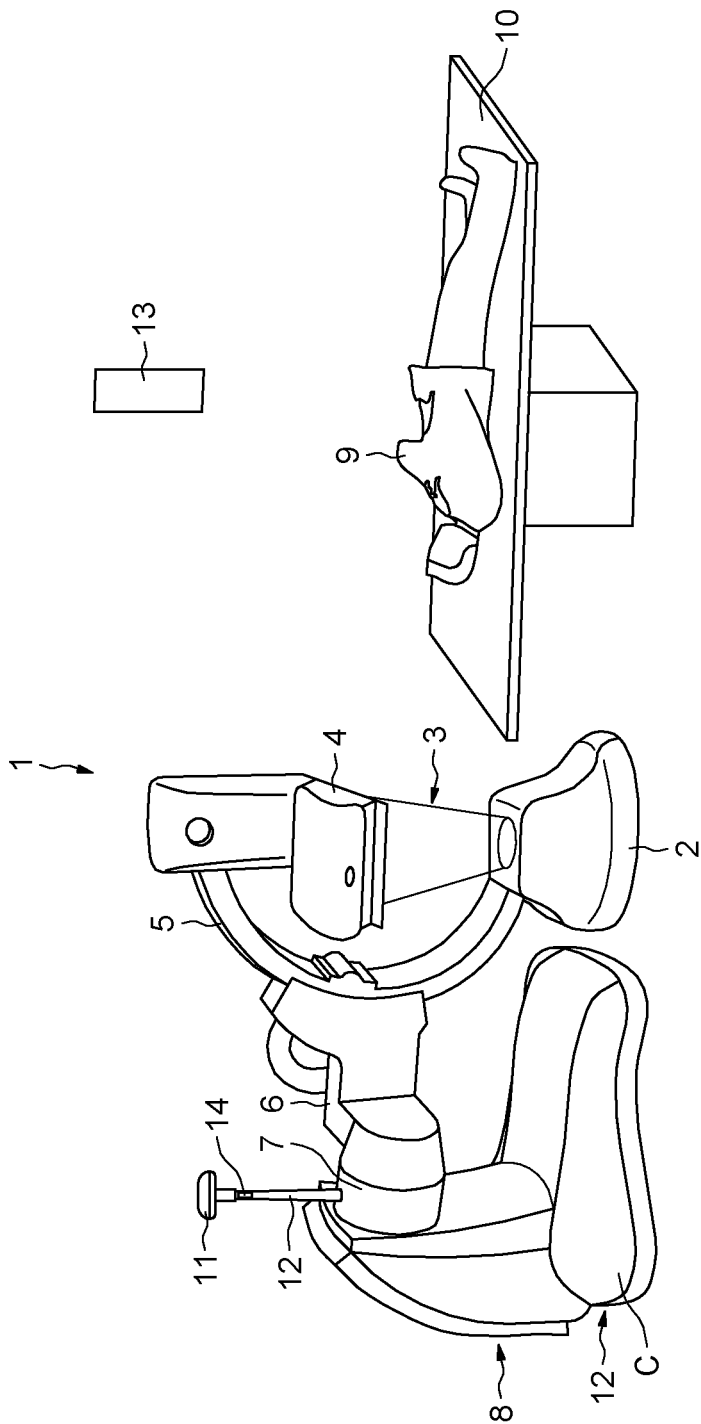
5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que le calculateur (15) est associé à une cartographie (16) dans laquelle est stocké un ensemble de valeurs de décalage de position en fonction de valeurs d'inclinaison délivrées par le moyen de mesure d'inclinaison.

6. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que le moyen de mesure d'inclinaison est adapté pour fournir un angle

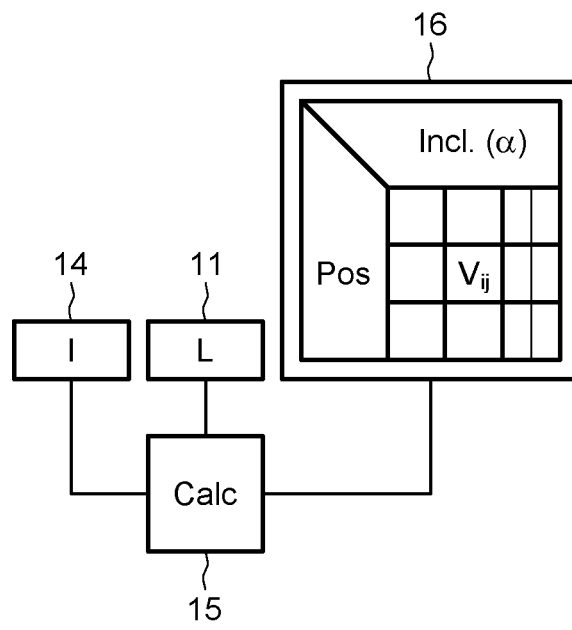
solide de mesure d'inclinaison, le calculateur (15) comportant des moyens de calcul trigonométrique pour élaborer une valeur de décalage de position.

- 5 7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (15) pour comparer une mesure d'angle d'inclinaison avec une valeur de seuil de sécurité pour provoquer l'arrêt du dispositif mobile (8) dès que la valeur mesurée de l'angle d'inclinaison dépasse ladite valeur de seuil.

FIG.1



2/2

FIG.2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1161634 FA 759387**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-06-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1782735	A2	09-05-2007	DE 102005052786 B3	05-07-2007
			EP 1782735 A2	09-05-2007
			US 2008192895 A1	14-08-2008

DE 102005052784	B3	26-07-2007	AUCUN	

FR 2953119	A1	03-06-2011	FR 2953119 A1	03-06-2011
			WO 2011067648 A1	09-06-2011
