

Винахід відноситься до пристрою для поворотного спрямовування регульованих лопаток турбомашини, наприклад, авіаційного турбореактивного або турбогвинтового двигуна.

У відомих напрямних пристроях кожна лопатка має один кінець, встановлений у корпусі турбомашини з можливістю повороту відносно відповідної осі, направленої радіально відносно осі обертання ротора, і з цією метою лопатки мають відповідні осьові циліндричні хвостовики, що утворюють цапфи, які поворотним чином направляються у підшипниках, встановлених у направлених радіально циліндричних патрубках у корпусі турбомашини. Дані підшипники звичайно виготовлені у формі втулок з матеріалу, що володіє низьким коефіцієнтом тертя, такого як, наприклад, спечена бронза.

Осьові патрубки у корпусі мають відносно невелику довжину, через що лопатки, які піддаються впливу сил, що утворюються потоком газу, мають тенденцію нахилитися під кутом до їх осі повороту, внаслідок чого відбувається знос напрямних втулок і внутрішніх циліндричних поверхонь патрубків, в яких встановлені втулки. Це приводить до ризику заклинювання цапф лопаток і до збільшення величини сили, яку потрібно прикласти до лопаток для того, щоб примусити їх повертатися відносно їх осей повороту. Це також приводить до ризику того, що внутрішні, у радіальному напрямі, кінці лопаток входять у контакт з ротором турбомашини, і до відповідного ризику пошкодження, руйнування і займання через інтенсивне нагрівання, що посилюється біля кінців лопаток внаслідок їх тертя об ротор.

Конкретна задача винаходу полягає у виключенні вказаних вище недоліків шляхом створення кращого поворотного напрямного засобу для осей повороту регульованих лопаток.

З цією метою створений пристрій для поворотного спрямовування регульованих лопаток у турбомашині, причому кожна лопатка має цапфу, яка направляється з можливістю повороту у циліндричному радіальному патрубку корпусу турбомашини і яка з'єднана важелем з регульовальним кільцем, що охоплює корпус, причому цапфа кожної з лопаток виступає назовні з корпусу за межі патрубка і включає зовнішній у радіальному напрямі кінець, що поворотно направляється за допомогою нерухомого елемента, розташованого ззовні корпусу, при цьому важелі прикріплені до цапф лопаток між кінцями даних цапф, і вони підтримують і центрують регульовальне кільце на відстані від корпусу.

У даному пристрої поліпшене поворотне спрямовування регульованих лопаток досягається завдяки збільшенню довжини, на якій здійснюється спрямовування цапф лопаток, таким чином зменшуючи згинальні моменти, що прикладаються до цапф лопаток в їх напрямних засобах, полегшуючи поворот лопаток відносно їх осей і виключаючи будь-який ризик контакту і стирання між внутрішніми у радіальному напрямі кінцями лопаток і ротором турбомашини.

Згаданий вище нерухомий елемент являє собою радіально віддалений від корпусу елемент, віддалений від осі обертання турбомашини на відстань, яка більше відповідних розмірів згаданого вище циліндричного патрубка, причому дана відстань може складати, наприклад, близько 100 мм.

Відповідна перевага винаходу полягає у тому, що за допомогою пристрою можна зменшити довжину циліндричних патрубків, виконаних у корпусі, таким чином забезпечуючи можливість більш легкого виготовлення і обробки корпусу.

Іншою відповідною перевагою винаходу є те, що засоби для спрямовування цапф лопаток ззовні корпусу більш віддалені від джерела тепла, представленого у вигляді потоку газу у турбомашині і, отже, схильні до меншого нагрівання.

Відповідно напрямні засоби можуть бути виготовлені з використанням меншої кількості дорогих матеріалів, що володіють низьким коефіцієнтом тертя.

Крім того, у винаході кільце для регулювання положення цих лопаток підтримується і центрується навколо корпусу за допомогою ділянок поворотних осей лопаток, які розташовані ззовні корпусу, таким чином виключають будь-яку необхідність у centruванні і підтримці згаданого кільця безпосередньо на корпусі турбомашини.

Крім того, регульовальне кільце має по суті ту ж саму температуру, що і згаданий вище нерухомий елемент, так що їх теплове розширення має один і той же порядок, що дозволяє поліпшити спрямовування регульовального колеса. Внаслідок цього забезпечують можливість зниження величини сили, необхідної для приведення у рух регульованих лопаток, завдяки чому забезпечують можливість використання більш простих і менш дорогих засобів приводу даних лопаток.

Відповідно до іншої відмітної особливості винаходу згаданий вище нерухомий елемент містить засоби для поворотного спрямовування цапф множини лопаток, що становлять частину одного і того ж ряду регульованих лопаток зі змінюваним кутом повороту.

У варіанті виконання нерухомий елемент може включати засоби для поворотного спрямовування цапф всіх лопаток в одному і тому ж ряду регульованих лопаток.

В іншому варіанті виконання нерухомий елемент може включати засоби для поворотного спрямовування цапф всіх лопаток, що становлять частини двох послідовних рядів регульованих лопаток.

У варіанті виконання згаданий вище нерухомий елемент є кільцевим за формою, що охоплює корпус по дузі, яка складає близько 360°.

Нерухомий елемент, крім того, переважно є елементом, виконаним у вигляді однієї частини, і він також підвищує жорсткість корпусу турбомашини.

В іншому варіанті виконання нерухомий елемент виготовлений з множини необов'язково послідовно розташованих сегментів кільця, кожний з яких прикріплений до корпусу.

Винахід можна краще зрозуміти і оцінити інші його відмітні особливості, деталі і переваги при ознайомленні з подальшим описом, наведеним як приклад, виконаним з посиланнями на додані креслення, на яких зображено:

на фіг. 1 і 2 - частковий схематичний вигляд у перспективі першого варіанту виконання пристрою відповідно до винаходу, у різних масштабах;

на фіг. 3 - частковий схематичний вигляд у перспективі варіанту виконання пристрою;

на фіг. 4 - частковий схематичний вигляд варіанту виконання пристрою.

На фіг. 1 і 2, на яких зображений перший варіант виконання винаходу, позицією 10 позначений корпус турбомашини, який звичайно є циліндричним за формою і який зцентрований відносно осі обертання ротора турбомашини.

Турбомашина містить одну або більше статорних ступенів, утворених напрямними лопатками 12 для газового потоку, причому дані лопатки встановлені на корпусі 10 з можливістю їх повороту відносно осей, направлених

радіально відносно осі обертання ротора; на кресленнях показані тільки розташовані ззовні у радіальному напрямі їх частини, або «кореневі частини» лопаток.

Кожна лопатка 12 містить циліндричний осьовий хвостовик 14, що проходить всередині радіально направленою циліндричного патрубку 16 корпусу 10 і має зовнішню у радіальному напрямі кінцеву частину 18, що виступає за патрубок 16, яка поворотно направляється у циліндричному отворі 20 у нерухомому елементі 22, який охоплює корпус 10 із зовнішньої сторони і на відстані від нього.

У показаному варіанті виконання нерухомий елемент 22 містить циліндричну стінку 24, зцентровану відносно осі обертання ротора турбомашини, в якій виконані згадані вище отвори 20 і фіксувальні перемички 26, що направлені від циліндричної стінки 24 до корпусу і закінчуються виступами 28, в які вставлені болти 30 для прикріплення їх до корпусу 10.

Нерухомий елемент 22 може бути виконаний у формі безперервного або по суті безперервного кільця, що охоплює корпус по дузі, яка складає близько  $360^\circ$ , навколо поздовжньої осі корпусу. Фіксувальні перемички 26 виконані на елементі 22 з рівними інтервалами, і коли він прикріплений до корпусу, цей елемент підвищує жорсткість корпусу.

У варіанті виконання нерухомий елемент 22 може бути виготовлений у вигляді двох напівциліндричних частин, кожна з яких охоплює дугу, що складає близько  $180^\circ$ , і вони розташовані безперервно на корпусі 10.

В іншому варіанті виконання нерухомий елемент 22 може бути виготовлений у вигляді множини кільцевих сегментів, розташованих безперервно навколо корпусу 10.

Осьові хвостовики 14 лопаток 12 встановлюються у циліндричний патрубок 16 корпусу та у циліндричні отвори нерухомого елемента 22 за допомогою гладких підшипників, представлених, наприклад, відповідними циліндричними втулками 32, 34 і відповідними шайбами 36, 38, виготовленими з матеріалу, що володіє низьким коефіцієнтом тертя.

У показаному прикладі шайба 36, зв'язана з втулкою 32, розташована з внутрішньої сторони корпусу 10, у той час як шайба 38, зв'язана з втулкою 34, розташована радіально із зовнішньої сторони циліндричної частини 24 нерухомого елемента.

Як показано на фіг. 1 і 2, та частина циліндричного осьового хвостовика лопатки, яка виступає за кореневу частину лопатки 12, має відносно велику довжину і виступає істотно за межі циліндричного патрубку 16 корпусу, причому при використанні пристрою відповідно до винаходу довжина прямої частини циліндричного осьового хвостовика 14 лопатки збільшена і складає близько 100-200% у порівнянні з відомими у даній галузі рішеннями.

Оскільки циліндрична втулка 34 і шайба 38, призначені для направляючого повороту лопатки у нерухомому елементі 22, розташовані відносно далеко від корпусу 10, вони зазнають впливу більш низьких температур, ніж втулка 32 і шайба 36, і можуть тому бути виготовлені з недорогого матеріалу.

Проміжна частина циліндричного осьового хвостовика 14 кожної лопатки, розташована між циліндричним патрубком 16 і нерухомим елементом 22, з успіхом використовується для прикріплення важеля 40 для з'єднання з регульовальним кільцем 42, що проходить навколо корпусу 10 і зв'язане з виконавчим механізмом (не показаний), за допомогою якого кільце повертають в одному або іншому напрямі відносно поздовжньої осі корпусу 10 для того, щоб повернути лопатки 12 відносно їх поворотних осей (цапф 14).

Більш детально, кожний важіль 40 жорстко прикріплений одним кінцем до цапфи 14 лопатки 12, тоді як його інший кінець шарнірно з'єднаний з регульовальним кільцем 42 навколо радіально направленої осі, виконаної у вигляді пальця 44.

Перевага пристрою відповідно до винаходу полягає у тому, що регульовальне кільце 42 несе важелі 40, які самі прикріплені до цапф 14 лопаток 12, таким чином виключають необхідність використання інших засобів для опори і центрування регульовального кільця 42 відносно корпусу 10.

Крім того, регульовальне кільце 42, таким чином, утримують на відстані від корпусу 10, завдяки чому його теплове розширення порівнянне з тим, яке відчують нерухомі елементи 22, внаслідок чого спрямовування регульовального кільця 42 стає більш легким і з'являється можливість спрощення його виконавчого механізму.

У варіанті виконання, показаному на фіг. 3, один і той же нерухомий елемент 22 служить для спрямовування і повороту лопаток 12 двох послідовно розташованих рядів регульованих лопаток, чиї цапфи, утворені циліндричними осьовими хвостовиками 14, встановлюються у циліндричних патрубках 16 корпусу та у циліндричних отворах, розташованих по двох бічних краях 48 нерухомого елемента 22, причому краї виступають з кожної сторони циліндричної стінки 50, яка спирається на/і прикріплена до корпусу 10 за допомогою фіксувальних перемичок 52, рівномірно розподілених навколо поздовжньої осі корпусу 10.

У даному варіанті виконання перемички 52 мають виступи 54 біля їх внутрішніх і зовнішніх кінців у радіальному напрямі, за допомогою яких вони прикріплені до корпусу 10 і до циліндричної частини 50 нерухомого елемента 22.

Засоби для поворотного спрямовування цапф 14 у циліндричних втулках 16 корпусу та у циліндричних отворах нерухомого елемента 22 такі ж, як і описані вище і зображені на фіг. 1 і 2.

Крім того, у варіантах виконання, наведених на фіг. 1 і 2, цапфи 14 регульованих лопаток у кожному ряду приєднані важелями 40 до відповідного регульовального кільця 42, що охоплює ззовні корпус 10, причому регульовальне кільце 42 підтримується і центрується за допомогою важелів 40, які самі прикріплені до цапф 14. Два регульовальних кільця 42, показані на фіг. 3, розташовані паралельно і на однаковій відстані від поздовжньої осі корпусу 10, а важелі 40 двох рядів регульованих лопаток орієнтовані в одному і тому ж напрямі, так що регульовальні кільця 42, показані у правій частині фіг. 3, розташовуються під циліндричною центральною частиною 50 нерухомого елемента 22 поблизу його фіксувальних перемичок 52, тоді як інше регульовальне кільце 42, зображене у лівій частині фіг. 3, розташовується ззовні нерухомого елемента 22.

На фіг. 4 зображена схема варіанту виконання, в якому внутрішні у радіальному напрямі цапфи 56 лопаток 12 у даному ряді направляються циліндричними втулками 58, встановленими у внутрішніх у радіальному напрямі секторах 60 кільця, розташованих навколо осі обертання один за одним.

Кожний внутрішній сектор 60 направляє внутрішні цапфи 56 деякої кількості лопаток 12, причому ця кількість може складати, наприклад, близько дюжини лопаток.

Крайові лопатки 12а у кожній групі лопаток 12, встановлені у такому ж внутрішньому секторі 60 кільця, обладнані у радіальному напрямі зовнішніми цапфами 14, встановленими так, що зовнішні кінці направляються втулками 34 зовнішнього нерухомого елемента 22, як було описано вище. Зовнішні цапфи 14 лопаток 12,

розташовані між крайовими лопатками 12а у кожній групі, не виступають назовні і вони направляються по одній у циліндричних патрубках 16 корпусу 10, як це показано на кресленні.

Крайові лопатки 12а у кожній групі можуть містити одну лопатку з кожного краю, як показано на кресленні, або множину лопаток.

Дані крайові лопатки 12а сприймають згинальні моменти, що прикладаються до лопаток 12 групи, і можуть самі бути посилені, наприклад, шляхом збільшення товщини і/або шляхом виготовлення з матеріалу, більш міцного, ніж той, з якого виготовлені інші лопатки у групі, які не повинні сприймати згадані вище згинальні моменти.

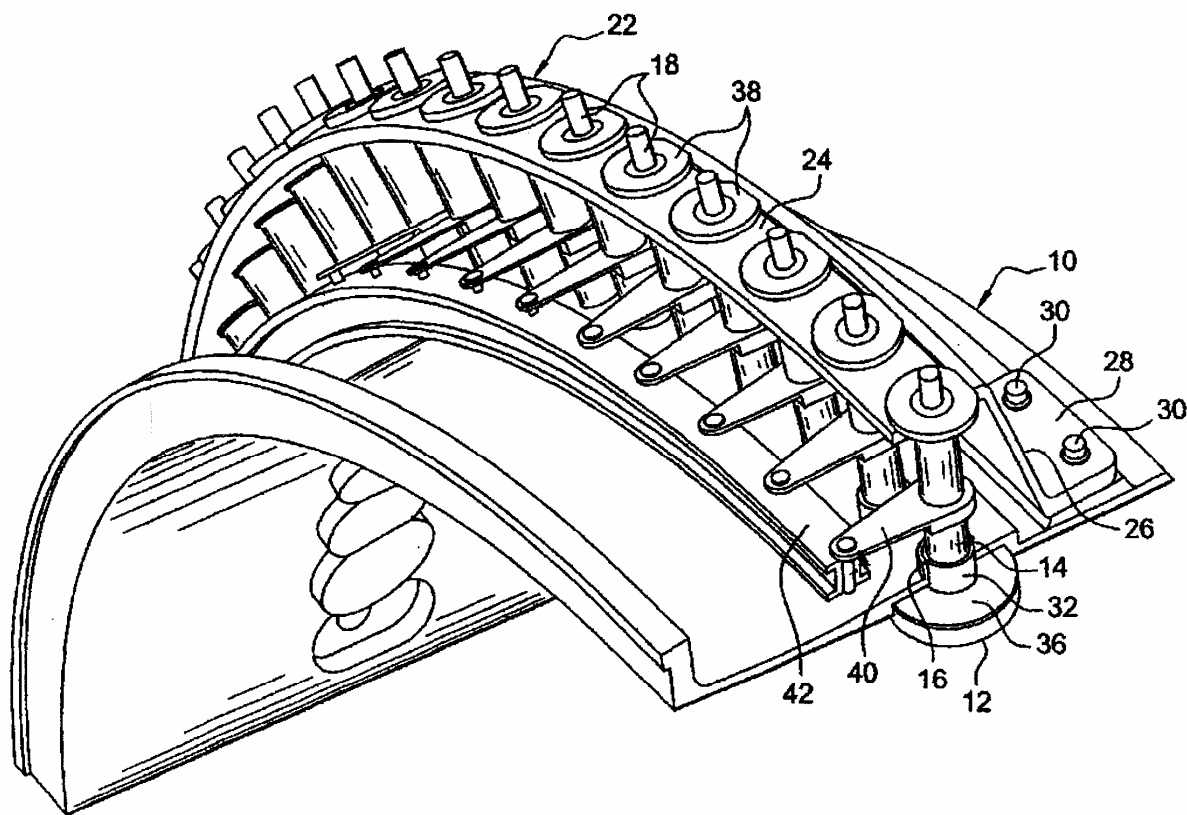


Fig. 1

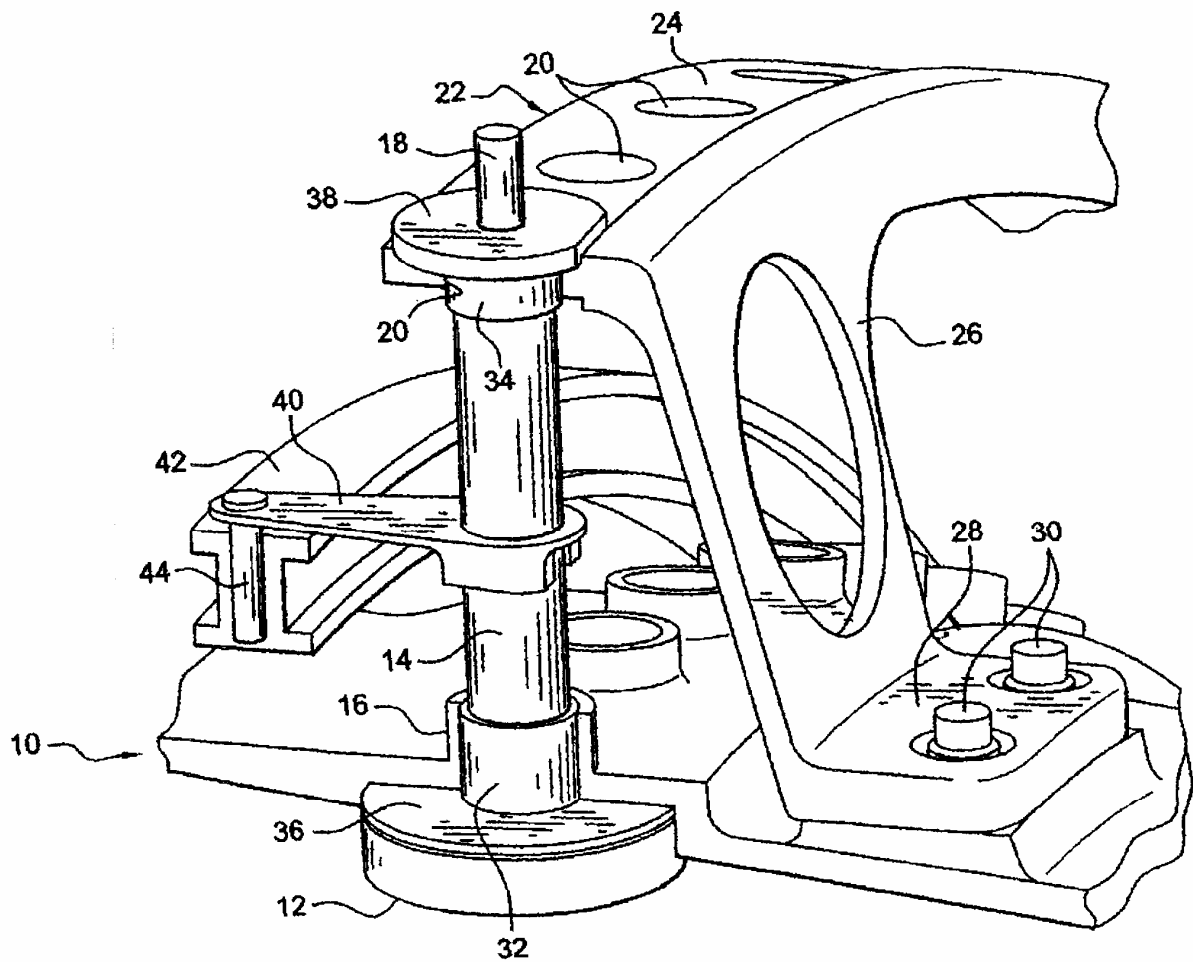


Fig. 2

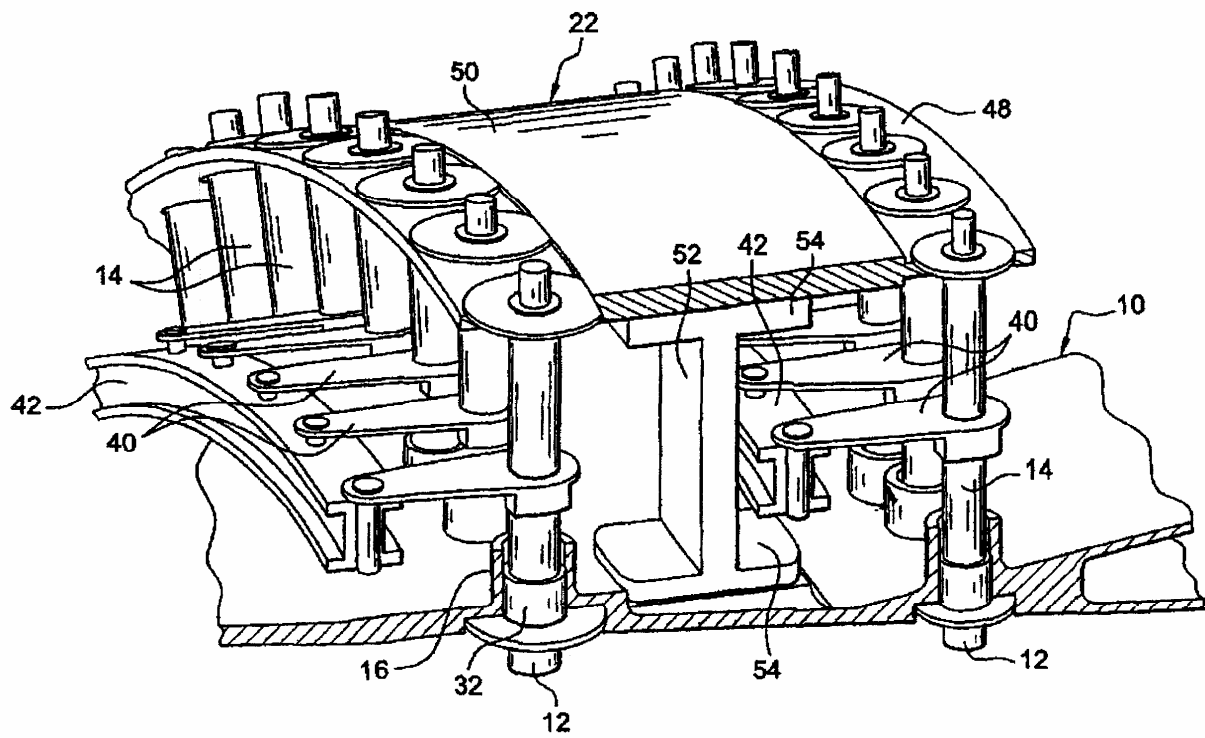


Fig. 3

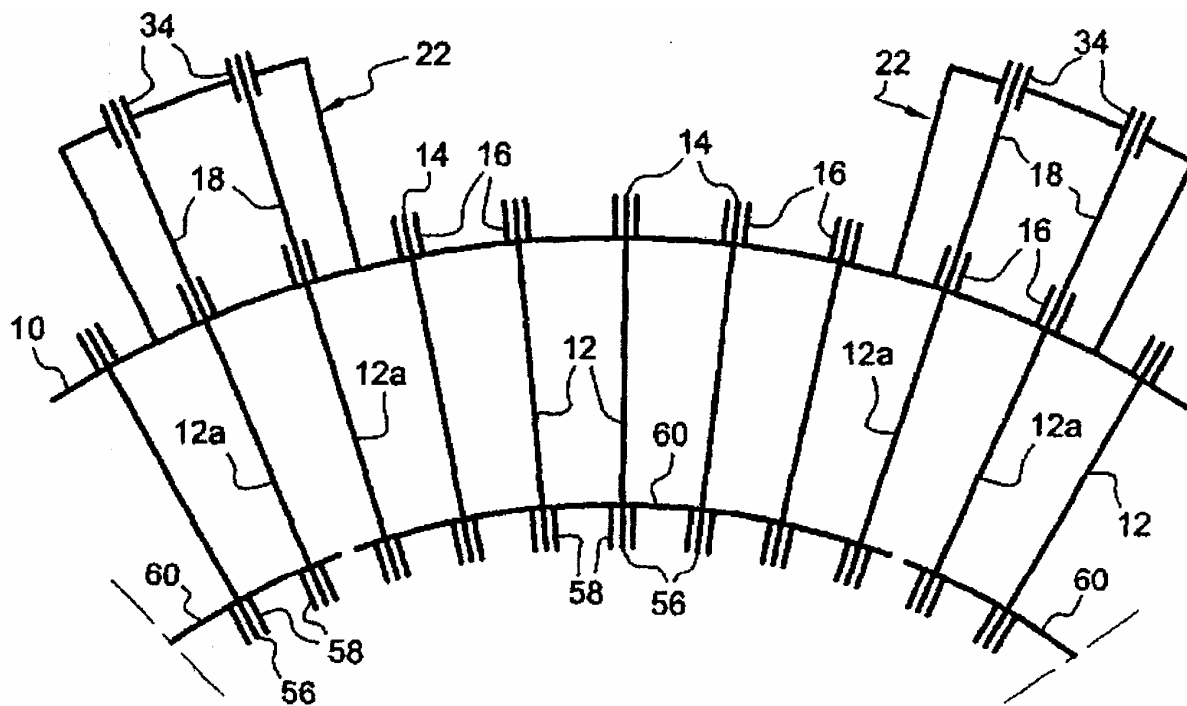


Fig. 4