

<http://patents.com/us-7431193.html>

Was beansprucht wird, ist :

1. Verfahren zur Verringerung von Spannungen in einem Edelstahl-Verbrennungsturbinenkomponentewährend des Schweißens , umfassend : . Identifizieren einer harmonischen Frequenz der Verbrennungsturbinenkomponente; Auswählen einer Frequenz , die eine Amplitude von etwa 1/4 bis 1/2 einer Amplitude der harmonischen Frequenz erzeugt , und die eine niedrigere Frequenz als der harmonischen Frequenz erzeugt ; und Vibrieren des Verbrennungsturbinenkomponentemit einer konstanten Kraft bei der ausgewählten Frequenz beim Schweißen der Turbinenkomponente Verbrennung, wobei die konstante Kraft ein Verhältnis zur VerbrennungsturbinenkomponenteGewicht von etwa 5.02 .
- 2 . Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Vibrieren des Verbrennungsturbinenkomponentebeide bei der gewählten Frequenz als Verbrennungsturbinenkomponentenkühlt nach dem Schweißen.
- 3 . Verfahren nach Anspruch 1 , wobei die ausgewählte Frequenz zwischen etwa 35 Hz und etwa 150 Hz liegt.
- 4 . Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Turbinenkomponente eine Verbrennung aus einem rostfreien Stahl aus der Gruppe, bestehend aus 403 Edelstahl und 410 Edelstahl.
- 5 . Verfahren nach Anspruch 4, ferner umfassend das Vibrieren des Verbrennungsturbinenkomponentebeide bei der gewählten Frequenz als Verbrennungsturbinenkomponentenkühlt nach dem Schweißen.
6. Verfahren zur Verringerung von Spannungen in einem Edelstahl-Verbrennungsturbinenkomponentewährend des Schweißens , umfassend : . Identifizieren einer harmonischen Frequenz der Verbrennungsturbinenkomponente; Auswählen einer Frequenz , die eine Amplitude von etwa 1/4 bis 1/2 einer Amplitude der harmonischen Frequenz erzeugt , und die eine niedrigere Frequenz als der harmonischen Frequenz erzeugt ; und Vibrieren des Verbrennungsturbinenkomponentemit einer konstanten Kraft bei der ausgewählten Frequenz beim Schweißen des Verbrennungsturbinenkomponenteim Wesentlichen über einen gesamten Schweißzyklus , wobei die Turbinenkomponente eine Verbrennung aus einem rostfreien Stahl aus der Gruppe, bestehend aus: 403 rostfreier Stahl und 410 rost Stahl, ferner Vibrieren des Verbrennungsturbinenkomponentemit einer Kraft , die ein Verhältnis zu Verbrennungsturbine Bauteilgewicht von etwa 05.02 Uhr .
- 7 . Verfahren nach Anspruch 6 , wobei die ausgewählte Frequenz zwischen etwa 35 Hz und etwa 150 Hz liegt.

Beschreibung

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

### 1 . Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Spannungsreduktion beim Schweißen. Insbesondere stellt die Erfindung ein Verfahren der Entspannung, wobei die Komponente geschweißt wird während des Schweißens zu Spannungen im Bauteil zu reduzieren vibriert.

## 2. Beschreibung der verwandten Technik

Schweißen wird üblicherweise verwendet, um Reparaturen an Komponenten von verschiedenen Geräten, die unter rauen Umgebungen durchzuführen. Ein Beispiel ist die Reparatur von Membranabdeckungen für eine Verbrennungsturbine durch Metall-Schutzgasschweißen, Mikroplasma-schweißen oder WIG-Schweißen. Derartige Membranen nacheinander in den Verdichter der Turbine angeordnet sind, wobei jeder aufeinander Membran mit einer zunehmenden Anzahl von Leitschaufeln weiter verdichten Luft in die Verbrennungskammer gedrückt. Derartige Membranen auf Temperaturen von Raumtemperatur bis etwa 900 ° ausgesetzt werden. Diese Membranen sind schwer zu reparieren, und teuer zu ersetzen. Gegenwärtig verfügbare Schweißverfahren kann eine signifikante Verzerrung in der Membran zu erzeugen, teilweise aufgrund von Spannungen in der Membran von dem Schweißprozess erstellt.

Der Einsatz von Vibrations eine Komponente, die geschweißt, um Stress abzubauen ist für Aluminium-Komponenten in der Vergangenheit verwendet wurden. Allerdings, Vibration Stressabbau ist bisher nicht für die 410 oder 403 rostfreien Stählen in der Regel für Membranen verwendet, zum Teil verwendet worden, da entsprechende Schwingungsfrequenzen haben nicht entwickelt worden. Edelstahl hat eine höhere Streckgrenze als andere Materialien, die Vibrationsspannungsentlastung verwendet wurde, wodurch die Schwierigkeit der Entspannung. Das Zwerchfell und andere Komponenten aus Edelstahl von Verbrennungsanlagen sind sehr anfällig für Verzerrungen, so dass Stressabbau während der Reparatur dieser Komponenten entscheidend.

Dementsprechend besteht ein Bedarf an einem Verfahren zur Linderung von Stress in einer Komponente wie einem Verbrennungsturbine Membran während der Schweißarbeiten. Es besteht ein weiterer Bedarf für die Entwicklung einer geeigneten Frequenz für die Verwendung von Vibrationsspannungsentlastung auf Komponenten aus 410 Edelstahl, 403 Edelstahl und anderen rostfreien Stählen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Spannungsentlastung für Edelstahlkomponenten wie die Deckmembran in einer Verbrennungsturbine. Das Verfahren umfasst den Schritt des Vibrieren der Komponente während des Schweißprozesses repariert.

Anfänglich wird die optimale Frequenz durch Ausführen eines Frequenzprüfung für das Spektrum von 0 bis 100 Hz ermittelt. Die harmonischen Frequenzen wird durch die Suche nach den Frequenzen, die die höchsten Amplitudenschwingungen erzeugen bestimmt werden. Wenn eine Oberschwingungsfrequenz festgestellt wird, eine Frequenz, die niedriger als die Oberwellenfrequenz ist, und die eine Amplitude im Bereich von 1/4 bis 1/2 der von der Oberschwingungsfrequenz erzeugte Amplitude erzeugt, wird ausgewählt. Eine erste Entspannungszyklus wird bei der gewählten Frequenz durchgeführt. Nach Beendigung des Zyklus wird das Schweißen mit der Komponente bei dieser Frequenz in Schwingung versetzt durchgeführt. Nach Beendigung der Schweiß, wird die Vibrations in der gesamten Abkühlphase Zyklus fortsetzen und sollte idealerweise fortgesetzt, bis das Bauteil warm anfühlen werden.

Die Verwendung von Schwingungsspannungsreduzierung beim Schweißen wurde gefunden, um die Verzerrung von geschweißten Komponenten während des Schweißprozesses, zum Teil auf der Spannungsreduzierung zu reduzieren.

Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Bestimmen einer idealen Frequenz zur Linderung von Stress in Edelstahl Verbrennungsturbine Membranen während des Schweißvorgangs zu liefern.

Diese und andere Aufgaben der Erfindung werden durch die folgende Beschreibung und Zeichnungen deutlicher.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

FIG . 1 ist eine Draufsicht auf einen Außendeckmembran, Membran- Innendeckband und Montageplatte , an der die äußere Ummantelung und der inneren Ummantelung wurden vor der Durchführung Schweißen gemäß der vorliegenden Erfindung montiert wurde.

FIG . 2 ist eine Draufsicht auf eine Außendeckmembran, Membran- Innenabdeckung , Montageplatte und Vibrationsbelastung Nothilfe für die Durchführung von Schweißarbeiten und Vibrationsstressabbaunach der vorliegenden Erfindung.

FIG . 3 ist eine Draufsicht auf eine Außendeckmembran, Membran- Innenabdeckung , Montageplatte und Vibrationsbelastung Nothilfe für die Durchführung von Schweißarbeiten und Vibrationsstressabbaunach der vorliegenden Erfindung.

FIG . 4 ist eine isometrische Ansicht der Vorrichtung zur Schwingungs Zugentlastung für die Verwendung mit der vorliegenden Erfindung.

FIG . 5 ist ein Graph, der die Ergebnisse eines Tests , um eine geeignete Schwingfrequenz bestimmen.

FIG . 6 ist ein Graph, Bauteilverzug sowohl mit als auch ohne Vibration Zugentlastung .

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Elemente in den Zeichnungen .

#### Detaillierte Beschreibung

Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Spannungsentlastung für Edelstahlkomponenten , beispielsweise die Deckmembranaus einer Verbrennungsturbine , die allgemein aus rostfreiem Stahl 410 oder 403 rostfreier Stahl ist .

Die zu reparierenden Komponente zuerst entfernt wird , was im Falle einer Membran für eine Turbine kann durch Verfahren, die Fachleuten auf dem Gebiet der Turbinenreparaturbekannt sind. Bezugnehmend auf . 1 kann die Reparatur selbst durch Schweißen eine Vielzahl von Metallstreifen 10 zwischen den beiden inneren Kranz 12 und der Montageplatte 14 und der äußeren Abdeckung 16 und der Befestigungsplatte 14 zu beginnen. Abhängig von der Struktur des Substrats verschweißt werden , und ihre Möglichkeit, direkt zu unterstützen , eine Kraft -Induktor 20 (nachfolgend beschrieben ) , die Halteplatte 14 kann oder auch nicht notwendig sein. Vorzugsweise sollte die Anzahl von Metallbändern 10 12 nicht übersteigt , und sollte gleichmäßig um den inneren Kranz 12 und der äußeren Abdeckung 16 angeordnet sein. Eine bevorzugte Anzahl von Metallbändern 10 kann durch Dividieren der Anzahl der Flügel 18 durch eine Zahl bestimmt werden , dass Will führen in nicht mehr als 12 ist.

Wobei die Komponenten auf der Montageplatte 14 befestigt, um geschweißt wird, können die verschiedenen Teile der vibrationsinduzierenden und Messmittel mit der Montageplatte 14 befestigt werden. Eine Kraft Induktor 20 durch die Klemmen 22 . Isolation Schuhe an der Montageplatte 14 eingeklemmt ist 24 zwischen den Klemm Flansche 26 der Kraft -Induktor 20 und der Montageplatte

14 . Gummidämpfern 28. Mai genutzt, um die Montageplatte von der Stellungen Tabelle 30 zu trennen verwendet werden. die Kraft -Induktor sollte in der Lage , das Substrat mit schwing eine sein Kraft, die ausreicht , um in einem Verhältnis von Kraft zu führen Gewichts £ 20.000 bis £ 8.000 oder etwa 5.02 Substrat . Ein Beispiel für einen bevorzugten Kraftveranlasser ist ein Meta - Modell Lax V8 Kraft Induktor . Meta -Lax Ausrüstung ist von Bonal Technologies, Inc., in Royal Oak , Michigan, USA Ein Wandler 32 liegt auch auf der Montageplatte 14 eingespannt . Eine bevorzugte Wandler ist die Meta -Lax Modell 99-7 Wandler . Der Wandler 32 ist vorzugsweise innerhalb von 3 Fuß der Kraft -Induktor 20 eingespannt , aber weg von den Isolationsplatten 28 . Der Wandler 32 ist elektrisch mit der Konsole 34 ( 4 ) verbunden ist, mit einem Bildschirm 36 zur Anzeige der Amplitude und Frequenz der die Vibrationen . Eine bevorzugte Konsole 34 ist ein Meta -Lax Modell 2799 CC Konsole . Die Konsole 34, um Ausgangssignale an einen Computer 38 konfiguriert ist , die geeignete Software, um die Wirkung der Kraft Induktor 20 in Reaktion auf eine Eingabe von dem Wandler 32, zusammen mit dem Gewicht und anderen Informationen an den inneren Kranz 12 und der äußere Kranz 16 steuern können, . Ein Beispiel einer solchen Software ist das CC- 2700- Meta -Lax Programmsoftware . Die Kraft -Induktor 20 ist auch elektrisch mit der Konsole 34 verbunden und wird dadurch durch den Computer 38 und Konsole 34 gesteuert.

Als nächstes wird eine geeignete Schwingungsfrequenz bestimmt. Solche Frequenz liegt typischerweise zwischen 35 Hz und 95 Hz , bestimmt unter Verwendung eines Testspektrum , vorzugsweise von 0 bis 150 Hz ist . Da jede Frequenz getestet wird, wird die resultierende Schwingungsamplitude erfasst. Vorzugsweise sollte der Test innerhalb von 30 Sekunden abgeschlossen werden , und die Kraft Induktor 20 an etwa 30 % der vollen Leistung betrieben werden. Die harmonischen Frequenzen , indem die durch die verschiedenen Frequenzen erzeugten Amplituden mit Frequenzen , den höchsten Amplitude der Oberwellenfrequenzen bestimmt werden. Bezugnehmend auf . 5 wird der Oberschwingungsfrequenz von 112 Hz auf dem Graphen in 40 dargestellt ist, mit der Amplitude bei dieser Frequenz 100 ist. Die Frequenz für Zugentlastung ausgewählt sollte vorzugsweise eine Frequenz, die niedriger als eine harmonische Frequenz sein , und erzeugt eine Amplitude ist , die vorzugsweise zwischen  $1/4$  und  $1/2$  der von der Oberschwingungsfrequenz erzeugte Amplitude und mehr bevorzugt  $1/3$  bis  $1/2$  der von der harmonischen Frequenz erzeugt , um eine ausreichende Schwingung für Zugentlastung unter Vermeidung Schwingung , die die Komponente beschädigen würden Amplituden repariert wird. In dem dargestellten Beispiel der Figur . 5, die ausgewählt Entspannungsfrequenz bei 42 gezeigt ist, ist 98 Hz , wodurch eine Amplitude von 27,2 .

Nach Bestimmung der richtigen Frequenz , wird die Kraft Induktor 20 verwendet werden, um Schwingungen in der Montageplatte 14 zu induzieren, und damit die innere Ummantelung 12 und der äußeren Abdeckung 16, bei der ausgewählten Frequenz für die Dauer des Schweißprozesses . Die Amplitude der induzierten Schwingungen hinreichend klein gehalten, um eine Auswirkung auf die Genauigkeit der Schweißwiderstehen .

Nach Beendigung des Schweiß wird die Kraft Induktor 20 wieder verwendet werden, um die Montageplatte 14, inneren Kranz 12 und der äußere Kranz 16 vibrieren, während die Schweißnaht kühlt . Vorzugsweise setzt die Schwingung , bis die Schweißkomponenten bis zu dem Punkt , wo sie warm anföhlt gekühlt . Zu diesem Zeitpunkt können die Metallstreifen 10 entfernt werden , und die innere Ummantelung 12 und der äußeren Abdeckung 16 überprüft für jeden Dimensionsverzerrung.

FIG . 6 ist ein Diagramm, das die Verzerrung des Schweißprozesses des inneren Mantels 12 und der äußeren Abdeckung 16 mit und ohne Schwingungsbelastung herrührende . Die Zahlen 1-44 um den Umfang des Graphen zeigen Umfangsposition um jeden Membran 12 , 16 . Die vertikalen Nummern - 20 bis 20 , die sich von der Mitte der Grafik zur oberen Kante des Graphen zeigen den Grad der Verzerrung. Wie aus der Grafik zu sehen ist, eine Schweißreparatur ohne Schwingungsstressabbau führt zu deutlich mehr Verzerrung als eine Schweißreparatur mit Schwingungsstressabbau getan . Mit weniger innere Spannungen innerhalb der entlastet

Substrate wird Schrumpfung von der Schweiß , minimiert .

Die vorliegende Erfindung stellt daher ein Verfahren zur Linderung von Stress in Substraten aus rostfreiem Stahl während des Schweißens. Das Verfahren ferner ein Verfahren zum Bestimmen einer idealen Frequenz für das Schwingungs Zugentlastung für die Verwendung beim Schweißen von rostfreiem Stahl Verbrennungsturbine Membranen .

Während spezifische Ausführungsformen der Erfindung im Detail beschrieben wurde, ist es für den Fachmann , dass verschiedene Modifikationen und Alternativen zu diesen Details im Lichte der gesamten Lehre der Offenbarung entwickelt werden könnten . Dementsprechend sind die offenbarten speziellen Anordnungen nur veranschaulichend dazu gedacht, und nicht als Begrenzung des Umfangs der Erfindung, welche die volle Breite der beigefügten Ansprüche und jegliche und alle Äquivalente davon gegeben werden soll.

\*\*\*\*\*

What is claimed is:

1. A method of reducing stresses within a stainless steel combustion turbine component during welding, the method comprising: identifying a harmonic frequency of the combustion turbine component; selecting a frequency that produces an amplitude of about 1/4 to 1/2 an amplitude produced by the harmonic frequency, and which is a lower frequency than the harmonic frequency; and vibrating the combustion turbine component with a constant force at the selected frequency while welding the combustion turbine component, wherein the constant force has a ratio to combustion turbine component weight of about 5:2.
2. The method according to claim 1, further comprising vibrating the combustion turbine component at the selected frequency as the combustion turbine component cools after welding.
3. The method according to claim 1, wherein the frequency selected is between about 35 Hz and about 150 Hz.
4. The method according to claim 1, wherein the combustion turbine component is made from a stainless steel from the group consisting of 403 stainless steel and 410 stainless steel.
5. The method according to claim 4, further comprising vibrating the combustion turbine component at the selected frequency as the combustion turbine component cools after welding.
6. A method of reducing stresses within a stainless steel combustion turbine component during welding, the method comprising: identifying a harmonic frequency of the combustion turbine component; selecting a frequency that produces an amplitude of about 1/4 to 1/2 an amplitude produced by the harmonic frequency, and which is a lower frequency than the harmonic frequency; and vibrating the combustion turbine component with a constant force at the selected frequency while welding the combustion turbine component over substantially an entire welding cycle, wherein the combustion turbine component is made from a stainless steel from the group consisting of: 403 stainless steel and 410 stainless steel, further comprising vibrating the combustion turbine component with a force having a ratio to combustion turbine component weight of about 5:2.
7. The method according to claim 6, wherein the frequency selected is between about 35 Hz and about 150 Hz.

---

***Description***

---

#### BACKGROUND OF THE INVENTION

##### 1. Field of the Invention

The present invention relates to stress reduction during welding. More specifically, the invention provides a method of stress relief wherein the component being welded is vibrated during welding to reduce stresses in the component.

##### 2. Description of the Related Art

Welding is typically used to perform repairs on components of various equipment that is subject to harsh environments. One example is the repair of diaphragm shrouds for a combustion turbine by gas metal arc welding, micro-plasma welding, or gas tungsten arc welding. Such diaphragms are arranged in succession within the compressor of the turbine, with each successive diaphragm having an increasing number of vanes to further compress air being forced into the combustion chamber. Such diaphragms may be exposed to temperatures from room temperature to about 900.degree. F. These diaphragms are difficult to repair, and expensive to replace. Presently available welding methods may produce significant distortion within the diaphragm, partly due to stresses created within the diaphragm from the welding process.

The use of vibrating a component being welded to reduce stress has been used for aluminum components in the past. However, vibration stress relief has not previously been used for the 410 or 403 stainless steels typically used for diaphragms, in part because appropriate vibration frequencies have not been developed. Stainless steel has a higher yield strength than other materials for which vibration stress relief has been used, increasing the difficulty of stress relief. The diaphragm and other stainless steel components of combustion turbines are very prone to distortion, making stress relief during repair of these components critical.

Accordingly, there is a need for a method of relieving stress within a component such as a combustion turbine diaphragm during weld repairs. There is a further need for the development of an appropriate frequency for using vibration stress relief upon components made from 410 stainless steel, 403 stainless steel, and other stainless steels.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention provides a method of stress relief for stainless steel components such as the diaphragm shroud within a combustion turbine. The method includes the step of vibrating the component being repaired during the welding process.

Initially, the optimal frequency is determined by running a frequency test covering the spectrum of 0 to 100 Hz. The harmonic frequencies will be determined by looking for the frequencies that produce the highest amplitude vibrations. When a harmonic frequency is discovered, a frequency that is lower than the harmonic frequency, and which produces an amplitude in the range of 1/4 to 1/2 the amplitude produced by the harmonic frequency, is selected. An initial stress relief cycle is carried out at the selected frequency. Upon completion of this cycle, welding is performed with the component being vibrated at this frequency. Upon completion of welding, the vibrating will continue throughout the cool down cycle, and should ideally be continued until the component is warm to the touch.

The use of vibration stress reduction during welding has been found to reduce the distortion of welded components during the welding process, in part due to the stress reduction.

Accordingly, it is an object of the present invention to provide a method of determining an ideal frequency for relieving stress within stainless steel combustion turbine diaphragms during welding.

These and other objects of the invention will become more apparent through the following description and drawings.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a top view of a diaphragm outer shroud, diaphragm inner shroud, and mounting plate to which the outer shroud and inner shroud have been mounted prior to performing welding according to the present invention.

FIG. 2 is a top view of a diaphragm outer shroud, diaphragm inner shroud, mounting plate, and vibration stress relief equipment for performing weld repairs and vibration stress relief according to the present invention.

FIG. 3 is a top view of a diaphragm outer shroud, diaphragm inner shroud, mounting plate, and vibration stress relief equipment for performing weld repairs and vibration stress relief according to the present invention.

FIG. 4 is an isometric view of the apparatus for the vibration stress relief for use with the present invention.

FIG. 5 is a graph showing the results of a test to determine an appropriate vibration frequency.

FIG. 6 is a graph illustrating component distortion both with and without vibration stress relief.

Like reference characters denote like elements throughout the drawings.

#### DETAILED DESCRIPTION

The present invention provides a method of stress relief for stainless steel components, for example, the diaphragm shroud of a combustion turbine, which is commonly made from 410 stainless steel or 403 stainless steel.

The component to be repaired is first removed, which in the case of a diaphragm for a turbine may be accomplished by procedures known to those skilled in the art of turbine repair. Referring to FIG. 1, the repair itself may begin by welding a plurality of metal straps 10 between both the inner shroud 12 and mounting plate 14, and the outer shroud 16 and the mounting plate 14. Depending on the structure of the substrate to be welded, and its ability to directly support a force inducer 20 (described below), the mounting plate 14 may or may not be necessary. Preferably, the number of metal straps 10 should not exceed 12, and should be evenly spaced around the inner shroud 12 and outer shroud 16. A preferred number of metal straps 10 may be determined by dividing the number of vanes 18 by some number that will result in no more than 12.

With the components to be welded secured to the mounting plate 14, the various portions of the vibration inducing and measuring equipment may be secured to the mounting plate 14. A force inducer 20 is clamped to the mounting plate 14 by the clamps 22. Isolation shoes 24 may be used between the clamping flanges 26 of the force inducer 20 and the mounting plate 14. Rubber isolation pads 28 may be utilized to separate the mounting plate from the positioner table 30. The force inducer should be capable of vibrating the substrate with a force sufficient to result in a ratio of force to substrate weight of 20,000 lb. to 8,000 lb., or about 5:2. One example of a preferred force inducer is a Meta-Lax Model V8 force inducer. Meta-Lax equipment is available from Bonal Technologies, Inc., located in Royal Oak, Mich. A transducer 32 is also clamped to the mounting plate 14. A preferred transducer is the Meta-Lax Model 99-7 transducer. The transducer 32 is preferably clamped within 3 feet of the force inducer 20, but away from the isolation pads 28. The transducer 32 is electrically connected to the consol 34 (FIG. 4), having a screen 36 for displaying the amplitude and frequency of the vibrations. A preferred consol 34 is a Meta-Lax Model 2799 CC consol. The consol 34 is configured to output signals to a computer 38 having appropriate software to control the action of the force inducer 20 in response to input from the transducer 32, along with the weight and other information related to the inner shroud 12 and outer shroud 16. An example of such software is the 2700-CC Meta-Lax program software. The force inducer 20 is also electrically connected to the consol 34, and is thereby controlled through the computer 38 and consol 34.

Next, an appropriate vibrating frequency is determined. Such a frequency is typically between 35 Hz and 95 Hz, determined using a test spectrum that is preferably from 0 to 150 Hz. As each frequency is tested, the resulting vibrational amplitude is recorded. Preferably, the test should be completed within 30 seconds, and the force inducer 20 may be run at about 30% of its

full power. The harmonic frequencies can be determined by examining the amplitudes produced by the various frequencies, with the frequencies producing the greatest amplitude being the harmonic frequencies. Referring to FIG. 5, the harmonic frequency of 112 Hz is shown on the graph at 40, with the amplitude at this frequency being 100. The frequency selected for stress relief should preferably be a frequency that is lower than a harmonic frequency, and produces an amplitude that is preferably between 1/4 and 1/2 the amplitude produced by the harmonic frequency, and more preferably 1/3 to 1/2 the amplitude produced by the harmonic frequency, to provide sufficient vibration for stress relief while avoiding vibration that would damage the component being repaired. In the illustrated example of FIG. 5, the selected stress relief frequency, shown at 42, is 98 Hz, producing an amplitude of 27.2.

Upon determination of the proper frequency, the force inducer 20 is used to induce vibrations within the mounting plate 14, and therefore the inner shroud 12 and outer shroud 16, at the selected frequency for the duration of the welding process. The amplitude of the vibrations induced is kept sufficiently small to resist any effect on the accuracy of the welding.

Upon completion of the welding, the force inducer 20 is again used to vibrate the mounting plate 14, inner shroud 12, and outer shroud 16 while the weld cools. Preferably, the vibration continues until the welded components have cooled to the point where they are warm to the touch. At this point, the metal strips 10 may be removed, and the inner shroud 12 and outer shroud 16 inspected for any dimensional distortion.

FIG. 6 is a graph comparing the distortion resulting from the welding process of the inner shroud 12 and outer shroud 16 both with and without vibrational stress relief. The numbers 1-44 around the circumference of the graph indicate circumferential position around each diaphragm 12, 16. The vertical numbers -20 to 20 extending from the center of the graph to the top edge of the graph indicate the degree of distortion. As can be seen from the graph, a weld repair done without vibrational stress relief results in significantly greater distortion than a weld repair done with vibrational stress relief. With fewer internal stresses within the stress relieved substrates, shrinkage resulting from the welding is minimized.

The present invention therefore provides a method of relieving stress within stainless steel substrates during welding. The method further provides a method of determining an ideal frequency for the vibrational stress relief for use while welding stainless steel combustion turbine diaphragms.

While specific embodiments of the invention have been described in detail, it will be appreciated by those skilled in the art that various modifications and alternatives to those details could be developed in light of the overall teachings of the disclosure. Accordingly, the particular arrangements disclosed are meant to be illustrative only and not limiting as to the scope of the invention which is to be given the full breadth of the appended claims and any and all equivalents thereof.

\* \* \* \* \*