

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **708 916 A2**

(51) Int. Cl.: **B23K 28/02** (2014.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01786/14

(22) Anmeldedatum: 18.11.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.05.2015

(30) Priorität: 22.11.2013 US 14/087,332

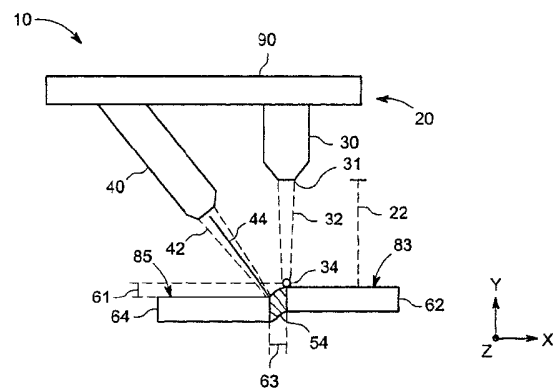
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Dechao Lin, Greenville, SC 29615 (US)
Srikanth Chandrudu Kottilingam,
Greenville, SC 29615 (CH)
Yan Cui, Greenville, SC 29615 (US)
Brian Lee Tollison, Greenville, SC 29615 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) **Hybridschweisverfahren, -vorrichtung und -system für vertikal versetzte Komponenten.**

(57) Das erfindungsgemässe Hybridschweisverfahren umfasst ein Richten eines Laserstrahls (32) von einem Laser (30) auf eine erste Komponente (62), die zu einer zweiten Komponente (64) vertikal versetzt ist, und Richten eines Schweißlichtbogens (42) von einem Lichtbogenschweisgerät (40) auf eine Schweißverbindungsstelle (54) zwischen der ersten Komponente (62) und der zweiten Komponente (64), um die erste (62) und die zweite Komponente (64) miteinander zu verschweissen.



Beschreibung

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft Schweißen und insbesondere Hybridschweißen für räumlich versetzte Komponenten.

[0002] Schweißen kann für vielfältige Herstellungs- oder Reparaturverfahren in vielen unterschiedlichen industriellen Einrichtungen verwendet werden. Z.B. kann Schweißen dazu verwendet werden, mehrere Komponenten miteinander zu verbinden, Risse, Spalte oder Defekte in verwendeten Komponenten zu reparieren, Material in verwendeten oder neuen Komponenten aufzubauen oder anderweitig eine oder mehrere Komponenten zu schweißen oder miteinander zu verbinden, wie dies für eine bestimmte Anwendung erforderlich sein kann. Die Fähigkeit oder Geschwindigkeit, mit der ein Schweißvorgang erfolgen kann, kann jedoch durch eine Anzahl von Faktoren beschränkt sein, zu denen die Dicke und Ausrichtung der Komponenten, die geschweisst werden, und die Leistung der Schweißvorrichtung gehören.

[0003] Hybridschweißen kann die Verwendung sowohl von Laserschweißen als auch von Lichtbogenschweißen kombinieren, um möglicherweise mit einer schnellen Geschwindigkeit zu schweißen und dabei dennoch eine vollständige Durchdringung zu erreichen. Wenn jedoch Komponenten dicker werden, kann für eine vollständige Durchdringung dennoch eine Erhöhung der Laserleistung erforderlich sein. Die Konfiguration des Laserschweißgerätes und des Lichtbogenschweißgerätes kann dabei angepasst werden, um das Schweißergebnis zu beeinflussen. Z.B. kann Hybridschweißen die Verwendung eines führenden Laserschweißgerätes gefolgt von einem Drahtvorlauf-Lichtbogenschweißgerät umfassen, um relativ glatte Schweißnähte zu schaffen. Derartige Konfigurationen können jedoch auch hinsichtlich der relativen Ausrichtung der Substratkomponente(n) beschränkt sein. Z.B. können Komponenten, die um mehr als etwa 0,04 Zoll zueinander vertikal versetzt sind, zusätzliche Aufnahmen erfordern, um Schweißnähte mit vollständiger Durchdringung (durchgeschweisste Nähte) für beide Komponenten sicherzustellen. Diese zusätzlichen Aufnahmen können jedoch auch von adaptiven Schweißsteuerungen abhängen, die Schweißparameter während eines Vorgangs variieren, um konsistente Ergebnisse zu erzielen.

[0004] Demgemäß würden alternative Hybridschweißvorrichtungen, -systeme und -verfahren in der Technik begrüßt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0005] In einer Ausführungsform ist ein Hybridschweißverfahren offenbart. Das Hybridschweißverfahren enthält ein Richten eines Laserstrahls von einem Laser auf eine erste Komponente, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist, und Richten eines Schweißlichtbogens von einem Lichtbogenschweißgerät auf eine Schweißverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente, um die erste und die zweite Komponente miteinander zu verschweißen.

[0006] In dem zuvor erwähnten Hybridschweißverfahren überlappt sich der Laserstrahl vorzugsweise nicht mit der Schweißverbindungsstelle.

[0007] In dem Hybridschweißverfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die erste Komponente zu der zweiten Komponente um wenigstens etwa 0,02 Zoll bis etwa 0,125 Zoll versetzt sein.

[0008] In dem Hybridschweißverfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die erste Komponente zu der zweiten Komponente auch horizontal versetzt sein.

[0009] Insbesondere kann die erste Komponente zu der zweiten Komponente um wenigstens etwa 0,02 Zoll bis etwa 0,045 Zoll horizontal versetzt sein.

[0010] In dem Hybridschweißverfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der Laserstrahl über die gesamte Schweißstelle eine im Wesentlichen konstante Leistung aufweisen.

[0011] Zusätzlich oder alternativ kann der Laser eine Leistung von weniger als oder gleich etwa 8 kW aufweisen.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform ist eine Hybridschweißvorrichtung offenbart. Die Hybridschweißvorrichtung enthält einen Laser, der einen Laserstrahl erzeugt, der auf eine erste Komponente gerichtet ist, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist, und ein Lichtbogenschweißgerät, das einen Schweißlichtbogen erzeugt, der auf eine Schweißverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente gerichtet ist.

[0013] In noch einer weiteren Ausführungsform ist ein Hybridschweißsystem offenbart. Das Hybridschweißsystem enthält eine Hybridschweißvorrichtung, die einen Laser, der einen Laserstrahl erzeugt, und ein Lichtbogenschweißgerät aufweist, das einen Schweißlichtbogen erzeugt. Das Hybridschweißsystem enthält ferner eine erste Komponente, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist, wobei der Laserstrahl auf die erste Komponente gerichtet ist und der Schweißlichtbogen auf eine Schweißverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente gerichtet ist.

[0014] In der Hybridschweißvorrichtung oder dem Hybridschweißsystem, wie zuvor erwähnt, überlappt der Laserstrahl vorzugsweise die Schweißverbindungsstelle nicht.

[0015] In der Hybridschweissvorrichtung oder dem Hybridschweisssystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die erste Komponente zu der zweiten Komponente um wenigstens etwa 0,02 Zoll bis etwa 0,125 Zoll vertikal versetzt sein.

[0016] In der Hybridschweissvorrichtung oder dem Hybridschweisssystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann die erste Komponente zu der zweiten Komponente auch horizontal versetzt sein.

[0017] Insbesondere kann die erste Komponente zu der zweiten Komponente um wenigstens etwa 0,02 Zoll bis etwa 0,045 Zoll horizontal versetzt sein.

[0018] In der Hybridschweissvorrichtung oder dem Hybridschweisssystem einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der Laserstrahl eine im Wesentlichen konstante Leistung über die gesamte Schweissstelle aufweisen.

[0019] Zusätzlich oder alternativ kann der Laser eine Leistung von weniger als oder gleich etwa 8 kW aufweisen.

[0020] Diese und weitere Merkmale, die durch die hierin erläuterten Ausführungsformen erzielt werden, werden angesichts der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen besser verstanden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0021] Die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen sind veranschaulichend und beispielhafter Natur und nicht dazu bestimmt, die durch die Ansprüche definierte Erfindung zu beschränken. Die folgende detaillierte Beschreibung der veranschaulichenden Ausführungsformen kann verstanden werden, wenn sie in Verbindung mit den folgenden Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Struktur mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet ist und in denen zeigen:

[0022] Fig. 1 eine Perspektivansicht einer schematischen Darstellung eines Hybridschweisssystems gemäss einer oder mehreren hierin veranschaulichten oder beschriebenen Ausführungsformen;

[0023] Fig. 2 ein Hybridschweissverfahren gemäss einer oder mehreren hierin veranschaulichten oder beschriebenen Ausführungsformen; und

[0024] Fig. 3 eine Querschnittsansicht einer durchgeschweissten Naht, die durch das Hybridschweisssystem gemäss einer oder mehreren hierin veranschaulichten oder beschriebenen Ausführungsformen erzeugt worden ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] Nachstehend ist eine oder sind mehrere spezielle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. In dem Bestreben, eine konzise Beschreibung dieser Ausführungsformen zu liefern, können gegebenenfalls nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung in der Beschreibung beschrieben sein. Es sollte erkannt werden, dass bei der Entwicklung einer jeden derartigen tatsächlichen Implementierung, wie in jedem Ingenieurs- oder Konstruktionsprojekt, zahlreiche implementationsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um spezielle Ziele der Entwickler zu erreichen, wie beispielsweise die Einhaltung systembezogener und unternehmensbezogener Randbedingungen, die von einer Implementierung zur anderen variieren können. Ausserdem sollte erkannt werden, dass ein derartiger Entwicklungsaufwand komplex und zeitaufwendig sein kann, jedoch nichtsdestoweniger für Fachleute mit dem Nutzen dieser Offenbarung ein routinemässiges Unterfangen zur Konstruktion, Fertigung und Herstellung darstellen würde.

[0026] Wenn Elemente verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung eingeführt werden, sollen die Artikel «ein», «eine», «der», «das» und «die» bedeuten, dass ein oder mehrere der Elemente vorhanden sind. Die Ausdrücke «aufweisen», «enthalten» und «haben» sind im einschliesslichen Sinne gemeint und bedeuten, dass ausser den aufgeführten Elementen weitere Elemente vorhanden sein können.

[0027] Ein Hybridschweisssystem für räumlich versetzte Komponenten, wie hierin offenbart, weist allgemein eine Hybridschweissvorrichtung und zwei räumlich versetzte Komponenten mit einer Schweissverbindungsstelle zwischen diesen auf. Die Hybridschweissvorrichtung weist allgemein einen Laser und ein Lichtbogenschweisssgerät auf. Der Laser richtet einen Laserstrahl auf eine erste Komponente, die zu der zweiten Komponente wenigstens vertikal versetzt ist. Das Lichtbogenschweisssgerät richtet einen Schweisslichtbogen in Richtung auf die Schweissverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente. Ein Richten des Lasers auf die erste Komponente, im Gegensatz zu der Schweissverbindungsstelle selbst, kann eine Schweissnaht mit vollständiger Durchdringung (durchgeschweisste Naht) zwischen den räumlich versetzten Komponenten mit weniger Vorbereitung der Verbindungsstelle und/oder ohne die Notwendigkeit einer adaptiven Steuerung ergeben. Hybridschweissvorrichtungen, -Systeme und -verfahren für räumlich versetzte Komponenten werden nun hierin in grösseren Einzelheiten beschrieben.

[0028] Indem nun auf Fig. 1 Bezug genommen wird, ist ein Hybridschweisssystem 10, das eine Hybridschweissvorrichtung 20 und zwei räumlich versetzte Komponenten 62 und 64 aufweist, schematisch dargestellt.

[0029] Die erste Komponente 62 und die zweite Komponente 64 können beliebige zwei Materialien aufweisen, die miteinander verschweisst werden sollen und die zueinander räumlich versetzt sind. In dem hierin verwendeten Sinne bezieht sich «räumlich versetzt» an ein Getrenntsein in einer vertikalen Richtung y und/oder einer horizontalen Richtung x (wobei die Schweissrichtung z senkrecht zu der Ebene verläuft, die die vertikale Richtung y und die horizontale Richtung x aufweist). Die erste und die zweite Komponente 62 und 64 können zwei getrennte und verschiedene Teile (z.B. Rohre,

die zusammengeführt werden) aufweisen oder können zwei verschiedene Bereiche eines einzelnen Teils aufweisen, die durch einen Zwischenraum, der geschweisst werden soll (z.B. einen Riss in einem Rohr), voneinander getrennt sind.

[0030] In einigen Ausführungsformen kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 einen vertikalen Versatz 61 aufweisen. Z.B. kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 um wenigstens etwa 0,02 Zoll vertikal versetzt 61 sein. In einigen Ausführungsformen kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 um wenigstens etwa 0,05 Zoll vertikal versetzt 61 sein. In noch einigen Ausführungsformen kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 um bis zu und einschliesslich 0,125 Zoll vertikal versetzt 61 sein.

[0031] Die erste und die zweite Komponente 62 und 64 können aus vielfältigen Gründen einen vertikalen Versatz 61 aufweisen. Z.B. können die erste und die zweite Komponente 62 und 64 Rohre mit unterschiedlichen Durchmessern aufweisen, die aneinander anstossen, können Werkstücke mit unterschiedlicher Dicke aufweisen, so dass die dickere Komponente vertikal grösser ist als die andere, können ungleichförmige Ränder aufweisen, die in der vertikalen Richtung y ansteigen und fallen, während die Schweissverbindungsstelle 54 in der Schweissrichtung z fortschreitet, oder können in sonstiger Weise in einer Konfiguration ausgerichtet sein, die einen vertikalen Versatz 61 ergibt, wie hierin erläutert.

[0032] In einigen Ausführungsformen kann die erste Komponente 62 zusätzlich einen horizontalen Versatz 63 zu der zweiten Komponente 64 aufweisen. Z.B. kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 um wenigstens etwa 0,01 Zoll horizontal versetzt 63 sein. In einigen Ausführungsformen kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 um wenigstens etwa 0,02 Zoll horizontal versetzt 63 sein. In noch einigen Ausführungsformen kann die erste Komponente 62 zu der zweiten Komponente 64 um bis zu und einschliesslich 0,045 Zoll horizontal versetzt 63 sein.

[0033] Ähnlich wie bei dem vertikalen Versatz 61 kann der horizontale Versatz 63 auf vielfältige Gründe zurückzuführen sein. Z.B. kann eine oder können beide der Komponenten 62 und 64 ungleichförmige Ränder aufweisen, die in der horizontalen Richtung x voneinander abweichen, während die Schweissverbindungsstelle in der Schweissrichtung z fortschreitet, oder sie können in sonstiger Weise in einer Konfiguration ausgerichtet sein, die einen horizontalen Versatz 63 ergibt, wie hierin erläutert.

[0034] Der räumliche Versatz (d.h. der vertikale Versatz 61 und möglicherweise der horizontale Versatz 63) zwischen der ersten Komponente 62 und der zweiten Komponente 64 kann für die gesamte Länge der Schweissverbindungsstelle 54 oder für einen oder mehrere Abschnitte der Schweissverbindungsstelle 54 vorliegen. Wenn z.B. die erste Komponente 62 und die zweite Komponente 64 relativ ungleichförmige Ränder aufweisen (wie wenn beispielsweise sauber geschnittene Rohre unterschiedlicher Durchmesser zusammengeführt werden), kann der wenigstens vertikale Versatz 61 vorhanden und möglicherweise für in etwa die gesamte Länge der Schweissverbindungsstelle 54 relativ gleichmässig sein. Alternativ kann dort, wo die erste Komponente 62 und/oder die zweite Komponente 64 ungleichförmige Ränder aufweist bzw. aufweisen oder unter kleinen Winkeln zueinander ausgerichtet sind, der vertikale Versatz 61 und möglicherweise der horizontale Versatz 63 entlang der Längserstreckung der Schweissverbindungsstelle 54 in der Schweissrichtung z variieren. Z.B. kann der vertikale Versatz 61 in Bezug auf die Position entlang der Schweissrichtung z zunehmen und abnehmen, und er kann sogar nur für Teile hiervon vorliegen.

[0035] Die Komponenten 62 und 64, die verschweisst werden sollen, können aus Materialien, wie beispielsweise eisenhaltigen und nicht eisenhaltigen Materialien, ausgewählt sein. Beispiele für eisenhaltige und nicht eisenhaltige Materialien umfassen Superlegierungen, niedriggekohlten Stahl, hochfesten Stahl, nicht rostenden Stahl, Titan, Aluminium und Kombinationen von diesen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

[0036] Weiterhin bezugnehmend auf Fig. 1 weist das Hybridschweisssystem 10 zusätzlich zu der ersten und der zweiten Komponente 62 und 64 ferner eine Hybridschweissvorrichtung 20 auf. Die Hybridschweissvorrichtung 20 selbst weist einen Laser 30 und ein Lichtbogenschweisgerät 40 auf.

[0037] Der Laser 30 kann ein beliebiges Lasersystem aufweisen, das einen Laserstrahl 31 erzeugen und auf eine der Komponente 62 und 64 richten kann. Z.B. ist der Laser 30 in einigen Ausführungsformen aus einem Nd:YAG-Laser, einem CO₂-Laser, einem Faserlaser oder einem Scheibenlaser ausgewählt. In einigen Ausführungsformen ist der Laser 30 ein mit hoher Leistungsdichte betriebener Laser.

[0038] Der Laser 30 erzeugt einen Laserstrahl 32. Der Laserstrahl 32 wird in Richtung auf eine von der ersten Komponente und der zweiten Komponente 64 gerichtet. Insbesondere kann der Laserstrahl 32 in Richtung auf entweder die Komponente 62 mit höherem Versatz (wie veranschaulicht) oder die Komponente 64 mit niedrigerem Versatz gerichtet werden. Ausserdem kann der Laserstrahl 32 unter vielfältigen Winkeln relativ zu der Schweissverbindungsstelle 54, wie beispielsweise einem Winkel von 0 Grad (d.h. senkrecht zu der Schweissverbindung 54, wie veranschaulicht) oder von etwa plus 30 Grad bis etwa minus 30 Grad relativ zu der 0-Grad-Referenz gerichtet werden. Durch Bereitstellung eines Laserstrahls 32 an nur einer einzelnen der vertikal versetzten Komponenten 62 und 64 (im Gegensatz zu der Schweissverbindungsstelle 54 selbst) kann der Laserstrahl 32 eine vollständige Durchdringung bzw. Durchschweissung der Schweissverbindung 54 unterstützen, ohne dass eine adaptive Steuerung erforderlich ist, während die Schweissstelle in der Schweissrichtung z voranschreitet.

[0039] Der Laserkopf 31 des Lasers 30 kann von einer von den oberen Oberflächen 83 und 85 der ersten und der zweiten Komponente 62 und 64 um eine Höhe 22 getrennt sein. In einigen Ausführungsformen kann die Höhe 22 auf den Betriebsanforderungen des Laserkopfs 31 basieren. In einigen Ausführungsformen bleibt die Höhe 22 zwischen dem La-

serkopf 31 und einer einzelnen von den oberen Oberflächen 83 und 85 der ersten und der zweiten Komponente 62 und 64 unveränderlich, während die Schweissstelle in der Schweissrichtung z voranschreitet. In anderen Ausführungsformen variiert die Höhe 22 zwischen dem Laserkopf 31 und einer von den oberen Oberflächen 83 und 85 der ersten und zweiten Komponente 62 und 64, während die Schweissstelle in der Schweissrichtung z voranschreitet (beispielsweise aufgrund eines sich bewegenden Laserkopfs und/oder einer unebenen Oberfläche 83 oder 85).

[0040] In einigen Ausführungsformen, wie beispielsweise der in Fig. 1 veranschaulichten, weist der Laserstrahl 32 einen Fokuspunkt 34 auf, der auf eine von den Oberflächen 83 und 85 der Komponenten 62 und 64 fokussiert ist. In derartigen Ausführungsformen ist der Fokusabstand (d.h. die Länge des Laserstrahls 32 zwischen dem Laserkopf 31 und dem Fokuspunkt 34) gleich der Höhe 22 zwischen dem Laserkopf 31 und einer von den oberen Oberflächen 83 und 85 der Komponenten 62 und 64. Derartige Ausführungsformen können die grösste Laserleistung den relevanten Komponenten 62 und 64 zuführen, indem sie die gesamte oder einen Grossteil der Laserenergie auf einen kleineren Oberflächenbereich fokussieren und ein grösseres Durchdringungsvermögen erzielen. Insbesondere können derartige Ausführungsformen einen Laser 30 mit relativ geringerer Leistung (von z.B. weniger als oder gleich etwa 4 kW, wie beispielsweise für Schweisskomponenten mit einer Dicke von bis zu etwa 6,35 mm) nutzen, indem sie die gesamte oder einen Grossteil ihrer Energie auf eine der Flächen 83 und 85 fokussieren, anstatt sie auf einen grösseren Bereich zu verteilen. Für dickere Komponenten kann eine höhere Laserleistung, wie z.B. bis zu oder über 20 kW, erforderlich sein.

[0041] Weiterhin bezugnehmend auf Fig. 1 weist die Hybridschweissvorrichtung 20 ferner zusätzlich zu dem Laser 30 das Lichtbogenschweissgerät 40 auf. In einer Ausführungsform ist das Lichtbogenschweissgerät 40 aus Schweissgeräten ausgewählt, die nicht-abschmelzende Elektroden 44 aufweisen, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, einem Gas-Metall-Lichtbogenschweissgerät (GMAW) (z.B. einem Metall-Inertgas(MIG)-Schweissgerät), einem Flussmittelekern-Lichtbogenschweissgerät (FCAW) und Schweissgeräten, die nicht-abschmelzbare Elektroden mit Drahtzuführung aufweisen, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, einem Gas-Wolfram-Lichtbogenschweissgerät (GTAW) mit Drahtzuführung und einem Plasma-Lichtbogenschweissgerät (PAW) mit Drahtzuführung.

[0042] Das Lichtbogenschweissgerät 40 erzeugt einen Schweisslichtbogen 42, der in der Schweissrichtung z voranschreitet. In einigen Ausführungsformen kann der Laserstrahl 32 gleichzeitig und direkt neben dem Schweisslichtbogen 42 erzeugt werden, um die Kombination der Energie aus den beiden Quellen zu erhöhen. In einigen Ausführungsformen weist der Laserstrahl 32 keine Überlappung mit der Schweissverbindungsstelle 54 auf. Durch Reduktion oder Beseitigung der Überlappung kann die Schweissverbindung 54 gleichmässige Eigenschaften aufweisen.

[0043] In einigen Ausführungsformen sind der Laser 30 und das Lichtbogenschweissgerät 40 an gesonderten Stellen montiert. In anderen Ausführungsformen, wie beispielsweise der in Fig. 1 veranschaulichten, sind der Laser 30 und das Lichtbogenschweissgerät 40 an einer einzigen Halterung 90 montiert. Ausserdem kann der Laserstrahl 32 in einigen Ausführungsformen eine im Wesentlichen konstante Schweissleistung über die gesamte Schweissstelle hinweg aufweisen. Wenn der Laserstrahl 32 sich nicht mit der Schweissverbindungsstelle 54 überlappt, braucht der Laserstrahl 32 beispielsweise nicht adaptiv gesteuert zu werden, um dennoch einheitliche Nähte zu erzeugen.

[0044] Indem zusätzlich auf Fig. 2 Bezug genommen wird, ist ein Verfahren 100 zum Schweißen für räumlich versetzte Komponenten 62 und 64 veranschaulicht. Das Verfahren 100 weist ein Richten eines Laserstrahls 32 von einem Laser 30 auf eine erste Komponente 62, die zu einer zweiten Komponente 64 vertikal versetzt 61 ist, im Schritt 110 auf, wie hierin offenbart. Das Verfahren 100 weist ferner ein Richten eines Schweisslichtbogens 42 von einem Lichtbogenschweissgerät 40 auf eine Schweissverbindungsstelle 54 zwischen der ersten Komponente 62 und der zweiten Komponente 64, um die erste und die zweite Komponente 62 und 64 miteinander zu verschweissen, im Schritt 120 auf, wie ferner hierin offenbart. Es sollte erkannt werden, dass die Schritte 110 und 120 gemeinsam oder in einer beliebigen relativen Reihenfolge zueinander beginnen, aufhören und erfolgen können, um eine hinreichende Schweissverbindung 54 zu erreichen.

BEISPIEL

[0045] Zwei kreisringförmige Komponenten wurde nebeneinander platziert, um eine Schweissung unter Verwendung eines Hybridschweissystems, wie hierin offenbart, vorzunehmen. Jede der Komponenten wies ein 0,25 Zoll dickes Stück aus korrosionsbeständigem Stahl 304L auf, wobei die erste Komponente um etwa 0,125 Zoll vertikal versetzt und um etwa 0,045 Zoll horizontal versetzt war.

[0046] Der Laser erzeugte einen Laserstrahl von 8 kW Leistung, und das Lichtbogenschweissgerät wies ein GMAW-Gerät auf, das eine Schweissnaht mit einer Drahtzuführrate von 350 imp mit einer Spannungseinstellung bei 26,5 V erzeugte. Der Laserstrahl und der Schweisslichtbogen schritten in der Schweissrichtung mit einer Geschwindigkeit von 60 Zoll pro Minute (ipm) voran. Mikroskopische Analyse (die in Fig. 3 dargestellt ist) verifizierte, dass eine durchgeschweisste Naht (mit vollständiger Durchdringung) erreicht worden ist.

[0047] Es sollte nun erkannt werden, dass das Richten eines Lasers auf eine erste Komponente, im Gegensatz zu einer Schweissverbindungsstelle selbst, eine durchgeschweisste Naht zwischen räumlich versetzten Komponenten mit weniger anfänglicher Vorbereitung der Verbindungsstelle und/oder ohne die Notwendigkeit für eine adaptive Steuerung ergeben kann. Derartige Hybridschweissvorrichtungen, -systeme und -verfahren können dadurch für eine effizientere Schweissung räumlich versetzter Komponenten sorgen.

[0048] Während die Erfindung im Einzelnen in Verbindung mit lediglich einer begrenzten Anzahl von Ausführungsformen beschrieben worden ist, sollte ohne Weiteres verstanden werden, dass die Erfindung nicht auf derartige offenbarte Ausführungsformen beschränkt ist. Vielmehr kann die Erfindung modifiziert werden, um eine beliebige Anzahl von Veränderungen, Modifizierungen, Ersetzungen oder äquivalenten Anordnungen aufzunehmen, die hier vorstehend nicht beschrieben sind, die jedoch dem Rahmen und Umfang der Erfindung entsprechen. Ausserdem sollte verstanden werden, dass, obwohl verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben worden sind, Aspekte der Erfindung lediglich einige von den beschriebenen Ausführungsformen umfassen können. Demgemäss ist die Erfindung nicht als durch die vorstehende Beschreibung beschränkt anzusehen, sondern ist nur durch den Umfang der beigefügten Ansprüche beschränkt.

[0049] Hybridschweisssverfahren umfassen ein Richten eines Laserstrahls von einem Laser auf eine erste Komponente, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist, und Richten eines Schweisslichtbogens von einem Lichtbogenschweisssgerät auf eine Schweissverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente, um die erste und die zweite Komponente miteinander zu verschweissen.

Bezugszeichenliste

[0050]

10	Hybridschweisssystem
20	Hybridschweisssvorrichtung
22	Höhe
30	Laser
31	Laserkopf
32	Laserstrahl
34	Fokuspunkt
40	Lichtbogenschweisssgerät
42	Schweissslichtbogen
44	abschmelzbare Drahtelektrode
54	Schweisssverbindung(ssstelle)
61	vertikaler Versatz
62	erste Komponente
63	horizontaler Versatz
64	zweite Komponente
83, 85	Oberflächen (der Komponenten)
90	Halterung
100	Verfahren
110	Schritt (Laser)
120	Schritt (Schweissslichtbogen)
x	horizontale Richtung
y	vertikale Richtung
z	Schweisssrichtung

Patentansprüche

1. Hybridschweisssverfahren, das aufweist:
Richten eines Laserstrahls von einem Laser auf eine erste Komponente, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist; und

Richten eines Schweisslichtbogens von einem Lichtbogenschweissgerät auf eine Schweissverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente, um die erste und die zweite Komponente miteinander zu verschweissen.

2. Hybridschweissverfahren nach Anspruch 1, wobei der Laserstrahl mit der Schweissverbindungsstelle nicht überlappt.
3. Hybridschweissverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Komponente zu der zweiten Komponente um wenigstens etwa 0,02 Zoll bis etwa 0,125 Zoll vertikal versetzt ist.
4. Hybridschweissverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Komponente zu der zweiten Komponente auch horizontal versetzt ist.
5. Hybridschweissverfahren nach Anspruch 4, wobei die erste Komponente zu der zweiten Komponente um wenigstens etwa 0,02 Zoll bis etwa 0,045 Zoll horizontal versetzt ist.
6. Hybridschweissverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Laserstrahl eine im Wesentlichen konstante Leistung über die gesamte Schweissung aufweist.
7. Hybridschweissverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Laser eine Leistung von weniger als oder gleich etwa 8 kW aufweist.
8. Hybridschweissvorrichtung, die aufweist:
einen Laser, der einen Laserstrahl erzeugt, der auf eine erste Komponente gerichtet ist, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist; und
ein Lichtbogenschweissgerät, das einen Schweisslichtbogen erzeugt, der auf eine Schweissverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente gerichtet ist.
9. Hybridschweissvorrichtung nach Anspruch 8, die eingerichtet ist, um das Hybridschweissverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen.
10. Hybridschweissystem, das aufweist:
eine Hybridschweissvorrichtung, die einen Laser aufweist, der einen Laserstrahl erzeugt;
ein Lichtbogenschweissgerät, das einen Schweisslichtbogen erzeugt; und
eine erste Komponente, die zu einer zweiten Komponente vertikal versetzt ist, wobei der Laserstrahl auf die erste Komponente gerichtet ist und der Schweisslichtbogen auf eine Schweissverbindungsstelle zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente gerichtet ist.

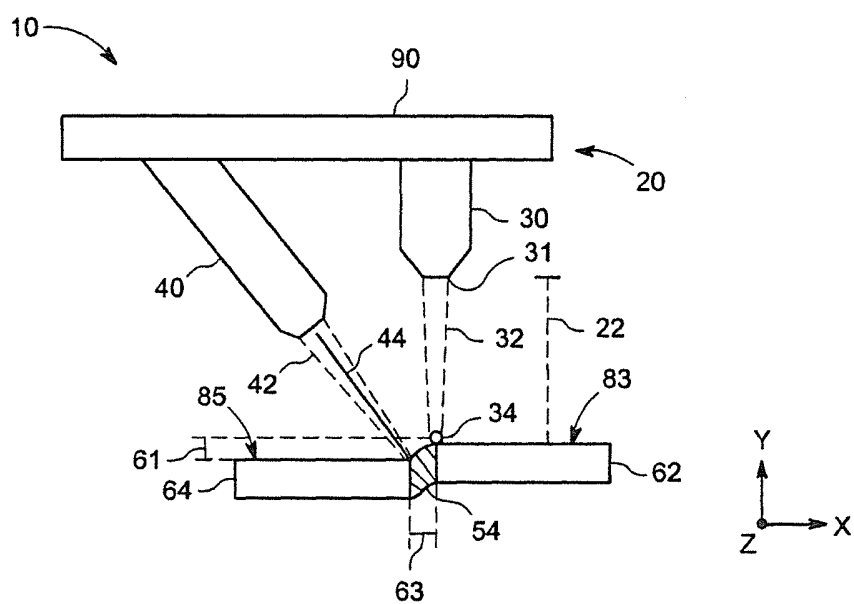


FIG. 1

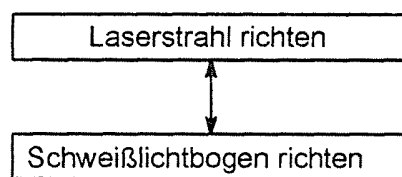


FIG. 2

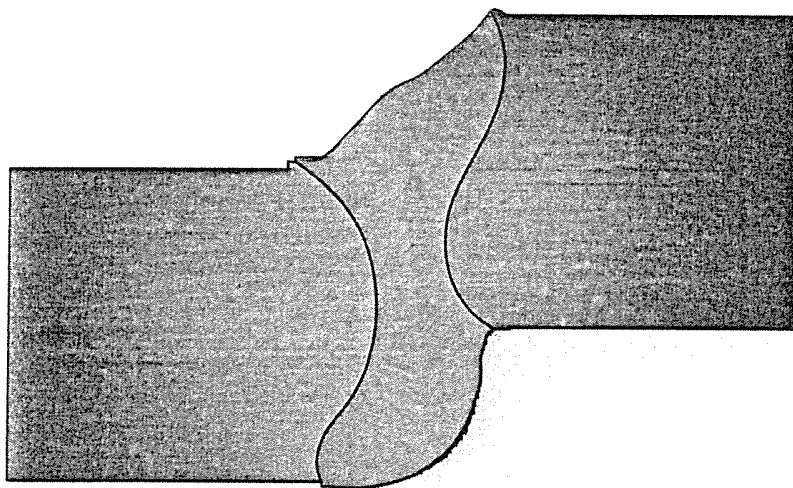


FIG. 3