



(10) **DE 11 2017 002 311 T5** 2019.02.14

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/190220**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 002 311.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CA2017/000117**  
(86) PCT-Anmeldetag: **04.05.2017**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.11.2017**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **14.02.2019**

(51) Int Cl.: **B21J 1/06 (2006.01)**  
**B21K 29/00 (2006.01)**  
**B21K 7/12 (2006.01)**  
**C21D 1/34 (2006.01)**  
**C22F 3/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**62/331,717**                      **04.05.2016**    **US**  
  
(71) Anmelder:  
**Magna International Inc., Aurora, Ontario, CA**

(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG  
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Schleichert, Edward William, 80807 München, DE**

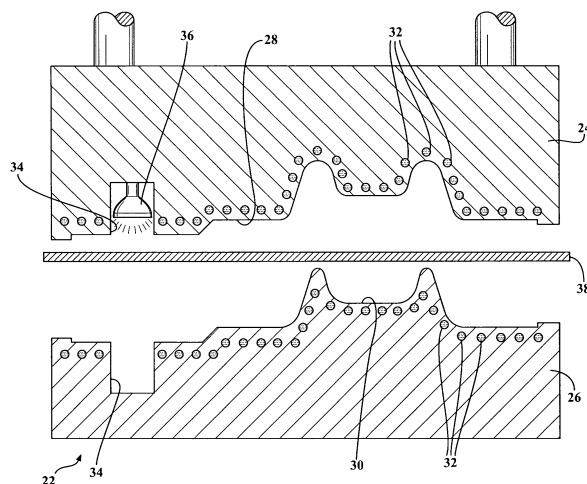
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Warmform-Werkzeug mit Infrarot-Lichtquelle**

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren umfasst den Schritt des Vorbereitens einer Formanordnung und fährt mit dem Schritt des Erwärms eines Rohlings fort, der aus Metall hergestellt ist.

Das Verfahren fährt mit dem Schritt des Einführens des erwärmten Rohlings in die Formanordnung fort. Das Verfahren fährt mit dem Schritt des Schließens der Formanordnung fort, um den Rohling zu einer Strukturkomponente zu verformen.

Wenn die Formanordnung geschlossen ist, fährt das Verfahren mit dem Schritt des gleichzeitigen Kühlens mindestens eines ersten Abschnitts der Strukturkomponente fort, der in Kontakt mit der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche steht, und Draufrichten von Infrarotlicht direkt auf mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente durch die mindestens eine Öffnung, um den zweiten Abschnitt des Strukturbauteils im Vergleich zu dem mindestens einen ersten Abschnitt bei einer erhöhten Temperatur zu halten



**Beschreibung**

## QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

**[0001]** Diese PCT-Patentanmeldung beansprucht den Vorteil und die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 62 / 331,717, eingereicht am 4. Mai 2016, wobei die gesamte Offenbarung dieser Anmeldung als Teil der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung betrachtet und hiermit durch Bezugnahme einbezogen wird.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## Gebiet der Erfindung

**[0002]** Die Erfindung betrifft im Allgemeinen maßgeschneiderte Strukturkomponenten mit variierenden Mikrostrukturen und insbesondere maßgeschneiderte Strukturkomponenten für Kraftfahrzeuge und Verfahren zu deren Herstellung.

## Verwandte Technik

**[0003]** Hochfeste Strukturkomponenten aus Stahl für Kraftfahrzeuge, wie B-Säulen, sind häufig mit maßgeschneiderten Materialeigenschaften konstruiert, um Crash-Standards zu erfüllen, die von der Automobilindustrie festgelegt werden, und um andere Anforderungen zu erfüllen. Ein Stahlrohling kann warmgeformt und abgeschreckt werden, um harte Zonen zu erzeugen, die die erforderliche Festigkeit bereitstellen, und weiche Zonen, die eine erhöhte Duktilität in ausgewählten Bereichen des Rohlings bereitstellen. Zur Bildung der weichen Zonen können verschiedene Technologien mit maßgeschneiderten Temperierungseigenschaften (TTP-Technologien) verwendet werden. Zum Beispiel können die weichen Zonen gebildet werden, indem Abschnitte der Formen erhitzt werden, während der Rohling zu einer gewünschten Form zwischen den Formen geformt wird. Die weichen Zonen können auch während eines Nachformungsglühprozesses gebildet werden. Es besteht jedoch ein anhaltender Wunsch nach einem effizienteren Verfahren zum Erzeugen von weichen Zonen in warm geformten Komponenten.

ZUSAMMENFASSUNG DER  
ERFINDUNG UND VORTEILE

**[0004]** Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer geformten Strukturkomponente. Das Verfahren umfasst die Schritte des Vorbereitens einer Formanordnung, die eine erste Form mit einer ersten formgebenden Oberfläche und eine zweite Form mit einer zweiten formgebenden Oberfläche umfasst und wobei mindestens eine der ersten und zweiten Formen mindestens eine Öffnung aufweist, welches sich zu einer jeweiligen der ersten und zweiten formgebenden Oberfläche er-

streckt. Das Verfahren geht weiter mit Erhitzen eines Rohlings, der aus Metall hergestellt ist. Das Verfahren geht weiter mit Einführen des erwärmten Rohlings in die Formanordnung zwischen der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche. Das Verfahren geht weiter mit Schließen der Formanordnung, um den Rohling zu einer strukturellen Komponente zu verformen. In der geschlossenen Formanordnung geht das Verfahren weiter mit dem Schritt gleichzeitiges Kühlen mindestens eines ersten Abschnitts der Strukturkomponente, der in Kontakt mit der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche steht, und Draufrichten von Infrarotlicht direkt auf mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente durch die mindestens eine Öffnung, um den zweiten Abschnitt des Strukturbauteils im Vergleich zu dem mindestens einen ersten Abschnitt bei einer erhöhten Temperatur zu halten.

**[0005]** Das Verfahren ermöglicht, dass Strukturbauteile mit maßgeschneiderten Temperatureigenschaften in einer Formanordnung mit extrem kurzen Zykluszeiten und ohne die Notwendigkeit von Wärmebehandlungsoperationen nach der Herstellung, hergestellt werden können. Das Verfahren erfordert auch minimale Werkzeugkosten und Energiezufuhr, und die Formanordnung kann schnell mit geringen oder keinen zusätzlichen Kosten modifiziert werden, um die metallurgischen Eigenschaften der resultierenden Strukturkomponenten zu verändern.

**[0006]** Gemäß eines anderen Aspektes der Erfindung umfasst das Verfahren ferner die Schritte des Öffnens der Formanordnung und des Entfernens der Strukturkomponente von der Formanordnung, und wobei der mindestens eine zweite Abschnitt der Strukturkomponente eine höhere Temperatur als der mindestens eine erste Abschnitt der Strukturkomponente aufweist, wenn die Strukturkomponente aus der Formanordnung entfernt wird.

**[0007]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung weist der erhitzte Rohling vor dem Schritt des Schließens der Formanordnung über 650 °C auf.

**[0008]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung weist der mindestens eine erste Abschnitt der Strukturkomponente eine Temperatur auf, die weniger als 200 °C ist und der mindestens eine zweite Abschnitt der Strukturkomponente weist eine Temperatur auf, die größer als 300 °C ist, wenn die Strukturkomponente aus der Formanordnung entfernt wird.

**[0009]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung ist das Metall des mindestens eines ersten Abschnitts der Strukturkomponente mindestens im Wesentlichen vollständig Martensit, nachdem die Strukturkomponente aus der Formanordnung entfernt wurde.

**[0010]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung erfolgt der Schritt des Draufrichtens von Infrarotlicht direkt auf mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente weniger als die gesamte Zeit, während die Formbaugruppe geschlossen ist.

**[0011]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung ist jede der ersten und zweiten formgebenden Oberflächen mit mindestens einer Öffnung versehen und die Öffnungen in der ersten und der zweiten formgebenden Oberflächen sind zueinander ausgerichtet.

**[0012]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung ist der Schritt des Draufrichtens von Infrarotlicht direkt auf mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente ferner definiert als, Draufrichten von Licht direkt auf den zweiten Abschnitt durch beide der zueinander ausgerichteten Öffnungen in der ersten und der zweiten Form.

**[0013]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung ist der Rohling aus 22MnB5-Stahl hergestellt ist.

**[0014]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung ist der Schritt des Schließens der Formanordnung ferner definiert als Bewegen eine der ersten und zweiten Formen in Richtung auf die andere der ersten und zweiten Formen, um den Rohling zwischen der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche anzuordnen.

**[0015]** Ein anderer Aspekt der Erfindung betrifft eine Formanordnung zum Herstellen einer strukturellen Komponente. Die Formanordnung umfasst eine erste Form, die eine erste formgebende Oberfläche aufweist, und eine zweite Form, die eine zweite formgebende Oberfläche aufweist. Wenigstens eine der ersten und zweiten Formen ist relativ zu der anderen der ersten und zweiten Formen bewegbar, um die Formenanordnung zu öffnen und zu schließen. Die erste und die zweite Form weist Kühlkanäle zum Fördern eines Kühlmittels durch die erste und die zweite Form auf, um das Strukturbauteil zu kühlen. Mindestens eine der ersten und zweiten Form weist mindestens eine Öffnung auf, die sich zu der jeweiligen formgebenden Oberfläche erstreckt. Mindestens eine Infrarotlampe ist in der mindestens eine Öffnung angeordnet um Infrarotlicht direkt auf die strukturelle Komponente zu richten, wenn die Formanordnung geschlossen ist.

**[0016]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung weist jede der ersten und zweiten Formen mindestens eine Öffnung auf und die Öffnungen in den ersten und zweiten Formen sind zueinander ausgerichtet.

**[0017]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung ist die mindestens eine Infrarotlampe in der Öffnung einer der ersten und zweiten Formen angeordnet und die ausgerichtete Öffnung in der anderen der ersten und zweiten Formen ist frei von Infrarotlampen.

**[0018]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung sind Infrarotlampen in beiden der ausgerichteten Öffnungen in den ersten und zweiten Formen angeordnet.

**[0019]** Gemäß eines noch anderen Aspektes der Erfindung weist sowohl die erste als auch die zweite Form eine Vielzahl der Öffnungen auf.

#### Figurenliste

**[0020]** Diese und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden ohne weiteres verständlich, wenn sie unter Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser verstanden werden, wobei:

**Fig. 1** eine perspektivische Ansicht einer Strukturkomponente ist, dass gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde;

**Fig. 2** eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts der Strukturkomponente aus **Fig. 1** ist und eine Mehrzahl von weichen Zonen veranschaulicht, die in der Strukturkomponente geformt sind;

**Fig. 3** eine Querschnittsansicht der Strukturkomponente aus **Fig. 1** ist, durch eine der in **Fig. 2** gezeigten weichen Zonen;

**Fig. 4** eine Querschnittsansicht einer ersten beispielhaften Ausführungsform einer Formanordnung zum Herstellen der Strukturkomponente ist, mit einem in die Formanordnung geladenen Rohling, wobei sich die Formanordnung in einem offenen Zustand befindet;

**Fig. 5** eine weitere Querschnittsansicht der ersten beispielhaften Ausführungsform der Formanordnung ist, wobei sich die Formanordnung in einem geschlossenen Zustand befindet und den Rohling zu einer Strukturkomponente geformt hat;

**Fig. 6** eine Querschnittsansicht einer zweiten beispielhaften Ausführungsform der Formanordnung ist, wobei sich die Formanordnung in einem geschlossenen Zustand befindet und den Rohling in die Strukturkomponente geformt hat; und

**Fig. 7** eine Querschnittsansicht einer zweiten beispielhaften Ausführungsform der Formanordnung ist, wobei sich die Formanordnung in einem geschlossenen Zustand befindet und den Rohling in die Strukturkomponente geformt hat.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER  
AUSFÜRBAREN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0021]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1 - Fig. 3** wird allgemein eine Strukturkomponente **20** gezeigt, die mit einem Verfahren gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde. Die Strukturkomponente **20** weist maßgeschneiderte Materialeigenschaften auf, da es, obwohl es aus einem einzelnen, monolithischen Stück besteht, abgeschreckte Bereiche mit erhöhter Härte und temperierte Bereiche mit erhöhter Duktilität aufweist. In der beispielhaften Ausführungsform ist das Strukturbauteil **20** eine B-Säule für eine Kraffahrzeugkarosserie. Es sollte jedoch erkannt werden, dass das Verfahren verwendet werden könnte, um eine Reihe verschiedener Automobil- und Nicht-Automobilkomponenten einschließlich beispielsweise Säulen, Träger, Stoßstangen und Schienen herzustellen.

**[0022]** Bezug nehmend auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** umfasst das beispielhafte Verfahren den Schritt des Vorbereitens einer Formanordnung **22**, die eine obere Form **24** und eine untere Form **26** umfasst. In einer ersten beispielhaften Ausführungsform ist die obere Form **24** in vertikaler Richtung beweglich zum Öffnen (in **Fig. 4** gezeigt) und Schließen (in **Fig. 5** gezeigt) der Formanordnung **22**.

**[0023]** Die obere Form **24** hat eine obere formgebende Oberfläche **28**, die der unteren Form **26** zugewandt ist, und die untere Form **26** hat eine untere formgebende Oberfläche **30**, die der oberen Form **28** zugewandt ist. Die oberen und unteren formgebenden Oberflächen **28, 30** sind so geformt, dass, wenn sich die Formanordnung **22** in der geschlossenen Position befindet, ein Spalt zwischen der oberen und der unteren formgebenden Oberfläche **28, 30** einen Hohlraum definiert, der im Allgemeinen ähnlich wie die Strukturkomponente **20** geformt ist.

**[0024]** Jede der Formen **24, 26** umfasst auch eine Mehrzahl von Kühlkanälen **32** zum Befördern eines Kühlfluids (wie etwa Wasser) durch die Formen **24, 26**, um die oberen und unteren formgebenden Oberflächen **28, 30** zu kühlen und dadurch die Strukturkomponente abzuschrecken, während des Betriebs der Formanordnung **22**. Die oberen und unteren Formen **24, 26** umfassen auch eine Vielzahl von Sätzen von zueinander ausgerichteter Öffnungen **34** (wobei ein Satz ausgerichteter Öffnungen **34** in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt ist), die sich von innerhalb der Formen **24, 26** zu den jeweiligen formgebenden Oberflächen **28, 30** erstrecken, so dass die oberen und unteren formgebenden Oberflächen **28, 30** nicht kontinuierlich sind. Daher wird während des Abschreckens keine Wärme aus den Bereichen der Strukturkomponente **20**, die mit den Öffnungen **34** ausgerichtet sind, so schnell extrahiert, wie sie aus den umgebenden

Bereichen extrahiert wird. Die Öffnungen **34** können beliebige geeignete Formen und Größen haben.

**[0025]** Die Formanordnung **22** umfasst auch eine Wärmequelle in der Form einer Vielzahl von Infrarotlampen **36** (von denen eine in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt ist), die in wenigstens einigen der Öffnungen **34** der oberen Form **24** angeordnet sind, und die dazu da sind, Infrarotlicht nach unten in Richtung der unteren Form **26** zu emittieren. Im ersten Ausführungsbeispiel der Formanordnung **20**, sind die Öffnungen in der unteren Form **26** frei von Infrarotlampen **24** oder anderen Wärmequellen und können leer sein können oder gefüllt sein mit Isoliermaterial. Alternativ können die Infrarotlampen **36**, wie weiter unten ausführlicher erörtert wird, nur in den Öffnungen **34** der unteren Form **26** angeordnet sein oder können in den Öffnungen **34** sowohl der oberen als auch der unteren Form **24, 26** angeordnet sein.

**[0026]** Das Verfahren fährt fort mit dem Schritt des Erhitzens eines Metallrohlings **38** in einem Ofen. Vorzugsweise ist der Rohling **38** in Form einer Metallplatte vorgesehen und wird vollständig auf eine im Allgemeinen gleichmäßige Temperatur erhitzt, die größer als 900 °C ist. Das Metall des Rohlings **38** ist vorzugsweise Stahl oder eine Stahllegierung, wie 22MnB5-Stahl. Es sollte jedoch klar sein, dass jedes geeignete Metall verwendet werden kann.

**[0027]** Das Verfahren fährt fort mit dem Schritt des Einführens des erwärmten Rohlings **38** in die Formanordnung **22** zwischen der oberen und unteren formgebenden Oberfläche **28, 30** und in die in **Fig. 4** gezeigte Position. An diesem Punkt kann der Rohling **36** durch einen oder mehrere Abstandshalter getragen werden, um den Rohling außer Kontakt mit oder in minimalem Kontakt mit der unteren Form **26** zu halten.

**[0028]** Das Verfahren fährt fort mit dem Schritt des Schließens der Formanordnung **22**, um den Rohling **36** zwischen der oberen und der unteren formgebenden Oberfläche **28, 30** zu verformen, um den Rohling **38** an die Form des Hohlraums anzupassen und dadurch den Rohling **38** zu der Strukturkomponente **20** zu formen. Der gesamte Rohling **38** hat vorzugsweise eine im allgemeinen konstante Temperatur von ungefähr 700 °C zu dem Zeitpunkt, zu dem die Formanordnung **22** zu schließen beginnt. Die erhöhte Temperatur des Rohlings **38** ermöglicht, dass sich das Metall sehr einfach an die Form des Hohlraums der Formanordnung **22** anpasst, ohne das Metall in einem Prozess, der manchmal als „Warmformen“ bekannt ist, übermäßig zu beanspruchen.

**[0029]** Wenn die Formanordnung **20** geschlossen ist, fährt das Verfahren fort mit dem Schritt des Abschreckens eines ersten Abschnitts **40** der Strukturkomponente **20**, der in direktem Kontakt mit den obe-

ren und unteren formgebenden Oberfläche **28, 30** der oberen und unteren Form **24** steht. Insbesondere wird Wärme schnell aus dem Metall des ersten Abschnitts **40** durch die oberen und unteren formgebenden Oberfläche **28, 30** und zu dem Kühlfluid in den Kühlkanälen **32** der oberen und unteren Form **24, 26** extrahiert. Das schnelle Abkühlen des Metalls des ersten Abschnitts **40** führt zur Bildung von Martensit, so dass der erste Abschnitt **40** der Strukturkomponente **20** eine sehr hohe Härte aufweist.

**[0030]** Gleichzeitig mit dem Abschrecken des ersten Abschnitts **40** der Strukturkomponente **20** innerhalb der Formanordnung **20** werden die Infrarotlampen **36** betrieben, um Infrarotlicht durch die Öffnungen **34** in der oberen Form **24** und direkt auf eine Vielzahl von zweiten Abschnitten der Strukturkomponente **20** zu richten. Das Infrarotlicht injiziert Wärme in das Metall der zweiten Abschnitte **42**, um die zweiten Abschnitte **42** auf erhöhten Temperaturen zu halten, während der erste Abschnitt **40** während des Abschreckens schnell abkühlt.

**[0031]** Wenn die Formanordnung **22** geöffnet wird und die Strukturkomponente **20** daraus entfernt wird, sind die zweiten Abschnitte **42** vorzugsweise immer noch auf erhöhten Temperaturen relativ zu dem ersten Abschnitt **40**. In der beispielhaften Ausführungsform, wenn die Strukturkomponente **20** aus der Formanordnung **20** entfernt wird, weist der erste Abschnitt **40** eine Temperatur auf, die weniger als 125 °C beträgt, und die zweiten Abschnitte weisen eine Temperatur auf, die größer als 300 °C ist. Das relativ langsamere Abkühlen der zweiten Abschnitte **42** relativ zu dem ersten Abschnitt **40** temperiert das Metall in den zweiten Abschnitten **42**, um die Bildung von Martensit in den zweiten Abschnitten **42** der Strukturkomponente **20** zu verhindern oder zumindest zu reduzieren, und kann die Bildung wenigstens eines von angelassenem Martensit, Ferrit, Perlit, Bainit, Austenit und Zementit fördern. Somit weist der martensitische erste Abschnitt **40** (im Folgenden als die „harte Zone 40“ bezeichnet) der Strukturkomponente **20** eine erhöhte Härte im Verhältnis zu den zweiten Abschnitten **42** (im Folgenden als „weiche Zonen 42“ bezeichnet) auf und die weichen Zonen **42** haben eine verringerte Härte und eine erhöhte Duktilität im Vergleich zu der harten Zone **40**.

**[0032]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, weist die Strukturkomponente **20** auch Übergangszonen **44** zwischen den weichen Zonen **42** und der harten Zone **40** auf. Innerhalb der Übergangszonen **44** nimmt die Duktilität des Metalls von der harten Zone **40** zu der entsprechenden weichen Zone **42** zu, und die Härte nimmt von der jeweiligen weichen Zone **42** zu der harten Zone **40** zu.

**[0033]** Die Leistung der Infrarotlampen **36**, der Abstand zwischen den Infrarotlampen **36** und der Struk-

turkomponente **20** in dem Hohlraum der Formordnung **22** und die Zeit, in der die Infrarotlampen **36** betrieben werden, können alle speziell ausgewählt werden, um die weichen Zonen **42** der resultierenden Strukturkomponente **20** mit den gewünschten Mikrostrukturen und Materialeigenschaften zu liefern. Diese Variablen können für die verschiedenen Infrarotlampen **36** unterschiedlich sein, so dass die mehreren weichen Zonen **42** in der Strukturkomponente **20** unterschiedliche Mikrostrukturen und unterschiedliche metallurgische Eigenschaften aufweisen können.

**[0034]** Die gesamte Zykluszeit der Formanordnung **22** vom Einsetzen des Rohlings **38** zwischen die obere und untere formgebenden Oberfläche **28, 30** bis zum Entfernen der geformten Strukturkomponente **20** aus der Formanordnung dauert vorzugsweise weniger als 20 Sekunden. Es hat sich gezeigt, dass die hohe Geschwindigkeit, mit der die Infrarotlampe **36** auf Betriebstemperatur gebracht werden kann, eine derart schnelle Zykluszeit ermöglicht, wodurch die Formanordnung **22** eine sehr große Anzahl von Strukturkomponenten **20** in minimaler Zeit herstellen kann.

**[0035]** Um schnelle Zykluszeiten für die Formanordnung **22** zu erzielen, während die weichen Zonen **42** immer noch temperiert werden, wenn die Strukturkomponente **20** aus der Matrizenanordnung **22** entfernt wird, haben die weichen Zonen **42** vorzugsweise noch eine erhöhte Temperatur im Vergleich zu der harten Zone **40**. Die harten und weichen Zonen **40, 42** kühlen dann fertig ab auf Raumtemperatur außerhalb der Düsenanordnung **22**. Es sind keine Wärmebehandlungsoperationen nach dem Verfahren erforderlich.

**[0036]** Da sich die Öffnungen **34** der oberen und unteren Formen **24, 26** den ganzen Weg zu den formgebenden Oberfläche **28, 30** erstrecken, kann das Metall in den weichen Zonen **42** der Strukturkomponente **20** nicht verformt werden, wenn die Formanordnung **22** geschlossen wird. Das heißt, die weichen Zonen **42** können nur in unterformte oder flache Bereiche der Strukturkomponente **20** geformt werden.

**[0037]** Die weichen Zonen **42** sind vorzugsweise in Bereichen der Strukturkomponente **20** angeordnet, wo eine erhöhte Duktilität und/oder verringerte Härte wünschenswert ist. Beispielsweise können sich die weichen Zonen **42** an Stellen befinden, an denen mechanische Elemente, wie Stanzniete oder Flussschrauben, in die Strukturkomponente **20** eindringen sollen, wodurch ein leichteres Durchdringen der Strukturkomponente **20** ermöglicht wird. Die weichen Zonen **42** können auch in Bereichen der Strukturkomponente **20** angeordnet sein, die lokalisierten Kräften ausgesetzt sind, um lokale Spannungen zu reduzieren, indem sie Energie absorbieren und die Bildung

von Rissen in diesen Bereichen verhindern oder zumindest reduzieren.

**[0038]** Nun wird bezugnehmend auf **Fig. 6** eine zweite beispielhafte Ausführungsform der Formanordnung **122** im Allgemeinen mit gleichen Bezugszeichen gezeigt, die durch ein Präfix von „1“ getrennt sind, und entsprechende Elemente bei der oben beschriebenen ersten beispielhaften Ausführungsform anzeigen. In der zweiten beispielhaften Ausführungsform sind Infrarotlampen **136** in den Öffnungen **134** von sowohl der oberen als auch der unteren Formen **124**, **126** vorgesehen. Wenn die Düsenanordnung **122** geschlossen ist, wird folglich Infrarotlicht direkt sowohl auf eine obere Oberfläche als auch auf eine untere Oberfläche der Strukturkomponente **120** geleitet, um die weichen Zonen **142** zu erwärmen.

**[0039]** Nun wird bezugnehmend auf **Fig. 7** eine dritte beispielhafte Ausführungsform der Formanordnung **222** im Allgemeinen mit gleichen Bezugszeichen gezeigt, die durch ein Präfix von „2“ getrennt sind, und entsprechende Elemente bei der oben beschriebenen ersten und zweiten beispielhaften Ausführungsform anzeigen. In der dritten beispielhaften Ausführungsform weist die untere Form **226** keine Öffnungen **234** auf, und daher wird, wenn die Formanordnung **222** Wärme schließt, Wärme in die weichen Zonen **242** von dem Infrarotlicht injiziert und Wärme wird von den weichen Zonen **242** durch die untere formgebende Oberfläche **230** der unteren Form **226** extrahiert. Dies kann eine gewisse Verformung des Metalls in den weichen Zonen **242** ermöglichen. Die Rate, mit der die Wärme aus den weichen Zonen **242** extrahiert wird, kann durch weiteres Beabstanden der Kühlkanäle **232** in der unteren Form **226** von diesem Bereich der unteren formgebende Oberfläche **230** gesteuert werden.

**[0040]** Viele Modifikationen und Variationen der vorliegenden Offenbarung sind angesichts der obigen Lehren möglich und können anders als speziell beschrieben ausgeführt werden, während sie innerhalb des Umfangs der Erfindung liegen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 62/331717 [0001]

**Patentansprüche**

. Was beansprucht wird, ist:

1. Verfahren zur Herstellung einer Strukturkomponente mit maßgeschneiderten Eigenschaften, umfassend die Schritte:

Vorbereiten einer Formanordnung, die eine erste Form mit einer ersten formgebenden Oberfläche und eine zweite Form mit einer zweiten formgebenden Oberfläche umfasst und wobei mindestens eine der ersten und zweiten Formen mindestens eine Öffnung aufweist, welches sich zu einer jeweiligen der ersten und zweiten formgebenden Oberfläche erstreckt; Erhitzen eines Rohlings, der aus Metall hergestellt ist; Einführen des erwärmten Rohlings in die Formanordnung zwischen der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche;

Schließen der Formanordnung, um den Rohling zu einer strukturellen Komponente zu verformen; und in der geschlossenen Formanordnung, gleichzeitiges Kühlen mindestens eines ersten Abschnitts der Strukturkomponente, der in Kontakt mit der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche steht, und Draufrichten von Infrarotlicht direkt auf mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente durch die mindestens eine Öffnung, um den zweiten Abschnitt des Strukturbauteils im Vergleich zu dem mindestens einen ersten Abschnitt bei einer erhöhten Temperatur zu halten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend die Schritte des Öffnens der Formanordnung und des Entferns der Strukturkomponente von der Formanordnung, und wobei der mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente eine höhere Temperatur als der mindestens einen ersten Abschnitt der Strukturkomponente aufweist, wenn die Strukturkomponente aus der Formanordnung entfernt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der erhitzte Rohling vor dem Schritt des Schließens der Formanordnung über 650 °C aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der mindestens einen ersten Abschnitt der Strukturkomponente eine Temperatur aufweist, die weniger als 200 °C ist und der mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente eine Temperatur aufweist, die größer als 300 °C ist, wenn die Strukturkomponente aus der Formanordnung entfernt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Metall des mindestens einen ersten Abschnitts der Strukturkomponente mindestens im Wesentlichen vollständig Martensit ist, nachdem die Strukturkomponente aus der Formanordnung entfernt wurde.

6. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Draufrichtens von Infrarotlicht direkt auf mindestens

einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente weniger als die gesamte Zeit, während die Formbaugruppe geschlossen ist, erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jede der ersten und zweiten formgebenden Oberflächen mit mindestens einer Öffnung versehen ist und wobei die Öffnungen in der ersten und der zweiten formgebenden Oberflächen zueinander ausgerichtet sind.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Schritt des Draufrichtens von Infrarotlicht direkt auf mindestens einen zweiten Abschnitt der Strukturkomponente ferner definiert ist als, Draufrichten von Licht direkt auf den zweiten Abschnitt durch beide der zueinander ausgerichteten Öffnungen in der ersten und der zweiten Form.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Rohling aus 22MnB5-Stahl hergestellt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Schließens der Formanordnung ferner definiert ist als Bewegen eine der ersten und zweiten Formen in Richtung auf die andere der ersten und zweiten Formen, um den Rohling zwischen der ersten und der zweiten formgebenden Oberfläche anzuordnen.

11. Formanordnung zum Herstellen einer strukturellen Komponente, umfassend:

eine erste Form, die eine erste formgebende Oberfläche aufweist, und eine zweite Form, die eine zweite formgebende Oberfläche aufweist, und wobei wenigstens eine der ersten und zweiten Formen relativ zu der anderen der ersten und zweiten Formen bewegbar ist, um die Formanordnung zu öffnen und zu schließen;

wobei die erste und die zweite Form Kühlkanäle zum Fördern eines Kühlmittels durch die erste und die zweite Form aufweisen, um das Strukturbauteil zu kühlen;

wobei mindestens eine der ersten und zweiten Form mindestens eine Öffnung aufweist, die sich zu der jeweiligen formgebenden Oberfläche erstreckt; und mindestens eine Infrarotlampe, die in der mindestens einen Öffnung angeordnet ist, um Infrarotlicht direkt auf die strukturelle Komponente zu richten, wenn die Formanordnung geschlossen ist.

12. Formanordnung nach Anspruch 11, wobei jede der ersten und zweiten Formen mindestens eine Öffnung aufweist und wobei die Öffnungen in den ersten und zweiten Formen zueinander ausgerichtet sind.

13. Formanordnung nach Anspruch 12, wobei die mindestens eine Infrarotlampe in der Öffnung einer der ersten und zweiten Formen angeordnet ist und die ausgerichtete Öffnung in der anderen der ersten und zweiten Formen frei von Infrarotlampen ist.



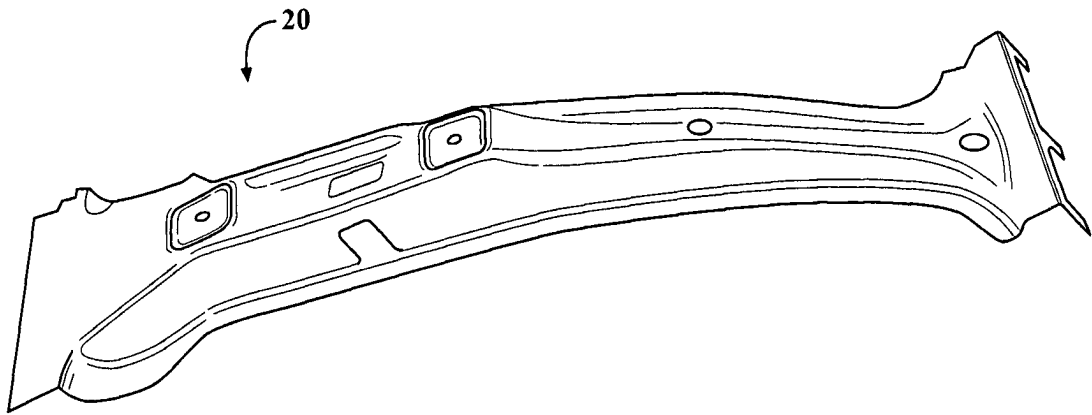
14. Formanordnung nach Anspruch 12, wobei Infrarotlampen in beiden der ausgerichteten Öffnungen in den ersten und zweiten Formen angeordnet sind.

15. Formanordnung nach Anspruch 11, wobei sowohl die erste als auch die zweite Form eine Vielzahl der Öffnungen aufweist.

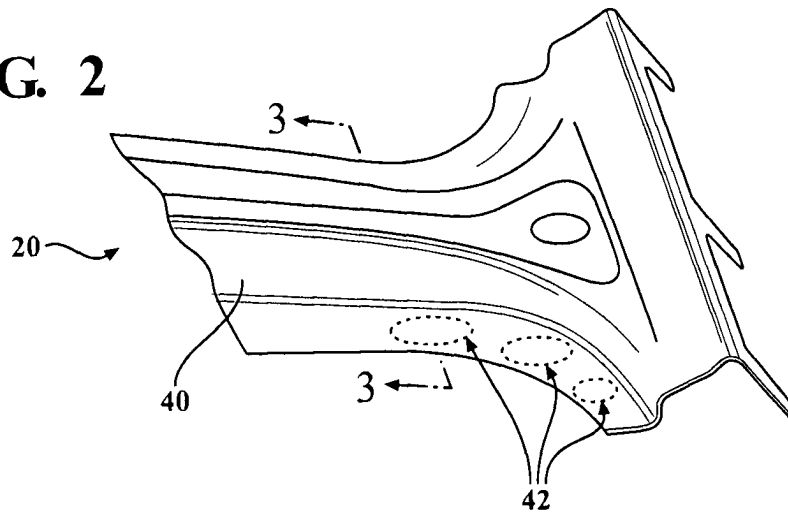
Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

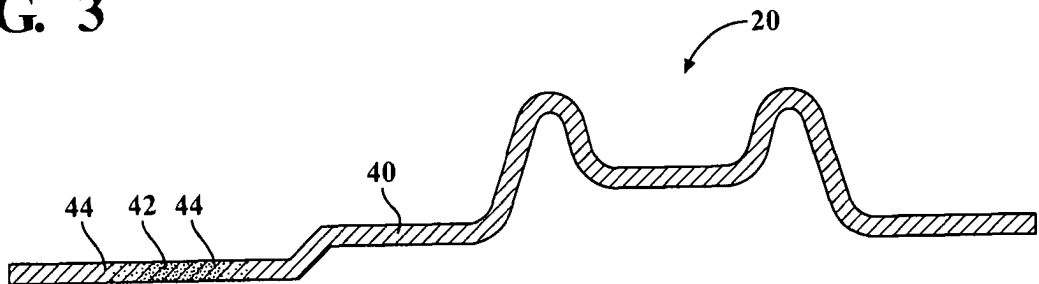
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



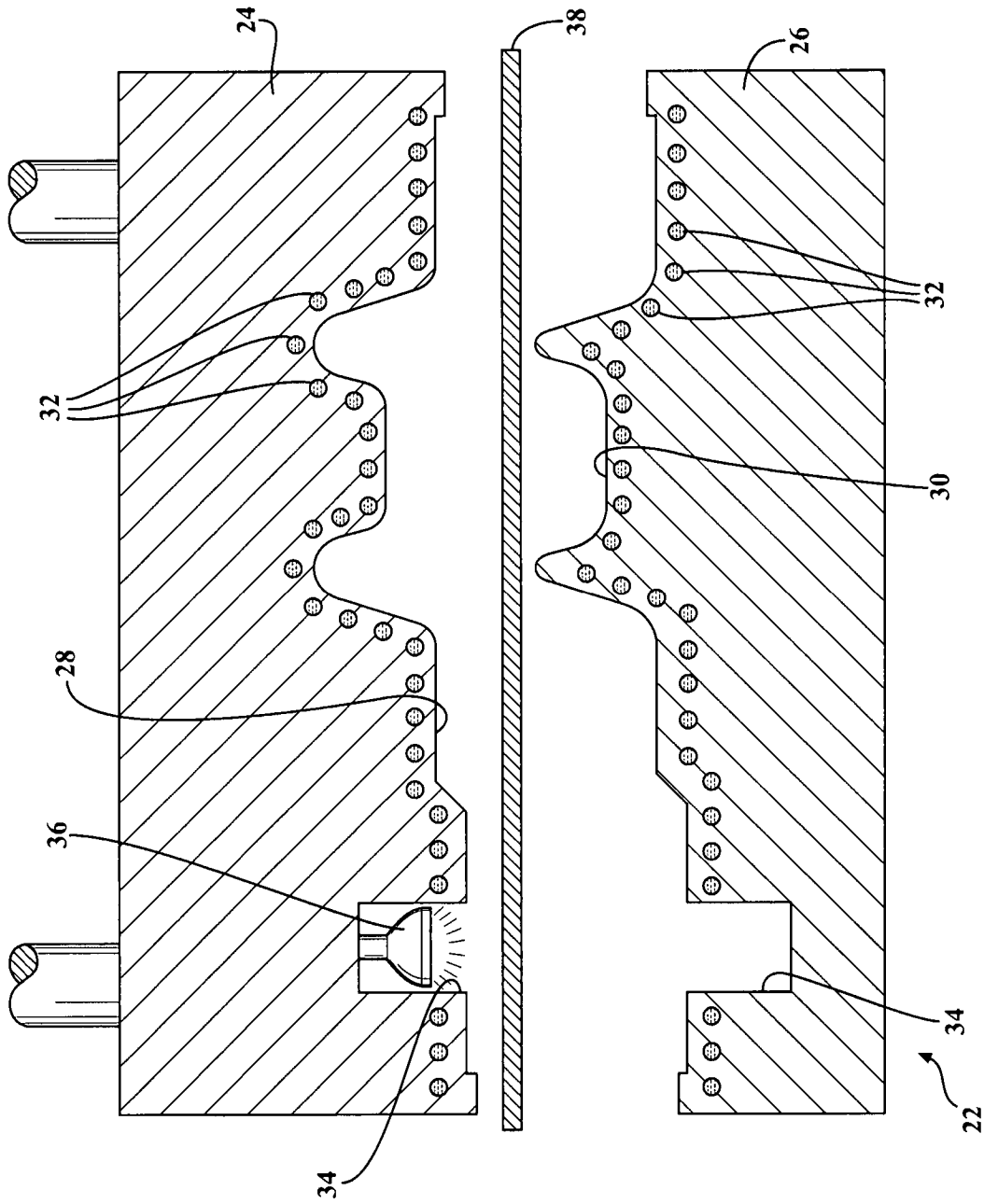


FIG. 4

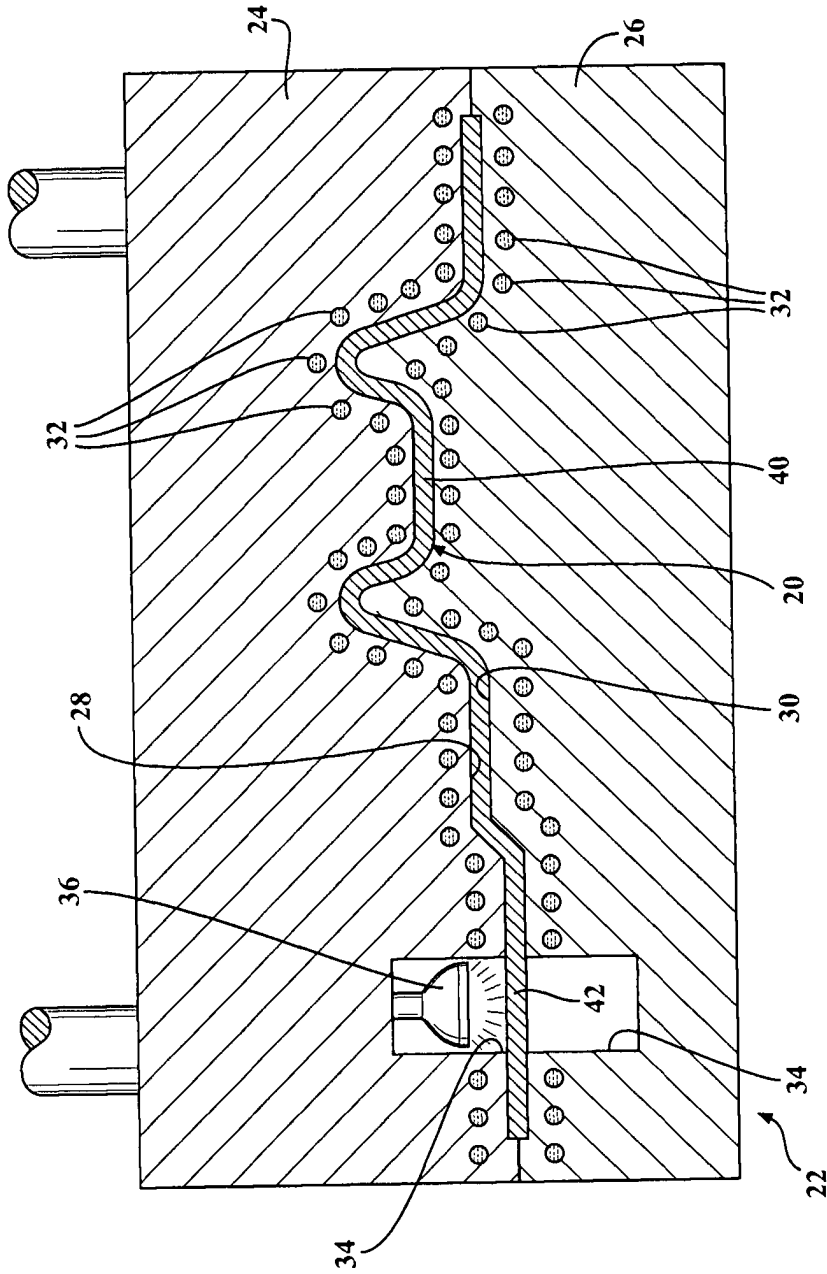


FIG. 5

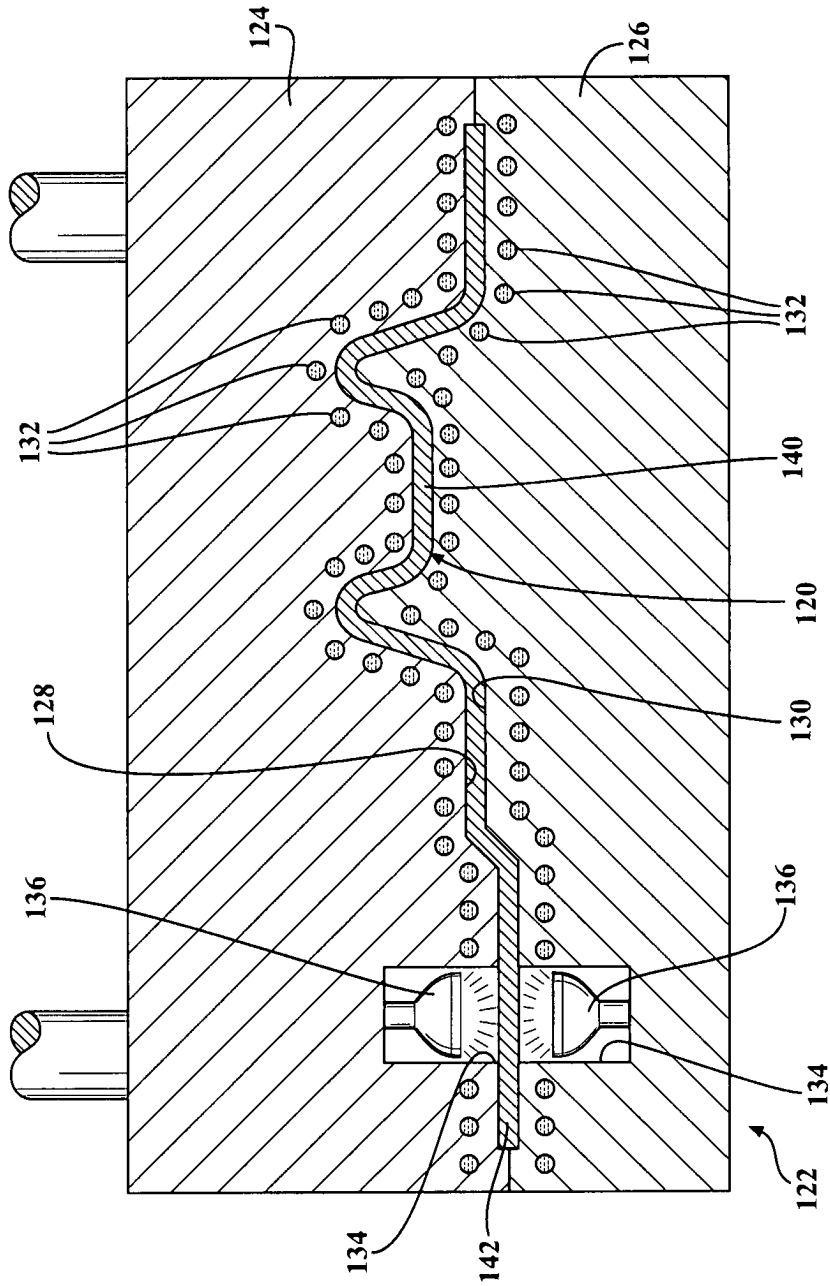


FIG. 6

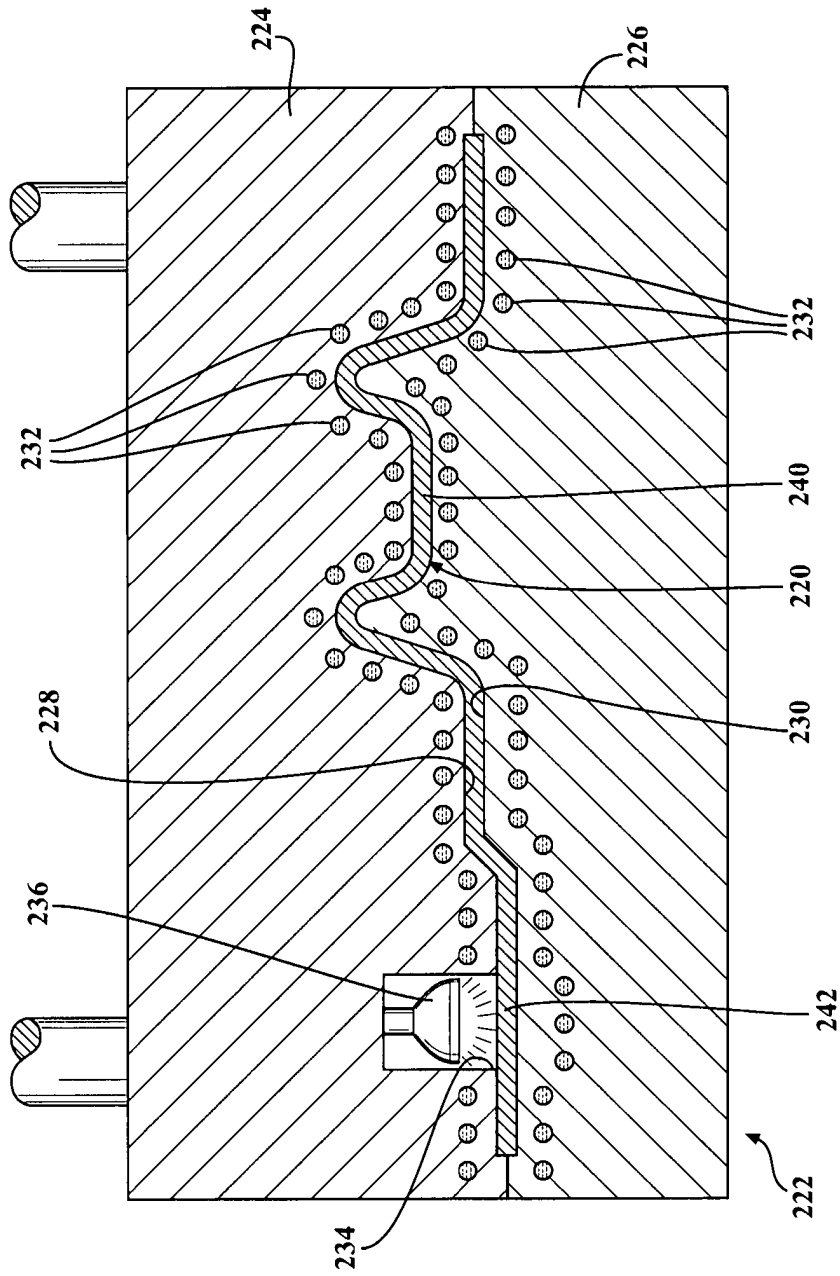


FIG. 7