

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7635968号  
(P7635968)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類	F I		
B 2 2 D 17/30 (2006.01)	B 2 2 D 17/30	Z	
B 2 2 D 17/20 (2006.01)	B 2 2 D 17/20	F	
B 2 1 D 22/02 (2006.01)	B 2 2 D 17/20	N	
	B 2 2 D 17/20	Z	
	B 2 1 D 22/02	A	
請求項の数 10 (全19頁)			

(21)出願番号	特願2021-25039(P2021-25039)	(73)特許権者	500241952 三光ライト工業株式会社
(22)出願日	令和3年2月19日(2021.2.19)		神奈川県川崎市中原区上小田中6 2 2 1 0
(65)公開番号	特開2022-127095(P2022-127095 A)	(74)代理人	100096002 弁理士 奥田 弘之
(43)公開日	令和4年8月31日(2022.8.31)	(74)代理人	100091650 弁理士 奥田 規之
審査請求日	令和6年1月12日(2024.1.12)	(72)発明者	相澤 龍彦 東京都狛江市岩戸北2 - 5 - 5
(出願人による申告)平成31年度経済産業省戦略的 基盤技術高度化支援事業、産業技術力強化法第19条の 適用を受ける特許出願		(72)発明者	山口 鉄也 神奈川県川崎市中原区上小田中6 - 2 2 - 1 0 三光ライト工業株式会社内
		(72)発明者	酒寄 治樹 神奈川県川崎市中原区上小田中6 - 2 2 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属成形装置及び金属成形方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属射出ユニットと、  
金属射出ユニットを上下に往復移動させる第1の昇降機構と、  
高温プレス成形ユニットと、  
高温プレス成形ユニットを上下に往復移動させる第2の昇降機構と、  
ターンテーブルを備え、  
前記金属射出ユニットは、材料金属顆粒が充填される耐熱ノズルと、前記耐熱ノズルを  
囲繞し、通電によって前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる誘導加熱用コイルと、導入口  
を介して前記耐熱ノズルの下端開口と連通接続された上側鑄込み金型と、材料導入路を備  
え、

10

前記高温プレス成形ユニットは、プレス金型と、これを加熱するヒーターを備え、  
前記ターンテーブル上には下側鑄込み金型が配置されており、  
ターンテーブルの回転によって、下側鑄込み金型が上側鑄込み金型の下方位置と、プレ  
ス金型の下方位置に反転移送され、

下側鑄込み金型が上側鑄込み金型の下方位置に移送された際に、第1の昇降機構によっ  
て金属射出ユニットが下降し、上側鑄込み金型と下側鑄込み金型との間の金型空間内に前  
記耐熱ノズル内の溶融金属が射出されて鑄込みまま材が形成され、

下側鑄込み金型がプレス金型の下方位置に移送された際に、第2の昇降機構によって高  
温プレス成形ユニットが下降し、プレス金型によって下側鑄込み金型上の鑄込みまま材に

20

対して高温プレス加工が施されることを特徴とする金属成形装置。

【請求項 2】

前記ターンテーブル上に、前記下側鑄込み金型が 2 つ配置されており、  
一方の下側鑄込み金型が前記金属射出ユニットの下方に位置する際に、他方の下側鑄込み金型が前記高温プレス成形ユニットの下方に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の金属成形装置。

【請求項 3】

前記耐熱ノズルが、前記誘導加熱用コイルに囲繞される被加熱部と、  
この被加熱部に連結された断熱スペーサ部と、  
断熱スペーサ部内に装填される管状の吸熱体を備え、  
前記材料金属顆粒は、前記材料導入路及び吸熱体を經由して耐熱ノズルの被加熱部内に充填されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の金属成形装置。

10

【請求項 4】

前記吸熱体が、前記材料導入路側に位置する上端開口部と、前記被加熱部の上端開口側に位置する下端開口部とを備え、  
両開口部間には、下端開口部よりも径の小さな窄み部が形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の金属成形装置。

【請求項 5】

前記耐熱ノズル、誘導加熱用コイル及び上側鑄込み金型の導入口が複数設けられており、  
各導入口に前記耐熱ノズルの下端開口がそれぞれ連通接続されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の金属成形装置。

20

【請求項 6】

少なくとも前記耐熱ノズルの被加熱部と断熱スペーサ部との境界付近まで到達可能なニードルピンを、前記断熱スペーサ部の上方に昇降自在に配置したことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の金属成形装置。

【請求項 7】

前記断熱スペーサ部の上方にエア導入管を設け、当該エア導入管から放出される圧縮エアによって前記被加熱部内で溶融した材料金属を金型空間内に射出することを特徴とする請求項 3、4 または 6 の何れかに記載の金属成形装置。

【請求項 8】

請求項 1、3 ~ 5 または 7 の何れかに記載の金属成形装置を用いた金属成形方法であって、  
金属射出ユニットを下降させ、上側鑄込み金型と下側鑄込み金型を重ね合わせることによって、両者間に金型空間を形成する工程と、  
前記材料導入路を介して耐熱ノズル内に材料金属顆粒を導入する工程と、  
前記誘導加熱用コイルに電流を流して、前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる工程と、  
溶融した材料金属を前記導入口から金型空間に充填する工程と、  
材料金属の冷却・固化後に金属射出ユニットを上昇させ、下側鑄込み金型内の鑄込みまま材を露出させる工程と、  
前記ターンテーブルを回転させ、前記鑄込みまま材を高温プレス成形ユニットの下方に移送する工程と、  
高温プレス成形ユニットを下降させ、プレス金型によって前記鑄込みまま材に対して高温プレス加工を施す工程と、  
を備えたことを特徴とする金属成形方法。

30

40

【請求項 9】

請求項 2 に記載の金属成形装置を用いた金属成形方法であって、  
金属射出ユニットを下降させ、上側鑄込み金型と下側鑄込み金型を重ね合わせることによって、両者間に金型空間を形成する工程と、  
前記材料導入路を介して耐熱ノズル内に材料金属顆粒を導入する工程と、  
前記誘導加熱用コイルに電流を流して、前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる工程と、  
溶融した材料金属を前記導入口から金型空間に充填する工程と、

50

材料金属の冷却・固化後に金属射出ユニットを上昇させ、下側鑄込み金型内の鑄込みまま材を露出させる工程と、

前記ターンテーブルを回転させ、前記鑄込みまま材を高温プレス成形ユニットの下方に移送する工程と、

高温プレス成形ユニットを下降させ、プレス金型によって前記鑄込みまま材に対して高温プレス加工を施す工程と、

高温プレス加工の終了後、ターンテーブルを回転させて下側鑄込み金型上のプレス成形体を前記金属射出ユニットの下方に移送する工程と、

前記金属射出ユニットの上側鑄込み金型を、異なる型形状を備えた新たな上側鑄込み金型と交換する工程と、

金属射出ユニットを下降させ、新たな上側鑄込み金型と前記プレス成形体が載置された下側鑄込み金型を重ね合わせることによって、両者間に金型空間を形成する工程と、

前記材料導入路を介して耐熱ノズル内に融点の異なる材料金属顆粒を導入する工程と、

前記誘導加熱用コイルに電流を流して、前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる工程と、溶融した材料金属を前記導入口から金型空間に充填する工程と、

材料金属の冷却・固化後に金属射出ユニットを上昇させ、下側鑄込み金型内の複合成形体を取り出す工程と、

を備えたことを特徴とする金属成形方法。

#### 【請求項 10】

請求項 6 に記載の金属成形装置を用いた金属成形方法であって、

金属射出ユニットを下降させ、上側鑄込み金型と下側鑄込み金型を重ね合わせるこ  
によって、両者間に金型空間を形成する工程と、

前記材料導入路を介して耐熱ノズル内に材料金属顆粒を導入する工程と、

前記誘導加熱用コイルに電流を流して、前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる工程と、

溶融した材料金属を前記導入口から金型空間に充填する工程と、

材料金属の冷却・固化後に金属射出ユニットを上昇させ、下側鑄込み金型内の鑄込みまま材を露出させる工程と、

前記ターンテーブルを回転させ、前記鑄込みまま材を高温プレス成形ユニットの下方に移送する工程と、

高温プレス成形ユニットを下降させ、プレス金型によって前記鑄込みまま材に対して高温プレス加工を施す工程とを備え、

金属射出ユニットを上昇させた後に前記ニードルピンを下降させ、耐熱ノズルの被加熱部と断熱スペーサ部との境界付近に形成された半溶融金属顆粒の塊よりなるシャッターを破碎することにより、耐熱ノズルの被加熱部内に材料金属顆粒を再充填させ、次の鑄込みまま材の成形に移行することを特徴とする金属成形方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

この発明は、金属成形装置及び金属成形方法に係り、特に、薄肉部からなる軽薄短小な金属製品の量産化に好適なダイキャスト製法と、高温プレス加工法とを融合させた技術に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

アルミ製品の多くは、直接切削法以外に、グラビティなどに代表される砂型を用いたキャストイングおよび金型を用いたダイキャストイングで生産される。

特にダイキャストイングは、ヒートシンクなどの小物製品からエンジンブロックなどの大物製品までを生産できる手法として、工業的に利用されている。

##### 【0003】

【文献】ダイカストマシンの構造：ダイカストの基礎知識 3 インターネットURL：<https://www.ipros.jp/technote/basic-die-cast3/> 検索日：令和3年2月1日

10

20

30

40

50

【文献】ダイカストについて インターネットURL : <http://www.tokyodiecast.co.jp/diecast/> 検索日 : 令和3年2月1日

【0004】

このプロセスには、大別してコールドランナーとホットランナーの2種があるが、溶湯アルミを金型キャビティ内に鑄込み、冷却して製品を取り出す原理は共通である。

そのため、アルミ塊を溶解する大きな加熱炉を保有し、溶湯アルミをランナー等の比較的長い流路を介してキャビティ内に搬送し、割り型を圧力で締め、金型キャビティ内に溶湯アルミを鑄込み、保持し、金型を冷却する過程が不可欠となる。

【0005】

また型内のフル充填、冷却時の引け防止などのため、製品以外の部位も鑄込む必要があり、製品歩留まりは、製品の小さくサイズ化・形状複雑化に伴い、大きく低下する。

すなわち、(1) 溶解用の加熱炉、(2) 型締め力負荷機構、(3) 均一鑄込み・冷却時の引け防止等をはかる余剰部位増大・歩留まり低下、(4) 金型の多重流路による強制冷却、が必須の要素となる。

【0006】

アルミヒートシンク、アルミ端子、電子情報関連アルミ部品に代表される、薄肉部位からなる軽薄短小なアルミ製品では、一回の鑄込み量は微小であることに加え、タクト時間の短縮、薄肉精度の確保、アルミ素材歩留まりの向上などが、コスト競争上で必須となるため、従来のダイキャストの必要事項である前記(1)~(4)が生産設備上の大きな負荷となっている。

また、ダイキャストの場合、多数個取りの型構造とすることで、1個の製品あたりのタクト時間短縮および歩留まり改善をはかる努力がなされているが、軽薄短小アルミ部品における薄肉精度の確保、溶湯アルミ流れの高品位制御は、きわめて困難となる。

さらに、ダイキャストによって生成された鑄込みまま材を土台として、直後にプレス加工を施したり、別の金属材料を用いた追加の射出成形を施することにより、より複雑な形状を備えた製品に簡易迅速に仕上げたいという強い要望も存在している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

この発明は、従来の前記問題を解決するために案出されたものであり、軽薄短小な製品が求める生産要件を具備すると共に、量産性にも優れ、複雑な形状の仕上げにも対応可能な金属成形技術を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記の目的を達成するため、請求項1に記載した金属成形装置は、金属射出ユニットと、金属射出ユニットを上下に往復移動させる第1の昇降機構と、高温プレス成形ユニットと、高温プレス成形ユニットを上下に往復移動させる第2の昇降機構と、ターンテーブルとを備え、前記金属射出ユニットは、材料金属が充填される耐熱ノズルと、前記耐熱ノズルを囲繞し、通電によって前記材料金属を加熱・熔融させる誘導加熱用コイルと、導入口を介して前記ノズルの下端開口と連通接続された上側鑄込み金型と、材料導入路を備え、前記高温プレス成形ユニットは、プレス金型と、これを加熱するヒーターを備え、前記ターンテーブル上には下側鑄込み金型が配置されており、ターンテーブルの回転によって、下側鑄込み金型が上側鑄込み金型の下方位置と、上部プレス金型の下方位置に反転移送され、下側鑄込み金型が上側鑄込み金型の下方位置に移送された際に、第1の昇降機構によって金属射出ユニットが下降し、上側鑄込み金型と下側鑄込み金型との間の金型空間内に前記ノズル内の熔融金属が射出されて鑄込みまま材が形成され、下側鑄込み金型が上部プレス金型の下方位置に移送された際に、第2の昇降機構によって高温プレス成形ユニットが下降し、プレス金型によって下側鑄込み金型上の鑄込みまま材に対して高温プレス加工が施されることを特徴としている。

【0009】

また、請求項 2 に記載した金属成形装置は、請求項 1 の装置であって、前記ターンテーブル上に、前記下側鑄込み金型が 2 つ配置されており、一方の下側鑄込み金型が前記金属射出ユニットの下方に位置する際に、他方の下側鑄込み金型が前記高温プレスユニットの下方に位置することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載した金属成形装置は、請求項 1 または 2 の装置であって、前記耐熱ノズルが、前記誘導加熱用コイルに囲繞される被加熱部と、この被加熱部に連設された断熱スペーサ部と、断熱スペーサ部内に装填される管状の吸熱体とを備え、前記材料金属顆粒は、前記材料導入路及び吸熱体を經由して耐熱ノズルの被加熱部内に充填されることを特徴としている。

10

【 0 0 1 1 】

請求項 4 に記載した金属成形装置は、請求項 3 の装置であって、前記吸熱体が、前記材料導入路側に位置する上端開口部と、前記被加熱部の上端開口側に位置する下端開口部とを備え、両開口部間には、下端開口部よりも径の小さな窄み部が形成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 に記載した金属成形装置は、請求項 1 ~ 4 の装置であって、前記耐熱ノズル、誘導加熱用コイル及び上側鑄込み金型の導入口が複数設けられており、各導入口に前記耐熱ノズルの下端開口がそれぞれ連通接続されていることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

請求項 6 に記載した金属成形装置は、請求項 3 ~ 5 の装置であって、少なくとも前記耐熱ノズルの被加熱部と断熱スペーサ部との境界付近まで到達可能なニードルピンを、前記断熱スペーサ部の上方に昇降自在に配置したことを特徴としている。

20

【 0 0 1 4 】

請求項 7 に記載した金属成形装置は、請求項 3 ~ 6 の装置であって、前記断熱スペーサ部の上方にエア導入管を設け、当該エア導入管から放出される圧縮エアによって前記被加熱部内で溶融した材料金属を金型空間内に射出することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 8 に記載した金属成形方法は、請求項 1 ~ 7 の金属成形装置を用いた金属成形方法であって、金属射出ユニットを下降させ、上側鑄込み金型と下側鑄込み金型を重ね合わせることによって、両者間に金型空間を形成する工程と、前記材料導入路を介して耐熱ノズル内に材料金属顆粒を導入する工程と、前記誘導加熱用コイルに電流を流して、前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる工程と、溶融した材料金属を前記導入口から金型空間に充填する工程と、材料金属の冷却・固化後に金属射出ユニットを上昇させ、下側鑄込み金型内の鑄込みまま材を露出させる工程と、前記ターンテーブルを回転させ、前記鑄込みまま材を高温プレス成形ユニットの下方に移送する工程と、高温プレス成形ユニットを下降させ、プレス金型によって前記鑄込みまま材に対して高温プレス加工を施す工程とを備えたことを特徴としている。

30

【 0 0 1 6 】

請求項 9 に記載した金属成形方法は、請求項 2 の金属成形装置を用いた請求項 8 の金属成形方法であって、前記高温プレス加工の終了後、ターンテーブルを回転させて下側鑄込み金型上のプレス成形体を前記金属射出ユニットの下方に移送する工程と、前記金属射出ユニットの上側鑄込み金型を、異なる型形状を備えた新たな上側鑄込み金型と交換する工程と、金属射出ユニットを下降させ、新たな上側鑄込み金型と前記プレス成形体が載置された下側鑄込み金型を重ね合わせることによって、両者間に金型空間を形成する工程と、前記材料導入路を介して耐熱ノズル内に融点の異なる材料金属顆粒を導入する工程と、前記誘導加熱用コイルに電流を流して、前記材料金属顆粒を加熱・溶融させる工程と、溶融した材料金属を前記導入口から金型空間に充填する工程と、材料金属の冷却・固化後に金属射出ユニットを上昇させ、下側鑄込み金型内の複合成形体を取り出す工程とを備えたことを特徴としている。

40

50

## 【 0 0 1 7 】

請求項 10 に記載した金属成形方法は、請求項 6 の金属成形装置を用いた請求項 8 の金属成形方法であって、金属射出ユニットを上昇させ後に前記ニードルピンを下降させ、耐熱ノズルの被加熱部と断熱スペーサ部との境界付近に形成された半熔融金属顆粒の塊よりなるシャッターを破碎することにより、耐熱ノズルの被加熱部内に材料金属顆粒を再充填させ、次の鑄込みまま材の成形に移行することを特徴としている。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 8 】

この発明の場合、従来のアルミダイカスティングと異なり、以下の特性を備えている。

(1) アルミ金属・アルミ合金素材等の材料金属を保持する耐熱ノズルを、誘導加熱用コイルで直接加熱することで、溶解用加熱炉が不要となる。また、溶湯を高圧で金型内に射出するための大掛かりな機構も不要となる。

10

(2) 型締力負荷機構による型締めが不可欠な従来の割り型を用いず、耐熱ノズルと一体化した金型への直接鑄込みにより、型締め力を最小化あるいはゼロ化することができる。

(3) 耐熱ノズルから金型空間への直接鑄込みにより、1個あるいは多数個の製品をキャストリングするため、ゲート部以外の余剰部位は発生しない。

(4) 型加熱・保持温度も低く抑制できるため、金型の冷却機構を簡素化できる。

(5) 耐熱ノズルの被加熱部と材料導入路との間に断熱スペーサ部が設けられており、その吸熱体によって被加熱部からの熱が吸収されるため、被加熱部外に待機している材料金属顆粒が溶融することを有効に抑制できる。この結果、金型空間から製品を取り出した後、連続して次の成形に移行することが可能となる。

20

(6) 被加熱部からの熱伝導により、被加熱部と断熱スペーサ部との境界付近に半熔融金属顆粒の塊よりなるシャッターが形成され、材料金属顆粒の供給が阻害されるとしても、ニードルピンを下降させてシャッターを破碎することにより、被加工部内への再充填が可能となる。

(7) 製品の寸法や形状の複雑さに応じて耐熱ノズル及び誘導加熱用コイルの数を増やすことにより、より柔軟かつ効率的な成形が可能となる。

(8) 金属射出ユニットによって鑄込みまま材が形成された後、ターンテーブルを回転させて鑄込みまま材が載置された下側鑄込み金型を高温プレス成形ユニットの下方に移送することにより、即座に必要なプレス成形を施すことができ、より複雑な形状を備えたプレス成形品を簡易迅速に仕上げる事が可能となる。

30

さらに、ターンテーブルを回転させてプレス成形品を載置した下側鑄込み金型を金属射出ユニットの下方に移送し、異なる型形状に換装した金属射出ユニットを下降させて融点の異なる溶融金属を鑄込むことにより、より複雑な形状を備えた複合成形体に仕上げる事が可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 9 】

【図 1】この発明の基本原理を説明する模式図である。

【図 2】材料金属顆粒が誘導加熱用コイルの作用により、耐熱ノズル内で直に溶融する様子を示す写真である。

40

【図 3】誘導加熱用コイルの作用により、耐熱ノズル内の温度が急上昇する様子を示すグラフである。

【図 4】耐熱ノズルのノズル口から溶湯アルミが自由噴出する様子を高速度カメラにて撮影した写真である。

【図 5】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 6】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 7】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 8】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 9】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 10】ダイキャスト装置によって製造したスマートフォンの外装ケースを例示する斜

50

視図である。

【図 1 1】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 1 2】ダイキャスト装置の構造及び製造工程を示す断面図である。

【図 1 3】ダイキャスト装置を応用した金属成形装置の構造を示す側面模式図である。

【図 1 4】ダイキャスト装置を応用した金属成形装置の構造を示す平面模式図である。

【図 1 5】金属成形装置によって形成された鑄込みまま材及びプレス成形体を示す図である。

【図 1 6】金属成形装置によって形成された鑄込みまま材及びプレス成形体の实例を示す写真である。

【図 1 7】金属成形装置によって形成された鑄込みまま材、プレス成形体及び複合成形体を示す図である。

10

【図 1 8】鑄込みまま材の X 線 C T による欠陥評価事例及び、陽極酸化により加飾した試験体を示す写真である。

【図 1 9】鑄込みまま材に多数の微細な凹部を千鳥格子状に転写成形した例を示す写真である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図 1 は、この発明の基本原理を説明する模式図であり、鋼製の耐熱ノズル 10 と、所定の距離を隔てて耐熱ノズル 10 の周囲を取り囲む高周波誘導加熱 (IH) 用コイル 12 とを備えている。

20

耐熱ノズル 10 内には、ペレット状の材料金属顆粒 (アルミ金属・アルミ合金素材等) 14 が充填されている (図 2 (a) 参照)。

図中の符号 18 は、誘導加熱用コイル 12 の通電によって発生した磁界を表している。

【0021】

このプロセス技術は、加熱炉を保有せず、材料金属顆粒 14 を保持、溶解、射出する耐熱ノズル 10 内で、誘導加熱用コイル 12 を用いて、直接その場で溶解させる。

すなわち、誘導加熱用コイル 12 に高周波電流 (例えば 400 KHz) を加えると、図 2 (b) 及び (c) に示すように、耐熱ノズル 10 内において材料金属顆粒 14 が直に熔融する。

【0022】

誘導加熱用コイル 12 により発生した磁束と、材料金属顆粒 14 及び耐熱ノズル 10 内に発生する誘導電流との積で与えられるジュール熱により、材料金属 14 及び耐熱ノズル 10 は直接加熱され、極めて高速に熔解温度に達することができる。

30

例えば図 3 に示すように、加熱開始から 1 分程度で耐熱ノズル 10 内の温度が 28.4 から 755.1 まで急上昇する。

このグラフによれば、30 秒程度でアルミ溶解温度である 650 に到達することが読み取れる。

【0023】

熔融した材料金属 14 は、耐熱ノズル 10 の下端に形成されたノズル口 16 から外部に落下する。

図 4 は、耐熱ノズル 10 のノズル口 16 から溶湯アルミが自由噴出する様子を高速度カメラにて撮影したものであり、10mm ピッチ (一目盛 10mm) での到達時間 (上段の数字) と速度 (下段の数字) を示している。

40

図 4 (b) に示す通り、落下当初から目標値である 100mm/s を大幅にクリアする高速にて射出されていることが確認できる。

【0024】

図 5 は、前記の基本原理を応用したダイキャスト装置 20 を示すものであり、一对の耐熱ノズル 22 と、所定の距離を隔てて各耐熱ノズル 22 を囲繞する一对の誘導加熱用コイル 24 と、上側鑄込み金型 (キャビティ) 26 と、下側鑄込み金型 (コア) 28 を備えている。

【0025】

各耐熱ノズル 22 は、鋼材よりなる円筒状の被加熱部 30 と、その上端に連設された円筒

50

状の断熱スペーサ部31を備えている。

被加熱部30の下端は漏斗状に径が窄まっていき、最下端部分にノズル口(下端開口)32が形成されている。

誘導加熱用コイル24は、被加熱部30の周囲を圍繞するように配置されている。

#### 【0026】

断熱スペーサ部31の径は被加熱部30の径よりも大となされており、両者間に形成された段部33には、鋼材等よりなる管状の吸熱体34が嵌装されている。

この吸熱体34の下端開口35は、被加熱部30の上端開口36と連通している。

吸熱体34の上端開口37は下端開口35と略等しい径を備えているが、その途中にはより小さい径の窄み部38が設けられている。

この結果、吸熱体34の断面形状は全体として肉厚となり、漏斗状の材料案内部39と、断面逆テーパ状の材料待機部40が形成されている。

#### 【0027】

前記断熱スペーサ部31の上端開口37には、管状の導入部41が連通接続されている。

この導入部41の一側面には、材料導入管42が所定の傾斜角度で連通接続されている。

この導入部41の他の側面には、エア導入管43が連通接続されている。

また、導入部41の上端開口44には、ニードルピン保持部材45が接合されている。ニードルピン保持部材45の貫通孔内には、ニードルピン46が昇降自在に挿通されている。

#### 【0028】

上側鋳込み金型26の内面には比較的浅い凹部48が形成されると共に、一对の導入口(ゲート)49が形成されている。

この上側鋳込み金型26の各導入口49と、前記耐熱ノズル22の各ノズル口32が連通するように、各耐熱ノズル22及び上側鋳込み金型26は図示しない治具によって位置決め・固定されている。

下側鋳込み金型28は、図示しない加工テーブル上に載置・固定されており、その上面には比較的低い凸部50が形成されている。

#### 【0029】

上側鋳込み金型26、一对の耐熱ノズル22及び誘導加熱用コイル24は、図示しない油圧シリンダ等よりなる昇降機構により、上下動可能となされている。

そして、上側鋳込み金型26が下降し、その下端面が下側鋳込み金型28の上端面に圧着すると、図6に示すように、凹部48と凸部50との間に金型空間51が形成される。

この状態において、材料導入管42から材料金属顆粒14を導入部41内に供給すると、吸熱体34を経由して耐熱ノズル22の被加熱部30内に材料金属顆粒14が充填される。

このタイミングで、ニードルピン46が吸熱体34内まで下降し、複数回上下動を繰り返すことにより、材料金属顆粒14を突き固めて密度を高める。

#### 【0030】

つぎに、誘導加熱用コイル24に高周波電流を流して被加熱部30内の材料金属顆粒14を加熱し、同時にエア導入管43から高圧エアを導入部41内に供給すると、図7及び図8に示すように、熔融した材料金属52がノズル口32から射出され、導入口49を介して金型空間51内に広がっていく。

#### 【0031】

その後、材料金属52が冷却・固化した時点で、図9に示すように、耐熱ノズル22及び上側鋳込み金型26を上昇させて下側鋳込み金型28から分離し、下側鋳込み金型28に埋設されたエジェクタピン53の突き出しによって製品54を取り出す。

#### 【0032】

アルミ金属・アルミ合金部品は、その高い電氣的・熱的特性に加え、高い比強度も重要な因子であり、電気部品では銅端子などの代替として、熱伝達部品ではヒートシンクとして、高比強度部品では携帯電話外装品等として用いられている。

それらの生産時のエネルギーコスト・タクト時間・余剰素材量などを大幅に低減することで、アルミ金属・アルミ合金の利用範囲を拡大する。

10

20

30

40

50

特に、軽薄短小部品では、形状寸法精度低下の原因となるバリを発生せず、2 mm以下の薄板構造のダイカスティングが可能となる。

【0033】

図10は、製品54の一例であるスマートフォンの金属製外装ケースを示すものであり、ゲート対応部分に円筒状の余剰部位（ゲート部位）55がわずかに突出しているだけであり、バリなども一切生じていない。

【0034】

材料導入管42を介して材料金属顆粒14が導入部41に随時供給されるため、本来であればそのまま上側鑄込み金型26、一对の耐熱ノズル22及び誘導加熱用コイル24を下降させ、次の成形に移行すべきところであるが、図11に示すように、被加熱部30と断熱スペーサ部31との境界部分に半溶融状態の金属顆粒同士が点接触で塊になったシャッター部56が形成されており、これが蓋として機能するために、材料金属顆粒14が被加熱部30内に充填され得ない事態が生じる。

10

【0035】

そこで、図12に示すように、ニードルピン46を下降させてシャッター部56を破碎する。この結果、被加熱部30内に材料金属顆粒14が充填されるため、次の成形処理に移行できる。

【0036】

すなわち、ニードルピン46の上下動によって材料金属顆粒14を突き固めた後、誘導加熱用コイル24に通電することにより、材料金属顆粒14がシャッター部56の破片と共に溶融され、高圧エアの供給によって溶融した材料金属52が金型空間51内に射出される。

20

以上の手順を繰り返すことにより、金型空間51内に材料金属を連続的に鑄込むことが可能となり、製品54の生産性を格段に向上させることができる。

【0037】

金型空間51に連通接続された耐熱ノズル22内に材料金属顆粒14をセットし、これを誘導加熱用コイル24で加熱する方式を採用しているため、従来のように大掛かりな射出プランジャーや射出スリーブ等を設けることなく、高圧エアを印加するだけで溶融した材料金属52を金型空間51内に射出可能となっている。

なお、図示は省略したが、高圧エアの漏泄対策として、材料導入管42の上流箇所にはシャットバルブが介装されている。

30

【0038】

前記シャッター部56は、被加熱部30からの熱伝導により、断熱スペーサ部31内に待機している材料金属顆粒14が半溶融することによって生じる。

前記のように、断熱スペーサ部31の内面には肉厚の吸熱体34が密着状態で嵌装され、被加熱部30からの熱を吸収・拡散させるようにしている。また、断面を逆テーパ状に形成することで、溶融した材料金属が吸熱体34の内壁面に被着し難くなるよう工夫が施されている。

このため、被加熱部30からの熱によって待機中の材料金属顆粒14が溶融することは大幅に抑制されているが（二重構造の断熱スペーサ部31が設けられない場合には、被加熱部30からの熱伝導により、導入部41内の材料金属顆粒14まで溶融する可能性がある）、それでも若干のシャッター部56が形成される可能性があるため、前記のようにニードルピン46で強制的に破碎することとしている。

40

【0039】

前記耐熱ノズル22の数については特に限定はなく、加工対象物の大きさや形状の複雑さなどに応じて適宜増減可能である。

また、多数の耐熱ノズル22を設けておき、最初の加工に際してはその中の一部の耐熱ノズル22と上側鑄込み金型26を用いて所定の形状・材質の中間部品を形成した後、上側鑄込み金型26を異なる型形状のものに交換すると共に、異なる材料金属顆粒をセットした残りの耐熱ノズル22を用いて、前記中間部品に対して異なる形状・材質の追加工を施すこともできる。

50

## 【 0 0 4 0 】

図 1 3 は、このダイキャスト装置 20 を応用した金属成形装置 70 を示しており、ターンテーブル 71 と、ターンテーブル 71 の上面に配置された第 1 の下側鋳込み金型 28a と、第 2 の下側鋳込み金型 28b と、金属射出ユニット 72 と、高温プレス成形ユニット 73 とを備えている。

## 【 0 0 4 1 】

金属射出ユニット 72 は、前記ダイキャスト装置 20 から下側鋳込み金型 28 を除いた部分を表す概念であり、一对の耐熱ノズル 22 及び誘導加熱用コイル 24 と、上側鋳込み金型 26 等よりなる。

## 【 0 0 4 2 】

高温プレス成形ユニット 73 は、ヒーターを内蔵した本体部 74 と、本体部 74 の下面に着脱自在に装着されたプレス金型 75 を備えており、図示しない油圧シリンダ等の昇降機構によって上下に昇降可能となされている。

## 【 0 0 4 3 】

第 1 の下側鋳込み金型 28a と第 2 の下側鋳込み金型 28b は、図 1 4 に示すように、ターンテーブル 71 の回転軸 76 を中心に 1 8 0 度の位置に配置されている。

また、両者は基本的に共通の型形状（凹凸）を備えているが、それぞれの向きは反転方向（上下左右逆向き）に配置されている。

このため、ターンテーブル 71 が半回転すると、第 1 の下側鋳込み金型 28a と第 2 の下側鋳込み金型 28b の位置及び向きが入れ替わる。

## 【 0 0 4 4 】

金属射出ユニット 72 は図中の左側に配置されており、その上側鋳込み金型 26 は、左側に位置した際の第 1 の下側鋳込み金型 28a または第 2 の下側鋳込み金型 28b に対応した型形状を備えている。

また高温プレス成形ユニット 73 は図中の右側に配置されており、そのプレス金型 75 は、右側に位置した際の第 1 の下側鋳込み金型 28a または第 2 の下側鋳込み金型 28b に対応した型形状を備えている。

## 【 0 0 4 5 】

この金属成形装置 70 の場合、金属射出ユニット 72 と高温プレス成形ユニット 73 は独立して稼働できるため、鋳込み成形とプレス成形を組み合わせた複雑な形状の製品を極めて効率的に製造することが可能となる。

## 【 0 0 4 6 】

図 1 5 はその一例を示すものであり、まず、金属射出ユニット 72 を下降させ、上側鋳込み金型 26 と第 1 の下側鋳込み金型 28a との間に形成される金型空間内に材料金属を射出することにより、図 1 5 (a) に示す形状の鋳込みまま材 77 が形成される。

この鋳込みまま材 77 は、中央の平板部 78 と、その両側辺に配置された突出片 79 を備えている。各突出片 79 には、上側鋳込み金型 26 の導入口 49 に対応した僅かな余剰部位 55 が形成されている。

鋳込みまま材 77 の寸法は、横：70mm × 縦：22mm × 厚さ：2.5mm である。

図 1 6 (a) は、この鋳込みまま材 77 の実例を示す写真である。

## 【 0 0 4 7 】

つぎに、ターンテーブル 71 を所定方向に 1 8 0 度回転させると、第 1 の下側鋳込み金型 28a 及びその上に形成された鋳込みまま材 77 が反転した状態で高温プレス成形ユニット 73 の下方に移動する。

ここで高温プレス成形ユニット 73 の本体部 74 を下降させ、ヒーターによって固液共存のチクソ温度領域または低変形抵抗となる温度領域に加熱されたプレス金型 75 を所定の圧力で鋳込みまま材 77 に押し当てることにより、図 1 5 (b) に示すように、鋳込みまま材 77 の平板部 78 にプレス金型 75 の型形状に対応したギザギザ模様のマイクロテクスチャ 80 が転写されたプレス成形体 81 が得られる。

図 1 6 (b) は、このプレス成形体 81 の実例を示す写真である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

この高温プレス成形ユニット73によるプレス加工が実施されている間にも、反対側に位置する第2の下側鑄込み金型28bと金属射出ユニット72の上側鑄込み金型26によって次の鑄込みまま材77が形成されている。

そして、プレス成形体81が第1の下側鑄込み金型28aから取り出された時点でターンテーブル71が逆方向に180度回転し、高温プレス成形ユニット73によるプレス加工が施される。

このように、金属射出ユニット72及び高温プレス成形ユニット73によって同時並行的かつ連続的に処理が実行されるため、極めて効率的な金属部品の製造が可能となる。

## 【 0 0 4 9 】

図17は、金属射出ユニット72及び高温プレス成形ユニット73の連携により、さらに複雑な成形が実現される例を示す。

まずは前記と同様、金属射出ユニット72を下降させ、上側鑄込み金型26と第1の下側鑄込み金型28aとの間に形成される金型空間内に材料金属を射出することにより、図17(a)に示す形状の鑄込みまま材77が形成される(第1工程)。

## 【 0 0 5 0 】

つぎにターンテーブル71を180度回転させ、第1下側鑄込み金型28a及びその上に形成された鑄込みまま材77を高温プレス成形ユニット73の下方に移送する。

ここでヒーターによって加熱されたプレス金型75を下降させ、所定の圧力で鑄込みまま材77に押し当てることにより、図17(b)に示すように、鑄込みまま材の表面にプレス金型75の型形状に対応した凹形模様82が転写される(第2工程)。

なお、鑄込みまま材77の両端に形成されていた余剰部位55は、このプレス成形の過程で除去されている。

## 【 0 0 5 1 】

この間、金属射出ユニット72が、別の型形状の上側鑄込み金型26を備えた金属射出ユニット72に交換される。

つぎにターンテーブル71を逆方向に180度回転させ、第1の下側鑄込み金型28a及びプレス成形体83を反転した状態で金属射出ユニット72の下方に移送した後、新たな上側鑄込み金型26を下降させる。

そして、上側鑄込み金型26と、第1の下側鑄込み金型28a及びプレス成形体83との間に形成される金型空間内に、融点のより低い他のアルミ合金を射出する追加工により、図17(c)に示すように、凸部84を備えた複合成形体85が形成される(第3工程)。

## 【 0 0 5 2 】

この複合成形体85は、図17(b)のプレス成形によって形成された凹形模様82内に材料金属を充填することにより、厚み方向に凸部84が張り出す複雑な形状を備えている。

各突出片79には、上側鑄込み金型26の導入口49に対応した余剰部位55が新たに形成されている。

## 【 0 0 5 3 】

第3工程を実施するに際し、前記のように金属射出ユニット72自体を交換することなく、上側鑄込み金型26の交換のみで済ます方法もある。

すなわち、一对の耐熱ノズル22の中の一のみを活用して第1工程を実行し、第3工程の実行に際しては異なる材料金属顆粒が充填された他方の耐熱ノズル22と新たな上側鑄込み金型26を用いて追加工を行えばよい。

## 【 0 0 5 4 】

金属成形装置70を用いた製造のパターンは前記に限定されるものではない。

例えば、予め成形された鑄込みまま材77を右側に配置された下側鑄込み金型28内にセットし、高温プレス成形ユニット73による凹部形成のプレス加工を施した後、ターンテーブル71を半回転させ、左側に配置された金属射出ユニット72によって凸部の形成を行うこともできる。

この後にターンテーブル71を逆方向に半回転させ、プレス金型75を交換した高温プレ

10

20

30

40

50

ス成形ユニット73によって、前記凸部に対する追加のプレス加工を施すこともできる。

【0055】

ターンテーブル71上に設ける下側鋳込み金型の個数も2個に限定されるものではなく、少なくとも1個あればよく、3個以上であってもよい。

例えば、ターンテーブル71上に3つの下側鋳込み金型28a, 28b, 28cを設けると共に、2つの金属射出ユニット72と1つの及び高温プレス成形ユニット73設けることが該当する。

このようにターンテーブル71上に3つの下側鋳込み金型28a, 28b, 28cを設けた場合、ターンテーブル71は180度単位で回転する代わりに、例えば90度単位で正逆方向に回転し、停止した際には各下側鋳込み金型の上方に金属射出ユニット72や高温プレス成形ユニット73が位置するように設計される。

10

【0056】

前記した鋳込みまま材77やプレス成形体81, 83、複合成形体85が形成される都度、ロボットハンドによって第1の下側鋳込み金型28aや第2の下側鋳込み金型28bから各仕掛品や製品を取り出し、X線CTによる非破壊検査を生産ライン中に実施することが品質確保の観点から望ましい。

図18(a)に、鋳込みまま材77のX線CTによる欠陥評価事例を示す。

板状の鋳込みまま材77には、黒色の欠陥(引け巣)が観察されないことから、射出成形後の仕掛品における無欠陥の健全性が確認できる。

【0057】

20

アルミおよびアルミ合金の最終製品では、陽極酸化プロセスによる加飾・彩色が施されることが多い。

陽極酸化では、最終表面に微細なポーラス状のアルミ酸化被膜を形成し、そのカラム状のポアに染料を注入することで、種々の彩色を施す。したがって、最終製品の表面性状が不均一である場合、その彩色にむらが生じ易い。

図18(b)に、陽極酸化により青色(図面上では黒色に表れている)に加飾した試験体を示す。青色ににごりや濃淡などが観察されず、深い青色に彩色されていることから、最終製品表面性状も良好であることが実証された。

【0058】

高温プレス成形ユニット73では、プレス金型75を変更することで、鋳込みまま材や市販のアルミ板材あるいはアルミ合金板材に種々の形状を付与できる。

30

図19に、50 $\mu$ mの凹部をピッチ100 $\mu$ mで千鳥格子状に転写成形したマイクロテクスチャを示す。

【符号の説明】

【0059】

- 10 耐熱ノズル
- 12 誘導加熱用コイル
- 14 材料金属顆粒
- 16 ノズル口
- 18 磁界
- 20 ダイキャスト装置
- 22 耐熱ノズル
- 24 誘導加熱用コイル
- 26 上側鋳込み金型
- 28 下側鋳込み金型
- 28a 下側鋳込み金型
- 28b 下側鋳込み金型
- 30 被加熱部
- 31 断熱スペーサ部
- 32 ノズル口

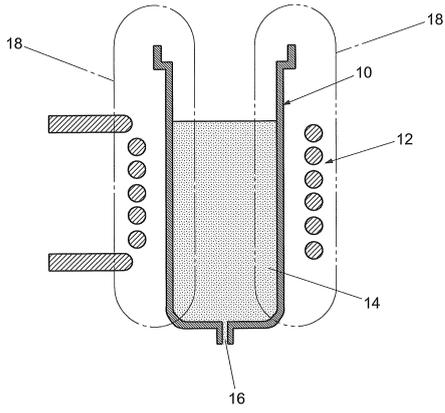
40

50

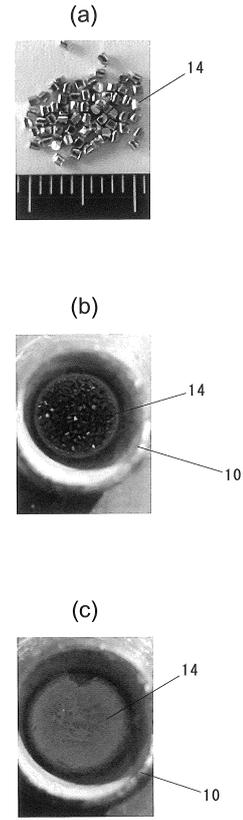
33	段部	
34	吸熱体	
38	窄み部	
39	材料案内部	
40	材料待機部	
41	導入部	
42	材料導入管	
43	エア導入管	
45	ニードルピン保持部材	
46	ニードルピン	10
48	凹部	
49	導入口	
50	凸部	
51	金型空間	
52	材料金属	
53	エジェクタピン	
54	製品	
55	余剰部位	
56	シャッター部	
70	金属成形装置	20
71	ターンテーブル	
72	金属射出ユニット	
73	高温プレス成形ユニット	
74	本体部	
75	プレス金型	
76	回転軸	
77	鑄込みまま材	
80	マイクロテクスチャ	
81	プレス成形体	
82	凹形模様	30
83	プレス成形体	
84	凸部	
85	複合成形体	

【図面】

【図 1】



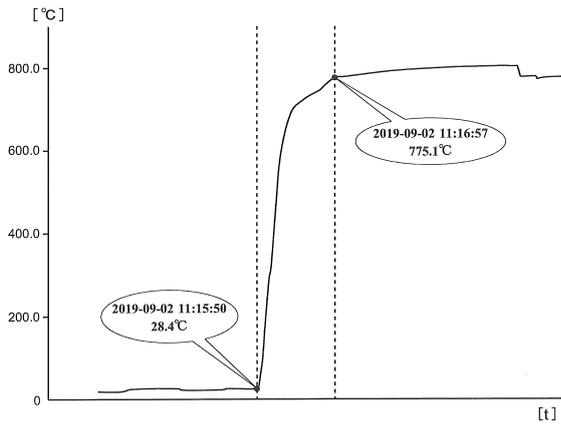
【図 2】



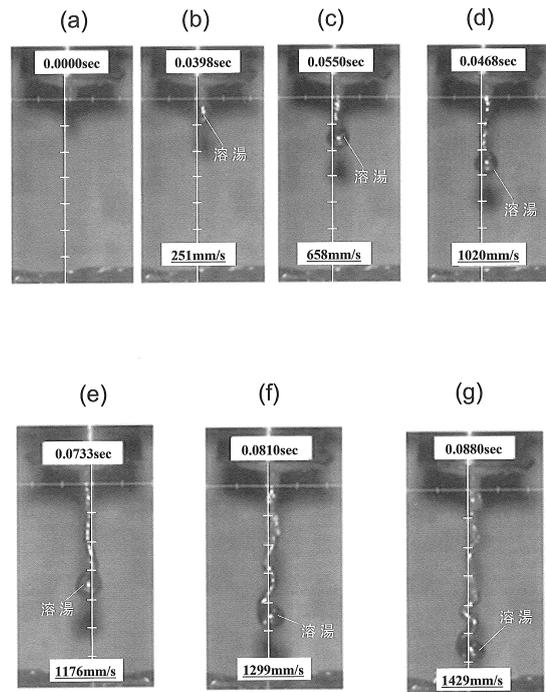
10

20

【図 3】



【図 4】

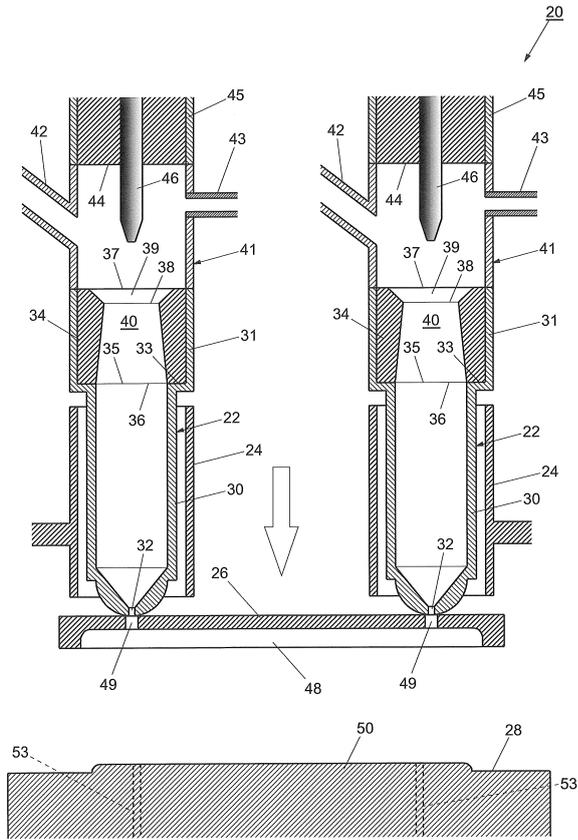


30

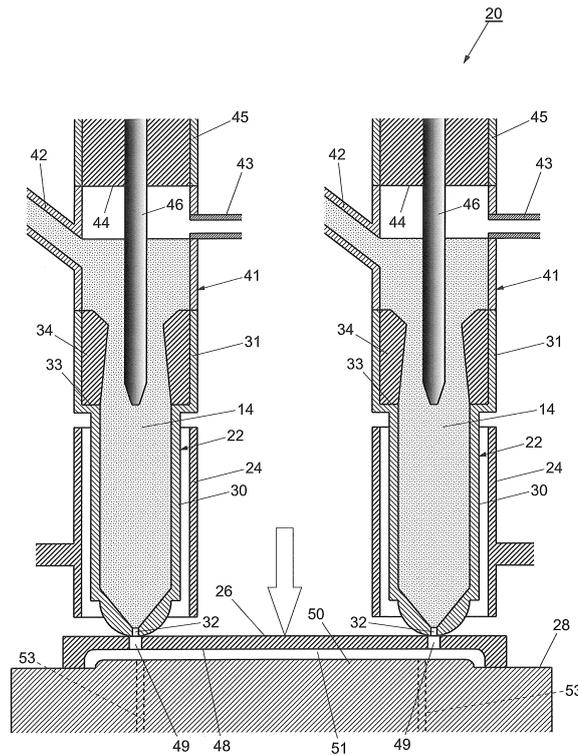
40

50

【図5】



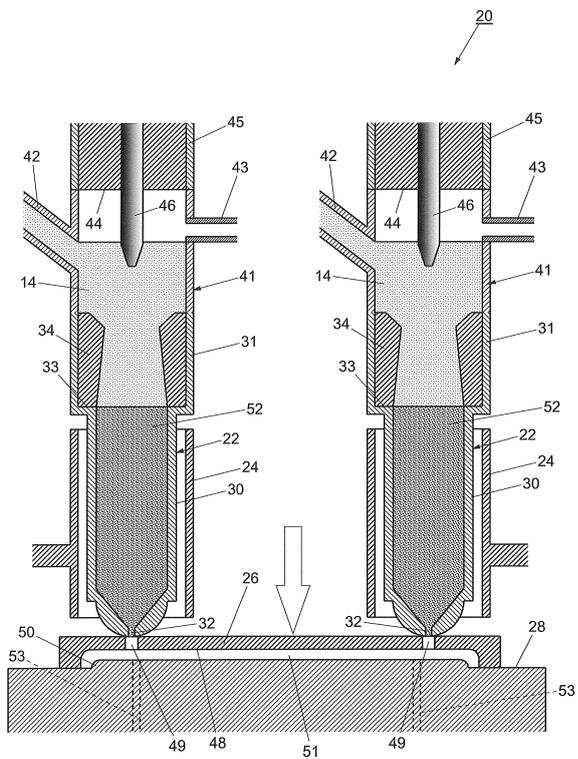
【図6】



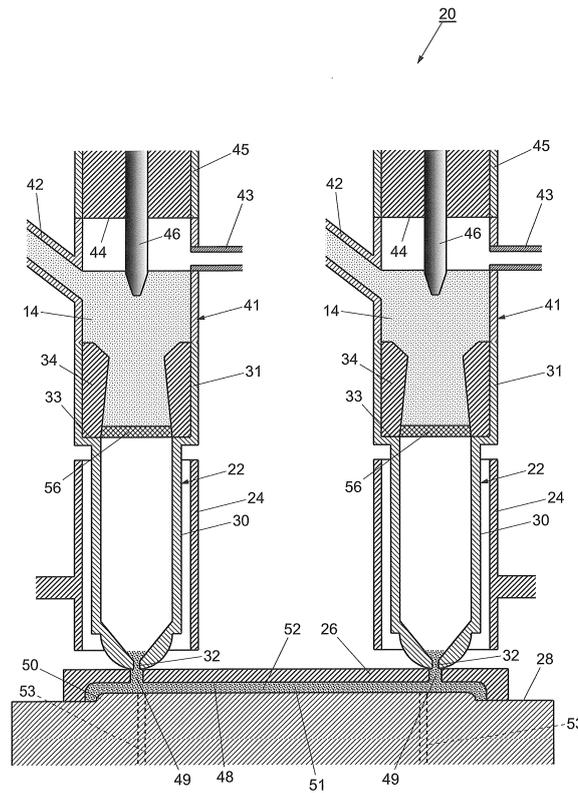
10

20

【図7】



【図8】

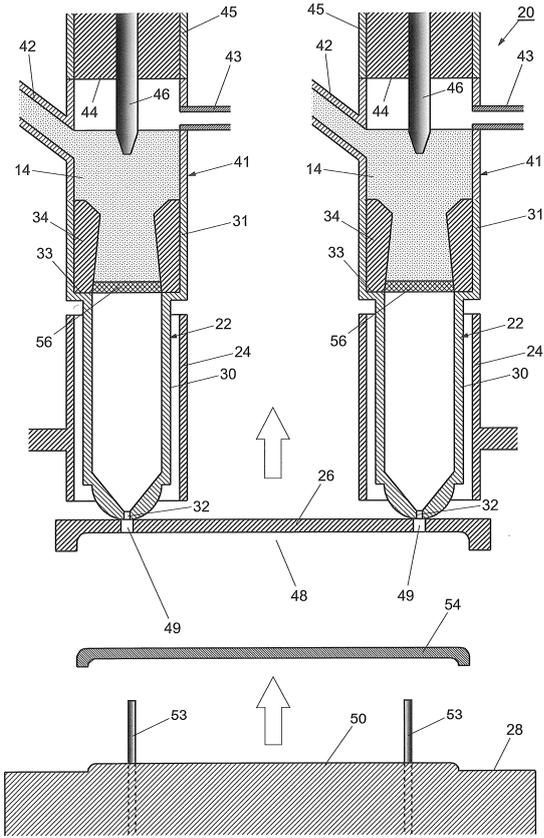


30

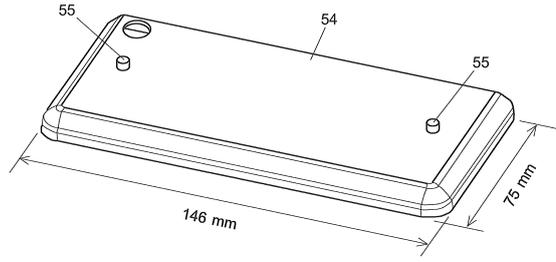
40

50

【図 9】



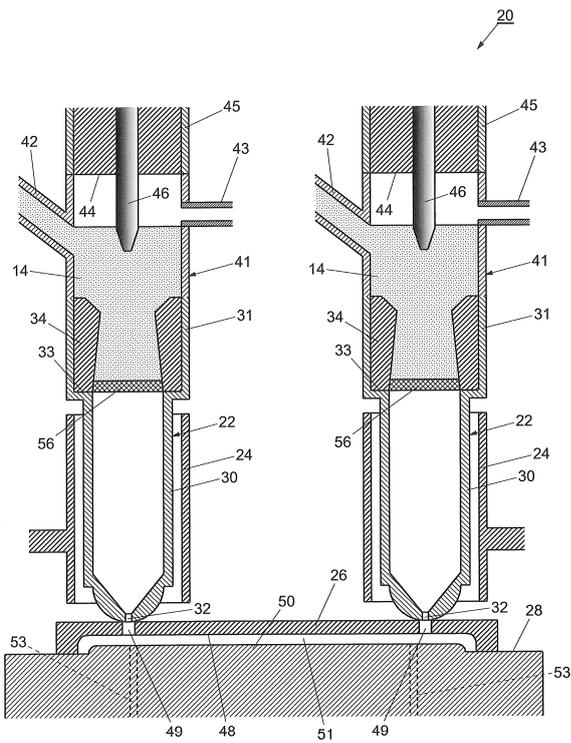
【図 10】



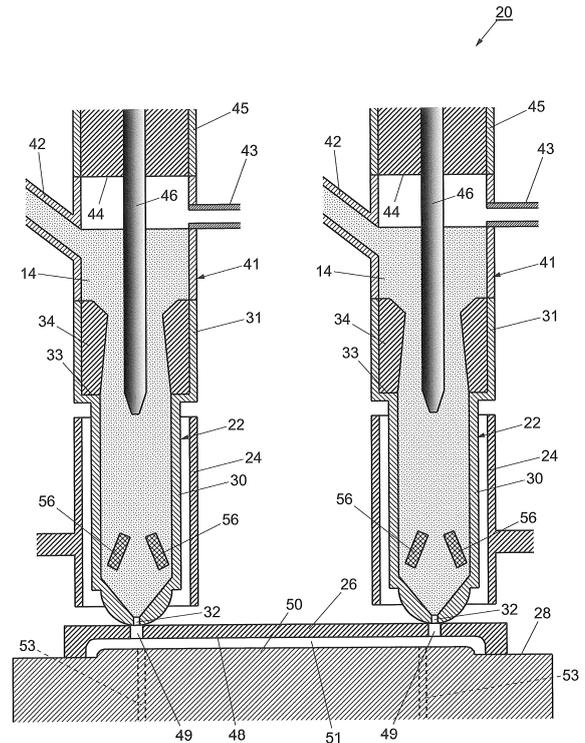
10

20

【図 11】



【図 12】

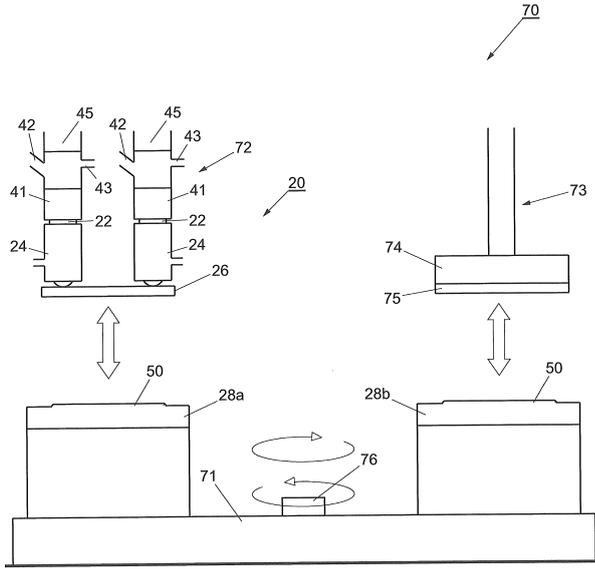


30

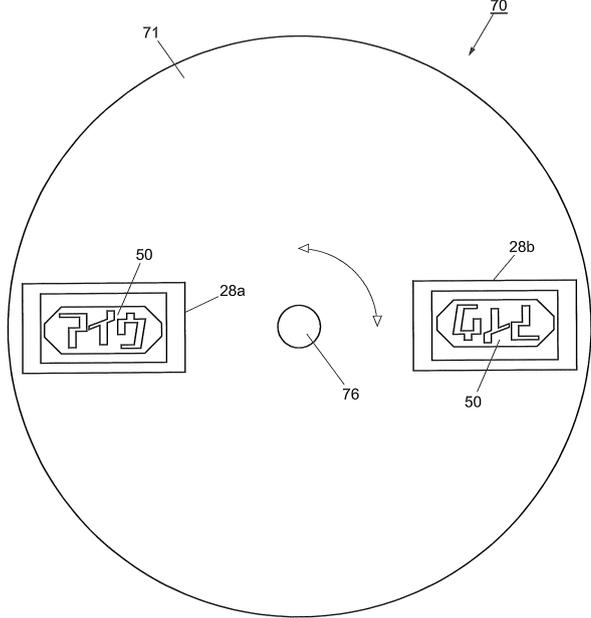
40

50

【図 13】



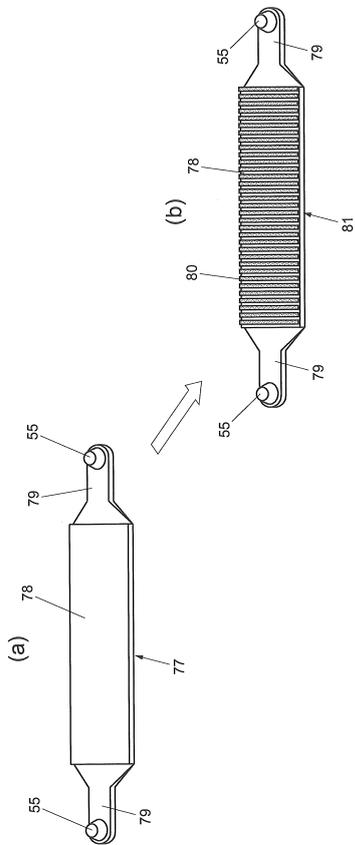
【図 14】



10

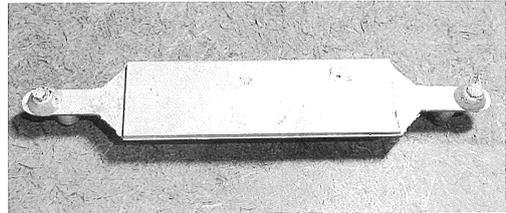
20

【図 15】

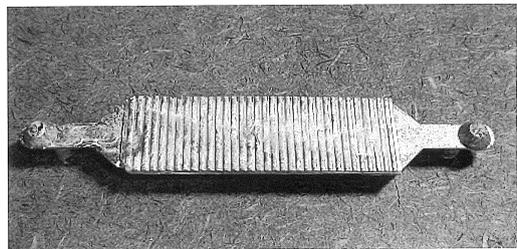


【図 16】

(a)



(b)

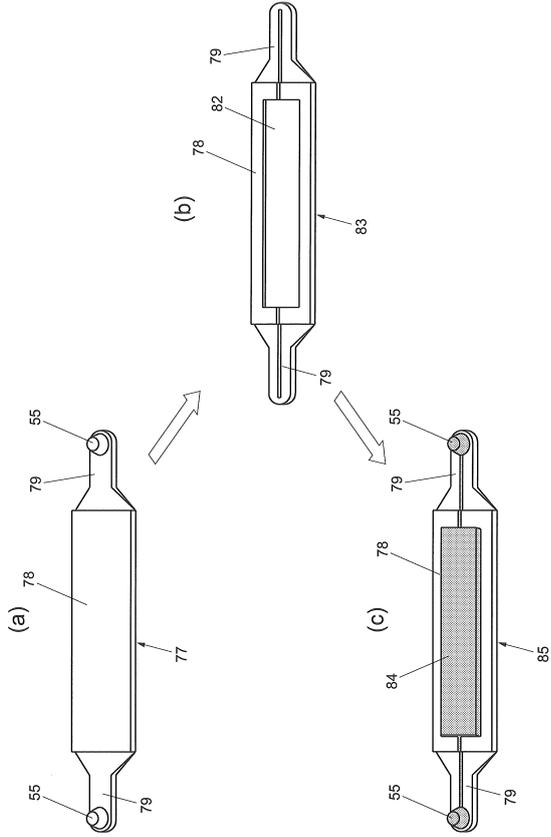


30

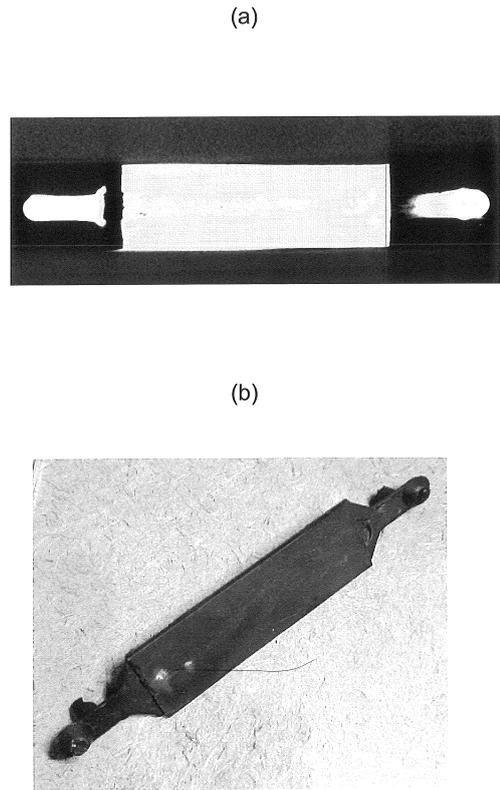
40

50

【 17 】



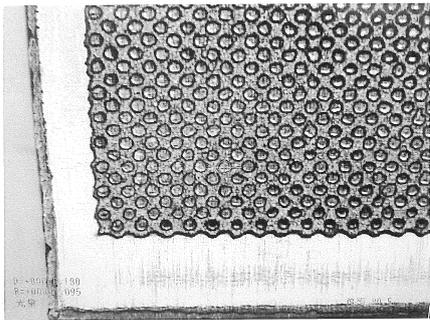
【 18 】



10

20

【 19 】



30

40

50

## フロントページの続き

- 10 三光ライト工業株式会社内

(72)発明者 栗原 健

神奈川県川崎市中原区上小田中6-22-10 三光ライト工業株式会社内

審査官 高木 真顕

(56)参考文献

特開平08-294766(JP,A)

特開平10-193382(JP,A)

特開2000-271731(JP,A)

特開2000-280058(JP,A)

特開2000-301315(JP,A)

特開2005-199310(JP,A)

特開2010-247159(JP,A)

特開2020-164209(JP,A)

米国特許出願公開第2012/0211193(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B22D 15/00 - 17/32

B21D 22/00 - 26/14