

明 細 書

発明の名称： 金型の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、金型の製造方法に関する。

背景技術

[0002] エンジニアリングプラスチックと呼ばれる一群のプラスチックは高い強度を有し、金属部品に置き替わりつつある。中でも液晶性樹脂と呼ばれる一群のプラスチックは、結晶構造を保持しながら熔融する。この結晶構造に基づく高強度が液晶性樹脂の特徴の一つである。さらに、液晶性樹脂は、固化時に結晶構造が大きく変化しないことにより熔融時と固化時との体積変化が小さい。その結果、液晶性樹脂には、成形収縮が小さく成形品の寸法精度に優れているという利点がある。

[0003] 上記のような、高強度、寸法精度が優れているという利点を生かして、液晶性樹脂組成物は、精密機器部品に使用されるようになっている。ところで、精密機器、光学機器の場合、わずかなゴミ、埃等が機器性能に影響する。このため、精密機器、光学機器に用いられる部品、例えばカメラモジュール用部品等ではその製造の際に、水等を用いて超音波洗浄し、部品の表面に付着する小さなゴミ、油分、埃等を除去する。しかし、液晶性樹脂組成物を成形してなる成形品は、分子配向が表面部分で特に大きいため、通常の成形方法では、スキン層上に表層が形成され、表面が比較的フィブリル化しやすい。このため、成形品の表面が剥がれると脱落物（ゴミ）の要因となる。このように、ゴミ等の発生が問題となるため、液晶性樹脂組成物を成形してなる成形品を超音波洗浄することは極めて難しい。

[0004] 上記のゴミ等の発生原因となる表層は、上述の通り成形品の表面で分子配向が特に大きいためにスキン層上に形成される。このフィブリル化しやすい表層を形成させない方法としては、200℃以上の金型温度で成形する方法がある。この方法によれば、フィブリル化を抑制することが可能であるが、

成形サイクルが非常に長くなり、生産性の低下、樹脂の滞留劣化等の問題を発生させる。また、表面特性を改善した成形品として、液晶性高分子と繊維状フィラーとを含む成形品であって、特定の表面テープ剥離試験により求められる表面粗さ R_a 値の上昇幅が $0.4 \mu m$ 以下となる平面部を有することを特徴とする成形品が開示されている（特許文献 1）。

[0005] 特許文献 1 に記載の方法によれば、電気・電子機器又は光学機器の部品として有用であり、表面パーティクル（異物）発生を防止し得るとされている。このように特許文献 1 に記載の技術を用いると、表面特性の改善が可能ではある。

[0006] しかしながら、特許文献 1 の実施例に記載されている通り、特許文献 1 における異物発生とは、純水中で緩やかに 1 分間攪拌して表面を洗浄したときに発生する異物である。特許文献 1 に記載の方法による表面特性の改善では、表層の発生自体を抑制することが困難であるため、超音波洗浄等のような激しい条件に成形品を曝すと、非常に多くの異物が発生してしまう。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2008-239950 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、以上の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、液晶性樹脂を含む樹脂組成物からなる成形品の表面のフィブリル化が抑えられ、優れた外観を有する成形品を得るための金型の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた。その結果、金型に充填された液晶性樹脂のキャビティ表面近傍の温度と液晶性樹脂の金型内での保持時間との関係を熱伝導解析で導出することにより、成形品のス

キン層上に表層が形成されないような、キャビティ表面近傍の樹脂の温度の温度範囲及び保持時間の保持時間範囲を導出し、この温度範囲及び保持時間範囲を満たすような断熱層を金型に設けることで、上記課題が解決されることを見出した。より具体的には、本発明は以下のものを提供する。

- [0010] (1) 液晶性樹脂を含む液晶性樹脂組成物からなる成形品を製造するための金型の製造方法であって、金型に充填された液晶性樹脂のキャビティ表面近傍の温度と液晶性樹脂の金型内での保持時間との関係を熱伝導解析で導出することにより、前記成形品のスキン層上に表層が形成されないような、前記キャビティ表面近傍の温度の温度範囲及び前記保持時間の保持時間範囲を導出し、前記温度範囲及び前記保持時間範囲を満たすような断熱層を設け、前記熱伝導解析は、キャビティの表面に断熱層が形成された金型を用い、金型を構成する材料及びの前記液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率をパラメータとして行う金型の製造方法。
- [0011] (2) 前記温度範囲が 230°C 以上であり、前記保持時間範囲が 0.3 秒以上である(1)に記載の金型の製造方法。
- [0012] (3) 前記熱伝導解析が、範囲断熱層の材料、設置位置、形状を決定する(1)又は(2)に記載の金型の製造方法。
- [0013] (4) 前記断熱層は、熱伝導率が $0.3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、厚みが $60\mu\text{m}$ 以上である(1)から(3)のいずれかに記載の金型の製造方法。
- [0014] (5) 前記断熱層は、ポリベンゾイミダゾール、ポリイミド及びポリエーテルエーテルケトンから選ばれる少なくとも一種の樹脂を含む(1)から(4)のいずれかに記載の金型の製造方法。
- [0015] (6) 前記断熱層が、多孔質ジルコニアから構成されるセラミック材料である(1)から(4)のいずれかに記載の金型の製造方法。
- [0016] (7) 前記断熱層は、表面に金属層を有する(1)から(5)のいずれかに記載の金型の製造方法。

発明の効果

- [0017] 本発明により製造された金型を用いて、液晶性樹脂を含む樹脂組成物から

なる成形品を製造すると、超音波洗浄しても成形品の表面のフィブリル化が抑えられ、優れた外観を有する成形品が得られる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]断熱層が形成された金型の断面を模式的に表す図であり、(a)はキャビティ表面全体に断熱層が形成された分割金型の断面の模式図であり、(b)はキャビティ表面の一部に断熱層が形成された分割金型の断面の模式図であり、(c)は断熱層上に金属層が形成された分割金型の断面の模式図である。

[図2]断熱層の厚み、キャビティの厚み、金型の厚みを説明するための、断熱層が形成された分割金型の断面の模式図である。

[図3]複数の成形条件での、キャビティ表面近傍の温度と上記保持時間との関係を示す図である。

[図4]実施例1で使用した金型を示す図である。

[図5]実施例1での、キャビティ表面から7 μ mの深さでの樹脂の温度と、樹脂の金型内での保持時間との関係を示す図である。

[図6]実施例2で使用した金型を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。本発明は以下の実施形態に限定されない。

[0020] 本発明の金型の製造方法は、金型に充填された液晶性樹脂のキャビティ表面近傍の温度と液晶性樹脂の金型内での保持時間との関係を熱伝導解析で導出することにより、成形品のスキン層上に表層が形成されないような、キャビティ表面近傍の温度の温度範囲及び保持時間の保持時間範囲を導出し、成形時にこの温度範囲及び保持時間範囲を満たすような断熱層を金型に設ける。なお、上記熱伝導解析は、キャビティの表面に断熱層が形成された金型を用い、金型を構成する材料及びの液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率をパラメータとして行う。

[0021] 熱伝導解析によって導出される、金型に充填された液晶性樹脂のキャビテ

ィ表面近傍の温度と液晶性樹脂の金型内での保持時間との関係を用いて、スキン層上に形成される表層が存在する成形条件と存在しない成形条件とを区別する。キャビティ表面近傍の樹脂の温度の低下し易さが、表層が形成されるか否かに影響するため区別することができる。そして、上記キャビティ表面近傍の温度と上記保持時間との関係が、所望の挙動を示すように、金型に断熱層を設けることで、表面のフィブリル化が起こりにくく、優れた外観を有する成形品を作製することができる金型が得られる。

[0022] 以下、本発明の金型の製造方法についてさらに詳細に説明する。

[0023] <樹脂材料等の決定>

樹脂材料は、液晶性樹脂を含む樹脂組成物であればよく、液晶性樹脂の種類は特に限定されない。ところで、樹脂組成物全体に対して、液晶性樹脂が50質量%以上を占めるような場合に、特に表層が形成されやすい。また、本発明の効果を害さない範囲で、その他の樹脂、酸化防止剤、顔料、安定剤、無機充填剤等の添加剤を樹脂組成物に配合してもよい。なお、具体的な液晶性樹脂としては、例えば、特開2010-106165号公報に記載の液晶性樹脂（液晶性ポリマー）を挙げることができる。

[0024] <断熱層の設置>

断熱層の設置は、先ず、成形品のスキン層上に表層が形成されないような、キャビティ表面近傍の樹脂の温度範囲及び保持時間範囲の導出する（第一工程）。

次いで、上記温度範囲及び保持時間範囲を満たすように、断熱層を金型に設ける（第二工程）。

以下、第一工程と第二工程とに分けて、本発明の金型の製造方法について説明する。

[0025] <第一工程>

第一工程では、熱伝導解析により、金型に充填された液晶性樹脂のキャビティ表面近傍の樹脂の温度と液晶性樹脂の金型内での保持時間との関係を導出する。ここで、熱伝導解析は、キャビティの表面に断熱層が形成された金

型を用い、金型を構成する材料及び液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率をパラメータとして行われる。具体的には以下のようにして、上記の関係を導出する。

[0026] まず、熱伝導解析を行う際に用いるパラメータについて説明する。キャビティ表面近傍の樹脂の温度の低下を抑えるために断熱層を用いる。ここで、金型内に流れ込んだ樹脂の熱の移動を考慮するには、断熱層の熱伝導率と断熱層の熱容量を考慮する必要がある。したがって、金型を構成する材料及び液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率の熱物性をパラメータとする必要がある。熱伝導解析を行う際にはこれらのパラメータを入力する。

[0027] 次いで、キャビティの表面に断熱層が形成された金型について説明する。金型内にどのように断熱層が設けられるかを予め決めて熱伝導解析を行う必要がある。断熱層の設けられ方によって、熱の移動の程度が異なるからである。ただし、金型内にどのように断熱層が設けられるかを、どの程度まで具体的に決めるかは、求める精度等に応じて適宜変更可能である。

[0028] 以下、断熱層の配置等について、より具体的に説明する。

例えば、キャビティの表面全体に断熱層が形成されている金型が挙げられ、図1(a)には、断熱層がキャビティの表面全体に形成された分割金型の断面の模式図を示す。このようにキャビティ全体に断熱層を設けることで、成形品の表面全体に表層が形成されないように成形することができる。なお、分割金型は図1に示すように、固定側金型と移動側金型からなる。

[0029] 図1(a)のような金型を用いて熱伝導解析を行うと決めたとすると、断熱層の厚み L_s （分割金型の併せ面に垂直な方向）、断熱層の厚み方向の金型の厚み L_m 、断熱層の厚み方向のキャビティの厚み L_p が決まる。これらの値も熱伝導解析の際に入力する。なお、図2には、 L_s 、 L_m 、 L_p の位置を示した。

[0030] なお、図1(a)では、キャビティの表面全体に断熱層が形成されているが、図1(b)に示すように、キャビティ表面の一部に断熱層が形成されていてもよい。

[0031] 他の例としては、上記キャビティの表面全体に断熱層が形成されている金型の断熱層上に金属層が形成された金型が挙げられ、図1(c)にはこの断熱層上に金属層が形成された分割金型の断面の模式図を示す。

断熱層上に金属層を形成することで、キャビティ表面の耐摩耗性が向上する。特に、ガラス繊維等の無機充填剤を配合した場合に、キャビティの表面が摩耗しやすくなる。したがって、ガラス繊維等を配合した樹脂組成物を用いる場合には、図1(c)に示すような金型を使用することが好ましい。

なお、キャビティの表面全体に金属層が存在すると、金属層の熱伝導率が高いため、断熱層を厚くする等の必要が生じる。

[0032] 図1(c)に示すような金型を用いて熱伝導解析を行うと決めたとすると、断熱層の厚み L_s （分割金型の併せ面に垂直な方向）、断熱層の厚み方向の金型の厚み L_m 、断熱層の厚み方向のキャビティの厚み L_p 、断熱層の厚み方向の金属層の厚み L_{H1} が決まる。これらの値は、熱伝導解析の際に入力する。

[0033] 以上のようにして決定したパラメータ等の入力条件を用いて、熱伝導解析を行う。金型温度等の成形条件を変更しながら、成形条件毎に上記キャビティ表面近傍の温度と上記保持時間との関係を導出する。そして、成形条件毎に実際に成形を行い、スキン層上に表層が形成されているか否かを確認する。例えば、成形条件毎の関係を図3に示すようなグラフで導出する（図3中の $P_1 \sim P_4$ ）。そして、成形品表面に表層が形成されない条件である、金型温度200℃程度の断熱層無の条件で熱伝導解析を行い、上記金型表面近傍の温度と上記保持時間との関係を導出する（図3の直線Q）。ここで、 P_2 では、成形品の表面に表層が形成されず、 P_3 で成形品の表面に表層が形成されたとする。実線 P_2 と実線Qとの交点 α_2 、実線 P_3 と実線Qとの交点 α_2 との間に、成形品の表面に表層が形成されるか否かの閾値が存在する。例えば、 α_2 と α_3 との中間の α に閾値があると決めることができる。

[0034] α の位置が閾値であるとする、成形品のスキン層上に表層が形成されないような、金型表面近傍の温度の温度範囲は、図3に示すように T ℃以上で

あり、保持時間の保持時間範囲は t 秒以上である。

- [0035] なお、熱伝導解析で成形品の表面に表層が形成されない条件が得られない場合には、断熱層を厚くする、材料を変更する等の入力条件の変更を行う。
- また、成形品の表面に表層が形成されない条件しか得られない場合には、その条件の中から任意に閾値を決めることができる。

[0036] <第二工程>

第二工程では、成形品のスキン層上に表層が形成されないように、断熱層を金型に設ける。断熱層の材料、形状、配置場所等は、第一工程の熱伝導解析に用いたものでもよいが、異なる断熱層について、上記熱伝導解析を用いて、上記の温度範囲、保持時間範囲を満たすように成形条件を検討してもよい。検討にあたっては、上記の通り、断熱層の材料、位置等を入力し、金型を構成する材料等の比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率のパラメータを入力し、複数の成形条件毎に上記キャビティ表面近傍の樹脂の温度と上記保持時間との関係を導出する。

上記温度範囲、保持時間範囲を満たす成形条件であれば、成形品の表面に表層が形成されない。つまり、入力した断熱層の情報と同じ断熱層を金型に形成すればよい。

[0037] <断熱層>

ここで、断熱層の形成方法を説明する前に、上記温度範囲、保持時間範囲を満たしやすい断熱層等について簡単に説明する。

- [0038] 断熱層は、熱伝導率が $0.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下、厚みが $60 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。これらの条件を満たす断熱層であれば、十分に断熱することができる傾向にあり、上記温度範囲、保持時間範囲を満たしやすい。

- [0039] 熱伝導率が $0.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下になり、且つ成形の際の高温に耐えることができる程度の耐熱性を備えた材料としては、エポキシ、ポリイミド、ポリベンゾイミダゾール、ポリイミド及びポリエーテルエーテルケトンが挙げられる。

- [0040] 上述の通り、断熱層上には、金属層を配置することができる。金属層とし

ては、アルミ、SUS等の板が好ましく使用される。断熱層上に金属層を形成する方法としては、従来公知のラミネート方法等を採用することができる。金属層の厚みは、金属層に含まれる金属の種類にもよるが0.1mm以下であることが好ましい。また、上記のように金属板を用いる場合には、上述の通り、断熱層を厚くする必要があり、例えば10mm以上、より好ましくは20mm以上に設定する。

[0041] また、スパッタリング法、イオンプレーティング法等の従来公知のメッキ膜形成方法を用いて、断熱層上に薄膜状の金属層を形成することができる。メッキ膜は、非常に薄いため、金属板を用いる場合とは異なり、断熱層の厚みは60 μ m以上あれば好ましい。

[0042] 金型の金属部分の内表面に断熱層を形成する方法は、特に限定されない。例えば、以下の方法で断熱層を金型の内表面に形成することが好ましい。

[0043] 高分子断熱層を形成しうるポリイミド前駆体等のポリマー前駆体の溶液を金型の金属部分の内表面に塗布し、加熱して溶媒を蒸発させ、さらに過熱してポリマー化することによりポリイミド膜等の断熱層を形成する方法、耐熱性高分子のモノマー、例えばピロメリット酸無水物と4,4-ジアミノジフェニルエーテルを蒸着重合させる方法、キャビティ表面に相当する部分が断熱板からなる駒型を作成し駒型を主型金型に装着する方法が挙げられる。又は、平面形状の金型に関しては、高分子断熱フィルムを用い適切な接着方法又は粘着テープ状の高分子断熱フィルムを用いて金型の所望部分に貼付し断熱層を形成する方法が挙げられる。また、断熱層の形成は、断熱層を形成する樹脂を金型に電着させる方法でもよい。なお、断熱層、断熱板表面に傷つき防止等耐久性を付与する目的で金属層を形成させることができる。

[0044] また、断熱層としては、セラミック材料を用いることもできる。セラミック材料の表面は、耐摩耗性に優れるため、上記のような金属層をセラミック材料から構成される断熱層上に配置する必要はない。セラミック材料としては、内部に気泡を含んだ多孔質ジルコニア、二酸化ケイ素等の使用が好ましい。その中でも、多孔質ジルコニアから構成される断熱層は、主としてジル

コニアから構成されるため、射出成形時に断熱層にかかる圧力に対する耐久性が高い。したがって、上記圧力が原因として発生する断熱層の不具合が生じにくくなる。このため、射出成形の途中で成形を中断する回数が減り、射出成形品の生産性が高まる。

[0045] ジルコニアとしては、特に限定されず、安定化ジルコニア、部分安定化ジルコニア、未安定化ジルコニアのいずれでもよい。安定化ジルコニアとは、立方晶ジルコニアが室温でも安定化されているものであり、強度及び靱性等の機械的特性や耐磨耗性に優れている。また、部分安定化ジルコニアとは、正方晶ジルコニアが室温でも一部残存した状態を指し、外部応力を受けると正方晶から単斜晶へのマルテンサイト変態が生じ、特に引張応力の作用によって進展する亀裂の成長を抑制し、高い破壊靱性を持つ。また、未安定化ジルコニアとは安定化剤で安定化されていないジルコニアを指す。なお、安定化ジルコニア、部分安定化ジルコニア、及び未安定化ジルコニアから選択される少なくとも2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0046] 安定化ジルコニア、部分安定化ジルコニアに含まれる安定化剤としては、従来公知の一般的なものを採用することができる。例えば、イットリア、セリア、マグネシア等が挙げられる。安定化剤の使用量も特に限定されず、その使用量は、用途、使用材料等に応じて適宜設定できる。

[0047] また、本発明の効果を害さない範囲で、上記のジルコニア、安定化剤以外に従来公知の添加剤等をさらに含んでもよい。

[0048] 上記の原料を用いて断熱層を形成する方法は特に限定されないが、溶射法を採用することが好ましい。溶射法を採用することで、多孔質ジルコニアの熱伝導率は所望の範囲に調整しやすくなる。また、多孔質ジルコニアの内部に気泡が形成され過ぎることにより断熱層の機械的強度が大幅に低下する等の問題も生じない。このように溶射により断熱層を形成することで、断熱層の構造は本発明の用途に適したものになる。

[0049] 溶射による断熱層の形成は、例えば以下のようにして行なうことができる。まず、断熱層の原料を溶融させて液体とする。この液体を加速させキャビ

ティの内表面に衝突させる。最後に、キャビティの内表面に衝突し付着した原料を固化させる。このようにすることで、非常に薄い断熱層が金型の内表面に形成される。この非常に薄い断熱層上にさらに溶融した原料を衝突させ固化させることで、断熱層の厚みを調整することができる。なお、原料を固化させる方法は、従来公知の冷却手段を用いてもよいし、単に放置することで固化させてもよい。なお、溶射方法は特に限定されず、アーク溶射、プラズマ溶射、フレイム溶射等の従来公知の方法から好ましい方法を適宜選択することができる。

- [0050] 上記の多層構造を有する断熱層は、断熱層の製造条件を調整することで製造することができる。例えば、溶射法により断熱層を形成する場合には、溶融させた原料を金型内表面に付着させる条件等を調整することで製造できる。

実施例

- [0051] 以下に、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

[0052] <実施例 1>

実施例 1 では、以下の材料を使用した。

樹脂：液晶性樹脂（ポリプラスチック株式会社製、「ベクトラ E 4 6 3 i」）

断熱層：ポリイミド樹脂（ポリイミド樹脂ワニス（ファインケミカルジャパン社製）、熱伝導率 $0.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ を金型の内表面にスプレーし、 250°C 、1 時間で焼付けした後、ポリイミド面を研磨した。）

- [0053] また、図 4 に示すような金型を用いた。断熱層等の厚みは、 $L_M = 10 \text{ mm}$ 、 $L_P = 0.7 \text{ mm}$ 、 $L_S = 0.06 \text{ mm}$ であった。

- [0054] 金型を構成する材料及び液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率は、以下の表 1 に示す通りであった。熱伝導率はレーザーフラッシュ法により熱拡散率を測定し算出した。比重はアルキメデス法により測定し、比熱は DSC により測定した。

[表1]

	比重 (kg/m^3)	比熱 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)	熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)	熱拡散率 ($\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
金型 の金属材料	7 8 0 0	4 6 1	3 3 . 1	$9 . 2 1 \times 1 0^{-6}$
ポリイミド 樹脂	1 2 7 0	1 1 3 0	0 . 2 2	$1 . 5 3 \times 1 0^{-7}$
液晶性樹脂	1 6 4 0	1 7 3 0	0 . 7 9	$2 . 7 8 \times 1 0^{-7}$

[0055] T h e r m 1（一次元熱伝導解析ソフトウェア）を用いて、キャビティ表面から $7 \mu\text{m}$ の深さでの樹脂の温度と、樹脂の金型内での保持時間との関係を、表 2 に示す金型温度等の成形条件で導出した。導出した関係をグラフ化して図 5 に示した。また、図 5 には、断熱層を備えない以外は実施例 1 と同様であり、金型温度 200°C の条件の熱伝導解析の結果を併せて示した。

また、表 2 に示す成形条件で成形品を作製し表層の有無を、成形品にセロテープ（登録商標）を貼り付け、セロテープ（登録商標）を剥離することで確認した。表層の有無についても表 2 に示した。

[表2]

	樹脂温度 ($^\circ\text{C}$)	金型温度 ($^\circ\text{C}$)	表層 の 有無
成形条件 1	3 5 0	1 0 0	有
成形条件 2		1 2 0	僅かに 有
成形条件 3		1 4 0	無

[0056] 断熱層無、金型温度 200°C の条件での上記関係を表すグラフと、成形条件 2、3 での上記関係を表すグラフとの交点の間に表層が形成されるか否かの閾値が存在する。そして、図 5 から、金型に流れ込んだ樹脂が、 230°C 以上の状態を、0.3 秒以上保持すれば、スキン層上に表層が形成されないことを推定できる。

つまり、 230°C 以上の状態を 0.3 秒以上保持する断熱層を熱伝導解析で決定し、この断熱層を金型に設けて、成形用の金型を製造する。このようにして金型を製造し、特定の成形条件（例えば上記の成形条件 3）で成形を行えば、スキン層上に表層が形成されない成形品を射出成形可能となる。

[0057] <実施例 2>

実施例 2 では、以下の材料を使用した。

樹脂：液晶性樹脂（ポリプラスチック株式会社製、「ベクトラE463i」）

断熱層：ガラス繊維及びケイ酸系バインダーからなる断熱板

金属層1：SUS板

金属層2：アルミニウム板

[0058] また、図6に示すような金型を用いた。断熱層等の厚みは、 $L_M = 10\text{ mm}$ 、 $L_P = 0.7\text{ mm}$ 、 $L_S = 10\text{ mm}$ 、 20 mm 、又は 30 mm 、 $L_{H1} = 0.05\text{ mm}$ 、 0.10 mm 、 0.15 mm 、 0.20 mm 又は 0.25 mm に設定した。

[0059] 金型を構成する材料及び液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率は、以下の表3に示す通りであった。

[表3]

	比重 (kg/m^3)	比熱 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)	熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)	熱拡散率 ($\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
金型の金属材料	7800	461	33.1	9.21×10^{-6}
断熱板	2000	990	0.24	1.21×10^{-7}
液晶性樹脂	1640	1730	0.79	2.78×10^{-7}
SUS板	7930	590	16.7	3.57×10^{-6}
アルミニウム板	2700	900	237	9.75×10^{-5}

[0060] 実施例1の成形条件3と同様にして、熱伝導解析を行い、キャビティ表面から $7\text{ }\mu\text{m}$ の深さでの樹脂の温度と、樹脂の金型内での保持時間との関係を導出した。金型に流れ込んだ樹脂が、 230°C 以上の状態を、0.3秒以上保持するものを「○」と評価し、それ以外のものを「×」と評価した。断熱層の厚み及び金属層の厚みの条件毎に表4、5に評価結果を示した。

[表4]

		断熱板の厚み (mm)		
		10	20	30
SUS板の厚み (mm)	0.05	○	○	○
	0.10	×	○	○
	0.15	×	×	×
	0.20	×	×	×
	0.25	×	×	×

[表5]

		断熱板の厚み (mm)		
		10	20	30
アルミニウム板 の厚み (mm)	0.05	○	○	○
	0.10	○	○	○
	0.15	○	○	○
	0.20	×	○	○
	0.25	×	×	×

[0061] 実施例2の結果から明らかなように、断熱層上に金属層を形成しても、表面に表層が形成されない成形品を製造することができることが確認された。また、許容される金属層の厚みは金属の種類に依存することが確認されたが、およそ1mm以下であれば、成形品の表面に表層が形成されないような断熱層になりやすいことが確認された。また、断熱板の厚みはおよそ20mm以上であれば、成形品の表面に表層が形成されないような断熱層になりやすいことが確認された。

以上より、断熱層上に金属層を形成する場合であっても、実施例1と同様に、230℃以上の状態を0.3秒以上保持する断熱層を熱伝導解析で決定し、この断熱層を金型に設けて、成形用の金型を製造する。このようにして製造した金型を用いて成形を行うことで、スキン層上に表層が形成されない成形品を射出成形可能となる。

[0062] <実施例3>

実施例3では、以下の材料を使用した。

樹脂：液晶性樹脂（ポリプラスチックス株式会社製、「ベクトラE463i」）

断熱層：ジルコニア溶射した多孔質ジルコニア層

[0063] 実施例1の結果により、実施例1の成形条件3の場合は、金型に流れ込んだ樹脂が、230℃以上の状態を、0.3秒以上保持することにより、スキン層上に表層が形成されないことを推定できた。

[0064] 実施例3では、断熱層を多孔質ジルコニア層にした場合における、金型に流れ込んだ樹脂が、230℃以上の状態を、0.3秒以上保持する断熱層の

厚みを、Therm1（一次元熱伝導解析ソフトウェア）を用いて導出した。なお、金型は、実施例1と同様、図4に示すような金型を想定した。つまり、 $L_M = 10\text{ mm}$ 、 $L_P = 0.7\text{ mm}$ である。金型を構成する材料及び液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率は、以下の表6に示す値を用いた。

[表6]

	比重 (kg/m^3)	比熱 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)	熱伝導率 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)	熱拡散率 ($\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
金型の金属材料	7800	461	33.1	9.21×10^{-6}
ジルコニア層	5860	465	0.96	3.52×10^{-7}
液晶性樹脂	1640	1730	0.79	2.78×10^{-7}

[0065] Therm1（一次元熱伝導解析ソフトウェア）を用いて、キャビティ表面から $7\text{ }\mu\text{m}$ の深さでの樹脂の温度と、樹脂の金型内での保持時間との関係を、断熱層の厚みを変えてそれぞれの厚みごとに、実施例1と同様に導出したところ、断熱層の厚みを $500\text{ }\mu\text{m}$ にすることにより、実施例1の成形条件3の場合において、金型に流れ込んだ樹脂が、 230°C 以上の状態を、 0.3 秒以上保持することが推定された。そこで、実際に $L_M = 10\text{ mm}$ 、 $L_P = 0.7\text{ mm}$ 、 $L_S = 500\text{ }\mu\text{m}$ である図4に示すような金型を作製した。なお、断熱層の形成方法については後述する。

[0066] また、表7に示す成形条件で成形品を作製し表層の有無を、成形品にセロテープ（登録商標）を貼り付け、セロテープ（登録商標）を剥離することで確認した。表層の有無についても表7に示した。

[表7]

	樹脂温度 ($^\circ\text{C}$)	金型温度 ($^\circ\text{C}$)	表層の有無
成形条件1	350	100	有
成形条件2		120	僅かに有
成形条件3		140	無

[0067] 特定の成形条件を設定し、 230°C 以上の状態を 0.3 秒以上保持する断熱層の厚みを熱伝導解析で決定し、この厚みの断熱層を金型に設けて、成形用の金型を製造する。このようにして金型を製造し、設定した成形条件（例

えば上記の成形条件3)で成形を行えば、スキン層上に表層が形成されない成形品を射出成形可能となる。

[0068] <断熱層の形成と物性の測定>

上記断熱層の形成方法と、表1に示す断熱層の物性の測定方法について説明する。主としてジルコニアから構成される原料を、溶射法にて上記金型の内表面に溶射した。断熱層の表面は密度が高くなるように調整し、多層構造の断熱層を金型内表面に形成した。断熱層の厚み500 μ mになるまで溶射を続けた。

[0069] 熱伝導率はレーザーフラッシュ法により熱拡散率を測定し算出した。比重はアルキメデス法により測定し、比熱はDSCにより測定した。

[0070] ジルコニア断熱層の熱伝導率はレーザーフラッシュ法にて熱拡散率、DSCにて比熱、水中置換法(JIS Z8807固体比重測定方法に準拠)にて比重を測定し、 $[\text{熱伝導率}] = [\text{熱拡散率} \times \text{比熱} \times \text{比重}]$ により算出した。なお、多層構造の断熱層の熱伝導率(λ)は密度の低い層と高い層のそれぞれの熱伝導率を求め、密度の低い層の熱伝導率(λ_l)、密度の高い層の熱伝導率(λ_h)、断熱層全体の厚さに対する密度の低い層の厚さ割合(t)とした場合、 $[1/\lambda] = [t/\lambda_l] + [(1-t)/\lambda_h]$ の式を用い計算により求めた。

[0071] 実際に測定した結果、金型を構成する材料及び液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率は、上記表6に示す通りであった。

請求の範囲

- [請求項1] 液晶性樹脂を含む液晶性樹脂組成物からなる成形品を製造するための金型の製造方法であって、
- 金型に充填された液晶性樹脂の金型表面近傍の温度と液晶性樹脂の金型内での保持時間との関係を熱伝導解析で導出することにより、前記成形品のスキン層上に表層が形成されないような、前記金型表面近傍の温度の温度範囲及び前記保持時間の保持時間範囲を導出し、前記温度範囲及び前記保持時間範囲を満たすような断熱層を設け、
- 前記熱伝導解析は、キャビティの表面に断熱層が形成された金型を用い、金型を構成する材料及びの前記液晶性樹脂の、比重、比熱、熱伝導率、熱拡散率をパラメータとして行う金型の製造方法。
- [請求項2] 前記温度範囲が 230°C 以上であり、
- 前記保持時間範囲が 0.3 秒以上である請求項1に記載の金型の製造方法。
- [請求項3] 前記熱伝導解析が、範囲断熱層の材料、設置位置、形状を決定する請求項1又は2に記載の金型の製造方法。
- [請求項4] 前記断熱層は、熱伝導率が $0.3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、厚みが $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上である請求項1から3のいずれかに記載の金型の製造方法。
- [請求項5] 前記断熱層は、ポリベンゾイミダゾール、ポリイミド及びポリエーテルエーテルケトンから選ばれる少なくとも一種の樹脂を含む請求項1から4のいずれかに記載の金型の製造方法。
- [請求項6] 前記断熱層は、多孔質ジルコニアから構成されるセラミック材料である請求項1から4のいずれかに記載の金型の製造方法。
- [請求項7] 前記断熱層は、表面に金属層を有する請求項1から5のいずれかに記載の金型の製造方法。