

**ÖZET**  
**BİR ISI AKTARIM TÜPÜ**

Bu buluş, içerisinde nanoakışkanlar geçirilen, nanoakışkanların titreşimli akışı  
5 ile ısı transferinin artırıldığı bir ısı aktarım tüpü (1) ile ilgilidir.

## İSTEMLER

1. İçerisinden nanoakışkanlar geçirilen, nanoakışkanların titreşimli akışı ile ısı transferinin arttırıldığı,
- 5
- birinci tank (4) ve ikinci tank (5) arasında ısı transferi sağlayan, her birinin uçları farklı sıcaklık değerlerine sahip olan kılcal borulardan (21) oluşan en az bir boru demeti (2),
  - içerisine boru demetinin (2) yerleştirildiği, boru demetini (2) oluşturan kılcal boruları (21) bir arada tutan, izolasyon sağlayan en az bir kanal

10

  - (3),
  - kanalın (3) bir ucuna yerleştirilen ve bir sıcaklıkta olan nanoakışkanın bulunduğu en az bir birinci tank (4),
  - kanalın (3) diğer bir ucuna yerleştirilen, birinci tank (4) içerisindeki nanoakışkana göre sıcaklık farkı olan birinci tank (4) içerisindeki

15

  - akışkan ile aynı veya farklı bir nanoakışkana sahip en az bir ikinci tank (5),
  - birinci tank (4) ve ikinci tankın (5) kanal (3) olmayan ucunda yer alan ve üzerine uygulanan basınç karşılık veren en az bir diyafram (6),
  - harmonik hareketi ile titreşimli akış ve basınç dalgası oluşturarak ısı

20

  - transferinin hızlandırılmasını sağlayan, piezoelektrik transdüser veya bir piston kullanılan ve bu şekilde diyaframa (6) temas ettirilen en az bir sarsıcı (7),
  - sarsıcıyı (7) aktive ederek tercih edilen şiddette titreşim oluşturulmasını sağlayan en az bir üreteç (8) **ile karakterize edilen** bir ısı aktarım tüpü

25

  - (1).
2. Camdan üretilen, ayrıca birinci tank (4) ve ikinci tank (5) arasında ısı transferini gerçekleştiren ve yeterli akışkan sağlayan kılcal borular (21) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
- 30

3. Eksenel yönde harmonik titreşimlerle oluşan akışı taşıyan kılcal borular (21) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
4. Birinci tank (4) ve ikinci tank (5) arasında bağlantıyı sağlayan ve yalıtımlı bir dış yüzeye sahip olan kanal (3) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
5. Silindirik bir geometriye ve tercihen 100-120 cm<sup>3</sup> hacme sahip olan birinci tank (4) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
10. 6. İçerisinde basınç dalgaları oluşan, silindirik bir geometriye ve tercihen 100-120 cm<sup>3</sup> hacme sahip olan ikinci tank (5) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
15. 7. Biri birinci tank (4) diğeri ikinci tank (5) tarafında bulunan ve yer değiştirmeleri bir ivme ölçer ile ölçülen iki adet diyafram (6) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
20. 8. Sarsıcının (7) girişine bağlanan, tercih edilen frekansta tercihen sinüzoidal dalga üreten üreteç (8) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).
25. 9. Akrilik malzemedan üretilen en az bir kanal (3) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir ısı aktarım tüpü (1).

## TARİFNAME

### BİR ISI AKTARIM TÜPÜ

#### 5 Teknik Alan

Bu buluş, içerisinde nanoakışkanlar geçirilen, nanoakışkanların titreşimli akışı ile ısı transferinin artırıldığı bir ısı aktarım tüpü ile ilgilidir.

#### 10 Önceki Teknik

Konvansiyonel ısı değiştiricilerde ısı transferi performansları düşük olan su, etilen glikol ve motor yağı gibi geleneksel ısı transferi akışkanları kullanılmaktadır. Bu akışkanların ısı değiştiricilerde kullanımları, daha küçük boyutlarda ısı değiştiricilerinin tasarımını ve üretimini zorlaştırmaktadır. Isı değiştiricilerinde kullanılan geleneksel ısı transferi akışkanlarının ısı iletkenliklerini arttırmak için katı parçacıklar ile süspansiyonlar oluşturulmaktadır. Bu yöntemin temel dayanağı, klasik ısı transferi akışkanlarından daha yüksek ısı iletkenliğe sahip parçacıkların toplamda süspansiyonun ısı iletkenliğini arttırmasıdır.

20

Pasif ısı transferi yöntemlerinden biri olan ve katı parçacıklardan oluşan süspansiyonların kullanımı ile ısı transferinde iyileştirme sağlanmıştır. Ancak, katı parçacıklar kullanıldıkları ısı değiştiricilerinde zamanla çökme, tortulaşma, aşınma gibi problemlere neden olmaktadır. Bu problemlerle beraber ısı değiştiricilerinde basınç düşümleri meydana gelmiştir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte ısı transferi iyileştirme çalışmalarında kullanılan partiküllerin daha küçük boyutlarda ve biçimsel açıdan daha homojen yapıda üretilmeleri mümkün hale gelmiştir. Öyle ki 1  $\mu\text{m}$ 'nin 1/100'i kadar küçük boyutlarda parçacıklar üretilmektedir.

30

Süspansiyonların oluşturulmasında yüksek ısı iletkenliğe sahip Cu, Au, Ag gibi metal elementler veya Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO, SiO<sub>2</sub> ve TiO<sub>2</sub> gibi oksit bileşenler kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel ısı transferi akışkanlarının içerisinde belli parçacık büyüklüğü ve hacimsel oranlarda katılarak oluşturulan süspansiyonlara  
5 “nanoakışkan” adı verilmektedir. Nanoakışkan; temel akışkanın ısı transferi karakteristiğini son derece iyileştiren, klasik akışkan içine karışmış çok ince parçacıkların süspansiyonudur. Elde edilen süspansiyonların ısı özellikleri temel akışkanınkinden ve metal katı parçacıklardan oldukça farklıdır. Nanoakışkanların ısı özellikleri, ya uygun ampirik bağıntılar yardımı ile hesaplanmakta ya da  
10 deneysel olarak ölçümlerle belirlenmektedir.

Nano akışkanlar, ana akışkan ve nano parçacıkların homojen dağılımından oluşmaktadır. Nano parçacıklar 1 ile 100 nm çap aralığında parçacıklardır. Etkin bir ısı transfer zenginleşmesi gözleyebilmek için nano akışkanlar yaygın olarak  
15 hacimce %5'e kadar nano parçacık içermektedirler. Isıl iletkenliği ve baz akışkanın özellikleri üzerinden taşınım özelliklerini zenginleştirirler. Baz akışkan üzerinde tipik termal iletkenlik zenginleşmesi %15 ile %40 aralığında olduğu yapılan çalışmalardan anlaşılmakta olup, ısı transfer katsayısında %60'a kadar bir zenginleşme sağlandığı gözlemlenmiştir. Isı transferinde bu büyüklükte bir artış  
20 yalnızca akışkana eklenen nano parçacıkların yüksek ısı iletkenliğine bağlanamaz, performans artışında diğer mekanizmalar da etkilidir.

Nanoakışkanların ısı transferi davranışı üzerindeki çalışmalar, “nanoakışkan” terimi ilk kez kullanıldığından bu yana artarak sürmüştür ve birçok araştırmacının  
25 ilgisini toplamıştır. Çalışmalar esas olarak iki bölümde değerlendirilebilmektedir. Çalışmaların bir bölümü nanoakışkanların termo-fiziksel özelliklerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Diğer çalışmalar ise değişik geometrilere nanoakışkan ortamında ısı transferi ve nanoakışkan kullanılarak ısı transferinin artırılmasını incelemektedir. Her iki grup çalışmalarda hem teorik hem de  
30 deneysel analiz metotları kullanılmaktadır.

Mevcut teknikte, nanoakışkanların titreşimli akışı ve bu akışın kullanımı ile ısı transferinin daha verimli hale getirildiği bir ısı aktarım tüpü bulunmamaktadır.

### **Buluşun Amaçları**

5

Bu buluşun amacı, nanoakışkanların kılcal boru demeti içindeki titreşimli akışında demetin bağladığı farklı sıcaklıkta iki rezervuar arasında ısı transferi gerçekleştiren bir ısı aktarım tüpü gerçekleştirmektir.

### **10 Buluşun Kısa Açıklaması**

15 Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen, ilk istem ve bu isteme bağlı diğer istemlerde tanımlanan bir ısı aktarım tüpü, sıcak akışkanın doldurulduğu bir birinci tank ve soğuk akışkanın doldurulduğu bir ikinci tank içermektedir. İki tank arasında bir kanal ve kanal içerisinde birden fazla kılcal borudan oluşmuş bir boru demeti yer almaktadır. İlk önce ikinci tank ve ardından boru demeti ve birinci tank sırası ile soğuk ve sıcak akışkanlar ile doldurulmaktadır. Sarsıcının çalıştırılması ile birlikte titreşim meydana gelmektedir.

### **20 Buluşun Ayrıntılı Açıklaması**

Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen ısı aktarım tüpü, ekli şekillerde gösterilmiş olup bu şekiller;

25 **Şekil 1.** Isı aktarım tüpünün bir açıdan perspektif görünüşüdür.

**Şekil 2.** Isı aktarım tüpünün bir açıdan kesit görünüşüdür.

**Şekil 3.** İkinci tankın bir açıdan perspektif görünüşüdür.

**Şekil 4.** Boru demetinin perspektif görünüşüdür.

**Şekil 5.** Birinci tankın bir açıdan perspektif görünüşüdür.

30

Şekillerdeki parçalar tek tek numaralandırılmış olup, bu numaraların karşılığı aşağıda verilmiştir.

1. Tüp
- 5 2. Boru demeti  
21. Kılcal boru
3. Kanal
4. Birinci tank
5. İkinci tank
- 10 6. Diyafram
7. Sarsıcı
8. Üreteç

İçerisinden nanoakışkanlar geçirilen, nanoakışkanların titreşimli akışı ile ısı transferinin arttırıldığı bir ısı aktarım tüpü (1) en temel halinde,

- birinci tank (4) ve ikinci tank (5) arasında ısı transferi sağlayan, her birinin uçları farklı sıcaklık değerlerine sahip olan kılcal borulardan (21) oluşan en az bir boru demeti (2),
- içerisine boru demetinin (2) yerleştirildiği, boru demetini (2) oluşturan kılcal boruları (21) bir arada tutan, izolasyon sağlayan, akrilik en az bir kanal (3),
- kanalın (3) bir ucuna yerleştirilen ve bir sıcaklıkta olan nanoakışkanın bulunduğu en az bir birinci tank (4),
- kanalın (3) diğer bir ucuna yerleştirilen, birinci tank (4) içerisindeki nanoakışkana göre sıcaklık farkı olan birinci tank (4) içerisindeki akışkan ile aynı veya farklı bir nanoakışkana sahip en az bir ikinci tank (5),
- birinci tank (4) ve ikinci tankın (5) kanal (3) olmayan ucunda yer alan ve üzerine uygulanan basınca karşılık veren en az bir diyafram (6),
- 30 - harmonik hareketi ile titreşimli akış ve basınç dalgası oluşturarak ısı transferinin hızlandırılmasını sağlayan en az bir sarsıcı (7),

- sarsıcıyı (7) aktive ederek tercih edilen şiddette titreşim oluşturulmasını sağlayan en az bir üreteç (8) içermektedir.

5 Buluşun bir uygulamasında boru demeti (2) bulunmaktadır. Boru demeti (2), her türlü sıvının akışını sağlayan birden fazla kılcal borudan (21) oluşmaktadır. Buluşun bu uygulamasında 60 ila 70 adet arasında kılcal boru kullanılmaktadır. Birden fazla kılcal borunun (21) kullanılması ile birinci tank (4) ve ikinci tank (5) arasında ısı transferini makul sürede (çok uzun olmayan) gerçekleştirecek yeterli titreşim sağlanmaktadır. Kılcal boru (21) tercih edilen materyalden 10 üretilebilmektedir. Buluşun bu uygulamasında kılcal borular (21) camdır. Kılcal borular (21) tercih edilen boyutlarda üretilebilmektedirler. Buluşun bu uygulamasında kılcal borular (21), 20-30 cm uzunluğa ve 1,5-2,5 mm iç çapa sahiptirler. Kılcal borularda (21) aksenel yönde harmonik titreşimlerle oluşan akış hızı yüksek değerlere çıkamamakta ve laminar bölgede kalmaktadır.

15

Buluşun bir uygulamasında kanal (3) bulunmaktadır. Kanal (3) içerisine boru demeti (2) yerleştirilmektedir. Kanal (3) ısı yalıtımına katkıda bulunmakta ve boru demetini (2) oluşturan kılcal boruları (21) bir arada tutmaktadır. Kanalın (3) dış yüzeyi tercihen yalıtımlıdır. Kanal (3) tercihen akriliktir. Kanal (3) tercih edilen 20 geometride olabilmektedir. Buluşun bu uygulamasında kanal (3) silindirik ve tercihen düşey olarak konumlandırılmaktadır. Kanalın (3) bir tarafında birinci tank (4), diğer tarafında ise ikinci tank (5) yer almaktadır. Kanal (3), birinci tank (4) ve ikinci tank (5) arasında bağlantıyı sağlamaktadır.

25 Buluşun bir uygulamasında birinci tank (4) bulunmaktadır. Birinci tank (4) belirli bir sıcaklıkta olan nanoakışkanın bulunduğu odacıktır. Birinci tank (4), doğal taşınım etkisini bertaraf etmek amacı ile kanalın (3) üst kısmında yerleştirilmektedir. Birinci tank (4) tercih edilen boyutta ve geometride olabilmektedir. Buluşun bu uygulamasında birinci tank (4) silindirik bir 30 geometriye sahiptir ve 100-120 cm<sup>3</sup> hacme sahiptir. Birinci tankta (4) bulunan



akışkanın sıcaklığı tercihen 18-25 °C'dir. Sıcaklık ölçümü zamana bağlı olarak ısı çiftleri ile yapılmaktadır.

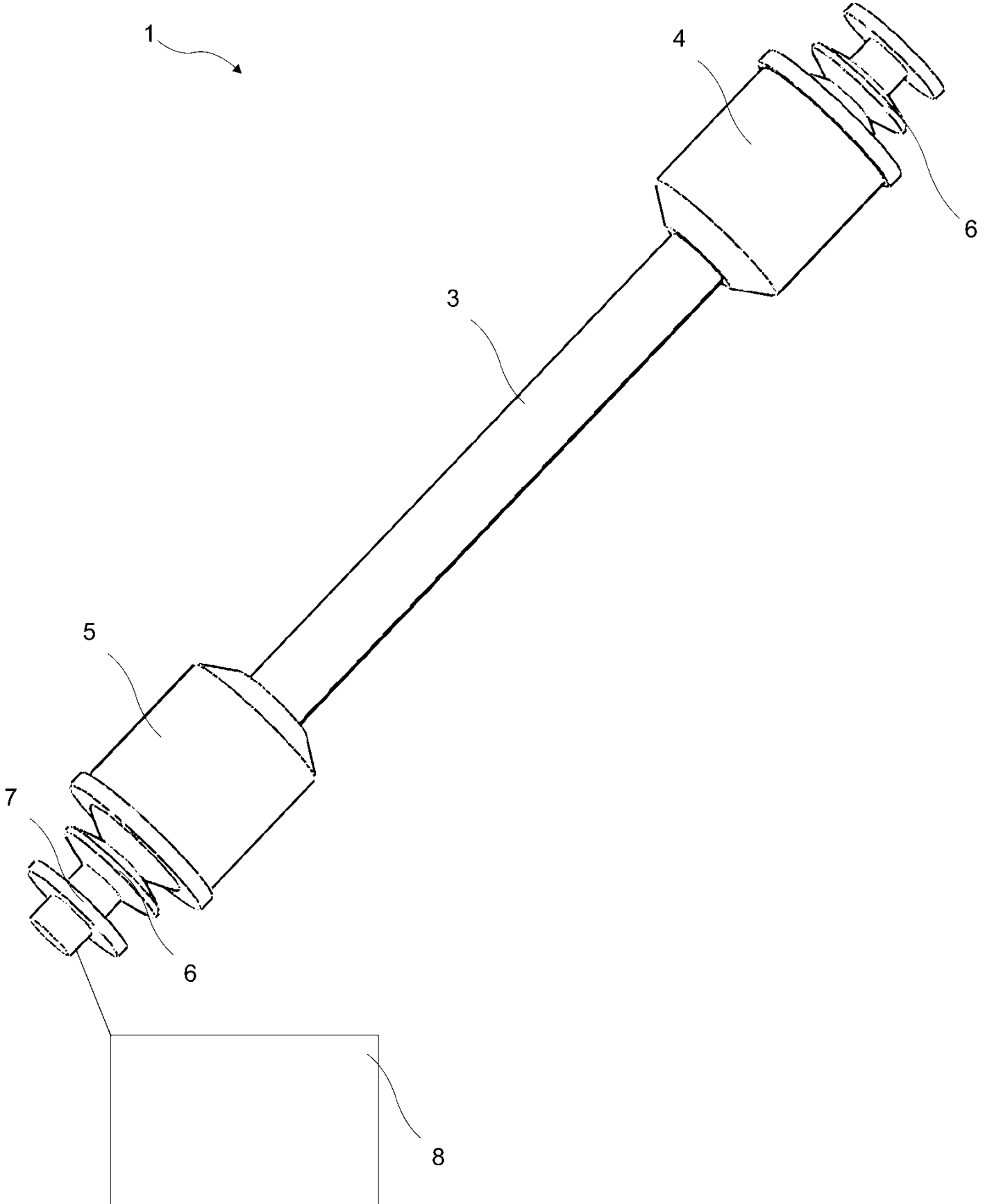
5 Buluşun bir uygulamasında ikinci tank (5) bulunmaktadır. İkinci tank (5) birinci tank (4) içerisindeki nanoakışkana göre sıcaklık farkı olan ve birinci tank (4) içerisindeki akışkan ile aynı veya farklı bir nanoakışkanın bulunduğu odacıktır. İkinci tank (5) tercih edilen boyutta ve geometride olabilmektedir. Buluşun bu uygulamasında ikinci tank (5) silindirik bir geometriye sahiptir ve 100-120 cm<sup>3</sup> hacme sahiptir. İkinci tankta (5) bulunan akışkanın sıcaklığı tercihen 48-60 °C'dir. 10 Sıcaklık ölçümü zamana bağlı olarak ısı çiftleri ile yapılmaktadır. İkinci tanktaki (5) titreşimli akışı oluşturan basınç dalgaları ise bir hidrofor aracılığı ile ölçülmektedir.

15 Buluşun bir uygulamasında diyafram (6) bulunmaktadır. Buluşun bu uygulamasında tercihen iki adet diyafram (6) bulunmaktadır. Diyaframlardan (6) biri birinci tankın (4) üst yüzeyini, diğeri ise ikinci tankın (5) alt yüzeyini kapatmaktadır. Buluşun bu uygulamasında yer alan diyafram (6) tercihen hareketli yapıdadır. İkinci tankın (4) diyaframına (6) sarsıcı (7) temas etmektedir. Titreşimli akış, ikinci tankın (4) diyaframına (6) temas eden sarsıcının (7) harmonik hareketi 20 ile sağlanmaktadır. Diyaframın (6) titreşim genliği tercihen 2 – 12 mm'dir. İkinci tankın (5) diyaframının (6) yer değiştirmesinin miktarı bir ivme ölçer ile ölçülmektedir.

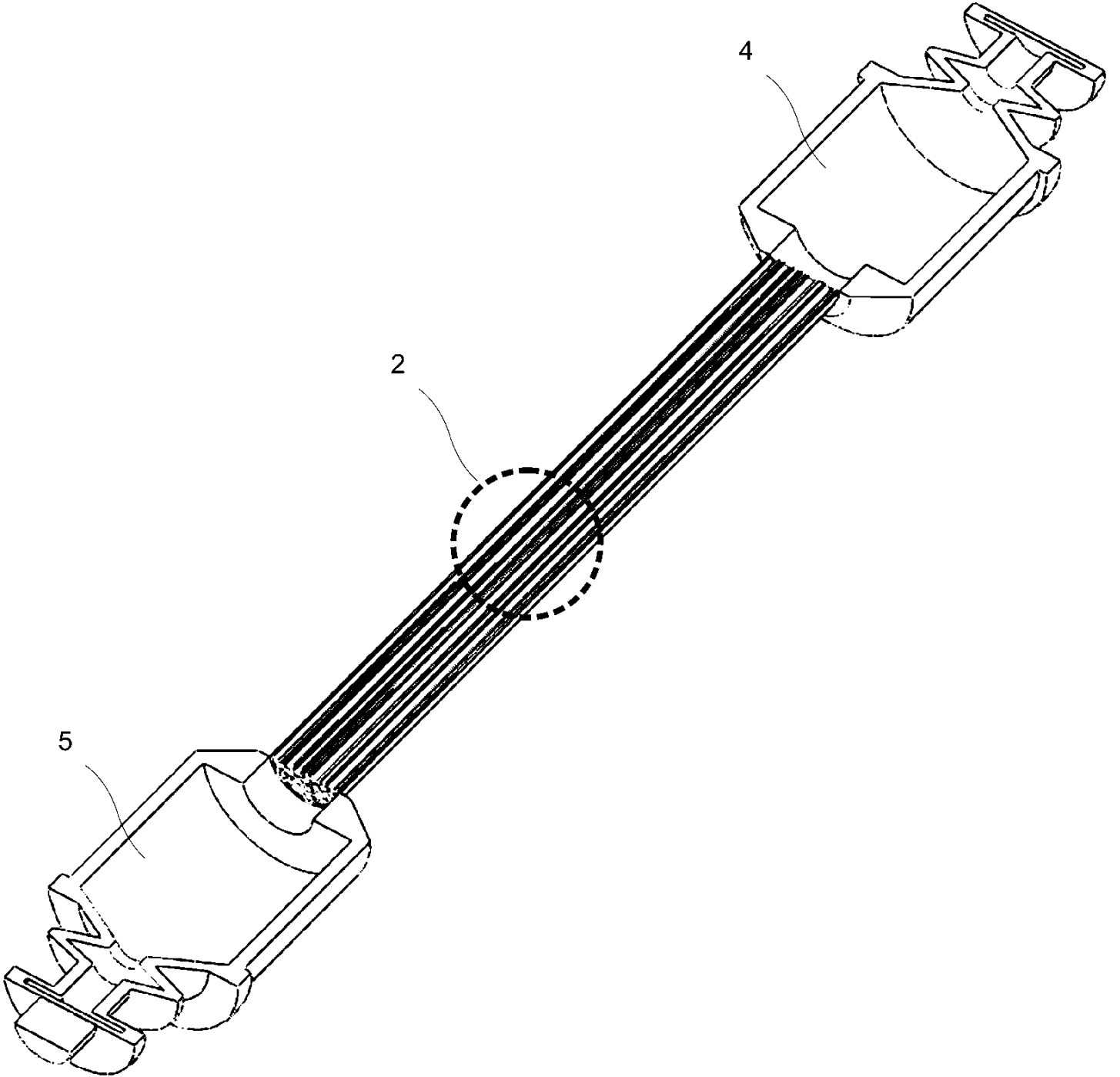
25 Buluşun bir uygulamasında sarsıcı (7) bulunmaktadır. Sarsıcı (7), ikinci tankın (5) altında bulunmaktadır. Sarsıcı (7) olarak bir piezoelektrik transdüser veya bir piston kullanılmakta ve diyaframa (6) temas ettirilmektedir. Sarsıcı (7), üzerinde bulunan bileşenlerin kontrolsüz titreşimlerden korunması amacı ile zemine yerleştirilmektedir. Sarsıcının (7) girişine, tercih edilen frekansta ve şekilde dalga üreten bir üreteç (8) bağlanmaktadır. Üretecin (8) titreşim frekansı tercihen 3-20 30 Hz arasındadır ve üretilen sinüzoidal formdadır.

Buluşun bu uygulamasında yer alan ısı aktarım tüpünün (1) kullanımı ise Őu Şekilde gerçekleŐtirilmektedir. Isı aktarım tüpü (1) içerisinden boru demeti (2) geçen bir kanal (3) içermektedir. Silindirik kanalın (3)  st kısmında bir sıcaklıkta nanoakışkanın doldurulduğu birinci tank (4) ve alt kısmında birinci tank (4) içerisindeki nanoakışkana göre sıcaklık farkı olan birinci tank (4) içerisindeki akışkan ile aynı veya farklı bir nanoakışkanın doldurulduğu bir ikinci tank (5) yer almaktadır. İlk olarak ikinci tank (5) bir sıcaklıkta bir nanoakışkan ile doldurulmaktadır. Ardından ise boru demeti (2) ve birinci tank (4) sıcaklık farkı olan bir diğer nanoakışkan ile doldurulmaktadır. Birinci tankın (4) ve ikinci tankın (5) kanala (3) bakan taraflarında birer diyafram (6) bulunmaktadır. Diyafram (6) hareketlidir. Diyaframa (6) titreşim yaratan bir sarsıcı (7) temas etmektedir. Sarsıcı (7) belirli bir frekans ve titreşim genliğinde çalıŐtırılmaktadır. Sarsıcının (7)  alıŐtırılması ile birlikte boru demetinde (2) harmonik akışkan titreŐimi oluŐturulmakta ve basınç değerleri kaydedilmektedir. Söz konusu titreŐimin oluŐturulması sayesinde kılcal borularda (21)  ok hızlı akışkan hareketi oluŐmakta ve akışkanın titreŐimi ile basınç dalgalanması meydana gelmektedir. Bu sayede tanklar arasında ısı transferi gerçekleŐtirilmektedir.

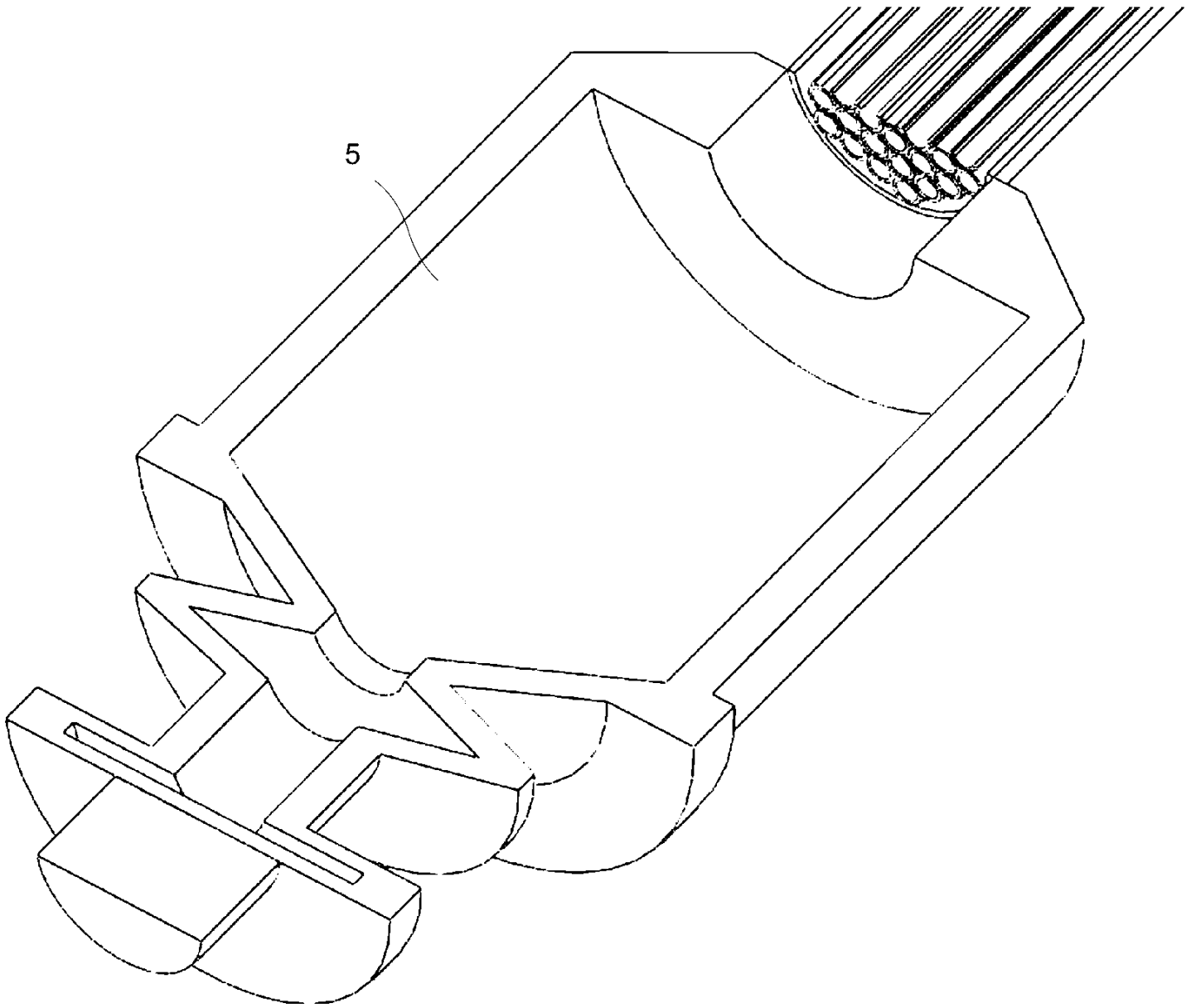
Şekil 1



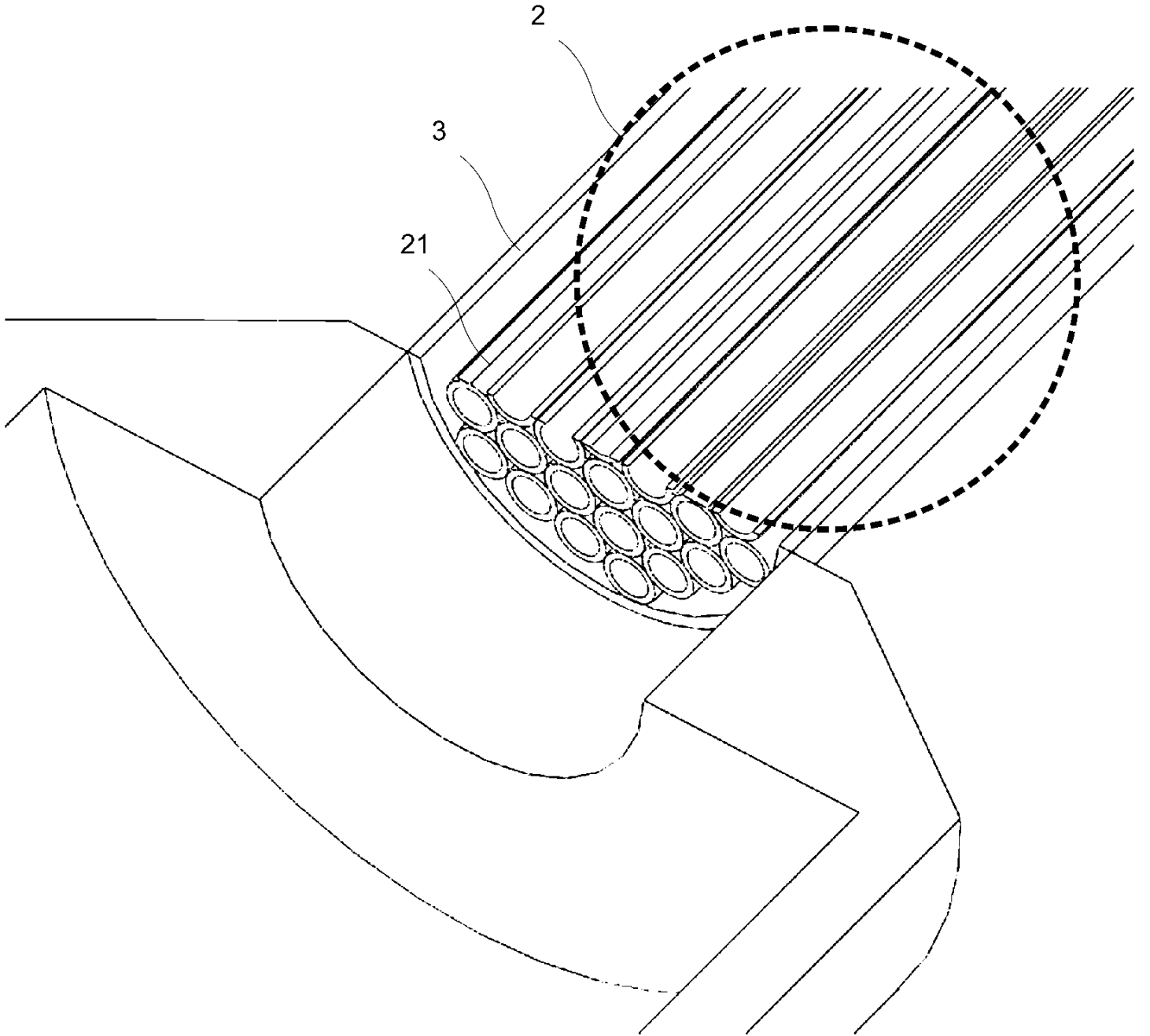
Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5

