

ÖZET
BÜTÜNLEŞİK ATIK ISI GERİ KAZANIM VE YAKIT HÜCRESİ
SİSTEMİ

- 5 Bu buluş, içten yanmalı motorlarda, atık ısı geri kazanım sistemi (60) ile yakıt hücresinin (41) kapalı devre bir şekilde birbirine entegre çalışmasını ve atık ısı geri kazanım sisteminde (60) kullanılan akışkan ile yakıt hücresine (41) yakıt sağlanmasını ve atık ısı geri kazanım (60) sisteminde eksilen akışkanın atık ısı geri kazanım sistemi akışkan tankından (8) tamamlanmasını sağlayan bütünleşik
- 10 atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1) ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Atık ısı geri kazanım sisteminde (60) kullanılan içerisinde hidrojen bulunan akışkan ile yakıt hücresine (41) yakıt sağlayan ve atık ısı geri kazanım sisteminde
- 5 (60) eksilen akışkanın atık ısı geri kazanım sistemi akışkan tankından (8) tamamlanmasını sağlayan;
- tercihen egzoz gazından (E) sağlanan ısıyı kullanan en az bir atık ısı geri kazanım sistemi (60),
 - en az bir anot ve en az katot içeren bir yakıt hücresi (41) **içeren**,
- 10 - atık ısı geri kazanım sistemi (60) içerisindeki sıvı haldeki akışkanı, tercihen egzoz gazı (E) ile ısıtarak süper-ısınmış gaz akışkan haline getiren buharlaştırıcı (2),
- buharlaştırıcıdan (2) çıkan gaz akışkanı genleştiren en az bir genleştirici (4),
 - buharlaştırıcı (2) veya genleştirici (4) çıkışına bağlı olan, buharlaştırıcı (2) veya
- 15 genleştirciden (4) çıkan gaz akışkanı düzenleyerek akışkan miktarını kontrol eden, yakıt hücresinin (41) içerisindeki ihtiyaca göre, atık ısı geri kazanım sisteminden (60) yakıt hücresine (41) yönlendirilen gaz fazdaki akışkan geçişini arttırıp azaltabilen regülasyon valfi (23),
- regülasyon valfi (23) ile yakıt hücresi (41) anodu arasında bulunan, regülasyon
- 20 valfinden (23) gelen gaz akışkanın yakıt hücresi (41) anoduna iletilmesini sağlayan yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) **ile karakterize edilen** bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).
2. Yakıt hücresi (41) içerisinde veya dışarısında bulunan, yakıt hücresi hava ve su
- 25 karışımı çıkışından (44) gelen hava su karışımı ayıran ayırıcı (29) **ve** ayırıcı (29) ile yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattı (40) arasında bulunan, ayırıcıdan (29) gelen su buharını yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) bağlayarak yakıt hücresi (41) içerisine ileten yakıt hücresi su buharı giriş hattı (30) **ile karakterize edilen** istem 1' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım
- 30 ve yakıt hücresi sistemi (1).

3. En az bir buharlaştırıcı (2), en az bir genişletirici (4), en az bir yoğunlaştırıcı (6), en az bir akışkan tankı (8), en az bir pompa (10) ve tercihen en az bir atık ısı yoğunlaştırıcısı - su buharlaştırıcısı (50) ve güç çıkış şaftı (12) içeren atık ısı geri kazanım sistemi (60) **ile karakterize edilen** istem 1' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

4. Gaz fazındaki akışkanın regülasyon valfine (23) iletilmesini sağlayan, genişletirici (4) ile regülasyon valfi (23) arasında bulunan genişletirici gaz çıkış hattı (20) ve buharlaştırıcı (2) ile regülasyon valfi (23) arasında bulunan buharlaştırıcı gaz çıkış hattı (21) **ile karakterize edilen** istem 3' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

5. Soğutma akışkanı olarak içerisinde hidrojen bulunduran su, metanol, etanol ve bunların su ile karışımları kullanılan atık ısı geri kazanım sistemi (60) **ile karakterize edilen** istem 1' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

6. En az bir yakıt hücresi CO₂ çıkışı (42), en az bir yakıt hücresi hava girişi (43), en az bir yakıt hücresi hava ve su karışımı çıkışı (44) içeren, atık ısı geri kazanım sisteminde (60) kullanılan gaz fazındaki akışkanın ile çalışabilen yakıt hücresi (41) **ile karakterize edilen** istem 1' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

7. Su pompasının (26) ilettiği suyu buharlaştırarak yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) yönlendiren hücre buharlaştırıcısı (51) içeren yakıt hücresi (41) **ile karakterize edilen** istem 6' daki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

8. Hücre buharlaştırıcısına (51) bağlı bir su tankı (24), su tankına (24) bağlı su pompası (26), su tankı (24) ile su pompası (26) arasında bulunan su tankı pompa hattı (25) ve su pompası (26) ile hücre buharlaştırıcısı (51) arasında bulunan su

tankı hücre buharlaştırıcı hattı (27) **ile karakterize edilen** istem 1' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

- 5 **9.** Genleştirici (4) ile yoğunlaştırıcı (6) arasında bulunan atık ısı yoğunlaştırıcısı - su buharlaştırıcısı (50) ve atık ısı yoğunlaştırıcısı - su buharlaştırıcısı (50) ile hücre buharlaştırıcısı (51) arasında veya yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) bağlanan atık ısı su buharlaştırıcı hattı (52) **ile karakterize edilen** istem 1' deki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1).

- 10 **10.** Atık ısı geri kazanım sistemi (60) içerisinde bulunan, su tankından (24) gelen suyu buharlaştırarak yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) vererek yakıt hücresi (41) için gerekli su buharını sağlayan atık ısı yoğunlaştırıcısı - su buharlaştırıcısı (50) **ile karakterize edilen** istem 9' daki gibi bir bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1)

15

TARİFNAME
BÜTÜNLEŞİK ATIK ISI GERİ KAZANIM VE YAKIT HÜCRESİ
SİSTEMİ

5 Teknik Alan

Bu buluş, içten yanmalı motorlarda, atık ısı geri kazanım sistemi ile yakıt hücresinin birbirine entegre çalışmasını ve atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan akışkan ile yakıt hücresine yakıt sağlanmasını ve gerekirse atık ısı geri kazanım sisteminde eksilen akışkanın, atık ısı geri kazanım sistemi akışkan tankından tamamlanmasını sağlayan bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Atık ısı geri kazanım sistemleri (Waste Heat Recovery System) endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır. Enerjinin kullanıldığı, enerji dönüşümünün olduğu birçok alanda, yan ürün olarak ısı ortaya çıkmaktadır. Atık ısı geri kazanım sistemi, enerji kullanımı veya dönüşümü sırasında ortaya çıkan ısıнын dönüştürülerek kullanımını sağlamaktadır. Atık ısı geri kazanım sistemleri Rankin çevrimi, Kalina çevrimi, gaz buhar çevrimi, Trilateral parlama gibi farklı çevrimlere dayalı olarak çalışmaktadır. Söz konusu çevrimler termodinamik çevrimlerdir. Otomotiv sektöründe de atık ısı geri kazanım sistemleri kullanılmaktadır. Otomotiv alanında kullanılan atık ısı geri kazanım sistemleri genellikle içten yanmalı motorlarda, motor, egzoz gazı gibi ısı kaynağından elde edilen enerjinin mekanik enerjiye çevrilmesi ve fazla enerjinin soğutma yolu ile atılması mantığı ile çalışmaktadır. Atık ısı geri kazanım sistemlerinde çevrim akışkanı olarak soğutucu akışkan (refrigerant), su, etanol (ethanol), metanol (methanol) ya da su metanol karışımı gibi akışkanlar kullanılmaktadır.

Yakıt hücreleri, yakıt enerjisinin elektrokimyasal reaksiyon sayesinde doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren, yakıt ile oksitleyicinin karışmadığı fakat membran üzerinden elektron transferi sayesinde elektrik enerjisi üretilmesini sağlayan sistemlerdir. Elektrikli araçlar ve hibrit araçların yaygınlaşması ile yakıt

5 hücrelerinin otomotiv alanında kullanımı da yaygınlaşmıştır. Özellikle elektrik bataryalarının kısıtlı ömürleri ve yüksek maliyetleri nedeni ile yakıt hücreleri üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Otomotiv sanayinde araçlarda yakıt hücreleri kullanılmaktadır. Başvuru konusu patent, içten yanmalı motorlarda, atık ısı geri kazanım sistemleri ile yakıt hücrelerinin entegre şekilde

10 çalıştırılmasını sağlayarak, verimliliğin artırılmasına yöneliktir.

Elektrik ile çalışan motorlu hibrid araçlarda, elektrik enerjisi içten yanmalı motordan, frenleme anında kinetik enerji kazanımından, atık ısı geri kazanım sisteminden veya yakıt hücresinden elde edilmektedir. Atık ısı geri kazanım

15 sistemi de yakıt hücresi de pompalama ve ısıtma soğutmaya ihtiyaç duymaktadır. Her iki sistem içinde ayrı ayrı pompa, ısıtma soğutma ekipmanları kullanılmaktadır. Pompa ve ısıtma soğutma ekipmanlarının boyutları büyük olduğu için, motorlu araçlarda paketleme sorunlarına neden olmaktadır. Her iki sistem için ayrı ayrı pompa ve ısıtma soğutma ekipmanlarının kullanılması,

20 motorlu araçlarda paketleme açısından önemli bir teknik problem oluşturmaktadır. Mevcut teknikte sıkça rastlanan bir diğer teknik problemde, her iki sistemi ayrı ayrı değerlendirildiğinde, her iki sistem içinde de ısı kayıpları, kullanılan akışkanın faz değişimi sırasında yaşanan kayıplar bulunmaktadır. Başvuru konusu patent ile söz konusu paketleme sorunları çözülmekte ve sistemler içinde yaşanan

25 kayıplar önlenmektedir.

Mevcut teknikte ısı geri kazanım sistemleri ile yakıt hücrelerinin birlikte çalıştırılmasına yönelik bazı uygulamalar bulunmaktadır. Tekniğin bilinen durumunda US20050262842 A1 sayılı Birleşik Devletler patent dokümanında,

30 enerji geri dönüşümü için geliştirilmiş bir proses ve cihaz anlatılmaktadır. Söz

konusu dokümanda, içten yanmalı motor, EGR hattı bulunmakta ve jeneratörle enerji üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

5 Tekniğin bilinen durumunda yer alan WO2012170375 A1 sayılı uluslararası patent dokümanında, yakıt hücresi entegre edilmiş rankin dönüşümü içeren bir içten yanmalı motor sistemi açıklanmaktadır. Söz konusu dokümanda, yakıt hücresi çıkışından elde edilen hava çeşitli işlemlere tabi tutularak motor içerisine yüksek basınçla iletilmektedir.

10 Tekniğin biline durumunda yer alan US20060063046 A1 sayılı Birleşik Devletler patent dokümanında, bir temiz güç sistemi anlatılmaktadır. Söz konusu dokümanda, içten yanmalı motor, yakıt hücresi ve türbin bulunmaktadır. Söz konusu dokümanda, egzoz gazının bir yakıt hücresinde kullanımı ve bu sayede de egzoz gazının atıklarının uzaklaştırılması ve aynı zamanda kullanışlı bir şekilde 15 güç elde edilmesi açıklanmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda, atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresinin kullanımına yönelik US20080187789, US8841041, US7454910, US20050217268, US20140352309 ve WO2013130774 sayılı patent dokümanları bulunmaktadır. 20 Söz konusu dokümanlarda atık ısı geri kazanım sisteminin kullanımına yönelik bazı uygulamalar açıklanmaktadır.

Mevcut teknikte yakıt hücreleri ve atık ısı geri kazanım sistemleri üzerine birçok uygulama yer almaktadır. Ancak atık ısı geri kazanım sistemi ile yakıt hücresinin 25 birbirine entegre şekilde çalışmasına ilişkin bir uygulama bulunmamaktadır. Yakıt hücresi teknolojisi yeni bir teknoloji olduğu için yakıt hücresinin atık ısı geri kazanım sisteminin entegre edilmesine, iki sistemin kapalı bir döngü içerisinde çalışmasına, atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan akışkanın, yakıt hücresinde kullanılmasına yönelik uygulamalar bulunmamaktadır. Başvuru 30 konusu patentte atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan ve molekülünde hidrojen atomu barındıran çevrim akışkanı gaz fazına getirilmekte ve gaz fazında

yakıt hücresine iletilmektedir. Atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan akışkan ile yakıt hücresi beslenmektedir.

Buluşun Amaçları

5

Bu buluşun amacı, içten yanmalı motorlarda, atık ısı geri kazanım sistemi ile yakıt hücresinin kapalı devre bir şekilde birbirine entegre çalışmasını sağlayan bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi gerçekleştirmektir.

10

Bu buluşun diğer amacı, atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan akışkan ile yakıt hücresine yakıt sağlanmasını ve atık ısı geri kazanım sisteminde eksilen akışkanın atık ısı geri kazanım sistemi akışkan tankından tamamlanmasını sağlayan bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi gerçekleştirmektir.

15

Bu buluşun diğer bir amacı, atık ısı geri kazanım sistemi akışkan hattının yakıt hücresine bağlanarak, yakıt hücresi için gereken pompalama gücünün azalması ve aynı zamanda atık ısı geri kazanım sisteminde soğutulan akışkan miktarı azaltılarak verimin artırılmasını sağlayan bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi gerçekleştirmektir.

20

Bu buluşun diğer amacı, atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan çevrim akışkanının yakıt hücresine gaz olarak taşınmasını ve söz konusu akışkanın yakıt hücresinde gaz olarak kullanılmasını sağlayan bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi gerçekleştirmektir.

25

Bu buluşun diğer bir amacı, atık ısı geri kazanım sisteminde kullanılan akışkanın içinde yakıt hücresi için gerekli yakıt-su oranının sağlanması için gerekli suyun, yakıt hücresi çıkışından elde edilen su buharından tamamlanmasını sağlayan bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi gerçekleştirmektir.

30

Bu buluşun bir diğer amacı, atık ısı geri kazanım sisteminden yakıt hücresine yönlendirilen akışkan debisinin valf gibi bir kontrol elemanı ile kontrol edildiği bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi gerçekleştirmektir.

5 Buluşun Kısa Açıklaması

Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen ilk istem ve bu isteme bağlı diğer istemlerde tanımlanan bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi birbirine bütünlük hale getirilen atık ısı geri kazanım sistemi ve yakıt hücresi içermektedir. Başvuru konusu patent ile söz konusu iki sistem birbiri ile birleştirilmiş ve kapalı akış döngüleri ile birbirine entegre edilmiştir. Atık ısı geri kazanım sistemi, egzoz gazının ısını kullanarak yakıt hücresinde kullanılacak etanol, metanol gibi yakıtları gaz fazına dönüştürerek yakıt hücresine beslemektedir. Yakıt hücresinin enerji üretmesi için gerekli yakıtın tamamı atık ısı geri kazanım sisteminden sağlanmaktadır. Ayrıca yakıt hücresi için gerekli olan su buharı, aynı şekilde atık ısı geri kazanım sistemi tarafından sağlanabilmektedir. Atık ısı geri kazanım sisteminde bulunan ısı ile sisteme dışarıdan alınan su, buhar haline getirilmekte ve söz konusu buhar yakıt hücresine verilerek doğrudan yakıt hücresinde kullanılabilmektedir. Böylece yakıt hücresinde ısı kullanılarak yapılacak işlemlerin bir kısmı atık ısı geri kazanım sistemindeki ısı ile yapılmakta, aynı zamanda atık ısı geri kazanım sisteminde soğutma için harcanan enerji azaltılmaktadır.

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

25

Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi ekli şekilde gösterilmiş olup bu şekiller;

Şekil 1. Bütünlük atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sisteminin bir uygulamasının şematik görünüşüdür.

30

Şekil 2. Regülasyon valfi kullanılan bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sisteminin bir uygulamasının şematik görünüşüdür.

Şekil 3. Su tankı ve pompası kullanılan bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sisteminin bir uygulamasının şematik görünüşüdür.

5 **Şekil 4.** Su tankının atık ısı geri kazanım sistemine bağlı olduğu bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sisteminin bir uygulamasının şematik görünüşüdür.

Şekil 5. Ayırıcı kullanılan bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sisteminin bir uygulamasının şematik görünüşüdür.

10

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

1. Bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi
- 15 2. Buharlaştırıcı
3. Buharlaştırıcı genişletici hattı
4. Genleştirici
5. Genleştirici yoğunlaştırıcı hattı
6. Yoğunlaştırıcı
- 20 7. Yoğuşturucu akışkan tankı hattı
8. Akışkan tankı
9. Tank pompa hattı
10. Pompa
11. Pompa buharlaştırıcı hattı
- 25 12. Güç çıkış şaftı
20. Genleştirici gaz çıkış hattı
21. Buharlaştırıcı gaz çıkış hattı
22. Atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi bağlantısı
23. Regülasyon valfi
- 30 24. Su tankı
25. Su tankı pompa hattı

- 26.** Su pompası
- 27.** Su tankı hücre buharlaştırıcı hattı
- 28.** Su tankı buharlaştırıcı hattı
- 29.** Ayırıcı
- 5 **30.** Yakıt hücresi su buharı giriş hattı
- 40.** Yakıt hücresi akışkan giriş hattı
- 41.** Yakıt hücresi
- 42.** Yakıt hücresi CO2 çıkışı
- 43.** Yakıt hücresi hava girişi
- 10 **44.** Yakıt hücresi hava ve su karışımı çıkışı
- 50.** Atık ısı yoğunlaştırıcısı - su buharlaştırıcısı
- 51.** Hücre buharlaştırıcısı
- 52.** Su buharlaştırıcı hattı
- 60.** Atık ısı geri kazanım sistemi
- 15 **E.** Egzoz gazı

- Bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1) ile içten yanmalı motorlarda atık ısı geri kazanım sistemi (60) ve yakıt hücresinin (41) birbirine entegre kapalı devre bir şekilde çalışması sağlanmaktadır. Bütünleşik atık ısı geri
- 20 kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1) ile atık ısı geri kazanım sisteminde (60) kullanılan akışkan ile yakıt hücresine (41) yakıt sağlanmasını ve atık ısı geri kazanım (60) sisteminde eksilen akışkanın atık ısı geri kazanım sistemi akışkan tankından (8) tamamlanması sağlanmaktadır.
- 25 Bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sisteminde (1) kullanılan atık ısı geri kazanım sistemi (60) Rankin veya benzer bir çevrim teorisine dayanarak içten yanmalı motorun gaz yolu ile veya başka bir yol ile atılan ısını güç üretmek için kullanabilen bir sistemdir. Atık ısı geri kazanım sisteminde (60) birincil ısı kaynağı tercihen egzoz gazıdır (E). Egzoz gazı (E) içten yanmalı motor egzoz
- 30 manifoldu çıkışından, turbo çıkışından, egzoz arındırma sistemi (exhaust aftertreatment system, ATS) çıkışından velveya egzoz gazı devirdaim (exhaust

gas recirculation, EGR) sisteminden alınabilmektedir. Ayrıca, soğutma sistemi, yağlama sistemi de ısı enerjisi çevrim koşullarına bağlı olarak ısı kaynağı olarak kullanılabilir.

- 5 Buluşun bir uygulamasında, atık ısı geri kazanım sistemi (60) en az bir buharlaştırıcı (2), en az bir genişletici (4), en az bir yoğunlaştırıcı (6), en az bir akışkan tankı (8) ve en az bir pompa (10) içermektedir.

- 10 Akışkan tankında (8) bulunan akışkan, pompa (10) ile çekilmektedir. Pompa (10) ile çekilen akışkan, akışkan tankı (8) ile pompa (10) arasında bulunan tank pompa hattından (9) ve daha sonra pompa buharlaştırıcı hattından (11) geçerek buharlaştırıcıya (2) girmektedir. Buluşun bir uygulamasında, buharlaştırıcı (2) egzoz gazı (E) ile ısıtılmaktadır. Buharlaştırıcının (2) tamamı veya bir kısmı egzoz gazının (E) geçtiği bir boru ile çevrilebilmekte ve buharlaştırıcı (2) egzoz gazı ile 15 ısıtılmaktadır. Bir uygulamada ise egzoz gazı (E) buharlaştırıcının (2) çok yakınından veya üzerinden geçerek buharlaştırıcıyı (2) ısıtmaktadır. Buharlaştırıcı (2) içten yanmalı motor çalıştığı sürece sıcak ve ısıtılmış bir halde bulunmaktadır.

- 20 Buharlaştırıcı (2) egzoz gazı (E) ile sürekli ısıtıldığı için buharlaştırıcıya (2) giren akışkan burada buharlaşmakta ve gaz fazına geçmektedir. Buharlaştırıcıdan (2) gaz fazında çıkan akışkan, ihtiyaç duyulması halinde yakıt hücresine (41) yönlendirilmekte veya yakıt hücresinin (41) gaz ihtiyacı olmadığı durumda genişleticiye (4) yönlendirilmekte veya her ikisine birden yönlendirilmektedir. Buluşun bir uygulamasında, buharlaştırıcıdan (2) çıkan gaz fazındaki akışkanın 25 bir kısmı genişleticiye (4) ve bir kısmı yakıt hücresine (41) yönlendirilmektedir.

- 30 Buharlaştırıcıdan (2) çıkan ve gaz fazında olan akışkan genişleticiye (4) buharlaştırıcı genişletici hattından (3) yönlendirilmektedir. Genişleticiye (4) giren gazlar sürekli birbirine kinetik enerjilerini aktardığı için gazın hacmi genişleticide (4) genişletilmektedir. Gaz fazındaki akışkan genişleticiye (4) bağlı güç çıkış şaftını (12) döndürmekte ve güç çıkış şaftının (12) dönmesi ile mekanik

bir enerji elde edilebilmektedir. Genleştiriciden (4) çıkan gaz fazındaki akışkan yakıt hücresine (41) ve/veya yoğunlaştırıcıya (6) yönlendirilmektedir. Yakıt hücresine (41) yönlenen gaz fazındaki akışkan, genleştirici gaz çıkış hattından (20) yakıt hücresine (41) doğru yönlenererek ve atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi bağlantısına (22) ilerlemektedir. Genleştiriciden (4) çıkan bir kısım gazda, genleştirici yoğunlaştırıcı hattından (5) yoğunlaştırıcıya (6) gelmekte ve burada yoğunlaştırılarak sıvı faza dönüştükten sonra yoğunlaştırıcı akışkan tankı hattından (7) akışkan tankına (8) yeniden girmektedir. Böylece atık ısı geri kazanım sistemi (60) içerisinde akışkan gaz fazına dönüştürülmekte, gaz fazındaki akışkanın bir kısmı genleştiriciye (4) bağlı güç çıkış şaftını (12) döndürmekte bir kısım gaz fazındaki akışkan ise yakıt hücresine (41) iletilmektedir (Şekil 1).

Atık ısı geri kazanım sistemi (60) akışkanı olarak soğutucu akışkan (refrigerant), su, etanol (ethanol), metanol (methanol), su etanol ya da su metanol karışımları kullanılabilmektedir. Akışkan molekülleri içerisinde hidrojen bulundurabilir. Atık ısı geri kazanım sistemi (60) akışkanı yakıt hücrelerinde (41) yakıt olarak kullanılabilecek içeriğinde hidrojen atomu barındıran bir akışkan etanol, metanol, etanol su veya metanol su karışımı tercih edilmektedir.

Buluşun bir uygulamasında, buharlaştırıcı genleştirici hattı (3), buharlaştırıcı gaz çıkış hattına (21) bağlanmaktadır. Buharlaştırıcı gaz çıkış hattı (21) ise gaz fazındaki akışkanı, atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi bağlantısına (22) yönlendirmektedir. Buluşun bir başka uygulamasında genleştirici (4) çıkışında gaz fazında olan akışkan, genleştirici (4) çıkışında, genleştirici gaz çıkış hattına (20) ve oradan atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi bağlantısına (22) yönlendirmektedir (Şekil 1). Böylece atık ısı geri kazanım sisteminde (60) gaz fazına dönüştürülen akışkan, atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi bağlantısına (22) yönlendirilmekte ve buradan da yakıt hücresine (41) gaz fazında girmektedir.

Buluşun bir uygulamasında, atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi bağlantısında (22) tercihen regülasyon valfi (23) bulunmaktadır. Regülasyon valfi (23) ile atık

ısı geri kazanım sisteminden (60) yakıt hücresine (41) yönlendirilen gaz fazdaki akışkan miktarı kontrol edilmektedir. Yakıt hücresinin (41) sistemi içerisindeki ihtiyaca göre regülasyon valfi (23) gaz fazındaki akışkan geçişini arttırıp azaltabilmektedir (Şekil 2).

5

Atık ısı geri kazanım sisteminde (60) yakıt hücresi (41) performansına göre tercih edilen miktarda akışkan buharlaştırıcıya (2) kontrollü olarak pompa (10) ile pompalanmaktadır. Buharlaştırıcıda (2) sıvı haldeki akışkan süper-ısınmış gaz akışkan haline getirilmektedir. Gaz akışkan, genleştiricide (4) genleştirilerek güç

10 çıkış saftından (12) güç elde edilmekte ve genleştirici (4) çıkışında gaz ya da gaz-sıvı karışımı halinde olan akışkan yoğunlaştırıcıda (6) tamamen sıvı hale getirilerek akışkan tankına (8) geri gönderilmektedir. Atık ısı geri kazanım sistemi (60) kapalı sistemdir. Akışkan sıvının yüksek sıcaklıkta sürekli çalışmasından dolayı bozulması veya kaçak gibi bir durum olmadığı müddetçe sisteme akışkan

15 takviyesi yapılması gerekmemektedir. Atık ısı geri kazanım sistemi (60) toplam verimi, buharlaştırıcıdan (2) transfer edilebilen ısı, genleştiricinin (4) mekanik verimi, yoğunlaştırıcıdan (6) atılan ısı ve sistemde dolaşımı sağlamak için kullanılan pompanın (10) pompalama gücüne bağlıdır. Atık ısı geri kazanım sistemi (60) verimi aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir.

20

$$\eta_{AIGKS} = \eta_{Genleştirici} * \frac{Q_{Buharlaştırıcı} - Q_{Yoğunlaştırıcı} - P_{Pompalama}}{Q_{Buharlaştırıcı}}$$

Formüle de belirtilen;

η_{AIGKS} : Atık ısı geri kazanım sistemi verimi

$\eta_{Genleştirici}$: Genleştirici verimi

25 $Q_{Buharlaştırıcı}$: Buharlaştırıcıdan elde edilen ısı

$Q_{Yoğunlaştırıcı}$: Yoğuşturucudan atılan ısı

$P_{Pompalama}$: Pompalama için gerekli güç

göstermektedir.

Yakıt hücresine (41) gaz fazındaki akışkan, yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattından (40) anota giriş yapmaktadır. Aynı zamanda, yakıt hücresi hava girişinden (43) yakıt hücresi (41) katoduna hava girişi olmaktadır. Yakıt hücresi (41) içerisinde, yakıt olarak kullanılan akışkanın kimyasal enerjisi, bir dizi kimyasal reaksiyon ile ortaya çıkan pozitif şarjlı hidrojen iyonları ile oksijenin reaksiyonu sonucu elektron salınımı sağlanmakta ve bu sayede elektrik enerjisi üretilmekte ve araç için kullanılmaktadır. Yakıt hücresinde (41) gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda, anottan karbondioksit (CO₂) yakıt hücresi CO₂ çıkışından (42) çıkmakta ve katottan ise hava ve su (H₂O) yakıt hücresi hava ve su karışımı çıkışından (44) çıkmaktadır.

Yakıt hücresinin (41) elektrik bataryalarından en önemli farkı dışarıdan sürekli yakıt ve oksijen kaynağı (hava) ihtiyacına sahip olmasıdır. Bataryalarda, elektro mekanik güç üretilmesi için gereken materyaller, batarya içinde barındırılmaktadır. Yakıt hücreleri (41) yakıt ve oksijen kaynağı sağlandığı müddetçe sürekli elektrik enerjisi üretebilme yeteneğine sahiptirler.

Yakıt hücresi (41) türüne bağlı olarak, sıvı ya da gaz halinde, belli oranda yakıt (methanol vb.) ve su karışımına ihtiyaç duymaktadır. Belli orandaki methanol ve su karışımı yakıt hücresinde (41) yakıt olarak kullanılmaktadır. Yakıt hücresinin (41) toplam verimi, kimyasal reaksiyonun verimine, pompalama güç ihtiyacına ve kullanılıyorsa buharlaşma için harcanan ısı enerjisine bağlıdır.

$$\eta_{Yakıt\ Hücresi} = \eta_{Kimyasal} * \frac{(Q_{Yakıt} - P_{Pompalama} - Q_{Buharlaştırma})}{Q_{Yakıt}}$$

Burada;

$\eta_{Yakıt\ Hücresi}$: Yakıt hücresi verimi

$\eta_{Kimyasal}$: Kimyasal reaksiyon verimi

$Q_{Yakıt}$: Yakıt iç enerjisi

P Pompalama: Pompalama için gereken güç

$Q_{\text{Buharlaştırma}}$: Buharlaştırma için gereken ısı

göstermektedir.

- 5 Buluşun bir uygulamasında, bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1) şu şekilde çalışmaktadır. Atık ısı geri kazanım sisteminde (60) metanol veya etanol benzeri bir akışkan kullanılmaktadır. Akışkan, akışkan tankından (8) pompa (10) aracılığı ile buharlaştırıcıya (2) pompalanmaktadır. Akışkan buharlaştırıcıda (2) tercihen metanol gazına dönüştürüldükten sonra, metanol
- 10 gazının bir kısmı buharlaştırıcı gaz çıkış hattından (21) veya genişletici gaz çıkış hattından (20) regülasyon valfine (23) yönlendirilmektedir. Regülasyon valfi (23) yakıt hücresi (41) için gerekli gaz metanol akışını tercih edilen oranda düzenleyerek yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) vermekte ve gaz metanol yakıt hücresi (41) anoduna beslenmektedir. Yakıt hücresi (41) için
- 15 gerekli yakıt, gaz fazındaki akışkan (gaz metanol) ile sağlanmakta, gaz metanol anot ve katot arasındaki reaksiyonda kullanılarak yakıt hücresi (41) çalıştırılmaktadır. Yakıt hücresinin (41) çalışması için gerekli gaz fazındaki akışkan tamamen atık ısı geri kazanım sisteminden (60) sağlanabilmektedir (Şekil 2).
- 20
- Buluşun bir uygulamasında, yakıt hücresi (41) en az bir hücre buharlaştırıcısı (51) içermektedir. Hücre buharlaştırıcısı (51) bir su tankına (24) bağlıdır ve su pompası (26) ile su tankında (24) bulunan su (H_2O) hücre buharlaştırıcısına (51) pompalanmaktadır. Su tankı (24) ile su pompası (26) arasında su tankı pompa
- 25 hattı (25) bulunmaktadır. Su pompası (26) ile hücre buharlaştırıcısı (51) arasında su tankı hücre buharlaştırıcı hattı (27) bulunmaktadır. Su pompası (26), su tankında (24) bulunan suyu, su tankı hücre buharlaştırıcı hattı (27) üzerinden hücre buharlaştırıcısına (51) pompalamaktadır. Böylece yakıt hücresi (41) için gerekli su, su tankından (24) sağlanmakta ve hücre buharlaştırıcısında (51)
- 30 buharlaştırılarak tercihen yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattından (40) gaz metanol ile birlikte anot girişine verilmektedir (Şekil 3).

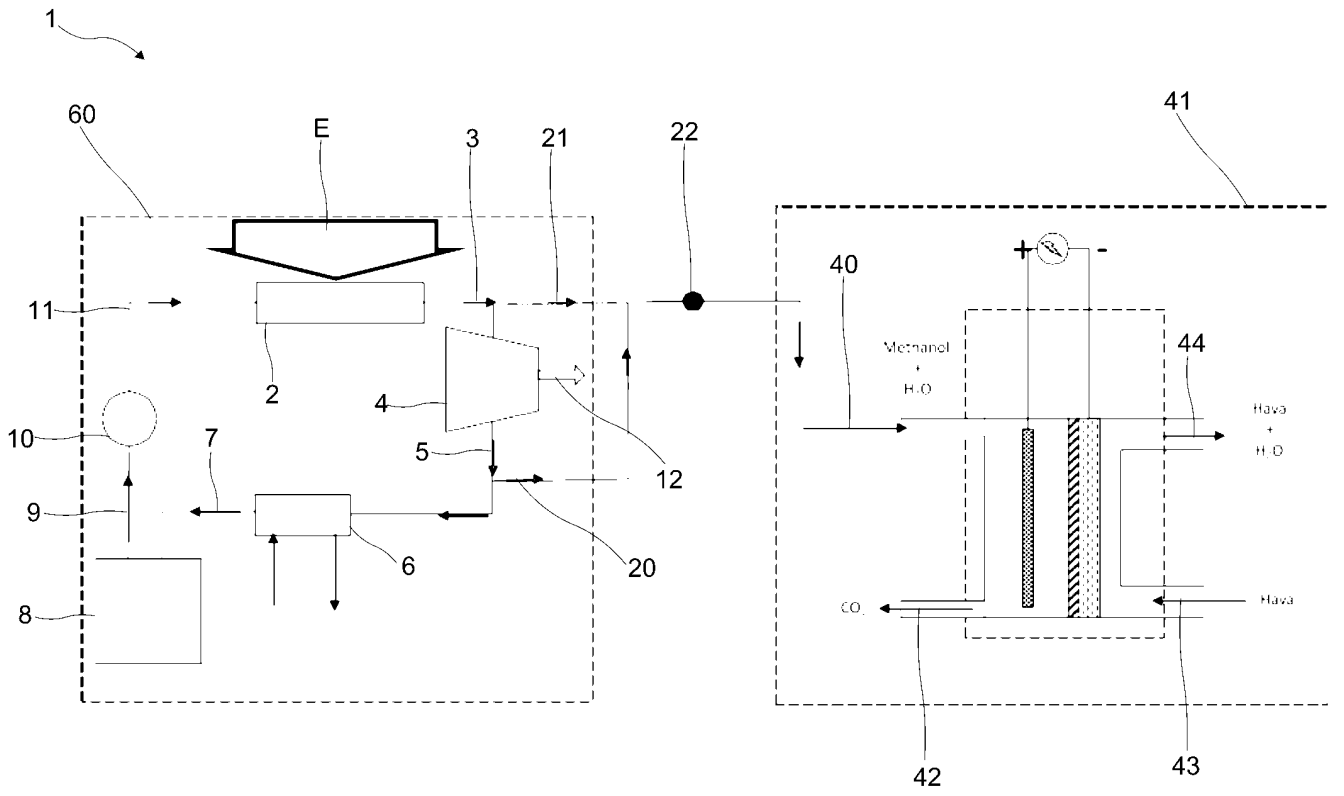
- Buluşun bir uygulamasında, atık ısı geri kazanım sistemi (60) en az atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısı (50) içermektedir. Atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısı (50) tercihen genleştirici (4) ile yoğunlaştırıcı (6) arasında bulunmaktır. Atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısı (50) atık ısı geri kazanım sisteminin fazla ısı enerjisini suya aktararak buharlaştırma işlemini yapmaktadır. Atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısı (50) tercihen su tankı buharlaştırıcı hattı (28) bağlanmaktadır. Su tankından (24) atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısına (50) su pompalanabilmektedir. Bu uygulamada, yakıt hücresi (41) için gerekli su buharı, atık ısı geri kazanım sistemi (60) içerisindeki atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısı (50) ile sağlanmakta ve atık ısı su buharlaştırıcı hattı (52) üzerinde yakıt hücresi (41) beslenmektedir. Böylece yakıt hücresi (41) için gerekli su buharı, atık ısı geri kazanım sistemi (60) içerisinde bulunan atık ısı yoğunlaştırucusu - su buharlaştırıcısı (50) buharlaştırılarak tercihen yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattından (40) gaz metanol ile birlikte anot girişine verilmektedir (Şekil 4). Böylece yakıt hücresi (41) için gerekli su buharı da gaz metanol ile birlikte atık ısı geri kazanım sisteminde (60) sağlanarak yakıt hücresine (41) verilmektedir.
- Buluşun bir uygulamasında, yakıt hücresi (41) içerisine veya yakıt hücresi (41) dışına entegre edilen en az bir ayırıcı (29) bulunmaktadır (Şekil 5). Ayırıcı (29), yakıt hücresi hava ve su karışımı çıkışı (44) ile yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattı (40) arasında bulunmaktadır. Ayırıcı (29) ile yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattı (40) arasında yakıt hücresi su buharı giriş hattı (30) bulunmaktadır. Ayırıcı (29), yakıt hücresi hava ve su karışımı çıkışından (44) gelen hava su karışımını ayırarak suyu (H₂O) yakıt hücresi buharlaştırıcısı sıvı giriş hattına (40) yakıt hücresi su buharı giriş hattı (30) üzerinden beslemektedir. Böylece yakıt hücresi (41) kullanımı sırasında atık olarak oluşan hava su karışımı ayırıcı (29) tarafından ayrıştırılarak yeniden yakıt hücresinde (41) kullanılmaktadır (Şekil 5).

Buluş konusu bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1) ile içten yanmalı motorlarda atık ısı geri kazanım sistemi (60) ve yakıt hücresi (41) birbirine entegre kapalı devre bir şekilde çalışması sağlanmaktadır. Bütünleşik atık ısı geri kazanım ve yakıt hücresi sistemi (1) ile atık ısı geri kazanım

5 sisteminde (60) kullanılan akışkan, yakıt hücresinde (41) kullanılabilen özellikler seçilmekte ve tercihen etanol veya metanol benzeri bir akışkan kullanılmaktadır. Atık ısı geri kazanım sisteminde (60) soğutucu olarak kullanılan akışkan, egzoz gazı (E) ile buharlaştırılarak gaz fazına dönüştürülmekte ve yakıt hücresine (41) gaz fazında beslenmektedir. Yakıt hücresinde (41) kullanılan yakıtın tamamı atık

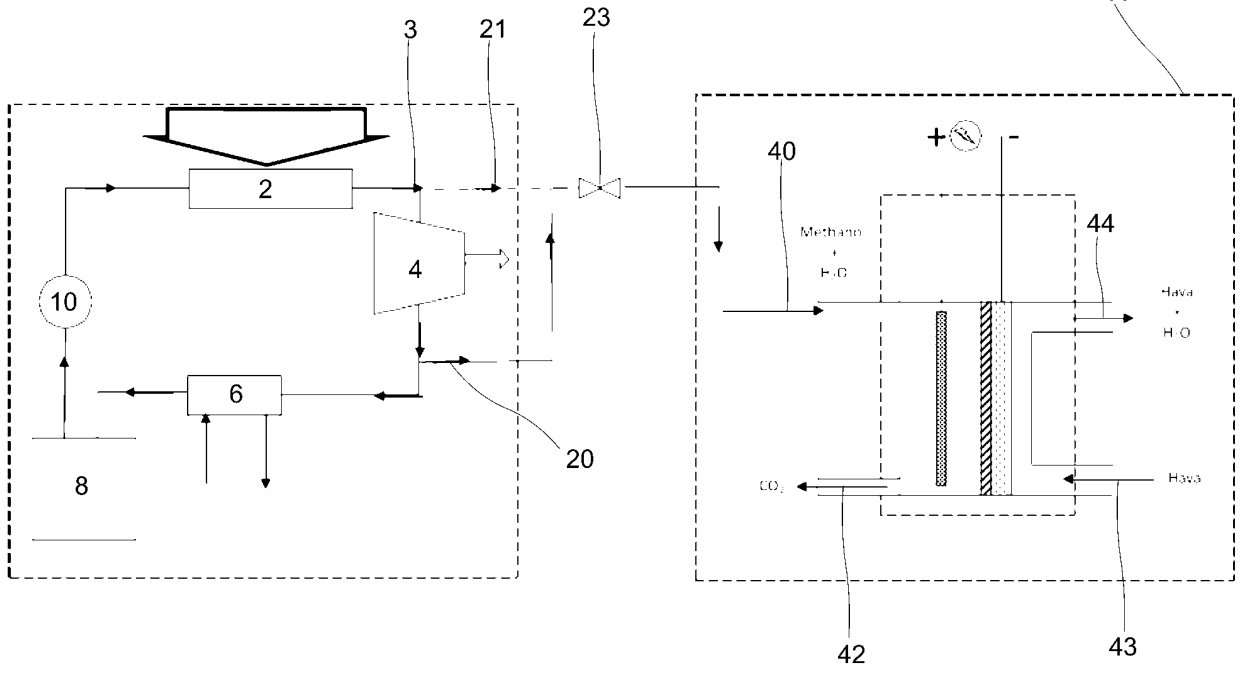
10 ısı geri kazanım sisteminde (60) kullanılan akışkanın gaz fazına dönüştürülerek yakıt hücresine (41) verilmesi ile sağlanmaktadır. Ayrıca atık ısı geri kazanım sisteminde (60) egzoz gazı ile buharlaştırılan su, yakıt hücresine (41) su buharı olarak beslenebilmektedir. Böylece birbirinden bağımsız sistemler olan atık ısı geri kazanım sistemi (60) ve yakıt hücresi (41) birbirleri ile bütünleşik olarak

15 kapalı sistem haline getirilmektedir. Yakıt hücresi (41) suyu buharlaştırmak için ve/veya kullanacağı yakıtı gaz fazına dönüştürmek için ek enerji harcamamaktadır.



1

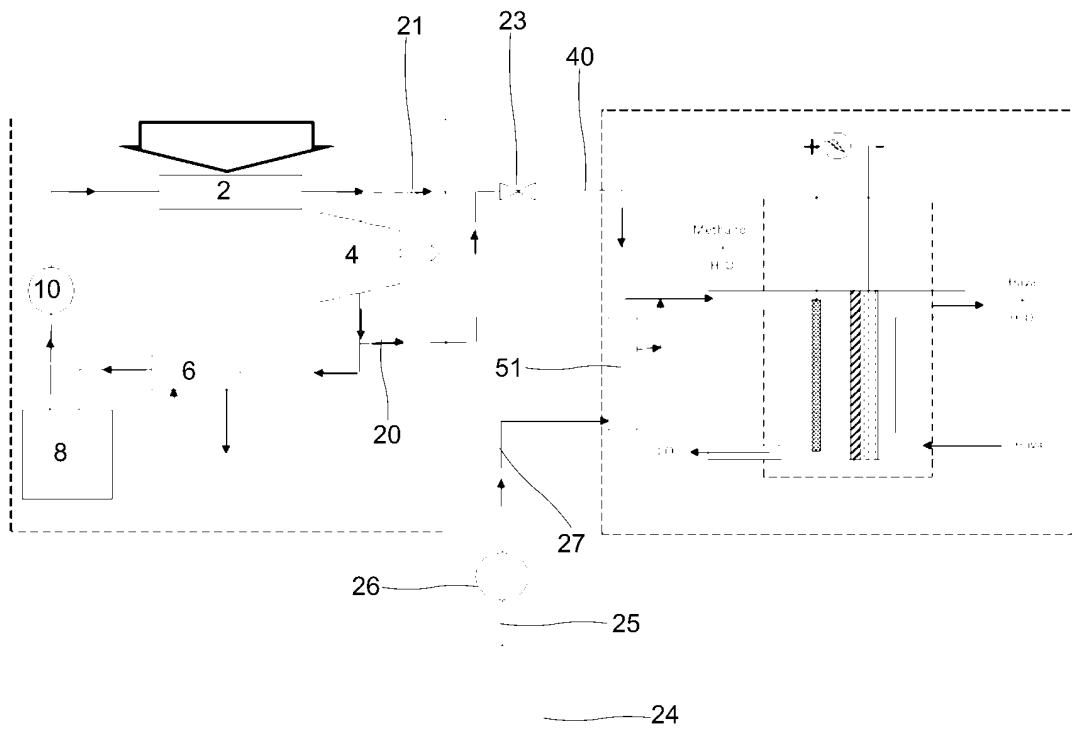
2 / 5



Şekil 2

1

3 / 5

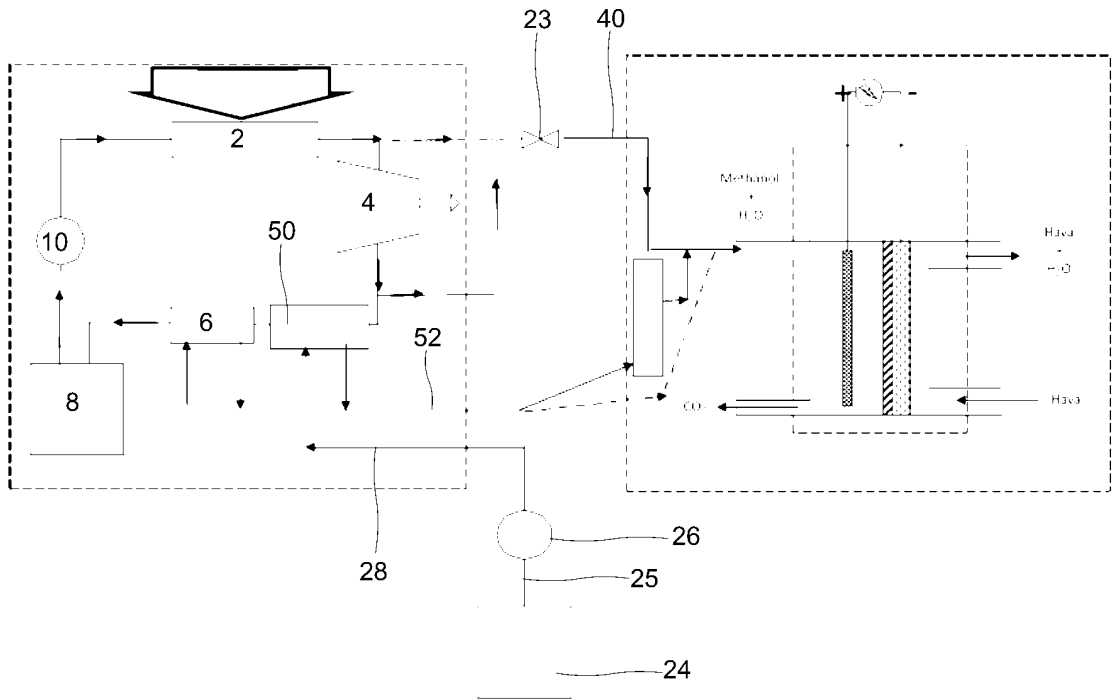


Şekil 3

1

4 / 5

Şekil 4



1

5 / 5

Şekil 5

