

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2021年7月1日 (01.07.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/129329 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*H04L 29/06* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/133141

(22) 国际申请日: 2020年12月1日 (01.12.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201911348106.X 2019年12月24日 (24.12.2019) CN

(71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 姜海明 (JIANG, Haiming); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 顾明君 (GU, Mingjun); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 上海晨皓知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHANGHAI CHENHAO INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM GENERAL PARTNERSHIP); 中国上海市黄浦区制造局路787号二幢202B室, Shanghai 200011 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: ARP LEARNING METHOD AND NODE DEVICE

(54) 发明名称: ARP学习方法和节点设备

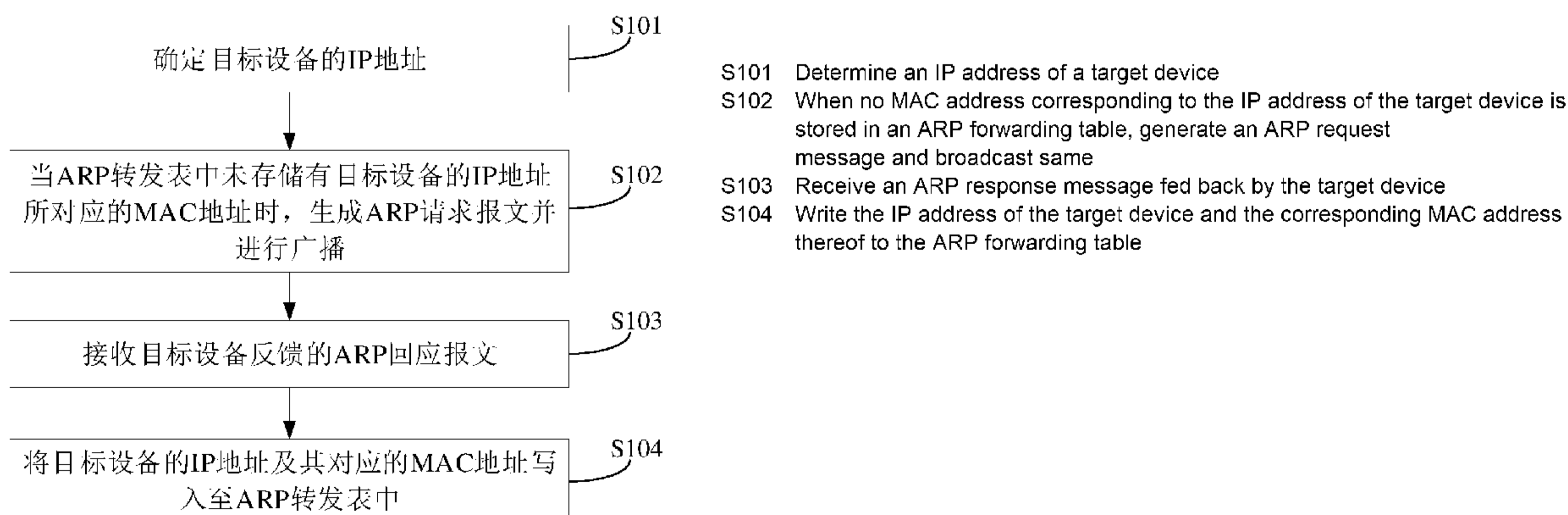


图 1

(57) Abstract: The present application provides an ARP learning method, comprising: a forwarding chip determines an IP address of a target device; when no MAC address corresponding to the IP address of the target device is stored in an ARP forwarding table, the forwarding chip generates an ARP request message and broadcasts same, the ARP request message comprising the IP address of the target device; the forwarding chip receives an ARP response message fed back by the target device, the ARP response message comprising an MAC address of the target device; the forwarding chip writes the IP address of the target device and the corresponding MAC address thereof to the ARP forwarding table. The present application also provides a node device and a computer readable medium.

(57) 摘要: 本申请提供了一种ARP学习方法, 包括: 转发芯片确定目标设备的IP地址; 当ARP转发表中未存储有所述目标设备的IP地址所对应的MAC地址时, 所述转发芯片生成ARP请求报文并进行广播, 所述ARP请求报文包括所述目标设备的IP地址; 所述转发芯片接收所述目标设备反馈的ARP回应报文, 所述ARP回应报文包括所述目标设备的MAC地址; 所述转发芯片将所述目标设备的IP地址及其对应的MAC地址写入至所述ARP转发表中。本申请还提供了一种节点设备和计算机可读介质。

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

**(84)** 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## ARP 学习方法和节点设备

### 相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201911348106.X、申请日为 2019 年 12 月 24 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此以引入方式并入本申请。

### 技术领域

本申请实施例涉及计算机技术领域，特别涉及 ARP 学习方法、节点设备及计算机可读介质。

### 背景技术

在 5G 网路建设中，承载网需要提供超大带宽、超低时延的传输通道，并且，承载网业务通过使用快速转发技术，而使得网络连接的复杂度降低，从而使得业务路径更易维护，进而能够支撑 5G 网路海量连接下的灵活调度。

承载网在进行数据报文的转发时，需要用到地址解析协议（Address Resolution Protocol，简称为 ARP），ARP 中存储有网络之间互连的协议（Internet Protocol，简称为 IP）地址与介质访问控制（Media Access Control，简称为 MAC）地址的对应关系，上游设备在接收到数据报文后，根据数据报文中所包含的目的 IP 地址，从 ARP 中查询出目的 IP 地址对应的 MAC 地址，进而根据该 MAC 地址，将数据报文转发至该 MAC 地址对应的下游设备。

在实际应用中，ARP 中所存储的 IP 地址与 MAC 地址的对应关系需要通过学习获取，然而，现有的 ARP 学习方法速率较低，这导致在承载网需要进行快速转发时，ARP 无法及时获取到目的 IP 地址与 MAC 地址的对应关系，从而导致容易出现数据丢包的问题，无法满足 5G 承载要求。

## 发明内容

本申请实施例提供一种 ARP 学习方法、节点设备及计算机可读介质。

本申请实施例提供了一种 ARP 学习方法，包括：转发芯片确定目标设备的 IP 地址；当 ARP 转发表中未存储有所述目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，所述转发芯片生成 ARP 请求报文并进行广播，所述 ARP 请求报文包括所述目标设备的 IP 地址；所述转发芯片接收所述目标设备反馈的 ARP 回应报文，所述 ARP 回应报文包括所述目标设备的 MAC 地址；所述转发芯片将所述目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至所述 ARP 转发表中。

本申请实施例还提供了另一种 ARP 学习方法，包括：转发芯片接收 ARP 请求报文，所述 ARP 请求报文包括目标设备的 IP 地址；当自身所属设备的 IP 地址为所述目标设备的 IP 地址时，所述转发芯片生成 ARP 回应报文，所述 ARP 回应报文包括：自身所属设备的 MAC 地址；所述转发芯片将所述回应报文反馈至所述 ARP 请求报文的源发送设备。

本申请实施例还提供了一种转发芯片，其中存储有计算机程序，所述计算机程序被执行时，使得所述转发芯片实现如上述实施例所提供的 ARP 学习方法中的步骤。

本申请还提供一种节点设备，包括：CPU 和上述实施例所提供的转发芯片。

本申请还提供一种计算机可读介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如上述实施例所提供的 ARP 学习方法中的步骤。

## 附图说明

附图用来提供对本申请实施例的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本申请的实施例一起用于解释本申请，并不构成对本申请的限制。通过参考附图对详细示例实施例进行描述，以上和其他特征和优点对本领域技术人员将变得更加显而易见，在附图中：

图 1 为本申请实施例提供的一种 ARP 学习方法的流程图；

图 2 为本申请实施例提供的另一种 ARP 学习方法的流程图；

图 3 为本申请实施例提供的又一种 ARP 学习方法的流程图；  
图 4 为本申请实施例提供的再一种 ARP 学习方法的流程图；  
图 5 为本申请实施例提供的还一种 ARP 学习方法的流程图；  
图 6 为本申请实施例提供的还一种 ARP 学习方法的流程图；  
图 7 为本申请实施例提供的还一种 ARP 学习方法的流程图；  
图 8 为本申请实施例提供的一种 ARP 学习方法的交互过程图。

## 具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图对本发明提供的 ARP 学习方法、转发芯片、节点设备及计算机可读介质进行详细描述。

在下文中将参考附图更充分地描述示例实施例，但是所述示例实施例可以以不同形式来体现且不应当被解释为限于本文阐述的实施例。反之，提供这些实施例的目的在于使本申请透彻和完整，并将使本领域技术人员充分理解本申请的范围。

本文所使用的术语仅用于描述特定实施例，且不意欲限制本申请。如本文所使用的，单数形式“一个”和“该”也意欲包括复数形式，除非上下文另外清楚指出。还将理解的是，当本说明书中使用术语“包括”和/或“由……制成”时，指定存在所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或组件，但不排除存在或添加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、组件和/或其群组。

将理解的是，虽然本文可以使用术语第一、第二等来描述各种元件/指令/请求，但这些元件/指令/请求不应当受限于这些术语。这些术语仅用于区分一个元件/指令/请求和另一元件/指令/请求。

除非另外限定，否则本文所用的所有术语(包括技术和科学术语)的含义与本领域普通技术人员通常理解的含义相同。还将理解，诸如那些在常用字典中限定的那些术语应当被解释为具有与其在相关技术以及本申请的背景下的含义一致的含义，且将不解释为具有理想化或过度形式上的含义，除非本文明确如此限定。

本申请提供的 ARP 的学习方法，用于对节点设备中的 ARP 进行完善，

节点设备包括 CPU 和转发芯片,本申请下述方法将基于节点设备中的转发芯片实现。

图 1 为本申请实施例提供的一种 ARP 学习方法的流程图。如图 1 所示,该方法包括:

步骤 S101、转发芯片确定目标设备的 IP 地址。

本申请中,目标设备是指转发芯片即将将数据报文转发至的下一跳节点所对应的设备(也可称为下一跳设备),目标设备的确定可基于现有技术中的任意一种通信链路获取方式来确定出,例如,可以是当前节点设备通过查询路由表确定出,还可以是数据报文中预先已设置好通信链路,当前节点设备直接从数据报文中获知目标设备。

步骤 S102、当 ARP 转发表中未存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时,转发芯片生成 ARP 请求报文并进行广播。

转发芯片在确定出目标设备的 IP 地址后,根据目标设备的 IP 地址对 ARP 转发表中进行查询,以确定出当前的 ARP 转发表中是否存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址,当确定出当前的 ARP 转发表中还未存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时,则说明 ARP 转发表需要学习该目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址。在本申请实施例中,ARP 转发表在进行学习时,由转发芯片直接生成 ARP 请求报文,并进行广播,该 ARP 请求报文中包括目标设备的 IP 地址。

需要说明的是,ARP 转发表可以设置于转发芯片内,也可以设置在转发芯片之外且能够供转发芯片直接调用和更改,其内存储有不同节点设备的 IP 地址以及各 IP 地址所对应的 MAC 地址。

步骤 S103、转发芯片接收目标设备反馈的 ARP 回应报文。

转发芯片在将 ARP 请求报文进行广播之后,网络中与当前节点设备邻近的其他节点设备的转发芯片接收该 ARP 请求报文,并验证自身的 IP 地址是否与该 ARP 请求报文中所包含的目标设备的 IP 地址一致,当验证出一致时,则确定出自身即为目标设备;此时,目标设备中的转发芯片向当前节点设备反馈 ARP 回应报文,该 ARP 回应报文中包括自身的 MAC 地址,也即目标设备的 MAC 地址。

步骤 S104、转发芯片将目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入

至 ARP 转发表中。

当前节点设备的转发芯片在接收到 ARP 回应报文后，提取出 ARP 回应报文中所包含的 MAC 地址，并将目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至 ARP 转发表中。

本申请实施例提供的 ARP 学习方法，当节点设备需要进行 ARP 学习时，由节点设备的转发芯片直接生成 ARP 请求报文，并广播，并且，在转发芯片接收到 ARP 回应报文后，直接由转发芯片来进行 ARP 转发表的写入，无需经过 CPU 的处理，从而避免了 CPU 进行上传下送，进而提高了 ARP 学习速率，降低了数据丢包的概率，从而更适用于 5G 承载的要求。

在一些实施例中，当 ARP 转发表中存储有目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址时，转发芯片根据目标设备的 IP 地址对应的 MAC 地址，将数据报文发送至目标设备。

图 2 为本申请提供的另一种 ARP 学习方法，如图 2 所示，在一些实施例中，在步骤 S101 之前，还包括以下步骤。

步骤 S100、转发芯片接收数据报文。

当有数据报文需要转发时，节点设备的转发芯片接收数据报文，该数据报文中包括目的设备的 IP 地址，该目的设备是指该数据报文将要传送至的终点设备。

对应的，此时步骤 S101 具体包括：

步骤 S1011、判断目的设备是否为自身所属设备的直连路由设备。

当判断出目的设备为自身所属设备的直连路由设备时，则执行下述步骤 S1012；当判断出目的设备不为自身所属设备的直连路由设备时，则执行下述步骤 S1013。

步骤 S1012、转发芯片将目的设备的 IP 地址作为目标设备的 IP 地址。

步骤 S1013、转发芯片根据目的设备的 IP 地址查询预先存储的路由表，以查询出下一跳节点所对应设备的 IP 地址，并将查询出的下一跳节点所对应设备的 IP 地址作为目标设备的 IP 地址。

直连路由是一种路由器学习路由信息、生成并维护路由表的方法，直连路由是由链路层协议发现的，一般指去往路由器的接口地址所在网段的路径，该路径信息不需要网络管理员维护，也不需要路由器通过某种算法

进行计算获得，只要该接口处于活动状态(Active)，路由器就会把通向该网段的路由信息填写到路由表中去，直连路由无法使路由器获取与其不直接相连的路由信息。

本申请实施例中，转发芯片在确定目标设备的 IP 地址时，首先判断目的设备是否为自身所属设备的直连路由设备，当判断出为直连路由设备时，则说明目的设备可直接进行通信，此后执行步骤 S1012，以将该目的设备的 IP 地址直接作为目标设备的 IP 地址；而当判断出不为直连路由时，则说明目的设备需要经过其他节点的转发，此后执行步骤 S1013，以通过路由表查询出下一跳节点的设备，并将查询出的下一跳节点所对应的设备的 IP 地址作为目标设备的 IP 地址。

图 3 为本申请实施例提供的再一种 ARP 学习方法，如图 3 所示，在一些实施例中，在步骤 S102 之前，还包括以下步骤。

步骤 S101'、转发芯片进行报文速率抑制，以控制 ARP 请求报文的发送速率。

本申请实施例中，在转发芯片生成并发送 ARP 请求报文之前，还进行报文速率抑制，报文速率抑制用于控制转发芯片向外发出 ARP 请求报文的速率，从而防止对下游节点设备造成 ARP 攻击。具体转发芯片如何进行报文速率抑制，可基于已有的任何一种方式进行，本申请实施例不做具体限定。

图 4 为本申请实施例提供的再一种 ARP 学习方法的流程图，如图 4 所示，在一些实施例中，在步骤 S104 之后，还包括：

步骤 S105、转发芯片将目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入 ARP 缓存表。

ARP 缓存表可设置于转发芯片内，也可设置在转发芯片外且能够被转发芯片直接调用和更改，ARP 缓存表用于缓存 ARP 条目，该 ARP 条目是指节点设备的 IP 地址及其 MAC 地址的对应关系，CPU 能够从缓存表中快速读取到 ARP 条目。

步骤 S106、转发芯片监控 ARP 缓存表中的 ARP 条目的数量是否达到预设阈值。

当监控到 ARP 缓存表中的 ARP 条目的数量达到预设阈值时，执行步

骤 S107。

步骤 S107、转发芯片向 CPU 发送缓存完成通知，以供 CPU 在接收到缓存完成通知后，读取 ARP 缓存表中的 ARP 条目。

一般而言，针对 CPU 配置有 ARP 数据库，ARP 数据库中存储 ARP 条目，该 ARP 数据库用于供上层的应用层进行调用和查看；在同一节点设备内，ARP 数据库中存储的 ARP 条目需与 ARP 转发表中存储的 ARP 条目相同，因此在 ARP 转发表完成 ARP 条目写入后，需要对 ARP 数据库进行数据同步更新。在本申请实施例中，利用 CPU 读取 ARP 缓存表并写入至 ARP 数据库，从而实现 ARP 数据库与 ARP 转发表的数据同步。

本申请实施例中，转发芯片实时监控 ARP 缓存表中所存储的 ARP 条目的数量是否达到预设阈值，当监控到达到预设阈值时，则说明 ARP 缓存表中的 ARP 条目可被读取，此时向 CPU 发送缓存完成通知，CPU 在接收到该缓存完成通知后，读取 ARP 缓存表中的 ARP 条目，并打包发送给 ARP 协议，生成 ARP 表，同时，在 CPU 读取完成后，转发芯片将 ARP 缓存表复位，以便进行再次写入。

本实施例中，通过控制 ARP 缓存表中 ARP 条目的数量的预设阈值，即控制 CPU 读取缓冲区的时间间隔，能够实现对 ARP 学习速度的限制。

作为一种 ARP 缓存表的实现方式，该 ARP 缓存表可为在共享内存中分配的一个缓存区，该缓冲区设置有写指针，转发芯片每向 ARP 缓存表中写入一条 ARP 条目，该缓冲区的写指针就加 1，当缓冲区的写指针等于缓冲区的深度时，转发芯片停止写操作，并向 CPU 发送缓存完成通知，CPU 接收到该缓存完成通知后，从该缓冲区中读取 ARP 条目，同时转发芯片将写指针复位。

图 5 为本申请实施例提供的还一种 ARP 学习方法，如图 5 所示，在一些实施例中，在步骤 S104 之前，还包括以下步骤。

步骤 S103'、转发芯片根据目标设备的 IP 地址查询 ARP 转发表中是否已经存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址。

当查询出 ARP 转发表中未存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，执行步骤 S104；当查询出 ARP 转发表中已存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，结束本方法流程。

在实际应用中，转发芯片在第一次将 ARP 请求报文广播出去之后，若预设时间段内还未接收到 ARP 回应报文，其将进行再次的 ARP 请求报文的广播，直至接收到 ARP 回应报文为止，因此，后续转发芯片可能会接收到多个 ARP 回应报文，并且，所接收到的多个 ARP 回应报文是相同的，若每次都将 ARP 回应报文写入至 ARP 转发表中，则其势必会造成资源占用，并导致 ARP 学习速率降低。本申请实施例通过在每次将 ARP 回应报文写入到 ARP 转发表（步骤 S104）之前，查询 ARP 转发表中是否已存储有 ARP 回应报文中所包含的设备 IP 地址所对应的 MAC 地址，从而能够避免多次反复执行写操作，进而能避免 ARP 学习速率的降低。

图 6 为本申请实施例提供的还一种 ARP 学习方法的流程图，如图 6 所示，该方法包括以下步骤。

步骤 S201、转发芯片接收 ARP 请求报文，ARP 请求报文包括目标设备的 IP 地址。

步骤 S202、当自身所属设备的 IP 地址为目标设备的 IP 地址时，转发芯片生成 ARP 回应报文，ARP 回应报文包括：自身所属设备的 MAC 地址。

步骤 S203、转发芯片将回应报文反馈至 ARP 请求报文的源发送设备。

本申请实施例中，步骤 S201 至 S203 同步骤 S103 和 S104 对应，具体请参照步骤 S103 和步骤 S104 的描述，此处不再赘述。

本申请实施例提供的 ARP 学习方法，当节点设备需要进行 ARP 学习时，由节点设备的转发芯片直接生成 ARP 请求报文，并广播，并且，在转发芯片接收到 ARP 回应报文后，直接由转发芯片来进行 ARP 转发表的写入，无需经过 CPU 的处理，从而避免了 CPU 进行上传下送，进而提高了 ARP 学习速率，降低了数据丢包的概率，从而更适用于 5G 承载的要求。

图 7 为本申请实施例提供的还一种 ARP 学习方法的流程图，如图 7 所示，在一些实施例中，当转发芯片判断出自身所属设备的 IP 地址不为目标设备的 IP 地址时，执行下述步骤 S204。

步骤 S204、转发芯片将 ARP 请求报文转发至其邻近节点的转发芯片。

在实际应用中，源发送设备在将 ARP 请求报文进行广播时，只是将 ARP 请求报文广播至其邻近的节点设备，并不会进行全局域网的广播，当邻近的节点设备在接收到 ARP 请求报文后，当判断出自身所属设备的 IP

地址不为目标设备的 IP 地址时，则进行再次的广播，以将 ARP 请求报文广播至其自身邻近的节点设备。

图 8 为本申请实施例提供的 ARP 学习方法的交互过程信令图，如图 8 所述，该交互过程涉及上游节点设备和下游节点设备，具体涉及上游节点设备和下游节点设备中的转发芯片，具体包括以下步骤。

步骤 1、源节点设备的转发芯片接收数据报文。

步骤 2、源节点设备的转发芯片进行报文速率抑制。

步骤 3、源节点设备的转发芯片确定目标设备的 IP 地址。

步骤 4、当 ARP 转发表中未存储有目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，源节点设备的转发芯片生成 ARP 请求报文并进行广播。

步骤 5、目标设备的转发芯片接收 ARP 请求报文，ARP 请求报文包括目标设备的 IP 地址。

步骤 6、目标设备的转发芯片生成 ARP 回应报文，ARP 回应报文包括：自身所属设备的 MAC 地址。

步骤 7、目标设备的转发芯片将回应报文反馈至 ARP 请求报文的源发送设备（源节点设备）。

步骤 8、源节点设备的转发芯片接收目标设备反馈的 ARP 回应报文。

步骤 9、源节点设备的转发芯片将目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至 ARP 转发表中。

步骤 10、源节点设备的转发芯片将目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入 ARP 缓存表。

步骤 11、源节点设备的转发芯片监控 ARP 缓存表中的 ARP 条目的数量是否达到预设阈值。

步骤 12、源节点设备的转发芯片向 CPU 发送缓存完成通知，以供 CPU 在接收到缓存完成通知后，读取 ARP 缓存表中的 ARP 条目。

对于上述各步骤的具体描述，可参见前述实施例中相应内容，此处不再赘述。

本申请实施例还提供一种转发芯片，转发芯片中存储有计算机程序，计算机程序被执行时，使得转发芯片实现本申请实施例所提供的 ARP 学习方法。

本申请实施例还提供了一种节点设备，包括：CPU 和上述实施例所提供的转发芯片。

在一些实施例中，本申请实施例所提供的节点设备为具有路由功能的设备，例如路由器、交换机等。

本申请实施例还提供一种计算机可读介质，其上存储有计算机程序，其中，计算机程序被处理器执行时实现本申请实施例所提供的 ARP 学习方法。

本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、装置中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。在硬件实施方式中，在以上描述中提及的功能模块/单元之间的划分不一定对应于物理组件的划分；例如，一个物理组件可以具有多个功能，或者一个功能或步骤可以由若干物理组件合作执行。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器，如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件，或者被实施为硬件，或者被实施为集成电路，如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上，计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于随机存取存储器（Random Access Memory，简称为 RAM）、只读存储器（Read-Only Memory，简称为 ROM）、电可擦写可编程只读存储器（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory，简称为 EEPROM）、闪存或其他存储器技术、只读光盘存储器（Compact Disc Read-Only Memory，简称为 CD-ROM）、数字多功能光盘（Digital Versatile Disc，简称为 DVD）或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

本文已经公开了示例实施例，并且虽然采用了具体术语，但它们仅用

于并仅应当被解释为一般说明性含义，并且不用于限制的目的。在一些实例中，对本领域技术人员显而易见的是，除非另外明确指出，否则可单独使用与特定实施例相结合描述的特征、特性和/或元素，或可与其他实施例相结合描述的特征、特性和/或元件组合使用。因此，本领域技术人员将理解，在不脱离由所附的权利要求阐明的本申请的范围的情况下，可进行各种形式和细节上的改变。

# 权 利 要 求 书

1、一种 ARP 学习方法，包括：

转发芯片确定目标设备的 IP 地址；

当 ARP 转发表中未存储有所述目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，所述转发芯片生成 ARP 请求报文并进行广播，所述 ARP 请求报文包括所述目标设备的 IP 地址；

所述转发芯片接收所述目标设备反馈的 ARP 回应报文，所述 ARP 回应报文包括所述目标设备的 MAC 地址；

所述转发芯片将所述目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至所述 ARP 转发表中。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述转发芯片确定目标设备的 IP 地址的步骤之前，还包括：

所述转发芯片接收数据报文，所述数据报文包括：目的设备的 IP 地址；

所述转发芯片确定目标设备的 IP 地址的步骤包括：

所述转发芯片判断所述目的设备是否为自身所属设备的直连路由设备；

当判断出所述目的设备为自身所属设备的直连路由设备时，则所述转发芯片将所述目的设备的 IP 地址作为所述目标设备的 IP 地址。

当判断出所述目的设备不为自身所属设备的直连路由设备时，则所述转发芯片根据所述目的设备的 IP 地址查询预先存储的路由表，以查询出下一跳节点所对应设备的 IP 地址，并将查询出的下一跳节点所对应设备的 IP 地址作为所述目标设备的 IP 地址。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述转发芯片将所述目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至所述 ARP 转发表中的步骤之后，还包括：

所述转发芯片将所述目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入 ARP 缓存表；

所述转发芯片监控所述 ARP 缓存表中的 ARP 条目的数量是否达到预设阈值；

当监控到所述 ARP 缓存表中的 ARP 条目的数量达到预设阈值时，所述转发芯片向 CPU 发送缓存完成通知，以供所述 CPU 在接收到所述缓存完成通知后，读取所述 ARP 缓存表中的 ARP 条目。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述转发芯片将所述目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至所述 ARP 转发表中的步骤之前还包括：

所述转发芯片根据所述目标设备的 IP 地址查询所述 ARP 转发表中是否已经存储有所述目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址；

当查询出所述 ARP 转发表中未存储有所述目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，所述转发芯片将所述目标设备的 IP 地址及其对应的 MAC 地址写入至所述 ARP 转发表中。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其中，当 ARP 转发表中存储有所述目标设备的 IP 地址所对应的 MAC 地址时，所述转发芯片根据所述目标设备的 IP 地址对应的 MAC 地址，将数据报文发送至所述目标设备。

6、一种 ARP 学习方法，包括：

转发芯片接收 ARP 请求报文，所述 ARP 请求报文包括目标设备的 IP 地址；

当自身所属设备的 IP 地址为所述目标设备的 IP 地址时，所述转发芯片生成 ARP 回应报文，所述 ARP 回应报文包括：自身所属设备的 MAC 地址；

所述转发芯片将所述回应报文反馈至所述 ARP 请求报文的源发送设备。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，当自身所属设备的 IP 地址不为所述目标设备的 IP 地址时，所述转发芯片将所述 ARP 请求报文转发至

其邻近节点的转发芯片。

8.一种转发芯片，其中存储有计算机程序，所述计算机程序被执行时，使得所述转发芯片实现如权利要求 1-7 任一所述的方法。

9、一种节点设备，包括：如上述权利要求 8 中所述转发芯片和 CPU。

10、一种计算机可读介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1-7 任一所述的方法。

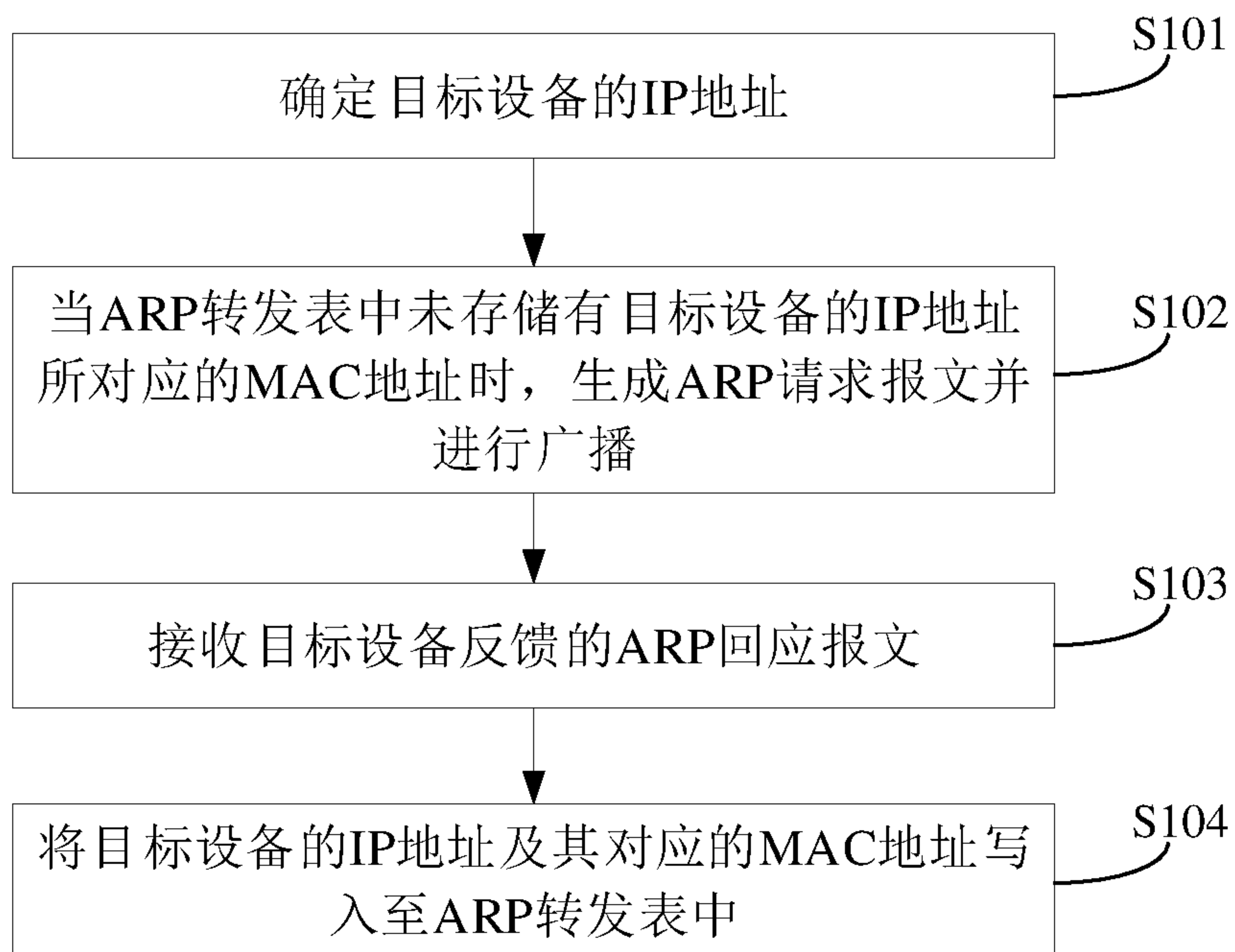


图 1

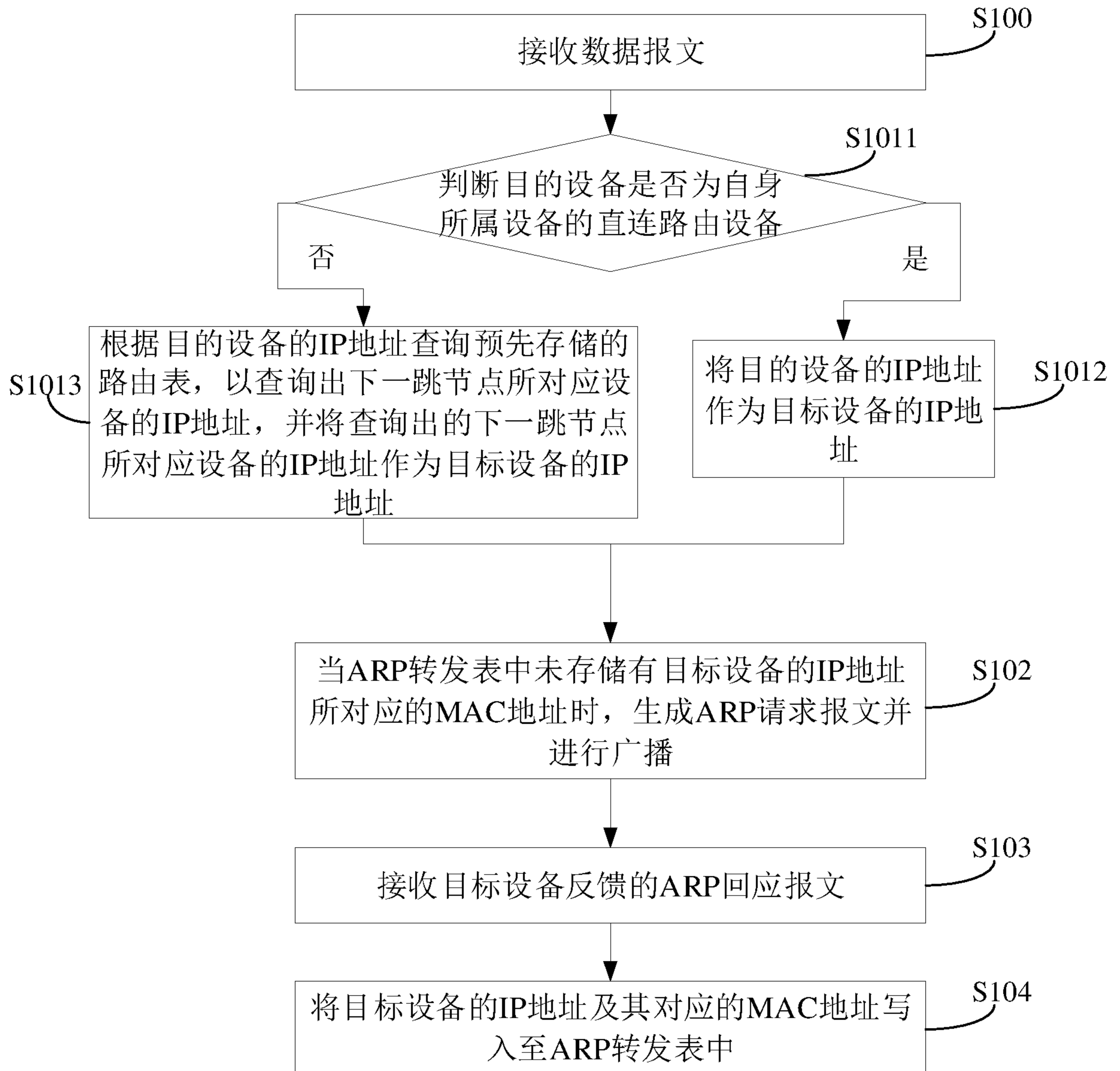


图 2

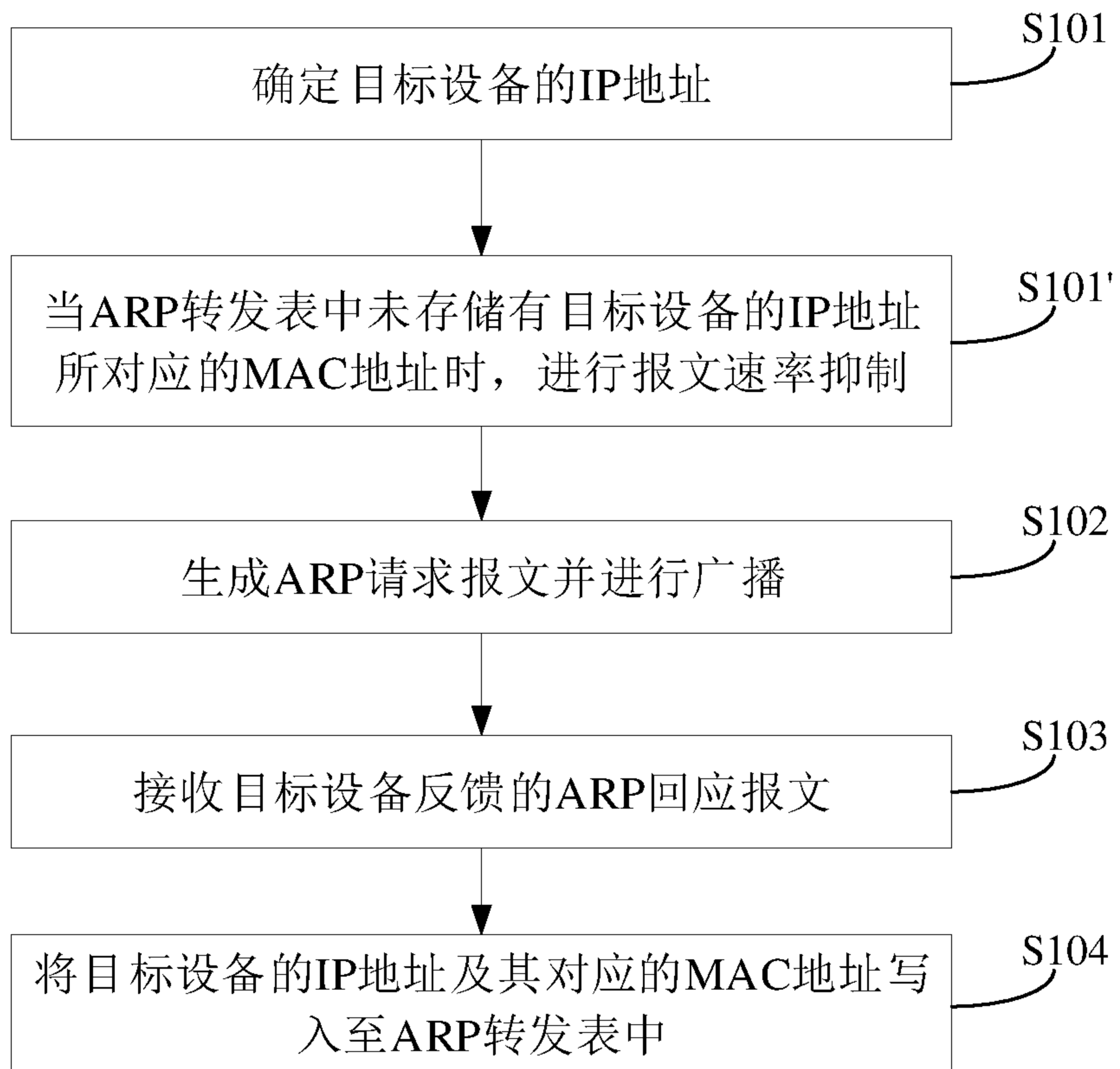


图 3

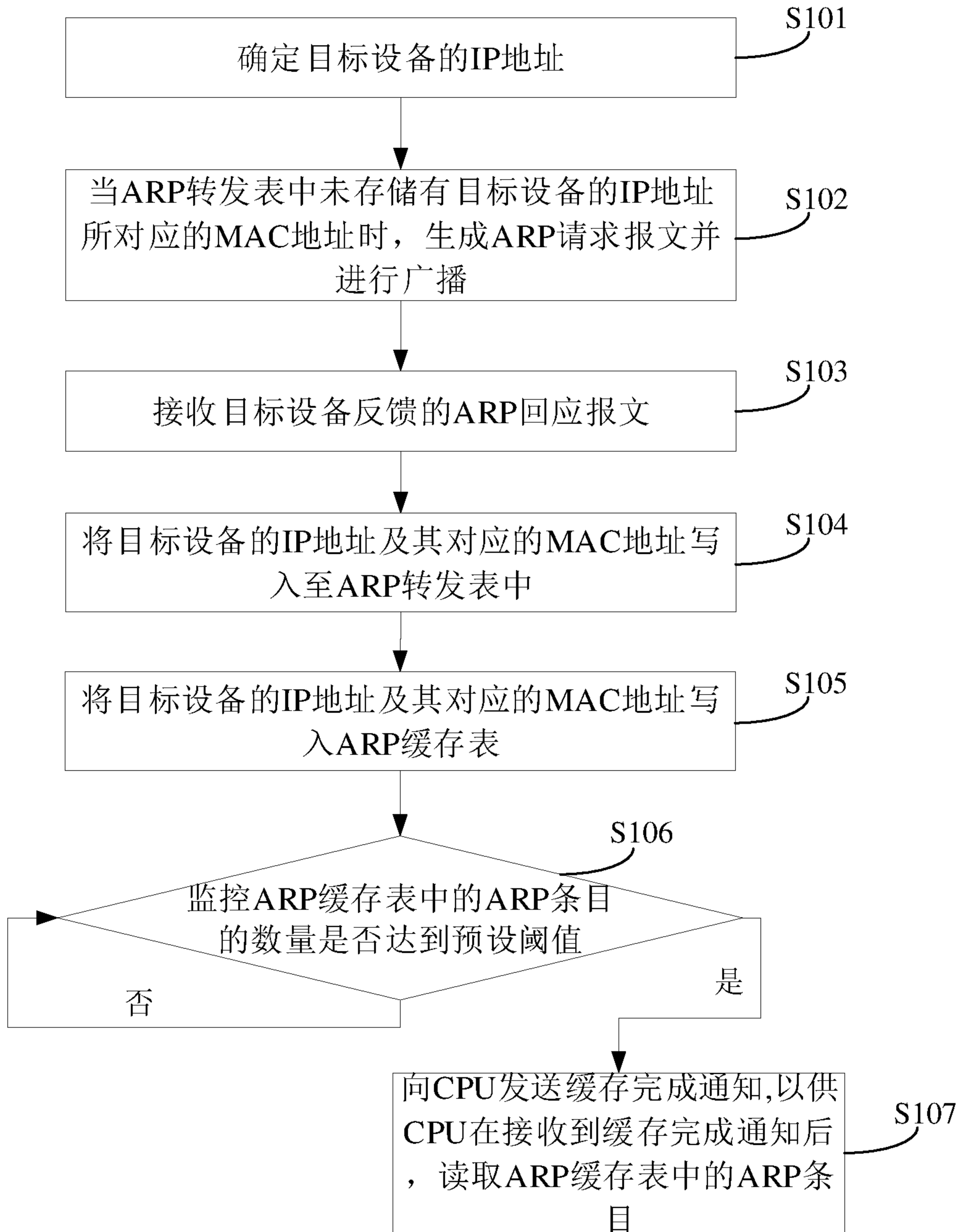


图 4

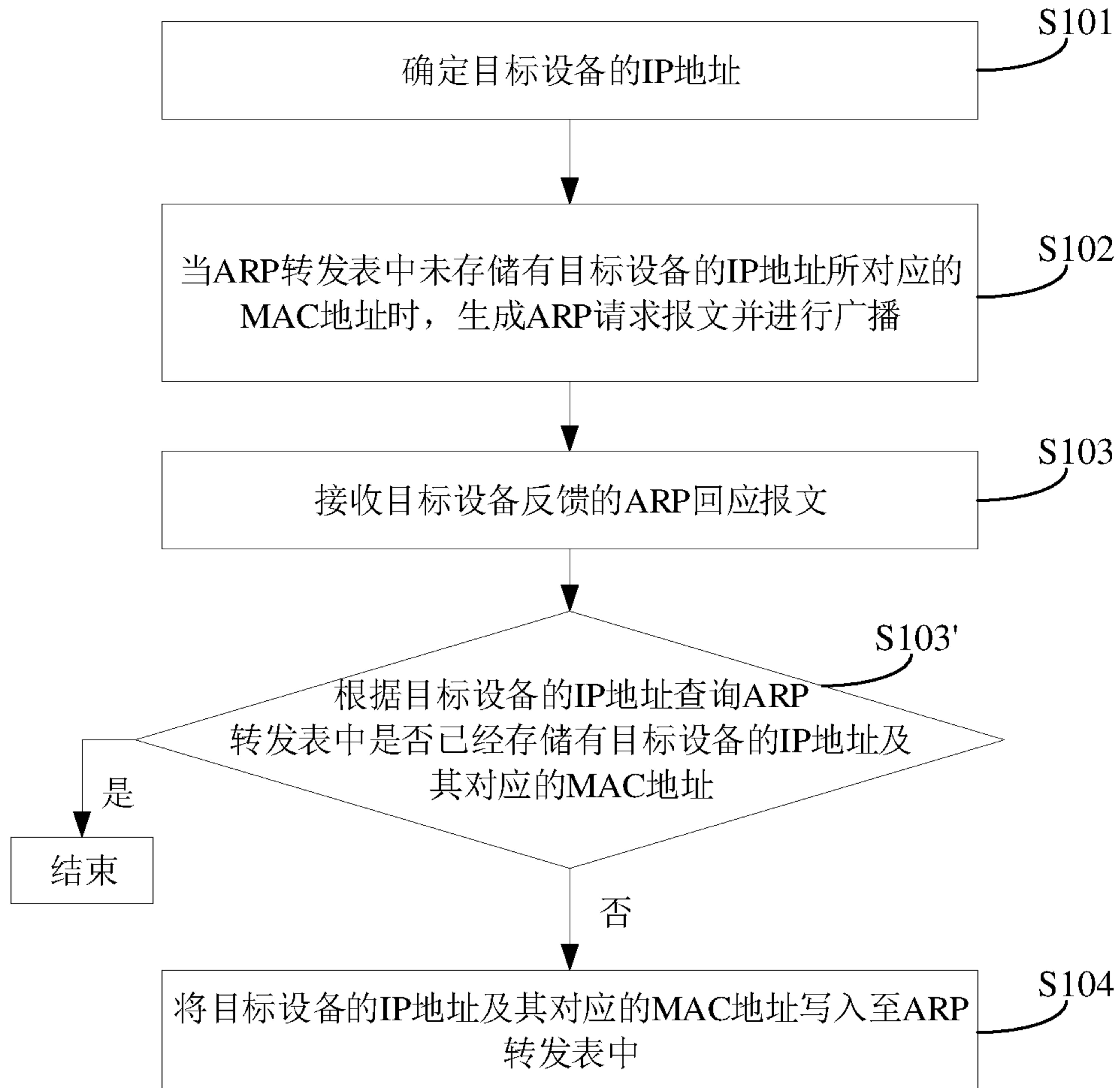


图 5

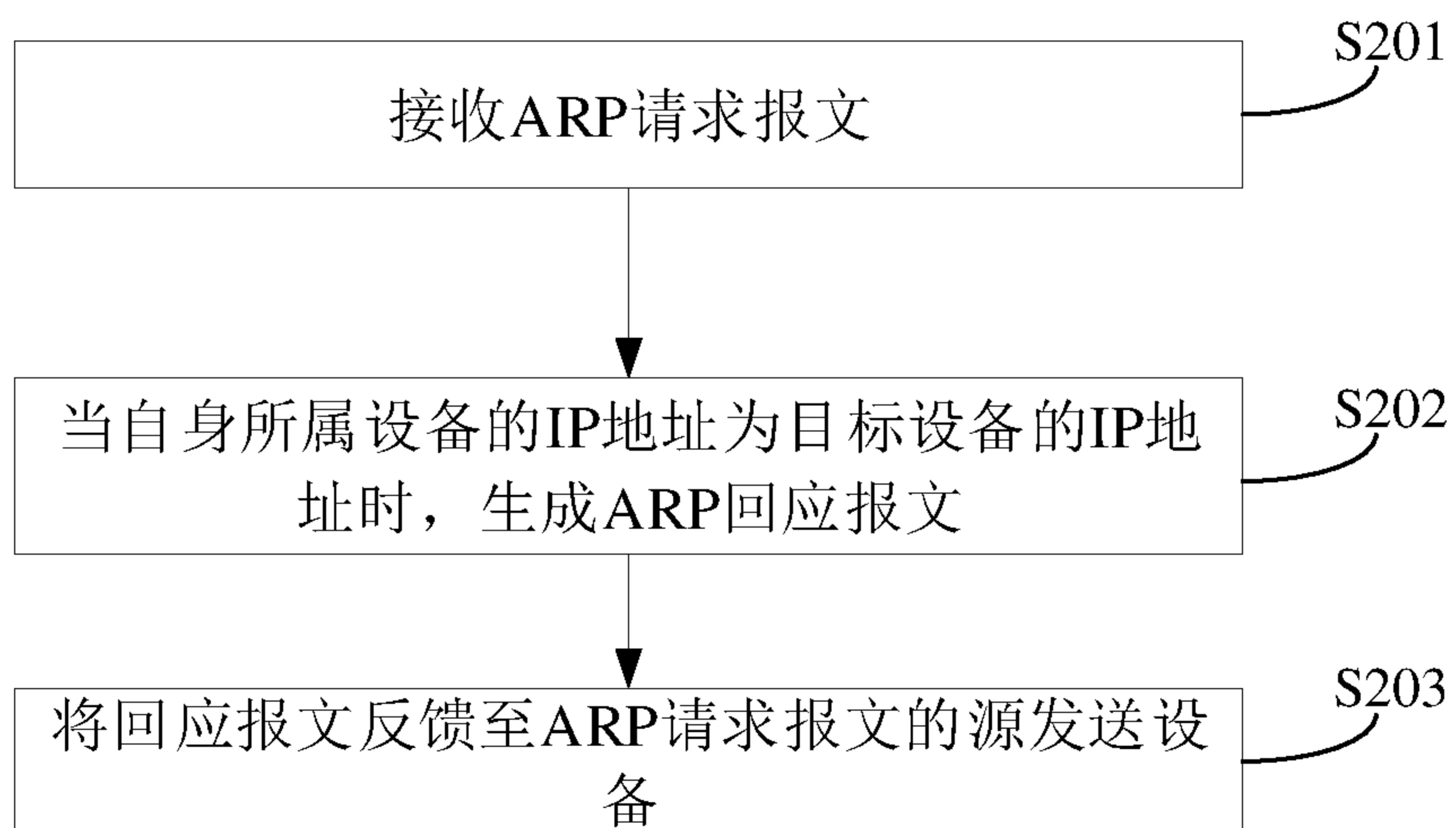


图 6

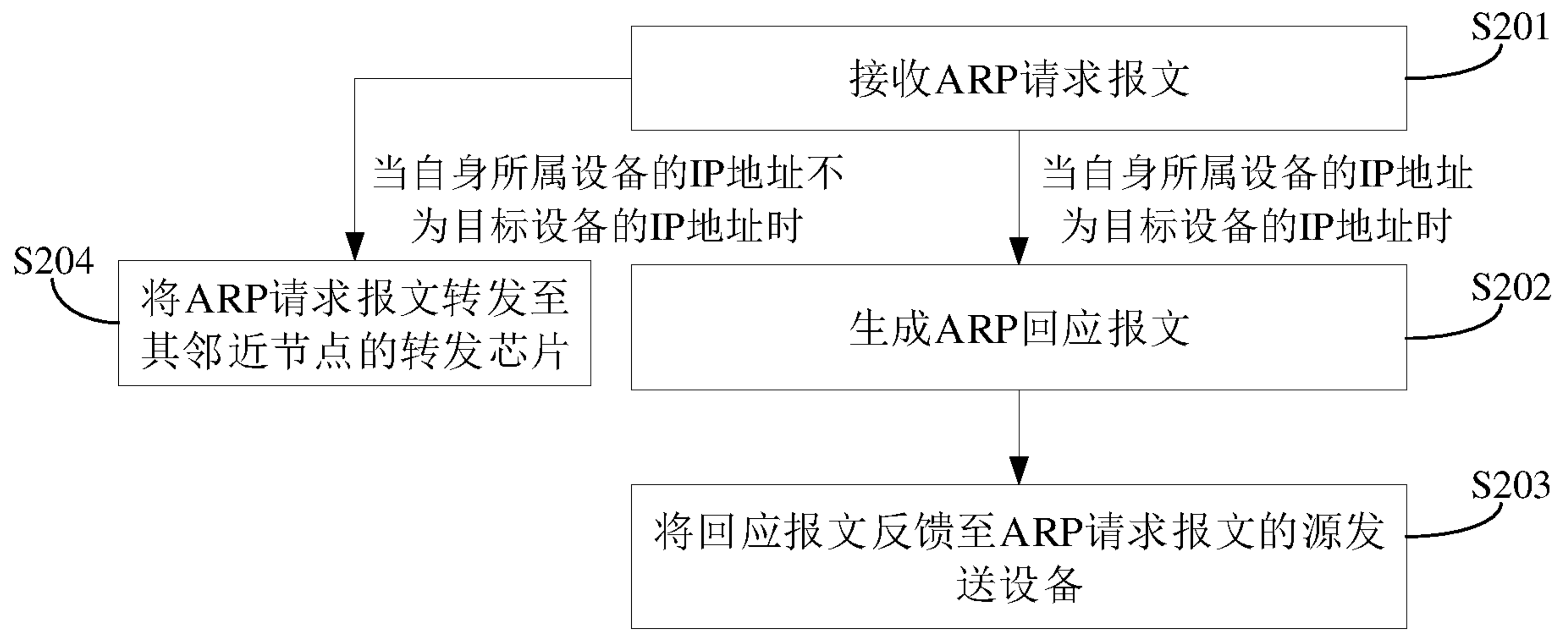


图 7

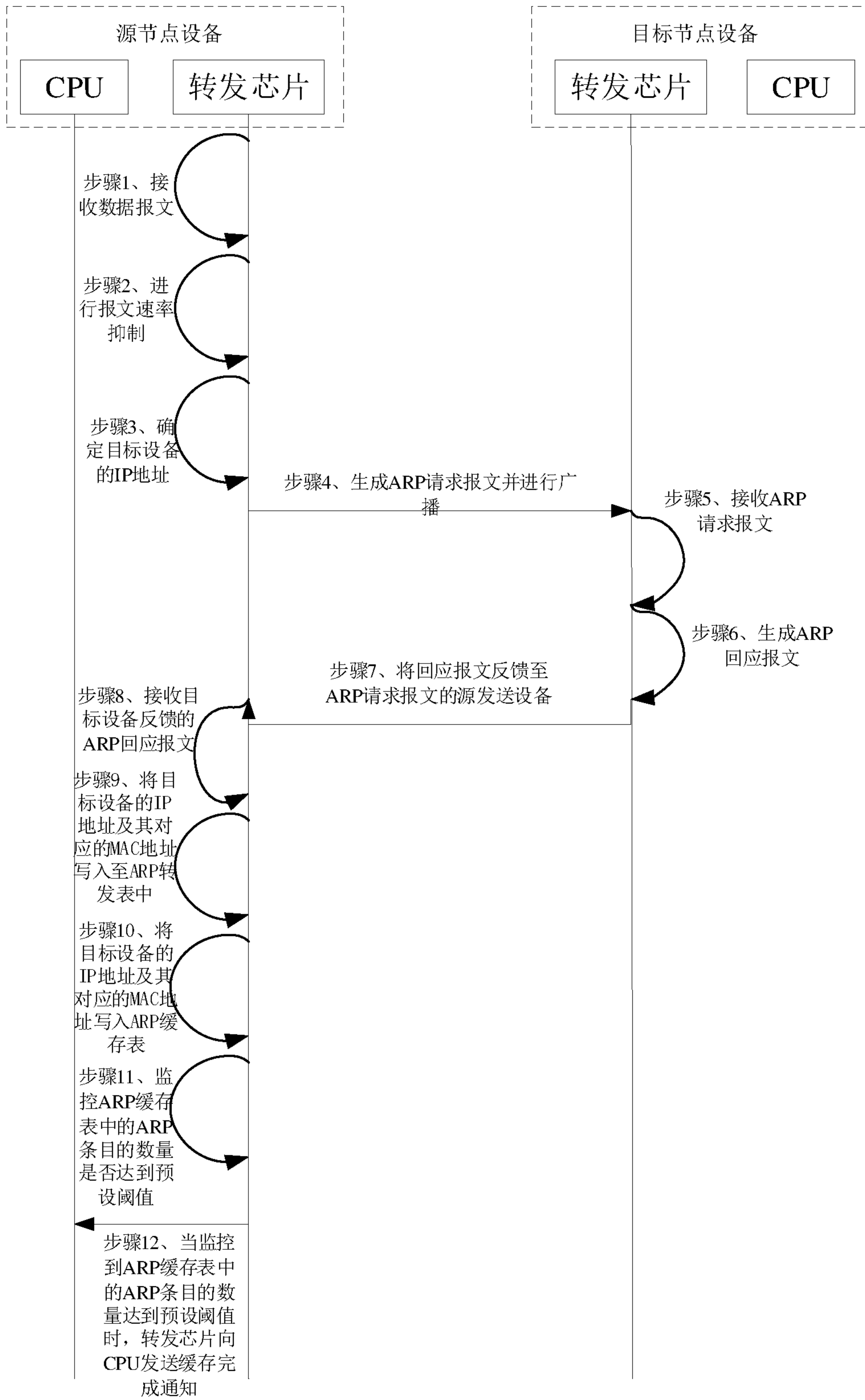


图 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2020/133141**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H04L 29/06(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L H04W H04Q  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: address resolution protocol, ARP, 转发, 数据报文, MAC地址, IP地址, CPU, forward, data message		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101123614 A (ZTE CORPORATION) 13 February 2008 (2008-02-13) description, page 4 line 15 - page 6 line 2, figures 1-2	6-10
Y	CN 101123614 A (ZTE CORPORATION) 13 February 2008 (2008-02-13) description, page 4 line 15 - page 6 line 2, figures 1-2	1-5
Y	CN 103248720 A (ZTE CORPORATION) 14 August 2013 (2013-08-14) description, paragraphs 0037-0066, figures 1-3	1-5
A	CN 101179566 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 14 May 2008 (2008-05-14) entire document	1-10
A	US 2006209818 A1 (PURSER, Jimmy Ray) 21 September 2006 (2006-09-21) entire document	1-10
A	WO 2015014316 A1 (HANGZHOU H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) 05 February 2015 (2015-02-05) entire document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>16 February 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>02 March 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China</b>		Authorized officer
Facsimile No. <b>(86-10)62019451</b>		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/CN2020/133141</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	101123614	A	13 February 2008	None		
CN	103248720	A	14 August 2013	None		
CN	101179566	A	14 May 2008	None		
US	2006209818	A1	21 September 2006	None		
WO	2015014316	A1	05 February 2015	CN	104348726 A	11 February 2015
				US	2016149725 A1	26 May 2016
				EP	3028414 A1	08 June 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/133141

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H04L 29/06 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>H04L H04W H04Q</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: address resolution protocol, ARP, 转发, 数据报文, MAC地址, IP地址, CPU, forward, data message</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 101123614 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 说明书第4页第15行-第6页第2行、图1-2</td> <td>6-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101123614 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 说明书第4页第15行-第6页第2行、图1-2</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103248720 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第0037-0066段、图1-3</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101179566 A (华为技术有限公司) 2008年 5月 14日 (2008 - 05 - 14) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006209818 A1 (PURSER, Jimmy Ray) 2006年 9月 21日 (2006 - 09 - 21) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2015014316 A1 (HANGZHOU H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 101123614 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 说明书第4页第15行-第6页第2行、图1-2	6-10	Y	CN 101123614 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 说明书第4页第15行-第6页第2行、图1-2	1-5	Y	CN 103248720 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第0037-0066段、图1-3	1-5	A	CN 101179566 A (华为技术有限公司) 2008年 5月 14日 (2008 - 05 - 14) 全文	1-10	A	US 2006209818 A1 (PURSER, Jimmy Ray) 2006年 9月 21日 (2006 - 09 - 21) 全文	1-10	A	WO 2015014316 A1 (HANGZHOU H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 101123614 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 说明书第4页第15行-第6页第2行、图1-2	6-10																					
Y	CN 101123614 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 2月 13日 (2008 - 02 - 13) 说明书第4页第15行-第6页第2行、图1-2	1-5																					
Y	CN 103248720 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第0037-0066段、图1-3	1-5																					
A	CN 101179566 A (华为技术有限公司) 2008年 5月 14日 (2008 - 05 - 14) 全文	1-10																					
A	US 2006209818 A1 (PURSER, Jimmy Ray) 2006年 9月 21日 (2006 - 09 - 21) 全文	1-10																					
A	WO 2015014316 A1 (HANGZHOU H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 全文	1-10																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 2月 16日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 3月 2日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>王朝英</p> <p>电话号码 86-(10)-53961618</p>																					

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2020/133141

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	101123614	A	2008年 2月 13日	无	
CN	103248720	A	2013年 8月 14日	无	
CN	101179566	A	2008年 5月 14日	无	
US	2006209818	A1	2006年 9月 21日	无	
WO	2015014316	A1	2015年 2月 5日	CN	104348726 A 2015年 2月 11日
				US	2016149725 A1 2016年 5月 26日
				EP	3028414 A1 2016年 6月 8日